

# 市政快速路小箱梁架设技术难点分析与解决路径探索

李 一

宁波三色港湾建设开发有限公司 浙江 宁波 315000

**摘 要：**本文聚焦市政快速路小箱梁架设技术，先阐述小箱梁结构特点及架设技术要求与标准。深入剖析运输、存放、架设及工序衔接中的技术难点，如运输受路况制约、存放场地地基沉降风险等。针对性探索解决路径，涵盖采用专用运输设备、优化存放场地及方式、合理选择架设设备并引入先进技术、加强工序协调等。旨在为提升市政快速路小箱梁架设质量与效率提供理论支撑与实践指导。

**关键词：**市政快速路；小箱梁架设；技术难点；解决路径

## 1 市政快速路小箱梁架设技术概述

### 1.1 小箱梁结构特点

小箱梁结构具有多方面的显著特点，这些特点使其在市政快速路建设中占据重要地位。第一，小箱梁的自重较轻。这一特点使得在架设过程中可以显著减少吊装设备的负荷，从而降低施工成本，轻质材料的使用也减少了对资源的消耗，并降低了运输过程中的碳排放，符合绿色建筑的理念。第二，小箱梁具有较高的刚度。这意味着在车辆荷载作用下，主梁的变形较小，从而保证行车的舒适性。另外，刚度大的特点还减少额外支撑和加固的需求，进一步降低施工难度和成本。第三，小箱梁的施工方便性也是其显著特点之一。作为装配式结构，小箱梁易实现机械化、工厂化施工，从而提高了施工效率，小箱梁的结构适应变宽能力强，应用领域广，可以满足不同跨径和桥面宽度的需求。第四，小箱梁的结构耐久性好。由于结构暴露面少，负弯矩束锚头位于箱内，因此可以有效防止外界环境的侵蚀，这延长了桥梁的使用寿命，减少后期的维护和修复成本。

### 1.2 架设技术要求与标准

在市政快速路小箱梁的架设过程中，需严格遵循一系列的技术要求与标准，以保障施工的安全性、高效性和质量可靠性。首先，架设前的准备工作至关重要。这包括确保吊装设备的性能良好，满足小箱梁的重量和尺寸要求；对架设现场进行详细勘察，确认地基的承载能力，确保架设过程中的稳定性；同时，制定详尽的架设方案，明确架设顺序、吊装点和支撑位置等关键参数。在架设过程中，需严格控制吊装作业的安全性和精度。吊装前，对小箱梁进行细致检查，确认其无损伤、变形或缺陷，并确保吊装索具的牢固可靠。吊装时，应按照预定的架设方案，平稳、缓慢地将小箱梁提升至指定位置，避免碰撞或急停等不当操作。利用专业的测量设备

对架设位置进行实时监测，确保小箱梁的准确就位<sup>[1]</sup>。同时，架设过程中的施工质量控制、施工安全和环境保护同样不容忽视。建立完善的施工质量控制体系，对架设过程中的各个环节进行严格监督和检查。在环境保护方面，采取有效措施降低架设过程中的噪音、粉尘等污染，确保施工活动对周边环境的影响最小化。

## 2 市政快速路小箱梁架设技术难点分析

### 2.1 小箱梁运输技术难点分析

在市政快速路建设中，小箱梁运输面临诸多挑战。小箱梁体积大、重量重，对运输车辆的承载能力和稳定性要求极高。运输路线的选择往往受到城市复杂路况的制约，狭窄街道、路口转弯半径不足以及限高限重路段等，都可能阻碍运输车辆的顺利通行。此外，在长距离运输过程中，如何确保小箱梁在运输车上的稳固，防止因颠簸、急刹车等情况导致箱梁位移甚至掉落，也是一大技术难点。例如，若加固措施不当，箱梁在运输途中可能发生碰撞，造成结构损伤，影响后续架设施工的质量与安全。

### 2.2 小箱梁存放技术难点

小箱梁存放场地的选择与规划至关重要，存放场地的地基需具备足够的承载能力，否则在箱梁自重作用下易发生沉降，导致箱梁变形。不同类型小箱梁的存放方式也有严格要求，若存放层数不合理或支撑点设置不当，会产生额外应力，影响箱梁结构性能。同时，存放时间过长可能引发箱梁表面腐蚀、混凝土强度变化等问题。如在潮湿环境下长期存放，箱梁表面的钢筋易生锈，削弱结构耐久性，且存放时间与工程进度的协调也需精准把控，过早或过晚存放都可能对整体施工流程造成干扰。

### 2.3 小箱梁架设技术难点分析

小箱梁架设过程中，架设设备的选择与操作极为关键。架桥机架设时，其拼装精度、过孔稳定性以及对不

同桥跨结构的适应性都存在技术难点。起重机架设面临起吊高度和起吊重量限制，且在吊装过程中，要精准控制箱梁的空间位置，确保其准确落位，难度较大。此外，恶劣天气条件，如大风、暴雨等，会给架设作业带来安全风险，增加架设施工的难度<sup>[2]</sup>。

2.4 小箱梁架设的多工序协同施工关键技术难点

小箱梁架设作为装配式桥梁施工的核心环节，其与

相邻工序的协同作业精度直接决定整体工程品质。各工序衔接需重点控制以下技术难点：

2.4.1 下部结构衔接精度控制

支座安装三维定位偏差须控制在±2mm以内，采用全站仪实时校核定位；预埋件高程与轴线需与架梁轨道形成空间匹配。

2.4.2 桥面系时序衔接控制

| 工序    | 最佳间隔时间   | 监测指标   | 控制标准     |
|-------|----------|--------|----------|
| 湿接缝施工 | 架梁后7-14天 | 混凝土收缩率 | ≤ 0.015% |
| 负弯矩张拉 | 湿接缝浇筑后3天 | 预应力损失值 | ≤ 设计值的8% |
| 桥面铺装  | 体系转换后28天 | 梁顶面平整度 | ≤ 3mm/4m |

2.4.3 界面处理技术难点

新旧混凝土结合面需采用高压水枪刻槽处理（槽深≥ 3mm）；预应力管道接续需保证±1°的角度偏差控制，建议采用三维坐标定位装置；伸缩缝预埋件与梁端间隙预留温度变形补偿量。

3 市政快速路小箱梁架设技术解决路径探索

3.1 运输难点的解决路径

小箱梁运输是市政快速路建设中至关重要的一环，因其体积庞大、重量可观，对运输环节提出了严苛要求。采用专用运输车辆与设备是解决运输难题的基础。特制的超低平板挂车，其独特的设计能显著降低车辆重心。相较于普通平板车，超低平板挂车可将重心降低约30%-40%，极大地增强了运输过程中的稳定性。而且，其承载能力具备高度定制性，能够根据小箱梁的具体重量进行精准适配。例如，对于重量达80吨的小箱梁，可定制承载能力为100吨的超低平板挂车，确保运输安全。同时，配备先进的液压悬挂系统，该系统通过传感器实时感知路面颠簸情况，自动调整悬挂的刚度和阻尼。在通过路况较差的路段时，液压悬挂系统能有效削减70%-80%的颠簸冲击力，大幅减少对箱梁的影响，避免因颠簸造成结构损伤；借助地理信息系统（GIS）强大的空间分析功能和交通流量模拟软件的精确预测能力，能够对城市路况进行全面、深入的分析。通过GIS，可清晰获取道路的宽度、坡度、转弯半径等详细信息，结合交通流量模拟软件对不同时段各路段交通流量的预测，精准避开狭窄街道、急转弯路段以及限高限重区域。同时，安排前后押运车辆，负责安全引导和应急处理，确保整个运输过程的安全有序。

3.2 存放难点的解决路径

优先挑选地质条件良好、地势平坦且坚实的区域。地质条件良好意味着土壤的承载能力强，不易发生沉降。例如，在砂质土或硬黏土地区，土壤的承载能力可达150-250kPa，能较好地支撑小箱梁的重量。对于地质条件稍差的区域，可采用强夯法进行地基加固。强夯法通过重锤从高处自由落下对地基进行强力夯实，能使地基土的密实度提高30%-50%，有效增强地基承载能力。桩基础也是常用的加固方式，通过将桩打入地下较深的坚实土层，将小箱梁的重量传递到深层稳定的地基上。在存放方式上，需依据小箱梁的类型与尺寸设计合适的支撑与固定方式。对于单层存放，使用枕木或混凝土垫块均匀布置在箱梁支点处，枕木或垫块的间距一般控制在1.5-2米，确保箱梁重量均匀分散。多层存放时，设置专用的存放架，存放架采用钢材制作，具有较高的强度和稳定性。各层箱梁支撑点严格对齐，避免产生额外应力，防止箱梁出现裂缝或变形；每周对存放场地地基沉降、箱梁支撑状态以及表面腐蚀情况进行全面检查。若发现地基轻微沉降，及时采用砂石或灰土进行填补加固，防止沉降进一步发展，对于箱梁支撑状态，检查支撑垫块是否移位、损坏，若有问题及时更换<sup>[3]</sup>。

3.3 架设难点的解决路径

针对小箱梁架设过程中存在的设备选型、精度控制及环境适应性难题，提出系统性解决方案，涵盖设备优化、技术升级与动态管理三方面，具体路径如下：

3.3.1 基于场景特征的架设设备精准选型

根据桥梁跨度、地形条件及施工环境，建立设备选型量化决策模型：

| 场景特征          | 推荐设备   | 技术参数要求                  | 适用案例                          |
|---------------|--------|-------------------------|-------------------------------|
| 跨度 > 40m、场地开阔 | 自行式架桥机 | 过孔能力 ≥ 50m，架设效率 ≥ 3 片/日 | 宁波某跨江桥项目，采用JQ900型架桥机，单日架设5片箱梁 |

续表:

| 场景特征      | 推荐设备      | 技术参数要求                                              | 适用案例                                            |
|-----------|-----------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 场地狭窄、限高区域 | 双机协同履带起重机 | 单机起重量 $\geq 50\text{t}$ , 臂长 $\geq 40\text{m}$      | 宁波某城市高架项目, LR1400型起重机配合架设, 误差 $\leq 5\text{mm}$ |
| 曲线桥段      | 可转向龙门吊系统  | 轨道曲率半径 $\geq 150\text{m}$ , 同步控制精度 $\pm 2\text{mm}$ | 匝道桥工程, 通过转向龙门吊实现曲线精准对位                          |

设备投入使用前需进行三维载荷模拟验证, 结合有限元分析 (FEA) 校核架设过程中箱梁应力分布, 确保最大应力值  $\leq 0.8$  倍材料容许应力<sup>[3]</sup>。

3.3.2 高精度智能定位技术集成应用

空间定位系统: 采用“北斗+全站仪”双模定位, 北斗系统实时监测箱梁宏观位置 (精度 $\pm 10\text{mm}$ ), 全站仪精调微观姿态 (精度 $\pm 2\text{mm}$ ), 数据通过5G传输至控制终端, 实现动态纠偏。

3.3.3 架设质量全周期追溯管理

数字化验收档案: 利用区块链技术记录每片箱梁的架设时间、定位数据、操作人员等信息, 生成唯一二维码标签, 实现质量责任可追溯。

应力长期监测: 在关键箱梁内部预埋光纤光栅传感器, 持续监测运营阶段应力变化, 数据上传至云平台, 为后续维护提供依据<sup>[4]</sup>。

3.4 与其他工序衔接难点的解决路径

针对小箱梁架设与相邻工序协同作业的难点, 需从管理体系、技术手段和施工标准化三方面系统优化, 具体路径如下:

3.4.1 强化多专业协同管理机制

在项目开工前, 组织设计、施工、监理及材料供应方召开全专业协调会, 明确各方职责边界与协作流程。设计单位需结合施工可行性优化支座预埋件定位方案, 施工单位应基于BIM模型进行工序模拟, 识别工序冲突点, 并通过碰撞检测提前修正设计误差。监理单位需制定动态验收标准, 重点监控支座安装三维偏差 ( $\leq \pm 2\text{mm}$ )、湿接缝混凝土收缩率 ( $\leq 0.015\%$ ) 等关键指标, 确保工序衔接精度。

3.4.2 构建数字化协同平台

依托物联网与云平台技术, 搭建施工信息共享系统, 实时集成架设进度、测量数据及环境参数。例如, 在湿接缝施工阶段, 系统可自动采集混凝土温度、湿度数据, 并与设计允许范围比对, 超时时触发预警。同时, 利用北斗定位系统与全站仪联动, 供后续架梁工序调取, 实现“测量-架设-验收”数据闭环管理。

3.4.3 精细化工序衔接控制

支座安装阶段: 采用三维激光扫描技术复测墩台顶

面高程, 生成点云模型并与设计模型对比, 修正偏差后植入预埋件, 确保与架梁轨道空间匹配度达99%以上。

湿接缝施工阶段: 引入智能温控系统, 通过埋入式传感器监测混凝土内部温度梯度, 配合覆盖保温棉与循环水冷却措施, 将内外温差控制在15℃以内, 避免收缩裂缝。

负弯矩张拉阶段: 采用预应力智能张拉系统, 依据传感器反馈的钢绞线伸长量动态调整张拉力, 确保预应力损失值  $\leq 8\%$  设计值。

3.4.4 推行模块化施工工艺

将桥面系施工分解为“支座定位-架梁-湿接缝浇筑-张拉-铺装”五大标准化模块, 每个模块设定量化验收节点。例如, 架梁后14天内需完成湿接缝施工, 采用移动式模板台车提升浇筑效率至200m<sup>3</sup>/日。

通过上述路径, 可实现小箱梁架设与上下游工序的高效协同, 减少界面冲突, 提升整体施工质量与进度可控性。

结束语

综上所述, 对市政快速路小箱梁架设技术难点的剖析及解决路径的探索, 为该领域施工提供重要参考。通过优化各环节技术, 能有效克服诸多难题, 保障工程顺利推进。未来, 随着科技发展, 应持续探索更先进的设备与技术, 进一步提升小箱梁架设技术水平, 以满足不断增长的市政快速路建设需求, 为城市交通发展注入新活力。

参考文献

[1]江丰.25m小箱梁预制施工要点及施工工艺[J].工程建设与设计,2022(10):146-148.

[2]林喜龙.预制小箱梁架设施工工艺及质量控制措施[J].设备管理与维修,2022(02):153-155.

[3]周旋.预制拼装技术在绍兴智慧快速路中的应用[J].城市道桥与防洪,2021(7):296-299.DOI:10.16799/j.cnki.csdqyh.2021.07.078.

[4]张利杰,李学进.预制装配式桥梁在城市道路中的应用[J].城镇建设,2021(7):12.DOI:10.12254/j.2096-6539.2021.07.009.