

浅述一种双塔双索面钢混叠合梁斜拉桥塔区无索梁段施工方法的研发及应用

丁文斌 何生鹏

中国水利水电第三工程局有限公司 陕西 西安 710000

摘要: 中国正处于经济高速发展的时代,随着公路的不断建设和延伸,不少高速公路的建设已进入崇山峻岭、峡谷河流及地质条件更为复杂的地带。大跨度桥梁已成为高速公路建设的关键性工程。斜拉桥因具有跨越能力大、适应性强、刚度大、经济美观和独特的受力特点从而在跨海、跨江特别是通航级别较高航道上得以广泛应用。目前斜拉桥塔区无索梁段施工多采用浮吊+支架拼装法进行施工,本文阐述方法为以承建工程为载体,以保证施工安全和工程质量为前提,以提高施工效率和节约成本为目标,结合工程实际研发的一种通过采用临时悬臂吊架体系、临时索体系和塔吊相配合的方式完成塔区无索梁段施工的方法。

关键词: 叠合梁;斜拉桥;塔区无索梁段;悬臂吊架;临时索

1 工程概况

磨刀门西江特大桥为广东中山至开平高速公路TJ-6标段IV级风险控制点工程,其主桥为双塔双索面钢-砼组合梁斜拉桥,主跨为320m,次边跨为106m,边跨为39m,桥长610m。主桥结构体系为半漂浮体系,主梁采用双边工字型边主梁结合桥面板的整体断面,两边主梁横向中心距34.5m,全桥宽36.5m,梁高3.55m(主梁中心线处),其中边主梁上翼缘顶缘距下翼缘顶缘中心高为2.7m。主梁设计采用“工”字型边主梁、横梁、小纵梁通过摩擦型高强度螺栓连接形成钢梁,每一钢格构通过架设预制桥面板进行满铺,面板与面板之间采用现浇微膨胀混凝土湿接缝,通过焊接于钢梁上的抗剪栓钉组成组合梁体系。



图1 效果图

2 施工方案

该施工方法对传统斜拉桥塔区施工方法进行了优化改进,通过利用塔柱上横梁,在上横梁安装临时悬臂吊架体系,利用临时悬臂吊架体系、临时索体系和塔吊、

履带吊相配合的作业方式完成塔区梁段施工。该方法的特点在于不再使用浮吊,不下设拼装支架(消除了支架拆除过程对梁体的扰动),不占用主航道(不进行主航道管制、封航),降低了安全风险,在保证安全、质量的前期下能快速高效完成塔区梁段施工,从而节约施工成本。该方法在磨刀门西江特大桥施工过程中得到了成功应用。

3 施工工艺

3.1 临时索体系施工

(1) 临时索上锚固结构预埋件施工

临时索体系主要由主塔预埋件、上锚固结构、下锚固张拉结构、张拉锚具及钢绞线几部分组成。故在塔柱施工前根据设计图纸要求完成锚固结构预埋件进场验收,并严格按照设计图纸及相关要求进行施工,确保预埋件的安装位置精准,使塔柱受力合理,不对塔身造成损坏。

(2) 临时索上锚固结构施工

在塔柱完成施工后,开始上锚固钢结构安装,耳板与预埋件采用焊接方式进行连接,锚箱与耳板通过销轴进行连接。上锚固钢结构安装完成经验收合格后方可进行后续临时索安装施工^[1]。

3.2 悬臂吊架体系设计、安装施工

(1) 悬臂吊架体设计

临时悬臂吊架由贝雷梁、上下加强弦杆、卷扬机组成,单个上横梁共设4根托架,左右对称布置,利用精扎螺纹钢作为抗倾覆拉杆(每组悬臂吊架设置2组固定点,每组固定点4根精扎螺纹钢。精扎螺纹钢直径为

32mm, 从贝雷片弦杆中间穿过。一端固定于贝雷梁之上, 一端固定于45工字钢上, 利用锚垫板和精轧螺母锚固稳定。贝雷片与贝雷片之间横向采用支撑架连接为整体)。在贝雷片下设置预埋钢板, 预埋钢板与贝雷片下方限位器(焊接限位型钢)使其固定住贝雷梁, 卷扬机设置在贝雷梁之上, 通过焊接方式将卷扬机底座固定在分配梁上, 形成钢梁吊装临时悬臂吊架。

(2) 临时起吊系统布设

钢主梁段的吊装共需要5台卷扬机配合施工, 上横梁临时吊架上布置4台8吨卷扬机, 塔下设置一台5吨卷扬机。通过卷扬机下放滑轮组起吊钢梁, 吊装钢梁时通过钢丝绳受力从而传递至贝雷梁上, 设置在贝雷梁上的固定限位型钢通过作用力与反作用力的方式将贝雷梁进行固定, 通过固定限位型钢传递至上横梁, 从而实现钢梁吊装。

(3) 悬臂吊架安装

在塔柱施工完成后对上横梁进行清理进行临时悬臂吊架的安装, 完成贝雷临时吊架的位置定位、标识, 并确保塔吊、卷扬机、贝雷片等设备、材料验收合格。安装过程中技术人员全程指导把关, 确保悬臂吊架安装质量。

(4) 悬臂吊架验收、试吊

悬臂吊架体系安装完成后组织项目管理人员及监理工程师进行联合验收, 确保各个构件及相对位置关系满足设计要求, 经验收合格后方可进行试吊作业。试吊荷载采用最大吊装的1.1倍, 尤其是第一次试吊装时, 起吊重物离地面10-20cm, 静止10分钟, 对卷扬机的强度和结构承载力进行监测。卸载后检查卷扬机是否异常, 预埋的固定拉环是否稳固, 滑轮组、吊钩等是否异常。要确保起吊过程中各机构动作灵敏、制动性能可靠, 连接无松动。试吊次数不少于三次^[2]。

3.3 钢栈桥检修加固

在钢梁吊装前应根据设计要求对支栈桥安全性能进行检查, 同时做好钢栈桥的加固处理, 确保钢梁安装过程中履带吊能在栈桥安全运行, 完成钢梁吊装施工。

3.4 塔区梁段施工

(1) 临时固结施工

为了避免主梁悬臂拼装施工时因不平衡荷载对主梁结构体系的影响, 保证体系安全稳定, 主梁与索塔应做好临时固定, 竖向、纵向和横向均提供约束, 以确保临时锚固满足施工节段的要求。

在起步段0#节段钢梁施工前, 完成临时锚固施工。在钢梁施工前, 将纵向钢牛腿安放在阻尼器垫石附近, 待0#节段纵向边主梁安装到位后立即对纵向钢牛腿进行

焊接固定, 随后完成钢梁首节段线形控制后, 再进行横向抗风支座安装, 完成钢梁起步段临时固结施工。

(2) 塔区0#节段梁体安装

梁体运输至施工现场后, 利用支栈桥上履带吊将边主梁转运至临时悬臂吊架吊点正下方, 通过换钩方式利用悬臂吊架上卷扬机下放的钢丝绳起吊边主梁。再利用主跨侧卷扬机下放滑轮组, 连接边主梁吊点, 同时收紧主跨侧滑轮钢丝绳, 将边主梁提升至安装高度后。再通过采用手拉葫芦一端与主梁相连, 另一端与人洞处设置的型钢相连形成的横向移动结构。通过手拉葫芦进行横向移动方式调整梁边主梁至设计位置。安装过程中实时监测标高及坐标, 直至满足首节安装各项要求。安装完成后利用精扎螺纹钢对首节进行锚固。小纵梁安装采用塔吊配合卷扬机进行安装就位。高强螺栓紧固完成后, 利用履带吊对首节桥面板进行安装。

(3) 塔区边跨1#节段梁体安装及临时支撑体系张拉固定

将边跨1#节段梁体运输至吊装部位之后, 利用支栈桥上履带吊完成边跨钢梁吊装施工, 吊装过程按照先边主梁再横梁最后在小纵梁的安装顺序进行安装, 安装过程中为避免不平衡偏载过大, 在边主梁安装时需提前完成临时索下锚固结构的安装。边主梁安装就位后将上锚固结构和下锚固结构通过钢绞线进行连接, 形成临时索结构体系, 通过临时索张拉调整边跨起步段钢梁标高, 形成临时支撑体系。

(4) 桥面吊机安装

桥面吊机各构配件进场后组织相关人员进行进场验收, 确保各构配件齐全、无变形。待边跨1#节段梁体安装完成后, 利用支栈桥上履带吊和塔吊相配合的方式在边跨1#节段上完成桥面吊机安装施工, 安装顺序为: 走行系统→下车总成安装→转台安装→A型架安装→卷扬机安装→臂杆安装→钢丝绳穿绕安装。桥面吊机安装完成后进行调试, 自检、试吊作业, 运行正常后组织监理工程师及特征设备相关管理部门进行调试验收, 经监理工程师及特征设备相关管理部门完成调试验收合格后方可投入使用。

(5) 中跨1#节段梁体安装、张拉固定及桥面吊机安装

边跨桥面吊机投入使用后, 利用桥面吊机完成中跨1#节段边主梁及临时索安装, 使张拉端与锚固端通过临时索连接, 经张拉后形成临时支撑体系。再完成横梁、小纵梁等构件的吊装, 吊装时, 依据设计图纸及监控指令对线形进行控制, 直至完成高强螺栓连接。中跨1#节段钢梁安装完成后按照桥面吊机安装顺序及要求完成中

跨桥面吊机安装、调试、验收,经验收合格后投入使用,进行标准节段钢梁安装施工^[3]。

3.5 临时悬臂吊架及临时索拆除

(1) 临时悬臂吊架拆除

待桥面吊机正常运转后,进行悬臂吊架的拆除工作,采用塔吊逐个对悬臂吊架上的单杆件进行拆除。拆除过程应按后装先拆的原则进行拆除作业,先拆除卷扬机,在拆除悬臂吊架。

(2) 临时索拆除

边、中跨2#节段永久索第二次张拉完成后对临时索进行逐级对称拆除。将临时索钢绞线在梁端逐根对称放张,放张时逐级均匀进行,直至索力为零,然后取出夹片,依次拆除锚固端锚固结构,再利用塔吊将锚固结构下放至桥面。

4 质量、安全保证措施

4.1 关键质量控制措施

(1) 悬臂吊架各构配件原材进场必须严格依据“三检制”完成进场验收,确保各构配件质量合格。

(2) 严格依据方案要求进行安装、试吊作业,安装完成后组织相关部门进行联合验收,经验收合格后方可投入使用。

(3) 吊装作业过程中实时对卷扬机、贝雷架及钢丝绳质量进行监控,确保吊架正常运行。

(4) 钢材原材进厂必须具有出厂质量证明书,并进行外观、规格检查及钢材复验,其化学成分、力学性能指标必须符合国家现行标准等相关规定,钢板原材质量是否满足国家标准和技术规范要求,钢板规格、材质、炉批号、数量是否与质量证明书及发运清单一致。自检完成后由质检人员通知监理、业主代表对材料化学成份、力学性能进行复验,并出具试验报告,抽验和复验合格记录应保存备查。由质检人员通知监理、业主代表对材料化学成份、力学性能进行复验,并出具试验报告,并报监理工程师备案。

4.2 安全保证措施

(1) 现场安装负责人对悬臂吊做全面检查,对安全区域安全防护作全面检查,组织所有安装人员学习熟知

安装方案,对所有安装人员做好安全技术交底。安装前对悬臂吊各部机械结构做全面检查,电工对电路,操作系统,制动系统做全面检查。吊装指挥对已准备的机具,设备,绳索,卸扣等作全面检查。

(2) 所有安装人员必须持证上岗,戴好安全帽,高空作业时必须系好安全带,且临边作业必须佩戴防坠器,作业人员一律穿胶底防滑鞋。

(3) 叠合梁安装工作平台要整体连接牢固,四周设扶手并挂安全网,工作面挂全封闭安全网。

(4) 作业人员必须定期进行身体检查,高处作业人员必须系好安全带、戴安全帽,严格依据升降机乘坐荷载要求(限乘人数)上下。

(5) 起重作业必须安排专人指挥,并对施工作业区域进行警戒。

(6) 针对高空、临水施工,制定相应的安全生产预案。

5 结束语

针对该施工方法所特有的先进性完成了发明专利《一种叠合梁斜拉桥塔区无索梁段施工方法》(专利号:ZL202111147124.9),实用新型专利《一种叠合梁斜拉桥塔区无索梁段施工体系》(专利号:ZL202122373914.0)、《基于贝雷梁的斜拉桥塔区无索梁段吊装平台》(专利号:ZL202122386415.5)等3项专利的研发。

该施工方法在中开高速公路磨刀门西江特大桥的成功应用,为高速公路、市政工程、铁路工程桥梁跨江、跨峡谷的叠合梁斜拉桥塔区无索梁段施工探索了一种新的思路,极大地提升了作业人员功效,降低了工程成本,也保障了施工安全及工程质量。

参考文献

- [1]王达,蔡阳.混合式钢混叠合梁斜拉桥体系转换精细化分析[J].交通科学与工程,2025,41(01):105-111.
- [2]吴启刚,王庆华.公路工程钢混叠合梁斜拉桥主梁施工优化研究[J].工程建设与设计,2024,(23):215-217.
- [3]何振华,李湘华,罗国,等.独塔双索面非对称斜拉桥边跨现浇梁各施工阶段受力研究[J].西部交通科技,2024,(10):143-145.