

# 泡沫沥青厂拌冷再生技术在深汕高速公路大修中的应用

彭霞

(广东能达高等级公路维护有限公司, 广东 广州 510030)

**摘要:** 结合深汕(深圳—汕头)高速公路东段路基路面大修工程,进行泡沫沥青厂拌冷再生混合料室内试验研究,确定沥青最佳发泡条件;进行泡沫沥青冷再生混合料配合比设计,并通过试验进行配合比验证;介绍试验路段铺筑技术,竣工 4 d 后冷再生基层顶面弯沉满足规范要求,证明泡沫沥青厂拌冷再生技术可应用于高速公路维修养护。

**关键词:** 公路;高速公路;泡沫沥青;厂拌冷再生;大修工程

**中图分类号:** U418.6

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1671-2668(2022)02-0074-03

泡沫沥青厂拌冷再生是一种沥青路面再生技术,它通过在铣刨回收的沥青面层材料中掺入一定新集料、泡沫沥青再生结合料、活性填料和水进行常温拌合,按常温沥青砼的施工工艺重新摊铺,形成路面基层或下面层。该技术不仅利用了原沥青路面废旧材料,减少了资源浪费,也降低了工程造价,是一种经济、环保、可靠的沥青路面养护维修技术,具有广阔的应用前景。该文介绍该技术在深汕(深圳—汕头)高速公路大修中的应用情况。

## 1 项目概况

深汕高速公路东段(G15 汕头至汕尾段)于 1996 年建成通车,于 2005 年进行大修,2006 年大修工程竣工通车。近年的路面调查数据显示,深汕高速公路东段田心—东港段整体状况较差,局部路段破损较严重,主要表现为大面积的块状裂缝、龟裂及深度较大的坑槽,同时伴随严重的水损害。为恢复路面使用性能,保证行车安全,对部分基层水损害较严重的路段进行专项维修处治。其路面结构变化见表 1。

表 1 深汕高速公路东段路面结构变化

设计及维修方案	路面结构
原设计方案	25 cm 水泥砼面板+20 cm 水泥稳定碎石+15 cm 水泥稳定碎石
第一次大修方案	4 cm 改性沥青 AC-13+6 cm 改性沥青 GAC-20+18 cm 水泥稳定碎石+25 cm 水泥砼面板
专项维修处治方案	5 cm 改性沥青 AC-16C+7 cm 改性沥青 AC-20C+16 cm 厂拌泡沫沥青冷再生+原 25 cm 水泥板块碎石化

## 2 原水泥板共振碎石化

### 2.1 共振破碎

将旧水泥砼路面碎化成紧密嵌锁的砾石,砾石尺寸从顶部的砂粒大小变化到底部 20 cm 左右砾径。根据弹性层状体系理论,路基各层弹性模量上强下弱方可避免反射裂缝的产生。因此,该项目在摊铺沥青前将原水泥砼路面碎石化,使其由刚性基层转化为柔性基层,避免产生反射裂缝。

在对水泥砼路面全面开展碎石化施工前,选择 1 个试振区,开挖 2 个检查坑(长 1.2 m×宽 1.2 m×水泥砼面层厚 0.25 m),通过试振确定碎石化施工参数。若发现检查坑处碎石化层不满足碎石化要求,则另开挖一处检查坑进行检查。若仍不满足要求,说明试振区的施工参数不满足要求,分析并调整施工参数后另觅一试振区试振直至满足要求为止。该项目原水泥板碎石化后 0~10 cm 粒径筛分结果见表 2。

表 2 碎石化层 0~10 cm 筛分结果

筛孔尺寸/mm	通过率/%	规范要求/%		筛孔尺寸/mm	通过率/%	规范要求/%	
		上限	下限			上限	下限
37.5	100.0	100	100	4.750	28.5	50	25
31.5	92.7	100	90	2.360	23.9	40	18
26.5	81.0	95	79	1.180	16.8	32	13
19.0	62.3	85	60	0.600	12.3	25	9
16.0	56.0	80	53	0.300	8.9	20	6
13.2	49.8	74	48	0.150	6.1	13	3
9.5	42.0	65	40	0.075	4.0	7	0

由表 2 可知:该项目碎石化层 0~10 cm 的筛分级配满足规范要求,共振碎石化后粒径基本符合表面层 0~3 cm 厚度处呈石屑状、3~8 cm 厚度处呈碎石状、8 cm 厚度以下部分为 7.5~23 cm 石块的要求。

2.2 弯沉检测

原水泥板碎石化后,采用高频低幅振动钢轮压路机碾压,碾压完成后对顶面弯沉进行检测,检测结果见表 3。

表 3 弯沉检测结果

桩号	弯沉/(0.01 mm)
K2617+404 超车道	22
K2617+390 超车道	12
K2617+360 主车道	14
K2617+350 主车道	20
K2617+015 主车道	28
K2616+965 主车道	20
K2616+656 超车道	34
K2616+560 主车道	30

按弯沉检测结果计算得碎石化后顶面弯沉代表值为 32.5 (0.01 mm),符合弯沉值≤65 (0.01 mm)的要求。

3 泡沫沥青混合料室内试验研究

在高温沥青中加入少量水,沥青产生微细膨胀,从而产生泡沫,此时沥青的物理性质会暂时发生变化,黏度下降,可与粒料拌合均匀。泡沫沥青发泡的好坏直接影响泡沫沥青混合料的性能。JTJ F41—2008《公路沥青路面再生技术规范》采用膨胀率和半衰期作为评价沥青发泡效果的主要技术指标,要求膨胀率≥10、半衰期≥8 s。该项目采用某品牌 70# 基质沥青,其 25 ℃发泡试验结果见表 4。

表 4 某品牌 70# 基质沥青发泡试验结果(25 ℃)

沥青温度/℃	不同用水量(%)下			不同用水量(%)下		
	膨胀率			半衰期/s		
	1	1.5	2.0	1	1.5	2.0
150	17	22	24	12	10	8
160	14	20	24	13	10	8
170	11	13	18	14	12	9

由表 4 可知:该 70# 基质沥青的温度为 150~170 ℃时,泡沫沥青的膨胀率为 11~24,半衰期为 8~14 s;温度条件相同时,泡沫沥青的膨胀率随发

泡用水量的增加而增加,半衰期随发泡用水量的增加而减小;发泡用水量相同时,泡沫沥青的膨胀率随温度增加而减少,半衰期随温度增加而增大。根据试验结果,结合规范要求,确定表 5 所示沥青最佳发泡条件。

表 5 沥青的最佳发泡条件

指标	指标值	指标	指标值
发泡温度/℃	150~160	膨胀率	19.0
发泡用水量/%	1.2	半衰期/s	11.2

4 泡沫沥青冷再生混合料配合比设计

4.1 目标配合比设计

试验路采用的 RAP 料(砂当量大于 50%)为原沥青路面铣刨料,新集料采用某石场的石屑,其性能指标均满足设计要求。目标配合比见表 6。

表 6 泡沫沥青冷再生混合料目标配合比

材料	比例/%	材料	比例/%
RAP 料	80.0	用水量	5.5
石屑	18.2	泡沫沥青用量	3.0
水泥	1.8		

4.2 目标配合比验证

采用维特根 KMA220 设备进行拌合,拌合前对所用 RAP 料、石屑和水泥进行含水率检测。石屑、RAP 料、水泥均采用目标配合比中的用量;拌合用水量根据 RAP 含水量及石屑含水量进行调整,实测拌合用水量为 5.6%;沥青发泡温度和发泡用水量保持不变。对成型试件的相关指标进行检测,结果见表 7。对拌合后混合料进行测试,理论最大密度为 2.363 g/cm<sup>3</sup>,含水率为 5.27%。

表 7 试件检测结果

项目	检测结果		技术要求
	目标配合比	验证配合比	
理论最大密度/(g·cm <sup>-3</sup> )	2.328	2.326	实测
孔隙率/%	12.8	10.23	实测
干劈裂强度/MPa	0.53	0.653	≥0.4
湿劈裂强度/MPa	0.45	0.595	—
干湿比/%	84.1	91.25	≥75
冻融劈裂强度比/%	82.9	88.4	≥70

考虑到后续试验路铺筑及正式施工时气温及风速可能影响混合料中水分散失,从而影响施工过程

中的压实及强度形成,建议根据气候、温度和湿度等外界条件适当增加拌合水量,并在运输时加以遮盖,减少水分散失。

## 5 工程应用

### 5.1 试验路铺筑

采用维特根 KMA200 设备进行混合料拌合,拌合后混合料由自卸汽车运输到施工路段。碾压方案为 1 台 12 t 双钢轮压路机静压 0.5 遍+振压 1.5 遍+1 台 22 t 单钢轮振动压路机强振 3 遍+弱振 2 遍+1 台双钢轮压路机弱振 2 遍+2 台胶轮压路机碾压 8 遍,碾压结束后检测压实度,不小于 98%,满足设计要求。碾压完成后采用封闭交通自然养生的方式,养生时间为 7 d。

### 5.2 试验路观测

随着时间的发展,泡沫沥青稳定基层的强度持续增长,可持续 1 年多。基层表面弯沉反映路面结构的承载能力,试验段竣工 4 d 后测定冷再生基层顶面弯沉,结果见图 1。

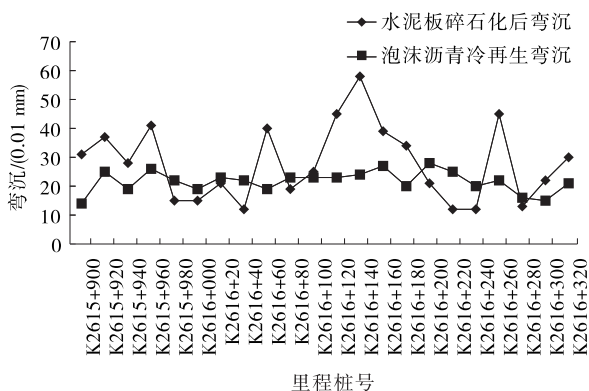


图 1 试验路底基层和冷再生底基层顶面弯沉检测结果

由图 1 可知:冷再生泡沫沥青混合料摊铺 4 d 后的弯沉与原水泥砼路面碎石化后弯沉相比得到较大改善,再生泡沫沥青混合料弯沉平均值为 21.6 (0.01 mm),代表值为 27.7 (0.01 mm) < 65 (0.01 mm),符合规范要求。而且冷再生基层的强度会随时间而增大。

## 6 结语

泡沫沥青厂拌冷再生混合料可用于面层和水稳基层。通过泡沫沥青稳定处理,可增强待稳定材料的强度、稳定性及耐久性等,与就地热再生相比,可保证再生材料的质量,较好地控制路面标高,更重要的是将原路面铣刨可对下承层出现的病害进行及时处理,防止病害扩展。

### 参考文献:

- [1] 王育平,丁小维,张燕.厂拌冷再生技术应用废旧再生材料在路面改造工程的实践:基于泡沫沥青材料[J].工业技术创新,2020,7(6):135-140.
- [2] 王莹.泡沫沥青厂拌冷再生技术在高速公路改扩建工程中的应用[J].北方交通,2019(8):51-54.
- [3] 赵玉霞.浅析泡沫沥青厂拌冷再生的应用[J].中国建材科技,2019,28(3):34-36.
- [4] 赵馨鑫,张烨.泡沫沥青厂拌冷再生在福州三环路大修中的应用[J].黑龙江交通科技,2018(4):77-78+80.
- [5] 王莹.浅谈厂拌冷再生泡沫沥青混凝土的技术应用[J].北方交通,2015(8):82-85.
- [6] 李峰.沥青路面再生混合料耐久性性能研究[J].公路与汽运,2019(5):89-94.

收稿日期:2021-05-21

(上接第 73 页)

主要胶凝材料为水泥,采用生石灰降低土体含水量,添加水玻璃增强回填土料的和易性;地基换填以不同型号挖掘机配合施工为主,挖掘机既起到挖掘、拌合的作用,又兼具压实功能。该固化技术适用于工期短、换填工程量大、地基上部荷载不大的情况,是一种应急处理方式。

### 参考文献:

- [1] 乔峰,薄景山,王亮,等.中国软土及其动力学特性研究的概况[J].世界地震工程,2019,35(4):150-161.
- [2] 骆俊晖,米德才,刘先林,等.软土工程特性研究与评价

[J].中外公路,2017,37(6):42-46.

- [3] 郑刚,龚晓南,谢永利,等.地基处理技术发展综述[J].土木工程学报,2012,45(2):127-146.
- [4] 刘松玉,周建,章定文,等.地基处理技术进展[J].土木工程学报,2020,53(4):93-110.
- [5] 龚晓南.地基处理技术及发展展望[M].北京:中国建筑工业出版社,2014.
- [6] 王楚发.高速铁路路桥过渡段地基加固技术研究[D].成都:西南交通大学,2017.
- [7] 许森.水泥土无侧限抗压强度影响因素研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2015.

收稿日期:2021-03-11