

城市互通立交匝道桥梁结构设计研究

黄志科

中冶京城工程技术有限公司 北京 100176

摘要：城市互通立交匝道桥梁结构设计需关注多个关键要素。桥梁上部结构设计需考虑桥面铺装材料、结构形式和架设高度等，以确保其抗压强度和耐久性。下部结构设计则侧重于桥墩选型与布置，需根据地形地貌、交通流量等因素综合确定。匝道桥梁连接部设计需保证流畅性和安全性。在实施步骤上，需先进行数据收集与分析，再进行数据建模与仿真实验，最后进行设计评价与优化，以确保设计方案的合理性和可行性。

关键词：城市互通立交；匝道桥梁；结构设计

引言：城市互通立交匝道桥梁作为城市交通网络的关键节点，其结构设计不仅承载着保障交通流畅与安全的重要使命，还深刻影响着城市的整体形象与空间规划。随着城市化步伐的加快，交通需求的激增对匝道桥梁的结构设计提出了更高要求，不仅要求具备出色的通行能力和稳定性，还需兼顾美观性、经济性和环保性。因此，深入探索城市互通立交匝道桥梁的结构设计，对于优化城市交通系统、提升城市品质具有重要意义。

1 城市互通立交匝道桥梁概述

城市互通立交匝道桥梁，作为现代城市交通体系中的重要组成部分，扮演着连接不同道路、实现交通流高效转换的关键角色，它们不仅提升了城市交通的通行能力，还极大地缓解了交通拥堵现象，增强了城市交通的灵活性和便捷性。互通立交匝道桥梁的设计通常基于复杂的交通需求和城市空间布局。它们通过精妙的构造和布局，将不同方向、不同等级的道路有机连接起来，使得车辆能够顺畅、安全地从一个道路系统转移到另一个道路系统。这种设计不仅提高了交通效率，还减少了交通事故的发生，为城市交通的安全运行提供了有力保障。从结构上看，城市互通立交匝道桥梁通常具有多样化的特点。为了满足不同交通流的需求，匝道桥梁可能采用单幅桥、双幅桥或多幅桥的形式，同时还会根据地形、地貌和交通流量的变化进行灵活调整。此外，匝道桥梁的桥型也多种多样，如连续梁桥、拱桥、斜拉桥等，这些桥型的选择不仅考虑了结构的稳定性和耐久性，还兼顾了美观性和景观效果。在城市互通立交匝道桥梁的建设过程中，施工技术和质量控制同样至关重要^[1]。施工团队需要采用先进的施工技术和设备，确保匝道桥梁的精确建造和高效施工。同时，还需要对施工质量进行严格监控和管理，确保匝道桥梁的耐久性和安全性。此外，随着城市化进程的加速和交通需求的不断增长，城市互通

立交匝道桥梁的设计和建设也面临着越来越多的挑战。如何在有限的城市空间内实现交通流的高效转换，如何减少对周边环境和居民生活的影响，以及如何提高匝道桥梁的智能化和绿色化水平，都是当前和未来需要深入研究的问题。

2 城市互通立交匝道桥梁结构设计的关键要素

2.1 桥梁上部结构设计

城市互通立交匝道桥梁结构设计的关键要素之一在于桥梁上部结构的设计，这一环节直接关系到桥梁的承载能力、行车舒适度以及整体美观性。以下是桥梁上部结构设计的几个核心考虑点：（1）桥面宽度与布局：桥面宽度需根据预期的交通流量、车型比例以及设计速度进行合理设定，确保车辆通行的顺畅与安全。同时，桥面布局应兼顾行车道、非机动车道、人行道及必要的附属设施空间，实现交通功能的全面优化。（2）主梁形式选择：主梁作为桥梁上部结构的主要承重构件，其形式的选择需考虑桥梁跨度、荷载要求、施工条件及经济性等因素。常见的主梁形式包括T形梁、箱形梁、空腹式梁等，每种形式都有其独特的受力特点和适用场景。（3）材料选用：上部结构材料的选择需综合考虑强度、耐久性、施工性及成本效益。现代桥梁设计中，高强度钢材、预应力混凝土等高性能材料得到广泛应用，以提高桥梁的承载能力和使用寿命。（4）横向稳定性：为确保桥梁在横向风载、车辆偏载等条件下的稳定性，上部结构设计需考虑横向支撑的设置，如横隔板、抗风支架等，以增强结构的整体刚度。（5）美观与景观融合：城市互通立交匝道桥梁不仅是交通设施，也是城市景观的一部分。因此，上部结构的设计应兼顾美观性，通过线条、色彩、光影等元素的巧妙运用，实现与周边环境的和谐共生。

2.2 桥梁下部结构设计

2.2.1 支撑结构设计

桥梁下部结构的支撑设计,是构筑桥梁稳定性的基石。桥墩,作为桥梁的中流砥柱,其设计需精密考量地质状况、荷载需求及施工挑战,旨在高效传导上部荷载至坚实地基,同时抵御风、水等外界侵袭。桥台,矗立于桥梁首尾,不仅承载着支撑重任,还需巧妙融入道路系统,并采取防冲刷措施,守护桥梁根基。基础设计,则依据详尽的地质勘察,精选桩基、扩大基础或沉井等方案,确保桥梁在各种极端工况下稳如泰山。这一系列精妙设计,共同构筑了桥梁的稳固支撑体系,为交通动脉的安全畅通保驾护航。

2.2.2 承重能力分析

桥梁下部结构的承重能力分析是设计流程中的核心要点。它要求对桥梁整体展开详尽的力学剖析,精确计算各支撑点的受力状态,以保障下部结构足以承受设计规定的各类荷载。这一环节必须全面考量静力荷载,如车辆与人群重量,以及动力荷载和偶然荷载,包括风压、地震力等。借助高精度的计算工具与仿真模拟,我们不断优化支撑结构的尺寸与布局,旨在确保桥梁在漫长的服役期内,无论面对何种荷载挑战,都能保持卓越的安全性及耐久性。这一严谨的分析过程,为桥梁的稳固与安全奠定了坚实的基础。

2.2.3 美观度考量

桥梁下部结构的设计同样需要兼顾美观性。随着城市的发展,桥梁不仅是交通设施,更是城市景观的重要组成部分。因此,在设计过程中,需注重桥梁下部结构与周围环境的协调,通过合理的线型、比例和材质选择,提升桥梁的整体美感。同时,还可以考虑在桥墩、桥台等位置设置装饰性构件或绿化设施,使桥梁成为城市的一道亮丽风景线。

2.3 匝道桥梁连接部设计

城市互通立交匝道桥梁结构设计的另一关键要素在于匝道桥梁的连接部设计,这一环节对于确保交通流畅、行车安全以及结构整体性至关重要。匝道桥梁连接部设计需充分考虑交通转换的顺畅性。在互通立交中,匝道桥梁作为连接不同道路系统的纽带,其连接部的设计需确保车辆能够平稳、安全地从一条道路过渡到另一条道路。这要求连接部在平面和纵面上均需具备良好的几何线形,如合理的曲线半径、缓和曲线长度以及纵坡设计等,以减少车辆行驶时的冲击和不适感。结构上的连续性和整体性也是连接部设计的重要考虑因素。为了确保匝道桥梁与主线桥梁或地面道路之间的结构连接稳固可靠,连接部需采用适当的连接方式,如伸缩缝、铰

接缝等,以适应不同方向的变形和位移^[2]。同时,连接部的构造细节也需精心设计,如钢筋的锚固、混凝土的浇筑质量等,以确保结构的整体性和耐久性。此外,匝道桥梁连接部的设计还需考虑景观和环境的协调性。随着城市化的推进,人们对桥梁的景观要求越来越高。因此,在连接部的设计中,应充分考虑其与周边环境的融合,通过合理的线型、材质选择以及绿化等手法,提升桥梁的整体美观度和环境协调性。

3 城市互通立交匝道桥梁结构设计的实施步骤

3.1 数据收集与分析

3.1.1 详尽的地质勘察

地质勘察是桥梁设计前的基石,确保桥梁稳固安全的关键步骤。通过地质钻探深入地下,结合土壤测试和地下水监测,我们得以揭示建设地点的地质真相,包括土层分布、承载力及地下水位等核心数据。这些数据直接指导桥梁基础的选型、深度设定及施工方法,是确保结构稳固的先决条件。同时,融合周边地质历史,深入分析潜在滑坡、泥石流等灾害风险,为桥梁选址规避隐患,设计提供坚实依据。地质勘察不仅关乎桥梁当下安全,更为其长期稳定运行奠定基础,是桥梁设计不可或缺的科学保障。

3.1.2 精确的交通流量与车型分析

交通流量与车型分析在匝道桥梁设计中占据核心地位。依托历史交通数据,结合城市发展蓝图与交通增长预期,我们精准预测未来各时段交通流量,为桥面宽度、车道布局及交通标识设计提供坚实的数据支撑。同时,深入剖析车型特征,掌握主流车辆的尺寸、重量及行驶习性,对桥梁净空、坡度等设计细节进行精细优化,旨在保障各类车辆通行无阻,安全高效。这一分析过程不仅提升桥梁通行能力,更确保了设计的人性化与实用性,为城市交通的顺畅与便捷贡献力量。

3.1.3 周边环境与条件的综合考量

周边环境与条件在桥梁设计中扮演着至关重要的角色。气候条件,诸如风速、降雨量和温度变化,深刻影响着桥梁的结构布局与材料甄选,要求设计必须与之相适应,以确保结构的安全与耐久。地形地貌则直接塑造了桥梁的走势与跨度,成为设计灵感的源泉与挑战。水文状况关乎桥梁的防洪标准与耐久性,必须细致考量。同时,周边建筑和基础设施的布局也是设计不可回避的考量因素,电力、通信线路及地下管线等均需妥善协调,以避免冲突,确保桥梁既满足交通功能,又与周围环境和谐共生,实现功能性与美观性的双重提升。

3.2 数据建模与仿真实验

数据建模与仿真实验是城市互通立交匝道桥梁结构设计中的关键环节,它基于前期收集与分析的数据,通过先进的计算机技术和仿真软件,对桥梁结构进行虚拟构建和性能测试。数据建模阶段,设计师会利用专业的CAD(计算机辅助设计)软件和BIM(建筑信息模型)技术,根据地质勘察结果、交通流量预测及车型分析等数据,精确构建桥梁的三维模型。这一模型不仅包含桥梁的几何形态,还涵盖了材料属性、结构连接等详细信息,为后续的仿真实验提供了准确的基础。在仿真实验阶段,设计师会运用有限元分析、动力学模拟等高级仿真技术,对桥梁结构在不同工况下的受力状态、变形情况、稳定性等进行模拟测试。这些测试可以模拟桥梁在静力荷载(如车辆荷载、自重等)、动力荷载(如风荷载、地震荷载等)作用下的响应,以及长期运营过程中可能出现的疲劳、腐蚀等效应^[3]。通过仿真实验,设计师可以直观地观察到桥梁结构的性能表现,及时发现潜在的设计缺陷或安全隐患。数据建模与仿真实验不仅能够提高设计的准确性和可靠性,还能在设计阶段就发现并解决潜在问题,从而避免后续施工和运营中的不必要的成本和风险。此外,这一环节还为设计师提供了优化设计的空间,通过不断调整和测试,可以找到最优的设计方案,确保城市互通立交匝道桥梁的结构设计既安全又经济。

3.3 设计评价与优化

设计评价与优化是城市互通立交匝道桥梁结构设计过程中不可或缺的一环,它基于数据建模与仿真实验的结果,对设计方案进行全面评估,并根据评估结果进行必要的调整和优化。以下是设计评价与优化步骤的具体内容:(1)结构安全性评价:首要考虑的是桥梁结构的安全性。通过仿真实验数据,分析桥梁在不同荷载作用下的受力状态、变形情况,确保桥梁结构满足规范要求

的强度、刚度和稳定性标准。(2)交通流畅性评价:评估匝道桥梁的设计是否能够有效疏导交通流,减少交通拥堵。这包括匝道的宽度、坡度、转弯半径等设计参数是否合理,以及交通标志、标线的设置是否清晰明了。

(3)环境影响评价:考虑桥梁建设对周边环境的影响,包括施工期间的噪音、粉尘污染,以及运营期间对景观、生态的潜在影响。确保设计方案符合环保要求,尽可能减少对环境的不良影响。(4)经济性评价:分析桥梁建设的成本效益,包括材料成本、施工费用、维护成本等。通过对比不同设计方案的经济指标,选择性价比最优的方案。(5)综合优化:基于以上评价,对设计方案进行必要的调整和优化。这可能包括调整桥梁的结构形式、材料选择、施工方法等,以提高桥梁的安全性、交通流畅性、环保性和经济性。

结语

未来,随着科技的日新月异和城市化进程的稳步推进,城市互通立交匝道桥梁的结构设计将面临更为复杂多变的挑战,同时也将迎来前所未有的发展机遇。我们坚信,在理论与实践的不断探索与创新中,设计者将能够攻克一个又一个技术难关,推动匝道桥梁结构设计领域取得更加显著的进步。通过融合新技术、新材料与新工艺,我们期待打造出更加安全、高效、美观、环保的匝道桥梁,为城市交通的可持续发展贡献更大力量,共同书写城市互通立交匝道桥梁结构设计的新篇章。

参考文献

- [1]熊建辉.互通立交匝道桥梁设计研究[J].工程建设与设计,2023(20):63-65.
- [2]钱玉佳,江志鹏,轩莉.道路工程-互通立交BIM解决[J].建筑工人,2021,42(03):29-30.
- [3]梁鹏,付振国,张雨.规划重庆路互通立交方案设计及比选[J].山东交通科技,2021(01):123-126.