

路桥工程沥青路面裂缝防治策略研究探讨

张晓飞

河南中州路桥建设有限公司

摘要: 本文针对路桥工程中沥青路面常见的裂缝问题展开深入研究,分析裂缝形成的主要原因,并提出相应的防治策略。文章首先介绍了沥青路面裂缝的类型及其形成机理,继而基于材料性能、施工质量与环境因素等多维度,探讨了裂缝的产生原因。在此基础上,提出一系列修复与预防措施,包括优化路面结构设计、施工过程控制、材料改进应用及定期维护等策略。为路桥工程沥青路面裂缝的防治提供了理论依据和实践指导。

关键词: 沥青路面; 裂缝; 防治策略; 路面结构设计; 维护管理

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-627X.2023.05.192

引言

沥青路面由于其施工快捷、成本较低和行驶舒适等优点,在路桥工程中被广泛应用。然而,裂缝作为沥青路面最常见的病害之一,严重影响了路面的使用功能和寿命,增加了维护成本,甚至威胁行车安全。因此,沥青路面裂缝的防治成了道路工程研究的重要组成部分。本文通过系统的分析和探讨,旨在为路桥工程中沥青路面裂缝的有效防治提供科学合理的方法指导。

一、沥青路面裂缝类型及其形成机理

1. 沥青路面裂缝的分类

沥青路面裂缝主要可以分为以下几类: 横向裂缝、纵向裂缝、网状裂缝、反射裂缝、边缘裂缝和块状裂缝。横向裂缝通常与温度变化和收缩有关,沿着路面横向延伸; 纵向裂缝则多出现在路线边缘或车道划线附近,通常与道路初始施工和后期使用中的车辆荷载变化有关; 网状裂缝表现为密集的多边形裂纹,常由沥青路面老化引起; 反射裂缝主要发生在新旧路面接缝处或覆盖层上,与下层旧路面的裂缝传递有关; 边缘裂缝多由路肩的不稳定或下水道等排水不良引起; 块状裂缝成块状分布并通常与材料、施工或严重交通荷载有关。

2. 各类型裂缝的形成原因与机理

各类型裂缝的形成原因不尽相同,但归纳起来通常与材料性质、环境条件、施工质量和使用寿命等因素有关。横向裂缝主要是由于沥青混合料温度敏感性高,在运用中经历温度周期性变化,导致材料收缩而形成的裂缝; 纵向裂缝往往与路面施工接缝质量不佳有关,也可能是因为车道中车辆重复荷载作用下沥青层产生变形; 网状裂缝是因为路面经长期的日晒雨淋,沥青材料逐渐老化丧失弹性而形成的; 反射裂缝主要由底层原有裂

缝向上延伸造成,尤其在铺设新沥青层上未进行适当的处理时较为严重; 边缘裂缝通常发生在道路边缘,多因排水不良或路肩承载力差引起; 而块状裂缝则主要由于温度和湿度循环所导致的混合料收缩裂解,加之交通荷载影响,尤其在沥青层较厚或刚性基层处更为显著。对于这些裂缝的形成机理的认知有助于针对性地制定维修策略和防治措施,以延长沥青路面的使用寿命。

二、裂缝形成的影响因素分析

1. 材料性能影响

路面裂缝的形成受到诸多因素的影响,其中材料性能的影响尤为重要。沥青混凝土路面的主要材料——沥青和骨料的特性,直接影响着路面结构的耐久性和对裂缝的抵抗力。首先,沥青本身的黏结性和柔韧性在温度变化下会有很大的差异,温度升高,沥青会软化,容易造成车辙; 温度降低,沥青变硬和脆,容易产生低温裂缝。沥青的老化过程也会降低其黏结性,导致裂缝的产生。骨料的粒径分布、形状和硬度等特性也影响着混凝土的整体性能。不均匀或严重磨损的颗粒会减少路面的稳定性,从而增加裂缝发生的概率。混合材料的设计配比也需考虑到材料的温度敏感性和老化速率,以维持路面整体的抗裂性能。此外,施工过程中混合料的搅拌均匀度、铺设温度、压实度等也会影响材料性能。如果混凝土在施工过程中未能达到适当的压实度,空隙率就会增加,这不仅会削弱路面的承载能力,而且会允许水分等外界物质渗透进路基,进一步恶化材料性能,促进裂缝的形成和扩展。

2. 施工质量影响

施工质量是裂缝形成的重要影响因素之一。不良的施工质量会导致路面在使用过程中出现裂缝。沥青混合

料的铺设温度是一个关键参数。如果温度过高，沥青可能热变性，导致材料变得柔软，易于形成裂缝。反之，如果温度过低，材料可能变得脆硬，也容易产生裂缝。因此，确保混合料的铺设温度在合适的范围内是防止裂缝形成的重要措施。压实是确保路面结构层稳定性和耐久性的关键工序。如果压实不充分或不均匀，会导致结构层内部存在空隙和松散区域，这些空隙会在交通载荷的作用下逐渐扩展形成裂缝。因此，在施工过程中要严格控制压实设备的参数，确保结构层的均匀压实，以减少裂缝的形成。混合料的均匀性直接影响着路面结构的整体质量。如果混合料中存在较大的颗粒分离或不均匀的配料，会导致路面结构存在强度差异，容易形成裂缝。因此，施工过程中应严格控制混合料的配料比例和搅拌均匀度，确保材料质量的一致性。施工过程中使用的设备和工艺参数的选择和调试也会直接影响施工质量。例如，选择合适的铺设机械和压实设备，调整设备的工作参数，确保施工过程中符合设计要求和标准规范，从而减少裂缝的产生。施工人员的技术水平和经验对保证施工质量有重要影响。只有具备足够的专业知识和操作技能的施工人员，才能保证施工过程中的细致操作和质量控制，从而减少裂缝的形成。

3. 环境和交通荷载影响

裂缝形成的另外影响因素是环境和交通荷载。环境因素主要包括气候条件，如温度变化和降水等。温度的周期性变化会导致路面材料的收缩和膨胀，反复的热胀冷缩作用会导致裂缝的产生和扩展。极端低温下，路面材料会变得更加脆弱，裂缝更易形成。另一方面，水是导致路基结构劣化的主因，降水渗透到路基中，会减弱路基的支撑能力，加快裂缝的发展。特别是水的冻融循环，它会在路面内部生成冰晶，产生巨大的体积膨胀力，对路面结构层产生破坏。交通荷载则是指车辆通过路面时产生的压力。重载车辆会对路面造成持续的高压应力，而且随着车辆的增多以及载重的增大，这种应力会逐渐累积并损害路面结构，导致裂缝出现和蔓延。交通荷载引起的裂缝通常从路面下部开始，并逐渐向上扩展。周期性的加载有可能导致路面材料出现疲劳破坏，纵横交错的裂缝网络使得路面丧失原有的平整性和舒适性。综合地看，环境与交通荷载相互作用，其结果是对路面结构的持续损害，导致裂缝的产生和进一步发展。

为了减轻裂缝的严重性，道路设计时要充分考虑当地气候和预期的交通荷载，并在施工及维护阶段采取适当措施以降低这些因素的负面影响。

三、裂缝防治策略

1. 优化路面结构设计

裂缝防治策略中的一个关键方面是优化路面结构设计，这涉及从材料选择、层间结合、结构厚度分配到排水设计等多个层面。高质量的路面设计起始于对预期交通荷载和气象条件的准确预测，再根据这些数据选择合适性能的沥青混合料，以及具备足够抗裂性和耐久性的底基层材料。同时，应充分考虑层间结合的紧密程度，因为良好的层间黏结性能可以显著降低裂缝传递的可能性。路面结构设计时还应注意结构各层的厚度，过薄可能承载不足导致裂缝，过厚则可能造成资源浪费。此外，合理设计的排水系统可以有效降低水对路基和路面的侵害作用，避免因水损而引起裂缝。为了适应不同地区环境变化，设计时还需考虑如何应对温差、湿度、地质条件等因素的影响。采用温度感应式和蠕变压缩型沥青混合料，可以在路面温度较低时提高柔性，温度较高时增强耐久性，从而防止因温度变化引起的裂缝。使用地理信息系统（GIS）和其他决策支持工具，可以辅助工程师在设计阶段识别潜在的问题区域，进行目标化的裂缝防治。最终，路面结构设计的优化应是一个综合的系统工程，要考虑多种因素和使用长期的系统思维来实现裂缝防治的最优效果。通过动态监测和维护，结合先进的材料和施工技术，不断优化甚至创新设计，为道路交通提供更加稳定可靠的服务。

2. 改进施工工艺与质量控制

为了有效地防治沥青路面裂缝，不仅需要优化设计，同时也必须改进施工工艺与质量控制。良好的施工质量可以显著减少裂缝的产生，因此，在施工过程中应严格执行标准化作业流程，注重每一道工序的质量监管。施工团队需要确保沥青混合料的温度、成分与稠度符合设计要求，以维持其优良的黏合性和弹性，以防在受力集中或温差剧烈变化时产生裂缝。改进施工工艺包括选用合适的铺设和压实设备，根据气候条件调整施工方案，例如在较低温度下可采取预热路面基层的措施，以保证沥青层间良好的黏结力。质量控制亦需要从沥青混合料的生产到最后的铺设压实过程中贯穿始终，

确保铺设厚度一致，压实度达标，以及接缝处理正确无缝隙。此外，对施工人员进行定期培训，强化其对施工工艺重要性的认识，增强操作时的精准性和一致性，是提高施工质量的关键。同时，引入现代化的监控技术，例如使用无人机进行施工现场监测，或者采用智能化的检测设备监控铺设厚度和压实度，以提供实时的质量反馈。在道路使用期间，定期的维护和检修也是提高路面性能、延长使用寿命的重要一环。通过早期预防和定期修复，可以减少更为严重的路面损害和昂贵的大规模修复作业。总之，从设计到施工，再到维护阶段的每一步都需要严格的质量控制和不断的工艺改进来共同作战，以有效预防和控制沥青路面裂缝的发生。

3. 材料改进应用

在沥青路面裂缝的防治策略中，通过改进材料的性质和应用来提高路面的抗裂能力，是非常重要的一个方面。这涉及从沥青本身的改性到筛选适合的骨料，以及开发新的复合材料或添加剂。改性沥青，例如采用聚合物改性沥青（如SBS、EVA等），可以极大提高沥青的弹性模量、抗拉强度及低温柔性，从而增强材料在不同温度下的适应性和耐久性，延缓裂缝的发生。此外，使用抗氧化剂和紫外线稳定化剂等添加剂也能提高沥青的抗老化能力，避免由于材料老化导致的网状裂缝。

除了对沥青本身进行改进外，骨料的选择也对减少裂缝非常重要。良好的骨料应该具备高强度、良好的抗磨损能力以及稳定的体积特性，能够与沥青充分黏结，增强混合料的整体稳定性。同时，在施工中加入各类纤维，如玻璃纤维、碳纤维或聚酯纤维等，可以在混合料中形成三维增强体系，提升混合料的强度和延性，从而降低裂缝发生的概率。此外，还有对路面结构中的稳定层或基层使用地质合成材料、如地布等，增加层间抗剪强度，减少反射裂缝的发生。在修复旧路面时，采用裂缝密封剂和填充材料可以延缓裂缝的扩展。综上所述，通过选用和应用改进的材料，我们能够大幅增强沥青路面的抗裂性和延长其使用寿命。这些材料的改进和应用需要结合实际工程需求和当地环境条件进行合理选择和设计。

4. 定期维护与管理

定期维护与管理对于延长路面寿命、防治裂缝至关

重要。它要求对路面状况进行持续的监测，并根据实际情况制定合理的维护计划。及时的维护可以避免裂缝的扩展，防止水分渗入基层，从而减少底层土壤的湿软和冻融造成的损害。例行的维护活动包括对裂缝进行清理和密封，填补和修复小坑洼以避免其发展成大问题，以及定期覆盖新的沥青层来恢复路面光滑性并提供额外的防水层。有效的管理还要包括制定一个全面的道路资产管理计划，考虑路面的使用寿命、交通流量、以及维护成本等因素，以实现成本效益最优化。通过使用现代技术，比如路面状况监测车辆、无人机航拍等，可以精准地收集路面数据，并用高级数据分析方法来预测裂缝的发展趋势，从而提前规划维护活动。除技术和策略措施外，还要确保有一套良好的组织和管理架构来支持维护工作的有效实施，包括资金的合理分配、人力资源的安排、培训以及监督等方面。加强维护工作人员的职业培训，确保他们掌握正确的维护技能和知识，也是保证维护工作高效进行的关键因素。最终，维护与管理应形成一个循环的、持续的过程，以便在路面寿命期内及时发现问题并给予对策，最大限度地提高路面性能，减少裂缝和其他路面缺陷的发生成本，保证道路的安全与畅通。

结束语

路桥工程中沥青路面裂缝的防治是确保道路安全、延长道路使用寿命和降低维护成本的重要环节。通过对沥青路面裂缝形成的原因进行深入分析，采取合适的设计方法、材料选择、施工技术和养护措施，可以有效控制和减缓裂缝的发展。然而，路面裂缝的防治工作是一个综合性和持续性的工程挑战，需要工程师、科研人员和维护人员共同合作，不断探索和创新，结合最新的科技成果和实践经验来开发出更加高效的防治策略。

参考文献

- [1] 郑茂参. 路桥工程沥青路面裂缝防治策略研究探讨[J]. 建筑工程技术与设计, 2021(22): 1088.
- [2] 杨强. 路桥工程沥青路面裂缝防治策略研究探讨[J]. 百科论坛电子杂志, 2022(5): 256-258.
- [3] 王元龙. 路桥工程沥青路面裂缝防治策略[J]. 建筑工程技术与设计, 2020(2): 376-376.