

含砂雾封层技术在公路预养护中的应用技术

张智力

(上海市青浦区道路运输管理事务中心,上海市 201799)

摘要: 沥青路面是我国公路路面的主要形式之一,为使沥青混凝土路表功能在使用年限中处于良好的服役状态,预防性养护理念逐渐发展并被广泛推广。相较于传统雾封层技术,含砂雾封层能够更加显著提高路面抗滑性能,修复路表微裂缝,大大改善路面的行驶质量,成为公路沥青路面预养护和功能性恢复的有效技术措施之一。结合上海市青浦区崧华南路含砂雾封层应用效果分析,进一步验证该技术的使用效果。

关键词: 公路;预养护;含砂雾封层;路面;技术应用

中图分类号: U418.6+3

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)05-0170-04

0 引言

含砂雾封层在传统雾封层的基础上加入细砂,不仅成本低、施工便捷、对交通影响小,而且能够提高路面摩擦系数,对行驶安全和视觉观感均有较大改善^[1]。含砂雾封层不仅适用于贫油、轻微掉粒、微裂缝、渗水、表层沥青老化的路面养护^[2-4],还能和表面磨耗层结合形成复合封层^[5],是一项值得开发推广的新型预防性养护技术。本文重点分析了含砂雾封层性能技术特点,总结目前常见的性能评价方法,介绍施工工艺及技术要点,为含砂雾封层技术在公路预养护工作中的应用提供了理论依据与经验支持。

1 含砂雾封层性能及技术特点

1.1 含砂雾封层与传统雾封层

20世纪初,随着首个乳化沥青产品的问世,雾封层就成为当时最早应用乳化沥青的路面养护技术^[6],其主要作用包括路面防尘、防水、封闭微裂缝、粘结松散集料、补充沥青等。随后,世界各国将雾封层作为沥青路面预防性养护的主要技术措施之一^[7]。目前,雾封层可以分为“封层型”和“再生型”两大类^[8]。封层型雾封层主要用作原路面沥青保护层,虽然具有一定的渗透性,能够略微软化老化沥青,但主要作用是封闭路表、改善松散以及防止路表进一步恶化。再生型雾封层尤其适用于沥青老化严重的路面,其

有效成分一般是乳化油或再生剂,能够起到软化老化沥青或者补充轻质组分的目的,但不含沥青的油基再生剂易在集料表面残留余油,造成路面摩擦性能降低^[9-10]。虽然雾封层具有诸多优点并且性价比极高,但是常造成路面抗滑性能衰减,该问题已成为制约传统雾封层应用的主要因素。

含砂雾封层技术起源于美国,其一般由改性乳化沥青或煤沥青、陶土、聚合物、细砂等主要成分组成,其中添加的细砂大大改善了养护后路面摩擦性能下降的问题。除了具有传统雾封层的诸多优势以及提高路面摩擦性能的特点,含砂雾封层还能显著提高路表视觉感官舒适性,使重新喷涂的道路标线和标志更加清晰,美化道路外观。近20a来,预养护理念逐步发展,含砂雾封层技术得到越来越多的国内外道路工作者和政府的认可和关注,与传统雾封层技术相比,含砂雾封层在抗滑性能和耐磨损方面表现更佳,同时在材料成本和施工效率上也展现出更明显的优势。展望未来,该技术有望在智能交通和环保路面材料的发展趋势中发挥更大作用,为公路养护提供更为高效和环保的解决方案。

1.2 含砂雾封层功能及工作原理

含砂雾封层设计厚度可以视为零,不承受车辆荷载,是一种适用于路面3mm以下微裂缝修补、抗滑性能修复、外观恢复的自然成型养护技术。主要功能及工作原理如下。

(1) 修补表面微裂缝

当路面产生3mm以下微裂缝时,道路结构整体呈现较好服役状态,此时并无明显车辙、坑槽等严重

收稿日期: 2024-01-02

作者简介: 张智力(1989—),男,本科,工程师,从事道路桥梁设计、养护、规划工作。

病害。然而,雨水携带车辆产生的油渍会浸入微裂缝从而浸入沥青混合料内部,造成沥青与集料脱离,在车辆荷载和环境因素反复作用下将造成路面持续损坏,直至出现严重病害。为此,喷洒的含砂雾封层可以起到很好的封闭效果,相当于为路面表面涂抹一层保护膜,内含的细砂和乳化沥青由于流动作用起到修补微裂缝的作用,同时阻止了雨水或油污浸入,恢复原沥青路面防水效果,延长道路使用周期。

(2)软化或再生路表沥青

沥青在使用过程中不可避免的伴随着老化,在高温、氧气、紫外线等多元环境耦合老化作用下,路面表层沥青老化尤为严重,此时,沥青中所含的轻质组分如饱和分和芳香分部分挥发,部分转化为胶质和沥青质,进而失去胶结作用。使用还原性含砂雾封材料能够有效缓解沥青老化问题,这些材料基于组分调节理论,通过渗透补充、化学反应、渗透激活等方式^[12],对沥青组分进行再生,恢复沥青路用性能。

(3)恢复抗滑能力

传统雾封层会降低路面构造深度,部分类型材料还容易产生余油,充当车轮与路表的润滑剂,引起路面抗滑性能严重衰减的问题。而内含细砂的雾封层技术会在道路表面形成一层砂粒结构,该结构产生新的构造深度,在配合比设计合理的情况下不仅不会影响原路面摩擦系数,甚至略有提高。因此,含砂雾封层的耐久性是目前研究的重点之一。

2 含砂雾封层性能评价指标及方法

目前国内相关规范并未对含砂雾封层提出完善的性能评价方法和技术指标,国内外学者也未形成完整的统一评价体系,因此,本文介绍目前较为常用的含砂雾封层材料室内试验评价方法。

2.1 封水性能

为验证含砂雾封层封水性能,需要制作含有微裂缝或微空隙的沥青混合料试件。马歇尔试件可通过控制单面击实次数使试件的一面出现较大孔隙,从而引起试件渗水。旋转压实试件可以控制压实度从而提高空隙率。车辙试件可以通过定制设备制作微裂缝。

在试件喷洒含砂雾封层材料前后,于造缝处或孔隙处进行渗水试验,得到渗水系数初值与终值,对比评价含砂雾封层封水效果。

2.2 抗滑性能

按设计要求成型车辙板试件,测试摆值、构造深

度、摩擦系数等沥青混合料抗滑性能原始指标。于车辙板表面喷涂含砂雾封层,养生后测试上述各项指标,评价含砂雾封层初始抗滑性能。含砂雾封层能有效降低构造深度,使路面摆式摩擦系数提高约30%,从而显著提升路面的抗滑性能;含砂雾封层混合料一般要求抗滑性能BPN大于70。

2.3 耐久性能

这里的耐久性能多指抗滑耐久性或耐磨性,均可通过抗滑性能指标衰减情况来进行评价。可采用刷头电动磨耗方式,或如条件允许可采用加速加载试验,在不同加载次数下测试含砂雾封层摆值、构造深度、摩擦系数衰减情况,评价含砂雾封层耐久性能;含砂雾封层混合料一般要求耐磨性小于600 g/m²。

2.4 再生性能

成型两组车辙板试件,将车辙板试件放入烘箱进行热氧老化,如有条件可放入紫外老化箱进行紫外-热氧老化。采用三氯乙烯萃取一组车辙板表面沥青,通过旋转蒸发得到车辙板表面老化沥青,随后进行三大指标、黏度、PG分级等路用性能检测,检测结果作为对照组数据。

对另一组车辙板试件表面喷涂含砂雾封层,养生后采用三氯乙烯分层萃取,先萃取掉表层雾封层,然后萃取车辙板表面沥青,通过旋转蒸发获得含砂雾封层处理后的表面老化沥青,随后进行上述路用性能检测,并与未处理对照组数据进行对比分析,得到含砂雾封层对老化沥青的再生恢复性能。

2.5 施工和易性

含砂雾封层一般采用专用高压喷洒车进行施工,其施工示意图如图1所示^[11]。其材料的黏度和坍落流动性是施工是否便捷的关键,可采用布氏黏度和坍落度来评价含砂雾封层施工和易性。值得注意的是,含砂雾封层不同于混凝土,普通纵向坍落度可能无法满足实验要求,因此可采用定制斜向坍落度设备进行测试^[12]。

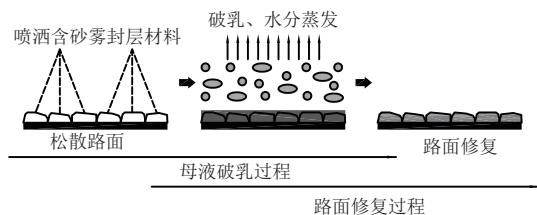


图1 含砂雾封层施工示意图^[11]

3 施工工艺及质量保证措施

3.1 施工前准备工作

(1)施工前做好交通管制和封闭车道工作,安置

施工标志和安全标志后安排施工机械、施工人员、施工车辆进场。

(2)清扫施工作业面,尤其是泥土、油污等影响含砂雾封层与路面粘结的杂物。视作业面大小,采用扫帚或清扫机械全面打扫,必要时可采用高压水枪冲洗,单应注意使用空压机吹风或自然完全干燥后方可施工。

(3)对原路面标志标线封贴保护,也可做好标记待含砂雾封层施工结束后重新喷涂。

(4)使用含砂雾封层前先搅拌均匀,避免存放引起沉淀不均影响施工效果。

(5)将含砂雾封层材料灌注喷洒设备,检查喷头是否堵塞、喷洒是否均匀。

3.2 施工工艺

(1)施工方式可大致分为两种:对于施工作业面小的项目可以采用人工小型喷洒设备进行施工,注意喷涂作业的均匀性;对于作业面较大的项目应采用专用高压喷洒车,需配备电子控制装置控制喷涂速度和流量,保证喷洒均匀一致,对于未喷洒到的地方可采用人工补涂的方式,应做到与机械喷涂部位均匀性一致。

对于不同原路面状态宜按表1要求进行喷洒作业。

表1 不同原路面状态的含砂雾封层喷涂要求

原路面状态	含砂雾封层喷洒要求
状态好、平整无裂纹、无坑槽	喷洒1~2遍
状态较好、平整、有微小裂纹、有车辙麻面	喷洒2~3遍
状态较差、不平整、有明显裂纹和坑槽等	修补病害后喷洒2~3遍

(2)喷洒完成后及时养生,一般养生2~4h,清理标志标线的贴条胶带,或喷涂新的标志标线,机械、人员、车辆离场并清理施工杂物和垃圾。宜待24h雾封层完全固化后开封交通。

(3)施工完初期应避免车辆在雾封层上频繁刹车,导致雾封层细砂掉粒。

3.3 施工质量保证措施

(1)做好施工人员防护工作,配备安全眼镜、口罩、工作服、手套、工作鞋等防护用具,避免含砂雾封层与人员直接接触。

(2)含砂雾封层施工和养护时间内,天气温度不得低于10℃,且空气湿度不宜过大,以免雾封层与原路面粘结不良。尤其注意24h内不能有降雨,否则会影响雾封层中的改性乳化沥青破乳,甚至造成

含砂雾封层流动。

(3)喷洒前检查含砂雾封层材料,如经长时间存放,可能出现部分原料沉淀的情况,此时需要使用前搅拌均匀,喷洒前再次搅拌,以保证喷洒出料的均匀性。

(4)对于不同原路面状态的含砂雾封层用量要求见表1,但考虑到雾封层耐久性,建议喷洒2层以上,单次喷洒宜采用耐久型含砂雾封层材料。在车流量大的区域或车辆频繁启停区域可以喷洒3层。

(5)开放交通初期应注意交通管制,避免车辆频繁在此区域刹车。

当前施工工艺虽已成熟,但在操作效率和成本控制方面仍有改进空间。例如,通过优化材料配比和施工设备,可以进一步降低施工成本,同时提升施工速度和质量。未来,结合智能化施工设备和信息化管理,含砂雾封层技术的施工工艺有望实现更高的自动化和精准度,从而大幅提高整体施工效率。

4 含砂雾封层工程应用

为验证含砂雾封层实际养护效果,选取在上海市青浦区崧华南路(沪青平公路—外青松公路)全长3.228km进行数据采集及效果验证,原路面状态良好,平整无坑槽,有微小裂纹,按照上节施工工艺进行施工。为探究含砂雾封层的耐久性和路用性能,采用规范推荐的渗水系数、摩擦系数和表面构造深度三个技术指标进行评价,并在施工后1a内逐月进行跟踪检测,得到数据整理如图2各图所示。

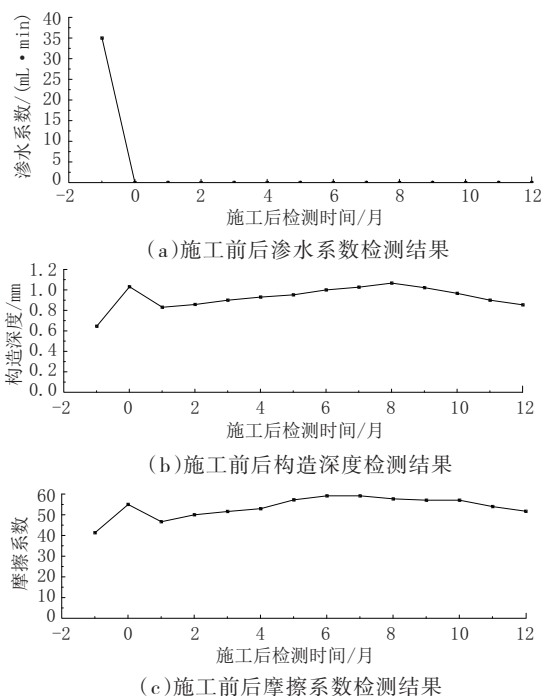


图2 含砂雾封层施工前后路面技术指标变化规律

可以发现,原路面在施工前存在渗水问题,经过含砂雾封层技术处理后 1 a 内均具有防渗水效果。路面构造深度和摩擦系数呈现相似的“降低—增加—降低”的趋势,施工后一个月左右,构造深度和摩擦系数均有不同程度的下降,从投入使用后第二个月开始,两个指标均呈现上升趋势,这可能因为在车辆荷载作用下,一些松散细砂被车轮带走,造成构造深度和摩擦系数下降,但是随着使用时间增长,表面结构重新建立,构造深度和摩擦系数得以恢复,并在 8 个月左右达到最高值,随后缓慢降低。由测检结果可知,与传统雾封层材料相比,含砂雾封层显著改善了路面渗水情况,延缓了表面构造深度和摩擦系数衰减问题,取得了较好的预养护效果。



(a) (b)
图 3 含砂雾封层施工前后道路对比照片

通过分析不同地区和交通条件下的含砂雾封层应用案例,可以更全面地理解其在多样化环境中的表现。在高交通量的城市道路中,含砂雾封层呈现出良好的适应性和养护效果。这些案例不仅证明了技术的有效性,也为未来在更广泛地区的应用提供了

宝贵的经验和数据支持。

5 结 语

含砂雾封层能够有效改善路表使用性能,相比于传统雾封层,含砂雾封层具有更好的抗滑性能,是一种十分有效的沥青路面预养护技术。该技术具有较高革新性和较强工程实用价值,有望成为国内外大规模沥青路面预养护的常用技术。

参考文献:

- [1] 陈忠.含砂雾封层技术在沥青路面预防性养护的应用[J].筑路机械与施工机械化,2016,33(2):80-83.
- [2] 邹惠娟,徐刚.含砂雾封层技术设计及应用[J].公路交通科技:应用技术版,2015(6):130-131.
- [3] 戴征,郝培文.机场沥青道面含砂雾封层养护效果评价[J].城市道桥与防洪,2016(1):106-108,114.
- [4] 薛瑞峰.含砂雾封层在沥青路面预防性养护中的应用[J].山西建筑,2017,43(2):148-149.
- [5] 王睿.钢桥面铺装层预防性养护技术研究[D].南京:东南大学,2015.
- [6] 陈志祥.含砂雾封层路用性能研究[J].四川建材,2020,46(11):163-164.
- [7] 盛晓慧.具有自愈合功能的沥青路面含砂雾封层性能试验研究[D].南京:南京林业大学,2019.
- [8] 庄恢将,邹鹏,陈浩荣,等.不同种类稀释沥青类雾封层材料路用性能对比[J].城市道桥与防洪,2020(3):47-49.
- [9] 张静,宁爱民,陈保莲.含砂雾封层乳化沥青的开发及应用研究[J].石油沥青,2018,32(1):57-60.
- [10] 赵天阳.含砂雾封层在公路养护工程中的应用研究[J].华东公路,2019(6):96-98.
- [11] 李凯.耐久性含砂雾封层在公路养护工程中的应用研究[D].扬州:扬州大学,2019.
- [12] 张翔.密级配沥青路面含砂雾封层设计体系与评价指标研究[D].西安:长安大学,2019.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱: cdq@smedi.com