

# 索塔施工关键技术研究

张 文

重庆市铁路(集团)有限公司 重庆 400050

**摘 要:** 索塔是斜拉桥和悬索桥的非常重要的组成部分,其施工质量影响着桥梁的整体质量。因此,在斜拉桥和悬索桥的施工过程中,要严格按照要求进行施工,保证索塔的施工质量。论文主要对索塔施工的关键技术进行分析,以期为提高索塔施工质量提供借鉴。

**关键词:** 桥梁;索塔;关键技术

在多种桥梁类型中,斜拉桥和悬索桥是一种特殊的桥梁,均由缆索和主塔构成,在该类桥梁施工中,索塔的施工质量决定了整个桥梁的质量和安全性。因此,在实际桥梁施工建设过程中,要提高索塔的施工技术,从而保障桥梁的施工质量、安全性和耐久性。

## 1 工程概况

绿汁江大桥是玉溪至楚雄高速公路的控制性工程,为主跨780m的单塔单跨钢箱梁悬索桥,桥梁全长798m,桥梁中心里程K102+967.809m,两岸均直接与隧道连接。主缆分跨140m+780m,矢跨比1/11;主缆横向布置2根,间距28m;吊索顺桥向标准间距为11.8m,主跨节段划分为12.4+59×11.8+71.4m;钢箱梁梁高3m,梁宽31.4m。仅在玉溪岸设置索塔,索塔高156m;两岸锚碇均为隧道锚;仅玉溪岸设有引桥,为2×40m现浇箱梁。

## 2 施工方案

### 2.1 塔柱液压爬模施工

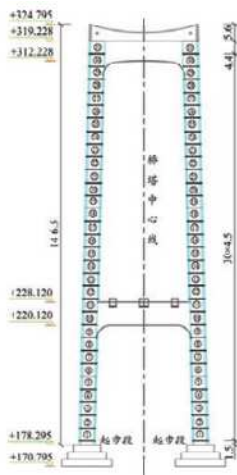


图1 索塔构造及浇筑分节示意(单位:m)

门型索塔采用液压爬模法进行施工,按照45m高度为一个

**通讯作者:** 张文, 性别: 男, 民族: 汉族, 出生年月: 1987.11, 籍贯: 四川资阳, 学历: 本科, 职称: 中级工程师, 研究方向: 建筑施工与管理, 邮箱: 357210691@qq.com

基准节段,塔柱分32节。索塔构造及浇筑分节示意图1。

### 2.2 横梁异步浇筑

下横梁施工采用落地支架法,支架设计为钢管立柱,与塔柱异步浇筑:塔柱施工采用液压爬模法,在横梁结构位置完成钢筋及预应力预埋,在施工上塔柱时,开始施工下横梁(下横梁施工与上塔柱施工在不同作业面上同时作业)。上横梁待塔柱施工完成且液压爬模内侧爬架拆除后进行施工。塔柱及横梁浇筑顺序如图2所示。



图2 塔柱及横梁浇筑顺序

## 3 索塔施工关键技术分析

### 3.1 准备工作

施工设备是塔柱施工过程中不可缺少的重要基础,因此,要选择适宜的设备,做好前期准备工作,为塔柱施工奠定基础。塔吊是塔柱施工的重要设备,为了满足主塔和上部结构施工的吊重需求,共选择2台塔吊,并对其进行了布置,为塔柱施工做准备。另外,电梯也是塔柱施工不可或缺的装置,共配备了3台电梯,用于人员、材料、工具的运送。同时,还要做好混凝土输送管、泵管、施工用水管的布置工作,为塔柱混凝土浇筑施工做准备<sup>[1]</sup>。

### 3.2 塔柱爬模施工技术研究

为确保主塔混凝土外立面线形平顺、表面光滑、内部密实,本桥采用爬模技术进行主塔施工。爬模设施分模板系统、预埋件系统、支架系统、液压系统。在塔柱爬模施工过程中,无需其他起重设备,操作方便,爬升速度快,安全系

数高,是高耸建筑物施工时的首选模板体系。一个完整的爬模系统分别由模板系统、预埋件系统、支架系统和液压系统组成。对于模板系统,考虑到该桥塔柱的构造特点及尺寸,主塔施工大部分属于高空作业,因此要选择轻质高强型的模板体系,本桥塔柱模板由2.1cm WISA板、工字木梁(H20)、木梁连接爪、背楞组成,具有强度高,稳定性好等特点;预埋件系统为爬模的重要连接构件,它主要由埋件板、高强螺杆、受力螺栓、爬锥组成。在施工过程中,要对预埋件的强度和尺寸依照规范进行测试,保证爬模施工的顺利进行;爬模支架系统主要由承重三角架、后移装置、中平台、吊平台、导轨、附墙装置、主背楞组成,该支架系统具有空间稳定性好,易于拆卸、组装等特点,便于主塔的节段施工;液压系统是爬模设备的动力来源,通过自带的液压顶升系统,将爬模系统一步步提升,直至主塔混凝土浇筑完成。主塔施工爬模基本流程:上阶段混凝土浇筑完成后,拆模后移,安装附着装置,绑扎钢筋,提升轨道,爬升架体,将模板清理并刷脱模剂,然后,将预埋件固定在模板上,合模并浇筑主塔下节段混凝土<sup>[2]</sup>。

### 3.3 倒角模板防坠落安全技术

液压爬模在进行模板设计时,直面模板一般采用木模或大面钢模,倒角模板的选择多以钢材为佳。对大倒角模板而言,要与直面模板设计为一体,存在模板刚度、连接定位、接缝处置及与架体空间干扰等困难。因此在施工过程中,倒角模板往往是独立体,通过吊装的方式安装就位,每次拆模后需拆除吊放到地面,等液压爬模爬升完成,再吊装就位。因倒角模板抗风面积大,高空吊装作业安全风险大,具有较大的坠落安全隐患,对爬模整体性形象造成破坏、影响施工效率。

为优化倒角模板吊装工艺,预防高空坠落,在上架体上设计一个带水平面内360°旋转轴承的支架,进行倒角模板悬吊。在倒角模板安装调试时,悬吊装置可承载其重量并进行初步就位。在拆模后,通过悬吊装置旋转,可将模板临时靠在平面上架体端部并临时固定,其重量仍由悬吊装置承载,倒角模板随着液压爬模一起爬升到位后旋转复位进行安装。通过优化,有效解决倒角模板的吊装及定位问题,避免反复进行高空吊装导致的安全隐患,大大提高工效。

### 3.4 预应力管道安装

预应力钢束在箱梁施工时已锚固在0#块内,索塔施工时需用波纹管固定并调节线性,在劲性骨架安装施工过程中,需要对波纹管进行准确定位。在本工程施工中,波纹管定位采用 $\phi 10$ “#”型钢筋材料,并将其焊接至墩身钢筋材料上,在进行钢筋材料的安装和焊接施工过程中,需要注意采用硬纸板进行遮挡,避免在焊接施工中,电焊渣对波纹管造成破坏。管道预埋同时,要注意预留压浆管,压浆管必须采用高压胶管。混凝土浇筑完成后,立即用空压机试通压浆孔,防止压浆孔堵塞。每个节段墩身浇筑完成后同样要试通<sup>[3]</sup>。

### 3.5 主动水平临时横撑装配式卸落技术

水平横撑采用钢管或者型钢桁架制作,利用千斤顶施加水平力,用楔形垫板固定,待塔柱合龙或者横梁施工完成后,破除垫板,拆除水平撑杆。在水平撑杆卸力时,采用千斤顶受力转换后破除垫板工效慢、安全隐患多;若不用千斤顶受力转换即直接破除,则因应力释放导致的安全风险更大。研发出一种塔柱水平撑杆安全卸力装置,在卸力时通过小型穿心千斤顶松退精轧螺纹钢,让卸力装置滑动松退实现卸力。使用该装置卸力安全可控,工序简单,避免了直接破除垫板的安全隐患,提高工效。在水平撑杆施加顶撑力时,可根据需求调整楔形块在支撑座斜面上的位置从而实时调整构件总体长度,便于控制支垫距离,确保支垫受力体系,避免了用钢板在垫板后进行塞垫的不可控因素。通过安全卸力装置的应用,实现水平撑杆可装配施工<sup>[4]</sup>。

### 3.6 混凝土浇筑

索塔混凝土浇筑施工过程中,采用8条插入式振捣器,振捣器与侧模之间的间距应该控制在50mm~100mm之间,在进行水平移动过程中,应该将间距控制在振动棒半径的1.5倍左右,在本工程施工中,应该控制在50cm以内。在进行混凝土振捣施工过程中,需要采用梅花式振捣方式,需要注意的是,在混凝土浇筑施工完成后,必须即刻进行混凝土振捣施工,在本工程施工中,振捣时间应该控制在30s~40s以内。当混凝土表面停止沉落,同时在混凝土振捣施工过程中不会产生明显气泡,混凝土表面平整,并且已经将模板的边角位置填实后,说明混凝土振捣密实完成。在本工程混凝土浇筑施工过程中,木工班应安排至少两个人在现场值班,对模板、支架、钢筋等材料的稳固情况进行及时检查,如果发现问题,则应该及时采取有效的处理措施。除此以外,在混凝土浇筑过程中,控制好混凝土初凝时间,浇注上层时,下层不初凝。

总而言之,索塔施工主要包括上、下塔柱施工,塔座施工、下横梁施工等。在实际施工过程中,要做好前期的准备工作,比如,设备的选择和布置,钢筋的加工与绑扎等,之后,进行各个阶段施工。在阶段施工过程中,要严格按照施工技术要求进行施工,并加强质量控制,比如模板施工质量控制、混凝土施工质量控制等,从而提高索塔的整体质量,进而推动桥梁的进一步发展。

### 参考文献:

- [1]张天余,廖万辉.北盘江大桥主塔上横梁支架设计及施工控制要点[J].黑龙江交通科技,2018,(6): 144-146.
- [2]赵成贵.公安长江大桥主塔上横梁施工技术[J].上海公路,2019,(3): 41-45.
- [3]夏有前,万韬.红河特大桥主塔上横梁施工控制要点探究[J].交通建设,2019,(34): 251-252.
- [4]郭常瑞,黄晓星,胡学伟.马普托大桥索塔上横梁牛腿支架法施工技术研究[J].公路交通科技,2018,35(S1): 120-131.