

ICS
CCS

T/GLYH

中关村中科公路养护产业技术创新联盟团体标准

T/GLYH XXX—202X

高等级公路既有沥青路面厂拌热再生施工技术
规范

Technical Specifications for Construction of High-grade Highway Existing Asphalt
Pavement hot recycling in plant

（征求意见稿）

202X-XX-XX发布

202X-XX-XX实施

中关村中科公路养护产业技术创新联盟

发布

本文件按照GB/T 1.1—2020现行《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中关村中科公路养护产业技术创新联盟提出并归口。

本标准起草单位：浙江顺畅高等级公路养护有限公司、中路高科（北京）公路技术有限公司

本标准主要起草人：

目 录

1	范围.....	1
2	规范性引用文件.....	1
3	术语和定义.....	1
4	原材料及配合比.....	2
5	施工.....	7
6	施工质量控制和检查.....	11
	附录 A（规范性）RAP 取样分析	13

1 范围

本规范规定了单滚筒和双滚筒两种再生设备的高等级公路沥青路面厂拌热再生施工过程中原材料、配合比、施工、施工质量控制和检查等的技术要求。

本规范适用于高等级公路建设和养护工程，其他等级公路可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 12523 建筑施工场界环境噪声排放标准

GB 16297 大气污染物排放标准

GB/T 25641 道路施工与养护机械设备-沥青混合料厂拌热再生设备

JTG 5142-2019 公路沥青路面养护技术规范

JTG/T5521-2019 公路沥青路面再生技术规范

JTG E20-2011 公路工程沥青及沥青混合料试验规程

JTG E42-2005 公路工程集料试验规程

JIG B60 公路路基路面现场测试规程

JTG F40-2004 公路沥青路面施工技术规范

JTG F80/1-2017 公路工程质量检验评定标准

3 术语和定义

3.1 再生混合料 recycled mixture

含有回收沥青路面材料（RAP）的混合料。

3.2 热再生沥青混合料级配 gradation of recycled mixture

是指回收沥青路面材料（RAP）中的矿料与新矿料的合成级配。

3.3 厂拌热再生 hot central plant recycling

在沥青拌和厂（场、站）将沥青混合料回收料（RAP）破碎、筛分后，以一定的比例与新集料、新沥青、再生剂（必要时）等拌制成热拌再生混合料铺筑路面的技术。

3.4 RAP 等级 grade of RAP

对 RAP 中沥青针入度的检测结果，按照针入度等级将 RAP 划分为若干个质量等级。

4 原材料及配合比

4.1 一般规定

4.1.1 新添加的粗集料、细集料、矿粉和沥青的技术要求应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）中的有关规定。

4.1.2 不同来源、工艺、规格的沥青混合料回收料（RAP）应分类堆放，不得混杂，堆放时间不宜超过 6 个月，堆放高度不宜超过 2m。

4.1.3 再生剂的技术要求应符合现行《公路沥青路面再生技术规范》（JTG/T 5521—2019）中的有关规定。

4.1.4 新添加沥青标号和指标的选定应根据 RAP 等级和 RAP 掺量综合确定。

4.1.5 厂拌再生混合料配合比设计应按照目标配合比设计、生产配合比设计、生产配合比验证三阶段进行。

4.1.6 厂拌热再生沥青混合料宜采用马歇尔设计方法进行配合比设计。如采用其他

设计方法设计，应按照马歇尔设计方法进行检验，满足要求方可使用。

4.1.7 配合比设计过程中应严格控制 RAP 的掺配比例、加热温度和沥青用量。

4.2 沥青混合料回收料（RAP）

4.2.1 RAP 料回收

a) 根据旧路面设计资料和抽样取芯的结果确定铣刨厚度，确保不混入其它结构层材料和杂物。在铣刨过程中随时观察 RAP 的外观，发现异常应及时调整铣刨厚度。

b) 为保证生产过程中沥青混合料级配满足设计要求，沥青混合料回收料（RAP）应参照新集料的粒径筛分成不少于 2 档，有条件时宜将 RAP 筛分为 3 档。

4.2.2 厂拌再生时经过预处理的回收沥青路面材料（RAP）样品，应按照表 4.2.2 的各项技术指标进行检测。

表 4.2.2 厂拌热再生 RAP 检测项目与质量要求

材料	检测项目	技术要求	试验方法
RAP	含水量（%）	实测	附录A
	RAP矿料级配	实测	
	沥青含量（%）	实测	
	砂当量（%）	≥60	
RAP中的沥青	针入度（0.1mm）（25℃，100g，5s）	≥20	抽提法，JTG E20
	黏度（Pa·s）（60℃）	实测	
	软化点TR&B（℃）	实测	
	延度（cm）（15℃）	实测	
RAP中的粗集料	针片状颗粒含量（%）	≤15	抽提法，JTG E42
	压碎值（%）	实测	
RAP中的细集料	棱角性（s）	实测	

4.2.3 回收沥青路面材料（RAP）可根据回收沥青针入度进行等级划分，等级划分依据如表 4.2.3 所示。

表 4.2.3 RAP 等级标准

材料	检测项目	RAP 分类定级标准	试验方法

		一等	二等	三等	四等	
RAP 中沥青	针入度 (0.1mm) (25°C, 100g, 5s)	≥40	30~40	20~30	<20	抽提法, JTG E20

4.3 目标配合比设计

4.3.1 目标配合比设计流程如图 4.3.1 所示。

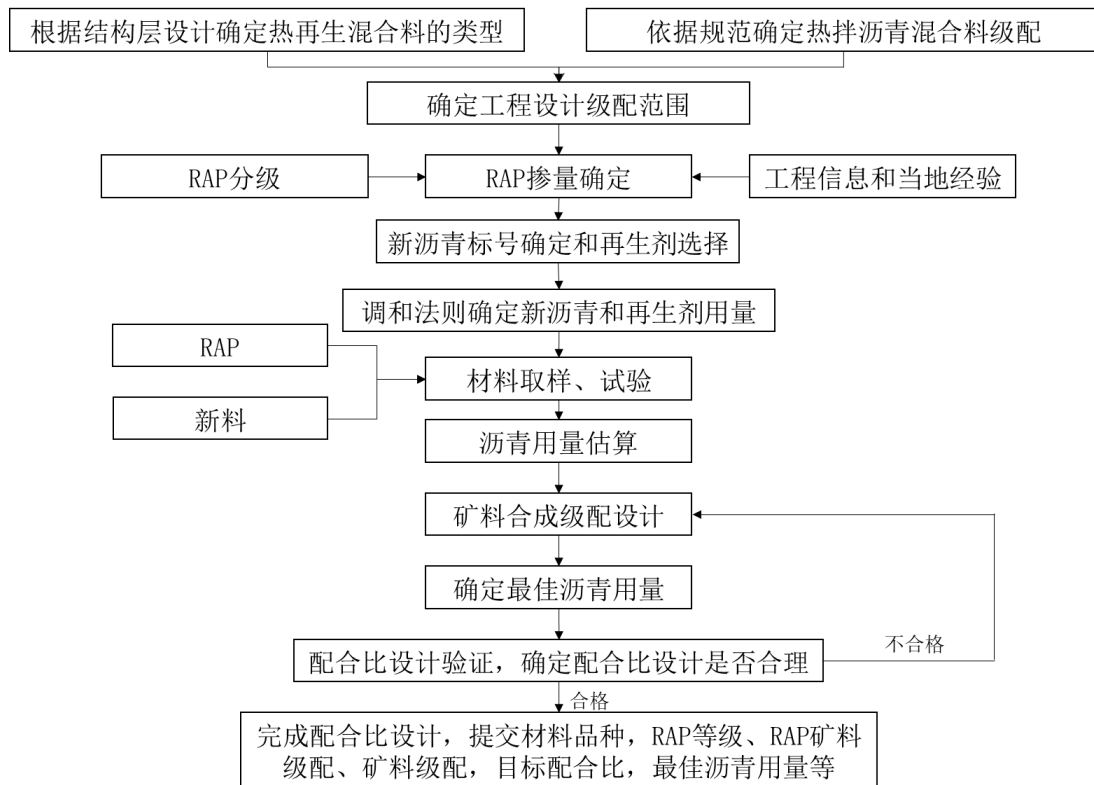


图 4.3.1 厂拌热再生沥青混合料目标配合比设计流程图

4.3.2 厂拌热再生沥青混合料的级配范围要求应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40) 的有关规定。

4.3.3 RAP 掺量应按照以下方法确定：

- a) RAP 掺量应根据使用要求、RAP 等级、交通量、气候条件等因素进行确定；
- b) RAP 掺量不宜超过 40%；
- c) 当 RAP 掺量超过 40%时，需通过室内试验、试验段铺筑进行验证，合格后方

可使用。

4.3.4 新沥青标号确定和再生剂的选择

a) 新沥青等级和再生剂的选择应符合表 4.3.4 的要求。

表 4.3.4 新沥青等级及再生剂选择

新沥青等级和再生剂选择	RAP 等级和掺量		
	一等	二等	三等
采用 RAP 中原沥青路面沥青标号	<30	<20	<10
新沥青针入度比 RAP 中原沥青路面沥青标号增加 10 (0.1mm);或添加再生剂	30~40	20~30	10~15
添加再生剂, 运用新旧沥青混合调和法则确定	>40	>30	>15

b) 参照现行《公路沥青路面再生技术规范》(JTG/T 5521) 规定的调和法则, 确定新沥青标号、用量和再生剂用量, 调和后的再生沥青应达到目标标号沥青技术指标要求。

4.3.5 厂拌热再生沥青混合料的沥青用量估算应符合现行《公路沥青路面再生技术规范》(JTG/T 5521) 中的有关规定。

4.3.6 目标配合比矿料合成级配设计应按照以下方法进行:

a) 按照现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20) 中规定的混合料矿料级配试验方法, 确定 RAP 的级配组成;

b) 根据 RAP 的老化程度、RAP 矿料级配变异情况及工程实际、沥青混合料类型、拌和设备类型与加热干燥能力、新集料性质等, 确定新集料与 RAP 掺配比例;

c) 将粗、细沥青混合料回收料 (RAP) 中的矿料分别作为再生沥青混合料中的一种矿料进行矿料配合比设计。

4.3.7 确定最佳新沥青用量。以估算的新沥青用量为中值, 用中值、中值 \pm 0.5、中值 \pm 1 这 5 个沥青用量水平, 按照现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40) 的马歇尔方法确定最佳新沥青用量。

4.3.8 马歇尔试件的制备

a) 马歇尔试件制备过程中的温度控制应符合表 4.3.8 的要求。

表 4.3.8 马歇尔试件制备过程的温度控制

项目	10~30% (RAP 掺量)	30~40% (RAP 掺量)
RAP 预热温度 (°C)	115~125	120~130
新集料加热温度 (°C)	175~190	185~200
新沥青加热温度 (°C)	160~170	
再生剂加热温度 (°C)	110-130	
再生沥青混合料拌和温度 (°C)	170~185	
试件击实成型温度 (°C)	155~175	

b) 混合料拌和工艺

在预热的拌和锅中加入 RAP 和再生剂拌和均匀后，加入粗细集料并搅拌均匀，再加入新沥青并拌和均匀，最后加入单独加热的矿粉拌和至均匀为止，总拌和时间约 3min。

4.3.9 目标配合比设计检验

a) 对用于高等级公路的公称最大粒径为 19mm 及以下的的热拌再生沥青混合料，需在配合比设计的基础上按照现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40) 中新拌沥青混合料中相关规定进行目标配合比设计验证。

b) 热再生沥青混合料除了进行车辙试验验证混合料的高温稳定性外，还需进行水稳定性和低温抗裂性能检验。

4.4 生产配合比设计

4.4.1 单滚筒再生设备生产配合比设计

a) 单滚筒厂拌热再生沥青混合料生产配合比设计流程如图 4.4.1 所示。

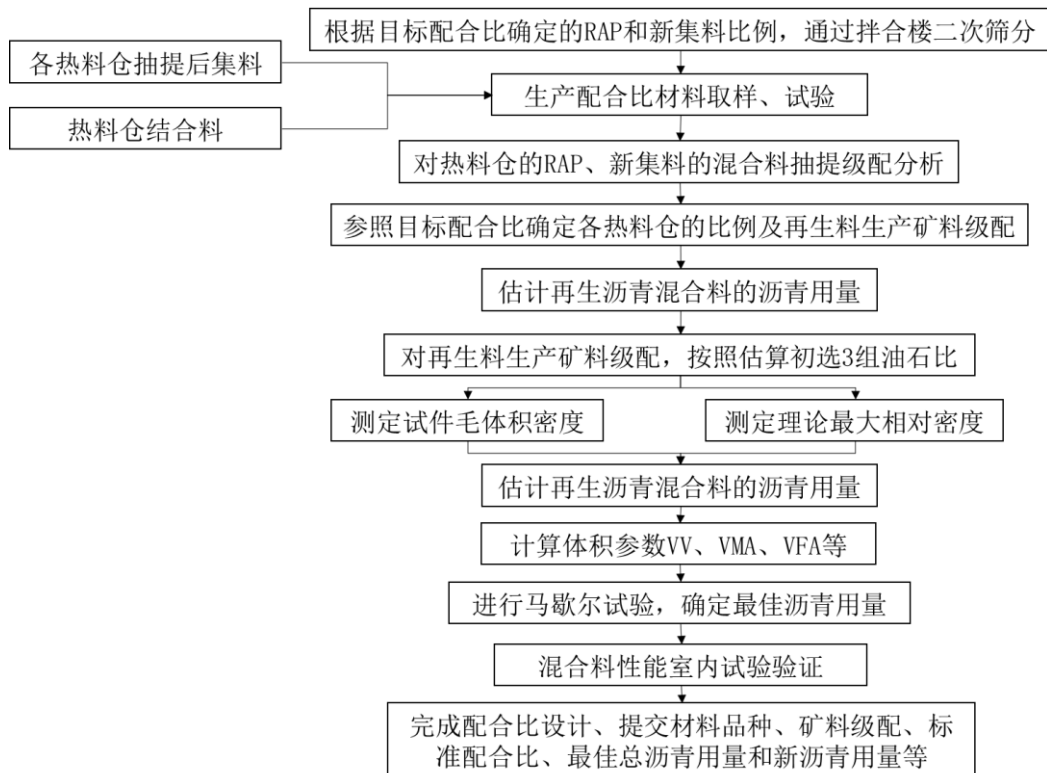


图 4.4.1 单滚筒厂拌热再生沥青混合料生产配合比设计流程图

b) 在单滚筒中将新集料、RAP 混合加热后进行二次筛分，并测定各热料仓再生混合料毛体积密度、表观密度。

c) 应对各热料仓的再生混合料级配组成进行验证。

4.4.2 双滚筒再生设备生产配合比设计

a) 将新集料进行加热并筛分后，应测定各热料仓集料毛体积密度、表观密度及级配组成。

b) 双滚筒厂拌热再生沥青混合料生产配合比设计除应满足本规范要求外，尚应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40) 的有关规定。

5 施工

5.1 一般规定

5.1.1 施工前应储备足够数量的、满足要求的粗细集料、沥青、沥青再生剂（必要

时)、矿粉、预处理后的沥青混合料回收料 (RAP) 等所需的各类材料。

5.1.2 施工前应检查下承层。下承层应密实平整, 强度应符合设计要求。

5.1.3 沥青路面再生施工和养生期的日最低气温不宜低于 10°C。

5.1.4 环保要求

a) 加热、搅拌和卸料过程中产生的有害气体及粉尘, 应进行净化处理。

b) 厂拌热再生沥青混合料拌和场地等施工地点要监测有害气体, 并符合 GB 16297 的排放标准。

c) 拌和站向周围环境排放噪声应当符合 GB 12523 的排放标准, 拌和站的噪声限值为昼天 70dB (A), 夜间 55dB (A)。

5.2 设备要求

5.2.1 双滚筒厂拌热再生设备应符合现行《公路沥青路面再生技术规范》(JTG/T5521) 的相关技术要求。

5.2.2 单滚筒厂拌热再生设备应满足以下要求:

a) 应在每个冷料筒下配备 RAP 含水量动态监测设备, 每日对 RAP 总量进行称重控制。

b) 应在每个冷料筒下配备传感器皮带秤控制器, 计量精度不得低于±0.5%。

c) 再生滚筒应提前加热 10~15min 后, 方可加入新集料与 RAP 的共混料。

5.2.3 单滚筒厂拌热再生设备除满足本规范的要求外, 尚应符合现行《公路沥青路面再生技术规范》(JTG/T5521) 中的有关规定。

5.3 施工准备

5.3.1 施工单位应配备齐全的施工机械和配件, 应对拌和楼、摊铺机、压路机等各种施工机械和设备进行调试, 对机械设备的配套情况、技术性能、传感器计量精度等进行认真检查、标定。

5.3.2 根据厂拌热再生技术的特点, 结合工程现场的实际情况, 编制施工组织设计,

并应包括以下内容：

- a) RAP 及其他原材料的储备计划、料源地点、采备方式、运输形式和堆放场地；
- b) 根据 RAP 掺量和生产配合比设计，合理安排 RAP 的破碎和筛分生产计划，保证 RAP 的质量稳定和及时供应；
- c) 制定试验路段的施工计划、机械设备的配备和人员的安排计划、采用的工艺和工序的衔接要求、特殊气候条件（雨季、高温、低温）下的施工对策，以及自检和质保体系、安全、环保措施等。

5.3.3 根据单、双滚筒厂拌热再生设备特点，对新、旧集料及沥青、再生剂等原材料进行加热预处理，并结合拌和、摊铺、压实各阶段混合料温度控制要求，提前做好混合料加热、运输过程保温及碾压工艺，确保各阶段混合料温度符合下表 5.3.3 要求。

表 5.3.3 热再生沥青混合料温度控制

项目	单滚筒热再生设备	双滚筒热再生设备	
		10~30% (RAP 掺量)	30~40% (RAP 掺量)
集料加热温度 (含新旧集料) (°C)	175~190	-	-
RAP 预热温度 (°C)	-	115~125	120~130
新集料加热温度 (°C)	-	175~190	185~200
新沥青加热温度 (°C)	160~170		
再生剂加热温度 (°C)	-	110-130	
拌和温度 (°C)	165~185		
出料温度 (°C)	155~180		
运输到现场温度 (°C)	≥150		
摊铺温度 (°C)	≥145		
压实温度 (表面) (°C)	开始	≥135	
	終了	≥90	
开放交通温度 (°C)	≤50		

5.3.4 正式施工前应按照现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40) 的有关规定铺筑试验段。

5.4 拌和

5.4.1 单滚筒拌和工艺

5.4.1.1 RAP 和新集料应按目标配合比的比例投入单滚筒再生设备进行加热，待新旧集料表面沥青裹附均匀后，通过拌和站的二次筛分进入各热料仓。

5.4.1.2 各热料仓集料与矿粉按照生产配合比的比例投入拌缸，干拌 10s~20s 后，喷入计量的沥青进行拌和，总拌和时间宜比新拌热拌沥青混合料延长 5s~10s。

5.4.1.3 如需添加再生剂，应将再生剂与二次筛分后新集料、RAP 的共混料一起干拌 10~15s，再加入矿粉。

5.4.2 双滚筒拌和工艺

5.4.2.1 新集料按照目标配合比的比例进料，通过拌和站的筛分进入各热料仓，按生产配合比的比例，将新集料、预热后的 RAP 料和矿粉放入拌缸，干拌 10s~20s 后，喷入计量的沥青进行拌和，总拌和时间宜比新拌热拌沥青混合料延长 10~15s。

5.4.2.2 如需添加再生剂，应先将再生剂与 RAP 混合料一起干拌 10~15s，再加入新集料。

5.4.3 热再生沥青混合料成品在贮料仓储存后，其温度下降不应超过 10℃，出料温度超过 190℃时应予以废弃。

5.5 运输和摊铺

5.5.1 厂拌热再生沥青混合料运输到场温度不宜低于 150℃，混合料运输其他技术要求应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40) 的有关规定。

5.5.2 厂拌热再生沥青混合料摊铺温度不宜低于 145℃，混合料摊铺的其他要求应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40) 的有关规定。

5.6 压实

5.6.1 压路机应以缓慢而均匀的速度碾压，压路机碾压速度应符合表 5.6.1 的规定。

表 5.6.1 再生混合料的压路机碾压速度 (km/h)

压路机类型	初 压		复 压		终 压	
	适宜	最大	适宜	最大	适宜	最大
钢轮压路机	1.5~2	3	2.5~3.5	5	2.5~3.5	5
轮胎压路机	--	--	3.5~4.5	8	4~6	8
钢轮压路机	1.5~2 (静压或 振动)	5 (静压或 振动)	4~5 (振动)	4~5 (振动)	2~3 (静压)	5 (静压)

5.6.2 厂拌热再生沥青混合料压实的要求，应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的相关规定。

5.7 开放交通

5.7.1 厂拌热再生沥青混凝土路面的养生和开放交通，应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）对热拌沥青混合料路面的规定。

6 施工质量控制和检查

6.0.1 预处理过的 RAP 质量检查项目与频度应符合表 6.0.1 要求。

表 6.0.1 RAP 质量检查的项目与频度

	检验项目	检验频率	质量要求或允许偏差
RAP	含水量	每日 1 次	≤3.0%
	含泥量	每日 1 次	≤2.0%
	RAP 级配	每日 1 次	实测
	沥青含量	每日 1 次	±0.4%
	砂当量 (%)	开始前或必要时	实测
RAP 中 沥青	25°C 针入度	1 次/3000t	±5
	60°C 粘度	1 次/3000t	±10
	软化点 TR&B (°C)	开始前或必要时	实测
	延度 (15°C) (cm)	开始前或必要时	实测
RAP 中 粗集料	压碎值	1 次/3000t	±3
	针片状颗粒含量	1 次/3000t	±8%

RAP 中 细集料	棱角性	1 次/3000t	±8%
RAP 中 矿料级配	≤0.075mm 通过率	每日 1 次	±2
	0.075mm 以上筛孔通过百分率	每日 1 次	±6

6.0.2 应每日计算 RAP 掺量，控制 RAP 掺配总量。

条文说明：

双滚筒厂拌热再生技术可以通过控制加热后的 RAP 热料质量达到 RAP 掺配总量控制目标。

单滚筒厂拌热再生技术是先将新集料和 RAP 冷料按目标配比从料仓中传输至单滚筒设备中混合加热，再进行筛分。RAP 料含水量的不同会影响混合料实际 RAP 掺量。因此有必要每日对 RAP 掺配量进行检测，保证混合料中实际 RAP 掺量与设计掺量偏差在可控范围内。

6.0.3 厂拌热再生沥青路面施工质量标准与控制的其他要求，应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）对热拌沥青混合料路面的有关规定。

附录 A
(规范性)
RAP 取样分析

A.1. 目的与使用范围

A.1.1 通过随机取样的方法获得有代表性样品，用于确定 RAP 的级配、沥青含量以及质量分析，并用于再生沥青混合料目标配合比设计。

A.2. 取样

A.2.1 现场取样方法 RAP 现场取样应按照以下方法进行：

- a) 按预定铣刨深度将路面结构层一次性破碎。
- b) 取样不应选在铣刨调速段和结束段，应在预定深度匀速铣刨至少 2m 并在匀速范围内，取料坑中间整个断面取料，并挖到材料底部，取样示图见图 A.2.1。

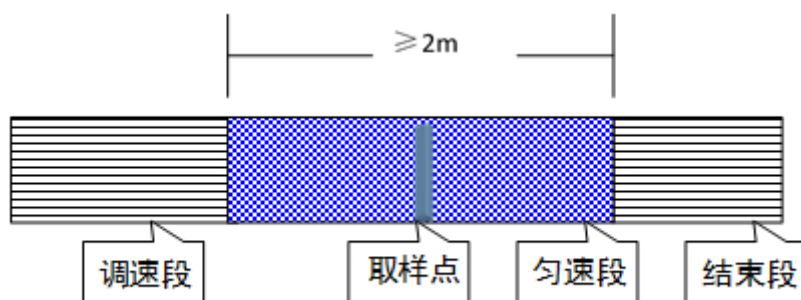


图 A.2.1 现场铣刨取样示意图

A.2.2 在料场取样时，应按照现行《公路工程集料试验规程》（JTG E42）粗集料料堆取样方法，先铲除表面 15cm~25cm 深度范围内及堆角等无代表性的部分，然后在料堆的顶部、中部和底部均匀分布的 3 个不同部位，取得大致相等的若干份组成一组试样，使所取试样能代表整批料的情况和品质。

A.3. 取样数量

A.3.1 提取足够的 RAP 进行室内试验检测和混合料配合比设计。

A.3.2 对单项试验，每组试样取样数量不宜少于表 A.3.2 所规定的最少取样量。

表 A.3.2 各项试验项目所需集料的最小取样数量

试验项目	相对于下列公称最大粒径（mm）的最小取样量								
	4.75	9.5	13.2	16	19	26.5	31.5	37.5	53
筛分	8	10	12.5	15	20	20	30	40	50
含水率	2	2	2	2	2	2	3	3	4
表观密度	6	8	8	8	8	8	12	16	20
针片状颗粒含量	0.6	1.2	2.5	4	8	8	20	40	—
含泥量	8	8	8	8	24	24	40	40	60

A.3.3 同时做多项试验时，如能保证试样前一项试验后不影响后一项试验的结果，可用同一组取样完成多项试验。

A.3.4 其他集料试验项目按照现行《公路工程集料试验规程》（JTG E42）有关要求进行。

A.3.5 用于目标配合比设计时，RAP的取样量宜在70kg~100kg。

A.4. 试验的缩分

A.4.1 分料器法：将试样均匀拌和后，通过分料器分为大致相等的两份，取其中一份分成两份，缩分至需的数量为止。

A.4.2 四分法：将所取试样置于平板上，在自然状态下拌和均匀、摊平，然后沿互相垂直的方向，将试样分成均等的四份，取对角的两份重新拌匀。重复上述过程，直至缩分后的试样数量符合各项试验规定数量的要求。

A.5. RAP 评价

A.5.1 含水量

根据烘干前后回收 RAP 质量的变化，按照式（A.1）计算 RAP 的含水率。试验方法按照 JTG E42-2005 T0305，烘箱加热温度调整为 60℃恒温。

$$\omega = \frac{m_w - m_d}{m_d} \times 100\% \quad (\text{A.5.1})$$

式中：

ω —RAP 的含水率；

m_w —回收的旧沥青混合料质量（g）；

m_d —回收的旧沥青混合料烘干至恒重的质量（g）。

A.5.2 级配

对 RAP 进行筛分试验，确定 RAP 的级配。试验方法按照 JTG E42-2005 T0302，材料加热温度调整为 60℃恒温，采用干筛法。

A.5.3 沥青含量和性质

a) 按照改进的阿布森法（JTG E20-2011 T0726）或旋转蒸发器法（JTG E20-2011 T0727）从 RAP 中回收沥青。如采用其他方法，需进行重复性和复现性试验，并进行空白沥青标定。重复性试验的允许误差为：针入度 ≤ 5 （0.1mm）、黏度 \leq 平均值的 10%、软化点 $\leq 2.5^{\circ}\text{C}$ ，复现性试验的允许误差为：针入度 ≤ 10 (0.1mm)、粘度 \leq 平均值的 15%、软化点 $\leq 5.0^{\circ}\text{C}$ ，如超出允许误差范围，则应弃置回收沥青，重新标定、回收。

b) 按照 JTG E20-2011 T0726 或 T0727 的方法检测沥青含量，并对回收沥青按照 JTG E20-2011 T0604 方法检测 25℃针入度，按照 JTG E20-2011 T0621 的方法检测 60℃黏度，按照 JTG E20-2011 T0606 的方法检测软化点和按照 JTG E20-2011 T0605 的方法检测 15℃延度。

c) 具有下列情形之一的，应进行空白沥青标定：更换旋转蒸发器或阿布森沥青回收设备时；更换三氯乙烯品种或供应商时；回收沥青性能异常时；沥青混合料来源发生变化时。

d) 重复性试验是指采用相同的方法，同一试验材料，在相同的条件下获得的一系列结果之间的一致程度。复现性试验是指在两个以上不同的试验室，由各自的试验人员，采用各自的仪器设备，按相同的试验方法，对同一试样，分别完成试验操作，所得的试验结果之间的误差。重复性试验的允许误差为：针入度 ≤ 5 （0.1mm）、黏度 \leq 平均值的 10%、软化点 $\leq 2.5^{\circ}\text{C}$ ，复现性试验的允许误差为：针入度 ≤ 10 (0.1mm)、粘度 \leq 平均值的 15%、软化点 $\leq 5.0^{\circ}\text{C}$ ，如超出允许误差范围，则应弃置回收沥青，重新标定、回收。

A.5.4 RAP 砂当量

用 4.75mm 筛筛除回收沥青路面材料（RAP）中的粗颗粒，进行砂当量指标检测。试验方法参照 JTG E42-2005 T0334。

A.5.5 RAP 的矿料级配和集料性质

a) 将抽提试验后得到的矿料烘干，待矿料降到室温后，用标准方孔筛进行筛分试验，确定 RAP 中的矿料级配。RAP 的沥青含量与级配也可采用燃烧法确定，若在燃烧过程中，集料由于高温导致破碎，则不宜采用该法。

b) RAP 中集料性质，按照 JTG E42-2005 进行检测。