

ICS 91.100.15  
CCS Q 25

# 团 体 标 准

T/CIECCPA 017—2022

## 二氧化碳矿化养护制备高值建材关键设备

Key equipment for preparation of high value building materials by carbon dioxide mineralization and curing

2022 - 12 - 14 发布

2022 - 12 - 19 实施

中国工业节能与清洁生产协会 发布

CFECCCPA

## 目 次

前言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 技术要求.....	3
4.1 设备组成.....	3
4.2 基本要求.....	3
4.3 性能要求.....	3
4.4 二氧化碳矿化养护系统要求.....	4
4.5 材料要求.....	5
4.6 涂漆要求.....	5
4.7 安全要求.....	5
4.8 环保要求.....	6
5 试验方法.....	6
5.1 主要件检验.....	6
5.2 焊接质量检验.....	6
5.3 涂漆检验.....	6
5.4 防腐检验.....	6
5.5 电气外壳防护等级.....	6
5.6 运行噪声测量.....	6
5.7 性能测试.....	6
6 检验规则.....	7
6.1 检验分类.....	7
6.2 出厂检验.....	7
6.3 安装检验.....	7
6.4 性能检验.....	7
6.5 判定规则.....	8
7 标志和文件.....	8
7.1 固定产品标志.....	8
7.2 包装和储运标志.....	8
7.3 文件.....	8
8 包装、运输和贮存.....	8
8.1 包装.....	8

8.2 运输.....	8
8.3 贮存.....	9
附录 A（资料性）二氧化碳矿化养护系统典型工艺流程图 .....	10
附录 B（资料性）工业烟气 CO <sub>2</sub> 一级调节器图.....	11
附录 C（资料性）混凝土浆料初级矿化池/器图 .....	12
附录 D（资料性）工业烟气 CO <sub>2</sub> 二级调节器图.....	13
附录 E（资料性）二氧化碳矿化养护窑图.....	14
图 A.1 二氧化碳矿化养护系统典型工艺流程图 .....	10
图 B.1 工业烟气 CO <sub>2</sub> 一级调节器图.....	11
图 C.1 混凝土浆料初级矿化池/器图 .....	12
图 D.1 工业烟气 CO <sub>2</sub> 二级调节器图.....	13
图 E.1 二氧化碳矿化养护窑图.....	14
表 1 二氧化碳矿化养护设备检验项目及要​​求.....	7

## 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。

本文件由中国工业节能与清洁生产协会提出并归口。

本文件起草单位：中国科学院山西煤炭化学研究所、中国矿业大学、国能龙源环保有限公司、浙江菲达环保科技股份有限公司、浙江省环保集团生态环保研究院有限公司、浙江菲达电气工程有限公司、浙江菲达科技发展有限公司、浙江菲达脱硫工程有限公司。

本文件主要起草人：李磊、高宏宇、陆诗建、刘含笑、赵飞、周统、周娴、张启玖、李国强、潘鑫、赵琳、周号、胡运进、梁军、斯洪良、崔盈、郭柳成、寿海迪。

本文件为首次发布。

CFECCPA

# 二氧化碳矿化养护制备高值建材关键设备

## 1 范围

本文件规定了二氧化碳矿化养护制备高值建材关键设备的技术要求、试验方法、检验规则、标志和文件及包装、运输和贮存。

本文件适用于二氧化碳矿化养护制备高值建材关键设备的设计和制造。纳米碳酸盐、多孔轻质保温材料、轻质建筑节能材料、吸音材料和隔音材料等生产工艺需要采用二氧化碳养护设备时可参照执行。

## 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 191 包装和储运的标志

GB 4053 （所有部分）固定式钢梯及平台安全要求

GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 6388 运输包装收发货标志

GB/T 8923.1 涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材

GB/T 11968 蒸压加气混凝土砌块

GB/T 13296 锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管

GB/T 13306 标牌

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 16507.3 水管锅炉 第3部分：结构设计

GB/T 16507.4 水管锅炉 第4部分：受压元件强度计算

GB/T 16507.6 水管锅炉 第6部分：检验、试验和验收

GB/T 17116.1 管道支吊架 第1部分：技术规范

GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)

GB/T 19804 焊接结构的一般尺寸公差和形位公差

GB/T 37400.12 重型机械通用技术条件 第12部分：涂装

GB/T 40505 湿式电除尘器 性能测试方法

GB/T 40514 电除尘器

GB/T 41118 机械安全 安全控制系统设计指南

GB 50316 工业金属管道设计规范

GB 50727 工业设备及管道防腐蚀工程施工质量验收规范

- DL/T 5072 火力发电厂保温油漆设计规程  
DL/T 5210.5 电力建设施工质量验收规程 第5部分：焊接  
HG/T 2640 玻璃鳞片施工技术条件  
HG/T 20507 自动化仪表选型设计规范  
HG/T 20509 仪表供电设计规范  
JB/T 5911 电除尘器焊接件技术要求  
JB/T 7671 电除尘器分流分布模拟试验方法  
GB/T 772 高压绝缘子瓷件 技术条件  
JB/T 12593 燃煤烟气湿式法脱硫后湿式电除尘器  
JB/T 13736 管式烟气换热器安装技术规范  
JC/T 720 蒸压釜-建材行业标准

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

##### **高值建材 high value of building materials**

高值建材是指具有高强度、高固碳率、高性价比以及节能环保等特点的建材，如纳米碳酸盐、多孔轻质保温材料、轻质建筑节能材料、吸音材料和隔音材料等

#### 3.2

##### **矿化 mineralization**

利用 CO<sub>2</sub> 与建材原料中的游离氧化钙发生化学反应形成碳酸钙矿物。

#### 3.3

##### **均化 homogenization**

对养护烟气进行调节使得烟气的浓度、温度至均匀。

#### 3.4

##### **工业烟气 CO<sub>2</sub> 一级调节器 primary regulator of CO<sub>2</sub>**

对养护烟气进行缓冲和均化的设备。

#### 3.5

##### **混凝土浆料初级矿化池/器 primary concrete mineralizing tank**

对混凝土原料进行初步矿化的设备。

#### 3.6

##### **工业烟气 CO<sub>2</sub> 二级调节器 secondary regulator of CO<sub>2</sub>**

对循环烟气、原烟气进行温度、湿度和浓度调节并均化的设备。

#### 3.7

##### **CO<sub>2</sub> 矿化养护窑 CO<sub>2</sub> curing equipment**

对建材进行二氧化碳鼓气，促进反应增强建材强度的设备。包含水喷淋和加热系统，以保持矿化养护窑内一定的温度和湿度。

注：包括与工艺直接相关的设备及工艺附属的公用设备。

## 4 技术要求

### 4.1 设备组成

二氧化碳矿化养护制备高值建材关键设备由工业烟气CO<sub>2</sub>一级调节器、混凝土浆料初级矿化池/器、工业烟气CO<sub>2</sub>二级调节器、二氧化碳矿化养护窑等主要设备组成。典型二氧化碳矿化养护制备高值建材关键设备工艺流程图见附录A.1。

### 4.2 基本要求

4.2.1 二氧化碳矿化养护制备高值建材关键设备适用于粉体材料制备高值建材的矿化养护，粉体材料包括但不限于粉煤灰、煤矸石、冶金渣、脱硫石膏、电石渣和矿渣等。

4.2.2 二氧化碳矿化养护制备高值建材关键设备应符合本文件的要求，并按照经规定程序批准的产品图样及技术文件制造、安装、调试及验收。如有特殊要求，应在订货合同或技术协议中注明。

4.2.3 二氧化碳矿化养护制备高值建材关键设备的设计基础参数、设计使用寿命、装置可用率等给出基本要求应符合JC/T 720和GB/T 11968的要求。

4.2.4 静设备、动设备及其配套系统特点，给出了设备入口烟气条件及主要性能指标应符合JC/T 720和GB/T 11968的要求。

4.2.5 二氧化碳矿化养护制备高值建材关键设备设计寿命不应低于主体系统使用寿命。

4.2.6 二氧化碳矿化养护制备高值建材关键设备的负荷变化速率应与主体工程负荷变化速率相适应，二氧化碳矿化养护设备可用率不应小于98%。

4.2.7 二氧化碳矿化养护制备高值建材关键设备焊接件技术要求应符合GB/T 19804的规定。

4.2.8 工业烟气CO<sub>2</sub>一级调节器、混凝土浆料初级矿化池/器、工业烟气CO<sub>2</sub>二级调节器、二氧化碳矿化养护窑各零部件在安装前均应按图样和本标准要求进行检查，发现因运输、装卸和存放过程中产生变形，应作整形和校正；安装之前应进行基础检查，各基础相关尺寸应符合图样的要求。

### 4.3 性能要求

#### 4.3.1 工业烟气CO<sub>2</sub>一级调节器

4.3.1.1 工业烟气CO<sub>2</sub>一级调节器烟气最大压力降不应大于350 Pa，宜不大于250 Pa。

4.3.1.2 漏风率不应大于1%，温度不应大于100℃。

#### 4.3.2 混凝土浆料初级矿化池/器

4.3.2.1 在设计工况条件下，进口烟气最大压力降不应大于350 Pa，宜不大于250 Pa。

4.3.2.3 混凝土浆料中活性氧化钙含量、电耗、水耗等为按需检验项目，检验结果应符合设计要求。

#### 4.3.3 工业烟气CO<sub>2</sub>二级调节器

4.3.3.1 工业烟气 CO<sub>2</sub> 二级调节器烟气最大压力降不应大于 350 Pa，宜不大于 250 Pa。

4.3.3.2 漏风率不应大于 1%，烟气出口温度为 100℃~200℃，湿度大于 90%。

#### 4.3.4 二氧化碳矿化养护窑

4.3.4.1 压力降不应大于 1000 Pa。

4.3.4.2 建材产品强度增长率不应小于10%，电耗、水耗等为按需检验项目，检验结果应符合设计要求。

#### 4.3.5 二氧化碳矿化养护制备高值建材整体设备

4.3.5.1 用于矿化的 CO<sub>2</sub> 浓度为 15%~100%。

4.3.5.2 经混凝土浆料初级矿化池 CO<sub>2</sub> 矿化固碳量不低于 15Kg/t 建材，经二氧化碳矿化养护窑 CO<sub>2</sub> 矿化固碳量不低于 45Kg/t 建材。

#### 4.4 二氧化碳矿化养护制备高值建材关键设备要求

4.4.1 工业烟气CO<sub>2</sub>一级调节器应满足以下规定：

- a) 工业烟气 CO<sub>2</sub> 一级调节器采用三腔体联通；
- b) 中间腔体内均化器转速不大于 1000 转/每分钟。

4.4.2 混凝土浆料初级矿化池/器应满足以下规定：

a) 混凝土浆料初级矿化池/器分为浆化仓和矿化仓，浆化仓用于粉体原料配料和浆化，搅拌器搅拌速率不小于 800 转/每分钟；矿化仓用于浆料初级矿化生成碳酸钙晶核，搅拌器搅拌速率 100 转/每分钟~600 转/每分钟；

b) 进气管径不小于 100 mm，进气速率为 0.1m/s ~10 m/s；

4.4.3 工业烟气CO<sub>2</sub>二级调节器应满足以下规定：

- a) 工业烟气 CO<sub>2</sub> 二级调节器采用三腔体联通，中间腔体内均化器转速不大于 1000 转/每分钟；
- b) 电耗、水耗等为按需检验项目，检验结果符合设计要求。

4.4.4 二氧化碳矿化养护窑应满足以下规定：

a) 二氧化碳矿化养护窑入口烟气温度宜小于 100℃，烟气宜为 CO<sub>2</sub> 湿烟气；

b) 二氧化碳矿化养护窑内水蒸气含量不大于 50%，温度 20℃~95℃，湿度 50%~90%，湿度偏差

不大于 1%，温度偏差

c) 养护设备内部体积流量与理论分配体积流量的相对误差不超过 ±5%，烟气入口气流分布均匀性

相对均方根差值不大于 0.20；

d) 任意相邻的两个 CO<sub>2</sub> 原料气进口之间的间距和任意相邻的两个矿化回收气进出口之间的间距均不大于 10m，且养护窑本体内部设置多个气体分布管，每个气体分布管均与一个 CO<sub>2</sub> 原料气进口连通。所述气体分布管为环面开孔结构，且气体分布管上每个出气孔的孔径均不小于 8mm；

e) 盘管式换热器为 u 型排布式结构，养护窑本体内设置有盘管固定件，盘管固定件包括工字钢和环形卡箍，工字钢螺纹连接或焊接于养护设备本体上，环形卡箍连接于工字钢上，盘管式换热器固定于

环形卡箍上；

f) 养护窑本体的底部设置有两个液位监控仪表接口，两个液位监控仪表接口按照上下位设置，接口上均配套安装有液位监控仪表，养护窑本体的底部设置有两个冷凝水出口，两个冷凝水出口均安装有冷凝水排放阀。仪表选型符合 HG/T 20507 规定，仪表供电设计符合 HG/T 20509 规定。

#### 4.4.5 喷淋系统设计按以下规定：

a) 喷淋系统管路应根据环境温度设置保温层及伴热，养护设备底部应合理设置相应排水措施，防止积液。喷嘴喷淋覆盖率不应小于 120%，喷嘴应便于检查和更换；

b) 喷淋可采用压力雾化喷嘴和非压力雾化喷嘴，喷嘴入口处压力根据雾化喷嘴压力要求调节；

c) 喷淋系统可采用定期间断冲洗方式，冲洗频率为 2 次/每小时，每次冲洗时间应为 5min~20min；实际运行可根据锅炉等生产设备负荷、入口浓度和装置运行等情况作调整。

4.4.6 壳体、保温层设计应符合 GB/T 40514 的规定；绝缘子设计应符合 GB/T 772 的规定；热交换器用不锈钢无缝钢管应符合 GB/T 13296 的规定；水管锅炉结构设计，受压元件强度计算符合 GB/T 16507.3 的规定；检验应符合 GB/T 16507.4 的规定；试验和验收应符合 GB/T 16507.6 的规定；管道支吊架应符合 GB/T 17116.1 的规定；管式烟气换热器安装技术规范应符合 JB/T 13736 的规定；金属管道设计规范应符合 GB 50316 的规定。

#### 4.5 材料要求

4.5.1 外壳体材料宜以碳钢材料为主，对于接触腐蚀性介质的部位，应采用防腐材料或做防腐处理；

4.5.2 本体内部冲洗管道及喷嘴宜采用防腐性能不低于 S31603 的不锈钢或非金属防腐材质；

4.5.3 养护窑本体和盘管式换热器均由 Cr 含量不小于 1% 的含 Cr 合金制成。

4.5.4 其他零部件材料要求应符合 JB/T 12593 的规定。

#### 4.6 涂漆要求

4.6.1 涂装前应将表面的铁锈、残留物、油污、尘土及其他脏物清理干净。除锈方法和除锈等级应符合 GB/T 8923.1 的规定。当使用喷射或抛丸除锈时，其除锈等级不得低于 Sa2；当使用手刷或动力工具除锈时，除锈等级不得低于 St2；漆膜外观应颜色一致，无锈迹出现，无发脆、剥落、卷皮、裂纹、气泡和流痕等缺陷。

4.6.2 二氧化碳矿化养护制备高值建材关键设备保温油漆设计应符合 DL/T 5072 的规定；二氧化碳矿化养护制备高值建材关键设备涂漆质量应符合 GB/T 37400.12 的规定。

#### 4.7 安全要求

4.7.1 楼梯、防护栏杆、平台等安全技术条件应符合 GB 4053（所有部分）的规定。

4.7.2 楼梯、检修平台等应设置照明装置。

4.7.3 高压设备应设置专用接地网，接地电阻不应大于 1Ω。

4.7.4 应能实现人孔门、高压隔离开关柜门与高压供电电源的安全连锁。

4.7.5 高压设备外壳防护等级应符合 GB/T4208 中 IP55 的规定，室外控制柜外壳防护等级应符合 GB/T

4208 中 IP54 的规定，室内控制柜外壳防护等级应符合 GB/T 4208 中 IP33 的规定，现场操作箱外壳防护等级应符合 GB/T 4208 中 IP54 的规定，全控制系统设计应符合 GB/T 41118 的规定。

4.7.6 在正常情况下无 CO<sub>2</sub> 排放，在装置区内设有 CO<sub>2</sub> 浓度检测器，一旦发生意外，及时报警。CO<sub>2</sub> 泄漏的主要表现形式有管道、阀门泄露。二氧化碳泄漏事故应急处置要始终把保障员工的生命安全和身体健康放在首位，切实加强应急救援人员的安全防护，最大限度减少人员伤亡和危害。加强二氧化碳泄漏后期处置，一旦发生事故，应尽快修复损坏的设备，恢复日常生产和经营。

#### 4.8 环保要求

4.8.1 混凝土浆料初级矿化池/器，运行噪声不超过 85 dB(A)。

4.8.2 混凝土浆料初级矿化池/器，产生的废水回收利用；CO<sub>2</sub> 矿化养护窑，产生的弃物回收利用和清运处理。

### 5 试验方法

#### 5.1 主要件检验

5.1.1 气流分布模拟试验方法应按 JB/T 7671 执行。

#### 5.2 焊接质量检验

焊缝质量检验应按 JB/T 5911 和 DL/T 5210.5 执行，焊缝气密性可用煤油渗透法检验，被检验密封性焊缝应按 100% 检验。其中，所有承压件的对接焊缝应进行 100% 的射线检测(RT)或超声检测(UT)。

#### 5.3 涂漆检验

涂层漆膜厚度和漆膜附着力应按 GB/T 37400.12 执行。

#### 5.4 防腐检验

二氧化碳矿化养护制备高值建材关键设备防腐检验应按 HG/T 2640 执行；管道防腐检验应按 GB 50727 执行；设备及管道的保温检验应按 DL/T 5072 执行。

#### 5.5 电气外壳防护等级

二氧化碳矿化养护制备高值建材关键设备用电设备、控制柜和现场操作箱外壳防护等级检验应按 GB/T 4208 执行。

#### 5.6 运行噪声测量

二氧化碳矿化养护制备高值建材关键设备在正常运行时进行噪声测量。用声级计在二氧化碳矿化养护系统壳体水平距离 1 m、高度 1.5 m、距任一反射面距离不小于 1 m 的位置采用慢速档，测量 3 次，每次 10 s，取 3 次的算术平均值为设备的运行噪声值。

#### 5.7 性能测试

### 5.7.1 性能测试条件

性能测试宜在移交试生产2个月后、6个月内进行,应选择有资质的第三方测试单位进行性能试验。按现行合适的标准给出试验方法,并按相应标准执行。

### 5.7.2 性能测试

压力降、漏风率、电耗和水耗试验方法应按 GB/T 40505 执行。建材强度增长率测试方法应按 GB/T 17671 执行。建材的固碳率的测试采用热重法进行测试。

## 6 检验规则

### 6.1 检验分类

二氧化碳矿化养护制备高值建材关键设备的检验分为出厂检验、安装检验和性能检验。

### 6.2 出厂检验

6.2.1 每套二氧化碳矿化养护制备高值建材关键设备所有零部件应经制造厂质量检验部门检验合格方可交付使用。

6.2.2 检验项目见表1。

### 6.3 安装检验

安装检验在现场进行,检验项目见表1。

### 6.4 性能检验

二氧化碳矿化养护制备高值建材关键设备性能检验项目见表1。

表1 二氧化碳矿化养护制备高值建材关键设备检验项目及要

序号	项目名称	“要求”的章条号	“试验方法”的章条号	出厂检验	安装检验	性能检验
1	气流分布模拟试验(厂内)	4.4.4 c)	5.1.1	√	—	—
2	焊接质量	4.2.7	5.2	√	√	—
3	涂漆检验	4.6	5.3	√	√	—
4	防腐检验	4.5	5.4	√	√	—
5	电气外壳防护等级	4.7.5	5.5	√	√	—
6	运行噪声	4.8.1	5.6	—	√	—
7	强度增长率	4.3.4.2	5.7.2	—	—	√
8	固碳率	4.3.5.2	5.7.2	—	—	√
9	压力降	4.3.1、4.3.2 4.3.3、4.3.4	5.7.2	—	—	√
10	漏风率	4.3.1、4.3.3	5.7.2	—	—	√
11	电耗 <sup>a</sup>	4.3.2、4.3.4	5.7.2	—	—	√
12	水耗 <sup>a</sup>	4.3.2、4.3.4	5.7.2	—	—	√

注:打“√”表示要检验的项目,“—”表示不需要检验的项目。

<sup>a</sup>项目为按需检验项目。

## 6.5 判定规则

性能检验项目符合要求，则判定为合格。若有不合格项时，允许对其进行调整、消缺，重新做性能检验。

## 7 标志和文件

### 7.1 固定产品标志

应在合适而明显位置上固定产品标牌，其型式和尺寸应符合 GB/T 13306 的规定，应在衬里设备外表面标明“严禁碰撞”、“严禁施焊”等警告语句。主要应包括以下内容：

- a) 制造单位名称或商标；
- b) 设备型号及名称；
- c) 设计处理能力；
- d) 设备外形尺寸；
- e) 设备执行的标准号；
- f) 设备编号；
- g) 生产日期。

### 7.2 包装和储运标志

包装和储运的标志应符合 GB/T 191 和 GB/T 6388 的规定。

### 7.3 文件

应随机提供安装、运行、维护等阶段的文件资料，主要应包括以下内容：

- a) 设备总图、系统图、基础图和安装图等；
- b) 设备总清单、材料清单、备件清单和耗材清单等；
- c) 安装技术要求等；
- d) 使用说明文件、运行维护手册等。

## 8 包装、运输和贮存

### 8.1 包装

8.1.1 包装应符合 GB/T 13384 的规定。

8.1.2 零部件及外购件应在出厂检验合格后方可进行包装。

8.1.3 包装箱内应有产品合格证。

### 8.2 运输

8.2.1 运输时应对设备的接管法兰表面加以保护，采用合理装载加固措施，对易变形的部件应有在运输和贮存环节不致发生损坏的包装措施。

8.2.2 产品要用干燥、有遮篷运输工具运输，在运输过程中，应防止雨淋、水浸、压轧、撞击和玷污。

### 8.3 贮存

8.3.1 建设过程中，钢结构件及大件设备可露天存放。

8.3.2 电子产品及保温材料不应露天存放。

8.3.3 设备配件箱库存。

8.3.4 供需双方对零部件应妥善保管、贮存。

## 附录 A

(资料性)

## 典型二氧化碳矿化养护制备高值建材关键设备工艺流程图

典型二氧化碳矿化养护制备高值建材关键设备工艺流程如图 A.1 所示。二氧化碳矿化养护制备高值建材关键设备由工业烟气  $\text{CO}_2$  一级调节器、混凝土浆料初级矿化池/器（由浆化仓和矿化仓组成）、成型脱模工段、工业烟气  $\text{CO}_2$  二级调节器、 $\text{CO}_2$  矿化养护窑和喷淋系统组成，安装于燃煤电厂烟气排放塔尾端，尾排烟气首先经过工业烟气  $\text{CO}_2$  一级调节器，然后采用空压设备通过烟道通入到混凝土浆料初级矿化池/器，对混凝土浆料初级矿化池/器中的混凝土浆料进行初级矿化，有效增加混凝土浆料中碳酸钙晶核，混凝土浆料初级矿化后的浆料注入模具进行建材成型，初级矿化池过剩烟气从烟道进入工业烟气  $\text{CO}_2$  二级调节器；通过工业烟气  $\text{CO}_2$  二级调节器调节烟气的  $\text{CO}_2$  浓度、温度和湿度后采用空压设备打压，从  $\text{CO}_2$  矿化养护窑底部进入窑内，并且在窑内顶部设有喷淋系统，在窑内底部设有循环水槽，可作为养护窑内的喷淋补水和工业烟气  $\text{CO}_2$  二级调节器的湿度调节使用； $\text{CO}_2$  矿化养护窑过剩烟气采用循环利用泵打入工业烟气  $\text{CO}_2$  二级调节器回用。

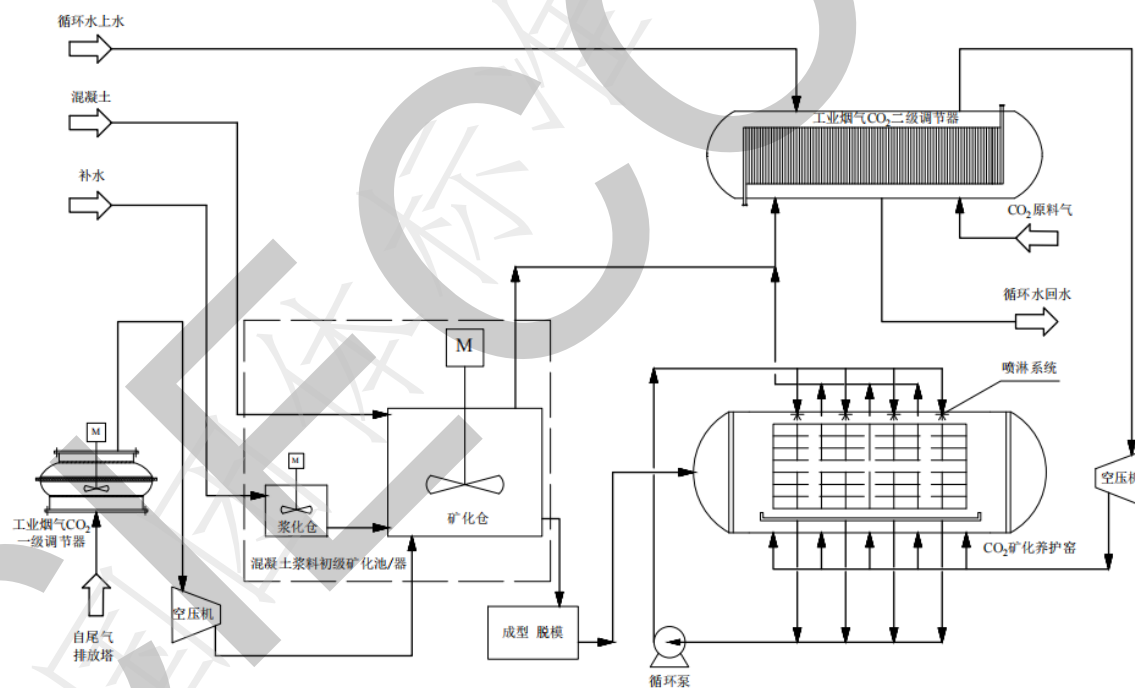


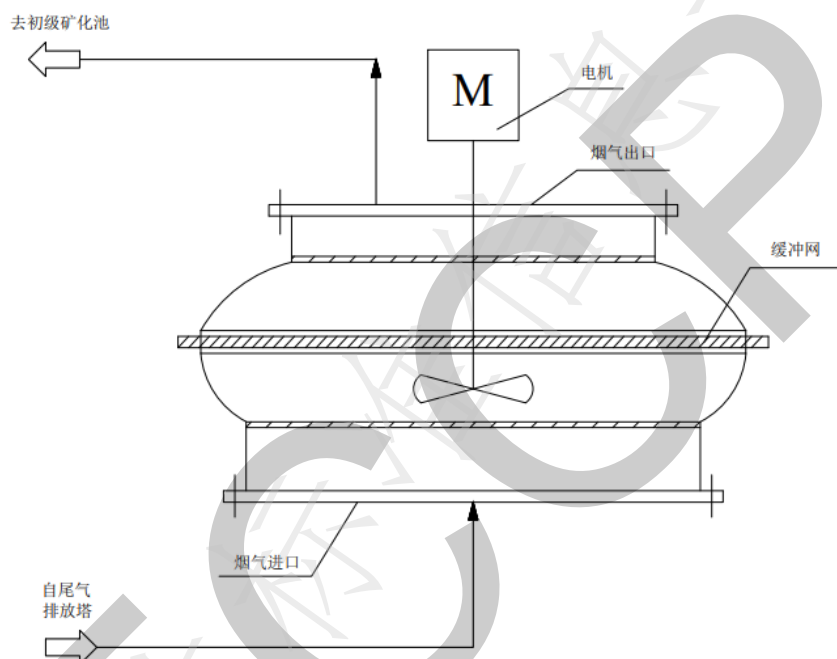
图 A.1 典型二氧化碳矿化养护制备高值建材关键设备工艺流程图

## 附录 B

(资料性)

工业烟气 CO<sub>2</sub> 一级调节器图

工业烟气 CO<sub>2</sub> 一级调节器如图 B.1 所示。一种工业烟气 CO<sub>2</sub> 一级调节器，包括一级调节器本体及调节器内部的烟气缓冲腔体和装置，用于稳定气体流速，减少气体脉动，使吸气和排气稳定均匀，一级调节器的进口直接连接尾气排放塔，一级调节器底部进气，顶部出气。

图 B.1 工业烟气 CO<sub>2</sub> 一级调节器图

## 附录 C (资料性)

### 混凝土浆料初级矿化池/器图

混凝土浆料初级矿化池/器如图 C.1 所示。一种混凝土浆料初级矿化池/器，包括混凝土浆料初级矿化池/器本体、搅拌器、以及混凝土浆料初级矿化池/器上的 CO<sub>2</sub> 原料气进口和矿化回收气进出口、混凝土粉体原料进料口和补水口，CO<sub>2</sub> 原料气进口和矿化回收气进出口均设置有多，且所有的 CO<sub>2</sub> 原料气进口均两两间隔的分布于混凝土浆料初级矿化池/器本体的下部，所有的矿化回收气出口位于混凝土浆料初级矿化池/器本体的顶部位置；混凝土浆料初级矿化池/器本体上还设置有 pH 计和活性氧化钙测试仪取样口，用于监测混凝土浆料初级矿化池/器内浆料的 PH 值和浆料中活性氧化钙含量。

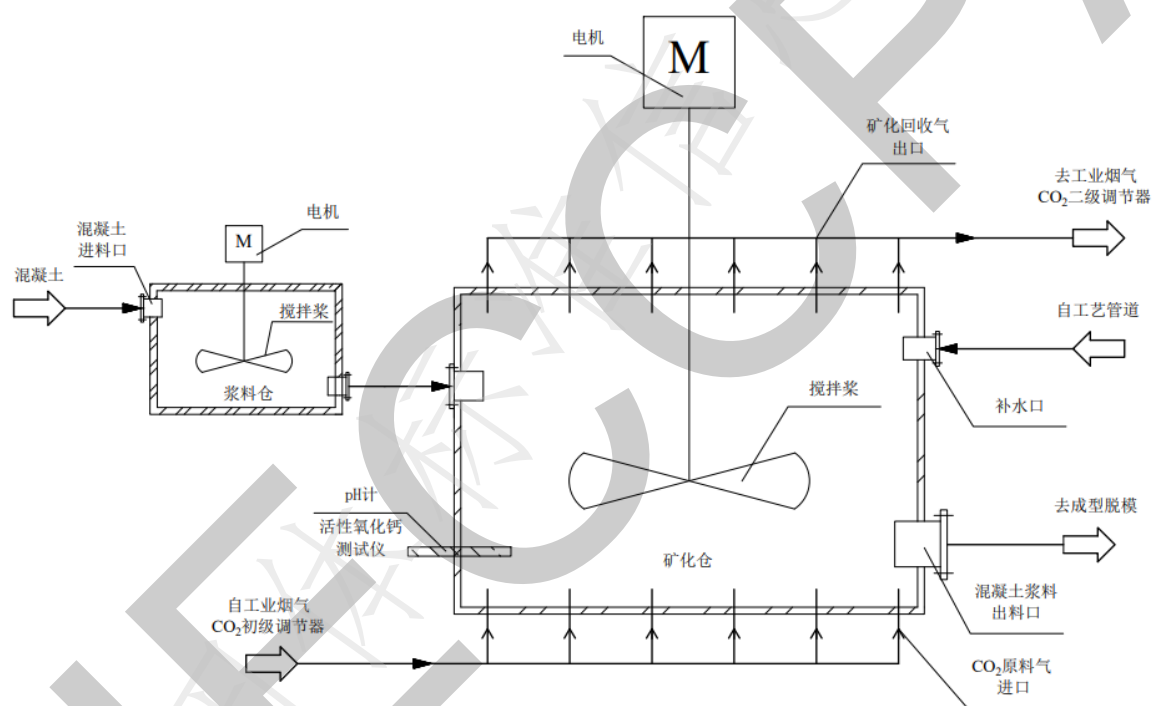


图 C.1 混凝土浆料初级矿化池/器图

## 附录 D (资料性)

### 工业烟气 CO<sub>2</sub> 二级调节器图

工业烟气 CO<sub>2</sub> 二级调节器如图 D.1 所示。一种工业烟气 CO<sub>2</sub> 二级调节器，包括二级调节器本体及设置在二级调节器本体上的 CO<sub>2</sub> 原料气进口、循环水进出口、混凝土初级矿化池/器尾气和 CO<sub>2</sub> 矿化养护窑回收气进出口，CO<sub>2</sub> 气进口和循环水出口位于本体的底部，CO<sub>2</sub> 出口和循环水进口位于本体的顶部，二级调节器本体上还设置有湿度、温度感应自动调节仪接口和 CO<sub>2</sub> 浓度调节系统接口，湿度、温度感应自动调节仪接口安装有含水量分析仪和温度分析仪，CO<sub>2</sub> 浓度调节系统接口安装有 CO<sub>2</sub> 浓度调节设备；二级调节器本体内设置有至少一个盘管式换热器，二级调节器本体上设置温度湿度变送器接口，可安装用以监测二级调节器内温湿度状态的温度湿度变送器。

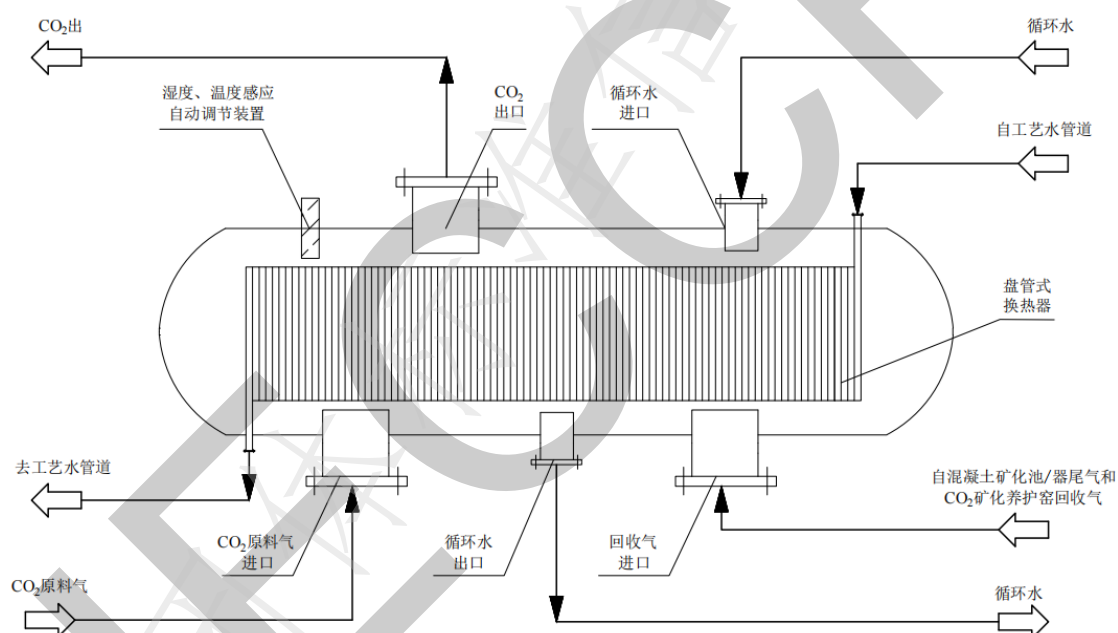


图 D.1 工业烟气 CO<sub>2</sub> 二级调节器图

## 附录 E

(资料性)

## 二氧化碳矿化养护窑图

二氧化碳矿化养护窑如图 E.1 所示。一种 CO<sub>2</sub> 矿化养护建材制品的养护窑设备，包括养护窑本体及设置在养护窑本体上的 CO<sub>2</sub> 原料气进口和矿化回收气进出口，CO<sub>2</sub> 原料气进口和矿化回收气进出口均设置多个，且所有的 CO<sub>2</sub> 原料气进口均两两间隔的分布于养护窑本体的下部，所有的矿化回收气进出口均两两间隔的分布于养护窑本体的中下部位置；养护窑本体上还设置有湿度、温度感应自动调节仪接口和 CO<sub>2</sub> 浓度调节系统接口，湿度、温度感应自动调节仪接口安装有水含量分析仪和温度分析仪，CO<sub>2</sub> 浓度调节系统接口安装有 CO<sub>2</sub> 浓度调节设备；养护窑本体内部设置有至少一个盘管式换热器，养护窑本体上设置温度变送器接口，温度变送器接口上安装有可用以联动控制盘管式换热器运行状态的温度变送器。

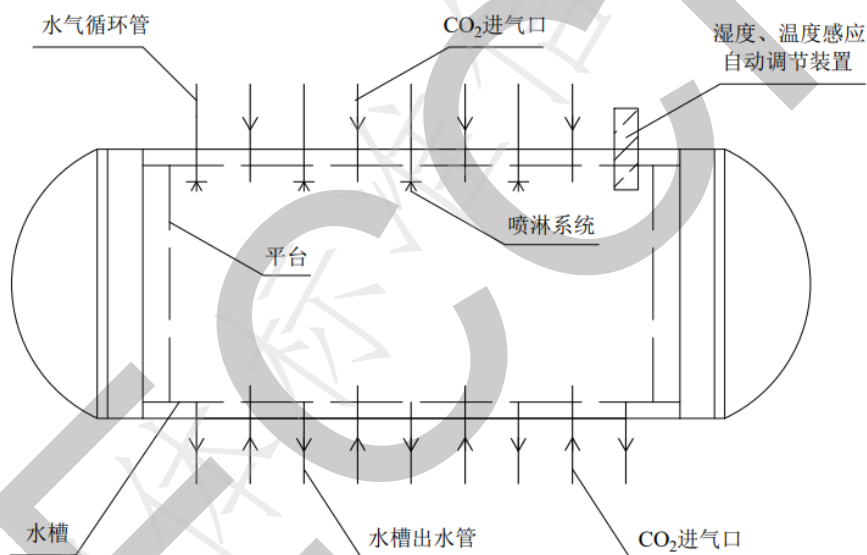


图 E.1 二氧化碳矿化养护窑图