

T/HNSL

河南省水利学会团体标准

T/HNSL 0002—2024

水工橡胶混凝土用废胎橡胶颗粒

Technical specification for rubber particles of rubberized concrete

2024 - 04 - 22 发布

2024 - 07 - 22 实施

河南省水利学会 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 1

4 分类和规格 1

5 基本要求 2

6 试验方法 2

7 检验规则 5

8 包装、标志、运输和储存 6

附 录 A （规范性） 橡胶颗粒改性方法 7

附 录 B （规范性） 溶解度试验方法 8



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。

本文件由河南省水利学会提出并归口管理。

河南省水利科技应用中心（原河南省水利科学研究院）负责具体技术内容的解释。

为提高本文件的质量，请使用单位在执行本文件的过程中，注意总结经验，积累资料，及时将有关意见或建议反馈至河南省水利科技应用中心《水工橡胶混凝土用废胎橡胶颗粒》管理组（地址：郑州市纬五路39号，邮政编码450003），以供今后修订使用。

本文件起草单位：河南省水利科技应用中心、郑州大学、武汉大学、水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院、华北水利水电大学、河南工业大学、河南理工大学、黄河水利委员会黄河水利科学研究院、河南省水利第二工程局集团有限公司、河南省水利第一工程局集团有限公司、河南省水利工程安全技术重点实验室。

本文件主要起草人：袁 群、李平先、曹宏亮、冯凌云、李宗坤、韩菊红、王 娟、张海波、史新伟、李 杉、邓 宇、甘继胜、李子阳、李立青、张国峰、姚 斌、李东森、马 莹、王大辉、谷俊峰、华 莎、耿鹏宇、邹青松、华耀沛、刘再波、王亚兵、潘路路、何翀、卞可、李晓红、张晓磊、郭立军、赵长伟、王桂玉。

水工橡胶混凝土用废胎橡胶颗粒

1 范围

本文件规定了水工橡胶混凝土用废胎橡胶颗粒的分类和规格、基本要求、试验方法、检验规则、包装、标志、运输和储存。

本文件适用于水工橡胶混凝土用废胎橡胶颗粒（以下简称混凝土用橡胶颗粒）的生产、检验、运输和储存。

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 3516 橡胶 溶剂抽出物的测定
GB/T 4498.1 橡胶 灰分的测定 第1部分：马弗炉法
GB/T 14837.3 橡胶和橡胶制品 热重分析法测定硫化胶和未硫化胶的成分 第3部分：抽取后的
烃橡胶、卤化橡胶、聚硅氧烷橡胶
GB/T 19208 硫化橡胶粉
SL/T 352 水工混凝土试验规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

废胎橡胶颗粒 Waste tire rubber particles

汽车废轮胎经粉碎得到的具有一定细度规格的橡胶颗粒，以下简称橡胶颗粒。

3.2

子午胎橡胶颗粒 Radial tire rubber particles

汽车废子午线轮胎经粉碎得到的废胎橡胶颗粒。

3.3

斜交胎橡胶颗粒 Cross-ply tire rubber particles

汽车废斜交轮胎经粉碎得到的废胎橡胶颗粒。

3.4

混凝土用橡胶颗粒 Rubber particles for concrete

满足水工建筑物混凝土用技术要求的废胎橡胶颗粒。

3.5

混凝土用改性橡胶颗粒 Modified rubber particles for concrete

以提高橡胶颗粒稳定性和与水泥基体的粘结质量为目标、经处理的水工橡胶混凝土用废胎橡胶颗粒。

4 分类和规格

4.1 分类

4.1.1 根据废胎来源，废胎橡胶颗粒分为子午胎橡胶颗粒和斜交胎橡胶颗粒。

4.1.2 根据废胎粉碎工艺，废胎颗粒分为常温法粉碎废胎橡胶颗粒、低温冷冻法粉碎废胎橡胶颗粒和常温化学法生产的废胎橡胶颗粒。

4.1.3 根据废胎橡胶颗粒是否经预处理，分为混凝土用橡胶颗粒和混凝土用改性橡胶颗粒。橡胶颗粒改性方法见附录 A。

4.2 规格

依据SL/T 352的有关规定，废胎橡胶颗粒按细度可分为以下四种颗粒：

- a) 橡胶块：粒径大于 5 mm 的橡胶颗粒；
- b) 粗橡胶颗粒：粒径在 2.5 mm~5 mm 的橡胶颗粒；
- c) 细橡胶颗粒：粒径在 0.63 mm~2.5 mm 的橡胶颗粒；
- d) 微细橡胶颗粒：粒径在 0.16 mm~0.63 mm 的橡胶颗粒。

5 基本要求

5.1 外观

废胎橡胶颗粒质地应均匀，应不含有目测可见的杂质，橡胶颗粒中的纤维应不结团，不应有呈编织状的纤维颗粒。

5.2 物理性能

废胎橡胶颗粒的物理性能要求见表1。

表1 橡胶颗粒的物理性能指标

项目	指标要求
相对密度/（g/cm ³ ）	1.10~1.30
含水率/%	<1
铁含量/%	<0.05
纤维含量/%	<1
筛余物/%	<10

5.3 化学性能

废胎橡胶颗粒的化学指标应满足表2的要求。

表2 橡胶颗粒的化学性能指标

项目	指标要求
灰分/%	≤8
丙酮抽出物/%	≤22
炭黑含量/%	≥26
橡胶烃含量/%	≥48
溶解度/%	≥16

6 试验方法

6.1 外观检查

采用外观和手感的方法对废胎橡胶颗粒外观进行检查。混凝土用废胎橡胶颗粒应质地均匀，应不含有目测可见的木屑、砂砾、玻璃和污物等杂质。废胎橡胶颗粒中的纤维应不结团，且不得有柱状的纤维颗粒。

6.2 相对密度测定

6.2.1 试验器具与材料:

- a) 分析天平: 感量不大于 0.0001 g;
- b) 容量瓶: 容量 50 mL;
- c) 烘箱: 温度控制范围为 $(80 \pm 2)^\circ\text{C}$;
- d) 干燥器、浅盘、铝制料勺、温度计等;
- e) 煤油: 2000 mL。

6.2.2 试验步骤:

- a) 将橡胶颗粒装入浅盘, 在温度为 $(80 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重, 并在干燥器内冷却至室温;
- b) 称取烘干橡胶颗粒 10 g, 记为 m_0 并装入盛有半瓶煤油的容量瓶中;
- c) 摇转容量瓶, 使橡胶颗粒在煤油中充分搅动以排除气泡, 塞紧瓶塞, 静置 24 h;
- d) 用滴管添加煤油, 使油面与瓶颈刻度线平齐, 再塞紧瓶塞, 擦干容量瓶外壁, 称其质量为 m_1 ;
- e) 倒出容量瓶中的煤油和试样, 将瓶的内外表面洗净, 再向瓶内加入煤油至瓶颈刻度线, 塞紧瓶塞, 擦干容量瓶外壁, 称其质量为 m_2 。

6.2.3 相对密度应按公式 (1) 计算:

$$\rho_0 = \left[\frac{m_0}{m_0 + m_2 - m_1} \right] \rho \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

ρ_0 ——橡胶颗粒相对密度, 单位为千克每立方米 (kg/m^3);

ρ ——煤油的相对密度, 单位为千克每立方米 (kg/m^3);

m_0 ——试样的烘干质量, 单位为克 (g);

m_1 ——试样、煤油及容量瓶质量, 单位为克 (g);

m_2 ——煤油及容量瓶质量, 单位为克 (g)。

6.2.4 宜采用 6 个样本的平行试验, 以 6 个试样试验结果的算术平均值作为测定值。

6.3 含水率测定

6.3.1 试验器具与材料:

- a) 分析天平: 感量不大于 0.0001 g;
- b) 称量瓶: $\phi 40 \text{ mm} \times 35 \text{ mm}$;
- c) 干燥箱: 内装无水氯化钙或变色硅胶;
- d) 恒温干燥箱: 温度控制范围为 $(80 \pm 2)^\circ\text{C}$, 配备温度均衡自控装置, 精度 $\pm 1^\circ\text{C}$ 。

6.3.2 试验步骤:

- a) 将称量瓶置于温度为 $(80 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的恒温箱中烘干至恒重, 称重 G_0 ;
- b) 称 2 g (精确到 0.0002 g) 橡胶颗粒装入称量瓶内, 称重 G_1 ;
- c) 再将称量瓶放入上述恒温箱中烘干 2 h 取出, 立即放入干燥箱内冷却 30 min 后, 在 1 h 内称重, 称重 G_2 。

6.3.3 含水率应按公式 (2) 计算:

$$w_w = \frac{G_1 - G_2}{G_1 - G_0} \times 100 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

w_w ——含水率, 单位为%;

G_0 ——称量瓶的质量, 单位为克 (g);

G_1 ——烘干前橡胶颗粒的质量加 G_0 , 单位为克 (g);

G_2 ——烘干后橡胶颗粒的质量加 G_0 , 单位为克 (g)。

6.3.4 宜采用 3 个样本的平行试验, 以 3 个试样试验结果的算术平均值作为测定值。3 个测值中的最大值或最小值中如有 1 个与中间值的差值超过中间值的 15% 时, 则把最大及最小值一并舍除, 取中间值作为该组橡胶颗粒的含水率; 如最大值和最小值与中间值的差均超过中间值的 15%, 则该组试件的试验结果无效。

6.4 铁含量测定

6.4.1 试验器具与材料:

- a) 分析天平：感量不大于 0.0001 g；
- b) 马蹄形磁铁；
- c) 表面光滑的纸；
- d) 玻璃棒。

6.4.2 试验步骤：

- a) 随机抽取试样约 15 g，记为 W_1 ，放置于无磁性且面积不小于 300 mm×300 mm 的平坦平面上；
- b) 用玻璃棒将橡胶颗粒摊平，用表面光滑的纸将磁铁包住，将磁铁在试样表面均匀地移动，并停留不少于 15 s；
- c) 将磁铁移出橡胶颗粒摊铺范围，轻敲磁铁，将粘附的橡胶颗粒抖落；
- d) 将磁铁移到指定的容器上方，取出磁铁，将吸附的金属物质放入容器中；
- e) 重复上述过程 3~4 次，直到磁铁表面吸附的橡胶颗粒在轻敲后全部撒落，称量总的铁的质量，记为 W_2 ；
- f) 计算出铁含量。

6.4.3 以质量分数表示铁的含量应按公式（3）计算：

$$w_m = \frac{W_2}{W_1} \times 100 \dots\dots\dots(3)$$

式中：

W_m ——铁含量，单位为%；

W_1 ——吸附前试样的质量，单位为克（g）；

W_2 ——铁吸附物的质量，单位为克（g）。

6.4.4 宜采用 3 个样本的平行试验，以 3 个试样试验结果的算术平均值作为测定值。

6.5 筛余物的测定

6.5.1 试验器具与材料：

- a) 标准筛：不锈钢或黄铜制造，直径为 200 mm，有盖子，有底盘；
- b) 分析天平：感量 0.001 g；
- c) 刷子：尼龙刷；
- d) 广口瓶：大开口，容量 500 mL；
- e) 滑石粉：粒径为 325 目以上的化学纯试剂；
- f) 镊子：试验室用尖嘴镊子；
- g) 玻璃棒。

6.5.2 试样制备：

- a) 用 500 mL 的广口瓶称取无结团的废胎橡胶颗粒试样 100 g（精确至 0.1g）；
- b) 根据样品的粗细称出一定比例的滑石粉：粗于 0.25 mm 的橡胶颗粒所需滑石粉 5 g，0.25 mm 或更细的橡胶颗粒所需滑石粉 15 g；
- c) 将滑石粉倒入称量好的废胎橡胶颗粒试样中，并用玻璃棒将滑石粉与橡胶颗粒样品充分搅拌均匀后待用。

6.5.3 试验步骤：

- a) 将制备好的试样倒入有接受盘的标样筛中筛选，标样筛为标样分样筛和叠加于标样筛上部相邻一级（粒径大于所测标样）的标准筛；
- b) 筛选时以一只手持筛并稍倾斜，使筛中试样均匀分布于网面，另一只手轻轻敲击网框，并水平旋动标准筛；
- c) 经 10 min 钟筛选后，用刷子刷筛样品，至试样 1min 从筛网中的通过量低于 0.1 g，即停止筛选，并称量滞留在筛网内的筛余试样，精确至 0.001 g；
- d) 对通过筛网被盛于接受盘中的试样，则移入下一档筛网中进行上述 b、c 的操作；
- e) 计算筛余物的含量。

6.5.4 筛余物按公式（4）计算：

$$A = \frac{B}{S} \times 100 \dots\dots\dots(4)$$

式中：

- A——筛余物含量，单位为%；
B——滞留在筛网中试样的质量，单位为克（g）；
S——试样的质量，单位为克（g）。

6.5.5 宜采用 3 个样本的平行试验，以 3 个试样试验结果的算术平均值作为测定值。

6.6 其它物质的测定

- 6.6.1 纤维含量按本文件第 6.5 节的方法过筛，将聚集在各层筛网中的纤维球用尖嘴镊子取出，纤维球外包裹着废胎胶粉，先置于平板玻璃上，晃动平板，将缠裹在纤维球外的废胎胶粉去除后，按 GB/T 19208 的有关规定进行测定。
6.6.2 灰分的测定按 GB/T 4498.1 的有关规定进行。
6.6.3 丙酮抽出物的测定按 GB/T 3516 的有关规定进行。
6.6.4 橡胶烃及炭黑含量的测定按 GB/T 14837.3 的有关规定进行。
6.6.5 溶解度按附录 B 的方法进行测定。

7 检验规则

7.1 检验分类和检验项目

7.1.1 检验分型式检验和出厂检验，检验项目见表 3。当采用改性橡胶颗粒时，则应进行溶解度指标的检验。

表3 型式检验和出厂检验项目

序号	检验项目	技术要求	试验方法	型式检验	出厂检验
1	外观	5.1	6.1	√	√
2	相对密度	5.2	6.2	√	√
3	含水率	5.2	6.3	√	√
4	铁含量	5.2	6.4	√	√
5	筛余物	5.2	6.5	√	√
6	纤维含量	5.2	6.6	√	√
7	灰分	5.3	6.6	√	√
8	丙酮抽出物	5.3	6.6	√	√
9	橡胶烃含量	5.3	6.6	√	√
10	炭黑含量	5.3	6.6	√	√
11	溶解度	5.3	6.6	√	√

注：“√”表示需要检验的项目。

- 7.1.2 下列情况下应进行型式检验：
- a) 生产工艺发生变化时；
 - b) 产品的结构、材料及工艺上有较大变动，可能影响产品性能时；
 - c) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
 - d) 相关管理部门有要求时。

7.2 批次与抽样

7.2.1 废胎橡胶颗粒应按每 200 t 为一批次进行化学指标的抽检，按每 10 t 为一批次进行物理指标抽检。

7.2.2 废胎橡胶颗粒检验以批为单位，检验从每批产品中随机抽取不少于 500 g 的样品。

7.3 验收

7.3.1 每验收批次的废胎橡胶颗粒进场复检项目应符合本文件表 1、表 2 的要求。

7.3.2 当试验项目存在不合格项时，应加倍取样进行复验。当复验仍有检测项目不满足标准要求时，应按不合格品处理。

8 包装、标志、运输和储存

8.1 包装

8.1.1 废胎橡胶颗粒采用袋装，内包装材料应为密封防潮结构，外包装材料可由供需双方协商确定。

8.1.2 每批产品应有产品合格证，合格证内容包括：

- a) 产品代号及粉碎工艺；
- b) 商标；
- c) 型号；
- d) 生产日期；
- e) 生产批号；
- f) 物理技术指标；
- g) 化学技术指标。

8.2 标志

在产品每一包装上应给出如下信息：

- a) 生产厂的厂名和商标；
- b) 产品重量；
- c) 产品执行的标准；
- d) 产品名称；
- e) 粒径标识；
- f) 产品批号；
- g) 生产日期。

8.3 运输和储存

8.3.1 橡胶颗粒在运输和储存过程中应有遮盖物，不宜与酸、碱、油和其他影响产品质量的物质一起运输和储存，运输和储存温度应低于 50 °C，距热源 1 m 以上，并离地面、墙壁不少于 200 mm。

8.3.2 橡胶颗粒应储存于通风、干燥的仓库，采取有效的防淋防潮及消防措施。

8.3.3 橡胶颗粒现场储存时间一般不超过 180 d。

附录 A
(规范性)
橡胶颗粒改性方法

A.1 材料

- a) 氢氧化钠 NaOH;
- b) 硅烷偶联剂 KH570;
- c) 乙醇 C_2H_5OH ;
- d) 稀盐酸 HCl;
- e) 水 H_2O 。

A.2 步骤

- a) 配制质量浓度 18%~20%的 NaOH 水溶液;
- b) 硅烷偶联剂 KH570 取橡胶颗粒质量的 1%，配制质量浓度 13%~20%的 KH570 乙醇溶液;
- c) 用水清洗橡胶颗粒上的杂物和附着物后晾干;
- d) 用 NaOH 水溶液浸泡橡胶颗粒 22h~24h;
- e) 用水清洗橡胶颗粒至 pH 值为 7;
- f) 采用配制的 KH570 乙醇溶液，使用喷雾方式充分湿润橡胶颗粒后晾干。

A.3 有效期

改性橡胶颗粒的有效使用期为 28d。

A.4 废水处理

使用后的 NaOH 水溶液用稀盐酸 HCl 调配至 pH 值为 7。

河南省水利学会

HNHES

附 录 B
(规范性)
溶解度试验方法

B.1 仪器和溶剂

索氏提取器是由提取瓶、提取管、球形冷凝器三部分组成的，提取管两侧分别有虹吸管和连接管，各部分连接处严密不漏气。本测定方法选用的溶剂为三氯乙烯。

B.2 测试步骤

- a) 用取样器插入包装袋中央取出样品约 50 g，共取 3 次的试样，总质量约 150 g，放入聚乙烯塑料袋中，混合均匀，从中平行取样 3 个，称取 3 g~5 g 范围试料，精确至 0.1 mg，其质量记为 k_0 ；
- b) 将试样用干燥好的慢速定量滤纸（直径不小于 150 mm）包好，用线扎紧，分析天平称量，精确至 0.1 mg，其质量记为 k_1 ；
- c) 将包扎好的试样放入索氏提取器中；
- d) 在索氏提取器的烧瓶中加入三氯乙烯溶剂，用量为烧瓶容量的 1/2~1/3。打开加热装置和冷却水，调节抽提速度，控制蒸馏出的溶剂从抽提杯中回流的次数为每小时 10 次~20 次，抽提 24 h±0.5 h；
- e) 加热结束后，关闭加热装置和冷却水，移走抽提装置。小心取出滤纸包不至破裂，在空气中放置 30 min 以上使溶剂挥发，然后放入温度为 105℃±2℃ 的鼓风烘箱中干燥 2 h。然后放入干燥器中，冷却至室温，用分析天平称量，精确至 0.1 mg，其质量记为 k_2 ；
- f) 采用已取出的另外 2 个试样，以保持材料的一致性。重复以上步骤，共测试 3 次。试验中极易破裂使不溶物质泄漏，所测数据不准确，必须重新进行试验。

B.3 计算及数据处理

记录得到的每次试样的测量结果，橡胶颗粒中三氯乙烯可溶物含量按公式（B.1）计算每个试样的结果 P_n ，以 3 次试样试验结果的算术平均值作为测定值 P 。

$$P_n = \frac{k_1 - k_2}{k_0} \times 100 \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

- P_n ——试样 n 的可溶物含量，单位为%；
- k_0 ——抽提前试样的质量，单位为克（g）；
- k_1 ——抽提前试样+滤纸的质量，单位为克（g）；
- k_2 ——抽提后试样+滤纸的质量，单位为克（g）。