

SDHTS

团 体 标 准

T/SDHTS XXXXX-XXXX  
代替 T/SDHTS XXXXX-XXXX

沥青拌和站回收粉  
环保型铺面砖应用技术规程

Application technical code of practice for environmental-friendly  
paving brick of asphalt mixing plant recycled powder  
(征求意见稿)

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

山东公路学会 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 ..... 2

4 回收粉环保型铺面砖一般规定 ..... 3

    4.1 类别 ..... 3

    4.2 规格 ..... 3

    4.3 强度等级 ..... 3

    4.4 标记 ..... 3

5 材料要求 ..... 4

    5.1 沥青拌和站回收粉 ..... 4

    5.2 其他材料 ..... 4

6 生产与制备 ..... 5

    6.1 基本要求 ..... 5

    6.2 配合比 ..... 6

    6.3 制备 ..... 6

    6.4 养护 ..... 7

7 技术性能与检验 ..... 8

    7.1 技术性能与抽样 ..... 8

    7.2 质量检验 ..... 10

    7.3 出厂 ..... 11

8 施工与验收 ..... 12

    8.1 一般规定 ..... 12

    8.2 沥青拌和站回收粉环保型铺面砖施工与验收规定 ..... 12

附 录 A ..... 13

附 录 B ..... 15

附 录 C ..... 17

附 录 D ..... 19

## 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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由济南金日公路工程有限公司提出。

本文件由山东公路学会归口。

本文件起草单位：济南金日公路工程有限公司、山东交通学院、山东省大通建设集团有限公司、东汇检测认证集团有限公司、山东科达基建有限公司、济南市交通运输事业发展中心、山东交通职业学院。

主要起草人：熊大路、张爱勤、辛崇升、宋淑琴、刘芝敏、张红光、彭佳琳、李居铜、张旭、黄智德、赵鹏鹏、毕炳祥、王君、齐庆辉、姚美英、刘晓琳、乔开娟、王程、孟令凯、井文波、薛爱永、张玉敏、陈文明、王菲、李念军、孙涌海、倪秀永、于鸿熙、尹成龙

# 沥青拌和站回收粉环保型铺面砖应用技术规程

## 1 范围

本文件规定了沥青拌和站回收粉环保型铺面砖的原材料、配合比设计、生产与制备、技术性能与检验、施工与验收等要求。

本文件适用于城市广场、停车场，人行道、步行街、公园道路，以及坡面防护等道面铺装工程。

## 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。

- GB/T 175—2023 通用硅酸盐水泥
- GB/T 748—2023 抗硫酸盐硅酸盐水泥
- GB/T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
- GB 8076 混凝土外加剂
- GB/T 8533 小型砌块成型机
- GB/T 10294 绝热材料稳态热阻及有关特性的测定防护热板法
- GB/T 12988 无机地面材料耐磨性能试验方法
- GB/T 13693 道路硅酸盐水泥
- GB/T 14684 建设用砂
- GB/T 14685 建设用碎石、卵石
- GB/T 16925 混凝土及其制品耐磨性试验方法（滚珠轴承法）
- GB/T 17671—2021 水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）
- GB/T 18046 用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉
- GB/T 21144—2023 混凝土实心砖
- GB/T 25993 透水路面砖和透水路面板
- GB/T 28635 混凝土路面砖
- GB/T 35164 用于水泥、砂浆和混凝土中的石灰石粉
- GB/T 36515 混凝土制品机械砌块成型机安全要求
- GB/T 50081 混凝土力学性能试验方法标准
- GB/T 50082 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准

GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范  
GB/T 51351 建筑边坡工程施工质量验收标准  
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  
JTG 3430—2020 公路土工试验规程  
JTG 3432—2024 公路工程集料试验规程  
JTG 3450 公路路基路面现场测试规程  
JGJ 63 混凝土用水标准  
JGJ/T 240 再生骨料应用技术规程  
JG/T 376 砂基透水砖  
JG/T 486 混凝土用复合掺合料  
JC/T 446 混凝土路面砖  
JC/T 539 混凝土和砂浆用颜料及其试验方法  
JC/T 870 彩色硅酸盐水泥  
JC/T 920 建材工业用砌块成型机  
JC/T 945 透水砖  
DBJ 01—45 北京市城市道路工程施工技术规程  
DB 11/T 686 透水路面砖施工与验收规程  
DB 37/T 5137 边坡工程施工质量验收标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

沥青拌和站回收粉 asphalt mixing plant recycled powder

在沥青拌和站生产过程中，由砂、石、填料或添加剂等原材料在运输、传送、混合、加热、拌和等多个工序产生的，被拌和机械收尘系统回收的主体粒径小于 0.075mm 的扬尘颗粒物，简称回收粉。

3.2

沥青拌和站回收粉环保型铺面砖 environmental-friendly paving brick of asphalt mixing plant recycled powder

制砖原材料中利用沥青拌和站回收粉取代一定比例的水泥胶结料，并与矿物掺合料、集料、外加剂、水和其他材料等掺配混合后，按照一定加工工艺在工厂制备而成的符合相应技术要求的铺面砖的总称，简称回收粉环保型铺面砖（代号 REB）。

3.3

公称几何尺寸 nominal geometric dimensions

指规定的沥青拌和站回收粉环保型铺面砖的理论尺寸，包括公称厚度、公称长度与公称宽度，是国

家相关标准允许值与实际测量尺寸的一定正负公差范围。

4 回收粉环保型铺面砖一般规定

4.1 类别

- 4.1.1 按回收粉环保型铺面砖的透水性能，分为普通回收粉环保型铺面砖（代号 OREB，简称 O）和透水回收粉环保型铺面砖（代号 PREB，简称 P）。普通回收粉环保型铺面砖内部密实，吸水率一般为 4%~15%。透水回收粉环保型铺面砖具有透水性能，透水系数不小于  $1\times 10^{-2}\text{cm/s}$ 。
- 4.1.2 按回收粉环保型铺面砖成型材料的组配方式和不同工艺，分为带彩色面层回收粉环保型铺面砖（代号 CREB，简称 C）和通体回收粉环保型铺面砖（代号 FREB，简称 F）。彩色面层回收粉环保型铺面砖是由彩色功能面层及主体两种不同组配材料制成。通体回收粉环保型铺面砖是由同一种配合比组配材料制成。

4.2 规格

- 4.2.1 回收粉环保型铺面砖的形状，包括规则形状和异形两类。其中规则形状回收粉环保型铺面砖又分为长方形、正方形或多边形等形状。
- 4.2.2 回收粉环保型铺面砖的规格应采用公称几何尺寸（公称长度、宽度、厚度）和形状划分。规则形状回收粉环保型铺面砖的规格尺寸要求见表 1。

表 1 规则形状回收粉环保型铺面砖的规格尺寸

边长（公称长度或公称宽度）（mm）	100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600
公称厚度（mm）	60, 65, 70, 75, 80, 90, 100, 120, 150

- 4.2.3 特殊规格尺寸及几何形状的回收粉环保型铺面砖，可根据用户与设计要求确定。

4.3 强度等级

4.3.1 抗压强度等级

按回收粉环保型铺面砖的抗压强度（MPa）分为 C<sub>c</sub>15、C<sub>c</sub>20、C<sub>c</sub>25、C<sub>c</sub>30、C<sub>c</sub>35、C<sub>c</sub>40 六个抗压强度等级。

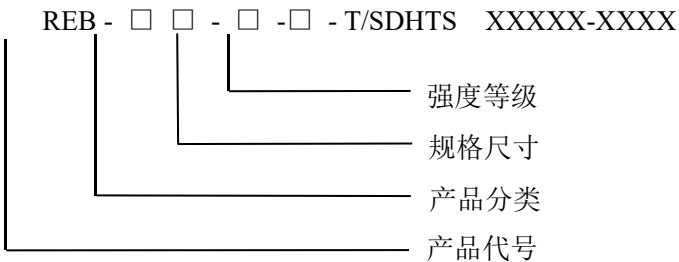
4.3.2 抗折强度等级

按回收粉环保型铺面砖的抗折强度（MPa）分为 C<sub>f</sub>1.5、C<sub>f</sub>2.0、C<sub>f</sub>2.5、C<sub>f</sub>3.0、C<sub>f</sub>3.5、C<sub>f</sub>4.0 六个抗折强度等级。

4.4 标记

沥青拌和站回收粉环保型铺面砖（REB）按产品代号、分类、规格尺寸（公称长度×宽度×厚度）、

强度等级及标准号的顺序进行标记。标记形式如下：



示例：普通回收粉环保型铺面砖，尺寸为 200mm×100mm×60mm，抗压强度等级为 C<sub>c</sub>40，标记为：REB-O-200×100×60-C<sub>c</sub>40-T/SDHTS XXXXX-XXXX。尺寸和抗压强度等级相同的普通彩色面层回收粉环保型铺面砖，则标记为：REB-OC-200×100×60-C<sub>c</sub>40-T/ SDHTS XXXXX-XXXX。

5 材料要求

5.1 沥青拌和站回收粉

5.1.1 回收粉的化学成分要求

沥青拌和站回收粉宜采用干式集尘系统收集的回收粉。回收粉的化学成分应符合 CaCO<sub>3</sub> 含量不低于 60.0%的要求，试验方法应按照 GB/T 5762 测定 CaO 含量，再乘以 1.785 折算为 CaCO<sub>3</sub> 含量。

5.1.2 回收粉的技术要求

沥青拌和站回收粉的技术性能包括物理、力学和环保性能，技术指标应符合表 2 的要求。

表 2 沥青拌和站回收粉的技术要求

指标		单位	技术要求	试验方法
亚甲蓝值（MB 值）		g/kg	≤1.4	GB/T 35164
流动度比		%	≥88	GB/T 35164
抗压强度比	7d	%	≥60	GB/T 35164
	28d			
表观密度		g/cm <sup>3</sup>	≥2.5	JTG 3432 T 0352
粒度范围	<0.6mm	%	100	JTG 3432 T 0351
	<0.15mm	%	90~100	
	<0.075mm	%	75~100	
外观		—	无团粒结块	目测
含水率		%	≤2	JTG 3430 T 0103

5.2 其他材料

### 5.2.1 胶凝材料

宜采用通用硅酸盐系列水泥，应符合 GB/T 175 的相应规定。对有特殊需求的回收粉环保型铺面砖，也允许采用道路硅酸盐水泥、抗硫酸盐硅酸盐水泥和彩色硅酸盐水泥等特种水泥，应分别符合 GB/T 13693、GB/T 748 和 JC/T 870 的相应规定。

### 5.2.2 集料

宜采用干燥、洁净的天然或人工砂石骨料，也允许使用建筑垃圾及矿山尾矿等固体废弃物再生集料。粗、细集料应符合 GB/T 14684、GB/T 14685 和 JTG 3432 的相应规定，再生集料应符合 JGJ/T 240 的相应规定。

### 5.2.3 掺合料

宜采用粉煤灰、矿渣粉与复合掺合料等，应分别符合 GB/T 1596、GB/T 18046 和 JG/T 486 的相应规定。

### 5.2.4 外加剂

宜采用固态粉状或液态的普通减水剂、高效减水剂及复合型减水剂等，应符合 GB 8076 的相应规定。

### 5.2.5 水

拌和用水与养护用水应符合 JGJ 63 的相应规定。

### 5.2.6 颜料

颜料应符合 JC/T 539 的相应规定。

## 6 生产与制备

### 6.1 基本要求

6.1.1 生产设备、工艺与安全应符合 JC/T 920、GB/T 8533 和 GB/T 36515 等相关技术标准要求，同时应满足国家有关部门的环保要求。

6.1.2 沥青拌和站回收粉环保型铺面砖的配合比应根据原材料的种类、铺面砖的强度等级与耐久性等要求，通过计算和实验室试配等设计确定。

6.1.3 彩色面层回收粉环保型铺面砖饰面层的最小厚度不宜小于 8mm；表面修饰沟槽深度不应超过面层的厚度。对于饰面层进行物理或化学原理深加工的砖面，加工后饰面层最小厚度不宜小于 5mm。

6.1.4 回收粉环保型铺面砖的上表面棱宜有倒角。

6.1.5 回收粉环保型铺面砖宜有定位肋。



6.2 配合比

6.2.1 回收粉环保型铺面砖推荐的基准配合比见表3。

表3 沥青拌和站回收粉环保型铺面砖的基准配合比（相对用量）

类别	胶凝材料	回收粉	集料	水胶比	目标孔隙率
OREB	1	0.1~0.5	1.8~2.5	0.22~0.32	—
PREB	1	0.1~0.5	2.5~5.0	0.20~0.30	10%~25%

注1：一般胶骨比为0.20~0.47；

注2：单位胶凝材料总量，对于普通环保型回收粉铺面砖宜不小于600kg/m³，对于透水环保型回收粉铺面砖的胶凝宜不小于400kg/m³；

注3：制备回收粉环保型铺面砖的集料可采用A（2.5mm以下）、B（1.2~5mm）、C（3~8mm）、D（5~10mm）、E（10mm以上）等多档集料。OREB宜采用C或D单粒级集料，PREB宜选用B单粒级集料或BD两档料、ADE三档料组成混合料，其中推荐级配为B:D=40~60:60~40或A:D:E=10~3:95~40:0~10。

6.2.2 当掺加外加剂及其他助剂或材料时，应根据其种类和特性，通过试验具体确定回收粉环保型铺面砖的配合比。

6.3 制备

6.3.1 机械选配。回收粉环保型铺面砖成型应采用全自动砌块成型机，设备工艺参数应与回收粉环保型铺面砖生产批量、规格尺寸等要求相匹配。

6.3.2 拌和。检验合格的原材料按照配合比自动计量，通过强制式搅拌机充分地混合均匀。对于使用不同状态的外加剂，有如下要求：

a) 使用固态粉状外加剂，应将回收粉、水泥、掺合料、集料、外加剂或其他材料等，按照一定比例进行配制，并干拌1~2min，确保各种原材料均匀混合。水应分两次加入，拌和均匀；

b) 使用液态外加剂，应在搅拌均匀的原材料中分两次加入水和外加剂，并持续搅拌2~3min，直至混合物呈现出颗粒松散且表面均匀的润湿状态。液态外加剂宜预先加入水中混拌均匀。

6.3.3 装模。根据产品不同的规格型号采用不同的成型模具。将搅拌均匀的混合料卸料至输送带，由皮带输送机输送并储存于料斗中。然后，经传送板在模具中均匀布料，装填时需通过自动控制系统控制混合料的厚度和密实度，以确保铺面砖的压实质量。

6.3.4 分层装料要求。对于带彩色面层回收粉环保型铺面砖，应将回收粉环保型铺面砖上面层彩色材料经皮带输送机运送至面料斗中，经面料装置二次布面料后，压制成型。或者先通过面料斗在模具底层撒布一层彩色面料后，再通过料斗装置撒布回收粉环保型铺面砖主体材料，一次压制成型。

6.3.5 成型。可选择以下两种成型方式：

a) 机压式成型方式，适用于原色和彩色水泥面料的回收粉环保型铺面砖。根据产品不同的强度与厚度要求，采用不同的成型压力，回收粉环保型铺面砖的挤压成型应力宜不小于8MPa，压力静压成型的压实时间一般为3~6s。

b) 浇注振动式成型方式，适用于有特殊面料处理的回收粉环保型铺面砖。成型时主要分为面料处理和结构层处理两部分，先将面料放在模具里，调匀后静止 2~3min，倒入结构层混合料压贴在低频振动机上 3~6s，振实后模具内的混合料分布应均匀平整。

6.3.6 成型回收粉环保型铺面砖脱模后，利用叠板机将湿坯随同托板经传输机叠垛 4~6 板后，转运至养护场地进行养护。

对于浇注振动式成型的经特殊面料处理的回收粉环保型铺面砖可延长至脱模时间不少于 3d。

6.3.7 沥青拌和站回收粉环保型铺面砖生产工艺流程如图 1 所示。

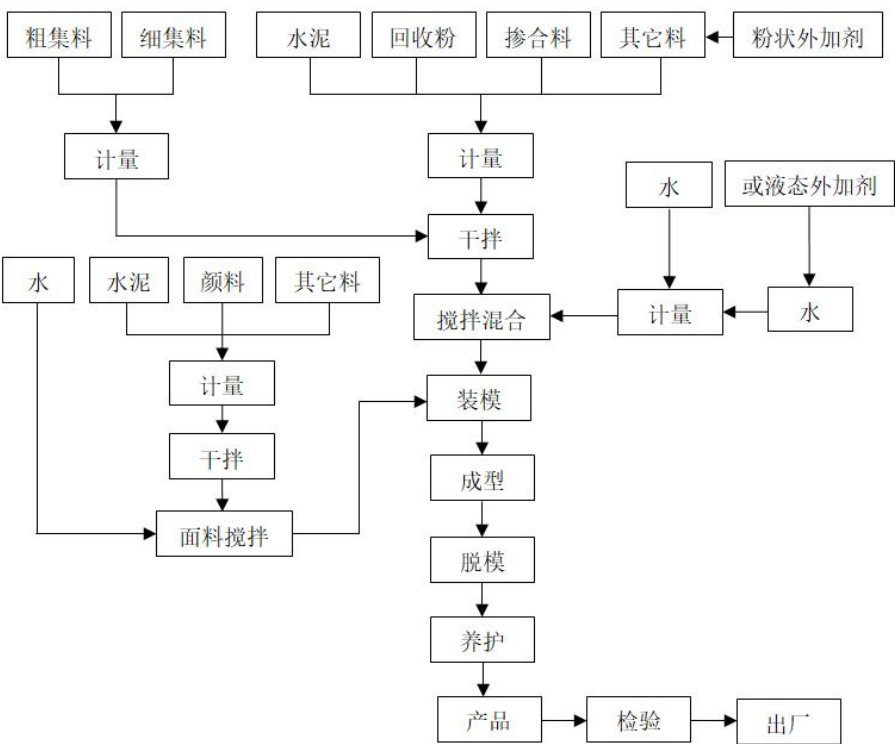


图 1 沥青拌和站回收粉环保型铺面砖生产流程图

6.4 养护

6.4.1 回收粉环保型铺面砖压实后需进行养生，以保证正常固化和硬化，养生用水应与拌和用水相同。

6.4.2 回收粉环保型铺面砖宜采用混合养生与蒸汽养生两种养护制度。

a) 混合养生制度为回收粉环保型铺面砖先采用标准养生 3~7d，再喷淋或喷雾自然养生 4~7d。标准养生温度应为 20℃±5℃；

b) 蒸汽养生制度为回收粉环保型铺面砖在蒸汽装置内静停 4h，装置内相对湿度不小于 90%，温度不小于 5℃，然后蒸汽养护升温，升温速度不大于 10℃/h 至恒温，恒温温度应为 55℃±2℃，恒温蒸汽养护 6~8h，然后降温至环境温度，降温速率不大于 10℃/h。

6.4.3 不同地区的养护制度可根据实际生产情况调整，不作强制性控制，特殊天气情况除外。

6.4.4 养护期间需要注意防护，防止回收粉环保型铺面砖受损破坏。

7 技术性能与检验

7.1 技术性能与抽样

7.1.1 外观质量

沥青拌和站回收粉环保型铺面砖的外观质量应符合表 4 的规定。

表 4 回收粉环保型铺面砖的外观质量与检验

序号	项目		普通回收粉环保型 铺面砖（OREB）		透水回收粉环保型 铺面砖（PREB）		试验方法	抽样		
			优等品	合格品	优等品	合格品				
1	铺装面粘皮或缺损	最大投影尺寸（mm） ≤		0	5.0	5.0	10.0	GB 28635	每检验批抽样数量不少于 50 块	
		深度（mm） ≤		1.0	2.0	2.0	2.5			
2	缺棱或掉角	最大投影尺寸（mm） ≤	铺装面	5.0	10.0	5.0	10.0	GB 28635		
			其他面	10.0	15.0	10.0	20.0			
		累计个数（个） ≤		1	2	1	2			
3	裂纹	贯穿裂纹		不允许	不允许	不允许	不允许	GB 28635		
		非贯穿裂纹长度最大投影尺寸（mm） ≤	铺装面	0	5.0	0	5.0			
			其他面	5.0	10.0	10.0	15.0			
		累计个数（个） ≤		1	2	1	2			
4	分层		不允许	不允许	不允许	不允许	JC/T446			
5	色差、杂色		不明显	不明显	不明显	不明显	GB 28635			
注 1：对于缺棱或掉角的累计个数，其三个方向投影尺寸最大值不大于 2mm 的不计；										
注 2：对于裂缝累计个数，其非贯穿裂纹长度最大投影尺寸不大于 2mm 的不计。										

7.1.2 尺寸允许偏差

沥青拌和站回收粉环保型铺面砖的实际尺寸与公称尺寸的偏差值应符合表 5 的规定。

表 5 回收粉环保型铺面砖的尺寸与检验

序号	项目	普通回收粉环保型铺面砖（OREB）		透水回收粉环保型铺面砖（PREB）		试验方法	抽样
		优等品	合格品	优等品	合格品		
1	长度、宽度（mm）≤	±2.0	±2.0	±2.0	±2.0	GB 28635	每检验批抽样数量不少于 20 块
2	厚度（mm）≤	±2.0	±3.0	±2.0	±3.0		
3	厚度差（mm）≤	2.0	3.0	2.0	3.0		
4	平整度（mm）≤	1.0	2.0	1.5	1.5		
5	垂直度（mm）≤	1.0	2.0	2.0	2.0		

7.1.3 强度等级

沥青拌和站回收粉环保型铺面砖的抗压强度与抗折强度等级应符合表 6 的规定。当回收粉环保型铺面砖公称长度/公称厚度≤4 时，按抗压强度等级分类；当回收粉环保型铺面砖公称长度/公称厚度>4 时，按抗折强度等级分类。

表 6 回收粉环保型铺面砖的强度等级与检验

抗压强度等级	抗压强度（MPa）		抗折强度等级	抗折强度（MPa）		抽样
	平均值	单块最小值		平均值	单块最小值	
C <sub>c</sub> 15	≥15.0	≥12.0	C <sub>f</sub> 1.5	≥1.50	≥1.10（1.00）	每检验批抽样数量每组不少于 10 块
C <sub>c</sub> 20	≥20.0	≥16.0	C <sub>f</sub> 2.0	≥2.00	≥1.50（1.40）	
C <sub>c</sub> 25	≥25.0	≥20.0	C <sub>f</sub> 2.5	≥2.50	≥2.00（1.90）	
C <sub>c</sub> 30	≥30.0	≥25.0	C <sub>f</sub> 3.0	≥3.00	≥2.50（2.40）	
C <sub>c</sub> 35	≥35.0	≥30.0	C <sub>f</sub> 3.5	≥3.50	≥3.00（2.80）	
C <sub>c</sub> 40	≥40.0	≥35.0	C <sub>f</sub> 4.0	≥4.00	≥3.20（3.00）	
注 1：括号中数据为透水回收粉环保型铺面砖抗折强度单块最小值的技术标准；						
注 2：优等品与合格品均应首先符合表 4 的规定；						
注 3：抗折强度试验方法执行本文件附录 A，抗压强度试验方法执行本文件附录 B。						

7.1.4 回收粉环保型铺面砖的其他综合性能

沥青拌和站回收粉环保型铺面砖的物理、耐久与安全等综合性能指标，应符合表 7 的规定。

表 7 回收粉环保型铺面砖的其他综合性能指标与检验

序号	项目			指标		试验方法	抽样	
	性能		指标		优等品			合格品
1	耐磨性		磨坑长度（mm）≤		28.0	32.0	GB/T 12988 （摩擦时间 1min）	每检验批抽样数量每组不少于 5 块
			耐磨度 ≥		1.9	1.5	GB/T 16925	
2	抗冻性	严寒地区 D50 寒冷地区 D35 其他地区 D25	质量损失	外观质量	无掉皮、剥落、分层现象		GB 28635	每月随机抽样数量每组不少于 10 块
				质量损失率（%） ≤	5.0			
			强度损失率（%）≤		20.0			
3	抗盐冻性（受融雪剂腐蚀环境下）		剥落量（g/m <sup>2</sup> ）	平均值 ≤	1000		GB 28635	每月随机抽样数量每组不少于 5 块
				最大值 <	1500			

表 7 回收粉环保型铺面砖的其他综合性能指标与检验（续）

序号	项目		指标		试验方法	抽样
	性能	指标	优等品	合格品		
4	耐蚀性	耐蚀系数 $\geq$	0.80		GB/T 50082	每检验批抽样 数量每组不少 于 5 块
5	透水性	透水系数（cm/s） $\geq$	$2\times 10^{-2}$	$1\times 10^{-2}$	GB/T 25993	
6	吸水性	吸水率（%） $\leq$	10.0	15.0	GB 28635	
7	耐水性	软化系数 $\geq$	0.80		GB/T 21144	
8	防滑性	构造深度（mm）	0.7~1.1	0.5~1.0	附录 C	
		摆式摩擦系数（BPN） $\geq$	60		附录 D	
<div>注 1：磨坑长度与耐磨度两项耐磨性指标可以任选一项进行耐磨性试验。GB/T 16925 适用于受磨面的直径不小于 100mm 的试件，当受磨面直径小于 100mm 时，可采用同材料最小尺寸不小于 100mm 的试件代替试验；</div> <div>注 2：吸水率试验适应于普通回收粉环保型铺面砖；透水系数试验适应于透水回收粉环保型铺面砖；</div> <div>注 3：仅对坡面防护功能的回收粉环保型铺面砖，规定软化系数指标要求；</div> <div>注 4：当回收粉环保型铺面砖（REB）表面有凸起或凹陷装饰纹理，无法进行抗滑性检验时，则认定其抗滑性满足要求。</div>						

## 7.2 质量检验

### 7.2.1 检验分类

检验分为出厂检验与型式检验，检验项目应按照表 8 进行。

表 8 回收粉环保型铺面砖的检验分类

检验类别	尺寸偏差	外观质量	强度等级	耐磨性	抗冻性	抗盐冻性	耐蚀性	透水性	吸水性	防滑性
出厂检验	√	√	√	×	×	×	×	×	√	×
型式检验	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

### 7.2.2 组批检验

以采用同原材料、同配合比、同生产工艺、同类别、同规格和同强度等级的沥青拌和站回收粉环保型铺面砖为一检验批。对于日产量大于 10 万块者，以 10 万块为一检验批；对于日产量不足 10 万块者，检验批亦可按 10 万块计。

### 7.2.3 抽样方法

a) 随机抽样。在抽样前，确定抽样方法，应使得所抽取的试件具有代表性。

- b) 外观质量采取正常检验二次抽样方案。
- c) 尺寸允许偏差采取正常检验二次抽样方案。
- d) 强度等级和其他综合性能检验应从外观质量与尺寸允许偏差合格的试件中抽取。

7.2.4 判定规则

应根据第一次抽样的不合格品数量及第二次抽样的不合格品数量进行判定。外观质量、尺寸偏差、强度等级、物理性能与耐久性能的判定规则见表 9。

表 9 判定规则

判定项目	第 1 次判定		第 2 次判定		总判定			
	判定规则	判定结果	判定规则	判定结果	合格	不合格		
外观质量	$n_1 \leq 3$	合格	—	—	检验结果均符合规定要求时，判定为合格。	若其中有一项检验结果不合格时，判定为不合格。		
	$n_1 \geq 7$	不合格	—	—				
	$3 < n_1 < 7$	第二次抽样	$n_2 \leq 8$	合格				
			$n_2 > 8$	不合格				
尺寸偏差	$n_1 \leq 2$	合格	—	—				
	$n_1 \geq 3$	不合格	—	—				
强度等级	当抗压强度与抗折强度符合表 6 规定时，判定该项目合格；否则，判为不合格。							
物理性能	当各项物理性能指标符合表 7 规定时，判定该项目合格；否则，判为不合格。							
耐久性能	当各项耐久性能指标符合表 7 规定时，判定该项目合格；否则，判为不合格。							
注 1： $n_1$ 为第一次抽样不合格数；								
注 2： $n_2$ 为两次抽样不合格数（包含第一次抽样不合格数）。								

7.3 出厂

7.3.1 出厂要求

- a) 沥青拌和站回收粉环保型铺面砖出厂时，应向用户提供产品检验报告、产品质量合格证等质量证明材料；
- b) 包装宜采用吊装托架包装、运输，应捆扎牢固。

7.3.2 运输与储存

- a) 产品装、卸时应轻拿轻放，严禁抛、掷；运输时应避免碰撞，造成产品不必要的损伤；
- b) 贮存场地应平整、坚实，应按批次、类别、规格、强度等级分别码放和贮存。散装堆垛高度不应超过 1.5 m。

8 施工与验收

8.1 一般规定

- 8.1.1 沥青拌和站回收粉环保型铺面砖应按照工程应用要求、铺面砖的功能与用途进行分类施工。
- 8.1.2 沥青拌和站回收粉环保型铺面砖的施工与验收，可参照图 2 施工主要流程进行。对于不同功能的回收粉环保型铺面砖，则应具体执行相应的标准。

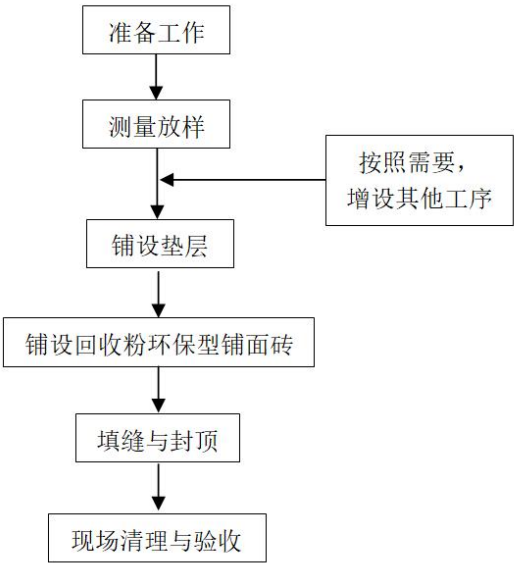


图 2 沥青拌和站回收粉环保型铺面砖施工主要流程图

8.2 沥青拌和站回收粉环保型铺面砖施工与验收规定

- 8.2.1 普通回收粉环保型铺面砖用于人行道、广场、停车场等工程的施工与质量验收，应执行 DBJ 01—45 的相应规定。
- 8.2.2 透水回收粉环保型铺面砖用于人行道、广场、停车场等工程的施工与质量验收，应执行 DB11/T 686 的相应规定。
- 8.2.3 回收粉环保型铺面砖用于挡土墙或坡面防护工程的施工与质量验收，应执行 GB/T 51351 与 DB37/T 5137 的相应规定。

附 录 A

回收粉环保型铺面砖的抗折强度试验方法

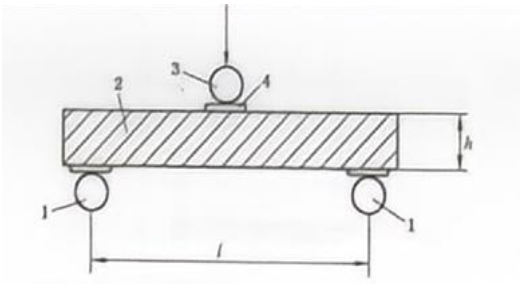
A. 1 试验设备

A. 1. 1 试验机

试验机可采用带有自动控制与数据采集功能的抗折试验机、万能试验机或带有抗折试验夹具的压力试验机。试验机的精度应达到其示值相对误差不大于±1%的要求。试件的预期破坏荷载值应在满量程的20%~80%。试验机的上下压板尺寸应大于试件的大面尺寸。

A. 1. 2 支座和加压棒

支座的两个抗折支承棒和加压棒如图 A.1 所示，两个支承棒和加压棒的直径为 25~40mm 的钢棒，其中一个支承棒应能滚动并可自由调整水平。



1-支座；2-试件；3-加压棒；4-胶合板垫片

图 A. 1 抗折支座和加压棒示意图

每片垫片的宽 15mm±1mm、厚 4mm±1mm，垫片长度应至少比试件宽度长 10 mm。垫板的材质为五合板。

A. 1. 3 量尺

钢直尺：分度值 1mm。游标卡尺：0~1000mm，精度 0.02 mm。

A. 2 试样

A. 2. 1 每组抗折强度试件数量为 10 块。

A. 2. 2 试验前用量尺测量试件的实际尺寸。在回收粉环保型铺面砖的长度与宽度方向的两侧与中间三个位置各测量 3 次，分别取其平均值作为长度与宽度的实际尺寸。测量回收粉环保型铺面砖四个方向的厚度，取其平均值作为厚度的实际尺寸。

A. 3 试验步骤

A. 3. 1 清除试件表面的松动颗粒或粘渣，保持试件表面清洁、无杂物，放入室温为 20℃±5℃的水中



浸泡  $24\text{h} \pm 0.5\text{h}$ 。注意，浸泡时，试件底面应垫有支撑使其不能直接接触水槽底面。水应没过试件表面  $25\text{mm}$ ，且试件之间的间距为  $25\text{mm}$ 。

A. 3. 2 取出试件，用海绵或拧干的湿毛巾擦去表面水分，立即将试件延长度方向（表面朝上）放置在试验机下压板的中心位置，支座的端面中心距试件端部的距离为  $25\text{mm} \pm 5\text{mm}$ 。如图 A.1 所示，在支座和加压棒与试件的接触面间垫上垫片。

A. 3. 3 启动试验机，控制加荷速度为  $0.04 \sim 0.06\text{MPa/s}$ ，连续均匀地加荷至试件折断，记录破坏荷载（F）。

A. 3. 4 每次抗折强度试验的断块应立即用拧干的湿毛巾覆盖，以备抗压强度试验使用。

#### A. 4 结果计算与评定

##### A. 4. 1 单块试件的抗折强度

单块试件的抗折强度应按式（A.1）计算：

$$C_f = \frac{3Fl}{2bh^2} \quad (\text{A.1})$$

式中：

$C_f$ ——试件抗折强度，单位为兆帕（MPa）；

$F$ ——试件破坏荷载，单位为牛顿（N）；

$l$ ——两支座间距离，单位为毫米（mm）；

$b$ ——试件宽度，单位为毫米（mm）；

$h$ ——试件厚度，单位为毫米（mm）。

##### A. 4. 2 试验数据处理

以一组 10 个抗折强度试验结果的算术平均值作为试验结果。当 10 个强度值中有超出平均值  $\pm 10\%$  的数据时，应剔除后再取平均值作为抗折强度试验结果；当 10 个强度值中超出平均值  $\pm 10\%$  的数据大于两个时，则该组结果作废。

##### A. 4. 3 试验结果的报告

试验结果以 10 块试件抗折强度的算术平均值和单块最小值表示，结果精确至  $0.01\text{MPa}$ 。

附 录 B

回收粉环保型铺面砖的抗压强度试验方法

B. 1 试验设备与材料

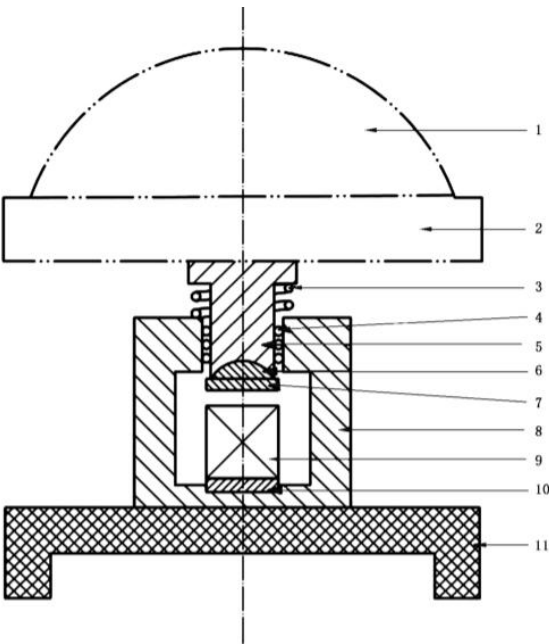
B. 1. 1 试验机

试验机可采用带有自动控制与数据采集功能的压力试验机、抗折试验机。试验机的精度与量程应符合本文件 A.1.1 的规定。

B. 1. 2 抗压夹具

抗压夹具如图 B.1 所示，受压面积为 50mm×50mm。当断块最小宽度尺寸小于 50mm 时，可采用受压面积为 40mm×40mm 的抗压夹具。使用时，应把它放在压力机的上下压板之间并与压力机处于同一轴线，以便将压力机的荷载传递至铺面砖试体表面。

抗压夹具为钢制，应符合 JC/T 683 的相关要求。



1-压力机球座；2-压力机上压板；3-复位弹簧；4-滚珠轴承；5-滑块；6-夹具球座；7-夹具上压板；8-夹具框架；9-试体；  
10-夹具下压板；11-压力机下压板

图 B. 1 抗压夹具示意图

B. 1. 3 量尺

钢直尺与游标卡尺，量程与精度应符合本文件 A.1.3 的规定。

B. 1. 4 细砂

粒径为 0.15~0.3mm，洁净干燥的细砂。试验时应调整至饱和面干状态。

B. 2 试样

B.2.1 每组抗压强度试件为随机抽取的抗折强度试件断块，数量不少于 10 块。

B.2.2 试验前应选择与试件尺寸适宜的夹具，并确定夹具上（或下）压板的受压面积。

### B.3 试验步骤

B.3.1 抗折强度试验完成后，应将抗压夹具放置在试验机下压板的中心位置，并立即随机取出断块试件（表面朝上）进行抗压强度试验。当试件的两个受压面不平行或不平整时，可在抗压夹具的下压板表面撒少许饱和面干状态的细砂，轻压试件整平下表面。然后，在试件上表面撒少许同样细砂，填平表面（注意：细砂量应以其填满试件上下两个面的构造深度且平行平整为宜）。扫去留在夹具与试验机下压板上多余的细砂。

B.3.2 启动试验机连续均匀地加荷，加荷速度为 0.4~0.6MPa/s，直至试件破坏，记录破坏荷载（F）。

### B.4 结果计算与评定

#### B.4.1 单块试件的抗折强度

单块试件的抗折强度应按式（B.1）计算：

$$C_c = \frac{F}{A} \quad (\text{B.1})$$

式中：

$C_c$ ——试件抗压强度，单位为兆帕（MPa）；

$F$ ——试件破坏荷载，单位为牛顿（N）；

$A$ ——试件实际受压面积，即夹具上（或下）压板的受压面积，单位为平方毫米（mm<sup>2</sup>）。

#### B.4.2 试验数据处理

以一组 10 个抗压强度试验结果的算术平均值作为试验结果。当 10 个强度值中有一个超出平均值的 ±10% 时，应剔除后再取平均值作为抗压强度试验结果；当 10 个强度值中再有一个超出平均值的 ±10% 时，则该组结果作废。

#### B.4.3 试验结果的报告

试验结果以 10 块试件抗压强度的算术平均值和单块最小值表示，结果精确至 0.1MPa。

附 录 C

普通回收粉环保型铺面砖的表面构造深度试验方法

C.1 试验设备与材料

C.1.1 手工砂铺仪

由量砂筒、推平板组成，具体技术要求如下：

1 量砂筒：形状尺寸如图 C.1，并配有刮平筒口量砂的专用刮尺。量砂筒容积（V）有三种规格，可通过称量量砂筒中水的质量进行体积标定。

量砂筒容积应根据回收粉环保型铺面砖的尺寸选择，如表 C.1。

表 C.1 构造深度量砂筒容积与回收粉环保型铺面砖尺寸的关系表

回收粉环保型铺面砖短边最小尺寸 (mm)	容量筒容积 (mL)	试件数量 (块/组)
≥300	25±0.15	3
200~300	12±0.10	5
100~100	6±0.05	5

2 推平板：形状尺寸如图 C.2，推平板应为木制或铝制，直径 50mm，底面粘一层厚 1.5mm 的橡胶片，上面有一圆柱把手。

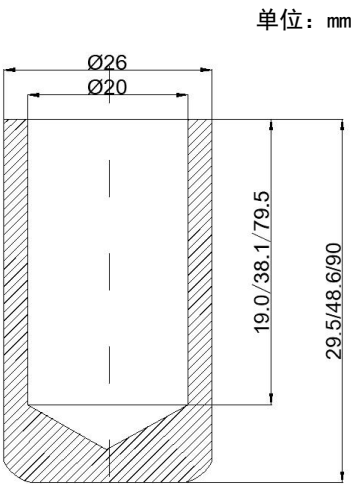


图 C.1 量砂筒

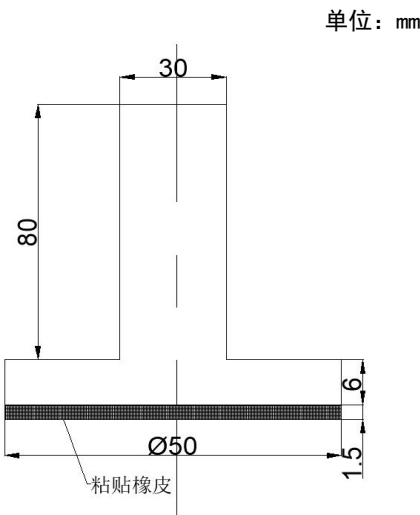


图 C.2 推平板

C.1.2 量尺：钢板尺，精度 1mm。

C.1.3 量砂：粒径 0.15~0.30mm，干燥洁净的匀质砂。试验时，量砂只能一次性使用，不得重复使用。

C.2 试样

C.2.1 每组构造深度试件数量应按符合表 C.1 的规定，为 3~5 块。

C.2.2 构造深度试件应干燥，洁净。

### C.3 试验温度

室内温度为  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度大于 60%。

### C.4 测试步骤

C.4.1 用毛刷将铺面砖表面清扫干净。

C.4.2 用小铲向量砂筒中缓缓注入准备好的量砂至高出量筒成尖顶状，手提量砂筒上部，用钢尺轻轻叩打其砂尖顶中部 3 次并沿筒口一次刮平。

C.4.3 将砂倒在回收粉环保型铺面砖的表面中央，用推平板由里向外重复作摊铺运动，稍稍用力将砂向外均匀摊开，使砂填入回收粉环保型铺面砖表面的空隙中，尽可能将砂摊成圆形，不得在表面上留有浮动余砂。

C.4.4 用钢板尺测量铺砂圆两个垂直方向的直径，取其平均值（D），准确至 1mm。

C.4.5 取 3 块或 5 块回收粉环保型铺面砖作为一组试件，重复上述步骤测量，并记录。

### C.5 试验数据处理

#### C.5.1 单块试件的构造深度

单块试件的构造深度按式（C.1）计算：

$$TD = \frac{1000V}{\pi D^2 / 4} \quad (\text{C.1})$$

式中：

TD——构造深度，单位为毫米（mm）；

V——砂的体积，即量砂筒的容积（ $25\text{cm}^3$ 、 $12\text{cm}^3$  或  $6\text{cm}^3$ ）；

D——铺砂的平均直径，单位为毫米（mm）。

#### C.5.2 试验结果的报告

取 3 块或 5 块试件构造深度测试结果的平均值作为试验结果，准确至 0.01mm。

附 录 D

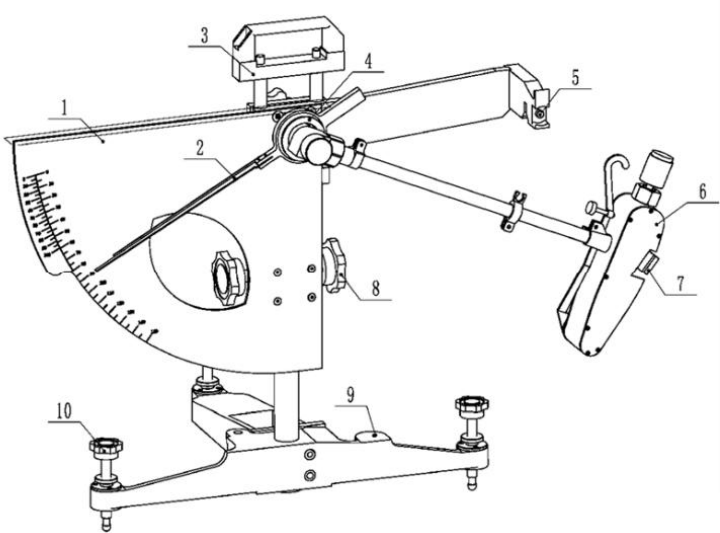
回收粉环保型铺面砖的摆式摩擦系数试验方法

D. 1 试验设备与环境

D. 1. 1 摆式摩擦测定仪

如图 D.1 所示，由支架、度盘、指针、摆等组成。具体技术要求如下：

- 1 摆：摆及摆的连接部分总质量为  $1500g\pm30g$ ，摆动中心至摆的重心距离为  $(410\pm5)$  mm，摆橡胶片端部距摆动中心的距离为 508mm。
- 2 橡胶片：尺寸为  $6.35mm\times25.4mm\times76.2mm$ ，橡胶质量应符合 JTG 3450 T 0964-1 的要求。当橡胶片使用后，出现下列情况之一者：
  - 1) 端部在长度方向上磨耗超过 1.6mm；
  - 2) 边缘在宽度方向上磨耗超过 3.2mm；
  - 3) 有油类污染时，即应更换新橡胶片。新橡胶片应先在干燥回收粉环保型铺面砖表面上测试 10 次后再用于试验，橡胶片的有效使用期自出厂日期起算为 12 个月。
- 3 度盘：测试时由人工通过指针在度盘上直接读值，摆值最小刻度为 2。
- 4 滑动长度量尺：长度 126mm，测定时摆在回收粉环保型铺面砖上滑动长度为  $126mm\pm1mm$ 。



1-度盘；2-指针；3-紧固把手；4-松紧调节螺栓；5-释放开关；6-摆；7-滑溜块；8-升降把手；  
9-水准泡；10-调平螺栓

图 D. 1 摆式摩擦测定仪结构示意图

- D. 1. 2 试件水平固定装置：由双向推拉支承架、卡槽、水准泡调整器、脚螺栓、滑动轮组成。双向推拉长度为 120~620mm，卡槽内壁高度 50mm。
- D. 1. 3 试验温度：室内温度为  $20^{\circ}C\pm2^{\circ}C$ ，相对湿度大于 60%。

D.2 试样

D.2.1 每组摆式摩擦系数试件数量应按表 D.1 确定。

表 D.1 摆式摩擦系数试验的试件数量确定表

回收粉环保型铺面砖短边最小尺寸（mm）	试件数量（块/组）
≥300	3
200~300	5
100~100	5

D.2.2 试验前应去掉试件表面的松动颗粒或粘渣，放入室温度为 20℃±2℃的水中浸泡 2h±0.5h。浸泡方法与要求应符合本文件 A.3.1 的规定。

D.3 测试步骤

- D.3.1 检查摆式摩擦测定仪的调零灵敏情况。
- D.3.2 取出试件，将表面水分擦干，按试件长边与摆的摆动方向平行的原则将其安装在试件固定装置上，盖上拧干的湿毛巾待测定。
- D.3.3 调平摆式摩擦测定仪，指针调零，并校核摆在试件表面的滑动长度为 126mm±1mm。该步骤应符合 JTG 3450—2019 T 0964 中 3.2.2~3.2.4 的规定。
- D.3.4 将摆固定在右侧悬臂上，使摆处于水平位置，并把指针拨至右端靠紧摆杆。
- D.3.5 按下右侧悬臂上的释放开关，使摆在试件表面滑过，当摆杆回落时，用手接住摆杆并读数，但不做记录。
- D.3.6 按上述步骤重复操作 5 次，读记每次测试的摆值。测定要求 5 个摆值中最大值与最小值的差值不得大于 3BPN；当差值大于 3BPN 时，应重复上述步骤至符合规定的误差要求为止。
- D.3.7 按上述方法重复完成 3~5 块试件的摆值测试。

D.4 试验数据处理

- D.4.1 单块试件的摆值计算  
计算单块试件 5 个摆值的算术平均值，作为测试摆值 BPN，精确至 1 BPN。
- D.4.2 试验结果的报告  
取 3 块或 5 块试件摆值的算术平均值，作为该组试件的摩擦摆值 BPN，精确至 1 BPN。

# 沥青拌和站回收粉环保型铺面砖应用技术规程

## 准编制说明

### 一、工作简况

#### (一) 任务来源

根据山东公路学会《关于发布第一批山东公路学会标准立项计划的通知》(鲁公学会[2023]6号),《沥青拌和站回收粉环保型铺面砖应用技术规程》为协会标准制定项目。

本文件由山东公路学会负责管理、发布与组织实施,由山东公路学会归口。

#### (二) 起草单位及任务分工

##### 1.主要起草单位

济南金日公路工程有限公司、山东交通学院

##### 2.参与起草单位

山东省大通建设集团有限公司、东汇检测认证集团有限公司、山东科达基建有限公司、山东交通职业学院、济南市交通运输事业发展中心

##### 3.任务分工

济南金日公路工程有限公司: 组织标准起草工作,把握标准制定技术方向,组织协调标准制定所需资源,组织标准审查、征求意见、报批等工作。

山东交通学院: 确定标准编写框架、编写思路,组织实施标准制



定方案，试验研究内容，调度起草组成员推进标准制定程序和进度。

其他单位：配合主要起草单位的具体任务分工，按计划进度完成相应编制工作。

### （三）标准编制工作过程

济南金日公路工程有限公司于 2023 年 3 月接收到山东公路学会标准编制计划立项通知后，立即牵头成立《沥青拌和站回收粉环保型铺面砖应用技术规程》标准编制筹备组，启动标准起草的准备工作。

标准筹备组讨论了工作进度安排、任务分工及标准的初步思路，正式启动标准编制工作，提出了标准初稿提纲。标准起草组结合现阶段主管部门的发文、要求以及试点实践等进行了深入分析和研究，完成已有标准、文献资料的收集、分析和总结工作。

重点完成了以下工作任务：

（1）前期对沥青拌和站回收粉在铺面砖方向利用现阶段的应用状况进行调研，收集了设计、施工、质量控制及检测结果等详细资料；

（2）收集、整理和分析沥青拌和站回收粉在铺面砖方向利用的相关资料与调研反馈信息，对其资源化利用过程中的关键问题进行沟通，确定标准编制大纲（初稿）；

（3）筹备组开展了前期调研工作，请相关领域单位对标准编制大纲（初稿）提出建议，经起草组汇总讨论后形成标准编制大纲；

（4）经过前期的初步调研，标准起草组认真分析国内外沥青拌和站回收粉环保型铺面砖的研究现状，结合部分参编单位及建设单位技术人员、行业专家对标准编写的思路与意见，起草了《沥青拌和站

回收粉环保型铺面砖应用技术规程》（草案）团体标准，经多次讨论，于 2023 年 12 月完成了标准草案的编写工作。

## 二、标准编制的目的和意义

沥青拌和站将沥青、砂石料、填料或添加剂等材料按照一定的配合比拌和成为沥青混合料，其中，在原材料运输、传送、混合、加热、拌和等多道生产工序中，会产生大量的主要粒径小于 0.075mm 的扬尘颗粒物，由拌和设备收尘系统回收，称为沥青拌和站回收粉（简称回收粉），属于固体废弃物。沥青混凝土在拌和过程中，每生产 100t 沥青混合料将会产生约 5~10t 回收粉。随着公路与城市道路建设的迅猛发展，山东省国省道每年建设里程约为 1.3 万公里，需要沥青拌和站生产沥青混合料 1 亿余吨，累计每年新建与改造农村道路里程，山东省沥青混合料拌和站每年将至少产生回收粉 2000 万吨。而据我国交通运输部发布的数据估算，我国公路里程每年约增长 10 万公里，新、改建农村公路每年约增长 25 万公里，由此可见，我国沥青拌和站每年将产生回收粉多达上亿吨。目前其主要消纳途径是充当部分沥青混合料的填料使用，但因掺量受控使其利用极为有限，因此新产生的与多年堆积如山的回收粉给环境部门和施工单位带来巨大压力，这也成为一直困扰路桥施工企业的一大难题。

回收粉不仅占用大量土地，需花费大量精力和财力围挡掩护，而且环境污染严重，运输与刮风粉尘飞扬，污染大气环境，雨雪天气随水冲流，污染农田水利，给人民群众造成极大危害。如不及时处置利用，环境污染将更加严重。可见，扩大回收粉的研究与利用渠道，并

制定相应的标准使之规范利用，任务艰巨，十分迫切。

虽然回收粉存在占用耕地、资源浪费、污染环境等众多危害，但其具有潜在价值，可有效利用，变废为宝。在国家积极推进实现“双碳”战略目标的大背景下，济南金日公路工程有限公司于2022年立项了山东省工业与信息化厅科技创新项目“沥青拌合站回收粉路面砖性能和生产技术研究”并完成研究任务。依托该项目的研究成果及大量的文献资料，进行“沥青拌和站回收粉环保型铺面砖应用技术规程”编制，旨在有效促进沥青拌和站回收粉固废的规模化与规范化回收利用，提高综合利用率，实现资源循环节约，促进生态文明建设，加速绿色公路低碳循环的全面转型发展。

### 三、标准编制原则和主要内容

#### （一）标准的编制原则

标准编制遵循“规范性、先进性、实用性、可操作性”的总原则，根据大量室内试验和工程实践，提出《沥青拌和站回收粉环保型铺面砖应用技术规程》（草案）。本文件的编写还应遵守如下原则：

（1）认真贯彻国家有关法律法规和方针政策。标准中的所有规定，均不得与现行法律和法规相违背。

（2）充分考虑使用要求，并兼顾全社会的综合效益。满足使用要求是制定标准的重要目的，在考虑使用要求的同时，也应兼顾全社会的利益。

（3）合理利用国家资源，推广先进技术成果，在符合使用要求的情况下，有利于标准对象的简化、选优、通用和互换，做到技术上

先进、经济上合理。

(4) 本文件的编写内容尽可能与其他相关规范、标准协调配套，注重标准的可操作性。制定标准要考虑有利于标准体系的建立和不断完善，保证生产的正常进行和标准的有效实施。

(5) 积极采用国际标准和国外先进标准，有利于促进对外经济技术合作和发展对外贸易，有利于我国标准化与国际接轨。

(6) 本文件依据 GB/T 1.1《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的要求编写和表述。

## (二) 标准主要技术内容说明

本文件的名称表述为《沥青拌和站回收粉环保型铺面砖应用技术规程》。标准内容包括范围、规范性引用文件、术语和定义、回收粉环保型铺面砖的分类、原材料、配合比设计、生产与制备、技术性能与检验、施工与验收等要求及附录。

本文件有关条文说明如下：

### 1 范围

#### (1) 主要技术内容

本章包含对本文件内容的规定、工程适用范围，以及对本文件应用与国家其他相关标准规定的协调关系。

#### (2) 关键内容编制依据

1) 近年来随着城市道路的不断发​​展，国内外越来越多的道路工作者发现铺面砖作为城市道路铺面材料表现出多种优异功能，如与柔性地基的协调性好；适合于城市地下工程的维修与填补；利于城市绿

色环保与生态平衡；景观设计性较为突出等，因此颁布了多部铺面砖的相关标准指导生产与建设。沥青拌和站回收粉环保型铺面砖是利用沥青拌和站回收粉取代 10%~50%水泥等胶凝材料，按照一定生产工艺制备而成环保型铺面砖，可用于城市车行道、广场、停车场，以及人行道、步行街、公园道路等行人交通设施道面和边坡防护工程铺装，实现我国交通基础设施建设的绿色低碳和可持续发展目标。

2) 道路设计中应针对不同性质和功能的场所选用相应的铺面材料和类型。随着我国城市道路环保和景观要求的日益提高，各种新型铺面砖及其应用标准不断推出，尤其近些年我国大力提倡生态文明建设及碳中和、碳达峰的发展目标，再生铺面砖的研发产品趋于成熟，并逐步得到成功应用。

3) 依据《城市道路工程设计规范》（CJJ37）规定，铺面砖可用于城市车行道及行人交通设施等道面铺装，行人交通设施又包括人行道、步行街以及人行横道、人行天桥和人行地道等过街设施。在德国、英国、美国、日本、澳大利亚、新西兰等国家，路面砖广泛铺设于城市车行道、机场道路、人行道、城市广场、步行街、小区道路、园林通道、公园小径及其他室外休闲场地。

沥青拌和站回收粉环保型铺面砖各项性能指标均达到或高于铺面砖的相关技术标准，且功能多样化，耐久性高，低碳环保。因此，提出其适用于城市广场、停车场，人行道、步行街、公园道路，以及边坡防护等道面铺装工程的应用范围。

## 2 规范性引用文件

### (1) 主要技术内容

本文件规范性引用文件为《混凝土路面砖》(GB 28635)、《混凝土路面砖》(JC/T446)、《透水路面砖和透水路面板》(GB/T 25993)、《透水砖》(JC/T 945)、《砂基透水砖》(JG/T 376)、《混凝土力学性能试验方法标准》(GB/T 50081)、《混凝土及其制品耐磨性试验方法(滚珠轴承法)》(GB/T 16925)、《用于水泥、砂浆和混凝土中的石灰石粉》(GB/T 35164)、《建设用砂》(GB/T 14684)、《建设用碎石、卵石》(GB/T 14685)、《通用硅酸盐水泥》(GB/T 175)、《混凝土外加剂》(GB 8076)、《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204)、《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》(GB/T 18046)、《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》(GB/T 1596)、《混凝土用复合掺合料》(JG/T 486)、《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)、《公路工程集料试验规程》(JTG E42)、《混凝土和砂浆用颜料及其试验方法》(JC/T539)、《混凝土用水标准》(JGJ 63)、《水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)》(GB/T 17671)、《公路路基路面现场测试规程》(JTG 3450)、《公路工程质量检验评定标准》(TJG F80/1)等。

### (2) 关键标准引用依据

由于沥青拌和站回收粉环保型铺面砖使用的原材种类较多,必须全面控制其质量;利用沥青拌和站回收粉制备环保型铺面砖,还应对其材料设计、生产技术、产品技术性能指标要求与抽样检验方法,以

及回收粉环保型铺面砖产品的出厂要求、包装、运输与贮存等各个环节进行规定；同时，还应规定回收粉环保型铺面砖的施工应用与验收。因此，编制本文件必须依据我国相关的现行国家标准、行业标准和地方标准等。

### 3 术语和定义

#### （1）主要技术内容

本章规定的主要术语与定义为沥青拌和站回收粉、沥青拌和站回收粉环保型铺面砖和公称几何尺寸。

#### （2）关键技术指标依据

为了便于对本文件专业术语和定义的理解，对沥青拌和站回收粉环保型铺面砖所涉及的相关术语进行了规定，同时规范了现有标准中不明确的术语和定义，未涉及国家现有标准规定的相关术语和定义。

3.1 由拌和机械收尘系统收集的回收粉，主要来源于沥青拌和站生产中冷料与热料的运输、传送、混合、加热、拌和等多道工序，回收粉为颗粒状，粒径一般小于 0.6mm，其中小于 0.075mm 的细粉颗粒应占 75%以上，才能有效提高其水化活性。因此，在给出沥青拌和站回收粉的定义时考虑了其细度，规定其主体粒径应小于 0.075mm。

### 4 回收粉环保型铺面砖一般规定

#### （1）主要技术内容

本章规定的主要技术内容包含沥青拌和站回收粉环保型铺面砖的类别、规格、强度等级和标记。

#### （2）关键技术指标依据

4.2.2 欧洲采用的商品混凝土路面砖主要有 100mm×100mm、150mm×150mm、200mm×200mm 正方形，50mm×100mm、100mm×200mm 长条形等规则形状及工字型、S 型联锁等异形形状，厚度为 40~76mm，其中长条形公称长度:公称宽度=2:1。我国最常见的规则混凝土路面砖尺寸有 100mm×100mm、150mm×150mm、200mm×200mm、300mm×300mm 正方形，100mm×200mm、150mm×300mm、200mm×400mm 长条形，厚度为 60~120mm；护坡工程用预制混凝土砌块尺寸一般为边长 100~600mm、厚度 80~300mm。结合国内外路面砖主要加工尺寸、我国混凝土路面的设计厚度及铺面砖未来的发展趋势，本文件规定了常用规则形状沥青拌和站回收粉环保型铺面砖（REB）的规格尺寸为公称长度或公称宽度为 100~600mm、公称厚度为 60~150mm。

4.3 虽然《混凝土路面砖》（GB 28635）根据市政与交通部门的意见取消了 Cc30、Cc35 等强度等级，但在研究中发现，Cc35 及以下的回收粉环保型铺面砖的防滑、抗冻、抗盐冻、耐蚀、耐热等安全、耐久性能指标均较优良，且应用状态可靠。同时，我国预制混凝土护坡砌块的抗压强度等级范围一般在 Cc15~Cc40，因此，结合我国大力提倡再生材料的研究、应用与推广等指导方针，以及现阶段再生铺面砖的发展现状，本文件规定了回收粉环保型铺面砖的抗压强度（MPa）等级分为 Cc15、Cc20、Cc25、Cc30、Cc35、Cc40 六个等级，抗折强度（MPa）等级分为 C<sub>f</sub>1.5、C<sub>f</sub>2.0、C<sub>f</sub>2.5、C<sub>f</sub>3.0、C<sub>f</sub>3.5、C<sub>f</sub>4.0 六个等级。



介于回收粉环保型铺面砖现阶段的研究成果与安全性考虑，本文件暂未涉 Cc50、C<sub>f</sub>50 及 Cc60、C<sub>f</sub>6.0 等较高强度等级及其指标。

4.4 我国现行标准对铺面砖的标记主要按产品代号、分类、规格尺寸及标准号的顺序进行标记，均未提及强度等级的标记方法。而强度等级作为铺面砖产品质量的重要指标，尤其对于沥青拌和站回收粉环保型铺面砖的质量尤为重要，因此本文件将强度等级作为了回收粉环保型铺面砖的一项标记内容，即沥青拌和站回收粉环保型铺面砖（REB）按产品代号、分类、规格尺寸（公称长度×宽度×厚度）、强度等级及标准号的顺序进行标记，使产品出厂检验、评价、应用与选择更加方便明确。

## 5 材料要求

### （1）主要技术内容

本章规定的主要技术内容包含了回收粉环保型铺面砖对沥青拌和站回收粉技术指标的要求和选用其他原材料的一般规定。

### （2）关键技术指标依据

5.1.1 （1）沥青混凝土拌和站通常采用两级组合除尘。一级集尘装置主要收集颗粒较大的灰尘，常采用干式集尘器。二级集尘装置有湿式集尘器和布袋式集尘器，两者处理方式不同，湿式集尘系统需要配置循环水沉淀池，占地面积大，粉尘不能回收利用，泥浆需要处置；布袋式集尘系统较为复杂，投资费用高，收尘效果优，回收的粉尘可以再利用。本文件规定的沥青拌和站回收粉主要指来源于干式集尘器与布袋式集尘系统可直接利用的回收粉。

对于湿式集尘系统沉淀收集的回收粉因常含有其他有害成分而不能直接利用，如文丘里式湿式集尘器有部分燃烧气体含有  $\text{SO}_2$  溶入水中呈酸性，需再用碱性等化学物质处理，使回收粉受到二次污染，处理较为复杂。因此，本文件暂不涉及湿式集尘系统沉淀的回收粉。

(2) 采用 XRD 对沥青拌和站回收粉进行了化学成分分析，如图 1 XRD 图谱所示，XRD 图谱中 1、2、3 分别表示  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{CaCO}_3$  和  $(\text{Na}_x\text{Ca}_{1-x})(\text{Al}_{1.3}\text{Si}_{2.7}\text{O}_8)$  衍射峰的位置。结果显示，沥青拌和站回收粉的主要化学成分含有  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{CaCO}_3$  和  $(\text{Na}_x\text{Ca}_{1-x})(\text{Al}_{1.3}\text{Si}_{2.7}\text{O}_8)$  三种成分，且根据衍射峰强度定量分析认为  $\text{SiO}_2:\text{CaCO}_3:(\text{Na}_x\text{Ca}_{1-x})(\text{Al}_{1.3}\text{Si}_{2.7}\text{O}_8)$  的大致比例为 25:65:10。其中， $\text{CaCO}_3$  的含量是沥青拌和站回收粉的主要活性成分，有研究表明，当沥青拌和站回收粉中  $\text{CaCO}_3$  含量低于 60% 时，对水泥混凝土的力学与耐久性能影响较大。因此，结合本文件的试验研究结果与文献资料，规定了沥青拌和站回收粉的  $\text{CaCO}_3$  含量应不小于 60%。

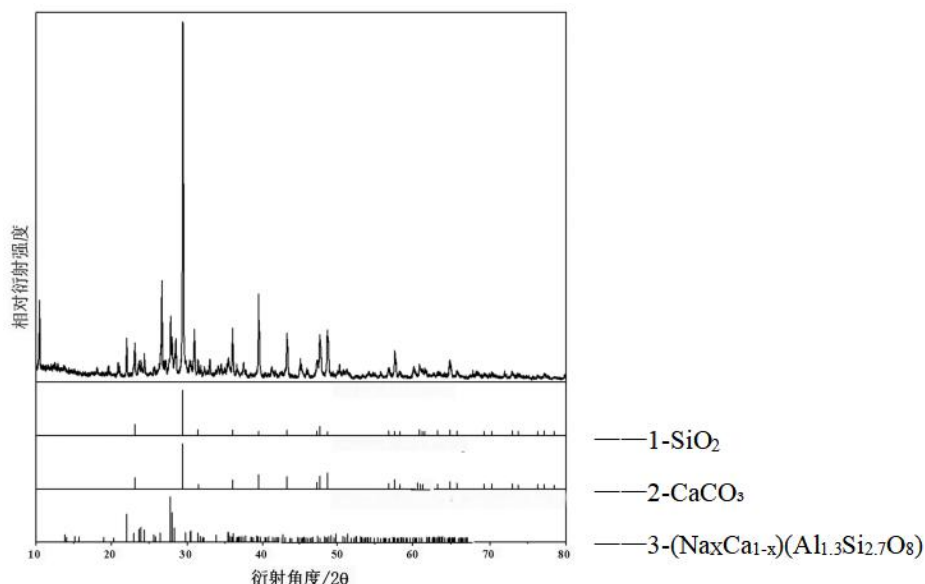


图 1 沥青拌和站回收粉的 XRD 图谱

#### 5.1.2 (1) 亚甲基蓝值 (MB 值) 是科学评价回收粉质量的关键

指标，反映了沥青拌和站回收粉中黏土（膨胀性黏土）颗粒的含量。文献统计资料显示，济南市及其他省市沥青拌和站回收粉的 MB 值大约波动于 0.9~1.4 之间，如表 1 所示。

表 1 我国部分省市沥青拌和站回收粉的 MB 值统计结果

产地	山东济南	江苏徐州	重庆铜梁	浙江金华
MB 值 (g/kg)	1.4	1.0	1.2	0.9~1.1
产地	湖北大冶	河北唐山	陕西咸阳	—
MB 值 (g/kg)	1.0	1.1	1.1	—

对本公司济南金曰公路工程有限公司的沥青拌和站回收粉进行抽样检测统计，其亚甲蓝值一般为 1.2 g/kg。依据试验研究及调查研究的结果（表 1），为控制回收粉中黏土颗粒含量，保证沥青拌和站回收粉环保型铺面砖的原材料质量，本文件规定沥青拌和站回收粉的亚甲蓝值应不大于 1.4 g/kg。

（2）沥青拌和站回收粉主要由沥青混合料原材料在运输、生产过程中产生收集的粉尘组成，其粒径粗细与级配组成将影响回收粉环保型铺面砖的性能。本文件根据对沥青拌和站回收粉的细度与级配研究发现，其级配范围在 0.075mm 通过百分率 75%~100%、0.15mm 通过百分率 90%~100%，且最大粒径不大于 0.6mm 较为适宜，故以此作为沥青拌和站回收粉的粒度范围，而对其细度不再规定。

## 6 生产与制备

### （1）主要技术内容

本章规定的主要技术内容包含回收粉环保型铺面砖生产技术的

基本要求、配合比、制备工艺和养护方法。

## (2) 关键技术指标依据

6.2.1 因砖的尺寸规格较多，其密度需求也不相同，为便于生产配制，表3 沥青拌和站回收粉环保型铺面砖的推荐基准配合比给出了“相对用量配合比”。同时，推荐普通环保型回收粉铺面砖的表观密度一般为 $1680\sim 2500\text{kg/m}^3$ ，透水环保型回收粉铺面砖的表观密度一般为 $1600\sim 2300\text{kg/m}^3$ 。

6.4.2 比较了标准养护、温水养护、电热养护和蒸汽养护四种养护方式的优缺点，见表2。通过试验研究，确定了混合养护与蒸汽养护两种养护制度比较适宜于沥青拌和站回收粉环保型铺面砖，并给出了最佳养护参数。

表2 养护制度比较

养护方式	标准养护	温水养护	电热养护	蒸汽养护
优点	养护成本较低、简单，易操作	养护时间短，操作简单	养护时间短	养护时间短
缺点	养护时间过长，成本相对过高	养护装置投资，成本较高	养护成本高，对技术要求高	养护成本高，操作复杂

因为沥青拌和站回收粉中含有一定的黏土颗粒，具有体积不稳定，遇水膨胀的风险。因此，为保证回收粉环保型铺面砖的强度和体积稳定性，本文件提出先将回收粉环保型铺面砖标准养护或蒸汽养护一定时间使其达到一定强度后，继续采用自然养护方式使其体积均匀变化，

趋于稳定状态。

## 7 技术性能与检验

### （1）主要技术内容

本章规定的主要技术内容包含了回收粉环保型铺面砖的外观质量、尺寸允许偏差、强度等级标准与其他综合性能指标的技术要求及质量检验。

### （2）关键技术指标依据

7.1.1 分层指标通常是指铺面砖成型后由于加料不均匀，配合比不准确，养护制度不合理，砂石含泥量较大等多种因素引起的不均匀分层现象。回收粉环保型铺面砖同样具有上述不良因素，可能引起分层破坏现象，因此对该指标进行了质量要求，通常采用对铺面砖的侧面进行目测检验。

7.1.2 不同标准划分铺面砖级别的方法不同，多数标准将平整度与垂直度归属于外观质量指标。本文件经研究认为，平整度与垂直度规归属于尺寸偏差范畴更为合理。同时，采用五项指标对其几何尺寸偏差进行了较全面的限制。

7.1.3 （1）一般标准中均规定了抗压强度与抗折强度试验的适应条件，即当铺面砖公称长度/公称厚度 $\leq 4$ 时，应进行抗压强度试验；当公称长度/公称厚度 $> 4$ 时，应进行抗折强度试验。但研究认为，对于回收粉环保型铺面砖的铺面功能与结构层位，所有几何形状的回收粉环保型铺面砖均应进行抗压强度与抗折强度试验，并规定了其强度标准。但当回收粉环保型铺面砖公称长度/公称厚度 $\leq 4$ 时，按抗压强

度等级分类；当回收粉环保型铺面砖公称长度/公称厚度 $>4$ 时，按抗折强度等级分类。

(2) 为全面控制沥青拌和站环保型回收粉铺面砖（REB）的力学强度，保证产品质量，达到设计使用寿命，进行了不同组配方法铺面砖的力学性能与回收粉掺量的关系研究。如采用单粒级 3~8mm 与 5~10mm 集料配制回收粉环保型铺面砖的力学强度与回收粉掺量变化规律的试验研究结果见图 2、图 3。

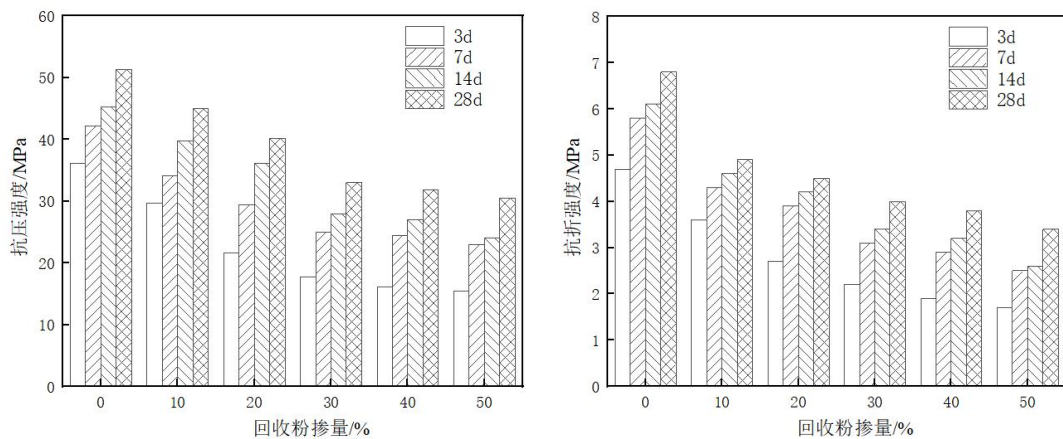


图 2 3~8mm 集料 REB 的力学强度与回收粉掺量关系

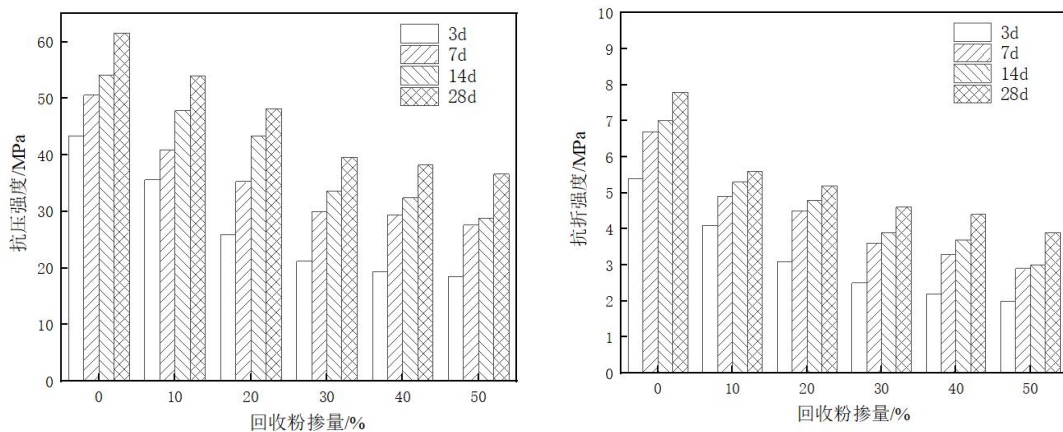


图 3 5~10mm 集料 REB 的力学强度与回收粉掺量关系

依据试验结论与现行标准的规定，本文件规定了沥青拌和站回收粉环保型铺面砖 Cc15、Cc20、Cc25、Cc30、Cc35、Cc40 与 Cf1.5、

C<sub>f</sub>2.0、C<sub>f</sub>2.5、C<sub>f</sub>3.0、C<sub>f</sub>3.5、C<sub>f</sub>4.0 强度等级及其技术指标要求。

7.1.4 (1) 本文件对应优等品、合格品两类质量等级，因此对其综合性能指标也规定了优等品、合格品两类指标。

(2) 与《混凝土路面砖》(GB 28635)、《透水路面砖与透水路面板》(GB/T 25993) 相比较，本文件对沥青拌和站回收粉环保型铺面砖的其他综合性能指标，增加了耐蚀性、抗滑性等检测项目与技术指标，完善了其物理性质、耐久性能和安全性检验项目，以保证产品及其应用质量，为城市居民生活提供良好的生态环境，保障行人与行车安全，提高道路路面的使用寿命。

(3) 参照 GB/T 25993 规定磨坑长度不大于 35mm，结合 GB 28635 提高了 REB 的耐磨性标准要求，规定其磨坑长度指标分别应不大于 28.0mm (优等品) 和 32.0mm (合格品)。

(4) 分析认为，回收粉环保型铺面砖的耐蚀性，除了采用抗盐冻性指标对北方地区抵抗冬季除冰盐的腐蚀加以限制外，对于我国大部分具有腐蚀性地质环境地区（如沿海、盐碱等不良地质区域）应用的回收粉环保型铺面砖也应进行耐腐蚀指标限制。通常，耐蚀系数是普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准中对混凝土抗硫酸盐侵蚀的要求；对于沿海环境，一般氯离子迁移系数小于  $1.5 \times 10^{-12} \text{m/s}$  的混凝土具有优异的抗氯离子渗透性能 (GB 50164)。据此综合考虑，本文件增加了耐蚀系数指标及相应的试验方法。

(5) 本文件研究制定了更适宜回收粉环保型铺面砖抗滑性的检测方法，如摆式摩擦系数与构造深度的检测方法，并参照《公路工程

质量检验评定标准 第一册 建工程》（JTGF80/1）提出了回收粉环保型铺面砖优等品的构造深度指标为 0.7~1.1mm、合格品的构造深度指标为 0.5~1.0mm 的指标要求。

7.2.1 检验分为出厂检验与型式检验，因型式检验包括产品的全部检验项目，因此，对于有下列情况之一者，应进行回收粉环保型铺面砖的型式检验。

- a) 新产品试制定型检验；
- b) 正常生产后，原材料、工艺等发生较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 正常生产时，每半年进行一次；
- d) 产品停产三个月以上恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- f) 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

7.2.2 （1）由于目前国产全自动制砖机的机型不等，按照通常年生产能力范围计算，回收粉环保型铺面砖日最大生产能力约为 8~10 万块/日，因此，确定一个检验批以 10 万块砖计。对于日产量大于 10 万块者，以 10 万块为一检验批；对于日产量不足 10 万块者，检验批亦可按 10 万块计。

（2）对于抽样数量，一般按照每检验批规定抽样检验的频率和数量，但对于抗冻性、抗盐冻性（受融雪剂腐蚀环境下）及耐蚀性指标，考虑其试验周期较长，规定按照每月随机抽取检验数量。



## 附录（试验方法）

### （1）主要技术内容

本章主要内容有附录 A 回收粉环保型铺面砖抗折强度试验方法、附录 B 回收粉环保型铺面砖抗压强度试验方法、附录 C 回收粉环保型铺面砖表面构造深度试验方法、附录 D 回收粉环保型铺面砖摆式摩擦系数试验方法。

### （2）关键技术指标依据

#### 附录 A 回收粉环保型铺面砖抗折强度试验方法

本试验方法制定的总体依据：关于路面砖的抗压强度与抗折强度试验方法，目前《混凝土路面砖》（GB/T 28635）、《混凝土路面砖》（JC/T 446）、《透水路面砖和透水路面板》（GB/T 25993）、《砂基透水砖》（JG/T 376）和《透水砖》（JC/T 945）等标准基本沿用了同一种方法，但均存在着方法不相统一、内容不尽完善、缺少试验结果数据处理规定等问题。关于护坡砖的抗压强度与抗折强度试验方法主要参照《混凝土力学性能试验方法标准》（GB/T 50081），因为护坡砖的规格、形状、空隙率等参数与普通混凝土有一定的差异，因此本文件规定了适用于回收粉环保型铺面砖的抗压与抗折强度试验方法。

本试验方法具体条款的规定依据如下：

#### A.1 试验设备

A.1.1 试验中规定了试验机应带有自动控制与数据采集功能，符合我国仪器设备自动化的发展趋势，尤其采用自动化大型仪器设备，

增加了试验数据采集的精度与可靠性。同时，完善了试验机的上下压板尺寸应大于试件大面尺寸的指导规定。

A. 2. 1 现行相关标准中，路面砖力学试验的样本数一般选取 5 块或 10 块。由于回收粉环保型铺面砖的尺寸范围较大，如其长度与宽度范围在 100~600mm。按照试验方法与统计原则，针对较大尺寸的铺面砖可以取相对小的试验样本数，反之，较小尺寸铺面砖试验则应取较大的样本数。为增加回收粉环保型铺面砖力学试验的可靠性及与数据处理规定的统一性，本试验方法选取了 10 块砖作为抗折强度试验的样本数。

A. 2. 2 本试验方法增加了试验前对试验实际尺寸的测量方法，规范了试件尺寸的具体测量规定。

### A. 3 试验步骤

A. 3. 1 现行规范对试件在水中的浸泡时间的误差范围不尽一致，如规定试件浸泡时间有 24h、 $24h \pm 0.25h$ 、 $24h \pm 3h$  等。通过试验比较与分析认为，浸水时间误差范围越大，对试验结果的影响越大；反之，浸水时间误差范围越小，虽然降低了试验结果的偏差，但由于本试验方法抽取的试验样本数较大，且抗折强度与抗压强度使用了同一批样本，如果试件在水中浸泡的时间误差范围过小，则将增大在此时间范围内完成规定数量试验的风险。因此，综合考虑以上因素与试验结论，确定试件在水中的浸泡时间为  $24h \pm 0.5h$ 。同时增加了浸水的注意事项。

A. 3. 2 提出了采用海绵或拧干的湿毛巾擦去试件表面水分的方

法，以及将试件放置在试验机下压板中心的方法，规定了试件沿长度方向，表面朝上放置，提高了试验方法的指导性。

A. 3. 4 提出了每次抗折强度试验的断块应立即用拧干的湿毛巾覆盖的步骤，以防止试件发生较大程度的干湿变化而增大抗压强度试验结果的偏差。

#### A. 4 结果计算与评定

A. 4. 2 基于数据处理中可疑数据的取舍方法，提出了抗折强度试验数据的处理规定：以一组 10 个抗折强度试验结果的算术平均值作为试验结果。当 10 个强度值中有超出平均值 $\pm 10\%$ 的数据时，应剔除后再取平均值作为抗折强度试验结果；当 10 个强度值中超出平均值 $\pm 10\%$ 的数据大于两个时，则该组结果作废。规定了试验结果评定的科学性与准确性。

### 附录 B 回收粉环保型铺面砖抗压强度试验方法

本试验方法制定的总体依据：关于铺面砖的抗压强度试验方法，存在的问题同附录 A 的条文说明，故制定本试验方法。尤其在样本的选择、试件表面的找平处理、抗压夹具的应用及其数据处理方法等方面做出了具体规定。

本试验方法具体条款的规定依据如下：

#### B. 1 试验设备与材料

B. 1. 2 参照了《透水砖》（JTC/T 945）与《水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）》（GB/T 17671）等标准制定了回收粉环保型铺面砖的抗压强度试验方法。《透水砖》（JTC/T 945）规定透水砖抗压强

度试验方法，是将试件带有水泥净浆的找平面与试验机下压板接触，砖的上表面放置一定尺寸的垫压板进行抗压强度试验；《水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）》（GB/T 17671）规定，对于不规则的水泥胶砂抗折断块，应采用抗压夹具（面积为 40mm×40mm）测试与计算水泥胶砂的抗压强度。本试验方法针对较大尺寸的回收粉环保型铺面砖，如长边尺寸大于 200mm 规格的铺面砖，制定了专用抗压夹具规格为受压面积 50mm×50mm。对于尺寸较小的回收粉环保型铺面砖，可与 GB/T 17671 的夹具（受压面积为 40mm×40mm）通用。

## B.2 试样

B.2.1 现行相关标准中，铺面砖力学试验的样本数一般为抗压强度与抗折强度试件各取 5 块或 10 块，如果以 10 块为例，抗压强度与抗折强度两项试验抽检样本累计需要 20 块。由于回收粉环保型铺面砖规格较多，对于较大尺寸铺面砖而言，抽检样本数越多则造成试验成本增加、工作强度增大、效率降低等浪费越大。因此，借鉴 GB/T 17671 提出了回收粉环保型铺面砖抗压强度的取样方法，即随机抽取抗折强度试验断块至少 10 块作为一组抗压强度试件数量，这样既节省了试样，又增大了检验样本数量。试验验证，在较短时间内循环利用抗折试验断块并完成抗压强度试验完全可行。同时，提出了抗压强度试验样本数至少为 10 块的规定，实际抗压强度样本数最大可取 20 块。

## B.3 试验步骤

B.3.1 现行试验方法一般规定“将试件的两个受压面应平行平整

否则应找平处理，找平层一般为水泥浆且厚度应不大于 5mm”，主要沿用了传统烧结黏土砖的试验方法。而该步骤也是针对烧结黏土砖存在的表面不平整状态会影响抗压强度的试验精度而做出的规定，且该方法在实际操作中存在问题：（1）未对抹平水泥浆的稠度做出规定；（2）水泥浆抹面的方法操作难度较大，水泥浆厚度不易准确量化，难控制，波动大，对试验结果影响较大；（3）水泥净浆抹面后需要在室内养护，时间较长。由于当前各类铺面砖主要为免烧砖，表面平整程度较高，应简化以上步骤，因此，结合回收粉环保型铺面砖的特点，依照 B.1.2 的条文说明，同时参照了《公路路基路面现场测试规程》（JTG 3450）土基现场 CBR 值测试方法（T 0941）与承载板测试土基回弹模量方法（T 0943）中承载板与地面之间撒布少许洁净细砂填平的方法，针对回收粉环保型铺面砖可能存在的表面不平整的情况，制定了撒布少许湿细砂找平回收粉环保型铺面砖表面的方法。考虑试件处于饱水状态，撒布砂采用了处于饱和面干状态的湿细砂，且砂的细度与构造深度试验用砂细度保持了一致，均为 0.15～0.3mm。该方法不但极大地简化了试验步骤，提高了试验效率，而且减小了数据偏差，确实提高了试验的准确度。

#### B. 4 结果计算与评定

B. 4.2 与 A.4.2 同理，基于数据处理中可疑数据的取舍方法，提出了抗压强度试验数据的处理规定：以一组 10 个抗压强度试验结果的算术平均值作为试验结果。当 10 个强度值中有一个超出平均值的  $\pm 10\%$  时，应剔除后再取平均值作为抗压强度试验结果；当 10 个强度

值中再有一个超出平均值的 $\pm 10\%$ 时，则该组结果作废。

### 附录 C 普通回收粉环保型铺面砖表面构造深度试验方法

本试验方法制定的总体依据：目前，铺面砖的相关标准中对于抗滑性能测试基本采用摆式摩擦系数试验，以摆式摩擦系数作为评价指标。该方法虽然适用性广，但试验仪器较重，仪器调整较繁琐。而路面现场检测方法中，手工铺砂法测试路面构造深度 JTG 3450 T 0961 方法简单，操作易行，常作为路面现场检验抗滑性的快速方法。本试验方法利用手工铺砂法测试路面构造深度的试验原理，提出了构造深度作为普通回收粉环保型铺面砖摩擦性的评价指标，并参照 JTG 3450 T 0961 提出了适宜的构造深度检测方法，极大简化了试验过程。

本试验方法具体条款的规定依据如下：

#### C.1 试验设备与材料

C.1.1 与路面现场构造深度试验相比，普通回收粉环保型铺面砖的尺寸大小不一，完全采用  $25\text{cm}^3$  的量砂筒不尽合理，因此通过大量试验研究，提出了检测普通回收粉环保型铺面砖构造深度的量砂筒体积与其规格尺寸之间的关系，并以此提出了适宜于普通回收粉环保型铺面砖短边最小尺寸 $\geq 300\text{mm}$ 、 $200\sim 300\text{mm}$  及  $100\sim 200\text{mm}$  三种规格的量砂筒体积与尺寸，明确了普通回收粉环保型铺面砖试件取样数量及其构造深度的指标要求。

### 附录 D 回收粉环保型铺面砖摆式摩擦系数试验方法

本试验方法制定的总体依据：《混凝土路面砖》（GB 23635）附录 G 防滑性能试验方法与《公路路基路面现场测试规程》（JTG 3450

T 0964) 摆式仪测试路面摩擦系数方法基本一致, 但回收粉环保型铺面砖的表面性质与沥青路面、混凝土路面均不相同, 因此不能直接采纳二者的摆式摩擦系数测试方法评价其抗滑性。

**本试验方法具体条款的规定依据如下:**

#### **D. 1 试验设备与环境**

D. 1. 2 由于铺面砖的面积远远小于路面面积, 在以往的试验过程中发现, 对于铺面砖采用上述方法难以将其固定, 因此当受到摆的冲击作用时, 铺面砖往往会发生位移而影响试验结果的准确性。本试验方法研究并设计了带有水平气泡的回收粉环保型铺面砖试件的固定装置, 每次试验可固定一块试件, 反复连续使用。

本方法规定的试件水平固定装置, 其支承架双向推拉式长度为 120~620mm, 可满足公称尺寸 100mm、150mm、200mm、250mm、300mm、400mm、500mm、600mm 等回收粉环保型铺面砖试件试验使用。支承架卡槽内壁高度为 50mm, 以保证固定回收粉环保型铺面砖 60~150mm 的厚度尺寸, 且不阻挡摆的正常滑动。

#### **D. 2 试样**

D. 2. 1 遵照 JTG 3450 T 0964 同一个测点至少测试 5 次, 每次间隔 3~5m 布设 3 个测点的规定, 本试验方法中试验试件样本数依据回收粉环保型铺面砖的尺寸确定为 3~5 块/组。

D. 2. 2 沥青路面与水泥路面多设计为密级配路面, 较为密致, 尤其沥青路面为憎水性材料, 渗水性极小, 因此, 试验规定采用喷壶直接喷洒润湿路面的方法比较接近户外雨雪天气路面的实际状态, 在湿

路面的不利条件下进行摆式摩擦试验切实可行。但普通回收粉环保型铺面砖的吸水率为 4%~15%，透水回收粉环保型铺面砖的透水率更大，在这种特性下，当遇到雨雪天气时回收粉环保型铺面砖的表面吸水达到饱和状态的速率更快，可见采用喷壶直接喷洒润湿路表面的方法显然不适宜于回收粉环保型铺面砖。为了最大程度模拟实际雨雪天气对回收粉环保型铺面砖表面的影响状态，本试验方法通过试验研究提出了更为合理的规定，即将试件放入室温度为  $20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$  的水中浸泡  $2\text{h}\pm 0.5\text{h}$ ，使砖达到最大吸水饱和状态，在此最不利因素下测试回收粉环保型铺面砖的摆式摩擦系数，并以此评价其耐磨性。

### 三、主要试验(验证)的分析情况

本标准依托 2022 年立项的山东省工业与信息化厅科技创新项目“沥青拌合站回收粉路面砖性能和生产技术研究”，对沥青拌和站回收粉组分及性能进行分析，对沥青拌和站回收粉环保型铺面砖的原材料、配合比、力学强度、耐久性等技术指标进行试验研究，并取得了一定的研究成果。

根据研究成果，课题组于 2022 年 7 月对沥青拌合站回收粉环保型铺面砖进行了人行道试验路现场铺筑。目前经历了近 18 个月的性能监测，道路平整、外形尺寸完整，无砖块断裂、表面磨损、掉渣和冻融破坏等现象发生。

### 四、标准中如果涉及专利，应有明确的知识产权说明

无。

### 五、产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效益等情况



城市道路建设中铺面砖应用十分广泛，市场需要量巨大。而沥青拌和站回收粉环保型铺面砖无需经过高温煅烧，生产工艺简单，不仅解决了回收粉污染环境、乱堆乱弃、占用土地、浪费资源的难题，而且还能使其资源化利用，产生显著的经济、社会和环保效益。本文件规定了回收粉的掺量范围为 10%~50%，可大量节省原材料，且回收粉环保型铺面砖制备简单、性能稳定，可满足不同形状、尺寸和功能的应用需求，因此回收粉环保型铺面砖可获得较高的性价比，本文件对其市场应用推广具有很高的技术价值。

同时，回收粉环保型铺面砖的制备采用与沥青拌和站联产模式，就地取材，减少了回收粉二次运输所带来的成本与环保问题。通过对沥青拌和站回收粉环保型铺面砖的生产技术研究，形成可靠的面向场站使用的生产与制备成套技术支撑，为提高沥青拌和站回收粉的资源化利用开创了一条经济低耗的途径，具有广阔的市场应用价值。

以济南金日公路工程有限公司为例，公司共有三个沥青拌和站，2018~2022 年回收粉回收量约为 50 余万吨，累计往年排放量约计 100 万吨以上，而实际利用率仅为 20%。据不完全调查，山东省有沥青拌和站 300 余座，每年产生的回收粉多达数千万吨。全国有近 10000 座沥青混凝土拌和站，每年产生的回收粉预计多达上亿吨。沥青拌和站回收粉环保型铺面砖所用材料易于获得，生产便捷，利于推广，适用于所有公路建设与施工企业对沥青混合料拌和站回收粉的处置，不但经济利益显著，更是一项利国利民的艰巨使命。若该标准发布实施，该技术将会在济南市、山东省，乃至全国进行推广，规模巨大，可持

续降低道路路面人行道、广场、停车场及边坡防护等工程的铺装成本，促进绿色公路建设可持续的健康发展。

## 六、采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况。

本文件编制未采用国际标准和国外先进标准。

## 七、与现行相关法律法规及标准，特别是强制性标准的协调性

本文件与现行的法律、法规无冲突和违背。

本文件在编制过程中，重点依据或引用了《混凝土路面砖》（GB 28635）、《混凝土路面砖》（JC/T 446）、《透水路面砖和透水路面板》（GB/T 25993）、《透水砖》（JC/T 945）、《砂基透水砖》（JG/T 376）、《混凝土力学性能试验方法标准》（GB/T 50081）、《混凝土及其制品耐磨性试验方法（滚珠轴承法）》（GB/T 16925）、《公路路基路面现场测试规程》（JTG 3450）及《公路工程质量检验评定标准》（TJG F80/1）等国家标准与行业标准的相关内容。部分条款明确的内容要求高于其相关要求。

同时，沥青混合料产生的回收粉综合化利用是沥青拌和站需要迫切解决固废处置的绿色转型方向，也是企业绿色高质量发展的必然趋势，建立和完善回收粉建材资源化利用是公路标准化工程的一项重要基础性工作。本文件的标准化对象主要是沥青拌合站回收粉环保型铺面砖的技术性能控制、生产工艺和施工与验收，本文件为首次提出的技术标准，提出了沥青拌和站回收粉资源化利用的新方向，将有效促进沥青拌和站回收粉固废的规模化与规范化回收利用，为沥青拌和

站回收粉环保型铺面砖的生产、质量控制、施工及推广应用提供了科学系统的技术标准支撑。

## 八、重大分歧意见的处理经过和依据

本文件在编制过程中无重大分歧或意见。

## 九、标准性质的建议说明

本文件为山东公路学会颁布的团体标准。无其他建议说明。

## 十、贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法、实施日期等）

本文件为山东公路学会颁布的团体标准。建议标准自发布日期至实施日期之间的过渡期为 1 个月。

各类工程建设项目是标准实施的主体，为确保其准确理解掌握和执行标准，标准发布后将向标准实施主体进行推广和宣贯，推动标准的落地实施。预计此项工作需要 1 个月的时间。

主要完成方式由本文件的主编、参编单位组成本文件宣贯小组，积极开展本文件的宣贯工作。采用主要形式有：（1）发放纸质材料、组织线上和线下的培训；（2）在建设单位实施本文件时，应由本文件宣贯小组为其提供技术指导。

## 十一、废止现行相关标准的建议

无。

## 十二、其他应予说明的事项

本文件实施的效益分析：编制本文件将有助于指导沥青拌和站回收粉环保型铺面砖在我省的工程施工应用，显著降低生产成本，提高

环保型铺面砖的质量与耐久性，实现绿色低碳材料可持续的发展目标，经济、环境与社会效益显著。