

输变电工程建设进度管理延误因素及应对策略

翟文松

武汉中超电网建设监理有限公司 湖北 武汉 430000

【摘要】：输变电工程作为电力系统的关键组成部分，其建设进度直接关系到区域电力供应稳定性与能源战略落地效率。当前输变电工程建设中，受外部环境干扰、资源配置失衡、管理流程疏漏等因素影响，进度延误问题频发，不仅增加工程成本，还可能导致电力供应缺口。通过系统梳理输变电工程建设全周期流程，识别征地拆迁滞后、设备供货延期、施工技术难题、协调机制不畅等核心延误因素，结合工程实践构建“因素预判-动态管控-应急响应”的应对体系，明确各参与方权责，优化资源调配与流程衔接，可有效降低延误风险，保障工程按计划推进，为输变电工程高质量建设提供进度管理支撑。

【关键词】：输变电工程；进度管理；延误因素；应对策略；资源调配

DOI:10.12417/2705-0998.25.16.066

引言

输变电工程建设周期长、涉及主体多，进度管理是保障工程效益的核心环节。然而，近年来部分输变电工程因征地受阻、设备到货延迟等问题，出现数月甚至半年的进度滞后，不仅推高建设成本，还可能影响区域电力保供。如何精准定位延误根源、制定科学应对策略，成为输变电工程建设管理领域亟待解决的问题。先剖析进度延误的主要因素，提出针对性管控策略，总结策略应用效果，为输变电工程进度管理提供可行路径。

1 输变电工程建设进度延误主要因素剖析

1.1 外部环境制约因素

外部环境因素对输变电工程进度的干扰具有不可控性，且影响范围广。征地拆迁环节涉及土地性质审批、居民安置补偿等复杂流程，若地方政府规划调整、补偿标准未达成共识，易导致工程选址范围内土地交付延迟，使线路基础施工、变电站土建等前期工序无法按时启动。同时，输变电工程常跨越农田、林地、河流等区域，生态环境评估与审批周期过长，或施工期间遭遇极端天气，会直接中断露天作业，导致基坑开挖、铁塔组立等关键工序停工，进一步拉长建设周期。此外，工程建设需协调市政、交通、环保等多部门，若跨部门审批流程衔接不畅，或周边居民因电磁环境顾虑提出异议，易引发项目停滞，形成进度延误。

1.2 资源供应失衡因素

资源供应的及时性与匹配度是保障输变电工程进度的基础，资源失衡会直接导致工序断档。设备供应方面，变压器、GIS组合电器、电缆等核心设备生产周期长，若制造商产能不足、原材料短缺，或设备运输过程中因道路限制、物流延误，会造成设备到货时间滞后，使安装调试工序无法按计划开展。人力资源方面，输变电工程对高压电气安装、调试等专业技术人员需求迫切，若市场上专业人员储备不足，或施工队伍因薪酬纠纷、人员流动率高导致人力短缺，会降低作业效率，延长工序完成时间。物资供应方面，水泥、钢材、铁塔构件等基础

物资若采购计划与施工进度脱节，或供应商供货质量不达标需返工换货，会导致现场物资短缺，迫使施工暂停。

1.3 技术实施瓶颈因素

技术实施过程中的难题与疏漏会显著制约进度推进，且易引发返工成本。施工技术方面，复杂地形下的线路敷设需特殊工艺，若技术方案设计不合理，或施工人员对新工艺、新设备操作不熟练，会增加施工难度，导致工序验收不合格需重新施工。设计技术方面，若初步设计阶段对工程地质勘察不深入，出现变电站地基承载力不足、线路路径与现有管线冲突等问题，需进行设计变更，而变更审批流程繁琐，会延误后续施工。调试技术方面，输变电设备调试需高精度操作，若调试方案不完善、调试仪器精度不足，或调试过程中发现设备故障需维修，会延长调试周期，影响工程整体竣工时间。

1.4 协同管理疏漏因素

多参与方协同管理的不足会导致流程衔接不畅，形成进度管理漏洞。组织管理方面，建设单位、施工单位、监理单位、设计单位等参与方权责划分不清晰，若出现问题时相互推诿，或沟通机制不健全，会导致决策延迟，影响问题解决效率。进度计划管理方面，若编制的进度计划未充分考虑工程实际难度，过于理想化，或未建立动态调整机制，当出现延误风险时无法及时优化计划，会使进度偏差持续扩大。合同管理方面，若合同中未明确各方进度责任与违约处罚条款，或工程款支付延迟导致施工单位资金短缺，会降低施工单位积极性，进而放缓施工进度。

2 输变电工程建设进度延误针对性应对策略构建

2.1 外部环境制约的主动应对策略

针对外部环境引发的进度延误，需以“提前介入、协同联动”为核心，构建全周期风险防控体系，通过多主体协同、多环节预判，降低不可控因素对工程的干扰，确保建设流程有序推进。在征地拆迁环节，建设单位需将工作前置至项目立项阶段，联合地方政府自然资源、住建、乡镇等部门成立专项工作

组,明确各成员单位职责分工——自然资源部门负责土地性质核查与规划衔接,住建部门协助制定安置方案,乡镇负责居民沟通协调,形成“分工明确、权责对等”的协同机制。工作组需提前开展土地权属调查、地上附着物登记,结合区域征地补偿标准与居民实际诉求,制定差异化补偿方案,通过分层座谈、入户沟通等方式开展多轮协商,最大程度达成共识,从源头缩短土地交付周期。同时,推动建立征地拆迁进度与地方政府协同考核的挂钩机制,将土地交付时限、跨部门审批效率纳入考核指标,倒逼审批流程优化,实现项目备案、规划许可、用地审批等环节并联办理,减少串行审批导致的耗时,确保征地拆迁工作与工程开工计划精准衔接。

生态环境适配方面,需强化前期评估与动态应对结合。建设单位应在项目可行性研究阶段,委托具备资质的生态环境评估机构,开展工程沿线生态敏感区排查,针对跨越敏感区域的工程段,联合环保部门、林业部门制定专项生态保护方案,明确施工期生态监测节点、植被恢复措施、污染物防控标准。在提交环评审批材料时,同步附上保护方案与施工计划,推动环保部门提前介入指导,实现“评估-审批-施工”流程无缝衔接,避免因审批滞后影响开工。同时,建立极端天气动态预警机制,联合气象部门搭建专属预警通道,实时获取工程所在地暴雨、暴雪、高温、大风等极端天气信息,结合施工工序特性制定应急调整预案。针对周边居民异议,需构建“透明化沟通+快速响应”机制。建设单位在项目开工前,通过政府官网、社区公告栏、公众号等渠道,公示工程环评报告、电磁环境监测数据、安全防护措施等信息,主动公开工程建设必要性与环保安全性,消除信息不对称引发的顾虑。同时,联合社区组织开展现场答疑会,邀请电力行业专家、环保监测机构人员参与,针对居民关心的电磁辐射、噪音污染、施工扰民等问题进行专业解答,通过数据演示、案例讲解增强说服力。

2.2 资源供应失衡的精准调配策略

资源供应的动态适配是保障进度的关键,需从“需求预判-供应链管控-储备补位”三个维度构建调配体系(见图1)。设备供应管理方面,建设单位应在设计阶段明确核心设备技术参数与交付时限,通过招标选择产能稳定、履约能力强的供应商,签订含进度违约责任条款的采购合同,要求供应商提供生产进度月报,实时跟踪设备生产状态;针对长周期设备,提前6-12个月启动采购流程,并在合同中约定备用生产方案,避免因制造商产能不足导致延误;设备运输环节,委托专业物流机构制定运输路线预案,避开交通管制路段与恶劣天气高发区域,配备GPS定位系统实时监控运输进度,确保设备按期到货。人力资源保障方面,建立输变电工程专业人才库,整合行业内高压安装、调试等技术人员资源,根据工程进度需求提前锁定人力供应;与职业院校、培训机构合作开展定向培训,补充专业技能人才缺口;同时优化施工队伍薪酬体系,设置进度奖励

机制,降低人员流动率。物资供应管理方面,基于施工进度计划制定精细化物资需求清单,采用“分批次采购+现场仓储预警”模式,避免物资积压或短缺;建立供应商动态评估机制,对供货质量不稳定、交付延迟的供应商进行替换,确保基础物资及时供应。



图1 输变电工程资源供应动态调配体系三步管控流程图

2.3 技术实施瓶颈的突破优化策略

技术瓶颈的化解需依托“方案优化-技术赋能-人员提效”,提升工程实施的科学性与高效性。施工技术优化方面,针对复杂地形线路敷设,提前组织技术专家开展工艺论证,采用无人机放线、模块化组塔等先进施工技术,降低地形对施工效率的影响;在施工前进行技术交底与模拟演练,确保施工人员熟练掌握新工艺操作流程,减少因操作失误导致的返工。设计技术管控方面,强化初步设计阶段的地质勘察深度,采用地质雷达、无人机测绘等技术手段,精准掌握工程沿线地质条件与管线分布,避免因设计与现场不符引发的变更;建立设计变更快速审批通道,明确变更申请、审核、批复的时限要求,对重大设计变更组织专家联合评审,缩短变更周期。调试技术升级方面,引入高精度智能调试设备,提升调试数据准确性与效率;在设备出厂前要求制造商开展预调试,提前排查故障隐患;调试阶段制定详细的调试计划,明确各设备调试顺序与时间节点,安排专业调试团队24小时轮班作业,缩短调试周期。同时,建立技术难题应急攻关机制,组建由设计、施工、设备厂家组成的技术团队,针对施工中出现的突发技术问题快速制定解决方案,避免技术瓶颈导致的进度停滞。

2.4 协同管理疏漏的体系完善策略

协同管理的优化需通过“权责界定-流程规范-动态监控”,打通各参与方协作壁垒。组织管理优化方面,制定《输变电工程建设协同管理办法》,明确建设、施工、监理、设计等各方在进度管理中的权责边界,如施工单位负责按计划推进作业,监理单位负责实时监督进度偏差并提出整改建议;建立每周协同会议制度,通过线上线下结合的方式,同步工程进展、反馈问题、明确解决方案,确保信息传递高效畅通。进度计划动态

管控方面，采用 WBS 将工程总进度分解为分部分项工程进度目标，结合关键路径法（CPM）识别影响总工期的核心工序，重点管控；利用 BIM 技术搭建进度管理模型，将施工进度与模型构件关联，实现进度偏差的可视化预警；当出现进度滞后时，及时分析偏差原因，调整后续工序计划，如增加人力投入、延长作业时间，确保总工期不受影响。合同管理强化方面，在合同中明确各方进度责任与违约处罚标准，如供应商设备交付延迟需按日支付违约金，施工单位未达进度目标需承担返工成本；建立工程款支付与进度挂钩机制，按施工节点验收结果支付款项，激励施工单位加快进度；同时引入第三方监理机构对合同履行情况进行监督，确保各方严格执行合同约定，减少因权责纠纷导致的进度延误。

3 输变电工程建设进度管理策略应用效果验证

3.1 进度控制维度验证

进度维度核心指标均呈现显著优化，有效缩短工程建设周期（见表 1）。110kV 配网工程平均建设工期从 180 天缩短至 150 天，减少 30 天；进度延误相关问题大幅减少，设备到货延误天数从 18 天降至 7 天，设计变更审批周期从 35 天压缩至 12 天。220kV 输电工程平均建设工期从 240 天减至 200 天，缩短 40 天；设备到货延误天数从 25 天优化为 8 天，设计变更审批周期从 40 天缩短至 14 天。500kV 变电工程平均建设工期从 360 天降至 300 天，减少 60 天；设备到货延误天数从 30 天减至 10 天，设计变更审批周期从 45 天压缩至 15 天。三类工程平均工期缩短 43 天，设备到货延误天数平均减少 16 天，设计变更审批周期平均缩短 26 天，进度管控效率显著提升。

表 1 输变电工程建设进度控制维度效果对比表

工程类型	应用前平均建设工期	应用后平均建设工期	应用前进度延误率	应用后进度延误率
110kV 配网工程	180	150	35	8
220kV 输电工程	240	200	28	6
500kV 变电工程	360	300	22	5
三类工程平均	260	217	28	6

参考文献：

[1] 赵宇,王宏志.输变电工程建设进度管控策略研究[J].电力工程技术,2023,42(6):125-132.
[2] 孙晓峰,李华.基于信息化手段的输变电工程进度管理优化[J].电气应用,2024,43(3):105-111.
[3] 周伟,陈晨.输变电工程建设进度与成本协同管控研究[J].建筑经济,2024,45(5):110-114.
[4] 刘畅,王强.长安区 220kV 变电站工程项目进度管理研究[J].西安交通大学学报(社会科学版),2024,44(3):148-156.
[5] 吴迪,张悦.基于关键链的 Z 输变电工程项目进度管理研究[D].华北电力大学,2023.

3.2 成本优化维度验证

进度管理策略的落地从根源上减少了额外成本支出，人工、设备等核心成本模块均实现大幅压降。从不同电压等级工程来看，110kV 配网工程人工窝工费用、设备应急采购成本、工程返工成本分别从 50 万元/项目、60 万元/项目、45 万元/项目，降至 18 万元/项目、18 万元/项目、12 万元/项目，三类成本均实现显著缩减（见表 2）。

表 2 输变电工程建设成本优化维度效果对比表

工程类型	110kV 配网工程	220kV 输电工程	500kV 变电工程	三类工程平均
应用前人工窝工费用(万元/项目)	50	75	120	82
应用后人工窝工费用(万元/项目)	18	25	35	26
应用前设备应急采购成本(万元/项目)	60	80	100	80
应用后设备应急采购成本(万元/项目)	18	22	30	23

3.3 质量达标维度验证

策略应用过程中同步强化质量管控，形成“进度-质量”双维度协同机制，未因压缩工期出现质量隐患。110kV 配网工程设备调试合格率从 92%提升至 99%，线路绝缘测试一次性通过率达 100，铁塔基础混凝土强度抽检达标率从 93 升至 98；220kV 输电工程导线弧垂偏差值均控制在规范允许范围内，设备安装精度合格率提升 8 个百分点；500kV 变电工程 GIS 设备气密性检测合格率也显著提升，整体工程优良率从 85 提升至 96，各项质量指标均满足输变电工程长期安全运行的技术标准。

4 结语

输变电工程建设进度管理需以延误因素精准识别为基础，通过针对性策略构建化解各类风险。文中剖析的征地、设备、技术、协调等延误因素，覆盖工程建设全流程关键节点；提出的应对体系通过预判、管控与应急响应的协同，可有效降低进度延误概率。实践中需结合工程规模与地域特性动态调整策略细节，确保管理措施的适配性。未来可进一步融合数字化技术，实现进度风险的实时监测与预警，持续提升输变电工程进度管理的精细化水平，为电力系统稳定建设提供坚实保障。