写入《电力现货市场基本规则(公开征求意见稿)》

绿电直连成为具有制度保障的标准业态

■本报记者 林水静

近日,国家发展改革委发布《电力现货市场基本规则(公开征求意见稿)》(以下简称《征求意见稿》),对2023版试行规则进行全面修订,为全国统一电力市场搭建基础制度框架。其中,绿电直连项目被明确纳入"新型经营主体"范畴,与发电企业、售电公司、电力用户并列,成为电力现货市场的法定参与成员。

博众智合能源转型电力与电气化项目主任尹明在接受《中国能源报》记者采访时表示:"《征求意见稿》是电力现货市场的'基本法',适用于全国范围内电力现货市场的注册、交易、计量、结算、信息披露和监督管理。此前,绿电直连的定位是由两个政策规范性文件确定的政策支持性项目,此次绿电直连从政策支持的对象变为电力市场的法定主体,与发电企业、售电公司、电力用户并列。这意味着绿电直连不再是边试边看的地方探索,而是全国统一电力市场体系中具有制度保障的标准业态,各地不得通过行政手段排斥或变相限制直连项目参与市场。"

明确进入市场路径

绿电直连项目的绿色价值有了市场化兑现通道。

"《征求意见稿》明确了绿电直连的注册路径、参与方式、计量结算以及调度关系,让绿电直连进入现货市场有据可依。同时,通过现货价格信号引导源荷匹配,自发自用比例、储能配置、负荷调节能力的经济价值都可以被量化。这为消纳受限的新能源项目提供了制度化的出路。"尹明指出。

"将绿电直连纳入新型经营主体,大幅降低项目主体注册、交易、结算的合规不确定性,提振了产业投资信心。对项目落地而言,规则明确了绿电直连作为独立市场成员参与现货的路径,有利于源荷储一体化项目、零碳园区、算电协同项目加快落地。"国能日新科技股份有限公司市场高级副总裁赵博告诉《中国能源报》记者。

不少提前布局绿电直连模式的企业已显露意向。"这次修订对绿电直连项目而言意义重大,破除了绿电直连项目从投资端到消费端的政策壁垒,打通了收益链路,可增加项目投资收益率。在电站项目开发方面,进一步提升企业的投资意愿。"英利能源相关负责人向记者透露。

一体化谋划也提上日程。"绿电直连项目既要实现源荷在物理上的连接,也要解决新能源出力与生产用电在时间上的匹配。项目参与现货市场后,企业需要在规划建设阶段统筹考虑新能源和负荷预测、储能配置、生产安排及交易策略,优化内部消纳与外部购售电安排,提升项目全生命周期的运行效率和经济性。"华赛能源战略总监王康向《中国能源报》记者说。

"除绿电直连项目的市场身份进一步明确外,我们也关注到《征求意见稿》支持新能源与场站内配套储能联合报价参与现货市场。"思格新能源全球销售副总裁、中国区总经理马锐告诉《中国能源报》记者,"这有助于发挥光储协同优势,通过储能调节新能源出力、响应市场价格信号,提升项目的运行效率和市场适应能力。"

同时,山东大学电气工程学院副教授王孟夏在接受《中国能源报》记者采访时也指出,市场地位明确后,还将有力推动后续接网、调度、计量和结算配套规则的完善。

多项规则革新

除绿电直连外,用户侧主体的市场地位也得到实质性提升。"《征求意见稿》加快推进发用两侧经营主体全面报量报价;可靠性机组组合环节,D-1日已确定调用的机组调整后报价不得高于原申报价,禁止了利用必开地位抬价的套利空间;明确因用户侧结算点与发电侧结算点不同而产生的阻塞费用,原则上分配给用户侧主体,首次清晰了阻塞成本的分担。"尹明说。

价格机制方面,尹明指出,2023版规则是"可根据电网结构和阻塞等情况选择节点、分区或系统边际电价",截至今年9月底,仍有数个省级电力市场采用分区和系统电价。《征求意见稿》明确"原则上采用节点边际电价出清机制,形成真实反映电力时空价值的市场价格信号"。节点边际电价(LMP)成为原则性要求。

在参与方式上,推进发用两侧报量报价,支持新能源与场站内配套储能联合参与。"山东2026年4月修订的市场规则明确要求,新能源场站及其配建储能,在市场申报、出清、调度和运行全过程中作为一个整体参与,使新能源出力与储能调节从交易申报到实际运行保持衔接。结算上,逐步由差量转向差价结算,理顺中长期合同与现货结算关系。同时完善保障安全运行所需的机组成本补偿,明确必要保供成本的处理依据。"王孟夏说。

尤其值得注意的是,结算方式从差量结算向差价结算转变。尹明指出,这是对中长期与现货衔接的重大调整,差价结算(合约电费按合约价与参考点现货价差结算)更有利于中长期合同的金融避险属性,也与国际主流模式接轨。

另外,本次《征求意见稿》首次写入"任何单位和个人不得实施地方保护、市场分割、区域壁垒等妨碍全国统一电力市场体系和公平竞争的政策",电力现货市场基本规则的强制性进一步深化。

尹明指出,这是对省间壁垒、优先发电权变通、地方优惠电价等问题的正面回应,也预示着中央与地方在市场规则制定权上的博弈将有更明确的裁断依据。

做好各机制间衔接

"规则越清晰、透明、可执行,企业就越能形成稳定预期,推动具备条件的项目有序落地。"马锐则表示,"例如,项目内部的发电、用电和储能充放电如何计量,与公共电网交换的电量如何结算,中长期合同与现货交易如何衔接,以及预测偏差、调度执行等责任如何界定。这些安排直接影响系统设计、运行策略和投资收益测算,期待后续在统一规则框架下,进一步细化。"

同时,天合富家电力交易负责人吴莹向《中国能源报》记者指出,绿电直连电量对应绿证归属、是否可单独交易、能否用于外向型企业减排也需要企业在实际操作前明确清楚。"建议绿电直连落实'证随电走'。若'自发自用+余电上网',绿证原则上归项目业主;若签购电协议把绿电卖给园区企业,绿证可随合同转让。绿证和电能量可分离交易,但企业要做'证电分离台账',避免同一度电卖绿电又卖绿证造成双计。"

尹明认为,未来要形成一个更加合理的价格形成体系,让保供、稳电价、消纳新能源这三重目标更加协同。"要推动容量补偿机制向容量市场演进,让容量成本回收和稀缺定价来落实保供责任,减少行政限价或计划电量兜底;持续完善中长期市场的避险功能,全面推开差价结算模式,电价稳定的重心应从'管住现货价格'转向'为用户提供足够的价格避险工具';同时依靠节点电价、灵活性资源市场化解决新能源消纳难题。新能源消纳的可持续路径不是保障性收购,而是让消纳困难时段的低价反向激励储能、可调节负荷和直连项目的自平衡。"

王孟夏建议,后续应优先细化绿电直连等新型主体的报价、上下网结算、偏差责任和保供费用安排,把基本规则转化为可执行的地方细则。

把能源饭碗端得更稳更牢

■渠沛然

2021年10月,习近平总书记在中国石化胜利油田考察调研时强调:"石油能源建设对我们国家意义重大,中国作为制造业大国,要发展实体经济,能源的饭碗必须端在自己手里。"

回望"十四五"这五年,能源自给率从80%左右升至84%以上,非化石能源消费比重历史性超过石油,风电光伏装机首次超过火电。标志性转折叠加,说明端牢能源饭碗,不再依靠单一品种产量守在高点,而是通过供给结构多元、系统运行可靠、产业支撑有力,增强能源供给体系的稳定性和抗风险能力。

油气是多元供给里的底盘。基本盘稳不稳,关键看接续能力实不实。2025年,国内原油产量2.16亿吨,创历史新高;天然气产量2621亿立方米,连续九年百亿立方米级增长;油气产量当量4.2亿吨,增储上产"七年行动计划"圆满收官。基本盘稳住的同时,非常规资源接续取得实质性进展:页岩油产量超过850万吨,是2018年的十倍以上;非常规天然气占国产气比重继续提升。老区稳产、新区接替,油气供给的单点依赖正在被多极支撑取代。能源安全的第一层基础,就是把资源接续能力做实,而不是把产量押在某一区块、某一品种的短期高产上。

真正的结构性变化在油气之外,增量来源正在切换赛道。2025年,非化石能源消费比重提高约2个百分点,超过石油,成为第二大能源类型和能源增量主体;风电光伏累计装机18.4亿千瓦,首次超过火电。这一变化的意义不只在于清洁能源多发了多少电,更在于能源增量来源更加立足国内。油气对外依存度较高的格局短期难以根本改变,但新增能源需求越来越多地由国内的"风光水核"来满足,能源供给的多元支撑正在形成。

新能源装得上,还要用得上、送得出。新型储能装机突破1亿千瓦,占全球四成以上,稳居世界首位;抽水蓄能装机约6600万千瓦,"十四五"规划目标如期完成;特高压和跨省跨区输电通道持续加密,跨区资源配置能力稳步提升。风光装机超过火电,调节能力跟不上,高比例新能源就难以稳定消纳;储能和电网把波动消化掉,新能源才能从"建得成"走向"送得出、用得上"。油气稳底盘,非化石接增量,储能电网强调节,三者协同,能源饭碗端得越来越稳。

系统韧性不仅体现在运行环节,2025年前8个月,能源重点项目完成投资1.97万亿元,同比增长18.2%。新型储能、充换电基础设施、特高压、核电、海上风电等形成实物工作量,带动装备制造、工程施工和上下游产业链需求。能源系统不仅是保障部门,也是稳投资、稳增长的重要领域。能源项目形成的不是虚拟数字,而是实打实的制造业订单和就业岗位。

能源结构优化对实体经济的支撑,最终体现在增长与能耗的关系变化上。2025年,全社会用电量首次突破10万亿千瓦时,规模以上工业清洁能源发电占比升至35.2%,比上年提高2.1个百分点;同期能源消费总量增长3.5%,扣除原料用能和非化石能源消费量后,单位GDP能耗比上年下降5%以上,规模以上工业单位增加值能耗连续两年下降。经济保持增长,化石能源消耗增速得到有效控制,能源利用效率继续提升。能源对经济的支撑,正在从依靠能源消费扩张,转向依靠清洁能源增量和利用效率提升。

端牢能源饭碗,这是应对百年变局的战略抉择,是集中精力办好自己的事的生动实践。

"建设能源强国"首次写入国家五年规划,明确要求增强能源产供储销体系韧性,以国内能源供应的确定性应对外部环境的不确定性。这份确定性,来自油气稳产夯实底盘、非化石能源接续增量、储能电网强化调节、产业投资稳定预期。四者相互衔接、彼此支撑。能源供给结构越多元,应对外部冲击越从容;系统运行越可靠,对实体经济的支撑越坚实。能源强国之"强",不在某一项指标冒尖,而在整个体系经得起波动、扛得住风浪,增长不失速、产业不中断、发展有后劲。能源的饭碗,才能端得更稳、端得更牢。

从"弃煤转绿"到"重新定义资源":

能源转型与培育新质生产力的必答题

■蒙媛 武俊平

资源型地区如何转型?是另起炉灶,还是依托家底"老树发新枝"?新能源新材料如何从实验室走向生产线?政产学研如何形成真正协同?这些问题正成为全国能源转型与培育新质生产力的"必答题"。鄂尔多斯作为煤炭保供重镇和风光富集区,其探索具有样本意义。日前,在鄂尔多斯召开的新能源新材料政产学研高级别会议上,院士专家、领军企业家和业界代表围绕这些核心议题,展开深度研讨。

转型不是简单"弃煤转绿",而是重新定义资源价值

过去谈转型易陷入"去煤化"单一叙事。行业新判断认为:转型不是把煤炭简单换成风光,而是重新定义资源价值——地下空间、共伴生矿产、废弃土地、绿电资源都可能成为新产业基础。

中国工程院院士武强指出,西部省份相当比例GDP来自矿业,高强度开采带来塌陷、三废、含水层破坏等"负效应"的同时,也延伸出可挖掘的"正效应":废弃土地可建光伏、风机并增加碳汇;垂深足够的老矿井可建抽水蓄能下水库、压缩空气储能;采空区瓦斯可抽采发电;矿井水可处理用于建筑制冷;枯竭油气储层可用于二氧化碳封存、储气储油;废弃巷道可开展原位科学实验或打造矿山公园。采矿遗留资产并非只有治理成本,也可能成为新能源、储能和碳封存的新载体。

共生和伴生资源协同开发同样改变产业逻辑。中国工程院院士苏学斌以鄂尔多斯盆地为例指出,铀矿与煤炭上下叠置、共伴生,包头的稀土与钍更是战略性矿产。他建议打造国家级"能源+资源"协同开发示范工程,以清洁能源为铀资源开发供电,用新能源制氢制氧、利用二氧化碳作原料;同时突破按矿种分别办证的政策瓶颈,推动铀煤兼探兼采,统筹教育、科技、人才一体化发展。其普遍意义在于:从单一矿种转向多种资源协同,从"挖资源"转向"经营资源系统"。

矿区治理卡点揭示全国性难题。中国地质科学院首席科学家张发旺给出数据:鄂尔多斯老采空区约300平方公里、沉陷地约800平方公里、废弃损毁土地约1000平方公里。卡点有三:理论上不能把矿业负面效应绝对化,采空区、沉陷区本身也是资源;技术上核心是"要不要再造、能不能重塑",按风险等级区划,重塑微地形并耦合风能光能,发展"微光""微风"设施;金融上,银行和社会资本不敢介入,因安全稳定性动态评估不足、投入产出看不清。他建议试点"资源图、产业图、经济图"三张图,算清资源禀赋、产业导入与边际效益,让金融机构"心中有底"。这提示全国:矿区治理不能只靠财政,需建立可评估、可融资、可产业化的机制。

煤炭清洁高效利用也被重新定义。山东大学教授朱维群提出,"化石能源"既是能源更是物质资源,应"能量和物质同时高效利用",主张两条碳中和路线耦合:一是不用碳的绿色能源按经济有效规模推进;二是"用碳不排碳"——在一套装置中将煤电与煤化工结合,发电效率超60%、碳利用率超95%,把二氧化碳衍生物做成低成本高固碳材料,让火电、钢铁、电解铝等传统产业实现不排二氧化碳。煤炭的"燃料属性"正延伸为"原料属性",减碳路径从单一替代转向系统方案。

企业一线实践表明,转型复杂性集中在绿电消纳、价值认定和产业链层级上。华能北方公司总经理郑安介绍,煤电一体化后按吨煤提取治理基金反哺矿山修复,熔盐储热电解耦技术造价较五年前降一半;但库布其外送项目调相机投资运维成本远超预期,正研究构网型储能替代。国家能源集团内蒙古公司副总经理刘舜奇提出,围绕"网上输电、路上输煤、油气输送、多能耦合"四条主线,联合攻关大基地技术,推进煤基新材料高端化、多元化、低碳化。三峡陆上新能源副总经理呼和介绍,库布其1620万千瓦"沙戈荒"基地计划2027年首批并网、2028年全容量并网,每年向京津冀送清洁电力约400亿千瓦时;万吨级光伏制氢项目已投用,正承担国家10万吨级电解水制氢合成氨示范任务。包钢集团总经理李晓提到,主厂区年用电量约110亿千瓦时,白云鄂博矿区新能源发电占比达50%,但发电在山北、负荷在山南,绿电直连受通道制约,外接电中绿电占比仅约34%。远景集团副总裁汪小帆以零碳产业园为例提出,关键是让风光新能源变成稳定且具经济性的资源,使减碳价值在产品端和出口竞争中得到认证。其共同诉求是:绿电直连受通道和资源配置制约,存量负荷绿电替代存在政策障碍,绿色产品价值认定机制不完善,产业链层级偏低。转型下一程不只是技术问题,更是绿电市场、碳市场与产业政策的协同问题。

从实验室到产业化,堵点不仅仅在"最后一公里"

讨论焦点转向对创新链条的完整审视。

埃尼奖得主王中林结合纳米能源研究经历坦言,从0到1的原创成果走向量产,每一环节都面临挑战:原创不被了解和信任、政府支持周期漫长、企业要求"拿来就能用"、中试造价竞争等。科技成果转化不是简单的"最后一公里",而是从原创验证、中试熟化、首台套应用到市场准入的全链条问题。

低碳技术路线需要理性。南方科技大学化学系讲席教授刘科提出,应理性看待"零碳"概念,立足资源禀赋走低碳路径;对绿色甲醇、绿氨等"百分之百减碳"路线,可走"中国特色的低碳甲醇、低碳氨道路"——充分利用风光,适当保留煤炭作稳定原料,减碳70%—80%,成本仅略高于灰色路线;最后20%的减碳成本指数级上升,不宜强求。他还建议在太阳能板下治理沙土地,用从劣质煤中分离的微纳米矿物质改良土壤,把新能源与治沙、增田结合。产业化不能追求概念上的"绝对零碳",而要在成本、安全、减碳间找现实最优解。

零碳场景落地不只是设备堆砌。上海良信股份副总裁董晓丹坦言,零碳工厂实践中,源网荷储各端设备品牌、技术路线不一、缺乏协同接口,堆砌后带来数据不稳定。零碳落脚点是高效利用电能、建立合理降碳路径——大量设备堆砌的收益,甚至不如精细化负荷管理节省的电能。建设重点正从"堆设备"转向"系统协同"和"负荷管理"。

装备与材料的关系揭示另一层转化逻辑。太原理工大学教授寇子明指出,装备由材料制成、运行消耗能量,材料决定装备性能与能耗。天然气制氢加添加剂可产碳纳米管、碳纤维;高效导热碳材料可将传统传导加热改为辐射加热,效率大幅提升。但首台套落地难,难在需求定位不清、接口技术信息不对称、协同创新机制缺失、经济评估不足、全生命周期智能运维未建立。新材料产业化必须与装备验证、场景开放同步推进。

更深层的堵点在机制。中国矿业大学(北京)副校长汪文生认为,要承认科研有多种类型,高校主要承担0到1原始创新和基础研究,本身并非为"落地"而做,对"高校成果不落地"的质疑与高校职能存在错位;真正能打通创新与产业的是企业家——承担风险、预测未来、组合资源、突破困难,而国企考核激励和企业家精神释放仍有空间;政府层面存在"碎片化"问题,发改、财政、税务、安全各管一段,顶层设计好但操作环节常"卡壳"。政产学研协同不能停留在签协议、开会议,而要在考核激励、政策衔接、风险分担上形成可操作机制。

高校一线体会更具体。内蒙古民族大学化材学院院长刘景海坦言,"技术到应用场景的转化"仍是最难跨越的门槛。中国地质大学(北京)副教授王丽丽指出,新能源材料产业化落地的根源是上游矿产资源的稳定支撑,但高校聚焦材料研发,对资源支撑考量不足;在推进的高纯石英重大专项中,针对高端高纯石英砂90%以上依赖进口的局面,团队打通从找矿、采矿、选矿、提纯到后端制品开发的完整链条,联合龙头坩埚企业全程协同攻关,核心经验是科研选题源于产业一线真实需求。材料创新不能只盯实验室指标,还要向上游资源保障和下游应用验证延伸。

转型的下半程,是机制与生态的竞争

从资源再定义到煤炭原料化,从绿电消纳到零碳场景协同,从原创验证到中试首台套,从高校选题到企业家精神,这场讨论勾勒出全国资源型地区和新能源新材料产业共同转向:上半程靠资源禀赋和项目投资,下半程靠技术路线选择、产业组织能力和制度协同效率。

鄂尔多斯只是一个观察窗口。其意义不在某个具体项目,而在它同时具备传统能源保供、风光开发、新材料布局和矿区治理多重命题,成为检验转型成色的"综合样本"。放眼全国,资源型地区转型不可能一蹴而就,需政产学研立足实际、久久为功;新材料是新能源的基础支撑,基础材料创新决定产业高度;打通科技到产业创新链条,关键在于构建有效协同机制。

从"一煤独大"到"多能耦合",从"挖煤卖煤"到"风光氢储车"全链布局,转型故事才刚刚展开。资源禀赋决定起点,但决定终点的,是能否把资源优势转化为产业优势、创新优势和制度优势。这才是鄂尔多斯样本对行业的真正价值。