

DOI:10.14048/j.issn.1671-2579.2019.06.032

超宽混合梁斜拉桥钢箱梁悬臂拼装施工关键技术

马琼锋, 严小卫

(中交第二航务工程局有限公司第六分公司, 湖北 武汉 430012)

摘要:钢箱梁作为桥梁常见的一种结构类型,其安装工艺根据桥梁结构特点有很多种,悬臂拼装作为斜拉桥钢箱梁安装的一种主要工艺,特别是超宽超重的钢箱梁安装,给吊装和匹配带来更多的难题。该文结合厦漳同城大道三标项目西溪主桥主跨钢箱梁悬臂拼装施工工艺,介绍超宽混合梁斜拉桥钢箱梁悬臂拼装施工关键技术。

关键词:超宽钢箱梁;变幅桥面吊机;悬臂拼装;匹配;焊接;检查车安装

为解决日益拥堵的交通问题,桥梁在规划设计中加大通行能力,越来越多的双向八车道桥梁开始出现;许多桥梁采用以正交异性结构的宽幅钢箱梁为主的轻型主梁结构,钢箱梁的主要安装方法有支架浮吊吊装法、顶推法、悬臂拼装法等,而当桥梁跨越通行受限的运输水域时,采用悬臂拼装工艺无疑是一种比较理想的方法。然而对于宽幅钢箱梁,在采用悬臂拼装施工过程中,由于钢箱梁各工序约束条件的变化,会导致梁段变形状态有较大差异,钢箱梁结合匹配难度大,因此在宽幅钢箱梁悬臂吊装过程中解决吊装梁与成桥梁对正结合端成了重点和难点。

1 工程概况

厦漳同城大道三标西溪主桥位于福建省漳州龙海市,跨九龙江西溪,桥梁结构形式为独斜塔扭背索斜拉桥,墩、塔、梁固结体系,跨径组成为(88+200)m。边跨为双索面现浇混凝土PC梁结构,标准梁宽51m,几何高度4m;主跨是准单索面单箱七室钢箱梁结构,钢箱梁宽度47m,几何高度4m,主桥桥型布置如图1所示。西溪主桥为目前世界桥面最宽的独斜塔扭背索斜拉桥,受其外部环境的限制,选择合理的钢箱梁悬臂

m 预应力混凝土预制小箱梁较 20 m 预应力混凝土预制小箱梁虽然吊装重量相对要重,但在造价上略经济,综合下构桩基数量等因素,平原区高速公路装配式桥梁宜采用 25 m 预应力混凝土预制小箱梁、桩柱式桥墩、肋板式桥台的结构形式。

6 结论

(1) 平原区地形变化不大,地势平坦,地质结构较简单,上部构造一般采用 25、30 m 预应力混凝土小箱梁,桩柱式桥墩、肋板式桥台的结构形式。

(2) 主线一般桥梁、互通区直线桥梁和半径较大的桥梁一般采用 25 m 预应力混凝土组合小箱梁,对于个别错孔布置桥梁调节长度时选用 30 m 小箱梁。

(3) 在拟定推荐桥型方案时,同一座桥一般采用统一的桥梁跨径,以便于施工,但对于个别跨路、跨河

桥梁,结合地形条件,也可同时采用了两种跨径的混合式结构形式,以满足桥梁跨路、跨河的需要,同时尽可能减小对公路、河道的影响和降低工程造价。

参考文献:

- [1] JTG B01-2014 公路工程技术标准[S].
- [2] JTG/T 3832-2018 公路工程预算定额[S].
- [3] 翟晓亮,陈定市.中小跨径桥梁结构形式优选[J].中外公路,2018(3).
- [4] 陈斌,闵锐.公路工程新旧估算指标对比分析[J].中外公路,2017(5).
- [5] 王占城.平原区高速公路建设采用路基与高架桥在占地和造价方面的对比分析[J].交通世界,2017(18).
- [6] 闫君媛.考虑车辆荷载横向位置随机性的中小跨径桥梁安全评估[D].湖南大学博士学位论文,2018.
- [7] 刘志.山区高速公路标准跨径桥梁设计探讨[J].中国水运,2008(2).

收稿日期:2019-07-15(修改稿)

作者简介:马琼锋,男,大学本科,高级工程师,E-mail:75384894@qq.com

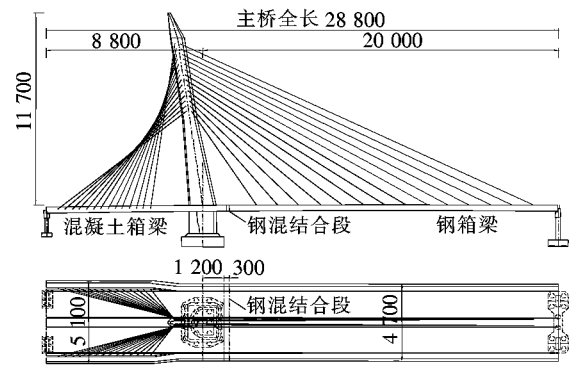


图1 西溪主桥桥型布置图(单位:cm)

拼装工艺成为该桥施工的关键。

主跨钢箱梁总计16个拼装节段,其中1#钢箱梁为钢混结合段,与混凝土梁相接;2#~15#梁段为标准梁段;16#梁段为合龙段。梁段划分如图2所示。各梁段主要参数如表1所示。

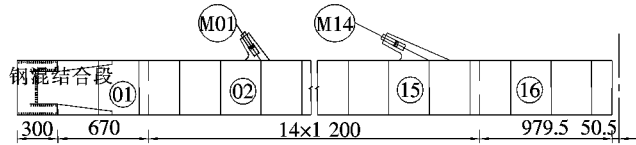


图2 钢箱梁节段划分(单位:cm)

表1 梁段主要参数

| 梁段号 | 梁段长度/m | 梁段重量/t |
|--------|--------|--------|
| 1# | 9.7 | 384.4 |
| 2#~15# | 12.0 | 326.8 |
| 16# | 9.8 | 301.3 |

2 工程难点分析

(1) 桥位邻近九龙江西溪入海口,水位受潮汐影响最大潮差达到6.7 m,水流速度较大,平潮时间较短,对运梁船舶定位、梁段吊装影响大。

(2) 塔梁墩固结现浇段采用钢管支架法施工,固结段施工完成后,需要将1#梁段(钢混结合段)吊装至已搭设好的支架上,常规采用大型浮吊进行吊装;但是受上下游已建成桥梁的通航净空限制,大型水上起重设备无法进场,只能利用桥面吊机进行吊装1#梁段,对桥面吊机有较高要求。

(3) 钢箱梁梁宽达到47 m,斜拉索布置为准单索面,吊装过程吊点和安装后斜拉索吊点位置的不同会导致梁段横桥向挠度不一致,现场安装、匹配难度大。

(4) 受沿海环境影响,桥位处风力较大,施工环境

对钢箱梁焊接质量有较大影响。

3 吊装设备选择

钢箱梁节段最重的1#梁段吊重384.4 t,根据桥面宽度和吊装重量,确定采用两台200 t桥面吊机;根据运梁船停放位置和1#梁段安装位置,确定桥面吊机变幅机构变幅范围为8.5~24 m。

钢箱梁宽度为47 m,为保证每个节段钢箱梁吊装时桥面吊机位置的精确、便于施工中梁段匹配精度的控制,特为桥面吊机增加了横移装置,当桥面吊机行走过程中出现偏位时可以及时调整,能够有效控制节段安装精度。

1#梁段、16#梁段及2#~15#标准梁段重心位置不同,为了保证梁段吊装过程中的平衡和纵坡的调整,根据不同梁段吊装时的重心位置,在吊具上开设了对应的扁担梁连接孔,同时在吊具上安装了调节油缸以微调梁段纵坡。吊具与钢箱梁吊点之间采用钢丝绳圈联系,吊装时即使水流速度较大影响运梁船的精确定位,也能顺利实现吊具与钢箱梁吊点之间的连接。

4 施工工艺

根据桥梁结构特点和施工环境条件,确定施工工艺流程如下:1#梁段吊装→钢混结合段混凝土浇筑→2#梁段吊装→检查车安装→3#~14#梁段吊装→16#梁段吊放在支架上→15#梁段吊装→16#梁段回移、安装。

4.1 1#梁段(钢混结合段)吊装

1#梁段(钢混结合段)支架采用钢管支架,支架搭设完成后在对应钢箱梁腹板位置放置好三向千斤顶。运梁船就位后下放桥面吊机吊具、利用吊具的钢丝绳圈连接钢箱梁吊点。各吊点可靠连接后两台桥面吊机同步、缓慢提升梁段,待梁底脱离运梁船1 m左右时撤出运梁船。桥面吊机继续提升梁段至梁底高出支架顶面1 m左右时通过变幅机构调整,将梁段逐渐移动到支架上方,施工过程中要保证梁底与支架之间有足够的空间避免碰撞(图3)。

梁段位置调整到设计位置后下放梁段,使其落在支架上方的三向千斤顶上,然后解除与桥面吊机的联系。测量梁顶面各控制点坐标、标高,利用三向千斤顶对梁段进行精确调整、定位,同时调整梁底临时钢支墩标高,待梁段调整好之后将荷载转移到钢支墩上,并将

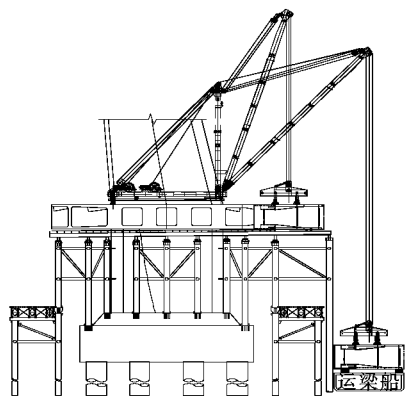


图 3 1# 梁段吊装示意图

钢箱梁、钢支墩和支架进行焊接固定,防止钢混结合段混凝土浇筑时钢箱梁发生位移。

1# 梁段调整、固定之后,施工钢混结合段聚丙烯微膨胀混凝土及预应力,完成 1# 梁段安装。

4.2 标准梁段吊装

标准梁段吊装过程中,待安装的 n 号梁段和已安装的 $(n-1)$ 号梁段受力状态有较大差异; n 号梁段支撑点为吊装时的吊点,两吊点横桥向间距为 21.15 m; $(n-1)$ 号梁段支撑点为对应的斜拉索,斜拉索在钢箱梁上的锚固点横桥向间距为 3.9 m,桥面吊机 1 470 kN 自重荷载分布在钢箱梁两侧,桥面吊机重心横桥向间距为 21.15 m。

待安装梁段和已安装梁段间变形状态的差异导致现场匹配难度较大,现场按照图 4 中①→⑤的顺序从刚度最大的位置开始分区进行匹配,将匹配度差异逐步缩小。在钢箱梁加工时腹板端部预留 20 cm 不与顶底板焊接,待梁段匹配完成后在现场进行焊接,这样既能减小梁段间接口处刚度,又能够提高腹板匹配精度。

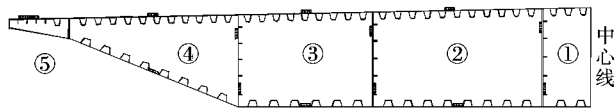


图 4 梁段间匹配顺序示意图

桥面吊机定位精度偏差导致的梁段横向偏位,在梁段初步就位后可以利用手拉葫芦进行横向调整;纵坡可以利用吊具上的调节油缸进行调整。

钢箱梁粗匹配完成后利用码板进行板缝间精匹配,调整局部板缝高差控制在规范要求的范围内,然后进行节段间焊接。顶、底板及腹板焊接时首先粘贴陶瓷衬垫,打底焊按照焊接工艺评定要求采用二氧化碳气体保护焊。顶板焊接时为避免风吹影响焊接质量,

采用防风罩进行挡风处理。顶板盖面采用埋弧自动焊,保证焊缝平顺一致。

4.3 顶推合龙施工

2# ~14# 梁段及对应斜拉索安装完成之后,先吊放 16# 梁段到临时支架上,并将梁段向边墩做适当的偏移,然后按照标准梁段施工工艺流程完成 15# 梁段匹配、安装,并进行对应斜拉索张拉。

待 15# 梁段施工完成后,对合龙口宽度进行 48 h 连续观测,确定合龙口宽度随气温变化的情况,以此确定 16# 梁段配切长度、切除 16# 梁段预留的调节长度,在夜间气温较稳定时段利用 16# 梁段下方的三向千斤顶将 16# 梁段调整至设计位置,与 15# 梁段进行匹配、焊接,实现合龙施工。

4.4 检查车安装

桥梁检查车厂内加工完成后分节段运输至桥位,在已拼装钢箱梁悬臂前端进行组装后安装临时轨道,利用桥面吊机下放至待吊 3# 梁段上;提升 3# 梁段,检查车随梁段一起提升至已安装 2# 梁段下方;桥面吊机做变幅,使临时轨道与 2# 梁段已安装的轨道靠近,利用手拉葫芦微调精准对接后对临时轨道进行固定,然后检查车向 2# 梁段移动至永久轨道,完成检查车安装。

5 结语

西溪主桥钢箱梁悬臂拼装施工过程中通过研发中国最大变幅桥面吊机、采用小位移顶推合龙工艺,解决了大型吊装设备无法进场等条件受限地区大吨位、大宽度整宽钢箱梁的吊装、合龙问题;采取可靠的焊接工艺、制定简便有效的检查车安装方案等一系列技术措施,保证了钢箱梁的安装质量和安装效率,顺利实现了桥梁的施工,整套工艺应用效果好,可为类似工程施工提供一定的借鉴和参考。

参考文献:

- [1] JTG/T F50—2011 公路桥涵施工技术规范[S].
- [2] 张永强,颜东煌,张永涛,等.苏通大桥钢箱梁悬臂拼装技术研究[C].第七届全国交通运输领域青年学术会议论文集,2007.
- [3] 刘新华,王建国,赖淑标.大跨混合体系斜拉桥钢混结合段设计与试验分析[J].中外公路,2017(5).
- [4] 宋冬冬.九江长江大桥正交异性钢桥面板架设关键技术[J].中外公路,2019(2).