

中国公路建设行业协会标准

T/CHCA xxx-xxxx

公路干法废胎胶粉沥青路面技术规程

Technical specification for highway dry process waste tire rubber
powder asphalt pavement

(征求意见稿)

xxxx-xx-xx 发布

xxxx-xx-xx 实施

中国公路建设行业协会 发布

中国公路建设行业协会标准

公路干法废胎胶粉沥青路面技术规程

Technical specification for highway dry process waste tire rubber

powder asphalt pavement

主 编 单 位：泗洪县城市建设投资经营集团有限公司

合肥工业大学

江苏建通绿色工程有限公司

江苏久嘉工程建设有限公司

淮安城市开发建设有限公司

功夫动漫（江苏）有限公司

前言

根据中国公路建设行业协会关于下达《公路隧道施工天然放射性监测与评价技术指南》等 21 项协会标准的编制通知（中路建协发〔2021〕22 号）的要求，由泗洪县城市建设投资经营集团有限公司、合肥工业大学承担《公路干法废胎胶粉沥青路面技术规程》的制定工作。

《公路干法废胎胶粉沥青路面技术规程》本规程共分 7 章。主要包括：1 总则；2 术语与定义；3 符号与缩略语；4 材料；5 混合料设计；6 生产工艺；7 应用。

请各有关单位在执行过程中，将发现的问题和意见，函告本规程日常管理组，联系人刘凯（地址：安徽省合肥市屯溪路 193 号合肥工业大学，邮编：230009，手机：13856487136，电子邮箱：1321097095@qq.com），以便下次修订时参考。

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	1
3	符号和缩略语	2
4	材料	2
4.1	废胎颗粒	2
4.2	基质沥青	3
4.3	集料及填料	3
5	混合料设计	3
5.1	一般规定	3
5.2	混合料设计	4
5.3	结构设计	8
6	生产工艺	8
6.1	废胎回收要求	8
6.2	干法废胎颗粒沥青混合料生产工艺	8
7	应用	9
7.1	施工准备	9
7.2	废胎沥青混合料的运输	9
7.3	废胎沥青混合料的摊铺	10
7.5	废胎沥青混合料的碾压	10
7.6	接缝处理	10
7.7	养护修复	11
7.8	开放交通	11
	本文件用词说明	12

1 总则

1.0.1 本文件规定了废胎颗粒沥青混合料的材料、混合料设计、生产工艺和应用。

1.0.2 本文件适用于各等级城镇道路采用干法废胎颗粒沥青混合料的沥青路面工程。

1.0.3 除应符合本规程的规定外，尚应符合有关法律、法规及国家、行业现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.0.1 废胎颗粒 Waste tire particles

废胎经粉碎、加工和筛分得到的橡胶颗粒。

2.0.2 废胎颗粒沥青混合料 waste-tire granular asphalt mixture

由废胎颗粒、沥青、矿料拌和而成的混合物。

2.0.3 废胎颗粒沥青路面 waste-tire granular asphalt pavement

由废胎颗粒沥青混合料铺筑的路面。

2.0.4 干法 dry method

废胎颗粒不经过与基质沥青混溶环节、直接投入拌合锅用于生产沥青混合料的工艺。

2.0.5 密级配沥青混合料 Dense-graded bituminous mixtures

按密实级配原理设计组成的各种粒径颗粒的矿料与沥青结合料拌和而成，其典型类型为密实式沥青混合料（以 AC 表示）。

2.0.6 开级配沥青混合料 Open-graded bituminous paving mixtures

矿料级配主要由粗集料嵌挤组成，细集料及填料较少，与高粘度沥青结合料拌和而成，其典型类型为排水式沥青磨耗层混合料（以 OGFC 表示）。

2.0.7 间断级配沥青混合料 Gap-graded bituminous paving mixtures

矿料级配组成中缺少 1 个或几个粒径档次（或用量很少）而形成的沥青混合料，其典型类型为沥青玛蹄脂碎石混合料（以 SMA 表示）。

3 符号和缩略语

下列符号适用于本文件，详见表 1。

表 1 符号与缩略语

编号	符号或缩略语	意义
4.1	AC	密级配沥青混凝土混合料，Asphalt Concrete Mixture之略语
4.2	OGFC	大孔隙开级配排水式沥青磨耗层，如欧洲的PFC（Porous Friction Course），PEM（Porous European Mixes），美国、日本的OGFC（Open-graded Friction Courses）等之略语
4.3	SMA	沥青玛蹄脂碎石混合料，Stone Matrix Asphalt（或Stone Mastic Asphalt）之略语
4.4	VV	压实沥青混合料的空隙率，即矿料及沥青以外的空隙（不包括矿料自身内部的孔隙）的体积占试件总体积的百分率，Volume of Air Voids之略语
4.5	VMA	压实沥青混合料的矿料间隙率，即试件全部矿料部分以外的体积占试件总体积的百分率，Voids in Mineral Aggregate之略语
4.6	VFA	压实沥青混合料中的沥青饱和度，即试件矿料间隙中扣除被集料吸收的沥青以外的有效沥青结合料部分的体积在 VMA 中所占的百分率，Voids Filled with Asphalt之略语
4.7	VCA	粗集料骨架间隙率，Percent Air Voids in Coarse Aggregate之略语

4 材料

4.1 废胎颗粒

4.1.1 技术要求及存放要求见表 2。

表 2 废胎颗粒的技术要求及存放要求

项目	技术要求	试验方法
含水率/%	≤1	符合现行标准《橡胶 溶剂抽出物的测定》(GB/T 19208)的有关规定
相对密度	1.0~1.2	符合现行标准《路用废胎硫化橡胶粉》(JT/T 797)的有关规定
铁含量/%	≤0.03	符合现行标准《硫化橡胶粉》(GB/T 19208)的有关规定
纤维含量/%	≤0.5	符合现行标准《硫化橡胶粉》(GB/T 19208)的有关规定
粒径/mm	>0.075	符合现行标准《公路工程集料试验规程》(JTG E42)的有关规定
灰分/%	≤10	符合现行标准《橡胶 灰分的测定 第1部分:马弗炉法》(GB/T 4498.1)的有关规定
丙酮抽出物/%	≤21	符合现行标准《橡胶 溶剂抽出物的测定》(GB/T 3516)的有关规定
炭黑含量/%	≥28	符合现行标准《橡胶及橡胶制品组分含量的测定热重分析法》(GB/T 14837)的有关规定
橡胶烃含量/%	≥42	符合现行标准《橡胶及橡胶制品组分含量的测定热重分析法》(GB/T 14837)的有关规定
存放场所	干燥、通风处,避免紫外线照射,不得与有机溶剂一同存放	-

4.2 基质沥青

石油沥青的技术要求应符合现行标准《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)的有关规定。

4.3 集料及填料

粗集料、细集料及填料的技术要求应符合现行标准《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)的有关规定。

5 混合料设计

5.1 一般规定

5.1.1 使用干法工艺的废胎颗粒沥青混合料配合比设计,应遵循现行规范关于沥青混合料的目标配合比设计、生产配合比、生产配合比验证以及混合料的试生产和试验路段铺设等4个阶段

5.1.2 悬浮密实型干法废胎沥青混合料,废胎颗粒粒径宜在 1.18mm~2.36mm 之间,骨架密实型干法废胎沥青混合料,废胎颗粒粒径宜在 0.6mm~1.18mm 之间。骨架空隙型干法废胎沥青混合料,废胎颗粒粒径宜在 0.6mm~1.18mm 之间。

5.2 混合料设计

5.2.1 废胎颗粒沥青混合料的目标配合比设计宜按图1进行。

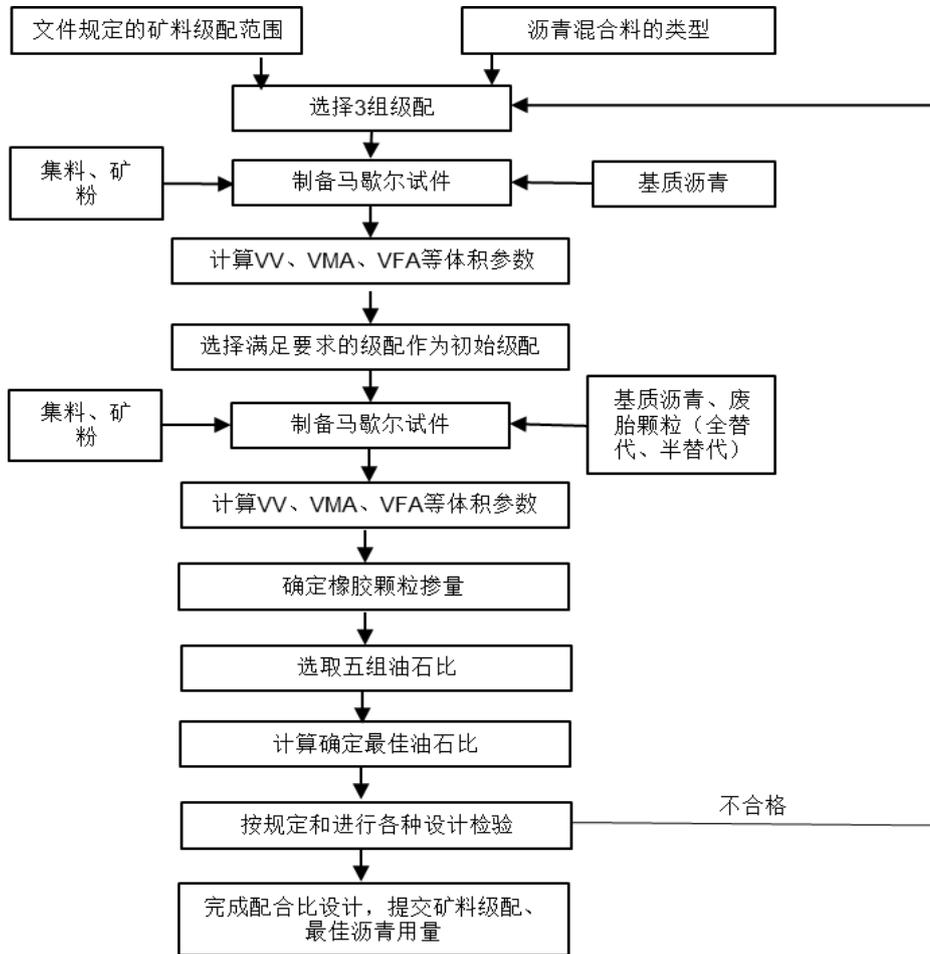


图1 废胎颗粒沥青混合料的目标配合比流程图

5.2.2 矿料级配应符合下列规定：

1 调整各种矿料比例,设计3组不同的初选矿料级配,设计级配宜符合表3、表4和表5规定的设计级配范围。

2 初选矿料级配公称最大粒径为9.5mm及以上时,宜以4.75mm筛孔通过百分率处于设计级配范围中值,中值上下一定范围进行选择 and 调整。

3 公称最大粒径为4.75mm及以下时,宜以2.36mm筛孔通过百分率处于设计级配范围中值,中值上下一定范围内进行选择 and 调整。

表 3 AC 型废胎颗粒沥青混合料级配范围

混合料类型		通过下列筛孔/mm 的质量百分率/%											
		26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
AC-25	上限	100	90	83	76	65	52	42	40	33	17	13	7
	下限	90	75	65	57	45	24	16	12	10	5	4	3
AC-20	上限	-	100	92	80	72	56	44	38	30	17	13	7
	下限	-	90	78	62	50	26	16	12	10	5	4	3
AC-13	上限	-	-	-	100	85	68	50	42	36	20	16	8
	下限	-	-	-	90	68	38	24	20	15	7	6	4

表 4 OGFC 型废胎颗粒沥青混合料级配范围

混合料类型		通过下列筛孔/mm 的质量百分率/%					
		16	13.2	9.5	4.75	2.36	0.075
OGFC-13	上限	100	100	60	20	10	4
	下限	-	85	35	4	2	1
OGFC-10	上限	-	100	100	45	8	2.5
	下限	-	-	85	20	2	1

表 5 SMA 型废胎颗粒沥青混合料级配范围

混合料类型		通过下列筛孔/mm 的质量百分率/%									
		16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
SMA-13	上限	100	100	75	34	26	24	22	16	15	12
	下限	-	90	50	20	15	14	12	10	9	8
SMA-10	上限	-	100	100	60	32	29	25	18	16	13
	下限	-	-	90	28	20	16	15	10	9	8

5.2.3 混合料的技术要求应符合表6，表7和表8的规定。当采用其他设计方法时，应按本文件进行马歇尔试验及各项配合比设计检验。

表 6 AC 型废胎颗粒沥青混合料技术要求

项目	单位	参数	
击实次数	次	75 次分阶段击实成型 ^a	
稳定度	kN	≥8	
流值	mm	1.5~5	
设计空隙率 VV	%	3~5	
沥青饱和度 VFA	%	65~85	
矿料间隙率 VMA(当空隙率为 4%时)	相对于以下公称最大粒径 (mm) 的 VMA	单位	参数
	26.5	%	≥12
	19		≥13
	16		≥13.5
	13.2		≥14
	9.5		≥15
	4.75		≥17

^a: 75 次分阶段击实成型, 具体工艺为: 振动台振动 1min, 再双面各击实 25 次, 在试件上表面、下表面和侧面各取 3 个点测量温度, 当平均温度降至 70~80℃时, 进行二次击实, 双面各 50 次。

表 7 SMA 型废胎颗粒沥青混合料技术要求

项目	单位	参数
击实次数	次	50 次分阶段击实成型
稳定度	kN	≥5.5
流值	mm	2~5
设计空隙率 VV	%	3~4
沥青饱和度 VFA	%	75~85

^a: 50 次分阶段击实成型, 具体工艺为: 振动台振动 1min, 再双面各击实 25 次, 在试件上表面、下表面和侧面各取 3 个点测量温度, 当平均温度降至 70~80℃时, 进行二次击实, 双面各 25 次。

表 8 OGFC 型废胎颗粒沥青混合料技术要求

项目	单位	参数
击实次数	次	50 次分阶段击实成型
空隙率	%	18~25
稳定度	kN	≥3.5
^a : 50 次分阶段击实成型, 具体工艺为: 振动台振动 1min, 再双面各击实 25 次, 在试件上表面、下表面和侧面各取 3 个点测量温度, 当平均温度降至 70~80℃时, 进行二次击实, 双面各 25 次。		

5.2.4 进行路用性能试验, 各项性能指标应符合表9, 表10和表11的要求。

表 9 AC 型废胎颗粒沥青混合料路用性能技术要求

项目	单位	参数	试验方法
动稳定度	次/mm	≥1000	符合现行标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20)的有关规定
冻融劈裂强度比	%	≥75	符合现行标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20)的有关规定

表 10 SMA 型废胎颗粒沥青混合料路用性能技术要求

项目	单位	参数	试验方法
沥青析漏量	%	≤0.15	符合现行标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20)的有关规定
肯塔堡飞散损失	%	≤15	符合现行标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20)的有关规定
动稳定度	次/mm	≥1500	符合现行标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20)的有关规定
冻融劈裂强度比	%	≥70	符合现行标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20)的有关规定
渗水系数	mL/min	≤80	符合现行标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20)的有关规定

表 11 OGFC 型废胎颗粒沥青混合料路用性能技术要求

项目	单位	参数	试验方法
沥青析漏量	%	≤0.3	符合现行标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20)的有关规定
肯塔堡飞散损失	%	≤20	符合现行标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20)的有关规定
动稳定度	次/mm	≥1500	符合现行标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20)的有关规定
冻融劈裂强度比	%	≥80	符合现行标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20)的有关规定

5.2.5 废胎颗粒替换方法的具体工艺为：使相同粒径范围，相同体积的废胎颗粒替代相同粒径范围、相同体积的集料。

5.2.6 AC型、SMA型废胎颗粒掺量应不大于混合料的5%，OGFC型废胎颗粒掺量应不大于混合料的1%。

5.3 结构设计

5.3.1 废胎颗粒沥青路面结构设计应包括结构组合设计和结构层厚度确定。

5.3.2 路面结构设计应根据地区气候、交通荷载及其他要求进行整体设计。

5.3.3 废胎颗粒沥青混合料可用于新建道路的上层和中、下面层。

5.3.4 废胎颗粒沥青路面结构厚度设计应符合现行标准《城镇道路路面设计规范》(CJJ 169)中有关规定。

5.3.5 废胎颗粒沥青混凝土面层的厚度应与混凝土最大公称粒径相匹配，最小压实厚度不宜小于混凝土公称最大粒径的3倍。

6 生产工艺

6.1 废胎回收要求

6.1.1 回收的废胎粉应质地均匀，不应含有目测可见的木屑、金属、砂砾、玻璃和污物等杂质。废胎粉中的纤维不应结团、不应有柱状的纤维颗粒。

6.1.2 废胎颗粒可通过物理或化学处理方式粉碎加工而成，宜采用物理粉碎处理法。

6.1.3 应根据废胎颗粒来源，将其分为四级：A级：使用车辆轮胎胎面为原料制成的硫化胶粉；B级：以车辆斜交胎为原料制成的硫化胶粉；C级：以车辆子午胎为原料制成的硫化胶粉；D级：以车辆低速轮胎为原料制成的硫化胶粉。

6.1.4 干法废胎沥青混合料宜采用A级、B级废胎颗粒。

6.2 干法废胎颗粒沥青混合料生产工艺

6.2.1 干法废胎颗粒沥青混合料的生产宜采用间歇式沥青混合料拌合设备，宜使用导热油加热沥青，拌和机宜加设废胎颗粒投放口，投放方法宜为直投法。

6.2.2 干法废胎颗粒沥青混合料拌和时间宜为 20~30s。

6.2.3 废胎颗粒沥青混合料的生产应从原材料的管理、搅拌设备的调试与使用以及混合料生产过程的质量控制与检验等三方面加强对成品料生产质量的管理与控制。

6.2.4 干法处理混合料的拌制工艺应满足以下规定：

- 1 干法处理混合料的拌制应采用直投法的生产工艺。
- 2 干法处理混合料可利用常规的沥青搅拌设备来进行。
- 3 干法处理混合料的反应过程宜在具有良好保温性能的成品料仓内进行。
- 4 干法处理混合料生产过程的的工序温度范围应符合表 12 的规定。

表 12 干法废胎颗粒沥青混合料生产过程的工艺参数控制

工序	温度/℃
拌和（沥青+集料+废胎颗粒）	185~190
混合料出料	170~175
混合料废弃	<160 或>200
混合料储存（运输）	出料后降低不超过 10

7 应用

7.1 施工准备

7.1.1 废胎颗粒沥青路面工程正式开工前,应铺筑试验路段,进行混合料的试拌与试铺试验,确定施工参数,制定正式的施工程序。

7.1.2 进行沥青路面施工之前,应对施工人员进行详细的培训和技术交底,同时,对干法工艺或湿法工艺提前进行试验,保证工艺稳定。

7.1.3 组织下承层的交验,喷洒乳化沥青,沥青面层上的粘层沥青在面层施工前 1 天洒布。

7.1.4 对于开级配废胎颗粒沥青混合料,施工前大气温度应大于 16℃,并在继续上升,路表面温度应大于 21℃。

7.2 废胎沥青混合料的运输

7.3.1 运料车侧面应设有专用检测孔,孔口距车厢底面约 30cm,采用温度计检测沥青混合料的出厂温度和到达现场温度,插入深度要大于 150mm。

7.3.2 运输车车厢四周及顶面应采取保温措施,运输车辆宜为载重 25t 以上自卸汽车。

7.3.3 参与运输混合料的车辆应进行编号，贴于挡风玻璃上，废胎颗粒沥青混合料运输过程应符合现行标准《城镇道路路面设计规范》（CJJ 169）中有关规定。

7.3.4 连续摊铺过程中，运料车在摊铺机前 10~30cm 处停住，不得撞击摊铺机。卸料过程中运料车应挂空档，靠摊铺机推动前进。

7.3.5 运输结束后，应对车厢进行清洗，并喷洒隔离剂。

7.3 废胎沥青混合料的摊铺

7.4.1 应连续稳定地摊铺，摊铺速度宜为 1~3m/min，两台摊铺机距离不应超过 10m。

7.4.2 摊铺机的摊铺速度应调节至与供料、压实速度相平衡，保证连续不断的均衡摊铺，中间不得停顿。摊铺速度控制在 2.5~3.5m/min，以 3.0m/min 为宜。当供料紧张时，可放慢至 2.5m/min，但不得随意频繁的变换速度，当供料断档时间较长时，应停止摊铺，按施工缝处理。

7.4.3 应连续稳定地摊铺，两台摊铺机距离不应超过 10m。对于废胎颗粒沥青混合料，摊铺机的摊铺速度应根据拌和楼的产量、施工机械配套情况及摊铺厚度、摊铺宽度，按 1~3m/min 予以调整选择，做到缓慢、均匀、不间断地摊铺。

7.5 废胎沥青混合料的碾压

7.5.1 宜采用双钢轮压路机进行三阶段“振静结合”碾压法进行碾压：第一阶段控制温度在 115℃~165℃条件下进行；初压完成后进行第二阶段复压，温度控制在 100~115℃；第三阶段，待温度下降至 90~100℃进行终压。如表 13 所示。

7.5.2 开级配混合料宜采用多台 10 吨级的静碾压路机或静作用方式的振动压路机，在每碾压一遍时，同时覆盖整个铺层。碾压遍数宜为 2 遍~3 遍。

7.5.3 应配备足够数量的压路机，废胎颗粒沥青混合料应在摊铺后及时碾压，并在较高温度下完成压实作业。

表 13 碾压工艺

阶段	工艺
第一阶段	初压：双钢轮压路机（10~12/t），采用前静后振法，碾压 2~4 遍；
第二阶段	复压：双钢轮压路机（13~14/t），采用前振后振法，碾压 2~6 遍；
第三阶段	终压：双钢轮压路机（13~14/t），采用静压法，碾压 3~5 遍；

7.6 接缝处理

7.6.1 面层的施工接缝应紧密、平顺。

7.6.2 采用梯队作业的纵向接缝应采用热接缝。面层的纵向接缝与下部结构层的纵向接缝应错开 15cm。

7.6.3 面层的横向接缝应采用垂直的平接缝。相邻两幅面层的横向接缝应错开 1m 以上。面层与下部结构层的横向接缝应错开 1m 以上。

7.7 养护修复

7.7.1 沥青混合料应与原路面沥青混合料类型相同或相近，如难以满足同类型要求，宜使用 AC 型沥青混合料。

7.7.2 压实结束后，路面温度应不低于 90℃。

7.8 开放交通

7.8.1 废胎颗粒沥青路面应自然冷却,在施工完毕 24h 后可开放交通。当要求缩短开放交通时间时,可洒水降温使路表温度低于 40℃方可开放交通。铺筑好的废胎颗粒沥青路面应控制交通,3d 之内重车不宜通过。

7.8.2 铺筑好的废胎颗粒沥青路面保持整洁,不得造成污染,不应在面层上堆放杂物。

本文件用词说明

1 为了便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”，或“不得”。

3) 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”。

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词：

正面词采用“可”；

反面词采用“不可”。

2 本标准中指明应按其他有关标准规范执行的写法为：“应按…执行或采用”，或“应符合…规定(或要求)”，非必须按指定的标准、规范执行的写法为“可参照…”