

山区铁路桥梁高墩施工质量管控要点探析

作者：周昌烁

身份证号：532231197812182317

摘要：山区铁路桥梁多依托复杂地形建设，高墩结构占比高，具备墩身高、跨度大、施工高差显著、环境干扰强的特点，施工质量控制难度远高于常规桥梁墩柱。山区陡坡地形、多变气候、复杂地质条件，极易引发墩身偏位、混凝土裂缝、结构密实度不足等质量缺陷。本文结合山区铁路施工特性，梳理高墩施工核心质量风险，从施工准备、模板工程、钢筋工程、混凝土浇筑、监测养护多维度，总结精细化质量管控要点，落实全过程质量管控措施，保障山区铁路桥梁高墩结构稳定性与施工质量达标。

关键词：山区铁路；桥梁高墩；施工工艺；质量管控；结构稳定性

一、引言

山区铁路建设地形地貌复杂，沟壑纵横、地势起伏大，为适配线路高程与地形落差，大量采用高墩桥梁结构形式。高墩作为桥梁核心承重构件，其施工质量直接决定桥梁整体承载能力、抗倾覆性能与运营安全。山区施工场地狭窄、风荷载干扰强、昼夜温差大，常规平原墩柱施工工艺难以适配山区复杂工况，极易出现施工质量隐患。强化高墩施工全过程精细化管理，把控各工序核心质量要点，是保障山区铁路桥梁工程建设质量的关键。

二、山区铁路桥梁高墩施工质量影响因素

（一）地形地质条件制约

山区桥梁多坐落于陡坡、深谷区域，施工场地受限严重，大型施工设备布设、材料运输难度较大，施工操作空间不足易导致工序施工不规范。同时山区地质土层不均匀，存在软弱土层、岩溶、边坡滑坡等问题，基础承载稳定性不足，施工过程中易出现墩身不均匀沉降，引发墩柱倾斜、结构变形等质量问题，严重影响高墩成型精度。

（二）自然气候环境干扰

山区局地小气候特征显著，瞬时大风、强降雨、昼夜温差悬殊等天气频发，对高墩高空施工影响极大。高空风荷载易造成模板晃动、钢筋偏移，导致墩身线形偏差；大幅温差会加剧混凝土内外温度梯度，极易诱发结构性裂缝；突发降雨会冲刷未凝固混凝土，造成表面麻面、起砂、孔洞等外观及结构性缺陷。

（三）施工工艺管控缺陷

高墩多采用分段浇筑、爬模或滑模施工工艺，施工工序繁琐、高空作业量大，对工艺精度要求极高。实际施工中，模板定位偏差、钢筋布设不规范、混凝土分层浇筑厚度超标、振捣不实、养护不到位等常见工艺问题，都会累积形成质量缺陷，降低高墩结构整体性与耐久性。

三、山区铁路桥梁高墩施工核心质量管控要点

（一）施工前期筹备质量管控

施工前期精细化筹备是规避质量隐患的基础，进场前需完成施工现场地质复核、地形复测、气候资料收集，结合墩身高度、结构形式编制专项施工方案，明确各工序施工标准、偏差限值与管控重点。严格落实原材料进场检验制度，水泥、砂石、钢筋、外加剂等材料需出具合格检测报告，骨料含泥量严格控制在1%以下，确保原材料性能适配高墩施工要求。同时对施工设备、测量仪器进行校验标定，保障全站仪、激光铅垂仪、振捣设备精度达标，从源头杜绝基础性质量问题。

（二）模板工程质量管控

模板体系的稳定性与精度直接决定墩身线形与外观质量，山区高墩优先采用液压爬模体系，整体刚度大、抗风性能强，可有效适配高空复杂施工环境。模板安装前需彻底打磨除锈，均匀涂刷水性脱模剂，杜绝堆积流淌，避免混凝土表面出现色差、粘皮问题。模板拼装完成后，精准校核平面位置、垂直度、截面尺寸，紧固对拉螺栓与支撑体系，增强模板整体稳定性。施工过程中，山区大风天气需增设临时缆风固定装置，有效抵抗高空风荷载扰动，将墩身垂直度偏差严格控制在规范允许范围内。

（三）钢筋工程质量管控

严格按照设计图纸把控钢筋规格、间距、保护层厚度，钢筋加工统一集中预制，保证弯折尺寸、下料长度精准统一。钢筋连接采用机械套筒连接工艺，控制好套筒与主筋匹配度，保证丝扣咬合紧密、拧紧力矩达标，杜绝接头松动、丝长不足等问题。钢筋焊接完成后，可采用无损检测技术排查接头裂纹、气孔等缺陷，确保连接质量达标。同时规范布设垫块，保证保护层厚度均匀，避免钢筋外露锈蚀，提升墩身结构耐久性。

（四）混凝土浇筑施工管控

高墩混凝土采用分层连续浇筑工艺，分层浇筑厚度控制在 30 厘米以内，严格遵循下层初凝前完成上层浇筑的施工原则，有效规避层间冷缝产生。采用插入式振捣器分层振捣，遵循快插慢拔的操作规范，杜绝漏振、过振问题，保证混凝土密实度均匀。山区温差较大，需优化混凝土配合比，掺入优质粉煤灰与减水剂，改善混凝土和易性，降低水化热，抑制温度裂缝产生。施工过程中按需调控混凝土入模温度，规避极端温差对结构质量的影响。

（五）墩身监测与养护管控

高墩施工全过程需落实动态监测机制，利用激光铅垂仪实时监测墩身垂直度、线形变化，每完成一节段浇筑及时复测校正，动态修正施工偏差，避免误差累积。混凝土浇筑完成后及时覆盖保湿养护，山区大风、干燥天气需延长养护时长，保持混凝土表面持续湿润，防止表面失水过快产生干缩裂缝。拆模遵循先支后拆、分层分步的原则，杜绝暴力拆模损坏墩身边角结构，保障墩身成型质量完整规整。

四、施工质量通病整改与优化措施

（一）线形偏差防控

针对山区风荷载、地基微变形引发的墩身偏位问题，建立节段复测、动态纠偏机制，每节墩身施工完成后精准校核线形数据，结合监测结果微调下一节模板安装位置。同时强化模板支撑体系，加密固定构件，提升整体抗变形、抗风扰能力，从工艺层面杜绝线形超标问题。

（二）混凝土裂缝防控

温度裂缝与干缩裂缝是山区高墩最常见质量通病，通过优化配合比、严控入模温度、分层浇筑振捣降低水化热影响，搭配全程保温保湿养护，平衡混凝土内外温差，约束裂缝产生。山区空气湿度低、风力大，混凝土表面水分蒸发速度远快于平原地区，表层与内部收缩速率不一致，极易产生不规则浅表裂缝，若未及时处置，后期在列车动荷载与温度应力反复作用下，裂缝会持续延伸贯通，破坏墩身整体受力结构。针对细微裂缝及时采用专用修补砂浆封堵处理，深度裂缝采用注浆填充加固方式，彻底阻断病害发展路径，保障结构完整性与耐久性。

五、结语

山区铁路桥梁高墩施工受地形、气候、工艺多重因素影响，质量管控难点多、风险高，属于桥梁施工重难点工序。施工质量管控需贯穿施工筹备、模板安装、钢筋布设、混凝土浇筑、监测养护全流程，结合山区复杂施工环境，针对性优化施工工艺、强化动态监测、落实精细化管控，有效解决墩身线形偏差、混凝土裂缝、密实度不足等质量通病。在山区特殊施工场景中，高墩结构整体刚度弱、高空作业扰动因素多，微小施工偏差极易在竖向高度累积放大，造成整体结构线形不达标、受力状态偏移，直接影响桥梁后期承载稳定性与行车平顺性。严格把控各工序质量要点，能够全面提升山区桥梁高墩施工质量与结构稳定性，有效规避后期运维病害，延长工程使用寿命，为铁路桥梁长期安全、平稳运营筑牢坚实工程基础。

参考文献

- [1]金小龙. 复杂地形条件下山区桥梁高墩施工技术 with 变形控制研究[J]. 工程技术研究, 2024, 9(12): 102-104.
- [2]李鹏, 王浩. 铁路桥梁高墩爬模施工质量控制技术优化[J]. 铁道建筑, 2023, 63(08): 89-92.
- [3]陈建军, 刘阳. 山区铁路桥梁混凝土高墩裂缝成因及防控措施[J]. 铁道工程学报, 2022, 39(05): 67-71.

[4]赵瑞峰. 高速铁路桥梁高墩施工精度控制与监测技术研究[J]. 施工技术, 2023, 52(15): 78-81.