

# 风电进乡村 振兴正当时

——记金风科技有关实践经验和企业价值观

■本报记者 姚金楠

因为一个风机设计施工的优化，在河南濮阳市顿丘风电场，被四根支柱架高的风机焕发出新的生机，塔筒下部的土地空间为乡村道路、温室大棚、畜牧养殖业、农业仓储等事业的建设发展提供了新的可能；在湖北石首桃花山，因为贯穿始终的水土流失防护和生态修复理念，风电场与“转山十八景”完美融合，蓬勃兴起的旅游业让大山里的村民找到了致富之路；在吉林前郭县，因为一次开发模式的创新尝试，风电项目创新与村集体合作模式，村集体在没有投资风险的情况下实现收益长期稳定的增加。

2021年，国家能源局结合乡村振兴战略正式启动“千乡万村驭风计划”。两年间，龙头企业继续深化推进“风电下乡”，散落于山野乡间的分散式风电项目成为我国乡村振兴进程中的关键产业支点。今年，“千乡万村驭风计划”的具体落地细则已进入征求意见阶段。在乡村振兴和农村能源革命的新节点上，龙头企业又将如何在分散式风电领域发展创新、稳扎稳打呢？

## ■从“风电+”到“乡村振兴+”

“多年来，我们已经在河南、福建、四川、浙江、湖北、江西、吉林等多个省份参与过分散式风电项目，虽然和集中式大项目相比，分散式风电项目的体量还相对较小，但一个项目做下来，我们可以深刻体会到一个个乡村因为风电场的到来发生的改变。”金风科技副总裁李飞感慨道。“以前，我们的习惯是以风电为中心，用‘风电+’的逻辑去看待类似的项目，但在不断的实践中，我们逐渐意识到，乡村振兴才是这类项目的核心所在。我们要以乡村振兴为基础，去叠加风电的优势和特色，才能真正把事情做好。”

乡村振兴需要什么？党的二十大报告明确指出，要扎实推动乡村产业、人才、文化、生态、组织振兴。那么，风电能在其中扮演怎样的角色呢？

金风科技将产业振兴视为风电助力乡村振兴过程中最关键的抓手。将乡村风电与农业融合发展，合理利用土地，增大农业的经济附加值。以风电作为支撑，打破传统农业产业界限，发展农产品加工、传统工艺制作等产业，推动产业链延伸，向下发展新型配套及支持性服务业，推进一、二、三产业融合发展。

然而，要实现这样的融合发展并非易事，在革新发展理念的同时，也需要强有力的科技和产品创新作为支撑。在河南顿丘天润新能源风电项目中，为实现土地综合利用和产业融合，金风科技通过设置转换结构，将直接落于地面的风机塔筒进行架高，将风机筒壁转化为四根分开的柱子，极大地减少了占地面积，实现生态友好。这样做的结果是塔筒下部的空间可以充分利用起来，无论是修建乡村道路，还是建设温室大棚和仓储，都是不错的选择。

不仅如此，伴随着一个个风电项目的落地，乡村在“软实力”上的提升也显而易见。在广西牛头岭，金风科技把铜鼓壮锦、木棉花、打榔舞等当地文化特色图案绘制在百米高的风机塔筒和叶片上，将风电场打造成独具壮族文化特色的风车公园，无形中提升了当地的文化影响力。此外，在项目建设和运行过程中，源源不断的管理资源和运维人才进入乡村，对当地村民进行专业培训，不仅直接带动了村民就业，还大大提升了当地人员的素质。

## ■秉持“长期主义”开拓细分市场

行业协会统计数据显示，截至2022



图为位于河南兰考的分散式风电项目。 金风科技/供图

年底，我国分散式风电累计装机1344万千瓦，仅占全国风电装机总量的3.4%。相比当下火热的大型基地项目和海上风电项目，面向乡村市场的分散式风电单体规模小、实地情况复杂，作为深耕风电行业多年、深谙经营之道的金风科技，为何对这个市场情有独钟呢？

“这其实与企业的定位和目标价值观有关。金风科技就是在经济相对不太发达的地方，做风电起家，所以我们一向都很关注偏远地区的发展。现在，国家大力推动乡村振兴，我们认为推动农村分散式风电的建设也是金风科技企业文化和价值的体现。”李飞指出，要引领行业发展，就不能只看眼下的短期盈利，金风科技一直以来秉持“长期主义”的要义也在于此。

“不着眼于当下的收益，不代表我们只靠情怀来开发项目。”李飞表示，虽然现阶段乡村分散式风电的收益并不如集中式项目，但如果在技术优化、模式创新等方面多下功夫，未来，将是非常有发展潜力的细分市场。“所以，现阶段需要企业先去做一些事情，把市场一点一点开拓出来，金风科技相信可以踏出这样一条路。”

一方面，分散式项目具备靠近电力负

荷侧的天然优势，特别是随着农村电气化程度的不断提升，从整体能源生产和利用效率方面而言，乡村分散式风电市场前景广阔。能源在一定区域范围内的自平衡也是未来电网发展的趋势和方向；另一方面，结合我国新能源发展的现状，尤其是在中东部地区，集中连片的大规模开发在土地、林草、环保等方面都面临越来越大的挑战，在这些层面，分散式项目更有潜力。

## ■关注开发模式技术升级

政策的东风已经徐徐吹来。今年3月，国家能源局、生态环境部、农业农村部、国家乡村振兴局联合印发《关于开展农村能源革命试点县建设的通知》，提出开展农村能源革命试点县工作。《通知》明确，到2025年，试点县可再生能源在一次能源消费总量占比超过30%，在一次能源消费增量中占比超过60%。截至目前，全国范围内已有23省市发布2023年乡村振兴有关意见或方案，其中17省市提及可再生能源、清洁能源或新能源。湖南、广东、广西、云南等地陆续布局以县为单位建设分散式风电。

“踏路”的过程中，金风科技也在实践

中探索和思考市场的需求和痛点。

在开发模式层面，业内一直倡导的“一村一风机”模式不应拘泥于物理层面的建设，而是要从乡村振兴的真实收益上去理解这一概念。从项目落地的可行性出发，在空间上相对集约，几个相邻村子可以集中建设一个风电场，但在收益分享上，真正落实“一村一风机”。在收益分配的过程中，无论是引导村集体参股入股、共同投资，在村集体通过风电收益提值增效方面，风电企业也需要更加关注合规性问题。

在技术层面，现有的产品和电网接入还需进一步优化。“从产品角度而言，现有的风机都是迎合风电场群的概念，配套的通讯设施、SVG等也相对集约，但按照分散式的发展模式，每台风机都需要配套通讯和调度系统，相应地成本也会随之上升。”李飞透露，目前，金风科技已经在对应的产品方案上投入研发并取得了一定的创新突破。而从电网接入角度出发，当前，我国还缺乏一套系统的针对乡村振兴背景的电网接入标准和规范。“虽然有一些地方电网的探索性标准，但要在全国范围内规模化推进农村能源革命，电网接入要求是急需重点聚焦的。”

## 广东太平岭核电2号机组进入设备安装阶段

本报讯 8月22日，粤港澳大湾区首座“华龙一号”三代核电项目——中广核广东太平岭核电2号机组核岛内穹顶混凝土土建施工顺利完成，标志着项目安装阶段施工工作全面展开，距离“十四五”期间建成投产发电再进一步。

“华龙一号”是我国自主知识产权的三代核电技术，其使用的大容积双层安全壳是核电站的第三道安全屏障，实现安全能级显著提升。作为内壳的重要组成部分，内穹顶自身项顶繁多，钢筋布置密集，且与内部结构、钢衬里、环吊、预应力施工紧密相关，施工逻辑紧密复杂。因此，内穹顶浇筑不仅是核岛混凝土施工的重要一环，也是核岛土建施工中重要的里程碑节点。本次浇筑完成的内穹顶半径约30余米，壁厚1000毫米、高近10米，共需要1700多立方米的混凝土，分七层浇筑。

中广核惠州核电有限公司联手参建单位，大力开展技术创新工作，包括自密式混凝土专利技术、BIM数字建造技术等，显著提升建设效率。太平岭核电结合“华龙一号”工程施工特性，总结出适合“华龙一号”核岛施工的数字建造之路，通过设计标准化、生产工厂化、施工机械化和组织管理科学化，形成核岛钢衬里、不锈钢衬里智能建造体系。

同时，项目在焊接工艺环节持续创新。研发核电焊接管理系统，实现了核电焊接管理过程透明化、流程化，大幅度减少施工时间，工作效率可达传统工艺的1.5倍；使用钢结构车间预埋件自动焊接机器人保证了焊接质量；采用的MAG自动焊接具备参数稳定、易操作、焊缝美观、直线度强等特点；不锈钢激光自动切割技术，提高下料精度，利于组对、焊接；轨道式自动焊技术成型质量好，焊接效率高，是人工焊接的近三倍。

作为我国首个生态核电示范工程，太平岭核电分三期规划建设6台百万千瓦“华龙一号”核电机组。目前，一期工程稳步推进，两台机组预计于2025年陆续投产发电，单台机组每年将为粤港澳大湾区提供清洁电力近100亿千瓦时，能够满足100万人口的生产生活年度用电需求，对促进地方经济发展、保障能源安全、优化能源结构、保护生态环境具有重要作用。

(朱丹)



图为广东太平岭核电2号机组项目建设现场。 中广核/供图

## 成本偏高 激励不足 印度绿氢发展困难多

■本报记者 李丽雯

近日，印度政府新能源和可再生能源部公布了绿氢标准，对“绿氢”生产过程中碳排放量最高限额做出规定。这个举措是印度政府推进“国家绿氢任务”的重要环节，根据规划，期待能够大力发展绿氢产业，成为全球主要绿氢生产和供应国之一。但从目前来看，印度本土95%的氢气仍来自化石燃料，绿氢成本高企不下，在业界看来，印度要达成绿氢产业发展目标还存在诸多阻碍。

### ■首次明确定义

根据印度政府8月19日发布的声明，若要将氢气产品归类为“绿氢”，每千克氢气二氧化碳排放最高限额为2千克，其提出的碳排放量总限额涵盖绿氢生产中水处理、电解、气体纯化、干燥和压缩全过程，全生产过程的碳排放总量将不应超过这一限额。根据印度政府规定，风光等可再生能源电解水制氢、生物质能制氢等利用可再生资源制氢的手段都可能满足这一要求。

这是印度政府首次对“绿氢”做出明确定义，根据声明，印度能源效率管理局、印度电力部都将是绿氢产业发展的主要监管部门，将对印度所有绿氢生产项目进行检测并提供认证。

印度政府还推出最新的绿氢检测、报告、监管、现场验证等一系列方法，表示未来新能源及可再生能源部还将针对各项绿氢指标公布更多细节。

印度新能源和可再生能源部指出，印度本土氢能产业对绿氢标准等待已久，绿氢标准的提出为印度绿氢行业发展指明发展道路，有了这一行业标准，印度成为全球首批提出绿氢碳排放标准的国家之一。

“定义”绿氢只是印度绿氢战略的一环，今年1月，印度首次公布“国家绿氢任务”，提出加码绿氢产业，推动绿氢替代化肥、炼油、钢铁等领域的灰氢应用，到2030年完成每年绿氢产能达到500万吨的目标，如果出口市场需求得到释放，印度表示将每年绿氢产能目标提升到1000万吨以上。

印度能源部长阿努拉格·塔库尔表示，到2030年，印度如果达成绿氢目标，将减少约5000万吨碳排放，节省1万亿卢比化石燃料进口成本。

### ■成本问题凸显

据了解，印度政府此前承诺到2070年达成零碳排放目标，为提高能源供应的同时推动能源绿色转型，印度便将目光投向了尚属新兴领域的绿氢。而在印度的绿氢产业发展愿景中，本土需求和出口市场都将是重点领域。

尽管印度对绿氢产业已经落子布局，但从现状来看，印度绿氢产业还存在着经济性较差、供应链挑战、基础设施建设成本高昂等重重挑战，绿氢产业化进展缓慢。

有测算显示，目前印度绿氢生产成本为4-5美元/千克，是当前印度主流使用灰氢成本的两倍以上。对于钢铁、移动和电力等应用，要实现盈亏平衡，所需的绿氢成本需要更低，难度相对更大。

能源经济和金融分析研究所分析指出，目前印度灰氢生产成本中，资本支出和常规工厂运营支出成本约占整体成本的51%，化石能源成本不到一半，而在绿氢生产过程中，可再生能源发电和传输成本占到了整体成本的70%以上，这意味着，对印度来说，要降低绿氢生产成本，不仅需要降低电解槽设

备等系统成本，更需要降低可再生能源的生产和传输成本。

另据市场研究机构ICIS估算，印度此次制定的绿氢标准实际上与美国标准持平，而较英国和欧盟制定的标准更为严格。对于印度绿氢产业来说，要达成这一要求，需付出更多努力。

### ■发展动力不足

实际上，为刺激绿氢产业发展，印度政府出台了多项刺激手段，今年初，印度政府宣布将为绿氢产业提供超过1749亿卢比的激励计划，总金额约合21.1亿美元。

在业界看来，高额补贴并不能完全解决问题。在能源经济与金融分析研究所看来，时至目前印度绿氢战略仍有缺失，没有对潜在绿氢消费方的使用义务做出规范。根据印度现行补贴政策，印度仅针对绿氢生产方提供相应补贴，但对下游需求侧来说仍缺乏动力，无法快速推动从灰氢到绿氢的替代，这将导致绿氢生产项目缺乏购买方，从而导致绿氢生产企业可获得的投资动力不足，融资成本也可能上升。在不了解潜在消费者的情况下，大量投资者对绿氢态度谨慎。

市场研究机构彭博新能源财经分析师Martin Tengler也在一份报告中指出：“如果没有需求方面的激励措施，印度国内的绿氢消费很难从灰氢转向绿氢，即使是氢生产商因绿氢获得补贴也很难获得融资。”

还有批评的声音认为，印度目前制定的绿氢标准并不完善，未能对生物质资源提供限制或指导，有可能对粮食安全和环境构成潜在威胁，从而带来伦理问题。

## 嘉兴市级虚拟电厂管理平台上线运行

本报讯 8月17日，由浙江省嘉兴市发改委管理、国网嘉兴供电公司运营的浙江嘉兴市级虚拟电厂管理平台正式上线运行。目前，该平台已接入6家市级负荷聚合商平台和3家县级虚拟电厂管理平台，涵盖储能、空调、充电桩、光伏、5G基站等资源达462万千瓦，预计削峰能力为20.89万千瓦，填谷能力为19.68万千瓦。

作为主要运营方，国网嘉兴供电公司主要负责虚拟电厂管理平台的建设与运维、资源要素管理、运行监测、市场交易等工作。该虚拟电厂管理平台按照国网嘉兴供电公司新一代信息化架构整体要求，综合考虑多业

务组件、多数据类型、多对外接口等外部数据特征，提供统一的数据交互框架和安全体系，既可实现标准化数据接入，又可充分保障能源设施、能源系统及能源信息的完整性、可靠性和可用性。

嘉兴市级虚拟电厂管理平台主要包括基础管理、档案管理、资源监测、负荷管理、电力交易、政企服务以及全景可视化决策中心等7大业务模块。平台主界面上重点展示了资源概况、资源池、实时网供和负荷数据以及需求响应情况。其中，在负荷管理方面，平台可实时跟踪及预测负荷缺口，针对可预见性省地两级电力缺口及突发紧急状况，组织负荷聚合

商、虚拟电厂实施主动负荷管理，不足部分再启动需求响应、有序用电等多种负荷管理措施，实现全区域、全时间尺度负荷资源分层分级精准调控。在政企服务方面，深化数据增值服务，具备辅助政府决策以及提升企业能效能力，促进虚拟电厂上下游产业生态形成。

后续，国网嘉兴供电公司将加快虚拟电厂管理平台资源响应评估体系建设，精准构建用户响应画像，生成最优资源调控策略。预计到2024年，嘉兴将建成具备60万千瓦级可调节能力的虚拟电厂，逐步形成年度最大负荷5%左右的稳定调节能力。

(汪阳 杨佳慧 王徐燕)