

# 沥青路面预防性养护材料性能优化与应用实践

孟 阳 陈 鑫

北京磐石建设监理有限责任公司 北京 100000

**摘 要：**本文聚焦沥青路面预防性养护材料，先阐述其核心性能要求，涵盖粘结性、耐候性等五方面。接着探讨性能优化路径，包括原材料改良筛选、配比参数调控及改性技术升级。详细介绍超薄磨耗层罩面结合局部病害处理的应用实践，重点说明裂缝处理各环节。还指出材料应用关键控制要点，涉及材料选型适配性、施工工艺规范性及施工后养护管理控制。旨在为沥青路面预防性养护提供全面指导，提升养护质量与效果，延长路面使用寿命。

**关键词：**沥青路面；预防性养护；养护材料；性能优化；应用实践

引言：在城市道路桥梁养护领域，沥青路面预防性养护至关重要。随着交通量增大、车辆荷载增加以及环境因素影响，沥青路面易出现裂缝、车辙等病害，影响道路舒适性与使用寿命，增加后期大修成本。预防性养护能提前处理病害，延缓恶化。而养护材料性能决定养护效果，其核心性能要求、优化路径、应用实践及关键控制要点，是保障沥青路面预防性养护质量的关键，值得深入研究探讨。

## 1 沥青路面预防性养护材料的核心性能要求

沥青路面预防性养护材料，其性能必须精准适配早期病害治理需求以及复杂多变的路面服役环境。其核心性能要求主要体现在粘结性、耐候性、抗裂性、防水性和施工适配性这五个关键维度。尽管不同类型材料在性能侧重点上有所差异，但都必须满足基础使用标准。（1）粘结性是养护材料与原路面结构有效融合的核心要素。在行车荷载的反复作用下，材料必须能紧密附着于路面表层，杜绝出现剥离、脱落等情况。对于裂缝修补材料和封层材料而言，良好的粘结力至关重要，它能有效阻断水分渗透，防止病害进一步扩展，保障路面的整体稳定性。（2）耐候性直接关乎养护材料的使用寿命。材料需要具备抵抗高温暴晒、低温冻融以及干湿循环等恶劣环境作用的能力，避免出现老化、脆裂、软化流淌等现象，从而维持自身性能的长期稳定。（3）抗裂性能主要针对路面微裂缝的治理。材料需拥有一定的延伸率和柔韧性，能够适应路面因温度变化而产生的收缩与膨胀变形，防止新裂缝的产生以及原有裂缝的扩大，维护路面的平整度和结构完整性。（4）防水性是阻断病害发展的关键防线。材料要形成致密的防护层，阻止雨水、冰雪融水等渗入路面结构内部，避免基层与面层粘结失效、基层冲刷等问题的发生。（5）施工适配性要求材料能够适应不同的施工工艺和环境条件，具备合理的凝结时间和良好的流

动性，便于现场操作，并能快速形成防护效果，最大程度降低对交通通行效率的影响<sup>[1]</sup>。

## 2 沥青路面预防性养护材料性能优化路径

### 2.1 原材料改良与筛选

原材料的品质直接决定养护材料的基础性能，通过针对性筛选与改良原材料，可从源头提升材料综合性能。对于乳化沥青类材料，选用针入度适中、延度良好的基质沥青，避免使用老化严重的回收沥青，同时优化乳化剂类型与用量——阴离子乳化剂适配性强但稳定性欠佳，阳离子乳化剂粘结力突出，可根据路面基层类型选择，并控制乳化剂用量在基质沥青质量的0.3%~0.8%，平衡材料稳定性与粘结性。

对于裂缝密封胶材料，基材选用低温柔性佳的SBS改性沥青，替代传统基质沥青，同时筛选粒径均匀、硬度适中的填料，如石英砂、碳酸钙等，避免填料粒径过大导致密封胶柔韧性下降，或粒径过小影响材料强度。此外，针对高温地区路面，选用闪点高、软化点高的沥青原材料；针对低温地区，优先选择延度大、抗冻性强的原材料，实现材料性能与服役环境的适配<sup>[2]</sup>。

### 2.2 配比参数调控

合理且精准地调控材料配比，是优化沥青路面预防性养护材料性能的核心关键举措。在实际操作中，必须紧密结合材料类型以及具体的使用需求，对各组分的比例进行细致调整，以此达成性能的均衡提升。（1）以稀浆封层材料为例，骨料、沥青、水及填料的配比调控至关重要。其中，骨料用量对封层强度起着决定性作用，通常将其控制在混合料质量的80%~85%，同时精心挑选级配合理的骨料，能有效提升封层的密实程度。而沥青用量则需依据骨料的吸油率灵活调整，一般处于骨料质量的6%~10%区间。若沥青用量过多，封层易出现泛油现象；用量过少，则会导致粘结力不足。（2）对于改性沥青类

养护材料,改性剂用量与掺配比例的调整是重点。例如,当SBS改性剂用量控制在基质沥青质量的3%-5%时,材料的抗裂性与耐候性会显著增强;一旦超过5%,性能提升幅度趋于平缓,且成本大幅增加。在橡胶粉改性沥青中,橡胶粉掺量以15%-20%为宜,这样既能借助橡胶粉的弹性提升材料柔韧性,又能避免掺量过高致使材料粘度增大、施工难度攀升。此外,合理调整填料用量,可进一步优化材料的强度与耐磨性,实现各项性能指标的平衡。

### 2.3 改性技术升级

在城市道路桥梁养护中,沥青路面预防性养护材料的改性技术升级至关重要,是提升材料性能、适应复杂养护环境的关键举措。(1)单一改性技术在应对城市道路桥梁多样化的养护需求时,常显力不从心。城市道路桥梁受车辆荷载反复作用、温度变化剧烈以及环境侵蚀等多种因素影响,对养护材料的性能要求极为严苛。而复合改性技术可有效弥补单一改性的不足,实现多种性能的协同提升。(2)例如,将纳米材料与聚合物进行复合改性。纳米材料具有独特的表面效应和小尺寸效应,能显著增强材料的强度和硬度;聚合物则具备良好的柔韧性和粘结性。二者复合后,应用于城市道路桥梁的沥青路面养护,可使材料在具备高强度的同时,拥有出色的柔韧性和粘结力,有效抵抗车辆荷载产生的应力,防止裂缝产生和扩展。经实际工程验证,采用该复合改性技术的养护材料,在城市频繁的交通荷载和较大的温差变化下,依然能保持良好的性能,大大延长了路面的使用寿命,减少了养护频率和成本,为城市道路桥梁的安全、稳定运行提供了有力保障。

### 3 沥青路面预防性养护材料应用实践

在城市道路桥梁养护这一关键领域中,沥青路面的预防性养护占据着举足轻重的地位。有效的预防性养护措施不仅能显著提升道路的舒适性,还能大幅延长路面的使用寿命,降低后期大修成本。我们采用超薄磨耗层罩面施工(厚度控制在1.5cm-3.5cm)结合局部病害处理的方式,在下一个大修周期来临前,对道路进行全断面施工,以此全方位提升道路性能。以下将详细阐述具体的裂缝处理实践内容<sup>[1]</sup>。

对于沥青混凝土裂缝,依据其宽度及支缝情况采取不同处理方式。当裂缝宽度小于10mm且无支缝或仅有较少支缝时,可采用开槽处置或直接灌缝处置。(1)灌缝材料选择:灌缝所用材料为加热施工式橡胶沥青填缝料。这种填缝料具有良好的柔韧性、粘结性和耐久性,能有效适应路面的伸缩变形,防止水分渗入路面结构内部,从而保护路面基层和土基不受水损害。(2)施工准备工

作:施工前,要根据裂缝的折算面积和深度,精确准备足够且符合要求的填充料或填缝胶。同时,对灌缝设备进行全面性能检查,确保沥青管路畅通无阻,沥青喷枪喷射均匀,高压热空气吹烤装置空压充足、温度适宜,为后续施工提供可靠保障。(3)填缝料加热保温:将填缝料加热至80-100℃时,启动沥青搅拌机对填缝胶进行充分搅拌,保证填缝胶均匀受热,避免局部过热或过冷影响性能。当填缝胶加热至180℃时,立即采取有效的保温措施,防止温度下降过快,确保其处于适宜的灌治温度。(4)扩缝扫缝作业:对于缝宽在5mm以内的细小不规则裂缝,由于难以直接灌浆处治,需先进行扩缝。按照规范要求,将裂缝扩宽至深不小于13mm、宽不小于10mm的施工缝,且开槽的深宽比应控制在小于2且大于1.3的范围内。对于缝宽在5-10mm的裂缝,若无支缝或较少支缝,可直接进行扫缝处理。随后,用清缝机对扩展的新缝和原有的较宽旧缝进行彻底清扫,清除缝槽内的杂物与尘土,保证缝内清洁。(5)热空气吹烤环节:用热空气吹烤喷枪将加热后的压缩空气吹向裂缝,这一操作既能将缝里的杂物彻底吹干净,又能预热缝壁的沥青混凝土,增强灌缝材料与缝壁的粘结力,提高灌缝质量。(6)填缝料灌缝操作:在沥青泵的作用下,填缝料通过沥青喷枪(补缝专用装置)均匀灌入缝中,确保填缝饱满、密实。(7)质量验收标准:灌缝完成后,要进行严格的质量验收。外观上应干净整洁,无拖痕和多余的沥青,灌封线型流畅,无明显的淤结之处。缝灌治的深度一般要大于扩缝后的扩缝深度,且石屑要充分灌入缝隙中,保证裂缝处理效果达到预期。

### 4 材料应用中的关键控制要点

#### 4.1 材料选型适配性控制

在沥青路面预防性养护材料应用中,精准把控材料选型的适配性至关重要。材料选型要综合考量路面病害类型、服役环境以及行车荷载特点等多方面因素。若盲目选用高性能材料,会造成不必要的成本浪费;而选用性能不足的材料,则会严重影响养护效果。1)针对不同宽度的裂缝,应选择不同类型的材料。对于宽度小于0.5mm的微裂缝,要优先选用柔韧性良好的密封胶,以有效填充裂缝并适应路面变形;对于宽度大于0.5mm的裂缝,则需选用粘结力强、强度高的灌缝材料,确保裂缝修补的牢固性。(2)不同气候条件对材料性能要求也有差异。高温地区应优先选用软化点高、抗泛油性好的养护材料,防止路面在高温下出现软化、泛油等问题;低温地区要重点选择低温柔性佳、抗冻裂的材料,避免材料在低温下脆裂;多雨地区则需优先保障材料的防水性能,阻止

水分渗入路面结构。(3) 还需结合路面交通量选材。重载交通路面要选用耐磨性强、承载能力高的封层材料与修补材料；轻交通路面在满足基础性能的前提下，可选择性价比更高的养护材料<sup>[4]</sup>。

#### 4.2 施工工艺规范性控制

施工工艺的规范程度对养护材料性能的充分发挥起着决定性作用，必须依据不同材料类型精心制定与之对应的施工流程与严格的质量控制标准。(1) 对于沥青类热施工材料，像改性沥青密封胶、热拌沥青混合料等，加热温度的控制是关键环节。温度过高会加速材料的老化进程，降低其使用性能和寿命；温度过低则会使材料的流动性变差，难以均匀铺展，进而影响粘结力，导致养护效果大打折扣。而水性材料与冷施工材料，对施工环境温度和湿度有着特定要求。在低温、高湿度环境下施工，材料容易出现成膜不良的情况，粘结力也会显著下降，无法达到预期的养护效果。(2) 施工前的路面预处理工作不容忽视。要彻底清除路面上的杂物、浮尘和积水，对裂缝、坑槽等病害进行全面且彻底的整治，保证路面基层稳定、表层洁净，为养护材料与原路面紧密结合创造良好条件。在施工过程中，要精准控制材料用量和施工厚度。用量不足会使防护效果不佳，无法有效阻止病害发展；用量过多则可能引发泛油、起皮等问题，影响路面的平整度和使用寿命。

#### 4.3 施工后养护管理控制

在北京特殊的施工环境下，每日施工时间为0:00点至5:00点的夜间施工，这给施工后养护管理控制带来了特定要求。施工后的科学养护管理是确保沥青路面预防性养护效果长久维持的关键，需依据所用材料类型和具体施工环境，制定针对性养护周期与可行养护措施。(1) 对于热施工材料，在夜间施工后，要精准把控交通封闭时间。由于夜间温度较低，材料冷却、固化速度相对较慢，必须等待材料完全达到规定强度标准后才可开放交通。若过早

通车，车辆荷载易破坏未完全固化的材料，造成破损、变形，严重影响养护质量。(2) 冷施工材料与水性材料方面，要保证其有充足成膜时间。在养护期间，严禁车辆碾压和人员踩踏，同时要做好防雨措施，防止夜间可能出现的降雨冲刷尚未固化的材料，导致材料性能降低，无法形成有效防护层。(3) 养护完成初期，要加大路面巡查力度。鉴于夜间施工的特殊性，更要密切关注路面状况，一旦发现材料出现剥离、开裂、泛油等问题，立即采取补涂、修补等措施补救，确保养护效果稳定。此外，定期对养护区域进行性能检测，跟踪材料服役状态，为后续预防性养护工作提供可靠依据<sup>[5]</sup>。

#### 结束语

沥青路面预防性养护材料在保障道路性能、延长使用寿命方面意义重大。从明确核心性能要求，到探索性能优化路径，再到开展应用实践并把握关键控制要点，每一步都紧密相连、不可或缺。未来，随着材料科学与道路工程技术的不断进步，我们应持续深入研究，不断优化材料性能，提升施工工艺水平，加强施工后养护管理，以更好地适应复杂多变的道路服役环境，为城市道路桥梁的安全、稳定、高效运行提供坚实保障，推动沥青路面预防性养护事业迈向新台阶。

#### 参考文献

- [1] 欧洋, 沥青路面预防性养护技术应用研究[J]. 工程技术研究, 2023, 8(21): 71-73.
- [2] 王洋, 浅谈高速公路沥青路面预防性养护技术的应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(30): 136-138.
- [3] 吴秋展, 沥青路面预防性养护技术在公路养护作业中的应用[J]. 工程建设与设计, 2023(16): 173-175.
- [4] 蔺子明, 预防性公路养护技术在现代高速公路养护中的运用研究[J]. 黑龙江交通科技, 2021, 44(08): 195-196.
- [5] 甘剑剑, 市政道路养护中的沥青路面预防性养护技术应用实践分析[J]. 四川水泥, 2021(08): 286-287.