

能源供应链绿色转型的价值传导与机制重塑

核心阅读

能源供应链绿色低碳转型是实现经济社会发展全面绿色转型的重要一环,在推进过程中,产业链上下游仍面临转型要求高与内生动力弱的现实矛盾。究其原因,在于转型成本与绿色附加值在产业链上下游严重错配。解决这一问题的关键,在于拓宽绿色价值的变现视野,建立覆盖全产业链的经济核算逻辑,让供应链上的每一个参与者都能算清这笔综合经济账。

■李春雨

随着《中央企业绿色低碳供应链建设指引(试行)》等专项政策密集落地,能源央企全面提速供应链绿色转型。然而,在政策从宏观导向向微观执行穿透的过程中,产业链上下游仍面临转型要求高与内生动力弱的现实矛盾。上游中小供应商如何消化碳核查与产线升级的高昂成本?基于全生命周期成本的评标方法为何在采购端难以落地?绿色金融资源为何难以直达供应链上游?这些问题的表象是数据基础薄弱与管理机制约束,实质则是转型成本与绿色附加值在产业链上下游的严重错配。若不重塑价值传导链条,供应链绿色转型极易停留于“被动响应”的表层履约。

供应链绿色转型的价值传导梗阻

尽管专项政策体系正加快构建,但转型成本分担之难、绿色采购评标之困、金融资源传导之堵,本质上皆源于绿色附加值在产业链上下游的分配失衡。

一是转型成本与绿色附加值的结构性错配。绿色投入通常表现为当期的显性财务成本,而绿色收益多体现为长期的隐性综合效益。在能源装备制造领域,上游中小供应商需承担碳足迹核算、产线节能技改与第三方认证等成本。然而,碳减排带来的品牌溢价、ESG评级提升等战略收益,未能沿供应链向上游有效溢出。这种成本向上游转嫁、收益向下游集中的利益失衡,显著抑制了上游供应商的转型意愿。在缺乏合理成本分担机制的前提下,单方面向供应商施加绿色考核压力,极易导致其陷入被动合规,甚至引发绿色数据失真。

二是全生命周期评价的采购端落地梗阻。在现行能源装备及工程招投标体系中,绿色评价指标权重往往偏低,且缺乏统一、可操作的量化评标基准。在合规审查的刚性约束下,招标单位为规避决策风险,往往习惯性依赖初始采购报价作为核心决

定因素,倾向于选择满足基本技术门槛的合规产品。由于缺乏全生命周期成本的数据支撑与尽职免责机制,初始造价较高但运维能耗低、使用寿命长的绿色装备,难以凭借综合成本优势在评标中胜出。这在一定程度上制约了优质绿色产能的释放,导致资源配置偏离行业高质量发展的长期导向。

三是绿色金融资源向上游节点的传导阻滞。近年来,以碳减排支持工具为代表的绿色金融政策矩阵持续丰富,但此类工具普遍要求融资主体或具体项目提供可核查、可追溯的碳减排量化数据。然而,大量上游中小微企业因缺乏系统的碳核算能力与基础能源计量设备,面临系统性的数据信用缺失,难以满足绿色信贷的授信准入标准。这客观上导致亟需资金进行产业升级的中小企业依然面临低成本融资瓶颈,宏观金融政策红利难以精准惠及产业链底层。

延伸绿色附加值链条,弥合投入产出断层

解决上述痛点的关键,在于拓宽绿色价值的变现视野,建立覆盖全产业链的经济核算逻辑。通过碳定价等市场机制将外部环境成本内部化,进而将减排的生态效益转化为可量化的绿色附加值。当前,全国碳市场虽已覆盖发电行业,并正式扩围至钢铁、水泥及铝冶炼等重点排放领域,但管控重心仍聚焦于直接排放端。对于处于供应链上游的能源装备制造企业而言,由于无法直接参与碳配额交易,也无法跨越项目边界主张下游减排量的环境权益,其绿色投入与碳市场收益之间存在显著的机制性隔离。这就意味着,依靠碳交易弥合上游企业的绿色改造成本,缺乏直接的制度通道。

破局之要,在于引入广义绿色附加值理念。广义绿色附加值不仅包含碳市场、绿电绿证交易等显性市场变现,更涵盖难



以直接计算但客观存在的隐性绿色权益,包括获取优先采购的市场准入、享受低息信贷的金融优惠、享有优先并网与辅助服务补偿的运营优势,以及有效对冲资产搁浅的减值风险。让供应链上的每一个参与者都能算清这笔综合经济账,正是破局的关键。

重塑价值传导链条的实施路径

能源供应链绿色转型的价值传导,关键在于发挥供应链链主企业的采购、信用与数据优势。具体包括四条实施路径。

其一,创新绿色采购机制与数字存证制度。链主企业将绿色要求深度融入采购全流程,引入全生命周期成本评审理念。建立供应商绿色分类分级管理体系,将长期表现优异的企业纳入绿色供应商白名单,给予评标加分或减免投标保证金等实质性激励。探索建立绿色采购数字存证制度,由链主企业向供应商签发数字碳足迹认证,客观载明产品的绿色属性与减排数据,作为后续绿色金融支持的可信依据。推动出台绿色采购尽职免责清单,明确全生命周期成本评审的审计容错边界。

其二,深化供应链金融创新与信用穿透。链主企业依托自身优质信用与供应商

绿色履约数据,通过数字碳足迹认证将其转化为金融机构可采信的绿色资产证明。金融机构可将数字碳足迹认证作为绿色认定的重要依据,对提供该认证的供应商给予利率优惠或审批便利。供应商以绿色采购合同为依据,依托真实贸易背景获取链主企业数据存证,开展订单融资或应收账款保理,实现数据信用向供应链上下游的合规传导。探索构建供应链绿色转型产融协作机制,由链主企业提供产业场景与数据支撑,协同地方发展与金融机构开发绿色专属信贷产品,为上游中小企业的重大节能技改项目提供精准的融资对接服务,打通绿色金融向供应链深层节点延伸的堵点。

其三,拓展绿色应用场景与统筹产业布局。激发链主企业主动发挥产业引领作用、深化绿色采购内生动力的关键,在于构建其绿色产品与服务价值闭环。为此,需加快打通重点领域的商业化落地场景。推动综合碳排放更低的绿色电力优先并网、优先调度,并将绿色供应链建设成果作为链主企业争取绿色债券等多元化融资便利的重要信用支撑。深化广义绿色附加值理念在绿色氢能等国家重点部署的未来产业中的实践应用。通过推动绿色燃料在化工、交通等重点领域的

示范替代,协同落实专项贴息与订单融资等政策工具,着力缓解绿氢产业的成本压力,从而将绿色附加值切实转化为链主企业的商业回报。

其四,夯实碳数据底座,构筑多方互信的量化锚点。真实、连贯且可追溯的碳数据,是打破供应链信息不对称的前提,也是支撑绿色附加值流转与金融信用穿透的关键。构建契合能源装备供应链特征的碳数据治理体系,需打通标准、数据与采信三大环节。在标准制定层面,由行业协会牵头,制定行业通用规则与核心部件专用细则相衔接的标准矩阵,精准界定供应链各环节的碳排放边界与减排贡献。在基础数据方面,加快构建高可信的行业背景数据库。深度融合科学核算方法与产业链真实运行数据,开发产权清晰、动态更新的能源装备产品碳足迹背景数据库,提升全链条碳核算的精准度与公信力。在采信机制上,深度融合物联网直采与区块链存证技术,推动实现底层数据源头可信、流转可溯。建立碳数据互认框架,实现供应链碳数据一次核查、多方采信,大幅削减上下游企业的重复核查与认证负担,构建绿色价值传导的数字闭环。

(作者系国家电力投资集团公司党校教务部总监)

加快推进氢能产业发展 支撑构建新型能源体系

■周开乐

“十五五”规划纲要将氢能列为未来产业重点,要推动绿色氢能全链条发展,实现规模化应用与产业升级。氢能是新型能源体系的重要组成部分,氢能产业是面向未来的先导性产业与新的经济增长点。在我国加快构建清洁低碳安全高效的新型能源体系背景下,氢能兼具能源、资源与储能介质三重属性,是推动能源结构优化、产业体系升级的关键支撑。推动氢能规模化、多元化、市场化应用,不仅能够显著提升可再生能源消纳能力,破解新能源消纳难题,也为工业深度脱碳、难以电气化领域低碳转型提供核心路径,对于促进经济社会全面绿色转型,推动能源高质量发展和建设能源强国具有重要意义。

加快氢能产业发展具有重要战略意义

氢能产业发展是提升可再生能源消纳水平的重要支撑。我国可再生能源已进入规模化高速增长阶段,风电、光伏装机持续

扩大,但间歇性、波动性及时空分布错配问题突出,部分地区仍存在弃风弃光现象,制约新能源高效利用。氢能可通过电解水制氢实现电氢高效转化,将低谷电力和富余绿电转化为可储存、可运输、可跨时空调度的二次清洁能源,依托工业原料、交通燃料、分布式能源、热电联供等多元应用场景,为可再生能源开辟稳定、多元、规模化的消纳出口,有效增强能源系统调节能力与运行灵活性。

氢能产业发展是推动工业深度脱碳替代的关键路径。钢铁、合成氨、甲醇等重化工业长期以化石能源为原料与还原剂,单纯依靠能效提升、末端治理或电气化改造难以实现深度减排。氢能从化学反应机理层面提供了清洁替代方案,以绿氢替代焦炭、天然气等化石原料,能够推动生产工艺由碳基还原转向氢基还原,从源头减少碳排放。加快氢冶金、绿色合成氨、绿色甲醇等示范项目推广,能够促进氢能在重化工业领域对化石原料的规模化替代,助力工业体系加快实现低碳转型与绿色升级。

氢能产业发展是填补非电领域减排缺口的重要保障。在重载交通、长距离运输、港口作业、高温工业热工等场景,受能量密度、续航能力、工艺条件等约束,电气化路线存在明显应用局限,难以实现深度脱碳。氢能具有能量密度高、储运便捷、可燃料电池转化、可清洁燃烧等多重优势,适配大功率、长续航、高温热工等需求。通过氢燃料电池重卡、氢能工程机械、氢能工业热源等应用推广,可有效覆盖电气化难以触及的减排环节,完善全领域、全场景深度减排体系。

氢能产业发展面临诸多现实挑战

绿氢制取成本居高不下,市场化竞争力尚未形成。我国氢源结构仍以煤制灰氢、工业副产氢为主,绿氢是破解高碳锁定、实现产业低碳转型的必然方向。绿氢成本中电力占比超过60%,尽管可再生能源电价持续下降,但多数地区绿氢仍难以获得相较传统制氢路线的成本优势。同时,电解槽等核心装备初始投资高、折旧压

力大,关键材料与核心部件尚未实现低成本规模化量产,为适配风光波动性配套的储能、储氢系统进一步推高了项目建设投资,制约了绿氢规模化发展。

配套基础设施发展滞后,供需空间错配问题突出。我国可再生能源制氢项目多布局在西北、华北等风光资源富集区,而工业、交通等主要用氢需求集中在东部沿海及城市群,供给与消费空间错配明显。液态储氢、管道输氢、固态储氢等高效储运技术仍处于示范阶段,长距离、大规模输送通道严重不足,氢气以就地生产、就地消纳为主,跨区域调配能力薄弱。终端加氢站受审批流程、投资回报、安全标准、土地资源等制约,站点数量有限、区域分布不均,“制-储-输-用”全链条基础设施尚未形成高效联动网络,制约了氢能规模化流通与优化配置。

商业模式尚未成熟,有效市场需求有待释放。当前氢能示范项目普遍依赖政策补贴维持运营,市场化盈利模式不清晰,社会资本持续投入意愿不强,产业可持续发展面临瓶颈。“制-储-输-用”各环节交易规则、价格机制、协同模式等仍处于探索阶段,导致产业链上下游对接不畅、合作效率低、项目落地周期长、规模化应用内生动力不足。受成本偏高、基础设施薄弱、市场机制不完善等多重因素影响,氢能应用仍然大多局限于示范场景,面向终端的刚性市场需求未能得到有效激活与充分释放。

推动氢能产业发展的行动路径

以规模化应用倒逼绿氢成本下降。2026年3月,工信部、财政部、国家发改委印发的《关于开展氢能综合应用试点工作的通知》明确提出,以多场景规模化应用带动成本降低,推动氢能产业高质量发展。绿氢单吨依靠技术进步短期难以实现大幅降本,亟需以扩大应用规模、培育稳定需求反向驱动产业链降本增效。聚焦氢冶金、绿色合成氨、绿色甲醇、零碳园区等刚性需求场景,加快推广形成连续稳定的用氢负荷;推动交通、工业、能源多元应用协同布

局,在港口、矿区、物流园区统筹燃料电池车辆与工业用氢需求,提升制氢装置利用率;推进由单点示范向集群化、网络化、模块化转型,以制氢设施、加氢站为节点串联物流干线与工业走廊,形成区域应用集群,带动核心装备批量化生产与技术迭代,持续降低绿氢单位成本。

统筹布局氢能输运网络,提升跨区域保障能力。氢能由示范转向规模化发展,必须坚持系统思维,一体化推进基础设施建设,完善储运体系、提升输配能力。在项目规划阶段同步设计制氢基地、用氢园区与输运通道,避免先建产能、后补通道的被动局面。根据运输距离、输送规模和应用场景等构建分层储运体系,短距离小规模采用高压气态运输,中长距离大规模重点发展液氢运输与专用管道输送,前瞻布局固态储氢、有机液体储氢等新型技术。依托现有天然气管道开展掺氢输送试点,分阶段建设纯氢专用干线与支管网,优先打通风光制氢基地与东部用氢城市群的跨区域通道,构建干支结合、互联互通的氢能输配网络,实现储运体系与终端应用高效衔接。

实施精准政策激励,拓展多元市场化应用。根据《氢能产业发展中长期规划(2021—2035年)》要求,科学有序推进商业化应用,以精准政策引导资源向关键场景集聚。针对交通、工业、能源等领域技术成熟度和成本结构差异,实施分场景差异化支持,重点扶持规模化潜力大、减排效益显著、需求刚性强的领域,逐步减少替代优势不明显领域的政策支持。引导多元主体参与,创新合同能源管理、第三方运营、氢电联营等市场化模式,降低终端用户初始投入。建立“以奖代补”与政策退坡机制,按应用规模和减排效果设置动态考核指标,随技术成熟与成本下降逐步降低补贴强度,推动产业由政策驱动转向市场驱动,增强内生发展动力,实现氢能产业高质量可持续发展,为新型能源体系建设提供坚实支撑。

(作者系合肥工业大学教授、能源环境智慧管理与绿色低碳发展安徽省哲学社会科学重点实验室主任)

