

“碳中和”目标下的电能替代发展战略研究

屈 博,刘 畅,李德智,郭炳庆

(中国电力科学研究院,北京 100192)

Research on the development strategy of electricity substitution under the target of “carbon neutral”

QU Bo, LIU Chang, LI Dezhi, GUO Bingqing

(China Electric Power Research Institute, Beijing 100192, China)

摘要:长期以来,化石能源支撑着我国工业文明发展,同时也带来了环境污染、气候变化等影响人类生存发展的现实难题。电能是清洁、高效、便捷的二次能源,电能替代是实现“碳达峰”与“碳中和”目标的重要路径。首先梳理了“碳中和”目标下的分阶段任务,分析整理了在“碳中和”目标下的电能替代发展前景;并列举了“十三五”期间电能替代工作取得的成就;最后据此分析了电能替代各项技术在“十四五”期间发展战略及后续工作。

关键词:碳达峰;碳中和;电能替代

Abstract: For a long time, fossil energy has supported the development of Chinese industrial civilization. At the same time, it has also brought about environmental pollution, climate change and other practical problems affecting human survival and development. Electricity is a clean, efficient and convenient secondary energy source, while electricity substitution is an important path to achieve the goal of “carbon peak” and “carbon neutral”. Firstly, the phased tasks under the vision of “carbon neutral” are sorted out, and the development prospect of electricity substitution under the goal of “carbon neutral” is analyzed. Secondly, the achievements made in the work of electricity substitution during the “13th Five-Year Plan” period are listed. Finally, on the basis, the development strategy and follow-up work of various technologies of electricity substitution during the “14th Five-Year Plan” period are analyzed.

Key words: carbon peak; carbon neutral; electricity substitution

0 引言

温室气体排放造成温室效应,使全球气温上升。全球变暖已成为制约人类经济社会可持续发展的主要障碍。控制污染物和温室气体排放已引起全球的高度重视。据联合国政府间气候变化专门委员会(intergovernmental panel on climate change, IPCC)统计,全球化学工业每年使用二氧化碳约为1.15亿t。近年来,中国高度重视碳减排,特别是党的十八大以来,中央将生态文明建设纳入“五位一体”总体布局和“四个全面”战略布局统筹推动,把绿水青山就是金山银山的发展理念贯穿经济社会发展全过程、全领域,采取强有力措施推进节能减排,经济增长方式已由资源消耗导向转变为绿色生态导向。

本文梳理了“碳中和”目标下,我国能源供给与消费结构发生的变化,分析了在“十四五”期间电能替代面临的机遇与挑战,并提出了未来重点发展领域与战略。

收稿日期:2021-02-08;修回日期:2021-02-19

基金项目:国家电网公司科技项目(SGJSDK00XTJS200386)

1 “碳中和”目标与电能替代

1.1 全球主要经济体的“碳达峰”、“碳中和”目标

G7国家中英国、德国、法国、意大利、加拿大表示将用60年的时间,实现从碳排放顶峰到零碳排放(碳中和)的转变,在2050年实现零碳排放。日本首相提出到2050年日本实现温室气体零排放(碳中和)的目标。美国重返《巴黎协定》后承诺将在2050年实现“碳中和”。在世界各国大力推进“碳中和”的环境下,习近平总书记在第75届联合国大会上提出中国二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值,争取在2060年前实现“碳中和”的目标,并且在第十九届五中全会提出“十四五”目标:能源资源配置更加合理,利用效率大幅提高,推进能源革命,加快数字化发展^[1]。

2019年中国二氧化碳排放量约占全球的29%^[2],如图1所示。未来碳排放量会出现陡降的形势,预计2030年二氧化碳排放将达到“碳达峰”排放量约为135亿t,从2040年开始二氧化碳排放量将大幅降低,到2050年排放量将降低到55亿t,2060年将达到2亿t左右,以实现“碳中和”目标。当前我国减排任务艰巨,创新替代是主要挑战之

一。下一步,我国将围绕实现“碳达峰”、“碳中和”目标采取有力措施,持续提升能源利用效率,加快能源消费方式转变。

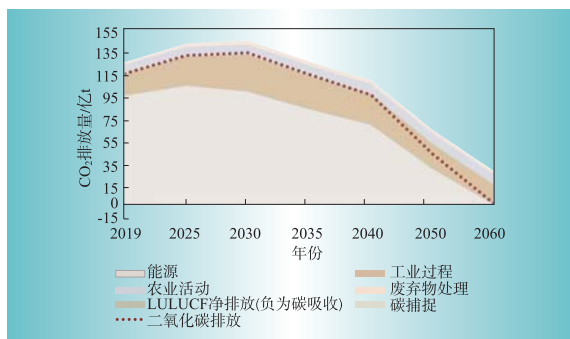


图1 二氧化碳排放预测

Fig. 1 CO₂ emissions forecast

1.2 “碳中和”涉及主要领域

“碳中和”主要涉及5个领域。碳汇:主要涉及植树造林、植被恢复等;节能:主要涉及工业、建筑等;减排:主要涉及交通运输、商贸物流等;能源电力:主要涉及可再生能源推广、提高电气化率等;非电力能源:主要涉及氢能发展、碳捕获、农业等。

2019年全国碳排放约在115亿t二氧化碳当量,约为美国58亿t、欧洲35亿t的2~3倍^[3]。我国目前碳排放主要来源是能源、工业过程、农业、废物处理。实现“碳中和”目标涉及:一方面通过增加植树造林、植被恢复、碳汇交易等措施,提高自然界中CO₂的吸收能力;另一方面通过工业、建筑、交通等领域节能减排,在电力系统推广可再生能源、提高电气化率,在非电力能源系统拓展氢能,研发碳捕获技术等来减少碳源。

1.3 “碳中和”目标下能源电力领域主要措施

2019年化石能源占一次能源消费的85.7%,燃煤发电和化石用能排放的二氧化碳占总量的88%。预计实现“碳达峰”之前,我国仍以化石能源为主。因此,实现“碳中和”需要建立全体系解决方案。

在源端,大规模部署清洁能源实现对化石能源的替代,光伏发电、风电替代煤炭成为主体能源,储能成为电力系统灵活性运行的主体,促使电能配置模式从单方向链式向多向转变。

在负荷端,推行电能替代,对交通、工业、建筑等领域的终端进行电气改造,实现化石能源清洁利用,提升终端用能的电气化,提升能效水平,降低终端用能碳排放。根据初步估算,通过实施清洁替代和电能替代预计2030年前可累计节约10%~15%的能源需求,2030—2050年可累计节约35%~40%的能源需求。

1.4 “碳中和”目标下能源结构转变

在大规模部署可再生能源,提升电气化的实现

路径下,预计2025年、2030年,清洁能源(含水电)发电装机将分别达到14.8亿kW和21.9亿kW,占当年装机容量的49.3%和57.6%,如图2所示^[2]。预计2030年非化石能源发电量占比达到49%,如图3所示,能源变革大幅提速。

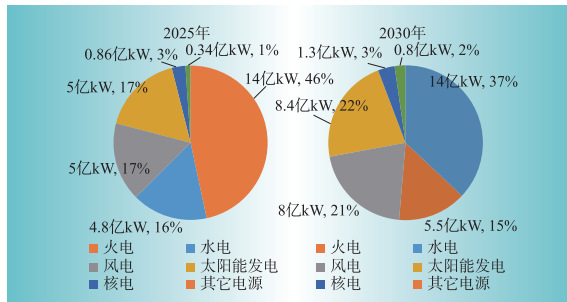


图2 各类型电源装机容量占比

Fig. 2 Installed capacity ratio of each type of power supply

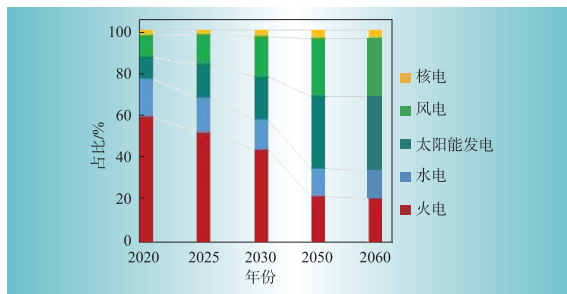


图3 发电量占比

Fig. 3 Power generation ratio

1.5 “碳中和”目标下消费结构变化

2019年我国能源消费总量48.6亿t,以煤炭和石油为主,占比超过76.0%。2020年,我国煤炭消费量占能源消费总量的57.1%,比上年下降0.6个百分点;天然气、水电、核电、风电等清洁能源消费量占能源消费总量的24.8%,比上年上升1.4个百分点。目前我国对煤炭和石油的依赖度较世界平均水平高14.0%,单位GDP能耗仍是世界平均水平的1.5倍。清洁能源消费占比较低,但总体发展趋势正在向清洁能源快速发展。

电能替代方面,分布式电源及储能方面有着较大的发展潜力。在电能替代快速发展的前提下,首要目标是将分布式电源充分消纳,持续推进储能技术发展;在用户侧,推进清洁取暖、交通电气化、商业电厨具、港口岸电、电动汽车、工业电锅炉、电窑炉等替代类型,进一步推进电能替代产业发展。

2 “十三五”期间电能替代工作成就

国外没有“电能替代”的概念,因此引入“电气化率”指标作为国内外电能替代情况的对比。2019年中国的电气化率为26.5%,年人均用电量5 100 kWh^[2],仅

为经济合作与发展组织(organization for economic co-operation and development, OECD)国家年人均用电量8 234 kWh的60%左右,略高于世界平均水平,远低于发达国家。

我国商业、工业、居民电气化水平还有较大发展空间。工业电气化水平达到30%,处于中等水平,居民电气化水平25%,较日本等国家低28个百分点,商业电气化水平37%,在典型国家中处于落后位置,交通电气化水平4%^[4]。

我国居民电气化率较美国差距较大。美国家庭电气化远远领先于我国,住宅建筑中,电力主要用途包括空调、冰箱和其他部分,其他部分主要为厨房家电、衣物烘干机、游泳池、热水浴缸、汽车充电、发电机以及其他小型电动机,比如割草机等。

随着电能替代产业的发展,电能替代技术由最初的单一、集中向大规模、多领域转变,科学合理的技术归类是规范、引导行业良性发展的基础。电能替代技术主要分布于工业、建筑供暖供冷、交通、农业、电力供应与消费等。

“十三五”期间我国电能替代总体目标为4 500亿kWh^[5]。截至2020年12月仅国家电网服务区范围就完成了7 246亿kWh,各级政府部门累计出台支持政策1 000余项,建立了发展规划、环保约束、补贴价格引导“三位一体”的政策支撑体系,有效缓解了弃风、弃光、弃水,促进了清洁能源消纳。在“三北”风/光电清洁能源富裕地区实现了蓄能供暖、风/光电供暖,促进风/光就地消纳;在西南水电富裕地区通过电力交易中心平台,以同等条件清洁能源优先成交的方式大力开展清洁替代交易。

“十三五”期间,已累计推广实施电能替代项目25万余个,累计替代电量7 246亿kWh,相当于减少原煤4.1亿t、标煤2.9亿t、节约燃油2.5亿t、减排二氧化碳7.2亿t,为促进社会节能减排、优化终端能源消费结构作出积极贡献^[5]。

3 “十四五”期间电能替代发展战略

3.1 电能替代面临的机遇与挑战

进入“十四五”期间,电能替代工作逐步进入深水区。据估算2025年我国能源碳排放量需要由原先预测的132亿t下降到105亿t,节能与电能替代(降低能耗)对碳减排贡献最大(74%),非化石能源贡献22%,天然气贡献4%,电能替代面临前所未有的压力。

3.2 电能替代的发展战略

(1) 充分用电:以潜力挖掘为主,实现价值增长和能力释放,通过技术创新支撑用电量增加,包

括电网不增容、微增容、合理增容等;

(2) 充分创新:在用户端,充分利用新材料、新技术,实现规模化、低成本应用,用好用足政策红利;

(3) 充分交易:探索源荷互动和多方交易,通过市场和价格驱动,充分利用峰谷价差,实现用能费用的降低,提升能源系统运行效率及效益。

3.3 “碳中和”目标下的发展建议

(1) 以国家能源电力布局为基础,提速向非石化能源转型,西部北部地区建设化石能源和可再生能源大型综合能源基地;西南地区建设大型水电基地;东中部地区推进分布式光伏和分散式风电建设;沿海地区发展核电和海上风电。

(2) 构建以风电、光伏新能源电源汇集、送出、消纳为主要功能和目的的特高压大电网,实现风光储互补、灵活转运、大范围安全消纳。

(3) 通过网络化、弹性化、互动化、储配融合技术等,科学有序释放和挖掘电网存量和潜在资源,调动用户侧资源参与协调互动,推动电力电量市场化交易,以“免增容、微增容、合理增容”为手段,实现包括电网企业在内的各利益相关方共赢的建设目标。

(4) 突破技术瓶颈,在工农业生产领域、民用领域、交通领域寻求突破,以“高效电热转换技术、蓄热技术、智能化调控技术、高效电动技术”为措施,大幅提升一次能源消费中电气化率。

3.4 “十四五”期间电能替代重点挖掘领域

经估算,“十四五”期间我国电能替代理论潜力超11 000亿kWh,实现减排二氧化碳10.976亿t。主要在工业领域,预计替代潜力7 500亿kWh;其次在交通运输领域和生活消费领域,预计替代潜力为1 200亿kWh。

在交通领域主要推广电动汽车、港口岸电、机场桥载辅助动力装置(APU)替代等新技术,可在基础条件较好的地区优先推广,并逐步实现全覆盖。在主干高速公路和环渤海、长三角城市群建成城际充换电服务网络。在沿海、沿江、沿湖、沿河等港口码头,推广高低压岸电系统和电动货物装卸,推进京杭大运河互联互通,积极开拓优质港口岸电市场。

工/农业生产制造领域,主要是电锅炉和电窑炉,针对生产工艺用热量较大的各类生产制造行业推广蓄热式工业电锅炉。针对玻璃、铸造等行业推广电热隧道窑、中频炉等电窑炉技术。将电动皮带廊广泛应用于具有物料运输环节的企业。

居民电气化应全面推动厨炊洗浴电气化(家庭、商业、餐饮),实现“电代煤”、“电代气”。

(下转第9页)