

公路工程沥青路面病害及养护施工

滕俊

浙江宏升交通建设有限公司 浙江舟山 316000

DOI:10.12238/ems.v7i6.13769

[摘要] 公路沥青路面作为现代交通基础设施的重要组成部分,其使用性能直接关系到行车安全、通行效率及经济效益。然而,在长期服役过程中,沥青路面因荷载、环境及材料老化等因素易产生裂缝、车辙、坑槽等病害,严重影响路面的耐久性和功能性。本文系统分析了沥青路面常见病害类型及其成因,结合现行规范与工程实践,提出了针对性的病害处理技术及养护施工策略,并通过工程案例验证其有效性。研究结果可为公路养护部门提供理论参考与技术指导。

[关键词] 沥青路面; 病害成因; 养护技术; 预防性养护; 施工管理

1 沥青路面常见病害类型及成因分析

1.1 主要病害类型

(1) 裂缝类病害

①横向裂缝。横向裂缝是公路病害中较为常见的一种,其形成原因复杂多样,但主要与温度收缩和基层反射裂缝密切相关。特别是在寒冷的冬季,由于昼夜温差较大,沥青面层材料会因热胀冷缩而产生应力集中,最终导致横向裂缝的出现。此外,在新旧路面接缝处,由于施工工艺或材料差异,接缝部位的抗裂性能相对较弱,也容易成为横向裂缝的高发区域。②纵向裂缝。纵向裂缝通常沿着行车方向延伸,其成因主要包括路基不均匀沉降和施工接缝处理不当两大方面。当路基土体在长期荷载作用下发生不均匀沉降时,路面结构层会受到拉伸应力的作用,从而引发纵向裂缝。同时,在施工过程中,如果接缝处的压实度不足或粘结效果不佳,也会导致纵向裂缝的产生。③网状裂缝。网状裂缝是一种典型的结构性病害,表现为路面表面呈现出规则的网格状裂纹。其形成机制涉及多个因素的综合作用,包括结构层疲劳、沥青老化以及水损害等。

(2) 变形类病害

①车辙。车辙是指在重载交通反复作用下,沥青混合料发生塑性流动,从而在轮迹带处形成凹陷的现象。这种病害主要发生在高温季节或交通量较大的路段,尤其是在爬坡路段和交叉口等特殊位置更为突出。车辙的形成不仅降低了行车舒适性,还可能导致排水不畅,增加水损害的风险。研究表明,车辙深度超过10mm时,将显著影响道路使用性能,需及时采取措施进行修复。②波浪与拥包。波浪与拥包是另一种常见的变形类病害,其特征为路面局部出现隆起或起伏现象。这种病害通常由基层强度不足或沥青层粘结失效引起。例如,软土地基上的道路易因承载力低而发生不均匀沉降,导致波浪状变形;沥青层若粘结剂性能差或施工质量控制不严,可能出现层间粘结失效,形成拥包。这些病害影响行车安全,可能引起车辆底盘刮擦等问题。

(3) 表面损坏

①坑槽。坑槽是指由于水损害或施工缺陷导致面层材料剥落,从而形成的局部凹陷区域。这种病害多发生在降雨频繁或排水不良的路段,水分通过裂缝或其他薄弱环节渗入路面内部后,会在车辆荷载作用下产生唧浆现象,进而冲刷掉部分集料,最终形成坑槽。坑槽的存在不仅严重影响行车安全,还可能加速其他病害的扩展,如裂缝和松散等。②泛油与松散。泛油与松散是两种截然不同的表面损坏形式,但它们的成因却有着一定的关联性。泛油现象通常出现在高温季节,由于沥青含量过高,多余的沥青在车辆碾压作用下被挤出至路面表面,形成一层油膜。这种现象虽然短期内不会对行车安全造成直接影响,但却会降低路面抗滑性能,增加交通事故风险。

1.2 病害成因分析

(1) 外部因素

交通荷载是道路病害的重要诱因之一。超载车辆对路面结构层造成严重冲击,加速了其疲劳累积,而轴载作用频率与累计轴次更是直接导致路面损伤的关键参数。每一次重载

车辆的通过,都如同对路面进行一次高强度的压力测试,长期以往,这种压力将逐渐突破材料的承载极限,从而引发结构性破坏。环境因素对材料有显著影响。温度变化导致热胀冷缩,削弱材料稳定性并可能产生裂缝。雨水渗透加剧损害,尤其在冬季,水分结冰膨胀会扩大裂缝,引发水损害。紫外线也会加速沥青老化,使其失去弹性,变得脆弱,减少路面寿命。

(2) 内部因素

从材料性能的角度来看,沥青混合料的级配设计至关重要。若级配不合理,会导致空隙率过高或过低,前者容易引发渗水问题,后者则限制了排水能力,二者均会对路面质量产生负面影响。同时,抗车辙剂的缺失使得路面在高温条件下更容易发生永久变形,而粘结剂耐候性不足则可能导致层间粘结失效,进一步降低整体结构的稳定性。结构设计缺陷也是病害频发的重要原因。基层厚度不足会直接影响路面的承载能力,无法有效分散车辆荷载,从而加速病害的形成。排水系统的不完善则会导致积水现象,增加水损害的风险。

(3) 施工与养护因素

施工过程中的细节控制同样不容忽视。例如,摊铺温度的不当控制会影响沥青混合料的压实效果,进而导致密实度不足;碾压工艺的不规范则可能留下松散区域,为后续病害埋下隐患。这些看似微小的问题,却会在日积月累中逐步放大,最终演变成严重的质量问题。日常养护工作的重要性亦不可低估。及时的巡查能够发现并处理初期病害,避免其进一步扩展。然而,现实中往往由于巡查机制不健全或预防性养护措施缺失,导致许多微小病害得不到及时修复,最终发展为难以逆转的重大问题。

2 沥青路面病害处理技术

2.1 裂缝处治技术

(1) 灌缝工艺

当面对宽度不超过5毫米的非结构性裂缝时,灌缝工艺是一种高效且经济的选择。此方法的核心在于使用专用密封胶或改性沥青进行灌注,其主要目的是阻止水分渗透至结构内部,从而避免进一步损害。施工过程需要严格遵循一系列步骤以确保效果:首先,必须对裂缝进行清理,这一环节通常采用高压吹扫或者机械开槽的方式,以确保裂缝内部无尘无垢;其次,将填缝材料加热至120至150摄氏度之间,以达到最佳流动性与粘结性能;最后,将加热后的材料精准地灌注入裂缝,并进行平整处理,以保证表面平整美观。

(2) 贴缝带修复

对于宽度介于5至15毫米之间的裂缝,贴缝带修复技术展现出了独特的优势。这种方法依赖于一种特殊的自粘式抗裂贴缝带,通过热熔粘结的方式紧密封闭裂缝。贴缝带以其优异的柔韧性和强大的粘附力著称,能够在各种复杂环境下保持良好的工作状态。贴缝带修复技术的操作流程严谨有序。首先,技术人员清理裂缝表面,确保无杂质影响粘结;然后,精确覆盖贴缝带并压实,确保完全贴合;最后,冷却固化后,裂缝被牢固封闭,阻止水分和有害物质侵入。

2.2 车辙修复技术

(1) 铣刨重铺

面对深度车辙(超过25毫米)这一顽疾,传统的修补方式往往难以触及问题根源。现代道路维护技术倡导采用铣刨重铺工艺,通过精准的机械操作将受损路面彻底清除至稳定基层。随后,重新摊铺高模量沥青混合料成为关键步骤,其中 SMA-13 因其卓越性能而备受推崇。这种材料不仅能够显著提升路面承载力,还能有效延长道路使用寿命。

(2) 微表处

对于那些介于10至25毫米之间的轻度车辙,微表处技术无疑提供了一种经济且高效的解决方案。MS-3 型微表处混合料凭借其独特的配方设计,在修复过程中展现出优异的表现。它不仅能够有效刮平表面不平整区域,还兼具防水与抗滑两大功能,为行车安全提供了双重保障。

2.3 坑槽快速修补

(1) 冷补料应急修复

当面对冬季低温或突发性损坏时,冷补沥青混合料成为了不可或缺的选择。这种材料无需加热即可直接使用,尤其适用于寒冷季节或者抢修场景下对路面坑洞的临时处理。通过将冷补料填入清理干净的坑槽内,并用压路机或其他工具压实后,能够迅速恢复路面的基本通行能力。尽管这种方法仅能提供短期解决方案,但其操作简便、适应性强的特点使其成为应对突发事件的第一道防线。

(2) 热再生修复

热再生修复技术是针对路面坑槽问题的一种长期且高效的解决方案。该技术利用专业的热再生设备,对受损路面进行加热软化,随后加入适量的新沥青混合料,经过重新拌合、摊铺和压实,使路面恢复原有性能。热再生修复不仅能够精准地解决坑槽问题,还能有效提升路面的整体强度和平整度,延长路面的使用寿命。

3 沥青路面养护施工策略

3.1 预防性养护体系构建

(1) 日常巡查与评价

在道路养护管理中,科学的日常巡查与评价是确保路面性能稳定的关键环节。为了精准掌握路面状况并及时采取应对措施,我们引入了路面状况指数(PCI)、车辙深度指数(RDI)等一系列专业指标,每季度开展一次全面检测。这些指标能够从多维度反映路面的健康状态,为后续的养护决策提供坚实的数据支持。通过定期巡查和量化评估,不仅能够发现潜在问题,还能有效延长道路使用寿命,降低全生命周期成本。

(2) 预防性养护技术选择

针对不同类型的路面病害,合理选择预防性养护技术至关重要。例如,对于轻度氧化路段,雾封层技术是一种行之有效的解决方案。该技术通过喷洒乳化沥青与细砂的混合物,恢复路面表层的密实性,从而提升抗渗性和耐久性。而在网状裂缝初期阶段,则可采用稀浆封层技术。这种技术以 ES-2 型稀浆混合料为核心材料,能够在裂缝表面形成保护层,延缓病害进一步扩展,同时改善行车舒适性。

3.2 修复性养护施工管理

(1) 施工流程标准化

在修复性养护施工中,确保施工流程的标准化是提升工程质量的关键环节。严格依据《公路沥青路面养护技术规范》(JTG 5142-2019),全面推行技术交底与工序验收制度,这不仅是对施工质量的保障,更是对道路使用者安全的负责。通过详细的技术交底,确保每一位施工人员都能准确理解施工要求和操作规范;而严格的工序验收,则是在每一个关键节点上进行质量把关,防止因前期问题导致后期返工,从而提高整体施工效率。

(2) 质量控制要点

①材料检验。材料的质量直接决定了工程的成败。在沥青混合料的选择上,必须严格检测沥青的针入度、软化点等关键指标,确保其符合设计要求。同时,对于集料的磨光值也需进行细致检查,以保证路面在使用过程中具备良好的抗滑性能。只有选用优质的材料,才能从根本上保障路面的耐久性和安全性。②层间处理。层间处理是修复性养护中的重

要步骤之一。在进行铣刨作业后,必须及时喷洒粘层油,用量应控制在 $0.3\sim 0.5\text{L}/\text{m}^2$ 之间,以确保新旧沥青层之间的粘结强度达到最佳状态。

3.3 施工安全与环境保护措施

在沥青路面养护施工中,安全和环保同等重要。施工区域需设置警示标志和围挡,保障行人和车辆安全。施工人员应穿戴安全装备,如安全帽、反光背心等,降低意外伤害风险。现场应有专业安全管理人员监督,及时纠正安全隐患。

施工时应采取措施减少噪音、粉尘和废弃物排放。使用低噪音设备,定期洒水降尘,合理处置建筑废弃物。对可能污染环境的材料,如沥青,应严格管理其存储和使用,防止环境风险。

4 工程案例

4.1 案例背景

某国道 K25+300 至 K28+700 段,全长约 3.4 公里,设计为双向四车道,自投入使用以来,已稳定运行 8 年。然而,随着交通流量的持续增加以及自然环境因素的影响,该路段逐渐显现出较为严重的病害问题。其中,密集网状裂缝与局部车辙(深度范围在 18 至 30 毫米之间)成为主要病害类型,严重影响了行车舒适性和道路使用寿命。这些病害不仅对过往车辆造成安全隐患,还加速了路面结构的老化过程,进一步加剧了养护压力。

4.2 处理方案

(1) 深度车辙路段

对于深度车辙区域,采用机械铣刨的方式将受损面层彻底清除,直至基层表面。随后,重新铺设 4 厘米厚的 SMA-13 改性沥青混合料作为上面层。这种材料因其优异的抗车辙性能和耐久性,在高温条件下表现出色,能够有效解决车辙问题,同时提升路面平整度。

(2) 网状裂缝区域

针对网状裂缝分布广泛的区域,则采用了微表处修复技术。这是一种快速高效的薄层罩面工艺,能够在短时间内恢复路面功能,同时具备良好的防水性能。此外,在该区域内增设了纵向排水盲沟系统,以增强路基排水能力,防止水分渗透导致次生病害的发生。

(3) 全线雾封层喷涂

为了延缓整个路段沥青混合料的老化进程,还在全线范围内实施了雾封层喷涂作业。雾封层作为一种特殊的保护层,可以封闭细微裂缝,阻止空气和水分进入,从而显著延长路面使用寿命。

4.3 效果评估

经过上述一系列精准有效的修复措施后,该路段的整体技术状况得到了明显改善。根据后期检测数据显示,修复后的路面 PCI(路面状况指数)由原来的 65 分大幅提升至 88 分,表明其功能性与结构性均达到了较高水平。更重要的是,此次修复工作不仅显著提升了道路的服务质量,还大幅延长了其预期使用寿命,预计可再安全运行 5 至 8 年时间。

5 结论

综上所述,公路工程沥青路面病害处理及养护施工是一项复杂而系统的工程,需要综合考虑多个方面的因素。本文通过对工程案例的深入分析与实践,我们得出了一系列关于公路工程沥青路面病害处理及养护施工的重要结论。通过科学合理的处理技术与养护策略,我们可以有效提升路面的技术状况与使用寿命,为公众提供更加安全、舒适、便捷的出行环境。

【参考文献】

- [1]李蓉.高速公路沥青路面典型病害与预防性养护技术分析[J].四川建材,2022(3):136-137.
- [2]陈天峰.甘肃省高速公路沥青路面裂缝类病害不同养护方案效果分析[J].城市道桥与防洪,2019(11):35-37.
- [3]师晓静.高等级公路沥青路面裂缝病害原因分析与养护技术[J].中国公路,2019(17):116-117.