

## 《师韵——北科大走出的院士》编委会

主任：罗维东 徐金梧

副主任：谢 辉 陈 曦 权良柱 武德昆 王维才

委员：（以姓氏笔画为序）

于成文 王 立 王维才 尹怡欣 权良柱 曲选辉 吕昭平  
朱鸿民 刘晓东 孙景宏 吴春京 吴爱祥 邱 宏 宋 波  
张立峰 张牧风 陈 曦 武德昆 罗维东 季淑娟 金龙哲  
赵 锋 胡广大 徐金梧 黄武南 章东辉 隆克平 谢 辉  
臧 勇

主 编：刘晓东

副主编：都基辉 吕朝伟 徐洪业 崔 睿

编 委：（以姓氏笔画为序）

马 聪 王丽莉 王海波 吕朝伟 刘 冰 刘 娜 刘晓东  
张春霞 陈 凯 胡智林 都基辉 倪 阳 徐安军 徐洪业  
崔 睿 董俊杰 解红叶 臧甜甜 潘红涛



# 序

2012年4月，北京科技大学即将迎来建校的第60个年头。作为新中国第一所钢铁工业高等学府，北京科技大学始终以服务国家重要战略需求为己任，立足行业、面向全局，务育人之实、谋科研之新、求贡献之真。甲子年来，北京科技大学历经岁月磨砺和时间洗礼，与民族奋进的脉搏一起跳动，现已发展成为一所以工为主，工、理、管、文、经、法等多学科协调发展的研究型大学，十四余万名优秀人才从这里走上国家政治、经济、科技、教育、文化等领域尤其是冶金、材料工业的大舞台，铸就了一篇“为中华之崛起，奉科技以强国”的甲子华章。

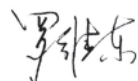
60年沧桑积淀，北京科技大学形成了“学风严谨、崇尚实践”的光荣传统，熔炼了“求实鼎新”的校训精神。在这样一片被誉为“钢铁摇篮”的沃土上，曾经有三十余位中国科学院和中国工程院院士学习和工作，他们中有德高望重的学界泰斗，也有冉冉升起的科技新星；有献身两弹一星事业的国家功臣，也有致力钢铁冶金、材料等行业的领军人物；有扎根高校教书育人的辛勤园丁，也有投身一线生产实践的科技英才；有基础科学研究领域的理论奠基人，也有高技术产业化的应用研究者……我们高兴地看到，在不同的专业领域，院士们表现出了共同的北科精神，那就是：科技报国的宏伟抱负、勤奋严谨的治学态度、敢为人先的实践品格和甘为人梯的师者风范。共和国工业发展的功劳簿上谱写着他们爱国奉献的赞歌，世界第一钢铁大国的丰碑讲述着他们感人肺腑的故事，各行各业的风口浪尖都跳动着他们搏击奋进的身影。

在60周年校庆之际，学校组织编写了《师韵——北科大走出的院士》一书，将他们不平凡的人生轨迹付梓成书，翻阅厚厚的文稿，顿感师德氤氲，馨香久存，颇有感触。院士们的人生选择闪耀着以强国为己任的信仰光辉，他们牺牲了个人的利益，换来的是共和国的崛起富强。院士们的处事风格挥洒着敢想敢干、永不服输的豪迈气魄，他们以高度的自信和过人的胆识，展示了“钢小伙、铁姑娘”的英雄本色。院士们的治

学态度代表了躬行勤奋、矢志不渝的高贵品格，他们用勤奋和坚持，换来成功之花的夺目绽放。院士们的师者风范彰显着荫庇桃李、甘为人梯的大家风骨，他们用严格的要求和无限的关爱，培养了一大批德才兼备、又红又专的优秀人才。一方水土养一方人。从北科大走出的院士们，他们的成就连同他们身上的北科大印记，已经深深烙进这个学校的记忆，载入共和国的历史。

当前，北京科技大学正举全校之力，朝着建设国际知名、国内一流的高水平研究型大学的奋斗目标迈进。因此，在这样的一个关键时期，总结梳理院士的人生成长历程对北科大人来说具有重要的历史价值和指导意义，这将是北京科技大学宝贵的精神财富和弥足珍贵的教材，不断推动一代又一代人，在为中华之崛起的奋斗历程中奋勇向前！

北京科技大学党委书记



2012年3月

# 前 言

上庠甲子，师韵如竹。2012年4月22日，北京科技大学即将迎来自己的60华诞。60载耕耘岁月，从星火拓荒到桃李天下；60载风雨兼程，从钢铁摇篮到科技殿堂。60年间，先后有三十余位在这片热土学习或工作过的校友跻身中国科学院和中国工程院院士，他们正直伟岸的风骨、坚忍不拔的品格、虚怀若谷的心胸，如同苍翠坚挺的青竹，巍然耸立于华夏大地，在莘莘学子心中岿然不可磨灭；他们的学者风范、师者风华、行者风度，如同古韵悠悠的笔触，在素白如缎的纸上悠闲留下墨迹，萦绕细腻书香。

典藏师韵，历久弥香。为了更好地传承和发扬院士们身上的北科精神，学校组织编写了《师韵——北科大走出的院士》一书。全书在广泛搜集资料、深入开展访谈、反复推敲文风的基础上，以平实而厚重的文笔刻画了三十余位院士一生的风雨历程，在每位院士万余字的篇幅内，重点梳理了他们的生平事迹、学术生涯、人生感悟，力求经历之全、资料之真、选材之精，使读者可以在书中重温院士的奋斗历程，铭记院士的卓越贡献，感受院士的大师风华。

学界泰斗，国之栋梁。全书分为上、下两篇，上篇收录了15位中国科学院院士的传略文章，刻画了一批在科学技术领域乘风破浪、功勋卓著的学者形象，他们科技报国的宏伟抱负、勤奋严谨的治学态度、敢为人先的实践品格和甘为人梯的师者风范，是科技界不可多得的宝贵史料和育人教材；下篇收录了16位中国工程院院士的传略文章，他们视发展工程科技、促进国家经济发展和社会进步为己任，勤奋工作在采矿冶金、金属材料、机械制造、钢铁生产、工程科技、战略咨询等专业领域，为祖国重工业发展做出了不可磨灭的贡献。

钢浇铁铸，肇造社会。本书从院士这一特殊的视角，讲述了一代又一代北科人爱国奉献、求实鼎新的奋斗历程，描绘了北科大献礼国家科学技术发展的历史缩影，汇集了北科人追求卓越的真实写照。风雨六十年，辉煌六十年，如今的北京科技大学又站在了新的历史起点上。本书选择在这

一历史时刻出版，希望能够为新一代北科学子提供有益的人生教材，帮助他们学习院士们追求真理、严谨治学的科学精神与方法，领悟爱国奉献、造福人民的科技价值观和人生观，激励更多的北科人循着大师的足迹不断向前。

敬意满怀，提笔惶惶。从写作策划之初到院士本人或其亲友审核定稿之末，我们的胸中始终涌动着对院士的景仰与敬畏，唯恐一点落笔的不当误读了院士的品性，生怕一处选材的缺失消减了院士的光芒，但即使这样，书中仍难免有瑕疵不妥之处，恳请大家提出宝贵意见，以便不断修改和完善。

谨以此书，向为共和国发展做出杰出贡献的院士们致敬，向培养和造就院士的北京科技大学致敬，向广大拼搏奋斗在一线的科技工作者致敬！

编 者

2012年3月于北京

序  
前 言

# 目 录

contents



## 上篇 中国科学院院士

博济之师，百年兰馨

——记冶金学专家和教育家、中国科学院院士魏寿昆……………3

自强不息建功勋，“两弹元勋”铸辉煌

——记物理冶金专家、中国科学院院士吴自良……………20

百炼成钢不惧难

——记金属物理学专家、中国科学院院士柯俊……………32

生命的铃印

——记金属材料专家、中国科学院院士张兴铃……………48

“金凤凰”鸣响材苑乐章

——记金属材料专家、中国科学院院士肖纪美……………59

大梦无疆，且歌且行

——记材料学专家、中国科学院院士邹世昌……………73

立志学术，心系科学

——记计算材料物理专家、中国科学院院士王崇愚……………85

学界泰斗，耀人光泽

——记材料学专家、中国科学院院士徐祖耀……………93

# 目 录

## contents



- 计算机事业的“拓荒人”  
——记计算机专家、中国科学院院士高庆狮…………… 104
- “帽子里拎出兔子”  
——记物理学专家、中国科学院院士陈难先…………… 113
- 依依金情，巍巍钢魂  
——记金属材料专家、中国科学院院士李依依…………… 123
- 人生曲折路，不坠凌云志  
——记冶金物理化学专家、中国科学院院士周国治…………… 135
- 淬心广，臻入微  
——记材料科学与电子显微学专家、中国科学院院士叶恒强…………… 147
- 材子风华，闪耀冶金灯塔  
——记粉末冶金专家、中国科学院院士葛昌纯…………… 160
- 材苑学海“苦行僧”  
——记材料科学和力学专家、中国科学院院士张统一…………… 176

## 下篇 中国工程院院士

- 生当灿若乌金  
——记采矿专家、中国工程院院士范维唐…………… 189
- 赤胆忠心，熔钢铸魂  
——记钢铁冶金专家、中国工程院院士徐匡迪…………… 200



# 目 录

## contents



- 勇攀钢铁脊梁  
——记钢铁冶金专家、中国工程院院士殷瑞钰…………… 215
- 板形之先，满井之霖  
——记冶金机械专家、中国工程院院士陈先霖…………… 223
- 核事业发展的“动力源”  
——记核材料专家、中国工程院院士周邦新…………… 234
- 铭佩不忘，旌麾耀世  
——记金属材料与热处理专家、中国工程院院士涂铭旌…………… 246
- 千锤百炼的“特殊钢”  
——记模具钢专家、中国工程院院士崔崑…………… 256
- 坚如磐石，韧似秋兰  
——记热处理专家、中国工程院院士雷廷权…………… 265
- 毕生的追求：将零件轧制技术转化为生产力  
——记零件轧制专家、中国工程院院士胡正寰…………… 277
- 国之良士，钢之英才  
——记金属材料专家、中国工程院院士陈国良…………… 290
- 德尚水质，行润金泽  
——记耐腐蚀材料和环境敏感断裂专家、中国工程院院士柯伟…………… 300
- 创造“鬼斧神工”，竭诚为国效劳  
——记机械工程专家、中国工程院院士钟掘…………… 311

# 目 录

## contents



不渝矢志铸钢魂 ——记连铸设备专家、中国工程院院士关杰·····	323
钢铁史诗 ——记冶金自动化及信息工程专家、中国工程院院士刘玠·····	334
贺兰山下的中国钽铌工业骄子 ——记有色冶金专家、中国工程院院士何季麟·····	345
一生无悔的“钢铁战士” ——记不锈钢专家、中国工程院院士王一德·····	355
后 记·····	368
参考文献·····	372

上篇 中国科学院院士

為

中

華

之

崛

起





# 博济之师，百年兰馨

——记冶金学专家和教育家、中国科学院院士魏寿昆



魏寿昆，天津市人，生于1907年9月，北京科技大学教授，冶金学和冶金物理化学家、冶金教育家，中国冶金物理化学学科创始人之一。1923年毕业于天津市第三中学；1923—1929年就读于北洋大学，获矿冶系工学学士学位；1930年考取天津市公费留德；1935年获德国德累斯顿工业大学化学系工学博士学位，1935—1936年在德国亚琛工业大学钢铁冶金研究所进修一年；1936年9月受聘北洋工学院矿冶系教授，后辗转大半个中国，参与组建多所高校，曾任西北联合大学、西北工学院、西康技艺专科学校、贵州农工学院、重庆大学、北洋大学及唐山交通大学教授、系主任、教务主任

以及重庆矿业研究所研究室主任；1949—1952年任北洋大学工学院院长、天津大学副教务长；1952年起任北京钢铁工业学院教授、教务长、副院长。在冶金理论和工艺、资源综合利用、冶金融体理论上取得了开拓性研究成果：建立了高温熔体活度理论体系和炉渣脱硫的离子理论、解决了我国冶金工业生产工艺中出现的一系列问题；提出了选择性氧化与转化温度的概念，为提高和改进我国共生矿的冶炼技术提供了重要的理论基础；在国内率先开展固体电解质电池直接快速定氧技术的研究，该技术于1974年被誉为当时国际钢铁冶金三大发明之一，是控制钢液脱氧、提高钢质量的关键性手段。曾获国家教育委员会科学技术进步奖一等奖、二等奖，国家自然科学基金三等奖，何梁何利基金科学与技术进步奖，国家教育委员会高校教材优秀奖等。自1930年任北洋大学助教起，从事教学科研工作已逾80年，培养了大量的冶金、科技和管理人才，为我国的高等工程教育做出了卓越贡献。1980年当选为中国科学院学部委员（1993年改称院士）。

魏  
寿  
昆

博  
济  
之  
师  
，  
百  
年  
兰  
馨

2006年9月6日，人民大会堂河北厅，“庆祝魏寿昆院士百岁华诞暨从教77周年座谈会”隆重举行。在徐匡迪、师昌绪、周济、朱继民、周国治等饱含深情的致辞之后，魏寿昆从座位上站了起来，发表了长篇答谢讲话。会场内顿时安静下来，众人注视着这位十秩高龄的冶金界、教育界前辈，听着他泰然平和却掷地有声的言语，脑海中宛若展开了一幅百年画卷：生逢乱世，弃商就学，北洋才子赴德苦修五年回国，抗战烽火中于陕、黔、滇、渝四处奔波，在风雨中守护中国近代教育的火种；新中国成立后赴满井村勇担钢院建校和教务重任，于荒芜之上开辟新中国冶金教育先河；陝蜀京津，恩师慈父，春风桃李，不觉百年。

“芝兰生幽谷，不以无人而不芳，君修道立德，不为穷困而改节。”回眸先生百年人生，如浸兰香，荡气回肠。

## 北洋才子，弃商从文

1907年9月16日，一个新生命诞生在天津一户日渐败落的商人家庭里，祖父为其取名寿昆，字镇雄。魏家九代从商，至魏寿昆这代，开始有了变化。

近代以来，中国遭受帝国主义肆意蹂躏，晚清王室风雨飘摇，魏家多次遭劫，家境每况愈下。身为长孙的魏寿昆成为了继承家业、复兴家族的最大希望。祖父原本打算将魏寿昆送至一家光景好的商铺，跟东家学习经商本领，而后继承祖业。然而在金宅私塾学习三年后，不足10岁的魏寿昆并没有接受祖父的安排，他说：“我自幼喜欢读书，深愿弃商就学。”小小孩童，志向已明，魏寿昆的这句话让祖父和三叔深为震动，虽有遗憾但却对这份志向给予了支持，鼓励他勤奋读书。

为了尽量省钱，魏寿昆选择离家最近的育德庵小学就读，并于1919年8月考入天津铃铛阁官立中学（现天津三中），成为这个商贾世家中的第一个中学生。

中学四年，铃铛阁官立中学完备的现代课程体系给魏寿昆打下了坚实的知识基础，魏寿昆各门课程全部优秀。1923年夏，魏寿昆以第一名的成绩从千余名考生中脱颖而出，考入北洋大学矿冶工程专业，两年预科，四年本科。1929年，魏寿昆以本科四年各科平均94.25分的成绩修得学士学位，并获授斐陶斐（Phi-Tau-Phi）“金钥匙会徽”<sup>①</sup>，这一分数刷新了北洋

① 斐陶斐“金钥匙会徽”由哲学（Phi）、工程学（Tau）、生理学（Phi）三个希腊文缩写组成，由国际科学民间组织斐陶斐励学会颁发，凡是各知名大学毕业生中前5名的学生，都有资格申请。

大学校史上的高分记录，“北洋才子”的美誉由此而生。

魏寿昆在北洋学习6年，其间4年学校都由刘仙洲<sup>①</sup>主持校政。在刘仙洲的努力下，茅以升、石志仁、何杰、侯德榜等一批名师到校任教。这些教授都曾抱着工业救国、教育救国、科学救国的理想留学国外，又怀着报效国家的志向回国服务。魏寿昆深受他们的影响。他深知，复兴中国，自己在北洋学到的东西还远远不够，唯有出国深造，才能换回一张安静的书桌和一身报国的本领。然而，时值北洋军阀统治，公派留学机会少得可怜，魏寿昆只能认真准备，等待时机。

1929年夏，魏寿昆大学毕业后留在学校冶金系任教，协助冶金教授斯佩里（Edwin Sperry）先生设计制造辽宁宝马川金矿选矿设备。矿场停办后，他又被介绍至辽宁海城县大石桥滑石矿公司工作。1930年春节，因为不想失去难得的留学深造良机，魏寿昆果断辞去大石桥滑石矿的工作，回到母校北洋大学，一边协助矿冶系系主任何杰教授和地质系冯景兰教授的教学工作，一边继续关注着招考留学生的消息。1930年9月，“幸运之神”悄然降临。根据时任天津市市长张学铭<sup>②</sup>的建议，天津市决定公开招考三名留学生。这是天津市唯一一次自行招考公费留学生，魏寿昆很好地把握住了这个机会，从50名天津籍考生中脱颖而出，顺利通过留德考试，开始了长达五年漂泊异国的游子生活。

这一年，魏寿昆刚满23岁。

## 远渡重洋，求知若渴

1931年3月，魏寿昆收到信函，得知留学经费已经落实。起程之前，魏寿昆专程赴岳父家与未婚妻杨英梅告别。席间，魏寿昆畅谈留学抱负，杨英梅明志守约，等待他学成归国完婚，两人温情难舍。魏寿昆又放心不下母亲，母亲便安慰他说：“好好读书，别担心家里。”

到达柏林之后，魏寿昆在夏洛滕堡区租到房子，很快适应了新环境，仅用两个月便完成了8个月的语言学习计划，取得德语及格证书，顺利进入柏林工科大学。

然而，刚开始上课时语言的隔阂依旧是他听课的很大困难。曾经学过

<sup>①</sup> 刘仙洲，机械学家和机械工程教育家。

<sup>②</sup> 张学铭，张学良之弟。

的如无机化学、分析化学等课程听讲起来还比较顺利，因为即便是遇到一些陌生的化学名词术语，课后复习时只要查字典就能够搞明白。对于从未学过的新课程，如工业化学中的有关经济学、贸易学、企业管理学中的术语，起初的魏寿昆却茫茫不知所以然，于是他用更多的时间一词一句地查阅、询问、理解、消化，逐渐吃透了那些原本陌生的单词。

1931年在柏林期间，德国法西斯势力越来越嚣张，许多德国青年开始盲目崇拜法西斯思想，此时日本在中国发动了“九一八事变”，局势愈加紧张。一天，魏寿昆在食堂用餐，一位德国青年误以为他是日本人，上前得意忘形地说：“在满洲你们日本人又打胜仗了！”魏寿昆怒目而视，未予理睬。德国人以为他没听清楚，又很骄傲地说：“我们德国也是好战的民族。”魏寿昆再也按捺不住满腔的怒火，厉声谴责道：“我们中国人一定能把日本人赶出去！让你们这些好战的民族见鬼去吧！”这位德国青年顿时被他的气势震住，灰溜溜地走了。魏寿昆在《忆30年代留德生活》一文中回忆了当时的悲愤心境——“国家不强，受人侮辱，痛愤在心。”

痛愤很快转化为师夷长技、工业救国的动力。此事之后，魏寿昆的学习更加用功。留德期间，魏寿昆结识了同在德国留学的王淦昌，两人于1932年5月同游哈茨山风景区时畅谈国事，互相勉励，相约在各自领域共同为祖国效力。

魏寿昆用了一年的时间，结束了柏林工科大学的学业，转到德累斯顿工业大学攻读染色化学博士学位。按照学校要求，直读博士之前必须补做一篇工程师论文。魏寿昆学完国内大学未曾学过的部分专业课及全部专业实验后，用9个月的时间完成了《纳伏妥尔-As (Naphtol-As) 在真丝染色的生成及性能的研究》。这是魏寿昆第一次用德语写工程师论文，结果却出乎他的意料，即使在以严厉著称的色染及纺织化学研究所所长柯尼希 (W. Konig) 那里，他的研究成果也得到了1a-1b (特优-优) 的评价。柯尼希教授对这位聪明而勤奋的中国学生倍加器重，在他的悉心指导下，魏寿昆的研究工作另辟新路，完成了博士论文《新生亚硝酸对羊毛作用的新贡献》，并于1935年6月28日顺利通过答辩，获得“极优”的成绩<sup>①</sup>。

拿到染色化学博士学位之后，魏寿昆已经完成了天津市政府规定的留学任务，4年的公费期也已期满。他慎重地考虑着国内的局势和眼前的选择：在日本势力控制下的天津，自己已经不可能再为天津纺织色染工业服

<sup>①</sup> 德累斯顿工业大学博士论文答辩的成绩分为5级：特优、极优、优、及格、不及格。



务，不如借留德机会再学一年钢铁冶金，这对国家和个人都是最有利的。1935年夏末，魏寿昆以旁听生资格自费进入亚琛工业大学钢铁冶金研究所学习一年冶金专业。在这一年里，他给自己安排了很重的学习任务：一是了解国际冶金工业及冶金教育动态，为回国从事冶金实业或教育工作掌握资料；二是到德国著名钢铁公司实习参观，学习德国冶金工业新工艺、新流程、新设备；三是听亚琛工业大学著名教授讲课，购买讲义和教科书，掌握冶金理论及其研究方法。这段时间，魏寿昆节衣缩食，惜时如金，对冶金知识几乎痴迷到夜以继日、乐而忘我的程度。

回忆那段留学生涯，魏寿昆深情地说：“留德五年又两个月，为我一生服务祖国和人民奠定了基础。我怀念曾经教育过我的老师，感谢他们，对他们表示崇高的敬意。”

## 辗转西疆，风雨报国

1936年，魏寿昆怀着满腔报国热忱和一身才学回到阔别五年的家乡，赴北洋工学院任教，次年守约完婚。1937年，“七七事变”爆发，北平、天津相继沦陷。时任北洋工学院院长李书田<sup>①</sup>果断向国民政府教育部提出内迁要求。不久，教育部令北平大学、北平师范大学、北洋工学院及北平研究院迁往西安，组成西安临时大学。

学校仓促西迁后，办学条件非常艰苦，教学设备简陋，图书资料匮乏，师生只能勉强开课。然而此般境况维持不长，开学不到半年，临汾失陷，潼关告急，西安轰炸声不断，西安临大不得不再次南迁至汉中城固县，选择文庙、考试院及城南的古路坝天主教堂等作为校址安顿师生，学校也更名为西北联合大学。

当时的西北联大的教室、宿舍都是临时搭建的，条件十分简陋。面对硬件条件严重不足，教学资源相当缺乏的困境，魏寿昆以赤心坚持教学。没有教材，他依靠自己所学、拼命搜集资料而自编讲义；师资缺乏，他经常一人讲授从低年级到高年级的多门课程，不知苦累。同学们也是日夜苦读，如饥似渴。在城固古路坝上课的学生，晚上于油灯下读书、写作业，远望山中的点点灯光，闪烁似夜幕星光，遂成“古路灯火”一景。“古路灯火”虽然微弱，却是西北高等教育的火种，后来孕育出西北工学院、西

<sup>①</sup> 李书田，著名教育家，北洋大学复校的倡导者、组织者和践行者。

北大学、西北师范大学及西北医学院等高等学府。

1938年7月底，西北联合大学被拆分，魏寿昆到新成立的西北工学院任教，任矿冶研究所主任。由于教师奇缺，从二年级的“分析化学”到高年级的“选矿学”、“钢铁冶金”及“非铁（有色）冶金”均由他一人授课，另外他还讲授“金相学”、“钢铁热处理”等多门课程。在西北工学院任教两年后，魏寿昆来到新成立的西康技艺专科学校担任化工科主任，两年后又调至贵阳，创建贵州农工学院并任教务主任及矿冶教授。1942年，魏寿昆被重庆经济部矿冶研究所聘用，从事抗战急需材料的科研工作，同时兼任重庆大学教授，每月在重大任教10天，在研究所工作20天，身兼双职，奔波于北碚和沙坪坝<sup>①</sup>两地之间。

回忆起抗战时期的任教经历，魏寿昆曾写道：“山河破碎，报国无门。不少时间情绪波动频繁，思想上有沮丧、有愤恨、有彷徨、有困惑，但经常以做好本职工作要求自己，以为祖国培育英才为己任。”抗战八年，魏寿昆随同李书田等人辗转流亡于西部穷山恶水之间，稍有停顿，便拿起粉笔讲学，魏寿昆一人几乎承担了各校矿冶系所有冶金课程的讲授。在西安，敌机每日盘旋于学校上空；在汉中，古路坝天主教堂外常有强盗出没；在西昌，魏寿昆每日骑马走7公里山路上课……然而，再多的困难凶险也无法熄灭魏寿昆等一大批教育家心中熊熊燃烧的教育救国的梦想。中国近代教育的火种，也因他们的精心守护，得以在那段风雨如晦的岁月延续。

在中华民族最危急的时候，魏寿昆于颠沛流离中除了教课，还依然坚持开展抗战急需材料的研究工作，并着手调查大后方各省铁矿资源的状况，收集大量铁矿样品，以实际行动报效祖国，取得多项科研成果。

魏寿昆对铁矿样品进行化学分析，发现样品中磷的含量都比较高，容易导致钢变脆，在冶炼过程中必须将过多的磷脱去。魏寿昆在一次次钢中脱磷热力学计算的基础上提出了小型贝塞麦炉冶炼程序，以及贝塞麦炉与马丁炉双联操作工序，在《矿冶》复刊号上发表了题为《贝塞麦法炼钢去磷问题》的论文，成为他毕生从事冶金物理化学研究的起点。随后，魏寿昆于1944年发明“静置后处理法”，该法可把从四川白云石矿中提取的氧化镁纯度提高到99.5%，从而解决了长期存在的马丁炉炉衬的耐腐蚀问题，并取得发明专利。1945年他研究从江苏钼矿中提取纯金属钼、钼化合物及炼制钼铁和钼合金钢，提出钼矿综合利用思路：将钼矿预先进行焙烧，继

<sup>①</sup> 北碚和沙坪坝，重庆市的两个市辖区，都位于重庆西北部。

而以湿法提取钼酸钠、钼酸铵和钼酸钙；在坩埚内用钼酸钙炼制钼合金钢；利用硅铁还原钼酸钙制得含钼40%的钼铁；此外又成功地制得纯度为94.67%的金属钼。这一成果也获得发明专利。这时期，魏寿昆共发表学术论文12篇，获5项专利。

抗日战争胜利后，南京国民政府恢复了北洋大学校名，魏寿昆回到天津，任北洋大学冶金系主任、采矿系主任、教授，并受命恢复被战争破坏的实验室，重整教学秩序，其间还兼任唐山交通大学冶金系教授。

1948年末，天津战役即将打响。国民党政府命令北洋大学南迁，魏寿昆和一批知名教授均在计划南迁的名单之中。魏寿昆从小深受孟子的“上下交争利，而国危矣！”的思想影响，目睹国民党政权的腐败，民心已丧失殆尽，他把兴国强邦的希望寄托在共产党身上。因此，他听从天津地下党的安排，留守在北洋大学，迎接解放。

千磨万击还坚韧，任尔东西南北风。波澜壮阔的历史画卷中，魏寿昆以学报国，笃定执著，带着不变的报国信念，坚定迈向新中国的春天！

## 满井星火，铸就钢院

新中国成立后，北洋大学分设工学院、理学院，魏寿昆任工学院院长。为改变旧中国教育事业的衰败局面，教育部于1951年9月开始对高校进行“调整、统一、整顿、巩固”，北洋大学同河北工学院合并，更名为天津大学，魏寿昆任天津大学副教务长。1952年，全国高校进行院系调整，天津大学、唐山交通学院、北京工业学院、西北工学院、山西大学、清华大学六所高校的矿冶学科合并组建北京钢铁工业学院。4月22日<sup>①</sup>，重工业部钢铁工业局组织召开了北京钢铁工业学院第一次筹备工作会议。4月25日，魏寿昆作为教育部指定的天津大学代表，参加了由重工业部和各校代表参加的筹备工作座谈会。

不久，魏寿昆率领天津大学调归北京钢铁工业学院的教职工20余人，以及在校学生91人暂住清华大学开展教学工作，位于北京西北角的海淀区满井村的钢院校园正在施工。他时常来到建筑工地，看见一栋栋楼房拔地而起，教学区、图书馆、学生宿舍区、家属生活区日见雏形，心中的激动便油然而生。1953年9月，北京钢铁工业学院从清华大学迁入新校址上课。

<sup>①</sup> 后经1957年底北京钢铁工业学院第二十四次行政扩大会议确定为校庆日。

纵然是“无风三尺土，下雨两脚泥，上课钻工棚，夜读须秉烛”，但校园中教学秩序井然，生机勃勃，师生们的脸上洋溢着快乐自豪的笑容。它宣告，一所为社会主义中国培养冶金人才的高等学府已初步建成。

从此，这位昔日的“北洋才子”秉承着北洋“严谨求实、实事求是”的优良传统，扎根钢院，和其他建校元老一起，带领一批立志以钢铁强国为己任的热血青年，用辛勤的汗水开创了崭新的奋斗征程。

建校初期，北京钢铁工业学院在教学上强调学习苏联冶金教育经验。作为学校的第一位教务长和全国唯一的冶金学科一级教授，魏寿昆的主要工作是管理全校的教务活动，他深感责任重大。从教学规章制度制定到各专业教学计划的审定，从各门课程教学大纲的编写到苏联教科书的翻译，从部分教材的编写再到教学设备的选购等，他都亲力亲为，生怕疏忽任何一个细节而影响学校的教学发展。

为保障教学工作的正常秩序，魏寿昆将自己主管的工作总结为“3个6”和“1个馆”的教学组织模式。“3个6”是指教务处的6个科室（教务科、科研科、教学设备科、生产实习科、出版科、业余教育科）；院设的6个系（采矿系、冶金系、金相及热处理系、压力加工系、冶金机械系、物理化学系）；院属的6个公共教研室（数学教研室、物理教研室、化学教研室、外语教研室、机械制图教研室、体育教研室）。“1个馆”即图书馆。在魏寿昆的协调组织下，各个教学单位井然运行。

在千头万绪之中，如何制定出新颖、规范、严格、合理的教学计划，是魏寿昆最为关切的事情之一。他积极组织教师参加俄文学习突击班，翻译俄文资料，努力学习研究苏联冶金教学经验，在短短的二至三年时间，便形成了完善的教学计划和教学大纲，为学校教学活动的高效开展奠定了坚实基础。后来，由魏寿昆主要组织制定的“钢铁冶金教学大纲”经清华大学、北京工业学院、重庆大学、中南矿冶学院和北京钢铁工业学院5所高校56名教授、学者讨论通过。这是新中国成立后第一份比较符合中国国情的、比较完善的钢铁冶金教学大纲，对其他冶金类专业制定或修订教学大纲起着重要的示范作用。

1956年1月，在柯俊、魏寿昆等著名教授的建议下，学校设立了由金属物理专业和冶金物理化学组成的物理化学系，这两个专业并称为北京钢铁工业学院的“两大台柱”，至今仍是学校的“王牌学科”。在魏寿昆担任教务长的14年间，北京钢铁工业学院汇聚了一大批钢铁冶金领域的精英人才，教师队伍的强大和完整，即使在北洋大学、唐山交通大学的鼎盛时

期，也无法与其相比。

回望建校历史，魏寿昆兢兢业业，执著探索，辛勤耕耘，为北京钢铁工业学院的建立和发展付出了巨大心血，打下了坚实基础。北京钢铁学院以其坚实求新的步伐很快发展壮大，成为培养优秀冶金工业人才的重要基地，“钢铁摇篮”的美誉广为流传。

## 冶金泰斗，自成一家

魏寿昆是“冶金热力学”当之无愧的先行者和奠基人之一。他从事冶金学研究近60年，而其中约有三分之二的的时间从事冶金热力学的研究。从他1929年《矿冶》杂志上刊登第一篇论文起，已撰写和发表论文达130余篇。他有5部专著，其中《冶金过程热力学》与《活度在冶金物理化学中的应用》是该学科具有开创性、奠基性的宏著，均受到国内外同行的好评。日本著名的冶金学家后藤和弘曾评论《冶金过程热力学》是迄今世界上最好的一部冶金热力学专著。该书获1988年全国优秀教材奖，至今仍然是我国冶金工业领域的经典著作。魏寿昆将热力学原理系统应用于冶金实践，将复杂的冶金反应通过高温反应活度理论建立了一系列简单的、实用的、可计算的一系列高温反应方程式，从而找到了开启冶金反应神秘宝库大门的钥匙。

### 活度理论辟蹊径，炉渣脱硫延新途

20世纪50年代初，魏寿昆注意到“活度”概念正是当时冶金学界的重点研究领域，这激发起他极大的兴趣。此后，他的课余时间几乎全部都被用在图书馆里查资料，试图揭开“活度”的神秘面纱。活度研究可提供探索合金溶液本质的途径，因为在计算合金溶液热力学参数时，人们往往把溶液看成是理想溶液而不是真实溶液，而活度正是反映了真实溶液和理想溶液在客观上存在的差异，活度系数则反映了产生这种差异的原因。那时候，我国冶金工作者对活度理论与应用感到茫然，戏称为“糊涂理论”。而国际冶金界对高温冶金反应活度理论研究也无系统的突破。

魏寿昆精通冶金热力学，他从理论上论证了高温真实溶液活度计算的两种标准，并用活度理论对人们最关心的冶金反应进行计算，阐明这些冶金反应的热力学本质。他把研究成果编写成教材，为青年教师、工厂的工程师、大学生讲课。魏寿昆相信，他们只要掌握活度理论，便会能动地利

用它控制冶金反应过程，生产出各种急需的钢铁材料。同时，他又把大量实践成果吸收到教材中，不断更新和丰富了教学内容。

1956年起，魏寿昆连续发表了《活度的两种标准与热力学势》等几篇重要论文，1964年他的专著《活度在冶金物理化学中的应用》出版。这本书凝聚着他八年来苦心研究的成果，奠定了魏寿昆在我国冶金物理化学领域创始人之一的地位。从此，活度理论也从教科书中的抽象概念变成冶金工作者认识和利用冶金反应本质的实用工具，他应用活度理论和炉渣离子理论归纳出的适用于高炉铁水脱硫公式，至今仍被国内外冶金专家广为应用。

### 选择氧化尽完善，复杂金矿巧分离

20世纪60至70年代，魏寿昆研究了选择性氧化热力学理论。他多次著文指出，当有许多氧化物同时被还原或许多元素同时被氧化时，则存在着还原、氧化顺序的问题。1973年，他首次提出“氧化物转化温度”概念。他认为：两个元素选择性氧化的转化温度只决定于熔池组成活度及CO的压力，而与吹炼用氧的形式（无论是气体O<sub>2</sub>还是熔池金属液中溶解的[O]，抑或熔渣中的FeO）无关。这个重要的发现，改变了旧理论所述的熔池中两个元素氧化的转化温度不变的论点，丰富了冶金物理化学理论。这个理论对于研究平炉、底吹转炉及顶吹转炉等不同炼钢方法中的元素氧化的顺序与条件，特别是对共生矿的冶炼工艺具有普遍的指导意义。

魏寿昆认为，提出新的观点、新的理论并不是科学研究的终点，更重要的是把它应用到生产实践中去指导生产，接受检验，使它不断丰富和完善。20世纪70至80年代，古稀之年的魏寿昆奔赴钢铁生产现场，运用选择性氧化理论进行了多种工业实践，收到了预期效果。如指导上钢三厂冶炼不锈钢工艺的脱碳保铬问题；为上钢一厂的摇包中铁水脱铬保碳提出了最佳工艺条件；结合攀枝花钢铁公司和包头钢铁公司的共生矿的条件，分别提出了如何提钒与提铌的最佳工艺等。他对有色金属冶炼工艺也提出了重要的指导性意见与建议。如为了金川有色金属公司的火法提镍，魏寿昆从理论上计算了镍铀中元素氧化的顺序，为卡尔多转炉保镍脱硫提出了理论依据并成功地确定了合理的吹炼工艺，使镍的总回收率超过95%。那些年月，魏寿昆好像忘了耄耋将至，依旧如同青年人那样充满着活力和创造力，迎来了科学生涯中的又一个丰收季节。

1988年，魏寿昆将选择性氧化理论进一步完善和扩充。在他撰写的发

表在德国《钢研究》上题为《金属熔体中元素的选择性氧化及反应平衡》的论文中，把选择性氧化定为第一类型，而第二类型则是某元素选择性优化氧化，经常伴随着该元素和其他元素的共同氧化，最后达到平衡。该理论能够成功地应用于多种金属矿有用元素的分离，对冶金热力学发展做出了贡献。此外，魏寿昆还根据Ellingham Richardson吉氏自由能对温度的曲线图，建立了较完善、较全面的理论阐述，为多金属多反应的提取工艺提供了归纳性的能实际应用的理论。

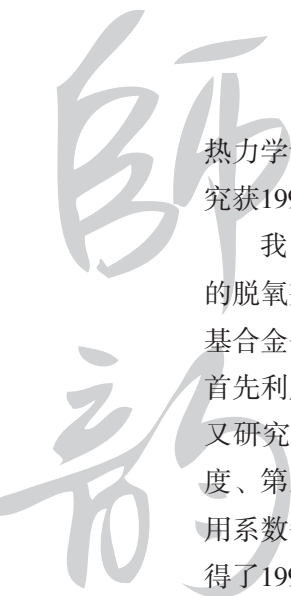
## 首研固体电解质，实测热力学参数

在研究选择性氧化理论的同时，魏寿昆于20世纪70年代在国内率先开展固体电解质电池直接快速定氧技术的研究，利用这种技术可快速准确地直接测定出钢液中的氧活度，是控制钢液脱氧、提高钢质量的关键性技术手段。魏寿昆说：“这种技术被称为当前钢铁冶金三大发明之一。现在我们着手研究为时不晚，可以和国外同步进行。”在他的倡导下，冶金物理化学教研室成立了研究组，20世纪80年代又将研究组扩展为学校重点研究室，使我国固体电解质电池的研究处于国际先进水平。

魏寿昆采用固体电解质电池定氧原理，率先开展热力学参数的测定工作。他配合包钢铁水提铌，选定科研课题项目“共生矿分离基础理论研究——铌在铁液及钢渣中的热力学行为”。他利用定氧电池测定了Fe-Nb、Fe-Nb-Mn及Fe-Nb-Si等体系中的铌的活度相互作用系数，对包钢改进提铌工艺提供了定量的热力学分析数据。他用固体氯化剂氯化铌渣脱锰，使铌铁合金的含Nb量由原来的10%—15%提高到60%；并对国外尚无文献资料报道的氧化铌—氧化锰—氧化硅的三元相图进行了初步研讨。上述课题获得1998年国家教委科技进步二等奖。

## 综合利用做文章，有害元素精“淘沙”

魏寿昆一向重视国内矿产资源的综合利用。我国华南铁矿含砷，在高炉冶炼过程中，铁矿中的砷进入生铁。当时还无任何方法将砷除去，而砷在钢中害多利少，脱砷研究急需进行。为此，魏寿昆采用还原脱砷原理对铁水用CaC<sub>2</sub>-CaF<sub>2</sub>渣系进行预处理，得到满意的脱砷效果；并对该钢水施以二次精炼，在氩气保护下采用喂入钙丝的方法，使钢水中的砷可脱至双零水平。魏寿昆与他人合作又研究了砷在铁液内的热力学行为，测定了某些砷的活度相互作用系数，并测出脱砷产物Ca<sub>3</sub>As<sub>2</sub>的生成自由能。这些均属



热力学计算中很有用处的数据，并且是国外文献未见报道的资料。脱磷研究获1993年国家教委科技进步一等奖。

我国锰矿含磷，致使炼制的锰基合金中也含磷。锰基合金是炼钢常用的脱氧剂，若其中含磷，则将对钢的质量产生极为恶劣的影响。因此，锰基合金去磷是国内迫切需要解决的问题。魏寿昆与倪瑞明、马中庭、成武首先利用金属钙对硅锰合金进行系统的脱磷研究，取得有效的成果。他们又研究金属钙在锰液中的热力学行为。例如，研究了钙在锰液中的溶解度、第三元素对钙的溶解度的影响，以及求出第三元素对钙的活度相互作用系数等，使得锰基合金脱磷可以定量计算。该课题属国际领先水平，获得了1991年国家教委科技进步一等奖。

在做好冶金热力学科学研究工作的同时，魏寿昆还作为中国金属学会的创始人之一，长期致力于推动全国冶金物理化学学科的发展。他曾建议成立冶金过程物理化学分会，并在“文革”后担任该组织两届负责人<sup>①</sup>。该学会在魏寿昆等院士的指导下，学术活动质量逐步提高，学术会议民主开放，不断产生新思路、新观点，对繁荣我国冶金过程物理化学研究起着重要的推动作用。魏寿昆在他所著的《冶金过程热力学》的前言中阐明了他锲而不舍地研究冶金热力学的原因：“……通过与冶金工厂及研究部门的科技、工程人员接触，深深感到：一方面应用物理化学解决实际问题非常迫切，但另一方面又遇到不少人在解决冶金实际问题时，苦于不知如何运用物理化学这一得力的理论工具。……作者愿为物理化学工作者和冶金工作者搭筑桥梁，使达到相互促进。”魏寿昆通过对冶金热力学，特别是高温活度理论的研究，不仅“构筑”了冶金学与物理化学两个学科之间的“桥梁”，而且沟通了冶金生产实践与物理化学理论之间的联系，他为“筑桥”，融入了大半生的心血。

“做人要知足，做事要知不足，做学问要不知足。”魏寿昆的科研工作便是遵循着知足、不止步的道路不断向前，在祖国冶金工业广阔的土地上，留下一世纪的足印。

## 师者如兰，终生沁香

魏寿昆从教83年，从近代中国的第一所公立大学——北洋大学，到抗

<sup>①</sup> 即1979年冶金过程物理化学学术委员会主任和1985年冶金物理化学学会理事长。



战时期行经万里辗转西北临大至重庆大学，再到新中国成立后的天津大学至院系调整后的北京钢铁工业学院，曾在10所大学任教，讲授过28门基础课和专业课程。其教龄之长，恒心之坚，树人之丰，在中国乃至世界教育史上也是为数不多的。

魏寿昆一生兢兢业业，无私奉献，共为我国培养了四五代冶金科技人才。在这些学生中有出类拔萃的两院院士，有著名的科学家和教授，有身居要职的政府官员，有名声显赫的企业家；然而他的大多数学生数十年如一日，勤奋地工作在教育、工厂和矿山上。

早在北洋大学任教时，魏寿昆已是名师。据北洋大学校志载：“矿冶系魏寿昆主任，他在课堂教学，条理之清晰，逻辑之严密，科学论证、分析之透彻，深为师生折服与钦佩。”随后在抗战时期辗转于西安、汉中、西昌、贵阳的五年间，各校矿冶系所有冶金课程大多由魏寿昆一人讲授，有时化学教师不足，他还要承担部分化学课程。他每学期至少教授三门课程，曾有一个学期五门课程平行教授，每周上课14课时。整个抗战时期，加上之前在北洋大学的一年，魏寿昆讲授的课程已多达23门<sup>①</sup>。期间，魏寿昆还针对当时国内冶金教材极度匮乏的现状，主动翻译大量外文原版教材，精选内容编写讲义，经过长期的积累和整理，在重庆大学任教期间基本编写完成冶炼厂设计课程的讲义，为当时教学和建厂提供了翔实的资料。后来《平炉炼钢厂设计》于1954年由商务印书馆出版，成为建国初期冶金教育的经典教材之一。

1952年，魏寿昆等一批知名学者云集北京钢铁工业学院，许多学生放弃清华、北大等名校，慕名报考钢院。当年，在钢院冶金系还有过这样一件动人的事：魏寿昆讲课内容广博、语言生动，早已闻名全校。一部分未上过魏寿昆课的1958届毕业生集体向学校请愿，希望在毕业之前能有机会听一次魏寿昆的专题讲座。对此，魏寿昆欣然应允。这件事已过去多年，学生们至今仍对魏寿昆讲课情景记忆犹新：先生个子不高，声音洪亮有力，声调抑扬顿挫，讲课时偶尔会讲出几句天津方言，时不时在每句话后面带着口头语“呐”，无意间也给课堂平添了几分活跃的气息。

许多学生回忆起魏寿昆的授课风格时，都会这样形容：博而精。魏寿

<sup>①</sup> 化学系统：普通化学、物理化学、定性分析化学及实验、定量分析化学及实验、工业分析、水质分析、色染化学、试金学及实验。冶金系统：普通冶金学、钢铁冶金学、非铁冶金学、金相学、钢铁热处理、电冶金学、选矿学、冶金计算、冶炼厂设计、耐火材料、高温测量学。其他：矿物学、岩石学实习、吹管分析、德语。

昆授课的“精”不难理解，主要体现在他精选讲课内容，而且极其讲究教授方法，即便是难懂的理论，经他讲解，也能够深入浅出，让学生在课堂内学到知识的精华。然而要做到“博”实属不易，这种“博”既要体现在他在专业上的广涉博取，还要体现在他对语言超强的驾驭能力，能够熟练运用英语和德语两门外语。由于他自己翻译大量外文原版教材，编写讲义，并用流利的英语授课，又能广泛涉猎外文资料并做到融会贯通，他讲授的课程自然使学生很容易理解掌握。魏寿昆精通英语，同事们都称呼他为“活字典”，年轻人不知道某些英语单词是什么意思，他一看就知道。这种平常的小事无形中给学生们树立了学习的好榜样。

魏寿昆治学严谨，一丝不苟，对待学生更是严格要求，悉心指导。殷瑞钰<sup>①</sup>当年在钢院参加“平炉热工”期末考试时，尽管抽题问答环节条理清晰、准确无误、对答如流，但在回答魏寿昆关于“平炉修炉底用不用镁砖？”的提问时，随意说出：“不用。”被魏寿昆“无情”地将五分的成绩改填为四分。殷瑞钰自此以后对每一个细节都非常认真，仔细观察，处处留心，不放过任何一个微小的问题。魏寿昆在从教后期，将工作重心转移到指导博士生上。他所带的一个博士生在完成毕业论文初稿后，先将其交给副导师审阅，副导师认真批改后又让学生改了好几遍，才将论文终稿送交魏寿昆。当时的魏寿昆已是85岁高龄，身体虽硬朗，但是一只眼睛有疾，看物体总是出现重影。拿到这篇论文后，魏寿昆先向副导师询问论文中数据图表是否核算过，再向博士生询问论文中所涉及的公式推导。两天后魏寿昆把副导师和那个学生都叫到面前，将自己写好的满满三页的修改意见交给了他们。当他们接到后都惊呆了，薄薄的三页纸上详细列出了论文中存在的错误，如公式中没写对正负号，标点运用不正确等。更让他们敬佩的是魏寿昆还将论文中的公式重新推导了一遍，他发现论文里有些数据在实验条件下是得不到的，于是就要求学生重新处理数据。

魏寿昆十分关心青年一代的成长，在他的绵延恩泽影响下，一批又一批的冶金英才茁壮成长，将魏先生严谨求实之治学风格薪火相传。段淑贞教授曾经用“既是恩师，又是慈父”来形容魏寿昆在她心目中的形象。他就像一位慈祥的领航人，手把手带领着年轻教师走上了教学岗位，开启教书育人这一崇高事业的大门，并经常向他们传授教学经验，帮助一批批青年教师迅速成长。北京钢铁学院60届毕业生周国治当年留校任教，从魏寿

<sup>①</sup> 殷瑞钰，原冶金工业部副部长，钢铁冶金专家，魏寿昆的学生。

昆的著作《活度在冶金物理化学中的应用》中找到研究方向，在魏寿昆刚从牛棚出来之后便上门求教，最终取得重大学术突破，后当选中国科学院院士。冶金物理化学首届毕业生乔芝郁是魏寿昆的亲传弟子，毕业后留校任教，曾作为副导师与魏寿昆一起指导94届博士生邢献然，后来他成长为长江学者。邢献然的博士生陈骏，又于2009年获得全国百篇优秀博士学位论文，并被破格提拔为教授。从魏寿昆到乔芝郁到邢献然再到陈骏，可谓四世同堂、薪火相传、星光闪耀。2006年4月，为庆祝魏寿昆百岁华诞，北京科技大学设立了“魏寿昆科技教育基金”，魏寿昆得知消息后，深感荣耀又很感谢，当即捐出了10万元。“支持冶金人才培养，支持学生创新活动，这都是应该的。”一句简单的话，包含了魏寿昆对莘莘学子的真切关怀和对教育事业的殷切期待。

曾有一次，记者问他一生所获众多头衔中最喜欢哪一个？他毫不犹豫地回答：教师。是的，魏寿昆一生任职无数，最爱的依然是那一方三尺讲台；师者二字，是一生无怨无悔的诠释；冶金教育的美好未来，正是先生毕生努力之愿景。

## 经纬百年，真情如歌

魏寿昆生于1907年，以生命的长度见证了晚清的衰落、民国的动乱、国民党的败退、新中国的诞生、社会主义建设的激情、“文革”的风雨、改革开放的成就、新世纪的崛起……如今的他，正在家中从儿女的读报声中默默关注着世界的发展，跟一位位到访的记者讲述年轻时候的故事，仿佛一个世纪的风雨，都被轻易融化在他有趣的故事里。

魏寿昆最大的心愿是民富国强。成长于军阀混战、民不聊生的时代，魏寿昆深受其苦，青年时代的魏寿昆曾多次参加反对袁世凯政府承认卖国“二十一条”的活动，反对巴黎和会《凡尔赛和约》、抵制日货和募捐赎路的游行斗争，早早立下了振兴工业、科学救国的宏图大志。2006年，在“庆祝魏寿昆院士百岁华诞暨从教77周年座谈会”上，他深情地说道：“在座的年长同志都一定会和我有同样的感受，现在我们国家已经进入黄金时代，政通人和，百业兴旺，所以我们都感谢共产党，我们需要努力工作，把自己的知识贡献给国家，加快完成我国的小康社会建设。”魏寿昆是九三学社的老社员，曾任九三学社第十一届中央委员会顾问，他时时关心我国科教事业的发展，多次坦诚献策。尤其1988年以来，耄耋之年的魏

寿昆教授致力于我国钢铁发展战略研究，他与王之玺院士带领冶金院所有专家走遍国内各大钢厂、码头，对我国钢铁近期、中远期发展战略向中央政府和科学院提出建议，得到党和政府的重视，体现了他崇高的人生追求和高尚的精神境界。

魏寿昆的人生格言是：活到老，学到老；苟日新，日日新。他是读书之人，亦是惜书爱书之人，一个多世纪风雨坎坷，有书常伴，一生便不觉得孤单。魏寿昆的好友陆宗贤<sup>①</sup>先生回忆起和魏寿昆早年的交往，影响最深的便是他的手不释卷：“魏寿昆的兴趣爱好，第一个就是读书，嗜书如命。他在钢铁学院的时候家里房子不大，可柜子里全是书。”“文革”时期的魏寿昆受到不公平待遇，然而他并没有消沉，而是潜心学习国外冶金科学和技术、掌握冶金发展动态。每次开完学习会，他都会独自走进图书馆——偌大的阅览室，只有他和那位相识多年的老管理员。“文革”后期，魏寿昆心脏不好，血压低，但他仍坚持读书，整个屋子堆满书籍，可谓“斯是陋室，惟吾书香。”年老视力退化后，他仍坚持依靠助听器，让儿女每周给他读报，读书和学习已是他生命的一部分。

魏寿昆一生中痛哭过两次：一是抗战结束后得知母亲已经过世之时，二是爱妻杨英梅弥留之际。母亲为家庭辛劳一生，魏寿昆却因工作忙碌未曾长时间陪伴身边，心中始终存有愧疚，留德临行之际，魏寿昆将几年积蓄的薪资存折偷偷放于母亲枕下，自己只留够生活费用；抗战漂泊期间，只要邮路顺畅，他坚持给家中邮寄生活费用，却依然不能了却亲自侍奉的尽孝之愿，至得知母亲已于半年前过世消息之时，情不自己，痛哭失声。魏寿昆的妻子杨英梅是他中学英文老师杨荣懋的女儿，性格温良，多才多艺，擅长钢琴、小提琴，从魏寿昆留学德国车站相送，到抗战时期的精心照护，直至新中国成立后多次政治运动中的同舟共济，两人五十七年如一日，同甘共苦、相濡以沫。1994年7月20日，杨英梅病危之际，魏寿昆一直守望在身旁，弥留时刻，他在妻子额头上深深一吻，在泪水中送妻子最后一程，两人终生相守的爱情也永远地定格在了这一瞬间。谈及妻子，魏寿昆曾动情地说：“一生蒙夫人杨英梅多方面精心相助，恩爱相伴，终能完成各项工作，获得点滴成就，深感欣慰。”

魏寿昆性格开朗，宽容豁达，至晚年身体都尤为健康。孔子云：“大德必得其寿。”魏寿昆虽已年过百岁，仍精神矍铄，思维敏捷。当被问及

<sup>①</sup> 陆宗贤，中国建筑材料工业规划研究院原总工程师。1936年留德，后在西南办校中同魏寿昆结识并成为好友。

为什么如此健康长寿时，魏寿昆幽默地说：“我也没有想到能够活得这么长！哈哈！”他笑称自己并非养生专家，也没有什么养生秘笈，吃的多以蔬菜水果为主，配以适量荤食，喜欢喝花茶。笑谈中，魏寿昆如兰的师者气质跃然而出。

再读魏寿昆，无论是在动荡混乱的旧世界，还是在和平安定的新中国；无论是远渡重洋去他乡，还是辗转奔波回故土；无论是在老北洋的艰苦求学，还是在新钢院的执鞭讲坛，暴风骤雨，世事桑田，他的学者风范、师者风华、行者风度，正绽放人生如兰，吐露愈香的芬芳，陶冶莘莘学子，荡涤代代人心。

## 自强不息建功勋， “两弹元勋”铸辉煌

——记物理冶金专家、中国科学院院士吴自良



吴自良（1917.12—2008.05），浙江省浦江人，原中国科学院冶金研究所<sup>①</sup>研究员、副所长、学术委员会主任，物理冶金学家。1937年毕业于天津北洋大学工学院航空工程系，后在云南垒允中央飞机厂、昆明中央机器厂任设计师、工程师；1943年赴美国匹兹堡卡内基理工学院冶金系学习，获理学博士学位，后任该校金属研究所博士后研究员；1949年任锡拉丘斯大学材料系主任研究工程师；1950年底回国，1951年起任唐山交通大学冶金系教授、中国科学院冶金研究所副所长、学术委员会主任。长期从事国家建设急需的关键实用材料的研制和材料科学的研究，曾负责苏联汽车钢40X代用

产品的研究，是我国合金钢体系建立的开拓者；领导分离铀同位素用的甲种分离膜的研制，为原子能工业和国防现代化做出了重要贡献；指导开展对大规模集成电路用硅材料的品质因素，高温超导氧化物中氧的扩散行为和作用的研究，致力于发展我国高技术材料和材料科学。1984年获得国家发明奖一等奖，1999年被授予“两弹一星功勋奖章”。1980年当选为中国科学院学部委员（1993年改称院士）。

<sup>①</sup> 现中国科学院上海微系统与信息技术研究所，1950年为中国科学院工学实验馆，1951年吴自良调入工作。1953年更名为中国科学院冶金陶瓷研究所，1959年更名为中国科学院冶金研究所。

2001年，吴自良在办公室里接受一名记者的采访。记者试着让作为教师的他给自己这一辈子打个分。吴自良脱口而出：凭借“三宝”，自己此生堪称“良”。吴自良这“三宝”分别是自强不息的治学习习惯，珍藏历史记忆的“两弹一星功勋奖章”，带给他和老伴快乐的“叫蝈蝈”。看似截然不同的“三宝”，却勾勒出这位自评为“良”的院士波澜壮阔的人生画卷。

## 自良自立当自强

浙江金华浦江县，人杰地灵，素有“文化之邦”、“书画之乡”的美誉。1917年12月25日，吴自良出生在浦江县前吴村的一个知识分子家庭，出生时上有三哥三姐，在家里排行第七，是最小的孩子。取名“自良”，寓意通过自强不息成为贤良方正之人。然而命运给吴自良安排在前方的，似乎并不是什么良辰美景。家里孩子生得多，他又是最小，父母自然顾不了那么多。更为不幸的是，出生后不久他的父亲就去世了，吴自良就是在母亲和哥哥姐姐们的拉扯下长大的。

受书香门第家风的影响，吴自良自幼在家读私塾。年幼的他聪颖好学，对于文章诗书不限于朗读背诵，而有自己的偏好和思考。一日上课随先生诵读，几个字映入了吴自良的眼帘：

“天行健，君子以自强不息……”

他一下子喜欢上了这句话，心里默默地诵读。不知是这句话大气磅礴的气势吸引了他，还是因为“君子”“自强”的字眼带给他太多的希冀和梦想。幼年的吴自良似乎还不知道，这句话给他的一生留下了鲜明的烙印。

9岁时，吴自良进入浦江县立浦阳小学读书，这是全县最好的小学。在这里吴自良开始接触到全新的自然科学知识。他学习努力，成绩优秀，很得老师的赏识。1929年小学毕业后，吴自良凭借优异的成绩考入浙江省立第一中学读初中。

从县城步入杭州求学，大千世界万般多彩。但对于吴自良来说，却不是对全新生活的未知和好奇，而是对学习成绩的苦恼：入校之初他只能位列成绩榜上倒数第三名。“天行健，君子以自强不息……”他又默默地想起了这句话。经过一学期的发奋苦读，吴自良的成绩已经升至全校第二名了。1932年初中毕业后他考入杭州高级中学。这所中学传统特色浓郁，治学严谨。吴自良在这里刻苦学习、认真钻研，养成了良好的治学习习惯。在高中学习的过程中，吴自良不再局限于自己的奋发自强。那时的中国内忧

外患，在素有“人间天堂”之称的杭州学习和生活，他看到人间并不是如天堂般美好。为什么外国人在中国能拥有租界、可以获取那么多特权？为什么中国地大物博却贫穷落后？为什么中国总受帝国主义列强的屈辱？渐渐地，吴自良领悟到：唯有奋发图强投身科技，方可救国。

1935年高中毕业后，吴自良报考位于天津的国立北洋大学。报考专业时，考虑到科技救国须依托于工业，工业之本为钢铁，遂选择矿冶学科。在校学习一年后，受世界各国航空事业蓬勃发展的影响，学校新开设了航空机械系。听说新成立航空机械系，吴自良和同学们立即投入到了这股“航空救国”的热潮之中。报名转系的学生都异常踊跃，由于名额有限，学校只能择优录取。吴自良在这次选拔中脱颖而出，救国之梦即将插上航空的翅膀！

“航空救国”之梦远比吴自良想象的要艰难。在转入航空机械系不久，“卢沟桥事变”爆发！北平告急！平津告急！华北告急！动荡不安的局势使学校决定南迁。在西安，北洋大学与北平大学、北平师范大学等校合并为西安临时大学（后更名为西北联合大学）。那时上学的条件异常艰苦：没有校舍，教室设在祠堂里；没有黑板，木板涂黑用黄土书写；没有桌椅，学生们席地而坐。空中不时传来敌军飞机的轰鸣，更激发了吴自良自强不息学习的动力，企盼着学成之后早日实现投身航空、杀敌报国的夙愿。

1939年，吴自良大学毕业。受学校推荐，他前往云南垒允中央飞机制造厂工作，在设计科任设计员。当时吴自良主要的工作，是根据图纸用购买来的原材料和零件装配战斗机和教练机。工作过程中，怀揣着航空救国梦，吴自良干劲十足。他不仅苦学各种专业知识，还刻苦练习英语，虚心向厂里的美国工程师请教飞机制造中的各项技术。然而吴自良的航空救国之路却不甚顺利。伴随着太平洋战争的爆发，1942年起日军大举进攻缅甸，地处西南的中央飞机制造厂遭到日本飞机的毁灭性轰炸。在随工厂撤离到昆明的路途中，他又看到了国民党官员利用工厂搬迁的机会大肆挥霍腐败，很是失望，心里隐约觉得在这样的体制下航空救国之梦难圆。于是，当时在昆明中央机器厂任副总工程师的吴自良准备自费留美前往麻省理工大学继续学习航空。当时有关方面在组织航空厂的重建工作，通知他可以通过加入国民党重新开始他的航空救国大业。亲眼目睹国民党种种恶行的吴自良掷地有声地告诉前来通知他的人：“宁死也不加入国民党！”很快，国民党航空委员会就以“逾期不报到”为由，将他除名，“永不录用”。这一“封杀令”彻底断了吴自良的航空救国之梦，他只好寻本溯源，拾起了



最初报考北洋大学时的矿冶专业。经中央机器厂厂长的推荐，吴自良决定到美国匹兹堡的卡内基理工学院<sup>①</sup>学习冶金。

1944—1948年，吴自良在卡内基理工学院就读研究生，师从X射线晶体学家、物理冶金学家巴瑞特（C. S. Barrett）教授和物理学家斯莫落柯夫斯基（R. Smoluchowski）教授攻读冶金博士学位。远赴世界顶尖级的学校学习该校最具领先水平的冶金专业，吴自良十分珍惜这来之不易的机会。他知道，在卡内基理工学院学习，肩上的任务并不轻松。由于自己当年在北洋大学学习矿冶学科的时间不长，基础薄弱，把专业学好并有所建树并非易事。但是身处异国埋头苦读，悉心钻研物理冶金专业，为的是远在大洋彼岸饱受战争创伤的祖国。掌握好先进的科学技术知识，更多是发自内心的民族自豪感和使命感。

1948年，吴自良以题为《片状铝单晶中滑移机制和内耗的关系》的论文获得了理学博士学位。这篇论文立题新颖，逻辑严密，分析推理准确，获得一致好评。研究生毕业后，吴自良继续留在卡内基理工学院金属研究所做博士后。翌年应聘到锡拉丘斯大学材料系任研究工程师，参与主持美国国防部资助的重要科研项目“软钢的阻尼和疲劳”的研究工作。尽管在美科研资金充裕，发展前景一片大好，吴自良却常常惦念着自己的祖国，没有忘记养育他的华夏热土，没有忘记自己炎黄子孙的炽热血脉，没有忘记自强不息科技报国的伟大梦想。

1949年10月1日，毛泽东主席在天安门城楼上向世界庄严宣告：中华人民共和国成立了！历经百年屈辱的中国人民从此站起来了！消息传到美国，吴自良激动万分。面对新中国的召唤，他毅然放弃在美优越的物质生活条件和专业对口、很有发展前途的工作，立即着手准备回国投身新中国的建设。他要把所学到的先进科技知识贡献给自己的祖国。

科学没有国度，但是科学家有自己的祖国。1950年冬，吴自良突破重重阻挠，离开美国取道日本并转途香港回国。1951年初，吴自良终于踏上了祖国这片让他魂牵梦萦的热土。那一刻，尽管没有鲜花的簇拥，没有亲朋的迎接，没有祖国授予的任何荣誉和奖赏，吴自良却深深地感到了母亲的温暖。已过而立之年的他难以抑制自己的激动，在心里默默地说：

“亲爱的祖国，自良回来了。”

<sup>①</sup> 现卡内基梅隆大学，1900年由安德鲁·卡耐基出资兴建，计算机专业、工程类专业排名全美靠前。

## 躬耕材苑谱华章

回国初期，吴自良志在充分应用留美期间学到的知识，在物理冶金方面做出高水平工作，为中国的物理冶金学科在世界上争得一席之地。他首前往唐山交通大学，在该校冶金系担任教授。

建国初期，百业待兴。1952年适逢高等学校院系调整，教育部决定将唐山交通大学的冶金系抽调与其他高校相关院系合并，成立北京钢铁工业学院。此时除了培养矿冶人才，社会主义事业的建设在材料领域还有大量的实际问题迫切需要解决。在学科与任务、个人志趣与国家需要相互交织遭遇矛盾的时候，吴自良毅然服从国家建设的需要，主动应聘到位于上海的中国科学院工学实验馆任研究员，主持物理冶金方面的研究工作。从此，吴自良的工作，都与祖国的材料事业息息相关。他把自己的一生，都耕耘奉献在了国家经济发展和国防建设中各种关键急需材料的研制以及材料物理的基础研究当中。

吴自良到上海工作时，正值朝鲜战争。1953年，中央军委通过上海市委下达了朝鲜战场上急需的特种电阻丝研制任务。由于战争已接近尾声，工作限期半个月之内完成。中科院华东办事处将任务交给了上海研究所，吴自良接到任务深知其重要性和紧迫性，二话没说立即承担下来。他组织带领几名同事奋战攻关，克服各种困难，最终如期完成任务。当时积贫积弱的中国举全国全民之力支援朝鲜，吴自良也以自己的行动贡献了一份力量。看似微小的电阻丝研制任务，却激发了吴自良更大的热情投入到国家需要材料的研制工作之中。当年认为需要通过航空之路救国的吴自良发现：原来冶金材料也可以救国！

20世纪50年代，新中国的工业基础非常落后。毛泽东主席有句很诙谐的话：“现在我们能造什么？能造桌子椅子，能造茶碗茶壶，能种粮食……但是，一辆汽车、一架飞机、一辆坦克、一辆拖拉机都不能造。”实则道出了建国初期的工业水平。以当时的钢铁工业为例，不仅钢的总产量低，而且钢材的品种不能满足实际需求。由于没有建立完整的合金钢体系，钢的品种采用英美和苏联的牌号。受国际形势影响，帝国主义国家对于我国探明稀缺的铬、镍等元素实行禁运和封锁，而这些元素恰又是机械制造用低合金钢的重要原料。例如在制造汽车零件中广泛使用的苏联低合金钢40X，需要含1%左右的铬。受限于缺少铬，40X钢难以大量生产，相关各类合金钢的研制更是空白。适逢新中国第一个五年计划开始实施，为使

我国钢铁和机械工业逐步实现独立自主，第一机械工业部向中国科学院提出，要求结合我国资源情况研究40X钢的代用品。

在建设社会主义的火红年代里，人们都以饱满的热情投入到新中国的工业化建设之路当中。吴自良也不例外，他主动承担了这项任务，成立了专项研究的课题组并担任组长。课题组在考察调研的基础上，初步确定了以我国富产的合金元素锰和钼来代替铬作为40X钢代用品的改进方向，进而逐步从优化组分、设计冶炼和热处理工艺、检验机械性能、核算生产成本等几个方面进行了系统的研究。最终，他带领课题组研制出含锰1.10%—1.50%、钼0.12%—0.18%的40锰钼钢。该品种合金钢的生产成本比40X钢低，低温冲击韧性和回火脆化敏感性比40X优越，抗疲劳性能和抗氧化性能和40X钢相似，成为较为可靠并适于推广的40X钢代用品。该成果在1954年全国金属研究工作报告会上发表后受到一致好评，并逐步在抚顺钢厂、长春第一汽车厂和上海柴油机厂进行了推广和应用，并于1956年获得我国首次颁发的国家自然科学三等奖。40X钢代用品40锰钼钢的研发，对建立我国独立的合金钢系统起了开创和示范作用。吴自良从事这项课题的研究，充分体现出我国科研工作者自力更生、奋发图强的精神，研制成功满足工业需求、适应中国资源特色的合金钢，为我国的建设和发展起到了至关重要的作用。该成果被誉为建立我国合金钢系统方面工作的典范。

在科研实践中，吴自良本着深入探索、求真务实的精神，注重在高标准完成科研任务的同时拓展转化成对应的学科问题，力图在研究中澄清和阐明事物的本质，不断把学术水平推向深入，为该领域的继续研究创造条件。在40锰钼钢的研发过程中，吴自良针对钢的时效特性提出了合金元素和碳氮等间隙原子间的相互作用问题，又针对锰钼合金都存在的脆性断裂现象，研究体心立方金属中间隙原子于位错间的交互作用问题。在研究40X代用钢的渗碳特性时，他不局限于总结渗碳工艺的时间、温度、介质等工艺参数，还对碳原子在钢中的扩散情况提出自己的见解。

20世纪60年代初，吴自良亲自组建中国科学院冶金研究所精密合金研究室。结合精密合金的研制，他提出了研究合金相变的问题。在和同事王其闵共同发表的论文《碳在面心铁-镍合金中扩散内耗峰的机制》中，吴自良提出碳原子可与过饱和淬火空位结合成代位碳，再与正常的间隙碳形成代位碳-间隙碳原子对，这个模型较为合理地解释了铁-镍合金中碳的扩散内耗峰的一系列特征。又如在体心立方金属中合金元素原子与间隙的氮原子间的相互作用方面的论文，吴自良系统地研究和论证了只有钛的固

溶，才能使钢产生良好的抗时效特性。他的这些研究成果，在国内外学术交流中都得到好评，产生了一定的影响。

20世纪70年代，伴随着世界新科技革命的浪潮，半导体材料和器件迅速发展成为材料和信息科学最重要的前沿领域。“文革”后期，吴自良经过调查研究提出开展集成电路单项工艺和硅材料品质因素的研究。在他的倡导推动、组织安排和具体指导下，我国在这方面的研究逐步开展起来，并迅速取得了一批有影响的研究成果。其中有改善硅片表面质量的“SiO<sub>2</sub>胶体抛光工艺”，提高直拉硅单晶氧含量测定精确度的“9微米红外吸收法测定硅单晶中氧含量的定标曲线”，以及降低直拉硅单晶中重金属杂质含量的研究，显著提高其电学性能的“大规模集成电路硅单晶的氧本征吸杂研究”等。这些研究成果分别获得中国科学院和上海市的科技进步奖。

20世纪中后期的80、90年代，临界温度在液氮温度以上的氧化物高温超导材料的发现，在全世界掀起了“高温超导热”。考虑到该种材料在高技术领域的重要性，已年逾古稀的吴自良仍满腔热情地投入这个新的研究领域。他广泛地收集资料，及时掌握研究动向，出主意、提方案，指导一批中青年科研人员和研究生开展氧化物高温超导材料，特别是最有希望应用于实际中的薄膜材料制备工艺的研究工作，并研究氧在高温超导材料中的扩散行为。在他的带领下，逐步形成了一些具有国际先进水平的论文和学术成果。

从留美求学后回国的那一刻起，吴自良就把自己和祖国的命运紧紧地联系在了一起。他专长于物理冶金学科，却不仅局限在学术层面；他从事材料领域的研究，却时刻以服务祖国需求为第一要务；他常能高标准完成科研任务，却不停留于此，而是向全新的征程迈进，自强不息，奋斗不止。

原中国科学院院长路甬祥这样评价吴自良：“他是一位享誉海内外的物理冶金学家，‘两弹一星’功勋科学家。在一生的科研实践中，紧紧把握世界科技发展脉搏和国家的重大需求，不断深入拓展本领域的科技前沿，取得了一系列原始创新理论成果和重大自主技术创新成就。”

基于他在材料科学方面的突出贡献和成就，吴自良于1980年被推选为中国科学院技术科学部学部委员（1993年改称院士）。

## 献身“两弹”建功勋

在吴自良一生的科研历程中，研制核浓缩元件“甲种分离膜”的经历让他备感光荣。“两弹一星”的研制，为新中国的国防科技事业写下了浓

墨重彩的一笔，而吴自良正是这项浩大工程中的重要一员。

1956年，国家在制定科学技术发展第一个远景规划的时候，部署了原子弹的研发任务。对于原子弹的作用，毛泽东主席在当年4月的中央政治局扩大会议上说：“我们现在已经比过去强，以后还要比现在强，不但要有更多的飞机和大炮，而且还要有原子弹。在今天的世界上，我们要不受人家欺负，就不能没有这个东西。”研制原子弹，是面对当时严峻的国际形势，抵御帝国主义武力威胁和打破大国核讹诈、核垄断的重大战略决策。

原子弹的研制初期，中国得到了苏联在技术方面的部分援助。1960年中苏关系恶化，苏联撤走相关技术专家。苏联专家走了，但是原子弹还是要有的。就这样，研制原子弹的重要任务，更多地落在了包括吴自良在内的中国科学家们的身上。

1960年，吴自良最初接到通知参与原子弹研制相关任务的时候，并不是特别清楚自己要干什么。但对于“原子弹”一词却有着极为感性的认识。他一下子回想起1945年自己在美求学时，广岛、长崎原子弹的爆炸在美国引起的轰动。许多研究原子弹的专家纷纷在无线电台发表演讲，在报纸上发表文章，还有的到学校去作报告，来介绍原子弹的基本原理、相关技术和战略作用。“原子弹”在美国掀起的浪潮，使吴自良对这种武器有着深刻的印象。但对于原子弹的基本原理，他了解不多，只知道铀-235在核裂变时能释放出巨大能量，是制造原子弹不可缺少的核燃料。当时吴自良经过长期筹备刚组织好一个从事金属物理方面的基础研究课题组，准备开展向往已久的材料研究。在国家的需要和号召面前，吴自良认识到：能为自己的国家制造原子弹出力，是无上光荣的难得机会；让祖国不断强大，是自己自强不息的动力和源泉。他毅然停下了自己原定的科研工作，克服个人重重困难，全身心地投入到原子弹研制的伟大事业当中。

要想研制原子弹，首先要明白原子弹的基本原理。原子弹的核心原理就是核燃料铀235在热中子的照射下发生裂变并通过连锁反应释放出大量核能。但是在自然界中，天然铀元素中铀235和铀238两个同位素的含量差别很大。可以发生核反应的铀235只占铀全部总量的0.7%，剩余的完全是铀238。铀238的大量存在不仅自身不会发生核裂变，还会吸收热中子，妨碍连锁反应的实现。对于制造核武器，铀235浓度须达到90%以上。没有技术手段提炼浓缩铀235，发展核工业就成了无米之炊，造不了反应堆，更谈不上爆炸原子弹。

如何提炼浓缩的铀235就是摆在吴自良面前的难题。铀的两个同位素

铀235和铀238在自然界中共同存在。化学性质上两者像双胞胎一样，无法通过化学方法实现分离，只能依靠两个同位素原子量的差别采用物理的方法分离。20世纪50、60年代工业上分离铀的同位素，唯一可取的是气体扩散的方法，也就是通常所说的“分离膜”技术。当时世界上只有美国、英国和苏联三个国家掌握制造分离膜的技术，并将其列为绝密级国防机密，是提炼浓缩铀、研制原子弹的核心技术。

随着苏联专家的撤走，分离膜关键器材的提供也停止了。留给中国核工业的，是一条自力更生的曲折之路。1960年8月，时任第二机械工业部副部长、中科院北京原子能研究所所长的钱三强召集上海冶金研究所、复旦大学、沈阳金属研究所相关负责人开会。钱三强告诉大家，有人扬言苏联专家撤走之后，中国将造不出原子弹，关键原因之一就是我国还不能制造铀-235的分离膜元件，这项技术没有任何资料。根据原子能所的分析，分离膜元件应该是耐六氟化铀腐蚀的、具有均匀为空的粉末冶金制品。具体采用什么粉末、如何做成元件，就是要大家研制完成的“甲种分离膜”任务。在下达了“甲种分离膜”的研制任务之后，钱三强再次强调了这项任务的重要性：“这任务一定要尽快完成，非完成不可。不能让我们的浓缩铀工厂因为没有分离膜元件而真的变成废铜烂铁，也不能让我们的原子弹因为没有浓缩铀而造不出来。”

组织给“甲种分离膜”的研制任务起了一个形象的代号：“真空阀门”。会议结束后，大家深感责任之重，抓紧时间分头从事具体研究工作。尽管各单位参与人员对于“真空阀门”都高度重视、热情高涨，但最初由于组织经验不足，各单位分头行动缺乏统一规划，力量分散、工作重复、信息不畅，妨碍了研究工作的快速进展。

1961年，党中央做出了《关于加强原子能工业建设若干问题的决定》，加强各方力量对原子能工业建设的支援。毛泽东主席明确指出：“要大力协同做好这件工作。”周恩来总理指示，要在五六年内攻克分离膜元件的研究和生产关，并将这一任务交给了上海市和中科院。上海市委成立了由上海市科委、冶金研究所负责人和相关单位领导组成的“真空阀门”任务领导小组。中科院将具体研发任务交给了冶金研究所。冶金研究所组织北京原子能所、沈阳金属所、复旦大学等“真空阀门”任务相关科研人员组建成立冶金研究所第十研究室，吴自良担任室主任及技术总负责。研究室下辖负责研制和生产分离膜原料、负责成膜工艺并制成分离膜元件、负责分离膜性能检测和分析处理的三个工作组，总共六十余人。队伍建成了，工作理顺了，吴自

良带领同事们再次以严谨的态度、饱满的热情投入到工作之中。

作为技术总负责，吴自良不仅克服困难奋战在“真空阀门”会战攻关的一线，而且还积极调动其他单位创造条件为“甲种分离膜”的研制做好保障。由于研制“甲种分离膜”涉及粉末冶金、物理冶金、压力加工、金属腐蚀、物理化学、机电设计制造、分析测试等多个学科，要解决制粉、调浆、烧结、机械加工、焊接、后处理等一系列工艺过程，综合性很强，吴自良协调组织上海市冶金、纺织、化工局各自系统下属的多家单位协同工作，贡献力量。

在带领大家完成“真空阀门”会战任务的过程中，室主任吴自良无时无刻不以自力更生和自强不息的精神鼓舞着大家。在科研工作者夜以继日的勤奋工作下，经过反复的探索、试验、分析和总结，分离膜元件研制中的技术难关逐一攻克。1963年秋，各组任务已基本完成，实验室试制出了合乎要求的分离膜元件，其性能已达到实际应用的要求。

“甲种分离膜”研制工作基本成功，“真空阀门”会战告一段落，但吴自良并没有就此停歇。工业投产后，“甲种分离膜”元件性能良好，超过了苏联元件，实际成本仅有原来预算价格的1%。为配合分离膜的工业生产、保存有效的技术资料，吴自良带领科研人员认真进行研究的总结工作。他详细具体地指导如何整理资料、撰写研究报告并做好总结。吴自良不仅为“真空阀门”的科研任务留下了详尽完整的技术资料，还利用总结的过程提高了年轻科研人员的工作能力和业务水平。

1964年10月16日，在大漠边陲的新疆罗布泊腾空升起了一朵“蘑菇云”。我国第一颗原子弹爆炸成功了！这一天，吴自良终生难忘。他所从事的科研工作使我国成为世界上除美、英、苏以外第四个掌握浓缩铀生产技术的国家。新中国通过独立自主、自力更生的研发拥有了自己的核武器和核工业，“东方巨响”震惊了世界！

由于分离膜元件出色的性能，1965年国内又建成专门的生产厂成批生产。经过二十多年的实际投产和使用，分离膜的使用效果远比预期的要好。这项成果在1984年被授予国家发明一等奖。作为“甲种分离膜”元件的第一发明人，吴自良却从不把这项成果认为是自己的，他常常讲这项技术的完成是响应毛主席大力协同的号召，在党组织正确领导下大家共同努力的结果。在拿到国家发明一等奖的两万元奖金时，他也坚持要尽可能分到当年所有参与“真空阀门”攻关会战的单位和个人。

1999年9月，在共和国即将迎来自己50周岁生日的时候，吴自良接到

邀请，到北京参加为研制“两弹一星”做出突出贡献科技专家的表彰大会。9月18日的表彰大会上，吴自良接受了国家主席江泽民亲自颁发的“两弹一星”功勋奖章。历史将永远铭记为祖国建立功勋的人们！

## “天助自助”好师长

吴自良学识渊博，治学严谨，作风踏实，平易近人。他的一生除了刻苦攻关完成国家科研任务，还十分重视指导和培养年轻的科技人才。虽然他一生的工作以科研为主，但从事教师的工作他并不外行，而且还有自己独特的观点和方法。

1951年回国之初，吴自良在唐山交通大学冶金系任教，讲授物理冶金课程。他讲课举止儒雅，概念清晰，例证翔实，推演严谨，言简意赅，深受学生欢迎。到上海冶金研究所后，他积极倡导招收研究生。为培养青年科技人才，他结合自己的科研任务，帮助研究生选择课题和研究方向，参与讲授“金属的滞弹性”、“点缺陷和位错的交互作用”和“固体中的扩散”等金属物理方面的专业基础课。在吴自良20世纪50、60年代培养的科技人才中，不少人后来成了研究员、教授和博士生导师，有的还被推选为中科院院士。他为新中国材料领域建设培养了一大批合格的科研人才。

1978年3月18日，全国科学大会在北京召开。科学的春天来了！吴自良备受鼓舞，他觉得自己应抓住这大好的机遇为培养科技人才贡献更多的力量。当时国际上磁性材料、半导体材料等新研究领域不断开拓，对科研工作者的物理基础提出了更高的要求。吴自良即倡导和组织为研究所内工科出身的科研人员讲授理论物理课程，包括理论力学、统计力学、电动力学和量子力学以拓宽基础。四门课中他一人独担三门，呕心沥血，坚持了整整两年，把所内科研人员的物理水平都带上了一个新的台阶。

20世纪70年代末期恢复研究生制度以后，吴自良作为上海冶金研究所学术委员会和学位评定委员会主任，亲自参与了冶金所研究生培养工作的规划。在广泛调研国内外研究生培养情况的基础上，从课程设置、教材选用到聘请教师、建立各项制度，他都悉心指导、周密筹划、严格把关，做了大量工作，为冶金研究所研究生制度的建设和发展做出了重要贡献。

吴自良还作为导师亲自招收研究生，致力于青年科技人员的培养。他注重从思想品德和生活上关心研究生的成长，常利用新生入学教育等活动以自己的亲身经历和见闻，教诲研究生为祖国奋发图强、立志成才。孔子



曰：“其身正，不令而行；其身不正，虽令不从。”吴自良不刻意要求学生强学，他的理念是：“念书不能多念，喜欢念书就念。”吴自良培养研究生不喜欢留过多的作业，他认为学生的成绩全靠自身努力。“天助自助者”是他常用来勉励学生的名言。对待自己，吴自良却坚持严谨治学、为人师表。他修改研究生论文时极为细致，小到句逗标点，大到篇章逻辑，都认真审阅，逐句推敲。对于博士生，吴自良注重其独立研究能力的培养，引导博士生在学术上形成思考和讨论的精神。他治学严谨，热情指导，言传身教，培养了一批又一批的中青年科技人才。为表彰他从教的卓越成绩，1990年吴自良被中国科学院评为优秀研究生导师。

“自助者，天助之。”吴自良把这句话送给他的学生，也把这句话带到了他科研、从教、生活的各个方面。生活中的自助，正造就了吴自良的最后一宝：“叫蝈蝈”。

1952年，吴自良同复旦大学英文系教师徐仁女士结为伉俪。五十多年两人的生活平凡而幸福。尽管吴自良把大部分精力投入到了工作当中，却并没有阻碍他创造幸福家庭生活的脚步。特别是在他的晚年，吴自良仍奋战在科研的第一线上，他却经常想些办法逗逗自己的老伴。由于大部分时间不在家，吴自良决定给徐女士找个伴。千挑万选之后他花二十元买了一只蝈蝈，兴冲冲地拿回家报喜。老伴徐仁一听当时就急了，这小东西平时2元钱就能拿下的，买东西也不知砍个价？不过这小东西的确挺招人喜欢，“啾啾”一直叫个不停，家里挺热闹。老两口都喜欢，把它当作了宝贝。渐渐地，这蝈蝈不怎么爱叫了。不叫的蝈蝈还有啥意思啊。妻子徐仁使上了激将法：“老头子，你不是原子弹都研究过吗？蝈蝈为什么不叫了，你给研究研究。”

为了这事，吴自良还真是动了番脑筋。经过观察，他发现蝈蝈不叫是在喂食上出了点问题。这蝈蝈“胃口”挺难伺候，选食要合适，饭量要适度。吃少了不叫，吃多了也叫不动。经过反复“试验”，最后得出一条规律：“两颗毛豆叫，三颗毛豆不叫。”果然，每天喂吃两颗毛豆，很快这小蝈蝈就叫得更欢了。这次发现，不啻于发现了蝈蝈界的“哥德巴赫猜想”，家庭生活中的吴自良由材料学家摇身一变，自助成了“蝈蝈专家”！

2008年5月24日，吴自良在上海去世。追悼会上，一副挽联高高地悬挂在灵堂走廊外两侧，寥寥数字，却概括了吴自良院士一生的科学贡献和崇高品德：

“自强不息两弹一星建功勋，良师益友教书育人铸辉煌。”

## 百炼成钢不惧难

——记金属物理学专家、中国科学院院士柯俊



柯俊，浙江黄岩人，生于1917年6月，北京科技大学教授，金属学、金属物理及科学技术史学家。1931年“九一八事变”后，流亡到天津就读河北省立第一中学；1932年9月，入读河北省立工业学院预科；1934年，入读河北省立工业学院化工系；1937年“七七事变”后，辗转入武汉大学化学系至1938年毕业；1938—1944年曾在原经济部工矿调整处工作，负责民营工厂督迁工作，后至越南、缅甸、印度负责将用于工业发展的物资运往国内；1944年，赴英国伯明翰大学，1948年获自然哲学博士，从事合金中相变机理的研究，并担任理论金属学系讲师享有终身任命；1954年回国后，在北京

钢铁工业学院任教至今，先后任金属物理教研室主任、物理化学系主任、副院长。兼任：日本金属学会、印度金属学会荣誉会员，中国科学技术史学会名誉理事长，中国科技教学学会筹备委员会主任，中国科学金属研究所名誉研究员，原中国金属学会、有色金属学会常务理事，北京科技大学顾问，北京大学古代文明研究中心顾问，中国社会科学古代文明研究中心顾问。曾获国家自然科学奖、何梁何利奖。1980年当选为中国科学院学部委员（1993年改称院士）。

百川东渐入海，聚溪流不息；壁石屹立千仞，纳广博于有形。在满井村这片土地上，有这样一位温和谦厚的老者，他大半生都致力于对钢铁科学领域的研究，默默耕耘，根深叶茂，硕果累累；他奉献智慧、挥洒汗水于三尺讲台，桃李天下，却孜孜不倦；年逾半百之时，开拓中国冶金与材料史研究，开启定量冶金考古研究的新篇章。他就是金属学、金属物理及科学技术史专家、教育家、中国科学院资深院士——柯俊。从青春年少到耄耋老人，强盛民族是其奋斗目标，三尺讲台是他献身的舞台。胸若空谷，性如幽兰，躬耕千顷，他的品性极像蓝色的海川，温和、睿智而渊博；他的作风又如淬炼的钢铁，严谨、热情而坚韧。

## 流亡颠沛求学路

柯俊出生于1917年6月23日，那日正值端午，石榴花开得灿若红霞，满树繁花绚烂至极。小时候的柯俊对新事物十分好奇，脑子里总有各样的奇思妙想，喜欢动手进行各式各样的小实验，在心中悄悄埋下了科研的种子。

1931年“九一八事变”爆发时，14岁的柯俊正在位于沈阳郊区北岭的辽宁三中读高中一年级。平静的生活就此被打乱。伴随着接连不断的飞机轰鸣声和刺耳的警报声，白天柯俊和小伙伴们在教室里提心吊胆地上课，晚上大家藏到学校附近的高粱地里过夜。沈阳沦陷，学校被迫停课。北上已然不可能，柯俊无奈只能选择逃亡，投奔家住天津的小叔。逃难的路途充满艰辛，从沟帮子到锦州段的火车上，柯俊一直都站在踏板上，身体半悬在车外，仅靠双手紧抓着车门的扶手支撑身体，夜风嗖嗖地打在脸上，直到过了锦州他才终于挤进了车厢。一路颠簸，艰难跋涉到达天津时，柯俊早已蓬头垢面、饥寒交迫。然而令他始料未及的是，那时小叔已经回浙江老家养病，举目无亲的柯俊在陌生的城市里茫然失措。幸好正在寻找流亡学生的警察碰到了他，把他安排到了曹锟公馆里，与其他学生一起生活。不久，柯俊被分到河北省立第一中学（今天津三中），重新开始高中一年级的学习。1932年9月柯俊进入河北工业学院高中预科学习，1934年考入河北工业学院化工系，开始了大一到大三的大学学习。

1935年，华北事变爆发，民族危机空前严重。为响应北京的“一二·九”运动，柯俊作为当时河北工业学院的学生会主席，与天津学联的学生干部们一起商讨响应北平地区的“一二·一六”运动，组织了天

津地区的“一二·一八”大示威。“一二·一八”大示威游行中，柯俊高举“天津学生请愿团”的大旗，走在队伍的最前列，与成千上万的学生一起，表达了汹涌的爱国热情。

1937年“七七事变”后，平津沦陷，华北告急。国民政府决定将大学生派往还没有被日军侵占的省市继续学业。满怀着对天津的恋恋不舍和对山河破碎的声声叹息，柯俊辗转来到武汉大学，开始了他的大学四年级。1937年12月13日，日本侵略者制造了震惊中外的“南京大屠杀”惨案，滔天罪行罄竹难书。为保证学生安全，1938年初，武汉大学迁往四川乐山，柯俊作为毕业班学生留在武汉。在经历了战乱和动荡之后，柯俊更加珍惜学习的机会，也更坚定了自己的人生目标：为祖国的富强和民族的兴盛而奋斗终生！

## 苦难不改报国情

1938年，在武汉城即将失守的焦灼时刻，柯俊从武汉大学正式毕业。正为生计一筹莫展之时，当时在经济部任职的恩师姚南枝把他推荐给了时任国民政府经济部部长的翁文灏<sup>①</sup>。柯俊由此来到国民经济部工矿调整处工作，负责民营工业工厂的迁转，主要工作任务是把长江中下游城市的重型机械、化学工业和纺织工程等设备迁到川陕滇贵等地，以免落入日本侵略者之手。“天下兴亡，匹夫有责。”年轻的柯俊充分意识到了这份工作的重大意义，他留在岌岌可危的武汉，以百倍的热情投入到了全民族抗日救国的统一战线当中。在随后六年动荡的岁月里，柯俊辗转数地，先后在中国武汉、宜宾、昆明和越南、缅甸、印度等地开展工作。苦难的历程，记载着柯俊的勇敢、坚持和深切的爱国之情。

柯俊工作后，作为执行组组长，与组长李景潞<sup>②</sup>及当地驻军一起督促厂矿拆迁。第一个任务是说服一个水泥厂厂主，将工厂拆迁到湖南常德。局势日益紧迫，长江下游吃紧，九江吃紧，武汉吃紧！日本人快打到武昌了，而中国最早的钢铁联合企业——汉冶萍煤铁厂矿有限公司还有很多重要的设备没有完成搬迁。放心不下的柯俊特意又去了一趟汉冶萍煤铁厂矿

<sup>①</sup> 翁文灏，民国时期著名学者，是中国最早期的著名地质学家，对中国地质学教育、矿产开探、地震研究等多方面有杰出贡献。

<sup>②</sup> 民国期间经济部下设工矿调整处，调整工矿业，发展工业。李景潞在大冶各厂矿拆迁中有重要贡献。

下属大冶钢铁厂，他撬开了工程师屋子的大门，把地上剩下的东西仔细收集起来，把所有能拆的都拆掉带走。最让他心疼的是剩下两个100立方米的高炉无法运走，为了使高炉不被日本侵略军霸占，柯俊果断决定实施爆炸方案，并点燃了炸药，致使高炉彻底报废。很快，大冶便被封锁，柯俊等人立即撤退到武汉，开始搬迁武汉的纱厂、发电厂、纸厂。

1938年10月23日，武汉失守！22日晚，一无所有的柯俊在上级指示下离开武汉，怀着难以言说的沉痛心情，开始了他的再一次流亡。从武汉撤离到四川宜宾后至重庆，柯俊又接到新的任务：立刻赶赴越南负责民用工业物资的运输，保证正在开发的中国第一个大油田——甘肃玉门油田的建设需要。于是，1938年底，他由昆明远赴越南。到达越南后，柯俊以其负责、干练的工作作风取得了当地政府的支持，成立了运输队，并担任运输队队长，亲自将物资从越南运到昆明，使得民用工业物资在越南的转运工作有了很大的起色。

1939年的春夏之交，柯俊再次奉命调回重庆，1940年又被紧急调往缅甸仰光。工作任务与在越南时相似，以缅甸为中转站将民营工业原料运往国内。然而好景不长，1941年12月7日，日本偷袭珍珠港，太平洋战争全面爆发。日军的魔爪在1942年1月15日伸向了缅甸的土地，并迅速向仰光及缅甸北部推进。柯俊在安排好工作人员撤离后，只身一人留在仰光，全面接手缅甸的物资运输工作，一直坚守到仰光陷落前的最后一刻。

缅甸失守后，留给中国唯一能转运物资的途径只剩下了印度。1942年秋，柯俊又被调往印度，承担起两项艰巨的任务：一是继续在美英等国的帮助下，将民营工业所需的原料经印度转运到国内；二是努力与印度的金融体系、工业体系建立联系，希望他们能在战后到我国投资建厂，帮助国内工业建设。困难从来都不是柯俊的对手，他立刻着手实施新的计划：每周一到周四在印度最大钢铁厂——塔塔钢铁厂参观学习，每周五到周日，则回到加尔各答市继续开展民营工业原料的运输工作。从英美等国运到印度的各种原料以及借款，都必须通过柯俊的验收后再从印度转运到昆明、贵州、重庆等新兴工业基地。先运什么，后运什么，也都由柯俊根据后方建设和国内发展的需要统筹安排。任务虽然繁重，但柯俊依然安排得井然有序，圆满完成了各种工作。

在这样颠沛流离的时光里，柯俊亲历过国土的沦丧、同胞的牺牲、百姓的艰辛，心中不断涌动着悲天悯人的情感和为国报效的勇气，从未停歇。

## 格致钢铁集大成

国民政府的困境，中华民族在帝国主义蹂躏下的呻吟和挣扎……残酷的现实令柯俊深深体会到“落后就要挨打”的道理，并暗自下定决心：掌握先进的科学技术，发挥自己的专长，用科技来改变国家的命运。

英国是近代工业革命的起源地，在当时有着雄厚的国力和科研实力。由于国民政府经济部与英国化学工业公司有进口货物的业务往来，1944年该公司提供给经济部6个名额去英国学习。当年12月，柯俊被推荐赴英国伯明翰大学理论金属学系学习，师从当时著名的金属学家D.Hanson<sup>①</sup>教授。

柯俊在就读伯明翰大学研究生的第一年，就仔细研读了历届论文，了解当时学术界的研究现状。他先选择“铜再结晶”作为研究项目进行科研能力的训练，随后接受了金属学系工业实践性的课题，研究“低碳钢在焊接时的变化”项目。柯俊还接受了英国钢铁协会下达给D.Hanson的科研课题，阐明钢中过热和过烧机制。

为阐明“钢中过热和过烧机制”，柯俊每天泡在图书馆里，查阅大量资料，寻找相近的理论方法；接着对这些刚刚理解的理论方法展开实验，但常常几个小时的观察记录后，却发现得到的数据不符合要求，实验宣告失败。多少个宁静的午后，柯俊与D.Hanson教授深入地分析讨论，再回到图书馆、实验室。功夫不负有心人，就在这样不断失败总结再重来的过程中，柯俊创造性地通过金相方法，首次阐明了过热过烧的根本原因是硫化锰在高温加热时可以在钢中溶解，但在冷却时会在晶界或某个晶面上析出导致脆化。据此发表的论文《钢在过热过烧后的晶粒间界现象》在业界引起较大反响。

1951年，柯俊首次发现并提出钢中贝茵体（或称贝氏体）切变位移运动，其转变受溶质控制的机制，受到国际学术界的重视。他运用此概念，利用我国富裕的钒硼资源，发展了高强度、高韧性贝茵体结构用钢。此外，他带领团队还首次观察到钢中马氏体<sup>②</sup>形成时基体的形变和对马氏体长大的阻碍作用。20世纪80年代他们又系统研究铁镍合金中原子簇团导致蝶状马氏体的形成，发展了马氏体相变动力学，在国际学术界产生了广泛影响。由于柯俊阐述了钢中的无碳贝茵体形成的切变机制，《钢铁金相学》

① 现代金属学开创者之一，英国伯明翰大学教授。

② 钢中马氏体的存在会使钢件的硬度和强度显著提高。

以他的姓氏将无碳贝茵体命名为“柯氏贝茵体”，而柯俊本人则被国外同行称为Mr.Bain（贝茵体先生）。

一直以来，无论海外留学还是归国执教，柯俊从未中断对合金中贝茵体相变机理的深入研究。1956年归国后，柯俊的《钢中奥氏体中温转变机理》获得当年国家自然科学基金三等奖，成为北京钢铁工业学院建校以来的第一个国家级科研奖。随后的研究中，他指导相1955级的赵家铮研究钢中魏氏组织提出和实验证明是由贝氏体切变机制相变的结果，共同写成《亚共析钢中 $\alpha$ 铁的魏氏组织》。20世纪60年代起，柯俊指导柳得棹、张学华等开展有色金属合金的贝茵体相变的研究。1970年起柯俊又指导贺信莱等紧密结合我国低碳高强贝茵体钢种的生产与发展进行研究并取得重要成果。20世纪80年代以后，指导柳得棹、吴杏芳等人在不同的合金系中通过对不同方式形成的贝茵体形貌及特征的深入观察和细微分析。众多研究成果使柯俊在国际上产生了越来越重要的影响力，贝茵体相变的“切变学派”成为主流学派。

柯俊在到达英国的第二年便被校方聘请担任大二年级《冶金学与金属学的物理化学基础》课程的老师，并于1951年获得伯明翰大学理论金属学系终身讲师的任命。此时的柯俊早已展露了为人师者的风采，他思路缜密、讲解清晰、深入浅出，赢得了不同肤色学生的仰慕。

在英国进行了“铜的再结晶”、“低碳钢焊接时的变化”及“钢中的过热和过烧机制”三项研究之后，柯俊的博士论文内容也基本成熟，于1948年12月获得英国伯明翰大学自然哲学博士学位。

繁重的课业之余，柯俊还积极参加了留英中国学生同学会组织的各种活动。他自告奋勇担任了留英中国学生同学会时事讨论会的联系人，在自己家中组织中国学生们聚会、畅谈。其中与柯俊来往密切的有就读于谢菲尔大学冶金系的李薰<sup>①</sup>、张沛霖<sup>②</sup>，剑桥大学的邹承鲁<sup>③</sup>、李四光的女儿李林<sup>④</sup>，还有在伯明翰大学的挚友王大珩<sup>⑤</sup>、姚桐斌<sup>⑥</sup>等。这些爱国学子身在彼岸却心系祖国，时刻以民族复兴为己任，鞭策自己不断进取，期待着回国

① 李薰，中国冶金学家，中国科学院院士。

② 张沛霖，著名物理冶金学家，中国科学院院士。

③ 邹承鲁，中国科学院资深院士、第三世界科学院院士，著名生物化学家。

④ 李林，中国科学院院士，物理学家。

⑤ 王大珩，中国科协副主席，中国科学院、中国工程院院士，应用光学专家。“两弹一星”元勋。

⑥ 姚桐斌，冶金学和航天材料专家，“两弹一星”元勋。

报效的那一天。

1949年10月中华人民共和国成立的喜讯传来，海外的中华儿女欢欣鼓舞。1950年末，刘宁一<sup>①</sup>、周培源<sup>②</sup>、涂长望<sup>③</sup>等到英国访问，希望柯俊回国参加祖国建设，筹建中国科学院金属研究所。在此前后，由于柯俊的研究成果举世瞩目，美国芝加哥大学金属研究所、德国马普钢铁研究所和印度国家冶金研究所等均先后向他提出邀请，都被他婉言谢绝。恩师姚南枝，时任台湾碱业公司总经理，也极力邀请柯俊去台湾任他副职，但面对恩师，柯俊唯有用“结草衔环，容图报于来世”的誓言谢绝。各种优厚的生活待遇和优越的工作条件，都没有让柯俊有丝毫动摇。正如他对美国芝加哥大学金属研究所史密斯教授说的：“我来自东方，那里有成千上万的人民在饥饿线上挣扎，那里一吨钢的作用，远远超过一吨钢在英美的作用。尽管生活条件远远比不上英国和美国，但是物质生活并不是唯一，更不是最重要的。”

筹备回国期间，柯俊继续对合金钢、碳钢中奥氏体中温转变结构进行了系统研究，发表了多篇论文，并考察了西欧的主要学校和工业研究所，为回国后开展全面研究做了大量细致的准备。此外，柯俊还利用他在英国广泛的人脉，取得了德国马普研究协会的设计图纸，其中包括实验大楼和实验工厂的设计结构，并迅速寄回国，这为金属研究所短时间内顺利建成提供了无比珍贵的资料。临近回国之际，柯俊还订购了很多书籍和杂志，定期寄回国内。这些杂志记录了当时最先进的材料和论文，为我国金属科研和金属事业的发展提供了巨大的借鉴和帮助。

师昌绪<sup>④</sup>院士曾回忆说，1955年他看到沈阳金属研究所图书馆有全套的*Journal of Iron and Steel*和*Philosophical Magazine*。而后连续几年，由国外寄到金属研究所的上述杂志都写着Prof.T.Ko（柯俊教授）的名字。“柯先生回国后虽然没来沈阳，因为教育界更需要他，但他对金属所的感情至深。在北京钢铁学院早期的毕业生中，在他的影响下，（向金属所）分派了很多品学兼优的学生，支撑着金属所的前进和良好学风的形成，也出了

① 刘宁一，曾任中联部副部长、代部长，全国人大常委会副委员长兼秘书长，中共第七、八、十二次代表大会代表、第八届中央委员，中共中央书记处书记，中共中央统战部副部长等职。

② 周培源，著名流体力学家、理论物理学家、教育家和社会活动家，中国科学院院士。

③ 涂长望，我国著名气象学家，出色的社会活动家，知名教育家，中国科协和九三学社的创始人之一。

④ 师昌绪，金属学家，材料科学家，中国科学院院士，中国工程院院士。



不少学科带头人，其中有三位院士和所长<sup>①</sup>。”

## 金物桃李满天下

1953年10月，柯俊回国。高教部领导曾多次与他谈话，请柯俊认真考虑留在北京，可以选北京的科研院所或新组建的北京钢铁工业学院。“回国后搞科研就去研究所，办教育要到高等学校。前者轻车熟路，深入一点就容易出成果；后者辛勤耕耘，但是桃李满天下，影响更大。”导师D.Hanson教授的临别赠言音犹在耳。柯俊充分认识到钢铁工业对新中国建设的重要性，深知高等教育对培养钢铁材料人才的重要意义，所以他毅然来到了刚刚建立的北京钢铁工业学院，成为一名光荣的人民教师。

回国初期，新中国钢铁工业的落后让柯俊陷入了深深的思索，回想国外先进的科研理念和基础设备，柯俊脑海中的一个新想法出现了——在北京钢铁工业学院开设金属物理专业，这得到了当时的代理院长魏景昌<sup>②</sup>的大力支持。1955年，北京钢铁工业学院授权柯俊负责金属物理专业建立的相关事宜。

万事开头难。为了解和翻译莫斯科钢铁学院的相关学科知识，尽快制定出符合学校实际和学生情况的教学计划和大纲，柯俊开始学习俄语，认真地查阅资料。与此同时，他先后成功说服了张兴钤<sup>③</sup>和肖纪美<sup>④</sup>两位同样留学归来的知名教授来到北京钢铁学院金属物理教研组任教，形成了柯俊、张兴钤、肖纪美、方正知<sup>⑤</sup>四大教授为首的教学队伍。当时，教研组面临的首要任务就是为1961届学生开设专业课，但初创的金属物理专业既无教学大纲可循，也无教材可用。在这种情形下，柯俊、张兴钤、肖纪美、方正知四位教授迎难而上，参考国际上最新的研究方向和成果，结合我国的实际国情，自编讲义开始授课。由于各位教授都有很高的学术水平，并曾做出居于国际前沿的研究成果，对知识有深刻的认识和体会，再加上他们授课内容丰富，声情并茂，学生们每次都意犹未尽，一再要求增加学时。北京大学、哈尔滨工业大学、上海交通大学等国内众多知名学府

① 北京科技大学校友叶恒强院士、柯伟院士、李依依院士曾先后担任中科院金属所所长。

② 魏景昌，原北京钢铁学院党支部书记、副院长。

③ 张兴钤，金属材料专家，中国科学院院士，柯俊当年的同事。

④ 肖纪美，金属材料专家，北京科技大学教授，中国科学院院士，柯俊当年的同事。

⑤ 方正知，金属材料专家，柯俊当年的同事。

慕名派到钢院金属物理教研组进修的教师络绎不绝，四大教授声名远扬。同时，由于柯俊的努力，学校还安排了最好的基础课老师如著名的物理学家顾静徽<sup>①</sup>教授、数学家刘景芳<sup>②</sup>教授等给学生教基础课，可谓大师云集、名师荟萃。这使得金属物理专业在全国高校系统树立了极高的声誉，五十多年来培养了一大批高水平的学科带头人和优秀毕业生，为我国金属领域科学研究和金属行业的发展做出了巨大贡献。

## 开启电镜教与研

自20世纪30年代以来，电子显微学一直在国际材料科学发展史上起着重要的推动作用，而电镜在金属研究方面的应用也在“二战”结束后逐渐开展起来，到20世纪50年代电子显微技术已经有了长足的进步。

柯俊回国任教期间，大胆预测初露端倪的新型学科——电子显微学将会有巨大的应用前景。于是，他在我国第一个金属物理专业筹建和发展的过程中高瞻远瞩，积极倡导并亲手组建电子显微学的师资队伍，专门开展X射线衍射晶体学和电子显微学的科研与教学。

1958年，我国历史上第一批透射电镜问世。柯俊立即与校领导谈话沟通，努力说服学校购置了第一批问世的四台国产电镜中的一台。虽然这台电镜分辨率只有10纳米，加速电压仅为50千伏，最高放大倍数为2万倍，但是在当时已经是学校最高端的仪器之一，与真空喷镀仪一起，开启了学校电镜科研、实践的新篇章。

“文革”期间，身处逆境的柯俊仍牵挂着我国电镜方面的发展，闻及国内相对落后的状况，他希望能引进先进设备和先进技术提升我国科研能力。苍天不负有心人，他积极争取国家科委将新进口的JEM-7（后来改成日立H-11）拨给北京钢铁学院，后因“文革”干扰未果。1968年和1972年，柯俊又争取到当时冶金工业部科技司胡兆森司长的大力支持，购置了一台透射电镜（捷克产Tesla413型）与一台扫描电镜（英国剑桥产的S-250型）。在那个特殊的社会背景下，这无疑是老一辈学者对学科建设的执著精神所创造的一个奇迹。后来，又有多台高级电镜落户北科大。在柯俊的悉心指导下，北京科技大学不仅成为我国材料科学最早开设电子显微学课

① 顾静徽，原北京钢铁学院教授，柯俊当年的同事。

② 刘景芳，原北京钢铁学院教授，柯俊当年的同事。

程、最早出版电子显微学系统教材和最先拥有电子显微镜的大学之一，而且也是最早开展材料电子显微镜科研工作的高校之一，电镜的科研水平在国内高校中处于领先地位，盛名远播。现在看来，正是柯俊当年独具慧眼、力排众议的举动，北京科技大学电镜研究才结出开创性的丰硕成果。

在做好电镜科研和教学工作的同时，柯俊还一直致力于电镜人才的培养工作。为了缓解我国电镜领域人才奇缺的压力，促进中国电镜事业的长远发展，柯俊于1985年主持开办电子显微镜培训班，多年来共培训了来自全国高等院校和各机构学院300余人。同时，柯俊还与钱临照<sup>①</sup>、郭可信<sup>②</sup>等31位科学界的知名专家发起，向中国物理学会提出申请成立中国电子显微学会，并于1980年11月在成都召开成立大会。1999年电子显微学会登记在册的会员共有1537名，分布于不同学科领域，其中涌现出一批电子显微学专家，当选为中国科学院和中国工程院院士的有18位。

柯俊就是这样一位站在科研前端的学者，回首当年，他的所识之广、所见之远，令人惊叹佩服。

## 冶金长河始泛舟

中国的冶金技术有着辉煌而悠久的历史，而在冶金技术发展的长河中却没有留下太多有价值的文字记载和历史资料。1974年，北京钢铁学院受冶金工业部、国家文物事业管理局和中共北京市委的委托，编写《中国冶金简史》，柯俊作为“重要专家”参与编写工作。由于学校图书馆资料有限，资料搜集工作举步维艰。柯俊自觉地挑起了重担，带领大家放弃休息时间，组织小分队外出考察，坚守在空旷的学校里开展冶金史的研究和编写工作。经历一年多的努力奋战，编写组最终在1976年底向科学出版社交了答卷，该书于1978年2月正式出版。

编写冶金简史的工作，让柯俊及其合作者在中国冶金简史的漫漫长河中畅游了一番，也开启了柯俊科研生活中崭新的一页。1975年，柯俊刚开始从事冶金史研究工作的时候，受到夏鼐先生的委托，鉴定一件足以轰动全球的文物——“商朝末年的铁刃铜钺”。柯俊用电子探针等先进技术对该文物进行了深入、细致的分析，最终得出结论：这件公元前14世纪的铁刃

<sup>①</sup> 钱临照，物理学家、教育家，中国科学院院士。

<sup>②</sup> 郭可信，著名的物理冶金学家和晶体学家，中国科学院院士，中国科学院物理研究所研究员。

铜钺刃部是由陨铁制成的。当时正值文化大革命时期，中央“文革”小组多次派人找到柯俊了解情况，希望诱导柯俊做出人工冶铁的结论。当时社会环境复杂，政治气候变化莫测。但柯俊始终坚持真理，巧妙地利用科学鉴定方法和高超的语言驾驭能力，最终说服工作组放弃了原来的看法，并将鉴定结果公开发表，震惊了学界并引起了极大的社会反响。后来柯俊先后进行了西晋朝周处出土的“铝片”和新石器时代的黄铜等的鉴定，这些鉴定都受到了国内外学者的关注。柯俊以他独特的鉴定技术和严谨求实的科学精神博得了世界的认可。

三十多年过去了，在柯俊的坚持努力下，冶金史编写组逐渐发展为学校的冶金史研究室、冶金与材料史研究所，建立了“科学技术史”专业，具有硕士、博士学位授予权，是目前国内第一个科学技术史（工学）博士点，一级学科国家重点学科，在教育部一级学科评估中位列全国第一。多年来，研究所一直承担着国家科技部支撑项目、国家自然科学基金项目、教育部重点科研项目、教育部博士点基金以及国家文物局基础研究基金等多项重要课题，攻克了一个又一个科学难关，取得了许多科技成果，获得了国际国内社会的肯定和好评，和美、英、德、瑞、日、韩、澳等各国高校和博物馆建立了交流合作，在国际上享有盛誉。其中，“中国古代钢铁技术发展的历程”获1987年国家自然科学三等奖、国家教委科技进步二等奖，2002年荣获全球各冶金、金属学会联合举办的大学生研究生成果唯一的亚洲奖。面对如此卓越的成绩，柯俊却谦虚地说：“这都是全国各考古单位指导支持的成果。”

## “请进来，走出去”

为了在国际学术前沿培养适合现代科学技术发展和我国现代化建设需要的人才，柯俊凭借着自己在海外与国际上许多著名的专家学者建立的深厚友谊，秉承着“请进来，走出去”的原则，为推动北京科技大学同国际著名院校的校企合作以及国际学术交流活动中倾注了巨大心血并做出了杰出贡献。

“请进来”，就是柯俊等学者利用自己在国内外学术界的影响及个人感召力，把国内外材料领域最著名的科学家邀请到北京科技大学交流并讲学，并聘请一些科学家担任北科大名誉教授。如英国牛津大学Hirsch教授和Christian教授、美国Cohen教授和Thomas教授、德国Hassen教授和Dahl教授，

瑞典Hiller教授，加拿大Purdy教授和Piercy教授，日本桥本初次郎教授等。柯俊还邀请了国内许多相关院所的著名学者担任北京科技大学兼职教授，指导、培养硕士和博士研究生，如郭可信院士、钱临照院士、李方华<sup>①</sup>院士、彭练矛院士等。其中郭可信院士指导的物理化学系学生中，任罡、李慧林、邹晓东三位，成绩显著。他们在2003年诺贝尔化学奖获得者美国人彼得·阿格雷和罗德里克·麦金农发现细胞膜水通道，对离子通道结构和机理研究取得重大成果的过程中提供了大量实验支持。

优良的师资队伍固然重要，而启迪学生智慧，培养学生自主意识和创新精神更是现代科学研究所必需的。柯俊为此积极地为 student 拓展交流平台，在国内率先开设研究生学术讲座，邀请一大批国内外的专家为研究生介绍最前沿的科研成果和科研动态，其中包括我国著名科学家如黄昆<sup>②</sup>院士、师昌绪院士、林兰英<sup>③</sup>院士等。学术讲座已不单单是一种促进交流和获得最新知识的手段，它成为一种创新，一种传统，对提高学生素质起了巨大的作用。

“送出去”着眼于学科的长足发展，柯俊在学校的支持下，凭借个人在国际上的影响力先后推荐并派出周政谦、吴杏芳、柳得橹、王蓉、魏鏊英、陈清、孙永谦等青年教师和研究生到英国牛津大学、美国伯克莱加州大学、加拿大麦克马斯特大学、瑞典查尔斯默斯工业大学、澳大利亚悉尼大学和日本冈山理科大学等著名学府，以访问学者或博士生联合培养的方式，进行电镜科研和材料学方面的科研协作学习，使得我国电子显微镜科研与教学水平迅速与世界接轨。

1979年柯俊访问德国亚琛大学时，在与达尔、勒克教授的共同努力下，首先促成北京钢铁学院与德国亚琛大学签订了校际合作协议，并联合培养博士生。这是改革开放后，中国高等学府与国外大学建立的第一个合作关系，是中国高校开展国际交流的起点，在我国高等教育的国际交流史上留下了浓墨重彩的一笔。

1981年柯俊与学校其他领导赴加拿大访问，与麦克马斯特大学的卢维高与珀迪教授共同努力，于1982年促成两校签订了校际合作协议，此后两校的协议又被纳入中加两国政府之间技术合作的协议中。自1982年起，北

① 李方华，中国科学院院士，是凝聚态物理学、电子显微学家。

② 黄昆，中国科学院院士，国际著名的中国物理学家、教育家、中国固体物理学先驱、中国半导体技术奠基人。

③ 林兰英，中科院院士，半导体材料学家。

京科技大学每年派往麦克马斯特大学进修的访问学者、教师等多达数十人，这些老师回校后在学科建设、提高教学质量等方面起到了很好的带头作用。1984年经柯俊建议，在麦克马斯特大学校长的大力支持下，北京科技大学每年都会派数学、物理、化学等基础课教师到该校进修深造。

此后，在柯俊的努力下，北京科技大学先后与美国宾夕法尼亚、日本东京工业大学、法国图鲁滋大学等国际23所大学建立了密切的合作关系，加速了学校走向国际科技舞台的步伐。

## 教改探索“大材料”

20世纪80年代初，英、德、美等国的代表团到中国访问，柯俊先后接待了这些代表团。代表团向柯俊传达：中国的工科大学培养出来的只是技师，不是工程师。目前高校培养的学生基础薄弱，只重视具体技艺，缺乏创新潜力。这一结论令柯俊深思。20世纪90年代，耄耋之年的柯俊把目光集中到如何为21世纪的需要改革我国的高等工程教育上来。他积极奔走，潜心调研，多方呼吁开展教育改革，主动到美国、英国、德国等国家的著名大学和许多用人单位调研，建议中国科学院技术科学部围绕高等工程教育开展研究，并和张光斗<sup>①</sup>、师昌绪、路甬祥<sup>②</sup>等院士一起承担了《我国高等工程教育改革咨询课题》，并亲自将报告提炼成六个问题、六条建议，于1993年春向时任国务院副总理的李岚清同志提交了一份关于中国工程教育改革的报告——《改革我国高等工程教育，增强我国国力和国际竞争能力》。1996年柯俊在调研的基础上，在中央和国家教育行政部门的共识和支持下，正式启动了旨在培养工科学生工程意识、创新意识、自学能力和独立工作能力的“大材料”专业试点班的教改课题。

为确保改革的成效，柯俊不但参与到每次课程设置的讨论会中，还积极参与课程建设，主持建立了“大材料”试点班的新型课程体系，体现“大工程”观念，并亲自参与制定了实验班教学计划的整体框架。柯俊亲自邀请国内外知名材料大师到“大材料”实验班讲课，以提高学生的学术视角；他还专程到宝钢协调、关注试点班在工厂的研究实践，提升学生的

① 张光斗，中国工程院院士，水利工程专家。

② 路甬祥，中国科学院院士，中国工程院院士。曾任浙江大学校长，中国科学院院长、党组书记、主席团执行主席等。现任中共中央委员，十一届全国人大常委会委员长、党组成员。

积极性和实践能力。2000年，“大材料”实验班毕业，获得了社会的认可：实验班学生的一次就业率达96%，相当一部分学生后来都考上或被保送攻读研究生。对此柯俊说：“我们不打算把他们放在学校里读，要把他们放在更为严格的环境中去造就。像现在左铁镛<sup>①</sup>、徐匡迪、郭可信、林兰英、严东生<sup>②</sup>等一批院士都答应接手部分学生去培养，如果在这些著名的严师指导下能通过，那也可以说明我们本科教育的部分成功。”

1999年9月8日，国务院副总理李岚清在时任教育部部长陈至立的陪同下，专程看望柯俊教授。落座后，三句话不到，柯先生就将话题转到近几年一直挂在嘴边的北科大“大材料”专业实验班的教改问题。李岚清副总理风趣地说：“大材料主要应该是一个‘大’字，”并指出，“你们的教改实验是一种很有意义的探索，新材料是我们下个世纪重点发展的领域。这是各种专业的结合，所以拓宽专业，加强基础的方向是没有问题的。”2001年，“大材料”教改成果荣获国家级教学成果一等奖。

而今已过鲐背之年的柯俊仍然活跃在教育改革的第一线。先生曾题词：“在科学技术创新时代，创新者敢于创新、容许创新、有效创新是中华民族21世纪存亡、复兴的关键。创新者的素养、严谨的学风、创新思维、实践的能力、人文和科学的基础素质、有效的研究，是高水平研究型大学教育的核心。”

## 笑对人生显智慧

虽然柯俊在科学研究和教学领域都取得了突出的成就，但是他却始终保持着谦虚、朴素、和善、好学的作风，受到人们的深深爱戴。“未出土时先有节，已到凌云仍虚心”是柯俊面对学术勤奋精进、面对教育持之以恒、面对名誉淡薄悠远、面对生活豁达乐观的最好写照。他是真正的智者。

柯俊对待学术问题十分谦虚谨慎，求真务实。早在他在英国留学期间，面对学界对于“柯氏贝茵体”的高度评价，柯俊就表现得极为谦虚，他觉得贝茵体是30年代初美国人Bain等发现的，自己只是对它做了进一步的研究，所以并不同意用自己的名字进行命名。也正因这种谦虚的心态，

<sup>①</sup> 左铁镛，中国工程院院士。曾任中南工业大学副校长、国家教委科技司司长、北京工业大学校长、中国科协副主席。

<sup>②</sup> 严东生，中国科学院院士，中国工程院院士，化学家、材料学家，曾任中国科学院党组书记，第一副院长。

才促成了他日后在该领域开展更加深入的研究，取得了更大的成就，并得到国际学者的广泛认可。

柯俊的生活像一湾清泉，简单而质朴。熟悉柯俊的人都知道，他曾有一辆28旧自行车陪伴他很长时间。虽身为院士，但他常常骑着这辆旧自行车，穿梭于校园中间。北科大毕业的潜伟教授曾说：“一次，我从清华打车回来，路过五道口时，天正下着小雨，远远望见一位老者推着28自行车在蹒跚行进中，走近一看，居然是柯先生，我请先生上车，他坚决不从，我只好下车陪他走向学校。他一直坚持骑他那辆我们看来都异常破旧的自行车。”如今，虽然柯俊因为年事已高无法再骑自行车了，但在北京科技大学的校园里，人们常常仍然能看到一位略微驼着背、有些瘦弱但精神抖擞、气质非凡的老者，踱着步子在校园里走着，时常停下来跟师生们攀谈着什么，用手比边画着边讲述着，像是在指点迷津，眼神里透露着智慧的光芒。他就是和蔼可亲的柯俊先生。

柯俊对待身边的人都十分和善，以诚相待，平易近人。与柯俊接触过的人从来没有见过他发脾气，他还常常告诉师生们每个人身上都有值得学习的地方。有一次，他从逸夫科技馆开会出来，见到当时看门的老王，就热情地上去打招呼，见到学生一脸诧异的表情，就说：“他很了不起，50年代在学校北门看门，见到当时苏联专家的车也敢拦下来，秉公办事，值得我们尊敬。”

柯俊对待生活中的挫折也表现得十分豁达坦然，很少有人知道看似精神矍铄、乐观健谈的他是一个曾几度闯过鬼门关的人。1998年11月81岁高龄的柯俊应印度金属学会的邀请，赴印度班加罗尔作“中国的金属文化传统”的特约报告，由于旅途劳顿休息不足，当他作完报告下台后就晕倒了，经诊断为冠状动脉硬化下壁梗塞，急性心肌梗塞，后经积极治疗，柯俊的心脏才奇迹般地建立了循环，病情逐渐稳定并得以康复。事后柯俊坦然地说，“自认为已经清除了自己身体内的两处隐患——胆囊结石和前列腺肥大，而忽视了心脏，这次是给自己敲了警钟。看来马克思还没有到收留我的时候。”2006年12月柯俊被诊断为直肠癌，在完成直肠开刀手术后，柯俊依然关心学校的人才培养工作，主动请缨，要求听取研究生工作的进展汇报，最终征得他爱人和亲属的同意，规定每天与柯俊谈话时间不能超过2小时。

谈到这样忘我的工作和学习状态，柯俊总说自己要小十岁，要用实际行动弥补“文革”十年的时光。一直以来，不论柯俊多忙、外出开会，总要挤时间去书店，看书、买书，在他家的书桌、书房、床上，堆满了书、



杂志、文件等厚厚的材料。他曾告诉家人，不要随便整理他的书房及书桌，他幽默地说：“我的书房、书桌摆放的书是长程无序、而短程有序。”为了赶上飞速发展的计算机技术，柯俊在20世纪80年代就购置了一台计算机，坚持自学、使用，他是北京科技大学连通Internet网络的最早的用户。“老骥伏枥，志在千里”，柯俊以实际行动践行着“活到老、学到老”的誓言。

栉风沐雨，百炼成钢。近一个世纪的风风雨雨在时间的长河中不过是一瞬息，但对于柯俊，对于中国的金属学界、冶金史学界，却是不平凡的百年。柯俊用他的勤勉、博大、坚韧和宽厚参与了我国钢铁事业由起步到腾飞的跨越，开拓了中国冶金史学从星火到燎原的成就，哺育了一代代学子从懵懂到功勋的成长，成为我国冶金教育史上的一座不朽丰碑。

## 生命的钐印

——记金属材料专家、中国科学院院士张兴钐



张兴钐，河北武邑人，生于1921年11月，中国工程物理研究院教授、科技委顾问，金属材料学、金属物理学和“两弹”专家。1942年毕业于武汉大学矿冶系；1949年获美国科士理工学院物理冶金硕士学位；1952年获麻省理工学院物理冶金博士学位；20世纪50年代初在美国系统地研究了在蠕变过程中纯铝及其二元单相合金的形变和断裂机构，尤其是晶粒间界行为；1956年回国后任北京钢铁工业学院教授；1963年到第二机械工业部第九研究院工作，历任试验部主任，厂副总工程师、副厂长兼总工程师等职，为“两弹一星”事业做出了杰出的贡献；1980年任核工业部军工局总工程师；

1989年赴美任麻省理工学院访问教授期间，又进行了细晶的研究，提出晶界裂纹形成和传播的模型，并系统地阐明晶界行为与高温强度、塑性、断裂的关系，在高温强度和超塑性领域内作出了重大成就。1990年任中国核学会核材料分会第二届理事长。1982年获国家自然科学一等奖，1985年获国家科学技术进步特等奖。1991年当选为中国科学院学部委员（1993年改称院士）。

“铃”字有“官印”之解。父母授“兴铃”之名，自然也寄托了对张兴铃将来能步入仕途、光耀门楣的希望。然而，时代动荡，风雨如晦，张兴铃出身河北、考入天津、南下上海、求学武汉、乐山入党、供职綦江、赴美深造、辗转回国、任教钢院、埋名戈壁、流放河南、载誉返京，在这条大开大合的人生曲线上，兴铃虽未如家庭所愿入仕为官，但他用刚强正直的为人品格、坚毅执著的治学精神、宽和质朴的待人态度、讷言敏行的处世方式给这个大时代烙下了深深的铃印，也将自己提升到了一个超乎家庭希望的高度。

子曰：“刚、毅、木、讷，近仁。”

## 共产党的同龄人

1921年深秋，中国共产党成立的消息已经在河北武邑的灵通人士中流传，同年11月15日，张兴铃出生在武邑县的一个大家庭中。在那个举国彷徨、风雨飘摇的时代，没有人会把这两个消息联系起来，更没有人会想到，这个没落大家庭中的孩子，会同矢志救国的最后一支力量——中国共产党一起走过90年的光辉历程。

至张兴铃就读时，大家庭已中落。作为适龄七个孩子中的成绩较优者，张兴铃负篋求学，一个人背负起整个家庭的希望。在叔父的接济下，他于14岁时初中毕业，由于家庭再也无力供养，他不得已考入了天津河北工业学院高职部机工科，放弃了由高中而升入大学的深造之路。而北上天津，也为张兴铃与中国共产党结下了不解之缘。

在天津的日租界，少年张兴铃亲眼目睹了日本军警肆意欺辱沦为三等公民的中国人，心灵受到强烈震撼，“国家不富强、人民就受欺侮”的意识在他的心中扎下了根。当中国共产党领导的“一二·九”爱国学生运动席卷全国时，作为高职学生的他放下了手中的书本，和当地的大学生一起，投身于这场声势浩大的运动中，为祖国的命运奔走呼号。也就是在那时，张兴铃第一次亲身感受到了共产党的救国热情和革命情怀，心中逐渐燃起了革命的火种。

时局继续恶化，日本帝国主义提出了华北特殊化要求之后，华北局势危如累卵，早已容不下一张平静的书桌。1936年夏，张兴铃辍学离开天津，南下上海，考入了江苏省立上海中学。在中国共产党的诞生地求学，张兴铃在进步同学的帮助下，加快了向党组织靠拢的步伐。在学习之余，

张兴钤阅读了邹韬奋主编的《抗战》以及巴金、茅盾的许多进步小说，经常秘密参加进步学生组织的演讲会、讨论会等，与同学们共同探讨中国之命运、如何抵抗侵略等论题。这时的张兴钤已初步接触了马列学说，并开始认识到帝国主义侵略的本质和蒋介石镇压革命运动的暴行。

1937年秋，日军攻占上海，为了不做亡国奴，年轻的张兴钤与两名同学一起，决定放弃学业、投奔陕北。途经武汉时他们看到了招考空军的通知，既然陕北征途遥远，国共合作又是大势所趋，不若就此先行参军。对于此时的张兴钤来说，只要能够上空杀敌、报效国家，何种党派已不重要。然而，就在张兴钤雄心勃勃地报考空军的时候，一纸停止招生的通告使他原有的计划全部破灭，加之耳闻目睹的国民党军队的腐败和对老百姓的欺压，他对国民党彻底绝望。在断然拒绝了国民党特务组织战干团的拉拢后，忍受着疟疾带来的几乎夺命的病痛，张兴钤在武汉报考了大学。

侵略者长驱直入，武汉同样面临沦陷。张兴钤又开始了流亡之旅，辗转抵达长沙时，方知自己已经被内迁至乐山的武汉大学矿冶系录取。经历了太多曲折的他终于跨进了梦萦魂牵的大学校园。进入大学后，张兴钤在同室学友的介绍下，加入了中国共产党的外围组织“抗战问题研究会”。在研究会中，张兴钤结识了一大批志同道合的热血青年，他们积极奔走，出壁报、下乡作抗日宣传、组织时事讨论会。这些活动使张兴钤在政治上渐渐成熟起来。他开始感到，革命不是纸上谈兵，而是需要参加实际斗争。当时国共合作破裂，国民党政府已经开始明目张胆地迫害有进步思想的人，但这些并没有阻止张兴钤向党组织靠拢的步伐。1940年初春的一天，就在白色恐怖呈黑云压城之势的时候，在乐山城郊大渡河畔一棵大树下，张兴钤举起了右拳，庄严地立下了为共产主义事业奋斗终生的誓言。那一天，天朗气清；那棵树，是心中永恒的印记；那一次立誓，他永生难忘。张兴钤曾深情地说：“如果有一天我重回乐山，我一定会认出那棵树！”

1940年5月，国民党的爪牙在武汉大学校园内大肆搜捕进步师生。张兴钤的入党介绍人、也是他在党内的单线联系人，被转移到了解放区，刚入党不久的他就与党组织失去了联系。然而，身为共产党员和“抗战问题讨论会”积极分子的张兴钤并没有因此退缩，他甘冒危险，继续留在学校内完成学业。在这段充满白色恐怖的日子里，他坚持阅读《新华日报》和马列主义论著，期待着革命高潮的再次到来。

1942年，张兴钤从武汉大学毕业并获得学士学位，分配到四川綦江电

化冶炼厂工作。在繁忙工作的同时，他依然积极争取与党组织取得联系，多次赴重庆，与朋友到新华日报社和化龙桥八路军办事处，征询党组织对自己采取斗争策略的意见。当时新华日报社对这个突然冒出来的“共产党员”有些惊讶，便给了他“充实自己、迎接高潮”的意见。张兴铃牢牢记住了这八个字，在綦江电化冶炼厂工作的四年以及后来到鞍山钢铁公司工作期间（主要负责铸铁厂的战后修复工作），他注意将自己所学的知识与工作实践相结合，投入到技术工作中，并挤出时间阅读三联、生活等进步书店的书藉，从思想和业务两方面提高自己。与此同时，张兴铃与工人结下了深厚的友谊，并真切地感受到了工人阶级的先进性。在鞍钢时，厂内工人酝酿罢工还专程告知他并请他出谋划策。工作师傅的信任使张兴铃深受感动，他为自己能给予些许帮助而兴奋不已。也就是在这段时间，张兴铃的上线联系人终于找到，他的共产党员身份也得到确认。

与共产党同龄的张兴铃，终于又正式投入了共产党的怀抱。在接下来的日子里，他秘密组织留美学生回国、服从分配到钢院任教、隐姓埋名研发“两弹一星”，都有了一个响当当的理由：“我是一名共产党员，哪里需要，我就到哪里！”

## 共和国的好儿子

努力以自己所学的先进科技知识报效祖国，为羸弱的民族带来新的活力，加快追赶世界先进国家的步伐，是萦绕在张兴铃心头一个永不湮灭的信念。本着科学救国的宏愿，张兴铃于1945年考取公费留学，1947年赴美，踏上了异国求学之路。

赴美之初，他在底特律一家钢铁厂实习。从历经战火、满目疮痍的祖国来到一派繁荣景象的美国，两地巨大的差异促使他更深入地思考祖国的未来，而美国发达的工业、先进的科学技术也使他更觉肩上担子的沉重。为了更好地打下基础，尽可能多地掌握专业知识，他来到了科士理工学院刻苦攻读，顺利取得了硕士学位。

初窥科学殿堂门径的他不满足于浅尝辄止，决定在科学道路上继续深造。1949年2月，他获得了著名学府美国麻省理工学院的奖学金，师从高温合金专家格兰特教授，从事蠕变机理研究，迎来了科研生涯中的第一个辉煌。

蠕变是指材料在负荷和温度同时作用下，其应变随时间变化的行为。

20世纪50年代初，正值喷气式飞机发展的热潮。发动机效率取决于燃气的进气温度，进气温度越高，效率就越大，因此发展能耐更高温度的合金是提高发动机效率的关键。当时人们只知道合金的高温力学性能和合金的内部显微组织（各个晶粒及其间界）有密切关系，但对其机理并不清楚。在格兰特教授的指导下，张兴钤建立了蠕变在位观察和测量技术。系统研究了蠕变过程中多晶纯铝及其二元单相合金的断裂机制，尤其是晶粒间界的行为，他首先提出了晶界裂纹形成和传播模型，作出了晶界滑移和裂纹并不总是引起脆断的论断，这些都是前人未能注意到的，对了解细晶材料的力学性能十分重要。在实验基础上，张兴钤揭示了几种机制（尤其是晶粒间界的行为）对合金塑性、断裂和强度的关系，给出了恰当的解释，并以此撰写了6篇论文。这些研究都是先驱性的工作，其研究成果成为了由原子尺度到宏观尺度了解多晶材料力学行为的桥梁，为建立半定量或定量的关系式发挥了重要作用。

张兴钤的论文在学术界引起了很大反响，此后在有关高温强度、断裂理论、合金的超塑性以及组织对高温合金力学性能影响的论文中，这些成果都被广泛引用。数十年之后，在北京的一次学术会议上，一位日本专家得知张兴钤身份后激动不已，紧握住他的手，连声说：“张先生，正是拜读了你在麻省理工学院的论文后，我才选择了晶粒间界研究！”

求学麻省理工学院，在承担繁重学业与科研工作的同时，一直视自己为共产党员的张兴钤密切关注着国内的局势，为人民解放军的胜利而欢欣鼓舞。作为联络人，他积极参加一周一次的国内局势读书会。在张兴钤的记忆中，读书会研讨的内容包括中国的工商业政策、土改政策、论人民民主专政等论题。在此期间，他还先后参加了北美中国基督教学生会举办的夏令营，与百余名中国留学生共同进行了“认识新中国”的讨论。通过这些活动，张兴钤不但增加了对新中国政策措施的认识，而且认识到了群众工作的重要性和细致性，锻炼了自身的组织能力。

1952年，取得麻省理工学院博士学位的张兴钤已有了如日中天的事业。优越的科研条件、舒适的生活以及导师格兰特恳切的挽留，都没能磨灭他归国参与新中国建设的决心。面对导师不解的目光，张兴钤平静地说：“您有您的祖国，而我也有我的祖国！”40年后的1992年，格兰特教授应邀来华，与张兴钤在长城合影后，他向张兴钤竖起了大拇指，说：“你当初的选择是正确的。”

然而，当时的美国政府并不希望这些知识精英学成归国，特别是随着

1950年10月中国人民志愿军跨过鸭绿江入朝与美国军队作战，他们更是制造种种理由横加阻拦，后来干脆下令严禁学理工的中国留学生回国，他们以为和禁运一样，可以通过这种方式压制一个强大的中华巨人在世界东方的崛起。

那段时间，不断有强烈要求回国的中国学生受到迫害，张兴铃也被美国移民局逼问过去的历史和对新中国的态度，这种逼问一直延续了两天。但国内热火朝天建设新中国的消息和学成报国、加入新中国建设的信念始终激励着他，他秘密参加了新泽西州一个基督教青年会夏令营地的聚会。在会上，他与李恒德<sup>①</sup>、师昌绪<sup>②</sup>、陈能宽<sup>③</sup>、林正仙<sup>④</sup>等人分析了国际局势，决定一方面想办法骗过移民局，转道加拿大或欧洲国家回国；另一方面，尽力做好与美国政府进行正面斗争的准备。然而，他们还是晚了一步，美国政府已将他们的情况通报了加拿大，加海关以得到有关张兴铃秘密情报为由不准他入境。

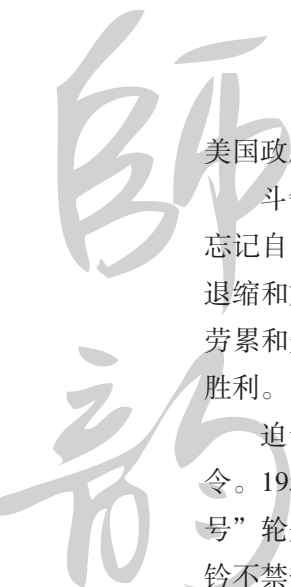
为了争取回国，在张兴铃、李恒德等人的组织下，留学生们两次集体给周总理写信，表达了不畏惧美国政府迫害、坚决要求回国的意愿，并先后通过印度大使馆等渠道将信送呈周总理。1954年5月，在日内瓦国际会议上，这些信件成了中国政府抗议美国无理扣押中国留学生的重要证据。同年7月，留学生们再次在波士顿青年会夏令营聚会，讨论决定了回国斗争所采取的步骤：一方面，做好向联合国控诉的准备；另一方面，集体向美国总统艾森豪威尔写信，明确要求回国，并将公开信送各大报社发表，扩大宣传面，争取美国进步人士的同情。8月，致美国总统的公开信一发表，随即引起了美国媒体的注意，《波士顿环球报》、《基督教科学箴言报》等有影响力的媒体对在公开信上签名的中国留学生们进行了采访，并在醒目位置刊登了留学生因美国政府禁令不能回国的报道。张兴铃与师昌绪、林正仙的合影也出现在报纸的醒目位置，美国政府扣留中国留学生的消息传遍全世界。随后，留学生们购买了一部油印机，印刷了数千份宣传资料，向美国人民控诉美国政府的恶行。同时，张兴铃还专程前往纽约，与驻联合国外国代表团接触，希望他们在联合国大会上就扣押中国留学生向

① 李恒德，著名的核材料、材料科学专家。

② 师昌绪，金属学家，材料科学家，中国科学院院士，中国工程院院士。

③ 陈能宽，“两弹一星”元勋，中国科学院院士，材料科学与工程专家、核武器科学家、爆轰物理专家、金属物理专家。

④ 林正仙，石油化学家，我国石油化工事业的开拓者之一。



美国政府质询。

斗争是艰苦的，甚至要冒着被判间谍罪的危险，但张兴钤一刻也没有忘记自己是中国人、一刻也没有忘记自己是共产党员，更没有一刻想到过退缩和放弃！在回国斗争的组织者中，只有张兴钤有一辆二手车，他不顾劳累和美国政府的迫害，驾着车、载着同学们四处奔走，争取回国斗争的胜利。

迫于国际舆论的压力，美国政府终于取消了阻止中国留学生回国的禁令。1955年6月，张兴钤踏上了归国的旅途。7月10日，当他乘坐的“戈登号”轮船远渡重洋、辗转抵达深圳罗湖口岸时，一眼望见五星红旗的张兴钤不禁热泪盈眶，那时他才明白，原来人在欣喜至极的时候也会流泪！56年之后，耄耋之年的张兴钤谈起那个时刻，兴奋之情依然溢于言表：“回家感觉就是不一样，感觉一下子抬起头来了，见到的人都特别亲。”

就这样，张兴钤放弃了国外一切优厚的条件和地位，回到了祖国母亲的怀抱。这层天然的血脉联系，使一切浮华的东西在伟大的爱国情怀面前一文不值。张兴钤回来了，带着满腹金属物理知识，带着一腔投身社会主义建设的热情、带着一颗报效祖国母亲的赤子之心！

他说：“我们都是国家的儿女，这很正常。”

## 北京钢院的大名师

新中国蒸蒸日上的建设和高歌猛进的气象激励着张兴钤，他迫切期望加入到火热的建设中去，为深爱着的祖国贡献绵薄之力。当时的新中国百废待兴，学有所成的留学生更是培育高科技人才的不二良师，有关部门直接将他们分到了教育部。当部里同志征询张兴钤对工作分配的意见时，他的回答很简洁：“哪里需要，我就到哪里！”作为一个国际蠕变研究领域取得过开创性成果的学者，张兴钤丝毫没有为离开科研工作岗位而惋惜，爽快地接受了分配，来到了北京钢铁工业学院执教，一教就是8年。

来到钢院后，他首先在金相教研组从事教学，执教初期步履维艰。一方面，他此前从未从事过教育工作，只能从头开始摸索，长期生活在国外的张兴钤对一些技术名词的中文译称并不熟悉，有时在课堂上讲述到某个技术名词只能在黑板上写出英文名称；另一方面，新中国的大学的条件与国外优越的科研和教学条件相比还有差距，教学资料紧缺，实验室仪器匮乏，给开展力学性能实验和研究工作带来了层层阻碍。据张兴钤的妻子左



涵征老师回忆，在执教的第一年，由于教材缺乏，为了白天的授课顺利进行，张兴铃必定要“开夜车”给学生准备资料，一大早再赶去油印，最后顶着红红的眼睛奔赴课堂。

重重困难没有动摇张兴铃传道授业的信念。教学经验不足，他就虚心学习，日积月累，在实践中不断提高教学水平；现成资料不足，他就发挥英文优势，查阅大量国外现刊；实验设备不足，他便根据自己在麻省理工学院的实验经验，给学校后勤科列出设备清单，使实验设备得到补充。为使学生的基础打得再扎实些，他们还一度建议将学制由五年改为五年半，并通过了实践检验，同时辅助柯俊教授筹备建立了中国工科院校第一个金属物理专业。他与同事们合作，根据撰写的讲义，指导年轻教师编写了《金属和合金力学性质》一书。这本书是当时唯一用现代知识和理论阐述金属和合金力学性质的专著，相继被众多国内高等院校作为教材，为新领域的进一步深入研究起到了引导性作用。

一分耕耘，一分收获。几年下来，金属学与钢铁热处理专业以及金属物理专业很快在国内声名鹊起，成为了钢院众多专业中的佼佼者。同时这一专业也培养出了一大批优秀人才，其中很大一部分人成长为了国家的科研骨干。张兴铃在讲台上几近忘我的授课风采，数十年后依然铭刻在学生们的心中。

## “两弹一星”的老功臣

20世纪50年代末，以美国为首的国际反华势力挥舞核大棒，妄图借此对我国施加压力，严重威胁到我国安全。是否拥有核武器已成为了衡量一个国家实力的重要标志，年轻的共和国要生存、要发展，别无选择。为了加强国防自卫力量，打破核垄断，独立自主、自力更生地突破原子弹技术难关，中央决定从全国各地、各部门选调技术骨干参加青海草原上的大会战。1963年7月，在教学中渐入佳境的张兴铃奉中央调令，离开北京，来到了条件艰苦的青海高原，担任第二机械工业部第九研究院试验部副主任，直接参加到核武器的研制中。

“高山巍峨彩云卷，凤凰翱翔舞银滩”，与青海草原的美景相伴的，却是高原气候和困难的生活条件。高原空气稀薄干燥，四季寒风刺骨、漫天飞雪，七八月一阵狂风袭来，飞沙走石，人便得穿上厚厚的棉袄。由于三千多米海拔高度的低气压，高原反应使人吃不下饭、睡不着觉，经常头晕头痛。

而且，张兴钤参加核武器研制工作时正值三年自然灾害之后，地处高原的核武器研制基地尽管拥有国家特别的供应，但生活必需品仍然不足。

张兴钤并不在意自然条件和生活条件的严酷，也暂且搁下了已得心应手的校园。真正使他心急如焚的，是如何更快掌握与核爆试验相关的核物理、爆轰物理、放射化学、光学测试等理论和技术，而这些东西以前他很少接触。对张兴钤而言，要承担如此重任，要不辜负祖国的信任，需要学习的东西太多了。面对新的挑战，他没有因为自己是留洋归来的博士和堂堂的教授便端着架子不放，而是求知若渴、查阅大量文献并虚心请教。

在张兴钤任试验部副主任、主任以及后来上调分院担任副总工程师期间，他一直参与领导爆轰实验研究，组织指挥一支千人大军，废寝忘食地奋战在第一线。他们克服了重重困难，在极短时间内掌握了大量关键技术，顺利地完成了爆轰物理实验。后来，他又参与领导了缩小尺寸的聚合爆轰试验，取得了对爆轰规律较完整的认识，这次试验的成功也成了原子弹研究过程中具有里程碑意义的突破。

1964年10月，第一颗原子弹成功爆炸，升腾在天边的蘑菇云，如同中华民族灿烂的精神花朵，照亮了每一个中国人的心。张兴钤却没有跟随大部队一起到基地亲眼目睹这一激奋人心的场景。在当时复杂的国际形势下，为了避免敌对势力的破坏，他服从安排留在草原上，参加了重要的技术资料 and 试验设备的疏散工作。在举国欢腾的时刻，张兴钤就是这样依旧为工作而忙碌奔波，当他转移到青海某县城时，甚至还险些感染上肆虐的鼠疫。

首次核试验成功后，依照周总理的批示，在加快原子弹武器化的同时，我国的核武器研究转向了对氢弹的探索。根据理论人员的探索，张兴钤与同事们一道，制订出爆轰模拟实验方案，并进行了一系列小型实验，通过上百次爆轰物理实验研究，解决了引爆弹设计中的关键问题，从而为确定引爆弹的理论设计方案提供了重要的技术依据。1967年6月17日，中国第一颗氢弹爆炸成功，与第一颗原子弹爆炸试验成功相距仅两年零八个月，同世界其他国家相比，这个速度是最快的。但是，实验的成功并不代表核事业的最终完成，如何将核装备研发融进三线建设之中，是张兴钤面临的又一课题。

三线建设是国家为适应当时的国际形势而做出的战略决策，草原上的研究基地也亟待搬迁。两弹研制任务完成后，张兴钤带领试验部工作组到三线建设现场，跋涉于大西南山山水水之间，确定有关所的实验室定点、布局和工艺设计。

正当张兴铃不断为祖国核事业做出贡献之际，文化大革命的阴霾笼罩了中华大地。“文革”初期，周恩来等中央领导对核工业采取了保护措施，但后来在林彪的直接干预下，地处边远的核基地也卷入了“文革”，张兴铃也被迫离开了深爱的事业，下放到河南干校，晚上开会、白天劳动。

历史开了一个残酷的玩笑，就在国外同行潜心研究的时候，这些本该在学术上继续前行、为科学事业贡献更大成就的中国核专家却在种菜、搬砖和盖房中空耗精力，这样的日子足足持续了三年。直到1971年林彪“折戟沉沙”，张兴铃这才回到了钟爱的事业中。

1973年后，张兴铃先后担任第二机械工业部第九研究院副厂长兼总工程师，随后又调任军工局总工程师、中物院科技委顾问等职，不论他身居何处、也不论岗位、职务如何变化，他始终关注核事业发展，并为此孜孜不倦地索求，在新的岗位上不断做出贡献。

1997年，76岁的张兴铃作为中国代表在美国斯坦福大学召开的国际裂变材料保护研讨大会上，向世界各国的专家学者作了题为《中国核材料控制的实施》的报告，用流利的英语清晰地阐述了中国政府关于核材料控制的立场以及所采取的种种措施。

“两弹一星”给张兴铃传奇的一生平添了一份神秘与光荣，也让他的名字永远载入了中国核工业发展的光辉史册。

## 生活中的老实人

张兴铃把自己的一生献给了金属物理事业，其在事业上的成就已经远不是一两个头衔、荣誉所能描述的。然而，在生活中，他的妻子却给出了这样的描述，“他是个老实人。”

他的老实体现在对家人、事业和同事的那份深切的爱中。岁月如梭，老实人张兴铃用坚强、执著和奉献演绎了不一样的精彩人生。

张兴铃深爱着自己的家庭。但是，“两弹一星”任务的一纸调令，让张兴铃含泪抛家舍业，别妻离女，隐姓埋名于戈壁滩，一待便是18年。18年间，他离开时，两个女儿一个两岁，另一个还未满月。工作中每次出差北京，他与家人只是匆匆一晤，便又离去，以至两个女儿一见他，都怯生生地叫叔叔……

张兴铃深爱着自己的事业。在回顾成绩时，张兴铃只是淡淡地作着叙述，绝口不提自己的成就，更不谈自己为了事业而经受过的磨难，他似乎

从来不知道什么是艰苦。回国过程的艰辛，未曾使他有动摇；青海草原的艰辛，未能使他退缩。在天山上，一次突如其来的车祸使他仅差10厘米就要丧命，他仍有余兴与惊魂未定的同志们谈笑风生；在河南干校空耗三年，他并未怨天尤人，一样若无其事地同大伙一起参加劳动，建住房、开荒地、种蔬菜，甚至当他回想起那段岁月时，依然不言艰苦二字。他说，我是旧社会过来的，什么苦都吃过。一位河南干校的同事曾描述过，其实那段时间张兴钤内心里充满了对事业荒废的担忧和对科研事业的渴求。一次，在整理书籍时，他久久地抚摸着从北京购回的英文原版书，双眉紧蹙陷入了沉思，随后低声说：“带不走了，扔了吧！”对一向沉静而豁达的张兴钤来说，这寥寥几字道出了怎样一种深切的无奈与深埋的苦痛！张兴钤用一颗执著的心为钟情的事业矢志不渝、尽职尽责。

张兴钤深爱着自己的同事。作为一名归国的博士、知名的科学家和技术领导，他从不盛气凌人，即使是在争论十分激烈的学术会议上，他更多是用清晰而有条理的分析、细致的论断去说服大家。他担任行政领导同样如此，1977年国家恢复硕士生的统考，单位几名同志希望报名应试，但当时繁重的科研生产任务又离不开这些中坚力量。张兴钤知道后，没有说教，只有理解和开导，“‘文革’耽误了你们，正常而论你们不该去读研究生，而是带研究生。这里的情况你们都看到了，百废待兴，技术人才紧缺啊！”朴实的言语，无形的力量，令青年们改变了主意，决定留下来继续工作。一名后来成为所科技委副主任的同志回忆起这件事时，还激动万分：“这里有我的事业，有我最好的导师，先生就在眼前，我何苦还去舍近求远呢？”张兴钤对青年科技人员的成长倾注了极大的热情，他知道，事业的持续发展要依靠青年一代，所以毫无保留地把毕业积累的学识和经验倾囊相授，有时甚至为了年轻人提出的一个学术问题几天泡在图书馆里查找资料，只为给出一个自己满意的答案。

再读张兴钤，犹如一个个惊世不语的故事，故事里，有戈壁荒漠、巴山蜀水、大地为席、明月为帐；故事里，有冷月孤星为伴，沙风砾雨相陪，隐姓埋名、离群索居；故事里，生命之火的熊熊释放，如同那一瞬间放射出的炫目光华，照亮了那段隐秘的历程，也激荡着每一个后来者的心。

# “金凤凰” 鸣响材苑乐章

——记金属材料专家、中国科学院院士肖纪美



肖纪美，湖南凤凰县人，生于1920年12月，北京科技大学教授，材料科学家、金属学专家和冶金教育家。1943年毕业于唐山交通大学；1948年2月赴美国留学；1949年1月获美国密苏里大学冶金工程硕士学位，1950年8月获冶金学博士学位，曾在美国林登堡钢铁热处理公司实习一年半，随后在爱柯产品公司和美国坩埚钢公司任研究冶金师五年半；1957年7月冲破美国政府的重重阻挠，回国参加社会主义建设；1957年10月到北京钢铁工业学院任教至今，先后任金属物理教研室主任，材料失效研究所所长、环境断裂开放实验室主任。1978年被聘为国家科委冶金新材料组和腐蚀科学学科组成

员。1991年，任中国科学技术协会第四届全国委员会委员；历任中国腐蚀与防护学会第一、二届副理事长，第三、四届理事长；中国金属学会理事、材料科学学会理事长、荣誉会员；中国稀土学会常务理事；中国材料研究学会顾问；并在中国兵工学会、中国航空学会、中国宇航学会、中国机械工程学会所属的材料专业委员会任职。1999—2000年任中国博士后科学基金会副理事长，为中国博士后制度的建立做出了贡献。1977—1986年先后获得北京科技大学优秀教师、北京市教育系统先进工作者、全国冶金教育劳动模范称号。1989年被国务院侨办授予全国优秀归侨称号，被中国科学院授予对中国科学事业做出贡献的荣誉章；1984和1991年，两次当选为北京市海淀区人民代表，1980—1995年担任国际性学术刊物《冶金学报》(*Acta Metallurgica*)及《冶金快报》(*Scripta Metallurgica*)的中国编辑；1999年被美国腐蚀工程师协会(NACE)授予“资深会员”称号。1996年被国家科委和教委授予全国高校先进科技工作者称号，2011年被中国金属学会授予冶金科技终身成就奖。1977—2011年，共获得部级奖励28项，享受国务院政府特殊津贴。1980年当选为中国科学院学部委员(1993年改称院士)。

肖  
纪  
美

「金凤凰」  
鸣响材苑乐章

湖南湘西有一个凤凰县，那里山川秀美，钟灵毓秀，有着两千多年的悠久历史。一方水土养育一方人，古老的凤凰县曾经飞出影响世界的“凤凰三杰”，一位是用文字唤醒社会的文坛巨匠沈从文，一位是用画笔描绘生活的知名画家黄永玉，还有一位便是至今仍活跃在国际金属材料科技舞台上的“金凤凰”<sup>①</sup>肖纪美。

肖纪美的一生是充满传奇色彩的一生，而立之年三次冲破美国层层阻挠曲折归国，不惑之年辗转奔波指导生产，年过花甲全心钻研腐蚀学机理取得突破，耄耋之年仍坚守讲台，完成学术著作29本。肖纪美用九十余载的传奇人生鸣响了“金凤凰”的材苑乐章。

## 一鸣留美途：辗转归国真英雄

1957年，一艘横跨大洋的游船上，在美国官员的威逼利诱面前，肖纪美唱响了一出“三遭拒美”的爱国赞歌，至今仍被广泛传颂。其实，年少时起，肖纪美的人生便与国家和民族的命运紧紧相连……

1920年，肖纪美出生在湖南省凤凰县的一个书香门第，从小便跟满腹经纶的祖父一起生活。耳濡目染下的肖纪美从小就喜欢读书，最大的梦想便是成为一名教师。但是，一场与中华民族性命攸关的战争爆发了，抗战的烽火逐渐燃到内地，看着科技落后，国家处处挨打现状，肖纪美决定走科技报国的道路，立志用科技力量改变国家积贫积弱的模样。1939年，肖纪美以第二名的优异成绩考入了唐山交通大学矿冶系。大学毕业后，肖纪美在重庆兵工署二十八厂担任技术员，1947年又在南京国民政府从事外文翻译和工业标准引进工作，工作内容让他又一次深切感受到国家民族工业的落后，于是1948年他毅然远赴美国留学。

在美国，不到三年时间，肖纪美就获得了美国密苏里大学的硕士、博士学位。1951年他接到了北洋大学的聘书。当他订好船票去美国移民局办理有关手续时，正值朝鲜战争爆发，因此遇到了美国官员无理的盘问。美国官员问肖纪美：“肖先生，假如中美战争爆发，你会站在哪一边？”肖纪美则回答：“根据美国宪法修正案第六条，我有权拒绝回答。先生，如果苏联军队开到墨西哥边境，您将持什么态度呢？”虽身处险境，肖纪美仍坚定地表达了爱国立场。不过，肖纪美的回答显然不能获得美国官员的

<sup>①</sup>“金凤凰”一词是肖纪美家乡湖南凤凰对他的称颂，同时也是金属材料界对他的褒奖。

签字，他只能选择继续留在美国等待机会。

滞留美国的肖纪美没有放弃专业，开始在美国坭坭公司的工厂实践专业知识，练就一番本事。当时，世界上镍资源十分缺乏，肖纪美接受美国军方提出的建议，开始研制工作环境高于650℃的节镍不锈钢耐热钢。又是三年时间，肖纪美先后冶炼了二百多炉试验用钢，逐渐发现锰、氮元素可以部分或全部代替奥氏体不锈钢中的镍，并且首次提出了节镍奥氏体不锈钢的基本成分设计和力学性能计算的方法，一举获得了美国专利，成为节镍不锈钢领域的专家。虽然在专业研究方面小有成就，但肖纪美日夜思念着祖国，无时无刻不想着回到祖国母亲的怀抱，梦想着用自己所学的专业知识和技术本领为祖国民族工业的振兴做贡献。

1957年，肖纪美顶着巨大的压力，终于冲破了美国政府的重重阻挠，登上了回国的万里征程。但是，美国人的伎俩才刚刚开始……船刚刚离开旧金山，美国移民局的官员便登船来找肖纪美的麻烦，查证件、翻包裹、看资料，实在得不到有用的证据，美国的官员便展开了“银弹”攻势：“肖先生，如果你肯留在美国，我代表美国政府许诺你优厚的工作岗位和薪酬待遇，请你认真思考个人的发展问题。”怀揣着钢铁报国之梦的肖纪美显然不会理睬他的建议，斩钉截铁地拒绝了。

刚刚长舒了一口气的肖纪美，在洛杉矶换船时，又一次遇到了美国移民局的不速之客。美国官员使出了威胁招数，恐吓肖纪美如果执意回国，将失去其在美国收入的所有现金和存款。第二次面对美国官员的肖纪美，在金钱威胁面前丝毫没有畏惧，他对美国官员说：“我在美国的所有收入都是用我个人的辛勤汗水换来的，你们美国政府无权扣押！”气急败坏的美国官员见状干脆将肖纪美身上的一万美金强行掠去。

美国人的表演还远没有结束，当船行驶到檀香山时，美国移民局的官员第三次拦住了肖纪美，并厉声呵斥肖纪美如果执意回国，将扣留其年幼的两个儿子。面对敌人的威逼，37岁的肖纪美望了望妻子怀抱中刚满周岁的小儿子，双目有些潸然。但是，满目疮痍、百废待兴的祖国闪现在他的脑海中……他沉了一口气，大义凛然地对美国官员说：“我是一个炎黄子孙，我深爱着我的祖国和民族，我一定会将我的一生奉献给我的祖国。无论你们怎样威逼利诱，都不会改变我投身祖国工业振兴的宏伟志愿。”之后，肖纪美扬长而去，投入了祖国的怀抱。

回国后，肖纪美婉拒国内友人对他的经济支援，白手起家，书写了一段波澜壮阔的科技报国志。1972年，伴随着祖国的腾飞，已经回国15年的

肖纪美收到了尼克松总统送来的在美国银行“寄存”的一万美金“血汗钱”，结束了这出“三遭拒美”的波澜壮阔的民族大戏。

“三遭拒美”归国后，肖纪美始终关注着国家发展和民族命运，在学术研究中坚持以国家需要为根本，教书育人的过程中更是教育学生们树立“科技报国，创新强国”的理想抱负。回顾祖国的发展历程，肖纪美坦言：“尝到过‘国破家亡’滋味的人始终不会忘记苦难的历史，更加能够感受到祖国蓬勃发展的喜悦。”

1985年4月，65岁的肖纪美加入了中国共产党，他说这是他生命的又一个春天，肖纪美终于完成了由“科学救国论者”向“共产主义战士”的飞跃。

## 二鸣生产线：妙手拯救轰炸机

回到祖国的肖纪美继续用科研和实践书写着科技报国的篇章，他在学术研究中紧密联系生产实际，救过机械厂，帮过油气田，还因为拯救了一批轰炸机成为了不折不扣的腐蚀学专家……

1957年回国后，在政府的亲切关怀下，肖纪美主动请缨走进了北京钢铁工业学院的大门。那年正值“大炼钢铁”，肖纪美还未来得及休整便参加到社会主义教育、改造知识分子世界观的运动中。运动中，他每天到钢铁生产的一线去参观，逐渐了解到中国钢铁工业镍资源匮乏的现状。“祖国的需要就是我的需要，祖国的困难就是我的困难。”肖纪美想到了自己老本行——节镍不锈钢，马上将相关情况向冶金工业部进行了报告，并找到了本溪、抚顺、上海等地钢厂，给工厂技术人员和工人作报告，全面详细地介绍了国外节镍不锈钢的科学研究成果，结合实际具体讲解了生产工艺和流程，并将自己的成果论文公开发表在国内学术刊物上。肖纪美的毫无保留，让中国不锈钢的生产如逢甘霖，在“大炼钢铁”时期诞生了一系列当时世界十分罕见的高品质铬锰氮不锈钢，肖纪美也用自己的努力给祖国母亲送上了第一份厚礼。

不久，文化大革命开始了，肖纪美因留美归国幸运地第一批“被解放”，离开实验室，来到生产企业一线做些事情。在北京郊区的锉刀厂，肖纪美和同事帮着工人重新制定生产工艺，避免了产品因端口石墨化而成批报废，挽救了生产；四川气井的套管因硫化氢腐蚀产生环状断裂，导致井喷事故，引起一场大火，肖纪美和他的同事到现场实地勘探，研究材料



性能，不仅解决了断裂问题，还让石油套管的生产成本大幅下降……作为一个金属材料领域的知名学者，肖纪美走到哪里，就研究到哪里；哪里有问题，就停留在那里；哪里找上门，就同哪里挂上钩，逐渐成为了国内失效分析领域的“主治医师”。

1970年，“主治医师”肖纪美来到航天四院，受邀解决长征火箭壳体的微裂纹问题。长征火箭是我国自主研发的第一枚运载火箭，承担着卫星发射的重要使命，也寄托了全国人民的航天梦想。不过，由于壳体存在严重的微裂纹，火箭迟迟没有升上天空，严重影响了卫星的发射。困难面前，肖纪美雪中送炭一样来到了事故现场，随即对壳体材料的力学性能进行了综合的评估。凭借着多年的经验，肖纪美认为壳体使用的钢铁材料不能符合发射要求，其打压、焊接、成筒后难以承受太空发射的强度。经过反复的对比实验，肖纪美发现只有更换材料，采用北京钢铁学院杨让教授研制的超高强度钢才能符合要求。后来，杨让教授的钢铁材料成功地应用在了长征火箭的壳体上，让遨游太空的“东方红”烙上了北京钢铁学院的烙印。

1974年，我国刚刚研制成功的新型战斗机“轰-6”在西安阎良执行任务时，因为起落架螺钉的断裂而被迫全部停飞。“轰-6”是我国自行制造的第一批战斗机，被称作我国空军部队的“主力中锋”。突发的断裂事故严重影响了空军部队的作战能力，中央军委高度重视，军区领导更是心急如焚。危难关头，他们想到了“主治医师”肖纪美，军区领导马上将他请到阎良现场，希望他能“妙手回春”。来到阎良后，肖纪美争分夺秒，查看了战斗机的螺钉断裂处，仔细地分析、对比裂纹的特征和发生部位，排除了雨水腐蚀的原因。随后，肖纪美通过一系列模拟实验反复研究，很快就找到了事故原因。原来，“轰-6”型战斗机主要采用苏联工艺，螺钉的紧固依靠一种含水黏合胶，水分腐蚀是罪魁祸首。此外，肖纪美还发现螺钉在加工时的缺口设计以及应力分布都不甚合理，增加了断裂事故发生的可能性。短短一个多月便找到了事故的元凶，军区领导对肖纪美的本领心服口服，马上聘请肖纪美团队全权负责断裂螺钉的改进工程。有了军区领导的信任，肖纪美自然有了底气，他结合断裂事故的根源确定了三条改进方案：一是在螺钉黏合过程中采用快干胶，防止水分的腐蚀作用；二是将螺纹加工工艺“变车为滚”，提高螺钉的抗应力腐蚀性能；三是将螺钉进行回火处理，适当降低螺钉应力强度。三条建议如同灵丹妙药，停在空军基地近半年的轰炸机终于重新飞上了蓝天。肖纪美也因为拯救轰炸机而

“闻名于世”，开始承接断裂腐蚀方面的重大攻关项目，成为国内大名鼎鼎的腐蚀学科领军人物。

回忆起与肖纪美共同奋斗的时光，老搭档们均流露出发自内心的敬佩。林实<sup>①</sup>教授直言不讳地说：“肖纪美先生在失效分析领域特别注重结合实际分析，这在国内非常罕见，正是这个特点成就了他后来在学术理论方面的突出成就。”

在20世纪70、80年代，肖纪美先后为冶金、机械、石油、化工、航空、兵器、电力、电讯、铁道、建筑、煤炭、原子能等十余个工业部门解决过无数重大问题，解决了一大批工程中的断裂问题和产品的质量问題，取得了显著的社会效益和经济效益，对发展断裂力学理论和断裂学科做出了重要贡献。

### 三鸣科技苑：世界范围最前沿

多年来，肖纪美在材料的应力腐蚀和氢致裂纹机理方面进行了深入的研究，提出了很多重要的理论，研究成果被美国权威专家称赞为“处于全世界领域内的领先最前沿”。

提到肖纪美卓越的学术贡献，还得从生产实践说起。1975年，重庆20机械厂生产的25型海炮在大连发生了严重的炸膛事故，造成了重大的经济损失。肖纪美前往山城重庆，通过研究发现炮管二次镀铬时渗入了氢气导致氢脆。在肖纪美的指导下，工厂在镀铬时改进了工艺，有效地避免了氢脆问题，一举扭转乾坤，让在大连服役的一大批快艇重新出海。肖纪美在处理25海炮炸裂事故中所做的贡献，受到了国防科工委的高度重视，而肖纪美提出的由设计方、生产方、军代表构成的产学研“三结合”的研究思路也被国防科工委在全国范围内推广。

在“产学研三结合”的指引下，以肖纪美为首的科研集体针对我国建设中的实际问题及发展前沿科学的需要，开始对材料的应力腐蚀和氢致开裂机理展开系统的研究。当时人们有一个错误的观念，认为航天材料的强度越高越安全，而航天工业部在工程实践中发现材料强度越高反而越容易脆断，限制了航天材料的发展。于是，肖纪美开始分析事故出现的原因，逐渐又把断裂力学的研究扩展到中强度钢甚至低强度钢的工程应用中。工

<sup>①</sup> 林实，金属材料专家，北京科技大学教授，肖纪美先生学术团队成员。

程构件和设备在工作中，通常受应力和环境的共同作用，钢铁材料在应力和化学介质的协同作用下引起的断裂现象叫做应力腐蚀断裂，由于氢引起的材料塑性下降、开裂或损伤现象称为氢脆或氢致开裂。万物之间互相制约，强韧的钢材料特别害怕世界上最轻的元素“氢”，钢材一旦渗氢，就会发生脆断，造成灾难性的事故。国外资料显示，发达国家的灾难性工程断裂事故有一半以上是由于金属的氢脆、应力腐蚀引起的。应力腐蚀和氢致开裂是两种相互联系又有区别的材料失效现象。根据这些现象，肖纪美又开始研究断裂物理，并率先提出了断裂化学的新分支。

“六五”期间，国家科委新技术局把“金属材料恶性腐蚀事故研究”及“金属材料的力学性能及微观结构”列为国家重点课题，委托北京钢铁学院的肖纪美团队联合国家教委、中国科学院所属其他院、所承担。随后，国家自然科学基金重大项目“金属材料断裂规律及机理若干问题研究”课题的重担也落到了肖纪美的肩上。科技界过去最大的悲哀是没有工作条件，好的想法不能实现。现在有了这么大的人力、物力的支持，梦想就能变成现实。于是，肖纪美开始了漫长的科技攻关路。肖纪美认为，知其然而不知其所以然是不够的，只有彻底查清引起金属失效的原因，才能为防止事故、改善材质拟定出可靠的措施。

肖纪美率领课题组在已有的大量实践基础上，由表及里，对种种影响因素逐个加以研究、分析，一直深入到原子、电子层次，上升到断裂力学、断裂物理、断裂化学理论。以往的教科书认为：只有拉伸应力才产生应力腐蚀断裂，而肖纪美领导的课题组通过实验发现“在多种体系中宏观压应力也能导致应力腐蚀裂纹；扭转型裂纹或缺口试样可以引起氢致开裂，氢能促使金属的塑性变形”。基于这些发现，他们首次提出了氢致软化原理，并依据硅单晶中氢致裂纹的尺寸和棱柱错位的环数及功和能的关系，在实验中首次获得了氢降低铁和铝结合键的定量数据，为氢致开裂机理的氢压理论和弱键理论提供了定量依据。此外，他们还从材料相图中含氢相所产生的各种变化及其对氢致开裂的影响和作用分析，统一了现有的各种氢致开裂机理。肖纪美在该领域的大量工作卓有成效，极大地推动了金属材料腐蚀与断裂学科的发展。

国外知名期刊《冶金快报》<sup>①</sup>的主编J. P. Hirth对他们的工作有这样的评价：“这项工作在世界这些领域内，处于科学进展的领先前沿，是世界

<sup>①</sup> 《冶金快报》，国际冶金领域的知名期刊，英文名为*Scripta Metallurgica*。

范围内最活跃的中心之一。”<sup>①</sup>国家科委则这样评价肖纪美教授科研集体的工作：“在《金属材料的应力腐蚀和氢致开裂机理的研究》中，首次提出了‘断裂化学’这个新的分支学科，成为继‘断裂力学’、‘断裂物理’之后断裂学科三大理论支柱之一。他们还在氢致开裂、应力腐蚀、腐蚀疲劳等方面提出了一系列经过实验证实的独创的新见解，形成了我国自己的学派，并逐步为国际同行所公认。”

为了表彰他们的成就，1987年国家自然科学奖励委员会授予肖纪美团队国家自然科学二等奖，这是北京科技大学建校以来，基础研究方面获得的最高奖励之一。

## 四鸣学术界：材料领域哲学家

肖纪美十分注重人文、社科、科技的类比交叉和结合，20世纪80年代开始建立“材料学方法论”体系，逐渐从不同认识层次上将三者进行广义的类比、交叉与融合，形成了一套完备的材料科学教育理念。

在多年的研究和实践中，肖纪美“继续深入疑无路，交叉类比又一村”<sup>②</sup>，深切地体会到交叉和类比的重要作用。于是，他首先跳出材料学科，对内因和环境的相互作用关系进行了思考。他将心理、材理与哲理进行互通和融合，例如，将“命运”一词拆开，认为“命”和“运”有别：命，结构也，爹娘所给，可称之为“基因”；运，环境也，便是随后遭遇的环境；内外共作，则有造化。肖纪美认为，“命”和“运”的概念在社会和自然界中，有着十分广泛的应用。在自然界中，材料的价值是由自身组织结构和工作环境共同决定的；而在社会中，肖纪美则摘引《西游记》中的典故：孙行者护师西行，历经千辛万苦，就是靠他已有的本事（命）和沿途上天的援助（运），才取得佛经回大唐，和唐僧被分别封为斗战胜佛和旃檀功德佛。由此，肖纪美认为，知识分子若能埋首治学（命），并清楚自身定位（运），则命运定然不错。

随后，肖纪美类比优质材料和人才，对人才给出了定义。他认为优质材料之于设备就如人才之于社会，“人才应该是对社会高效地做出有用贡献的知识分子”。由此定义出发，他抽出“人才”的三个判断依据：一是

① 科学领域一般将一个处于领先前沿的学术团队称为“一个活跃的科学中心”。

② 援引肖纪美创作的诗句：支离破碎曾满意，壮年反复审纠纷。继续深入疑无路，交叉类比又一村。

对社会有贡献，这是在德方面的要求；二是应做出“有用的贡献”，这是量和质的要求；三是要有高效率，这具有时间与经济的含义，是快和省的要求。肖纪美将“德才兼备”作为自己教育学生的准则。培养后继人才，他认为最重要的是使其在科研实践中锻炼成长。因此，他经常带领课题组成员下工厂，到现场，调查事故原因，收集资料，从宏观到微观，在完成科研任务的过程中培养了一批又一批人才。

在方法论的指导下，肖纪美还将自己的治学方法进行了梳理和总结，提出了治学五法：一是工具和方法，治学应该掌握好的学习方法；二是教学相长，师生之间的互促互进很重要；三是博采各家之长，博学、审问、慎思、明辨、笃行；四是“三易原则”，治学时应设法寻求该学科中存在的简易的、不易的变易原则，明确方向和路线；五是实践悟知，要学会方法的选用。同时，肖纪美扩充材料观，结合以前的论述，获得了五点独特的事物观：沧桑是正道，诸法因缘起，实践是第一，事物无完整，系统需开放。可见，肖纪美已经将材料学科的基本原理提升到治学、做事原则的高度，用自然辩证法和科学方法论指导学生做人、做事、做学问。肖纪美说，“教育的目的，于国而言，是让国家复兴；于个人而言，学会学习，做人，最终成才，为国奉献。”

肖纪美至今已独立出版各类著作29本，总共800余万字。肖纪美至今仍然在思考材料学的交叉与类比，目前正在撰写关于融合方法的第30本著作——《创新三部曲》。

## 五鸣育人堂：三尺讲台佳园丁

时至今日，已经耄耋之年的肖纪美仍然眷恋着那三尺讲台，喜欢与学生们在一起的时光。相比于科学家、工程师和其他职务，肖纪美最喜欢的职业一直是教师，从未改变。

肖纪美确实是一个称职并且优秀的教师，在教学第一线上也站得更高、看得更远。他在任教期间，始终坚持教育应该狠抓三个方面：一是狠抓基础，只有注重基础，不断积累，才能有提升的台阶，才能有未来和前途；二是狠抓方法，学生要以马列主义为指导，放宽眼界，不仅要学习课堂知识，更要学习为人处世、求学上进的方法；三是狠抓外语，认为中国要面向世界、面向未来，每一个学生至少掌握一门外语，不求多但求精。

徐匡迪<sup>①</sup>回忆：在北京钢铁学院的老先生中，去图书馆次数最多的是魏寿昆<sup>②</sup>和肖纪美两位，每次见到肖先生都在认真做笔记、记卡片，羡慕与敬仰之心油然而生，因为从肖先生身上能够看到中华优秀传统文化的传承和中国知识分子的宝贵品格。刘淇<sup>③</sup>对于肖纪美的评价虽仅有八字，却意味深长——“学而不厌，诲人不倦”。

凡是听过肖纪美讲课的人都知道，他喜欢用示意图来说明某一领域、某一范畴与相关领域、相关范畴的关系，注意从系统的观点来阐明所讲述的内容，力图首先给听者一个明晰的概念。肖先生不但讲内容，也注意讲思路，生动活泼，不乏幽默感。

余宗森<sup>④</sup>曾作为肖纪美的助手与他在同一个教研室里工作。余宗森回忆，那时他经常不分昼夜地跑到肖先生家请示和商量工作，总能看到肖先生在当时教授宿舍的狭长斗室内，面对满墙的中外文书籍，埋头备课、写讲稿，烟灰缸里布满了烟蒂，肖师母时不时地过来轻声询问，要不要再煮些咖啡，以备他“挑灯夜战”。余宗森从肖纪美处受益匪浅：“肖先生尽管知识渊博、经验丰富，但每次讲课仍是一丝不苟、认真准备。身教重于言教，他的敬业精神为学生树立了榜样。”

乔利杰<sup>⑤</sup>教授1981年报考肖纪美的研究生时，肖纪美已是院士，却“比较平易近人，没有那种学界泰斗令人不敢接近的感觉。”乔利杰介绍，“他经常要求学生，写文章要多用名词和动词，少用副词和形容词，目的是要我们实事求是，不浮夸。”如今想起来，乔利杰认为从先生那里学到的最重要的，就是做科研要踏实、宽容。当年，尽管乔利杰研究生论文的结论和肖纪美最初的设想和传统观点不符，但是肖先生仍在保留意见的情况下同意其毕业，并基于后来更多的研究认同了学生的成果。

而在肖先生的二儿子肖瑞琪的印象中，父亲对学生很负责。他介绍说：“学生敲门说，‘肖先生，我来问你一个问题’，他从来没有跟学生说过不行。每次学生来，父亲就把门打开让大家进来。晚上也敲门不断，经常这边没走那边又来了。很多学生毕业后还回来找他讨论问题，他总是很

① 徐匡迪，钢铁冶金专家，中国工程院主席团名誉主席，中国工程院院士，肖纪美先生的学生。

② 魏寿昆，冶金物理化学专家，中国科学院院士，肖纪美先生的同事。

③ 刘淇，北京科技大学校友，中共中央政治局委员、北京市市委书记，肖纪美先生的学生。

④ 余宗森，材料专家，北京科技大学教授，肖纪美先生的同事。

⑤ 乔利杰，金属物理专家，北京科技大学教授，肖纪美先生的学生。

高兴。”20世纪70年代末，一些学生可以去国外学习，很多人来让肖纪美写推荐信，他虽然工作要忙到很晚，但一定会亲自帮学生们写。肖瑞琪回忆说：“身教胜于言教。他不仅上班忙工作，回家也一直看书、做笔记，家里书摆得满满的，这对我来说是一个榜样，我跟他接触不是很多，但我养成了很好的学习习惯，好像生活的很大一部分就是要学习，就是要努力。这个榜样他为我们做得很好，我们很自然地会跟他一样。”如今，肖先生的两个儿子都在美国的大学取得博士或硕士学位，并在有关领域内有所作为。

肖纪美还十分关心学生的全面成长，他会以自己的切身体会教育学生关心政治，热爱国家，他说：“搞科学脱离政治就不了解国家的需要，而只有根据国家需要来选择的研究课题才有真正的社会价值。我们的祖先为世界科学的发展曾做过不少伟大杰出的贡献，然而近三百年来，我们落后了。同学们，我们应该做个有骨气的中国知识分子，用我们的双手和智慧，在科学技术领域赶上和超过世界强国。”肖纪美的学生陈大中<sup>①</sup>在20世纪80年代到国外研修，曾获得在国外留校科研的机会。面对优厚的待遇和舒适的环境，他想到了老师的言传身教，于是对外国导师说：“我是中国知识分子，我要用一颗真诚的心和我的专业知识报效于我的祖国。”这句话是陈大中的人生信条，也是肖纪美多年来育人的一贯准则。

肖纪美桃李满天下，一生共培养博士、硕士研究生60余人，先后开设《热力学》、《金属材料学》、《腐蚀金属学》、《合金相理论》、《金属物理》、《断裂力学》、《金属的韧性与韧化》、《合金能量学》、《材料学的方法论》等课程10余门，应邀到包括台湾在内的20余个省市的66所大学及95个学术研究机构讲学，不遗余力地传播先进的材料科学知识，堪称一位活跃在三尺讲台上的好园丁。

## 六鸣人生路：“士而不仕”老院士

虽然身为中国科学院资深院士，肖纪美却一直坚持着简单的生活方式，他把全部的时间和精力都投入到了科研和教学中。2009年，《科学时报》用“终生‘为士不为仕’”为题报道了肖纪美先生的事迹。

肖纪美先生为人非常朴素，他所居住的房间内除了一大排被各种书籍

<sup>①</sup> 陈大中，中国铁道科学研究院副研究员，肖纪美先生的学生。

占用的书柜外，再也没有什么华丽的家具，肖纪美甚至将两间卧室打通，改成了一个明亮的书房。在肖纪美看来，生活中最美好的事情便是读书和学习。肖纪美的学生乔利杰幽默地说：“肖先生一年四季都是那身朴素的衣服，脚下更是一如既往地穿着布鞋。金属物理系现在的教授都受肖先生影响，生活上特别朴素，脚上都穿着‘肖氏布鞋’。”肖纪美如今已经年过九十，但是去外地出差却从来不用人陪伴，都是独来独往，如果到路途较近的地方开会，肖纪美甚至还会选择乘坐公共汽车。肖纪美说，“如今交通这么发达，社会治安这么稳定，我出差不需要人给我拎包。”其实，肖纪美先生的朴素作风一直可以追溯到他年轻的时候。

1975年夏天，肖纪美受邀到重庆分析生产事故。重庆是有名的“四大火炉”，那年的天气又异常炎热，当时已经年过中年的肖纪美在事故现场头顶烈日工作了一整天，衣服都被汗湿透了好几茬。好不容易将当天的工作忙完，肖纪美带着随行的青年教师来到现场旁边的一家面馆，只要了两碗清汤面充饥。青年教师诧异地问肖纪美，辛苦工作了一天，为什么不吃点好东西犒劳一下。肖纪美看了看桌上的清汤面，对那位青年教师说：“清汤面是健康食品，营养价值特别高，咱们吃这么好的东西，明天干活肯定干劲更足！”听到肖纪美“苦中作乐”一般的回答，那位青年教师也有些不好意思，心里也更加敬佩肖纪美先生艰苦朴素的作风。到了夜晚，重庆的天气更加闷热，一伙人都躺在床上辗转反侧，难以入眠。唯独年龄最大的肖纪美，侧躺在床上，把小风扇对着自己的后背直吹，将炎热的气候抛之脑后，安然地入睡。同行的青年教师都敬佩地说，肖先生是团队里面“吃得最香、睡得最好”的人。

跟肖纪美合作了一辈子的田中卓<sup>①</sup>谈起肖先生的朴素作风掩饰不住发自内心的佩服。“肖先生特别的平易近人，与现场的工人师傅能够打成一片，无论工作条件多么艰苦，他都是第一个冲上去抢着干。”田中卓教授说。另外一位老搭档褚武扬<sup>②</sup>教授更是对肖纪美的为人大为赞赏：“肖先生就是一个严谨认真的学者，从来不摆大牌学者的架子，也从来不追求什么物质或者权利，无论哪里找他讲学或者作报告，他从来不找人家要什么报酬，而且他明确提出只参加学术交流不参加任何开幕式和鉴定会。”

肖纪美一生曾经拥有多次到其他单位担任主要领导职务的机会，但是他都以科研和教育太忙为由婉言谢绝了，唯独参与了我国腐蚀与防护

① 田中卓，金属物料专家，北京科技大学教授，肖纪美先生学术团队成员。

② 褚武扬，北京科技大学教授，肖纪美先生学术团队成员。



学会的组织管理工作，看着腐蚀与防护学会一步步地走过了30个春秋，也看着自己钟爱的学科一步步地发展壮大，肖纪美无比欣慰。“很多人可能一直误以为‘学而优则仕’中的‘优’是优秀和突出的意思，其实应该是充足和富余的意思，孔子的原意是治学有了富余的时间，可以考虑去当官，”肖纪美说，“搞科学研究就要认真实践，不能不懂装懂。我给自己的定位首先是一个老师，教好书之余我会考虑担任其他职务，但那些我力所不及的事情我绝不去想。我这一生从没有当过什么官，最大的官可能就是教研室主任，主要工作就是给学生排课表。”

肖纪美至今仍然奋战在教学、科研的一线，对于本科生、研究生以及厂矿企业邀请的学术报告几乎有求必应，真正体现了一个学者大家的风范，也用亲身实践演绎了一个“士而不仕”的朴实人生。

## 七鸣书卷海：一生“拾贝构贝雕”<sup>①</sup>

肖纪美住的四间屋子有三间是书房，大大小小十六个书架，参访时，他动情地说：“人上了年纪，就变成一个有思想的废物，教了一辈子书，编书、写书，断不了与书的感情。”

肖纪美擅长作诗，他将自己的人生以十年为一期，作了一首《十年历程》：“飞腾十年有几何？‘文革’十年有坎坷！追忆十年重起步，留美十年是南柯。再加十年恨日寇，少习十年归长河。展望十年如朝露，愿随飞天作木苛！”肖纪美形象地把读书、写作比作产业，“拾贝”为一产，“贝雕”为二产，“出版”为三产。在浩瀚的材料科学海洋中漫游沉浮，谨慎挑选，出版了29本专著，可谓硕果累累。对过去的成就，肖纪美并不满足：“人间正道是沧桑，专家落后正茫茫，环境巨变需通才，新园异花分外香。”他给专家下的定义是：“对愈来愈少的事物知道得越来越多。”现在时代变化，信息爆炸，培养适应新世纪的通才是当务之急。

“通才具有广阔视野，科技工作者尤其该懂自然辩证法和形式逻辑，尽可能博览群书。”肖纪美喜爱看书“拾贝”，《三国演义》读出了忠，《红楼梦》品出了情，《水浒传》看出了义，《西游记》明白了诚。他还特别推荐毛泽东的《矛盾论》、《实践论》等哲学著作，他说掌握“两论”有助于

<sup>①</sup> 援引自肖纪美先生的诗句“学海溶山头，构贝拾贝雕”，其中“构贝”比喻读书后创作，“贝雕”比喻创作成品。

改变人们观察事物的方法。肖纪美的书架上有一排排圆木头钉装纂的厚册，这些都是用活页纸抄录汇成的笔记，内容博杂，包罗万象：堂·吉诃德、八卦与编码、人才争夺战、第三产业、南无阿弥陀佛……分门别类，内容清晰，编排精致。肖纪美笑着说，这些看似无关的东西里，可以吸收不少治学的启示。比如科研选题问题，他就借用了达尔文的“适者生存”的理论，借用了孙子“知己知彼”的理论。他说：“科研选题，首先要讲一个‘适’字，即适合社会的选择原则，符合所在国家的科学技术方针。而要想生存，则首先要比贡献、摆实力。同时要知彼——了解课题的类型和难度；知己——了解自己队伍的科研水平，如此才能百战不殆。”

肖纪美至今仍保持着每天8个小时的工作量，每天早晨都读书、阅报，并且保持着做笔记和剪报的习惯。他以科学家的人生体验和独特感悟，撰写科学方法类的书籍《梳理人、事、物的纠纷》收入“院士科普书系”第一辑，在北京图书大厦卖得火爆。

肖纪美已经公开出版的三本韵文诗集《士心集》、《志怀集》和《行知集》收录了他所作的诗歌一千余首，勾画出了这位老科学家“拾贝、贝雕”的学习人生。

2011年10月25日，肖纪美荣获中国金属学会授予的“冶金科技终身成就奖”，这是对他一生学术贡献的最大肯定。

“莫道桑榆晚，为霞尚满天”。肖纪美虽已年过九十高龄，但思维敏捷，身体健康，精力充沛。他用“金凤凰”的鸣响令世人惊叹，他那热爱教育、热爱科学、献身教育科学事业的热情和勤奋学习、勇于开拓、不断创新的精神，更是永远激励着后来人。

# 大梦无疆，且歌且行

——记材料学专家、中国科学院院士邹世昌



邹世昌，江苏太仓人，1931年7月生于上海市，上海微系统所研究员，博士生导师，材料科学家。1952年毕业于唐山交通大学冶金工程系（后与北洋大学等6所大学的矿冶学科调整成立北京钢铁工业学院，即现在的北京科技大学）；1954年赴苏留学；1958年在苏联莫斯科有色金属学院获副博士学位；回国后在上海冶金所研究所（现上海微系统所）工作，历任离子束开放实验室主任、所长，先后担任离子注入和材料改性两个国际学术会议的国际委员会委员。曾受聘为德国慕尼黑弗朗霍夫学会固体技术研究所客座教授。1986年当选为中共上海市第五届委员会候补委员。1992年当选为中共

第十四届中央委员会候补委员。现兼任上海市集成电路行业协会名誉会长、上海宏力半导体制造有限公司科学顾问。20世纪60年代曾负责国防重点任务甲种分离膜（代号“真空阀门”）的加工成形工作，是成功研制甲种分离膜的第二发明人；20世纪70年代以后在离子束材料改性、合成、加工和分析等方面进行了系统的研究工作，独创了用二氧化碳激光背面辐照获得离子注入损伤的增强退火效应，用全离子注入技术研制成我国第一块120门砷化镓门阵列电路，用反应离子束加工成我国第一批闪光全息光栅，研究SOI材料并制成CMOS/SOI电路，发展了离子束增强沉积技术并合成了氮化硅、氮化钛薄膜。曾获国家发明一等奖和中国科学院自然科学、科技进步等14项奖励，发表文章200多篇，培养博士生30多名，2003年被评为上海浦东开发建设杰出人才，2008年被国际半导体设备材料协会SEMI授予中国半导体产业开拓奖。1991年当选为中国科学院学部委员（1993年改称院士）。

邹世昌

大梦无疆，且歌且行

他，生于乱世，辗转求学；他，勤学好问，笔耕不辍；他，科学图强，诲人不倦；他，老骥伏枥，矢志报国。他，就是中国科学院院士，邹世昌。

从新中国低合金钢的研制，到高端硅基材料的研究；从第一颗原子弹的爆炸，到开创研究所的新局面。数十年来邹世昌走南闯北，硕果累累。以严谨的科学态度，广博的胸怀，高远的目光和兼容并包的思想，引领中国尖端科技向前迈进！

## 梦·求学明志

1931年，多事之秋。这一年，“九一八事变”开启了日军全面侵华的道路；这一年，蒋介石提出“攘外必先安内”，国民生活一片水深火热。这一年，邹世昌出生在上海。

1937年7月7日，卢沟桥事变，8月13日淞沪会战，上海沦陷了。此时，年仅6岁的邹世昌刚刚懂事，便目睹了日本帝国主义的侵略暴行，目睹了旧中国饱受列强蹂躏，满目疮痍。1941年，太平洋战争爆发，上海租界被日军占领，日军建立了封锁区，老百姓受尽苦难，只能吃碎米或是发霉的米，通过封锁区要接受日本兵的检查。国贫民弱，受压迫、受欺凌的仇恨和为国家之崛起而奋斗的种子悄悄埋在年幼的邹世昌心中。

抗战的岁月，整个社会都在动荡之中，邹世昌家境贫寒，他在逆境之中奋发图强，凭借自己优秀的成绩得到了当时上海最大的两份报纸《申报》和《新闻报》提供的助学金。同时他的哥哥和姐姐先后辍学打工来资助他上学，邹世昌的求学之路得以继续。

1943年，邹世昌报考了中华职业学校，学习机械科，1945年转学到离家较近的格致中学。同年美国在广岛和长崎投下了两颗原子弹，8月15日日本宣布无条件投降。这给了少年时代的邹世昌一个最直接的冲击，他意识到：强大的经济实力和先进的科学技术是取得战争主动权的重要因素。中国之所以受侵略、受压迫，国力衰弱和科技落后是至关重要的原因。

当时各界对抗战胜利后的社会民生抱有很大期望，觉得抗战胜利了，就是“天亮了”。意想不到的，国民党接管上海后，境况并没有改观，只是日本人换成了美国人，日本兵的暴政虐刑换成了美国兵的横行霸道，社会秩序一塌糊涂。国民党派来的接收大员贪污腐败，物价暴涨，老百姓依然生活在水深火热之中。邹世昌逐渐明白，国家要富强，只凭经济实力

还不够，还必须有一个为老百姓着想和服务的政府。艰难困苦，玉汝于成。少年时代的一系列经历，促成了邹世昌的种种思考，树立了他自强不息、治学报国的志向。

1949年，邹世昌高中毕业，收到多所国立大学的录取通知书。为了减轻家里的经济负担，帮助弟弟妹妹，父母反复斟酌，决定让他去读申新纱厂创办的中国纺织工学院，期望毕业后能在纺织厂找到一个安分的工作。

新中国成立后，邹世昌开始接触新的思想，萌生了投身经济建设的念头。1950年，国家重点发展重工业，邹世昌便怀着工业救国的梦想毅然转学到了唐山交通大学，就读重工业建设紧缺的冶金工程专业。也就是在这里，他的人生发生了重大转折。20世纪50年代的唐山交通大学汇聚了茅以升、唐振绪等一大批专家、名师。大学里他奔波于教室、图书馆之间，勤奋学习，汲取营养；他结识了人生的导师——吴自良<sup>①</sup>；在这里已经明确理想的邹世昌受到了“踏实扬华、自强不息”的校魂和严谨求实、重视实践的校风的感染；在这里他养成了果毅力行、忠恕任事的人生品格和踏踏实实、艰苦奋斗的作风。

1952年，由于全国院系调整，唐山交通大学矿冶系调整到刚刚成立的北京钢铁工业学院。这时的邹世昌已经临近毕业，被分配到中国科学院冶金陶瓷研究所，进行建立我国低合金钢系统的开创性研究。从那时起，邹世昌的命运就与新中国的科学事业密切联系起来了。

1953年，邹世昌通过国家层层选拔，到北京俄语专修学校学习俄语，为赴苏联留学做准备。他在回忆这段经历时说：“新中国成立初期国家经济十分困难，培养1个留苏生的代价相当于国内培养30个大学生，但为了把这批学生送出国，国家为每个人准备的生活用品比父母考虑得还周到。正是党和人民，将我从一个连做梦也想不到可以出国留学的穷苦的孩子培养成才。”这些更加坚定了他报效国家的决心。1954年，邹世昌前往莫斯科有色金属学院留学，开始了为期三年半的留苏生涯。在莫斯科，邹世昌不仅学习刻苦，还光荣地加入了中国共产党，而最让他难忘的是1957年11月在苏联访问的毛泽东主席亲自接见了包括邹世昌在内的留苏学生。他亲耳聆听了毛主席“世界是你们的，也是我们的，但归根结底是你们的”、“你们青年人朝气蓬勃，好像早晨八九点钟的太阳”的著名讲话，这让身处异国他乡的邹世昌感到无比的鼓舞，也为他一生报国打下了坚实的思想基础。

<sup>①</sup> 吴自良，材料科学家，中国科学院院士，邹世昌的老师。

宝剑锋从磨砺出，梅花香自苦寒来。历经磨难，打造出坚毅的品格；艰苦求学，成就了他人生的志向。1958年，在苏联莫斯科有色金属学院获得副博士学位的邹世昌回到上海冶金研究所，开始了他一生为国家奋斗的筑梦历程。

## 梦·工业救国

1964年10月16日，我国西部地区新疆罗布泊上空，一朵巨大的蘑菇云腾空升起，我国第一颗原子弹爆炸成功。原子弹成功爆炸的消息传来，作为参与研制的一员，邹世昌激动的心情无以言表，四年来不分昼夜的研究终有所成，这一刻所有的付出都得到了回报。

早在1955年，党中央和毛泽东主席就做出了要研制原子弹的决策。根据当时的国际形势，中央确定了积极防御的战略方针，为了防御，中国也要搞原子弹。毛主席批示：“要大力协同做好这件工作”。

众所周知，铀235是最重要的核燃料，然而天然铀中，铀235只占0.7%，其余99.3%则是铀238。但用于制造核武器的浓缩铀中，铀235的丰度要达到90%以上。然而铀的两个同位素铀238和铀235的物理和化学性质都极相似，这就决定了分离铀同位素是一项十分关键但又十分困难的技术。20世纪60年代唯一可行的工业规模分离铀同位素的技术是气体扩散法。这种分离技术的关键是分离膜元件的制造技术，当时只有美国、英国和苏联掌握制造分离膜的技术，但均被列为重点国防机密，严禁扩散，苏联更是把这种分离膜称为“社会主义阵营安全的心脏”。1960年，中苏关系破裂。苏联撕毁协议、撤走专家后，设备虽然已经在中国，但是分离膜等关键元件不提供了。没有分离膜元件，发展核工业和核武器就成了无米之炊，既造不了反应堆，也爆不了原子弹，我国核工业面临夭折的危险。

二机部苏联专家撤完的前几天，邹世昌正在长春出差，一封电报把他召到了北京。二机部副部长、原子能所所长钱三强<sup>①</sup>在北京约见中科院上海冶金研究所党委书记兼副所长万钧、粉末冶金学家金大康和邹世昌，亲自向他们下达了研制“甲种隔离膜”的任务（代号“真空阀门”）。钱三强对他们说：“有人扬言，苏联专家走后，中国的浓缩铀工厂将成为一堆废铜烂铁。其中关键之一就是，我们不会制造分离铀235的分离膜元件。这

<sup>①</sup> 钱三强，核物理学家，中国科学院院士。

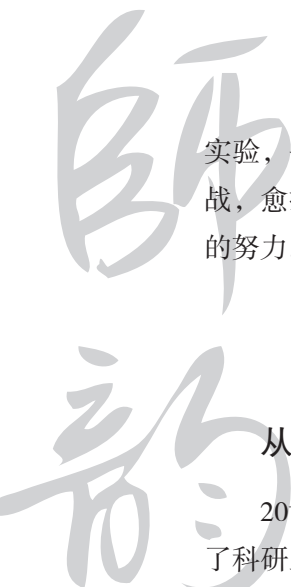
个技术是机密的，不可能得到任何资料。党和国家决定把研制分离膜元件的任务交给你们来完成。”听了这些话，大家深感责任重大，回到上海后，立即组织人力开展研究。1961年11月，鉴于任务的迫切性，有关部门的科研人员和设备被集中到上海冶金所联合攻关。成立了专门研究室，由研究所副所长吴自良任主任，下设三个大组，其中第二大组负责成膜工艺并制成分离膜元件。邹世昌任组长，这一年，他30岁。

那时正值国家困难时期，物质条件比较艰苦。邹世昌和其他攻关人员住在几人一间的集体宿舍里，吃的是集体大食堂，粗茶淡饭，荤腥难沾。“天将降大任于斯人也，必先苦其心志，劳其筋骨，饿其体肤，空乏其身，行拂乱其所为，所以动心忍性，曾益其所不能。”面对生活条件的困苦，邹世昌不怕苦、不怕累，坚持奋战在实验室最前列。相比生活条件的艰苦，研究材料的缺少更是成了邹世昌面前的大问题。分离元件既要有合理的空隙与分离功能，又要有足够的机械强度并具有经得起六氟化铀气体腐蚀的化学稳定性，在选料、制材和热处理方面都有极其特殊的要求。邹世昌领导的第二大组负责分离元件制造工艺的研究，包括粉末成型、压力加工、热处理、焊接等环节，难度重重。面对困难，邹世昌带领攻关人员不停地实验，夜以继日地工作。经过无数次试验，终于确定了有关工艺的设备、工艺和参数。1963年，第二大组对技术路线进行了优选决策，制成了合乎要求的分离膜。

分离膜元件的焊接成型也是一个大难题。当时我国能生产供应的焊头材料性能较差，达不到甲种分离膜焊接工艺的要求。刚好邹世昌在苏联读书时曾研究出一种高强度、高电导、热稳定的铜合金材料。邹世昌将这一材料加工成了焊接电极，使用效果很好，为甲种分离膜的研制铲平了又一个障碍。

1964年初，实验室试制工作基本结束，随即转入试生产。邹世昌与组内的同志下到工厂，指导生产并确定工艺操作规程。1965年，分离膜制造技术通过了国家鉴定，并于同年建厂批量生产，使中国成为世界上除美、英、苏之外第四个独立掌握浓缩铀技术的国家。二十多年的实际使用结果表明，自制分离膜的使用效果比预期的还要好。鉴于甲种分离膜对我国的核工业的建设做出的重要贡献，这项技术在1984年被授予国家发明奖一等奖，邹世昌排名第二。

闲居非吾志，甘心赴国忧。邹世昌怀揣工业救国的梦想，受命于危难之际，在没有任何资料可供参考的情况下，在摸索中艰难前行。一次次的



实验，一次次的失败，一次次的总结，再实验，再失败，再总结，屡败屡战，愈挫愈勇。邹世昌，从不向失败示弱，为捍卫国家的利益付出了自己的努力。

## 梦·科技报国

### 从无到有，拓荒离子束研究

20世纪70年代初，经过文化大革命批判和农村劳动教育的邹世昌回到了科研工作岗位，此时他的研究领域已经转向了离子束与固体材料相互作用及其在半导体材料与器件方面的应用。由于环境所限，当时能使用的设备只有国内制造的一台二十万电子伏特能量离子注入机，性能很不稳定。邹世昌毅然决定对已有设备进行改造扩充其功能开展研究工作。

1974年，邹世昌带领团队与上海原子能核研究所合作，在离子注入机上配置束流准直器及精密定角器，建立了背散射能谱测量及沟道效应分析系统，应用于离子注入半导体的表面层组分浓度分布的测定、晶格损伤的分析以及掺杂原子晶格定位。1975年9月，邹世昌带着取得的成果在第二届“离子束表面层分析”学术会议上发表了论文，引起了国际同行的好评。令他们十分惊讶的是，国际上一般都要用百万以上电子伏特能量加速器及精密仪器进行的实验，中国人竟能在自制的设备上完成研究工作。这篇论文也是我国第一篇在国际学术界发表的利用离子背散射能谱分析开展半导体研究的论文。

1978年，邹世昌带领的团队与中科院上海光机所合作，在国内率先开展了半导体激光退火的研究工作。1979年，邹世昌以客座教授的身份应邀前往西德弗朗霍夫学会固体技术研究所工作十个月。邹世昌罕见的勤奋和谦逊给弗朗霍夫学会的德国同行们留下了深刻的印象。十个月的工作结束，邹世昌完成了4篇非常具有创意的论文，并在弗朗霍夫学会固体技术研究所所长推荐下参加了第二届“国际离子束材料改性”学术会议。会议上邹世昌发表了研究结果，取得了热烈的反响。会前，他还应邀到美国国家标准局、海军实验室、贝尔实验室、IBM Watson研究中心作学术报告。从此，国际离子束学术领域多了一个中国人的名字：邹世昌。1982年，鉴于邹世昌对离子注入技术领域的杰出贡献，国际波姆物理学会接纳他为会员。1985年，他更被推选为离子注入技术和离子束材料改性两个学术会议



的国际委员会委员。

从无到有，邹世昌书写的是一往无前的拓荒精神。正是这种拓荒精神，这种为国为民的思想使得我国离子束技术及其应用在世界上能够占有一席之地。

## 致知力行，创新离子束应用

1985年，邹世昌创建了中国科学院离子束开放研究实验室，对离子束与固体材料的相互作用进行了系统的研究，并应用于材料的改性、合成、加工、分析，相继完成了以下重要研究成果：

半导体离子注入：研究了离子注入硅的损伤及其退火行为，独创地提出了用二氧化碳激光从背面照射对离子注入半导体进行退火及合金化的新方法，这项工作获中国科学院1982年重大科技成果二等奖。研究了用双离子注入的方法在磷化铟中得到了最高的载流子浓度及掺杂电激活率，并用全离子注入技术率先研制出国内第一块120门砷化镓门阵列电路和高速分频器，获中国科学院1990年科技进步一等奖。

SOI技术：用离子注入和激光再结晶方法合成了SOI新材料，获得了一系列发明专利。在深入分析SOI材料光学效应的基础上，提出了一套非破坏性的表征技术，研制成功新型的CMOS/SOI电路。该项目获中国科学院1990年自然科学二等奖。现在SOI材料已进入实用并成为21世纪硅集成电路的前沿技术，2006年上海微系统所的青年科学家们在实验室研究积累的基础上实现了SOI材料的产业化并获得了国家科技进步一等奖。

离子束细微加工：研究了低能离子束轰击材料表面引起的溅射、损伤和貌相变化等物理现象，并用反应离子束细微加工在石英基片上刻蚀出我国第一批实用闪耀全息光栅，闪耀角可控，工艺重复稳定，衍射效率大为提高，这是光栅制造技术的重大突破，获中国科学院1987年科技进步二等奖和1989年国家科技进步三等奖。

离子束增强沉积：负责国家“863高技术材料领域材料表面优化”专题，建立并掌握了可控、可预置和可重复的离子束增强沉积技术，合成了与基体有很强黏附力，低摩擦系数和高耐磨性的氮化硅、氮化钛薄膜。

作为国内离子束研究的先驱，邹世昌在近半个世纪的时间里，共完成200多篇学术论文，获得一项国家发明一等奖，14项国家、科学院和部委自然科学、科技进步奖，奠定了我国在离子束领域的国际地位，为我国离子束研究与应用领域做出了卓越的贡献。

## 殚精竭虑，管理科研双肩挑

1983年，邹世昌走上了中国科学院上海冶金研究所所长岗位，这一年，他52岁。邹世昌下定决心：既然组织和群众充分信任，那走上所长岗位后就应当全力以赴，办成几件建设性的大事，尤其是要坚持原则，秉公办事，听取各方面意见。

1987年7月，冶金所召开了首届职工代表大会，会上邹世昌做了关于在研究所实行体制改革的报告，拉开了冶金所全面改革的序幕。改革是对利益分配的一次再调整。面对改革过程中出现的个人与集体、局部与整体等各种各样的矛盾与阻力，邹世昌没有碰到困难就绕道走，而是坚持原则，凡是有利于全所学术水平提升、综合实力增长、青年队伍成长的事情，即便一时不能为一部分人所理解，也一定要把它做好。一心为公，坚持原则，不图虚名，多做实事，不计较个人得失，经得起困难与时间的考验，这就是邹世昌的领导原则。

邹世昌担任所长的14年中，冶金所的职工收入逐年增长，年平均收入从1984年的1300元提升到1996年的19174元，而邹世昌坚持不给自己发年终奖。克己奉公，对邹世昌来说是一贯的。早在1979年，德国弗朗霍夫学会邀请邹世昌以客座教授身份到固体技术研究所工作了近一年时间，回国之时邹世昌省下一笔外汇，他用这笔钱为所里买了一台价值3000美元的计算机和一些计算器、集成电路及其他零件。同志们都赞扬他爱祖国、爱事业的精神，而邹世昌却只是轻描淡写地说“这是我应该做的”。

邹世昌坚信，作为科学院的研究所，必须保持并提高学术水平，在国际学术舞台上拥有一席之地。而这只有通过加强基础研究、培养高水平的学术人才才能实现。在经费十分紧张的情况下，他主持制定了《择优支持基础研究的条例》，设立青年科技基金，对学术上有竞争力的研究课题和人员择优予以支持，创造稳定的科研环境。

根据中科院“把主要力量组织到为经济建设发展服务主战场，保持一支精干力量从事基础研究和高技术创新”方针，邹世昌提出，应用研究和开发工作必须与市场接轨。要实现科技成果的商品化，决不能停留在立项目、争经费、出样品、搞鉴定、报嘉奖、入档案的旧观念与程式上，否则花费了大量财力、人力、物力，取得的成果并不会被社会所承认，也不可能得到后续的支持，最后濒于无法维持和被淘汰的局面。

在邹世昌担任所长的“七五”、“八五”和“九五”期间，上海冶金所

承担了大量的国家攻关、863高技术、国防军工和中科院重大研究等项目，14年间获得国家发明奖8项、国家科技进步奖14项、中科院科技进步奖111项、部委省市科技进步奖59项，每年在国际学术期刊与国内学报上发表论文三百多篇，自从国家建立论文统计系统以来，在国外发表的论文数及被引用数历年都排在全国研究机构的前十位。他担任所长期间，组建了离子束开放实验室、传感技术联合实验室、世界银行贷款的信息功能材料实验室、中德联合SIM-奔驰实验室和微电子、光盘及其应用、国家金属薄膜功能材料工程技术研究中心等一批科研单元和高技术转移转化机构。在一些探索性、原创性科研项目取得长足进展的同时，研究所的科研活动也得以更好地渗透到社会主义市场经济建设的大潮中，发挥了科研国家队的作用。

## 梦·产业强国

1997年，邹世昌卸任上海冶金所所长。那时，上海市和原电子工业部正着手在浦东建设我国第一条8英寸集成电路生产线。怀着振兴微电子产业愿望的邹世昌接受了上海市政府的委托，参加国家909工程中日合资上海华虹NEC电子有限公司的筹建工作。这一年，邹世昌66岁。

提到我国半导体产业，邹世昌不无感慨地说，在我国的重大科技项目中，20世纪60年代的“两弹一星”与集成电路研制形成了强烈反差。“两弹一星”使我国一举跻身少数拥有核武器的国家行列，而当时起步并不晚的集成电路却与国际集成电路产业的发展渐行渐远。早在1965年，上海冶金所和上海元件五厂就共同研究试制出上海第一块集成电路，几乎与日本同步。但是由于种种原因，历经30余年，我国仍未建立起规模经营的半导体产业。90年代初，邹世昌出国考察时，看到起步比我国晚得多的新加坡甚至马来西亚的半导体产业都后来居上，心里久久不能平静，一种强烈的责任感驱使他不甘人后，决心改变我国微电子产业落后的面貌。

华虹NEC筹建的过程中，从谈判到签约，从打桩到建厂房，年近古稀的邹世昌日日夜夜扑在工作上。终于，1999年2月23日，公司比计划提前七个月投片生产，标志着我国从此有了自己的深亚微米超大规模集成电路生产线。华虹NEC的成功同时也引发了上海集成电路产业的集群效应，使上海在短短几年内，形成了一条由电路设计、晶元制造、封装测试、设备材料、智能卡等不同领域三百余家企业构建的完整的集成电路产业链，产能约占全国的三分之一。

2001年，邹世昌先后当选为浦东新区科学技术协会主席和上海市集成电路行业协会会长，2003年被授予“上海浦东开发建设杰出人才”称号，并转任上海宏力半导体制造有限公司董事长职务。

在此后的几年中，邹世昌以科学家和董事长的双重身份，带领宏力公司承担了多项重要政府科技攻关项目，包括国家重大科技专项、“863计划”以及上海市、浦东新区的多个科技项目。

发展微电子产业任重而道远。从集成电路技术和产业发展趋势看，从8英寸向12英寸升级是必然的。2009年上海市政府工作报告明确要加快12英寸集成电路生产线的建设，作为调整产业结构、提升产业国际竞争力的重要举措。邹世昌又成为12英寸集成电路生产线——华力半导体公司董事会的董事，继续为我国的微电子事业奋斗打拼。

引进是手段，创新是目的。引进不是照搬，而是为了拓展和超越。在扩大生产规模的同时，更要把整机、集成电路设计和制造有机地连接起来。这正是邹世昌投身上海半导体产业以来一直在奔走、呼吁和推动的事情。

## 梦·桃李芬芳

邹世昌不仅是我国离子束、集成电路领域的领军人，他还是一位诲人不倦的好老师。几十年来，邹世昌以大师的风范影响和培养了五十余名硕博研究生。这些弟子中，近一半在国外进修后选择了回国效力，很多已成为相关学术界或产业界的领军人才，其中不乏中国科学院院士、研究所领导、公司总经理、国家重点实验室和工程中心主任等。

早在20世纪80、90年代邹世昌担任研究所所长时，他就常说：“人才是关系到研究所兴衰存亡的大事情，一个研究单位的竞争能力，归根到底取决于科技队伍的素质与水准。”

那时，上海冶金研究所年轻科技人员流失的问题比较严重。邹世昌十分清楚面临的难题：资金不足，住房紧张，陈旧的论资排辈思想等等。经过反复斟酌，到了20世纪90年代初，经过仔细调研和缜密思考，邹世昌认为是痛下决心的时候了。

“作为所长，我在位一天，就要创造一切条件让年轻人尽快成长起来，就是要采取超常规的政策和措施，吸引、稳定、留住年轻人。”邹世昌如是说。他与领导班子认真商议后，制定了一系列措施，天平开始向青年才俊们倾斜。在冶金所，晋升专业技术职称至少有20%—30%的比例用于青

年科技人员；吸收、选拔他们参加所学术、学位评定、职称评审三个委员会和担任各级领导职务；出国考察优先考虑年轻人；在住房分配中，青年科技人员的比例不少于20%；对优秀青年人才要一事一议，特事特办；给青年人压担子，创造脱颖而出的环境与条件。

为了能够吸引优秀青年人才，在制度保障的同时，邹世昌还找青年科技人员促膝长谈，用自己的亲身经历影响他们，希望他们把发展祖国的科技事业作为自己的责任。邹世昌还尽心尽力地为他们排忧解难，以真诚之情打动人心。他的学生，中国科学院院士王曦<sup>①</sup>就曾经与他结下过这样一段不解之缘。

1987年，王曦刚刚从清华大学毕业，通过交谈王曦被邹世昌渊博的学术造诣、豁达的处事态度所深深折服，便毫不犹豫地选择了保送到上海冶金研究所攻读邹世昌的硕士、博士学位。1998年，王曦在德国罗森多夫研究中心做洪堡学者，他再次面临选择：要不要回国。所长江绵恒和邹世昌在德国和王曦长谈，向王曦介绍了中科院正在开展的知识创新工程，让他感到国内大有可为，在江绵恒所长和邹世昌的感召下，王曦义无反顾地回到了祖国，改变了自己的科学研究生涯。为了让年轻人有更多展示自己的舞台，邹世昌还推荐王曦成为了国际波姆物理学会科学成员、离子束材料表面改性序列国际会议国际委员会委员，让王曦能进一步拓展视野，有机会在更高层面上到国外学习交流，领悟到更多先进的理念。王曦于2009年当选中国科学院院士。

其后，在邹世昌主持集成电路生产线建设时，他发现生产线的技术领导和负责人绝大多数来自海外，我们自己培养的人才还未能掌握集成电路制造与生产的核心技术和领导管理能力，更坚定了邹世昌培养青年人才的决心。邹世昌主导执行宏力半导体公司与上海微系统所联合培养博士研究生计划，目前已培养了17名博士，他们的科研工作紧贴生产工艺实际，动手和集成能力强，走上工作岗位受到企业的普遍欢迎，邹世昌期望他们在工作岗位上经过多年的锻炼能够成长为我国集成电路产业的骨干和将才。

邹世昌以深厚的学术造诣和严谨的科研态度为学生传道解惑，以真诚的关怀和细致的照顾给学生家长般的温暖，他不仅是学生的导师，更是学生实现人生理想的领路人。

---

<sup>①</sup> 王曦，材料科学家，中国科学院上海微系统与信息技术研究所研究员，中国科学院院士，邹世昌的学生。

## 梦·人生如歌

2007年，邹世昌从宏力公司董事长的岗位卸任转做科学顾问后，又重新兼顾起上海微系统所的研究课题工作。如今，年逾耄耋的邹世昌依旧奔忙在科研第一线，身体力行地指导团队工作，为在中国的半导体先进工艺线上生产出中国人自主设计制造的芯片产品而奋斗，为解决社会经济发展和国家安全的需求发挥着一名科技工作者的作用。

邹世昌几十年如一日，在科研和社会生涯中说得多、做得多，年届八十仍事必躬亲，言传身教，帮助年轻人把握技术工作中的重要细节。在党和人民给予的各项荣誉面前，邹世昌时刻审视自己，谦虚谨慎，不骄不躁。运用渊博的学识和丰富的阅历，积极参与各项社会公益事业，弘扬科学道德，倡导科学理念。

展望未来，邹世昌总是谦逊地说：“我要求自己在还能工作的年限里继续奋斗，自强不息，再为自主研发和人才培养这两方面做一点新的贡献。”

邹世昌视事业为第一生命。他爱祖国、爱人民，爱奋斗了大半辈子的科学研究事业。他在一则自述中深情地写道：“我出生于这块饱经蹂躏侵略、贫穷落后的土地上，我的命运就和祖国的前途紧紧相连，我的历史责任是要竭尽全力去改变她的面貌，建设一个繁荣昌盛、科技发达的新中国。”

桑榆未晚，望天边夕阳如火；青松陶然，看人生如梦如歌。

邹世昌用梦想与汗水交织他的人生，一路寻梦而来。为学，报国图强；为师，桃李天下；为人，正直坦然。数十载转瞬如梦，勤勤恳恳，坦坦荡荡，大梦无疆，且歌且行！

# 立志学术，心系科学

——记计算材料物理专家、中国科学院院士王崇愚



王崇愚，北京市人，1932年10月生于辽宁丹东，清华大学教授，计算材料物理专家。1950年考入北洋大学，1954年毕业于北京钢铁工业学院金属学专业；1954年分配至钢铁研究总院；1999年调至清华大学物理系工作并一直任钢铁研究总院教授。2007年及2008年，任日本东北大学访问教授。主要从事材料缺陷电子结构的第一原理计算及相关基础性研究，提出并发展多尺度跨层序列算法及协同算法，建立和构造相应的理论研究框架，以及缺陷能量学表述和处理模式，开展材料科学原子学模型研究以及复合缺陷体系电子结构，能量学和热力学研究。在金属合金电子结构与宏观物性相

关机制的研究中强调杂质缺陷复合体量子效应，揭示轻杂质及过渡元素的微观作用机制及可能的宏观效应，探索材料微观结构与宏观物性多尺度跨越算法及相关机制。先后在材料科学及电子结构研究方面获2项国家发明奖、2项全国科学大会奖及5项部级科学技术进步奖，合作出版学术著作3部，1988年以来发表论文180余篇（SCI收录）。1993年当选为中国科学院学部委员（1993年改称院士）。

王  
崇  
愚

立志学术，  
心系科学

一种人生，可以承载怎样的内涵？  
一种选择，可以传递怎样的信念？  
一种付出，可以滋润多少求知的心灵？  
一种精彩，可以绽放出怎样的光华四射？

沐一缕院士的风采，记录曾经的走过，照亮来者的步伐，王崇愚，师者风骨，贤者气象，智哉也。

书留春秋在，道与天地参。

## 怀揣梦想，辗转求学崎岖路

1932年，日军侵略东三省，我国同胞身陷水深火热之中。10月12日，王崇愚出生在辽宁丹东的一个满族家庭里。

1936年，王崇愚跟随家人来到北京。随着岁月变迁，他目睹了国家饱受欺凌、满目疮痍，萌发了爱国之心，伴随着求学旅程，逐渐形成了追求科学的坚定理想。

1944年，王崇愚进入初中学习。从那时开始学习小代数起，他就对数学产生了浓厚的兴趣。1949年，王崇愚考入北京市第四中学。在这里，他成为了王景鹤<sup>①</sup>、刘伯忠<sup>②</sup>以及张子锷<sup>③</sup>等几位名师的学生。这些老师有着广博的知识面并对所讲的课程有着深刻的理解，他们生动的教学、清晰的表述培养了王崇愚对于理学的兴趣，是王崇愚每每想起中学时代那些留恋之中最难忘怀的。在这里，王崇愚经历了1948年底国民党军队占领校园，学校被迫停课的情形；参加了1949年10月1日开国大典的群众游行。从中学少年时代开始，王崇愚逐渐从朦胧到清晰地意识到努力学习报效国家是自己应尽的责任，从而树立了他刻苦求学、报效国家的理想。

1950年，抱着追逐科学理想的王崇愚考入中国近代的第一所大学——北洋大学。北洋大学在冶金、物理等方面的优越条件，引导他逐渐坚定了学习金属科学的方向，于是他专心培养专业知识水平，为将来的科学研究事业打下了初步的基础。

1952年夏，全国院系调整，北洋大学矿冶学科进入新成立的北京钢铁工业学院。在钢院的日子，王崇愚勤奋学习，逐渐投入到金属科学领

① 王景鹤，北京四中教师，王崇愚解析几何任课教师。

② 刘伯忠，北京四中教师，王崇愚化学任课教师。

③ 张子锷，北京四中教师，王崇愚物理课任课教师。



域。当时著名科学家魏寿昆<sup>①</sup>、柯俊<sup>②</sup>、方正知<sup>③</sup>都在钢铁学院任教，大四的王崇愚就曾学习过他们讲授的课程。柯俊老师主讲“金属物理”课，他丰富生动的教学以及在金属物理研究领域的成就鼓励着王崇愚对科学的向往；方正知老师精心教授的“X射线学”也影响了他在金属学深层次问题的进一步探索。回想大学的时光，王崇愚说：“在我走向科学的道路上，大学老师的教育和陶冶，给了我以启蒙，一直为我所珍惜！”在这里，明晰人生理想、打下坚实基础的王崇愚为投身科学研究，迎来了自己的一片广阔天空。

青年时期的王崇愚面对困难和挑战不退却，之后，他一直保持着这种刻苦学习、勤奋钻研的精神。1960年，他进修电视大学数学系课程，进行了长达5年之久的数学基础理论学习。1978年后，在钢铁研究总院工作的王崇愚在北京大学和中国科学院研究生院进行了理论物理基础及相关数学课程进修，其间还穿插着在中国科学院研究生院的数理课程。经过多达近1000学时课程的学习，他基本上具备了从事材料科学的数理背景。

## 毕生求索，学术生涯力攀登

1954年，结束在北京钢铁工业学院学习的王崇愚开始了他长达半个多世纪的科研生涯。五十多年来，王崇愚一直在承担国家任务，孜孜以求，用自己的实际行动在我国金属缺陷电子结构与材料设计领域做出贡献。

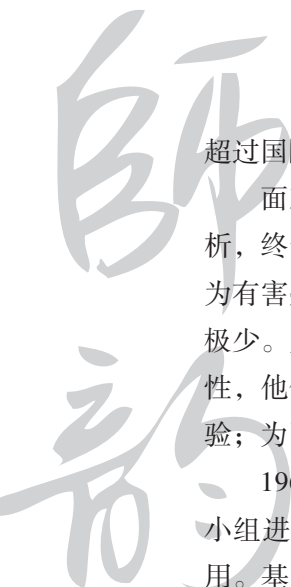
### 孜孜以求，探索微量氧于材料磁性影响

1954年王崇愚进入重工业部钢铁研究所金属物理研究室，从事X射线实验工作，1958年他转到冶金工业部钢铁研究总院第二研究室。根据国家任务和发展的需要，他主要从事军工材料的研制。这里是他进入材料科学的重要起点，也是他后来转入材料科学和固体理论交叉领域的基础。王崇愚承担的任务要求材料特性达到国际先进水平。于是，王崇愚开始进行广泛的成分试验，逐渐捕获问题关键，圆满地完成国家任务，所制材料磁性

① 魏寿昆，冶金学和冶金物理化学家、冶金教育家，中国冶金物理化学学科创始人之一，中国科学院院士，北京科技大学教授。

② 柯俊，材料物理学及科学技术史学家，中国科学院院士，北京科技大学教授，王崇愚金属物理课任课教师。

③ 方正知，著名科学家，北京钢铁学院教授，王崇愚X射线任课教师。



超过国际水平。

面对重重困难，王崇愚组织研究梯队进行了大量实验数据的综合分析，终于发现材料磁性的控制直接与合金中微量氧含量相关。氧一般被视为有害杂质元素，对于在所研究的合金中氧如何影响材料磁性王崇愚认识极少。为了进行深入的探究，王崇愚小组从两方面着手研究。为了稳定磁性，他们采取控制合金中氧含量的工艺措施，进行了相应的成分及物性试验；为了捕捉其作用关键，同时开展了探索微量氧作用机制的研究。

1962年，根据X射线实验以及相应的织构及再结晶过程分析，王崇愚小组进一步发现了微量氧具有控制合金再结晶过程及织构状态的关键作用。基于这一发现，王崇愚产生了“‘氧’进入合金引起畸变，诱发过剩空位，导致加速扩散，促进二次再结晶，从而得到优异磁性”的想法。试验验证了这一思想，他对畸变能进行了计算，分析了产生空位的条件，相关研究工作发表在IEEE<sup>①</sup>（1979）。

20世纪70年代后期，我国“第二个科学的春天”到来之际，王崇愚对微量氧作用机制问题进行了进一步的基础研究，设计了一组新的含氧合金，做了成分试验及X射线实验，在深入分析扩展错位及与之直接相关的层错能量及动力学性质基础上，对有关微量氧作用机制产生了新的思想。他意识到，对局域效应而言，微量氧与层错复合，通过束集能量，将影响位错运动，从而与扩散及再结晶过程直接相关。基于这些，80年代初王崇愚提出了氧—层错复合体模型，同时在经典弹性理论及位错理论基础上作了数学处理，其后相应完成三篇论文（未发表）。王崇愚小组进行的相关研究获冶金工业部科技成果奖，同时这部分理论性探索的含氧合金系列研究于1983年获国家发明奖。

### 寻本溯源，量子力学揭示作用机制

王崇愚始终坚持不断向自己提出问题，这已成为他工作的一种动力。随着他对微量氧作用机制的思考加深，他开始对自己所提出模型的物理实质和数学处理的局限性进行进一步研究。

在补充进修理论课程的基础上，他开始尝试用量子力学的方法探索层错的电子效应。从20世纪80年代中期开始，王崇愚开始用多重散射波方法

① 美国电气和电子工程师协会，国际性电子技术与信息科学工程师协会，出版各种期刊杂志和会议论文集。

和实空间格林函数方法处理缺陷问题，并行地开展了有关杂质及缺陷复合体电子结构及声子谱的计算，这些工作为层错复合体电子结构的研究提供了量子力学背景和理论准备。

在此基础上，王崇愚开展了层错缺陷电子结构与位错理论及电镜实验相结合的综合性研究，同时基于所导出的束集和错位运动相关的数学表述，结合电子结构计算给出层错能，表征了杂质氧对位错攀移速率的影响，揭示了层错缺陷的量子效应，指出了层错能主要来自电子贡献，声子作为玻色子，高温时的激发效应应予考虑。此外有关层错宽度及层错出现率的电镜观测也证实了量子理论给出的预期。王崇愚将相关研究撰写论文发表于美国物理学会*Physical Review B* (1990)。之后，他应邀在*Defect and Diffusion*上发表综述性论文。上述研究论文实质上建立了一种处理固体中局域缺陷量子效应与其长程环境耦合相关的多尺度跨层次物理解析传递序列算法。

“通过大型计算机，求解Schrodinger方程，并由此给出结合能及晶格常数等具有重要意义的物理量，得到有关电子行为的生动图像以及导致金属特性各异的清晰了解。”<sup>①</sup>围绕这一主题，王崇愚逐步建立了缺陷复合体能量学计算体系；同时开展了位错和晶界这两类典型缺陷及其复合体原子结构及相关能量学研究，以此基础，王崇愚进入了多尺度跨层次的建模及算法发展研究阶段。

由于研究的需要，20世纪90年代一段时间王崇愚将全部精力投入在建立“原子间相互作用势”的理论考虑和尝试。他一直为发展一个原子结构与电荷密度相关、内含原子间方向关联、不依赖于经验参数的多体势模式而努力。到1992年，这一工作在密度泛函理论和有效介质理论相结合的框架下，有了较大的进展，他于1995年将《第一原理原子间相互作用势》论文发表于*Physical Letts. A*。经过十多年的努力，他建立了一个以研究金属材料中微合金化元素、结构缺陷及其复合体原子结构、电子结构及声子激发与材料物性相关机制为中心的理论研究框架，拥有了一支以他的学生为基干的年轻队伍，建立了材料科学方面的研究体系。他的论文发表在国内外一流的科学杂志上，引起了同行的兴趣。国内专家们这样评价他：“在材料科学研究领域具有创造性，达到国际先进水平，部分处于领先地位。”<sup>②</sup>

① 该论述源于著名物理学家Wigner于1955年在东京国际学术会议上的报告。

② 相关评价摘自人民日报（1994年11月）。

## 坚韧不拔，开创多尺度材料研究

早在20世纪60年代，王崇愚承担材料试制课题工作时，发现材料之所以难以稳定控制、性能起伏较大主要与微量元素作用相关。这一发现诱导王崇愚对原子层次上的问题产生了极大的兴趣，并努力去追寻。

20世纪80年代初到90年代中期，王崇愚开始同合作者与研究生们在探索合金材料杂质缺陷复合体电子结构方面进行了一些探索，一个“逆向”问题在王崇愚的思考中不断浮现并逐渐成熟：电子结构信息如何传递到宏观物性上？他进行的一个典型工作就是将含氧合金物性问题逆向转化为一个量子力学模型计算，基于缺陷复合体密度泛函理论的计算，跨越位错运动方程与X射线、电子显微镜、化学分析相结合。终于，在20世纪80年代末，王崇愚基本上完成了这一问题的建模和计算，并于1990年将第一篇多尺度跨层次论文发表在国际期刊*Physical Review B*上，它实质上表述了固体领域以物理参量解析传递方式建立的第一个序列耦合算法（Sequential coupling algorithm），直至今日这一算法仍在进一步发展和应用中。

1998年前后，王崇愚考虑到序列耦合算法在处理不太弱耦合问题中的局限性，开始着手建立多尺度协同算法（concurrent multi-scale algorithm）——能量密度方法，包括建模工作和解析表述以及特征物理参量的确认。他在2002年至2003年期间基本上完成了能量密度算法，2003年首次在中俄国际会议上作特邀报告，相关论文也作为特邀论文于2004年发表在《复杂系统与复杂性科学》创刊号<sup>①</sup>，同年王崇愚受邀在中日国际会议上作报告。

多尺度跨层次建模和算法研究得到国家“973项目”的长期支持并得以发展。近年来，王崇愚结合国家需要，着手进行了合金成分设计与物性多尺度预测探索性研究，基于第一原理，跨越弹性理论，计算合金强度的算法“多尺度力匹配算法”也正在建模和计算之中。同时，基于多组元势考虑大尺度体系结构演化与局域量子效应相关性的力匹配算法也在建模中，与之平行的大尺度第一原理并行算法以及第一原理大尺度弛豫算法已取得较大进展并在进一步探索实施之中。

能量密度算法方面，王崇愚的综述性长篇论文<sup>②</sup>作为邀请论文发表在

① 创刊号，办刊人奉献给读者的见面礼，是刊物的无声证明，对刊物来讲，极具收藏价值。

② 王崇愚论文标题为“Multiscale modeling and related hybrid approaches”。

国际期刊*Current Opinion in Solid State and Materials Science*上，相关论文相继在*Uropean Physical Journal B*、*Journal of Physics-Condensed Matter*等刊物出版。2007年及2011年他分别在多尺度国际会议（丽江）以及中俄国际会议上作特邀报告。

元素周期表及环绕周期表的直观思考和探索性联想或猜想是他研究工作的一个重要方面。1988年以来，王崇愚在材料缺陷电子结构方面发表论文180余篇，合作出版学术专著3部（科学出版社及天津大学出版社）。在材料科学及电子结构研究方面获2项国家发明奖、2项全国科学大会奖及5项部级科学技术进步奖。此外，他从事研发的军工材料获突出贡献奖章及奖状。

## 唯实求真，莘莘学子放心间

王崇愚是北京科技大学、中国科学技术大学、上海交通大学、中南大学的兼职教授，他深刻认识到教书育人、指导科研的神圣职责。

王崇愚坚持在每周研讨会上与学生们讨论专业科学问题及研究生论文问题，同时注重培养学生的基础素质，引导他们进行创新。王崇愚强调：“科研必须有创造性和创新性内涵。作为一名教师，应当积极引导，激励学生以创新为动力，让创新成为一种科学素养。”不仅如此，王崇愚还教导学生们在进行科研的过程中，要有高度的责任感。他以身作则，在研究中淡泊名利、勤奋钻研、心无旁骛；他积极引导，让学生专以兴趣、努力追求。正是这种精神，激励他们为国家做出贡献。

几十年来，王崇愚的团队成员实际上都是他的学生。不论是在科研中还是生活中，他都将自己的学生视为自己的亲人。科研中，他反复阅读、研讨学生论文，以求论文的严谨性。生活中，他关心学生健康，力求给予宽裕条件。王崇愚常对他的学生们说，你们必须在人生最美好的时光里，锻炼自己、创造未来、报效祖国。

他立志学术，至诚者居上。严谨为先，让学风通过一代代学者、一代代学子流传，成为学生心中最温馨的校园情结。治学以来，王崇愚共培养了六十余名研究生。如今，这些学生都在科研领域里做出了自己的贡献，并在钢铁研究总院、贝尔实验室或专业性商业公司担任重要职务。王崇愚感谢学生们带给他的活力与朝气，与学生们的例行交流成了他科研生活中的规范。他常说：“学生们的成功就是满足。”

## 关注社会，胸中自有气象

“科学家应具有社会责任感、道德、宽容和正直。”王崇愚曾经如是说。多年来，王崇愚在长期的科研岗位上承担了一些科技性、社会性工作。他曾任多届国家自然科学基金评委、国家最高奖评委、何梁何利奖评委以及陈嘉庚理事会理事。1993年进入科学院后，他曾任技术科学学部常委以及中国科学院咨询委员会委员，多年来长期担任中国科学院国际材料物理中心学术委员。在这些工作中，他做到了认真实行、力求尽职。在计算材料科学领域，他努力与国内外学者协力、在材料科学界的支持下建立了中国计算材料分会（中国材料学会的二级学会）。该分会在众多科研工作者的努力下已具有相当影响，为我国计算材料科学发展贡献了一份力量。

作为第八届、第九届全国政协委员，他深感党和国家对他的信任和期望，一直以做好本职工作为中心，关心国家社会。参加全国政协会议，积极提交提案，参加政协委员京外考察团和学习团，为社会服务。他在政协会议上两次提交了关于食品药品管理问题的提案，特别针对食品保质期标示问题进行了尖锐陈言。

曾经担任政协委员的王崇愚，至今仍在关心我国政协工作的发展创新。作为中国科学院院士，他也多次参加学部和咨委会组织的学术交流活动，服务于社会。

王崇愚热爱祖国，热爱人民，热爱自己的学生，热爱奋斗终生的科研事业。他，勤奋、朴实、求真、坚韧。

立志学术，心系科学。这就是王崇愚。

# 学界泰斗，耀人光泽

——记材料学专家、中国科学院院士徐祖耀



徐祖耀，浙江宁波人，生于1921年3月，上海交通大学教授，材料科学家。1942年毕业于国立云南大学矿冶系，留校任助教一年；1943—1948年任国民政府兵工署材料试验处技术员、助理研究员；1949—1953年任唐山交通大学冶金系副教授；1953—1961年任北京钢铁工业学院金相热处理系副教授；1961年至今在上海交通大学任教，先后任副教授、教授、材料科学与工程首任系主任、校学术委员会委员。曾任比利时鲁汶大学客座教授和香港城市大学名誉教授。1983—1999年任《马氏体相变》国际顾问委员、《金相学报》（后改为《国际材料表征学报》）顾问编委，1997—2003年任《日

本钢铁学会会刊（国际版）》顾问编委。潜心于材料科学研究与教学近70个春秋，成果迭出，著作等身，在相变研究及材料热力学上尤见特长。率先在我国开展纳米材料相变的研究，是我国研究开发形状记忆材料（Ni-Ti基，Ni-Al基，铜基，Fe-Mn-Si基金属及ZrO<sub>2</sub>基陶瓷）的先驱者，也是材料热力学研究和教材建设的倡导人和执行者。近年来，致力于超高强度钢的设计和研发，提出淬火—分配—回火（Q-P-T）热处理新方法，颇具成效。曾获国家自然科学基金三等奖、国家科技进步三等奖和何梁何利奖。出版著作10部，其中《金属学原理》培育了建国后第一代材料工作者；《马氏体相变与马氏体》、《材料热力学》、《材料科学导论》和《相变原理》等著作培养了我国几代材料科学家。1995年当选为中国科学院院士。

徐  
祖  
耀

学界泰斗，  
耀人光泽

徐祖耀是材料科学界的一棵常青树。他在我国改革开放后率先研究材料相变（主要为马氏体相变和贝氏体相变）、材料热力学，研发形状记忆材料，致力于超高强度钢的设计和研究，成果迭出；他积极投身材料学科教育改革和教材编写，著作等身，桃李芬芳。这位学界泰斗从求学起就立志科教兴国强国，他淡泊名利，唯用勤勉和专注献身科学，彰显耀人光泽。

## “冶金强国”梦

徐祖耀先生的心中一直深藏着“冶金强国”梦。从“实业救国”到“科教强国”，至今虽已耄耋之年，他依然孜孜以求。

徐祖耀出生于宁波的一个中等经济家庭，徐家祖上曾显耀一时。据传，宁波徐氏家族从山东迁来，辈分为“文武传芳承祖德”。徐祖耀的尊叔祖传隆公在清末任正一品江南提督，被敕封为“建威将军”，传隆公晚年便居住于他修筑的“将军第”中。徐祖耀的三个叔祖均无后嗣，二叔成为大房继子，而父亲从小将徐祖耀作为二叔的继子，因此徐祖耀自小就成为了昔日提督军门的长房长孙，按清规可世袭二品官员。不过，徐祖耀的父亲一向自立门户，虽例行对长辈尽孝道，但坚持自食其力，在担任一家公司高级职员的同时，自修中医，经常为人免费施医，道德操守令人称道。这为年少的徐祖耀做出了很好的示范。徐祖耀曾说，父亲虽然很少“言传教导”他，但身教使他从小便牢固树立起了自食其力、正直处世、恪尽职守、待人忠厚等人生信条。

身处乱世中，徐祖耀从小便目睹了旧中国民穷国弱、忍辱受屈、战火肆虐、民不聊生的惨痛情状。在民族自尊心和国家使命感的驱动下，他和其他满腔热血的爱国青年结伴同行，贴标语、搞宣传，试图用自己的努力唤醒大众投身抗日救国的大潮。当时，中国的钢铁工业十分落后，“冶金强国梦”就在徐祖耀的心中扎下了根，而他也将自己的命运紧紧地与祖国的兴衰连在一起。

1932年夏，徐祖耀小学毕业，考入当时声誉最好的私立效实中学，在“行忠信，行笃敬”的环境中茁壮成长，这为他后来从事科学研究打下了坚实的基础。1938年，日寇在华夏大地作威作福，高中毕业的徐祖耀受老师鼓励，决心奔赴西南内陆昆明上大学。虽然父亲希望他能成为医生，借以治病救人，而他却在“冶金强国梦”的驱使下报考了国立云南大学矿冶



系。“当时人们认为重工业乃是发展百业之基”，徐祖耀回忆当初为何选择艰苦的矿冶专业时说：“我选择的矿冶业正是当时最‘重’的工业。”

踏入大学校门的徐祖耀开始勤奋学习，大学一年级成绩居全班第一，荣获“龙云奖学金”。大学四年，校园因躲避日寇轰炸几度迁徙。徐祖耀和同学们常年身处荒郊僻壤，环境艰苦，时常青衫一袭。做实验、上课堂，连正月初一都在紧张地复习功课，准备考试。虽然条件艰苦，但是校园中的学习热情十分浓厚，当时云大矿冶系由中华基金会（美国资助）协办先进设备，大师也云集校园。据徐祖耀回忆，1938—1943年期间系里任教的教师中，有五人后来当选为中国科学院院士（孟宪民、冯景兰、许杰、袁见齐和郭令智）。在云集的大师中，有两位教师对他人生起着重要的导向作用。第一位是系主任石充老师。他被称作当时中国仅有的一个半选矿专家中的一位，剩下的半位恰是他的助手。学校为他来校执教所进口的选矿仪器是当时国内最先进的设备之一。石充老师在实验室大显身手，使学生看得出神。徐祖耀的毕业论文就是将当地的贫铜矿经浮油选矿为可供冶炼的富矿，这些初步成果使他立志献身科学研究、振兴中华。第二位是蒋导江老师。当年蒋导江老师教授冶金课程和金相学课程，他对学生要求极为严格，每科考试只有三题，但都要求深刻的思索和总结，一般学生到考试后再加琢磨才能回答完全。当年徐祖耀对于金相学课程兴趣浓厚，倍花力气，自信能取得好成绩。但是蒋导江老师最后只给了78分，尽管这已是班上的最好成绩了。这个78分让徐祖耀印象深刻，也成了他后来不断进取的动力源泉。每当想到那个78分，徐祖耀就充满动力，全身心地投入到学术研究工作中。

徐祖耀于1942年夏毕业。他所在班中有两名学生后来当选为中科院院士（另一位为殷之文<sup>①</sup>）。徐祖耀留校任金相学及分析化学助教一年。回想起在云南学习的五年时间，虽然时时身处险境，但救国救民的愿望刻刻铭心。谈起他做毕业论文之事，徐祖耀总是激动不已：“中国人不笨，中国人勤劳，为什么会比别人差呢？”“中国人应该超过他们，中国人应该有所作为，我们不甘心呀！”徐祖耀坚信这点。当他的毕业设计题目“浮油选矿试验”取得显著效果时，他第一次深切地感受到了科学救国的力量和造福国家的欣喜。

1943年秋，徐祖耀进入位于重庆的国民政府兵工署材料试验处冶金

<sup>①</sup> 殷之文，材料科学家，中国科学院院士，徐祖耀当年的同学。

组。当时，试验处处长为周志宏<sup>①</sup>，冶金组主任为丘玉池<sup>②</sup>（1945年后魏寿昆<sup>③</sup>任主任）。在这里，徐祖耀先完成周志宏处长直接下达的一项测试任务：以物理方法（比重）代替化学分析测定硅铁中的硅（Si）含量。之后他又被奉派到28厂（合金钢厂，周志宏兼任厂长），历时半年解决了高速钢锻造开裂问题。这项成果于1944年正式投产，打破了日本对中国的钢材封锁，为抗战出了份力。

此后，徐祖耀先后于唐山交通大学、北京钢铁工业学院、上海交通大学从事冶金科学的的教学和研究工作，一次又一次实践着自己“冶金强国”的人生信条。

## 甘当“教书匠”

徐祖耀最喜欢做的事情就是教书育人：“当教师离不开学习，教学相长，教书育人，也培养自己。”在90周岁生日庆典上，北京钢铁工业学院1956届学生谢锡善<sup>④</sup>到场祝贺，并为徐先生送上一张珍贵的班级合影。已经年逾古稀的弟子谢锡善深情地说：“先生的学生中，至少有两人已经成为院士，分别是周邦新<sup>⑤</sup>和柯伟<sup>⑥</sup>。”此外还有唐山交通大学1952年毕业的中国科学院院士邹世昌和葛昌纯，北京钢铁工业学院1954年毕业的中国工程院院士陈国良，上海交通大学1963年毕业的中国工程院院士赵连城。

1949年，徐祖耀进入唐山交通大学任教，开始了“教书匠”的生涯。1952年，全国院校调整，北京钢铁工业学院成立，徐祖耀于1953年调入该院执教。由于肩负着钢铁强国的历史使命，钢院的学风非常严谨，学术气氛十分浓厚，徐祖耀和好友（亦师亦友）张文奇、方正知等名师一同教授金属学课程。当时，全国大多院校采用的古里亚耶夫<sup>⑦</sup>所著的教材较浅，唯有钢院采用深得多的舒丁伯格<sup>⑧</sup>的金属学教材，徐祖耀和同事们为了备

① 周志宏，金属材料专家，中国科学院院士，徐祖耀当年的老师。

② 丘玉池，冶金学家，特殊钢专家，中国特殊钢事业的开拓者之一。

③ 魏寿昆，冶金学和冶金物理化学家、冶金教育家，中国冶金物理化学学科创始人之一，中国科学院院士。

④ 谢锡善，北京科技大学教授，徐祖耀当年的学生。

⑤ 周邦新，上海大学教授，中国工程院院士，徐祖耀当年的学生。

⑥ 柯伟，中国科学院金属研究所研究员，中国工程院院士，徐祖耀当年的学生。

⑦ 古里亚耶夫，苏联教授。

⑧ 舒丁伯格，苏联教授。

课经常讨论切磋，这进一步帮助他夯实了理论基础。1956年，中央号召向科学进军，金相热处理系每周举行科学报告会和讨论会，全市的物理学者每两周都会聚集钢院。柯俊<sup>①</sup>安排徐祖耀作了一次马氏体相变的报告，受到了大家的欢迎。后来，苏联专家来到教研组，徐祖耀一度代理教研室主任职务，每天忙于授课、行政和教学活动，经常及至夜半尚未成寐，虽身心劳累，但成长很快。凭借着刻苦的努力，徐祖耀很快就成为钢院学生们最喜爱的青年教师之一。许珞萍<sup>②</sup>教授对徐先生的授课印象极深：“徐先生讲课完全脱稿，将艰涩的内容都讲活了，尤其讲到有色合金相图时，徐先生当场将极复杂的青铜相图全画在黑板上，可见备课时的认真和费力之巨，他所表现出的深厚功力，深受学生们景仰。”陈梦谔<sup>③</sup>教授至今仍能清楚地回忆出徐祖耀关于相变条件的讲述：“热力学条件是最基本的，强调它是必然性，而动力学讲的是整个过程，也就是可能性。只有热力学和动力学都具备的条件下相变才能进行。每一类相变都要经历孕育、成核、长大的全过程，一般来说新相的形成初期会有一个‘浓度起伏’和‘结构起伏’……”春风化雨润无声，徐祖耀当年精彩的授课影响了几批人，他们至今仍在应用先生教授的基本理论开展学术研究。

1961年，徐祖耀调至上海交通大学冶金系。他认为“个人的能力总是有限的，只有培养出大批科技人才，国家才能兴旺发达”。因此，教育是根本任务，“教师的天职就是为国家培养人才”。1962年，徐祖耀任金相教研室主任，把已在国际上兴起的热力学引入金属学课程，丰富了原教学内容。他集北京钢铁工业学院和在上海交通大学的教学心得和国际研究的进展和发展趋势于一体，于1964年出版了《金属学原理》教材，该教材被柯俊院士认为是当时“国内最好的著作”，培养了一代人的成长。“文革”结束后，根据自己的前期研究和国际研究动向，他在国内积极提倡“材料热力学”，同时提倡大学生和研究生应接受包括金属、陶瓷和高分子在内的综合材料科学知识的教育，而不仅仅是单一体系的知识，并身体力行，亲自为本科生和研究生讲授“材料热力学”和“材料科学导论”，开国内之先河。他撰写的《金属材料热力学》于1981年出版，1983年第二次印刷，在此基础上合著的《材料热力学》于2000年出版。他主编的《材料科学导

① 柯俊，著名金属材料科学家，北京科技大学教授，中国科学院院士，徐祖耀1953—1961年期间的同事。

② 许珞萍，上海大学教授，金相教研室主任，徐祖耀1956年的学生。

③ 陈梦谔，北京科技大学教授，徐祖耀1954年的学生。

论》于1986年出版，这些教材在国内很有影响力。随后，徐祖耀又撰写《相变原理》研究生教材，于1988年出版，并于1991年第二次印刷和2000年第三次印刷，至今仍是课程的主要参考书。在短短的几年内，徐祖耀编写的教材连续出版，充分体现出他对教育的重视。为培养人才和提高教学质量，按照徐祖耀的说法：“著书立说乃是教授之本分。”

徐祖耀培养研究生，可谓严格要求，尽心尽力。他改学生论文的认真程度令人惊叹，不仅修改内容，而且多次指出学生引用文献的页码错误。他要求课题组的教师，至少要阅读100篇以上国际文献，才能给研究生定方向。他极力提倡“学生阅读文献后不只是综述，而是要进行评述，这样才能有创新的思想”。他鼓励研究生独立思考、刻苦钻研、发挥特长、敢于创新。

徐祖耀除授课、著书和培养研究生外，还非常重视教学改革。1982年，徐祖耀首任“材料科学与工程系”系主任时，积极推动教学改革。他提倡美国的“宽厚型”模式，不同于苏联的“单科型”模式，即加强理论基础和拓宽知识领域。徐祖耀要求本科生课程增加“量子力学”与“统计物理”课程和相关数学课程，加强微观组织表征的实验课程，还有X射线衍射和电子显微学。这些教学改革对材料科学的发展，产生深远的影响。徐祖耀力求把“材料科学与工程系”办成“大材料”，即包括金属、陶瓷和高分子三位一体的科系。至今他仍坚持提倡和宣传这一办学思想。20世纪末，北京科技大学邀请徐祖耀等院士作为专家对“大材料”的教育改革作了细致的评定。对专业教改，他既肯定了成绩，又指出了需要改进的方向，为我国材料与工程专业的教育改革提出了宝贵的意见。

## 一生“金相”情

大学授业期间，徐祖耀偏偏对金相学一门课程最感兴趣，不曾想这个感情一直延续逾60余年。

“文革”期间，徐祖耀和许多学者一样，受到审查等不公正的待遇。在被受审查期间，他仍然惦记着教学科研工作。在从事工农兵学员的教学工作和教材参编工作中，有机会接触专业期刊，他如饥似渴地大量阅读文献，了解材料科学近年的发展，不断地思索研究的切入点。他深知材料科学实验对材料研究的重要性，可摆在他面前的问题是：既不能开展试验工作，也没有助手和其他必要的条件，唯有文献可查，有纸有笔，还有

大脑可以思维。在这困难重重的情况下，他选定不需要实验的“相变热力学”为研究对象，先从马氏体相变热力学着手，经过10年磨难，身心衰竭。1976年夏，他体检时被查出患肺结核，医生开出病假条，对这个诊断他安之坦然，还认为“因祸得福”，即“可以借此请长假，避免参加当时的政治运动”，全部时间可以遨游于无限的思索和奋笔之中。可是，病痛的折磨一天天加剧，他仍然将全部精力投入研究工作，在他的病床旁，堆满文献、笔记本和稿纸，不断地阅读、思索、计算，再阅读、再思索、再计算。手术前，他终于完成了“马氏体相变热学”的初稿。然而祸不单行，该年冬季，胃镜检查后医生怀疑他胃内长瘤，需要手术。他给领导的信中写道“此行生死未卜”，但其内心却未起波澜，看到自己的研究工作不断取得进展，他欣喜不已。研究中，他博采众家之长，对前人研究加以提炼，添加了母相协作应变能，进而使马氏体相变开始温度的计算得以成功。经胃切除3/4出院后，他稍作休息，又每天去上海图书馆，除完善“马氏体相变热力学”文稿外，还想在此基础上撰写一本完整的专著《马氏体相变与马氏体》。后来，他形容这段岁月是“不觉得度日如年，恰似如鱼得水”。由于当时不能向国外杂志投稿发表论文，于是在《上海交通大学学报》发表了他在这方面研究的第一篇英文论文，随后在《金属学报》又发表4篇有关论文。后来，向国外杂志投稿发表论文的禁令开放后，他在国际主要期刊相继发表多篇论文。此外，《马氏体相变与马氏体》专著也由科学出版社于1980年出版，这些改革开放初期的硕果，均来自于他在“文革”磨难期间的艰苦耕耘。

改革开放迎来了科学的春天。在国家教育与科研逐步走向正轨的背景下，徐祖耀开始招收研究生，并组建了“相变理论及其应用”课题组，从此开创了他科学生涯最辉煌的时期。看书、阅读论文、与课题组成员讨论，做科研、学术报告、撰写著作和论文，他如饥似渴地工作。常人的娱乐休闲时间已被他不停的工作挤得无影无踪。1982年起，即便在任上海交通大学材料系首任主任期间，公务繁忙的他也从放松科研工作。他深知改革开放来之不易，科教兴国的责任不容松懈。徐祖耀似乎在寻找一种清苦中的甘甜。他常对组里的教师和研究生说：“做学问，一要有兴趣，二要耐得住清苦。”他几十年一贯清贫自守，全身心投入学术研究之中。他在国家自然科学基金、上海市科学技术发展基金以及美国Emerson公司等十多个项目资助下，研究领域广泛，从马氏体相变扩展到贝氏体相变，从结构材料扩展到形状记忆功能材料，等等，取得了不少学术前沿的成果。因此，徐

祖耀应邀参加国际会议（如ICOMAT、国际贝氏体相变会议，国际形状记忆材料会议等）作主题报告、大会报告，小组主席乃至大会主席。2005年在上海成功举办的国际马氏体相变会议（ICOMAT），徐祖耀和柯俊、赵连城为大会联合主席，徐祖耀并作大会报告。他也应邀在西德、法国、比利时、英国和澳大利亚等大学及研究所作交流和学术报告数十次。

步入耄耋之年以来，作为资深院士，徐祖耀强国之愿不减。近十年来，他领导的课题组，一方面从事纳米材料相变方面的理论研究，另一方面再次把研究中心转向钢铁材料。钢铁材料中不仅有丰富的相变理论有待研究，而且钢铁材料对国民经济和国防建设，具有重大的战略影响。他在撰写的综述性论文中指出：“我国钢铁年产量逾5亿吨，是钢铁大国。但高附加值的产品不多，能耗高，污染大，因此我国并不是钢铁强国。要使我们从钢铁大国变成钢铁强国，必须发展具有自主创新的工艺和新的钢种。例如，如果把钢材的强度提高一倍、两倍甚至更高，就可节约大量的原材料，显著地降低能耗和污染。”为此他更关注科研为社会服务以及产学研的结合。例如，基于节能的考虑，他提倡“钢的塑性成形与热处理一体化”，并指出其理论基础是多场（温度场、应力场和磁场）下的相变，并就此应邀在多种场合下作报告。他带领课题组积极开展具有自主创新的先进的高强度结构钢的研究，提出了具有足够塑性的超高强度钢的微观组织设计的原则。他在斯皮尔（J. G. Speer）等人提出的淬火和分配（Q&P）热处理工艺的基础上，进一步提出“淬火—分配—回火（Q-P-T）热处理工艺”，从而克服了Q&P工艺的缺陷。通过和宝钢合作，课题组成员应用Q-P-T热处理工艺，首次研制出超高强度纳米马氏体钢，并被国际认可的新型先进高强度钢。随后课题组开展对不同中低碳含量钢的Q-P-T热处理的研究，所获得的研究成果进一步表明，Q-P-T钢不仅具有高强度，而且具有高塑性。相关的论文发表在国际杂志上，得到国际同行的认可。Q-P-T新工艺在工程上的应用也获得初步的成果。自徐祖耀提倡开展先进高强度钢研究以来，他不顾身体劳累，先后应邀在中国工程院学术会议、北科大名师讲坛等作学术报告。2008年，他带领课题小组成员，亲自赴山东莱钢牵头研究工作，使课题组和钢厂建立了合作项目，并和莱钢成立了高强度钢联合研发中心，他亲任联合研发中心理事会理事长。

徐祖耀始终有一个理念：科研理论要得到国际同行的认可，其应用成果要转化为生产力。迄今，徐祖耀取得了丰硕的成绩。他在国内外期刊和会议上发表论文600余篇，其中在国际杂志和会议上发表250多篇，在国内

杂志上发表370多篇。科研成果“马氏体相变”于1987年获国家自然科学基金三等奖，“马氏体相变热力学”于1986年获国家教委科技进步二等奖，“形状记忆合金研究”于1987年获国家教委科技进步一等奖，“贝氏体相变热力学及机制”于1988年获国家教委科技进步二等奖，专著《相变原理》一书先后于1988年获教育部科技进步（著作类）一等奖和1999年国家科技进步（著作类）三等奖，2000年荣获何梁何利基金科学与科技进步奖，“铜基与铁基合金的马氏体相变及形状记忆合金效应”获2001年中国高校自然科学二等奖，“fcc-hep的半热弹性马氏体相变及其诱导的形状记忆效应”获2004年上海市科学技术进步二等奖。

用徐祖耀的话来说，初学“金相学”，是从“冶金强国”愿望开始的，随着研究的深入，它成为了自己的科学理想，愿意为之终身追求。“六十多年来，我一直干着这一行，要是在这行里有些成绩的话，应归功于开始有一种愿望，到后来一往情深……”他对“金相学”的研究从“一种愿望”发展到“一往情深”，不断在材料科学领域内迈上一个又一个新台阶。

## “寂寞坚守”心

徐祖耀经常说：“世界上天才是少数，有成就者大多工作勤奋。做学问要甘于清贫，安于寂寞。”他自己治学几十年，常常以此自励。

认识徐祖耀的人都知道，他的一生除了做学问、做研究以外，没有任何欲望。这位从20世纪50年代起便蜚声海外的学界泰斗，却一直到1995年才当选为中国科学院院士。有人笑称他是“养在深闺人未识”，也有人称他是“抹上了灰尘的金子，既然是金子，总有一天要发光”。1995年之前，徐祖耀的名字从未列入上海交通大学申请院士的名单中，尽管此前他已获得各项国家级奖项，他却从不提起，而且他既无先进的光环，也无社会职务，甚至还不是博导。不愿做官，不谋发财，为人低调，以书呆子自称的他一直视责任重如山，视名利淡若水。在1995年申报中科院院士时，他已是一名退休教授，但他从未中断过他深爱的学术研究。“欲空未必空”，他对自己获得迟来的院士称谓如是评价。

徐祖耀奉行“活到老，学到老”的信条。20世纪50年代，他在北京钢铁工业学院完整地听完苏联专家教授的“物理化学”课程。新中国成立前，因单位人事的变动，他失去了派往美国MIT攻读博士学位的机会。尽管如此，他毫不气馁，竟然自学完成了MIT研究生的主要课程。60年代，

他已是国内著名学者，他仍去华东师大物理系甘当学生，进修了热力学和统计物理课程。80年代，他自学群论，并指导硕士研究生将群论运用到马氏体相变晶体教学中去，创造性地提出了由马氏体相变产生形状记忆效应的条件是获得单变体马氏体，并基于理论研发了新型的形状记忆材料。90年代，他向数学系教师学习，同时指导硕士研究生用孤立子理论演算和阐释了相变驱动力和马氏体长大速率之间的关系。他在国外经典著作上密密麻麻地写着学习体会和评论，他说，“每读一遍就有新的体会”。至今，他仍保持勤奋工作的状态。在他十多平方米的办公室里，除了西面墙上挂着一幅斗大的“寿”字条幅外，俯仰四顾，都是书和资料。古有陆游著书巢，此时徐先生的办公室确实颇有几分相似。三分之一的沙发被成堆的书籍资料占据，茶几也俨然就成了这房间的第三个书桌。

徐祖耀生活非常简朴。20世纪80至90年代，徐祖耀住处的楼道里灯光暗淡，到处积满了灰尘，过道上还堆有户主的各种杂物。对于高度近视的徐祖耀来说，每天通过这段“荆棘密布”的路途非常困难，可是他从没有抱怨，悠然自享“斯是陋室，惟吾德馨”的惬意。他的房子是一套南北向的三居室套间，由一条约五平方米的过道（所谓的厅）把三间卧室分隔成两南一北。“厅”内炊具占了一半，不能作为待客之地，因此只能把其中一间卧室改作客厅，剩下的两间作为卧室。房子谈不上装修，也没有像样的家具和电器——老掉牙的冰箱和老式的电视。大夏天为了防蚊，屋里门窗紧闭，只有吱吱呀呀的电扇送来一丝凉风。徐祖耀就是在这样简朴的环境下研习学问的。

徐祖耀待人接物的方方面面都有些“特别”。作为国内外知名教授，他经常受邀参加由政府机构或学术团体召开的学术会议，出于对徐祖耀的尊敬，邀请的组织机构总是希望能尽到地主之谊，展现较高规格的接待礼仪。可是每到这个时候，徐祖耀总是表现得“不近人情”。学生谢春生<sup>①</sup>就有过被拒绝的尴尬经历，但是他能理解先生的心思：搞学术、做学问不必迎合社会世俗，吃请花钱浪费太大，再则要作学术报告，提前还要做一些准备，吃一顿饭，估计至少耽搁两个小时，时间也赔不起。谢春生曾多次邀请徐祖耀到学校讲学，有一次，在出席国家召开的两院院士大会前几天，他应邀去作学术报告。期间，发生了一件小意外，徐祖耀的脚后跟被划了一寸长的口子，这一变故耽误了他去北京的行程。为此谢春生感到非

<sup>①</sup> 谢春生，1977届上海交通大学毕业生，现任江苏科技大学教授，徐祖耀当年的学生。



常抱歉，因为这次事故让徐祖耀错过了接受中央领导接见的机会。不料徐祖耀却和声细语地说：“一点关系也没有，我已通过学校请假了。我们做学术的不在乎领导的接见与不接见，主要是没有能参加国家技术发展计划的讨论，这点比较可惜。不过，这方面的工作还能补救得回来。”

徐祖耀曾经说过：“科学研究不是为了金钱，不是为了名利，而是作为一名科学工作者的责任——推动国家和全人类的进步。”如今，他用自己几十年的奋斗，实践了这个庄严的宣言。

六十余载，科学研究，成果惠四海；六十余载，教书育人，桃李满天下；六十余载，著书立说，长卷育后人。“学高为师，身正为范”，徐祖耀的一生正是阐释了“师”“范”的真正内涵，学界泰斗，耀人光泽。

## 计算机事业的“拓荒人”

——记计算机专家、中国科学院院士高庆狮



高庆狮（1934.08—2011.05），福建厦门人，原北京科技大学教授，计算机专家。1957年毕业于北京大学数学力学系后进入中科院计算技术研究所工作，长期致力于计算机体系结构设计、机器翻译、统一语言学理论、新模糊集合论，计算机网络安全等方面的研究；1958—1964年担任我国第一台自行设计的大型通用电子管和第一台大型通用晶体管计算机体系结构设计负责人之一，先后担任我国第一台十万次/秒以上晶体管计算机（专为“两弹一星”服务，被誉为“功勋计算机”的109丙机）及我国第一个计算机管理程序（在109丙机上）体系结构设计负责人；1964—1970年兼任我国第一颗人造卫星

地面计算控制中心负责人；1973年设计出全部国产化的纵横加工流水线向量亿次巨型机方案；1980年提出人类智能活动的基本模式主要“宏变换”，并且开始把机器翻译作为一个独立课题进行研究；1994年开始任北京科技大学教授，提出多自然语言的机器翻译方法，并获得了发明专利；2000年在计算机网络安全方面提出了从体系结构角度来防止病毒攻击和盗窃的方案，并获得了发明专利。1978年被评为全国科技大会先进工作者（全国劳模）、1984年被国家科委授予第一批有突出贡献专家称号，曾任第五届及第六届全国人民代表大会代表。1980年当选为中国科学院学部委员（1993年改称院士）。

1934年，祖国东南海域的鼓浪屿一派平静，渔民们日出而作日落而息。海面隔断了小村子与世界的联系，隔开了中华民族的痛苦呼喊。在这一年中的一个平凡夏日，高庆狮出生在这个安宁的小村子里。命运的齿轮悄然转动，若干年后，他成为了我国计算机事业的“拓荒人”。

## 求知若渴，步入数学殿堂

幼年的高庆狮一直与外祖母一家一起住在九龙江上一艘破旧的船上。清贫的家庭背景并未给童年的高庆狮带来多大的困扰。他喜欢大海，喜欢《圣经》里的小故事，喜欢《平安夜》那样的教堂音乐。年幼的他眼中的一切都是新奇的，对生命里一切美好的事物保持着热忱的喜爱之情。就这样，他深深地陷入了自己的小画册之中，沉浸在了自己的世界。1938年5月，日军占领厦门，鼓浪屿随之受到波及，宁静的岛屿变成了恐怖的世界。一时间，鼓浪屿上人心惶惶，高庆狮的父亲也因日军入侵而破产。尽管日军占领鼓浪屿时高庆狮仅仅七岁，可是侵略者的暴行和亲人的苦难在他心底刻下不可磨灭的创痛。他想为自己的家人、家乡和国家做些什么，求知强国的种子深深地埋入了他的内心。

高庆狮在一所教会学校开始了自己的求学道路。刚刚进入学校的他感到十分兴奋。一直喜爱探索知识的高庆狮原本只能靠自己的悟性去理解，而当以前的疑问与困惑得到老师的指点与引导，高庆狮更加如鱼得水。在小学和中学的学习生涯里，埋头书本中的高庆狮受到了良好的教育，而他在数学思想上得到的启蒙，更为他打开了一扇通向学术之路的大门。

1953年，19岁的高庆狮以数学100分、物理97分的成绩考入了北京大学数学力学系。踏进北大校门的高庆狮，满心萦绕着幸福。在这里，他每天奔走于自习室、图书馆和宿舍之间；在这里，他结识了江泽涵、吴光磊、冷生明、丁石荪、陈杰等名师，在老师的帮助下他打下了坚实的数学基础；在这里，他感受到了兼容并包的思想，这为他今后的科研之路明确了方向。

从鼓浪屿到燕园，高庆狮明确了强国报国的志向，从此他的人生传奇徐徐拉开了帷幕。

## 顺应国家，投身计算机研究

20世纪50年代初，中国的社会主义改造基本完成，全国人民在党的领

导下热火朝天地开展社会主义建设。此时，高庆狮正在北京大学勤奋求学，努力钻研他所喜爱的抽象数学理论研究。然而，在国家发展的需要下，高庆狮两次转行。应国家之需，解国家之难，也是这两次改行，成就了高庆狮不凡的一生，也书写了中国计算机事业从无到有、从弱到强的传奇故事。

1956年8月，周恩来总理亲自组织制定十二年科学发展规划，将计算机、半导体、电子学、自动化列为国家科技发展4项紧急措施，同时成立中科院计算技术研究所。同年9月，计算所与北京大学、清华大学合办了第一届计算机训练班，高庆狮被安排转学计算数学，参加了这一训练班。进入计算机训练班后，高庆狮直接聆听了钱学森<sup>①</sup>等一批共和国功勋科学家的教诲，受益匪浅，也奠定了他坚实的计算理论基础。

1957年，高庆狮以优异的成绩从北京大学数学力学系毕业，被分配到中国科学院计算技术研究所工作。在国家发展的需要下，高庆狮转战计算机总体设计，进入了中国第一个计算机系统结构研究与设计组。进入小组之后，他认真学习翻译资料、扎实做好模拟实验，收获了很多经验和成果，为他后来的计算机、巨型机设计打下了坚实的基础。

回首往事，高庆狮深有感触地说：“转行对个人而言，接受起来有难度，但国家和人民的需要是锻炼和发挥个人能力的难逢机会。”读书只为报国，不计个人得失，正是这样，高庆狮开创了我国计算机事业一个又一个的“第一次”，成为中国计算机领域当之无愧的“拓荒人”。

## 一往无前，书写拓荒传奇

读书科研，高庆狮始终牢记国家需要，在半个多世纪中，他用自己的行动践行了强国报国的愿望，为我国计算机领域做出了巨大的贡献。

### 开拓进取，研制国防“功勋机”

1958年，高庆狮作为系统结构设计负责人，开始了中国第一台自行设计的大型通用电子管计算机119的系统结构设计研究。当领导将设计任务交给他时，他没有向组织提任何的要求，满怀信心地答应了。“我们从没

<sup>①</sup> 钱学森，享誉海内外的杰出科学家和中国航天事业的奠基人，中国“两弹一星功勋奖章”获得者之一。

有考虑有没有经费、报酬、日后算不算成果这些事情，一心想着认真完成上级交给的任务。”高庆狮说。攻关的岁月是艰苦的，但也是充满激情的，高庆狮回忆道，“1959年岁末，我国第一台自行设计的电子管计算机119的电路实验刚刚完成，需要立刻进行逻辑图修改，我们全部系统结构组成员及电路组中志愿者一共八个人，马上投入战斗，每天晚上工作到凌晨2点多。累了就地趴在桌子上，或者到会议室，半坐半卧在沙发上，小睡一会儿。清晨6点起来，清水漱口，派人就近买点早点，饭后又开始投入第二天的战斗。”正是凭借着这样的干劲和激情，高庆狮圆满完成了任务。1964年，我国自主设计的第一台大型通用电子管计算机119在中科院计算所研制成功，运算速度每秒5万次。

119机是当时世界上速度最快的电子管计算机，但是，当时国外已经转入晶体管计算机时代。为了赶超世界先进水平，1959年，高庆狮作为系统结构设计负责人，开始了中国第一台自行设计的大型通用晶体管计算机109乙机的系统结构设计研究。高庆狮自学了苏联的计算机总体设计方面的翻译资料，经过实验和经验总结，得出结论“在系统结构设计前必须首先分析用户程序，而后研究程序语言并探索编译的实现”。经过不断地攻关、实验、修正、论证，109乙机的系统结构方案终于设计成功。1965年，我国第一台大型通用晶体管计算机109乙机在中科院计算所研制成功，浮点运算速度每秒6万次。

“不要幻想经过成千上万个聪明人没有搜索到的重要的科技宝藏，会突然从天上掉到你的口袋里。”如高庆狮所说，科技发明是偶然中发现，但绝对需要长期的积累与沉淀。在电子管计算机119和晶体管计算机109乙机的程序结构设计研究中，高庆狮发现，编译软件可以用硬件快速直接实现，首次提出“内外一致语言”。基于软件可以代替硬件这个事实，中国第一台计算速度为十万次/秒的109丙机诞生了！1967年9月，全机进行了验收和鉴定，运算速度每秒11.5万次。10月8日，《人民日报》作了专题报道：“我国一台最新型的晶体管大型通用数字计算机109丙机研制成功。”11月5日，军委副主席、国防科委主任聂荣臻同志专程参观了这台机器。109丙机在国防部门服务了15年，有效运算10万小时以上，被誉为“功勋计算机”。

成功面前，高庆狮没有丝毫的停歇，又以总体设计负责人的身份在109丙机上面设计了我国第一个管理程序，为我国计算机领域的发展做出了卓越的贡献。

## 孜孜以求，助力人造卫星升空

1957年10月，苏联成功地发射了人类第一颗人造地球卫星，4个月后美国也成功发射“探险者一号”卫星。面对错综复杂的国际形势，1958年5月，毛泽东主席提出：我们也要搞人造地球卫星！

1965年，人造卫星任务正式开始实施。同年10月，中国科学院启动了第一颗人造卫星“东方红一号”的研制任务。高庆狮作为地面计算控制中心设计的负责人之一，参加了这个历史性项目。随着文化大革命的动乱，控制计算中心的办公地点几经变动，先后从自动化所搬到西城区祖家街的端王府、中关村操场北边的科学院设计室等地。但是，动乱的局面并没有影响高庆狮的工作热情与效率，他夜以继日地计算，热烈执著地讨论，兢兢业业地工作。在紧张的研制、艰苦的调试和精确的现场安装之后，地面计算控制中心准备完毕。1970年4月24日，我国自行设计和制造的第一颗人造地球卫星“东方红一号”由“长征一号”运载火箭发射成功。当听到响彻太空的《东方红》旋律时，高庆狮忘情地欢呼，这欢呼源自于辛勤的付出和努力，更源自于祖国腾飞的喜悦之情。

任务完成后，领导要为地面控制中心的工作人员庆功，高庆狮婉言谢绝，他认为自己只做了中国知识分子应该做的事情。发射成功的当晚，高庆狮吃到了部队食堂提供的一碗免交粮票的喜面，享受着发自内心的喜悦。

## 临危受命，打造超大向量机

1973年3月，我国飞行器设计进入了至关重要的阶段。众所周知，研制飞行器需要大量的数学运算。然而，当时国际上的ILLIAC-4计算机因为效率低和使用难正处于一片批评声中，国内的技术条件也达不到STAR-100等向量机所需的条件。当时国内规划使用10兆主频的电路研制200万次的计算机和用20兆主频的电路研制500万次的计算机，然而这却和飞行器设计需求相差甚远。

在这样的情况下，当时在中科院计算所工作的高庆狮就在所长阎沛霖<sup>①</sup>的带领下来到了国防科委副主任钱学森的办公室。钱学森指出，“两弹一星”任务发展急需巨型机。面对国家需要，高庆狮没有推脱，他毅然领取了巨型机研制任务。面对艰巨的任务，高庆狮首先分析了国内相关条

<sup>①</sup> 阎沛霖，教育家，我国计算机事业的创建者之一。

件，得出“使用20兆主频的电路基础上可以研制亿次巨型机”的结论，于1973年5月向钱学森进行了汇报。然而，为满足当时研制火箭和各种飞行器的流体力学的计算需求，必须有每秒一万亿次的巨型机。在这种情况下，高庆狮决定先对现有巨型机进行分析。经过对国防科技情报所和计算所情报室所提供的国外相关材料的分析，他发现ILLIAC-4和STAR-100这两种已存在的决然不同的巨型机是等价的，其关键在于向量的必须分段和流水线处理。经过众多的实验验证，高庆狮得出已存在巨型机的优缺点，继而锁定向量机的研究方案，在1975年提出纵横加工向量巨型机（757大型向量机）方案并正式上马，这比美国1976年公布的第二代巨型机Cray方案（采用“分段处理向量”方法）早了一年。在757的研发过程中，高庆狮又先后提出了十亿次、百亿次巨型机方案（虚共存细胞结构纵横加工向量机原理），这是国际上第一个“虚共存”概念的设计方案。

1984年，757大型向量计算机完成并通过国家鉴定，获得科学院科技进步特等奖和国家科技进步一等奖。757大型向量计算机完成后交付国防部门使用，为“两弹一星”做出了重要的贡献。面对荣誉，高庆狮说：“这是中国三千多名科研人员共同的成果。”

1980年，高庆狮凭借卓越的科技贡献、渊博的学识、出色的科研能力和不屈不挠的科研精神当选为中国科学院技术学部委员（1993年改称中国科学院院士），成为计算技术领域最早的两名学部委员之一，也是当时技术学部最年轻的学部委员。

## 厚积薄发，续写科研新篇

1980年，科学院为了探索计算机协助人类进行创造性劳动的途径，将工作方向转向面向未来智能领域应用的巨型机系统。这项研究工作得到了钱学森的支持，并在1986年被列入“863计划”。参与其中的高庆狮每日都从浩瀚的资料中查阅有用的信息，伏案工作，潜心研究，终于发现了计算机领域中一个具有跨时代意义的突破口。他发现，在半个世纪人工智能的研究中，竟没有提出任何一个人工系统（软件、硬件或者混合）含有真正意义上的“智能”。因此，他立刻开始了对人类智能及其模拟和应用的研究。在这一过程中，他从研究人类智能活动基本模式入手，逐渐深入到理论的总结和创新。他提出人类智能活动的基本模式之一是“宏变换”，并且发表了一组在人类智能科学领域里程碑式的论文，包括多项式算法、线

性算法、局部搜索和常数算法，这些算法都比美国同类算法要早。

在对人工智能活动研究的基础上，高庆狮对具有巨大社会效益和经济效益的机器翻译产生了浓厚的兴趣，把机器翻译作为独立研究课题。20世纪80年代末，高庆狮组织和指导由他的博士生、硕士生及协作人员组成的20名研究小组进行开发。

1994年，高庆狮来到北京科技大学任教。他又提出基于变换的多语言互译新方法，并与公司合作进行实验。他的学生陈肇雄博士组织另外两个协作单位，进行改进和产品化，成功研制出智能型英汉机器翻译系统EC-863。该成果获国家科技进步一等奖。

从2000年开始，高庆狮提出国际上第一个不需要事先切分，其速度与语言知识组块多少无关的多语言机器翻译方法及提高自然语言口语识别和文字手写（包括在线非在线）及印刷体识别率的有效方法，并且前后申请了三个发明专利，一步步向锁定的实用目标推进。

高庆狮在进行人工智能研究的同时还关注着网络安全研究，在这个过程中，他看到靠鉴别认证软件来发现病毒很难于事先进行，于是提出“如果病毒进入了计算机系统，从系统结构角度采取措施（虚拟空间隔离）来防止‘病毒对系统内需要保护的软硬件进行盗窃或破坏’”。他率先提出了国际上第一个从计算机系统结构角度来防止病毒攻击和盗窃的创新性方案，这一方案打破了人们在计算机软件方面保护电脑的传统思维，创新而独立地提出从计算机硬件上对电脑进行改进，不仅在病毒防护领域提出了新的思维，甚至给未来计算机的总体设计也提出了新的思路，这一研究成果获得了国家发明专利。

与计算机病毒的抗争刚刚结束不到一年，高庆狮又锁定了新的研究方向。他通览了美国加州大学自动控制理论专家Zadeh的模糊集合论的有关书籍和研究资料。通过阅读和思考，发现1965年Zadeh提出的模糊集合论不完备（不能正确描述客观世界中的各种模糊现象）和不可能有补集的两个缺点。Zadeh先生在思维、逻辑和概念方面出现的混乱错误没能接受数学家们的批评，致使产生了模糊集合论必须与经典数学理论相悖的严重错误，40年后的今天，模糊集合论仍然不是一门严格的数学理论。高庆狮大胆地对这一尘封近半个世纪的问题提出了挑战，他讨论了模糊集合之间存在着的关系，提出新的计算公式，改进原理论，提出了“与概率论的基本部分同构，与经典集合论一致，与通常逻辑、思维和概念相一致”的新模糊集合论，从而把模糊集合论扭转回精确的科学轨道，克服了Zadeh模糊



集合论的全部错误和缺点。

潜心科研的同时高庆狮也不忘关注国家科技研究的发展。21世纪以来，众多的“中国芯”不断涌现，计算机产业链的国产化又前进了一大步。这些“中国芯”都是“集成电路生产线大三角形”的一个应用，这也就意味着其水平仍然依赖于外国集成电路生产线水平和外国政府批准向中国出口的集成电路生产线的水平，仍然受制于人。面对这种情况，高庆狮多次建议国家积极研制全部国产化的亿次高性能巨型机，加快完全自产的国产计算机集成电路的研制工作，为建设我国自己的集成电路生产线做出了贡献。

从体系结构到人工智能、机器翻译，构建安全计算机体系结构，树立新模糊集合论，统一语言学理论，倡导集成电路建设，高庆狮始终挂念着国家科技发展。在成为中科院院士之后的几十年里，他用一系列科研成果的发表、一项项新技术新理论的诞生、一本本学术专著的出版印证了把全部生命投入科研事业的决心和信念。

数十年来，作为我国计算机领域先驱、智能科学开拓者的高庆狮，在国内外一级学报及国外国际会议等处发表论文70多篇、完成30多篇有关重大工程的论证报告，作为设计负责人先后获国家科技进步一等奖2项、中国科学院科技进步特等奖1项、全国科学大会重大成果奖4项，为我国计算机和智能科学事业的发展做出了重要贡献。

## 明师重德，育人孜孜不倦

高庆狮不仅是计算机学界的灵魂领军人物，还是一名诲人不倦的教师。

他注重培养学生独立思考、勤奋务实的学术精神。对于学术研究，高庆狮有着自己的理解，他崇尚独立思维，告诉学生要“独立思考，不能人云亦云。独立判断是非曲直，独立判断经济效益、社会效益和科学价值”。

他时刻牵挂学生的成长。在听取学生的汇报时，高庆狮常常询问学生们最近看了什么书，他还注重引导学生进行思考，只要听到学生们有了新的研究和思考，他就非常开心，并同学生们一起探讨。因家庭的原因，高庆狮经常来往于中国和加拿大之间，但不管是身在国内还是国外，他都时时不忘指导学生的学习和研究工作。有一次高庆狮的一名学生送他去机场，一路上高庆狮抓紧时间为学生解释六元素形式文法的问题，但是到机场时两人还没讨论完，就约好等高庆狮回来后接着讨论。可没想到那位同

学刚回到学校，就接到了老师从机场打来的电话，高庆狮利用半个多小时的时间在电话里详细地阐述了对生成文法的一些思考，终于解开了学生的疑惑。

他还悉心关怀学生们的生活，是严师，更是亲人。因为担心学生们破费，高庆狮不仅不让他们带礼物上门，反而时常将一些生活用品送给他的学生们，以改善离家求学的学子们的生活。2008年，南方许多地区遭遇了大雪灾，当时一位长沙籍的学生正在考取高庆狮的研究生。这位学生元月离开北京刚下火车，正走在积满大雪的路上，就接到高老师的电话“有什么需要我帮助的吗？长沙下了这么大的雪，家里人都好吧”。那年长沙的冬季非常寒冷，而那位学生的心里却十分温暖。

他重视身教胜过言传。惜时如金、全心投入，是高庆狮的一贯原则，他用自己的行动教育学生要珍惜时间、专注学业。每天清晨，高庆狮都起得很早，简单活动之后就投入工作之中、从不耽误；他平时最常做的就是伏案研究。高庆狮的简朴也深深打动了学生的心。他平时最常穿的衣服不是一件白衬衫就是一件毛背心，最好的衣服莫过于那套曾经穿着接受主席接见的素面西服。夫人说，高庆狮最重要的财产就是书房两面墙柜上的书和材料。

高庆狮真心喜爱教师的身份。他喜欢被人称为“老师”，而不是“院士”或是其他什么称号<sup>①</sup>。身为中国计算机界的权威，有人称他为中国计算机界的“八大金刚”之一，对于这样的赞誉，他仅淡淡一笑：“都是他人说法”。

高庆狮以深厚的数学造诣和严谨的治学态度为学生传道解惑，以真挚的关心挂念和细致入微的照顾温暖学生，用自己的真诚、淡泊与朴素深深地影响学生。几十年里，他共指导七十余名博士、硕士研究生，这些学生有的已经成为科研院所的领头人，有的已经获得了国家科技进步奖，他们都在各自的岗位上为我国的计算机事业做出贡献。

一生耕耘，一生奉献，他是我国计算机事业荒原的开拓者；严谨求实，勇于创新，他是科研之路上的楷模；潜心教育，桃李天下，他是言传身教的领路人；谦虚谨慎，淡泊名利，他是道德风尚的榜样。这就是高庆狮院士。

<sup>①</sup> 高庆狮还曾担任中国科学院极谱技术研究所研究员、全国人民代表大会代表，曾被评全国科技大会先进工作者。

# “帽子里拎出兔子”

——记物理学专家、中国科学院院士陈难先



陈难先，浙江杭州人，生于1937年10月。1962年毕业于北京大学物理系，先后在北京钢铁学院担任助教、讲师和教授以及北京科技大学应用物理所所长、北京科技大学副校长。1980—1986年在美国宾夕法尼亚大学、维拉诺瓦大学、IBM公司担任访问学者和研究员，1984年获美国宾夕法尼亚大学电气工程与科学博士学位。曾长期从事普通物理、普通物理实验、电动力学、振动与波等课程的教学，并在《中国物理通报》和《美国物理杂志》发表多篇物理教学研究的文章；在国际上首先（1984）用第一原理方法算出了石墨插层化合物的介电谱和光学性质。在国际上明确提出凝聚态物理和

应用物理中玻色、费米及晶格三大类逆问题，并发展了独特而系统的方法，得到一系列新结果。在晶格比热逆问题研究中发展并统一了爱因斯坦与德拜的经典工作。在原子间相互作用势库研究中提出了由晶体结合能到对势的严格简捷公式，还促进了晶格反演EAM多体势的发展，为复杂材料性能预测建立了良好基础。曾任国家高技术功能材料专家组组长、《中国物理快报》副主编、科技部“863新材料模拟设计”实验室主任、国家“863计划”顾问组成员、国家“863计划”监督委员会副主任、中国物理学会和中国材料学会理事、北京市高校职称评委会物理组组长；曾获1981年美国CDC公司技术发明奖；1991年北京市优秀教师奖；1993年国家自然科学二等奖；1994年国际理论物理中心资深研究员奖；2001年国家“863计划”十五年重要贡献奖；2001年香港理工大学杰出华人奖；2003年国家“973计划”优秀成果奖；2007年何梁何利科技奖；2008年李薰讲座奖。2000年5月任清华大学教授、理学院学术委员会主任。1997年当选为中国科学院院士。

陈  
难  
先

「帽子里拎出兔子」

“他的做法就像（魔术师）从帽子里拎出兔子一样”，这是英国*Nature*杂志主编玛多仕（John Maddox）对陈难先工作整版评论中的话；《物理评论》、《国际天体物理杂志》等则将陈难先对黑体辐射及比热逆问题的解法命名为“陈氏定理”。

## 成长与求学生涯

陈难先出生在1937年“八一三”淞沪抗战的激烈战火之中。祖父给他起的名字是“国难当先”之意。在日伪的横行下，陈难先很小就了解了亡国奴的屈辱和汉奸的卑鄙可恶。

陈难先上几代人都是办教育出身，对孩子的要求就是要有自力更生和报效国家的志气，从不要求孩子要在学业上争名次。但是从小学开始，陈难先过于贪玩，他到了二年级结束还不会背乘法九九表。补考题要算“ $26 \times 13 = ?$ ”，他是用26个13叠起来，硬是用加法拼凑出答案才算没留级。

陈难先初中就读于北京八中，他的母亲在教育部图书馆工作，他便常常待在图书馆里看各种杂书，尤其是关于革命战争的历史。当然，他也看到了上野清的大代数/范氏大代数之类的参考书。可是，学校历史课、生物课里的内容他却偏偏记不住，每学期总有一门课不及格。因此，八中教务处管补考的陈英老师对他颇感亲切，好像对他补考过关充满信心似的。在陈难先的印象中，高中的物理课充满了乐趣。一位物理老师通过讲述他在抗日战争时参与做炸弹的故事讲解“压强”；一位老师将自己自行车的座架安上了摩托车坐垫，让大家感受“压强”的设计带来的舒适感。后来，不知道是由于少先队和共青团的教育，还是由于学校里社会主义建设形势教育的鼓舞，还是生了一场大病（淋巴腺结核）的顿悟，陈难先在高中忽然变成了兴趣十分广泛的三好学生。他曾是北京八中乒乓球队队长、第一届全国数学竞赛优胜者，还参加了第一届全国青少年发明大会。

1956年，怀揣着“向科学进军”报效祖国的梦想，陈难先考入北京大学，立即就被“思想自由，兼容并包”的氛围深深吸引，他选择物理专业作为学习方向，全身心地投入到自己喜爱的理学知识的学习中。在“大跃进”时期，陈难先和同学们一起提前进入科研环境，几乎每天都熬到晚上十一点。北京大学自由的学术氛围让陈难先受益良多。王竹溪<sup>①</sup>、

<sup>①</sup> 王竹溪，物理学家、教育家。我国热力学统计物理研究的开拓者。陈难先听过他的统计物理课。

叶企孙<sup>①</sup>、黄昆<sup>②</sup>、丛树桐<sup>③</sup>、郭敦仁<sup>④</sup>、胡宁<sup>⑤</sup>、周光召<sup>⑥</sup>、曹昌祺<sup>⑦</sup>、曾谨言<sup>⑧</sup>、吴抗生<sup>⑨</sup>等许多老师都给他留下了深刻的印象。那个时候，北大的物理考试采用口试，每次有多道开放性题目，由学生抓阄命题，考生现场作答，考察的就是知识的掌握程度和思考的方式方法。刚开始陈难先被指定在大礼堂示范，抽题后，认为题目有问题，如果添加不同的条件就会有不同的结果，他的解释获得了老师和同学们的认可。轰轰烈烈的“反右”运动、“大跃进”和三年困难时期给学校工作的正常运行带来了很大困难，但是，老师们为人处世中坚持原则的态度，以及参加生产劳动和科学研究的经历，帮助学校培养出了大批与祖国共命运、同赴艰难的人才。

临近毕业，陈难先觉得应该用所学的物理知识服务于社会，选择了教书育人和学术研究兼备的学校工作，这便开启了他的教师生涯。“钢铁元帅”对他的吸引是很强烈的，也是很曲折的。

## 潜心教书育人

1962年来到北京钢铁学院后，陈难先本想投奔柯俊<sup>⑩</sup>先生，但是因为工作需要，他被分配到物理教研室任教。物理教研室主任顾静徽<sup>⑪</sup>先生给了陈难先很大的帮助，刚刚一年多，陈难先就在顾先生的信任和关心下走上了讲台，成为一位人民教师。在当时，从实习到讲大课一般要五年以上时间，陈难先经过一年就同时开两门大课，他深知自己责任重大，在

① 叶企孙，中国物理学界的一代宗师。陈难先听过两次他讲物理学史。

② 黄昆，著名物理学家、中国固体和半导体物理学奠基人之一、杰出教育家。陈难先听过他的固体物理课。

③ 丛树桐，物理学家。陈难先听过他的普通物理课共三学期。

④ 郭敦仁，物理学家和物理教育家。陈难先听过他的数学物理方法课。

⑤ 胡宁，理论物理学家。陈难先听过他的基本粒子物理课和广义相对论课。

⑥ 周光召，著名科学家，“两弹一星功勋奖章”获得者。陈难先听过他的积分方程课。

⑦ 曹昌祺，理论物理学家，物理教育家。陈难先听过他的电动力学课。

⑧ 曾谨言，理论物理学家，物理教育家。陈难先的毕业论文指导老师。

⑨ 吴抗生，低温物理学家。陈难先听过他的固体理论课。

⑩ 柯俊，北京科技大学教授，中国科学院院士。陈难先做助教时，曾任北京钢铁学院理化系主任。

⑪ 顾静徽，原北京钢铁学院物理教研室主任，物理学家、物理教育家，中国近代第一个物理学女性博士，曾从事光谱学和低温研究，培养了一批优秀人才，国际知名物理学家吴健雄就是她的学生之一。

物理课程的教授过程中十分认真。他觉得150学时的课程内容很难将物理学的全部内容讲授清楚，于是就主动给学生刻蜡版、出习题，每天都熬到很晚。物理学的知识一般都比较抽象，为了帮助学生真正掌握抽象的理论，陈难先还主动地给学生答疑，甚至对考试答题不好的学生进行“口试”，帮助他们理清题目的“出发点”和“目的地”之间有哪些可能的连接（搭桥）方式，让学生自己分析搭好了哪些，没搭好哪些。他认为这样做比简单的补考要好。可是，不少人认为他的做法是违反规定的，他都顶住压力扛着，认为这样一点不违背教育的精神。陈难先的课一般都比较严格，但也有风趣的时候。一次物理答疑课上，一个学生问他，“一个大圆球顶上的小球无摩擦滑下，小球会在什么位置脱离大圆球”这题目有什么实际意义。陈难先回答说，这就是个基本功练习。学生不满意。陈难先又回答：“设想你剃一个光头，在操场跑了一圈，在脑门上冒出一滴汗珠流下来，在什么地方该离开？用光滑小球作为汗珠的模型，它该在三分之一处离开，保护了眼睛。但是汗珠有点粘，不这么光滑，上帝在三分之一处给你设计了一个眉毛，因此粘一点的汗珠就沿着眉毛往旁边流，不会跑到眼睛里去了。”这个生动的讲授不仅让学生们掌握了“三分之一”的基本理论，也记住了这个物理学道理。陈难先回忆，当年的钢铁学院学风十分纯朴，老师和同学们都为了振兴国家钢铁工业而全力以赴，教书的生活十分快乐，让人难忘。当然，“光头之例”后来被大字报说教师上课不严肃，也是难免的。

1965年，因故不得不离开讲台的陈难先，在实验课程中继续教书育人。在每一次电学实验中，陈难先总是多准备一些有关的仪器，鼓励同学们按照自己的想法去挑选和设计，连接电路后、闭合电源前，需要通过陈老师的检查，只要不烧仪器，都让学生做下去，自己发现问题。有一次实验课，学生们设计出7种教科书上见不到的连接方法，大家都很高兴。陈难先常常关起门来拆仪器，发现哪些部位最容易坏、最需要小心，他带的实验几乎没有设备损坏发生。在轰轰烈烈的“文革”时期，他也曾经被分配去扫厕所为“大串连”的孩子服务，学了不少有趣的知识。那时，他和其他教师一样不能上课，甚至不许在书架上放业务书，他们常到旧货市场买些无线电元件，津津有味地制作收音机和简单的电视机。“文革”后期，他重新走上讲台给工农兵学员上课，虽然学生水平参差不齐，但是陈难先还是想尽办法让所有学生都能理解基础理论知识，并在普通物理课中组织学生做变压器的设计制作。他为工农兵学员设计的新讲法，有三篇都登在

世界著名物理教学研究杂志*America Journal of Physics*上。

1980年，冶金工业部选派优秀人才去海外留学，组织了一次全系统一万多人的考试，陈难先获得了物理科目满分，踏上了美国求学的航程。当时国外的物理研究水平比国内发达很多，尤其是计算机的应用非常普及，这给陈难先的学习带来了困难。此外，他以前只会用俄文，几乎没学过英语，语言方面也非常吃力。但是，已过不惑之年的陈难先咬牙坚持，他想：“笨鸟先飞，世上没有过不去的坎儿。”在宾夕法尼亚大学，陈难先很快就在学术研究方面有所建树，先后发表了多篇关于石墨插层化合物的研究论文，这类材料和后来的纳米管及石墨烯都有关系。1981年，美国CBC公司和宾夕法尼亚大学组织了技术发明创新评选，只有陈难先的“激光绕线法设计”与学校一位老教授的“石墨插层化合物应用”获奖，这让国外的同行对他刮目相看。1984年，陈难先获得了电气工程与科学系的博士学位。

1986年，陈难先回到了他魂牵梦绕的祖国，回到了北京钢铁学院。回校后，他重新走上了阔别多年的物理讲堂，从讲师到教授，继续着教书育人的工作。

## 致力物理学研究

从美国学成归国的陈难先，能不能在国内条件下开展学术研究只能用实践来回答。他发现带回来的两台微机完全不能用于大规模计算（10年后条件好了，这方面工作又得以进行），于是他挑选了黑体辐射逆问题这个课题。

大家知道，遥感卫星可以探测到地面热辐射的频谱分布，从中提取出地表的温度分布，就能够获得有关地面的各种实际信息。例如，对导弹发射、核爆炸试验和动物昆虫群体迁移这类敏感事件的监测，也要用到遥感技术。从测试结果反推这些异常的温度分布，要解决一个所谓黑体辐射反问题，这就引起了IEEE（电气和电子工程师学会会刊）上热烈讨论近9年。从1982年起，除了博加尔斯基（N. N. Bojarski）迭代解和金（Y. Kim）与嘉伽（D. L. Jaggard）的改进，还提出了另外一些重要的简化与近似。陈难先的工作则圆满地结束了这一讨论。现在从公开文献可以看出，“陈氏定理”已经被进一步用到了星际尘埃中的温度分布、黑洞外壳的温度分布以及活动银河系中的吸积盘等天体物理问题。

由于陈难先是物理出身，很快就把黑体辐射逆问题与声子比热的逆问题联系起来。这就是要从比热的测量结果提取出固体中原子的振动频谱，可用来分析固体的晶格结构等微观物理机制，所以这个逆问题有很重要的实际意义，长期以来受到许多物理学家的关注。爱因斯坦和德拜（P. Debye）都曾为此做出了十分重要的贡献，并推动了量子理论的发展。求解这种反问题，需要的是数学上的直觉，是数学的技巧与算法。美国著名物理学家蒙特罗尔（E. Montroll）为了改进爱因斯坦和德拜的近似解，在1942年求得了它的积分解，后来英国的钱伯斯（Chambers）独立地重复了这个解，苏联的里弗希兹（I. M. Lifshitz）也得到了几乎相同的结果，他们推算的公式虽然优美简洁，但却并不实用。因为公式是含复变量的二重积分，在分母还出现两个特殊函数，很不容易算。陈难先推出的新公式只涉及实数域的运算，所用到的拉普拉斯反演有系统的规则和算法，显然比蒙特罗尔公式实用。它是一个普遍解，在低温时可以推出外斯（Weiss）公式并包括了德拜解，在高温时可以得到一个新的公式，并包括了爱因斯坦解及其他新的内容。这样，陈难先的工作就为这个声子比热的反问题画上了圆满的句号。“陈氏公式”比蒙特罗尔和外斯都简洁得多，用的是人们意想不到的数论，这个“神来之笔”带着数论的典雅与优美，像魔术师一样从礼帽里拎出了兔子。

当请陈难先做些感想时，他说这件事发生在钢院并不偶然。当时有出国机会又能回来的人是不多的，自己和同事心中的责任感是比较强的，觉得应该做出些更加出色的事。他说，当时用迭代方法拼凑出初步结果后，是北科大数学系柳梦辉教授看出来这可能和数论中莫比乌斯（Möbius）反演有联系。由此，陈难先又模仿大学低年级从傅里叶级数到傅里叶积分的过程推导出了莫比乌斯级数反演公式，和他凑出来的结果一致起来。“现在看来，当时我对莫比乌斯反演基本上一知半解，写的文章就像一锅生米饭，居然被人当做香饽饽。这是由于信息时代的到来使人们对物理中逆问题的追求十分热烈。后来在北科大、清华又提出了一系列物理中逆问题的解法，还得到北科大许多老师的帮助和鼓励。”

玛多仕是有眼光和远见的。他用《自然》杂志一整版的篇幅来进行评论，一点也不过分。他不只是在称赞。在具体介绍和分析陈难先的工作之后，他指出了进一步工作的方向和问题：“更苛刻的问题在于，是否有可能把做法推广到不仅仅是简单的一维问题。事情从表面上看，这似乎只不过是个形式，但稍稍一想就会发现，问题在实质上紧紧联系于高维空间的多连通性。不过不要泄气，这其实是个挑战。”这就不仅是评论，更是热



情的启发、指点和鼓励。显而易见，他的评论扶持和引导了陈难先等人的研究活动，推动和促成了这一领域的发展。玛多仕对陈难先一个可以说是偶然和孤立性工作的评论，引出了随后一系列系统的工作，美英各国都开展了不少应用和发展。

面对进一步发展的机遇和挑战，最重要的是寻找新的发展方向 and 命题。陈难先从黑体辐射逆问题出发，进一步提出了玻色体系、费米体系和格子体系三大类逆问题中的一系列基本问题，这些命题在凝聚态物理和统计物理中基础性强、应用广泛。他在国际上首先用莫比乌斯反演得出一维原子链结合能到原子间对势的严格的反演公式，之后又对三维晶体中原子最紧密排列方向用一维莫比乌斯级数反演公式求出原子相互作用势零级近似，以此为基础，把别的项当扰动，很快就成功地用于解决Cu、Al、Ni、Cr等材料中原子间二体势和三体势表达式，从而以比过去快得多的收敛速度解决了晶格逆问题，即解决了由晶体结合能计算其中原子相互作用对势的普遍方法。

与此同时，莫比乌斯反演方法对费米体系中逆问题的应用也取得了有意义的进展。基于陈难先和应用物理中几类逆问题研究中取得的重要成果，他于1993年获得国家自然科学奖二等奖，这也是迄今为止北京科技大学所获得的最高科技奖项之一。

又经过约三年工夫，陈难先推出了简洁的普遍的晶格反演公式，揭示了晶体内隐含的半群结构。这个方法还被用来简化埋入原子法中的多体势计算。在此基础上，他对稀土金属间化合物、金属/陶瓷界面中的原子相互作用势进行了大量计算和应用，并在北科大创立了科技部“863新材料模拟设计”实验室。

## 思考教育发展

长年工作在教育一线的陈难先对于教育发展和创新人才培养有深刻的思考。

陈难先对于教育的“三个面向”有深刻的理解。他认为：“教育是要培养未来的人才，因此教育要面向未来；这个世界是经济全球化、一体化的世界，教育必须面向世界；这个世界是用现代化的高速交通工具、通讯工具和网络联系起来的，所以教育要面向现代化。建设一个强大的社会主义现代化国家，要靠具有现代化思想和才能的人。我们培养的人才必须要

适应‘三个面向’的要求，否则就跟不上飞速发展的世界形势和日新月异的科技进步，建设强大的社会主义国家就成了一句空话。”

陈难先坦言，当前教育的“大一统”趋势对于我国科教兴国和创新人才培养十分不利，尤其是教学大纲、教学课本的统一和自我封闭，给教学工作加上了“框框”，这种“统一”似乎只是为了上级机关管理和检查的方便才制定出来的。他认为，现在这种“标准化”已经发展到对优秀人才的统一要求，例如，引进人才要看其是否为211院校毕业，这种做法近乎荒唐。另外，职业学校太少，理工科院校的实验和实习太少，也是大问题。

陈难先力荐同一省份内应该多种教材同时采用，让教师和学生自主选择，多样化教学。在教师的选拔工作中，陈难先也认为教师的来源应该多样化，工程技术人员、财政经济人员、行政管理人员等，只要有业务专长，条件比较适合，经过短期的教师资格培训和选择，使他们了解国家在教育方面的方针政策、法律法规和一般的教育理念，就可以到学校教授专业类课程（并非终身制），师范院校的毕业生不应该是教师的唯一来源。来源的多渠道，有利于教师结构的合理重组，有利于建设一支高素质的理论联系实际教师队伍，更有利于教育的改革和发展。

陈难先认为，创新人才的教育应该从环境营造做起。教育领导者首先要有清醒的认识，解放思想，然后才有可能解放教师和学生的思想。领导者应该取消原来对教师的过多束缚，给教师创造一个宽松的环境。他举例说：“丁肇中<sup>①</sup>带一帮学生搞研究，他们一进实验室就忘我地工作起来，一连几天不出来，吃饭睡觉都在那里。你当领导的一会儿喊他开会，一会儿叫他接待，一会儿叫他写篇文章，一会儿叫他填个报表……他怎么还能安下心来搞实验呢？教师搞教学研究也是如此，你得让他不为吃饭发愁，有条件搞研究。给他安排一个宽松的环境，放手让他搞就是了，不要给他过多的干扰。”

他认为“顾全大局”是重要的，但是“听话”不应该是选拔科技和学术人才的重要标准。发明发现既是艰苦的劳动，也是很有风险的工作。我们培养的人要有探索和承担的态度，也要有奉献和负责的精神。

<sup>①</sup> 丁肇中，美国实验物理学家，华裔美国人，麻省理工学院教授，曾获得1976年诺贝尔物理学奖。

## 参加社会活动

陈难先曾经担任全国政协科技组委员和常委、全国人大常委会委员、北京市政协副主席，全国人大教科文卫委员会副主任、民进中央副主席、中华职业教育社副理事长等职务，参加了不少社会工作。这使他对“我国仍然是一个发展中国家”这个基本国情有更多机会和更多角度去了解。他认为“自己在中国的那个时代能受到完整教育是很幸运的，所以报效国家是很重要的命题。但是，时代或集体给予的机遇不等于个人的能力”。

有一次全国政协科技组开会讨论“如何学习雷锋”，大家讲了不少要参加扫地、刷试管等事例。当时，陈难先就提出知识分子“学雷锋”最主要的应像马寅初<sup>①</sup>那样理性思维，坚持原则，不看风使舵，不盲目随众。他的意见一发，会场忽然冷了下来，局面有点尴尬。这时，列席会议的国务委员宋健同志作了发言，表示“支持老陈的意见”，还讲了不少有意思的历史回顾。

陈难先十分关心家乡杭州的发展。在回乡探亲时，他说：“在我的印象中杭州很美，我现在也一直关注浙江的发展，我回去过几次，的确感觉到浙江的经济实力有了长足的进步，成为了全国经济的排头兵，为家乡感到骄傲。”陈难先认为家乡应关注文化的发展和建设。他认为，吴越文化历史悠久，因此要在发展经济和开发建设时，加强传统文化的继承和弘扬。另外，他认为要加强环境保护，让文化景观更美。一个国家的环境和文化要比经济更能代表一个国家的价值观。

北京奥运会前夕，身为奥组委委员的陈难先积极为“人文奥运”献计献策。“人文奥运应从‘人文北京’入手，而且应该把这个任务的宣传普及工作交给正在上中学的孩子们。”他认为，软环境建设是筹办奥运最具挑战性的任务，深入开展首都文明礼仪宣传教育实践活动尤为重要。陈难先建议，给北京的中小学做个规定，把人文奥运的精神实质和待人接物的礼仪规范融入到中小学的教学课程里去，早一点在孩子们当中形成参与人文奥运的气氛，争取让每位中学生每年贡献出一天或半天的时间，走出校园，到社会上做人文奥运的宣传，用“奥运好坏，我们有责”的口号感动社会。

<sup>①</sup> 马寅初，经济学家、教育学家、人口学家，曾担任北京大学校长等职务。

虽已年过古稀，陈难先没有停下前进的脚步。他精于学问，著书立说；他心怀教育，倡导创新；他情系社会，关注发展。他的治学精神和为人准则永远激励着后来人。

他看见上面这段话后说：“自己只是普通人，没有资格受这样的抬高或美誉。随着工作的积累，我知道自己有许多事情没有做好，缺点错误多得很。但是，经过北大马寅初—江隆基<sup>①</sup>时代的熏陶和北京科大高芸生<sup>②</sup>—张文奇<sup>③</sup>时代的洗礼，我在跟随时代的进步中，还是感到某些特有的自豪和自信。”他是真心的，我们只好把他的话附上。

他说：“人生应该是有趣的，也是多样的，让我们一起以各种不同方式把国家建设得更加美丽多彩。中国发展很快，问题也很多，需要我们乐观，积极，奉献！”

① 江隆基，曾任北京大学党委书记兼副校长、兰州大学党委书记兼校长等职务。

② 高芸生，原北京钢铁学院院长。

③ 张文奇，原北京钢铁学院院长。

# 依依金情，巍巍钢魂

——记金属材料专家、中国科学院院士李依依



李依依，江苏苏州人，生于1933年10月，中国科学院金属研究所学术委员会主任、学位委员会主席，冶金与金属材料科学家。1957年毕业于北京钢铁工业学院；1957—1960年在本溪钢铁公司第一钢铁厂担任1号青年高炉工长兼技术员；1960—1962年在辽宁冶金设计院从事高炉设计工作；1962年调往中国科学院金属研究所工作至今。1982年起，连续主持5个五年计划国家科技攻关课题，完成了6种强度级别的抗氢钢及合金系列。现兼任中国科协辽宁省科协名誉主席、中国金属学会常委、国际低温材料学会委员，第五届国家重点基础研究发展计划（“973计划”）专家顾问组成员。曾获得

全国青年高炉集体称号，成为共和国第一批高炉女工长，曾为我国低温高压、抗氢脆合金的研究做出开创性贡献。研究成果获得省部级以上奖励10余项，在国内外学术刊物上发表论文200余篇。曾荣获“国家有突出贡献的中青年专家”、中科院“十大女杰”等荣誉称号。1993年当选为中国科学院院士。

李  
依  
依

依依金情，  
巍巍钢魂

“依依”，一个散发着江南水乡柔美气息的名字，却因一名女性滋养于北方水土并与钢铁事业结缘，增添了几笔强韧坚毅的色彩。她就是至今仍以充沛的精力投身于国家重大工程技术项目、在金属材料科研领域孜孜奉献着的中国科学院院士——李依依。

桃李年华，北上求学中她确知己任；50载金程，科研事业上她屡建丰功；岁临耄耋，生活点滴里她柔情依旧。她的美丽、执著汇成“依依金情”，传递着她与金属打了一辈子交道的深深情愫和可贵品质；她的坚强果敢铸就“巍巍钢魂”，映衬着她以钢铁般的信仰凝聚而成的精神力量与人生辉煌。

## 女儿不输才志，钢院筑基人生

战火纷飞是李依依童年生活的时代背景，新中国成立的伟大时刻是青年李依依迈向人生新阶梯的重要基石。在李依依的成长序曲中，乐观向上是一直流转的旋律，而钢铁则成了最为激越动听的音节。

1933年10月，李依依在北平出生。1937年的卢沟桥事变让尚未来得及记忆古都的李依依和家人不得不离京南下：回上海、过汉口、转成都、经贵阳、驻重庆、返南京和上海——李依依的童年无疑在充斥着动荡与战乱的时代背景下暗淡了许多，但出身知识分子家庭的她并没有因此而丢失学习的机会，重视教育的父母克服困难坚持让她走进学堂。虽然多次的迁移使得李依依频繁、被动地转往新的学校，但对她来说能够念书已是莫大的幸福。李依依从小活泼开朗，骨子里透露出的男孩子气让她从未觉得身为女孩就会比别人弱，家中长女的身份更是让她从小就学会了担当家务、照顾弟妹。10岁那年，父亲因赴美留学去重庆考试，她独自挑起了照顾妈妈坐月子的重任。中学时，她常常在周末将40斤重的面粉或大米背回家。1946年，抗战胜利后，从美国实习回国的父亲带着家人由重庆先后移居南京及上海，李依依在南京中华女中及上海道中女中完成了初中学业。1949年，上海和平解放，品学兼优的她首批加入共青团，并参加了在上海豫园举行的全市团员宣誓大会。同年，李依依考入上海市西中，入校后便被选为团组织委员，开始践行她宣誓时的诺言。

1950年，由于父母工作调动李依依随家人迁回出生地并在北师大附中念完高中。当时校园里处处洋溢着的新风气令她着迷，但也使李依依明显感觉到了与同学间思想上的差距。她积极参加暑期党课，学习中国共产党

的基本知识，阅读《钢铁是怎样炼成的》等书籍，参加抗美援朝宣传等活动，在行动上做到敢为人先。基于李依依的优异表现，组织安排她担任少先队辅导员。高三时，初露锋芒的李依依加入了中国共产党。环境的熏陶加之自身的不甘落后，李依依就这样热情地拥抱着成长，探寻着“人为什么活着”的答案。“我要像保尔、卓娅那样生活，使别人因为我的存在而生活得更好。我要申请入党，努力按共产党员的标准来要求自己，为共产主义事业奋斗！”没有浮华与冠冕堂皇的辞藻，18岁的李依依用满腔热忱为自己定下了人生理想。

1953年的夏天，李依依迎来了人生的重要转折点——高考。填报志愿时，尽管父母希望她能学医，而李依依自己心中却早已有了打算。当时，“一五”计划刚刚起步，国内正广泛宣传着鞍钢火热兴建的“三大工程”<sup>①</sup>。满心期冀支援国家建设的李依依对钢铁事业充满了向往：“男同志能做到的事，女同志也一定能做到”。在理想与渴望的驱动下，李依依毅然选择了很少有女孩子问津的钢铁冶金专业，报考了北京钢铁工业学院，走上了“钢路”。

在那个激情燃烧的年代，学习是件“简单”而纯粹的事情。每天清晨，李依依和她的舍友们早早起床，在“劳卫制”<sup>②</sup>的提倡下来到操场锻炼身体，接着神清气爽地投入一天的学习。上午两节大课，下午两节小班课的设置谈不上轻松，李依依从未放松过要求。注重全面发展的李依依做事力求计划和效率，她视课程难度而有选择性地预习，不贪全、抓重点；她会每隔一段时间温习以前的学习笔记，疏脉络、提精华。这些好的方法和习惯帮助李依依在学习成绩上一直保持优秀，为她的全面发展创造了条件。

回忆起大学生活，李依依对当年钢院里注重德、智、体、美全面发展的校园氛围印象尤为深刻。而这位当年在钢院有名的“铁姑娘”也的确“耐不得闲”，社会工作、体育活动样样来。初入大学时，身为学生党员的李依依便在老师的鼓励下担任了团支部书记，随后她又先后被选为学生会文娱副部长、军体部副部长，她的身影出现在学校的各大文娱晚会和体育赛事中。认真踏实的态度，平易近人的作风，让李依依总能在男干部居多的环境中取得不俗的表现。

体育是李依依最钟爱的科目。入学伊始，李依依凭借优良的学习成绩

<sup>①</sup> 1953年，鞍钢提出了建立无缝钢管厂、大型轧钢厂和七号高炉的工程计划，合称为三大工程。

<sup>②</sup> 劳卫制，曾是我国的一项重要体育制度。

和出色的自行车技巧顺利考入人人向往的摩托车队，同时加入了短跑队，每天下午的训练成为她大学生活的一种常态。弯弯的跑道洒满了李依依每日训练的汗水，铭记着令人不绝称赞的辉煌。1954年，北京市高校运动会，李依依以14秒20的成绩打破了北京市80公尺低栏纪录，轰动一时。风雨无阻的奔跑从未让李依依感到疲惫，反而帮她排解了学习压力，提足了昂扬的精气神儿，磨炼了她咬牙坚持、迎难而上的坚韧品格。

钢院四年，李依依学到了扎实的知识，培养了胜任多种工作的全面素质，收获了健康的体魄，还领悟到了处理好学习与工作关系的诀窍。她的潜质在这里得到充分的激发，人生志向也由此愈加坚定和清晰。

## 首批巾帼工长，一代高炉传奇

1957年，在“以钢为纲，全面跃进”思想的指引下，钢铁生产指标越提越高。刚从钢院毕业的李依依再次将自己的命运与祖国联系到了一起。她积极响应“知识分子劳动化，劳动人民知识化”的号召，远赴东北，深入基层，在本溪钢铁厂成长为共和国第一代女工长的杰出代表。

“到艰苦的地方去，到祖国最需要的地方去”是20世纪50年代知识青年光荣与自豪的选择。来到本溪钢铁厂的第二天，李依依就投入到劳动锻炼当中。扒渣时，她迎着飞扬的尘土和扑面而来的热浪，拼尽全力挥动着手中沉重的铁耙；清理现场时，她不顾繁重的工作量总是冲在最前，挥锹劲头和气势丝毫不输于身边的男工；攀炉观测时，她任凭豆大的汗滴沁湿衣衫，在难以忍受的灼热高炉旁认真观测炉温。在工厂里的第一年，李依依的身影出现在从原料到炉前、炉顶、热风炉、运输等等工段，只要有任务就立马挥锹上前，她几乎干遍了炉上最脏最累的活。经过十个月的艰苦锻炼和踏实苦干，1958年9月的一天，领导破格将李依依任命为一号高炉工长。由此，她不仅成为同批毕业生中最早的工长，更是以新中国首批女工长的身份带领工人们拼搏奋斗！

上任第一天，李依依面对高炉心中不免有些打怵：“平时上岗都是跟着干，今天要自己独立指挥眼前这群壮小伙子炼铁水……”但不服输的她并没有因此而显露怯色。整理好防热帽和帆布工作服，李依依便镇定十足地指挥起来。然而头几天由于经验不足导致对炉子的温度判断不准，连出了两炉“号外铁”，这让一向追求优秀的她很是自责。但在领导的信任鼓励和大家的理解关怀下，李依依很快克服了沮丧和失落，以更加严谨的态



度投入到接下去的冶炼工作中。从此，李依依更加频繁地向老师傅请教，时刻提醒自己注意将学过的理论知识与生产实践相结合。“勇敢真诚做根本，吃苦好学为先念”。实干终究换来了回报，当一炉又一炉波光耀眼的低硫磷铁水在李依依与伙伴的面前流过时，心中涌现出的喜悦令她至今难忘。而那被铁水映照着的火红晶莹的汗水则是她辛勤付出的证明，也是对劳动者最好的嘉奖。

炉前生活艰苦且简陋，却更能衬托出可贵的品质。20世纪50年代末迎来了轰轰烈烈的“大炼钢铁”运动。李依依和工人一起驻守高炉旁，平时三班倒，值一班就是连续8小时，任务紧急时他们更是连续12个小时不眠不休。

为了提高出铁量，她常会几天几夜不离炉、不合眼。有时，下班离开厂区已是繁星满天；有时因为险情突发，她刚刚下班又匆忙赶回工厂。时间有限，李依依就和工人们一样，值班室里吃饭，仪表盘后换衣；条件有限，李依依索性免去打扮一切从简，工作服、工作帽便成了她着装的常态。干活从不嫌脏怕累，生活从不讲吃挑穿。工作时塞进帽子里的发辫或许藏去了年轻姑娘本有的娇柔与妩媚，却遮不住李依依甘为炼铁事业牺牲的美丽与大气。她将更多的精力投入到炉前现场：专门在班前组织的技术课，为工人们带去专业知识；她在工作间隙中读报，帮助大家轻松愉悦中消除疲劳。李依依似乎从不疲倦，当自己实在坚持不住时就趴在桌上打个盹儿休息一会儿。女工长以特有的活力和朝气，为单调的高炉工作增添了不少跃动的色彩。

正是凭借着这种吃苦耐劳、顽强拼搏的精神，李依依带领的一号高炉创下了中型高炉炼铁利用系数连续保持全国领先的纪录。1959年，本溪钢铁厂一号高炉得到共青团中央的奖励，被命名为“青年高炉”。作为第一代女工长的李依依则成为当时青年人心目中的榜样，一夜名扬华夏。《人民日报》、《苏联妇女杂志》和《本溪日报》相继大篇幅报道了李依依的事迹，本溪话剧团更是直接以她作为人物原型创作话剧《高产之夜》，成为那个时代引领社会青年拼搏进取的精神风尚。

“人红炉红融为一体，曾为红炉共努力。今赴新任他乡去，青年高炉犹有您。”1960年，即将结束三年高炉生活的李依依，收到了这首来自同炉同志的送别诗。在别具特色的时代背景中，传递出一代人共有的火红记忆，宣扬了共和国第一代女工长的不朽传奇。拼搏、顽强、刚毅、笃定，李依依将自己宝贵的青春毫无保留地奉献给祖国的工厂一线，艰苦环境中

的历练更为她的瘦小身躯镀上了一层耀眼的金刚。

## 密辛浇铸科研，女杰引领先锋

“应用一定要与理论相结合。”是李依依在本溪钢铁厂的三年历练中收获的最宝贵的经验，这一感悟坚定了她从事冶金应用研究的决心，开始在中国科学院金属研究所继续她的钢铁强国梦。她在冶金应用基础理论、工程材料实践中的许多学术观点以及重要发现在国内外产生了深刻影响，一系列显著成果更让李依依成为了中国低温高压、抗氢脆合金研究领域当之无愧的带头人。

离开本溪钢铁厂，李依依来到沈阳冶金设计院从事高炉设计工作。1962年，她被调往中国科学院金属研究所，从事金属中氢分析、高温合金的长期实效和铁锰铝低温钢的应用研究。初到金属所，她深感知识和技能的欠缺，于是李依依狠抓“两基一外”，一边抓基础理论和基本实验技术，一边恶补外语。一贯的勤奋努力让李依依很快在业务上有了起色。为了培养李依依，研究所决定让她在师昌绪<sup>①</sup>研究室担任科研秘书，统管全研究室的重大任务课题。当时师昌绪带领的研究室是整个金属所承担课题量最大的一个，全所八大任务他们独挑半壁江山。李依依十分珍惜在名师身边的学习机会，全心全意投入工作，每天考虑的就是如何帮助大家把课题做好。她的无私与肯干得到了领导和同事的一致认可。

热情和专注让李依依收获了成长。但随着后来“四清”运动的开始，充满希望的事业发展之路也不乏坎坷。1966年爆发的文化大革命更使她成长的步伐受到了前所未有的阻力。10年“文革”，困难重重，被免除研究室科研秘书和团支部书记职务的李依依并未因此而放弃自我、放弃事业。虽然科研队伍不能像以往般正常运转，但设备仍有、知识还在。李依依就充分发挥主观能动性，一有时间就跑到实验室，磨样品、做材料，尝试了许多实验。逆境中的坚持让她越来越享受于这种静下心来搞研究的乐趣，更坚定了做课题的信心。

1978年，改革开放的春风吹醒了中国，也吹暖了冷冻10年的科研领域。经过10年坎坷的积累，李依依对于重新获得的研究机会倍加珍惜。她再次投入自己热爱的领域，决心在这片钢铁的热土上开创新的辉煌。

<sup>①</sup> 师昌绪，著名金属学及材料科学家，中国科学院院士、中国工程院院士。

20世纪70年代末，李依依正着手于合金相图、相变的应用基础研究，通俗地讲，就是合金中的固态相结构的转变问题，即“奥氏体”与“马氏体”这些不同组织形式的研究。李依依系统研究了83—573K奥氏体合金的氢扩散系数及渗透率。她在Fe-Mn合金电镜原位观察从奥氏体到 $\epsilon$ -马氏体相变的过程中，发现了 $\epsilon$ -马氏体形核长大遵循层错重叠及极轴机制，成功解决了几十年来只有理论推测而未得到实验证实的难题。1979—1981年，李依依和同事一起首次在国内将电子探针和金相技术相结合，作出了共12个等温截面的Fe-Mn-Al系富铁角相图，并制定出相应的相鉴定方法。1982年，这一成果获得国家自然科学三等奖。同一时期，李依依又携手美国研究员，在高锰奥氏体低温钢研究中，发现了在300—400K温区内含锰奥氏体钢中存在反磁铁转变点 $T_n$ ，并找到锰是唯一的既可提高 $T_n$ 点，又可降低马氏体 $M_s$ 点的元素，保证合金在液氮下低磁导率和奥氏体稳定。这一新的发现与当时美国国家标准局的Dr. Ledbetter几乎同时发表，处于国际领先水平。

1982年是我国实施“六五”计划的第二年，中国科学院金属所承担了“抗氢压力容器用钢”的国家攻关课题。当时，这一项目涉及所内11个研究室和2个协作单位至少32名同志。在时任所长李薰<sup>①</sup>“金属所就是要做别人做不了的工作”的鼓励下，作为室主任的李依依通过师昌绪的极力推荐，勇担大课题组长的重任，准备放开手脚奋力一搏。20世纪80年代的金属研究所几乎不具备进行该项目的实验条件，李依依就带领同事将原来的养花暖房改造成防爆实验室。从文献资料的查阅与研究，到实验方案的论证与调研，再到分课题的计划与落实，忙碌的工作让她甚至在睡梦中都为实验而眉头紧锁。在同志们的共同努力下，仅4个月的时间，她提出的“高压高纯热充氢装置”就安装完毕。又经过三年的奋战，李依依和同事们建起了包括高压高纯热充氢、高纯氢分析、气相氢渗透扩散、裂变扩展及静载拉伸在内的全新实验系统，确定了冶金、加工、热处理全过程工艺制度，明晰了试样的氢损伤评价方法。由她带队开发出的抗氢1、2号钢种全部成功通过国家试验及鉴定。

1986年开始的国家“七五”计划中，李依依再次迎难而上，承担了国家重点攻关项目“高强度抗氢脆钢”。“氢脆”是钢材在冶炼、加工和使用过程中，溶解于钢中的原子氢在重新聚合成分子氢时产生的巨大压力超过

<sup>①</sup> 李薰，物理冶金学家，科学研究管理专家，中国科学院院士。

钢的强度极限，从而在钢内产生微裂纹，导致材料的韧性或塑性下降的现象。针对这一在科学界被称为“只可防、不可治”的氢脆难题，李依依提出以高氮含量控制冶金范围很窄的Fe-C-Ni-Mn-N钢为主攻对象，做出了氮化物等相的析出规律与相的鉴定，提出了合理的热处理制度，解决了一系列工艺问题，探查了工程厚度钢截面的氢分布规律，给出了高压充氢性能评价的数据，最终研制出了具有高强度抗氢脆性质的新钢种。

1986年、1990年的中国科学院科学进步一等奖，1987年、1991年的国家科技进步二等奖是对李依依在“六五”、“七五”计划中两次重大攻坚成果无上光荣的肯定。1990年，在无数次的重大项目攻关成功之后，在领导和同事们的认可下，李依依开始担任中科院金属所所长，成为中科院少数几名女所长中的一位。1990—1998年，在李依依担任金属所所长的八年时间里，她以更广阔的眼光面对科研，带领全所人员不懈努力，逐步绘制出把金属所发展成为国际一流水平的材料科学与工程研究试验基地的美好蓝图。

20世纪90年代初，随着市场经济的深入发展，科技体制不断改革。刚刚走上金属所领导岗位的李依依，面临着科研经费逐年减少的困境。困难面前，李依依没有效仿个别研究所和大学将队伍下放到资金充裕的环境任其发展的做法，而是坚持科研水平，带领全所成员一同争取课题。“队伍不能散！”一向注重团队合作的李依依并不是在削弱科研自由性，而是在凝聚人心和力量。她严格把关，认真审批，逐步建立起了由所长、副所长、科技处长、研究室主任和课题负责人带领大队伍的研究机制。

通过全所人员的协同配合，金属所争取到了世界银行贷款100万美元的快速凝固国家实验室，400万美元的均质化合金国家工程研究中心ERC，以及价值500万元人民币的低偏析合金工程等项目。全所上下一条心，相互配合同奋斗。在李依依的带领下，金属所不仅顺利渡过难关，还形成了更为先进的科研条件和积极浓郁的科研氛围，开创了新时期良好发展的局面。在当时中科院128个院所的评比考核中，李依依领导的金属研究所名列前三。

“聪者听于无声，明者见于无形。”身为所长的李依依以女性特有的细致和敏锐，加之自身的远见卓识，始终处于国际科学技术研究的前沿，跟踪着国外金属材料研究的最新态势，带领着全体人员建立起“一主两翼”<sup>①</sup>的办所模式，在特殊时期凝聚人心，积蓄力量。在中科院金属所，有人这

<sup>①</sup>“一主两翼”指当年中国科学院金属研究所以国家任务为中心，以基础研究、科技开发为两翼的发展模式。

样评价李依依：“女性的风采很足，有粗又有细；不输男性的意志也很足，有谋又有断。”

“子规夜半犹啼血，不信东风唤不回。”身为所长的李依依也从未忘记过自己科研人员的身份，不仅尽职尽责做好“带队人”，更注重培养年轻力量，并通过带好金属所提升科研水平。20世纪90年代，李依依继“七五”计划后又先后将国家“八五”、“九五”计划交给了年轻同事，她将更多的精力投入到研究所的经营管理中。“十五”期间她又提出了“沉淀强化抗氢合金”攻坚科研项目。因为在低温与高压、抗氢脆合金研究领域所取得的开创性贡献，1993年，李依依当选为中国科学院院士。

科研事业上的成就靠的是李依依勤勉于学的人生追求。为了开阔视野，参加工作后她坚持学习外语，更是在四十岁后苦练口语，信息时代她又开始学习计算机操作技术。近年来李依依用一颗与时俱进的头脑把握讯息、勇征新途。孜孜矻矻之中她早已将学习化为一种习惯。

科研事业上的成就靠的是李依依不惧失败的千锤百炼。她从不以取得成绩为唯一目的，更不惧怕实验过程中的失败。她常讲：“失败也是一种宝贵的资源，只有允许失败才有可能创新。”明确目标后的她更多的是潜心当下，以不轻言放弃的执著勇攀高峰。

科研事业上的成就靠的是李依依时刻秉承的“三严”精神：严格的训练、严密的组织、严肃的态度，而“三严”精神之本当属为人处世的诚信。无论是热处理实验时的一个数据，还是论文中的一个例证，李依依时刻以“三严”精神匡正其身，杜绝浮躁，践行着实事求是的科研态度。

50年来，李依依从未丢失过作为一个科学工作者所应具备的品质素养，切实的努力使她收获了累累硕果：300余篇学术论文及报告，10余次获得包括国家科技进步奖、国家自然科学基金、中科院科技进步奖在内的重要奖项，几十次出席在美、欧、日本召开的国际学术会议，8次担任分会主席并受邀作报告。1995年11月，国际著名杂志*Science*上刊登了一期“中国的科学”专栏，并插有一幅中国地图。编者为了表明对李依依科研成就的肯定，特别对沈阳市做了这样的标注：“沈阳是中国重工业城市，而且有由一位高水平女科学家领导的金属所及快速凝固实验室。”2001年她获得中科院“十大女杰”称号并列首位，这是祖国给予李依依最光荣的奖励。

离开所长的岗位后，李依依继续潜心服务于国民经济发展和建设。她提出可视化的铸造技术不断在工程项目中实施，取得了不菲的成绩。由她

带领的团队获得了中科院2009年优秀团队的荣誉。

## 兰心存酿蕙质，柔情润物无声

科研事业辉煌让许多人赞叹于这样一名女科学家的伟大，但是却掩盖不了李依依生而为女子的柔美和光芒。洗去名誉的铅华，李依依在生活里展现出了女性平淡却又不平凡的另一面：妻子、母亲、所长、导师……她集多种角色于一身，一如既往地以一颗强韧、柔软、真诚的心去真实演绎。

李依依与柯伟是一对恩爱夫妻，他们比翼双飞的爱情故事堪称传奇。他们因共同的体育爱好牵手于钢院，经过4年的相恋于1960年10月正式结为夫妻。婚后的日子并不宽裕，曾经有一段时期，一家四口人只能挤在一间8平方米的小屋内。但是对她而言，有爱人和孩子在的地方是最温暖的，无论身处何境，只要能与爱人牵手共同进退便不会害怕。“文革”期间动荡飘摇，李依依从未松开过支持丈夫的双手，而她也从柯伟身上汲取到坚持的力量，夫妻同心、患难与共，最终走出了十年的阴霾。

身为一名从事科研工作的女性，李依依深知家庭与事业在精力分配上的力有不逮，但忙碌的工作从未成为她放弃家庭的借口。五十多年的家庭生活，她没有聘请过一次保姆，只要一有时间和精力便亲自照顾家人的生活。童年时就承担家庭工作的李依依成家后做起家务也得心应手：带孩子、做卫生样样能行；善于合理安排时间，她是出了名的做事高效。她从不赞成为了家庭牺牲事业，更不允许自己只要事业不顾家庭。和众多家庭一样，家务活并非只是单方的职责。许多时候她会和丈夫柯伟一同承担，谁有空谁就抓紧时间先做。你业务忙时我来持家，我业务忙时你来带孩子，如果两个人都忙，那就先放一放挤时间再做，如果两个人都空闲，便是这个家庭最幸福的时光了。

半个世纪风雨同舟的两个人早就有了一种“脖子与头”的关系：夫是头，妻是颈，头动脖子转，颈转头也动。李依依与柯伟相濡以沫、相敬如宾，在生活和事业的方方面面没有谁说了算，只有谁都离不开谁。谈起妻子李依依，柯伟先生这样说：“我认为她具备女性所有的温柔和关心别人的特点，同时她也有追赶事业上成功的优点，所以她有时候为了追求一个东西特别执著，而且也非常努力，她为了这个努力可以付出很大的代价，这是一般女性不容易有的。除了她事业心很强以外，她同时也有对家庭、子女或者周围人的责任感，每当我出差前，包括衣服她都会熨好，鞋她都

会擦好，这是一般的女院士不会做的，这些细心的地方保持了一个女性的可爱之处，这也是我喜欢她的原因。”几句平实的评价，一腔深厚的表白，伉俪情深，不过如此。

作为一名母亲，同所有妈妈一样，李依依对于儿女的爱是浓烈而厚重的。但由于工作的特殊性，这份母爱在表达中往往会伴随着些许无奈和遗憾：事业与家庭双向的取舍。李依依两难的心境诠释了新时期女性的伟大。

1963年，李依依的大女儿出生。作为刚进研究院不久的新人，李依依必须要为打好事业基础而进行大量的研究工作，因此她强忍着满心不舍将出生才40天的女儿留给了北京的母亲照料，而“那时母乳是很足的，可是女儿竟然吃不上。女儿对这件事至今还耿耿于怀呢”。李依依说起这段往事会不由一笑，但这笑容里包含了无限的辛酸和自责。1979—1982年，柯伟到英国访问，留下李依依和两个孩子。为了弥补孩子幼时自己留下的缺憾，同样处在事业黄金期的她毅然决定放弃出国访问的机会。“他们两个，一个要考大学，一个要考高中，都处于学习的关键阶段，我怎么能离开呢？”这无疑是个十分艰难的选择。

亲有时，情无限，因为爱才会觉有亏欠，因为亏欠才会希望付出更多，李依依对于子女的感情恐怕也只有她本人才能品得真切。

除了对亲人的关爱，既为领导亦为师友的李依依也从不吝啬对身边人的关心与照顾。

对李依依来说，金属所的明天是“更大”的事情。在师昌绪的指导下，她注重从研究生中选拔青年学术带头人。她坚信只要能培养出10位学科带头、品学兼优的年轻人，金属所的发展就会有希望。在她悉心观察和挑选培养下，金属所的青年骨干在国内比同时代的年轻人更早露出锋芒，今天都已成为栋梁之才。

在李依依心中，同事们亦是亲人。担任金属所所长期间，科技骨干英年早逝的现象令她扼腕痛惜，李依依便想方设法为员工的健康谋求保障。1994年元旦起，她率先在研究所实施起五天工作制。1996年，在她的提议下，所里将中科院奖励的十万元购买了各种运动器械，同时开展体育运动，时至今日，由大礼堂改成的体育馆仍是全所职工和研究生锻炼身体的首选场地。

对于李依依来说，老前辈要比自己重要。因此，逢年过节李依依都要带领所领导班子成员与老职工同赴茶话会。她在全所大会上明确提出了“在职的同志与离退休同志用车有矛盾时，在职的要让位”的要求。

对于李依依来说，后继人永远是心中的牵挂。李依依曾先后十四次到美国、日本和欧洲等国家去开会、讲学、参观考察。早期出国她都尽量不住宾馆，而去留学生宿舍和所里学生们住在一起，抽出时间和他们谈心，交流所里的一些情况。正是她的这份真诚与亲切，召唤了一批学有成就的海外学子共同选择了归国，成为中国科研队伍中的生力军。

故事一书难尽，李依依的温情却可见一斑。家事、国事、天下事，事事留心；爱情、亲情、师友情，情情金贵。

光阴荏苒，当年的女工长如今已两鬓斑白，但在沈阳的中科院金属所、在学术会议中、在国际交流论坛里、在讲堂上，这位始终带着一抹亲切微笑的谦和老人仍然孜孜以求。她充满活力的举手投足间，隐约闪烁着当年钢院赛道上“铁姑娘”飒爽英姿的光芒。

沿着时光回放，李依依书写的“刚柔兼济”的人生传奇历历在目：“弃医从钢”时的光荣与梦想，热铁高炉旁的坚守与锤炼，科研学术上的执著与突破，温馨家庭里的操持与奉献……她的身上有着女性特有的温婉谦和，更不乏“敢于男儿伯仲间”的飒爽气魄。“宽裕温柔，足以有容，发强刚毅，足以有执。”



# 人生曲折路，不坠凌云志

——记冶金物理化学专家、中国科学院院士周国治



周国治，广东潮阳人，1937年3月生于南京，北京科技大学教授，冶金物理化学专家。1955年考入北京钢铁工业学院，1959年提前毕业留校，任教于物理化学教研室，1978年破格提升为副教授，1979年赴美国麻省理工学院进修，1982年学成回国，1984年破格提升为教授、博士生导师，并获首批“有突出贡献中青年专家”称号。曾任第七届中国金属学会常务理事，第十三届中国科学院技术科学部常委，第十届全国政协委员。研究成果被国内外专家学者称为“周模型”或“周方法”，应用到合金、熔盐、炉渣、半导体材料等多种体系，用来处理热力学和动力学问题，还被系统地编入多部

高校教科书和专著中，用于指导博士生和硕士生的论文工作。曾获得国家自然科学三等奖、国家教委科技进步一等奖和冶金工业部科技进步一等奖各一次，国家教委科技进步二等奖三次以及上海市科技发明一等奖一次。曾获得“北京市教学名师奖”。教学团队获得2010年“全国精品课程奖”。先后发表论文250多篇（其中SCI收录190多篇，EI收录160多篇），获得3项美国专利，20多项中国专利。1995年当选为中国科学院院士。

周  
国  
治

人生曲折路，  
不坠凌云志

金色的九月，美丽的银杏叶铺满北科大的校园小路。在逸夫楼的一间教室里，冶金学院的四百多学生聚集在一起，翘首等待着他们冶金物理化学课的第一讲——《绪论》。这是一堂令许多学生终生难忘的课，主讲人正是周国治。一位学生感慨：“他在课堂上幽默风趣的谈吐、言简意赅的语言和极其清晰的逻辑思维与表达，让我们见识到了一位大师的风采，令人印象深刻的是他思考问题的角度——独到、创新，我想他是在潜移默化地培养我们形成一种多维度的思考方式，打破陈规，让我们明确不仅要知道做什么，还要知道有几种做法。”北京科技大学的这门“冶金物理化学”专业课，在2010年获“国家精品课程”荣誉称号，居同类课程翘楚。这门课的教研组，正是周国治领导的教学团队。“冶金物理化学”的辉煌，离不开这位七十多岁的大师的辛勤耕耘，而他也是在勤勉好学、笃志力行的探索与实践精神的支撑下，演绎了一段奋进人生。

## 少年不识愁滋味——转折

周国治出生在一个知识分子家庭。父亲周修齐早年留学德国，曾在上海同济大学、南京西门子等单位工作。1937年3月周国治出生在南京鼓楼医院，满月以后，因日本侵华紧迫，举家又由南京迁往香港。周国治全家有兄弟姊妹五人，他有一个姐姐，下有三个弟弟。在几个兄弟姊妹中，只有周国治的功课不好，这让父亲非常恼火。由于小时候别人都说周国治长得像他的母亲罗碧昆，加上母亲惜子之心的“姑息”，每当父亲严加管教时母亲总是出来挡驾。周国治书念得不好，玩起来却很精，五花八门样样在行，不时还搞些新名堂，在孩子圈中颇有点小名气。还在念小学三年级的时候，一天晚上在家自习，周国治无心做功课，便拿着长长的铁皮铅笔盒捣鼓起来。他打开铅笔盒，倒空里面的东西，套根橡皮筋，在上面弹奏起来，渐渐地发现了规律，居然奏出了乐曲。母亲见了大喊“聪明”，并叫他父亲来看。没料想，父亲见状只淡淡地说：“这有什么新奇，所有乐器都一个样！”丢下冷冷的话，完全忽视了连乐器为何物都不知道的“小音乐家”所进行的创造，深深地挫伤了这小小的心灵。回忆起这段往事，周国治笑称：“大学教授也应学点儿童心理学啊。”

幼时周国治不爱读书，每次作业都得靠姐姐帮助才能完成。小学六年级的一次期中考试，他考了4个整“60”分，父亲大发雷霆，认定这些60分都是老师加出来的，实际上就是不及格！母亲又从旁插话了：“得了，

他身体不好，还是健康第一！”就这样，父亲咆哮几句后，对他也就毫无办法了……

转变发生在初二那年。为一桩小事，周国治和姐姐“斗嘴”，把姐姐激怒了。做作业时，有道几何题做不出来，他只好厚着脸去请求姐姐帮助，这回姐姐不依不饶，连讽刺带挖苦。他备感自尊心受到伤害，一撅嘴：“我就不求你！我自己做！”功夫不负有心人，冥思苦想了两个多小时后，他终于靠自己的力量解开了这道题。周国治兴奋异常！他认识到：只要坚持，没有什么不能解决的问题，命运是可以自己掌握的！

这件看似微不足道的小事对周国治一生产生了巨大的影响，激发了他学习的热情。从此他像换了个人似的，学习认真刻苦，成绩扶摇直上。此后的一次几何课上，老师出一道难题让大家破解。谁也没有想到，第一个举手解出的竟是班上很不起眼的差学生——周国治。当全班同学带着惊奇的目光刷一下都注视着这时，一种莫名的满足感流向心头，更加激发了周国治的学习热情。不出所料，在这年的期终几何考试中，周国治拿了人生中第一个100分。“这100分对别人来说也许是一件小事，对我来说却是一件大事。它使我知道，只要努力，我也可以是优秀的。少年时代的这段经历成为我人生中的一个转折点，奠定了我以后对学习的持久热忱，给了我勇往直前的动力。”初中毕业后，周国治已敢一个个名校考过去，而且是考一个中一个。最后考虑了远近，他选择了上海市市西中学——一所新中国成立前由外国人创办的名校。

也许正是青少年时的这段经历，让他懂得了年轻人需要“赞扬”而不是“训斥”。“还是给年轻人多点鼓励吧，鼓励更能激发他们自身的潜力，我自己不也是这样过来的吗？”这成为周国治在以后教学和科研中指导学生的重要信条。

1955年，在父亲和他的同事周志宏教授的引导下，18岁的周国治以优异的成绩考入北京钢铁工业学院钢铁冶金专业。在钢院这个学术严谨、注重实践的知识殿堂里，周国治拼搏笃志，胸怀铸就钢铁强国的理想与责任，昂首阔步地向冶金科学的高峰，迈出坚定而执著的步伐。

## 学教辩证悟天机——积存

师者，传道授业解惑也。现今站在讲台上的周国治意气风发，侃侃而谈，课程内容条理清晰，简明扼要，让每一个学生都赞不绝口。而他第一

次站在讲台上的时候，还只是一名大学三年级的学生。不过，那时的周国治已被学校的老师们公认为“当属最有潜力、最优秀的学生”之一。

刚入校时周国治极为刻苦，每天在教室、图书馆间奔走，如饥似渴地学习着各种知识。但是，“大炼钢铁”中断了正常的教学秩序，周国治仅上了一年半的基础课便被迫终止学习。此后，受全国政治风浪的影响，青年教师取代“被批判的老教授”在高校里成了当时的潮流。仅上了一年半课的周国治因为成绩优异被学校抽调出来，由学生变成老师，派到教学一线从事教学工作。这给了周国治一个机遇。1959年，抽调出来仅三个月，因试讲效果好，周国治进一步被推上物化课的主讲台。为了讲好课，他在繁重的教学任务中自学了一门又一门的课程。在自学中，他不仅学到了知识，更摸索到了掌握知识的规律。于是他注重在讲课中，不仅仅讲清楚定理、公式的证明方法，还特意说明白采用相应方法的原因以及为什么会想到这种方法，取得了很好的效果。他喜欢把自学的心得通过课堂分享给学生，这个习惯不仅丰富了他的教学经验，更为日后他的科研成就打下了坚实基础。

周国治面对只比自己低两届的学生大显身手，把物理化学课讲得有声有色。教研组见他的课堂效果好，就让他主讲11个班300多名学生的大课，后来甚至把让大部分老师都头疼的“干部班”授课也交给了他。干部班里大部分都是从战争年代中走过来的革命功臣，打仗是把好手，文化基础却极其薄弱，加上已步入中年，接受能力大打折扣。如何让老干部面对艰深的大学课程听得下去、听得明白，对周国治来说是个新课题。课堂上，他用通俗易懂的语言向老干部们传授一个个知识点，还不时穿插生活当中的例子，降低理解难度。老干部们都听得津津有味，竖起拇指夸赞这个年轻的小老师。

自此以后，周国治开始了教学和科研“双肩挑”的道路。通常，高校教师被分为两类：基础课老师和专业课老师。前者基本概念清楚，教学技巧突出，但无暇顾及科学研究；后者专注搞课题找经费，发论文报奖励，无心于课堂的教学。在这两类的群体中，教师似乎只能由二择一。教基础课就欣赏着现有体系的完美，专注着怎样把课讲得娓娓动听，而对那些尚未纳入理论轨道的科研结果无暇顾及；而要是搞科研，就觉得教书过于浪费时间，像放留声机似的将一生耗尽。但是，周国治喜欢将两者结合在一起，第一次讲课时就发表了专业论文，而调往专业组后，又老琢磨着怎样把成果纳入基础体系对学生讲清楚。在他的思维中，这两者是统一的、相

互促进的。从表面上看，“教书”是一种耗时的“输出”，“科研”是得益的“收入”。但在讲课的过程中，周国治逐步掌握了人的认识规律，反过来促进了自己快速获取知识，提升了工作效率，节省了科研的时间。

## 紧随大师奔前沿——学习

1964年，中国科学院上海冶金研究所所长邹元熿<sup>①</sup>收到了一封名不见经传的年轻人从北京寄来的信。信中告知他论文中提到的一个难题已被解决了。邹先生仔细阅读了这篇文稿，兴奋异常，当即回信，并给予“颇具巧思”的高度评价。这位年轻人就是当时正在北京钢铁学院讲授基础课的助教——周国治。

邹元熿是我国著名的冶金学家，早年留学美国。他所创立的“分配系数求活度”的方法，被国际同行奉为经典之作，享有很高的声誉。回国以后，他继续在此领域工作，成为冶金物理化学的领军人物之一。1964年，邹元熿在《金属学报》上发表了一篇关于由化合物相图求活度的重要论文，解决了活度的数据来源。该文指出由于出现了被积函数趋于无穷的问题，限制了该方法的使用。周国治读到这篇文章后，便决定破解这个难题。在一周多的时间里，他几乎把所有的业余时间都投入到对这个问题的钻研上。一天夜里，一个可能的解决方案突然闪现，他兴奋异常，急忙从床上翻起，生怕这珍贵的灵感转瞬即逝，直至奋笔疾书到天明。

周国治运用从自学中总结出来的联想和类比推理方法，将该问题与外国人导出并已获得成功的“ $\alpha$ 函数”进行分析比较，从中提出了解决的关键——“ $\Theta$ 函数”，由此一举破解了邹先生的难题。邹元熿以最快的速度回了信，热情地夸赞这一新奇的方法，并毫无保留地将自己掌握的数据全部给了周国治，以帮助他撰写论文。事实上， $\alpha$ 函数的概念是周国治从老师魏寿昆撰写的《活度在冶金物理化学中的应用》一书中学到的，他也请魏先生给予了指导。经过缜密的研究和严谨的推导，周国治第一篇学术论文——《 $\Theta$ 函数法在Gibbs-Duhem关系式中的应用》就这样在两位大师的关怀下诞生了。

所谓大师者，不但有着丰富的学识和正确的学习方法，更重要的是，

<sup>①</sup> 邹元熿，冶金物理化学家，半导体材料学家，中国冶金物理化学活度理论研究的先驱，中国科学院院士。

还能给后继者指出学习的方向并将年轻人带领到学科的前沿，使后来者少走很多弯路，以最短的时间、最少的精力冲到科研的第一线。

事后看来，正是周国治“不知天高地厚”紧跟大师的做法，使他步入科学殿堂。他以无畏的勇气和自强的精神，混碾成一抹沉稳坚实的底色，在绚烂的人生画布上晕染开来。

## 巨人肩头习武艺——尝试

向国内大师学习的成功给周国治极大的鼓舞，他将目光进一步转向到国际大师的身上。由美国Darken院士首先提出的“三元系和多元系的偏克分子量的计算”是一道国际著名的命题。前后有5名美国院士卷入到这项工作的理论推演和实验验证中，在冶金界被誉为“里程碑”式的工作。著名的“固态化学”之父，德国Max Planck研究所前所长Carl Wagner教授也不甘落后，紧跟着提出了以自己名字命名的新方法，以显示其深厚的热力学功底。连国际知名的*Nature*杂志也不顾已有的多种方法，继续登载着新方法的报道，这在*Nature*史上也是少见的，足以说明本课题的重要性和热门程度。由于当时的四种方法都以国外著名学者的名字命名，周国治此刻突发奇想，想创造一种中国人的方法。

正当周国治将全部心思投入到新的科研探索时，政治运动的风浪扑面而来。他的论文被当做“只专不红”、“成名成家”的证据。他被迫离校，下乡、下厂、下连队当兵，完全失去了科研最基本的条件。在别人眼中，周国治屈服了。他有时会像傻子一样发呆，实际上他无时无刻不在琢磨着各种新问题、新思路，为再一次的厚积薄发默默准备着。回校后，周国治在北京没有自己的住处，集体宿舍的环境不允许他搞研究，这成了困扰他的难题。教研组的一名同事看出了他的心事，自告奋勇带他到自己的亲戚家写论文。在集体宿舍时他买了一本《红旗》杂志，别人来访就把《红旗》拉在上面，装做认真学习政治，来访者一走，就赶快继续推演他的公式。就在这样的环境下，一种由中国人创立的“计算三元系和多元系热力学性质新方法——R函数法”诞生了。

正当周国治沉醉在新的科研成果的喜悦中时，一张大字报拉开了文化大革命的序幕，所有的学术杂志一律停刊。周国治所写的论文无处投递。祸不单行，因为莫须有的罪名，他又被打成了“6·25反革命事件”小集团的成员，写检查，挨批斗，本该着力在研究工作上大展宏图的他却在这

场浩劫中耗尽了十多年宝贵的青春岁月！

1975年，国内期刊陆续复刊。周国治重新捡起那篇“R函数法”厚厚的一沓稿纸。那是他从武斗现场抢救出来的，就如他的孩子，跟随着周国治在这灰暗的十年里四处漂泊。十年隐忍，如今是“这个孩子”看看世界的时候了。在一个晚上，周国治战战兢兢地拿着这篇稿子，去找刚从“牛棚”里释放出来的魏寿昆先生，请魏老对他的论文加以指点和修改。一时间，忘了“牛棚”的滋味，甘冒着充当“资产阶级知识分子接班人”的风险，两人讨论得非常热烈。从魏家出来时，这篇“R函数法”的论文就已经定稿了。周国治怀着初生牛犊不畏虎的气概决定投向国内学界最高水平、审查十分严格的杂志——《中国科学》，经历几个权威的重重审查，这篇中国人的计算方法终于面世了。

在《中国科学》第一篇论文发表之后，周国治的思路就像关不住的闸门，一发不可收拾，一口气在《中国科学》上连续发表了好几篇“文革”前积蓄的论文，产生了不小的影响。1978年，周国治经答辩由助教被破格提升为副教授，在当时也造成了不小的轰动。

“文革”动乱的结束，使周国治迎来了人生中的又一个转折点。1979年，42岁的周国治考取了留美访问学者。在魏寿昆、柯俊、肖纪美、邹元熾四位大师的大力推荐下，周国治进入了美国麻省理工学院进修，师从当时国际冶金界的第一把手Elliott院士。

周国治很快打响了留美的“第一炮”。到美国的第一个月，他就写出一篇高质量的论文。作为奖励，Elliott带周国治去加拿大出席了周国治一生中第一次国际会议。周国治和组内的研究生、科学家也开始有了交流。一天，该组一位已经毕业的老研究生回麻省理工学院访问，同组的美国人告诉周国治，此人能力很强，在做研究生时曾扬言要创造一种三元系热力学性质的计算新方法，以超过美国科学院院士Darken教授，遗憾的是他没有做到。周国治告诉这位美国人，自己已经创造出一种“R函数算法”，十分简便，第二天便把自己的论文拿了出来。组内的同事都震惊了，因为这位研究生花了3年时间都没有做出来，如今从“铁幕”后过来的人居然也有“方法”，自然不能不使他们大跌眼镜。自此，组内的人对周国治“刮目相看”，邀请他参与自己论文的指导工作。

在国际大师Richardson和Wagner提出的“由相图求活度”这一著名课题上，周国治也全面、系统地做出了重要的工作，先后发表二十余篇相关论文，在国际上处于领先地位。这也是他紧跟国际大师的步伐做出的系统成果。

## 挑战传统攀高峰——拼搏

“几何模型”是一种由“二元系热力学性质”计算“多元系热力学性质”的十分实用的模型，在“多元系热力学性质”的估算和“相图计算”中得到广泛应用。该模型的核心，是设法将三元系的性质用三个二元系来表示，如何选择二元系的“代表点”就成了区分各类模型的分水岭。“传统的几何模型”的特点是二元“代表点”的选取是固定的，一经选定就再也不能改变，与使用的体系无关。换言之，二元系的选点与第三组元无关。周国治一眼就看出：犹如进鞋店买鞋，无论来者大小，一律让穿同一尺码的鞋，不能变化，而且没有选择的余地。这显然是极端错误的！周国治决定挑战这种错误的传统观念。为什么这种错误的观念能统治长达近半个世纪，其中还不乏一些大师级人物？他首先对这个问题陷入了沉思。原因找到了：解决这个问题首先必须要有各种尺码的鞋，困难的是当时还没有人把各种尺码的鞋造出来。也就是说，现在需要有一种二元系的选点新方法，与第三组元有关，而当这第三组元变为两组元中任何一个时，体系应该还原为二元系。发现一个传统观念的错误已属不易，要为这种新观念找到一种新的能满足以上条件的计算方法就更难了。周国治不知花了多少个日日夜夜，发呆发愣地去思索这个难题。终于，经过长时间的推理和分析，在引入一个“相似系数”的新概念以后，问题迎刃而解，而且计算实现了完全的计算机化！这种方法目前已为17个国家的学者引用了120多次。周国治深信，随着测量技术的提高，更多的精确数据的出现，这种新观念将得到更广泛的应用。

关于“几何模型”，近半个世纪以来，曾经有过几十种模型，它们被进一步人为地划分为“对称的”和“非对称的”两大类。但有一点对所有的传统的几何模型却是共同的，那就是“二元系代表点”的选取都是固定的，一成不变的，与第三组元无关。而唯独“周模型”独辟蹊径，提出了“二元系代表点”应与第三组元有关的观点，从而一举解决了“传统几何模型”中难以解释的种种矛盾，首次实现了计算的完全计算机化。最近，国际杂志首次报道的两例“四元系”的完整计算也进一步证实了“周模型”的优越性。

动力学是关系到反应速度的问题，它直接与生产率相联系，自然十分重要。气—固反应几乎在各行各业中无所不在，除冶金外，农业化学、生物化学、化学工程、建筑工程、地球化学、药物化学……以至当今最热门



的半导体材料、纳米材料等几乎都有气—固相反应的问题。它的研究意义自然就远远超出了冶金和材料的范畴。

这课题的研究意义是重大的，但其进展并不理想，至今还没有找到一个能包含各种参数的反应进展度的表达式，大多的动力学的关系式都不能体现样品形貌、样品大小、颗粒分布、升温速率等因素对反应进展度的影响。再有就是表达式中一些未知常数的存在，影响了一些物理量计算的精度。所有造成这些弊端的原因是模型的推导建立在一个粗略的数学关系式的假设上，而不是从真实的微观图像出发。

针对上述情况，周国治提出了“真实物理图像”的模型。具体说，就是从真实的样品形貌，具体的样品尺寸和真实的反应机构出发而不是从假设的应服从的数学关系出发，去推导动力学模型。由此就得到了能包含温度、压力、样品形貌、样品尺寸、产物密度等因素的统一动力学模型，还能方便地处理颗粒分布问题和变温反应问题，更重要的是，由于避开了未知常数，由回归算得的活化能等物理量，就更为准确和可靠。他的这些理论已在储氢材料和非金属材料的运用中获得了证实。这一模型在国际气—固相反应动力学的研究工作中处于领先地位，今后也将会在更广泛的领域中获得应用和验证。有关这方面的工作，已获得了近百篇的引用。

关于“气—固相反应动力学”，因它涉及到多个领域，研究者来自各个方面的专家和学者，他们有着不同的背景和经历，但在处理这课题上，大致上还是近似的。绝大部分都是基于一个公认数学关系上开始推导，少部分虽也给出物理图像，但考虑的因素不多。周国治提出上述的“真实物理图像”的模型理论也是向这种传统方法提出挑战，是在此领域的一个新的攀登。周国治目前正带领学生为此课题的深入继续奋斗着。

上述的“几何模型”和“气—固反应动力学”是两个完全不同的课题：前者研究的是过程的可行性；后者则是研究过程的速度，分属于“热力学”和“动力学”两个不同的范畴，需要用到不同的知识和方法。但周国治在处理他们时有一个共同的特点，就是都跳出了旧观念的束缚，敢于“挑战传统”，从一个全新的审视角度去看问题和思考问题，从而取得了突破性的进展，登上了新的高峰。

## 雨后晴空无限美——收获

一次在麻省理工学院Elliott院士的办公室里，周国治和他相对而坐，

Elliott突然问周国治：“你第一篇论文发表得很早，为什么时隔十多年才有第二篇呢？这十多年你干什么了？”“我下乡、下厂劳动了，这是文化大革命，无法向你解释。”周国治坐在那里直摇头，一言未发，好一阵沉默……

Elliott想说的话，李政道和杨振宁代他说了。李、杨曾指出，一个科学家从30岁到40岁这十年是最宝贵的，是创作的黄金时期，那时精力充沛，理解深刻，创造欲强，是论文发表的高峰期。大有成就的科学家，应在这时期有所建树了。周国治很明白自己已永久地失去了这“最宝贵的十年”。现在他所能做的，只有抢回浪费的光阴，将损失减到最少。坎坷的命运耽误得太多了，周国治急切地要抓住生命里的每一分钟。他说：“我最迫切的希望，就是怎么把更多的知识贡献给国家。我最大的愿望，是在有生之年，为国家和人民多做一些事情，为后人留下一些有价值的东西。”

“文革”动乱结束了，雨后晴空无限好。周国治如饥似渴地吸取一切可能的营养，不分昼夜地勤奋工作。他逐步将科研成果转向实际应用：将几何模型用于各类物理化学性质的预报中，以解决生产和科研中对数据的需求。他提出“氧位递增原理”为氧化物提供生成自由能数据。他还提出“可控氧流冶金”的新思想并用到炼钢的脱氧中。他的努力给他带来了一系列荣誉：国家自然科学三等奖、国家教委科技进步一等奖、冶金工业部科技进步一等奖、三次国家教委科技进步二等奖以及上海市科技发明一等奖。在取得了一系列重大科研成果之后，1995年，周国治当选中国科学院院士。

周国治的研究兴趣是广泛的，他研究的课题还涉及到更多的方面。有些已发表，有的在撰写中，有的在构思中，还有的仍在摸索阶段。这些课题包括：微小颗粒的物理化学行为、块体玻璃材料的判别、表面扩散流在化学反应中的应用等等。

最能反映周国治广泛兴趣的，莫过于关于对“酶反应动力学”的研究了。这是一个似乎与冶金毫不相干的例子。该课题来自周国治在中科院上海生化所工作的弟弟周国城。当时一位美国权威来沪作报告，认为酶反应这样快难以解释。周国城就提出了范德华力的作用理论，在和谷超豪院士探讨了计算方法后，获得了满意的结果。当时这件事作为重大的科学新闻以两版的篇幅登载在上海《解放日报》上。周国治得知后，从另一物理化学的角度探讨了这问题，他引入了“表面扩散流的概念”，揭示了它的物理本质，也获得了满意的结果。该工作在唐敖庆院士的支持下，顺利地

《中国科学》上发表。另一篇后来也发表在国际刊物*Biophysical Chemistry*上。

周国治常常感到时间不够。繁忙的教学科研工作，尤其是众多的社会活动使他无法专下心来从事这些研究。他希望有那么一天，自己能从这些活动中解脱出来，再次进入知识海洋中去漫游和探索。

## 化作春泥更护花——传授

“一枝独秀不成景，万紫千红才是春。”要国家富强，要站立在世界之林，靠少数人的力量是不够的，中国需要千百万世界一流的专家、学者。为此，周国治一直将培养年轻一代为己任。

在周国治的指导下，他带领的教学团队总是喜讯不断，捷报频传：他的博士生鲁雄刚“以渣金反应方面的研究成果”获得2000年全国百篇优秀博士论文奖，该工作得到了邵象华院士的极高评价；接着周国治指导的另一个博士生李谦也以在“储氢反应动力学”方面的杰出成就获得了2006年全国百篇优秀博士论文奖，受到了中国工程院院长徐匡迪院士和副院长王淀佐院士的高度评价；2007年，博士生高运明的学术论文获得“第五届中国科学期刊特别优秀学术论文奖”；博士生侯新梅在“2007年度科技奖励大会”上，因科研优秀被评上“学术之星”而登上了中央电视台，2010年，她又以在攻博期间发表了25篇高产高质论文，得到了李正邦院士的极高评价，获得“北京市优秀博士论文”；2011年，博士生张国华获得全国“第七届中国青少年科技创新奖”，受到刘延东，王兆国等中央领导的亲切接见……

在国际联合培养方面，也传来了鼓舞人心的消息：2010年周国治与瑞典皇家工学院联合培养的博士生王丽君的博士答辩，被国际专家组的教授们评为近几年来少见的优秀答辩，并对她的工作给予了很高的评价。周国治早年培养的一批研究生，在国外科研院所也各有建树。其中，陈双林和张帆在相图领域的研究和计算中有独到的贡献，章六一因业务精湛在德国克虏伯钢铁公司担任部门经理，其他学生如胡建虹、谢繁优、胡晓军等也在各自的岗位上传来了鼓舞人心的喜讯。看到学生们的种种成就，周国治感到无比欣慰。

## 壮心不已夕阳红——情操

自幼起，周国治对事物的好奇已为他勾画了一条有意义的人生轨迹；

少年时的好强又给他一生注入了充沛的动力；中年时的逆境成长带给了他对学习方法的渴求和顽强的拼搏精神；在业务上对科学无止境的追求最终使他一步一步地登上了学科的高峰；他那淡泊名利的宽阔胸怀使他能有一个平静健康的心态去面对人生的波澜，保证一生稳步向前，更使他在晚年感到无限的欣慰和极大的满足。

周国治知道，“人的生理变化是一个自然界无法抗拒的客观规律：人总是要老的，智力也会衰退。但是，只要能淡泊名利，保持永恒的进取心和无止境的创新欲，总会有所斩获，生活永远是充实的、美好的！”

周国治还有一些几十年来从未向别人吐露过的人和事。她们的名字没有出现在自己的“论文”中，更没有分享过什么“光环”，有的只是默默地无声奉献。当周国治考取出国时，爱人邓美华刚生第二个儿子周维扬，长子周维宁才五岁。加上美华产后骨刺增生、疼痛难熬，周国治的出国势必给她带来极大的困难，她的家人不支持周国治出国。邓美华一咬牙：“还是走吧，来之不易啊，这里由我撑着！”临上飞机那天，天空飘着鹅毛大雪，邓美华抱着孩子送周国治到北京机场。大雪使航班延误，周国治隔着玻璃挡板发现还未离去的儿子仍不停地向他招着小手时，心一软，都不太想走了。爱人对他的无声支持，周国治由衷地表示感谢。不出所料，周国治走后，妻子疼痛发作。这时又传来了周国治母亲的声音，“快把维宁接来！”此时弟弟国城的孩子已寄养在母亲家中，再来一个，其艰难不难想象。但为了孩子们安心学习和工作，母亲强笑着说：“开托儿所了，我喜欢。”后来周国治的母亲还为他另两个弟弟国平和国强带大了孩子，实现了继续培育第三代的夙愿。长年超负荷的操劳，使她过早地走完了人生历程。回忆一幕幕往事，周国治深情地写下了他生平的第一首诗——“忆慈母”，字里行间是他真实情感的喷发：

慈母告别辞人间，热泪如泉洒枕边，  
 辗转难寐忆往昔，幕幕依稀犹眼前。  
 儿歌嬉戏芳草地，焦容满面病榻边，  
 深秋寒夜手中线，晨星犹明炉炊烟。  
 月台远去母身影，异乡千里飞鸿雁，  
 为儿为孙独无己，一生奉献春蚕羨。

# 淬心广，臻入微

——记材料科学与电子显微学专家、中国科学院院士叶恒强



叶恒强，广东省番禺人，1940年7月生于香港，中科院金属研究所研究员，材料科学与电子显微学专家。1958年考入北京钢铁工业学院金属物理专业；1964年2月考入中国科学院金属研究所；1968年毕业后留在金属所工作至今。先后到美国亚利桑那州大学、比利时安特卫普大学和日本东北大学访问研究。主要从事材料科学的电子显微学研究，是我国最早从事固体原子像的研究者之一，共获国家自然科学基金4项，获院、部级科技奖6项，发表5部学术专著，300多篇学术论文。曾任固体原子像实验室主任，金属所所长，中国电子显微镜学会理事长，国家高技术计划新材料领域专家组及专家委员会

委员，国家自然科学基金会委员和国务院学位委员会学科评议组成员。兼任“973计划”专家顾问组成员，享受国家发放的政府特殊津贴。1991年当选为中国科学院学部委员（1993年改称院士）。

叶  
恒  
强

淬心广，  
臻入微

长江滚滚，香江涌汇。1940年抗日的硝烟与战火中，一个新的生命伴随着家族动荡的迁徙诞生了。父母给了他饱含希望和祝福的名字：叶恒强。恒，即长久；强，即强大，繁盛。这其中既有对多灾多难祖国的一愿美好，也是亲人对新生儿的一厢希冀。

钢院五载寒窗，金属所半生潜心。在中国材料科学领域里，古稀之年的叶恒强依然活跃在科研前沿，在材料晶体精细结构的研究中不断探索，利用高分辨显微术窥探原子结构的奥秘。多年以来，作为攻坚队伍里的资深研究员和带头人，叶恒强深受国内外同行的瞩目和称赞。

孟子有云：“穷则独善其身，达则兼济天下。”

他时刻要求自己做一个爱祖国、有道德、有良知的学者。他一心追求学术，淡泊的态度中能够保持清正，可堪兰芷。作为一个求学者，他勤勉不竭，积极进取；作为一个科学工作者，他孜孜以求，成绩斐然；作为一个育人者，他严己宽他，师德恒固。

## 为学促成，积累土

叶恒强的父亲毕业于复旦大学，曾是一名语文老师，喜藏书读书，人文素养颇高。自幼受父亲熏陶，酷爱读书的叶恒强常遍踏层楼，搜罗父亲的藏书。经史子集、天地万象都令他兴致浓厚，甚至达到了废寝忘食的地步。广博的涉猎培养了他良好的文学素养和人文情怀，对叶恒强学习上触类旁通也大有裨益。由于童年动荡的环境，加之父亲未在人文研究上有所建树的失意，叶恒强对自然科学兴趣颇丰，为他日后走入物理科学世界奠定了思想基础。

### “广者大也，雅者正也”

1952年时正值新中国成立初期，百废待兴。年少的叶恒强怀着减轻家里经济负担的想法，毕业时报考了素有“中国近代教育活的见证”之称的广州广雅中学。广雅中学的校风深深地影响了叶恒强。在外界纷乱的情况下，身在广雅的他依然能安心读书，沉浸在浓厚的学风中，聆听经验丰富的老师讲课，和同窗切磋。中学六年的集体生活中，叶恒强逐步变得独立和自律，培养起受益终生的习惯。

叶恒强自幼喜爱体育，尤善跑跳。广雅六年每天下午两堂课的体育锻炼时间，更让他体会到运动的意义与乐趣。在班级运动会上，他还得过跳

高冠军。有位来自排球之乡台山的同学看到叶恒强这么好的身体素质，决定教他打排球。良好的身体条件加上技巧的练习，叶恒强渐渐对这项运动驾轻就熟。从此这种排球情结一发不可收，这项运动不仅被他带到了大学，也延续到了参加工作之后。

广雅中学周末会给返校上自习的学生一张时间计划表。叶恒强按照要求详细写明一周每天课余时间的安排，例如预习哪一门课，怎样预习，听完课的科目何时复习、何时做习题，何时参加什么课外活动等。有了目标，零散的时间也被整合在一起，不至于浪费。长久下来，叶恒强养成了对时间详细计划、合理安排的好习惯。对于每个人而言，时间就是生命，对于科学家而言，时间更是一笔无穷的财富。只有与时间赛跑才能保持科研寿命，必须与自己战斗才能保证学习动力。童稚之年，叶恒强从这张小小的时间表中慢慢学会匡正自己。

在广雅宽宏的学习环境中，在老师规范的训练和引导下，叶恒强面对无数次的“为谁学习，怎样做人”的严厉诘问，最终完成了“为祖国和人民学习，做正直的人”的人生答卷。他尚且稚嫩的心灵里已经种下了足以影响一生的信念：拥有广阔的胸怀，民生与国家都远大于个人的得失和喜乐。

### “博学慎思，明辨笃行”

受当时“向科学进军”的号召以及“大炼钢铁运动”的鼓舞，叶恒强意识到，年轻人应该为国家做点事。1958年，他报考了北京钢铁工业学院金属物理专业。在五年半的学习期间，他有幸受业于金属物理教研组众多出色的老师，也得到钢院物理化学系四位名师——柯俊教授、肖纪美教授、张兴钤教授和方正知教授的指导。在和这些老师接触的时间里，叶恒强不仅钦佩他们渊博的知识，更被他们的人格魅力所折服。

大学期间，叶恒强十分钦佩肖纪美先生的熟读翰墨和勤于笔耕。尤记得，肖老师这样解释自己擅书的原因：“看得多，然后酝酿一下，下笔一气呵成。笔头的快慢和自己肚子里的积累相关。想好了，就可以下笔，想不好，就要再想。”叶恒强深受启发，不断力行实践，收获甚多。日后他能写擅讲，受到同事们的广泛认可。每逢踏入研究所叶恒强的办公室，所有人都会惊讶于满屋的书籍和文献。他的桌子上常放着一个很厚的笔记本，里面都是平时在文献、杂志上摘录下来的信息和自己的分析批注。60年代以来，这样的笔记本叶恒强已经积攒了一大摞。正是在这书摞满地的

办公室里，凭着广博的理论和不断地学习积累，他伏案疾书，起草和参与编写了《电子衍射图》《高分辨电子显微术在固体材料中的应用》《分析电子显微镜学》等5部学术专著，还发表了300余篇学术论文，其中发表在国际一流刊物上的就有60余篇。

毕业前，叶恒强的论文“关于马氏体相变机制的研究”是由柯俊教授选题并亲自指导的。柯先生以平易近人的品格、严谨的科学素养，对叶恒强面授机宜，令他十分感激，并铭记在心。对于一个尚未正式步入科研领域的大学生而言，半年毕业论文研究与写作的实践对叶恒强可谓难能可贵。由于深知阅读大量英文文献对于做好论文和实验的重要性，他于是从零做起，主动自学英文，打下了良好的英语功底。对于在实验中新发现的现象，叶恒强当时的想法是先证明该现象与老师或课本的定律相符，其次便是要超越老师。这个想法受到指导教师柯俊的批评：“第一，不要受框框的束缚，总是扯到以前我做过什么；第二，过犹不及，一就是一，二就是二，不能直接跳到三。”经过多次这样的指正修改，叶恒强顺利完成实验，论文取得了优异成绩。事过多年，叶恒强仍记得恩师的教诲。对于毕业论文这段弥足珍贵的记忆，一是懂得了不能拘泥于老师的成果或者书本的陈识，要有独创思维；二是锤炼了实事求是的品质，戒除盲目急躁。在后来的工作中对待自己的学生，他也强调这些自己悟出的道理。

叶恒强从钢院老师的授业、解惑中储备了丰富的知识，提高了专业造诣，完成了从形象思维进步到抽象思维的巨大飞跃，并逐步学会了归纳推理和演绎推理。在学习过程中，叶恒强结合大学老师的授课方式，逐步学会将日常教学实验中得到的知识，经过归纳推理，得到一些一般的规律；在老师答疑时，往往注重从一个总纲出发，再将问题分解、归类到某一细目，又具有演绎推理的特色。叶恒强发现，知识的传与受，都受到这两种推理的极大影响。于是他意识到：“大学学习，不仅仅是学一门课程，更是学会一种做学问的方法。”正是这种学术习惯和知识的储备，使得他拥有了足够的信心和能力从事科学探索和研究。

大学期间，叶恒强不仅学习成绩优秀，还是个体育爱好者。他被选入学校的排球队，担任过主攻手和队长，并经常代表学校和其他高校较量，曾打败劲旅勇夺桂冠。20世纪60年代初，自然灾害的影响逐渐显现，叶恒强在运动队中对社会有了更加深刻的认识。1960年6月在一次冶金系统的高校排篮球比赛期间，叶恒强到了洪水过后萧条的沈阳城，破败的景象触动了。在东北工学院（现东北大学）的食堂吃午饭时，叶恒强等运动员



们受到了特别待遇，伙食丰盛。在那个物资匮乏的年代，从周围同学们投来的欣羡眼光里，叶恒强读出了这一辈子都难忘的复杂情绪。他第一次开始认真地思考社会现实：“为什么有这种困难？我该怎样做？”后来，在阅读了大量像《松树的品格》富有风骨的文章书籍后，叶恒强找到了答案：要像松树般坦然面对困境。

后来来到中科院沈阳金属所后，叶恒强继续发挥着自己的体育特长，常常在所里的比赛中大显身手。“文革”后的一次比赛，他所在的金属研究所代表队竟打败了有专业队员的沈河区体委队，光荣折桂。谈起此事，他仍津津乐道。岁月流逝，盛年不再，现在的叶恒强早已离开排球场，不再潇洒地跳跃和奔跑。回想起来，他总结说体育给了他三个好处：一是使他精神奕奕、体魄强健，能应付繁重的学习和工作，二是团队精神方面的锻炼和培养，三是运动中促使他体悟社会。

## 治学善思，拒罔殆

1964年毕业，面临人生又一个十字路口，叶恒强报考了中科院金属研究所攻读研究生。20世纪60年代末到70年代中期，正值四清运动和文化大革命，叶恒强一度被迫中断学业。在跛行的时代，叶恒强的求知路不免崎岖坎坷。他一面参加政治教育，一面做基础实验。这段时间虽然没有重大发现，却累积了大量科研经验，也记录了许多困惑。幸运的是，导师郭可信<sup>①</sup>先生一直致力于我国电子显微学事业的建设。在20世纪70年代中期条件成熟时，叶恒强得以全身心投入高分辨电子显微学领域，并将其作为自己终生的研究方向。这次专业的变化也让他体会到，科学研究与一般学习最大的不同在于：学习贯穿逻辑学，要求前提的确定性和结论的正确性；而科学研究中创造性思维却很重要，要敢于突发异想。他从此开始重视创新思维的培养，在心中埋下了创新的种子。

动乱之后，科学的春天又一次来临。在国家高度重视教育科研工作的环境中，叶恒强所在的电子显微学研究组勃发生机。虽然中国显微学界当时已经错失国际上研究衍射衍度电子显微学的发展良机，但是在郭可信先生的指引和领导下，叶恒强仍在电子衍射与晶体学等领域接连取得了多项

<sup>①</sup> 郭可信，中国科学院院士、瑞典皇家工程科学院外籍院士、物理冶金和晶体学家，叶恒强的老师。

研究成果。

1977年，日本电子显微镜代表团来我国访问。期间，世界知名学者、高分辨电镜显微术创始人之一饭岛澄男<sup>①</sup>所作的精彩报告，深深地吸引了叶恒强。高分辨电镜显微术在原子尺度研究晶体结构是当时国际前沿课题，可以直接看到固体原子的排列，使材料的精细结构研究向前迈进了一大步。但当时我国在该领域的研究还是空白，叶恒强就暗下决心，一定要迎头赶上。然而，当时所里并没有进行高分辨电镜研究的设备和条件。在郭先生的争取下，叶恒强和同事周敬获得了利用北京科仪公司的透射电镜做实验的机会。叶恒强克服了重重困难，在沈阳、北京来回奔波了一年多，把全部精力都投入到攻关的课题中。通过在北京实验室观测数据，而后将其带回沈阳分析，叶恒强和同事们终于摸索出一些头绪。在他们坚持不懈的努力下，终于在国内首次使用高分辨点阵像技术将碳化硅密排层堆垛直观显示出来，并发现多个碳化硅的多型体及Ni<sub>3</sub>M型合金的长周期结构。1979年5月，在南京召开的全国“固体中缺陷”学术讨论会上，叶恒强的有关论文宣读之后，受到与会专家的一致关注。这项工作被学界认为是我国高分辨电子显微学实验研究的良好开端。

### 勤能补拙，异国求真

1981年，叶恒强被国家选派到美国亚利桑那州大学和晶体缺陷及有序合金结构方面研究成果丰硕的比利时安特卫普大学进修，后到日本东北大学电子显微学中心进行访问研究。异国求学的经历使叶恒强得以开阔视野，极大地提高了专业素养和科研能力。

1981年6月，叶恒强来到了被誉为高分辨电子显微学“圣地”的美国亚利桑那州大学电镜中心。在这技术和理论都是世界一流的实验室里，他告诫自己，要在这儿迈出赶超世界先进水平的第一步。怀着一颗学习的心，叶恒强在实验室里潜心磨炼自己。每当夜深人静，其他人都离去的时候，他独自留下，对照着饭岛澄男拍摄的高分辨像照片，把自己拍摄的照片冲洗放大进行比较研究。当时，实验室的JEM200CX高分辨电镜还没有开放使用，他用的是性能较低的JEM100B电镜。一天，当他在滚筒烘干机上摆弄自己拍摄的照片时，在实验室工作的饭岛博士无意间抬头，顿时就被这些清晰漂亮的照片吸引住。他惊讶地注视着这位来这里工作不到3个

<sup>①</sup> 饭岛澄男，日本东北大学固态物理学博士，物理学家，被称作是碳纳米管的发现者。

月的中国学者，说：“目前还没有多少人能拍出这样好的反映晶体结构的照片。”几天后，叶恒强获准使用性能最好的仪器进行拍照研究。得到了专家的肯定，有了高新仪器，叶恒强如鱼得水，有了更大的发挥空间。期间，他和当代高分辨显微学权威科里（J. W. Cowley）<sup>①</sup>教授合作在钨的复杂氧化物高分辨相及面心立方孪晶的微衍射合作研究中取得了新的成果，并在第10届国际电镜会议上提交了学术论文。

半年的时间一晃而过，临行前科里教授对叶恒强做出了这样的评价：“他以专注勤勉的态度和高度的机敏与判断方式去积累和研究与课题有关的资料，他应用高分辨技术去考察晶体结构的一个意义重大的领域。”

1982年圣诞节后，结束了在美国的访问，叶恒强又飞往比利时的安特卫普。刚到安特卫普大学高压电镜中心时，阿默林克斯（S. Amelinckx）教授以为这个中国科学家不熟悉操作，于是专门给叶恒强派了一名助手，半是协助半是监督。叶恒强把在美国学到的功底运用到操作中，当阿默林克斯教授看到他拍摄的高分辨像照片后，立刻安心让他自由发挥。后来阿默林克斯教授把关于Cu-Ti系合金里有序结构及Mn-Si中非公度结构研究的课题交给了叶恒强。他没有因为自己的小有所成而骄傲，反倒俯下身子从基础的合金熔炼做起。由于白天很多人争用电子显微镜，等待时间很长，叶恒强经常是晚上来做实验。实验室的人送了他一个绰号“中国夜猫子”。因为着急看结果，需要亲手获取高质量的照片，他谢绝了其他技术人员的帮助，自己冲洗底片，放大照片。叶恒强勤奋的工作精神和事事亲力亲为的作风很快赢得了大家的好感和认可。

4月复活节，大家都去休假，叶恒强却谢绝了朋友的邀请，一头钻回实验室继续课题的研究，寻找适合显示非公度特征的晶体取向。当天夜里，叶恒强在实验室紧紧盯着显微镜，终于在衍射图中找到一个基本的锰原子的点格子同硅原子的周期条纹所构成的二维非公度结构，这是一个非常好的处于理想取向的薄区，但是高分辨像在热环境下不稳定，一直在漂移无法拍照。熬到凌晨2点，叶恒强焦虑万分，只能勉强走出实验室到院子里散步休息以镇定情绪。此时万籁俱寂，只有星辰为伴。返回实验室，他打开荧光屏，发现屏上试样异常稳定。一幅姿态万千绚丽的二维非公度结构呈现在他面前，就连锰原子固定格子受硅原子调制引起的摄动也能看出来。他欣喜若狂，深吸了一口气，意识到这不可多得的

<sup>①</sup> J. W. Cowley，国际知名的显微分析学家，英国皇家学会会员，高分辨电子显微学奠基人。

机会，一连拍了几百张高质量照片，又一鼓作气地冲洗照片、观察，最后忙到四五点钟才动身返回住处。一路上回想着自己拍下的一张张美丽的图案，叶恒强仿佛感到微观世界近在咫尺，几天来的疲惫也一扫而空，取而代之的是愉悦轻松和心满意足。

这项成果发表后，由于获取的高分辨图像质量好，调制模型合理，备受国外同行瞩目，被广泛应用到硅化物的研究中。日本无机材质研究所的堀内繁雄<sup>①</sup>教授（S. Houruchi）称赞说：“这是我看到用高分辨研究调制结构的很漂亮的工作。”

## 推陈出新，硕果累累

1982年叶恒强回国投入到国内电子显微学的研究中。凭借着自身过硬的知识储备和敏锐的科研嗅觉，带着对事业由衷的热爱，他不断捕捉到微观世界的奇妙变化，开启一扇扇推进科学前进的大门，为中国科研事业的发展做出了多项突出贡献。

1980年，为了争取一台高分辨电镜落户到金属所，郭可信向科学院保证要在三年内赶超世界先进水平。新设备带给叶恒强等人前所未有的冲劲。但是，怎样起步，选什么研究课题却成了难事。

叶恒强回想起归国前一位美国教授曾说过：“我们不碰金属的高分辨像，那太难了。”这是因为金属中多是密堆相，在任何方向上原子间距离很密，以20世纪80年代初期的电镜分辨水平是很难获取高质量的高分辨像。但是研究金属出身的叶恒强没有止步不前，而是带着强烈的愿望要把它实现。因为在20世纪60、70年代，叶恒强和同事们曾为有关单位做过大量的高合金钢和高温合金的相分析鉴定，当时只是给使用单位记录测试数据，没有做过多深入研究。然而从日积月累的电子衍射相分析中，他掌握了丰富的合金相结构知识，他敏锐觉察到实际的合金析出相中应该存在大量缺陷和不完整性，有待利用高新设备观察。四面体密堆相对高温合金的抗热强度有重要影响，深受人们重视，其结构都是几十年前国外专家测定的。而20世纪70年代以来，国外学者通常是利用经过热处理接近平衡状态的人工配制的合金，观察到的四面体密堆相和畴结构里的新相和缺陷都相当有限。在综合了以前的实验经验，以及掌握国际科研动向的基础上，叶恒强果断地决定最先从具有重大学术价值的高温合金四面体密堆相的研究

<sup>①</sup> 堀内繁雄（S. Houruchi），日本无机材料研究所教授，高压电子显微镜著名学者。

入手展开搏击。这不是一个简单的决定，而是一个面向世界的挑战。

叶恒强把过去用中等分辨率电镜看过的样品，重新放到高分辨电镜下观察，终于发现在大家已知的合金相边缘存在着结构不完整的区域，尽管这个区域很小，但他感觉到当中仍然存在单元结构新的周期排列方式。但是怎样解释和论证这种现象的原因呢？按现有的理论，用已知西格玛相和拉弗斯相是解释不通的，那就是在纳米尺度间存在不易观察和分开的新相。为此，叶恒强做了大量衍射图和高分辨像的分析工作。经过不懈的努力，1983年6月叶恒强首先在高温合金相Fe-Mo型的西格玛相的共生产物中发现了H相。而后他又利用高分辨像、电子衍射和计算机模拟技术确定了H相的点阵参数和晶胞内原子位置。第一道难关突破之后，叶恒强和同事们又陆续发现了F、K、J、C、C1及PF等7种新相，还发现大量文献未报道过的平移畴、旋转畴结构。这一成果打破了金属四面体密堆相结构测定二十多年研究停滞不前的局面，使人类的认识水平深入到更加微观的层次。

国内著名学者钱临照<sup>①</sup>、冯端<sup>②</sup>等在评价这一成果时指出：“这一研究在拓扑密堆相结构理论中独树一帜，已居国际同行研究的先列。”而国外学者也对此给予很高的评价。瑞典隆德大学的安德森（Andersson）教授收到叶恒强等人寄去的论文时，称赞这是世界一流电镜实验室水平的工作。

1984年，叶恒强协助指导的硕士生王大能在观察四面体密堆相的复杂畴区时发现五次对称衍射图的现象，而这在经典晶体学理论中是不允许的，即晶体的旋转对称只有1、2、3、4、6这五种排列方式，不允许有5次及6次以上的对称。凭着多年实践经验，他敏锐地感到这绝不是晶体平移对称可以解释的现象。于是他们继续研究，将数不清的高分辨图和衍射图对比观察，完全沉浸在微观物质结构世界之中。面对五次对称衍射，他一度感到困惑难解：“是缺陷？是畴区？还是新物质结构？”种种疑问困扰着他。在分析研究的思维中，想要挣脱传统观念束缚是很困难的，面对新的排列方式，叶恒强一度有着走投无路的感觉。凭借对科研的执著，他没有轻言放弃，而是日夜思索，找寻答案。白天，他在实验室观察样品，分析数据；到了晚上，他还是不肯放下思绪，冥思苦想……仰望天空，眼前出现了仿佛行星旋转的场景，在夜幕的映衬下一系列白光闪烁不停，这给

<sup>①</sup> 钱临照，中国科学院数理部院士，物理学家，教育家，我国金属晶体范性形变和晶体缺陷研究以及物理学史研究的奠基人之一。

<sup>②</sup> 冯端，中国科学院资深院士，南京大学教授，曾任中国物理学会理事长。

了他新的启示。经过调整实验方案，在多次照片曝光和比对中，他终于意识到五次对称衍射是来自组成五角四面体密堆相及畴区的每个单元——具有五次对称的二十面体簇呈现取向长程有序，但在平移对称方面，只存在于几个单胞范围的特征。他后来又用计算机模拟出衍射图反映了平移周期有限、取向长程有序的二十面体的五次对称现象，并且从拍摄的高分辨像中证实了畴区各个相的平移排列伸展十分有限的事实。叶恒强的研究成果突破了传统晶体学的概念，成功地揭示了兼有取向有序与接近平移无序的块状晶体的新的结构状态。1985年，在郭可信和叶恒强的指导下，张泽博士又利用急冷得到了钛镍合金中的五次对称的准晶体。这项研究成果使我国及时进入当时凝聚态物理最活跃的前沿——准晶体的研究中。后来，课题组先后在10个合金体系中发现五次对称，还发现了8次、10次、12次旋转对称的准晶体。物质结构的新发现，打破了思维的局限，也从根本上改变了人们对微观世界的认识，使我国在准晶相合金学的实验研究领域保持了长时间的领先地位。

法国CNRS冶金化学研究所Gratier是铝锰准晶的发现者之一，他认为钛镍准晶是继铝锰准晶之后第一个报道的准晶，因此将其称为“中国相”（China Phase）。1986年夏，著名物理学家杨振宁在中国科技大学研究生院讲学时，一开始就将叶恒强科研组的这一发现列为重要的原始文献之一。1987年，凭借“钛镍准晶相和五次对称的发现与研究”，叶恒强获得了国家自然科学基金一等奖这一国家自然科学基金领域的最高殊荣。1988年，中科院对第一批开放实验室进行评估时，郭可信、叶恒强领导的固体原子相实验室名列前茅。1990年，国家科委对重点实验室及部门开放实验室进行评审，固体原子像实验室又获A级评价。

90年代起，叶恒强先后主持过国家自然科学基金会重大项目、科技部攀登项目和“973项目”的研究，屡有创新，屡获嘉奖，也参加了“863”<sup>①</sup>、“973”<sup>②</sup>等计划的科技管理工作。1991年11月，51岁的叶恒强当选中国科学院学部委员。

① 高技术研究发展计划，简称“863计划”，1986年3月由王大珩、王淦昌、杨嘉墀和陈芳允四位科学家提出，同年11月正式启动实施。

② 即国家重点基础研究发展计划，自1998年实施以来，“973计划”围绕农业、能源、信息、资源环境、人口与健康、材料、综合交叉与重要科学前沿等领域进行战略部署，2006年又落实《国家中长期科学和技术发展规划纲要》的部署，启动了蛋白质研究、量子调控研究、纳米研究、发育与生殖研究四个重大科学研究计划，十年来共立项384项。

## 教学以行，备德才

无论是中、小学的校园生活，在钢院攻读的五年半时光，还是金属所的半生积累，叶恒强都深深感谢每一位导师的教诲和栽培。转变身份成为导师的他，也用老师的方法去教育自己的学生，用亲身感悟去实践良好的育人方法。

在叶恒强眼中，创新是培养学生最为重要的品质之一。在普通学校里，老师灌输传播知识，学生更多的是理论学习；而进入科研领域，导师需要点拨学生去创造知识。学生从大学到研究生到独立从事研究是经历过一个重大转变的，在这个转变中导师发挥着关键性的作用。能否将自己的学生培养成为合格的科学工作者，要看能不能塑造学生的独立思维和创造精神。在给研究生开高分辨电子显微学课时，叶恒强总是旁征博引，以期能够全面涵盖基础知识，为学生在各种材料的高分辨研究打下基础。但在考试时，他却总采取新鲜的做法，不要求学生根据书本作答，而是开卷讨论，目的就是让学生形成自己的知识体系。叶恒强贯彻的一个模式就是给学生空间去想，而不是用书本的理论框住思维。

在叶恒强的教学中，学术诚信也是一项要点。学生过去发表的文章不能反复引用，一定要有新的见解，这是创新的需要。凡是发现论文不符合要求者，他都铁面无私，毫不犹豫地予以退回。科研人员的道德品质和他们的学术生命同等重要。他自己不会作弊徇私，也不会允许自己的学生如此。在一次给金属所年轻工作者和研究生、博士后作的题为“笃实诚信戒浮躁——遵守研究与学术领域中的行为规范”的讲座中，叶恒强明确强调：“自信、自立、自强”。做学问和做人在叶恒强眼中伯仲难分，“诚信”二字需担得起做人、做学问之根本。

爱国情怀作为叶恒强为人的品格，流露于他的行动中，深刻地影响了学生。在出国访问期间，他省下经费为金属所购买了一台质量较好的底片放大机放大镜，便于所里的实验观察和师生交流。20世纪90年代研究所青黄不接之时，面对纷纷出国不归的学生，他曾经言真词切地写过一封满满三页的长信，劝其回国效力。他用生动的话语为学生讲述一个个激动的时刻，启迪他们深思何以扬国威，启迪他们细量何时拳己志。

德才兼备，桃李灼灼。在叶恒强协助指导下，张泽、王大能获首届吴健雄物理奖。他指导的研究生黄建宇、于荣，分别获全国百篇优秀博士学位论文奖；宁小光等3位博士生获中国科学院院长奖学金特别奖，6人获优秀奖。

## 笑谈风生，君子质

叶恒强喜欢看推理和武侠小说。在他看来，小说中生动的形象思维对高度集中的逻辑思维是一种很好的休息，也是一种与人文社会的对接。在学术上，叶恒强似淬火，苛苛无隙。从成人的武侠童话里，他获取了侠客的道义，传统的中庸。因而，在行事上，叶恒强如佩玉，绵润不绝；在家国事中，叶恒强譬铮鼓，警铛自鸣。

### “言念君子，温其如玉”

叶恒强谦虚温和的秉性，既有他年少沉浸书中的获益，亦有历经疾苦后的积淀。平易近人，行事公正，休休有容，是金属所同事们对他的一致评价。工作以来，无论是身处何位，在谋何事，他都不与别人起争执；对待异议，他通常是缄默不语或是暂且搁置争议，重新思考。1998年担任金属所所长的叶恒强正好面临科学院政策改革，很多老科研人员因为年龄大不得不退出项目组。由于拿不到津贴，对自己手头上的工作又不十分满意，很多人对叶恒强产生一些误解和批评，其中不乏老领导、老同事。面对这样的攻讦，他不曾抱怨或以势压人，不曾刻意澄清，而是主动承担责任，以德服人。

“在其位，谋其政。”担负起管理任务，是国家和时代赋予的责任，不容退却。卸任后，叶恒强自言不是一个好士兵，因为并不想当将军，对于行政工作从来不会主动追求，即使受邀有时也会婉言拒绝。他一心扑在学术科研上，一心一意无暇他顾。在自然科学的领域航行，他专心致志；在翰墨书香的世界潜行，他甘之如饴。仕宦起落，在他看来都属平常。成功与失败，也是平素积累的结果。叶恒强笃信：机会是留给有准备的人的。逆顺之间，就像云烟过眼，经过岁月砥砺，铅华洗尽，叶恒强更看重的是心态的恒定。

### “为国为家，侠之大者”

青春无限好，怎奈轻蹉跎。20世纪60年代中期到70年代，这段中断学业的经历令人低沉，正值盛年的叶恒强学有所成，想一展抱负，却不得不离开实验室，甘心化作中华大地一抔泥土融入社会底层。

1965年在中科院北京研究生院学习时，叶恒强和同学一起去学工下到门头沟的煤矿井里，经常是早晨下到井里挖煤，蹭到全身漆黑，中午顾不



上洗手，就和矿工们一起吃饭聊天。虽然工作辛苦，环境肮脏，叶恒强却俨然自如。他和同伴造访过矿工家庭。矿工家庭里常有一个年轻矿工除赡养自己的父母外，还照顾着多个死难工友的老人。这些苦难不幸点点滴滴留在他的记忆里。1968年到1971年间，叶恒强被安排到3174部队海城农场种水稻，参与了从播种到收获的整个流程。农事繁忙常常是不分酷暑严寒，又在严格的军事化管理下，没有懈怠的机会。他常说是这段经历让他亲感了《悯农》的意境，农民的艰辛记在心头。在这段岁月中，他第一次近距离接触到中国社会底层的工农群众。这段劳动的艰辛也让一直衣食无忧的叶恒强对生活、对社会有了深刻的体悟，终生难忘，弥足珍贵。

光阴易转，感受更深。每当记起酷夏打场的汗流浹背，他会回忆起那些淳朴的乡间农人。他告诫自己无论这样走多远，居多高，断不能失了根本。每当在黑暗中，煤矿下的场景和挖煤的辛苦便浮现眼前。知道眼前所得来之不易，于是告诉自己应加倍珍惜。每当想起矿工家庭的奇异组合，他提醒自己繁华之外尚有灾难和痛苦，不能忘却现实，脱离实际。

在叶恒强脑中一直不断萦绕的是那代人的共识：“保卫一个国家，爱护一个国家，才能立得住自己。”他对祖国有深情，更对这大家有仁爱。研修之心，悲悯之心，侠义之心，心心系众——侠者仁心。时光回溯，少年汲索不言愁，中年壮志辟新地，古稀犹图尽心力。

在金属所内，已是两鬓斑白的叶恒强匆匆的身影依然穿梭其间。“发现、研究新结构，在这个领域中探索是我毕生之目标，其苦我知，但其乐无穷。”一语道出他爱恋事业的心声。

叶恒强院士将毕生心血倾注于他所钟爱的微观世界，并以此来完成他报国的志向。他的经历激起豪迈的凌云壮志，犹如碧玉般莹润明澈心田。

## 材子风华，闪耀冶金灯塔

——记粉末冶金专家、中国科学院院士葛昌纯



葛昌纯，浙江平湖人，1934年3月生于上海，北京科技大学教授，粉末冶金和先进陶瓷专家。1952年毕业于唐山交通大学冶金工程系物理冶金专业；1952—1984年在冶金工业部钢铁冶金总院先后在冶金室、压力加工室、粉末冶金室担任专题负责人、高级工程师、研究室副主任；1960—1984年负责研制用于生产浓缩铀-235的孔径为纳米量级的复合分离膜，创建起中国第一个比较完整的纳米材料实验室，是国家一等发明奖“乙种分离膜的制造技术”的第一发明人；1980年10月—1983年4月，作为德国洪堡基金会研究员在Max-Planck材料科学研究所和柏林工大非金属材料研究所从事粉末

冶金和先进陶瓷研究，获Dresden技术大学工学博士学位；1985年起在北京科技大学从事研究和教学工作，由副教授晋升为教授、博士生导师。1988年被人事部评定为“国家有突出贡献中青年专家”。1990年被国家教委和国家科委评定“全国高校先进科技工作者”。2001年当选为中国科学院院士。2004年当选为世界陶瓷科学院院士。

“束发读诗书，修德兼修身。”

“仰观与俯查，韬略胸中存。”

“躬耕从未忘忧国，谁知热血在山林。”

“两弹一星”临危受命，粉末冶金、先进陶瓷殚精竭虑，材料报国追求第一，执鞭教坛呕心沥血。探赜求隐，阐幽发微，志行诚笃，勤奋探索。葛昌纯沉潜学术树立科学巨塔，高风亮节绽放导航之光，引领莘莘学子扬帆起航，乘风破浪。

## 漫漫求学艰难路

葛昌纯于1934年出生于上海，原籍浙江平湖。祖父葛金焯为晚清进士，曾任刑部主事和户部郎中，以精通书画辞赋、博学多才而著称。他在家乡创建了葛氏传朴堂，收藏研究大量中国古代书画善本。父亲葛嗣渊立志教育事业，生前创办了平湖历史上第一所现代意义的中学——稚川学校，培养出不少优秀人才，其中就有后来成为平湖第一位中科院院士、全国人大代表的邹元熿先生<sup>①</sup>。父亲一生还将葛氏传朴堂发扬光大，一度达到藏书四十余万卷的鼎盛规模，成为浙江三大藏书阁之一，为地方文教事业做出了重大贡献。在父亲重视培养人才、崇尚传统道德文化的思想熏陶下，葛昌纯从小就懂得要用功读书，要忠孝仁义，要奋斗创业。

抗战初期，父亲病逝，又正值国难当头，日寇占领平湖。葛宅、葛氏传朴堂藏书阁毁于一旦，数十万卷带有葛氏传朴堂印章的珍贵画卷和藏书遭内贼抢劫，散失各地。全家老小顷刻间流离失散。母亲赵曼影孤身一人带着葛昌纯和比他大九岁的哥哥葛昌权逃难到上海，姐姐葛昌琯被亲戚带到浙江丽水，全家在七年后才得以重逢。在家破人亡之际，赵曼影仍不忘教育子女要好好读书、奋发图强。在最艰难的时刻，她以中国优秀妇女特有的坚韧顽强精神，忍辱负重，历尽千辛万苦，最终把三个子女全部培育成才。

幼年时期这段国恨家仇的苦难经历，使得岳飞“精忠报国”、“还我河山”的誓言和富国强民的愿望深深扎根在葛昌纯幼小的心灵里，从此赤诚报国成为他一生之所向。而对于帝国主义、汉奸、叛徒和内贼他深恶痛绝，从小就形成了疾恶如仇、爱憎分明的性格。

<sup>①</sup> 邹元熿，冶金物理化学家，半导体材料学家。浙江平湖人。

由于家庭穷困、颠沛流离多次迁徙，葛昌纯从小学到高中经常变换学校。在哥哥的引导下，他始终成绩优异，多次破格跳级，并考入了当时最好的中学。在葛昌纯的回忆中，对他影响最大的有三所学校：先是圣约翰青年中学，为他打下了较好的中、英文基础；接着在南洋模范中学，他打下了扎实的数学基础；最后是名师会聚的江苏省立上海中学，他在这里得到了全面的锤炼。南洋模范中学以赵型<sup>①</sup>老师为代表的数学老师培养了学生对数学的浓厚兴趣，把“一元二次方程两个解”编成歌曲的教学方法令葛昌纯至今记忆犹新。之后求学的江苏省立上海中学是当时上海录取难度最大的中学（100：1），这里集聚了一大批一流教师，新中国成立后朱凤豪、余元庆、余元希、徐子威等都成了大学教授。化学教师徐子威每次上课都要把大教室的两块大黑板写满，这使得学生们不得不一边仔细聆听一边抓紧抄写。葛昌纯爱做笔记的习惯就是在这时养成的。毕业工作后不久，他用过的笔记本就积累了足足半米高。

1949年5月，上海解放，短短几个月上海发生的翻天覆地之变使葛昌纯看到了共产党的伟大和新中国的希望。仅15岁的葛昌纯考取了唐山交通大学冶金工程系，是全校年龄最小的学生。当时的冶金工程系云集了一批国内冶金界的著名学者，包括英国皇家学会会员、系主任张文奇<sup>②</sup>和留美回国的吴自良<sup>③</sup>、林宗彩<sup>④</sup>、章守华<sup>⑤</sup>、朱觉<sup>⑥</sup>和自学成才的徐祖耀<sup>⑦</sup>教授。张文奇、林宗彩和朱觉教授讲课深入浅出，他们教授的有色金属合金、高炉炼铁、平炉炼钢和电炉炼钢让葛昌纯至今不忘。由于第一个五年计划急需人才，国家要求1952年在读大三的学生提前毕业。为了将四年的课程在三年内上完，章守华教授承担了最重的教学任务——教授两门主课“钢铁合金及热处理”和“压力加工”，他的勇挑重担和严谨治学精神深深影响了葛昌纯。章守华教授也因此成了葛昌纯一生学习的楷模。徐祖耀教授以刻苦自学著称，教授葛昌纯“冶金原理”。在这些名师的教诲和熏陶下，葛

① 赵型，即赵宪初，解放后为特级模范教师，曾任徐汇区副区长，南洋模范中学校长、名誉校长、上海市特级教师。

② 张文奇，原北京钢铁学院教授、院长。

③ 吴自良，中国科学院院士、著名物理冶金学家，中国“两弹一星功勋奖章”获得者。

④ 林宗彩，原北京钢铁学院教授、冶金系主任、副院长。

⑤ 章守华，金属材料科学家，冶金教育家，北京钢铁学院金属材料系和金相热处理专业的主要创建人和开拓者。

⑥ 朱觉，著名的冶金学家和教育家，我国电渣冶金的奠基人。

⑦ 徐祖耀，材料科学家，中国科学院院士。

昌纯在大学时期就打下了坚实的物理冶金和化学冶金基础，不仅学到了如何从冶金学、材料学的角度分析处理技术问题，更领悟到了为人、治学、做事的人生哲理。

新中国成立初期的唐山交大，不仅有以罗忠枕<sup>①</sup>教授为代表的严谨治学名师，还有着浓厚的政治氛围。葛昌纯在那里不仅受到了系统的马列主义、毛泽东思想和中国革命史的教育，从思想理论上真正认识到只有中国共产党才能救中国的道理；而且通过抗美援朝运动和两次参军参干运动，从思想上摆脱了独善其身的旧人生观的束缚，初步确立了革命的人生观和世界观。1950年底，葛昌纯加入了中国新民主主义青年团<sup>②</sup>，在这所共产主义大学学校里他的思想水平得到了进一步提升。

少年立志，坎坷求学，风尽管猛烈，浪尽管汹涌，终乘风破浪，历练一双鹰翅飞越了沧海。

## 宝剑初砺见锋芒

毕业以后，葛昌纯被分配到钢铁工业试验所（后更名为钢铁研究总院）冶金室工作。室主任是留美归来的合金钢专家孙珍宝教授<sup>③</sup>，他是个很重视应用和实践的冶金学家，他认为像葛昌纯这样刚毕业的大学生应首先到工厂去实习和工作，积累实战经验。于是自1953年初直到1954年国庆，葛昌纯一直在抚顺钢厂（当时我国最大的特殊钢厂）进行实验研究和实习，经常与工人们一样倒班和操作。在和工人同吃、同住、同劳动的经历中，葛昌纯积累了丰富的经验，和工人同志们产生了深厚感情。

在此期间，葛昌纯作为技术骨干实际负责了当时冶金工业部钢铁局组织的、钢铁工业试验所和中科院金属所参加的钢坯高温快速加热研究。在这项研究过程中，他除了完成原来苏联专家建议的钢坯快速加热试验任务外，还把研究的对象从钢坯扩展到钢锭，并研究了避免造成钢锭高温快速加热时产生裂纹的条件，包括钢种、钢锭尺寸和决定钢锭中残余应力的浇注工艺参数。根据这项研究，抚顺、大连等特钢厂都把钢坯高温快速加热纳入操作规程，大大缩短了钢坯的加热保温时间和节约能源。在抚顺钢厂

<sup>①</sup> 罗忠枕，唐山交大校长茅以升的恩师。

<sup>②</sup> 中国共产主义青年团的前身。1949年中国新民主主义青年团成立。1957年改为中国共产主义青年团。

<sup>③</sup> 孙珍宝，金属材料专家。

工作的后期，葛昌纯参加了以耐热钢 э и 435、э и 437为主体的一系列新钢种的试制研究。葛昌纯回忆说：“我在毕业后完成的第一阶段的研究任务，反映出我在唐山交大学习时确实打下了比较扎实的冶金学和材料学基础，培养了较强的独立工作能力。”

在生产第一线实习和科研的一年半，使葛昌纯从一开始走上科研道路时就感悟到科技对生产力的巨大推动作用，也从此致力于用科学研究去解决国民经济中的实际问题。回北京后，他接受了筹建压力加工研究室和所里最早的、颇具特色的锻钢和轧钢实验车间的任务。之后，在短短两年内，他就和孙国英、赵量同志一起完成了774厂一批磁性合金的国产化研究课题，还和何忠治同志完成了热轧硅钢坯通过脱碳提高硅钢片磁性能的研究。1956年葛昌纯作为代表出席了冶金工业部社会主义建设积极分子大会。

经过党的多年培养，由季希一、靳满振两位同志作为介绍人，葛昌纯在1956年国际劳动节前夕光荣地成为一名共产党员，从此他决心把自己的一生献给壮丽的共产主义事业。

在反右整风运动中，葛昌纯成为冶金工业部第一批被下放的干部，被下放到河南郑州郊区祭城农村插队。插队期间，他亲眼目睹了当地严重的虚假浮夸作风和种种不科学的“昼夜不停”运动。一种“忧国忧民”的责任感促使他毅然执笔，与黄孝遐、孙学范两位钢铁研究总院同事在郑州市下放干部代表大会上联名贴出了一张名为《如此昼夜不停》的大字报，针对当时严重的浮夸风提出了强烈质疑，说出了真话。不料在大会上他们遭到郑州市组织代表们的强烈批判。葛昌纯所在大队的两位延安干部也受到了牵连——中队长余中被错误地戴上了“右派分子”的帽子，大队长莫余平在反右倾运动时也遭到了错误的批判。

一年多插队和参加各地“大炼钢铁”运动的经验，使葛昌纯得以深入河南、湖北等省的广大农村。一方面深刻理解了我国人口多、底子薄、广大人民群众渴望摆脱贫穷落后面貌的基本国情，增进了与劳动人民的感情；另一方面通过受到错误批判的经历深刻认识到浮夸风对我国社会主义建设的严重危害。尽管如此，他并没有因此而畏缩，反而更加坚定了说真话、实事求是的勇气。

1960年葛昌纯被调到新成立的粉末冶金研究室从事耐高温涂层和粉末冶金新材料的研究。他和同事们开展了当时属于国际新技术的“等离子体喷涂等多种技术制备耐高温涂层”的研究，以及用CVD工艺在Mo基体上制

MoSi<sub>2</sub>涂层，使Mo的抗氧化性能提高到1600℃保温100小时而不被氧化。后来又先后开展了Fe-Si-Al软磁合金、Ni-Zn软磁铁氧体、Mn-Zn硬磁铁氧体和耐10000℃高温烧蚀材料的研究。1959年他被评为全院先进工作者，获一等奖。可惜当时的工作受浮夸风的影响，强调的重点仅仅停留在“向党献礼”上，并没能深入研究下去，也未能在生产中得到应用，这让葛昌纯十分惋惜。

20世纪60年代末到70年代初，葛昌纯又先后三次被下放到“五七”干校云南草坝和河南淮阳等地。在草坝他曾经一度带领小队承担在悬崖上点炮炸山和排除哑炮的任务。“一不怕苦，二不怕死”，葛昌纯争着去排除分散在宽阔山坡上的哑炮。当时环境下的劳动锻炼，虽然是以时间和精力为代价的，但葛昌纯将这些劳动锻炼的经历视作是对自己意志的磨炼，视作是自己一生的宝贵精神财富，促使他在后来的科研攻关中不管多苦多累，都毫不退缩、勇往直前。

梅花苦寒而孕幽香，宝剑磨砺愈见锋芒。历经磨难不言弃，正因为自己是一把利剑，葛昌纯相信终有一日会见锋芒。

## “两弹一星”建功勋

在葛昌纯的前半生中，最难忘的是有幸于1960—1980年期间临危受命，负责中央下达的紧急任务——“乙种分离膜的研制和生产”，并为打破超级大国的核垄断建立了赫赫功勋。

乙种分离膜是用以浓缩铀235的气体扩散法的核心元件。不论是制造原子弹、氢弹还是建造核潜艇、核裂变反应堆都需要用铀235。但铀235在天然铀中含量只有0.7%，要使铀235浓缩，必须采用当时核大国唯一已工业化的气体扩散法，而此法的技术核心就是分离膜。制造分离膜是一项技术难度极大、涉及多学科的尖端技术。当时只有英、美、苏三国掌握了这一技术，但是都被列为重大国防机密，苏联一度视分离膜为“社会主义阵营安全的心脏”，我国科研队伍并不掌握其中的核心技术。1960年，赫鲁晓夫撕毁中苏协议，断绝了对我国的分离膜供应，使我国核工业面临夭折的危险。因为中国不会制造分离膜，有的苏联专家撤走前曾说中国的核工业将成为一堆废钢烂铁。在危急的形势下，中央于1960年4月分别向中国科学院和冶金工业部下达了研制分离膜的紧急任务，由中国科学院冶金研究所负责研制甲种分离膜，由冶金工业部钢

铁研究总院负责研制乙种分离膜。这两种膜在当时都是必需的、缺一不可的。

在冶金工业部部长吕东同志为首的部党组、钢铁研究总院党委书记兼院长陆达同志为首的院党委、以粉末冶金室（即四室）支部书记兼主任蒋百范同志为首的核心组的坚强领导下，在原子能研究总院615所钱皋韵研究员团队和504厂刘广总师团队的大力协作下，葛昌纯作为粉末冶金室核心组成员和专题负责人，在没有专家指导、资料短缺、设备不足、物质匮乏的条件下，与同事密切合作，共同奋战。为了打破超级大国的核垄断、振兴中华，他同四室团队大力协同，在中南工学院（今中南大学）派出人员的积极参与下，不畏艰险，不怕剧毒，不怕苦、脏、累，不分昼夜地战斗在分离膜研制的第一线。经过无数次的实验、推导、计算、总结，他和四室团队攻克了一系列技术难关，终于提前完成国家急需的乙种分离膜研制任务。

当时，参加乙种分离膜研制人员的平均年龄只有二十多岁，都是新中国成立前后国家培养出来的技术骨干，彰显着青年队伍在党的领导下众志成城、无坚不摧和敢于承担艰巨任务的勇气和能力。国务院国防工业办公室和中共中央国防工业政治部先后于1963年和1967年发来贺信：“实验证明乙种分离膜性能良好，能够满足生产使用需要。这就为我国自力更生地发展原子能事业做出了重要贡献。”“这一任务的完成是你们所取得的巨大成果，是对我国国防工业建设做出的重要贡献。”这是对全体参加乙种分离膜研究工作同志的巨大鼓励和肯定。后来实验室又相继完成了丁种、戊种、己种等一系列复合分离膜的研制任务，为祖国的原子能事业继续增光添彩。

从任务带学科的角度看，乙种分离膜是我国研制成功的第一种纳米复合多孔薄膜材料和器件，为我国纳米复合多孔功能材料的研究奠定了理论和技术基础。在这项任务中，葛昌纯和四室同志们创造了一系列制备纳米金属、合金和陶瓷粉末的先进工艺，更新了成型和烧结技术，提出了新的纳米粉末和材料的检验方法，为粉末冶金理论和科研应用做出了重大贡献。

在乙种分离膜的研究中，葛昌纯的研究集体和他本人曾多次受到国家和院、部的奖励。1962年他因乙种分离膜工作获全院先进工作者一等奖；1965年被评为全院先进个人、全院标兵。1966年国庆节被国务院邀请作为对社会主义建设做出重要贡献的科技工作者登上天安门城楼观礼，见到了毛主席、周总理等党和国家领导人。



党的十一届三中全会以后，在1980年召开的全国科学大会上，乙种分离膜项目得到全国科学大会奖；1985年在乙种分离膜运行正常20年之后，国防科工委和国家科委批准这个项目为国家发明一等奖，发明者共有葛昌纯、王恩珂、赵施格、钱皋韵、蒋伯范、赵维橙等28位，其中葛昌纯是第一发明人。在完成乙种分离膜研制任务中，他和四室同志们创建了我国第一个比较完整的包括金属和非金属粉末合成、材料制造和性能检测的纳米材料实验室。作为专题负责人，他分析推导了复合分离膜的一系列特性参数和结构参数之间的关系式，提出了一条独特的制造复合分离膜的工艺路线。乙种分离膜的研制成功为研制后续性能更高的丁种、戊种和己种等复合分离膜奠定了理论和技术基础。作为第一发明人，在乙种分离膜的九项发明权限中，葛昌纯拥有六项。1967年4月，由二机部和冶金工业部联合召开的674会议决定由钢铁研究总院研制成功的丁种分离膜取代由中国科学院冶金研究所研制成功的甲种分离膜，此后我国的气体扩散厂使用的全部分离膜品种都是钢铁研究总院研制成功的品种。1977年葛昌纯又因分离膜研究的贡献被评为全院先进科技工作者，出席了全国冶金工业学大庆会议，受到华国锋、邓小平等党和国家领导人的接见。1978年以他作为第一完成人的“戊种分离膜的制造技术”获冶金工业部科技成果二等奖。

葛昌纯把一生中最宝贵的青春年华献给了“两弹一星”的崇高事业，为分离膜项目倾注了大量的心血。他说：“我为这些成果能够最终为祖国的国防现代化贡献一份重要力量，感到无比的欣慰和自豪！”

## 粉末冶金苦钻研

1962—1965年间，葛昌纯提出了一种适用于超细金属粉末的新静电上粉工艺，并和孙焕仁、郑国樑等同志合作解决了超细金属粉末团聚及在高压静电场中的自燃等问题，在国际上首次将此项新工艺应用于纳米金属或合金薄膜的批量生产。

我国镍产量和需要量之间缺口甚大。为提高我国的镍产量，必须打破常规，尽量采用先进技术。1972—1974年间，葛昌纯领导的研究组成功地进行了以羰基合成分解技术由镍冰铜提取镍的研究。研究表明：用金川低冰镍经氧气顶吹转炉吹炼后得到的低硫铜镍合金可以在较低压力和温度条件下（10MPa，160℃）合成羰基镍，提取率达85%—95%。这一技术

显著提高了金属回收率，超过了电解精炼一次提取率60%的水平。在此期间，葛昌纯创造了以乙烯丙酮铜作为前驱体和流态化床CVD技术在超细镍粉上包覆铜的新工艺，并使得这一技术在生产上得到应用。

接着，他又开始着手粉冶高速钢的研究，和王洪海、曹永佳等专题组同志们一道在国内首先成功研制了全密度、无偏析、使用寿命为熔炼高速钢3—4倍的高性能粉冶高速钢T15，开拓了我国高性能粉冶合金钢和粉末热挤压的研究领域。与此同时，他还同时和胡云秀、葛立强、相樟祥等同志研制成功气雾化法和水雾化法制备合金钢粉末，并和孙向东、汤新章同志首次研制成功粉末热锻高速钢插齿刀并实现了产业化。

葛昌纯不仅埋头在科学实验的第一线，还时刻关心着生产线上的工人们。在去天津粉末冶金厂考察还原铁粉生产情况时，他发现工厂的劳动条件极差，粉尘浓度超标，严重危害工友的健康。于是，他下决心结合日本川崎制铁所的先进技术，和高一平、俞燮庭、罗厚智、吴思俭、佟伟等同志开展提高还原铁粉质量的研究，并与天津粉末冶金厂和首钢设计院合作，对天津粉冶厂的铁粉生产工艺进行全面技术改造，提高铁粉质量，为工友创造一个优良的工作环境。葛昌纯组建攻关组，深入天津粉末冶金厂一线，从改进大隧道窑的加热保温冷却制度着手，对全部生产工序逐个进行技术改造，终于解决了还原铁粉质量不高、工作环境差的状况。在研究中，他的攻关组取消了一次性的瓦罐，首次在国内实现了SiC罐的半连续化生产和还原铁粉的二次还原，使我国的还原铁粉质量达到了国际水平。

随后，他向冶金工业部提出在武钢等大钢铁联合企业建立十个现代化铁粉生产基地，建议得到了国家计委和冶金工业部的支持。于是，葛昌纯开始投入到另一个征程中，为在武钢建立我国第一个现代化铁粉基地而不懈努力。

葛昌纯将自己在还原铁粉和雾化钢铁粉末领域所取得的成就总结在他和韩凤麟合著的《钢铁粉末生产》一书中。国际著名粉末冶金专家H.Fischmeister在评价此书时指出：“该书取材新颖，在国际同类书中还没有可与之相比的。”

1976—1980年间，葛昌纯开始了氮化硅基陶瓷的研究。他在国内首次采用压力烧结工艺研究成功以尖晶石作为烧结助剂的Sialon陶瓷，这种陶瓷被批量用于作热加工模拟实验机的垫块，取代了进口的日本氮化硅垫块，填补了国内空白。此项成果是国家“六五”攻关项目“控轧控冷实验室建设”的重要成果之一，荣获冶金工业部科技进步二等奖。此后，他一

直走在我国氮化硅基陶瓷研究的前沿。

## 留德三年重积累

1980年10月，葛昌纯在邵象华<sup>①</sup>、李文采<sup>②</sup>和刘嘉禾<sup>③</sup>的推荐下申请到国际上公认的最规范、学术声誉最好的国际研究奖学金——德国洪堡基金会研究奖学金。

1980年10月，葛昌纯赴德，开始在G.Petzov教授领导的Max-Planck材料科学研究所粉末冶金实验室工作。在一年时间里，他完成了“重合金90W-7Ni-3Fe的液相烧结和热等静压研究”、“Fe-Cu合金的液相烧结研究”等项目，他的努力和成绩获得了当时所长H.Fischmeister教授和Dresden技术大学W.Schatt教授的高度评价。1982年2月起，葛昌纯转到柏林工大无机材料研究所Hans Hausner教授的实验室工作一年。葛昌纯对Hausner教授提出的问题“能否为氮化硅找到一种非氧化物烧结助剂取代现在通用的氧化物烧结助剂以提高氮化硅的高温性能？”产生了浓厚的兴趣。为了解决这个问题，他开始闭关钻研。前三个月，他选择多种非氧化物做了很多实验却毫无收获。后来，他根据相图的基本原理，打破常规，以新的思维方式，采取复合非氧化物的技术路线，终于成功地找到了可以使氮化硅在烧结后的相对密度达到95%以上的非氧化物烧结助剂，解决了Hans Hausner教授提出的问题。就在这时，民主德国W.Schatt教授积极推荐葛昌纯去Dresden技术大学攻读博士学位。1983年4月，葛昌纯通过德语论文答辩获得Dresden技术大学材料技术工学博士学位。

葛昌纯受Schatt教授的影响很大。Schatt教授是全球粉末冶金界的权威，学术造诣很深，对中国人民怀有深厚的感情。Schatt教授治学严谨，每天工作12小时，废寝忘食，用毕生的精力著成当代最好的粉末冶金教科书《粉末冶金》。这种精神深深地感染着葛昌纯，葛昌纯在回国后还多次邀请这位导师来中国，可惜Schatt教授由于身体原因终未成行。多年以后，Schatt教授在一次国际会议上遇见葛昌纯的女儿葛华博士，他怀着巨大的喜悦，亲手题词赠送了他最重要的著作《粉末冶金》第三版，这份礼物寄托了Schatt教授对葛昌纯的思念和中德两国科学家之间的深厚友谊。

① 邵象华，冶金学家、冶金工程专家、中国科学院院士。

② 李文采，钢铁冶金学家，中国科学院院士。

③ 刘嘉禾，冶金学家，我国低合金钢与合金钢学术领域的带头人之一。

在德国工作学习3年，葛昌纯逐渐产生了为祖国建立一个国际一流的将粉末冶金技术和特种陶瓷技术相结合的新型研究所的强烈愿望。答辩通过后，他不顾Schatt教授的挽留，迫切地踏上回国的征程，希望尽快将这个“国际第一流的研究所”的愿望变成现实。

## 再续粉末冶金、先进陶瓷情

回国后的葛昌纯几经周折，离开了工作奋斗过三十余年的钢铁研究总院，先去中科院冶金所，后又辗转回京。1985年6月，他在院长王润教授、恩师章守华教授和当时冶金工业部人事司齐大铨司长（后任副部长、宝钢董事长）的支持下，调到北京钢铁学院任教。

在学校的支持下，葛昌纯很快就在粉末冶金教研室建立了一个小型的特种陶瓷粉末冶金实验室，继续他在德国从事的非氧化物烧结助剂的研究。在这个小小的实验室里，他开发出了具有优良性能、被国家科委评为1990年度国家级新产品的ST新型陶瓷刀片，并实现了产业化。此项成果获得了1990年第五届全国发明展银奖、北京发明展金奖等多项国际国内展奖、1993年冶金工业部科技进步三等奖和2000年教育部科技进步二等奖。

1990年葛昌纯继续扩大自己的研究，在北京科技大学创办了国内第一个粉末冶金和先进陶瓷相结合的“特种陶瓷粉末冶金研究室”和“特种陶瓷粉末冶金研究开发中心”。除了继续研究氮化物基陶瓷及其多种制粉工艺外，研究室开始扩大研究范围，开始了硼化物基、碳化物基、硅化物基和以相变增韧氧化锆为主的各类先进陶瓷、金属陶瓷以及粉冶高速钢、不锈钢的研究。

葛昌纯在先进陶瓷和粉末冶金相结合这个总的研究领域内兢兢业业，屡创佳绩。同时，他不忘开拓创新，在已有领域的基础上开辟了燃烧合成和功能梯度材料这两个新的研究方向。在新的方向，葛昌纯继续探索创新，获得多项奖项。他是继SHS（自蔓延高温合成技术）创始人Merzhanov之后，同时兼有SHS研究领域广、坚持时间长、创新性成果多的科学家。2004年，他当选为世界陶瓷科学院院士，并担任国际SHS协会理事和国际功能梯度材料协会主席。

在北京科技大学的25年，恰逢改革开放，大学教研的环境相对宽松，葛昌纯在这样的环境下钻研着自己的学问，学术人生实现了很大飞跃。有人统计，他80%以上的论文是在1985年到北京科技大学以后发表的。1988

年葛昌纯被人事部评为国家有突出贡献的中青年专家，1990年被教委和科委评为全国高等学校先进科技工作者。葛昌纯还注重人才队伍的建设和学科的建设。1986年，他与赖和怡教授在北科大创建了我国第一个粉末冶金博士点，随后又和刘庆国、李文超、洪彦若教授共同创建起无机非金属材料博士点，培育了大批人才。在全国学科建设上，葛昌纯从不吝啬，亲自组织、主持了两届全国粉末冶金特殊材料与制品学术会议，推动了我国粉末冶金学科的进步与发展。

在国际领域，葛昌纯同样很有名气。近年来，他担任了国际著名杂志 *Key Engineering Materials* 和 *Materials Technology* 的顾问委员会委员。成为“国际陶瓷科学院层状和梯度材料协会的主席以及自蔓延高温合成协会的理事”。此外，葛昌纯还担任了历届燃烧合成国际会议的议程委员会或顾问委员会委员，和自蔓延高温合成创始人、俄罗斯A. G. Merzhanov院士有着良好的学术合作关系，在他的倡议下，葛昌纯和A. S. Rogachev教授共同主持了第一届中俄双边自蔓延高温合成学术会议，其论文集的全部论文被SCI收录。葛昌纯还多次主持召开国际学术会议，促进国际粉末冶金、先进陶瓷和核材料研究的发展。

对于葛昌纯在北京科技大学的科研工作，一向以直言不讳、严格要求著称的国际陶瓷界先驱、Sialon陶瓷发明人K. H. Jack教授于1994年6月在访问葛昌纯的研究室后写的书面评价意见中指出：“葛教授已做了极好的研究工作……每个项目都做得很成功。”奥地利科学院Komarek院士在访问他的实验室后，在和魏寿昆院士的谈话中指出：“我一向认为，并非条件豪华的实验室才能做出一流的研究成果，葛教授的工作就是一个有力的证明！”这些都是对葛昌纯来北京科技大学后克服困难，艰苦创业，钻研创新的代表性评价。

葛昌纯在开会时经常提到两个词，就是“奉献”和“爱国”。在国际合作和学术活动的舞台上，作为唯一连续四届（1982—1988）参加国际粉末冶金会议的中国学者，他从不忘记国家利益。四次会议中，有两次他都因发现会场有台湾国民党旗（第一次是和赖和怡一道）而向主办方提出严正交涉，得到主席在大会上的道歉并立即取旗后，他才继续参加会议。课下，他时刻提醒他的学生们，中国的材料水平和发达国家还有一定差距，一定要以只争朝夕的精神努力赶上，这是我国实现现代化、实现民族复兴的基础。在他创建的特种陶瓷粉末冶金研究所（即“核材料研究所”）的墙上挂着“材料报国，追求第一”的横幅。这是葛昌纯一生的追求，也是

他对学生的教诲和期望。

葛昌纯的一生都始终贯彻着“热爱祖国、无私奉献、自力更生、艰苦奋斗、大力协同、勇于攀登”的“两弹一星”精神，不遗余力地为祖国培养着“又红又专”的人才。

## 执著奉献核能事业

葛昌纯的一生都在为核能事业无悔奉献。他曾说：“我的前半生主要献给了中国的核裂变事业，而我的后半生将献给中国的核聚变和核裂变事业。”

葛昌纯积极推动中国加入国际热核聚变实验堆（International Thermonuclear Experimental Reactor, ITER）计划。ITER是由美国和苏联发起，规模仅次于国际空间站的国际合作计划，目的是通过研究从根本上解决能源危机，在国际领域有着重要影响。2004年，葛昌纯在国家有关部门召开的关于ITER计划的论证会上，作了“抓住时机，参加ITER，加快我国核聚变能的研究开发”的发言，系统论述了我国参加ITER的必要性和可行性。2006年5月24日，在葛昌纯等的多方推动下，我国终于草签了《国际热核聚变实验堆联合实施协定》，正式加入ITER计划。葛昌纯也由此被科技部聘为第二届国家磁约束核聚变专家委员会顾问，是唯一的新聘入委员会的顾问。2008年8月，他不顾汶川大地震后还有余震的危险，和沈卫平、刘维良教授到成都、绵阳、雅安、贵阳等地出差调查研究，撰写了《北京科技大学核材料研究所关于大型热等静压机国产化的调研报告》并提出建议，得到了专家委员会和评审专家们的充分肯定。

葛昌纯像一个勇士，在核聚变的事业中奋斗。在核聚变堆材料中，面向等离子体材料不仅非常重要，而且也是人类有史以来面临的工作环境最恶劣的材料之一。1996年，他向国家有关部门提交了“耐高温等离子体冲刷的功能梯度材料”的建议书，用“功能梯度材料”的设计概念和三种工艺制作面向等离子体材料。这项建议得到了国家有关部门的重视和核工业西南核物理研究院的合作，并被批准为“863项目”。

经过十年努力，在两个“863项目”、一个“973项目”和一个自然科学基金重点项目的支持下，葛昌纯和他的核材料梯队发明了超高压力通电烧结等新技术，成功地制备出了多个体系的耐等离子体冲刷的功能梯度材料。其中关于碳化硅和铜、碳化硼和铜、碳化硅和碳、碳化硼和碳体系的

功能梯度材料研究在国际上确属首创。10年来，课题组的研究突破了6项关键技术，申请了8项发明专利，在国际著名刊物和国际重要学术会议上发表了近50篇论文，阶段性成果获“2008年中国材料研究学会科学技术二等奖”。在第一个“863项目”完成验收时，有评估意见认为葛昌纯研究出的这些材料“某些主要性能已达到国际先进水平，开拓了功能梯度材料在核聚变领域的应用前景，将有可能作为未来聚变堆的面向等离子体材料”。这项成果推动了我国核聚变材料的研究向前迈出了一大步，同时也掀起了国内对核聚变材料研究的热潮。

葛昌纯还率领研究团队，深入研究钨基面向等离子体偏聚滤器材料，偏聚器是聚变堆面向等离子体出口的关键材料，也是核聚变装置中服役条件最严酷的材料，研究起来难度极大。但是葛昌纯从未退缩，在领导梯队进行深入研究下，终于取得重要进展。葛昌纯在2010年起承担了由他担任总顾问和项目专家组组长、由他的学生燕青芝教授担任项目负责人的ITER专项团队配套项目“聚变堆面向等离子体材料的基础研究”，在拓展材料体系、开发新的工艺技术、研究弥散强化材料、研发低活化钢等方面有了新的突破。2011年10月，他在第15届国际核聚变反应堆材料会议（ICFRM-15）上作了题为“我国核聚变面向等离子体材料研究进展”的大会邀请报告，受到国际同行的高度评价。在此基础上，他在会议期间组织了以燕青芝教授为团长的34人中国代表团，代表中国申办下届会议（ICFRM-16）。在此前我国四次申报失败的情况下，代表团一举申办成功。这表明国际同行对我国核聚变材料研究的肯定，也奠定了他和核材料研究团队在国内外核聚变材料领域的重要学术地位。

2000年起，“葛昌纯—周张健—燕青芝课题组”和“胡本芙—刘国权—贾成厂课题组”负责国家“973项目”“超临界水堆关键科学问题的基础研究”的材料子课题，在项目上和上海交通大学、原子能科学研究院、华北电力大学、苏州热工合作，并和华中科技大学“严有一—索进平课题组”及武汉大学郭立平课题组合作，开展了分别为未来核聚变堆用的低活化钢CNS-1、CNS-2和弥散强化低活化钢的研究。在中期评估中该子课题被评为第一，在结题时被评为优秀。

除了在核聚变材料研究上的贡献，葛昌纯还十分注重实验室的建设和人才培养。他在特种陶瓷粉末研究所的基础上，创建了“核聚变材料研究和培训中心”。同时，他还积极牵头组织了“第五届环太平洋国际先进材料合成与制备学术会议”的核材料分会和国际ITER材料研讨会。2008年，

他又开始筹建和运作既研究核聚变材料，又研究核裂变材料的“核材料研究所”。如今，这个“核材料研究所”已是硕果累累。面对这些，葛昌纯只是谦虚地说道：“我和团队虽然在核材料研究方面做了一些工作，但觉得离‘为祖国创建一个一流的核材料研究所’的目标还相距尚远。我们当继续为此奋斗不懈！”

## 患难与共爱永恒

回顾大半生的科学生涯，家庭的温暖就像一个遮风挡雨的恬静港湾，一个温馨宁和的浪漫归处。在困难时给他鼓励，在挫折时给他力量。

葛昌纯十分感激朝夕相处的妻子夏元洛教授——“她是我生活上的好伴侣，两个孩子的好母亲，为我担当了几乎全部的家务，解除了我的后顾之忧。同时，她更是我科研拼搏战斗中的战友。”

葛昌纯和妻子从1958年在钢铁研究总院粉末冶金研究室相识。最初是在一个室，都从事耐高温新材料研究。从1960年开始，共同投入分离膜的攻关战斗，前后达14年之久。在乙种、丁种和戊种分离膜的成果中，妻子夏元洛都是主要发明者（完成人）之一。刚到北京科技大学后，在“地无一垅，房无一间”的困难条件下，她负责建起实验室，和葛昌纯一道创建起特种陶瓷粉末冶金研究室和北京科大特种陶瓷粉末冶金研究开发中心，并担任研究室副主任和中心总工程师。她忠诚、干练、任劳任怨，计划性强并善于团结同事，带领教师、研究生和工人，出色地完成各项研究和生产任务，成为葛昌纯在坎坷的生活和事业道路上患难与共的同事、助手和参谋。

在“文革”中，葛昌纯受到不公正批判和对待，甚至冲击到他的母亲的时候，妻子总是同情理解他，冒着被打倒的危险为他据理力争，安排母亲到外地亲戚家避难，扶持全家共过难关。当他科研上受到挫折时，她总是毫无怨言地为他分担着重负。对于葛昌纯几十年如一日早出晚归没有时间照顾家，她总是身体力行并教育子女表现出极大的理解和宽容，毫无怨言，这使他备感温暖。

2001年11月，当得知葛昌纯当选为中国科学院院士时，她第一次哭了。一切辛酸、激动和回忆都化作那两行热泪，夫妻俩紧紧地拥抱着在一起。葛昌纯说：“我深深地知道，我取得的成绩，与爱妻的全力支持是分不开的，成绩有我的一半也有她的一半。”



不惧深夜而归只因知道尽头有盏灯亮迎归人，无悔勇往直前只因坚信风浪再大有她的并肩同行。葛昌纯与妻子情之浓爱之切，感人至深。

自1952年大学毕业至今半个多世纪以来，葛昌纯基本上是在材料研究第一线摸、爬、滚、打。由于种种原因，坎坷和险阻远多于顺境，但是即使在最困难的时候他也没有灰心失望过。在党的德才兼备干部路线和科研十四条培养“又红又专”科技人员的方针指引下，他始终严格要求自己，刻苦学习，在服从国家需要，完成各项任务中努力磨炼和提高自己。爱国奉献、钻研创新是贯穿在他科研生涯中的一根红线，也是他科研生命不竭的驱动力。

## 材苑学海 “苦行僧”

——记材料学和力学专家、中国科学院院士张统一



张统一，河南省郑州人，生于1949年10月，香港科技大学讲座教授，材料科学、工程科学和固体力学专家。1978—1979年就读于新乡师范学院（现河南师范大学）物理系；1979—1982年在北京钢铁学院物理化学系金属物理专业获得硕士学位；1982—1985年在北京钢铁学院物理化学系金属物理专业获博士学位；1986—1988年作为洪堡学者在德国哥庭根大学工作；1988—1990年在美国罗彻斯特大学从事研究工作；1990—1993年作为研究科学家在美国耶鲁大学工作；1993年以来，在香港科技大学机械工程系工作。兼任远东及大洋洲断裂学会副主席、国际断裂会议执委。在断裂力

学，微观、纳观力学和材料的氢致开裂等领域取得了多项创新性成果，拥有两项美国专利和一项国家专利，获两次国家自然科学二等奖（1987和2007年度），2001年获得美国ASM International Fellow，2003年获香港裘槎高级研究学者奖。收到过5张SCI贺卡和1张Elsevier贺卡，祝贺其论文引用次数名列本领域前1%。组织并主持三次国际学术会议，包括首次在中国召开的第八届国际断裂基础大会。特邀为*Mechanics of Material*, *International Journal of Fracture*, *Engineering Fracture Mechanics*, *Composites Science & Technology*等学报编辑了8期特刊。2011年当选为中国科学院院士。

材苑漫漫，学海无涯。中国科学院院士张统一，年少即苦海行舟、笃定志向，求学路苦中作乐、勤奋不辍，研究中苦思研精、追求精益求精，收获时苦尽甘来、坚定依旧，为师际苦心经营、桃李芬芳。他几十年如一日，全心投入科学研究，于清苦的学术工作中体味出甘甜和快乐，唱响了属于材苑学海“苦行僧”的华丽乐章。

## 苦海泛舟，心若磐石志不渝

1949年10月，张统一出生于河南省郑州市的一个知识分子家庭。由于父兄均从事科学技术工作，幼小的张统一便对自然科学产生了浓厚的兴趣。上学后，他开始接触自然科学的基础知识，一边学习课本上的知识，一边思考着大千世界中的奥秘。中学以后，张统一愈加喜欢数学、物理等自然科学知识，对老师讲的每个公式和定理都要问个“为什么”。“刨根问底”式的学习方法帮助他牢固地掌握了课本上的每一个基本原理和问题。1965年，凭着对自然科学的浓厚兴趣，张统一报名参加了郑州市中学生物理竞赛，辛勤的汗水换来了如意的结果，他考得了优异的成绩。同年，他考入河南省重点高中郑州一中。郑州一中全省招生，对学生要求十分严格，紧张而规律的学习生活使得每一位“老一中”学生都受益匪浅。张统一如饥似渴地学习，希望用科学文化知识投身到新中国的建设。然而，一场突然袭来的文化大革命让他的学习戛然而止。1966年，教育全面停顿，对科学知识无比渴求的张统一与其他刚刚升入高中的同学们一起被迫离开了课堂，他们那颗炽热的求知之心也像遭到了冰霜雨雪一样，泄了气。

1968年，毛主席发表了“知识青年到农村去接受贫下中农再教育”的最高指示。1969年1月，张统一同8位同学一起背着行囊远赴河南省西南山区方城县独树公社插队。从小在城市中长大的张统一开始接触农村的生产劳动，学习各种地里面的“粗活儿”。刚开始，张统一对农村劳动生活十分不习惯，对中断教育的做法也非常不理解，那颗“科技报国”之心遭受到了重创。每到夜晚，张统一都辗转反侧，每每想要放弃，几分不甘又涌上心头。终于有一天，在痛苦的思考和抉择中，年轻的张统一想通了，他相信这样的日子迟早会过去，应当随时准备迎接新中国建设的曙光。于是，他开始在简陋的劳动环境中恢复学习，在劳动中积极思考祖国的未来。那时候，他参加的耕种或运输任务大多是笨重的体力活。他开始联

想：农业生产如果要进步，就必须改进落后的生产工具和生产方式。只有科技进步和科学技术现代化才能发展新中国！后来，他又参与了漯（河）南（阳）铁路的修建，他主动向工程技术人员学习测绘知识，从中他进一步认识到了科学技术的重要性。由此，他和同学们一起学科学、学技术，尝试科学种田，并挤出时间把高中课程读完。

1971年，中小学教育逐步恢复，郑州市急缺大量中小学教师。这年底，大批郑州知青被召回郑州师范接受中小学教师培训。张统一近三年的知青劳动生活也终于接近尾声。在郑州师范物理班培训三个月后，他被分配到郑州七中担任物理教师。教研组的七八个教师中，只有张统一没有大学经历，于是他深感责任重大，任务艰巨。他经常想：“作为一名人民教师，绝对不能误人子弟，一定要对得起每一个学生。”于是，他开始发奋地学习，边学边教，不仅学习物理，还要挤时间学习数学、化学、语文等课程。当时，同宿舍的郭家宽<sup>①</sup>老师是张统一郑州一中的同学，工作和学习也同样万分刻苦努力。两人在这段艰苦的岁月中共同经历磨炼，相互鼓励、相互支持，建立至今还为二人所经常回忆的诚挚友谊。他不仅自学完成了高中的全部课程，而且还尝试学习了大学的基础课程。为此，他常到郑州大学物理系旁听和请教。功夫不负有心人，他很快就学完了大学物理系的全部基础课程，同时也加强了教课的专业能力，成为了郑州七中一名认真负责的任课教师。

1977年，高考制度得以恢复，张统一迫不及待地报了名。凭借着多年的自学功底，他5门功课考得了408分的优异成绩，而当年清华大学在河南省的录取分数线也只有260分。怀揣着科技报国的梦想，张统一喜悦地轻叩着象牙塔的大门。然而，残酷的录取制度再一次将他的梦想击碎，因为“年龄过大”，多所名校看过张统一的档案后都摇头而去。1978年初，全国高校对1977届学生实行扩招，爱才心切的新乡师范学院（现河南师范大学）录取了张统一，帮他圆了大学梦。

自1978年4月进入新乡师范学院物理系学习后，张统一百般珍惜这个久所盼望的读书机会，争分夺秒地学习，恨不得一天当做几天用。为了将熄灯制度对学习的影响降到最低，张统一甚至“见灯起舞”，将灯亮作为起床号令。当年，“高等数学”全年的课程，他在不到半年的时间里就把讲义中两千多道习题完整地做了两遍；在普通物理电磁学部分的学习中，

<sup>①</sup> 郭家宽，中国青年报资深记者。

他突击一周，解完了三百多道习题，比老师布置的习题要多十余倍……他就是要通过这样大量的解题练习，牢固地掌握概念、熟练地运用公式、深刻地领会原理。他说：“这是为了攀登高峰，必须打下的根基。”在完成教学大纲的规定内容之外，他还自觉选修了研究生班开设的“热力学”和“数学物理方法”。研究生班的师生都被他的学习精神所感动，为他旁听准备了桌凳，任课教师王勉教授课后还经常专门对他作个别辅导。谈起此事，张统一依旧对王勉教授充满着无限的感激之情。

艰苦的环境磨砺了张统一的坚定意志，他心若磐石，将满腔的报国志向化为学习动力，苦海泛舟，扬帆远航。

## 苦中作乐，材苑求学勤为径

1979年4月，刚开始读大学二年级的张统一报名参加了恢复高考后的第二次研究生招生考试，依靠着扎实的基础知识，他又一次脱颖而出，5门功课取得367.5分的优异成绩，其中数学、物理和热力学三门业务课成绩为266分。随后，张统一被北京钢铁学院金属物理专业录取，踏入材苑的学海继续深造。

进入钢铁学院的张统一被浓厚的学习氛围深深吸引，更加勤奋地投入到专业学习中。由于对钢铁专业不甚了解，进入金属物理专业学习的张统一对材料学科的课程不太适应。于是他每天都去阶梯教室和图书馆占座，挤出时间读书、学习，如饥似渴地在材料学海中汲取营养。在“金属X光射线”课程的学习中，他不仅将教材中要求的关系式反复背记，还在课后进一步推导，力求掌握全部的证明过程，并就金属结构方面向老师提出一些问题，以期得到更多的指导。为了更好地用数学方法解决材料学问题，张统一主动到数学系请教。在完成规定科目的学习后，他又开始涉猎相关学科的知识，比如他选修“电子计算机”课程，寻求在工程实验中提高计算效率。最为难得的是，他还见缝插针地学习从未接触过的英语。经过反复进行听、说、读、写的训练，一年多时间他便从只认识26个字母提高到了一般的笔译和口译水平，攻下了外语学习的堡垒。平日超出凡人的努力，让张统一很快就适应并喜欢上了材料学科，决心在金属物理领域深入钻研。

北京钢铁学院材料物理专业实力雄厚，这给张统一提供了良好的学习环境。在老师的帮助下，他完成了X光射线、量子物理、凝聚态物理等课

程，扩展了基础知识，进入了研究生课题研究阶段。在吴兵<sup>①</sup>教授和苏世漳<sup>②</sup>教授的指导下，张统一选用1J50、1J13、65Mn三种材料，采用不同的热处理工艺，制作了多片型、单片型的压磁式传感器。通过大量的实验，张统一用1J50和1J13材料做出了回线误差小于0.1%的传感器，其中用1J50所做的传感器综合精度优于0.3%。他所做的实验结果表明，单片传感器的回线误差小于多片传感器的回线误差。在研究中，他发现回线误差的主要原因是多片传感器的机械加工精度不高，因此传感器内的应力分布在加载和卸载的过程中不重复，如果将多片传感器装入弹性架，可以减少这种不重复性，降低回线误差。另外，他还认为前人提出的直流磁化下的回线误差不能表征交流磁化下的回线误差，因为后者远小于前者，并且后者与矫顽力的关系也比前者弱。1982年，张统一获得硕士学位。

获得硕士学位的张统一并不满足于于此，他决心继续读博深造。他以优异的成绩成为北京钢铁学院首批3位博士研究生之一，从而开始了新的学习生涯。博士阶段，张统一师从著名金属材料专家肖纪美<sup>③</sup>和褚武扬<sup>④</sup>，针对材料的氢致开裂机理开展深入的研究。他跟随肖纪美团队从国民经济的实际需求出发，将断裂学科引入金属材料领域，首先提出了“断裂化学”这个新的分支学科，并且通过大量的实验结果提出一大批具有独创性的新见解。扎实的学科基础和出色的独立工作能力，使得张统一很快在团队中崭露头角，在氢脆和氢致滞后开裂研究领域进行了大量实验，做出了具有开创性的工作。在肖纪美和褚武扬的指导下，他主要做了四部分的工作：氢对纯铁弹性模量的影响，氢在 $\alpha$ -Fe中的应变场，氢和位错的交互作用及氢致软化、II型试样的氢致开裂和应力腐蚀。他的工作首次揭示了氢对纯铁的弹性模量影响很小；扭转应力条件下钢铁也能发生氢致滞后开裂；氢在 $\alpha$ -Fe中的应变场是非球对称的；非球对称的氢应变场与螺位错有交互作用，从而导致了氢致软化；II型钢铁试样在盐水中的应力腐蚀机理仍是氢致开裂。他的工作对于深入理解金属氢致开裂的机理做出了重要贡献。

1985年，张统一依靠勤奋的工作取得了突出的成绩，顺利通过答辩，成为我国冶金战线在1985年7月1日前授予的第一批博士（仅3名）。1987

① 吴兵，原北京钢铁学院教授，张统一的硕士研究生导师。

② 苏世漳，原北京钢铁学院教授，张统一的硕士研究生第二导师。

③ 肖纪美，著名金属材料专家，北京科技大学教授，张统一的博士研究生导师。

④ 褚武扬，金属材料专家，北京科技大学教授，张统一的博士研究生第二导师。

年，张统一随肖纪美团队获得国家自然科学二等奖（十人中排名第三）。1988年，他被授予中国科学技术协会青年科技奖。

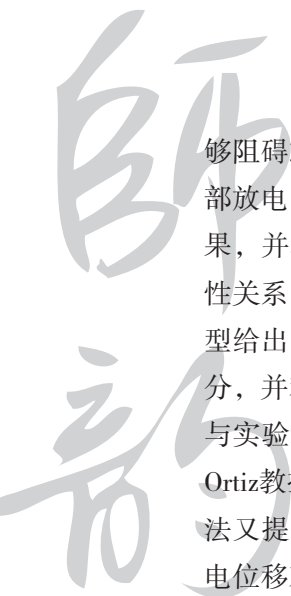
## 苦思研精，科海弄潮立涛头

1985年，博士毕业的张统一受到了家乡河南的盛情邀请，河南省领导亲自到钢铁学院请求学校将其分配至豫工作。但是，本着人尽其才的原则，张统一最终选择留校任教，继续他的学术研究工作。

1986年，张统一由于突出的工作成绩获得了德国洪堡奖学金，远赴德国哥廷根大学留学。在德国他师从著名金属物理大师Haasen教授，二人合作研究氢对单晶硅脆韧性转变的影响。1988年，结束了德国留学的张统一来到美国罗彻斯特大学从事博士后研究工作。在美国院士李振民教授的悉心指导下，他开始了微纳米力学的研究。1990年，张统一来到美国耶鲁大学，作为研究科学家进一步开展了微纳米力学方面的研究。1993年，张统一来到香港科技大学机械工程系工作，深入地开展材料学和力学方面的工作，从讲师做起，1995年晋升为终身副教授，2002年晋升为正教授，2008年晋升为讲座教授一直至今。

多年来，张统一的学术成就和贡献主要围绕三个方面：

第一方面是多场断裂力学。首先，通过大量工作，他和董平、赵明噪、钱才富获得了精确边界条件下二、三维压电、电磁介质中的基本断裂问题和解析解。先前，裂纹面上不同的电近似边界条件曾在国际上引起过广泛的争论，这些解析解不仅证明了电不可穿透边界条件和电可穿透边界条件等常用裂纹面上的近似电边界条件只是严格电边界条件的极限情况或特例，并且阐明了它们的适用性和适用范围。这些成果被国际著名学者包括澳大利亚两院院士、英国皇家院士Mai教授，杨卫院士，黄克智院士，杜善义院士和美国Atluri院士在科研中使用和引用。例如美国McMeeking院士用张统一的解来分析其实验结果。由于突出的工作成绩，张统一在2005年和2007年共收到3张SCI贺卡，贺卡中写道：“根据SCI，该文章被引用次数是该文处于这一领域的前1%。表明你们的工作具有极大的影响性，在该学科领域及同行中产生了巨大的反响。”其次，张统一和学生付苒对电绝缘裂纹和光滑样品在力电联合载荷作用下的系统性实验研究揭示了压电材料的复杂断裂失效机理。当材料从顺电相变到铁电相时，材料内会产生内应力，其大小和分布随着力电载荷以及极化状况的变化而变化，内应力能



够阻碍或协助外载荷使材料断裂失效。材料中的缺陷可束缚电荷，诱导局部放电，改变压电陶瓷的失效行为。杨卫院士在专著中介绍了这些实验成果，并称之为“付一张实验”。再次，基于电位移和电场强度之间的非线性关系，高华健、张统一和董平一起提出条带极化饱和（PS）模型。PS模型给出了积分路径包含电塑性区的全局J-积分和仅包含裂纹尖端局部J-积分，并利用裂尖局部J-积分作失效判据，理论预测的压电陶瓷的断裂行为与实验结果有很好的 consistency。PS模型得到了美国Suo院士，美国加州理工Ortiz教授和波兰院士德国Gross教授的引用。随后，张统一、赵明喙和高存法又提出与Dugdale模型有精确对应关系的条带介电击穿（DB）模型：即电位移对应于应变，电场强度对应于应力，裂纹前沿条状区的内电场强度为击穿强度。DB模型同样给出了与全局J-积分和裂尖局部J-积分。利用裂尖局部J-积分作失效判据，DB模型所得结果与PS模型相同。接着，张统一和高存法将压电断裂上的成果推广到力电磁多场耦合的断裂研究，给出了任意载荷作用下力电磁耦合固体中可穿透界面裂纹的显示解析解。由此，张统一应邀在第12届国际断裂大会上和在第18届欧洲断裂大会上作压电断裂的大会报告。凭借着这些贡献，张统一、高存法、赵明喙和董平获得了2007年度国家自然科学二等奖，张统一也因此获得了香港2003年裘槎高级研究学者奖。

第二方面是微纳观力学。首先，张统一课题组提出并发展了微/纳薄膜力学性能的微/纳桥测试理论和方法，形成了完备的单层膜、双层膜、多层膜、纳米管和纳米线的力学性能测试方法，同时给出了悬臂梁测试方法的理论基础。北京科技大学宿彦京教授读博士期间就在张统一指导下从事微桥测试研究。该方法能够同时测量薄膜的残余应力、杨氏模量、弯曲强度和薄膜的塑性行为以及材料的内禀尺度参数。微桥方法发表后即被MEMS手册收录。美国两院院士Nix教授在国际小尺度系统力学性能研讨会议上，对张统一等人提出的微/纳桥测试理论和方法做了重点介绍，张统一还专门应美国李振民院士之邀撰写“微桥测试”一章。其次，张统一与其合作者给出了薄膜/基体系统中产生错位、微孪晶和裂纹的临界厚度解析公式和计算错位密度、裂纹密度和深度的解析公式，发展了测量薄膜中残余应力压合断裂法。中国台湾中研院院士Tu教授支持张统一的观点，认为纳米孪晶是松弛薄膜错配应变的机理之一，薄膜临界厚度和裂纹密度的成果被写入美国出版的残余应力手册。再次，张统一和胥伟华发展了微/纳米压痕实验方法。郑哲敏院士在其纳米硬度测试的综述性文章中认为：张和胥的工



作将材料粗糙表面引起的表面能影响考虑进来可以解释纳米压痕的尺寸效应。张和胥的理论使纳米压痕实验在测量硬度、杨氏模量的同时，可以测量材料表观表面应力。

第三方面是氢渗透和氢致开裂。在肖纪美院士和褚武扬教授指导下，张统一对氢在铁中的应变场研究作出原创性成果。他研究发现恒扭矩作用下钢能发生氢致滞后开裂，理论计算发现氢的应变场是非球对称的。美国两院院士Hirth和美国Birnbaum院士支持他关于氢在铁中的应变场是非球对称的工作。Acta Metallurgica和Script Metallurgica主编Ashby和Hirth从349篇关于氢对金属材料影响的论文中筛选了31篇编辑成书，其中有3篇华人的论文，2篇是张统一、肖纪美和褚武扬关于氢应变场的论文。他和Haasen关于氢对硅脆性断裂转变的实验结果被美国Birnbaum院士和美国Clarke院士引用。此外，他和郑永平建立了利用氢渗透技术测量扩散系数的连续流模型，发展了被广泛使用的传统时间滞后法。利用传统技术测得的氢在钢中的扩散系数会相差4个数量级，而他和郑永平的氢扩散连续流量模型可以同时测量氢的扩散系数和研究表面效应，从而消除了试样厚度对测量结果的影响，给出可靠的氢扩散系数。美国ASM International基于他“利用理论和精湛的实验技术，对氢扩散，压电陶瓷断裂，石墨层间化合物及薄膜系统的巨大贡献”，授予他2001年ASM International Fellow。

近三十年来，张统一始终全身心投入学术研究工作，在材料学、力学等领域一直处在前沿水平，于科海弄潮而勇立涛头。

## 苦尽甘来，学无止境心依旧

一分耕耘，一分收获。如今，张统一在材料科学、工程科学和固体力学领域成就卓著，著作等身。

张统一辛勤依旧，执著地耕耘在研究一线。由于突出的学术成绩，张统一的工作得到了国内外知名学者的高度认可，他也受邀到各地开展学术交流，经常奔走于各大科研院所，与同行们一起探讨最新的研究进展。近年来，他先后到清华大学、中国科学院力学研究所、南京航空航天大学、郑州大学、浙江大学、宁波大学、北京理工大学等院校讲学，将自己的工作进展与同行学者交换意见，同时了解领域内的前沿问题。2009年3月，张统一回到母校北京科技大学，在中国材料名师讲坛上作了题为“应变下的铁电薄膜材料”的学术报告，详细介绍了他在材料的机械性能、微观力

学/纳米力学、微结构与材料性能的关系、铁电和压电材料、薄膜、纳米线及纳米管、微米/纳米桥实验、扩散与相变等领域的研究进展，并且与母校师生们进行了面对面的交流。昔日恩师柯俊<sup>①</sup>院士、肖纪美院士、葛昌纯<sup>②</sup>院士悉数到场，对张统一的辛勤工作给予高度肯定。

张统一勤奋依旧，坚持躬身于钟爱的学术领域。除了外出交流，他长年奋战在实验室，坚持每周七天的工作制度，每周六召集研究小组开组会。即使下班回家，他的神经依然紧绷于学术研究。每每于深夜或凌晨迸发新的研究思路，他会立即拿起电话与梯队成员交流最新想法。肖纪美和褚武扬先生都对学生张统一的工作精神大为赞赏，当被问及爱徒的最大特点时，他们都选择了“勤奋”二字。

张统一求实依旧，始终关注基础领域的研究进展。在学术研究中，很多学者因为贪图成果而急功近利，而张统一则是一名默默的耕耘者。长期以来，他并不以学术热门或研究前沿为工作导向，坚持耕耘在基础理论一线，本着严谨求实的工作作风做出了大量卓有成效的工作，研究成果得到了国际学术界的高度肯定。

张统一朴素依旧，全身心投入到了无止境的学术研究中。虽然学术领域成就显著，但是张统一在生活中十分朴素，他几乎放弃了所有物质上的享受，全身心地投入到工作中。到香港科大工作后，他养成了打羽毛球的爱好。打羽毛球能使他从繁忙的工作中放松下来，是他再充电的最佳手段，这也成为他仅有的业余生活。当谈起对张统一的印象，大学同学常方高<sup>③</sup>说：“他读大学时候就是食堂、宿舍和教室的‘三点一线’式生活，如果说他有爱好，那就是学习。”

学术研究的工作看似清苦平淡，但张统一却乐在其中，他深知学海无涯，还有万千的问题需要一个一个解决。因此，唯有竭尽所能，才能在学无止境的研究中有新的突破。

## 苦心经营，孕育桃李吐芬芳

在香港科大，张统一组织了一个囊括访问学者、博士后和研究生的学术团队，他的学生们不仅在学术领域屡有建树，还在人才培养中佳音不

① 柯俊，材料物理学及科学技术史学家，北京科技大学教授，中国科学院院士。

② 葛昌纯，粉末冶金和先进陶瓷专家，北京科技大学教授，中国科学院院士。

③ 常方高，河南师范大学物理与信息工程学院副院长，张统一的大学同班同学。

断。成果得益于他尊师重教的教育理念，也得益于他多年来的苦心经营。

张统一尊敬恩师，永远铭记老师的教诲。张统一怀有一颗感恩之心，对帮助过他的人都记在心上。1979年至1986年，张统一在北京钢铁学院学习时间长达七年，他说：“钢院帮助我系统地完成了研究生阶段的学习，这里是我难以忘怀的母校。”在张统一的心里，钢院求学的岁月承载着他的报国梦想，每一个帮助过他的老师都对自己恩情似海。他对马如璋<sup>①</sup>先生敬重有加。马先生身患癌症却依然坚持奋战在科研一线，忘我的工作精神令张统一十分感动，是他的精神导师。肖纪美和褚武扬先生是张统一的博士生导师，也是他学术研究的领路人。谈起两位导师，张统一充满了感激：“肖先生做事效率很高，手写材料都是一气呵成，不用进行修改。褚老师是一名优秀的学者，工作特别投入和认真。从两位老师身上我学到了很多为学和为事的道理，受益一生。”直到今日，只要来到北京，张统一就会第一时间回母校看望恩师，汇报自己工作中的最新进展，表达感激之情。

言传身教、身体力行是张统一的为学真谛。年过花甲的张统一如今已为人师，指导自己的学生开展研究工作也成为他的一项重要工作。学生黄海友<sup>②</sup>谈起张统一，充满了敬佩之情：“张老师工作特别勤奋，可以说是我接触过的最勤奋的学者，所有学生都被他的工作状态深深感染，因此不敢有丝毫松懈。另外，他还注重在学术中给我们指点方向，他教导我们不要急功近利，‘发论文只是科研工作的副产品’，让我受益匪浅。”多年来，张统一以身作则，用严谨求实的工作精神引领团队，使每一名学生的学术工作取得明显进步。如今，他的学生纷纷选择到国内外科研院所或大型企业继续发展，他们都取得了相当不错的成绩，可谓桃李满天下（如康飞宇：清华大学深圳研究生院院长，胥伟华：中国科学院机关党委副书记，张铎：美国波士顿大学教授，郑永年：清华大学科研院副院长，王天宏：西北工业大学教授，赵明喙：郑州大学科研处处长，高存法：南京航空航天大学教授等）。

张统一宽以待人，始终保持谦和的态度。虽然对待学术问题精益求精，但是生活中张统一却平易近人，没有一点架子。他经常利用节假日时间邀请学生们参加聚会，交流工作和生活中的思想困惑。他十分推崇美国斯坦福大学Nix教授的观点：明确目标，释放激情，勇往直前，无论以前

① 马如璋，材料物理学家，北京科技大学教授。

② 黄海友，北京科技大学青年教师，张统一的博士后。

如何，现在努力一切都还来得及！

2011年12月9日，张统一接过中国科学院院士证书。他深知当选院士之后责任更加重大，使命更加艰巨，唯有加倍努力，全身心投入研究工作，才能感谢和回报大家的信任。

悠悠材苑，漫漫学海，执著勤奋的“苦行僧”张统一将继续在他钟爱的学术之路上修行，以更加出色的科技成果报效祖国。

下篇 中国工程院院士

為

中

華

之

崛

起





# 生当灿若乌金

——记采矿专家、中国工程院院士范维唐



范维唐，湖北省鄂城人，1935年7月生于北京，原煤炭工业部副部长、党组成员，采矿工程技术专家。1952年9月考入北京钢铁工业学院采矿系；1959年10月被选送到苏联莫斯科矿业学院攻读研究生，获苏联技术科学副博士学位；1963年回国后历任煤炭科学研究总院技术员、工程师、研究室主任、总工程师、副院长、院长；1986—1988年任煤炭工业部总工程师、技术委员会主任；1988—1993年，任中国统配煤矿总公司副总经理；1993—1995年，任煤炭工业部副部长、党组成员；1995—1998年，任煤炭工业部党组成员；2001年当选为中国煤炭工业协会会长；2007年被聘任为中国煤炭学

会第六届理事会名誉理事长。我国煤炭科技战线的杰出领导者和实践者，曾组织若干国家和部级重大科研项目，是我国煤矿综合机械化开采技术的主要开拓者和奠基人。组织并参与了攻克坚硬顶板条件下的综采技术难关。主持制定了“煤炭工业技术政策”，组织提出了“中国采煤机械化合理技术途径”、“煤炭工业科技、教育发展规划纲要”和“洁净煤技术发展规划”、“煤炭资源开发战略”等，提出了“炮采三项新技术”、“菱形网技术”、“三小光爆锚喷技术”等量大面广、适用性强的推广应用项目，取得了显著经济效益；组织提出了“煤炭工业的质量振兴纲要”，初步建立了我国煤炭工业的质量标准化体系。1994年当选为中国工程院院士。

范  
维  
唐

生  
当  
灿  
若  
乌  
金

煤炭被称作“乌金”，极言其对人类文明及社会进步的贡献。范维唐先生也如同乌金孕育的价值一般，外表修饰放在其次，内在能量呼之欲出，燃烧出一片夺目的灿烂。

## 出身名门，灿若星辰

范维唐1935年出生于北京的一个书香门第，深厚的教育背景和文化底蕴让他从小就在教育世家的书海中感受着知识的魅力。

### “范家书香门”

范家是一个名副其实的教育世家。祖父范鸿泰曾留学日本，学识宽广，才能出众，曾担任黎元洪时期的民国湖北省教育厅厅长，与北洋名臣张之洞<sup>①</sup>私交甚好。虽然官位很高，但是范鸿泰对待家中的仆人十分宽厚。一次，他乘坐的黄包车在风雨里途经陡坡，范鸿泰老先生不顾泥泞湿滑和全身淋雨，下车帮车夫一起推车，此事感动全家。

新中国成立后，范鸿泰受到资本家的牵连，被政府一并审查，范家很可能因此而败落，不想“宽仁”的家风救了范家。原来，范鸿泰的车夫是一名地下党员，新中国成立后心念范鸿泰的“宽仁”之情，力保他政治可靠，没有参加过镇压学生活动，范家因此幸免通过审查。范家车夫深受范鸿泰影响，为人正直而宽厚，后来一度担任新中国的中共武汉市委书记。此后，范家更行“宽仁”之风，家道越发兴盛。

范维唐的父亲范治纶是新中国著名水利学家，我国早期水利教育的先驱。范治纶在良好家风的培养下，自小学习刻苦，曾在美国密歇根大学和康奈尔大学留学，回国后在唐山交通大学任教，与茅以升<sup>②</sup>先生关系甚好。在唐山交大期间，范治纶曾讲授水力学、水文学等课程，其深厚的学术功底让学生们敬佩不已，后来卓有成就的水利专家林秉南<sup>③</sup>、谭靖夷<sup>④</sup>、王三一<sup>⑤</sup>等都出自范治纶的门下。此外，范治纶著述颇丰，其编著的《工程水力学简明教程》和《水力学》曾长期作为我国高等学校的水力学教材，

① 张之洞，清代洋务派代表人物之一。

② 茅以升，土木工程学家，桥梁专家，工程教育家。

③ 林秉南，水力学专家，中国科学院院士。

④ 谭靖夷，水利水电工程施工专家，中国工程院院士。

⑤ 王三一，水工结构设计专家，中国工程院院士。



影响了几代水利学子。

先辈的言传身教让范家子孙皆领受“宽仁”二字的要义：为学，秉承传统，勤勉踏实；为人，位高不倨，功成不居。

## “兄弟皆院士”

在祖、父的影响下，维唐、维澄兄弟二人读书刻苦，后来成为“兄弟院士”，被传为美谈。

范维唐小时就在书香之门的耳濡目染下聪慧过人，小学时跳过级，而且还在学习之余主动思考一些自然科学问题，对万物都有揭示其“奥秘”的好奇心。幼年时的范维唐身体较弱，进入中学后，开始重视体育锻炼，成为一名“运动健将”，曾经获得唐山市中学生游泳比赛冠军。直到在煤炭工业部工作后，范维唐的游泳技艺依旧十分出众，北戴河的水面上让好几个年轻小伙子都追赶不及。

范维唐的弟弟范维澄小兄长8岁，自小也刻苦学习，考入中国科学技术大学近代力学系，后来当选为中国工程院院士，成为火灾科学与安全工程领域的顶级专家，是我国该学科的开拓者之一。而范家“兄弟院士”的传奇经历也被传为美谈。

除了“兄弟院士”，范维唐的表兄涂光炽是我国著名的地质学家、矿床学家和地球化学家，是一名中国科学院院士，良好的家风铸就了“院士家庭”的传奇。

## “钢院求学路”

范维唐虽从小生活在书香门第，但华夏大地承受的苦痛和日寇的残暴侵略深深刺痛了他。饱读诗书的范维唐自小就萌生了“工业救国”的远大理想。1952年9月，怀揣梦想的范维唐报考了刚刚成立的北京钢铁工业学院采矿系，开始了“矿业兴邦”的人生。

钢铁学院是新中国为振兴钢铁工业建立的高等学府，前身为北洋大学、唐山交通大学等6所名校的矿冶系，因此其“实事求是”的严谨学风和实践传统对范维唐影响深刻。建校伊始，因为校舍建设原因，钢院借住清华大学办公、教学，清华园中八大学院“比学赶帮超”的学习氛围让刚刚进入大学的范维唐全心投入专业课程的学习，脑中只有“矿业兴邦”的远大志向。待到大学第二年，范维唐和同学们回到刚刚竣工的钢院校园，虽然条件十分艰苦，但是抵挡不住他们高涨的学习热情。为了心中的远大

理想，范维唐和同学们每日“朝六晚十”，没有课桌就自造“课板”，没有电灯就自备“洋蜡”，没有教材就自编“讲义”，用忘我的学习热情将采矿学的精华和要义牢牢掌握住。此外，钢院建校伊始就将“实践教学”作为重要的教学环节，范维唐和同学们跟随老师到全国各地的采矿工地进行现场教学，向实践学习，向工人师傅学习，在生产现场夯实了所学的理论知识，为后来的工作奠定了坚实的基础。

钢铁学院的体育传统对范维唐影响甚大。钢铁学院借住清华园时，每日实行“强迫运动”，范维唐和同学们一起出来跑步、打球。酷爱游泳的范维唐还经常约上几名好友于课余时间于泳池比拼，劈波斩浪的他总能拔得头筹。在范维唐的记忆里，体育精神也自钢院得到启蒙，在清华园时学校曾经请马约翰<sup>①</sup>为全校学生作报告，坐在台下的范维唐深刻地记下了马先生对于体育精神的理解，“体育的功效，最重要在培养人格，补充教育的不足，教你们怎样保护身体，照顾自己，培养一种‘干！干！干！’的精神，强调一种‘坚持到底，决不放弃’的精神。”在马先生的引领下，范维唐此后一直坚持体育锻炼，同时还将马先生“干！干！干！”的体育精神要义带入到工作中，坚持到底，永不放弃，成就了一番事业。

大学毕业后，范维唐又进行了外语及业务的进修，于1959年10月被选送到苏联莫斯科矿业学院进修。

## 奠基矿业，灿烂炳焕

20世纪60—80年代，范维唐从技术员做起，历经工程师、课题组长、室主任、总工程师等岗位变迁，始终扎根采矿行业一线，为我国采矿机械化发展做出了卓越的贡献。

### 扎根“采矿场”

1959年，范维唐踏上了苏联留学的道路。在莫斯科矿业学院，范维唐看到了世界上先进的采矿理论，更加投入地汲取营养，力争早日学成归国，为国效力。有了理论的指导，范维唐深入苏联各地的采矿现场考察、学习，积累矿场开发的宝贵经验，认真思考采矿学的实践应用和工业指

<sup>①</sup> 马约翰，我国著名的体育家，原清华大学体育部主任，被称为“我国体育界的一面旗帜”。

导。三年时间，范维唐就学有所成，他将自己对于采矿工艺的学习成果发表于论文《论主要水平巷道的稳定性及支架与围岩的相互作用》中，文章阐明了巷道的稳定性及巷道支护与围岩相互作用的规律，这个规律后来被苏联顿巴斯<sup>①</sup>等矿区的生产实践所证实，取得了可观的经济价值和广阔的应用前景。1963年4月，范维唐获得苏联技术科学副博士学位。

1963年9月，回国的范维唐走进北京煤炭科学研究院开采所，从一名技术员做起，正式开启了自己的“采矿生涯”。20世纪60年代中期，作为一名工程技术人员，他经常深入现场，每年在煤矿一线的时间达10个月之久。他在阜新矿区等煤矿现场主要从事缓倾斜特厚煤层及近距煤层条件下底板巷道受采动影响规律的研究，着重分析了缓倾斜特厚煤层全部冒落分层下行开采法、水砂充填上行分层开采法等，在国内首次进行了硃体巷道矿压显现的实测，提出了底板岩石巷道的合理布置方法，对生产实践具有指导意义。同时他还参加了采煤工作面矿压的研究工作，在对采煤工作面矿压显现参数进行实测的基础上，取得了我国主要矿区矿压显现规律的认识。

扎根“采矿场”的这段经历，使得范维唐的业务能力得到了提高，从而逐渐走上了工程师、课题组长等技术领导工作的岗位。

## 开拓“机械化”

20世纪70—80年代中期，正值我国大力发展采煤机械化的时期。此时已走上煤科总院领导岗位的范维唐，作为采煤机械化科技攻关的技术总负责人，为采煤机械化立足于自主开发并进一步发展奠定了坚实的基础，有力地推动了我国采煤机械化的快速发展。

20世纪70年代初，我国煤炭工业基本处于笨重、原始的手工作业水平。技术装备十分落后，效率极其低下，安全性差，极大地制约着煤炭工业的发展。煤炭工业的根本出路在于机械化，经过可行性论证和反复讨论，燃化部领导下定决心要走采煤机械化的道路，这个艰巨的任务降临到了刚刚担任煤科总院总工程师的范维唐肩上。

身担千钧重任的范维唐深知“机械化”是一场“必须打赢的硬仗”，于是广泛借鉴发达产煤国家的经验，结合我国的具体情况，与广大科技人员共同研究。经过充分的研讨和论证，他们提出了以综合机械化作为采煤机械化技术主攻方向的思路，同时以液压支架为综采技术的突破口，拉开

<sup>①</sup> 顿巴斯是“顿涅茨煤田”的简称，乌克兰最大的煤炭基地。

了我国采煤“机械化”的大幕。

1972年初，在康世恩<sup>①</sup>、贺秉章<sup>②</sup>等老同志的领导下，范维唐和他的团队开展了大规模的采煤综合机械化的攻关会战。作为攻关会战的技术负责人，他与有关科研、高校、煤矿、机械制造厂等近百个单位的科技人员和职工通力合作，经过几年艰苦努力，突破了液压支架的技术难关，而后又相继组织了与液压支架相配套的采煤机、运输机、可伸缩皮带机及防爆电器设备的技术攻关，并逐步使之标准化、系列化，实现了综采设备的国产化，产生了巨大的效益。随着生产、技术的发展，1999年我国国有重点煤矿已有241个综采工作面，产煤量近2亿吨，占国有重点煤矿产量的51.7%，工效为炮采的5—6倍，基本解决了安全事故，并有71个综采队年产逾百万吨，最高年产500万吨以上，达到世界先进水平，其中液压支架等设备已出口到美国、俄罗斯、土耳其、印度等国。

另外，范维唐领导的技术团队根据支架与顶底板相互作用关系，在分析研究国际发展趋势的基础上，提出应以“掩护式”作为我国液压支架的基本型式，并组织研制开发了掩护式支架，经不断改进提高，已大面积推广使用。目前在籍的200多套液压支架中，80%以上为掩护式液压支架。实践证明，此种架型的各种力学性能与结构特征能适应我国大多数综采工作面高产高效的要求。

在此基础上，这支技术团队还根据我国煤矿大量采煤矿山压力显现的特点，特别是没有明显周期来压威胁的特征，考虑到现有生产矿井平均生产能力在60万吨左右的情况，于20世纪80年代初提出并主持开发了具有我国特色的经济型综采设备。这套设备生产能力适中、可靠性高、重量轻、操作方便、总体性能好、成本比一般设备便宜近40%。目前已推广应用30套，除在北方一些煤矿应用外，成为我国南方煤矿采用的主要综采型式。

为适应煤矿不同的生产地质条件和对技术装备不同层次的要求，范维唐团队从70年代中期还组织开发了以单体液压支柱为主配套的经济实惠的采煤机械化技术与装备，即“高档普采”，现已广泛推广应用，1999年产煤达7436万吨，占国有重点煤矿产量的19.27%，工效比普采提高50%，目前正在作为主要的技术装备改造地方国有煤矿。

范维唐的贡献还在于关键技术难关的攻克。长久以来，我国大同等矿区由于煤层顶板十分坚硬，开采中顶板大面积悬而不冒，初期来压和周期

① 康世恩，原国务院副总理、石油工业部部长。

② 贺秉章，原煤炭工业部副部长。

来压剧烈，严重威胁安全生产，长期得不到解决。过去采用刀柱采煤法，资源回收率和效率很低，劳动强度大。20世纪70年代，根据坚硬顶板矿山压力的显现特点，范维唐与大同矿务局一起组织改刀柱采煤法为长壁采煤法的工业性试验，用强制冒落顶板（强制爆破及注水软化）和强力支护（支架高支护能力、抗冲击大流量安全阀）的技术途径控制坚硬顶板的来压。经过无数次的试验，终于攻克了这一难关，实现了坚硬顶板条件下的综采，使大同矿务局的生产面貌发生了根本性的变化，目前综合机械化采煤程度已达到94%。

另外，范维唐在采煤机械化技术攻关中提出并坚持了“先元部件后整机、先实验室后现场、先地上后井下”的研究开发程序，始终把基础工作放在首位，不断提高自主开发能力。为此，他主持建立了液压支架、采煤机、运输机等10个现代化的测试系统和由29个试验室组成的采煤机械化测试中心，使我国成为当时世界著名采煤机械化测试中心（德国、英国、苏联、中国）之一，为今后采煤机械化的进一步发展奠定了开发与创新的基础。

范维唐团队的艰苦努力彻底改变了中国煤炭生产技术的落后面貌，他也由此成为我国煤矿综合机械化开采技术的开拓者之一。

## 谋划战略，灿若图绣

20世纪80年代开始，范维唐先后担任煤炭工业部总工程师兼技术咨询委员会主任、煤炭工业部副部长、中国煤炭学会理事长、中国煤炭协会会长等职务，在更大的平台上谋划能源发展战略，助推国民经济发展。

### 抓科技力量

1988年，范维唐调部工作后将工作重点转移到煤炭行业的宏观科技管理上，但仍极为重视包括采煤机械化在内的一系列重大课题的研究开发、中试、推广工作，经常为协调、解决重大科技问题奔走于科研院所、大专院校和矿山企业。

科学技术是第一生产力。在发展社会主义市场经济的新形势下，如何建立适应市场经济的煤炭科技进步运行机制？如何深化科研改革，推动科技与经济建设紧密结合，促进煤炭企业更好更快地发展？这些问题成为摆在范维唐面前的又一个挑战。范维唐认为，煤炭工业的发展必须依靠科技

进步的力量：“科技进步是煤炭工业发展的必由之路，特别是在当前煤炭企业刚刚走向市场，许多煤矿面临重重困难的情况下，我们绝不可动摇依靠科技进步的决心和信心。越是困难时期，越要紧紧抓住科技第一生产力，向科技进步要生存、求发展，依靠科技进步提高产品质量，提高竞争能力。”

工作中，范维唐高度重视技术与经济的紧密结合，强调要把各项有广泛应用前景的科技成果进行移植和二次开发，使之成龙配套，形成规模效益，如炮采新工艺、菱形网技术、“三小”光爆锚喷技术、矿车轮对等的推广应用，使煤炭企业取得了很大经济效益，推动了煤炭工业的技术进步和企业竞争能力的提高。

除此之外，作为工程技术专家和煤炭工业部副部长，范维唐的工作紧张而多样：主持制定了“六五”至“九五”煤炭科技发展规划，为煤炭科技发展明确了目标，提出了方向；在担任煤炭工业技术咨询委员会主任期间，主持了“煤炭工业技术政策”等重大项目的咨询研究，被亚洲开发银行聘为亚行注册咨询专家、波兰科学院名誉院士；在百忙的工作中，兼任中国煤炭学会理事长、中国科协工程学会联合会主席、世界采矿大会副主席等职；在国内外一些主要矿业技术刊物上及国际国内重要技术会议上发表论文，并主持了一些国际技术会议。

## 谋能源战略

近年来，范维唐从中国国情出发，提出了要实施中国可持续发展能源战略，必须要提倡科学引导能源的需求与消费，切实把节能放到更加突出的地位，引导国民经济走上资源节约型道路，做到需求合理，消费适度，大幅度减少能源需求总量；必须优化经济结构，引导国民经济走上质量效益型发展道路，大幅度降低能源强度（单位产值能耗）；必须开发和采用先进的能源技术，提高能效、优化能源结构，搞好一次能源转化，保障能源安全和保护环境。他组织参加了“中国可持续发展能源战略研究”、“先进能源技术产业化研究”、“中国后续能源研究”以及“减排SO<sub>2</sub>合理技术经济途径及其综合效益评估”等项目，提出的许多意见，受到有关政府部门的重视和采纳。

范维唐还积极倡导发展洁净煤技术，并从中国国情出发，阐述了洁净煤技术在中国的特殊重要性。他说，世界上用煤最多的发达国家是美国，但美国环境很好，这表明，并不是煤炭在利用中注定要造成严重污染，而

是人们没有科学地用煤。他强调，从储量上讲，煤炭是最可靠的能源，从经济上讲，煤炭是最廉价的能源，从环境上讲，煤炭是可以洁净利用的能源。他还提出，中国洁净煤技术计划应覆盖煤炭开发、利用的全过程，包括煤的洗选、加工技术、高效洁净煤技术、转化技术及污染控制技术等。他主持了第一次全国洁净煤技术研讨会，促进了洁净煤技术发展纲要的起草及实施，并主持了由中国主办的国际洁净煤技术研讨会。他认为发展高效、洁净的燃煤发电技术，发展煤炭液化、气化是优化终端能源结构和解决能源安全问题的有效途径。范维唐说，未来半个世纪内，中国不能没有煤炭，中国煤炭工业不是夕阳工业，洁净煤技术是通向未来能源洁净、高效、永续利用的桥梁。

回忆起自己的矿业人生，范维唐如细数家常：“三十多年前大同矿务局曾发生过坚硬顶板大面积垮落，强大的冲击波造成了矿工的巨大伤亡。部长要我去调查研究，提出解决的技术措施。我清楚地意识到，只有彻底改变刀柱采煤方法，才能解决问题。为此，必须采用大吨位、抗冲击的液压支架和采取强制爆破及顶板软化的技术措施。广大职工迫切的需要和期盼，使我意识到自己的责任。”他深情地说，“三十多年过去了，过去的需求和期盼已经实现。但是，需求永无止境，科技进步永不会停顿，需求就是给我们下达的命令，也是鞭策我们努力拼搏、创新和奉献的动力。”

## 为人至真，灿似云锦

范维唐业务精深，为中国矿业发展做出了卓越贡献。生活中的范维唐更是至真至善，堪当为人称颂的典范。

### 严于学术，宽以待人

生活中的范维唐爱好广泛，颇有情趣。除了在钢院磨炼出的健康体魄以外，范维唐爱好音乐，精通音律，歌喉十分了得，擅长演唱。

范维唐精通多门外语，尤其俄语、德语、英语的水平不凡，出国时从不需要带翻译，有时甚至可以给其他翻译“挑错”。范维唐在主管煤炭工业部科技情报研究所工作的时候，他熟练的俄语派上了大用场，帮助我国和俄罗斯、波兰、德国等国家建立联系，打开了煤炭业外联、合作的新局面。此外，中美建交前，两国煤炭上的贸易关系甚密，当年“乒乓外交”的促成也有“煤炭外交”的功劳，其中范维唐出众的英语水平

发挥了重要作用。

范维唐对学术业务要求极为严苛。1996年1月19日，时任中共中央总书记江泽民带队考察煤炭工业发展情况，范维唐作为主汇报人出席，他的部下煤炭工业部科技情报研究所副所长孙茂远<sup>①</sup>也陪同参加。会上，江总书记询问美国目前煤矿事故死亡率，孙茂远流利地报出1995年美国煤矿百万吨死亡率为0.0417%的精确数据，并分析对比了中美两国的煤炭发展情况，为中央决策提供了重要参考。之所以能在会上即刻报出准确数据，得益于范维唐的严格要求，孙茂远回忆：“范部长之前要求我们认真准备，一些具体数据必须信手拈来，甚至还多次检查我们的准备情况，所以我们才能对重要信息谙熟于心。”

范维唐的“宽仁”也让同事、朋友们广为称颂。担任领导职务后，范维唐对后辈竭力培养和提携，孙茂远对此十分难忘。1994年，孙茂远因为突出的工作成绩申请评选正教授，但是评审时有人质疑他的学历和资格，认为“工农兵学员”不具备申请的资格。之前和孙茂远没有任何个人交情的范维唐此时发表了意见：“评审教授不能唯学历论。例如跳高运动，两米是优秀的标准线，有个运动员他有能力跳过两米，但是你说他姿势不对，那他就不算是优秀的运动员了吗？我还是希望大家看材料，看候选人的实际成果，以能力和业绩决定一切。”在范维唐的秉公建议下，孙茂远凭借出色的工作业绩无可争议地当选为正教授，有机会在更大的平台上为煤炭行业贡献力量。

## 夫妻恩爱，教子有方

范维唐有一个美满幸福的家庭。她和爱人李硕在钢院结识，后来李硕一直在学校工作了19年，两个人一同见证了钢铁学院的成长和发展。年轻时候，范维唐和李硕都可谓一表人才，亲朋好友们都说他们俩“男才女貌”，他们当年的结婚照还用作中国照相馆的展览照片，一直在大橱窗里面展示。后来，李硕因患脑血栓而卧床，工作繁忙的范维唐坚持在爱人身边坚守、照顾，十六载光阴，他放弃了所有疗养和休假机会，耐心陪伴爱人，成为了众所周知、名副其实的“模范丈夫”。

夫妻的相敬如宾给孩子以无形的教育。在儿子范晓冲的印象中，“父亲的教育非常开明，要求我们好好读书，非常严厉，在我们参加工作后还

<sup>①</sup> 孙茂远，现任中联煤公司总顾问、国家能源咨询委专家，范维唐当年的同事。



要求我们不能打他的旗号，所以我的同事都不知道我的家庭情况。”他还说，“父亲对我们的关爱也无微不至，小时候每个周末都会带我们去公园爬山、划船，长大后也一直是我们的慈父，对我们自己的生活十分关心。”让范维唐欣慰的是，孩子们都小有所成，如今已成为社会的栋梁之才。

鄂城少杰，遍学中外；家门鼎盛，人才辈出；潜心矿业，孜孜不倦；宽宏待人，情深义重。范维唐先生为学，天资过人，勤勉刻苦；为研，著书立说，名扬中外；为人，朴实宽厚，心善为训。先生之学者气质，大家风范，润物于无声，感染代代人。

在范维唐的努力下，乌金为国民经济的发展燃烧放热、强力助推，而先生也如乌金一般于无华中孕育价值，绽放出灿烂夺目的光辉。

## 赤胆忠心，熔钢铸魂

——记钢铁冶金专家、中国工程院院士徐匡迪



徐匡迪，浙江桐乡人，生于1937年12月，原中国工程院院长，上海大学教授，钢铁冶金专家。1954—1959年于北京钢铁工业学院冶金系钢铁冶金专业学习；1959—1963年担任北京钢铁工业学院、北京钢铁学院冶金系助教；1963—1971年担任上海工学院冶金工程系助教、炼钢教研室副主任；1971—1972年，下放安徽省凤阳“五七”干校劳动；1972—1980年担任上海机械学院、上海工业大学冶金工程系助教、讲师、炼钢教研室主任。1980—1986年担任上海工业大学冶金工程系副主任、主任、副教授、教授，期间于1982年3—8月赴英国帝国理工学院做访问学者，于1984年3月—1985年6

月赴瑞典斯堪的那维亚·兰赛尔公司任副总工程师、技术经理；1986—1989年任上海工业大学常务副校长；1989—1991年任上海市教卫办公室副主任兼市高教局局长、党组书记；1991—1992年任上海市计委主任、党组书记；1992年8—12月任上海市副市长兼市计委主任、党组书记；1992年12月—1994年10月任上海市委常委、常务副市长（主持日常工作）；1994年10月—1995年2月任上海市委副书记、常务副市长（主持日常工作）；1995—2001年任上海市委副书记、市长；2001—2002年任中国工程院党组书记；2002年任中国工程院院长、党组书记；2003年3月在全国政协十届一次会议上当选为第十届全国政协副主席。2003年5月当选瑞典皇家工程院外籍院士；同年9月兼任中国工业经济联合会会长；2006年6月连任中国工程院院长。此外曾获得瑞典皇家北极星大十字司令官勋章、日本钢铁学会荣誉会员、英国皇家工程院国际奖章、香港科技大学名誉工学博士、香港大学名誉法学博士、纽约大学荣誉工程学博士、德国友谊勋章等荣誉及肯定。1995年当选为中国工程院院士。

熔铸，乃熔炼铸造之意。钢铁，只有在熔炼过程中达到极高温，方可铸就高强度、高品质之钢。徐匡迪正是以如此至高的热情投身钢铁行业，孜孜不倦、砺言砺行、攻坚克难，为中国钢铁冶金事业的发展保驾护航；赤胆忠心，为国为家，为党为民，用独特的政治思维为官治世，政绩斐然，成就了第一位院士市长。为国为民赤子心，一生一世钢铁情。

## 赤子入钢，励志远方

1937年战火纷飞，中华民族饱受苦难。12月11日，徐匡迪在难民潮中呱呱坠地。当时父亲为其取名为“抗敌”，以铭记国仇家恨。1944年的一天，徐匡迪的语文老师征得其父母同意后，为其改名为“匡迪”，寓意“匡扶正义，迪吉平安”。

徐匡迪的童年是在云南昆明度过的。抗战胜利后，徐匡迪与父母回归故里，先后就读于著名的杭州天长小学、杭州市立中学和省立杭州高级中学。中学时代的徐匡迪，在求知的过程中亲眼目睹了战后国民党的腐败和如火如荼的革命群众运动，也曾加入到欢迎解放军进城的行列中，为新中国的成立而欢呼。正是这些经历让爱国的种子深埋于风华正茂的徐匡迪心底，他自此确立报国志向，决心要为祖国的事业奋斗终生！

1954年，临近高中毕业的徐匡迪，根据“钢铁是一切工业的基础”这一方针，决心将钢铁冶金作为自己毕生的事业。成绩优异的徐匡迪面对清华大学等许多理工科名校的吸引，毅然决然地迈入了成立伊始的北京钢铁工业学院的大门。从此，他便与钢铁结下了不解之缘，一干便是五十多年！

在钢铁学院严谨的学风中，徐匡迪对专业学习精益求精。大学期间，他几乎门门功课都是满分5分<sup>①</sup>。据其大学同学回忆，徐匡迪特别好学，每次课堂讨论问题他总是抢着举手争取发言。图书馆一直是徐匡迪最爱光顾的地方，直到留校任教后，他亦是图书馆的常客。通过大量的阅读，徐匡迪获取了许多课内外的知识。一次冶金领域泰斗、时任学校教务长的魏寿昆<sup>②</sup>先生到图书馆查阅书籍。当他走到存放冶金书目的书架前时，不禁皱起了眉头：美国钢铁冶金的最新期刊已被“搜刮一空”。询问了图书管理员后，他看到了正专心致志学习的徐匡迪和他身边一摞垒得高高的书籍。魏

<sup>①</sup> 20世纪50、60年代，学生的期末考核大都是口试，学生抽签决定所答的问题，每个人20—30分钟。

<sup>②</sup> 魏寿昆，冶金物理化学家，中国科学院院士，北京科技大学教授，徐匡迪的老师。

先生便走到徐匡迪身边说：“图书馆的书是公共的，为了方便大家查阅，”说着指了指桌上那摞书，“你应该看完一本再拿一本，要不别人就没法看了。”听完先生的教诲，年轻的徐匡迪有点儿不好意思了，正要把暂时不看的书放回原处，魏先生却笑着将他拦住：“这些书，你还是先给我吧。”从此，徐匡迪便与同样热爱书籍的魏先生结成了忘年之交，经常就专业知识向他请教。与此同时，在钢铁学院崇尚实践的氛围中，徐匡迪积淀了很深的实践应用功底。大一开始每周半天的金工实习；大二暑期到钢铁联合企业进行认识实习；大三暑期的生产实习，更是让他掌握了炉前工的操作；大四的炉长实习，让徐匡迪学会了如何全面掌握及判断炉况，指挥一炉钢的冶炼全过程；五年级的毕业实习，徐匡迪在他的导师关毓龙<sup>①</sup>教授的带领下到大连做毕业设计。当时，大连钢厂的全国劳模刘鸿喜凭借多年的工作经验，对炼钢过程中的一个环节进行了技术创新，但不能把它上升到理论高度。徐匡迪在关毓龙教授的指导下对这一技术创新进行了理论研究，完成了题为《电炉炼钢薄渣吹氧》的毕业论文。徐匡迪在回忆起大学的实践教育时感慨颇深：“我认为实践环节教育最根本的教益，并非在于学习操作，而是教会了我如何做人、怎样治学。钢院崇尚实践的治学传统令我获益终生。”

大学期间，学习成绩名列前茅的徐匡迪课余生活也丰富多彩。他先后加入过校田径队、合唱队、足球队和管弦乐队，曾先后担任班长、团支部书记、总支委员、校学生会军体部部长和学生会副主席。其中，尤其值得一提的是他的“军体”情。20世纪50年代，在“为祖国健康工作五十年”口号的鼓舞下，在“钢铁事业需要钢铁般的体魄”信念的支持下，钢铁学院的体育锻炼蔚然成风，酷爱体育运动的徐匡迪凭借过硬的身体素质和出色的组织能力，成功担任了军体部长，将学校的各项体育活动组织得如火如荼。徐匡迪对于体育确有一番深刻的认识，在北京科技大学建校50周年的庆典上，他发自肺腑地说道：“钢铁学院让我在体育运动中学会了团队合作和拼搏进取，她不仅给了我钢铁般的体魄，更给了我钢铁般的意志。”

谈及母校，徐匡迪深情地说：“我离开钢院已经53年了。如果让我回忆这一生中最美好的时光，并不是美丽西子湖畔的中小学生涯，不是于英国泰晤士河边留学，不是在瑞典斯德哥尔摩做总工程师，也不是做上海市

<sup>①</sup> 关毓龙，冶金学专家，北京科技大学教授，徐匡迪的老师。

市长。最美丽的生活应该是1954到1959年在北京钢铁工业学院，那里我生命的摇篮。”

## 钢苑骄子，传道育人

### 从助教到“阿匡老师”

1959年秋，徐匡迪从钢铁学院毕业。由于父亲政治上的原因，成绩优异的徐匡迪最终未能如愿读研深造。通过钢院冶金系老师的推荐，徐匡迪成为电冶金教研室的一名助教，开启了他五十余载的教育生涯，成就了一位冶金讲坛的“牧羊人”。在电冶金研究室，众师相聚、同论共学，从教学思路到重难点剖析，从学术探讨到严谨学风的诉求，徐匡迪在这种氛围中汲取了许多关于教学的经验，也为他日后投身教育事业打下了良好的基础。尽管只是名助教，徐匡迪却对自己的要求非常严格。十分关心学生的他，常常利用课余时间到小教室里为学生们答疑、补课。由于教学条件有限，一些学生只能在宿舍里学习，徐匡迪就到宿舍里为他们辅导功课。徐匡迪踏实肯干、平和诚恳，获得了老师和学生的一致好评。

1963年，表现优异的徐匡迪南下，到刚成立不久的上海工学院，担任冶金工程系炼钢教研室副主任。后来，上海工学院与上海机械学院合并为上海机械学院，徐匡迪成为了这所新学院的年轻骨干教师。大学阶段就十分重视实践的徐匡迪，更是在工厂里给大家做起了老师。那时候，上海机械学院的大一新生安排到上钢五厂实习一个月。在这一个月中，徐匡迪领着学生们一起，同工人一同吃住，实行“三班倒”，俨然成为一名专业的工人。电炉炼钢等方面十分专业的徐匡迪，很快熟练上手，在实践操作中，他还将自己的知识传授给新入学的学生，因此，这位大学来的老师慢慢成为工人眼中的“阿匡老师”。正是这些实践上的亲力亲为，使得徐匡迪很快成为了学生们心中最喜欢的老师。徐匡迪就此走上了真正的为师之路。

### 冶金讲坛“牧羊人”

改革开放后，中国的知识分子迎来了崭新的春天。1978年，徐匡迪凭借优异的成绩顺利成为“文革”后第一批硕士生导师。1983年，他又被提升为上海工业大学“文革”后第一批副教授，并且光荣加入了中国共产党，实现了多年的夙愿。无论是在本科生教学还是在指导研究生的过程中，徐

匡迪都十分重视创新能力的培养，反对填鸭式教学。对于教育他提出了自己的观点——“牧羊论”。徐匡迪说：“老师教学生，就像羊倌牧羊一样，要把羊领到水草茂盛的地方，让羊自己吃草，而不是拿草喂给羊吃。”爱岗敬业的徐匡迪，在自己的为师之路上，成为了冶金讲坛的“牧羊人”。

1984年，徐匡迪应邀到瑞典兰赛尔公司<sup>①</sup>任职，主要负责三项工程、两项课题以及新一代产品的开发研究。在那段日子里，他夜以继日地不断努力，坚持工作，为瑞典兰赛尔公司的发展做出了重大贡献。在那里，他难以忘掉自己的教育使命，找到瑞典皇家工学院的冶金系主任埃克托普教授，请他为上海工业大学培养一名博士研究生或指导一位访问学者，教育经费出自公司奖励他的2万美元。

1984年秋，上海工业大学校长钱伟长<sup>②</sup>出访欧洲。在瑞典，他看望了徐匡迪的研究集体，并与徐匡迪促膝长谈。说到中国钢铁行业的发展及上海工业大学的建设时，钱校长深情地说：“国家需要你，学校需要你，我也需要你回去帮我一起管理学校啊！”听了钱校长的一番话，徐匡迪深感自己作为一名冶金教育和科研工作者的责任，他婉拒了瑞典兰赛尔公司的挽留。“我的岗位在中国”，徐匡迪这样说道。回国后，他立即回到自己的科研阵地和教育岗位上，为振兴祖国钢铁行业不懈努力。

1986年，徐匡迪回国一年后，担任了上海工业大学的常务副校长，主管学校的行政与教学工作。但繁冗的行政工作没能阻挡他的学术步伐。这位敬业的老师，甚至曾经不顾自己反复发作的腰伤，放弃个人休息时间，坚持为自己所指导的博士批改一百多页的论文，以至头晕眼花，最后需要靠吸氧才能恢复过来。

## 政协副主席的“特别休息”

2001年底，徐匡迪调至北京工作，担任全国政协副主席。虽然工作繁忙，他仍然担任着上海大学博士生导师。作为老师，他对于学生的关爱之情令人钦佩，“有的人休息是打网球、游泳，而我的休息就是带学生，这个很科学，可以让左右半脑轮流放松。”

徐匡迪除了将自己的岗位做到最好，还力求把教育理念带给大家。

① 瑞典兰赛尔公司，作为世界喷射冶金与炉外精炼装置设计与制造最著名的公司之一，在当时拥有一流的科研和管理水平。

② 钱伟长，中国近代力学之父，世界著名的科学家、教育家，杰出的社会活动家。原上海大学校长。

2004年在十届“两会”上，徐匡迪对高校现行的专业设置模式提出异议：“我们要把市场的需要作为我们培养人的方向，专业设置应紧跟时代的发展，千万不要像过去那样因‘神’设‘庙’，有什么样的教授就开什么样的专业，几十年都不变化。”这就是徐匡迪著名的“神庙论”，这一理论在教育界引起了很大的反响。

近五十多年来，徐匡迪曾先后在北京钢铁学院、上海机械学院、上海工业大学、上海大学任教，他爱生如子，辛勤耕耘，教书育人，呕心沥血，为祖国的教育事业做出了卓越的贡献。

## 百炼成钢，攻坚领航

### “青春求知”勇探索

在经历了20世纪50年代中后期的历次政治运动后，中国科技界的老一辈早已“伤痕累累”，加之1960年“苏联老大哥”单方面撕毁合同，突然撤回专家，给各方面都处于起步阶段的中国留下一个个“半拉子工程”。其中，发展国防事业所必需的“高纯度航空用不锈钢管”的研发亦遭到重创，成为冶金学术界的一个特殊难题。徐匡迪刚到上海就投入到该项目的攻关中。凭借着钢院培养的坚实理论基础和实践经验，他和工人、技术人员一起反复试验，不断改进不锈钢冶炼、加工工艺。经过艰苦努力，终于自主生产出国防急需的超低碳、高纯度、航空用不锈钢管。此外，徐匡迪还参加了国家组织的以“三结合”<sup>①</sup>攻关组为单位的“军用轴承钢”以及“薄壁氧气瓶钢”的研制与生产，并获得了国家嘉奖。正是青春的求知与探索，让徐匡迪在钢铁领域崭露头角，成为不折不扣的“钢之子”。

在“文革”期间，各种科研项目被迫中断。1971年，徐匡迪被下放到安徽省凤阳“五七干校”劳动，生活虽然艰苦，徐匡迪却丝毫没有放松对自己的要求，依然抱定信念，刻苦学习。他坚信：国家不会永远乱下去，知识绝不会无用。就这样，身处逆境、不甘沉沦的徐匡迪，凭借这坚定的信念和一股子韧劲，坚持学习并复习专业基础，为未来积蓄力量。

1972年底，徐匡迪迎来转机，重返上海工学院，继续从事冶金教学与科研。1976年8月，徐匡迪领导的课题小组和上海钢铁研究所合作研制“不锈钢精炼新工艺”取得了成功，并荣获上海市第一届科技大会“重大

<sup>①</sup> 军队、工厂、院校三结合。

科技成果奖”。1978年12月，他完成的“电弧炉水冷挂渣炉壁研究”，荣获上海市第二届科技大会二等奖和冶金工业部科研成果推广一等奖。1980年底，他又完成了“SGDF型喷粉罐及其在电炉炼钢中的应用”的研究并获上海市第三届科技大会二等奖。除了以上获奖科研成果外，1976—1982年间，徐匡迪还发表了论文27篇，出版了《电弧炉水冷挂渣壁炉》和《不锈钢精炼技术》等著作，承担了国家科委重点攻关科研项目。20世纪70年代，徐匡迪在喷射冶金的应用领域大展拳脚，特别是特殊钢冶炼方面。

## “中国眼镜”惊四座

1984年3月，在瑞典兰赛尔公司，大家簇拥着一个黄皮肤、黑头发的中国人，用掌声与欢呼声欢迎一位冶金方面的专家。他用流利的英语和大家交谈，他的专业知识令公司上下无不钦佩，这个人正是徐匡迪。原来，1982年7月底，徐匡迪率领的展出团在第六届国际冶金工艺及装备博览会上，击败了在此专业一直处于强势地位的德国和日本竞争对手，从而为兰赛尔公司赢得了北海油田管线钢的合同。这是一项无法用金钱来衡量的技术资本。由于该项目在以后三年中可以为当地增加300个就业岗位，整个赫格纳斯市都为此欣喜若狂。在该市举行的庆祝活动上，徐匡迪作为功臣，受到全市人民的热烈欢迎和祝贺。同时，为了表达全体市民对徐匡迪本人的感谢和喜爱，该市还授予他“荣誉市民”的称号。中国的教授在瑞典技惊四座，引起很大的反响。专业知识精湛、工作认真负责的徐匡迪很快升任为公司的技术副总经理。从初来乍到的陌生，到赢得外国公司的信任和重视，这绝非轻而易举之事。成功的背后，是徐匡迪长期以来的坚持和努力。正是在兰赛尔公司工作的经历，使得徐匡迪与瑞典结下了不解之缘，并被瑞典皇家工学院聘为客座教授。2003年4月，徐匡迪又当选瑞典皇家工程院外籍院士。

“实践是检验真理的唯一标准”。1984年5月，徐匡迪在海外工作时，曾在英国BSC的Recomby厂为北海油田生产抗硫化氢腐蚀的厚壁钢管，按合同规定，该钢管要求硫含量低于100ppm，出钢温度不低于1650℃，并采用喷射冶金过程处理。但其中有一炉出钢时，徐匡迪通过国内带去的炼钢镜，肉眼判断温度只有1600℃左右，甚至更低，于是果断地提出停止钢包喷吹处理，直接浇注，否则可能冻包。英方炼钢分厂厂长察看了操控室的自动测温记录，根据仪器的记录，判断可以进行喷吹。于是，他回应了一句英国式的幽默，“但愿这次是你的眼睛不准”，并坚持按原计划进行喷



吹。徐匡迪则根据实践经验坚持这一炉不列入“试验—供货”计划。英方厂长决心和徐匡迪开个玩笑，便在炉前记录上写下“徐教授认为这炉温度不够”，并要求徐匡迪在下面签字，徐匡迪毫不犹豫地签了。结果，果然有近200吨钢水冻在包中，造成了一次较大的事故。由此，“中国眼镜”惊四座。

后来，徐匡迪被英国土木工程师学会授予名誉外籍会员，并当选英国皇家工程院外籍院士。

## “生产难题”大突破

徐匡迪作为钢铁冶金领域的专家，在科研与技术革新方面取得了不小突破，解决了许多生产上的难题。炉外精炼是近代化工业过程单元优化在炼钢中的具体应用，可将炼钢过程的精炼反应进行优化分工。这不仅能带来高效率 and 高质量，还能带来更加丰富的钢材品种。20世纪80年代初，由于种种原因，炉外精炼技术的落后已经成为当时限制我国提高钢材质量的瓶颈之一。徐匡迪从各个角度出发，奠定理论基础，并结合国内钢铁企业的生产实践做了系统的研究，为电弧炉冶炼不锈钢新工艺的开发发挥了重要作用。徐匡迪提出的在二次精炼过程中进行单元操作优化组合的新思想，独创性地构思了RH-IJ精炼新方法。他主持开发完成的LF精炼轴承钢工艺，使上钢五厂的特殊钢产品质量保持国内领先，钢材纯净度接近世界先进水平。以他的理论思想和实验室模拟研究结果为基础，日本新日铁公司等开发完成了用于高纯净度管线钢精炼新技术，并成为当今世界上冶炼优质钢水的主流技术之一。2007年8月，徐匡迪当选日本钢铁学会荣誉会员。

不仅如此，如何延长电弧炉的使用寿命也是关系到炼钢发展的重要命题。为了给电弧炉延寿，徐匡迪煞费苦心。1979年，徐匡迪带领他的同事和上钢三厂合作，研发延寿新方法。在实践中，凭借深厚的理论功底以及多年的实践经验，结合国外的相关研究，徐匡迪团队经过几个月废寝忘食的埋头苦干，终于研制出了我国第一个电弧炉水冷挂渣炉壁，并在上钢三厂投入使用。这一具有历史意义的成果，在国内冶金界引起了轰动。同时，这一成果使得电弧炉及时弥补了寿命过短的这一致命缺陷，并终于在“炉龄战争”中站稳了脚跟。

众所周知，钢铁是一个国家工业的脊梁，钢铁工业是我国工业化和现代化建设的基础性、支柱性产业。在过去半个多世纪里，正因为有了徐匡迪这样的科学家、钢铁人的杰出奉献，中国钢铁工业才实现了从依靠

进口到成为世界第一生产大国的历史性跨越。徐匡迪曾多次视察各大钢铁企业，为中国钢铁事业发展殚精竭虑。他屡次获得国家及省部级奖励，发表学术论文150余篇，出版专著6本。“我希望我的同龄人、我的学生们、晚辈们，以及我们这些长期奋斗在钢铁战线的同志们，能以‘钢铁未成强国，同志仍需努力’来互勉！将钢铁兴国作为我们终身的追求！”

## 熔钢治世，为党为民

机遇总是被有准备的人牢牢抓住。1989年，时任上海市市长的朱镕基召开各界人士参加的经济形势座谈会，会上徐匡迪用自己敏锐的洞察力谈到“计划经济已不再适合现今中国的发展”，这在当时是需要极大勇气的。一番鞭辟入里的论述深深打动了正一心致力于改革并求贤若渴的朱镕基。他看到了眼前这位工科教授对经济的超凡悟性。徐匡迪话语中流露出深刻的思想、过人的才华以及饱满的爱国热情，正如朱镕基当时在会上的肯定评价，“我喜欢刚刚那个同志的发言。”于是，在朱镕基的力荐下，徐匡迪由上海市科教文卫办公室副主任及兼任高教局局长身份开始了漫漫“治世”之路。

1995年2月，徐匡迪当选为新一届的上海市市长，一个月后又当选中国工程院院士，成为当时唯一的院士市长。

### 三个月的“军令状”

20世纪90年代初，我国正处于经济体制的转型和探索期，计划经济意识根深蒂固，市场调节举步维艰，各地都在摸着石头过河。徐匡迪正是在此时接到了上任上海计委的委任状。当时计委的很多干部对搞教育、学工科出身的徐匡迪能否胜任表示怀疑，认为他在经济管理方面知识不专、能力不够。于是，在他上任后的第一次计委会议上，就有人拿出了各种统计资料，摆在徐匡迪面前说：“计委是最大的综合部门，亦是最高层次的经济决策机构，刚进入这一领域的同志一般需要用几年的时间来熟悉。”巨大的压力没有使徐匡迪低头，而是当场立下军令状：“我将用三个月时间尽快熟悉这里的工作，否则我就向市委提出辞呈！”

功夫不负有心人。三个月后，徐匡迪不仅熟悉了计委的全部工作，而且对之前工作中存在的问题提出了自己独到的见解。其“入行”的适应力和创造性，以及解决问题的才能，很快得到了计委上下的一致肯定，而他

对待工作认真负责的态度更是令每个与他接触过的人都肃然起敬。那时徐匡迪没有午休时间，也放弃了节假日和晚上的休息，夜以继日、全身心地投入工作，他的工作作风带动了整个部门。

虽身处计划经济时代，徐匡迪却是一个“不喜欢计划经济”的计委主任。1981年作为访问学者游学英国期间对宏观经济知识的积淀和对国家未来经济发展走向的深入思考，加之在瑞典兰赛尔公司期间对市场经济的实践感悟以及围绕公司运营撰写的10万字工作笔记，使徐匡迪对于经济建设有着独到的眼光。经过反复思考、调研和咨询，他带领计委主动将负责审批项目和投资的四个审批部门划出计委，分别归到工业、农业、城建、商业部门去，这一举动在旁人看来无异于“自断手臂”，一时之间，惊讶、质疑不绝于耳。与此同时，徐匡迪进一步转变计委职能，一方面筹建几个全国性的大市场，也就是证券市场、期货交易市场和外汇交易市场和人才市场，另一方面，用市场的方法来筹集大资金搞建设，通过市场运作解决了徐浦大桥等大项目的资金难题。随后几年，上海经济腾飞、产业繁荣的不争事实，印证了当年计委改革的正确性和前瞻性。更为重要的是，这段时期徐匡迪带领计委所进行的革新，为上海的经济转型铺好了路子，真正将计委由经济发展的“瓶颈”和矛盾的焦点，转变为上海转型发展的助推器，也使上海站在了全国市场经济改革建设的最前沿。

## “我们的好市长”

2002年4月，在北京科技大学50周年校庆宴会上，中国科学院院士肖纪美<sup>①</sup>与徐匡迪曾有这样一段耐人寻味的对话，值得细细品味。

肖先生：“匡迪，你说时势造英雄，还是英雄造时势？”

徐匡迪略加沉吟，恭敬地向老师答道：“我想，还是时势造英雄吧。”

时间的指针回到20世纪90年代初，徐匡迪在上海的从政经历正是一段“时势造英雄”的佳话。

经过一番大刀阔斧的改革，计委由“管、卡、压”的总司令部转变成“为市场经济服务”的助推器。担任计委主任仅15个月之后，徐匡迪在1992年8月召开的上海市九届人大常委第三十六次会议上被选为上海市副市长，主管经济工作；1995年2月，在上海市第十届人民代表大会上，徐匡迪被选举为上海市人民政府市长。与此同时，徐匡迪以其突出的科研成

<sup>①</sup> 肖纪美，金属材料专家，北京科技大学教授，中国科学院院士，徐匡迪的老师。

就当选为中国工程院院士，成为中国第一位院士市长。

有一位外国媒体记者问道：“搞科技的人具有的是一种科学家的思维，这种思维是否适合政治家呢？”徐匡迪从容地答道：“要把矿石冶炼成金属是一个很复杂的过程，其思想方法和科学手段是进行行政决策和管理的很好借鉴。自然科学工作者思考问题是微观的、具体的，政治家考虑问题是宏观的，且必须有战略眼光。但二者并不冲突，相反，还可以在更高的层面上结合起来。这就要看个人造化的根基和政治信仰的功力了。”市长的幽默和机智可见一斑。徐匡迪曾立下“为官一任，造福一方”的誓言。在两届连任、时间长达7年的上海市长任职中，他一直秉承着“凝心聚力，为党为民”的信念，从苏州河的治理到浦东新区的建设，从APEC会议的圆满召开到申办2010世博会的成功，徐匡迪一直这样强调：“上海城市的发展，离不开人民的两个‘一百万’。一个是上海一百万的下岗工人，一个是在市政建设中一百万的动迁居民，没有他们的辅助和牺牲，就没有今天的上海，要向他们鞠躬、表示深深的感谢。”同样，徐匡迪这般的工作精神和态度也使得广大上海人民永远记住了他，记得他顶烈日、冒酷暑看望一线环卫工人时的真诚；记得他在非洲出访时，一定要在中秋时为上海援助摩洛哥医疗队送去月饼和问候、共度佳节的那一份亲切；记得他在台风来时第一时间出现在公众的面前与大家全力共抗台风的坚定与勇气……在人民眼中，徐匡迪是位平易近人的长者，一位可以说知心话的朋友，更是一位可亲可敬的好市长——“徐市长，我们的好市长！”市民们这句朴实而又饱含深情的称呼胜过千言万语。

## 从市长到院长

2002年5月28日，中国工程院两年一度的院士大会——中国工程院第六次院士大会在北京召开。这次院士大会选举产生了中国工程院第三任院长——徐匡迪。

在当选院长的第二天下午，徐匡迪与其他5位副院长，在京丰宾馆三楼会议室召开记者招待会。有记者提出徐院长之前是上海市的市长，现在成为了中国工程院的院长，两种角色有何不同？徐匡迪对此直言不讳：“不同之处在于，上海市是一个城市，有1600万人口。作为一个地方政府的负责人，面对的是上海人民的日常生活，既有城市规划和产业结构调整这些大事，又有许多很具体、急需处理的事。而中国工程院是我国工程技术界最高荣誉性、咨询性学术机构，由院士组成，每位院士都是德高望

重、在工程技术界做出杰出贡献的工程技术专家。工程院是一个非常民主的地方，只要有一个人有点子，就得好好地听。所以我的任务就转变成组织、发挥我们国家最宝贵人才的集体智慧，让他们为国民经济的发展、重大工程项目的建设提供决策咨询，发挥院士们更大的作用。”在日后的工作中，徐匡迪也是凭借着对中国工程院作用和地位的准确把握与认识，不断加强院士在工程院的基础地位，保障了院士增选工作的公平、公正、公开，确保院士质量不动摇。

徐匡迪在工作之初就明确提出了“五个不希望”直指学术作风弊病：不希望有什么活动都参加的社会活动型院士；不希望院士为提高某项研究成果层次而随便挂名，导致不尊重别人的劳动，或要对自己并不熟悉的科研成果负责；不希望院士以行业的“祖师爷”自居，压制青年科技工作者或有不同学术观点的人；不希望院士参加商业炒作和商业包装；不希望和明确反对院士卷入伪科学和封建迷信活动。这对当时学界中渐渐出现的违背科学道德的不端行为和院士们参加活动过多过滥，浮躁、浮夸之风抬头的现象起到很好的警示作用，受到了院士们的高度认同和普遍赞扬，在社会上也引起了强烈的反响。

在徐匡迪的带领下，中国工程院不断开拓创新，完成了国家许多决策咨询活动，以及面向企业和地方政府的咨询，在国内咨询行业确立了独特的优势地位，得到了国家和社会的高度认可。徐匡迪先后组织编写了2003—2004年的《国家中长期科技规划战略研究专题三：制造业发展科技问题研究》以及2005—2006年《装备制造业自主创新战略研究》。事实证明，这两份报告是新中国成立以来有关制造业和装备制造业发展，最全面、最具权威性和操作性的研究报告。除此之外，徐匡迪在研究咨询的过程中，还针对现实问题，提出了很多具有前瞻性和批判性的改革发展建议。对于徐匡迪担任院长期间中国工程院的咨询工作，温家宝总理给予了这样的评价：“中国工程院抓住经济社会发展中的重大战略问题，组织各方面专家，开展跨部门、多学科的综合研究，为各级政府提供决策服务，是推进决策科学化、民主化的有效形式。”

2006年6月8日，中国工程院第八次院士大会选举产生了中国工程院新一届领导班子名单，徐匡迪以高票连任，成为工程院建院以来第一位连任的院长。在新的任期内，徐匡迪对工程院的发展和管理有了更加清晰的思路。针对工程院建院时间短，机关机构不够完善的情况，徐匡迪通过争取编制、设立制度、选贤聚才，把工程院下设的四个局级单位逐步完善起

来，稳步推进中国工程院机关内的改革以及民主制度建设，使工程院机关不断焕发新的活力，呈现出欣欣向荣、快速前进的发展风貌。同时，针对中国工程院没有独立办公楼的实际困难，徐匡迪通过积极争取，亲自监督，为广大工程科技工作者建立了实用而不奢华的绿色家园。新办公楼堪称科技、环保与人文的完美结合，真正体现了中国工程院应有的设计和建造水平。

## 内外兼修，四海皆为

2005年6月，中国工程院院长徐匡迪赴美国进行考察交流，应邀到美国前总统乔治·赫伯特·沃克·布什家做客。热情的主人与真诚的客人之间自此建立了深厚的国际友谊，无话不谈，从生活习惯到家常琐事一一分享。短短的交往中，徐匡迪以其独特的人格魅力和睿智思想，给老布什留下了深刻的印象，他们成为了亲密的朋友。徐匡迪回国之时，老布什还特意送给他一张自己的签名照，以表达彼此的情谊。

身在异国他乡的徐匡迪时时记得自己是中国人，处处展示着一个“平民大使”的风采。徐匡迪“内外兼修，四海皆为”的态度使他给德国、美国、俄罗斯等多国总统、总理留下了深刻的印象。他还荣获过瑞典国王亲自颁发的瑞典皇家北极星十字勋章，为中瑞友谊增添了一抹亮丽的色彩。

2003年3月，徐匡迪在全国政协十届一次会议上当选为第十届全国政协副主席。2003年9月，徐匡迪还兼任中国工业经济联合会会长。正如他自己总结的那样：“不管我是上海市市长还是中国工程院院长，有一种情怀是相同的，我只有一个选择，那就是全身心投入，把党和人民交给我的这个重任完成好。我的终生愿望就是报效祖国！”这位科教贤才、治世能臣，自始至终用行动诠释着自己的赤胆忠心与无悔钢魂。

## 钢情一生，淑质赤诚

### “徐挑夫”二三事

徐匡迪和夫人许珞萍教授的爱情故事既叫人羡慕又经历过特殊的考验。在长达12年的时间里，徐匡迪夫妇因为工作被分隔在两个城市，平时难得一见，只能靠每周一封的书信传达对彼此的爱与思念。家中的大小事务全由夫人一人承担。但是，她从来没有向丈夫抱怨过，一如既往地支持

着丈夫的工作，一个人把家务打点得井井有条。妻子的理解和坚持，让徐匡迪看在眼里，记在心里。一有机会回家，他都会尽自己所能揽过所有的家务，让妻子稍作休息。

20世纪60、70年代，中国家庭的物资还是由国家按月计划供应的，徐家也是一样，每月能领到国家供应的150斤蜂窝煤票。由于煤场离家较远，加之家住顶层，徐夫人一人无法将煤搬回来，所以徐匡迪每次回家都要先搬够一定数量的煤，码放整齐，确保妻子可以放心使用。一次暑假，徐匡迪正往家里挑煤。楼下一位老太太看到身着白色背心短裤、身上煤迹斑斑的徐匡迪，误将他认做挑夫，就说：“那个挑煤的，你也帮我们家挑一担吧。”徐匡迪欣然答应，很快挑够了两家的煤。后来老太太才从自己的小辈们那里得知，给自己挑煤的“徐挑夫”竟然是大学老师，自此不知如何是好，徐匡迪微微一笑，安慰她说：“阿婆，您别在意，我以前还挑行李走过山路呢，这点煤不算什么！”

## “六亲不认”的市长

“在我的任期内，请大家就不要来找我了。”1995年，在上海的一家饭店包间内，徐匡迪端起了酒杯，面向全家长辈亲朋，郑重说道。这是发生在徐匡迪正式出任上海市市长之后、第一次家族聚会上的一幕。“我现在当了市长，这是党和人民对我的信任，家庭成员也要理解我。我做得好，大家都光彩，做得不好就是家庭的耻辱。因此，在任期内我是六亲不认的，你们有事没事别来找我，我也不会给你们办的。”说完，徐匡迪将杯中酒一饮而尽，就这样开始了他的市长生涯。

2003年2月15日，徐匡迪的母亲——王志强老人在上海同济大学医院溘然长逝，享年90岁。得知噩耗的徐匡迪悲痛万分，即刻奔赴上海。一想到自己因忙于工作而未能见到母亲最后一面，徐匡迪顿时心如刀绞。赶到病房，徐匡迪再也抑制不住内心的悲痛，一下子扑上去紧紧抱住母亲的遗体，长跪不起。根据母亲的遗愿，徐匡迪向家人约法三章：其一，不能影响所有人的工作，不向领导机关和同事好友发讣告；其二，丧事从简，谢绝任何人送的花圈花篮；其三，不做厚葬，火化后骨灰撒入西湖、钱塘江，让老人与青山秀水长伴。2月18日，上海虹桥机场。瑟瑟寒风中，徐匡迪小心翼翼地捧着母亲的骨灰盒，在妻女的陪伴下，一步一步，缓缓踏上了返京的航班……简朴的告别，却在每一位知情人的心中留下了深刻的印象。

## 举手投足真性情

2002年4月20日，在北京科技大学的校园内，火红的气球高高飘扬，喜气洋洋的学子会聚一堂。一条鲜艳的横幅飘扬在蓝天碧草间：“热烈庆祝北京科技大学建校50周年！”这一刻，充斥着纵情的欢呼和重逢的喜悦；这一刻，会聚了庄严的凝视与学子对母校的感激。徐匡迪也是欢腾海洋中的一员。在校庆典礼上，他向台下的校友和同学们缓缓地鞠了一躬，再向主席台上的恩师们——魏寿昆院士、柯俊<sup>①</sup>院士、关毓龙老师……深深地鞠了一躬。台下顿时掌声雷动，这是一个学者的严谨风范，一个官者的谦逊风度，更是一个校友对母校的深情厚谊。

2006年9月6日，人民大会堂天津厅内座无虚席，共庆中国科学院资深院士、北京科技大学建校元老魏寿昆先生百岁华诞。在魏先生的生日庆典上，当轮到徐匡迪发言时，年近七旬的他走到了魏先生面前，与恩师热情地拥抱在一起。当年意气风发的学子，如今已是古稀之年，数十载的师生之情骤然间融化在这一拥抱中，感动了在场的每一个人。随后，徐匡迪缓步走到自己的位子前，并没有就座，解释说：“在老师面前我只能站着说话。”正当人们感慨之际，徐匡迪又面向魏老问道：“这样的声音大小可以吗？”人们无不为之动容，徐匡迪尊师的品质和独特的人格魅力深深打动。

为学，徐匡迪在喷射冶金、不锈钢精炼、炉外精炼、熔融还原以及冶金物理化学、电冶金等领域内的杰出成就享誉海内外，以赤子情怀在中国钢铁业从小到大、从弱到强的历史征程中，立下赫赫功勋；为师，徐匡迪以春风化雨、爱生如子的情怀和不问收获、辛劳耕耘的勤勉，在北京、上海两地的三尺讲台上，播撒知识的种子，培育钢铁冶金的脊梁，收获满园桃李；为官，徐匡迪以战略家的视角、科学家的严谨、实干家的赤诚，创造了世纪之交上海飞速发展的奇迹，又站在全国政协的舞台上继续为民谋福、为国效忠；为人，徐匡迪对家人柔中有刚，对老师恭敬如父，对同事关心支持，对朋友真诚友善，广受爱戴、有口皆碑。诚如徐匡迪所言：“我将永远坚持自己的人生哲学：对党、对祖国无限忠诚，对事业充满热诚，对同志、朋友永远真诚。”

<sup>①</sup> 柯俊，金属材料专家，北京科技大学教授，中国科学院院士，徐匡迪的老师。



# 勇擎钢铁脊梁

——记钢铁冶金专家、中国工程院院士殷瑞钰



殷瑞钰，江苏省苏州人，生于1935年7月，原冶金工业部副部长，钢铁研究总院名誉院长，钢铁冶金专家，冶金流程工程学的开拓者，工程哲学开拓者之一。1953—1957年在北京钢铁学院冶金系学习并毕业；1957—1983年在唐山钢铁公司工作，历任技术员、工程师，钢铁研究所所长、高级工程师，公司总工程师、副总经理等职；1983—1988年任河北省冶金厅厅长、高级工程师；1988—1998年任冶金工业部总工程师、副部长、教授级高级工程师；1995—2001年任钢铁研究总院院长、教授级高级工程师、博士生导师；2001年至今任钢铁研究总院名誉院长。在20世纪90年代，在全国范围内大力

推进连铸技术等六项关键—共性技术及其集成优化。在钢铁工业迅速发展的重要时期，提出钢铁制造流程的整体优化概念。基于对冶金流程工程学的系统研究，特别对钢铁制造流程动态运行过程的物理本质的研究和冶金流程运行动力学研究，提出钢厂应具有钢铁产品制造、能源转换、废弃物消纳—处理和再资源化三项功能。在新一代钢铁基地建设方案的技术决策中发挥了重要作用。在21世纪初，致力于工程哲学研究，发挥了开拓性的作用。主持“高效方坯连铸系统技术的研究”，1998年获国家冶金局（原冶金工业部）科技进步一等奖，1999年获国家科技进步二等奖；主编《钢的质量现代进展》（上、下篇），1997年获国家新闻出版署第八届全国优秀科技图书一等奖，1998年获国家冶金局（原冶金工业部）科技进步一等奖。由于发展我国连铸技术，提出钢铁生产流程解析—集成，钢铁制造流程多维物流管理系统的理论框架和对中国钢铁工业科技进步、结构优化等方面的突出贡献，荣获1998—1999年度中国工程科技奖。2002年被选为日本钢铁学会（ISIJ）名誉会员。1994年当选为中国工程院院士。

殷  
瑞  
钰

勇  
擎  
钢  
铁  
脊  
梁

殷瑞钰，1935年7月28日生于江苏省苏州市一个职员家庭。1947年于苏州晏成中学初中毕业、1953年苏州市第一中学高中毕业，同年考入北京钢铁工业学院冶金系，1957年毕业分配到唐山钢厂工作。此时正值中国实施国民经济第二个五年计划，唐山是中国近代工业发源地之一，唐山钢厂在我国转炉炼钢发展中曾发挥过重要的技术基地作用。虽然当时百废待兴，条件艰苦，但这里是殷瑞钰事业的起点。从此开始，经过不同岗位的锻炼成长，殷瑞钰为中国钢铁工业崛起乃至雄踞世界倾注了毕生的心血。

1957—1983年，唐山钢厂的发展见证了殷瑞钰火红的青春和丰富人生的展开。在这个充满变化的时期，他从一名普通的大学毕业生，逐步成长为车间技术员、转炉工段总工长、技术科副科长。1973年组建唐山钢铁公司后，历任钢铁研究所副所长、所长，1978年提升为工程师，后又历任公司总工程师、副经理等职，并获得高级工程师职称。即使是在1966—1976年间的文化大革命期间遭受不公正待遇，他仍然坚持注意学习科学技术，注意跟踪正确的技术方向，辛勤地耕耘在钢铁生产第一线。在唐钢期间，他先后承担了唐钢第二炼钢车间8吨涡鼓型侧吹转炉的设计和 production 工作；主持并参与了唐钢第一炼钢车间氧气顶吹转炉的改造以及氧气底吹转炉、氧气侧吹转炉的工业性试验；主持并参与了转炉直接拉碳法冶炼碳素工具钢、弹簧钢、海军用锚链钢、半镇静易切削钢和半镇静低合金钢等品种的研究开发。主持并参与了小型顶吹转炉处理中磷生铁和高磷生铁的冶炼工艺以及钢渣磷肥的试验研究。1975年，殷瑞钰在国内首次发现炉渣在转炉炉衬上熔接生长的现象，经研究发现，在特定条件下液—晶共存的转炉终渣有可能熔接在炉衬上，该论文发表在《金属学报》上，引起美国同行注意，为开展溅渣护炉技术提供了启示。从20世纪70年代后期开始，主持解决了从高炉炼铁、转炉炼钢、铸锭、型钢轧制和新产品开发等方面的大量生产技术和技术管理问题。20世纪80年代初期，他在唐钢总体技术改造方案的决策讨论中发挥了关键作用，特别是在选择初轧机还是连铸技术的战略决策判断上，力主停建850初轧机，选择连铸工艺，并主张淘汰化铁炼钢，改为建设大高炉自主炼铁。这为唐钢的技术改造和结构调整把握了正确的方向，从而使唐钢由中型钢厂成为完整的大型钢铁联合企业。他在唐钢从工厂的基层干起，在不同的岗位工作中成长，始终保持着独立思考、不断学习，在实践中深化理论认识，并养成了及时总结和提升认识的好习惯。

1983—1988年，他担任河北省冶金厅厅长，主要负责管理河北省钢铁工业的发展战略、企业领导班子建设、科技进步、生产运行、质量管理和企业管理等方面的工作；参与了唐钢、邯钢、承钢、宣钢等钢厂的技术改造规划制定。同时，在深入基层调查研究的基础上，推动河北省黄金工业的建设和发展，其中包括崇礼、赤城等地区的新金矿建设。五年的努力和决策实施，为河北钢铁工业的发展打下了坚实基础。

1988—1996年，殷瑞钰担任冶金工业部总工程师、副部长，先后主管生产司、科技司、经济调节司、质量管理司、机械动力司、安全环保局、审计局和冶金工业部经济研究中心等部门的工作。主持和参与了20世纪90年代全国钢铁工业的技术进步和战略决策，主持并直接推动了全国钢铁工业在六个关键—共性技术的有序开发与集成，其中包括连铸技术，高炉喷吹煤粉技术，高炉长寿技术，棒、线材连轧技术，流程工序结构调整综合节能技术以及转炉溅渣护炉等关键—共性技术在全国范围内大面积突破和有效集成，并结合及时、有序的战略投资，初步实现钢厂生产流程和技术结构的升级和优化，钢材产品结构改善，使全国钢厂的技术经济指标普遍大幅度提高，吨钢投资额不断降低。特别是在主导钢厂技术结构优化的核心问题——连铸技术的开发和推广方面付出了巨大努力。

1995—2001年兼任钢铁研究总院院长。2001年后任钢铁研究总院名誉院长。基于不断丰富的理论知识和实践经验的基础，对钢铁工业的发展战略、关键—共性技术和钢铁制造流程的解析与集成、钢厂结构优化问题和资源、环境等方面进行长期、系统的研究，殷瑞钰提出了一系列钢厂模式及其结构优化的技术思路和经济评价的观点，对于钢厂工艺技术的进步、产品结构的优化、钢厂合理经济规模的确定以及投资方向、投资顺序和投资强度的优化作了大量研究和评述，形成了具有开创性的新学科分支——冶金流程工程学。经过十年的深入思考和潜心研究，2004年首次出版了专著《冶金流程工程学》，得到国内外学术界、企业界以及政府有关部门的高度关注和肯定。2010年其英文版*Metallurgical Process Engineering*由Springer出版社和冶金出版社联合出版。新世纪以来，以殷瑞钰为首的团队提出的“钢铁制造流程三个功能”的理念，为国家“十一五”规划纲要采用，在钢铁行业中产生了重要影响，并在新一代钢铁基地建设方案的技术决策中发挥了重要作用。在钢铁生产流程的动态—有序运行、钢铁工业及流程工业循环经济和低碳发展等方面都做了大量研究工作，提出钢厂能量流网络的理论概念和低成本、高效率洁净钢制造“平台”集成技术和“一

包到底”的炼铁—炼钢界面技术的理论概念，并推动实施。在21世纪初，作为中国工程院工程管理学部的跨学部院士，致力于工程哲学研究，发挥了开拓性的作用，2007年撰写出版了《工程哲学》专著，2011年其姊妹篇《工程演化论》的专著出版，受到社会上有关学术团体、大学、企业等方面的关注和好评。

殷瑞钰1983年获高级工程师职称，1988年获教授级高级工程师职称。1990—2006年任中国金属学会第五、六、七届副理事长，2006年起为中国金属学会第八届名誉理事长。1994年，殷瑞钰当选为首批中国工程院院士。1994—2000年间，担任中国工程院化工、冶金与材料工程学部主任（三届）；2000—2006年间，作为跨学部院士、任中国工程院工程管理学部主任（三届）。自1994年至今为中国工程院主席团成员。2003年起被选为中国自然辩证法研究会第六届理事会副理事长，并于2004年起兼任该研究会新组建的工程哲学专业委员会理事长。

近二十年来，在殷瑞钰的指导下，中青年科技人才茁壮成长，先后在北京科技大学、钢铁研究总院和东北大学、中国科学院研究生院担任兼职教授或博士生导师，已培养博士后、博士生和硕士生五十多人，为培养我国冶金工程科学人才做出了贡献。他热心学术刊物工作，担任《金属学报》编委、《炼钢》编委会主任和《钢铁》杂志顾问等职。

殷瑞钰也是国际钢铁界的活动家，一直致力于促进我国钢铁界与国际钢铁界的交流与合作，特别是持续推动了中日和中德之间钢铁领域的定期学术交流与合作，在国际上享有很高的荣誉和声望。由于其突出贡献，2002年当选为日本钢铁学会（ISIJ）名誉会员。这一称号是日本钢铁学会的最高荣誉。

殷瑞钰的研究领域主要涉及冶金学、冶金工程、工程管理和工程哲学，历年来发表论文200余篇，出版著作6部。殷瑞钰院士提议并负责主编的《钢的现代质量进展》（上、下篇），对我国钢厂的技术改造和产品质量的提高具有指导价值，在20世纪90年代一度曾是钢厂、院所和科技人员参阅最多的著作之一。该书获1997年国家新闻出版署第八届全国优秀科技图书一等奖和1998年国家冶金局（原冶金工业部）科技进步一等奖。由他领导和参与的“高效方坯连铸系统技术的研究”获1998年国家冶金局（原冶金工业部）科技进步一等奖和1999年国家科技进步奖二等奖。由于殷瑞钰院士在工程科技方面的突出成就，他荣获1998—1999年度中国工程科技光华奖和2008年度何梁何利科技进步奖。

## 大力推动全连铸技术，发展高效连铸

自1988年开始，殷瑞钰在全国范围内倡导并推动实施“以连铸为中心，炼钢为基础，设备为保障”的技术路线，提出了以加速发展连铸工艺为中心，带动炼钢—轧钢乃至整个钢厂生产流程结构的优化。在全国范围内推动连铸技术的过程中，首先解决了连铸机长期不达产的问题，重新研究并制定了连铸设计规范、确定合理的铸坯断面尺寸等参数和铸机合理规模等重要问题。进而提出了全连铸炼钢厂整体优化的技术路线，即“炼钢炉—二次冶金—连铸机三位一体，整体优化，发展全连铸”的优化途径；继而又积极组织和推进以高拉速为核心的高效连铸技术的研究开发和应用，使我国小方坯连铸技术达到国际先进水平，并实现了小方坯高效连铸机工艺、装备的国产化。1988—1999年的十一年间，全国连铸坯年产量由872万吨提高到9387万吨，连铸比由14.67%提高到75.86%，其间我国连铸的发展速度达到了发达国家发展最快时期的水平。2010年我国连铸坯产量达6.26亿吨，连铸比高达99.47%。新世纪以来，他又大力组织并推动了我国薄板坯连铸—连轧工艺、产品的开发和交流，使我国薄板坯连铸—连轧生产工艺进入国际先进行列。这与他作为钢铁行业的技术专家和战略型领军人物之一，善于认识并坚持正确的技术路线，并深入工厂切实推进所做的重要贡献是分不开的。

## 开拓冶金流程工程学科分支学科

殷瑞钰在50年的生产、科研和管理实践过程中，不断地在钢厂整体生产流程和钢厂模式方面进行系统化、理论化和工程化的探索和思考。特别是在20世纪90年代我国钢铁工业技术进步、技术改造和取得的成果中总结经验并进行理论思考，创造性地提出钢铁制造流程中的工程科学问题，指出冶金制造流程中存在着不同时空尺度上的科学问题，即基础科学、技术科学、工程科学三个层次的问题，并从工程科学的高度指出钢铁制造流程的特点是物质状态转变、物质性质控制和物质流管制在制造过程中的有效集成。进而指出钢铁制造流程动态运行的物理本质是：铁素物质流（如铁矿石、废钢、铁水、钢水、铸坯等）在能量流（主要是碳素流）的驱动和作用之下，按照特定的运行程序，在“流程网络”中作动态有序的运行。在“流程”的运行过程中，铁素物质流和碳素能

量流时而“耦合”、时而分离，分别形成了铁素物质流的“流程网络”和能量流的“流程网络”。从而前瞻性地提出了未来钢厂应具有三个功能的新理念：即钢铁产品制造功能、能源转换功能，废弃物消纳—处理和再资源化功能。

殷瑞钰阐述了钢厂结构优化理论的工程逻辑实际上是在制造流程集成优化下的冶金流程结构分析和重组；深入地研究了冶金工序功能集合的解析—优化、工序之间关系集合的协调—优化，钢铁制造流程中工序集合的重构—优化，丰富了冶金学的理论。针对钢厂制造流程的工程分析和钢厂模式研究，从工程设计上归纳并提出了钢铁生产流程运行中的四类典型工程效应，即“临界—紧凑—连续化”效应、“解析—集成”效应、“瓶颈”效应和“动脉—静脉”循环效应；提出不同类型钢厂的结构优化的模式及其经济评估。在此基础上，结合钢铁工业的流程制造业的特点，研究了钢铁制造流程的本质、属性、内涵理论，提出了钢铁制造流程整体优化的理论框架。他将几十年的实践和研究成果探索出具有代表性的专著——《冶金流程工程学》，并于2004年首次出版。该书出版后得到工程学界和企业界的热烈反响，已先后进行了三次印刷，现已成为现代冶金流程优化研究的代表性著作，并已被译成英文版，即将译成日文版。

## 作为首席科学家， 主持并参与熔融还原炼铁技术基础研究

作为首席科学家，殷瑞钰主持并参与了“九五”期间国家攀登计划——“熔融还原炼铁技术基础研究”项目。他所带领的团队经过基础理论研究 with 中间实验研究，提出了有中国特色的低二次燃烧率、中等预还原度两步法的COSRI熔融还原炼铁新工艺流程，成功地完成了规模为2t/h铁的半工业试验，并构想了利用尾气进行发电或制成氢气、二甲醚等工艺技术，申请了多项专利。该项目曾获2000年冶金科技进步一等奖。

## 开拓钢铁工业生态化的研究领域， 为新一代钢铁基地方案制定和建设提供依据

进入新世纪以来，殷瑞钰结合冶金流程工程学的研究，在中国工程院的支持下，主持并参与了重大咨询项目“中国可持续发展的矿产资源战略

研究”、“绿色制造与钢铁工业”、“新世纪20年中国钢铁工业的定位和发展战略”、“流程工业与循环经济”、“我国主要流程工业CO<sub>2</sub>排放的评估及对策研究”和“过程工业与低碳经济”等多项中国工程院咨询项目的研究，并完成了多项钢铁工业发展的咨询报告等新领域的开拓性研究。还负责“钢铁工业生态化模式及其管理和评价体系”、“钢铁工艺流程环境负荷评价体系”等多项国家自然科学基金项目。从工业生态学和冶金流程工程学的理论出发，研究了钢铁工业生态化的概念和内涵，提出了循环经济应是以“3R”（即Reduction、Reuse、Recycle）为原则，进而实现“5要素”（物质—能源—时间—空间—资金）集成优化的新理念，并指出钢铁工业是我国新型工业化进程中的基础性、支柱性产业，同时也应是推进循环经济的优先切入点和重要环节，发挥钢厂的三大功能是钢铁企业融入循环经济社会的有效途径。其研究成果已为国家“十一五”规划纲要所采用，为国家制定中长期科技发展规划和“钢铁产业发展政策”提供了可靠的科学依据，对于推动我国钢铁工业的功能拓展和发展循环经济具有重要的现实意义和深远的社会效益。

他和徐匡迪<sup>①</sup>院士、张寿荣<sup>②</sup>院士等一起，牵头负责中长期科技发展规划“新一代钢铁制造流程”的战略研究，提出要集成现有的先进工艺技术、优化的“界面技术”和新开发的技术，构筑起具有高技术含量、具备三项功能特点的新一代钢铁制造流程，为国家科技部确立“十一五”重大支撑计划“可循环钢铁流程的工艺与装备”提供了重要的科学依据。

作为国家“十一五”发展规划专家委员会的成员，对我国“十一五”规划和发展提出了重要意见。在曹妃甸新一代钢铁新基地的规划与建设过程中，殷瑞钰多次参与工程方案咨询，多次到有关钢厂、有关钢铁设计院作学术报告，并提出在建设具有三大功能的新一代钢铁制造流程过程中，应大胆创新性地采用以5000m<sup>3</sup>以上大型高炉、铁水包多功能化（俗称“一包到底”技术）、铁水全量“三脱”预处理、高效率真空脱气装置、高拉速板坯连铸机为核心的洁净钢生产平台，构成“2-1-2”的流程网络结构（即2座高炉—1座炼钢厂—2套热轧薄板轧机），并提出应以信息化控制的动态—有序、连续—紧凑运行为目标的设计原则等重要的指导性意见，为我国未来大型现代化钢厂建设提出了新思想。

① 徐匡迪，钢铁冶金专家，中国工程院院士。

② 张寿荣，中国冶金界知名专家，中国工程院院士。

## 工程哲学的开拓者之一

殷瑞钰常讲：“有多大的眼光看多大的事，多大的胸怀办多大的事。”他在长期从事钢铁冶金工程科学研究和管理实践的基础上，在新世纪初进一步拓宽研究领域，致力于工程哲学的研究。与汪应洛<sup>①</sup>、李伯聪<sup>②</sup>等院士和专家合作，开展工程与工程哲学的专题研究，经过三年努力，于2007年5月出版了《工程哲学》专著，指出工程需要在哲学层面思考并实现从“征服自然”到“工程与自然和谐”的理念转变。该著作研究了科学、技术、工程的本质和不同特征，以及三者之间的关系。提出了从知识层面看，工程位于“科学—技术—工程—产业—经济—社会”知识链—知识网络中的重要位置，明确指出工程始终是直接生产力，工程创新是创新活动的主战场，工程是构架科学发现、技术发明与产业发展之间的桥梁，是促进产业革命、经济发展和社会进步的强大“杠杆”。各种类型的创新成果、知识成果的转化，归根结底都需要在工程活动中实现并据此检验其有效性与可靠性。进而指出：工程创新需要哲学，工程应是哲学研究的新领域、新边疆。该著作的出版在社会上引起了广泛关注，其理论体系与观点表明，我国在工程哲学的研究水平已居国际前列。2011年其姊妹篇《工程演化论》专著亦已出版，研究、论述了工程的本质、特征和构成工程的模型，讨论了工程演化的动力过程和机制，分析研究了工程演化的过程、规律和趋势。

① 汪应洛，管理科学与工程专家、教育家，中国工程院院士，中国管理工程教育的奠基人和开拓者之一。

② 李伯聪，工程哲学专家，中国科学院院士。



# 板形之先，满井之霖

——记冶金机械专家、中国工程院院士陈先霖



陈先霖（1928.09—2009.01），四川省遂宁县人，生于1928年9月，原北京科技大学教授，冶金机械专家、工程教育家。1949年毕业于上海交通大学机械工程系；1954年起任教于北京钢铁工业学院，历任北京科技大学机械系冶金机械教研室主任、机械系副主任、研究生院副院长、图书馆馆长，中国首批博士研究生导师。曾任：国务院学位委员会第一、二、三、四届学科评议组成员；中国金属学会冶金设备学会理事长；中国机械工程学会机械设计学会管委会委员；中国金属学会《钢铁》杂志编委。长期从事重大冶金设备运行性能的研究，是应用弹性系统动力学理论及断裂力学理论分

析解决重大零件断裂事故的先期工作者之一，在冶金机械力学、强度方面的研究中取得系统的创造性成果。多年来针对武钢、宝钢的宽带钢轧机及攀钢、鞍钢等大型转炉设备在生产中出现的各种重大技术疑难问题，如提高宽带钢轧机板形质量、创制新辊形轧辊、重大设备失效分析及安全性判定等，取得多项重要研究成果，成功地解决了生产中的关键科学技术难题，应用成效显著。曾被国家科委及冶金工业部联合表彰为“六五”国家科技攻关“有重要贡献人员”，被冶金工业部通令嘉奖为“深化移植引进技术工作中先进科技工作者”。1995年被评为全国教育系统劳动模范并授予人民教师奖章。1995年当选为中国工程院院士。

陈  
先  
霖

板形之先，  
满井之霖

为学，他严谨求实、敢为人先；为师，他兢兢业业、无私奉献；为人，他质朴醇厚、无欲则刚。在他81年的生命中，陈先霖始终以坚守者的姿态，穿行于科学界和教育界，人如其名，为霖济物，清辉溢世，灼灼明然。

## 云腾，丰富学识的积累

1928年，陈先霖出生在四川省遂宁县的一个知识分子家庭。天资聪颖的陈先霖勤勉好学，垂髫之年就到私塾读书，深得老师喜爱。“人之初，性本善。性相近，习相远。”从《三字经》、《千家诗》、《幼学琼林》到《唐诗三百首》，中国传统文化中仁爱谦和的思想好似涓涓细流般滋养着他的品行。

近代的中国历经血雨腥风，国家基础建设基本陷于停滞。作为一名铁路工程师的儿子，陈先霖深受父亲的影响，很小便决心投身交通事业，实业救国。1945年，他顺利考入上海交通大学，学习船舶工程。学习一年后，他感觉机械为工业之首，发展实业离不开机器设备，随即转入机械系。

大学四年，春秋易序，陈先霖把精力投入到学习当中，丰富着自己的学识，不断向实业救国的目标迈进。数不清多少个清晨，陈先霖在舍友熟睡时就已起床，日复一日地刻苦学习，成绩出众。然而，孑身在上海求学的陈先霖无依无靠，通过课余在校外打零工维持学费和生活费用。陈先霖当时有两份兼职：为杂志社测绘地图以及翻译英文。虽是谋生的手段，他却也热情投入。测绘让他的绘图功力大增，翻译英文帮他打下了坚实的外语基础。美好的校园生活对陈先霖的影响是深远的，勤奋成为他不变的习惯，实践对学习的促进让他深感学习方式方法的重要。

1949年，新中国成立。陈先霖异常兴奋，百废待兴的大环境下，他决心把自己的本领毫无保留地奉献出来。经过四年学习生活的陈先霖就像一朵饱含学识和理想的云，准备在新中国的舞台上挥洒甘霖。

## 霞蔚，照耀科研的殿堂

新中国成立后，陈先霖被分配至东北重工业部工作。1954年陈先霖来到北京，进入刚刚成立不久的北京钢铁工业学院任教。在这里，陈先霖开

始了他一生科教报国的征程。

陈先霖刚到钢院时，正值我国“一五”计划起步。国家正大规模开展冶金工业的建设。为了国家的需要，陈先霖毅然肩负起责任，把自己一生的精力投入到科研和教育工作中。从炼钢机械到轧钢机械，从生产工艺到机械装备，从实验研究到大规模的工业测试，从经典力学分析方法到现代计算机仿真技术，从钢铁老工业基地鞍钢到现代化钢铁工业的代表宝钢，从国内研制的炼钢转炉到国外引进的大型冷、热宽带钢轧机，五十多年的时间，陈先霖以饱满的热情、勤奋的工作解决了钢铁设备运行中的重大科技难题，完成了一系列国家科技攻关项目。

### 初战攀钢，勇担转炉安全责任

20世纪70年代初，攀枝花钢铁公司安装了我国自行设计制造的3座120t大型转炉。正是这组当时十分先进的设备，成了陈先霖走向科学研究与企业生产结合之路的开端。

1972年，攀钢2号转炉直径800mm的合金钢主轴突然发生断裂。由于当时科技界对于断裂知识的匮乏和“文革”的特殊背景，很多人怀疑这是“阶级敌人”的破坏之举。人心惶惶之际，陈先霖率课题组从主轴的断口特征入手，对转炉主轴的动应力进行了系统测试，运用断裂力学理论，对主轴断裂的现象给予了科学解释：在大幅交变应力的持续作用下，存在于主轴沟槽根部的裂纹缺陷失稳扩展而导致断裂。然而，在当时特殊的时代背景下，这个结论一出立即遭到众多质疑：同样的转炉攀钢有3座，为何独有2号转炉主轴发生意外？陈先霖也因此背负着无形的舆论压力。不过，仅五年之后，1号转炉主轴也发生了同样的断裂现象，这一事实最终成为陈先霖结论正确的有力证明。陈先霖对攀钢120t转炉主轴的失效分析，成为当时将动力学及断裂力学理论成功用于实际工程的典范，他成功破解了实际生产中重大零件断裂事故的发生机理，其研究报告也被多次转载，引起了业内的广泛关注。

1978年，攀钢3座转炉的托圈上也发现与主轴类似的裂纹。转炉托圈是支承和带动总重近千吨的转炉炉体倾动的要害部件，用厚度80mm—100mm的钢板焊成，直径8470mm、自重180t的托圈一旦断裂，800t炉体将会从十多米的高处轰然坠落，炉体内百余吨、千余度沸腾的钢水将立刻化为洪水猛兽将现场的一切吞噬殆尽。面临如此重大的安全隐患，原设计单位提请冶金工业部组织专家对转炉托圈的可靠性进行评估，专家的结论将

决定托圈是否继续使用。这次任务的艰巨性不言而喻：如果结论是“托圈不可用”，那厂方将被迫停产更换托圈，专家可以不承担任何意外事故的责任；但如果结论是“托圈可用”，虽能避免造成经济损失，可一旦结论不准确，出现事故而造成的后果将不堪设想，专家也将难辞其咎。面临这样十分棘手的问题，陈先霖怀揣着对国家经济利益和人员安全的强烈责任感，再次接受任务。受命于危难之际，陈先霖顶着巨大压力，带领课题小组从北京赶赴四川，连续两个月在炉温高达千度的炼钢炉前进行转炉托圈工作应力及工艺参数的实测工作。他还将当时在国内刚刚起步的有限元仿真技术用于托圈三维应力场的分析，终于在1979年做出明确结论：由于托圈上的裂纹不具扩展的条件，3座转炉的托圈均可继续安全使用，不仅无须更换，还可将转炉扩容到150吨。结论一出，闻者愕然：不仅不用更换，而且还能扩容？出了事故谁来负责？为了免除企业的后顾之忧，陈先霖冒着巨大的风险表示愿意承担一切生产责任，他的担保使得厂方避免了转炉停产造成的巨大损失。

然而，此后十几年托圈的安全工作证实了陈先霖结论的科学性。相关文件指出：这一结论所起的作用“实非经济效益数字所能估算”。陈先霖因此也获得中国机械工程学会全国机电装备失效分析预测预防优秀成果一等奖。

## 转战武钢，挑战国外先进技术

在成功完成重大设备失效分析及安全性判定后，陈先霖的科研工作从攀钢转移到了武钢，仍然没有离开企业。时光荏苒，日影横移，陈先霖焚膏继晷，孜孜不倦，为广袤的中国科技之田，带来云霞的光芒。

武汉钢铁公司在20世纪70年代时从德国SMS公司引进了1700mm宽带钢冷连轧机组，这也是我国第一套现代化的冷连轧设备，冷轧薄钢带年产量达到100万吨。但投产后经常发生工作辊辊颈与工作辊轴承黏结的事故，进入80年代后，情况愈发严重，3年内发生事故130余次，每次事故都使轧辊、轴承和轴承座同时报废，不算耽误生产，每次直接经济损失就达10万余元，德方对此一筹莫展。

难题面前，陈先霖再一次临危受命。盛夏时节，“火炉”武汉炙阳如烤，轧钢车间内更是高温难耐，然而已年过半百的陈先霖却带领课题组的老师和学生进行了历时5个月的两次大规模现场测试，完成了系统的理论分析和工程计算，从理论和实践两个方面论证了这套进口设备存在轴承负

载能力不足、润滑方式欠当、轴承座结构不合理等设计缺陷，并将研究结果正式提交给德方。

对于陈先霖给出的结论，德方完全接受并给予书面认可，并积极采取措施，提供改进方案，使得此类事故的发生率大幅降低。德方随即对在实施中的宝钢2030mm冷连轧机的设计进行了改进，避免类似事故重演。汗水浇灌出成功的果实，陈先霖的辛勤付出为国家年均创收280余万元，国家科技进步三等奖的荣誉是对陈先霖实至名归的肯定。

## 校企合作，板形控制成果丰硕

陈先霖不仅在理论知识的应用方面轻车熟驾，在未知领域亦能不畏崎岖，勇攀高峰，他沉稳而轻快的科研脚步一直紧紧跟随世界科技前沿。武钢公司有过这样一笔核算：该项目“年增收金额544.45万元”；在试验与应用的4年时间内“节支金额累计为2450.005万元”。而数据中提到的项目正是陈先霖在宽带钢轧机辊形与板形控制方面的研究成果。

20世纪70年代以来，国际市场对板带产品的板形质量要求愈来愈高，板形控制作为宽带钢轧机的一个核心关键技术，成为薄板生产技术中最前沿、最具竞争性的课题。当时，合计年产量300多万吨的武钢1700mm和宝钢2030mm宽带钢冷连轧机组均从德国引进，占据着我国冷轧薄板生产能力的70%，但在生产中却同样存在着无法避免板形不良的问题。板形不良不仅影响钢板的生产过程，还直接影响板带产品的质量；前者导致产品造不出，后者导致造出的产品卖不出。“海带钢”即是生产现场对板形不良板带的形象描述。

当时，国际上虽有多种轧机机型，如HC、CVC、PC等，但在板形控制方面均未达到稳定和成熟。针对这一难题，陈先霖又一次站在学术科研的风口浪尖。那段时间，陈先霖在研究现场以一贯严谨的态度，亲自编写程序，在计算机上模拟了3000多种生产工况；带领由工厂技术人员和学校科研人员组成的课题组，在冷轧和热轧生产现场进行贯穿全机组的轧件全长取样，成为当时国内外规模最大的工业生产环境下的实物取样。他运用先进的仿真技术，建立支持辊—工作辊—轧件三体接触的复杂有限元模型，编制出辊系变形仿真程序，并进行了大量实验测试。

凭借科学的方法和坚毅的精神，陈先霖完成了以VCR板形控制技术为代表的多项成就。其研究成果应用于武钢1700mm冷连轧机、宝钢2030mm冷连轧机及武钢1700mm热连轧机，使钢厂板形质量明显提高。陈先霖团

队因此获得1993年国家科技进步一等奖，在我国冶金行业科技研究的发展史上写下了浓墨重彩的一笔。

## 敢为人先，计算机仿真拓新路

在科研求知的道路上，清瘦温和的陈先霖不惧挑战、开拓创新的勇气日益彰显。20世纪70年代末，电子计算机的应用在国内刚刚起步，当时学校尚无计算机，全北京的高校和科研院所也仅有几台。陈先霖敏锐地意识到新技术的应用前景，直面“无设备、无基础、缺资料”等实际困难，带领一批年轻教师满怀热情地投入新领域。由于计算机资源紧张，他多方联系，终于得到在北京大学计算机中心上机的机会，但时间却被安排在了凌晨两点至六点。当年，陈先霖与教师们一起骑自行车前往，经常是夜深而出、日出而归，陪伴他们的有漫天繁星的细语，亦有狂风雨雪的呼啸。天道酬勤，陈先霖等人终于完成了一个科研项目的三维有限元的仿真工作，撰写的两篇学术论文在国外科技期刊上发表后取得良好反响。不久，他率领一批年轻教师组建了计算机研究室，引进了学校第一台电子计算机TQ-16，学校从此跨入运用计算机开展教学和科研活动的新时代。

20世纪80年代初，学校购进了第二台计算机M150，安装了用于结构分析的大型有限元仿真软件SAP5。该计算机的输入靠卡片、输出靠打印、使用要排队。年过半百的陈先霖经常出现在预约上机的青年教师和研究生中间，成为计算机中心一道特别的风景。也正是从这个时期开始，陈先霖带领他的团队，步入板带轧机板形控制的研究领域。

20世纪90年代初，计算机应用进入到PC时代，但硬件和软件尚不具备进行大型三维有限元计算的条件。陈先霖将专业理论与计算技术巧妙结合，设计并编制了变厚度有限元仿真程序，在采用DOS操作系统的PC机上，实现了多辊轧机辊系变形的高精度仿真，开发出变接触支持辊轧制技术VCR，在武钢等钢铁企业应用，获得了国家科技进步一等奖。陈先霖还应邀在法国召开的国际轧钢会议上作报告，其学术论文也在英国著名学术刊物*Steel Technology International*上成功发表。诸多成就，确立了陈先霖在板带轧制与板形控制研究领域的突出地位。

进入21世纪，德国、日本等国的冶金设备制造商开发了多种以高精度板形控制为重点的板带生产技术和装备，并向钢铁工业大发展的中国积极推销，这在促进中国与国际接轨的同时也使得国内钢铁企业在技术开发和设备引进上难以抉择。陈先霖就此进行了大量的理论和工程实践工作，系

统地阐释了热连轧机组的“上游”与“下游”、冷连轧机组的“门户”与“成品”、板形控制中辊缝横向刚度的“刚性”与“柔性”、轧辊非对称磨损的“危害”与“利用”等关系，提出了“机型、辊形、控制”一体化的板形控制理论，为提高国内钢铁企业板带生产装备的建设水平和产品质量做出了重大贡献。

科研路上的前行者陈先霖，在谈及引进技术的消化吸收与自主创新的关系时说：“对引进的成套技术和装备，应区别其中大量的一般先进技术部分和核心的技术密集部分。对前者可以用常规方式处理，并逐步减少引进；对后者则宜组织专门力量进行有深度的消化和跟踪。”陈先霖笃信“外国的月亮不一定比中国的圆”，他以敢为人先的精神、不辞劳苦的品格和创新求实的态度，为我国板带冶金机械事业做出了巨大的贡献。

## 雨润，滋养教育的良田

陈先霖执教杏坛半个多世纪，在北京科技大学这片热土上洒下了珍贵的甘霖。苏轼有云：“博观而约取，厚积而薄发，吾告子止于此矣。”教书育人，是一种缓慢的智慧释放。陈先霖为师55载，厚积薄发，精益求精，宽严相济，桃李满园。

### 细致教学，坚守讲课1：10原则

陈先霖曾在一篇名为《谈谈课堂教学的基本功》的文章中提到了讲课的要求，包括“讲课要有一个设计”和“讲课要1：10”。讲课的设计包括内容设计和表达设计：内容设计即选材和组织思路，而表达设计则涵盖讲稿的设计，这些因素成功与否直接关系到教学效果的好坏。陈先霖经常讲这样一个故事：“二战”期间英国首相丘吉尔以即兴演讲精彩而著称，后人从其子的回忆文章中得知，丘吉尔在凡有集会的前一天都要花整晚的时间做准备，哪怕演讲的时间只有五分钟。陈先霖认为“精彩来自于精心的准备”。因此，无论是课程内容设计还是讲课和板书的表达设计，他都会在前做好充足的准备，甚至是黑板的哪个地方写哪个公式，一节课黑板需要擦几遍这样的小细节，他都能做到运筹于心。

2006年11月，陈先霖应邀为本科生讲课。在讲课的前一天晚上，他缓缓走到教室的最后一排坐下，请陪同的教师一页一页地播放上课的课件，并用话筒试音。他则仔细地听着、看着，认真地记录下课件中有待改进的

地方。如此严谨，是担心最后一排的学生看不清或听不到。作为一位古稀之年的教授，陈先霖为这短短的一堂课足足准备了3个月，他用实际行动躬亲实践着“讲课要1:10”的原则。此后因身体原因，他告别了钟爱一生的讲台，这节课也就成为了他为学生上的最后一堂课，但每一名听过他讲课的学生都会将老师的隆情厚意永铭于心。

字斟句酌和厚积薄发使得陈先霖的课堂上下连贯，因果呼应，张弛有度，一气呵成，每一节课都像章回故事一样高潮迭起、紧张生动。学生们都风趣地评价“听陈老师讲课，是一种享受，厕所都舍不得去。”

## 进厂下乡，助学生在实践中成长

“千里之行，始于足下。”熟悉陈先霖的人有一个共识：“他把教学科研的重心放在企业，走对了路。”这是对陈先霖多年来将研究生教育、科学研究和企业技术变革紧密结合的真实概括，也是北京科技大学“学风严谨、崇尚实践”光荣传统最生动的写照。

1954—1966年，除了兢兢业业的课堂授课，陈先霖必不可少的一项工作就是每年两次带学生下厂实习。现场教学的同时，为工厂完成一些试验、测试和技术革新。他将工厂考察幽默地称为“了解机械设备的日常‘生活’”，并希望学生从“学会如何与工人一起工作”中受益。

谈起与企业合作进行科研和研究生的培养，陈先霖有三点体会，他说：第一，没有实干的态度就建立不起良好的企业人际关系，没有成果就不可能最终为企业所承认；第二，校企合作是一种互补关系，要拿出企业拿不出的东西；第三，高校有不同于科研院所的特殊优势，那就是有人数众多的研究生群体，特别是博士生群体，他们掌握着最新的理论方法、计算机武器和现代实验技术，如果培养得当，完全可以成为一支深入到生产中去 of 的科研生力军。

自20世纪70年代来，陈先霖先后与攀钢、武钢和宝钢进行了校企合作。学校课堂与工厂车间的紧密配合，有效地缩短了科技成果转化为生产力的转变周期，为国家创造了更多的物质财富。这对学生的研学也有着深刻的影响。学生回忆说：“陈老师具有踏实、严谨的治学风范。二十多年来他长期坚持深入现场，进行艰苦的测试工作。在陈老师的影响下，几代学生都秉承了不怕吃苦受累、坚持深入现场的传统，给现场人员留下了深刻的印象。”

1973年，首批采用推荐与考试结合录用的“工农兵”学员进入学校。



陈先霖与9名教师组成教学集体，带领冶金机械73级5班进行教育改革试点。从基础课、技术基础课、专业课内容改革，到深入钢铁企业开展现场教学活动，各处都离不开他的身影。他还积极参与春秋两季的农收实践。收割、扛拉、收捆，不顾骄阳的照射、不顾学生的劝阻，这位身体力行的师者，一个人扛起一百多斤麦子，一步一步，从地里走到地头，待到上车、上架等一系列环节结束后，这才腾出时间，擦拭额上的汗水，呼吸谷物成熟时吐出的别样芬芳。在那段与学生“同吃、同住、同劳动”的时光里，陈先霖与同学们结下了深厚感情，每当同学们在谈到这段经历时，对陈老师的敬佩之情就溢于言表。

### 注重德育，强调“敬业”、“严谨”、“内心健全”

德才兼备是陈先霖育人的重要理念。他认为，教师的责任不仅是传授知识，更是要培养合格的人才。所谓人才，不但有知识，还要有文化；不仅有学问，更要有品格；不但会做事，还要会做人。从传授知识到培育人品，再到教学生做人，是一个又一个台阶。关于德育的特殊性，陈先霖特别强调了“培养学生的敬业精神”、“培养学生严谨的学风”和“开导和熏陶学生铸造一个健全的内心世界”三个方面。

针对培养学生的敬业精神，涉及对人生的追求以及执著的人生态度。陈先霖认为生活的历程是不可逆转的，但是可以随时加以修正，教师应该帮助学生发挥这种修正的作用。教学多年以来，陈先霖一直注重言传身教。他是学生们的良师益友，会把学生空着的生僻字补上，把学生常犯的错别字暗自改正，把学生洗坏的账本用塑料壳套好，把每个年轻人的名字亲切地挂在嘴边。他以身作则，让学生们在耳濡目染中真正学会敬业。

作为一名工程教育家，陈先霖非常重视学生严谨思维习惯的养成。他的学生讲过这样一个故事：“记得一次在翻译一篇文章时，自己认为陈老师将原文中的‘optional’译为‘可选的’是错误的，我认为应该译为‘最优的’，就说陈老师错了。陈老师没有否定，而是说，‘也许你是对的’，并马上拿出字典进行查询，发现是我把它混淆为‘optimal’了。但是陈老师并没有责怪我，反倒像小孩一样得意地说，‘看，还是我记对了吧。’”

陈先霖在学生的小错误上十分宽容，但在关乎治学态度时却不留情面，他曾在会议上当面指出弟子的不严谨之处，坚决遏止学生投机心理。陈先霖说：“搞科学技术容不得粗制滥造，更容不得弄虚作假。”2001年，学校组织的一次重点学科申报工作汇报会上，陈先霖认为汇报人准备的材

料不够充分，甚至在一些关键数据上出错。他坚决地说：“材料如果是这样的，我们就应该放弃申报。”陈先霖一贯的严格要求成为其学生日后有所建树的重要鞭策。他的学生也从陈先霖的一言一行中体会到：只有一个内心丰盈的人才可能在纷繁世界中独立清守、成就自我。

做好德育工作一直是陈先霖的教学追求。他认为一个人的内心世界是一个非常复杂的结构。“德育的范围很广，从世界观、人生观、价值观到政治方向、道德情操、精神品位等等。”

## 霖颂，奏响一生的赞歌

陈先霖把自己的一生献给了他钟爱的冶金机械领域。正是严谨、朴素和执著绘就了陈先霖人生的壮丽华章。

他注重身教胜于言传。陈先霖结婚后一直忙于教学和科研，妻子在学校附属小学工作，两人婚后即双双投身教学事业。夫妻两人白天工作，晚上在家中备课，年幼的儿女也会拿起书本，一板一眼地学着父母严肃认真的样子进行紧张的“备课”。几十年如一日，正是陈先霖的影响让家中书香如蝶，满室翩跹。

他喜爱绘画。受其母亲的影响，陈先霖非常喜爱绘画，尤其热爱绘制地图。地图能够精密准确地反映客观存在，陈先霖在做学问和做人上也体现出这样的特性。2008年北京奥运会期间，陈先霖因病在家休息。他每天通过电视报纸，关注奥运圣火的传递情况，绘制出火炬在全球的传递路线，火炬途经的百余座城市，几乎无一遗漏。陈先霖讲课所用的幻灯片图文并茂，学生和同事们都喜闻乐见。但很少有人知道，所有配图在扫描成电子版之前，都是他一笔一画亲手画在纸上的。陈先霖自大学起不安排午睡，工作后利用中午时间整理资料然后绘制配图，一毫一厘都十分用心。他曾说自己退休后最想做的“一是看古典小说，二是绘编地图”，言语之间，流转的是一份朴素的挚爱。

他看待科研高于自己的生命。2008年患病后，陈先霖的体质每况愈下，但却刻意向学校和学生隐瞒病情。在完成了企业的一个研究课题，提交完一生中最后一份研究报告后，他在学生面前表现出一种别样的轻松。这时候，学生们都不曾料到，陈老师的时日已不多。2008年年末，他重病的消息终于为人所知，这对陈门弟子来说不啻于晴天霹雳。当日前去看望的每一个人在静默的沉痛中来到老师的病榻之前，学生们泪眼婆娑却又不

敢涕泣。春风化雨，陶熔鼓铸，他博学海纳的教师形象，光明磊落的透明心界，宽厚包容的博大胸怀和通世达观的大家风范，所有一切，无不令人感怀。

陈先霖敏而好学，是孜孜不倦的“求学徒”；严谨无畏，是求真创新的“领航员”；行远自迩，是博学开通的“牧羊人”；淡泊名利，是润物谦然的“万世师”。正如他墓碑上的双箭头字母“C”（源于其大学设计的毕业徽形象）和环绕着的橄榄，让人感到简约平和而力量饱满。陈先霖的一生，虚怀若谷，专心致志，实事求是，决不附和。他漫漫求索的是科学的真理和教育的境界。而这些追求的实现，恰是他内心真正的自由与坦然。面对这样一位机械专家和工程教育专家，面对陈先霖曾经行走中的形象以及他身后那一行行脚印，人们似乎能感觉到，自己身上的那些平庸与浅薄，那些拿不起放不下的东西，正一块块脱落、粉碎，甚至察觉到内心深处的某种觉悟、清洁和升华。

《说文》有言：“霖，雨三日以往也。”好一场润物无声的甘霖！

## 核事业发展的“动力源”

——记核材料专家、中国工程院院士周邦新



周邦新，江苏吴县人，1935年12月生于湖北武昌，上海大学教授，核材料专家。我国核材料和核燃料元件领域著名的科学家和学科带头人之一。1956年7月毕业于北京钢铁工业学院金相及热处理专业；1956—1970年先后在中国科学院物理研究所和金属研究所工作；1970年以后在中国核动力研究设计院从事核燃料及材料方面的研究，1987年晋升为研究员，1998年后任上海大学教授、博士生导师。长期从事材料方面的研究和开发工作，曾多次主持和参加了高难度科研项目的攻关工作，取得了丰硕的成果，为我国核动力事业的发展做出了贡献。先后17次荣获国家、部、省等颁发的各种荣誉

称号。曾担任中国核学会理事，中国核材料学会副理事长、中国材料研究学会理事、中国腐蚀学会高温腐蚀专业委员会委员、四川省电子显微镜学会理事长、上海市显微学学会理事长、国务院学位委员会第四届学科评议组成员、国家自然科学基金委员会工程与材料学部学科评审组成员等职务。1995年当选为中国工程院院士。

《诗经》云：周虽旧邦，其命维新。纵观五千年悠悠中华文明史，革新是民族发展的原动力。放眼瞬息万变的当今世界，科学技术的创新发展已经成为推动人类前进的原动力。之所以取名“邦新”，周家从小就希望他能够成为祖国科技创新的“动力源”。

周邦新视科技工作为使命，置祖国利益为最高，在核材料领域打拼半个多世纪。他为钢而动投身工业建设，为核而动献身核材研发，为教而动致力人才培养，为国而动服务国家需要，用实际行动参与我国核燃料元件的研发和生产，不愧为我国核事业发展的“动力源”。

## 为钢而动：树立钢铁报国志愿

周邦新出生在20世纪30年代的中国。近代中国风雨飘摇，历经血雨腥风。成长于这个时期的周邦新从小就把自己的命运与祖国的需求紧密结合起来，树立起钢铁报国的志愿和理想。

### 响应号召，报考钢院

周邦新1935年出生于湖北武昌，祖籍苏州木渎，祖父是前清秀才，周邦新从小就在“科技强国”的思想熏陶下成长；父亲一生从事道路建设和房屋建筑等工作，早期参与陇海铁路建设。抗日战争爆发后，全家被迫居住在成都郊区的簇桥镇，周邦新在那里度过了他的童年。抗战胜利后，1946年春天周家回到了阔别多年的故乡——苏州木渎。江南水乡独有的美景让周邦新印象深刻。同年秋天，周邦新考入了镇上民办的初中，第二年转入苏州城里的吴县县立中学<sup>①</sup>。离开家庭，住校求学，他跨出了人生独立生活的第一步。在遐迩闻名的沧浪亭旁，周邦新度过了难忘的中学生活，他在知识的海洋中无拘无束地遨游，尽情汲取着科学知识的营养，为自己的科技人生打下了坚实的基础。

1949年苏州和上海解放后不久，周邦新的三个姐姐先后参加革命。1950年，国内掀起了抗美援朝运动，学生“参干”进入高潮，当时周邦新就读于苏州第一中学高中，在接受爱国主义教育后逐渐认识到个人前途与祖国命运的紧密联系。当时国家正需要大力发展工业，战争前线需要钢铁材料制造武器。凭借着这一朴素的念想，周邦新在1952年的高考志愿书上

<sup>①</sup> 现为苏州市第一中学，原坐落在沧浪亭旁边，1952年搬迁至草桥。

面填写了：北京钢铁工业学院。

1952年，怀揣着投身钢铁工业建设的理想，周邦新作为第一届学生踏入了北京钢铁工业学院的大门，在这所满载着北洋大学、唐山交通大学等五大著名院校矿冶学科炫彩光华的学校中开始学习。周邦新和其他同学一样，将钢铁工业视为自己的终身事业，迫切地想要学习炼钢和炼铁方面的专业知识。不过，由于大多数同学抱着相同的信念，希望就读钢铁冶金专业的同学特别多，于是学校号召青年学生学习金相热处理等其他专业，在更广阔的平台培养钢铁工业需要的人才。周邦新想，调剂专业是学校的需要，自然也是党和国家的需要，于是就响应号召将专业改换为金相热处理。虽然当时对“金相热处理”一点都不了解，不过一想到这是党和国家的需要，也是钢铁工业的需要，周邦新的学习立刻就有了动力。

钢院那时生活条件并不算好。第一年，由于校舍正在建设，周邦新和同学们都寄居在清华大学的校园里，那时刚刚兴建的“八大学院”<sup>①</sup>都在清华大学上课。清华园中“比学赶帮超”的学习氛围十分浓厚。第二年，钢铁学院的校舍初具规模，荒芜的满井村成了胸怀矿冶理想的钢铁学院师生们的主战场。由于建校伊始环境简陋，周邦新和同学们最初只能在大席棚里面上课。课后，由于宿舍还没有安装电源，周邦新和同学们只能在宿舍里面点蜡烛自习，微弱的烛光也让他的视力急剧下降。教学条件虽然十分简陋，但是钢铁学院的老师们上课都十分投入，学生的学习动力也十足。回忆起大学时的学习生活，周邦新印象最深的老师就是柯俊<sup>②</sup>和徐祖耀<sup>③</sup>。柯俊先生主讲金属物理课程，枯燥的相图和相变被柯先生讲得生动鲜活，尤其是柯先生用幻灯投影出他在英国研究贝氏体相变时的显微组织照片，通过仔细分析显微组织形貌的变化，揭示了相变过程的深奥机理，点燃了周邦新对研究金属材料的兴趣。周邦新回忆：“柯先生和徐先生讲课时都不是简单地罗列理论知识，而是将自然科学规律与个人研究体会融合在一起，深入浅出，通过极具条理性的逻辑推理得出最终结论。每一个观点的讲授都让我印象深刻，可以说正是这些大师们的授课方式和讲解内容

① 1952年院系调整，中央有关部门选定在北京西北郊建设“学院区”，统一集中建立了第一批（8所）高等学府，“八大学院”之名就此产生。这八所大学今天分别是北京航空航天大学、中国地质大学、中国矿业大学、北京林业大学、北京科技大学、中国石油大学、北京大学医学部、中国农业大学。

② 柯俊，材料物理学及科学技术史学家，中国科学院院士，北京科技大学教授，周邦新大学时的老师。

③ 徐祖耀，材料科学家，中国科学院院士，原北京科技大学教师，周邦新大学时的老师。

点燃了我对材料科学的兴趣。”

除了在课堂上孜孜不倦地求学，周邦新还积极参加一些生产实践活动。钢院建校伊始就确立了鲜明的实践教学特色。所有学生都要积极参加认识实习和生产实习，到工厂去参观、实践，在生产一线学习专业知识和技能，周邦新也不例外。在工厂的热处理车间，周邦新虚心地向工人师傅学习炉温控制的技巧，跟随着工人师傅通过观察炉火颜色判断炉温。他努力将手、眼、脑协调起来，一次不行两次，两次不行三次，终于学会了现场判断炉温的本领。后来在英国访问工作期间，周邦新通过肉眼判断实验室的盐浴炉温度显示不准确，英国同行一开始对他的判断充满质疑，但是通过更换热电偶重新测量温度后，证实周邦新的肉眼判断完全准确，这个“绝活”让英国同行称赞不已。

回想起自己在钢铁学院的学习生活，周邦新动情地说：“我在上大学前对于钢铁材料方面一无所知，在钢院四年的学习生活我不仅学到了扎实的科学知识和专业技能，同时也坚定了投身祖国建设的决心和信念。”诚然，为钢而动的周邦新从钢铁学院扬帆起航，开始了他绚丽恢宏的人生旅程。

## 研发硅钢，献礼国庆

1956年，大学毕业的周邦新分配到了坐落于北京的中国科学院应用物理研究所<sup>①</sup>。来到物理研究所后，周邦新开始接触真正的研究工作，他被充满奥秘的自然科学现象和规律深深吸引。在物理所，周邦新遇到了从国外学成归来的科学家颜鸣皋<sup>②</sup>、李恒德<sup>③</sup>和陈能宽<sup>④</sup>，他们严格的学习态度和严谨的科研作风让周邦新受益匪浅。颜先生把英文资料一边念一边为他讲解的情景，李先生利用碘化法提纯钛实验时把零点零几毫米细的钨丝和粗钨电极连接到一起的方法画在纸上交给他的情景，周邦新至今仍历历在目、记忆犹新。在几位先生的指导下，周邦新很快掌握了铜板织构和碘化法提纯钛两个课题的研究实验方法，并做出了有意义的成果。

1958年，轰轰烈烈的“大跃进”运动开始了，周邦新和同志们开始讨

① 现更名为中国科学院物理研究所。

② 颜鸣皋，金属物理学家、航空材料专家，中国科学院院士，周邦新在物理研究所工作时的老师。

③ 李恒德，核材料、材料科学专家，中国工程院院士，周邦新在物理研究所工作时的老师。

④ 陈能宽，材料科学与工程专家、核武器科学家、爆轰物理专家、金属物理专家，中国科学院院士，“两弹一星功勋奖章”获得者，周邦新在物理研究所工作时的老师。

论如何用研究成果向祖国献礼。当时，德国人首先报道了铁硅合金中获得了集中的立方织构，由于保密原因，制作过程在文章中并未叙述。在金属材料领域，用铁硅合金轧成的薄板一般称为硅钢片，是广泛应用的软磁材料，这种金属晶体的[001]方向是易磁化方向，因此如果能在加工过程中把每个晶粒的[001]方向都按一定的方向排列起来，就可以大大提高硅钢片的磁性性能。在世界范围内，将[001]方向沿薄板轧制方向排列起来的单取向硅钢片已经于1935年研制成功并在工业上得到推广应用，而如何制备双取向硅钢片却一直是一个难题。双取向硅钢片的优点在于，不仅沿着轧制方向是[001]，垂直于轧制方向也是易磁化的[001]方向，这样就形成了立方织构。但是，铁硅合金的晶体结构与铜、铝等金属不同，获得立方织构不是那样容易。在那个热火朝天的“大跃进”年代，物理所的同志们为了向祖国献礼，很快将研究“铁硅合金中立方织构的形成”确立为重点课题，主要参与者除了周邦新，还有曾在国外从事过金属变形、再结晶和织构研究的陈能宽先生。在“以钢为纲，全面跃进”口号的指引下，物理所的同志们都干劲十足，周邦新和同事们不分昼夜地开展研究工作，制定了阶段性的献礼计划，推动了研究工作的进程，当年年底试验便取得了成功。

1959年，苏联科学院为了庆祝我国建国10周年，向中国科学院约稿，周邦新参与的《铁硅合金中立方织构的形成》被确定为其中的一篇。周邦新在陈能宽先生的指导下开始了文章的起草，他在图书馆待了两天，写了近万字，将自己的研究结论和实验心得分条目罗列起来。后来，周邦新的文章初稿经过陈能宽先生的修改和翻译，赶在10周年国庆前发表在苏联《金属物理与金相学》杂志上。这项研究工作在国外刚刚发表结论的一年内便宣告成功，获得了国内外的广泛关注，也开启了周邦新的学术人生。提起那段激情燃烧的岁月，周邦新感慨颇深：“那个时候为了祖国工业发展的需要，不畏艰难地拼命工作，最终取得了成果，同时也树立了自信心。从那时起我深刻地认识到：外国人能够做出来的，我们通过认真踏实地工作，也一定能够做出来！”硅钢片的研究经历在周邦新的心中埋下了坚定的信念，这个信念驱使他在后来的学术生涯中能够不断攻坚克难，屡获佳绩。

## 为核而动：献身核材研发事业

1954年，世界上第一艘核潜艇试航，核动力工业成为各国努力发展的



关键领域。新中国成立后，从1955年开始，党中央就高度重视核工业的建设和发展，在1960年苏联专家撤离中国后，从全国范围内选调了一大批各学科的专家加强了核工业的建设。周邦新深刻明白核工业对于新中国的重要意义，义无反顾地投身到核材料的研究工作中去。

## 辗转沈阳，远赴英伦

1960年，陈能宽先生带领周邦新等三十余人从中科院北京物理所来到沈阳金属研究所<sup>①</sup>工作。当时正值三年困难时期，沈阳的工作条件异常艰苦，在一段时期中，周邦新和同事们每天只能靠着四两粮食勉强维持体力，粮食不够就掺一些苦涩的树叶。到了过年，他们终于可以吃一点荤腥，不过只限于黄豆、海带和炸鱼之类。在艰难的生活条件下，周邦新也曾想到放弃和退缩，但是一想到祖国发展的需要，他马上又充满了斗志，全身心地投入到工作中。

那时，学术上崭露头角的周邦新作为学术骨干，开始独立承担一些科研任务。为了进一步研究体心立方金属中立方织构的形成机理，他开始进行多种体心立方金属单晶体的形变、再结晶和织构的研究。在物理所工作时，周邦新曾经看到很多老同志们都在从事生长单晶和研究单晶体的变形问题，因而他选定了钼单晶为研究对象，后来又研究了铌、钨和铁硅合金的单晶。在张沛霖<sup>②</sup>、郭可信<sup>③</sup>等先生的指导下，周邦新在钼单晶的形变和织构方面取得了一些研究成果，后来在全国学术会议上作了报告，得到了学术专家们的好评。钱临照<sup>④</sup>先生还将文章推荐到《物理学报》上发表。

1961年，为了国家需要，金属所成立了铀的化学冶金和物理冶金两个研究室，主要从事核燃料的基础研究和应用研究工作。周邦新参加了由张沛霖先生领导的铀物理冶金室工作，开始了持续一生的核燃料及核材料研究工作。由于金属所的研究工作刚刚起步，加之核事业保密性的需要，周邦新和同事们主要从事一些为核事业发展服务的“外围”科研工作，通过几年的工作，积累了不少核燃料领域内的经验和知识。

1964年底，金属所通知周邦新去英国访问学习两年，他又开始了英伦

① 现更名为中国科学院金属研究所。

② 张沛霖，物理冶金学家，中国科学院院士，周邦新在沈阳金属所时的老师。

③ 郭可信，物理冶金和晶体学家，中国科学院院士，周邦新在沈阳金属所时的老师。

④ 钱临照，中国科学院院士，我国金属晶体范性形变和晶体缺陷研究以及物理学史研究的奠基人之一。

访问交流之旅。一开始，他前往纽卡斯尔大学冶金系，跟随佩奇<sup>①</sup>教授研究了金属变形时屈服前的“微屈服”现象。在英国的第二年，为了能够多了解一些国外的科研工作情况，周邦新联系了剑桥大学冶金系，选择了低合金钢中合金碳化物析出过程的研究方向。在实验中他第一次接触到了电子显微镜，这为他后来在科研工作中如何应用电子光学仪器来研究解决材料中的科学问题打下了基础。在英国的两年时间，周邦新近距离地接触了西方的研究环境，对于西方学者忘我的工作精神和严谨的学术态度印象深刻，同时也坚定了为祖国工作、在科学研究中取得成果的信心。在周邦新看来，中国和西方的差距并不大，只要坚定信心，攻坚克难，努力工作，一定能够迎头赶上。

## 攻坚克难，勇攀“锆”峰

回国后，由于沈阳市环境保护的需要，金属所停止了核燃料方面的科研工作。1970年，周邦新和一些同事集体调动到四川“三线”，开始了长达28年的核材料和核燃料的研究工作。远离了城市的纷纷扰扰，周邦新来到了峨眉山下青衣江畔。身处仙境般的山水怀抱中，他的工作干劲又加了几分。不过，由于核动力研究设计院刚刚起步，他们的工作条件十分简陋。他们住在乱石堆砌的“干打垒”<sup>②</sup>中，走在泥泞的黄土路上，上下班还要冒着“生命危险”<sup>③</sup>在狭窄的田埂上面骑自行车。但是，这一切对于有了明确工作方向的周邦新来说都不算什么，那时的他浑身都充满力量，一心想要为祖国的核动力事业做出一点成绩。

1970年，中国第一艘核潜艇试航，周邦新所在的二机部909研究基地<sup>④</sup>开始从事陆上模式堆的研究实验工作，为核潜艇的系统工程服务。一次，核燃料元件的生产厂由于生产质量问题濒临停产，生产技术人员经过一番努力始终未能找到问题发生的根本原因，于是将这个难题交给了周邦新所在的课题组。众所周知，核潜艇的动力来源于反应堆，依靠核燃料铀-235的裂变反应提供热能后再转变为动力，而核燃料外面的包壳材料不仅要及时将裂变反应产生的热传递出去，还要防止放射性物质的泄露，因此包

① 英文名为Petch，发表了著名的Hall-Petch Equation。

② 干打垒，一种简易的筑墙方法，在两块固定的木板中间充填黏土。

③ 田埂过于狭窄，骑自行车通过十分危险，周邦新的工作单位曾发生骑车时跌落致死的事故。

④ 现更名为中国核动力研究设计院。

壳材料的制造和性能一直是核事业发展的关键问题。这次质量问题出在核燃料元件的包壳表面产生了不均匀腐蚀的“小白点”，直径只有0.1mm—0.5mm，但却导致废品率直线上升。这种包壳采用的是锆合金材料，内部装有可发生核裂变反应的二氧化铀芯块，因为核燃料元件在反应堆中的运行工况十分苛刻，为了安全性和可靠性，对生产过程的质量控制和要求也十分严格。面对困难和挑战，周邦新和同事们开始了技术攻关。由于是第一次接触锆合金材料，周邦新开始也一筹莫展，燃料元件棒的生产直接影响了核潜艇的工程进度，工作的压力越来越大。有着扎实的理论基础和实践经验的周邦新在困难面前，首先想到用电子光学仪器对样品表面的“白点”进行微区的物质结构和成分分析。经过反复的检测，他发现“白点”部分的成分与其周围金属基体有一些细微的差别。找到了线索，研究工作终于迎来了曙光，周邦新和同事们又开始思考成分变化的原因。制造一件产品需要经过许多生产工序和环节，每一个环节又有许多影响因素，当产品最终出现质量问题时，想要追查究竟哪一道工序的哪一个因素出了问题，的确是一件非常麻烦的事情。周邦新深入到生产工厂，与工人师傅一起生产劳动，走遍了生产线上的每一个车间和每一道工序，将生产中的方法和数据进行比对，之后又进行了大量的模拟实验，终于发现了生产中的问题所在，揭开了“白点”形成之谜，赶上了工程要求的进度，挽回了重大经济损失。这项研究成果后来于1978年获得了全国科学大会奖。

这项工作让周邦新深深感到，成功就需要在困难面前再坚持一下。找到困难和发现问题，成功也就有了希望。在困难和压力面前，经受住挑战的周邦新也对锆合金材料产生了浓厚的兴趣，继续致力于锆合金在核电工业中的应用研究。当前，周邦新团队正致力于研究开发高性能的锆合金材料，满足核电工业因降低成本而要提高核燃料燃耗的需要，以期推动我国核电工业的发展。

### 把握前沿，情“铀”独钟

在中国核动力研究设计院工作期间，周邦新解决过大量核燃料元件生产及应用领域中的问题，先后担任过组长、室主任和所长。在担任领导工作期间，无论行政工作多么繁忙，他都没有脱离过实验研究工作，很多科研问题和实验过程他都亲自参加，尤其是用电子显微镜观察材料中的显微组织以寻找影响材料性能的原因这类研究工作。在进行这类实验工作时，他每次都能在实验、观察、分析和思考中发现问题，找到解决问题的灵

感。在这期间，周邦新还主持开展了新型燃料元件方面的研究开发工作。

1990年，在周邦新担任所长期间，所里承担了研究堆用低浓铀板型燃料元件的研究和生产工作。国际原子能机构规定，和平利用核能的研究堆中，所用核燃料的铀235富集度不能超过20%，如何在这种限制下维持研究堆的运行成为一个难题。研究发现，通过改变核燃料的组成，可以在相同体积的核燃料中含有更多的可裂变物质。这表明，即使降低了铀235的富集度，用这种新组分核燃料物质制造出的燃料元件，在核反应堆中也能维持核裂变反应。这样，利用铀密度相对高的 $U_3Si_2$ 替代铀密度相对低的 $UAl_x$ 或 $UO_2$ 做成燃料元件后可以实现这一目标，这就是用铝合金为包壳的 $U_3Si_2$ -Al弥散板型燃料元件。当时，这种燃料元件虽然在国外已经得到应用，但是国内还没有生产过，也没有应用过。就在那时，某国主动联系我国，并签订了一份提供两批研究反应堆所需60个核燃料组件的供货合同。那时研究所里虽然进行过制造这种燃料元件的科研工作，但是要从研究层面跨越到批量生产，还有许多工艺需要完善，还有不少工艺设备需要购置、安装和调试。特别是生产过程中质保体系的建立和论证尤为重要，因为这是保证产品质量安全可靠的关键。在前所未有的压力和挑战面前，担任所长的周邦新没有推辞责任，毅然接受了这项艰巨的任务。作为这项任务的指挥员，周邦新没有丝毫的退缩和胆怯，指挥着科研队伍开始了由科研跨越到批量生产的攻关。由于生产的产品是用在核反应堆中的燃料组件，绝不能出半点差错，周邦新在组织好一支骨干力量之后，没有停留在“开会”指挥的模式上。他亲自深入生产现场，及时了解问题并着手解决问题。在做好组织协调工作的同时，充分发挥自己在材料方面积累的知识和经验，使得生产中出现的技术关键问题都逐个得到了解决。当时，由于这种燃料元件是国内首次生产，并且是提供给国外使用，因而该项任务的成败显得特别重要。部里领导多次亲自过问过这项任务的进展情况，担心合同能否圆满完成。最终，在周邦新的领导下，通过全所有关同志们的共同努力，燃料组件的批量生产工作按计划如期完成，两批共计60个板型燃料组件按时交付使用，多年来，这批燃料组件在使用过程中未发生过任何问题。这一成果后来获得了2000年国家科技进步一等奖。

## 为教而动：致力创新人才培养

年过花甲的周邦新逐渐淡出了核燃料研发的一线，但是为祖国奋斗的

信念驱使着他继续奉献。这次，周邦新选择了教育行业，希望通过自己的努力为祖国培养出更多的创新型人才。

## 整合资源，创建中心

1998年，周邦新回到了离开48年的上海<sup>①</sup>，成为上海大学的一名教师，工作中心也转向培养自主创新人才和建立科研团队。尽管在上海大学没有条件从事放射性核燃料的科研工作，但是可以研究不带放射性的核结构材料，这也是核工业中的重要材料。为了满足国民经济的快速发展，需要大力发展清洁能源，我国核电事业迎来了大发展的春天，周邦新也开始带领着自己的高校研究团队在基础研究方面发挥优势，做出贡献。来到上海大学后，首要工作就是建立相关的实验室，之后便是建立一支科研队伍。周邦新从零做起，白手起家，几年时间便组建了核材料研究团队，为上海大学的材料学科开拓了一个新的学科方向。

2002年，周邦新结合自己多年的研究经历，联合多位老师建议学校整合学校的实验检测设备资源。在学校领导的大力支持下，上海大学分析测试中心宣告成立。测试中心购置了高分辨透射电镜和扫描电镜，优化和提高了学校教学与科研的硬件水平。2004年，在周邦新的积极倡议下，上海大学从国外购置了国内首台三维原子探针（3DAP）仪，拥有了研究材料在纳米尺度范围内不同元素原子分布情况的微分析仪器，掌握了现代材料学研究最必要和最先进的手段。这些工作为上海大学的教学与科研工作打下了良好的基础，也为进一步服务上海高校及周边企业搭建了一个很好的平台。如今，上海大学分析测试中心已经成为国内最先进的材料研究与分析机构之一，这当中凝结了周邦新的辛勤汗水。

## 淡泊名利，师者风范

如今，在教育战线工作了十余年的周邦新已经年逾古稀，先后带出了许多优秀专业人才。学生说他淡泊名利，为年轻人的成长尽可能创造机会，可他却说“扶上马，送一程”。他不争名不求利，发表论文，总是把年轻人的名字放在自己前面。1999年初，周邦新申报上海市新材料中心的课题，申报过程中需要进行多次答辩。这时，他找到了课题组中一名青年教师，让他去答辩。博士刚毕业一年的讲师有些胆怯，周邦新鼓励他：“不

<sup>①</sup> 1950年，周邦新读高中时，全家已搬迁到上海。

要紧，没有人天生会讲，做科研工作，一定要学会把你的好想法、好成果介绍给别人，这是一个很好的锻炼机会。”在周邦新的关心下，短短四年时间，这名青年讲师以这次答辩为起点，迅速由一名刚出校门的学生成长为一位优秀的科研工作者。周邦新爱才更惜才，多年来，他一直多方奔走，亲自为青年人才落实解决各项难题，让优秀人才安心扎根上海大学，让他们与先进的仪器设备相得益彰。

此外，周邦新指导学生的耐心与诚恳让学生感动不已。面对学生的问题周邦新总是认真对待，从不敷衍了事。为了从平时忙碌的科研工作中挤出时间来指导博士、硕士研究生的学业，周邦新每天三四点钟就起来批改学生论文。周邦新的严谨是出了名的，经他手修改的论文，总是要求做到精益求精，一遍、两遍、三遍……每一遍他都会逐字逐句地修改，连一个标点符号都不放过。周邦新总是谦虚地说，“指导学生的过程，也是自己学习的过程”。除了严谨刻苦的工作态度，周邦新还十分注重教学方法，灵活运用各种教学手段使教学更生动、具体、直观。周邦新在给研究生上《显微分析技术及其在材料科学中的应用》一课时，为了把最先进的显微分析技术传授给学生，他准备了大量有关最新显微分析技术的素材，自己学习先进的电脑软件，制成一百五十多张幻灯片，这对一位70岁高龄的老人来说实属不易。

2006年，上海遭遇了罕见的高温天气。周邦新在室温高达40度的实验室内，进行高压釜腐蚀试验的取样分析。有人问：“您为什么不把这些事交给学生去处理呢？”他说：“很多实验现象由于学生没有经验，不善于抓住问题的关键，我要亲自带头去做，让学生从中学到更多的知识。”周邦新经常给学生讲，你们从这里学到的不仅是专业知识，更重要的是严谨的科研态度。2007年，周邦新被学生们推选为上海大学“心目中的好导师”。学生们送给周老师的评语是：满腹经纶的知名专家在学生面前竟如此平等谦和，足见其虚怀若谷和淡泊名利。

周邦新的人生是甘于奉献的奋斗史。1958年，年仅23岁的他独立负责研究双取向硅钢片课题，一举成功，他受到鼓舞，对事业、对祖国、对人民奉献的情感油然而生。面对国家对核材料人才的需求，他立志当一名核工业领域内的科技人员。五十余载寒暑过去了，他在新材料与核燃料的研究上成就卓著。从江南名镇走出来的周邦新，为了神圣的事业，在大山沟里一待就是几十年，正是对祖国建设奉献的精神支持他取得了成功。

周邦新的人生是献身材料的奋斗史。他在大学主要学习了钢铁材料方面的知识，后来研究了铁硅合金材料的织构问题，再之后一直致力于核材料和核燃料领域的研究，与材料科学打了一辈子交道。他觉得，材料是一切工业发展的基础，研究材料的人需要有担当铺路石的精神，只有能够忍受默默无闻的生活，才能研发出更多经得住考验的材料。

周邦新的人生是培养青年的奋斗史。他深刻地认识到培养和建设研究团队的重要性，在不同的工作岗位上注重培养身边的青年人才。尤其是后来在上海大学担任教师期间，培养了三十余位博士、硕士研究生，他们大多已经在各行各业发挥了重要作用。面对正在学校读书的青年人，他总是充满热情和期望：“祖国的希望永远寄托在青年一代人的身上，材料领域可以大有作为，热爱自己的专业，努力学习！”

五十余载寒暑的耕耘获得了丰收。周邦新为了祖国的需要多次调动工作，转战南北，主持和参加过多项高难度的科研和攻关工作，为我国核工程事业的发展做出了突出贡献。他执著而坚毅，堪称我国核事业发展的“动力源”。

## 铭佩不忘，旌麾耀世

——记金属材料与热处理专家、中国工程院院士涂铭旌



涂铭旌，四川巴县人，生于1928年11月，四川大学教授，金属材料与热处理专家。1944—1947年在同济附中学习，1951年本科毕业于同济大学机械系；1955年研究生毕业于哈尔滨工业大学、北京钢铁工业学院金属材料系；自1951年以来历任同济大学助教，上海交通大学助教、讲师，西安交通大学讲师、副教授、教授、博士生导师、金属材料系主任，金属材料及强度研究所副所长、所长。期间于1983年赴德国卡尔斯鲁厄大学材料科学研究所访问研究一年；1988年调至成都科技大学任高新技术研究院院长；1994—1998年任四川联合大学教授；1999年至今任四川大学教授，稀土

及纳米材料研究所所长。2008年11月受聘为重庆文理学院教授、学校发展战略顾问。长期致力于金属材料及强度和稀土、钒钛和纳米材料等方面的研究，取得了许多开拓性的成果。1984年被评为国家级有突出贡献中青年专家，1990年由国家教委和国家科委授予“全国高等学校先进科技工作者”称号，1991年被收入《二十世纪中国名人辞典》，并享受国家国务院特殊津贴，1996年荣获香港柏宁（中国）教育基金“孺子牛全球奖”。1995年当选为中国工程院院士。



涂铭旌起自微寒，生逢乱世，勤学奋进，人莫能屈，豪迈而有俊才。求学之路多舛，却不移其志。他苦读不辍，忘了寒来暑往；披星戴月，送迎傍晚黎明。从寒窗数载，到踏足材苑；从醉心书海，到科技报国；从偶有顿悟，到硕果累累。育英才无数，桃李满誉中华材苑。六十年科教之路，六十载钻研长途，一展胸中抱负，不负生平所学。

读书、报国、育人，构成他人生的主旋律；担当、乐观、淡泊，写照他独特的人格魅力。

## 中国少年·担当

1928年的中国内忧外患、民生凋敝。是年11月15日，涂铭旌出生在四川省巴县的一个小村子里。家中兄弟众多，父母虽整天劳作，一家的生活却依然难以为继。家庭的穷困让年幼的涂铭旌感到了前所未有的彷徨和无助，他甚至感叹：“大千世界，沧海茫茫，人生之路，路在何方？”

1943年，刚完成初中学业的涂铭旌面临着辍学的困境。然而他没有放弃，反而因逆境激发了力量，在艰苦中寻找希望，他开始思考作为一名中华儿女应如何承担起自己的担当和责任。满怀青春激情的涂铭旌，高唱着毕业歌，开始苦苦找寻自己的报国之路：“我们要做主人去拼死在疆场，我们不愿做奴隶而青云直上！我们今天是桃李芬芳，明天是社会的栋梁；我们今天是弦歌在一堂，明天要掀起民族自救的巨浪！”那时，范仲淹的“先天下之忧而忧，后天下之乐而乐”、文天祥的“人生自古谁无死，留取丹心照汗青”、顾炎武的“天下兴亡，匹夫有责”等仁人志士的豪言壮语无时无刻不充溢在涂铭旌的胸膛，“科学救国、工业救国”的人生理想便在这时油然而生，更从此扎根心中，成为他终生铭记和践行的坚定信仰。

1944年，涂铭旌在暑期报考了因抗日战争被迫迁移到四川的同济附中，并以优秀的成绩被录取。1947年，他又以优异成绩直升国立同济大学。

就读同济大学期间，他看到了日寇打到贵州独山引发青年学生投笔从戎的动人场面；见证了抗日战争胜利后，在北京、上海等地暴发的反对美军暴行的学生运动；参加了地下党领导的同济师生反美大游行；经历了新中国成立初期抗美援朝保家卫国的大学生参军参干运动。这些经历让涂铭旌接受了深刻的爱国主义教育，成为他践行人生理想的思想基石。

## 材料人生·转变

在同济大学学习期间，涂铭旌每天都穿梭于教室、图书馆和宿舍，尽管艰辛，但只要想到国家需要，他便乐此不疲、辛勤努力。虽然就读于机械系学习机械设计，但在学习过程中，他总是喜欢思考这样一个问题：“振兴工业研究是靠变革机器设计，还是靠创新制造工艺？”后来，两次偶然实习经历，帮助他找到了问题的答案，也完成了涂铭旌从“探索研究机械设计”到“追求材料工程人生”的完美转变。

1950年，大学三年级的涂铭旌在上海工具厂参加实习，偶然看到了高速钢刀具经过高温加热烧红后在油中冷却，由软变硬，成为锋钢的全工艺过程。正在他还“惊奇”于这一从未在书中见到过的“神奇的钢铁热处理”时，涂铭旌又在上海纺织机械厂不经意间发现日本人用牛骨头渗碳的热处理技术加工石油钻井用的钻头，这样制造而成的石油钻井钻头的表面渗碳，淬火变硬可以钻破坚硬的岩石。神奇的热处理技术，神奇的加热、冷却过程，神奇的内部组织结构转变——这一系列书本中和课堂上没有学过的“神奇”深深地激发了涂铭旌的兴趣，也正是“实践”这位“神奇”的老师带领他一步步走上了材料工艺研究之路。实习回校后，他便产生了自学热处理原理及工艺知识的念头。经过查证，他发现大至飞机、轮船，小如铁轨、炮弹，无不需要具有高强度的钢铁材料，然而我国却缺少这种具有丰富热处理技艺的人才。因此，他毅然决然地转移了方向，开始自学热处理工艺知识。

为了更好地服务国家需要，在临近毕业时，他决定放弃机械设计研究方向，满怀信心地改变了自己的毕业设计题目，转而做毕业论文《钢的热处理》。在教授的指导下，他写成了10万字的毕业论文，获得97分的优异成绩，成功将自己的研究方向由“多人区”转变到充满挑战的“少人区”。次年，涂铭旌“半路出家”写作的这篇论文还被上海龙门书局正式出版，成了当时国内第一本中文版钢的热处理专著。

读书但不拘泥，用实践检验真知。涂铭旌挑战常规的做法，展现了一个青年人敢于走自己道路的魄力，就这样，两次实习经历和一篇毕业论文便成为涂铭旌“材料人生”中的重大转折点，也正式开启了他在该领域教学和科研的历程。机械学子转变为材料才俊，他走出了少年的困惑与迷茫，清楚了心中的渴望与梦想。

1953年，涂铭旌到哈尔滨工业大学做研究生。1954年由于专业调整，

他跟随导师来到北京钢铁工业学院金属材料及热处理专业。在这里，他结识了柯俊<sup>①</sup>、肖纪美<sup>②</sup>、章守华<sup>③</sup>等大量的名师，帮他打下了坚实的材料学基础；在这里，明确了人生目标的涂铭旌扬起风帆，投身材料领域，迎来了一片宽广天空。

## 科教报国·耕耘

1955年，结束在北京钢铁工业学院金属材料系研究生学习的涂铭旌投入了他长达半个多世纪的科教生涯中。他始终以我国经济和科技发展的重大需求为己任，孜孜以求，以期科教报国，服务社会，回报社会。他始终在科研教学中严于律己，用求真务实的态度对待每一项工作，不断进取，为国家和人民做出了自己的努力。

### 孜孜以求助力材料强度研究

1958年，涂铭旌从上海交通大学西迁至西安交通大学任教。在这里，他经历了讲师、副教授、教授、博士生导师，材料系主任、金属材料及强度研究所副所长、所长的变迁，然而不变的是他孜孜以求、求真务实的精神。作为主研人员，他首先进行钢铁材料综合强韧化的研究，随后根据机械工业部的重大攻关项目又进行了结构钢低温脆性断裂规律、机理及判据的研究，提出了解理断裂的线能量密度判据和韧脆转变过程的概率统计学模型及可靠性分析模型，并在国内首次研究了低温疲劳裂纹扩展速率的韧脆转变温度（FDBTT），耐寒钢的计算机辅助选材以及预防低温脆断的计算机辅助安全评定程序等，为我国金属材料强度潜力理论应用方面做出了贡献。

在涂铭旌担任西安交通大学金属材料及强度研究所副所长、所长期间，他曾多次帮助国内同行进行重点课题研究。一次，南京从法国引进30万吨合成氨成套设备，在吊装过程中重达108吨的氨合成塔掉落，造成重大事故。面对这种情况，中法两国的专家在责任归属问题上产生了巨大的分歧。南京市主管立刻邀请西安交大金属材料强度所进行相关事故原因分

① 柯俊，金属学、金属物理及科学技术史专家，中国科学院院士，涂铭旌的老师。

② 肖纪美，材料科学家、金属学专家和冶金教育家，中国科学院院士，涂铭旌的老师。

③ 章守华，金属材料科学家，冶金教育家，北京钢铁学院金属材料系（现北京科技大学材料科学与工程系）和金相热处理专业的主要创建人和开拓者，涂铭旌的老师。

析。涂铭旌等人连夜赶往南京，组织实验分析，数日不肯休息，对装吊断裂螺栓的结构设计和材料强度进行了实验验证，最终证实了法国公司的螺栓设计方案及制造存在重大的错误，法方应当承担全部事故责任。他以科学为武器，为国家避免了损失，也打破了当时对“洋专家”的迷信。

涂铭旌在科研工作中积极参与多项机械工业部和煤炭工业部的重大科技攻关，在耐寒可焊高强度结构钢、国产化输煤机低合金高强度钢的开发与应用以及材料强度与断裂等领域取得了成果。涂铭旌先后获得国家自然科学三等奖，国家科技进步二等奖各一项，省、部级成果奖10项，他的科技成果也为国家带来了上亿元的经济效益。

## 竞争谋略开拓稀土应用

涂铭旌认为，符合国家的需求，科研工作才能取得事半功倍的效果。这就是涂铭旌的科技竞争谋略：做科研，就必须顺应“天时、地利、人和”，要找到国家重大需求的、适合自身的方向，然后全力以赴。经过了解，涂铭旌知道被称为“工业维生素”的稀土矿在我国的储量占全世界已知的80%，其中轻稀土矿的储量四川攀西居于我国第二。稀土在农业、冶金高技术功能材料等方面的应用具有关键作用，邓小平也曾指出：“中东有石油，中国有稀土，一定要把稀土的事情办好。”为了让稀土能够真正地服务我国生产，涂铭旌带领着他的团队开始了稀土功能材料的研究。

首先，他分析了稀土领域的情况，瞄准了第三代稀土永磁材料Nd-Fe-B。这种材料按制造工艺的要求分为了烧结Nd-Fe-B和塑料黏结Nd-Fe-B两种。20世纪80年代末，前者制备工艺已经比较成熟，属于“多人区”，而塑料黏结Nd-Fe-B永磁材料刚刚起步，处于“少人区”。涂铭旌又一次毅然选择了“少人区”，他进行了大量的实验，依据磁性金属材料与塑性黏合的金属基复合材料原理，利用相对简单的加工工艺，为以后的研究打下了坚实的基础。

其次，面对国内外塑料黏结Nd-Fe-B永磁材料的竞争，他制定了“微特电机用塑料黏结Nd-Fe-B永磁粉及其永磁体”的研究课题计划。从1989年开始，在涂铭旌的带领下，该课题得到四川省科委连续三次立项资助。1993年，他成功完成“塑料黏结Nd-Fe-B永磁体”的中试，并通过四川省技术成果鉴定。而后，由成都银河复合材料有限公司将技术成果实现了产业化，2002年产值超过3亿元。他的团队还开发出低成本低钕纳米晶Nd-Fe-B交换耦合永磁材料，并获2000年四川省科技进步二等奖。在“纳米晶

Nd-Fe-B稀土永磁材料”方面的研发中，他承担了国家“863”重大项目“微特电机用纳米晶复合永磁体材料及机器元器件研究与开发”，赶超了世界先进水平，2006年获得了国家科技进步二等奖。

正是这种竞争谋略的“天时、地利、人和”，这种以国为先、一心为民的精神，让涂铭旌由单纯的钢铁材料热处理和材料强度与断裂研究，转移到稀土、钒、钛矿资源优势深度开发的研究中去，开拓了我国稀土材料应用领域。

## 继往开来打造稀土新材料

诸多的荣誉并没有使涂铭旌满足，年事渐高的他加快了科研的步伐，拓展了研究的深度。

在“室温磁致冷材料及磁制冷样机”研究中，他自主开发的Gd系四元室温磁致冷材料通过省级鉴定，并申报了发明专利，取得了从跟踪到跨越性的研究进展，在采用国产原材料制备高性能低成本室温磁致冷材料方面具有重要意义。室温磁致冷材料及磁制冷样机研究新进展成为了最有前景的稀土发展方向，被评为2002年中国稀土十大科技新闻之一，该项目的研究开发也纳入了国家“863”计划和“十五”规划中。

涂铭旌团队率先利用四川提铈提钕后无钕的镧镨铈（LPC）的混合稀土金属，成功研发了镧镨铈（LPC）有色金属中间合金系列，并广泛运用于我国冶金机械处理钢铁和铝、锌、铜等有色合金的冶炼中。这种合金和传统富铈稀土中间合金相比，不仅价格更加低廉，更在除氢和细化组织以及还原能力方面有着卓越的性能，为我国有色金属冶炼事业的发展注入了强大的动力。接着，他们进一步应用这种镧镨铈（LPC）新型混合稀土金属，开发出了成本低廉、常温及低温性能优异的贮氢合金及镍氢动力电池，研制出了无钕贮氢合金及镍氢动力电池并通过省级鉴定。其中的部分成果获2001年度总装备部科技进步二等奖，同时无钕稀土系贮氢合金及耐寒-40℃低温镍氢动力电池成果也由成都宝生公司出资建厂投产，该项成果被评为2004年中国稀土行业十大科技新闻之一。

其他稀土新材料方面，他开发出固态力化学反应法制备高纯稀土氧化物（氧化镧、镨、铈及钕等氧化物）、无机稀土复合抗菌剂和稀土掺杂及纳米改性ZnO压敏电阻陶瓷。多元复合纳米ZnO压敏电阻陶瓷已在成都宏明电子材料形成产品，获得新疆维吾尔自治区政府科技进步二等奖，并申报了两项国家发明专利。

孜孜以求不变心中祈盼，高瞻远瞩定计稀土研究。自1988年以来，涂铭旌主要从事稀土、钒、钛功能材料及纳米材料的研究与应用，先后获国家及部、省级奖10项，其中国家科学金属进步二等奖一项。60余年中，涂铭旌共有发明专利103项，实用新型专利3项，发表论文700余篇，著有《钢的热处理》、《材料创造发明学》和《科技竞争谋略36法》等4部专著。

## 呕心育人·薪火

为学，涂铭旌追求卓越，取得丰硕成果；为师，他呕心育人，培育大批人才。对于教师的职责，涂铭旌有着自己深刻而独到的见解。他认为，授人以鱼，不如授人以渔。为师者必须知识渊博，德行高尚，师者必有大爱。

三尺讲台上，涂铭旌为学生认真讲述知识和技能，传播智慧；课后生活中，涂铭旌不忘与同学聊天、传承责任与使命，甘做关心青年成长的引路人。平时，涂铭旌除了向学生们传授专业知识和工作技能外，还特别注重培养青年们的创造发明思维、科技辩证思维和科技竞争谋略。涂铭旌说：“后金融危机时代，高素质创新型人才培养的思维分为人文艺术思维、创造发明思维、科技竞争思维、科技辩证思维。我已经带了几十名工学博士，但我希望他们走出‘工而不博’的困扰，多发展其他方面的思维。”为了让学生们体味到这一点，他还利用大量休息时间精心编写《材料创造发明学》、《科技竞争谋略36法》和《辩证思维与智慧谋略》等著作，指导教学实践。

在涂铭旌看来，办学思路一定要更开阔，要让学生更多地参与到实践中去；要在研究中瞄准学科前沿，大胆开展相关研究，争取尽快取得大的突破；学科方向要有特色；科学研究要加强技术转化力度；要加强学科团队建设。针对创新思想，他主张科技与人文结合，治学与修身相融，这样才能有高尚的科教报国思想境界。工科类学生往往太注重技术方面的训练，而不注重文化的积淀，然而对于工科学生来说，一方面要有硬实力，另一方面还要有软实力，因为一个团队如果没有文化支撑，那就没有凝聚整个团体的团队精神。其实，也正是在这种团队精神的引领下，涂铭旌带领着他的科研队伍登上了一个又一个高峰。

桑榆未晚，桃李满天。自1990年以来，涂铭旌已培养研究生100余名，其中博士研究生45名，博士后8名。如今，这些弟子都已成为材料科学与工程研究领域的学术、技术骨干，他们承担稀土功能材料、纳米材料和

复合材料及其应用等方面的“863”课题，国家“十一五”核能技术开发、国家自然科学基金、博士点基金、省部级重点科技项目和企业横向课题。至今，这些学生仍然时常回忆当年恩师的谆谆教诲。

涂铭旌曾深情地总结了自己认为最幸福的六个时刻——当学生知错改正之时；当学生品德凸显之时；当学生从失败走向成功之时；当学生事业取得成就之时；当得病，学生来看望之时；每逢佳节，学生来电问候之时。

他说：“人生如歌，学生们取得的每个成就，都是我人生中最珍贵的财富，更是我人生谢幕乐章中最为动听的弦歌。”

## 巴蜀老人·归乡

涂铭旌17岁离开家乡，历经40余载，学有所成，然而始终没有忘记年轻时出川读书立下的誓言：“有朝一日，学业有成，定要回报生我养我的故乡。”1988年8月，他毅然决定回归故里，回报桑梓。辞别已工作30年的西安交通大学，涂铭旌调至成都科技大学，担任高新技术研究院院长，这一年，他整整60岁。

落叶归根令人欣喜，然而实现回报家乡、回报祖国的夙愿并非是一帆风顺。刚刚回归家乡的涂铭旌便经受了常人难以想象的巨大考验，但面对摆在眼前的二次创业关，他并没有放弃，而是迎难而上，挑战自我，战胜自我。他刚刚来到成都科技大学的时候，这里没有学科博士点、没有研究实验室，一切都要“从零开始”。他没有去找领导谈待遇、讲条件，而是马上开始着手创建金属材料学科，并积极承担起建立专业实验室的繁杂工作。就这样，经过涂铭旌及同仁们的共同努力，成都科技大学顺利创建材料学科点及专业实验室，并于1994年成功申报金属材料博士点。金属材料学科从起步到壮大，无不凝结着涂铭旌的智慧、心血与汗水。

涂铭旌念念不忘的是家乡发展，他提出要因地制宜地发展四川，依托地区资源优势，实施“反梯度”推进战略，把西部的优势产品推广到中东部地区。攀枝花被誉为“富甲天下的聚宝盆”，那里有着丰富的钒钛磁铁矿。为了进一步整合资源，发挥资源优势，做好攀西钒钛资源的深度开发，涂铭旌向省委、省政府提出了“要抓好攀枝花国家新材料成果转化及产业化基地建设，以基地为技术开发、人才聚合和产业的载体，整合西部钢铁企业资源推进攀西钒钛资源开发”的意见。该意见一经提出就得到了四川省高度重视，促进了攀西钒钛资源深度开发。

故乡的热土上，涂铭旌团队在Ti(CN)金属陶瓷刀具材料，纳米TiO<sub>2</sub>的应用，钒基固溶液体贮氢合金，纳米VO<sub>2</sub>智能材料，纳米碳氮化钒等，钒、钛新材料研究方向都取得了新的研究成果，为家乡也为国家贡献了自己的力量。

月是故乡明，水是故乡甜，情是故乡浓。滔滔的嘉陵江畔，一位巴蜀老人恬然而坐，开始了新的思考。

## 成败得失·人生

涂铭旌把自己的一生都献给了材料工程领域，在充满挫折与苦难的一生中，他始终没有放弃，长风破浪，直济沧海，只为那一抹赤子之情。细读涂铭旌，不难看出他的执著、坚毅、睿智、无私、淡泊与洒脱，这些品性被他用谋略编连起来，绘就了一幅壮丽的人生宏图。

他读了一辈子的书。早在同济大学求学时，涂铭旌就酷爱读书，被同学们戏称为“啃书匠”。那时，他经常“泡”图书馆，和管理员非常熟悉，成为了唯一一个被允许进入图书馆书库<sup>①</sup>的学生。“读书匠”的绰号伴随着他走过了半个多世纪。他常常亲自去书店买书，他读的书必须自己去选择，买完书后他会把看到的好的地方夹起来，等看完后一起整理，并转化为自己的知识。现在年岁已高，涂铭旌仍热衷于读书，阅读已成为他一生割不断的情缘。

他视生死如草芥微尘。长期的超负荷工作，让涂铭旌积劳成疾，患上了直肠癌。住院手术治疗期间，他一边接受化疗与病魔做着顽强的斗争，一边在治病期间坚持给研究生讲课。面对生与死的严峻考验，涂铭旌却显得十分冷静与淡然，他总是这样告诉自己的家人，叮嘱身边的学生：“生与死对立统一，相辅相成，相互转化。不惧怕死、不谈癌色变，就不致增加心身负担。积极治疗，反而会起死回生。人，孰能不死，要死得值得，死得其所；对事业要鞠躬尽瘁，死而后已。”

他用谋略于无形。涂铭旌读《孙子兵法》，近三十年不断地学习让他领悟了其中包含的谋略艺术。《孙子兵法》中写道“知己知彼，百战不殆”，涂铭旌认为这句话主要是指导人们如何实施“知彼知己”谋略：现代企业领导者应随时根据国家的路线、方针、政策，把握国家发展规划以及重大

<sup>①</sup> 涂铭旌先生求学同济大学时，同济大学图书馆书库只允许教师进入。



需求动向、科技重点支持领域动向，关注本地优势及国内外同行的研究动向、重点、特色。“科技竞争没有固定的方式方法，就像水流没有固定的形状一样，能依据客观情况变化而取胜的，就叫做用兵如神。”科技永无止境，只有了解最新学科的发展，了解自己的特长，才能促进自己的发展。

他以奉献为己任。涂铭旌曾利用稀土技术研制出一种耐紫外线粉化、耐酸雨冲刷、耐油烟污染的纳米涂料，与同类产品相比，这种材料具有很大的优势。一旦投产必将取得巨大的效益，然而他没有敝帚自珍，而是将这项技术以低价转让给了一个企业，成就了纳赛立的品牌，也支撑起民族工业的强盛。纳赛立，寓意“纳米材料赛过立邦漆”，涂铭旌用自己的实际行动践行了他科教报国的志愿。

他常自省而不争。1995年，涂铭旌顺利当选为中国工程院院士。面对眼前的荣誉，他为自己“约法三章”，制定了“五不做”条款来严格约束自己——不逐鹿中原，不接待记者，不上电视台，不上报纸，不登杂志广告。他更是将张衡《应问》中“君子不患位之不尊，而患德之不崇；不耻禄之不厚，而耻智之不博”的格言，作为自己的人生座右铭，时刻自警。《道德经》中有言：“知人者智，自知者明。胜人者有力，自胜者强。知足者富，强行者有志。不失其所者久，死而不亡者寿。”人的智慧就在于认识别人的才能和弱点，从而正确地运用和必要地制约自己，战胜自己的弱点，反思自身能做什么，究竟有多大能力，客观地评价自己。涂铭旌认为人在任何时候都要知足常乐，要客观地考量自己，切不可高调，要低调做人。同时，要用心做事，平等待人。

他性豁达而超脱。涂铭旌爱写诗，用诗篇勾勒自己人生的轨迹。“焚膏继晷勤求索，何堪少年曾赤脚。自古巴蜀产橘柚，当今茂林覆山河。落叶归根报桑梓，成败得失任评说。粗茶薄酒君勿醉，少长咸集喜同乐。”一首《七十九岁有感》写出了他超脱世俗的洞达和与世无争的淡然。夜以继日的刻苦学习促成他作为学者的辉煌成就，60年的兢兢业业成就他作为师者的桃李天下，而就在繁花似锦春光满园的今日，“粗茶薄酒”与众同乐的他却想淡忘是非成败，任由后人评说。

涂铭旌，一生热爱祖国、为振兴中华努力奋斗；他勇于探索创新、不断追求卓越；他献身教育、淡泊名利而甘为人梯。科教报国，大爱无疆，他，以一贯的超脱飒然行走，手握岁月的刻刀，雕塑人生的明灯，照亮每一个后来者前行的路。

## 千锤百炼的“特殊钢”

——记模具钢专家、中国工程院院士崔崑



崔崑，山东济南人，生于1925年7月，华中科技大学教授，金属材料专家。1948年毕业于武汉大学机械系；1951—1954年在哈尔滨工业大学研究生班就读；1954—1956年被借调至北京钢铁工业学院工作；1958年赴苏联莫斯科钢铁学院进修；1960年回到华中理工大学（现华中科技大学）任教。先后任华中工学院金属材料教研室主任，机械工程二系主任，国家发明奖励评审委员会委员，国家自然科学基金委员会学科评审组成员等职位。致力于高性能新型模具材料钢的合金化、夹杂物工程等方面的研究，先后承担省部级以上课题20多项，创造性地研究和开发了一系列高性能新型模具钢，

达到了国际先进水平，创造了显著的经济效益，为我国新型钢种做出了贡献。研究成果先后获得省部级以上奖励18项，在国内外学术刊物上发表论文250余篇。1990年被中华全国总工会授予“五一劳动奖章”和“全国优秀教育工作者”称号。1997年当选为中国工程院院士。

有这样一个人，他品行如水，内涵如莲，用专注与严谨行走在学术和教育的道路上；他谦逊朴实，千锤百炼后仍留本色，熔铸成刚强坚韧的“特殊钢”。他就是中国工程院院士崔崑。

## 成长路，抗战烽火齐鲁情

1925年7月20日，战火纷飞、军阀混战的年代，崔崑出生在山东济南。他是家中最小的孩子，上面还有三个哥哥和一个姐姐。

崔崑有一位可敬的父亲，父亲的教诲与影响使他受益终生。崔崑的父亲毕业于燕京大学，在日军入侵山东之前，他是当地洋行的经理。父亲对打小就聪慧懂事的崔崑寄予了很大的希望，给了他悉心的关爱与引导。1937年，抗日战争爆发，崔崑正在读初中二年级。为了能够逃避战火，全家自济南返回原籍济宁。不久济宁亦沦陷，大大小小的学校都关了门，崔崑辍学在家，为了保证崔崑的学习进度，父亲亲自教他英语、数学，耐心地讲解，深入浅出地分析，帮助崔崑夯实了学习基础，也给了他在那战火纷飞的年月里最美好的回忆。为了保证崔崑能够得到最完整的教育，父亲又给他请了一位私塾先生教语文，为他讲述《四书》、《古文观止》等文学名篇，并专门为崔崑批改作文，以锻炼崔崑的文字能力。父亲对崔崑学习上的要求一直十分严格，古文、英文等课文都要背诵，数学则要求对定理均会求证。就这样，严格又慈祥的父亲指导着年少的崔崑在沦陷的济宁度过了三年初中的学习时光。

日军侵犯山东之后，父亲因为坚决不愿为日本人和日伪政权做事而丢掉了洋行的工作。如果说父亲在学业上的教导给了崔崑以思维的提升，那么父亲的民族气节，则在道德上给了崔崑深刻的影响。还有父亲的古道热肠，对亲戚们和乡亲们的各种帮助与支持，都在潜移默化地影响着崔崑为人处事的态度。父亲的言传身教，是崔崑年少时收获的最宝贵的财富。崔崑曾这样说：“父亲有两件事对我影响最大，一个是全力支持我们兄弟姐妹几个读书，另一个则是坚决不给日本人做事的气节。不论家里多穷，都不向日本人低头。”这笔财富跟着他，影响着他，从年少到成长，从中国到苏联，从南国到北疆，从治学到为人……

1940年，为了使崔崑能继续上学，父亲决定全家返回济南。其后，崔崑也顺利考上了齐鲁中学高中部。这是当时一所难得不受日本人控制的教会学校，任课老师大部分都是齐鲁大学的教授或副教授，他们都有比较高

的专业水平。在这种环境的耳濡目染下，崔崑的求知欲望更加强烈。尽管家庭经济愈发拮据，但凡是与敌伪政权沾边的事情，崔崑的父亲仍是坚决不做。为了生活，父亲用积蓄买了几头奶牛，全家动手，办了一个小奶牛场，崔崑负责每天早上送完牛奶后再去上学。当时生活很艰苦，由于日本侵略军的掠夺，城市里没有面粉卖，只是过年时每家派人去面粉厂排几千人的长队，才买回一袋面粉，所以平时吃的全是杂粮。即便如此，崔崑仍然勤奋专注地学习，坚信日本帝国主义是“多行不义必自毙”。当时的教会学校对学生的管理是很严格的，每学年都把高中部和初中部成绩最高的一人张榜公告，第一学年崔崑就榜上有名。

这样的美好日子没过多久，由于太平洋战争的爆发，学校还是被敌伪政权接管了。日本帝国主义侵略中国国土、残害中国人民的罪恶行径，在崔崑心中留下了难以磨灭的印记。年少的他深切地感受到那时中国积贫积弱的局面，心中忧愤难当，默默地树立起学术报国、为国献力的理想。

## 求学事，不畏艰辛辗转路

1943年，崔崑高中毕业。在父亲和全家的支持下，崔崑坚定了继续读书、学成救国的信念。为了走出济南这个已惨遭日军蹂躏的沦陷区，崔崑历尽了艰辛。

为了能够参加大后方那些高等学府的入学考试，崔崑多方打听路线，并用了半年多的时间进行准备。1944年春，崔崑离家，凭着一股“为中华之崛起而读书”的信念，他独自一人步行穿过了位于河南漯河附近的封锁线。就在他穿过封锁线的时候，日军为打通平汉、粤汉和湘桂铁路，发起了豫湘桂战役。一时间，遍地皆是炮火声，日本侵略军进犯中原的枪炮声，就追在崔崑的后面，他在仓促之间逃到洛阳。当时的崔崑明白自己必须抓紧时间离开河南，于是他只身一人来到了洛阳火车站。可那时火车站已不售票，崔崑咬咬牙，爬上了火车头侧面的平台上。这可不是个好位置，当时的火车都以烧煤为动力，崔崑坐的地方刚刚好迎着煤烟，一路下来，等到火车开到西安时，沿路火车头冒出的黑烟已把崔崑熏成了“黑人”。而后，崔崑历经八十多天，一路克服各种艰难险阻，辗转到了成都。

成都的日子依旧是异常艰苦，崔崑身上已没有多少路费，可是大学的入学考试还未开始。他就一面准备考大学，一面在成都附近的空军基地做临时工，每天靠着在机场周围喷洒敌敌畏灭蚊挣钱维持生活。就在如此艰

苦的环境中，崔崑参加了大学入学考试。

宝剑锋从磨砺出，梅花香自苦寒来。到了秋季，各大学公布了录取学生名单，崔崑考上了三所名牌大学。几次与日军炮火擦肩，历经几番山穷水尽，几经辗转，横跨了几乎半个中国大地，崔崑终于实现了梦想。

经过深思熟虑，崔崑选择了当时因日军入侵而西迁四川乐山的武汉大学机械系进行学习。虽在战争环境中，但乐山却是烽火硝烟中的净土。在这里，有宁谧的环境，有美丽的风景：高悬的“德参天地，道冠古今”灵星门牌坊、巴蜀风味浓郁的茶室、碧色欲滴的竹林……更重要的是有在乐山文庙里坚持教育救国的武大师生们。

崔崑在武汉大学读书的第二年，抗战胜利的消息传来，他与同学们激动得热泪盈眶，心中更加坚定了学成后建设满目疮痍祖国的信念。武汉大学也从乐山搬回了原址湖北省武汉市，崔崑在珞珈山上度过了剩余的大学时光。大学里，不论是在乐山还是在武汉，崔崑每天都全心投入学习，取得了机械系第一名的成绩。1948年，崔崑顺利毕业并留校任教。

1951年，毕业后一直在武汉大学担任助教的崔崑得到了跟随苏联专家学习金属学以及热处理工艺设备的机会，年轻的崔崑高兴不已。

崔崑被学校派到了哈尔滨工业大学进行专业的俄语培训。来到这里的，都是全国各地大学选派的重点培养的优秀人才，各地的学生被按照地区分成了不同的班，崔崑是由武汉大学选派的，和中华华南地区高校的学生一起组成了一个研究生班。在风光曼妙的北方冰雪之城哈尔滨，崔崑依然保持勤奋踏实的学习作风，一直保持着领先的进度和优秀的成绩，还担任了班长。与此同时，他还遇到了一位美丽纯真的南方姑娘朱慧楠，并与这位同班的学习委员收获了一生美好的爱情。

## 钢院情，两次结缘北科大

崔崑在大江南北的辗转中画出成长的足迹：出生齐鲁、成都应考、乐山读书、求学武汉、哈工大和钢院读研、任职翻译、北钢入党、苏联进修……走近他的行程，我们会看到，崔崑两次与北京钢铁学院结下不解之缘。

崔崑在哈尔滨跟随学习的老师恰好是那批最早支援北京钢铁工业学院钢铁学科建设的苏联专家。他跟随着专家们于1953年抵临老钢院。在这个全新的校园里，崔崑感受着一种独特的文化与学习氛围，度过了美好而特

别的研究生生活。

那时的钢院刚刚建成，校园环境还相当简陋，生活条件是“炉烤胸前暖，风吹背后寒”。在当时艰苦的环境下，崔崑经常在寒冷的冬夜披着单薄的被子在微暗的烛光里发奋苦读，在炎炎的夏日举着老旧的蒲扇在拥挤的教室里泛舟学海。在钢院读研的半年里，崔崑充分利用了当时钢铁学院的优秀研究条件，完备的实验设备基础，穿梭于图书馆、实验室、宿舍之间，圆满地完成了研究生阶段的学习和研究。

1954年的夏天，已结束研究生班学习的崔崑本该返回院系调整后的华中工学院（现华中科技大学），然而机缘巧合下，教育部通知他被借调至北京钢铁工业学院担任翻译，期限两年。崔崑接受了调任，到北京钢铁工业学院担任苏联专家翻译。那时的钢院学习氛围无比浓厚，即使周末晚上教室里也依然灯火通明，挤满了自习的学生，一直以“勤奋”为座右铭的崔崑也加入了这支自习的队伍。

20世纪50年代的钢院虽然刚刚建校，但是经常举办学术报告会，这在当时的高校中还是很少见的。当时的教师队伍中聚集了众多材料学科的知名学者，很多还拥有着海外留学经历，学校还购置了完善的实验设备。这样的环境对当时的崔崑以及众多青年教师在科学事业上的学习起到了极大的激励与帮助作用。

老钢院的体育氛围浓厚，风光无限，在各种大赛中独占鳌头。时至今日崔崑仍对老钢院的体育文化情有独钟，体育场上锻炼的人群，运动会上的名列前茅，球场上的骄人战绩无不给崔崑留下了深刻的印象。

1956年5月，崔崑在北京钢铁工业学院被批准加入了中国共产党。在崔崑的印象中，老钢院在政治上对知识分子强调正面教育和引导。那个年代政治运动比较多，但学院各级领导注意做深入细致的思想工作，为教职工和学生们营造出一个宽松的工作学习环境，使大家都有舒畅的心情。崔崑自己平时十分注意政治时事学习，订阅了《人民日报》。他所在的钢院工艺系有一次临时举行了时事测验，参加者近百人，崔崑的测验成绩名列前茅。

在北京钢铁工业学院工作期间，崔崑除了完成苏联专家的翻译任务外，还积极承担并努力完成教研室安排的给本科生讲课和指导毕业设计的任务。

在与钢铁学院两次结缘的过程中，崔崑与很多志同道合的同事和学生建立起了深厚的情谊。如今，每每提及这些往事，崔崑的怀念之情从未减少。

1956年夏，借调结束，崔崑服从组织安排，离开了工作和生活两年多的北京钢铁工业学院，回到了院系调整后的华中工学院任教。

## 科研心，千锤百炼特殊钢

1958年，华中工学院派崔崑去苏联进修，本来给崔崑安排的学校是苏联乌拉尔工学院，但当时中苏关系已经开始恶化，苏联方面决定不允许中国留学生再进入军事重地乌拉尔地区。但是作为补偿，苏联方面决定，崔崑及同期的留学生可以在莫斯科任意挑选学校和专业继续学业。经过深思熟虑，崔崑选择了当时苏联最为先进、我们国家也最为需要的特殊钢专业为学习方向。鉴于崔崑良好的俄语沟通能力，学校允许他不再进行语言培训，直接跟班学习。之后在苏联的日子里，崔崑继续发扬勤奋精神，如饥似渴地听取专业课，同时在导师的指导下认真地进行着自己的实验课题；在课余的闲暇时间，他争分夺秒地阅读莫斯科钢铁学院图书馆的珍贵藏书和优秀的学位论文，为了读书他还经常跑去列宁图书馆。通过在莫斯科的学习，崔崑的专业基础得到了更好的巩固，而实验动手能力也得到进一步加强。1960年，他学成回国。

新中国刚建立时，工业落后，快速发展现代工业成为关键。但当时，在国防以及国民经济中占有十分重要地位的高性能模具钢领域的研究在我国却是一片空白，严重影响了模具的使用寿命，国家不得不用大量外汇进口价格昂贵的模具。模具是机械工业生产的基础，工艺装备、汽车、拖拉机、电器、仪器仪表等产品零件都需要用模具加工，而模具寿命长短和质量好坏，与钢种的性能密切相关。崔崑一直注重理论联系实际，着力解决生产实际问题。针对国民经济发展的需要，他眼光独到地选择了研究性能优异的新钢种。

“中国一定要有自己的模具钢种！”崔崑凭着这股雄心壮志，带领同事们向高性能模具钢发起冲击。当时不仅教学任务繁重，科研也是刚刚起步，一无设备，二缺资料。1961年开始，崔崑一方面组织教师去工厂调查研究，了解需求，一方面带领教研室的教师，购置需要的设备，买不到的他就自己动手画图，请人制作出来，还亲自动手因陋就简地建起了熔炼、盐浴炉、热处理等实验室。为了控制温度，他坐在1200℃多的盐浴炉旁，手指按着控温开关，眼睛盯着仪表（温差不能超过3至5℃），一干就是几天几夜。有一次，位于一楼的实验室进了水，需要马上进行处理，崔崑第

一个跳进积水中去排涝。在场的工人都深受感动，亲切地称他是“工人的教授”。

历经无数个日夜奋战，崔崑终于设计出基于我国富有元素的新钢种冶炼方案。在崔崑团队的努力下，一系列新型特殊钢应运而生！一是国内外首创的含铌基体钢，1981年获国家发明三等奖，1985年纳入国家工具钢标准；二是国内首创的易切削精密模具钢，1985年获国家发明二等奖；三是高韧度硫钙复合易切削塑料模具钢，达到世界先进水平，1991年获国家发明四等奖；四是在700℃温度下工作的热作模具钢，获湖北省科技进步二等奖，1996年获兵器工业总公司科技进步三等奖；五是高耐磨冷作模具钢，1992年获国家教委科技进步三等奖。

为了给开发新型钢种提供理论依据，崔崑开展了硫系易切削钢中夹杂物的系统研究，确定了硫系易切削钢中加入钙、稀土和复合加入钙和稀土时钢中易切削相的组成、形态、变形行为和分布，及其对钢的易切削性、抛光性、等向性的影响，研究了夹杂物的形成热力学，结合实验研究，建立了模拟易切削钢中夹杂物生成类型及其热变形的计算机程序。

崔崑还指导他的博士生对高韧性碳氮化钛基金属陶瓷进行了探索，对碳氮化钛—镍系金属陶瓷的成分设计、制备工艺、组织结构、力学性能和添加物的影响进行了系统深入的研究，其中关于界面存在微晶化结构及其控制的研究以及添加稀土和氮化铝的研究都有较高的学术价值。他们的研究成果“高性能低成本细晶粒无钴金属陶瓷制备技术”于2011年获国家技术发明二等奖。

崔崑在指导他的博士生对激光熔覆理论和应用的研究方面也多有建树：构建了获得熔覆层的最小比能量和操作图，确切定义了熔覆层中陶瓷相“烧损”的物理意义，提出了不同的烧损形式及其机理；提出了激光熔覆陶瓷/金属界面应力分布模型和陶瓷与金属相容性准则；揭示了影响熔覆层开裂的主要因素和抑制方法；将激光熔覆技术初步应用于模具的强化和修复。

崔崑研究了一辈子模具钢，认识他的人都说他是一块“特殊钢”。几十年来，他工作抢在前头，遇名利则退到后面。在崔崑年逾七十的时候，所在单位还希望他留在工作岗位上。他深感不熟悉计算机，无法胜任工作的需要，也无法跟上学科的发展。于是他开始自学计算机，不懂的地方就向青年教师和研究生们请教，经过一段时间，他已可以自己制作多媒体教学课件，通过网络查询资料，利用计算机指导研究生的学习。他深有感慨



地说，任何年龄开始学习计算机都不算晚。

1997年，崔崑当选为中国工程院院士。当选院士之后，随着年事日高，他一直想为后人留下些什么，所以一边继续进行科研，一边开始考虑自己的著述生涯。许许多多日日夜夜，这位老人静静地坐在书桌前，记录，画图，把自己脑海中的知识财富用语言、文字和图表留在纸面。计算机的熟悉和运用，为他的写作提供了极大的便利。提起自己的书，崔崑很是欣慰，他开心地说，“这本书不久即可完稿，希望出版后能对后人有点用”。全书约150万字，资料收集、文字编辑和输入、打印、图形制作全部由崔崑自己完成。透过书案上以及书柜中那一摞摞厚重的书稿，仿佛看到了一位老院士为学术、事业和后人奉献的心，一字一句都凝聚着一位老学者的心血。

## 为人师，桃李不言自成蹊

一块黑板写春秋，三尺讲台迎冬夏。在开展科学研究的同时，崔崑在培养人才方面也倾注了大量心血。

从武汉大学到华中工学院，从北京钢铁工业学院到华中科技大学，崔崑传道授业解惑的身影留在了许许多多的地方。到华中工学院时，这里的金属材料专业还是一片空白，崔崑领着一批老师和学生，费尽心血把金属材料专业建立并逐渐完善。他是我国首批博士生导师，他领导的华中工学院金属材料及热处理专业也是首批六个博士点之一。从无到有再到顺利通过博士点审核，崔崑为教育付出了无数心血。

崔崑严于律己，言传身教，引导和培养学生的开拓创新精神；他指导过48名硕士和博士研究生，培养了大批基础理论坚实、能解决科研和生产实际问题的优秀人才，其中大部分已成为高等学校、科研机构和企业科研、教学骨干。一直以来，接触过崔崑的人都认为他是行为世范的好老师和道德上的楷模。

崔崑注重培养中青年教师。他为人谦和，作风正派，治学态度严谨，是一位德高望重的学术带头人和优秀的共产党员，是青年人的良师益友。他对学生和中青年一代材料科学工作者提出的殷切希望是：致力于材料科学，促进我国国民经济和高新技术的快速发展，为振兴中华做出贡献。

崔崑生活中从不厌烦学生，他认为学生跟着他是来搞学术的。“我和学生是学术上的关系，不能让学生给我打杂”，自己的事情自己干，这一

直是崔崑坚持的原则。如今，他已86岁高龄，夫人也已83岁，夫妻二人生活简朴，并没有请保姆，家务活基本上都是自己干，两人分工合作，其乐融融，享受着天伦之乐。每每学生到家中要帮自己做家务时，崔崑便会说：“这些事情我们自己做得来，你们现在最主要的还是搞好学习。”

崔崑很看重学生的学术道德。每每遇到审查学生论文中的图表，他都要一个个反复追问其来源，“是你的试验结果吗？不是你的，就要署上别人的名字”。一位博士生，在发表过去工作的论文时，出于对老师的尊重与感激，挂上了崔崑的名字，崔崑严厉地告诫他不要这样做：“你这样是给我帮倒忙。”

崔崑经常主动去了解学生的学习情况与研究进度。他的一名学生在做研究生毕业论文的时候遇到了困难，在一个瓶颈问题上无法突破。崔崑了解到情况后，就主动找到这名同学谈话，一方面从专业角度对他进行指导，和这名同学一起就研究上遇到的问题进行引导式的讨论；另一方面崔崑对自己的学生进行精神上的鼓励。为了使学生有面对困难的勇气，崔崑以自己的故事为例，告诉学生：“研究最重要的是要勤奋，平时学习要勤奋，遇到困难更要勤奋。天下无难事，只怕有心人啊。”这位同学在崔崑老师的帮助下，最终战胜了困难，以优异的成绩顺利毕业。

崔崑有着高尚的爱国情操，每当有学生计划出国深造，崔崑都会竭尽全力帮助和支持他们，但是他都会告诉学生们：“出国学习，看一看别人的先进学术研究水平是有必要的，但你们一定要记得回来，报效祖国。”

崔崑的故事像是条静水流深的河，看似沉静无澜，实则容纳百川。我们会从他的平凡中发现伟大，会从他的朴实中看到光华，会在他的谦逊里看到风骨。千淘万漉虽辛苦，吹尽狂沙始到金。所谓百炼成钢，崔崑的成长求学几经辗转波折，在攀登学术高峰中取得了成就。赤子之心，本色为人，如“特殊钢”一般，百炼而成。

# 坚如磐石，韧似秋兰

——记热处理专家、中国工程院院士雷廷权



雷廷权（1928.01—2007.12），陕西西安人，原哈尔滨工业大学教授，国际著名热处理与表面工程专家。1949年毕业于西北工学院机械系后留校任教；1951—1956年到哈尔滨工业大学工作；1956—1960年在苏联莫斯科钢铁学院金属材料及热处理专业攻读研究生，获苏联技术科学副博士学位；回国后在哈尔滨工业大学任教。一生致力于中国形变热处理基础研究和应用研究，率先开展双相钢强度理论及应用研究；作为形变热处理专业的创始人和带头人，创建了全国第一个金属材料及热处理专业博士点，第一次在国际上提出“形变化学热处理”，并积极推广形变热处理在火箭、汽轮机

叶片、柴油机连杆、高速钢刀具等多种重要零部件上应用；作为全国第一批博士生导师，培养出中国金属材料及热处理专业的第一个博士、中国设立博士后流动站进站工作的第一个博士后，创建了全国第一个金属材料及热处理专业博士点。1997年当选为中国工程院院士。

雷  
廷  
权

坚如磐石，  
韧似秋兰

1993年的一个春日，国际热处理联合会<sup>①</sup>向一位衣着简朴正伏案工作的中国人发来传真，热烈地祝贺他当选为该联合会主席。这是对他一生所从事的材料热处理和表面工程研究及成就至高无上的肯定和褒奖。

他便是生于西安、长于西北工学院、炼于北京钢铁学院、成于莫斯科钢铁学院、名于哈工大的中国工程院院士雷廷权。

纵观雷廷权的一生，无论是科学研究、学科建设，还是人才培养、教学工作，他总是与“第一”“率先”这样的词语紧密相连。他的一生是普通的一生、朴素的一生，也是像钢铁般坚韧的一生。

## 艰难砥砺高品格，时势铸就真英雄

1928年的中国内忧外患、民生凋敝，社会动荡不安。这年1月，雷廷权出生在陕西省西安市的一个知识分子家庭。雷廷权自幼便沐浴在书香门第之中，受到良好的启蒙教育。可是好景不长，1940年，父亲因病无法治愈而去世，留下妻子和7个孩子，家庭的重担便落在雷廷权母亲的肩上。此时，年仅十二岁的雷廷权上有两个姐姐、一个哥哥，下有一个弟弟和两个妹妹。雷廷权的母亲虽然出身于封建家庭，但思想相当开明，特别是在对子女的教育上。雷廷权年少的时候，正值抗日战争时期，雷廷权的哥哥和姐姐都获得母亲的支持而毅然决然地加入抗日救亡的斗争中。受到家庭的影响，雷廷权从少年时代就逐渐建立起了对党和抗日救亡的一些感性认识，在他的头脑中已经有了“革命”的概念并逐渐接受了革命。正是因为大哥和两个姐姐勇于投身革命，雷廷权才认识了中国共产党。

雷廷权从小就头脑聪明，而且读书很用功，学业成绩始终名列前茅。特别是在读初中的时候，因为出色的功课成绩，他成为老师、亲友们眼中的佼佼者，经常受到大家的赞赏。老师们曾说：“这孩子脑子好使，有出息，将来去美国留学，读个硕士、博士绝不成问题。”

肩负着大家的期望，1945年雷廷权以优异的成绩被西北工学院（现西北工业大学）机械系录取。凭借勤奋刻苦的作风和坚忍不拔的精神，他出色地完成了大学阶段的学习，并得到学校的认可，于1949年毕业后留校任教。

<sup>①</sup> 国际热处理联合会，后改称国际热处理与表面工程会，是国际知名热处理与表面工程专家组成的大型常设学术组织，历任主席都是由来自美国、俄罗斯、日本、法国等国际知名学者担任。

刚刚毕业一个月，西安和平解放。受到哥哥姐姐的影响，1950年12月雷廷权报名参军，立志要为谋求人类的幸福而奉献终生。然而因为重重困难他最后没有走上参军之路，但中国共产党对他的影响已然深入人心。雷廷权曾对自己说，无论身在什么工作岗位，都必须坚定无产阶级立场。1951年他在个人自传中写道，“我要以马列主义、毛泽东思想武装自己，确立为人民服务的观念，今天我的方向已经明确，让我在党的教育下，培养自己，把生命献给劳动人民。”

## 筚路蓝缕启山林，敢为人先方领先

雷廷权在五十多年的教学与科研生涯中，总是与“第一”分不开：作为一位致力于金属材料及热处理研究的科学家，他是中国形变热处理基础研究和应用研究的奠基人。他在中国率先开展双相钢强度理论及应用研究，至今处于领先地位，他提出高温回火脆性的“沉淀—偏析”新机制修正了被国际公认的权威理论。作为形变热处理专业的创始人和带头人，他创建了全国第一个金属材料及热处理专业博士点，第一次在国际上提出“形变化学热处理”，并积极推广形变热处理在火箭、汽轮机叶片、柴油机连杆、高速钢刀具等多种重要零部件上应用。作为全国第一批博士生导师，他培养出中国金属材料及热处理专业的第一个博士、中国设立博士后流动站进站工作的第一个博士后……

20世纪50年代，新中国百废待兴。上千名苏联专家与顾问来华帮助中国发展建设。北京钢铁工业学院与哈尔滨工业大学是当时全国学习苏联教育模式建立起来的两所高校，学校的专业发展和人才培养都是在苏联专家的援助下进行的。1955年，为发展钢铁事业，党和国家从全国高校中推荐出一批年轻骨干来到北京钢铁工业学院参加为期两个月的研究生班的学习，雷廷权便在其中。之后因为成绩优异，他于1956年选派赴莫斯科钢铁学院进修，攻读副博士学位。在那里，他很快注意到苏联金属材料界正在研究形变热处理问题，但当时研究进展缓慢，其他国家也没有研究透彻，于是热处理就成为雷廷权关注的方向。1959年，中苏关系破裂，苏联专家全部撤回。1960年，回国后的雷廷权任哈尔滨工业大学金属材料及热处理专业教研室主任。在那个没有技术、没有经费、没有援助、没有科研设备，几乎什么都有的条件下，雷廷权大力倡导在国内进行形变热处理研究，并基于自己的留学经历提出创建“东方乌拉尔学派”的发展目标。这

正是相对苏联的“乌拉尔学派<sup>①</sup>”提出的。鉴于我国材料研究水平与国际学术前沿的差距，他提出，我国的材料研究必须要自成一派，在国际上要有声音。于是“东方乌拉尔学派”的理念于20世纪60年代诞生了。从此，雷廷权带领一批年轻教师向着这个目标奋斗，在这条道路上艰难探索、辛勤跋涉，编著了中国第一部形变热处理专著，创造了金属材料及热处理专业一个又一个辉煌，也创造了一个又一个“第一”。

众所周知，钢是现代工业最主要的金属材料，但不同的用途却对钢的性能有不同的要求，这就需要在工艺上大做文章，需要把压力加工和热处理工艺做得更好，也就是我们所说的打铁和淬火。“钢之力者，坚韧也。坚为刚，而韧为柔也”，从古至今，钢的刚度和韧性这对矛盾一直苦苦地困扰着人们，二者往往是“鱼与熊掌，不可兼得”。因此，综合运用形变强化与热处理强化以使金属材料具有更高的使用性能，便日益广泛地引起人们的兴趣，这也是雷廷权所致力解决的问题。

形变热处理是将压力加工与热处理紧密结合，节省热处理时重新加热所需的大量热能，同时发挥形变强化与相变强化双重效果的跨学科研究领域，理论和实际意义重大。雷廷权是国内这方面工作的创始人之一，在国际上也有相当影响。

然而世道风雨如晦，科坛满是荆棘。雷廷权和他的同事们为了形变热处理研究奋斗了近二十年。他曾经暗下决心，“一定要让中国走在这一研究领域的最前沿”。多少年的风雨兼程，从“文革”年间的动荡不安到如今中国的蓬勃发展，正是那坚韧如钢的品质支撑着这位学者顶着各种压力，敢于为材料界开拓一片新的蓝图。

雷廷权在哈尔滨工业大学任教后不久就赶上三年困难时期，无论是老师还是学生都生活得十分艰苦。哈尔滨的冬天，天寒地冻，师生在宿舍里都要穿着大棉衣。就是在这样的条件下，雷廷权想办法挤出时间投入工作。他主张要想干好科研，光靠前三个单元的时间是远远不够的，必须开辟出“第四单元<sup>②</sup>”，挤出更多的时间干业务。雷廷权每天坚持利用“第四单元”的时间加班加点，几乎没有在夜里12点之前休息过。同时，他还在

① 乌拉尔学派，乌拉尔，指俄罗斯乌拉尔山脉中、南段及其附近一带地区。乌拉尔地区一直以自己的科学技术潜力而闻名，这在很大程度上是因为这个地区集中了俄罗斯科学院的很多研究所，因此自成一派。

② 第四单元，指晚9点之后。雷廷权把一天分成四个单元，即上午、下午、晚9点之前、晚9点之后。

全教研室倡导“第四单元”工作制，很多年轻教师在他的带动下，也开始每天四个单元的工作。

1970年，雷廷权随哈尔滨工业大学的一部分教师南迁到重庆。不招生，没法开课，实验设备装在箱子里不让打开，科研事业止步不前。雷廷权心急如焚：自己停课，外国可在上课；我们不研究，外国可在研究。对形变热处理的探索国际上到了什么程度？一想到这些，生性急脾气的雷廷权简直要发疯。不管外界说什么，戴什么帽子，他带领几位同事一头钻进图书馆，继续形变热处理的研究工作。他们查资料，整理实验数据，一干又是4年。1973年，由雷廷权主编的《钢的形变热处理》一书终于完成了。可出版社不愿出版，理由是学术性太强，书中没有“语录”，参考文献都是外文，提议让雷廷权修改。雷廷权不同意，一放又是4年。几经周折，直到1978年，这本书才问世，一次发行了4万多册，很多人看到都有相见恨晚的感觉。1978年，科学的春天来到了，雷廷权的“形变热处理基础理论”研究成果获得了全国科学大会奖。形变热处理既可有效地简化加工工序，大量节约能源，又能充分发挥材料本身的潜力，这一研究理论的问世几乎是一次革命性成果。为了让这项研究成果早日应用于生产实践，1979年至1981年雷廷权又主编了《热处理手册》的4个分册。接着，雷廷权亲自指导和参加了这项新技术的推广应用。他们研制成功的“高强度筒形件形变热处理新工艺”获得了1984年国家发明四等奖；利用这项新工艺生产的某型导弹壳体完全达到了国外同类导弹壳体的水平。

筚路蓝缕，以启山林；敢为人先，方能领先。雷廷权作为我国形变热处理工艺的开山鼻祖，他敢为人先的精神带领着我国钢铁热处理事业步入世界领先水平。“勇争第一掀巨浪，海纳百川波涛涌”，他在热处理工艺方面的孜孜不倦、含辛茹苦，为中国钢铁事业贡献了巨大的力量。

## 皓首穷经敏学术，为学求索坚如钢

雷廷权一直把科研工作的目标瞄向国际前沿，他具有超群的学术敏感和创新精神。

雷廷权的信条是：科学的生命在于否定和创新。铁素体+马氏体双相钢是20世纪70年代初兴起的一种新型低合金高强度钢，具有屈服强度低而加工硬化能力强、均匀延伸率大、冷却形变性能优异的特点。1978年，雷廷权在国内率先开展了双相钢强度理论及应用研究。

在研究中，雷廷权很快就发现，用公认的混合率来描述双相钢的强度是不合理的。他坚信肯定存在一种更科学的方法。经过三年的艰苦探索，雷廷权提出了与混合率不同的全新概念：用剪切滞后分析法解析双相钢强度规律，得到了与实验结果吻合很好的新公式，从而建立了新的双相钢强度理论。他采用扫描电镜拉伸台进行试样宏观变形与两相微观变形之间关系的研究，指出不同双向组织中马氏体变形可能发生在试样缩颈前后，将原有形变模型、等应力模型及中间应力模型3种强度理论统一了起来，指明各自的适用范围。雷廷权的双相钢强度理论，1987年经鉴定达到了国际领先水平。

经过无数个日日夜夜的研究与探索，雷廷权在世界上首次发现了双相钢中铁素体因受周围马氏体的膨胀而得到硬化和马氏体因孪晶类型少和位错密度低而得到相软化的现象。这是双向钢组织性能中最重要、最本质的特征。这纠正了国外一些人由于不了解相硬化与相软化现象，而错误地认为双相组织是原有的两相混合物而导致的强度分析误解。

雷廷权的研究打破了国外对双相钢的研究仅限于含碳量在0.1%的范围。对中碳高强度钢30CrMnSi、15CDV6等进行双相热处理，获得良好的冷变形预备组织，为双相钢的广泛应用奠定了基础。

1983年，雷廷权在金属材料界又取得了一次重大突破。他大胆指出，当时世界公认的美国宾夕法尼亚大学迈克曼教授<sup>①</sup>的“晶界偏聚理论”有局限性。他在论文《具有不同原始组织的O<sub>3</sub>C-Gr-Mn-Si-2M钢的回火脆性》中指出，内耗法是钢铁热处理中研究碳氮等原子扩散规律的有效手段，提出了高温回火脆性由α相中碳化物微沉淀引起的“沉淀—偏聚”新机制。迈克曼在英国《金属科学》杂志上读到雷廷权的论文后，立即写信反驳。然而最终经过检验，雷廷权的观点正确。一年半之后，迈克曼专程写信给雷廷权，心悦诚服地接受了雷廷权的内耗试验结论。

雷廷权是黑龙江省金属学会创始人之一，任第二、三、四、五届副理事长，另兼任全国热处理学会理事长等诸多国内学术组织的领导职务。他积极开展工厂企业与科研院所、高等院校间的学术交流，活跃学术思想，提高学术水平，为促进我国材料科学与工程学科建设，推进各种先进的金属热处理和表面工程技术尽快转化为生产力做出了卓越贡献。他参与在上海大隆机器厂研制的石油钻杆接头形变热处理技术，获得1986年航天部科

<sup>①</sup> C. J. 麦克曼，美国宾夕法尼亚大学教授，博士生导师，国际著名材料学家。



技进步一等奖。改进后的接头达到了国际水平。博山锻造厂采用这项新工艺生产连杆，每年节约45万度电，节约材料及工时费8.5万元，共计节约22万元。与哈尔滨第二工具厂合作利用形变热处理工艺改进高速车刀的生产，每年仅节省电费及材料费就达100万元。不到十年，形变热处理新工艺已在全国遍地开花，广泛应用于金属材料加工领域，取得了巨大的经济效益。

雷廷权一生刻苦钻研，穷其所好。庄子云：吾生也有涯，而知也无涯。与雷廷权熟识的同行和学生都知道，凡是他发现或主持过的课题，最后都成了专业的主流方向。他早在20世纪80代开始的陶瓷材料、结构钢内耗及高强度钢方面的研究一直延绵至今。他从20世纪90年代开始针对航天新技术金属表面改性技术研究，在激光熔覆和微弧氧化等方面研究目前均在国内占有重要的一席之地……敏锐地捕捉科研课题的方向，得益于他敏感的学术精神和几十年的孜孜不倦、皓首穷经。

进入21世纪，雷廷权已年过古稀，仍坚守在科研一线。尽管体质每况愈下，他仍以钢铁般的意志继续在材料领域攀登科研高峰。

2002年，雷廷权查出患了直肠癌并做了手术，出院后的他仍然坚持去学校工作，坚持指导博士生。2003年5月开始，因为肠胃状况加重，雷廷权连吃饭都成了问题，根本无法正常进食。即使这样，他仍然和往常一样工作，每天坚持到教研室坐班，参加校内外的各种学术活动，指导学生做课题……每一项工作都没有丝毫放松，连教研室每两周一次的例会也都无一次缺席。2005年，雷廷权的病情稍有好转，他就迫不及待地说：“要抓紧工作，把损失的两年补回来。”于是他又开始马不停蹄地奔波在各个领域，带着同事到处跑项目，作调研和进行学术交流。这一年，他到北京、陕西、云南、福建、海南等多个省市出差了十几次，不管是帮助系里跑项目、参加学术活动或者是考察生产试验件的工厂，雷廷权都没有道过一声苦，反而为自己能利用好这些时间而乐在其中。

2006年，在黑龙江省表面工程学会成立大会上，手术后身体还没有完全恢复的雷廷权亲自到会作了重要讲话，他勉励大家努力工作，搞好表面工程的理论和应用研究，服务好东北老工业基地建设。2007年6月，卧病在床的雷廷权在接到在北京召开院士大会的消息后，坚持要亲自参加，医生知道后坚决反对，并对他说“如果在此期间离开医院随时会有生命危险”。可是雷廷权心里想的却是，自己年满80岁后就没有投票权了：“这次是我最后一次投票，我一定要去。”由于他身体虚弱，最终学生们用轮椅

推着他去参加了大会。从北京回来后，他的病情进一步加重了。2007年8月，由黑龙江省热处理学会和黑龙江省表面工程学会共同主办的全国十四省市热处理及表面工程学术交流会在佳木斯大学召开，病重的雷廷权坚持要参加会议，但临近开会时却再次因病住院。尽管这样，他还是委托赵连城院士代他出席，同时他为大会作序，称此次大会是为振兴东北老工业基地做的一件大好事。2007年10月，就在雷廷权逝世一个多月前，他仍在关注哈尔滨工业大学“985”二期为材料学科新增的用于纳米陶瓷涂层技术的设备落实情况。

对于雷廷权来说，生命的意义便在于用尽自己毕生的精力来完成有益于祖国和人民的事业。雷廷权一生为国，一心为国。周围的人这样评价他的精神：“雷先生治学就像他研究的那些特种钢一样，异常坚韧。”

## 甘为人梯之恩师，乐荐贤才之伯乐

雷廷权先生提携后学、甘为人梯，我国著名材料学专家周玉<sup>①</sup>便是先生的一名得意门生。1985年3月，周玉开始在职攻读博士学位，师从雷廷权。1986年6月，学术敏锐的雷廷权为周玉确定了陶瓷材料的博士论文研究方向。当时在国际上，陶瓷材料是很新的方向。雷廷权与日本东北大学著名陶瓷专家佐久间健人教授取得了联系，并于1986年下半年，借赴日本参加国际会议的机会与佐久间健人教授详细讨论了博士生周玉的联合培养计划。1987年7月，在东京大学任教的佐久间健人教授来哈工大访问，雷廷权教授和佐久间健人教授进一步细化了联合培养方案，将周玉的博士选题确定为“ZrO<sub>2</sub>Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>陶瓷的相变与韧化机理研究”。雷廷权以其高度的前瞻性和战略性，在20世纪80年代，开创了国内最重要的研究方向之一——陶瓷材料，并无私地将研究机会提供给了他的学生。从此，周玉的人生与陶瓷紧密地联系在了一起。

周玉在日本的一年中，雷廷权几次到日本与佐久间健人讨论周玉的研究工作，共同为周玉提供了许多重要的指导和帮助。博士毕业后，周玉留校任金属材料及热处理教研室教师。1989年11月，周玉被破格提升为副教授；1991年12月，周玉又被提升为教授；1993年9月，周玉被评为最后一

① 周玉，我国著名材料学专家，哈尔滨工业大学副校长，国家级有突出贡献的中青年专家、国家杰出青年科学基金获得者，中国工程院院士。

批由国家批复的博士生导师。这样的成长速度令人歆慕，而这其中的每一步都凝聚着雷廷权的支持和指点。2009年12月，周玉当选为中国工程院院士，荣誉背后渗透着雷廷权辛勤的汗水。

雷廷权先生诲人不倦，乐荐贤才，中国工程院院士赵连城<sup>①</sup>便是他发现的人才。雷廷权对自己团队里每个人的情况都了如指掌，在他的带领下这支队伍一直走在国内同行的前列。而雷廷权与赵连城院士之间还有一段“三荐贤才”的佳话。

1963年，赵连城大学毕业后分配到了哈尔滨工业大学金属材料工艺系金属学教研室任教，他早先是给非材料专业的学生教授金属学课程，后来雷廷权发现他有很强的教学能力，便调他到金属材料及热处理专业，主讲热处理原理课程，主要研究相变。在1978年全国通用教材会议上，雷廷权认为正在读研究生的赵连城年轻刻苦，对马氏体相变研究造诣较深，就提议让他编写《金属热处理原理》一书的第三章“马氏体相变”。1980年，一位外国专家到哈尔滨工业大学讲学，国内一些教授、学者请雷廷权把其中一部分内容再给大家讲解一下。雷廷权推荐赵连城上了讲台，赵连城精彩的讲解赢得了大家的好评。1981年，中国热处理学会召开专题讨论会，邀请雷廷权讲授马氏体转变与形状记忆效应，雷廷权又一次连夜写信推荐赵连城。赵连城感到自己年轻资历浅，担心会讲不好。雷廷权鼓励他说：“你长期搞这项研究，理解比我透彻，一定能讲得好。”事实证明雷廷权的判断，精彩的报告再次赢得了一致好评。经过这三次推荐，赵连城在得到锻炼的同时也得到了学术界的充分重视，为他日后在“材料王国”中近半个世纪的自由驰骋铺就了广阔的道路。

“创专业投全部精力领军中国热处理，建学科注一生心血培育天下栋梁材。”<sup>②</sup>这是雷院士一生的真实写照。王铀<sup>③</sup>回忆说：“我之所以会走上科研的道路，其中最重要的原因就是受到雷老师的影响。”1977年大学毕业后，王铀被分配到黑龙江商学院工作，可勤奋上进的他并不满足于只是为外专业的学生讲讲课，总是想搞些科学研究。寒假时，王铀向雷廷权提出回校进修，跟雷廷权做点研究工作的想法。雷廷权看王铀年轻、有进取心，又立志要从事科研工作，十分开心。当时条件很差，甚至连一分钱的科研经费都没有，要从事任何科学研究都是

① 赵连城，“精密热加工国防科技重点实验室”主任，中国工程院院士。

② 参见《怀念恩师雷廷权》王铀著。

③ 王铀，教授，博士生导师，中国材料学会青年委员会理事，黑龙江省化学学会理事。

举步维艰。敬贤爱才的雷廷权还是同意王铀跟随自己搞科研。他告诉王铀：“先不要急，扎下心来先做案头工作，查查文献，写写综述，也是一个必要的基础，等有条件时再做课题。”于是，王铀按雷廷权列出的文献目录，每天都泡在省图书馆查资料。几个月后，国家开始恢复招收研究生。雷廷权得知消息后，第一时间告诉王铀，并让其回去好好准备，一定能顺利通过考试。在雷老师的鼓励下，1978年王铀参加研究生考试成为了文化大革命后第一批研究生，并从此开始了他的科学研究之旅。1986年，王铀考取了金属材料及热处理专业博士研究生，并正式成为雷廷权的弟子，并于1989年顺利通过答辩成为中国第一个研究金属材料磨损的博士。王铀在做博士论文过程中，以直接证据证实了钢磨损表面生成非晶态，结束了摩擦学界长达二十多年的争论。雷廷权得知后非常高兴，他不仅认真细致地修改王铀写的英文论文，还按照*Scripta Metallurgica*杂志的激光照排要求，在他的手动打字机上亲自编辑打印这篇文章。

雷廷权的心愿是：“读书救国、读书兴国，并一辈子不懈努力。一个人的力量是有限的，我要把周围的老师和学生很好地组织起来，为实现这个目标共同奋斗。”雷廷权一生桃李满天下，为国家培育了众多栋梁。他不仅亲自培养了45名博士和数十名硕士，还一直十分注重智力引进和青年人的培养。在20世纪70年代末期，他开始邀请日、英、美等国家材料学和相关学科的专家、学者来哈工大讲学；他鼓励青年教师出国交流、学习，提高了教研室的师资水平。

“与过去相比，现在的学生幸福多了，社会安定，经济发展，国家为学子们提供了优越的学习和生活环境。所以，大家一定要努力学习，报效祖国。但是现在有部分大学生缺乏为国家、为民族而学习的理想信念，学习不够努力，钻研不够刻苦，不能脚踏实地去学习和工作，缺乏学习动力和为民族兴盛、国家富强而努力拼搏的历史使命感。”雷廷权说道：“现在，我们的国家虽然不像旧社会那样处于民族危亡的关头，但与世界上许多国家相比，我们的国力还不够强大，还需要每一个中国人，特别是青年学子的奋斗和奉献。所以，作为祖国未来希望的当代大学生一定要好好珍惜现在的美好生活，把握青年时代特别是大学四年的学习机会，严格要求自己、锻炼自己，努力学习，埋头苦干，为国家和民族的繁荣富强贡献自己的力量。”雷廷权一生奉献给了科研，而且时刻不忘提醒着后辈们继续未完的征程。

## 艰苦朴素平凡命，润物细微韧似兰

如果说雷廷权在学术上叱咤风云，那么他在生活中则是和风细雨，言谈举止润物无声。他的秘书曾在文章中写道：“人说记忆会随着时间的消逝慢慢淡化，而雷老师的很多言行，在我的心中却以一种精神的方式生根、发芽、成长。”

雷廷权的生活非常朴素，用过的每一张纸几乎都是“废纸”，背面都是曾经用过的资料。他从不讲究吃穿，一身灰色的夹克衫至少穿了十几年。夏天的时候，他总是穿着一双棕色的革质皮鞋，虽然买时只花了十几元，但他却说：“这双鞋穿起来舒服。”

雷廷权的办公室同他的衣食一样简单。不足十平方米的屋子里，两个一人多高、不足一米宽的书架并排放置，加上一张办公桌、两把普通的折叠椅，许多初次看到这里的学生都难以置信，然而与雷廷权久久相处之后，那种诧异却转变为心底里涌现的敬仰之情。

虽身为院士，在生活中雷廷权却从来不以此自居。不管大事小事，只要自己能做的，总是不愿意麻烦别人。秘书王玉金说，“我虽然是雷老师的秘书，可他却很少让我帮忙做事儿，连出差订机票、整理资料这样的琐事也总是自己动手。他总说，能不麻烦别人的事儿，自己做就行了。”这位老人信奉凡是有能力便“亲力亲为”，不麻烦别人。别人提起来，他就会说：“随手就做了，没关系。”

2002年底，雷廷权分到了园丁小区的新房子并着手搬家事宜，他都只是带着家里人忙来忙去，从不让学生去帮忙。雷廷权平时出行的主要交通工具是公共汽车，年纪大了，大家怕他出行不方便，劝他有事外出可以从学校叫车，他却说不用麻烦别人。直到他72岁那年，一次乘坐公共汽车出行的时候，汽车紧急制动摔伤了他的头部，去医院缝几针后，大家才知道这个貌不惊人的老先生居然是院士。

雷廷权在生活中从没有摆过一点架子，对周围的人都是和善而亲切。雷廷权的学生贾德昌<sup>①</sup>第一次写英文稿子，希望能得到雷廷权的指导，一大早就跑到了老师的办公室，没有同老师约过时间就硬着头皮闯了进去，但没想到，雷廷权二话不说，放下手中的活儿，接过稿子便逐字逐句地批改起来，最后十多页的稿子被雷廷权批改讲解了一上午才完成。耽误了一

<sup>①</sup> 贾德昌，哈尔滨工业大学教授，博士生导师。

上午宝贵时间的雷廷权却毫无抱怨，反而对学生勤奋好问的精神感到欣慰。

雷廷权的夫人郭维昭女士在《雷廷权回忆录》中写道：“他去世后我无靠无助，在孤独中度日，忆起几十年相守的历历往事，我乱不能安。”

“因为工作原因，老雷很少在家，晚上在家也是坐在写字台前，几乎没有时间和我们说话。”老伴回想起与雷廷权共同生活的半个多世纪，不禁喟叹。但是，作为数十年来一直在雷廷权背后默默支持着他的妻子，她心境豁达而又开朗，她能够理解雷廷权的境遇和心情。雷廷权工作很忙，对妻子很歉疚，没时间陪同妻子逛街、买衣服、做家务。然而他能做的，也是其他人做不到的。每天早晨，雷廷权都起得很早，上早市采购后，回家亲自下厨为家人炒菜做饭，数十年来天天如斯。他烧得一手好菜，一有时间，就给家人烧菜做饭，陪同老伴聊天。

雷廷权晚年患病在上海、北京和哈尔滨住院期间，妻子无微不至的关怀常常令他潸然泪下、老泪纵横。这泪流在他心里，同时也流在老伴心里，直到2007年他猝然长逝。弥留之际，他依然叨念着妻子、叨念着他未竟的事业……

“钢之力者，坚韧也。坚为刚，而韧为柔也。”雷廷权刚强如磐石，柔韧似秋兰，熠熠生辉，荣而不媚，坚韧如钢。

# 毕生的追求： 将零件轧制技术转化为生产力

——记零件轧制专家、中国工程院院士胡正寰



胡正寰，湖北孝感人，生于1934年7月，北京科技大学教授，零件轧制专家。1956年毕业于北京钢铁工业学院，毕业后留校一直从事教学与科研工作，现任北京科技大学博士生导师，教授，“国家高效零件轧制研究与推广中心”主任，中国机械工程学会塑性工程（锻压）分会名誉理事长。领导的团队从1958年起从事轴类零件轧制技术研究工作，现已全面掌握并推广应用，使我国成为世界上少数掌握这项高新技术国家之一。是我国轴类零件轧制技术公认的主要开创人，为我国该技术处于国际先进水平做出重要贡献，在将技术转化为生产力的突破上成绩显著。先后获全国科学大会、

国家发明、国家科技进步等国家级奖励5项，获全国优秀科技工作者、国家级有突出贡献科技专家、全国“五一劳动奖章”、中国机械工程学会科技成就奖等荣誉称号。1997年当选为中国工程院院士。

胡  
正  
寰

毕生的追求：  
将零件轧制技术转化为生产力

胡正寰是我国著名的零件轧制技术专家、中国工程院院士。他所从事的零件轧制技术推广工作已实现在全国24个省市投产200余条生产线，开发投产的零件达500多种，已累计生产500多万吨零件，分别应用于汽车、拖拉机、发动机等领域。我国的轴类零件轧制技术，特别是在工业应用方面，已进入世界先进行列。这一切都与胡正寰院士和他领导的团队有着密不可分的联系。在我国轴类零件轧制技术处于国际领先地位的背后，是胡正寰院士一生奉献给零件轧制事业的科研之路。

## 科技强国志，钢院踏征程

胡正寰祖籍湖北孝感，1934年出生于有“天鹅项下的珍珠”美誉的北方冰城哈尔滨，是家里五个孩子中最小的一个，上有一兄三姐。胡正寰的祖父胡之云是前清秀才，废科举后考入张之洞创办的“两湖书院”，与革命先驱黄兴同窗学习并为同桌，曾留学日本并在北京国民政府教育部任职。父亲胡洁清曾就读于国民政府外交部办的北京俄文专修馆，与革命先驱瞿秋白同窗，毕业后在中苏合办的哈尔滨中东铁路总局任职。胡正寰出生时，日本对东北三省觊觎已久。1935年，日本帝国主义发兵入侵东北，还不到一岁的他便随父母离开哈尔滨到南京。父亲到中央陆军军官学校任俄文教员。随着“卢沟桥事变”的爆发，日本开始全面侵华，胡正寰全家经湖北、湖南、贵州等地最终落脚四川成都。虽然天府之国土地肥美、物产丰富，但全国战乱频发、民不聊生。为养活全家供五个孩子上学，父亲除在黄埔军校任俄文教员外，还担任苏联空军志愿军总顾问崔可夫的翻译。

1945年抗战胜利，适逢胡正寰小学毕业，全家落户湖北武昌。父亲在武汉水运工程学院任外语教研室主任，讲授俄语。1949年中华人民共和国成立，胡正寰从武汉大公中学初中毕业，开始在湖北省立高级中学念高中。这所高中有着浓厚的学习氛围，董必武、李四光等都曾在校学习，为胡正寰提供了良好的学习环境。受书香门第家庭背景的影响，胡正寰学习认真刻苦，成绩优异。

1952年，高中毕业的胡正寰参加高考。在报考学校选择专业时，他想起平日父亲时常教导他：“科技救国、科教兴国”，要永远把国家的需要排在第一位。“钢铁强则工业强，工业强则国家强。”建国之初，发展工业，特别是钢铁工业，正是国家的当务之急。在新中国建设需要钢铁人才的强烈需求下，胡正寰毫不犹豫地报考了国家新筹建的北京钢铁工业学院，郑



重地选择了“冶金机械”专业。“钢铁”、“冶金”、“机械”，几个看似冰冷的词汇，却承载着青年胡正寰钢铁兴国的豪情和理想。胡正寰踏上了北上的路程，成为了这所学校的第一批学生。

传承自中国近代史上第一个矿冶学科的火种，肩负着几代人科教救国、钢铁兴国的历史使命，满载着北洋大学、唐山交通大学、西北工学院、华北大学工学院、山西大学、清华大学六所院校矿冶学科的光华，新中国钢铁工业的最高学府——北京钢铁工业学院于1952年正式筹建成立了！

建校之初，魏寿昆<sup>①</sup>、张文奇<sup>②</sup>、胡庶华<sup>③</sup>、徐宝升<sup>④</sup>等一大批名师巨擘会聚在钢院校园。新组建的钢铁学院积极向上、充满活力，承担教学任务的很多是青年教师。其中给胡正寰讲课的老师有陈先霖<sup>⑤</sup>、孙一康<sup>⑥</sup>、王祖城等。校园里的学习气氛非常活跃，年轻的胡正寰勤勉好学，成绩优异。源自北洋大学、华北大学工学院等学校“实事求是”的传统，新成立的钢铁学院有着浓厚的“严谨求实”的校园文化氛围，这样的教学氛围为胡正寰后来从事科研事业“求是创新”的精神奠定了基础。

大学学习期间给胡正寰留下最深印象的老师是后来当选为中国工程院院士的陈先霖。除讲授“炼钢设备”等课程之外，陈先霖还积极探索教学模式的改革。胡正寰很喜欢参与到陈老师组织的理论研讨、实习实践等教学改革活动中。陈老师时常强调，唯有工程实践才可以检验所学理论是否创造价值。这些都对胡正寰后来促进产学研结合、注重生产实践创造效益，产生了潜移默化的影响。

在北京钢铁工业学院的学习生活中，优良的体育传统对胡正寰一生影响极大。钢院建校初期，师生暂住在清华园内，被称为“清华大学钢铁学院”。时任清华大学校长的蒋南翔提出了“为祖国健康工作五十年”的口号，当时给胡正寰担任体育教师的正是清华大学体育部主任、被誉为“我

① 魏寿昆，冶金学和冶金物理化学家、冶金教育家，中国冶金物理化学学科创始人之一，北京科技大学教授，中国科学院院士，胡正寰的老师。

② 张文奇，冶金学教授，原北京钢铁学院院长，胡正寰的老师。

③ 胡庶华，著名教育家，冶金学家，原北京钢铁学院教授兼图书馆馆长，胡正寰的老师。

④ 徐宝升，冶金机械专家，我国连续铸钢技术的主要开拓者之一，原北京钢铁学院机械系教授、系主任，胡正寰的老师。

⑤ 陈先霖，冶金机械力学、强度分析和重大冶金设备运行性能研究专家，中国科学院院士，胡正寰的老师。

⑥ 孙一康，我国轧钢自动化控制领域开拓者之一，胡正寰的老师。

国体育界一面旗帜”的马约翰。马约翰带领他的学生积极响应校长的号召，坚持开展体育锻炼，每天下午4时至5时自觉到操场开展体育运动。马约翰强健的体魄和对祖国的无限热爱给胡正寰留下了深刻的印象。大学时期的胡正寰特别喜欢参与到篮球、足球这类运动量大、对抗性强的体育运动中。体育锻炼带给他的不仅仅是强健的身体，更是顽强拼搏、自强不息的精神与健全的人格。

“为祖国健康工作五十年”的口号带给胡正寰的除了加强体育锻炼的意识，还帮助他养成了良好的生活习惯。在校学习期间，吃饭上课他常常走在前面：第一个起床、第一个吃早饭、第一个到教室占座。老师布置的作业和任务，他都能高效认真地提前完成。胡正寰的生活极其规律，即使在工作之后，他仍能合理规划和利用时间。在顺利完成工作的同时，他可以保证必要的锻炼和睡眠时间，从不熬夜突击完成任务。

大学单纯而美好的生活转瞬即逝。尽管四年的时间对于人的一生或许只能算作短暂的一程，但在北京钢铁学院的学习经历，却深刻地影响了胡正寰的一生。从对冶金机械专业方向探索的饱满热情，到投身祖国钢铁事业健康工作的铮铮铁骨，都给他的人生轨迹刻上了难以磨灭的钢院烙印。

1957年，胡正寰作为钢院首届学生毕业。在就业去向上，他最先想到的是到工厂去，到祖国钢铁工业的一线去建功立业。系所里的教师建议他留校任教，为祖国培养更多的优秀人才。几经选择，最终胡正寰服从组织安排，留校在冶金机械教研室任助教。

## 大干一百天，“成果”把礼献

1958年，“大跃进”运动开始，工业上提出“以钢为纲”的口号，党号召破除迷信、解放思想，要敢想敢干。面对大炼钢铁的人群，年轻的胡正寰也被这种豪情所激荡和感染。作为青年教师，胡正寰决心过好教学关，做一名讲台上出色的老师。他每天阅读技术文献资料，提升自己的教学水平。

在翻阅文献资料的过程中，一部1957年苏联出版的轧制技术专业图书引起了他的注意，书中有一节介绍了当时世界上的最新工艺——斜轧技术——用轧制的方法生产钢球：加热后的钢棒伸入轧机，经两个带螺旋的轧辊转动挤压后，“扑通扑通”生出一个个浑圆的钢球来，每分钟可达到60—100个。看到这里，胡正寰异常兴奋，因为他知道：这是一项机械零

件制造业的“革命性”工艺！

工艺的“革命性”从何说起呢？这需要先了解和学习一下钢球生产最基本的机械加工工艺和方法。

当时我国生产钢球最常用的方法是锻压生产。所谓锻压，是利用锻压机械的锤头、砧块、冲头或通过模具对坯料施加压力，使之产生塑性变形，从而获得所需形状和尺寸的制件的成形加工方法。通俗一点说，就是打铁。锻压加工方法的优点是会增强零件的机械强度，但缺点也很明显：工人劳动强度大、工作环境噪音大、原料利用率不高、生产效率较低等。

而如果采用轧制的方法，则是通过轧辊挤压产生钢球。这种生产方式除了能保证零件的机械性能之外，原料利用率很高，基本没有浪费；机器运转稳定，噪音小；连续性强，生产效率高，而且设备成本较低。

这样具有“革命性”优势的工艺技术我国怎么能没有呢？建国之初中国的钢铁工业需要大量的钢球，其中包括用于粉碎矿石的耐磨钢球、轴承用球等。由于科技水平的落后，当时钢球主要采用锻造的方法生产。工人劳动强度大、原料浪费严重、效率低等问题制约着钢球的大批量生产。高温烘烤、噪音嘈杂，恶劣的钢球生产环境深深地印在胡正寰的脑海里，他深知轧制钢球技术研发的重要性和迫切性。

要敢想敢干！胡正寰决定要攻克这项技术课题，提出了“大干100天、轧出钢球把礼献”的宣言，研制、设计用于生产钢球的轧机，为国庆节献礼。课题得到了系里领导和同事的支持，学校特批为重点项目。

轧机的研制与设计一切都是从无到有。苏联的技术书籍中除了对这项技术基本原理的描述和示意图之外没有介绍任何工艺参数。凭借着一腔热情和执著，经过日夜奋战，胡正寰和几位同事仅用了40天就完成了试验轧机的图纸设计。学校实习工厂也组织工人突击，六十多天后机器造了出来。轧机生产出来后，胡正寰和同事们对机器进行了不断的调试以及生产钢球的反复试验，最终开机运转，新研制出的轧机生产出了几个像模像样的钢球。研制成功了！掐指一算，一共一百多天，正好赶上国庆节。胡正寰和同事们欣喜若狂，敲锣打鼓地在“十一”献了礼。钢球轧机研制成功的消息不胫而走，全校都轰动了！很快，《光明日报》、《北京日报》都把这项技术作为“大跃进”的成果进行了报道。

斜轧技术生产钢球试验的成功，让胡正寰激动不已。因为这不仅预示着新工艺实施推广的希望，更代表着中国迈出了零件轧制技术发展的第一步。新技术的生产效率比原来的锻压生产高5倍以上，设备成本也大幅度

下降，凸显出了与原有技术相比极大的优越性。

1959年，在试制出钢球轧机一年后，辽宁抚顺的一家机床厂闻讯而来，希望与学校合作将这项技术用于工业生产。胡正寰对自己研究的成果满怀信心，带领几名高年级的大学生应工厂要求设计出轧机。工厂赶制安装了设备并进行了工业试验。起初，新轧机体现了比原有汽锤锻造工艺的绝对优势：生产效率提高十多倍，生产工序减少，工人劳动条件得到根本改善。厂里的工人师傅们看到这台新设备高兴得合不拢嘴。但很快他和工人们发现，每批钢球中都存在着一定数量的不合格品。最终，因为轧辊的寿命过短，以及众多深层次技术问题未能及时解决，产品合格率无法满足生产要求，生产被迫停止。这时原本对自己技术很有把握的胡正寰才突然真正意识到：科技转化为生产力的困难远比想象中要多。试验轧机的成功，只表明对于零件轧制核心关键技术的突破，并不能证明这项技术符合生产标准并适用于工业投产。新工艺投产运行，还需要对每一项技术问题进行更多的探索。攻克其中的一项，不意味着拥有成功的激动和喜悦；一旦有一项疏忽，就意味着生产可能无法进行，带来经济损失。这次的教训，留给胡正寰的是一条漫长的零件轧制之路。那时的他或许才刚刚意识到，自己将要在這條路上投入毕生的精力。

## 实干十五年，斜轧技艺精

面对斜轧技术工业投产上出现的教训，胡正寰决定继续潜心研究，逐一攻克难题。钢球的成形机理、孔型设计与制造、轧辊的材质与热处理、轧机的综合机械性能、轧件的品质与热工制度、工艺冷却与润滑等等。埋头苦干中是反复的研究、分析、思考与无数次的试验，伴随他的是各式各样的大小事故：螺丝的扭断、轴承的碾碎、主轴的扭曲，甚至轧机的倾翻。每次事故的处理与问题的解决，都使得他研究的斜轧技术工艺得以不断的改进和完善。

20世纪60年代初，我国从苏联引进了两台大型的斜轧球磨钢球轧机。由于中苏关系破裂，苏联拒绝派专家指导安装与投产工作。设备到中国后，存在仓库里达6年之久，1968年经冶金工业部几次调配，轧机才落户邯郸钢铁厂。但由于是引进的设备，厂里没有了解斜轧技术的工程技术人员，于是便邀请胡正寰赴厂指导。

汲取了首次轧制钢球工业投产失败的教训，胡正寰深知这次任务的难

度。但他对这次的工作又充满了期待：因为这一次可以在实际应用中检验一下几年来技术试验的成效，而且可以直接了解国外斜轧设备的工艺和技术。从理论到实际，从工艺到设备，胡正寰和同事们并肩作战。对于斜轧轧机技术的核心——螺旋孔型轧辊的设计与制造，他更是潜心琢磨原理，逐步领会掌握。不到三个月，高大的轧机正常运转起来，一颗颗钢球生产出来了！轧制钢球技术在我国的生产中终于开始了实际应用。斜轧技术的核心——螺旋轧辊孔型设计与加工方法的破译，使我国成为世界上极少数掌握此项技术的国家之一。对于胡正寰来说，这无疑是他零件轧制之路上的一个重要里程碑。

在消化、掌握苏联斜轧钢球轧机技术的基础上，胡正寰开始了这项技术的创新发展。1974年，他领导的小组与包头钢铁厂合作，开始自主研发、设计大型斜轧钢球轧机。经过近一年的设计与制造，轧机投入工业生产。该轧机不仅在产品质量上有了保证，而且与苏联引进的轧机相比，具有结构新颖、重量轻、换辊方便、成本低、效率高等众多优点。

包钢斜轧钢球的工业性大生产，具有划时代的意义。因为这是我国第一条自行设计、投产的斜轧球磨钢球生产线。这条生产线至今仍在一线进行生产，球磨钢球累计生产量已达50万吨，它标志着我国通过自主研发掌握了斜轧钢球的全部生产技术。这项技术的掌握，满载着胡正寰的耕耘和汗水，一晃距离他最初在文献中找到这项技术并发出誓言，已经整整过去十五年的光阴了。

轧制钢球技术在工业上的成功投产，为斜轧技术在其他轴类零件生产的广泛应用打下了坚实的基础。胡正寰犹如拿到了开启零件技术应用大门的钥匙，就要大踏步地迈进这座神圣的殿堂了！

1972年起，胡正寰与北京轴承厂合作，成功研发出用单孔型、快速感应加热轧制轴承圆柱、圆锥滚子的新工艺。用这项工艺开发并投产的圆锥滚子品种达四十余种，在国内外具有开创性意义。同年，胡正寰领导的课题组开展了斜轧由3—6个回转体组成零件的研究工作，开发出包括军马用防滑钉、线路器材用的球头吊环坯、柴油机上的摇臂坯、汽车转向球销、汽车双联与四联齿轮等十多种复杂零件。我国的斜轧复杂零件技术也开始走在了世界的前列。

1973年起，胡正寰和同事们接受了一项军工任务，即开发斜轧成形穿甲弹钢芯（弹头）的工艺。由于该零件结构较为复杂，精度要求很高，国内外通常需要多套机床反复加工切削打磨才能成形。一旦出现次品，就无

法保证炮弹发射后的走向。胡正寰与工厂积极合作，经过三年的攻关，终于实现了精密轧制、一次成形高精度穿甲弹芯的技术要求。投产任务完成后，通过了部级成果鉴定。这项技术首创了无切削加工弹头的新方法，其精度、同心度都达到了机床精加工的水平，与原有工艺相比只需要过去1/4的工序和设备，生产效率提高8倍，节材率达23%，成为国内兵器界、机械加工界的一件轰动的大事！这项成果表明，我国在斜轧零件技术方面已有了世界领先的重要成果。

新世纪以来，随着电子信息技术的迅速发展，需要大量的铜球用于制造计算机、手机的线路板。胡正寰又领导他的小组成功研制了用冷斜轧方法生产铜球的技术。在这项技术研发之前，这种铜球国内外大多采用冷镦方法生产，美国除采用冷镦外还用热斜轧方法生产。而冷斜轧方法出现以后，显示出与原有工艺相比极大的优势：与冷镦方法相比新技术轧出的铜球球形好，没有环球带，生产效率高；与热斜轧相比，既节约能源，又避免铜球氧化等因素影响质量。美国的著名制铜企业——优耐公司在了解这项技术的先进性后，引进了两条生产线，投入工业生产。

胡正寰从事我国的斜轧零件技术研发，由从无到有、白手起家到国际领先，历经了五十多年的历程。这项技术推广的一个显著特点，就是科研成果不断向工业生产转化，效果十分显著。当前，我国的斜轧零件技术在精确度、复杂程度、开发投产品种等方面都处于世界先进水平，而胡正寰正是我国斜轧零件技术公认的主要开创者，他为我国这方面技术处于国际领先地位做出了杰出的贡献。

## 进军楔横轧，推广贡献大

20世纪70年代初期，在逐步掌握了斜轧技术工艺之后，胡正寰开始向同为轧成型零件方法的楔横轧技术进军。

所谓楔横轧，通俗地讲就是利用两个带楔形模的轧辊，以相同的方向旋转，带动圆柱形坯料旋转，坯料在楔形模的挤压作用下，轧制成各种形状台阶轴的零件轧制成型技术。与传统锻造工艺相比，具有生产效率高3—7倍，节材率达20%—40%，模具寿命长，设备成本低，产品质量好，噪声小等优点。生活中常见的汽车、摩托车、拖拉机、发动机等中的轴类零件都可采用这种技术加工生产。

早在19世纪，人们就开始探讨用楔横轧生产轴类零件的方法，但一直

未能用于生产。1961年，捷克首先将这项工艺与设备完善用于工业生产，并在莱比锡国际工业博览会上展出，得到人们的广泛重视，从而成为世界上众所周知的轴类零件加工新技术。

我国从20世纪60年代末期开始，清华大学、重庆大学、东北大学等一些高校和科研院所就开始涉足楔横轧技术的研究工作，后因种种原因没有继续下去。在基本掌握斜轧技术的基础上，胡正寰也逐步开始楔横轧技术的研究工作。最初是将实验室的一台斜轧机改造，进行楔横轧的工艺试验与产品开发工作，逐步获得楔横轧生产工艺、模具设计与制造以及工艺调整对设备的要求等工艺性知识。

在试验成功的基础上，他们尝试将楔横轧技术进行工业化投产。在斜轧技术试验推广的经验影响下，胡正寰认为楔横轧技术的应用与推广也应由易到难，循序渐进。1969年，他首先与江苏无锡江南工具厂合作，将我国自行设计制造的楔横轧轧机用于木凿毛坯的生产。尽管五金器具的综合机械性能与工业用零件相比存在距离，但这项技术与原自由锻工艺相比效率提高5倍，材料节省15%，生产环境大幅改善。这标志着我国第一台辊式楔横轧机研究成功并应用于工业生产。

1980年，改革开放的春风吹拂着刚刚复苏的神州大地，国民经济的各个领域逐渐开始步入正轨。胡正寰信心满满，他相信这将给他的零件轧制技术带来更广阔的舞台。这一年，胡正寰作为项目负责人与第二汽车制造厂合作，承担了国家“六五”攻关项目——楔横轧汽车典型轴类零件的研究任务。研究对象选择了东风载重汽车上变速箱中间轴、转向蜗杆轴与直拉杆等五种典型零件。这些零件尽管同为轴类零件，但形状各异、长短不同、大小有别。因为用途不同，加工要求很高。从最初的设计研究，实验室试验与小批量生产考核，到设计制造生产用轧机，再到工厂安装调试，直到投入工业生产，前前后后有几十人参与其中，总共经历了六年多时间，项目直到1987年才通过上级组织的鉴定验收。对于这段研发历程的回忆，胡正寰常说自己在这几年是吃尽了苦头、伤透了脑筋。而且由于超过了“六五”规定的1985年最终完成期限，这个项目也没能得到任何奖励。但值得欣慰的是，通过这次磨炼，使胡正寰所探索的零件楔横轧技术上了一个新的台阶，为后来的大范围推广应用打下了坚实的理论和实践基础。

从斜轧到楔横轧技术在工业领域的广泛投产，胡正寰不断完善着自己的技术。这项技术所创造的良好经济效益也得到了学校和国家的重视。1987年，国家科委、教委批准在他所工作的北京钢铁学院成立“高效零件

轧制研究与推广中心”，着力支持胡正寰做好零件轧制技术在全国的推广工作。

1989年6月，湖北大冶钢厂与胡正寰所领导的“高效零件轧制研究与推广中心”签订协议，确立了使用楔横轧技术生产汽车轴类零件的项目。仅仅用了三个月时间，项目收尾投入工业生产。这家长期为我国机械军工行业提供优质钢材的老钢厂终于有了自己的深加工产品。又过了一年多的时间，项目收回全部投资。后来再次见到胡正寰的时候，大冶钢厂厂长紧紧握住他的手，激动地告诉他：“这个项目不仅结束了我厂几十年只能生产棒棒（圆钢）的历史，而且也创造了我厂回收投资最快的新纪录！”从此大冶钢厂利用楔横轧技术进行钢材深加工，逐步发展成为年产两万吨优质汽车轴类零件的龙头企业。

20世纪90年代中后期，我国正式步入汽车时代。正如他在自己的论文《楔横轧技术的现状与展望》中所预言的那样：“楔横轧技术在我国将有一个较大的发展。”汽车发动机上的凸轮轴，其生产加工方法在采取楔横轧代替原有锻造及切削工艺之后，材料利用率由不到50%变为85%，生产效率大大提升。胡正寰带领团队所研究的楔横轧近成形凸轮轴工艺，在我国的玉林、潍坊、上海、大连、杭州、朝阳等主要柴油机厂已广泛应用，技术使用覆盖率达80%以上。

胡正寰和他所领导的“高效零件轧制研究与推广中心”在对楔横轧技术的研究和推广过程中，逐步将研制设计的高精度、可靠性强的楔横轧机系列化，并制定国家专业标准；在国内指导建成并投产楔横轧生产线百余条，专业化楔横轧轴类零件生产厂十余家；研发并投产包括汽车及拖拉机、摩托车及自行车、发动机及油泵、五金工具坯件等轴类零件四百余种。胡正寰为楔横轧零件技术在我国独立研发、广泛应用并进入世界前列发挥了极为重要的作用。

## 实践促科研，转化助生产

“科学技术是第一生产力。”

这句响亮的口号是邓小平根据马克思主义基本原理和当代世界科技发展的趋势和实践，于1988年所做出的著名论断。经过几十年的检验，这句话更成为了现代社会的箴言。这句话凸显出科学技术对于生产力的重要作用。但实际上，科学技术并不能简单地等同于生产力，二者之间的转化亦



非易事，因为从科学技术到生产力的跨越中间还需要有一句话来验证：“实践是检验真理的唯一标准。”

科学技术的应用与推广并不是一个轻而易举的过程，其间需要通过实践反复检验。把自己一生的精力奉献给我国零件轧制事业的胡正寰，依托亲身阅历对科技成果的实践转化有着独特的认识。

“崇尚实践”是胡正寰求学和工作近六十年的母校——北京科技大学的一个优良传统。“老师学生实践能力强，没有架子，能和工人打成一片”是这所学校给人们留下的深刻印象。而胡正寰的科技成果转化之路正是受这样环境的影响。从参与陈先霖老师的实践教学改革，到斜轧钢球的试验，再到斜轧、楔横轧技术的研究与推广……无一不是通过实践探索道路，摸索规律，取得成功。胡正寰喜欢将自己研发和推广斜轧钢球技术的故事总结为“敢想敢干的一百天和苦干实干的十五年”，字里行间透露出的是实践探索和检验的坎坷与艰辛。实践之路虽然充满泥泞，但却帮助胡正寰探索出了零件轧制技术应用推广的规律。

科技向生产力转化的一条规律，就是要有良好的机制作为载体。这把科技转化的保护伞，被胡正寰总结为“三有机制”。首先，有一个校内研究推广基地。基地是整个机制的基础，主要对没有关键把握的新技术在基地中进行检验，保证所转化的成果通过试验，并能设计、制造涉及关键技术的轧机模具等。其次，有一支技术配套团队。这支团队包括学者、教授、高级工程师、技术工人、研究生等，分别从事研发、试验、服务等工作，为科技转化生产力起关键作用。最后，有一套系列化轧机设备。在多年理论研究和实践检验的基础上，设计出一套性能优质、具有中国特色的系列化轧机设备作为实际应用候选。根据客户的不同需求，通过对现有系列设备进行适度修改就可以得到最终的轧机。“三有机制”的建立，为胡正寰推广零件轧制技术和设备发挥了重要的作用，保证了科技向生产力转化的速度和质量。

胡正寰还认为，科技转化为生产力在实践中取得成果的基础上还要再次进行理论提升，实现二者不断促进。2007年，时任教育部部长的周济在教育部与广东省产学研结合工作会议上提出了“把论文写在大地上，写在工地上，写在车间里”的论述。胡正寰非常赞同周济部长的观点。长期以来，学校考核教师、上级评估学校往往把论文作为硬指标，而教师与企业结合解决科技转化的问题却没有指标，也不进行考核。然而高校具有专业人才多、技术范围广、科研领域新等特点和优势，科技转化之路并非不可

行。“论文写在车间里”，指的是新的工程技术通过实践取得成果，在此基础上再写文章进行理论提升和总结，这样的文章才能体现真知灼见。由我国权威部门编纂出版的《机械工程手册》、《中国材料工程大典》、《锻压手册》等中都设有章节介绍零件轧制技术，胡正寰正是这些专章的撰写者，这些专章恰恰就是胡正寰工程实践的积累和系统的理论总结。

作为一名大学教师，胡正寰常将这种注重科技成果转化、“崇尚实践”的精神通过言传身教传播给自己的学生。他常教导自己的研究生：“我们搞研究，就是要用于生产，提高生产率，不能用于实际的成果，即使开了鉴定会也不算数。”胡正寰指导自己的研究生，看中的绝不止于毕业论文和答辩。论文的内容要源自实验，科研成果要有助于实际应用，所提观点和理论要在实践基础上有所升华。他所带的学生都能晓通理论、勤于实践，符合社会的人才需求。严谨求实的校园文化环境，良好机制的充分保障以及理论和实践的互融与促进，使胡正寰所从事的零件轧制事业在发展前景上充满活力，焕发出勃勃生机。

## 奋进扬国威，创新铸辉煌

胡正寰的零件轧制之路除了“求实”的特点之外，另外一个便是“创新”。

从开始研究零件轧制技术起，胡正寰就与“创新”结下了不解之缘。按传统分工，冶金轧制主要生产大长度等截面钢材，包括板材、型材、管材等。而形状各异的机器零件，大多是将钢材通过锻压、切削等机械加工成形的，即冶金轧制提供半成品钢材，通过机械加工成形零件的传统分工格局。用轧制成形轴类零件方法的出现，使原有的分工出现了突破。将传统的零件加工成形方法——锻压与轧制成形零件的方法进行分析比较，锻压零件与轧制零件同属金属塑性成形范畴，但在成形方式上锻压零件为整体、断续成形，轧制零件为局部、连续成形。零件轧制技术，既是冶金轧制的重要创新领域，又是机械制造的重要创新性发展。

创新使胡正寰所研究的零件轧制技术始终走在世界的前列，但他并没有忘记这一切源于少年时“科教救国、科教兴国”的理想。

1990年，在从事轴类零件轧制技术研究的三十多年后，胡正寰收到了同行的邀请，前往苏联白俄罗斯科学院物理技术研究所讲学和访问。这个斜轧技术的发明国邀请胡院士的原因很简单：中国研究零件轧制技术的水

平，已经得到世界该技术领先国的认可。国外同行对胡正寰研究的楔横轧设备的评价是：兼有冶金机械的耐用强度以及制造设备的精度水准。当身材魁梧、举止儒雅的胡正寰向高傲的斯拉夫人介绍中国的零件轧制技术并得到啧啧称赞时，这其中满载着多少民族自豪感！

1991年10月1日，中国中央电视台在《新闻联播》中掷地有声地向世界宣告：中国轴类零件轧制技术居于世界先进地位。

捷克——楔横轧技术的创始国，在了解到“高效零件轧制研究与推广中心”所轧制出产品的精度和复杂程度之后，公开表示自己的技术已经不再超前，向胡正寰伸出了合作之手。

进入21世纪，胡正寰不断完善着自己的技术，所研发产品的质量不断超越国际同类水平。汽车制造业上的成果凸显了他惊人的成绩：中国红旗轿车的输入、输出轴产品质量超过了德国大众生产厂的生产工艺，美国福特汽车厂到中国大量采购由楔横轧技术生产的汽车发动机凸轮轴。

创新无止境。随着中国经济的高速发展，中国的铁路也驶向了快车道。胡正寰正带领他的课题组迈向轴类零件轧制的另一个“世界高峰”——高铁列车主动轴的楔横轧技术。高铁列车主动轴在零件长度、结构、机械性能上与以往任何零件相比对他来说都是一个全新的挑战。但如果攻下这个难关，就意味着我国可以摆脱高铁主动轴对国外的生产依赖。胡正寰对这项难题的攻克满怀信心，他说：“要让中国制造在世界上叫得响亮，我就从用楔横轧技术生产高铁列车主动轴开始！”

胡正寰对自己所从事的零件轧制技术发展前景十分看好，因为他感受到了国家对零件轧制这类节能环保新技术的肯定与支持。他常常引用胡锦涛总书记在“十七大”报告中的话勉励自己把工作做得更好：“提高自主创新能力，建设创新型国家，是国家发展战略的核心，是提高综合国力的关键。加快转变经济发展方式，推动产业结构优化升级，必须把建设资源节约型、环境友好型社会放在工业化、现代化发展战略的突出位置……”

胡正寰坚信：“创新是一个民族的灵魂，更是中华民族希望之所在。”胡正寰正是凭借青年时所点燃的创新强国之梦，用自己的毕生精力在科技转化为生产力的实践道路上不断创造着辉煌！

## 国之良士，钢之英才

——记金属材料专家、中国工程院院士陈国良



陈国良（1934.03—2011.05），江苏宜兴人，原北京科技大学教授，著名材料科学家、教育家。1955年毕业于北京钢铁工业学院，留校任教；1979—1980年在美国哥伦比亚大学做访问学者；1989—1990年在田纳西大学和德国马普所担任高级研究员。历任北京科技大学教研室主任、系主任，北京科技大学新金属材料国家重点实验室主任、学术委员会主任。主要从事高温合金物理冶金、高温部件力学冶金及寿命估算、金属间化合物新型结构材料、大块金属玻璃及其他新金属材料、雾化喷射成型技术等材料置备新技术新工艺等方面的研究。1980年获得第四届国际高温合金会议唯一最佳

论文奖（第一作者），2004年被科技部授予国家重点实验室计划20周年先进个人“金牛奖”，2005年作为中国大陆首位获得美国金属学会杰出成就奖（ASM Fellow）的学者，2009年获何梁何利基金奖，曾多次获得国家科技进步奖、国家发明奖和省部级科技进步奖。1999年当选为中国工程院院士。

为学，求实创新、勇于探索；为师，重德崇才、治学严谨。他不畏艰辛，急国家之所急，组建高温合金专业；他不患得失，为校谋发展，建立金属材料国家重点实验室；他不好名利，在美国进修时婉拒著名公司的盛情雇请，毅然归来，报效祖国；他严谨务实，独辟新方向，攀登学术峰，推举后来人，成就大事业。

他就是陈国良，他的身上凝聚着一位知识分子的崇高品质，闪耀着一名优秀材料人的灿烂光辉。

## 崇文力学·蔚起

1934年，陈国良出生于宜兴一个并不富裕的书香世家。父亲陈泽南曾于上海做过大学和中学教师，母亲徐幼轩的文化程度也很高。知识浓郁的家庭氛围为他的学习成长创造了优良的先天条件，然而举国抗战的大背景让他的求学经历变得曲折多舛。1937年底，日寇从太湖登陆，沿途纵火，无恶不作，宜兴沦陷，烧杀掳掠淹没了吴侬软语，火光冲天掩盖住红阳白雪，陈国良全家逃到上海艰难落脚。虽然少不更事，但烟火弥漫中亲友沉重匆忙的景象与波折辗转的经历为他的童年烙上了难以磨灭的痕迹。

5岁起，陈国良于上海务本小学读书，11岁升入上海崇实中学，随后转入南京第五中学。父亲陈泽南拒绝日寇对我国教育事业的干扰，特别是对学生的奴化教育，毅然辞掉了英文教员工作，经同乡介绍转入银行系统工作。父亲被迫转行，家庭克服重重困难供给孩子读书，这一切对陈国良产生了极深的影响。国临危亡，少年如侠，从宜兴到上海、辗转南京，苦难波折对幼小的陈国良没有构成阻碍，这些不寻常的经历培养了他锲而不舍的学习意志，以及骨子里那坚韧执著的精神，他迫切地希望自己强大起来。他深知在逆境中成长，更不能放弃学业，只有用先进的知识充实自己，才能担起千钧重担。抗日战争胜利后，父亲到无锡中央信托局工作，陈国良也随家人来到无锡，就读江南中学，一直到高中毕业。

1951年，怀揣着“科技强国”的宏愿，陈国良考入北洋大学冶金系。1952年，经全国院系调整，陈国良进入钢铁学院。学习中，他始终以勤奋严谨的态度全心投入，很快便崭露头角。当时，物理化学课程内容比较难，陈国良付出了几倍于常人的努力，有的难题辅导员尚在思考，他就已经想出解决办法并主动为大家答疑讲解。1953年9月，陈国良进入北京钢

铁工业学院金相热处理专业学习。当时，系主任章守华<sup>①</sup>教授推崇“严格要求、重在引导、诲人不倦、言教身教”的教学方针，陈国良深受影响，在学业上投入更多的时间和精力。大学读书期间，图书馆是陈国良最喜欢去的地方，他经常清晨而起、披星而归，如饥似渴地在书海中畅游。除了学习专业知识，陈国良还阅读辩证法经典著作，毛泽东的《矛盾论》、《实践论》都在他涉猎的范围内。陈国良认为，无论做人做事做学问，无论对人对自己对名利，都必须用辩证思维去深入分析，科学研究更是如此。

“钢铁事业需要钢铁般的体魄”。紧张的专业学习之余，陈国良还十分爱好体育运动，他擅长篮球、跳高、跳远等多个项目，曾入选北京市篮球青年队，更是钢院篮球队的绝对主力。每天，当校园中大喇叭响起欢快的音乐时，他与队友纷纷走出教室，开始训练比赛，竞技热情感染全场，大操场总被观赛者们围得“里三层、外三层”。

钢铁学院的校园文化生活同样丰富多彩，钢院舞会享誉“八大学院”。作为学校的文艺骨干，每次钢院舞会自然少不了陈国良的身影。一次，舞会因故没有了音乐，陈国良随即化身热情的吉他手，主动为大家伴奏，弦音漾起，迅速点燃了激情的火焰，同学们在舞池中翩翩起舞，对这位优雅的吉他手更是盛赞有加。

1955年毕业后，凭借过硬的学业成绩和出色的表现，陈国良留校任教，在钢铁学院这片热土扎了根。

## 领导标新·拓迹

与人们印象中科研工作办公室单调刻板的布置截然不同，陈国良的办公室显得雅气十足。进门处挂有一副横联——“删繁就简三秋树，领导标新二月花”。“扬州八怪的名句是我读书、做学问、写文章的要求”，陈国良说，“删繁就简即抓住基础、核心，书要越读越薄，独立思考、求甚解、懂真谛；领导标新是倡导贯穿于一切活动中的求真、求精和实践的精神，要坚持自主创新。”陈国良一生都矢志不渝地践行着这一座右铭，在他看来，创新是一种自我要求和工作态度，是有人格、有水平、受人尊敬的学者应该具有的责任感，更是一种能力。这种能力来自扎实的基础和高瞻远

<sup>①</sup> 章守华，金属材料科学家，冶金教育家，北京钢铁学院金属材料系和金相热处理专业的主要创建人和开拓者。

瞩的胸怀与眼光。

20世纪60年代后期，十年动乱给我国歼击机的研发和生产带来一场莫大的劫难，歼-6<sup>①</sup>发动机厂410、420生产任务连年猛增，胡干蛮干和粗制滥造的生产过程给军用飞机的使用埋下了严重的质量隐患。1969年12月，歼-6发生了二级涡轮盘空中飞出的重大事故。面对航空工业存在的严重问题，国家开始组织对飞机发动机的叶片、涡轮盘、涡轮轴等进行检查、试验和材料技术攻关。千钧之际，冶金工业部特别任命由陈国良牵头研究和生产高质量的轮盘，确保发动机的质量。陈国良深知，战斗机是我国空军备战的关键，而发动机就如同战斗机“心脏”，此项任务事关重大。接到任务后，他立即会同有关单位进行联合攻关，全面仔细地研究了生产和应用中的关键问题，创新研制独具特色的高质量轮盘和环件，代替原有的老合金涡轮盘。经过多次试车、试飞后，他研制的轮盘和环件终于获得了成功，为歼-6战斗机再次遨游蓝天插上了翅膀。

20世纪70年代中期，随着国家石化工业的发展，用石化烟气带动涡轮发电技术逐渐兴起，而首次生产出来的烟气轮机涡轮盘刚运行不久就发生了重大爆裂事故，在那个以阶级斗争为纲的年代，此项技术不得不停顿下来。两年后，石化部门重整旗鼓，决心攻克这个关键的技术难关。重压之下，他们想到了陈国良，邀请他负责研制。研发之际，石油部慎之又慎，三个老总同时上阵，专门听取陈国良的技术可行性分析报告。面对国家急需，陈国良放下包袱，大胆闯先，立下两条军令状：一是工厂生产的涡轮须经他亲自签字才能上机使用；二是如果在使用中出现爆裂，拿他是问。研发过程中，陈国良不敢有丝毫的马虎和懈怠，他以严谨创新的精神，在第一代涡轮盘研究成果和国内外先进经验的基础上，制定了生产工艺路线、关键工艺参数和先进技术条件。他始终走在第一线，参与选择生产厂并对主要生产环节进行现场监控，同时承担了对产品质量做最终判断和确保安全使用第一周期的责任。临近交付成果前，很多权威专家都替他捏了把汗，陈国良勇挑重担，带领研究组没日没夜地进行最后的科研攻关。在他们的努力下，新一代烟机转子材料的研制终于获得了成功，这一创举使涡轮寿命从600小时提高到10万小时以上，使我国石化工业能量回收技术一举达到国际先进水平。该项目获得国家科技进步二等奖。

1979年，中美首次开展冶金领域交流，第二年陈国良就作为我国高温

<sup>①</sup> 中国自主生产第一代超音速战斗机。

合金研究人员，出国参加国际高温合金会议。他的《提高铁基合金的长期组织稳定性和脆化》研究，被评为会议唯一的最佳论文奖，赢得国际上对我国冶金及高温合金的好评。

20世纪80年代中后期，发达国家开始大力发展轻比重高温高性能结构材料，陈国良再一次站到国际学术前沿，他用创新的理念和发展的眼光研究钛铝金属间化合物高温材料，以全新的思路和广泛的基础研究发展出高铌钛铝合金。经过近二十年长期不懈的努力，他的研究成果得到国际上同行专家的高度评价。1995年，第一届国际钛铝金属间化合物合金会议（美国）召开，大会主席认为，陈国良团队发展的高铌钛铝合金是发展高温高性能钛铝合金的“首例”，具有里程碑式开拓意义，带动了高温高性能钛铝合金领域的发展，此后，美、英、德、日等国家的学者相继涉足这一热点领域。由于在揭示和阐明先进高温结构材料（包括高温合金和金属间化合物）的组分、工艺以及它们对材料微结构与力学性能的影响之间相互关系方面做出的突出贡献，2005年，陈国良荣获美国金属学会颁发的杰出成就奖（ASM Fellow），成为中国大陆获此殊荣的第一位学者，钛铝合金国际会议主席Y-W Kim博士称：“陈国良是‘当今国际上在结构金属间化合物和功能材料领域最具深远影响力的优秀科学家之一’。”

此后，随着我国能源工业的高速发展，特别是电厂和核电站需求量的急剧增加，对电站用新材料及寿命评估新方法提出了更高的要求。据此，陈国良较早地强化了针对核电和新火电技术的“能源新材料及其寿命评估基础研究”学术方向，领导开展了能源新材料及寿命评估新方法的基础研究。为了更好地深入核电领域，他力推实验室与中广核集团苏州热工研究院联合建设“新金属材料国家重点实验室电站金属材料寿命评估实验中心”。该中心的建立，促进了实验室研究工作的学科交叉，推进了科研工作向广度和深度发展。

近年来，陈国良致力于建立以企业为主体的产学研科研平台，把实验室的科研成果工程化和产业化。他提出与上海宝钢集团公司主办“先进钛合金和钛铝合金工程化产业化研讨会”，邀请两院院士、“863计划”新材料领域首席专家等著名专家参加，形成我国最强的先进Ti合金和Ti-Al合金等新材料、新工艺的生产基地，同时构建北京科技大学、北京航空材料研究院、宝钢集团产学研合作机制，此项工作大大推动了实验室的科研成果工程化的进展。此后，陈国良又运用金属间化合物研究的成果，成功解决了极脆的wt6.5%高硅硅钢片的加工问题，制备出0.03毫米厚的冷轧硅钢片。



该成果2006年经教育部鉴定为国际领先，引起企业重视，宝钢集团已决定将此项目产业化。

陈国良主持或参加的科研项目多次获得国家和省部级科技奖励，曾共获得国家科技进步二等奖1项，三等奖1项；国家发明奖2项；部级科技进步一等奖7项，二等奖5项，三等奖7项；专利24项；发表《有序金属间化合物结构材料物理金属学基础》、《高温合金》等10本著作和译著；学术论文400多篇。

成绩犹如繁星点点，装点着陈国良生平奉行的科研创新理念，作为一名学者，他将“多读勤学”视为学者之风，将“取精求新”奉为学者之本。在敏锐的洞察力和丰厚的学术底蕴基础上，他对于机遇的把握分秒必争，因为机会不等人，他说，“虽有智慧，不如乘势；虽有磁基，不如待时，要及时顺势，要抢先一步！”

## 及时顺势·建业

五十多年来，陈国良孜孜不倦地追求我国科学教育事业和新材料事业的发展，以敏锐的洞察力和丰厚的学术底蕴始终站在科学发展的最前沿，组建专业，发展学科，培育实验室，为国家建设和学校发展屡建战功。

### “高温合金急先锋”

1959年，中苏关系破裂，一夜之间，苏联专家全部撤出。新中国的航空航天事业才刚刚起步，就遇到了严峻的考验：工厂停工，航空航天事业陷入困境。航空航天需要高温材料，新中国需要自己高水平的材料科学家！1960年，冶金工业部紧急下达指令：北京钢铁学院马上组建高温合金专业，抽调相近专业四年级的学生学习高温合金1年，1961年必须选派毕业生投入生产建设。当时，材料系金相教研室最年轻的教师陈国良受命领衔，带着60、61年提前毕业的学生成立了高温合金教研室。没有教材，只好查资料、做讲义，在回顾苏联专家授课的基础上“现学现卖”，整理出了一大厚本以材料堆积为主要内容的讲稿。时间紧迫，陈国良减少出行，放弃休息，和刚毕业的年轻教师日日夜夜地泡在图书馆、实验室，半夜12点召开“挑灯会议”成为家常便饭。无论多么煎熬和辛苦，年轻的陈国良从未有过半句怨言，只有一句——“祖国的需要，就是我的志愿！”终于，北京钢铁学院高温合金专业克服重重困难应运创立，自1961年起直至高温

合金专业合并<sup>①</sup>，共为国家输送高温合金本科生及进修教师480名，如今他们已成为发展我国高温合金事业的骨干力量。

## “材料系发展改革者”

北京科技大学材料学科实力雄厚，在国内外均有重要影响，这与陈国良密不可分。

20世纪80年代，陈国良担任材料系主任。他以发展、创新的眼光对待自己的科研和系里的工作。他提出并实践大学生与研究生并重的发展思路。1985年，在他的倡导和努力下，材料系将当年的研究生招生计划从30名扩大到50名，全国有67所院校的毕业生报考北京钢铁学院。陈国良以超前的目光，将材料系的科研方向由比较单一的以钢铁为主转变为包括先进金属材料及制备技术等多个方向，转型成功后，仅材料系就拿到1987年国家第一批“863计划”中的12个项目。这些改革显著扩大了学校原有的材料专业优势，并为学校在1987年的全国材料专业评比中荣获材料学科第一名奠定了坚实的基础（这次评比先有400余名专家对全国近100所大学的材料专业投票打分，后有20多名专家实地考察，并当面考查学生水平）。1990年，科技部、教育部联合授予北京科技大学材料系“全国科研先进集体”称号。

在陈国良的努力下，北京科技大学材料学科蓬勃发展，学科实力大幅提升，如今已经蜚声中外，成为学科方向齐全、综合实力雄厚、国内前茅、国际上有重要影响的人才培养、基础研究与技术创新的高水平研究基地。

## “国重实验室领军人”

新金属材料国家重点实验室（以下部分简称“国重”）的建立是及时顺势的又一创举，也是陈国良投入心血最多的地方。1991年11月，顺应国家需求，陈国良承担了国重的筹建工作，他瞄准国际科技前沿和国内实际需求，注重创新技术发明，旨在建设高水平的国家级研究基地。

然而，建设过程却举步维艰，设备紧缺和人才匮乏让陈国良感到了巨大的压力。于是，他开始广纳贤才，热忱地邀请林均品<sup>②</sup>等人加入到国重建设的队伍中，壮大了队伍。此后，他开始将钻研创新的劲头用在筹集集

① 1982年，顺应科技发展和国家需求，高温合金专业发展成材料大专业的一个分支。

② 林均品，北京科技大学新金属材料国家重点实验室副主任。

费和购置设备上，他通过世界银行贷款积极引进新型重点设备，购置了纳米力学探针设备，极大地推动了国内新材料纳米学力的研究。面对资金不足的困难，他通过引进雾化喷射成形装置的核心部分和国内配套相结合的办法，用较少的资金建设了一台高水平装置，获得国家自然科学基金重点项目和“863项目”。在此基础上，他又搜罗了几个实验中心的设备，亲手搭建高温烧结炉等实验设备。接下来的四年中，实验室边建设、边研究、边开放，陈国良将全部精力都投入到实验室的建设中，他废寝忘食、通宵奋战。苦心人，天不负。1995年11月，北京科技大学新金属材料国家重点实验室顺利通过国家验收，开始正式运行。

陈国良担任实验室主任后，立足于金属材料科学的前沿问题和我国国民经济建设中的重大金属材料科学的应用基础问题，发展以新金属间化合物结构材料与新金属间化合物功能材料为主的新型金属材料、新一代基础材料及先进制备技术。实验室的研究工作以应用基础研究为主，强调发展新材料，注重新材料的制备工艺—组织—性能关系研究，重视科研成果的产业化，为国民经济建设发挥作用。1998年，实验室被国家教委评估为“研究工作已与国际同步，有些领域达到国际先进水平”。

2009年，陈国良病情加重，但是这丝毫没有影响到他对国重建设的关心。每当学校工作需要他的建议时，他总是认真地进行调研、思考，从不敷衍拖沓。为了让陈国良休息好，国重同事到医院探访时总是避开工作话题，而他却总能设法将谈话主题绕回到科研学术和实验室建设上来，一谈到工作就精神矍铄，兴致勃勃，直到后期病重到不能说话方才罢休。陈国良去世前，学生到医院探访时还看到他忍着全身水肿在为一本书写序，直至生命最后一刻，只要是清醒的，陈国良从未放下手中的工作。

## 允执其中·为师

在陈国良的办公桌上方，挂有一幅字画，松藤缠绕之下，清瘦而有力的老者背影，卓然独立，超然绝世，远观峰峦起伏、披云戴雾。附一题字：“根深叶茂长青藤，高飞远眺万重山”，这正是陈国良培养学生的独到标准和严格要求。

陈国良在科研学术上要求非常严格，不容半点差池。林均品教授坦言，不少年轻人都经历过陈国良严厉的批评和质问，因为严谨治学的陈国良最不能容忍的就是一知半解、模棱两可。他指导的2003级博士生、2005

年北京科技大学首届研究生“十佳学术之星”、第二届“校长奖章”获得者刘雄军回忆当年读博士情景时说：“本以为在名师指导之下可以轻松拿到博士学位，不曾想这一读就是五年，期间老师时常念叨的是‘你不干出点东西怎么行？’并且提醒我，‘不能对自己要求太低，看得更远一些，不能把学校的达标标准套用到你现在的状态’。”

陈国良重视年轻研究人员的培养和教育。他无私地把自己多年的研究领域和课题传给年轻人，帮助他们尽快成长，体现出一名科学家高尚的情操。张济山<sup>①</sup>是陈国良的得意门生，他的硕士论文获得教育部第一批评选的优秀硕士论文。后来张济山在日本获得博士学位后又回到北京科技大学，在陈国良的指导下做博士后研究。张济山留校工作后，为了帮助和扶持他尽快作出成果，陈国良将自己从1983年就开始进行的研究方向“喷射成形新技术”及国家重点实验室用四五十万美元建设起来的、当时国内一流的喷射成形设备交到他手中。在陈国良的扶持下，张济山迅速成长为国家自然科学基金喷射成形重点项目负责人，后来又在陈国良的推荐下成为学校第一名“长江学者”。

2007年，陈国良工作时因劳累过度突发大面积心梗，幸而救治及时。然而，他心里始终惦记着学生的课程，刚从重症监护室出来，就打电话把学生叫到病房，详细询问课题的进展情况。看着老师手上还打着点滴仍旧不忘指导自己的研究工作，学生被深深打动。大病初愈，陈国良顾不上休养，每天早上8点在校医院打完点滴后，立刻回到办公室忙于指导国家重点实验室的建设和发展工作，带病坚持在科研教学第一线。不久，因过度劳累引起肺部感染，陈国良再次入院，他以超常的毅力与病魔抗争，在病床上坚持给两位博士生修改毕业论文，并每周安排两次讨论。经他精心指导，这两名博士生的毕业论文被评为北京科技大学优秀博士学位论文。

几十年来，陈国良培养硕士研究生、博士研究生、博士后五十多人，他培养出的青年学术带头人中有多人当选杰出青年基金、“长江学者”、跨世纪优秀人才、新世纪优秀人才。在陈国良的引导和扶持下一批批高水平的研究成果和优秀的青年人才源源不断地走出北科大，走向世界。

老骥伏枥，功盖千里，同事和学生对这位带领他们一路前行的长者和大师满怀敬意，却从不畏惧，因为陈国良在工作和生活中流落出来的爱生之心、高情雅致和敦厚诙谐，深深感染着他们。

<sup>①</sup> 张济山，“长江学者”奖励计划特聘教授，博士生导师，北京科技大学新金属材料国家重点实验室副主任。

2005年，同事们为陈国良设计了一幅相框，简洁质朴，恰似他的人生写照与坚守，一幅字赫然在目：倚天照海花无数，流水高山心自知。如同他一生喜爱的板桥诗画，几枝墨竹、一束兰草、嶙峋怪石，占据一角，留白大片，意境幽远，这是一种境界，锲而不舍，终成大家。

## 德尚水质，行润金泽

——记耐蚀材料和环境敏感断裂专家、中国工程院院士柯伟



柯伟，浙江黄岩人，1932年12月生于辽宁沈阳，中国科学院金属研究所研究员、博士生导师、所学术咨询评议委员会主任，耐蚀材料和环境敏感断裂专家。1957年毕业于北京钢铁工业学院，同年分配到中科院金属研究所从事材料微观结构及强度研究；1979年在英国国家物理实验室访问，并从事疲劳蠕变交互作用的研究；1982年归国以后历任中国科学院金属研究所副研究员、断裂研究室主任，金属腐蚀与防护研究所研究员、博士生导师、所长，学术委员会主任。曾兼任中国腐蚀与防护学会理事长，国际腐蚀理事会ICC理事。成功组建了腐蚀与防护国家重点实验室和国家腐蚀控制工程

技术研究中心并积极从事环境失效和腐蚀疲劳研究。是国家“973项目”建议人及专家组成员，曾荣获国家和省部级以上奖励20余项，发表论文200多篇，培养博士、硕士40余名。1997年当选为中国工程院院士。

质清流洁，其行滔滔，一股如水般清澈的君子之风是柯伟一生为人做事中处处流转着的品行风尚。谈求学，他悦然文识，毫无杂念，沉浸于学问和实践中的那份专注像水一样干净纯粹；看科研，他应时而转，但坚持笃定，不执泥于客观而专心于眼下的那份平和、泰然，像水一样既可随物赋形，亦能百滴石穿；论为人，他简单真实，亲和坦诚，善于自处而甘居下地的那份谦逊像水一样虽趋于低洼却渊源深流；阅功绩，他为而不争，尽己所能，学术突破和育人中的那份无私付出像水一样在无声之中已利泽万物。

## 学承父兄浸书香

20世纪30年代的中国，内战纷起、政治腐败、民不聊生。而震惊中外的“九一八事变”更是让原本就积贫积弱的中华民族面临前所未有的危机和挑战。日本军国主义的铁蹄正无情地践踏着东北这片富饶肥沃的黑土地。1932年12月30日，在处于沦陷区阴影笼罩之下的沈阳，柯伟出生在一个平凡却又不普通的铁路员工家庭。

柯伟很小的时候，母亲便开始使用“字块儿”教他识字。对于当时尚且年幼的柯伟，母亲没有采取“生拉硬拽”的教育方法，而是注重鼓励、寓教于乐。在每组字块中认出一个字，母亲不仅不吝语言的赞美、也及时给予实际的物质奖励——一颗瓜子。正是母亲的蒙以养正，柯伟在上小学之前便已识得汉字两千有余，能够阅读简单的读物。相比于母亲的无微不至、谆谆教诲，父亲在战乱的年代里，不买房子不置地，而是看重知识、看重对子女的教育。“七七事变”后，柯伟的父亲辞去在锦州铁路局的职务赋闲在家，靠变卖东西维持生计。就是在这样的情况下，父亲从未中断对子女的教育——只要孩子要读书，就一定让孩子能读书。柯伟的父亲性情耿直，一生不党不群，可能是因为受西方思想的影响，并不希望子女们“平步青云”，而是希望他们“枕典席文”，通过学习文化知识来为社会做出自己的贡献。得益于父亲自身品性及教育理念的影响，柯伟不仅一生在科研的道路上孜孜不倦地追求，为人处世亦包容谦逊。

柯家共有兄弟姐妹八人，除一位早殇的姐姐外，其他七人均完成了大学学业，并先后依靠各类奖学金留学海外并归国，而柯伟作为家中第七个孩子，父母的教育之外，也深受兄弟姐妹们的影响。柯伟小的时候就和年龄相近的姐姐比赛查字典，从中也提高了自学的能力和兴趣。

孟子有曰：长兄若父。虽然因为15岁的年龄差距没能让柯伟在幼年时期与作为家中长子的柯俊<sup>①</sup>大哥有太多的接触，但是对于柯伟来说，大哥从小便是他心目中的偶像。“九一八事变”后，大哥不甘做亡国奴流亡关内求学。大哥当年留下的书中，有一本《化学奇谈》，通过一些故事、一些生活中的化学反应，深入浅出地讲解了很多化学知识。这对于年幼的柯伟来说，是第一次“科学知识普及”，鲜明生动的故事、神奇有趣的内容激发了柯伟对于自然科学的兴趣。事实上，柯伟与大哥柯俊之间，不仅有兄弟之情、亦有师生之谊，这种情谊一直伴随柯伟长大甚至是一生。正如后来柯伟在钢院读书时经常于周末来到当时也在钢院执教的大哥家，听取国际上的新鲜见闻，接触科学前沿的思想；正如柯伟在毕业后选择研究方向时多次向兄长书信求教，从奉献科研的大哥那里找寻到自己的人生目标。

得益于父母的良好教育以及兄弟姐妹间学习氛围的感染，柯伟从小便喜爱读书并对自然科学产生了浓厚的兴趣。柯伟大学毕业收到的第一件礼物是妈妈亲手编织的毛裤，送他去寒冷的东北，第二件礼物是姐姐送给他的英文字典，鼓励他不断学习。柯伟从不因此放松对自己的要求，尤其是从被兄弟姐妹们视为榜样的大哥那里，柯伟更在潜移默化中汲取着向优秀迈进的力量，明晰了自己奋斗的方向。

## 畅游瀚海在学堂

家庭的影响诚然十分重要，然而柯伟一生的成就也离不开他自身的勤勉上进、拼搏努力。遨游知识的瀚海凭借的是一份求知的渴望，也是他那一心无旁骛、汲纳百川的纯净和兼容。

1940年，柯伟踏入了锦州紫金小学的大门，也正是从此刻起开始了求学之路。求生的艰辛、求学的不易使得柯伟在小学之中就受到了非常多元的影响，而老师的严格要求以及新旧交替的教育模式也为柯伟打下了良好的基础。柯伟在锦州初中求学之时，正值东北解放之际。共产主义的星星之火已在中华大地上成燎原之势，红色的曙光照亮了背负国仇家恨几十年的东北大地。柯伟在锦州中学学习期间，不仅受到了良好的教育、成绩优异，并且逐步开始接受党的影响。目睹了沦陷之时东北地区的人民疾苦，见证着解放以来黑土地上的天翻地覆，柯伟逐渐成长为一个有着共产主义

<sup>①</sup> 柯俊，金属材料科学技术史专家，北京科技大学教授，柯伟的大哥。



理想、有着复兴强国抱负的新时代青年。1949年，他光荣地加入了中国新民主主义青年团。

新中国成立后，东北地区的战略地位和工业基础受到党和国家的充分重视，重工业建设如火如荼地开展了起来，古老的黑土地因此焕发了新的生机。凭着年轻人的冲劲和血性，揣着振兴祖国的豪情与壮志，柯伟立志从事冶金、钢铁方面的学习与研究以求科技强国。1952年中学毕业的柯伟参加了全国统一考试并填报了东北大学作为第一志愿，后因成绩优异被录取到北京俄专留苏预备部学习。当时北京俄专留苏预备部在东北录取了总分最高的前二十余名，柯伟便是其中之一。然由于有海外关系（大哥时任英国伯明翰大学高级讲师，二哥在台湾碱业公司任建筑师），柯伟无法前往苏联，在俄专学习两个多月后于1952年11月转入北京钢铁工业学院金相热处理专业。北京钢铁工业学院当时暂住在清华校园，学风良好。在这里读了一年基础课程后，1953年9月柯伟被推荐并通过留学生统考再次进入留苏预备部，插班入第3学期学习了9个月。然而由于二哥在台湾，苏联之行仍然未果，柯伟于1954年5月再次回到北京钢铁工业学院，与钢院结下了不解之缘。此时的钢院刚刚搬出清华园不久，教学设施还不甚齐全，仅两栋教学楼和一些砖房宿舍，但学校教学氛围浓厚，同学们的学习热情十分高涨。

求学路上的小挫折丝毫没有影响到柯伟在钢院度过充实而有意义的大学时光。在钢院就读期间，柯伟几十门功课全部都是5分满分，曾先后担任班长、团支书等职务，还在1956年五四青年节荣获北京市“三好学生”奖章。同年，国家提出“向科学进军”的口号，要求学生德智体全面发展。为响应国家号召，除了上课，柯伟便在业余时间参加了兄长柯俊亲自组织的科学小组，和同学们一起利用课余时间研究滚珠钢退火这一课题。为了不耽误学业、节省资金，科学小组的老师带着学生们自己动手锯铝板制作框架，并去西单商场买回旧钟表拆卸零件，组合设计成控温设备，用于实验中热处理过程的降温。柯伟代表小组报告的有关滚珠钢退火的论文获得了全校首届学生科研成果研讨会的一等奖，并收到了一本《知识就是力量》的科技杂志期刊作为奖励。虽然只是一本简单的杂志，却是对他莫大的鼓舞。这一经历对柯伟后来的成长产生了很大的影响，半个多世纪后，柯伟还对这件事津津乐道、记忆犹新。让柯伟印象深刻的还有当时的章守华<sup>①</sup>

<sup>①</sup> 章守华，金属材料科学家，冶金教育家，北京钢铁学院金属材料系（现北京科技大学材料科学与工程系）和金相热处理专业的主要创建人和开拓者，柯伟的老师。

教授、金相老师刘国勋<sup>①</sup>、数学老师刘景芳<sup>②</sup>等人。刘国勋老师经常在课上向大家介绍苏联、欧美等各个学派关于马氏体相变的一些思想和学术成就，并组织大家讨论。柯俊先生则利用自己从国外带回来的小电影机组织大家一起观看马氏体相变和贝氏体相变过程实时原位观察的记录。还有刘景芳老师，常常在自己家中进行数学辅导，大家坐在刘老师家中厨房的小凳子上听讲，十分亲切。钢院的教学注重理论付诸实践、学术争论探讨的氛围之中养成了动手体验的实践力，锻炼了独立思考的能力，培养了具有“集体感”的科研精神——“科研工作是集成的，每个人都应是团队的一部分，而团队的荣誉则是个人荣誉的最高体现形式”。

20世纪50、60年代的中国各知名高校都非常重视体育教学和体育锻炼，而北京钢铁工业学院更是将其与救国、强国、建设国家联系在了一起，如同钢铁是支撑中华民族屹立于世界之林的脊梁一般，强健的体魄之于钢院学子亦是支持今后长期从事科研工作、为祖国做贡献的基础保障。当年，在北京高校篮球赛中，钢院男生与体院男生狭路相逢，作为业余队的钢院竟以5分的优势战胜了专业的体院男生，轰动了北京高校体坛，名噪一时。同样，钢院的田径队也名声在外，多次打破北京市各项短跑、低栏纪录。柯伟是钢院田径队王玉璞老师指导下的短跑组主力之一，曾打破过北京市200公尺短跑纪录，并与楼大鹏<sup>③</sup>等人一同为母校赢得过不少荣誉。大学时代体育生活的点点滴滴，不仅让柯伟备感竞技体育的荣誉感，也使他拥有了良好的体魄，为今后全身心地投入科研工作提供了保证。更重要的是，在体育锻炼中学习到的拼搏精神、合作精神更是让柯伟受益无穷。

前沿广博的科研见闻，浓厚自由的学术氛围，名师执教的大家风范，四年中柯伟得以在钢院自由平静的大学校园中如水般纯粹而专注地享受于学习知识的乐趣，也培养了自身独立思考的自学能力、科学研究的敏感性、踏实严谨的学习习惯和扎实牢固的理论基础。无论是为人治学，抑或是科研执教，钢院的所学所获都给柯伟带来了永久而难以磨灭的影响。

① 刘国勋，任教于北京钢铁学院，柯伟的老师。

② 刘景芳，天文、数学博士，任教于北京钢铁学院，柯伟的老师。

③ 楼大鹏，1959年毕业于北京钢铁工业学院机械系。大学期间是一名优秀的跨栏手，曾以25秒2的成绩打破男子200米低栏全国纪录。现为国际田联副主席。柯伟的同窗。

## 志潜科研竭心力

水常处低，却能自含高境；水本无形，却会随物赋形；水虽微渺，却能汇滴成涌；水且无声，却可利物不争。柯伟自身在学术科研之路上既有水滴石穿的坚持不懈，亦有随物赋形的柔韧延展，自律笃定、勇而不莽，处低谷而平和自若，居伟岸而泰然超脱，若水君子，不过如是尔。

### 二十春秋，高温合金组机件

柯伟大学期间品学兼优，1956年12月加入中国共产党。1957年毕业后来到沈阳金属研究所工作。1957年受到当时整风“反右”政治运动的影响，刚刚入党的柯伟被取消预备期（1978年恢复党籍）。年轻气盛、壮志满怀的柯伟感受到前所未有的挫败感。面对种种挫折，柯伟经过一番思考和沉淀，他既没有妄自菲薄，也没有自怨自艾。正值青春大好时光，他利用这样的机会深入基层，不断丰富充实自己。

1957年11月，柯伟由金属所派往长春汽车厂进行为期一年的劳动锻炼。他每天上午和工人们一起工作，下午给工人们讲解热处理的知识，与工人们同吃同住。晚上的时间柯伟也不肯浪费掉，在很快学习了一本简单的英语语法之后，他开始利用俄语版的《金属物理》比对英语版学习，经过半年硬是啃完了这本原著。政治上的挫折以及半年的劳动锻炼，带给了柯伟蜕变似的成长。劳动锻炼期间，柯伟虽然也看到工人身上的许多缺点，却更看到了劳动人民身上的朴实、真诚、热情。与工人同劳作、交朋友的经历让他充分地意识到实践的重要性。直到现在，无论从事什么样的工作，柯伟始终把尊重实践放在首位。

1958年6月，受“大跃进”运动影响，柯伟提前半年回到金属研究所。他师从著名科学家师昌绪<sup>①</sup>先生，开始从事材料强度、沉淀硬化不锈钢和精密合金等研究，利用长焦距显微镜建立了金相观察蠕变装置。

1962年，由于中苏关系恶化，我国喷气式发动机所需高温合金受到严重限制。根据我国国情，党和国家提出了大力发展铁基高温合金的战略方针。师昌绪先生作为主要专家之一，组建团队进行我国航空发动机用第一

<sup>①</sup> 师昌绪，著名金属学及材料科学家，中国科学院院士、中国工程院院士。主要从事合金钢、高温合金及材料强度的研究工作。领导研制成功中国第一代铸造多孔气冷涡轮叶片，为中国航空工业的发展做出卓越贡献。2010年度国家最高科学技术奖获得者。柯伟的导师。

代高温合金的研制。柯伟被调入攻关组，负责电子显微镜和相分析工作。在师昌绪和郭可信等老一辈科学家的指导下，他首先将微区电子衍射和彩色金相技术用于高温合金相分析，并将结果发表在全国电镜会议上。

20世纪60年代初，国内外几乎所有航空发动机涡轮叶片均为锻造后经机械加工而成的实心叶片，世界上也只有美国研制成功了铸造空心叶片，但制造材料、工艺严格保密。师昌绪先生领导的团队承担精密铸造空心涡轮叶片的研制任务后，与设计 and 制造单位紧密结合，开展了冶炼、造型、脱芯、测壁厚、化学分析和相分析、控制合金质量、制定验收标准等环节的攻关工作，为此在金属所成立了AB-1任务组。柯伟受命负责当时国内近于空白的高温强度实验室建设，并开始了高温疲劳和接近使用条件下材料强度的研究。研究目的是为叶片的安全服役提供技术支撑。

作为高温合金研究梯队最有影响的青年科技骨干之一，柯伟研究高温合金应力弛豫的动力学过程，改变了传统观念利用喷丸提高中温疲劳强度，解决了提高叶片薄弱部位强度的难题。

我国是世界上第二个成功使用精铸气冷涡轮叶片国家，仅比美国晚了5年。该研究集体的科研成果“歼-8歼-7所用发动机配套的九孔气冷一级涡轮叶片的研究与推广”及“K38镍基高温合金与工艺研究”，荣获国家科技进步一等奖和三等奖。80年代初，世界著名的英国罗罗飞机发动机制造公司<sup>①</sup>总设计师胡克教授前来沈阳410厂访问交流时，看到我国自行研制的铸造空心涡轮叶片后，非常感慨地说：“单凭见到这一实际成就，我就没白来中国一趟。”在这个集体中柯伟得到锻炼和成长，近二十年间他专注于高温合金材料的应用与研究。哪怕是“文革”十年，他也依然坚守在工作岗位上。他研究渗铝涂层和晶粒细化对高温合金力学性能的影响，在国际上首创了喷丸氩气联合处理工艺获得表面细化晶粒提高蠕变疲劳综合性能。1977年，柯伟主持的项目“高温合金的强化工艺和强度测试技术”获冶金工业部重大科技成果奖。突出的贡献让柯伟逐步成为该领域最有影响的青年学术带头人之一。

## 访英两载，“疲劳”“蠕变”相交融

1979年，伴随着改革开放的春风，柯伟作为首批公派访问学者踏出

<sup>①</sup> 罗尔斯·罗伊斯公司（Rolls-Royce）的简称，欧洲最大的航空发动机公司，世界三大航空发动机公司之一。

国门、前往英国国家物理实验室进行研究访问。动身离开祖国之前，时任中国科学院金属研究所所长李薰<sup>①</sup>曾这样嘱托柯伟：“你去了国外，不要管你的专业是什么、你擅长什么，只要看人家的特长是什么，你就学什么。”肩负着这样一个强国梦，曾关注于疲劳研究的柯伟开始了蠕变相交互的新征程。当时，蠕变是英国国家物理实验室重点研究的科研领域之一。柯伟得力于疲劳方面的基础，又向往于蠕变领域的新知，在国际知名蠕变学者戴森教授的帮助下，与其一起提出了疲劳预形变诱发蠕变空穴模型，并得到实验验证，发展了“蠕变—疲劳交互作用理论”，并发表了《疲劳预形变诱发蠕变空穴的首次实验观察结果》，受到了国际上的广泛好评。

得益于多年积累以及自身的不断努力，柯伟很快便在英国国家物理实验室受到了肯定和认可。当时实验室新引进一台场发射显微镜，是由柯伟第一个调试并使用的。但在使用过程中大家发现显微镜的真空度总是上不去，都十分着急。柯伟不畏挑战，一个细节一个细节地筛选、一个步骤一个步骤地检查，最终揪出了“元凶”——一根毛发，从而解决了问题。科学研究就是这样，容不得一丝马虎，留不得一丝侥幸。虽然受到了认可，也取得了一定的科研成果，但在英国国家物理实验室进行研究访问的两年时间里，柯伟更多的还是认识到了自身的不足，例如对于问题的深入分析欠佳以及对专业的理解不够等。他始终没有忘记当初李薰所长临行的嘱托，时时处处潜心钻研，点点滴滴留心观察，为了祖国科学事业的需要，柯伟无限地放低自己，一切从头、从新学起。水可为汪洋大海，亦能蒸发为云，可变成雨雪，又或凝结成一面如晶莹明镜的冰，不论其变化如何，仍不失其本性。而柯伟正如同水一般，不论处境如何改变，专业如何调动，不变的是为了祖国科学事业献身的赤子之心，不变的是科技强国的壮志。结束在英国国家物理实验室的研究访问之后，柯伟还特意利用两三个月的时间，遍访包括剑桥、牛津在内的8个英国材料学界有代表性的重要实验室。柯伟设法会见每个实验室主要教授并与他们指导下的每一位博士生密切交流、讨论。“下马看花”，不仅开阔了眼界和思路，直接触摸和体验科技前沿，也习得了很多新的实验方法。

<sup>①</sup> 李薰，中国冶金学家，中国科学院院士。1951年8月回国，筹建中国科学院金属研究所，任所长。为中国第一颗原子弹、第一颗重返地面人造卫星、第一架超音速喷气飞机、第一艘核潜艇提供关键材料，做出了重要贡献。

## 归国至今，挑梁“腐蚀”筑桥基

在国外两年的求学经历，使柯伟充分认识到自身与国外科研人员以及中国与国外学术界的差距。1982年归国之时，柯伟已经50岁了，但多年的积累沉淀及海外游学经历将他的学术科研推上了新的高度。

1983年，柯伟调任正在筹建中的中国科学院金属腐蚀与防护研究所，先后担任常务副所长和所长。腐蚀所在柯伟等人的奠基和领导下，逐步拥有了硕士点、博士点以及博士后流动站，并且成立了国家重点实验室和国家工程技术研究中心。当时一百多人的腐蚀所在整个中科院也能排到前几名，更是在学术及应用双向角度考察中被评为AA级研究所。1999年5月，根据中科院实施“知识创新工程”的战略部署，在“东北高性能材料研究发展基地”建设中，腐蚀所与中国科学院金属研究所整合成为新的中国科学院金属研究所。

金属腐蚀与防护研究所的不断成长壮大之中，亦形成了卓有成效的科研成果，并应用于实际，对国家科学技术发展、国民经济建设起到了至关重要的作用。杭州湾跨海大桥建设过程中的难题攻关便是其中的典型代表。

杭州湾跨海大桥是当时世界上最长的跨海大桥，全长36公里。建设杭州湾跨海大桥，对于整个长江三角洲地区的经济、社会发展都具有深远而重大的战略意义。为了降低造价，缩短施工周期，需要采用群桩结构，并在国内第一次明确提出了设计使用寿命大于等于100年的耐久性要求。但解决钢管桩腐蚀是前提条件，这在世界建桥史上没有先例可循。为此，柯伟同张立新<sup>①</sup>、李京<sup>②</sup>研究员和赵健<sup>③</sup>博士等合作，经过多次研究探讨，率先提出了“多层融结环氧涂层与牺牲阳极的联合保护”方案和实施计划，成功地解决了这一国际性的难题，为国际首创。杭州湾地区具有潮差大、流速急的典型海洋性气候特征，气象复杂多变，台风、龙卷风、雷暴及突发性小范围灾害天气时有发生，且大桥桥基将处于强腐蚀性海洋环境，其中水中区引桥（18.27公里）和南岸滩涂区引桥（10.1公里）是整个工程的关键，结构防腐问题十分突出。大桥工程规模宏大，用钢量相当于7个“鸟巢”，混凝土用量相当于10个国家大剧院。杭州湾跨海大桥建设工程也成了桥梁建设的典范。

① 张立新，中国科学院金属研究所研究员，北京钢铁学院相57毕业生。

② 李京，中国科学院金属研究所研究员。

③ 赵健，中国科学院金属研究所博士、副研究员，国家金属腐蚀控制工程研究中心副主任。

归国至今，柯伟勇攀事业高峰。他倡导“用不上的技术就是没有用的技术”，根据国民经济建设的需要，在材料的失效断裂和腐蚀控制方面潜心钻研，并先后多次担任国际合作的中方负责人或课题组长。1997年受国家科委的委托，柯伟作为中方负责人参加了欧洲尤里卡计划有关工业装置失效分析方法的软件开发。2004—2006年，柯伟主持中国科学院与英国皇家学会合作项目，成功开发低成本新一代节能TiAl合金内燃机轻质阀门，已可批量生产并引起了欧共体的极大关注，被认为“在汽车燃料消费和二氧化碳排放方面带来突破性的变化”。除完成3项国家自然科学基金项目外，柯伟也是国家重大基础研究“973项目”“材料环境失效及其机理”专家组成员和项目建议人。

归国至今，柯伟亦倾力授业育人。在培养学生方面，他坚持因材施教，特别注重道德和人品的培养，鼓励勤奋、诚实、乐观和宽容的为人品质及科研精神。柯伟一向要求自己拥有一流的专业造诣和育人眼光，也从来将学生的劳动成果归功于自己名下，只是一心一意尽己所能给予学生指导和帮助。他经常对学生讲做人、做事、做学问，学会做人最重要。在柯伟培养的五十多名硕士、博士中，许多人已成为腐蚀与防护领域的科技骨干或知识创新重大项目的学科带头人、教授、责任研究员、国家杰出青年基金获得者和“973”首席科学家。他指导的博士论文曾荣获国务院学位委员会颁发的首届全国百篇优秀博士学位论文奖。

多年来，柯伟荣获国家和省部级以上奖励17项，包括国家科技进步奖、全国科学大会奖、中科院自然科学二等奖、中国科学院优秀研究生导师和中国科学院宝洁奖教奖，2005年获第16届世界腐蚀大会Edward Greco奖，2006年获何梁何利科学技术进步奖。柯伟还曾在国内外各类刊物上发表论文200余篇，是国内期刊《中国腐蚀与防护学报》主编，《金属学报》、《航空材料学报》、《材料保护》和英国*Materials Science and Technology*等期刊的编委。1997年，柯伟当选为中国工程院院士。

## 相濡以沫鸣琴瑟

在中国的科研学术领域，“院士”这一称号无疑是对科研工作者的辛勤付出及科研成果的最高肯定。柯俊、柯伟、李依依这“一门三院士”可谓是中国学术界的不朽传奇，而柯伟与李依依的结合更是其中浓墨重彩的一笔。1956年，柯伟与李依依相识在北京钢铁工业学院的跑道上，并因着共

同的体育爱好和信仰追求，被“钉子鞋扎到了一起”。1960年10月，二人于沈阳喜结连理后，共同在沈阳中科院金属研究所工作了半个多世纪，在各自的研究领域几十年如一日地奋斗着。虽然从事的研究相近，二人在工作上很少有直接帮助。共同的事业追求、彼此性格上的互补和精神上的支持，使得柯伟和李依依这对院士夫妻无论在生活中抑或在工作上相濡以沫。

李依依院士和李殿中<sup>①</sup>研究员带领的可视化铸造研究集体，通过与中国一重、大连重工、鞍钢重机等企业合作，先后完成了大型船用曲轴曲拐、大型铸钢支撑辊、三峡700MW水轮机转轮不锈钢铸件、大型空心钢锭的制造，打破了我国大型铸锻件制造技术被国外垄断的局面。2009年该研究集体荣获“中国科学院杰出科技成就集体奖”，这一奖项在中国具有非比寻常的“含金量”，的确是对该研究集体科研成果的莫大肯定。柯伟虽非这个组的组员，却是这个杰出集体的成员。因为荣誉和光环的背后总有着不为人知的艰辛和付出。在项目实施过程中，研究集体碰到了前所未有的困难，而作为带头人的李依依也承受了莫大的压力，曾经打过退堂鼓，想要放弃。而柯伟此时不仅作为丈夫给予李依依鼓励和肯定，同时也作为研究集体成员承担解决相关难题的责任，直到项目取得突破。

柯伟性格温和沉静，做事严谨周密，善于坚持并具有良好的决策力，但不善于管理；而李依依则性格开朗乐观、做事有激情，有行动力，有很强的组织管理能力，然而行事不够周密，也容易被动摇。柯伟曾坦言：“学习成绩李依依比不过我，但是工作能力上我可能不如李依依。”尺有所长、寸有所短，正是这样互补的性格特点，成就了柯伟和李依依无论生活抑或工作上的“天作之合”。谈及妻子，柯伟虽不吝溢美之词，但也会赌气似地抱怨说：“她的英文名字叫YYLi——‘歪歪理’，也就是‘李依依不讲理’。”看柯伟眉宇间的神态，已近杖朝之年、身为两院院士的李依依仿佛又变回了钢院操场跑道上那个英姿飒爽却不失娇憨之态的妙龄少女。柯伟同李依依相识、相知、相爱、相恋，在生活中相互扶持、工作中密切配合、精神上密切交流，不离不弃，一同走过了风风雨雨的几十载春秋。

光阴流转间，八十载春秋已停留于历史中。如今，柯伟仍然在自己一生挚爱的事业和家庭中殚精力，吐深情。稀疏白发淡去的是青丝茂然的风采，却减不了岁月积淀的银光，眼角皱纹遮住了灼灼闪烁的光辉，却留下了时光打磨出的平静深邃。

<sup>①</sup> 李殿中，工学博士、研究员、博士生导师，中国科学院金属研究所沈阳材料科学国家（联合）实验室材料加工模拟研究部主任。中国材料研究会计算材料学分会主席。



# 创造“鬼斧神工”，竭诚为国效劳

——记机械工程专家、中国工程院院士钟掘



钟掘，河北省献县人，1936年9月生于江西南昌，中南大学教授，机械工程专家。1960年毕业于北京钢铁学院，1960年以来先后任中南工业大学（现中南大学）助教、讲师、副教授、教授、博士生导师、机械系主任、机电工程学院院长等。现兼任第六届教育部科技委主任、国家重点基础研究计划专家顾问组成员。长期从事冶金机械教学与科研工作，先后参与和主持了国家重点基础研究、国家重大科技攻关、国家自然科学基金重点基金、博士点基金等项目近50余项，发表论文210余篇，出版专著4部。在机械设计理论、材料制备技术与装备等方面进行了开拓性研究与工程实践，为我国相关科

技领域的发展做出了重要贡献。获重大科技成果奖15项，其中国家科技进步一等奖2项、二等奖2项，国家发明二等奖1项。1995年当选为中国工程院院士。

钟  
掘

创造「鬼斧神工」，  
竭诚为国效劳

对未知世界充满探索破密之心并终身热情不减，这就是钟掘。她青年立志报国、渴求知识、多才多艺、能歌善舞，中年扎根一线、躬身实践、言传身教，一生严谨治学、执著创新、忘我追求，用满腔热情在冶金机械这一“傻大黑粗”的世界中掘取宝藏。

## 报考钢院：少年立下报国志

钟掘生于1936年，儿童时代正值抗日战争。在那个混乱的年代，她不得不随着家人辗转多地、逃难求生。从那时起，她就深深感到祖国必须强大才能不受人欺凌。

1952—1955年，钟掘就读于北京师范大学女附中。学校有着十分浓郁的学习氛围和优秀的师资条件，非常注重对学生毕业后人生方向选择的引导与教育。高三期间，学校多次组织学生到生产第一线学习实践。当来到天津钢厂参观时，第一次来到钢厂的钟掘立即被钢厂壮丽的场景所吸引：出钢时钢水喷涌、钢花四溅，炼钢工人冒着喷溅的钢花，矫健地穿梭其中往来操作。这一情景立即让少年钟掘心潮涌动，激情澎湃。立志像钢铁工人这样为国家贡献一生的心愿油然而生。当来到京西煤矿时，钟掘看到煤矿工人在环境恶劣、危险重重的深井中采掘工农业生产及生活急需的燃料，她开始懂得了什么是祖国的呼唤，什么是自己的责任。

1955年临近高中毕业，在填报高考志愿前，尚未确定未来方向的钟掘聆听了周恩来总理关于第一个五年计划的报告。总理报告中关于“钢铁工业是国家的基础，机械工业又是基础的基础”的论断拨亮了她的心。她渴望国家钢铁和机械行业早日腾飞，她要到国家最需要的地方去。于是在填报高考志愿时，钟掘坚定地选择了北京钢铁工业学院机械系，并顺利考入。从此，在轰鸣的冶炼工厂多了一位女性的身影，多了一份投身国民经济建设大战场、要为我国重工业的发展贡献青春的殷殷热望。

在到大学报到之前，钟掘早早地就和师大女附中同桌好友坐在北京钢铁工业学院门口的大圆木上，遐想校园里的情景：浩瀚的图书馆藏书，琳琅满目的实验仪器；座无虚席的教室里，白胡子教授正给莘莘学子讲课……对大学的美好憧憬让钟掘笑了：“这里以后就是我的起点，我要在这里迈出理想的第一步。”

当时，钢院有众多知识渊博的学者讲大课，数学老师刘景芳，专业课老师徐宝升、陈先霖都是相关专业的顶尖专家，他们为钟掘打开了一扇扇

知识的大门，钟掘如饥似渴地吮吸着知识，享受着每门学科的魅力，为报效祖国积蓄力量。

## 初出茅庐：脚踏实地打基础

1960年，钟掘以优异成绩毕业，被分配至岳麓山下的中南矿冶学院，开始了在冶金机械行业里的教学科研生涯。

一名刚出校门的学生却要担起大学教师的职责，钟掘首先想到的就是自己需要在教学、科研等方面不断提升。那些日子里，为了集中精力完成这一人生的重要转变，钟掘把两个年幼的孩子送到北京的奶奶家，自己全力投入教学的每个环节。两年下来，考虑到年老体弱的奶奶负担太重，她就自己带着四岁的女儿下工厂实习，冒着年幼的孩子被机器砸伤的风险，与女学生一起住在车间值班休息室。每当想起这些，钟掘总感到愧疚，自己给予孩子们的关怀太少。

功夫不负有心人，各个教学环节的磨炼中，钟掘形成了她教书育人教学思想的一大特点：让学生在课堂学习与生产实践的结合中获取真知和锻炼能力。

## 投身实践：教学一线的铁姑娘

在人们的想象中，机械工程领域是一个充满“阳刚之气”的世界：庞大无比的机器轰鸣、生产车间里的钢花四溅，这些似乎都离女性很远。然而作为钢铁学院走出来的铁姑娘，钟掘并没有因此退缩，而是全心投入，从一线生产实践中的点滴做起。在鞍钢和太钢，她与工人们一起抡大锤、倒夜班；在洛铜和武钢，她领着学生在生产线上实习，为抢修机械故障，在几层楼高的庞大设备上爬上爬下，一天下来满身油泥；她顶着机器的轰鸣声现场教学，对一组组学生反复讲解，直到学生们全弄明白了，她的嗓子已嘶哑得说不出话来。热爱学生、热爱冶金机械，励精图治，从点滴做起，这就是执著工作在第一线的钟掘。

## 牛刀小试：新知巧解铝箔轧机的异常故障

上世纪80年代初，钟掘带领学生在西北铝加工厂实习，在与工厂技术

人员交流时，获悉该厂从东德引进的800铝箔轧机在生产中出现非承载面严重失效的异常设备故障，影响生产稳定和产品质量。现场技术人员百思不得其解，不敢使用设备。一个背离书本的现象，一个全新的问题，思维在难题的挑战下迅速激发，钟掘当即意识到轧机传动系统中一定存在反向的异常载荷传递。经过反复思索、多次试验测试和系统分析，她和合作者提出一个新认识：在轧机传动系统中存在一个异常增大的封闭力流使轧机异常损坏。实验数据表明，这是由于辊径差、辊间压力、轧件厚薄和辊间界面状态的特殊匹配所致，而且在这些参数影响下，封闭力矩变得十分巨大，轧机传动系统已由并联驱动演变成运动与动力的串联封闭传递。据此，她提出金属箔带极限轧制传动系统中存在附加封闭力流和辊间变态驱动的新观点，并给出了定量判据和规避的工艺准则，进而形成了轧机驱动系统封闭力流理论。这一见解被当时国内冶金机械学术界评价为“是对轧机驱动理论的补充和发展”。

## 锋芒初露：妙解武钢涉日纠纷

上世纪80年代，武汉钢铁公司从日本引进1700热连轧机，在日方主持调试时重要零件损坏，日方指责是我方操作和维护不当引起，一切后果应由中方承担。闻讯而去的钟掘与课题组调查了现场情况，认为不存在中方工人操作不当的原因，日方推诿责任欺人太甚。钟掘决心要打赢这场仗，查明故障的根本原因，否则，中方损失的不仅仅是几个零件使这套设备无法正常运转，更重要的则是国家的尊严和不能迷信国外的自力更生精神。那时的钟掘还只是一名普通大学讲师，从未接触过这套从国外引进的高速热轧机，她与课题组同事顶着巨大的压力，坚持认为解决难题的唯一出路是从实践中获取真知，于是潜心在机器前仔细试验观察、反复推算，寻找产生问题的蛛丝马迹，逐步发现系统传递功率远大于电机输出功率的异常现象，应用自己提出的轧机变相单辊驱动理论对轧机机组进行故障诊断与论证之后，终于查明事故是由于日方设计与调试不当导致，轧机在调试与模拟轧钢时出现变相单辊驱动，巨大的辊间压力导致巨大的封闭力流使主要零件异常损坏，并据此提出了排除故障的方法。在翔实的试验数据和严谨的科学分析前，日本专家终于承认是日方失误。钟掘和课题组成功挽回了损失，保证了轧线的正常生产。之后，“变相单辊驱动理论和技术”被广泛推广，并成功应用到五种类型工业设备的设计与运行维护中，这项成

果也获得1985年国家科技进步一等奖。

## 神机妙算：预测湘钢轧机寿命

上世纪80年代中期，湖南湘潭钢铁公司的咽喉设备大型开坯轧机的机架出现宏观裂纹。轧机是否能够继续运转和运转寿命还有多长，无疑是一个直接威胁整个轧钢厂生产的严重问题，全厂上下忧心忡忡。关键时刻，钟掘和课题组的同事们迎难而上，通过现场测试、理论分析，他们创造性地建立了随机形状疲劳裂纹扩展模型，准确地预报了机架裂纹的扩展速度和机架带病运行的剩余寿命。在没有备件的情况下，为湘钢生产争取了一年的正常运转时间。

## 变传统为神奇：改扩亚洲唯一巨型水压机

“八五”期间，我国拥有的亚洲唯一的3万吨水压机难以满足国防军工制造需求。在这种情况下，钟掘接到了将其增压为4万吨水压机的改造研究与运行参数优化设计的任务。面对难题，钟掘和课题组同事连续数月试验跟踪压机的各种工况。通过试验测试、计算分析、整机综合论证，他们发现：由于水压机主体为静不定系统，所制造构件大多为非对称不均匀结构，实际工作时，水压机机体内产生附加载荷，其关键件部位的应力早已超过4万吨载荷的应力水平，如果设法对这些异常工况予以控制，使附加力矩趋零，让压机在正常工况下运转，那么完成4万吨载荷锻造作业是完全可以的。由此他们大胆地作出了水压机可增压为4万吨的结论，并提出了分步实施的技术方案。当方案逐步成为现实后，我国服务重大工程的极大构件的制造能力得到了大幅提升。这一技术难题的解决为冶金机械改造、优化设计和运行诊断提出了一种新思路、新方法。2003年，这项成果荣获国家科技进步二等奖。

## 实践出真知：西北边陲的铝加工新技术探索

1986年开始，为实现铝加工材料性能的大幅度提升跨越，钟掘开始投入到《铝带坯电磁场铸轧装备与技术》项目的研究之中。在长达10年的项目前期研究阶段，课题组一直坚持在西北铝加工厂做现场实验。加工厂位

于甘肃陇西，当时的陇西，山上无树，河里无水，到处一片荒凉。吃的只能是窝窝头、土豆、咸菜。那里太阳辐射很强，外地人戏称这里的人个个被照得“红得发紫”。由于远离城市，设备坏了常常要往返数百公里去修。作为南方来的课题组，需要克服生活和工作的种种想不到的困难。

更难的是试验研究工作。由于这个项目的原理构思与实现技术，全是课题组自己提出的，世界上没有任何现存的资料与经验可供借鉴，技术探索性特别强。钟掘便带领课题组殚精竭虑，顽强攻关，汇细流、积跬步，遥远的西北铝加工厂成了课题组的另一个家。在无数寒冷的深夜，在机声轰鸣的车间，钟掘与大家争着值夜班，在机器旁观察种种产品状态，工艺现象和设备征状，观察到这个外加磁场令铝带产生的各种性能变化，时常是惊奇不止、兴奋不已。饿了，咬几口窝窝头；渴了，喝几口凉水；困了，裹紧工作服，就在板凳上打个盹，这些也都成了新发现喜悦中的小花絮了……艰苦又难忘的攻坚日子就这样过去了。也正是在这样的日子里，她的课题组一步步接近了预期的目标。

16年后，研究终于取得了重大成功：她领衔发明的铝板带材电磁场铸轧新技术与装备，创造了6项铸轧核心新技术并已应用于数家企业。该成果将传统铸轧板生产效率和产品质量推上新的水平，被国际最大铸轧装备制造厂商法国PECHINEY公司、韩国最大铝加工企业CHOIL公司评价为“世界唯一”，国际著名冶金装备制造厂商也多次要求转让该技术。

这是一项把铝加工工艺推向一个新前沿的重大成果并获得了国家发明二等奖。当钟掘在收获事业的成功时，同时也收获了自己的心灵感悟：从实验室观察到铝合金在电磁场下的凝固新现象，到形成工业铸轧机上的创新技术，经历了多少思索和磨炼，历经千辛万苦，终于做成一件事。倘若一个人的生命能够不断地有所发现、有所耕耘、有所奉献，那可能就是生命的价值。

由于技术底蕴与发展前景双双看好，她的团队又在此项成果的基础上向“快速铸轧”、“电磁场快速铸轧”进军，先后获得了国家“973”、“863”项目与国家科技攻关项目的支持。其中“快速铸轧”技术成果入选“2001年度中国高等学校十大科技进展”。

## 再铸辉煌：2800热轧线改造

1984年，钟掘承担了国家重点工程——2800热轧线改造的技术研究和

工程技术方案优化设计任务。

西南铝加工厂所使用的2800热轧线是有色金属系统最大的轧机，由第一重型机械厂在上世纪60年代制造，到上世纪80年代，其产能与产品质量都已远远不能满足现代经济的需要。国家计委立项，要求对其进行从工艺到设备的彻底改造。

当时西南铝加工厂提出经改造后的轧机要将原来8万吨产能提高到27万吨，产品质量要赶上当时的国际水平。改造量很大，预计的投资规模也很惊人，仅辊系改造德国专家的方案就要花上千万马克。但是这项改造工程意味着中国铝加工业现代化的起步，意味着必须尽快完成改造提升铝材产品水平，才能满足国防与经济建设的要求。因此，必须以最短的时间、最少的投入达到最好的效果。

这是一项巨大的系统工程，既要查明生产线上每台装备的现在运行状态和潜能，又需要从改造目标出发，将所有装备的能力协调到最优，这涉及加工工艺、装备电气、控制等多学科多技术门类。面对这样巨大的复杂系统，挑战与责任同等重大。钟掘课题组坚持从实践入手，从实际的生产状态中查明所有设备的真实工作状态、薄弱环节，提升到现代化技术水平的可能与技术难点、对策以及提高整条生产线作业能力的关键。为了求证这些问题，钟掘与课题组同志们在轧机身旁度过了那年的春节。在万家鞭炮欢庆声中，他们正在给轧机安装数十个参数的信息采集系统，根据试验与计算揭示的轧机真实能力与工况，他们大胆否定了外商的改造方案，提出一个立足现有设备能力、保证长远产能与技术水平、投入最少改造费用的设计方案。在此基础上她还通过新工艺研究，将改造后的装备与技术集成为新的大工艺系统的设计方案，由此形成了我国生产高性能特薄优质铝带材的生产能力和技术水平，改变了我国长期以来这类产品几乎完全需要进口的状况。

这项工程于1991年全面投产，年产能由原来的8万吨增加到27万吨，仅轧机改造投入就节省1亿多元，这项成果获1995年国家科技进步二等奖。在此基础上顺利开发生产出的高性能特薄优质铝板，也在次年获得国家科技进步二等奖。

## 运筹帷幄：铝工业发展的世纪之战

上世纪90年代，国家经济与国防建设以全面快速发展的形势步入国际

竞争平台，对高性能铝材的大批量需求成为铝业发展的一个新的时代特点，然而国内产业界和学术界却未做好准备，全面解决我国铝业发展中的瓶颈、破解重大技术难题已迫在眉睫。

我国已探明的铝土矿总量大约为27亿吨，但铝矿品质较差，能直接用现有技术使用的只有5亿吨左右。铝硅比在5—7之间的中低品位铝矿约有20亿吨。如果用传统的生产方法，我国5亿吨左右铝矿资源的使用量保证年限不到10年时间，而铁路、交通、航空领域等都急需大量的高品质铝材。而当时的现实是：我国铝冶金能耗比国外高10%，高性能铝材70%依靠进口，严重影响国家经济与国防安全。

如何使中低品位的铝土矿变成“精矿”，解决铝资源的可持续利用问题；如何提高铝材的质量和性能，使我国的国防装备能立足自主制造，解决国家的重大战略需求，这一重大问题摆在了当时已过花甲之年的钟掘面前。

这实际上是对我国铝业发展的世纪挑战。1999年，钟掘担纲《国家重点基础研究发展规划》（“973”）项目“提高铝材质量的基础研究”首席科学家，开始了新一轮追求“破解难题，为国效劳”的呕心沥血历程。

在近十年的不懈努力中，钟掘带领她的科研团队，与中国铝业公司紧密合作，组织全国14个高等院校、科研院所、大型企业的百余名科研人员联合攻关，从原理到技术到工程应用，对铝工业中一系列重大科技问题展开了全面的基础研究，圆满完成了以973项目“提高铝材质量的基础研究”为龙头的国家铝产业跨越发展的系列核心技术的突破，推进我国铝工业进入当代技术的前端，构成了一套完整的产业技术创新链：由团队发明的选矿拜耳法，可以经济利用占我国铝土矿储量80%、约20多亿吨的中低品位铝土矿，使我国铝土矿资源保障年限由10年提高到60年；发明的活化晶种氧化铝脱硅新技术，可节能20%；发明的抗氧化低电阻铝电解阳极制备等技术，使铝冶炼过程节能减排达10%以上，吨铝能耗降低1400度；发明的多场调控半连铸及多尺度多相强韧化等技术，生产出一系列高性能铝材，解决了国家若干重大工程用材问题，打破了国外技术与材料的封锁，保证了国家重大工程对优质铝材的急需，为中国铝业技术整体升级做出了突出的贡献。

“我们这个项目解决了现阶段铝工业持续发展的资源短缺、高耗能高污染、品质低三大难题，是带动全行业上台阶发展的一套系统技术。”该项目现已获得67项发明专利、7项成套技术和16种高性能铝合金材料与构件，有力地推进了我国铝工业由完全依赖技术引进型向技术出口的重大变



革。目前，该技术已出口到国外建厂14家，近3年新增产值达2800多亿元，创利税116.75亿元。

这个由“973项目”牵头，由产学研大团队完成的重大创新荣获2007年国家科技进步一等奖。

## 厚积薄发：创造“极端制造”概念

2003年，钟掘参加了国家中长期科技发展规划战略研究的“基础研究”与“先进制造技术”两个专题的研究与部分撰稿工作。她总结自己多年来科研工作涉及的诸多领域、所遇到的各类问题、展望当前到未来机械装备和零件设计制造的发展势头，感到制造业在一段历史时期内面临的挑战是制造的极端化任务，在极大尺度、极小尺度、极端服役功能、极端制造环境等方面隐藏着深刻的不为人知的规律和使之可能实现为制造工程的奥秘，这就是我们需要付出，需要揭示与占领的阵地，于是她创造性地提出了“极端制造”的概念。2006年，“极端制造”新概念正式列入《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》。“极端制造”技术成为国家制造业发展突破的重大方向。

曾经有人问及她一路走过来的艰辛，她微笑着说：“更多的是破解未知的向往和征服技术障碍的欣慰”，她平静地指着不远处，冬日的阳光暖暖地照在机电工程学院门外一块巨石上，上面写着“鬼斧神工，人天合一”。她说：“‘鬼斧神工’指‘制造’有着与生俱来的、无所不能的神秘创造力，而‘人天合一’是指人类在创造产品的终极目标是在享受大自然恩惠时永远与自然和谐共存。这是我和我团队的追求，也是我们中南大学的制造文化。一般大家说的‘天人合一’，因为自然界是主导，而我为什么写‘人天合一’呢，就是在我们创造技术和产品时，人是主动的，我们人必须要主动地跟自然界融合，这是我们的责任。”

## 师者唯勤：扶持学科育桃李

上世纪60年代一群北京钢铁学院的毕业生，刚刚进入到以有色金属制造为特色的中南大学，就深深地感受到国家的有色金属发展处在落后的窘境。共和国的金属工业中，有色金属锻压、挤压、轧制等技术完全处于起步阶段，远远落后于先进发达国家。所以，初出茅庐的他们立志在中南矿

冶走出一条有色金属装备发展之路来，建立中国第一个有色金属冶金机械学科，为有色金属产业培养一批装备人才。

有色金属是国民经济发展的基础材料，航空、航天、汽车、机械制造、电力、通讯、建筑、家电等绝大部分行业都需要有色金属材料。改革开放以来，国防装备、航天航空方面的需求发展越来越快，对加工制造能力、装备的依赖、制造工艺提出的挑战越来越高。冶金机械学科内必需充实现代科学技术的新成果，培养的专业人才也必须具备适应现代生产的综合能力，要能够跨越七八十年代学科建设停滞造成的与国际的巨大差距。在多年的教学实践中，钟掘深深领悟到：高水平的学科和教学必须以高水平的科研作为支撑，高水平的科研也必须通过多种渠道回馈高水平教学。一方面她致力于改革教学计划、设立新课程，给学生新的知识结构，另一方面增加实践安排，让学生提早参加科研、熟悉生产、熟悉工程，形成立足生产需要，学习知识的思维习惯和学习模式，全面提高人才素质和能力。

钟掘始终有一个强烈的信念，就是自己的机械专业一定要能为国家的各种产业设计制造机械装备，她注意到新兴产业特别是信息产业的快速发展极其缺乏这种精细装备人才，于是在国内第一个办起了微电子器件制造专业，并通过多种渠道承担科研项目，培养这个新专业的教师队伍。目前这个专业可以为国家培养本科、硕士、博士生。同行说：“钟先生从专长极大的冶金领域又全力投入极小的微电子器件制造装备，决心和功夫下得也大。”用她自己的话说：“明明知道微电子装备那么缺人，我们不下决心办这个学科培养人，会有愧于国家和时代，只要我们下决心从头学起就一定办好。”

钟掘还特别注重实验室的建设和团队的合作。在经费短缺的条件下仍然艰苦奋斗，她与同事们一起把萌芽的创新思维转变成实实在在的实验研究系统，如“封闭力流的产生与变化规律”、“电磁扰动金属结晶与形变”、“界面微尺度热传导规律”等30余台套，建成中国有色金属总公司“摩擦与润滑”重点实验室、国内唯一的金属学科前沿探索的“快速铸轧”实验室。十几年下来，她和团队一起建起了拥有电磁超声铸轧、超声铸造等温模锻、超声搅拌焊、超薄旋压时效成形等有色金属材料与构件制造工艺与装备试验系统，也建成了微电子、光电子封装，激光纳米制造实验室。这些实验系统创造了几十项发明专利，获得六项国家奖，并于2011年成功申报“高性能复杂制造”国家重点实验室。

钟掘忠诚于党的教育事业，热爱学生，治学严谨，言传身教，是学生心目中的典范。她先后讲授过16门课程，每一门都广受学生们的欢迎。在她执教的生涯中，特别注重让学生学到最有用、最精华的知识和分析问题、解决问题的能力。她紧跟国家需求的发展，创办新专业，不断为学生开出新课。再忙再累仍经常给学生分析最新学术动态，把握自己的研究方向处于学科前沿。对本科生教育建立了从工程实践中挖掘科学问题、激发创造欲望和能承担艰苦创业重担的高层次人才培养模式。她教育学生的格言是“爱国、刻苦、超越”。指导第一个研究生时，她严格要求自己要在教学实践中学会当研究生导师，精心设计了各个教学环节。每一个实验，她都和学生一起干。每一个概念，每一处运算甚至每一个标点，她都作了十分仔细的审阅与推敲。学生的论文亦是她心血的结晶。“我几乎是在指导研究生的同时自己一次次经历研究生的学习过程。”为掌握学生学习认识规律，她一个学期住在学生宿舍，观察学生思维的演变和知识获取的历程，改革教学方法，她呕心沥血，循循善诱，学生们视她为良师与挚友。她的学生中有一大批已成长为生产、科研、教学骨干。

学校的教师告诉我们：“要找钟教授，到实验室去最靠得住。”大部分时间，她办公室的灯光熄得最晚。她每年还要抽出三分之一左右的时间到工厂搞试验。“熬夜？”她的研究生说：“你别看老师年过花甲，她熬通宵的时候多了。她经常以实验室为家，几乎每天在办公室工作到深夜，以致晚上回家扭伤了脚都无人知晓，是有名的‘工作狂’。”一次为准确分析设备能力，这就需要在复杂的装备上安装数十个传感器。然而，这些工作只能在设备停产时进行，也只能选择在工人春节放假的时候。就这样，钟掘和助手们就在冷清的车间里度过了一个难忘的除夕。她的这种精神影响了一代又一代人。

她多次获校教学优秀、优秀教师、优秀党员和湖南省优秀教学成果奖励以及宝钢优秀教师特等奖和国家教委授予的全国教育系统“巾帼建功标兵”、湖南省“三八红旗手”等称号。

在一场题为《制造科学的使命与发展》的报告中，她寄语年轻学子：“让好奇心驱动我们探索的一生，让使命感引导我们创造鬼斧神工。让我们走进科学，发明技术，创建工程，在知识、智慧、思辨、创造的交织中，去享受无尽美妙与自豪的人生。”

辛勤耕耘，四十载春华秋实，如今钟掘院士已桃李满天下，她共培养本科生四千余人，硕士和博士一百多人，博士后七人。

## 生如长虹：掘尽黄沙始到金

有人说，冶金机械领域是一个硬邦邦的世界。然而，她，这位中国工程院机械领域唯一的女院士、中南大学教授，一位声音圆润动听、风度端庄娴雅的女性，却在这个充满着阳刚之气的世界里奋斗不止，书写着自己的传奇。庞大无比、隆隆轰鸣的机器，生产场地的钢花四溅并没有击败这位女斗士。在她的世界里，冰冷的机器和火热铝锭在这里都饱含生机，无处不透着自然控制的规律和还不为我们彻底掌握的神奇演变。

回顾在北京人民大会堂从国家主席胡锦涛手中接过奖状的那一刻，她的笑容如绽放的玫瑰，异常动人。

“那一瞬间，我几十年的努力得到了肯定，我也得到最大的满足，最大的幸福感。”在中南大学举行大会表彰获得2007年度国家科技进步奖的有功人员时，年过古稀的她说到动情处突然站了起来，她高高举起了获奖证书。“还有一个更令我激动的就是我从胡主席手上接到这个奖状的时候，我还没说话，胡主席就先说话了：‘谢谢你为国家做的贡献。’”

当被问及梦想时，钟掘坚定地说道：“梦想是没有止境的，人的追求是永无止境的，我们做的工作能够用在国家，解决国家的一点问题，就是最大的欣慰。”

这个笑容如春天般和煦的学者，说话时眼睛闪闪的，很精神，如同邻家亲切的长辈，几乎让人忘记她还是中国机械行业里唯一的女院士。就是凭着坚持梦想，她微笑着，一路走下来，也许奋斗路上出现了疲惫、挫折，她从不放弃。已经过了退休年龄的她，仍然奋斗在科研的第一线，为国家、为人民做出贡献。

现在回忆当时的钢院，钟掘很深情，“看到一切都在发展中，当时条件很差，地上都是土，校园里显出发展中的杂乱。但没什么不好，这些告诉我这是一个实现理想的地方。想回学校，跟老同学一起再过一次3斋331室<sup>①</sup>的日子。”

而今的钟掘，依然活跃在机械工程领域，奔波在科研工作的第一线。她走过的地方，正为后来人架起彩虹高架，让每一个后来者肃然起敬，也正在努力将彩虹高架通向更新的“鬼斧神工，人天合一”的制造新天地。

<sup>①</sup> 331是钟掘在钢院就读时的宿舍号码。

# 不渝矢志铸钢魂

——记连铸设备专家、中国工程院院士关杰



关杰<sup>①</sup>，福建省莆田人，生于1939年11月，机械部西安重型机械研究所高级工程师，连铸设备专家。我国连铸行业中的知名专家、学科带头人。1963年毕业于北京钢铁学院，后到机械部西安重型机械研究所工作至今。20世纪60—80年代，先后承担钢包回转台、结晶器、二冷设备、板坯液压剪等关键设备，为重钢、上钢一厂等大型企业研制成功2300mm、1050mm等大型板坯连铸机，为我国冶金企业连铸化做出重大贡献。20世纪80年代以来，主持了“200吨级连杆式回转台”、“结晶器振动系统”的研制。在美国中兴钢厂2032mm连铸机技术攻关中获实用型专利1项。主持的国家重

大技术装备“攀钢1350mm板坯连铸机”攻关成功，扭转了我国大型连铸设备依赖进口的局面，获机械部科技进步特等奖、国家科技进步一等奖。1997年当选为中国工程院院士。

关  
杰

不渝矢志铸钢魂

<sup>①</sup> 关杰，原名关傑美，在“文革”期间改为关杰。

关杰的人生始终与连续铸钢紧密相连，而他本人也像连铸机上流动的殷殷钢水，奔流不息，矢志不渝，用不变的执著和勤奋铸就着坚韧的钢铁和动人的钢魂。

## 青年成长：铸梦想

关杰的青年时期感受了太多的艰辛，同时也记载了他一如既往的坚毅与执著，这段成长历程铸就了他延续一生的强国梦想。

### 印尼出生，爱国情深

关杰出生于印度尼西亚的一个普通华侨家庭。由于家境贫寒，关杰的父亲年近三十岁才结婚，婚后便和关杰的母亲一起去印度尼西亚谋生。关杰有兄妹八个，均出生在印尼。这个家庭虽然人丁兴旺，但是由于父母亲文化水平不高，只能依靠做体力活挣钱来养活全家，生活条件十分艰苦。在关杰的印象中，一提起生活在印尼的时光，便能真切地感到“饿肚子”的滋味。贫穷让幼年的关杰体会到了底层社会的苦难和辛酸。

关杰的父亲为了不让自己的子女，特别是男孩子成为印尼的“土人”——“番子”，有意识地将自己的孩子在尚未成年时就陆续地送回国内，并勉励他们要好好学习，自立自强，报效祖国。在父亲的教育下，关杰很小就磨炼出积极上进的性格，在心中烙上了深深的爱国印。

关杰9岁时，母亲不幸病逝，嗷嗷待哺的三妹被送人抚养，父亲带着关杰和关杰的三哥回到福建老家继续念书。之后不久，父亲又独自返回印尼。比关杰先回国的大哥和大姐因为家庭困难，只念了几年小学，就辍学在家务农，二哥有幸仍在念书。在关杰的记忆中，他的童年就在由大哥和大姐当家长的家庭中度过。没有父母照料的孩子，总是能更快地成长，关杰在这段颠沛流离的艰苦日子里早早地养成了独立生活的能力。

### 钢院求学，奠定基础

不久，中国迎来了全面解放，关杰在和平的环境中顺利地读完小学和中学。怀揣着科技报国的梦想，1958年9月，关杰考上了北京钢铁工业学院机械系。踏入钢铁工业学院大门的关杰立即被“学风严谨，崇尚实践”的校园风气深深感染，渴望着在这个“钢铁摇篮”里真正走进冶金机械领域，学得真知，迈出成就梦想的第一步。

那时，北京钢铁工业学院的教学具有鲜明的特点，学校积极实行教育与生产劳动相结合的教育方针，创造性地提出“一参三改三结合”的教育模式（即：参加生产劳动，改造思想、改造教学、改造科学研究，实现教学、科学研究、生产劳动三结合），促进了教学和科研的快速发展。这让关杰深受鼓舞，更加明确了学习目标，并在专业学习和生产实践相互促进的过程中不断增长知识，积累经验。同时，大师云集的机械系也让关杰大开眼界，名师们渊博的学识、先进的成果和高尚的师德给他留下了深刻的印象。刚刚留美归来的徐宝升<sup>①</sup>教授就是这些大师中的一位。1960年，徐宝升教授研究和试验成功了世界上第一台弧形连铸机，震惊了全世界。当榜样就在身边的时候，一个人便会更加容易踩着榜样的脚印朝同一个方向前进。听闻这一重大发明就诞生在自己的校园并且产生于自己尊重的徐老师手中，关杰对机械专业尤其是连铸技术产生了浓厚的兴趣，专业课程的学习也更加认真。除了徐宝升先生之外，陈先霖<sup>②</sup>先生讲授的炼钢设备和轧钢机械课程也是关杰的最爱。陈老师在课堂教学中紧密结合了现场的实践经验，这为关杰后来的设计和研发工作奠定了良好的基础。

除了大师授课的讲堂，北京钢铁学院的图书馆是关杰上学期间最喜欢去的地方。钢铁学院图书馆的藏书是从北洋大学、唐山交通大学、西北工学院、华北大学工学院、山西大学、清华大学等6所院校接收的，虽然书目不多，但大部分都是冶金领域的经典著作和前沿文献。在钢院求学的5年中，关杰经常一下课就到图书馆阅读和学习，在知识的海洋里面遨游。

大学生活稍纵即逝，转眼间就到了离别的季节，关杰恋恋不舍地挥别求学5年的母校和恩师，带着一身本领和满腔热情，准备到企业和基层一线建功立业，开始人生崭新的篇章。

## 投身西重，艰苦创业

毕业分配时，关杰响应国家号召毅然支援西部建设，第一志愿填报了专业对口的西安重型机械研究所（以下简称“西重所”）。虽然西重所的研究工作刚刚起步，但初入社会的关杰暗下决心要迎难而上，与建设中的西重所一同成长，为祖国的钢铁工业做出自己的一份贡献。

1963年9月，关杰和几名同学背着行囊远赴西安，前往西重所报到，偏

<sup>①</sup> 徐宝升，原北京钢铁学院机械系主任，关杰的老师。

<sup>②</sup> 陈先霖，北京科技大学教授，中国工程院院士，关杰的老师。

僻的地理位置让几名刚刚毕业的大学生愣是徒步从西安城区走到了西重所的临时办公楼下。当年，西重所的工作环境十分简陋，甚至连员工宿舍都是临时借用外单位的，办公人员也寥寥无几；而更让关杰和同事们忧心和头疼的是那近似白纸一张的研究基础。年轻的关杰没有心灰意冷，逆境反而激发了他强大的动力。关杰心中有一幅画，那是属于连续铸钢的宏图。这幅画承载着他多年来的梦想，一直默默盛开在心中的一个角落，它太美，时刻激励着自己为之不懈努力与奋斗。从此，他和一批批西重所人艰苦创业，不断探索，夜以继日地工作着，用智慧和汗水铺就了西重所不平凡的发展之路。

几十年过去了，如今的西重所面貌已大不一样，科研大楼、试验工厂林立，宿舍楼占地宽广，关杰和当年徒步走来的同事们也随着西重所的发展而成长起来。如今的西重所，仅仅连铸专业组就已先后培养造就了机械、电气、液压专业的研究员级高级工程师十余名和数十名高级工程师，形成老、中、青结合，专业配套，长年稳定地从事连铸机设计、研究和开发的技术群体。谈到西重所，关杰总会说：“这是一个配合默契、团结的，能够结合工程特点和要求，灵活应用所掌握的科技知识和经验，勇于创新的集体，而我仅仅是这个集体中的一员。我所取得的每一个成绩，都与这个坚强的集体是分不开的。”

## 连续铸钢：铸辉煌

关杰学术人生的关键词只有一个，那便是连续铸钢。正是在连续铸钢的研究中，他铸就了散射出万丈光芒的辉煌。

连续铸钢是炼钢和轧钢之间的生产工序。应用连续铸钢设备，将经过预处理（如钢包吹Ar搅拌调温、均匀化，成分微调，真空脱气等）的合格钢水直接、连续地在强制冷却的铸模内铸成各种断面的钢坯，经定尺切割和必要的处理（如冷却或保温、二次切割、去毛刺、称重、打标识符号等）后向轧钢厂提供合格的钢坯。

连续铸钢作为关杰毕生的事业，已经陪伴他走过了近五十个年头。他先后参加和主持了近三十项不同单机、不同机型的连铸机设备设计和研究工作，主要涉及方坯和板坯连铸机，可谓成果卓著。

### 初涉连铸，崭露头角

液态金属连续铸锭的概念早在20世纪中期就已提出。1930年有色金属



的连铸应用于生产，1946年在美国建成第一台试验性的连续铸钢装置。20世纪50年代连续铸钢设备开始用于工业生产，70年代后期才得到大发展。我国于1957年开始连续铸钢的试验研究。

1965年初，刚刚来到西重所的关杰就参加了由第一机械工业部和冶金工业部组织的联合设计组，设计和研制当时在世界上最早、浇注断面最大和品种最多的重钢R10-2300弧形板、方坯兼用型连铸机，他也因此成为我国最早接触连铸设备研发的人之一。

虽然使命光荣，但是接到任务后，关杰和同事们都犯了难，因为当时连铸领域的设计和研发基本还处于一片空白，可用的资料和数据几乎没有，而西方先进国家又对我国实施了技术封锁，任务难度可想而知。关杰和同事们决定从零做起，开始大规模地查找和学习关于连续铸钢的基本理论，广泛了解这个刚刚起步的连铸技术领域。有了理论知识的武装，关杰和同事们开始进行一些模拟实验，通过分析实验中的数据，研究设备的性能需求和工艺条件。

功夫不负有心人，历时近三年，关杰和同事们终于成功地完成了设备研发的任务，啃下了这块“硬骨头”，为我国连铸机的发展奠定了基础。关杰作为项目的核心力量，先后参加了方案设计、施工设计、图纸复审、加工制造服务、现场安装调试及生产试验等工作，系统化的研究过程使他受到极大的锻练和提高。随后，积累了一定研究经验的关杰又先后承担了方坯、板坯连铸机中的钢包回转台、中间罐车、结晶器、支撑导向段、二次冷却装置、机械式方坯剪、液压式板坯剪等重要单机设备的设计和研制工作，同时也承担了连杆式回转台、结晶器、振动装置、拉矫机、扇形段更换装置、蒸气密封室、火焰切割机等关键设备的审图、把关工作。这些设备均成功地应用于重钢公司、上钢一厂、柳州钢厂、安阳钢厂等钢铁企业，部分连铸机还出口阿尔巴尼亚和美国。

关杰用严谨的工作态度换来了高质的工作成效，他参与设计研发的设备多次获得全国科技大会奖或机械部科技进步奖，帮助我国连铸设备的研发驶上了快车道。

### 重任在肩，屡次建功

在连续铸钢的学术领域中，关杰坚持自主研发的路线，凭借扎实的理论基础和刻苦的学习态度，始终活跃在国内连铸设备研发的第一线。

百废待兴的1978年，华夏大地处处都有一种急于把丧失的时间夺回来

的热情。12月23日，党的十一届三中全会闭幕第二天，宝钢工程在东海之滨打下第一根桩，由此，我国现代化程度最高、工艺技术最先进、生产规模最大的钢铁企业诞生了，中国的钢铁工业揭开了新的一页。1979年，邓小平同志出访日本，参观君津钢厂时对稻山嘉宽<sup>①</sup>先生说：“你就照这个样子，给中国建设一个钢厂。”于是，在新日铁和宝钢人的共同努力下，宝钢建设开始加速度。

在宝钢生产流程的建设中，处于工艺流程中间地带的连铸是核心内容，连铸设备的研究更是重中之重。经过深思熟虑，领导将这个重担交给了当时在连铸领域已经小有名气的关杰。20世纪80年代中期，关杰开始参与宝钢建设工程，在西重所主要负责编写宝钢板坯连铸设备立足国内的可行性研究报告。关杰深知宝钢连铸项目的重要意义，于是鼓足干劲开始了新一轮的攻关，圆满地完成了任务。后来，关杰赴日参加了联合设计工作，为宝钢的建设做出了重要贡献。“历史将证明，建设宝钢是正确的。”当邓小平对宝钢的历史预言终于实现时，关杰的心头涌上了一丝甜意。

在完成宝钢建设任务后，关杰又先后负责编写国内外各类连铸机及关键单机设备的报价书、“七五”期间薄板坯连铸关键技术试验研究项目可行性研究报告、“在线调宽结晶器的研制”和“大型钢包回转台结构强度试验研究”等科技攻关项目的立题和研究报告，这些项目后来均列入国家“七五”、“八五”核心部分研究和科技攻关项目。除此之外，关杰还主持了“七五”、“八五”期间大型钢包回转台等多个重大科技攻关项目，项目均获得了圆满的成功。在积累了宝贵的工程经验后，关杰毫无保留地将研究成果编写成书，参加编写《板坯连铸机设计与计算》，该书已成为国内连铸设计、制造和作用单位工程技术人员的主要参考书之一。

## 迎难而上，锻铸辉煌

随着我国连铸技术的快速发展，关杰开始思考连续铸钢未来的发展问题，他认为只有自主研发属于中国自己的高产连铸机，中国钢铁企业才能真正在国际市场上立足。

20世纪80年代末，关杰开始参加连铸机设备的自主研发工程。他参加了美国中兴钢厂2032毫米板坯连铸机改造设计中的技术攻关，负责支撑导向段的技术设计和振动装置、结晶器等设备的审图和方案制定工作，获得

<sup>①</sup> 稻山嘉宽，时任日本新日铁董事长。

实用型专利1项，该项目后来获得机械部科技进步一等奖和国家科技进步二等奖。随后，他参与了上钢三厂300毫米×2000毫米板坯连铸机的方案和重要技术问题的讨论和制定，并负责一些关键设备的审图工作。在这些研究和设计工作中，关杰进一步提升了设备研发能力，积累了宝贵的工作经验。

随着连铸工艺的广泛应用，实现连铸设备国产化逐渐成为连铸工作者的迫切需要。攀钢作为“国产化”的试点第一个站了出来，决定尝试走国产化的道路。攀钢连铸作为攀钢二期的三大工程之一，备受关注，这个大项目的设计任务又一次降临到了关杰头上。

1986年末，关杰作为总设计师开始主持研发国家重大技术装备项目——攀钢1350毫米板坯连铸机成套设备的设计和研制。由于是全国上下关注的重点工程，攀钢连铸项目凝聚了中国重型机械总公司、攀钢（集团）公司、重庆钢铁设计研究院、西安重型机械研究所等十多个单位的众多科技精英人才，仅西重所先后直接参加该项技术工作的科技人员就有百余人。作为这个项目的总设计师，关杰从争取项目到整套设备建成投产、验收、鉴定，每件工作都亲力亲为，每一张图纸的背后都倾注了他的心血，每一个机组的装配都是他汗水的结晶。作为项目的领头人，关杰在工作中不仅以身作则，而且特别注意发挥团队作用，他将整个项目分解成具体的任务，然后又有条不紊地让不同类型的技术人才各司其职，使整个团队能够发挥最大能量。在关杰和团队的辛勤努力下，历经八个春秋夜以继日的工作，攀钢项目终于获得成功，成为我国第一套国内研制的年产板坯百万吨级的连铸机，一举扭转了国内大型板坯连铸设备依赖进口的局面，为我国设计制造同类设备积累了宝贵经验，并且由此培养了一大批专业人才，推动了我国钢铁行业的技术进步，该项目先后获机械部科技进步特等奖和国家科技进步一等奖。

该铸机于1993年10月18日一次热试成功，后运行正常，逐步达到或超过设计指标，年产连铸坯100万吨，板坯综合合格率达98%，无清理率超过90%，钢水收得率达95%，不仅为攀钢创造了巨大的经济利益，而且极大地推动了我国连铸工艺的进展。

在成绩面前，功勋卓著的关杰并没有停下脚步，甚至还没来得及享受成功的喜悦，便又开始了连铸设备新的征程。“作为一个连铸科技工作者，我知道自己过去所做的工作和所取得的成绩，对整个连铸事业来说只是沧海中的一粟，是微不足道的。因此尚需加倍努力，为我国的连铸事业做出自己应有的贡献。”

## 平淡如水：铸钢魂

关杰在连续铸钢设备的研究和开发方面成果卓著，但是他在生活中却没有跌宕起伏的故事，淡泊名利的低调性情让他将更多的注意力放在了学习和工作中。看似平淡如水的为人品行，铸就了关杰坚毅的钢魂。

### “加重自行车”

关杰有一辆加重自行车，一年四季天天骑着它上班，推着它买粮买菜，这辆加重自行车尽管骑了二十多年，而今仍然完好无损。关杰的生活就宛如这辆“加重自行车”，朴素、低调，却一直执著地向前。

关杰的少年时光在贫寒中走过，这让他比常人更懂得节俭的意义。当教师的妻子曾患有顽疾，关杰又经常因为工作繁忙出差在外，他总觉得亏欠妻子、儿子太多。所以只要在家，关杰就洗衣服、搞卫生、买菜、做饭忙个不停。当选院士之后，关杰的工作开始繁忙，但对于家庭责任他一如既往，仍然努力充当家庭中的主要劳动力，节假日骑上自行车去超市采购，回家乐呵呵地系上围裙无所不干。在关杰心中，家庭责任永远是最重要的“本职工作”。

骑惯了“加重自行车”的关杰坐不惯小轿车。每逢在省市开会回来，他很少用单位派专车去接，而一般都是搭乘别人的车或者坐公交车，实在不行就打出租车。在关杰看来，开会或出差是本职工作，工作之外的路途如果还麻烦单位就属于不合理要求了。关杰不仅“坐不惯”小轿车，而且“待不惯”领导办公室。鉴于关杰在连铸设备研发中取得的突出成就，西重所决定让他担任领导职务，并且在所长办公楼给他专设了一间办公室，方便他日常办公。但是关杰认为他只是完成了一些本职工作，做了应该做的事情，即使取得一点成绩也是依靠坚强的集体和团队，因此坚持要在生产一线继续做本职工作。后来，服从组织安排的关杰虽然接受了职务任命，但是却长期将条件较好的专用办公室闲置，仍然在基层技术处室办公，每天与他心爱的连铸设备一起奋斗，为西重所发光放热。

关杰为人十分低调，像“加重自行车”一般默默行进。谈起当选院士的经历，关杰更多的竟然是“埋怨”。20世纪90年代，关杰主持研发了我国第一套百万吨级的攀钢1350毫米板坯连铸机，于是西重所决定推荐他申报中国工程院院士。由于该项目的巨大经济效益，关杰毫无争议地当选为院士。但是，关杰认为，在连铸设备研发中做出一些事情本来就是分内之

事，用不着大肆渲染，申报院士甚至会打乱他继续研发设备的进程，他希望将所有的时间和精力都用在生产研发的一线。

## “吃饭与学习”

关杰把学习与吃饭当做人生的第一需要，不可一天不吃饭，也不可一天不学习。关杰生活中没有什么嗜好，不抽烟不喝酒，最大的爱好就是看书。他的办公室满屋都是书籍、资料，柜子放不下就再添加柜子，再放不下就放在地上或自制架子上摆放，他将寄给他的许多资料袋再利用，分门别类装上各种新资料。

关杰特别注重搜集连铸资料，尤其是国外这方面的先进技术，然后认真攻读、摘抄、分析。当了院士后他既像普通技术人员一样孜孜以求，手不释卷，又利用院士的有利条件广泛选取，多方择优。此外，在工作过程中，他还很注意收集、学习、积累与本专业有关的各种资料，如连铸工艺技术、钢水精炼技术、设备检测技术等，以扩大自己的知识面，开阔自己的思路。

我国连铸事业起步晚、任务重。关杰看到了中国在连续铸钢方面和世界上的差距以及与国外交流和学习的重要性，坚定不移地开始在学习多种语言的“苦行”道上继续“修行”，依靠外语工具驰骋到先进国家汲取营养。为了及时掌握国外连铸发展的新动向，几十年来，关杰坚持学习外语。他在第一外语——俄语考试通过后，先后选修和利用一切可能的机会学习了英语、德语和日语，这为及时查阅国外最新资料和在联合设计、对外技术交流、对外技术谈判中带来了极大的方便和好处。在关杰的书柜上，二十多年前他用德语翻译的长达50页的连铸技术资料仍清晰可用。2008年，关杰回到母校莆田锦江中学，回顾学习外语的历程，关杰无不感慨地说，自己大学曾经外语考试不及格，后来凭一股韧劲，学习了多种语言。正是在工作中的那股韧劲，帮助关杰坚持学习，在连铸设备的研发过程中取得了一个又一个成绩。

## “否定之否定”

关杰最欣赏与推崇的格言是：否定之否定。他说，选择一个项目，确立一个方案，多来几个否定之否定就能得出比较正确的结论，拿出最优化的设计，找出最好的方案，达到最优的目的。

关杰说，对于连铸设备，大学专业课只讲了两个课时。但是这两个课

时却成为了关杰终生研究的课题和方向。几十年来，关杰先后承担了数十个不同单机、不同设备、不同机组和成套设备的设计和研发工作以及现场服务、联合设计和科技攻关等工作。“我承担的每一项设计和研发工作都力求有新的改进和提高，力戒简单的照搬照抄。为了做到这一点，我切身的体会是要不断地学习，不断地总结，不断地创新和提高。”关杰如是说。

马克思主义哲学辩证法要求实事求是、与时俱进地看待问题，坚持具体问题具体分析。关杰在工作中巧妙地用马克思主义经典理论指导实际工作，追求工作创新和精益求精，根据不同的环境、发展和技术条件，做出不同的设计和研发。关杰经常说：“对于提出的每一个方案、结构，我的做法是从不同的角度去分析它，横挑鼻子竖挑眼，去找它的毛病，试图采用其他的方案或结构去取代它、否定它。当否定它的想法又被否定时，说明原先的方案或结构是无可争议地成立了。因此否定的过程，实际上是分析、比较、优化的过程。”关杰的工作方法其实正是马克思主义理论的精要。

关杰的否定绝不是单纯的主观判断和“撞大运”，他在创新过程中同样重视基础工作的积累，“否定的前提是要首先掌握大量的资料、数据和各种结构方案，这就是要学习，要调查研究，要收集和积累。”基于大量的理论基础，关杰能够深刻地认识到工艺设计的本质，用“否定之否定”的办法挑选出最优方案。他经常说：“对于搞机械设备设计的人来说都清楚，设备是为工艺服务的，要完成某一工艺要求或某一功能，可以采用几种设备结构方案去实现它，而其中必有一种在特定的条件下是最佳的。为了寻求最佳的，首先就得把可能的各种结构方案尽可能地都提出来，以便进行分析比较。”

关杰工作态度十分认真和严谨，因此他十分反对技术人员为了图方便和保险，仅仅采用手头掌握的图纸资料，而不再去搞调查研究和分析比较。近20年来，关杰团队在激烈的市场竞争中能比较成功地中标获得鞍钢、宝钢、武钢、马钢、宁波建龙、唐钢等大型板坯连铸项目，原因就是提出和采用的方案都是经过深思熟虑和分析比较的，“否定之否定”的产品当然是切实符合用户要求的。

## “排球自由人”

关杰当选中国工程院院士后，职务多了，社会活动多了，责任也更重了。他把自己定位于“排球场上的自由人”，很普通，但哪里需要就哪里上，到处可以发挥作用。

自从当选院士，全国一些学术性的行业头衔关杰挂了不下10个，他还担任了陕西省政协常委、陕西侨联副主席、西安市政府参事等职务。不管参加什么活动，他都有一个不变的宗旨：替科技人员说话，替老百姓办事。他说：“一个人在茫茫宇宙中是很渺小的一点，而每一个人都把自己的工作做好了，用乘法累加会越来越来大，一乘百，百乘万，融入社会之中，就是很大的力量。普通人如此，院士、官员也应如此。”

他以政协常委的名义，要求加强对弱势群体的投入，加强对西部贫困地区的投入。他说：“东部较富裕地区、特区免这免那，而西部贫困地区反而征这征那，岂不差距越来越大？”

他以市政府参事的名义，要求政府公务员提高工作质量和关心老百姓生活质量，提倡以人为本，落实到老百姓头上，就要处处关心他们。

关杰说：“院士也是有喜怒哀乐的人，我平常很少发脾气，要让我生气，恐怕事情差的‘码子’就大了。”特别是涉及科技人员创造成果的事情，他总要再三向有关领导提醒，要尊重创造劳动业绩的人。他曾经以院士名义推荐一位在亲水涂层上有突出贡献的青年工程技术人员，获得了中国工程院授予的光华青年科技奖。

关杰的“自由人”角色，实际是“人尽其才”的需要，更是其社会责任感的体现。

关杰的学术人生看似平淡如水，实则汹涌澎湃，贫穷中成长，学海中苦读，凭借坚韧和执著在连铸领域建功立业，实现科技报国的梦想，取得了非凡的成绩。如今虽然已年过古稀，他仍然在钟爱的“连铸机”旁日夜辛劳，不渝矢志，铸就钢魂。

## 钢铁史诗

——记冶金自动化及信息工程专家、中国工程院院士刘玠



刘玠，安徽舒城人，生于1943年11月，现任中信泰富特钢集团有限公司董事长，冶金自动化及信息工程专家，工程管理专家。1964年武汉钢铁学院机械系本科毕业；1967年北京钢铁学院冶金机械系研究生毕业；1973年后，在北京钢铁学院、北京语言学院外语系、日本东芝电气株式会社府中工场、新日铁大分制铁所学习进修计算机和日语。曾任第十五届、第十六届中共中央候补委员，第九届、第十届全国人大代表，武汉钢铁集团公司第一副总经理、总工程师，鞍山钢铁集团公司董事长、党委书记、总经理，现任中国科协副主席、全国政协委员、中国金属学会副理事长、中国中信

334

集团顾问。长期从事冶金工业计算机控制系统和数学模型的研究与开发，担任钢铁联合企业领导职务，致力于冶金工厂技术改造和重大冶金装备国产化的创新与实践，系国家级有突出贡献专家。在武钢工作期间，主持并参加研究的“武钢1700轧机系统新技术开发与创新”、“武钢1700热轧计算机控制新系统”等重大项目，分别获得国家科技进步特等奖，国家科技进步一等奖、二等奖、三等奖。在鞍钢工作期间，大力推进管理体制、经营机制创新，建立了与市场经济体制相适应的现代企业制度。为加快鞍钢技术改造步伐，创造性地走出了一条“高起点、少投入、快产出、高效益”的技术改造新路子，实现了鞍钢跨越式发展。在鞍钢工作期间，先后获得香港何梁何利基金技术科学奖、“九五”国家重点科技攻关计划突出贡献者、第八届国家级一等企业管理现代化创新成果奖、“九五”国家重点科技攻关重大科技成果奖、第二届袁宝华企业管理金奖。主持并参加的“1780酸洗冷连轧联合机组”和“1700中薄板坯连铸连轧带钢生产线”分别荣获国家科技进步一等奖、二等奖、冶金科学技术特等奖。1997年当选为中国工程院院士。



梦想几番折转，他饱经困顿，不变的，唯有迎难而上、勇往直前的赤诚之心。人生几度抑扬，他处变不惊，谨记的，唯有身先士卒、报效祖国的真诚之愿。

数次专业的更换未曾让他退却；几番角色的转变不曾让他胆怯。历经人生多次转航，无论命运指向何方，他的意志，如钢铁般坚定；面对危在旦夕的鞍钢，缔造了复苏的奇迹，他的经历，如史诗般传奇。他便是刘玠。

“古之立大事者，不惟有超世之才，亦必有坚韧不拔之志。”

## 梦想折转，勇往直前

刘玠于1943年出生在一个普通的教师家庭，美好的少年回忆都定格在了复旦大学的家属区。小时候同教师子女一起成长，让他的童年生活被呵护得很完整；而在学校里，受着当时上海最先进的教学管理观念的熏陶，他早早就学会独立思考。小学五年级时，刘玠便参加了上海市长宁区“少年之家”科技活动中的航模比赛。从一个小小的简易孔明灯，到渐渐复杂精致的飞机模型，少年的飞天梦想在他的指尖翻转中渐渐生长出萌芽。

刘玠中学就读于在上海华东师范大学第二附中，成绩十分优异。早年中孕育的“飞天”种子在积蓄了多年的力量之后，等待着破土而出的那一瞬间。高考的时候，刘玠将目标牢牢锁定在西北工业大学飞机制造专业，以至于在填报志愿的时候，在所有的志愿栏上都义无反顾地填上了“飞机制造专业”。在交志愿书的最后一刻，老师强烈建议和劝说他不要冒险，他才将最后一个志愿改成“武汉钢铁学院机械系”。可是，由于出身等原因，他并没能被任何一个“飞机制造专业”相中，迎接他的是最后一个志愿——武汉钢铁学院。埋下多年的梦想种子，终究还是没能成功破土。16岁的少年，面对盛满失望的通知书，那一刻他并没有退缩，而是选择成为曲达的水流，静静接受人生布下的挑战。

挥别家乡亲人朋友，历经旅途波折，刘玠终于站到了武汉——这片离家八九百公里的陌生土地上。他提着沉甸甸的步伐迈入了大学全新的生活。然而命运总是捉弄着他，大学里赶上国家物质条件匮乏，很多人都食不果腹，他自己也常常吃不饱饭，更别说潜心钻研学术。一年国庆，学校给每人发了半斤豆饼，原本用于喂牲口做肥料的豆饼，在他看来却仿佛珍馐美味，三两下就下了肚。然而饥饿并没有打到刘玠的意志，反而让他

学会更加珍惜学习的机会。他开始不顾学校破旧的条件，不闻咕咕作响的肚子叫，强忍内心渴望实现梦想的急躁，全身心地投入到专业课的学习之中。勤奋刻苦的他，在学业上一直保持领先。五分制的成绩，只有一门科目四分，其他全部满分。而且，刘玠还掌握了“过目不忘”的本领，对“机械原理”、“机械零件”、“材料力学”和“理论力学”等专业课程，他都能像放映机一样，将重点和难点完整复述下来，成为众口相传的神奇“小老师”。

生活的艰苦、时代的困境让刘玠早早学会坚强隐忍。在今后的岁月中，只要有一点点的希望，他都会紧紧抓住，然后继续前行。哪怕生活给他狂风暴雨，他也会像海燕一样，奋力飞翔出自己生命的弧线。

1963年，国家经济好转，刘玠在生活上压力也得以减轻，开始更加专注地投入专业学习和科研中。与此同时，陈毅同志在广州发表讲话，指出：“要培养科技的尖子人才。”成绩优异的刘玠很快就受到学校的极大重视，武汉钢铁学院决定对他进行重点培养，还专门请一位老师对他亲自辅导。这次机遇让他在大学时代就得以参与钢铁公司的一些研究课题。几年实践与理论的历练，成为他的未来路上弥足珍贵的砖瓦。

时光荏苒，转眼就到了挥别大学的日子。参考学校建议，他决定报考研究生。经过三天半紧张的考试，他闯过命运的十字路，最终站到了北京钢铁学院的门前。在接到北京钢铁学院机械系的录取通知书时，他曾经问自己，是否还记得飞天的理想？那么多年的种子，是否不再让它有破土的明天？一个坚持了十几年的梦想，岂是轻易一语便可放弃的？

水的曲达在于知道如何选择取舍，命运的天平面前，虽然无法忘记自己的航天梦，但是刘玠还是选择了最能实现他人生价值的那一个托盘。进入北京钢铁学院后，他埋头于行星轧机课题的深入研究中。愈是发掘这个领域，愈能触碰到科学闪现出的魅力，一点点被吸引，一点点对其着迷。与此同时，崇尚实践的学校为他提供了大量生产活动的机会。理论上，他学会了如何进行科学的设计；实践上，他懂得了怎样现场生产。就这样双管齐下，平稳的进步让他的前程似乎一片光明。

1966年，文化大革命的风暴悄然降临。刚入校两年的刘玠因为出身被打成“修正主义的苗子”，受到了周围人激烈的批斗和攻击。背负着无法选择与改变的出身，未来等待他的将会是什么？灿烂的曙光究竟能否绚烂他的明天？一切的一切，都是一片未知的空白。人生一场巨变，即将在电闪雷鸣的风暴中缓缓揭开序幕。

## 人生抑扬，一往无前

### 下放“武钢”，苦中寻乐

1968年，刘玠告别学生身份，作为“修正主义的苗子”分配到武汉钢铁公司，成为一名不起眼的一线钳工。时代的无奈让他柔和地接受了命运的安排，带着泰山般的坚定，刘玠又一次挺身昂然立于命运的转变之前。

工厂条件艰苦，工作繁重，但是性格随和的他与工人师傅相处很融洽。没事儿时热心地帮助大家修修自行车、做做手工工具。远离了政治波涛，看似单调的生活却也有它简简单单的快乐，仿佛回到了记忆中遥远的童年，平静而美好。

然而，温馨平静的时光并未让刘玠止步不前。依靠坚实的基础知识，他对工厂的各种设施进行科学而有效的改革，大大提高了生产效率。面对武钢轧板厂的大立辊轧机测压丝母磨损很快以至于每两个月就要更换一次的问题，他综合运用所学专业知识和设计出一个特殊的装置，从而漂亮地解决了问题。将自己所学知识用于真正的生产实践并获得成功，这是史无前例的一次，喜悦的甜蜜让他兴奋得几乎夜不能寐。以此为开端，他用更多的行动渐渐发掘科学技术知识所蕴含的无穷力量。面对车间分配下来的任务——16小时内换下一个600吨的剪切机平衡装置的轴承，善于运用头脑的他，仅仅用了两个小时就圆满完成。

就这样，在所学理论的支持下，通过真正的生产实践，刘玠终于发现科学技术蕴含的无穷力量。隐隐约约闪现的光芒，激发了他学技术的欲望，坚定了他搞科研的决心。这次下放经历，对于他的人生来说，是祸，亦是福。福祸之转化，取决于他山般坚定、水般曲达的内心。

### 重回钢院，笑对转变

“文革”浩劫后期，他迎来了人生的另一个转折性的机遇：到冶金工业部的连轧机训练班学习一年。适逢1973年，国家决定在武钢引进1700轧机系统、热轧、冷轧、硅钢片和连铸，叫做“三厂一车间”。这个耗资40亿的国家项目，急需一批现成的优秀科技人才和重点培养的精英后备力量，冶金工业部由此成立了一个由北京钢铁学院孙一康教授<sup>①</sup>主持的训练班。各项均很优异的刘玠被抽去协助孙教授开办连轧机学习班，他深知这

<sup>①</sup> 孙一康，我国轧钢自动化控制领域开拓者之一，冶金自动化学会副理事长。

一机遇来之不易，决心用行动证明自己。一年的时光他从未停歇，小到教材、实验设备，大到教学环境条件的改善，他都一一经手操办，兢兢业业、任劳任怨。历史的放映机中，他的身影永远在不断奔走跳动。

然而，命运眷顾他的同时，也将挑战的棋子摆在了他的面前。一年后，训练班学习的专业发生了意想不到的逆转。面对现实的嘲弄，刘玠不得不暂时放下原专业，转而学习十分陌生的计算机专业。那时，刘玠早已过了而立之年，面对挑战，他坦然接受，转身便埋头于一擦擦艰深晦涩的计算机著作之中。过程少不了艰辛与劳累，然而学习中久违的充实感却让他备感怀念。就这样，“二进制”、“微分方程”、“数理统计”、“高等代数”、“电子计算机基本原理”、“程序设计”等课程被他一点点啃下来消化吸收，他也一步步迈入这个意外为他敞开大门的专业领域之中。

时光飞逝，转眼又是一年，因留学需要，33岁的刘玠被派去北京语言学院学习日语。对于语言学习来说，33岁的年龄障碍意味着已经错失了学习语言的黄金时期，原本就苦煞众人的大量语言记忆对于他来说，显得愈发艰巨。在当时的环境下，每周劳动与政治学习之外的学习时间只有五天。时间紧迫，容不得浪费，他像挤海绵里的水一样把一分一秒硬是挤了出来。迎着清晨的寒星、伴着夜晚的孤月，他一遍遍地默念、背诵、重复冗杂的句型、海量的词汇。面对“记忆——忘记——记忆”这一梦魇般的无限循环，若非那泰山的坚忍，无论如何他也难以坚持下去。煎熬的尽头，必定迎来刺破黑暗的光芒，他是这样坚信的。

1975年5月，勤奋刻苦的刘玠被公司派去日本进行一年的计算机进修，这也是他第一次离开生己养己三十多年的挚爱土地。在登机前，他深情地回头一望，将这片深爱的土地狠狠地收入眼帘，藏在心房。

## 留学日本，获益终身

刘玠怀揣着忐忑的心情来到陌生的国度。当时中日刚刚建交，看似缓和的关系中蕴藏着不安定的因素。初来乍到的他虽然有一定的日语功底，但对于计算机方面的专业词汇还是一片空白。想要努力钻研、报效国家的美好愿望中，多了些前途迷茫的担忧。更加窘迫的是他还遇见了一个“不通人情”的老师——宫崎保昭。在他看来，这个老师“既不传道，也不授业解惑”，而是将整个课堂都交给学生们上台自主讲解，这让本来日语基础就不好的十人团队更加无所适从。对于在中国式教育方式下成长了几十年的刘玠来说，宫崎老师的做法无疑是一个巨大的冲击，而日本人性格中

固有的严谨观念也让他觉得老师严厉而不通人情。

奇怪的教学方式、不通人情的老师、陌生的异国环境，更加刺激他不断地拼命学习，如同沙漠中的旅人一般疯狂渴求着知识之泉的滋润。他将每天的睡眠时间缩短到三四个小时，有时几乎站着都能睡着。但是，不去怨天尤人、没有怨声载道，他用心中的信念坚持了足足半年的时光。付出终有收获，让刘玠惊讶的是，宫崎老师这样“变态”的教学方法使他们最终彻底地了解了计算机技术的实质，将知识不是记住，而是牢牢刻在脑子里面。起初的他，不懂宫崎老师的用心良苦，然而，宫崎老师以全新的教学方式，严谨的态度，成为了对于他的一生意义最为重大的老师。历经风雨，他终于看到了通向专业领域的彩虹。身在日本国土之上，却思念着隔海相望的祖国，“为什么我的眼里常含泪水，因为我对这土地爱得深沉”，朝朝暮暮，那一颗渴望报国的赤子之心强烈地鼓动着。

## 科技攻关，成就瞩目

回国后，刘玠开始参加1700轧机工程。这项工程由党中央国务院、周恩来总理亲自批准过问，耗资四十多亿，北京钢铁学院孙一康教授等一批顶尖的专家们都积极投身到其中。然而，轧机和计算机控制系统上的许多技术问题亟待解决，数学模型和软件开发的问题最为严峻。

在国外先进的技术围攻下，如何为国争光、如何让1700轧机有所突破成为每个人心中一块沉重的巨石。谚云：世界无难事，只怕有心人。有心之人，即立志之坚者也，志坚则不畏事之不成。面对重重困难，刘玠立下誓言：要开发出打上“中国”标志的数学模型，要建立出自己的计算机系统，要让中国骄傲地站在世界科学技术的舞台。于是，他从每一个细小的数据开始研究，为了实验，他的脚步穿梭在北京钢铁学院和北京航空学院之间，这一走，便是整整三年。寒来暑往，春去秋来，历时三载的辛勤耕耘，送走一千多次的彻夜灯明，终于，他迎来了事业生涯上的第一个辉煌的成就——荣获国家科技进步三等奖——自产钢数学模型。一次的成功会被人怀疑只是偶然，然而，在热轧数学模型上的新突破——掌握自主建模方法并再次获得国家科技进步三等奖的他，用事实证明了自己的实力。

1979年这套计算机系统投入生产，十年之后，由于系统的老旧已经跟不上生产发展的步伐，更新换代刻不容缓。但是东芝方面提出的3800万美元的天价，让引进时才用了500万美元的技术人员难以接受，不得不转而寻求美国西屋公司的帮助。当时西屋也面临困境，听到我国要参与计算机

更新换代，便立即放低姿态积极参与。最终双方达成500多万美元购买西屋设备，中方自主开放软件的协议。

新的挑战再次摆在刘玠的面前。这次，他依旧迎难而上，一句“硬件买你的，软件自己开发”的豪言壮语，不是他的自不量力，而是“志不立，天下无可成之事”的坚守。作为武钢副经理的刘玠随即率领着四五十个人奔赴美国。日日夜夜的辛勤汗水的浇灌之下，热轧的计算机控制系统终于开花结果。这一成就，实现了钢铁工业最具代表性、技术难度最大的、效益最高的技术攻关，拥有了我国的自主知识产权，并获得了国家科技进步一等奖，同时也昭示着我国钢铁实业技术又一个跨越性的成就。

此后，这套系统成功地应用于太原钢铁、梅山钢铁引进的轧机设备，同时还完成了国产技术软件的对外输出，迈出了崭新的一步。

刘玠一路走来，脚步深深浅浅，困难伴着机遇、艰辛亦是挑战。他是最勇敢的舵手，支起远航的船帆，在苍茫未知的大海上，找寻自己日思夜想的彼岸。

## 临危受命，力挽狂澜

1994年，刘玠到鞍钢担任党委副书记和总经理。当时的鞍钢经济上负债累累，没有充足的资金开展生产，向工人大量筹集资金却被套牢，还要养活几十万的职工，压力十分巨大。伤痕累累的鞍钢就像一个燃烧着熊熊烈火的火坑，众人避之唯恐不及。然而，刘玠再一次临危受命。落脚鞍钢，他紧抓三改一加强，扎扎实实推进改革，推进改造，推进企业的管理。1995年，辽宁省省长闻世震<sup>①</sup>在北京人民大会堂举行记者招待会时，他应邀参加。面对记者“国有企业不改造，装备落后叫做等死；搞改造，借钱付不起利息，叫做找死。你怎么看？”的尖锐提问，刘玠幽默地一句“既不找死，也不要等死，要走出一条自己的路子来”，在娱乐之余给大家带来了希望的曙光。

临危受命的刘玠重振旗鼓，陪伴他闯过风风雨雨的不服输的志气与信念始终相伴左右。山重水复疑无路，柳暗花明又一村。他淡然笑说，遇到困难的事情多了，就总觉得还是有路可走。不回避，不低头，勇敢面对，

<sup>①</sup> 闻世震，1940年1月生，辽宁海城人。1995—1997年任职辽宁省省长。

终究会迎来生命另一次华美的开幕。

在实际操作过程中，刘玠展现着一个领导者的风范。在综合考虑各种问题之后，他带领团队制定了两个方面的对策。一是改革，二是改造。不改革，鞍钢的体制、机制无法适应；不改造，鞍钢的装备水平、产品结构无法优化。改革中，他提出三年扭亏、工资挂钩方案最开始受到极大的非议和阻挠，但他顶住压力坚持实施，最后终于圆满完成任务。在这个过程中，他开始意识到，一个计划经济体制下的企业，倘若用市场经济的体制来运作的话，能够迅速产生巨大的经济效益。沿着这条路，鞍钢在改革上不断寻求创新，使得体制和机制迈入了适应市场经济发展的新轨道，取得了一个又一个瞩目的成就。

第二个就是改造方案。改造方案的关键问题是资金的来源。鞍钢当时既没有来自于国家的资金支持，也没有自销权等特殊政策支持，面临极其艰难的困境。无奈之下，刘玠直接给朱镕基总理打了报告。根据总理批示，鞍钢开始了新一轮的摸索——上市筹资。

由于亏损，刘玠只能将鞍钢仅有的较好的家底包装起来上市。1997年香港重回祖国怀抱，鞍钢幸运地成为香港回归后的第一家上市企业。然而一上市就遇到了股民不愿意购买的瓶颈和发行失败的危机。此时适逢朱镕基总理视察鞍钢，刘玠大胆谏言困境，终于在国家的帮助下顺利发行上市股票。这对已经走到山穷水尽之路的鞍钢无疑是一根救命稻草。在这一点资金支持下，他开始为鞍钢的长远打算，制定了一个九五规划，注入新鲜血液的鞍钢再一次鼓动起强有力的脉搏。

其志所向，一往无前，从鞍钢的破产边缘到逐步复苏，从技术到管理的完美转变，是他，在所有人的绝望中为国家奉献的神话般的奇迹，成为力挽狂澜的又一佳话。

## 平炉改转炉，开拓新途

在鞍钢任职期间，刘玠不仅仅在大政方针上胸怀大略，在技术实践上也勇于创新。当时鞍钢的年产量中的大部分都是来源于平炉钢。然而落后的平炉钢受国际油价不断抬升的影响一直处于亏损状态。因此初到鞍钢，在一次经验交流会上，刘玠就提出将平炉车间改为转炉。没想到一言刚落，台下便是一阵批驳：连国外都没有成功的先例，我们却要去做，岂不是不自量力？可是，历史上成功的改革者永远不是那个“大多数”，众言又怎能压倒他变革的决心？

交流会结束后，他在平炉上做起文章。在鞍钢设计院技术上的大力支持下，鞍钢在平改转的问题上看到了希望的曙光。然而大修一个平炉的修理费需要5000万，他根本没有权力使用这么多资金。面对设计院做出的7000万设计，他放出豪言：好，责任我来负，干！

平炉厂房18米，转炉高要求35米，通过旁边建一个高35米的偏厦，然后将铁水渡过来，35米跨炼，等炼完后再渡回去，就是这样一个看似简单的方案，却成功将每吨钢的成本降低了100元，一年500万吨钢就意味着5个亿的资金节约，而实际产量已经能够达到700吨，鞍钢仅仅花了5.2个亿，在不到一年的时间里，就成功收回初期投资。平炉改成转炉，才可以实现连铸，才可以给后面热轧厂创造条件，这一次的技术改造，在他看来，对于鞍钢未来的发展具有里程碑似的意义。按着他指导的一条路，鞍钢实现了硬件、软件、基建、电气全部国产化的1700连铸连轧，投资11.7亿，一年创效要超过12到13亿；二分之一的投资——42个亿，实现1780的更新换代改造，而整条生产线不到三年就已经完全收回投资。

由此，刘玠总结出鞍钢技术改造的路子——“高起点，少投入，快产出，高效益”。按照邓小平同志视察时的教导，用最先进的技术对企业本身进行武装，并努力寻求跨越式的发展，同时降低成本，使得同一项目，用相当于兄弟企业二分之一、三分之一的投资，实现“快产出，高效益”，唯有如此才能在强大的竞争压力下求得生存发展的空间。

## 全面改造，勇攀高峰

“九五”规划中，国家准备投资85.6亿规划改造鞍钢的半连轧。虽然半连轧厂在1985年已经进行过改造，但是由于改造的不彻底性，产品质量和装备水平依然得不到提高，重新改造迫在眉睫。

1985年冶金工业部在鞍钢开了一个发展战略研讨会。由于旧的改造后费用相当高，刘玠在会上提出全套设备更新的建议。但是，国外公司给出的巨额报价让他难以接受。经过多轮谈判，刘玠用高超的谈判技术以1.9亿美元的低价与三菱公司签约，顺利实现1780连轧机的成功改造。这次改造，鞍钢仅花费38亿人民币，不及其他兄弟企业耗资的一半，鞍钢也得以迅速收回投资，逆转困境，重振旗鼓。

1780的改造淘汰了一批设备，他从中看到机遇，带领队伍借助淘汰的热连轧设备，增添新的卷取机，在已有可用的厂房和吊车基础上，再投资10个亿，着手打造一个有自主知识产权的热连轧机，让“中国创造”再一



次在国际科技舞台上熠熠生辉。

技术攻关在于计算机的硬件设备。事实上，以孙一康教授为首的科研小组，从武钢1700改造的时候就开始着手开创自己的计算机控制系统，并取得了不小的成功。他们沿用这样的方法，通过在国际市场购买需要的插件、自己动手组装成控制器，获得了突破性的成功。在北京钢铁学院、鞍山设计院、鞍钢生产线上联合努力下，他们如愿完成了全新的热连轧机。最后与一重的合作宣告鞍钢1700的改造获得巨大成功。就这样，他们用仅仅11.7亿完成了1700热连轧这样一条生产线的改造，建造了一条具有完全自主知识产权的热连轧机，并最终依靠这个项目获得了国家科技进步二等奖和冶金科技进步特等奖。

追寻没有尽头，不满足于热连轧机的刘玠又继续埋头于冷连轧机的开发。当时，冷连轧机的开发在国内没有人触及，所有的设备都源于进口，他成为第一个敢于吃螃蟹的人。

鞍钢原来的冷连轧机有四个机架，为了提高产品产量、质量和装备的水平，提高产品竞争力，他们向德国西德马克提出增加一个机架、同时把酸洗线和轧机连在一起形成一个酸连机组的建议。在德方的主持下，他们完成了这一次的改造。然而，在这次小小的成功喜悦之后，他陷入了沉思：轧机是由德国人设计、由中国人制造的，那么，我们是不是可以不依靠外国的技术支持，做出一套完全属于自己的冷连轧机呢？行动跟着思维奔跑，身先士卒的他花了16个亿完成了对1780冷连轧机的技术改造，并凭借这套核心技术再次获得了国家科学技术一等奖的崇高荣誉。这一成功，极大地增强了外国企业的危机感，他们不得不感叹，中国在世界科学技术的舞台上，如滚滚洪水一般势不可挡。如今，鞍山已经完成了六条冷连轧和四条热连轧的改造，为国家节约了巨额的资金。

此后，刘玠带领鞍钢又完成了鞍钢西区现代化改造和鲅鱼圈项目的规划、立项、工艺和技术创新，实现了我国大型钢铁联合生产系统从引进到全面国产化的转变，用行动体现了胡锦涛总书记要求的“自主创新、重点跨越、支撑发展、引领未来”的精神。

沿着自主创新、技术改造的道路，靠着敢于创新、勇于攀登科技高峰的精神，掌握了核心技术的鞍钢在为自身企业创造出巨额经济利润的同时，也为国家的经济建设做出了不可磨灭的巨大贡献。而如此的奇迹，离不开刘玠日日夜夜潜心的钻研，离不开众人非议之下信念的坚持，更离不开勇往直前的凌云之志。

# 師 韻

如水般曲达，他接受命运的拐角；如山般坚强，他选择不懈的奋斗。山山水水，继续萦绕着他生命的分分秒秒。将原本平凡的人生演绎成一部惊天动地的钢铁史诗，他，就是中国工程院院士，刘玠。

——  
北科大走出的院士

# 贺兰山下的中国钽铌工业骄子

——记有色冶金专家、中国工程院院士何季麟



何季麟，河南省开封市人，生于1945年9月1日，宁夏东方有色金属集团公司董事长、总工程师、教授级高工，西北稀有金属材料研究院院长，冶金与材料专家。1969年毕业于北京钢铁学院冶金物理化学专业。长期从事稀有金属钽铌钼冶炼与加工技术的研究，是采用氟钽酸钾钠还原工艺制取钽金属的变革性人物，曾获1992年、1996年、2000年国家科技进步二、三等奖，有色总公司科技进步一等奖，宁夏科技进步一等奖，全国和自治区劳动模范的先进工作者，发表论文30余篇，多次受到国家领导人接见。2001年当选为中国工程院院士。

何  
季  
麟

贺兰山下的中国钽铌工业骄子

巍巍贺兰山下，纵使风沙阵阵，条件艰苦，勇者依然无畏。大学毕业后志愿到大西北参加三线建设的何季麟就是这样的勇者。他以坚持不懈、严肃精湛的工作作风奋战在贺兰山下，带领中国的民族钽工业冲进了世界前列。

## 出身寒微，历尽艰辛

何季麟出生于河南开封的一个普通劳动者家庭，父亲是个泥瓦匠，靠着四世祖传的手艺，养活有病在身的妻子和五个子女。父亲辛苦劳作了一辈子，曾多次当选本市的劳动模范，七十多岁方才歇下手来，开封的多处名胜古迹迄今仍留有老人家工作的痕迹。

父亲是那个年代最普通的劳动者，是典型的中国式家长，从未有过惊人的言行。在何季麟的描述里，何家子女都深受父亲的影响。父亲起早贪黑、严肃精湛的敬业作风和朴实无华、坚韧善良的优良品德，影响了何季麟一生，成为他日后扎根宁夏四十多年的精神支柱。

少年时代，何季麟生活十分艰苦。读书至初二，每逢寒暑假，放假的第二天他就到工地上去打小工，一天挣一块钱，晚上还要在煤油灯下看书学习。中学时候，正值三年困难时期，同学们经常吃槐树叶子杂面熬的粥。十四五岁是男孩子最能吃的年纪，一帮伙伴，常常饿得东倒西歪。一次，同学们在校外劳动，班里选派包括何季麟在内的四个男生去抬午饭，午饭是花卷馍和树叶熬的稀汤，还没等到抬回午饭，四个小伙子就把各自的两个花卷吃完了，等到大家开始吃午饭的时候，四个人无可下肚就跑到远处的树底下躺着休息。可巧，学校的副书记来了，远远看到四个孩子躺在树底下不吃饭，走过来问了半天才知道原因。老师擦着眼泪从包里摸出要带给家人吃的烙饼分给大家。说是烙饼，不过是“杂面勉强把树叶子粘起来罢了”，四个人分到掌心大的饼子，狼吞虎咽地再次吃完。虽然只是一块粗干粮，却是少年心中无与伦比的珍馐美味。何季麟说：“那个年代，尊师们对学子的感情，我一辈子都不会忘怀。”

由于家里人口多，何季麟家里负担很重。读至高二，家中三哥考上中南工业大学，使原本就拮据的家庭更加捉襟见肘。后来，母亲患了肝硬化浮水。为了给母亲治病，父亲辞掉工作，拿退休金交了钱、还了债。此时，何季麟唯一的姐姐已经出嫁，两个哥哥也已成家，只有他来照顾母亲。贫寒的家境和沉重的负担让父亲实在无力供养他读书，于是懂事的他

主动休学。休学后，父亲给他买了一辆架子车，他便当起了车工，在工地上运送水泥、沙子和预制板。老师几度找上门来要求他回学校读书。父亲经不住老师的多次劝说，克服种种困难，终于让何季麟重新返回课堂。

高中毕业，何季麟参加了高考。高考结束后，他马上回到工地上做车工。当拿到北京钢铁学院的录取通知书时，他竟然不敢告诉家里，瞒了三天，才通过正读大学的三哥告诉了父亲。父亲知道后还是不同意，觉得家里负担不了。孩子们一求再求，父亲仍不松口。眼看上大学就要泡汤了，正巧有一家亲戚要盖房，何家老小就去帮工，用帮工取得的一点收入勉强负担了上学的路费，父亲终于同意何季麟上大学。一卷凉席，一双母亲纳的布鞋，一双自制的木底拖鞋——这就是何季麟当年去北京上大学的全部家当。

在那样艰苦的年代，何家一户走出了两个大学生，这对于本就贫困的何家无疑是雪上加霜。回忆起自己的学生时代，何季麟再三强调：感谢父亲的艰辛付出，感谢党和国家的大力资助。

## 志存高远，扎根贺兰

1961年，何季麟进入北京钢铁学院冶金物理化学专业，学制五年半。说起选择专业的理由，何季麟坦言：“三哥帮助定的，因为他也是学冶金的，觉得这个专业对国家有用。”1966年，文化大革命开始了，很多教授和专家都被打倒，学校的教学秩序遭受到巨大冲击。在此期间，何季麟坚持自学文化知识，培养出了超强的自学能力。“‘文革’的时候大家都跑出去闹，我觉得自己一个穷苦孩子能上大学很不容易，一定要多学点本事，所以老老实实留在学校里看书学习。”借助教授和老师们的帮助，他自学修完了冶金物理化学专业的教程。

1969年，何季麟大学毕业，作为学生党员，他主动要求到“最艰苦的地方”。学校领导决定把他分到宁夏石嘴山。说起这个后来影响世界钽铌钹行业格局的重大决定，何季麟激动地说：“我们当时受的教育就是听党的话，党的需要就是我们的志愿，就是那个年代热血青年的志向和心愿，哪里需要就去哪里安家。”

“我刚来的时候，石嘴山市只有两条街、几家临街店铺，树木稀见，戈壁荒滩，实可谓风吹石头跑，遍地不长草。厂里的职工住的是‘干打垒’的窑洞，冬天卡车拉点大白菜、白萝卜、土豆大家分，要吃到第二年

四月。”中色东方集团的老员工回忆道：“当时整个石嘴山只有两个小卖部，我们叫‘大商店’和‘小商店’，唯一的区别就是‘大商店’的平房要大一点。”

这种当代大西北的“风光”对从未经历过优异生活境况的何季麟来说，自然是苦点，但那是磨炼更是考验，他没有退却。“追溯历史的艰苦，我们脑海中似乎是空白的，大家至今都无怨无悔。当时我们只知道祖国的三线建设是一种使命，钽铌铍战略金属材料赶超世界先进水平满足国家需要是我们这一代人应为之奋斗的义务和责任。我们确无豪言壮语，有的是日复一日的试验、检测、分析改进、生产的务实劳作，以期迎来交付合格产品军工订货的喜悦。”

## 逐鹿三强，成就辉煌

### 奋力搏击，致力科研

进入宁夏有色金属冶炼厂，何季麟被任命为硅烷法多晶硅专题科研课题组组长。第一个项目就是硅烷气体经过热分解生产多晶硅项目。两年时间，从材料研究到生产设备安装，何季麟亲力亲为，最终生产出合格产品送北京展览馆展览，填补了国内硅烷法生产多晶硅的空白，为以后从事更深入的研发打下了扎实的基础。“外国人能达到的，我们中国人也一定能实现！”这是何季麟几十年从事钽铌铍研究开发和工程化技术创新常讲的一句话，他身先士卒地践行着开拓创新和求实超越的理念。

1971—1978年，何季麟作为钽工艺专题组长，带领团队对氟钽酸钾钠还原制取高熔钽粉技术开展了系统性的研究工作，大胆地对氟钽酸钾钠还原工艺进行改革，并亲自主持设计了全部研究工作，创新了四种高比容钽粉生产工艺技术，创立了我国第一套搅拌钠还原工艺的技术设备，使我国电容器级钽粉比容取得了突破性进展。然而，当时正处于宁夏有色金属冶炼厂改革开放初期、军转民和国家经济转轨时期，企业面临着事业经费锐减和生产极度萎缩的严重局面。1981年，在全国有色金属计划订货会议上，905厂只拿到了一个订单——250g的钽粉。何季麟深深感到钽铌铍产业的生存压力和倒闭危机。

1984年，何季麟被任命为宁夏有色金属冶炼厂副厂长兼总工程师，分管科研和技术工作。为了摆脱服务军工的单一性和依赖性，他直接主持和

组织研发钽铌深加工产品，先后开发出钽酸锂、铌酸锂单晶、铌锆管、工业硅、氟化铝、钽铌板、带、管、棒、线加工材及金属制品等11条新产品生产线。这个阶段，他虽担负着行政工作，但在主工艺产品研究、试验、技术分析讨论、改造项目设计、安装调试和试生产的现场总能看到他忙碌的身影。在钽粉的生产工艺和设备研究中，高压钽粉和高比容钽粉的技术开发取得了重大突破，高比容钽粉的比容从 $8000\mu\text{fv/g}$ 提高到了 $22000\mu\text{fv/g}$ ，中压钽粉从 $3500\mu\text{fv/g}$ 提高到了 $8000\mu\text{fv/g}$ ，钽粉品种从15个增加到了35个。这一系列的研究开发，使企业产值增长至数亿元以上，多项成果获国家、省部级科技进步奖，对推动我国钽铌工业的发展起到了开拓性作用。

## 二次创业，放眼世界

20世纪80年代末期，我国钽铌产品的国内市场十分狭小，要想在经济条件下实现规模化发展，使企业从根本上摆脱困境，必须要开拓国际市场，发展外向型经济。然而，宁夏有色金属冶炼厂主导产品的工艺技术仅相当于美国60年代初期水平，技术、产品和规模与国际市场水平至少有15年的差距。在这种状态下，开拓国际市场成为了摆在何季麟面前的首要难题。

1987年，中国有色工业总公司组团赴美国考察，寻求先进技术改造中国钽工业，三家美国钽铌企业一致答复，“我们绝不可能在东方（中国）培植一个竞争对手。”考察结果让何季麟备感失望：“我们中国人并不笨，为什么不能在钽铌金属工业领域的世界市场上赢得自己的地位？”回国后，他和厂院领导一同制定了“以自我技术成果为主，融合国外先进技术，引进关键技术装备，实施自主改造”的战略决策，他们决心依靠自己的科研成果，高标准、高起点地实施技术改造，打造与国际水平接轨的中国钽铌工业。

1990年，何季麟和同事们瞄准国际水平，开始着手实施“超高比容钽粉、钽铌湿法冶炼、钽电容器阳极引线用钽丝”三个国家级重点技术改造项目。从拟定项目建议书到进行可行性研究，从聘请专家论证、申报立项、工程设计到考察设备、安装验收再到投料试车，甚至是撰写项目报告，何季麟都亲自挂帅，事必躬亲。在高比容钽粉研制改造工作中，他主动请缨，重回钽粉分厂主战场，亲自组织科研攻关。在半年多的时间里，他天天和同志们一起坚守在研究和生产现场，分析研究数据。仅用了一年时间，就研制出高比容钽粉，并一举取得美国斯普拉克公司认证通过，并接下了第一批高比容钽粉订单。随后，“钽铌湿法冶炼”和“钽电容器阳

极引线用钽丝”的技术难题也相继被攻破。

三个国家级重点技术改造项目圆满完成，使成功开发高标准的钽粉、钽丝产品成为现实，这极大提升了企业的国际市场竞争力。然而，又一个难题摆在眼前：如何解决国际市场的销售问题。为此，何季麟再次挂帅，带领专业人员踏上了西征世界之旅。

1991年8月，何季麟率团访问世界第一大钽电容器制造商美国基美公司。美方对这样一个名不见经传的中国企业能够生产出如此高科技产品持怀疑态度。何季麟这样形容当时的气氛：“言谈话语中总感一种说不出的滋味，备感压抑。”在一个半小时的会谈中，基美公司的工程技术人员和采购人员从工艺技术、工艺条件、产品的检测条件等方面严苛询问。何季麟站在讲台上，从容不迫，底气十足，他在黑板上边画图边讲解，最终赢得了在世界钽电容器制造业中举足轻重的基美公司的认可。

1994年，何季麟等进军日本。一行三人背着几十个小玻璃瓶装的样品，挨家挨户地向日本公司介绍自己的产品。日本人比美国人更傲慢，每到一家公司，对方根本不予重视，甚至连样品都不愿接受，更不要说进行评价检测。然而，这不仅没让他们心灰意冷，反而更刺激了他们打开国际市场的决心，“我忍辱负重就是要让他们看看我们中国人的能力！”何季麟如是说。坚定不移的目标支撑着他们，一天走访三四家公司，有时一天连口水都顾不上喝。为了节省经费，三人住最便宜的宾馆，吃方便面。一家一家走，从样品认证到试用，一单一单突破，日本市场被三人打开了。如今，东方钽业日立、NEC、东和、松下、尼康、富士通、三洋、松尾、PML、ELNA等国际公司都成为企业的忠实客户。成功打入日本市场之后，何季麟很快又“征服”了韩国的大宇、三星等公司……

20世纪90年代初，钽粉、钽丝实现了我国出口史上零的突破，逐年增量的批量产品成功进入美、欧、日、韩等国外市场，中国宁夏开始在世界钽铌市场产生了巨大影响，成为不可忽视的钽铌供应商。

## 大器初成，跻身三强

随着国际市场的打开，企业的经济效益快速提升，在短短的几年里，中国逐渐成为世界钽铌强国，跻身世界钽铌三强行列。何季麟的头脑非常清醒：“一个国际化的企业，一定要站在一个新的高度面对世界，必须致力于技术的跨越式发展。”尽管有了一些成绩，但决不能洋洋自得，止步不前。



1996年底，何季麟被任命为宁夏有色金属冶炼厂的厂长和西北稀有材料研究院的院长。他和班子其他成员以“创世界一流的技术、世界一流的管理、世界一流的产品”为目标，制定了坚持以市场为导向，以技术创新为先导，加速进行扩能改造和高档次产品开发的发展战略。坚持采用“生产一代，开发一代，研制一代”的原则，不断跟踪世界科技前沿水平的前瞻性技术，走可持续发展之路。为了保证和鼓励技术创新和科研创新，企业每年投入的科研经费占销售额的5%。一般基础研究和超前性产品的开发领先应用3到5年，为技术改造和产品升级换代提供了技术贮备。

市场的竞争，就是人才的竞争。为形成自身的技术支撑体系，他不断实施人才提升战略，用以打造学习型企业来提升企业的核心竞争力，让员工在学习中寻找创造性思维，从而带动企业的全面创新。何季麟带领企业先后与国内相关的高等院校建立外语人才培训网，与中南大学等建立硕士、博士生定点培训关系，每年选送部分德才兼备的青年技术人员去深造；每年选送3到4名青年技术骨干到国外培训；邀请国内外专家学者到厂讲学、交流；企业与北京科技大学、中南大学、南开大学、宁夏大学等先后建立产学研校企合作关系，多方吸纳人才；每年选送10余名青年科技干部攻读硕士、博士研究生；每年投入20到30万美元聘请国内外专家为企业技术顾问，带动企业自身青年人才的成长。

经过十余年的不懈努力，企业培养了一批优秀的学术和技术带头人，以更强的技术和科技力量参与国际市场的竞争。在集团现有的3200多名员工中，工程技术人员占员工总数的40%。其中工程师320人、高级工程师188人，享受政府特殊津贴的专家26人。

人才的优势转化成了科技的优势和产业发展的优势。自1995年以来，东方有色对钽铌行业的许多世界性前沿课题开展攻关，共获得国家、省部级以上科技进步奖29项，其中国家科技进步技术发明二、三等奖4项，“彩电配套用钽粉”火炬项目获国家科技部一等奖（全国仅15个），拥有19项自主研发专利技术，先后通过ISO2000、ISO14001、OHSAS18001认证。何季麟等负责人的辛勤付出，为中国赢得了世界钽铌强国的席位。

公司钽铌产品的质量和档次也不断提高，先后开发出了拥有自主知识产权的40多个系列200多个品种的产品，钽粉、钽丝90%以上销往美国、日本、韩国以及欧洲等10多个国家和地区。钽粉、钽丝与世界同行在技术、产品档次和产品质量等方面同步发展，某些方面达到世界先进水平。钽丝的综合质量水平与美国NRC公司并列世界第一，获得了美国基美公司的免

检证书。主导产品钽粉、钽丝外的其他产品如氧化铌、碳化钽、钽靶材、高纯铌超导腔、钽板带材及钽制品等20余种产品也走向国门，初步形成了全方位入驻国际市场的格局。

为了凝聚企业的各方实力形成整体合力，使企业更符合现代企业的模式，何季麟把眼光投向了资本运营的大市场，对企业进行股份制改造，1999年组合优良资产创建了东方钽业，成功实现上市，使企业实现了由工厂制向公司制转变的历史性跨越。2003年，作为宁夏国有大型企业集团公司规范授权经营试点单位，东方有色在经过两年多的精心筹备后，按照“强化管理，理顺关系，大政统一，分权强责”的方针进行了改制，成立了宁夏东方有色金属集团公司，实现了转轨的历史性跨越，使企业的综合实力和抵御市场风险的能力大大增强。

### 沉着应对，知难而上

2001年，集团公司在何季麟的领导下，创造了辉煌的历史，销售额超过18亿元，为历史最高纪录。然而，2002年，信息产业势头减缓，公司主导产品钽粉、钽丝的出口量大幅下滑，产品价格也大幅滑落，全年仅完成了8亿元的销售额，企业遇到了前所未有的严峻挑战。

面对国际钽铌市场的复杂形势，何季麟带领班子认真分析研究市场，动态跟踪把握市场，不断提升主导产品钽粉、钽丝的技术品级和质量水平，形成核心优势，提高市场占有率。对已形成一定产业规模、具备创造较好经济效益的产品，如片钽、高纯铌、ITO粉及靶材、碳化硅微粉、高纯钽铌锭及加工材等积极有效地扩大市场份额，强化技术，提升质量保证；对正在进行研发或调研的产品，如钒氮合金ITO粉及靶材、电子浆料产品、电池材料等，积极探索合作研发、引进技术的措施。这些举措使企业成功度过了2002年经济停滞、市场滑坡的危机，也为企业的后续发展打下坚实的技术基础。

何季麟主推的一系列行之有效的改革措施，使东方钽业在短短两年的时间里，经受住了市场动荡的威胁，开始了恢复性的经济增长。作为钽铌工业龙头企业的带头人，何季麟目光长远，变挑战为机遇，在这场国际风云突变的市场上，努力促进企业发展迈上新台阶。他清醒地认识到，在这场考验中，东方有色金属集团公司承载的不仅仅是企业的希望，更是整个中国钽铌工业在国际上的未来。

2002年的风浪过去，接踵而来的是原料问题。公司的主导产品在国

外，而我国的钽铌资源总量小，精矿产量少，越来越难于保证公司高技术产品大规模进军国际市场的原料需求。原料哪里来？怎么办？何季麟沉着应付，拟定开拓国际原料市场的方针，制定了“依靠材料技术产品优势，开拓国际原料、产品两个市场，实现两头在外，发展壮大中国钽铌工业”的战略决策。

何季麟无疑是坚强而乐观的。在全体职工大会上，何季麟做了这样的讲话：“过去的岁月里，东方有色人以顽强的毅力和坚忍不拔的精神创造了中国钽铌行业的辉煌。如今，我们在发展的路上遇到了困难，但是困难并不可怕，困难临头，我们必须迎难而上，因为能够打垮我们的只有我们自己。我们仍然要瞄准国际市场绘制发展蓝图，铸就企业发展的辉煌。”

数年的艰苦搏击后，国际原料市场打开了，产品市场拓展了。公司在高科技钽铌综合类产品上形成了90%原料进口，90%以上产品进入国际市场的局面，逐步成长为“两头在外”的钽铌新材料企业。如今，公司的高比容钽粉产品占世界市场的35%—40%，雄居世界第二位；细直径钽丝占60%以上国际市场份额，稳居第一位。钽铌加工材类产品也迅速攀升，开始显示出20%份额的发展态势。何季麟领导的宁夏东方钽业股份有限公司迈入世界钽铌三强之列，引领着中国钽工业步入世界钽铌大国的行列。

风风雨雨，何季麟一路走来。犹记第一个250g钽粉的订单，犹记背着产品挨家挨户敲门时受到的轻蔑冷遇。莫说从小历尽的艰辛，单这几十年的艰难历程，什么样的苦没吃过？什么样的挫折没受过？经历过这些沧桑，何季麟更坚定了，企业实力和综合竞争力形成了，职工的积极性提高了，企业的凝聚力更强了。

在公司产品进入国际市场后，何季麟带领企业开始实施第三步发展战略：以发展为主题，以结构调整为主线，以改革和科技创新为动力，以提高企业核心竞争力和改善职工的生活水平为出发点，努力把集团公司做大、做强、做优，成为具有自主知识产权、主业突出、核心竞争能力强的国际大型企业。公司规划了电容器级钽粉、钽丝及纯铍制品主导产品链等10条产品链，提出了在最短的时间内，使目前研发的新产业与主产业各占50%比例的发展目标。

## 潜心做事，俯身做人

从踏入中色东方集团公司大门的那一刻起，何季麟始终把自己置身于

科研生产第一线，他始终认为自己是从小科研岗位成长起来的，他希望能够能够在科研领域有所建树。

2001年12月12日，何季麟当选中国工程院院士，成为宁夏首位中国工程院院士。当选院士之后，何季麟依旧平和谦逊。与他一起工作过的人都这样描述何院士：温和、克己、自责、严谨。在何季麟的行事风格中，学者的气息压倒领导者的气息，与上下级同事间的关系十分融洽。尤其对于那些严谨正直、为人忠厚、事业心强的人，他都会以朋友的身份结交，敬重有加。

四十余年匆匆而过，贺兰山口依旧苍茫雄壮。山下的钽铌工业骄子何季麟，依旧在自己难舍情怀的事业上孜孜不倦地耕耘着。

# 一生无悔的“钢铁战士”

——记不锈钢专家、中国工程院院士王一德



王一德，浙江省杭州市人，生于1938年12月，不锈钢技术和压力加工专家。1956—1961年在北京钢铁学院读本科，1963—1968年在北京钢铁学院读研究生，毕业后到太钢工作至今。曾任太原钢铁（集团）有限公司总工程师，现任太原钢铁（集团）有限公司董事会规划委员会副主任，山西省政府决策咨询委员会专家。长期工作在工程技术第一线，为我国不锈钢、电工钢事业和轧钢技术的发展做出了重大贡献。主持不锈钢攻关、“高质量不锈钢板材技术开发”国家课题和太钢不锈钢改扩建工程以及不锈钢宽幅冷轧、不锈钢无缝钢管与精密带钢等项目，使不锈钢品种、规格大大增

加，使不锈钢工序成本大大降低；形成一整套不锈钢生产工艺技术；自主集成铁水为主原料KOBM-S三步法冶炼不锈钢新流程；采用强力粗轧机、大功率精轧机和世界最新TDC技术改造热连轧；创新集成多项冷轧新技术；主持建成国内第二个冷轧硅钢厂，自主开发一整套冷轧无取向硅钢生产工艺技术，达到国际领先水平；多次主持纯铁新材料研制，解决多项技术难题，性能达到国际先进水平，满足了国防军工和北京正负电子对撞机等重点工程需要。2005年当选为中国工程院院士。

王  
一  
德

一生无悔的「钢铁战士」

“王一德”这个名字，在中国钢铁界赫赫有名。作为中国工程院院士、太原钢铁公司原总工程师，他的多项科研成果在中国钢铁史上都占有一席之地：研制的新型不锈钢和电工钢材料，广泛应用于航天、国防等领域；铁水冶炼不锈钢技术，达到国际一流水平；他主持的太钢50万吨不锈钢系统改造工程，为太钢成为全球最大的不锈钢生产基地奠定基础。这位用科技引擎驱动太钢“不锈巨舰”的“钢铁战士”，如今虽然光环绕身，却仍辛勤地耕耘在中国钢铁生产的第一线，默默实践年轻时就立下的报国誓言。

## 与钢铁工业“情定终身”

时光荏苒，王一德已经在钢铁行业打拼了半个多世纪。说起他与钢铁的缘分，还得从55年前的那次高考说起。

王一德1938年末生于浙江杭州，这是一片山明水秀、人才辈出的土地。他从小好奇心强，求知欲旺盛，骨子里充满了“刨根问底”的执著。出身于一个知识分子家庭的他，早年间便耳濡目染了深厚的文化和江南的才情，这驱使他一生追求科学进步、科学创新而永不停歇。

王一德中学就读于杭州有名的第二中学。他热爱运动，为人热情，组织能力也很强，初二时就当选了学生会副主席兼体育部部长，一直到高三毕业。那个时候除了上课，他业余时间特别喜欢运动，足球、篮球、排球、乒乓球都有所涉猎。“别看我个子不高，打篮球时我技术好，投球准，是很好的后卫，”王一德笑着说，“我现在身体这么好，还应归功于那个时候打下的好基础。”

除了热爱运动，王一德的学习成绩也很出色，老师给他定下的目标是清华大学；那个时候，他父亲是浙江大学的教师，对浙大自然也是“青睐有加”；出人意料的是，这两个选择王一德都放弃了。1956年，伴随着毛泽东《论十大关系》的发表和全国轰轰烈烈的钢铁工业发展形势，怀揣着满腔爱国热忱的王一德毅然地将目光锁定在了北京钢铁工业学院。“周围很多人笑我幼稚，有人说‘清华大学是中国最有名的学校’，有人说‘上浙江大学可以留在杭州，上有天堂，下有苏杭’。”谈起当时的情形，王一德回忆说，“我参加高考时，正值鞍钢‘三大工程’建设，钢铁工业对全国的建设影响很大、贡献也很大，因此，没有做过多的考虑，我就坚定地将钢铁学院定为第一志愿，我就是要想投身钢铁事业。”这是王一德人生中的一次决定性选择，从此他便与钢铁结下了不解情缘。

1956年秋，王一德以优异的成绩考入北京钢铁工业学院金属压力加工专业，开始了大学生涯。在大学里，王一德沉浸在知识的海洋中，每堂课的学习都很认真，专业知识的掌握尤为扎实。“我的最大特点是上课专心听讲，总是坐在最前面，笔记做得很好，笔记旁边空出一栏，当时就做批注，把上课老师的重点在旁边记了下来。”王一德说，“所以平常很少去复习，一到考试，我把平时笔记本旁边的重点看一遍就能考5分。”若干年后，当王一德时隔半个世纪又一次回到母校时，学校将档案馆中一份密密麻麻排满“5分”的全优成绩单送给王一德，这是当年全专业唯一一份五年全部满分的成绩单。

1958年，全国掀起了轰轰烈烈的“大炼钢铁”运动。一次，学院团委书记在阶梯教室给全校的团支部书记召开动员会，听着书记发自肺腑的动员，在台下就座的王一德内心蕴藏已久的激情立即被点燃了，他一方面为自己的专业知识有了用武之地而激动，更激动的是终于可以实现自己的“钢铁报国梦”了。听完动员讲话，按捺不住激动之情的王一德高举双手，马上发言，慷慨陈词，在偌大的阶梯教室中掷地有声地说：“我们是钢铁学院的学生，是祖国钢铁工业的主力军。我们平时学习的专业知识终于可以为党和人民服务了，我们一定积极完成任务，争分夺秒地为祖国和人民多炼钢铁！”王一德不仅是这样说的，更是这样做的。会后，他马上带领几名同学开始行动，连夜到五道口附近找了一口腌菜缸，修补之后在学校北门机械加工厂边上的杂草丛中砌了一个炉子，开始了“炒钢”生产，也掀起了钢铁学院生产运动的高潮。

不过，一个小炉子显然不能为全国上下轰轰烈烈的“大炼钢铁”运动做太大的贡献。于是，王一德主动报名参加了学校小型轧钢厂的生产劳动，在加热炉旁做了一个多月的“烧煤工”。为了能够多炼钢铁，王一德几乎将所有的课余时间都用在了加热炉的工作中，每天都与黑煤炭打几个钟头的交道。那时候，每天傍晚校园中都能看见一个浑身上下黑黝黝的烧煤工身影，那就是王一德。

后来，学校要支援地方在清河建立一个小钢厂，王一德又一次主动请缨，来到了当时还十分荒凉的清河荒地上。他和同学们白天辛苦劳动，晚上只能挤在帐篷里面休息。王一德后来回忆说：“那个时候，清河还很偏远，也很荒凉，晚上在帐篷里面都能听到狼的嚎叫声，常常害怕得没办法入睡。不过，想到能够为‘大炼钢铁’贡献一己之力，无论多么辛苦也值得。”

除了积极参加“大炼钢铁”，王一德还特别注重专业实习活动。北京

钢铁学院最大的特点是实践活动多，学生们都必须参加认识实习、生产实习和毕业实习三个实习活动，现场教学在北京高校乃至全国都是首屈一指。王一德自然不会放过现场教学的机会，“我当时被分配到了鞍钢的第二薄板厂，在荒轧机前当轧钢工，每天都拿着一个大钳子把轧机上刚吐出来的炽热的钢板夹住、翻面，经常把我的脸烤得火辣辣的，一干就是三个多月。”在鞍钢的实习虽然艰苦，却对王一德的成长起到了很重要的作用。“通过现场教学，我深深感受到工人的伟大，学会了怎样和工人相处。加上后来读研究生在首钢又现场工作了四个月，前后半年多让我对热轧薄板和冷轧硅钢的全流程非常熟悉，这些对我后来的工作有很大的帮助。”

年少时立志投身钢铁事业的王一德，就这样在北京钢铁学院与钢铁“情定终身”，钢院的学习生涯和实践教学也铺就了他日后在不锈钢领域做出卓越贡献的康庄大道。

## “提壶灌顶”的小老师

王一德的人生曾面临多次考验，压力面前的他没有选择放弃和退缩，他用“提壶灌顶”的绝招换来了一个又一个的奇迹。

进入钢铁学院学习，王一德两耳不闻窗外事，一心埋头苦读书。很快，他就成为同学中出类拔萃的顶尖人才。由于成绩出色，1960年，学校领导破例让仍在读大四的王一德走上讲台，成为高校罕见的“学生兼教师”。调令一下，正在鞍钢搞现场教学、热火朝天劳动的王一德马上赶回学校。他的任务有三个：第一，带五年级的学生（当时学制5年），虽然那时他还没有念完四年级；第二，自己完成五年级的备课任务；第三，自己完成五年级的学业。他所带的五年级学生那时候已进入课题阶段，让王一德讲授他自己都还没有接触过的知识，压力可想而知。随后的时间里，他白天带学生上课，夜里掌灯自修第二天要讲的功课。王一德说，“那是记忆中比较艰苦的时期。不过，不太怕吃苦，是我比较突出的一个特点。”他每天从晚上十点学到凌晨两三点，然后稍作休息凌晨五点准时起床早自习。到了晚上总是要打盹，怎么办？王一德想出了“提壶灌顶”的办法：每天晚上只要一犯困，王一德就用水龙头或找一壶凉水冲自己的脑袋，强迫自己清醒，清醒了之后继续学习。一年后，凭着“提壶灌顶”的妙招他圆满完成了“大四教大五”的任务，同时也完成了自己五年级的学业。

毕业后，王一德因优异成绩和具有教学经历而留校，担任压力加工系



主任的助教，开始上300多人的大课。回忆起那时的经历，他至今仍然十分忐忑：“第一次上讲台上大课特别紧张，我当时还不到22岁，剃着小平头，穿着夹克衫。上讲台后大家就直愣愣地看着我，看得我浑身发毛，五分钟讲不出话来。后来，我使劲让心境平静下来，这才开始进入角色。”当时，王一德作为系主任杨尚灼<sup>①</sup>老师的助教，教授《轧钢设备》科目。由于课程准备得十分充分，授课方式符合学生的特点，大家逐渐认可了这个小个子的年轻教师。

顺利通过“小老师”考验的王一德马上又迎来了第二次考验——“学外语”。1963年，北京钢铁学院出台新的政策，要求助教必须具有研究生以上资格。学校领导让他考本校的研究生。当时的考研难度很大，王一德大学学的是俄语，但考研究生要考英语，而且那时全院只录取9名研究生，每个专业只有一名，这是一个前所未有的巨大考验。挑战在前，王一德又开始了拼搏。他学会了超前式的学习，又用上了“提壶灌顶”的老方法，每天晚上十点以后学英语，学到第二天凌晨两三点，早上五点起床到主楼前的小院子里背英语。这样，花了一年的时间，他如愿以偿考上了研究生。“我学习起来确实很刻苦很投入，最后考出的成绩都还不错，因为功夫下到了。”王一德说。

前后两次考验更使他养成了熬夜的本事，后来到钢厂工作后，王一德成为厂里最能熬夜的人，被工友们戏称为“工作狂”和“夜猫子”。有一次，王一德承担了国家重点工程材料的试制任务，为了确保钢板的质量，他一直在现场盯着，五天五宿没回家休息。其他的人都睡觉，他却始终在现场坚守，一旦打盹，就继续使用“提壶灌顶”的老办法，用凉水冲脑袋强迫自己打起精神，最后终于圆满完成了试制任务和质量要求。谈起熬夜这个优点，王一德自豪地说起了另外一次趣事：“有一次跟外商谈判，连续谈了三天三夜没睡觉。对方总共六个老外，最后病倒了五个。一个嘴巴长疮，一个鼻子流血，一个颈椎僵硬，一个突发感冒，还有一个腰身被闪，谈到最后只剩我和最后一个老外‘一对一’谈判了。”

说起“提壶灌顶”的功夫，王一德的学生张文康<sup>②</sup>对老师赞叹不已：“王老师现在年逾七十，功力不减当年，每次谈判都让对方胆战不已。记得有一次谈判，一连几天，从早上八点到晚上十点，中午就随便吃几个饺子，连我们这些年轻人都受不了，七十多岁的老人却依然能谈笑风生。”

① 杨尚灼，原北京钢铁学院教授，曾任压力加工系主任。

② 张文康，太钢集团公司技术中心硅钢研究室主任。

其实，“提壶灌顶”的绝招练就的是超人的毅力和执著，但学习却更需要科学的学习方法。王一德说：“在大学最重要的是要学会怎么样自学，学会正确的思想方法，特别是研究生阶段更要学会分析问题和解决问题的能力，这些能力是放之四海皆准的。工厂中，工作效率的快慢、工程成绩的好坏很大程度取决于你的方法和思维。毛主席的辩证唯物论说，认识来源于实践，来源于怎么样抓主要矛盾，所以《实践论》和《矛盾论》对于我非常有帮助，在大学、工厂先后看了五遍。”

善于抓住问题主要矛盾的王一德凭着执著和毅力攻克了一个又一个的难关，“提壶灌顶”也成了他每每遇到困难和挑战时的绝招。

## “世界第一”的缔造者

如今的太原钢铁公司已经是不锈钢领域的“世界第一”，这个“第一”的背后浸透着王一德43年来的辛勤汗水。

王一德生在杭州，在北京上大学，工作则到了太原，而且这一干就是一辈子。研究生毕业时，学校让他留校当教师，同学们也都纷纷到上海、武汉等大城市择业。而他，却偏偏主动要求到太钢工作。当时，无论是太原还是太钢的条件，都不能和其他大城市及其他大的钢铁企业相比。可是，王一德却说：“只有太钢有我所学的硅钢生产线。”从生活条件来讲，人家说他是步步下降，但他说：“做出这个选择，我不后悔。”

王一德是结婚以后到太钢的，当时单位没有房子。在太钢，他只认识一个大学同学，他就托同学找房子。同学找到一个废弃的男厕所，说在小便池上可以搭一张床，他为此感激不尽。但是，他和妻子实地去看了看，却觉得太不雅观了，于是只好分居，妻子住在女生宿舍，他住在男生宿舍，他们就这样“分居”生活了两年。

到太钢后，王一德从小事做起，重视实践，用心做事。他一到工厂先当工人，第一天首先给工人烧开水、倒茶、扫地，中午跟工人们一起吃饭，边吃边聊，下午给工人们打下手。下班时，他把好多天积存的垃圾倒到附近的垃圾桶去。因此，给工人们留下了深刻的印象，都说这个研究生一点架子也没有，还挺勤快。一般来讲，学徒工半年才能开轧机，而他第二天就上岗开了轧机。他理论联系实际，很快，轧的带钢质量就比很多操作一年多的工人还高。通常，高校毕业生得当一年工人，他三个月就“出师”了。从此，王一德开始了他在太钢不锈钢的奋斗历程。

20世纪末，国内不锈钢消费量以年超过20%的速度增长，但国产不锈钢能力严重不足，只能满足四分之一。太钢生产不锈钢始于20世纪50年代初，是国内最早生产不锈钢的企业，但是四十多年来长期处于“老小不大”的状态。面对不锈钢市场的重大机遇，刚刚上任的王一德总工程师积极建议公司领导调整发展战略，抓住民族不锈钢工业发展的难得机遇，加快太钢产品结构调整，将发展不锈钢作为首选方向，重点突破。王一德的建议就像给太钢注入了一针兴奋剂，太钢上下万众一心，拉开了不锈钢系统改造的大幕。经过全面调研和认真分析，王一德针对太钢“冶炼规模小、热轧条件差、冷轧设备旧、技术创新弱”四大问题，提出了“迅速发展太钢不锈钢”的新思路。太钢集团在不锈钢发展方向上虽然一致，但在选择冶炼工艺流程时，企业内部出现重大分歧，有人主张采用国外传统的冶炼技术，而王一德主张自主集成开发以铁水为主原料的KOBM-S不锈钢冶炼新工艺，这当然含有很大的技术风险，因为国内外尚无先例。但王一德“明知山有虎，偏向虎山行”。他认为，世界钢铁企业竞争非常激烈，如果核心技术长期掌握在别人手里，总跟着外国人模仿，中国的钢铁工业永无胜算。

王一德的意见最终被睿智的领导采纳。在他的带领下，太钢正式启动不锈钢系统改造工程。王一德一方面以“高质量不锈钢板材技术开发”和“以铁水为主原料生产不锈钢新技术开发与创新”为重点，实施技术创新，为不锈钢系统改造提供技术支撑和保证；另一方面以热连轧改造为中心，改扩建炼钢工序和冷轧工序，加快不锈钢系统改造工程，为技术创新成果快速转化成生产力提供物质基础。在巨大的机遇和挑战面前，王一德恢复了“夜三朝五”的老习惯，将不锈钢系统改造方案制定得尽善尽美，深入细致地研究每一个生产环节。有了国家的支持，有了集团领导的正确决策，有了总工程师把握技术方向，所有太钢人群情振奋，全体总动员，迎来了太钢发展史上前所未有的激情燃烧的岁月。

有了明确的方向，还需要有具体的行动。王一德和他的团队携手太钢广大科技人员和全体职工没日没夜地奋斗在生产一线，扑下身子大干特干。他曾不止一次地晕倒在工作岗位，不止一次地输完液拔下针头就直奔现场，不止一次地整宿盯着生产不合眼……太钢的每一个工厂、车间，每一条生产线，大批科研新产品无不渗透着王一德的辛勤汗水。

功夫不负有心人。在王一德的努力下，短短几年时间，一大批新技术、新成果陆续投产：2001年，凭借“高质量不锈钢板材技术开发”国家重点课题的完成，拥有11项关键技术和5项专利技术的整套不锈钢板卷工

艺率先报捷，产品达到国际先进水平，为企业增效近亿元，满足了国家重点工程和高端市场的需要；2004年，自主研发的铁水“三步法”冶炼技术再奏凯歌，主要技术经济指标居国际领先水平，流程填补我国钢铁工业空白；2005年，热连轧改造传来佳音，年增加产量160万吨，每年为企业增利6.4亿元，使太钢不锈钢年产量跻身世界十强；2005年，冷轧改扩建工程大功告成，年产冷板由3万吨增加到90万吨，成为世界最大的不锈钢冷轧厂……随着不锈钢系统改造工程的完成，太钢的不锈钢生产成本降低40%，销售收入增加100亿元，产能由5万吨增加到100万吨，粗钢产量跃居世界第8，一跃成为世界重要的不锈钢企业。“太钢速度”让国际同行为之震惊，国外不锈钢企业纷纷前来观摩取经，民族不锈钢产业得到了长足的发展。

在完成太钢不锈钢第一阶段发展的基础上，公司制定了更大的发展目标——建设成全球最具竞争力的不锈钢企业。有了新的发展目标，王一德和太钢职工又一次点燃热血，启动了200万吨不锈钢新工程。工程中，王一德全面参与新工程的规划、决策和整体方案制定，同时主持冷轧项目，新建了世界上从未有过的超大规模115万吨热线、75万吨冷线、30万吨2100宽幅冷轧机和精整设施，实现工艺技术装备水平超一流，产品超宽超厚，创造了多项世界之最。2006年，不锈钢新工程全面建成投产，太钢产能从100万吨跃升为300万吨，成为全球产能最大、工艺技术装备最先进的全流程不锈钢企业。目前，太钢不锈钢粗钢产量已连续两年位居世界第一。

回顾十余年的太钢崛起历程，在太钢集团主要领导人的正确决策下，王一德先是为太钢铺设了10万吨向100万吨进发的高速公路，紧接着又和大家一起架起了100万吨向300万吨进军的机场跑道。太钢通过一系列重大创新，形成了一整套不锈钢工艺技术，在诸多方面引领了世界不锈钢工艺技术装备的发展，成为中国钢铁工业做大做强的典范，对国内外不锈钢产业的发展产生了重大而长远的影响。

作为引领太钢创造奇迹的代表性人物之一的王一德，通过技术研发和创新攻关，解决多项关键性技术难题，满足了多个国家重点工程的需要，走出了一条具有中国特色的自主创新之路。他先后取得22项省部级二等奖以上重大科技成果，其中5项获国家奖，10项获省部级一等奖，7项获省部级二等奖，大部分是由他担任第一完成人。特别是在“九五”、“十五”期间完成的太钢50万吨不锈钢系统改造、太钢90万吨冷轧不锈钢改扩建以及150万吨不锈钢新工程冷轧项目，他都做出了突出的贡献。同时，他和他的团队

一起主持完成国内第二个冷轧硅钢厂的建设，当时只有太钢是全部用自己的技术，而不引进国外的技术。如今，太钢通过自主开发核心技术，已实现年生产能力1000万吨，其中不锈钢年生产能力300万吨，成为全球最大的不锈钢生产基地，成为世界不锈钢领域最具竞争力的企业。

科技加速度，生产加速度，王一德和太钢新领导班子正引领着太钢像动车组一样带着强大的冲击力，载着最优良的装备，向着不锈钢年产量400万吨的目标加速疾驰。

### 三闯“鬼门关”的硬汉

半个多世纪以来，王一德为太钢的发展，为太钢在不锈钢领域取得的举世瞩目的成绩付出了巨大的努力，做出了重要贡献，然而他的人生并非一帆风顺。在王一德的经历中，几度曲折，几度不幸，如今听来依然让人感叹颇多。

2009年，王一德前往天津参加中国工程院的一次学术会议，会间经历了一次惊险的“生死奇遇”：一天，王一德走进电梯准备回房间休息，电梯行驶到高空时突然断电，厢内一片漆黑，电梯剧烈地晃动，随即从高空坠下。王一德当然没经历过这样的场面，下意识地用手抓住扶手，赶紧掏出手机拨打了救援电话……紧急维修后，电梯门打开了，王一德乘坐的电梯惊险地从高空坠到了一、二层之间，他被四个年轻人“下抬上拉”地拖出了电梯，经历了一次“电梯惊魂”。此后，电梯事故迅速在中国工程院传开，王一德从此被院士们称为“摔不死的钢铁战士”。回想起两年前的遭遇，王一德至今心有余悸，“不过，在此之前我就已经‘死’过两次了……”

他所说的第一次“死”发生在1985年。一天，王一德在工作期间突然间休克，摔倒在水泥地上，半分钟后才醒来。“醒来先看到远处地上掉的两颗门牙，心想，太可惜了，怎么掉了两颗门牙。当被人扶起来以后，我的整个脸都变形了。以前长得还不是很难看，那次以后就难看了。”王一德开玩笑似地说。后来，经过仔细检查，休克的原因是低血糖，劳累过度。对这样的检查结果，王一德根本没当回事。

第二次发生在1988年。那一年，太钢组织高工体检，别人做B超10分钟就下来了，轮到王一德时，40多分钟过去了还在反反复复地检查。医生最后在鉴定书上画了个大大的“？”号。“我当时觉得自己的身体很好，

没往心里去。”王一德说。接下来的检查却带来了可怕的结果：太原市三家医院都诊断王一德患了肝癌，第四家医院检查结果更是可怕，说是肝癌晚期，只能活3个月。王一德得了肝癌的消息传得很快。他到家后，单位领导赶来了，同事、邻居、工友一批接一批神情肃然地来看他。“想到自己坎坷的一生，实在心有不甘；想到爱人孩子，孩子还刚上初中，混沌未开；想到至爱的亲朋，想到家乡的青山绿水……”王一德思绪万千，难以平静，但在大家面前还要装得若无其事。抽空，王一德嘱咐两个女儿，“爸爸这辈子什么财富也没有留下，只能告诫你们，做人要诚信，做学问要勤奋。”到办公室，王一德打开抽屉对同事们说，“这些是我多年积累的资料，是我的经验和教训，你们工作中会有用的，谁想拿就拿吧。”于是，王一德被推进了手术室，手术做了5个多小时，王一德的肝被切掉了三分之一。最后却证实，他患的是血管瘤，不是肝癌。

就是这样三次生与死的考验，磨炼出王一德常人难以企及的心理素质和抗压能力，成为一名活跃在钢铁工业一线的铁汉。

## 于“三起三落”中成长

说起自己的事业经历，王一德更是像打翻了五味瓶一般：“我这一生经历过多次坎坷，可以算是挫折中成长起来的。”

1970年，王一德在“文革”中住进“牛棚”，种稻田，挖山药蛋，接受“劳动改造”。挑大粪，是王一德直到现在依然记忆非常深刻的一件事。他说，“淘大粪，第一勺下去，很臭，第二勺，还很臭，逐渐就没感觉了。”当时，王一德想，可能要在农村干一辈子了，但转念一想又认为即使条件艰苦，环境恶劣，也不能把自己的专业荒废掉。于是，他重新拾起课本，开始翻译文献，几年的工夫他翻译出了百余万字的技术资料。“我在最困难的时候，不让我工作，我就翻译资料，每天晚上翻译到凌晨两点多，现在想想，翻译这么多的资料对我很有好处啊，现在我想翻阅什么资料都是得心应手的，而且我的资料像图书馆里的一样，都有记录卡片。”面对生活的重重磨难，王一德并没有气馁，也没有怨天尤人，只是说，“自己不要把自己打倒，永远要记住，越是遭受磨难多的人，越是要比别人更多地付出、加倍地付出。”机会总是留给有准备的人，“文革”后王一德凭借着扎实的技术能力迅速在生产一线崭露头角，于1978年担任研究室的代副主任，开启了自己事业上的新篇章。

1986年，事业处于蓬勃发展期的王一德再次受到了政治运动的冲击，被人说成“在‘文革’中犯有严重错误”，撤销了太钢研研所主任工程师的职务，降成了普通的技术人员。然而，王一德的选择有些出人意料，他没有丝毫的埋怨甚至懈怠，继续专心致志地从事专业技术工作，想为自己喜爱的钢铁事业继续奉献微薄力量。所谓“清者自清”，1990年，经过复查，组织上终于将其所有的处分全部撤销，他又有了施展能力的舞台。此后，王一德的工作有了更大的干劲，开始担任一些重大项目的课题组长。由于工作中优异的表现，他于1992年开始担任太钢副总工程师，1995年担任太钢总工程师，事业开始焕发出闪耀的光辉。

2002年，因为年龄原因，王一德从总工程师的位置上退了下来，但山西省主要领导同志不让他退休，要他继续工作。王一德告别了总工程师岗位，心里不免有异常的感觉。不过，面对着不锈钢领域的技术难关和正在蓬勃进行的技术改造，王一德选择了一如既往地努力工作。离岗后，王一德仍然坚持每天10个小时以上的工作时间，主持多个重大不锈钢新建工程和科研攻关项目，为我国不锈钢的发展做出了特殊的贡献。2005年，王一德当选为中国工程院院士，成为山西省本土培养的第三位院士，也是中国大型钢铁企业中第三个获此殊荣的人，迎来了事业的顶峰。

“我经常跟年轻人讲，不管遇上什么情况，都不要荒废自己，机会没来时，不妨先充实完善自己。机遇不是常有，但充实自己随时随地都可以做到。”这就是经历过所谓“三起三落”的王一德从挫折中总结出来的人生箴言。

## 名副其实的“严格先生”

2005年，王一德收到了中国工程院寄来的《八条共勉》信函，他细细阅读后感受颇多：“院士不是万事通，只有不断地在专业领域严格要求自己，才能继续为国家做贡献……”

王一德拥有一个独门绝技——记笔记，帮助他畅游学海几十载。王一德从小学时就喜欢做笔记，将笔记本分成两半，一半用来记录知识，另外一半用来将重点和要点进行标注。这个良好的学习习惯让他从小学一直到大学，门门功课优异，甚至全是满分。除了在课堂上喜欢记录学习知识，生活中的王一德也有着“本不离手”的好习惯，无论在生产现场或者会议间歇，只要看到或听到有用的信息，他都会记录在自己的笔记本上，并且

将重要的条目标注在一旁。王一德的同事白灵宝<sup>①</sup>谈起王院士的笔记本也是赞不绝口：“王总的笔记本随时随地带在身上，所有的信息都不能逃脱他的笔杆子。跟他时间长了，我们这些晚辈也都有了记笔记的习惯，现在我的科研和管理工作的思路和要点主要依靠着我的笔记。这可以说是王总教给我的最实用的一项技能了。”王一德的笔记不仅笔迹隽秀，而且还曾经给他帮了大忙。当年，王一德申报中国工程院院士，有人举报他成果不实。于是，中国工程院组成调查组专程来到太钢进行调查。为了证明自己，王一德将自己的笔记本一一放到调查组的面前。调查组的院士们看到了笔记本上的数据和会议记录，了解了事实的真相，因为成果造假不可能有这么翔实的原始记载。被一大摞笔记震惊的一位老院士说，这是他见过的最好的笔记。

王一德不仅严于律己，对自己的孩子更是言传身教。两个女儿小的时候，王一德对她们的教育十分严格：首先必须养成爱学习的习惯。当时住房条件不好，几经辗转的王一德分到一间14平方米的房子。为了让女儿好好学习，王一德以身作则，夫妻二人除看新闻外不开电视。晚上时间，王一德钻研专业书籍，要求爱人阅读小说，给孩子们营造良好的学习环境，培养良好的学习习惯，这也让两个女儿的学习成绩一直名列前茅。而当女儿思想波动的关键时刻，王一德主动与她们沟通交流，用自己的智慧和人生经验帮她们把握人生发展方向。在王一德的谆谆教导下，两个女儿都小有成就。

王一德治学态度的严谨也体现在工作中。说起王一德，太钢的职工们除了发自内心的敬佩，还有一丝恐惧，因为王一德在工作中体现出来的严谨求实的作风让大家都不敢松懈。王一德多年的同事任建新<sup>②</sup>感触颇深：“王院士虽然生活中十分和蔼，工作中却丝毫不讲情面，遇到事故问题必定一查到底，无论责任者是谁，他都会让真相大白。”在王一德担任太钢总工程师期间，某厂的车轴钢出了点事故，受到铁道部的通报批评，在公司内外产生了很大影响，公司主要领导要求限期清查原因并整改。经过反复认真思考，王一德找到了技术处长，就事故可能原因进行排查，直到深夜。之后他们连夜派人到生产车间将原始记录用麻袋拿回了办公室。经过反复核查、校验，发现原始记录中60%有掺假数据。发现问题后，技术处长问王一德：“王总，这事涉及厂里两个领导，会上要不要说？”王一德

① 白灵宝，太钢集团公司工程技术有限公司总经理兼党委书记。

② 任建新，太钢集团不锈钢股份公司不锈钢冷轧厂总工程师。



不假思索地回答：“怎么不说？正是真相大白的时候，怎么能不说？说！”经过会上这么一说以及会后掀起的全公司打假活动和质量大整改，太钢的车轴钢再也没发生过质量问题，市场占有率也不断提高，从原来的10%提高到目前的90%以上。

天长日久，王一德的严谨作风让他戴上了“严格先生”的帽子。过去和如今，太钢很多技术报告，只要报给王一德的，他都要仔细阅读，认真修改。“严格先生”已经成为他掌管的技术创新活动和重大工程项目实施的“铁闸门”。

作为太钢巨舰的领头人之一，王一德至今依然每天工作9小时以上，奋斗在工程项目和科技攻关的第一线。“我这一辈子，能够为钢铁工业做出点事情非常荣幸，可谓‘情系钢铁，一生无悔’。”虽然年过七十，但是这位一生无悔的“钢铁战士”注定还会将“钢铁进行曲”进行到底。

# 师韵

## 后记

2012年4月22日，是北京科技大学的60周年华诞。60年间，先后有三十余位两院院士曾经在北京科技大学学习和工作过，他们的学术生涯和人生轨迹，凝练了一代北科人的气质和品格。总结、学习、传承这些德高望重的“大师”的精神和风韵，是我们每一个北科大人的共同期待。

2011年4月，学校决定为从我校走出的院士们编写传略，向校庆60周年献礼。2011年5月，学校组织成立了由校领导牵头的《师韵——北科大走出的院士》编委会，由校团委负责具体的编撰工作。此后，校团委专门成立了写作团，制定了详细的采访、写作和编撰计划，先后有六十余名师生参与，他们是：刘晓东、都基辉、吕朝伟、马聪、董俊杰、刘娜、王海波、潘红涛、王丽莉、徐洪业、崔睿、胡智林、臧甜甜、陈凯、刘冰、倪阳、解红叶、王伟丽、王思佳、尼倩倩、王祎婷、宋德懋、郝竹青、刘宇隆、杨小佳、李森、郭文娟、赵璐、滕勇强、纪元、刘邦宇、胡宏、王乃亮、鲍怡、徐梦瑶、孙爱敏、曹宇枫、戴玉娇、王茜（文法学院）、张明波、宗姝洁、张露茜、王健行、钱艺梦、杨欣泽、王茜（外国语学院）、彭颖芳、张然燕、张星、邢鸽、刘婉娟、刘凤仪、李彦澍、李默存、刘乔歆、张佳玮、张诗晴、张伟良、冯雪男、孙思维、朱豪楠、李瑜嘉。

根据工作计划，写作团按照资料搜集、集中写作、返稿修改、编排定稿四个阶段开展工作：在资料搜集阶段，写作团一方面通过校史馆、档案馆、图书馆、互联网等查阅了大量文献资料，另一方面积极与院士或其亲友取得联系，进行了大量的访谈工作，共整理文字资料近百万字；在集中写作阶段，写作团召开了二十多场统稿会议，研讨每位院士的写作大纲、行文风格及内容选材，期间又进行了大量的补充采访工作；在返稿修改阶段，写作团将初稿送回院士本人或其亲友进行审定，得到了院士或其亲友的积极配合，23篇传略由院士本人亲自审阅修改，8位院士传略因院士已故或身体不便等原因由其亲友代为审定，院士或其亲友对文章进行了认真

的补充和修订，提出了很多富有建设性的建议，为了尽量还原院士本色，许多文学化的描写在这个过程中被删除了；在编排定稿阶段，刘晓东、都基辉、崔睿、徐洪业、胡智林及校团委宣传部、组织部的同学们对稿件进行了统稿校对和格式编排工作。最后，学校党委书记罗维东、校长徐金梧、党委副书记谢辉、副校长王维才等校领导又对书稿进行了认真审阅，提出了许多宝贵的意见建议，形成了最终的书稿。

回首近一年的写作过程，历经一次次的采访、写作、整理、润色，写作团成员以饱满的热情和高度负责的态度投入工作，几乎牺牲了自己所有休息的时间。然而对于写作团每位成员来说，这既是一项充满困难和挑战的艰巨任务，又是一次满怀敬意与震撼的心灵之旅。在走近大师的过程中，我们无时无刻不被深深地感染和感动：院士们科技报国的壮志豪情鼓舞着我们，鞠躬尽瘁的工作精神激励着我们，儒雅正直的为人品行感染着我们，不知多少次泪水模糊了我们的双眼，不知多少次激情碰撞着我们的胸怀，不知多少次感动震撼着我们的灵魂。

我们感动于院士们豪迈的爱国情怀和伟大的报国理想。许多院士都曾在国外留学或工作，当祖国召唤的时候，他们放弃了优厚的待遇，甘愿为祖国抛家舍业，将自己的青春挥洒在大漠戈壁、荒岭深山，用几十年如一日的默默奉献挺起共和国的钢铁脊梁。

我们感动于院士们勤奋的求学态度和严谨的治学精神。院士们视学习为生命，无论是年老体衰，还是卧病在床，无论是“文革”风雨，还是工作繁忙，院士们从未放松过学习和科研，大到国家整体战略决策规划，小到一篇论文的标点符号，事无巨细，慎终如始。

我们感动于院士们鲜明的实践品格和动人的实践故事。许多院士都将学术研究与生产实践紧密结合，他们绝大部分成就来源于生产与实践，许多院士至今奔波于工作一线，甚至有相当一部分采访就是在他们的工作现场完成的。

我们感动于院士们积极的争先意识和奋进的创新精神。我们数不清院士们创造了多少第一，说不尽院士们做出了多大贡献，列不完院士们取得了多少荣誉，那一个个以他们名字命名的学术定理、一项项属于他们的发明专利、一张张印有他们名字的奖杯奖牌，是对他们开拓进取、奋勇创新的最好证明。

我们感动于院士们精彩的成长经历和人生故事。在校读书期间，有的院士是钢院运动队的主力，在大操场上流下过青春的汗水；有的院士爱好

文艺，曾在享誉一时的钢院舞会上即兴伴奏，点燃舞池激情；十三陵水库、校园小高炉等都见证了院士们的精彩青春。

此外，作为身上同样打着“北科大”烙印的校友，我们还特别感动于院士们质朴的母校情结。很多院士高考时，分数均超过了清华录取线，但为了建设祖国的钢铁工业，他们都坚定地报考了钢铁学院，为祖国的钢铁工业做出了突出贡献。在采访过程中，院士们纷纷表达了对母校生活的怀念，对老师的牵挂和对母校发展的关心，徐匡迪院士甚至深情地把北京钢铁学院视作他“生命的摇篮”。

院士的故事就像一弯缠绵的小溪，静静流淌，细细品尝，如饮甘饴，回味无穷，给我们无限力量。院士不是一个独立的群体，他们成绩的取得并不偶然，他们身上集中反映的是一代优秀知识分子的高尚品格，这正是我们这个时代向前所不可缺少的精神财富。在此，我们向所有的老一辈科学和教育工作者表达由衷的敬意，就让我们沿着大师的足迹，在为中华之崛起的历史进程中勇往直前！

在全书采访和写作过程中，我们还约访了院士及其同事、亲朋好友达百余位，其中包括学术大家、政界精英以及企事业单位领导，正是因为他们的大力支持、配合和帮助，才使得我们的工作得以顺利完成。在付梓成书之际，特别向他们表示衷心的感谢和崇高的敬意！他们是（按姓氏笔画顺序）：

王 龙 王光雍 王宝雨 王俭秋 王艳丽 邓 粟 左涵征  
 石新明 田中卓 白灵宝 戎咏华 朱慧楠 乔利杰 任允蓉  
 任迎红 任建新 刘雄军 祁新年 孙一康 孙东旭 孙茂远  
 严锦基 李斗星 李 伟 李忠富 李谋谓 杨 荃 吴石忠  
 吴继庚 邱绪瑶 宋巨峰 张文康 张玉妥 张 杰 武爱民  
 范小冲 范树君 林均品 林 实 周香林 孟 威 胡晓军  
 柯 明 姜 曦 姚 红 徐 仁 高小宇 黄丽花 黄海友  
 韩汝玢 谢恩敬 雷 洋 褚武扬

值得一提的是，徐祖耀院士传略部分引用了戎咏华和郭正洪主编的《我们心目中的徐祖耀先生》（上海交通大学出版社，2011年3月）书中由徐祖耀写的《九十自述》和由王宗光主编的《老交大名师》中周平南、戎咏华撰写的《著名材料科学教育家徐祖耀院士》；叶恒强院士传略部分引用了由范桂兰写的《探索者的追求——记中国科学院院士叶恒强》（中国科学院院刊，1998年第05期）；陈先霖院士传略部分引用了黄新原发表在

《人民日报》(海外版)(2000年第12期)上的《破解冶金企业技术难题的高手陈先霖》一文;雷廷权院士传略部分引用了王福平主编的《八百壮士第2卷 雷廷权卷》(哈尔滨工业大学出版社,2010年11月)一文。他们的工作及作品在本书的编纂工作中发挥了十分重要的作用,在此提出特别的感谢。

此外,在本书的写作过程中,北京科技大学罗维东、徐金梧、陈曦、谢辉、张文明、权良柱、谢建新、张欣欣、张跃、武德昆、孙冬柏、王维才、朱鸿民等校领导在百忙之中给予热情的关心和支持,罗维东书记欣然为本书作序,徐金梧校长为本书题写了书名,在此一并致谢。

由于涉及内容繁多,时间仓促,本书疏漏和不妥之处,望不吝赐教。

编 者

2012年3月于北京

## 参考文献

- [1] 吴石忠, 姜曦. 魏寿昆传 [M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- [2] 北京科技大学. 纪念肖纪美院士八十寿辰文选 [G]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [3] 王光雍, 陈捷. 学弘识高 一代师表——记中国科学院院士、北京科技大学教授肖纪美 [M] // 钢铁绘华章. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2002.
- [4] 侯艺兵. 院士怎样读书 [M]. 上海: 上海教育出版社, 2006.
- [5] 邹世昌. “两弹一星”与集成电路研制 [N]. 新民晚报, 2010-03-29.
- [6] 王曦. 厚德载物 科学报国——中国科学院院士邹世昌先生八十寿辰, 2011.
- [7] 王崇愚. 立志学术, 心系科学——记计算材料物理专家、中国科学院院士王崇愚 [M] // 中国科学院院士自述. 上海: 上海教育出版社, 1996.
- [8] 戎咏华, 郭正洪. 我们心目中的徐祖耀先生 [M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2011.
- [9] 曹红艳. 精计巧算绘彩云 [N]. 经济日报, 2010-07-18.
- [10] 王正行. “就像从帽子里拎出兔子”——从陈难先的一个工作说起 [J]. 物理, 2010 (8).
- [11] 王作明, 范桂兰. 奋进者的路——记中科院金属所所长李依依院士 [J]. 中国科学院院刊, 1996 (2).
- [12] 晓余. 柔美女子钢铁人生 [N]. 南国都市报, 2004-11-22.
- [13] 李伟. 光荣与梦想——记中科院院士、冶金物化专家周国治 [J]. 金属世界, 1998 (1).
- [14] 周国治. 要从战略的高度去重视矿冶学科基础研究的投入 [J]. 中国科学基金, 2007 (5).
- [15] 郭汉杰, 周国治. 现代冶金物理化学教学内容改革与教材建设 [J]. 中国冶金教育, 2010 (1).

- [16] 李凯, 蔡毓生, 孙欣欣. 踏平坎坷始辉煌 千锤百炼终成钢——专访潮籍中科院院士、冶金材料物理化学家周国治 [J]. 潮商, 2010 (5).
- [17] 范桂兰. 探索者的追求——记中国科学院金属所叶恒强 [J]. 中国科学院院刊, 1993, 13 (5).
- [18] 叶恒强. 从广雅到院士之路 [M] //《名校一代》编委会. 名校一代. 香港: 中国文艺出版社, 2002.
- [19] 张牧风. 在微观世界驰骋的先锋——记中国科学院学部委员、中国科学院金属研究所研究员、金物62届校友叶恒强 [M] //辉煌印象 五十年后之北科大. 北京: 群众出版社, 2007.
- [20] 献身煤炭科技——记我国首批工程院院士范维唐 [J]. 中国煤炭, 1997 (9).
- [21] 徐匡迪. 我的学术生涯 [M]. 上海: 上海大学出版社, 2005.
- [22] 共青团北京科技大学委员会. 走近匡迪学长 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2008.
- [23] 黄新原. 陈先霖教授论为师之道 [J]. 北京教育高教版, 1998 (6).
- [24] 黄新原. 破解冶金企业技术难题的高手陈先霖 [N]. 人民日报海外版, 2000 (12).
- [25] 陈先霖. 把教学科研的重心放在企业 [EB/OL]. [2006-06-12]. 中国钢铁新闻网.
- [26] 陈先霖. 谈谈课堂教学的基本功 [N]. 北京科技大学校报, 2009-02-28.
- [27] 周邦新. 科研转战 不懈奋斗 [J]. 上海画报, 2010 (8).
- [28] 赵昱辉. 材料工程领域的耕耘者——记中国工程院院士涂铭旌 [M] // 工程科技的实践者 院士的人生与情怀 第2册 上. 北京: 高等教育出版社, 2010.
- [29] 王雅慧, 孟梅. “国学”院士涂铭旌: 商业竞争“知彼”远比“知己”重要 [N]. 天府早报, 2010-01-11.
- [30] 王福平. 八百壮士 (第二卷·雷廷权卷) [M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2010.
- [31] 周玉, 王铀. 雷廷权院士对材料热处理及表面工程的贡献 [N]. 材料热处理学报, 2009-04-25.
- [32] 杜宜凝. 小零件中的大智慧 [J]. 科学中国人, 2009 (8).
- [33] 陈捷. 一生追求轧制技术的完美 [J]. 中华英才, 1992.

- [34] 宜兴市政协学习和文史委员会. 宜兴文史资料第27辑: 宜兴籍两院院士专辑, 2001.
- [35] 章东辉, 李伟. 直挂云帆济沧海——记中国工程院院士、北京科技大学教授陈国良 [J]. 北京教育, 2008 (1).
- [36] 刘世浩, 奥金茸. 关杰: 把自己定位于“排球场上的自由人” [J]. 当代陕西, 2004 (12).
- [37] 何季麟: 钼铌舞台上的指挥家 [N]. 中国有色金属报, 2007-04-02.
- [38] 林壮. 打造钼铌行业的“国家队” [J]. 中国民族, 2008 (9).
- [39] 王宽应, 黄传宝. 热血点燃“科技引擎”驱动太钢“不锈巨舰” [N]. 香港文汇报, 2007-03-19.
- [40] 王一德的“钢铁年代” [N]. 太原日报, 2011-01-21.
- [41] 石新明. 满井村: 北科大校园人文录 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 2009.
- [42] 石新明. 师者如兰 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 2006.
- [43] 陈曦, 谢辉. 校友讲坛 (第一辑) [M]. 北京: 中国人事出版社, 2007.
- [44] 陈曦, 谢辉. 校友讲坛 (第三辑) [M]. 北京: 冶金工业出版社, 2008.
- [45] 北京科技大学年鉴编辑委员会. 北京科技大学年鉴 (2003) [M]. 北京: 中国大百科全书出版社, 2008.
- [46] 北京科技大学党委宣传部. 学子风采——献给北京科技大学建校四十周年 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 1992.