

道路桥梁工程的常见病害与施工处理技术探讨

张宏铨

齐齐哈尔市直属公路养护中心 黑龙江 齐齐哈尔 161000

摘要:道路桥梁工程作为关键交通基础设施,其质量关乎出行安全与物流顺畅。然而,随着交通需求增加,道路桥梁负荷加重,病害频发,缩短使用年限且易引发安全事故。本文探讨了道路桥梁的常见病害,如混凝土裂缝、钢筋锈蚀、剥落露筋等,并分析了相应施工处理技术,包括裂缝修补、钢筋涂层防锈、混凝土加固等。通过科学管理措施,旨在提升道路桥梁工程质量,延长使用寿命,确保交通安全。

关键词:道路桥梁工程;常见病害;施工处理技术

引言:道路桥梁工程作为国民经济的重要支撑,其健康状况直接影响着交通安全与经济发展。然而,在长期服役过程中,受自然环境和人为因素影响,道路桥梁常出现裂缝、锈蚀、沉降等病害,严重影响其稳定性和安全性。因此,深入探讨道路桥梁工程的常见病害及其施工处理技术,对于保障交通安全、延长使用寿命具有重要意义。本文旨在分析病害成因,探讨有效处理技术,为道路桥梁养护提供科学依据。

1 道路桥梁工程常见病害及原因分析

1.1 桥面铺装层病害

(1) 裂缝问题的产生原因:温度变化会使铺装层材料热胀冷缩,反复循环易产生温度应力,导致裂缝;车辆行驶中车轮与铺装层长期摩擦,局部磨损严重,降低结构强度引发裂缝;施工时若振捣不密实、养护不及时,会使铺装层密实度不足,形成内部空隙,进而发展为裂缝。

(2) 铺装层松散脱落现象及其影响:松散脱落多因材料粘结性差或老化,雨水渗入后加剧损坏。此现象会导致桥面平整度下降,车辆行驶颠簸,增加行车安全隐患,还会使桥面承重能力减弱,影响桥梁使用寿命。

1.2 钢筋锈蚀病害

(1) 钢筋锈蚀的主要原因:混凝土碳化会破坏其碱性环境,使钢筋失去保护;保护层过薄,外界有害物质易渗透接触钢筋;施工中若钢筋表面有油污未清理、混凝土浇筑不规范,会降低保护层防护效果,引发锈蚀。(2) 锈蚀对桥梁结构稳定性的影响:钢筋锈蚀后体积膨胀,导致混凝土开裂剥落,钢筋有效截面积减小,承载能力下降,严重时会使桥梁结构变形,甚至引发坍塌事故^[1]。

1.3 混凝土裂缝病害

(1) 结构性裂缝与非结构性裂缝的分类:结构性裂缝由结构受力不当引起,如荷载超出设计范围,对桥梁安全影响大;非结构性裂缝多因温度、收缩等因素产

生,虽初期影响较小,但易成为有害物质渗入通道。

(2) 裂缝产生的原因:使用不合格的水泥、砂石等材料,会降低混凝土强度;配合比不合理,如水灰比过大,会影响混凝土密实性;施工中模板安装不牢固、浇筑顺序有误,易导致混凝土收缩不均产生裂缝。

1.4 桥梁伸缩缝病害

伸缩缝损坏原因包括:长期承受车辆荷载冲击,导致构件疲劳变形;密封胶老化失效,雨水渗入腐蚀内部结构;施工时伸缩缝安装位置偏差、锚固不牢固。后果是桥面出现跳车现象,加速桥梁其他部位损坏,影响行车舒适性与安全性。

1.5 其他病害

支座破坏多因支座老化、安装偏差或长期承受过大荷载,导致桥梁受力不均;梁体下挠主要是梁体混凝土强度不足、钢筋配置不合理,或长期超载使梁体产生塑性变形;基础不均匀沉降常因地基土质差异、地基处理不彻底,引发桥梁结构倾斜、开裂,威胁桥梁整体安全。

2 道路桥梁工程病害施工处理技术

2.1 裂缝处理技术

(1) 填充技术:该技术主要适用于宽度 $\geq 0.5\text{mm}$ 的宽裂缝,核心是通过物理填充阻断病害扩展。施工前需先用钢丝刷清理裂缝表面杂物,再用高压气枪吹净内部灰尘,若裂缝内有积水需采用烘干设备处理。材料选择需结合场景:桥面铺装层裂缝优先选用改性沥青,其低温延展性强 (-10°C 延度 $\geq 20\text{cm}$),能适应温度变化;混凝土结构裂缝则采用水泥浆(配合比为水泥:水 = 1:0.45)或聚合物水泥砂浆,填充时需分层压实,厚度与裂缝宽度匹配,填充后覆盖土工布洒水养护7天以上,确保材料与原结构紧密粘结,防止雨水渗入。(2) 表面修补技术:针对深度 $< 30\text{mm}$ 的浅裂缝或非结构性裂缝,重点在于封闭表面、提升抗渗性。常用两种方式:一是

涂抹法,选用环氧砂浆或丙烯酸树脂,将材料均匀涂刷在裂缝表面及周边8-10cm范围,厚度控制在2-3mm,形成密封保护层,固化时间约24小时;二是贴补法,对不规则裂缝,先涂刷环氧树脂胶粘剂,再粘贴玻璃纤维布(抗拉强度 $\geq 300\text{MPa}$),用滚筒压实排除气泡,该技术不影响桥面整体负荷,施工周期短,适合交通流量大的桥梁快速修复^[2]。(3)灌浆技术:用于深度 $> 30\text{mm}$ 的深裂缝或贯穿性裂缝,需通过高压灌浆实现完全填充。施工第一步是裂缝定位,用压力水冲洗裂缝确定走向与深度;材料选用环氧灌浆料(干燥环境)或水泥基灌浆料(潮湿环境),采用低压慢灌工艺(压力 $0.2\text{--}0.5\text{MPa}$),从裂缝低端向高端推进,避免产生气泡。灌浆结束后封闭灌浆孔,养护3-5天,还可通过调色处理使修补处与原桥面颜色一致,兼顾结构稳定性与外观美观度。

2.2 钢筋防锈蚀技术

(1)涂层处理技术:通过在钢筋表面形成物理屏障隔绝腐蚀介质。工厂预制时,钢筋先经喷砂除锈(达到Sa2.5级标准),再涂覆环氧涂层(厚度 $80\text{--}120\mu\text{m}$)或锌铝涂层(厚度 $60\text{--}80\mu\text{m}$),涂层需均匀无漏点,固化后附着力测试需 $\geq 5\text{MPa}$;现场修补时,剔除锈蚀钢筋周边松动混凝土,用钢丝轮打磨除锈至露出金属光泽,先后涂刷环氧富锌底漆(厚度 $50\mu\text{m}$)与面漆(厚度 $30\mu\text{m}$),确保涂层与钢筋、混凝土紧密结合,延长钢筋使用寿命5-8年。(2)电化学保护法:适用于高腐蚀环境(如沿海桥梁)或已锈蚀钢筋结构。牺牲阳极法选用锌合金或镁合金阳极,与钢筋(阴极)形成原电池,阳极缓慢溶解释放电流保护钢筋,适合小规模锈蚀区域;外加电流法通过外部电源向钢筋施加阴极电流,使钢筋表面极化,阻止锈蚀反应,需定期检测电流密度($10\text{--}20\text{mA}/\text{m}^2$)与钢筋电位(维持在 -850mV 以下),确保保护效果稳定,该技术可使钢筋锈蚀速率降低90%以上^[3]。

2.3 混凝土加固与修复技术

(1)增加截面积加固法:通过增大构件截面提升承载能力,适用于梁体、柱体等承重结构。施工前凿除构件表面风化混凝土,露出新鲜骨料,植入新增钢筋(与原钢筋焊接,焊缝长度 $\geq 10d$, d 为钢筋直径);浇筑C30及以上高强度混凝土,采用振捣棒分层振捣密实,浇筑高度超出原截面 $50\text{--}100\text{mm}$;养护期间覆盖保湿,养护时间不少于14天,加固后构件承载能力可提升30%-50%。(2)外部粘贴覆盖加固法:利用复合材料与胶粘剂的粘结力增强结构性能。施工时先将混凝土表面打磨平整,去除浮浆油污,涂刷环氧树脂粘合剂(厚度 $0.2\text{--}0.3\text{mm}$);待底胶固化后,粘贴碳纤维布(抗拉强度 \geq

3400MPa)或玻璃纤维布,用滚筒压实排除气泡,再涂刷面胶保护。受力较大区域需在纤维布端部粘贴锚固筋或U型箍,防止剥离,该技术不增加构件自重,施工周期仅为传统方法的1/3。(3)锚喷技术加固法:采用高压喷射快速凝结材料修复表面破损,适用于隧道衬砌、桥梁墩台。材料选用锚喷硅材料(掺入速凝剂,初凝 $\leq 5\text{min}$,终凝 $\leq 10\text{min}$),施工前安装锚杆(间距 $500\text{--}800\text{mm}$)固定构件,用喷射机(工作压力 $0.6\text{--}0.8\text{MPa}$)从下向上分层喷射,每层厚度 $5\text{--}10\text{mm}$,总厚度 $20\text{--}50\text{mm}$;喷射后24小时内喷水养护,材料28天抗压强度可达 40MPa 以上,兼具高强度与快速施工优势。

2.4 桥面铺装层修复技术

(1)保证铺装层足够厚度和韧性:修复前用铣刨机铣除破损部分(铣刨深度 $\geq 50\text{mm}$),确保基层平整清洁。新铺装层厚度需结合设计荷载:沥青铺装层 $\geq 70\text{mm}$,水泥混凝土铺装层 $\geq 100\text{mm}$ 。施工中控制平整度(误差 $\leq 3\text{mm}/3\text{m}$),沥青铺装采用钢轮压路机分层碾压(次数 ≥ 6 遍),水泥混凝土铺装需做好收面处理;层间设置乳化沥青粘层,提升附着力,避免推移剥落,保证铺装层韧性,减少温度应力引发的裂缝。

(2)使用高性能铺装材料:优先选用改性沥青混凝土(掺入SBS改性剂,针入度 $\leq 40\text{mm}$,延度 $\geq 20\text{cm}$)或钢纤维混凝土(钢纤维体积率 $0.8\%\text{--}1.2\%$)。改性沥青混凝土抗磨损、抗疲劳,适合高交通量桥面;钢纤维混凝土可抑制裂缝扩展,适合重载桥梁。施工时控制材料温度:沥青混凝土摊铺 $\geq 160^\circ\text{C}$,钢纤维混凝土浇筑 $\geq 5^\circ\text{C}$,确保材料性能充分发挥,延长铺装层使用寿命至8-10年^[4]。

2.5 桥梁伸缩缝病害处理技术

轻微损坏(密封胶老化、螺栓松动):剔除老化密封胶,清理伸缩缝内泥沙,嵌入聚氨酯密封胶(厚度 $\geq 20\text{mm}$),拧紧锚固螺栓,确保密封防水;中度损坏(型钢变形、橡胶条破损):拆除变形型钢与破损橡胶条,更换Q355钢型钢(厚度 $\geq 16\text{mm}$)和氯丁橡胶条(拉伸强度 $\geq 10\text{MPa}$),型钢接触面涂防锈漆,螺栓双螺母固定;重度损坏(整体失效、混凝土开裂):整体拆除原伸缩缝,凿除破损混凝土(深度 $\geq 150\text{mm}$),重新绑扎钢筋并焊接,浇筑C40补偿收缩混凝土,安装模数式伸缩缝(伸缩量 $0\text{--}160\text{mm}$),养护28天后开放交通,确保桥面平顺,消除跳车现象。

3 道路桥梁工程病害预防与管理

3.1 前期设计与勘探工作的重要性

(1)提升设计方案的科学性与合理性:前期设计需

结合桥梁功能定位、服役年限等需求,采用有限元分析等技术优化结构设计,避免因设计缺陷埋下病害隐患。例如,在梁体配筋设计中,需精准计算荷载应力,确保钢筋布置均匀,防止局部应力集中引发裂缝;桥面铺装层设计需明确厚度、材料配比等参数,兼顾承重与抗裂性能,从源头降低后期病害发生概率。(2)加强对地质条件、交通流量等因素的考虑:勘探阶段需通过钻探、物探等手段,详细掌握地基土质、地下水位等地质信息,针对软土地基采用换填、加固等措施,预防基础不均匀沉降;同时调研区域交通流量、车辆荷载类型,若为货运通道,需提高桥梁承载等级,选用抗磨损铺装材料,确保设计方案与实际使用需求匹配。

3.2 施工过程中的质量控制

(1)加强对原材料质量的把控:建立原材料进场检验制度,对水泥、钢筋、沥青等关键材料,需查验出厂合格证并抽样送检,如钢筋需检测抗拉强度、屈服强度,沥青需检测针入度、延度等指标,不合格材料严禁入场;对砂石骨料,需控制含泥量、粒径级配,确保混凝土、砂浆强度达标,从材料端阻断病害诱因。(2)严格按照施工规范进行操作:施工前对作业人员开展技术交底,明确各工序标准,如混凝土浇筑需控制坍落度、振捣时间,防止因振捣不密实产生蜂窝麻面;钢筋绑扎需保证间距、保护层厚度符合设计要求,避免保护层过薄导致钢筋锈蚀;桥面铺装层施工需控制摊铺温度、碾压次数,确保平整度与密实度,减少后期裂缝、松散问题。

3.3 后期养护与维护工作

(1)制定科学的养护计划,及时进行病害处理:依据桥梁使用年限、交通量等因素,制定年度、季度养护计划,定期清理桥面杂物、疏通排水系统,避免雨水积存侵蚀结构;日常巡查中发现裂缝、剥落等轻微病害,需在24小时内启动修补,防止病害扩大,如采用密封胶封闭浅裂缝,采用灌浆技术处理深裂缝,保障桥梁结构稳定。(2)引进新技术、新工艺,提升养护效果:推广无人机巡查技术,快速排查桥梁高处、隐蔽部位病害;

采用激光检测设备精准测量桥面平整度、裂缝宽度,提高检测效率;应用高性能修补材料,如环氧砂浆、碳纤维布等,增强修补部位强度与耐久性,减少养护频次,降低维护成本。

3.4 建立健全的监测与评估体系

(1)定期对道路桥梁进行检测与评估:按照规范要求,每3-5年开展一次全面检测,检测内容包括结构变形、混凝土强度、钢筋锈蚀程度等,采用回弹法、超声波检测等技术获取数据;结合检测结果,依据桥梁技术状况评定标准,将桥梁分为完好、轻微损坏、严重损坏等等级,明确病害严重程度与影响范围。(2)根据评估结果,及时采取措施进行维护:对轻微损坏桥梁,针对性开展局部修补;对严重损坏桥梁,制定专项加固方案,如采用增加截面积、外部粘贴加固等技术恢复承载能力;对达到服役年限的桥梁,评估是否需报废重建,确保每座桥梁均处于安全运行状态,避免因延误维护引发安全事故。

结束语

综上所述,道路桥梁工程的常见病害处理是一个系统而复杂的过程,它不仅需要科学的技术手段,还需要严格的质量管理和后期的精心维护。通过深入分析病害成因,我们找到了针对性的施工处理技术,为道路桥梁的安全运行提供了有力支撑。未来,我们应继续加强技术创新,优化施工方案,确保道路桥梁工程更加坚固耐用,为人们的出行提供更加安全、便捷的交通环境。

参考文献

- [1]王寅生.道路桥梁工程的常见病害与施工处理技术探讨[J].工程与建设,2022,36(03):710-712.
- [2]刘惠霞.道路桥梁工程的常见病害与施工处理技术[J].四川建材,2021,47(08):171-172.
- [3]刘育富.道路桥梁工程的常见病害及施工处理技术分析[J].散装水泥,2022,21(05):136-138.
- [4]窦永丽.道路与桥梁工程的常见病害与处理技术研究[J].四川建材,2022,48(07):135-136.