

# 高速公路路基路面常见病害成因分析与精细化养护技术研究

刘恩远

辽宁省高速公路运行管理有限责任公司营口分公司鲅鱼圈管理站

**摘要：**高速公路是交通运输体系核心，路基路面完好性直接关系到行车安全、运输效率与工程寿命。受运营年限增长、交通荷载增加及复杂自然环境侵蚀影响，路基路面病害频发，影响通行品质、增加养护成本，还存在安全隐患。本文结合工程实际，系统分析设计、材料、施工、运营与环境四大病害成因及影响机制，针对性提出涵盖精细化检测、路基养护、路面养护、养护管理的精细化养护技术，实现病害早发现、早处置，延缓病害发展、延长工程寿命、降低养护成本，为高速公路养护提供理论支撑与实践指导，推动养护工作精细化、规范化、科学化发展，保障高速公路长期安全高效运营。

**关键词：**高速公路；路基路面；病害成因；精细化养护；养护技术

近年来我国高速公路建设跨越式发展，路网已成为重要基础设施。路基路面作为核心结构，其质量直接影响高速服务水平与使用寿命，但长期运营中易出现沉陷、裂缝、坑槽、车辙等病害，降低行车安全舒适度，缩短道路寿命、增加养护成本<sup>[1]</sup>。当前我国高速已进入“建养并重、以养为主”阶段，传统粗放养护无法满足高质量运营需求。因此，剖析路基路面病害成因、研发精细化养护技术，对提升养护质量、延长道路寿命、保障通行安全、降低养护成本意义重大。本文结合高速运营实际，梳理病害类型、分析成因并提出精细化养护措施，为高速公路养护提供参考，助力行业高质量发展。

## 1 高速公路路基路面常见病害成因分析

### 1.1 设计因素

设计环节是高速公路路基路面工程建设的前期核心，其质量直接决定结构稳定性和耐久性，设计不合理是病害频发的重要先天因素。路基设计中，部分方案未充分结合工程所在地地质、水文、地形等自然条件，盲目套用标准模板，导致参数与实际工况不匹配<sup>[2-3]</sup>。如软土地区未采取针对性地基处理，仅用常规填筑方式，造成路基承载力不足，易出现不均匀沉陷；山区路段未考虑地形和岩土差异，边坡坡度过陡且防护不足，易引发滑坡、坍塌。路面设计方面，结构层厚度不合理、各层强度匹配不足，基层强度过低会导致面层受力集中，引发裂缝、车辙；排水系统不完善，排水坡度和管道布置不合理，雨水积聚易软化路基路面材料，诱发病害。此外，对交通荷载预估不足，未考虑运输量增长和重型车辆增多，设计荷载偏低，长期承受超载作用会加速结构损坏。

### 1.2 材料因素

路基路面材料是工程结构的基础，其质量性能直接影响强度、稳定性和耐久性，材料不达标是病害产生的重要物质因素。路基填料方面，部分单位选用含水率过高、塑性指数过大的黏土或淤泥质土，此类填料压实难度大、稳定性差，遇水易软化膨胀，易导致路基沉陷开裂；部分填料颗粒级配不合理，造成压实度不足、孔隙率过大，雨水易渗入降低承载力<sup>[4]</sup>。路面材料方面，沥青混合料标号、级配不当或黏结性差，会降低面层抗老化、抗水损害能力，易出现裂缝、泛油等病害；水泥稳定碎石基层水泥剂量不足、养护不及时，会导致强度偏低、表面松散，进而影响面层稳定；部分材料收缩性、抗冻性差，在温变和冻融循环下易开裂破损。此外，材料运输储存管理不当，如沥青高温老化、骨料受潮，也会降低性能，间接诱发病害。

### 1.3 施工因素

施工环节是设计落地的关键，工艺不规范、质量管控不严是病害产生的主要后天因素<sup>[5]</sup>。路基施工中，未严格执行分层填筑压实原则，填筑厚度过大导致压实度不达标，路基孔隙率大、稳定性差，易出现沉陷开裂；压实机械、顺序或遍数不当，造成压实不均匀，形成薄弱环节。边坡施工坡度控制不严、修整不平整，防护工程砂浆强度不足、砌筑不密实，易引发滑坡坍塌。路面施工中，面层摊铺速度、厚度不均导致平整度差，受力不均易出现局部破损；沥青混合料拌和、摊铺、碾压温度控制不当，会影响压实效果，引发松散、车辙等病害；基层混合料拌和不均、养护不及时，会导致强度不足、表面开裂，影响面层稳定。此外，工序衔接不当，路基长期暴露受自然侵蚀会软化开裂；

质量管控体系不完善、检测不到位,会让不合格工程进入下一道工序,埋下病害隐患。

#### 1.4 运营及环境因素

运营过程中,交通荷载反复作用和自然环境持续侵蚀,是加速病害发展的重要外部因素。运营荷载方面,重型、超载车辆增多,荷载远超设计标准,长期反复作用会加剧结构疲劳损伤,导致路基承载力下降、路面磨损开裂;车辆行驶振动、速度不均及急刹急转弯,会造成局部受力过大,诱发病害。自然环境方面,温差过大影响显著,夏季高温使沥青路面软化易出现车辙,冬季低温使材料收缩产生裂缝,昼夜温差导致的热胀冷缩循环会加速裂缝扩展<sup>[6]</sup>。降雨、地下水等水文因素危害突出,雨水渗入结构内部会软化路基、降低承载力,诱发沉陷、坑槽;地下水位过高使路基长期潮湿,易出现翻浆沉陷;寒冷地区冻融循环会破坏材料结构,加速病害发展。此外,风沙、暴雨等恶劣天气会直接侵蚀路基路面,日晒雨淋会加速材料老化,缩短使用寿命。

## 2 高速公路路基路面精细化养护技术

### 2.1 精细化检测技术

精细化检测是路基路面精细化养护的前提和基础,核心是通过科学精准高效的检测手段,全面掌握路基路面运营状态,及时发现早期病害和潜在隐患,为养护决策提供可靠依据。其遵循“全面覆盖、重点突出、精准高效、动态监测”原则,构建全方位多层次检测体系。检测内容涵盖路基路面各项性能指标:路基检测包括沉降、压实度、含水量、边坡稳定性等,掌握其承载能力和稳定性;路面检测包括平整度、抗滑性能、结构强度、破损状况等,重点明确裂缝、坑槽等病害的位置、范围和严重程度。检测手段结合传统与现代智能化技术:传统人工目测、尺量、取样试验等适用于局部详细检测,精准判断病害细节;现代无人机航拍可快速大范围识别边坡坍塌、路面大面积破损,雷达检测可穿透结构层检测厚度、内部空洞及路基含水量,红外检测识别表面及内部积水、松散隐患,激光检测精准获取平整度、车辙深度等数据。检测频率实行差异化管理,结合运营年限、交通荷载、环境条件制定计划,对老旧、重载、恶劣环境路段提高频率实现动态监测,新建路段降低频率并做好基础数据留存。同时建立检测数据管理系统,统一整理分析存储数据,预判病害趋势,为养护方案提供支撑。

### 2.2 路基精细化养护技术

路基精细化养护的核心是针对常见病害,结合检测结果采取精准高效措施,及时处置病害,恢复路基

承载能力和稳定性,延缓病害发展、防止扩散至路面。针对路基沉陷,先通过精细化检测明确其位置、范围、深度及成因:轻微沉陷采用注浆加固技术,注入浆液填充孔隙、提高压实度和承载力;中重度沉陷需开挖回填,清除软化破损土体,选用合格填料分层填筑压实,确保达到设计标准。针对路基裂缝,按宽度、深度差异化处置:窄浅裂缝清理杂物积水后,注入专用灌缝材料封闭;宽深裂缝需开槽,清理槽内杂物、铺设防水卷材后再灌缝,保障完全封闭、恢复路基整体性。针对路基边坡,加强日常巡查,及时清理杂物杂草;滑坡坍塌先设挡土墙、防护网等临时防护,再结合地质地形采用锚杆加固、喷播植草等措施恢复稳定;冲沟病害清理杂物后,用水泥砂浆或混凝土填充、修复坡面。此外,强化排水系统养护,定期清理排水管道、边沟等设施内的杂物淤泥,及时修复破损部位,确保排水畅通,避免雨水渗入路基软化土体、诱发病害。全文围绕核心要求,聚焦各类病害关键处置流程,实现精准高效养护。

### 2.3 路面精细化养护技术

路面精细化养护核心是坚持“预防为主、防治结合、精准处置、注重实效”原则,结合检测结果,针对性处置早期病害,延缓发展,恢复路面使用性能与通行品质。针对裂缝病害,坚持“早发现、早灌缝、早处置”。线性裂缝按宽度选灌缝材料与工艺,清理杂物积水后灌缝封水;网状裂缝轻者用裂缝密封+稀浆封层增强防水整体性,重者局部铣刨重铺恢复平整度与强度。针对坑槽病害,遵循“快修、细修、修好”原则,精准划定开挖范围至坚实基层,清理槽内杂物积水,分层铺设修补材料并压实,确保与原有路面衔接平整紧密,杜绝台阶、裂缝问题。针对车辙病害,按需施策:轻度车辙采用沥青再生技术,喷洒再生剂恢复黏结性与抗车辙能力;中重度车辙铣刨面层,调整混合料配合比后重铺,保障达标。针对松散、泛油病害,松散处清理后喷洒黏结剂、铺骨料压实;泛油轻者撒铺骨料防滑,重者铣刨重铺更换合格混合料。此外,加强日常养护,定期清理路面、修补轻微破损,定期封层养护,增强防水抗老化能力,延长路面使用寿命。

### 2.4 养护管理精细化技术

养护管理精细化是路基路面精细化养护的重要保障,核心是通过建立科学完善的养护管理体系,优化流程、强化管控,提升养护效率与质量,实现资源合理配置。建立健全养护管理制度,结合高速公路运营实际,制定精细化养护管理办法、质量标准及操作规程,明确职责、

规范行为,保障养护工作有序推进;建立责任追究制度,将养护任务分解到具体岗位和人员,明确目标时限,对养护不到位、质量不达标、处置不及时等情况严肃追责。优化养护决策机制,依托精细化检测数据和路面运营状态,结合病害成因与发展趋势,制定差异化养护方案,杜绝盲目、过度养护;建立方案动态调整机制,根据病害发展、交通荷载及环境变化,及时优化措施,确保适用性。加强养护队伍建设,组建专业队伍,定期开展技术、技能及安全培训与考核,提升人员专业素养和操作规范性;引进专业技术与管理人才,强化队伍整体水平,保障施工安全。推进养护信息化管理,构建信息化平台,整合各类检测、养护及病害数据,实现集中管理、共享与分析;依托信息化技术,实现养护任务下达、执行、监督、考核全流程管控,为决策提供可靠支撑。此外,精细化配置养护资源,根据任务轻重缓急调配人、机、料,避免浪费;做好机械设备日常检修保养,把控养护材料采购、运输、储存及使用全流程质量,为养护质量筑牢基础。

### 3 结论

高速公路路基路面完好性是安全高效运营的基础,其病害由设计、材料、施工、运营及环境等因素综合作用、相互影响所致。为此,本文提出包含检测、路基与路面养护、养护管理的精细化养护技术体系,

形成“检测—分析—决策—养护—管控”闭环模式,该模式相较传统粗放式养护,针对性强、效率高、成本低,可早处治病害、延长道路使用寿命。当前我国高速公路已进入“以养为主”阶段,推行精细化养护是高质量发展的必然要求,未来需持续创新技术、融合智能化信息化手段,为高速公路长效安全运营提供支撑,服务经济发展与群众出行。

### 参考文献:

- [1] 聂成霞. 高速公路路基路面工程设计方法与造价指标研究 [J]. 工程建设与设计, 2025, (20): 77-79.
- [2] 罗明. 山区高速公路桥梁与隧道间短路基路段路面结构设计 [J]. 运输经理世界, 2025, (28): 118-120.
- [3] 范利民, 张武桥, 方鸿, 等. 山区高速公路超高填方路基监测及路面铺筑时间推测研究 [J]. 施工技术(中英文), 2025, 54(18): 92-97.
- [4] 饶雄忠. 高速公路改扩建工程路基路面拼接施工关键技术 [J]. 交通世界, 2025, (25): 85-87.
- [5] 那杨杰. 高速公路施工技术及道路路面施工的质量控制对策分析 [N]. 市场信息报, 2025-08-29(015).
- [6] 宋华松. 高速公路道路桥梁过渡段路基路面施工技术研究 [C]// 江西省工程师联合会. 工程技术与新能源经济学术研讨会论文集. 浙江交工宏途交通建设有限公司, 2025: 564-567.