

大跨度市政桥梁设计中的关键技术问题研究

赵小乐

湖北省城建设计院股份有限公司 湖北 武汉 430051

摘要：通过深入探讨大跨度市政桥梁设计中的关键技术问题，包括结构稳定性与受力效应计算、抗震设计以及气候变化适应性设计等方面。综合运用先进的分析软件与仿真技术，本文详细分析桥梁在复杂工况下的受力性能与稳定性，并提出有效的抗震措施与气候适应性设计方案。研究成果对于提升大跨度市政桥梁的安全性、可靠性及耐久性具有重要意义，为未来桥梁工程的设计与实践提供了有力支持。

关键词：大跨度；桥梁设计；关键技术；问题研究

1 大跨度市政桥梁设计概述

大跨度市政桥梁设计，作为城市交通枢纽的关键工程，旨在跨越宽广水域、深谷或繁忙道路，实现高效、安全的交通连接。其设计综合考量了结构安全、美学价值、环境影响及经济合理性等多方面因素。采用先进的计算模拟技术，精确分析桥梁在风荷载、地震力等极端条件下的受力状态，确保结构稳固可靠。设计上常采用钢结构、预应力混凝土或钢-混组合结构，以减轻自重、增强跨越能力，并融入城市景观，成为地标性建筑，注重生态环保，通过合理布局减少对周边环境的影响，促进人与自然和谐共生。大跨度市政桥梁不仅是技术创新的结晶，更是城市现代化进程的重要标志，对推动区域经济发展、提升居民生活质量具有重要意义。

2 大跨度市政桥梁设计原则与要点

2.1 大跨度市政桥梁设计应遵循的基本原则

大跨度市政桥梁的设计是一项复杂而精细的工程，它不仅仅是一座跨越障碍的建筑物，更是城市发展的动脉和居民生活的重要组成部分，在设计之初，就必须明确并遵循一系列基本原则。这些原则包括功能性、安全性、前瞻性、可持续性及与城市规划的协调性^[1]。功能性要求桥梁必须满足既定的交通流量和通行要求；安全性则是设计的首要任务，确保桥梁在各种工况下都能稳定可靠；前瞻性则要求设计具有一定的预见性，以适应未来城市发展的需求；可持续性则强调桥梁的全生命周期成本 and 环境影响；最后，与城市规划的协调性则是确保桥梁融入城市景观，成为城市的一部分。

2.2 安全性

在大跨度市政桥梁的设计中，安全性是无可置疑的核心原则。需要对桥梁结构进行详尽的力学分析，包括但不限于静力分析、动力分析、疲劳分析等，以确保桥梁在各种正常运营条件及极端天气、地质灾害等异常情

况下的承载能力、稳定性和耐久性。还需特别关注桥梁的抗震设计，通过合理的结构布置、选用高性能材料、设置减震隔震装置等措施，提高桥梁的抗震性能，考虑到紧急情况下的安全需求，设计还需包括疏散通道、救援设施等应急设施的规划，以最大程度地保障人民生命财产安全。

2.3 稳定性

稳定性是确保大跨度市政桥梁长期安全运营的关键要素。由于大跨度桥梁结构复杂，受力状态多变，因此稳定性设计尤为重要。设计时应充分考虑风荷载、地震力、温度变化等自然因素的影响，通过合理的结构体系选择、加强构件连接、优化截面尺寸和形状、采用先进的施工技术等措施，提高桥梁的整体稳定性和抗风、抗震能力，还需对桥梁进行长期的健康监测和维护保养，及时发现并处理潜在的安全隐患，确保桥梁的稳定性和安全性。

2.4 经济性

经济性作为大跨度市政桥梁设计方案评估的关键标尺，要求设计团队在确保结构安全、稳定及功能完备的基础上，精准把控工程造价，力求投资效益最大化。设计过程中，结构优化设计成为核心策略，通过精心布局与截面选型，有效削减材料消耗与施工复杂度，实现资源的高效利用。积极拥抱技术创新，引入前沿技术、绿色建材及高效工艺，不仅提升建造速度与质量，还促进环保与可持续发展。全生命周期成本意识贯穿设计始终，从建设到运营，再到后期维护，全面考量成本效益，力求在保障桥梁长期性能的同时，实现经济效益与社会效益的双赢，为城市发展贡献力量。

2.5 环保性

随着人们对环境保护意识的不断提高，环保性已成为现代城市建设中不可忽视的重要方面。在大跨度市政

桥梁的设计中,也应积极融入绿色设计理念。设计时应充分考虑桥梁施工和运营过程中对周边环境的影响,采取有效措施减少噪音、粉尘等污染物的排放;还需注重桥梁的景观效果和环境协调性,通过合理的桥梁造型、色彩搭配和绿化设计等手段,使桥梁成为城市景观的一部分;在材料选择上也应优先考虑环保材料和可再生材料的使用,以减少对自然资源的消耗和环境的破坏^[2]。

3 大跨度市政桥梁设计中的结构设计关键技术

3.1 材料选择与性能要求

在大跨度市政桥梁的结构设计中,材料的选择是至关重要的一环,它不仅直接关系到桥梁的承载能力、稳定性和耐久性,还影响着桥梁的经济性和环保性。对于主要承重构件,如主梁、主塔和索缆等,通常采用高强度、高韧性的钢材或预应力混凝土材料。钢材因其优异的抗拉强度和可焊性,在大跨度桥梁中得到了广泛应用,特别是在悬索桥和斜拉桥中,高强钢材的采用能够有效减轻结构自重,提高跨越能力。而预应力混凝土则以其较高的抗压强度和良好的耐久性,在连续刚构桥、拱桥等桥型中占据重要地位,随着材料科学的发展,新型复合材料如碳纤维、玻璃纤维等也逐渐被引入到桥梁建设中,为设计提供了更多选择。在材料性能要求方面,除了基本的强度、韧性和耐久性外,还需特别关注材料的疲劳性能、抗腐蚀性能以及环境影响下的性能稳定性。对于钢材,需进行严格的焊接工艺控制和热处理,以保证其内部组织均匀、无缺陷,从而提高其抗疲劳性能。还需采用有效的防腐涂层或电镀处理,延长其使用寿命。对于混凝土材料,则需注重配合比设计、施工工艺控制和养护管理,以提高其抗压强度、抗渗性和耐久性。在环境恶劣地区,如海洋环境或化学工业区,还需选用具有特殊抗腐蚀性能的材料,以确保桥梁的长期安全运营。

3.2 结构形式与纵横向构件布置

大跨度市政桥梁的结构形式多种多样,包括悬索桥、斜拉桥、连续刚构桥、拱桥等。每种桥型都有其独特的结构特点和适用范围,设计时需根据地形地貌、水文条件、交通需求等因素综合考虑。在结构形式选择上,应优先选用技术成熟、经济合理的桥型,并结合实际情况进行创新设计。纵横向构件的布置是结构设计中的关键环节之一。对于纵向构件(如主梁、主塔等),需根据桥梁的整体受力特性和传力路径进行合理布置,确保结构受力均衡、传力明确,还需考虑施工方便性和后期维护的便捷性。对于横向构件(如横梁、横隔板等),则主要起连接和支撑作用,其布置应满足结构的

横向稳定性和抗扭要求。在布置过程中,还需特别关注构件之间的连接方式和细节处理,以确保结构的整体性和耐久性。

3.3 地震与风荷载影响下的设计考量

大跨度市政桥梁作为重要的城市基础设施,其安全性和稳定性直接关系到人民生命财产安全和城市的安全运行。对于地震荷载,设计时需进行详细的地震反应分析,包括时程分析、反应谱分析等,以评估桥梁在地震作用下的受力性能和破坏模式。在结构设计上,需采用合理的抗震措施,如设置减震装置、加强结构连接、提高结构刚度等,以提高桥梁的抗震能力。还需进行地震安全性评估,确保桥梁在设防烈度下的安全性和稳定性^[3]。对于风荷载,大跨度桥梁由于其跨度大、结构轻柔,对风荷载的敏感性较高,在设计中需进行风洞试验或数值模拟等风工程研究,以准确评估桥梁在风荷载作用下的气动性能和稳定性。在结构设计上,需采用合理的气动外形、设置风障或导流装置等,以减小风荷载对桥梁的影响。同时还需进行风致振动分析,评估桥梁在风荷载作用下的振动特性和疲劳损伤情况,并采取相应的减振措施。

4 大跨度市政桥梁设计中的施工技术问题

4.1 紧凑施工计划与施工流程设计

在大跨度市政桥梁的施工过程中,制定一个紧凑而高效的施工计划是确保项目按时按质完成的关键。首先,要对整个工程项目进行细致的分解,明确各分项工程的施工顺序和相互之间的逻辑关系,确保施工流程的合理性和连续性。其次,要根据施工进度要求,合理安排施工人员、机械设备和材料的进场时间,避免资源浪费和窝工现象,还需预留足够的时间用于处理不可预见因素和应急情况,以确保施工计划的灵活性和可操作性。施工流程设计是施工计划的具体实施路径,它直接关系到施工效率和质量。在大跨度桥梁施工中,通常包括基础施工、下部结构施工、上部结构施工以及附属设施安装等多个阶段。每个阶段都有其特定的施工工艺和技术要求,需要在施工流程设计中予以充分考虑。

4.2 大型吊装与浇筑工艺

大跨度市政桥梁的施工往往伴随着大量的吊装和浇筑作业,这些作业不仅技术难度大,而且安全风险高。大型吊装作业主要涉及主梁、主塔等大型构件的吊装和安装。这些构件通常体积庞大、重量惊人,对吊装设备的性能和操作人员的技能都有极高要求。为了确保吊装作业的安全顺利进行,施工前需要对吊装设备进行全面检查和维护,确保其处于良好状态;同时还需制定详细的吊装方案和应急预案,对吊装过程进行周密规划和

组织。在吊装过程中, 还需严格遵守操作规程和安全规范, 确保人员和设备的安全。浇筑工艺则主要涉及混凝土结构的施工。在大跨度桥梁中, 混凝土结构往往具有大体积、高强度和高耐久性的要求, 在浇筑过程中需要严格控制混凝土配合比、浇筑速度和振捣质量等关键参数, 以确保混凝土结构的整体性能。还需注意控制混凝土的温升和收缩变形等问题, 避免产生裂缝和变形等缺陷。为了提高浇筑效率和质量, 可以采用先进的施工技术如泵送混凝土、滑模施工等。

4.3 质量控制与监管

质量控制与监管是大跨度市政桥梁施工中的重要环节, 它直接关系到工程质量和安全。为了确保施工质量达到设计要求和相关标准规范的要求, 需要采取一系列有效的质量控制措施和监管手段。建立完善的质量管理体系和制度规范, 明确各级管理人员的职责和权限, 确保质量管理工作有序进行, 还需制定详细的质量检查计划和验收标准, 对施工过程中各个环节的质量进行严格把关。加强施工现场的质量监控和检测工作。通过采用先进的检测技术和设备对施工过程进行实时监测和数据分析, 及时发现和纠正施工中的质量问题, 还需对关键部位和隐蔽工程进行重点检查和验收, 确保其施工质量符合设计要求。通过定期开展质量教育培训和技术交流活动, 提高施工人员的专业技能和综合素质, 为施工质量的提升提供有力保障。建立健全的质量奖惩机制, 对在质量管理工作中表现突出的个人和单位给予表彰和奖励; 对违反质量管理规定和造成质量事故的个人和单位进行严肃处理 and 追究责任。

5 大跨度市政桥梁设计中的安全性及可靠性问题

5.1 结构稳定性分析与受力效应计算

在大跨度市政桥梁的设计过程中, 结构稳定性分析与受力效应计算是确保桥梁安全运营的核心环节。结构稳定性分析旨在评估桥梁在各种工况下(包括正常运营、极端天气、地质灾害等)的抵抗变形和破坏的能力。这要求设计团队运用先进的结构分析软件, 对桥梁进行详尽的三维建模和仿真模拟, 以精确计算其在不同荷载作用下的应力分布、变形情况和稳定性能。受力效应计算则是结构稳定性分析的具体实施过程。它涉及到对桥梁各个构件(如主梁、主塔、索缆等)的受力情况进行详细计

算, 包括静力分析、动力分析、疲劳分析等^[4]。静力分析主要关注桥梁在静态荷载作用下的受力状态, 如自重、车辆荷载、风荷载等; 动力分析则考虑桥梁在动态荷载(如地震、车辆冲击等)作用下的振动特性和响应; 疲劳分析则关注桥梁在重复荷载作用下的累积损伤和寿命预测。

5.2 考虑气候变化的结构设计

随着全球气候变化的加剧, 极端天气事件(如台风、暴雨、高温等)的发生频率和强度不断增加, 这对大跨度市政桥梁的结构设计提出了新的挑战。首先, 需要关注气候变化对桥梁材料性能的影响。因此在材料选择和结构设计时需考虑这些因素, 并采取相应的防护措施。其次, 需关注气候变化对桥梁受力状态的影响。极端天气可能导致桥梁承受额外的荷载(如风荷载、水荷载等), 进而影响其稳定性和安全性。在设计中需进行充分的气动稳定性分析和水动力分析, 确保桥梁在极端天气条件下仍能保持足够的稳定性和承载能力。最后, 还需考虑气候变化对桥梁维护和管理的影响。因此在设计中需注重桥梁的可持续性设计, 采用易于维护和管理的技术手段, 以降低维护成本并提高桥梁的使用寿命。

结束语

大跨度市政桥梁设计中的关键技术问题研究是一项复杂而重要的任务。通过不断的技术创新与实践探索, 已取得了显著成果, 为桥梁工程的安全、高效建设提供了坚实保障。未来, 随着科技的不断进步和工程实践的深入, 有理由相信, 大跨度市政桥梁的设计将更加科学、合理, 为城市的发展与人民的生活带来更多便利与福祉。

参考文献

- [1]隋春来.公路桥梁中大跨度桥梁设计研究[J].工程建设与设计.2020(9):96-97.100.
- [2]岳超.公路桥梁中大跨度桥梁设计研究[J].河南科技.2020.39(26):119-121.
- [3]刘明.大跨度预应力混凝土连续刚构桥设计理念研究[J].交通世界.2020(19):116-117.
- [4]浑铁链.郑阜高铁控制性桥梁结构形式特点[J].中国铁路.2020(06):103-107.