

## 浙江大学诞生了浙江省第一个国家技术发明奖一等奖

## 200多米高的烟囱上几乎看不到烟色

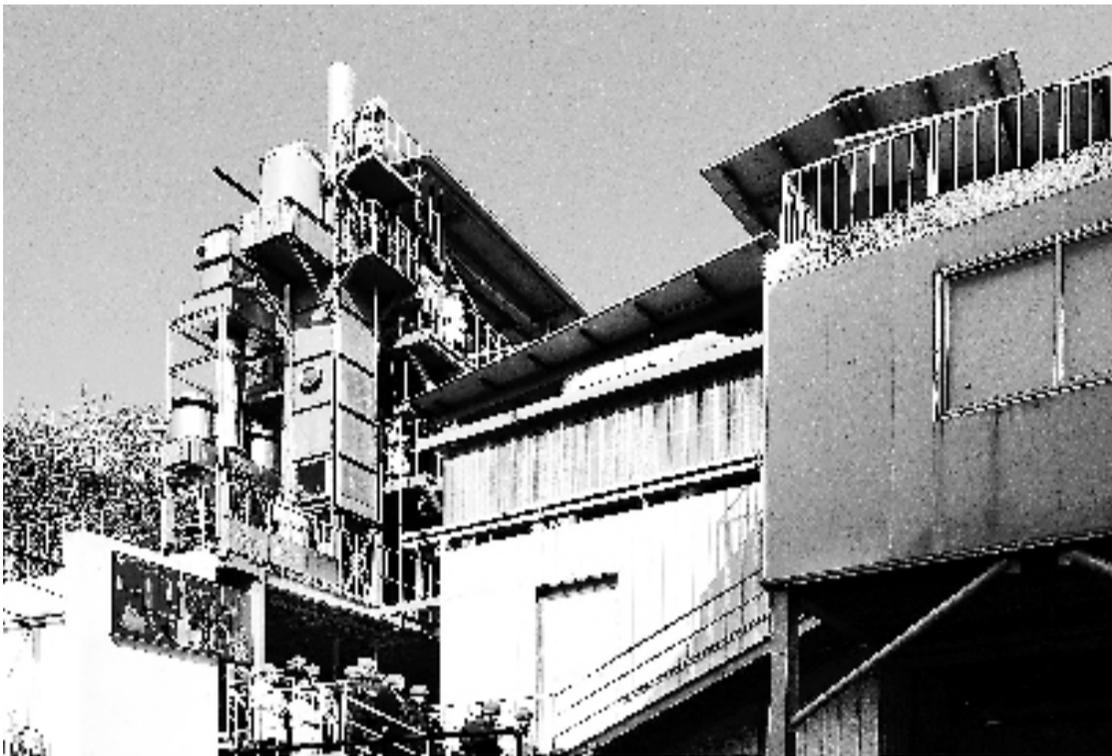
本报通讯员 吴雅兰 张静 本报首席记者 王湛

浙大玉泉校区西北角,热能工程研究所的屋后,秀美的校园风光与实验楼里一座座一流的试验平台交相呼应。

这是老和山下,占地面积15000平方米的能源清洁利用国家重点实验室的一部分。

“我国重点区域能源消费强度高、污染物排放强度大,要使空气质量改善,就必须研发及应用更高效的燃煤污染物脱除技术,实现燃煤烟气多污染物超低排放。”作为能源清洁利用国家重点实验室的教授,上世纪90年代初期,高翔在他的老师、中国工程院院士岑可法的带领下,一头扎进了实验室。

在这个能源清洁利用国家重点实验室内,产生了浙江省第一个国家技术发明奖一等奖。由浙江大学能源工程学院高翔教授领衔、与浙江省能源集团有限公司(以下简称“浙能集团”)合作、获2017年度国家技术发明奖一等奖的“燃煤机组超低排放关键技术研发及应用”项目在这里开展。这个项目和我们老百姓密切相关,日前,记者走进实验室,采访了高翔教授。



## 20多年间 都在求解燃“煤”之急

这座四层高的实验大楼里,高高低低分布着燃烧各种复杂煤质的炉子以及多功能的试验台架。有些墨绿色的钢架蒙上了一丝煤的黑渍,空气中偶尔会弥散着淡淡的煤味。如果遇上做实验,这个实验室会灯火通明,里面的师生也可能以三班倒的作息,盯着实验,保证一些紧急科研任务的顺利完成。

在20多年的时间里,高翔团队来得最多的,就是这座建有每小时1万标方烟气量的烟气污染物超低排放技术系统中试平台等一流试验设施的实验大楼。

项目组经过长期理论和试验研究,克服了重重难关,研发了高效率、高可靠、高适应、低成本的多污染物高效协同脱除超低排放系统,实现了复杂煤质和复杂工况下燃煤机组多污染物的超低排放,让燃煤变得更加清洁。

“我们做超低排放这个事情,就是要努力把它做到极致,让燃煤更干净、更清洁。”这是高翔教授见到钱报记者后说的第一句话。

清洁燃煤这件事,在上世纪五十年代之时就开始被专家关注,前后花了几十年时间来解决这个问题,岑可法院士曾经回忆道:“1958年,我去莫斯科留学时,是自己选择煤燃烧这个方向的,当时中国主要靠燃煤发电,假如大家都不搞这个方向,中国是发展不起来的。我导师很惊奇,说只有你一个人选了这个专业。当时浙大这个学科刚刚新建,我想好好做这件事情。”

而之前,引进国外的燃煤污染物治理技术购买一个软件包就要花费上百万美元,而且国外技术对于我国复杂多变的煤质等问题适应性差,难以长期稳定可靠地达到超低排放要求。

“即使这样,当时有外国公司一年就能在中国收近亿元的专利使用费,就是因为早期我们没有技术储备。所以我们与浙江大学强强联合,一直致力于适应复杂煤质和复杂工况的燃煤烟气多污染物高效协同脱除技术研发及工程化应用。”回忆起当时的情形,项目完成人、浙能集团副总经理、教授级高工朱松强仍然深有感触。

## 为解决燃煤污染问题 大家操碎了心

随着对空气污染关注的不断升温,昔日被称为“黑色黄金”的煤炭,似乎已经和“污染罪魁”画上了等号。一时间,煤炭成为众矢之的,老百姓谈“煤”色变。

我国是世界上最大的煤炭消费国,每年消费煤炭占全球50%左右。尽管近年来新能源和天然气在能源消费中的比重不断加大,但短期内以煤为主的能源结构仍难以根本改变,煤炭仍然是当前我国经济和社会发展最重要的能源支撑。中国已开始对燃煤小锅炉实施“煤改气”工程,为环境空气质量的改善做出了重要贡献。但由于我国天然气资源短缺,加之天然气发电成本远高于煤炭发电,难以在我国燃煤电厂大规模实施“煤改气”。

“关键是要有技术来扭转燃煤造成污染的现状。”高翔说,“我们要通过燃煤机组超低排放技术,来推动能源行业的绿色发展,让大家重新认识煤电。”

在国家杰出青年科学基金、国家“863”计划、国家科技支撑计划、环保公益科研专项、浙江省重大科技专项和杭州市科技计划等各级科研项目的持续支持下,浙江大学和浙能集团等单位历经20余年的自主创新和联合攻关,实现了燃煤机组超低排放关键技术与成套装备的突破。

如针对“雾霾元凶”——细颗粒物在烟气中脱除效率低的问题,采用温-湿系统调控强化了多场协同下细颗粒物和SO<sub>3</sub>的控制脱除,提升了颗粒的捕集效率;针对催化剂中毒失活、低温活性差等问题,通过多活性中心催化剂的配方研发,在多个活性位点的“团结协作”下,提高了催化剂的抗中毒、低温活性、协同氧化汞等性能,实现了复杂煤质及低负荷运行等恶劣工况下氮氧化物的高效脱除,也有效控制了汞的排放;针对废旧催化剂的处置问题,采用活性组分分次可控负载等方法,可使废催化剂活性恢复到新鲜催化剂的水平,实现了废旧催化剂的循环利用及功能化改性;针对系统优化运行问题,建立了多断面污染物浓度预测模型及优化方法,可实现超低排放系统的智能调控。

该成果已在全国规模应用,有效削减了燃煤污染物,提升了燃煤污染治理技术和装

备水平,推动了国家燃煤电厂超低排放战略实施,为中国清洁高效煤电体系的建设提供了关键技术支撑,同时也为全球解决燃煤污染问题提供了中国方案。

## 从基础研究到成果落地应用 这一步很关键

“在实验室,我们这套系统实现了超低排放。但要真正应用起来,还要针对性解决具体的工程细节问题。”高翔说,从基础研究到成果落地应用,这一步很关键。

从企业来说,“第一个吃螃蟹”意味着承担风险,如果试验失败了就会造成无法挽回的损失,所以总是希望能够用上技术成熟、应用效果好的系统,尤其是在与国民经济发展和人民生活密切相关的燃煤发电领域。

对此,团队有着清醒的认识。通过与浙能集团等产学研用合作,这项成果在小型燃煤锅炉上成功应用后,在浙江省政府的支持下,浙能集团自我加压,在嘉华电厂大型燃煤机组上进行了研究成果的工程示范。

最终,实现了嘉华电厂1000MW在役燃煤机组烟气多污染物超低排放,监测数据表明各项污染物排放浓度指标远低于排放限值,完全达到了系统设计的要求。

在这项成果应用的嘉华电厂,我们惊喜地看到每小时发电量100万度电的燃煤发电机组,燃煤烟气在短短的几十秒内,就“跑完”了该项目组开发的超低排放系统,最终,监测到的污染物排放浓度远低于排放限值,在200多米高的烟囱上几乎看不到烟色,成功实现了煤炭在电厂的清洁利用。

嘉华电厂被国家能源局授予了“国家煤电节能减排示范电站”荣誉称号。“国家各有关部委、地方省市及一些大型电力集团公司都来技术研发单位和电厂调研考察,短短半年内,就有200多批次5000多人来我厂交流。”嘉华电厂副总经理王建强说。

通过与企业的产学研用合作,成果在全国1000MW、600MW、300MW等不同等级的燃煤机组及中小热电机组上实现了规模应用,累计装机容量超过1亿千瓦;与此同时,团队推进了关键技术装备的标准化工作,牵头或参与制定国家和行业标准15项,推动了行业的科技进步及产业发展。

燃煤机组超低排放技术系统中试平台。

卢绍庆 摄