

# 中承式拱桥混凝土主梁吊架法现浇施工技术

张志勇

中铁大桥局集团有限公司 湖北 武汉 430000

**摘要:** 成贵铁路贵州鸭池河特大桥为中承式钢-砼结合提篮式拱桥, 跨径436m。拱上混凝土主梁采用C50高性能混凝土, 主跨跨度为204m, 单箱三室截面, 预应力采用纵、横双向预应力体系。采用吊架法现浇施工, 整个吊架拼装过程中, 采用缆索吊机整节段吊装, 拼装精度高、效率高、安全、优质、高速。中承式拱桥混凝土主梁吊架法现浇施工技术在成贵铁路贵州鸭池河特大桥中成功应用, 解决了挂篮悬臂浇筑施工周期长, 主梁施工线形控制要求高, 安全风险大的问题, 该桥已顺利合龙, 满足设计要求。

**关键词:** 中承式钢-砼结合提篮式拱桥、节段吊装、吊架法现浇、线型控制

## Cast in Situ Construction Technology of Concrete Main Beam Hanger Method for Half Through Arch Bridge

Zhang Zhiyong

China Railway Bridge Bureau Group Co., Ltd. Wuhan 430000, Hubei

**Abstract:** Guizhou Yachi River Bridge on Chengdu Guiyang Railway is a half through steel concrete basket type arch bridge with a span of 436m. C50 high-performance concrete is used for the concrete main beam on the arch, the main span is 204m, the single box three room section, and the longitudinal and transverse two-way prestressed system is used for prestress. The hanger method is used for cast-in-situ construction. During the whole hanger assembly process, the cable crane is used for whole section hoisting, with high assembly accuracy, efficiency, safety, quality and speed. The cast-in-situ construction technology of concrete main girder hanger method of half through arch bridge has been successfully applied in Guizhou Yachi River Bridge of Chengdu Guiyang Railway, solving the problems of long construction period of cantilever casting with hanging basket, high requirements for linear control of main girder construction, and high safety risks. The bridge has been successfully closed, meeting the design requirements.

**Keywords:** Half through steel-concrete combined hbasket arch bridge, Segment hoisting, Hanger method cast-in-situ, Linear control

### 1 概述

鸭池河特大桥拱上主梁采用C50高性能混凝土, 箱梁标准节段长度为8m, 与吊杆索距相对应。主梁采用预应力混凝土箱梁, 单箱三室截面, 预应力采用纵、横双向预应力体系。

### 2 技术特点

2.1 现浇吊架满跨布置, 可实现大节段现浇和多点作业, 减少混凝土主梁节段数量, 且主拱吊杆均不张拉, 有效降低了安全风险, 节约工期和成本<sup>[1]</sup>。

2.2 永久、临时结构相结合, 利用主体吊杆吊挂现浇吊架, 有利于主梁施工线形控制, 使得线形调整简单、方便, 有效改善拱肋受力的情况。

### 3 技术原理

跨中有吊杆区域204m主梁采用吊索吊架现浇施工, 主梁吊架由横梁、型钢分配梁、吊挂系统及底模系统组成<sup>[2]</sup>。在主梁浇筑时, 由梁端吊挂系统及主拱吊杆作为支撑结构。

梁端吊挂系统采用精轧螺纹钢(32mm直径, PSB830级)锚固于已浇筑梁段上, 主拱吊杆采用吊杆接长装置与横梁连接。整个吊索吊架拼装过程中, 采用缆索吊机整节段吊装。主梁吊架设置预抛高, 通过主体吊杆调整线形。对应节段吊架架设完成后即可进行主梁节段施工, 通过吊架预抛高的设置使得主梁在成桥后达到设计线形, 无需再进行吊杆张拉。

### 4 施工工艺流程及操作要点

#### 4.1 主梁吊架系统结构形式

跨中有吊杆区域204m主梁弹性吊架由横梁、型钢分配梁、吊挂系统及底模系统组成。吊杆顺桥向8m布置, 横桥向吊杆与拱肋内倾角度保持一致, 倾角为4.62°。考虑不中断行车换索需要, 每侧吊点处横向布置2根吊杆, 2根吊杆横向间距0.5m, 全桥共108根吊杆, 拉索最长为62.6m<sup>[3]</sup>。在主梁浇筑时, 由梁端吊挂系统及主拱吊杆作为支撑结构。梁端吊挂系统采用精轧螺纹钢(32mm直径, PSB830级)锚固于已浇筑梁段上, 主拱吊杆采用吊杆接长装置与横梁连接。

#### 4.2 吊杆与吊架的连接

主梁吊架横梁通过接长吊带连接于主拱吊杆上, 接长吊带与吊杆之间用叉耳连接。叉耳采用整块钢柱调制、切割、攻丝等加工而成, 一端与吊杆锚杯内丝对应攻丝, 通过丝牙与吊杆连接; 另一端与接长吊带对应开销轴孔, 通过销轴与接长吊带连接<sup>[4]</sup>。接长结构用于将主拱吊杆和横梁连接起来, 接长结构上方通过叉耳、锚杯等结构与主拱吊杆相连, 下方经过横梁通过垫座采用销轴与横梁相连; 横梁由纵桥向连接系通过销接成整体。

#### 4.3 主梁吊架架设

利用缆索吊和接长吊具将吊架吊装单元从拱肋下方纵向移至待安装位置。分别在上、下游钢拱肋上弦位置各安装一台3t卷扬机, 设置转向滑轮将 $\phi 18\text{mm}$ 牵引钢丝绳穿过拱肋锚管端, 将提前放置在吊装单元上的成品吊杆上端牵引穿过拱肋下弦锚管, 并用锚具锚固<sup>[5]</sup>。待每根横梁对应的吊杆全部锚固完成支架线形调整, 再将相邻单元吊架的平联安装, 卸除横梁吊具, 缆索吊回至成都岸拱座前方, 进行下一个支架吊装单元的吊装。

支架吊装单元吊装完成后, 再将相邻单元支架的平联安装, 并补充安装对应的纵梁。

#### 4.4 主梁吊架线形调整

为了使主梁节段现浇完成后达到设计要求, 主梁跨中204m区域吊架采取预抛高设置。吊杆区域, 整体纵横梁体系支架段主梁预抛高设置主要由主梁浇筑各阶段直至成桥, 各阶段累计位移反算得到。具体计算方式为: 成桥状态模型计算位移减去满铺支架体系初始状态时的位移。

#### 4.5 主梁混凝土节段现浇施工

##### 4.5.1 模板施工

主梁混凝土模板全部采用竹胶板木模, 底模在吊架安装调整完成后即可开始铺设。侧模与内模搭设钢管支架固定安装, 内模支架底部采用马蹄筋加混凝土垫块的方式支撑于底模上, 侧模支架直接支撑于现浇支架型钢上; 支架顶部安装顶托以便模板调节和拆<sup>[6]</sup>。

##### 4.5.2 钢筋施工

钢筋集中下料制作, 运到现场按图纸的编号从下到上、从一头到另一头顺序绑扎, 保证所有的钢筋规格、间距、数量、保护层等均满足规范要求。

##### 4.5.3 混凝土施工

主梁混凝土采用两岸拌合站分别统一生产运输供应, 采用泵车泵送入模, 每岸梁顶各布置一台布料机, 对称施工。

##### 4.5.4 预应力施工

主梁预应力均采用 $1 \times 7 - \phi 15.24$ 钢绞线, 预应力孔道成孔采用金属波纹管。

混凝土主梁每浇筑完成一个节段到达强度和龄期后, 张拉对应施工用预应力及纵向、横向预应力, 并及时进行孔道压浆和封锚(端)后方可进行主梁下一节段施工。

#### 4.6 主梁与吊架节段锚固

主梁现浇施工过程中, 每浇筑完一个节段并完成相应预应力张拉后, 在该梁段的吊杆位置处利用预紧装置将吊架横梁锚固于已浇箱梁底板, 再进行下一个节段的施工, 直至合龙。每个现浇箱梁节段的前端横梁锚固采用4套预紧装置。

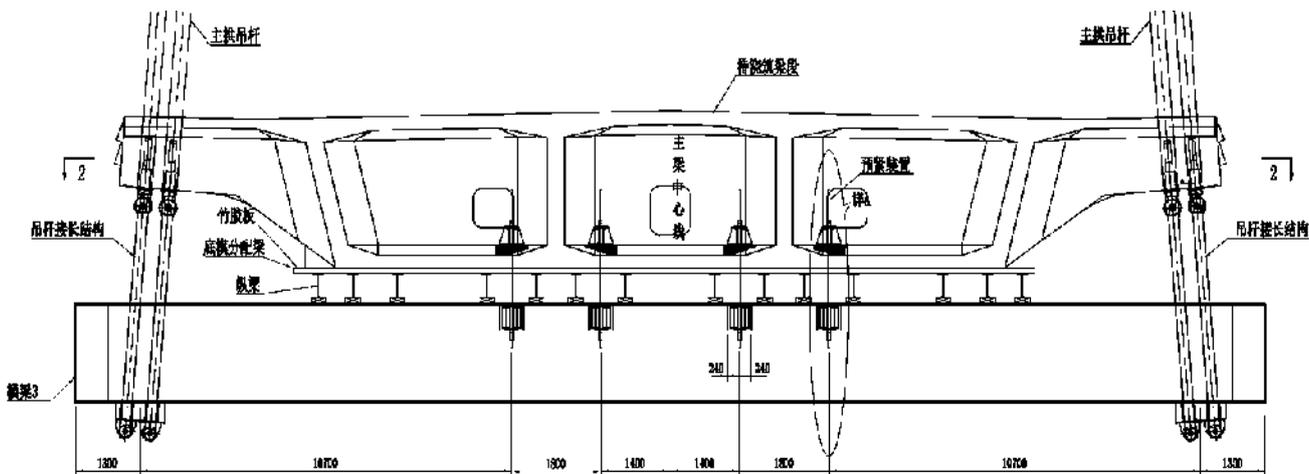


图1 主梁与吊架节段锚固布置图

#### 4.7 主梁合龙段施工

##### 4.7.1 合龙口临时锁定

为保证灌注质量, 在合龙段需设置可靠的临时刚性连接, 保证合龙段混凝土强度达到100%、弹性模量达到100%及混凝土龄期不少于5d进行预应力张拉时混凝土不开裂。

在主梁合龙段相邻的两个ZL08节段浇筑前, 在端部腹

板及顶板上分别设置预埋件, 预埋件锚筋采用 $\phi 16$ 的U形钢筋, 劲性骨架用I25a焊接而成。ZL08节段预应力张拉完成后, 将合龙口进行锁定。合龙段锁定前根据监控要求进行温度及梁体线型观测, 按照监控指示待日内温度较低、温差稳定时段内, 焊接劲性骨架, 将合龙段锁定, 形成固结体系, 合龙口锁定温度要求为 $14 \pm 5^\circ\text{C}$ 。

#### 4.7.2 合龙段施工

合龙段临时锁定之后尽快进行混凝土浇筑,浇筑时间在4h内完成,合龙段采用比设计等级高一标号的混凝土。

#### 4.8 主梁吊架拆除

主梁混凝土全部浇筑完成并张拉压浆完成后,完成体系转换使永久吊杆完全受力,以3根横梁作为一个拆卸单元,利用缆索吊机将主梁吊架分节段拆除。原则上吊架拆除节段滞后混凝土浇筑节段至少2个节段。

### 5 结语

贵州鸭池河特大桥主桥为主跨436m的中承式钢-混结合拱桥。根据工期紧张,跨度大,结构复杂、风险高等工程特点,充分考虑桥址处山区峡谷的地形地貌以及交通运输等不利条件,而因地制宜选择施工方案和制定施工组织设计的设计原则,采用了中承式拱桥混凝土主梁吊架法现浇施工技术,结构受力和线型满足设计要求,使成贵铁路鸭池河特大桥的工期进度、安全质量均得到了保证,为公司创造了巨大

的经济效益和社会效益,为今后类似中承式、下承式拱桥等项目的施工和研究积累了丰富的技术资料。

#### 参考文献

- [1]彭益华,毛立敏.半漂浮式主梁钢管混凝土拱桥黏滞阻尼器减震设计[J].建筑科学与工程学报,2022,39(2):36-43.
- [2]何春喜.基于桥梁博士的主跨96m钢管混凝土拱桥施工控制分析[J].北方交通,2018(7):59-61.
- [3]安坤.预应力混凝土连续梁拱桥主梁结构横向截面验算设计[J].中国科技纵横,2018(6):125-127,186.
- [4]于哲,郑建新,孙南昌,等.大跨预应力混凝土斜拉桥平转施工阶段主梁受力研究[J].施工技术,2021,50(23):13-17,40.
- [5]何海.采用后支点挂篮施工的双边箱主梁混凝土斜拉桥设计[J].城市道桥与防洪,2021(2):62-64,73.
- [6]罗洁,许波.宽幅混凝土斜拉桥主梁施工过程应力分析及建议[J].中国水运(下半月),2021,21(7):109-111.

