

行业洞察

# 碳中和是一场持久战

作为构建新发展格局的重要内容,碳中和是一场考验斗志和定力的关键战役,因此,要进一步统一思想,坚定战之必胜的信念信心。当前,在对于碳中和进程的看法上,有的观点认为可以“速胜”,搞“运动式”降碳、“一刀切”式减排,对碳中和的科学性、系统性、复杂性的认识不足;有的观点对碳中和没有信心,没有看清我国已具备的优势条件;有的则过于保守,对构建以新能源为主体的新型电力系统的革命性认识不够,局限于对现有能源体系和格局的分析。碳达峰、碳中和目标将推动实现清洁能源对传统化石能源的替代,主要经历从以化石能源为主、清洁能源为辅到化石能源与清洁能源并重,再到以清洁能源为主、化石能源为辅三个阶段,是一场持久战。

■时家林

## 技术进步是实现碳中和的决定力量

在碳中和进程中,技术革命将是制胜因素。

当前,第四次工业革命带来新能源、新材料、物联网等关键技术蓬勃发展,正在重塑世界能源供需格局。在技术创新的驱动下,这次能源革命将从化石能源通过燃烧产生高温高压做功发电的“火药时代”,迈向以风、光为主的非化石能源仅通过“捕获”风、光来产生电的“冷兵器时代”。目前,我国在新能源、特高压、智能电网、储能、电动车、5G等领域已具备世界领先的技术、产业优势,覆盖能源供应、输送、消费、存储、转换、控制全过程。

传统电力系统有两个显著特点——“就地平衡”和“发输用”同时完成,而以新能源为主的清洁能源取代化石能源需要解决量价和不稳定性两个主要问题。对此,以新能源为主体的新型电力系统可以通过电的“空间转移”和“时间转移”,从根本上破解新能源和传统电力系统之间的时空矛盾,并实现对传统电力系统的变革。

我国能源资源丰富,随着新能源技术和装备制造能力不断提升,西、北部地区风、光资源富集区度电成本已低至0.2元。理论上,仅柴达木盆地20万平方公里土地可安装光伏100亿千瓦以上,年发电量达20万亿千瓦时,能满足未来全国的用电量(预计全国年用电量在2035年左右

达最高值15万亿千瓦时),再通过特高压送到东部负荷中心。与当地火电相比,成本具备竞争优势,可以实现电的大范围“空间转移”。

在供需两侧大力布局储能资源,可以实现电力系统由“发输用”向“发输储用”转变。同时,信息技术进步和数字化进程加速,可对每个发、用电单元进行精准控制,以及实时调整用电出力,构建源随源动、源荷互动的运行机制,实现电的“时间转移”,从而为新能源的间歇性问题提供解决路径。尤其在新的技术条件下,电动车充放电、热泵+储罐储冷/热等新模式,相较电池、抽蓄等传统储能方式,将大幅降低成本,更有利于发挥我国新能源资源禀赋和技术优势,预计可在不推高用能成本的情况下实现能源转型。

随着大容量储能、新能源材料、氢燃料电池、海水淡化等技术突破,电将与冷、热、氢等各类能源深度联系,与交通、制造、养殖等产业跨界融合,孵化出一批新模式、新业态,推动一场技术驱动、创新驱动下的全社会革命。同时,技术发展将与碳中和进程相互促进、相互提升,形成快速进阶。

## 调动用户侧的“沉睡资源”

目前能源系统用户侧处于相对无序的状态,广大用户中蕴藏着大量的“沉睡资源”,需要被唤醒,因此,需打一场“人民战争”。

其中,在供给侧的“正面战场”,要发挥国企、大型民企等“正规军”的作用,利用

西、北部闲置荒漠、戈壁等地区,规模化开发新能源基地,打造高产量、零污染的“电气田”,替代煤田、油田、气田,再通过特高压送出,替代传统铁路、公路、油气管道。近几年的实践已经证明了该方案的可行性、经济性。

在需求侧,我国有14亿人口、近5亿户家庭,居民用电量巨大,约占全社会用电量的15%,要通过“人民战争”把大量需求侧资源有效组织起来,成为实现碳中和的有生力量。

## 在需求侧大力推广再电气化

电动车、储能、热泵、储热等技术快速发展,交通、供暖等用能终端再电气化进程加快,将是一场效率革命、成本革命。

其中,电动车能耗仅为燃油车的1/4,使用低谷电充电时,成本仅为燃油车的10%。热泵在提供相同热量的情况下,能耗仅为燃气、燃煤锅炉的30%;使用低谷电供热时,成本仅为燃气锅炉的1/3,与燃煤锅炉相当。电力在能源终端需求侧的能效、成本和环保优势日益明显。

与欧美发达国家相比,我国居民用电量增长空间大,需加快推进再电气化进程,实现终端用能去碳化。如民用交通、建筑用能等领域全部由电动车、热泵等方式实现电能替代(需替代2亿吨成品油、40亿吉焦集中供热量,2亿吨民用散煤、1000亿立方米民用天然气),至少需增加3-4万亿千瓦时电量,约占当前终端消费电量7.5亿千瓦时的50%。

## 充分挖掘需求侧的储能潜力

在未来的能源体系中,电是核心,储是关键。“储”不是简单的储电,而是综合利用储热/冷、电动车、氢能等多元化储能方式,充分挖掘现有需求侧的资源和潜力。广泛开展“人民战争”,关键在于发动每户推广再电气化,增强需求侧的弹性。

其中,家庭用能较大的电器都可以实现“时间转移”,即一天中某些时段集中使用就可以满足生活需要。如电动车可充可放,热水器、空调等设备可通过数字技术控制使用时间,匹配新能源的不稳定性。当新能源大发时,家庭用电设备大用或将电能“存储”;当新能源不足时,用电设备停用,电动车反向放电。此外,热泵配合储热罐实现供冷/热,新能源大发时制冷/热并用储罐“存储”,效率高,且具有经济性。

## 通过体制机制改革重塑能源体系

相关部门指出,要推动能源体制改革,还原能源的商品属性。在传统能源体制下,煤、油、气、电、热、核等各类能源相互割裂,无法做到在“大能源”格局下的全盘谋划、统一调度;省间资源配置和市场流通困难,市场作用无法充分发挥;福利性、民生性导向的电价体制无法还原居民用电的商品属性和供求关系,对用电行为的引导性不强。

因此,要实现碳中和,除在理念、行为上引导外,还需同步推进体制机制改革;打

破省间壁垒,实现要素、资源在更大范围自由流动,发挥市场的主体作用;破除行业壁垒,重构我国的能源体系,明确以“电”为核心,对各行业、各领域做好规划,统筹推进;实施促进新能源消纳的价格政策,研究制定居民用电峰谷电价体系,制定电能替代的价格政策;实施促进商业模式创新的价格和补贴政策,鼓励V2G(车网互动)、热泵、储冷/热、智慧控制技术应用,推动新技术、新产业、新模式快速发展。

我国幅员辽阔,资源分布和经济社会发展状况不均衡,决定了碳中和进程的高度不均衡性,因此,要在考虑全局性和科学性的前提下,让一些资源条件好、发展水平高、转型速度快的地域、城市和行业率先实现碳中和。如大唐集团正加快推动能源转型,业务覆盖从清洁能源供应到需求侧电气化替代的全过程,初步计划在内蒙古等省(区)推动大规模新能源基地建设,在北京等负荷中心开展清洁电代油、代气、代煤试点,积极探索实践一条能源转型的新路径,以“局部胜利”带动实现“全面胜利”。

碳中和是一场持久战,是能源革命逐步深入的过程,能源行业必然是主战场,要从发展全局出发,充分认识碳中和的复杂性、艰巨性。同时,也要看到,我国在资源、技术、市场等各方面均已建立优势,只要贯彻落实“四个革命、一个合作”的能源安全新战略,统一思想,坚定信心,找准科学的路径模式,集全社会之力共同推进,必定能打赢碳中和这场持久战。

(作者系中国大唐集团有限公司党组书记、董事)

数字电网

# 新型用电侧碳排放因子体系亟待建立

■代姚 别佩 陈政

实现碳中和的根本在于减少碳排放,即为碳减排提供相应的政策支撑,碳排放的统计核算则是重要依据。这直接关系到碳减排政策是否合理、相应管理和运作机制是否有效,并最终决定碳达峰、碳中和目标能否真正实现。2021年9月,国家碳排放统计核算工作组成立,负责组织协调全国及各地区、各行业的碳排放统计核算等工作,彰显了我国对碳排放数据核算及数据质量的高度重视。

随着以新能源为主体的新型电力系统建设目标的提出,新能源占比将不断提升,终端用能电气化将不断深入,电力在推进碳达峰、碳中和目标的过程中将扮演越来越重要的角色。对电力行业而言,用电侧碳排放因子是连接电力消费与碳排放量的关键桥梁,其计算方式是否合理、取值是否准确,对于能否精准评估各地区、各行业、各企业的碳排放量,制定合理可行的碳达峰、碳中和路径均具有重要意义。

## 用电侧碳排放因子可用于核算温室气体排放等领域

目前,国内主要有两大类用电侧碳排放因子,第一类排放因子用于计算每消费1千瓦时电产生的碳排放,被称为电网用电排放因子或耗电排放因子;第二类排放因子用于计算新能源电力设施每发1千瓦时电对应减少的碳排放。作为经济活动最重要的二次能源,用电侧碳排放因子应用广泛,主要包括以下三个方面:

用于编制温室气体清单。2010年,国家发改委气候司发布了《省级温室气体清单编制指南》,采用2005年区域电网平均碳排放因子作为核算电力调度产生碳排放的

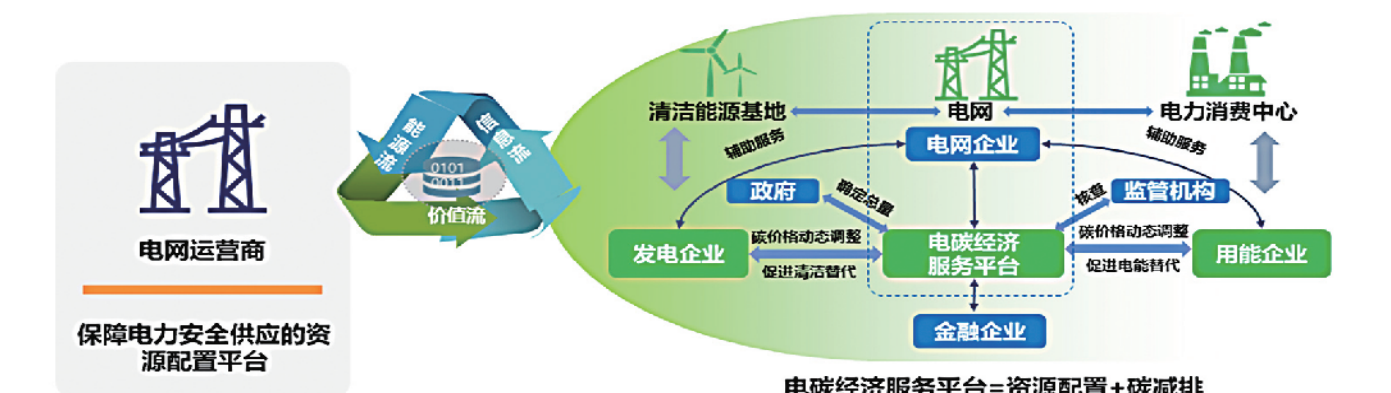
依据。同时,部分省市积极推进温室气体清单编制工作。如2020年6月,广东省生态环境厅发布了《广东省市(区)级温室气体清单编制指南》,采用了广东全省及各地级市2015-2018年的电网平均碳排放因子。由此可见,用电侧碳排放因子有助于地方政府制定科学合理的碳减排规划。

用于制定企业温室气体排放的核算方法。从2013年开始,国家发改委先后出台24个行业的企业温室气体排放核算方法与报告指南。除发电企业和电网企业外,钢铁、化工、电解铝等重点高排放行业也涉及用电产生的二氧化碳排放,指南帮助上述行业的控排企业核算自身的碳排放量,以应对碳配额履约、参与碳市场交易。

用于制定产品碳足迹的核算方法。碳足迹是指产品全生命周期产生的碳排放,其中用电产生的碳排放是重要组成部分。近年来,国内产品碳足迹的核算通则逐渐完善,尤其核算方法的不断完善为产品碳标签认证及未来应对欧美国家的碳关税均具有重要意义。

## 传统的平均碳排放因子无法满足降碳新要求

我国碳排放交易权中的碳排放总量由体系碳减排目标要求的碳排放绩效基准和实际的经济产出共同决定,不仅要控制化石能源燃烧产生的直接碳排放,也要控制电力和热力使用产生的间接碳排放,这与欧美国家和地区已建成的碳排放交易只控制直接碳排放不同,使得我国在客观上具备通过合理机制促进“电-碳联动”的条件。精确的用电侧碳排放因子是实现“电-碳联动”的关键,而现有碳排放因子存在以下三个方面的问题:



电网不再只是保障电力安全供应的资源配置平台,更重要的是承担碳减排责任,为全社会搭建能源流、信息流、价值流的电碳经济服务平台。

数据过于陈旧。电网平均碳排放因子在2012年后便未更新,已不具有时效性。这既不利于各省(市)制定碳达峰、碳中和规划,也不利于控排企业的碳配额履约和参与碳市场交易。

没有反映时空特性。传统的电网平均碳排放因子无法区分不同行业、企业的用电特征,如季节性、分时特性、区域聚集特性等。实际上,这些区别将对各行业企业的碳排放计量产生显著影响。

无法促进多市场协调发展。传统电网平均碳排放因子的取值相对固定,无法影响企业的用电行为及其在电力市场、碳市场的交易行为,难以有效促进“电-碳”联动,也难以促进碳交易市场与电力交易市场(包括绿电交易市场)的有机结合与协调发展。

## 建立新型碳排放因子体系的关键是追踪用电来源

随着以新能源为主体的新型电力系

统建设目标的提出,未来风电、光伏占比将大幅提高。与传统电力系统相比,新型电力系统电源出力的间歇性、随机性将显著增加,不同地区、不同季节、不同天气、不同时段发电结构将存在较大差异,传统的电网平均碳排放因子无法满足精准计量用电侧碳排放的要求,因此有必要建立新型用电侧碳排放因子体系。

电网企业具有海量的发用两侧分时段电量数据,也有较全面的发电企业能耗数据,可充分利用这些数据,计算出准确的具有时空特性的用电侧碳排放因子。同时,可根据应用场景的不同,构建基于电力流的电网碳排放因子体系。

电网企业应充分发挥“电-碳平台”的作用,助力构建基于电力流的用电侧碳排放因子体系,关键是计量企业用电碳排放因子,难点是追踪企业的用电来源。目前,可通过两种方法对企业的用电来源进行追溯,一是通过电力潮流追踪,该方法可有效反映不同时间、不同节点的电力碳排

放情况,且计算过程较为清晰,通用性好;二是通过电力交易形成的虚拟电力交易流实现对企业用电来源的溯源,该方法可有效促进碳交易市场与电力市场的联动,引导用电侧在市场中积极寻找低碳甚至零碳电源,推动用电侧通过参与绿电交易减少碳排放,体现清洁能源的环境价值。

如前所述,电网企业具有海量丰富的发用电企业电力数据和发电企业能耗数据、电力潮流分布数据,无论采用哪种方法,均可充分利用这些数据,协同绿电交易市场和碳交易市场,实现各地区用电碳排放的精准计量,为政府合理制定碳达峰方案、对重点控排企业的碳排放数据进行准确计算与核查提供支撑,从而发挥新型电力系统在全社会降碳减排过程中的核心枢纽作用,助力国家碳达峰、碳中和目标顺利实现。

(代姚、别佩供职于南方电网公司创新部,陈政供职于南方电网公司能源发展研究院)