

地铁高架小曲线大跨度钢混叠合梁上跨地铁既有线安全施工技术研究

梁要博

中铁上海工程局集团第四工程有限公司 天津 300450

摘要：本文深入研究了地铁高架小曲线大跨度钢混叠合梁上跨地铁既有线的施工技术与安全风险。先概述了钢混叠合梁的结构特点、施工难点以及上跨地铁既有线的特殊要求。详细探讨了施工前的准备与规划、钢箱梁的加工与吊装、钢筋混凝土桥面板的施工以及施工中的安全监控与管理等关键技术环节。在安全风险分析部分，指出吊装过程、既有线运营以及交通疏导等方面的主要安全风险，并提出相应的应对措施和解决方案。

关键词：地铁高架；小曲线；大跨度；上跨；既有线；施工技术

引言：随着城市交通的快速发展，地铁高架桥的建设日益重要。特别是在复杂的城市环境中，如何实现小曲线大跨度钢混叠合梁上跨既有地铁线路的安全施工，成为一大技术挑战。本文旨在深入探讨该施工技术的关键点与风险控制，通过精细化的施工规划与安全管理措施，为类似工程提供理论与实践参考。

1 地铁高架小曲线大跨度钢混叠合梁概述

1.1 钢混叠合梁的结构特点

钢混叠合梁是一种结合钢结构与混凝土结构优点的桥梁形式，其结构特点显著。首先，钢混叠合梁采用钢箱梁作为主承重结构，具有重量轻、强度高、施工速度快等优势，能够有效减少桥梁自重，提高桥梁的承载能力；钢箱梁的形状设计灵活，能够适应各种复杂的桥型需求。其次，叠合梁的上部采用钢筋混凝土桥面板，这种设计不仅增强桥梁的整体刚度，还提高桥梁的耐久性。钢筋混凝土桥面板能够有效抵抗长期荷载作用下的变形，保证桥梁的稳定性和安全性；钢混叠合梁的施工过程相对简便，能够实现工厂化预制与现场拼装的有机结合，提高施工效率和质量。

1.2 小曲线大跨度的施工难点

地铁高架桥在设计时往往需要考虑城市空间的限制和地铁线路的要求，因此小曲线大跨度的设计成为一种常见的选择。一方面，小曲线半径的设计要求桥梁在施工过程中必须保持高精度的曲线形状，这对施工测量、模板安装和混凝土浇筑等环节都提出了极高的要求。另一方面，大跨度设计使得桥梁的悬臂施工和临时支撑的设置变得更为复杂，需要充分考虑桥梁的受力状态和稳定性。另外，小曲线大跨度的桥梁在施工过程中还容易受到风荷载、温度变化等外界因素的影响，需要采取有

效的措施进行监测和控制^[1]。

1.3 上跨地铁既有线的特殊要求

地铁高架桥在上跨地铁既有线时，需要满足一系列特殊的施工要求。第一，施工期间必须确保既有线的安全运营，避免对地铁列车造成任何影响。这要求施工单位在施工前进行详细的现场勘察和风险评估，制定科学合理的施工方案和安全措施。第二，鉴于地铁既有线基础结构多位于地下深处，施工时需运用特殊的加固技术，来维护既有线的结构稳定和行车安全。这些技术不仅要求精准，还需兼顾地铁线路的既有结构特点。第三，上跨地铁既有线的桥梁还需要考虑与既有线的空间协调和美观性，确保桥梁的设计与周边环境相协调，不影响城市的整体形象。

2 地铁高架桥在城市交通建设中的重要性

在日益拥堵的城市交通环境中，地铁高架桥以其独特的优势，成为了缓解城市交通压力、提高出行效率的关键手段。第一，地铁高架桥能够有效利用城市空间，将交通线路从地面转移到空中，从而避免地面交通的拥堵和混乱。这种立体化的交通设计不仅提高了交通流量，还使得城市交通更加有序和高效。第二，地铁高架桥的建设有助于优化城市布局，推动城市向更加紧凑、高效的方向发展。通过地铁高架桥的连接，城市的不同区域能够更加紧密地联系在一起，促进城市内部的交流和互动。地铁高架桥还能够带动周边地区的经济发展，提升城市的整体竞争力。第三，地铁高架桥在环保和节能方面也具有重要意义。相比传统的地面交通方式，地铁高架桥能够减少汽车尾气排放，降低空气污染和噪音污染，为城市居民提供更加健康、舒适的出行环境^[2]。地铁作为一种高效的公共交通方式，能够鼓励人们减少私

家车的使用,从而降低能源消耗和碳排放。

3 施工技术研究

3.1 施工前的准备与规划

在施工前,首先需要施工区域进行详细的勘察,了解地质条件、地下管线、既有交通线路等情况,为施工方案的制定提供依据。同时,还需要对周边环境进行评估,预测施工可能带来的交通影响、噪音污染等,并制定相应的缓解措施。在规划阶段,明确施工目标、施工顺序、施工方法以及所需的人员、设备、材料等资源。特别是对于小曲线大跨度的钢混叠合梁,需要特别关注曲线段的施工精度控制和大跨度对临时支撑的要求。另外,要制定详细的施工计划,包括时间节点、关键工序、质量控制点等,以确保施工的有序进行;在准备阶段,还需要对施工人员进行培训和教育,提高他们的安全意识和操作技能;对设备进行维护和保养,确保其处于良好的工作状态。

3.2 钢箱梁的加工与吊装

在加工阶段,严格按照设计图纸进行生产,确保钢箱梁的尺寸、形状、材质等符合要求。对钢箱梁进行焊接、防腐等处理,以提高其耐久性和安全性。在吊装阶段,需要选择合适的吊装设备和吊装方法。对于小曲线大跨度的钢箱梁,由于曲线段的施工精度要求较高,采用更加灵活的吊装方法,如多点同步吊装、旋转吊装等;对吊装过程进行严格的监控和管理,确保吊装过程中的安全和质量。在吊装过程中,还要特别注意对既有地铁线路的保护。在吊装前,对既有线路进行详细的勘察和评估,制定针对性的保护措施。

3.3 钢筋混凝土桥面板的施工

在钢筋混凝土桥面板的施工过程中,严格控制原材料的质量,确保混凝土、钢筋等材料的性能符合要求。对模板进行设计和安装,确保模板的尺寸、形状、位置等符合设计要求。在混凝土浇筑过程中,严格控制混凝土的浇筑速度和振捣力度,避免混凝土出现分层、空洞等缺陷。同时,还要对混凝土进行养护和管理,确保其达到设计强度^[3]。在钢筋的绑扎和焊接过程中,严格按照设计图纸进行操作,确保钢筋的位置、数量、间距等符合要求;在钢筋混凝土桥面板的施工过程中,还要特别注意对既有地铁线路的保护。

3.4 施工中的安全监控与管理

在施工前,要制定详细的安全管理计划和应急预案,明确各级人员的安全职责和应急措施。在施工过程中,建立完善的安全监控体系,对施工现场进行实时监控和管理。对于小曲线大跨度的钢混叠合梁施工,特别

关注施工过程中的安全风险。在吊装、混凝土浇筑等关键工序中,安排专人进行安全监控和管理,确保施工过程中的安全。同时对施工设备和人员进行定期的检查和维护,确保其处于良好的工作状态。在施工过程中,还需要加强安全教育和培训,提高施工人员的安全意识和操作技能;建立完善的沟通机制,确保施工过程中信息的及时传递和反馈。在出现安全问题时,立即启动应急预案,采取有效的措施进行处置,确保施工过程中的安全;加强与相关部门的沟通协调,确保施工过程中的交通疏导、环境保护等工作得到妥善处理。

4 地铁高架小曲线大跨度钢混叠合梁上跨地铁既有线安全风险分析与应对措施

4.1 施工过程中的主要安全风险

地铁高架小曲线大跨度钢混叠合梁上跨既有线施工过程面临多重安全风险。首先,吊装过程中,钢箱梁体积庞大、重量重,且需精确吊装于小曲线大跨度条件下,增加了操作难度,稍有不慎可能引发钢箱梁脱落、碰撞既有线或周边建筑,导致严重安全事故。其次,既有运营安全面临挑战,施工噪音、振动及落物等可能对地铁运营造成干扰或损害,需严格控制。最后,交通疏导风险不容忽视,地铁高架桥施工常伴随大规模交通疏导,需制定科学方案并确保实施,否则易导致周边交通拥堵和事故频发。

4.2 应对措施与解决方案

针对地铁高架小曲线大跨度钢混叠合梁上跨既有线施工过程中面临的主要安全风险,施工单位应采取以下科学、合理且高效的应对措施和解决方案:

(1) 针对吊装过程中的安全风险

为确保钢箱梁在小曲线大跨度条件下的精确吊装,施工单位应加强吊装作业的安全管理。首先,组织专业吊装团队,并对团队成员进行严格的吊装技术和安全培训,确保他们熟练掌握吊装操作流程和安全规范。其次,采用先进的吊装技术和设备,如多点同步吊装和旋转吊装方法,以提高吊装的稳定性和精确性。同时,对吊装区域进行严格的隔离和警示,防止钢箱梁脱落或碰撞既有线及周边建筑。

(2) 针对既有运营的安全风险

为保障既有运营的安全,施工单位应与地铁运营部门保持紧密的沟通和协调。施工前,制定详细的施工方案和应急预案,并经过地铁运营部门的审核和批准。施工过程中,严格控制施工噪音、振动和落物等可能对地铁运营造成干扰或损害的因素。加强对既有线的监测和维护力度,确保地铁运营的连续性和稳定性。

(3) 针对交通疏导的安全风险

为缓解施工期间对周边交通的影响,施工单位应制定科学合理的交通疏导方案。首先,对施工区域周边的交通状况进行全面评估,预测可能出现的交通拥堵和事故风险。根据评估结果,制定详细的交通疏导措施,如设置临时交通标志、引导车辆绕行等;加强与交警部门的合作和协调,确保交通疏导方案的顺利实施。

4.3 案例分析:地铁高架小曲线大跨度钢混叠合梁上跨地铁既有线

以某城市地铁高架桥建设项目为例,该项目在施工过程中面临了地铁高架小曲线大跨度钢混叠合梁上跨地铁既有线的复杂任务。为确保施工安全和质量,施工单位采取多项针对性的应对措施和解决方案。

4.3.1 吊装过程中的安全风险应对

在吊装过程中,施工单位面临了钢箱梁体积庞大、重量重,以及在小曲线和大跨度条件下进行精确吊装的挑战。(1) 多点同步吊装技术和旋转吊装方法:为了确保钢箱梁的精确吊装和稳定放置,施工单位引入了多点同步吊装技术和旋转吊装方法。通过多点同步吊装,实现了钢箱梁在吊装过程中的平衡和稳定;而旋转吊装方法则有效解决了小曲线条件下的吊装难题,确保了钢箱梁能够按照预定轨迹进行平稳吊装。(2) 分节吊装与拼装策略:针对小曲线和大跨度的特点,施工单位对钢箱梁进行了合理的分节设计,并制定详细的拼装方案。通过分节吊装和现场拼装,有效降低了吊装的难度和风险,同时保证钢箱梁的完整性和结构安全。(3) 临时支撑系统的设置:在吊装过程中,施工单位还设置临时支撑系统,以提供额外的支撑和稳定性^[4]。

4.3.2 确保既有有线安全的措施

通过定期召开会议和实地勘察,及时了解并掌握施工进度情况,确保施工计划不会对既有有线运营造成干扰;采取有效的施工噪音和振动控制措施,如使用低噪音设备、合理安排施工时间等。同时,还加强了对施工现场的监测和维护力度,及时发现并处理任何可能影响既有有线运营的问题;在钢箱梁吊装和安装过程中,施工单位还搭建了钢结构防护支架平台,以提供额外的保护和支撑。

4.3.3 确保吊装安全和地基承载力的措施

根据钢箱梁的重量和尺寸要求,结合吊装设备的旋转

吊装半径,施工单位制作了钢筋混凝土吊装平台。这些吊装平台不仅具有足够的承载力和稳定性,还能有效分散钢箱梁的重量,确保吊装过程中的安全;在施工前,对吊装区域的地基进行加固处理,并进行详细的检测和评估。通过加固处理和检测评估,确保了地基的承载力和稳定性符合设计要求,为吊装工作提供了可靠的支撑。

4.3.4 交通疏解与周边交通影响控制

在地铁高架小曲线大跨度钢混叠合梁上跨既有有线施工中,交通疏解与周边交通影响控制至关重要。施工单位全面调查了周边交通状况,制定了详细交通疏解方案,包括流线调整、临时信号设置和车辆绕行等,以减少对周边交通影响。同时,与交警部门紧密合作,共同制定交通管制措施,并实地勘察演练。施工过程中,施工单位实时监测交通疏解效果,根据实际情况调整优化方案;重视与周边居民沟通,通过发放宣传册、召开会议等方式解释措施,设立咨询热线解答疑问。这些措施成功控制施工对周边交通的影响,确保交通顺畅安全,提高施工效率和质量,也提升居民满意度和支持度。

结束语

地铁高架小曲线大跨度钢混叠合梁上跨地铁既有线的施工是一项技术难度高、安全风险大的工程。通过深入研究并精心组织施工技术,加强安全监控与管理,可以有效确保施工质量和安全。未来,随着城市交通建设的不断发展,地铁高架桥将继续发挥其重要作用,为城市居民提供更加便捷、高效、环保的出行方式。

参考文献

- [1]王洪战,吴昊.地铁高架桥单桩基础垂直度最小二乘拟合法研究[J].铁道勘察,2023,49(6):25-30. DOI:10.19630/j.cnki.tdkc.202301190001.
- [2]姜孝敏.小夹岩大桥墩柱垂直度控制技术[J].云南水力发电.2022,38(7).DOI:10.3969/j.issn.1006-3951.2022.07.016.
- [3]杨浩.民用建筑钢结构施工的垂直度控制方法[J].工程机械与维修.2022,(2).DOI:10.3969/j.issn.1006-2114.2022.02.091.
- [4]刘昊,赵利辉,张宁,等.北京金安桥装配式地铁车站预制构件生产质量控制技术[J].混凝土与水泥制品.2017,(10).33-38.Doi:10.3969/j.issn.1000-4637.2017.10.008.