

煤基清洁能源国家重点实验室 实现煤电近零排放

文·本报记者 李禾

1月28日,中国石油经济技术研究院在京发布《2014年国内外油气行业发展报告》。报告显示,煤炭消费占一次能源消费比重比上年下降2.1个百分点,仍达到63.9%。

在日前举行的“2015中国煤炭高峰论坛”上,国家能源局煤炭司司长方君实指出,“十二五”期间,随着经济发展的三期叠加,煤炭行业也走上了结构调整阵痛期。从2012年开始,煤炭价格持续下降,企业亏损面扩大,经济效益下滑,产能过剩,煤炭行业进入了相对困难时期。如何使煤炭行业脱困?恐怕实现煤炭能源清洁开发利用和近零排放,与可再生能源协同发展,才是未来中国能源与煤炭发展的唯一道路。

首座IGCC电站实现绿色煤电

华能集团煤基清洁能源国家重点实验室研发的绿色煤电技术,是开发以煤气化制氢和氢能发电为主,并对二氧化碳进行分离处理的煤基清洁能源系统,可实现燃煤发电污染物和二氧化碳的近零排放。

据悉,当前世界上仅美国、欧盟、日本等少数国家和地区有能力进行绿色煤电技术的研究及示范。而我国在“九五”科技攻关、“十五”和“十一五”863计划的持续支持下,于2006年开始实施“绿色煤电计划”。

IGCC即整体煤气化联合循环发电系统,是把洁净的煤气化技术与高效的燃气循环发电系统结合起来。相对常规燃煤机组,IGCC电站技术可在能量转换的同时以较低代价实现二氧化碳的捕集。IGCC电站节水性能良好,比同容量同种冷却方式燃煤机组耗水量少1/3—1/2。IGCC技术还可与煤制天然气、煤制油、煤气化制氢、化工产品生产等过程结合组成多联产系统,根据市场需要进行调节,联产热、电、燃料、氢气及化工产品。

华能天津250MWIGCC示范电站是我国第一座IGCC示范电站,也是世界上为数不多的几座大型IGCC电站之一。电站关键设备的研制、设计和建设均由国内提供和完成,基本实现了IGCC电站技术的国产化。其中,实验室开发出

“华能集团煤基清洁能源国家重点实验室在绿色煤电技术、二氧化碳减排技术、700℃先进超超临界燃煤发电技术、煤的清洁燃烧技术等方面进行了长期自主研发,研究成果已在华能天津250兆瓦(MW)IGCC示范电站、华能北京热电有限公司3000吨/年二氧化碳捕集装置等项目中得到成功应用。”华能集团清洁能源技术研究院院长、实验室主任许世森在接受科技日报采访时介绍,如绿色煤电技术涵盖的大型高效煤气化技术、燃烧前CO₂捕集与封存技术、燃料电池发电技术、系统集成技术等,实验室均开展了自主研发,为绿色煤电计划的实施提供了技术支持和经验积累。

的具有自主知识产权的2000t/d两段式干煤粉加压气化炉实现工业化。与现有气化技术相比,该气化炉具有煤种适应性好、转化效率高、耗氧量低、环保性能好、可靠性高的特点,达到了同类技术的国际先进水平。该气化炉后续还在煤化工项目中得到推广应用并出口美国,进入发达国家能源市场。

2014年,华能天津IGCC电站机组总发电量10.8亿千瓦时,累计运行时间5543小时。气化、净化、燃机和空分系统已基本达满负荷,全厂实现了长周期稳定运行。据测试,华能天津IGCC电站的实测硫排放与粉尘排放都小于1毫克/立方米,脱硫效率超过99.99%,氮氧化物排放控制在燃气轮机机组设计工况运行时小于50毫克/立方米,低于我国燃机排放限值。若辅助配合脱硝装置,氮氧化物排放可进一步控制在10毫克/立方米以下。另外,电站可实现将煤中的硫全部回收为副产品硫酸,不会形成二次污染。

“华能天津IGCC运行的可靠性和可用率均优于国外IGCC的水平。今后,实验室还将继续开展绿色煤电计划后续阶段的工作,重点研究大型IGCC机组、3000吨/天级干煤粉气化炉、熔融碳酸盐燃料电池发电系统等核心工艺和工程、运行以及控制技术,不断推动我国在绿色煤电领域的技术进步。”许世森说。

开我国燃煤电厂二氧化碳捕集先河

碳捕集、利用与封存(CCU)是一项大规模温室气体减排技术,据亚洲开发银行研究,如不采用CCU技术,我国碳减排成本将多付出30%。在2014年北京APEC会议期间,我国承诺将二氧化碳排放峰值控制在2030年左右。碳减排峰值目标的确定也意味着在2030年以前,我国CCU技术需完成产业化布局以完成减排任务。

近年来,国际范围内非常重视CCU技术创新及项目示范。当前全球已建、在建和计划建设

的CCU项目,包括单一的捕集、利用或封存环节项目和同时考虑捕集、利用与封存的全流程项目超过200个,其中全流程项目约60个。

许世森介绍说,我国CCU技术起步相对较晚,总体上仍处于研发和早期技术示范阶段。特别是与国际先进水平相比,我国CCU技术在核心技术、关键装备研制、系统集成与全流程工程规模等方面仍有差距。华能集团煤基清洁能源国家重点实验室通过技术研发及多个示范项目



我国首座整体煤气化联合循环(IGCC)电站——华能天津IGCC电站

的建设和运行积累了宝贵的经验,具备了规模化捕集系统设计能力。

据悉,实验室研发团队于2008年建成华能北京热电厂3000吨/年二氧化碳捕集试验示范装置,并投入商业运行。该装置作为我国第一套工业级的燃煤电厂烟气二氧化碳捕集系统,全部采用国产设备,捕集到的二氧化碳纯度为99.5%,进一步精制后产出的液体二氧化碳纯度为99.997%,达国家食品级标准。

“该项目标志着我国在燃煤发电领域,二氧化碳捕集技术首次得到应用。”许世森说。

2009年12月,实验室研发团队建成当时世界上最大的燃煤电厂二氧化碳捕集工程——华能上海石洞口电厂12万吨/年烟气脱碳工程,该装置的能耗有了大幅降低,标志着我国在该技术

领域达到了世界领先水平。

2012年11月,实验室采用专利技术并承担工程设计的榆林煤化5万吨/年二氧化碳提纯工程建成投产,纯度达99%,并进行了利用二氧化碳提高石油采收率的前导性试验。

2012年,实验室参与挪威石油公司百万吨燃气轮机二氧化碳捕集工程的投标,建成了我国第一套燃气轮机二氧化碳捕集装置,规模为1000吨/年,完成了3000小时的连续运行测试,保证系统运行和排放满足北欧最为严格的质量环保体系要求。

“围绕该研究方向,实验室未来还将研制出具有自主知识产权的高效、低能耗、大型二氧化碳捕集、利用及封存一体化核心技术和成套技术,在世界范围内引领行业技术进步。”许世森说。

超超临界燃煤发电技术与国外基本同步

700℃超超临界燃煤发电技术是目前世界上最为先进的火力发电技术,机组净效率可达50%以上,能显著降低燃煤电站的煤耗、污染物排放水平。

据了解,华能集团煤基清洁能源国家重点实验室的研发团队承担了国家能源领域重点项目《国家700℃超超临界燃煤发电关键技术与设备研发及应用示范》的牵头组织工作,并负责我国首个关键部件炉内挂片试验平台的建设及运行工作。该项目对于完成我国火电结构优化和技术升级,实现我国火力发电行业的跨越式发展具有重要意义,将带动我国发电设计、装备制造、高端材料生产企业的技术进步,提高相关企业的国际竞争力。

经攻关研究,在试验平台建设和材料研究方面,实验室已完成700℃试验验证平台技术设计

和施工设计,掌握了目前国内外有望应用于700℃机组的主要材料的相关技术特性,试验平台各主要部件正在进行制造加工,计划于2015年完成平台建设并投入试验运行。在系统优化方面,实验室创新性地提出了“M”型布置和前置布置的700℃先进超超临界燃煤锅炉结构形式,已获得国家发明专利和美国专利。

目前,我国700℃超超临界发电技术研发进展与国外基本同步。

“未来,实验室将紧密结合700℃验证试验平台的建设和运行,与相关研发单位紧密配合,完成700℃超超临界燃煤发电机组高温镍基合金材料的选择、研制和挂片试验研究,开发具有自主知识产权的锅炉设计技术,为我国率先在世界上建设和运行世界首台700℃超超临界发电示范机组提供技术支持。”许世森说。

■ 读数读图

我国煤炭产量出现 2000年以来首次同比下降



“脱困”将是煤炭行业近年的关键词。据媒体报道,2014年在市场需求不旺、产能建设超前、进口规模依然较大等多重因素影响下,煤炭市场供大于求矛盾突出,库存增加、价格下滑、效益下降,企业经营压力加大。

在1月23日举行的中国煤炭工业改革发展情况通报会上,中国煤炭工业协会副会长姜智敏介绍,2014年前11个月全国煤炭产量35.2亿吨,同比下降2.1%,预计全年产量同比减少2.5%左右。这是我国煤炭产量自2000年以来的首次下降。

根据煤炭协会预测,2015年我国煤炭市场供求关系将逐步得到改善,但受多重因素影响,市场供大于求的态势还难以根本性改变,企业经营压力依然较大,煤炭行业经济运行形势依然严峻。

从需求分析,2015年我国经济增长将进一步放缓,国家调控能源消费总量,提高非化石能源在一次能源消费中的比重,大幅度降低单位GDP能耗,降低大气污染物排放,降低煤炭占一次能源消费的比重,能源结构将进一步得到优化,煤炭需求强度将进一步降低。

从供应看,一方面,我国煤炭产能释放压力加大,全球煤炭市场产能过剩,煤炭进口仍将保持较大规模;另一方面,国家严格治理违法违规煤矿生产建设、治理不安全生产、超能力生产和限制劣质煤生产与消费,煤炭产量盲目增长的势头将得到遏制。

姜智敏表示,当前我国经济发展已经进入新常态,煤炭行业也将进入需求增速放缓期,过剩产能与库存消化期,环境制约增强期和转方式调结构攻坚期。

■ 实验室动态

福建新增16个省企业重点实验室

日前,福建省科技厅批准建设福建省建筑涂料企业重点实验室等16个省企业重点实验室,旨在建立以企业为主体、市场为导向、产学研相结合的技术创新体系,服务我省经济社会发展需求。

截至目前,我省已批准建设3批共62个省企业重点实验室,主要分布于能源、农业、制造、材料、信息、家电等领域。旨在推动企业产学研联盟,提高企业创新能力和科研水平,促进人才培养,吸引国内外人才,提升企业自主创新能力和产业竞争力,促进企业成为技术创新的真正主体。

此次获批新建的省企业重点实验室,是2012年以来的第3批,共有三棵树涂料股份有限公司、立达信绿色照明股份有限公司、国网福建省电力有限公司等16家科技型企业。

据了解,国际上著名企业都有自己的实验室或研究机构,依靠持续创新引领企业发展。我省企业近年来创新能力有长足进步,对基础研究和应用基础研究越来越重视,内在的需求也越来越强烈,省科技厅将持续推动建设和发展一批目标明确、机制创新、设备先进、人才聚集的省企业重点实验室,提升企业自主创新能力和产业竞争力,促进企业成为技术创新的真正主体。

据悉,2014年,省企业重点实验室为企业和社会服务4032个项目,技术咨询与服务金额14955万元;与企业合作承担科技项目193项,金额6982.4万元;科技成果转让57项,转让金额2639万元。进一步促进产学研结合,增强企业创新能力,科技促进经济得以实现。

龙岩矿产品检测国家重点实验室成立

福建龙岩国家矿产品检测重点实验室近日通过国家质检总局专家组的验收。这标志着由龙岩市检验检疫局负责建设的华东地区首个矿产品检测国家重点实验室正式建成。

据悉,龙岩市成立的国家矿产品检测重点实验室是国家质检总局支持闽西苏区和革命老区振兴发展的重点项目。经过4年的建设,该实验室的技术水平突飞猛进,综合实力从全省末位跃居全省13个分支局第六,科技实力从末位跃居第四,国家认可项目从2010年的34项扩增至503项,检测范围覆盖39大类产品,为龙岩市产业发展和转型升级提供强大的检测保障和权威技术支撑。

■ 一线对话



“从工业来到工业去”

——访煤基清洁能源国家重点实验室主任许世森

文·本报记者 李禾

“作为企业里的国家重点实验室,煤基清洁能源国家重点实验室在进行科研的同时,以满足企业发展的科技需求为目标,形成了‘从工业来到工业去’‘从基础研究到示范工程’的特色研究方式。”华能集团清洁能源技术研究院院长、实验室主任许世森这样总结该实验室的“特色”。

在接受科技日报记者采访时他表示,华能集团高度重视实验室的建设工作,聘请了国际一流的实验室设计团队,按照国际一流的标准进行现代化实验室的建设工作,通过设立科技项目的形式,对实验室工作进行支持,保证每年的科技经费投入等。

科技日报:煤基清洁能源国家重点实验室如何获得如此巨大的成功?

许世森:这是由于实验室在技术转化、合作交流以及实验室经费投入方面具有明显的优势。

技术转化方面,得益于实验室长期工作的积累,目前实现了多项技术的产业化。如实验室开发的大型循环流化床锅炉防腐技术,在近50台300兆瓦(MW)循环流化床(CFB)锅炉上获得成功应用,占国内已投运300MW CFB锅炉的85%以上。开发的DSB低氮煤粉燃烧器,已经在9台300MW及2台600MW锅炉上成功运用,还有27台锅炉正在改造施工中。实验室开发的电袋除尘器技术已经在3台300MW及2台660MW锅炉上成功应用等。

合作交流方面,实验室依托单位中国华能集团公司是二氧化碳捕集、利用与封存(CCU)产业技术创新战略联盟的第一任理事长单位,实验室承担了多项国家重点国际科技合作项目,负责参与“中-澳清洁煤技术合作项目”、“中-意CCS技术合作项目”和“中-美清洁能源联合研究中心-清洁煤技术合作项目”。与国际知名研发机构和能源企业进行了广泛深入的交流与合作。

实验室参与了“中美清洁能源联合研究”“中国-欧盟CO₂捕集与封存合作项目”“中英煤炭利用近零排放项目”,与国家能源局、澳大利亚资源、环境与旅游部签署了关于在我国进行燃煤电

厂100万吨/年二氧化碳捕集可行性研究的协议。与美国南方电力公司就燃烧前二氧化碳捕集技术开发与测试达成初步合作意向,与美国杜克能源公司提交中美绿色合作伙伴申请,与美国劳伦斯利弗莫尔国家实验室就页岩气开发签订了相关协议,与美国宾州州立大学、肯塔基大学就未来在煤炭清洁利用领域进行合作研究达成合作意向,与挪威石油公司和意大利电力公司合作进行CCS项目技术研究。通过国际合作,提升了自身水平,扩大了实验室在清洁能源技术方面的国际影响力。

此外,华能集团高度重视实验室的建设工作,聘请了国际一流的实验室设计团队,按照国际一流的标准进行现代化实验室的建设工作,通过设立科技项目的形式,对实验室工作进行支持,保证每年的科技经费投入等。

科技日报:与一般实验室相比,煤基清洁能源国家重点实验室有何特点?

许世森:作为企业里的国家重点实验室,煤基清洁能源国家重点实验室在进行科研的同时,以满足企业发展的科技需求为目标,形成了“从工业来到工业去”“从基础研究到示范工程”的特色研究方式。

以低氮氧化物燃烧器为例,实验室在电厂锅炉实际运行分析研究的基础上,提出了低氮氧化物燃烧器的开发目标,随后进行了实验室的基础试验研究、低氮燃烧理论分析,开发相应的技术并进行集成,再利用华能集团下属的电厂进行工程示范,实现技术的产业化。

借助依托单位的平台,进行工业性试验研究,也是实验室的重要特色。实验室从1997年开始进行两段式干煤粉加压气化技术的开发,在2005年时建成36吨/天的工业示范装置,经过逐级放大,最终在天津IGCC示范电站建成2000吨/天的两段式干煤粉加压气化装置。利用此平台,在电厂进行商业运行之前,实验室开展了运行测试,对各项技术指标进行了验证,对运行控制方法进行了优化,使装置在商业运行阶段达到比较好的状态。

同样的特色也体现在二氧化碳减排技术开发方面。实验室利用建成的3000吨/年以及12万吨/年的二氧化碳捕集装置,开展了运行参数对捕集性能影响的研究,对不同的烟气预处理方法进行对比分析,并将实验室测试出性能优越的吸收剂应用到3000吨/年捕集装置上,进行实际吸收性能的测试检验。

科技日报:在煤的清洁燃烧技术方面,实验室还做了哪些工作?

许世森:实验室还开展了大型循环流化床技术(CFB)、燃煤超超临界发电技术等研发和实践。

研究涵盖了循环流化床锅炉主机设备(锅炉)的技术开发、技术咨询与服务、循环流化床锅炉辅机产品开发、辅机系统工程技改、流态化相关产品技术开发、发电厂节能减排技术、燃煤发电厂污染物排放控制等领域。

从“六五”开始,在国家项目的持续支持下,实验室研发团队自主开发了100MW、200MW和330MW循环流化床锅炉机组,均作为国内首台示范机组投入运行,开发了高效炉内脱硫技术、高效SNCR脱硝技术、流化床轻度气化褐煤提质技术、循环流化床锅炉新型外置换热器、中心供风系统、高效循环灰控制及排放系统、煤泥及电石渣干燥技术、主动多阶炉内防腐综合治理技术、FAC型流化床式冷渣器、新型防漏渣风帽等新技术,完成了全国百余台锅炉的启动调试、优化调整、性能考核、设备消缺、系统诊断和技术改造等在内的各种技术咨询服务工作,为我国循环流化床锅炉技术进步和机组安全建设、经济运行做出了贡献,同时也取得了出色的工程化及产业化成果。

另外,实验室建设有世界先进、国内领先的循环流化床技术开发试验室,其中包括炉膛净高度世界最高、世界上容量最大的循环流化床燃烧试验台。

为解决我国储量巨大的低质、特殊燃料利用的突出问题,实验室将继续在该技术方向开展深入研究。