

ICS 73.020
CCS D 15

团 体 标 准

T/GIECCPA XXXX—2023

磷石膏综合利用矿山填充材料技术标准

Standard for comprehensive utilization of mine filling
materials with phosphogypsum

2023 - XX - XX 发布

2023 - XX - XX 实施

中国工业节能与清洁生产协会 发布

CIECCCPA

目次

前 言.....	I
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语及定义.....	1
3.1 充填系统能力.....	1
3.2 磷石膏充填体.....	1
3.3 料浆比重.....	1
3.4 料浆 pH 值.....	1
3.5 料浆质量浓度.....	1
3.6 充填体强度.....	1
3.7 充填倍线.....	1
3.8 临界流速.....	1
3.9 经济流速.....	1
4 充填制备站选址要求及构成.....	2
4.1 充填站选址要求.....	2
4.2 充填系统构成及能力.....	2
5 充填材料组成及存储.....	2
5.1 充填材料组成.....	2
5.2 充填材料存储.....	2
6 充填作业工艺要求.....	2
6.1 充填工艺流程.....	2
6.2 充填材料来源及输送方式.....	3
6.3 充填料浆搅拌制备.....	3
6.4 充填料浆管道输送.....	3
6.5 充填过程控制.....	4
6.6 充填智能控制系统.....	5
7 充填质量要求及检测.....	5
7.1 充填材料质量要求.....	5
7.2 充填料浆质量要求及检测方法.....	5
7.3 充填质量检测.....	6

CIECCCPA

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。

本文件由中国工业节能与清洁生产协会提出并归口。

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。

本文件起草单位：贵州磷化（集团）有限责任公司，中南大学。

本文件主要起草人：杨步雷、袁亚平、蒋威杰、徐韦洪、何松涛、杨明、李泽刚。

CIECCPA

CIECCCPA

磷石膏综合利用矿山充填材料技术标准

1 适用范围

本文件规定了磷石膏综合利用矿山充填的术语及定义、充填制备站选址要求及构成、充填材料组成及储存、充填作业工艺要求、充填质量要求及检测等内容。

本文件适用于矿山井下采空区充填、露天坑生态充填等工程，可供磷资源矿山企业参考。

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 23456 磷石膏

GB/T 17669.4-1999 建筑石膏 净浆物理性能的测定

JGJ 70-2009 建筑砂浆基本性能试验方法标准

3 术语及定义

3.1 充填系统能力

每小时充填站可以制备并输送至井下采空区或露天坑的料浆体积方量。

3.2 磷石膏充填体

以磷石膏为主要材料，与胶凝材料、拌合水和骨料（若需要）经搅拌制备而成的充填料浆的硬化体。

3.3 料浆比重

单位体积充填料浆的重量。

3.4 料浆 pH 值

充填料浆的酸碱度。

3.5 料浆质量浓度

充填料浆中固体质量所占的百分比。

3.6 充填体强度

一定龄期的充填体的抗压强度。

3.7 充填倍线

充填制备站到充填工作面的总距离与充填制备站到充填工作面的总高差的比值。

3.8 临界流速

固体颗粒由悬浮状态转为在床面滚动或滑动时的流速，又称临界不淤流速。

3.9 经济流速

一定年限 t （称为投资偿还期）内管网造价和管理费用（主要是能耗）之和为最小的流速。

4 充填制备站选址要求及构成

4.1 充填站选址要求

充填制备站布置需要遵循的原则：

- (1) 严格执行国家有关的标准、规程、规范，保证质量；
- (2) 站址不受地下开采活动的影响，充填站应尽量布置在地表岩石移动范围之外；
- (3) 方便磷石膏从堆场或磷化工厂运输至制备站；
- (4) 有足够的工业场地和稳定的水、电供应；
- (5) 尽量不新征土地或少征土地；
- (6) 高度重视环境保护和水土保持；
- (7) 满足充填料浆输送要求；
- (8) 工艺要尽可能简易可靠。

4.2 充填系统构成及能力

4.2.1 充填系统构成

充填系统主要由充填材料存储与输送计量系统、胶凝材料存储与输送计量系统、其他添加材料存储与输送计量系统、拌合水存储与输送计量系统、充填料浆搅拌制备系统、充填料浆输送系统及充填智能控制系统等构成。

4.2.2 充填系统能力

充填系统能力一般根据计划充填区体积计算得到。

5 充填材料组成及存储

5.1 充填材料组成

充填材料一般由磷石膏、胶凝材料、改性材料、拌合水、骨料（若需要）组成。

5.2 充填材料存储

5.2.1 磷石膏、骨料宜采用封闭/半封闭的堆场或料仓短期存储。

5.2.2 胶凝材料应采用料仓密封存储。

5.2.3 粉状改性材料应采用料仓密封存储，液态改性材料应采用罐装储存。

5.2.4 拌合水宜采用高位水池存储。

6 充填作业工艺要求

6.1 充填工艺流程

磷石膏充填工艺流程如图 1 所示。

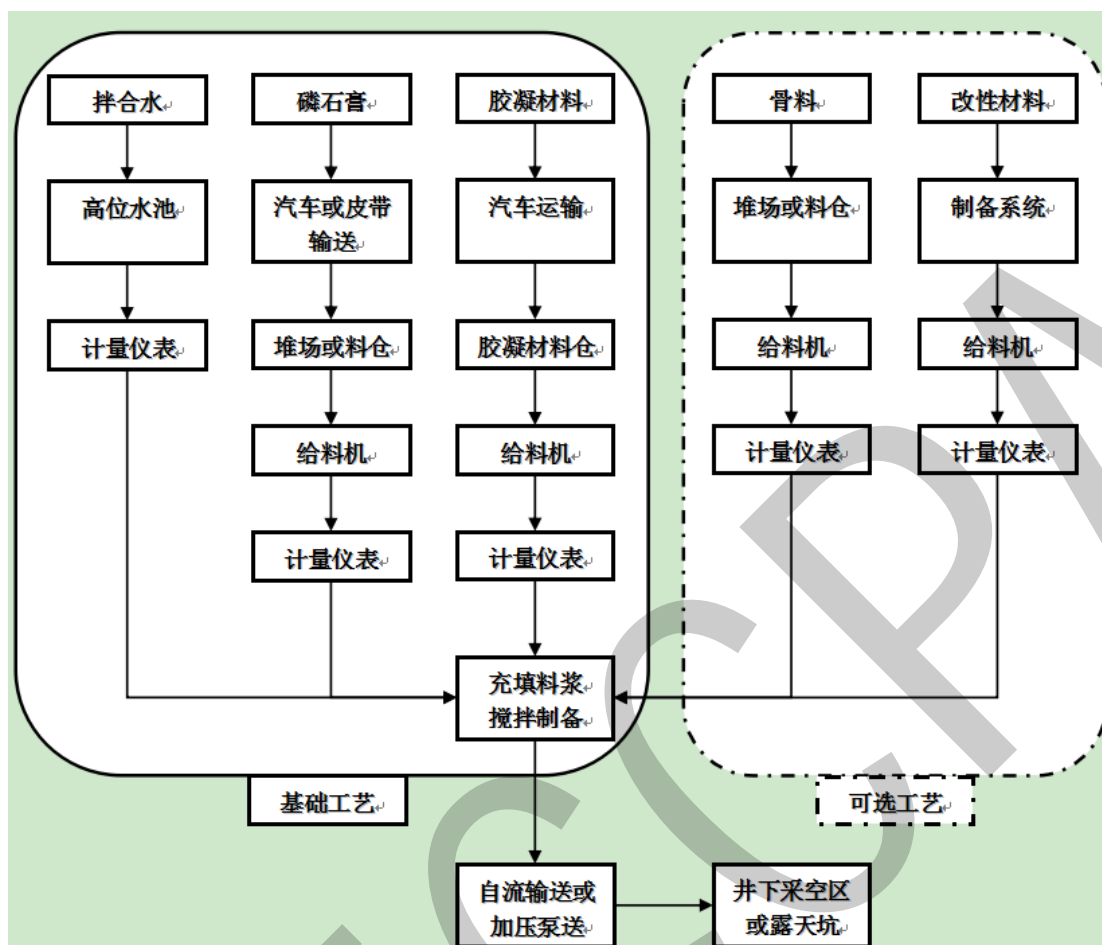


图1 磷石膏充填工艺流程

6.2 充填材料来源及输送方式

6.2.1 磷石膏来自磷化工厂，一般采用汽车运输或皮带输送的方式至充填站存储场地。

6.2.2 胶凝材料来自水泥厂或矿山充填专用胶凝材料厂，一般采用水泥罐车运输至充填站粉料仓。

6.2.3 拌合水由项目供水系统提供，根据充填需要通过流量计定量供给。

6.3 充填料浆搅拌制备

6.3.1 磷石膏充填料浆在添加骨料时，宜采用两级卧式搅拌或卧式-立式结合搅拌的方式；未添加骨料是可采用一级立式搅拌或两级卧式搅拌方式。

6.3.2 搅拌机的作业能力必须与充填系统能力匹配，一般略高于充填系统能力。

6.3.3 在充填智能控制系统设置充填技术参数，实现各种物料同时通过各自计量输送系统输送至搅拌系统，物料在搅拌系统进行充分搅拌混合制备成符合充填质量要求的充填料浆。

6.3.4 磷石膏给料系统宜加装筛分系统，同时宜采用打散机将大块分散。

6.3.5 搅拌制备的充填料浆质量浓度变化幅度不宜超过 $\pm 3\%$ ，若超过智能控制系统对充填技术参数作出相应调整。

6.4 充填料浆管道输送

6.4.1 充填料浆输送宜优先采用自流的输送方式，在无法满足自流输送条件时采用加压泵送的方式。

6.4.2 一般通过计算充填倍线和输送阻力损失的方式选择充填方式。

充填倍线小于6且浆体本身因高差所具有的势能大于输送阻力损失时，可采用自流输送的方式；

充填倍线大于 6 或浆体本身因高差所具有的势能小于输送阻力损失时时,采用加压泵送的输送方式。

6.4.3 临界流速控制方式。

自流输送时,管道内充填料浆的流动速度必须大于浆体的临界流速,宜在 3m/s~3.5m/s;

加压泵送时,管道内充填料浆的流动速度须在经济流速范围,宜在 1.2m/s~1.8m/s。

6.4.4 经过搅拌系统制备而成的充填料浆采用加压泵送工艺时,依次经过加压泵、地表充填管道/充填钻孔、充填管道/充填软管至采空区或露天坑。

6.4.5 充填管道的内径需与充填能力匹配,保障充填料浆的流速稳定。一般可根据下式计算充填管道内经 D_1 :

$$D_1 = \sqrt{\frac{4Q_h}{\pi v}}$$

式中: Q_h —充填系统小时充填能力;

v —管道工作流速。

6.4.6 管道壁厚以管道承压计算,根据压力管道规范,受内压直管的厚度计算公式为:

$$t_s = \frac{P \cdot D_0}{2([\sigma]^t E_J + PY)}$$

式中, t_s —直管计算厚度, mm;

P —设计压力;取管道最大承压的 1.5 倍, MPa;

D_0 —管道外径,取无缝钢管常用的外径系列, mm;

$[\sigma]^t$ —在设计温度下材料的许用应力, 16Mn 耐磨无缝钢管, 室温下许用应力为 163MPa;

E_J —焊接接头系数,无缝钢管取 0.9;

Y —温度修正系数,取 0.4。

6.4.7 充填加压泵的选择依据主要是充填系统能力和所需的充填动力,一般略大于充填能力,泵送压力宜为所需充填动力的 1.5~2 倍。

充填动力根据充填料浆输送阻力、输送距离等参数计算得到。

充填料浆输送阻力通过对充填料浆流变参数(屈服应力、塑性粘度)的测定及其他相关经验公式计算得到。

6.5 充填过程控制

6.5.1 充填准备工作

(1) 了解当值班次工作计划任务,各个充填点充填方量;料浆配合比;原材料准备情况;通讯是否畅通;电力供应是否正常;充填站各个设备完好率情况;人员到位情况;开机时间;环境影响因素。

(2) 启动主控电脑,检查各控制功能是否正常,设定好充填参数;确认监控视频是否正常,控制室是否正常,是否有异味(比如电缆烧焦味道等),保持控制室通风。

(3) 充填场准备工作:充填封堵,并保持充填挡墙足够养护时间(混凝土挡墙 10~14d、其他挡墙根据需要确定);泄滤水装置安装;充填管道安装到位。

6.5.2 充填操作

(1) 中控室接到充填场可以充填的指令后,开启搅拌桶,注满清水(至设计液位);

(2) 开启搅拌桶排浆口,放出清水,清洗管道(润滑管道),在此过程中,保持搅拌桶进水状态;

(3) 充填场观察到管道出口有清水流出后,通知地面中控室进行充填;

(4) 中控室接到充填场管道有清水流出的信息后,按顺序开启物料输送及计量系统,开始充填;

(5) 充填场观察到已充填至设计高度后,通知中控室停止充填;

(6) 中控室接到停止充填指令后,按顺序停止送料,同时开启注水程序。

(7) 充填场观察到管道已无颗粒排出后,通知中控室停止注水,结束本次充填;

(8) 如果充填结束后搅拌桶内仍残留料浆,应启动事故排放口,将料浆排出;

(9) 如果采用进路充填, 预先吊挂的充填管道不予回收, 则将软管与主充填管道切割分离。

6.5.3 充填体强度试验

对充填管出料口的充填料浆取样并制成充填体试样, 或对已经充填到充填区的硬化充填体进行原位取样, 目的是将现场取样的充填体与室内实验的充填体进行对比, 比较其强度差异, 进而评价实际充填效果。

6.6 充填智能控制系统

充填智能充填控制系统将各个子系统集成控制, 通过设定充填技术参数, 以控制各种充填材料的定量供给, 同时根据实时在线检测数据及时正能调整充填技术参数, 保障充填料浆的高质量制备及充填料浆输送系统的稳定运行。

对高清视频监控系统充填站各个子系统及井下出料口进行实时监控;

对磷石膏、胶凝材料、拌合水及其他添加材料根据充填技术参数进行定量给料, 同时根据在线检测数据智能反馈调节;

对充填料浆的质量浓度、流量、充填工业泵压力及管道压力进行实时在线检测, 发现异常及时报警。

7 充填质量要求及检测

7.1 充填材料质量要求

7.1.1 磷石膏

磷石膏应符合 GB/T 23456-2018 的标准。

磷石膏质量应保持相对稳定, 不宜发生较大的变化, 尤其是粒径、含水率等参数。

7.1.2 胶凝材料

胶凝材料是指普通硅酸盐水泥和或其他新型矿山充填专用胶凝材料, 质量应符合相应标准要求。

胶凝材料存储期间, 应防止进水受潮板结, 受潮后禁止使用。

7.1.3 改性材料

改性材料是指早强剂、减水剂、泵送剂等其中的一种或多种, 质量应符合相应标准要求。

7.1.4 骨料

骨料包含粗骨料和或细骨料, 质量应符合相应标准要求。

骨料使用可根据工程情况选择, 其添加比例一般不超过磷石膏的 120%。

骨料质量应保持相对稳定, 不宜发生较大的变化, 尤其是粒径、含水率等参数。

7.1.5 拌合水

必须保障充足的水源以充填制浆、润管、洗管及清洗场地等用水。

7.2 充填料浆质量要求及检测方法

7.2.1 充填料浆的比重: 宜控制在 1.38-1.42。

检测方法: 利用定体积容器盛装料浆, 称重。

7.2.2 料浆 pH 值: 不宜小于 8。

检测方法: 利用 pH 试纸直接对充填料浆进行检测比对。

7.2.3 充填料浆的质量浓度: 宜控制在 48%-52%。

检测方法: 利用 50℃ 条件烘干料浆中的水分, 进行称重。

7.2.4 充填料浆的扩散度: 自流输送时, 充填料浆的扩散度宜控制在 440~780mm。加压泵送时, 充填料浆的扩散度宜控制在 350~420mm。

检测方法: 参照《建筑石膏 净浆物理性能的测定》(GB/T 17669.4-1999) 执行。

7.2.5 充填料浆的凝结时间: 初凝时间不少于 8h; 终凝时间不少于 16h。

检测方法: 参照《建筑砂浆基本性能试验方法标准》(JGJ 70-2009) 第 8 章执行

7.2.6 充填体强度

用标准试模(70.7mm×70.7mm×70.7mm)制作的充填体试件,在室内养护条件为常温(20℃~28℃)、常压(1个标准大气压)、常湿(相对湿度为55%~75%)条件下进行。

充填体强度一般采用28d龄期的抗压强度表示,具体指标如下:

制作人工假顶时,28d强度宜在4MPa以上;

打底、胶面充填时,28d强度宜在3MPa以上;

一步骤胶结充填时,28d强度宜在1.5MPa~2.5MPa;

二步骤或嗣后充填时,28d强度宜在0.3MPa~0.5MPa。

检测方法:参照《建筑砂浆基本性能试验方法标准》(JGJ 70-2009)第9章执行

7.3 充填质量检测

7.3.1 质量检测分类

充填体质量检测分为前期检测、过程检测、质量检测三类,其中,扩散度、初凝时间和终凝时间为前期检测;充填料浆的比重、pH值、质量浓度为过程检测;充填体强度为质量检测。

7.3.2 质量检测原则

前期检测:是在生产准备阶段完成的基础性工作,其检测数据可作为生产控制的参考依据。

过程检测:是生产过程中质量控制的关键信息,其检测数据可直接反映出充填质量;应按检测批次要求进行。

质量检测:是充填质量情况的直观反映;应按检测批次要求进行。

7.3.3 质量检测批次

充填料浆的比重、pH值检测频率按2h一次。

充填料浆的质量浓度、充填体强度检测按料浆1万吨为一个批次,不足1万吨时为一个批次。