

公路桥梁养护与维修加固施工技术探讨

邝紫君

广州市花都区道路养护中心 广东 广州 510000

摘要:公路桥梁养护工作以“预防为主、防治结合”为原则,涵盖日常养护、定期检查与专项养护。常见病害包括混凝土结构裂缝、碳化等,钢筋结构锈蚀、疲劳损伤,以及附属结构磨损、老化等。针对这些病害,混凝土结构维修技术有裂缝处理、碳化剥落修补等;钢筋结构维修加固技术包括除锈、增补钢筋等;附属结构维修加固技术涉及桥面铺装、伸缩缝、支座、护栏等维修。养护维修加固施工质量控制需从材料、工艺、过程检测三方面严格把控,确保材料质量达标、工艺规范、实时监控施工质量,恢复桥梁结构性能至设计要求。

关键词:公路桥梁;养护技术;维修加固;施工技术

引言:公路桥梁作为交通基础设施的关键构成,其安全与耐久性对交通畅通及社会经济发展意义重大。服役期间,桥梁受自然环境、车辆荷载等影响,易出现各类病害,威胁结构安全与使用功能。因此,科学开展养护维修加固工作至关重要。本文围绕公路桥梁养护工作核心要点,剖析常见病害及成因,阐述维修加固核心施工技术,并探讨施工质量控制要点,旨在为公路桥梁养护维修加固提供理论支持与实践指导。

1 公路桥梁养护工作核心要点

公路桥梁养护工作的核心目标是通过常态化、规范化的检查与处置,及时发现结构潜在病害,抑制病害进一步发展,维持桥梁结构的设计性能与使用功能。养护工作需遵循“预防为主、防治结合”的原则,贯穿桥梁整个服役周期,具体可分为日常养护、定期检查与专项养护三个角度。

日常养护侧重对桥梁表层结构、附属设施的常态化巡查与维护,包括桥面清扫、排水系统疏通、伸缩缝清理与润滑、支座检查与微调、护栏修复等。桥面杂物与积水若长期堆积,会加剧桥面铺装层的磨损与侵蚀,甚至渗透至桥梁主体结构引发内部病害,因此需定期清理桥面,确保排水系统通畅,避免雨水滞留。伸缩缝作为桥梁结构的重要附属部件,承担着适应桥梁伸缩变形的功能,其堵塞或损坏会导致结构受力不均,引发桥面开裂,需定期清理缝隙内杂物,涂抹润滑介质,对老化、破损的伸缩缝及时更换。支座负责传递桥梁荷载并适应结构变形,日常养护中需检查支座是否存在偏移、老化、开裂等问题,对出现异常的支座及时进行调整或更换,避免荷载传递不均导致梁体变形。

定期检查需借助专业工具与检测技术,对桥梁主体结构(梁体、墩柱、桥台、基础)的技术状态进行全面

排查,精准识别潜在病害及发展趋势。检查内容包括混凝土构件的裂缝宽度与分布、钢筋锈蚀程度、墩柱垂直度、基础沉降情况等,通过数据记录与分析,判断桥梁结构的健康状态,为后续专项养护与维修加固工作提供依据。专项养护则针对定期检查发现的特定病害,采取针对性的处置措施,如混凝土表面修补、钢筋防锈处理、裂缝灌浆封堵等,避免病害持续扩展对桥梁结构安全造成影响^[1]。

2 公路桥梁常见病害及成因分析

2.1 混凝土结构病害

混凝土结构是公路桥梁的核心承载部件,常见病害包括裂缝、碳化、剥落、渗漏等。裂缝的产生主要源于温度应力变化、荷载作用、混凝土收缩变形等因素,温度骤升骤降会导致混凝土表层与内部产生温差应力,当应力超过混凝土抗拉强度时,便会形成温度裂缝;车辆荷载反复作用会使混凝土构件产生弯曲、剪切应力,进而引发荷载裂缝;混凝土浇筑后未及时进行养护,会导致水分快速蒸发,产生收缩裂缝。混凝土碳化是空气中的二氧化碳与混凝土中的氢氧化钙发生化学反应,降低混凝土的碱度,破坏钢筋表面的钝化膜,为钢筋锈蚀创造条件,同时会使混凝土的强度与耐久性下降。混凝土剥落多由钢筋锈蚀膨胀、冻融破坏、外力撞击等因素导致,钢筋锈蚀后体积膨胀,会对周围混凝土产生挤压应力,当应力超过混凝土粘结强度时,便会导致混凝土表层剥落;冻融环境下,混凝土内部的水分结冰膨胀,反复循环会使混凝土结构疏松、剥落。渗漏则主要因桥面防水层破损、伸缩缝密封不严、混凝土裂缝贯通等,导致雨水渗入结构内部,加剧构件损坏^[2]。

2.2 钢筋结构病害

钢筋作为混凝土结构中的关键受力构件,在公路桥

梁服役过程中,常面临锈蚀与疲劳损伤这两大典型病害,严重影响桥梁结构的安全性与耐久性。钢筋锈蚀的成因较为复杂,混凝土碳化是重要因素之一。混凝土中的氢氧化钙会与空气中的二氧化碳发生化学反应,致使混凝土碱度降低。在此环境下,钢筋表面的钝化膜被破坏,钢筋直接暴露于空气中,与氧气、水分发生电化学反应,生成铁锈等锈蚀产物。这不仅会使钢筋截面面积减小,还会降低其力学性能,如强度和延性等。此外,裂缝渗漏也会为钢筋锈蚀创造条件,水分通过裂缝渗入混凝土内部,加速电化学腐蚀进程。氯离子侵入更是加剧了钢筋锈蚀,它会破坏钢筋表面的钝化膜,尤其在沿海地区,海水中富含氯离子,以及在冰雪天气撒布除冰盐的桥梁中,氯离子含量较高,钢筋锈蚀问题更为突出。疲劳损伤则是由于车辆荷载的反复冲击作用。钢筋长期承受交变荷载,在应力集中部位,如钢筋弯折处或与混凝土粘结界面等,会产生疲劳裂纹。随着车辆荷载的持续作用,裂纹不断扩展,最终可能导致钢筋断裂,进而影响整个结构的承载能力,给桥梁安全带来严重隐患。

2.3 附属结构病害

桥梁附属结构包括桥面铺装、伸缩缝、支座、护栏等,其病害虽不直接影响桥梁主体承载,但会间接加剧主体结构损坏,影响通行安全与舒适性。桥面铺装层常见病害有磨损、开裂、沉陷、推移等,主要因车辆荷载反复碾压、桥面排水不畅、铺装层与桥面板粘结不牢固等因素导致,铺装层破损后,雨水易渗入桥面板,引发主体结构病害。伸缩缝病害表现为密封胶老化、伸缩装置变形、锚固区混凝土开裂等,多由温度变形反复作用、车辆冲击、杂物堵塞等引起,伸缩缝损坏会导致桥面平整度下降,产生跳车现象,同时使梁体受力不均。支座病害包括老化、开裂、偏移、脱空等,支座老化多因橡胶材料长期受环境侵蚀与荷载作用,性能退化;支座偏移、脱空则源于基础沉降、梁体变形等,导致荷载传递异常。护栏病害主要有破损、变形、锈蚀等,多由车辆撞击、自然侵蚀导致,影响桥梁通行防护功能。

3 公路桥梁维修加固核心技术

3.1 混凝土结构维修技术

针对混凝土裂缝病害,需根据裂缝宽度与深度采取针对性处置技术。对于宽度小于0.2mm的微裂缝,可采用表面封闭法,通过涂抹环氧树脂浆液、聚合物水泥浆等材料,封堵裂缝表面,防止水分与有害物质侵入;对于宽度在0.2-0.5mm的中等裂缝,采用压力灌浆法,选用环氧树脂灌浆料、水泥浆等材料,通过专用设备将浆液注入裂缝内部,填充裂缝并粘结结构,恢复混凝土整体性;对

于宽度大于0.5mm或贯通性裂缝,需先对裂缝进行清理、扩缝处理,设置灌浆嘴,再进行压力灌浆,灌浆完成后对表面进行修补平整^[3]。

针对混凝土碳化与剥落病害,首先需清除碳化层与剥落部分的疏松混凝土,直至露出坚实基层,若钢筋已锈蚀,需对钢筋进行除锈处理,涂抹阻锈剂,再采用高性能修补砂浆、聚合物混凝土等材料进行修补,修补材料需与原混凝土具有良好的粘结性与兼容性,修补完成后及时进行养护,确保修补层强度达标。对于混凝土渗漏问题,需先排查渗漏源头,若为桥面防水层破损,需铲除原有防水层,重新铺设防水卷材或涂刷防水涂料,同时修复排水系统;若为裂缝渗漏,需结合裂缝处理技术进行灌浆封堵,再在表面做防水加强处理。

3.2 钢筋结构维修加固技术

对于锈蚀钢筋,需先清除钢筋表面的锈蚀产物,采用机械除锈或人工除锈方式,确保钢筋表面洁净,再涂抹阻锈剂,防止再次锈蚀,阻锈剂需具备良好的附着性与耐腐蚀性。若钢筋锈蚀导致截面面积损失过大,需采用增补钢筋法进行加固,在原有钢筋两侧或周围增设新的钢筋,通过绑扎、焊接等方式与原有钢筋连接牢固,补充结构受力性能,新增钢筋需与原钢筋规格、材质匹配,焊接质量需符合技术要求,避免产生应力集中。

针对钢筋疲劳损伤,需先检测疲劳裂纹的长度与深度,若裂纹较浅且未扩展至钢筋截面一半,可采用焊接修补法,通过电弧焊将裂纹填补,焊接后需对焊缝进行打磨处理,消除应力集中;若裂纹较深或已影响钢筋受力,需更换受损钢筋,切割去除疲劳裂纹段钢筋,更换新钢筋并与两端原有钢筋可靠连接,确保受力传递连续。

3.3 附属结构维修加固技术

桥面铺装层维修时,若破损面积较小,可采用局部修补法,切除破损部分的铺装层,清理基层表面,涂抹粘结剂,铺设新的铺装材料,压实平整并养护;若破损面积较大或铺装层整体老化,需铲除全部原有铺装层,重新铺设铺装结构,铺装材料需选用耐磨性强、粘结性好、抗裂性能优异的材料,铺设过程中控制平整度与厚度,确保与桥面板紧密结合^[4]。

伸缩缝维修加固需先拆除损坏的伸缩装置,清理锚固区混凝土,修复破损的锚固钢筋,再安装新的伸缩装置,调整伸缩缝的位置与标高,确保与桥面平齐,缝隙均匀,然后浇筑锚固混凝土,振捣密实,养护至规定强度,最后在伸缩缝表面安装密封胶,增强密封性能。支座维修加固时,若支座老化、开裂但未完全失效,可采用支座更换法,通过千斤顶顶起梁体,拆除旧支座,清

理支座垫石,安装新支座,调整支座水平与标高,确保梁体受力均匀;若支座垫石破损,需先修复垫石,再更换支座,垫石修复采用高强度混凝土,确保承载能力达标。护栏维修时,对破损、变形的护栏构件进行更换,锈蚀部分进行除锈、防腐处理,重新涂刷防锈漆与面漆,护栏安装需牢固,与桥梁主体结构可靠连接,保证防护性能。

4 公路桥梁养护维修加固施工质量控制

4.1 材料质量控制

养护维修加固施工中,材料质量直接决定工程效果与结构耐久性,需严格把控材料进场、存储与使用全流程质量。进场材料需具备出厂合格证、性能检测报告,核心材料如环氧树脂灌浆料、修补砂浆、钢筋、防水涂料、支座等,需抽样送检,检测指标符合设计与技术要求后方可使用。材料存储过程中,需根据材料特性采取针对性防护措施,避免受潮、暴晒、污染,如水泥、灌浆料需存放在干燥通风的库房,钢筋需架空存放并做好防锈处理,防水涂料需密封存储,防止挥发变质。使用过程中,严格按照材料配比与施工工艺要求操作,如混凝土、砂浆的配合比需精准控制,搅拌均匀,灌浆料需按规定比例加水搅拌,确保流动性与粘结性达标,避免因材料使用不当影响施工质量。

4.2 施工工艺控制

施工工艺的规范性是保障养护维修加固效果的关键,需针对不同技术类型制定详细的施工流程,严格按照流程操作。混凝土裂缝灌浆施工中,需控制裂缝清理质量,确保裂缝内无杂物、积水,灌浆压力需根据裂缝宽度与深度合理调整,避免压力过大导致裂缝扩展或压力过小导致浆液填充不密实;钢筋焊接施工中,控制焊接电流、电压与焊接时间,确保焊缝饱满、无夹渣、气孔等缺陷,焊接后及时进行冷却处理,消除焊接应力。桥面铺装施工中,控制铺装层厚度与平整度,压实度需达到设计标准,避免出现空鼓、推移等问题;支座更换施工中,千斤顶的布置需对称均匀,顶起梁体时速度缓慢,避免梁体受力不均产生变形,新支座的安装位置与标高需精准

控制,确保荷载传递顺畅。

4.3 施工过程检测控制

施工过程中需开展常态化检测,实时监控施工质量,及时发现并整改问题。混凝土施工中,检测混凝土的坍落度、和易性,浇筑完成后检测强度,通过留置试块养护,按规定时间进行强度试验,确保混凝土强度达标;钢筋安装后,检测钢筋的规格、数量、间距、保护层厚度,以及焊接、绑扎质量,不符合要求的需及时调整。裂缝处理后,检测灌浆密实度,可采用超声波检测等无损检测技术,判断裂缝内部浆液填充情况;支座安装完成后,检测支座的水平度、标高、是否存在脱空现象,通过百分表等工具监测梁体变形情况。施工完成后,对整体维修加固部位进行全面检测,评估结构性能是否恢复至设计要求,确保施工质量符合标准^[5]。

结束语

公路桥梁养护维修加固是一项系统且复杂的工作,关乎桥梁全生命周期的安全与性能。从日常养护的细致巡查,到病害成因的精准分析,再到维修加固技术的科学应用,以及施工质量的严格把控,每一环节都紧密相连、缺一不可。未来,随着材料科学与工程技术的发展,公路桥梁养护维修加固技术将不断创新完善。我们需持续探索新技术、新方法,提升养护维修加固水平,以适应日益增长的交通需求,保障公路桥梁长期安全稳定运行,为经济社会发展和人民出行安全筑牢坚实基础。

参考文献

- [1]胡克林.公路桥梁养护与维修加固施工技术探讨[J].科技与创新,2024,(15):138-140.
- [2]王爱军.公路桥梁养护与维修加固的施工技术要点[J].汽车画刊,2024,(06):245-247.
- [3]谈庆华.公路桥梁施工养护及加固维修技术分析探讨[J].汽车周刊,2024,(07):74-76.
- [4]尹晓强.公路桥梁维修与加固施工技术研究[J].交通世界,2024,(14):182-184.
- [5]刘林平.加强公路桥梁养护与加固维修措施研究[J].运输经理世界,2022,(36):117-119.