

# 市政道路桥梁工程抗震性能分析与加固措施研究

霍雪咪

陕西交通职业技术学院 陕西西安 710200

DOI: 10.12238/ems.v6i12.10815

[摘要] 在城市化进程不断加快的背景下,市政道路桥梁工程的抗震性能问题逐渐成为工程建设领域的重要议题。针对地震频发地区,道路桥梁的抗震设计与加固措施关系到城市基础设施的安全与使用寿命。桥梁工程的抗震能力不仅受到地质条件、结构设计、材料选择等因素的深刻影响,还与施工质量密切相关。加强桥梁结构的刚度与韧性、改进地基与基础处理、采用先进的抗震技术、以及建立定期检测与维护机制,均是确保市政桥梁工程抗震性能的重要途径。本研究基于对影响因素的深入分析,探索有效的加固方法,旨在提升桥梁结构的抗震能力,为未来的市政工程建设提供科学依据与技术支持。

[关键词] 市政道路桥梁; 抗震性能; 加固措施; 地质条件; 施工质量

## Research on Seismic Performance Analysis and Reinforcement Measures for Municipal Road and Bridge Engineering

Huo Xuemi

Shaanxi Vocational and Technical College of Transportation, Xi'an, Shaanxi 710200

[Abstract] the backdrop of accelerating urbanization, the seismic performance of municipal road and bridge engineering has gradually become an important issue in the field of engineering construction. For earthquake prone areas, the seismic design and reinforcement measures of roads and bridges are related to the safety and long-term service life of urban infrastructure. The seismic resistance of bridge engineering is not only deeply influenced by geological conditions, structural design, material selection, and other factors, but also closely related to construction quality. Strengthening the stiffness and toughness of bridge structures, improving foundation and foundation treatment, adopting advanced seismic technology, and establishing regular testing and maintenance mechanisms are all important ways to ensure the seismic performance of municipal bridge engineering. This study is based on in-depth analysis of influencing factors and explores effective reinforcement methods, aiming to enhance the seismic resistance of bridge structures and provide scientific basis and technical support for future municipal engineering construction.

[Keywords] municipal roads and bridges; Seismic performance; Reinforcement measures; Geological conditions; Construction quality

近年来,随着城市化进程的不断加快,国家对基础设施建设的重视程度日益提高,如国家减灾委员会发布的《“十四五”全国综合防灾减灾规划》中明确提出,要全面提升城镇基础设施的防灾抗震能力。在此背景下,市政道路桥梁工程作为城市交通网络的重要组成部分,其抗震性能直接关系到社会的正常运转与人民群众的生命财产安全。然而,地震活动频繁地区的桥梁结构往往受到复杂地质条件、设计方案合理性、施工材料质量及施工水平等多方面因素的影响,致使

其抗震性能存在诸多问题。如何分析这些影响因素并采取有效的抗震加固措施,已成为当前工程界关注的重要议题。

### 一、市政道路桥梁工程抗震性能加固的重要性

随着全球地震活动的频繁发生,市政道路桥梁工程的抗震性能逐渐成为保障城市基础设施安全的重要课题。地震对市政道路桥梁结构造成的破坏,不仅会中断交通运输,影响社会经济秩序,还会危及人民群众的生命财产安全。因此,提升市政道路桥梁工程的抗震性能,显得尤为重要。市政道

路桥梁作为城市交通网络的核心,其抗震能力不仅关系到桥梁本身的安全性,也影响到整个交通系统的稳定运行。工程在设计与施工过程中,必须充分考虑地震作用对桥梁结构的影响,通过合理的结构设计、材料选择以及施工工艺,提升桥梁的抗震性能。同时,桥梁作为长期暴露在外部环境中的结构,长期受到风雨、温度变化等自然因素的侵蚀,进一步加剧了其在地震中的脆弱性,亟需通过抗震加固措施来增强其承载能力与使用寿命。抗震加固不仅可以有效提升现有桥梁结构的稳定性与抗震能力,还能减少地震灾害发生时的结构损坏程度,保障桥梁在震后迅速恢复通行功能。

## 二、市政道路桥梁工程抗震性能影响因素分析

### 2.1 地质条件对抗震性能的影响

地质条件作为影响市政道路桥梁抗震性能的关键因素之一,在地震作用下直接影响桥梁的结构安全与稳定性。地震的震源深度、震中位置与地震波传播路径等地质特征,都会改变地面运动的强度与频率,进而对桥梁结构产生不同程度的影响。桥梁建设所在的地质环境,不同的土层组成与地基条件,如软土层、砂土或岩石等,对桥梁在地震中的反应也存在显著差异。例如,软弱的地基土层在地震中容易产生较大的变形,进而削弱桥梁结构的整体抗震能力,并导致地基沉降或侧向位移,这种现象会大大增加桥梁结构的受力复杂性。此外,断层的存在及活跃性也会对桥梁的安全构成潜在威胁,断层活动能够直接引发地面裂缝与地表错动,对桥梁基础的稳定性产生严重影响。地震诱发的液化现象同样是影响市政道路桥梁抗震性能的重要地质因素,当地基中的砂土在地震作用下发生液化时,土层失去承载力,桥梁的基础结构会因此陷入不稳定状态,严重时甚至可能导致桥梁结构的倒塌<sup>[1]</sup>。

### 2.2 结构设计对抗震性能的影响

市政道路桥梁工程的抗震性能在很大程度上取决于结构设计的合理性与科学性。结构设计不仅决定了桥梁在正常荷载条件下的使用寿命,还直接关系到其在地震作用下的安全表现。设计中若未能充分考虑桥梁在地震力作用下的动力响应特性,将会大幅削弱其抗震能力。比如,桥梁结构的整体布局和各部位之间的连接形式,对地震波传递过程中的应力分布有着决定性影响。如果设计中忽视了抗震构造措施,桥梁可能因应力集中而发生局部破坏,最终导致整体失效。对于桥梁的支座与墩台设计,其刚度分布是否均匀,将直接影响桥梁在地震中的变形协调能力。若墩台的刚度设计不均衡,桥梁在地震作用下可能出现扭转效应,这种不协调的变形将大大增加结构的破坏风险。此外,桥梁的跨径与高度比例也需要在结构设计时综合考虑,过大的跨径会在地震波作用下产生较大的振幅,而过高的桥墩则会放大地震的水平位移,增大桥梁失稳的可能性<sup>[2]</sup>。

### 2.3 材料选择对抗震性能的影响

市政道路桥梁工程的抗震性能在很大程度上受到材料选择的影响,因为材料的特性决定了结构在地震荷载作用下的应变与应力分布情况。选择具有优异力学性能的材料,可以有效提升桥梁结构的承载能力与抗震韧性。在抗震设计中,材料的弹性模量、屈服强度以及延展性是决定桥梁抗震性能的关键因素。如果所选材料在地震作用下容易脆断或疲劳失效,那么桥梁的整体结构将面临巨大风险。具体而言,钢材与混凝土的结合在市政桥梁工程中应用广泛,但二者的特性不同,对抗震能力的影响也有所差异。钢材具有较高的强度与良好的延展性,能够在强烈的地震冲击下吸收大量能量,避免结构的突然断裂。然而,如果钢材选用不当,比如使用了质量较差或耐久性不足的钢材,可能导致在地震频繁区域桥梁出现过早的疲劳破坏。而混凝土在具备良好的抗压强度的同时,其抗拉性能较为薄弱,因此在地震荷载下更容易产生裂缝<sup>[3]</sup>。

### 2.4 施工质量对抗震性能的影响

市政道路桥梁工程的抗震性能不仅依赖于设计与材料的选择,还受到施工质量的直接影响。高质量的施工过程能够确保设计方案中的抗震要求得到精准落实,避免结构缺陷或隐患,而施工中的任何疏漏都可能导致结构整体性能的下降。在实际工程中,施工质量通常体现在多个方面,包括施工工艺的规范性、技术人员的专业素养、施工设备的先进性以及施工管理的有效性。任何一个环节的疏忽都可能影响桥梁的抗震能力。在桥梁的混凝土浇筑过程中,施工人员需要严格控制混凝土的配比、搅拌均匀度以及浇筑的密实度,这直接关系到混凝土的抗压强度与耐久性。如果混凝土浇筑不均匀或未充分振捣,内部可能产生空隙或裂缝,这些缺陷在地震荷载作用下会迅速扩展,导致结构的早期破坏。另外,钢筋的绑扎、定位与保护层厚度在施工中也需严格按照设计要求执行。过薄的保护层容易在地震时导致钢筋的暴露或腐蚀,影响整体结构的抗震效果。另外,工程中的施工工艺与技术水准也直接影响抗震性能。先进的施工技术能够确保工程按最优流程进行,减少人为失误与施工缺陷。

## 三、市政道路桥梁工程抗震加固措施

### 3.1 增强结构刚度与韧性

在市政道路桥梁工程中,抗震性能的提升需要通过增强结构的刚度与韧性来实现。刚度能够确保桥梁在遭受地震荷载时保持整体稳定,减少结构的变形与位移,从而避免因结构过度变形导致的破坏。而韧性则是在极限状态下桥梁结构的变形能力,能够有效吸收与耗散地震产生的能量,防止脆性破坏的发生。桥梁在抗震设计中需要在刚度与韧性之间达到平衡,过高的刚度可能导致结构过于僵硬,难以应对地震引起的强烈振动,而仅强调韧性又会导致结构过度柔软,无法有效抵抗地震力的作用。因此,在加固措施中,应采用兼具刚度与韧性的设计手段,使得桥梁能够既抵抗地震冲击,

又具备一定的变形与自我修复能力<sup>[4]</sup>。

例如,某城市的一座跨河大桥在经历一次中强度地震后,发现部分桥墩与上部结构出现了较为明显的位移与开裂。为提升该桥的抗震性能,工程师决定通过在主梁与桥墩处采用钢筋混凝土套箍的方式增加刚度,同时利用消能减震装置增强桥梁的韧性。这种加固措施既增强了桥墩与梁的抗震承载力,又确保在未来可能的地震中桥梁能够通过韧性吸收震动能量,避免结构的过度损伤。

### 3.2 改善地基与基础处理

市政道路桥梁工程的抗震性能与地基及基础的处理方式密切相关,地基条件决定了桥梁结构在地震荷载作用下的稳定性与承载力,而基础作为桥梁的承载部分,其处理质量直接影响整体结构的抗震能力。如果地基条件不稳固或承载力不足,在地震作用下,桥梁的稳定性将受到严重影响,可能出现基础沉降、倾斜甚至断裂等情况,导致结构失效。因此,地基与基础的处理在桥梁抗震设计与加固中起到至关重要的作用。通过改进地基承载力、调整地基土质以及采用深基础处理等手段,可以有效提高桥梁在地震作用下的抗震性能,确保结构在震后能够维持正常功能而不致崩溃。尤其是在软弱土质区域,地基处理的优化对于提高桥梁抗震能力尤为关键。

例如,某市政桥梁位于软弱地基区域,由于当地土壤的承载力较低,原桥在使用过程中出现了不均匀沉降,进一步加剧了桥梁的抗震隐患。为了改善这一问题,工程师在桥梁基础的加固过程中采用了深层搅拌桩技术,通过向地基土中注入水泥浆并充分搅拌,形成加固桩体,极大地提高了地基的承载力与稳定性。此外,在基础处理过程中还采取了桩基础加固措施,使得桥梁在地震荷载下更加稳定,桥梁结构能够更好地抵抗地震的冲击,确保其在震后的结构完整性与安全性。

### 3.3 采用先进的抗震技术

市政道路桥梁工程的抗震性能优化,需要依赖先进抗震技术的应用。这类技术的引入,不仅能够有效减轻地震对桥梁结构的破坏,还能提高结构在震动作用下的自恢复能力。地震能量的传递过程复杂而迅速,传统的结构加固手段在面对大规模地震时常显得力不从心。因此,现代抗震工程越来越多地依赖于创新性的技术手段,通过改变能量传递路径、吸收地震能量以及减缓振动响应的方式来实现抗震效果。通过合理的技术选择与应用,不仅能够提升桥梁结构的整体抗震性能,还能够延长其使用寿命,并降低维修与维护的频率与成本,具有重要的经济与社会价值。

在具体实践中,隔震技术的应用已被广泛证明能够显著增强桥梁的抗震能力。以某市的一座跨江大桥为例,桥梁处于地震多发区,原设计难以承受大规模地震的冲击。在加固过程中,工程师采用了橡胶隔震支座,将其置于桥梁上下结构之间,这种支座通过吸收地震产生的水平位移与能量,有

效降低了桥梁上部结构的振动幅度。此外,消能减震装置也被应用在该桥梁的加固方案中,利用消能器件将地震的部分能量转化为热能释放,从而减少结构的受力与变形,确保桥梁在强震下依然能够保持稳定与安全。

### 3.4 定期检测与维护保养

市政道路桥梁工程的抗震性能不仅依赖于设计与建造阶段的高质量实施,后期的定期检测与维护保养也是确保其长期安全性与耐久性的重要措施。随着时间的推移,桥梁结构会由于外界环境因素以及使用条件的变化而逐渐发生性能退化,这种现象在频繁遭受地震活动的地区尤为显著。通过定期检测,工程师能够及时发现桥梁结构中潜在的隐患,评估其抗震性能的变化趋势,并据此制定有针对性的修复与加固方案。维护保养工作不仅可以延缓材料老化与结构疲劳,还能够防止局部损伤进一步扩大,从而确保桥梁在面临未来地震时依然具备充足的抗震能力。

例如某地震高发地区的市政桥梁经过多年的运行,在定期检测中发现多个支座存在老化现象,部分桥墩表面出现细微裂缝。为防止这些问题导致桥梁整体性能下降,工程师决定立即采取维护保养措施,对老化支座进行更换,并对裂缝区域进行封闭修补。在这一过程中,工程团队引入了先进的无损检测技术,如超声波和红外热成像扫描,精准定位结构内部的潜在缺陷。与此同时,还采用了高性能的防护涂层材料,延长桥梁暴露于恶劣环境中的寿命。定期维护与检测不仅让这些问题在尚未对结构安全造成重大威胁前得以解决,还提高了桥梁在未来地震中保持稳定性的几率,减少了大范围修复的成本投入,保证桥梁长期高效服务于社会。

### 结束语:

通过对抗震性能影响因素的深入分析,能够有针对性地采取有效的加固技术与策略,增强桥梁结构的安全性及耐久性。抗震性能不仅依赖于结构设计、材料选择与施工质量等基础因素,还需要在后期维护过程中不断优化与改进,以应对日益复杂的环境与地质条件。只有在全生命周期内保持对抗震性能的持续关注与改善,才能确保桥梁在灾害发生时能够最大限度地保护公共安全,减少灾害带来的损失。

### [参考文献]

- [1] 于子杰. 独柱墩桥梁抗震性能与抗震加固措施研究[D]. 石家庄铁道大学, 2023.
- [2] 彭林, 周柏宇. 连续刚构桥抗震性能分析研究[J]. 交通世界, 2023 (21): 152-154.
- [3] 周燕平. 市政道路桥梁工程的预应力施工技术分析[J]. 空中美语, 2022 (6): 665-667.
- [4] 姚西刚, 陈震. 市政桥梁抗震设计的研究[J]. 工程管理与技术探讨, 2023. DOI: 10.37155/2717-5189-0513-42.

作者简介: 霍雪咪(1995.05-), 女, 汉族, 陕西宝鸡人, 硕士, 讲师, 研究方向: 市政工程技术。