

# 高速桥梁预应力混凝土箱梁施工技术与质量控制

敖健炜

湖北省高创公路工程咨询监理有限公司 湖北 武汉 430000

**【摘要】**：预应力混凝土箱梁凭借结构刚度大、承载能力强、抗变形性能优及耐久性好等优势，在高速公路桥梁工程中得到广泛应用，其施工质量直接决定桥梁整体结构安全、使用寿命与通行稳定性。本文结合高速公路桥梁施工实际，系统阐述预应力混凝土箱梁预制与现浇施工核心技术，深入剖析施工各环节质量影响因素，针对性提出原材料管控、工序施工、预应力张拉、孔道压浆等关键环节质量控制措施，同时梳理施工常见质量问题及防治方案，旨在规范箱梁施工流程，规避质量隐患，提升高速公路桥梁工程整体施工质量，为同类桥梁工程施工提供技术参考与实践指导。

**【关键词】**：高速公路桥梁；预应力混凝土；箱梁施工；施工技术；质量控制

DOI:10.12417/2811-0528.26.15.085

## 引言

随着我国高速公路网络不断完善，桥梁工程在高速公路建设中的占比持续提升，对桥梁结构性能、施工质量提出了更高要求。预应力混凝土箱梁作为高速桥梁主流上部结构形式，可有效改善混凝土受力状态，减少结构裂缝，提升桥梁跨越能力与整体稳定性。但该结构施工工序繁杂，涉及模板支设、钢筋绑扎、混凝土浇筑、预应力张拉、孔道压浆等多个关键工序，任一环节施工不规范、管控不到位，均会引发箱梁裂缝、预应力损失、压浆不密实等质量问题，直接影响桥梁结构安全与后期运营。

## 1 预应力混凝土箱梁施工技术要点

### 1.1 施工准备

施工前期需全面熟悉施工图纸与设计规范，完成现场勘察与技术交底，明确施工重难点与质量控制标准。精准开展施工测量放样，布设控制点与高程基准点，确保箱梁位置、线形符合设计要求。同时完成原材料进场检验，对水泥、骨料、钢筋、钢绞线、锚具等材料进行抽样检测，合格后方可使用；调试张拉设备、振捣机具、混凝土搅拌运输设备，保证设备运行精度与稳定性，为后续施工奠定基础。

### 1.2 模板工程施工

模板采用定制钢模板，确保表面平整、刚度充足、接缝严密。模板安装前清理表面并涂刷脱模剂，保证脱模顺畅且不影响混凝土外观；安装时严格控制模板尺寸、高程与垂直度，通过对拉螺栓与支撑体系固定，防止浇筑混凝土时出现变形、漏浆。模板拆除需遵循“先支后拆、后支先拆”原则，控制拆除时间，避免过早拆除导致混凝土缺角、裂缝，保护箱梁外观质量与结构完整性。

### 1.3 钢筋与预应力孔道施工

严格按照设计图纸绑扎钢筋骨架，控制钢筋间距、保护层厚度，钢筋连接采用焊接或机械连接，保证连接质量达标。预应力孔道采用金属波纹管或塑料波纹管布设，定位时精准固定波纹管位置，采用定位筋加固，防止浇筑混凝土时孔道偏移、变形；孔道接头密封处理，避免水泥浆渗入堵塞孔道。同时完成锚垫板安装，保证其与孔道垂直，确保预应力张拉受力均匀。

### 1.4 混凝土工程施工

选用高性能混凝土，优化配合比设计，控制水胶比与坍落度，保证混凝土工作性与强度。混凝土搅拌严格把控原材料计量与搅拌时间，运输过程中防止离析、泌水；浇筑采用分层、分段连续施工方式，先底板、再腹板、后顶板，振捣采用插入式振捣器，做到快插慢拔、振捣密实，避免漏振、过振引发蜂窝、麻面、空洞等问题。浇筑完成后及时进行保湿养护，采用覆盖土工布、洒水喷淋等方式，养护时间不少于设计规范要求，降低混凝土收缩裂缝风险。

### 1.5 预应力张拉施工

预应力张拉是箱梁施工核心工序，采用“应力控制为主、伸长量校核为辅”的双控原则。待混凝土强度与弹性模量达到设计要求后，方可开展张拉作业。张拉前对千斤顶、压力表进行配套标定，严格按照设计张拉顺序施工，采用两端对称同步张拉，控制张拉速度与持荷时间。实时校核钢绞线实际伸长量与理论伸长量，偏差控制在±6%以内，若超出范围需暂停施工，排查原因并调整后再继续作业，确保预应力施加精准、受力均匀。

### 1.6 孔道压浆与封锚施工

张拉完成后及时切割多余钢绞线，进行孔道压浆施工，防

止钢筋线锈蚀、减少预应力损失。压浆采用真空辅助压浆工艺, 配制符合设计要求的水泥浆, 控制水胶比、流动度、泌水率等指标; 压浆过程中控制压力, 保证孔道内水泥浆充盈密实, 无气泡、空洞。压浆完成后, 对锚具进行封闭保护, 浇筑封锚混凝土, 完成箱梁整体施工, 提升结构耐久性。

## 2 预应力混凝土箱梁施工质量控制措施

### 2.1 原材料质量控制

建立严格的原材料进场验收制度, 对所有进场材料核查出厂合格证、检验报告, 并进行第三方抽样复检。重点管控水泥安定性、骨料级配与含泥量、钢筋力学性能、钢绞线抗拉强度、锚具硬度等指标, 杜绝不合格材料入场。材料存放过程中做好防潮、防雨、防锈措施, 分类堆放并标识, 避免材料混用、变质, 从源头保障施工质量。

### 2.2 工序质量控制

施工现场全面推行“自检、互检、交接检”的三检管理制度, 施工班组完成本工序作业后先自行检查, 合格后交由不同班组进行交叉互检, 最终由专职质检人员全面验收, 每道工序经多方检验合格并签署记录后, 方可进入下一道工序施工, 杜绝工序质量隐患传递。结合箱梁施工工艺流程, 明确模板安装、钢筋绑扎、预应力孔道定位、混凝土浇筑与养护、预应力张拉、孔道压浆等关键工序, 针对性设置质量控制点, 对控制点施工环节安排专业技术人员全程旁站监督, 实时管控施工参数、规范施工操作, 全程留存施工影像、检测数据等资料, 实现工序施工全程可追溯。

### 2.3 预应力施工质量控制

针对预应力张拉施工, 提前审核作业人员专业资质, 开展专项技术交底, 确保操作人员熟练掌握施工工艺与操作规范; 建立张拉设备定期校验制度, 对千斤顶、压力表、油泵等设备进行配套标定, 严格把控校验周期, 杜绝使用未经标定或精度

不达标的设备; 严守张拉施工条件, 待混凝土强度、弹性模量完全达到设计要求后, 方可开展张拉作业, 严格遵循设计张拉顺序, 采用两端对称同步张拉工艺, 落实“应力控制、伸长量校核”双控标准, 及时排查处理张拉异常问题, 严禁违规张拉、提前张拉。在孔道压浆施工环节, 提前检测水泥浆配合比、流动度、泌水率等性能指标, 施工中全程监控压浆压力、持荷时间, 采用真空辅助压浆工艺保障压浆密实度, 完整记录压浆施工数据, 实现预应力施工全流程、全方位质量管控, 避免出现预应力损失、压浆不密实等质量问题。

### 2.4 施工环境与人员管控

在施工环境管控方面, 密切关注天气、温度、湿度等环境变化, 根据不同施工环境优化调整施工方案, 高温天气做好混凝土防晒、降温与保湿养护, 低温天气采取保温防冻措施, 防止混凝土受冻, 雨季施工做好现场排水、模板防雨、材料防潮工作, 避免雨水冲刷、浸泡影响施工质量, 最大限度降低环境因素对施工精度与结构质量的干扰。在人员管控方面, 定期开展施工技术、质量管控、安全操作专项培训, 针对箱梁施工关键工序进行专项交底, 提升施工人员专业技能与质量安全意识; 明确各岗位人员质量责任, 将质量管控责任落实到个人, 规范现场施工操作流程, 杜绝违章作业、粗放施工等行为; 建立人员考核与奖惩机制, 激发施工人员质量管控积极性, 从人员层面保障各项施工工艺与质量管控措施落地执行, 全面保障箱梁施工质量与施工安全。

## 3 结语

高速桥梁预应力混凝土箱梁施工是一项系统性、专业性强的工程, 施工技术的规范应用与全过程质量控制, 是保障桥梁结构安全、提升工程品质的关键。在随着桥梁施工技术不断创新, 后续需进一步优化施工工艺, 推广智能化、信息化施工管控手段, 持续提升预应力混凝土箱梁施工质量与效率, 保障高速公路桥梁安全稳定运营, 助力我国交通基础设施建设事业持续高质量发展。

## 参考文献:

- [1] 张立欣. 高速公路预应力混凝土现浇连续箱梁施工技术应用研究[J]. 现代工程科技, 2025, 4(6): 25-28.
- [2] 袁伟, 田浩强. 高速公路现浇预应力混凝土连续箱梁施工技术的应用[J]. 企业技术开发(下半月), 2014(8): 64-65.
- [3] 杨建华. 高速公路预应力混凝土现浇连续箱梁施工技术[J]. 工程机械与维修, 2023(5): 204-206.