

Study on the maintenance management strategy and long-term performance monitoring of cement concrete pavement

Zhiguo Tang

Nanjiang Jinhong Construction Co., Ltd., Bazhong, Sichuan, 636600, China

Abstract

Cement concrete pavement, as a common road material, is widely used in expressway, urban road and other construction projects because of its advantages of durability, bearing capacity and convenient construction. However, with the increase of traffic volume and the change of environmental conditions, the cement concrete pavement will face various performance degradation problems in the long-term use process. Therefore, how to develop scientific maintenance management strategy and long-term performance monitoring has become the key to ensure the long-term performance of cement concrete pavement and extend the service life of the road. By analyzing the current situation of the maintenance management of cement concrete pavement, this paper discusses the main factors affecting the long-term performance of cement concrete pavement, and puts forward the targeted maintenance management strategy. At the same time, this paper also discusses the necessity and implementation method of long-term performance monitoring of cement concrete pavement, through data collection and analysis, formulate the maintenance scheme for different environments and traffic conditions. The study shows that the reasonable maintenance management strategy and the effective performance monitoring can significantly improve the service life of the cement concrete pavement, reduce the maintenance cost, and ensure the road safety and smooth flow.

Keywords

cement concrete pavement; maintenance and management; long-term performance; performance monitoring; pavement maintenance

水泥混凝土路面养护管理策略与长期性能监测研究

唐志国

南江金虹建设有限公司, 中国·四川巴中 636600

摘 要

水泥混凝土路面作为一种常见的道路材料, 因其耐久性、承载能力和施工方便等优点, 广泛应用于高速公路、城市道路等建设项目中。然而, 随着交通量的增加和环境条件的变化, 水泥混凝土路面在长期使用过程中会面临各种性能退化问题。因此, 如何制定科学的养护管理策略并进行长期的性能监测, 成为保障水泥混凝土路面长期使用性能和延长道路使用寿命的关键。本文通过对水泥混凝土路面养护管理的现状进行分析, 探讨了影响水泥混凝土路面长期性能的主要因素, 提出了针对性的养护管理策略。同时, 本文还讨论了水泥混凝土路面长期性能监测的必要性与实施方法, 通过数据采集与分析, 制定了针对不同环境和交通条件下的养护方案。研究表明, 合理的养护管理策略和有效的性能监测能够显著提高水泥混凝土路面的使用寿命, 降低维护成本, 确保道路安全与畅通。

关键词

水泥混凝土路面; 养护管理; 长期性能; 性能监测; 路面维护

1 引言

随着城市化进程的加速和交通运输需求的不断增加, 道路建设成为基础设施建设中的重要部分。水泥混凝土路面因其耐久性、承载力高、维护简单等优点, 广泛应用于高速公路、城市道路及机场跑道等重要交通设施中。尽管水泥混凝土路面在施工时具备较高的性能, 但在长期使用过程中, 仍然会面临材料老化、外力作用、环境因素等多方面的影响,

导致路面出现裂缝、坑洞、沉降等问题, 从而影响路面的使用性能与交通安全。

2 水泥混凝土路面养护管理的现状与挑战

2.1 水泥混凝土路面养护的必要性

水泥混凝土路面因其良好的耐久性, 广泛应用于高速公路、城市道路以及其他重要交通设施中。与其他类型的路面材料相比, 水泥混凝土具有较高的承载能力、较强的抗压强度及较长的使用寿命。然而, 即便水泥混凝土路面的耐久性较强, 随着时间的推移, 尤其是在长期承受交通荷载、环境温湿度变化以及化学腐蚀等因素影响下, 路面依然会发生不同类型的损伤, 如疲劳、开裂、脱皮等。

【作者简介】唐志国 (1975-), 男, 中国四川人, 本科, 工程师, 从事工程施工研究。

水泥混凝土路面常见的损伤类型包括裂缝、车辙、坑洞、松散等。裂缝是最常见的病害之一，通常由温度变化、沉降不均、交通荷载等多重因素引起。温度变化导致混凝土膨胀或收缩，从而在路面上产生裂缝。交通荷载特别是重型车辆的持续碾压会加剧裂缝的扩展和水泥混凝土路面的退化。此外，长期的湿润环境和道路沉降不均也会导致裂缝的产生和加剧。裂缝的出现不仅影响路面的外观和舒适度，还会使水分、盐分等渗透进入混凝土内部，进一步加速混凝土的退化，导致结构强度的降低。若不及时修复，这些裂缝将演变成更为严重的病害，如坑洞、松散等，严重时可能导致路面破损甚至交通事故的发生。

因此，水泥混凝土路面的养护变得尤为重要。养护不仅仅是为了保持路面美观，更关键的是延缓路面损伤的进程，防止病害的恶化。通过科学合理的养护措施，能够减少交通干扰、提高交通安全性、延长道路使用寿命，并且降低养护成本。适当的养护措施包括定期的检查与维护、及时的裂缝修补、车辙及坑洞修复等，这些措施有助于保持水泥混凝土路面的强度和稳定性，并能有效预防重大损伤的发生。

定期检查与维修是水泥混凝土路面养护的基本方法。通过常规的路面检测，可以及时发现路面表面的裂缝、坑洞、松散等问题，并采取相应措施进行修复。例如，对裂缝进行灌浆处理，可以防止水分渗入并加速混凝土的退化；对于出现的坑洞，则可通过局部修补或者重新铺设混凝土来恢复路面的平整度和承载能力。及时维修与维护不仅可以延缓道路损伤，防止问题进一步扩大，还能降低因路面损坏而产生的交通安全隐患。

综上所述，水泥混凝土路面的养护是确保其长期使用性能的关键。适当的养护措施能够延长路面的使用寿命，减少维修成本，并提高道路使用的安全性和舒适度。通过定期检查、及时维修与科学地养护管理，可以有效降低突发事件的发生，保障道路的安全畅通，提升道路的服务质量。

2.2 水泥混凝土路面养护管理的现状

当前，许多地区的水泥混凝土路面养护管理体系尚不完善，养护工作面临着诸多挑战。首先，养护管理在许多地区缺乏科学的数据支持和现代技术手段，许多养护方案仍依赖于人工经验或传统方法，缺乏有效的监测、评估和预测机制。传统的养护管理往往只能根据道路的视觉检查或简易的现场调查来决定养护措施，这种方法忽视了实时数据和技术的支持，导致决策不够科学。缺乏系统的监测手段使得道路损伤难以早期发现和及时修复，从而影响了养护效果和道路的长期使用性能。

其次，养护资金不足和养护人员技术水平的不足也是制约养护管理发展的关键因素。许多地方的养护资金严重不足，导致养护工作无法及时开展，且养护周期过长，造成一些老旧路段由于缺乏及时有效的养护，导致路面损伤加剧，甚至出现严重的结构性损坏。例如，随着交通量的增加，老

旧路面出现车辙、裂缝等问题，若得不到及时修复，损伤就会加剧，最终需要进行大规模的重建，增加了养护成本和道路交通的干扰。

此外，不同地区的环境条件和交通负荷差异较大，导致养护策略的制定和实施过程中存在较大差异。在寒冷地区，温度波动对混凝土的影响尤为严重，需要采取防冻、防裂等特殊养护措施；而在热带和湿润地区，水泥混凝土路面易受到高温和潮湿环境的影响，防渗和抗湿性能需要优先考虑。各地的养护需求差异较大，但由于缺乏统一的标准和规范，导致养护策略的制定和执行往往不够一致，缺少针对性和系统化的管理方法。

2.3 水泥混凝土路面养护管理中的挑战

水泥混凝土路面养护管理面临多方面的挑战，这些挑战直接影响到养护工作的效率和路面使用寿命。首先，随着交通量的不断增加，尤其是重型车流量的增加，水泥混凝土路面承受的冲击荷载和疲劳荷载也随之增大。重型车辆对路面的持续碾压加速了裂缝、车辙、沉降等问题的产生，导致路面早期损伤，影响道路的平整性和承载能力。车辙的形成不仅影响驾驶舒适性，还容易导致路面的进一步破损，使得养护成本显著增加。此外，交通荷载的不断增大也要求路面的设计和养护策略更加注重其耐久性和抗荷载能力，这给现有的养护管理体系带来了巨大压力。

其次，环境因素的变化是影响水泥混凝土路面质量的另一个关键因素。温度变化、雨雪天气和冻融循环等都会对水泥混凝土路面造成不同程度的损害。例如，温度骤变导致的热胀冷缩可能引发混凝土表面的裂缝，而冻融循环则会加剧路面的物理退化，尤其是在寒冷地区，这种现象尤为突出。冻融作用不仅会导致表面剥落，还会使路面结构受到破坏，降低其承载能力和耐久性。因此，在进行养护管理时，必须充分考虑环境因素的影响，采取针对性的措施进行防护和修复。

此外，混凝土本身的固有缺陷和施工质量问题也常常导致路面在使用初期就出现一定程度的损伤。例如，施工过程中混凝土的配合比不当、养护不当或材料质量差，可能导致路面表面出现裂缝、脱皮等问题，影响其长期使用性能。混凝土的水化不完全、空气含量过高、骨料的选择不当等因素都可能导致混凝土路面在初期就产生隐患，增加后期养护的难度。

3 水泥混凝土路面养护管理策略

3.1 定期检查与评估

科学的水泥混凝土路面养护管理策略应当包括定期检查与评估，确保及时发现路面存在的潜在问题。定期检查应当包括路面表面病害的检查、裂缝的扩展情况、车辙的形成情况以及路面标线的磨损程度等内容。利用现代化的检测设备，如激光扫描仪、红外成像仪、地面穿透雷达等，可以更

加准确地获取路面状况，发现潜在的病害源。

通过评估，技术人员可以根据不同路段的损坏情况，合理安排养护计划，制定适合的养护方案。例如，针对裂缝严重的路段，应优先考虑灌缝处理，而对车辙较多的路段，则可以考虑采用加铺面层或补强的方式进行修复。定期检查还可以帮助预测路面寿命，评估是否需要进行大修或重建，为预算编制提供依据。

3.2 科学合理的养护方法

根据路面损坏的不同类型，采取不同的养护措施是提高水泥混凝土路面性能的有效方法。常见的养护方法包括：

表面修补：对于裂缝、坑洞等局部病害，采用填充修复和表面涂层等方式，可以有效恢复路面的平整度和强度，延缓病害的扩展。

裂缝灌注：裂缝是水泥混凝土路面中最常见的病害之一，对于已出现的裂缝，应及时进行灌缝处理，防止水分进入裂缝内部，减少冻融循环带来的影响。

路面加铺：当路面承载力较低，出现车辙和沉降时，可以通过加铺面层来提高路面的承载能力，改善路面平整度。

冻融防护：在寒冷地区，对水泥混凝土路面进行冻融防护，防止因反复冻融导致的裂缝扩展与损害。

这些养护方法可以有效延长水泥混凝土路面的使用寿命，提高路面的安全性和舒适性。

3.3 智能化养护管理系统的引入

随着信息技术的不断发展，智能化养护管理系统的引入为水泥混凝土路面养护提供了新的解决方案。通过集成传感器、物联网技术和大数据分析，可以实时监测路面的使用状况，并将监测数据上传至云平台，进行数据分析与处理。这种智能化管理系统不仅能够提高养护工作的精确性和效率，还能通过数据分析预测路面的潜在问题，帮助养护人员做出更为科学的决策。

例如，通过智能监测系统，可以实时监测路面的温度、湿度、荷载等数据，帮助养护人员了解路面在不同环境条件下的状态，及时调整养护策略。结合大数据分析，可以对不同区域的路面状况进行趋势预测，从而提前采取相应的养护措施，防止突发性损坏。

4 水泥混凝土路面长期性能监测的必要性与实施方法

4.1 长期性能监测的重要性

长期性能监测能够为水泥混凝土路面的养护管理提供

数据支持与科学依据。通过长期监测，可以全面了解路面在不同环境和交通条件下的表现，及时发现性能退化的迹象，提前采取应对措施，防止路面出现严重损坏。长期性能监测还能够帮助评估养护措施的效果，确保养护工作的长期有效性。此外，通过性能监测数据的积累，还可以为未来的道路建设提供有价值的参考数据。

4.2 性能监测的实施方法

长期性能监测的实施需要依靠先进的监测技术与设备。常用的检测方法包括：

表面监测：使用激光扫描仪、影像分析技术等对路面表面进行高精度扫描，获取路面平整度、裂缝情况等数据。

应力与应变监测：通过埋设传感器，对路面受力和变形进行实时监测，以评估路面的承载能力和耐久性。

温度与湿度监测：监测水泥混凝土路面表面的温度和湿度变化，帮助评估冻融循环、温度应力等因素对路面的影响。

交通荷载监测：安装荷载监测设备，实时记录交通荷载的变化，以评估交通量和荷载对路面性能的影响。

通过这些监测手段，可以系统地收集并分析水泥混凝土路面的性能数据，为养护管理和决策提供数据支持。

5 结语

水泥混凝土路面养护管理和长期性能监测是确保道路长期使用性能和安全性的重要保障。通过科学合理的养护策略和先进的性能检测技术，能够有效延长路面使用寿命，减少维修成本，提高交通安全性。随着技术的不断发展，智能化养护管理系统和长期性能监测系统的引入将进一步提升养护效率和精确性，为水泥混凝土路面养护管理提供更加高效和可持续的解决方案。

参考文献

- [1] 马强.公路混凝土路面裂缝控制的关键技术[J].产品可靠性报告,2024,(12):123-124.
- [2] 李怀金.公路工程水泥混凝土原材料试验检测及质量控制[J].全面腐蚀控制,2024,38(11):111-113+118.DOI:10.13726/j.cnki.11-2706/tq.2024.11.111.03.
- [3] 朱婧.水泥混凝土路面加铺沥青混凝土面层后反射裂缝的防治[J].运输经理世界,2024,(26):137-139.
- [4] 任登辉.水泥混凝土路面施工技术及质量保证[J].产业创新研究,2024,(18):119-121.
- [5] 蔡生峰.沥青混凝土路面铺装过程中的温度控制策略[J].中国水泥,2024,(09):115-117.