

大跨度梁拱组合钢结构桥梁施工的关键技术研究

万林 甄景良 邴秋颖 戚云柱 张亮

德达交通建设发展集团有限公司

摘要: 随着各地区经济交流越来越频繁, 基建等方面需求不断增高, 桥梁建设作为基建项目的重要组成部分, 在建设过程中考虑到经济性、适应性及美观性等多方面需求, 大跨度梁拱组合钢结构桥梁结构得到广泛应用。但是, 这种桥梁工艺结构复杂, 对技术应用要求较高, 若技术应用不合理, 会为整个工程预留安全隐患。基于此, 在大跨度梁拱组合钢结构桥梁施工过程中, 应结合实际工程明确关键技术的应用, 制定更加科学的运行方案, 提升桥梁工程质量, 为后续项目的安全稳定运行奠定基础。

关键词: 钢结构; 大跨度梁拱; 桥梁施工; 关键技术

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.01.060

引言

随着城市化进程的加快, 各区域经济、文化等交流越来越频繁, 而桥梁作为交通纽带, 可满足城市之间的发展需求。但桥梁建设过程中, 需要围绕受力特点及结构等角度进行分析, 要想满足各项需求, 通过大跨度梁拱组合钢结构的运用, 可呈现其优势。因此, 在施工建设的过程中, 关键技术的应用尤为重要, 应结合工程案例开展分析, 对所涉及的工艺技术有着基础掌握, 明确整体施工流程, 从工程前期准备阶段、施工建设阶段及竣工验收阶段实施全面监管, 保证工程建设质量, 提升项目施工水平, 构建高品质桥梁工程项目。

一、大跨度梁拱组合钢结构桥梁工程及施工难点概述

(一) 工程概况

本项目起点位于济南市商河县张坊镇孔家村东南、京沪高速济乐段区域, 通过设置枢纽互通与其相接, 向东接高青至商河高速公路的终点, 是整个项目设计的重要环节, 对于促进区域经济发展及交通水平提升起到至关重要的意义。从设计角度出发, 跨采用40+60+40连续钢箱梁结构, 梁高为2.6m, 梁宽10m, 针对现场所需构件的制作, 主要分为桥面板、桥底板、桥内侧腹板、桥中腹板、桥外侧腹板、隔板、U型肋、I型肋及其肋板等零部件的制作。作为一种大跨度梁拱组合钢结构桥梁, 主材质采用Q345qD型钢材, 具有高强度、高韧性和承受车辆荷载的能力。并应对整个项目施工组织设计流程进行科学优化, 以便提升施工组织设计的合理性, 推进后续项目顺利建设。

(二) 施工难点分析

①该桥梁工程项目总长度为451.5m, 桥宽10m, 由于桥面整体宽度较大, 是一种大跨度桥梁工程, 在项目建设的过

程中, 应保证结构的安全性, 使限流流程, 对桥梁拱脚进行科学设计, 合理把控钢箱梁的设计要领, 并完成设计后加强对运输管理, 为后续安装提供良好构件, 达到工程建设标准。

②该桥梁工程项目中钢箱梁内部设计运用较多的构件, 如隔板、剪力钉等, 每种构件纵横交错, 组合成多种封闭式独立布局, 且隔板焊接工艺为熔透焊接法, 对整体项目安装工艺有着一定要求, 导致整体工程施工难度的加大, 应加强对各位置的控制。

③该桥梁项目横跨整个河流, 钢梁及钢拱跨度较大, 且桥断面与钢拱间距较大, 对工程钢支撑体系设计有着较多的要求, 要想保证整体工程性能, 在实际设计的过程中, 应对钢支撑体系进行优化, 提升支撑的整体性能。

④该桥梁项目钢拱结构采用双向扭曲形式, 对各环节构建安装有着较高的要求, 在实际施工过程中, 应对各个施工区域的桥梁结构位置进行核对, 并做好现场的管理工作, 推进桥梁工程的稳定建设^[1]。

二、大跨度梁拱组合钢结构桥梁施工关键技术分析

(一) 钢梁优化

由于桥梁单体结构部件较大, 在施工过程中应遵循设计图纸要求, 如主桥梁应用时, 应根据短截面尺寸要求, 应选择分段运输的方式, 为后续工程顺利建设提供支撑。此外, 主桥拱脚宽度要求应根据工程建设需求进行设计, 箱体与拱脚样式结构设计难度较高, 在优化设计的过程中, 应了解构件设计、构件制造、构件运输以及构件安装等, 避免存在缝隙, 安装完成后详细地进行检查, 保证各零部件质量。在整体桥的长度方向内, 钢横梁标准段众多, 无论是拱脚箱梁还是合拢设计, 都应严格遵循设计需求, 预留一定空间, 提升焊接的合理性, 为后续钢梁优化设计提供准确数据, 满足安装设计的要求, 使精度达标, 提高工程建设质量。同时, 在各个连接段设计时, 应运用Z形连接, 落实U型肋的运用, 提升连接部位的整体性能, 为后续施工建设提供帮助。

(二) 钢箱梁施工技术

1. 施工准备

钢箱梁施工设计过程中, 应做好前期准备工作, 充分理解设计图纸, 并及时与设计单位进行沟通, 将图纸设计思想贯穿到施工的各个环节, 并在贯彻制造方案的基础上合理地绘制施工图, 下图1为施工图准备。

2. 施工流程

在钢箱梁结构施工过程中, 应做好施工建模与管理, 通过分段运输的方式, 待到运输到现场整体组作业, 并合理控制各结构尺寸。确保符合尺寸规定要求。在建模工作期间, 应运用先进软件, 对钢梁各组件数据

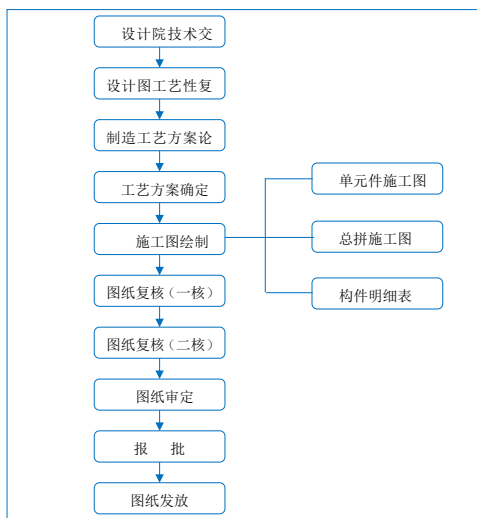


图1 施工图准备程序

进行准确录制，保证各项数据比例的科学性，避免存在影响与不足，下图2为钢箱梁三维建模图。在分段高度及位置综合处理的过程中，确保运输与焊接工序的合理性，避免存在不合格问题的产生，在优化设计工作开展时，做好焊缝缺陷及应力集中问题的处理。下料分段制造过程中，拱脚位置设计应做好综合优化，在设计时按照标准进行优化，提升设计的合理性，保证连接科学。对于分段上侧与下侧拱脚隔板的设计，应按要求明确设计方案，只有达到标准才可以推进后续设计工作的顺利进行，杜绝所产生的影响及问题。其中，在拱脚顶底板与腹板安装环节，应确保分段交错设计的合理性，并将间距控制在一定范围内^[2]。

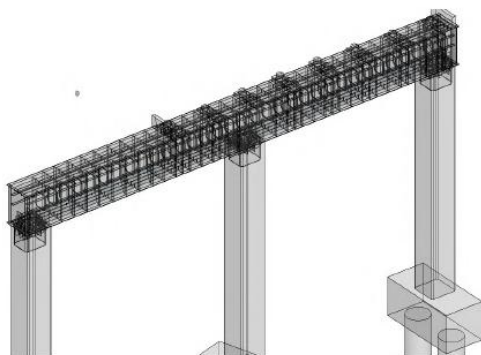


图2 钢箱梁图

3. 现场焊接工艺

在钢箱梁焊接工作开展中，对工艺流程设计提出一定要求，其中针对组装各部件，应严格按照工艺流程标准开展，制定更加合理的安装管理措施。内外侧、顶板、底板安装、拱脚两侧隔板安装、焊接钢箱梁等，在优化现场焊接的过程中，应按照实际顺序开展，提升安装的合理性，为后续工作的顺利进行提供帮助。因此，在现场施工作业过程中，应事先进行钢横梁地板、腹板的安装连接，随后进行地板焊接工作，制定分段施工的方案，优化腹板施工方案，确保分隔施工符合要求，并

做好全面检测工作，为后续组装作业的有序进行提供基础。在优化涉及工作时，还应对焊接工艺进行优化，选择更加合理的焊接方案，推进后续焊接设计的顺利进行。①由于拱脚腹板、顶板及底板安装处于不同结构，在安装过程中对角度的控制有着一定要求，不同结构之间安装角度存在一定差距，应科学设计临时支撑结构，提升焊接的合理性。②在安装工作开展前，应从两侧到中间进行退桩处理，保证空间密封性，提升焊接的整体质量。③在安装作业工作开展时，横隔板断开位置不可设置隔板，应控制20cm左右的距离，保证横缝练级的合理性，减少焊接问题的产生。④拱脚焊接应从上到下顺序进行，且焊接完成后安装栓钉。⑤拱脚内外腹板、顶板安装开展前期，应合理的运用全站仪对结构部位进行焊接，并通过摊上检测的方式，为后续工程顺利进行提供基础。⑥安装过程中，应注重对各环节的全面检测，尤其是安装涉及的重要内容，保证密封性，完成探伤检测且达标才合格。⑦现场焊接工作开展过程中，坡口形式的选择作为最后一项工作，应落实工作基础，并按照实际要求进行优化设计工作，为后续施工建设提供支撑。

4. 净尺工艺

钢箱梁整个机构体系组装工作完成后，应合理的运用全站仪进行检测，根据不同观测点实施全面控制，尤其是拱脚位置的设置，应根据观点保证各位置尺寸的合理性，在次梁工作后进行准确标记，提升净尺的合理性，确保符合整体设计方案要求。

(三) 支撑系统施工

支撑系统作为大跨度梁拱组合钢结构桥梁施工的核心内容，此环节施工主要包括桥上、桥下两个环节，在项目支撑系统建设的过程中，桥下结构设计应符合大跨度钢结构桥梁设计需求，并将钢管数量控制在一定范围内，合理控制钢管之间的距离，提升整体项目设计的合理性。对于桥上支撑结构设计，在优化运用环节，应根据支撑系统的设计需求，对整个桥梁工段设计要求有着基础掌握，选择更加合理的设计方案。钢拱自拱脚位置逐步进行围拢作业施工，拱肋直接安装到钢箱梁桥面表层，通过预留支撑结构的方式，提升整个支撑体系结构的稳定性。根据工程设计方案要求，拱脚部位应采用合理的设计方案，其拱脚部位所运用的支撑结构应符合标准，拱肋上应用盘扣式钢管交汇的方式，提升安装的合理性，并保证组装作业的有序进行。钢管柱安装工作开展时，水平方向通过槽钢的应用，确保钢管顶部到下部距离符合设计要求，且竖向斜支撑角钢厚度及间隔应用满足设计标准，促使钢管与顶部设置相应的剪力撑。水平方向拉拢槽钢与斜支撑角钢焊接作业时，焊缝高度控制在6mm左右，钢管顶部沿着桥向并排设计，合理地运用砂箱等进行固定操作，提升支撑系统施工的稳定性^[3]。

(四) 吊装工艺

大跨度梁拱组合钢结构桥梁施工过程中，各个零部

件较大,钢箱梁应合理运用腹带安装施工,拱脚位置与钢混结构施工环节,运用250t履带吊进行双机抬吊。因此,在具体吊装施工过程中,应根据工艺流程进行科学规划,尤其是拱脚位置,应科学移动设计,在具体工作期间进行优化设计,随后在钢混段、合拢段及钢支撑等环节进行安装,去除支撑结构,保证整体连接工作的合理性。在具体组装工作开展前,应结合吊装方案了解支撑系统的运行情况,并做出准确地分析,组织施工与设计人员进行全面研讨,在安装环节合理地运用全站仪及水平仪等设备,提升各项测量数据的准确性,并严格执行前期设计方案,对具体施工情况进行科学控制,使结构尺寸和规格满足要求,起到良好的支撑作用,为桥梁钢结构工程的顺利建设提供保障。

三、大跨度桥梁钢结构施工质量控制对策

大跨度桥梁结构施工过程中,所包含的施工环节较多,且工程施工难度较高,在整体施工建设环节,要想保证工程质量,应加强对工程准备阶段、施工阶段及验收阶段的质量管理,以便在第一时间发现质量问题,并做好综合防范与处理工作,避免问题加大导致整个工程质量无法保证。因此,在质量控制工作中,管理人员应深入到施工的各个环节,对施工细节实施全面监督管理,做好各结构和工序质量管控,使工程结构质量水平得到大幅度提升,严格遵循设计方案质量管理要求。

(一) 准备阶段质量控制

要想提升大跨度桥梁钢结构现场施工的合理性,应加强对前期准备工作的重视,为后续工程的顺利建设提供保障,杜绝所产生的影响及限制。在工程实施前,需全面开展准备工作,对项目设计方案、材料及设备等实施全面控制,实现对工程的全过程管理。在材料的选择的过程中,应结合材料质量及性能做好综合探索,采购人员应根据工程设计的具体需求选择材料供应单位,并对材料的质量及性能进行全面管控,在二者达标的基础上控制成本,以便选取合理的采购方案。对于桥梁工程所运用的成本和半成品材料,仍然需要加强管控,在管理工作开展期间保证运输及安装符合标准,若存在问题,应第一时间解决,并制定相对合理的施工措施。因此,桥梁施工单位在开展工程前,应结合现场情况制定设计方案,选择合理的施工材料,并做好全面检测工作,制定更加合理的管理措施,避免结构质量缺陷影响整个桥梁工程作业。同时,在施工方案及设计图纸完善后,应做好技术交底,技术人员与施工人员进行沟通,并了解整体设计理念,对施工方案的各项细节有着充足的把握,对钢结构的总体施工质量和性能实施全面管理,在施工环节若存在难题,应根据标准进行分析,对设计方案进行全面落实,并制定科学的防范措施,保质保量地完成桥梁钢结构建设^[4]。

(二) 施工阶段质量控制

在大跨度桥梁钢结构施工过程中,要想提升钢结构质量,在焊接工作开展过程中应做好各个焊接部位的处理工作,如打磨工作期间,做好清理工作,尤其是锈迹

与杂质,应实现科学处理,随后明确焊接流程,严格遵循设计方案工艺流程,提升焊接的合理性。在实际施工环节,应结合实际情况进行分析,①在焊缝焊接中,对收缩量焊接焊缝进行控制。②拼板焊接工作中,实现进行焊缝交错处理,保证焊接工作的有序进行。③对于焊接环节,确保材料充足、含气量充足,并充分保护焊接区域,避免存在空气侵入的问题,以科学防范的方案提升整个工程的合理性。

梁板安装定位过程中,应从构件、临时附件要求进行科学规划,选择更加合理的焊接方案,提升钢梁安装的精准度,避免随意焊接导致问题产生。因此,结合施工阶段所包含的内容,要想提升质量控制效果,应结合不同情况做好规范工作,对于吊装零部件的切割处理,需要在现场明确切割方案,在切割结构后采用砂轮进行打磨处理,保证钢构件质量达标,提升钢构件利用的合理性,为后续工序的稳定进行奠定基础。

(三) 验收阶段质量控制

大跨度桥梁钢结构安装施工完成后,对各部件的检查和验收工作较为重要,管理人员应完成质量检测工作,且专项人员应结合实际情况进行分析,严格按照质量要求及标准开展检测,并将检测数据结果上报给管理部门。在建设工程完成后,与监理单位报请验收,执行国家标准方案,遵循工程设计方案及结构要求,若某一环节存在问题,应分析原因并采取合理的优化措施,只有监理单位检查验收结束后才可以组织纪检部门验收工作。因此,在桥梁工程施工过程中,应加强对现场施工的记录工作,根据现场情况对各项数据进行识别与记录,保证各项数据的准确性,为后续的工程建设提供重要支撑,提升桥梁验收的合理性,保证桥梁工程的整体质量^[5]。

结束语

总而言之,在基础建设施工快速进行中,桥梁项目建设速度不断加快,其中包含大跨度梁拱组合钢结构施工技术的应用,对关键技术要求较高,通过科学应用可提升桥梁工程的运行效果。因此,在技术应用的过程中,应结合桥梁工程项目施工特点,制定针对性施工方案,以工程实际案例作为基础,明确施工工艺,全面落实项目全过程管理,确保每阶段施工都得到管控,保证施工效果的提升,满足现代化桥梁建设需求。

参考文献

- [1] 张文智. 大跨度梁拱组合钢结构桥梁施工技术[J]. 黑龙江交通科技, 2022, 45(10): 112-114.
- [2] 周永泰. 大跨度梁拱组合钢结构桥梁施工技术探析[J]. 江西建材, 2022(08): 278-279+284.
- [3] 宋发焕. 大跨度梁拱组合钢结构桥梁施工技术分析[J]. 运输经理世界, 2022(03): 103-105.
- [4] 白轮. 大跨度梁拱组合钢结构桥梁施工技术[J]. 中国高新科技, 2021(09): 46-47.
- [5] 刘俊峰. 大跨度梁拱组合钢结构桥梁施工技术[J]. 中国建筑金属结构, 2020(12): 134-135.