

关于添加沥青回收料后对沥青混合料的性能影响的对比

八咏新材 周锋

旧沥青路面再生利用的技术要求和条件受到原有沥青路面情况、新建或维修路面设计要求以及交通荷载、气候条件等因素的综合影响，因此沥青路面再生技术需要因地制宜。开展了 RAP 掺量对沥青混合料性能影响研究。通过分析不同 RAP 掺量再生沥青混合料的体积指标、水敏感性及抗车辙性能，发现 RAP 掺量对上述性能具有显著影响。进一步分析所制备的沥青混合料性能认为，本工程所回收的沥青混合料可用于再生沥青混合料。

目前，采用再生技术及相关设备，回收并利用旧沥青及相关材料对公路进行重新摊铺和罩面，已成为道路管理部门的首选方案，其原因如下：

- (1) 减少对环境的影响，由于破碎石料的遗弃与沥青的蒸馏提炼产生的能源消耗及污染会大量降低；
- (2) 开采石矿的成本越来越高，且石矿资源正在减少；
- (3) 沥青、骨料等相关的旧沥青路面摊铺材料都可以再生沥青，降低大量成本；
- (4) 如果采用再生设备与技术，就可在维护沥青路面的同时进行再生翻新与通车，可有效减少交通堵塞等情况；
- (5) 随着科学技术手段的发展，采用回收后的旧沥青摊铺材料可制备出性能更加优越的再生沥青混合料；
- (6) 国家对沥青再生利用越发重视，在沥青再生这一方面提出了一定的优惠政策。

与旧沥青路面再生及利用相关的技术要求和条件会受到旧有沥青路面状况、维修或新建路面设计要求、交通荷载以及气候条件等综合因素的影响，所以沥青路面再生技术需结合当地时间情况，因地制宜，探究沥青路面再生的最优选方案和最佳效果。研究 RAP 掺量对厂拌热再生沥青混合料性能影响，为进一步提高项目施工质量、保障路面服务水平。

一、沥青性能

沥青的性能指标是根据《公路工程沥青及沥青混合料试验规程(JTGE20-2011)》进行测试的。具体测试结果如表 1、表 2 所示。

表 1 改性沥青性能指标测试结果

测试指标	测试结果
针入度 25℃, 100g, 5s, (0.1mm)	73
针入度指数 PI	-0.01
延度 5℃, 5cm/min, (cm)	51.7
软化点 TR&B(℃)	74.2
溶解度(%)	99.8
闪点(℃)	289
离析, 48h 软化点差(℃)	2.1
弹性恢复(25℃, %)	93.0
运动粘度 135℃ (Pa. s)	2.17

表 2 再生沥青性能指标测试结果

测试指标	测试结果
针入度 25℃, 100g, 5s, (0.1mm)	46.1
延度 10℃, 5cm/min, (cm)	25
软化点 TR&B(℃)	54.4

二、集料性能

集料的性能指标是根据《公路工程集料试验规程(JTGE42-2005)》进行测试的。具体测试结果如表 3~表 5 所示。

表 4 矿粉性能指标测试结果

项 目	试验结果	试验方法
表观密度 (t/m^3)	2.704	T0352 - 2000
亲水系数 (t/m^3)	0.07	T0353 - 2000
塑性指数 (%)	3.1	T0354 - 2000
含水量 (%)	0.3	T0103 - 1993

表 3 集料性能测试结果

测试项目	测试结果				测试方法
	10 ~ 20mm	5 ~ 15mm	5 ~ 10mm	0 ~ 5	
石料压碎值 (%)	12.2	14.7			T0316 - 2005
表观相对密度	2.705	2.706	2.71	2.714	T0304 - 2005
毛体积相对密度	2.672	2.659	2.655		T0304 - 2005
针片状颗粒含量 (%)	8.2	10.7	13.8		T0312 - 2005

表 5 RAP 料筛分结果

筛孔尺寸(mm)	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
RAP 料	95.3	85.8	70.7	55.7	42.6	31.3	24.9	18.2	13.6	9	5.3

根据现场石料的级配特征及 RAP 料的筛分结果,本次再生沥青混合料集料级配如图 1 所示。

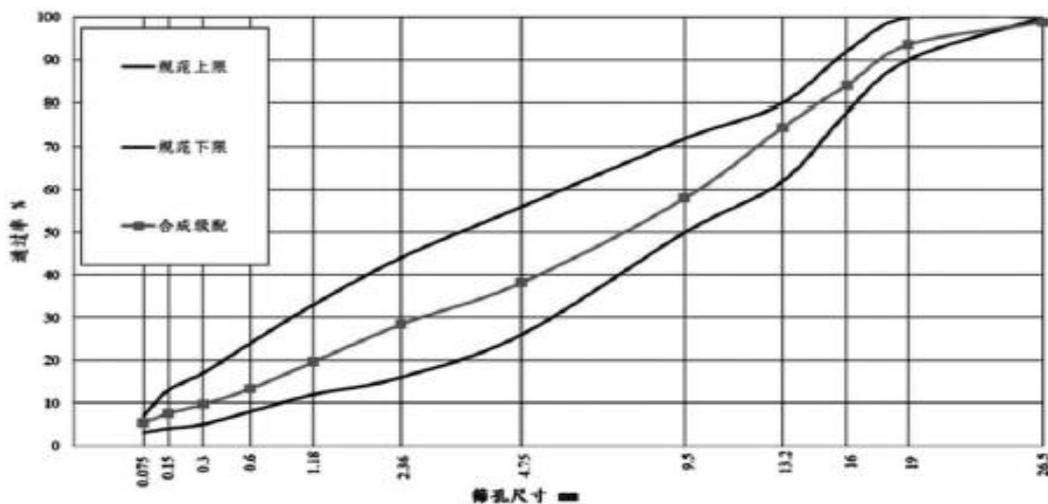


图 1 再生沥青混合料的级配曲线

三、试验结果及分析

1. RAP 掺量对体积指标影响规律

采用马歇尔试验 RAP 掺量对沥青混合料体积指标的影响规律,测试结果如下所示。

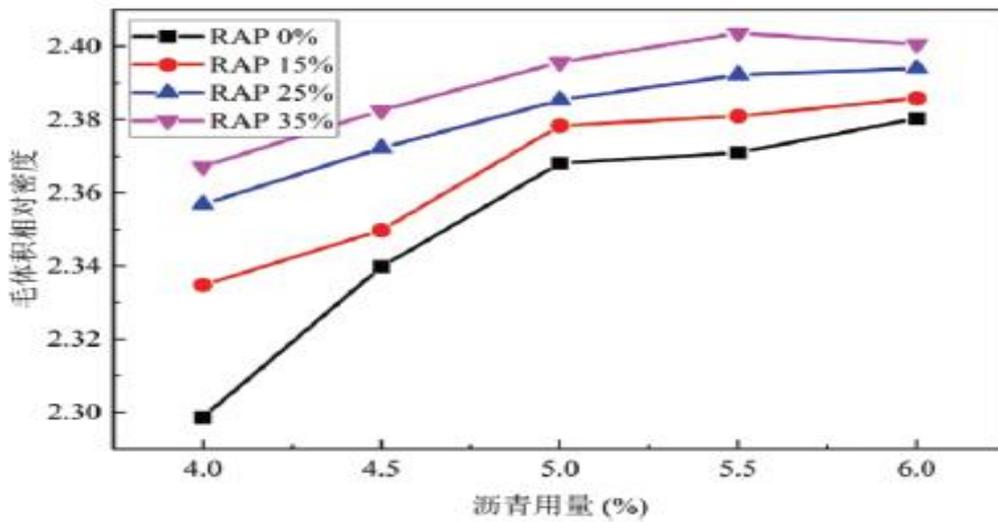


图 2 不同 RPA 掺量下沥青用量与密度关系

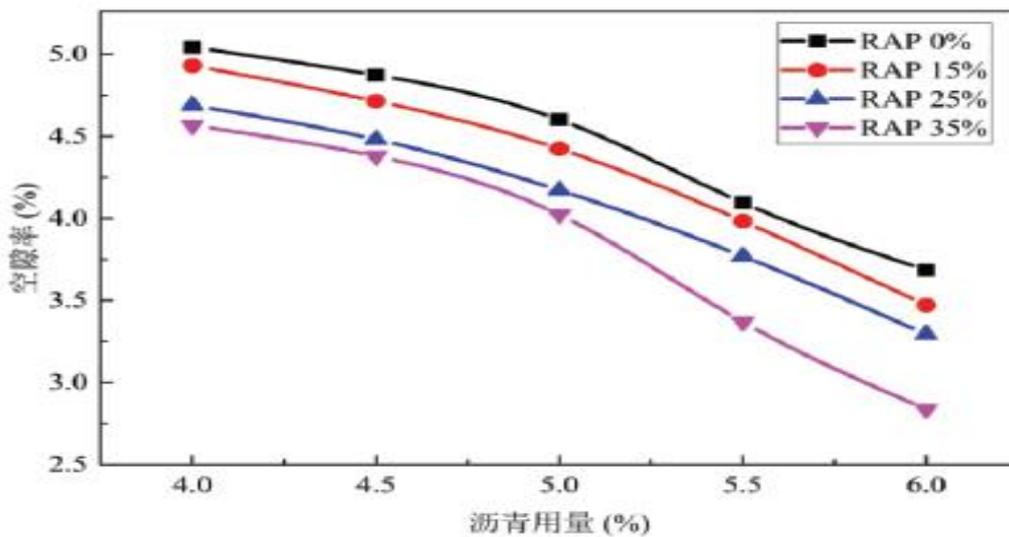


图 3 不同 RPA 掺量下沥青用量与空隙率关系

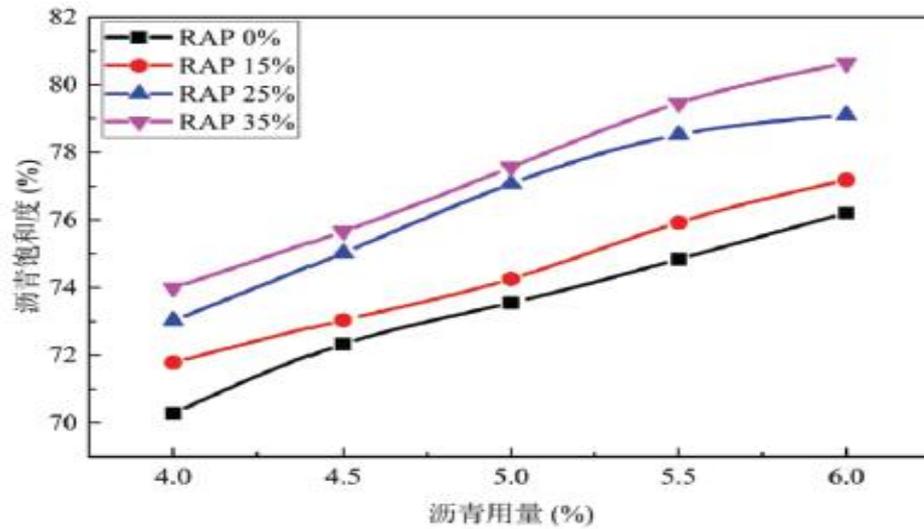


图 4 不同 RPA 掺量下沥青用量与饱和度关系

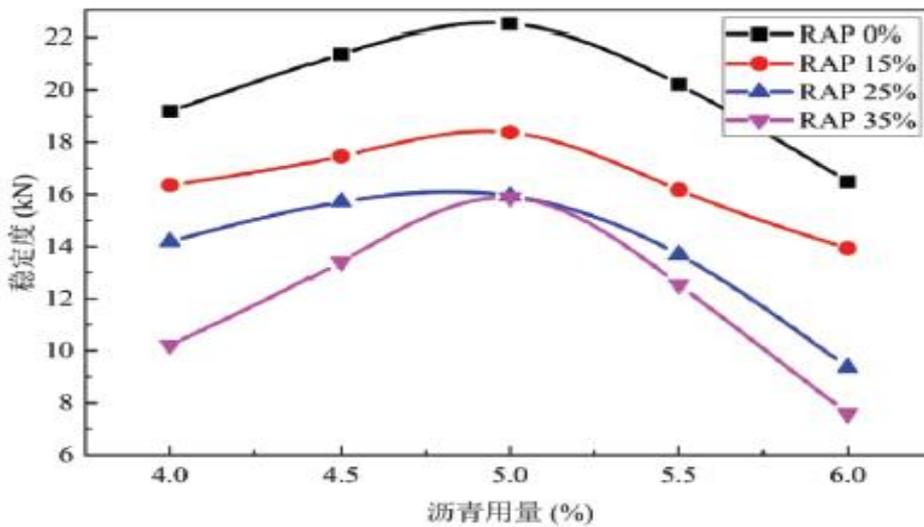


图 5 不同 RPA 掺量下沥青用量与稳定度关系

分析上述结果可以发现，RAP 掺量对沥青混合料的体积指标有显著的影响。整体来说，在新沥青用量相同时，随着 RAP 掺量的增加，沥青饱和度、毛体积密度均随之增大，稳定度及空隙率随之减小。进一步分析上述结果可以发现，几乎所有工况下的再生沥青混合料的体积指标要求，均可以达到规范的要求值。

为了更好的分析各掺量条件下再生沥青混合料的性能，依据上述体积指标变化规律，并结合以往附近区域的生产经验，确定各沥青混合料的最佳沥青用量(油石比)如表 6 所示。

表 6 再生沥青性能指标测试结果

沥青混合料的类型	最佳沥青用量%
RAP 0%	5.34
RAP 15%	5.22
RAP 25%	5.10
RAP 35%	4.88

后续研究中，将以最佳沥青用量成型沥青混合料，进而分析其各项路用性能。

2. RAP 掺量对沥青混合料水稳定性的影响规律

本部分采用间接拉伸试验研究再生沥青混合料的水稳定性。分析下图可以发现，随着 RAP 掺量的增加，沥青混合料的间接拉伸强度逐渐下降，整体来说，其下降幅度在 10%左右。

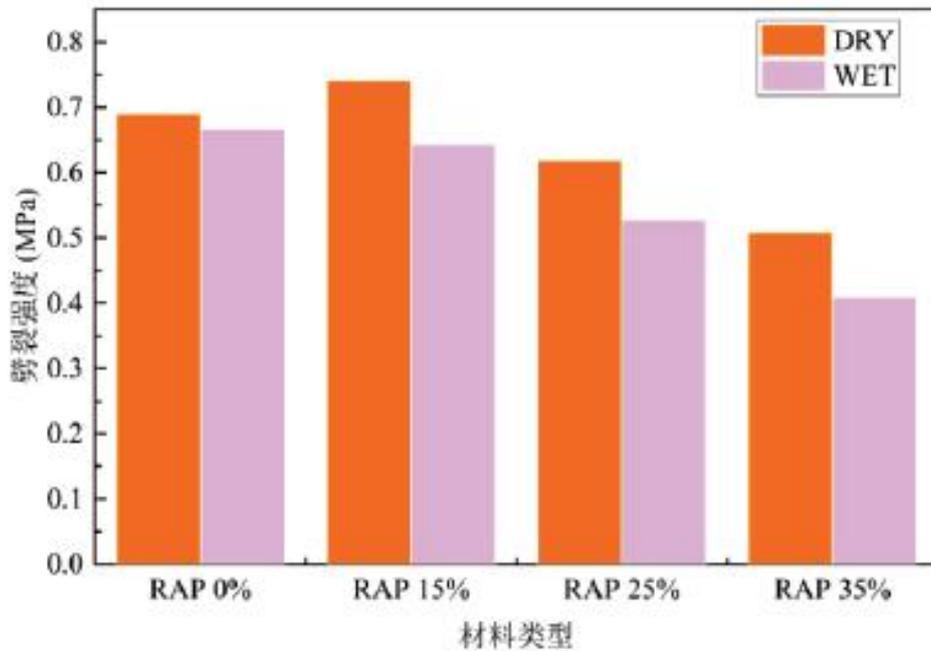


图 7 不同 RPA 掺量下沥青混合料劈裂强度关系

各沥青混合料的劈裂强度比试验结果如下图所示，所有沥青混合料的残留劈裂强度比均大于 80%。同间接拉伸试验结果类似，各沥青混合料的残留劈裂强度比随着 RAP 掺量的增加而减少。这说明，RAP 掺量过高时，可能会引起路面发生早起水损害。

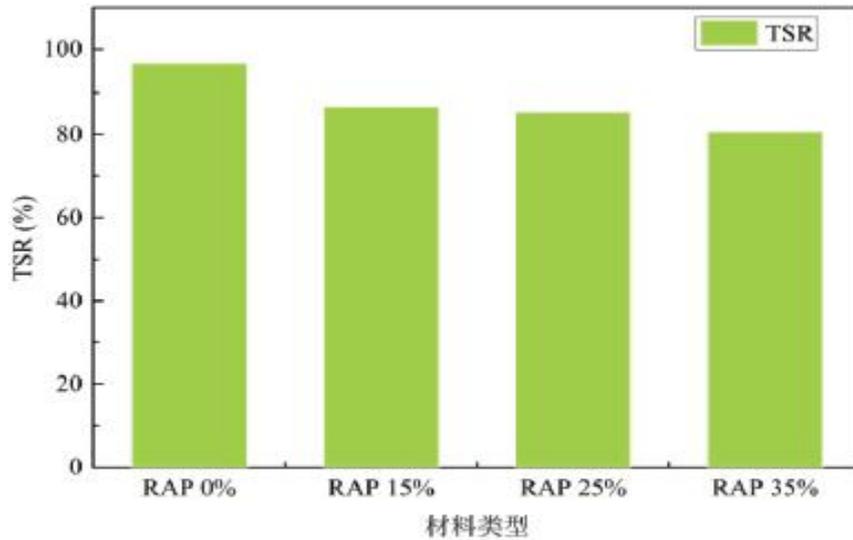


图 8 不同 RPA 掺量下沥青混合料劈裂强度比

3. RAP 掺量对沥青混合料抗车辙性能影响规律

为了分析不同 RAP 掺量对沥青混合料抗车辙性能的影响规律,本部分采用汉堡车辙试验分析各沥青混合料在重复荷载作用下的变形规律。结果如下图所示。

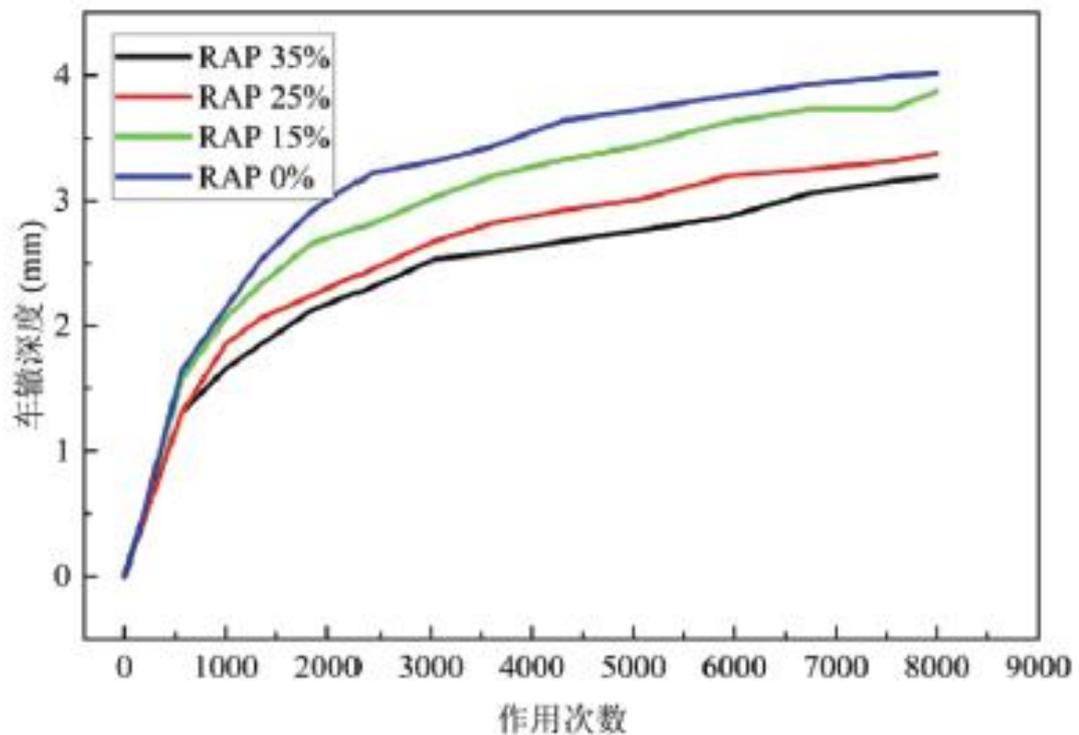


图 9 不同 RPA 掺量下沥青混合料抗车辙性能

分析上述结果发现,各沥青混合料在加载初期,其深度都在快速增加,这是由于沥青混合料的二次压密导致的。进一步分析可以发现,随着 RAP 掺量的增加,其

初期的压密程度逐渐减少。当荷载作用次数进一步增加时，各沥青混合料的车辙深度也逐渐增大，但整体来说，RAP 掺量越高，其车辙深度增加越少。当荷载作用至 8000 次时，分析上图可以发现，RAP 掺量为 35% 的车辙深度最小、其次分别为 RAP 掺量为 25% 和 RAP 掺量为 15% 的沥青混合料。车辙深度最大的为 RAP 掺量为 0% 的沥青混合料。

四、结论

(1) 通过对实体工程的再生材料性能测试发现，RAP 掺量对沥青混合料的体积指标有显著的影响。

(2) 随着 RAP 掺量的增加，沥青混合料的水稳定性越差，这意味着在多雨或潮湿路段使用再生沥青混合料时，应控制 RAP 掺量的上限，从而使再生沥青路面具有较为良好的抗水损害性能。

(3) 增加 RAP 掺量，沥青混合料即会具有越好的抗车辙性能。针对此特性，可以考虑在重载、长纵坡或其它易出现车辙的路段使用更高掺量的 RAP 材料。但同时应考虑再生沥青混合料的抗水损害及抗疲劳等性能。