

# 桥梁工程装配式预制箱梁安装技术应用

肖艳

江西省欣达工程质量检测有限公司, 中国·江西 南昌 330072

**摘要:** 桥梁工程装配式预制箱梁安装技术应用广泛, 这就需要在项目施工过程中严格落实技术控制措施, 以增强桥梁工程施工水平。本文选择某城市高架桥梁作为案例, 重点从装配式预制箱梁安装过程展开分析以提高桥梁工程建设水平。在该项目施工阶段, 通过全站仪实时监测、千斤顶微调高程、横向连接钢板锁定等措施, 使桥梁工程装配式预制箱梁安装施工精度达到毫米级, 进而为今后同类型桥梁工程项目施工提供参考依据。

**关键词:** 装配式桥梁; 预制箱梁; 吊装施工; 精确定位

## Application of prefabricated box girder installation technology in bridge engineering

Xiao Yan

Jiangxi Xinda Engineering Quality Inspection Co., Ltd., China Jiangxi Nanchang 330072

**Abstract:** The application of prefabricated box girder installation technology in bridge engineering is widespread, necessitating strict implementation of technical control measures during project construction to enhance the quality of bridge engineering. This paper selects an urban elevated bridge as a case study, focusing on the analysis of the installation process of prefabricated box girders to improve the construction level of bridge projects. During the construction phase of this project, measures such as real-time monitoring with a total station, fine adjustment of elevation with a jack, and locking with transverse connecting steel plates were employed to achieve millimeter-level precision in the installation of prefabricated box girders in bridge engineering, thereby providing a reference for future construction of similar bridge projects.

**Keywords:** Prefabricated bridge; Prefabricated box girder; Hoisting construction; Precise positioning

## 0 引言

目前我国经济发展已由高速增长阶段转向高质量发展阶段, 国家提出了建设“交通强国”的奋斗目标。预制装配式节段箱梁架设技术具有简支梁桥的便利性, 利用集中预制的方法可缩短施工周期, 节约施工成本, 具有很大的推广价值<sup>[1]</sup>。桥梁工程装配式预制箱梁是主要承载结构部件, 其安装质量对于桥梁结构受力性能和后期运维状态有直接影响。然而目前装配式预制箱梁安装施工阶段存在较多问题, 尤其是运输组织、起重设备选型、空间定位控制、临时稳固等技术环节存在偏差影响施工效果<sup>[1]</sup>。基于此, 针对桥梁工程装配式预制箱梁安装施工需求制定科学合理施工工艺方案, 确保设计参数衔接与现场工艺执行到位, 进而提高桥梁工程预制装配式箱梁安装施工水平。

## 1 工程概况

本工程为城市主干道高架桥, 全长 1.2 km, 标准跨径布置为 30 m 简支梁。上部结构采用单箱双室预应力混凝土预制箱梁, 梁长 29.96 m, 梁高 1.8 m, 单片重量约 95 t。桥墩为花瓶式墩身, 盖梁顶面设置球型支座。施工区域位于建成区, 两侧临近既有建筑, 作业空间受限, 最大可用

吊装半径为 18 m。预制梁场位于项目东侧 12 km 处, 经市政道路运输至现场。现场采用履带式起重机配合专用吊具完成梁体架设, 共安装预制箱梁 128 片。

## 2 装配式预制箱梁安装设计

### 2.1 吊点与吊具设计

桥梁工程装配式预制桥梁安装施工过程中, 其预制箱梁顶部设置距梁端 1.2m 的四个吊装孔, 并且吊装孔沿腹板中心线对称设置。在箱梁吊装孔内设置直径 80mm、深度 200mm 的钢套管, 并且配套使用四腿钢丝绳吊具, 主吊绳夹角控制在 60° 以内。而吊具上部连接卸扣与起重机吊钩, 下端则利用销轴插入到梁体吊装孔内。预制箱梁的吊具设计承载力为单梁重量 1.5 倍安全系数测算, 确保吊装受力均衡、稳定。

### 2.2 支座与垫石匹配设计

盖梁顶面设置支座垫石, 平面尺寸为 1200 mm 乘以 800 mm, 顶面高程误差控制在  $\pm 2$  mm 内。垫石中心预埋支座锚栓套筒, 位置与预制梁底预埋钢板螺栓孔一一对应。支座采用 GPZ 系列球型支座, 型号根据反力与位移量确定。梁底预埋钢板厚度 20 mm, 表面平整度偏差不大于 1

mm, 确保支座与梁底、垫石三者紧密贴合, 无脱空现象。

## 2.3 临时连接构造设计

相邻箱梁翼缘板预留横向连接孔, 孔径 32 mm, 间距 1500 mm。安装就位后穿入 M30 高强螺栓, 配合 U 型连接钢板进行临时锁定。连接钢板厚 16 mm, 宽 200 mm, 长度覆盖两片梁翼缘。每道横缝设置三组连接件, 分别位于左、中、右位置。临时连接在湿接缝混凝土浇筑前保持受力状态, 防止梁体在风载或振动下发生相对位移。

## 3 工程装配式预制箱梁安装工艺

### 3.1 梁体运输与现场验收

#### 3.1.1 梁体运输组织

预制箱梁运输时勘测线路, 精准记录道路转弯半径、桥梁限载、隧道净高、架空线缆高度等参数, 并将运输线路中所有障碍物清除。本工程中由两台龙门吊将预制箱梁按编号顺序装车, 按指定位置运梁平板到位, 再采用龙门吊将存梁区按照预制箱梁编号将待架设梁板吊起慢慢放到平板车上, 再用导链将预制梁体牢固于平板车上。始终保持起调轻放的原则, 对梁体充分保护。施工现场区域内的运输车道需要由工人事先将道路铺设平整并加固, 防止梁板在运输过程中因颠簸而受到剧烈振动。运输车辆的速度控制在 5 km/h 以内。预制箱梁运输环节需采取钢制板块以及链条紧固, 以防运输环节存在箱梁滑移或侧向倾覆。

#### 3.1.2 现场验收程序

预制箱梁运输到作业现场后需要对构件编号进行核查, 确保和桥梁工程现场安装施工顺序达到一致。而后对预制箱梁进行外观检查, 查看预制箱梁梁体表面是否存在裂缝、蜂窝、麻面或混凝土剥落<sup>[1]</sup>。如果箱梁裂缝宽度超过 0.2mm, 则需要记录并报验。同时, 预制箱梁采用钢卷尺测量梁长、梁高以及顶底板厚度, 其偏差控制在  $\pm 10$  mm、 $\pm 5$  mm、 $\pm 3$  mm 以内。而在预制箱梁运输到现场后, 需要重点检查吊装孔、支座预埋钢板、横向连接孔等预埋件, 且箱梁的平面定位偏差不得超过 5mm。

### 3.2 起重设备就位与试吊

#### 3.2.1 起重机定位与支设

履带式起重机进场后停置于预先硬化处理的作业平台, 地基承载力不低于 150 kPa。主机回转中心对准盖梁跨中位置, 确保最大作业半径 18 m 范围内覆盖全部待吊盖梁。履带板完全展开并调平, 机身倾斜度控制在 1‰以内。起重臂按吊装工况组装, 主臂长度、配重块数量及位置严格按性能表配置, 如表 1 所示。作业区域设置警戒线, 清除半径 20 m 内障碍物, 风速超过 10.8 m/s 时停止作业

准备。

表1 起重机技术参数

技术参数类别	参数值
主臂长度	25m
配重块数量	8 块
配重块总重量	40t
配重块布置位置	起重机尾部对称布置
最大吊装半径	18m
对应吊装半径额定起重量	105t
适配预制箱梁重量	95t

#### 3.2.2 空载试运行与负载试吊

正式吊装前进行空载试运行, 依次操作起升、下降、变幅、回转动作各三次, 检查液压系统无异响, 各限位开关响应正常, 仪表显示参数稳定。随后选取一片预制箱梁进行负载试吊, 缓慢起升至离地 300 mm 高度, 悬停 10 min。期间观测履带接地情况, 确认无沉降或倾斜; 检查吊具钢丝绳受力均匀, 无扭曲或滑移; 目视梁体无异常振动或开裂迹象。使用全站仪监测起重机回转平台位移, 累计偏移量小于 5 mm。试吊全过程由安全员与机械工程师联合记录, 确认无异常后签署吊装许可。

### 3.3 梁体空中姿态调整与就位

#### 3.3.1 空中转运与摆动控制

梁体起吊离地后, 先在低空悬停 2 min, 确认吊具受力平衡。随后缓慢回转起重臂, 将梁体水平转运至目标盖梁正上方<sup>[4]</sup>。转运过程中, 四名地面人员分别持尼龙牵引绳连接梁体四角, 同步施加反向拉力抑制摆动。风速大于 6 m/s 时暂停空中移动。起重机操作采用低速档位, 回转角速度控制在 0.1 rad/s 以内, 避免急启停引起惯性晃动。梁体底部距盖梁顶面高度降至 2 m 时, 切换至微速档继续下降。

#### 3.3.2 初步定位与落梁控制

当梁底距支座顶面约 200 mm 时, 停止下降。测量员在盖梁两端架设全站仪, 实时采集梁体两端预埋中心标记点的三维坐标, 通过无线对讲机向起重机指挥员反馈偏差值。操作员根据指令微调起重臂变幅与回转角度, 使梁体纵向轴线与盖梁中心线偏差小于 10 mm, 横向偏移控制在  $\pm 10$  mm 范围内。确认位置满足要求后, 以 0.5 m/min 速度缓慢落梁, 至梁底距支座顶面 50 mm 处暂停, 准备进入高程精调阶段。

### 3.4 高程与平面精确定位

#### 3.4.1 高程精细调整

梁体暂停于距支座顶面 50 mm 高度后, 在四个支座位置分别放置厚度为 10 mm 至 30 mm 的楔形钢板, 其斜面朝外便于后续抽出<sup>[5]</sup>。缓慢落梁使梁底轻置于楔形钢板

上,确保各点均匀受力。在梁端两侧对称布置两台 50 t 液压千斤顶,顶升点位于腹板下方加强区域。测量人员使用电子水准仪观测梁体四角高程,读数精度至 0.1 mm。通过交替微调千斤顶行程,使四角高差控制在 3 mm 以内,相邻支点高差不超过 2 mm。调整过程中实时监测支垫石表面平整度,防止局部应力集中。高程稳定后保持 5 min,确认无沉降回弹,方可进行下一步操作。

#### 3.4.2 平面位置精调与最终就位

高程调整完成后,全站仪重新测定梁体两端中心预埋标记点坐标,计算实际轴线与设计轴线的纵向及横向偏差。若任一方向偏差超过 10 mm,则采用撬棍进行微调:撬棍插入梁底与楔形钢板间隙,以盖梁预埋锚筋为反力点,施加水平推力。每次调整量不超过 3 mm,调整后复测坐标,直至纵向偏移 $\leq 8$  mm、横向偏移 $\leq 5$  mm。确认三维空间位置满足 JTG/T 3650 规范要求后,同步缓慢释放千斤顶压力,使梁体完全落于球型支垫石顶面。随后人工抽出四角楔形钢板,检查支垫石是否均匀接触、无脱空,梁底预埋钢板与支垫石上完全贴合,如图 1 所示。



图1 梁底预埋钢板与支垫石结合图

### 3.5 临时固定与后续工序衔接

#### 3.5.1 梁体临时固定措施

梁体完全落位并确认位置无误后,立即进行横向临时连接。将 M30 高强螺栓穿过相邻箱梁翼缘板预留孔,孔径 32 mm,间距 1500 mm。每道横缝在左、中、右三处安装 U 型连接钢板,长度覆盖两侧翼缘外缘。使用扭矩扳手对螺栓施加 450 N·m 预紧力,确保连接件紧密贴合。在梁端伸缩缝间隙内嵌入硬质木楔,木楔截面 50 mm × 50

mm,沿缝长每 2 m 设置一道,防止梁体在风载或人员走动下发生纵向滑移。所有临时固定作业在落梁后 30 min 内完成。

#### 3.5.2 后续工序衔接安排

临时固定完成后,立即开展支垫石灌浆作业。采用无收缩水泥基灌浆料,水料比按 0.14 控制,流动度不小于 300 mm。灌浆从支垫石一侧注入,直至另一侧溢出浓浆为止,确保垫石与支垫石底板间间隙完全填充。灌浆层厚度控制在 30 mm 至 50 mm 范围内,表面抹平。灌浆结束后覆盖土工布并洒水养护,环境温度低于 5 ℃时采取保温措施。待灌浆料初凝时间达到 2 h 后,开始湿接缝施工:凿毛相邻梁端混凝土表面,绑扎横向连接钢筋,安装底模与侧模,验收合格后浇筑 C50 微膨胀混凝土。各工序衔接紧凑,避免梁体长期处于临时支撑状态。

## 4 结语

桥梁工程装配式预制箱梁安装施工采取精细化吊点设计、严格支垫石匹配控制、可靠临时构造连接,确保预制箱梁安装施工后达到厘米级精度要求。同时,预制箱梁安装阶段进行运输、吊装、定位、固定全过程监控。从本文实际案例进行分析,在桥梁装配式预制箱梁施工后梁体平面偏差平均 4.2mm、高程偏差平均 2.1mm,满足设计方案以及国家标准规定。

### 参考文献:

- [1] 雷仅富. 预制装配式节段箱梁架设技术应用探讨[J]. 西部交通科技, 2020,(04):127-129.
- [2] 焦洋. 桥梁工程中预制装配式节段箱梁架设施工技术探讨[J]. 黑龙江科学, 2021,12(02):112-113.
- [3] 李凌云. 桥梁预制箱梁安装施工技术探析[J]. 江西建材, 2023,(06):297-298+301.
- [4] 雷仅富. 预制装配式节段箱梁架设技术应用探讨[J]. 西部交通科技, 2020,(04):127-129.
- [5] 娄剑锋. 复杂海况条件下码头预制箱梁安装施工技术[J]. 珠江水运, 2024,(10):55-57.