

道路桥梁工程的常见病害与施工处理技术探讨

张宏銚

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0.2-0.5MPa），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80-120 μm ）或锌铝涂层（厚度60-80 μm ），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 μm ）与面漆（厚度30 μm ），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（10-20mA/m²）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50-100mm；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0.2-0.3mm）；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500-800mm）固定构件，用喷射机（工作压力0.6-0.8MPa）从下向上分层喷射，每层厚度5-10mm，总厚度20-50mm；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 $\leq 3\text{mm/3m}$ ），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结层，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%-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0-160mm），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.