

道路桥梁施工关键技术及质量控制要点

张凤林

天津城建滨海路桥有限公司 天津 300350

摘要：道路桥梁施工中，路基与路面、桥梁基础与上部结构等环节的技术实施与质量控制至关重要。本文围绕这些关键环节，系统阐述分层开挖、钻孔灌注桩等核心技术工艺，结合压实度检测、混凝土强度双控等质量控制方法，构建全流程管控体系。通过引入智能监测技术，强化施工参数动态调整能力，提升结构耐久性与行车舒适性，为道路桥梁工程高质量建设提供实践指导。

关键词：道路桥梁施工；关键技术；质量控制；结构耐久性；智能监测

引言：道路桥梁工程是交通基础设施的核心，其施工质量关乎区域经济发展与民生安全。随着交通流量增长和工程技术升级，施工面临地质复杂、结构多样、功能多元等挑战。关键技术突破与质量控制体系完善成为保障工程耐久性的关键。从材料性能控制到结构变形监测，从施工工艺优化到智能技术应用，构建覆盖全周期的质量控制框架，能够为提升道路桥梁工程建造水平提供理论支撑与实践指导。

1 道路施工关键技术

1.1 路基施工技术

路基开挖需根据现场地质条件灵活选择作业方式。在土质均匀区域宜采用全断面推进法，复杂地质则实施分层分段开挖，开挖过程中严格控制边坡坡度与基底高程，同步构建临时排水系统防止地表水渗入基底^[1]。填料应优先选用级配良好的碎石土或砂砾土，严禁使用腐殖土等软弱材料，每层摊铺厚度控制在25至30厘米范围内，通过平地机整平后检测含水量，当含水量偏离最佳值时需及时进行晾晒或洒水调整。压实作业遵循先静压后振压的工艺原则，黏性土宜采用凸块压路机增强颗粒咬合效果，砂性土则选用振动压路机提高密实度，每层压实度需通过灌砂法检测达标后方可进行上层施工。排水系统构建包含地面与地下双重防护措施，地面排水边沟纵坡坡度需结合区域降雨强度与地形条件综合确定，确保排水能力满足设计要求，盲沟渗滤层采用级配碎石分层填充确保透水性，地下排水结构需与地面排水系统形成有效衔接。坡面防护根据边坡高度采用三维植被网喷播植草或拱形骨架护坡结构，冲刷防护针对河岸路基设置浸水挡墙时，基础埋深需满足抗水流冲刷计算要求。

1.2 路面施工技术

基层施工采用稳定土厂拌法集中拌制混合料，严格控制水泥剂量与含水量波动范围，摊铺时通过非接触式

平衡梁控制平整度指标，碾压作业按初压静压、复压振动、终压胶轮的组合工艺实施。沥青路面施工重点把控温度、速度、厚度三大参数，混合料出厂温度不低于165摄氏度，摊铺速度稳定在2至3米每分钟，压路机应紧跟摊铺机呈阶梯形碾压作业。水泥混凝土路面模板安装需保证顺直度误差不超过3毫米，混凝土振捣采用插入式与平板式联合作业方式，切缝时间根据混凝土抗压强度达到8至10兆帕时实施。纵向接缝采用热接缝技术保证紧密衔接，横向接缝处理时需切割垂直断面并涂刷粘层油，摊铺前对接缝面进行预热处理。防滑处理通过精铣刨工艺形成2至3毫米深沟槽提高摩擦系数，抗裂措施采用聚酯玻纤布铺筑应力吸收层，特殊路段设置防眩板时需校核安装角度与夜间透光率参数。

2 桥梁施工关键技术

2.1 基础施工技术

钻孔灌注桩施工需根据地质条件选择成孔工艺。在黏性土层宜采用旋挖钻机快速成孔，砂卵石层则需配置冲击钻机破除硬质夹层，成孔过程中实时监测泥浆比重与孔壁垂直度，确保孔径与设计要求的偏差控制在1%以内。沉井施工分阶段制作与下沉，首节沉井混凝土强度达到设计值70%后开始接高，下沉时采用不排水下沉法控制刃脚标高，通过空气幕或触变泥浆套减少侧摩阻力^[2]。扩大基础施工前需彻底清除基底软弱层，采用分层夯实法处理地基，每层压实厚度不超过30厘米，基础混凝土浇筑时设置沉降观测点，实时监控浇筑过程沉降量。桩基连接施工针对不同桩型采用对应工艺，预应力管桩采用焊接法连接时需保证焊缝长度与质量，灌注桩钢筋笼连接采用机械套筒连接时需进行抗拉试验验证连接强度。

2.2 墩台施工技术

墩台模板施工采用定型钢模板体系，模板拼装前进行试拼装验证平整度，接缝处采用双面胶带密封防止漏

浆,模板加固系统通过计算确定对拉螺栓间距与直径。混凝土浇筑采用分层振捣工艺,每层浇筑厚度控制在50厘米以内,插入式振捣器移动间距不超过作用半径1.5倍,表面处理采用二次抹压工艺消除收缩裂缝。墩台养护实施全过程温控措施,夏季采用覆盖土工布洒水养护,冬季采用蒸汽养护棚保持温度,养护时间根据混凝土强度发展曲线确定。抗震施工通过增设耗能装置提升结构延性,在墩台关键部位配置阻尼器或金属屈服型耗能支撑,连接节点采用高强螺栓连接时需进行摩擦面抗滑移系数试验。

2.3 上部结构施工技术

预制构件制作建立标准化生产线,T梁预制时设置反拱度控制线形,箱梁预制采用真空辅助压浆工艺保证预应力管道密实度,构件存放时采用两点支撑法防止开裂。现浇混凝土梁施工采用满堂支架法时需进行预压试验消除非弹性变形,连续梁施工通过设置临时墩实现体系转换,悬臂浇筑时监控挂篮行走同步性。钢结构安装采用高精度测量技术控制空间坐标,节段拼装时设置定位导向装置,高强螺栓连接施工分初拧与终拧两阶段进行,终拧扭矩值偏差控制在 $\pm 5\%$ 以内。桥面铺装施工前进行界面处理,采用精铣刨工艺清除浮浆,防水层施工控制涂布厚度均匀性,沥青混凝土摊铺时采用非接触式平衡梁控制平整度。伸缩缝安装选择适宜温度区间进行,锚固区混凝土浇筑采用微膨胀混凝土,安装完成后进行48小时连续观测验证伸缩性能。

2.4 附属结构施工技术

桥梁护栏施工注重线形流畅性,金属护栏焊接时控制焊缝余高,混凝土护栏模板安装设置调平装置,护栏与桥面连接部位采用植筋工艺增强整体性。桥面排水系统构建包含纵坡设计与横坡控制,排水管安装时设置伸缩节防止温度变形破坏,泄水孔布置间距根据降雨强度计算确定。照明施工采用模块化设计理念,路灯基础施工与桥面铺装同步实施,灯具安装角度根据道路线形调整,配电系统设置漏电保护装置确保用电安全,照明控制系统集成智能调光功能实现节能运行。

3 道路施工质量控制要点

3.1 路基质量控制

填料质量控制需建立多级筛选机制,粗细粒料按级配要求分层堆放,黏性土使用前进行液塑限联合试验,确保塑性指数符合设计规范,有机质含量超标的填料严禁投入使用^[3]。压实度控制采用"三阶段检测法",初压阶段通过核子密度仪快速筛查压实薄弱区,复压阶段采用灌砂法进行精确检测,终压阶段结合沉降差观测验证

压实效果,不同土质路段需分别确定最大干密度控制标准。路基平整度控制引入三维激光扫描技术,每200米设置一个断面检测点,高程偏差超过允许值区域采用铣刨机局部整平,处理后重新进行压实度复测。沉降控制实施动态监测方案,软土地基路段埋设分层沉降标,定期观测沉降速率,当连续观测值稳定在设计允许范围内时方可进行上层结构施工。排水系统质量控制聚焦构造物连接部位,边沟与盲沟衔接处设置反滤层,渗水孔采用梅花形布置,排水管安装前进行通水试验,确保排水坡度符合设计要求,避免出现局部积水现象。

3.2 路面质量控制

原材料质量控制建立溯源管理体系,集料场设置防雨棚防止含水量波动,水泥进场时检验初凝时间与安定性,沥青材料每批次抽检针入度与软化点,改性沥青还需检测弹性恢复率指标。基层、底基层强度控制采用双控标准,7天无侧限抗压强度代表值不得低于设计强度90%,现场钻芯取样厚度偏差控制在-8mm至+15mm范围内,平整度通过3米直尺检测最大间隙不超过10mm。面层厚度控制实施全过程监管,摊铺机配备非接触式平衡梁与超声波料位传感器,压路机安装压实度实时监测系统,厚度偏差超过-5mm区域立即返工处理。接缝质量控制注重施工时机选择,纵向接缝采用热接缝技术时控制两台摊铺机间距不超过10米,横向接缝处理前涂刷粘层油并预热接缝面,切缝后检测接缝平整度偏差不超过2mm。抗滑性能控制通过构造深度检测验证,采用铺砂法测定值不得小于0.55mm,抗裂性能控制采用复合防裂措施,基层顶面铺筑土工格栅增强整体性,面层施工时在伸缩缝位置设置应力吸收层。

4 桥梁施工质量控制要点

4.1 基础质量控制

原材料与配合比控制需建立双重核验机制,水泥进场时检验强度等级与安定性,细集料含泥量超标时采用水洗工艺处理,粗集料针片状含量超过规范值时进行二次筛分,配合比设计通过正交试验确定最优参数,每批次混凝土拌合前进行含水率检测并调整施工配合比。钻孔精度与深度控制采用全站仪与测斜仪联合监测,成孔过程中每5米检测一次孔斜,终孔时采用超声波测井仪验证孔径与沉渣厚度,嵌岩桩钻孔深度需进入中风化岩层不小于设计嵌固深度。混凝土浇筑质量控制实施全过程监管,导管法浇筑时控制首批混凝土方量确保埋管深度,水下混凝土浇筑连续性通过料斗液位传感器实时监控,干作业成孔浇筑时采用分层振捣工艺防止离析^[4]。基础承载力控制通过静载试验验证,试验加载量不低于设

计承载力特征值1.5倍,沉降观测持续至加载稳定后24小时,承载力特征值取极限值的一半并考虑长期效应影响。

4.2 墩台质量控制

模板安装精度控制采用三维坐标定位技术,模板拼装前进行预拼装验证平整度,接缝处采用双面胶带密封防止漏浆,对拉螺栓间距通过有限元计算确定,模板垂直度偏差通过可调支撑系统实时校正。混凝土浇筑与养护控制实施温控措施,夏季采用覆盖土工布洒水养护,冬季采用蒸汽养护棚保持温度,养护时间根据混凝土强度发展曲线确定,拆模后立即喷涂养护剂形成保护膜。墩台垂直度控制采用激光铅直仪全程跟踪,每施工3米进行一次垂直度复测,垂直度偏差超过允许值时采用千斤顶顶升纠偏。墩台表面质量控制注重施工工艺优化,混凝土浇筑时采用二次振捣工艺消除表面气泡,抹面处理分初抹与精抹两阶段进行,表面平整度通过3米直尺检测最大间隙不超过规范要求。

4.3 上部结构质量控制

预制构件质量控制建立全生命周期追溯体系,钢筋骨架焊接时控制焊缝余高,预应力管道采用定位钢筋网片固定,蒸汽养护时控制升降温速率防止温差裂缝,构件出厂前进行荷载试验验证结构性能。构件安装精度控制采用高精度测量仪器,梁体就位时通过导链微调控制平面位置,支座安装前检查顶面高程与平整度,安装后检测四角高差是否满足要求。现浇结构浇筑质量控制实施动态调整策略,连续梁浇筑时监测支架沉降量,悬臂浇筑时控制挂篮行走步距,合龙段施工选择适宜温度区间进行并设置临时锁定装置。钢结构连接质量控制注重焊接工艺评定,高强螺栓连接施工分初拧与终拧两阶段进行,终拧扭矩值偏差控制在允许范围内,焊缝探伤检测比例根据结构重要性确定。桥面铺装平整度与厚度控制采用非接触式平衡梁,沥青混凝土摊铺时控制松铺系数,压实度通过核子密度仪与钻芯取样双重验证,厚度偏差超出允许值区域立即返工处理。伸缩缝安装质量控

制关注环境温度影响,锚固区混凝土浇筑采用微膨胀混凝土,安装完成后进行48小时连续观测验证伸缩性能。

4.4 附属结构质量控制

护栏安装精度与强度控制采用全站仪定位,金属护栏焊接时控制焊缝质量,混凝土护栏模板安装设置调平装置,安装完成后进行抗水平推力试验验证结构安全性。排水系统畅通性控制聚焦构造物连接部位,泄水孔采用梅花形布置,排水管安装前进行通水试验,桥面横坡通过激光扫描仪检测,确保排水坡度符合设计要求^[5]。附属构件安装质量控制注重细节处理,防撞护栏与桥面连接部位采用植筋工艺增强整体性,照明灯具安装角度根据道路线形调整,配电系统设置漏电保护装置确保用电安全,所有构件安装偏差控制在规范允许范围内。

结束语

道路桥梁工程的高质量建设需以技术创新为驱动,以规范管理为保障。从路基压实到桥面铺装,从基础承载力验证到附属结构安装,每个环节的技术实施与质量管控均需形成闭环。通过引入智能监测设备、优化工艺参数、完善材料检测体系,可有效降低工程缺陷率,延长结构使用寿命。严格执行标准化作业流程、强化全过程质量追溯、建立动态调整机制,是提升工程综合性能的核心路径,为交通基础设施高质量发展奠定坚实基础。

参考文献

- [1]刘志龙.道路桥梁施工技术应用要点及质量控制措施研究[J].运输经理世界,2025(35):82-84.
- [2]冯杰,徐良,田超,等.道路与桥梁施工技术关键点与质量控制措施[J].建筑经济,2024,45(Z1):816-819.
- [3]张春亮.道路桥梁施工中桩基施工技术与质量控制构建[J].建筑与装饰,2025(10):149-151.
- [4]陶滔.道路桥梁施工中填石路基施工技术要点[J].建材与装饰,2024,20(27):121-123.
- [5]程盼.市政道路桥梁施工质量控制关键点与改进措施分析[J].建筑·建材·装饰,2026(1):25-27.