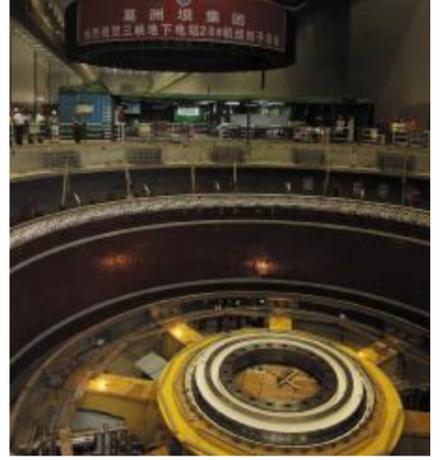




甘肃省白银市超导变电站



三峡地下电站800兆瓦量级蒸发冷却水轮机转子

千帆竞发 百舸争流

——中国科学院电工研究所谱写电力能源变革新篇章

■本报记者 易蓉蓉 通讯员 徐小傑

布局篇： 确定重点领域 树起照亮能源革命的灯塔

53年前,基于新中国成立初期电网建设一穷二白的状况,电工所率先开展了电力系统防雷、高电压实验、系统安全运行、合理调度等问题研究,从无到有创造性地开展了一系列研究工作。在建国初期东北电力系统的恢复重建过程中,起到了一定的历史作用。此后,伴随着风云突变的60年代、飘摇动荡的70年代,电工所始终以国防建设需要为己任,在电火箭技术、微电机、磁流体发电、超导电工技术、微电子束扫描曝光、脉冲式电弧风洞用弧加热器、脉冲放电风洞电源、电机蒸发冷却等新兴领域开展研究与研制工作,为我国电力事业的发展、国防现代化及电加工技术的产业化做出了一系列重要贡献。

上世纪80年代末,曾经有段时间,社会上有人质疑电工所存在的意义:世界上电气工程学科已经发展了100多年,学科建设已经相当成熟。在这样一个成熟的学科体系中,电工所还有继续进行基础研究的必要吗?经过100多年的发展,究竟应该怎样去认识电气工程?作为科学院的一个研究所,电工所究竟要做什么样的工作?这些问题摆在电工所人面前,成为他们迫切需要回答、需要解决的现实问题。

在电工所,这些质疑和困惑并没有持续多久。从上世纪90年代起,电工所便开始了发展方向上的战略研究。继1999年被中科院评为“高技术研究与发展的核心研究所”,成为中科院能源基地的核心研究所之后,电工所以体制改革、机制转变为重点,不断凝练科技目标,成立了包括两院院士和资深研究员组成的战略研究小组,从2000年起开始开展持续的发展战略研究。在当年的战略研讨会上,确定电工所的方向仍然是电工电能新技术的创新发展;主要任务是促进电工电能及相关产业的重大战略性新兴产业和产业的发展;明确了主要研究领域为先进能源电力技术、现代电气驱动技术、应用超导技术、生物医学工程和微纳加工技术。

在战略研究中,电工所重视把各学科专题研究与全所战略研究有机结合,最广泛地吸收科研人员参与研讨。一方面,电工所每年定期召开由全所研究员及科研骨干共同参加的研讨会,通过每期一个主题,探讨能源与电气科学的未来发展方向,以此深化科研布局,凝练科技目标,提升战略重点;另一方面,积极组织全所科技骨干,特别是年轻学术带头人,参加科技前沿论坛、IEE青年学术沙龙活动等专项科研交流活动,创造浓厚的科学氛围,使一线科研人员深入了解电工所和电气科学的未来发展趋势。通过不同层面的交流,增强了创新思维,拓展了科学视野,使全所上下在新形势下厘清了新思路,达成了共识。

当今世界科技发展突飞猛进,科技创新出现群体突破态势,学科交叉日益活跃,学科界限变得日益模糊,科学研究的侧重点已经从“观测”向“调控”方向转变。近年来,在电气科学技术的前沿交叉领域,形成了许多新的学科生长点。面对这样一个新形势,2011年2月,电工所召开了“十二五”战略发展规划报告咨询论证会。论证会邀请了我国电气能源领域16位著名院士、11位高校校长和院长,以及来自科技部、能源局、基金委等各相关部委共计52位领导和专家参会。经过两天热烈讨论,全会通过了电工所“创新2020”战略发展规划总体框架,为制定研究所未来10年战略规划提供了依据。

经过全所上下的共同努力,电工所将“创新2020”的发展战略确定为以满

足国家未来能源重大科技需求为中心,深入开展电能领域战略高技术和电气科学技术的基础性、前瞻性研究,在电气科学基础理论与前沿交叉方面取得原始创新成果,使电工所成为我国相关科技领域创新的战略性中坚力量和在国际同行中拥有重要影响力的研究机构。

实战篇： 紧跟能源战略 在科技竞争与合作中力争头筹

在新的科技革命和能源革命背景下,电工所既面临着千载难逢的发展机遇,又面临着严峻的挑战和巨大的竞争压力。目前,国内大型企业已经成为产学研结合的技术创新主体,与国外同行研究院相比,国内研究机构对外依存度高,先导性或战略性布局十分薄弱,跟踪模仿式的研究居多。面对这种竞争包围态势,电工所人已经充分认识到确保国立研究机构“火车头”作用的重要性,以面向国家能源重大需求,面向电气科学交叉前沿,“两个面向”相结合,以创新能力建设为中心,以创新基地建设为重点任务,在学科布局调整、人才队伍建设、科研组织模式、科技评价等方面采取一系列步骤和措施,以期建成由帅才领衔、正高级科研人才与副高级科研人才之比达到1:4,且研究队伍的平均年龄保持在40岁以下这样一个“金字塔”式人才梯队,应对日趋激烈的科技竞争。

在科技布局方面,建立和优化基础研究、战略高技术研究、能源转型软科学研究三类创新活动分类管理体系,提高重大科技任务的组织实施力度,强化基础性和原创性研究工作,有组织地开展能源转型软科学的研究,在实践中不断探索适合电工所学科特点的创新活动分类管理新模式。通过持续的战略研究,不断加强对基础性、前瞻性、战略性的科技研究布局,积极引导科研人员加强“三性”研究工作;通过将研究所的“创新人才计划”与支持原始创新研究有机结合起来,并与研究岗位职称评定、绩效奖励等相结合,大力支持原始创新的科研工作。

在人才队伍建设方面,建立人才培养和引进的系统化工作体制,逐步形成以事业和待遇聚集帅才人才的人才培养和引进制度。根据创新岗位和事业编制总量,严格执行“按需设岗、竞聘上岗”的管理规定;完善人才培养的有效措施,大力实施研究所的“创新人才计划”,为科研人员建立良好的科研环境;加强支撑队伍建设,加强管理人才培养和转移转化队伍的建设,紧密围绕事业发展对各类人员素质和能力的要求,开展多种形式的继续教育活动,特别是发挥研究单元自身学科特点和优势,开展多形式、多类型、重实效的继续教育活动。

在组织模式方面,针对国家科技任务、中科院科技任务、地方企业科技任务以及自主部署创新科技任务等不同类型的科研任务,分别采用相适应的科研组织实施模式,充分发挥大团队集中攻关和小团队自由探索的综合优势。对于重大科技任务,实行由所领导直接负责,统一组织所内科研资源和协调所外科研资源进行集中攻关的模式;对于重点关键技术突破方面的任务,建立由研究部门负责人直接负责、统筹协调研究部门科研资源,并协调所其它部门和单位资源进行集中攻关的模式;对于基础性、前瞻性、探索性的科学研究,充分发挥PI制的特点和优势。

在科技评价方面,改革过去多指标(如人才、论文、专利、获奖等)、多参数(如不同类型的科研经费、国际国内合作、转移转化、影响因子、引用次数等)、多目标(如质量管理、实验室建设与管理、安全保密、团队文化建设等)的考核评价模式,形成以评价创新人才队伍和重大创新贡献及核心竞争力为主、多指标与多参数为辅的评价考核模式。

成果篇： 创新硕果累累 为电力能源变革插上双翼

电工所自成立的那一天起,就以追求创新为目标。53年来,电工所取得了多项高水平的研究成果,蒸发冷却技术就是其中的典型代表。

电工所对蒸发冷却技术的研究缘自于1958年三峡工程大容量发电机设计、论证遇到的冷却问题。50多年来,电工所对这项完全意义上的自主创新技术的研究是一个一个脚印,取得了令人赞叹的成绩。1976年,电工所研制的1.2兆瓦蒸发冷却汽轮机在北京发电设备厂装机运行;1983年,两台10兆瓦蒸发冷却水轮机在云南大寨电厂运行。1992年,50兆瓦蒸发冷却水轮机在陕西安康水电厂运行。国家“九五”科技攻关重大成果“400兆瓦蒸发冷却水轮机”于1999年底在青海李家峡水电厂并网发电成功,被评为国家

“九五”科技攻关重大成果,并于2002年荣获国家科技进步二等奖。2011年12月,安装在三峡右岸地下电站的800兆瓦量级蒸发冷却机组成功完成试运行。这标志着蒸发冷却技术已真正成为可应用于大型或特大型发电设备的成熟技术,大大提高了我国大型发电设备制造业的技术水平。在蒸发冷却技术逐步应用于大型发电设备制造业的同时,它也赢得了国际同行和国内领导赞许的目光。2000年,国际大电网会议将蒸发冷却技术列入21世纪世界旋转电机技术的四大新进展之一。2004年11月,在中国科学院知识创新工程试点成果展览会上,顾国彪院士向中共中央总书记胡锦涛、中科院院长路甬祥等领导汇报了蒸发冷却技术50年发展的技术路线,得到了高度评价。

应用超导技术也是电工所很有实力和特色的研究方向。2011年4月19日,电工所承担研制的世界上首座超导变电站在甘肃省白银市正式投入电网

运行。这个目前世界上唯一的配电网全超导变电站创造了多项世界和中国第一,在核心、关键技术上获得了近70项完全自主知识产权,集成了我国超导电力技术近10年来最新、最先进的研究开发成果。它的运行标志着我国超导电力技术取得重大突破。其中,1MJ/0.5MVa超导储能系统是目前世界上并网运行的第一套高温超导储能系统;10.5kV/1.5kA三相高温超导限流器是我国第一台、世界第四台并网运行的高温超导限流器;630kVA/10.5kV/0.4kV高温超导变压器是我国第一台、世界第二台并网运行的高温超导变压器,也是目前世界上最大的非晶合金变压器;75米长10.5kV/1.5kA三相交流高温超导电缆是研制时世界上最长的三相交流高温超导电缆。近年来,电工所先后研制出多台超导冷却的超导磁体系统,零挥发超导磁体系统,高均匀度、高精度磁场分布的磁体系统。其中,“复杂磁场分布的高热容与热导无液氮超导磁体技术”项目荣获2009年度国家科学技术进步二等奖。

在超导材料及强磁场科学方面,电工所于2011年通过轧制组织和化学掺杂相结合的方法,抑制了铁基超导体弱连接问题,使其临界电流密度达到180安培,相应临界电流密度超过25000安培每平方厘米,提高了铁基超导带材的载流能力,使该项工作处于世界领先水平。为迎合新能源发电和电动汽车对储能的需求,电工所还开展了新型超级电容器储能及关键材料的研究,先后研发出一批具有自主知识产权的高性能电极材料,如采用化学还原和表面官能团修饰,制备出比电容高达348法拉第每克的石墨烯电极材料,达到世界先进水平。

电工所作为国内最早研究可再生能源发电的科研机构之一,多年来,取得了一系列研究成果。在光伏发电领域,先后在国内建成一批与建筑结合的并网示范电站。2008年建成当时国内单体规模最大的太阳能并网光伏电站——义乌国际商贸城三期1.295MWp太阳能光伏电站,以及北京国家体育馆100kWp并网光伏电站;2010年在西藏羊八井建成10MWp大型并网光伏电站;2010-2011年,在西藏又新建完成并网光伏电站30多座,户用系统5000多套,切实为西藏无电地区人民解决了教学和生活用电问题。在中科院“知识创新工程”重要方向项目支持下,开展了光伏微网系统关键技术研究,研制完成了250kVA、150kVA自同步电压源光伏逆变器样机和150kW智能充电控制器样机,填补了国内空白。2011年底,完成了青海玉树2MW水/光互补微网示范电站的现场安装。该电站建成后,将是国际上容量最大的多能互补微网发电系统。

在风力发电领域,电工所攻克了大功率变速恒频风电机组控制器、变频器、变桨距控制器和监控系统等方面的多项核心技术,在国内首次掌握了具有完全自主知识产权的电气控制系统全套解决方案,打破了国外核心技术垄断,实现了大型风电机组电气控制系统成套设备的产业化,产品性能达到同类产品国际先进水平,已成功应用于国内多个风电场。其中,1.5MW双馈变频器是自主研发的大功率变频器,首次在整机测试平台上通过电力科学研究院低电压穿越功能测试,处于国内领先水平。

在太阳能发电领域,完成了300m²大型高精度聚光器太阳炉的研制,目前该太阳炉的热功率排名世界第三;2010年底,研制成功了国际首台太阳能热发电站仿真机;2010年10月,建成具有完全自主知识产权的560m²槽式太阳能集热器,加热油温可达400℃,达到国际水平。2011年9月,电工所作为主

要起草单位,起草了国际上第一部太阳能热发电的国家标准;2011年7月,延庆1MW塔式太阳能热发电示范电站安装完成,太阳岛开始产生过热蒸汽,主蒸汽参数可达4.2MPa,403℃;2011年11月,延庆太阳能空气吸热器试验成功,加热空气温度高达850℃。此外,2011年,电工所代表中国加入国家能源署太阳能热发电和热化学组织,这标志着我国在国际热发电领域开始拥有话语权。

在磁悬浮与直线驱动技术方面,在国家“863”计划的支持下,电工所与国内其他单位共同合作,研制了具有自主知识产权的7500kVA大功率三电平IGCT交直交变频调速系统,自主创新攻克了大功率交直交变频调速的理论、控制、模块化设计、制造、集成及工程试验等重大难题,研制的变频器在现场投运三年多,系统运行稳定可靠。7500kVA大功率IGCT交直交变频调速系统的成功研制,打破了国外多年的技术封锁和产品垄断。该项目获得2009年度北京市科学技术一等奖和2010年度国家科技进步二等奖。

此外,电工所还联合国内知名企业,研制了具有自主知识产权的直线电机轨道交通系统,取得了大功率牵引直线电机的优化设计技术、牵引变流技术、大功率直线牵引电机高性能磁场定向控制理论及最优控制理论等核心技术的突破。

在电气交通技术方面,电工所成功研制了高效、高功率密度160kW大功率异步电机驱动系统,已有6套系统安装在北京121路电动公交车上,这是我国第一支正式运营的电动公交车队。在北京2008奥运会及残奥会期间,具有自主知识产权的核心关键技术——150kW交流电机驱动系统为奥运纯电动大客车提供高性能动力源,很好地诠释了科技奥运的内涵。

在微纳加工技术方面,电工所微纳应用技术团队在生物芯片点样仪技术的基础上,研制成功新型盲点胶打印系统。该系统样机先后服务于2008年北京残奥会、2010年上海世博会以及2010年广州亚运会。在2008年国际福祉博览会上,回良玉副总理和科技部等领导参观了样机和打印样品,给予了高度评价。电工所因此获得由中国残联颁发的“北京2008奥运会、残奥会无障碍辅助技术服务示范单位”荣誉称号。2011年1月,该团队获得由世博科技领导小组颁发的“世博科技先进集体”荣誉称号。

此外,电工所电磁生物工程研究团队在生物人工肝技术研发方面也取得了多项突破。与南方医科大学合作完成了往复式人工肝细胞接触式生物反应器及控制系统;与浙江大学医学院合作开展了“肝衰竭人工器官替代治疗研究”,并研制了新型生物人工肝治疗仪样机,在利用猪肝细胞对药物肝衰模型猪进行治疗方面,取得了成功。该研究获得2011年度浙江省医药卫生科技奖一等奖。

与此同时,电工所不断在智能电气装备、电子束曝光、新型电磁成像技术、微型能源与微型传感器技术、微型电网技术、电力储能技术、太阳能光伏电池制备新工艺、光伏检测技术、能源与电工新材料技术、可再生能源规划咨询、极端电磁环境、海洋发电技术等多方面加强原始创新,形成了一批基础研究成果。

几代电工所人的辛勤耕耘铸就了当代电工所人“创新求实、敢为人先”的创新理念。面向未来,电工所人将紧密围绕国家能源与电力供应安全的重大需求,在能源与电气科学领域以及和材料科技、纳米科技、生物科技、信息科技等学科交叉领域,力争取得重大突破,实现原始创新,为我国能源产业的发展作出应有的贡献!



延庆1MW太阳能热发电示范电站



青海玉树2MW水/光互补微网示范电站



7500KVA-IGCT交直交变频调速系统