

公路工程乳化沥青冷再生基层施工技术研究

娄云江

浙江经纬路桥工程有限公司 浙江绍兴 312300

【摘要】在经济社会快速发展和城市化进程的不断推进下，交通运输业的重要性愈发凸显出来。现阶段，我国早期建成的公路已经逐渐进入维修改造阶段，乳化沥青冷再生技术作为一种环保、经济的路面修复手段，已经在公路工程领域获得广泛关注。与传统热拌沥青混合料再生技术相比，乳化沥青冷再生技术具有施工温度低、能耗少、施工灵活等优势。本文以某工程案例为基础，针对乳化沥青冷再生基层施工技术要点展开分析，促进公路路面服务质量提升。

【关键词】公路工程；乳化沥青冷再生基层；施工技术

引言

公路作为交通运输体系的重要组成部分，其建设与维护会对国家经济的持续健康发展与人民群众的出行安全产生直接影响。但在公路使用年限的增长和自然环境的侵蚀下，大量旧路开始面临性能退化、病害频发等问题，需要有效的修复技术来延长其使用寿命，促进公路通行质量提升。乳化沥青冷再生技术属于绿色环保的施工技术，主要是将乳化沥青作为再生结合料与旧路铣刨材料（RAP）、适量新集料、添加剂等结合在一起，形成一定强度的再生混合料。乳化沥青冷再生基层不仅能够对废旧路面材料的处理问题进行有效解决，还可对工程造价进行有效降低，在推动公路建设可持续发展方面显示出重要价值。

1 工程概况

某高速公路长度为90km，属于双向四车道结构，整体路面为沥青混凝土结构，其上、下、底基层分别为5%水泥稳定碎石基层、石灰粉煤灰稳定碎石、石灰粉煤灰土。经过长时间的通车运行之后，出现一些病害，常见如裂缝、车辙、沉陷等，需要采取一定措施修复路面，减少类似问题发生风险，并延长路面使用寿命。

2 乳化沥青冷再生基层施工技术

2.1 原材料准备

RAP主要是借助厂拌冷再生技术，对旧沥青路面进行破碎与回收，按照二次筛分的方式，将其划分为三个等级，分别为0~5mm、5~15mm、15~25mm。一般来说，是将粒径 $\geq 25\text{mm}$ 的颗粒筛除，避免大尺寸集料带来较大负面影响，让细颗粒有效填充大颗粒间空隙，促进混合料密实度提升^[1]。同时，需将砂当量控制在60%，让细颗粒比例处于较高水平，促进再生混合料的工作性和抗裂性能提升。此外，将

含水量控制在2%，促进级配合理性提升，让再生沥青混合料的物理性质和性能得到有效提升。

乳化沥青需满足以下性能：破乳速度为慢裂，慢裂可以让混合过程中的乳化沥青在一定时间内保持足够稳定性，可以为后续的搅拌与施工提供便利。恩格拉黏度为2~30，保证乳化沥青的稀稠程度适中，便于冷再生操作，为混合料的均匀性和粘结效果提供保证。溶解度 $\geq 97.5\%$ ，避免乳化沥青使用过程中产生不溶物，给施工质量和路面性能产生不利影响。针入度（25℃）为50~150（0.1mm），沥青需在常温下保持软硬适中，更好地适应多种气候条件的变化，促进路面耐久性提升。延度（15℃） $\geq 40\text{cm}$ ，让乳化沥青在低温条件下仍具备良好延展性，并在不同环境中保持路面稳定性。存储稳定性（5d） $\leq 5\%$ ，让乳化沥青在储存过程中的质量得到保证，保持良好的稳定性，为后续施工提供良好基础^[2]。

水泥需选用普通硅酸盐水泥，不可使用早强水泥和快硬水泥。掺入冷再生料的用量需控制在总质量的2%，以此强化混合料的性能。水泥初凝时间需 $\geq 180\text{min}$ ，终凝时间需 $\leq 600\text{min}$ 。水泥3d抗压强度需 $\geq 12\text{MPa}$ ，28d抗压强度需 $\geq 32.5\text{MPa}$ 。水泥3d抗折强度需 $\geq 2.5\text{MPa}$ ，28d抗折强度需 $\geq 5.5\text{MPa}$ ^[3]。

拌和用水需使用符合标准的饮用水，其中不得含有杂质、酸、碱、盐等，以免对沥青及其乳化剂造成损害。同时，要将水中悬浮物含量控制在一定范围，避免对混合料的均匀性和强度产生影响。若使用其其他水源进行拌和，需经过检测确定达到相关标准之后才可使用，以免影响到混合料的性能。

2.2 施工准备

开展施工工作之前,需对所有进场材料实施严格的质量检测与控制,让其与现行的规范标准保持相符。同时,需以规定的抽检标准为依据,通过抽样检测的方式确保材料质量合格,严禁使用任何不合格的材料,以免对工程整体质量产生较大负面影响。施工机械需对摊铺机、压路机合理选择进行关注。一般是使用2台型号相同的摊铺机,促进摊铺均匀性提升。压路机需结合实际施工阶段选用不同类型,一般是胶轮压路机和钢轮振动压路机配合使用,促进压实效果提升。此外,还需做好自卸车、装载机、拌和机、水罐车的配置,为施工顺利开展打下坚实基础。除了材料与设备的准备之外,还需对基层清扫工作进行关注,避免杂物影响到摊铺质量。完成清扫工作后,还需喷洒乳化沥青,将其喷洒量控制在 $0.2\sim 0.3\text{kg}/\text{m}^2$,让其处于充分粘结状态。

2.3 混合料拌和

在对乳化沥青冷再生混合料进行拌和时(图1),需以试验结果为依据,做好配合比的合理设计,让混合料的质量与相关标准、施工要求相符。同时,要加装电子计量器对原材料的计量精度进行保证,为混合料的拌和质量提供一定保证。还要加装筛分破碎设备,主要分为10mm筛分网和30mm筛分网,将筛出的再生料送至破碎装置进行处理,让其达到拌和所需粒径。经过破碎处理后的再生料还需继续进入振动筛,通过二次筛分的方式实现进一步分离和分类,确保再生料在粒径上符合施工要求,促进混合料拌和质量提升。接着,要对再生料级配控制进行强化,做好铣刨料的级配变化的定期检查,一旦发现级配变化较大的问题,需对配合比进行重新设计,让再生料的均匀性和稳定性得到保证,使其满足RAP的性能要求。在拌和前,还需对乳化沥青泵、管道和喷嘴的畅通性展开检查,让物料得到顺畅流动。还要配置机械振捣设备,保证冷料仓出料的均匀性,避免出现材料堆积现象。按照比例将各种原材料

加入到拌合站中进行搅拌处理之后,需对拌和料的表面颜色进行观察,确保其呈现出褐色,并将拌和时间控制在 $20\sim 30\text{s}$,保证拌合料混合均匀。完成拌和后,需检查是否出现花白料,一旦出现需做好及时纠正。并且,还要对乳化沥青输送管道进行及时冲洗,让管道畅通性得到保证,以免材料残留造成堵塞问题。

2.4 混合料运输

在正式施工前,需对混合料车辆的运输进行合理安排,减少施工中的各类问题,促进公路工程整体效率提升。在对运输车辆进行安排时,需保证现场有 ≥ 4 辆车,让运输能力略高于拌和机的产量,让后续的摊铺连续性得到保证,避免因车辆不足造成施工中断等问题。在对混合料进行运输前,还需对运输路线、运输距离及摊铺位置展开详细核对,并且做好车辆内部的清理,避免对施工产生较大负面影响。当运输车辆在路基行驶时,其车轮容易受到灰尘影响,造成一定黏附问题,为提升作业面的洁净度,需在进入施工作业区域前做好车轮灰尘的彻底清理。当运输车辆在施工现场掉头时,需对标志的设立进行关注,并且要指派专人对其进行管理,避免在已完成施工的粘层油上掉头,让施工的安全性得到保证。为对混合料的离析现象进行有效避免,需采取“前、后、中”顺序装料,让材料的均匀性得到保证。此外,车辆运输过程中还需做好篷布的覆盖,对雨水和灰尘进行预防,避免对运载材料产生负面影响,让混合料的质量得到有效保证^[4]。

2.5 混合料摊铺

开展混合料摊铺作业前(图2),需均匀涂刷一层防黏剂,避免混合料粘附在熨平板上。同时,要对小型工具进行清洁处理,让设备的整洁性和功能性得到保证。并且,要选择适用于冷再生材料的摊铺机,确保其具备良好的摊铺能力和高度调节功能。开展正式摊铺施工前,还需以“低频高幅”作为原则,于试验路段进行施工,测试过程中需保证横

断面数量 ≥ 2 个,每个断面上测点数量 ≥ 3 个,让施工工艺和混合料性能得到有效验证。正式摊铺作业时,需对混合料的均匀分布进行关注,不可出现成堆或缺料现象。摊铺厚度需结合设计要求,将其控制在规范范围。摊铺机需缓慢起步,达到平稳后再以匀速前进,摊铺速度一般控制在 $2\sim 4\text{m}/\text{min}$,避免速度过快



图1 混合料拌和

引发摊铺质量不均的问题,速度过慢容易导致材料冷却影响粘结性。摊铺作业过程中不可对速度、路线进行随意更换,也不可在非特殊情况下中途停顿。当路面较宽而无法一次性完成全幅摊铺时,可以加设挡板,确保材料均匀摊铺^[5]。另外,要对料位传感器的高程进行有效控制,让螺旋布料器始终埋于再生混合料内,避免出现离析现象。若摊铺过程中出现新旧接缝位置不平整、路侧边缘局部缺料、狭窄路段需要细致处理等现象,需使用铲锹进行人工找补,避免对其他部分质量产生负面影响。



图2 混合料摊铺

2.6 混合料碾压

为获得良好的基层压实度,需选用合适的压路机类型。一般来说,初压阶段需选用中型压路机,开展1~2遍的静压处理,避免对乳液产生不利影响。同时,初压阶段不可使用振动功能,以免引起乳液流失问题,还需再生混合料的含水量进行有效控制,必要时增加碾压遍数,按照自路肩向路中线均匀压实的顺序施工,强化压实质量。中压阶段需选振动压路机,实施3~5遍的振动压实处理,让材料处于紧密结合状态。同时,中压阶段一般使用低频大幅的振动模式,让压路机的稳定性得到保证,强化材料紧实度。终压阶段需使用 $\geq 20\text{t}$ 的轮胎压路机和双钢轮压路机,实施1~2遍的碾压,并将碾压速度控制在 4.0km/h ,让轮迹得以消除。在开展碾压施工的过程中,需对不同阶段的注意事项进行重点关注^[6]。比如,碾压机起步时,需保持在缓慢且匀速的状态,不可对路线进行随意更换。一旦出现推移、泌水等情况,需立即暂停施工。当压实的宽度超出压路机一次碾压范围时,需及时做好模板支撑工作。完成碾压施工后,不可在路面立即停放机械设备或堆放材料,避免对路面平整度造成不利影响。同时,需派专人针对路面平整度展开检测,让其与规范要求相符,一旦出现不合规现象需做好及时处理。

2.7 养护与开放交通

混合料的养护时间需 $\geq 7\text{d}$,并且需要采取适当的养护措施,让乳化沥青冷再生基层的结构完整性、使用性能得到保证。一般来说,需在混合料碾压施工完成后实施封闭交通的操作,防止车辆在新路面上通行。待碾压施工完成 1d 之后,可允许重型车辆之外的其他车辆通行,并且要将行车速度控制在 40km/h 以下,以匀速方式行驶,避免掉头和急刹车,降低对再生基层的冲击。当条件允许时,需将含水量 $\geq 30\%$ 的慢裂乳化沥青均匀地喷洒于基面,喷洒量应控制 $0.05\sim 0.20\text{kg/m}^2$ ^[7]。若养护工作中遇到降雨等天气,需对排水系统的畅通性进行关注,避免出现积水现象,给再生层造成损害。完成养护工作后,需尽快在再生层表面进行黏层油的喷洒作业,让新路面的粘结性能得到提升,促进公路使用寿命提升。此外,还需对乳化沥青冷再生层的压实度进行检测,合格后方可开放交通。

结语

综上所述,乳化沥青冷再生技术通过利用再生旧料的方式,减少新材料的消耗,在公路工程中展现出良好的经济效益和环境友好性。同时,该技术在公路基层施工中显示出较强的适应性,可借助合理的配比设计和工艺控制,促进再生材料强度、稳定性提升,让不同路段和交通条件的需求得到有效满足。另外,要对乳化沥青冷再生基层施工工艺的完善进行关注,做好施工流程、操作要点及注意事项的优化,推动公路工程的可持续发展。

参考文献:

- [1] 郝忠卿.煤液化残渣基地聚物乳化沥青冷再生混合料路用性能研究[D].太原理工大学,2023.
- [2] 张子强.厂拌乳化沥青冷再生技术在公路路面改造中的应用[J].四川建材,2023,49(04):161-162.
- [3] 申泽鸿.乳化沥青冷再生技术在公路建设中的应用[J].工程与建设,2023,37(01):276-278+324.
- [4] 刘爱国.围压对乳化沥青冷再生混合料线粘弹性的影响[J].内蒙古公路与运输,2022(03):29-33+38.
- [5] 马巍潮.厂拌乳化沥青冷再生路面结构分析[D].内蒙古农业大学,2022.
- [6] 崔宏.乳化沥青冷再生材料疲劳损伤与冻融疲劳开裂行为研究[D].沈阳建筑大学,2022.
- [7] 郑灿伟.水性环氧乳化沥青冷再生混合料路用性能研究[J].公路,2022,67(04):82-86.