

公路沥青路面预防性养护技术应用分析

扎西本

(青海省达日公路段, 青海 果洛 814200)

摘要 公路沥青路面在长期服役过程中, 受交通荷载、温湿变化、紫外老化和水分侵入等因素影响, 容易出现裂缝、松散、渗水、车辙和抗滑能力下降等早期病害。预防性养护的核心价值在于将路面病害处治节点前置, 在路面结构尚处于完好状态时, 通过裂缝封闭、封层、微表处及薄层罩面等针对性措施, 有效延缓路面性能衰减进程。本文从适用边界界定、技术方案选型与施工过程管控三个维度展开系统分析, 提出预防性养护应严格以检测数据为决策依据, 以病害机理研判为实施前提, 以全寿命周期效益最大化为核心目标, 旨在对推动公路养护模式从“被动修补”向“主动保值”的根本性转变有所裨益。

关键词 公路工程; 沥青路面; 预防性养护; 微表处; 裂缝处治技术

中图分类号: U418.6

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.26.038

0 引言

沥青路面施工快、行车舒适, 是公路建设中最常见的路面形式之一。但道路一旦投入使用, 便长期承受车轮碾压、雨水冲刷、温度变化和日晒老化等作用, 表层性能会在不知不觉中下降^[1]。许多病害起初并不显眼, 可能只是几条细裂缝、局部松散或抗滑能力减弱, 若此时忽视, 水分便会沿薄弱部位进入结构层, 最终诱发坑槽、龟裂和沉陷。等到问题明显后再修, 往往费用更高, 封路时间更长, 也难以彻底恢复原有性能。预防性养护的价值正在于把工作做在前面, 在路面结构尚未受损时, 通过封缝、封层、微表处等措施延缓老化、阻断水害、改善使用功能。它不是盲目地提前施工, 而是依据检测 results 和现场经验, 抓住合适时机, 对关键路段进行有针对性的维护, 从而让有限养护资金发挥更长久的效益。

1 公路沥青路面预防性养护的技术基础

1.1 预防性养护的内涵与适用边界

预防性养护并不是某一种单独工艺, 而是一种提前介入的养护理念。它适用于路面结构仍较完整、基层承载力没有明显下降、病害主要停留在表面或浅层的路段。例如: 轻微裂缝、表层老化、局部松散、渗水增大、抗滑性能减弱以及轻度车辙等, 都可以通过较小规模的处治加以控制。若路面已经出现大面积沉陷、严重龟裂、基层松散或承载力不足, 再采用雾

封层、稀浆封层、微表处等措施, 往往只能暂时改善外观, 难以解决根本问题, 甚至可能掩盖病害、延误大中修时机。因此, 预防性养护必须明确边界, 它重在“早防”和“保养”, 而不是承担结构性修复任务。实际工作中, 可将其理解为“治早、治小、治表、护基”: 在病害刚出现时及时封水、防裂, 避免小问题向深层扩展; 通过恢复路面防水、抗滑和平整功能, 延缓路面性能衰减。对于长大纵坡、桥隧连接段、排水不畅、重载车辆频繁通行等易损路段, 更应加强巡查和优先安排处治^[2]。这样才能把有限养护资金用在关键位置, 真正发挥预防性养护的效益。

1.2 早期病害机理与处治思路

沥青路面的早期病害多半不是单一原因造成的。裂缝有时源于低温收缩, 有时与车辆反复碾压、沥青老化或基层反射有关; 表面松散、麻面, 则常见于油膜变薄、集料黏附力减弱、施工压实不足的路段; 车辙往往在夏季高温和重载交通共同作用下发展更快; 抗滑能力下降, 则与集料磨光、纹理被磨平以及路面污染有关。现场处治时, 不能只看病害外形相似就套用同一种办法。细小裂缝应先清理、干燥, 再及时灌缝封水, 避免雨水顺裂隙进入基层; 轻微老化、渗水增大的路面, 可采用雾封层、还原剂封层或稀浆封层恢复表面封闭性; 对结构尚好但抗滑不足的路段, 可选用碎石封层、微表处或超薄磨耗层重建纹理; 轻度车辙则宜结合精铣刨、车辙填补和薄层罩面处理。总之,

作者简介: 扎西本 (1989-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 道路工程。

预防性养护不是看哪项技术更新,而是要把病因看准,把措施真正用在合适位置和时段上。

1.3 检测评价与养护决策基础

预防性养护能否取得实效,关键在于路况判断是否准确。现场不能只凭几处裂缝下结论,更不能按固定期限安排。养护前应结合路面损坏状况、平整度、车辙深度、抗滑性能、弯沉值、渗水系数等指标,对路面当前状态作出综合评价。其中,结构强度和水损害情况需要核查,因为一旦基层已经松散或承载力明显下降,再好的表面处治也只能维持短期效果。实际工作中,还应重视检测数据的连续变化。同一路段今天看起来问题不大,但如果近两年裂缝扩展快、雨后渗水明显、抗滑指标持续降低,就说明路面已进入加速衰减阶段,应及早列入养护计划。相反,对结构稳定、交通压力较小、性能变化平缓的路段,则不宜盲目施工,以免造成浪费。决策时可按交通量、路面结构、排水条件、气候环境和病害特征划分养护单元,把桥头、长坡、弯道、阴湿路段和重载集中路段作为重点观察对象。检测结果还应与历年维修记录、事故资料和现场巡查相互印证,不能让数据停留在报表里。只有把仪器检测、人工判断和使用实际结合起来,养护方案才会更贴近现场,预防性养护才能真正做到该早则早、该缓则缓、该治则治。

2 公路沥青路面主要预防性养护技术

2.1 裂缝处治技术

裂缝是沥青路面早期最容易被发现的病害,也是雨水进入面层、基层的重要通道。裂缝处治做得及时,后续坑槽、松散和水损害就能少发生一些。对于宽度较小、缝壁完整的纵横向裂缝,可直接清缝后采用热沥青、改性密封胶或专用灌缝料封闭;对于裂缝较宽、边缘破碎或伴有反射特征的部位,则应先开槽整形,清除泥砂和松散料,待缝内干燥后再灌入弹性较好、黏结力强的材料,必要时配合贴缝带或局部铣刨修补。施工中最怕图快省事,灰尘未清净、水分未烘干、材料温度不稳定,都会使灌缝层很快脱落或下陷。一般来说,多雨地区宜把裂缝封闭安排在雨季前,先把水挡住;寒冷地区则要重视材料的低温延展性,避免冬季收缩后再次开裂。灌缝完成后还要观察表面是否平顺,材料不宜明显高出路面,以免车辆碾压后形成凸带或污染轮胎。若一个路段连续裂缝密集出现,就不能只按普通表面裂缝处理,还应检查基层、排水和旧缝反射情况,找准原因后再确定后续方案。这样处理,才算把小裂缝真正管住、管稳、管久。

2.2 雾封层、稀浆封层与微表处技术

雾封层适合用于路面老化刚刚显露、病害还不严重的阶段。例如:表面颜色发灰、细料轻微松动、孔隙变大,但平整度和结构强度基本正常时,可通过喷洒乳化沥青或再生类材料,使其渗入表层细微空隙,补充老化后不足的沥青膜,从而起到封水、抑制松散和延缓老化的作用。这类工艺施工快、干扰小,但并非用量越多越好,若喷洒过厚,容易造成表面发黏、泛油,甚至削弱抗滑性能,所以现场必须结合原路面吸收能力和气温条件控制洒布量。稀浆封层主要由乳化沥青、集料、矿粉、水和外加剂组成,适用于轻微麻面、细小裂缝、表层松散及水密性不足的路段。它的作用重点在于重新封闭表面,而不是提高承载力,因此施工前应先处理明显裂缝、坑槽和局部松散,避免新封层很快被旧病害带坏。微表处可看作稀浆封层的强化形式,多采用聚合物改性乳化沥青,对集料级配、洁净度、拌和稳定性和摊铺均匀性要求更高,成型后耐磨性、抗水损害和抗车辙能力也更好。对于高速公路、重载交通路段或轻度车辙位置,可采用微表处罩面或分层填补方式改善路况^[3]。在实际施工中,应先铺试验段,根据天气、湿度、路面粗糙程度和开放交通时间调整配合比。若摊铺中出现拖痕、离析、厚薄不均,或未成型便放行车辆,都会影响后期效果。

2.3 碎石封层、纤维封层与薄层罩面技术

碎石封层适合用在结构稳定、表面出现老化、渗水或抗滑不足的路段。其施工流程为先均匀洒布沥青结合料,再撒布洁净度高、规格一致的碎石骨料,经碾压后形成一层粗糙的保护层,既能阻水,也能增加轮胎与路面的摩擦。但这项工艺看似简单,现场控制却很讲究。结合料洒少了,碎石裹附不足,车辆一跑就容易松动飞散;洒多了,又会泛油、打滑,给行车安全留下隐患。因此,施工前应结合旧路面纹理、气温、交通量和材料性能确定用量,施工中还要及时检查撒布均匀性和碾压效果。纤维封层是在封层中加入纤维材料,使沥青结合料形成更稳定的网状支撑,对细裂缝较多、温差变化明显或重载车辆反复作用的路段更有优势。薄层罩面和超薄磨耗层则更偏重于恢复行车舒适性和平整度,适用于承载力尚可但表面功能下降的旧路。施工前不能省略病害预处理,裂缝、坑槽、松散和局部沉陷都应先修好,黏层油也要洒布到位,否则新铺层难以与旧路牢固结合。对交通繁忙路段,还应同步统筹排水优化、标线恢复、噪声控制和交通导改四項工作,既要抢抓施工工期,也要严守

工程质量,同时从源头减少日后反复维修带来的各类隐患。

3 公路沥青路面预防性养护的实施管理

3.1 养护时机与方案比选

预防性养护真正难把握的地方,往往不在工艺本身,而在于介入的时机。做得太早,路面还没有明显衰减,投入容易显得仓促;拖得太久,裂缝进水、基层受损,原本简单的处治就会变成被动修补。因此,养护时机应放在路面结构尚稳定、表面病害刚开始集中、平整度和抗滑性能出现下降趋势的时候。方案选择也要从现场出发,不能只按造价高低排队。轻微老化、渗水不重的路段,可优先考虑雾封层、灌缝等简便措施;松散、麻面和抗滑不足较明显时,可选稀浆封层、微表处或碎石封层;交通量大、重载多且功能衰减较快的干线公路,则宜采用耐磨、抗车辙能力更好的微表处或薄层罩面。多雨、背阴、排水不畅路段,还应把清沟、疏水和裂缝封闭与表面处治一并安排。实际比选时,不能只算当年工程费,还要把封闭交通造成的影响、预期延寿年限、后续维修频率和行车安全改善纳入同一张综合账里。一次合适的预防性养护,未必最省钱,却应当最合适,它能让小病害止于表层,把大修时间向后推,也让有限资金用在路面最需要照看的阶段^[4]。同时,也要兼顾沿线居民出行和施工季节安排。

3.2 施工过程质量控制

预防性养护多是浅层处治,施工前应先把路面清扫干净,油污、浮尘、松散颗粒和积水都不能留下。裂缝、坑槽、局部松散、沉陷等病害也要提前处理,不能指望一道封层把问题盖住。材料进场后,应重点检查乳化沥青、改性沥青、集料、矿粉、纤维和外加剂的质量,尤其要看集料是否洁净、级配是否稳定、针片状含量和磨耗指标是否符合要求。在施工过程中,洒布量、摊铺速度、厚度、压实遍数、成型时间和开放时间都要有人盯控,不能只凭经验大致掌握。稀浆封层、微表处等工艺对天气很敏感,遇到降雨、低温或路面潮湿时,应及时调整作业安排。交通组织也不能马虎,标志、限速、导改和封闭范围设置到位,既保护施工质量,也保障现场人员和过往车辆安全。

3.3 后评估与档案管理

预防性养护不能只看完工时路面是否平整、颜色是否一致,还要看它能不能经得起后续交通和天气的检验。因此,工程结束后应及时开展效果复查,对封层完整性、裂缝复发、抗滑性能、渗水情况和平整度

变化进行记录,并在雨季、冬季或交通高峰后安排跟踪观察。许多问题在验收当天并不明显,经过一段时间行车碾压后,材料脱落、边缘起皮、车辙回弹等现象才会显现出来,这些情况都应纳入评价范围。后评估的意义,不只是给某一次施工下结论,更在于为下一轮养护提供依据。比如同一类路段反复出现早期松散,就应回头检查集料、乳化沥青、配合比和开放交通时间;某些阴湿路段封层效果不好,也要考虑排水设施是否同步处理。档案管理同样不能流于形式,应把路段位置、病害照片、检测指标、处治工艺、材料来源、施工天气、质量抽检和后期变化完整保存下来。基层养护人员最了解道路的脾气,哪些地方年年开裂、哪些路段雨后易坏,都应在档案中留下清楚记录。这样形成的资料,比单纯验收表更有实际价值,也更贴近一线养护需要。只有把现场经验和检测数据积累起来,预防性养护才能从一次性工程变成持续改进的管理工作^[5]。

4 结束语

公路沥青路面预防性养护的核心并非追求路面外观的全新状态,而是在病害初现阶段就及时管控风险。裂缝封闭、雾封层、稀浆封层、微表处、碎石封层、纤维封层、薄层罩面等技术,各有其适用场景,也各有应用边界。在实际养护作业中,应减少经验化决策,强化检测数据支撑与现场工况研判,统筹兼顾路况现状、交通流量、排水条件、区域气候与资金效益多重维度。唯有精细化管控施工全过程、跟进后期养护效果、充分活用养护档案,早期病害处治才能真正延长路面使用寿命,降低反复修补频次,使公路长期维持安全、平稳、舒适的服务水平,也让有限的养护资金投向关键环节,获得更多综合效益。

参考文献:

- [1] 孙明,杨雷.公路沥青路面预防性养护技术分析[J].中国科技投资,2024(06):124-126.
- [2] 韩博,迟凤霞,王洋洋,等.浙江省普通干线公路预防性养护技术应用效果分析与技术比选[J].公路,2021,66(04):327-333.
- [3] 潘娟峰.公路养护中的沥青路面预防性养护技术应用[J].运输经理世界,2024(12):142-144.
- [4] 赵小勇.沥青路面预防性养护技术在公路养护中的应用[J].科技资讯,2022,20(14):85-87.
- [5] 张娇.探究公路养护中的沥青路面预防性养护技术应用[J].华东公路,2022(04):69-70.