

山地环境下电力工程建设施工组织优化研究

巴广宇

中国电建集团河南省电力勘测设计院有限公司

DOI：10.32629/jpm.v7i7.9004

[摘要] 山地地形起伏悬殊，交通通行与作业空间受限，自然环境动态多变，会干扰电力工程的建设组织与管理工作，结合山地电力工程施工场景，聚焦作业期间资源调配、工序衔接、安全管控方面的各类问题，依托流程排布、资源调配、现场统筹、风险防控多角度完善施工组织方案。健全工程建设管理体系后，各类施工资源可得到合理利用，各道作业工序能够顺畅衔接，山地电力工程的建设质量与作业效率可稳步提升，能够为特殊地貌环境的电力建设工作提供实践参考。

[关键词] 山地环境；电力工程；施工组织；资源配置；安全管理

Research on Optimization of Construction Organization for Power Engineering Projects in Mountainous Environments

Ba Guangyu

Henan Electric Power Survey and Design Institute Co., Ltd., PowerChina Group Corporation

[Abstract] Mountainous terrain features significant elevation variations, resulting in restricted transportation access and operational space, as well as a highly dynamic and unpredictable natural environment that can disrupt the organizational and management processes of power engineering projects. By considering the specific construction scenarios of mountainous power projects and focusing on various challenges related to resource allocation, process sequencing, and safety management during operations, this study employs multiple approaches—including process scheduling, resource allocation, on-site coordination, and risk prevention—to refine the construction organization plan. Once a robust construction management system is established, all construction resources can be utilized rationally, each construction phase can be seamlessly integrated, and the construction quality and operational efficiency of mountainous power projects can be steadily enhanced, thereby providing practical reference for power infrastructure development in special geomorphological environments.

[Key words] Mountainous environment; Power engineering; Construction organization; Resource allocation; Safety management

引言

山地独特的自然环境，让电力工程建设相较于平原地区存在诸多施工难题。复杂地貌提升设备运输、现场安装与场地统筹的实施难度，传统施工组织模式无法适配山地环境特质，地理环境会制约工序衔接、设备排布与人员作业规划，拖累工程推进节奏与现场管理质量。电力基建逐步向复杂地貌拓展，依托山地环境特征调整施工组织模式，是提升工程建设品质的关键，优化施工流程、统筹调配施工资源、夯实现场管理工作，可适配山地电力工程建设需求，为同类工程落地提供实践依据。

一、山地环境下电力工程施工组织难点

（一）复杂地形对施工部署的影响

山地地形条件存在显著不确定性，区域坡度、沟谷及地质结构的差异，会直接干预电力工程的施工部署。输电线路、杆塔基础及配套设施的建设方案，需依据现场地貌灵活调整，平原地带的常规施工模式无法直接套用^[1]。场地选址、设备停放、物料堆放及人员作业区域均受地形约束，场地整体利用率有所降低。山地道路狭窄、坡体陡峭，大型施工机械进场难度较高，多数施工环节需依托人工配合或专项运输方式开展。地形复杂度会提升测量定位的实施难度，打乱既定施工节奏。

（二）交通条件限制下资源调配问题

山地交通配套设施较为匮乏，地形制约道路通行能力，电

力工程所需建材、施工设备及作业人员的运输工作难度大幅提升。多数施工点位远离主干道路，运输路径地形复杂，物资输送效率偏低，易出现物料供应滞后的情况。工程施工物料品类繁杂、用量较大，杆塔构件、电缆设备及基础建材均需提前规划运输方案，资源排布不合理会造成现场停工等待，拖慢整体施工进度。道路条件会制约机械设备调度，延长设备进退场时长，打乱施工排布的连贯性。山地电力工程建设需统筹运输环节与施工计划，结合各施工点位的现场条件投放施工资源，弱化交通短板对施工流程的负面作用。

（三）自然因素变化带来的施工风险

山地气候波动幅度较大，降雨、大风、低温及地质变动等自然条件，会持续影响电力工程施工作业。持续降雨会造成路面泥泞、边坡土体松动，提升基础开挖与物料运输的安全隐患；大风天气会干扰高空作业与设备安装，削弱施工操作的稳定性。部分山地地质构造复杂，滑坡、坠石等地质隐患，对施工现场安全管控提出更高标准。自然环境变动具备突发特性，施工组织工作需随环境变化动态调整作业方案，强化现场风险排查与防控工作。结合气候状态、地质条件及施工周期统筹规划，能够减少外部环境对工程建设的干扰，保障施工全过程平稳有序推进。

二、电力工程施工组织管理问题识别

（一）施工流程衔接效率不足

山地电力工程施工工序繁杂，各项作业相互关联，施工流程排布的合理性直接决定工程推进速度。山地施工环境波动较大，线路基础施工、设备转运、杆塔安装及后期调试等作业易受现场条件制约，各工序难以实现不间断衔接^[2]。既定施工计划与现场实际条件出现偏差时，会出现前序作业滞后、后续工序停滞等待的情况，造成人力与机械设备资源闲置。部分施工组织方案未贴合山地施工特性，沿用固化的作业流程，未依据不同区域现场条件灵活调整，提升了现场作业的统筹协调难度。工序衔接不畅会拖慢施工进度，额外增加工程建设成本。

（二）人员设备配置协调性较弱

电力工程建设需搭配各类作业人员与专业施工设备，山地施工区域分散、运输条件受限的环境特点，容易造成人员与设备配置适配度不足的问题。各施工点位间距较远，人员调配耗时较长，设备进场及场地转移受道路条件制约，施工资源难以快速匹配现场作业需求。实际施工中，设备投入数量与施工任务不匹配，会出现机械利用率偏低、关键工序设备短缺的情况。不同施工阶段的人员技能、设备型号需求存在差异，资源配置规划不合理，会直接降低现场作业效率。山地电力工程需强化人员、设备与施工任务的适配管理，结合工程进度与区域环境特点调配资源，提升资源利用率，规避资源配置失衡引发的施工滞后问题。

（三）现场安全管控难度增加

山地地形起伏大、作业点位分散、自然环境复杂，大幅提升了电力工程施工现场的安全管理难度。高处作业、设备运输、基础施工等常规工序本身存在作业风险，多变的现场环境会进一步加剧安全隐患。施工区域覆盖范围广，管理人员无法实时掌握各作业点施工状态，传统集中化管理模式难以实现全域有效覆盖。复杂山地作业环境，也对施工人员的规范操作提出更高标准。通用的安全管理措施无法适配山地施工特性，风险防控效果难以保障。立足山地施工条件优化安全管理流程，细化各区域管控标准，落实风险排查与现场监督工作，可将安全管理贯穿施工全流程，有效弱化环境因素带来的安全威胁。

三、山地电力工程施工组织优化路径

（一）优化施工流程与作业安排

山地施工工序繁杂、现场条件动态多变，电力工程施工流程可结合现场实况做出适配调整，让各项作业贴合实际建设状况。施工组织可依托山地地形特征划分作业片区，结合线路走向、地基条件与设备运输实况制定专属作业方案，规避固化施工模式带来的适配性不足问题^[3]。基础开挖、物料转运、设备安装等工序可建立紧密的作业衔接，合理排布作业时序与施工次序，减少工序空档与停滞等待。施工计划可保留可调空间，依托天气状态、现场环境与工程进度动态调整方案，维持施工作业的连续推进状态。

（二）强化资源配置与设备调度

山地电力工程作业点位分散，地形会约束物资运输与设备使用状态，资源统筹和机械调度是提升施工效能的关键。施工组织可结合各阶段作业任务，统筹调配作业人员、施工机械与建设物料，规避资源缺口或资源冗余的问题。山区道路通行条件有限，施工前期可提前规划运输路径，结合作业点位距离与现场工况敲定机械进场时序，提升机械设备的作业利用率。大型机械无法抵达的偏远区域，可更换适配性更强的施工工艺与辅助机具开展作业。各施工班组可搭建常态化信息互通渠道，让资源投放节奏匹配工程推进节奏。

（三）完善现场协调管理机制

山地电力工程涵盖多类专业作业内容，施工点位分布零散，完善系统化协调管理体系能够保障各项作业平稳落地。施工现场可打通施工单位、技术人员与一线作业人员的沟通渠道，实时同步各片区施工进度，快速处置现场出现的各类问题。山地交通闭塞、环境变化快的施工特点，可通过优化现场指挥与沟通流程，让管理人员精准把控现场施工动态。施工技术方案的跟随现场条件灵活调整，补齐信息传递滞后引发的施工滞后问题。安全管控、质量把控与进度统筹可纳入一体化现场管理体系，通过统一调度实现各项管理工作的深度衔接。

四、施工组织优化实施保障措施

（一）加强施工计划动态调整

山地电力工程建设受地形、气候、交通等多重条件约束，现场工况随时发生变动，固化的施工计划无法适配现场建设需求。施工计划可结合工程进度与环境变化，对作业排布、施工时长及资源投放进行动态修正^[4]。施工现场可建立进度跟踪机制，实时掌握各片区施工完成情况，依托实际进度更新后续作业方案，避免局部工序滞后拖累整体工程推进。天气、道路通行及设备运行状态均可影响关键施工环节，提前统筹各项条件可提升方案落地的灵活性。

（二）提升施工人员协作水平

山地施工环境复杂、作业点位分散，各岗位的配合程度直接决定现场施工组织效率。施工团队可建立常态化沟通配合机制，管理人员、技术人员与一线作业人员明晰岗位职责，依托工程进度落实对应工作内容。各专业工序联系紧密，岗位配合疏漏会直接制约后续作业开展。现场交底、工作例会与实时沟通可打通团队协作壁垒，提升整体配合默契。结合山地施工特性开展作业规范宣贯，可让作业人员适配现场变化灵活调整施工方式。

（三）完善风险预防控制体系

山地施工存在地质变动、恶劣天气、高空作业、设备运输等多项安全隐患，健全风险防控体系是保障施工平稳开展的关键。施工前期与施工过程中可结合区域环境特征，排查梳理各类影响施工安全与建设进度的风险隐患，制定针对性防控对策。边坡防护、物资运输、设备安装等关键施工环节，可通过常态化现场巡检与过程管控，及时排查并处置潜在安全问题。风险管理覆盖施工筹备、现场作业、完工核查全流程，持续的动态监测可提升现场应急处置能力。完善的风险防控机制可提升施工现场的突发状况应对能力，弱化环境与施工条件变动带来的负面影响，保障电力工程施工全程安全规范、井然有序。

五、山地电力工程施工组织优化效果分析

（一）提高工程施工组织效率

施工组织优化可改善山地电力工程工序衔接松散、资源利用率偏低等问题，整体提升现场施工运行效能。结合山地环境特征调整施工流程，合理排布各区域施工任务，能够减少地形制约带来的工序空档，让各作业环节衔接更为紧密^[5]。优化后的组织模式可依据现场工况动态调配人员、设备与物料，规避资源分配失衡引发的施工停滞。施工计划统筹协调后，各专业作业配合更为顺畅，现场管理质量可得到进一步提升。施工组织的优化可切实改善工程进度、资源利用与工序衔接效果，让山地电力工程在复杂环境中维持稳定的施工节奏，保障工程建设稳步推进。

（二）增强施工过程安全稳定性

施工组织优化可提升山地电力工程安全管理水准，削弱复杂环境各类不确定因素带来的干扰。山地地形起伏较大、道路工况复杂、气候环境多变，完善现场协调机制与风险防控手段，可强化作业人员对安全隐患的识别能力。安全管理贯穿施工组织全流程，针对高空作业、设备运输、基础施工等重点工序落实专项管控，可降低安全隐患出现概率。科学调配施工人员与机械设备，可规避作业密集、资源冲突引发的现场风险。优化后的组织模式便于管理人员实时掌握施工动态、快速处置突发状况，稳固工程建设整体状态，为山地电力工程安全施工筑牢基础。

（三）促进工程建设质量提升

施工组织优化对山地电力工程提质增效具备积极作用，科学的施工排布可让各工序依规有序开展，减少组织管理混乱引发的质量缺陷。强化流程管控、完善现场协调、优化资源配置，能够规范现场施工操作，保障基础施工、设备安装、工程调试等工序连贯推进。适配山地环境优化施工组织方案，可强化关键区域与重点作业的管控力度，提升作业人员的质量标准执行力。动态调整施工计划，可规避赶工、环境变动引发的施工质量瑕疵。完善的施工组织体系可提升全过程质量管控能力，让山地复杂工况下的电力工程建设质量满足实际运行标准。

结语：

山地电力工程建设受地形、交通及自然环境多重约束，施工组织管理实施难度较大。针对施工流程、资源配置、现场协调与风险控制开展优化，可改善工序衔接问题，提升工程建设效率与管理水平。科学的施工组织能够理顺人员、设备与物料的协同关系，削弱复杂环境带来的干扰，强化现场安全与质量管控。工程建设需立足山地实际条件完善管理模式，保障作业有序开展，为复杂工况下电力项目建设提供管理支撑。

[参考文献]

- [1] 姜少华. 电力工程常见问题应对策略与施工安全管理策略[J]. 光源与照明, 2025, (12): 218-220.
- [2] 李飞. 人工智能驱动的电力工程照明系统智能管理研究[J]. 中国照明电器, 2025, (12): 145-147.
- [3] 曾莉娜. 电力工程中的构网型储能微电网电压动态控制优化研究[J]. 电力设备管理, 2025, (23): 202-204.
- [4] 杨光伟. 高原山地环境下汽车故障快速排除技术及应急处理方案[J]. 汽车测试报告, 2025, (15): 73-75.
- [5] 常保帅. 面向山地环境的巡检无人机路径规划与轨迹跟踪控制研究[D]. 南京信息工程大学, 2025.