

ICS

CCS 点击此处添加 CCS 号

DB 21

辽宁省地方标准

DB 21/T XXXX—XXXX

沥青路面再生集料应用技术规程

Technical Specification for the Application of Recycled Aggregates
for Asphalt Pavement

草案版次选择

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
3.1 术语	1
3.2 符号	2
4 FRAP 技术要求	2
5 再生集料生产加工	3
5.1 一般规定	3
5.2 场地建设	4
5.3 加工设备	4
5.4 加工工艺	5
6 质量控制	5
附 录 A （规范性） 沥青路面再生集料应用技术规程用词说明	6
附 录 B （资料性） RAP 材料油石比测定试验方法	7
附 录 C （资料性） FRAP 假颗粒含量试验方法	8
附 录 D （规范性） 沥青路面再生集料应用技术规程条文说明	9

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《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。

本文件由辽宁省交通运输厅提出并归口。

本文件起草单位：辽宁省交通科学研究院有限责任公司、辽宁省市政工程设计研究院有限责任公司、哈尔滨工业大学、辽宁省交通运输事业发展中心、华侨大学、福建南方路面机械股份有限公司

本文件主要起草人：高立波、

本文件发布实施后，任何单位和个人如有任何问题和意见建议，均可以通过来电和来函等方式进行反馈，我们将及时答复并认真处理，根据实际情况依法进行评估及复审。

归口管理部门通讯地址和联系电话：沈阳市和平区十三纬路19号甲，024-26872072。

文件起草单位通讯地址和联系电话：沈阳市沈河区文萃路81号，024-24512416。

沥青路面再生集料应用技术规程

1 范围

为指导回收沥青混合料精细加工及再生利用，提高其均匀性和利用率，保证路面质量，促进公路交通可持续发展，制定本文件。

本文件适用于各等级公路沥青混合料的再生与利用。沥青混合料的再生与利用应积极稳妥地采用新技术、新材料、新工艺和新设备。除应符合本文件的规定外，尚应符合国家有关法律、法规及国家行业规定的规定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

JTG/T 5521 公路沥青路面再生技术规范

JTG E20 公路工程沥青及沥青混合料试验规程

JTG E42 公路工程集料试验规程

JTG F40 公路沥青路面施工技术规范

JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 术语

3.1.1

回收沥青混合料 recycled asphalt pavement

对旧沥青路面通过铣刨、开挖等方式获取的沥青混合料（简称RAP）。

3.1.2

精细分离加工 fine separation processing

通过高速旋转、碰撞等方式进行一次或多次机械剥离，并经多级防粘筛分对RAP料进行处理的过程。

3.1.3

RAP精细分离材料 RAP fine processed materials

通过精细分离加工后得到的不同规格的材料（简称FRAP）。

3.1.4

假颗粒 false particle

RAP细料裹附在粗料表面上或与其他细料胶联在一起而形成的团粒。

3.1.5

假颗粒含量 false particle content

用FRAP抽提前和抽提后分计筛余率偏差绝对值来表征。

3.2 符号

OEC—冷再生混合料最佳乳化沥青用量

OFC—冷再生混合料最佳泡沫沥青用量

OWC—冷再生混合料最佳含水率

Wopt—泡沫沥青的最佳发泡用水量

RS—精分离材料规格分档名称

FRAP—RAP精细分离材料

4 FRAP 技术要求

4.0.1 FRAP应均匀、无污染。

4.0.2 根据假颗粒含量将FRAP分为二级。其技术要求应符合表1 的规定。

表1 FRAP 技术要求

级别	规格名称	以下筛孔 (mm) 筛余率偏差 (%) 不大于						
		13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.075
I 级	RS10	±10	±10	±10				
	RS12			±10				
	或RS15				±10	±5	±5	±5
	RS14				±10			
	RS16					±10	±5	±5
II 级	RS9	±20	±20					
	RS12			±20				
	RS15				±15			

4.0.3 FRAP粗集料的粒径规格应符合表2 的规定。

表2 FRAP 粗集料规格

规格名称	公称粒径 mm	通过以下筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)						
		26.5	19	13.2	9.5	4.75	2.36	0.6
RS9	10~20	100	80~100	-	10~40	10~30	5~20	-
RS10	10~15		100	60~100	10~40	10~30	5~20	0~15
RS12	5~10			95~100	80~100	10~30	5~20	0~15
RS14	3~5				100	80~100	10~40	0~20

注1：为燃烧法或抽提法试验后集料规格。

4.0.4 FRAP细集料级配宜符合表3 的规定。

表3 FRAP 细集料规格

规格名称	公称粒径 mm	通过以下筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)							
		9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
RS15	0~5	100	80~100	50~80	20~50	15~45	10~40	5~25	0~20

规格名称	公称粒径 mm	通过以下筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)							
		9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
RS16	0~3		95~100	70~100	50~80	30~60	10~45	10~40	0~30

注2: 为燃烧法或抽提法试验后集料规格。

4.0.5 FRAP适用范围宜符合表4的规定。

表4 FRAP 适用范围

技术等级	适用范围
I级	大比例厂拌热再生沥青混合料 (30%<FRAP≤100%)、沥青玛蹄脂碎石沥青混合料 (SMA)、超薄磨耗层等表面层、微表处等
II级	厂拌热再生沥青混合料 (FRAP≤30%)、厂拌冷再生

4.0.6 FRAP技术要求应符合表5的规定。

表5 FRAP 技术要求

材料	检测项目	技术要求	试验方法	
FRAP	含水率 (%)	≤3	公路沥青路面再生技术规范 (JTG/T5521)	—
	矿料级配	满足本规程要求		T0302
	沥青含量	满足本规程要求		T0726
	4.75mm以下的RAP 砂当量	≥60		T0334
	表观相对密度 (t/m ³)	满足设计要求		T0304或T0308
	针片状颗粒含量 (%)	≤15		T0328或T0330
	压碎值	满足设计要求		T0312
	4.75mm以下的RAP棱角性	满足设计要求		附录A
FRAP中的沥青	针入度 (100g, 25°C, 5s)	≥10	公路沥青路面再生技术规范 (JTG/T5521) 附录B	T0604
	软化点	实测		T0606
	15°C延度	实测		T0605

注3: 用于三、四级公路或者是用于底基层的冷再生, RAP中的沥青和再生材料指标可不做检测。
注4: 对于燃烧法不会对石质产生破坏的材料, 可用燃烧法替代抽提法获得粗细集料用于检测。
注5: 用于厂拌冷再生下面层时, 再生细集料砂当量指标可放宽至大于等于50%。
注6: 表观相对密度需满足再生沥青混合料对新集料的技术要求。
注7: 《公路沥青路面再生技术规范》(JTG/T5521) 附录B (针对回收沥青)。

5 再生集料生产加工

5.1 一般规定

5.1.1 加工区面积、设施应与生产规模相适应, 满足原材料堆放储存和生产加工要求。

5.1.2 生产设备和工艺应满足生产合格FRAP产品的要求。

5.1.3 当粉尘、固体废弃物及噪声对环境有污染时, 应采取有效的防护措施, 所排放的污染物应达到国家规定的排放标准。

5.1.4 作业安全操作应符合国家相关规定，并做好安全培训。

5.2 场地建设

5.2.1 加工场地应包括回收料堆放区、加工区、FRAP堆放区、办公生活区以及厂区道路。

5.2.2 厂区出入口道路应与厂外道路连接平顺，并应设置相应排水设施。

5.2.3 回收料堆放区应符合下列要求：

a) 回收料应设棚或苫盖，防止受潮和扬尘，四周设置排水设施，且堆放不宜过高。

b) 回收料堆放区的储存能力应满足铣刨料进场的要求，并应满足生产对储存量及大型车辆装卸、运输的要求。

c) 回收料应根据沥青和石料类型及来源不同分别存放。

5.2.4 FRAP堆放区应符合下列要求：

a) FRAP堆放面积应满足7天以上生产所需数量的要求。

b) FRAP堆放场地应硬化并设置通畅的排水设施和防雨料棚，场地应整洁、干净。

c) FRAP应按规格分别堆放，通风良好。

5.3 加工设备

5.3.1 设备宜由原料供给系统、剥离系统、筛分系统、控制系统、除尘系统等部分组成，结构型式宜采用模块可搬式和楼式固定式等，额定生产能力宜不小于80吨/小时。

5.3.2 原料供给系统一般包括物料仓、皮带输送机、振动筛、上料输送机或提升机及辅助设施等，并应符合以下要求：

a) 物料仓应具有助流破拱、防堵过滤栅格及声光报警等装置。

b) 物料仓的进口尺寸与容积应满足系统需要，容积宜不小于9m³。

c) 系统的给料应具有可在一定范围内进行调整的功能。

d) 皮带输送机输送能力宜与生产能力相匹配，并配备超粒径颗粒振动筛和自动除铁装置。

e) 宜采用环链斗式提升机解决易粘结现象。

5.3.3 精细分离主机系统应符合以下要求：

a) 精细分离主机宜采用立轴冲击破碎机，并具有变频控制功能，其功率不小于160kW。

b) 精细分离主机系统宜设置检修平台和吊装装置。

5.3.4 筛分系统应符合以下要求：

a) 筛分设备应配置不同规格的筛网，可筛出0~5mm、5~10mm和10~20mm等3种以上不同规格FRAP。

b) 大于10mm粒径筛的筛分能力应不小于120t/h，各档级配的混筛率应小于15%。

c) 小于10mm粒径筛的筛分能力应不小于80t/h，各档级配的混筛率应小于30%。

d) 筛分设备应选用防粘结、更换方便、易于清理的筛网和装置。

5.3.5 控制系统应符合下列要求：

a) 各控制按钮和开关的位置应便于操作和维修，并备有紧急制动和断电操作按钮。

b) 控制系统需提供联锁、调试模式，宜智能化生产，生产流程自动执行。

c) 关键部件电流、负压等各项检测数据宜可在线实时监控显示。

d) 有条件宜采用全电脑控制与监控显示中央控制管理系统，采用全自动方式操作整套设备的工作流程。

e) 冷料系统、提升系统、剥离主机、筛分系统、成品输送系统均须安装有安全开关。

5.3.6 除尘系统应符合下列要求：

a) 宜对分离主机、筛分设备、皮带机的落料点等有扬尘点进行集中处理，当采用楼式结构时，应使整楼处于负压无尘状态。

b) 宜采用布袋除尘器方式，且宜定期检查和更换。

5.4 加工工艺

5.4.1 分离加工工艺流程示意如图1所示。

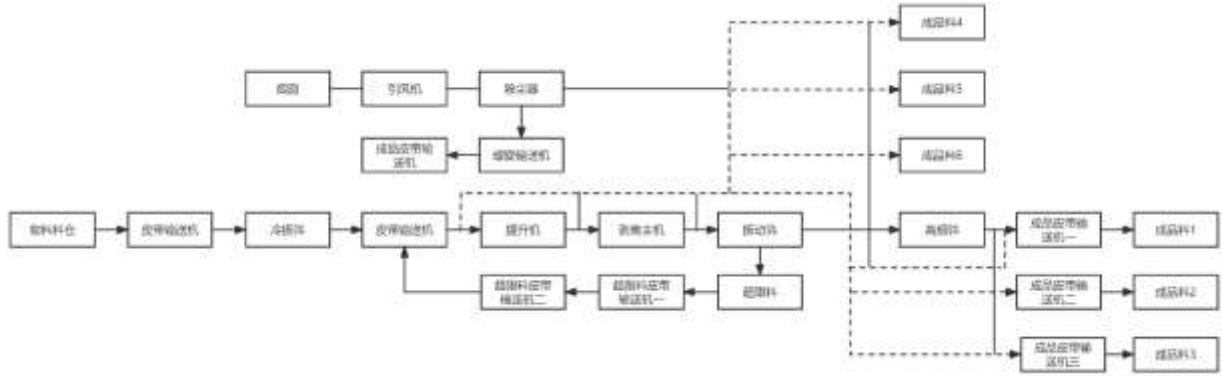


图1 分离加工工艺流程示意图

5.4.2 分离加工的最高温度宜低于35℃，回收沥青混合料含水率不宜大于3%。

5.4.3 分离加工后，FRAP中假颗粒含量应符合表1的规定。

6 质量控制

6.0.1 施工前按批次对预处理后各等级FRAP进行检验，其性能应符合本规程4.0.6条的规定。

6.0.2 施工过程中对FRAP的质量检验应符合表6的规定。

表6 FRAP（抽检）质量控制

项目	检测项目及频率	技术要求
FRAP	含水率(%)：每天 1 次	≤3
	集料毛体积密度：1 次/5000t FRAP	实测
FRAP中的矿料级配	0.075mm 筛孔通过率(%)：1 次/2000t FRAP	±3
	0.075mm 以上各筛孔通过率(%)：1 次/2000t FRAP	±8
FRAP中的沥青	FRAP中旧沥青含量(%)：1 次/2000tRAP	±0.5
	25℃针入度(0.1mm)：1 次/5000tRAP	±6
FRAP假颗粒含量	2.36mm 以下各筛孔假颗粒含量(%)：1 次/2000t FRAP	±5
	2.36mm 及以上各筛孔假颗粒含量：1 次/2000t FRAP	±8
注1：表中的FRAP沥青含量、矿料级配、回收沥青技术指标等允许偏差均是指与再生沥青混合料配合比设计时采用的FRAP的技术指标相比较的偏差。 注2：FRAP中沥青含量偏差超过±0.5%（与配合比设计相比）时，须及时调整生产配比中沥青用量。		

附录 A

(规范性)

沥青路面再生集料应用技术规程用词说明

为了准确地掌握规范条文，对执行规范严格程度的用词作如下规定：

a) 表示很严格，非这样做不可的词

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

b) 表示严格，在正常情况均应这样做的用词

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

c) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

附录 B

(资料性)

RAP 材料油石比测定试验方法

B.1 适用范围

B.1.1 黏稠石油沥青混合料、沥青混合料回收料 (RAP) 或预处理后的FRAP精分离材料中抽提沥青含量的测定。

B.2 仪器和材料

B.2.1 全自动沥青混合料抽提仪；

B.2.2 沥青蒸馏器；

B.2.3 电子天平：称量10kg，感量0.1g；

B.2.4 鼓风干燥箱：能使温度控制在 $(105 \pm 5) ^\circ\text{C}$ 。

B.3 试验准备

准备一份FRAP，试样最小质量根据精细分离材料最大公称粒径按表A.1选用。

表B.1 试样最小质量要求

公称最大粒径 mm	试样最小质量 g	公称最大粒径 mm	试样最小质量 g
4.75	1500	16	2000
9.5	1500	19	3000
13.2	1800	26.5	3000

B.4 试验方法与步骤

B.4.1 将试样放在 $105^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘至恒重，读取其质量 m_1 。

B.4.2 将过滤牛皮纸装入全自动沥青混合料抽提仪中矿粉回收容器中，并称其质量 m^2 。

B.4.3 试样冷却后放入全自动沥青混合料抽提仪中集料回收容器中，并称取集料回收容器与试样的总质量 m^3 。

B.4.4 打开全自动沥青混合料抽提仪，试运行清洗循环2-3次，待三氯乙烯观测口流出黑色三氯乙烯确定设备运转正常。

B.4.5 设置清洗循环运行3~4次。

B.4.6 取出矿粉和集料回收容器，分别称其质量 m_4 和 m_5 。

B.5 计算

B.5.1 按式B-1计算FRAP中抽提沥青含量。

$$Q_a = \frac{m_3 - m_5 - (m_4 - m_2)}{m_1} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

Q_a —FRAP 中抽提沥青含量 (%)。

B.6 报告

试验结果以两次试验的平均值表示，精确至0.01%。

附录 C

(资料性)

FRAP 假颗粒含量试验方法

C.1 适用范围

C.1.1 各等级RAP精分离材料中的假颗粒含量试验评价。

C.2 仪器与材料

C.2.1 沥青混合物燃烧炉；

C.2.2 方孔筛：孔径0.075mm~26.5mm的套筛；

C.2.3 铁铲、搪瓷盘、毛刷等；

C.2.4 电子天平：称量10kg，感量0.1g。

C.3 试验准备

C.3.1 准备两份RAP精分离材料，试样最小质量根据FRAP最大公称粒径按表C.1选用。

表C.1 试样最小质量要求

公称最大粒径 mm	试样最小质量 g	公称最大粒径 mm	试样最小质量 g
4.75	1200	16	1800
9.5	1200	19	2000
13.2	1500	26.5	3000

C.4 试验步骤

C.4.1 将燃烧炉预热到设定温度；

C.4.2 取一份试样放在105℃±5℃的烘箱中烘至恒重，并放入燃烧室。

C.4.3 当连续3min试样质量每分钟损失率小于0.01%时结束，并取出试样。

C.4.4 待试样冷却后，按照《公路工程集料试验规程JTG E42》中T0302和T0327试验方法进行试样筛分试验。

C.4.5 对另一份试样直接按照《公路工程集料试验规程JTG E42》中T0302和T0327试验方法进行试样筛分试验。

C.5 计算

C.5.1 分别计算出两份试样各筛孔累计筛余百分率 P_{1i1} , P_{1i2} ... P_{1in} 和 P_{2i1} , P_{2i2} ... P_{2in} 。

C.5.2 对两份试样各筛孔累计筛余百分率进行差值计算，结果即为RAP精分离材料中各筛孔上假颗粒含量。

C.6 报告

C.6.1 试验结果以两次试验的平均值表示，精确至0.1%。

附录 D (规范性)

沥青路面再生集料应用技术规程条文说明

D.1 FRAP技术要求

D.1.1 本文件4.0.2中,根据假颗粒含量将FRAP分为二级:

a)《公路沥青路面再生技术规范》(JTG T 5521)中对于厂拌热再生沥青混合料(RAP \leq 30%)和厂拌冷再生RAP没有关于假颗粒含量相关要求,经广泛调研,结合辽宁省桓永、西开、锦阜高速公路、吉林省等高速公路的规模化应用,为保证施工过程中再生沥青混合料级配稳定性,本规程对I级、II级FRAP均做了假颗粒含量技术要求。

b)结合辽宁省桓永、西开、锦阜高速公路、吉林省等高速公路的规模化应用实践经验和大量室内外试验结果,本规程提出了I级、II级FRAP材料技术要求。当用于SMA沥青混合料、超薄磨耗层等断级配再生沥青混合料时,宜采用I级FRAP,细集料采用RS16(0~3mm)FRAP细料,并根据室内配合比设计试验确定最大掺配比例。

D.1.2 FRAP粗集料的粒径规格

本文件4.0.3中根据再生材料用途,一般将RAP精分离材料分成5~10mm、10~15mm或10~20mm或10~30mm几档。根据辽宁省桓永高速、阜锦高速公路工程实践积累的数据,初步确定了精细分离后RAP粗集料规格。规格名称RS9-12的表述参考现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)中关于沥青混合料用粗集料规格的定义。

D.1.3 FRAP细集料级配

本文件4.0.4中根据FRAP用途,一般将FRAP细集料分成0~3mm或0~5mm几档。根据辽宁省桓永高速、阜锦高速工程实践积累的数据,初步确定了精细分离后FRAP细集料规格。规格名称RS15、16的表述参考现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)中关于沥青混合料用机制砂或石屑规格的定义。

D.1.4 FRAP适用范围

本文件4.0.5中经广泛调研,结合辽宁省桓仁至永陵、西丰至开原、阜新至锦州高速公路、吉林省、山东省、北京市等地的工程应用实践,RAP精分离材料可应用于厂拌热再生、厂拌冷再生、微表处、冷补料、常温灌缝材料等多种再生方式中,包括SMA、高模量、超薄磨耗层、应力吸收层、浇注式沥青混凝土等多种沥青混合料中,为使RAP精分离材料的选择更加清晰明确,将其分为两个等级。

D.1.5 FRAP技术要求

本文件4.0.6中拌和水的比热容为4182J/(kg· $^{\circ}$ C),是沥青的2.5倍,是石料的5倍多,而且水的汽化热为2260kJ/kg,使水在其沸点(100 $^{\circ}$ C)蒸发为水蒸气所需要的热量五倍于把等量水从1 $^{\circ}$ C加热到100 $^{\circ}$ C所需要的热量,因此含水率高的RAP将严重影响再生混合料的拌和。为保证材料的有效加热、提高生产效率,提出了FRAP含水率指标要求。

D.2 再生集料生产加工

D.2.1 当粉尘、固体废弃物及噪声对环境有污染时,应采取有效的防护措施,所排放的污染物应达到国家规定的排放标准。

本文件5.1.3中明确了建设项目的环保依法治理的内容。沥青路面铣刨料精细分离生产加工对环境的影响主要是大气污染、固体废弃物、噪声污染三个方面。大气污染主要是由于粉尘排放及烘干燃烧产生的废气对大气的污染,防治应符合《中华人民共和国大气污染防治法》;固体废弃物主要是由生产过程中产生的废料、废渣等,防治应符合《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》;噪声污染主要是生产过程中机械设备运行产生的噪声,防治应符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》的有关规定;另外,对于地方及特殊区域有相关要求且高于国家标准的,需按地方的规定执行。

D.2.2 厂区出入口道路应与厂外道路连接平顺，并应设置相应排水设施

本文件5.2.2中由于RAP材料的进厂与使用时间可能存在较大时间差，因此贮存场地要预留有足够的场地。根据对国内高速、城市快速路“再生拌和站”调查结果，建议精细分离加工场地在20亩以上，整个再生拌和站在60亩以上。

D.2.3 回收料堆放区

本文件5.2.3中不同料源、品种、规格分开进行精细加工有困难时，可使用推土机、装载机等机具将不同的回收料进行均匀混合。均匀混合后的回收料可作为同一材料进行后续处理。

D.2.4 FRAP堆放区

本文件5.2.4中FRAP含水率直接影响再生沥青混合料拌和效果和效率，为保证含水率不大于3%，须设棚堆放，且为防止由于雨天、设备维修等原因造成精细分离加工效率降低或暂时停产对生产的影响，要保证存放的FRAP数量要满足拌合站7天以上的正常生产。

D.2.5 加工设备

本文件5.3.1中RAP精分离加工设备额定生产能力可根据生产需求及工程规模进行科学确定。以下剥离、筛分系统生产能力均与提出的RAP精分离额定生产能力80吨/小时相匹配而提出，若生产能力提高，则要求配套设备生产能力也要相应提高。

D.2.6 原料供给系统一般包括物料仓、皮带输送机、振动筛、上料输送机或提升机及辅助设施

本文件5.3.2中助流装置保证供料稳定，栅格防止异物进入系统；为适应不同工况条件下的供料要求，给料机的供料能力应可调整，一般应满足50%-110%负荷范围内稳定运行。为减少回收料中含水量过大、土工布、渣土等对后续生产处理及产品质量的影响，供料设备可选配预筛分功能，如回收料中有粒径超过40mm物料，则需要配备预破碎功能。

D.2.7 精细分离主机系统

本文件5.3.3中精分离剥离系统建议采用离心式物理机械式分离方式，沥青骨料由转子中心进入后，高速旋转将骨料甩出打在特制的铁砧板上进行沥青剥离作业，将RAP分离为沥青含量很少的精分离粗料和沥青含量富集的精分离细料。砧板及反击板须专门设计，由特制的耐冲击耐磨堆焊板制成，使其有较高的使用寿命，并根据磨损情况及时更换。此分离方式在辽宁省、吉林省等多条高速公路中应用效果较好。

D.2.8 筛分系统

本文件5.3.4中精筛分设备宜选用多点驱动式概率筛，采用一种目前国际上最先进的全新的激振方式筛分技术，通过一对特殊结构的振动电机把以往的直线往复运动转换为高频、小振幅的摆动。从而使物料在筛网上不断地做抛物状运动，达到筛分目的。由于振动臂高频、小振幅的激打筛网，在工作过程中就可使堵在网眼的难筛颗粒不断脱落；在筛分工作完成后，保持振动臂持续激振（转换至清筛网频率）从而实现自动清理筛网的工作，从而解决沥青混合料回收料难筛分、易堵网的难题。

D.2.9 分离加工工艺流程

本文件5.4.1中分离加工工艺流程，是基于辽宁省桓永、西开、锦阜高速公路及吉林省等高速公路的规模化应用实践提出的，主要包括物料仓、冷振筛、提升机、精细剥离主机、粗筛分机、精细分离高频概率筛及除尘装置。经初步工程验证，效果良好。建议根据具体工程需求，选择合理精细分离工艺及设备，并根据再生混合料的最大公称粒径合理选择筛网尺寸，将沥青路面铣刨料精细分离成不少于3档材料。以上工艺流程图仅为示意。