

DOI: 10.12361/2705-0866-05-09-140604

不同因素对水泥混凝土路面裂缝危害影响及防护策略

李欣¹ 张军^{通讯作者}

1. 泰国格乐大学 国际学院工程技术管理系, 泰国·曼谷 10220

通讯作者. 滨州学院 山东省黄河三角洲生态环境重点实验室, 中国·山东 滨州 256603

【摘要】本文探讨了水泥混凝土路面裂缝问题的影响因素及防护策略。首先介绍了裂缝的常见形式, 包括龟裂、块状裂缝和纵向裂缝。深入分析了影响裂缝产生和扩展的因素, 如面层参数、温度、超载、路基沉降和排水情况。针对不同情况, 提出了有效的防护策略, 包括日常养护、填塞处理、压注灌浆法和新型修补材料的应用, 旨在为道路管理者和工程师提供有益的指导, 以确保道路的长期可持续使用。

【关键词】水泥混凝土; 路面裂缝; 影响因素; 养护策略

Influence of different factors on crack hazard of cement concrete pavement and protective strategies

Xin Li¹, Jun Zhang^{Corresponding author}

1. Department of Engineering and Technology Management, College of International Studies, Kela University, Bangkok 10220, Thailand

Corresponding author. Shandong Key Laboratory of Yellow River Delta Ecology and Environment, Binzhou University, Binzhou Shandong 256603, China

[Abstract] This paper discusses the influencing factors and protective strategies of cement concrete pavement cracks. Firstly, the common forms of cracks are introduced, including cracks, block cracks and longitudinal cracks. The factors affecting the formation and propagation of cracks, such as surface parameters, temperature, overloading, subgrade settlement and drainage, are deeply analyzed. According to different situations, effective protection strategies are proposed, including daily maintenance, filling treatment, pressure grouting method and the application of new repair materials, aiming at providing useful guidance for road managers and engineers to ensure the long-term sustainable use of roads.

[Keywords] cement concrete; Pavement cracks; Influencing factors; Conservation strategy

引言

水泥混凝土路面作为现代交通基础设施的重要组成部分, 扮演着连接城市和社会的纽带。然而, 随着时间的推移和外界环境的影响, 这些路面往往会出现各种裂缝问题, 严重影响行车安全和道路的可持续使用。裂缝的产生和扩展是路面维护领域的一大难题, 需要深入研究不同因素对其影响, 并制定科学的防护策略。

1 水泥混凝土路面常见的裂缝形式

1.1 龟裂

龟裂是一种蜂窝状的小裂缝, 通常呈多边形或网格状排

列。这种裂缝通常出现在水泥混凝土路面的表面, 给路面的外观带来不良影响。龟裂的主要危害在于其容易积水, 进而导致水泥混凝土的进一步损坏, 尤其是在寒冷地区, 冻融循环会加剧龟裂的扩展。

1.2 块状裂缝

块状裂缝是由水泥混凝土路面在使用过程中, 因为负荷作用和温度变化引起的不均匀收缩和膨胀而产生的。这些裂缝通常呈现为不规则的块状, 严重影响道路的平整度和驾驶舒适度。块状裂缝的危害主要包括增加车辆驾驶的不稳定性, 降低行驶安全性。

1.3 纵向裂缝

纵向裂缝是指与道路方向平行的裂缝，通常发生在路面的中央或车辆行驶道路两侧。纵向裂缝的主要危害在于影响驾驶舒适度，也会让水进入裂缝内部，导致路面的进一步损坏。

2 不同因素对水泥混凝土路面裂缝危害影响^[1]

水泥混凝土路面裂缝的形成和扩展是由多种因素共同作用的结果。这些因素包括面层参数、温度变化、超载荷载、路基沉降以及排水情况等。了解这些因素对路面裂缝的危害影响，可以更好地制定相应的防护策略，延长路面的使用寿命，提高交通安全性。

2.1 面层参数影响

面层参数，包括水泥混凝土的配合比、强度、厚度等，对路面裂缝的形成和扩展有着直接的影响。如果水泥混凝土的强度不足，容易在受到荷载作用时发生裂缝。此外，过薄的路面层容易受到温度变化的影响而出现裂缝。因此，合适的水泥混凝土设计和施工至关重要，以确保路面能够承受荷载和温度变化而不易出现裂缝。

2.2 温度影响

温度变化是导致水泥混凝土路面裂缝的主要因素之一。在温度升高时，路面会膨胀，而在温度下降时会收缩，这种膨胀和收缩可能引发裂缝的形成。特别是在寒冷地区，冻融循环会加剧裂缝的扩展，使路面的损坏加剧。因此，在路面设计和施工中，需要考虑到温度变化对路面的影响，采取相应的措施减缓裂缝的形成。

2.3 超载影响

路面承受超过设计荷载的负荷会导致裂缝的形成。超载荷载可能是由于车辆超载、交通流量增加等原因造成的。这些额外荷载会导致水泥混凝土路面的应力集中，从而加剧裂缝的产生和扩展。为了减少超载对路面的影响，需要严格监控车辆负荷并加强交通管理，以减少路面的损害。

2.4 路基不均匀沉降影响

路基的不均匀沉降会导致水泥混凝土路面产生变形和应力集中，进而引发裂缝的形成。不均匀沉降可能是由于地基不稳定、土质差异等原因引起的。为了减少这种影响，需要在路面设计时考虑路基的稳定性，选择合适的路基处理方法，并定期监测路基的变形情况。

2.5 排水影响

水泥混凝土路面的排水性能直接影响路面的耐久性。积水会导致水泥混凝土路面中的裂缝被加剧，因为水的渗透会破坏路面的结构。此外，积水还会在寒冷季节引发冻融循环，进一步加速裂缝的形成和扩展。为了减少排水对路面的影响，需要确保路面的排水系统畅通，及时排走雨水和积水。

3 水泥混凝土路面裂缝防护策略

3.1 日常养护

日常养护是维护水泥混凝土路面完整性和减少裂缝产生的首要手段。通过定期巡检、及时维修和细致管理，可以

有效地延长路面的使用寿命，提高交通安全性。

3.1.1 定期巡检与发现

定期巡检是日常养护的重要环节。路面的损坏和裂缝可能由多种因素引起，包括交通荷载、温度变化、地基不稳等。通过定期巡检，可以及早发现裂缝和损坏的迹象，以便采取相应的措施进行修复。巡检时应注意路面的平整度、颜色、声音等变化，以及是否有明显的裂缝、凹陷等情况。

3.1.2 及时处理裂缝

一旦发现裂缝，应立即进行处理，防止其扩展和恶化。小型裂缝可以通过填充材料进行封堵，以防止水分进入裂缝内部，引发冻融损伤。对于较大的裂缝，可以考虑采用灌浆或压注等方法进行修复，以恢复路面的强度和平整度。

3.1.3 清理路面杂物

路面上的杂物会阻碍排水系统，导致积水和水泥混凝土的进一步侵蚀。定期清理路面上的垃圾、落叶和泥土，保持排水沟畅通，有助于减少水分滞留，降低路面老化和裂缝扩展的风险。

3.1.4 路面漆、灰的补充养护

路面漆和灰的补充养护是维护路面外观和抗氧化性能的有效手段。路面漆可以增加路面的耐久性，减少受紫外线、雨水和化学物质侵蚀的程度，从而降低裂缝的发生概率。定期对路面进行漆或灰的补充，可以保持路面的颜色和光泽度，同时防止裂缝因表面老化而扩展^[2]。

3.1.5 路面温度控制

温度变化是导致水泥混凝土路面裂缝的主要因素之一。在炎热夏季，路面可能发生膨胀，而在寒冷冬季则可能发生收缩。通过适当的降温措施，如喷水降温，可以减缓路面的温度变化，从而降低裂缝的发生风险。

3.1.6 预防性维护

除了应急修复外，还应采取预防性维护措施。例如，可以定期对路面进行抗裂剂或密封材料的涂布，以增加路面的抗裂性能。此外，定期进行均匀地路面荷载分配，避免局部过载，有助于减少裂缝的形成。

3.1.7 数据记录与分析

建立路面养护的数据记录和分析系统，有助于掌握路面的变化和损伤情况。通过对巡检和维护的数据进行分析，可以更好地了解裂缝的产生机制和扩展趋势，从而制定更为精准的预防和修复方案。

通过这些措施，可以最大程度地减缓裂缝的产生和扩展，保持路面的良好状态，提高路面的使用寿命和交通安全性。

3.2 做好混凝土施工质量控制

在水泥混凝土路面的设计和施工过程中，合理的混凝土施工质量控制是预防裂缝产生和扩展的关键一环。

3.2.1 混凝土生产控制

混凝土的配合比、原材料的选择以及搅拌过程对于混

混凝土的质量和性能有着重要影响。通过严格的混凝土生产控制, 可以确保混凝土的均匀性、强度和耐久性, 从而减少路面裂缝的风险。在生产过程中, 应根据设计要求进行合理的配合比设计, 确保水灰比适当, 控制骨料的粒径分布, 避免过量的矿物掺合料使用等, 以提高混凝土的整体性能。

3.2.2 采用混凝土真空脱水技术

混凝土真空脱水技术是一种先进的施工方法, 通过在混凝土浇筑后立即施加真空来移除混凝土中的气泡, 减少孔隙率, 提高混凝土的密实性和耐久性。这种技术能够显著减少混凝土内部的气孔和孔隙, 降低水泥浆液的含水量, 从而降低水泥浆液在路面凝固和收缩时形成的裂缝风险。

3.2.3 选择适宜的切缝时间

切缝是一种有针对性地控制裂缝产生的方法, 通过在混凝土初凝之前或混凝土养护期内进行切割, 使裂缝在一定的切缝处形成, 减轻混凝土内部的应力集中。选择适宜的切缝时间是关键, 过早或过晚的切缝时间都可能导致裂缝问题。通常, 切缝时间应在混凝土初凝后, 混凝土强度能够满足要求的情况下进行, 以避免过早产生不必要的裂缝。

3.3 填塞处理

填塞处理是一种常见的裂缝防护方法, 适用于较小宽度的裂缝。通过填充材料将裂缝封堵, 不仅可以减缓裂缝的扩展, 还可以防止水分渗入裂缝内部, 降低水泥混凝土路面的进一步损害。

3.3.1 原理

填塞处理的原理是通过填充柔性或半柔性的材料, 将裂缝封闭, 从而降低裂缝扩展的可能性。填充材料具有一定的弹性和粘结性, 能够在路面的负荷和温度变化下保持相对稳定的状态。同时, 填塞处理还可以防止水分、杂物等进入裂缝内部, 避免引发冻融损伤和进一步损坏。

3.3.2 材料选择

填塞处理所选用的材料应具备以下特点:

柔性和弹性: 填充材料需要具备一定的柔性和弹性, 以适应路面的变形和负荷。这有助于防止填充材料在受力时破裂或脱落。

粘结性: 填充材料应能够与裂缝表面良好黏结, 确保填充物能够牢固地黏附在裂缝内部, 不易被排水冲刷或车辆压力挤出。

耐久性: 填充材料需要具备较好的耐久性, 能够长期抵御紫外线、化学物质、水分等的侵蚀, 保持良好的性能。常用的填充材料包括聚氨酯、胶体硅酸盐、弹性胶体等。不同材料适用于不同的裂缝类型和环境条件, 因此在选择填充材料时需综合考虑实际情况。

3.3.3 施工步骤

填塞处理的施工步骤通常包括以下几个阶段:

裂缝准备: 首先, 清理裂缝内部的杂物和尘土, 确保填充材料能够与裂缝表面充分接触。其次, 根据裂缝的宽度和深度, 选择合适的填充材料, 并按照材料说明进行预

处理。

填充: 将填充材料均匀地填入裂缝中, 可以使用压缩空气或特定工具将材料压实, 确保填充材料与裂缝表面紧密贴合。

养护: 在填充完成后, 根据填充材料的要求进行养护, 通常是等待一段时间, 确保填充材料充分干燥和固化^[3]。

3.4 压注灌浆法

压注灌浆法是一种高效的裂缝修复方法, 适用于较宽或较深的裂缝。通过将特定的修补材料注入裂缝中, 使其充填并与路面结合, 从而增强路面的承载能力, 减少裂缝的扩展, 延长路面的使用寿命。

3.4.1 原理

压注灌浆法通过将高强度、高黏结性的修补材料注入裂缝中, 充填并黏结裂缝的两侧, 形成一道连续的修补层。这种修补层具有较好的强度和耐久性, 能够有效地承受路面的负荷和温度变化, 防止裂缝进一步扩展。压注灌浆法还可以在路面裂缝中形成一层密封层, 防止水分、杂物等渗入, 减少冻融损伤的可能性。

3.4.2 材料选择

压注灌浆法所选用的修补材料应具备以下特点:

高强度: 修补材料需要具备较高的强度, 以确保修补层能够承受路面的负荷和交通荷载。

高粘结性: 修补材料应具有良好的黏结性能, 能够与裂缝表面和路面结合牢固, 不易脱落。

耐久性: 修补材料需要能够抵御紫外线、化学物质、水分等的侵蚀, 保持长期的稳定性和性能。

温度适应性: 修补材料应具备一定的温度适应性, 能够在路面温度变化的影响下保持稳定。通常使用的压注灌浆材料包括环氧树脂、聚氨酯、水泥基浆料等。不同材料适用于不同的裂缝类型和环境条件, 选择时需综合考虑。

4 结束语

综上所述, 水泥混凝土路面裂缝的产生和养护是道路施工中的重要内容。随着社会的不断发展, 道路使用强度也在不断增加, 对修复策略的要求也越来越高。因此, 未来研究和技术创新应加强该领域内容的关注, 从而为人们创造更加安全、平稳的出行环境, 促进交通事业的可持续发展。

参考文献:

- [1] 鲁慧捷. 水泥混凝土路面施工技术应用[J]. 散装水泥, 2023(03): 164-166.
- [2] 王玲玲. 国道水泥混凝土路面维修养护技术分析[J]. 中国高科技, 2023(11): 127-129.
- [3] 耿小静. 公路水泥混凝土路面施工工艺研究[J]. 交通世界, 2023(15): 81-83.

作者简介:

李欣(1995-), 男, 山西, 汉, 硕士, 助理工程师, 研究方向为工程管理; 张军(1978-), 男, 博士, 高级工程师, 研究方向为环保工程监测与评价。