

# 箱梁模板工程设计与施工质量控制优化分析

方世民

中铁三局集团第五工程有限公司 山西省晋中市 030600

**摘要:** 文章围绕箱梁模板工程设计与施工质量控制优化展开分析。设计层面, 从前期准备、模板选型与布置、支架设计等环节入手, 强调资料收集、方案适配、结构计算的重要性; 施工质量控制优化方面, 提出强化人员培训管理、优化过程技术控制、完善质量监督验收体系等策略。通过严格把控设计要点, 落实施工质量优化措施, 可有效提升箱梁模板工程的整体质量, 保障桥梁施工安全与结构稳定, 对推动桥梁工程建设高质量发展具有重要的理论与实践意义。

**关键词:** 箱梁模板; 工程设计; 施工质量优化

在桥梁建设中, 箱梁以其良好的力学性能被广泛应用, 而模板工程作为箱梁施工的关键环节, 直接影响桥梁的质量与安全。当前, 随着桥梁建设规模与复杂度不断提升, 传统设计和施工方法逐渐暴露出不足。因此, 深入探究箱梁模板工程设计与施工质量控制优化策略, 对保障桥梁工程建设质量、提高施工效率、降低成本具有重要的现实意义。

## 1. 箱梁模板工程设计

### 1.1 设计前期准备

设计前期准备是箱梁模板工程设计的基石, 直接决定后续设计与施工的质量和效率。首先, 工程资料的收集至关重要, 需全面且深入。地质勘察报告能揭示施工场地的地质条件, 包括地基土的类型、承载力、地下水位等, 这些数据对支架基础设计意义重大, 若地基承载力不足, 需提前规划换填、加固等处理措施; 桥梁设计图纸则明确箱梁的结构尺寸、形状、预应力布置等核心信息, 设计人员据此确定模板的形状、尺寸和拼接方式, 保证模板与箱梁设计的契合度; 施工场地条件涵盖场地大小、周边环境、交通状况等, 例如场地狭窄可能限制大型模板的运输与安装, 需提前规划运输路线和吊装方案, 而临近道路或建筑物则需考虑施工安全防护措施。

其次, 对市场上的模板材料与施工工艺展开深度调研。模板材料种类繁多, 钢材强度高、刚度大, 适用于大型、高精度的箱梁模板, 但成本相对较高; 木模板和竹胶板价格较低、加工方便, 常用于小型或异形结构的箱梁。通过对比不同材料在强度、耐久性、周转次数、成本等方面的性能, 结合工程实际需求选择最优材料。同时, 了解先进的施工工

艺和设备也不可或缺, 如液压爬模技术可实现模板的自动爬升, 提高施工效率和安全性; 新型模板拼接技术能有效减少漏浆现象, 提升混凝土外观质量。这些先进技术和设备的引入, 能为设计提供更多创新思路和技术支持。

### 1.2 模板选型与布置

模板选型与布置是箱梁模板工程的核心环节, 需综合考量多维度因素, 以实现工程质量、施工效率与成本控制的有机统一。箱梁的结构形式是模板选型的首要依据, 对于等截面连续梁、变截面连续梁等不同结构, 其受力特点和外形要求各异。等截面连续梁形状规则, 适合采用标准化、整体化的模板体系; 变截面连续梁因截面尺寸变化复杂, 则需模板具备良好的可调节性, 以适应不同部位的外形需求。尺寸规格同样关键, 大型箱梁尺寸大、重量重, 浇筑时产生的侧压力和荷载巨大, 选用整体式钢模板能凭借其高强度和大刚度, 有效抵抗变形, 保证箱梁结构尺寸精准, 同时减少接缝, 提升混凝土表面平整度与光洁度; 小型箱梁由于尺寸较小、荷载相对较低, 木模板或竹胶板凭借其质轻、易加工、成本低的优势, 可通过现场切割、拼接, 灵活适配不同形状, 在满足施工要求的同时降低成本。

施工工艺对模板选型影响深远。若采用一次浇筑成型工艺, 模板需具备足够的强度和稳定性, 以承受混凝土一次性浇筑产生的巨大侧压力和浮力, 此时整体式钢模板搭配可靠的支撑体系更具优势; 而分段浇筑工艺下, 模板的拆装便捷性成为重要考量, 模块化设计的模板可实现快速周转, 提高施工效率。成本因素贯穿选型始终, 不仅要考虑模板的购置成本, 还需综合评估其周转次数、维护费用及对施工进度

的影响。虽然钢模板初期投入较高,但其高周转性和长使用寿命能在大型工程中分摊成本;木模板或竹胶板单次使用成本低,但周转次数有限,适用于工期短、规模小的项目。

### 1.3 支架设计

支架设计作为支撑模板、承载施工全过程荷载的核心体系,其科学性与可靠性直接关乎箱梁浇筑安全与结构成型质量。设计过程需以模板布置方案和荷载分布特性为基准,从支架形式选型、材料确定、间距计算到基础设计,进行系统性规划<sup>[1]</sup>。

在支架形式选择上,需综合考量工程环境、结构跨度与荷载规模。满堂式支架凭借其整体性强、搭设灵活的特点,广泛应用于地基承载力较高、跨度在20米以内的中小跨径箱梁施工。该支架采用钢管或碗扣式脚手架作为立杆,通过水平杆与剪刀撑形成三维空间结构,可均匀分散上部荷载至地基。但在软土地基或跨越交通要道、河道等复杂环境下,梁柱式支架更具优势。此类支架由立柱、横梁和基础组成,立柱多采用钢管混凝土柱或型钢格构柱,横梁选用工字钢或贝雷梁,通过将荷载传递至深层地基或桥墩,有效减少对地面交通与环境的影响,适用于大跨度、高墩台的桥梁工程。支架材料的选取直接影响结构承载性能。

## 2. 箱梁模板施工质量控制优化的策略

### 2.1 强化施工人员培训与管理

施工人员的专业素养和操作规程程度直接影响箱梁模

板施工质量,完善的培训与管理制度的提升人员能力、保障施工质量的核心。在专业培训体系建设方面,需构建分层分类的课程体系。针对新入职员工,开展模板工程基础理论培训,通过桥梁工程图纸解析、模板结构组成分解,结合三维动画演示模板设计原理,帮助其掌握模板受力分析与结构设计逻辑;对于技术骨干,开设前沿技术研讨班,邀请行业专家讲解新型模板材料如纤维增强复合材料的特性、智能液压模板系统的应用案例,组织到先进项目现场观摩学习,使其及时掌握行业新技术、新工艺。培训过程中,引入案例教学法,收集模板变形、漏浆等质量事故案例,通过还原事故场景、剖析原因,强化施工人员对质量控制要点的理解与重视<sup>[2]</sup>。

考核制度是检验培训成果、保障人员能力的关键环节。建立“理论+实操+过程考核”三位一体的评价机制,理论考试采用闭卷形式,题型涵盖模板荷载计算、施工规范要点问答等,全面考查施工人员的知识储备;实操考核设置模板安装、拆除模拟场景,从操作流程规范性、安装精度控制、设备使用熟练度等维度进行评分,如要求模板拼接缝隙误差不得超过1mm、螺栓拧紧扭矩达到设计标准。此外,将日常施工表现纳入过程考核,记录施工人员在质量问题处理、技术创新建议等方面的表现,综合三项成绩形成最终考核结果。对考核不合格人员进行针对性复训,复训后仍未达标者调离关键岗位,确保在岗人员均具备合格的施工能力。

类别	内容	详情
专业培训体系建设	分层分类课程体系	新入职员工:模板工程基础理论培训,包括桥梁工程图纸解析、模板结构组成分解,结合三维动画演示模板设计原理,掌握模板受力分析与结构设计逻辑。 技术骨干:前沿技术研讨班,邀请行业专家讲解新型模板材料(如纤维增强复合材料)特性、智能液压模板系统应用案例,组织到先进项目现场观摩学习。
	培训方法	引入案例教学法,收集模板变形、漏浆等质量事故案例,通过还原事故场景、剖析原因,强化施工人员对质量控制要点的理解与重视。
考核制度	评价机制	理论+实操+过程考核”三位一体。 理论考试:闭卷形式,题型涵盖模板荷载计算、施工规范要点问答等。 实操考核:设置模板安装、拆除模拟场景,从操作流程规范性、安装精度控制、设备使用熟练度等维度评分(如模板拼接缝隙误差不得超过1mm、螺栓拧紧扭矩达到设计标准)。 过程考核:记录施工人员在质量问题处理、技术创新建议等方面的表现。
	考核结果应用	综合三项成绩形成最终考核结果,对考核不合格人员进行针对性复训,复训后仍未达标者调离关键岗位,确保在岗人员均具备合格的施工能力。

### 2.2 优化施工过程技术控制措施

施工过程中的技术控制是保证模板施工质量的核心,需在模板安装、混凝土浇筑及模板拆除等关键环节,运用先进技术与精细化管理手段,确保施工全过程的质量可控<sup>[3]</sup>。

在模板安装环节,测量精度直接决定模板的定位准确性。采用全站仪进行三维坐标放样,通过建立施工坐标系,

将设计图纸中的模板控制点坐标精确测设至现场,平面位置误差控制在 $\pm 3\text{mm}$ 以内;使用高精度水准仪配合钢瓦水准尺,对模板高程进行多测回往返测量,确保高程误差不超过 $\pm 2\text{mm}$ ;借助激光垂准仪控制模板垂直度,在模板外侧设置观测点,通过上下观测点的偏差计算,及时调整模板位置,使垂直度偏差不大于 $H/3000$ ( $H$ 为模板高度)且不超

过 20mm。连接技术方面,推广应用高强度扭剪型螺栓连接,该螺栓通过控制尾部梅花头扭断时的扭矩,确保连接预紧力达到设计要求,相比普通螺栓,其抗滑移系数提高 30% 以上;采用定位销与定位键组合的快速定位技术,在模板拼接面设置高精度定位销孔和定位键槽,实现模板快速精准对位,同时在接缝处嵌入三元乙丙橡胶密封条,有效减少漏浆现象,提升混凝土外观质量。混凝土浇筑过程是对模板稳定性的关键考验。通过计算混凝土的初凝时间、浇筑速度与侧压力的关系,制定分层分段浇筑方案,一般每层浇筑高度控制在 30-50cm,浇筑速度不超过 2m<sup>3</sup>/h,避免因浇筑过快导致侧压力峰值超出模板设计承载能力。引入物联网监测技术,在模板关键受力部位(如跨中、支座处)安装微型压力传感器和位移传感器,实时采集模板的侧压力和变形数据,并通过无线传输模块将数据上传至智慧施工管理平台。平台利用 AI 算法对数据进行分析,当模板变形速率超过 0.5mm/h 或累计变形量达到预警值(一般为模板高度的 1/1000)时,系统自动发出警报,施工人员可根据预警信息,及时采用增设斜撑、加密对拉螺栓等加固措施。同时,优化混凝土浇筑顺序,对于大跨度箱梁采用对称浇筑法,减少模板的不均匀受力,确保浇筑过程安全可控。

### 3. 完善质量监督与验收体系

构建多层次、全过程的质量监督体系是保障箱梁模板施工质量的核心防线,需通过内部监督、第三方检测、标准细化及闭环管理等多维度举措,实现质量管控的精准化与规范化<sup>[4]</sup>。

施工单位内部质量监督小组是质量管控的第一道防线。该小组由经验丰富的技术骨干、质检员及施工管理人员组成,实行“日巡查、周专项、月综合”的监督机制。每日巡查聚焦模板安装定位、螺栓紧固、支撑体系连接等关键工序,利用便携式检测设备(如扭矩扳手检测螺栓预紧力、游

标卡尺测量模板接缝宽度)进行实时检测,发现问题当场下发整改通知单,并要求责任班组在 24 小时内反馈整改情况。每周开展专项检查,针对混凝土浇筑前后模板变形、预埋件定位等重点环节,采用全站仪复测模板坐标、水准仪测量高程变化,结合设计图纸进行误差分析。每月组织综合质量评估,对当月施工质量进行全面总结,形成质量分析报告,提出改进建议。例如,某桥梁项目在内部巡查中发现模板支撑立杆间距局部超出设计要求,监督小组立即责令停工整改,避免了因支撑体系不稳定导致的质量事故。

### 4. 结语

箱梁模板工程的设计与施工质量控制是保障桥梁工程安全与品质的关键。通过科学严谨的设计前期准备、合理的模板选型布置及支架设计,为工程奠定坚实基础;配合强化人员培训管理、优化技术控制、完善监督验收等措施,实现施工质量的全流程把控。优化策略的实施,不仅提升了箱梁模板工程质量,也为桥梁建设行业积累了宝贵经验,对推动桥梁工程高质量发展具有积极意义。

### 参考文献:

- [1] 孙玉平. 合肥市繁华大道集贤路互通立交工程设计分析 [J]. 安徽建筑, 2024, 31(05): 138-139.
- [2] 刘诗文. 京广铁路跨线桥拆解与新建工程总体设计 [J]. 价值工程, 2023, 42(07): 80-82.
- [3] 马磊, 徐航, 苏俭, 黄虹. 预制装配式波形钢腹板组合小箱梁的研究及应用 [J]. 城市道桥与防洪, 2023, (01): 64-66+72+14-15.
- [4] 陈金义, 廖伟华, 李扬, 马磊. 腹板钢束偏位对连续刚构箱梁的影响 [J]. 公路, 2022, 67(12): 169-173.

作者简介: 方世民, 1985 年 10 月 28 日, 男, 汉, 内蒙古自治区, 本科, 工程师, 从事的研究方向或工作领域: 土木工程