

Research on the Key Technology in the Process Control of Cable-stayed Bridge Construction

Xinshu Yuan

Chongqing Zhongyu Engineering Consulting and Supervision Co., Ltd., Chongqing, 400067, China

Abstract

Cable stayed bridge is a popular bridge type, which has the advantages of stable structure, good bearing capacity and relatively low construction difficulty. At present, it is widely used. Using the methods of literature and investigation, this paper focuses on the key points of cable-stayed bridge construction and construction control technology for reference.

Keywords

cable-stayed bridge; construction points; control; technology

关于斜拉桥施工过程中控制中的关键技术研究

袁馨舒

重庆中字工程咨询监理有限责任公司, 中国·重庆 400067

摘要

斜拉桥是一种比较流行的桥型, 具有结构稳固、承重性好、施工难度相对较低等优点, 目前被广泛应用。论文运用文献法、调查法, 重点对斜拉桥施工要点与施工控制技术展开探究论述, 以供借鉴参考。

关键词

斜拉桥; 施工要点; 控制; 技术

1 引言

斜拉桥是大跨径桥梁最流行的桥型之一, 是一种非常实用的桥梁结构。斜拉桥是将主梁用许多拉索直接拉在桥塔上, 主要由承压的塔、受拉的索和承弯的梁体组合而成。下面结合具体的工程案例, 对斜拉桥施工要点与施工控制技术做具体分析。

2 工程概况

四川江安第二过江通道公路桥梁工程位于四川省宜宾市江安县。本项目工程范围路线全长约 2.28km, 含跨江特大桥一座主桥长约 1130m, 主桥采用主跨为两跨 400m 的三塔叠合斜拉桥方案, 桥面为六车道, 两岸接线引桥约 645m (含收费站、生活服务区及配套工程用房等工程及其附属工程)。斜拉桥跨度布置为 $(45+120+2 \times 400+120+45)$ m=1130m。主桥结构型式为三塔、双索面体系, 边中跨比为 0.41 : 1, 其中边跨及中塔两侧 9m 范围内为混凝土梁, 其余梁段为工字钢叠合梁。

【作者简介】袁馨舒 (1991-), 男, 中国重庆人, 本科, 工程师, 从事桥梁隧道研究。

3 斜拉桥施工要点与质量控制措施

3.1 主桥基础施工

主桥 1#、6# 墩为斜拉桥的边墩, 2#、7# 墩为辅助墩, 7# 墩兼桥台, 均在岸边采用陆地法施工钻孔桩。持力层为风化泥质粉砂岩, 墩位处地层主要为粉质黏土和微风化泥质粉砂岩, 拟选用旋转钻机进行钻孔桩施工。主桥 3# 墩位于北岸岸边, 主桥 5# 墩位于南岸岸边, 采用陆地法施工。主桥 4# 墩基础施工采用锁口钢管桩围堰施工。

3.1.1 桥墩基础施工

进行主桥基础部分的施工时, 先将墩位处进行清淤, 并回填粘土加以压实, 然后填筑适量的石渣或碎石, 将填筑物压实, 将施工面整平。完成以上施工后, 将泥浆循环系统 (由泥浆净化器、沉淀池、泥浆池等构成) 规范布置在墩位旁。安排施工人员操作履带吊机, 插打钻孔桩钢护筒, 将钻孔设备安装相应部位, 然后进行钻孔桩施工。钻孔完成后, 用换浆法进行清孔, 使用优质水泥浆反循环换浆, 直到达到规定质量标准。施工过程中, 先在车间内分段制作钻孔桩钢筋笼, 然后将成品运输到施工场地下放安装。混凝土同样是由专用运输车运输到场地, 并用汽车吊配合泵送灌注。本工程的边墩、辅助墩墩位处地势较高, 承台选择采用直接放坡开挖配合井点降水和基坑内汇水抽水法施工。施工时, 用大

面钢模板进行施工,承台一次浇筑完成。开挖时用挖掘机配合人工开挖,用翻模进行边墩、辅助墩的施工。墩身模板用精加工的大块钢模板,钢筋在加工厂进行加工,现场绑扎。混凝土集中供应,由混凝土运输车运输,输送泵或输送泵车泵送入模。无纺布土工布覆盖加隔水塑料薄膜保温、保湿法养生^[1]。

3.1.2 主墩承台锁口钢管桩围堰施工

在进行主墩承台锁口钢管桩围堰施工时,先将钻孔桩施工平台搭设好,然后插打钢护筒,并进行钻孔桩施工。为保证最终的施工质量,在施工时先将锁口钢管桩围堰范围内的河床面清理干净,然后插打锁口钢管桩围堰,这一步完成后,将钻孔平台拆除。拆除钻孔平台,按照顺序依次进行锁口钢管桩围堰内清淤、抽水、支护等工作。在本工程中,工作人员要按照设计在锁口钢管桩围堰内按照顺序规范设置五道内支撑。清淤时对照设计图对清淤程度进行检查,待清淤到设计高程,整平水下基底。之后进行水下浇筑封底砼施工。这一步骤结束后,对封底砼强度进行检测,封底砼强度达到要求后开始抽水,抽水到一定程度,将桩头凿除,并开始绑扎钢筋、立模、浇筑承台^[2]。

3.2 安装套筒与绑扎钢筋

施工时,安装设计图纸依次有序安装墩柱钢筋胎架,顶部定位架以及模板定位底座,安装时使用螺栓橡胶塞连接并固定灌浆套筒及定位底座。然后按照设计图纸将墩身竖向钢筋安装起来,并连接底部灌浆套筒、顶部钢筋定位架与竖向主筋,连接结束后检查质量,查看胎架定位卡具与竖向主筋是否严密贴合。完成该道工序后,开始绑扎箍筋、保护层垫块与其他辅筋。钢筋的绑扎连接需要用到直螺纹连接套筒、成型钢筋及钢筋弯曲机、钢筋截断机、钢筋调直机、角向磨光机等材料与机械设备。在正式连接前,应将这些材料与设备准备到位并完成检查调试,确保一切无误。连接时,应先将钢筋调直然后再加工。钢筋的切口端面需与钢筋轴线垂直,端头弯曲。连接时详细检查钢筋丝头,确保钢筋丝头无损伤、无污垢、无腐蚀^[3]。

3.3 安装模板与吊装钢筋笼

安装模板时,按照设计图纸先安装墩身底面与侧面模板,然后再吊装钢筋笼。安装模板时,按照先模板固定支架,后模板翻转架的顺序规范进行。安装上模板固定支架,然后依次安装好底部模板与侧面模板,安装完成后进行检查、调节,保证模板位置准确,安装严密,不存在模板拼缝。在安装结束后还要对拉杆紧固情况进行检查,最后均匀涂上脱模剂。模板安装完成后开始吊装钢筋笼,吊装钢筋笼所用机械为龙门吊车,操作龙门吊将带有模板定位底座和顶部钢筋定位架的节段墩身钢筋笼掉入已安装完成的底模与侧模的U型模板内,然后将模板定位底座与U型模板用螺栓进行连接。连接完成后,开始墩身顶面模板安装工作。安装前仔细检查模板,查看有无裂纹,模板与钢筋笼是否连接的稳固,模

板与套筒橡胶塞是否严密贴合等。确保一切无误后,安装圆弧面模板,规范连接模板定位底座与翻转架横梁,将翻转吊架安装在模板顶部^[4]。

3.4 翻转并提升墩身模板

翻转与提升墩身模板时,先将墩柱侧模板连接件、模板拼装固定支撑拆除,然后使用龙门吊翻转模板与钢筋笼,让模板与钢筋笼呈直立状态。翻转工作完成后,依次拆除翻转架,翻转横梁与模板定位底座连接螺栓,将墩身模板提升到浇筑台。

3.5 混凝土施工

墩身模板到达浇筑台后,先对施工条件做详细检查,确保一切正常无误后,即开始混凝土浇筑工作。为确保混凝土浇筑质量,在浇筑时要将墩模板定位底座与预制台座采用螺栓进行连接,确保连接稳固后,将墩身模板顶部翻转吊架规范拆除,然后对墩柱顶部操作平台做有序安装。施工时,将附着式振荡器安装在模板外侧,操作料斗卸料浇筑混凝土。为保证工程质量,在灌注混凝土之前要对混凝土进行抽样检测,对混凝土的倒流速度、坍落度等进行检测。如经检测发现混凝土坍落度不足,就不能再往混凝土里浇水。施工过程中,根据当时的天气情况采取相应的质量保障措施。混凝土浇筑到加劲环处时,适当减缓浇筑速度,加快混凝土流,让加劲环下的空气快速排出。浇筑完成后对成品做及时的包裹养护工作,并在平时加强检测,检测到混凝土强度、硬度达到设计标准后,组织人员依次拆除操作平台、侧模板与钢筋顶部定位架,然后再覆盖养生膜养护一段时间。

3.6 墩柱安装

混凝土浇筑完成后开始规范安装墩柱,安装前,先按照设计标准对坐浆槽内进行凿毛处理,按照设计图纸准确标出墩身纵横向轴线,弹出作浆槽区域轮廓线并对其环切凿毛。完成凿毛处理后,规范找平调节垫块下部,然后安装调节橡胶垫块。调节橡胶垫块安装结束后,依次安装挡浆模板、限位装置以及墩柱顶。挡浆模板安装位置应是在墩柱外侧5cm处,在该处位置设置L形精调限位板。预拼装墩柱时,先调节垂直度与平面位置,确保这两项参数符合要求后,将千斤顶标高与平面限位装置锁定,之后调离墩柱,预拼装就完成。

3.7 斜拉索安装、张拉、索力调整

斜拉索用活动吊架及软硬牵引设施挂设。挂索时对称施工。斜拉索施工工艺流程:索盘吊装上桥→放索→安装塔端提升及牵引设备→拉索塔端提升→塔端牵引及锚杯戴帽→拉索梁端牵引装置安装→梁端牵引杆牵引及戴帽→梁端硬牵引及锚杯戴帽^[5]。斜拉索加工制造在专业生产厂家进行,作为成品,其质量能够保证。在实际施工中容易出现的问题有:斜拉索PE保护层损伤、斜拉索长度不合适、斜拉索安装困难、斜拉索张拉力与监控单位复测拉力有较大差异、索力难调、斜拉索风致抖振、塔柱因张拉偏载偏位。应采取如

下措施进行控制：斜拉索出厂前外包保护套并卷成盘水运或陆运至工地，在散盘时不拆除保护套，不直接在钢桥面或铁驳船上拖动而下垫粗原木或专制的滚动小车，挂索时用包了橡胶垫的专用夹具吊索，防止损伤斜拉索 PE 保护层。成桥后用专用爬索小车人工拆除保护套。

3.8 斜拉桥荷载试验

3.8.1 静载试验

开展桥梁荷载静载试验时，首先要根据试验要求、试验目标等科学选取测试截面，同时准确确定荷载工况。选取测试截面前，先详细分析桥梁结构，再根据设计最不利荷载工况下内力、应力、挠度、变形及裂缝产生的情况确定测试截面的布置。根据有关理论，选出的测试截面应是整个桥梁结构中最不利受力的断面。静载试验工况由两部分组成，分别是偏载试验工况与中载试验工况等。在对多孔桥梁结构（桥梁结构类型与跨度相同）进行静载试验时，需确定出具有代表性的一孔或几孔，以降低试验难度与试验成本。对于不同跨度但同一结构类型的桥梁，在试验时选取跨度最大的一孔或几孔进行测试，以确保测试结果具有代表性。

开展静载试验时，先安排人员到达实验地点对试验点的环境情况，桥梁结构情况进行勘察，获得第一手资料，对资料进行分析计算后，以国家及行业的有关规定与要求为依据，将桥梁荷载试验的测试孔跨确定下来，对测试仪器进行调整。在测试前，做好各项准备工作，包括操作加载车辆到位，完成车辆装载；清理测试地点及周边环境，确保桥面不遗留有杂物；分类标记各工况下的加载位置；完成静载测试放样等。试验时，对每一工况都进行分级加载，每一道车辆分批同时进入，然后逐层递增。每级加载稳定时间控制在 15min，在这期间内做好观测，确定桥梁结构响应，待结构的变位达到稳定后，进行下一级加载^[6]。

3.8.2 动载试验

当前测试桥梁结构自振特性参数的常用方法有三种，分别是环境随机振动法、强迫振动法以及自由振动衰减法

等。这三种方法有不同的原理与技术要点，在实际的试验工作中可根据具体的环境条件、测试要求等科学选择，合理应用。在测试桥梁结构的动力相应时，要准确选取动荷载，一般是选用车辆作为移动荷载进行加载，这样更便于操作与控制，动载试验的速度与质量也更有保证。通过测定移动荷载下的桥梁工况，获得其动态时的时程曲线，然后使用专业软件对时程曲线做分析处理，运用定量分析法对时程曲线峰值进行研究，最终得到桥梁结构动态响应参数随时间变化的数据。进行动力反应测试时，可根据实际情况从有障碍行车试验与无障碍行车试验这两种方法里选取一种，然后通过规范操作与专业分析，获得所需信息。所谓有障碍行车试验，具体是指在测试断面上设置不平障碍物，然后让加载车辆以不同速度通过障碍物。无障碍行车试验就是不设置障碍物，只让架子车辆按照指定车道，以不同速度匀速行驶过桥。

4 结语

斜拉桥施工过程中，工作人员必须强化自身责任意识，重视对施工质量的管控，在施工过程中不断按照设计要求检查与调节斜拉角度、高度等参数，确保最终的、整体的施工质量。

参考文献

- [1] 李丽.斜拉桥施工控制关键技术[J].交通世界,2021(27):63-64.
- [2] 冯鑫.大跨双塔钢混组合梁斜拉桥施工控制技术研究[D].济南:山东大学,2021.
- [3] 崔雷.矮塔斜拉桥施工控制技术研究[D].阜新:辽宁工程技术大学,2020.
- [4] 廖文锋.预应力混凝土斜拉桥施工控制的关键技术研究[J].工程建设与设计,2019(20):135-136.
- [5] 何泉.大跨度钢箱梁斜拉桥施工控制技术研究[D].武汉:武汉大学,2018.
- [6] 曹红焱.独塔斜拉桥主梁施工控制技术研究[D].武汉:湖北工业大学,2017.