

新型铰缝在重载交通道路桥梁设计中的应用研究

王利江¹ 王世君²

1. 清丰县公路事业发展中心, 河南 濮阳 457300

2. 清丰县路通公路养护有限公司, 河南 濮阳 457300

[摘要]随着交通运输行业的不断发展,重载交通桥梁的需求逐渐增加,尤其是在公路与铁路的交叉位置,桥梁设计面临着前所未有的挑战。新型铰缝技术的出现为解决此问题提供了有效办法。重点研究新型铰缝在重载交通道路桥梁设计中的应用,分析其在提高桥梁抗疲劳性能、延长使用寿命以及降低维护费用等方面的优势。通过对比传统铰缝与新型铰缝的性能差异,详细研究了新型铰缝在重载交通桥梁中的具体应用方法,同时提出了相关设计策略与技术要点。新型铰缝能够明显提升桥梁的承载能力和适应性,为重型交通桥梁设计与建造提供更稳固技术支持。

[关键词]新型铰缝;重载交通桥梁;设计应用;桥梁技术

DOI: 10.33142/ec.v8i2.15325

中图分类号: U45

文献标识码: A

Application Research on New Hinge Joint in the Design of Heavy-duty Traffic Road Bridges

WANG Lijiang¹, WANG Shijun²

1 Qingfeng County Highway Development Center, Puyang, He'nan, 457300, China

2 Qingfeng County Lutong Highway Maintenance Co., Ltd., Puyang, He'nan, 457300, China

Abstract: With the continuous development of the transportation industry, the demand for heavy-duty transportation bridges is gradually increasing, especially at the intersection of highways and railways, bridge design is facing unprecedented challenges. The emergence of new hinge seam technology provides an effective solution to this problem. Focus on the application of new hinge joints in the design of heavy-duty traffic road bridges, analyze their advantages in improving bridge fatigue resistance, extending service life, and reducing maintenance costs. By comparing the performance differences between traditional hinge joints and new hinge joints, the specific application methods of new hinge joints in heavy-duty traffic bridges were studied in detail, and relevant design strategies and technical points were proposed. The new hinge joint can significantly improve the bearing capacity and adaptability of bridges, providing more stable technical support for the design and construction of heavy-duty transportation bridges.

Keywords: new hinge seam; heavy-duty traffic bridges; design application; bridge technology

引言

随着全球经济的快速发展,重载交通桥梁成为城市和区域基础设施建设核心部分。特别是在高负荷、高频率通行的交通情形下,桥梁结构稳定性与耐久性的问题更加突出。新型铰缝作为一种创新类别,通过提高桥梁的结构柔韧性,能有效化解传统铰缝在重载交通情形下出现的疲劳裂纹与频繁维护问题。本文将深入研究新型铰缝在重载交通道路桥梁中的设计应用,分析其在提升桥梁安全性、延长使用寿命等方面的优势,提供相应的设计思路与解决方案,为相关领域提供理论参考与实践指导。

1 新型铰缝技术的原理与特点

新型铰缝技术是近年来在桥梁设计中为适应重载交通需求而产生的创新技术,它通过改进传统铰缝的设计原理,增强了桥梁的柔韧性和抗疲劳能力。传统铰缝主要借助钢筋或钢板连接不同桥梁结构部位,使桥梁在承受不同荷载与温度改变时能够自由变形。然而,传统铰缝在重载、高频交通状况下易受疲劳损伤,导致桥梁出现裂纹甚至结

构失去稳定性。新型铰缝技术的应用,主要是为解决这些问题,其核心原理是依靠使用高性能材料、创新性结构设计以及智能化控制体系提升铰缝的适应性与稳定性^[1]。

新型铰缝的特性主要体现在以下几个方面:提升了抗疲劳性能,和以往的铰缝相比,新型铰缝采用了更为先进的高强度合金材料,呈现更优异的抗疲劳性能,能够承受更高交通负载与长期使用压力。新型铰缝设计考虑了桥梁的动态反馈情况,借助智能调控装置组,使铰缝能够根据桥梁的振动情况自动调节自身运行状态,从而减少桥梁在高频振动时的损伤。新型铰缝拥有出色的自适应性,它能够应对各种复杂使用环境,包含极端温度、湿度变化以及不同地质状况,从而保障了长期的稳定性与安全性。

在材料选用方面,新型铰缝广泛采用了高性能复合材料与智能材料,这些材料不仅强度高且抗腐蚀,并且具备自行修复的能力,能在出现微小裂纹时自我修复,进一步提升了铰缝的抗老化性能。从结构设计角度而言,新型铰缝着力减少传统设计中连接部位的复杂性,对接合结构的

组合进行了调整,减少了应力集中程度,提升了整体支撑的承载能力。另外,新型铰缝能依靠智能监测系统实现对桥梁状态的实时监控,提前预警潜在的故障风险,从而有效防止事故的发生。新型铰缝技术在重载交通路桥设计中的应用,不仅弥补了传统铰缝的不足,还达成了桥梁综合性能提升,延长了服役期限,并且为结构安全性及长期维护工作给予了有效保障。此项技术的推广与应用,将为桥梁工程未来的发展提供更可靠且高效的解决方案。

2 新型铰缝设计中的问题

2.1 安装与检修的纠葛

考虑到新型铰缝的设计结构与材料颇为复杂,安装对接阶段要求严格的精度标准,而且要确保所有部件精准契合。任何细微的安装误差都会致使铰缝功能的失效,甚至对整座桥梁的安全性能产生影响。另外,随着桥梁使用年限的增加,铰缝可能受环境变化、交通荷载等多种因素影响,造成一定程度的磨损或损坏,因此需进行定期的检查和维护。然而,考虑到新型铰缝设计的复杂性,维护过程中的技术要求较高,维护周期和技术方案需不断改进与更新,因此如何简化安装及维护流程并提高操作便利性是当前面临的重要问题^[2]。

2.2 成本与材料问题

新型铰缝采用的高性能合金材料和智能材料能够提高其抗疲劳能力与耐久性,然而这些材料通常具有较高的成本。另外,新型铰缝设计和施工工艺复杂,需要更先进的技术水平和设备支持,这导致项目的总成本进一步增加。对于部分经济条件受限的地区和项目,如何解决成本与技术优势的矛盾,科学选择材料规格,降低制造与施工成本,同时保证铰缝的高水平性能,是设计与实施过程中需解决的关键难题。

2.3 桥梁结构与铰缝配合问题

在进行新型铰缝设计之际,必须考虑与桥梁结构的整体匹配问题,特别是在应对不同桥梁类型,铰缝设计应具备一定适应性。若铰缝设计未全面考虑桥梁的结构特点或工作情形,会导致铰缝和桥梁结构间出现不协调情况,进而对使用效能与安全性产生影响。例如,桥梁的支撑结构和变形特性等都会对铰缝的受力情况产生影响,若铰缝设计无法满足桥梁实际受力需求,会导致它提前损坏或失去功能,进而影响桥梁的整体安全抗洪能力。因此,如何确保铰缝与桥梁结构有效协作,如何在设计阶段精确预估并剖析铰缝与桥梁结构间的相互作用,是新型铰缝技术实际应用中的一个关键课题。

3 新型铰缝在重载交通桥梁设计中的应用策略

3.1 创新设计方案

新型铰缝用于重载交通的道路桥梁,作为一套高度精巧的技术方案,优化设计对保障其长期功能性与稳定性极为重要。优化设计方案能够有效提高铰缝承载能力,还能

够延长桥梁的使用年限,降低长期维护费用,在实施优化设计阶段,需根据不同桥梁的受力特性、交通荷载、环境条件以及使用要求,量身定制铰缝的设计方案。该过程通常包含计算机辅助设计(CAD)技术、有限元分析(FEA)等先进手段,以确保铰缝设计符合桥梁的结构需求,同时能够满足重载交通与动态荷载传递的要求^[3]。

一方面优化设计方案需从铰缝几何形态与结构样式入手。传统铰缝设计多数采用简单的铰接结构,现代设计运用了更具灵活性与复杂性的铰缝形式,比如弹性铰缝、智能铰缝这类。这些新型铰缝能够更好地适应不同桥梁的运动与变形,减少由不对称荷载或不均匀变形导致的应力集中问题。优化设计应基于对桥梁整体结构的认识,合理选定铰缝的类型及布置位置,确保其能在桥梁航行期间稳定传导应力并减少结构形变。

另一方面,优化设计方案还应注重材料的选择与应用。铰缝成本不是材料选择的唯一考量指标,更直接影响其耐久性和适应性。例如,选用高强度钢、耐腐蚀合金材料或智能材料,例如形状记忆合金、复合材料等,能够显著提升铰缝的承载能力和耐用性。处在优化设计具体操作阶段,如何选择合适的材料并符合铰缝的工作特性,开展精准的性能评估,是确保新型铰缝长期稳定性的关键。整合前沿制造技术与材料科学知识,设计师进行铰缝方案优化工作之际,切实考量材料的适应性与耐久性,以应对重载交通给桥梁结构带来的持续影响。优化设计需考量安装及维护的便利性,铰缝设计在使用阶段应具备较高承载能力和良好适应性能,还应在施工及后期维护期间具备一定便捷性。例如,设计铰缝时可考虑采用模块化设计,使铰缝的更换与维修更加简便高效,合理的设计方案能够降低安装与维护的复杂性,减少施工投入和天数,提升桥梁的综合运营效能^[4]。

3.2 提高铰缝耐久性与适应性

新型铰缝在重载交通路桥中的应用,耐久性和适应性是确保桥梁长期安全使用的关键因素。随着交通荷载的增加和桥梁服役时间的延长,铰缝作为联结桥梁各部分的关键构件,必须具备良好的耐久性,以适应各种外部环境及运行条件的变化。另外,铰缝的适应能力要求它能根据桥梁变形、温度变化、荷载波动等因素自行调节,确保桥梁结构在各种动态及静态荷载下的稳定性和可靠性。填缝材料须具备出色的抗腐蚀性、抗疲劳性和抗磨损性。比如,处于具有腐蚀性的环境中,铰缝能够选用耐腐蚀的合金材料,例如不锈钢、铝合金等;在承受高负荷强度的环境中,选用高强度钢材或者复合材料能够有效提升铰缝耐久性。为提升铰缝抗疲劳能力,选取高疲劳强度的合金材料或在铰缝关键部位增设抗疲劳设计,比如加强铰接部位的过渡结构,还可增加铰缝的使用期限。

随着智能材料和传感技术的发展,现代铰缝设计逐渐

引入形状记忆合金（SMA）等新型材料。这些材料能够根据环境变化自行调节自身形状，适应桥梁使用期间产生的微小形变和应力变动，减少结构疲劳与磨损带来的影响。另外，安装传感器和实时监控系统，可对铰缝工作状态进行实时监测，监测铰缝温度、应力、变形等情况变动，即时发出警报并调节铰缝运行状态，从而提升铰缝的适应性与安全性。铰缝适应性不只是指材料和技术的适应性，还包含与桥梁结构其他部件的适配情况。为确保铰缝可与桥梁结构实现更佳适配，设计师应根据桥梁的实际情况，调整铰缝的设计参数，使其能够适配不同桥梁的施工与使用环境。这种设计优化需考量铰缝工作状态与受力状况，还应针对桥梁在不同环境下的动态响应开展分析与模拟，以便在设计阶段提前考量到这些变化，并开展必要的技术预先评估^[5]。

3.3 创新技术应用与跨领域合作

随着科技的不断发展，桥梁工程领域不断探索新技术的应用，意在提高桥梁结构的安全性、耐久性和经济性。在新型铰缝技术的设计与应用阶段，创新技术的引入与跨领域合作十分关键。创新科技可不断促进铰缝技术进步，还可在设计、建造及运营等各环节提升桥梁综合性能。随着人工智能、大数据、云计算等技术的发展，智能化设计与模拟分析成为桥梁设计核心手段。通过搭建桥梁和铰缝的数字化转型，设计人员可进行更精确的模拟分析，从而优化铰缝的设计方案。除此之外，前沿的智能制造工艺，如3D打印技术和精密加工技术，可以帮助制造更加复杂且精确的铰缝部件，提升铰缝制造的精度与效能。通过运用这类新技术，可实现铰缝设计、制造、安装与维护全流程的优化，提升铰缝的性能与稳定性。

桥梁设计、材料科学、智能制造、信息技术等多领域技术彼此耦合交融，助力铰缝技术不断革新进步。为更科学地整合这些技术，桥梁工程师应跟材料科学家、计算机科学家以及工程管理人员等多领域专家实施无缝协作，共同应对新型铰缝技术碰到的困境。依靠跨学科的配合，可以完成技术的探索性开拓，还可带动各领域知识的相互渗透交汇，助力桥梁工程整体技术水平的上扬^[6]。

政府跟学术界、企业的深度衔接对新型铰缝技术的推广与应用十分关键。政府充当技术进步的引领者，依靠制定政策架构和实施规范，能对新型铰缝技术研发推广给予直接支持。政府可以颁布支持创新技术的财政措施、税收抵免、研发津贴等，以此推动科研机构与企业开展前沿技术研发。政府须制定精细的桥梁建设及维护规范，引领新

技术的标准化采纳，让此技术在国家与地区全面普及。

学术界为新型铰缝技术的发展给予理论依据与技术更新。依靠深度的理论研讨与技术剖析，学者们有能力挖掘新型铰缝在不同桥梁结构里的应用潜力，调整设计思路，突破现有技术面临的瓶颈难题。学术界研究并非只局限于材料、结构等范畴，还包含数据分析、智能化技术应用等前沿科技，为新型铰缝技术的革新蜕变提供科学支撑。

企业在新型铰缝技术应用范畴中发挥着极为关键的作用。企业借助把技术成果转化为有效的生产力，助力新型铰缝在桥梁设计及建设的实施。在实际的生产操作阶段，企业可拿出高品质的填缝材料，还可在项目实施阶段给予施工安装及后期维护等服务。企业可凭借市场化行动与实践经验反馈，对技术实施再一番优化雕琢。唯有借助政府、学术界跟企业的密切配合，各方资源与优势可达成资源与优势互补，促使新型铰缝技术的快速全面推行，进而为重载交通道路桥梁的安全性、耐久性与经济性加分。

4 结语

伴随交通运输给桥梁结构提出更明确界限，新型铰缝技术于重载交通道路桥梁设计范畴呈现巨大潜力。通过合理采用新型铰缝，可极大提升桥梁的抗疲劳水平、降低保养次数，从而延长桥梁的应用时段并增进经济收益。在实际应用期间依旧存在一些技术及成本难题，急切须借助优化设计与技术革新来处理，伴随新型材料跟施工工艺的改进。新型铰缝在重载交通桥梁范畴的应用会越发普遍，为桥梁工程打造更稳固的后盾。

[参考文献]

- [1] 邓悦. 道路与桥梁连接处设计与施工技术研究[J]. 运输经理世界, 2024(36): 86-88.
- [2] 朱献忠. 道路桥梁过渡段施工设计的问题以及相应措施分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024(28): 166-168.
- [3] 高伟国. 市政工程道路与桥梁连接处的设计与施工研究[J]. 工程建设与设计, 2024(16): 218-220.
- [4] 胡邦瑜. 新型铰缝在重载交通道路桥梁设计中的应用研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2018(20): 140.
- [5] 余勇继. 新型铰缝在重载交通道路桥梁加固处理中的应用[J]. 交通世界, 2018(7): 80-81.
- [6] 李峰辉. 新型铰缝在重载交通道路桥梁设计中的应用[J]. 建材与装饰, 2017(35): 249-250.

作者简介：王利江（1983.4—），男，本科，专业：土木工程、汉族。