

附件

国家工业资源综合利用先进适用工艺技术设备目录 (2023年版) 供需对接指南之六 多固废协同利用工艺技术设备

(一) 新型陶粒高效烧结设备及工艺技术

1. 适用范围

煤矸石、尾矿、粉煤灰、赤泥、污泥、气化渣、冶炼渣尘等固废综合利用。

2. 技术原理及工艺

设备包括窑体平台支架、燃烧系统、台车、风箱及风路循环、电控系统等。

新型高效陶粒烧结设备分为七段：鼓风干燥段、抽风干燥段、预热段、焙烧段、均热段、一冷段、二冷段。

鼓风干燥段的热量来源于二冷段陶粒冷却的热风，抽风干燥段热量来源于预热及焙烧段产生的烟气余热，预热、焙烧、均热段的二次风来源于一冷段高温陶粒冷却的热风，抽干、鼓干、预热及焙烧段产生的废气均送入烟气处理装置，净化后达标排放。烧成过程中，采用热风循环，热风自陶粒中上下穿行，余热得到重复利用，原料内的有机成分氧化，热能充分释放。

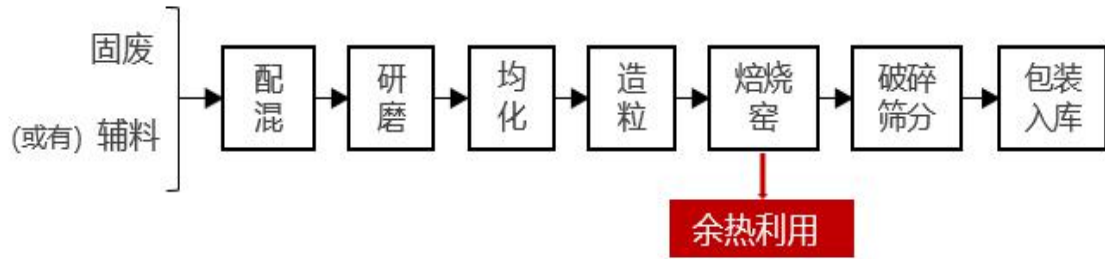


图 1：工艺流程图

3. 技术指标

固废原料研磨细度 250 目，生球含水 13~16%，粒径 8~20mm，烧成温度 1050~1150℃，陶粒筒压强度 $\geq 6\text{MPa}$ ，吸水率 $\leq 10\%$ ，能耗 $\leq 18\text{m}^3/\text{t}$ （天然气）。

4. 技术功能特性

（1）采用隧道窑工艺原理，增加了保温罩，设计平推分散组合式台车烧结和漏风密闭系统，提高了窑体保温性能，同时降低了设备整体的成本。

（2）将烧结设备分为七段：鼓干段、抽干段、余热段、焙烧段、均热段、一冷段、二冷段。烧成自上而下，热风从物料中穿行，通过热风循环做到余热的充分利用，陶粒成品和排烟温度降低到 200℃以下，减少了热能损失。

（3）设备采用 DCS 集中控制，烧成台车自动调配，烧枪自动点火，每段温度可控，进料速度自由设定；配有烧成智能数据记录分析系统，可实现整个烧成的自动控制；气体流量和温度分布的实时优化控制，根据市场生产不同型号产品。

5. 应用案例

该技术由山东义科节能科技股份有限公司提供。2020 年

公司联合北京科技大学研发的黄金尾渣制陶粒生产线在招远建成，项目采用新型陶粒烧结设备，生产的陶粒满足GB/T17431标准，筒压强度达10MPa以上。

6. 未来推广前景

该设备可用于煤矸石、尾矿、粉煤灰、赤泥、污泥、气化渣、冶炼渣尘等固废综合利用，设备占地较小、吃渣量大、生产成本较低，处理量可调节，具有一定推广价值。

(二) 蒸压加气混凝土板材绿色制备工艺技术及数字化成套装备

1. 适用范围

蒸压加气混凝土制品生产。

2. 技术原理及工艺

将含硅质大宗工业固体废弃物、石灰、水泥等原料经粉磨、制浆及配料计量后，充分搅拌浇注至模具车中，待初步水热合成反应完成后进行坯体切割，切割后进入蒸压釜进行蒸养待矿物晶相转变完成后进行出釜打包，生产蒸压加气混凝土板材。

3. 技术指标

生产周期：4-5min/模；成品合格率：≥98%；切割精度：长±2mm，宽±1mm，高±1mm；生产能力 20-30 万 m³/年。

4. 技术功能特性

利用粉煤灰、石粉、陶瓷泥、石英尾矿以及金、铜等各

类金属尾矿等大宗工业废物作为原材料，生产蒸压加气混凝土板材。

5. 应用案例

该技术由安徽科达机电股份有限公司提供，在陕西金方源新型建材科技有限公司加气混凝土板材自动化生产线项目得到产业化应用。项目年生产蒸压加气混凝土板材约 30 万立方米。

6. 未来推广前景

该技术可用于含硅质大宗工业固废生产蒸压加气混凝土板材，具有一定推广价值。

（三）混凝土制品压振一体式成型生产技术与智能化生产线

1. 适用范围

工业固废、建筑垃圾综合利用。

2. 技术原理及工艺

基于伺服振动+高静压有机结合原理，开发了“压振一体，上压下振”的高压振捣挤融成型新工艺及生产装备。制坯顶部设置有垂直向下的高静压的压力，制坯底部设置有台式振动系统（垂直定向简谐振动），垂直向上的定向力可在瞬间产生系统激振加速度能量，实现了成品制坯过程中高效振捣与高静压力两种成坯制式的叠加。该设备可生产高强度的人造仿石制品，也能生产其他多种砖类制品。生产线由物料配料搅拌、高效压振一体复合成型、程控子母窑车转运、全自动

码垛机器人、缠绕打包、托板流转返回及在线制品表面二次编组磨削、远程诊断服务与全线智能控制系统等组成。



“压振一体、上压下振”制品成型新工艺及生产线装备

3. 技术指标

成型制品的最大高度 $\leq 500\text{mm}$ ，生产率 $\geq 150\text{m}^2/\text{h}$ ，振动系统最大激振加速度 $\geq 30\text{g}$ ，电液伺服静压系统额定压力 $\geq 10000\text{kN}$ ，底台高效垂直定向振动系统的振动频率 $0-60\text{Hz}$ ，制品抗压强度 $\geq 70\text{MPa}$ 。

4. 技术功能特性

(1) 生产线可适应刚性物料、软质物料、颗粒型物料、粉料及超细粉料等各类型物料。

(2) 利用“高效振捣(液化)+高强静压(挤融)”复合成型工艺生产高密实度砖及仿石制品，可生产产品种类多样。

(3) 采用全自动智能化控制，整线技术装备系统实现了 PLC 工控+中央智慧化集控+远程智能化控制于一体的数字化管理模式。

5. 应用案例

该设备由西安银马实业发展有限公司提供，在武汉宏择

一碳环保科技有限公司、山西辰美环保建材有限公司得到了产业化应用。

6. 未来推广前景

该设备可用于水泥基混凝土砖类制品与人造石材制品制作，有助于减少矿产资源的消耗，提高了资源利用率，具有一定推广前景。

（四）高效节能发泡陶瓷辊道窑

1. 适用范围

工业固废制造发泡陶瓷。

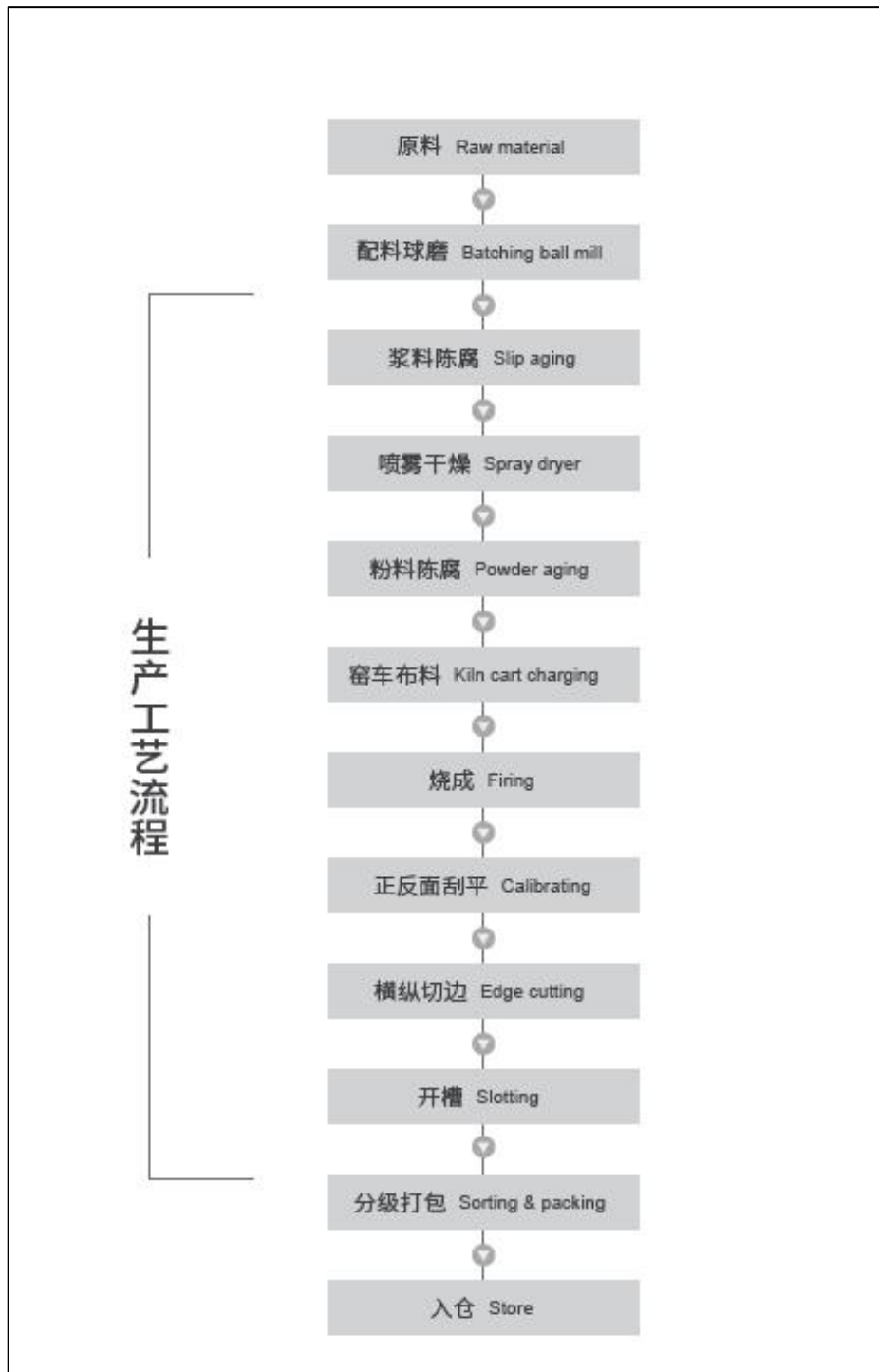
2. 技术原理及工艺

该技术以抛光废渣、石材废料、煤矸石以及周边地区矿山的尾矿为原料，生产可替代黏土砖以及其他传统建筑材料的发泡陶瓷，通过优化分段布局、热风循环冷却等技术，缩短了产品的烧成周期，其产品可应用于多种建筑。

设备从长度上分不同的功能带，从前往后的分段为：排烟带、预热带、烧成带、急冷带、缓冷带、尾冷带。

3. 技术指标

产品规格：1200×2400-2400×3080（mm×mm）；产量：10-250m³/天；烧成周期：6-22h；断面温差≤3℃；烧成合格率≥95%。



工艺流程图

4. 技术功能特性

(1) 该套设备采用分段系统，缩短发泡陶瓷烧成周期。

(2) 产品体积密度小，导热系数低，综合特性较优。

(3) 工业固废掺加量可达到 100%。

5. 应用案例

该工艺技术设备由佛山市科达机电有限公司提供，应用于宝丰县圣诺陶瓷有限公司、五莲宏邦资源循环科技有限公司等，综合利用抛光废渣、石材废料、煤矸石进行发泡陶瓷的生产。

6. 未来推广前景

该技术装备生产过程中排放少，生产废水经处理后再用于生产加工，加工的废料全部用于回磨生产，具有一定推广价值。

(五) 基于工业固废的二氧化碳矿化养护混凝土砌块 工艺与装备

1. 适用范围

二氧化碳资源化利用、混凝土预制件生产。

2. 技术原理及工艺

该技术使用增压的 CO_2 对混凝土砌块进行矿化养护。首先将粉煤灰、冶炼废渣等工业固废与高盐废水复合配比，形成 CO_2 矿化低碳胶凝材料，再通过 CO_2 矿化养护装备及梯级均压工艺生产混凝土建材。

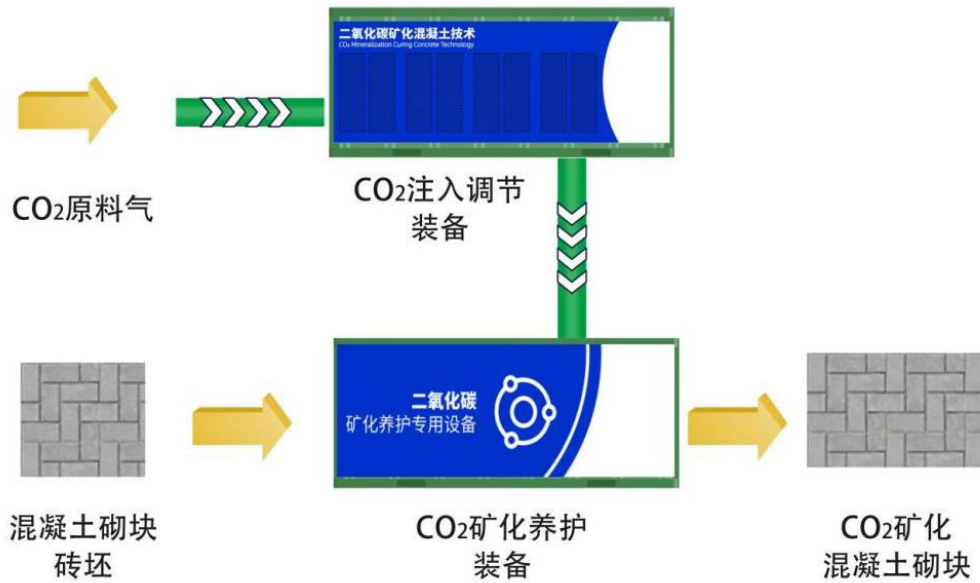


图 1：CO₂ 矿化流程图

3. 技术指标

(1) CO₂ 矿化所需原料气浓度 10~100%，CO₂ 转化利用率 90%以上；

(2) 梯级均压矿化养护；

(3) 通过 CO₂ 矿化低碳胶凝材料技术进行固废原料复配。

4. 技术功能特性

使用废弃混凝土、粉煤灰、矿渣、电石渣等工业固废；矿化养护装备不需要高温热源，有效降低过程能耗。

5. 应用案例

该技术由浙江大学提供，在河南焦作打造了首个工业规模 CO₂ 矿化养护混凝土示范工程。项目通过复配固废形成 CO₂ 矿化低碳胶凝材料，固废用量>90%；通过注入调节装备与 CO₂ 矿化养护装备的联动，采用梯级均压 CO₂ 矿化养护工

艺，实现了每年 1 万吨的 CO₂ 温室气体封存，CO₂ 转化率达 98% 以上，并年产 1 亿块 MU15 标准的轻质实心混凝土砌块产品。2022 年，该技术在香港环保署主导、中国建筑国际集团承建的香港有机资源回收中心二期工程（O·PARK2）项目中大规模应用。

6. 未来推广前景

梯级 CO₂ 矿化养护工艺在提升效率的同时也可以形成碳的闭环使用，矿化养护装备无需高温蒸汽环境，具有一定推广前景。

（六）固体废物制备装配式建筑绿色（ALC）板材智能化装备技术

1. 适用范围

工业固废制备装配式建筑建材。

2. 技术原理及工艺

ALC 生产线的蒸压加气混凝土墙板、砌块生产工艺包括原料准备、钢筋网片加工、钢筋网组装、配方设计及计算、浇注、坯体养护、拔钎、切割、坯体蒸压、出釜及打包等关键环节。包含一套可编程的控制系统，可实现生产线的上料、计量、搅拌、温控、浇注、模具运行、报警、切割、包装等作业的自动化。建立了生产线全自动运行状态下的关键信息实时监测、异常捕捉、预报预警机制，可用于蒸压加气混凝土墙板、砌块绿色制造生产线。

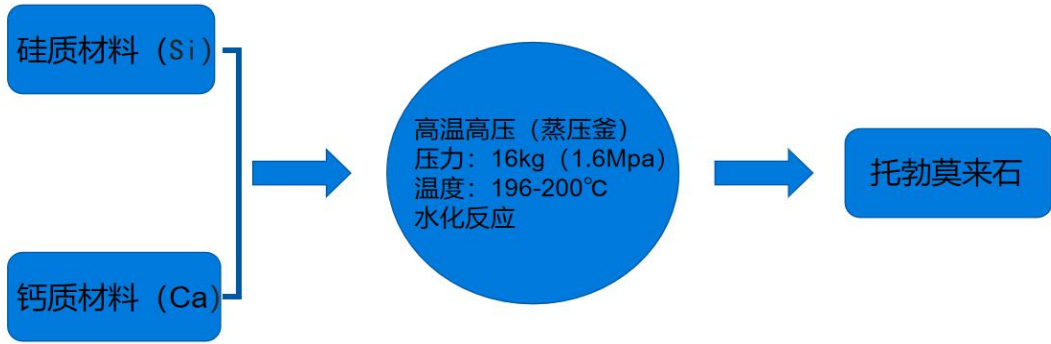


图 1：化学原理

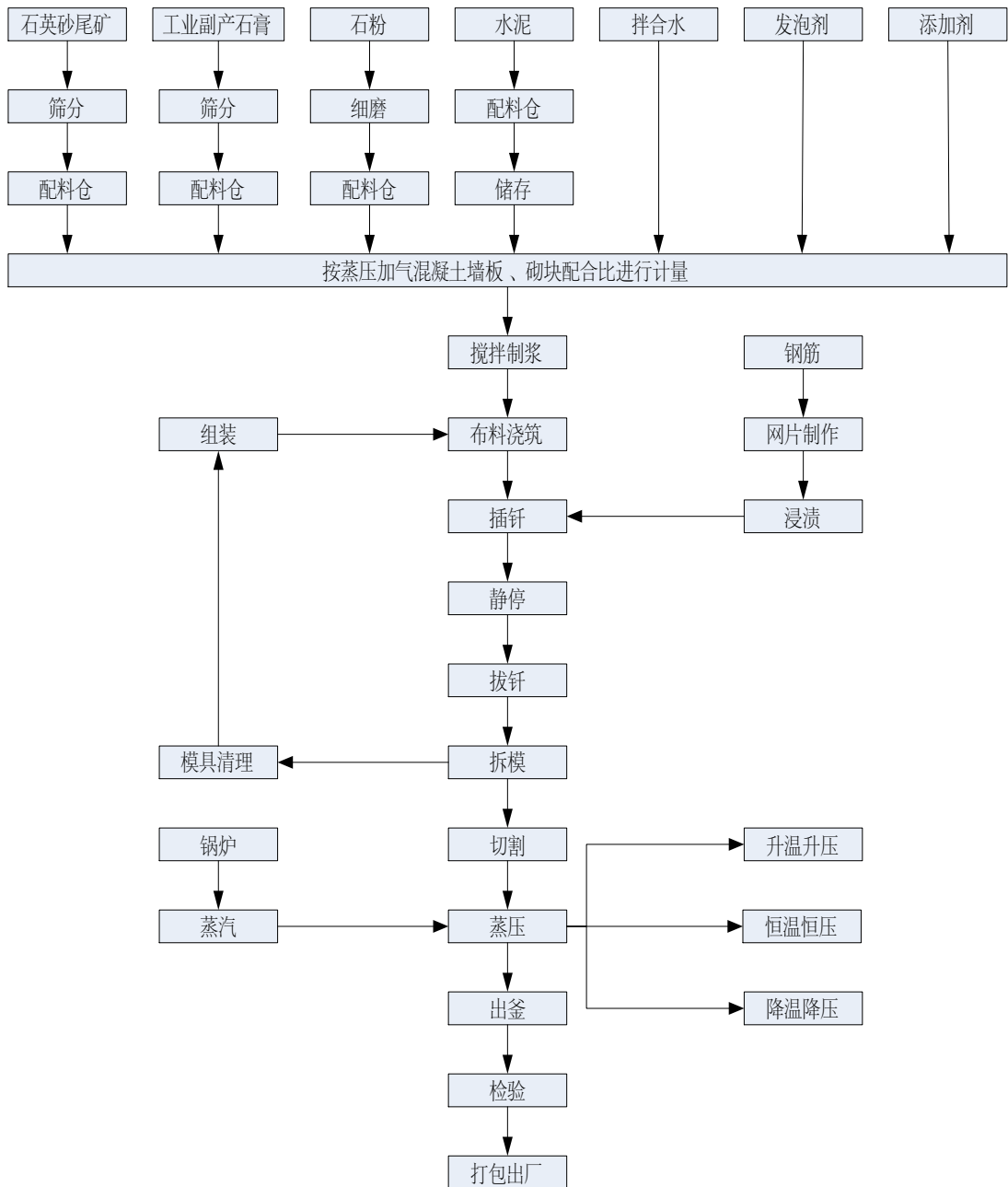


图 2：ALC 生产线工艺流程图

3. 技术指标

固废料占比超过 80%，可用于新型建材产品生产制造。

4. 技术功能特性

ALC 新型建材重量较轻、保温隔声性好、耐火能力持久、施工较为简便。

5. 应用案例

技术提供单位为山东天意机械股份有限公司，已在长春兴晟建筑材料有限公司项目、山东中喆函大建筑科技有限公司项目进行工程应用。

6. 未来推广前景

该设备所生产的 ALC 墙材可应用于混凝土结构和钢结构住宅、办公楼、厂房的内外墙、楼板、屋面板、防火墙、防爆墙、钢结构梁柱防火板、隔音墙、旧建筑加层改造等，具有一定推广价值。