

公路路面常见病害成因分析及防治技术研究

林双林

安徽建工水利开发投资集团有限公司, 安徽 蚌埠 233000

DOI:10.61369/ME.2026010025

摘 要 : 公路路面出现的病害会直接对通行安全, 以及服役寿命产生影响, 其形成是材料、施工、环境等多种因素共同发挥作用而导致的结果。本文中, 对公路路面经常出现的病害类型以及特征进行了梳理, 并且系统地分析了诱发病害的材料、设计、施工、环境、运维等关键成因, 在此基础上, 有针对性地提出了预防管控以及治理修复的相关技术。目的在于提升对路面病害进行防治的精确程度, 延长公路的服役时长, 降低运维成本, 为公路工程在质量管控以及长期有效运维等提供理论参考以及实践指引。

关 键 词 : 公路路面; 病害成因; 防治技术; 质量管控

Analysis of the Causes of Common Road Pavement Diseases and Research on Prevention and Control Technologies

Lin Shuanglin

Anhui Construction Engineering Water Conservancy Development Investment Group Co., LTD., Bengbu, Anhui 233000

Abstract : The diseases that occur on highway pavements directly affect traffic safety and service life. Their formation is the result of the combined effect of multiple factors such as materials, construction, and the environment. In this article, the types and characteristics of common diseases on highway pavements are sorted out, and the key causes that induce these diseases, such as materials, design, construction, environment, and operation and maintenance, are systematically analyzed. On this basis, relevant technologies for prevention, control, and treatment and repair are proposed in a targeted manner. The aim is to enhance the accuracy of pavement disease prevention and control, extend the service life of highways, reduce operation and maintenance costs, and provide theoretical references and practical guidance for highway engineering in terms of quality control and long-term effective operation and maintenance.

Keywords : highway pavement; causes of the disease; prevention and control technology; quality control

引言

公路工程中, 路面作为核心的承重与通行结构体, 长时间遭受荷载的作用、环境的侵蚀以及运维不当等因素影响, 很容易出现裂缝、车辙、坑槽类常见损坏问题。目前, 路面病害的防治工作中, 存在病因定位不清晰、技术适配程度不够、防治流程相互脱节等问题, 对防治的实际效果形成制约。本篇文章着重针对公路路面经常出现的病害全面剖析其成因, 规整出具有针对性的防治技术, 搭建起覆盖全流程的保障体系, 为公路路面高质量的运维工作给予支持。

一、公路路面常见病害类型及特征

(一) 裂缝类病害

公路路面最为常见的病害当属裂缝, 依据其形态, 可划分成竖向裂缝、水平裂缝、斜向裂缝以及网状裂缝。竖向裂缝大多顺着行车方向分布开来, 裂缝的宽度在0.1毫米到数毫米, 该区间有所不同, 很容易因为路基出现不均匀的沉降、温度收缩等, 后期, 容易扩展成为贯穿性的裂缝。水平裂缝大多与行车方向呈垂直状态, 在沥青路面较为常见, 主要是由荷载疲劳的作用所造成的, 一开始, 表现为细微的裂缝, 后期, 容易伴随着剥落的

现象。

(二) 车辙类病害

车辙是路面在车辆荷载反复施加作用时产生的一种永久性形变, 其大多出现在行车道的轮迹带区域, 呈现出沿着行车方向的类似凹槽形状的下凹, 下凹的深度从几毫米到几十毫米之间有所不同。沥青材质的路面产生的车辙, 很多是由于高温环境下的稳定性能不够、骨料的级配不够合理而引发的, 具体表现为具有塑性的流动变形。水泥混凝土材质的路面出现车辙相对少见, 大多是由基层出现沉降、板底出现脱空的问题导致的车辙, 会对车辆行驶的稳定性能造成影响, 在下雨天的时, 容易出现积水现象。

（三）坑槽类病害

不规则的坑洞，也就是坑槽，是由路面表层材料脱落而形成的，其直径大小不一，少则十几厘米，多则数十厘米，深度大多在10厘米的范围之内，其在沥青路面上较为常见。最初时，其呈现出路面表层松散、脱皮的现象，随着时间的推移，后期会逐渐演变成坑洞。导致坑槽出现的原因主要有水损害、骨料粘结力不够以及荷载冲击作用等，坑槽的存在会对行车的平顺性造成严重的不良影响。当车辆碾压到坑槽时，很容易产生颠簸的问题，更为严重时，甚至可能会导致轮胎破损，所以，一旦发现坑槽，就需要及时进行修补，若不及时处理，坑槽就会迅速扩大，使路面破损程度加剧。

（四）沉陷类病害

沉陷属于路面存在的一种病害现象，具体呈现为局部或大面积路面出现下沉问题，其主要表现是路面的高程呈现降低的问题，形成了低洼的区域，并且常常会伴随着裂缝、错台类现象。局部沉陷大多是由于路基出现不均匀的沉降，或是基层遭受破损等原因引起的，存在大面积沉陷和路基压实不够充分、遭受地下水浸泡等问题，沉陷病害会使路面的坡度发生改变，雨天时路面很容易积水，对排水功能造成影响，严重时，还会引发路面出现断裂的问题，对通行安全造成威胁。

二、公路路面病害核心成因分析

（一）材料层面成因

病害诱发的基础性因素为原材料质量存在的缺陷，在沥青路面情形中，若沥青标号与标准不相符，并且针入度以及软化点超出规定范围，有可能造成路面在高温环境下容易出现泛油现象，而在低温时又容易发生开裂；若骨料的级配缺乏合理性，含泥量处于过高的状态，便会使沥青和骨料之间的粘结力降低，引发路面出现松散、坑槽之类的病害；若骨料中的杂质过多，粒径超出标准范围，会对混凝土的密实程度产生影响，增加路面出现破损的风险。

材料配合比的设计缺乏合理性，会使病害的程度加剧。沥青路面中，若油石比过大，很容易引发泛油的现象。若油石比过小，容易造成路面松散的问题。在水泥混凝土路面中，水胶比过大，会使混凝土的强度以及抗渗性能降低，容易出现裂缝、剥落的问题。配合粉煤灰类掺合料的使用量倘若不合适，会对路面材料的稳定状况产生影响，让路面的服役期限缩短。

（二）设计层面成因

病害诱发的关键因素之一在于路面结构设计缺乏合理性，路面在厚度设计存在欠缺，没有足够能力承受车辆反复施加的荷载，容易引发疲劳开裂、车辙类病害；基层和底基层在强度设计上数值较低，承载能力不达标，使路面出现沉陷、断裂等问题；结构层的组合存在不妥之处，如基层和面层之间的粘结性能不好，容易造成层与层之间产生剥离现象，诱发路面出现脱皮、松散等问题。

若设计未能与服役环境以及交通需求相适配，病害将会进一

步加剧在重载交通的路段。若未对路面结构设计予以强化，有可能引发车辙、沉陷等问题；寒冷且存在冻融现象的区域若没有采用具备抗冻性能的材料与结构，容易诱发冻融裂缝。

（三）施工层面成因

病害形成的直接诱因是施工管控存在不当之处，在进行沥青路面摊铺作业时，若摊铺温度过高，容易致使沥青出现老化现象；若摊铺温度过低，容易产生压实不足的问题，孔隙率过大，最终引发水损害问题；若压实机械的选型不合理，并且压实遍数不够时，会使路面的密实程度达不到要求，容易出现路面松散、产生车辙等现象；在进行水泥混凝土路面浇筑工作时，若振捣操作不够密实！会产生蜂窝、麻面等状况，增加路面破损的风险；若养护工作开展不及时，而且养护时间不充足，会导致混凝土的强度无法达到标准，引发干缩裂缝的问题。

（四）环境层面成因

自然环境的侵蚀在病害的发展进程中扮演关键推动角色，温度的波动会促使路面出现热胀冷缩的现象，在反复作用下，路面会产生温度裂缝；在酷热的天气中，沥青路面的泛油会显著加剧；在寒冷的天气中，路面会因收缩而出现开裂的问题，冻融循环会让路面内部的水分结冰并膨胀，破坏材料的内部结构，最终致使路面表层出现剥落的现象，同时路面的强度也会随之下降。

具备特殊性的环境因素能有针对性地诱发各类病害，像工业区域存在的酸碱溶液、氯离子类具有危害性质的物质，能对路面材料产生腐蚀作用，让路面破损问题加速出现；处于沿海地区那种湿度偏高、盐雾偏多的环境中，会使路面材料的老化进程加快，并且让钢筋锈蚀问题变得更加严重，以间接的方式对路面结构的稳定性造成影响。

三、公路路面病害针对性防治技术

（一）前期预防技术

材料管控的预防工作是根基所在，要严格地把控原材料的质量，沥青选取应选择符合规定标号要求、性能维持稳定状态的产品；骨料需采用级配处于合理范围、杂质含量达到标准要求的高品质骨料；水泥要选用强度等级以及安定性均合格的产品。对水泥混凝土路面，要严格控制水胶比以及掺合料的使用量，强化材料搅拌过程的管控工作，采用具备自动化功能的搅拌设备，保证搅拌达到均匀的效果。

在设计与优化预防工作中，需做到精准地契合实际需求，要依据交通流量的大小以及荷载的具体等级，对路面结构的厚度和层间的组合方式予以优化。对重载车辆频繁通行的路段，要着重增强基层的强度，并适当增加面层的厚度；在寒冷且存在冻融现象的区域，应选用具备良好抗冻性能的材料，额外设置防冻层；在降雨较为频繁的区域，要对排水系统的设计进行优化，适当增大路面的横坡^[1]。

预防在施工管控中是关键的要害，要让施工工序达到规范标准。沥青路面需严格把控摊铺温度以及压实参数，把摊铺温度控制于130 ~ 160℃范围，压实的遍数不能少于6遍；水泥混凝土

路面要让浇筑与振捣的流程符合规范，保证振捣能达到密实的效果，在浇筑结束后的12小时内，开展具有保湿作用的养护工作，养护的时间不能少于14天，对层间粘结处理进行强化，在沥青路面的面层和基层之间涂刷粘层油，在水泥混凝土路面的基层施工完成后，铺设隔离层，提升层间的粘结力。

（二）裂缝类病害治理技术

对较为细小的裂缝，运用表面封闭的方法进行治理。首先，把裂缝表面的细小浮尘以及杂物一一清理干净，接着对其进行打磨，让表面变得平整，并且还要做干燥处理；涂刷基层处理剂，增强密封材料和路面之间的粘结能力；选用弹性密封胶或者环氧树脂浆液，将其嵌入到裂缝中，再进行压实并抹平；进行养护，直到材料完全固化^[2]。

针对中宽以及贯穿性的裂缝，运用压力注浆法开展治理工作，沿着裂缝的两侧进行钻孔操作，钻孔的间距按照裂缝的宽度做出调整，调整范围为20 ~ 30厘米，把注浆嘴植入进去，并且将孔口密封好；借助注浆机，把环氧树脂浆液或者水泥浆以高压的方式注入裂缝中，注浆的压力需控制在0.3 ~ 0.5MPa，保证浆液能把裂缝的内部完全填满；注浆工作完成后，对注浆嘴进行封堵，然后进行养护。

对网状裂缝，运用铣刨重铺的办法开展治理工作，针对裂缝大量汇集的区域实施铣刨操作，铣刨的深度依据裂缝的深浅状况予以明确；把铣刨的区域清理干净，随后涂抹上粘层油；铺上全新的沥青混合料或者混凝土材料，进行压实，让其表面变得平整；对材料进行养护，直到其完全固化^[3]。

（三）车辙与沉陷类病害治理技术

车辙病害的治理应当依据具体，有针对性地实施策略。对程度较轻的车辙病害，可运用铣刨罩面的方式处理，把车辙所在区域表层大概3 ~ 5厘米的部分进行铣刨作业，在清理干净后，铺设全新的沥青混合料，接着对其进行压实操作，使路面达到平整的状态；针对处于中度程度的车辙病害，采用注浆加固方法，向车辙区域的基层注入水泥浆或者环氧树脂浆液，增强基层的强度，随后再针对路面表层开展罩面修复工作；若车辙病害达到重度程度，把路面铣刨至基层，在对基层破损的部位进行修复后，重新铺设路面表层，保证路面的承载能力达到规定标准。

治理沉陷病害时需要同时对路基和路面进行处理，对于局部发生的沉陷，可采用换填夯实的方法，具体操作是将沉陷区域的路基以及基层进行开挖，把优质的填料换填进去，并且一层一层地进行夯实，再铺设面层的材料。若出现大面积的沉陷，需要运用路基注浆加固的办法，向路基的深层注入浆液，提高路基的密实程度和承载的能力，随后再对路面进行整体的修复。

（四）坑槽病害治理技术

针对坑槽病害，可运用切割修补法进行治理，沿着坑槽的边缘进行切割，形成一个规则的矩形，切割深度要达到稳定基层处，随后清理切割区域内存在的松散材料以及各类杂物；涂刷上粘层油再铺设沥青混合料或者混凝土材料，后将其压实，直至与原路面处于平齐状态；经过养护，使材料固化，保证修补部位与原路面能牢固粘结，并且平整度符合标准。对于轻度的坑槽，可以采用冷补沥青混合料进行快速的修补，适用于应急养护工作。重度坑槽需要采用热补法，提高修补的质量以及耐久性^[4]。

（五）预防性养护技术

对沥青路面，按一定周期开展雾封层与稀浆封层类处理操作，将路面表层的孔隙予以封闭，增强路面的抗渗透性能以及抵抗老化的能力；对水泥混凝土路面，按照固定周期涂刷专用的养护剂，有助于维持混凝土的适宜湿度，降低混凝土的碳化进程。

构建病害预警体系，凭借物联网科技搭建能实时监测路面状况的平台，对路面裂缝宽度、平整度以及承载能力等相关指标展开监测，第一时间发出病害预警信号；把巡检数据相结合，拟定具有针对性的养护规划，达成“早察觉、早处置”的目标。

四、结论

公路路面常出现的病害形成是材料、设计、施工、环境以及运维等多种因素共同发挥作用产生的结果，可借助施行材料管控、设计优化、施工规范等前期的预防技术，再配合具有针对性的病害治理技术以及预防性的养护措施，有效地抑制病害的萌生与扩散。完善配套的制度标准、推动技术创新的强化开展专业人才的培育、健全覆盖全流程的质量管控体系，切实保障防治技术得以有效落地并取得预期成效。

参考文献

- [1] 张华, 游宏, 黄晚清. 微型钢管群桩在四川高速公路运营期路基病害处治中的应用实例 [J]. 公路, 2020, 65(02): 272-278.
- [2] 邹君俊. 高速公路病害及其治理分析——以福泉高速公路 BK2159 ~ BK2160 路段为例 [J]. 四川建材, 2020, 46(12): 158-159.
- [3] 王贺, 李凯婕, 郭存. 季冻区公路桥梁板式支座病害快速检测及性能劣化和病害等级评定分析 [J]. 江西建材, 2020(10): 38+40.
- [4] 袁博, 张春雨. 公路桥梁异型钢单缝式及模数式伸缩装置病害原因分析及防治措施 [J]. 公路交通科技 (应用技术版), 2020, 16(06): 248-251.