

单塔无背索斜拉桥索塔施工技术

冯军武

(中铁二十局集团 第三工程有限公司, 重庆 401121)

摘要:结合代家湾单塔无背索斜拉桥主塔施工实践经验,重点介绍索塔施工工艺、索塔整体提升模板体系以及索塔线形控制等,总结单塔无背索斜拉桥索塔施工控制技术,为同类桥梁施工提供借鉴。

关键词:单塔无背索斜拉桥;索塔;施工

中图分类号:U448.37 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-0300(2010)01-0102-05

0 工程概况

宝鸡市代家湾单塔无背索斜拉桥索塔采用钻石形,包括索塔上段、索塔下段、斜腿和下横梁四部分,采用无预应力钢筋混凝土结构,索塔顺桥向倾斜角度为 60° ,横桥向面内倾角为 23.415° 。桥面以上索塔长63 m,其中锚固区约30.3 m,桥面以下斜腿长10.425 m。索塔上段为矩形断面,顺桥向宽度为5 m,横向宽度为6 m,索塔下段为宽3.5 m,顺桥向5 m的矩形实心断面,塔梁固结处设横梁,高3.15 m,顺桥向宽5.774 m,桥面以下桥腿断面向两个方向均渐变宽,顺桥向5.774 m变宽至10 m,顺桥向3.814 m变宽至8 m。索塔内设焊接型钢格构式劲性骨架,每两个槽钢形成一个工字型组合型钢,每四个工字组合型钢用角钢连成箱形组合型钢,索塔矩形断面四个角的四个箱形组合型钢用大的交叉角钢连为一体,成为索塔的劲性骨架。斜塔施工时采用两根 $\Phi 1200 \times 20$ 钢管临时支撑,钢管临时支撑上端在分叉点与斜塔内劲性骨架联结,下端支撑于32 m边跨的承台上。索塔结构见图1。

1 施工工况及工艺流程

施工工况及工艺流程见图2。

2 整体提升模板施工

2.1 模板体系构造

索塔模板设计为整体钢模,模板体系由加固系统、平台系统、脱模合模系统、提升系统组成,中塔柱模板设计长度5.74 m,每节段浇筑高度3.6 m,模板嵌固2.14 m;模板设计长度4.74 m,每节段浇筑高度2.7 m,模板嵌固2.04 m。

中上塔柱模板体系结构原理一致,以中塔柱模板体系为例介绍模板构造。中塔柱模板构造见图3。

2.1.1 模板加固系统

模板加固构件由嵌固段模板、模板支架1、模板支架2、拉杆系统、加劲肋、面板组成。模板支架2在5 m方向采用双槽钢[18B间距88 mm组成格构构件1,3.5 m方向采用I16工字钢组成构件2,组装时把构件1、构件2与模板加劲肋焊接牢靠,构件2在模板四个角处承插入构件1,调整面板到设计尺寸时在构件2与构件1交叉处构件2外侧6 cm处焊接挡板,挡板与构件1之间加塞对称三角钢楔块。模板支架1在上平台5 m方向采用双[16a槽钢间距88 mm与角钢 $\angle 80 \times 6$ 焊接组成格构桁架1,3.5 m方向采I16用工字钢与角钢 $\angle 80 \times 6$ 焊接组成格构桁架2,组装时把桁架1、桁架2与模板加劲肋焊接牢靠,桁架2在模板

收稿日期:2009-11-23

作者简介:冯军武 男 1968年出生 高级工程师

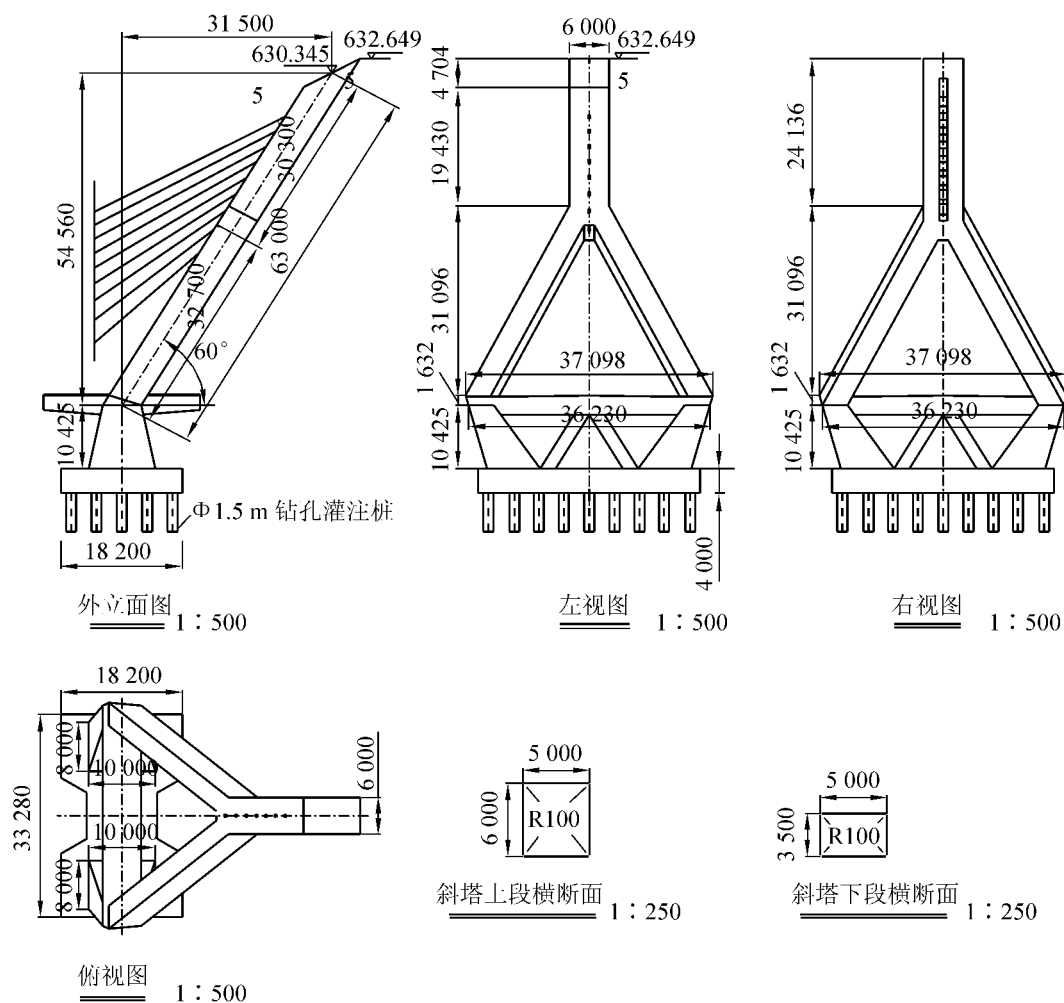


图1 索塔构造图(单位:mm)

四个角处承插入桁架1,调整面板到设计尺寸时在构件2与构件1交叉处构件2外侧6 cm处焊接挡板,挡板与构件1之间加塞对称三角钢楔块。拉杆系统由直径200 mm一级圆钢与特制螺母组成,圆钢一端套丝与特制螺母连接,另一端焊接于劲性骨架上,拉杆在每侧模板面布置两排,竖向布置于支架2旁边,并与支架2连接,横向间距100 cm,特制螺母待塔柱混凝土强度达到50%时拆除,可循环使用。

2.1.2 提升系统

提升系统由提升起重设备、滑道、滑轮、滑轮支架四部分组成。

提升设备主要为10 t手拉葫芦,塔柱模板的四个角每个角两侧布置2个,上端用直径16 mm双股钢丝绳固定于劲性骨架上,下端用直径16 mm双股钢丝绳固定于模板焊接的钢耳朵,手拉葫芦钢链预留长度+倒链工作长度+钢丝绳长度要大于每节的提升高度3.6 m。滑道分为两部分:上端滑道与下端滑道。上端滑道布置于塔柱的上卧面,3.5 m宽塔面布置3道,5 m宽塔面布置4道,滑道采用6 mm钢板下垫直径16 mm钢筋与斜塔钢筋点焊,滑道下斜塔钢筋与劲性骨架焊接固定,调平,支垫钢筋密度保证滑道有足够刚度不产生过大变形影响模板爬升。下端滑道直接利用已浇筑混凝土。滑轮采用20 t自动调心轴承,有效的防止模板爬升过程中滑轮不同心而产生很大的摩擦力影响爬升,滑轮通过滑轮轴固定于滑轮支架上^[1]。

2.1.3 脱模合模系统

脱模机具:20 t螺旋千斤顶4台;拉紧器16台(自制);10 t手拉葫芦4台;2 t手拉葫芦4台。合模机具:20 t螺旋千斤顶4台;拉紧器16台(自制);10 t手拉葫芦4台;2 t手拉葫芦4台。

脱模步骤:第一步松开模板四个角连接螺栓用长螺杆螺栓代替,保证每个角至少有8个长螺杆连接

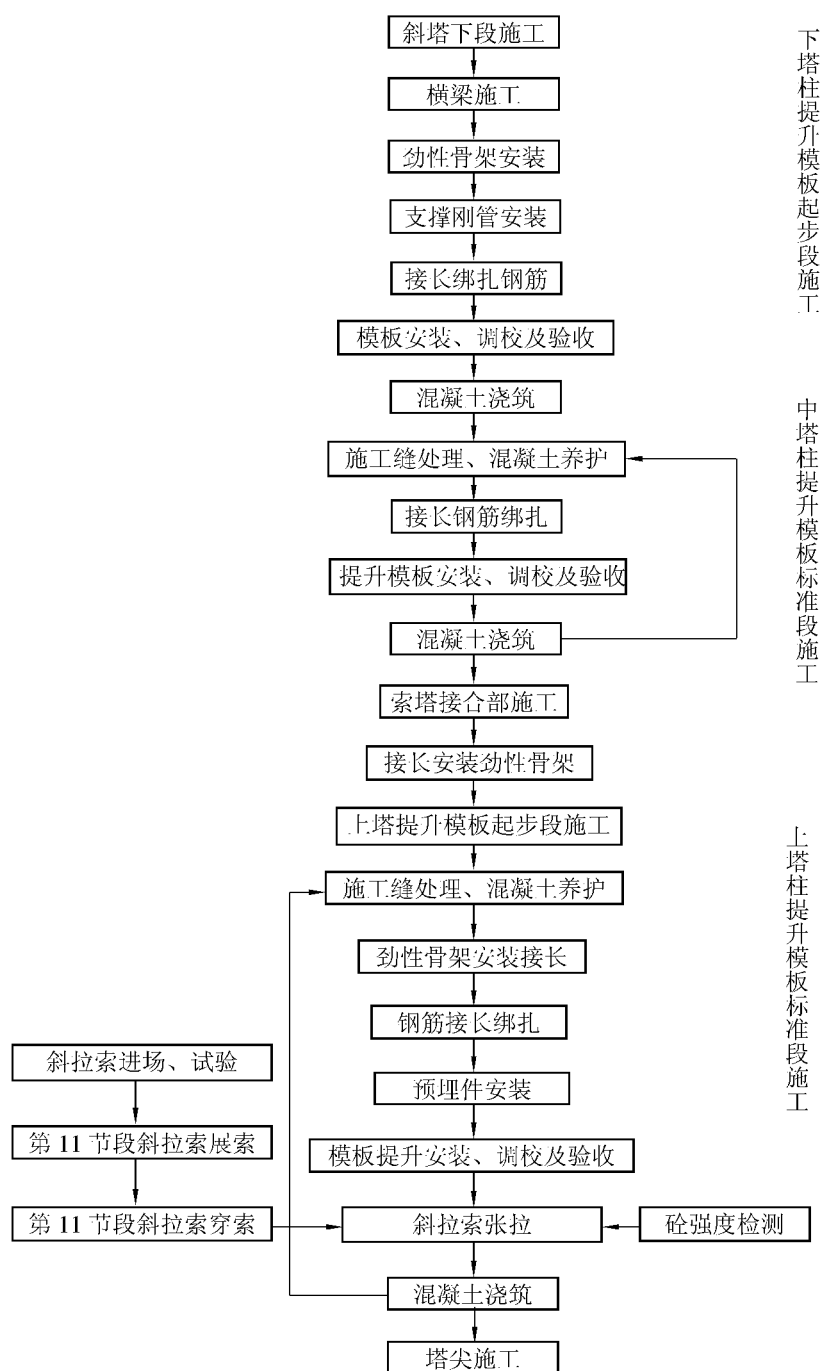


图 2 施工工况及工艺流程

螺栓;第二步去掉支架 1、支架 2 之间的加固三角钢楔块;第三步利用螺旋千斤顶配合手拉葫芦打开下仰面两块模板,距离混凝土面 50 mm,安装固定 8 个提升滑轮(主要为导向),用拉紧器固定;第四步打开上卧面两块模板,距离混凝土面 25 mm(同时下仰面模板距混凝土面距离减为 25 mm),安装固定 28 个提升滑轮,用拉紧器固定,完成脱模。

合模步骤:模板提升到位后,第一步松开塔柱上卧面模板拉紧器,利用螺旋千斤顶打开塔柱上卧面模板约 30 mm;第二步取出滑轮;第三步利用手拉葫芦拉紧模板使嵌固段模板与混凝土面接触,上紧螺栓,打入支架 1 与支架 2 之间三角钢楔块;第三步松开塔柱下仰面模板拉紧器,取出滑轮,利用螺旋千斤顶手拉葫芦拉紧塔柱下仰面模板,使嵌固段模板与混凝土面接触上紧螺栓,打入支架 1 与支架 2 之间三角钢楔块,完成合模。

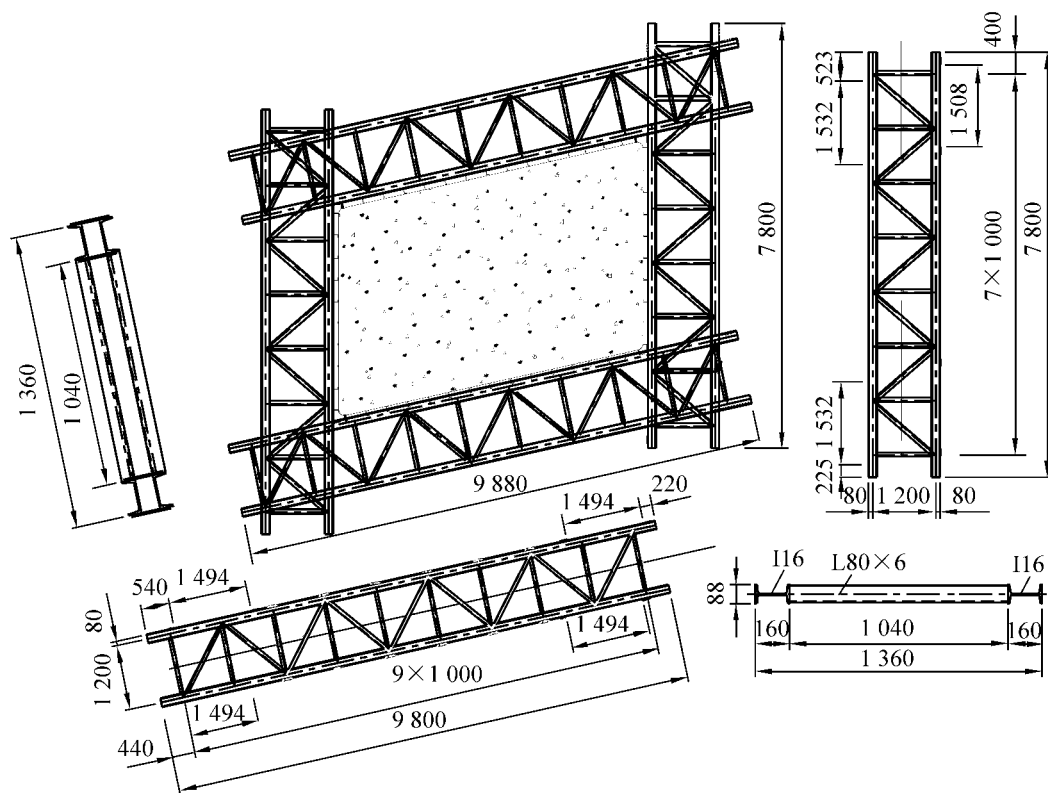


图3 中塔柱模板构造图(单位:mm)

2.1.4 平台系统

施工平台采用支架一,模板顶端与底端各设一道,顶面铺设竹胶板提供操作平台,四周焊接围栏保证人员安全。

2.2 提升模板施工

2.2.1 工艺流程

钢筋绑扎焊接完毕(经验收)→手拉葫芦安装就位→安装滑道→脱模→提升→合模→校正→加固。

2.2.2 施工注意事项

(1)手拉葫芦安装时一定要保证在去掉最小工作长度下有足够的提升长度,保证一次提升到位。避免中间倒换葫芦。

(2)脱模过程中一定要按照先脱下仰面模板,在脱上趴面模板的顺序,避免模板脱开空间太大,造成合模困难。

(3)提升过程中保证模板四面同步上升,避免不均匀提升造成模板扭曲、卡死现象,如出现不均匀现象要及时调整。

(4)校正过程中一个角校正完毕及时焊接定位钢筋,防止校正其他角点时校正完毕的角发生过大移动,减少重复校正过程。

3 索塔线形控制

斜塔线形控制为斜拉桥质量控制的一个重要部分,线形顺畅与否直接决定斜塔的美观程度,同时对成桥斜塔的应力场分布有着重要的影响,因而施工过程中必须严格控制斜塔的施工线形^[2]。

3.1 施工工况预抛值

在混凝土自重、支撑条件以及外界荷载的作用下斜塔线形在施工过程中各个工况中不断变化,因而斜塔三维坐标不能按照成桥设计坐标进行控制,必须设置一定的预抛值,这样才能接近达到理想设计线形^[3]。

施工之前利用 MIDAS 对斜塔施工各个工况进行模拟,计算各个施工工况下斜塔的变形,施工中设置与变形反方向的预抛,同时施工过程中根据实际施工测量情况对预抛值进行相应的调整。中塔柱 X 轴方向预抛值见图 4。

3.2 控制措施

(1)建立 CAD 三维模型。斜塔为倾斜三维体系结构,且截面变化多,用数学方法直接计算坐标相当复杂,容易出错且花费时间长。实际施工过程中利用 AUTOCAD 建立斜塔 1:1 三维模型,坐标计算可以从三维模型直接截取。

(2)利用高精度全站仪三维坐标控制。中上塔柱每个施工节段模板四个角点都校正在设计坐标加预抛值 5 mm 以内,并利用可靠的加固措施,保证混凝土浇筑过程中模板不变形、不移位。

3.3 施工后桥塔线型

通过采取前述措施,施工后桥塔线型相差很小,达到了设计要求。

4 结语

随着桥梁施工技术的高速发展,斜拉桥索塔施工工艺技术逐渐成熟,但无预应力钢筋混凝土双向倾斜索塔施工并不多见,现通过实践总结成文,为类似结构施工提供借鉴。

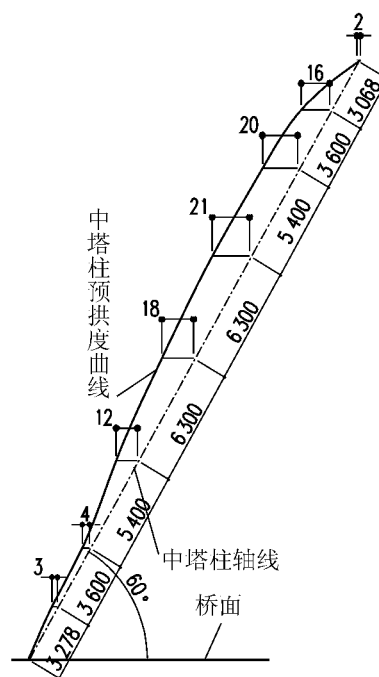


图 4 塔施工预拱度值设定(单位:mm)

参 考 文 献

- [1]林元培. 斜拉桥[M]. 北京:人民交通出版社,1997.
- [2]严国敏. 现代斜拉桥[M]. 成都:西南交通大学出版社,1996.
- [3]路桥集团第一公路工程局. JTJ041—2000 公路桥涵施工技术规范[S]. 北京:人民交通出版社,2000.

Pylon Construction for Single Tower Cable-stayed Bridge Without Back Stays

Feng Junwu

(The 3rd Engineering Company, Ltd., the 20th China Railway Construction Bureau Group, Chongqing 401121, China)

Abstract: Based on the construction experience of Daijiawan single tower cable-stayed bridge without back stays, the pylon construction technology, the hoisting formwork system for pylon construction and the configuration control of the pylon are introduced in details, which can be used as reference in similar bridge projects.

Key words: single tower cable-stayed bridge without back stays; skew pylon; construction