

中国速度创造世界强度

——华中科技大学建设脉冲强磁场实验装置纪实

通讯员 杭慧 程 远

装置总投资仅为国际同规模装置投资的四分之一,建设周期仅为国际同规模装置的一半,而各项指标均达到或超过国际先进水平,自行研制的脉冲磁体更实现了90.6特斯拉的峰值磁场,磁场强度位居世界第三……

依托华中科技大学建设的国家脉冲强磁场科学中心(筹)通过自研自制,以中国速度打造中国强度,科研水平实现跨越式发展,使我国脉冲强磁场实验装置跻身世界顶级。

2014年10月23日,由华中科技大学承建的国家重大科技基础设施——脉冲强磁场实验装置通过国家验收,正式对外开放。

学习到超越 打造中国强磁场之路

强磁场是物理、材料科学、化学、生命科学、医学等领域前沿基础研究的重要实验条件,为满足我国科学研究对强磁场实验条件日益增长的迫切需求,2000年华中科技大学潘垣院士在国内率先提出尽快建设脉冲强磁场重大科技基础设施的建议,并亲自参与申报材料,一路推动着脉冲强磁场项目从梦想照进现实。

2007年初,国家发展改革委正式批准华中科技大学承担脉冲强磁场实验装置建设任务。根据项目规划,华中科技大学需在五年建设期内,建设11个短脉冲磁体、长脉冲磁体和长脉冲复合磁体,建设输电输运、磁特性、磁光特性、压力效应、极低温等7个科学实验测试系统以及相应的配套设施。2008年4月25日,教育部直属高校首批、湖北省首个国家重大科技基础设施项目——脉冲强磁场实验装置在华中科技大学奠基开工。

然而,当时我国脉冲强磁场技术与世界先进水平存在较大差距,技术人才也极度紧缺,华中科技大学将目光投向了海外,以“引进”和“学习”迈出了建设第一步。

在潘垣的力荐下,时任华中科技大学校长的李培根院士三次赴美邀请脉冲磁体专家、校友李亮回国主持脉冲强磁场实验装置的建设工作。被学校的诚意所打动,2007年4月,李亮辞去原有工作,只身回国就任强磁场中心主任,并于2009年入选首批“千人计划”国家特聘专家。此后,中心又先后引进了十余位具有国外留学经历的高层次人才,包括“千人计划”专家叶培德、“青年千人计划”专家吴燕庆、朱增伟等,形成了一支水平高、基础扎实、结构合理的科学研究及工程建设队伍,极大地推动了实验装置的建设进程。李亮教授所牵头的“脉冲强磁场科学与技术”团队于2011年成功入选教育部创新团队。

2008年,华中科技大学与比利时鲁汶大学共同承担比政府国际合作项目“80特斯拉超短脉冲强磁场开发研究”。在该项目框架下,强磁场中心先后有两名青年博士学生赴比利时进行了长达18个月的学习,得到被誉为“强磁场之父”的佛瑞兹·荷德拉教授指导,带回了脉冲强磁场技术领域的先进理论和核心技术。据强磁场中心常务副主任陈晋介绍,依托校方与国外高校的长期合作和交流机制,华中科技大学目前已有30余人次赴欧洲脉冲强磁场实验室进行合作研究,为中心培养了一批脉冲强磁场领域的技术骨干。

在装置的建设过程中,强磁场中心广泛邀请国内外专家来讲学与交流,先后聘请诺贝尔奖得主克劳斯·冯·克利青教授、美国国家强磁场实验室主任格蕾格·博宾加教授、德国德累斯顿强磁场实验室主任约亨·沃斯基察教授等8位国际知名专家担任中心顾问,来校指导强磁场装置建设,并先后与世界上最主要的三个脉冲强磁场实验室建立了密切的合作关系。在佛瑞兹·荷德拉教授的指导下,华中科技大学研究人员开发了脉冲强磁体设计软件,该款软件被欧洲脉冲强磁场联合项目“下



一代高性能强磁场实验装置设计研究”采纳为脉冲磁体设计工具,极大地提升了我国脉冲强磁场设计水平在国际上的地位。中心于2012年获批教育部和国家外国专家局创新引智基地。

“武汉的脉冲强磁场设施已经跻身于世界上最好的脉冲场之列,在电源设计和磁体技术方面取得的成就已经位列世界顶级。”2013年10月,美、德、日、法、荷、中6个国家29位强磁场领域的权威专家对脉冲强磁场实验装置进行国际评估,专家组组长、德国德累斯顿强磁场实验室主任约亨·沃斯基察教授在评估会上宣读了这一结论。

自主创新 “中国制造”引领世界潮流

2013年8月6日晚19点20分,对于国家脉冲强磁场科学中心来说,这是一个里程碑式的重要时刻。中心自行研制的脉冲磁体成功实现了90.6特斯拉的峰值磁场,再一次刷新我国脉冲磁场的最高强度记录,使我国成

为继美国、德国后世界上第三个突破90特斯拉大关的国家。产生这一历史性磁场强度的磁体、电源、控制系统等全套装置均为中心自主开发研制。不仅如此,中心坚守着“以自研自制为手段,掌握核心技术”的信条,已实现了中心内关键设备的全部国产。

线圈作为磁体装置的“心脏”,其材料和绕制方式是影响磁体整体性能的关键,而攻克这一难题的,却是中心一位“75后”的教授——彭涛。彭涛是由华中科技大学电气学院培养的博士,内线圈采用自制的高强超导铜合金导线,外线圈采用常规的软铜导线,彭涛将磁体的制造成本降到了美国、德国同类磁体的十分之一。他还在2010年为强磁场中心成功绕制了能实现75特斯拉峰值磁场的单线圈磁体,这是目前世界上采用软铜绕制的最高场强磁体。

当彭涛谋划着让绕制磁体产生的磁场再往上加一点时,中心的王绍良工程师则一心一意地做着温度的“减法”。从2008年7月到2011年3月,王绍良团队历经30多个月的艰

苦攻关,为中心添置了世界上首套利用吉福特-麦克马洪制冷机作为冷源的低温冷却系统。一般强磁场条件下的物理实验都需要极低温环境,国外强磁场多采用能降温至-269摄氏度的液氮,但液氮价格高,难采购。王绍良团队先后攻克传热、换热、低温密封等技术难点,自主研发了“用于脉冲强磁场科学研究的吉福特-麦克马洪制冷机样品冷却技术”,只需少量液氮,即可在5分钟内将用预冷过的实验样品降温至-271.8摄氏度,大幅提高了实验效率。

此外,中心还研发了一系列国际先进水平的关键设备,并掌握相关核心技术。自研自制的国内首创集成式脉冲强磁场装置,探测灵敏度为国际同类型装置最高的输电输运实验站,激光光源波长范围为国际同类型装置最宽的磁光科学实验站,独创的平顶波形脉冲磁体。

这一系列喜人的成绩,都深深地打着“中国制造”烙印。

边建设边开放 形成人才的“强磁场”

自2010年9月起,国家脉冲强磁场科学中心陆续将已经搭建完成的科学试验站对用户开放,北京大学的王健教授是最早进入输电输运科学实验站开展科学实验的研究者之一。

2012年底,项目进入瓶颈期的王健教授从北京来到武汉,国家脉冲强磁场科学中心的强磁场实验条件给了他惊喜。“60特斯拉的强磁场实验条件,帮助我完成了对单层硒化铁高温超导薄膜临界磁场的测定,这是该材料物性研究的重要进展。”

之后,王健教授便成了中心的“常客”,并与中心李亮教授、王峻峰副教授和夏正才教授开展合作。2014年初,单层硒化铁高温超导薄膜相关成果以快报形式发表在《中国物

理快报》上,文章发表后迅速得到国际学术界的重点关注,《科学》杂志以编辑推荐的形式对这一成果进行了专门报道。“这种新材料将应用于电子超导器件,或许能使芯片的集成程度再提高几个数量级”,王健对单层硒化铁高温超导薄膜的应用前景充满信心。

韩国庆熙大学金完荣教授和日本山形大学佐佐木教授组成的研究团队,利用中心的磁特性科学实验站,输电科学实验站,研究了多种拓扑绝缘体材料,在国际上首次在实验上证实Weyl半金属态的存在;强磁场中心韩俊波副教授则利用磁光科学实验站研究了Er³⁺+YVO₄单晶的磁场诱导光致发光巨增强效应,首创了一种高精度的磁场标定方法……

4年来,中心为德国德累斯顿强磁场实验室、美国普渡大学、日本东北大学、北京大学、南京大学、中科院物理所等50多个国内外科研单位开展了170项科学实验,实验站累计开放时数5790小时。开放实验所取得的代表性科研成果已经在SCI收录期刊发表论文300余篇。

如今,脉冲强磁场实验装置通过国家竣工验收。验收委员会认为,脉冲强磁场实验装置项目已按计划、按指标、按预算、高质量地完成了各项建设任务,形成了高效的组织管理机制和优秀的人才队伍,实现了开放运行,成效初显,潜力巨大。脉冲强磁场实验装置以其优异的性能,成为国际上最好的脉冲强磁场装置之一。

这一大型公用科学实验装置和研究平台,正摩拳擦掌,等待在物理、材料、化学、生命与医学等领域科学研究中大放异彩。项目技术总监潘垣院士表示,强磁场中心将积极做好装置的运行和开放工作,充分发挥国家重大科技基础设施的科学研究和人才聚集效益。

信息集装箱

京渝科技创新合作活动在渝举办

科技日报社(柯轩)近日,北京市科委带领清华大学等7家首都高校院所和北京交控科技等11家首都科技企业代表赴重庆,与重庆市科委联合举行“2014年北京市科委、重庆市科委科技创新合作活动”,推动京渝两市协同创新、资源共享。

首都科技条件平台京渝合作站和北京技术市场京渝服务平台是北京市科委和重庆市科委共同搭建的科技跨区域信息、机构、人才、人才、科技条件等方面的交流合作,推动北京、重庆共同实现创新驱动发展,增强两地的核心竞争力和可持续发展能力。

北京市科委委员王建新介绍说,把首都科技条件平台和北京技术市场带到重庆,就是希望快速响应重庆企业发展的创新需求,跟踪服务重大科技成果转化,为两地科技合作开辟绿色通道。未来,北京市科委将与重庆市科委将全力推动京渝合作站和服务平台的建设,为重庆企业的创新需求提供更好的服务。北京市科委将进一步落实科技部关于加强国际科技合作的要求,加强京渝科技交流,不断丰富合作内容,充分发挥科技创新对两地经济社会发展的支撑引领作用。

大象联盟打造“亲环境产品”全球交易平台

科技日报社(记者刘园园)日前,大象联盟国际经贸平台宣布正式投入运营。记者了解到,大象联盟国际经贸平台汇聚了来自全球各地的名优特产。与众不同的是,这个平台格外注重产品的“亲环境”特色。大象联盟董事长金成介绍,大象联盟以严苛的标准对产品进行甄选,生产过程中会污染环境的产品,使用后有害环境的产品以及含有对人体有害成分的产品都被排除在入选之列。在启动仪式上,大象联盟展示了平台上经营的多种“亲环境产品”的魅力。

网御星云网关产品进入NGFW Phase2时代

科技日报社(记者吴佳坤)近日,凭借对传统下一代防火墙NGFW(Next generation firewall)技术缺陷的分析和对用户需求的深度挖掘,网御星云在京举办NGFW-phase2发布会。

在发布会上,网御星云发布了新一代网关产品,该产品成功实现了从NGFW到NGFW Phase2的进化过程。

2009年以后,IT技术发生了翻天覆地的变化,一方面,以APT为代表的新型攻击手段层出不穷,另一方面,云计算、大数据技术的发展促成了Web应用从早期的个人应用扩展到企业应用、政府应用。但是,传统NGFW产品却一直未能实现技术上的关键性突破,也没有真正解决困扰用户的诸多实际问题。

中国北车“长客制造”动车组履职兰新线

科技日报社(李宁 记者张兆军)11月16日,由中国北车长客股份公司研制的CRH5型动车组正式履职兰新高铁,新疆正式步入高铁时代。这条专横中国西北的新疆、青海、甘肃三省区,全长1776公里,是目前世界上一次性建设里程最长的高速铁路。兰新高铁正式开通后,我国高原高寒风沙戈壁地区拥有了第一条高速铁路。

由中国北车长客制造的CRH5型车,是我国唯一一款可以在不同气候带连续运营的时速250公里等级动车组,具有优越隔热保温性能。长客重点攻克解决了车体隔热保温、封闭设备舱、设备防冻,以及电气、制动、控制设备的低温和冷热交变适应性等关键技术。而且该车已实现在哈大高铁、长吉城际等线路安全运营多年,经受住了多场暴风雪的考验。此外,CRH5型车之前曾在汉宜铁路分接受过高温“烤验”,验证了动车组的高温适应性。

舟山多端柔直系统成功实施联网孤岛互转试验

科技日报社(王栋 赵艳 李彦)舟山多端柔性直流输电系统日前成功完成联网孤岛互转试验,标志着这座世界首个五端柔性直流输电系统在交直流混联运行的关键技术上成功通过电网验证,取得重要突破。

舟山多端柔性直流输电示范工程7月4日通过168小时试运行。为进一步掌握多端

网御星云认为,NGFW概念已经到了必须被升级换代的时候了,而升级后的NGFW Phase2产品,在传统NGFW产品三级功能定义的基础上,则必须实现如下突破:实现对多种形态部署环境的支撑;为数据库访问、应用威胁、云计算提供足够的控制能力,并且和防火墙策略必须是紧密耦合时生效;支持高吞吐、低延迟,明确什么样的设计是实现高性能的必备条件;在确保应用服务支撑力的前提下,实现用户和网络、应用、数据的集成控制。

NGFW Phase2产品在策略管理、地址管理方面进行了重构,使单一地址对象可以支持多种复合类型的属性,同时一条策略支持多个不同组合的地址对象,全局策略冲突、删除、移动动态提示用户,从而实现对多种形态部署环

境的支撑。其次,基于攻防技术方面的研究,NGFW Phase 2产品包含了数据库访问控制技术,可以识别对数据库进行的敏感操作,如查询数据、删除数据、修改权限等操作,而通过IP、用户等多种过滤条件的结合,使其具有丰富的数据库访问组合控制条件。

再次,NGFW Phase 2产品具有统一集成引擎设计,可以在一条策略里实现所有功能。这种设计,使其实现了64字节小包万兆线速吞吐,功能全开时的应用层吞吐也能达到10Gbps以上,标准防火墙吞吐更是可以达到160G的水平。

最后,利用核心研究院的最新研究成果,NGFW Phase 2产品能够对虚拟机的流量进行标准的访问控制,同时执行全部的安全过滤动作,解决了虚拟机安全防护、物理的安全网关无法对虚拟机的流量进行控制,软件的安全网关无法达到大规模部署的性能要求等一系列难题。

除了高温高寒,强风沙天气亦会对动车组安全运营造成影响。兰新高铁第二双线途经烟墩峡风区、百里风区、三十里风区及大阪城风区等四大风区,最大风速每秒可达37.6米,严重时吹翻货车,同时沿线多处为戈壁干旱地区,周边有塔克拉玛干、古尔班通古特、巴丹吉林等几处沙漠,极易引起列车设备舱大量积沙,导致电气设备通风散热不良。CRH5型动车组转向架装有双套抗侧滚扭杆,并装有抗蛇形减振器,确保列车在大风条件下安全稳定运营,此外,列车车顶驾驶室及车下设备舱都是密封结构,可有效防止设备舱内设备受到风沙影响。

本次试验的成功实施,给科学安排供电、曝晒区域电网正常及检修运行方式、交直流供电通道负荷分配原则以及分区运行方式下同期并网方式的确定,提供了有力的技术支撑。为实现舟山多端柔性直流输电安全、可靠、灵活并网及充分发挥多端柔直对提升海岛电网供电的安全可靠性,保障新能源在海岛电网的安全接入具有重要的实践意义。

信息技术力促外语院校转型发展

科技日报社(胡加圣)“外国语大学正面临国内外大学办学理念和办学方式的严峻挑战,外语院校该如何定位、如何转型发展,如何得到社会各界的广泛关注,是摆在我们面前的一道新课题。”近日上海外国语大学举办的“外语教育发展高层座谈会”上,上外主管副校长杨力抛出了思考已久的问题。

以往外语类大学比较强调语言文学学科建设,而当前急需外向型、国际化高端专业

专家指出,外语类高校要用好信息技术,促进外语教育现代化、国际化、专业化,培养高端外语人才。据悉,上外以外语电化教学等杂志为代表的一批学术期刊,连续多年关注并积极支持外语教育信息化,学者们梳理出一套成熟的学科理论框架,外语教育正从传统学科转变为外语教育技术新学科,外语教学研究由此进入一个信息技术新科学的新时代。近日,该刊又举办首届“慕课时代的高等外语教育”研讨会,探索翻转课堂及慕课化外语教学及课程创新及复合型人才培养具有重要意义。

我国新材料产业创新亟须解决三大难题

科技日报社(记者付丽)“我国新材料产业必须在原始创新、集成创新和消化吸收再创新三个方面都加强,才能解决创新不足带来的产业发展问题,为战略性新兴产业的发展提供支撑和保障。”赛迪顾问新材料产业研究中心分析师冀志宏说。

冀志宏表示,新材料产品的原始创新具有投入大、周期长的特点,没有长时间的持续投入,很难开发出稳定的产品。而国内新材料领域的科研院所和相关生产企业大都急功近利,难以容忍长期“只投入,不产出”的局面,因此,新材料的原始创新步履维艰,让人望而却步。冀志宏指出,尽管国内很多稀土永磁材料企业的技术水平和生产成本都具有足够的竞

争优势,也有证据表明从时间上讲并没有侵犯日立金属的专利权,但就是因为没有申请专利,很多客户不敢购买他们的产品。

此外,中国的很多关键材料都需要依赖进口,但依靠消化吸收再创新,国产材料的性能也在不断提高,有些产品已经可以替代进口材料。

“然而在没有成功案例的情况下,即使国产材料的性能已经完全达到进口产品的标准,又有几家下游用户企业甘愿冒险,从小试、中试再到批量应用国产新材料呢?而对于国产新材料,不在最终产品上进行推广应用,又怎么知道性能是否完全达到要求呢?由此陷入了两难的境地。”冀志宏分析说。

专家呼吁加快可燃冰开发

科技日报社(记者谢宏)“石油的储采比还有40年,现在要尽快探寻‘后石油时代’的能源,可燃冰可能就是最佳的大宗替代能源。”国务院参事、国土资源部原总工程师张洪涛在2014国际矿业大会上接受科技日报社采访时呼吁,要加快可燃冰的开发。

张洪涛告诉记者,可燃冰有特殊的经济意义。可燃冰具有清洁特性,燃烧后几乎不产生任何残渣,比煤、石油、天然气都要清洁。赋存于海洋浅水生态圈,在高压下18℃时仍能保持稳定,分布于地球陆域的20.7%,海底的10%。储量巨大,其天然气资源量约为1.8-2.1×10¹⁶立方米,相当于全球已知煤、石油和天然气的2倍,是陆地甲烷总量的3000倍。可燃冰分布广

泛,目前全世界已经发现可燃冰共有100多处,获取宽样品的24处,大多数通过对地球物理资料的解释确定。

然而,可燃冰存在很大的开发难题,一是缺乏系统的理论依据,二是缺乏成熟的开发手段,三是缺乏有效的环保技术,甲烷的温室效应是二氧化碳的数十倍,天然气水合物中甲烷含量是大气中甲烷量的3000倍,如果开发不当,有可能引起海平面剧烈变化、海底地壳变形以及全球气候变暖。

张洪涛透露,可燃冰的开发技术是主要瓶颈,要攻克它才可以进入商业化试采阶段,日本正在牵头攻关,我国也正在开展相关的技术研发,不可低估它的难度。不过机遇难得,因为现在必然要发展清洁能源。

防水行业亟待创新

科技日报社(记者申明)近日,2014中国(太湖)建筑防水高端论坛在苏州举行。本次论坛围绕防水产业创新和升级,专家们深入剖析了我国防水产业当前存在的核心问题和商业模式弊端,并就政府监管和政策制定等进行了研讨,专家们一致认为:调整产业结构,进行产业创新,推动产业升级是我国防水行业发展的必然趋势。

“目前我国的建筑防水总产值已经超过1500亿元,行业的固定资产投资总额也在不断上涨,中国建筑防水协会理事长朱冬青在发言时指出,防水行业已建立完整的工业体系和上下游产业链。同时,防水行业面临诸多问题:产能过剩、市场恶性竞争激烈、假冒伪劣猖獗、节能环保压力剧增等。据中国建筑防水协会调查显示:建

筑屋顶的渗透率是95.33%,地下室渗透率是57.51%,住宅的渗透率是37.48%。房屋渗漏问题已经成为房屋质量投诉的热点之一。”

对此,朱冬青表示,造成我国建筑渗漏现状严重的原因在于我国建筑制度和管理体系上存在最低价中标、层层分包,建筑监管不到位,任用无技术施工员等等。

江苏凯伦建材股份有限公司总经理李忠人表示,“引领技术进步,推动产业升级是防水企业发展的最终方向。”他认为,解决渗漏顽疾,必须动员政府、行业、企业和社会力量,齐抓共管,综合治理,包括建设全链条质量管理体系,通过执法信息、违规信息、失信信息、质量失信“黑名单”等信息公开有效遏制无序竞争,企业承担防水材料和工程质量安全的主体责任等。