

文章编号:0451-0712(2007)02-0072-03

中图分类号:U445.34

文献标识码:B

坝陵河大桥架设施工机具技术方案研究

孙会元¹, 陈才琳¹, 孟凡超², 彭运动², 刘高²

(1. 贵州高速公路开发总公司 贵阳市 550003; 2. 中交公路规划设计院有限公司 北京市 100010)

摘要: 坝陵河大桥是目前国内第一座采用桥面吊机法施工的钢桁加劲梁悬索桥。施工技术复杂,相应配套的机械设备目前国内还没有生产制造经验。通过对采用桥面吊机架设钢桁梁过程中钢桁梁和主缆吊索的结构受力分析,研究了机械设备的施工技术方案,为桥面吊机法施工配套的机械设备的设计、制造和采购招标提供参考。

关键词: 坝陵河大桥; 施工方案; 桥面吊机; 机械设备; 设计制造; 技术方案

1 工程概况

坝陵河大桥位于贵州省关岭县境内,是沪瑞国道主干线贵州省镇宁至胜境关高速公路上跨越坝陵河大峡谷的一座特大型桥梁。大桥为主跨1 088 m

的单跨双铰钢桁梁加劲悬索桥。主缆在成桥状况下的矢跨比为1:10.3。两根主缆中心距为28 m。坝陵河大桥桥型布置如图1所示。

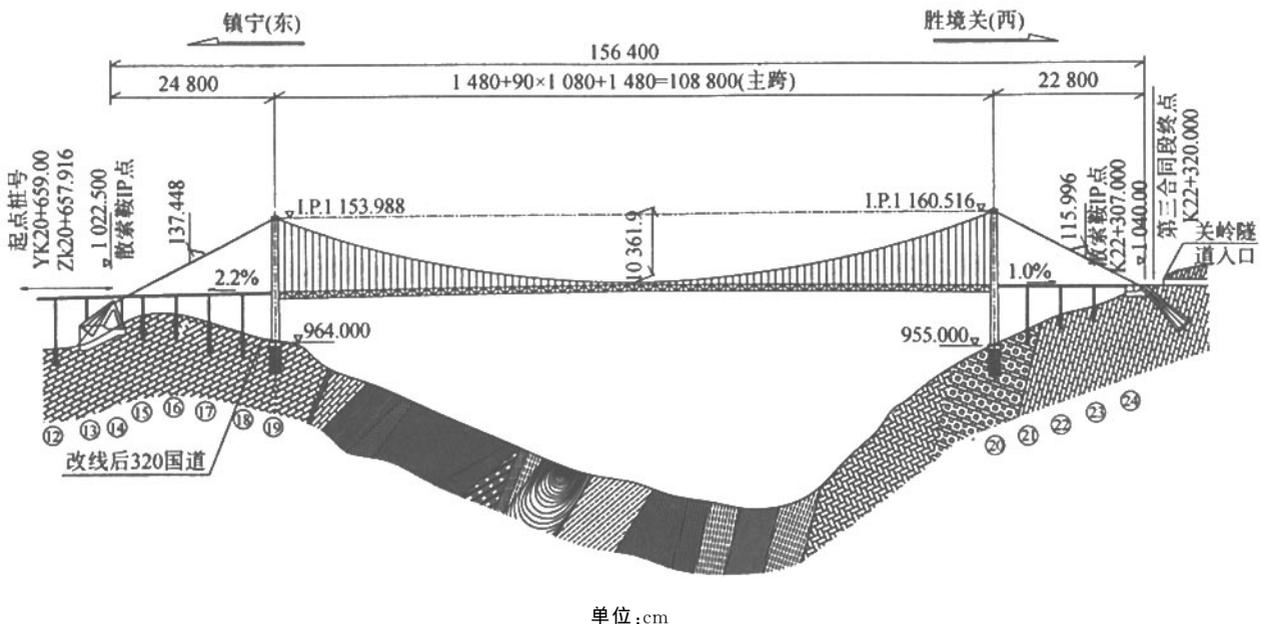


图1 坝陵河大桥桥型布置

主缆采用PPWS预制平行钢丝索股,通长索股每股重约28 t,背索索股每股重约7 t。从东锚碇至西锚碇的通长索股有208股,东、西岸边跨各增设8根背索在主索鞍上锚固;每股索股由91根直径5.2 mm,强度1 670 MPa的高强镀锌钢丝组成。边跨紧缆后

主缆直径为索夹内800 mm,索夹外810 mm;中跨紧缆后边跨主缆直径为索夹内786 mm,通长索股平均无应力长度为1 723.484 m。钢桁架由主桁架、上下平联、主横桁架组成。主桁架采用华伦式,桁高10 m,桁宽28.0 m,标准节间长度10.8 m,标准节段

最大重量约54 t。

2 上部结构施工阶段工程特点

(1)大型结构件运输难度大,场内转运困难。

(2)钢桁梁架设难度大。钢桁梁采用“行走式桥面吊机法拼装”施工,国内在悬索桥的架设施工上第一次采用该方法,施工精度要求高,涉及的单个设备体积庞大,设备配套技术要求高,施工协调配合控制要求严格,且使用的相关配套设备国内还没有生产制造的经验。

(3)施工场地布置难度大。上部结构体工程规模大,单个杆件尺寸大且重,主缆索股、钢桁梁场内存放困难,主缆放索区布置、钢桁梁拼装场布置难度大,施工组织、工艺措施复杂。

(4)施工环境风荷载复杂。坝陵河大桥横跨坝陵河大峡谷,河谷深切达400~600 m,峡谷风效应显著,对上部结构施工架设时的吊装工序影响较大。

(5)高空作业多,施工安全管理难度大。

(6)施工中的测量控制严格,每一施工架设阶段的测量控制结果均需进行校核、监控,大桥建设的设计、监控、施工各方需密切配合。

(7)由于该项工程规模大、工程项目划分单元多,涉及施工单位多,相互协调工作量大,难度大,施工协调工作非常重要。

3 桥面吊机架设钢桁梁方案

坝陵河大桥主跨1 088 m,是我国目前设计和正在建造的最大的单跨钢桁加劲梁悬索桥。钢桁加劲梁的架设,一般采用行走式桥面吊机法、跨缆吊装法和缆索吊装法。坝陵河大桥的钢桁梁是在山区峡谷条件下架设,桥面距离谷底约370 m,有别于一般江河施工条件下悬索桥构件起吊所用的跨缆吊装法。

由于跨径较大、吊装桁梁杆件多,受吊装荷载、施工进度和安全等因素的限制,也不宜采用缆索吊装法。

钢桁架的每个梁段重量达90~100 t,桥面板采用正交异性钢桥面板,施工安装的单块重量为15~25 t,根据综合研究,确定了坝陵河大桥钢桁梁的吊装方案采用行走式桥面吊装法,该架设方案是唯一可行的,并能够满足施工进度、安全管理、架设控制等要求。目前该施工架设方案已通过专家的评审。

行走式桥面吊机能够适应单根杆件或单个桁片架设安装。施工架设方向从两侧桥塔向跨中推进,在已经架设完成的加劲桁架上铺设轨道,然后调整行走式桥面吊机前行,安装架设下一节段;同时利用专用轨道式运梁台车从桥面将杆件或桁片部件运输到架设节段梁处,通过行走式桥面吊机进行全回转吊装架设桁梁。行走式桥面吊机在桁梁架设完毕后,再进行正交异性钢桥面板的架设。其施工方案,采用行走式桥面吊机法施工时,在加劲梁的下方设计有能供1~2个桁梁节段长度使用的移动防护工作设备,并随着钢桁梁加劲梁的架设进度向前移动推进。

为确保钢桁梁施工架设安装的工程质量,减小工作难度,确保施工工程架设中的控制精度,减少施工安装中钢桁梁和主缆吊索的受力,坝陵河大桥钢桁梁桥面吊机法施工中又采用了技术难度较大的两铰法施工。

4 桥面吊机法架设钢桁梁的机械配置

采用行走式桥面吊机架设钢桁梁,应配备的主要机械设备系统包括:(1)行走式桥面吊机(全回转);(2)轨道式运梁专用台车;(3)移动式防护工作平台等,如图2所示。桥面吊机的结构形式如图3所示。此外,根据需要还需配置位于主塔或引桥旁的拼装场地及布设塔吊、吊车、龙门吊等设备。

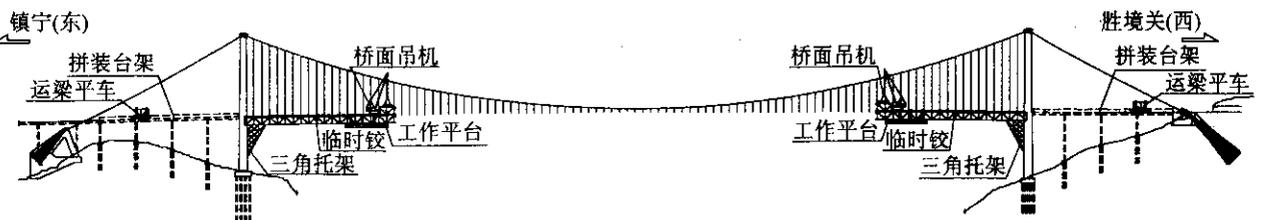


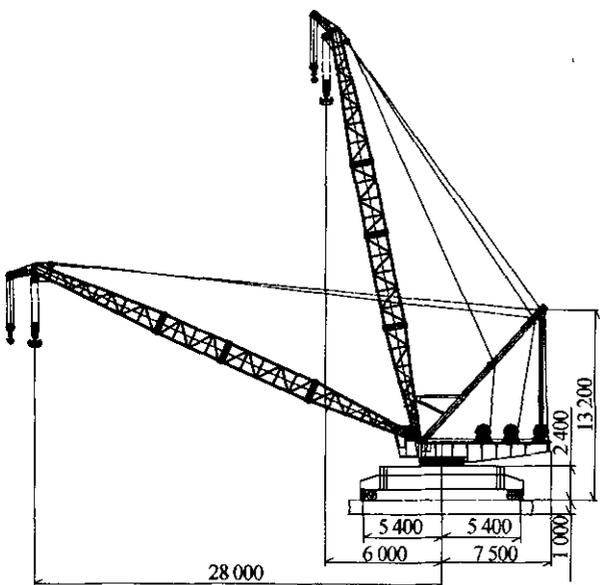
图2 架设设备配置

5 架设钢桁梁的配套机械设备技术性能需求分析

根据坝陵河大桥已经确定的采用行走式桥面吊机架设钢桁梁施工方案,进行各机械设备施工状态技术方案分析研究,主要研究对象是:(1)行走式桥

面吊机(全回转);(2)轨道式运梁专用台车;(3)移动式防护工作设备;(4)桥面吊机及运梁台车专用轨道的铰点联接处专用过渡装置设计。

5.1 钢桁梁施工架设状态分析



单位: mm

图 3 桥面吊机结构示意图

(1) 第一架设阶段。

行走式桥面吊机除不能架设主塔起始端的第 1 个钢桁梁节段外,其余钢桁梁节段都可用行走式桥面吊机完成。

(2) 第二架设阶段。

行走式桥面吊机自第 2 节段开始向钢桁梁铰结处节段架设时,桥面吊机的平面状态是由水平状态逐渐向正前方向下倾斜角度逐渐变大的变化阶段,经计算分析,其倾斜角换算为坡度系数为:0~ -5.2%。

(3) 第三架设阶段。

行走式桥面吊机自钢桁梁设铰节段处向跨中合龙段架设时,桥面吊机平面状态是由向正前方向下倾斜向水平状态逐渐变化,倾斜角逐渐由 -5.2% 向 +6.5% 变化,最大为 +9.8%,最终在合龙前达到设计成桥线形。

(4) 桥面吊机平面状态的影响因素及主要控制因素分析。

① 桥面吊机向前运动:桥面吊机在上行或下行制动控制;

② 桥面吊机水平回转运动:桥面吊机行走机构前端或后端支腿需调整为水平状态的可调变支腿;

③ 桥面吊机自行或牵引前进运动:桥面吊机运动的行走机构或牵引机构能适应钢桁梁架设中预设最大坡度的爬坡与下坡控制技术;

④ 桥面吊机在吊装中的底盘技术要求:桥面吊机的底盘与钢桁梁可方便地进行临时固定连接。

5.2 运梁专用台车

根据桥面吊机的运动状态分析,运梁专用台车的平面状态基本与桥面吊机运动时的变化类似,其平面状态影响分析主要涉及如下几个方面。

(1) 运梁专用台车向前运动。

运梁专用台车在下行或上行时的制动控制技术。

(2) 运梁专用台车自行或牵引运动。

运梁专用台车行走机构或牵引机构能适应钢桁梁架设时的预设最大坡度的爬坡和下坡控制技术。

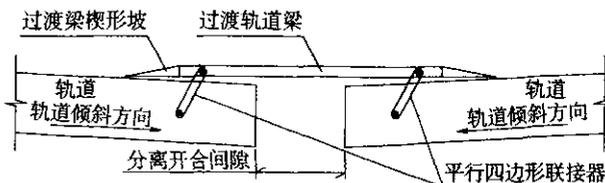
5.3 移动式防护工作设备

根据以上分析,移动式防护工作设备受钢桁梁架设变化影响较小,要求具有一定上、下行时的可靠制动能力和具有自行走能力。在跨越钢桁梁铰接点时,只需按合龙时,临时状态下跨越通过即可,无其他特别技术要求。

5.4 桥面吊机及运梁专用台车专用轨道

桥面吊机及运梁专用台车专用轨道在钢桁梁铰接处,存在轨道分离开合变化的状态,可以考虑在专用轨道铰点的分离开合处设置过渡轨道梁处理。

在钢桁梁临时铰分离和合龙两种不同状态下,过渡轨道梁可采用如下结构形式(见图 4)。



(a) 钢桁梁临时铰分离状态



(b) 钢桁梁临时铰合龙状态

图 4 过渡轨道梁构造示意

6 结语

其他架设钢桁梁机械设备因不需要随钢桁梁架设状态进行联动,故对其无特殊要求,其制造技术指标只要满足施工组织设计即可,不需进行特别设计。

本文着重对坝陵河大桥钢桁梁悬索桥的桥面吊机架设方案施工机具的设计技术方案进行分析研究,以指导桥面吊机法施工中主要机具的设计、制造和招标采购。