

全球供需缺口持续扩大

国产燃气轮机加快赶超步伐

■本报记者 梁沛然

作为能源领域的重要装备,燃气轮机(以下简称“燃机”)被誉为装备制造“皇冠上的明珠”,其发展对于优化能源结构、提高能源综合利用效率、保障国家能源安全具有重要意义。

2025年,全球燃机市场需求量达到90—100吉瓦,而主要制造商的合计年产能仅为55—60吉瓦。30—40吉瓦的供需缺口使行业进入自2000年以来最严重的结构性缺货状态,积压订单量相当于过去2—3年的全球总产量,交付压力也从北美数据中心蔓延至亚太的调峰电站与中东的油气田。行业机构不久前发布的《2026燃气轮机产业白皮书》(以下简称《白皮书》)显示,全球燃机市场的供需失衡至少延续到2030年。

在AI算力扩张、煤电替代和电网柔性改造等多重因素共同驱动下,燃机供需缺口并非短期脉冲。业内分析认为,面对订单持续增长,燃机产业正在承受前所未有的交付压力,国产燃气轮机或迎来关键发展窗口期。

●●整机产品密集落地

过去两年,国内燃机领域实现从零星的实验室消息到整机产品的密集落地。

东方电气推出15兆瓦纯氢燃机G15H,哈电集团完成16兆瓦天然气样机的满负荷试车,中国航发的110兆瓦“太行110”已交付商业机组,大唐如皋92兆瓦示范项目也全面投产。从15兆瓦到110兆瓦,国产燃机在中小功率段已经具备整机研制能力,覆盖分布式能源、工业热电联供和部分调峰电站的需求。

自主化程度成为这些项目的共同亮

点。东方电气G50燃机主机设备100%国产化,获授权发明专利136项;“太行110”同样实现全自主制造,首台套商业机组运行超过8400小时;大唐如皋项目打通热通道部件自主化制造这一“卡脖子”环节……

但这些项目与目前畅销全球市场的产品相比,短板同样清晰。

目前,国产燃机的功率“天花板”为110兆瓦,而全球电站市场最核心、需求量最大的区间是300兆瓦级及以上的F级、H级重型燃机。在这个区间里,GE、西门子、三菱至今占据头部优势,国内300兆瓦级燃机样机技术指标已达到国际主流F级燃机水平,但距整机交付还有距离。

“目前,技术团队已具备较强自主研发能力,搭建自主化设计体系,并实现新产品的开发,但造出1台机能运转和造出1台机能稳定运行8万小时,是完全不同的两个阶段。”一位国内燃机工程技术人员坦言:“目前国产燃机最长示范运行时长为8400小时,而国际主流机型已经积累数十万小时的实机运行数据,并在此基础上形成持续优化的维护体系。国产燃机已经解决‘从无到有’的问题,接下来需要的是更长周期的运行验证和更完善的后市场服务能力。”

●●还需迈过“三道关”

如果说传统燃机赛道是追赶,那么在零碳燃料这条新赛道上,国内企业与海外巨头几乎站在同一起跑线上。

上海慕帆动力在内蒙古赤峰下线的全球首台氢氨双燃料燃气轮机,可在不改造硬件设备的条件下兼容氢气、氨气及天



然气三种燃料并实现灵活切换。其单台设备年发电量最高可达7000万千瓦时,是目前全球唯一能实现氢、氨、天然气三种燃料切换的设备,将间歇性风光绿电转化为可储运的绿氨,再由燃机实现稳定发电,本质上打通可再生新能源的时间与空间转移通道。

华电集团首个航改型燃气轮机掺氢燃烧示范项目也已在江西完成5%掺氢燃烧调试。华电集团联合上海电气等产业链上下游企业协同攻关,累计形成30余项创新成果,首次实现从研发、制造到运维的全链条自主可控。

但从技术验证到商业部署,中间还隔着成本、基础设施和标准体系“三道关”。

“氢气来源是否足够低价且绿色?液氨的储运基础设施是否已成网?纯氢燃烧带来的氮氧化物控制和回火问题是否在长周期运行中得到充分验证?这些问题目前还没有一个项目能给出完整答案。”上述燃气轮机工程技术人员直言。

据了解,目前绿氢生产成本约为30—40元/公斤,绿氨合成成本也远高于天然气。液氨储运虽比液氢容易,但国内专用码头、罐区和管道网络仍处于起步阶段。纯氢燃烧带来的氮氧化物控制和热声振荡问题,在实验室条件下可以解决,但在全温全压、长周期、变负荷运行中能否保持稳定,现有示范项目还没有给出足够长的运行数据。行业普遍认为,氢氨燃料燃机的

规模化应用不会早于2030年。

●●整机出口仍在“累计信任”

全球供需缺口也给国内企业打开一个时间窗口,《白皮书》估计窗口期大约为5—8年。但随着GE、西门子、三菱的新产线在2028—2030年间陆续投产,以及电化学储能成本持续下降,需求缺口有可能逐步收窄。

在这个窗口里,国内零部件企业走得比整机更快。一些零部件企业已拿到国际市场的长期“入场券”,订单可见度高,确定性也更强。

整机出口的步伐则要慢得多。东方电气G50出口哈萨克斯坦,是国内自主F级重型燃机首次走出国门,但事实上,这一订单更多发生在全球缺货、买家选择有限的背景下。

业内人士表示,客观看,目前国内整机出口仍集中在对中国技术接受度较高的市场,短期内难以进入欧美成熟市场。可以看出,零部件“出海”已切入国际市场,整机“出海”还在等待海外用户的长期验证。两者之间这个时间差,正是窗口期内需要填补的间隙。

“填补它靠的不是技术宣言,而是实打实的运行时长和本地化服务能力。每一台在海外电站里平稳运行的机组,每一个及时响应的备件更换,都在为国产整机积累信任。”上述燃气轮机工程技术人员说。

正如《白皮书》所言,国产燃机是否拥有不可替代的市场地位,才是决定窗口期最终价值的核心问题。在5—8年的窗口期内,谁能先跑通这段信任积累,谁就有可能从“产能替补”真正走向“技术首选”。

上接1版

探索能源转型和生态保护
并举的发展之路

2026年全盟计划重点新能源及电力项目32个,其中新能源项目14个,总规模1100万千瓦,包括风电388万千瓦、光伏712万千瓦。

“去年,新能源发电量在全盟发电总量中的占比升至68%。今年前4个月,全盟发电量同比增加12%至93.4亿千瓦时,新能源发电量同比增长22%至65.8亿千瓦时,在发电总量中的占比进一步升至70%。”阿拉善盟能源局负责人给出最新数据,“绿色能源已成为盟电力装机主导力量。”

阿拉善盟盟委副书记、盟长白海林表示,阿拉善盟新能源禀赋优异,是绿色算力产业发展的新沃土、投资兴业的理想地,未来将持续用力,引导更多企业和项目落地发展。

●●绿电“出塞”——

观察全国一盘棋建设、推进区域协调发展的直观视角

共享发展揭示了发展的本质规律,那就是发展成果要尽可能惠及全体人民。能源互济恰是观察全国一盘棋建设、推进区域协调发展的直观视角。

阿拉善盟位于内蒙古自治区最西边,是全区用电量最少、用电负荷最小的盟市,电力外送成为全盟新能源发展的重大命题与战略抉择。

内蒙古哈伦能源集团公司2×33万千瓦热电联产机组,是蒙西电网最西端的重要支撑,也是阿拉善地区主要热电双保供企业,年发电能力38亿千瓦时,供热能力1500万平方米。“近年来,我们积极响应新能源并网需求,在频繁深调与电力外送受阻的压力下,依然牢牢守住民生供电供暖的底线。”哈伦能源集团公司党委书记、董事韩成东告诉《中国能源报》记者,“我们的机组,高峰顶得上,低谷压得深。”

2025年,全盟绿电外送宁夏9.6亿千瓦时、山东41.8亿千瓦时。今年1—4月,全盟仅风电就外送宁夏3.3亿千瓦时、山东13.4亿千瓦时。

阿拉善盟首个百万千瓦项目、国家第一批大基地——上海庙至山东特高压外送通道160万千瓦基地于2023年底建成并网,每年向山东输送电量40亿千瓦时。华电沙戈荒新能源基地全面建成后,将采用±800千伏特高压直流输电线路送至江西地区,年输送电量近400亿千瓦时。

根据阿拉善盟能源局数据,全盟建成定远营、吉兰太、阿拉腾敖包、浩雅500千伏变电站4座,220千伏电网变电站12座,110千伏电网变电站25座,2条500千伏线路与蒙西主网相连(定远营—吉兰太—金湖、阿拉腾敖包—祥泰),首条送电山东特高压外送线路建成,实现“两横一纵一外

送”的500千伏主网架结构。

跨省外送是“远水济近”,区域互济是“近水共享”。作为内蒙古首个盟市区域互济项目,“阿电入乌”200万千瓦新能源项目(以下简称“阿电入乌”项目)将阿拉善盟“风光”资源与乌海市用能需求有机结合,在新能源消纳、沙漠腹地工程建设等方面进行开创性探索,为内蒙古乃至全国新能源跨区域互济提供宝贵经验。

在乌兰布和沙漠中驱车前行,车窗外的景色仿佛按下定格键,满眼尽是绵延起伏、纹理分明的金色沙丘。行驶片刻后,一座座伫立于流沙中的银灰色钢铁巨塔闯入视野,几组平行输电导线向远方延伸,蔚为壮观。

“阿电入乌”项目总装机容量200万千瓦,其中风电30万千瓦、光伏170万千瓦,配套建设3座升压站及30万千瓦/60万千瓦时构网型储能系统,预计年内投运,年均发电量预计40亿千瓦时。

荒漠腹地,光伏板按照“随坡就势”的布置有序匍匐在沙丘上,不远处几十座风机分散坐落山沙山顶部,以保证风资源最大化利用。作为国内首例沙漠腹地风电项目,施工方克服纯沙地带来的地基承载力挑战,风机牢牢矗立在沙山之上,成为沙漠中迎风旋转的白色地标。内蒙古能源集团新能源公司蒙西中心副经理弓宇平表示,项目已进入消缺和调试阶段,一旦对端站具备条件,即可短期实现全容量并网。

增强国内大循环内生动力和可靠性,高质量建设全国统一电力大市场,进一步发挥市场在电力资源优化配置中的决定性作用,是大势所趋。国务院办公厅今年2月份印发《关于完善全国统一电力市场体系的实施意见》,对引导电力资源在更大范围内优化配置、支撑新能源高质量发展提出了更高要求。“阿电入乌”项目不仅代表区域互济模式已取得初步成效,也为更好释放全盟优质“风光”资源潜力,从根本上解决新能源消纳挑战提供了成功样本。针对外送通道不足导致“发得出、送不走”挑战,阿拉善盟正持续推进特高压外送通道建设,例如阿拉善—江西±800千伏工程,建设500千伏主网架,提升外送能力;发展源网荷储一体化与共享储能,依托火电调峰,增强电网灵活性等。

●●点沙成“金”——

实现能源与环境高质量发展
和高水平安全良性互动

地方发展,因地制宜、突出特色很关键。特色就是优势,就是潜力。在阿拉善的茫茫沙海中,“风光蓝海”和“生态绿洲”

交相辉映,探索着生态治理与能源开发深度融合的实践新路,也体现了坚持发展和安全并重,实现能源与环境高质量发展和高水平安全的良性互动。

阿拉善盟积极推进“新能源+防沙治沙”生态治理新模式,重点围绕腾格里、巴丹吉林、乌兰布和三大沙漠锁边地带,建成光伏治沙项目10个,装机规模480万千瓦,板下治沙面积31.8万亩。2025年实施新能源防沙治沙项目,风电60万千瓦、光伏80万千瓦,治沙21.6万亩。

“生命禁区”植绿,茫茫沙海生“金”。在华电“沙戈荒”新能源基地,曾经流动的沙丘被牢牢固定,板下板间正催生出一片片草方格绿洲。“我们实施了三重防护,不仅要发电,更要治沙。”常戳指着板下正在筛选培育的植物介绍,“2200平方米的试验田培育着42种植物,通过人工培育筛选,选出适合沙漠极端环境的植物,真正实现‘板上发电、板下修复、板间种植’,这样既能保证植物生长得好,又能更好地修复生态。”

探索“生态产业化、产业生态化”发展路径,产业繁荣最终要落到民生福祉的改善。

华润别立风电项目正在积极推动“新能源+”产业融合发展。“华润旗下有三九医药、东阿阿胶等品牌,阿拉善盟盛产苁蓉、锁阳等道地药材,还有骆驼产业,通过融合,我们希望将综合收益拉起来。”耿心亮介绍,项目为当地修整了通往村里的道路,周边牧民出行顺畅了许多,为未来发展留足余地和空间。

山水林田湖草沙是不可分割的生态系统,一个“沙”字,简洁且有力地勾勒出生态系统治理的新维度,凸显荒漠化防治的重要性和特殊性。作为“三北”工程建设的重点盟市之一,阿拉善盟也是我国“北方防沙带”生态安全屏障建设的重点区。2025年,当地组织实施“三北”工程六期项目11个,完成建设任务434.34万亩,年内实现三大沙漠1856公里锁边林草带全面“合龙”和防沙治沙治理任务累计突破1亿亩两大目标,森林覆盖率从建盟初的2.96%提升至8.42%。

处理好稳和进、立和破、虚和实、标和本、近和远的关系,从能源末梢到绿电枢纽,从“沙进人退”到“绿进沙退”,从防风固沙到点沙成金,阿拉善盟正以新能源为支点,撬动生态治理、产业升级、民生改善的全局性变革,把新发展理念切实贯穿到经济社会发展的全过程中。

“要时不我待,抢抓‘十五五’发展黄金期和关键窗口期,撬动工业经济转型升级,提高产业发展‘含绿量’‘含新量’,让新能源成为阿拉善的新名片。”阿拉善盟委书记黄雅丽表示。

业内专家认为,这意味着大量暂时“搁浅”的新能源项目有望通过直连模式重获经济价值,开辟新的消纳通道。

与此同时,《通知》还提出,分布式光伏可通过集中汇流方式参与多用户绿电直连。优先支持算力设施、绿色氢氨醇等新兴产业和未来产业开展绿电直连。对此,凡鹏认为,新政打破“单一用户”限制,明确新能源可向多个不同法人实体用户供给绿电,有利于让更多经营主体能够享受绿电直连政策红利。

项目主责单位承担“总管家”职能

在规划层面,《通知》提出项目应按照“以荷定源”原则合理规划新能源装机规模,年自发用电量占总可用发电量的比例不低于60%,占总用电量的比例不低于30%、2030年前不低于35%。

业内专家认为,这一量化指标既保障绿电充分消纳,又为项目经济性划定底线。

《中国能源报》记者在采访中了解到,多用户绿电直连项目当前面临的难题是产权、责任和结算复杂。十几家用户企业加上发电侧的风、光、储企业,谁负责统一对接电网?谁负责内部协调?

对此,《通知》新增一个名为项目主责单位的角色——应具备法人资格,原则上由电源方与负荷方合资组建,也可以由电源方或负荷方一方单独投资组建,园区模式的项目主责单位可由园区管委会或第三方机构(不含运营输电业务的公共电网企业)投资组建。

有业内人士提醒,有一点需注意,即电网不担任“总管家”角色,只负责计量和收费。因此,项目对外一张电费单,对内再分账。“说到底,绿电直连模式的核心目标是促进新能源就近就地消纳,《通知》在单用户政策消纳管理要求的基础上,进一步强化就近消纳的约束机制,创新源荷调节能力培育与绿电溯源管理制度,推动消纳利用向友好型、就近化、可溯源升级。”

以往,单用户政策针对反送电量设置了比例限制,并区分现货市场运行地区提出差异化的反送电要求,《通知》在沿用该要求基础上,将之前的“在新能源消纳困难时段,项目不应向公共电网反送电”调整为“在省级能源主管部门明确的新能源消纳困难时段,并网型项目不得向公共电网反送电”。

“从‘不应’到‘不得’,反映的是管理要求的强化,有利于切实压实项目就近消纳的主体责任,避免增加大电网消纳压力。”凡鹏飞强调。

三类园区将获得真正利好

什么样的企业适合参与多用户绿电直连?

国家发改委国家信息中心经济预测部政策仿真实验室主任、研究员肖宏伟表示,政策解答给出了清晰画像——能够响应电价信号、灵活调整用电负荷的工商业企业。这是因为新能源发电具有波动性,要实现高比例就地消纳,就必须让负荷侧“柔软”起来,在新能源大发时多用、在新能源出力不足时少用或从电网购电。工业园区恰好是挖掘需求侧灵活性的富矿:通过生产流程改造、储能配置、智能管控,企业完全可以实现“高峰少用电、低谷多用电”。而多用户直连模式将多家企业聚合在一起,发挥“多能互补、负荷错峰”的规模效应,整体调节能力远胜单个企业。政策鼓励项目内部探索基于调节能力的补偿机制,灵活性好的用户可以获得额外收益,形成正向激励。

随着多用户绿电直连时代到来,哪些项目将迎来利好?

上海绿色低碳科学技术研究院院长吴映阳分析,第一类是新能源资源富集地区的大型绿氢、绿氨及绿色甲醇项目。比如,在吉林、内蒙古、甘肃、宁夏、新疆等风光资源禀赋优越的省区,依托本地可再生能源优势,将“风光”等绿电转化为氢、氨、醇、油等便于储存与运输的能源载体,具备显著发展潜力。

“第二类是多种高负荷的园区型项目,这类园区内涉及冶金、化工、芯片、汽车零部件等多个独立法人主体。新政明确了多用户绿电直连的制度安排,有效解决了绿色电力分配、绿色证书划分及电费结算等复杂问题,为多主体协同运行提供了政策支撑。”吴映阳表示,第三类是面向出口市场、需证明产品绿色属性的项目。《通知》规定,多用户项目内部各主体可按各时段用电量占比,明确自发用电量归属,实现基于小时级的新能源发电与用电匹配,并可与绿色电力证书、碳核算等相关制度有效衔接。

“我国绿电直连正开启从单一用户探索转向多用户协同发展的新阶段,不仅让多用户绿电直连成为新型电力系统中的新业态、新模式,还为用户的绿色供电方式焕新提供了新选项、新机遇,将有力推动全社会绿色用能水平提升,为加快建设新型能源体系和能源强国提供重要支撑。”凡鹏飞说。

绿电直连进入「一对多」共享时代