

道路与桥梁工程的常见病害及处理技术研究

秦志强

辉南县公路管理段，吉林省通化市，135100；

摘要：本文聚焦道路与桥梁工程常见病害及其处理技术。阐述了裂缝、坑槽、松散与剥落、沉降与车辙等病害的成因与危害，介绍了裂缝闭环处理、变形矫正与结构补强、路基深层加固、路面功能性修复等技术，通过具体工程实例，详细说明了各项技术的应用流程与效果，为提升道路桥梁工程质量和稳定性提供参考。

关键词：道路与桥梁；常见病害；处理技术

DOI：10.69979/3041-0673.25.09.029

引言

道路与桥梁工程作为交通基础设施的关键部分，其健康状况对交通安全和设施使用寿命影响重大。然而，在实际工程中，各类病害频繁出现，严重影响使用性能。研究道路与桥梁工程常见病害及其处理技术，有助于及时发现并解决工程问题，保障交通基础设施的安全稳定运行，具有重要的现实意义。

1 道路与桥梁工程的常见病害

道路与桥梁工程作为交通基础设施中不可或缺的部分，其健康状态直接影响交通安全和设施使用寿命。经分析调研，工程常见病害包括裂缝、坑槽、松散与剥落、沉降车辙等诸多类型。针对裂缝问题，其主要成因是材料收缩、温度变化以及荷载作用，此类裂缝通常以横向裂缝、纵向裂缝、网状裂缝的形式存在，会严重降低路面平整度、加速水损害并缩短道路使用寿命。在道路工程中，车辙问题同样显著，其成因包括高温下沥青软化、车辆反复碾压以及混合料级配不合理，车辙分为失稳性车辙、结构性车辙、磨耗性车辙，会严重影响行车舒适度并增加道路事故风险。

此外，坑槽问题主要由水损害导致，加上路面材料老化、路基强度不足，会破坏路面完整结构并严重威胁行车安全；而松散与剥落病害是沥青老化、集料与沥青粘接力不足所致，这类病害通常因施工质量控制不佳引发，会降低路面抗滑性能并影响行车安全。总体而言，道路桥梁工程病害大致体现在上述几个维度，相关单位需从质量管理层面出发，基于人、机、料、法、环五个部分，加强对施工过程及施工技术的精细化管控，以提高管理水平。

2 道路与桥梁工程的常见病害处理技术

2.1 裂缝闭环处理技术

裂缝闭环处理技术作为一种系统化病害处理方法，通过检测、评估、设计、修复、监测验证等流程实现对病害的彻底修复与长期监控。首先，在桥梁与水泥混凝土路面检测环节，工程师可使用无损检测技术，结合超声波、雷达、红外线成像等手段确定裂缝的深度、走向、宽度和分布范围，再基于检测数据将裂缝分类分级：小于 0.2 毫米的定义为微型裂缝，0.2~1 毫米之间的为细裂缝，大于 1 毫米的为宽裂缝。之后，工程师需根据裂缝类别进行病害评估与修复设计：在评估环节，依托检测数据，通过有限元分析法或结构计算对结构耐久性进行评价，确定是否需要加固处理。

紧接着，基于结构安全性评估制定严谨的修复方案，方案大致包括表面封闭修复、压力灌浆修复、开槽修补三类——表面封闭修复针对微裂缝，采用环氧树脂、聚合物砂浆等材料封闭以防止水分侵入；压力灌浆针对宽度大于 0.2 毫米的裂缝，使用低粘度环氧树脂或聚氨酯灌浆料通过压力注入裂缝内部实现填充与粘接。开槽修复针对宽裂缝或活动裂缝，通过开凿 V 型槽、清理后填充弹性密封胶或高强度修复材料。完成修复后，工程师需进行常态化监测与验证，即在修复后 7 天内每日监测裂缝宽度变化以评估修复效果和固化效果，此环节可同步采用裂缝观测仪或应变片监测裂缝是否扩展或出现新裂缝。

2.2 沥青混凝土裂缝

常见裂缝主要有：龟裂、块状裂缝、纵向裂缝及横向裂缝等。龟裂裂缝块度在 0.2 米-0.5 米之间，裂缝较宽多为 2 毫米-10 毫米，按照坑槽修补方法进行处理。

块状裂缝裂缝块度在 0.5 米-1.5 米之间,裂缝较窄多为 1 毫米-0.3 毫米宽,严重块状裂缝可按照坑槽修补方法进行处理,轻微及中度块状裂缝可采用推油或微表处等方法进行处理。纵向裂缝及横向裂缝,当裂缝宽度为 3 毫米以下时,先用切割机开槽,开槽宽度为 3 毫米-5 毫米,深度为 5 毫米,再用吹风机吹净缝内杂物,然后用石油沥青或乳化沥青由低处向高处灌缝,最后在沥青上覆盖河沙或石屑防止被车带走。当裂缝宽度大于 3 毫米以上时,可采用沥青砂灌缝。沥青灌缝或沥青砂灌缝均应高出原地面 1 毫米-2 毫米为宜。

2.3 变形矫正与结构补强

变形矫正与结构补强在道路与桥梁工程中至关重要,其核心是通过力学调整与材料强化,恢复结构几何形态和力学性能。实践中,工程师可采用全站仪、水准仪、激光扫描仪等设备测量结构的挠度、沉降、倾斜等变形参数以量化病害程度,需对比设计值与实测值,评测道路桥梁是否存在形变;再通过静载试验、动力测试或有限元分析评估结构承载力、刚度和稳定性,判断变形是由单一因素还是复合因素引起。完成病害梳理后,工作人员需进行变形矫正,此环节包括三个层面:首先是预应力矫正,在结构外侧增设钢绞线或碳纤维钢筋,通过张拉施加反向预应力抵消结构变形,或利用材料自身特性或温度应力在结构内部产生预应力以调整变形。其次,在完成预应力矫正后,利用液压千斤顶同步顶升系统对沉降或倾斜的桥墩、桥体进行分节顶升,逐步恢复结构标高,同时结合位移传感器与控制系统保证顶升过程中结构受力均匀,避免二次损伤。再者,针对地基不均匀沉降导致的变形,采用高压旋喷桩、深层搅拌桩等地基处理技术提高地基承载力,通过注浆填充、微型桩加固等方式补偿地基沉降以间接矫正结构变形。

而结构补强技术包括材料补强、构件补强、组合补强三部分:材料补强可优先采用粘贴加固,在结构受拉区(如梁底、板底)粘贴碳纤维布、钢板或芳纶纤维以提升抗弯能力,外包加固则在结构外围包裹混凝土或钢型材形成约束混凝土以增强结构延性和强度;构件补强通过增加混凝土截面尺寸或增设钢筋提高结构承载力与刚度,需在原结构中增设横隔板、拉杆或支撑体系以优化受力路径。总体而言,工程师及技术人员需做好变形矫正与结构补强工作,以提高工程整体稳定性。

2.4 路基深层加固技术

路基深层加固技术针对道路与桥梁工程中因软土地基、湿陷性黄土、膨胀土等不良地质条件导致的承载力不足、沉降过大、边坡失稳等病害进行系统性处理,其核心是通过地基改良与结构强化提升路基力学性能和稳定性。实践中,工程师需通过钻探、原位测试等方法查明地基的土层分布、物理力学性质及含水量,确定地基承载力、压缩模量、湿陷性等级等关键参数。再基于病害诊断评估与变形监测数据分析病害成因,如判断是否因地基沉降、侧向挤出或冻融循环等单一或复合因素引发病害。随后,根据病害程度及对结构安全的影响划分为轻度、中度、重度,制定差异化加固方案。

加固方案设计采用多样化方法:物理改良可利用强夯法、振冲碎石桩、砂井排水固结等,通过震动、冲击或排水加速地基固结;化学改良通过注入水泥浆、石灰浆、高分子聚合物等改善土体颗粒间粘接力;复合地基则结合物理与化学方法,如水泥搅拌桩、CFG 桩(水泥粉煤灰碎石桩)形成复合承载体系。工程师在施工过程中需确定核心参数,包括桩长与桩间距,需根据土层厚度、插入深度需求及桩体承载力设计桩长与桩间距,以保证加固效果。

例如,针对某国道改建工程中,路基深层加固技术被用于解决软土地基导致的沉降超限与承载力不足问题,该路段地表以下 3~12 米为流塑状淤泥质黏土,天然含水量达 45%,原设计路基填筑后实测沉降速率达每周 5 毫米远超规范允许的 3 毫米/周,严重影响后续路面结构施工与长期运营安全。

检测团队在该路段布置 8 个钻探孔,通过静力触探仪测得软土层平均含水量达 45%、孔隙比 1.2,原位十字板剪切试验显示地基承载力仅 80kPa 不足设计值 180 kPa 的一半;利用沉降板对已填筑路基进行监测,发现某处 60 天累计沉降量达 220 毫米且沉降曲线无收敛趋势,结合地质雷达扫描结果,判定该区域存在深层软土夹层与地下水渗流通道共同作用导致的整体剪切破坏风险。技术人员将地基病害划分为重度等级,明确需采用复合加固方案解决深层稳定性问题。针对软土层厚度大、含水量高的特点,设计团队采用“强夯预压+振冲碎石桩+水泥搅拌桩”组合加固工艺:对该段表层 3 米范围内粉土采用 6000kN·m 能级强夯处理,分三遍施工(第一遍点夯间距 5 米、第二遍点夯间距 4 米、第三遍满夯能量 2000kN·m)以提高浅层密实度;对该段深层软土区域采用振冲碎石桩与水泥搅拌桩间隔布置,其中

碎石桩直径 800 毫米、桩长 12 米（穿透软土层进入粉质黏土持力层 0.5 米）、间距 1.5 米按正三角形布置，水泥搅拌桩直径 500 毫米、桩长 15 米（深入持力层 1 米）、间距 1.2 米呈梅花形分布，两种桩体共同形成复合地基以分担荷载并加速排水固结。方案明确碎石桩填料采用级配碎石（粒径 20~50 毫米）、水泥搅拌桩水泥掺量 18%（P.042.5 普通硅酸盐水泥），确保加固后复合地基承载力不低于 200kPa。

2.5 路面功能性修复

路面功能性修复主要针对道路桥梁工程使用过程中因磨损、老化、水损害或结构损伤导致的路面平整度下降、抗滑性能不足及行车舒适性差等病害进行系统性处理，其核心目标是通过表面处理与材料优化使路面恢复良好使用功能状态并延长使用寿命。工程师需从表面处理技术选择层面设计修复方案：针对微表处，采用改性乳化沥青稀浆混合料，通过专用摊铺设备快速修复表面裂缝、车辙及抗滑不足等病害；采用超薄磨耗层（1~2 厘米厚）高弹性改性沥青混合料提升路面抗老化能力与耐久性。在封层技术层面，应用雾封层、砂粒封层或稀浆封层封闭路面微裂缝以防止水侵害，同时需优化材料性能，添加 SBS、SBR 等改性剂提高沥青高温稳定性和低温抗裂性以保证修复效果；针对修复材料，需合理管控粗细集料比例以增强混合料抗老化性能与密实度。在修复范围与厚度设计中，针对病害集中区域采用小面积挖除后重铺进行局部修复，对功能性能全面下降的路段进行全幅表面处理或罩面以实施全幅修复。工作人员需根据修复技术类型控制修复厚度，确保修复层与原路面粘接良好。

例如，针对不同病害等级，某设计团队制定“局部精细处理 + 全幅性能提升”的组合方案：对轻度病害 A 段采用雾封层技术，通过喷洒 0.8L/m² 改性乳化沥青（添加 5% SBS 改性剂）封闭表面微裂缝并恢复沥青活性；中度病害段 B 实施微表处修复，采用 MS-3 型稀浆混合料（集料级配 3~5mm 占比 40%、乳化沥青含量 6.5%）摊铺厚度 10mm 以填充车辙、修复裂缝并改善抗滑性能；重度病害段 C 采用 1.5cm 超薄磨耗层（高弹性改性沥青混合料，60℃动稳定度≥8000 次/mm）全幅罩面，同步铣刨原路面 2cm 破损层以确保层间粘结。方案明确修复后平整度 IRI≤2.5m/km、构造深度≥0.65mm、车辙深度≤5mm 的控制目标。在 A 段施工时，先

使用多功能清扫车清除路面浮尘与松散颗粒，再采用智能洒布车以 0.75L/m² 的用量均匀喷洒改性乳化沥青，喷嘴高度控制在 50cm 以避免雾化不均，施工过程中实时监测气温（25℃）与风速（3 级），确保乳化沥青在 2 小时内完全破乳成型。施工后 24 小时，该路段表面渗水系数从 500ml/min 降至 80ml/min，微裂缝封闭率达 95% 以上。

针对 B 处 12mm 深的车辙，施工队采用同步摊铺车进行微表处作业，将集料（石灰岩碎石，压碎值≤20%）、乳化沥青（PC-3 型，蒸发残留物≥65%）、水、填料按 6:1:0.8:0.5 的比例拌合，摊铺速度控制在 1.2m/min 以保证混合料密实，在轮迹带区域进行二次静压（10 吨胶轮压路机往返 2 次）。成型 72 小时后检测，车辙填充饱满度达 98%、构造深度恢复至 0.68mm，摆式摩擦系数测定仪抗滑值提升至 52BPN 并随行车碾压持续增长。在 C 段摊铺前，先对原路面进行抛丸处理（钢丸粒径 1.5mm，抛射速度 80m/s）以露出粗糙界面，涂刷 0.3L/m² 的 SBS 改性沥青粘层油并在 30 分钟内完成摊铺。高弹性混合料（AC-13C 级配，沥青用量 6.2%，掺加 0.3% 聚酯纤维）在 175℃下拌合均匀，摊铺机以 2m/min 速度匀速前进，振幅 3mm、频率 50Hz 的高频振动压实确保压实度达 98% 以上。施工过程中，每车混合料检测温度（摊铺温度≥165℃、碾压终了≥120℃），现场钻芯显示磨耗层与原路面粘结强度达 0.8MPa（规范≥0.6MPa），层间无明显界面分离。

3 结束语

总体来说，通过对道路与桥梁工程常见病害及处理技术的深入研究，我们明确了裂缝、坑槽等多种病害的成因与危害，以及裂缝闭环处理、变形矫正与结构补强等有效处理技术。这些技术在实际工程中的应用效果显著，能大幅提升工程质量和稳定性。

参考文献

- [1] 苏钰. 道路桥梁工程中常见病害及其处理措施分析[J]. 汽车周刊, 2025, (04): 162-164.
- [2] 谢克强. 公路桥梁工程的常见病害与施工处理技术分析[J]. 运输经理世界, 2024, (25): 138-140.

作者简介：秦志强(1968.12)，男，汉，辉南县，本科，辉南县公路管理段，副高级工程师，道路与桥梁。