

在基础研究的道路上默默长跑

——记2014年度何梁何利基金科学与技术成就奖得主赵忠贤和薛其坤

2014年10月29日,何梁何利基金2014年度颁奖大会暨基金成立20华诞在京举行,其中,“含金量”最高的科技大奖——“科学与技术成就奖”由我国著名超导专家赵忠贤院士和著名实验物理专家薛其坤院士共同摘得。两位基础科学领域巨擘,在创新的道路上究竟走出了怎样的人生轨迹?

赵忠贤:50年如一日倾情高温超导

55年前,当年轻的赵忠贤孤身一人背起行囊来到北京的时候,中国的超导研究还刚刚起步,高温超导更是天方夜谭。今天,这位古稀之年的老人身边已经凝聚了一支世界领先的中国高温超导研究队伍,并把中国这方面的研究推向了世界前列,正在引领向高温超导的第三次突破征途中昂首迈进。

赵忠贤1964年从中国科技大学毕业分配到中国科学院物理研究所,1991年当选为中国科学院院士,他50年如一日,淡泊名利,持之以恒坚持工作在科研一线,把毕生精力奉献给高温超导研究,上个世纪70年代,赵忠贤等一批年轻学者和学者被派往国外学习,接触到了世界超导研究最前沿。1975年回国后,他提出要探索高临界温度超导体(简称“高温超导体”)。所谓“高温超导体”,是指临界温度在40K以上的超导体。麦克米兰根据1972年诺贝尔奖的BCS理论计算,认为超导临界温度不大可能超过40K,他的计算得到了国际学术界的普遍认同,40K也因此被称为“麦克米兰极限”。赵忠贤则对当时国际广泛认同的由经典理论推导出的麦克米兰极限提出了挑战。1977年,他在《物理》上撰文指出结构不稳定性又不产生结构相变可以使超导临界温度达到40—55K,经过长时间的实验探索,科学总结升华到理论,进一步提出复杂结构和新机制在某些情况下甚至可以达到80K。

上世纪80年代,赵忠贤在科研条件极其简陋的情况下开始研究铜氧化物超导体,在铜-钡-铜-氧体系中突破了麦克米兰极限,获得了40K以上的高温超导体。由于当时国内工业基础薄弱,无法获取高

纯度的实验样品,所用的实验样品杂质很多,赵忠贤最早注意到杂质对超导实验结果的影响,判断一些杂质对超导发挥了作用,敏锐地发现了70K的超导迹象。在这样的理论指导下,他于是主动“引入杂质”,反复实验、筛选、测试、验证,最终确定了“在铜基、多相的体系中,用钇取代镧”的方案并得以实施。1987年2月19日深夜,在钇-钡-铜-氧中发现了临界温度93K的液氮温区超导体,实现了超导研究第一次突破,在世界上刮起了一阵液氮温区超导体的旋风。1987年,赵忠贤作为五位特邀报告人之一,参加了美国物理学会三月会议。该会议标志着中国物理学家走上了世界高温超导研究的舞台。

在1987年的辉煌之后,赵忠贤又甘坐冷板凳,一门心思扑进实验室里,潜心研究20年,终于带领中国团队再次引领世界热潮。

新世纪以来,赵忠贤提出“在具有多种相互作用的四方层状结构的系统中会有高温超导电性”的新思路,认识到这一类铁砷化合物(后来被称为“铁基超导体”)很可能是新的高温超导体,之后又提出了高温高压合成结合轻稀土元素替代的方案,带领团队很快将铁基超导体的临界温度提高到50K以上,创造了55K的纪录并保持至今,为确认铁基超导体为第二个高温超导体家族提供了重要依据,实现了高温超导研究领域的第二次突破。在这期间,他以67岁的年纪三次带领年轻人几乎通宵工作,完成了初期最关键的三篇论文。他的铁基超导研究得到了国内外高度评价,美国《科学》杂志三次报道赵忠贤的工作,其中在题为《新超导体将中国物理学家推向最前沿》的一篇文章中对其贡献给予充分肯定。



“今天,赵忠贤身边已经凝聚了一支世界领先的中国高温超导研究队伍,并把中国这方面的研究推向了世界前列,正在引领向高温超导的第三次突破征途中昂首迈进。”

从上个世纪70年代至今,从追赶、并跑到引领世界的历史进程中,赵忠贤一直都是我国高温超导研究主要的倡导者、推动者和践行者。他是新中国培养的杰出科学家代表,具有无私奉献的精神和国际领先的成果,为高温超导研究扎根中国并处于国际前列做出了重要贡献。



薛其坤:在量子世界实现“中国梦”

自己年轻,和薛老师比一比,看谁先到实验室,谁最后一个离开”,但多年来几乎没人能赢。这是一种近乎苦行的“修炼”,但薛其坤却体会到的是快乐而非痛苦。

薛其坤是名年轻的国际著名实验物理学家,1999年从海外学成归来,2005年当选为中国科学院院士。

薛其坤在国际上首次发展了拓扑绝缘体薄膜的分子束外延生长动力学,证明了拓扑绝缘体是二维无质量的狄拉克费米体系并受时间反演对称性保护等物理性质,从实验上首次发现量子反常霍尔效应,首次利用分子束外延—扫描隧道显微镜等技术发现一类全新的FeSe/STO界面高温超导体系。

所谓拓扑绝缘体,简单地说,就是内部绝缘,表面导电的材料。近年哈佛大学学者在理论上提出拓扑绝缘体上可以实现反常量子霍尔效应,擅长于材料科学研究和实验物理的薛其坤敏锐地捕捉到这一信息,带领团队寻找制作拓扑绝缘体,他们尝试国际同行的常规技术路线后,主动放弃,另辟蹊径,采取“鱼和熊掌兼得”的方案,在绝缘体上生长导电材料,在国际上率先建立了拓扑绝缘体薄膜的分子束外延生长动力学,在原子水平上实现了对拓扑绝缘体薄膜样品生长过程的精确控制,界面薄膜只有几个纳米厚,肉眼几乎看不到这种材料的存在。制作这种不同元素和不同结构的拓扑绝缘体,需要4种元素用一种叫“分子束外延”的方法一层一层生长起来。其中,4种原子如何配比,结构如何搭建,都十分复杂精妙。

在过去4年时间里,他的研究团队生长和测量了超过1000个样品。一次次的生长、测量,一次次的挫折、调整,再生长、再测量……把实验的每一步、每一个细节都力争做到极致,把实验技术发挥到极限。

薛其坤的很多学生曾经较劲:“想趁着

他们几个月甚至更长时间才能克服一个困难,向目标推进一小步。功夫不负有心人,就是在经历了这种顽强坚持和追求极致的过程,最终找到最佳的元素搭配与结构。2012年10月12日晚10点35分在制备的拓扑绝缘体样品测试中首次发现了量子反常霍尔效应,2013年3月15日相关工作发表于《科学》,引起了国际轰动。这是量子霍尔效应家族里最后一个有待发现的重要成员,这是近年来国际物理学界由中国科学家以无与伦比的精巧实验和近乎完美的实验数据完成的重大科学成果。

诺贝尔奖获得者物理学家杨振宁先生评价他的成果:“这让我想起很多年前接到物理学家吴健雄的电话,第一次告诉我在实验室做出了宇称不守恒的实验,这个发现震惊了世界。今天薛其坤及其团队做出的实验成果,是物理学领域最近几年来一个重大的成果,这不仅是科学界的喜事,也是整个国家的喜事。”

量子反常霍尔效应解决了不用增加外磁场电子碰撞发热的问题,未来在量子计算、量子信息存储方面有巨大的应用潜力,据此设计的新一代电子芯片,将会具有极低的能耗,这就是薛其坤及其团队下一步追求的目标。

值得一提的是,早在1997年和2006年,赵忠贤和薛其坤曾经分别获得何梁何利基金科学与技术成就奖,获奖之后他们再接再厉,潜心研究,沉淀十年,再创辉煌,赵忠贤的高温铁基超导和薛其坤的量子反常霍尔效应,都是在获奖之后又取得的新成果,是我国近年来在国际上处于领先地位的前沿科学领域取得的重大学术成就,具有巨大的应用潜力。

今天,他们再次荣登何梁何利基金科学与技术成就奖光荣榜,这必将激励我国更多的科技人员在创新驱动发展的浪潮中敢于创新,勇攀科学高峰。(邵红宇 任晓明)

实施创新驱动发展战略

中国广核集团发布科技创新“引领计划”



“科技创新,引领未来”。10月30日,中国广核集团(以下简称中广核)“2014年科技大会”在深圳大亚湾核电基地举行,提出了科技创新“引领计划”,中广核科技创新“引领计划”主要包括4大战略专项和13大重点方向,涵盖了核电、核燃料、新能源和核技术四大业务领域,为中广核未来几年科技创新工作提供了明确指引。

从建设大亚湾核电站起步,经过20年的创新发展,目前中广核已建立了与国际接轨的、专业化的核电生产、工程建设、科技研发、核燃料供应保障体系,形成了风电、水电、太阳能、节能产业等清洁能源产业的全国布局。截至目前,中广核承担了我国64%的在运核电机组生产运营和51%的在建核电机组工程建设。其在运核电机组11台,装机容量1162万千瓦,核电安全运行业绩持续创优,安全业绩达到世界先进水平;在建核电基地5个,共13台机组,装机容量1550万千瓦,是全球在建规模最大的核电建造商。另外,中广核的风电、水电、太阳能等非核清洁能源装机达1000万千瓦,实现了规模与效益的协调发展。在稳步迈入“国际一流清洁能源企业”的关键时期,中广核董事长贺禹在科技大会上表示,中广核要实施创新驱动发展战略,必须找到一条适合自身发展的自主创新道路。

为实现建设创新型企业的目标,中广核在科技大会上提出了科技创新“引领计



划”。据中广核科技委员会秘书长廖伟明介绍,中广核科技创新“引领计划”主要包括4大战略专项和13大重点方向,涵盖了核电、核燃料、新能源和核技术四大业务领域,涉及核电机型研发,核燃料组件开发,核电工程、运营、延寿、退役关键技术,核燃料开采及先进太阳能、风电、核技术的研究与应用,为中广核未来几年科技创新工作提供了明确指引。“引领计划”是中广核全面实施创



新驱动发展战略的重大举措,计划的实施将有力促进中广核实现新一轮快速发展。”廖伟明表示。

“中广核要通过实施创新驱动战略,以科技创新引领中广核进入发展新阶段。”在科技大会上,中广核党组成员高立刚提出,今后几年,中广核的科技创新要面向国家重大需求,面向中广核重大需求,面向市场需求,以实施中广核科技“引领计划”为主线,在华龙一号、小型堆等4大科技战略专项与数字化电厂等13个重点方向的“尖峰计划”上结硕果。

30日,中广核还首次发布了《中广核自主创新产品目录》,对“十二五”期间的科技创新工作进行了总结。《中广核自主创新产品目录》包括27类自主创新产品,其中包括华龙一号、ACPR1000+核电技术、ACPR1000核电技术、核安全级数字化控制保护系统(FirmSys)、核电厂教学与培训用模拟机等17个推广类产

品;百万千瓦级压水堆核电站控制棒驱动机构、人因工具卡及防人失误训练系列课程等10个孵化类产品。

中广核“华龙一号”总设计师师春宇表示,备受关注的“华龙一号”,已完成初步设计,具备项目落地条件。8月21日—22日,国家能源局、国家核安全局牵头组织我国43位院士和专家组成的专家组,对“华龙一号”总体技术方案进行评审,专家组一致认为,“华龙一号”成熟性、安全性和经济性可满足三代核电技术要求,设计技术、设备制造和运行维护技术等领域的核心技术具有自主知识产权,是目前国内可以自主出口的核电机型。专家组建议,尽快启动示范工程。廖伟明介绍,8月22日,中广核与中核集团也签署了《关于自主三代百万千瓦核电技术“华龙一号”技术融合的协议》,标志着“华龙一号”在国家层面的地位得以正式确立,成为国家推动核电“走出去”战略的重要技术方案。

作为我国核电行业的主力军,经过多年的发展,中广核具备了在国际舞台上与强手同台竞技的底气,为我国核电发展注入了强劲动力,在国家科技创新体系中占有重要地位。廖伟明举例说,随着中广核科技创新力度不断加大,科技投入逐年增加。根据中广核“十二五”科技研发总体规划,中广核在此期间的科技创新总投入将超过70亿元,过去的2011、2012、2013年已

分别投入12.6亿元、13.4亿元、17.1亿元,科研投入均已超过主营业务收入的4.4%,高于国家对中央企业科技投入占主营业务收入2.5%的要求。同时,中广核注重科技人才的引进和培养,为中广核科技创新研发打下了坚实的智力基础。截至2013年底,中广核研究与开发人员达3043人。持续的科研投入和人才引进,也让中广核成为国家科技创新体系的重要参与者。作为国家科技创新体系的重要参与者,目前中广核共承担包括国家科技重大专项、863、科技支撑计划、国家能源工程示范项目在内的近60项重要科研任务与课题;承担658项国家和行业标准编制;累计申请专利1699件,年专利增长速度超过30%,已获得专利授权超过830件,获得1项中国专利金奖,2项中国优秀专利奖。另外,中广核共获得50余项各类国家级科技奖项,包括2项国家科技进步二等奖、1项国家能源科技一等奖和3项行业协会科技奖一等奖。

中广核新闻发言人胡光耀表示,“未来,中广核将持续加快科技创新步伐,进一步增强科技实力,积极推进创新驱动发展战略,以有效支撑各业务板块效益持续提升。”

中广核“2014年科技大会”,全面总结了“十二五”期间科技创新工作成就,并谋划布局了“十三五”期间科技创新工作。来自国家有关部委、核电行业相关企业事业单位、科研院所等共150余人参加了本次大会。(何广宣)