

绿电直连新政铺开 厘清堵点保障落地

编者按

5月20日,国家发改委、国家能源局联合发布《关于有序推动多用户绿电直连发展有关事项的通知》,将绿电直连模式从“单一用户专属”升级为“多主体普惠共享”,大幅拓展了绿电直连可覆盖范围,对于进一步促进新能源就近就地消纳、更好满足能源绿色低碳转型需求具有重要意义。政策的生命力关键在落地见效。深入总结分析绿电直连相关政策发布以来取得的成果及面临的困境,有助于更好地促进多用户绿电直连政策的有效落地,切实发挥其对实现“双碳”目标的积极作用。

李春雨

绿电直连是满足企业绿色用能需求、提升新能源就近就地消纳水平的重要机制。2025年5月,国家发改委、国家能源局联合印发《关于有序推动绿电直连发展有关事项的通知》(以下简称“650号文”);2026年5月20日,两部门又联合发布《关于有序推动多用户绿电直连发展有关事项的通知》(以下简称“688号文”)。截至2026年4月,已有24个省份出台配套政策,99个绿电直连项目获得审批,政策框架初步建立。自“650号文”发布一年来,各地政策落地差异显著,且综合用电成本偏高与地方政策反向收紧,使得绿电直连的政策热度与实践落地之间仍存在明显落差。

政策落地见效面临的内在约束

绕不开的政策性成本。绿电直连的核心矛盾在于,既要通过专用线路不经由公共电网实现物理溯源,又依赖电网提供兜底保障。根据“650号文”,绿电直连的新能源不直接接入公共电网,通过直连线路向单一电力用户供给绿电,其制度功能在于实现物理溯源,确保供给电量的绿色属性可追溯。但无论项目自发自用比例多高,只要接入公共电网,电网就必须随时准备在风光出力不足时按接入容量提供电力保障,这种保障需要支付对价。这一矛盾的价格化体现,就是2025年9月印发的《关于完善价格机制促进新能源发电就近消纳的通知》(以下简称“1192号文”)所确立的并网型项目的容量制输配电价机制,这笔费用是政策设计的基石,是电网为项目提供兜底保障的对价。

经济性的深层悖论。容量电费的刚性约束,直接传导为项目经济性的深层悖论。“1192号文”的定价公式决定了一个基本格局:项目向电网申报的接入容量越大,需缴纳的容量电费越高;而压缩接入容量,一旦新能源出力不足,项目面临的停电风险也会随之上升。负荷率偏低的企业,度电分摊的容量电费走高;负荷率高的连续生产型企业,对供电可靠性要求极高,不得不申报接近全负荷的接入容量,度电分摊同样难以下降。项目

输配电费主要与接入容量挂钩,这是绿电直连经济性的核心约束。即使在资源富集地区,绿电直连的综合用电成本也明显高于当地工业电价。考虑欧盟碳边境调节机制(CBAM)的免费配额和实际缴费需求,碳关税节省远不能覆盖绿电直连的政策性成本。

地方政策反向收紧。国家政策搭建框架后,各地的实施细则具体划定落地空间,是政策真正落地的关键所在。在守住安全底线的前提下,省级政策完全可以在国家框架内为项目落地创造更大空间。但从已出台的省级文件看,一些省份的具体条款比国家政策更为严格。个别省份特殊地区要求余电上网比例原则上不超过10%,比国家文件“一般不超过20%”的标准更严;储能设施不得作为独立主体参与辅助服务等电力市场,不得通过租赁方式配置或对外租赁盈利。不同省份在政策制定上呈现出明显的保守与开放分化,有些省份已经在国家多用户政策出台前,支持先行先试,稳妥开展多用户绿电直连和绿电园区试点,鼓励通过租赁独立储能容量等方式配置调节资源,明确项目退出后可回收利用线路。

跨主体合作的机制障碍。“688号文”为跨主体合作提供了制度框架,但在实践中,跨主体合作面临结构性难题:退出机制不畅,利益分配空间有限。有的省份规定,项目投运后三年内不得退出,跨主体项目退出须双方共同发起。这意味着,当一方经营困难需要退出时,只要另一方不同意,退出程序便无法启动。还有的省份规定,项目退出后直供新能源退坡解列,原则上不接入公共电网,这意味着电源资产将面临沉没。利益分配方面,容量电费作为电网提供兜底保障的对价,其收费标准刚性不变且占有较高比例,不随项目盈亏而浮动。在项目整体收益空间有限的条件下,这笔固定成本使得发电方与用电方之间的利益分配空间更加有限,增大了跨主体合作的难度。

四条路径推动绿电直连更好落地

其一,项目开发优先采用集团内部一体化模式。在利益分配、争议裁定、退出通道等配套机制尚未完

善之前,跨主体合作的风险较高,且缺乏制度性保障,集团内部一体化是相对务实且应优先考虑的选择。具体包括三种模式:发电企业自主开发并向绿电消费产业端延伸,用电企业自主开发新能源,或双方成立合资公司。发电企业依托新能源项目开发运营经验,以较低成本建设新能源电源项目,并通过向绿色氢氨醇等产业链延伸实现绿电内部消纳。这一路径在获取高附加值产品的同时,推动发电企业自身产业转型。但发电企业需直面下游产业的技术门槛与市场风险。用电企业作为负荷主责单位,在“以荷定源”原则下开发新能源项目具有独特优势,既可以确保电源建设与负荷需求精准匹配,又能够避免因第三方投资回报诉求而扭曲项目定位。但用电企业在技术能力和资金实力上存在短板,需承担建设成本控制、安全管理等开发运营风险。由发电企业与用电企业成立绿电直连项目合资公司,整合各自专业和资源优势,实现风险共担、利益共享,是应对上述困境的路径之一,“688号文”为该模式提供了制度框架。但需要明确股权结构、治理机制、利润分配等,避免因利益分歧导致合作破裂。以上三种模式的共同逻辑,是通过股权和治理整合将外部合作关系内部化,规避跨主体协调的交易成本和退出风险。

其二,审慎研判开发区域与产业条件。资源禀赋是绿电直连经济性的基础。尽管在容量电费刚性约束下,绿色溢价倒挂无法消除,但高利用小时数摊薄发电成本,可有效缩小倒挂幅度。项目开发应优先布局“三北”资源富集区。东部沿海省份虽然风光资源有限,但当地出口型企业聚集、碳边境调节机制压力迫切,对绿色溢价的支付意愿和承受能力较强,绿电直连项目仍存在落地空间。连续满负荷生产的高耗能产业是绿电直连的优质负荷。电解铝、铁合金等产业负荷曲线平稳,且其产品出口对绿电物理溯源有刚性需求。不过这类负荷对供电可靠性有刚性要求,申报接入容量接近全负荷,容量电费难以压缩。负荷曲线灵活、可随风光出力调节的产业,如部分可进行任务调度的算力中心、绿色氢氨醇等,则可依托需求侧响应和算力调峰参与电力系统调节,适当压缩申报容量,成

本结构相对更可优化。政策环境是项目选址的重要考量。友好的政策环境,体现在接入条件的灵活性、允许储能配置的商业化运营,以及退出通道畅通等,项目布局应优先选择政策空间更大的省份。

其三,以自主申报激活容量电价弹性。容量电费是绿电直连经济性的最大单一约束。国家政策要求项目自主合理申报并网容量,以此激励项目方通过配置储能、挖掘灵活调节能力等方式降低对公共电网的依赖。容量电费的高低,本质上是项目方权衡供电可靠性与成本之后自主决策的结果。但这一自主选择权,对不同负荷类型的项目约束完全不同。对电铝等刚性负荷而言,停电的灾难性后果使其申报容量必须覆盖最大负荷。将项目自建保障能力纳入定价考量,是降低申报容量压力的有效路径。可将储能等自建保障设施的配置水平纳入接入容量核定范围,对配置构网型储能比例高、自平衡能力强的项目,允许其申报更低的接入容量,对应的容量电费随之下降,使可靠性保障从单纯依赖电网兜底,转向项目自身能力与电网兜底的市场化组合。与此同时,当项目自身负荷率低于所在省份平均值时,允许项目在容量制与两部制之间自主选择,以减轻项目投产初期电量偏低时的容量费压力。

其四,以省级细则打通落地路径。国家政策已搭起框架,但多用户模式、退出机制、储能配置等具体尺度,仍由各省确定细则。省内政策应在国家框架内结合本地实情,打通落地路径。随着“688号文”的出台,多用户政策的障碍已经消除。省级政策应尽快明确项目拓展的审批程序、园区内多用户接入的技术规范与调度规则等操作细节,为项目提供灵活的接入条件,如允许跨地市合作开发、放宽线路距离限制,为项目选址提供更大空间。促进储能配置方式多元化,储能租赁和独立参与辅助服务市场,将储能由一次性固定资产投资转化为运营成本,减轻初始投资压力。畅通项目退出通道,研究增设经营恶化触发条款,允许单方申请退出,确保一方经营恶化时能够单方止损,避免跨主体合作因此被锁死。明确项目退出后,经协商可由电网企业收购回收利用线路,为投资者保留止损通道。

(作者系国家电网投资公司党校教务部总监)



张叶东

4月8日,国家能源局会同国家发改委、工信部、国家数据局印发《关于促进人工智能与能源双向赋能的行动方案》(以下简称《行动方案》),标志着“人工智能+能源”进入系统推进阶段。当前,人工智能规模化应用加速,算力设施用电激增,对安全、稳定、清洁的能源供给提出更高要求。同时,新能源占比快速提升,也对电网调节、功率预测和系统稳定运行带来新的挑战。由此可见,能源是支撑人工智能发展的基础保障,人工智能也成为推动能源转型的重要工具。问题在于,人工智能与能源双向赋能越深入,越需要通过法治统筹绿色低碳、安全可控、数据流通、模型应用与责任分配等。

人工智能与能源加速双向赋能,带来新的法治命题

《行动方案》以能源支撑人工智能发展、人工智能赋能能源转型为主线,围绕算力供能、绿色低碳、算电协同、场景开放、数据释放和模型创新作出部署,表明二者正形成能源、算力、数据、模型、场景相互牵引的复合系统。其核心法治命题在于,如何将政策推动转化为稳定、可执行、可评估的制度体系,既以人工智能提升能源治理能力,又以绿色、安全、可持续的能源体系支撑人工智能发展。

首先,人工智能与能源双向赋能需要在《中华人民共和国生态环境法典》(以下简称《生态环境法典》)的科技条款中获得规范定位。《生态环境法典》第11条、第25条已经将信息技术、数字技术、人工智能技术纳入生态环境保护科技支撑和监管能力现代化之中。同时,第1004条、第1005条、第1022条又分别从终端用能智能化、能源绿色低碳科技创新、先进信息技术在能源领域应用以及新型电力系统建设等方面,为“人工智能+能源”预留了制度接口。由此可见,人工智能与能源双向赋能并不是单纯的产业政策问题,而

人工智能与能源双向赋能的法治促进

是法典实施背景下科技赋能绿色治理的具体展开。

其次,人工智能赋能能源,需要通过法治促进能源系统的智能化、低碳化和安全化。《中华人民共和国能源法》作为能源基础性法律,其在第31条、第34条、第61条已经明确新型电力系统、能源利用效率提升和先进信息技术的应用方向。其他领域领域的能源单行法,如《中华人民共和国电力法》《中华人民共和国煤炭法》《中华人民共和国节约能源法》等也分别从新技术应用、洁净煤技术、节能技术推广等方面提供规范基础。人工智能用于新能源功率预测、电网智能调度、煤炭清洁高效利用、油气管道安全监测等场景,应当在标准体系、风险评估、数据治理和责任划分上形成更明确规则,使技术应用真正服务于能源安全、绿色低碳和高效配置。

最后,能源赋能人工智能,也需要法治约束和保障。算力设施用电激增,使能源供给、绿电消费、能效破效、碳足迹核算和绿电直连成为人工智能发展的基础性问题。《行动方案》提出提高算力设施绿电占比、加强节能降碳管理、推动算电协同市场机制,与《中华人民共和国能源法》关于绿色能源消费、分布式能源、多能互补和能源数字化智能化的规定相衔接。未来应通过节能审查、绿证绿电交易、绿色算力标准、绿色金融支持和能源数据安全规则,引导人工智能产业在安全可靠能源供给基础上实现绿色低碳发展。

以法治促进双向赋能,构建标准引领、安全可控与多层协同的制度体系

人工智能与能源双向赋能的关键,在于将《行动

方案》的政策逻辑转化为法治逻辑,通过标准引领、安全可控与多层协同的制度供给,推动融合发展从可行走向可控、可持续。这样既能释放人工智能优化能源配置、系统调度和绿色转型的潜力,也能防范高能耗算力扩张、系统安全风险和责任不清等问题,实现鼓励应用与风险约束的动态平衡。

第一,围绕《生态环境法典》的制度接口,加快形成具体化、可操作的规范体系。《生态环境法典》已在科技应用、数字监管与能源绿色转型等方面为人工智能参与能源治理预留制度空间,但仍停留于原则性、框架性表达。因此,有必要通过地方性法规、地方政府规章、实施细则以及司法解释等形式,将人工智能与能源双向赋能的具体规则加以细化。例如,可围绕算力设施用能结构、能源数据治理、智能调度系统应用等重点场景,明确技术准入标准、运行规范与法律责任,使法典中的科技条款转化为可执行的行为规则,从而实现对原则引领向规则落地的制度转化。

第二,以人工智能综合立法为抓手,完善面向能源场景的专门规则体系。根据2026年度国务院与全国人大常委会立法工作计划,人工智能健康发展立法已进入制度议程,但《人工智能示范法1.1(专家建议稿)》《人工智能示范法2.0(专家建议稿)》《人工智能法(学者建议稿)》《人工智能基本法1.0(专家建议稿)》等现有立法建议稿多停留于绿色原则等抽象层面,对能源消耗、生态影响与系统风险关注不足。未来相关立法应强化与能源法治的深度衔接,在具体规则层面作出回应:一是对高能耗模型训练设定能效与碳排放约

束,将算力扩张纳入节能降碳制度体系;二是对数据中心与算力基础设施提出绿色用能与能效标准,推动人工智能基础设施低碳转型;三是对参与能源系统运行与生态环境决策的人工智能系统,强化可解释性、可审计性与风险评估要求;四是明确算法失误、系统失灵等情形下的责任承担规则,构建清晰的责任分配机制。通过上述制度设计,使人工智能立法从原则规范走向行为规则,实现对能源场景的精准回应。

第三,推动形成“法典法+单行法+示范法”的多层次立法结构,实现人工智能与能源的双向嵌入与协同规制。一方面,以《生态环境法典》为基础确立绿色发展与风险防范的基本原则,并在此基础上研究制定碳中和专项法律,将人工智能在能源调度、碳核算与绿色转型中的应用纳入具体制度框架。同时,按照“双碳”目标要求,系统清理并修订节约能源法、电力法、煤炭法、可再生能源法、循环经济促进法等相关法律,强化法律之间的衔接协调,提升制度整体性。另一方面,在人工智能综合性立法过程中,嵌入能源消耗约束、绿色标准与安全规范,使人工智能发展目标与能源安全、生态保护目标形成内在一致。通过这种能源法中嵌入人工智能规则、人工智能法中嵌入能源约束的双向嵌入路径,构建跨领域协同的制度体系。

从“人工智能+能源”的政策推进到制度化转型,再到法治体系构建,表明二者关系已由技术叠加走向深度融合。人工智能重塑了能源生产方式与能源治理模式,能源体系亦反向塑造人工智能发展的资源约束与结构边界。在此过程中,法治不再是外在保障,而是实现二者双向赋能并促进可持续运行的内在机制。以《生态环境法典》为基础,修订与“双碳”目标要求不相适应的能源单行法,协同推进人工智能综合立法,通过标准体系固化、安全治理嵌入与多层规范衔接,方能在促进技术创新的同时有效防范系统性风险,推动人工智能与能源在法治轨道上实现绿色、安全与高质量发展。

(作者系深圳大学法学院助理教授、深圳大学法律与科技研究院研究员)