



中华人民共和国国家标准

GB/T 39337—2020

综合机械化超高水材料袋式充填采煤 技术要求

Technical requirement of fully mechanized bag filling mining
with superhigh-water material

2020-11-19 发布

2021-06-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 超高水材料强度要求 3

5 超高水材料充填系统组成 3

 5.1 充填站布置 3

 5.2 制浆系统布置 4

 5.3 浆体输送系统 4

6 袋式充填工作面 5

 6.1 工作面布置 5

 6.2 充填液压支架 6

 6.3 充填袋 6

7 袋式充填开采工艺流程 7

 7.1 采煤与充填的时间配合 7

 7.2 充填作业工艺流程及技术要求 7

 7.3 制浆输送工艺流程及技术要求 7

 7.4 充填体强度要求 8

8 地表变形及井下矿压监测 8

 8.1 等效采高计算 8

 8.2 地表变形监测 8

 8.3 井下矿压监测 8

附录 A（规范性附录） 超高水材料单轴抗压强度试验方法 9

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本标准由中国煤炭工业协会提出并归口。

本标准起草单位：冀中能源集团有限责任公司、冀中能源邯郸矿业集团有限公司、冀中能源股份有限公司、国家能源充填采煤技术重点实验室、河北充填采矿技术有限公司、河北煤炭科学研究院有限公司、河北紫晨超高水材料有限公司、中国煤炭工业协会生产力促进中心。

本标准主要起草人：孙春东、高会春、贾靖、谢国强、高晓峰、冯利宁、马民乐、吴红林、布铁勇、卢志敏、王春耕、丁燕斌、杜小河、杨军辉、杨洪增、陈锋、李永元、李继升、张小建、张富寰、高春芳、秦大健、王英、冀梅良、郑厚发、杨扬。

综合机械化超高水材料袋式充填采煤 技术要求

1 范围

本标准规定了综合机械化超高水材料袋式充填采煤技术的术语和定义、超高水材料强度要求、超高水材料充填系统组成、袋式充填工作面、袋式充填开采工艺流程、地表变形及井下矿压监测。
本标准适用于采高 5 m 以下的综合机械化壁式工作面。

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/T 10171—2016 建筑施工机械与设备 混凝土搅拌站(楼)
GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)
GB/T 20105 风筒涂覆布
GB 50026 工程测量规范
HG/T 2580 橡胶或塑料涂覆织物 拉伸强度和拉断伸长率的测定
JB/T 7043 液压轴向柱塞泵

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

超高水材料 **superhigh-water material**

由 A 料、AA 料组成的 A 组分和由 B 料、BB 料组成的 B 组分构成,两种组分分别加水制成浆体时,数小时不凝结,混合后快速凝结、硬化,其固结体水体积占比达 97% 时仍有一定强度的一种水硬性材料。

3.2

A 料 **A material**

由铝矾土、石灰石和少量其他矿物烧制的硫铝酸盐水泥熟料研磨至一定细度制成。

3.3

B 料 **B material**

由硬石膏、生石灰研磨至一定细度制成。

3.4

AA 料 **AA material**

由悬浮分散剂、缓凝剂等组成的一种阻化剂。

3.5

BB 料 **BB material**

由悬浮分散剂、促凝剂等组成的一种催化剂。

3.6

A 料浆 A slurry

A 组分加水搅拌后形成的单浆体。

3.7

B 料浆 B slurry

B 组分加水搅拌后形成的单浆体。

3.8

充填袋 filling bag

由风筒涂覆布或其他阻燃抗静电的聚合物制成,用来盛装浆体并使其在预定位置固结成型的一种密封袋。

3.9

制浆系统 pulping system

可实现既定配比,将超高水材料制成合格浆体的一套集称重、搅拌于一体,并实现自动控制的机械系统。

3.10

双液匹配及流量控制系统 double-fluid matching and flow controlling system

能够控制超高水材料浆体流量,使两种浆体等量输送的一种自动控制系统。

3.11

浆体输送系统 slurry transportation system

由输浆管路、混合装置和控制系统等组成,利用充填泵或自流的方式通过双液匹配及流量控制系统控制浆体流量并输送至指定区域,实现自动化控制的一种机械系统。

3.12

混合装置 mixing machine

可实现超高水材料两种浆体之间均匀混合的一种装置。

3.13

综合机械化超高水材料袋式充填采煤 fully mechanized bag filling mining with superhigh-water material

采用充填袋限制超高水材料浆体的流动,使其形成具有一定强度的固结体,并能及时支撑采空区上覆岩层,减少地表沉降的一种综合机械化充填采煤方法。

3.14

充填液压支架 filling powered support

可以同时掩护采煤区域和充填区域的一种液压支架。

3.15

单浆管 single slurry pipeline

从储浆池到工作面混合装置的输浆管路。

3.16

混合管路 mixing pipeline

由混合装置出口至工作面内的输浆管路。

3.17

工作面分浆管 sub-slurry pipeline on the working face

由混合管路向不同充填袋内分配输送混合浆体的软管。

3.18

等效采高 equivalent mining height

工作面实际采高与有效充填高度的差值。

4 超高水材料强度要求

超高水材料工业品各龄期单轴抗压强度不应低于表 1 的数值，试验方法执行附录 A 的规定。

表 1 超高水材料工业品各龄期单轴抗压强度

水灰质量比	水体积占比/%	单轴抗压强度/MPa			
		4 h	1 d	3 d	7 d
3 : 1	89.7	1.00	1.60	1.80	2.00
4 : 1	92.1	0.50	0.80	1.00	1.20
5 : 1	93.5	0.30	0.50	0.65	0.80
6 : 1	94.6	0.20	0.40	0.50	0.60
7 : 1	95.3	0.15	0.25	0.35	0.40
8 : 1	95.9	0.10	0.20	0.25	0.30
9 : 1	96.3	0.10	0.15	0.20	0.25
10 : 1	96.7	0.05	0.10	0.15	0.20
11 : 1	97.0	0.05	0.10	0.12	0.15

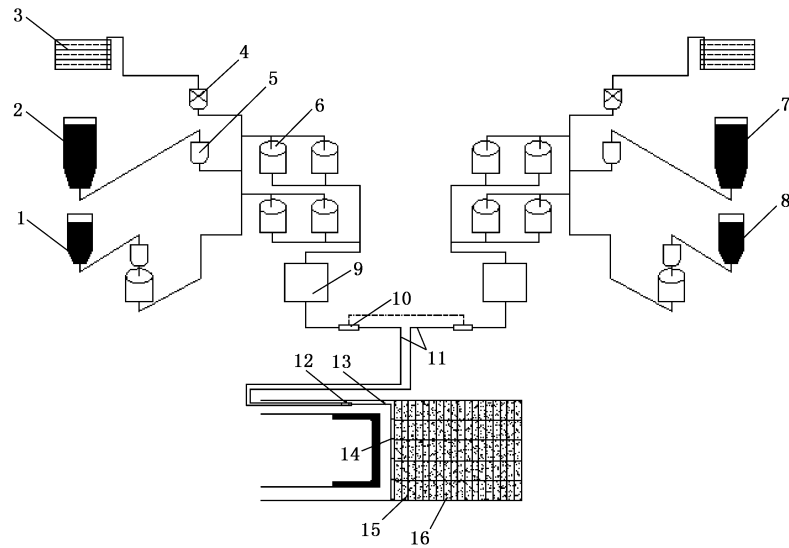
5 超高水材料充填系统组成

5.1 充填站布置

综合机械化超高水材料袋式充填采煤充填站应建在地面并符合 GB/T 10171—2016 第 5 章的规定，系统应实现自动化控制。

超高水材料充填系统布置见图 1。整个充填系统主要由制浆系统、浆体输送系统和相应的控制系统等组成，制浆系统和控制系统一般布置在充填站中。

超高水材料 AA 料、BB 料预先加水活化，分别配送到搅拌桶内制备成 A 料浆、B 料浆，并分别输送到储浆池中。A 料浆、B 料浆利用重力自流或泵送的方式通过双液匹配及流量控制系统送入井下，经过混合装置将混合浆体输送至工作面采空区充填袋内。



说明：

- 1 ——AA 料仓；
- 2 ——A 料仓；
- 3 ——储水池；
- 4 ——水秤；
- 5 ——称料斗；
- 6 ——搅拌桶；
- 7 ——B 料仓；
- 8 ——BB 料仓；

- 9 ——储浆池；
- 10 ——流量控制及双液匹配系统；
- 11 ——单浆管；
- 12 ——混合装置；
- 13 ——混合管路；
- 14 ——工作面分浆管；
- 15 ——充填袋；
- 16 ——充填体。

图 1 超高水材料充填系统示意图

5.2 制浆系统布置

制浆系统由储料系统、配比系统、搅拌系统和储浆池等组成,分 A、B 两套,并且 A、B 两套的设备完全相同。每套系统均包含搅拌主机、配料装置、卸料装置、添加剂配制装置、气路控制系统、电器控制系统等。

储料能力满足生产能力要求,可根据运输条件、储料能力设定储料比例。制浆系统用水满足充填能力要求,水温应在 $18\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$,pH 值应不小于 7。

5.3 浆体输送系统

5.3.1 系统构成

浆体输送系统主要包括动力系统、双液匹配及流量控制系统、混合装置、高压风水联动清洗系统及输浆管路等。

5.3.2 动力系统

超高水材料浆体利用其重力自流输送至井下。如果重力自流无法满足要求时也可采用充填泵输送。超高水材料浆体的输送泵宜选用柱塞式,可根据充填倍线、浆体水力坡度、管路长度等因素进行选择,并符合 JB/T 7043 的规定,其输送能力应与设计制浆能力匹配。

5.3.3 双液匹配及流量控制系统

双液匹配及流量控制系统主要用于控制 A 料浆与 B 料浆等量输送。

5.3.4 浆料混合装置

混合装置可由三通、搅拌容器或两种形式相结合的方式。

5.3.5 高压风水联动清洗系统

充填结束后应采用先冲水后压风的高压风水联动系统清洗管路。

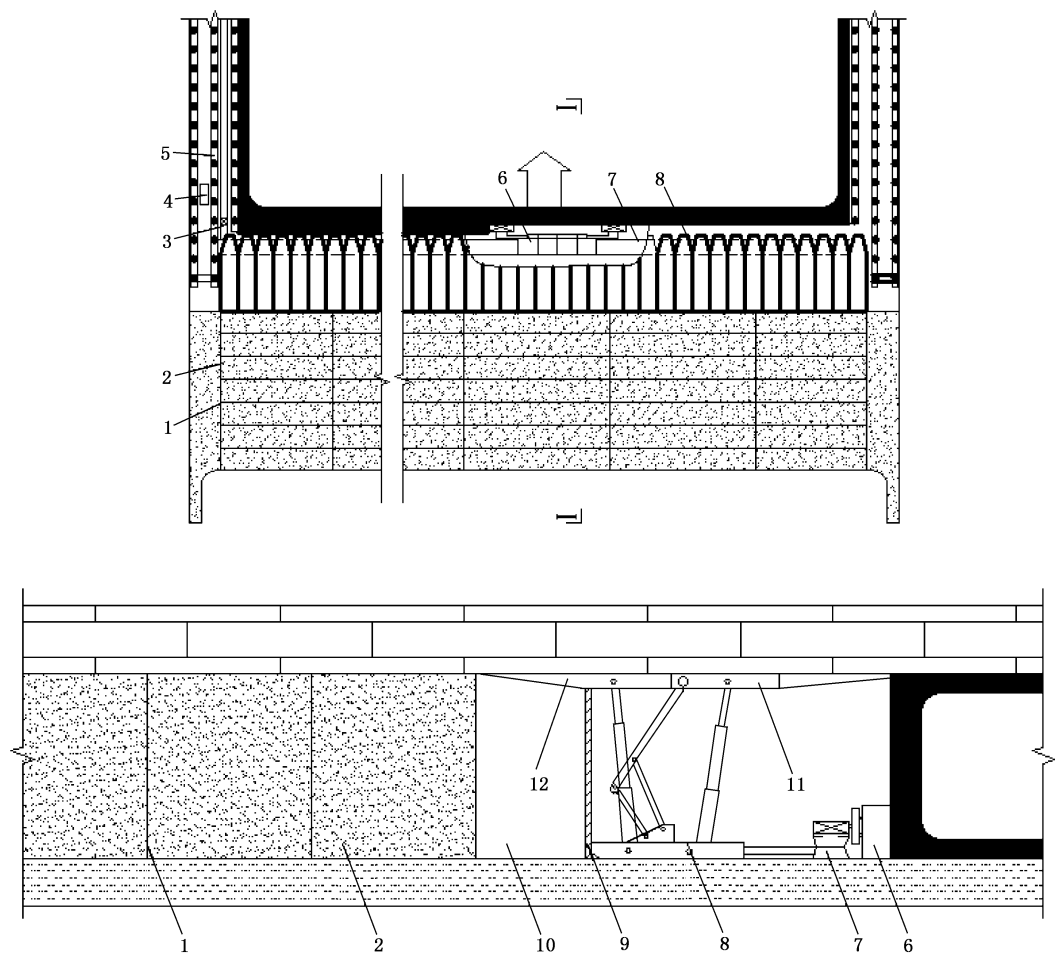
5.3.6 输浆管路

输浆管路主要包括单浆管、混合管路和工作面分浆管,进入工作面的混合管路宜采用高压软管。单浆管内流速不宜小于 2 m/s,混合管路直径不宜大于单浆管直径的 1.2 倍,混合管路的长度应保证混合浆液进入最近的充填袋的流动时间不应小于 30 s。

6 袋式充填工作面

6.1 工作面布置

综合机械化超高水材料袋式充填采煤与垮落法的采煤区域系统布置相同,充填作业在充填支架后顶梁控顶区域内进行。综合机械化超高水材料袋式充填采煤工作面布置见图 2。



说明：

- | | |
|------------|--------------|
| 1 —— 充填袋； | 7 —— 刮板输送机； |
| 2 —— 充填体； | 8 —— 充填液压支架； |
| 3 —— 转载机； | 9 —— 后挡板； |
| 4 —— 组合开关； | 10 —— 待充空间； |
| 5 —— 超前支护； | 11 —— 前顶梁； |
| 6 —— 采煤机； | 12 —— 后顶梁。 |

图 2 袋式充填工作面平面布置图

6.2 充填液压支架

充填液压支架为多立柱支撑式液压支架。顶梁分为前顶梁与后顶梁，前顶梁掩护采煤作业，后顶梁掩护充填作业。两个作业区域利用后挡板隔离。

在常规充填液压支架的基础上，在后顶梁与底座之间安装垂直于煤壁的纵向隔板，实现整个工作面分组隔离充填。

6.3 充填袋

充填袋应满足如下要求：

- a) 充填袋材料满足 GB/T 20105 的要求；
- b) 充填袋的经、纬向扯断负荷不应低于 500 N/50 mm，试验方法应符合 HG/T 2580 的规定；

- c) 充填袋尺寸根据设计的分组隔离充填参数和循环进度确定,长、宽、高三个方向的富余系数不应小于 1.1;
- d) 充填袋顶部至少设置两个袖孔,一个为注浆袖孔,一个为排气袖孔;袖孔长度便于和注浆管扎紧,防止溢浆。

7 袋式充填开采工艺流程

7.1 采煤与充填的时间配合

综合机械化超高水材料袋式充填采煤工作面采用日单循环作业方式,一个班采煤,一个班充填,移架应在充填作业结束后 4 h 以上进行。

7.2 充填作业工艺流程及技术要求

7.2.1 工艺流程

充填作业主要包含充填前的准备、充填、管路清洗和现场清理四个步骤,具体的工艺流程为:

- a) 采煤移架后,充填空间达到要求的充填步距,清理充填空间并挂设充填袋;
- b) 挂设好充填袋后,对充填袋进行压风充气,使充填袋处于鼓起状态;
- c) 充填袋充气后,将分浆管与注浆袖孔连接并扎紧;
- d) 通知地面充填站进行制浆并输送;
- e) 地面充填站进行制浆、输送并通知井下作业人员;
- f) 打开进入充填袋阀门,进行充填;
- g) 对充填区域和输浆管路进行巡查,防止出现漏浆现象;
- h) 充填完毕后,对全部管路进行清洗。

7.2.2 技术要求

充填作业的技术要求为:

- a) 充填开始后,充填系统若发生管路堵塞等故障,预判影响时间在 30 min 以上,地面应停止向井下输送浆体,并将浆体放到事故池中,必要时清洗输浆管路;
- b) 充填结束后,应采用风水联动清洗管路,风速不应小于 50 m/s,风压不应小于 0.4 MPa,清洗时间根据管路工况条件和长度确定;
- c) 采高大于 2.5 m,支架后方挂袋时,应架设梯子或脚手架,工人需配备安全带。

7.3 制浆输送工艺流程及技术要求

7.3.1 工艺流程

浆体制备及输送主要包括以下几个步骤:

- a) 计算采空充填区域体积,确定大概的制浆量;
- b) 开启制浆系统;
- c) 开启流量控制及双液匹配系统,开始进行浆体输送;
- d) 根据井下剩余充填空间的大小,及时调整制浆量;
- e) 充填完毕后,采用高压风水对管路进行清洗。

7.3.2 技术要求

浆体制备及输送的技术要求为:

- a) 制浆输送时需与井下加强联络,保证信息畅通;
- b) 管路流量不能匹配时,停止注浆,并通知井下,检查整个充填系统,找到原因,及时处理;
- c) 出现停电、设备损坏时,通知井下人员,放空充填浆体,井下对管路进行反冲洗;
- d) 设置材料储用台账,保证材料供应不影响充填生产。

7.4 充填体强度要求

开采设计时,应对煤层上覆岩层结构和采场矿压状态进行分析,对充填体承载压力进行估算,确定合理的充填体强度。

8 地表变形及井下矿压监测

8.1 等效采高计算

等效采高为实际采高减去有效充填高度,主要由四部分组成,按式(1)进行计算:

$$M = H - Y = H_1 + H_2 + H_3 + H_4 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- M ——等效采高,单位为毫米(mm);
 - H ——实际采高,单位为毫米(mm);
 - Y ——有效充填高度,单位为毫米(mm);
 - H_1 ——充前顶板下沉量,单位为毫米(mm);
 - H_2 ——液压支架后顶梁厚度,单位为毫米(mm);
 - H_3 ——充填欠接顶量,单位为毫米(mm);
 - H_4 ——充填固结体压实时产生的顶板下沉量,单位为毫米(mm)。
- H_1 、 H_2 、 H_3 、 H_4 的取值根据实际的生产技术条件确定。

8.2 地表变形监测

地表变形监测要求如下:

- a) 用于“三下”开采时,在开采前应进行地表沉降变形的预计,预测煤层开采后对地表的影响程度,预计中的煤层开采厚度应按等效采高计算。
- b) 充填开采应在地面建立相应的测点或测站,按照 GB 50026 的要求进行地表变形观测,观测内容包括水平位移观测、竖向位移观测、裂缝观测、地表倾斜观测等。预计数据与开采数据进行对比,及时调整开采方式,减小沉降影响范围。
- c) 充填开采地表变形监测的时间不应少于工作面回采结束后 2 年。

8.3 井下矿压监测

充填工作面矿压观测的内容主要包括支架工作阻力监测、巷道变形观测、超前支承压力观测等。定期观测记录支架工作阻力,在工作面前方设置测站观测巷道表面位移,同时采用钻孔应力传感器等采集工作面前方支承压应力数据,所有的观测内容进行记录存档。

附录 A

(规范性附录)

超高水材料单轴抗压强度试验方法

A.1 材料

A.1.1 A 组分和 B 组分:符合本标准的要求。

A.1.2 水:纯净水。

A.2 仪器设备

A.2.1 天平

最小分度值不大于 0.1 g。

A.2.2 搅拌机、压力试验机

符合 GB/T 17671 的规定,加荷速度控制在 (50 ± 5) N/s。

A.2.3 试模

采用三联试模,其内部尺寸为 70.7 mm×70.7 mm×70.7 mm 的立方体。

A.3 试验步骤

A.3.1 试验条件

试验室温度 (20 ± 2) ℃,相对湿度大于 50%,试验用水温度 (20 ± 1) ℃。

A.3.2 配料与搅拌

A.3.2.1 每次按成型一组 3 个试体的需要量分别称两种材料,按要求的水固比量取试验用水两份,以先水后料的顺序分别倒入两个水泥净浆搅拌机锅内,启动两台搅拌机,将 A 组分和 B 组分分别搅拌 3 min。

A.3.2.2 将 A 料浆和 B 料浆同时倒入水泥胶砂搅拌锅内,记录此时间并启动搅拌机。混合搅拌 3 min,如 3 min 内混合浆体明显变稠,可缩短搅拌时间。

A.3.3 装模与脱模

A.3.3.1 将三联试模擦净,涂油,水平放置。将搅拌后的混合浆体分两次装入三联试模中,第一次从左至右装至 1/2 处,第二次从右至左将试模装满。人工将试模振动数下,排出浆体内气泡,然后用刮平刀将试体表面抹平,编号。

A.3.3.2 强度检测前使用专用脱模器脱模。

A.3.4 试体养护

将试模用塑料膜密封好,置于养护箱养护。养护温度 (20 ± 1) ℃,相对湿度 $\geq 90\%$ 。

A.3.5 强度试验试体的龄期

试体的龄期从母料单浆和辅料单浆混合搅拌完成时算起。不同龄期的时间允许误差见表 A.1。

表 A.1 不同龄期的时间允许误差

龄期	4 h	8 h	1 d	3 d	7 d
误差	±5 min	±10 min	±20 min	±30 min	±1 h

A.3.6 抗压强度测定

A.3.6.1 试验设备采用的压力试验机,示值误差应不大于±1%。

A.3.6.2 试体按规定龄期从养护室取出脱模后,进行抗压强度测定。

A.3.6.3 选择试体较平整的侧面作为受压面,并放在压力机压板中心位置。调整加荷速度,以 $(50 \pm 5) \text{ N/s}$ 的速度进行均匀加荷直至破坏。

A.3.6.4 试体的抗压强度按式(A.1)进行计算:

$$R = P/A \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

R ——抗压强度,单位为兆帕(MPa);

P ——破坏时的最大荷载,单位为牛顿(N);

A ——受压面积,单位为平方毫米(mm^2)($70.7 \text{ mm} \times 70.7 \text{ mm} = 4\,998.49 \text{ mm}^2$)。

A.3.7 试验结果

以一组三个试体抗压强度的算术平均值作为试验结果。每个试体抗压强度结果计算至 0.01 MPa,三个试体抗压强度的算术平均值精确至 0.01 MPa,当三个强度值中有超过平均值±20%时,应剔除后再取平均值作为抗压强度试验结果。若余下组仍有超过±20%时,则本次试验作废。