

A Brief Discussion on the Construction Technology of Prestressed Cover Beams for Crossing Existing Road Portal Piers

Langqi Li

China Water Resources and Hydropower 16th Engineering Bureau Co., Ltd., Fuzhou, Fujian, 350000, China

Abstract

In the construction of bridges crossing existing roads, the construction of prestressed cover beams for gantry piers faces severe challenges such as limited site, significant traffic interference, and high safety risks. This article combines engineering examples to explore in depth the application of the steel support method in the construction of prestressed cover beams of this type. The design concept, key structures, erection and dismantling processes of the steel support system are elaborated in detail, and the construction technology and safety protection measures of core processes such as support preloading, prestressing tensioning, and grouting are analyzed in detail. Practice has proven that the scientifically designed steel support method has the characteristics of stable and reliable structure, convenient and efficient construction, relatively small impact on traffic, and superior economy. It provides an effective technical path for the safe, high-quality, and efficient completion of gantry pier cover beam construction across busy roads, and has significant promotion value.

Keywords

prestressed cover beam; Crossing existing roads; Steel support method; Gate frame pier; Construction technology; safety protection

浅谈跨越既有道路门架墩预应力盖梁的施工技术

李郎奇

中国水利水电第十六工程局有限公司, 中国·福建 福州 350000

摘 要

在跨越既有道路的桥梁建设中, 门架墩预应力盖梁的施工面临场地受限、交通干扰大、安全风险高等严峻挑战。本文结合工程实例, 深入探讨了型钢支架法在该类预应力盖梁施工中的应用。详细阐述了型钢支架体系的设计理念、关键构造、搭设与拆除工艺, 并重点分析了支架预压、预应力张拉及压浆等核心工序的施工技术及安全防护措施。实践证明, 科学设计的型钢支架法具有结构稳定可靠、施工便捷高效、对交通影响相对较小、经济性较优等特点, 为安全、优质、高效地完成跨越繁忙道路的门架墩盖梁施工提供了有效的技术路径, 具有显著的推广价值。

关键词

预应力盖梁; 跨越既有道路; 型钢支架法; 门架墩; 施工技术; 安全防护

1 引言

随着我国交通路网的持续加密与升级改造, 新建桥梁上跨既有道路的情况日益普遍。作为支撑上部结构的关键传力构件, 门架墩预应力盖梁因其跨度大、承载力高、结构性能优越而被广泛应用。然而, 当盖梁需跨越仍在运营的繁忙道路时, 施工环境变得极其复杂: 施工空间被严格限制在墩柱两侧狭窄区域, 大型吊装设备难以施展; 必须确保下方道路车辆的安全通行, 坠落物风险控制要求极高; 施工过程对交通流的干扰需降至最低; 同时, 盖梁本身为大体积混凝土结构, 且需施加预应力, 施工质量要求严苛。这些因素共同构成了此类盖梁施工的技术难点与高风险点。本文旨在结合

实践, 系统阐述型钢支架法的关键技术要点, 为类似工程提供借鉴。

2 工程概况

中山至开平高速公路中山段二期工程 TJ-3A 标段, 火炬西枢纽互通主线桥, 左、右线桥梁总共 44 跨, 全长 1341/1366m。该桥与博爱七路地面道路共线, 桥墩设置在博爱七路中分带及侧分带范围内, 部分位置下部结构采用 2 柱、3 柱异形门架墩。单个盖梁设计为预应力混凝土结构, 盖梁长度 18m-41m 不等, 最长的为左幅 29# 墩盖梁, 达到 41.35m。其中, 左线桥 1-36# 墩、右线桥 9-37#、29-41# 墩均上跨博爱七路。博爱七路为城市主干道, 交通繁忙, 因此施工期间必须保证单向至少 2 车道的正常通行, 尤其是早晚上下班高峰期。

【作者简介】李郎奇 (1990-), 男, 中国福建永泰人, 本科, 工程师, 从事土木工程, 道路工程, 桥梁工程研究。

3 关键施工技术

3.1 精细化交通组织与场地规划

(1) 分阶段导改: 联合交警部门制定详尽的交通组织方案。施工前, 利用夜间车流低谷期, 完成施工区域带基础的围挡安装, 将原双向六车道导改为双向四车道 (两侧各压缩一个车道), 保证施工区域两侧各有足够的安全行车空间。

(2) 警示与防护: 在施工区域前后设置多级醒目的警示标志、减速带、爆闪灯、水马、防撞桶等。当跨越博爱七路时, 需设置防护棚。防护棚采取在分配梁与工字钢 (或贝雷梁) 之间满铺一层钢板的做法, 在钢板外挑边沿设置高度为 1.5m 的钢管围栏并用围挡片或防护网封闭完整。施工时间尽量选取夜间车辆较少时间段, 并安排安全员身着反光衣全程进行交通引导与指挥。

(3) 充分利用墩柱两侧红线内的场地, 布置材料临时堆放场、泵车停放点等, 减少场内二次搬运, 避免占用通行车道。

3.2 支架体系设计与搭设

针对跨越道路净空限制, 摒弃传统满堂支架, 经比选确定采用“钢管柱+型钢 (或贝雷梁)”的组合支架体系。

(1) 下部支撑: 在预制块基础或专门浇筑的条形基础上, 沿盖梁纵向两侧 (避开行车净空) 搭设两排型号为 $\Phi 630 \times 10\text{mm}$ 的高强度钢管柱, 作为主要竖向承重结构。钢管柱顶设置砂筒作为落架装置。根据盖梁底模设计标高反算钢管柱顶的设计标高, 从而确定钢管柱的搭设高度。

(2) 主承重梁: 在钢管柱顶横向放置双拼 I600a 工字钢作为横梁。在横梁上沿盖梁纵向搭设双拼 700 的工字钢或 (321 贝雷梁组), 跨越下方道路, 形成主要跨越结构。贝雷梁/型钢的挠度需严格验算并设置预拱度。

(3) 上部支撑: 在双拼工字钢 (或贝雷梁) 顶面铺设横向 I25a 的工字钢作为分配梁, 其间距为 500 mm, 再在其上搭设定制的防护栏杆和底模。该部分结构需确保整体稳定性。

(4) 支架搭设

1) 严格按照审批后的专项方案搭设, 基础必须坚实平整, 钢管柱垂直度、连接节点 (特别是贝雷梁销轴) 必须牢固可靠。

2) 钢管柱安装采用汽车吊 (根据高度和重量选择吨位) 吊装。利用基础预埋件准确定位, 通过高强螺栓或焊接 (需有资质的焊工施焊, 焊缝质量检测) 与基础牢固连接。及时安装第一层纵向和横向连接系, 确保单根立柱稳定。逐节吊装接高 (若需), 同步安装各层连接系, 形成稳定空间框架。立柱垂直度需用全站仪严格控制。

3) 承重梁安装用大吨位吊车 (或两台吊车抬吊) 将分段或整根承重梁吊装就位立柱顶部。就位后, 立即通过高强螺栓或焊接与立柱顶部的连接板实现可靠固定。承重梁的轴线位置、标高、水平度必须精确控制。

4) 在承重梁上按设计间距铺设纵向分配梁, 并与承重

梁点焊或通过 U 型卡固定, 防止移位。

5) 跨越道路部分的贝雷梁/型钢, 宜在道路封闭的短暂窗口期 (如深夜) 采用大型吊车整体吊装就位, 最大限度减少对交通的干扰。

6) 设置作业平台与上下通道, 以便焊工及作业人员通行及操作。盖梁平台的临边护栏为自制式节段防护栏, 护栏高度不低于 1.5m, 护栏应布设密目网, 底部挂兜底安全网; 作业人员高处施工, 要严格遵守高处作业安全规定。

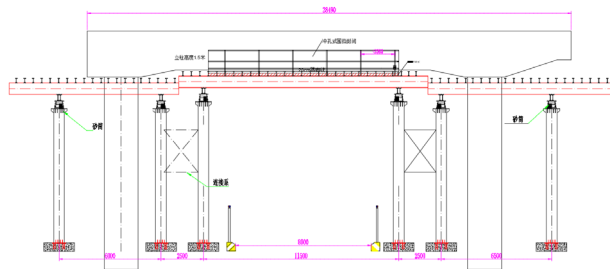


图 3.2-1 “钢管柱 + 型钢” 组合支架体系示意图

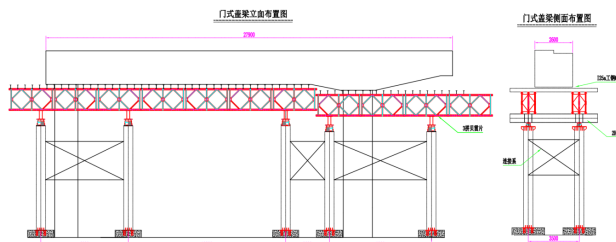


图 3.2-2 “钢管柱 + 贝雷梁” 组合支架体系示意图

3.3 支架预压

3.3.1 预压的目的

支架体系全部搭设完成后, 我标段采用预制混凝土块进行等载预压 (也可采用砂袋或水箱), 从而达到以下目的:

1) 消除非弹性变形, 如 (压实物料间的空隙、节点接触变形、基础早期沉降等)。2) 测量弹性变形量, 为设置施工预拱度提供准确依据, 从而确定底模标高。3) 通过模拟压重, 验证支架实际承载能力和稳定性是否满足设计要求。

3.3.2 预压的要点

预压方式采用 C30 混凝土预制件, 规格 $1.83 \times 0.95 \times 0.45\text{m}$, 采用吊车吊装, 预制块设置吊环, 吊装时将吊钩锁紧吊环进行吊装, 承受全部荷载的 100%, 盖梁中部堆码高度控制在 3-4 层, 预压过程中随时检查支架变形情况。

3.3.3 预压观测

测量预压监测采用水准仪进行作业, 测量人员用专用表格对每次测量数据进行详细记载 (加载与卸载过程中的各测点标高值), 观测同一部位采用同一基准点, 由同一人读数。

加载过程中随时检查基准点是否发生沉降。加载至 60%、80% 阶段, 每个阶段间隔 12 个小时对支架进行一次沉降观测, 当支架顶部监测点 12h 的沉降量平均值小于 2mm 时, 可进行下一级加载; 荷载加载至 100% 后每间隔

24h 监测点高程。各监测点最初 72h 的沉降量平均值小于 5mm, 判定支架预压合格。支架预压合格后, 卸除预压荷载, 卸载 6h 后监测点高程。并计算支架的沉降量、弹性变形量、非弹性变形量, 以此确定模板的安装高程。

3.4 模板、钢筋与预应力管道精确安装

3.4.1 模板工程

底模、侧模采用大块定型钢模, 确保平整度、刚度和拼缝严密。根据支架预压结果和设计预拱度, 精确调整底模标高。侧模加固牢固, 防止胀模。涂刷优质脱模剂。

3.4.2 钢筋工程

钢筋在加工场集中下料、弯制, 现场绑扎成型。主筋连接采用直螺纹套筒连接。钢筋骨架庞大, 需设置足够的架立钢筋和临时支撑, 确保位置准确、稳固, 特别注意预应力管道定位钢筋的安装精度。

3.4.3 预应力管道

预应力管道采用塑料波纹管, 准确定位是核心环节。严格按设计坐标固定, 直线段每 60cm (曲线段每 30cm) 设置一道井字型定位钢筋, 定位钢筋必须与附近钢筋点焊连接。管道接头连接管采用大一个直径级别同类管道连接, 需保证严密、平顺, 防止漏浆。锚垫板安装位置准确、牢固, 且垂直于预应力束轴线。

3.5 混凝土浇筑与养护

3.5.1 配合比优化

采用低水化热、低收缩、高流动性、缓凝早强的 C50 混凝土。优化骨料级配, 掺加优质粉煤灰、矿粉及高效减水剂, 控制水泥用量和坍落度 (宜为 $160 \pm 20\text{mm}$), 减少收缩裂缝风险。

3.5.2 浇筑工艺

采用泵送浇筑。遵循“分段分层、斜向推进、对称平衡”的原则。通常沿盖梁长度方向分段 (每段约 6-8m), 每段内分层 (层厚 30-50cm) 连续浇筑。浇筑顺序宜从盖梁中部向两端对称推进, 或从一端向另一端连续推进, 避免支架承受过大偏载。加强振捣, 特别是钢筋密集区、锚垫板后部及预应力管道周围, 确保密实, 但严禁振捣棒触碰波纹管。

3.5.3 养护

混凝土养护期间, 采取土工布覆盖、浇水、喷淋洒水等措施进行保湿、潮湿养护, 盖梁顶部设置蓄水桶, 定期进行蓄水养护, 保持砼表面湿润, 养护周期不少于 7 天, 保证模板接缝处不至于失水干燥。为了保证顺利拆模, 可在混凝土浇筑 24 ~ 48h 后略微松开模板, 并继续浇水养护至拆模。

3.6 预应力张拉

预应力混凝土盖梁分二次张拉, 混凝土强度和弹性模量达到设计强度的 90% 且龄期 7 天以上时进行第一批钢束 N2 的张拉。待梁板架设完成后进行第二批钢束 N1 的张拉。一次张拉直接利用支架操作平台进行作业, 而二次张拉因支

架已卸落拆除需使用定制的钢结构自行走张拉平台进行。

张拉顺序由中间往两侧对称张拉, 采用“双控法” (以应力控制为主, 伸长值校核), 分级进行张拉: $0 \rightarrow 15\% \sigma_{con} \rightarrow 30\% \sigma_{con}$ (测延伸量) $\rightarrow 100\% \sigma_{con}$ (测延伸量并核对) $\rightarrow$ 持荷 5 分钟 (以消除夹片锚固回缩时的预应力损失) $\rightarrow$ 锚固 (观测回缩)。采用智能张拉系统, 实现同步、精准、数据自动记录, 确保张拉力准确和对称性。



图 3.5-1 混凝土浇筑示意图

3.7 孔道压浆

预应力筋张拉锚固后, 孔道应尽早压浆, 且应在 48h 内完成。压浆采用 PE 真空辅助压浆技术, 使用专用压浆料, 保证浆体流动性好、泌水率低、膨胀率适中。压浆过程连续, 从低端向高端进行, 压力稳定 ($0.5-0.7\text{MPa}$), 直至出口排出与进口浓度一致的浓浆后封闭出浆口, 持压 ($\geq 0.5\text{MPa}$) 不少于 3min。确保孔道密实饱满, 防止预应力筋锈蚀。

3.8 底模、支架拆除

预应力张拉压浆完成且孔道内浆液强度达到设计要求后卸载落架, 然后进行底模地拆除, 底模拆除完成后进行支架地拆除。支架的拆除工作同搭设工作顺序基本相反, 依次拆除附属设施、型钢分配梁、型钢主梁或贝雷梁、桩顶分配梁及钢管柱, 拆除方法基本与搭设方法相同。

4 结语

本工程的成功实践充分证明, 型钢支架法在跨越繁忙道路的门架墩预应力盖梁施工中具有突出的技术先进性、安全可靠性和良好的综合效益, 为类似复杂环境下的桥梁下部结构施工提供了宝贵经验和重要技术参考。随着科学技术的进步, 型钢支架法的设计将更加优化, 施工效率将进一步提高, 其在未来城市立体交通网络建设中的应用前景将更加广阔。

参考文献

- [1] 刘辉, 王建国. 大跨度型钢支架在跨线桥梁盖梁施工中的应用[J]. 施工技术, 2022, 51(03): 89-92+96.
- [2] 张强, 李伟. 跨高速公路门架墩盖梁型钢支架设计与施工关键技术[J]. 铁道建筑技术, 2021(11): 112-115.