

高墩施工技术在公路桥梁施工中的应用研究

兰永安

(四川三江交通建设工程有限公司, 四川 宜宾 644000)

摘 要 在我国公路桥梁施工过程中, 高墩施工技术目前较为常见, 能够有效提高整体工程质量及安全性, 适用于山区、跨河谷等复杂路段, 可有效突破地形限制, 保证施工稳定性。基于此, 本文从高墩施工技术入手, 分析了其在公路桥梁施工中的应用策略, 包括施工前: 精准勘测和统筹施工资源; 施工中: 混凝土浇筑和高墩模板支撑; 施工后: 高墩结构检测和防护养护, 旨在为同类工程提供参考。

关键词 高墩施工技术; 公路桥梁; 滑模施工技术; 翻模施工技术; 爬模施工技术

中图分类号: U445.559

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.24.017

0 引言

近些年, 我国公路客运量以及货物运输量逐年增长, 为了保障交通建设更加科学完善, 公路桥梁建设逐渐转为高墩以及大跨的施工方式, 而由于桥梁高墩施工需要在高空进行, 墩体较高、横截面较小, 整体施工难度相对较大。高墩施工作为高速公路桥梁施工过程中必不可少的核心环节之一, 影响项目整体建设的质量、稳定性及安全性, 并且关乎人们的出行安全。因此, 研究高墩施工技术, 能够为公路桥梁建设提供高标准的技术支撑。

1 高墩施工技术分类

1.1 滑模施工技术

滑模施工技术以滑升模板为主要载体, 利用液压系统控制模板与钢筋、埋件、预埋管道等施工环节, 形成不间断的施工流程, 帮助墩身结构在浇筑过程中保持稳定的线形滑, 适用于高墩、高层及浇筑周期较长的工程项目, 特别是在连续浇筑、形状规则且具有较大规模的结构中, 滑模施工能够提高效率^[1]。滑模体系主要由滑模模板、支撑架、导向架、提升设备及操作平台等组成。其中, 模板多采用高强度钢板或铝合金材料, 以保证表面平整度。支撑架将导向杆与液压千斤顶相连, 保证模板精确升降。液压系统的控制精度直接影响结构的垂直度, 其压力分配与同步装置需保持高度协调, 以防止模板倾斜或局部应力集中。同时, 滑模施工的测控系统承担着关键的几何监测任务。全站仪与激光测距仪结合使用, 动态监控墩身轴线及倾斜度, 微调液压油箱或模板滑移速度以修正姿态。施工平台通常设置在模板上部, 集中布置混凝土浇筑、振捣等作

业空间, 让施工活动在有限范围内形成封闭循环, 以保证高空安全作业。此外, 滑模施工在结构成型过程中对混凝土性能要求较高, 需保证早期强度增长速率, 其中施工参数包括滑升速度、混凝土温度控制等。

1.2 翻模施工技术

翻模施工技术以标准化模板、可调节支架及精准测控系统为主要组成部分, 在分层施工中实现模板的重复定位, 让每一施工节段都能保持几何一致性, 其适用于中高墩桥梁, 尤其是在地形复杂或有特殊要求的区域, 适合具有一定高度的墩柱结构, 并且当施工需要分段开展时, 翻模施工能够提供较高的效率^[2]。翻模施工以模板的机械翻转是关键动作, 利用吊装或液压装置将下段施工完成后的模板整体上移, 并与上段钢筋笼、预埋件及施工缝精准对接, 保证墩身垂直度与截面尺寸保持统一。模板体系多采用钢模板结构, 内表面平整光洁, 外设加劲肋以增强刚度。模板外部设置环形脚手架及安全平台, 为混凝土浇筑、振捣、养护与测量提供作业空间。翻模施工强调模板稳定性, 如模板翻转后需进行严格校核, 以保证其与已成型段之间的施工缝紧密贴合。总的来说, 翻模施工在高墩桥梁建设中兼具灵活性与经济性, 适用于中高墩及复杂地形条件下的施工。该工艺能够利用分段控制有效降低一次性模板投入, 实现施工质量与进度的双重平衡。

1.3 爬模施工技术

爬模施工技术以爬升架、模板系统、液压顶升装置和导向轨为主要组成部分, 依托结构自身的承载能力或预埋锚固件形成垂直爬升路径, 帮助施工活动在高空环境中具备稳定的支撑, 适用高墩、高层及高空

作者简介: 兰永安 (2000-), 男, 本科, 助理工程师, 研究方向: 工程管理。

环境中施工的桥梁项目,尤其对施工空间有较高要求且需频繁调整高度的工程。爬模体系在结构上具有高刚度,能够在复杂风压条件下保持模板形态稳定性^[3]。爬模施工以分层浇筑为基本节奏,混凝土浇筑高度通常按照结构承载能力确定,如模板体系一般采用组合钢模板结构,内部设置加劲肋和导向套筒,外部连接平台、防护栏及操作支架,形成一个封闭的施工空间,这样可以满足浇筑等作业需求,又能保证高处作业的安全性。除此之外,混凝土性能在爬模施工中起着关键作用,需具备适宜的流动性及凝结时间,以保证分层浇筑后的整体粘接强度。整体来看,该技术利用模块化设计,集约施工空间、合理布置设备,减少了频繁拆装。爬模系统能够按照施工进度灵活调整爬升节奏,并结合数字化监控精细管理全过程。模板提升与结构成型同步进行,缩短了施工周期,且可控工程质量。爬模施工技术以高精度为特征,成为现代公路桥梁高墩结构施工的重要技术体系。

2 高墩施工技术在公路桥梁施工中的应用策略

2.1 施工前

1. 精准勘测。精准勘测是高墩施工前阶段的首要环节,也是保证桥梁结构安全的基础工程^[4]。高墩结构普遍分布于地形起伏较大的区域,勘测工作的精确程度直接决定后续设计参数的科学性。勘测过程以地质探测为核心内容,利用多维度技术手段构建三维地质模型,为高墩施工提供可量化的数据信息。测量体系需采用高精度全站仪,形成静态与动态数据的同步采集机制,从而综合评估地表形态、地下结构及环境要素。在地质勘探阶段,应重点关注岩层分布、地下水位变化及土体结构稳定性。由于高墩基础受力集中,地基承载力要求较高,地层信息的不确定性极易引发沉降或偏位。利用钻探取样,可判断不同深度土层的密实度,为基础设计提供科学依据。边坡监测能揭示潜在滑坡带的分布规律,便于制定防护措施。水文条件的勘测同样重要,需掌握降雨汇流规律等情况,保证排水系统设计具备可操作性。在空间测绘阶段,控制点选址需具备长期稳定性,利用三维坐标系统一全桥测量基准。同时,墩位放样过程应结合地形起伏和施工通道布置,采用多角度测距技术,保障墩身中心线精确重合桥轴线。

2. 统筹施工资源。统筹施工资源是高墩桥梁工程开工前的重要环节,是保障施工各阶段进度协同的系统性过程。在设备资源方面,应依据高墩高度等条件,确定模板系统及安全防护装置的类型。施工机械需经过性能评估,以保证在复杂环境中保持稳定运转。施

工场地应合理规划材料堆放区等区域,形成交通顺畅的空间布局。设备进出场时间需与工序进度保持一致,避免资源闲置,并借助机械群组化管理提高设备利用率。在人力资源配置方面,项目管理层需建立多层次施工组织结构,明确各人员的职责边界。高墩施工属高风险作业,对操作技能要求极高,人员培训应重视设备操作规范,并利用岗位责任制强化执行力,形成专业分工的高效团队。需要注意的是,安排劳动力需结合施工节奏,采取动态排班方式,保障关键工序连续作业,避免资源浪费。在材料与供应链管理方面,应构建全过程追踪机制,对原材料采购等环节进行数字化管理。供应关键材料的计划需要和施工节点精准对接,采用批次化调度模式,保障供料稳定。物料堆放应结合施工流线设计,保持清晰的进出路径。此外,仓储区需设立防潮装置,以维持材料性能稳定。

2.2 施工中

1. 混凝土浇筑。混凝土浇筑是高墩施工的核心工序,直接决定结构的强度,其施工过程需材料性能、设备运行与工艺控制三者高度协同,缺一不可^[5]。由于高墩结构受力复杂,加上截面高耸,这就要求浇筑作业需依据设计标高划分,采用连续浇筑与分层振捣相结合的方式,保证混凝土密实成型,且界面黏结均匀。为形成整体结构,应严格控制浇筑高度与时间间隔,帮助新浇筑层与前一层在初凝前充分结合。鉴于混凝土在输送过程中需保持均匀流速,拌合站的选址应考虑避开不良地质灾害区域,并远离居民区的下风向,以减少环境影响。而且,拌合站的混凝土输送系统,应采用泵送管道为主,并配备自动压力监测装置,以保证混凝土均匀流速。为防止混凝土离析,输送过程中需控制泵送压力,平稳混凝土流动过程。同时,温控系统应实时监测混凝土出机和入模的温差,必要时借助冷却水循环或保温覆盖调节温度梯度,防止热裂纹产生。在浇筑操作环节,导管布设应依据墩身截面形态及钢筋分布,保证混凝土下落路径顺畅,分布均匀。浇筑速率需与振捣频率匹配,应分层插入插入式振动器,每次插入下层混凝土的深度应为50 mm~100 mm,以有效消除气泡及空隙,从而形成致密的整体结构。模板内侧应开展脱模剂处理,降低界面摩擦阻力,防止混凝土表面拉裂。模板支撑体系需实时监控该过程,防止模板在浇筑荷载作用下产生变形或位移,而且要在墩身顶部设置临时溢浆口,保证混凝土填充饱满并形成自然上拱,并保持表面平整。

2. 高墩模板支撑。在高墩施工中,模板支撑直接决定混凝土结构的成型质量,同时作为承上启下的关

键节点,是维系施工体系稳定的核心控制点。高墩结构多处于高空环境,受风荷载、浇筑荷载及振动荷载共同作用,支撑体系需具备高强度能力。这就要求模板支撑应依据结构高度及施工工艺综合确定设计方案,采用空间桁架或钢管扣件组合结构,以保障整体刚度。模板拼装需按照设计分块定位,连接缝隙控制在允许范围内,以连续传递受力。要利用高强度螺栓或插销节点紧固支撑系统的立杆、横杆与斜撑,让整体形成一个空间受力单元。连接节点是模板支撑稳定的关键位置,需具备足够的抗剪能力。支架布设高度较大时,应设置中间水平平台或爬升支架作为施工操作面,以保证作业安全。同时,要精确计算立杆间距与横向刚度的匹配关系,以避免因局部偏差引起整体变形。支架基础沉降观测点要布设在受力集中区,并定期测量分析支架承载稳定性,以便适时调整。此外,要注意模板安装前需对所有构件完成编号检验,保证结构件无裂纹。模板与钢筋间应保持合理间距,以防止浇筑过程中钢筋位移。支架顶端应设置可调节顶托,便于模板高程微调与轴线修正。且模板拆除顺序需结合混凝土强度增长规律,分层卸载,均衡释放,防止墩身出现应力集中或表面裂纹。

2.3 施工后

1. 高墩结构检测。高墩结构检测是公路桥梁施工后期的关键环节,其检测结果更是科学评估高墩结构安全性能,判定其耐久水平的核心依据。检测工作以数据化为核心原则,对墩身、基础及连接部位的力学特性、几何精度、材料状态开展综合检测,最终保证结构满足设计标准,更具备长期安全性。公路桥梁施工后,采用激光铅垂仪来控制,利用高精度全站仪复测墩身垂直度、轴线偏差以及断面尺寸,并监控平面位置及垂直度,保证结构的精度。检测数据经误差平差处理,生成墩身空间坐标曲线,以评估结构线形和设计值的一致性。表面平整度检测采用激光扫描或摄影测量技术,利用点云数据分析局部凹凸及表面偏差,以满足外观质量的规范要求。沉降监测点应布设于墩基与墩身交界处,要利用光学水准仪或 GNSS 监测系统连续观测地基变形,从而判断结构稳定性。此外,还需检测混凝土质量,利用回弹仪获取混凝土表层特征,并借助温度与湿度传感器长期记录内部环境变化,为耐久性评估提供基础数据。还可凭借电磁感应法或雷达波检测钢筋保护层厚度,保证钢筋处于合理保护范围内,以防腐风险增加。在结构裂缝检测中采用高清成像技术,深度分析判断潜在应力集中区域,必要时结合声发射监测动态跟踪情况。

2. 防护与养护。高墩结构施工完成后,随即进入

防护与养护阶段,该阶段工作的科学性直接决定结构的使用寿命。防护与养护工作以结构应力调节为核心,利用系统化管理维持墩身及附属构件的长期安全状态。可在混凝土表面设置防护,涂覆防护层,在结构外部形成致密屏障,以减少雨水的侵入。防护涂层材料多采用硅烷、聚氨酯或环氧体系,其分子结构具备高附着力,能够有效阻断水汽渗透并提高表层抗污染能力。对于长期暴露于风雨的高墩外表面,应现场检测确认防护层的耐老化性能,以保持防护体系的完整性。接缝与构造节点部位是最易产生渗水与腐蚀的薄弱环节,应采用弹性密封材料填充,保证结构伸缩与防水性能兼容。除此之外,由于高墩受风面广,加上蒸发速率显著高于常规结构,这就要覆盖保湿以维持表面湿度。鉴于混凝土早期内部温度梯度较大,若外表面降温过快易引发热裂缝,可采用温控传感系统实时监测内部温差,可调节养护水温以维持温度平衡,并增加自动喷淋养护系统,控制湿度,进一步防止表面温度过快下降,以减小热裂缝发生的风险。养护周期内,要按照混凝土强度确定增长曲线,以充分稳定水化过程。养护期间还应检查外观及微裂缝,发现异常应及时修复,防止裂缝扩展影响结构整体性。

3 结束语

高墩施工技术整合模板体系优化、混凝土工艺创新与智能化测控手段,形成了技术融合优势,最终高精度控制结构线形,保持结构力学性能的动态平衡。当前山区公路桥梁建设环境复杂多变,高墩施工受地形等多重因素制约,施工难度较高。施工单位完善全过程质量管控体系,同时优化施工组织方案,能够有效规避各类施工风险,提高工程整体稳定性。基于此,以精细化管理为路径,可形成高墩桥梁建设现代技术体系,赋予施工高精度特征,推动交通基础设施建设迈向高质量阶段。

参考文献:

- [1] 王应.高墩施工技术在高速公路桥梁施工中的应用[J].交通科技与管理,2025,06(16):119-121.
- [2] 林君武.高速公路桥梁施工中的高墩施工技术要点分析[J].江西建材,2025(05):248-249,259.
- [3] 刘家兴.高速公路桥梁施工中高墩施工技术的应用研究[J].交通科技与管理,2024,05(15):59-61.
- [4] 常晓花.公路桥梁施工中高墩施工技术的实践探讨[J].石材,2024(06):69-71.
- [5] 卫彩红.高墩施工技术在公路桥梁工程施工中的运用[J].运输经理世界,2023(20):84-86.