

# 关于对跨铁路桥梁施工技术研究

杨永林

山东省路桥集团有限公司二公司

DOI:10.32629/etd.v7i2.18944

**[摘要]** 跨铁路桥梁施工需兼顾铁路运营安全与工程建设质量,是兼具特殊性与复杂性的建设领域。本文以某双线200公里时速铁路配套247米“S”形曲线高架桥为研究对象,围绕基础、下部及上部结构,系统研究钻孔灌注桩、高桥墩、现浇梁等核心施工技术及协同防护措施。明确了不同工序的关键控制参数与适配工艺,验证了技术体系的可行性与安全性。研究表明,精细化施工组织与针对性防护技术可有效化解跨铁路施工难题,为同类工程提供技术参考。

**[关键词]** 跨铁路桥梁; 钻孔灌注桩; 现浇梁; 预应力施工; 墩柱施工

**中图分类号:** F530.3 **文献标识码:** A

## Research on Construction Technology for Cross-Railway Bridges

Yonglin Yang

Second Company of Shandong Road & Bridge Group Co., Ltd.

**[Abstract]** The construction of over-railway bridges must balance railway operational safety and project quality, making it a specialized and complex field. Taking a 247-meter "S"-shaped curved viaduct for a dual-track railway with a 200 km/h speed limit as the research subject, this paper systematically investigates key construction techniques such as bored piles, high piers, and cast-in-place beams, along with coordinated protective measures, focusing on foundations, substructures, and superstructures. Critical control parameters and matching processes for different construction stages were clarified, verifying the feasibility and safety of the technical system. The study demonstrates that refined construction organization and targeted protective technologies can effectively resolve challenges in over-railway construction, providing technical references for similar projects.

**[Key words]** cross-railway bridge; bored pile; cast-in-place beam; prestressed construction; pier construction

### 引言

随着交通强国战略深入推进,铁路路网升级改造与跨线通道建设需求日益迫切。当前跨铁路桥梁施工常面临运营与建设矛盾突出、技术适配性不足等问题,现有技术在复杂曲线桥梁、多类型结构协同施工中的应用仍需优化。而通过攻克基础、上下部结构施工及防护难题,可形成适配复杂工况的技术方案,有效降低施工对铁路运营的干扰,为后续同类跨铁路桥梁工程提供实践支撑。

### 1 跨铁路施工工程特性

跨铁路工程施工需在保障铁路运输持续、安全、高效运行的前提下推进,面临施工空间受限、作业时间碎片化的现实困境,同时避开列车密集通行时段开展有限度作业,对施工组织的精细化与灵活性提出严苛要求。工程还需应对复杂的场地条件,避免对轨道、接触网等关键系统产生不利影响,使结构设计施工工艺的适配性成为核心技术要点<sup>[1]</sup>。再加上跨铁路施工的安

全边界极具敏感性,任何作业失误都可能引发重大安全事故,因此对施工过程的风险管控、应急处置能力以及各参与方的协同配合提出了远超普通工程的要求,而环保合规性要求则进一步加剧了工程实施的综合难度,需在施工全过程平衡建设推进与生态保护、周边环境影响的关系。

### 2 跨铁路桥梁核心施工技术体系

跨铁路桥梁核心施工技术体系围绕某双线铁路(设计时速200公里)配套高架桥工程展开,该桥位于里程标135+112.95处,以替代原有平交道口,全长247米,呈“S”形曲线上跨双线铁路,分为三个伸缩缝单元,涵盖多类型墩柱与预应力主梁结构。

#### 2.1 基础工程施工技术

##### 2.1.1 钻孔灌注桩施工

项目基础工程采用 $\Phi 120\text{cm}$ 钻孔灌注桩作为核心承重结构,桩长根据墩位地质条件设计为26-28m,全桥共布设54根桩体。施工前先依据地质勘察报告明确地层分布,针对上部腐殖土、粉质

黏土及下部砂质土层的不同特性, 选用适配的钻孔机械进行分阶段钻进。钻孔过程中严格控制钻进速度, 上部松散土层采用低速匀速钻进, 避免孔壁坍塌, 下部密实砂层适当提速并加强泥浆护壁, 泥浆比重维持在1.2-1.5之间以确保孔壁稳定。清孔完成后及时吊装钢筋笼, 钢筋笼采用B500B级钢筋加工, 主筋与箍筋通过绑扎固定, 绑扎点间距不超过20cm, 钢筋笼安装垂直度偏差控制在 $\pm 0.5\%$ 以内。混凝土浇筑选用C30/37等级, 采用导管法连续浇筑, 导管埋深保持在2-6m, 浇筑过程中实时监测混凝土面上升速度, 确保桩体混凝土密实度, 单桩浇筑完成后及时进行养护, 养护时间不少于28天。

### 2.1.2 大直径桩施工技术

针对中间伸缩段大跨径需求, 项目在S6、S7墩位采用 $\Phi 120\text{cm}$ 大直径钻孔灌注桩, 桩长26m, 单墩布设6根桩体形成桩群基础。大直径桩施工前专门优化钻孔设备, 选用扭矩适配的旋挖钻机, 配备专用钻头减少孔壁扰动。钻孔过程中采用分级成孔工艺, 先钻设 $\Phi 100\text{cm}$ 导向孔, 再扩孔至设计直径, 扩孔过程中多次进行孔壁清理, 确保孔壁垂直度偏差 $\leq 1\%$ 。钢筋笼加工采用分段制作、现场拼接方式, 每段钢筋笼长度控制在9m以内, 拼接处采用焊接连接, 焊缝长度不小于 $10d$  ( $d$ 为钢筋直径), 焊接完成后进行防腐处理<sup>[2]</sup>。混凝土浇筑采用大排量泵车, 浇筑速度控制在 $2.5\text{m/h}$ 以内, 确保混凝土布料均匀, 同时在导管顶部设置料斗, 有效防止浇筑过程中出现断桩、夹泥等质量缺陷, 浇筑完成后采用超声波检测技术对桩体完整性进行全面检测。

### 2.1.3 基坑开挖与支护

项目基坑开挖深度为0.8-4.1m, 根据地质条件采用放坡开挖与局部支护结合的施工技术。开挖前先进行地质复核, 对腐殖土与粉质黏土混合地层采用1:1放坡比例, 开挖过程分三个阶段进行, 第一阶段开挖至地表下1.2m, 第二阶段开挖至地下水位以上0.5m, 第三阶段开挖至设计基底标高。针对部分边坡稳定性较差的区域, 采用木质支撑进行支护, 支撑构件选用截面尺寸 $15\text{cm} \times 15\text{cm}$ 的方木, 横向间距1.5m, 纵向间距2.0m, 支撑与坑壁之间设置垫板确保受力均匀。基坑开挖过程中在坑底四角设置深度70cm的集水坑, 配备泥浆泵24小时不间断排水, 若遇大气降水集中时段, 额外增设临时排水盲沟, 确保坑底无积水。

### 2.2 下部结构施工技术

#### 2.2.1 高桥墩施工

项目施工前先完成基础顶面清理与凿毛处理, 确保墩柱与基础衔接牢固。钢筋加工选用B500B级钢筋, 按设计图纸分段制作钢筋笼, 主筋接头采用焊接连接, 焊缝长度不小于 $10d$  ( $d$ 为钢筋直径), 钢筋笼安装时通过全站仪实时监测垂直度, 偏差控制在 $\pm 0.5\%$ 以内。模板采用DOKA系列钢模板, 板块之间通过BFD快速连接件固定, 模板内侧涂刷矿物油类隔离剂防止粘模。混凝土选用C30/37等级, 采用泵车分层浇筑, 每层厚度不超过50cm, 浇筑过程中使用插入式振捣器振捣密实, 振捣时间控制在20-30秒/点。每阶段浇筑完成后, 按规范进行养护, 高温天气采用洒水+土工布覆盖保湿, 低温天气启用电热模板保温, 确保混凝土强度

稳步增长, 养护至设计强度60%后方可进行下一阶段施工<sup>[3]</sup>。

#### 2.2.2 圆形和方形墩柱施工技术

圆形墩柱涵盖 $\Phi 100\text{cm}$ 、 $\Phi 120\text{cm}$ 、 $\Phi 250\text{cm}$ 三种规格, 方形墩柱尺寸为 $5.00\text{m} \times 1.20\text{m}$ , 施工技术根据截面形式差异化适配。圆形墩柱模板采用定制弧形钢模, 通过法兰盘螺栓连接, 模板安装后用揽风绳对称固定, 保证圆度偏差 $\leq \pm 10\text{mm}$ ; 方形墩柱选用组合式钢模板, 转角处设置专用角模, 确保棱角方正。混凝土浇筑前, 在模板顶部设置定位箍固定主筋位置, 浇筑过程中圆形墩柱从圆周均匀布料, 方形墩柱按对角线对称布料, 避免单侧压力过大导致模板变形。墩柱与基础交接处增设加强箍筋(如图1所示), 加密区长度为墩柱直径的1.5倍, 增强结构抗剪能力。浇筑完成后及时拆除模板, 对墩柱表面进行修补处理, 确保外观平整光滑, 无蜂窝麻面等缺陷。

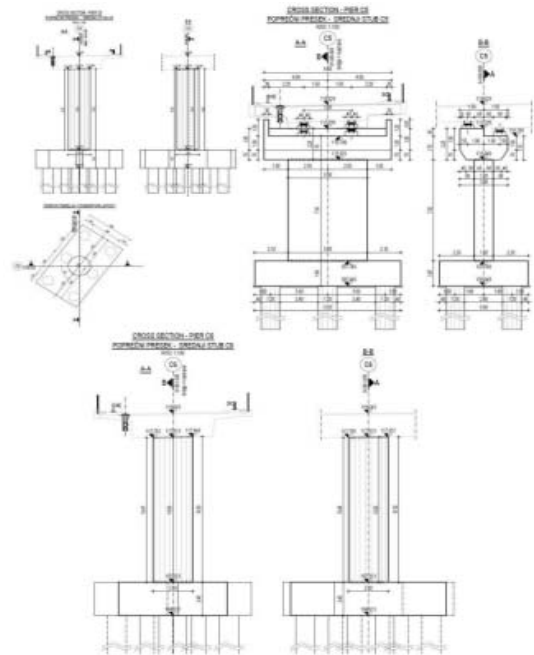


图1 典型桥墩横截面图

#### 2.2.3 下部结构与铁路设施协同防护技术

在墩柱施工区域与铁路线路之间设置高度不低于2.5m的刚性防护栏, 防护栏内侧悬挂防抛网, 防止施工杂物侵入铁路限界。模板安装、钢筋吊装等高空作业时, 采用溜绳控制物料下放速度, 严禁野蛮抛掷。在铁路接触网两侧5m范围内作业时, 使用绝缘工具, 作业人员穿戴绝缘手套和绝缘鞋, 避免触电风险。设置专人24小时监测铁路线路沉降及接触网偏移, 采用精密水准仪和激光测距仪, 每2小时记录一次数据, 沉降预警值设定为3mm, 一旦超标立即停止施工并启动应急处置程序。混凝土运输车辆穿越铁路平交道口时, 提前与铁路运营部门协调, 避开列车通行高峰时段, 配备专人引导车辆快速通过, 减少对铁路运输的干扰。

### 2.3 上部结构施工关键技术

#### 2.3.1 支架搭设施工技术

项目上部结构支架采用PERIUP Flex体系,以2.00x1.00m和2.00x3.00m规格的混凝土面板为基础,面板下方铺设0/63或0/31.5mm级配碎石垫层,垫层经碾压处理后承载力需达到30MPa。支架立柱采用标准钢支架,按设计间距布设并通过 $\Phi$ 48mm钢管进行横向和纵向拉结,形成稳固整体框架。支架搭设前完成地基放线(如图2所示),立柱底部设置可调底座以微调标高,顶部安装UH 150双槽钢横梁及GT24木支撑,横梁间距按构件受力计算确定为1.2m。搭设完成后进行预压试验,预压荷载为设计荷载的1.2倍,持续时间不少于72小时,通过沉降观测数据验证支架稳定性,确保后续施工无明显变形。

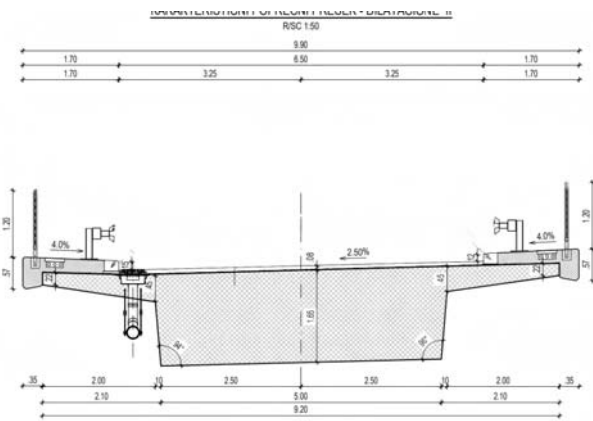


图2 支架与模板安装平面图

### 2.3.2 盖梁施工技术

盖梁施工与墩柱施工衔接进行,墩柱顶部施工至盖梁底标高后,凿除表面浮浆并清理干净。钢筋加工选用B500B级钢筋,主筋采用焊接连接,焊缝长度不小于 $10d$ ( $d$ 为钢筋直径),箍筋按设计间距20cm螺旋式布置,盖梁与墩柱连接处增设加强箍筋,加密区长度为墩柱直径的1.5倍。模板采用HANDSET ALPHA组合钢模,模板内侧涂刷矿物油隔离剂,板块之间通过螺栓紧密连接,外侧设置揽风绳对称固定,确保模板平整度偏差不得超过3mm/m。混凝土选用C30/37等级,采用泵车从盖梁一端向另一端连续浇筑,浇筑厚度控制在50cm以内,使用插入式振捣器振捣密实,振捣棒移动间距不超过40cm。

### 2.3.3 支座安装施工技术

支座安装前完成墩顶垫石施工,垫石采用C40/50等级混凝土,厚度18cm,表面平整度偏差控制在2mm以内。根据《支座安装方法论》,先在垫石表面精确放出支座中心控制线,采用全站仪定位支座位置,支座水平偏差不超过 $\pm 5$ mm。支座安装时通过

可调楔形钢板调整标高,确保支座顶面水平,四角高差不超过1mm。对于连续梁段的支座,在S5、S8等共用墩处设置伸缩装置,伸缩量按设计要求预留,支座与垫石之间采用环氧树脂砂浆粘结,砂浆厚度控制在2-3mm,确保粘结牢固。

### 2.3.4 现浇梁施工技术

现浇梁采用后张法预应力混凝土结构,分为三个伸缩段施工,第一、三段采用9根 $19\Phi 15.7$ 预应力钢绞线,第二段采用18根同规格钢绞线,均为双向预应力体系。模板采用VARIOKIT系列钢模,按“S”形曲线线型拼装,模板拼缝处采用密封胶封堵,防止漏浆。钢筋绑扎时先安装底板和腹板钢筋,同步预埋金属波纹管作为预应力管道,管道安装位置偏差不得超过5mm,固定点间距不大于1m。混凝土选用C45/55等级,采用泵车分层浇筑,浇筑顺序为先底板、再腹板、最后顶板,每层浇筑厚度不超过50cm,浇筑速度控制在2.5m/h以内。混凝土达到设计强度后进行预应力钢绞线穿束张拉,张拉采用双控法,以张拉力控制为主,伸长值校核为辅,张拉控制应力按设计要求执行,张拉完成后及时进行孔道压浆,压浆材料采用专用水泥浆,水胶比控制在0.45以内,确保压浆密实度<sup>[4]</sup>。

## 3 结语

跨铁路桥梁施工需精准平衡技术实施、安全管控与运营保障,基于具体工程形成的基础、上下部结构施工及协同防护技术体系,可有效适配复杂曲线桥梁工况,明确的关键参数与工艺为工程质量和铁路运营安全提供了保障。未来可聚焦智能化监测技术与施工工艺的深度融合,进一步提升跨铁路桥梁施工的精准度与安全管控效能,助力行业技术升级。

### [参考文献]

- [1] 杨文兴.墩柱施工技术在铁路桥梁建设中的应用[J].工程技术研究,2025,10(05):55-57.
- [2] 陈勇.铁路桥梁工程高墩施工技术分析[J].中国建材,2025,(02):108-110.
- [3] 曾勇.上跨铁路桥梁转体结构施工技术分析[J].广东交通职业技术学院学报,2024,23(01):28-33.
- [4] 赵贝贝.铁路桥梁施工技术要点与质量控制方法研究[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(35):144-146.

### 作者简介:

杨永林(1995--),男,回族,宁夏回族自治区银川市人,本科,助理工程师,研究方向:公路和桥梁现场施工。