

道路桥梁常见问题与处理技术

樊拥民

内蒙古交通集团有限公司项目管理分公司乌石项目办 内蒙古 呼和浩特 010000

摘要：道路桥梁结构常见病害包括混凝土、钢筋、支座系统和桥面系病害，成因涉及材料、环境、施工等多方面。修复技术包括混凝土结构、钢筋结构、支座系统和桥面系修复技术，针对不同病害采取相应措施。预防性养护技术则强调日常巡查与监测，利用高精度设备捕捉隐患，同时通过定期清洁维护桥面、伸缩缝和排水系统，减少病害诱因，降低病害发生风险。

关键词：道路桥梁；常见问题；处理技术；预防性养护

引言：道路桥梁作为交通网络的关键节点，其结构安全与耐久性直接关乎通行效率与社会经济发展。然而，受荷载作用、环境侵蚀及施工缺陷等多重因素影响，混凝土开裂、钢筋锈蚀、支座老化及桥面铺装破损等病害频发，不仅缩短结构使用寿命，更威胁行车安全。为此，需系统分析病害成因，结合修复技术与预防性养护策略，构建全生命周期管理机制，以保障道路桥梁的长期稳定运行。

1 道路桥梁结构常见问题分类与成因分析

1.1 混凝土结构病害

裂缝是混凝土结构最频发的病害，形成直接关联三类核心应力。荷载应力源于结构承担的交通荷载与自身自重，长期作用下一旦突破混凝土抗拉强度极限，便会引发开裂；温度收缩由环境温度变化导致混凝土内部热胀冷缩失衡，产生内应力进而催生裂缝；地基沉降则造成结构受力与变形不协调，诱发不同程度的裂缝损伤。按深度可分为表面龟裂与深层贯穿裂缝，表面龟裂多呈网状分布，对结构整体性影响较小，深层贯穿裂缝则会破坏结构完整性，显著降低承载能力与耐久性。该病害的核心成因是材料保护失效与外界侵蚀的共同作用，混凝土碳化会破坏内部碱性环境，削弱对钢筋的保护；氯离子侵入加速钢筋锈蚀，锈蚀产物膨胀产生张力；保护层厚度不足则直接降低物理防护能力。这些因素叠加导致混凝土表面脱落、骨料外露，钢筋失去包裹保护，进一步加剧结构损伤，严重影响力学性能与使用寿命。此外，混凝土结构耐久性不足也是长期多因素叠加的结果，材料劣化、环境侵蚀与设计缺陷共同作用，导致抗压强度衰减，抗渗、抗冻等性能下降，使结构易受外界影响引发各类病害。

1.2 钢筋结构病害

钢筋锈蚀是钢筋结构的首要病害，核心诱因是混凝

土防护体系失效。混凝土出现裂缝后，外界空气、水分等腐蚀介质得以顺利渗透，为钢筋锈蚀提供必要条件；同时混凝土内部形成电解质环境，构建起电化学腐蚀回路，钢筋作为阳极发生氧化反应，逐步产生锈蚀。锈蚀会导致钢筋截面面积持续缩减，不仅直接降低自身承载能力，还会使钢筋延性下降，破坏与混凝土的粘结性能，影响结构协同工作效果，埋下严重安全隐患。连接失效是钢筋结构另一主要病害，集中在受力传递关键部位，成因与施工质量和使用损耗密切相关。焊接连接若存在未焊透、夹渣、气孔等缺陷，会直接削弱连接强度；螺栓连接在长期荷载振动下易出现松动，导致传力不稳定；直螺纹连接若丝头加工精度不足或连接深度不够，会造成连接不到位。此类病害的典型特征是接头出现滑移现象，结构整体承载力明显衰减，直接影响结构的稳定性与使用安全性。

1.3 支座系统病害

支座系统病害的主要成因包括基础变形与施工误差。基础沉降不均会导致支座受力支点发生位移，部分支座可能失去支撑而处于悬空状态；安装过程中若定位精度不足、找平不到位，会产生初始误差，在长期使用中，这些误差会在荷载与振动作用下逐渐扩大，加剧病害程度。该病害的特征表现为支座与梁体或基础之间出现间隙、处于悬空状态，进而引发梁体线形异常，破坏结构原有受力分布，同时会加速其他部位病害的发展蔓延。橡胶支座老化是支座系统的另一常见病害，属于材料在环境因素与应力作用下的自然劣化过程。紫外线辐射会破坏橡胶分子结构，导致其弹性丧失；臭氧侵蚀会加速氧化反应，引发性能衰退；温度应力源于环境温变的周期性变化，使橡胶反复收缩膨胀，产生疲劳损伤。老化后的支座会出现明显开裂，剪切变形超出设计允许范围，无法有效发挥缓冲、减震和传力作用，严重影响

桥梁的正常使用与结构安全性。

1.4 桥面系病害

铺装层破损是桥面系最普遍的病害,由荷载作用与排水问题共同导致。车辆荷载的反复碾压与冲击,会使铺装层材料产生累积性疲劳损伤,长期作用下逐步出现破损;若桥面排水系统不畅,雨水会在桥面滞留并渗透至铺装层内部,软化基层材料、削弱结构整体强度,加速破损进程。其典型特征为桥面出现坑槽、车辙、拥包等破损形态,不仅严重影响行车舒适性,还会进一步加速铺装层破损,甚至引发基层结构损伤,威胁桥梁整体安全。伸缩缝失效是桥面系另一关键病害,核心成因是构件老化与锚固松动。伸缩缝中的橡胶条长期暴露于自然环境,受温度变化、紫外线照射等影响,会发生老化、硬化甚至断裂;锚固系统在车辆荷载振动作用下,易出现螺栓松动、锚固钢筋锈蚀等问题,导致伸缩缝与桥面连接不牢固。伸缩缝失效后会出现明显跳车现象,影响行车平稳性,同时雨水易渗入桥梁内部,引发钢筋锈蚀、混凝土损坏,型钢也会出现变形,进一步降低伸缩缝功能稳定性。

2 道路桥梁病害处理技术

2.1 混凝土结构修复技术

裂缝修补需根据裂缝宽度选择适配技术,确保修复效果与结构安全性。表面封闭法适用于宽度 $\leq 0.15\text{mm}$ 的细微裂缝,通过涂刷环氧树脂材料,在裂缝表面形成致密防护层,阻断空气、水分等侵蚀介质渗透,防止裂缝进一步扩展,同时恢复混凝土表面完整性。压力灌浆法针对宽度 $> 0.15\text{mm}$ 的裂缝,采用环氧或水泥基灌浆料,通过专业设备施加压力将浆料注入裂缝内部,填充缝隙并与原有混凝土牢固粘结,恢复结构整体性与承载能力。对于影响结构受力的裂缝,需采用增设加固技术,通过粘贴碳纤维布或钢板,利用其高强度特性分担结构应力,提升混凝土结构的抗拉、抗压性能,从根本上遏制裂缝发展,保障结构长期稳定。表面剥落修复遵循规范工序逐步推进,先彻底凿除混凝土表面松散、破损部分,清除杂质与浮尘,避免残留劣化材料影响修复效果;然后对暴露的钢筋进行全面除锈处理,去除锈蚀层以恢复钢筋原有截面尺寸与力学性能;采用高强修补砂浆进行填充压实,确保砂浆与基层紧密结合。修复材料需满足严格性能要求,抗压强度不低于C40,粘结强度不低于2.5MPa,以保证修复层具备足够的强度与耐久性,能够抵御外界荷载与环境侵蚀,恢复混凝土结构的外观完整性与防护功能,防止剥落现象再次发生。耐久性提升技术聚焦于阻断侵蚀路径、延缓材料劣化,延长混凝

土结构使用寿命。硅烷浸渍技术通过在混凝土表面涂刷硅烷材料,使其渗透至内部形成憎水层,大幅降低水分与氯离子的渗透能力,可使氯离子渗透深度降低80%,有效抑制混凝土碳化与钢筋锈蚀。环氧涂层技术则针对已发生碳化的混凝土结构,通过涂刷环氧涂层封闭碳化层,隔绝外界侵蚀介质与钢筋的接触,延缓钢筋锈蚀进程。两类技术均无需大幅改动原有结构,施工便捷且效果持久,能够针对性提升混凝土结构的抗渗、抗冻、抗侵蚀性能,弥补材料先天缺陷与环境侵蚀带来的耐久性损失。

2.2 钢筋结构修复技术

钢筋除锈与防腐是修复钢筋结构病害的核心环节,需彻底清除锈蚀并建立长效防护体系。机械除锈采用喷砂或抛丸处理工艺,可达到Sa2.5级除锈标准,通过高速喷射磨料去除钢筋表面锈蚀层、氧化皮及杂质,恢复钢筋洁净表面与金属光泽,为后续防腐处理奠定基础。化学除锈则采用磷酸盐转化膜处理技术,利用化学反应溶解锈蚀产物,同时在钢筋表面形成一层致密的转化膜,起到初步防护作用。防腐涂装采用“环氧富锌底漆+聚氨酯面漆”的复合涂层体系,环氧富锌底漆具备优异的阴极保护性能,聚氨酯面漆具有良好的抗老化、抗腐蚀能力,双层涂层协同作用,可有效隔绝空气、水分等腐蚀介质,长期保护钢筋免受锈蚀,恢复其力学性能与与混凝土的粘结性能。连接节点加固针对焊接、螺栓、直螺纹等各类连接失效问题,通过优化工艺与强化固定,恢复节点传力性能。直螺纹接头加固需先将钢筋端面切平,保证端面平整垂直,再精准加工螺纹,确保螺纹精度与深度符合要求,最后使用扭矩扳手按规定力矩拧紧接头,控制外露螺纹不超过2p,确保连接紧密可靠。焊接接头加固则通过优化调伸长度、严格控制烧化留量,改善焊接工艺参数,减少焊缝未焊透、夹渣、气孔等缺陷,提升焊缝强度与韧性。加固后的连接节点需具备足够的承载能力与稳定性,能够有效传递结构应力,避免接头滑移现象,恢复钢筋结构的协同工作效果,保障整体结构的安全性与稳定性。

2.3 支座系统修复技术

支座更换需采用精准施工工艺,确保新支座安装符合设计要求,恢复支座传力与缓冲功能。顶升工艺选用同步液压千斤顶,严格控制顶升速度不超过2mm/min,避免因顶升速度过快导致梁体受力不均产生二次损伤,同时保证梁体同步升降,维持结构线形稳定。安装过程中需严格控制支座的水平度与压缩量,水平度偏差不超过5mm,压缩量偏差不超过2mm,确保支座与梁体、基础

紧密贴合，受力均匀。更换后的支座需具备良好的承载能力、缓冲性能与减震效果，能够适应结构变形需求，纠正梁体线形异常，恢复结构原有受力分布，遏制其他部位病害的进一步发展。橡胶支座防护聚焦于延缓老化进程、延长使用寿命，通过技术手段抵御环境因素与应力作用的影响。防老化涂层采用氟碳涂料，该涂料耐温范围为-20°C至200°C，具备优异的抗紫外线、抗臭氧侵蚀能力，能够有效阻断紫外线与臭氧对橡胶分子结构的破坏，延缓橡胶弹性丧失与性能衰退。同时建立剪切变形监测机制，将剪切变形阈值设定为15%，实时监控支座工作状态，及时发现异常变形并采取处理措施。通过防护技术与监测手段相结合，可减少温度应力导致的疲劳损伤，防止支座出现开裂、剪切变形超标等问题，确保橡胶支座长期有效发挥缓冲、减震和传力作用，保障桥梁正常使用。

2.4 桥面系修复技术

铺装层修复围绕恢复路面平整性、提升结构强度与优化排水系统展开。铣刨重铺技术通过专业设备将破损的铺装层铣刨清除，重新铺设沥青混凝土，严格控制压实度不低于98%，确保铺装层具备足够的密实度与承载力，抵御车辆荷载的反复碾压与冲击。排水优化是铺装层修复的重要配套措施，通过增设泄水管、调整桥面横坡，控制横坡偏差不超过0.5%，确保雨水快速排出，避免在桥面滞留渗透。修复后的铺装层需消除坑槽、车辙、拥包等破损形态，恢复行车舒适性，同时增强基层材料的稳定性，防止雨水渗透引发的基层损伤，提升桥面系整体承载能力与耐久性，保障桥梁行车安全。伸缩缝修复针对构件老化与锚固松动问题，通过更换部件与强化固定，恢复其伸缩、密封功能。橡胶条更换需选用适配规格的新橡胶条，确保梳齿板伸缩缝高差不超过2mm，更换后的橡胶条需具备良好的弹性与密封性，能够适应温度变化引发的结构伸缩，避免跳车现象。锚固系统加固采用环氧胶固定螺栓，增强螺栓与桥面的连接牢固性，解决螺栓松动、锚固钢筋锈蚀等问题，防止伸缩缝与桥面脱离。修复后的伸缩缝需具备可靠的伸缩性能与密封效果，有效阻断雨水渗入桥梁内部，避免引发钢筋锈蚀、混凝土损坏与型钢变形，保障伸缩缝功能稳

定性与桥面行车平稳性，延长桥面系使用寿命。

3 道路桥梁预防性养护技术

日常巡查与监测是预防性养护的基础，重点排查桥面破损、支座位移、伸缩缝堵塞等潜在隐患，做到早发现早处置。监测采用高精度设备，裂缝测宽仪精度达0.01mm，可精准捕捉细微裂缝变化；全站仪用于位移监测，实时掌握结构变形情况，为养护决策提供数据支撑，避免小问题扩大为严重病害。清洁维护通过定期作业减少病害诱因，桥面清扫每周开展一次，及时清除杂物，当积水深度超过5cm时，立即疏通泄水孔，防止雨水滞留侵蚀结构。伸缩缝清理每月进行一次，采用高压水枪冲洗缝隙内杂质，避免堵塞影响伸缩功能，减少对桥面系与支座系统的间接损害。排水系统维护聚焦畅通排水路径，泄水管每季度疏通一次，采用钢丝刷或高压水冲洗方式，清除管内淤积物，保障排水顺畅。同时定期检查桥面横坡，确保坡度偏差不超过0.5%，避免雨水渗透至结构内部，有效降低钢筋锈蚀、混凝土劣化等病害发生风险。

结束语：道路桥梁结构病害多样，成因复杂，涵盖混凝土、钢筋、支座及桥面系等多方面。相应的处理技术从修复到防护，针对性解决各类病害。而预防性养护技术通过日常巡查监测、清洁维护及排水系统维护等措施，可提前发现并消除隐患。多管齐下，才能保障道路桥梁结构安全与耐久，延长其使用寿命，确保交通顺畅与公众出行安全。

参考文献

- [1] 张铁成.道路桥梁常见问题与处理技术[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2022(5):3.
- [2] 宋鸿铎,王知妹.道路桥梁常见问题与处理技术[J].商品与质量,2020(94):0221-0221.
- [3] 张俊杰.道路桥梁工程的常见病害与施工处理技术[J].汽车画刊,2024,(09):239-241.
- [4] 王兴泰.道路桥梁工程的常见病害与施工处理技术研究[J].运输经理世界,2024,(23):116-118.
- [5] 聂欣.道路桥梁工程的常见病害与施工处理技术探讨[J].工程建设与设计,2024,(06):164-166.