

# Optimization Study on the Construction Plan of Iron Related Short Tower Cable Stayed Bridge

Zhen Luo

Ganjiang New Area Shijie Real Estate Co., Ltd., Ganjiang, Jiangxi, 330117, China

## Abstract

The paper is based on the construction plan of the low tower cable-stayed bridge involved in the Sunshine Avenue project, and focuses on the optimization problem of changing the main beam construction plan from suspended casting method to large section cast-in-place method. Two construction techniques are analyzed from the aspects of construction period, structural stress, and engineering quantity. A numerical analysis model of the bridge is established using Midas finite element software, and the stress situation of the main beam during the construction of large section cast-in-place method under various working conditions is analyzed. The results show that the engineering quantity of the main beam using the large section cast-in-place method is relatively increased, but the structural stress meets the requirements of the specifications; Large section cast-in-place can significantly shorten the main beam pouring period, reduce the construction time of adjacent railway lines, lower railway operation safety risks, and save railway related costs. It has broad application space in railway engineering.

## Keywords

low tower cable-stayed bridge; turning body; hanging pouring; large section cast-in-place; scheme optimization

# 涉铁矮塔斜拉桥建设方案优化研究

罗震

赣江新区启杰置业有限公司, 中国·江西 赣江 330117

## 摘要

论文以阳光大道工程涉铁矮塔斜拉桥建设方案为背景, 针对其主梁建设方案由挂篮悬浇法变更为大节段现浇的优化问题, 从施工工期、结构受力、工程量等方面分析了两种施工工艺, 并利用Midas有限元软件建立桥梁数值分析模型, 分析了各工况下大节段现浇法施工的主梁受力情况。结果表明: 采用大节段现浇法的主梁工程量相对增加, 但结构受力满足规范要求; 大节段现浇可显著缩短主梁浇筑工期, 减少邻近铁路营业线施工的时间, 降低铁路运营安全风险, 同时节约涉铁相关费用, 在涉铁工程中具备广阔的应用空间。

## 关键词

矮塔斜拉桥; 转体; 悬浇; 大节段现浇; 方案优化

## 1 引言

近年来中国交通事业发展迅速, 公路及城市道路与铁路立交项目日益增多。根据国铁集团要求, 公路和城市道路上跨高速铁路及相关联络线和动车走行线的路基、桥涵地段, 以及上跨开行客车的普速铁路的路基、桥涵地段, 桥梁施工应优先采用转体施工方案。转体法施工具有对既有线运营影响小、需要占用铁路天窗时间少、安全可靠的优点, 应用广泛, 且主梁多采用预应力混凝土结构, 主梁浇筑一般采用挂篮悬浇<sup>[1]</sup>或者大节段支架现浇法<sup>[2]</sup>。挂篮悬浇法受施工场地影响较小, 但施工周期较长<sup>[3]</sup>。而大节段支架现浇法施工周期短, 总体经济性较好, 受施工场地影响较大<sup>[4]</sup>。

【作者简介】罗震(1988-), 男, 中国江西南昌人, 本科, 助理工程师, 从事工程项目管理研究。

论文以涉铁转体矮塔斜拉桥方案优化为背景, 分析优化后主梁结构受力、施工工期、工程量等变化, 可为类似项目提供参考。

## 2 工程背景

阳光大道工程位于中国江西省赣江新区, 线路呈东西走向, 西接 105 国道, 东至新琪周大道, 直接连接昌九公路, 是赣江新区内连接临空区和桑海产业园的交通干道, 连通性强, 承担部分过境交通。本项目线路全长约 2.15km, 规划红线宽度 50~60m, 线路上跨京九铁路、昌九城际, 公铁夹角分别为 88°、80°, 涉铁桥梁全长 1018m。

## 3 主要技术标准

桥梁结构设计基准周期为 100 年, 结构安全等级一级。道路等级为城市主干路, 同时满足一级公路标准, 主路设计

速度 60km/h。主梁自重按实际断面计,梁体自重 26kN/m<sup>3</sup>,二期恒载 204.7kN/m,活载采用 1.3 倍城 A 荷载。

## 4 桥梁主体结构设计

### 4.1 总体布置

主桥采用预应力混凝土矮塔斜拉桥分别上跨京九铁路、昌九城际铁路,孔跨布置为 2~85m+30m+2~85m,主桥长 370m,桥面全宽 36.6m,整幅布置。两座矮塔斜拉桥间设置一孔 30m 现浇预应力砼箱梁衔接,两侧引桥采用预应力混凝土连续小箱梁,如图 1 所示。

### 4.2 上部结构

主梁横断面为箱形截面,梁高 3~6m,按二次抛物线变化。主墩两侧 29.9m 范围内为无索区,29.9~69.9m 范围内为布索区,边墩侧 14.98m 范围内为无布索区;梁端斜拉索锚固点纵向间距 4.0m,横向间距 1.0m;梁端斜拉索锚固点处设横隔板,横隔板厚度 0.5m,横隔板下部设 1.2m×1.0m 人孔。

斜拉索采用 1860 级钢绞线,规格为 61-Φ<sup>s</sup>15.2,采用钢绞线拉索群锚体系。斜拉索按扇形单索面双排索布置,主塔两侧各布置 11 对斜拉索,梁端顺桥向间距 4.0m,横桥向间距 1.0m,塔端竖向间距 1.0m,横向间距 1m,斜拉索为空间索。

### 4.3 下部结构

主墩采用矩形空心墩截面,墩身底平面尺寸 6.0m(顺桥向)×15m(横桥向),主墩高分别 12.5m、11m。主塔为钢筋混凝土结构,墩塔梁固结,桥面以上塔高分别为 24.5m、24.4m,主塔采用纵向人字形造型,截面为多边形截面,横桥向宽度 3.3m,顺桥向在塔底处宽度 8m。桥面以上 9.5~19.5m 为布索区。

### 4.4 转体施工方案

两座矮塔斜拉桥转体段长度均为 (78.5+78.5)m,平行于京九线、昌九城际铁路浇筑,转体段施工完成后,平面顺时针旋转 88°、80°,转体时间小于 2h,转体重量约 2.8

万吨,转体就位后浇筑梁端现浇段。

## 5 建设方案优化

### 5.1 大节段支架现浇

为缩短矮塔斜拉桥处于大悬臂状态时间,缩短对既有铁路营业线影响,同时加快该项目的建设进度,主桥上部结构施工由原挂篮悬浇调整为大节段支架现浇。桥梁工法调整将影响其受力状态,故需对主桥预应力钢束、斜拉索等进行调整。

原挂篮悬浇法施工的转体梁段为 2~78.5m,其中 0 号块长 13m,其余部分为 19 个长 3m 或 4m 节段。变更设计方案后,采用大节段支架现浇工艺,即将原悬浇部分调整为 3 个长 24m 大节段支架现浇段,再采取相关赶工措施的情况下,调整方案施工工期约 6 个月,相较于原挂篮悬浇法方案可节约 8 个月工期,可节省涉铁相关费用约 700 万。

### 5.2 数值分析

转体桥属于异位施工,无论主梁采用悬浇还是大节段支架现浇施工,转体过程中都要经历大悬臂工况,受力体系基本相似,但大节段现浇工法预应力钢束需锚固在齿块上,钢束平弯、竖弯增多,应力损失增加。为确保方案变更后主梁的受力性能符合要求,需要对其进行分析计算。论文基于 Midas 三维分析软件,建立大节段支架现浇法的矮塔斜拉桥数值模型,按照部分预应力(A类)混凝土结构进行验算,并将计算结果与悬浇法方案进行对比。

两种方案主梁在施工阶段主梁应力如图 2 所示,从图中可知主梁在施工阶段均处于全截面受压状态,且应力值小于 0.7f<sub>ck</sub>,均满足规范要求,而大节段支架现浇方案的主梁压应力储备略高于挂篮悬浇方案。运营阶段计算结果见表 1,挂篮悬浇方案与大节段现浇方案满足规范要求,二者受力状态较为接近。

### 5.3 工程量变化

主梁采用大节段现浇法施工,预应力钢束仅锚固在大节段施工缝处无法满足结构受力要求,故增加梁内齿块构造,相关材料的主要数量变化如表 2 所示。

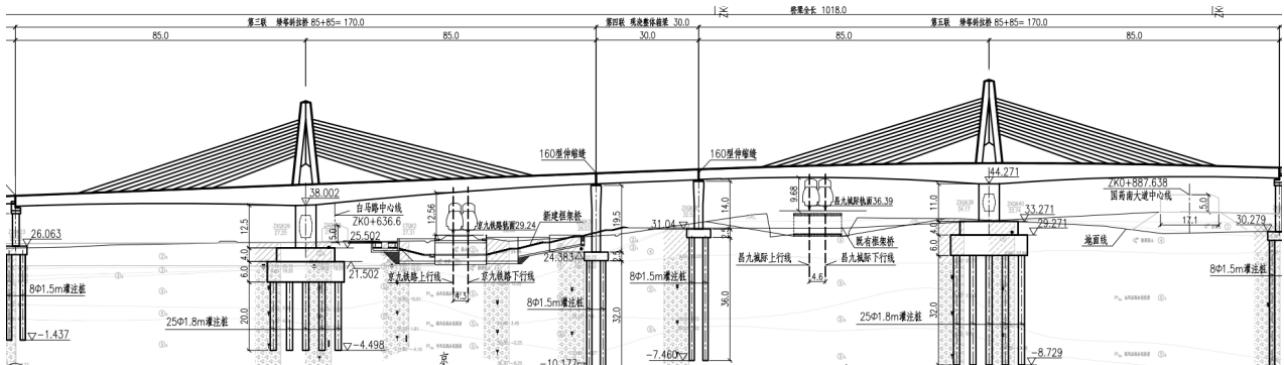


图 1 总体布置图(单位: m)

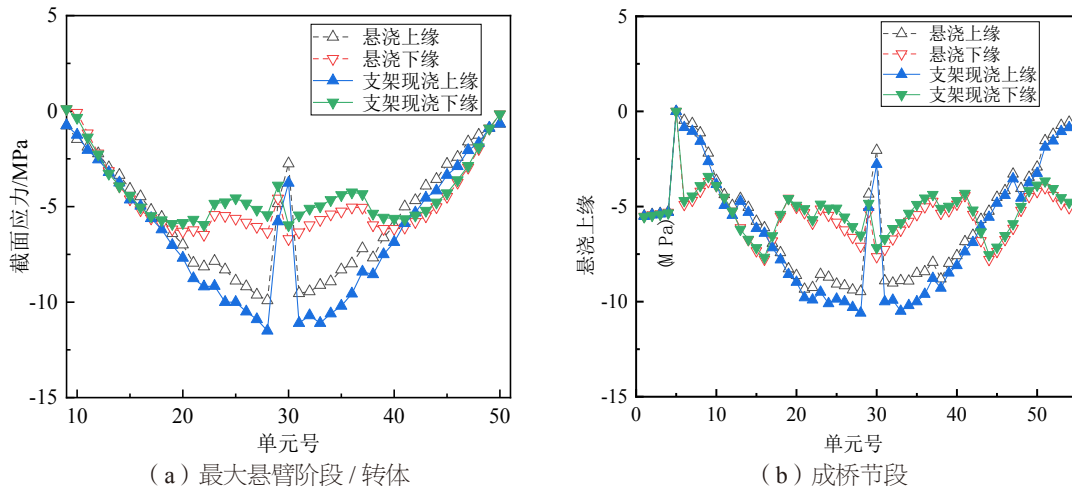


图 2 施工阶段主梁应力

表 1 运营阶段计算结果

| 验算项目         |                  | 计算值 MAX   |          | 构件承载力设计值 / 允许值             |
|--------------|------------------|-----------|----------|----------------------------|
|              |                  | 挂篮悬浇      | 大节段现浇    |                            |
| 持久状况承载力极限状态  | 正截面抗弯验算 (kN × m) | 1671730.4 | 144690.3 | 1953564                    |
|              | 斜截面抗剪验算 (kN)     | 170823    | 163965   | 252796                     |
| 持久状况正常能力极限状态 | 正截面抗裂验算 (MPa)    | 6.3       | 6.4      | 0.7f <sub>tk</sub> = -1.92 |
|              | 顶底板斜截面抗裂验算 (MPa) | -1.36     | -1.36    | 0.5f <sub>tk</sub> = -1.37 |
|              | 腹板斜截面抗裂验算 (MPa)  | -1.34     | -1.30    | 0.5f <sub>tk</sub> = -1.37 |
| 持久状况应力验算     | 正截面压应力验算 (MPa)   | 14.2      | 14.2     | 0.5f <sub>ck</sub> = 17.75 |
|              | 斜截面主压应力验算 (MPa)  | 14.2      | 14.2     | 0.6f <sub>ck</sub> = 21.3  |

表 2 单座矮塔斜拉桥工程量变化

| 项目  | 变化                                                                  |
|-----|---------------------------------------------------------------------|
| 钢束  | 纵向预应力束增加 8 束, 约 13.3t, 塑料波纹管长度增加 626m                               |
| 齿块  | 齿块共增加 172 个, C55 混凝土增加 100.26m <sup>3</sup> , 钢筋增加约 143.5t          |
| 节段  | 主梁节段由 43 个节段改为 9 个节段                                                |
| 合龙段 | 取消边跨合龙段, C55 混凝土减少 7.6m <sup>3</sup> , Q235 钢材减少约 63.5t, 钢筋减少约 6.8t |

## 6 结语

论文以阳光大道涉铁转体矮塔斜拉桥方案变更为例, 从建设工期、结构受力、工程量变化等方面, 分析对比了主梁挂篮悬浇方案与大节段支架现浇方案:

①与挂篮悬浇法相比, 主梁大节段支架现浇方案在工期方面有着显著优势。

②在结构受力方面, 由于二者在转体过程中都处于悬

臂状态, 所以二者的受力差异相对较小, 而大节段支架现浇方案的主梁需要在原挂篮悬浇方案上增加 8 束纵向预应力束。

③在构造方面, 大节段支架现浇方案的主梁施工缝明显小于挂篮悬浇方案, 所以需要增加齿块类型来锚固钢束, 相应工程量增加。

④由于涉铁费用呈现相对较低的特点, 大节段支架现浇方案在涉铁桥梁上部结构施工中具备广阔的应用空间。

## 参考文献

- [1] 滕炳杰. 挂篮悬浇与大节段支架现浇方案对比分析[J]. 铁道工程学报, 2012(6): 55-58.
- [2] 吴涛, 黄晨. 城市跨铁路转体桥梁设计研究[J]. 工程建设和设计, 2024(7): 103-105.
- [3] 余红梅. 大跨度连续箱梁桥悬浇变现浇施工工艺及力学特性对比分析[J]. 建设科技, 2016(6): 110-111.
- [4] 孟文节. 大节段现浇变截面连续转体梁桥设计[J]. 城市道桥与防洪, 2022(2): 80-81+15.