

# 市政工程沥青混凝土路面裂缝的探究

赵衍巨

枣庄恒通市政工程有限公司

**摘要：**当前随着市场经济的不断进步和城市化进程的日渐深入，汽车已经成为社会日常代步工具，在一系列施工和重载的影响下，早期市政路面遭到了严重破坏。基于此，本文对市政工程沥青路面裂缝开裂模式以及机理进行研究，并提出沥青里面裂缝出现的原因，最后提出了防治养护技术策略，以期为工程人员提供一些参考。

**关键词：**市政工程；沥青路面；裂缝类病害；防治技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.21.061

## 引言

随着我国交通运输行业的快速发展，市政交通网络覆盖范围越来越广泛。沥青路面是我国市政主要的路面形式之一，随着道路使用年限的增加，路面的各类损伤逐渐凸显，沥青路面裂缝是最常见的道路损伤类型。沥青路面出现裂缝损伤，首先会影响路面摩擦系数，致使路面的光滑程度大幅提高，严重时会导致交通事故。路面出现裂缝后，会在基层向纵深延展，破坏路面结构，降低路面荷载，严重时会影响道路的正常行驶。此外，路面出现裂缝会导致基层形成存水区域，不仅不利于路面排水还会扩大道路病害，影响路基的稳定性和耐久性，因此对沥青路面裂缝展开研究十分必要<sup>[1]</sup>。然而，市政建设情况受建设地点、气候条件等诸多因素影响，路面裂缝产生原因和危害不可一概而论，因此应根据道路建设的实际情况进行针对性研究。

## 一、沥青混凝土路面裂缝开裂模式与机理分析

沥青层取芯是确定沥青层厚度、界面黏结状况、裂缝形态、铺装质量（离析、剥离）等的常规技术。k0+60至K200+20两个调查地点共采集了35个路面样品（湿法取心），经统计分析，路面裂纹形态可分为6种。粗集料与沥青的剥离是造成路面开裂的主要原因之一，这主要是集料和沥青的黏附性不足造成的剥离现象，黏附性能越差，路面裂缝将由面层向下萌生和扩展，并显著降低路面剩余使用寿命；在两层界面结合程度不同的情况下，两层全体开裂和未开裂的样品最多11个。在覆盖层与AC层界面发现了6个裂纹试样，在AC层与基层间发现了10个裂纹试样，在6个裂纹试样中，发现两种界面结合不良，由此可见，界面脱黏与路面开裂之间存在着密切的联系。路面的疲劳裂缝通常发生在沥青层底部，或加铺层底部，或已有AC层底部，称为

反射裂缝。所取样品中只有2个试样出现了自顶向下的偏析裂纹扩展，其余5个覆盖层裂纹出现了界面脱黏。分析发现较厚路面层发生自上而下开裂，沥青厚度为161mm，而面层完全开裂的路面中沥青厚度为107mm。因此，路面裂缝在初期发生时，由于黏结不良，即覆盖层与基层的黏合不够牢固，导致自底向上的裂纹出现；随着市政服役时间的增加，基层疲劳现场发生，会在AC层产生反射裂缝<sup>[2]</sup>。

## 二、沥青路面裂缝的形成原因

### （一）材料因素

在沥青路面裂缝的形成原因中，材料因素起着非常重要的作用。例如，如果采用的沥青质量较差或老化严重，就会严重减弱沥青路面的使用性能，进而增大裂缝产生的风险。此外，如果沥青混合料的低温强度不足，也会增加沥青路面产生裂缝的风险。另一方面，路基填筑过程中使用不合格的材料也是导致裂缝的重要原因。因此，选择合格的材料并严格按照施工要求进行操作是防止沥青路面产生裂缝的关键措施之一。

### （二）设计因素

首先，设计时如果没有充分考虑路面在使用中的荷载变化，使得道路的承受强度设计不足，那么随着车流量的不断增加，路面就会因无法承载过多的负荷，而产生荷载型裂缝。其次，如果沥青层厚度设计过小或材料弹性过大，也可能导致裂缝出现。例如，当沥青层厚度不足时，无法具备足够的抵抗变形的能力；而当材料的弹性过大时，超过其承受能力的变形也会导致裂缝的产生。最后，纵向裂缝的产生也可能与设计不当有关。

### （三）施工因素

首先，施工过程中如果沥青混合料的温度控制不当，工作温度过高或过低都可能对沥青的黏结力和稳定性产生影响，从而增大裂缝产生的可能性。其次，压实度的合理控制也是防止裂缝形成的关键<sup>[3]</sup>。如果路基、基层或沥青层的压实度不足，会削弱其抵抗变形的能力，进而增大裂缝产生的概率。再次，施工接缝的处理也是一个重要的考虑因素。纵向接缝和横向接缝如果没有处理得当，可能会变成路面的弱点，导致裂缝的产生。最后，交通荷载的影响也不容忽视。车辆的反复行驶，特别是重载车辆的通过，会对路面结构产生较大的冲击，长此以往就有可能导致裂缝的产生。

## 三、市政工程沥青混凝土路面裂缝修补技术

### （一）注射修补法

注射修补法适用于细小裂缝，可以通过注射低黏度树脂或特殊修补材料来封闭裂缝。（1）注射低黏度环氧树脂材料在项目中，在主干道一长段约200m的路面上发现了许多细小裂缝。这些裂缝宽度普遍小于0.5mm，呈散布状分布，主要集中在路面的中央和转弯区。针对这些细小裂缝，首先使用了不低于0.5MPa的高压空气彻底清理裂缝内的杂物和灰尘。随后，准备了低黏度的环氧树脂作为注射材料，确保材料在20℃条件下的流动时间达到30min以上。同时，使用专用注射设备，按制造商的指导进行注射，确保树脂充分填满裂缝并均匀分布。整个注射过程大约持续了4h，使用了约50L的环氧树脂。注射完成后，对裂缝修补区域进行了24h的观察，以确保树脂完全固化。固化后，进行了裂缝封闭性和修补材料黏结强度的测试，确认修补质量符合标准。

（2）注射改性聚合物修补材料在项目主干道的连接弯道区域，通过高分辨率摄像头和数字成像技术识别出一系列疲劳裂缝，这些裂缝宽度介于0.5~1.5mm，总长度约为15m，呈网状分布。通过图像处理软件，裂缝被归类为中等严重度的疲劳裂缝，系路面承受重复的交通压力引发的<sup>[4]</sup>。

### （二）裂缝填缝法

裂缝填缝法适用于较宽裂缝，可以使用高强度材料如水泥砂浆或聚合物修补材料填充裂缝。（1）传统手工灌缝方法。在该裂缝灌封方法中，首先需要对裂缝进行清理，包括清除杂物和灰尘，并使裂缝保持干燥。然后将沥青料加热至液态，倒入清理后的裂缝中。最后，用刮板或平整器将沥青料填满裂缝，确保表面平整，无杂物、气泡和空隙。这种方法操作简单方便，不需要复杂的机械设备，但是高度依赖工人的技术水平和经验，因此，对工人的技能水平要求较高，同时也需要注意工作环境的安全。（2）机械灌缝方法。首先，需要对裂缝进行勘察，根据裂缝的具体情况制定补缝设计方案。然后，使用开槽机进行开槽扩缝，对于大于10mm的沥青路面重裂缝，裂缝边缘无变形、无散落、无支缝，应当将缝内清理干净后，采用直接灌缝的方法；对于10mm以下的裂缝，应该先用开槽机进行开槽扩缝，然后将专用灌缝胶加热到施工所需温度，并通过灌缝机将加热后的胶注入缝隙内，填充并封闭裂缝。灌缝前需要将施工部位清理干净，保证裂缝及周边的干燥清洁，以免黏结失效。此方法依赖机械化施工，操作简单便捷，通过规范操作可以降低维修费用，使路面处于良好的工作状态，避免道路被进一步破坏。需要注意的是，开槽施工时槽壁不应出现松散、啃边，灌缝宜在气温5℃以上的环境下施工，不得在雨天施工<sup>[5]</sup>。（3）高压无气灌缝方法。高压无气灌缝方法是一种新型的沥青路面裂缝修补技术，该技术主要利用机械的高压动力将特定的化学

灌浆材料注入混凝土裂缝中，如水溶性聚氨酯化学灌浆材料。在高压作用下，这些化学灌浆材料会迅速膨胀、分散、乳化和固结，从而填充并封闭裂缝。该方法的主要步骤为：首先，对裂缝进行勘察，并根据裂缝的具体情况制定补缝设计方案；然后，使用高压灌注机，将特定的化学灌浆材料注入裂缝中；最后，通过规范操作确保灌浆质量和效果。由于该方法是由机械自动完成的，因此其效率比较高，施工质量也得到了更好的保障。然而，这种方法需要用到专用的高压灌注机和特定的化学灌浆材料，成本相对较高。同时，由于是高压操作，在施工过程中要尤其注意安全，防止压力过大导致材料溅出或者路面破损。（4）自流平灌缝方法。自流平灌缝方法主要用于对沥青路面的裂缝进行修补。首先，工作人员需要对裂缝进行详细的勘察，并根据裂缝的具体情况制定合适的补缝设计方案。然后，使用开槽机进行开槽扩缝，对于大于10mm的沥青路面重裂缝，应当将缝内清理干净后，采用直接灌缝的方法；而对于10mm以下的裂缝，需要先用开槽机进行开槽扩缝，然后将专用灌缝胶加热到施工所需温度，并通过灌缝机将加热后的胶注入缝隙内，填充并封闭裂缝；最后，利用自流平材料对灌缝部位进行平整处理，使之与路面保持齐平。采用这种灌缝方式，可以有效地防止雨水等液体渗入裂缝造成路面损坏。此方法需要用到专门的设备和材料，且操作过程较为复杂，不过，由于其修补效果良好，因此还是得到了广泛的应用。在该灌缝过程中，为了确保灌浆质量和效果，施工人员需要对开槽深度、加热温度等因素进行严格的控制。

## 四、市政沥青混凝土路面养护技术

### （一）对路面状况及时检测

在沥青混凝土路面的质保过程中，预防性养护措施是重中之重，首先施工人员应当充分了解路基路面的材料、强度、性能等情况，继而规划科学合理的养护工作。为实现这一目标，相关施工人员需提早预见市政路基路面的早期病害，结合当前市政情况进行系统性检测并对其采取预防性的养护措施，在此过程中，工作人员需对市政的日常运行状态以数据的形式记录分析，定期检测混凝土路面的病害情况和内部结构的动向监察。

### （二）重视路基路面的小修养养

小修养养指的是在形成严重病害之前对市政以及周边沿线进行保养维护，及时发现微小损害并对其实施修复。对于市政路基路面的基础维护工作中，小修养养是提升路面质量，预防病害的基础操作。对于小修养养得重视与否会直接影响到路面强度，因此，在进行小修养养时需加大设备、技术、材料的投入力度，在切实应用之前对相关技术进行多维度试验，确保与市政路基路面的养护实际相匹配再投入使用，以保障小修养养工作的

实效性<sup>[6]</sup>。

### （三）进行局部性修整和预防性维护

局部修整主要是针对不完整路面的维修与保养工作，通过进行设层次修复完善路面结构，强化路面性能。在局部修整的工作过程中，可以实行全罩面的修补方式，在确保路基路面的整体性能不受影响的前提下，对相应不达标的位置和不完整的结构进行局部修复养护。在预防养护的过程中要保证位置的精确性，避免造成资源的浪费和投入资金的不必要支出，在详细了解病害的前提下，制定最优的预防性的维护措施。

（1）路表封层技术分析。路表封层技术共分为三种类型：第一种是雾状封层，在路面上喷洒乳化沥青，借助洒布车完成喷洒工作。这种材料中不含有集料，经过稀释后使用，能够确保车辆负载效果更加均匀，延缓路面老化。第二种是沥青路面微表处技术，即在材料中加入一定成分的乳化沥青或集料，由于前者属于聚合物改性沥青，混合料可摊铺路面，此种技术作用与第一种较为相似。第三种技术的基础部分为乳化沥青。再使用碎石开展摊铺工作后，通常利用压路机进行压实，直到碎石全部进入路面后表明工作结束。

（2）微表处养护技术分析。微表处养护技术的应用时间较短，但先进性比较显著，通常应用于市政或者机场跑道等的养护中。但其物料选择具有限制性，不能盲目使用，通常需要用到聚合物改性乳化沥青，并且技术应用需要借助特定的设备。待摊铺工作结束后，养护只需要进行一次，通过此种处理可以提高路面平整度，并且路面使用时间得以延长，目前其广泛应用在我国山西和四川等地的市政建设中。

（3）沥青再生技术分析。综合分析相应数据，可以发现路面裂缝问题并不能完全消除，在车辆荷载力和外部环境的影响下，路面会出现疲劳和氧化等问题，比较常见的影响因素是光线。在施工过程中未采取有效措施进行养护，从最开始的表层部分逐渐深入至基层部分，从而损害路面的基本结构，要想解决这一问题就需要重新铺筑，但此举会消耗大量的人力和物力成本，从而使行车质量受到严重影响。对于养护处理措施的应用，可聚焦于沥青再生技术，此项技术是将一定比例的再生剂融合到混合料中，施工人员也可以选择新的沥青材料，着重恢复材料的理化性质，对路面抗氧化性能具有优化作用，使用周期得以延长。

### （四）控制材料质量

市政沥青路面早期病害养护施工使用到的材料比较多，而材料质量直接决定着最终的施工质量，所以，要加强材料采购、运输、施工过程的质量管理，形成事前、事中、事后全过程控制效果。1）成立物资采购专业部门，完善材料采购管理流程，尽可能减少漏洞和隐

患<sup>[7]</sup>。针对养护施工计划，全面准确地核算材料用量，科学制订材料采购计划。根据互联网平台建立合格供应商名录，严格把控供应商的社会信誉、生产质量、供货效率、售后服务等方面，选择优质供应商作为长期合作伙伴，有利于提高材料采购质量和价格的稳定性。通过采购材料的数量和金额确定采购方式，对于用量大、金额高的材料，一般采用统一招标采购方式；对于用量少、价格低的材料，可以采用竞争性谈判的方式。全面掌握材料库存量和拟购材料运转周期，合理安排采购时间和采购量<sup>[8]</sup>。2）加强材料验收管理，严格审查相关质量合格证明，并根据行业规范进行抽检试验，避免不合格产品流入施工现场。3）完善限额领料制度，严厉打击超领、冒领、以次充好等行为，并加强施工过程监督，处罚违规操作、严重浪费等现象。4）建立材料价格和质量动态台账，通过大数据分析，挖掘有价值信息，提前预防质量风险，总结材料质量问题，加大关键节点的控制力度，约束主要影响因素的副作用。

### 结束语

随着社会主义市场经济的不断进步，对市政工程建设提出了新的要求，目前市政工程建设亟须解决的问题之一是沥青路面裂缝问题。认识到沥青混合料科学搅拌的重要性，科学合理地采取路面裂缝治理措施，可以有效提高沥青路面裂缝预防处理的有效性。

### 参考文献

- [1] 孙玲. 雾封层技术在沥青路面养护中的应用[J]. 建筑机械, 2024, (05): 98-101.
  - [2] 王敬飞, 王旺, 许新权, 等. 基于数字全息三维检测的沥青路面车辙预防养护辅助设计方法及应用[J/OL]. 中外公路, 1-13[2024-05-22].
  - [3] 张泽夏, 韦雨晔, 周波超, 等. 考虑服役性能差异的沥青路面环境影响评价[J]. 市政技术, 2024, 42(04): 101-109.
  - [4] 王光明. 水泥混凝土路面维修和养护技术的应用实践[J]. 四川水泥, 2024, (04): 248-250.
  - [5] 林琳, 李胜楠, 王斌, 等. 基于FCM-DEA评价模型的高速公路路面养护决策优化方法[J]. 湖南交通科技, 2024, 50(01): 5-9.
  - [6] 张晓云. 微表处技术在高速公路沥青路面养护施工中的应用[J]. 交通世界, 2024, (09): 76-78.
  - [7] 高彦芝. 普通国省干线公路沥青路面养护设计研究[J]. 公路与汽运, 2024, 40(02): 60-63.
  - [8] 张雷鸣. 微波养护车在沥青路面坑槽修补中的应用[J]. 河南科技, 2024, 51(06): 70-73.
- 作者简介: 赵衍巨(1985.11.23-), 男, 汉族(籍贯: 山东枣庄人), 本科, 工程师, 研究方向: 从事城市市政道路与交通工作。