

常泰长江大桥非对称桥面块体拼装工艺研究

贾秀峰¹,王贝贝²

[中铁山桥(南通)有限公司,江苏 南通 226000]

摘 要:以常泰长江大桥项目为背景,研究非对称桥面块体拼装技术的难点和控制项点。通过对非对称桥面块体拼装技术的研究,有效提高非对称桥面块体的拼装精度及质量,获得较好的成效。

关键词:桥面块体;非对称;拼装;精度

中图分类号: U445.46

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)12-0150-03

0 引 言

对于栓焊结构非对称结构桥面块体来说,桥位的顺利连接以及成桥后桥面线形很大程度上取决于桥面块体在厂内的拼装精度,因此栓孔的钻制精度及桥面的尺寸控制是此类桥梁钢结构制造中的重点和难点。常泰长江大桥采用的是桥面块体间焊接,桥面块体与弦杆间栓焊结合的结构形式,针对常泰长江大桥这一结构特点,要将桥面块体焊接中产生的焊接收缩、变形等因素对桥面块体的制造精度的影响降至最低,拼装方案需充分考虑杆件制作、桥面块体拼装等整个生产过程对桥面块体精度产生的影响,同时针对不同类型杆件制定合理的拼装方案。

1 工程概况

常泰长江大桥项目采用“高速公路+城际铁路+普通公路”的方案过江,其中主航道桥为钢桁斜拉桥,主跨跨度 1 176 m,录安洲、天星洲专用航道桥采用钢桁拱桥,录安洲非通航孔桥采用连续钢桁梁桥,跨径为(124+124+124)m,设计基准温度为 15.6℃(见图 1)。

桥梁上下层桥面均为正交异性钢板整体桥面,下层桥面块体为城际铁路和普通公路,上游布置双线铁路,中心线向上、下游两侧设置 2%横坡,采用复合钢板,下游布置四线公路,中心线向上游、下游设置 2%横坡,为不同横坡非对称结构,在焊接工艺



图 1 常泰长江大桥效果图

及组装工艺时需对应不对称桥面块体进行分析研究,确保块体制造精度质量。

常泰长江大桥制造拼装划分为主桁弦杆、腹杆、上层桥面块体、下层桥面块体、横联块体等部分,如图 2 所示,本文主要从下层桥面块体拼装工艺方面进行分析研究。

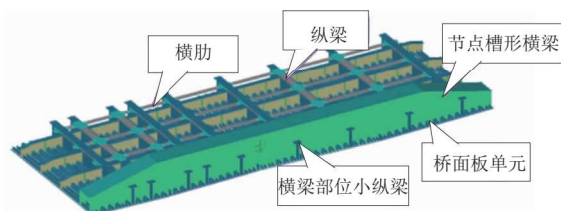


图 2 非对称桥面块体构造图

2 桥面块体拼装难点分析

桥面节点处为 33 m 超宽槽型横梁组成的桥面块体,桥面块体与弦杆匹配精度要求高。桥面块体由 U 肋桥面板单元、T 形横梁、T 形纵梁和槽型横梁组成,横梁与弦杆使用高强螺栓连接,桥面板单元与弦杆使用对接焊,结构复杂,且桥面块体线形为非对称横坡结构,如图 3 所示,线形控制难度大。拼装过程中需保证 U 肋与超宽槽型横梁隔板的相对关系、超宽槽型

收稿日期: 2022-12-07

作者简介: 贾秀峰(1996—),男,工学学士,助理工程师,从事桥梁施工工作。

横梁小纵梁与 T 形纵梁的相对关系,槽型横梁制造精度要求高,桥面块体与弦杆匹配精度要求高。

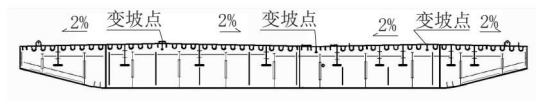


图 3 非对称桥面块体坡度示意图

非对称桥面块体焊接变形控制难度大。桥面块体的块体横坡非对称,在铁路桥面侧存在复合钢板的焊接,且公路桥面普通碳钢钢板非对称,焊接量存在差异,城际铁路侧复合钢板需在不锈钢层侧焊接,焊接过程中横纵梁密集且间距不一,存在焊接顺序交叉、桥面板线形复杂不易控制等不利因素。

槽型横梁孔群精度高。槽型横梁与 T 形横梁、弦杆间采用高强螺栓连接,在极边孔距跨度大、结构复杂的状态下,确保孔群精度是整个桥面块体拼装过程控制关键点所在。

3 块体拼装方案比选

结合常泰长江大桥的结构特点及桥面块体拼装要求,目前有两种拼装方案可供选择,现对正装、倒装两种方案各自优劣进行分析(见表 1)。

表 1 两种方案对比

拼装方案	方案一	方案二
可行之处	1. 块体拼完完成后无需翻身,降低了对拼装场地、设备能力的要求; 2. 正装桥面板为单块按顺序组装,便于组装调整	1. 桥面板单元线形虽复杂,但高程相差不大,胎架易于制造; 2. 桥面板与胎架贴合,可以通过胎架控制能有效保证非对称横坡线形准确性,有效控制桥面板单元纵横基线精度; 3. 槽型横梁的小纵梁可留至总拼焊接,进一步确保与纵梁的连接关系
弊端	1. 块体拼装的无法准确控制焊接变形量,焊接完成后特别是控制超宽非对称槽型横梁焊接变形两侧不一致导致的尺寸精度误差; 2. 桥面板单元根据槽型横梁腹板槽口进行组装如不充分考虑焊接变形产生的差异,会导致桥面板单元纵横基线、桥面顶板单元线形出现偏差,进而导致桥面块体与块体间连接不畅; 3. 因横纵梁底面未在同一平面,胎架制造难度大,影响整体项目进展效率	1. 块体需要翻身对场内设备要求高,需要具备翻身能力的设备及拼装场地; 2. 超宽槽型横梁往桥面板上安装时对横梁隔板 U 肋槽口制造精度要求高

方案一:正装方案

方案一拼装顺序为根据建立拼装胎架、尺寸控制网、基准线布置定位纵梁→定位横肋→定位横

梁→对称焊接横纵梁焊缝→铺设板单元→吊装下胎,拼装顺序示意图 4。

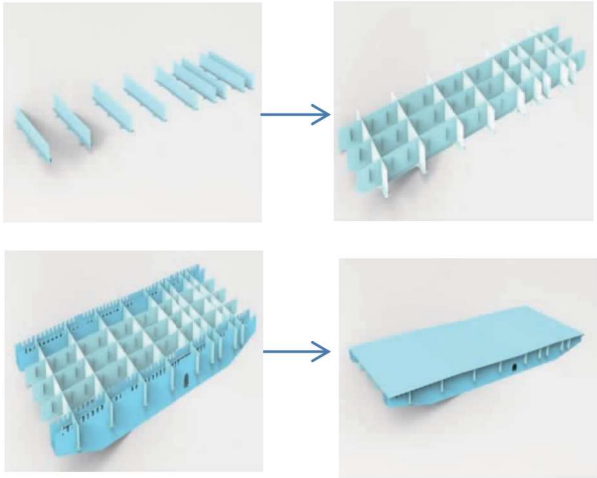


图 4 正装拼装顺序

方案二:倒装方案

方案二拼装顺序为根据建立拼装胎架、尺寸控制网、基准线布置定位桥面板单元→横肋拼装→纵梁拼装→横梁拼装→对称焊接横纵梁焊缝→块体翻身,拼装顺序示意图 5。

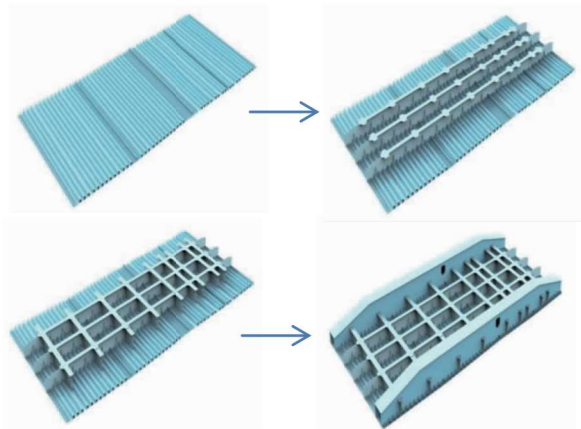


图 5 倒装拼装顺序

结合桥面块体结构形式、设备翻身能力以及拼装精度等因素,选用方案二倒装方案进行拼装,同时为了消除该方案在桥面块体拼装时的焊接收缩影响,桥面块体采用 3+1 连续匹配的拼装方案,通过对槽型横梁与纵梁进行进行工艺拼板连接,桥面焊缝对称施焊等措施保障了工地连接的准确性。

4 桥面块体拼装过程重要点控制

要点一,将槽型横梁小纵梁焊接方案进行比选,方案一是将小纵梁与横梁先焊成一个整体再拼桥面块体;方案二是在拼装桥面块体时焊接小纵梁;选取两根槽型横梁做对比试验,情况如表 2 所示。

考虑到焊后热矫工作量较大且槽型横梁的小纵

表2 小纵梁焊接方案对比

焊接方案	方案一	方案二
试验结果	对杆件进行测量,横梁拱度在小纵梁焊接完成后对比焊前下挠10 mm,且由于小纵梁非对称,焊接变形后的挠点不在构件中心,需采取热矫措施。	未焊接小纵梁,横梁拱度未下挠,并在拼装桥面块体时可适当调整小纵梁位置

梁与横梁隔板焊为一个整体后影响铺设T型纵梁时调整尺寸,因此将槽型横梁小纵梁的组焊顺序由车间施焊调整为组完横纵梁后对称施焊。

要点二,横梁制造精度控制。为了保证槽型横梁的制造精度,实施以下控制方案(槽型横梁宽3 000 mm,高3 030 mm,长32 914 mm,见图6)。

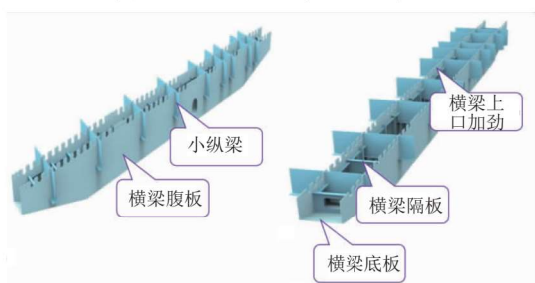


图6 横梁构造图

(1)因横梁结构形式为槽型,上口无约束,且上口侧加劲肋较多,焊后有下挠趋势,因此在腹板下料时预加10 mm预拱度,报检时横梁拱度尺寸要求为0~+5 mm,并根据以往项目经验设置焊接收缩量,保证焊后槽口尺寸精度。

(3)因腹板存在不等厚接料,为防止两侧槽口腹板存在迈步情况,腹板严格按照接荒料工艺切割,控制U肋焊前槽口尺寸精度。

(4)槽型横梁组焊过程中严格保证上口线形,组焊完成后报检上口线形,合格后方可参与桥面块体拼装。

(5)槽型横梁腹板孔群采用双龙门三维数控钻床进行钻制。在槽型横梁焊接完成、上口线形报检合格后,采用双龙门数控钻床钻制。槽型横梁在焊接完成后钻孔,可以避免焊接收缩变形影响极边孔距。采用双龙门数控钻床钻制,可以保证极边孔距、两腹板栓孔同心度。

要点三,进行横纵基线控制。在板单元制造时,在规定位置设置横、纵基线,并要求返线至板单元背面,作为桥面块体定位基线。桥面块体拼装时,首先进行顶板中心板单元定位,选择温度、日照等因数影响较小的情况下,采用横纵基线、经纬仪以及相关计算

机软件模拟得到的定位基线间距离,连续确定其余所有梁段中心顶板单元横纵基线的精确位置,并连续铺设其余梁段中心顶板,同时作为其它两侧位置的顶板单元定位基准铺设剩余板单元,要求板单元定位从中心向两边依次完成。常泰长江大桥设计基准温度为15.6℃,将测量工具按照标准要求的15.6℃重新检定,且在常泰长江大桥项目专用尺上粘贴项目专用标识,专尺专用。

要点四,焊接变形控制。桥面块体焊接量大,且横向为通长槽型横梁,刚度很大,变形后热矫工作量大,因此根据桥面整体结构及焊接形式制定合理的焊接方法及焊接顺序。同时对胎架根据横梁拱度预设反变形量,减少焊后变形,并将胎架牙板由一字型改为T型,增加胎架刚度,并在拼装过程中加强胎架沉降观测。

要点五,拼装精度控制。桥面由横梁、纵梁、桥面板组成,桥面的板单元与弦杆熔透焊接,桥面的T形横纵梁与弦杆、纵梁之间栓接,在拼装过程中,需着重控制以下几点:

(1)对横梁间距控制,胎架上设置定位装置,确保横梁快速准确定位;

(2)对钢桥面宽度控制,在拼装焊接完成后,按照工艺要求划线切割,保证钢桥面宽度;

(3)桥面块体加劲肋嵌补段对接情况,采用多节连续匹配拼装可在组拼时检查整节段间加劲肋对应情况,确保嵌补段在桥位顺利安装就位;

(4)桥面板单元首先二拼一接宽,可预置适当反变形,以保证平面度与加劲肋间距;

(5)将第一块桥面板单元的横基线与胎架上的横基线精确对准就位,确保U肋与槽型横梁腹板槽口、横肋和T型纵梁的相对位置准确。

5 块体拼装方案

块体拼装方案采用方案二:定位桥面板单元→横梁横肋拼装→纵梁拼装→对称焊接横纵梁焊缝→块体翻身,完成桥面块体拼装后对各项成品尺寸进行测量,并按照常泰项目制造规则要求进行验收。块体翻身采用翻身吊耳进行翻身,以减少块体翻身变形。翻身吊耳按照标准进行受力分析及验算,达到安全条件后使用800 t龙门吊机进行翻身,并按顺序依次拼装后续非对称桥面块体。

本项目采用3+1连续匹配桥面块体拼装的方案,在一轮次桥面块体拼装完成后留下最后一段槽

(下转第163页)

4 强夯法实施效果检测

在强夯实施完成后，在实施区域内布置了 5 个静载实验点，荷载板规格为 2.5 m×2.5 m 的方形平板^[4]，各试验点检测成果详见表 3。

表 3 试验点检测成果

试验点号	#1	#2	#3	#4	#5
最大试验荷载 /kPa	300	300	300	300	300
最大沉降量 /mm	19.25	22.17	20.68	20.54	19.78
地基承载力 /kPa	>140	>140	>140	>140	>140

根据以上检测结果表明强夯处理后的路基能够满足既定的设计技术要求。

5 结 语

通过强夯法对路基进行处理，路基整体性与稳定性有了长足的提升，避免了路基在长时间荷载作用下发生不均匀沉降、失稳等情况，保证了在道路使用阶段为机动车提供长期优质的行驶质量。以上是对各路基处理方式的分析以及对强夯法应用的思考与总结，希望能给后续工程项目提供借鉴。

参考文献：

[1] 刘桑梓.强夯处理填土地基试验分析[J].中国资源综合利用,2022,40(2):52-54.
[2] 董炳寅,水伟厚,秦劭杰.中国强夯 40 年之技术创新[J].地基处理,2022,4(1):1-16.
[3] 戚迎花.大范围强夯处理地基设计方法与措施总结[J].现代食品,2022,28(2):26-28.
[4] 丁俊双.公路路基施工中强夯法的应用分析[J].交通世界,2022,(Z1):169-170.

（上接第 152 页）

型横梁桥面块体作为母段参与下一轮次桥面块体的拼装，并在桥面块体翻身后与弦杆进行预拼装，保证桥面块体桥位顺利连接。

6 结 语

目前常泰长江大桥的桥面块体拼装进展顺利，拼装精度均满足常泰项目验收要求。通过对常泰长江大桥桥面块体拼装方案的研究，形成了一套全面有效的桥面块体拼装工艺方案确保了桥面块体的几何尺寸精度，降低了块体拼装成本，缩短了制造工

期，为今后同类桥面块体的拼装提供了丰富经验。

参考文献：

[1] Q/CR 9211—2015,铁路钢桥制造规范[S].
[2] 关勇,宋红飞.沪通长江大桥主航道桥节段拼装技术[J],桥梁建设,2016(6):13-17.
[3] 王建国.沪通长江大桥主航道桥钢桁梁制孔精度控制[J].世界桥梁,2017(1):66-70.
[4] 李彩霞,乔新旺.栓焊钢桁梁桥制孔技术研究[J].钢结构,2015,30(7):84-86.
[5] 张阔.沪通长江大桥主航道桥主桁制造关键技术[J].世界桥梁,2018(1):12-17.