

桥梁建设工程中的高墩施工技术要点

江 渝

(四川公路桥梁建设集团有限公司大桥工程分公司, 四川 成都 610031)

摘 要 在我国交通基础设施快速建设的背景下, 桥梁高墩施工已成为山区及跨水域桥梁建设的重要环节。本文分析了桥梁高墩施工高度突出及结构体量大等特点, 阐述了爬模、滑模及液压翻模等常用施工类型, 探究测量控制、模板施工、钢筋绑扎及混凝土浇筑等技术要点, 旨在加强高墩施工技术及实施路径总结, 为同类桥梁高墩工程施工提供技术参考。

关键词 桥梁工程; 高墩施工; 爬模施工; 滑模施工; 液压翻模施工

中图分类号: U445.559

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.24.016

0 引言

随着我国交通强国战略的深入推进, 桥梁工程建设规模不断扩大, 高墩施工技术面临着更高要求。《国务院关于印发“十四五”现代综合交通运输体系发展规划的通知》明确提出, 提高复杂地质条件下桥梁建设能力。高墩作为桥梁基础承载结构, 其施工质量影响着工程安全及耐久性, 探究高墩施工技术要点, 对于完善技术内容, 指导现场作业具有重要的工程实践价值。

1 桥梁建设工程中的高墩施工特点

1.1 施工高度突出, 安全管控严格

在桥梁体系中, 高墩结构显现出竖向尺度特征, 墩身高度变化范围较大, 施工空间随着高度增加逐步收窄, 重力作用下结构受力状态变得敏感。高空作业环境, 使施工组织呈现连续上升式空间分布特点, 作业平台随高度推进发生调整, 空间转换节奏对施工协调提出更高要求。在高墩施工过程中, 结构刚度有明显波动, 外界环境因素对其产生不利影响, 温度变化及风荷载作用持续制约施工稳定状态。墩体线形控制需要保持较高精度, 对空间定位的一致性形成约束。整体施工呈现长周期连续推进特点, 使时间维度叠加空间维度。高空环境条件随高度增加不断演变, 施工过程需要具备较强的环境适应能力, 整体结构在施工过程中的受力状态随施工阶段持续变化, 并不断积累^[1]。

1.2 结构体量较大, 工序衔接紧密

桥梁高墩在结构构成上呈现明显的体量特征, 墩身沿竖向方向表现出一定的空间延展特性, 混凝土用量及钢筋配置规模同样处于较高水平。沿竖向持续推

进施工过程, 作业阶段随高度增加形成分段结构, 各分段之间在时间排序上保持先后关系。工序内容按阶段分布, 不同专业作业在空间位置及时间安排上交替展开, 作业内容之间存在先后约束。资源配置随施工进度动态调整, 材料运输、设备使用及人员组织在不同高度条件下具有阶段差异。随墩身增加高度, 结构受力状态发生变化, 不同竖向位置的截面受压分布不一致。施工空间受高度条件影响表现收缩趋势, 同步减小操作区域尺度。整体作业周期保持持续状态, 各阶段持续时间存在一定差别。环境作用因素在不同高度区间有着不同表现形式。结构沿竖向发展时, 几何形态随施工阶段发生变化, 不同阶段对应的空间状态不同。时间推进过程中各阶段持续节奏存在不一致的情况, 整体施工过程呈现分层分段交错特征^[2]。

1.3 工艺要求复杂, 技术标准严格

高速公路桥梁高墩施工属于高空作业, 因此采用的施工方法和工艺十分复杂, 也要考虑自然环境、施工工艺、突发问题等对工程进度带来的影响。高墩施工工艺涵盖多道工序共同推进, 测量放样、模板安装、钢筋工程及混凝土施工等, 在空间及时间上连续展开, 各环节之间有着明确的先后关系。施工过程对尺寸控制及线形控制具有精度约束, 竖向轴线偏差控制、截面尺寸稳定及标高一致贯穿整个过程。模板体系在受力转换及重复周转中约束结构的稳定性, 拼装精度及接缝处理关系到成型质量。钢筋布设在空间分布上较为密集, 节点连接方式及位置控制影响到整体受力状态。混凝土施工涉及配合比稳定性及浇筑连续性等内容, 材料状态对应施工节奏。养护阶段对环境温湿条件具有响

作者简介: 江渝(1996-), 男, 专科, 助理工程师, 研究方向: 道路与桥梁。

应特征,时间变化及表面状态变化形成联动关系。施工数据记录纳入各道工序,各类检测指标形成连续记录内容。整体施工在多环节交替作用下,有着较强的程序属性,工序之间关系清晰,技术参数控制覆盖全过程。

2 桥梁建设工程中的高墩施工类型

2.1 爬模施工

爬模施工借助模板系统,随墩身竖向延伸分段上升,附着支撑结构承担定位及承载作用。模板单元在连接体系约束下完成调整,同步结构施工过程。模板体系、支撑构件及导向装置构成空间稳定单元,各单元之间形成衔接关系。竖向传力路径清晰,荷载利用模板体系逐级传递至已完成结构。施工界面沿高度方向分层展开,作业面保持独立状态并维持节奏。模板周转过程涵盖拆卸及复位等环节,空间占用随施工进度发生调整。同步进行结构成型过程及模板移动过程。施工组织围绕垂直方向展开,作业节奏依墩身高度变化慢慢推进。附着式支撑作为基础构造,提供稳定上升路径。模板与已完成结构之间形成互助关系,移动路径沿既定轨道运行。竖向空间状态持续发生变化,施工单元形成顺序衔接状态^[3]。

2.2 滑模施工

滑模施工以滑动式模板为主要构造,凭借连续作业完成高墩成型。模板沿墩身竖向不断滑动,不用分段拆卸,适配高墩竖向延伸的结构特征。借助支撑装置固定,形成稳定作业载体,适配高空施工环境条件。滑模施工过程连续进行,减少施工阶段之间的间隔,符合施工进度需求。模板滑动同步混凝土浇筑,保障墩身结构连续性。结构设计匹配截面规整的高墩,可按墩身设计参数调整滑动速度,保障成型质量。滑模体系机械化程度较高,减少人工干预,契合规模化施工需求,是高墩施工中兼具效率及适用性的类型。

2.3 液压翻模施工

以液压系统作为动力来源的翻模施工体系,利用定型模板组构成整体作业结构,适配桥梁高墩竖向施工需求。其构成涵盖液压提升装置、模板模块及承重支架等,各部分形成协同作业单元。液压系统提供稳定且可控的动力,使模板沿墩身竖向同步上移,保障过程平稳一致。模板模块采用标准化设计,可按高墩截面尺寸灵活适配,满足不同结构施工需求。承重支架及操作平台依附已完成墩身结构固定,为作业人员提供操作空间,并承担模板及施工荷载。该施工类型依据液压驱动完成模板周转及顶升,不用频繁拆卸重装,对应高墩连续施工节奏,兼具施工效率及结构成

型精度,是桥梁高墩施工中适配性较强的类型之一^[4]。

3 桥梁建设工程中的高墩施工技术要点探究

3.1 测量控制技术

高墩施工测量控制是保障墩身线形及结构精度的重要技术,覆盖高墩施工全过程。其借助定位及持续监测,控制墩身竖向轴线偏差及截面尺寸精度,使结构符合设计标准。测量控制依据常规测量原理,结合高墩施工高度较大的特点,形成适应高空作业条件的测量方式,为后续各道工序施工提供基础基准^[5]。

应用测量控制技术,需布设施工控制网,结合桥梁工程整体测量基准,建立专属高墩测量控制网,保证控制网精度满足高墩施工要求,平面控制网闭合差需控制在 $\pm 5\text{ mm}$ 范围内。布置完成后进行反复校验,保障控制网稳定性,避免后续测量出现偏差。墩身轴线测量采用精准测量设备,从墩身底部至顶部进行全程定位,每完成一段施工,立即开展轴线复核,单节墩身轴线偏差不能超过 3 mm ,及时调整偏差。标高控制按施工分段逐步进行,准确测量各分段标高,每节墩身标高控制偏差不大于 $\pm 2\text{ mm}$,结合墩身竖向延伸节奏,实时校准施工标高,使墩身整体标高一致。测量过程中同步记录测量数据,整理分析数据,发现测量过程中的异常情况并处理。针对高空环境对测量的影响,可选择合适的测量时段,规避风力大于6级的时段作业,减少不利环境因素干扰,保障测量数据准确性。同时,定期校验维护测量设备,校验周期不超过15天,保证设备性能稳定,为测量控制提供可靠保障,提高高墩施工质量。

3.2 模板施工技术

在桥梁高墩施工过程中,模板施工属于基础环节,影响着墩身成型质量及结构精度。其主要选用合适模板类型,规范安装过程,保持模板体系稳定及良好密封,为混凝土浇筑提供成型条件。该环节结合高墩施工高度突出及结构体量较大的特点,考虑模板周转情况及作业安全,符合桥梁工程高墩施工的实际要求。

因此,应用模板施工技术,需结合高墩结构设计参数,选用高强度定型钢模板,模板厚度控制在 12 mm 至 15 mm 之间,使模板承载力满足施工需求。模板进场后要校验精度,表面平整度偏差控制在 2 mm 以内,严禁使用不合格模板。模板安装需利用承重支架固定,支架立杆间距控制在 1.2 m ,横杆步距不超过 1.5 m ,保障支架整体稳定性。安装过程中控制模板垂直度,每安装一节模板即复核垂直度,偏差控制在 3 mm 以内。模板接缝处采用密封材料处理,密封材料厚度控制在 3 mm

至5 mm, 保证接缝严密不渗漏。安装时需保证模板及钢筋体系预留间隙合理, 间隙控制在30 mm至50 mm, 防止后续浇筑出现钢筋外露问题。模板安装完成后, 进行全面检查, 确认无误后方可进入下一道工序, 施工完成后按规范流程拆卸模板, 避免损伤墩身结构, 延长模板周转使用周期。拆卸后及时清理模板表面杂物并涂抹防护涂层, 保障后续周转使用性能。

3.3 钢筋绑扎技术

在高墩施工中, 钢筋绑扎作为主要工序, 关系到墩身结构承载能力及稳定性。其凭借规范布置钢筋, 准确完成绑扎固定, 使钢筋体系符合设计标准, 并与混凝土形成共同受力状态。该技术需适配高墩施工的结构特性, 针对性解决钢筋密集带来的施工难点, 在保障绑扎质量达标基础上, 提高作业效率, 帮助桥梁高墩施工质量管控落地。

在钢筋绑扎技术的实际应用中, 需严格检验进场钢筋质量, 屈服强度不低于400 MPa, 抗拉强度符合设计标准, 未达标的钢筋不能纳入作业环节。加工环节需把控尺寸精度, 切割弯折误差控制在4 mm以内, 使钢筋规格契合安装要求。钢筋绑扎前要彻底清除表面锈蚀及杂物, 为钢筋及混凝土的良好黏结奠定基础。绑扎作业中重点把控间距精度, 竖向钢筋间距偏差不超过5 mm, 水平钢筋间距偏差控制在6 mm以内。钢筋搭接需严格遵循规范, 搭接长度不小于35 d, 搭接处绑扎点间距控制在200 mm, 保障搭接稳固。竖向钢筋采用机械连接时, 接头错开距离不能小于500 mm, 接头质量核验合格后, 才能进行后续绑扎。作业全程需做好钢筋防护, 以防碰撞变形, 发现问题及时校正, 绑扎完成后全面核查位置及牢固度, 同步完善施工记录, 留存验收资料, 从细节上保障高墩结构受力性能稳定。

3.4 混凝土浇筑技术

高墩墩身混凝土浇筑负责衔接钢筋及模板工序, 其施工质量决定着高墩结构整体性及长期服役性能。该技术借助科学管控混凝土浇筑全流程, 使混凝土有效黏结钢筋, 保障墩身结构密实无缺陷, 适配高墩高空作业及体量较大的施工场景, 保证施工质量及安全性。

混凝土浇筑需优先把控原材料质量, 选用符合设计标准的高强度混凝土, 立方体抗压强度不低于C40, 坍落度控制在120 mm至140 mm之间, 保证浇筑流动性达标。浇筑前检查模板及钢筋体系, 确认无偏差后, 启动浇筑作业。浇筑采用分层推进方式, 每层浇筑厚度控制在500 mm, 分层浇筑间隔不超过2小时, 避免出现施工冷缝。浇筑过程中控制浇筑速度, 每小时浇筑量不超过8 m³, 防止混凝土离析。浇筑时分层振捣,

振捣时间控制在20秒至30秒, 以混凝土表面不再冒气泡且不再泛浆为准。浇筑全程做好高空防离析措施, 浇筑完成后及时进行表面整平, 监测混凝土浇筑状态, 发现异常立即处理, 浇筑完毕后做好前期防护, 为后续养护工作奠定基础, 保障高墩结构耐久性。

3.5 养护监控技术

高墩混凝土浇筑后, 水化热作用明显且高空环境温湿度波动较大, 结构表层及内部容易出现不均匀收缩。养护监控技术凭借控制温湿度, 跟踪力学变化, 减少温度裂缝及干缩裂缝的产生, 保障墩身密实性。该技术衔接浇筑工序, 以覆盖保湿及持续观测为手段, 保证高墩在强度增长阶段保持稳定状态。

混凝土浇筑完成后, 及时启动养护监控, 浇筑完毕后4小时内覆盖保湿材料, 让混凝土表面湿度保持在90%以上, 避免表面水分快速蒸发产生收缩裂缝。养护期间需控制环境温度, 混凝土内部及表面温差控制在25℃以内, 环境温度骤降时及时采取保温措施, 减缓温度变化速率。定期检测混凝土强度, 养护3天强度需达到设计强度的40%, 7天强度不低于设计强度的50%, 28天强度满足设计标准后, 才能停止养护。同时, 监测墩身结构变形, 每天定时记录变形数据, 发现异常及时调整养护方案。养护过程中做好全程记录, 详细留存温湿度数据及变形监测报告, 使养护流程可追溯, 为高墩结构质量验收提供可靠依据。

4 结束语

探究桥梁建设工程中高墩施工技术要点, 能够保障桥梁工程质量及结构安全, 为同类施工提供可靠技术指引, 提高桥梁工程建设整体水平。未来, 随着智能化监测技术深度融合自动化施工装备, 高墩施工将向更高效的方向发展, 为交通基础设施建设提供有力技术支撑。同时, 借助数字化技术, 优化施工管控流程, 促使交通强国建设落地见效。

参考文献:

- [1] 聂昕. 公路桥梁施工中高墩施工技术要点研究[J]. 运输经理世界, 2025(25):100-102.
- [2] 邓清元. 铁路桥梁工程建设中的高墩施工技术要点探析[J]. 工程机械与维修, 2023(02):93-95.
- [3] 邱振华. 高速公路桥梁建设工程中的高墩施工技术要点[J]. 四川建材, 2023, 49(01):110-112.
- [4] 孙素坡. 高速公路桥梁建设工程中的高墩施工技术要点[J]. 中国高新科技, 2022(19):108-109.
- [5] 陈玉. 高速公路桥梁工程中的高墩施工技术要点[J]. 黑龙江交通科技, 2021, 44(09):90-92.