

“百万千瓦屋顶分布式光伏”建设行动 打造绿色能源转型“重庆样板”

■王祖勋

重庆是西南地区重要的工业基地和能源消费大市,长期面临能源对外依存度高和季节性电力电量双缺的双重压力。光伏资源虽属Ⅳ类地区,但重庆市充分发挥城乡建筑屋顶面积超2亿平方米的优势,抓住光伏组件价格大幅下降机遇,于2024年6月启动了“百万千瓦屋顶分布式光伏”建设行动。截至2025年3月屋顶分布式光伏新增装机120万千瓦,不仅增加了清洁能源供应能力,更探索出“市场主导、多元融合、科技赋能、利益共享、全民参与”的可复制路径,为全国能源绿色低碳转型提供了“重庆样板”。

■创新做法与实施路径

政策体系创新:顶层设计与市场机制双轮驱动。重点突出工业园区、乡村、公共建筑、高速公路等领域,分场景分时段精准摸排资源,结合用户用电特性、充电基础设施布局、附近电网消纳能力等因素,建立“百万千瓦屋顶分布式光伏”项目库;制定《重庆市“百万千瓦屋顶分布式光伏”建设方案(2024—2025年)》,印发《分布式光伏政策汇编》《分布式光伏建设并网百问百答》《关于进一步提升分布式光伏并网服务管理水平的通知》等支撑性文件,打好“1+N”政策组合拳;国家电投、国家能源、华能、华电和大唐等在渝能源央企和其他社会资本积极响应、参与合作,各级政府部门和电网企业及时协调解决项目推进中的困难问题,形成了齐抓共建的合力。

开发模式创新:多元主体共建共享。工厂“光储充”一体化应用,既最大化盘活了厂房及附属设施“沉睡”的屋顶资产,又助力零碳园区、零碳工厂建设,通过电价收益分享还减轻了企业生产成本。例如,长安汽车渝北工厂建设20兆瓦光伏车棚,年发电量2200万度,覆盖厂区30%用电需



求,年节省电费超1200万元,减排二氧化碳1.8万吨。“企业投资+农户屋顶入股”模式推动村企合作,既盘活农村闲置屋顶,又解决了农户楼板“治漏”难题,还带动村集体年均增收5—10万元;政府机关、公共建筑引入第三方开展合同能源管理(EMC),实现“零投入、享绿电”,累计盘活屋顶资产55万平方米,直接收益超5400万元。

开发技术创新:推动屋顶光伏在低日照环境下高效应用。重庆辉腾能源公司开展了低日照高效智能光伏技术创新,研发的高效组件布局和智慧能源管理系统,发电效率高于传统解决方案48%;重庆怡能新材料公司开展了光伏支架技术创新,研发的用于钢结构的光伏支架棚顶结构专

利,为钢结构建筑提供高效、稳定的光伏板安装解决方案,使得安装工作更加快捷、精准,减少安全隐患。国网重庆电力公司开展运维技术创新,开发“渝光云”大数据平台,实现光伏电站实时监控、故障预警和能效分析,运维效率提升40%。

金融政策创新:构建“政银企民”多方协同投融资机制,降低建设门槛。中国人民银行重庆营管部将符合条件的屋顶光伏项目纳入绿色信贷统计范围;重庆农商行率先针对工商企业屋顶光伏推出最高额度高达1000万元的“阳光贷”系列产品,针对农村地区设计了额度范围为3000元至30万元的“渝快助农贷”。重庆市内其他金融企业先后推出“光伏贷”“碳收益权质押”“绿色

信贷+技改贷”等金融工具。兴业银行重庆分行通过卫星影像对工商业屋顶光伏项目建设进度进行远程核查,优化贷款流程。保险公司推出“光伏电站综合险”。部分区县市政府推出“供应链金融+风险补偿基金”等创新模式,覆盖自然灾害、设备故障等风险。

■成效与亮点

实现电力保供与能源低碳转型互动双赢。分布式光伏顶峰出力与重庆午高峰电力需求曲线高度契合,在度夏电力保供中发挥了重要作用,2024年度夏期间顶峰分布式光伏出力达71万千瓦、占新能源出力的51.8%,有效保障了重庆市工商业正常

生产用电。同时,重庆市内能源供应偏煤,煤电机组发电量占市内发电总量的76%左右。2024年屋顶分布式光伏发电量达11.3亿千瓦时、增长259.1%,减少二氧化碳排放102万吨,相当于植树造林0.68万公顷,成为能源结构调整的重要路径。

实现工商企业降本增效与群众增收致富双重效益。受限于能源资源禀赋和电源结构,重庆市工商业电价高于四川、贵州、云南等邻近省份0.13—0.2元/千瓦时,实施分时电价政策白天高峰时段电价更高。屋顶分布式光伏“自发自用”,减少企业用电费用,以两江新区京东方分布式光伏项目为例,光伏装机4.65万千瓦,截至2025年2月,累计向京东方输送清洁电量6920.7万千瓦时,每年直接为企业节约电费约1955万元,同时还能发挥隔热效果,降低无尘车间气温2—3摄氏度,间接节约降温电费约2000万元。同时,屋顶光伏项目带动村集体年均增收5—10万元,璧山区八塘镇凉水村的实践表明,村民通过提供闲置屋顶开展“村企合作”,每年可获得固定租金400元,加上发电收益分成,年收入可达1000元,成为群众增收的“阳光”银行。

实现扩大能源领域投资与培育新经济增长点相互促进。“百万千瓦屋顶分布式光伏”行动在拉动投资、带动光伏产业链上下游协同发展上表现尤为突出,形成了“应用带动产业、产业支撑应用”的良性循环。2024年重庆光伏产业吸引社会资本超80亿元,带动储能、智能电网等相关产业投资200亿元,创造就业岗位1.2万个。例如,江津区白沙工业园与长三角光伏技术创新中心合作,打造产值超500亿元的光伏产业园,形成“技术研发—装备制造—项目应用”全产业链;铜梁区打造西部新型储能产业高地,吸引13家规上企业落户,2024年产值达48.2亿元。

(作者系重庆市发展改革委党组成员、重庆市能源局局长)

作好碳金融文章,完善碳市场建设



■张跃军 石威

目前,我国全国碳交易市场已上线将近四年,年覆盖二氧化碳排放约51亿吨,占全国二氧化碳排放总量的40%以上,成为全球覆盖温室气体排放量最大的碳市场。不过,我国碳市场的金融化发育程度还较低,碳金融体系建设水平较低,还存在基础设施不完善、产品供给不充分、风险防范机制不健全等突出问题,尚不能有效支撑更加有效、更有活力、更具国际影响力的碳市场建设,对我国实现“双碳”目标的促进作用还有待进一步增强。建议把握“加快建设金融强国”契机,坚持系统推进和重点突破原则,从基础保障、产品供给、风险防范等方面精准发力,作好碳金融大文章,积极稳妥推进碳市场建设和“双碳”目标实现。

当前,我国碳金融发展面临的突出问题主要表现在三方面。首先,碳金融发展基础设施不完善,导致碳金融资源配置和业务开展基础不牢,制约了碳金融的可持续发展能力。一是碳金融法律法规仍空白,导致碳金融资源配置无法充分保障。我国虽已出台《碳排放权交易管理暂行办法》等碳交易法律法规,但仍未构建起保障碳金融发展的完整的法律法规体系,不能为碳金融资源有效配置提供强有力的法律保障。二是碳金融标准缺失,导致碳金融业务开展受限。目前我国仍缺乏专门针对

实体企业、碳金融项目和金融机构的低碳评估认证机构,也没有形成统一的认证标准,认证结果未实现互认,制约了金融机构碳金融业务的顺利开展。三是低碳项目和碳资产摸底不足,导致碳金融资源配置受阻。尽管已经建立全国碳排放权注册登记系统,但其只为全国碳市场服务,缺乏对其余低碳项目和碳资产的管理,未能充分了解全国低碳项目和碳资产的实际状况,难以有效引导碳金融资源配置到低碳发展的关键产业。

其次,碳金融产品供给不充分,削弱了碳金融的低碳资源引导能力。一是碳金融产品供给种类较少,导致社会资本无法有效转向低碳发展领域。目前我国支持节能减排的碳金融产品大多为低附加值的碳金融原生产品,如碳排放配额、核证自愿减排量等,而更灵活的碳现货创新衍生品,如碳债券、碳质押、碳抵押等市场发展并不充分,难以满足社会资本支持低碳产业发展和实体经济重点领域低碳发展需求。二是碳金融产品供给门槛较高,导致部分企业低碳项目融资困难。例如,我国小水电资源丰富,低碳发展潜力大,但是银行机构的碳金融政策对水电站总装机容量和机组平均利用小时数有较为苛刻的硬性要求,导致小水电站开展碳金融项目融资较为困难。三是碳金融产品专业性和可得性较差,导致碳金融服务供给深度和广度不足。我国仅有碳质押贷款、碳远期

等部分碳金融衍生品实现常规应用,大部分碳金融衍生品仅少量尝试后便束之高阁,相比欧美国家,我国碳金融服务机构的专业性和可得性都不高,限制了碳金融产品服务的深度和广度。

再次,碳金融风险防范机制不健全,降低了碳金融的系统性风险防范能力。一是企业环境信息披露机制不完善,导致碳金融活动面临较大不确定性风险。2021年,生态环境部印发《企业环境信息依法披露管理办法》,要求企业依法披露碳信息,但由于缺乏具体细化的披露规则、方法和方式,导致碳信息披露质量不高。据相关调查数据,我国2024年发布ESG报告并披露环境信息的A股上市公司比例仅为38.9%。因此,金融机构难以获得企业或项目的碳排放信息,容易导致碳金融项目决策失误,加大了金融机构开展碳金融活动的风险。二是碳金融保险制度缺失,导致碳金融活动风险无法转移。目前我国尚无法律法规延伸至碳金融保险的承保、投资、监管和消费者教育等方面,尚未充分显现碳金融保险在转移风险方面的独特优势。我国暂未建立碳金融发展的风险补偿机制,难以从根本上化解碳金融服务重大风险。三是碳金融风险管理人员供应和储备机制不完备,导致碳金融活动风险防控人才匮乏。目前我国尚未建立碳金融风险管理人

才培育、供应和储备机制,碳金融风险管理人才队伍与低碳产业发展潜力不匹配,碳金融活动风险防控受限,制约了我国碳金融服务供给与低碳产业发展进程。

针对上述问题,建议在推进我国碳金融发展过程中,要聚焦碳金融法律法规、标准体系与信息共享顶层设计,打牢碳金融发展保障基础,强化碳金融的可持续发展能力。一是建立完善的碳金融法治和监管体系。加快编制全国碳金融的法律法规、发展规划与行动方案,强化跨部门政策协调配合,推动碳金融政策严格落实、定期评估,建立统一、清晰的碳金融监管框架。二是建立健全碳金融标准和政策支持体系。完善我国碳金融标准体系,包括信息披露标准、统计和共享标准以及风险管理和保障标准等,并实现全国统一标准;积极参与全球碳金融标准制定,加强国际合作,努力推动我国碳金融标准成为全球标准。三是建立有效的信息共享与互认体系。建立国家级碳金融数据库,互联互通全国低碳企业和项目资料,最大限度地实现碳金融供需信息对称与共享,推进低碳评估认证机构统一认证标准,互认认证结果。

同时,要聚焦碳金融产品、服务与机构的创新发展,提升碳金融产品和服务数量质量,强化碳金融的低碳资源引导能力。一是打造碳金融产品和服务体系。完善碳金融产品和服务创新激励机制,将碳债券作为常态化融资方式,提升碳金融对低碳产业的服务能力;培育专业的碳金融第三方服务机构,充分发挥其在服务碳金融发展方面的作用。二是完善碳金融第三方认证评级体系。完善碳金融第三方认证评级机制,精准识别项目的低碳属性,为碳金融项目落地提供依据;打造碳金融领域专业人才与团队,建立更多权威的碳金融评估

认证中心;引导碳金融产品服务中介机构共同参与碳达峰碳中和方案编制、标准制定、碳汇产品的设计等,有效提升碳金融服务水平。三是加强碳金融机构体系建设。引导金融机构大力支持碳金融业务创新,培育一批专注于碳金融发展的金融机构,打造系列碳金融产品,提升碳金融服务能力;鼓励商业银行建立碳金融服务的专营机构,如设立碳金融事业部或碳金融专营支行等。

此外,要聚焦企业环境信息披露、碳金融保险发展与风险管理人才培养,构筑碳金融风险防范机制,强化碳金融的系统性风险防范能力。一是健全企业环境信息披露体系。利用大数据、人工智能、区块链等技术,构建自动化企业环境信息监测和披露系统,减少人为误差,提升数据透明度;将企业环境信息披露内容共享至企业信用信息平台、金融信用信息基础数据库,更加高效地将资金配置到低碳产业。二是大力发展碳金融保险体系。重点发展以碳信用价格保险、碳交付保险、碳排放信贷担保等为代表的新型碳金融保险产品;鼓励保险机构参与环境风险治理体系建设,加大与全球保险业领先者的合作力度,探索和创新碳金融保险产品及服务模式。三是构建碳金融风险管理人员培育体系。制定专门的碳金融风险管理人员培养、就业和创业鼓励机制,充分发挥中科院、社科院和“双一流”建设高校的人才培养优势,率先布局世界一流碳金融风险相关学科和专业,建成一批引领世界碳金融风险研究的一流学科,打造一批碳金融风险研究原始创新高地,为我国碳金融发展提供有力的科技支撑和人才保障。

(张跃军系湖南大学二级教授、博导,教育部长江学者特聘教授;石威系南京航空航天大学讲师)

