



中华人民共和国国家标准

GB/T 41163—2021

煤矿井下煤层水射流冲击增透工艺 设计规范

Specification for process design of enhancing coal seam permeability by
water jet in coalmine

2021-12-31 发布

2022-07-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

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。

本文件由全国煤炭标准化技术委员会(SAC/TC 42)归口。

本文件起草单位：煤炭科学技术研究院有限公司、中国矿业大学、中煤科工集团西安研究院有限公司、重庆大学、晋能控股山西科学技术研究院(晋城)技术研究院有限责任公司、辽宁工程技术大学、华阳新材料科技集团有限公司、华能煤炭技术研究有限公司。

本文件主要起草人：舒龙勇、王维华、霍中刚、林柏泉、沈春明、张培河、李宏艳、李全贵、都海龙、孙维吉、张浪、闫志铭、汪东、汪义龙、刘永茜、降文萍、郝晋伟、李阳、凡永鹏、孙福龙、栗磊。

煤矿井下煤层水射流冲击增透工艺 设计规范

1 范围

本文件规定了煤矿井下煤层水射流冲击增透工艺的设备与工艺参数设计、增透施工流程、健康安全环保管理和设计书等要求。

本文件适用于煤矿井下煤层水力割缝、造穴、冲孔水射流冲击增透的设计与施工。

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 2346 流体传动系统及元件 公称压力系列
- GB/T 3214 水泵流量的测定方法
- GB/T 7939 液压软管总成试验方法
- GB/T 10544 橡胶软管及软管组合件 油基或水基流体适用的钢丝缠绕增强外覆橡胶液压型规范
- GB/T 12241 安全阀一般要求
- GB/T 20801.2 压力管道规范工业管道 第2部分：材料
- GB/T 25429 石油天然气钻采设备 钻具止回阀
- GB/T 26135 高压清洗机
- GB/T 26148 高压水射流清洗作业安全规范
- GB/T 30050 煤体结构分类
- GB 50471 煤矿瓦斯抽采工程设计标准
- MT/T 459 煤矿机械用液压件通用技术条件
- NB/T 10123 煤矿瓦斯抽采钻孔“两堵一注”封孔工艺技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

煤层水射流冲击增透 enhancing coal seam permeability by water jet

在钻孔内利用水力割缝、水力造穴、水力冲孔等水射流冲击方式，在煤层中形成一定规模的缝槽、孔洞或空腔，以增大钻孔卸压范围，增加煤体透气性，促进煤体内瓦斯流动和涌出的手段。

3.2

水力割缝 hydraulic slotting

通过增压设备和特定形状的喷嘴产生高速水射流束作用在煤体上，在煤体中沿钻孔径向形成具有一定宽度和深度缝槽的水射流冲击增透方式。

[来源：NB/T 10057—2018, 3.3, 有修改]

3.3

水力造穴 hydraulic caving

利用高压水射流在钻孔预定深度冲击周围煤体,在煤体中形成若干腔状扩径的水射流冲击增透方式。

3.4

水力冲孔 hydraulic flushing borehole

利用水射流持续作用在钻孔内煤体碎屑或块体上,促进孔内煤体大量排出,在煤体中形成一定规模孔洞的水射流冲击增透方式。

3.5

射流组件 water jet components

一种主要由喷嘴、止回阀、高低压切换阀等封装于一体的组件。

注:通过改变水流压力,实现水流流动方式的转换。

4 设备与工艺参数设计

4.1 设计原则

煤矿井下煤层水射流冲击增透设计遵循以下原则:

- a) 以高效破煤、促进排渣、增加煤层透气性,促进瓦斯抽采为目标;
- b) 在探明煤体赋存特征、制定抽采设计计划的基础上开展;
- c) 增透钻孔布置在断层、陷落柱附近时,制定专项措施,确保施工安全。

4.2 基础资料

基础资料应包括但不限于:

- a) 采区及工作面地质等资料;
- b) 工作面开采及生产准备衔接计划等资料;
- c) 煤层瓦斯赋存与抽采等资料;
- d) 煤及岩石力学性质、地应力分布等资料。

4.3 设计内容

4.3.1 设备及装置

4.3.1.1 液压元件

液压元件技术及安全要求按照 MT/T 459 的相关规定执行。

4.3.1.2 柱塞泵

柱塞泵额定压力应根据煤层临界破裂压力确定,煤层临界破裂压力确定见附录 A。泵注排量和设备功率按照附录 B 计算。柱塞泵基本参数与技术条件按照 GB/T 26135 的相关规定执行。柱塞泵应具有以下功能:

- a) 手动或自动操作及远程控制功能;
- b) 显示与记录压力、流量、泵温等参数及自动断电保护功能;
- c) 具有超压自动卸载功能。

4.3.1.3 射流组件

射流组件应满足以下性能要求。

- a) 喷嘴:射流喷嘴技术要求按照 GB/T 26135 的相关规定执行。实施煤层水射流冲击增透,其射流喷嘴个数宜为 1 个~3 个,喷嘴直径宜为 0.8 mm~3.0 mm。在柱塞泵选型确定的基础上,如果需提高实践应用效果更改喷嘴直径尺寸,则喷嘴出口直径按照附录 B 中式(B.5)的计算方法确定。
- b) 止回阀:止回阀技术要求按照 GB/T 25429 的相关规定执行。
- c) 高低压切换阀:低压切换高压时压力宜为 4 MPa~6 MPa,切换前通流流量宜不小于 150 L/min。

4.3.1.4 流量计

流量计流量的测量方法按照 GB/T 3214 的相关规定执行。

4.3.1.5 安全阀

安全阀连接方式、安全要求按照 GB/T 12241 的相关规定执行。

4.3.1.6 高压管路

高压管路管径按照附录 B 中式(B.6)计算。

高压管路公称压力的选择按照 GB/T 2346 的相关规定执行。

高压管路材质选择应考虑煤层水射流冲击增透排量、压力、施工场地条件等因素。其中高压软管性能应满足 GB/T 7939 和 GB/T 10544 的相关要求,高压金属管性能应满足 GB/T 20801.2 的相关要求。

4.3.2 钻孔布置

4.3.2.1 钻孔倾角、方位角根据煤层层位确定,倾角一般不小于 5°,确保排渣畅通。

4.3.2.2 钻孔直径设计应考虑利于排渣和避免诱发突出等因素,一般宜为 90 mm~120 mm。

4.3.2.3 穿层钻孔岩孔段长度不小于 7 m,本煤层水力割缝和水力造穴冲击增透位置距孔口距离不小于 20 m。

4.3.3 冲击增透方式

根据煤体结构选择冲击增透方式,煤体结构分类按照 GB/T 30050 执行。原生结构煤宜选用水力割缝方式,碎裂、碎粒结构煤宜选用水力造穴或水力冲孔方式,糜棱结构煤宜选用水力冲孔方式。

5 增透施工流程

5.1 设备准备

连接与检查设备运行状态,对设备进行调试及管路试压。

5.2 钻孔施工

按设计的开孔位置、孔径、方位角、倾角和长度等参数施工钻孔。钻孔布置应符合 GB 50471 中钻场及钻孔布置要求。钻孔施工至冲击增透位置时,按照 4.3.3 选择的冲击增透方式进行增透作业。

5.3 增透施工

根据选择的冲击增透方式,具体施工流程如下:

- 采用水力割缝方式,应根据煤渣返排及割缝效率,选用螺旋式、圆盘式或竖切式进行割缝施工,缝槽深度应根据煤体强度确定,一般宜为 0.3 m~0.8 m;
- 采用水力造穴方式,应根据煤渣返排和造穴效率,选用前进式或后退式进行造穴施工,穴与穴之间的间距宜为 5 m~10 m,单穴长度宜为 1 m~3 m;
- 采用水力冲孔方式,宜进行全孔段冲孔,缓慢钻进(或退钻),一般返水携带煤屑量较少时,方可继续加(或减)钻杆持续水力冲孔作业。

完成上述增透作业后,撤出钻杆,结束增透施工作业。

5.4 钻孔封孔与并网

钻孔封孔推荐选择“两堵一注”方式,封孔工艺要求按照 NB/T 10123 的相关规定执行。钻孔并网按照 GB 50471 的相关规定执行。

5.5 增透效果监测

按照增透效果监测设计要求对作业后的区域进行瓦斯抽采效果考察,并采集和分析监测信息。

6 健康安全环保管理

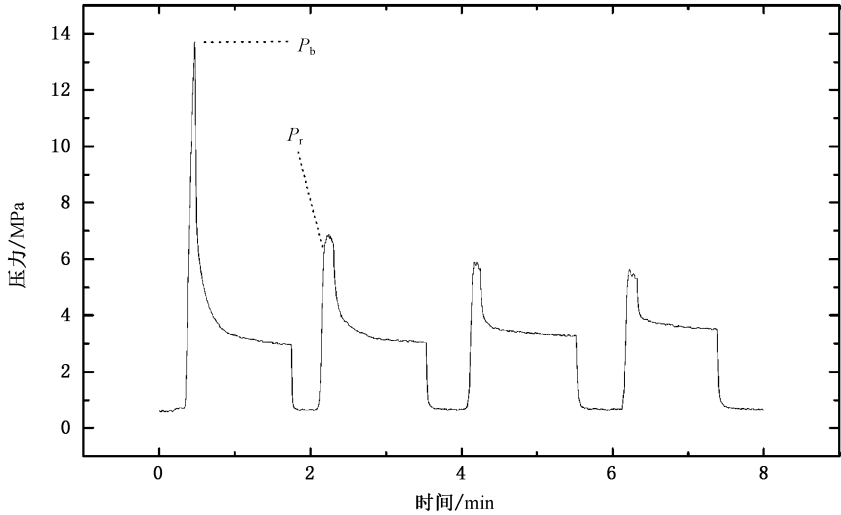
- 6.1 增透施工应动态对作业区域所处位置进行风险识别和评估。
- 6.2 增透施工前编制安全技术措施,应包含避灾路线及应急自救方法,防止煤与瓦斯突出、冲击地压、冒顶、管路破裂、火灾等安全技术措施及其事故应急救援预案等。
- 6.3 增透施工后详细总结施工台账、钻孔竣工图以及施工过程中瓦斯、地应力等异常信息。
- 6.4 增透施工产生的废水应根据各矿井实际情况进行处理,并考虑循环利用。
- 6.5 增透施工人员及防护要求,按照 GB/T 26148 的相关规定执行。

7 设计书

设计书编写见附录 C。

附录 A
(资料性)
煤层临界破裂压力确定

煤层临界破裂压力可根据现场原位水压破裂测试压力与时间变化关系图来确定,见图 A.1。



标引序号说明：
 P_b —— 煤层破裂压力(初张压力)；
 P_r —— 重张压力。

图 A.1 水压破裂测试压力与时间变化关系图

附 录 B

(规范性)

关键参数计算方法

B.1 泵注排量计算方法

泵注排量的计算见式(B.1):

$$q_v = kq_t \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

q_v ——泵注排量,单位为升每分(L/min);

q_t ——流经喷嘴处射流流量,单位为升每分(L/min);

k ——为富余系数,取值 1.1~1.3,无量纲。

流经喷嘴处射流流量的计算见式(B.2):

$$q_t = 2.1d_e^2 \sqrt{p} \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

d_e ——当量喷嘴直径,多喷嘴条件下的简化替代,单位为毫米(mm);

p ——射流压力,单位为兆帕(MPa)。

当量喷嘴直径的计算见式(B.3):

$$d_e = \sqrt{d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 + \dots + d_n^2} \quad \dots\dots\dots (B.3)$$

式中:

d_n ——多喷嘴条件下第 n 个喷嘴直径,单位为毫米(mm)。

B.2 泵有效功率计算方法

泵有效功率的计算见式(B.4):

$$P_e = \frac{pq_v}{60} \quad \dots\dots\dots (B.4)$$

式中:

P_e ——泵有效功率,单位为千瓦(kW)。

B.3 喷嘴出口直径计算方法

喷嘴出口直径的计算见式(B.5):

$$d = 0.69 \sqrt{\frac{q_t}{\mu \sqrt{p}}} \quad \dots\dots\dots (B.5)$$

式中:

d ——喷嘴孔出口截面直径(简称喷嘴直径),单位为毫米(mm);

μ ——喷嘴的流量系数,对于锥形喷嘴流量系数一般取值 0.9,无量纲。

B.4 高压管路管径计算方法

高压管路管径的计算见式(B.6):

$$D=0.69\sqrt{\frac{q_t}{\mu\sqrt{P}}}$$

.....(B.6)

式中：

D —— 高压管路管径，单位为毫米(mm)；

P —— 管路压力，单位为兆帕(MPa)。

附 录 C
(资料性)

煤矿井下煤层水射流冲击增透工艺设计书封面格式及编写提纲

C.1 封面格式

幅面尺寸:选用 A4 开本,210 mm×297 mm。
图 C.1 给出了煤矿井下煤层水射流冲击增透设计书封面格式。

_____ 煤矿

井下煤层水射流冲击增透设计

设计人:

审核人:

审批人:

设计单位:

__ 年 __ 月 __ 日

图 C.1 封面格式

C.2 设计书编写提纲

图 C.2 给出了煤矿井下煤层水射流冲击增透设计书编写提纲。

1	设计依据
1.1	基本概况
1.2	执行的标准、规范
2	增透目的及任务
3	水射流冲击增透技术实施方案
3.1	设计原则
3.2	基础资料分析
3.3	增透技术实施方案
3.3.1	设备及装置设计
1)	水射流冲击增透系统介绍
2)	柱塞泵
3)	射流组件
4)	流量计
5)	安全阀
6)	高压管路
3.3.2	钻孔布置设计
3.3.3	冲击增透方式选择
4	水射流冲击增透施工程序
4.1	设备准备
4.2	钻孔施工
4.3	增透施工
4.4	钻孔封孔与并网
4.5	增透效果监测
5	健康、安全、环保管理措施
5.1	增透施工风险识别和评估
5.2	增透施工前安全技术措施
5.3	增透施工记录及异常分析
5.4	增透施工废水处理
5.5	人员防护要求

图 C.2 设计书编写提纲

参 考 文 献

- [1] NB/T 10057—2018 低透气性突出煤层钻割一体化工艺技术要求
-