

# 自愿碳市场如何更好赋能海上风电项目

张晶杰

我国海上风能资源丰富,海上风电作为国家战略性新兴产业之一,其加快发展对构建新型电力系统具有十分重要的意义。2022年6月,国家发改委等9部门联合发布《“十四五”可再生能源发展规划》,明确提出要大力扩大海上风电规模,优化近海布局,推动深远海风电示范化开发。2024年8月,中共中央、国务院发布的《关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》提出,“加快西北风电光伏、西南水电、海上风电、沿海核电等清洁能源基地建设”“提升海域空间利用效率”。

国家能源局公开信息显示,截至2024年12月底,全国风电装机容量已达5.2亿千瓦。2015年~2024年,我国海上风电累计装机容量从162万千瓦增加至4127万千瓦,约占全国风电累计并网容量的8%。从2021年起,我国海上风电累计装机容量居全球首位。

## 自愿碳市场对发展海上风电有积极促进作用

2023年10月24日,生态环境部发布首批包括并网海上风力发电等在内的4项温室气体自愿减排项目方法学,为国家推动实现碳达峰碳中和目标提供了解决方案和实现路径。2024年9月11日,国家能源局综合司、生态环境部办公厅发布《关于做好可再生能源绿色电力证书与自愿减排市场衔接工作的通知》(国能综通新能〔2024〕124号),对于符合全国温室气体自愿减排交易市场有关规则的海上风电项目设置了两年过渡期,明确过渡期内可再生能源发电项目业主可自主选择核发交易绿证或申请CCER。绿证与CCER衔接政策,能有效避免减排效果双重计算,促进温室气体自愿减排交易制度的完善,对健全海上风电CCER项目审查标准和审查流程起到规范作用。

自方法学公布后,全国温室气体自愿减排交易市场建设取得重要实质性进展。2025年3月6日,首批948万吨核证自愿减排量在注册登记平台完成登记。截至当日,提请温室气体自愿减排的项目中,有正在公示的项目1个(海上风电项目1个)、公示结束的项目77个(海上风电项目37个)、完成项目登记的项目14个(海上风电项目10个)。在登记的项目中,两个项目(海上风电项目0个)处于减排公示中,9个项目(海上风电项目7个)完成减排公示。

总体来说,全国温室气体自愿减排交易机制对丰富我国碳交易体系、促进全社会减排具有十分重要的作用。在低收益率的现实情况下,自愿减排项目可作为一种市场激励机制,通过CCER交易帮助相关业主获取项目减排收益,从而降低项目成本,促进绿色低碳技术创



阳江青洲海上风电项目 资料图

新。科学推进并网海上风电CCER项目,能够赋能海上风电产业高质量发展,提高可再生能源发电比重,对于实现我国“双碳”目标是一项有力的重要举措。

## 海上风电CCER项目具有扎实基础

第一,“单30”条件得到明确。海上风电方法学中规定的适用条件为“离岸30公里以外,或者水深大于30米的并网海上风力发电项目。项目应符合法律、法规要求,符合行业发展政策”。满足国内CCER要求的“单30”深远海风电项目相比陆上风电、传统近海项目施工难度更大,建设成本、输电成本及运维成本也相对较高,且未出台过专门的电价指导文件,满足“单30”条件的海上风电项目收益率较低。

享受固定电价(中央财政补贴)的海上风电项目是否具备开发CCER的条件?在海上风电项目财政补贴方面,我国海上风电项目上网电价经历了3个时期。一是特许权招标定价时期(2015年以前),二是固定电价、中央财政补贴时期(2015年~2021年),三是取消中央财政补贴、由地方按照实际情况予以支持时期(2022年至今)。值得注意的是,对于2022年以前并网的项目,尽管享受较高的固定电价(中央财政补贴),但当时投资成本较高;加之各地方存在补贴不到位的情况,补贴海上风电项目的内部收益率也低于电力行业全投资内部收益率(IRR)8%的基准值,同样符合开发CCER条件。

第二,符合额外性免于论证要求。额

外性是指作为温室气体自愿减排项目,相较于相关项目方法学确定的基准线情景,具有额外的减排效果。海上风电项目方法学中对于额外性免于论证。

海上风电项目在开发建设方面,由于受海洋复杂环境、建设成本上升、远距离输电等因素影响,海上风电投资及运维成本为陆上风电的两倍左右。在运行维护方面,海上风电大容量(18MW及以上)风电机组处于样机阶段,国内风机厂家相对来看运行经验少、风险大、可选风机较少,相对陆上风电场而言,海上风电机组运行维护较困难,维护成本很高。在项目收益率方面,根据调研的40余个满足“单30”条件的案例(补贴项目数量约占70%),单位千瓦投资范围在12623元至26305元之间,平均单位千瓦投资为17748元,上网电价范围在0.453元/kWh到0.85元/kWh之间,含补贴和不含补贴的项目设计投资收益率处于4.24%~7.86%之间,均低于IRR8%的基准值。

第三,数据质量有保障。方法学对数据管理要求、审定与核查提出了严格要求。例如,细化了数据监测的方式、方法、审定与减排核算、核查流程,确保数据可追溯、可核查;针对需要实施监测的参数和数据,明确提出计量装置的检定校准要求、数据管理和归档要求、精度控制要求与保守处理原则。我国海上风电单个项目规模大、项目减排数据清晰、质量有保障,具备较显著的减排效果和低碳示范效应。

第四,减排潜力显著。作为可再生能源发电的创新性领域,海上风电具有天然的绿色低碳属性,具有较为显著的温

室气体减排效果和低碳示范效应,有利于进行行业节能减排,有利于引导社会绿色低碳发展,有利于推动实现碳达峰碳中和目标。特别是满足“单30”条件的海上风电项目投资高、建设难度大,将是未来海上风电规模化发展的重要标准。经初步测算,当前满足离岸30公里以外,或者水深大于30米的全国海上风电项目年减排量约为1200万吨CO<sub>2</sub>e,到2025年年底,减排量可增加至4500万吨CO<sub>2</sub>e。

## 政策建议

要按照温室气体自愿减排方法学要求及相关管理规定,科学有序推进海上风电CCER项目。笔者建议,对于符合方法学要求的项目,按照《关于做好可再生能源绿色电力证书与自愿减排市场衔接工作的通知》,鼓励企业自主选择申请CCER或核发交易绿证。申请CCER时要做好数据质量全过程管理,强化数据质量管理合法性和规范性,推动更多温室气体自愿减排项目落地,贡献高质量核证自愿减排量。

加强政策协调,共同支持海上风电产业发展。针对全国温室气体自愿减排交易市场已明确的海上风电等符合国家发展战略、减排潜力较大的领域,建议加强政策协调,形成政策合力。应发挥中央财政补贴和CCER政策“组合拳”作用,支持海上风电产业发展。

加强减排能力建设。加强政策解读与宣贯,鼓励行业、引导企业参与温室气体自愿减排行动,提升企业参与意识与能力,共同推动更多全国温室气体自愿减排项目落地。

近期,《关于建设美丽中国先行区的实施意见》和《美丽城市建设实施方案》《美丽乡村建设实施方案》等文件密集出台,美丽中国建设进入新阶段。

自然之美是宏大的,如山高水长、麦浪滚滚,也是微观的,如小荷虫鸣、树影婆娑;是遥远的,如高原冰川、大漠沙海,也近在眼前甚至和我们合二为一,如新鲜的空气、清洁的水、安全的农产品;是自然的独舞,更是自然与人的共舞,生生不息展现于自然生态系统区域,散布于经济社会发展区域,存在于自然资源开发利用、经济建设、产业发展、生活消费等各领域。因此,建设美丽中国,找回大地自然之美,涉及到经济社会生活的方方面面,需要我们珍惜并把握住每一个可能的机会。

鉴于自然的复杂性和发展的人为性,任何涉及自然的人类活动,从创意到实施乃至运行,在达成特定目标过程中,都有进一步合理化从而更好适应自然、减轻生态影响的潜力。自然没有整体划一和统一标准,人类活动亦千差万别,以致人与自然和谐的形式、程度没有统一模式。在发展中保护自然、助力美丽中国建设的契机随时都有,关键是要落地实施。

在建设美丽中国的过程中,无论防范新的开发破坏、恢复退化生态,还是发展生态产业,都需要宏观政策指引、法律护航、机构监管,也需要广大市场主体和人民群众积极参与。如果说前者是“要我保护”,依法实现底线水平的保护,后者则是“我要保护”,以人文精神促进更高层次的保护。

比如,在京蔚高速公路建设中,为了保护一片最高树龄达300年的古树群落,相关部门多花1.4亿元修建了施工图纸上原本没有的齐家庄隧道,免去了路基开挖对古树林的破坏,这就是依据现场自然状况做出的适应性调整。又如,河北省石家庄市滹沱河生态修复工程在实施过程中,施工人员发现了一座沙岛,一群群崖沙燕绕着沙岛飞来飞去、钻进钻出。原来这座沙岛是崖沙燕的家园,每年3月~10月万只崖沙燕在此繁衍生息。而按照施工设计方案,此处要修建一座跨河大桥,开辟5000平方米的滨水区域,势必平掉沙岛。最终,相关方形成保留沙岛、保护崖沙燕的共识,原拟取直的河道绕过沙岛,跨河大桥挪移位置,滨水区域缩水。为不打扰鸟儿推迟工期的行为,体现了人们高度的生态自觉。

说美丽中国美在山水之外,就是指美在山水之外的人文精神,是崇敬自然、牵挂自然而发自内心的自觉保护,“我要保护”。当前,还有一些地方并非如此,而是习惯于把保护和发展的对立起来,看不到保护自然也是以人为本护航发展的机会,甚至突破生态红线搞建设,打着恢复生态的名义搞开发,这与建设美丽中国的要求背道而驰,必须尽快改变。

建设美丽中国既是大写意,也是工笔画,最终目的是为了人民,但直接受益的是自然。我们爱祖国、爱人民,本身就包含着对祖国山山水水自然样貌的深情牵挂,有牵挂就要有行动。每个人都应行动起来,要切实将对自然生态环境的保护落实到实践中。

# 以人文精神护航美丽中国建设

陶思明

## 自然资源部科技委今年重点抓五方面工作

科学导报 从自然资源部科技发展司获悉,《自然资源部科学技术委员会2025年工作要点》(以下简称《要点》),已经自然资源部科学技术委员会(以下简称自然资源部科技委)2025年第一次全体会议审议通过,于近日正式印发。《要点》明确,2025年自然资源部科技委将重点从“抓顶层设计、抓重大项目、抓平台人才、抓‘一部两局’标准融合、抓基础工作”5个方面推进12项具体工作。

根据《要点》,2025年自然资源科技创新总体发展战略是:深化科技体制机制改革,走出一条高质量发展和高水平安全相统筹的科技自立自强之路;聚焦服务支撑自然资源“两统一”核心职责履行和带动引领全行业科技进步两大重点;全面提升科技创新对主责主业的支撑力、对关键核心技术的攻关力、对行业和全球发展的引领力;做优做强项目、人才、平台、标准四大创新要素高效精准供给,培育和壮大新质生产力;发展地球系统科学,全力推进地质与矿产、海洋与极地、土地与国土空间治理、林草与生态保护修复、测绘与时空信息五大领域自主完备、融通互促的技术体系建设。

《要点》明确,自然资源部科技委2025年要重点抓好五方面工作。一是抓顶层设计,强化“十五五”规划引领,形成行业科技“一盘棋”。包括贯彻落实建设科技强国有关部署,出台加快实现自然资源科技高水平自立自强的政策举措;贯彻落实构建国家科技规划体系部署,牵头编制“十五五”自然资源、海洋领域科技规划两项具体工作。

二是抓重大项目,强化“高精尖缺”科技攻关,服务支撑“两统一”核心职责履行和带动引领全行业科技进步。包括落实国家科技计划改革要求,组织实施好重大项目和重大工程,打造深地、深海、深空、极地、绿色低碳、数智等领域科技制高点;以国家重大战略需求为牵引,加快推进重要、急需、新兴领域科技项目立项,全面提升科技创新对国家重大战略需求以及自然资源行业发展、部“两统一”核心职责的支撑力;强化重大科技项目监督检查,确保改革任务“接得住、管得好”三项具体工作。

三是抓平台人才,构建“产学研用”创新生态,形成可持续发展的战略科技力量。包括集聚创新资源,发挥平台的创新“策源地”作用;促进科教融合与部省科技合作,做实基础研究和地方创新高地建设;以科技创新引领新质生产力发展,赋能产业转型升级三项具体工作。

四是抓“一部两局”标准融合,支撑“一张图”建设。包括健全标准管理机制,强化标准融合统筹协调;加强标准制修订,强化标准高质量供给两项具体工作。

五是抓基础工作,完善政策,强化宣传,营造支持科技创新的良好氛围。包括完善规章制度,释放创新活力;加强宣传推广,讲好科技创新故事两项具体工作;在国际合作和行业交流方面更多展示科技成果,赢得更大的国际影响力和话语权。

王少勇

# 从这个“3%”,聆听绿色低碳转型的足音



图片来源:人民日报

今年的政府工作报告指出,过去一年我国“单位国内生产总值能耗降幅超过3%”,并将“单位国内生产总值能耗降低3%左右”列入发展主要预期目标,提出“加快发展绿色低碳经济”“积极稳妥推进碳达峰碳中和”等举措。

这意味着什么?目标如何实现?党的十八大以来,我国以年均3.3%的能源消费增速支撑了年均6.1%的经济增长,2023年我国单位国内生产总值能耗较2012年下降超过26%,”成为全球能耗强度下降最快的国家之一”,相当于少用约14亿吨标准煤,少排放约29.4亿吨二氧化碳。长期研究全球能源政策的美国经济学家迈克尔·格林斯通评价:“历史上我们还没有发现其他国家能在如此短的时间内这样大幅减少污染的例子。”

人之愈深,其进愈难。单位国内生产总值能耗要进一步降低,传递出一个明确的导向,我国走生态优先、绿色发展之路的决心坚定不移,要持续优化产业结构和能源结构,加快发展方式绿色转型,让绿色成为高质量发展的底色。

## 促进新旧动能接续转换,产业结构要持续优化升级

绿色低碳循环发展,是当今时代科技革命和产业变革的方向。我国大力发展绿色低碳产业,推动传统产业绿色低

碳转型,不断塑造经济增长新动能新优势;建成全球最大、最完整的新能源产业链,新能源汽车保有量占全球一半以上,累计完成5亿吨粗钢产能全流程超低排放改造、退出钢铁落后产能1.5亿吨以上……要继续通过技术创新、技术改造和设备更新,推动新兴产业培育、传统产业焕新,发展新质生产力,形成新的经济增长点,推进工业、建筑、交通等领域清洁低碳转型。

## 坚持先立后破通盘谋划,能源绿色转型要稳步推进

推动能源绿色转型,能够显著降低能源消耗、促进绿色发展。我国坚持推动化石能源清洁高效利用,大力发展非化石能源:煤炭消费比重由2012年的68.5%下降到2024年的53.2%,天然气、水电、核电、风电、太阳能发电等清洁能源消费比重由14.5%提高至28.6%,建成全球规模最大的清洁发电体系,全国可再生能源装机历史性超过煤电。要进一步优化能源结构,大力发展可再生能源,增加清洁能源比重,加快构建新型电力系统,稳妥推进新旧能源安全可靠有序替代。

## 加强节约集约循环利用,资源利用效率需不断提升

设备技术装备水平、能源利用技术

水平和能源生产、消费的管理水平越高,所消耗的能源量则会越少。作为资源需求大国,我国坚持实施全面节约战略,大力发展循环经济,10年来主要资源产出率提高约60%。值得一提的是,推动大规模设备更新和消费品以旧换新,不仅有力拉动了投资和消费,也有效促进了先进节能高效设备产品推广应用,降低全社会能耗和碳排放强度。要一以贯之坚持节约优先方针,通过人工智能、智能电网、能源管理系统等技术,提高能源利用效率,用最小成本实现最大收益。同时,节能降碳也是一场贯穿整个社会的全民行动,空调调高一度、出门记得关灯、少开汽车,就在举手投足间。

也应该看到,今后一个时期我国能源需求仍将保持刚性增长,以煤为主的能源结构短期内难以根本改变,确保传统能源逐步退出要建立在新能源安全可靠的替代基础上。推动能源转型,实现双碳目标,是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革,是一项长期的战略性任务,需要在能源安全新战略的指引下稳中求进、久久为功。

道阻且长,行则将至。协同推进降碳、减污、扩绿、增长,坚定不移走生态优先、绿色发展之路,人与自然和谐共生的现代化将早日建成,绿色将成为美丽中国的亮丽底色。

人民日报