



团 体 标 准

T/CACE 0147—2024

二氧化碳矿化碱基固废制备建材工艺规程

Technological procedure for preparation of building materials from carbon dioxide mineralized base with alkaline solid waste

2024-12-16 发布

2024-12-16 实施

中国循环经济协会 发 布
中国标准出版社 出 版

目 次

前言
1 范围.....
2 规范性引用文件.....
3 术语和定义.....
4 工艺技术.....
5 产品质量和检验方法.....
6 安全环保要求.....

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。

本文件由中国循环经济协会提出并归口。

本文件起草单位：四川大学、中石化碳产业科技股份有限公司、中煤科工开采研究院有限公司、东方电气集团东方锅炉股份有限公司、四川发展环境科学技术研究院有限公司、中石化南京工程有限公司、四川博菲硕科技有限公司、南京师范大学、中国循环经济协会碳达峰碳中和工作委员会、中国循环经济协会粉煤灰专业委员会、大唐同舟科技有限公司、厦门益材粉煤灰有限责任公司、厦门艾思欧标准砂有限公司。

本文件主要起草人：岳海荣、叶晓东、尹希文、庄原发、张爱民、李蒙、冯浩、赵传文、王晨龙、马奎、王超、宋磊、周昶安、刘涛、钟山、梁斌、陈文钢、陈军、陈曦、李高龙、王海妹、黄显著、冷冰、王慧玮、于秋鸽、崔勇、胡世磊、王波、张洪、屈凌飞、李燕凤、程莹莹、王丹、詹敬杰、刘翠玲、史洋、李永超、李运改、王明荃、朱杰、朱桂彬、段英南、朱文尚。

二氧化碳矿化碱基固废制备建材工艺规程

1 范围

本文件规定了二氧化碳矿化碱基固废制备建材的工艺技术、产品质量和检验方法以及安全环保要求。

本文件适用于以冶炼废渣、电石渣、赤泥等碱基固废矿化制备混凝土砌块、砖材和人造骨料等建材产品的生产工艺。

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 4111 混凝土砌块和砖试验方法
- GB/T 4208 外壳防护等级(IP 代码)
- GB 5086.1 固体废物 浸出毒性浸出方法 翻转法
- GB 8076 混凝土外加剂
- GB/T 8239 普通混凝土小型砌块
- GB/T 8533 小型砌块成型机
- GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB 16297 大气污染物综合排放标准
- GB/T 17431.1 轻集料及其试验方法 第 1 部分：轻集料
- GB/T 17431.2 轻集料及其试验方法 第 2 部分：轻集料试验方法
- GB/T 21144 混凝土实心砖
- GB/T 25708 球磨机和棒磨机
- AQ 1052 矿用二氧化碳传感器通用技术条件
- CECS 257 混凝土砖建筑技术规范
- HG/T 4273 热固性粉末涂料预混合机
- HG/T 20507 自动化仪表选型设计规范
- HG/T 20519 化工工艺设计施工图内容和深度统一规定
- HG/T 20569 机械搅拌设备
- HJ 1091 固体废物再生利用污染防治技术导则
- JB/T 9022 振动筛设计规范
- JB/T 20015 湿法混合制粒机
- JGJ/T 14 混凝土小型空心砌块建筑技术规程
- JGJ 63 混凝土用水标准
- JGJ/T 223 预拌砂浆应用技术规程
- JG/T 238 混凝土标准养护箱
- SH/T 3170 石油化工离心风机工程技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

碱基固废 **alkaline solid waste**

在工业生产活动中产生的 pH 大于 7 的各种碱性废渣、粉尘及其他废物,包括但不限于冶炼废渣、电石渣、赤泥等。

3.2

矿化 **mineralize**

含碱性氧化物的碱基固废在一定条件下与二氧化碳气体发生碳酸化反应的过程。

3.3

固废基建材 **solid waste-based building material**

预处理后的碱基固废,经材料复配、成型处理和矿化反应养护等特定工艺后得到的混凝土砌块、砖材和人造骨料等建材产品。

4 工艺技术

4.1 技术原理

在矿化反应过程中,碱基固废中的碱性氧化物(以 $M \cdot O$ 表示)与二氧化碳气体(CO_2)发生反应并生成碳酸盐($M \cdot CO_3$)的过程。



式中:

$M \cdot O$ ——碱性氧化物;

CO_2 ——二氧化碳气体;

$M \cdot CO_3$ ——碳酸盐。

4.2 主要原料

4.2.1 碱基固废

其水溶液 pH 大于 7 包括但不限于冶炼废渣、电石渣、赤泥等。

4.2.2 二氧化碳气体

体积浓度应不小于 5%。

4.2.3 外加剂

应符合 GB 8076 的规定。

4.2.4 工业用水

应符合 JGJ 63 的规定。

4.3 主要设备

4.3.1 固废破碎机

应包括但不限于下列条件:

- a) 采用颚式破碎机；
- b) 破碎比应不小于 4 : 1。

4.3.2 固废球磨机

应包括但不限于下列条件：

- a) 符合 GB/T 25708 的规定；
- b) 球料比应不小于 1 : 1, 初始装球量应不小于总装球量的 80%；
- c) 粉碎比应不小于 10 : 1。

4.3.3 振动筛

应包括但不限于下列条件：

- a) 符合 JB/T 9022 的规定；
- b) 包括 5 mm 颗粒振动筛、300 μm 粉末振动筛、5 mm~16 mm 料胚振动筛等。

4.3.4 粉体混料机

应包括但不限于下列条件：

- a) 符合 HG/T 4273、HG/T 20569 的规定；
- b) 顶部设置固废渣进料口、工艺水喷嘴和釜底出料口, 底部设置质量传感器；
- c) 搅拌转速应不小于 20 r/min。

4.3.5 造粒机

应包括但不限于下列条件：

- a) 符合 JB/T 20015 的规定；
- b) 成粒率应不小于 93%；
- c) 顶部设置进料口和喷雾装置, 侧部切线方向设置两个出料口和颗粒筛分装置；
- d) 倾角在 35°~55°；
- e) 转速在 10 r/min~18 r/min。

4.3.6 成型机

应包括但不限于下列条件：

- a) 符合 GB/T 8533 的规定；
- b) 最小施加压力应不小于 10.0 MPa；
- c) 模具精度在 $x \pm 0.05x$ 范围内。

4.3.7 矿化反应釜/器

应包括但不限于下列条件：

- a) 采用卧式养护釜；
- b) 顶部设置温湿度传感器、压力仪表, 符合 HG/T 20507 的规定；
- c) 设计压力应不小于 0.3 MPa, 设计温度应不小于 120 °C；
- d) 进口气体管路上设置流量计；
- e) 出口气体管路上设置二氧化碳红外分析仪。

4.3.8 养护箱

应包括但不限于下列条件：

- a) 符合 JG/T 238 的规定；
- b) 养护温度在 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内；
- c) 相对湿度在 $70\% \text{ RH} \sim 90\% \text{ RH}$ 。

4.3.9 引风机

应包括但不限于下列条件：

- a) 符合 SH/T 3170 的规定；
- b) 工作温度应在 $0\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 120\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

4.4 工艺流程

4.4.1 通则

本文件涉及的工艺流程主要由预处理、材料复配、成型、矿化养护四个工段组成。二氧化碳矿化碱基固废制备建材的典型工艺流程图见图 1，其工艺设计应符合 HG/T 20519 的规定。

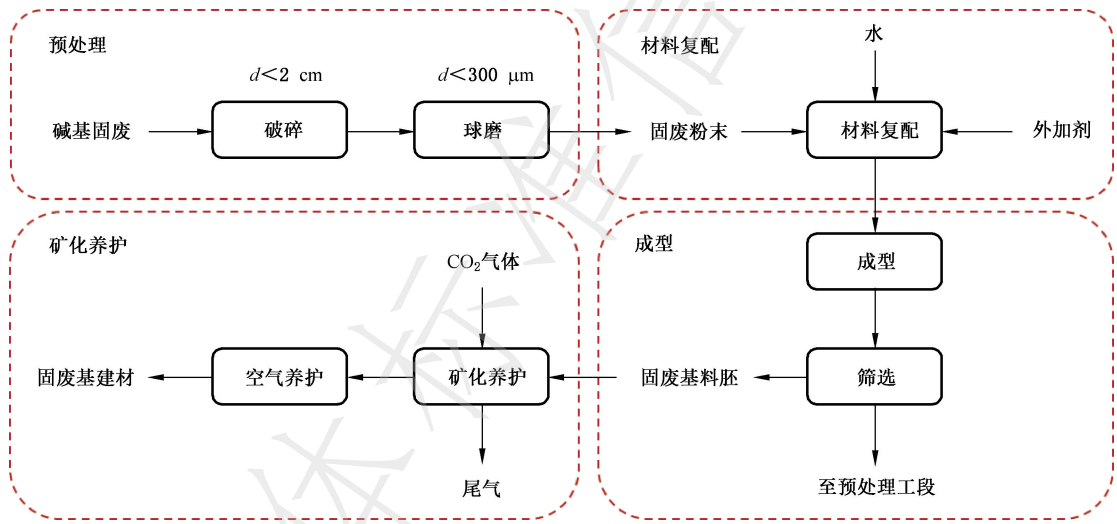


图 1 二氧化碳矿化碱基固废制备建材的典型工艺流程图

4.4.2 预处理

- 4.4.2.1 将碱基固废采用破碎、研磨等方式进行预处理，应符合 HJ 1091 的规定。
- 4.4.2.1 经预处理后的固废粉末粒径应不大于 $300\text{ }\mu\text{m}$ 。

4.4.3 材料复配

- 4.4.3.1 采用预拌方式进行固废材料复配，应符合 JGJ/T 223 的规定。
- 4.4.3.2 采用 2 种~5 种固废材料进行复配，外加剂或水泥质量分数应不大于 5%。
- 4.4.3.3 采用粉体混料机对固废材料进行混合预拌，混料时间应不少于 10 min。
- 4.4.3.4 液固比应在 0.15~0.45。

4.4.4 成型

- 4.4.4.1 采用模具成型的方式制备固废基混凝土砌块，应符合 JGJ/T 14 的规定。
- 4.4.4.2 采用成型机制备固废基砖材，向模具施加的压力应不小于 8.0 MPa，应符合 CECS 257 的规定。
- 4.4.4.3 采用造粒机制备固废基人造骨料，造粒过程中喷洒液固比为 0.05~0.20 的工业用水，固废基人

造骨料料胚的尺寸应符合 GB/T 17431.1 的规定。

4.4.5 矿化养护

4.4.5.1 矿化反应器/釜装填量应在 60%~85%。

4.4.5.2 矿化养护反应温度应为 25℃~80℃,矿化养护龄期应在 2 h~144 h。

4.4.4.3 空气养护温度应为 25℃±2℃,相对湿度应在 50% RH~90% RH。

4.4.4.4 固废基混凝土砌块和砖材的空气养护龄期为 7 d~28 d,固废基人造骨料的空气养护龄期为 3 d~28 d。

5 产品质量和检验方法

5.1 产品质量

5.1.1 固废基混凝土砌块应符合 GB/T 8239 的规定。

5.1.2 固废基砖材应符合 GB/T 21144 的规定。

5.1.3 固废基人造骨料应符合 GB/T 17431.1 的规定。

5.2 检验方法

5.2.1 固废基建材产品的浸出毒性检验方法应按 GB 5086.1 的规定执行。

5.2.2 固废基混凝土砌块和砖材的质量检验方法应按 GB/T 4111 的规定执行。

5.2.3 固废基人造骨料的质量检验方法应按 GB/T 17431.2 的规定执行。

6 安全环保要求

6.1 安全要求

6.1.1 矿化反应器应设置专用接地网,接地电阻应不大于 1 Ω。

6.1.2 矿化反应器外壳防护等级应符合 GB/T 4208 中防尘防水等级 IP55 的规定。

6.1.3 矿化反应器附近应设置二氧化碳浓度检测器,应符合 AQ 1052 的规定。

6.2 环保要求

6.2.1 车间噪声控制应符合 GB 12348 的规定。

6.2.2 尾气排放应符合 GB 16297 的规定。

6.2.3 废水应循环利用。

6.2.4 废渣应循环利用。