

公路沥青路面薄层罩面养护技术与施工方法研究

李 宁¹ 王胜强²

1. 陕西省安康公路管理局应急抢险中心 陕西安康 725000

2. 安康市交通建设投资集团有限公司 陕西安康 725000

【摘要】随着交通流量的增加及环境因素的挑战,公路沥青路面面临越来越多的养护维修需求,本文全面研究了公路沥青路面薄层罩面养护技术及其施工方法。首先介绍了薄层罩面的定义、分类和材料科学,随后详细分析了其经济性、环境影响、性能与适应性方面的优势与局限性。此外,本文还系统阐述了薄层罩面的施工准备工作、具体施工流程及质量控制与安全管理措施。通过分析,本文评估了薄层罩面养护技术的应用效果,并提出了相关的优化建议。

【关键词】公路养护; 沥青路面; 薄层罩面技术

引言:

传统的路面养护方法往往存在成本高、对环境影响大等问题,因此薄层罩面技术作为一种新兴的公路养护技术,因其施工快捷、成本相对较低和环境友好等优势逐渐受到关注。本文旨在通过综合分析和实例研究,探讨薄层罩面技术在公路养护中的应用效果和潜在价值。

一、公路沥青路面薄层罩面技术概述

(一) 定义与分类

公路沥青路面薄层罩面是一种现代道路养护技术,通常指在既有沥青路面上铺设厚度为3—20毫米的沥青混合料层,这种技术旨在改善路面性能、延长使用寿命,薄层罩面可分为热拌型和冷拌型两大类。热拌型包括超薄磨耗层(SMA-T)和超薄沥青混凝土(OGFC-T),冷拌型主要有微表处和稀浆封层。与传统的厚层罩面相比,薄层罩面具有施工速度快、材料用量少、对交通影响小等显著优势,传统罩面通常厚度在40毫米以上,需要较长的施工时间和较多的材料投入。薄层罩面则能在短时间内完成施工,迅速开放交通,大大减少了对道路使用者的影响^[1]。此外,薄层罩面技术还具有良好的适应性,它可以根据路面状况和交通需求,灵活选择不同的材料配比和施工工艺,以达到最佳的养护效果。例如,对于轻度损坏的路面,可选用微表处技术;而对于需要提高抗滑性能的路段,则可采用超薄磨耗层。

(二) 材料科学

薄层罩面技术的核心在于其所使用的先进材料。改性沥青是薄层罩面中常用的基础材料之一,它通过添加聚合

物等改性剂,显著提高了沥青的高温稳定性、低温抗裂性和弹性恢复能力,常见的改性剂包括SBS(苯乙烯-丁二烯-苯乙烯)、EVA(乙烯-醋酸乙烯)等。这些改性沥青能够更好地适应复杂的气候条件和交通荷载。乳化沥青是另一种重要的薄层罩面材料,特别适用于冷拌型罩面。乳化沥青是将沥青微粒分散在水中形成的稳定悬浮液,具有良好的流动性和粘结性,它可以在常温下施工,节省能源,减少对环境的影响。乳化沥青还可以根据不同的应用需求进行改性,如增加聚合物以提高耐久性。骨料的选择也是薄层罩面材料科学的重要组成部分。高品质的碎石、玄武岩等硬质骨料能够提供优异的抗磨损性能。同时,骨料的级配设计直接影响罩面的孔隙率、抗滑性和排水性能,例如,升级配骨料可以形成多孔隙结构,提高路面的排水能力和噪音吸收效果。近年来,纳米材料在薄层罩面领域的应用也日益广泛,纳米二氧化硅、纳米氧化锌等材料可以显著改善沥青的黏结性、抗老化性和抗疲劳性能,这些新型材料的应用,为薄层罩面技术的进一步发展开辟了新的方向。

二、公路沥青路面薄层罩面技术的优势与局限性

(一) 经济性和成本效益

薄层罩面技术在经济性方面展现出显著优势。初始铺设成本相较于传统厚层罩面明显降低,主要体现在材料用量的减少和施工周期的缩短,薄层罩面通常只需要3—20毫米厚度,而传统厚层罩面往往需要40毫米以上,这种差异直接导致材料用量的大幅减少,进而降低了材料成本。同时,由于施工速度快,人工成本和设备使用成本也相应降

低。从长期来看，薄层罩面技术能够延长路面使用寿命，减少大规模修复的频率，从而带来可观的经济效益^[2]。通过及时进行薄层罩面养护，可以有效防止路面出现严重损坏，避免昂贵的全面翻修。这种预防性维护策略能够显著降低道路全生命周期内的总体维护成本。在日常维护方面，薄层罩面技术也表现出明显的优势，由于其表面平整度好、抗滑性能优异，日常清扫和小修工作的频率和强度都有所降低。此外，薄层罩面的耐久性较好，能够减少裂缝、坑洞等常见病害的发生，进一步降低了维护成本，然而，薄层罩面技术的经济效益也存在一定的局限性。在一些严重损坏或结构性问题的路段，单纯依靠薄层罩面可能无法达到理想的修复效果，反而可能增加后续维修成本，因此，在选择养护方案时，需要综合考虑路面现状、交通量、气候条件等多方面因素，以确保投资的经济性。

（二）环境影响和可持续性

薄层罩面技术在环境保护和可持续发展方面具有显著优势。在材料循环利用方面，薄层罩面所使用的沥青混合料通常具有较高的可回收性，当路面需要翻修时，这些材料可以被铣刨后再利用，减少了废弃物的产生，同时，由于薄层罩面使用的材料量较少，即使无法回收利用，其对环境的影响也相对较小。在施工过程中，薄层罩面技术对环境的影响也较为有限，由于施工厚度薄、速度快，施工过程中产生的噪音污染和粉尘污染都明显低于传统厚层罩面。特别是冷拌型薄层罩面，如微表处和稀浆封层，可以在常温下施工，大大减少了加热过程中的能源消耗和温室气体排放^[3]。此外，薄层罩面技术还可以通过改善路面性能间接促进环境保护，例如，升级配的薄层罩面可以降低轮胎与路面接触产生的噪音，减少噪音污染，同时，良好的排水性能可以减少雨天行车时的水雾飞溅，提高行车安全性，间接减少交通事故对环境的影响。然而，薄层罩面技术在环境方面也面临一些挑战，例如，一些改性沥青和添加剂可能含有对环境有潜在影响的化学物质。在使用这些材料时，需要严格控制其配比和施工工艺，以减少对环境的负面影响。

（三）性能与适应性

薄层罩面技术在改善道路性能方面表现出色。首先，它能显著提高路面的抗滑性能，通过精心设计的骨料级配和表面纹理，薄层罩面可以为车辆提供更好的轮胎抓地力，特别是在湿滑条件下，这不仅提高了行车安全性，还能

减少刹车距离，降低交通事故发生的风险。在防水性能方面，薄层罩面也具有明显优势。密实型薄层罩面能够有效封堵路面裂缝和孔隙，防止水分渗入基层，延缓路面的水损害，而升级配型薄层罩面则能快速排除路面积水，减少水膜厚度，提高雨天行车安全性。在不同气候条件下，薄层罩面展现出良好的适应性。在高温环境中，改性沥青的使用提高了罩面的抗车辙能力，减少了沥青的流动变形。在寒冷地区，薄层罩面的低温抗裂性能也得到了显著改善，能够更好地适应冻融循环的影响。然而，薄层罩面技术在某些极端条件下也存在局限性，例如，在频繁承受重载交通的路段，薄层罩面可能无法提供足够的结构强度。同时，在一些特殊气候区域，如沙漠地区或极寒地区，薄层罩面的性能可能会受到挑战，这就要求在选择罩面类型和材料配比时，要充分考虑当地的具体情况，以确保罩面性能的最优化。

三、薄层罩面施工方法与流程

（一）施工准备

薄层罩面施工的准备工作是确保整个项目成功的关键环节。首先，需要对现有路面状况进行全面评估。这包括路面平整度测量、裂缝检测、强度测试等，通过这些评估，可以确定路面的损坏程度、类型以及可能的原因，为选择合适的薄层罩面类型和材料提供依据。材料选择是下一个重要步骤，根据路面评估结果和项目要求，选择适当的沥青类型（如改性沥青、乳化沥青）、骨料级配和添加剂。材料选择需要考虑多方面因素，包括气候条件、交通荷载、预期使用寿命等，同时，要进行材料性能测试，确保所选材料满足设计要求。设备准备同样不可忽视。薄层罩面施工通常需要专用的摊铺机、压路机等设备，这些设备需要在施工前进行全面检查和调试，确保其工作状态良好，能够满足薄层罩面的精细化施工要求，特别是摊铺机的刮板和找平装置，需要进行精确调节，以保证罩面厚度的均匀性。施工人员的培训是准备工作中的重要一环，薄层罩面施工对操作精度要求较高，施工人员需要充分了解材料特性、设备操作和质量控制要点，通过专业培训和技术交底，确保每个参与者都能准确理解和执行施工要求。

（二）详细施工流程

薄层罩面的施工流程需要严格按照设计要求和技术规范进行。首先是路面清理，这一步骤对于确保新旧层间良好黏结至关重要，使用机械扫路机和高压空气对路面进行彻

底清扫, 去除灰尘、杂物和松散材料。对于油污严重的区域, 可能需要使用专门的清洗剂进行处理, 接下来是裂缝处理和平整化处理, 对于宽度超过3毫米的裂缝, 需要进行灌缝处理。较大的坑洞和沉陷区域则需要进行局部铣刨和修补^[4]。这些准备工作旨在为薄层罩面提供一个平整、稳固的基础。涂布粘接层是确保新旧层结合的关键步骤, 通常使用乳化沥青作为粘接材料, 均匀喷洒在清洁的路面上。喷洒量的控制非常重要, 过多会导致滑移, 过少则影响粘接强度, 粘结石需要一定时间破乳, 这个时间取决于天气条件和乳化沥青类型。摊铺是整个施工过程中最关键的环节, 使用专用的薄层摊铺机进行作业, 确保摊铺厚度均匀一致, 摊铺温度的控制也很重要, 热拌型薄层罩面通常需要在较高温度下摊铺以确保良好的工作性。摊铺速度要保持稳定, 避免停顿造成的接缝问题。压实是确保薄层罩面性能的最后道工序。使用轻型或中型压路机进行碾压, 压实遍数和方式需根据材料特性和厚度进行调整, 压实过程中需注意控制温度, 在混合料冷却之前完成压实。对于某些类型的薄层罩面, 如超薄磨耗层, 可能还需要进行特殊的压实处理, 以确保骨料的正确取向和表面纹理的形成。在整个施工过程中, 质量控制贯穿始终, 需要定期检查摊铺厚度、平整度、压实度等关键指标, 确保符合设计要求, 同时, 要注意施工接缝的处理, 确保接缝处平顺、密实, 不出现明显的高低差或开裂。

(三) 质量控制与安全管理

质量控制是薄层罩面施工成功的关键。首先, 原材料质量控制至关重要, 沥青、骨料、添加剂等材料需进行严格的进场检验, 确保其性能指标符合设计要求, 在拌合阶段, 需要精确控制各组分的配比, 并通过取样检测确保混合料的均匀性和稳定性^[5]。施工过程中的质量控制主要包括温度管理、厚度控制和压实度检测。对于热拌型薄层罩面, 需要全程监控混合料温度, 确保其在适宜的温度范围内完成摊铺和压实。厚度控制可通过激光测距仪等先进设备实时监测, 及时调整摊铺机参数。成品质量检验包括平整度测试、抗滑性能测试和渗水性能测试等, 这些检测不仅要满足设计要求, 还需要与原有路面进行对比, 确保性能的显著提升。对于一些特殊功能的薄层罩面, 如降噪型罩面, 还需进行专项性能测试。安全管理在薄层罩面施工中同样不容忽视, 首先是交通安全管理, 由于薄层罩面施工通常在既有道路上进行, 需要制定详细的交通组织方案, 设置清晰的警示标志和临时导向设施, 确保施工区域和通行区域的明确分隔。施工人员的

安全防护也是重点, 对于热拌型薄层罩面, 需要为工人配备防高温、防烫伤的专用防护装备。在使用化学添加剂时, 需要佩戴适当的呼吸防护设备和防护服, 同时, 要对所有施工人员进行安全培训, 使其了解潜在的危险和应对措施, 设备安全管理同样重要。摊铺机、压路机等大型设备的操作需要由经过培训的专业人员负责。设备使用前需进行安全检查, 确保各项安全装置完好, 在设备移动和作业时, 需要安排专人指挥, 防止发生碰撞等事故。环境安全也不容忽视, 对于可能产生有害气体或粉尘的施工环节, 需要采取适当的防护措施, 如喷水降尘、使用除尘设备等。对于产生的废弃物, 需要按规定进行收集和处理, 防止对环境造成污染。应急预案的制定和演练是安全管理的重要组成部分, 需要针对可能发生的各种突发情况, 如恶劣天气、设备故障、交通事故等, 制定详细的应急处置流程, 并定期进行演练, 确保在紧急情况下能够快速、有效地响应, 通过严格的质量控制和全面的安全管理, 可以确保薄层罩面施工的顺利进行, 最终达到预期的养护效果, 提高道路使用性能和使用寿命, 为道路使用者提供安全、舒适的行车环境。

结束语:

综上所述, 公路沥青路面薄层罩面养护技术不仅能有效提升路面的使用性能和延长其服务寿命, 还具有较高的经济性和环境可持续性, 通过合理的施工流程和严格的质量控制, 可以进一步发挥其优势。未来的研究可在此基础上, 进一步探索材料创新和施工技术的优化, 以适应更广泛的地理和气候条件, 实现薄层罩面养护技术的持续进步和广泛应用。

参考文献:

- [1] 党炜. 高速公路沥青路面薄层罩面养护技术与施工方法研究[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2022(7): 4.
- [2] 朱晓东. 公路沥青路面薄层罩面养护技术与施工方法研究[J]. 产业科技创新, 2023, 5(04): 74-76.
- [3] 王晖. 高速公路沥青路面薄层罩面养护技术与施工方法分析[J]. 技术与市场, 2022, 29(01): 100-101.
- [4] 王新秋. 沥青路面薄层罩面养护技术与施工方法分析[J]. 黑龙江交通科技, 2019, 42(04): 246-247.
- [5] 李进, 魏志鹏. 沥青路面薄层罩面养护技术与施工方法分析[J]. 黑龙江交通科技, 2018, 41(10): 237-238.