

旧沥青混合料 (RAP) 在阿坝州微表处工程中的应用

荣雨 杨鑫 王姆

阿坝藏族羌族自治州公路管理局

摘要: 阿坝州公路局在微表处预防性养护工程中, 尝试和探索旧沥青混合料 (RAP) 在微表处中的应用, 通过工程实践证明, 掺加RAP的再生料微表处的施工性能和路用性能可以满足微表处技术指南的要求, 施工简单, 节能环保, 实现对旧沥青混合料的绿色循环利用, 具有很好的经济效益和推广价值。

关键词: 微表处; 再生微表处; 旧沥青混合料 (RAP); 绿色循环利用

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2022.15.054

前言

微表处技术作为一项预防性养护技术, 具有开放交通快、抗滑性能卓越、可修复车辙、使用寿命长等技术优点, 并且施工方便、经济性能好。近年来在我国的公路路面养护工程中广泛使用。阿坝州公路局近来实施了近200公里路段的微表处预防性养护技术, 取得了很好的养护效果。

阿坝州地处青藏高原, 沥青和石料资源相对匮乏, 公路养护成本相对较高。沥青路面养护过程中, 经常要对原沥青路面进行铣刨和挖出, 产生大量的废旧沥青混合料, 阿坝州公路局近几年在大中修工程和养护过程中, 平均每年产生超过3万方的旧沥青混合料 (RAP)。目前, 废旧沥青混合料 (RAP) 大多数采用热再生, 通过加热后掺加入新矿料中, 生产热铺沥青混凝土混合料。近年来国家加大废旧路面材料循环利用, 开展的热再生和冷再生沥青路面养护技术, 主要利用旧沥青混合料作为下面层或基层使用, 较少用于上面层。而日常和预防性养护主要以上面层养护为主, 使得废旧沥青混合料 (RAP) 难以得到很好的利用。

在国家公路“十四五”规划中, 要求贯彻绿色发展理念, 强化资源材料循环利用, 推广施工材料、废旧材料再生和综合利用, 鼓励公路建设应用废旧材料。因此, 阿坝州公路局在实施微表处预防性工程时要求, 在保证工程质量的前提下, 积极开展废旧沥青混合料在微表处中的应用试验, 探索旧沥青混合料 (RAP) 100%得到循环利用, 将再生微表处作为公路预防性养护主要措施。

为了稳妥推进养护项目, 阿坝州公路局按照“同一路段 (环境)、同一设备、同一人员、同一工艺、先简后难、先低 (海拔) 后高 (海拔)”的原则实施旧沥青混合料微表处的应用试验和研究。2021年5月在国道G318金川段桩号K 411+200--K412+200段铺筑1公里掺加旧沥青混合料的微表处试验段, 经过一年的观察, 路面质量完全满足设计要求, 效果良好。在此成功的经验基础上, 2022年6月在国道G248马尔康段桩号K958+290--K964+260 铺筑了5.97公里旧沥青混合料的微表处, 运行半年来, 没有出现质量缺陷, 完全满足设计要求。为

了下一步全面推进旧沥青混合料在州养护工程中的规范应用, 对前面的试验和应用做出全面总结, 便于指导今后的再生微表处预防性养护工程。

一、未掺加RAP再生料微表处配合比设计和试验

(一) 原材料

1. 乳化沥青: 采用中海油70号基质沥青, 生产的阳离子慢裂快凝BCR型改性乳化沥青, 沥青固含量60.8%, 改性剂采用SBR, 添加量3.8%。具体指标检测见表1所示。

表1: 改性乳化沥青技术指标

试验项目	种类	单位	要求	实测	试验方法
筛上剩余量 (1.18mm筛)		%	≤0.1	符合	T0652
电荷			阳离子正电 (+)	阳离子正电 (+)	T0653
恩格拉黏度E ₂₅			3~30	9.8	T0622
沥青标准黏度C _{25, 3} [注1]		s	12~60	--	T0621
蒸发残留物含量		%	≥60	60.8	T0651
蒸发残留物性质	针入度 (100g, 25℃, 5s)	0.1mm	40~100	59.2	T0604
	软化点	℃	≥53	56.7	T0606
	延度 (5℃)	cm	≥20	150	T0605
	延度 (15℃)	cm	--	--	
溶解度 (三氯乙烯)	%	≥97.5	98	T0607	
贮存稳定性 [注3]	1 d	%	≤1	0.3	T0655
	5 d	%	≤5	2.6	

2. 矿料: 采用马尔康能周砂厂粗、细集料, 成都兴隆峰公司生产的矿粉, 各项指标满足设计要求; 按照微表处MS-3型级配, 根据粗细集料筛分结果, 配合比为: 粗集料: 细集料: 矿粉=25: 70: 5, 设计的矿料曲线图如图1所示。

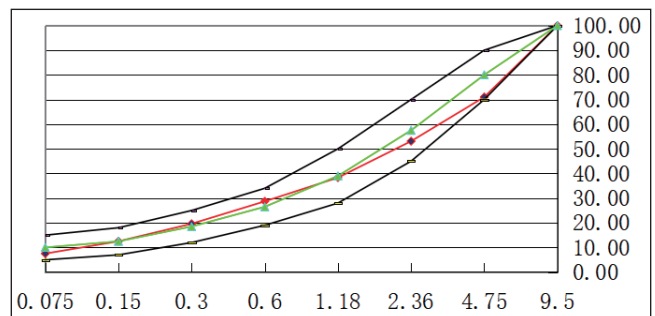


图1: 矿料合成级配曲线图

3. 填料：选用拉法基425普通硅酸盐水泥

4. 水：当地饮用水

(二) 配合比设计

通过拌和试验、黏聚力试验、湿轮磨耗试验、负荷轮粘砂等试验，确定的稀浆混合料配合比设计见表2

表2：稀浆混合料配合比

原材料	质量比%
矿料	100
水泥（占矿料的质量百分比）	1.5
最佳油石比（占矿料质量百分比）	6.30
水（占矿料质量百分比）	4-6

按照表2的配合比，稀浆混合料的室内试验指标见表3

表3：稀浆混合料技术指标（油石比6.3%）

试验项目	要求	试验结果
可拌和时间（25℃）	不小于（s）	120 150
黏聚力试验 不小于（N.m）	30min（初凝时间）	1.2 1.3
	60min（开放交通时间）	2.0 2.2
负荷车轮黏附砂量	不大于（g/m ² ）	450 350
湿轮磨耗损失	浸水1h 不大于（g/m ² ）	540 195
	浸水6d 不大于（g/m ² ）	800 360

二、掺加旧沥青混合料（RAP）料微表处配合比设计和试验

(一) 原材料：改性乳化沥青、细集料、矿粉、水泥等原材料选用阿坝州预防性养护工程同一材料。

(二) 旧沥青混合料（RAP）

按照微表处混合料试验指标要求，满足级配要求，科学确定废旧沥青混合料（RAP）的掺入量；确定掺入废旧沥青混合料（RAP）微表处的最佳油石比、加水量、水泥加入量，满足微表处质量要求。选择适宜的添加剂，提高废旧沥青混合料（RAP）微表处的施工性能和路用性能。旧沥青混合料原料为马尔康堆场铣刨料。

2021年5月首次试验摊铺1公里，本次作为试验段，由于面积小，采用RAP不破碎只进行筛分，通过10mm筛网进行一次筛分，去除掉超粒径，将筛分好的RAP视为粗集料使用。矿料级配考虑到本次RAP没有进行破碎，一些细集料黏附在粗集料上，影响筛分结果中的细集料占比，因此，在合成级配时，粗集料适当选择偏下限。根据微表处MS-3矿料级配要求，确定细集料和废旧沥青混合料（RAP）以及矿粉的添加比例为：65：30：5。合成级配曲线图如图2所示

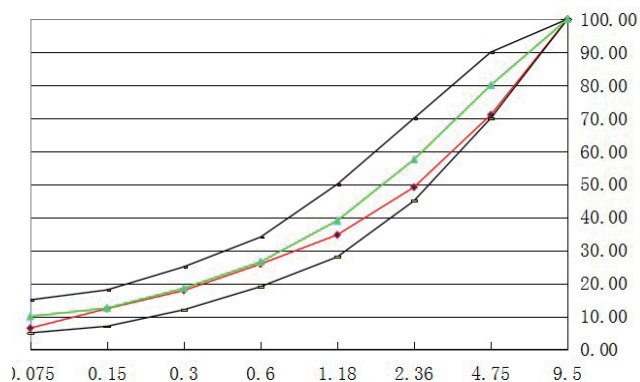


图2：掺加未破碎筛分RAP30%合成级配曲线

2022年6月工程验证5.97公里，本次作为工程项目，对RAP采用破碎后进行筛分，总计破碎RAP原料1100吨，通过10mm筛分后，出产可用RAP 720吨，出产率为65.5%。将出产的RAP进行筛分后，按照级配要求，确定RAP掺入量占矿料总质量的60%。根据微表处MS-3矿料级配要求，确定细集料和废旧沥青混合料（RAP）以及矿粉的添加比例为：35：60：5。合成级配曲线图如图3所示。

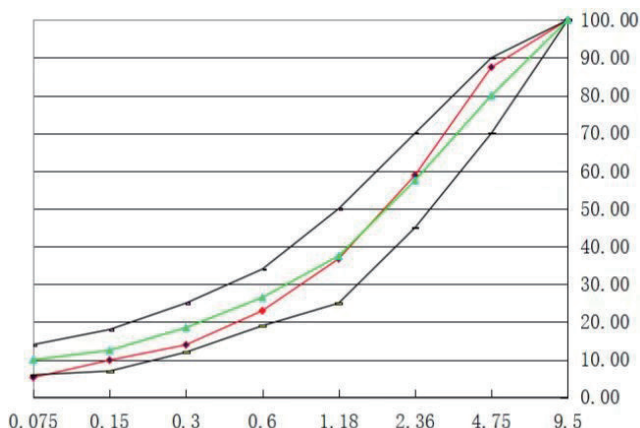


图3：掺加破碎筛分RAP60%合成级配曲线

(三) 两次掺加RAP的稀浆混合料配合比和技术指标

通过拌和试验、黏聚力试验、湿轮磨耗试验、负荷轮粘砂等试验，确定的掺加旧沥青混合料（RAP）稀浆混合料配合比设计和技术指标见表5和表6。

表5：掺加旧沥青混合料（RAP）稀浆混合料配合比

项目	1#掺加30%RAP	2#掺加60%RAP
矿料用量kg/m ²	18-22	18-22
水泥（占矿料的质量百分比）%	1.0-1.5	1.0-1.5
油石比（（沥青占矿料的质量百分比）%）	6.20	6.0
水（占干矿料的质量百分比）%	5	4

表6: 掺加旧沥青混合料 (RAP) 稀浆混合料技术指标

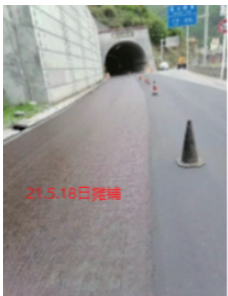
试验项目	要求	1#试验结果	2#试验结果	试验方法
可拌和时间 (25℃) 不小于 (s)	120	170	185	
黏聚力试验 不小于 (N.m)	1.2	1.3	1.2	T0754
30min (初凝时间)	2.0	2.2	2.1	
60min (开放交通时间)				
负荷车轮黏附砂量 不大于 (g/m ²)	450	360	380	T0755
湿轮磨耗损失				
浸水1h 不大于 (g/m ²)	540	278	290	T0752
浸水6d 不大于 (g/m ²)	800	425	438	

(四) 试验总结: 1. 从实验数据来看, 掺加RAP旧沥青再生混合料的试验技术指标可以满足微表处技术规程的技术要求。2. 由于微表处采用的是乳化沥青的冷拌施工, 成型机理和热拌沥青不一样, 本次工程试验未对RAP沥青混合料做残留沥青性能分析, 仅是将RAP视为一种黑色骨料。3. 由于RAP表面裹附有沥青膜, 对微表处乳化沥青的破乳有延缓作用, 提高了拌合时间, 拌合和易性良好。4. 在未对RAP未使用再生剂的前提下, 由于沥青膜存在, 表面粗糙度比新集料低, 油石比适当地可以降低。5. 掺加RAP以后, 黏聚力和湿轮磨耗值有所降低, 应该和目前实验方法有关。

三、掺加旧沥青混合料 (RAP) 再生微表处施工总结

2021年5月18日按照确定的配合比对试验路段G318金川段桩号K411+200-K412+200进行了摊铺。摊铺气温26℃, 晴天; 湿度50%; 铺筑过程顺利, 未发现异常现象, 施工性能良好 (见图片) 铺筑后1小时开放交通, 未发现掉粒、脱落等现象。

2022. 6. 9-6. 15日对G248马尔康段桩号K958+290 - K964+260 铺筑了5. 97公里掺加旧沥青混合料的再生微表处, 铺筑平均温度28℃, 天气晴。从整体铺筑情况来看, 成型快, 1小时可以开放交通, 开放交通后未发现掉粒、脱落等现象;



四、后期跟踪及路用性能评价

微表处施工一个月后, 经过行车碾压, 路面表现平整, 密实, 无松散, 检测指标如表7。

表7: 微表处路段检测指标

检测项目	质量要求	常规微表路段	+30%RAP路段	+60%RAP路段
厚度 (mm)	9-10	10	10	10
渗水系数 (ml/min)	≤10	5.8	6	5.2
构造深度TD (mm)	≥0.6	0.72	0.78	0.65

经过半年以后, 掺加RAP料再生微表处和常规微表处比较, 路面颜色更黑, 噪音更小, 其他没多大区别。



五、结论

1) 掺加旧沥青混合料 (RAP) 微表处从施工性能和路用性能是可以达到和满足微表处技术指南要求的各项指标。随着微表处混合料中RAP的加入, 在不影响后期路用性能的情况下, 提高了施工和易性, 延长混合料的拌和时间, 有利于施工质量控制。

2) 掺加旧沥青混合料 (RAP) 微表处有效利用了废旧沥青混合料 (RAP), 提高养护废旧材料循环利用率; 降低养护成本, 根据60%掺加量计算, 每百平方微表处可节约新矿料1200公斤, 可节约乳化沥青10公斤。由此来看, 再生料微表处具有良好的经济效益。今后进一步研究对RAP沥青进行再生后, 降低油石比。

3) 掺加旧沥青混合料 (RAP) 微表处无需加热再生, 节能环保, 用于公路上面层养护, 扩展了RAP的应用范围, 具有良好的社会效益。

4) 根据相关研究表明: 随着微表处混合料中RAP的加入, 具有一定降低微表处噪音功能, 可改善微表处混合料的抗裂性能和高温抗车辙能力。

5) 掺加旧沥青混合料 (RAP) 微表处对资源相对缺乏的地区公路养护具有很好的推广价值。

参考文献

[1] 交通部公路科学研究院. 微表处和稀浆封层技术指南 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2006.
 [2] 李涛. 掺加再生料的微表处混合料技术性能研究 [J]. 公路工程, 2015, 40 (05): 170-175.
 [3] 任丽娜. 再生沥青混合料在微表处技术中的应用研究 [D]. 长安大学, 2017.

作者简介: 荣雨, 男, 1987年9月15日, 四川乐至, 汉, 本科, 职称或职务: 助理工程师, 研究方向: 公路养护管理。