

# 大跨度斜拉桥主塔结构现场施工分析

巩明<sup>1</sup> 崔彬彬<sup>1</sup> 王富林<sup>2</sup> 齐志<sup>2</sup>

1. 中铁大桥局集团有限公司第二工程分公司 江苏 南京 210015

2. 广西柳梧铁路有限公司 广西 贵港 537306

**摘要:** 斜拉桥因跨度大、造型大气美观被广泛运用在桥梁施工建设中, 跨江的大跨度斜拉桥在设计时多采用钢混合梁的形式, 主塔是承受荷载的最主要构件, 是一种特殊的结构形式。本文将以此为出发点, 针对斜拉桥索塔施工技术及其应用要点, 展开研究, 以供参考。

**关键词:** 斜拉桥; 索塔; 施工

**前言:** 索塔作为一种承载桥梁荷载的主要结构部件, 其质量水平的高低直接关系到桥梁的安全性和稳定性。主塔的高度通常较高, 这就对施工人员的技术要求提出了较高的要求。施工过程中, 需要高空作业, 操作复杂, 需要具备高强度、高精度的作业技术和丰富的经验。此外, 主塔的形状和结构也较为复杂, 需要进行精确的计算和准确的施工, 以保证主塔的稳定性和安全性。

## 1 斜拉桥主塔重要性

建造斜拉桥中, 桥索塔施工技术是基础性的施工环节, 最早起源于日本。该桥梁方式是综合传统的斜拉桥方式和连续梁施工方式的优势特点, 即利用主梁的受弯、受压和拉索的受拉来承受竖向集中荷载。在斜拉桥施工过程中, 需要合理选择施工方法和施工工艺, 用来保证索塔的位置符合具体施工要求, 保证桥梁的稳固性。需要注意的是, 在具体施工过程中应关注要施工的安全问题, 采取相应的防护措施, 保障施工人员的安全。

第一, 斜拉桥边跨布置需满足各种建设条件的前提要求, 除考虑经济性与施工便利外, 更需要关注其结构受力的安全性和耐久性。结构在设计时会尽量采用对称布置, 以减少施工和后期的运营风险。

第二, 斜拉桥的主塔作为斜拉桥的主要承重结构同时也是表达斜拉桥个性和视觉效果的主要构件, 桥塔作为高耸结构, 在承受拉索传递来的竖向荷载的同时还要抵抗水平向的风力和地震力等作用, 桥塔不仅要能够满足静力受力要求, 还保证其在承受水平荷载作用下的稳定性。

**通讯作者:** 巩明; 出生年月: 1989.08, 民族: 汉; 性别: 男; 籍贯: 江苏南京; 单位: 中铁大桥局集团有限公司第二工程分公司; 职位: 项目分部总工程师; 职称: 高级工程师; 学历: 本科; 邮编: 210015; 研究方向: 铁路桥梁施工。

第三, 斜拉桥的施工工艺成熟是其优势之一。相比于悬索桥梁或拱桥形式, 斜拉桥的施工方法相对简单, 施工周期相对较短。这对于加快桥梁工程进度、减少施工成本具有重要意义。然而, 在施工过程中也需要注意材料的选择和使用, 确保施工质量和桥梁的使用寿命。

## 2 斜拉桥主塔设计情况

盘龙柳江特大桥共设置两个主塔墩(32#和33#), 索塔采用钻石型桥塔, 32#塔高158m, 33#塔高为155m; 桥塔由上塔柱、中塔柱、下塔柱和下横梁等部分组成。

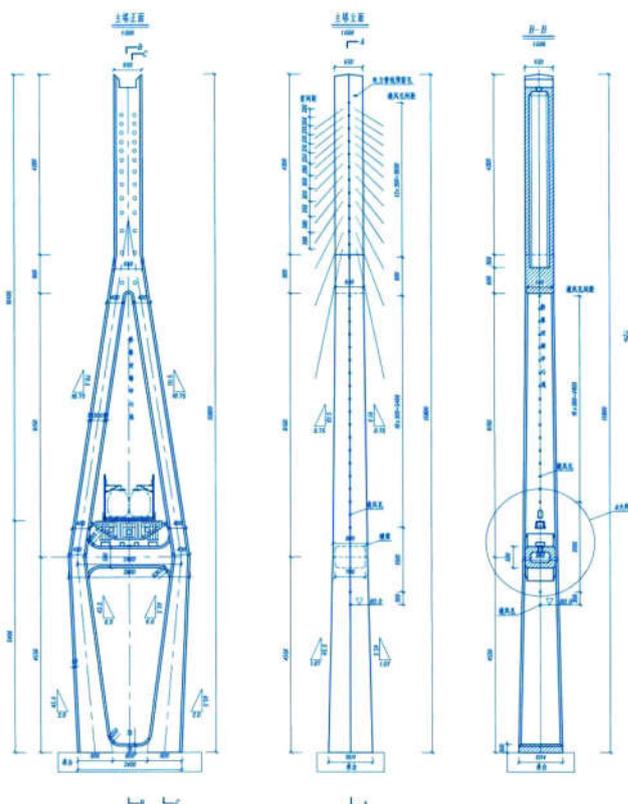


图1 盘龙柳江特大桥主塔设计图

上塔柱高42m, 采用单箱单室六边空心截面, 纵横

向最小壁厚均为1m,上塔柱内设置钢锚箱,塔顶底部设置厚度1.0m底板,底板上设置1.2m×1.2m进人孔,采用密水门封盖,以防雨水、灰尘落入塔内。上中塔柱连接段高9m,截面由六边形单箱单室截面过渡为六边形单箱双室截面,纵横向最小壁厚均为1m,连接段中间3m为实体段,段内设两处10m×1.5m进人通道。

中塔柱高61.5m,塔柱采用单箱单室截面,壁厚均为1m。在靠近钢梁内侧设置抗风支座垫石。下横梁采用单箱单室截面,高5m,横桥向理论中心距20m,顺桥向宽度7m,顶底板及腹板厚度1.3m。

32#主塔下塔柱45.5m(33#主塔下塔柱高42.5m),主塔底部5m为实体段,其余部分为单箱单室截面。下塔间设置2m高实体连接段以保证承台受力均匀。

### 3 斜拉桥主塔施工主要技术

#### 3.1 主塔劲性骨架安装

斜拉桥主塔的施工中,主塔劲性骨架的安装是一个重要的环节,关系到斜拉桥整体结构的稳定性和安全性。在施工前,要详细制定劲性骨架的图纸,并根据设计要求进行制作。劲性骨架的制作要精确,尺寸和形状要与设计一致,确保安装时的匹配性和稳定性。

劲性骨架在钢结构加工厂胎架上制造完成后,必须经质检人员检查验收合格后方能投入使用。主塔劲性骨架在承台施工时进行预埋,后续施工时根据塔柱分节长度依次安装各节劲性骨架,劲性骨架每节长度根据现场实际情况可以适当调整。作为钢筋安装成型的整体胎架和支撑结构。钢筋绑扎前,将劲性骨架接高,使之高出需绑扎的钢筋,然后按照设计的钢筋保护层厚度安装劲性骨架之间的连接件(兼作钢筋定位辅助件),每节劲性骨架均采用焊接连接。劲性骨架的安装应按照合理的顺序进行,一般是从低部到上部逐层安装。在安装过程中,要注意骨架的稳固性和平衡性,确保在安装过程中不会发生倾倒、滑动等危险情况<sup>[1]</sup>。进行上部的立杆型钢安装后,将余下的斜撑杆与横向连接撑杆进行安装,并通过焊接进行加固,所有节点焊接均采用四面贴脚焊,焊缝高度为7mm。在劲性骨架安装时,需要采取相应的安全措施,检查劲性骨架的垂直度、水平度等要求,确保安装的精度和稳定性,使用合适的吊装设备和安全带,确保安装人员的安全,并遵循相关的工作规范和操作规程,减少事故风险。若在实际的按照环节中,遇到劲性骨架出现误差的现象,需要进行调整和修正。这需要根据具体情况,采取相应的调整方式,如使用液压千斤顶、钢丝绳等工具进行调整,确保劲性骨架的准确安装。劲性骨架的安装允许偏差为:平面的允许偏差

> 5mm;将索塔的中线作为基准线,其斜率允许偏差 $\leq H/3000\text{mm}$ ,标高允许误差为+5mm,外形尺寸允许误差为+5mm<sup>[2]</sup>。

#### 3.2 塔柱钢筋施工

塔柱的钢筋施工也是十分重要的一步。主塔钢筋在加工车间加工检验合格后,由汽车吊配合平板车倒运至墩位处,利用塔吊吊装到位。塔柱钢筋安装顺序为竖向主筋接长→箍筋安装→拉筋安装;横梁钢筋安装顺序为先底板钢筋,再腹板钢筋,然后顶板钢筋,最后安装其他辅助钢筋;垫石钢筋在横梁钢筋安装时同步预埋,钢筋长度、间距、接头等均严格按相关验标及指南施工。

钢筋绑扎采用直径0.7~1.2mm的扎丝隔点进行扎结,钢筋骨架应绑扎牢固,以保证在混凝土浇筑过程中不发生大的变形。周边的钢筋保护层采用与主体工程同标号混凝土垫块,垫块应与钢筋绑牢,位置和数量符合规范和设计要求,且尽量分布均匀,错开布置。通过进人孔的钢筋均需截断,所截断钢筋在截断处做闭合处理。

#### 3.3 主塔模板安装

主塔下塔柱第1节与承台一起浇筑,由于受围堰内工作空间的影响,从第6节段开始采用液压爬模施工,爬模共设置5个操作平台,分别为钢筋绑扎平台、模板操作平台、主操作平台、液压爬升系统操作平台、修饰平台。通过利用爬模自带的架体完成钢筋绑扎、模板拉杆安装、混凝土浇筑、养护等工作。施工时,首先下塔柱第1节段与承台同时施工,第2-5节段利用爬模模板完成施工,并在第5节开始预埋爬锥,第6节段开始爬模进行施工,安装吊挂平台,利用爬模进行下塔柱其余节段施工。

受围堰及塔吊的影响,其中下塔柱的2-5节采用翻模法施工工艺,采用DXB-240模板以及作业平台进行施工,确保塔柱施工过程中的钢筋绑扎、拉杆安装、混凝土浇筑的安全可靠,混凝土采用汽车泵泵送施工。

在模板安装之前,需要仔细研究主塔的结构和荷载特点。根据主塔的形状和尺寸,制定出合理的模板支撑方案。对于较大规模的主塔,可以采用多级支撑的方式,增加模板的承载能力,保证施工的安全性。在选择主塔模板材料时,需要考虑材料强度和耐久性。由于主塔混凝土浇筑过程中的荷载较大,模板需要具备足够的强度,以免发生不可预测的事故。模板需要具备良好的耐久性,能够经受长时间的使用和恶劣的施工条件。模板的安装需要严格遵守设计要求和施工规范。在安装过程中,要保证模板的水平度和垂直度,避免出现倾斜和变形的情况。注意模板的连接和支撑结构的稳定性,以确保整个主塔的施工过程安全可靠。

采用翻模施工,每节段施工完成后,拆除下层模板,保留最上层模板充当下一节段施工承重基础,依次循环。保证模板的水平度和垂直度,避免出现倾斜和变形的情况。注意模板的连接和支撑结构的稳定性,以确保整个主塔的施工过程安全可靠<sup>[5]</sup>。

### 3.4 主塔混凝土施工

混凝土是一种常用的建筑材料,被广泛应用于建筑工程中。在建筑施工过程中,混凝土的强度等级对工程的品质和安全起着关键作用。索塔的混凝土强度等级采用C50,混凝土垂直输送由输送泵一次性输送到位。混凝土的垂直输送也是十分重要的一环。传统的输送方式包括使用人工运输或者机械搬运,但这种方式效率低下且工作量大。为了提高工作效率和施工质量,索塔采用了输送泵进行混凝土的垂直输送。输送泵能够将混凝土快速而精确地输送到预定的位置,大大减轻了人工劳动强度,提高了施工效率。要求混凝土不仅要保持更大的流动性,还要达到结构强度。还需要多次检查混合混凝土的配合比,并随时调整到泵送条件。这样可以减轻人工劳动强度,提高施工效率。

主塔锚固区的外扩和斜度问题是在主塔锚固区施工时需要重点关注并采取措施来确保主塔的安全。在施工过程中,可以采取以下几点来加强模板的牢固度、稳定性和强度,以保证混凝土在浇筑过程中模板不发生变形和脱落。作为施工人员,应加强对模板的安装和固定,确保模板与主塔锚固区紧密接触、稳固可靠。在选择模板材料时,要选择质量优良的材料,并按照设计要求进行正确的搭建和固定。在模板安装过程中,要检查每个

连接点是否牢固,并进行必要的加固和调整,以确保模板的牢固度。对于主塔锚固区的外扩和斜度问题,应在模板安装后进行调整和校正。通过使用水平仪等专业工具进行精确测量和调整,以使模板保持水平和垂直。如果发现模板有倾斜或偏差,应立即进行修正,以确保模板的稳定。在模板的选材和制作过程中,还应根据主塔锚固区的外扩和斜度情况选择合适的模板材料,并确保其强度足够,在浇筑混凝土的过程中不会发生变形或破裂<sup>[4]</sup>。如果发现模板有损坏或破裂的情况,应及时更换或修复,以确保施工的顺利进行。

结语:总的来说,斜拉桥作为一种特殊的桥梁结构,其施工技术和应用要点的研究对于提高工程质量、确保施工安全具有重要意义。在未来的桥梁工程建设中,相关施工施工人员,应继续探索和完善斜拉桥的施工技术,加强工程质量控制,为社会经济发展提供更好的交通基础设施支撑。

### 参考文献

- [1]王伟,郭建强,卓为顶,刘钊.轨道交通矮塔斜拉桥斜拉索施工关键技术研究[J].施工技术(中英文),2023,52(06):18-21+52.
- [2]肖春名,廖盛荣,赵晨光,徐平.V字形矮塔斜拉桥结构参数敏感性分析研究[J].公路,2023,68(01):187-193.
- [3]孙峰.宽幅矮塔斜拉桥分隔带劲芯骨架主塔施工技术分析[J].安徽建筑,2022,29(06):67+74.
- [4]温雅军.外倾式矮塔斜拉桥临时体外索施工阶段力学分析[D].长安大学,2021.