

罗埠大桥钢拱肋安装与商务工程管理

刘 洋

中交二航局第四工程有限公司 安徽芜湖 241000

摘要: 下承式拱桥钢拱肋安装在拱桥中较为常见,罗埠大桥主桥钢拱肋采用钢箱梁形成整体后,在桥面上搭设拼装支架的方式,从两端向跨中逐节拼装至钢拱肋合拢。为了更安全、更高效的完成拱肋安装,工程管理起到至关重要的作用。安装过程中,商务经理要深入到施工现场一线及时解决施工队伍的矛盾问题,从而促进施工生产。

关键词: 钢拱肋拼装; 安装技术; 工程管理; 支架施工

1、工程概括

罗埠大桥主桥采用孔跨布置170m下承式钢管混凝土拱桥。拱肋为等高度钢管混凝土拱,拱肋计算跨径 $L=165\text{m}$,矢高 $f=35\text{m}$,矢跨比 $f/L=1/4.7$,拱轴线采用抛物线。主桥设2片拱肋,拱肋中心距32.6m,为哑铃形钢管混凝土拱,拱肋截面全高4m,全宽1.5m,上、下肢管分别为两根直径1500mm的圆钢管,管壁厚28mm,上下肢管由两块28厚腹板连接为整体,腹板内部间距1m;钢管与腹板内侧设置有纵向加劲肋,协同拱肋承受轴压力作用,施工过程中,拱肋上、下肢管内灌注C50自密实补偿收缩混凝土,腹板空腔内只在拱脚附近灌注混凝土,其余位置不灌注混凝土。两片拱肋间共设8道I形桁架风撑,以保证拱肋安全稳定。

2、钢拱肋拼装支架

2.1 支架设计

商务经理要在方案初稿完成后,及时招定支架设计单位,并对方案进行熟知,并牵头设计单位与项目总工进行对接。拼装支架采用四根立柱组成的格构式拼装支架,共22个格构,格构支架位于拱肋拼装环口下放,最高30m,格构间最大间距11.0m。格构间采用平联联系,以增大纵向整体性。格构柱纵向3.5m,横向3.0m,立柱采用D630*8mm钢管,平联为D426*6mm钢管连接,斜撑为2[25a,通过连接板与立柱联系,支架顶部设置两道2HM588横梁,作为拱肋支撑梁。

拱肋施工过程中利用拱肋顶面爬梯作为人员上下行通道,爬梯由立杆、水平杆、踏步等组成,宽0.52m。拱顶面爬梯材料在场内分段加工,拱肋吊装之前安装到位。拱肋调位及焊接时人员需进入支架顶面进行施工操作,支架顶面设置操作平台,由工22a为主梁,[10为横梁,顶面铺设花纹钢板,两侧设置防护栏杆;人员通过拱顶爬梯经竖梯进入操作平台,竖梯通过四根挑梁依附在拱

肋侧面,竖梯宽75cm,由主梁、踏步杆及侧面防护栏杆组成。

2.2 支架施工

拱肋支架采用格构式结构,最大安装高度近35m,为保证拱肋支架安装精度及质量要求,拱肋格构式支架选在钢结构加工场进行各构件制作,并将支架在加工场一次性拼装成型,同时为保证节段接高处连接质量,连接处采用法兰盘形式连接,可实现高精度、快速高效的接高。

支架搭设顺序为由2台80t汽车吊自钢梁两侧向中间依次进行安装,支架施工的材料通过引桥上桥安装。施工方案确定后,商务经理牵头对支架施工队伍进行合同交底,并在施工过程中深入现场,监督合同执行情况。

3、拱肋安装准备

3.1 起重设备选择

根据节段吊重、安装支架初步设计及场地布置,拱肋考虑采用2台220t汽车吊进行抬吊安装,抬吊不超过额定起重能力75%作为安全吊装要求,选择44t配重、支腿全打开工况,经分析可满足吊装要求。

3.2 吊索具选择

(1) 钢丝绳及卡环

拱肋吊装采用两台汽车吊抬吊,单台吊车采用1根钢丝绳结合卡环连接吊车大钩及吊耳进行竖向垂直吊装。主钩与吊耳竖向间距不小于4m,以避免起吊时构件卡大臂情况。钢丝绳计算:结合吊耳布置及结构重量、重心,单个吊点最大吊装重量为32.2t,考虑6倍安全系数。每根千斤绳受力 F 为: $F=1.1 \times G = 1.1 \times 32.2=35.4\text{t}$ 选用 $\Phi 70$ 钢芯钢丝绳。钢丝绳破断拉力2450.0KN,钢丝绳安全系数: $n=P破/F=2450/354=6.9 \geq [n]=6$ 。卡环型号选择S-DW-55卡环,可满足吊装要求。

(2) 吊耳

拱肋单个节段设置两个吊点,吊点设置在拱肋顶面,尽量根据吊装姿态均匀分布在重心两侧。拱肋水平卧倒运输,垂直吊装,吊耳设置在拱肋顶面,吊耳需满足水平翻转及垂直吊装时起重要求。吊耳采用Q345qd材料,板厚28mm,孔径80mm。

4、拱肋节段拼装

拱肋正式拼装前,检查拱肋拼装支架,进行支架安全验收。对拱肋位置、轴线应进行施工测量,并计算误差,标明误差值,便于吊装就位调整。在拱脚放出标高控制线和吊装辅线,作为拱肋吊装就位、校正的依据。并检查进场的拱肋的外形尺寸是否符合设计要求。在拱肋表面弹出拱肋轴线,作为拱肋就位、校正的依据。每个拱肋节段拼装工艺顺序为:起吊→对位→粗调位→精确调位→临时固结→焊接。

4.1 粗调位

粗调位过程采用汽车吊配合缆风进行,横梁顶面提前放样出调平垫块纵横向起止位置线,汽车吊将拱肋节段起吊,提升至支架顶面后,参考已安装节段及横梁顶面放样的垫块位置线,施工人员控制缆风调整拱肋轴线及里程,进行拱肋初步对位,对位后下落拱肋,垫块支撑在支架横梁顶面,此时汽车吊持荷70%。粗调效果为节段拼缝宽度5-10mm,轴线偏位不大于10mm。

4.2 精调

精调过程控制原则为:待安装节段低端以环口顺接为主,兼顾监控提供绝对线形,高端以线形为主,兼顾低端环口匹配质量情况。

因拱肋带有斜度,为确保拱肋传递支架垂直荷载,在横梁顶面对应的拱肋位置处设置调平垫块,垫块与拱肋焊接固定。拱肋精确调位时可通过在两侧垫块下方塞填钢板调节拱肋标高,单侧塞填不同厚度钢板调整垂直度,辅助手摇千斤顶调整轴线偏位^[1]。

精调顺序为:标高及垂直度→轴线偏位→最后调整纵向里程。

调整方式:①标高及垂直度:测量拱肋粗调情况,通过计算给出两端拱肋下方垫块塞填钢板厚度,拱肋垫块进行临时侧向限位,汽车吊小行程起钩,垫块与支架横梁脱空后进行钢板塞填,拱肋节段下落,核查标高及垂直度情况,不满足时再按照上述步骤调整。

②轴线偏位:标高调整完成后,此时汽车吊持荷20%,进行轴线偏位调整。轴线偏位通过支架横梁顶面设置水平千斤顶进行调整,拱肋低端以顺接为主,高端以监控线形为主。

4.3 临时固定

为了保证二个对接拱肋支间精确定位,在二个拱肋节段之间设置临时连接件以保证钢拱肋精确定位,临时连接件设置在上拱肋顶面及下拱肋侧面,通过螺栓进行连接。焊接前通过码板固定,与匹配件一起形成临时固结。

5、合龙段安装

合龙段安装前进行实地测量,根据测量结果确定合龙段的余量切割长度。合龙段长度的实地观测应根据当时的具体气温情况进行,每小时观测两次,观测时间不少于72小时,详细记录温度与合龙段长度变化量的数据,绘制温度—变化量(C—ΔL)变化曲线,按照设计合龙温度计算合龙段长度,以确定最佳的合龙温度并报监理工程师批准。然后在批准的合龙温度下进行合龙段余量的划线切割,并按图纸要求将切割端打磨出坡口,以上工作完成后,在第二天相同温度条件下进行合龙节段的安装。合龙段拱肋至设计位置,检查、校核、调整各接头的标高,无误后,焊接合龙段。

6、风撑安装

单个风撑分三段进行运输,现场在桥面上组拼成30m整体构件,拱肋拼装焊接完成后,由两台220t汽车吊进行安装,采用四点吊,其中纵横向各两个吊点。

安装顺序为从边跨向跨中依次安装,根据拱肋安装进度具备安装风撑条件时及时进行风撑安装,确保最后的风撑安装精度和吊装空间满足要求。风撑管节中设置内滑导管,风撑对接时利用内滑导管调节对位,两侧螺栓固定后,焊接环缝,包板加固。

7、拱肋混凝土浇筑

拱肋混凝土的灌注采用从低处往高处的泵送顶升法。泵送顶升法是在钢管拱脚部接近地面适当位置处开压注孔并焊上设有闸阀的钢管进料口与泵管相连,沿拱轴在钢管顶部设若干个排气孔,混凝土在泵压力作用下,由下而上顶升,靠自重挤压密实充填管腔,与钢管共同工作。采用分级泵送,在构造上和施工中保证分仓处顶部的混凝土密实^[2]。

7.1 拱肋混凝土浇筑顺序

拱肋混凝土灌注采用泵送顶升法,具体灌注顺序为:第一步:对称泵送拱肋下弦管内混凝土;第二步:待下弦管内混凝土强度及弹性模量达到设计值的90%后,对称泵送上弦管内混凝土。

7.2 拱肋混凝土泵送

由于本桥梁跨度大、拱肋高,应尽可能减少压注净

高度，必须掌握混凝土泵送机械的工作性能，合理配备混凝土泵送设备。

泵送混凝土前，要进行混凝土输送泵的选型。应根据泵送高度、距离、输送速度计算最大泵送压力及泵送功率，确定选用输送泵的型号规格，及与之相匹配的混凝土拌和设备；混凝土输送泵应当性能可靠，保证能连续灌注，一般应有备用泵（及搅拌机）；输送泵的额定扬程应大于1.5倍灌注顶面高度。

采用两台混凝土输送泵分别从拱脚两侧同时灌注，考虑备用施工时准备3台HBT80C地泵。泵送速度尽量协调一致，严格按对称加载，均匀原则。开始泵送时泵机应处于低速压送状态，此时应注意观察泵机的工作压力和各部件的工作状况，待泵送正常后方可提高至正常压送速度。压送混凝土时，泵机料斗内应装满混凝土，以免在泵送过程中吸入空气。如果吸入空气，应立即反泵，待除去空气后再改为正转泵送。

8、施工过程中出现的工程管理问题

现场管理人员对工作内容不明确，对分包合同了解

深度不够，合同交底后没有更细致的研究合同专项条款，导致现场管理混乱，施工队伍进度缓慢，安全存在隐患。针对上述问题，要求商务经理要深入施工一线，全过程跟踪施工过程中出现的系列问题，不能只是交底就完成任务，更重要的跟踪合同履行情况，同时也可以查缺补漏，没能出现合同没有写，现场管理人员也不反映，这样就容易出现低效、窝工，故商务经理深入现场进行工程管理才能合理促进拱肋安装。

9、结语

罗埠大桥拱肋安装从2021年8月中旬开始至2021年10月份安装调整到位，历时2个月，商务经理深入现场配合施工管理，整个安装过程安全、顺利，成桥线性、标高均在设计规范内。

参考文献：

[1]姚勇.大跨度钢管拱肋桥外拼装技术研究[J].石家庄铁路职业技术学院学报, 2014(3): 55-60.

[2]陈宇.东筹大桥钢管拱安装方法研究与实践[D].南宁: 广西大学, 2013.