

高速公路桥梁伸缩缝快速维修更换施工技术

李龙杰

江苏现代路桥有限责任公司, 江苏 南京 210000

[摘要] 桥梁伸缩缝长期承受交通荷载和环境因素的双重影响, 容易发生损坏, 从而影响桥梁的整体稳定性, 传统维修方法的施工周期较长, 且往往对交通产生较大干扰。近年来, 随着新技术与新材料的广泛应用, 快速维修更换技术得到了显著发展。在确保施工质量的同时, 该技术能够有效缩短工期、降低成本, 并减少对交通的影响, 已成为现代桥梁养护领域中的重要解决方案。

[关键词] 高速公路; 桥梁伸缩缝; 维修更换

DOI: 10.33142/sca.v7i12.14711

中图分类号: TU74

文献标识码: A

Construction Technology for Rapid Maintenance and Replacement of Expansion Joints in Highway Bridges

LI Longjie

Jiangsu Xiandai Road and Bridge Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract: Bridge expansion joints are subject to the dual effects of traffic loads and environmental factors for a long time, which can easily cause damage and affect the overall stability of the bridge. Traditional maintenance methods have a long construction period and often cause significant interference to traffic. In recent years, with the widespread application of new technologies and materials, rapid maintenance and replacement technology has made significant progress. While ensuring construction quality, this technology can effectively shorten the construction period, reduce costs, and minimize the impact on traffic, making it an important solution in the field of modern bridge maintenance.

Keywords: highway; bridge expansion joints; maintenance and replacement

引言

随着交通流量的不断增加以及环境条件的变化, 高速公路桥梁的伸缩缝经常遭遇损坏, 桥梁的安全性和使用寿命因此受到严重影响。作为桥梁结构中的关键部件, 伸缩缝的损坏问题亟须引起足够的重视。传统的维修方法不仅耗时较长, 而且对交通造成较大干扰, 因此, 研发快速、高效的伸缩缝维修技术, 显得尤为重要。

1 高速公路桥梁伸缩缝损坏原因分析

1.1 伸缩缝设计缺陷

伸缩缝作为桥梁结构的关键组成部分, 设计的合理性对桥梁的整体使用性能与耐久性具有决定性影响。在实际工程中, 常常是伸缩缝设计缺陷成为其损坏的主要原因, 部分设计未充分考虑桥梁在温度变化、荷载变形及长期疲劳作用下的位移需求, 导致伸缩缝的伸缩量未能满足实际使用要求。此外, 所选用的结构形式及材料性能未能适应桥梁的实际使用环境。例如, 在交通流量大或气候条件复杂的地区, 传统结构的伸缩缝可能因抗冲击能力不足或耐久性差而导致加速损坏。设计中也未考虑桥面铺装层与支座等其他结构之间的协调性, 致使伸缩缝在使用过程中容易出现脱落或开裂等问题, 设计缺陷不仅影响桥梁的长期使用, 且显著提高了后期维修与更换的成本。

1.2 车辆荷载和环境因素影响

在高速公路桥梁的长期服役过程中, 伸缩缝受到车辆荷载与环境因素的双重影响逐渐发生损坏。超载车辆的频繁通行使伸缩缝承受更大的动态冲击与垂直压力, 这不仅超出了设计的承载能力, 还可能引发结构疲劳、裂纹甚至局部变形。同时, 通过伸缩缝时, 高速行驶的车辆产生的震动加剧了构件的松动与磨损。环境因素方面, 桥梁结构在温度变化下的热胀冷缩作用, 使伸缩缝在长期的反复应力作用下容易发生老化与开裂。降雨与积水渗入伸缩缝内部, 不仅加速了金属部件的腐蚀还可能破坏填充材料, 进而降低伸缩缝的功能, 沿海地区的高盐环境也加速了腐蚀过程。这些荷载与环境因素共同作用, 导致伸缩缝在使用过程中遭遇多重破坏机制, 难以维持原有设计性能。

1.3 施工工艺和安装问题

施工工艺与安装质量在高速公路桥梁伸缩缝的性能发挥中至关重要。在实际施工过程中, 操作不规范或工艺不到位常常导致伸缩缝的早期损坏。例如, 若开槽时槽口的尺寸或深度未准确控制, 伸缩缝与桥面的连接可能不牢固, 进而引发缝体松动或错位。在安装过程中, 若未严格按照设计图纸进行定位, 伸缩缝可能承受不均匀的受力, 或超出允许的偏差范围, 这会加剧使用中的磨损与疲劳。

浇筑伸缩缝两侧混凝土时，若配合比不当或振捣不均匀，混凝土的开裂或强度不足可能发生，进一步影响伸缩缝的承载力与稳定性。同时，若施工环境中的温度、湿度等条件未得到有效控制，粘结材料的固化效果可能受到影响，从而降低伸缩缝的耐久性与抗冲击能力。若这些问题未得到及时解决，桥梁的正常运行将受到影响，后期维护成本也将大幅增加。

1.4 养护管理不足

高速公路桥梁伸缩缝损坏的一个主要原因在于养护管理的不到位。在日常运营中，缺乏系统化的养护计划使伸缩缝长时间处于高负荷与恶劣环境下，未能得到及时的检查与修复。由于未能进行定期检查，裂缝、松动等初期问题未能得到及时发现与处理，最终发展为严重的结构性损坏。同时，未能及时清理伸缩缝表面积水与污物，雨水、泥沙等侵蚀性物质便长期滞留，进一步加剧金属件的腐蚀与填充材料的老化。管理上的不足还表现在缺乏专业养护技术，部分操作人员未能准确掌握伸缩缝的维修方法，甚至使用不当的材料进行修补，结果反而加重了损坏。养护管理的缺失不仅缩短了伸缩缝的使用寿命，还威胁到了桥梁的整体安全性与运营效率。要确保伸缩缝的长期稳定服务，建立有效的养护机制至关重要。

2 高速公路桥梁伸缩缝快速维修更换施工技术

2.1 损坏伸缩缝的快速拆除技术

快速拆除损坏的伸缩缝是维修更换施工中的关键环节，目的是高效且安全地去除原有构件，同时最大程度地减少对桥梁主体结构的影响。常见的方法包括机械切割与破碎相结合，根据损坏伸缩缝的位置及范围，切割设备首先被用来精确分割周围的混凝土，确保邻近桥面结构不受损害。随后，液压破碎机或冲击钻被用来分解缝体，拆除后的构件需分块清理。在此过程中，操作人员必须精确控制拆除力度，防止对梁体及桥面防水层造成二次伤害。切割与破碎产生的碎屑需及时清理，保持施工区域整洁，从而确保后续作业的顺利进行。对于一些特殊情况下难以拆除的金属构件，高温切割或专用拆卸工具可用于处理。为了提高效率还可结合智能设备进行实时监控，并根据现场情况调整施工方案，从而确保快速且高质量的拆除效果。

2.2 伸缩缝开槽与清理技术

伸缩缝的开槽与清理技术是快速维修更换施工中的关键环节，其质量直接影响后续施工的精准度与稳定性。在开槽过程中依据设计图纸要求，专用切割设备应被使用进行精准操作，确保槽口形状规范、边缘平整，槽口的深度与宽度需严格控制，避免对桥面结构或周围防水层造成破坏。开槽完成后，高效清理设备应被用来清除槽内的残余混凝土块、锈蚀金属件及灰尘等杂物，在清理过程中，特别需要注意去除细小碎屑与油污，以确保新伸缩缝构件能与槽口形成良好的粘结面。对于难以去除的附着物，高

压水枪或特定化学清洁剂可被使用，但应避免对槽面造成过度磨损。清理完成后，槽口应仔细检查确保没有残留物，并且达到施工标准，为后续安装工作奠定坚实的基础。

2.3 快速安装与定位技术

确保伸缩缝更换质量的关键在于精准且高效的安装与定位技术，核心在于将新伸缩缝构件准确安装到位，并确保位置与水平符合设计规范。在安装过程中，依据事先测量的数值与施工图纸进行精确定位，同时，专用的定位支架或夹具应被使用来牢固固定伸缩缝，防止在安装过程中发生偏移。施工时，起重设备应缓慢地将伸缩缝放入槽口，并通过激光测量仪或全站仪进行实时监测，以确保伸缩缝与桥梁两侧构件对齐且水平一致。安装固定后，伸缩缝的伸缩性与抗滑动性能应迅速检查，确保能够满足车辆荷载与桥梁变形的需求。为提高施工效率，模块化安装技术还可被借助，提前对伸缩缝各部件进行组装与调试，从而缩短现场操作时间。科学的定位与安装流程不仅提高了施工速度，也确保了伸缩缝的稳定性与耐久性。

2.4 两侧混凝土快速浇筑与养护技术

在伸缩缝维修施工中，混凝土两侧的快速浇筑与养护技术对于结构的稳定性与耐久性至关重要。槽口及其周围区域必须在浇筑前彻底清理并喷洒界面剂，以增强新老混凝土之间的粘结力。选用的混凝土应为高强度、快速硬化型，以缩短养护周期，并确保其抗压、抗拉性能符合设计要求。为确保浇筑的均匀性，振捣器应被使用充分振捣混凝土，避免气孔与空隙的产生，从而提高混凝土的密实度与整体强度。浇筑完毕后，保湿材料应立即覆盖或养护剂应喷洒，以防止因水分迅速蒸发导致表面开裂。在养护过程中，环境温湿度的监控应严格进行，特别是在温差较大的季节保温措施应被采取，以减小热胀冷缩对混凝土性能的影响。通过精确的浇筑与养护工艺，不仅能加速施工进度，还能有效提高伸缩缝区域的耐久性与使用寿命。

2.5 施工过程质量检测与控制技术

质量检测与控制技术在伸缩缝维修更换施工中起着关键作用，核心在于通过全过程、精细化的质量管理，确保施工严格遵循设计要求与技术规范。伸缩缝材料及混凝土配合比必须在施工前进行严格检验，确保性能符合工程标准。在施工过程中，实时监测与分阶段验收应被实施，确保每个关键环节的质量，如精确定位伸缩缝、保证混凝土的充分振捣密实以及槽口的清理彻底性。常用的检测工具，包括激光测量仪、混凝土强度测试仪等，能够精准监控伸缩缝的平整度、位置偏差及混凝土强度的变化。施工环境条件，特别是温度、湿度等因素也应严格控制，实时监测并调整以确保施工质量。在施工完成后，质量控制工作并未结束，仍需通过动态检测手段进行全面检查，测试伸缩缝的位移能力及抗疲劳性能，以确保其在实际使用中的可靠性与耐久性。

2.6 新材料与智能设备的应用

高速公路桥梁伸缩缝维修更换施工效率与质量的提升,得益于新材料与智能设备的广泛应用。采用高性能弹性体材料、聚合物改性混凝土等新型材料,不仅增强了伸缩缝的耐磨性与抗疲劳能力,还提高了其在极端环境中的适应性,这些材料具备优异的抗老化性与延展性,有效应对频繁的车辆荷载冲击与温度变化。与此同时,智能设备的应用进一步提高了施工的精确度与效率,例如智能测量仪能够全程监控伸缩缝位置,确保其安装精度与水平一致;自动化混凝土搅拌与输送设备的引入,则减少了人为误差并缩短了施工时间。无人机监测技术也在施工质量的实时监控中发挥了关键作用,通过航拍与数据建模,潜在问题得以及时发现并迅速调整施工方案。结合新材料与智能设备的技术,不仅推动了施工工艺的创新,也为高速公路桥梁的长期安全与稳定提供了有力保障。

3 快速维修更换施工技术的实施流程

3.1 施工准备阶段

施工准备阶段是高速公路桥梁伸缩缝快速维修更换工程顺利实施的关键环节,任何细节上的疏忽都可能影响工程的进展与质量。在此阶段,施工现场需进行全面勘查,交通状况、周边环境及所需设备与材料的准备情况必须得到确认。伸缩缝损坏情况的评估至关重要,准确的测量与评估能够为制定切实可行的施工方案与合理的时间安排提供有力支持,确保各项工作能够高效、顺畅地推进。施工团队的组建与人员培训同样不可忽视,施工人员必须充分掌握施工流程、安全规范及应急措施,确保施工过程中的安全性与高效性^[1]。材料方面,所有必需的高强度混凝土、修补材料及相关施工设备应提前采购并严格检查,确保质量符合标准,同时为应急情况准备充足的备用物资。此外,交通管理与绕行方案的制定也应在此阶段完成,以避免施工期间对交通造成过大影响,确保施工活动顺利开展。

3.2 维修更换阶段

维修与更换阶段是整个施工过程中最为关键的环节,涉及伸缩缝的实际拆除与更换工作,在此阶段确保所有设备、材料到位,并采取必要的交通管制及安全措施,为了避免施工过程中发生意外,施工团队必须采取必要的安全措施。损坏的伸缩缝应迅速拆除,且拆除操作必须避免对周围结构造成进一步损伤。通过采用适当的切割与拆卸工具,有助于高效且安全地完成拆除任务^[2]。拆除完成后,紧接着对伸缩缝槽口进行彻底清理,清除所有残余物、旧材料与污水,以确保新材料能够与原结构紧密结合。随后,按照施工方案精准地进行新伸缩缝的安装与定位,特别是伸缩缝的位置、角度及水平度要严格控制,确保其完全符合设计要求。安装过程中,临时支撑装置可用来固定伸缩

缝,确保其在混凝土浇筑之前保持稳定。新伸缩缝安装完毕后,立即进行混凝土浇筑,混凝土要求具备足够的流动性与强度,并进行必要的振捣确保其密实性。

3.3 验收与后期养护阶段

在维修更换施工完成后,验收与后期养护阶段对工程的长期稳定性与使用效果至关重要。在验收过程中,新安装的伸缩缝需经过全面检查,确保其位置、尺寸、水平度等技术指标均符合设计要求。同时,混凝土浇筑部分的密实度与表面平整度必须严格检验,以避免出现裂缝或空洞等潜在质量问题。所有施工过程中涉及的接缝、支撑与固定装置等也应逐项检查,确保没有松动或位移现象。验收合格后,施工单位需提交详细的质量报告,包括施工过程中的各项数据与材料合格证明供相关部门存档。在后期养护阶段,刚安装的伸缩缝及周围混凝土结构需经过一段时间的养护,以确保其强度与稳定性^[3]。在此期间,湿度必须严格控制,温度也需监测,并进行定期检查以避免因过早负荷或外界环境变化导致的损害。定期巡视应由施工单位进行,检查伸缩缝是否出现任何异常,确保其正常功能。此外,定期的后期维护工作也不容忽视,持续的检测与及时的修复能确保桥梁的安全性,延长伸缩缝的使用寿命。

4 结语

高速公路桥梁伸缩缝的快速维修更换施工技术在提升桥梁安全性与延长使用寿命方面起着至关重要的作用,通过对伸缩缝损坏原因的深入分析,能够明确设计缺陷、环境因素、施工质量问题以及养护不到位等是损坏的主要诱因。因此,采用高效的快速拆除、安装、浇筑及质量控制技术,不仅确保了施工过程的高效与安全,同时最大程度地减少了对交通的干扰,增强了维修工作的精确性与可靠性。随着新型材料及智能设备的引入,施工技术得到了持续优化,推动了桥梁维修领域的技术进步。展望未来,施工技术的研究与应用将进一步加强,验收与后期养护机制的完善,也将成为保障高速公路桥梁安全运营及提升公路基础设施服务水平的关键措施。

[参考文献]

- [1]戴凌云. 高速公路桥梁伸缩缝维修更换施工技术[J]. 交通世界, 2019(31): 104-105.
 - [2]陈衍永. 高速公路桥梁伸缩缝快速维修更换施工技术[J]. 建筑技术开发, 2019, 46(8): 114-116.
 - [3]张大卫. 公路桥梁伸缩缝快速维修更换技术的研究[J]. 四川建材, 2020, 46(2): 142-143.
- 作者简介: 李龙杰(1992.12—),男,毕业院校: 山东理工大学,所学专业: 测绘工程,当前就职单位: 江苏现代路桥有限责任公司,职务: 项目经理,职称级别: 中级。