

沥青路面裂缝成因分析与灌缝材料性能比较

郑奕鹏

保利长大工程有限公司 广东 广州 510620

【摘要】：沥青路面由于具有行车舒适度高、施工速度快、养护方便等特点，在我国的高等级以及各级公路工程中得到广泛应用。路面长时间运行，由于行车荷载、自然环境、施工工艺等多种原因的综合作用，很容易出现各种类型裂缝。裂缝持续扩大会引起路面渗水、结构松动、路基沉降等问题，大大降低道路的使用寿命，增大养护费用。本文对沥青路面各种裂缝形成原因进行系统的分析，选取常用的四种灌缝材料，比较它们的力学性能、施工特性以及适用工况，根据工程使用效果得出材料优劣的结论，为道路养护工程灌缝材料的选择提供一定的参考，提高沥青路面养护施工质量。

【关键词】：沥青路面；裂缝成因；灌缝材料；性能对比；路面养护

DOI:10.12417/2811-0528.26.15.052

1 引言

交通运输行业持续发展过程中，公路通行流量逐年增加，重载车辆所占比例越来越大。沥青路面长时间处在自然环境中，不断地被车辆碾压，同时受温度干湿循环的冲击，裂缝便成了路面常见的一种病害。微小裂缝如果不及时处理，雨水就会沿着缝隙渗透进路面结构里面，把基层填料冲刷掉，使得结构层的粘结能力变弱，从而引发坑槽、沉降、翻浆等次生病害。准确找出裂缝产生的原因，科学比较各种类型的灌缝材料的性能，可以有效地改进养护施工方案，降低道路全生命周期养护费用，提高道路通行稳定性、安全性。

2 沥青路面主要裂缝及成因分析

2.1 荷载型裂缝

荷载型裂缝多数是横向的疲劳裂缝，大多是由车辆的反复碾压造成的。公路行驶时重载、超载车辆会致使路面结构层受到周期性的弯拉应力影响，当应力值大于沥青混合料自身抗拉强度的时候，路面面层就会出现细小的裂纹。车辆长时间碾压会使裂纹慢慢延伸，最后连贯地形成规则的横向裂缝。该类裂缝多出现在行车道中央，车流量大的地方更加严重。路面基层压实度不够、混合料强度低的时候，车辆荷载造成的应力不能够均匀地向各个方向扩散开来，局部应力就会集中起来引发裂缝的发生和发展。长时间的通行之后，裂缝的间距就会变小，最后形成网状破碎病害，使路面变得不完整。

2.2 温度型裂缝

温度型裂缝有低温收缩裂缝和温度疲劳裂缝之分，受气候影响比较大。沥青材料温度敏感性强，在低温下沥青的柔韧性变差，脆性也越来越大。寒冷地区冬季气温突降，路面表层收缩形变被内部结构所限制，从而出现较大的温度应力，当应力大于材料的极限强度时，就会产生横向裂缝。由于该地区的气

温变化比较大，路面在反复受到热胀冷缩的影响时，在结构内部会出现微小的裂缝，这些裂缝会慢慢扩展开来。这种裂缝分布均匀，没有明显的荷载作用特点，初期缝隙宽度小，低温的时候缝隙会变大，下雨的时候会加重结构的损坏。

2.3 沉降型裂缝

沉降型裂缝主要为纵向裂缝，主要是由于路基变形不均匀所引起的。路基施工阶段填料压实度控制不到位、填料配合比不合理造成路基密实度不同。道路投入使用以后，土体自然固结沉降，路面也会出现纵向开裂现象。靠近边坡的路段，路基边缘压实困难，边缘沉降量大于道路中心沉降，产生纵向边缘裂缝。地下管线施工、基坑开挖等市政工程会造成原有路基土体受扰动，土体稳定性的降低使不均匀沉降出现，进而产生不规则沉降裂缝。该类裂缝的宽度差别很大，并伴有路面错台情况，对于行车的平稳性造成较大的影响。



图1 纵向裂缝

2.4 其他诱发因素

施工工艺不规范属于路面早期开裂的重要的人为原因。混合料拌合温度控制不合理，沥青老化速度加快，粘结性能变差；摊铺施工速度不一致，路面压实密度不一致，存在内空隙。后

期养护期间,路面成型初期没有做好防护,暴晒、雨水冲刷会造成表层结构的细微裂纹。沥青原材料质量不合格,混合料级配不合理都会使抗裂性、抗渗性变差,从而增加裂缝产生的几率。

3 常用灌缝材料性能对比分析

3.1 基础材料性能参数

根据道路养护工程检测标准可知,这四种材料的性能参数存在着明显的不同。热沥青拉伸强度低、低温延展性差、软化点在中等范围内,固化后硬度高。改性沥青灌缝胶经过高分子改性处理,拉伸强度最大、低温延展性最好,软化点高,高低温环境下稳定性好。聚氨酯冷灌缝胶固化快、粘结强度高、耐腐蚀,低温施工适用性好。沥青玛蹄脂密实度大,防水性能好,成本低,但是低温抗裂性差。

3.2 施工工艺对比

热沥青、改性沥青灌缝胶属于热施工材料,施工前需要用专门的加热设备进行加热,温度控制在 $180^{\circ}\text{C}\sim 220^{\circ}\text{C}$ 。施工流程包含裂缝清理、烘干、高温灌注、自然冷却,施工工序繁杂,对设备要求高,适合大面积集中养护作业。聚氨酯冷灌缝胶不需要加热,常温下直接灌注,施工操作简单,施工噪音小,适用于城区道路、狭窄路段和应急修补工程。沥青玛蹄脂施工不需要复杂的设备,人工摊铺填充即可,施工门槛低,作业效率中等,适合浅层宽裂缝的修补。

3.3 环境适配性能对比

高温时,改性沥青灌缝胶的软化点高,不会发生流淌和黏轮现象,高温稳定性最好。热沥青温度高、易变软,在行驶过程中容易造成材料黏附脱落。低温环境下聚氨酯冷灌缝胶不会脆裂,可以用于零下低温天气施工。改性沥青灌缝胶低温伸长长率高,能适应北方寒冷地区温度形变。热沥青和沥青玛蹄脂低温时脆性明显,寒冷季节容易产生缝隙开裂脱落,只适合于温暖地区使用。防水、抗渗性能四种材料均可满足基础的要求,其中以改性沥青灌缝胶的密实度最好,抗渗、耐久性能最好。

3.4 经济性与使用寿命对比

成本上沥青玛蹄脂价格最低,施工成本也受控制。热沥青

采购成本低,但是施工能耗高。改性沥青灌缝胶材料单价高,综合施工成本最大。聚氨酯冷灌缝胶不用加热,耗能成本低,材料价格处于中等。使用年限上,改性沥青灌缝胶服役时长为五年到八年,聚氨酯冷灌缝胶为三年到五年,热沥青为两年左右,沥青玛蹄脂使用寿命最短,一般在一到两年内发生破损返修。

4 灌缝材料选用原则及工程应用建议

4.1 材料选用基本原则

灌缝材料选型要符合道路实际情况,以适配性、经济性、耐久性为原则。根据区域气候特点,寒冷地区主要使用低温延展性好、具有良好防水效果的改性沥青灌缝胶和聚氨酯冷灌缝胶;高温多雨地区主要选择具有优良耐热性和防水性的改性材料。根据裂缝形态选择,细微闭合裂缝用流动性好的冷灌缝胶,宽幅深裂缝用密实度高的改性沥青灌缝胶。兼顾工程预算,低等级乡村道路可以采用低成本沥青玛蹄脂,高等级干线公路优先采用耐久性好、性能优良的改性沥青灌缝胶。

4.2 施工应用优化建议

裂缝灌缝施工前要清除缝内灰尘、杂物和积水,使缝壁干燥清洁,提高材料粘结度。热施工材料控制好加热温度,防止高温老化造成材料性能下降。冷灌缝材料施工时控制灌注厚度,避免灌注过多造成浪费。施工结束后设警告标示牌,材料完全固结后再行通车,防止车辆碾压引起材料变形。日常养护过程中,定时对裂缝发育状况加以检查,微小裂缝立刻进行处理,避免病害继续扩大并加重养护费用。

5 结论

沥青路面裂缝是由荷载作用、温度变化、路基沉降、施工控制等造成的,不同种类的裂缝在发育特点和危害程度上有所不同。四种常用的灌缝材料各有各的优点和不足,其中改性沥青灌缝胶综合性能最好,适配于高等级公路以及气候复杂的地区,聚氨酯冷灌缝胶施工方便,适宜用于应急修补和低温施工,热沥青适用于常规常温养护工程,沥青玛蹄脂成本低,可以用于低等级道路的临时修补。精准处置路面裂缝可以有效地延缓路面病害的发展,延长道路的使用寿命,保证公路交通安全、稳定,给交通基础设施的长效运维提供技术支持。

参考文献:

- [1] 交通运输部公路科学研究院.公路沥青路面养护技术规范.北京:人民交通出版社
- [2] 李刚.市政沥青路面裂缝成因及灌缝养护技术研究.交通世界.
- [3] 王军.不同灌缝材料在沥青路面养护中的应用对比.工程技术研究.