

# 超低排放扭转了“煤炭等于污染”的观念

高翔

刚刚过去的“十二五”,无疑是中国大气环境保护尤其是电力行业节能减排工作极不平凡的5年。特别是2014年以来,国家陆续出台了《全面实施燃煤电厂超低排放和节能改造工作方案》等一系列政策文件大力支持和推进燃煤电厂超低排放改造。目前,全国已完成超低排放改造机组容量约1亿千瓦,正在改造的超低排放机组容量超过0.8亿千瓦。

超低排放不仅实现了燃煤烟气多污染物的协同减排,还缓解了“煤改气”的高成本及气源不足的能源短缺问题,进一步推进了燃煤电厂的节能减排和绿色发展。那么,超低排放对于我国能源与环境发展有何意义?如何推动煤炭集中清洁高效利用?

## 超低排放是能源与环境可持续发展的要求

国际上,发达国家经过数十年的治理,空气质量已得到显著改善,但近年来国际上针对燃煤电厂大气污染物的排放标准日趋加严,排放控制指标不断增加,如2013年美国环保局(EPA)针对新建燃煤电厂修订了大气污染物排放标准,对普通燃煤机组和低品质煤机组规定了更严格的常规污染物排放标准,其中颗粒物(PM)、二氧化硫(SO<sub>2</sub>)和氮氧化物(NO<sub>x</sub>)的排放限值分别为10.21 mg/Nm<sup>3</sup>、113.40 mg/Nm<sup>3</sup>和181.44 mg/Nm<sup>3</sup>。除常规污染物外,发达国家针对三氧化硫(SO<sub>3</sub>)等可凝颗粒物也提出了排放限值要求,如美国有14个州的SO<sub>3</sub>排放限值低于6 mg/m<sup>3</sup>,德国、新加坡等国家燃煤烟气中SO<sub>3</sub>的排放浓度限值为10 mg/m<sup>3</sup>。

我国能源资源的基本特征是富煤、少油、缺气。煤炭占我国已探明化石能源资源储量的94%左右,是我国经济和社会发展最大的能源支撑,在保障我国能源安全方面起基础性作用。为解决燃煤造成的环境污染问题,全国各地相继推出了以天然气替代燃煤的措施。然而2014年我国天然气产量仅为1329亿立方米,进口天然气约580亿立方米,天然气产量和进口量远不能满足消费需求,全面煤改气难以实现。

2013年我国煤炭消费量约为36.1亿吨(约占全球的50%),其中散烧煤量占全国的22%左右,而煤炭在燃煤电厂的消费量仅18亿吨(约占全国的50%,远低于2010年美国的92%、德国的80%);京津冀、长三角、珠三角等重点地区单位国土面积能源消费强度高,尤其是煤炭消费强度约为全国平均水平的4.9倍,是美国的15.7倍,导致单位国土面积污染物排放强度高。要

使重点地区空气质量达标,必须执行比发达国家更为严格的燃煤大气污染物排放标准。

鉴于我国能源消费现状以及大气污染治理的严峻形势,实施燃煤电站超低排放改造,大力推进煤炭集中清洁高效利用,已成为我国深入推进能源消费革命的重要方向,是新形势下我国大气污染防治从减排为主向减排与质量改善并重转变过程中的战略需求。

## 超低排放推动了大气污染控制技术创新成果快速转化应用

一直以来,我国都非常重视燃煤烟气污染控制技术的研发及应用工作。在国家和地方财政资金的长期持续支持下,特别是“十二五”以来,涌现了一批适应超低排放限值要求的颗粒物、二氧化硫和氮氧化物等污染物高效治理关键技术,如单塔高效脱硫协同除尘脱汞、全负荷高效催化脱硝协同汞氧化、高效干式除尘协同SO<sub>2</sub>控制、湿式静电烟气多种污染物深度净化等关键技术的成功开发,为燃煤电厂实现超低排放奠定了良好的基础。

在改善区域大气环境质量、推进煤炭清洁高效利用和加快行业转型升级的客观需求下,国内浙江能源集团、神华集团等发电集团和地方政府进一步自我加压,通过产学研合作,于2014年5月底6月初率先在长三角地区的嘉兴嘉华电厂1000MW机组、舟山电厂350MW机组等完成了燃煤电厂超低排放改造。随后,超低排放技术开始逐步在京津冀鲁、珠三角等重点区域燃煤机组(如三河电厂、五沙电厂等)上实现工程化试点应用和推广。

在实施超低排放改造的过程中,国内高等院校、科研院所、电力集团、环保企业等相继从全过程控制角度对颗粒物、二氧化硫、氮氧化物等污染物的高效协同脱除开展了进一步系统研究,并通过对不同环保设备的优化集成研究,开发了自主创新的系列超低排放成套技术与装备。高精度的低浓度污染物检测方法和仪器也得到了发展和示范应用,提高了低浓度污染物的监测能力和水平,如针对高温条件下超低浓度的颗粒物连续在线监测问题已实现突破,可满足现有监测水平的需求;SO<sub>2</sub>在线监测仪器已开发成功,并在1000MW等机组上进行了比对试验研究;同时,低污染燃烧技术、劣质煤超低排放技术、超低排放技术、低成本超低排放技术等一批先进控制技术也正在加紧研发

和示范应用中。此外,实施超低排放改造还促进了我国钢铁、建材、化工、有色等非电行业大气污染高效治理技术的研发及应用,如非电行业全过程多污染物排放协同控制、污染物脱除与资源化利用一体化、多污染物协同控制、典型行业VOCs排放控制及替代、机动车(柴油车、汽油车、摩托车和替代燃料车)尾气高效后处理、船舶与非道路机械污染高效控制、氨排放控制等技术。

国家长期科研成果的积累和政府及企业的共同努力,为超低排放技术工程化应用夯实了基础。同时,实施超低排放改造也推动了新技术的研发及应用,正逐渐形成相互促进、良性互动的局面。

## 超低排放扭转了“煤炭=污染”的观念

浙能集团嘉兴嘉华电厂1000MW机组超低排放改造示范工程于2014年5月底在国内率先投入了满负荷运行,是国内首台超低排放燃煤发电机组。2015年环境保护部环境工程评估中心组织专家对超低排放机组环保性能、运行状态、费用效益等进行了综合评估分析,结果表明超低排放机组具有很好的稳定性,技术经济性良好。根据中国环境监测总站对嘉兴电厂的实测数据,示范工程的颗粒物、二氧化硫、氮氧化物排放浓度小于超低排放限值。示范工程项目为全国燃煤电厂实施超低排放技术应用树立了典范,推动了燃煤电厂超低排放技术的推广,被国家能源局授予“国家煤电节能减排示范电站”荣誉称号。超低排放技术的成功示范,扭转了“煤炭=污染”的观念,为煤炭清洁化利用提供了一条重要途径。

温州发电厂330MW燃煤机组超低排放示范工程脱硝装置采用宽温度窗口催化剂,实现了机组的全负荷高效脱硝。2016年1月,华东电力科学研究院对温州电厂330MW机组SCR脱硝装置进行了现场监测,测试结果表明在锅炉35%~100%负荷下系统脱硝效率稳定在85%以上,NO<sub>x</sub>排放浓度小于40mg/m<sup>3</sup>。

燃煤电厂超低排放还同步解决了多个问题(如脱硝设计裕量不足、脱硝装置低负荷退出、Hg等重金属协同控制、SO<sub>2</sub>脱除以及石膏雨、酸雾等环境问题),不仅有效提升了整体燃煤电力行业的大气污染物减排能力,还降低了燃煤电厂大气污染环境损害成本。

根据对国内典型的300MW、600MW及1000MW等超低排放机组评估研究结果,不同超低排放机组总运行成本在2.56分/kWh~4.17分/kWh之间;锅炉机组负荷对脱硝、脱硝系统运行成本影响较大,负荷越高,运行成本越低。当前,我国已投运超低排放机组主要燃用低硫煤,硫分在0.35%~0.99%之间,部分机组在设计上仍有一定的裕量,一定程度上考虑了煤质、锅炉负荷波动时达到超低排放限值及应对重雾霾天气条件下污染物排放达更低排放限值的要求。表1给出了不同发电方式的发电成本对比。从表1中可以看出,超低排放燃煤机组发电成本只比执行国家标准排放限值燃煤机组高0.016元/

kWh;与燃气一蒸汽联合循环发电机组、燃气锅炉发电机组、太阳能光伏发电机组等相比,也具有较好的经济效益。

随着燃煤电厂超低排放改造的深入实施,超低排放关键技术得到了不断发展和优化,整体改造成本有所下降,市场也逐步成熟。

## 超低排放推动煤炭集中清洁高效利用

除了燃煤电厂外,我国每年仍有7亿吨左右的煤炭用于分散的、难以管控的、燃烧效率较低和污染治理措施落后或无污染治理的中小工业锅炉/炉窑、民用锅炉等燃烧。吨煤主要污染物排放是大型超低排放电站锅炉的50倍以上,排放了大量污染物,尤其在冬季采暖期污染更为严重。例如,京津冀地区农村散煤中,采暖用煤占90%左右,且主要集中在冬季(11月~次年3月)燃烧采暖,期间实现燃煤污染物超低排放显得尤为重要。

当前,我国能源领域供给侧结构性改革正在加快推进。针对散烧煤污染治理问题,专家认为也要用改革的办法推进煤炭消费结构调整,减少终端用能散烧煤的供给,扩大煤炭在火电行业的集中利用。通过天然气或电能等清洁能源来替代散煤,提高终端用能的非煤化比例,实现冬季采暖期大气污染物超低排放。同时,将散烧煤炭集中用于污染控制设施先进的燃煤发电锅炉或热电联供锅炉上燃烧,提高散烧煤炭的利用效率,并通过升级改造实现燃煤烟气污染物超低排放,从而大幅降低散烧煤污染排放水平。

经济新常态下我国电力相对过剩的现象日趋显现。据测算,通过电能替代散烧煤,与散烧煤炭相比,预计可实现大气污染物减排90%以上,热效率可提高20%以上,节约用煤约1.4亿吨/年。同时,可提高火电厂发电设备年平均利用小时数至5600小时以上(2015年全国平均水平仅4329小时),节约用煤约8600万吨/年。因此,通过电价调控机制,特别是冬季采暖季节适度降低居民用电电价,引导用电采暖替代散烧煤采暖,提高社会电气化水平,同时提高超低排放发电机组的发电负荷,降低发电成本,可显著提升整体社会、经济和环境效益。

不难看出,我国以煤为主的一次能源消费结构在短期内难以根本改变,随着经济的发展,能源和环境的问题日益严峻。新形势下,加快实施燃煤电厂超低排放改造,建设环境友好型的清洁燃煤电厂,是深化煤炭行业供给侧改革的重要举措,为破解我国同时存在的煤炭大气污染和能源安全问题提供了一条重要出路,对推进大气污染减排和加快生态文明建设都具有重要意义。

另外,在实施燃煤电厂超低排放改造,推动超低排放技术创新发展的过程中,不断提高煤炭集中、清洁、高效利用水平的过程中,除依靠政府的政策驱动外,还需呼吁社会各界力量凝聚起来,共同推进我国大气污染防治。

作者系浙江大学能源工程学院副院长

利用工作的主要承担者,应组建城市中水利用管理部门,通过立法和执法推动有关单位企业使用中水。

开展多种形式的宣传活动,提高公众对中水利用的认识。通过广播、电视、网络等多种形式,开展有针对性的宣传教育,让人们了解我国缺水和水污染的现状,增强对节水和中水利用的认识,解除公众对再生水的心理障碍,发动群众、依靠群众,取得社会对中水利用的共识和支持。

在制定和修订城市规划时要补充中水利用内容。目前,许多城市都在修订城市规划,在城市规划中体现中水利用的相关内容是中水利用的前提和保障。要充分考虑现有供水系统、排水系统的现状,综合考虑地下水、地表水、中水、雨水等水源,考虑当地工农业用水需求、用水结构、水环境质量现状等,制定符合实际的中水利用详细发展目标和发展思路。

设置专项资金,建设城市中水利用示范工程。在一些缺水地区选择典型区域,建立城市中水利用示范工程,因地制宜开展中水利用实例研究,为地区大规模中水利用提供借鉴。建议政府设置鼓励中水利用的引导资金。

采取经济手段,引导人们使用中水。相关调查表明,当水费支出占居民家庭收入的2%时,人们才会考虑节水问题;达到5%时,人们的生活才会产生较大影响;达到10%时,人们会考虑水的重复利用。必要时采取经济手段也是引导人们使用中水的一个重要手段。

作者单位:安徽省阜阳市环保局

## ◆宋涛

建设智慧城市是贯彻党中央、国务院关于创新驱动发展、推动新型城镇化、全面建成小康社会的重要举措。那么,建设智慧城市的路径是什么?笔者认为,党的十八届五中全会树立的创新、协调、绿色、开放和共享的五大发展理念,为“十三五”时期智慧城市建设指明了方向。中国智慧城市建设需要积极实现与五大发展理念的有机融合,按照五大发展理念的要求谋篇布局。

## 优化软硬件环境,实现创新发展

创新是一个广泛而全面的概念,不仅仅是指单纯的科技创新。党的十八届五中全会提出,坚持创新发展,必须把创新摆在国家发展全局的核心位置,不断推进理论创新、制度创新、科技创新、文化创新等各方面创新,让创新贯穿党和国家一切工作,让创新在全社会蔚然成风。创新发展是智慧城市建设的前提,更是其建设的首要任务。建设智慧城市,必须坚持创新发展,发挥科技进步和信息化的带动作用,构建产业新体系,培育发展新动力,尤其要大力提升绿色科技创新水平。要优化技术创新环境,加强技术研发、应用试验、评估检测等方面的公共服务平台建设,着力推进企业与高校、科研院所的产学研合作,增进企业之间的合作,优化智慧城市创新的软硬件环境。重视人才培养,逐步提升全民信息化素质,坚持以落实人才发展规划为主线,坚持人才优先,切实做好人才培养与全民信息化素质教育工作。

这里,有一点是在智慧城市建设中需要格外注意的,即劳动力素质问题。中国城市建设有庞大的劳动力大军,但目前中国劳动力整体素质尚不高,在一定程度上制约着智慧城市的建设与发展。因此,要坚持以人为本,加强劳动者的素质教育,努力将劳动力转化为符合时代和社会要求的人力资本,带动创新发展,这对于中国未来一段时间内智慧城市建设具有重要意义。

## 理顺政府与市场的关系,鼓励社会力量参与,实现协调发展

推动智慧城市建设,要构建政府引导、多方参与管理的运营模式。要理顺政府与市场的关系,坚持政府引导,鼓励社会力量参与建设。要按照智慧城市的发展规律,加快智慧城市建设运营模式的实践探索,建立多样化的智慧城市建设运营模式,着力培育形成成熟的市场机制。

地方政府在统筹规划方面要发挥重要作用,充分发挥在公共资源配置中的引导性作用,弥补市场失灵,加强体制机制、政策、经济、社会等各方面的协调和配合。积极引导社会力量参与智慧城市建设,以市场需求为导向,在智慧环保、智慧交通、智慧安全生产等基础领域引入社会资本参与建设,深入挖掘市场潜力,充分调动市场力量,用利益引导、市场约束和资源约束的倒逼机制引导科技创新。

## 探索根治城市病,实现绿色发展

随着城镇化进程的快速推进,交通堵塞、环境污染等大城市病开始显现,人们开始反思以高投入、高消耗、高污染为代价的传统发展模式。传统发展观重发展速度和规模,轻发展效益和质量,不仅浪费资源,而且对生态环境造成破坏。而智慧城市的建设,正是有效破解城市病问题、提高城镇化质量的重要举措。智慧城市建设要求坚持资源集约和环境保护,推动城镇化朝着绿色可持续方向发展。

在一定程度上讲,智慧城市体现的是城市信息化的高级形态,与新型工业化、新型城镇化、农业现代化、信息化深度融合。要求在城市规划和管理中引入智慧技术,将技术创新与绿色发展有机结合。智慧城市建设过程中,要对水、能源、土地等资源进行科学规划和智能化管理,有效缓解城市发展的资源瓶颈压力,解决资源总量不足、使用效率不高的问题,并有效提升城市基础设施和公共服务的效率,提高城市系统的自我调节能力,真正实现城市让生活更美好。

## 普及公共服务产品,实现共享发展

党的十八届五中全会提出“共享发展”的理念,这是发展理念的巨大进步。智慧城市建设的定位、目标和重点就是要坚持以人为本,让人民共享智慧城市建设成果。因此,建设智慧城市要加强软件和硬件同步建设,优先发展公共产品(服务)领域,实现共享发展。

## “腾笼换鸟”与“一带一路”相结合,实现开放发展

改革开放30多年来,中国发展日新月异,成就举世瞩目,一个成功经验就是,对内坚持改革,破除一切阻碍生产力发展的障碍和藩篱;对外融入世界经济大潮,在经济全球化和信息化的过程中拓宽生产力发展空间。将这两者结合起来就是要开放。当前,中国经济进入新常态,对于智慧城市建设而言既是压力又是机遇。要通过“腾笼换鸟”,实现凤凰涅槃;要通过“一带一路”战略,推动走出去与引进来紧密结合。

经济新常态要求中国经济转方式、调结构并向纵深推进。从长期看,经济发展取决于长期潜在增长率,也就是资本、劳动力和技术进步。要实现长期可持续发展,仅靠需求侧的政策是不够的,必须通过改革、经济结构调整和科技进步,提高潜在增长率,也就是改善供给侧。从供给端来说,就是针对企业自身的改革,增强企业盈利能力,从而提升企

# 智慧城市需与五大发展理念有机融合

业的预期和信心。具体的改革举措包括减轻企业税负、降低企业融资成本、简政放权助力创新创业等。简单来说,就是通过政策手段帮助企业应对目前的局面。腾笼换鸟,就是要主动推进产业结构的优化升级;凤凰涅槃,就是要摆脱粗放型增长的依赖,大力提高自主创新能力。可以说,腾笼换鸟是手段,凤凰涅槃是目标。在发展速度换挡期、发展方式转变期、经济结构调整期和增长动力转换期,只有通过“老鸟”出,“新鸟”进,并扎牢笼子,才能实现中国经济的凤凰涅槃。智慧城市建设,正是发展和培育“新鸟”的契机与土壤。

经济转型升级,对外则需要抓住“一带一路”建设机遇,实现开放发展。“一带一路”建设已成为中国新时期开放战略的重要标志,承载着新时期中国打造全新对外开放格局的重任。智慧城市建设必须抓住“一带一路”这个战略机遇期,引进来和走出去相结合,支撑我国城市健康发展。

## 普及公共服务产品,实现共享发展

党的十八届五中全会提出“共享发展”的理念,这是发展理念的巨大进步。智慧城市建设的定位、目标和重点就是要坚持以人为本,让人民共享智慧城市建设成果。因此,建设智慧城市要加强软件和硬件同步建设,优先发展公共产品(服务)领域,实现共享发展。

要大力发展城镇互联网、物联网,推进智能交通、智能建筑、智能电网等先进基础设施建设,加强涉及城市发展的公共领域的科技开发,推进建筑业、住宅产业、建材产业等技术更新,加大新型废弃物资源化技术的开发力度。加强智慧城市的软件设施建设,把群众满意度作为智慧城市建设的出发点和落脚点。地方政府应实行智慧政务,发展智慧产业,建设智慧城区,创建智慧交通和物流体系,加强构建完善的智慧公共服务体系,最大程度上做到智慧城市发展成果由群众共享。要加快推进信息安全相关的法律法规体系建设,加快制定和完善有关信息基础设施、电子商务、电子政务、信息安全、个人信息保护、知识产权保护等方面的法律法规,明确信息资源的责任主体和监管主体,为智慧城市创造良好的法治环境。

作者单位:北京师范大学

# 缺水城市莫让中水付东流

## ◆史春

笔者曾亲眼目睹过一个场景:某市日处理10万吨的污水处理厂,投资数千万元建设了一套日产5万吨的中水装置。由于中水无企业使用,每天生产的5万吨中水只好白白流掉。

我国是一个缺水国家,全国669个城市中,400个城市常年供水不足,其中110个城市严重缺水,天津、长春、青岛等大城市已受到水资源短缺的严重威胁,推广使用中水势在必行。

笔者认为,我国具备中水大规模推广使用的条件。

一是随着我国城镇化进程加快,对

水的需求量不断增加。在这种形势下,许多城市都在开发新的水源。但近年来受气候变化影响,一些地区干旱气候频发,水资源急剧下降,中水是满足用水需求的一个重要途径。

二是中水水源数量大、来源稳定,不受气候等自然条件影响。近年来,我国大中城市、县级城市甚至乡镇都建设了大量污水处理厂,中水是与城市污水同步产生的。换言之,只要有城市污水产生,就有可靠的再生水源。同时,污水处理厂作为再生水源地,与到区域外大江大河水源取水相比,供水距离较近。且污水再生利用方式灵活,既可集中在城市边缘建设大型中水厂,也可以在居民小区、公共建筑内建设小型中水厂或一体化处理设备,规模可大可小。

三是环境标准日趋严格,中水利用具有技术可行性。我国污水排放标准越来越严格,治理污水的成本越来越高。如北京已全面实施将污水处理厂升级改造为中水厂的工程。升级改造后,污水处理厂出水主要指标将达到地表水Ⅳ类标准,可作为景观用水,也可为工业、绿化等提供高品质的中水。在

技术方面,中水利用不存在难题。目前水处理技术包括滤料过滤、微滤、纳滤、反渗透等,经过预处理滤料过滤处理出水可满足公厕、绿化、冲洗道路等用水要求,经过微滤膜处理出水可满足河流水景观用水要求。

四是工业用户使用中水成本较低。对于工业用户来说,生产用水采用自来水的成本越来越高,而使用价格相对低廉的中水会获得更大的经济效益。国外使用中水经验值得借鉴。如新加坡实行“国家四大水喉”战略,整合了集水区水、进口水、再生水和淡化水4种水源,以满足国家的用水需求。澳大利亚500多座城市污水处理厂进行污水再生处理,以减缓政府施行的限水政策的影响。

中水利用具有良好的经济效益、社会效益和生态效益,对于生态平衡、保护水资源、缓解水资源紧缺等具有重要作用。我国水资源严重匮乏,但中水推广使用还仅仅停留在政策引导等层面上。

为推广中水使用,笔者建议:国家尽快制定出台中水利用的相关法律、法规。要明确地方政府是中水

## 维护新闻传播公信力

## 严防虚假新闻报道

虚假失实报道举报电话  
010-67112039