

桥梁维修加固施工方案探讨

郭振朵 沈毛毛 朱华强
郑州市广汇路桥工程有限公司 河南 郑州 450000

摘要：桥梁维修加固需遵循安全性、经济性、可持续性原则，主要方法包括结构加固、基础加固及桥面铺装与附属设施维修。施工前要做好现状评估、方案设计和队伍设备准备。施工方案探讨了结构、基础加固及桥面等维修的具体流程，同时强调施工中的安全与环保管理，以保障桥梁维修加固工程的质量与效益。

关键词：桥梁；维修加固；施工方案；技术措施

1 桥梁维修加固的基本原则

1.1 安全性原则

安全性原则是桥梁维修加固工作的核心与首要准则，贯穿于整个维修加固工程的始终。桥梁作为交通基础设施的关键组成部分，承载着大量的车辆与行人通行，其安全性直接关系到人民生命财产安全和社会稳定。在桥梁维修加固过程中，确保结构安全是最基本的要求。在对桥梁进行维修加固前，需要通过先进的检测技术，如无损检测、荷载试验等，对桥梁的结构现状进行全面、细致的评估，准确把握桥梁的病害类型、程度以及结构受力状态^[1]。依据评估结果，制定科学合理的维修加固方案，采用符合安全标准的材料和工艺进行施工。在施工过程中，严格按照施工规范和操作规程进行作业，设置完善的安全防护设施，对施工人员进行安全教育和培训，防止发生安全事故。在维修加固完成后，还需对桥梁进行验收检测，确保桥梁的承载能力和结构稳定性满足设计要求和用户需求，保障桥梁在后续运营过程中的安全可靠。

1.2 经济性原则

经济性原则要求在桥梁维修加固过程中，以最小的成本投入实现最佳的加固效果，达到经济效益与社会效益的平衡。在制定维修加固方案时，需要对多种方案进行技术经济比较，综合考虑材料成本、施工成本、后期维护成本等因素。在施工工艺的选择上，应尽量采用先进、高效、成本低的施工方法，提高施工效率，缩短施工周期，从而降低施工成本。还需考虑维修加固后的桥梁使用寿命和维护成本。通过合理的设计和施工，延长桥梁的使用寿命，减少后期频繁维修和更换的费用。在满足桥梁安全和使用功能的前提下，避免过度加固造成资源浪费和成本增加。

1.3 可持续性原则

可持续性原则是指在桥梁维修加固过程中，充分考

虑环境保护、资源节约和长期发展的需求，实现桥梁工程与生态环境、社会经济的协调发展。在材料选择方面，优先选用环保型、可再生的材料，减少对环境的污染和资源的消耗。例如，使用再生混凝土、纤维增强复合材料等新型材料，这些材料不仅具有良好的性能，还能有效节约自然资源。在施工过程中，采取有效的环保措施，减少施工噪音、粉尘、废水等对周边环境的影响。合理安排施工时间，避免在居民休息时间进行噪音较大的施工操作；对施工产生的废水进行处理，达到排放标准后再排放；对施工产生的废弃物进行分类回收和处理，减少对环境的污染。同时注重桥梁维修加固技术的创新和发展，采用先进的技术和工艺，提高桥梁的耐久性和可靠性，减少未来维修和更换的频率，实现桥梁工程的可持续发展。

2 桥梁维修加固的主要方法

2.1 结构加固

桥梁结构加固是提升桥梁承载能力和结构稳定性的关键措施。常见的结构加固方法有增大截面加固法、粘贴钢板加固法、粘贴纤维复合材料加固法等。增大截面加固法是通过增大桥梁构件的截面尺寸，增加混凝土和钢筋用量，从而提高构件的承载能力和刚度。这种方法适用于梁、板、柱等构件的加固，施工工艺相对简单，但会增加桥梁的自重。粘贴钢板加固法是采用高性能的建筑结构胶将钢板粘贴在桥梁构件的表面，使钢板与构件共同工作，提高构件的抗弯、抗剪能力。该方法施工速度快，不增加桥梁的恒载，对原结构的外观影响较小，但对钢板和结构胶的质量要求较高。粘贴纤维复合材料加固法，如粘贴碳纤维布或芳纶纤维布，具有轻质高强、耐腐蚀、施工便捷等优点，广泛应用于桥梁结构的加固。它通过纤维复合材料与混凝土之间的粘结力，将荷载传递到纤维材料上，从而提高构件的承载能力和延性^[2]。

2.2 基础加固

桥梁基础是桥梁结构的重要组成部分,基础的稳定性直接影响桥梁的整体安全。基础加固的方法主要有注浆加固法、桩基托换法、扩大基础法等。注浆加固法是通过向基础周围的土体或岩体中注入水泥浆、化学浆等浆液,改善土体或岩体的物理力学性能,提高基础的承载能力和稳定性。该方法适用于地基土较软弱、承载力不足的情况。桩基托换法是在原有桩基出现病害或无法满足承载要求时,通过新增桩基来分担原有桩基的荷载,保证桥梁结构的安全。这种方法施工难度较大,需要对桥梁结构进行详细的分析和计算,确保托换过程中桥梁的稳定。扩大基础法是通过扩大基础的底面积,降低基底应力,提高基础的承载能力。它适用于基础埋深较浅、地基承载力较低的情况,施工相对简单,但可能会受到现场施工条件的限制。

2.3 桥面铺装及附属设施维修

桥面铺装及附属设施的完好性直接影响桥梁的使用性能和行车舒适性。桥面铺装维修主要包括破损修复、防水处理和表面磨耗处理等。对于桥面铺装出现的裂缝、坑槽等破损,应及时进行修补,采用与原铺装材料性能相近的材料进行修复,确保修复后的桥面平整度和强度满足要求。加强桥面的防水处理,采用高性能的防水涂料或防水卷材,防止雨水渗入桥梁结构内部,对结构造成腐蚀。附属设施维修包括护栏、伸缩缝、排水系统等等的维修和更换。护栏的维修要保证其强度和防撞性能,及时修复损坏的护栏,确保行车安全。伸缩缝的维修要保证其伸缩功能正常,防止因伸缩缝损坏导致桥面跳车,影响行车舒适性和桥梁结构安全。排水系统的维修要保证排水畅通,及时清理排水管道,防止堵塞,避免积水对桥梁结构造成损害。

3 桥梁维修加固前的准备工作

3.1 桥梁现状评估

桥梁现状评估是桥梁维修加固的重要前提,准确全面的评估结果为维修加固方案的制定提供科学依据。评估工作主要包括桥梁结构检测、材料性能检测和荷载试验等。桥梁结构检测通过外观检查、无损检测等手段,对桥梁的结构尺寸、裂缝、变形等进行详细检测,了解桥梁结构的病害情况。材料性能检测主要对桥梁的混凝土强度、钢筋锈蚀程度等进行检测,评估材料的性能和耐久性。荷载试验是通过桥梁施加实际荷载,测量桥梁的应变、位移等响应,评估桥梁的承载能力和工作性能。根据检测和试验结果,对桥梁的现状进行综合评估,分析桥梁病害产生的原因,判断桥梁结构的安全性和可靠性,为后续的维修加

固工作提供准确的数据支持。

3.2 维修加固方案设计

在桥梁现状评估的基础上,进行维修加固方案设计。设计人员要根据桥梁的病害类型、程度以及使用要求,结合各种维修加固方法的特点和适用范围,制定多种可行的维修加固方案。然后,对这些方案进行技术经济比较和分析,从安全性、经济性、施工可行性等方面进行综合评价,选择最优的维修加固方案。在方案设计过程中,要充分考虑施工过程中可能出现的问题和风险,制定相应的应对措施。同时设计方案要符合相关的规范和标准要求,确保维修加固后的桥梁满足设计使用年限和承载能力要求。另外,还需与施工单位、监理单位等进行沟通和交流,听取各方意见,进一步优化设计方案,保证方案的科学性和合理性。

3.3 施工队伍与设备准备

施工队伍和设备是桥梁维修加固工程顺利实施的重要保障。选择具有丰富桥梁维修加固经验、资质合格的施工队伍,确保施工人员具备相应的专业技能和施工经验。在施工前,对施工人员进行技术交底和安全培训,使其熟悉施工方案和操作规程,掌握施工工艺和质量要求^[3]。根据施工方案和施工进度计划,配备齐全、性能良好的施工设备。对施工设备进行定期检查和维护,确保设备在施工过程中正常运行。例如,对于混凝土浇筑设备、起重设备等关键设备,要进行严格的调试和检验,保证施工安全和质量,还要准备好必要的施工材料,确保材料的质量符合设计要求,并按照施工进度合理安排材料的进场时间。

4 桥梁维修加固施工方案探讨

4.1 结构加固施工方案

以粘贴碳纤维布加固桥梁梁体为例,其施工方案如下:首先,对梁体表面进行处理,清除梁体表面的油污、灰尘、松散混凝土等杂质,打磨梁体表面,使其平整、光滑,露出新鲜混凝土表面。按照设计要求裁剪碳纤维布,并对碳纤维布进行清洁处理。接着,配制建筑结构胶,将结构胶均匀涂抹在梁体表面和碳纤维布上,粘贴碳纤维布,用滚筒滚压碳纤维布,使其与梁体表面充分粘贴,排除气泡。在粘贴过程中,要注意碳纤维布的搭接长度和粘贴方向,确保加固效果。粘贴完成后,对碳纤维布进行养护,在结构胶固化期间,避免对碳纤维布施加外力和扰动。对于增大截面加固法,在施工时,首先要对原构件进行凿毛处理,露出骨料,以增加新旧混凝土的粘结力。然后,绑扎新增钢筋,钢筋的规格、数量和布置要符合设计要求。接着,安装模板,模

板要具有足够的强度、刚度和稳定性,保证混凝土浇筑后的形状和尺寸符合设计要求。最后,浇筑混凝土,混凝土的强度等级要高于原构件混凝土强度等级,浇筑过程中要振捣密实,防止出现蜂窝、麻面等质量问题。

4.2 基础加固施工方案

以注浆加固法加固桥梁基础为例,施工方案如下:首先,根据设计要求,在基础周围布置注浆孔,确定注浆孔的位置、深度和间距。采用钻机等设备进行钻孔,钻孔过程中要控制好钻孔的垂直度和深度,确保注浆孔符合设计要求。接着,安装注浆管,将注浆管插入钻孔中,注浆管的下端要到达预定的注浆位置。之后,配制注浆浆液,根据地基土的性质和加固要求,选择合适的注浆材料和配合比。常见的注浆材料有水泥浆、水泥-水玻璃双液浆等。开始注浆时,要控制好注浆压力和注浆速度,按照先外围后内部、由下而上的顺序进行注浆,确保浆液能够均匀地填充到地基土的孔隙中,达到加固的目的。在注浆过程中,要密切观察注浆压力、注浆量和地面变化情况,如发现异常,及时调整注浆参数或采取相应的处理措施。

4.3 桥面铺装及附属设施维修方案

桥面铺装维修时,对于破损的桥面铺装层,首先要将破损部分凿除,清理干净基层。然后,对基层进行处理,如涂刷粘结剂等,以增强新旧铺装层之间的粘结力。接着,铺设新的铺装层,根据设计要求选择合适的铺装材料,如沥青混凝土或水泥混凝土等。在铺设过程中,要控制好铺装层的厚度、平整度和坡度,确保排水顺畅。对于沥青混凝土铺装层,要注意摊铺温度和碾压工艺,保证铺装层的压实度和表面质量。附属设施维修方面,护栏维修时,对于损坏的护栏构件,要及时进行更换。更换后的护栏构件要与原护栏的材质、规格和强度一致,安装要牢固,连接要紧密。伸缩缝维修时,先将伸缩缝内的杂物清理干净,检查伸缩缝的型钢、橡胶条等部件的损坏情况,对损坏的部件进行更换。安装新的伸缩缝部件时,要保证其安装位置准确,伸缩功能正常。排水系统维修时,要对排水管道进行全面检查和清理,疏通堵塞的管道,修复损坏的排水口,确保排水系统畅通无阻。

5 桥梁维修加固施工过程中的安全与环保管理

5.1 安全管理

在桥梁维修加固施工过程中,安全管理至关重要,建立健全的安全管理制度,明确各级管理人员和施工人

员的安全职责^[4]。加强施工现场的安全防护,设置明显的安全警示标志和防护设施,如围挡、警示灯、防护栏等,防止无关人员进入施工现场,避免发生安全事故。对施工人员进行定期的安全教育和培训,提高施工人员的安全意识和自我保护能力,使其掌握安全操作规程和应急处理方法。加强对施工设备的安全管理,定期对设备进行检查和维护,确保设备的安全运行。对起重设备、高空作业设备等特种设备,要进行严格的检验和认证,操作人员必须持证上岗。在施工过程中,加强对施工现场的安全巡查,及时发现和消除安全隐患。

5.2 环保管理

桥梁维修加固施工过程中,要重视环保管理,减少施工对环境的影响。制定环保施工方案,采取有效的环保措施。在施工现场设置围挡,减少施工噪音和粉尘对周边环境的影响。对施工产生的噪音较大的设备,如钻机、破碎机等,采取降噪措施,如安装消声器、设置隔音屏障等。对施工产生的粉尘,采取洒水降尘、覆盖防尘网等措施,保持施工现场的清洁。对施工产生的废水进行处理,设置沉淀池、隔油池等污水处理设施,对施工废水进行沉淀、隔油等处理,达到排放标准后再排放。对施工产生的废弃物进行分类回收和处理,如建筑垃圾、废旧材料等,尽量实现废弃物的资源化利用,减少对环境的污染。同时,在施工过程中,合理安排施工时间,避免在居民休息时间进行噪音较大的施工操作,保护周边居民的生活环境。

结束语

桥梁维修加固是保障交通基础设施安全运行的重要工作。需全面遵循基本原则,选用合适方法,做好施工各环节准备与管理。通过科学的施工方案和严格的环保措施,提升桥梁性能,延长使用寿命,为交通事业发展提供坚实保障。

参考文献

- [1]叶义春.桥梁维修加固施工方案探讨[J].交通世界,2025(1):206-208.
- [2]魏子翔.探讨公路桥梁养护与维修加固施工技术[J].居业,2025(2):37-39.
- [3]赵尚.高速公路桥梁提升维修加固施工方案[J].交通世界(下旬刊),2020(9):126-127.
- [4]何著.桥梁的检测与维修加固探讨[J].建材与装饰,2024,20(8):148-150.