

实心板危旧桥梁加固技术研究

任芳

文山公路分局

DOI:10.32629/btr.v8i6.4797

[摘要] 实心板危旧桥梁加固对保障交通安全和延长桥梁使用寿命至关重要。加固关键技术涵盖材料加固、结构体系改变、预应力加固和裂缝处理等方面。材料加固可提升结构性能,结构体系改变优化受力,预应力加固改善应力分布,裂缝处理防止病害发展。加固效果评估从结构力学性能量化、材料质量与耐久性、使用功能与适应性、经济效益与社会效益等维度展开,能全面、科学地判断加固成效,为后续桥梁加固提供参考。

[关键词] 实心板旧桥梁; 加固技术; 效果评估

中图分类号: U445.7 文献标识码: A

Research on Reinforcement Technology for Solid Slab Deteriorated Bridges

Fang Ren

Wenshan Highway Administration

[Abstract] The reinforcement of deteriorated solid slab bridges is crucial for ensuring traffic safety and extending the service life of bridges. Key reinforcement technologies cover material strengthening, structural system modifications, prestressed reinforcement, and crack treatment. Material strengthening can enhance structural performance, structural system modifications optimize stress distribution, prestressed reinforcement improves stress conditions, and crack treatment prevents the progression of defects. The evaluation of reinforcement effectiveness is conducted from multiple dimensions, including the quantification of structural mechanical performance, material quality and durability, functional usability and adaptability, and economic and social benefits. This comprehensive and scientific assessment enables a thorough judgment of reinforcement outcomes, providing references for future bridge reinforcement projects.

[Key words] Deteriorated Solid Slab Bridges; Reinforcement Technology; Effectiveness Evaluation

引言

随着交通流量的持续增长以及桥梁使用年限的增加,实心板危旧桥梁数量日益增多,其安全性和适用性面临严峻挑战。若不及时处理,可能引发严重的安全事故,影响交通运输的正常运行。对实心板危旧桥梁进行加固,可在一定程度上恢复和提高其承载能力,延长使用寿命,避免拆除重建带来的巨大经济成本和社会影响。因此,深入开展实心板危旧桥梁加固技术研究,探索高效、可靠、经济的加固方法具有重要的现实意义。

1 实心板危旧桥梁加固技术概述

实心板桥作为桥梁工程中常见的桥型,以其构造简单、施工方便、建筑高度小等优点,在中小跨径桥梁中得到广泛应用。然而,随着使用年限的增长、交通流量的增加以及环境因素的影响,许多实心板桥梁出现了不同程度的病害,成为危旧桥梁,影响了桥梁的正常使用和交通安全,因此对其进行加固具有重要的现实意义。实心板危旧桥梁加固的目的在于恢复或提高桥梁的承

载能力和使用性能,延长桥梁的使用寿命,保障桥梁的安全运营。在加固过程中,需遵循一定的原则。首先要确保加固后的桥梁结构安全可靠,满足现行设计标准和使用要求;其次,加固方案应具有可行性和经济性,尽量减少对原结构的损伤,降低施工成本和对交通的影响;此外,还需考虑加固工程的耐久性和可维护性,便于日后的检查和维护。目前,常见的实心板危旧桥梁加固方法有多种^[1]。增大截面加固法是在原结构构件的基础上,通过增加混凝土截面面积和配筋,来提高构件的承载能力和刚度,但该方法施工周期较长,对桥下净空有一定影响。粘贴钢板加固法是将钢板用结构胶粘贴在混凝土构件表面,使钢板与原结构共同受力,具有施工简便、不显著增加结构自重的优点,但对粘贴工艺要求较高。碳纤维加固技术则是利用高强度的碳纤维材料对桥梁进行加固,碳纤维具有轻质、高强、耐腐蚀等特点,能有效提高结构的抗弯、抗剪性能,且施工速度快,对桥梁外观影响小。在实际工程中,应根据桥梁的具体病害情况、结构特点、

使用要求以及现场施工条件等因素,综合考虑选择合适的加固方法。同时,为了确保加固效果,还需严格按照相关规范和标准进行设计和施工,加强施工过程中的质量控制和检测。

2 实心板危旧桥梁加固关键技术

2.1 材料加固技术

材料加固技术在实心板危旧桥梁加固中起着至关重要的作用,它能显著增强桥梁的性能与稳定性。(1)增大截面加固:于原结构表面浇筑新混凝土并增配钢筋,扩大构件截面尺寸,有效提高桥梁抗弯、抗剪能力,适用于承载能力严重不足的实心板桥梁,不过会增加结构自重。(2)粘贴钢板加固:借助结构胶把钢板粘贴在混凝土构件表面,使钢板与原结构共同受力,提升桥梁整体强度。该方法施工简便、工期短,对交通影响小。(3)粘贴纤维复合材料加固:采用碳纤维、玻璃纤维等材料,利用其轻质高强、耐腐蚀的特性,增强桥梁抗拉、抗裂性能,且不增加过多结构负担,施工时原结构损伤小。(4)喷射混凝土加固:通过喷射设备将混凝土高速喷射到结构表面,与原结构紧密结合,增强结构整体性和耐久性,可有效修复受损部位。(5)灌浆加固:向结构内部灌注水泥浆或化学浆液,填充裂缝和孔隙,提高结构密实性和强度,改善桥梁受力状况,防止病害进一步发展。

2.2 结构体系改变技术

结构体系改变技术是实心板危旧桥梁加固的重要手段,通过调整桥梁的结构受力体系,能有效提升桥梁的承载能力和稳定性。(1)简支变连续加固:将原本独立受力的简支实心板梁,通过在梁端增设结构连接,使其变为连续梁结构。这样可以减小跨中弯矩,降低最大正弯矩值,提高桥梁的整体刚度和承载能力,减少梁体的变形。(2)增设辅助墩加固:在实心板桥梁的跨中合适位置增设辅助墩,缩短梁的计算跨度。计算跨度的减小能显著降低梁内的应力,从而提高桥梁的承载能力,尤其适用于因跨度较大导致承载能力不足的桥梁。(3)梁拱组合加固:将实心板梁与拱结构组合在一起,形成梁拱组合体系。拱结构可以承担部分竖向荷载,减轻梁体的负担,同时增强结构的整体稳定性和跨越能力,改善桥梁的受力性能。(4)斜拉体系加固:在实心板桥梁上设置斜拉索,通过斜拉索将梁体与桥塔连接起来。斜拉索为梁体提供了额外的支撑和拉力,改变了梁体的受力状态,提高了桥梁的承载能力和抗风、抗震性能。(5)转换支座形式加固:更换或调整桥梁的支座形式,如将固定支座改为活动支座,或者采用新型的减隔震支座。这可以改善桥梁的受力分布,减少支座处的应力集中,提高桥梁的抗震性能和耐久性。

2.3 预应力加固技术

预应力加固技术是提升实心板危旧桥梁承载能力与耐久性的关键举措,主要分为体外预应力和体内预应力两种方式。体外预应力加固技术是在桥梁结构外部设置预应力筋,通过张拉预应力筋对梁体施加反向荷载,以抵消部分外荷载产生的内力。该技术施工相对便捷,对原结构损伤小,能有效改善梁体的受力状态。而且,体外预应力筋可根据桥梁实际情况进行调整和更换,便于后期维护。比如,在一些跨径较大的实心板桥梁加固中,体

外预应力技术能显著提高桥梁的抗弯和抗剪能力。体内预应力加固则是在梁体内部预留孔道,穿入预应力筋并张拉锚固。这种方式能使预应力更均匀地分布在梁体中,增强梁体的整体性和刚度。但施工过程较为复杂,对施工工艺要求较高。在一些对结构外观和空间要求较高的桥梁加固中,体内预应力加固技术能在不影响桥梁外观的前提下,有效提升桥梁性能。

2.4 裂缝处理技术

裂缝是实心板危旧桥梁常见病害,裂缝处理技术对于保障桥梁结构安全至关重要。对于微小裂缝,可采用表面封闭法。先将裂缝表面清理干净,去除灰尘、油污等杂质,然后涂抹环氧树脂等封闭材料,阻止水分和有害介质侵入,防止裂缝进一步发展。这种方法操作简单、成本较低,适用于宽度小于0.15mm的稳定裂缝。当裂缝宽度在0.15-1.5mm时,压力灌浆法更为合适。利用压力设备将水泥浆、环氧树脂等灌浆材料注入裂缝中,填充裂缝空隙,粘结裂缝两侧的混凝土,恢复结构的整体性和强度。施工时需注意控制灌浆压力和速度,确保灌浆质量。对于较宽且深度较大的裂缝,可采用开槽填补法^[2]。沿裂缝开凿一定宽度和深度的槽,清理干净后,用水泥砂浆、环氧砂浆等材料填充,增强裂缝部位的强度和耐久性。对于活动裂缝,可采用柔性密封材料进行处理,以适应裂缝的开合变化。在处理裂缝时,还需对裂缝产生的原因进行分析,采取相应的措施消除病因,防止裂缝再次出现。

3 实心板危旧桥梁加固效果评估

3.1 结构力学性能量化评估

结构力学性能量化评估是判断实心板危旧桥梁加固效果的关键环节,能以精确数据直观反映加固成效。(1)承载能力评定:通过静载试验,在桥梁上施加设计荷载,利用传感器测量关键部位的应变和位移,依据规范计算承载能力提高系数,与加固设计目标对比,评估其承载能力是否达标。(2)刚度检测:在不同加载工况下,测量桥梁的挠度变化,计算刚度指标。对比加固前后的刚度值,分析加固对提高桥梁抵抗变形能力的作用,确保其在正常使用时变形在允许范围内。(3)应力分布分析:采用应变片等设备,测量桥梁结构在荷载作用下的应力分布情况。检查应力集中区域是否改善,评估加固措施是否使应力分布更均匀,避免局部应力过大导致结构破坏。(4)动力性能测试:通过环境激励或强迫振动试验,获取桥梁的自振频率、阻尼比和振型等动力参数。对比加固前后的动力特性,判断加固是否增强了桥梁的抗震和抗风能力。(5)稳定性评估:分析桥梁在各种荷载组合下的稳定性,如抗倾覆稳定性和抗滑移稳定性。通过计算相关稳定系数,评估加固后桥梁抵抗失稳的能力是否满足要求。

3.2 材料质量与耐久性检测

材料质量与耐久性检测是评估实心板危旧桥梁加固效果的重要方面,关乎桥梁长期使用的安全性与可靠性。对于加固所用的混凝土,采用回弹法、钻芯取样法检测其强度,确保达到设计标准。同时检测混凝土的碳化深度,碳化会降低混凝土的碱性,使钢筋失去保护而易锈蚀,若碳化深度过大,需采取防护措施。钢

材的质量检测也不容忽视,检查钢筋的力学性能,包括屈服强度、抗拉强度等,看是否符合要求。还要检测钢筋的锈蚀情况,可通过电位差法判断锈蚀程度,若锈蚀严重,会削弱钢筋的承载能力。纤维复合材料常用于加固,要检测其与混凝土的粘结强度,粘结不牢会影响加固效果。同时评估其抗老化、抗疲劳性能,确保在长期使用中性能稳定。检测混凝土的抗渗性和抗冻性,良好的抗渗性可防止水分和有害介质侵入,抗冻性则保证桥梁在冻融环境下结构完整。通过全面的材料质量与耐久性检测,能准确评估加固效果,为桥梁后续使用提供可靠保障。

3.3 使用功能与适应性评价

使用功能与适应性评价是衡量实心板危旧桥梁加固效果的重要维度,能反映桥梁在实际使用中的表现和对环境的适应能力。(1)通行能力评估:观察加固后桥梁的交通流量和通行速度变化,判断是否满足当前及未来一定时期的交通需求。若车辆通行顺畅,未出现拥堵现象,说明加固对提升通行能力有积极作用。(2)行车舒适性检测:通过设置传感器或进行实地驾乘体验,检测桥梁在车辆行驶过程中的振动、颠簸情况。若振动和颠簸明显减小,表明加固改善了行车舒适性。(3)排水功能检查:检查桥梁的排水系统是否畅通,有无积水现象。良好的排水功能可防止雨水对桥梁结构的侵蚀,延长桥梁使用寿命。(4)与周边环境协调性:评估加固后的桥梁外观是否与周边环境相协调,以及对周边生态环境的影响。若桥梁与周边景观融为一体,且未对生态造成破坏,则说明其具有较好的环境适应性。(5)应急响应能力:模拟突发情况,如地震、洪水等,检查桥梁在应急状态下的结构稳定性和功能完整性。若桥梁能保持基本的通行能力或满足抢险救援需求,则表明其应急响应能力良好。

3.4 经济效益与社会效益分析

对实心板危旧桥梁加固效果开展经济效益与社会效益分析,能全方位衡量加固工程的价值。在经济效益层面,加固工程展现

出显著优势。拆除旧桥与新建新桥成本高昂,而加固能有效避免这笔巨额开支,大幅降低桥梁重建成本。加固后,桥梁承载能力和耐久性得到极大提升,后期维护和修复成本随之减少。更为重要的是,加固保障了交通顺畅,避免了因桥梁病害导致的交通拥堵和运输延误,降低了相关经济损失。畅通无阻的交通如同纽带,促进了区域间贸易往来,带动了物流、旅游等相关产业蓬勃发展,创造出更多经济价值,推动地方经济增长。从社会效益来看,加固桥梁意义非凡^[3]。它保障了公众出行安全,减少了安全隐患,让民众出行更安心,提升了民众的安全感。交通条件的改善提高了出行效率,极大地方便了居民生活。同时,加固工程在实施过程中创造了众多就业机会,有助于促进当地经济发展和社会稳定。对于具有历史文化价值的桥梁,加固更是体现了对文化遗产的保护,传承了地域文化,具有深远的积极社会意义。

4 结语

未来,持续深入研究加固技术并不断创新完善,对我国桥梁事业可持续发展意义非凡。随着交通需求增长和桥梁老化加剧,现有加固技术需不断升级。一方面,要加强对新型材料和工艺的研发,如高性能纤维复合材料、智能加固系统等,以提高加固效率和质量。另一方面,应建立完善的加固技术数据库和评估体系,为加固方案的选择和优化提供科学依据。此外,还需加强国际交流与合作,借鉴先进经验,推动我国实心板危旧桥梁加固技术迈向新高度,为桥梁事业发展筑牢技术根基。

[参考文献]

- [1]蒋冬启,吴浩.新型分离式实心板梁桥全过程受力性能分析[J].华南理工大学学报(自然科学版),2024,52(1):38-51.
- [2]蒋冬启,吴维维,范进,等.基于结构参数分析的分离式实心板梁桥设计[J].南京理工大学学报,2022,46(6):771-780.
- [3]吴杰,许浩.现浇式实心板梁纵向裂缝分析及加固措施研究[J].山东交通科技,2020(5):50-51+66.