

# 虚拟电厂能缓解用电紧张吗?

## ● 热点观察

入夏以来,全国多地持续高温天气,居民用电负荷也快速增长。今年以来,多份政策文件相继出台,支持虚拟电厂(VPP)建设。那么,被频频提及的虚拟电厂究竟是何“秘密武器”?它能缓解社会高峰用电紧张吗?

### 虚拟电厂究竟是什么

1831年,迈克尔·法拉第发明的电动机开创了人类发电的先河,将机械能转换为低电压下的电磁动力,这一伟大发明启发了托马斯·爱迪生和约瑟夫·斯旺等科学家,他们随后的发现使大规模发电成为现实。1882年,世界上第一座火力发电厂霍尔本高架发电站(又称爱迪生电灯站)诞生,电厂以煤为原料,通过锅炉产生蒸汽后驱动汽轮机发电。这座发电厂近千盏白炽灯,照亮了从霍尔本马戏团到圣·马丁大酒店的街道,后又扩大发电规模,为附近的私人住宅提供照明。时至今日,人类社会的电力供应模式与此一脉相承,总体上是较为集中的发电厂向周围电力用户辐射输送电力。

如今,一种新型的资源整合形式“能源聚合商”正在进入人们视野,它更为通俗的称谓是“虚拟电厂”。与传统电厂单纯依靠某种自然环境资源(如风、水、阳光)相比,虚拟电厂的构成资源更加多样化、具有环保性,且在未来电力市场中更具竞争力,可为电力系统发展乃至行业转型提供新思路。

虚拟电厂的相关概念,最早由西蒙·阿韦布赫(Shimon Awerbuch)博士于1997年提出。此后,各界专家学者从不同形态维度进行探索,给出了多种定义。

有的学者认为,虚拟电厂是分布式能源的集合,以传统发电厂的角色参与电力系统运行;有的学者认为,虚拟电厂是对电网中各种能源进行综合管理的软件系统;有的学者认为,虚拟电厂是能效电厂,通过减少终端用电设备和装置的用电需求来产生“富余”的电能,即通过在用户侧安装提高用电能效的设备,达到建设实际电厂的效果;还有的学者认为,虚拟电厂是动态聚合各种能源的能源互联网。

综观现阶段各类理论探索和工程示范情况,虚拟电厂是一种通过先进信息通信和监测控制技术,实现海量分布式新能源、储能系统、可控负荷、电动汽车等聚合和协调优化,作为一个特殊电厂参与电网运行和电力市场的电源协调管理系统,对外表现为“一个具备可控性的电源”。它既可作为“正电厂”向系统供电和顶峰,又可作为“负电厂”通过负荷侧响应以配合系统填谷;既可快速响应指令,配合保障系统稳定并获得经济补偿,也可等同于电厂参与容量、电量、辅助服务等各类电力市场获得经济收益。

“虚拟”二字意味着并非实体,所以虚拟电厂并不是真正意义上的发电厂,而是一种基于能源互联网技术的“看不见的电厂”。简而言之,就是通过物联网、云计算等技术,将用电方、储能方、分布式电源聚合起来,使众多“小型电



站”组合成一个发电量可观的虚拟电厂,实现电力的弹性调整。

### 为何要发展“看不见的电厂”

目前,虚拟电厂的理论和实践在欧美发达国家发展得较为成熟,先后在德国、英国、法国、美国、澳大利亚、日本等国开展了商业试点。欧洲的虚拟电厂发展较早,已基本实现市场化运营。其中,被誉为虚拟电厂“先驱者”之一的德国Next-Kraftwerke虚拟电厂运营公司,截至2022年已有15346个聚合单元,1120万千瓦装机容量。科技公司特斯拉也是虚拟电厂的先行者。2015年,特斯拉推出了家用储能设备PowerWall。PowerWall内置18650锂电池,有7千瓦时和10千瓦时两种配置,通过屋顶太阳能电池产生的电力,PowerWall可以储存100千瓦时以上的容量。目前,特斯拉已在美国加利福尼亚、澳大利亚和日本古岛等地建立了虚拟电厂。

总的来看,这些国家针对虚拟电厂的发展各有侧重。以德国为代表的欧洲国家以聚合分布式电源为主;美国以可控负荷为主;日本以聚合用户侧储能和分布式电源为主;澳大利亚以聚合用户侧储能为主。

近年来,我国多地夏季高温天气不断,伴随着极端高温,是社会整体用电量负荷的持续攀升。根据中国电力企业联合会分析,2023年全国最高用电负荷预计约13.7亿千瓦,较去年同期增加8000万千瓦左右,若出现极端情况,全国最高用电负荷可能较去年同期增加约1亿千瓦。

目前,我国虚拟电厂项目总体处于前期试点研究阶段。“十三五”期间,江苏、上海、河北、广东等地相继开展了电力需求响应和虚拟电厂的试点。比如,江苏省于2016年开展需求响应示范;上海市于2017年建成黄浦区商业建筑虚拟电厂示范工程;国网冀北电力有限公司直接

参与华北辅助服务市场的虚拟电厂示范项目,高质量服务绿色冬奥,并参与了多项虚拟电厂国际标准制定;2022年8月,国内首家虚拟电厂管理中心——深圳虚拟电厂管理中心揭牌,预计到2025年,深圳将建成具备100万千瓦级可调节能力的虚拟电厂;今年7月初,广州、深圳、柳州三地同步开展虚拟电厂多功能联合调控,标志着我国首个区域级虚拟电厂投入运行。

在电力供需不匹配的情况下,通过一定的激励措施,让用户主动改变自己的用电方式和用电行为,参与供需调剂,可以减轻电力系统的压力。虚拟电厂对于电网、用电负荷、发电、产业链等方面具有积极作用,其中电网和用电负荷跟百姓生活直接相关。对于电网而言,虚拟电厂有助于提升电网的安全稳定运行。在电网调峰方面,虚拟电厂通过资源动态聚合和集中协调优化参与削峰填谷,实现日内更短时间尺度响应,精准削减负荷高峰、填充低谷负荷,有助于优化电网运行。对用电负荷而言,虚拟电厂有助于优化供电服务、降费增效。比如,对于大型工商业企业来说,通过虚拟电厂提供的节能服务,可以掌握自身能源管理状况及用能水平,排查节能障碍和浪费环节,从而达到节能减排、提高经济效益的目的。

### 以“能源定制”降低家庭开支

如何把用户需求侧的“潜力股”集合利用起来,是未来电力资源调配的重要方向。随着分布式光伏、用户侧储能(包括家庭储能、工商业储能、储能充电桩等)的发展,电力用户侧的灵活性不断提升,数字化程度不断提高,各类资源呈现数量多、单体小、类型杂等特点,难以直接参与电力系统运行和相关交易。如何唤醒、优化、发挥这些海量的用户侧资源,

使其有效参与电网运行和市场交易,建立低碳、安全和经济的新型电力系统,需要一个能协同用户侧资源优化运行控制和市场交易的“智能管家”。

这个“智能管家”就是虚拟电厂。即使是一户家庭、一辆电动汽车,也能成为虚拟电厂的一部分。和共享经济类似,虚拟电厂也是通过信息化协调方式,将海量分散的资源“聚沙成塔”。打个比方,极端高温天气预警时,虚拟电厂可以根据用电缺口调节需求,向用户发出邀约,调配多余的电量解燃眉之急。再比如,电动汽车充电期间,虚拟电厂可根据电力市场价格波动情况,实时优化充放电策略,从而减少用户的充电成本。

另外,很多家庭中都有空调、洗衣机、热水器、电动汽车,每个设备都需要电力供应,但它们的用能时间、时长、需求量有一定差异,对电网供电压力的影响也存在区别。虚拟电厂所起的作用,便是可以迅速根据不同设备的状态、需求、市场价格、天气情况等信息,精细化地实现智能调配。比如,在市场价格高、电力供应紧张的时候,对各设备实现精准调控,使其少用电、少购电;在市场价格低、电力供应平稳的时候,在满足用能需求的情况下,利用储能设备将多余的电能储存起来,满足电力市场价格较高时段的用能需求。利用虚拟电厂这个“智能管家”,为每家每户实现定制化的能源使用服务,降低用户的能源成本开支。

就技术而言,大部分虚拟电厂试点实现了初步的用户监测,但还没有完全实现对优化调度和分布式能源的闭环控制。同时,虚拟电厂的发展需要依托于电力市场化交易,我们还需耐心培育成熟的市场服务和可持续发展的市场环境。未来,随着我国电力中长期、现货、辅助服务市场等机制的不断完善,再通过AI技术提升数字化智能水平和产业升级,我国虚拟电厂的发展前景可期。

郑泽华

## 专家之声

良好的生态环境,是最普惠的民生福祉。有没有增进民生福祉,能不能给群众带来方便,很大程度上检验城市绿化的质量和效益。近年来,我国城市绿化工作持续推进,不少地方通过见缝插绿、拆违建绿、留白增绿等方式,因地制宜优化绿色共享空间,持续提升群众的获得感和幸福指数。

习近平总书记指出:“要坚持以人民为中心的发展思想,持之以恒开展‘绿街坊’建设,依靠街坊议事会等机制,让社区绿化工作成为大家的事;宁夏银川金凤区为建设‘最美回家路’,到沿街商铺和单位走访调研;海南三亚市召开专题咨询会,针对乡土树种利用率不高等问题,邀请专家学者、群众代表等出谋划策……与群众积极沟通,让百姓踊跃参与,有助于把城市绿化这件好事办好,办成市民满意和支持的民生

事业。城市绿化和老百姓的生产生活息息相关。坚持以人民为中心,一方面要把群众满意不满意作为城市绿化的评判标准,针对群众反映强烈的问题立行立改。另一方面也要坚持人民群众在城市建设和发展中的主体地位,坚持问需于民、问计于民,找准工作的发力点,提升各项措施的科学性有效性。上海黄浦区持续开展‘绿街坊’建设,依靠街坊议事会等机制,让社区绿化工作成为大家的事;宁夏银川金凤区为建设‘最美回家路’,到沿街商铺和单位走访调研;海南三亚市召开专题咨询会,针对乡土树种利用率不高等问题,邀请专家学者、群众代表等出谋划策……与群众积极沟通,让百姓踊跃参与,有助于把城市绿化这件好事办好,办成市民满意和支持的民生

# “为人民种树 为群众造福”

孟繁哲

全;浙江杭州启动西溪湿地综合保护工程,依托山水脉络、本土特色植物进行合理规划,成为人民群众共享的绿色空间。这些城市绿化成果之所以赢得群众赞誉,深受群众欢迎,正是因为始终坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,坚持以人民为中心,聚焦群众所思所盼,把好事做到群众心坎上。

有什么样的政绩观,就有什么样的城市绿化观。谋划推进城市绿化工作,一定要坚持全心全意为人民服务的根本宗旨,牢记为民造福是最大政绩。现实来看,个别地方城市绿化出现跟风引种“网红”树种、过度追求“四季有花”、搞形象工程等走偏苗头,值得高度警惕并坚决纠正。盲目追求“四季见景”“成景好看”,不考虑群众实际需要的过度“美化”“彩化”,说到底形式主义、官僚主义作祟,背离了城市绿化的初衷。为了所谓“绿色政绩”,一味追求“短、平、快”效应,不惜搞劳民伤财的形象工程、景观工程,使政绩观错位、发展观走偏、责任心缺失,不仅会引发群众不满,损害党群、

干群关系,也会贻误国土绿化事业。城市绿化和老百姓的生产生活息息相关。坚持以人民为中心,一方面要把群众满意不满意作为城市绿化的评判标准,针对群众反映强烈的问题立行立改。另一方面也要坚持人民群众在城市建设和发展中的主体地位,坚持问需于民、问计于民,找准工作的发力点,提升各项措施的科学性有效性。上海黄浦区持续开展‘绿街坊’建设,依靠街坊议事会等机制,让社区绿化工作成为大家的事;宁夏银川金凤区为建设‘最美回家路’,到沿街商铺和单位走访调研;海南三亚市召开专题咨询会,针对乡土树种利用率不高等问题,邀请专家学者、群众代表等出谋划策……与群众积极沟通,让百姓踊跃参与,有助于把城市绿化这件好事办好,办成市民满意和支持的民生

“城,所以盛民也”。进一步来看,老百姓每天的吃用住行,一刻都离不开城市管理和公共服务,必须有“在任何时候都把群众利益放在第一位”的思想自觉。无论是“绿化”,还是治水,无论是推进城市轨道交通建设,还是健全便民服务体系,无论是营造创业良好环境,还是解决新市民、青年人等群体住房困难问题……每一项工作都考验治理者的政绩观和发展观,需要有温度、有精度的城市治理。坚持以人民为中心的发展思想,苦练内功、下足绣花功夫,才能使城市更安全、更宜居,成为人民群众高品质生活的空间。

城市绿化工作推进的成效,事关城市高质量发展,事关人民群众切身利益。坚决破除绿化中的形式主义,强化以人民为中心的城市底色,持之以恒以高质量绿化改善城市人居环境,就必定能不断提高人民生活品质,不断增强人民群众的获得感、幸福感、安全感。

程小雨

## “三北”工程建设四十五年取得五项重大成就

“三北”工程是我国启动实施的第一个大型生态建设工程,至今已实施45年,累计完成造林保存面积4.8亿亩、治理退化草原12.8亿亩,工程区森林覆盖率从1978年的5.05%提高到目前的13.84%,在祖国北疆筑起了一道抵御风沙、保持水土、护农促牧的万里“绿色长城”。风沙危害得到基本遏制。工程因地制宜采取造林种草、封育飞播、封禁保护等措施,累计治理沙化土地面积5亿亩,工程区超45%可治理沙化土地得到初步治理。重点治理的毛乌素、浑善达克、呼伦贝尔、科尔沁四大沙地生态状况得到整体改善。水土流失得到有效控制。实施生物措施与工程措施相结合的治理模式,按山系、分流域规模推进、综合治理,累计治理水土流失面积6.7亿亩,工程区61%的水土流失面积得到有效控制,重点治理的黄土高原林草植被覆盖率超59%,蓄水保土能力显著增强。农田牧场得到有效保护。坚持多林种、多树种,乔灌草、带片网结合,人工干预和封禁保护结合,在华北、东北等粮食主产区营造农田防护林网(带),

有效庇护农田4.5亿亩,为促进粮食稳产高产和畜牧业发展发挥了重要的生态屏障作用。绿色惠民富民成效显著。坚持生态治理与改善民生协同推进,在黄土高原、燕山山地、新疆绿洲等地建成一批各具特色的林果产业基地,工程区经济林干鲜果品年产量从不足200万吨提高到4800万吨,1500多万人依靠特色林果业实现稳定脱贫,一些重点地区涉林收入占到农民收入的50%以上。部分沙区转变发展思路,变沙为宝,大力发展中药材、优质牧草等沙产业,蹚出了一条治沙又致富的双赢路。锻造铸就了“三北精神”。近半个世纪以来,三北地区广大干部职工和人民群众坚持不懈防沙治沙,一年接着一年干、一代接着一代干,铸就了艰苦奋斗、无私奉献、锲而不舍、久久为功的“三北精神”,涌现了王有德、石光银、牛玉琴、八步沙“六老汉”等一批造林治沙英雄、时代楷模,培育了河北塞罕坝林场、山西右玉、陕西延安、新疆柯坪等一批绿色治理典型,成为新时代促进实现人与自然和谐共生、建设美丽中国的强大精神动力。安琪

## 践行“公民十条”,记录分享绿色行动

# 小学生持续21天打卡低碳暑假

打开微信“碳碳星球”小程序暑期打卡广场的入口,映入眼帘的是小学生们花式变身“环保达人”的照片,他们纷纷用镜头定格下“光盘行动”“低碳出行”“分类投放垃圾”的环保瞬间。“美丽中国,我是行动者”2023年全国小学生践行“公民十条”暑期打卡活动接近尾声,小学生们用这场持续21天的“低碳打卡行动”演绎别样的绿色暑假。此次主题活动由生态环境部宣传教育中心联合腾讯公司、中华少年儿童慈善救助基金会组织开展,从7月26日持续至8月15日,累计21天。据统计,截至8月8日,线上平台统计打卡次数已达7万余条。其中,山东省、上海市、四川省成为活动打卡次数最多的3个省市,济南市饮马小学、武汉市大兴路小学、上海市民办宏星小学分别位列参与学校的前3名。根据平台所记录的参与者打卡情况,参与者将获得“美丽中国,我是行动者”的电子证书以及相应奖品,前20名还将受邀参加于8月底在北京举行的“21天打卡”成果展示活动。活动依托微信平台“碳碳星球”小程序,结合“公民十条”(《公民生态环境行为规范十条》)设计了6个不同的践行场景,包括“光盘行动”“合理设定空调温度”“外出自带水杯”“低碳出行”“分类投放垃圾”“亲近自然”等。小学生可在“碳

碳星球”平台上建立自己的个人账户,以“拍照+简要文字说明”的形式记录践行环保行动的情景,即可在“碳碳星球”完成一次暑期打卡行动。“相较于以往线下组织的科普进课堂、专家讲座活动,此次线上打卡突破了时间与空间的束缚,有效带动全国各地的小学生一同参与到绿色低碳的生活方式中来。”生态环境部宣传教育中心负责人说,“我们从‘公民十条’中精挑细选出6个最贴合小学生日常生活的场景,为小学生颁发‘从一星到五星’等级的电子证书,像玩游戏一样的参与方式能激发小朋友们的兴趣。”当“公民十条”被拆解成游戏式的“个体化日常参与”行动,也让环保日常行为有了被记录的可能。来自四川的学生家长王蓓表示:“很多事平时也在做,这次活动恰好提供了一个机会,把点滴的绿色行动记录下来,分享和影响周围的人。”人人都能成为绿色行动的模范践行者。“自从坚持打卡,我家一年级小朋友的绘画日记,被保护环境主题‘霸屏’了。”来自四川的网友“溜溜梅”打趣地分享起自家孩子的暑期打卡“后遗症”。这些“后遗症”的养成,正是通过打卡这件事潜移默化影响的。“从小培养生态环境保护意识,从小事做起。”“小”字是山东网友“壮志凌云”谈及最多的关键词。



本次活动不仅专注培养小学生的低碳环保意识,家长、老师也纷纷成为低碳环保行动队伍中的一员。本次活动的亮点在于,从学生角度出发,有效调动家庭、学校、社区共同参与生态环境宣教工

作的积极性。通过寓教于乐、家庭参与的方式,使“公民十条”更加入脑入心,成为公民自觉遵守的生活习惯,助力推动绿色低碳生活方式在全社会蔚然成风,共同建设美丽中国。程小雨