

# 清洁高效煤粉工业锅炉系统的实践者

## ——访煤炭科学研究总院节能分院副院长纪任山

□ 本报记者 束洪福

煤炭是地球上蕴藏量最丰富,分布地域最广和最易储存的化石燃料。被人们誉为黑色的金子,工业的食粮,是十八世纪以来人类世界使用的主要能源之一。然而,燃烧煤炭产生的二氧化碳排放占到全国80%,是最大的空气污染源,迫切需要通过自主创新推动能源生产和利用方式变革,大幅降低能源消耗强度和二氧化碳排放强度,有效控制温室气体排放,提升煤炭提质与资源综合利用、高效燃煤发电、先进煤基洁净燃料、污染物控制及资源化利用、工业节能、重大装备研制等技术和能力,建立世界一流研发平台,培养世界一流科研队伍,发展世界一流技术,获得世界一流成果。

煤粉工业锅炉技术是一种以“煤粉燃烧技术”为核心的先进工业锅炉换代技术,应用该项技术可有效提高燃煤工业锅炉燃烧效率,降低运行成本,获得显著的节能减排效果,推广清洁高效煤粉型工业锅炉系统,是实施洁净煤战略的有机组成部分之一,更是提高煤炭洁净高效利用的有效手段之一。日前,记者就如何全面实施“洁净煤”战略,不断提升煤炭利用效率,满足国家节能减排“减法”、经济发展做“加法”,采访了煤炭科学研究总院煤炭高效洁净燃烧利用领域的青年专家,煤粉工业锅炉产业的年轻带头人——纪任山。

### 致力创新 扎根科研

煤的高效清洁燃烧利用,是目前我国热门的研究课题,其关键是如何处理煤燃烧的系统技术。高效工业煤粉锅炉技术可实施炉内脱硫(脱硝),燃烧器采用低氧分级配风设计,煤粉燃烧充分,锅炉换热效率高,煤粉颗粒强化燃烧,燃烬率高、空气过剩系数小,锅炉系统热效率高,燃烧过程中产生的SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>含量低,烟气采用布袋除尘,粉煤灰综合利用,无二次污染,对功率较大的电气设备变频控制,节电效果明显。是解决我国能源安全,调整能源结构,减少城市污染物排放的有效途径。

2014年3月,中国煤炭工业协会、中国城镇供热协会分别组织召开了“煤粉型工业锅炉清洁高效利用现场会”和“煤粉锅炉供热技术研讨会”,大力推荐煤科院高效煤粉工业锅炉系统。



高效煤粉工业锅炉系统研发初期团队合影(左三王乃继,右一纪任山)

3月26日,国家能源局发展规划司在北京组织召开了由煤科院承担的“十三五”煤炭清洁高效发展若干重大问题研究”课题开题会。“十三五”煤炭清洁高效发展若干重大问题研究”课题是国家能源局部署的“十三五”能源规划前期重大问题研究20个课题中唯一一个针对我国主体能源——煤炭资源的清洁高效开发,特别是清洁高效利用方面展开全面且有重点的综合研究课题,其研究工作的启动及后续的研究成果对于科学编制及有效地服务于我国“十三五”能源规划具有重要意义。

在我国,煤炭占一次能源消费比重近70%,富煤少气贫油的能源结构,决定了煤炭清洁利用的必要性。但是,以煤为主的能源结构和能源消费总量持续增长,使我国污染控制和环境保护依然面临巨大压力。到2020年,如不采取有效措施,即使按照污染物产生量最少的情景预计,二氧化硫、氮氧化物年排放量将分别达到4000万吨和3500万吨。燃煤污染作为能源环境问题,将对经济和社会发展产生重大影响和制约。

煤炭科学研究总院是我国煤炭行业唯一的综合性科研机构和技术创新基地,拥有优秀稳定的人才队伍,设有“国家能源煤炭高效利用与节能减排技术装备重点实验室”、“煤

炭资源高效开采与洁净利用国家重点实验室”等十多个国家及行业重点实验室和研究中心,及配套的核心设备生产基地。承担了煤炭行业70%以上的科技攻关项目,累计科技成果5000余项,获得国家、省部级科技奖1000余项,各类专利500多项。伴随着我国科技体制改革的步伐,始终坚持以“推动煤炭科技进步,发展节能环保产业”为企业使命。

煤科院研制的高效煤粉工业锅炉系统具有清洁燃烧、高效运行、显著节煤、节约占地、简易操作、友好环境等特点。目前,煤科院在东部沿海和北部高寒地区的煤炭企业集团、市政热力和大型工业园区市场取得了很好的推广业绩,已在天津、河北、山东、安徽、江苏、浙江、福建、广东、广西等地区,内蒙古、陕西、山西、甘肃等西部高寒矿区,共计20多个省市地区建成推广应用煤粉工业锅炉系统500余台套,近万蒸吨等效容量。

纪任山作为我国高效工业煤粉锅炉技术的研发创始人之一,十多年如一日扎根科研,产业第一线,参与或主持国家重点项目10多项,取得专利40余项,其成果引领行业发展,填补了国内空白,为中国煤炭高效低碳利用打下了坚实的基础。2013年,纪任山光荣获评第二十二届孙越崎科技教育基金“优秀青年科技奖”,成为他科研工作中一个

新的起点。

### 高效清洁 技术先进

我国以煤为主的能源结构和能源消费总量持续增长,使我国污染控制和环境保护依然面临巨大压力。初步研究预测,到2020年全国煤炭消费量将达到48亿吨左右,在一次能源消费结构中的比重仍达60%以上。燃煤的大量粗放式使用,无疑成为我国大面积雾霾的一大根源。

高效煤粉工业锅炉系统是煤炭科学研究总院在国家科技支撑计划,863计划及国际科技合作专项资金的支持下,历时数年,独立开发成功的拥有全部自主知识产权的高科技产品。相对于传统燃煤工业锅炉而言,高效煤粉工业锅炉更具清洁环保、循环发展、环境友好、节能降耗等优良特性,不仅符合国家十分紧迫的节能减排形势和政策导向,还是传统高污染、高能耗燃煤工业锅炉的升级换代产品,也是油、气锅炉的理想替代品。

2001年刚刚工作就参与到王乃继博士的煤气化燃烧、工业炉二次增氧燃烧、消烟及除尘等洁净煤技术开发工作中。当时,身为带头人的王乃继博士总是耐心地年轻人进行关心和疏导,前辈的言传身教成为纪任山科研事业的重大转折,也为他的科研工作确立了标杆。跟随导师,他先后参加了煤科院技术创新基金项目“气化、燃烧集成耦合装置及连锁自动控制技术系统”的开发,中日合作项目“链条锅炉高效煤粉燃烧专家诊断系统开发”,以及煤科院青年基金课题“链条炉层状煤燃烧特性研究”等项目的研究工作。

纪任山在工作中不断钻研,受王乃继博士科研精神的影响,他提出了我国层状煤燃烧特性的评价方法,为热煤气燃烧开辟了新的应用领域,并先后到山西、江苏、上海、湖南、内蒙及北京的工程现场进行技术服务。在项目实施过程中,他积极与专家的技术人员探讨,解决关键技术环节,虚心向各领域专家学习,不仅顺利完成了工作及试验任务,也使自身的知识层面不断拓展,提高了职业技能和业务水平。

多年来,纪任山一直潜心研究煤粉高效洁净燃烧技术,并取得了丰硕的研究成果。先后主持并参与了国家“十五”科技攻关项目“中小型高效煤粉锅炉技术系统开发研究”



高效煤粉工业锅炉房内部

“十一五”科技支撑项目“高效工业煤粉锅炉系统及关键技术”、国家863计划项目“小容量高效低污染煤粉燃烧技术”、国际合作项目子课题“煤粉工业锅炉系统供料新技术开发和燃烧优化”、“高效煤粉工业锅炉关键装备的合作研发”等多项国家级科研项目;作为执行负责人,参与组建“国家能源煤炭高效利用与节能减排技术装备重点实验室”及“煤炭资源高效开采与洁净利用国家重点实验室”。在以上项目的支持下,纪任山带领研究团队解决了无脉动供粉、中小型煤粉空气分级低氮燃烧、锅炉受热面无积灰换热等一系列关键性技术难题,成功研发出2-100t/h煤粉工业锅炉系统技术及装备。该技术集10-50万t/a煤粉制备工艺、煤粉安全储存及运输、重力式浓相供料、空气无级分级低氮燃烧、锅炉本体、一体化脱硫除尘、智能测控等关键技术于一体,系统热效率达90%以上,污染物排放浓度远低于国家或地方环保指标,实现了煤粉的高效、洁净燃烧利用。

### 煤燃之“困” 除霾之“急”

煤炭燃烧是雾霾的重要污染源,但是防治雾霾又不能不烧煤,关键是怎么烧和烧后如何处理?由煤炭精细化利用、开发的先进煤燃系统,必将成为燃煤工业锅炉的必然选择。纪任山长期深处科研和产业一线,熟悉我国煤燃锅炉的现状和性能,通过参与或主持一批国家重点研发项目研究知道“困”与“急”,对我国煤炭清洁高效利用领域的先进煤燃气化、水煤浆、煤粉及锅炉技术等科研、产业更是一腔热情。他介绍说,锅炉按用途划分大至分为两种:发电站锅炉和工业锅炉。我国发电用锅炉与国外差异很小,而工业锅炉企业生产的工业锅炉,由于同业竞争严峻,技术落后,受生产条件和规模所限,仅相当国外“二战”时期的水平。发达国家依托煤粉液相燃烧技术,发展的煤粉工业锅炉系统

已很成熟。我国工业锅炉热效率较低,能耗大,设计经济运行热效率为72%—83%,实际运行效率60%—65%,远低于设计水平和国际平均水平。而工业锅炉燃煤又多为没有洗选的原煤,灰分硫分较高,且粒度质量较差,是导致燃烧效率低、污染物排放水平较高直接原因。目前,我国煤粉锅炉的污染物排放已能做到与燃油、燃气锅炉接近,而分别采用轻油、天然气、煤粉作为燃料的锅炉,其运营成本之比大至为5.3:1,煤粉锅炉最便宜。煤粉锅炉具有燃烧效率高、污染物排放少的天然优势。如果工业锅炉采用我国自主知识产权的高效煤粉锅炉,可将蕴涵着上千亿元产值的市场激活。

检测数据显示,与传统的链条锅炉相比,煤粉型工业锅炉系统平均效率由65%提高至90%,综合节煤率达30%以上;煤粉型工业锅炉系统实测烟尘排放仅为11毫克/标准立方米,远低于传统链条锅炉的80毫克/标准立方米,与天然气锅炉的排放水平相当;二氧化硫排放不超过100毫克/标准立方米;氮氧化物排放不超过200毫克/标准立方米。与燃煤链条锅炉相比,烟尘排放降低85%以上,减少二氧化硫排放30%至40%,减少氮氧化物排放50%左右,并大大减少可吸入颗粒物的排放量。

据统计,煤炭科学研究总院从1999年开始,在消化吸收国外先进煤燃工业锅炉技术基础上,对煤粉安定储存、无脉动密相输送、二次空气无级分级配风、前置强化燃烧、烟气再循环、高倍率灰钙循环烟气脱硫等关键技术进行了开发创新,创立了煤燃工业锅炉行业的系统集成运作“鸟链”模式,开发了3个系列15个标准化产品,获得了31项专利,3项省部级科技奖,开启了我新型煤粉锅炉的设计、制造和使用的新篇章。这项创新成果2007年通过国家技术鉴定。

# 高效照明期待继续推进

□ 胡利娟

今年全国节能宣传周从6月8日开始。推广高效照明产品是宣传重点之一。6年前启动的财政补贴推广高效照明产品工作,累计推广高效照明产品7.8亿只以上,年可节电320亿千瓦时,减排二氧化碳3200万吨,取得了“用户节电省钱得实惠”的良好效果。

如今,财政补贴推广已近尾声。中国逐步淘汰白炽灯,加快推广节能灯项目办公室(绿照项目办)副主任吕芳表示,巩固推广成果,继续推进,已到了关键的时期。

### 民心工程

推广高效照明产品是我国实施绿色照明工程中的重要节能项目之一。

中国照明电器协会理事长刘升平说,在早期推广时,进展并不是太理想。大部分都用于出口,国内市场几乎看不到好的高效照明产品,这才有了政府引导和中央财政补贴。

2007年12月,财政部、国家发展改革委联合印发了《高效照明产品推广财政补贴资金管理暂行办法》,并明确中央财政设立专项资金,促进高效照明产品替代在用的白炽灯和其他低效照明产品。其中,大宗用户每只高效照明产品,中央财政按中

标协议供货价格的30%给予补贴,而城乡居民用户每只则按50%补贴。

2009年,为探索中小城市和农村地区高效照明产品推广机制,绿照项目办先后在全国27个地区开展了高效照明产品捐赠推广活动,累计捐赠推广产品2587557只,覆盖22个省(市、自治区)的240多个县。

实践表明,财政补贴推广政策不仅成为国内“居民节电省钱得实惠、社会节能减排扩内需”的民心工程,也是国际上一致认可的亮点工程。

### 成效显著

“根据绿照项目办连续5年开展的中国照明市场调查数据显示,高效照明产品市场占有率在逐年提升,2012年已达到80%。”吕芳说,质量好、价格适中的高效照明产品正逐步成为主流。在寿命周期内,这些高效照明产品共产生节电量约660亿千瓦时。”刘升平表示,按0.5元/千瓦时的电费计算,中央财政补贴每投入1元钱可产生节电量约26千瓦时,就能节省13元钱,仅电费一项就为老百姓和大宗用户节省了约333亿元。

“通过公开招标,在产品销售价格降低的同时,国家还对产品

光效、寿命、显色性等一系列技术指标也提出更为规范的要求。”中国质量认证中心陈松强强调,尤其是对汞含量更为严格。财政补贴推广高效照明产品中汞含量标准大多数在2.5—3.5毫克之间,远低于国际标准即5毫克。更为关键的是,这些产品使用的是固态汞,而非早已废弃了的液态汞。

### 继续推进

目前,高效照明产品财政补贴推广接近尾声,但在小城市和农村地区的高效照明产品市场,还有很大空间亟待普及,开拓之路困难重重。

刘升平说,推广高效照明产品能够延续,其关键应是节电、省钱,还环保。这是它的核心目标。

据了解,行业和老百姓对推广高效照明产品的积极性很高,迫切要求继续实施补贴政策,但怎么补、补多少,目前,国家相关部门还在研究制定中。

“标准缺失、市场推广机制不完善、监管力度有待加强等仍然是当前照明行业面临的主要问题。”吕芳说,今后推广高效照明产品将更加科学和完善,会在切实巩固已有成果的基础上,继续推进其快速发展。

## 刘永富勉励贫困村大学生村官

# 扎根农村 青春无悔

## 殷小玮:致力于陶瓷基复合材料创新研究

殷小玮,1973年4月生于内蒙古包头。1995、1998、2001年在西北工业大学获得学士、硕士、博士学位,获以色列Lady Davis基金会博士后奖学金和德国洪堡基金会研究奖学金,2002至2006年在以色列理工学院和德国埃朗根-纽伦堡大学从事陶瓷基复合材料研究;2005年被西北工业大学授予教授资格,作为海外优秀人才引进回国工作。现为西北工业大学超高温结构复合材料重点实验室教授、博导。2008年入选教育部新世纪优秀人才支持计划。主持完成国家自然科学基金、国防973课题、国家863课题、国家专项工程基础研究重点课题等10余项国家级课题。殷小玮飞行器热结构件的研制。因在C/SiC复合材料改性工艺方面的贡献,获军队科技进步一等奖(第三)。殷小玮近年来开展的另一项重要工作是吸波型陶瓷基复合材料研究。多项研究成果发表于碳领域/陶瓷领域顶级期刊和国际著名综述性期刊。发表论文共118篇(SCI收录83篇),SCI他引1600余次。获授权发明专利10项。(李海峰)

科技日报讯(祝万翔 宋军伟)国务院扶贫开发领导小组办公室主任刘永富5月26日在甘肃秦安作了《当前我国扶贫开发的形势与任务》的专题讲座。他勉励贫困大学生村官,牢记习近平总书记的教诲,扎根农村,青春无悔,为打赢全面建成小康社会扶贫攻坚战作出贡献。

刘永富指出,今年是全面深化改革的开局之年,也是打好扶贫开发攻坚战的重要一年。今年我国扶贫开发工作的主要思路是:按照《扶贫开发纲要》确定的“到2020年,稳定实现扶贫对象不愁吃、不愁穿,保障其义务教育、基本医疗和住房;贫困地区农民人均纯收入增长幅度高于全国平均水平,扭转发展差距扩大趋势”这一目标,撬动金融资金,使扶贫政策和金融政

策结合起来,支持贫困群众发展生产实现劳动致富;采取有效途径,把就地脱贫扶贫成本高、难度大的贫困户搬到方便生活的地方,通过教育和发展产业,帮助他们脱贫;在尽快完善精准扶贫工作机制的同时,和金融部门一起共同推进扶贫开发金融服务机制的创新和完善,在普惠金融的基础上,完善针对贫困地区、贫困人口的特惠政策,探索建立免担保、免抵押的扶贫小额贷款制度;广泛动员社会参与扶贫事业,策划开展一系列扶贫济困活动,大力营造社会扶贫氛围。

据悉,在产业扶贫、连片开发和教育扶贫等方面,秦安积累了不少经验。为此,第十期贫困大学生村官培训班选定在秦安县职业学校开班。

## 青岛地铁2号线穿越高风险围岩段

科技日报讯(韦蓁蓁)近日,中国铁建十九局集团五公司施工的青岛地铁2号线啤酒城站至苗岭路区间隧道大里程方向顺利通过高风险VI级围岩地段。

该隧道左线长742.699米,右线长769.956米,全长1512.655米,其中VI级围岩703米。现在隧道已累计开挖

411.5米,大里程方向VI级围岩段已顺利通过。VI级围岩在青岛地区较少见,围岩破碎、强度低、出水量较大,极易发生坍塌、涌水、涌砂现象,且隧道位于香港东路、深圳路两条主干道下方。项目部高度重视安全作业,采用多项保障措施,稳扎稳打,把安全风险控制在最低范围。

# 李杰的节能经

□ 本报记者 范建

生活都离不开电水油气。如何做到节约能源?在一次节能减排创意集锦小窍门评比中,中国农工民主党山东省委委员、山东省非物质文化遗产研发保护中心总裁李杰,以切身体验和做法,提出四项实用节能减排的方法,受到专家的肯定。

节水:电冰箱磁门封条密封好坏与否,直接影响电冰箱降温效果和耗电量。可用700瓦电吹风对冰箱门封条整形。冰箱化霜,可停先将冷冻物品转入冷藏室,然后将一碗60—70度温水放进冷冻室内使冰霜融化,再用软布擦净冷冻室。将食物从冷冻层取出,放在冷藏层,待第二天烹调时食物基本化开,达到了节电效果。切勿用电饭锅当电水壶用,用电量差四倍。减少电脑和显示器能源消耗的最好方法是不用时关闭或拔掉插头。带遥控功能的空调,长期不用,应切断电源。

节水:淘米水、煮面水用来洗碗筷可去除油污;用来洗菜,有利于去除农药;用来浇花更富有营养;泡脏衣服沾衣容易洗清;泡发海带、干菜时间短,煮时易烂,味道鲜美;用来漱口,可治疗口臭和口腔溃疡。洗衣水、洗脸水、洗脚水用来洗抹布、拖把,冲刷厕所可二次节水。

节油:要避免汽车行驶中突然加速和突然减速,尽可能多地利用汽车惯性,减少不必要刹车。空踩油门10次,浪费燃油60毫升以上。当车速低于每小时80公里,视情况关闭空调,打开车窗通风。车速高于80公里,则应充分利用空调制冷,关闭车窗。要想减轻车体负荷,不要用沉重的地胶。要常清理后备箱的物品。

节气:烧水宜用大火。把常温下的鸡蛋放入锅内,水开后煮上3分钟即可关掉燃气,在锅内焖至5分钟,鸡蛋即熟。如果用布满水垢的壶烧水,必然消耗更多燃料。炖牛肉时,用纱布包好适量茶叶同煮,可炖得快,炖得烂,味道鲜美。煮饭时,将淘洗好的米浸泡10分钟后,不仅可节省燃气,而且米饭松软可口。

## 轨道交通产业政策对接会举办

科技日报讯(通讯员李刚)中关村丰台园5月23日举办轨道交通产业政策对接会,邀请北京市科委可持续发展促进中心、北京市商务总部经济发展处及丰台区发改委、科委、经信委等部门的政策专家,分别就北京市总部企业政策、北京市、丰台区科技项目申报政策以及中小发展专项及工业专项申报政策,为近80家企业现场答疑。

自2010年丰台园成立北京轨道交通产业技术创新战略联盟至今,已具备“三个基地”(即北京国家轨道交通高新技术产业化基地、国家新型工业化产业示范基地、北京外贸转型升级示范基地)和“一支基金”(北京基石轨道交通产业投资基金)的产业发展条件;联盟也是北京市唯一一家列入科技部发布的2013年度创新型产业集群试点名单,在联盟的带动下丰台园的轨道交通产业取得了长足的发展,并且已经聚集了116家轨道交通企业,形成了较为完善的产业体系。

截至2013年底,园区集聚重点轨道交通企业120余家,从产业链上游的科研研发、产品设计、测试实验、工程勘察,到产业链中游的轨道施工、场站建设、车辆制造,再到产业链下游的科技服务、工程服务、运营调度、场站管理等,均有国际国内知名的代表性企业,且具备全国领先的科技研发能力。