

农村公路路面损坏类型成因与快速修复技术研究

赵立华

张家界市武陵源区公路建设养护中心，湖南张家界，427000；

摘要：农村公路作为乡村振兴的重要基础设施，其路面完好性直接影响通行安全与农村经济发展。明确路面损坏类型、剖析损坏成因并探索适配的快速修复技术，是解决农村公路养护难题、延长路面使用寿命的关键。本文梳理农村公路路面常见损坏表现，从自然环境、交通荷载、建设养护等方面剖析损坏根源，结合农村公路养护实际需求，探究低成本、高效率、易操作的快速修复技术，明确各类技术的适用场景与应用要点，为农村公路路面养护实践提供实用参考，助力农村公路高质量可持续发展。

关键词：农村公路；路面损坏；损坏成因；快速修复技术

DOI：10.69979/3029-2727.26.05.001

引言

农村公路串联城乡、连通村落，是保障农产品运输、便利群众出行的重要通道，养护水平直接关系到农村生产生活秩序与乡村振兴整体推进，路面作为公路结构的关键部分，长期处于复杂自然环境与多重车辆荷载作用下，极易出现各类病害。这些病害不仅降低行车舒适度与通行安全，还会加重后期养护压力，影响公路正常服务功能。路面病害一旦出现，若得不到及时处置，便会持续扩展并向下侵蚀路基，大幅提升后期治理成本与施工难度。系统归纳路面病害形态、深入分析病害产生根源，研发并应用贴合农村条件的快速修复技术，可有效控制病害发展，提高养护作业效率，减少养护投入，为农村公路保持稳定通行状态提供可靠技术与管理支撑。

1 农村公路路面常见损坏类型及特征

1.1 结构性破损及特征

结构性破损是路面承载能力下降引发的根本性损坏，多由基层失稳、路基沉降等问题导致，损坏后直接影响公路通行安全，且修复难度较大。此类破损主要表现为开裂、沉陷、坑槽等形式，开裂分为网状、纵向和横向裂缝，网状裂缝多在荷载集中区域，交错形成网状并导致集料松散；纵向裂缝沿公路走向延伸，源于路基不均匀沉降或施工接缝处理不当；横向裂缝垂直公路走向，由温度收缩或荷载反复作用形成。沉陷为路面局部凹陷，因路基压实不足、雨水渗透软化引发；坑槽由裂缝未及时处理、雨水侵蚀基层再经碾压形成，会持续扩大加剧损坏。

1.2 功能性破损及特征

功能性破损主要影响路面使用性能，不直接破坏路面结构，但会降低通行舒适度与安全性，长期忽视会发

展为结构性破损，常见类型有麻面、车辙、松散等，麻面表现为表面粗糙、集料裸露，因施工时沥青混合料油石比不足、摊铺不均或后期沥青老化剥落引发，会降低抗滑性能，雨天易打滑^[1]。车辙是车辆反复碾压形成的永久性变形，多出现于交叉口、下坡等荷载集中路段，影响行驶轨迹并增加通行风险。松散表现为表层集料脱落、起砂，由沥青老化、雨水冲刷或集料级配不合理导致，会逐步扩大形成坑槽。

1.3 复合型破损及特征

复合型破损是结构性与功能性破损并存的形式，多由单一破损未及时处置，在自然环境与交通荷载共同作用下发展形成，损坏程度更严重、修复难度更大。此类破损常表现为开裂与坑槽并存、沉陷与松散叠加，比如路面先出现网状裂缝，未及时修复导致雨水渗入侵蚀基层，经碾压形成坑槽并伴随局部沉陷；或车辙出现后，受雨水冲刷与温度变化影响，两侧出现裂缝进而发展为复合型破损。其对通行影响更显著，既降低舒适度，又大幅缩短路面使用寿命、增加养护成本。

2 农村公路路面损坏的核心成因剖析

2.1 自然环境因素的长期侵蚀

自然环境是导致农村公路路面损坏的重要外部因素，不同区域的自然条件差异，直接决定了路面破损的类型与程度，温度变化对路面材料的影响尤为显著，高温环境下，沥青路面会逐渐软化、流淌，失去原有强度，极易形成车辙；低温环境下，路面材料会收缩、变脆，韧性下降，易产生各类裂缝。雨水的侵蚀作用更为突出，雨水会顺着路面缝隙渗透至基层及路基，导致基层材料软化、强度大幅下降，路基压实度降低，进而引发路面沉陷、开裂等结构性破损；长期降雨还会持续冲刷路面

表层,导致集料松散、麻面等功能性破损。此外,昼夜温差大、冻融循环、强紫外线照射等自然因素,会加速路面材料老化,进一步降低材料性能,逐步引发各类路面损坏,尤其在山区、多雨地区,自然环境对路面的侵蚀更为明显,破损也更为普遍。

2.2 交通荷载的不合理作用

路面混凝土结构承受的荷载属于动荷载,受农村公路路面纵断面高差大、起伏大的特点和小半径弯道多,行驶车辆荷载越来越大的影响,特别在农村公路小半径弯道、下坡和未设置超高的路段,会出现行车车辆的重心偏移,造成行车荷载偏离,使路面承受的荷载主要分布在外侧车轮行驶轨迹区域,这种荷载的不均匀性加速了其裂缝的出现和生长^[2]。交通荷载是引发农村公路路面损坏的主要内部因素,农村公路的交通组成与荷载特点,使其路面更易出现各类破损。农村公路以农用车辆、小型客车通行为主,部分路段存在重载车辆违规通行,反复碾压超出路面设计承载力,易造成开裂、沉陷、坑槽等结构损坏。车辆行驶速度不均、频繁制动会加剧局部荷载集中,农用车辆携带的杂物易划伤路面,在环境作用下逐步形成明显病害。

2.3 建设与养护环节的疏漏

建设与养护环节的不规范操作,是导致农村公路路面损坏的人为因素,也是可通过科学管控避免的主要成因,建设过程中,若路基压实不足、基层材料质量不达标,会直接导致路面承载能力不足,后期使用中易出现沉陷、开裂等各类破损;路面摊铺时,若混合料级配不合理、油石比不当,会影响路面的整体性与稳定性,易引发松散、麻面等功能性破损。养护环节的疏漏更为突出,部分区域存在“重建轻养”的现象,对路面出现的轻微破损未及时处置,导致破损逐步恶化蔓延,从小型裂缝发展为坑槽、沉陷;养护技术落后、养护设备不足,无法实现对各类破损的精准修复,且养护频次不足,无法及时遏制路面损坏发展;养护资金投入不足,也会导致养护工作无法全面、有序开展,进一步加剧路面损坏程度。

3 农村公路路面快速修复技术的应用原则

3.1 适配性原则

农村公路路面快速修复技术的选择,需充分适配农村公路的实际情况,紧密结合路面损坏类型、损坏程度、交通流量及当地自然条件,筛选最贴合需求的修复技术。不同类型的路面破损对应不同的修复方式,裂缝类破损适宜采用灌缝修复技术,坑槽类破损适合选用填补修复技术,沉陷类破损则需采用基层加固与表层修复相结合

的技术。同时,需充分考虑农村地区施工条件有限的现状,优先选择操作简便、无需大型机械设备的修复技术,便于在农村公路养护工作中推广应用,杜绝选用技术复杂、施工难度大、不匹配农村实际的技术,保障修复工作高效有序开展。

3.2 高效快捷原则

快速修复技术的核心优势在于“快速”,核心要求是确保修复施工周期短、效率高,最大限度降低对农村公路通行的影响。农村公路是群众日常出行与农产品运输的重要通道,无法长时间封闭交通,因此修复技术必须具备施工便捷、耗时短的特点,能够在短时间内完成修复并开放交通。例如,采用常温修复材料无需高温加热,可直接投入施工,大幅缩短施工时间;选用小型便携式施工设备,便于快速进场、高效施工,有效提升修复效率,避免因施工周期过长影响群众出行与农产品正常运输^[3]。

3.3 经济性与耐久性原则

农村公路养护资金相对有限,快速修复技术需兼顾经济性与耐久性,在保障修复效果的前提下,最大限度降低修复成本,同时确保修复后路面能够长期稳定运行,减少后期重复修复的频次。选择修复材料时,需优先选用性价比高、来源广泛的品类,避免使用价格昂贵、不易获取的材料;修复技术需具备良好的耐久性,能够抵御自然环境侵蚀与交通荷载的长期作用,延长路面修复后的使用寿命,进一步降低养护成本。同时,修复施工需兼顾环保要求,选用绿色环保的修复材料,减少对周边环境的影响,实现经济效益与环境效益的协同统一。

4 农村公路路面各类破损的快速修复技术

4.1 裂缝类破损快速修复技术

裂缝类破损的快速修复核心是封闭裂缝、防止雨水渗透,需根据裂缝宽度与类型,选用对应的修复技术。对于宽度较小的裂缝,可采用灌缝修复技术,选用常温沥青灌缝材料,施工时先彻底清理裂缝内的杂物与灰尘,确保裂缝干净干燥,再将灌缝材料均匀注入裂缝并填充密实,待材料完全固化后即可开放交通。该技术操作简便、施工效率高,能有效封闭裂缝,阻止雨水渗入侵蚀基层,防止破损进一步加剧。对于宽度较大的裂缝,可采用开槽灌缝结合技术,先借助开槽设备将裂缝拓宽加深,清理干净后填入适量骨料,再注入灌缝材料确保填充密实,提升修复后的稳定性,适用于网状裂缝、纵向裂缝等破损,可有效延长路面使用寿命。

4.2 坑槽与松散类破损快速修复技术

坑槽与松散类破损的快速修复核心是填补破损区域，恢复路面的平整性与整体性。对于坑槽破损，可采用薄层填补修复技术，施工前先清理坑槽内的松散集料与杂物，对坑槽周边破损部位进行切割修整，确保坑槽边缘整齐规范，再铺设适配的修复材料，采用小型压实设备压实，使修复材料与原路面无缝衔接，该技术施工快速高效，修复后路面平整度良好，适用于各类坑槽的快速修复^[4]。对于松散类破损，可采用表层罩面修复技术，先彻底清理路面松散集料，对路面进行清扫平整，再喷洒粘结层，均匀铺设薄层罩面材料并压实，压实后即可开放交通，能有效恢复路面表层整体性与抗滑性能，遏制松散破损持续发展。

4.3 沉陷类破损快速修复技术

沉陷类破损的快速修复核心是加固基层与路基，恢复路面高程，需结合沉陷程度选用对应的修复技术。对于轻微沉陷，可采用注浆加固结合表层修复技术，通过专业注浆设备将加固材料注入路基与基层，有效提升路基与基层的强度和稳定性，待加固材料完全固化后，对表层路面进行填补修复，恢复路面平整。对于较严重的沉陷，可采用基层换填与表层摊铺结合技术，先开挖沉陷区域的基层与路基，更换合格的基层材料并分层压实，再摊铺表层路面材料，严格确保修复后路面高程与原路面一致，承载能力满足通行要求，该技术能从根源上解决沉陷问题，保障修复效果的耐久性。

5 农村公路路面快速修复技术的优化与应用保障

5.1 优化修复材料适配性

修复材料的质量直接决定修复效果与耐久性，需结合农村公路路面破损类型与当地自然环境特点，针对性优化修复材料性能。需根据不同区域的自然条件，科学调整修复材料配比，多雨地区优先选用防水性能优良的材料，提升路面抗水侵蚀能力；温差较大区域选用抗温变性能佳的材料，减少温度变化引发的路面破损。同时，积极推广环保、低成本、易获取的修复材料，如再生沥青材料、常温修复混合料等，既能有效降低修复成本，又能实现资源循环利用，精准适配农村公路养护的实际需求，进一步提升修复材料的适配性与实用性。

5.2 完善施工流程与操作规范

规范的施工流程是快速修复技术发挥实效的关键，需结合各类修复技术的特点，不断完善施工操作规范，明确施工步骤、操作要点与质量控制标准^[5]。施工前，需对路面破损进行全面排查，精准明确破损类型、程度

与范围，制定贴合实际的针对性修复方案；施工过程中，严格遵循操作规范施工，重点加强材料配比、施工工艺、压实度等关键环节的管控，保障修复质量；施工后，做好后续养护工作，明确养护周期与具体要求，及时清理路面杂物，持续监测修复区域状况，确保修复后路面稳定运行，避免因施工不规范影响修复效果。

5.3 强化养护管理与技术推广

良好的养护管理能有效提升快速修复技术应用效果，减少路面破损发生。需建立健全农村公路养护管理制度，明确养护责任主体，加大养护资金投入，提高养护频次，对路面轻微破损及时处置，实现“早发现、早修复”，有效遏制破损恶化。同时，加强快速修复技术的推广与养护人员培训，提升养护人员专业技术水平，使其熟练掌握各类修复技术的操作要点与应用场景，确保技术规范高效应用。此外，结合农村养护实际总结修复经验，持续优化修复技术，推动技术不断完善，全面提升农村公路路面养护整体水平。

6 结语

本文围绕农村公路路面损坏类型、成因及快速修复技术展开系统探究，明确了结构性、功能性、复合型三类路面破损特征，剖析了自然环境、交通荷载、建设养护疏漏三大核心成因，提出适配性、高效快捷、经济性与耐久性的修复原则，阐述了各类破损的快速修复技术及应用要点，并从材料优化、施工规范、养护管理三方面提出保障措施。研究可为农村公路路面养护提供实用支撑，提升养护效率、降低成本，持续保障农村公路稳定通行，助力乡村振兴。

参考文献

- [1] 寇俊伟. 农村公路沥青路面早期损坏原因及防治对策[J]. 全面腐蚀控制, 2025, 39(10): 171-173.
- [2] 吴琳婕. 低等级农村公路路面技术状况简易评定方法探究[J]. 福建建材, 2024, (12): 42-45.
- [3] 汪瑜. 农村公路路面抗滑性能检测与评估体系研究[J]. 交通建设与管理, 2024, (06): 106-108.
- [4] 张亮. 农村公路路面养护维修技术及决策研究[J]. 交通世界, 2024, (24): 97-99.
- [5] 彭昆. 农村公路路面技术状况评定与养护研究[J]. 山西建筑, 2024, 50(15): 139-142.

作者简介：赵立华（1979.04-），男，土家族，湖南慈利人，工程师，本科，研究方向：公路建设与养护工程。