



中华人民共和国国家标准

GB/T 39834—2021

综合机械化膏体袋式充填采煤技术要求

Technical requirement of fully mechanized bag filling mining with paste

2021-03-09 发布

2021-10-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

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 膏体材料制备 2

 4.1 原材料组成及要求 2

 4.2 膏体基本性能要求 2

 4.3 膏体制备系统 2

5 膏体材料输送 4

 5.1 系统组成 4

 5.2 工艺流程 4

 5.3 技术要求 4

6 膏体充填工艺流程及要求 4

 6.1 工作面布置 4

 6.2 采煤与充填的时间配合 5

 6.3 充填作业工艺流程 5

 6.4 充填作业技术要求 6

 6.5 膏体充填强度要求 6

7 充填液压支架及充填袋要求 6

 7.1 充填液压支架 6

 7.2 充填袋 6

8 地表变形及井下矿压监测 7

 8.1 等效采高计算 7

 8.2 地表变形监测 7

 8.3 井下矿压监测 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。

本文件由中国煤炭工业协会提出并归口。

本文件起草单位：冀中能源集团有限责任公司、冀中能源峰峰集团有限公司、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、国家能源充填采煤技术重点实验室设计研究院、河北煤炭科学研究院有限公司、中国煤炭工业协会生产力促进中心。

本文件主要起草人：张步勤、邵太升、赵兵文、刘存玉、孟宪营、王殿录、赵文庄、章承民、迟勇、徐昌盛、薛立飞、冀庆亚、刘永生、史泽坡、李海、任建利、吕树泽、王慕德、卢志敏、王金宝、毛国力、杨洪增、秦大健、郑厚发。

综合机械化膏体袋式充填采煤技术要求

1 范围

本文件规定了综合机械化膏体袋式充填采煤的膏体材料制备、膏体材料输送、膏体充填工艺流程及要求、充填液压支架及充填袋要求、地表变形及井下矿压观测。

本文件适用于煤层厚度 5 m 以下的综合机械化壁式工作面,宜采用仰斜开采方式。

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 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
- GB/T 10171—2016 建筑施工机械与设备 混凝土搅拌站(楼)
- GB/T 14685 建设用卵石、碎石
- GB/T 20105 风筒涂覆布
- GB 50026 工程测量规范
- GB/T 50080—2016 普通混凝土拌合物性能试验方法标准
- GB/T 50081—2019 混凝土物理力学性能试验方法标准
- 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

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

膏体 **paste of coal mine gangue**

将煤矿矸石等破碎加工成具有一定级配的骨料,与水泥、粉煤灰、添加剂等加水按比例混合搅拌制成的无临界流速、不需脱水的膏状浆体。

3.2

膏体充填站 **filling station with paste**

将煤矸石等进行破碎,与水泥、粉煤灰、添加剂、水等称重配比,搅拌制成膏状浆体,并用充填泵将膏体连续输入充填管路的工艺(装备)系统及配套工程。

3.3

质量百分浓度 **mass percentage concentration**

膏体料浆中所有矸石的质量百分比。

3.4

隔离墙 **separation wall**

利用单体柱、废旧轨道、竹帘等架设于两巷及充填袋之间用于分组隔离充填的挡墙。

3.5

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 膏体材料制备

4.1 原材料组成及要求

4.1.1 制备膏体的主要原材料为矸石、粉煤灰、水泥和水。

4.1.2 粉煤灰的理化性能不应低于 GB/T 1596 中的Ⅱ级标准。

4.1.3 水泥为通用水泥,强度等级不低于 42.5。

4.1.4 膏体用水的水温宜在 18℃~30℃。

4.1.5 膏体充填用矸石需要破碎,并满足如下要求:

- a) 最大粒度小于 20 mm,且小于 5 mm 颗粒所占比例为 30%~50%,试验方法应按 GB/T 14685 的规定;
- b) 含水率 $\leq 6.0\%$,试验方法应符合 GB/T 14685 的规定。

4.2 膏体基本性能要求

制备完成用于井下采空区充填的膏体应满足如下要求:

- a) 膏体的初始坍落度控制在 200 mm~230 mm,试验方法应符合 GB/T 50080—2016 中 4.1 的规定;
- b) 膏体的可泵送时间需满足充填输送的要求;
- c) 膏体的静置泌水率小于 3%,试验方法应符合 GB/T 50080—2016 中第 12 章的规定;
- d) 实验室标准条件下,膏体标准试块单轴抗压强度不应低于表 1 的要求,试验方法应符合 GB/T 50081—2019 第 5 章的规定;

表 1 膏体试块强度要求

单位为兆帕

龄期	8 h	1 d	7 d	28 d
强度	0.15	1.2	5.0	7.0

- e) 膏体的初凝时间应在 3.0 h~4.0 h,试验方法应符合 GB/T 50080—2016 第 11 章的规定;
- f) 膏体的 2.0 h~2.5 h 坍落度保留值应不小于 180 mm,试验方法应符合 GB/T 50080—2016 中 4.1 的规定;
- g) 膏体应具有良好的稳定性、可塑性、流动性和可泵性。

4.3 膏体制备系统

4.3.1 膏体充填站布置

膏体的制备系统包括矸石破碎系统、搅拌系统、输送系统、监控系统等,所有系统都在地面膏体充填站内,其布置应满足以下要求:

- a) 宜建在充填采煤工作面对应的地表较近位置,符合 GB/T 10171—2016 第 5 章的规定;
- b) 应集中布置,并符合膏体制备工艺顺序、方便操作。

4.3.2 矸石破碎系统

矸石破碎系统主要由装载机、给料机、破碎机、振动筛、输送机、成品料仓等设备及设施构成。矸石破碎的工艺流程见图 1。煤矸石经过破碎、筛分后,不大于 20 mm 的矸石进入矸石成品料仓,称量后进入配料仓。

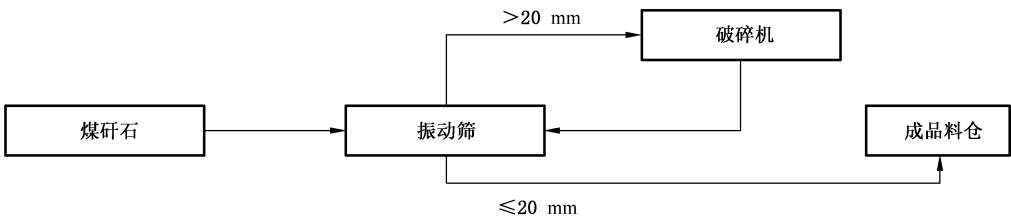


图 1 煤矸石破碎流程图

4.3.3 制浆系统

制浆系统主要由搅拌机、给料仓、输送机、称量斗及供水泵、称水斗及管阀等设备及设施构成。将制备膏体的原材料按照一定比例投入搅拌机中搅拌,工艺流程见图 2。制浆系统一般采用两套设备同时进行,制好的浆体存放于料浆斗中。

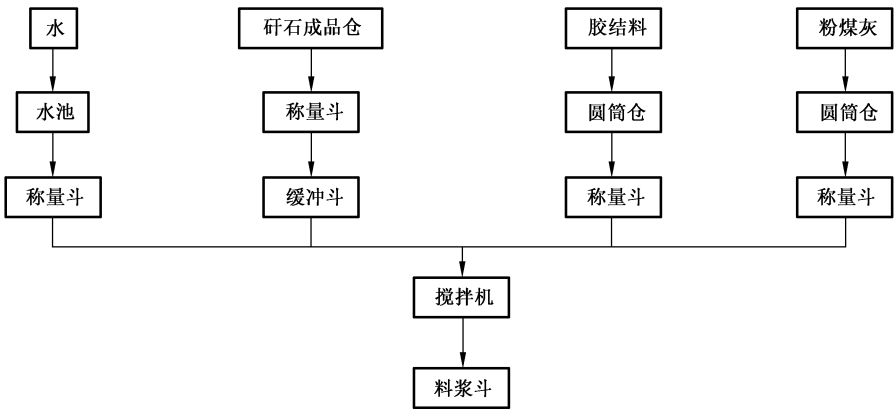


图 2 膏体制浆流程图

4.3.4 监控系统

综合机械化膏体袋式充填的监控系统主要由控制柜、动力柜、计算机、传感器和摄像头等构成,主要的监测内容有:

- a) 料位在线监测:实时监测粉煤灰、水泥、矸石、膏体缓冲仓料位,并实现上、下限报警;
- b) 水位在线监控:监测水仓水位,实现供水泵自动控制;
- c) 物料配比控制系统:矸石、粉煤灰、水泥、水按照设定比例计量;
- d) 充填泵自动控制系统:实现充填泵出口压力、流量等参数在线监测,自动控制充填泵;
- e) 质量百分浓度:在线监测膏体内质量百分浓度;
- f) 充填泵、搅拌机、称重装置、上料口等主要部位或关键环节安装视频监控。

4.3.5 技术要求

膏体材料配比搅拌的技术要求为:

- a) 所有材料的称重同时进行,称好后迅速投入搅拌机内;
- b) 每次搅拌的时间为 50 s;
- c) 料浆的质量百分浓度变化范围 76%~82%,确定值允许误差控制在 $\pm 1.0\%$ 以内;
- d) 所有物料(矸石、粉煤灰、水泥和水)按配比称重计量,允许误差小于 1.0%。

5 膏体材料输送

5.1 系统组成

膏体材料输送系统由充填泵、输送管道及其配件、管道压气清洗组件、沉淀池等设备设施构成。根据生产能力、输送距离等确定充填泵的具体参数,可采用双泵并联的方式提高泵送能力。

5.2 工艺流程

将搅拌好的膏体料浆经过充填泵加压后通过管道输送到充填工作面。泵送及管路输送工艺流程见图 3。

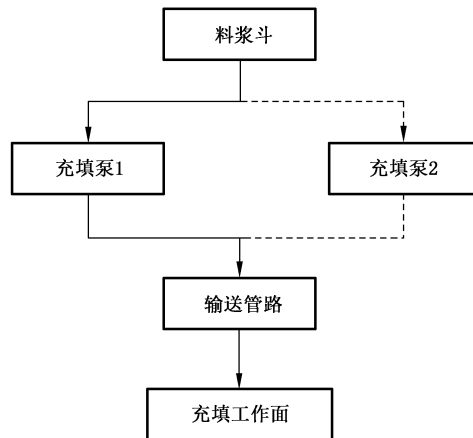


图 3 泵送及管路输送工艺流程图

5.3 技术要求

膏体材料输送系统的技术要求为:

- a) 在地面膏体充填站设置沉淀池和水沟,并在充填管路最低处和转弯处设置三通;
- b) 自动控制充填泵出口流量不低于设计能力 50%,压力不高于额定压力 80%,测量误差小于 1.0%。

6 膏体充填工艺流程及要求

6.1 工作面布置

综合机械化膏体袋式充填开采与垮落法开采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。综合机械化膏体袋式充填采煤工作面布置见图 4。

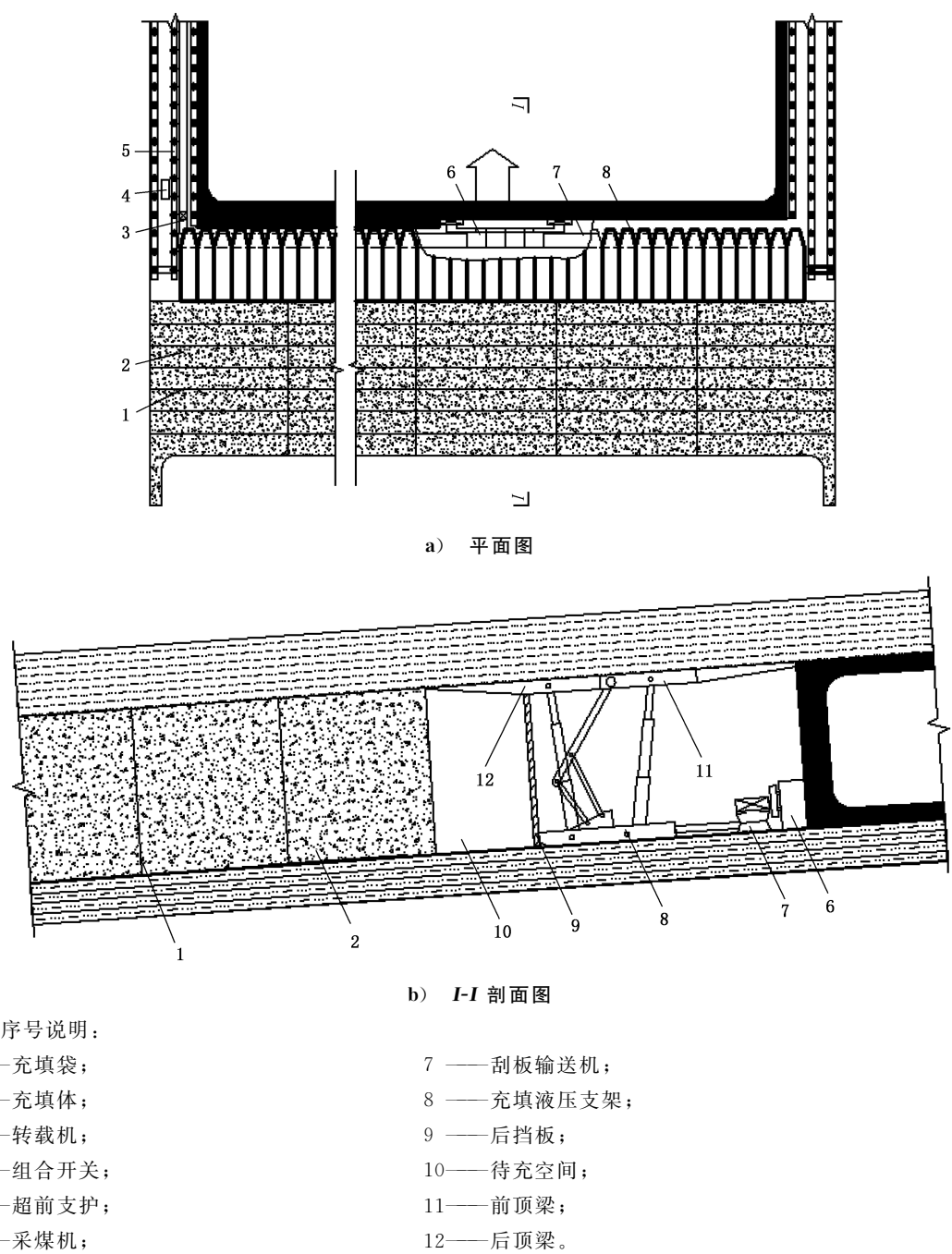


图 4 膏体充填工作面示意图

6.2 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。宜从开切眼开始，连续充填。

6.3 充填作业工艺流程

充填作业工艺流程包含充填前的准备、充填、管路清洗和现场清理等环节，见图 5，具体为：

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) 工作面上下两巷及各个充填袋之间支设隔离墙,其中两巷隔离墙用单体柱和竹帘架设,充填袋之间用废旧钢轨和竹帘架设;
- c) 将分浆管与充填袋连接并扎紧;
- d) 通知地面充填站打水湿润管路;
- e) 地面充填站进行制浆、泵送并通知井下作业人员;
- f) 打开布料管阀门,进行充填;
- g) 对充填区域和充填管路进行巡查,出现漏浆及时处理;
- h) 充填完毕后,对全部管路进行清洗,对充填现场进行清理。

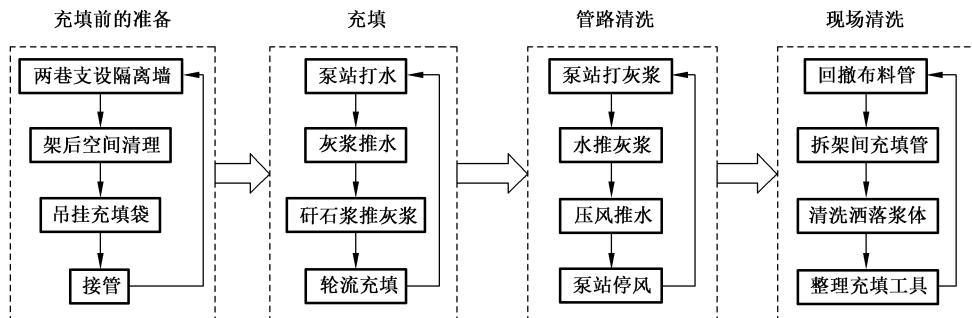


图 5 充填作业工艺流程图

6.4 充填作业技术要求

膏体充填开采技术要求如下：

- a) 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;
- b) 充填系统若发生故障,预判故障影响时间在 30 min 以上,应采用高压水和压风将充填管路清洗干净;
- c) 管路堵塞后,地面应停止向井下输送浆体,将浆体放到事故池中,事故池容量不小于管路容积量;
- d) 采高大于 2.5 m,支架后方挂袋时,采取防坠落措施。

6.5 膏体充填强度要求

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。

7 充填液压支架及充填袋要求

7.1 充填液压支架

膏体充填液压支架为四柱支撑式。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。

7.2 充填袋

充填袋要求如下：

- a) 充填袋材料符合 GB/T 20105 的要求;

- b) 充填袋的经、纬向扯断负荷不宜低于 1 500 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充填体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。

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,按公式(1)进行计算。

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

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);
 - H₁——充前顶板下沉量,单位为毫米(mm);
 - H₂——液压支架后顶梁厚度,单位为毫米(mm);
 - H₃——充填欠接顶量,单位为毫米(mm);
 - H₄——充填固结体压实时产生的顶板下沉量,单位为毫米(mm)。
- H₁、H₂、H₃、H₄ 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危害程度,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宜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应力数据,所有的观测内容进行记录存档,用于分析充填效果。

