风电项目配套基础设施开发建设统筹谋划分析

徐春强

（广西桂冠电力股份有限公司广源分公司，广西 柳州 545000）

摘 要 配套基础设施是风电项目实现并网发电与长期稳定运行的重要支撑，其开发建设涉及集电线路、升压站等多个专业，具有专业接口多、施工时序交叉强相关特点。本文针对配套设施规划滞后、选址分散等突出问题，从构成特征、总体思路、关键设施统筹要点等方向提出风电项目配套基础设施统筹谋划技术路径。实践表明，坚持与主体工程同步规划、永临结合、集约用地和多专业协同，能够缩短建设周期、降低工程投资、减少生态扰动，为同类风电项目配套基础设施的开发建设提供参考。

关键词 风电项目；配套基础设施；永临结合；建设时序；协同管控

中图分类号：TM614 **文献标志码**：A **DOI**：10.3969/j.issn.2097-3365.2026.30.023

0 引言

“双碳”目标驱动下，风电开发建设规模持续扩大，陆上风电已由早期单一风机阵列布置向规模化、基地化、智能化方向发展。与常规电力工程不同，风电项目多分布于山地、丘陵、草原和沿海滩涂，场地条件复杂，风电机组点位分散，配套基础设施往往随风机阵列呈线状、点状布置。部分项目因大件运输通道未提前打通，设备到场后无法进场，造成吊装机械窝工；因集电线路和升压站滞后，风机基础完工后无法并网，形成较长的尾工等待期。因此，将配套基础设施作为一个有机整体进行统筹谋划，已成为风电项目建设管理中不可回避的关键环节。

1 风电项目配套基础设施的构成与特征

1.1 主要配套基础设施构成

风电项目配套基础设施是指为风电机组实现电能汇集、升压送出、运输安装和长期运行所必需的附属工程总和，通常包括以下几类。集电线路负责将各台风机发出的电能汇集后送入升压站，按电压等级分为 35 kV 及以下架空线路和电缆线路，山地地形受地形限制时常采用直埋电缆与架空线相结合的方式；升压站（开关站）承担电能升压、无功补偿、继电保护和并网点控制功能，是风电场的电力核心；场内道路与吊装平台承担设备运输与风机吊装作业功能，道路需满足超长塔筒、叶片的转弯半径和纵坡要求，吊装平台需满足起重机站位、支腿压力和组装场地需求；对外交通衔接风电场与既有公路、铁路、码头，解决大件设备进场通道问题；通信与监控设施负责全场视频监控、风机状态远程传输和生产调度；施工临时用水用电、弃渣场、施工营地以及环保水保工程，也是配套体系的重要组成[1]。

从投资构成看，配套基础设施合计占项目总投资的比重不容忽视，其中集电线路和场内道路平台通常占配套投资的主要部分。从工期看，配套工程的完成节点往往决定风机吊装和并网调试的最早开始时间，道路未通则吊装无法开展，升压站未受电则风机无法调试。

1.2 配套基础设施建设的系统性特征与统筹难点

风电配套基础设施特征表现如下：一是专业接口多，电力、土建、道路、通信、水保等专业在同一空间作业，接口划分直接影响施工组织。二是空间分散性强，一台风机对应一段道路、一个平台、一基基础，配套工程呈蛛网式分布，管理半径大。三是永临结合要求高，施工便道、吊装平台、施工营地等临时设施在建设期完成后，相当一部分可改造为永久运维道路、巡检场地和检修基地。当前配套基础设施建设统筹难点表现为：规划阶段配套设施常滞后于风机点位排布，导致集电线路和道路随风机点位反复调整；选址阶段各专业各自为政，升压站、集电线路、道路缺乏全局

作者简介：徐春强（1996-），男，本科，助理工程师，研究方向：新能源项目开发建设。

比选；施工阶段配套工程与主体吊装时序脱节，道路未通即进场、集电线路未建即要求并网；运营阶段临时设施移交不清，运维通道与检修场地长期缺位。这些问题表面上是单项工程的技术问题，实质上是缺乏整体统筹谋划所致。

2 风电项目配套基础设施开发建设统筹谋划的总体思路与基本原则

2.1 总体思路

配套基础设施统筹谋划的核心是将分散在各专业、各阶段的配套工程纳入同一规划框架，按照“同步规划、统一选址、合理时序、永临结合、集约高效”思路，在风机点位确定的同时同步完成配套设施布局，在主体工程开工前完成主要施工通道和吊装平台设计，在并网前完成集电线路和升压站调试，在移交前完成临时设施向永久设施的转化。其本质是把配套工程从“被动跟随”转变为“主动谋划”，从专业分割转变为系统协同[2]。

2.2 基本原则

同步规划原则：配套设施与风机阵列设计同步开展，避免后期被动调整。全局比选原则：升压站选址兼顾汇集距离、送出条件和地形地质，集电线路兼顾路径长度和施工难度，不单纯追求某一专业最优。永临结合原则：施工便道按永久道路标准一次建设，吊装平台预留检修场地，施工营地结合运维基地布置。集约用地原则：多台风机共用一段道路、一个平台，减少地表扰动。生态协调原则：配套线位尽量避让林地、耕地和生态敏感区，减少高填深挖。全生命周期原则：不仅满足建设期施工需求，还要兼顾20年运行期的巡检、检修和大件更换需求，避免建成后再行开挖扩建。

3 风电项目关键配套基础设施的统筹谋划要点

3.1 集电线路与升压站选址布置统筹

集电线路和升压站是配套投资中占比最大的两项。集电线路规划应在风机点位确定后，采用辐射式与联络式相结合的接线方式，使电能汇集距离最短、线路条数最少。山地项目应优先利用山脊、沟谷等有利地形走线，避免大开挖和长距离跨沟。电缆敷设与道路工程应协同设计，电缆沟随道路边坡布置，减少二次开挖。在接线方式上，同一回线路所带风机数量应均衡分配，避免单回线路过长或负载偏重，便于后期运行维护和故障隔离[3]。

升压站选址应综合考虑如下因素：靠近负荷中心以缩短集电线路、靠近送出方向以减少送出线路、靠近对外交通以降低设备运输难度。站址应避开滑坡、泥石流和软弱地基，场地平整工程量适中。升压站与集电线路应在同一轮设计中完成全局比选，不能先定站址再硬拉线路。表1列出了风电项目主要配套基础设施的功能定位与技术参数。

表1 风电项目主要配套基础设施功能定位与技术参数

设施类别	主要功能	典型技术参数
35 kV集电线路	汇集风机电能	架空/电缆结合，单回线路带8台～12台风机
升压站	电能升压与并网控制	35 kV/110 kV或220 kV，含主变与无功补偿
场内道路	大件运输与巡检	纵坡不大于9%，最小转弯半径满足叶片运输
吊装平台	风机吊装作业	满足主吊站位与支腿压力，面积随机型确定
通信监控	远程监控与调度	光纤环网+无线备份，全场覆盖
环保水保	生态保护与恢复	拦挡、排水、植被恢复

3.2 场内道路与吊装平台永临结合

场内道路和吊装平台是山地风电投资大、扰动强的配套工程。道路线形应结合风机点位和地形优化，沿等高线展线，控制纵坡和转弯半径，满足超长叶片运输的“行车视距—转弯—纵坡”组合要求。道路宽度按运输车型确定，施工期可适当加宽，运营期保留路面宽度并设置错车道。纵坡、转弯半径和会车点应在设计阶段通过车辆转弯模拟验证，避免现场因转弯半径不足而反复开挖；吊装平台应根据主吊机型和吊装方案确定尺寸，平台标高与风机基础协调，起重机支腿位于稳定地基上。统筹要点在于，施工期吊装平台在风机安装完成后，应结合运维需求改造为永久检修场地，用于后期叶片更换和大部件维护，避免重新征地、重新开路。道路设计阶段应同步明确哪些路段为永久道路、哪些为临时便道，临时便道在施工结束后进行植被恢复，做到临时用地“工完场清”。

3.3 对外交通与施工运输通道衔接

对外交通决定大件设备能否进场，因此，规划阶段应提前对既有公路、桥梁、隧道进行承载力和净空核查，必要时实施局部加固、拓宽和临时支护。运输方案应

结合设备分段长度，合理选择运输路径和运输时段。沿海风电还需考虑码头与堆场衔接。对外通道与场内道路应在同一运输组织方案中贯通，避免出现“末端通道”无法通行的断点。对沿线桥梁、隧道和转弯点应逐一形成核查清单，提前落实改造责任和完成时限[4]。

3.4 通信网络与智慧运维基础设施一体化

通信线路宜与 35 kV 集电线路同沟敷设，利用线路杆塔挂设光纤，避免单独立杆。全场监控、视频、环境监测和功率预测系统应统一规划、统一组网，预留智慧运维升级接口。升压站按无人值守或少人值守设计，视频、安防、消防和在线监测数据集中上传至集控中心。通信基础设施一次建成，既满足建设期调度需要，又满足运营期远程监控需要，避免重复布线和重复立杆。

4 风电项目配套基础设施开发建设时序协同与全过程管控

4.1 前期规划阶段的多专业协同

前期规划阶段应组建涵盖风资源、电气、土建、道路、水保的联合设计组，在风机点位排布的同时同步完成集电线路路径、道路线形、站址比选和对外交通核查。采用三维场地模型进行叠加分析，识别敏感区和工程地质问题，从源头上减少后期变更。规划成果应明确配套工程的工程量、占地范围和实施顺序，作为后续招标和施工组织的依据。对影响大件运输和并网节点的控制性工程，应优先安排勘察设计。前期还应对配套工程的占地、林地草地占用和水土保持方案进行同步论证，避免因手续办理滞后而影响开工时间[5]。

4.2 施工阶段交叉作业与接口管控

施工阶段应按照“先通道、后基础、再吊装、后线路、终调试”的顺序组织。场内道路和吊装平台先行贯通，为风机基础和吊装创造条件；集电线路施工与风机基础施工可分区并行，但电缆敷设必须在道路工程成型后实施；升压站土建与电气安装同步推进；全场调试安排在风机并网前完成；关键管控点在于接口划分：道路标高与基础环标高衔接、电缆沟与道路边坡衔接、吊装平台与起重机选型匹配、通信光纤与集电线路同沟保护。各专业之间以书面接口图和工序交接单明确边界，避免因界面不清造成返工。对道路与电缆、平台与基础、升压站与集电线路之间的交接节点，应设置中间验收，前道工序未验收合格不得进入下道工序。

此外，以相对月份为时间轴，展示前期准备、道路平台、风机基础、吊装作业、集电线路、升压站、并网调试七个阶段的搭接关系。其核心是解决配套工程与主体工程时序脱节问题：道路平台必须在风机基础开工前贯通，集电线路在吊装后期即开始敷设，升压站与吊装并行推进，并网调试安排在收尾阶段，各阶段合理搭接而非串行等待，从而缩短整体工期。合理的时序搭接还能减少吊装机械闲置和人员窝工，使各专业队伍在不同作业面之间有序轮换，避免出现长时间停工等待。

4.3 建成移交与运维期衔接

工程移交阶段应同步完成临时设施清单、永久设施清单和运维通道图纸的交接。临时便道按水保要求恢复，永久道路、检修平台、通信系统和监控设施移交运维单位。移交资料应包含各风机点位坐标、道路标高、电缆埋深、集电线路走向和升压站图纸，为运营期巡检、故障抢修和大部件更换提供基础数据。运维基地宜结合施工营地和升压站布置，实现人员、工器具和备件的集中管理。对运维期可能遇到的叶片更换、齿轮箱吊装等大部件作业，应在移交时明确吊装场地预留位置和道路承载标准。移交资料应同步电子化归档，建立配套设施台账，使运维单位能够快速定位道路、电缆、平台和升压站的位置与参数。

5 结束语

风电项目配套基础设施虽不构成风机本体，却直接决定项目的建设速度、投资水平和运行品质。统筹谋划的关键，在于打破各专业“各自为政”的传统模式，在规划阶段即把集电线路、升压站、道路平台、对外交通和通信监控作为一个系统整体进行同步设计和全局比选，在施工阶段通过合理时序搭接和接口管控实现多专业并行，在移交阶段完成临时设施向永久运维体系的转化。坚持永临结合、集约用地和全生命周期等原则，能够在满足建设期吊装运输需求的同时，为长期运行期的巡检检修创造条件，减少后期改造投入，实现工程建设与生态保护、当期投资与长期效益的协调统一，也为后续同类项目的方案优化提供可借鉴的思路。

参考文献：

[1] 赵靓.五大千万千瓦级海上风电基地周边配套产业加紧完善[J].风能,2022(10):44-47.
[2] 巫春平,杨超,陈飞燕,等.山地区域超低风速风电项目开发探讨[J].红水河,2023,42(02):66-69.
[3] 张金明.“双碳”背景下新能源市场项目开发路径研究[J].低碳世界,2024,14(10):154-156.
[4] 范银鹏.基于新能源开发的风电工程项目管理难点及改进途径探讨[J].工程建设与设计,2025(08):219-221.
[5] 晏飞.复杂地形的风能资源评估及山地风电项目开发策略研究[J].生态与资源,2025(10):76-78.