中国改革报

2022.02.23
星期三

能源发展 Energy Development

绿电成就最洁净“冬奥盛宴”

□ 本报记者 安 宁

2月20日，北京冬奥会落下帷幕，那束温暖着人们的“微火”缓缓地熄灭了……16天的时间里，冰与雪演绎着神话，太多的欢笑与泪水、超越与传奇将被世人永远铭记。

国家主席习近平在会见国际奥委会主席巴赫时指出，这是新冠肺炎疫情发生以来首次如期举办的全球综合性体育盛会，是对“更快、更高、更强、更团结”奥林匹克新格言的成功实践。

是的，在这个实践中，“绿色”毫无疑问是中国为这届全球体育盛会打下的最美丽底色：本届冬奥会，我国实现三大赛区26个场馆赛期全部使用绿色电能，这意味着奥运历史上首次实现全部场馆100%清洁能源供应。绿电成就最洁净“冬奥盛宴”。

奥运首次
赛时场馆绿电全覆盖

在首钢滑雪大跳台“雪飞天”，中国队运动员谷爱凌、苏翊鸣两位小将“顶峰相见”，为中国代表团摘下“两金两银”，实现我国雪上项目的“飞天”。

这条形似敦煌壁画飘带的滑雪大跳台长164米，赛道造雪面积约为4190平方米，储雪区面积1000平方米。据测算，滑雪大跳台冬奥会期间的总造雪量高达1.15万立方米，相当于在一个标准篮球场堆出28米高的雪。如此庞大的造雪量要耗费多少电量？“约2万千瓦时，而赛时维护和补雪保养更是约耗电10万千瓦时。这些电力100%由绿色电能供应，放在过去，意味着要烧32吨以上的标准煤。”国网北京电力石景山供电公司经理张庆说。

在跳台滑雪中心，印有“冰墩墩”和“雪容融”指引路标也暗藏玄机。这种彩釉款碲化镉发电玻璃可以在低温情况下不间断发电，既能作为场景装饰指示牌，也能为冬奥村、赛场景观照明和指挥通道提供绿色电能。

实际上，从上万千瓦时的造雪耗电，到可以“自己发光”的指引路标，冬奥会场馆中“涓涓流淌”的电力都是“绿色”的。冬奥保电队员给记者算了一笔账：“1千瓦时绿电，能让冬奥会颁奖广场的主舞台亮22秒左右，或让厨师在冬奥村的“全电厨房”烹饪2份美味菜品，也可以为太阳能充气保障帐篷的电暖器供电约30分钟~40分钟。”

北京冬奥组委总体策划部部长李森介绍，北京冬奥会赛时全部场馆常规能源100%使用绿电，这也是奥运历史上首次实现全部场馆百分之百清洁能源供应。

据记者了解，从2019年6月第一笔绿电交易开始，到2022年冬残奥会结束，北京、延庆、张家口三个赛区的场馆绿电预计使用4亿千瓦时，可以减少燃烧12.8万吨的标准煤，减排二氧化碳32万吨。

世界首创
风光储能多能互补

4亿千瓦时绿电从何而来？不久前，外交部发言人赵立坚用“张北的风点亮北京的灯”向世界讲述了“绿色办奥”的中国故事。

张家口，北京冬奥会三大主赛区之一，同时，它还承担着另一个使命——为冬奥会输送源源不断的绿色电力。一台矗立于张北的扇叶直径146米的风电机组，日均发电约2.45万千瓦时，输送至北京后，即可供首钢滑雪大跳台中心完成本届冬奥会期间的全部造雪量。

“张北一场风，从春刮到冬。”一句民谚道出了张北地区恶劣的自然环境，却也窥见了当地的大好“风光”。张北风能年均利用小时数高达2400小时以上，太阳能年均日照时数2897.8小时。优质的风电资源，让这里成为国家规划的9个千万千瓦级风电基地之一，也是全国唯一经国务院批复设立的可再生能源示范区。2021年年底，张家口可再生能源累计装机超过2347万千瓦，成为全国非水可再生能源第一大市。

大自然慷慨的馈赠中蕴含着源源不断的清洁能量，而让这份“绿意”跨越山川奔赴冬奥却有很大难度。由于新能源固有的随机性、波动性等特征，大规模新能源并网消纳一直是世界性难题。为此，我国建设了一项世界级创新性工程——张北柔性直流电网试验示范工程。

国网冀北电力冬奥办副主任雷为民介绍，与常规的交直流输电技术相比，柔性直流输电技术可控性更强、功率调节速度更快、运行方式更灵活，能够有效抑制交流电压波动，减少功率波动对受端电网的影响。

“只此青绿”（张北柔直电网工程），世界首个实现风、光、储能多能互补的直流电网工程应运而生，全部核心技术和关键设备均为中国首创。就此，张北地区上百家风电场、近千家光伏电站接连并网，形成了一个有机整体。

与此同时，一个世界最大的“超级充电宝”——总装机容量达360万千瓦的丰宁抽水蓄能电站也拔地而起，接入张北柔直电网和华北500千伏电网，不仅保障北京冬奥会场馆绿电全覆盖，还可显著推动冬奥会举办城市北京、张家口广泛使用清洁能源。未来，丰宁电站全部机组投产后，可提供720万千瓦电力调节能力。

发改力量
绿色电力市场化交易

将张北柔直电网工程列入《电力发展“十三五”规划》和《能源技术革命创新行动计划（2016－2030年）》，并于2017年12月核准；建设北京赛区、延庆赛区和张家口赛区冬奥会配套电网工程；加快丰宁抽水蓄能电站建设投产……在保证北京冬奥会100%绿电供应中，国家发展改革委始终以高度的使命感和责任感全力推进各项工作。

实际上，北京冬奥会在绿电使用方面的成果，不仅有强大的有形输电网发挥作用，背后还有一张无形的绿电市场化交易网。

“北京冬奥会的电力供应基本上是依托现有的城市市政电网，按照国家关于绿色电力市场化交易规则，通过绿电交易，实现所有场馆的绿色电力供应。”北京冬奥组委规划建设部部长刘玉民说。

通过绿电交易，国家体育馆、国家游泳中心、北京冬奥组委驻地等首批北京2022年冬奥会场馆及配套服务设施，早在2019年7月就率先用上绿色电能。通过市场化交易这只“看不见的手”，新能源发电企业获得一定的经济收益，冬奥场馆则可以践行低碳理念，实现双赢。

国家发展改革委有关负责人此前在接受本报记者就绿色电力市场化交易方面的采访时曾表示，通过开展绿电交易，将有意愿承担更多社会责任的一部分用户区分出来，与风电、光伏发电项目直接交易，以市场化方式引导绿电消费，体现出绿电的环境价值。

以本届冬奥会为契机，绿色电力交易实现了从场馆到配套服务全生命周期的绿色电力供应，也将为推动未来绿电大规模发展和市场化交易带来重要意义。

……

北京冬奥会落下帷幕，人类又站在一个梦想的新起点。那簇虽已熄灭的奥运之火，却将始终照亮人们的心头，照亮能源发展绿色之路。

2月20日晚，北京第二十四届冬季奥林匹克运动会闭幕式在国家体育场举行。

上 图：闭幕式现场。 新华社记者 徐子鉴 摄

右上图：国家体育场附近拍摄的画面。 新华社记者 张玉薇 摄

右下图：焰火表演。 新华社记者 金立旺 摄

新模式重塑 分布式光伏开发迎来飞跃

□ 本报记者 焦红霞
□ 实习记者 吴 昊

近日，国家能源局网上新闻发布会上发布的数据显示，我国光伏发电装机规模已突破3亿千瓦，2021年新增光伏发电装机5488万千瓦。其中，分布式光伏新增2928万千瓦，约占全部新增装机的55%。分布式光伏累计装机突破1亿千瓦，约占全部光伏发电并网装机容量的1/3。

得益于整县（市、区）推进屋顶分布式光伏开发试点（以下简称“整县推进”）工作的实施，我国分布式光伏的发展潜力也正在释放。与此同时，分布式光伏领域不断涌现的创新模式，正在悄然重塑着光伏产业的发展格局。

创新合作模式
打造富民新路径

虎年春节刚过，福建省南平市顺昌县仁寿镇、建西镇等9个乡镇的屋顶光伏项目建设已进入忙碌的开工期。顺昌县地处福建省北部，属亚热带季风气候，素有“林海粮仓果乡”之称，光照资源丰富。2021年10月，浙江正泰安能电力系统工程有限公司（以下简称“正泰安能”）与顺昌县正式签署合作协议，利用该县农村居民屋顶进行户用分布式光伏项目开发建设，顺昌县丰富的太阳能资源正在源源不断地转化为经济社会综合发展的优势。

在“整县推进”政策实施的背景下，顺昌县是我国众多市县积极开展屋顶分布式光伏发电开发，以光伏“富民”的缩影。而推动这一进程的，除了国家政策的大力支持，也有光伏行业积极探索合作模式创新、不断尽己所能，为用户收益提供保障的努力。正泰安能总裁卢凯强调：“通过合作模式的创新，屋顶分布式光伏将有效拉动农村经济和提高农民收入水平。”

“正泰推出的合作开发模式，是由公司出设备、老百姓出屋顶合作开发建设光伏电站，用户无需出一分钱便可享受发电创造的收益分成，每户家庭每年增收数千元。”据卢凯介绍，早在2016年，正泰安能就在浙江衢州龙游芝溪家园，与800多户家庭合作开发户用光伏，用户不出一分钱就可享受由正泰提供的设备及专业服务，并获得屋顶电站带来的收益。项目成立至今，整个芝溪家园装机总容量已达4MW，年发电量超过400万千瓦时，每年可获得50万元左右收益。通过光伏富民的方式让当地百姓增收创收。

记者了解到，正泰安能一直重视培育及维护良性健康的户用市场，做用户利益的维护者。除了让用户免费享受收益，该公司与中国人民保险集团股份有限公司建立了长期战略合作关系，为用户提供《家庭太阳能光伏发电设备综合险》，保障屋顶光伏设备全生命周期的健康运行。卢凯表示，屋顶分布式光伏可直接为农民创造经济收入，正因如此，近几年户用光伏的发展经历了从微不足道到举足轻重的地位转变，发挥出了重要作用。

在“整县推进”的“东风”下，光伏行业通过模式创新，为农民增收已成为行业的新趋势。隆基股份全球营销中心分布式总经理牛燕燕认为，光伏发电最大的特点是一次性投入，25年稳定收入，且无需经营，是农村脱贫致富的最佳产品之一，光伏产品在乡村建设中不以牺牲环境为代价，不仅可以改善农村的产业发展，还能改善生态环境守住绿水青山。同时，屋顶分布式光伏建成以后，可以直接解决老百姓的用电和取暖问题，还能在农业生产、加工和经营中起到很好的支持作用。

丰富应用场景
“无处不在”助减排

当前，伴随着“整县推进”工作的实施，分布式光伏的模式创新正在不断加快，除了与用户的合作模式，还有日趋多样化的“光伏+”应用场景。在光伏应用模式持续的创新和探索中，光伏“无处不在”的愿景将不再遥远，不断为碳达峰碳中和提供“绿色动力”。

仅仅在乡村，“光伏+”应用场景就已融入了众多领域，持续为乡村振兴赋能。牛燕燕告诉记者，在乡村振兴的过程中，所有与电有关的应用场景，都可以同光伏融合起来。未来，通过光伏与农业、当地工商业、旅游业结合，绿电带来的长效收益将为乡村振兴提供稳定的支撑。她还强调，“与乡村振兴的结合，将有助于进一步提升分布式光伏产业链的利用率，保持行业的良性发展。”

据卢凯介绍，正泰的“光伏+”创新模式涵盖了种植业、林业、畜牧业、渔业等诸多涉农领域，形成了农光互补、渔光互补、牧光互补等多元互补模式。在为农村提供了清洁能源的同时，立体化创造了相当可观的经济价值，使农民既是能源的生产者又是消费者，更是绿色能源的受益者。

“‘整县推进’提振了光伏发电的装机需求，也为光伏提供了更多创新性的应用场景。”据卢凯介绍，光伏目前的应用场景包括了集中式光伏电站、分布式光伏电站、工商业光伏和户用光伏，而光伏与农业、治沙、渔业、旅游等绿色产业结合的新场景，以及家庭中与停车位结合的光伏停车棚、与露台结合的光伏阳光房/棚等应用场景，都将进一步扩大光伏装机占比。

为继续加快培育光伏产业的新模式、新业态，卢凯建议，积极鼓励农村开发可再生能源，借鉴屋顶分布式光伏“整县推进”等已有经验，推动国央企与行业头部民企合作，共创能源综合解决方案；同时支持各类市场主体进入农村能源建设领域，积极培育配售电、储能、综合能源服务等新兴市场主体，引导社会力量进入农村能源站、综合能源服务等可商业化运营的领域，形成资金合力。

在“整县推进”和模式创新的共同促进下，分布式光伏正迎来巨大的发展空间。据了解，“整县推进”工作启动以来，分布式光伏开发明显加速，2021年新增装机容量首次超过集中式电站。据不完全统计，2021年全国整县推进屋顶分布式光伏试点县累计备案容量4623万千瓦，累计并网容量1778万千瓦。

“未来，分布式光伏将迎来规模化发展的市场空间。”中国光伏行业协会名誉理事长王勃华指出，当前，光伏盈利模式、商业模式正在走向多元化，光伏电站参与绿电交易和碳交易（CCER）等新增盈利模式，综合能源服务、光伏与电动汽车融合发展等商业模式日趋成熟，都为分布式光伏的规模化发展创造着条件。

“整县屋顶分布式光伏开发”正当时

重点推荐

海草床“吃”碳
可为全球碳中和探索新途径

当下，在全球开启能源转型，各国力求碳达峰碳中和的时代背景下，每个鲜为人知的降碳途径均备受关注，其中就包括海草“吃”碳。作为三大典型的近海海洋生态系统，海草床是全球重要的碳库，具有强大的“碳捕获”和“碳封存”能力。

6版

能源时评

绿色办奥的中国实践

□ 王 文

“微火”成为冬奥主火炬、“绿电”点亮冬奥场馆、新型制冰技术打造“最快的冰”、临时设施拆除后仍能重复利用……北京冬奥会坚持绿色办奥理念，不仅为奥林匹克运动树立起新的标杆，更深远的意义还在于“创造奥运会和地区可持续发展的新典范”。

“绿色办奥”在中国早已深入人心。2015年，习近平总书记对办好北京冬奥会作出重要指示强调：“坚持绿色办奥、共享办奥、开放办奥、廉洁办奥。”北京冬奥组委全面兑现申办时作出的可持续性承诺，落实可持续性政策，制定实施可持续性计划，创新建立可持续性管理体系。充分运用绿色金融、科技创新、制度优势等多重力量，北京冬奥会所有比赛场馆100%使用清洁能源供电，历史上第一次实现奥运会“碳中和”。这不仅增强了中国推进“双碳”工作的信心和决心，更让世界见证了中国绿色办奥实践、绿色低碳发展道路的巨大成功。

绿色办奥离不开科技创新托举。由绿色金融支持建设的清洁能源供电工程张北柔性直流电网，每年可向北京输送的电量约占北京全市用电总量的1/10，直接满足北京、延庆两个冬奥赛区场馆用电需求。该供电工程还创下12项世界第一，有效解决了张北地区绿色电力“并不上”“送不出”“难消纳”三大难题，每年节约标准煤490万吨，减排二氧化碳1280万吨。北京冬奥会之所以能成为一届绿色、包容、开放、清洁的冬奥会，与中国大力发展新能源和循环经济、推动低碳技术研发和推广应用密不可分。冬奥会的成功举办也见证中国绿色低碳科技革命的蓬勃前景。

绿色办奥彰显绿色金融力量。绿色金融贯穿冬奥会筹办举办的全过程，从减少碳排放和能源消耗的角度为场地建设和运营提供支持。例如，中国金融机构累计为冬奥场馆及多个地区的冬奥冰雪项目提供绿色信贷、授信服务至少600亿元。又如，利用碳金融机制，北京和张家口两地政府将林业碳汇捐赠北京冬奥会，积极支持北京冬奥会碳中和工作。再如，绿色金融产品服务“冰雪+”产业经济持续发展，为区域经济发展助力。一系列实践表明，落实国家“双碳”战略部署，促进节能减排和可持续发展，绿色金融大有可为。

北京冬奥会在筹办过程中不仅严格实施低碳管理，还首次将“奥运竞技+绿色科技+区域化+产业文化+脱贫攻坚”巧妙融为一体，创造大量绿色奥运遗产。比如，张家口市的比赛场馆，赛后将打造成为冰雪娱乐中心和避暑旅游胜地，带动区域基础设施升级和群众致富；首钢园区也以冬奥会为契机转型升级，由先前的工业遗址转型为一个多业态融合发展的城市地标。这些创举，已成为奥运会与城市低碳融合发展的经典案例。

国际人士评价：“在推动奥林匹克运动发展中，北京冬奥会将是面向未来的重要里程碑。”绿色奥运的中国实践，对通过绿色投融资低成本举办大型体育赛事等，具有重要借鉴意义。从北京冬奥会出发，推动绿色发展迈出新步伐，必将进一步助力全球可持续发展。

（作者为中国人民大学重阳金融研究院执行院长、中国金融学会绿色金融专业委员会秘书长）

能源发展编辑部
主任：张 宇
执行主编：焦红霞
新闻热线：(010)63691897
监督电话：(010)63691830
电邮：ceeq66@sina.com
网址：www.nationalee.com