

市政道路沥青混凝土路面裂缝修补技术解析

刘洁

太原市政建设集团有限公司, 山西 太原 030000

[摘要]在现代城市发展进程中,市政道路作为城市基础设施的关键构成部分,对于保障城市正常运作,促进经济发展和提高居民生活质量方面发挥着至关重要的作用。而沥青混凝土路面凭借其行车舒适、噪音小、施工便捷、维修简便等一系列显著优势,在市政道路建设中得到了极为广泛的应用。鉴于这一事实,深入研究用沥青混凝土路面裂缝修补技术,并寻求有效、可靠的裂缝修复方法,对于确保道路安全,延长道路使用寿命,降低道路维护成本,提高城市的整体形象和交通效率至关重要。

[关键词]市政道路;路沥青混凝土;路面裂缝

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15249

中图分类号: U41

文献标识码: A

Analysis of Crack Repair Technology for Asphalt Concrete Pavement of Municipal Roads

LIU Jie

Taiyuan Municipal Construction Group Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi, 030000, China

Abstract: In the process of modern urban development, municipal roads, as a key component of urban infrastructure, play a crucial role in ensuring the normal operation of cities, promoting economic development, and improving residents' quality of life. Asphalt concrete pavement has been widely used in municipal road construction due to its significant advantages such as comfortable driving, low noise, convenient construction, and easy maintenance. Given this fact, in-depth research on crack repair technology for asphalt concrete pavement and seeking effective and reliable crack repair methods are crucial for ensuring road safety, extending road service life, reducing road maintenance costs, and improving the overall image and traffic efficiency of the city.

Keywords: municipal roads; asphalt concrete for roads; road cracks

1 市政道路沥青混凝土路面裂缝类型

1.1 荷载型裂缝

荷载型裂缝主要是由荷载的反复作用引起的。在车辆行驶过程中,路面结构受到垂直、水平、冲击等多种力的共同作用,当这些力超过路面材料的承载能力时,会导致路面出现裂缝。其中,剪切型疲劳开裂是荷载型裂缝的常见表现。当车辆在道路上加速,减速或转动时,它会在道路上产生更大的水平剪切力。在这种反复的水平剪切力作用下,沥青混凝土路面的面层与基层之间以及各结构层中材料之间的黏结力逐渐减小,导致材料发生剪切变形。随着时间的推移,随着车辆荷载数量的增加,这种剪切变形会累积并最终超过材料的抗剪切疲劳极限,从而在道路上产生剪切型疲劳裂缝。这种类型的裂缝通常呈现一定角度的倾斜分布,与行驶方向一致,裂缝的宽度均匀,并且随着病害的发展,裂缝会逐渐扩展到路面的深度,严重时会导致路面结构层的破裂和破坏。

1.2 非荷载型裂缝

温度变化是非荷载裂缝的重要原因之一。其中,温度收缩裂缝是由于低温环境下沥青混凝土路面中沥青结合料和集料的收缩变形,不同材料的收缩系数不同,产生内应力。当这种应力超过沥青混凝土的抗拉强度时,就会导致路面产生裂缝。温度收缩裂缝一般在冬季气温较低时较

为常见,裂缝通常呈横向分布,在路面上间隔均匀出现。干缩裂缝主要是由于路面材料中的水分蒸发,导致材料体积收缩。路面施工完成后,如果养护不当,失水过快,很容易造成收缩裂缝。收缩裂缝宽度较细,趋势不规则,可能呈现纵横交错的网状分布。

施工工艺和材料问题也会导致非荷载裂缝。在施工过程中,如果沥青混合料配合比不合理,会导致路面强度和稳定性不足,容易产生裂缝。另外,施工过程中压实不足,使得路面结构不够密实,在后续使用过程中容易因各种受力而出现裂缝。材料方面,如果使用的沥青质量不好,其低温抗裂性和耐久性不足,在温度变化等因素的作用下也容易产生裂缝。同时,集料的强度、耐磨性等性能指标不达标,也会对路面的整体性能产生不利影响,增加裂缝的风险。

2 市政道路沥青混凝土路面裂缝修补材料

2.1 传统修补材料

2.1.1 (改性)沥青

(改性)沥青是以普通沥青为基础,通过添加改性剂来改善其性能的一种材料。在常规道路铺设中,(改性)沥青表现出一定的黏结性和防水性,能有效增强路面结构的整体性。在低温环境下,普通沥青脆性明显,添加 SBS(苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物)等改性剂可以显著提高

改性沥青的柔韧性和低温抗裂性。

在裂缝修补领域，(改性)沥青的性能暴露出许多问题。它与裂缝壁的黏结强度有限，因此很难在裂缝内部形成稳定持久的连接。随着时间的推移和车辆荷载的反复作用，(改性)沥青与裂缝壁之间的黏结容易发生分离，导致裂缝再次开裂。(改性)沥青的温度稳定性不好，在高温环境下容易软化流动，使修补材料挤出裂缝，影响路面平整度和行车安全。但在低温环境下，容易变脆，失去弹性，不能适应路面因温度变化而产生的膨胀变形，进而导致裂缝进一步扩展。

2.1.2 (改性)乳化沥青

(改性)乳化沥青是将沥青颗粒均匀分散在含有乳化剂的水溶液中形成的乳液。这种材料流动性好，可在常温下施工，大大降低了施工难度和成本。由于采用水作为分散介质，减少了施工过程中对高温加热设备的依赖，既提高了施工的便利性，又降低了火灾等安全事故的风险。同时，(改性)乳化沥青与集料结合良好，能有效包裹集料，增强混合料的黏聚性和稳定性。

在实际应用中，(改性)乳化沥青也有一定的局限性。其固化时间相对较长，对于交通流量较大的市政道路来说意味着长时间的交通管制，对城市交通的正常运行会产生较大的影响。在固化过程中，(改性)乳化沥青需要适宜的温度和湿度条件。如果环境条件不理想，比如低温高湿天气，固化速度会进一步变慢，甚至可能固化不完全，从而影响修复效果。另外，(改性)乳化沥青的耐久性相对较弱，在长期的车辆荷载和自然环境侵蚀下容易出现老化、剥落等现象，不能长期有效保持修补裂缝的效果，需要频繁地再次修补，增加了道路养护的成本和工作量。

2.1.3 橡胶沥青和沥青玛蹄脂

橡胶沥青是将废旧橡胶粉按一定比例加入基质沥青中，经过高温高速搅拌后得到的一种改性沥青材料。橡胶粉的加入赋予沥青良好的弹性和韧性，显著提高其抗疲劳、抗老化和低温抗裂性能。从理论上讲，橡胶沥青能更好地适应路面裂缝的变形，有效地阻止裂缝的进一步发展。沥青玛蹄脂是由沥青、纤维稳定剂、矿粉和少量细集料经特殊工艺制成的复合材料。具有较高的黏结强度和防滑性能，能在路面表面形成一层坚固的保护膜，对裂缝起到良好的封闭和保护作用。橡胶沥青和沥青胶泥在实际裂缝修补工程中没有广泛使用。橡胶沥青的制备工艺复杂，需要严格控制胶粉的粒径、含量、加工工艺等参数，否则很难保证其性能的稳定性。而且橡胶沥青成本较高，一定程度上限制了其大规模应用。沥青玛蹄脂虽然性能优异，但也存在成本高的问题，其施工工艺要求严格，需要专业设备和技术人员操作，也增加了施工的难度和成本。此外，这两种材料对不同类型裂纹的适应性也有一定的局限性，对于一些复杂裂纹很难达到理想的修复效果。

2.2 新型修补材料

2.2.1 加热型密封胶

以橡胶沥青密封胶为例，在裂缝修补方面显示出独特的优势。该材料由基质沥青、高分子聚合物、稳定剂、添加剂等制成。通过特殊工艺。通过聚合物的接枝和交联反应，形成连续的弹性网络结构，赋予材料优异的柔韧性和高弹性。在实际应用中，这一特性使其能够与裂缝壁紧密贴合，即使在车辆荷载和温度剧烈变化的反复作用下，仍能保持良好的黏结状态，有效阻止裂缝的进一步扩展。

从应用范围来看，橡胶沥青密封胶广泛应用于高速公路、高等级公路、城市公路、机场等沥青路面的裂缝修补，以及水泥混凝土路面的接缝密封。对不同类型的道路裂缝都能起到很好的处理作用，无论是细小的发丝状裂缝还是较宽的结构性裂缝，都可以通过合适的施工工艺进行有效的修补。

与传统修补材料相比，橡胶沥青密封胶具有明显的优势。在黏结性能上，其与裂缝壁的黏结强度远高于普通(改性)沥青，可以形成更稳定的连接，大大降低裂缝再次开裂的风险。在温度稳定性方面，该材料具有优异的耐高温和耐低温性能。在高温环境下，不易软化流动，保证修补材料不会从裂缝中挤出，从而保持路面的平整；在低温环境下，仍保持良好的柔韧性，不会因脆性而失去密封性能，有效适应路面因温度变化而产生的膨胀变形。

2.2.2 常温型密封胶

聚氨酯、聚硫、硅酮等材料构成常温密封胶。这种密封胶在室温下通过化学反应由液态变为固态，从而实现对接缝的有效密封。

聚氨酯密封胶具有高强度、高弹性和良好的耐化学腐蚀性。它的固化过程比较快，能在短时间内形成具有一定强度的密封层，减少对交通的影响。固化后，聚氨酯密封胶与裂缝壁之间形成较强的附着力，能有效抵抗车辆荷载和自然环境因素的影响，长期保持密封效果。这种材料适用于密封性能要求高、裂缝宽度比较大的场合，如桥梁伸缩缝、大型建筑沉降缝等。在市政道路中，聚氨酯密封胶可以充分发挥其优势，对一些因路基沉降等原因造成的宽裂缝提供可靠的修补效果。

聚硫密封胶以其优异的耐油性、耐水性和耐老化性而闻名。在潮湿环境下，聚硫密封胶仍能保持良好的黏接性能和密封效果，其性能不会因水分侵蚀而降低。固化过程相对稳定，在不同的温湿度条件下都能达到良好的固化效果。聚硫密封胶因其优异的耐水性，常被用于隧道、地下停车场等经常接触水的地方修补裂缝。在市政道路中，对于一些容易积水的路段，聚硫密封胶可以有效防止水渗入裂缝，保护路面结构。

硅酮密封胶具有优异的耐候性和耐高低温性。无论是在严寒的冬天还是炎热的夏天，硅酮密封胶都能保持稳定

的性能。对各种基材有良好的附着力，能与沥青混凝土、水泥混凝土等材料紧密结合。硅酮密封胶在紫外线、臭氧等环境因素的长期作用下，不易老化变色，能长期保持良好的外观和性能。这种材料常用于外观要求高，需要长时间暴露在自然环境中的地方，如建筑物的外墙、玻璃幕墙等。在市政道路中，对于一些位于城市景观区域的道路，硅酮密封胶可以在修复裂缝的同时保证路面的美观。

2.2.3 贴缝型材料

贴缝带通常由聚合物改性沥青和轮胎基布等复合材料组成。其工作原理是利用聚合物改性沥青的高黏结性，将接缝胶带牢固地贴在裂缝表面，轮胎基布起到增强材料强度和稳定性的作用。当路面因温度变化或车辆荷载而热胀冷缩时，贴缝带凭借其良好的柔韧性和弹性，可随路面一起变形，始终保持裂缝密封，有效防止水分和杂物的侵入。

3 市政道路沥青混凝土路面裂缝修补技术

3.1 灌缝技术

灌缝技术作为一种广泛应用于市政道路沥青混凝土路面裂缝修补的有效方法，其核心原理是通过向裂缝中注入特定的灌缝材料来有效封闭和填充裂缝。这一过程可以防止水分、杂物等有害物质渗入裂缝深处，从而避免裂缝的进一步扩大以及这些因素对路面结构的破坏。接缝填充技术特别适用于运动裂缝的处理。运动裂缝通常是由于路面在温度变化、车辆荷载等因素的影响下产生较大的膨胀和收缩变形而引起的。这种裂纹具有明显的动力学特征，其宽度和长度会随着时间和环境条件的变化而波动。接缝填充材料需要具有良好的柔韧性和弹性恢复能力，以适应裂缝的这种动态变化。高质量的填缝材料在裂缝张开时可以延伸而不被撕裂；当裂纹闭合时，它能与裂纹壁保持紧密黏附而不分离。这样，填缝材料就能在裂缝内部形成稳定的密封屏障，有效抵抗外界因素对裂缝的侵蚀，从而达到延缓裂缝发展、延长路面使用寿命的目的。

3.2 填缝技术

作为一种相对简单和传统的裂纹修补方法，填缝技术具有独特的技术特点和适用场景。与灌缝技术相比，填缝技术不需要开槽作业，这使得它在处理一些非运动缝和不适合开槽的路段时具有明显的优势。非运动缝，如施工接缝处理不当造成的纵缝、间距较小的相对稳定的横缝、局部路面材料老化尚未形成大规模结构破坏的裂缝，通常不会随着温度变化、车辆荷载等因素产生明显的动态位移。对于这种裂缝，填缝技术可以将修补材料直接填充到裂缝中，形成有效的密封屏障，阻止水分和杂物的侵入，从而延缓裂缝的进一步发展。对于不适合开槽的路段，如路面

结构强度低、面层薄的地区，如果采用开槽灌缝技术，开槽时可能会对路面结构造成额外的损伤，导致裂缝周围出现松散、剥落等病害。而填缝技术避免了开槽的环节，可以在不破坏路面原有结构的情况下，修补裂缝，保持路面的整体性。

3.3 贴缝技术

贴缝技术作为一种新型裂缝修补技术，近年来在市政道路沥青混凝土路面裂缝修补中得到广泛应用和重视。其显著的技术优势使其在众多修复技术中脱颖而出。贴缝技术的施工工艺非常简单，不需要复杂的开槽、加热等工序，大大缩短了工期。在一些车流量较大的路段，传统的灌缝或其他修复技术往往需要长时间的交通管制，给市民出行带来很大不便。贴缝技术可以在短时间内完成施工，减少了对交通的影响，提高了道路的使用效率。该贴缝技术可有效避免开槽等操作带来的二次病害。在开槽填缝过程中，开槽机可能会对裂缝周围的路面结构造成一定程度的破坏，导致裂缝周围的材料松散、脱落，从而引发新的病害。而贴缝技术可以直接粘贴在裂缝表面，不会对路面结构造成额外的破坏，保护路面的整体性，延长路面的使用寿命。

4 结语

本研究对市政道路沥青混凝土路面裂缝问题进行了深入分析，系统阐述了裂缝的类型和成因，尽管本研究取得了一些成果，但仍存在局限性。展望未来，裂缝修补技术有望在以下几个方面取得突破。在材料的研发方面，将致力于开发更加环保、高效、智能的修补材料，如具有自愈合功能的材料，在出现裂缝时能够自动修复，有效延长路面的使用寿命。在技术创新方面，结合先进的传感器技术和智能控制技术，实现了对裂缝的实时监测和精确修复，提高了修复工作的效率和质量。同时，加强综合修补技术体系研究，根据不同裂缝类型、路况和使用要求，制定出更加科学、合理、个性化的修补方案，为市政道路沥青混凝土路面长期稳定运行提供有力保障。

[参考文献]

- [1] 吴德胜. 市政道路沥青混凝土路面裂缝修补技术解析[J]. 建材发展导向, 2024(17).
 - [2] 李峰, 徐剑, 石小培. 沥青混凝土路面裂缝修补技术[J]. 公路, 2013(7): 5.
 - [3] 丁凯. 浅谈沥青混凝土路面裂缝灌缝技术[J]. 中国科技博览, 2013(29): 1.
- 作者简介: 刘洁(1996.7—), 女, 学历: 本科, 毕业院校: 太原理工大学, 所学专业: 土木工程, 目前职称: 助理工程师, 目前就职单位: 太原市政建设集团有限公司。