

斜拉桥索塔施工质量控制技术

税 宁 波， 王 红 力

(中国水利水电第七工程局有限公司 第一分局,四川 彭山 620806)

摘 要:斜拉桥适用于大跨度桥梁,广泛应用于大江大河以及峡谷间。但由于其施工条件复杂,操作空间受限,建造难度较大,因而对斜拉桥索塔施工技术质量的把控就显得至关重要。以建设中的某斜拉桥项目为例,针对该工程斜拉桥索塔施工质量控制要点制定的施工辅助措施进行了简明地概述及分析。

关键词:斜拉桥;索塔;混凝土;施工辅助措施;线形

中图分类号:U448;U445;U442 **文献标识码:** B **文章编号:**1001-2184(2019)05-0058-03

Quality Control Technology of Tower Construction of Cable-stayed Bridge

SHUI Ningbo, WANG Hongli

(First Branch of Sinohydro Bureau 7 Co., LTD, Pengshan, Sichuan, 620806)

Abstract: Cable-stayed bridges are suitable for long-span bridges and are widely used in large rivers and canyons. However, due to its complex construction conditions, limited operation space and difficult construction, it is very important to control the construction quality of cable-stayed bridge tower. Taking a cable-stayed bridge project under construction as an example, this paper concisely summarizes and analyses the construction auxiliary measures formulated in accordance with the key points of the construction quality control of the cable-stayed bridge tower.

Key words: cable-stayed bridge; cable tower; concrete; construction auxiliary measures; linear

1 概 述

斜拉桥主要由索塔、主梁、斜拉索组成,拥有单塔、双塔和多塔式等多种结构形式。索塔就建筑材料而言,有混凝土结构、钢-混凝土组合结构以及钢结构。就该项目而言,索塔为双塔形式,采用混凝土结构。在索塔施工过程中,采用了较多的施工辅助措施,如斜面支架、液压爬模、主动横撑等。由工程实践得知:如何合理地制定施工辅助措施对该项目斜拉桥施工质量的保证尤为关键^[1]。

该工程位于金堂县北河、中河、毗河三江汇口上游约 600 m 处,主跨跨越韩滩双岛及中河,边跨跨越毗河、北河,有别于斜拉桥常规的跨越形式。

该斜拉桥索塔为钻石型,由下塔柱、下横梁、中塔柱、中横梁、上塔柱、上横梁以及塔冠组成,塔高 137.5 m,采用 C55 混凝土结构(图 1)。主桥为

215 m+430 m+215 m 斜拉桥,桥宽 38 m,采用 Q345qd 钢箱梁结构;引桥总长 437 m,标准跨径为 40 m、50 m,标准桥宽 32.5 m、36 m,采用 C50 预应力混凝土连续梁^[2]。

2 施工质量控制要点

该工程考虑到政府长期用地规划、当地水文地质条件以及桥梁的美观,在分析了索塔设计的构造、结构尺寸以及外观形式后得出了以下三个主要质量控制要点:

(1)索塔外观设计为钻石形,高度为 137.5 m,截面(5.5 m×8.8 m)相对高度较小,属细长杆件,且索塔中塔柱属内倾结构,内倾角为 77.6°,在塔柱混凝土浇筑高度上升过程中,长细比及偏心力随之增大,对索塔的线型控制十分不利;

(2)索塔塔柱横桥向壁厚为 0.6 m,纵桥向壁厚为 1.2 m(中塔柱)和 1 m(上塔柱),壁厚较常规设计要求要薄,从而造成了钢筋设计密集、预埋件安装难度大、振捣难度大、混凝土外观质量难以保

收稿日期:2019-07-06

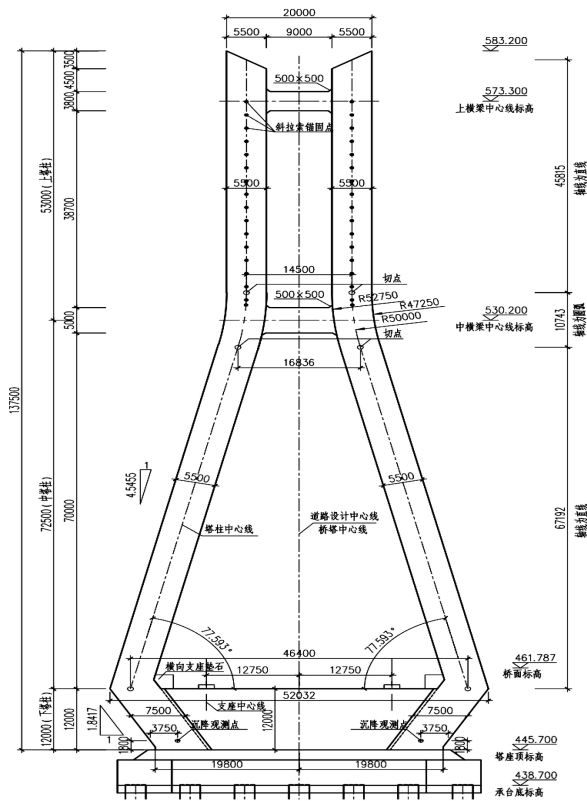


图 1 索桥立面结构图

证的问题；

(3)上塔柱钢锚梁牛腿设计为混凝土结构,与钢锚梁不能连接成一个整体,而且钢锚梁设计为分段螺栓连接,容易出现钢锚梁现场拼装连接变形而导致钢锚梁精确定位安装困难的问题,进而影响到后期斜拉索的挂设质量。

3 针对索塔施工质量采取的控制措施

(1)下塔柱斜面支架。下塔柱高 10 m,为闭合多箱室结构,分两次浇筑完成,每次浇筑 5 m。下塔柱倾角为 62°,为保证模板安全及混凝土浇筑成型质量,施工中搭设斜面支架对模板进行支撑固定,单侧斜面支架由 8 榀型钢支架组成,通过型钢连接在一起,以避免整体失稳。根据受力计算,每榀型钢支架由 56B、36B 以及 20B 工字钢组成,各组成构件采用双面焊接进行连接^[3]。

(2)主动横撑。该工程通过设置主动横撑消除塔柱往内倾斜的力,从而避免塔柱向内发生偏移以保证塔柱外观线形。根据塔柱受力及位移的建模计算,分别在下横梁与中横梁间设置了三道主动横撑,在中横梁与上横梁间设置了一道主动

横撑,每道横撑由 2 根钢管组成。横梁在安装完成后,采用千斤顶给予横撑一个起顶力,从而抵消了塔柱的内倾位移,保证了塔柱的线形。

(3)液压自爬模体系。该工程索塔塔柱外断面除中横梁无变化外,还因塔柱建筑高度高且中塔柱向内倾斜,故对索塔中、上塔柱采用分节段的方式施工,单个节段的最大高度不超过 6 m,全塔共分为 25 个节段,采用由专业厂家生产的 ZPM-100 型液压自爬模体系施工。相对于翻模以及滑模而言,该爬模系统可以更好地适用于该工程的索塔结构形式,可以实现塔柱分段连续施工,且使用过程中模板安装简易,操作空间大,标准化施工程度高,从而大大改善了塔柱混凝土外观质量,有效地保证了索塔线形^[4]。

该液压爬模体系外侧爬架由上支架、三脚架、下挂架、导轨、埋件、附墙装置及液压动力装置组成。从上往下提供了近 15 m 垂直高度的操作平台,分别由吊平台、主平台及上平台组成。模板由内、外模板组成,外模由 21 mm 厚进口 WISA 板、H20 木工字梁、横向 14 槽钢背楞和专用连接件

组成,转角圆弧模板采用定制钢模板;内模全部采用定制钢模板。

爬模使用原理:通过在塔柱混凝土内预埋爬锥,挂设挂座,安装受力螺栓,架体通过挂座稳固,由架体支撑操作平台,模板通过平台上的后移装置进行安装及拆除,人员在操作平台上进行常规的钢筋绑扎、模板安装及混凝土浇筑作业。爬模爬升原理:提前在上下两个挂座间安装导轨,架体通过滑轮、上下换向盒与导轨连接,启动油泵,千斤顶油缸同步顶升架体往上滑移,油缸的每个循环顶升高度为 30 cm,重复上述步骤,直至爬升到位。

在实际施工过程中,由于塔柱横桥向投影面为斜面,因而爬锥预埋位置须垂直于斜面埋设,从而导致该侧的爬模架体受力不均、往塔柱内侧倾斜,进而导致该侧架体重量分布不均,影响其在爬升过程中该侧架体的同步性。为解决该不同步问题,技术人员在实践过程中不断探索,最终制定了在每个千斤顶油缸处安装截流阀的方案,通过单独控制每个油缸顶升的快慢,使该侧达到同步爬升的效果。

(4)混凝土浇筑措施。该项目索塔塔柱钢筋密集,振捣困难,很容易造成因混凝土不密实而影响混凝土的外观质量。为改变混凝土振捣的质量,该项目技术人员自主研发了一个可伸缩式的混凝土振捣装置。在索塔混凝土浇筑过程中,首先将振捣装置置于塔柱内,再将振捣棒置于振动装置内,从而避免了振捣棒扰动钢筋而影响振捣效果。最后,振捣装置随单个节段塔柱浇筑高度的上升适当地收缩,进而完成对该节段混凝土的振捣施工,确保了混凝土外观质量。

(5)钢锚梁施工措施。针对该工程结构特点,在上塔柱施工过程中,为减少钢锚梁对接变形带来的定位误差,该工程通过设计变更,取消了钢锚梁对接螺栓连接,将钢锚梁在工厂内整节加工后再运至现场进行安装。考虑到钢锚梁最大吊重约

为 7.5 t,因此,单个主塔配置了 1 台川建 C7050 塔式起重机(起吊半径 50 m,最大吊重 16 t,吊钩有效高度约 146.92 m)以及 1 台川建 C7022 塔式起重机(起吊半径 60 m,最大吊重 16 t,吊钩有效高度约 163.33 m),分别布置于索塔的两个侧面。

在工厂内将单个塔柱上所有的分节钢锚梁提前进行整体试拼装以消除安装误差,便于后期现场安装定位,最后再运至现场进行安装。在现场施工过程中,首先将第一个钢锚梁提前安放到位,定位准确,再进行塔柱混凝土浇筑,这样实施可以有效地避免在混凝土浇筑过程中塔柱内壁两侧钢锚梁混凝土牛腿在浇筑成型后顶面高程不一致而影响到后期钢锚梁的定位及安装质量。同时,制作钢管支架用于定位第二个钢锚梁,依此类推,直至完成最后一个钢锚梁的定位,从而避免了多次定位安装钢锚梁带来的累计误差,确保了钢锚梁整体施工质量,实现了塔柱钢锚梁的快速安装施工^[5]。

4 结 语

笔者对该斜拉桥索塔的结构特点进行了深入分析,得出了该工程索塔施工质量控制要点,制定了相应的施工辅助措施,从而保证了索塔施工质量。虽然施工辅助措施不尽完善,但对于该工程索塔后续施工而言,具有重要的意义。

参考文献:

[1] JTG TF50—2011,公路桥涵施工技术规范[S].
[2] GB 50017—2017,钢结构设计标准[S].
[3] GB 50661—2011,钢结构焊接规范[S].
[4] 江正荣,朱国梁.简明施工手册(第四版)[M].北京:中国建筑工业出版社,2016.
[5] JTG 3362—2018,公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].

作者简介:

税宁波(1995-),男,四川犍为人,助理工程师,从事桥梁工程施工技术工作;
王红力(1986-),男,陕西洋县人,工程师,从事市政工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

鹿溪河大桥首仓连续箱梁混凝土浇筑完成

2019 年 10 月 10 日,由水电七局承担建设的科学城南路项目鹿溪河大桥首仓连续箱梁混凝土浇筑完成。鹿溪河大桥是成都天府新区重点工程项目,此次连续箱梁顺利浇筑完成,为推进后续桥梁施工和项目整体进度创造了良好条件。