

桥梁设计及桥梁结构损坏原因及处理

王晓丽

中铁建安工程设计院有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 公路桥梁, 作为城市交通基础设施的关键组成部分, 不仅承载着日益增长的交通负荷, 还连接着城市与乡村、人们的生活与工作。随着社会发展的步伐和交通网络的不断扩张, 桥梁工程的设计、结构健康与安全运营变得尤为重要。文中剖析公路桥梁设计与维护中的核心问题, 强调科学、创新、可持续的设计理念对于保障桥梁长期稳定运行的不可或缺性, 期待在技术不断演进的背景下, 桥梁工程能够迎接更为复杂的需求, 为城市发展和人们的生活提供更加可靠的支持。

[关键词] 桥梁设计; 桥梁结构; 损坏原因

DOI: 10.33142/aem.v6i2.11010

中图分类号: TU997

文献标识码: A

Bridge Design and Damage Causes and Treatment of Bridge Structures

WANG Xiaoli

China Railway Jian'an Engineering Design Institute Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Highway bridges, as a key component of urban transportation infrastructure, not only carry the increasing traffic load, but also connect cities and rural areas, people's lives and work. With the pace of social development and the continuous expansion of transportation networks, the design, structural health and safety management of bridge engineering have become particularly important. The article analyzes the core issues in the design and maintenance of highway bridges, emphasizing the necessity of scientific, innovative, and sustainable design concepts to ensure the long-term stable operation of bridges, which is hoped that in the context of continuous technological evolution, bridge engineering can meet more complex needs and provide more reliable support for urban development and people's lives.

Keywords: bridge design; bridge structures; damage causes

引言

随着城市化的加速推进和交通网络的不断完善, 公路桥梁在连接城市与城市、城市与乡村之间的交通流动中扮演着不可替代的角色。然而, 桥梁在长期的使用过程中面临着自然灾害、交通事故、结构老化等多种潜在的威胁, 这些威胁导致桥梁结构的损坏和安全隐患。因此, 深入了解公路桥梁设计与维护的关键问题, 提高其耐久性和抗灾能力, 对于确保交通畅通、社会稳定具有重要的实际意义。

1 公路桥梁设计

1.1 桥梁上部结构选型设计

桥梁上部结构选型设计是公路桥梁设计中的核心环节, 直接决定了桥梁的承载能力、耐久性和整体性能。在进行选型设计时, 需要全面考虑多个因素, 以确保选择最合适的结构类型。桥梁所在地区的荷载要求, 包括交通荷载和自然荷载。这些荷载会对结构产生不同的影响, 因此结构的选型应适应具体的荷载条件。

表 1 列出了常见荷载及其对应的结构类型选择。

荷载类型	结构类型选择
交通荷载	梁式桥、板梁桥
自然荷载	拱桥、悬索桥

桥梁跨径是影响结构选型的关键因素, 不同跨度范围

适合不同的结构形式。小跨度桥梁通常采用梁式结构, 而大跨度桥梁可能考虑悬索桥或拱桥等更为复杂的结构形式。

表 2 展示了不同跨度范围的结构类型建议。

桥梁跨度范围	结构类型建议
小跨度 (<30m)	梁式桥、板梁桥
中跨度 (30m-100m)	拱桥、连续梁桥
大跨度 (>100m)	悬索桥、斜拉桥

结构材料的选择对上部结构的性能和经济性具有重要影响。混凝土和钢材是常见的桥梁结构材料, 其强度、刚度、耐久性等性能需要根据具体工程需求进行选择。

表 3 总结了不同结构材料的优劣势及适用情况。

结构材料优势适用情况	优势	适用情况
混凝土经济、耐久, 适用于中小跨度梁式桥小跨度桥梁、常规交通荷载	经济、耐久, 适用于中小跨度梁式桥	小跨度桥梁、常规交通荷载
钢材	强度高, 适用于大跨度悬索桥	大跨度桥梁、特殊荷载条件

1.2 山区高速公路桥梁支座设计要点

山区高速公路桥梁支座设计关注地形复杂性和潜在地震风险, 是确保桥梁在这些特殊条件下安全运行的重要方面。地震抗力是支座设计的关键要点。为提高桥梁对地

震的抵抗能力,采用橡胶支座或基础隔震技术是常见的做法。这些措施有助于减缓地震力对支座的传递,降低结构受损的风险。地形适应性是山区支座设计的考虑重点。由于山区地形起伏和复杂,支座必须能够适应不同坡度和曲线半径。考虑纵、横向坡度以及曲线半径等地形因素,以确保支座在不同条件下的有效性。支座设计还需关注沉降与变形控制^[1]。山区地质条件多变,支座应具备一定的沉降和变形控制机制,以防止不均匀沉降对结构稳定性的不利影响。合适的支座刚度可通过综合考虑桥梁荷载和变形的关系来确定。选择环保材料和施工方法,减少对周边生态环境的干扰,是山区支座设计的责任,有助于保护山区生态系统的完整性。山区高速公路桥梁支座设计要点包括地震抗力增强、地形适应性、沉降与变形控制以及环境保护,通过细致的设计和科学的技术手段,确保支座在复杂的地形和气候条件下发挥有效作用,保障桥梁的稳定性和可靠性。

2 公路桥梁结构损坏的原因

2.1 自然因素引起的损坏

2.1.1 风灾

强风会对桥梁结构产生多方面的影响,其中包括结构振动、气动力效应、振荡加剧和风荷载不均匀分布等问题。在高风速的情况下,桥梁结构经历振动,尤其是对于大跨度桥梁和悬索桥等结构,导致结构的疲劳和长期稳定性受损。此外,风灾引起的气动力效应会导致桥梁表面和连接部位受到额外的不均匀受力,增加了结构的疲劳和损伤风险。振荡加剧是指风灾可能使桥梁结构振动加剧,特别是在共振频率附近,可能引发严重的结构破坏^[2]。因此,对于桥梁设计和维护而言,必须充分考虑风灾可能引起的这些问题,以确保桥梁在面对强风时能够保持结构的稳定性和安全性。

2.1.2 水灾

水灾是公路桥梁受损的自然因素之一,对桥梁结构产生多方面的影响,其中主要问题包括水流冲刷和桥墩基础的稳定性。洪水可能使桥梁墩台受到冲刷,导致基础不稳,山洪的猛烈冲击可能对桥梁造成巨大的冲击力,加剧地基的侵蚀,进而影响桥梁整体稳定性。此外,水灾还可能导致桥梁横截面和支撑结构的形状变化,影响结构的几何形状和稳定性。因此,水灾对桥梁结构的这些问题需要在设计和维护中得到充分的考虑,以确保桥梁在水灾发生时能够保持结构的安全性和稳定性。

2.1.3 地震

地震是公路桥梁受损的主要自然因素之一,桥梁在地震时的振动加剧,会引发结构共振,进而导致严重的结构破坏。由于地震的不确定性,桥梁的振动响应和受力分布难以准确预测,增加了结构受损的风险。地震引发的地面运动还可能导致桥梁支座的失稳,增加了整体结构的不稳定性。因此,地震对桥梁结构的这些问题需要在设计和建设中充分考虑,以确保桥梁在地震发生时能够保持结构的

安全性和可靠性。

2.2 人为因素引起的损坏

2.2.1 超载

超载是公路桥梁受损的主要人为因素之一。桥梁在超载情况下承受的荷载远远超过设计标准,导致结构中的应力超限,使得桥梁各部分承受更大的力,从而增加了结构的疲劳和破坏风险。超载还会导致桥梁的变形加剧,尤其是在持续超载的情况下,结构可能发生塑性变形,使得原本设计以外的形变出现,进而影响了结构的整体稳定性。此外,超载还可能导致桥梁支座和连接部位承受额外的不均匀荷载,使得这些关键部位的受力超过设计限制,从而增加了结构的疲劳和损坏风险。超载下的桥梁结构经历振动,特别是在车辆通过时,会引发结构振动共振,对结构产生不利的影响。因此,超载对桥梁结构的这些问题需要在设计和交通管理中引起足够的重视,以确保桥梁在运行过程中不受到超载的影响,保持结构的稳定性和安全性。

2.2.2 错误施工

错误施工是导致公路桥梁损坏的主要人为因素之一,引发多种结构性和功能性问题。错误的施工可能导致桥梁结构中存在缺陷,如连接不牢固、焊接错误等,从而降低了结构的整体稳定性和强度。施工中选用不符合设计要求的材料可能导致桥梁结构的强度和耐久性问题,增加了结构的破坏风险。尺寸偏差和几何形状错误可能导致结构的几何不匹配,影响桥梁的正常使用和荷载分布,导致结构不稳定,加剧桥梁的振动和变形问题。在施工过程中产生的振动,尤其是使用重型机械时,可能引发结构振动和共振,对桥梁造成不利的影响。因此,错误施工可能对桥梁结构的多个方面产生严重的影响,降低了结构的安全性和可靠性。

2.2.3 桥梁维护不善

桥梁维护不善是导致公路桥梁受损的人为因素之一。缺乏定期检查和维修计划可能导致潜在问题未被及时发现和解决,进而增加了结构的损坏和老化的风险。对于一些易受环境侵害的部位,如桥梁支座和橡胶支座等,缺乏及时的检修可能导致这些关键部位的性能下降,影响了桥梁的整体稳定性。没有使用先进技术的远程监测系统可能使得桥梁的运行状况得不到及时监控,使得潜在问题无法及早发现。因此,桥梁维护不善可能使得桥梁在运行过程中逐渐失去稳定性和安全性,增加了结构受损的风险。

3 桥梁结构的维护与保养

3.1 定期检查与维护计划

定期检查与维护计划是确保公路桥梁长期安全运行的关键步骤。定期检查,建立详细的检查流程,包括对桥梁结构、支座、连接部位等关键部位进行全面检查,能够及时发现潜在问题。检查频率应根据桥梁类型、使用环境和结构状况进行科学设定,以确保在不同情况下都能够覆盖全面,常规巡检和定期详细检查相结合,全面评估桥梁

结构的健康状况。维护计划综合考虑桥梁的使用强度、结构状况和环境因素,科学合理地制定维护计划。维护计划应涵盖日常保养、定期检修和紧急维修等多个层次,确保桥梁结构能够持续得到维护和管理。执行维护计划需要建立专业的维护团队,进行有序的维护工作,包括清理、涂漆、更换老化部件等,以延长桥梁的使用寿命。远程监测系统可以通过传感器和监测设备实时监测桥梁结构的变化和性能,远程获取数据并进行分析,从而及时发现潜在问题,提高维护的精准性和及时性。

3.2 桥梁结构加固与改进

桥梁结构加固与改进是保障其安全性和可靠性的重要环节,需要根据桥梁的具体情况选择并评估不同的加固方法。在钢结构加固方面,通过引入钢材可以显著提高桥梁的承载能力和整体稳定性^[3]。原有桥梁结构上增加钢材构件,如横梁、加强梁柱连接等,从而增加结构的刚度和强度,优势在于实施相对简便,对于需要提高桥梁承载能力的情况效果显著。混凝土结构加固侧重于通过补充混凝土或采用预应力技术等手段,提升桥梁结构的抗压和抗拉性能。通过修复已损坏的混凝土部分或在关键部位增加预应力,可以有效增强结构的整体性能,适用于混凝土桥梁存在裂缝、变形等情况。纤维增强材料的应用是一种轻量、高强度的加固方法,例如使用碳纤维、玻璃纤维等材料,特别适用于对结构重量有敏感要求的情形。结构改进的创新技术包括了采用新型材料、结构形式和施工工艺等方面的创新。通过引入新技术,可以提高桥梁的整体性能,增强其抗荷载和抗灾害的能力。采用主动与被动控制系统,通过调节结构的刚度和阻尼,减小结构振动的幅度,提高抗风振和减振性能。环境友好型改进方法注重减少对环境的不良影响,包括使用可再生材料、减少能耗等策略。在选择加固与改进方法时,需要全面考虑桥梁的结构特点、使用环境、维护成本以及工程可行性等因素。

3.3 长寿命桥梁设计原则

长寿命桥梁设计是在桥梁工程中追求安全、耐久和可持续性的核心目标。在设计阶段,应选择具有卓越耐久性的材料,能够抵御环境侵蚀、化学腐蚀和疲劳等因素的影响。耐久性材料的选用直接关系到桥梁的使用寿命和维护成本,因此在设计中需谨慎考虑各种材料的性能和特点。结构抗老化设计是确保桥梁长寿命的关键措施。结构在长期使用过程中的变形、裂缝、锈蚀等问题,采用先进的设计手段来抵御这些老化因素的影响,通过合理的结构布局、防腐处理和紧密的监测系统,可以有效延缓桥梁结构的老化过程。维护友好型设计策略强调在设计阶段就考虑维护的方便性,合理安排桥梁的构造,使得维护人员可以轻松进入关键部位进行检查和维修。同时,选择易于维护的材料和技术,有助于提高维护的效率和降低成本。可持续性考虑与生命周期分析是将桥梁设计置于更宽泛的社会和环境背景中的必要步骤。通过综合考虑设计的社会、经济

和环境影响,实施可持续性设计,确保桥梁在整个生命周期内能够实现经济、社会和环境的平衡发展。创新设计理念的引入是推动桥梁设计不断进步的关键。通过引入新的材料、工艺和技术,以及采用更高效、更环保的设计理念,可以为桥梁设计注入新的活力,提高其整体性能和长寿命性。

3.4 突发事件应对与紧急维修

在灾害发生时,需要制定有效的紧急响应计划,并确保在最短时间内启动紧急维修工作。紧急维修的临时性解决方案是在灾害发生后迅速采取的应急措施,以防止进一步损害桥梁结构,包括临时性支撑、紧急加固、疏散交通等。这些临时性解决方案的目标是在短时间内尽量恢复桥梁的基本功能,减少灾害对桥梁的影响。后期恢复与全面修复计划则是在灾害紧急阶段后展开的更为综合的恢复工作,需要全面评估桥梁的受损状况,确定全面修复的需求^[4]。总之,突发事件应对与紧急维修的全过程需要精心规划和高效执行,从制定灾害发生时的紧急响应计划,采取紧急维修的临时性解决方案,到后期恢复与全面修复计划的执行,都需要协同合作、迅速应变。

4 结语

公路桥梁作为城市交通体系的重要组成部分,承担着连接城市与城市、城市与乡村的重要任务。本文通过对桥梁设计、结构损坏与处理、长寿命设计原则以及突发事件的应对与紧急维修等方面的综合研究,全面剖析了桥梁工程中的关键问题。随着科技不断进步,未来桥梁工程将迎来更多的挑战和机遇,期待更智能、更绿色的设计理念和技术手段的广泛应用,以提高桥梁的安全性、可持续性和适应性。在设计中,更多先进材料的运用、更科学的结构抗灾设计以及更智能的监测系统的发展,将极大地提高桥梁的整体性能。公路桥梁工程在未来将持续发挥着不可替代的作用,通过持续深入研究、创新设计和科技应用,我们有信心进一步提高桥梁的安全性和可持续性,为城市和乡村的发展提供更加坚实的基础。未来的桥梁工程充满着希望和可能性,我们期待着更加安全、高效、智能的桥梁体系为城市交通和社会进步贡献更多力量。

【参考文献】

- [1] 祁富辉,李映才,罗维东,等.地震灾后桥梁恢复重建工程设计与施工要点[J].工程建设与设计,2023(22):65-67.
- [2] 黄海新,吕亚伦,程寿山.基于可靠度的桥梁结构动力优化设计[J].计算力学学报,2023(22):65-67.
- [3] 付梦求.复杂岩溶地质桥梁桩基础的设计和施工探究[J].广东土木与建筑,2023,30(12):120-123.
- [4] 王刚.市政桥梁工程钢筋混凝土结构防腐设计研究[J].广东土木与建筑,2023,30(12):94-97.

作者简介:王晓丽(1982.11—),毕业院校:河北工程学院,所学专业:交通工程,当前就职单位:中铁建安工程设计院有限公司,职务:交通所副所长。