沥青路面病害成因及大中修养护处置技术研究

苏航庆

榆林市公路局　陕西　榆林　719000

摘　要：沥青路面长期受行车荷载、环境温湿度变化及材料自身老化等多重因素耦合作用，易产生裂缝、坑槽、车辙、沉陷等各类病害，大幅降低路面通行舒适性与结构稳定性。本文系统剖析沥青路面典型病害的形成机理，针对性探究适配不同病害类型的大中修养护关键技术，优化养护处置工艺与应用要点，可为沥青路面长效运维、延缓路面衰减周期、提升道路服役性能提供专业技术支撑。

关键词：沥青路面；路面病害；病害成因；大中修养护；处置技术

引言：沥青路面凭借平整度高、行车噪音低、养护便捷等优势，成为当前道路交通工程的主流路面形式。在长期服役过程中，外部环境侵蚀与反复行车荷载会持续破坏路面结构整体性，诱发各类结构性与功能性病害，导致路面性能持续衰减。病害的常态化出现不仅影响道路通行品质，还会缩短路面整体使用寿命。基于路面病害的差异化特征，精准研判病害成因、科学选用大中修养护处置技术，是保障沥青路面稳定服役、提升养护性价比的核心关键。

1 沥青路面常见病害类型及特征

沥青路面在长期投入使用的过程当中，路面所出现的各类破损问题，大致可以划分成结构性病害和功能性病害两大类别，每一种病害都会展现出不一样的外观特点，还有各自逐步恶化的变化趋势，这些直观的破损表现，就是评估路面损坏轻重程度，敲定养护修复方案的重要判断依据。裂缝算得上路面当中发生概率最高的一类破损形式，横向开裂、纵向开裂以及网状碎裂都归属于该类病害，这类缺陷刚开始只会停留在表层，形成一些细小的纹路，随着路面损耗一点点累积扩大，裂纹就会不断延长拓宽，最终破坏路面整体的完整状态；车辙是车辆反复碾压带来的典型变形问题，条状的凹陷痕迹会顺着车轮通行的路线分布，这种形变会直接改变路面原本的平整状态，还会干扰雨水顺利排出的效果；坑槽一般都是由一小块局部破损慢慢发育而成，表层的沥青混合料会出现脱落现象，内部的石料颗粒也会松散分离，最后形成形状不规则的凹陷创面，这类病害恶化发展的速度通常会更快一些。除去前面提到的几种病害之外，路面下沉、面层滑移、油料上浮、骨料散脱等破损情况也会频繁出现，油料上浮会削弱路面本身的防滑效果，骨料散脱则会直接造成表层结构失去作用，多种病害还会互相叠加影响，形成持续加重的损坏循环，不断降低路面的承重能力以及行车使用品质，一套流程完整、处置规范的大中修养护作业，才能够重新恢复路面原本的使用性能[1]。

2 沥青路面病害核心成因分析

2.1 材料自身性能缺陷

沥青路面的基础使用性能，会直接受到混合料原材料质量与配比状态的影响，胶结料各项基础指标不达标，会让材料耐热、抗裂的能力出现明显下降；高温天气容易造成沥青软化流动，诱发路面泛油、变形等问题，低温天气则会让沥青韧性变差，进而产生收缩裂缝。同时，集料配比不合理、含泥量偏高，混合料搅拌不均匀、沥青用量失衡等问题，都会降低整体粘结密实效果，形成路面性能薄弱区域，让路面更容易出现松散、坑槽等病害。

2.2 路面结构设计不足

路面结构层设计的合理性直接影响整体承载与抗损能力，结构设计缺陷是诱发结构性病害的深层原因。部分路面结构层厚度配比不合理，面层、基层、底基层的承载力不匹配，无法有效分散、传递行车荷载，导致荷载集中作用于局部区域，引发路面沉陷、断裂。结构层排水设计不完善是普遍问题，路面内部排水通道不畅，雨水易渗入结构层内部，长期滞留会弱化基层材料强度，造成基层软化、松散，进而引发面层开裂、下沉。此外，结构层之间粘结处理不到位，层间结合力不足，易出现层间脱空、滑移，在车辆反复碾压下产生推移、波浪等病害，大幅降低路面结构整体性[2]。

2.3 行车荷载反复作用

车辆荷载是路面病害持续发展的核心动力因素。道路交通流量持续增大、重载车辆占比提升，使路面承受的碾压、剪切、冲击荷载远超设计阈值。车辆行驶过程中，轮胎与路面接触产生的竖向压力、水平剪切力会反复作用于路面表层及内部结构，长期累积会造成沥青混合料疲劳损伤，内部微裂隙不断萌生、扩展、贯通，最终形成肉眼可见的宏观裂缝。重载车辆的局部集中荷载会加剧路面塑性变形累积，逐步形成永久性车辙与沉陷。同时，车辆制动、启动产生的水平摩擦力，会破坏路面表层混合料粘结结构，引发集料松散、脱落，加速坑槽、脱皮病害的形成。

2.4 自然环境长期侵蚀

温湿度、降水、紫外线等自然环境因素是路面病害萌生的重要诱因。温差交替变化会引发沥青路面反复热胀冷缩，产生温度应力，超出材料抗变形极限后便会形成温度裂缝。夏季高温持续暴晒，沥青易发生老化变硬、性能衰减；冬季低温冻融循环，路面内部积水结冰膨胀，挤压结构层，造成路面开裂、松散。持续降雨、路面积水会持续冲刷、浸润路面，雨水通过细微裂缝渗入结构内部，破坏混合料粘结界面，弱化基层承载力。同时，紫外线长期照射会加速沥青氧化老化，导致沥青脆性提升、粘结力下降，路面抗裂、抗松散性能持续降低，推动各类病害持续恶化。

3 沥青路面大中修养护处置关键技术研究

3.1 裂缝病害大中修处置技术

裂缝是沥青路面最基础、最易扩散的病害，大中修阶段需根据裂缝宽度、深度、分布形态，采用差异化处置技术，彻底阻断裂缝扩展路径，防止水分持续渗入结构内部。对于宽度小于 3mm 的细微发丝裂缝，优先采用密封灌缝技术，施工前通过高压吹扫、烘干设备彻底清理裂缝内部杂物、灰尘与积水，保证缝内干燥洁净，选用高弹性、耐老化的专用灌缝胶进行填充，确保灌缝胶与裂缝侧壁紧密粘结，填满缝隙并形成表层密封层，有效释放温度变形应力，阻断水分侵入通道。对于宽度 3-10mm 的中型裂缝，需采用开槽灌缝工艺，通过专用开槽设备规整裂缝槽体形态，剔除槽内松散破损混合料，清理烘干后灌注高性能灌缝材料，并用贴缝带封闭，提升裂缝修复的整体性与稳定性。对于网状裂缝、贯通性宽裂缝等重度破损区域，单一灌缝无法彻底解决病害，需采用局部铣刨重铺技术，铣刨裂缝影响范围内的破损面层材料，排查基层是否存在软化、松散损伤，对破损基层进行加固处理后，重新摊铺、压实沥青混合料，彻底消除裂缝病害隐患，恢复路面结构整体性[3]。

3.2 坑槽病害大中修处置技术

坑槽病害具有局部破损、扩散性强的特点，大中修处置需遵循彻底清损、分层修复、密实成型的核心原则，避免病害反复复发。常规坑槽处置采用热料修补工艺，首先精准划定坑槽修补边界，采用切割设备规整坑槽轮廓，剔除周边松散、老化、粘结失效的混合料，保证修补区域边缘整齐、结构坚实。彻底清理坑槽内部杂物、积水与粉尘，对槽壁、槽底均匀喷涂粘层沥青，强化新旧混合料的粘结性能。根据坑槽深度分层摊铺热拌沥青混合料，分层厚度控制在合理区间，采用小型压实设备分层碾压密实，消除内部空隙，但因适当高出原路面，这样经车辆碾压后会与原路面平整度、密实度基本保持一致。对于深度较大、存在基层损伤的深层坑槽，需先处理基层破损部位，采用高强度无机结合料材料回填夯实基层缺陷部位，养护达标后再开展面层沥青混合料摊铺修复。针对大面积连片坑槽病害，不宜采用局部修补方式，需采用局部铣刨整体重铺技术，统一修复破损区域，规避零星修补带来的路面平整度差、衔接性弱等问题，提升路面整体服役性能。

3.3 车辙病害大中修处置技术

车辙病害直接影响路面平整度与行车安全，大中修处置需区分结构性车辙与功能性车辙，针对性选用处置工艺。对于仅表层变形、结构层完好的功能性车辙，采用路面铣刨找平技术，通过精密铣刨设备削除路面波浪、凹陷变形部位，修整路面横坡与平整度，铣刨完成后清理路面表层，涂刷粘层沥青，超薄摊铺沥青磨耗层，快速恢复路面通行性能，施工效率高、成本可控。对于基层变形、结构损伤引发的结构性车辙，变形深度大、路面整体性受损，需进行彻底铣刨重构，逐层铣刨破损面层与受损基层，检测基层承载力与密实度，对软弱基层进行换填、压实加固处理，优化基层结构配比后，分层摊铺基层材料与沥青面层混合料，严格控制各结构层压实度、平整度与厚度指标，从根源解决车辙变形问题。为提升车辙处置后的长效抗变形能力，大中修施工中可优化沥青混合料配比，选用高粘度改性沥青，掺加优质集料，提升混合料高温稳定性与抗剪切性能，有效抑制后期塑性变形累积，延缓车辙病害复发。同时建议下面层加厚，充分发挥粗骨料形成的硬骨架结构，上面层减小厚度，保证形车舒适性。

3.4 路面整体沉陷与松散病害处置技术

路面沉陷、松散属于重度结构性病害，损伤深度大、影响范围广，是大中修养护的核心处置对象。局部轻微沉陷且结构层无破损的路面，采用微找平摊铺技术，通过精准测量沉陷高差，采用薄层沥青混合料摊铺找平，优化路面高程与平整度，保障行车平顺性。对于深度较大、伴随基层软化脱空的重度沉陷，需彻底破除、铣刨沉陷区域路面结构，清理软弱基底材料，采用级配碎石、无机结合料稳定材料进行基底回填压实，提升基础承载刚度，分层重构基层与面层结构，严格把控各层施工精度，消除沉降隐患。路面松散病害处置需根据松散程度差异化处理，表层轻微松散可通过表层封层处置，涂刷粘结补强材料，封闭路面表层空隙，提升集料粘结强度；大面积深层松散路面，需全面铣刨破损松散结构，重新拌合摊铺优质沥青混合料，优化混合料密实度与粘结性能，解决路面表层剥落、掉粒、松散等问题，恢复路面结构完整性与耐久性[4]。

3.5 沥青路面大中修养护优化技术

沥青路面的大中修养护工作，除了针对各类路面病害开展专项修复处理之外，还可以通过整体施工工艺与养护方案的持续优化，来改善现场施工质量，也能够进一步增强路面长期使用的稳定性能，从而达到提升养护成效、优化施工水准的整体目的。路面养护施工的前期准备阶段，病害排查与工况研判的工作需要得到充分落实，细致的路面状况筛查方式，可以清晰摸清各类病害的覆盖范围、损伤深浅以及结构破损的实际状态，能够准确梳理出各类病害的主要诱发原因；科学的前期调研工作，可以有效规避盲目施工的问题，能够让不同类型、不同程度的路面病害，都可以适配专属的修复处置方式，以此实现精细化的路面养护作业。新旧路面结构的衔接施工，是大中修养护过程中比较关键的施工环节，路面铣刨产生的搭接位置，需要做好切面修整与规整处理，层间粘结层、透层的施工工序与施工标准，需要进行严格把控，能够有效增强新旧路面结构的粘合效果，提升整体结构的完整性，也可以减少衔接位置开裂、面层脱落等次生病害的产生。性能优良的新型养护材料，可以在路面养护工程中进行普及使用，改性沥青混合料、高适配性灌缝材料、新式封层物料等材料，能够从根本上改善路面的抗老化能力、抗变形能力与防水渗透能力。养护施工的全部流程，都需要配套完善的质量管控体系，铣刨作业、混合料摊铺、路面碾压以及后期养护等各个工序，都需要严格遵循对应的施工规范，施工温度、摊铺速率、碾压次数等关键施工指标，需要根据现场工况合理调控，以此减少各类施工瑕疵的出现。系统化的工艺调整与质量管控模式，能够稳步提升大中修养护的整体施工品质，能够有效拉长沥青路面的服役时长，也可以在一定程度上减少后续养护工作的整体投入[5]。

结束语：本文整理了沥青路面各类常见病害的外观特征，也分析了材料特性、路面结构、行车荷载以及自然环境这四类主要致病诱因，同时搭建出适配不同路面病害的大中修养护处理技术体系。各类裂缝、坑槽、车辙、沉陷松散病害，都可以通过差异化修复工艺搭配施工优化手段，完成路面结构损伤修复，恢复路面正常通行性能。该研究明确，路面养护工作需要结合病害根源精准施工，依靠规范施工工艺与优质养护材料提升养护效果，能够为沥青路面稳定服役、道路运维品质提升提供一定的技术借鉴。

参考文献

[1] 陈国利. 公路工程沥青路面病害成因及预防性养护技术研究 [J]. 时代汽车,2026,(4):157-159.

[2] 赵丽. 公路工程沥青路面病害成因及预防性养护技术研究 [J/OL]. 中文科技期刊数据库（引文版）工程技术,2026,(4):013-016.

[3] 张坤, 杨嘎子. 高速公路沥青路面早期病害成因与预防性养护技术研究 [J/OL]. 中文科技期刊数据库（文摘版）工程技术,2026,(6):042-045.

[4] 地地尔者. 公路沥青路面常见病害成因分析与综合养护技术研究 [J/OL]. 中文科技期刊数据库（文摘版）工程技术,2026,(7):033-035.

[5] 刘海龙, 李世英, 彭沉彬, 等. 城市道路沥青路面常见病害成因分析及养护施工技术优化 [J]. 混凝土世界,2026,(6):72-77.