

高速公路桥梁预防性养护的探索与实践

李颖

山东高速股份有限公司菏泽运管中心, 中国·山东 济南 274000

摘要: 高速公路桥梁预防性养护施工技术对桥梁长期稳定运行至关重要。该技术涵盖日常巡检、结构检测、材料工艺等方面, 可预判并处理问题, 具有重要意义。其发展尚在完善阶段, 中国与发达国家存在差距。前期工作包括桥梁状况全面检测与病害风险评估分析, 常用技术类型有表面防护、裂缝修补、结构加固技术, 施工中需把控流程、应对环境影响并评估养护效果, 未来还需不断创新探索。

关键词: 高速公路桥梁; 施工技术; 预防性养护; 桥梁耐久性

Exploration and Practice of Preventive Maintenance for Highway Bridges

Ying Li

Shandong Expressway Co., Ltd. Heze Transportation Management Center, Jinan, Shandong, 274000, China

Abstract: Preventive maintenance construction technology for highway bridges is crucial for their long-term stable operation. This technology covers daily inspections, structural testing, material processing, and other aspects, and can predict and handle problems, which is of great significance. Its development is still in the stage of improvement, and there is a gap between China and developed countries. The preliminary work includes comprehensive inspection of bridge conditions and analysis of disease risks. Common techniques include surface protection, crack repair, and structural reinforcement. During construction, it is necessary to control the process, respond to environmental impacts, and evaluate maintenance effects. In the future, continuous innovation and exploration are needed.

Keywords: highway bridges; construction technology; preventive maintenance; bridge durability

0 前言

高速公路桥梁是交通网络的关键节点, 其安全与耐久性至关重要。随着使用年限增长和交通量增大, 桥梁面临诸多潜在风险。预防性养护施工技术应运而生, 它是从“被动修复”向“主动预防”理念的转变。通过系统检测、评估与及时干预, 可提前发现并处理问题, 避免病害恶化。这不仅能保障桥梁安全, 延长使用寿命, 还能降低全寿命周期成本, 提升高速公路运营效益, 对交通网络稳定发展意义深远。

1 高速公路桥梁预防性养护施工技术概述

1.1 预防性养护施工技术的概念

高速公路桥梁预防性养护施工技术是一种前瞻性的维护手段, 旨在通过系统的检测、评估和及时的干预措施, 延缓桥梁结构的自然老化和损坏进程。它不同于传统的修复性养护, 不是等到桥梁出现明显病害才进行处理, 而是在桥梁结构尚处于较好状态时, 就对可能出现的问题进行预判并采取相应的养护措施。这种技术涵盖了对桥梁各个组成部分的细致观察和分析, 包括桥面、桥墩、桥台、梁体等。例如, 对于桥面的预防性养护, 可能涉及对桥面铺装层的早期磨损监测, 以及对防水层完整性的定期检查。预防性养护施工技术强调的是主动出击, 以最小的投入获取最大的效益, 保障高速公路桥梁在设计使用寿命内的安全、高效运营。

1.2 预防性养护施工技术的发展现状

目前, 高速公路桥梁预防性养护施工技术在国内外都处于不断发展和完善的阶段。在中国, 随着高速公路建设规模的不断扩大, 桥梁数量日益增多, 预防性养护技术逐渐受到重视。许多地区已经开始建立桥梁健康监测系统, 利用传感器等现代技术手段对桥梁的运行状态进行实时监测, 为预防性养护提供数据支持。然而, 与发达国家相比, 中国在这方面还存在一定的差距。例如, 在预防性养护技术的标准化方面, 国外已经有较为成熟的体系, 涵盖了从检测方法、评估标准到养护措施的全流程规范, 而中国在这方面的标准还不够完善。此外, 在先进技术的应用和创新方面, 如新型材料的研发和应用, 中国也还有很大的提升空间。

1.3 预防性养护施工技术的意义

高速公路桥梁预防性养护施工技术具有多方面的重要意义。首先, 从安全角度来看, 它能够及时发现并处理桥梁结构中的潜在安全隐患, 避免因桥梁突然损坏而导致的交通事故, 保障人民群众的生命财产安全。其次, 从经济角度考虑, 预防性养护可以大大降低桥梁的全寿命周期成本。相比于等到桥梁出现严重病害后进行大规模修复或重建, 预防性养护所需的投入相对较少。例如, 早期对小面积的混凝土剥落进行修补, 成本远低于后期因大面积损坏而进行的结构加固。最后, 预防性养护有助于保持桥梁的服务水平, 确保高

速公路的畅通无阻,提高交通运输效率,促进区域经济的发展。

2 预防性养护施工技术的前期工作

2.1 桥梁状况的全面检测

桥梁状况的全面检测是预防性养护施工技术的重要前期工作。这一检测需要涵盖桥梁的各个方面,包括结构完整性、材料性能以及使用功能等。在结构完整性检测方面,要对桥梁的梁体、桥墩、桥台等主要受力构件进行详细检查。例如,通过外观检查可以发现混凝土构件是否存在裂缝、剥落等表面病害,利用无损检测技术如超声波检测、雷达检测等手段,可以探测到构件内部是否存在空洞、钢筋锈蚀等隐蔽性问题。对于材料性能的检测,要对混凝土的强度、耐久性以及钢材的锈蚀情况进行评估。在使用功能检测方面,要关注桥面的平整度、伸缩缝的工作状态以及排水系统的畅通性等。

2.2 病害风险的评估分析

病害风险的评估分析是在桥梁状况全面检测的基础上进行的关键步骤。这一过程需要综合考虑多种因素,包括病害的类型、严重程度、发展趋势以及桥梁的重要性等。对于检测到的病害,如裂缝,要分析其是结构性裂缝还是非结构性裂缝。结构性裂缝可能会影响桥梁的整体受力性能,发展趋势较为危险,需要高度重视;而非结构性裂缝虽然短期内对桥梁安全影响较小,但如果不加以控制,也可能逐渐发展成严重问题。同时,要根据桥梁在高速公路网络中的重要性来确定风险等级。例如,对于交通枢纽处的桥梁,即使是较小的病害,其风险等级也可能较高,因为一旦出现问题,将会对整个区域的交通产生严重影响。

3 常用的预防性养护施工技术类型

3.1 表面防护技术

表面防护技术是高速公路桥梁预防性养护中常用的技术类型之一。其主要目的是保护桥梁结构的表面,防止外界环境因素对桥梁造成侵蚀和破坏。例如,在混凝土桥梁表面涂刷防护涂层,可以有效隔离雨水、空气、化学物质等对混凝土的侵蚀。防护涂层的种类繁多,包括有机涂料、无机涂料等。有机涂料如环氧树脂涂料,具有良好的附着力和耐腐蚀性,能够在混凝土表面形成一层致密的保护膜;无机涂料如硅烷浸渍剂,能够渗透到混凝土内部,与混凝土中的成分发生化学反应,提高混凝土的抗渗性和耐久性。此外,对于钢结构桥梁,表面防护技术还包括热镀锌、喷铝等方法,这些方法可以在钢结构表面形成一层金属保护膜,防止钢材生锈。表面防护技术的实施需要严格按照施工规范进行,包括表面处理、涂料涂刷厚度控制等环节,以确保防护效果。

3.2 裂缝修补技术

裂缝是高速公路桥梁常见的病害之一,裂缝修补技术对于保障桥梁结构安全至关重要。裂缝修补技术根据裂缝的

性质、宽度和深度等因素采取不同的方法。对于宽度较小的非结构性裂缝,可以采用表面封闭法。这种方法是将裂缝表面清理干净后,用密封材料如环氧树脂胶泥对裂缝进行封闭,防止水分、空气等进入裂缝内部,从而避免裂缝进一步扩展。对于宽度较大的结构性裂缝,则需要采用压力灌浆法。首先在裂缝上钻孔,然后通过压力将灌浆材料如水泥浆或化学浆液灌入裂缝内部,填充裂缝并使灌浆材料与混凝土结构黏结在一起,恢复结构的整体性。在裂缝修补过程中,要准确判断裂缝的性质,选择合适的修补材料和方法,同时要注意修补后的养护工作,确保修补效果的持久性。

3.3 结构加固技术

结构加固技术是针对高速公路桥梁结构性能不足而采用的预防性养护技术。当桥梁由于承载能力下降、结构老化等原因出现安全隐患时,需要进行结构加固。常见的结构加固技术包括增大截面加固法、粘贴钢板加固法和体外预应力加固法等。增大截面加固法是在原结构构件的表面增加一定厚度的混凝土层,以提高构件的承载能力和刚度。这种方法适用于梁体、桥墩等混凝土构件的加固,但需要注意新老混凝土的黏结问题。粘贴钢板加固法是将钢板用黏结剂粘贴在混凝土构件的表面,利用钢板的高强度来提高构件的承载能力。

4 预防性养护施工技术中的材料应用

4.1 防护涂层材料

防护涂层材料在高速公路桥梁预防性养护施工技术中起着关键作用。如前所述,防护涂层材料种类繁多,不同类型的材料具有不同的性能特点和适用范围。有机防护涂层材料,以环氧树脂为代表,具有优异的耐化学腐蚀性、良好的附着力和较高的硬度。在桥梁表面防护中,环氧树脂涂层能够有效抵御酸雨、除冰盐等化学物质的侵蚀,同时能够承受车辆行驶过程中的磨损。然而,有机涂层材料也存在一些局限性,例如其耐候性相对较差,在长期的阳光照射和气候变化下可能会出现老化、剥落等现象。无机防护涂层材料,如硅烷浸渍剂,具有独特的渗透性能。它能够渗入混凝土内部,与混凝土中的氢氧化钙等成分发生反应,形成一种憎水性的保护膜,从而提高混凝土的抗渗性和抗冻融性能。在选择防护涂层材料时,要综合考虑桥梁所处的环境条件、使用要求以及材料的成本等因素,确保材料的性能能够满足预防性养护的需求。

4.2 修补黏结材料

修补黏结材料是用于高速公路桥梁裂缝修补和结构加固等工作中的重要材料。在裂缝修补中,修补黏结材料的性能直接关系到修补效果的持久性。对于非结构性裂缝的表面封闭材料,如环氧树脂胶泥,它不仅需要具有良好的密封性能,还需要有一定的柔韧性,以适应桥梁在使用过程中的变形。在结构性裂缝的压力灌浆材料方面,水泥浆和化学浆液

都有各自的特点。水泥浆具有成本低、强度高的优点,适用于一些对黏结强度要求较高的裂缝修补;化学浆液则具有良好的可灌性和黏结性,能够灌入更细小的裂缝中,但成本相对较高。在结构加固中,黏结剂是粘贴钢板加固法中的关键材料。黏结剂需要具备高强度、高黏结性和良好的耐老化性能,以确保钢板与混凝土结构之间能够牢固黏结,共同承受荷载。修补黏结材料的选择要根据具体的修补和加固对象、裂缝的特征以及施工条件等因素进行综合判断。

4.3 加固增强材料

加固增强材料在高速公路桥梁结构加固技术中不可或缺。在增大截面加固法中,新增加的混凝土是一种重要的加固增强材料。这种混凝土需要满足一定的强度和耐久性要求,并且要与原结构混凝土有良好的黏结性。在粘贴钢板加固法中,钢板是主要的加固增强材料。钢板的材质、厚度和强度等参数需要根据桥梁结构的加固需求进行选择。一般来说,高强度的钢板能够提供更大的承载能力,但同时也要考虑钢板的可加工性和与黏结剂的适配性。体外预应力加固法中的预应力筋也是关键的加固增强材料。预应力筋的材质、张拉控制应力等因素会影响加固效果。例如,采用高强度的钢绞线作为预应力筋,可以有效地提高桥梁结构的承载能力和抗裂性能。在选择加固增强材料时,要结合桥梁的实际结构状况、加固目标以及施工工艺等因素进行全面考虑。

5 预防性养护施工技术的实施要点与质量控制

5.1 施工流程的严格把控

在高速公路桥梁预防性养护施工过程中,严格把控施工流程是确保养护质量的关键。第一,施工前要做好充分的准备工作,包括施工场地的清理、施工设备和材料的检查等。例如,对于表面防护技术的施工,要确保桥梁表面清洁、干燥,无油污和松散物质,这样才能保证防护涂层的附着力。在裂缝修补施工中,要准确标记裂缝的位置和范围,准备好相应的修补材料和工具。第二,在施工过程中要按照预定的施工工艺进行操作。如结构加固中的粘贴钢板加固法,要先对混凝土表面进行打磨处理,使其平整、粗糙,然后按照规定的比例调配黏结剂,将钢板粘贴在混凝土表面,并施加适当的压力,确保黏结牢固。

5.2 施工环境的影响应对

施工环境对高速公路桥梁预防性养护施工技术的实施有着重要影响,必须妥善应对。温度是一个关键的环境因素,不同的养护施工技术和材料对温度有不同的要求。例如,在防护涂层施工时,如果温度过低,涂层的干燥速度会变慢,

可能影响涂层的质量;如果温度过高,涂层可能会过快干燥,导致表面出现裂纹等问题。因此,在施工时要选择合适的温度区间,必要时采取温控措施。湿度也是影响施工的重要因素,对于一些对湿度敏感的材料,如黏结剂,高温环境可能会降低其黏结性能。在高温环境下施工时,可以采用除湿设备或者调整施工时间来避免湿度的不利影响。

5.3 养护效果的质量评估

对高速公路桥梁预防性养护效果进行质量评估是整个预防性养护施工技术的重要组成部分。质量评估应从多个方面进行,包括结构性能、使用功能和耐久性等。在结构性能方面,要通过检测手段如静载试验、动载试验等评估养护后的桥梁结构是否满足设计要求。例如,经过结构加固后的桥梁,其承载能力是否得到有效提高,结构的变形是否在允许范围内。在使用功能方面,要检查桥面的平整度、伸缩缝的工作状态等是否得到改善。如果养护后桥面仍然存在明显的不平整,会影响行车舒适性和安全性。在耐久性方面,要评估防护涂层、修补材料等是否能够长期有效地发挥作用。例如,防护涂层是否能够持续抵御外界环境的侵蚀,裂缝修补材料是否能够防止裂缝再次扩展。质量评估应定期进行,以便及时发现养护过程中存在的问题,为后续的养护工作提供参考。

6 结语

高速公路桥梁预防性养护施工技术是保障桥梁健康的关键。通过科学的前期工作、运用多种技术类型、合理应用材料并严格实施与控制质量,可有效提升桥梁的耐久性和安全性。这不仅有利于高速公路的高效运营,更是对整个交通网络稳定发展的有力支撑,未来还需不断探索创新预防性养护施工技术。

参考文献:

- [1] 李向阳,张秋菊.高速公路集中养护模式进度管理关键措施研究[J].价值工程,2024,43(35):8-11.
- [2] 吴澄.高速公路日常养护工程施工及质量控制[J].工程建设与设计,2024(20):223-225.
- [3] 王宏涛.高速公路预防性养护技术的应用研究[J].交通科技与管理,2023(3):120-122.
- [4] 回达文.高速公路路面预防性养护冷补施工技术[J].交通世界,2023(14):70-72.
- [5] 孙广俊,骄阳,吴炳延,等.基于技术状况的混凝土公路桥梁周期性预防性养护策略研究[J].南京工业大学学报:自然科学版,2022,44(1):10.