

150 m 钢筋混凝土拱桥单箱悬臂吊装施工技术

席红星

(中铁十七局集团公司,山西 太原 030032)

摘要:重庆市丰—石公路汶溪大桥为 150 m 钢筋混凝土拱桥。由于该桥的施工地形、位置比较特殊,每段拱箱的设计重量大,每片拱箱又分为七段吊装施工,在不满足链拱横向稳定系数大于 4 的情况下,通过增加风缆数量等措施成功地实现了单箱合龙。

关键词:钢筋混凝土 拱桥 基肋吊装

中图分类号:U445.464 **文献标识码:**B **文章编号:**1003-1995(2004)04-0009-03

1 工程概况

汶溪大桥位于重庆市丰(都)—石(柱)公路 K17+847.30 处,跨越汶溪河,毗邻长江,全长 205.2 m,为钢筋混凝土薄壁箱肋拱桥。计算跨径 $L=150$ m,计算矢高 $f=25$ m, $f/L=1/6$,拱轴系数 $m=2.24$ 。拱肋由两个单箱组成,宽 2.8 m,高 2.5 m,拱上构造由拱上立柱、帽梁和纵向布置的桥面板组成。施工预拱度为 0.25 m,按二次抛物线分配。桥面宽 $9\text{ m}+2\times 0.25\text{ m}$ (栏杆),全宽 9.5 m。

拱肋分七段预制,采用无支架缆索吊装,最大吊重 780 kN。全桥由四条基肋组成 2 条拱肋,共有 28 段拱箱。在不满足链拱横向稳定系数大于 4 的情况下,吊装成功。吊装后只需进行箱段之间的纵横连接和浇筑纵缝混凝土。横系梁采用工字形断面,位置在立柱附近的横隔板处,横系梁上、下缘钢筋与拱肋顶、底板钢筋相连。预制时,应预埋横系梁接头钢筋。

3 结论

利用超声波法和射线法可以对拱桥钢结构焊缝进行定性和定量的检测,超声波法对平面型缺陷比较敏感,而射线法对立体型缺陷比较敏感,在进行局部探伤焊缝时应该注意的是,当探伤过程中发现裂纹或较多其它缺陷时,应继续延长探伤,必要时直至焊缝全长。经射线和超声波两种探伤方法检查的焊缝,在不能确定那种方法更准确判断焊缝质量时,两种方法必须达到各自的标准,方可认为合格。从探伤中也可以看出,射线法补充了超声波法没有探测出来的气孔、夹渣等

2 缆索吊机吊装设计

汶溪大桥净跨度 150 m,单个拱箱的重量在重庆地区乃至全国同类型桥梁工程居首位,缆索吊机吊装方案的选择与确定在本桥施工中显得尤为突出和重要。经反复研究论证,确定拱箱吊装为正吊正扣、单箱合龙方式。

2.1 塔架

丰都与石柱岸均设塔架,两主塔间距为 255 m,丰都岸塔架中心距 0[#] 台尾 45 m,石柱岸塔架中心距 3[#] 台尾 4.8 m(图 1),塔架的主要杆件由 M 型万能杆件组拼。两岸均设主塔和副塔,其中丰都岸主塔架高 36 m,副塔架高 34 m,石柱岸主塔架高 32 m,副塔架高 30 m,以形成吊重方向的下坡。塔架全部采用 4 肢组拼,两单塔横向间距 4.6 m,中间采用特制构件设置横系梁进行横向联接。塔架与地基采用螺栓联结,属固定铰支座。

2.2 吊装系统

缺陷,并得到了定量数据,经过返修,再进行射线复探,结果为合格。由于上述探伤程序是在施工方自检以后进行的,因此,检测出来的缺陷大为减少。

参 考 文 献

- [1]邵泽波.无损检测技术[M].北京:化学工业出版社,2003.
- [2]崔大海.焊接桥梁的超声波探伤[J].无损探伤,2002.
- [3]李生田.焊接结构现代无损检测技术[M].北京:机械工业出版社,2000.

修回日期:2004-02-10

(责任审编 王天威)

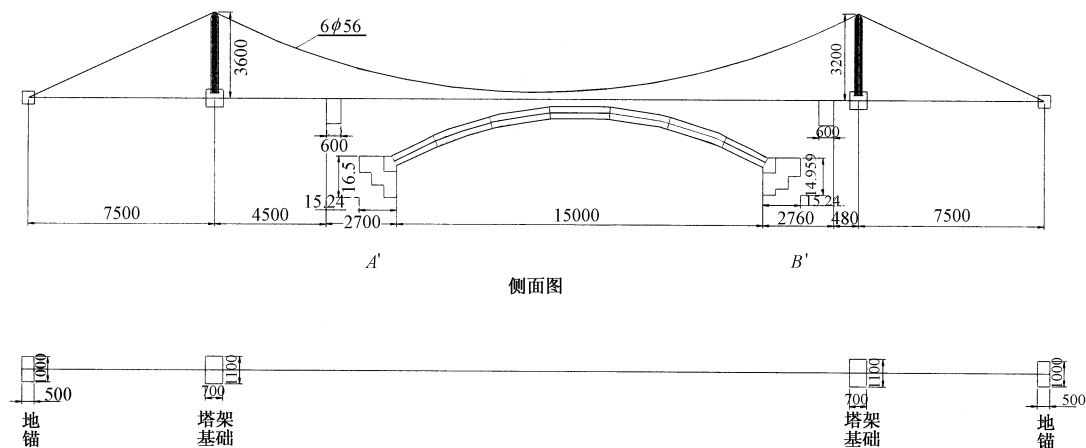


图1 缆索吊机总体布置图(单位:cm)

吊装主索采用1组6 ϕ 56.0(6 $\times$ 37+1)德国产密封钢丝绳,吊装时分别平移至单肋拱箱轴线上,由5个大直径导向轮平衡6根主索受力。吊装为双跑车起吊,拱箱的吊(扣)点按设计位置预留和使用,为防止扣点位置受力过大引起拱箱混凝土开裂,在拱箱顶板扣绳吊孔位置埋设钢板预埋件。扣绳采用2 ϕ 47.5,扣点处采用 ϕ 40的倒向轮平衡扣索受力。起重索采用 ϕ 19.5钢丝绳,一根起重索通过8门滑车穿通线分别进入两台慢速卷扬机,即一个吊点设两台卷扬机,全桥共设4台8t起重卷扬机。牵引索采用一组 ϕ 19.5钢丝绳穿巡回线,通过3门滑车倒6线,由一台10t滚筒慢速卷扬机作牵引动力。跑车共1 $\times$ 2个,分前后跑车,跑车之间用一根 ϕ 32.5钢丝绳迂回作柔性连接。地锚为重力式,施工时在地锚上预埋型钢(为固定钢丝绳之用),并根据计算数据在其上覆土加压。

2.3 缆风系统

由于该桥跨度大,拱箱段吊装重量大,塔架在使用过程中,吊点位置随时都在变化,引起主索钢丝绳升角的变化,这种变化造成主索张力及水平力的变化,从而对塔顶产生向地锚方向和向河心方向的水平力差;加之拱箱悬挂就位后,由于通过塔顶的扣索前后角度不同产生水平力差,塔顶的各种钢丝绳不可避免地产生纵向轴线偏位,从而在塔顶产生侧向推力差,因此对风缆系统需进行专门研究和设计,确保拱肋单肋合龙横向稳定系数不小于4。具体方法是在塔顶处设双向塔架稳定缆风,即塔架后缆风布置为2 $\times$ 10 ϕ 19.5+4 ϕ 19.5钢丝绳,侧缆风布置为2 $\times$ 8 ϕ 19.5钢丝绳,且根据塔架受力情况,丰都岸塔架设对拉缆风。缆风索的布置以不影响卷扬机工作和拱箱吊装为原则。拱箱稳定缆风索为2 ϕ 19.5钢丝绳,其地锚布置力求对称,钢丝绳通过单滑轮平衡受力。

3 吊装准备

3.1 拱段台位

由于该桥所处位置地势狭窄,在丰都岸拱脚段扣好后,扣索高度及宽度不足,将会影响中间段及丰都岸次边段1、次边段2出梁,故在位于河床两岸居跨中的位置挖两条地沟浇筑混凝土地梁,用于在安装拱箱之前搁置拱顶段和丰都岸次边段1、2(图2)。地梁相对间距与拱箱吊点位置相适应。

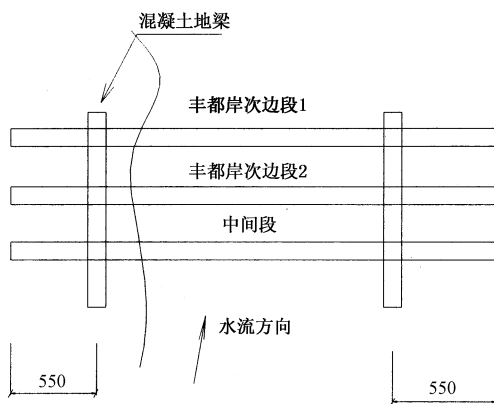


图2 三种拱段存放示意图(单位:cm)

3.2 吊装前的检查事项

检查预制拱箱段(包括内弧长、内弧水平距离、外弧长、外弧水平距离、预埋件位置、几何尺寸、接头倾角、顶底板中线标记、接头处测量标高标记等)及主拱座中线、起拱线标高、净跨度、拱台杂物清理程度等,并将实测的各种数据与设计、施工技术要求相比较,掌握拱段及主拱座制作误差的大小。对于个别地方超出允

许误差范围的,应采取相应的处理措施。

在正式吊装前进行三次试吊,在试吊过程中要及
时发现问题,如塔顶位移、主索矢跨比、钢丝绳使用安
全度、卷扬机工作状态、地锚基础及各种预埋件、卷扬
机基础、塔架基础受力情况、人员之间配合的默契程
度、通讯联络畅通情况等。

4 拱箱吊装

拱段安装顺序为:石柱岸拱脚段→石柱岸次边段
1→石柱岸次边段2→丰都岸拱脚段→丰都岸次边段1
→丰都岸次边段2→中间段。

4.1 拱脚段悬挂就位

起吊石柱岸下游外侧拱脚段,牵引至2[#]主拱座
处,其间需测量观测两岸塔架位移、主索矢跨比等。采
用循环下降、靠近的办法松懈起吊绳,使拱箱接头与主
拱座接触并使其轴线重合,然后固定肋座处拱箱接头
轴线,并使拱箱端接头回落到拱座。用水准仪测量拱
脚段与次边段1接头标高,使预计抬高量比设计标高
高出10~15 cm;拴好对拉缆风索及扣索,用手拉葫芦
收紧缆风索并调整中线,误差控制在±1 cm内。在操
作过程中,边收扣索,边下降起重索、调整中线,使拱箱
轴线与设计拱轴线在同一铅垂面。

丰都岸拱脚段吊装方法同上。

4.2 次边段1就位

起吊石柱岸下游外侧次边段1,牵引至石柱岸拱
脚段接头上空,下降起重索使次边段1与拱脚段拱箱
接头对接,线型基本平顺后,将底板预埋件螺栓孔对
好,穿入高强度螺栓,并稍稍拧紧,然后调整中线,将顶
板螺栓穿好,并稍旋紧。次边段1就位使拱脚段扣绳
受力增加,拱脚段接头标高下降,在操作过程中应保持
拱脚段和次边段1接头平顺,避免接头附近拱箱混凝
土开裂。次边段1上下接头预留高度应控制在 $\Delta_{y上}=2$
cm, $\Delta_{y下}=15$ cm范围内,按先收紧次边段1的扣索、
再调拱脚段扣索、最后松起重索的次序反复多次,直至
起重索松完为止,升降幅度控制在4 cm内。值得注意的是扣索位置要与所悬挂的拱箱中轴线保值一致。预
计抬高量比设计值高出15~25 cm。

丰都岸次边段1由跨中位置直接起吊后纵移就
位,其安装方法同上。

4.3 次边段2就位

起吊石柱岸下游外侧次边段2,牵引至石柱岸次
边段1的接头上空,下降起重索使次边段2与次边段1
的拱箱接头对接,对好预埋件接头螺栓孔,穿上螺栓并
拧紧。其余安装方法同次边段1,抬高量控制在25~

35 cm。

丰都岸次边段2由跨中位置直接起吊后纵移就
位,其安装方法同石柱岸次边段2。

4.4 中间段就位

拱顶段由跨中垂直起吊至比设计标高高出约3~
4 cm处,关闭卷扬机。采用画线定长松索,分轮逐次
下降两岸次边段2、1及拱脚段扣索。注意两侧对称、
均匀放松,待次边段2与拱顶段接头时,对好拱箱预埋
件螺栓孔,上好接头螺栓并稍拧紧,同时同步下降拱顶
段,使各接头进一步紧密接触。在中间段就位过程中
次边段2、1及拱脚段后场操作松索比例大致为3 2 1,
前场用水准仪观测并协调指挥后场,保证两岸观测标
高基本一致,最终使拱箱接头完全接触。松索后拱脚
段接头比设计标高高出约1~2 cm,次边段2、1及拱顶
段比设计标高高出约2~3 cm,拧紧各接头连接螺栓,
调整拱箱横向缆风绳及拱脚段下拉索,使拱箱轴线与
设计轴线吻合,用楔形钢板嵌塞死拱箱底板及顶板预
埋件接头缝隙。再次检查拱箱轴线,调整后固定风缆,
且对各控制点及拱顶高程作全面观测记录。电焊接头
部件,焊接顺序为先拱腹后拱背,先拱顶后拱脚,将焊
接过程中造成的拱肋多余变形由拱顶逐步消除于主拱
座上。

4.5 内侧拱箱安装与箱间联结

重复上述4.1至4.4操作步骤,安装上游内侧单
肋拱箱,然后进行箱间钢筋及预埋件焊接,完成后,在
拱背埋设固定观测点对拱肋进行定期观测并作好记
录,及时浇注箱间接头及纵缝顶板混凝土。

5 结束语

通过对丰都汶溪大桥150 m钢筋混凝土拱桥的施
工,我们初步掌握了钢筋混凝土薄壁箱肋拱桥单肋七
段成拱技术,积累了缆索吊机吊装大吨位拱桥的施工
经验,为更大跨度的拱桥吊装积累了资料。

收稿日期:2003-11-20

(责任审编 孟庆伶)

