

道路与桥梁工程中的沥青路面预防性养护技术研究

赵永鹏

甘肃中南工程质量检测有限公司 甘肃 兰州 730000

摘要: 沥青路面用久了,车反复压,温差来回变,雨水一直冲,裂缝、松散、坑槽、车辙、不均匀沉降这些毛病就会一个一个往外冒。本文拿道路与桥梁工程沥青路面预防性养护技术当研究主体,把常见病害的类型和形成机理系统性地梳理了一遍。温度变化、水损害、车辆荷载、施工缺陷,这些因素对路面结构的破坏规律也都分析了,阐述了各类养护工艺的的作业流程与技术优势。

关键词: 道路;桥梁工程;沥青路面;预防性养护技术

引言

交通路网规模一直在扩,道路运维理念也不断升级。主动防控、提前养护,这套预防性技术的理念,慢慢成了道路养护的主流方向。预防性养护跟传统修复手段不是一回事。它是在路面结构整体还完好、只是表层功能开始衰减的时候,就主动做防护处理。先把路面状态科学检测好,再把养护技术精准选对,路面的缺陷就能有效封堵住,材料老化也能延缓,轻微病害不会往深层结构扩散,道路原有的承载能力也能最大程度地保住。

1 道路沥青路面常见病害及成因分析

1.1 路面裂缝类病害成因分析

(1) 温度变化,诱发路面裂缝,自然因素里头它排头号。沥青材料本身对温度敏感,环境温度一涨一落,沥青面层就跟着反复收缩、膨胀。天冷了,沥青变硬,柔性往下掉,路面整体变形能力越来越差,表层内部就攒出不小的温度应力。应力越积越多,超过了材料自己能扛的极限,路面就开始出现规律性的横向裂缝。昼夜温差大,季节交替反复形变,细微裂缝慢慢被撑宽、拉长,最后连成一片破损。高温也一样,把沥青原来的性状改了,材料老化加速,裂缝发展速度也被间接推快了^[1]。(2) 车辆荷载反复作用,裂缝病害会被推着往更严重的方向走。道路通了车,各类车辆一直给路面加动态荷载。荷载传到沥青面层和下面的结构时,路面不同位置受力就不均匀了。长期这么循环,路面原本的细微缝隙被不断拉扯、扩张,轮迹集中的地方还会冒出新的疲劳裂缝。重载车或者超载车一过,局部荷载强度猛地上去,结构受力失衡就更突出,裂缝冒出来的速度和分布范围也跟着明显增加。(3) 路面内部积水渗透,会形成恶性循环,裂缝的危害持续加重。路面有了微小缝隙,雨水就顺着缝往下渗,钻到沥青层和基层之间,基

层土体和结合材料被不断软化。基层强度一下降,局部沉降或者松动就来了。上头的沥青面层没了均匀支撑,受力状态变了,原有裂缝进一步延伸、拓展。水分在缝隙里反复冻融,裂缝两侧的结构被不断挤压,病害程度就这么一直往深里走。

1.2 路面松散、坑槽、剥落病害成因分析

(1) 材料自身性能慢慢往下掉,路面松散,内在原因就在这儿。沥青是混合料里的粘结核心,长期在外面晒着、泡着,老化就来了。光照和空气氧化,让沥青的流动性一直降,粘结能力也越来越弱。原本紧紧抱在一起的集料颗粒,没了有效束缚,慢慢就开始松动、分离。混合料里头骨料级配不合理,整体结构状态也跟着变,颗粒之间咬合不够,整体稳定性就差。外界作用力一上来,整体松散就容易出现了。(2) 水分往里渗,病害发展的关键因素就是它。路面表层有了细微缝隙,雨水就一直往混合料里头渗,慢慢冲刷集料和沥青之间的结合界面。水分不断把沥青膜剥离掉,骨料没了粘结载体,路面松散就更严重了。到了冬天,渗进去的水来回冻融,体积胀了缩、缩了胀,路面内部结构被一直挤压,局部凹陷慢慢就形成了。车一跑,动水压力又不断冲刷破损的地方,松动颗粒被带出来,深浅不一的坑槽就出来了。(3) 车辆荷载反复冲击,剥落和坑槽病害直接被它催出来^[2]。路面局部松了,车轮来回碾、来回砸,破损区域一直被撕扯。表层小块沥青混合料慢慢脱离主体,表层剥落就形成了。长期高频次的荷载压着,局部破损位置受力集中,松散区域不断加深、扩大,最后就发展成明显的坑槽。超载车带来的集中荷载,冲击力更大,病害出现和扩张的速度被大幅加快,短时间内就能造成大面积路面破损。

1.3 路面车辙、沉降变形病害成因分析

(1) 路面车辙,主要从车辆反复荷载的累积塑性变

形来。沥青混合料是黏弹性材料,常温下带点流变特性。道路长期被机动车碾压,轮迹带那块一直受竖向压力和水平剪切力两面夹击。路面内部混合料不断出现细微变形,形变越攒越多、还恢复不了,慢慢轮迹区域就凹下去、两边路面拱起来,最后成了规整的带状车辙。重载车和超载车天天跑,路面剪切应力被大幅抬高,混合料塑性流动加快,车辙病害成型快、还越陷越深。

(2) 温度环境变化,车辙病害发展,它是个重要推手。夏天高温,沥青混合料的整体硬度和稳定性掉一大截,材料软了,抗剪切变形能力明显不行了。高温下的路面结构,更容易被车辆荷载挤着、推着流动,路面车辙集中发育就赶在这时候。高温软化、低温硬化,长期反复交替,混合料内部结构稳定性被一直破坏,路面抵抗变形的能力持续往下掉。(3) 路面不均匀沉降,多半跟基层和路基的状态有关。路基撑着路面结构,是基础载体。路基施工的时候,压实度不够、土质太杂、填筑分层厚度超标,这些问题一出,路基整体密实度就不均匀。路通了车,车辆荷载和自然环境长期作用,路基软的地方慢慢被压沉了,上头的沥青路面跟着一起变形,局部凹陷、高低差就出来了。

2 沥青路面主流预防性养护施工技术

2.1 封层类预防性养护技术

(1) 稀浆封层,比较基础的封层养护工艺。用乳化沥青、细集料、矿粉、清水,按标准比例均匀拌好,形成流动性好的稀浆混合料。施工的时候,直接把拌好的稀浆料均匀摊铺在清理干净的路面上,靠材料自己流动自然摊平。混合料干了、硬了,会形成一层致密的薄层防护结构,路面表层的细微空隙和微小裂缝都能被封堵住,外部水分进不了路面结构里头。同时路面表层松散的问题也能修好,路面整体平整度和抗磨性能提上来。整体结构完好、只是轻微老化渗水的路面,用它合适。(2) 微表处技术,在稀浆封层基础上优化升级出来的高性能封层工艺,材料配比和施工标准更严。用改性乳化沥青当粘结主材,配上高品质级配集料拌合成型^[3]。整体材料强度、粘结性能、耐久性,都比普通稀浆封层强不少。摊铺厚度均匀可控,成型结构密实度更高,耐磨耗和抗水损能力更突出。路面轻度车辙、表层磨损、细微裂缝密集这些轻度病害,用它修效果更好,路面通行质感也能明显改善。(3) 两种封层技术,施工流程都以路面预处理为核心基础。正式施工之前,路面上的杂物、浮尘、松散颗粒彻底清理掉,路面深度病害的地方先封堵好,保证原路面整体干净、稳定。施工过程保持匀速摊铺,摊铺厚度和均匀度严格控制住,厚薄不均、

局部堆积这些问题不能有。施工完了,留足固化养护时间,车辆提前通行不能有,封层结构完全成型固化才有保障。

2.2 雾封层预防性养护施工技术

(1) 雾封层技术核心原理是用高渗透型的乳化沥青材料,均匀喷洒在路面上。养护液渗透能力强,能钻进沥青路面表层的细微孔隙和发丝裂缝里头。材料渗进去、干了之后,路面内部的空隙被填上,表层渗水的通道被封死,路面透水的问题就能有效解决。同时老化松散的集料颗粒也能重新被包裹住,原来沥青材料的粘结性能恢复过来,路面表层松散、掉粒的问题得到改善,早期病害从源头就被卡住了。(2) 这项技术,施工流程相对简单,整体作业节奏快,对交通的干扰很小。施工之前,只需要把路面上的浮尘、杂物、松动颗粒清扫干净,路面表层保持干燥、干净,给养护液渗透附着打好底子就行。不用铣刨、不用摊铺,那些重型工序都省了,养护施工周期大大缩短,养护工程的整体投入成本也能有效控制住。(3) 正式施工,用专用喷洒设备匀速作业,养护液在路面上铺成均匀的薄膜。喷洒用量严格把控好,少了封闭效果不好,多了路面泛油、打滑,都不行。喷洒完了,留够风干成型的时间,让养护材料充分渗到孔隙里、固化粘结好。路面表层完全干了、成型了,就能正常通车。实用性比传统养护工艺强不少。

(4) 雾封层技术主要用在结构完好、没有明显变形、没有重度破损的成熟路面上。重点解决沥青老化、粘结力下降、表层透水、轻微松散这些初期问题。结构性损伤它修不了。车辙、坑槽、大面积裂缝,这些路面它管不了。就只适合做预防性防护。

2.3 碎石封层预防性养护施工技术

跟常规雾封层、稀浆封层比,碎石封层的结构强度更高,抗磨损能力和荷载适应性也更好。路面轻度破损、表层性能衰减,它能顶得住。多用在出现轻微磨耗、表层渗水、抗滑性能下降的中早期沥青路面上。

(1) 这项技术的施工原理比较直接^[4]。先在清理干净的路面上均匀喷一层改性沥青粘结层,再同步撒单一粒径的硬质碎石骨料,让碎石颗粒稳稳嵌进沥青粘结层里头。粘结材料干了、硬了,碎石和沥青就形成牢固的整体结构,跟原路面表面紧紧贴住。新的复合防护层,能直接替掉老化失效的路面表层,防滑性能有效恢复,路面孔隙裂缝被封住,雨水进不到道路结构里头。(2) 碎石封层施工,前期预处理要求严。施工质量好不好,很大程度看原路面基础状态。干活之前,路面上的浮尘、松散颗粒、各类杂质全面清理掉,表层松动病害彻底消

除。路面有细微裂缝,提前封闭处理好,保证路面整体平整、稳定。原路面如果有油污、老化起皮这些问题,也要提前打磨干净,确保沥青粘结材料能跟路面结构牢牢贴住。(3)正式施工,喷粘结料、撒碎石、碾压成型,这套标准化流程各工序要接紧。沥青喷洒,厚度要均匀,漏洒、堆积这些不均匀现象不能有,给碎石嵌入打好粘结基础。碎石撒布量,要跟粘结层面积对得上,颗粒分布均匀、饱满,局部缺料或者集料堆叠都不能有。撒完了,及时碾压,匀速压实让碎石充分嵌进粘结层,整体结构的密实度和结合强度就上来了。

2.4 薄层罩面养护技术

(1)薄层罩面最大的技术特点就是摊铺厚度小、自重轻、结构性能好。施工的时候,不用对原有路面的基层和路基做破除处理,原有道路的结构受力体系不会变。只翻新路面表层,原有道路的结构承载力能保住,同时新沥青混合料性能好,能帮着把旧路面的功能缺陷补上。这种养护方式,不会增加道路整体荷载,也不会影响原有路面的排水坡度。大多数功能性衰减的沥青道路,都能用。(2)施工前期的路面预处理,薄层罩面能不能贴得稳、贴得住,关键就在这儿。正式摊铺之前,原有路面要全面检测排查一遍,表面上的浮尘杂物和松散混合料彻底清理掉。细微裂缝、局部松散、轻度坑槽这些病害,提前修补平整,保证原路面整体平整、坚实。路面上有油污、老化起皮的地方,也要彻底处理干净,别让杂质残留影响新旧结构的粘结贴合效果,后期罩面脱层开裂就能防止住^[5]。(3)施工阶段,用专用细粒式沥青混合料做摊铺。混合料级配精细,粘结性能强,成型密实度高。摊铺过程保持匀速平稳,摊铺厚度和路面平整度严格控制住,整体面层厚薄均匀、线型顺畅。摊铺完了,及时分段碾压,按规范流程把控碾压速

度和压实次数,罩面结构的密实程度和整体性提上来,面层空隙偏大、压实不足这些施工缺陷不能有。(4)薄层罩面成型固化之后,会形成一层整体性很强的全新防护面层。防水性能、抗滑性能、耐磨性能都好。原有路面的渗水通道被彻底封堵住,外界水分进不了内部结构,水损害病害持续发展就能有效遏制住。同时路面的轻微车辙和通行颠簸问题也能修好,行车舒适度和道路通行安全性都大幅提升。

结语

综上所述,不同养护技术,适合的场景差别挺大。养护效果好不好,关键就看选型细不细、施工标不标准。日常道路运维,路面病害到底多严重、道路通行等级什么样、现场环境条件如何,这些都得看好了,对应的养护工艺科学地匹配上。施工预处理、摊铺碾压、成型养护,全过程的质量控制都要落实到位。

参考文献

- [1]于超生.道路与桥梁工程中的沥青路面预防性养护技术研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2026,(2):009-012.
- [2]朱文君.市政道路沥青路面早期裂缝的成因与预防性养护技术研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2026,(3):168-171.
- [3]易文.市政道路沥青路面早期病害成因分析与预防性养护技术研究[J].中国建筑,2026,9(4):37-39.
- [4]王磊,杨艳玲.公路施工中的沥青路面预防性养护技术研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2026,(4):061-064.
- [5]曾岩,李汶晓.沥青路面超薄磨耗层施工技术在高速公路预防性养护中的应用研究[J].现代工业工程,2026,(2):96-100.