



中华人民共和国国家标准

GB/T 25217.14—2020

冲击地压测定、监测与防治方法 第 14 部分：顶板水压致裂防治方法

Methods for test, monitoring and prevention of rock burst—
Part 14: Prevention method of roof hydraulic fracturing

2020-11-19 发布

2021-06-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

前 言

GB/T 25217《冲击地压测定、监测与防治方法》分为 14 个部分：

- 第 1 部分：顶板岩层冲击倾向性分类及指数的测定方法；
- 第 2 部分：煤的冲击倾向性分类及指数的测定方法；
- 第 3 部分：煤岩组合试件冲击倾向性分类及指数的测定方法；
- 第 4 部分：微震监测方法；
- 第 5 部分：地音监测方法；
- 第 6 部分：钻屑监测方法；
- 第 7 部分：采动应力监测方法；
- 第 8 部分：电磁辐射监测方法；
- 第 9 部分：煤层注水防治方法；
- 第 10 部分：煤层钻孔卸压防治方法；
- 第 11 部分：煤层卸载爆破防治方法；
- 第 12 部分：开采保护层防治方法；
- 第 13 部分：顶板深孔爆破防治方法；
- 第 14 部分：顶板水压致裂防治方法。

本部分为 GB/T 25217 的第 14 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由中国煤炭工业协会提出并归口。

本部分起草单位：中国矿业大学、煤炭科学技术研究院有限公司、兖矿集团有限公司、神华新疆能源有限责任公司、天地科技股份有限公司。

本部分主要起草人员：窦林名、贺虎、齐庆新、王富奇、曹安业、陈建强、赵善坤、杜涛涛、蔡武。



冲击地压测定、监测与防治方法

第 14 部分：顶板水压致裂防治方法

1 范围

GB/T 25217 的本部分规定了冲击地压顶板水压致裂防治方法的术语和定义、仪器与设备、顶板水压致裂条件、直接水压致裂方法、定向水压致裂方法、效果检验、安全要求。

本部分适用于冲击地压顶板水压致裂防治方法。

2 规范性引用文件

下列文件中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 23561.10—2010 煤和岩石物理力学性质测定方法 第 10 部分：煤和岩石抗拉强度测定方法

GB/T 25217.1—2010 冲击地压测定、监测与防治方法 第 1 部分：顶板岩层冲击倾向性分类及指数的测定方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

顶板水压致裂 roof hydraulic fracturing

在顶板岩层中注入高压液体，使顶板岩层产生新的或扩大原有裂隙，达到控制顶板断裂与能量释放的防冲技术。

3.2

直接水压致裂 direct hydraulic fracturing

在顶板岩层中施工致裂孔，封孔后注入高压液，致裂顶板岩体，达到控制顶板断裂与能量释放的防冲技术。

3.3

定向水压致裂 directional hydraulic fracturing

在顶板岩层中人为地切割一个定向预裂缝，然后注入高压液，将岩体沿定向预裂缝致裂，达到控制顶板断裂与能量释放的防冲技术。

3.4

定向预裂缝 directional initial crack

在致裂钻孔中切割出的狭长切口，断面的形状与楔子类似。

3.5

割缝刀具 device for carrying out initial crack

能够完成定向预裂缝切割的钻具。

3.6

封孔器 borehole sealing

安装在致裂孔中,用于对致裂段进行密封的装置。

3.7

致裂孔 fracturing borehole

实施致裂工作的钻孔。

3.8

检测孔 detection borehole

在致裂孔附近施工的钻孔,用于窥视或观测致裂液体的流出,确定致裂扩展范围与效果。

4 仪器与设备

4.1 仪器设备

钻机、高压大流量泵、高压管路与控制阀、割缝刀具、封孔器、压力表(压力传感器)、钻孔窥视仪。

4.2 仪器技术指标

4.2.1 高压大流量泵的额定压力应大于理论计算出的致裂压力,计算公式参见附录 A,流量不应小于 80 L/min。

4.2.2 高压管路额定工作压力不应小于泵站额定压力的 1.5 倍。

4.2.3 封孔器额定工作压力不应小于致裂压力的 1.1 倍。

4.2.4 割缝刀具切割出的定向预裂缝直径不小于钻孔直径的 2 倍。

5 顶板水压致裂条件

5.1 顶板水压致裂适用岩层

5.1.1 直接水压致裂与定向水压致裂适用于顶板岩层单层厚度大于 2 m 的硬质岩岩层。

5.1.2 定向水压致裂段岩层应为无显著裂隙、软弱夹层等的均一、完整岩层。

5.2 顶板水压致裂基础资料

5.2.1 致裂地点顶板岩层钻孔柱状图与岩层等厚线图应准备完备。

5.2.2 待压裂顶板应按照 GB/T 23561.10—2010 的规定进行抗拉强度测试。

5.2.3 待压裂顶板应按照 GB/T 25217.1—2010 的规定进行冲击倾向性测试。

5.2.4 联接管路应进行密封性能试验,试验压力不小于致裂压力。

5.3 顶板水压致裂适用条件

5.3.1 受坚硬顶板影响的具有中等冲击危险及以上的区域,可实施顶板水压致裂,并超前工作面 150 m 完成致裂工作。

5.3.2 工作面回采过程中监测顶板活动剧烈、冲击危险等级提高时,对监测异常区域范围内实施顶板水压致裂,实施期间停止工作面回采。

6 直接水压致裂方法

6.1 方案设计

6.1.1 直接水压致裂的设计与实施应编制专门方案,内容包括施工地点地质情况与图纸、所需仪器设备、设计参数、施工方法、施工人员及单位、安全措施等。

6.1.2 直接水压致裂可对顶板进行水平分层致裂、倾斜致裂、水平分层与倾斜综合致裂,参见附录 B 所示。

6.1.3 致裂孔间距不宜大于平均致裂直径的 0.8 倍。

6.1.4 加压系统宜采用双回路加压,分别向封孔器和加压段施加压力。

6.2 工艺流程

6.2.1 施工致裂孔

致裂孔直径应大于封孔器外径、小于封孔器最大膨胀直径 2 mm 以上。钻孔壁不应出现螺纹与台阶。致裂孔完成后,使用钻孔窥视仪进行窥视,满足孔壁光滑要求后,进行下一步工作。

6.2.2 封隔压裂段

直接水压致裂宜采用双回路双端封孔方式,将两个封孔器串接并高压泵相连,对封孔器进行注液加压,使封孔器与致裂钻孔孔壁紧密接触,形成充水加压孔段。

6.2.3 注液压裂

所有管路连接安装牢靠后启动高压泵,管路连接参见附录 C。向压裂段施加水压,按理论计算的致裂压力稳定升压,加压时应观察压力表的变化。当压力出现明显下降时,可判断顶板被致裂。如附近有检测孔,致裂液扩展至检测孔后即可停止加压。如没有检测孔,压裂后继续加压,如压力下降后又升压,需继续加压直到再下降时停止,加压时间一般不小于 10 min。

6.2.4 首次使用致裂半径确定与检验

在致裂孔附近施工检测孔,深度应大于致裂孔至少 1 m,角度应与致裂孔平行。观测检测孔中是否有致裂液体流出,判断致裂半径大小。应进行 3 次以上致裂试验,且每次致裂不应相互影响,一次致裂成功后,逐步增加检测孔与致裂孔之间的距离,裂隙不能扩展至检测孔后,可停止试验,以确定致裂半径范围,同时记录不同致裂半径下所需要的加压时间。

6.2.5 正常致裂期间效果检验

致裂完成后,当前一个致裂孔中有致裂液流出时,或超过设计半径处顶板锚杆、锚索渗出致裂液体,表明致裂效果良好。

6.2.6 施工工艺流程

直接水压致裂施工工艺流程见图 1 所示,致裂施工记录表参见附录 D。

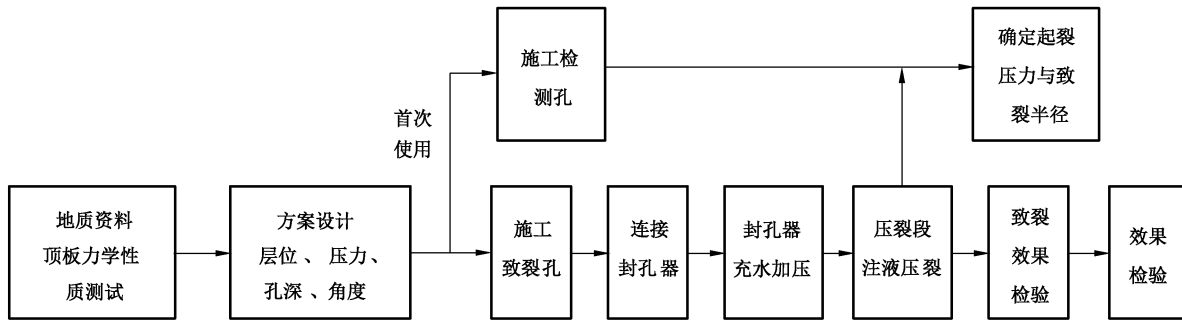


图 1 直接水压致裂施工工艺流程图

7 定向水压致裂方法

7.1 方案设计

7.1.1 定向水压致裂的设计与实施应编制专门方案,内容包括施工地点地质情况与图纸、所需仪器设备、设计参数、施工方法、施工人员及单位、安全措施等。

7.1.2 顶板定向水压致裂可对顶板进行水平分层致裂、倾斜致裂、水平分层与倾斜综合致裂,参见附录 B。

7.1.3 致裂孔间距不宜大于平均致裂直径的 0.8 倍。

7.1.4 单孔多次致裂时应采用前进式致裂法,即从钻孔浅部向深部逐次压裂。

7.1.5 加压系统宜采用单回路加压,一道管路同时向封孔器和加压段施加压力。

7.2 定向水压致裂流程

7.2.1 施工致裂孔

致裂孔直径应大于封孔器外径、小于封孔器最大膨胀直径 2 mm 以上。钻孔壁不应出现螺纹与台阶状。致裂孔完成后,使用钻孔窥视仪进行窥视,满足孔壁光滑要求后,进行下一步工作。

7.2.2 施工定向预裂缝

致裂孔施工完成后,利用割缝刀具在钻孔底部切割定向预裂缝。切割完成后使用钻孔窥视仪进行窥视,确定定向预裂缝符合要求后,进行下一步工作。

7.2.3 封孔与注液压裂

将高压管路与封孔器相连,将封孔器送入钻孔中,封孔器端头至定向预裂缝下部,管路连接参见附录 C。查看确认所有管路连接安装牢靠后启动高压泵,按理论计算的致裂压力稳定升压,加压时应观察压力表变化。当压力出现明显下降时,可判断顶板被致裂。如附近有检测孔,致裂液扩展至检测孔后即可停止加压。如没有检测孔,压裂后继续加压,如压力下降后又升压,应继续加压直到再下降时停止,加压时间不宜不小于 10 min。

7.2.4 首次使用致裂半径确定与检验

在致裂孔附近施工检测孔,应大于致裂孔至少 1 m,角度应与致裂孔平行。观测检测孔中是否有致裂液体流出,判断致裂半径大小。应进行 3 次以上致裂试验,且每次致裂不应相互影响,一次致裂成功后,逐步增加检测孔与致裂孔之间的距离,裂隙不能扩展至检测孔后,可停止试验,以确定致裂半径范

围,同时记录不同致裂半径下所需要的加压时间。

7.2.5 正常致裂期间效果检验

致裂完成后,当前一个致裂孔中有致裂液流出时,或超过设计半径处顶板锚杆、锚索渗出致裂液体,表明致裂效果良好。

7.2.6 施工工艺流程

定向水压致裂施工工艺流程见图 2 所示,致裂施工记录表参见附录 D。

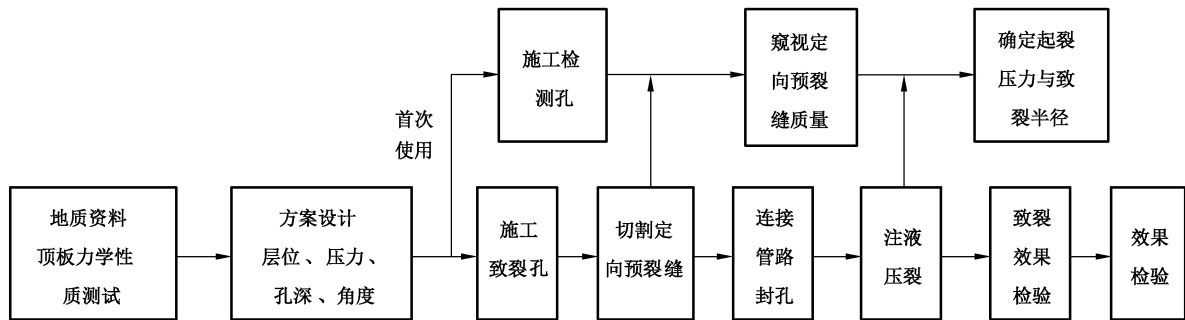


图 2 定向水压致裂施工工艺流程图

8 效果检验

8.1 监测致裂区域顶板的垮落步距、来压强度与工作面工作阻力变化,当顶板运动强度减弱时,具有防冲效果。

8.2 利用煤体应力、电磁辐射、钻屑法、微震监测等方法,对致裂期间与区域进行冲击危险性监测,上述冲击危险指标降低时,具有防冲效果。

9 安全要求

9.1 高压管路应正确连接。

9.2 致裂孔外暴露的高压管应固定,防止封孔器失效时孔内高压管路在高压水作用下甩出。

9.3 液压控制设备应布置在距离致裂孔不小于 20 m 的地方。

9.4 在水压致裂过程中,除操作人员外,其他人员应远离水压致裂孔至少 50 m。

9.5 操作人员以及水压致裂过程的测量人员应位于支护条件良好的区域。

9.6 撤除期间不应站在钻孔的正下方施工,防止高压管路下滑伤人。

9.7 水压致裂过程结束后,应检查附近巷道内的锚杆锚索状态,排除可能存在的顶板离层垮落危险。



附录 A
(资料性附录)
水压致裂理论压力

A.1 直接水压致裂理论压力宜按公式(A.1)计算:

$$p_1 = 1.3(3\sigma_3 - \sigma_1 + R_t) \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

p_1 ——直接水压致裂所需启动压力估算值,单位为兆帕(MPa);

σ_1 ——致裂点最大主应力,单位为兆帕(MPa);

σ_3 ——致裂点最小主应力,单位为兆帕(MPa);

R_t ——致裂点顶板岩层抗拉强度,单位为兆帕(MPa)。

A.2 定向水压致裂理论压力宜按公式(A.2)计算:

$$p_2 = 1.3(\sigma_1 + R_t) \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

p_2 ——定向水压致裂所需启动压力估算值,单位为兆帕(MPa);

σ_1 ——致裂点最大主应力,单位为兆帕(MPa);

R_t ——致裂点顶板岩层抗拉强度,单位为兆帕(MPa)。

附录 B
(资料性附录)

顶板水压致裂方式示意图(工作面倾斜剖面)

B.1 顶板水平分层致裂示意图见图 B.1。

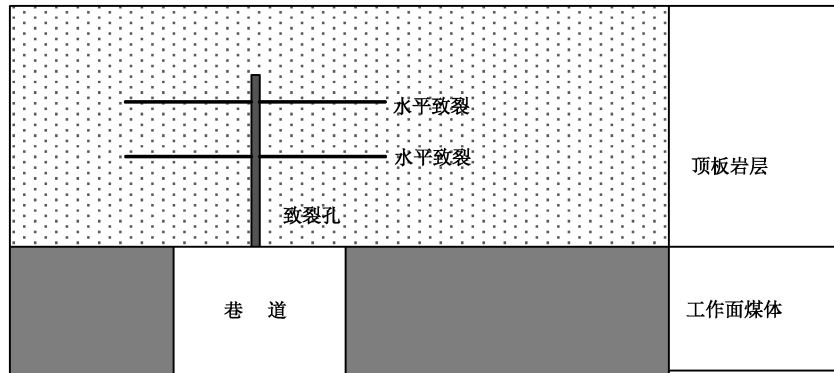


图 B.1 顶板水平分层致裂示意图

B.2 顶板倾斜致裂示意图见图 B.2。

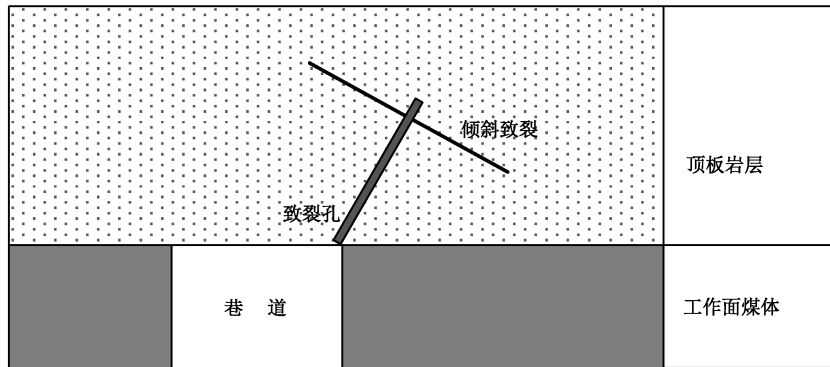


图 B.2 顶板倾斜致裂示意图

B.3 顶板水平分层与倾斜综合致裂示意图见图 B.3。

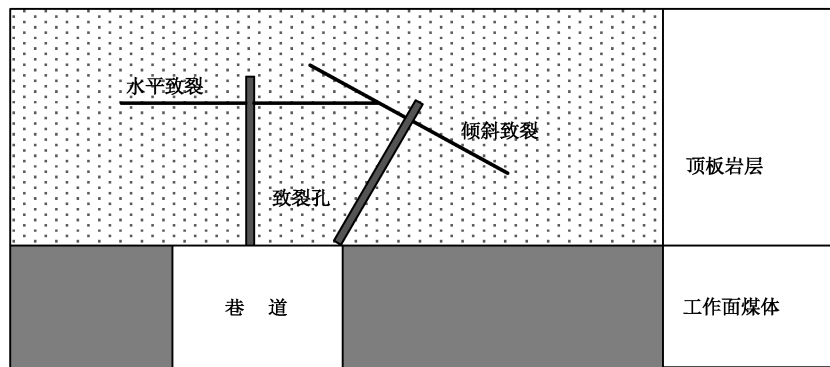


图 B.3 顶板水平分层与倾综合斜致裂示意图

附录 C
(资料性附录)

顶板水压致裂管路连接示意图

C.1 顶板水压致裂管路连接示意图见图 C.1。

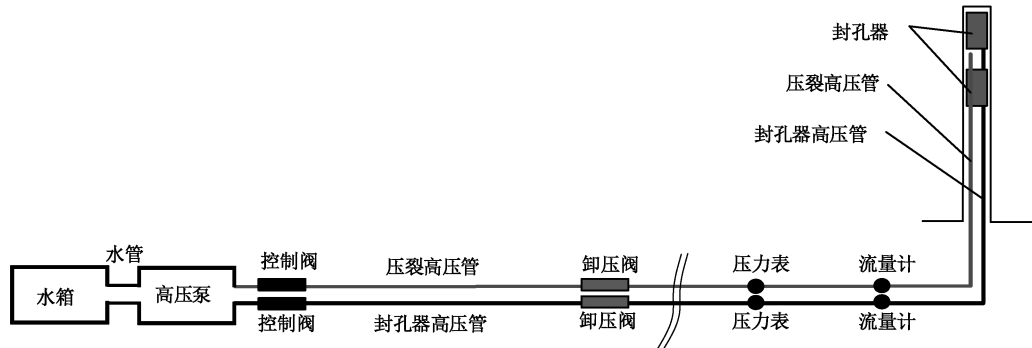


图 C.1 顶板水压致裂管路连接示意图

C.2 顶板定向水压致裂管路连接示意图见图 C.2。

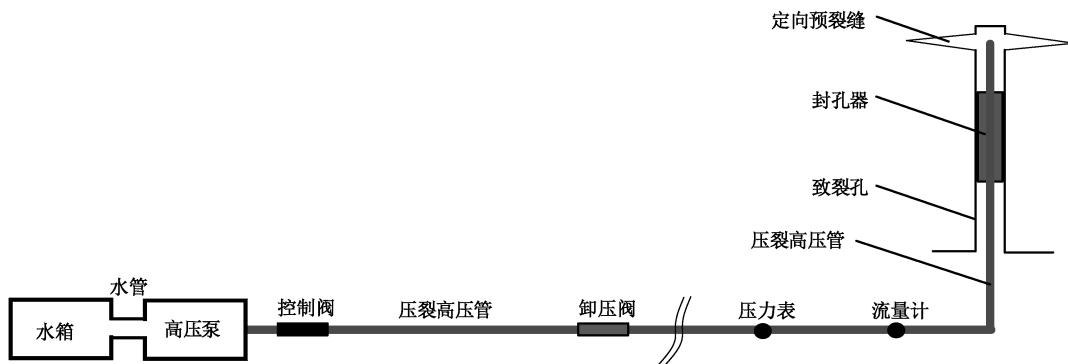


图 C.2 顶板定向水压致裂管路连接示意图



附 录 D
(资料性附录)

顶板水压致裂、顶板定向水压致裂施工记录表

日期： 年 月 日

班次：

施工地点							设计孔深、角度						
设计压力值/MPa							高压泵型号及参数						
实际压力值/MPa													
钻孔编号	钻孔位置	致裂孔实际深度、角度	定向预裂缝位置	致裂孔、预定向裂缝窥视效果	封孔器位置	加压时间	压力上升及持续时间	压力下降时间	继续注水时间	致裂压力	观测孔流液量	致裂半径	
1													
2													
3													
4													
...													

附注：

是否有压力重复上升情况，致裂孔密封情况，是否有孔外水泄，锚杆锚索漏水情况，致裂过程中是否有震动、声响等现象

施工负责人：

记录人：

科室跟班负责人：
