

乳化沥青碎石封层技术在公路工程施工中的应用研究

艾丽曼木·热合曼

新疆新筑路桥建设有限责任公司，新疆省乌鲁木齐市，830021；

摘要：乳化沥青碎石封层技术属于现代公路养护和施工的重要技术方法，具有明显提高路面性能、延长使用寿命的优势。本文对乳化沥青碎石封层技术的基本概念、技术特点和作用机理做了系统的阐述，对乳化沥青碎石封层技术在预防性养护、路面修复改造、新建路面施工中的具体应用形式和实践价值做了详细的分析。本文重点研究了施工过程中材料选择及配比控制、工艺流程及操作规范、质量检测及效果评价等主要控制要点，为该技术在公路工程中的科学应用提供理论依据和实践指导，对促进公路养护技术进步、保证道路工程质量有重要意义。

关键词：乳化沥青；碎石封层；公路工程；施工技术；质量控制

DOI：10.64216/3080-1508.26.03.023

引言

伴随着我国公路交通事业的快速发展，公路网络规模越来越大，公路养护维修工作越来越繁重。传统路面养护技术对于解决路面早期病害，提高路面性能等都存在很多不足之处，不能满足现代公路管理的要求。乳化沥青碎石封层技术属于一种经济高效的路面养护技术，施工方便，成本适中，效果明显，得到了国内外公路工程的广泛应用。通过在路面表层形成致密的封层结构，封闭路面微裂缝，改善路面抗滑性能，防止水分侵入，从而达到保护路面、延长使用寿命的目的。对乳化沥青碎石封层技术的应用原理及施工要点展开深入研究，对提升公路养护水平、降低养护成本、保证行车安全有着重要的理论意义和现实意义。

1 乳化沥青碎石封层技术概述

1.1 乳化沥青碎石封层技术的定义与特点

乳化沥青碎石封层技术就是将乳化沥青均匀喷洒在路面上，随即撒布一层或多层规格碎石，经碾压形成具有一定厚度和强度的封层结构的路面处理技术。该技术主要是利用乳化沥青良好的渗透性、粘结性，把碎石牢固地粘结在路面表层，形成一个具有防水、抗滑、耐磨的保护层。其主要特点为施工工艺简单灵活，不需要复杂的拌和设备，现场施工效率高；材料用量经济合理，比传统罩面技术节省成本；养护周期短，施工后开放时间快；适应性强，可在不同的气候条件、路面状况下使用；环保性能好，乳化沥青为水基材料，施工过程中无有害气体排放，符合绿色施工理念^[1]。

1.2 乳化沥青碎石封层技术的类型与分类

乳化沥青碎石封层技术按照施工工艺以及材料组成的不同，可以分为几种类型。按碎石撒布层数分为单层式封层、双层式封层、多层式封层。单层式用于路面较好的预防性养护，双层式和多层式用于病害较重的路面处理。根据乳化沥青喷洒方式可分为单次喷洒型和多次喷洒型，前者施工效率高，后者粘结效果好。按碎石粒径规格分细粒式、中粒式和粗粒式封层，不同的粒径满足不同的路面功能要求。另外还有同步碎石封层技术，利用专用设备同步完成乳化沥青喷洒和碎石撒布，施工精度和效率大大提高。不同的封层技术有各自特点，要按照路面实际状况、交通量、气候条件来选择适用^[2]。

1.3 乳化沥青碎石封层技术的作用机理

乳化沥青碎石封层技术的作用机理主要是物理封闭和化学粘结两种。从物理封闭来说，碎石颗粒在路面上形成连续的覆盖层，乳化沥青填充碎石间隙并渗透进入路面表层微裂缝之中，从而形成致密的防水层，阻止雨水的下渗，避免路面结构层的损伤。化学粘结，乳化沥青中的沥青颗粒破乳后会和碎石表面形成牢固的粘结界面，还会同原有路面的沥青材料发生融合效果，提高整体粘结力。碎石棱角嵌锁形成的表面构造有良好的抗滑性能，可以提高路面的摩擦系数，改善行车安全性。封层结构还起应力分散作用，减小温度应力、交通荷载造成的应力集中，减缓反射裂缝产生和发展，提高路面使用寿命，保证路面良好服务性能^[3]。

2 乳化沥青碎石封层技术在公路工程中的应用分析

2.1 预防性养护中的应用实践

公路预防性养护中乳化沥青碎石封层技术起着重要的作用。对使用年限较短,路面状况良好,但是已经出现轻微的老化、微裂缝等早期病害的路段要及时做封层处理,阻止病害的发展。该技术就是对路面表层的微小裂缝、孔隙进行封闭,阻止水分、空气进入,减缓沥青老化速度,保持路面良好的使用性能。预防性养护中的封层施工一般采用单层式或者薄层式封层,材料用量少,施工速度快,对交通影响小,具有较好的经济效益和社会效益。实践证明,路面病害初期时进行封层处理,养护成本只有大修费用的十分之一左右,并且可以大幅度延长路面大修周期。封层处理可以改善路面抗滑性能,提高行车舒适性、安全性,适合高等级公路定期预防性养护。通过科学的预防性养护体系,合理确定封层实施时机及周期,可最大限度发挥该技术的养护作用,达到公路资产保值增值的目的^[4]。

2.2 路面修复改造中的应用实践

路面修复改造工程中乳化沥青碎石封层技术,是解决路面各种病害的一种有效手段。对出现网裂、龟裂、表面磨损、松散等中度病害的路面,在进行基础处理后实施封层,可以迅速恢复路面功能。修复改造时常用双层或多层封层结构,第一层用较小粒径碎石填充裂缝和凹陷,第二层用适中粒径碎石形成耐磨抗滑表层,多层结构防水性、耐久性更好。对于旧路面修复来说具有明显优势,可以在不对原有路面结构造成破坏的情况下,在表层封住、加强,修复路面的同时避免了铣刨重铺造成的资源浪费、环境污染问题。封层技术属于水泥混凝土路面沥青化改造的一种应力吸收层手段,有助于解决反射裂缝问题并提升加铺层寿命。修复改造过程中封层施工要重点保证原路面病害处理质量,保证基层稳定、表面干净,为封层粘结创造良好条件。用合理的方案设计和精细的施工管理措施,封层技术可以全方位的提高路面使用年限三至五年以上^[5]。

2.3 新建路面施工中的应用实践

在新建公路工程中,乳化沥青碎石封层技术被用作下封层施工和表面处理。下封层设于基层与面层之间,其主要作用是封闭基层,防止雨水下渗,给上层沥青面层提供良好的粘结界面。新建路面下封层施工对材料要求及施工质量控制更加严格,封层应有足够的强度和稳

定性,以承受施工期间的交通荷载及面层摊铺设备的作用。低等级公路或者临时道路建设中,封层技术可以作为经济型路面结构的表面层,利用多层封层叠加形成具有一定承载能力的路面结构。新建路面施工中使用封层技术时需要注意施工时机的选择,基层养护期满足要求后才能进行封层施工,防止基层强度不够造成封层开裂、推移等病害。施工时要严格控制乳化沥青用量、碎石撒布均匀性,保证封层厚度、密实度符合设计要求。

3 乳化沥青碎石封层施工质量控制要点

3.1 施工材料选择与配比控制

乳化沥青碎石封层施工材料的选择和配比控制,是保证施工质量的基础工作。乳化沥青的选择要根据施工季节、气候条件、路面类型来确定,一般选用阳离子慢裂型或中裂型乳化沥青,蒸发残留物含量要达标,筛上残留物要控制在较低水平,储存稳定性好。选择时还要充分考虑当地的环境湿度、日照强度、昼夜温差等,保证乳化沥青在实际使用中充分发挥其性能优势。乳化沥青的各种物理化学性能应符合标准,保证良好的渗透性和粘结性。碎石材料应该选用坚硬、棱角分明、清洁无杂质的优质石料,强度指标及颗粒形状要符合规范。碎石粒径要依照封层种类与路面情况恰当选取,不同层次使用不同的级配。材料用量要通过试验段来确定,不能凭经验。配比设计要综合考虑原有路面状况、交通量、气候条件等因素,保证封层完整、耐久的同时不能产生材料过多而造成泛油、推移等病害。设计时要进行多方案比选,采用室内试验与现场试验段相结合的方式来确定最佳配比方案,为之后的大规模施工提供可靠的参考。施工前应对所有的材料进行严格的检验,不合格材料不得使用,保证材料质量可控。建立材料进场验收制度和台账管理制度,实现材料全过程质量追溯,为施工质量提供可靠的物质保障。同时对材料供应商资质、质量信誉进行评价,与建立长期稳定的供应合作关系,从源头上保证材料质量,保证每一批次材料能符合工程的要求。

3.2 施工工艺流程与操作要求

乳化沥青碎石封层施工工艺流程由施工前的准备工作、路面清扫工作、乳化沥青喷洒工作、碎石撒布工作、碾压成型工作和养护开放工作等步骤组成。各个工序严格控制操作标准,每道工序完成后要进行自检、互检,工序质量合格后方可进入下一道工序。施工前应对

原路面进行全面检查,对坑槽、沉陷等病害进行修补处理,对严重的开裂部位做灌缝或者贴缝处理,保证路面的平整与稳定。检查工作要细致入微,不能放过任何一个影响封层质量的病害,必要时可以采用无损检测技术对路面结构层做深层次的检测,全面掌握路面状况。路面清扫要彻底干净,用清扫车和吹风机配合作业,清除路面浮土、杂物和松散颗粒,保持路面干燥清洁,为乳化沥青粘结创造良好的条件。清扫作业应于施工当天完成,避免清扫后路面再次扬尘,影响粘结效果,在多尘地区或者交通繁忙路段更要注意。乳化沥青喷洒使用智能洒布车,喷洒温度控制合理,喷洒速度均匀稳定,用量准确、分布均匀,喷洒宽度与碎石撒布宽度协调一致,横向接茬处理得当。操作人员必须经过专门的培训,熟悉设备的性能和操作方法,根据实际情况调节喷洒参数,保证喷洒质量的一致性、稳定性。碎石撒布应在乳化沥青喷洒后立即进行,撒布车的速度要和喷洒的速度一致,撒布量要均匀,不能出现空白或者堆积。

3.3 施工质量检测与效果评价

乳化沥青碎石封层施工质量检测及效果评价,是保证工程质量的保障。施工过程中的质量检测包括材料检测、施工参数控制检测、成型质量检测这三个部分,要建立完善的检测体系,配置专业人员和先进的检测设备。对乳化沥青的各项技术指标、碎石的物理性能指标进行检验,保证材料质量满足规范要求。检测频率要视工程规模和材料来源确定,关键指标的检测应该适当增加,确保每一批材料质量合格,避免用不合格材料作工程材料。施工参数控制检测主要对乳化沥青喷洒量、碎石撒布量、喷洒温度、碾压遍数等工艺参数进行考察,采用实测与计量相结合的方式控制,各项参数偏差必须控制在允许范围内。检测过程中要详细记录各项数据,建立完整的施工档案,为以后的质量分析、工艺改进提供基础资料,也为可能出现的质量争议提供客观依据。成型质量检测主要是对封层的完整性、均匀性、碎石嵌

固情况、表面构造深度进行检查,采用目测和仪器检测相结合的方法。检测范围要覆盖整个施工区域,对关键部位、薄弱环节加大检测力度,及时发现并处理质量隐患,防止小问题变成大缺陷。完工后的效果评价要综合外观质量评价、功能性能评价、耐久性评价三个方面来评定。外观质量上要检查封层表面是否平整均匀、无明显离析、泛油、推移等缺陷,碎石覆盖情况符合要求。

4 结语

乳化沥青碎石封层技术属于成熟的公路养护技术,在预防性养护、路面修复、新建施工中都有广阔的应用前景。该技术具有经济高效、施工方便、效果明显的特点,给公路养护提供科学合理的技术解决方案。通过掌握技术原理,把握好应用要点,严格控制施工质量,可以充分发挥封层技术的作用,实现公路养护效益最大化。未来要加强对封层技术理论研究与应用创新,优化封层材料配方,改进封层施工工艺,提高封层智能化程度,使封层技术向着更高质量、更高效、更环保的方向发展,为我国公路养护事业持续健康发展作出更大的贡献。

参考文献

- [1]黄煜珉. 乳化沥青碎石封层技术在公路工程施工中的应用[J]. 企业科技与发展, 2025, (6): 109-113.
- [2]刘飞. 橡胶沥青碎石封层技术在公路施工中的应用[J]. 运输经理世界, 2025, (6): 40-42.
- [3]翟鹏. 预防性公路养护技术在公路施工中的应用研究[J]. 运输经理世界, 2025, (16): 132-134.
- [4]徐芳. 橡胶沥青碎石封层技术在公路施工中的应用研究[J]. 运输经理世界, 2025, (16): 53-55.
- [5]王章利. 沥青路面养护中同步碎石封层技术应用研究[J]. 低碳世界, 2025, 15(2): 139-141.

作者简介: 艾丽曼木·热合曼(1982.02.20-), 女, 维吾尔族, 副高级, 本科, 研究方向: 公路工程。