井工矿煤岩体压裂技术规范

**Technical specifications for coal and rock fracturing in underground mines**

**（征求意见稿）**

目 次

[前 言 3](#_Toc163129314)

[引 言 4](#_Toc163129315)

[1　范围 5](#_Toc163129316)

[2　规范性引用文件 5](#_Toc163129317)

[3　术语和定义 5](#_Toc163129318)

[4　井工矿煤岩体井下压裂的应用范围 8](#_Toc163129319)

[4.1　岩层控制类 8](#_Toc163129320)

[4.2　煤层改造类 9](#_Toc163129321)

[5　压裂方案设计 10](#_Toc163129322)

[5.1　设计原则 10](#_Toc163129323)

[5.2　设计依据 10](#_Toc163129324)

[5.3　设计内容 10](#_Toc163129325)

[5.4　编制压裂施工设计书 11](#_Toc163129326)

[6　压裂施工作业 12](#_Toc163129327)

[6.1　施工前培训 12](#_Toc163129328)

[6.2　施工压裂钻孔 12](#_Toc163129329)

[6.3　布置压裂系统 12](#_Toc163129330)

[6.4　泵注压裂 13](#_Toc163129331)

[6.5　停泵后处理 14](#_Toc163129332)

[6.6　安全环保注意事项 14](#_Toc163129333)

[7　效果评价 14](#_Toc163129334)

[8　报告编制 16](#_Toc163129335)

[附录A 17](#_Toc163129336)

[附录B 18](#_Toc163129337)

[附录C 19](#_Toc163129338)

[附录D 20](#_Toc163129339)

[附录E 21](#_Toc163129340)

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。

本文件由中国煤炭学会提出。

本文件由中国煤炭学会标准化委员会归口管理。

本文件为首次制定。

本文件起草单位：中国矿业大学、兖矿能源集团股份有限公司、淮南矿业（集团）有限责任公司煤业分公司、徐州矿务集团有限公司、鹤壁煤业（集团）有限责任公司、四川省华蓥山煤业股份有限公司、徐州佑学矿业科技有限公司

本文件起草人：黄炳香、赵兴龙、陈树亮、邵鲁英、韩晓克、吴占伟、刘生龙、许少东、郭英、陈清华、吕继成、殷邵林

引 言

本文件旨在通过对井工矿煤岩体压裂提出要求，通过标准的应用，全面提升井工矿煤岩体压裂技术水平，保证煤岩体压裂安全，促进煤矿安全生产。

本文件根据井工矿煤岩体压裂压力高、操作有一定危险性且裂缝控制难度大的特点，从井工矿煤岩体井下压裂技术的应用范围、压裂方案设计、压裂施工作业、效果评价、报告编制5个方面对井工矿煤岩体压裂全过程提出要求，保障井工矿煤岩体压裂的安全，提高煤岩体压裂的技术效果，供广大煤矿企业在开展压裂作业时参考借鉴。

井工矿煤岩体压裂技术规范

# 1　范围

本文件规定了井工矿（不限于煤矿）煤岩体井下压裂技术的术语和定义、应用范围、压裂方案设计、压裂施工作业、效果评价、报告编制。

本文件适用于井工矿为达到顶板控制、应力转移、辅助破岩、顶煤弱化、煤层增透等工程目的，采用井下水压致裂方式改造煤岩体结构的工艺技术。

# 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 32475 煤层注水、钻孔封堵及瓦斯排放橡胶软管和软管组合件

GB/T 9234 机动往复泵

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

MT/T 1110 矿用封孔器通用技术条件

MT/T 661 煤矿井下用电器设备通用技术条件

MT/T 986 矿用U形销式快速接头及附件

《防治煤与瓦斯突出细则》

《煤矿安全规程》

《防治煤矿冲击地压细则》

# 3　术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

压裂 hydrofracturing

压裂是指通过钻孔注入高压流体（水、气体等），在流固耦合作用下，使钻孔孔壁产生破裂并扩展，在煤岩体中产生人工裂缝，对煤岩体进行结构改造，进而满足强度弱化、增渗、应力转移等工程要求。

3.2

水压致裂 hydraulic fracturing

压裂采用水作为压裂介质时称为水压致裂，水压致裂又称水力致裂或水力压裂。

3.3

气压致裂

压裂采用气体作为压裂介质时称为气压致裂。

3.4

裂缝形态控制压裂

自然条件下的裂缝形态与工程需求不一致时，需要采取定向压裂、分段压裂等手段，对裂缝形态进行控制，这种压裂方式被称为裂缝形态控制压裂。

3.5

定向压裂

通过人工措施改变钻孔围岩应力环境，控制裂缝定向起裂与扩展，如钻孔楔形开槽定向压裂、定向水力割缝压裂、密集线性多孔控制压裂、定向聚能爆破压裂等。

3.6

增加裂缝数目压裂

通过人工措施改变钻孔围岩的动静态应力环境，使多方向、多点满足破裂条件，形成多裂缝起裂与扩展，从而增加压裂裂缝的数目。如水压爆破致裂、脉冲压裂等。

3.7

均匀压裂

长钻孔压裂时，因沿程水力衰减导致裂缝呈现孔口密、孔底疏，或因地质结构面影响导致裂缝沿钻孔方向分布不均，需要通过分段压裂、脉冲压裂等，使沿钻孔方向压裂裂缝尽量均匀分布。

3.8

压裂钻孔 fracturing borehole

用于实施压裂工作的钻孔。

3.9

坚硬岩层 hard stratum

煤层顶板岩层中厚度较大（一般大于2m），岩性致密、裂隙不发育，硬度较大（一般普氏硬度系数*f* ≥6）的岩层，或硬度一般但因支护强度大表现为不易垮落的岩层。

3.10

压裂管柱 fracturing pipe

用于将封孔器送入到钻孔内封孔位置和输送压裂液的耐高压（≥60 MPa）、密封、且壁厚≥4 mm的无缝钢管。

3.11

压裂警戒区域 fracturing alert area

从开始泵注压裂施工至停泵后管路内流体压力卸除前，岩层压裂孔周围20 m范围内（煤层压裂孔周围40 m范围内）且不准许人员进入的区域。

3.12

结构改造效应

通过压裂，在煤岩体内产生人工裂缝，实现结构改造，裂缝引起岩体的物理力学性质等变化，称为结构改造效应。如引起力学性能的弱化，称为强度弱化效应；引起渗透性的增加，称为增渗效应。

3.13

驱替效应

压裂在煤岩体内形成裂缝时，高压水（流体）向裂缝两侧煤岩体渗流，形成孔隙压力梯度，进而引起瓦斯由压力高的区域向压力低的区域流动，称为驱赶效应；当煤体对高压水（流体）的吸附性大于瓦斯时，将吸附态的瓦斯转化为游离态，称为替换效应；驱赶效应与替换效应二者总称为驱替效应。

3.14

应力扰动效应

压裂时形成水压裂缝，裂缝内水压力形成水楔效应；裂缝内的水压力向两侧渗流，引起孔隙压力变化；岩体内部形成大量裂缝，裂缝自身导致围岩应力变化；以上三个方面组成了压裂的应力扰动效应。

3.15

水压致裂的水锁效应

在水压致裂过程中，水在煤体中滞留阻碍瓦斯解吸，使煤层有效渗透率降低的现象。

3.16

压裂裂缝圈

压裂裂缝外围构成的空间范围，在平面上表现为一个圈，在立体上表现为一个球。

3.17

压裂湿度圈

压裂裂缝及外围水压渗透区域构成的空间范围，在平面上表现为一个圈，在立体上表现为一个球。

3.18

压裂瓦斯驱替圈

压裂裂缝及外围瓦斯驱替区域构成的空间范围，在平面上表现为一个圈，在立体上表现为一个球。

3.19

压裂应力扰动圈

压裂裂缝及外围应力扰动区域构成的空间范围，在平面上表现为一个圈，在立体上表现为一个球。

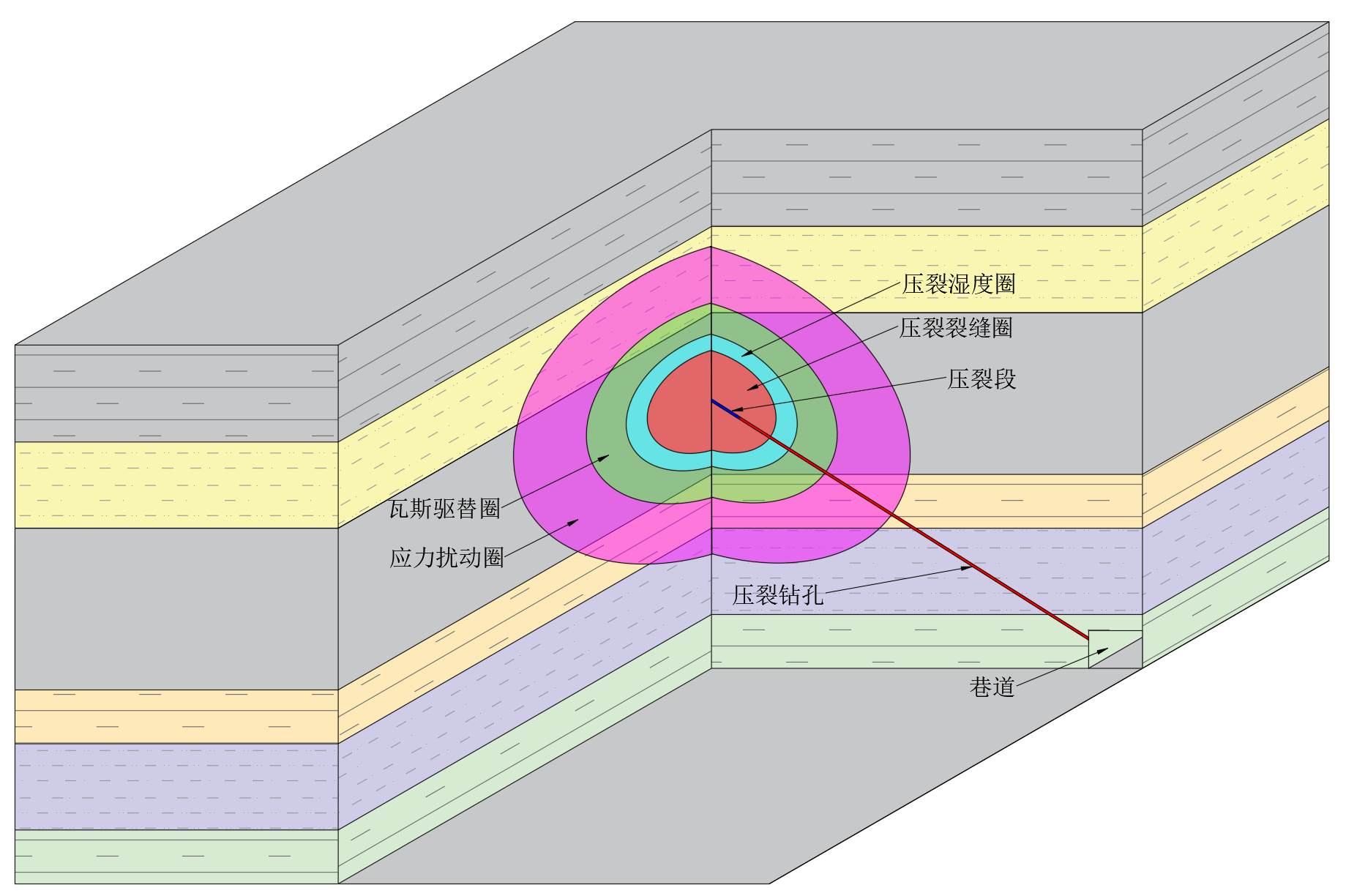


图1 压裂裂缝圈、湿度圈、瓦斯驱替圈、应力扰动圈示意

# 4　井工矿煤岩体井下压裂的应用范围

## 4.1　岩层控制类

岩层控制类是指在岩层中施工钻孔，通过压裂的方式改造岩层的岩体结构（结构改造效应），从而达到控制顶板及时冒落、应力转移、弱化岩体强度等工程目的，包括采煤工作面端头悬顶压裂控制、采煤工作面压裂初次放顶、采煤工作面中部悬顶压裂控制、坚硬岩层定向压裂应力转移保护采掘空间、非煤开采工作面坚硬顶板控制、硬岩弱化辅助破岩（硬岩辅助掘进、工作面过断层或陷落柱辅助破岩、煤层坚硬夹矸弱化、非煤坚硬矿体弱化）、遗留矿柱应力集中解除等。根据不同工程目的，选择不同的裂缝形态控制压裂。控制顶板及时冒落宜选择增加裂缝数目压裂方法；应力转移类宜选择定向压裂方法；弱化岩体强度宜选择增加裂缝数目压裂方法和均匀压裂方法。

### 4.1.1　采煤工作面端头悬顶压裂控制

4.1.1.1　采煤工作面上下端头存在悬顶，且悬顶面积超过作业规程规定的面积，应当采取强制放顶措施，宜优先选用压裂放顶措施。

4.1.1.2　对于开采高瓦斯或突出煤层的采煤工作面，因工作面端头悬顶垮落挤出采空区瓦斯导致瓦斯超限，宜优先采用压裂控制措施。

### 4.1.2　采煤工作面压裂初次放顶

4.1.2.1　工作面初采期间不采取强制放顶措施，推进20 m后采空区依然悬顶，宜优先采用压裂措施强制放顶。

4.1.2.2　工作面初采期间不采取强制放顶措施，采空区悬顶面积大，导致支架压力大，煤壁片帮，宜优先采用压裂措施强制放顶。

### 4.1.3　坚硬岩层定向压裂应力转移保护采掘空间

坚硬岩层悬顶导致采动应力在采掘空间周围集中，致使临近采空区的回采巷道压力大、变形严重，受采动影响的采（盘）区大巷变形大反复维修，宜优先采用定向压裂应力转移方法控制采掘空间的应力集中。

### 4.1.4　硬岩弱化辅助破岩

硬岩巷道掘进过程中，因岩层硬度高，机掘效率低，或无法采用机掘，采用脉冲压裂等缝网压裂工艺，在岩体内部形成密集裂缝网络，从而降低岩体强度，改善岩体的可割性，提高掘进效率。

### 4.1.5　遗留矿柱应力集中解除

叠置邻近矿体遗留矿柱导致围岩应力集中，导致围岩大变形、动力灾害等问题，采用压裂对矿柱及顶底板进行结构改造，从而解除遗留矿柱应力集中，使应力分布均匀化。

## 4.2　煤层改造类

煤层改造类是指在煤层中施工顺层钻孔或穿层钻孔，通过压裂的方式改造煤层的结构，在煤层中形成裂缝网络体系，从而达到顶煤弱化、煤层增透等工程目的，包括坚硬顶煤压裂弱化、低透气性煤层增透等。

### 4.2.1　坚硬顶煤弱化

坚硬厚煤层放顶煤开采时，顶煤坚硬、裂隙不发育，导致顶煤冒放性差、顶煤放出率低，宜优先采用压裂措施弱化顶煤，减小顶煤破碎块度。坚硬顶煤弱化宜选择增加裂缝数目压裂方法和均匀压裂方法。

### 4.2.2　低透气性煤层增透

高瓦斯或突出煤层因煤层透气性差，导致钻孔工程量大，抽采效果差，宜采用压裂增透方法，改善煤层透气性，扩大钻孔抽采半径，提高抽采效率。低透气性煤层水压致裂增透时应关注水压致裂的驱替效应和水锁效应。在黏土矿物含量较高的煤层进行压裂增透时，为避免煤中黏土矿物遇水膨胀，伤害煤储层渗透性，宜选用CO2等气压致裂。低透气性煤层增透宜选择增加裂缝数目压裂方法和均匀压裂方法。

注：压裂增透方法对煤层厚度、煤层倾角、有无夹矸等地质条件不敏感，但是对煤层硬度较敏感，适用于中硬以上煤层，成孔性好，可直接压裂煤层；对于软煤，则需通过压裂顶底板，在顶底板中形成裂缝网络并沟通煤层，抽采煤层中瓦斯。

# 5　压裂方案设计

## 5.1　设计原则

5.1.1　针对性强、可操作性好，符合相关安全、健康和环保规范标准要求。

5.1.2　钻孔施工参数、封孔方式、压裂施工参数等能达到预期压裂目的。

## 5.2　设计依据

包括钻孔柱状图、作业规程在内的基础资料。

## 5.3　设计内容

### 5.3.1　压裂钻孔布置方式

5.3.1.1　对于岩层控制类压裂，根据工程需求确定压裂钻孔，在保障压裂效果的前提下，尽量减小钻孔施工工程量。

5.3.1.2　对于坚硬顶煤压裂弱化，宜选择在采煤工作面两巷（运输顺槽和回风顺槽）中施工顺层钻孔压裂上位顶煤。

5.3.1.3　对于突出煤层压裂增透，宜选择穿层钻孔压裂施工，若采用顺层钻孔压裂抽采煤层瓦斯作为区域防突措施的，应符合《煤矿安全规程》和《防治煤与瓦斯突出细则》中关于顺层钻孔抽采瓦斯作为区域防突措施的相关要求。

### 5.3.2　压裂钻孔直径的确定

5.3.2.1　对于端头悬顶控制类，控制层位在12 m以内，宜选用锚索钻机施工，钻头直径32 mm~34 mm；控制层位在12 m以上，宜选用液压钻机施工，钻头直径42 mm~130 mm。

5.3.2.2　对于其它岩层控制类，宜选用液压钻机施工，钻头直径42 mm~130 mm。

5.3.2.3　对于煤层改造类，宜选用液压钻机施工，钻头直径75~130 mm。

### 5.3.3　压裂钻孔倾角的确定原则

保障压裂施工效果，根据钻机的施工能力确定压裂钻孔的倾角，以压裂钻孔工程量最小为原则。

### 5.3.4　压裂钻孔间距的确定原则

在单孔压裂裂缝圈的基础上，考虑裂缝扩展重叠确定钻孔间距，对于动力灾害煤岩层，还要考虑压裂湿度圈、压裂瓦斯驱替圈、压裂应力扰动圈等的影响，根据压裂效果进行调整。

5.3.4.1　对于端头悬顶控制类，相邻钻孔压裂段间距4~10 m。

5.3.4.2　对于其它岩层控制类，相邻钻孔压裂段间距10~30 m。

5.3.4.3　对于煤层改造类，相邻钻孔压裂段间距10~40 m。

### 5.3.5 封孔方式的选取

压裂封孔宜选用橡胶膨胀封孔器，所选封孔器在压裂钻孔中耐压值不小于高压泵的额定输出压力，封孔器的技术要求按照MT/T 1110进行。

### 5.3.6　封孔深度的确定

5.3.6.1　封孔深度根据需要进行压裂改造的煤岩体位置确定，封孔器应封闭到煤岩体中，封孔深度不小于1.1 m。

5.3.6.2　在动力灾害危险煤岩层压裂时，应关注压裂的应力扰动效应和驱替效应，在考虑压裂应力扰动圈、压裂瓦斯驱替圈和湿度圈范围的基础上，顺层钻孔封孔深度不小于22 m，且封孔段距孔口的安全距离（裸孔段）不小于20 m，穿层钻孔封孔深度不小于17 m，且封孔段距孔口的安全距离（裸孔段）不小于15 m。

## 5.4　编制压裂施工设计书

根据钻孔柱状图、工作面作业规程等基础资料及压裂设计原则，由技术人员编制压裂施工设计书，由矿井总工程师审核后执行，设计书目录参见附录A。

# 6　压裂施工作业

## 6.1　施工前培训

根据压裂施工设计书对相关施工人员进行培训。

## 6.2　施工压裂钻孔

根据设计书中确定的钻孔参数，施工压裂钻孔。在突出煤层压裂时，必须同时施工压裂钻孔和相邻的泄压钻孔，在一组压裂钻孔中，相邻的压裂钻孔可以互为泄压钻孔。

## 6.3　布置压裂系统

### 6.3.1　压裂系统组成

压裂系统包括高压泵、水箱、高压胶管、泄压阀、测控仪（控制柜）、压裂管柱、封孔器、信号联络装置，具体见附录B。

### 6.3.2　压裂系统技术指标

6.3.2.1　压裂岩层的高压泵额定排出压力≥50 MPa，流量≥4.8 m³/h；压裂煤层的高压泵额定排出压力≥30 MPa，流量≥12 m³/h；煤矿压裂高压泵应有防爆合格证和煤矿安全标志。

6.3.2.2　水箱容积应≥1 m3，并进行持续给水，给水流量要大于高压泵的流量。

6.3.2.3　高压胶管的耐压值应不低于高压泵的额定输出压力，高压胶管的内径≥（流量/0.658）1/2，流量L/min，内径mm。

6.3.2.4　高压泄压阀的耐压值应不低于高压泵的额定工作压力。

6.3.2.5　测控仪主机应安放在压裂警戒区域外。

6.3.2.6　压裂管柱的耐压值应不低于高压泵的额定压力。

6.3.2.7　橡胶膨胀封孔器长度不小于1.1 m，封孔器直径应与钻孔直径配套，具体可参照GB/T 32475中规定的软管外径与适用钻孔直径的关系。

### 6.3.3　建立通讯联络

在压裂警戒区域外围和高压泵之间建立通讯联络，确保观察处随时发出信号，指挥高压泵司机开泵或停泵。

### 6.3.4　供水及供电准备

6.3.4.1　供电系统采用专用的电缆和开关，确保供电稳定，供电能力满足高压泵的要求。

6.3.4.2　供水可用井下静压水，供水能力稳定可靠，供水量应大于高压泵的流量。

### 6.3.5　安装与调试高压泵

6.3.5.1　高压泵放置在平整区域以保证其稳定性，将高压泵与水箱用专用水管连接。

6.3.5.2　进行脉冲压裂时，将高压泵放置在压裂区域外30 m~100 m范围内；进行其它压裂时，将高压泵放置在压裂区域外50 m~300 m范围内。

6.3.5.4　正式压裂前，按照高压泵操作说明安装与调试高压泵。

### 6.3.6　系统连接

6.3.6.1　压裂设备系统连接示意图参见附录B，按照示意图正确连接管路，高压胶管连接时不要张紧，要留有富余量。

6.3.6.2　在压裂孔口附近和高压泵附近分别安装两个摄像头，并将数据传入测控仪中。

### 6.3.7　固定管路

### 6.3.7.1　高压胶管与高压泵之间的固定

高压胶管与压裂泵之间用双股尼龙软绳固定或其它专用固定胶管的柔性装置固定，以防压裂泵长期振动把高压胶管与压裂泵之间的连接振断，导致高压胶管崩开伤人。

### 6.3.7.2　高压胶管接头处的固定

管路连接完成后，用双股10#铁丝将每根高压胶管两端靠近接头处固定在巷帮；巷帮不具备固定条件时，用双股10#铁丝将快速接头两端的高压胶管连接，防止接头处因高压脱开伤人，高压胶管接头处的固定方法参见附录C。

### 6.3.8　封孔

利用压裂管柱将封孔器送至设定深度，利用钻机夹持器或铁丝将压裂管柱固定，将压裂管柱末端与高压胶管相连。

### 6.3.9　压裂区加强支护

6.3.9.1　采煤工作面端头悬顶压裂控制，压裂施工的采煤工作面顺槽超前支护段应加强支护，超前支护段的支护强度应不小于最小支护强度，最小支护强度计算公式参见附录E。

6.3.9.2　其它情况根据压裂封孔深度与压裂对巷道（硐室）围岩扰动程度，确定是否需要进行加强支护，封孔段至孔口的距离大于等于15 m时，不需要加强支护。

6.4　泵注压裂

6.4.1　泵注压裂全程应有管理人员在现场指挥，参与压裂的工作人员应熟悉避灾路线及方法，并及时做好压裂施工记录，具体见附录D。

6.4.2　在压裂警戒区域外围设置警戒，泵注压裂期间，不准许任何人员、车辆进入压裂警戒区域，直到停泵卸压。

6.4.3　压裂系统连接、通讯联络和警戒确认后，通知高压泵司机开启高压泵开始压裂。

6.4.4　泵注压裂过程中观察水压力变化，当水压力大幅度下降时，或压裂钻孔周围煤岩体出水范围不再增大时，或单次压裂时间达到1个小时，判定该压裂钻孔已经压裂完成，通知高压泵司机关闭高压泵。

6.4.5　接到停泵指令后，高压泵司机应将调压截止阀缓慢调到零位，然后关闭高压泵控制开关。

6.4.6　泵注压裂过程中高压泵和压裂警戒区域之间确有必要行人时，行人应远离固定高压管路的巷帮。

6.4.7　泵注压裂过程中应时刻观察高压泵水压力的变化，如果出现水压力短时间大幅下降，应立即停泵检查。

6.4.8　泵注压裂过程中如听到巨响、呼救等紧急情况，高压泵司机应立即停泵检查。

## 6.5　停泵后处理

6.5.1　停泵后，应先打开泄压阀放出管路中的残存压裂液，再拆开高压胶管与压裂管柱之间的连接，取出封孔器，取出封孔器时操作人员不应正对压裂钻孔，在封孔器完全拆除前，严禁无关人员进入压裂警戒区域。

6.5.2　如果因钻孔变形等原因，导致封孔器和压裂管柱无法取出，应使用木楔和水泥砂浆，将封孔器和压裂管柱永久封于钻孔内，防止冲出伤人。

## 6.6　安全环保注意事项

6.6.1　对压裂地点的积水及淤泥及时清理，保持压裂地点清洁。

6.6.2　在压裂地点应挂设瓦斯监测探头，实时监测压裂地点附近的瓦斯浓度，当瓦斯浓度明显升高时应立即停止压裂施工，防止出现瓦斯超限事故。

6.6.3　压裂施工前，根据工程需要对压裂区巷道进行加强支护。

6.6.4　泵注压裂过程中，操作人员尽量远离高压泵及高压管路。

6.6.5　在有动力灾害危险的煤岩层压裂时，施工参数设计必须考虑压裂裂缝圈、压裂湿度圈、压裂瓦斯驱替圈、压裂应力扰动圈等的影响，施工过程中注意加强围岩扰动观测。

6.6.6　在有动力灾害危险的煤岩层压裂时，应先施工泄压孔（可以用其它邻近压裂钻孔替代）。

6.6.7　其它安全要求，应按照《煤矿安全规程》的规定执行。

# 7　效果评价

7.1　压裂施工监测评价

7.1.1　通过水压力曲线评价施工质量，岩层类压裂水压力低于10 MPa，压裂施工无效，煤层类压裂水压力低于5 MPa，压裂施工无效。

7.1.2　通过裂缝扩展微震信号评价施工质量，压裂施工过程中微震信号无或较弱，则压裂施工效果较差，压裂施工过程中微震信号明显且稳定，则压裂施工效果较好。

7.1.3　通过示踪剂运移范围评价施工质量，压裂液体中掺杂的示踪剂可以较好的反应压裂裂缝的扩展范围，因此可以通过示踪剂的运移范围评价压裂施工的好坏。

7.1.4　通过监测压裂裂缝圈、压裂湿度圈、压裂瓦斯驱替圈、压裂应力扰动圈扩展范围评价施工质量，压裂裂缝圈代表着压裂裂缝的扩展范围，压裂湿度圈代表着压裂水压渗透区域构成的空间范围，压裂瓦斯驱替圈代表着压裂瓦斯驱替范围，压裂应力扰动圈代表着压裂的应力改造作用范围。

7.1.5　通过观测孔评价施工质量，压裂施工过程中观测孔无出水现象，则压裂施工效果较差，压裂施工过程中观测孔大量出水，则证明裂缝扩展良好，压裂施工效果较好。

7.2　工程效果评价

7.2.1　岩层控制类

7.2.1.1　采煤工作面端头悬顶压裂控制

压裂后，端头采空区沿工作面推进方向有超过10 m的悬顶，端头悬顶控制效果较差；端头采空区沿工作面推进方向有5 m~10 m的悬顶，端头悬顶控制效果一般；端头采空区沿工作面推进方向有0~5 m的悬顶，端头悬顶控制效果较好。

7.2.1.2　采煤工作面压裂初次放顶

压裂后，工作面推进40 m后采空区顶板垮落，放顶控制效果较差；工作面推进30 m~40 m采空区顶板垮落，放顶控制效果一般；工作面推进20 m~30 m采空区顶板垮落，放顶控制效果较好；工作面推进小于20 m，采空区顶板垮落，放顶控制效果好。

压裂后，工作面推进55 m后老顶初次破断，放顶控制效果较差；工作面推进30 m~55 m时老顶初次破断，放顶控制效果一般；工作面推进小于30 m时老顶初次破断，放顶控制效果好。

7.2.1.3　坚硬岩层定向压裂应力转移保护采掘空间

压裂后，被保护巷道与未采取压裂措施的类似巷道相比，变形量降低20%以内，控制效果较差；变形量降低20%~50%，控制效果一般；变形量降低50%以上，控制效果好。

7.2.1.4　硬岩弱化辅助破岩

压裂后，岩体完整性系数为0.75~0.55，弱化效果较差；岩体完整性系数为0.55~0.35，弱化效果一般；岩体完整性系数小于0.35，弱化效果好。

压裂后，综掘掘进（机械破岩）速度与压裂前相比，提高10%以内，弱化效果较差；提高10%~20%，弱化效果一般；提高20%以上，弱化效果好。

7.2.1.5　遗留矿柱应力集中解除

压裂后，应力集中影响巷道与未采取压裂措施的类似巷道相比，变形量降低20%以内，控制效果较差；变形量降低20%~50%，控制效果一般；变形量降低50%以上，控制效果好。

压裂后，采煤工作面过应力集中区时，矿压显现强度与正常来压时相比，支架时间加权平均工作阻力增加20%以上，控制效果差；支架时间加权平均工作阻力增加10%~20%，控制效果一般；支架时间加权平均工作阻力增加10%以内，控制效果好。

7.2.2　煤层改造类

7.2.2.1　坚硬顶煤弱化

压裂后，顶煤冒放块度与未采取压裂措施前相比，块度降低20%以内，控制效果差；块度降低20%~40%，控制效果一般；块度降低40%以上或块度小于0.5 m，控制效果好。

7.2.2.2　低透气性煤层增透

压裂后，单孔瓦斯抽采纯量与压裂前相比，纯量增加20%以内，增透效果差；纯量增加20%~50%，增透效果一般；纯量增加50%以上，增透效果好。

# 8　报告编制

压裂结束以后，应及时编制压裂施工总结报告。报告编写提纲见附录E。

附录A

（资料性）

井工矿煤岩体压裂施工设计书目录

井工矿煤岩体压裂技术施工设计书目录可参考以下格式：

**1 实施背景**

**2 实施地点条件**

2.1 地质条件

2.2 生产技术条件

**3 设计原则及依据**

3.1 设计原则

3.2 设计依据

**4 压力施工参数**

4.1 压裂孔形式的选择

4.2 压裂孔直径的确定

4.3 压裂孔倾角的确定

4.4 压裂孔间距的确定

4.5 封孔方式的选取

4.6 封孔深度的确定

**5 压裂工艺流程**

**6 施工组织**

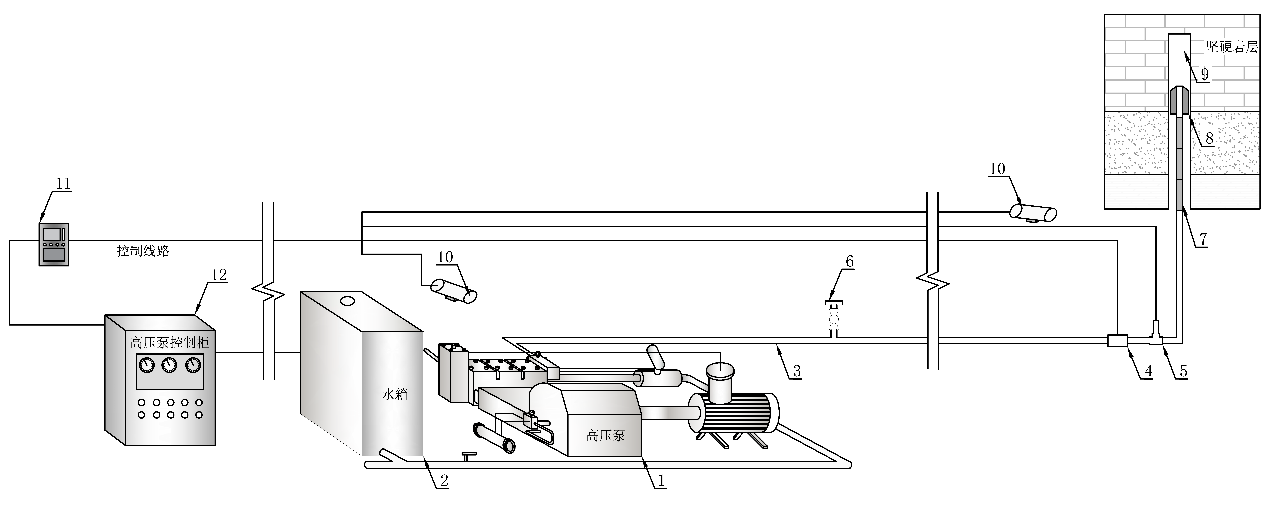
**7 安全注意事项**

附录B

（资料性）

压裂设备系统连接示意图

压裂设备系统连接示意图见图B.1。



标引序号说明：

1-高压泵；2-水箱；3-高压胶管；4-流量传感器；5-压力传感器；6-高压泄压阀；7-压裂管柱；8-封孔器；9-压裂孔；10-摄像头；11-测控仪；12-控制柜

岩层一类，煤层一类

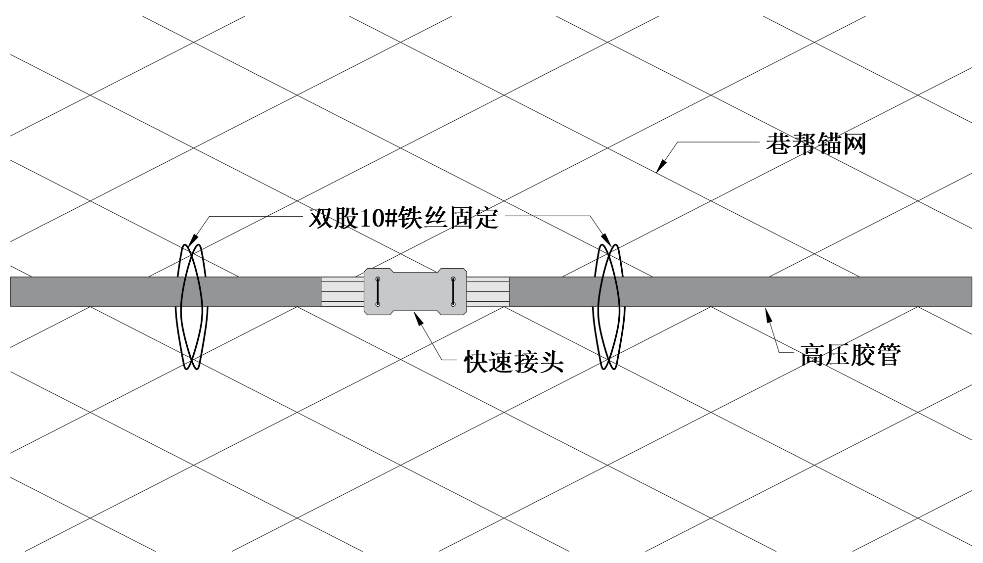
图B.1 压裂设备系统连接示意图

附录C

（资料性）

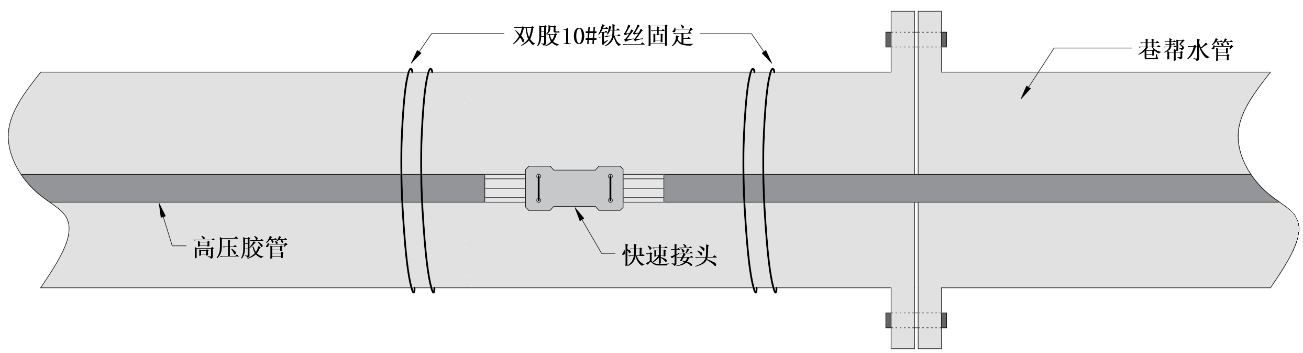
高压胶管接头处固定方法示意图

D.1 高压胶管接头处固定于巷帮锚网示意图见图C.1。



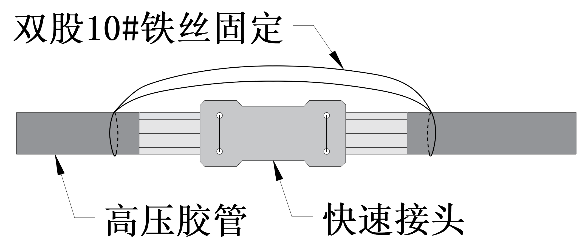
图C.1 高压胶管接头处固定于巷帮锚网示意图

D.2 高压胶管接头处固定于巷帮风管（水管）示意图见图C.2。



图C.2 高压胶管接头处固定于巷帮水管示意图

D.3 高压胶管接头处两端固定示意图见图C.3。



图C.3 高压胶管接头处两端固定示意图

附录D

（资料性）

压裂施工记录表

压裂施工记录表见表C.1。

表C.1 压裂施工记录表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 日期 | 孔号 | 孔深/m | 封孔深度/m | 开泵时间/min | 停泵泵时间/min | 水压力峰值/MPa | 现象 | 施工人员 | 记录人员 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

附录E

（资料性）

压裂施工总结报告目录

**压裂施工总结报告目录参考以下格式：**

**1 实施目的**

**2 实施地点条件**

2.1 地质条件

2.2 生产技术条件

[**3 施工方案**](#_Toc103804579)

3.1 钻孔参数

3.2 封孔参数

3.3 压裂参数

3.4 压裂工艺流程

3.5 施工组织

3.6 安全注意事项

[**4 现场实施前培训**](#_Toc103804587)

[**5 现场实施过程及现象**](#_Toc103804588)

[5.1 钻孔施工及压裂系统布置](#_Toc103804589)

[5.2 压裂过程](#_Toc103804590)

[5.3 压裂现象](#_Toc103804591)

[**6 效果观测**](#_Toc103804592)

[**7 总 结**](#_Toc103804600)

|  |
| --- |
|  |