

城市道路钢箱梁制作及安装关键技术研究

郝波

(永州市第一市政工程公司, 湖南 永州 425006)

【摘要】随着我国社会经济的发展, 人口城镇化的水平也不断提高, 大量人口进入城市生活, 给城市交通出行带来巨大压力。为了优化交通出行方式, 减少交通拥堵, 许多城市开始兴建城市高架快速干道, 大跨度的钢箱梁因质量可靠、施工占道影响交通时间段, 在城市高架快速路桥梁结构中得到了大量的应用。钢箱梁以其优异的结构性能, 快捷的施工工艺, 在一些交通量繁重的路段, 能较快地完成架设施工, 尽早投入运行恢复城市交通, 极大地方便了城市居民的日常通行。由于钢箱梁自身结构设计比较复杂, 跨度和宽度也越来越大, 钢箱梁的制作安装技术难度也日趋加大, 本文以长沙市湘府快速路高架桥钢箱梁为例, 对城市道路大跨度钢箱梁的制作安装施工技术进行分析和总结, 希望能对今后类似的工程施工提供参考。

【关键词】城市道路; 大跨度钢箱梁; 制作及安装; 施工技术

一、工程概况

湘府东路高架桥项目西起浏阳河(接现状在建湘府路跨浏阳河大桥), 东至黄兴大道, 全长约4.8公里, 规划路幅宽70米, 采用高架主路、地面辅路的建设形式。项目主路为城市快速路, 设计速度80公里/小时, 采用双向6车道高架; 地面辅路为城市主干路, 设计速度50公里/小时, 采用双向6车道。湘府东路与跨浏阳河大桥钢箱梁工程分为主线桥、北辅道桥、南辅道桥共3联。

二、钢箱梁结构形式

钢箱梁由底板、腹板、横隔板、纵隔板、顶板及加劲肋等构件通过焊接连接加工形成。桥面板采用正交异形板结构形式, 顶板根据结构的受力状况采用不同厚度的钢板, 顶板纵向加劲肋设计为U型截面, 在箱室顶板和悬臂板底布置U型肋, 腹板和底板的纵向加劲肋设计为I型截面。为便于排水, 箱梁顶板由中线向两侧设计2.0%横坡, 箱梁底板为平面, 不设坡度。为水平放置钢箱梁支座, 消除线路纵坡对支座安装标高的影响, 设计采用支座垫板来调整梁底标高。

三、钢箱梁的节段划分原则

钢箱梁的节段划分原则: 横向分块、纵向分段。根据钢箱梁结构的设计形式来进行节段划分, 同时要综合钢箱梁的设计位置、吊装作业的条件、起重设备的起重参数、吊架的布置、设计图纸及施工规范的要求进行考虑, 尽量划分为大节段, 以减少分段的节数和吊装现场焊缝总长度。另外横向节段拼接处不应设置在钢箱梁的支座位置和跨中截面, 纵向节段拼缝不应设置在轮迹线位置。最后, 还需考虑加工场到吊装现场的运输道路条件, 既要满足道路安全通行的规定, 有要考虑沿线桥梁的最大承载能力, 最终确定钢箱梁的分段长度和最大重量。湘府东路与跨浏阳河大

桥钢箱梁工程分为主线桥、北辅道桥、南辅道桥共3联, 总计64个节段。

四、钢箱梁施工工艺流程

钢箱梁节段的加工制作设在加工厂进行, 验收合格后采用公路运输到施工现场进行安装, 制作及安装的工艺流程如下: 施工准备→原材料购买、检验→号料→放样→切割下料→构件制作→质量检查验收→节段拼装→拼装检验→节段连接→试验检查→总装胎架节段预拼装→总装检验→安装构配件及吊点→预拼装解体→喷涂→外观检测→节段转运至现场→吊装准备→测量定位→起吊、临时固定→调整检查→最终固定→检查验收→焊缝防锈→竣工验收。

五、钢箱梁施工工艺分析

钢箱梁的制作吊装施工可分为单元构件制作、节段拼装、现场吊装三个阶段。

(一) 单元构件制作

钢板加工是各板单元构件制作的基础, 底板、腹板、顶板等单元构件的加工精度对节段的拼装精度影响较大。由于板构件的型号多、样式复杂, 在板构件加工时, 要严格控制每个板单元构件的加工和拼接质量。加工时专门制作了专用的胎模具和工装, 用于制作和检查顶板、底板、腹板、隔板等构件的加工精度和质量。

(二) 节段制作

单元构件加工完成, 检测合格后, 在总装胎架上进行多梁段匹配组焊和预拼装。节段预拼装时采用“正装法”进行施工和检测, 将总装胎架当做外胎模, 将横隔板当内胎模, 各个节段严格按照横向和纵向的定位准线吊装就位, 并进行临时固定, 确保节段预拼装的精度和安全。

(三) 现场吊装

钢箱梁安装时节段之间采用全焊连接, 吊装时采

用在节段接口处搭设临时支架的方式进行；吊装顺序为纵向采用大桩向小桩号，横向采用由南至北的吊装顺序吊装。

六、钢箱梁制作、安装的主要施工工艺方法

（一）钢箱梁制作施工工艺

1. 钢材切割与拼装

钢材切割与拼装是钢箱梁节段制作的第一步，将所需厚度的钢板按照图纸要求进行切割，并根据需要对切割后的钢板进行拼装。在切割过程中，可以采用等离子切割、激光切割或火焰切割等方法，根据具体情况选择最佳的切割方法。对于拼装过程，需要注意钢板的变形和矫正，确保拼装质量和精度。

2. 零部件加工与组装

钢箱梁节段制作的第二步是零部件加工与组装，包括钢板的钻孔、切割、打磨等加工过程。钻孔可以采用数控钻床或模板钻床等方式，钻孔精度要高，确保孔的位置、大小和深度符合图纸要求。切割和打磨可以采用机械加工或手动加工方式，确保加工表面光洁度和精度。在零部件组装过程中，需要注意零部件的配合和定位，使用高精度的组装设备或人工组装方式，确保组装质量和精度。

3. 钢材表面处理

钢箱梁节段制作的第三步是钢材表面处理，包括除锈、涂装等过程。除锈可以采用机械除锈、化学除锈或手工除锈等方式，除锈效果要达到规定要求，确保钢材表面干净、光滑。涂装可以采用防锈漆、防腐漆等涂料，涂装过程中需要注意涂料的质量和涂装工艺，保证涂层的均匀性和致密性。

4. 节段焊接与检验

钢箱梁节段制作的第四步是节段焊接与检验，包括焊接前的准备、焊接和焊接检验等过程。焊接前的准备包括清理焊缝、确定焊接参数和准备好焊接材料等。在焊接过程中，需要注意焊接顺序、焊接质量和焊接变形等问题，采用合适的焊接工艺和焊接方法，确保焊接质量和精度。焊接检验包括外观检验和无损检测等过程，外观检验主要检查焊接接头是否平整、光洁、无气泡、无夹渣等缺陷；无损检测主要采用X射线、超声波等方式检测焊接内部是否存在缺陷，确保焊接质量符合要求。

5. 防腐涂装

钢箱梁节段制作的第五步是防腐涂装，包括涂装前的准备、涂装和涂装检验等过程。涂装前的准备包括清理表面、确定涂装参数和准备好涂装材料等。在涂装过程中，需要注意涂装的均匀性、厚度和附着力等问题，采用合适的涂装工艺和涂料，确保涂层的质量和效果。涂装检验包括外观检验和性能检测等过程，外观检验主要检查涂层是否平整、光洁、无气泡、无脱落等缺陷；性能检测主要检测涂层的硬度、耐磨

性、耐腐蚀性等指标，确保涂层的质量和防腐效果符合要求。

6. 节段运输与储存

钢箱梁节段制作的第六步是节段运输与储存，包括运输前的准备、运输和储存等过程。运输前的准备包括选择合适的运输方式和运输工具、对节段进行固定和防护等措施。在运输过程中，需要注意运输安全和运输质量，采用合适的运输方案和交通工具，确保节段安全、完整地运输到目的地。储存过程中需要注意储存环境、储存设施和储存管理等，确保节段在储存期间不会受到损伤或锈蚀等问题。

（二）钢箱梁吊装施工工艺

1. 施工准备

在施工前，需要对场地进行处理，确保场地平整、坚实，便于施工设备和材料的运输和放置。同时，需要对基础结构进行处理，包括地基处理、预埋件安装等，为钢箱梁的吊装提供良好的基础条件。

2. 基础结构处理

在钢箱梁吊装前，需要对基础结构进行处理。首先进行地基处理，根据地质勘察报告和设计的要求，选择合适的地基处理方案，确保地基坚实可靠。其次，进行预埋件安装，根据设计要求进行预埋件的制作和安装，确保其位置、标高准确无误。

3. 吊装设备选择与布置

根据钢箱梁的重量、尺寸等参数，选择合适的吊装设备，并对其进行布置。一般情况下，吊装设备应选择具有足够起重能力和适用性强的机械，如履带吊、汽车吊等。布置时应注意设备的稳定性、安全性以及操作的方便性。

4. 吊装作业

在吊装作业开始前，需要对现场进行安全检查，确保没有障碍物影响施工。然后按照预定的吊装方案进行作业，包括钢箱梁的吊离、运输、定位和安装等。在吊装过程中，要保持钢箱梁的平衡和稳定，避免出现倾斜、摇晃等现象。

5. 梁体固定及位移控制

在吊装完成后，需要对钢箱梁进行固定和位移控制。一般采用临时固定和最终固定两种方式。临时固定可采用千斤顶、支撑架等设备进行稳定，确保钢箱梁在一段时间内不会发生移动。最终固定则需要在钢箱梁调整到位后进行焊接，确保其位置、标高准确无误。位移控制主要是指在固定过程中，通过对钢箱梁的微调，确保其安装位置的精确度。

七、钢箱梁主要施工质量控制要点

钢箱梁是一种常见的桥梁结构形式，其施工质量直接影响到桥梁的安全性和耐久性。钢箱梁主要施工质量控制要点：钢材质量、焊接质量、施工精度、防腐涂层、组装与焊接、工地安装和混凝土浇筑。

（一）钢材质量

钢材质量是钢箱梁施工质量的基石。影响钢材质量的因素主要包括材料成分、力学性能、表面质量等。为确保钢材质量符合要求,应采取以下预防措施:(1)严格筛选供应商,确保进场材料符合设计要求;(2)对进场钢材进行质量检验,包括材料成分、力学性能等检测;(3)合理安排材料储存和运输,防止材料受损或污染。

（二）焊接质量

焊接质量对钢箱梁的施工质量至关重要。焊接过程中应关注焊接工艺、焊接材料和焊接后处理等方面。在钢箱梁施工中,常见的焊接方式有手工焊、半自动焊和自动焊。根据设计要求和施工条件选择合适的焊接方式。同时,要保证焊接材料的牌号、规格和性能符合规范要求。在焊接后处理方面,应进行无损检测(如X射线、超声波等)确保焊接质量。

（三）施工精度

施工精度是保证钢箱梁施工质量的关键。钢箱梁的施工精度主要包括安装精度和变形控制。为确保安装精度,应提前进行详细的测量和放样,明确各部件的安装位置和标高。在施工过程中,采用高精度的测量仪器和合适的安装工艺,尽量减少误差。

变形控制是保持钢箱梁形状和位置精度的重要措施。要充分考虑钢箱梁的自重、施工荷载和预应力等因素对桥梁变形的影响。在施工过程中,遵循对称施工原则,严格控制施工顺序,避免产生过大的应力。针对可能出现变形的关键部位,应采取加固或预变形措施,减小变形量。

（四）防腐涂层

防腐涂层是保护钢箱梁免受腐蚀的重要措施。防腐涂层的主要作用是隔离钢箱梁表面与外界环境,防止腐蚀介质侵入。在选择防腐涂层材料时,应考虑其耐久性、耐磨性和抗腐蚀性能。施工过程中,要确保防腐涂层的完整性和均匀性,避免出现漏涂、流淌和气泡等缺陷。同时,在涂装前,应对钢箱梁表面进行严格的处理,包括除锈、清洁和干燥等,以保证涂装效果。

（五）组装与焊接

钢箱梁的组装与焊接是施工过程中的重要环节。组装精度直接影响钢箱梁的施工质量。在组装过程中,应采用合适的工装和设备,保证各部件的定位和固定。同时,要采取合理的组装顺序,从整体到局部,逐步完成组装。焊接时,要严格遵守焊接工艺规程,根据设计要求和施工条件选择合适的焊接参数。焊接完成后,及时进行外观检查 and 无损检测,确保焊接质量符合要求。

（六）工地安装

工地安装是钢箱梁施工的最后环节,也是直接

影响桥梁使用效果的关键环节。在工地安装过程中,应注意以下几点:

地基处理:根据设计要求和地质条件,对地基进行加固和处理,确保钢箱梁安装过程中不会因地基问题产生变形或沉降。

支座安装:支座是连接钢箱梁与基础的关键部件,其安装精度直接影响桥梁的使用性能。在安装过程中,要确保支座的位置、标高和水平度符合设计要求。

管线布置:在钢箱梁施工过程中,应合理布置管线,避免出现管线冲突或影响结构受力的现象。管线布置应遵循安全、实用、美观的原则。

（七）混凝土浇筑

混凝土浇筑是钢箱梁施工的一个重要辅助工序。合理的混凝土浇筑方案和工艺可以有效提高钢箱梁的施工质量和使用性能。在混凝土浇筑前,应对钢箱梁的各部件进行仔细的检查 and 清理,确保浇筑过程中不会对钢箱梁产生不良影响。在浇筑过程中,要保证混凝土的振捣充分、均匀,避免出现蜂窝、麻面等现象。同时,要采取合理的养护措施,确保混凝土的质量和强度。

八、结束语

钢箱梁具有强度高、自重轻、施工速度快,交通影响小等优点,在城市大跨度高架桥梁建设时得到了广泛的应用,产生了巨大的经济效益和社会效益。但随着钢箱梁跨度的不断加大、架设高度的不断增高,钢箱梁的施工技术难度也越来越有挑战性。本文以长沙市湘府路城市大跨度高架桥钢箱梁的制作和安装施工工艺为例,对钢箱梁施工过程中质量控制的重难点提出了有针对性的控制措施,确保了钢箱梁施工质量达到设计和规范要求,可作为今后类似工程的施工参考,更好地为城市的交通建设服务。

参考文献:

- [1] 张小刚. 跨既有城市道路钢箱梁整体吊装施工技术 [J]. 价值工程, 2018, 37(12): 104-108.
- [2] 石诚杰. 跨城市道路钢箱梁施工管理和技术研究 [J]. 智能城市, 2021, 7(20): 82-83.
- [3] 商丽荣. 简析跨城市道路桥梁钢箱梁施工技术 [J]. 黑龙江科学, 2014, 5(6): 113.
- [4] 周前进, 廖红成, 彭鹏, 等. 城市道路双层高架桥钢箱梁现场安装工艺技术研究应用 [C]. 2012 中国钢结构行业大会论文集. 2012: 316-319.
- [5] 王奕锋. 城市道路桥梁钢箱梁的施工技术 [J]. 低碳世界, 2015(15): 253-253, 254.
- [6] 神健航. 大跨度钢箱梁吊装施工工艺 [J]. 工程建设与设计, 2021(7): 141-143.
- [7] 凌志超. 大跨度钢箱梁安装技术研究 [J]. 江西建材, 2021(12): 206-207.