

DB37

山 东 省 地 方 标 准

DB37/T 3967—2020

煤矿开采粉煤灰高水膨胀材料充填工艺
技术要求

2020 - 06 - 08 发布

2020 - 07 - 08 实施

山东省市场监督管理局 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和解释 1

4 充填材料技术指标要求 2

5 充填材料试验方法 3

6 粉煤灰高水膨胀充填专用胶结料检验规则 4

7 包装与标志 5

8 运输与储存 5

9 充填用辅助材料要求 5

10 充填工艺流程 6

11 充填材料的制备 7

12 充填材料输送 7

13 工作面充填 8

14 粉煤灰高水膨胀材料充填开采技术效果评价 9

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由山东省应急管理厅提出并组织实施。

本标准由山东安全生产标准化技术委员会煤矿安全分技术委员会归口。

本标准起草单位：山东安实绿色开采技术发展有限公司、山东鼎安检测技术有限公司。

本标准主要起草人：王国军、崔晓明、侯秀贞、王清华、刘乐、张盛敏、王传琪、孙凯、石全德、马继滨、梁坤、王艳艳、霍志超、刘飞、张国玉、林羿潇、闫甫、吕学强、韩学海。

本标准于2020年首次发布。

煤矿开采粉煤灰高水膨胀材料充填工艺技术要求

1 范围

本标准规定了煤矿开采粉煤灰高水膨胀材料充填工艺的技术要求，包含充填材料技术指标、试验方法、检验规则、包装与标志、运输与储存、辅助用料的要求、充填工艺流程、制备与输送、工作面充填的流程和要求以及技术效果评价。

本标准适用于煤矿各种开采工艺，可以进行解放“水体下、铁路下、建（构）筑物下和承压水上”呆滞资源的特殊开采；也可以应用于普通条件开采，以减小完全垮落法管理顶板带来的各种灾害，实现安全开采。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 9774 水泥包装袋

GB/T 12573 水泥的取样方法

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 1590—2017 用于水泥和混凝土中的粉煤灰

GB/T 8074—2008 水泥比表面积测定方法 勃氏法

GB/T 10544—2001 高分子多孔弹性材料 拉伸强度和拉断伸长率的测定

GB/T 15553（所有部分） 煤矿科技术语

GB/T 15789—2015 土工布及其有关产品 无负荷时垂直渗透特性的测定

GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法(ISO法)

JC/T 681—2005 行星式水泥胶砂搅拌机

DB37/T 2467—2014 煤矿充填开采技术效果评价方法

3 术语和解释

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

充填开采

为提高煤炭资源回收率，保护建（构）筑物、铁路、水体及环境，实现安全开采，充分利用废弃资源，向采空区充填矸石、粉煤灰、沙石或膏体状复合材料等，控制岩层与地表移动，进行采煤的技术。

3.2

粉煤灰高水膨胀充填专用胶结料

粉煤灰高水膨胀专用胶结料由固化剂、速凝剂、缓凝剂、保水剂、悬浮剂、流变剂、膨胀剂等组分科学调配而成，既是一种胶凝材料又是一种粉煤灰活性激发剂。

3.3

粉煤灰高水膨胀充填材料

将固体废弃物粉煤灰和粉煤灰高水膨胀充填专用胶结料以及水以一定配比混合后，制成固水质量比为1: 1.0~1.5的充填料浆。

3.4

粉煤灰高水膨胀充填开采技术

粉煤灰高水膨胀充填材料通过自流或者泵送对采空区进行充填的采煤技术。

3.5

袋式充填

采用柔性模板（袋状）限定粉煤灰高水膨胀材料浆体的一种充填工艺。

3.6

充填体

充留在采空区内充填材料的沉积体。

3.7

充填支架

为了安全、高效地完成充填过程而专门设计使用的综采液压支架。

3.8

充填管路

充填时输送料浆的管路。

4 充填材料技术指标要求

4.1 原材料取样

粉煤灰、粉煤灰高水膨胀充填专用胶结料按照GB 12573进行取样。

4.2 粉煤灰高水膨胀充填专用胶结料细度要求

粉煤灰高水膨胀充填专用胶结料比表面积大于等于350 m²/kg，按照GB/T 8074—2008进行测定。

4.3 脱模时间

脱模时间最快不小于8 h，最长不得大于24 h。且具体脱模时间可根据需要在8 h~24 h之间进行调节。

4.4 充填材料单轴抗压强度要求

4.4.1 抗压强度

按照GB/T 17671进行。

4.4.2 标准养护条件下单轴抗压强度要求

单轴抗压强度按粉煤灰与粉煤灰高水膨胀充填专用胶结料重量比为4:1时进行判定。
充填材料强度不得低于表1的强度要求。

表1 标准养护条件下单轴抗压强度要求

单位为MPa

养护时间	固水比(重量比)		
	1:1	1:1.2	1:1.5
1 d	0.5	0.3	0.1
3 d	0.7	0.5	0.2
7 d	1.5	1.0	0.7
28 d	4.0	3.5	3.0

4.4.3 快速养护条件下单轴抗压强度要求

为准确模拟充填材料大体积充填时的固化情况，充填材料采用快速养护（养护温度 $20\pm2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）方式，此时按粉煤灰与粉煤灰高水膨胀充填专用胶结料重量比为4:1时进行判定时，充填材料强度不得低于表2的强度要求。

表2 快速养护条件下单轴抗压强度要求

单位为MPa

养护时间	固水比(重量比)		
	1:1	1:1.2	1:1.5
12 h	0.4	0.2	0.1
18 h	0.7	0.5	0.3
1 d	1.2	1.0	0.8
7 d	4.0	3.5	3.0

5 充填材料试验方法

5.1 试件的制备

5.1.1 试体成型

成型条件：

- a) 实验室温度 $20\pm2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度大于 50 %，试验用水温度 $20\pm2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，用洁净淡水；
- b) 搅拌采用胶砂搅拌机，胶砂搅拌机应符合 JC/T 581—2005 的规定；
- c) 成型试模采用 40 mm×40 mm×40 mm 三联试模。

配料与搅拌：

- a) 每次按成型 9 组试模 27 个试件称取各组分，用水量以所要求比例为准，先把粉煤灰、粉煤灰高水膨胀专用胶结料倒入胶砂搅拌机；
- b) 启动胶砂搅拌机进行搅拌；

c) 待粉煤灰、粉煤灰高水膨胀专用胶结料混合均匀后加入水继续搅拌 3 min。

5.1.2 装模

提前将三联试模擦净，涂油，水平放置。装模时，每个试模先装一半，然后再按逆序装满。每次装三组试模。人工将试模振动数下，排出浆体内气泡。

5.2 试件养护

5.2.1 标准条件养护：

- a) 试件成型后置于温度为 20 ± 1 °C、相对湿度不小于 95 % 的标准养护箱中；
- b) 养护 4 h 后，用刮刀将试模刮平，编号；
- c) 装模 8 h~24 h 后脱模，所得试块放于标准养护箱中继续养护，条件不变。

5.2.2 快速条件养护：

- a) 试件成型后置于温度为 50 ± 2 °C、相对湿度不小于 95 % 的快速养护箱中；
- b) 养护 2 h 后，用刮刀将试模刮平，编号；
- c) 装模 8 h~24 h 后脱模，所得试块放于快速养护箱中继续养护，条件不变。

5.3 试件抗压强度测定

5.3.1 试验设备采用具有合适加载量程的压力试验机，示值误差应不大于 1 %。

5.3.2 试件从养护箱（室）取出后，待试件表面无可见水珠，试压。

5.3.3 试压前，应选择较平整侧面为受压面。如有缺损，扣除其面积。

5.3.4 各龄期的试体，应在规定龄期的相对误差范围内进行强度检验，见表 3。

表3 各龄期相对误差范围值

龄期	8 h	24 h	3 d	7 d	28 d
误差	± 5 min	± 25 min	± 1 h	± 2 h	± 3 h

5.3.5 试件抗压强度计算

试体抗压强度按式（1）计算：

$$R_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

R_c ——抗压强度，MPa；

P ——破坏荷重，N；

A ——受压面积， mm^2 。

5.3.6 各龄期抗压强度以六块试体所得六个抗压强度的算术平均值，并精确到 0.01 MPa，当强度值中有超过平均值 20 % 时，应予以剔除，剔除后的平均值再作为该龄期抗压强度结果。若余下组仍有超过 20 % 时，则本次试验作废。

6 粉煤灰高水膨胀充填专用胶结料检验规则

6.1 检验分类

6.1.1 出厂检验

产品应由生产单位检验部门检验合格后（与需方粉煤灰、水进行试验各龄期单轴抗压强度满足第4章要求）方可出厂。

6.1.2 型式检验

型式检验规定：

- a) 新产品投产、定型鉴定时；
- b) 原材料、工艺发生较大改变时；
- c) 正常生产时，每年进行一次；
- d) 停产半年以上，重新恢复生产时；
- e) 有关部门要求型式检验时。

6.2 组批和取样

6.2.1 组批

同一配方、相同生产条件连续生产的粉煤灰高水膨胀充填专用胶结料50 t为一批次。

6.2.2 取样

取样方法按GB/T 12573进行，取样应有代表性，需从20个以上不同部位取等量样品，总数至少10 kg。

6.2.3 试验及留样

取得的样品要充分混合均匀，分为两等份，一份检验（按本标准与相关工程所用粉煤灰、水按第4章及第5章规定的方法进行出厂检验，检验项目包括需要对产品进行考核的全部技术要求），一份密封保管三个月，以备必要时复检。

7 包装与标志

7.1 包装

7.1.1 粉煤灰高水膨胀充填专用胶结料可以袋装或散装，袋装充填料用防潮袋包装，每袋净含量（50±1）kg。其他包装形式由供需双方协商确定，但有关袋装质量要求，必须符合上述原则规定。

7.1.2 防潮包装袋应符合GB 9774规定。

7.2 标志

包装袋上必须清楚标明产品名称、分类、标记、重量、生产日期、企业名称及严禁受潮等字样，要符合GB/T 191的要求。

8 运输与储存

粉煤灰高水膨胀充填专用胶结料在运输时不得受潮。从包装日期，产品在地面正常情况下贮存期为三个月，在井下视潮湿情况存期为1 d~7 d，过期使用时使用前必须经试验验证无问题后方可进行使用。

9 充填用辅助材料要求

9.1 充填袋要求

充填袋技术参数要求及检验方法：

- 充填袋的渗透率小于 0.1 mm/s，测试方法按照 GB/T 15789—2015 要求执行；
- 充填袋的抗拉强度在 100 kPa 以内，测试方法按照 GB/T 10654—2001 要求执行；
- 充填袋要求阻燃、防静电。

9.2 其他辅助材料要求

其它辅助材料应达到矿用产品安全标准，并符合《煤矿安全规程》的规定。

10 充填工艺流程

10.1 充填站选址

粉煤灰高水膨胀材料充填工艺一般采用料浆自流或泵送的方式，充填站建议建在地面。

10.2 充填流程介绍

10.2.1 袋式充填工艺流程：

- 袋式充填适用于开放式充填空间，与长壁采煤方法配套，工作面支架推移产生充填空间后，支设充填模板、吊挂充填袋；
- 充填站生产合格的粉煤灰高水膨胀充填材料，然后材料通过泵送或自流输送至充填袋内；
- 待充填体强度达到设计要求后，拆除模板后进行下一循环。

10.2.2 挡墙式充填工艺流程：

- 条带开采、巷柱式采煤开采结束后在巷道两端砌筑挡墙；
- 挡墙上部预留充填口跟排气口；
- 充填站生产合格的粉煤灰高水膨胀充填材料，然后材料通过泵送或自流输送至充填区域内。

10.3 充填流程简图

充填系统有储存系统、上料系统、计量系统、搅拌系统、输送系统、控制系统，设施包括粉煤灰仓、胶结料仓、蓄水池、缓冲搅拌机、充填管路、事故池等，可实现浆液连续充填，流程图见下图1。

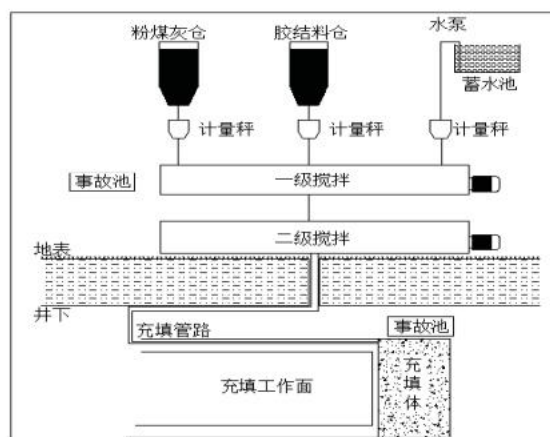


图1 粉煤灰高水膨胀材料充填工艺流程简图

11 充填材料的制备

11.1 充填材料制备流程

首先按照充填空间的测算和经验确定充填体积；按照日检流程进行检修后，进行试制浆，缓冲搅拌槽内料浆体积达到50%以上时打开注浆泵或泄浆阀门；观察流量计，调节阀门，然后进行制浆、输送的正常阶段；结束后采用高压水和（或）高压风对充填管路进行冲洗。

11.2 充填站

充填站注意事项：

- 每次充填开始之前应对配比搅拌系统各计量秤进行校准；
- 粉煤灰、粉煤灰高水膨胀专用胶结料计量秤内应保持干燥，不得有残留料；
- 每月需对称量传感器进行调校，确保其准确计量；
- 地面充填站与充填地点需要有专门电话联系，充填过程中需经常沟通充填浆液情况；
- 配比改变后，地面充填站需要通知工作面人员监视出口料浆浓度情况；
- 充填完毕后，需清洗搅拌机及充填管路；搅拌机必须冲洗干净，如有结块或沉积物，必须当班处理；
- 详细记录充填量、材料用量，统计好各个储料罐内原材料余量及时备料。

12 充填材料输送

12.1 输送方法

输送方法一般分为泵送和自流两种方法，各种条件下的充填材料都可以采用注浆泵输送浆体。在符合下式条件下才可以使用自流方式进行充填。

$$\rho gh > 1.5 L \eta \dots \dots \dots (2)$$

式中：

- h ——充填站到工作面的高差；
- η ——浆体在管路的水力坡降；
- ρ ——浆体的密度；
- L ——管路折合平管的长度。

12.2 充填管路压力及管路连接强度的要求

管路压力及连接强度需要满足如下要求：

$$P > P' + \rho gh \dots \dots \dots (3)$$

式中：

- P ——管路压力及连接强度；
- ρ ——浆体的密度；
- h ——管路、连接件至地面充填站的高度。

12.3 充填管路维护

充填管路各水平最低点需设置排污阀；充填结束后须冲洗管路，保持管路畅通；充填管路清洗完毕后最低点处排污阀应全部打开；充填主管路5个月内需要进行一次全面检验，防止管路结垢淤积造成堵管。

13 工作面充填

13.1 充填流程：

- a) 采用袋式充填时必须清理掉充填区域冒落的矸石并将充填区域底板清理平整；老空方向出现尖锐冒矸时，需采取措施严禁尖锐冒矸与充填袋直接接触，挡板一定要制作牢固；挡墙式充填时挡墙内侧附一层聚丙烯、聚乙烯类涂膜防渗漏塑料布，将可能漏浆处用封堵材料进行封堵；
- b) 测量充填区域的尺寸，然后计算充填量，并通知地面充填站；
- c) 挂设充填袋时，必须将充填袋拉直拽平并固定，使得充填袋紧贴四周固定体（挡板、支架、充填体等）；
- d) 开始充填时，由专人负责观察充填材料浓度的变化情况，当浆体浓度达到要求时方可将充填管伸入充填口内，并绑扎牢固；
- e) 袋式充填过程中，每个充填袋均需要有专人进行观察，防止充填浆体直接对充填袋造成冲击；
- f) 充填临近结束时，工作面由专人负责计算后续所需充填量，然后通知地面充填站；并且随着充填的进行与地面充填站沟通，防止制浆过多造成浪费；
- g) 充填袋充满后，将伸入充填袋内的充填管抽出，并将充填口扎紧，同时关闭支路阀门，然后将管路用高压水和（或）高压风冲洗干净；
- h) 充填临近结束时，工作面由专人负责计算后续所需充填量，然后通知地面充填站；并且随着充填的进行与地面充填站沟通，防止制浆过多造成浪费；
- i) 充填结束后，整理充填工具、冲洗管路。

13.2 充填注意事项：

- a) 应制定《充填堵管应急预案》并与矿井作业规程相衔接，井上、井下必须设专门的“事故池”；
- b) 正常充填过程中，如果发生机械故障，必须采用高压水和（或）高压风将充填管路清洗干净；
- c) 充填袋破裂漏浆时，关闭通向此充填袋的阀门，并且及时冲洗分料管；如充填高度不到采高的一半，需重新挂袋充填；
- d) 管路发生堵塞后，地面充填站需立即停止制浆，浆液排放到事故池中，处理堵管；
- e) 有人在支架后方工作时，严禁操作支架；
- f) 需要采用高压水和（或）高压风进行管路清洗时，高压水管和风管需要固定好，以免伤人；
- g) 如果采高大于 2.5 m，支架后方挂袋时，需架设梯子或脚手架，操作工人需按要求配备安全带。

14 粉煤灰高水膨胀材料充填开采技术效果评价

粉煤灰高水膨胀材料充填开采技术效果评价按照 DB37/T 2467—2014 相关要求进行。

应在地表下沉稳定后进行，评价应按照以下三个等级：

- 符合设计：达到充填开采的目的，充填开采系统及工艺、各项充填参数和地表变形观测值应符合设计和本标准的要求；
- 基本符合设计：地面受护范围内实际地表移动与变形值满足允许地表移动与变形值要求；
- 不符合设计：设计的保护目的没有实现。