

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2023.01.042

斜拉桥超宽幅钢梁浮箱移运施工技术

张 欢

(中铁四局集团市政工程有限公司, 安徽 合肥 230041)

摘 要:以阜阳市阜裕大桥为背景工程,采用理论分析和数值计算相结合的方法,对超宽幅钢梁浮船移运施工技术进行了研究。结果表明,将多个浮箱利用锚栓、型钢连接在一起可组成运输超宽幅钢梁的浮船;利用向浮箱内注水或排水可灵活调整其吃水深度,控制浮箱顶面高程,可便捷地将钢梁支撑由平台转化至浮箱上,避免设置大型吊装设备,因此具有良好的经济效益,同时为运输条件受限的超宽幅钢箱梁斜拉桥悬臂拼装施工提供了依据与参考。

关键词:斜拉桥;宽幅钢梁;浮船运输;悬臂拼装

中图分类号: U446.1

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2023)01-0166-03

0 引 言

钢箱梁斜拉桥是大跨径桥梁最常见的一种桥梁结构形式,这种桥梁具有良好的承载能力,同时也便于施工。随着通行要求的不断提升,市政桥梁的宽度在不断增加,目前主梁宽度超过 50 m 的斜拉桥已屡见不鲜。对于宽幅钢箱梁斜拉桥如何能够快速便捷地进行钢主梁的安装,是此类桥梁施工过程中需要解决的主要问题之一^[1-2]。

目前,常见的斜拉桥钢箱梁的安装方法包括支架安装法、顶推施工法、悬臂拼装法、大节段吊装法等。对于跨越航道的斜拉桥,多采用悬臂拼装法,目前跨江、跨海的大跨径桥梁多采用此类施工方法;对于跨内河航道的钢梁斜拉桥,顶推施工法也是可考虑的备选方法之一,但采用顶推法施工需要设置钢导梁和临时墩,施工临时措施费用较高。采用悬臂拼装施工时,钢梁节段一般在厂内加工成型,然后利用浮运将整节段运输至吊装位置,再利用桥面吊机进行起吊安装。当不具备整体水运条件时,一般在现场设置拼装码头,将节段拼装为整体后利用驳船运输至吊装位置进行拼装^[3-5]。

对于水运条件较差,靠近河岸吃水深度较浅时,如何低成本且便捷地完成钢梁的整体移运,是超宽幅钢箱梁斜拉桥在钢梁安装过程中需要探讨的施工技术问题之一。为了进一步探讨该问题,本文以阜阳市阜裕大桥为依托,探讨了斜拉桥超宽幅钢梁浮箱移运施工技术。

收稿日期: 2022-03-04

作者简介: 张欢(1985—),男,本科,高级工程师,主要从事桥梁施工管理工作。

1 工程概况

1.1 结构特点

阜阳市阜裕大桥为老桥拆除重建项目,新建的阜裕大桥主梁跨径布置为 35 m+90 m+166 m(见图 1)。桥梁结构形式为不对称布置独塔钢箱梁斜拉桥,结构体系为半漂浮体系,在塔梁连接处设置可剪断纵向限位支座。全桥共设置 18 对斜拉索,中跨拉索梁端锚固点距离为 8 m,边跨拉索锚固点距离为 5.5~6 m,拉索采用平行钢丝成品拉索。在边跨辅助墩附近设置配重,实现边中跨质量平衡。

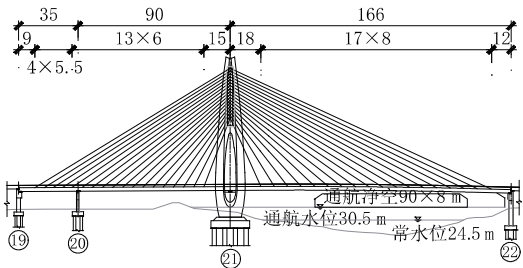


图 1 阜裕大桥总体布置(单位:m)

主梁采用超宽幅双箱型钢梁结构,主梁总宽度为 60 m。在两侧拉索对应位置各设置 1 个钢箱结构,钢箱外侧设置钢挑梁和正交异性桥面板,在钢箱之间采用工字型钢横梁和正交异性桥面板,钢梁中心间距为 29.25 m,单侧挑臂长度为 8.95 m。主塔纵向采用水滴外形,桥塔总高度为 95.6 m,桥塔底部宽度为 13 m,上部的宽度为 17.6~5 m,在主梁位置采用镂空布置。横桥向为 H 型塔柱,在钢梁底部位置设置 1 道横梁,在桥面以上不设置横向联系。

1.2 施工特点

由于受到运输条件限制,本桥的超宽幅钢梁采用

陆运运输进场,因此钢梁加工后以块体状态运输至场内,再进行拼装。由于均为陆上区域,因此边跨直接采用支架拼装的方式进行主梁安装,在桥位处搭设支架,在支架上将钢梁块体按照先横向拼装后纵向拼装的顺序进行拼装。

中跨受到颍河航道通行的限制,采用钢梁整体悬臂吊装的方法进行安装。在河岸边设置钢梁拼装平台,在拼装平台上完成钢梁节段组拼。在节段拼装检验合格后利用自制浮箱将钢梁整体移运(见图 2)。钢梁节段运输至桥位处利用桥面吊机进行整体起吊安装。

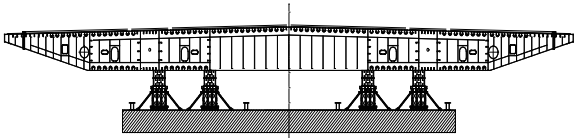


图 2 浮箱运输钢箱梁示意图

2 宽幅钢梁移运浮箱设计

2.1 浮箱结构设计

本桥钢梁标准节段长度为 8 m,中跨的最大钢梁质量为 260 t,为了满足钢梁节段整体运输的要求,设计本桥钢梁运输专用浮船。浮船由 10 个浮箱组成,单片浮箱尺寸为 17.5 m×3 m×1.8 m。单个浮箱由 4 个舱室组成,舱室之间设隔板,隔板间距为 8.75~9 m,利用隔板将浮箱分割为多个隔舱。浮箱顶底板厚 10 mm,腹板厚 5 mm,隔板厚 5 mm;在顶底板设有 2 道 150 mm×50 mm 的 L 形纵向劲板,加劲间距为 1 m;浮箱沿环向在箱内设置 150 mm×50 mm 的 L 形环形劲板,间距 0.437 m。钢梁运输过程的设计吃水深度 1.4 m,最大吃水深度 1.8 m,浮箱自重为 30 t。

浮箱与浮箱之间在腹板上利用螺栓进行连接,螺栓孔距顶板约 1 m,沿浮箱纵向通过 8 个直径 82 mm 的锚栓将相邻浮箱进行连接。为了提高钢箱之间的整体性,在浮箱顶面设置 4 道双拼 I40b 型钢作为联系梁。组拼后浮船结构示意图见图 3。

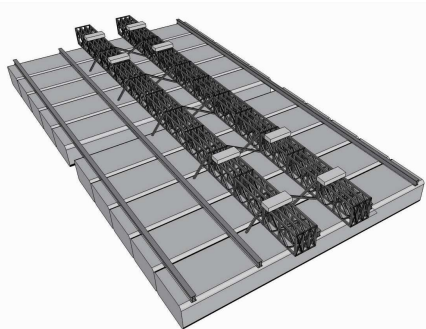


图 3 浮船结构示意图

在浮船上设 4 组“加强型 321”贝雷支架作为钢梁支撑平台,每组贝雷支架上设 2 个支点支撑于钢梁腹板位置,支撑点在浮船上纵、横向均采用对称布置。每组贝雷支架由 4 片贝雷梁组成,间距 0.45 m,贝雷支架通过花架连接,在贝雷支架两侧焊接型钢与浮箱进行连接,以提高贝雷支架的整体稳定性。浮箱结构与连接构件的总质量为 90 t,浮船设计浮力为 435 t,最大托运质量 735 t,可满足托运质量要求。

2.2 浮箱受力分析

为了对浮箱的受力状态进行分析,建立浮箱有限元模型进行分析。水压力对浮船的作用以荷载形式施加在浮船上,计算时按照最大托运状态施加压力荷载。在贝雷支架与浮箱的的接触位置设置边界条件,边界条件采用 x,y,z 这 3 个方向施加位移约束。

图 4 为最大浮运状态下,浮箱的 Mises 应力分布。分析表明,浮箱腹板等效 Mises 应力最大值为 94.9 MPa,底板的最大应力为 110 MPa,隔板应力均在 108 MPa 以内。由此说明浮箱的总体应力水平较为合适,均满足材料的设计强度;浮箱底板出现的最大变形为 4.93 mm,刚度适合,加劲设置较为合理。

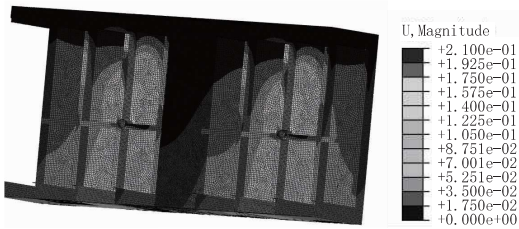


图 4 浮箱内部等效应力云图(单位:MPa)

浮箱顶板与贝雷支架支撑局部位置的 Mises 应力分布如图 5 所示。浮箱顶部 Mises 应力的最大值为 211.8 MPa,最大位置位于支撑垫板与浮箱腹板及顶板接触处,其他位置的应力基本在 150 MPa 以下。最大应力均满足 Q235 钢材的设计强度。

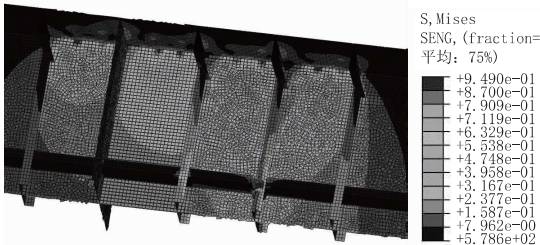


图 5 浮箱顶部局部等效应力云图(单位:MPa)

在横向连接的锚栓孔位置附近受到孔洞效应的影响,出现的最大 Mises 应力为 212.5 MPa,小于材料的屈服强度,可满足局部受力的要求。

3 宽幅钢梁浮箱移运施工技术

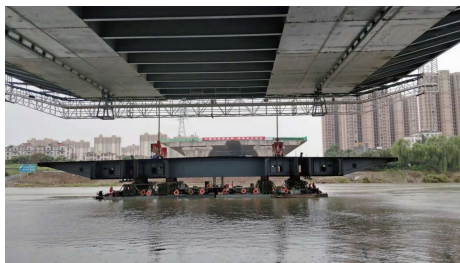
为了避免在拼装区域投入过多的机械设备,本

桥中跨钢梁采用浮船运输后进行整体吊装的技术。钢梁拼装在北岸侧设置拼装平台和滑梁轨道,在拼装平台上利用1台履带吊配合将钢梁块体拼装为钢梁整节段。节段拼装成整体后,沿着拼装平台的滑梁轨道将节段向前滑移,在滑移后空出的空间进行下个节段的拼装。

浮箱移运施工示意图见图6。



(a)浮箱进入平台,支撑钢梁



(b)浮箱运输节段至起吊位置处

图6 浮箱移运施工示意图

浮船移动至拼装平台后,向浮箱内注水,使得浮船缓慢下沉,当贝雷支架顶部的高度低于钢梁底板10 cm后,将浮船缓慢移入钢梁下方(见图6(a))。利用浮船动力驱动将浮箱顶面的贝雷支架支点与钢梁对应位置进行对中,并利用受拉葫芦临时固定浮船,再对称、缓慢地将浮箱内水排出,使浮船缓慢上浮,托起钢梁完成支撑转换。

钢梁支撑完成装换后,通过导链将钢梁和贝雷

支架进行临时固定,再利用拖船将浮箱和钢梁运输至钢梁安装位置(见图6(b))。利用钢梁悬臂端部设置的面吊机将钢梁整节段起吊后进行对位安装,再进行环缝焊连和拉索安装与张拉,完成1个梁段的施工。

4 结 语

(1)将多个浮箱利用锚栓、型钢连接在一起,可组成运输超宽幅钢梁的浮船;在浮箱顶部安装贝雷支架作为钢梁的支撑构件,同时可增加浮箱的整体刚度。

(2)有限元分析结果表明,设计的浮船在水压力和钢梁节段自重下受力状态良好,浮箱的总体应力均在150 MPa以下,最大局部应力不超过212.5 MPa,具有良好的承载能力。

(3)利用向浮箱内注水或排水,从而灵活调整吃水深度的特点,可控制浮箱顶面高程,便捷地将钢梁支撑由平台转化至浮箱上,避免在拼装区域内设置大型吊装设备,减小了拼装平台的尺寸,具有良好的经济效益。

参考文献:

- [1] 王昌喜,章斌,左翼.千米级不对称斜拉桥主跨合龙施工关键技术[J].桥梁建设,2021,51(5):116-122.
- [2] 易有森,樊少彻.港珠澳大桥青州航道桥钢箱梁施工关键技术[J].桥梁建设,2021,51(3):138-144.
- [3] 黄朝晖,余定军,曾炜.斜拉桥边跨浅滩区钢箱梁吊装施工技术[J].中外公路,2012,32(4):134-137.
- [4] 周望.南京浦仪公路西段跨江大桥主桥施工技术[J].世界桥梁,2021,49(1):7-13.
- [5] 张光桥,贾志坚.济南黄河三桥钢箱梁顶推施工工艺[J].公路,2008(12):114-117.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱: cdq@smedi.com