

数字电网

加快构建新型电力系统 助力实现“双碳”目标

碳达峰、碳中和目标是我国能源安全和经济转型的内在需求和必然选择,事关中华民族永续发展,对国际社会绿色低碳发展将起到促进作用,彰显了负责任大国对构建人类命运共同体的使命与担当。

在碳达峰、碳中和目标指引下,预计到2060年,我国风电、光伏等新能源发电量占比将达65%,未来的能源消费比重中,可再生能源将从能源电力消费的增量补充变为增量主体。这意味着在未来电力系统中新能源将成为主力电源,煤电等传统化石能源将退为辅助性电源。

广泛接入的新能源将改变传统电力系统未来格局。

在供给侧,新能源呈集中式和分布式并存的局面,且根据资源特点、地理分布、建设条件等灵活布局,将出现“新能源+储能”“新能源+氢能”“水电+光伏+储能”等多元协调电源新模式。在需求侧,电能占终端能源消费的比重大幅提升,终端能源消费“新电气化”进程加快,电能替代将持续提高建筑、交通、工业终端用能领域的电能占比。供给侧和需求侧的结构性变化将给能源电力网络的安全稳定和绿色高效带来重大挑战。因此,亟需开展新型电力系统建设,发挥其在全社会能源资源优化配置中的积极作用,促进能源绿色生产和消费,落实能源发展战略,支撑“双碳”目标实现。

消费品种,电力负荷结构将更加多元化,电动汽车充电等消费侧多样性行为将导致电力负荷预测和协调难度加大,源、网、荷互动和交织将加剧电力系统波动。

大规模储能增加电力系统复杂度。广泛的新能源并网消纳需合理配置大规模储能,以提高系统的可控性和灵活性。预计到2060年,全国储能装机容量将达7.5亿千瓦,大量电力电子变换器型储能装置增加将使得系统的复杂度进一步增加。

电网安全稳定运行难度增大。新能源具有广泛的接入优势,这使得电力系统电压稳定控制问题突出。大规模新能源接入使电力系统不确定性增加,对电网安全构成威胁,而且,新能源存在发电单体容量小、数量多的问题。未来,全国新能源发电单元将达数十万级,气象环境、运行控制等信号数量可达数十亿,系统调度运行极其复杂,控制措施配置和实施难度增大。

电场站和集群精确建模技术、新能源发电监测与预测技术。在新能源消纳方面,需突破源网荷储协调规划技术、概率化电力电量平衡与全景运行模拟技术,以提升电网大规模新能源承载能力。

电力电子设备接入电网的稳定运行控制技术。系统运行控制技术亟需变革创新,需研究和突破高比例电力电子化设备接入系统后的稳定性难题、特大型交直流串并联复杂大电网数字化调控技术、新型电力系统安全稳定防控体系重构技术,以及针对极端天气和外部攻击的主动防御与快速恢复技术。

先进储能及应用技术。储能是未来新型能源系统的重要应用技术,其中,推进电动汽车规模化应用,有利于节能减排,实现用户侧调节电力需求;进一步推广抽水蓄能电站、压缩空气储能、超导磁储能系统等技术应用,研究和应用系统集成与调控技术,将满足新型电力系统安全稳定运行需求。

氢能相关技术。氢能是一种理想的零碳能源。通过风光等新能源电力制氢,将氢与燃料电池结合发电,以此形成氢能产业生态圈,有助于加快构建低碳化的氢能供应体系。同时,发展电解水制氢技术,利用弃风、弃光、弃水资源制取“绿氢”,在碳中和进程中与可再生能源无法发挥作用的领域实现互补。

下一步,南方电网公司将加快推动新型电力系统发展,以科技创新支撑新型电力系统构建,助力实现碳达峰、碳中和。

(作者系南方电网深圳数字电网研究院有限公司董事长、党委书记)

■段卫国

新型电力系统具有绿色低碳、灵活柔性、数字智能三大特征

新型电力系统强调数字技术进步与用户需求变革驱动,以建设多样互动的用电体系为目标,推动源网荷储互动融合和关键技术应用,更加关注电网数据价值发现和创造,表现为绿色低碳、灵活柔性、数字智能三大特征。

绿色低碳:新能源占主导地位,预计到“十四五”末,我国可再生能源发电装机占比将超过50%,可再生能源在全社会用电量增量中的占比将达2/3左右,未来在新一轮科技革命推动下,电力系统将向深度低碳或零碳电力系统不断演进。

灵活柔性:随着新能源装机规模迅速

增加,电源出力特性愈发复杂,不确定性明显。特高压柔性直流输电技术将支撑大规模新能源集中开发与跨省区高效优化配置,数字化调控技术将使电网更加灵活可控,可实现新能源灵活、安全、高效广泛接入电网,以及分布式新能源就地消纳。

数字智能:新一代数字技术通过设备终端提升电网数据采集、分析和应用能力,使电网具备超感知能力、强大“算力+电力”能力、智慧决策能力和快速执行能力,数字技术与传统电力技术深度融合促进电力系统上下游各环节智能化、智慧化,为源网荷储一体化协调发展提供关键保障。

由此可见,新型电力系统作为新能源优化配置平台的作用将更加显著,可提升能源消纳效率和经济性。同时,新一代数字技术使电网“可观、可测、可控”成为现实。

高比例新能源特性将对可靠供电带来新挑战

新型电力系统将呈现高比例新能源特性,对可靠供电、安全稳定和经济运行等带来新挑战:

电力系统持续可靠供电面临新挑战。新能源随机性、波动性、间歇性等特点对持续可靠供电带来挑战,常规电源调节难以应对新能源日内功率波动,新能源消纳存在巨大挑战。而且,风光发电不确定性大,风电发电主要集中在春冬两季,光伏发电主要集中在夏秋两季。同时,风电利用小时数、光伏利用小时数相差大,这对系统规划提出了更高要求。

电力系统负荷预测难度加大。作为清洁的终端能源,电能将成为主要的能源

需突破大规模新能源高效消纳、先进储能、氢能等关键核心技术

作为保障国家能源安全的“国家队”、党和人民信赖依靠的“大国重器”,电网企业需发挥“引领者”作用,坚持不懈推进科技进步与创新,在新型电力系统构建的关键核心技术领域取得领先突破。

大规模新能源高效消纳技术是新型电力系统建设的关键,需集中突破新能源发



行业前沿

水泥行业碳中和需要“颠覆性”燃料技术

■张军涛 张文斌

节约燃煤及提高原燃料和废弃物的替代比例是减排重点

数据显示,2020年我国水泥产量23.8亿吨,占全球水泥产量的50%以上,水泥及熟料产品产销量连续多年位居世界首位。与此同时,水泥行业也是我国碳排放重点行业,占比达13%以上。因此,在碳达峰、碳中和愿景下,水泥行业如何进一步减排降碳、提质增效已成为社会各界关注的焦点。

水泥产销量与国民经济和社会发展密切相关,其市场需求具有刚性。过去20年,我国水泥行业基本完成技术结构调整,在节能降耗方面取得实质性进展,在现有技术条件下,进一步减排二氧化碳的潜力与弹性已十分有限。因此,水泥行业需应用“颠覆性”技术,才能实现碳中和。

目前,国家对通过碳交易市场购买碳排放权履行减排责任的企业有明确要求,其占比不能超过排放量的5%。因此,对水泥企业而言,要么从源头控制和减少碳

排放,要么压减产能,才能满足碳中和要求。目前,水泥行业要从源头控制碳排放,除大规模大范围运用生物能源等颠覆性技术外,没有其他成熟且可行的技术路径。

水泥行业碳排放主要来自熟料生产,一吨熟料排放约0.85-0.90吨二氧化碳,其主要原燃料是石灰石、砂岩、铝铁质原料及燃煤。熟料生产中二氧化碳的50-65%来源于不可再生资源石灰石的分解,35%左右来源于燃煤。今后很长一段时间内,预计难有经济可行、能大范围大比例替代石灰石的原燃料。因此,水泥行业从源头控制、碳减排的重点是节约燃煤及提高原燃料和废弃物的替代比例。实践证明,以可再生生物能源替代燃煤是可行路径。

如欧洲某大型水泥集团在非洲实施的2000 t/d水泥生产线及3000 t/d水泥生产线中,生物燃料进入分解炉替代部分燃煤,替代率约20%;我国水泥行业领军企业海螺枞阳水泥厂利用农作物秸秆,在分解炉实现部分燃煤替代,日处理秸秆废弃物200吨,理论上实现20%生物燃料替代燃煤。然而,由于运营机制不完善及缺乏生物燃料工程技术等问题,导致生物燃料供应不上,上述项目实际运行替代率仅10%左右。

生物燃气在回转窑的烧成温度达1700℃是关键

目前,海螺垃圾气化所得的生物燃气、欧洲及我国生物燃料直接燃烧技术,由于燃烧温度不够、水泥产线物料平衡及生物能源专业化运营不完善等问题,生物燃料只在分解炉(900℃左右)尝试替代部分化

石能源,世界范围内尚未有水泥回转窑生物能源替代燃煤的先例。

因此,使用高温生物燃气(400℃以上,通过工业化热裂解生产)在水泥回转窑燃烧(达1700℃左右),需解决的技术难题主要集中在回转窑烧成温度和水泥产线物料平衡等方面,这需要水泥企业及技术机构与生物燃气企业协同攻关,解决以下技术与经营难题:

在技术方案中,应考虑使用高温生物燃气,并利用水泥熟料回收的热量,预热窑头用于燃烧的空气,以900℃二次风助燃空气,提高回转窑烧成温度达1700℃左右。

全面替代燃煤涉及水泥分解炉和回转窑等水泥生产线的物料平衡,应进行物料平衡再设计和水泥生产温度场(带)、生物燃气及燃烧烟气流与物流再设计,以及气固液相反应和传热传热、工艺设备等再设计。

此外,还需推动水泥企业传统生产经营方式创新,以适应产业技术革命;推动解决生物燃料工程技术、水泥行业价值工程技术、生物燃气技术升级和效率提升,以及大规模产业化运用等系列问题。

其中,最重要的是,实现高温生物燃气在回转窑1700℃烧成温度的技术突破。此前,中科院广州能源研究所吴创之团队在深圳迪森华美的钢铁项目,成功实现敞开式推杆加热炉运用生物燃气燃烧1300℃轧钢,并稳定运行3年的产业化突破。

CCUS技术尚难产业化 生物燃气技术减碳担重任

5月18日,国际能源署发布年度报告,提出了碳中和技术路线图,2030年全球净

零排放中大部分二氧化碳减排量来自于当今实际可用的技术(现有技术),2050年近一半的减排量将来自目前仍处于演示或原型阶段的技术(未来技术)。

报告明确提出,以CCUS技术(碳捕获、利用与封存技术)解决现有能源资产排放问题,如水泥等难以减碳的行业;支持迅速扩大低排放氢气生产并从大气中去除一些二氧化碳,在电力等无法轻易或经济地替代化石燃料的领域,在有限的可持续生物能源供应无法满足需求的地方,氢和氢基燃料将填补空白。

人类对生物质资源的能源化利用经历了三代技术,农村传统的烧火做饭取暖是第一代生物能源技术,能源利用效率平均13%左右;生物质直接燃烧发电或供热是第二代生物能源技术,能源利用效率约30%;生物质气化是第三代生物能源技术,能源利用效率达85%左右。目前,第二代生物能源技术的生物质直接燃烧发电与供热产业正逐步退出市场,其催熟的生物燃料市场正让位于第三代生物能源技术——生物燃气技术。

虽然IEA报告明确了CCUS技术可用于水泥等难以减碳的行业,海螺水泥也实现了CCUS技术突破,但真正实现产业化尚需时日。因此,水泥行业实现碳中和不能依靠不确定的CCUS技术。在风、光伏发电已实现平价上网的时代,我国约30亿吨有限的生物质资源不宜再被用于直接燃烧发电或供热,应用于生物质气化技术发展,并优先用于水泥、钢铁等难以实现碳中和的行业。

(张军涛系中国节能协会理事、中国节能协会碳中和专业委员会常务副秘书长;张文斌系深圳碳中和生物燃气股份有限公司董事长、中国节能协会碳中和专业委员会副主任委员。文章仅代表作者个人观点。)



生物质循环流化床气化炉实景图。