

# 公路工程沥青路面预防性养护策略与技术研究

张 卫

重庆市丰都县公路事务中心 重庆丰都 408200

**摘 要：**本文系统研究公路工程沥青路面预防性养护策略与技术。深入分析沥青路面病害产生的原因，阐述预防性养护在延缓路面损坏、降低养护成本、保障道路通行质量等方面的重要性。详细介绍灌缝技术、微表处技术、雾封层技术、同步碎石封层技术等常见预防性养护技术原理、适用场景及施工要点。同时探讨预防性养护策略的制定方法以及未来发展趋势，旨在为公路工程沥青路面养护提供科学依据与实践指导，提升公路养护管理水平。

**关键词：**公路工程；沥青路面；预防性养护；养护策略；灌缝技术；微表处技术；雾封层技术

## 引言

公路沥青路面凭借其表面平整、行车舒适、噪音低等优点，在公路建设中得到广泛应用。然而，随着交通流量的日益增长、车辆荷载的不断加大以及自然环境因素的长期作用，沥青路面不可避免地会出现裂缝、车辙、坑槽、松散等病害。这些病害不仅影响道路的通行质量和行车安全，还会加速路面损坏，增加后期养护成本。传统的公路养护方式往往侧重于病害发生后的修复，属于被动式养护，存在养护成本高、效果不理想等问题。而预防性养护作为一种主动的养护方式，通过在路面病害处于萌芽状态或尚未发生时，采取相应的养护措施，能够有效延缓路面损坏进程，延长路面使用寿命，降低全寿命周期养护成本。深入研究公路工程沥青路面预防性养护策略与技术，对于提高公路养护管理水平、保障公路安全畅通具有重要的现实意义。

## 一、沥青路面病害成因分析

### （一）交通荷载因素

交通流量的持续增长和车辆轴重的不断增加，是导致沥青路面病害的重要原因。重载车辆反复碾压路面，会使路面结构承受过大的应力，导致路面出现车辙、疲劳裂缝等病害。此外，车辆的紧急制动、加速以及频繁的启动和停止，会在路面表面产生较大的水平力，加剧路面的磨损和变形。例如，在一些货运交通繁忙的公路上，车辙病害尤为严重，部分路段车辙深度可达5-10厘米，严重影响行车安全和舒适性。

### （二）自然环境因素

自然环境对沥青路面的影响不容忽视。温度变化是

影响沥青路面性能的关键因素之一。在高温环境下，沥青材料会变软，路面承载能力下降，容易出现车辙和拥包等病害；在低温环境下，沥青材料会变脆，路面收缩产生裂缝。此外，降水和湿度也会对路面造成损害。雨水渗入路面结构层后，会使沥青与集料之间的粘附力降低，导致路面出现松散、坑槽等病害。长期处于潮湿环境中，还会加速路面材料的老化和损坏。例如，在我国北方地区，冬季低温导致沥青路面裂缝大量产生；而在南方多雨地区，路面坑槽和松散病害较为常见。

### （三）路面材料与施工因素

路面材料的质量和性能直接影响沥青路面的使用寿命。如果沥青的高温稳定性和低温抗裂性不足，或者集料的级配不合理、强度不够，都会降低路面的耐久性。在施工过程中，若压实度不足、摊铺厚度不均匀、接缝处理不当等，也会导致路面出现各种病害。例如，压实度不足会使路面空隙率过大，容易导致雨水渗入和空气进入，加速路面材料的老化和损坏；摊铺厚度不均匀会使路面受力不均，增加路面损坏的风险。

## 二、公路工程沥青路面预防性养护的重要性

### （一）延缓路面损坏

预防性养护能及时处理路面病害，延缓损坏。例如，灌缝技术封闭裂缝，防止扩展。微表处技术修复车辙和磨损，提高路面平整度和抗滑性能。

### （二）降低养护成本

预防性养护从全寿命周期成本角度看，能显著降低成本。虽然短期内需投入，但比大规模修复成本低。及时养护避免病害恶化，减少后期修复费用。例如，10公里沥青路面预防性养护每公里约2-3万元，而大修可能

高达10-15万元。

### （三）保障道路通行质量和安全

良好路面状况是保障道路通行质量和安全的基础。预防性养护及时修复病害，保持路面平整度和抗滑性能，减少颠簸和打滑，提高行车舒适性和安全性。例如，雾封层技术封闭路面空隙，提高抗滑性能；同步碎石封层技术修复车辙和磨损，恢复路面平整度。

## 三、公路工程沥青路面预防性养护常见技术

### （一）灌缝技术

#### 1. 技术原理

灌缝技术用于处理沥青路面裂缝，通过加热密封胶并注入裂缝中，形成密封层，阻止水分和杂物侵入，防止裂缝扩展。常用的密封胶包括改性沥青和硅酮，它们具备良好的粘结、弹性和耐候性，适应温度变化和车辆荷载。

#### 2. 适用场景与施工要点

灌缝技术适用于3-25毫米宽裂缝。小于3毫米的裂缝用贴缝带处理，大于25毫米的需扩缝后灌缝。施工时，清理裂缝，去除杂物和灰尘，确保干燥。加热密封胶至规定温度，用灌缝机注入裂缝，深度约为裂缝深度的2/3。灌缝后修整密封胶，确保表面平整。

### （二）微表处技术

#### 1. 技术原理

微表处技术是一种由聚合物改性乳化沥青、集料、填料、水和添加剂按一定比例混合形成的稀浆混合料，在常温下摊铺在路面上，经破乳、初凝、固化后形成一层密实、耐磨、抗滑的封层。微表处技术通过填充路面空隙、修复轻微车辙和磨损，恢复路面平整度和抗滑性能，同时起到防水、防磨耗和延缓路面老化的作用。

#### 2. 适用场景与施工要点

微表处技术适用于路面车辙深度不超过15毫米、路面状况良好但存在轻微病害的沥青路面。在施工前，需要对路面进行彻底清扫，去除路面杂物和油污，确保路面干净整洁。然后根据路面状况和设计要求，确定稀浆混合料的配合比。施工时，采用微表处摊铺机将稀浆混合料均匀摊铺在路面上，摊铺厚度一般为5-10毫米。摊铺后，要及时进行交通管制，待稀浆混合料完全固化后，方可开放交通。

### （三）雾封层技术

#### 1. 技术原理

雾封层技术是采用专用的喷洒设备，将雾状的乳化

沥青或沥青再生剂均匀喷洒在路面表面，形成一层薄薄的封层。该封层能够封闭路面空隙，防止雨水渗入，减少路面材料的氧化和老化，同时恢复路面的颜色和抗滑性能。雾封层技术具有施工速度快、成本低、对交通影响小等优点。

#### 2. 适用场景与施工要点

雾封层技术适用于路面整体状况良好，但表面出现轻微磨损、老化和渗水现象的沥青路面。在施工前，要对路面进行清洁，确保路面无杂物和油污。喷洒设备的喷嘴要保持良好的工作状态，确保乳化沥青或沥青再生剂均匀喷洒。喷洒量应根据路面状况和材料性能进行调整，一般为0.8-1.2千克/平方米。施工时，要注意控制喷洒速度和方向，避免出现漏喷或喷洒不均匀的现象。

### （四）同步碎石封层技术

#### 1. 技术原理

同步碎石封层技术利用同步碎石封层车同时洒布沥青结合料和集料，形成封层。封层可修复路面病害，提升抗滑、防水和耐磨性能。

#### 2. 适用场景与施工要点

该技术适用于病害严重的沥青路面。施工前需预处理路面，选用合适的沥青结合料和集料。施工中要确保材料均匀分布，施工后清扫多余集料。

## 四、公路工程沥青路面预防性养护策略制定

### （一）路面状况调查与评估

制定预防性养护策略的首要步骤是对路面状况进行全面调查与评估。通过人工巡查、路面检测设备等手段，收集路面裂缝、车辙、平整度、抗滑性能等方面的数据。利用专业的路面状况评价模型，如路面破损率（DR）、行驶质量指数（RQI）、抗滑性能指数（SRI）等，对路面状况进行量化评估，确定路面的病害类型、严重程度和发展趋势。

### （二）养护时机确定

养护时机的选择对预防性养护效果至关重要。过早进行预防性养护，可能会造成资源浪费；过晚进行养护，则无法达到预期的效果。一般来说，当路面状况指数（PCI）处于70-85之间时，是进行预防性养护的最佳时机。此时路面虽然存在一些轻微病害，但整体状况良好，通过预防性养护能够有效延缓路面损坏进程。此外，还应结合当地的气候条件、交通流量等因素，综合确定养护时机。

### （三）养护技术选择

根据路面状况调查与评估结果以及养护时机，选择合适的预防性养护技术。对于轻微裂缝病害，可采用灌缝技术；对于路面磨损、抗滑性能下降等问题，可采用微表处技术或雾封层技术；对于车辙深度较大、裂缝较多的路面，可采用同步碎石封层技术。在选择养护技术时，还应考虑技术的适用性、经济性、施工条件等因素，确保养护技术能够达到最佳的养护效果。

### （四）养护计划制定

制定详细的养护计划，包括养护时间、养护范围、养护工程量、养护费用预算等内容。合理安排施工顺序和施工进度，确保养护工作不影响正常交通通行。同时，建立养护质量监督机制，对养护施工过程进行全程监督，确保养护工程质量符合要求。

### 结论

公路工程沥青路面预防性养护是保障公路安全畅通、延长路面使用寿命、降低养护成本的重要手段。通过深入分析沥青路面病害成因，明确了预防性养护的重要性。灌缝技术、微表处技术、雾封层技术、同步碎

石封层技术等常见预防性养护技术，在不同的路面病害处理中发挥着重要作用。科学合理地制定预防性养护策略，包括路面状况调查与评估、养护时机确定、养护技术选择和养护计划制定等环节，是确保预防性养护效果的关键。实际工程案例表明，预防性养护能够有效改善路面状况，提高道路通行质量和安全，降低养护成本。随着智能化监测与决策支持系统的应用、新型环保养护材料的研发与应用以及多技术集成与综合养护模式的发展，公路工程沥青路面预防性养护技术将不断创新和完善，为公路养护管理水平的提升提供有力支撑。

### 参考文献

- [1] 栾飞飞. 沥青路面预防性养护技术在现代公路工程中的应用[J]. 中国高新科技, 2025, (03): 106-107+110. DOI: 10.13535/j.cnki.10-1507/n.2025.03.33.
- [2] 王雪辉. 公路工程沥青路面病害预防性养护技术分析[J]. 运输经理世界, 2023, (33): 122-124.
- [3] 吴神达. 公路工程沥青路面病害预防性养护技术分析[J]. 散装水泥, 2023, (03): 93-95.