

# 能源地质科学的前沿探索与实践

## ——记中国科学院研究生院教授琚宜文

□ 闫佳

2008年4月,江泽民同志在《上海交通大学学报》上发表了一篇题为《对中国能源问题的思考》的论文,全面论述了能源问题的重要性、国内外能源形势、能源发展的科学思路以及能源发展政策分析。作为现代经济社会发展的基础,能源问题已成为中国乃至世界关注的焦点。能源的供给成为国民经济发展的关键限制因素,能源的安全问题事关国家安全,能源的利用涉及生态环境的安危。

中国是一个能源生产大国,也是一个能源消费大国。而煤炭在中国一次性能源生产和消费结构中一直占三分之二以上,在今后较长时期内煤炭仍将是中国的主要能源。

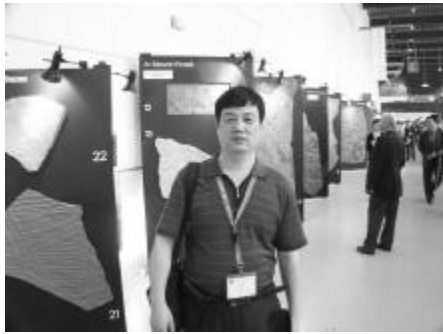
因此,对于拥有丰富煤炭和煤层气资源的中国,煤炭及煤层气的安全开采和综合利用,将在很长一段时期内成为决定能源供给和发展的关键性因素,而加深对煤与煤层气资源以及能源地质构造的研究,成为关键中的关键。拥有十几年矿场实践经验的中国科学院研究生院博士生导师琚宜文教授,以实践为基础,以科学前沿为起点,从煤层构造与构造煤储层物性、煤岩大分子结构与超微尺度变形机制、能源盆地构造演化及热动力学等前沿领域入手,进行了大量实质性的探索,取得了一系列重要成果。

### 博观约取 厚积薄发

1985年7月,年仅22岁的琚宜文从淮南矿业学院毕业,来到淮北矿业(集团)有限责任公司,从事矿井地质和煤田地质工作。16年来,他始终站在生产第一线,结合所学的理论知识,深入到矿场实践和考察,积累了丰富的经验,从普通助理工程师一直做到了高级工程师。在那里,琚宜文下井达3000余次,准确判断和预测了矿井下20余条10米以下落差的中小断层和层间构造。多年来,琚宜文解决了煤矿中许多地质和开采技术难题,没有出现过一次地质工作失误,被誉为“矿井神探”。

凭借这些突出成就,1997年,琚宜文获评“全国百万人才工程”淮北矿区首批专业技术拔尖人才。

16年栉风沐雨,琚宜文感受了人生



2008年8月受邀参加挪威第33届国际地质大会



在澳大利亚与同行一起考察煤层地质剖面



带领研究生在淮北煤田进行野外地质考察

的种种酸甜苦辣:居住环境简陋,连书都被老鼠咬坏;矿井路途崎岖,摔伤后十天不能下床活动;煤矿爆破凶险,好多次煤粉喷到脸上、眼睛里……

工作的艰辛,从未让琚宜文屈服。酷爱写作、书法和摄影的他,以满腔的青春热忱,写下《矿山男子汉》等诗歌,将自己倔强不屈的品格和豪放不羁的性情完全释放了出来。如今,47岁的琚宜文,回忆那段艰苦却意义非凡的往事时,却平淡地表示,在年轻的岁月里,在不断的拼搏中,自己找到了工作的乐趣,得到了人生的满足。能够为国家的能源事业作出应有的贡献,苦一点累一点,也很值得。

2000年,深感理论知识储备不足的琚宜文,为了紧跟时代步伐,毅然告别了奋斗了16年的岗位,重返课堂,开始了自己的继续求学之路。继2003年6月师从中国矿业大学王桂梁与姜波教授获得博士学位后,紧接着他又加入中国科学院研究生院侯奥林教授课题组,从事地质学博士后研究。2005年12月,琚宜文从研究生院博士后出站,留校工作至今,长期专注于能源地质科学前沿领域的探索研究和研究生培养。

### 科学前沿 成就典范

尽管工作环境由煤矿井下变成了科研院所,但琚宜文的心,从未远离矿区。除去教学和实验室研究工作,他把剩余的绝大部分时间都花在了矿区。凭着一股子韧劲,琚宜文攻下一个又一个课题,捷报频

传。在鲜有人涉及的前沿领域,琚宜文本着对科学奥秘的探索之心,取得一个重要的科研成果,并多次受邀赴美国、澳大利亚及挪威等国家的科研院所进行科研合作与学术交流。

琚宜文的科研工作主要体现在构造地质、煤和煤层气地质、盆地研究等领域。在主要研究成果“煤岩变形与煤层气储层研究”中,他提出了三个理论:构造变形煤储层及地质控制理论、煤层流变和煤层韧性剪切带理论、构造变形煤纳米级结构及其演化理论。

在多年的研究过程中,琚宜文作为国家自然科学基金多个项目的负责人开展研究;同时主持国家科技重大专项“大型油气田及煤层气开发”中的课题;先后担任国家“973”项目“深部煤炭资源赋存规律、开采地质条件与精细探测基础研究”之课题和“高丰度煤层气富集机制及提高采收率基础研究”之课题的负责人。

除此以外,他还先后主持了中国博士后科学基金项目“煤层韧性剪切带形成的物理化学响应与煤层气富集机理”以及中国科学院博士后基金项目“煤层韧性剪切带的形成与富气机理及其采区地质灾害性”,前者是当时地质资源与地质工程一级学科唯一获得一等资助的项目。

通过多年在煤矿现场对构造煤进行观测和在实验室测试的结果,琚宜文以构造煤的手标本或钻井煤心为尺度,总结出一套既适合于煤层气开发又适合于煤与瓦斯突出预报的构造煤结

构成因分类方案,给出了详细的分类依据并阐述了其形成的应力应变环境。

由于煤岩变形机制和变形程度不同,煤岩大分子结构和纳米级孔隙结构也发生不同程度的变化,根据不同类型构造煤纳米级孔隙结构特征,琚宜文提出了不同类型构造煤微孔隙和纳米级孔隙结构的自然分类系统。

琚宜文等的理论研究表明,可根据煤层变形的强度、类型及分布,来预测瓦斯赋存和突出危险区、带。在实践中,他总结并提出了矿井地质分析预测方法:复杂构造整体分解法、地质规律递进预测法和地质工作循环反馈法等。该理论成果和方法在多个矿区得到推广应用,产生直接经济效益2000万元以上。

他的获奖成果“构造变形煤储层特征及地质控制机理”(获安徽省自然科学奖)以及“构造煤结构演化动力学机制及其地质意义”(获教育部自然科学二等奖),不仅建立了适合于中国地质特点的构造变形煤储层富集理论,而且开创了被视为煤层气开发禁区,煤层气勘探开发出现了良好势头;运用煤层韧性剪切带和构造煤瓦斯富集理论,在两淮矿区多次成功地预测

了煤与瓦斯突出的危险性,避免了重大事故发生,促进了安全高效生产,成为煤与瓦斯突出成功预测的典范。2005年,他系统地总结了构造煤的结构和储层物性演化的理论和研究方法,出版了学术专著《构造煤结构及储层物性》,成功地走出了一条由理论到实践再回归理论的研究路子。

在煤岩变形与煤层气储层研究的基础上,琚宜文也把一部分关注的重点放到了盆地构造及其热动力学研究方面。2007年,《中国北部能源盆地构造》由中国矿业大学出版社出版问世。

此外,琚宜文等的最新学术专著《中国华北盆地—山前带与能源聚集的构造—热动力学》即将出版,该书将理论与实际紧密结合,以全新的视角分析探讨了华北典型地区盆地—山前带演化、岩石圈结构转型及其与煤层气富集的关系,系统地总结了沁水盆地与两淮煤田不同成藏机理的构造—热动力学过程。同时琚宜文等人还系统分析了煤储层裂隙、断层、层间构造、煤层流变和煤层韧性剪切带的特征及形成机制,深入研究了煤岩的变质变形作用及其微动力环境。在综合分析的基础上,进一步探讨并完善了煤层气富集的构造—热动力学控制机制。

### 教学相长 授人以渔

2006年1月,琚宜文开始从事研究生教学工作。酷爱钻研的他,很快便总结出了自己的一套教学理念、教学方式

和教学效果的理论。对他来说,教学是一门科学,也是一门艺术。

对于教学工作,琚宜文有三大理念:一是从传授知识到开拓思维和培养能力的转变;二是不断追踪科学前沿,拓宽知识面;三是以科研促进教学。作为教师,让讲课走出“讲、听、记、考”的老模式,他的研究生们则获得了科研和教学融会贯通所带来的益处。

在教学方式上,琚宜文亦有他独到的观点,即要认清教与学的关系,充分发挥研究生的主体作用;视研究生为朋友,以互动促进教学相长。为了讲好每一堂课,琚宜文通常都要提前10分钟到教室,作好有关方面的准备和板书设计,使自己胸有成竹、从容上阵、忙而不乱。

琚宜文非常重视课堂提问和课堂讨论,通过几年的教学实践,他总结了三条经验:提问时机最好安排在研究生通过听取教师的讲解而对某一问题有初步认识的时候;不要简单、轻易否定研究生的看法,在研究生的回答中尽力寻找合理成分给予肯定和鼓励,然后通过深入分析来让研究生自己明了答案;通过对一部分内容的小结,引出课堂讨论,坚持每部分一小结,每章节一总结的做法。

为了强化教学效果,琚宜文通过让研究生撰写综述论文并上合作报告的方式,考查他们的思维方式、知识和能力。2009年琚宜文曾以《能源地质学》课程前六章的归纳为契机,要求研究生以创新思维对沉积有机质形成、转化过程与聚集作用进行系统全面的总结和讨论。结果研究生交上来的总结材料思路清晰、纲目分明、文字精练、图表并用,令琚宜文欣慰不已。他认为考核有三大功能:测学、促学、导学。地质课程的考核内容应侧重于实践、能力和分析,具体包括对课堂教学内容的分析、综合和表达。

琚宜文主要教授《盆地分析》、《能源地质学》、《盆地与能源研究进展与前沿问题》等研究生课程,他将盆地演化、煤层构造与宏观、微观、超微观尺度相结合,把能源、化学、地质等多学科融合到一起,让研究生受益匪浅。其中《盆地分析》和《能源地质学》课程分获校级优秀和优良课程奖,相关著作《中国北部能源盆地构造》和《构造煤结构及储层物性》分别获华东地区第八届优秀教材学术专著奖一等奖和二等奖。

### 人物介绍

丁冬雁

本科、硕士毕业于河南科技大学材料系,2000年博士毕业于哈尔滨工业大学材料科学与工程学院,曾在上海交通大学材料科学与工程学院从事博士后研究,后留校工作至今。从2004年开始,到美国肯塔基大学电气工程和纳米科学工程中心从事高访学者研究工作两年。现为中国材料研究会青年委员会理事、中国仪器仪表学会微纳器件与系统技术分会高级会员、上海市有色金属学会会员,曾经担任第八届电子封装技术国际会议(ICCEPT2007)和上海电子互连技术国际论坛(IFETT2009)秘书长、电子封装技术与高密度封装国际会议(ICCEPT-HDP)封装材料与工艺分会共同主席(2009)、质量与可靠性分会共同主席(2010)和分会场主席(2008、2009、2010)、第十四届全国钛及钛合金学术交流会分会主席。目前讲授研究生课程《半导体材料与集成电路制造基础》。

主要从事微电子材料与器件、纳米材料与器件、热传输材料等领域的研究工作。曾参与“973”项目、美国能源部项目和 Army Research Lab 项目等研究工作,作为负责人先后承担中国博士后科学基金、国家自然科学基金、上海市浦江人才计划、西子子和华峰铝业研发项目等科研工作。作为上海交通大学方面的技术负责人,以热传输材料的车用空调和消费电子产品应用为目标建立了上海交通大学—华峰铝业联合实验室。作为成员参加中日国际科技合作项目、上海市纳米技术专项、上海新阳国际合作项目等工作。到目前为止,总共申请发明专利10项,其中3项发明专利已获授权。发表学术论文60余篇,在国际学术刊物(包括 Advanced Materials, Carbon, Electrochemistry Communications, Nanotechnology, Sensors and Actuators B, Journal of Applied Physics, Chemical Physics Letters 等)上发表第一作者/通讯作者SCI论文20余篇,论文被他引200余次。其中一篇论文获 ICCEPT-HDP 国际会议优秀论文奖,两篇论文被国际纳米技术网站专文报道。

丁冬雁副教授在微电子材料与器件、热传输材料等研究领域的工作。曾参与“973”项目、美国能源部项目和 Army Research Lab 项目等研究工作,作为负责人先后承担中国博士后科学基金、国家自然科学基金、上海市浦江人才计划、西子子和华峰铝业研发项目等科研工作。作为上海交通大学方面的技术负责人,以热传输材料的车用空调和消费电子产品应用为目标建立了上海交通大学—华峰铝业联合实验室。作为成员参加中日国际科技合作项目、上海市纳米技术专项、上海新阳国际合作项目等工作。到目前为止,总共申请发明专利10项,其中3项发明专利已获授权。发表学术论文60余篇,在国际学术刊物(包括 Advanced Materials, Carbon, Electrochemistry Communications, Nanotechnology, Sensors and Actuators B, Journal of Applied Physics, Chemical Physics Letters 等)上发表第一作者/通讯作者SCI论文20余篇,论文被他引200余次。其中一篇论文获 ICCEPT-HDP 国际会议优秀论文奖,两篇论文被国际纳米技术网站专文报道。



丁冬雁

# 应对新经济时代的挑战

## ——记材料科学工作者丁冬雁副教授

□ 李素霞

新材料技术是21世纪最重要的三大科技领域之一,也是我国三大优先发展领域之一。随着社会经济不断发展,新材料研究水平和产业化规模,正在成为衡量一个国家和地区经济发展、科技实力和国防实力的重要标志。

我国目前正在推进创新型国家建设,提出将科学技术进步作为国家发展战略的核心,并确定了以企业为主体、产学研相结合的技术创新体系。如何以科技创新支撑发展和引领未来,已经成为中国在新时期推动经济社会发展的重大战略问题。

丁冬雁,上海交通大学材料学院微电子材料与器件研究所副教授、博士生导师。从丁冬雁副教授这位朴实的材料科学工作者身上,记者深刻体会到在学科高度交叉的新经济时代作为一名高校教师所应该具备的创新科研素质和全方位知识传输能力。

### 材料研究 创新为本

丁冬雁副教授主要从事微电子材料与器件、纳米材料与器件、热传输材料等领域的研究工作。他在纳米材料的先进制备技术和应用领域取得了诸多具有国际创新性的研究成果,包括早期开展的纳米氧化钨涂层表面改性和碳纳米螺旋研究工作。尤其是近几年针对氢能源的安全使用问题,深入开展了高灵敏度、高稳定性纳米钨传感器的研究工作。通过采用多钨钨纳米膜和力学缓冲层技术攻克了传统钨膜难以探测高浓度氢气的难题;通过先进阳极氧化技术合成了各种元素掺杂的氧化钨纳米管,在室温实现了对低浓度氢气的探测。这些创新研究工作得到了国家自然科学基金和上海市浦江人才计划的资助,研究成果发表在国内外知名的学术刊物上。

在丁冬雁副教授的产学研合作过程中,电子行业的龙头企业——德国西门子公司位列其中。通过两年多的技术合作和学术交流,他对知名跨国公司的大量创新储备和追求高可靠性的理念具有了更深层次的认识,双方在工



上海交通大学—华峰铝业联合实验室揭牌仪式



丁冬雁在第八届电子封装技术国际会议上作报告

业界的重大困惑(如引起短路的锡须问题)研究方面开展了卓有成效的工作。

在与国内行业龙头企业——华峰铝业股份有限公司(由浙江知名民营企业华峰集团投资兴建)的长期合作过程中,他看到中国民营企业可喜的一面,创新上至公司总经理、下至一般技术人员。在2010年华峰铝业投产的时候,公司已经在万吨级铸件、质量流控制技术等关键工艺技术指标上居于行业领先地位。通过与华峰铝业建立热传输材料联合实验室,丁冬雁副教授的研究工作取得了重要进展,先后研制出具有自主知识产权的高强高韧翅片合金和高强耐热铝合金。双方合作申报了上海市高新技术产业化重点项目和产学研合作项目。

人生没有设限,未来更没有上限,他正是本着心中对科学研究的热爱,选择了这条无悔的科研人生路,在这条路上他择善而固执,将全部精力与

心血都献给了材料这一锦绣天地。

### 传承思想 潜心培养

在高中学习阶段,丁冬雁副教授遇到一位优秀的班主任,从她的身上,他看到了一种奋发向上、强调全面发展的精神。班主任在2010年因病去世时,许多在外工作的同学赶回去和家长一起为恩师送行,所有人的最大感受就是“一名好的教师可以改变无数人的人生轨迹”。这样的感受在他高中毕业之后始终萦绕在心中,一直到现在。

高校教师在进行科学研究的同时,还肩负另一项光荣使命——教书育人。在知识大爆炸、学科交叉的新经济时代,高校教师的使命不应仅仅限于把书本上的专业知识传授给学生,还应该从创新研究和人文历史等方面向学生传输有助于培养良好素质的各种知识,也就

是应该倾其所有、最大程度地实现全方位授课。

从事科技创新工作的丁冬雁,不仅是一名孜孜不倦的垦荒者,在科学技术的前沿上积极探索自己的道路,他还深知:要想有长久不竭的发展动力,人才培养至关重要。近年来,丁冬雁副教授一直致力于全方位传授知识。一个学系的成长靠的是一辈一辈的传承,就如接力跑,前面的奔跑铺垫了后来的成功。

丁冬雁副教授讲授的研究生课程为《半导体材料与集成电路制造基础》,该课程涉及半导体材料与工艺、半导体物理与器件、集成电路设计和制造工艺、光电子器件、微电子器件等诸多领域,在一门课的有限时间内,他向学生们讲授了两本书的内容,让学生们了解了半导体材料和微电子技术的全球。在他的课堂上,劝学篇和人文历史等方面向学生传输有助于培养良好素质的各种知识,也就

原始创新论文和相关学术成果被学生们研读,著名校友如钱学森、王安的科学成就被介绍给学生们,英文能力浅评和翻译界的秘诀“信、达、雅”也送给了同学们。从学生们兴趣倍增的明眸中,他看到了全方位传授知识的重要性。

丁冬雁副教授在微电子材料与器件专业模块中开设本科生课程《半导体材料与器件》,目前讲授研究生课程《半导体材料与集成电路制造基础》。于2008年作为副教授被评为上海交通大学博士生导师,目前他已指导博士生3人、指导硕士生7人,协助指导博士生1人、硕士生4人;指导5名本科生完成毕业设计论文。

丁冬雁副教授倾注多年心血,取得了丰硕的成果。无论对待学术还是生活,他一贯秉承着同样严谨与负责的态度,这让他的人生更添华彩!祝愿他在今后的岁月中,能为我国材料事业的发展作出更大的贡献。