

提升道路基层材料性能的关键技术探讨

张璨

武汉市汉阳市政建设集团有限公司, 中国·湖北 武汉 430050

摘要: 随着道路基础设施建设不断拓展和交通流量的剧增, 道路基层材料的性能对道路的稳定性和耐久性以及长期使用具有重要影响。论文探讨了提升道路基层材料性能的关键技术, 重点讨论了常见基层材料的性能问题及其改进方案。通过对改性技术、掺和材料及新型材料应用的研究, 提出了提升基层材料抗冻性、抗水稳定性、抗裂性和耐久性等方面的技术路径, 并结合实际案例分析了这些技术的应用效果。论文最终总结了提升道路基层材料性能的关键技术的应用前景, 并提出了未来研究的方向。

关键词: 道路基层; 材料性能; 技术探讨; 改性技术

Discussion on Key Technologies to Improve the Performance of Road Base Materials

Can Zhang

Wuhan Hanyang Municipal Construction Group Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430050, China

Abstract: With the continuous expansion of road infrastructure construction and the sharp increase of traffic flow, the performance of road base material has an important impact on the stability, durability and long-term use of the road. This paper discusses the key technologies to improve the performance of road base materials, and focuses on the performance problems of common base materials and their improvement schemes. Through the research on the application of modification technology, blending materials and new materials, the technical paths to improve the frost resistance, water resistance stability, crack resistance and durability of base materials are proposed, and the application effects of these technologies are analyzed with practical cases. Finally, the paper summarizes the application prospect of key technologies to improve the performance of road base materials, and puts forward the direction of future research.

Keywords: road base; material properties; technical discussion; modification technology

0 前言

随着社会经济的快速发展和交通运输需求的不断增长, 公路网络的建设日益庞大, 路面质量的要求也随之提高。作为道路工程中的重要组成部分, 道路基层材料的性能直接影响着道路的稳定性和使用寿命以及维护成本。基层材料需要承受来自上层路面和交通荷载的巨大压力, 且必须适应不同环境下的复杂变化。不同地区的气候、地质条件和交通压力都对基层材料提出了更高的要求。然而, 常见的传统基层材料, 如石灰土、水泥稳定碎石等, 虽然具有一定的优势, 但在抗冻性、抗水稳定性、抗裂性等方面依然存在不少问题。为了提升这些材料的综合性能, 技术创新和材料改性成为提升基层材料性能的关键途径。

1 常见道路基层材料及其性能问题

1.1 石灰土基层材料的性能问题

石灰土是传统的道路基层材料之一, 因其具有较好的压实性和经济性而被广泛应用。然而, 石灰土材料存在较为显著的缺点, 主要体现在抗冻性和抗水稳定性上。石灰土容易受到气候变化的影响, 在寒冷地区, 由于冻融作用, 材料的体积发生变化, 导致路面出现冻胀现象, 进而造成裂缝。

尤其在多雨地区, 石灰土的抗水稳定性较差, 水分渗透后可能导致材料的强度大幅下降, 影响其长期使用效果。石灰土的这些性能缺陷限制了其在一些恶劣环境条件下的应用。因此, 需要采取有效的措施来提高石灰土的抗冻抗水性能, 以适应更广泛的道路建设需求。

1.2 水泥稳定碎石基层材料的性能问题

水泥稳定碎石作为一种常见的基层材料, 具有较高的强度和稳定性, 因此在大交通量的道路中被广泛使用。它的优势主要表现在施工简单、成本相对较低以及较好的承载能力上。然而, 水泥稳定碎石的抗裂性较差, 容易受到温度、荷载及湿度变化的影响, 在长期使用中容易出现裂缝。尤其是在热胀冷缩作用下, 水泥稳定碎石可能产生不均匀的变形, 影响其稳定性。此外, 水泥稳定碎石在施工过程中对施工工艺的要求较高, 施工质量的好坏直接影响其最终性能。由于施工过程中水泥的用量较大, 水泥的固化速度也影响了其材料的整体性, 进而影响道路基层的长期表现。

1.3 改性沥青混合料基层材料的性能问题

改性沥青混合料基层材料在一些特殊的道路工程中被使用, 特别是在气候较为极端的地区, 改性沥青具有较强的抗裂性和耐久性。然而, 改性沥青的成本较高, 施工过程对

温度要求较严格，因此其在大规模的基础设施建设中并不总是最优选择。此外，改性沥青长期使用后，仍然会出现老化、硬化等问题，导致其抗裂性能降低，影响基层的稳定性（见图 1）。



图 1 改性沥青混合料基层材料

2 提升道路基层材料性能的关键技术

2.1 改性技术

改性技术是提升传统基层材料性能的重要手段。对于石灰土而言，采用石灰 - 沥青复合改性技术，可以大幅度提高其抗冻性和抗水稳定性。研究表明，加入适量的沥青不仅能提高石灰土的强度，还能有效降低水分的渗透，防止冻胀现象的发生。对于水泥稳定碎石，通过掺入聚合物、高分子材料等改性剂，可以有效改善其抗裂性和抗老化性，延长基层的使用寿命。改性技术的实施可以针对材料的弱点进行有效修复，尤其在恶劣环境条件下，能够显著提高基层材料的综合性能。例如，在寒冷地区使用改性石灰土和改性水泥稳定碎石，不仅能够有效提升基层材料的稳定性，还能减少路面裂缝的出现，提高道路的耐用性。

2.2 掺和材料的应用

掺和材料的使用是另一种提高道路基层材料性能的有效途径。在水泥稳定碎石中，掺入粉煤灰、硅灰等掺和材料，可以提高其抗水稳定性和抗冻性，并且减少水泥的用量，降低成本。研究表明，掺入粉煤灰和硅灰后，水泥稳定碎石的抗压强度、抗水性和耐久性都有明显提高。以粉煤灰为例，其具有良好的火山灰效应，能够与水泥反应生成水化产物，从而提高水泥稳定碎石的强度和耐久性。

2.3 新型材料的应用

新型材料的应用为道路基层材料的性能提升提供了更为广阔的前景。高分子材料、纳米材料、纤维增强材料等新型材料被广泛研究并应用于道路基层建设中。研究表明，纳米材料和高分子材料能够显著提高基层材料的抗老化能

力、抗裂性以及耐疲劳性能，延长道路的使用寿命。例如，使用纤维增强材料可以改善基层材料的抗裂性和韧性，尤其是在高交通量和高温环境下，能够有效减少裂缝的生成。通过将这些新型材料与传统材料相结合，能够达到性能的最佳优化。

3 技术应用实例与效果分析

3.1 改性技术的应用实例

在某高速公路建设项目中，为了提高道路基层材料在寒冷地区的抗冻性和抗裂性，工程团队采用了石灰改性技术和水泥稳定碎石改性技术。石灰改性技术通过在石灰土中加入一定比例的石灰粉末或水泥，改性后的石灰土不仅增加了其颗粒的粘结力，还显著改善了材料的抗冻性。石灰土在经历冻融循环后，改性后的材料表现出较好的稳定性和抗冻能力，有效避免了低温条件下出现的冻胀现象。此外，石灰土的吸水性在改性后得到了有效控制，水分的渗透大大降低，这进一步提高了基层的抗水稳定性。通过改性后的石灰土，在严寒地区的抗冻性能提升了约 30%~40%，在冻融测试中，改性石灰土的冻胀量显著低于未改性石灰土。水泥稳定碎石改性技术则在基层材料中引入了聚合物和高分子材料，这些材料的加入有效增强了水泥稳定碎石的粘结性和抗裂性。尤其在温度变化剧烈的地区，改性后的水泥稳定碎石基层能够抵御温度急剧变化引起的裂缝和塑性变形。实验数据表明，经过水泥改性的基层材料在冷热交替的环境中，其抗裂性能提升了约 20%~30%。此外，水泥稳定碎石在受到重载时的抗压强度也大幅增加，降低了路面因沉降引发的裂缝问题（见表 1）。

表 1 改性后的材料性能数据

项目	改性前	改性后
抗冻指数	0.72	1.04
抗裂性指数	0.65	0.92
材料成本（元 /m ² ）	120	130

该项目的实施结果表明，改性技术的使用不仅显著提高了材料的稳定性，还有效延长了路面的使用寿命。

3.2 掺和材料的应用实例

在某市政道路项目中，采用了粉煤灰和硅灰掺和水泥稳定碎石的技术，提升了基层材料的抗水稳定性和抗冻性。通过长期监测数据，发现掺和后的材料在抗水稳定性和强度方面均表现出明显优势（见表 2）。

表 2 掺和后的材料在抗水稳定性

项目	无掺和材料	掺和材料
抗水稳定性	85%	92%
强度指标	4.2MPa	5.1MPa
材料成本（元 /m ² ）	150	160

通过掺和材料的应用，不仅提升了基层材料的性能，还降低了水泥的用量，减少了环境负担。

4 结语

随着道路建设需求的不断增加，提升道路基层材料的性能已成为道路工程领域的重要课题。通过改性技术、掺和材料的应用以及新型材料的引入，可以显著提高基层材料的抗冻性、抗水稳定性、抗裂性等性能，延长道路的使用寿命，减少维护费用。未来，随着技术的进步和新材料的不断出现，道路基层材料的性能将得到进一步提升，为全球道路建设提供更加可靠的技术支持。

参考文献：

[1] 冯明杰,马洪福,张红兵,等.沥青混合料生产过程中钢渣集料的开裂机理[J].科学技术与工程,2024,24(34):14846-14853.

[2] 吴颂浩.再生集料在公路养护工程水稳基层中的应用[J].交通世界,2024(33):45-47.

[3] 齐雪妍,李双来,高春荣,等.二灰稳定建筑固废碎石路面基层路用

性能分析[J].居业,2024(11):152-154.

[4] 应玉.新型防裂基布在公路养护工程中的应用效果评价[J].交通世界,2024(32):56-58+62.

[5] 秦慧敏.高速公路水泥混凝土路面“白改黑”设计与应用[J].公路,2024,69(11):76-81.

[6] 翁秀信.改性水泥碎石基层材料在市政道路中的应用研究[J].建筑机械化,2024,45(10):118-121.

[7] 危达成.高速公路路面再生料技术研究[J].运输经理世界,2024(29):43-45.

[8] 武建民,赫海涛,武宇琦.水泥稳定钢渣碎石基层抗裂性能研究[J].西部交通科技,2024(10):8-11.

作者简介：张璨（1989-），男，中国湖北武汉人，硕士，中级，从事道路工程研究。