

# 浅谈大跨径悬索桥加劲梁吊装施工问题

杨鲁齐

上海交通建设总承包有限公司

DOI:10.12238/hwr.v8i2.5182

**[摘要]** 现阶段,社会在实际进行发展建设的过程中,相关建设施工技术不断地创新和优化,并被应用于实际施工建设之中。在开展大跨径悬索桥加劲梁施工建设的过程中,吊装施工尤为重要,其是整体施工建设中最为一个重要的部分,因此相关工作人员需要对其进行深入的研究和分析。在实际开展施工建设的过程中,各部门之间的工作人员需要加强沟通和交流,降低施工过程中出现失误的情况,保证整体施工质量。本文基于此,对大跨径悬索桥加劲梁吊装施工问题进行深入的研究和分析,以期为相同工期提供支持和经验。

**[关键词]** 大跨径; 悬索桥; 加劲梁; 吊装施工; 问题

中图分类号: U294.27+5 文献标识码: A

## A Brief Discussion on the Hoisting Construction of Reinforced Beams in Long Span Suspension Bridges

Luqi Yang

Shanghai Transportation Construction General Contracting Co., Ltd

**[Abstract]** At present, in the process of actual development and construction in society, relevant construction technologies are constantly innovating and optimizing, proposing various construction methods and techniques, which are applied in actual construction. In the process of carrying out the construction of reinforced beams for large-span suspension bridges, hoisting construction is particularly important, and it is the most important part of the overall construction. Therefore, relevant personnel need to conduct in-depth research and analysis on it. In the actual process of construction, staff from various departments need to strengthen communication and exchange, reduce errors in the construction process, and ensure the overall construction quality. Based on this, this article conducts in-depth research and analysis on the lifting construction of stiffened beams in large-span suspension bridges, in order to provide support and experience for the same construction period.

**[Key words]** Long span; Suspension bridge; Reinforced beams; Lifting construction; problem

### 引言

近年来,我国在进行路桥施工的过程中,积极应用了大跨径悬索桥,为社会的发展建设提供了强有力的支持,因此相关技术人员、设计人员以及施工人员需要对大跨径悬索桥进行深入的研究和分析,保证整体施工质量。对于大跨径悬索桥施工来说,包含众多内容,加劲梁吊装是其中最为重要的一部分内容,其是保证施工顺利进行、大跨径悬索桥稳定和安全的 key 内容,因此一定要重视此部分施工,对既往施工进行分析,明确其可能出现的问题,并制定相应的措施,提升整体施工质量,保证后续应用的安全性以及稳定性。

### 1 工程概况

本次大跨径悬索桥施工建设为香田乡新建人行悬索施工,位于江西省靖安县高湖镇,本次建设的主要目的是建设美丽乡村,实现水系连通的目的,为乡村居民的出行提供便利条件,为乡村整体的发展建设提供了强有力的支持。

香田乡新建人行悬索施工整体跨径为110m,是较为典型的大跨径悬索桥,为了保证大跨径悬索桥应用的稳定性以及安全性,在两端的位置设置重力式锚碇。施工人员在实际进行施工建设的过程中,对于桥梁加劲梁采用纵横梁格构体系。

### 2 设计标准以及设计要点

#### 2.1 设计标准

香田乡新建人行悬索需要保证后续应用的安全性,这样也是施工建设最为重要的内容,因此一定要强化人群荷载的计算,在实际进行计算的过程中,对于整体来说,荷载按照2.5kPa,设计桥面系以及吊索时,荷载按照5kPa计算。现阶段,我国在进行发展建设的过程中,提出了“绿色环保”的理念,因此在实际进行施工建设的过程中,需要降低对周围环境的污染,对于环境类别来说,按照I类环保设计标准进行设计。同时,在实际进行建设施工的过程中,还需要考虑到抗震性能以及防洪水位,其中

抗震烈度设计为VI级标准,将基本地震加速度设置为0.05g;而对于防洪水水位的设计来说,需要通过文献查阅等方式了解区域内发生洪水的实际情况,其中五十年一遇的洪水水位为54.34cm,百年一遇的洪水水位为55.0cm。

### 2.2 设计要点内容

2.2.1 总体设计。人行悬索桥跨径为1-110米,桥面设计总长度为110m,人行悬索桥净宽度为3.0m,建筑总宽度为4.6m。其中主缆矢跨比为1:15,桥面索矢跨比为1:40,在后续进行施工建设的过程中,需要以此为基础进行相应的施工建设,保证相关建设数据的精准性。

2.2.2 加劲梁系以及桥面系。在实际进行设计的过程中,对于主桥加劲梁系来说,其结构采用纵横梁结构,为了保证桥梁的稳固性以及后续应用的安全性,在横梁两端的位置设计吊杆锚固,随后将纵梁固定在横梁上。而对于材质的选择来说,横梁、纵梁选用钢质材料,上层桥面板选用菠萝格防腐木板,其尺寸为290mm\*40mm\*3000mm,纵向间距为300mm。

2.2.3 吊杆。对于吊杆系统来说,其由不同的内容共同组成,主要包括索夹、吊杆、连接板以及螺栓,对于吊杆的选择来说,选择应用40mm的圆钢。在实际进行安装的过程中,相关施工人员需要完全遵守设计标准以及数据内容,按照主缆标记的位置安装索夹以及吊杆,先安装主塔,接着向跨中的位置推进。为了避免在安装过程中出现磨损、对后续安装应用造成影响,在安装之前需要做好准备工作,可以在关节的位置涂抹黄油,同时可以应用厚度为3mm的胶皮进行捆扎,其主要是避免主缆与索夹直接接触。

## 3 吊装施工方案

传统悬索桥加劲梁架设方法主要有4种:跨缆吊机法、缆索吊装法、桥面吊机法和荡移顶推法。基于本项目跨越河流,单跨跨度大于100m,选用缆索吊装法可以保证吊装方法安装可靠,成本可控。本桥的吊装程序如下:

往复牵引系统安装→主缆安装→主缆标高线性复测→吊杆及加劲梁安装。

### 3.1 往复牵引系统安装

往复牵引系统安装首先需要安排一根倒绳过河,用船舶带过对岸,然后通过对岸的转向装置后,用船舶牵引回到原来一侧岸边,用绞盘把倒绳收盘,同时把往复牵引系统钢丝绳接到倒绳上,通过绞盘把牵引钢丝绳拉到对岸索塔后绕回这一侧索塔,完成牵引钢丝绳安装,通过绞盘把牵引钢丝绳预紧。

往复牵引系统安装好以后,用牵引系统把5吨卷扬机Φ16的钢丝绳牵引到对岸然后转向牵引回来,然后用这个5吨卷扬机钢丝绳把一根Φ28简易工作索的钢丝绳牵引到对岸索塔,通过调整钢丝绳标高,安装在两侧索塔上,用于两岸之间的货物运输和主缆牵引工作。

### 3.2 主缆安装

本桥主缆由3跨组成,河西侧边跨理论跨径20m,河东侧边跨理论跨径23m,主跨理论跨径110m。全桥共两根主索,每根主索由7根

钢丝绳组成,组合直径为140mm。主缆索钢丝绳按GB8918-2006《重用途钢丝绳》选用,直径为46mm,钢丝绳结构为6×36WS+IWR,单索质量884kg/100m,公称抗拉强度为1670MPa,镀锌处理。主缆防护的防腐系统由内层钢丝镀锌、主索缝隙间填充沥青橡胶、外层缠绕的五圈玻璃纤维组成。



图3.1 往复牵引系统安装

主缆安装包括塔顶支架安装→索鞍安装→主缆架设系统安装。

①塔顶支架安装。根据塔顶平面位置,设计并安装塔顶支架,一方面用于材料吊装上索塔和猫道,另一方面用于提升主缆预制丝股入鞍。

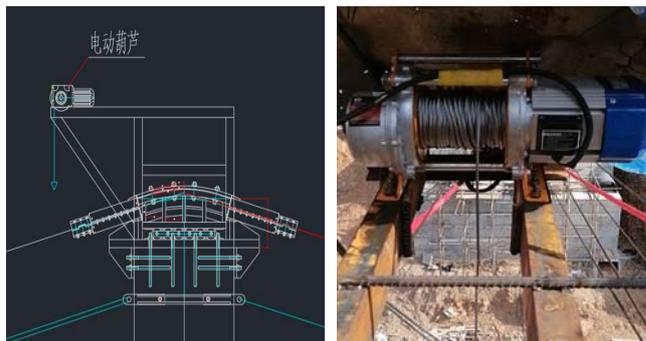


图3.2 塔顶支架及牵引系统安装

②索鞍安装。索鞍下板安装以后,把辊轴吊装到索塔上,用角钢和螺栓连接好辊轴,然后把索鞍吊装到辊轴上,调整好角度,设置好预偏值,临时固定好索鞍。



图3.3 索鞍辊轴

图 3.4 索鞍安装

a、索鞍安装注意事项

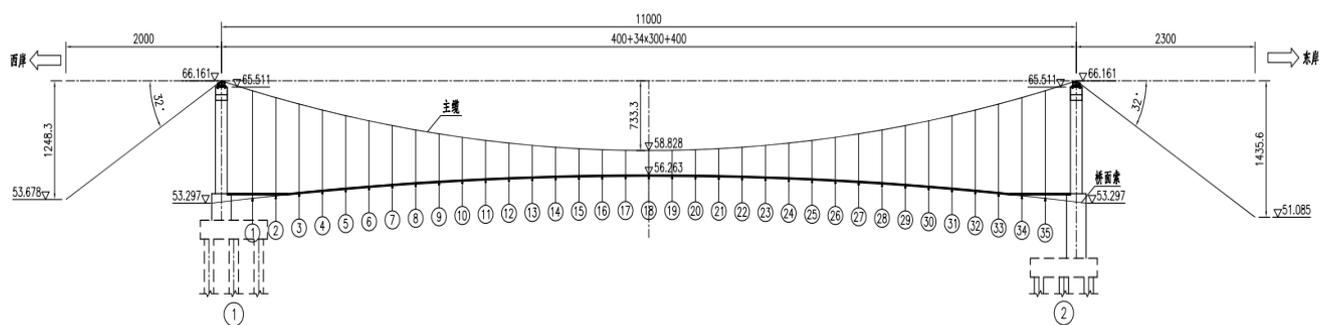


图 3.7 全桥吊杆布置图

(1) 提升离桥面后要清理底板表面尘土, 杂物等; (2) 在底板和索鞍上要提前做好各测量点标记。

b、索鞍安装质量控制措施及检测标准

(1) 索鞍底板与鞍体的定位要严格按监控指令要求, 并利用高精度全站仪, 多次测量, 确保中心轴线及标高正确; (2) 索鞍安装期间, 要加强环境温度观测, 综合考虑温度、塔偏对轴线位置的影响和修正; (3) 对施工过程中的底板要采取临时支撑可靠固定, 确保混凝土浇筑过程中, 不发生移位, 并在混凝土浇筑完成后务必安排复测。



图3.5 主缆牵引 图3.6 临时挂篮施工

③主缆架设系统安装。(1) 用履带吊将索盘安装到带有动力装置的放索支架上; (2) 循环卷扬机把牵引卷扬机钢丝绳带至索盘处, 连接上主缆锚头。(3) 采用简易货索吊住拉索锚头, 预紧牵引卷扬机钢丝绳, 使钢丝绳处于半悬空状态, 当主缆锚头在索盘侧时, 索盘放索后, 卷扬机牵引, 然后放索盘控制放索速度, 使锚头处于悬空状态, 避免锚头碰撞到辊轮, 牵引过程要有2人跟随锚头, 避免锚头刮碰到其他东西, 有问题及时叫停卷扬机和索盘。(4) 当锚头行进到索鞍位置时, 卷扬机和索盘都停下先, 然后索盘放出足够的索, 卷扬机点动, 直到锚头将碰到滚轮时, 用前一个葫芦把锚头提起高过滚轮, 然后一个葫芦勾住锚头把它拉过滚轮, 卷扬机继续点动预紧钢丝绳, 再一边松葫芦一边点动卷扬机, 直至把葫芦完全松掉。(5) 当主缆索股牵引至卷扬机位置时, 由于索股在牵引过程中会浮起, 此时不能牵引到位, 需要先把卷扬机钢丝绳放松, 然后把钢丝绳往锚头后方索股钢丝绳上绑

住, 继续牵引一段后, 把索盘放完索股。(6) 把前端主缆锚头入锚, 然后卷扬机在对岸锚碇把主缆往回拉起至锚头能入锚, 牵引过程注意保护锚头。

3.3 吊杆及加劲梁安装

吊杆是大桥主缆系统与大桥主体的连接构件, 吊杆先与U型槽通过M40高强螺母连接, 连接好的吊杆通过U型槽与索夹用M30×185钢轴连接, 并用M40高强螺母固定。

单根吊杆索安装完成。依次由主塔向跨中安装吊杆。将需要安装吊杆通过简易索道运输到安装位置, 用电动葫芦吊起, 调整上端叉耳与索夹用销轴连接。

运用原牵引系统及简易索道, 由于主缆间距由索塔至跨中缩短, 考虑加劲梁吊装及索夹防腐, 需要在整个横桥向进行作业, 因此为方便材料运输和主缆、索夹、吊杆安装, 需要两侧索塔之间架设简易索道和往复牵引系统。

先把加劲梁送到索塔中跨下, 挂在托轮架上, 牵引系统把加劲梁送到安装位置, 通过调节葫芦使加劲梁上下, 安装到吊杆上, 然后吊装横梁的托架来回走继续装加劲梁。

桥面系施工期间, 应采用临时拉索及扣索等有效措施, 确保施工期间桥梁抗风稳定性、安全性。



图3.8 吊杆及加劲梁安装

4 施工注意事项

4.1 一般标准规定

4.1.1 做好图纸交底。使得施工人员明确施工图纸以及计划方案的实际情况, 同时还需要了解设计文件的实际内容, 明确设

设计意图,明确设计中存在的问题,及时进行改正和完善,与设计人员保持两阿红的沟通,及时处理出现各类问题。

4.1.2熟悉现场实际工况。施工企业在实际进行施工建设之前,需要了解施工图纸的实际情况,并以此为基础,确定施工技术,进行综合性考量,进行施工组织,并编制施工方案,确定施工流程,最后提交给监理工程师进行审批。

4.1.3做好安全策划。目前主流项目的悬索桥施工,在主塔施工、主缆安装、加劲梁吊装等工序多属于危险性较大的分部分项工程,应在开工前组织编制专项施工方案,做好危险源辨识,对于超过一定规模的危险性较大的分部分项工程还需要组织专家评审。

4.1.4做好施工监测工作。施工企业在进行放样工作的过程中,需要对相关数据内容进行标注,比如说桩号、坐标、桩间距离、三角控制网、方向点、水准基以及其他控制点标高等内容,并将其表现在设计图纸之中,同时还需要对注意事项、危险内容以及精准度等进行标准,保证后续施工顺利进行,同时也可以降低发生安全事故的概率。

#### 4.2主塔施工

4.2.1主塔是桥梁主体结构,是悬索桥的重要受力结构,在悬索桥施工时候施工要求:在实际进行施工建设的过程中,主塔施工尤为重要,因此一定要按照相关标准要求进行施工建设,降低发生安全事故的概率,具体要求如表4所示:

表4 主塔施工要求

内容	允许偏差
轴线偏位(mm)	<10
竖直度(mm)	H/1500(H≤30m)
断面尺寸(mm)	±20
顶面高程(mm)	±10
平整度(mm)	<5

4.2.2相关数值:对于主塔施工来说,在实际进行施工建设的过程中,需要保证各个部件尺寸的精准性,同时施工人员还需要对重点内容进行测量,严格对其进行控制,保证其与整体香田乡新建人行悬索整体数值保持一致。

#### 4.3往复牵引系统安装

(1)牵引用卷扬机是全桥施工的动力总成,选择卷扬机时一定要经过正规厂家标定,由专人进行培训,取得合格证后方可进行操作;(2)牵引用钢丝绳的使用标准要严格按照钢丝绳的质量规范执行,锁扣要扣紧,防止施工过程中卡扣脱落,钢丝绳脱落、变形、断裂。

#### 4.4吊杆安装

(1)吊装过程中要防止销轴、螺母及安装螺钉的掉落,在搬运、安装时,要防止污染或损坏吊索外护套和锚头;(2)每根吊杆的安装位置要仔细核对,避免出现返工现象,在搬运、安装时,要防止污染或损坏吊杆和锚头;(3)对直接能拧上锚固螺母的吊杆,应按监控要求旋合锚头长度。

### 5 结语

综上所述,现阶段,我国在实际进行发展建设的过程中,提出了多种建设模式以,其中大跨径悬索桥被广泛应用于多个城市之中,其包含多种内容,其中加劲梁吊装施工尤为重要,相关施工人员需要进行严格的控制以及管理。因此相关设计人员以及施工人员需要合作进行,明确设计标准以及设计要点内容,并以此为基础开展相关内容,提升整体施工建设的安全性以及稳定性。

#### [参考文献]

- [1]杨博,郭瑞,张伟.山区大跨径悬索桥加劲梁安装方案比选[J].公路,2022,67(3):118-123
- [2]赵碧航,杨汝东,孙测世.不同加劲梁重量下的悬索非线性振动特性[J].科学技术与工程,2022,22(21):9346-9354
- [3]龚士平,曾宪攀,付小莲.高原山区大跨径悬索桥加劲梁安装施工技术[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2022,(5):0092-0096
- [4]祝志文,姜子涵.加劲梁带外伸跨的大跨度悬索桥动力特性分析[J].铁道科学与工程学报,2022,19(4):1014-1023
- [5]徐升桥,邹永伟,金令,等.耐候钢-混凝土组合结构加劲梁悬索桥的技术创新[J].铁道标准设计,2023,67(7):1-6.

#### 作者简介:

杨鲁齐(1992--),男,汉族,安徽太和人,大学本科,工程师(市政及公路工程),研究道路桥梁施工,工程造价,合约管理。