



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 25285.2—2021

代替 GB 25285.2—2010

## 爆炸性环境 爆炸预防和防护 第2部分：矿山爆炸预防和防护的 基本原则和方法

Explosive atmospheres—Explosion prevention and protection—  
Part 2: Basic concepts and methodology for mining

2021-10-11 发布

2022-05-01 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 .....	III
引言 .....	IV
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	2
3 术语和定义 .....	2
4 风险评定 .....	5
4.1 通则 .....	5
4.2 爆炸危险识别 .....	6
4.3 点燃危险识别 .....	6
4.4 估计爆炸可能产生的效应 .....	6
5 可能点燃源 .....	6
5.1 热表面 .....	6
5.2 火焰和热气体(包括热颗粒) .....	6
5.3 机械产生的冲击、摩擦和磨削 .....	6
5.4 电气设备和元件 .....	6
5.5 杂散电流 .....	6
5.6 静电 .....	7
5.7 雷电 .....	7
5.8 $10^4$ Hz~ $3 \times 10^{11}$ Hz 射频(RF)电磁波 .....	7
5.9 $3 \times 10^{11}$ Hz~ $3 \times 10^{15}$ Hz 电磁波 .....	7
5.10 电离辐射 .....	7
5.11 超声波 .....	7
5.12 绝热压缩和冲击波 .....	7
5.13 放热反应(包括粉尘自燃) .....	7
6 风险降低 .....	7
6.1 基本原理 .....	7
6.2 避免出现爆炸性环境或减少危险爆炸性环境的量 .....	8
6.3 危险环境条件分级 .....	9
6.4 设备、防护系统和元件避免有效点燃源的设计和制造要求 .....	10
6.5 设备、防护系统和元件降低爆炸效应的的设计和制造要求 .....	14
6.6 对紧急措施的规定 .....	15
6.7 爆炸预防和防护用测量和控制系统的原则 .....	15
7 使用信息 .....	15
7.1 通则 .....	15
7.2 试运行、维护和修理时防止爆炸的资料 .....	16
7.3 资质和培训 .....	16

GB/T 25285.2—2021

附录 A (资料性) 设备保护级别(EPL)和危险环境条件之间的关系 .....	17
附录 B (规范性) 潜在爆炸性环境用工具 .....	18
参考文献 .....	19

库七七 www.kqqw.com 提供

## 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。

本文件是 GB/T 25285《爆炸性环境 爆炸预防和防护》的第 2 部分。GB/T 25285 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：基本原则和方法；
- 第 2 部分：矿山爆炸预防和防护的基本原则和方法。

本文件代替 GB 25285.2—2010《爆炸性环境 爆炸预防和防护 第 2 部分：矿山爆炸预防和防护的基本原则和方法》，与 GB 25285.2—2010 相比，主要技术变化如下：

- 修改了风险评定(见第 4 章,2010 年版的第 4 章和第 5 章)；
- 修改了电气设备的要求(见 6.4.5,2010 年版的 6.4.5)；
- 修改了超声波设备的要求(见 6.4.12,2010 年版的 6.4.12)；
- 删除了耐爆炸设计、泄爆、抑爆、防止爆炸传播措施的具体内容(见 2010 年版的 6.5.2~6.5.5)。

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。

本文件由中国电器工业协会提出。

本文件由全国防爆电气设备标准化技术委员会(SAC/TC 9)归口。

本文件起草单位：南阳防爆电气研究所有限公司、安标国家矿用产品安全标志中心有限公司、神华宝日希勒能源有限公司、上海仪器仪表自控系统检验测试所有限公司、中煤科工集团常州研究院有限公司、煤科集团沈阳研究院有限公司、河南省煤科院检测技术有限公司、上海煤科检测技术有限公司。

本文件主要起草人：张刚、胡继红、孟峰、王军、徐建平、仲丽云、李冰、邓波、李斌、李磊。

本文件所代替文件的历次版本发布情况为：

- GB 25285.2—2010。

## 引 言

GB/T 25285《爆炸性环境 爆炸预防和防护》目的是为爆炸的预防和防护确立基本的原则和方法，由于矿井与工厂爆炸性环境条件的差异，对爆炸预防和防护的措施和方法也有不同的要求，因此GB/T 25285 由两个部分构成。

- 第1部分：基本原则和方法。确立了除采矿工业外其他工业的爆炸预防和防护的一般原则和方法。
- 第2部分：矿山爆炸预防和防护的基本原则和方法。确立了采矿工业的爆炸预防和防护的原则和方法。

GB 25285 发布实施已十余年，这期间爆炸风险识别与评定、爆炸预防和防护技术/设备/系统有了一定的发展，因此需要对本文件的技术内容进行修订以适应上述发展。本次修订也对文件结构进行了一些调整完善。

本文件也包含对以下方面的考虑。

针对矿山爆炸性环境的特殊考虑，爆炸可能源自：

- 设备、防护系统和元件加工或应用的材料，如开采过程中获得的矿物；
- 设备、防护系统和元件释放的材料；
- 设备、防护系统和元件相邻的材料；
- 设备、防护系统和元件的制造材料。

设备、防护系统和元件的爆炸防护，取决于：

- 设备、防护系统和元件的设计和制造；
- 规定用途；
- 可预见的误用；
- 环境条件；
- 开采和接触到的材料。

本文件还涉及一些安全因素，即制造商在设备、防护系统和元件的设计和制造期间，宜考虑它们的用途及如何使用。只有采取这种方法，才能降低设备、防护系统和元件的固有危险。

**注1：**设备、防护系统和元件的使用者，评定工作场所的爆炸风险及选择适当的设备、保护系统和元件时，本文件也能作为指南。

矿井是瓦斯矿井还是非瓦斯矿井，决定于开采的矿物或材料以及在开采中是否出现瓦斯。通常，所有煤矿都视为瓦斯矿井。然而，非煤矿井也可能出现瓦斯，例如在邻近含油层开采矿物，或开采过程对未开采煤层的破坏，或矿井出现可燃气体喷出。

在开采可燃性矿物的矿井中，因为所开采矿物的小颗粒可能被吹入空气中形成能迅速燃烧的粉尘空气混合物，也可能有爆炸风险。可燃性粉尘本身可能是一个爆炸风险（当形成爆炸性粉尘空气混合物时），或者可能分层沉积在井下巷道的地面和侧壁，它们会被瓦斯爆炸冲起来。在后一情况中，由于可燃性粉尘被爆炸波扬起，爆炸猛度成数倍增大，同时，加快火焰沿巷道的传播。

该爆炸性环境风险的出现及其后果，对不同的矿井是不同的，这决定于矿井类型、巷道布置、矿物开采、瓦斯和/或可燃性粉尘的出现。

在煤矿，由于采矿活动，与煤共存的瓦斯和煤尘将释放出来。由于所采取的预防措施，不可能完全排除爆炸性气体空气混合物和爆炸性粉尘空气混合物的形成，因此，潜在的爆炸风险是较大的。

瓦斯空气混合物通常用通风方式稀释，或经矿井巷道排到地面，所以，在正常工作中，可燃气体的含

量保持在远低于爆炸下限。然而,由于系统失灵(如通风机故障)、突然的大量可燃气体涌出(可燃气体突出)或由于通风压力下降,或煤产量增大引起的可燃气体释放加大,可能超过允许的可燃气体浓度。由这种方式引起的爆炸性环境,通过限定空间和/或时间,可能不仅在事发点引起危险,也可能在逃逸通道、回风道以及在采矿设计中与之相连的其他采矿建筑中引起危险。

**煤尘空气混合物**,一般通过对粉尘源的洒水、平巷掘进机上的除尘系统抑制,和/或用惰性粉尘处置,以降低潜在的爆炸性。然而,假如爆炸性粉尘可能为空气携带,如煤炭转载点、煤仓及其他运输系统,爆炸危险性还是存在的。

与地面工业不同,在瓦斯矿井中,电气和非电气设备、采矿人员一直与气体和/或粉尘空气混合物接触,在不利条件下,这些混合物可能形成爆炸性环境。因此,出现危险时防止爆炸、人员撤离,需要特别严格的安全要求。由于井下气体/粉尘爆炸可能造成毁灭性影响,井下采矿仅允许在爆炸范围之外进行。

在瓦斯矿井中,在特定工作区,决定采矿工人是否能进行作业,取决于特定时间内经常出现的环境条件。传统上采用安全系数,常用做法是,如果环境条件达到相关法规规定的甲烷(瓦斯)在空气中的爆炸下限(LEL)规定的浓度,设备要断电或进行安全处理,矿工要从工作区撤离。国家《煤矿安全规程》对此有着全面严格规定,例如《煤矿安全规程》(2016)第一百七十二条规定:“采区回风巷、采掘工作面回风巷风流中瓦斯浓度超过1.0%或二氧化碳浓度超过1.5%时,必须停止工作,撤出人员,采取措施,进行处理。”关于甲烷传感器(便携仪)的设置地点、报警浓度、断电浓度、复电浓度和断电范围,《煤矿安全规程》(2016)第四百九十八条中表18有严格规定。

在本文件中提出了两个危险条件:

- 2级危险条件(潜在爆炸性环境)**:空气中甲烷浓度在0%~低于LEL(爆炸下限)的范围内,或高于UEL(爆炸上限)~100%的范围内。
- 1级危险条件(爆炸性环境)**:空气中甲烷浓度在LEL~UEL的范围内。

在1级危险条件的矿山井巷中,仅允许使用Ma级设备。Ma级设备具有很高的保护等级,Ma级设备(如电话机、可燃气体测量设备)可在爆炸性环境中继续运行,因为它们即使在罕见的设备故障条件下也是安全的,这是由于Ma级设备有两个独立的保护措施或双重故障安全系统确保的。

在2级危险条件的矿山井巷中,Ma级和Mb级设备都可以使用。Mb级设备具有高的保护等级,适用于采矿工作条件。在爆炸性环境中,Mb级设备需要能断电或进行安全处理。

注2:设备断电、复电或进行安全处理及其瓦斯浓度限值等在《煤矿安全规程》有相关的规定。

注3:在特殊条件下,在爆炸性环境中,可能需要短时间内运行Mb级设备,如矿工带着点亮的Mb级帽灯,从高瓦斯浓度的工作区撤离时、当矿工佩戴救护器做恢复工作或启动瓦斯排放系统时。

Ma级和Mb级设备仅能在制造商规定的功能特性下工作,只有这样,设备才保证相应的保护等级。

《煤矿安全规程》是煤矿安全生产必须遵循的一项法规。《煤矿安全规程》对矿井瓦斯测定的地点、时间、方法以及对测定结果的处置等,都做了明确规定,假如瓦斯达到规定的限值,手动或自动切断设备电源。与GB/T 25285.1—2021不同,把由爆炸性气体环境和由爆炸性粉尘环境引起的危险再细分这种方法,对煤矿井下场所不建议使用,因为矿山井巷的危险可能由瓦斯和可燃性粉尘云同时引起。因此,防爆措施总是涵盖由瓦斯引起的危险和由可燃性粉尘引起的危险。

大量的研究表明,煤尘/空气混合物的最小点燃能量(MIE)是瓦斯空气混合物最小点燃能量的数百倍;煤尘颗粒的最大试验安全间隙(MESG)比瓦斯最大试验安全间隙大一倍。因此,设计制造用于瓦斯空气混合物的设备、防护系统和元件,也适用于煤尘空气混合物。

瓦斯和煤尘试验数据的比较仅相对于大气(气体和/或粉尘与空气的混合物),而与粉尘层无关。当考虑煤尘堆积时,在该情况中,设备堆积有煤尘的表面的最高表面温度,对于I类设备限为150℃,它低于瓦斯的最低点燃温度,对此,要求采取附加预防措施。

还要关注,在煤矿和非煤矿山可能存在一些区域,没有瓦斯,但却存在可燃性粉尘引起的爆炸风险。

# 爆炸性环境 爆炸预防和防护

## 第2部分：矿山爆炸预防和防护的基本原则和方法

### 1 范围

本文件通过概述矿井设备、防护系统和元件的设计和制造的基本原则和方法，规定了采矿工业的爆炸预防和防护的方法。

本文件适用于拟用在矿山井下部分和存在瓦斯和/或可燃性粉尘危险的地面装置部分的Ⅰ类设备、防护系统和元件。

注：关于特定设备、防护系统和元件的详细信息由相应的专业标准规定。防爆措施的设计和实现，需要可燃性物质（材料）和爆炸性环境的相关安全数据。

本文件规定了对可能导致爆炸的危险情况识别和评定的方法，以及与安全要求相适应的设计和结构措施，通过以下方面实现：

- 风险评定；
- 风险降低。

设备、防护系统和元件的安全，可通过消除危险和/或限定风险来实现，即采取下列方式：

- a) 适当的设计（无安全防护装置）；
- b) 安全防护装置；
- c) 使用信息；
- d) 任何其他预防措施。

与 a)（预防）相应的防爆措施和与 b)（防护）相应的防爆措施在本文件第 6 章中涉及，与 c) 相应的防爆措施在本文件第 7 章中涉及。与 d) 相应的防爆措施在本文件中未涉及。它们在 GB/T 15706（在 GB/T 15706—2012 中为第 6 章）中涉及。

本文件中规定的预防和保护措施不提供所要求的保护等级，除非设备、防护系统和元件在其预期使用的范围内运行，并且按照相应的操作规程或要求进行安装和维护。

本文件适用于任何拟用于潜在爆炸性环境的设备、防护系统和元件。这些环境可能由设备、防护系统和元件处理、使用或释放的可燃性物质造成，或由设备、防护系统和元件周围的可燃性物质和/或设备、防护系统和元件的构成材料造成。

由于爆破能释放潜在爆炸性环境，本文件也适用于爆破设备，但炸药和雷管除外。

本文件适用于各个使用阶段的设备、防护系统和元件。

本文件不适用于：

- 规定用于医学环境的医用设备；
- 完全是由爆炸物质或不稳定化学物质存在引起的爆炸危险场所使用的设备、防护系统和元件；
- 个体防护装备；
- 包含要求控制燃烧过程的系统的设计和制造，除非它们在潜在爆炸性环境中能相当于点燃源；
- 瓦斯和/或可燃性粉尘不是必然出现的矿山、地面装置（如煤矿的选煤厂、动力厂、焦炉车间等）。在这些地方爆炸性环境可能出现，但它们不是煤矿的部分，它们在 GB/T 25285.1—2021 中涉及。

## 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 2900.35 电工术语 爆炸性环境用设备
- GB/T 3836.1 爆炸性环境 第1部分:设备 通用要求
- GB/T 3836.5 爆炸性环境 第5部分:由正压外壳“p”保护的设备
- GB/T 3836.28 爆炸性环境 第28部分:爆炸性环境用非电气设备 基本方法和要求
- GB/T 3836.30 爆炸性环境 第30部分:地下矿井爆炸性环境用设备和元件
- GB/T 13813 煤矿用金属材料摩擦火花安全性试验方法和判定规则
- GB/T 15706 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小
- GB/T 25285.1—2021 爆炸性环境 爆炸预防和防护 第1部分:基本原则和方法

## 3 术语和定义

GB/T 2900.35 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 瓦斯 firedamp

矿山中自然产生的任何潜在爆炸性气体混合物或任何可燃性气体。

注:当瓦斯主要由甲烷组成时,在采矿中,常将瓦斯和甲烷作同义词用。

### 3.2

#### 瓦斯爆炸的预防和防护 protection against firedamp explosions

矿山地下部分以及受瓦斯和/或可燃性粉尘影响的矿山地面部分的爆炸预防和防护。

### 3.3

#### 可燃性物质 flammable substance

当被点燃时,会与空气发生放热反应的气体、蒸气、液体、固体形式或这些形式的混合状态的物质。

### 3.4

#### 元件 component

对设备和防护系统安全功能至关重要但无独立功能的器件。

### 3.5

#### 爆燃 deflagration

以亚音速传播的爆炸。

### 3.6

#### 爆轰 detonation

以超音速传播并具有冲击波特性的爆炸。

### 3.7

#### 设备 equipment

单独或组合使用,用于能量的产生、传输、储存、测量、控制、转换和/或材料处理,而且由于自身的潜在点燃源能引起爆炸的机械、器械、固定式或移动式装置、控制单元、仪器及探测或预防系统。



3.8

**爆炸 explosion**

导致温度升高和/或压力增大的剧烈氧化反应或分解反应。

3.9

**爆炸范围 explosion range**

可燃性物质与空气混合能够引起爆炸的浓度范围。

3.10

**爆炸极限 explosion limits**

爆炸范围的限值。

3.11

**爆炸下限 lower explosion limit; LEL**

爆炸范围的下限值。

3.12

**爆炸上限 upper explosion limit; UEL**

爆炸范围的上限值。

3.13

**爆炸温度点 explosion points**

爆炸下限温度点和上限温度点。

3.14

**爆炸下限温度点 lower explosion point**

可燃性液体在空气中的饱和蒸气浓度等于爆炸下限时时的温度。

3.15

**爆炸上限温度点 upper explosion point**

可燃性液体在空气中的饱和蒸气浓度等于爆炸上限时时的温度。

3.16

**耐爆炸 explosion-resistant**

容器和设备设计能耐爆炸压力或耐爆炸压力冲击的特性。

3.17

**耐爆炸压力 explosion-pressure-resistant**

容器和设备设计能承受预期的爆炸压力而不发生永久变形的特性。

3.18

**耐爆炸压力冲击 explosion-pressure-shock-resistant**

容器和设备设计能承受预期的爆炸压力而无破裂、但允许有永久变形的特性。

3.19

**爆炸性环境 explosive atmosphere**

在大气条件下,气体、蒸气、薄雾或粉尘状的可燃性物质与空气形成的混合物点燃后,燃烧传播至整个未燃混合物的环境。

3.20

**闪点 flash point**

在规定的试验条件下,使液体释放出大量的蒸气而形成能被点燃的蒸气与空气混合物的最低液体温度。

3.21

**危险爆炸性环境 hazardous explosive atmosphere**

如果爆炸会造成危害的爆炸性环境。

3.22

**杂混物 hybrid mixture**

不同物理状态的可燃物质与空气的混合物。

3.23

**惰化 inerting**

添加惰性物质防止成为爆炸性环境的方法。

3.24

**规定用途 intended use**

按照 GB/T 3836.1 和 GB/T 3836.28 规定的设备类别和设备保护级别(EPL)要求,并考虑制造商提供的设备、防护系统和元件安全运行所要求的全部资料来使用设备、防护系统和元件。

3.25

**极限氧浓度 limiting oxygen concentration; LOC**

在规定的试验条件下确定的、不会发生爆炸的可燃性物质、空气与惰性气体混合物的最高氧气浓度。

3.26

**机械装置 machinery**

用于特定用途、由零件或元件连接组成的装备,在控制和电源电路及适当的传动机构作用下至少有一个部分运动,主要用于材料(“材料”相当于“物质”或“产品”)的加工、处理、运送或包装。

注:术语“机械装置”也包括为达到共同目的、要作为整体运行而安装和控制的机器组合。

3.27

**故障 malfunction**

设备、防护系统和元件不执行其预定功能的情况。

注:由于原因的多样性,对于本文件中涉及的故障原因,还包括:

- 加工材料、工件的性能或尺寸的改变;
- 设备、防护系统的一个(或多个)零部件或元件的失效;
- 外部干扰(例如冲击、振动、电磁场);
- 设计错误缺陷(例如软件出错);
- 电源或其他工作的干扰;
- 操作人员对设备失去控制(特别是手持式机器和移动式机器)。

3.28

**最大试验安全间隙 maximum experimental safe gap; MESG**

在规定的试验条件下,试验设备内设腔室里面各种浓度的被试气体或蒸气与空气的混合物点燃后,能够阻止火焰通过内设腔室两部分之间 25 mm 长接合面点燃外部气体混合物的接合面最大间隙。

注:最大试验安全间隙是相应气体混合物的特性(见 GB/T 2900.35)。

3.29

**最大爆炸压力 maximum explosion pressure**

$p_{\max}$

在规定的试验条件下,密闭容器内爆炸性环境爆炸过程中产生的最大压力。

3.30

**爆炸压力最大上升速率 maximum rate of explosion pressure rise**

$(dp/dt)_{\max}$

在规定的试验条件下,密闭容器内可燃性物质在爆炸范围内,所有爆炸性气体爆炸过程中,单位时间内压力上升的最大值。

## 3.31

**最小点燃能量 minimum ignition energy; MIE**

在规定的试验条件下,电容器的放电足以有效点燃最易点燃爆炸性环境时,电容器内存贮的最小电能。

## 3.32

**爆炸性环境的最低点燃温度 minimum ignition temperature of an explosive atmosphere**

在规定的试验条件下,可燃性气体或可燃性液体蒸气的最低点燃温度,或者粉尘云的最低点燃温度。

## 3.33

**(可燃性气体或可燃性液体的)最低点燃温度 minimum ignition temperature (of a combustible gas or of a combustible liquid)**

在规定的试验条件下,可燃性物质以气体或蒸气形式与空气形成的混合物被热表面点燃时,热表面的最低温度。

注:该术语可与“自燃温度”相互替换使用。

## 3.34

**粉尘云的最低点燃温度 minimum ignition temperature of a dust cloud**

在规定的试验条件下,最易点燃的粉尘、空气混合物在热表面上被点燃时,热表面的最低温度。

## 3.35

**粉尘层的最低点燃温度 minimum ignition temperature of a dust layer**

在规定的试验条件下,粉尘层在热表面上发生点燃时,热表面的最低温度。

## 3.36

**正常运行 normal operation**

设备、防护系统和元件在其设计参数范围内实现预期功能的运行状况。

注1:可燃性物质的少量释放可看作是正常运行。例如,靠泵输送液体时从密封口释放可看作是少量释放。

注2:故障(如泵的密封件、法兰垫片破损或因故障造成物质泄漏)包括紧急维修或停机都不能看作是正常运行。

## 3.37

**潜在爆炸性环境 potentially explosive atmosphere**

由于区域条件和工作条件可能形成爆炸的环境。

## 3.38

**防护系统 protective system**

能够立即停止刚发生的爆炸和/或限制爆炸火焰和爆炸压力的有效范围的设计单元。

注:防护系统可能作为设备的一部分,也可能作为自主系统单独投放市场。

## 3.39

**减压的爆炸压力 reduced explosion pressure**

采用泄爆或抑爆方法保护的容器内爆炸性环境爆炸产生的压力。

## 3.40

**堆积粉尘的自燃 self-ignition of dust in bulk**

粉尘的氧化和/或分解产生热量的速率大于环境的散热速率引起的粉尘点燃。

## 4 风险评定

## 4.1 通则

除 GB/T 25285.1—2021 中 4.1 外,以下内容也应适用。

在矿山,评定危险爆炸性环境出现的可能性,主要因素有:

- 正在开采的矿物的特性;
- 开采矿物的方法;
- 邻近地层中瓦斯的存在;
- 人的活动对矿山巷道附近地层的影响;
- 通风系统能达到的稀释程度。

注:更多信息见 GB/T 23819。

#### 4.2 爆炸危险识别

GB/T 25285.1—2021 中 4.2 适用。

#### 4.3 点燃危险识别

GB/T 25285.1—2021 中 4.3 适用。

#### 4.4 估计爆炸可能产生的效应

除 GB/T 25285.1—2021 中 4.4 外,以下内容也应适用。

只能针对每种单独的情况,对人员预期受到的损害或对物体预期造成的破坏及受危险影响的场所的大小进行估计。

爆炸性环境风险的出现及其后果,各个矿山是不同的,这决定于矿山的类型、布置、矿物的开采、瓦斯和/或可燃性粉尘出现的可能性。

### 5 可能点燃源

#### 5.1 热表面

GB/T 25285.1—2021 中 5.1 的要求适用,但应特别注意内燃机的热表面。

防止热表面引起点燃危险的保护措施见 6.4.2。

#### 5.2 火焰和热气体(包括热颗粒)

GB/T 25285.1—2021 中 5.2 的要求适用。

防止火焰和热气体引起点燃危险的保护措施见 6.4.3。

#### 5.3 机械产生的冲击、摩擦和磨削

GB/T 25285.1—2021 中 5.3 的要求适用。在切割矿物时能够产生火花,而且通常是点燃源。

防止机械火花引起点燃危险的保护措施见 6.4.4。

#### 5.4 电气设备和元件

GB/T 25285.1—2021 中 5.4 的要求适用。在爆破过程中,电火花可能由点火的发爆器和/或电缆、放炮线的扯断引起。

防止电气设备和元件引起点燃危险的保护措施见 6.4.5。

#### 5.5 杂散电流

下列原因可能使导电系统或系统的导电部件产生杂散电流:

- 发电系统的回流电流;

- 电气装置故障造成的短路或接地故障；
- 磁感应(例如靠近大电流装置或射频装置,见 5.8)；
- 雷电(见 5.7)；
- 地面架空线感应。

如果能够传导杂散电流的系统部件被断开、被连接或桥接,即使在电位差很小的情况下,也会由于电火花和/或电弧的作用而点燃爆炸性环境。另外,由于这些电流通路发热也能产生点燃(见 5.1)。

防止杂散电流引起点燃危险的保护措施见 6.4.6。

## 5.6 静电

GB/T 25285.1—2021 中 5.6 的要求适用。

防止静电引起点燃危险的保护措施见 6.4.7。

## 5.7 雷电

GB/T 25285.1—2021 中 5.7 的要求适用。

防止雷电引起点燃危险的保护措施见 6.4.8。

## 5.8 $10^4$ Hz~ $3 \times 10^{11}$ Hz 射频(RF)电磁波

GB/T 25285.1—2021 中 5.8 的要求适用。

防止射频电磁波引起点燃危险的保护措施见 6.4.9。

## 5.9 $3 \times 10^{11}$ Hz~ $3 \times 10^{15}$ Hz 电磁波

GB/T 25285.1—2021 中 5.9 的要求适用。

防止电磁波引起点燃危险的保护措施见 6.4.10。

## 5.10 电离辐射

GB/T 25285.1—2021 中 5.10 的要求适用。

防止电离辐射引起点燃危险的保护措施见 6.4.11。

## 5.11 超声波

GB/T 25285.1—2021 中 5.11 的要求适用。

防止超声波引起点燃危险的保护措施见 6.4.12。

## 5.12 绝热压缩和冲击波

GB/T 25285.1—2021 中 5.12 的要求适用。

防止绝热压缩引起点燃危险的保护措施见 6.4.13。

## 5.13 放热反应(包括粉尘自燃)

GB/T 25285.1—2021 中 5.13 的要求适用。在矿山,无论什么时候,对煤自燃应给予特别注意。

防止放热反应引起点燃危险的保护措施见 6.4.14。

# 6 风险降低

## 6.1 基本原理

根据危险爆炸性环境和有效点燃源同时存在的必要性,以及第 4 章描述的爆炸预期的效应,直接以

下列顺序得出爆炸预防和爆炸防护的基本原理。

a) 预防

- 1) 避免或减少出现危险爆炸性环境。主要通过改变可燃性物质的浓度使其处于爆炸范围之外,或者使氧气浓度低于极限氧浓度值(LOC)来实现。
- 2) 避免出现任何潜在的有效点燃源。通过设备、防护系统和元件的适当设计实现。
- 3) 达到爆炸性浓度时,含点燃源的设备断电。

b) 防护

- 1) 通过防护措施停止爆炸和/或把爆炸效应限制到容许的程度。与上述措施不同,这种措施允许发生爆炸。

可以仅采用一种或多种上述预防或防护原理,消除风险或使风险最小化。

避免出现危险爆炸性环境始终应是第一选择。

出现危险爆炸性环境的可能性越大,对预防有效点燃源措施要求的程度就越高,反之亦然。

为了能够选择适当的措施,对每一种独立的情况都应制定防爆安全方案。

在爆炸预防和爆炸防护措施的计划中,需要考虑到正常运行情况,包括起动和停机。此外,还需要考虑可能出现的技术故障以及符合 GB/T 15706 的可预见的误用。采用爆炸预防和防护措施,需要全面了解实际情况,并且应具有丰富的经验。因此,建议寻求专家的指导。

## 6.2 避免出现爆炸性环境或减少危险爆炸性环境的量

### 6.2.1 过程参数

#### 6.2.1.1 置换或减少能够形成爆炸性环境的物质的量

如果可能,应用非可燃性物质或不能形成危险爆炸性环境的物质替换可燃性物质(如润滑机器的矿物油),例如,液压支架用加水乳化液代替矿物油。

应将可燃性材料的量降至合理的最低量,例如,采取瓦斯抽放或粉尘控制措施。

在开采前和开采期间,瓦斯抽放能有效降低空气中的瓦斯含量。

#### 6.2.1.2 限制浓度

如果不可避免要处理能够形成爆炸性环境的物质,或者能够形成爆炸性环境的物质不可避免要出现,则可通过采取措施控制可燃性物质的量和/或浓度,防止或限制设备、防护系统和元件内部形成危险爆炸性环境的量。

如果不能保证工艺过程中固有的浓度完全在爆炸范围之外,则应对上述这些措施进行监控。

所采取的监控措施,如气体探测器或流量探测器,应与报警装置、其他保护系统或自动应急功能装置相连。

当实施这些控制措施时,可燃性物质的浓度应充分低于爆炸下限或高于爆炸上限。在设备内部,如瓦斯抽放管道内,可燃性物质的浓度应在爆炸范围之外。应采取措施,保证在工艺过程中起动或停机时,使浓度在爆炸范围之外。

可在粉尘释放源位置除尘(如排风或喷水),限制沉积粉尘流动(如添加吸湿材料)限制粉尘浓度。

#### 6.2.1.3 惰化/正压

可采取下列措施。

a) 设备内部

- 1) 使用符合 GB/T 3836.5 的正压设备系统;
- 2) 添加惰性气体(如氮气、二氧化碳)能防止形成爆炸性环境(惰化);

- 3) 使用惰性气体进行惰化是基于降低环境中的氧气浓度,从而使该环境不再是爆炸性环境,最高允许氧浓度为极限氧浓度乘以适当安全系数得出;
- 4) 对不同可燃性物质的混合物,包括杂混物,在测定最高允许氧浓度时,应采用具有最低极限氧浓度的成分。

b) 设备外部

- 1) 对于危险情况,如消防和防止自燃,上述用于设备内部的技术也可以用于设备外部;
- 2) 通过加入相容的惰性粉尘,也能惰化可燃性粉尘-空气混合物。

注:通常,在沉积飘浮的煤尘中及时地加足量的石灰粉。需要的量在国家相关法规中规定。

## 6.2.2 设备、防护系统和元件的设计和制造

### 6.2.2.1 通则

容装可燃性物质的设备、防护系统和元件在进行设计阶段,应努力做到将可燃物质始终封闭在密闭的系统中,如瓦斯抽放管道、粉尘排放系统和柴油机油箱。

宜尽可能使用难燃材料或阻燃材料(见 GB/T 23819)。

### 6.2.2.2 避免或减少可燃性物质的释放

为了使设备、防护系统和元件外部由可燃性物质泄漏造成的爆炸风险降至最低程度,在设计、制造和操作时应使其不会泄漏并保持密封性。尽管如此,实践表明在某些情况下仍可能出现少量泄漏,在承受动态压力的密封件和衬垫处,例如在泵的密封圈处,或在采样处,可能出现少量泄漏。在设备、防护系统和元件设计时需要考虑这一情况。应采取措施限制泄漏速率和防止可燃性物质的扩散。必要时,应安装泄漏检测仪。

### 6.2.2.3 通风稀释

通风对控制可燃性气体和蒸气释放的影响很重要。它可用于设备、防护系统和元件的内部和外部。

对于粉尘,通常只有当粉尘从起源位置排放(局部排放)并且可靠地防止可燃性粉尘危险沉积时,通风才能提供充分的防护。

## 6.3 危险环境条件分级

### 6.3.1 通则

大部分矿山可能同时存在瓦斯和可燃性粉尘的危险,因此,不建议按气体环境和粉尘环境划分危险条件。所以,爆炸预防和防护措施需要同时考虑瓦斯危险和可燃性粉尘危险。

由于井下瓦斯/粉尘爆炸可能产生灾难性影响,采矿仅应在爆炸范围外进行。传统上采用安全系数,如果环境条件达到国家法规规定的爆炸下限(LEL)的规定百分数,设备要断电或进行安全处理,矿工要从工作区撤离。

注1:通过矿山的布置和管理、通风额定值测定、瓦斯抽放、通风等措施,来保证在正常作业期间满足国家《煤矿安全规程》规定的有关限值(允许的浓度等)要求。

在非正常条件下,井下通风风流中的瓦斯含量限值,可能在局部暂时被超过。以这种方式形成的潜在爆炸性环境会因通风而移动,沿排风道使大部分矿井产生危险。

注2:不可能产生危险爆炸性环境的矿山井巷,划分为非危险区。这些区域一般包括进风竖井、围绕这些竖井的井底车场的连续通风井巷。另外,还可包括有证据证明不超过国家法规规定的瓦斯浓度的井巷。但是,受井下开采的影响,也可能使这些井巷产生危险。

在确定矿井危险分级时不用术语“区”,因为,该术语通常代表一个技术装备周围特定尺寸的空间。

### 6.3.2 危险环境条件

危险环境条件宜分为以下级别。

——**1级危险条件(爆炸性环境)**:有瓦斯和/或可燃性粉尘危险的矿山的地下部分,以及与之相关联的地面装置。

注1:包括由于出现故障(如通风机故障)、瓦斯突然大量释放(瓦斯突出)或瓦斯泄出增加(由于通风压力下降或煤产量增大引起)导致甲烷浓度在爆炸范围内的矿山井巷。

——**2级危险条件(潜在爆炸性环境)**:可能有瓦斯和/或可燃性粉尘危险的矿山的地下部分,以及与之相关联的地面装置。

注2:包括通风风流中或瓦斯抽放系统中瓦斯浓度在爆炸范围之外的矿山井巷。

### 6.4 设备、防护系统和元件避免有效点燃源的设计和制造要求

#### 6.4.1 通则

实际上,国家法规对矿井瓦斯测定的地点、时间、方法以及对测定结果的处置,都做了明确规定,假如瓦斯达到一定的限值,手动或自动切断设备电源。与 GB/T 25285.1—2021 不同,把由爆炸性气体环境和由爆炸性粉尘环境引起的危险再细分这种方法,对煤矿井下场所不建议使用,因为矿山井巷的危险可能由瓦斯和可燃性粉尘云同时引起。因此,防爆措施总是涵盖由瓦斯引起的危险和由可燃性粉尘引起的危险。

矿井内瓦斯中除甲烷外,还有大量的可燃性气体,设备、防护系统和元件的设计和制造应符合 I 类的要求和 II 类相关气体的要求。

当设备、防护系统和元件在危险条件下使用时,通过考虑 GB/T 25285.1—2021 中第 5 章描述的点燃过程,检查并判断是否可能出现点燃危险。如果可能有点燃危险,应从这些地方消除点燃源。如果不可能做到这一点,考虑下列因素采取 6.4.2~6.4.14 所述的保护措施。

这些措施应使点燃源变得没有危险,或应减少有效点燃源出现的可能性。通过设备、防护系统和元件适当的设计和制造,通过操作程序,以及通过适当的测量和控制系统(见 6.7)能够实现这一目的。

注:瓦斯浓度超过允许的限值时,也可仅用监控、避免、降低或防止爆炸危险/破坏,或报警、自救或救助受危害人员的设备、防护系统和元件,实现这些要求。

不同设备保护级别(EPL)的设备,考虑了不同环境条件的要求。

下面是确定设备保护级别(EPL)的依据。

——**Ma 级**:

其设计以及必要时配置特殊附加保护措施,使之能够按照制造商设定的运行参数发挥功能,并能保证具有很高的保护等级。

该级别的设备用于煤矿井下和有煤矿瓦斯气体和/或可燃性粉尘危险的地面装置上。

该级别的设备要求在爆炸性环境出现时,即使在设备出现罕见的故障情况下仍能保持其功能,其保护措施应达到:

- 一个保护措施失效时,至少有第二个独立的保护措施提供必要的保护等级;或者
- 同时出现两个各自独立的故障时,仍保证必要的保护等级。

——**Mb 级**:

其设计应使之能够按照制造商设定的运行参数发挥功能,并能保证具有高的保护等级。

该级别的设备用于煤矿井下和可能有煤矿瓦斯气体和/或可燃性粉尘危险的地面装置上。

该级别的设备计划在爆炸性环境出现时停机。

在正常运行和更加严酷的运行条件下,尤其是粗暴操作和不断变化的环境条件下,该级别设备的保护措施仍能保证必要的保护等级。



GB/T 3836.30 规定了设备和元件与爆炸预防和防护相关的结构和标志要求。

设备保护级别(EPL)与环境条件的关系在附录 A 中说明。

不同级别的设备、防护系统和元件应符合下列通用要求：

——**Mb 级**：在正常运行期间，即使在严酷运行条件下，尤其是在粗暴操作和不断变化的环境条件下，点燃源不应成为有效点燃源。

——**Ma 级**：除了避免 Mb 级规定的点燃源外，仅在罕见情况下出现的点燃源也应避免。

——**所有级别**：如果危险爆炸性环境中含有几种不同类型的可燃性气体或粉尘，通常应以专门研究结果为依据制定保护措施。

只有各种类型的点燃源被确定并被有效控制后，才可用避免有效点燃源作为唯一的措施。

6.4.2~6.4.14 中规定了避免不同环境条件下不同类型点燃源的具体要求。

#### 6.4.2 热表面

确定由热表面引起的危险见 5.1。

如果由热表面引起的危险已被识别，根据危险爆炸性环境的类型(瓦斯和/或可燃性粉尘)和设备的级别，设备、防护系统和元件应符合下列要求。

——**Ma 级**：所有能接触危险爆炸性环境的设备、防护系统和元件表面的温度，即使在罕见故障情况下，也不应超过：

- 瓦斯最低点燃温度(°C)的 80%；和/或

注 1：通常按 I 类设备最高表面温度 450 °C 计算。

- 相关粉尘/空气混合物最低点燃温度(°C)的 2/3。

而且，当表面可能沉积粉尘时，其表面温度应不超过 150 °C。即使在罕见故障情况下，这一点也应保证。

——**Mb 级**：所有能够接触危险爆炸性环境的设备、防护系统和元件表面的温度，在正常运行期间，即使在严酷运行条件下，尤其是粗暴操作和不断变化的环境条件下，也不应超过：

- 瓦斯最低点燃温度(°C)的 80%；和/或

注 2：通常按 I 类设备最高表面温度 450 °C 计算。

- 相关粉尘/空气混合物最低点燃温度(°C)的 2/3。

而且，当表面可能沉积粉尘时，其表面温度应不超过 150 °C。

注 3：对于往复式内燃机，见 GB 20800.3。

#### 6.4.3 火焰和热气体

确定火焰和热气体引起的危险见 GB/T 25285.1—2021 中的 5.2。

如果涉及热固体颗粒(例如飞溅火花)，见 6.4.4(机械产生的冲击、摩擦和磨削)和 6.5.1 有关火焰传播的要求。

如果由火焰和/或热气体引起的危险已被识别，根据不同的级别，设备、防护系统和元件应符合下列要求。

——**Mb 级**：工作和其他预定目的都不允许出现明火。

除了消除明火之外，火焰形成的气体(例如用于惰化排出的气体)或其他受热气体也不允许出现，除非采取了特殊的预防措施，例如限制温度或消除易燃微粒。这适用于正常运行，也适用于严酷运行条件，尤其是粗暴操作和不断变化的环境条件下。

——**Ma 级**：即使在罕见故障情况下也应符合对 Mb 级的要求。

#### 6.4.4 机械产生的冲击、摩擦和磨削

确定机械产生的冲击、摩擦和磨削引起的危险见 5.3。

由采煤机截齿在切割含石英或硫化铁的坚硬岩石时引起的摩擦火花总是不能避免的,但是,它们点燃气体/粉尘环境的风险,能通过采煤机上安装适当的喷水系统或用特别设计的截齿来明显降低。如果确认有这种点燃危险,可在截头周围安装喷水系统,淬灭任何摩擦/撞击火花,减少空气中携带的粉尘量,新鲜空气补充到截齿,稀释开采过程中释放的气体。应对喷水系统进行监控,并与采煤机控制器联锁,确保喷水系统按设计功能和预定的喷洒方式,保证没有喷水时切割不能发生。

如果由机械火花引起的危险已被识别,根据危险爆炸性环境的类型(瓦斯和/或可燃性粉尘)和设备的级别,设备、防护系统和元件应符合下列要求。

- Ma 级设备**:即使在罕见故障情况下能产生可引起点燃的摩擦、冲击、研磨火花或快速生成热表面的设备、防护系统和元件,也不允许使用。
- Mb 级设备**:在正常运行期间或严酷运行条件下,尤其是在粗暴操作和不断变化的环境影响下,对能产生可引起点燃的摩擦、冲击、研磨火花或快速生成热表面的设备、防护系统和元件,应有足够的保护措施,防止点燃源成为有效点燃源。
- 所有级别**:如果满足以下条件,表面未加覆盖的设备、防护系统和元件使用轻金属才是允许的:
  - 铝、镁、钛和锆总含量不超过 15%;和
  - 镁、钛和锆总含量不超过 7.5%。

I 类手持式或支架式电钻(及其附带的插接装置)、携带式仪器仪表、灯具的外壳,可采用抗拉强度不低于 120 MPa,且按 GB/T 13813 规定的摩擦火花试验方法考核合格的轻合金制成。

对可在潜在爆炸性环境中使用的工具要求应符合附录 B。

在多数情况下,可能通过涂敷防止轻金属与铁锈机械接触。如果涂敷非导电材料如塑料,需要防静电措施。涂敷不宜含有较高的铝成分。

例如用湿润的方法处理,能降低机械产生的可引起点燃的火花或快速生成热表面出现的可能性。宜考虑到与润湿介质的可能反应,见 GB/T 3836.29。

#### 6.4.5 电气设备和元件

确定电气设备和元件引起的危险见 5.4。

如果由电气设备引起的危险已被识别,则设备、防护系统和元件应符合相关防爆安全标准要求。爆炸性环境中的电气设备和元件应按照国家的相关标准进行设计、制造、安装和维护(适用时)。

#### 6.4.6 杂散电流

确定杂散电流引起的危险见 5.5。

如果由杂散电流引起的危险已被识别,为了防止杂散电流造成电弧或温升引起爆炸,设备、防护系统和元件的所有外部导电部件,应与具有足够电流承载能力的导体等电位联结起来,和/或如果可能与地等电位联结。

#### 6.4.7 静电

确定静电引起的危险见 GB/T 25285.1—2021 的 5.6。

如果由静电引起的危险已被识别,GB/T 3836.28 和 GB/T 3836.1 的有关要求适用。这些信息应包含在使用信息中(见第 7 章)。

注:对这一问题的其他信息见 GB/T 3836.26。

#### 6.4.8 雷电

确定由雷电引起的危险见 GB/T 25285.1—2021 的 5.7。

如果由雷电引起的危险已被识别,应在地面采取措施,例如利用浪涌分流器把地下电路和地面电路

隔离,防止通过互联装置如管道和/或电缆把雷电冲击传到地下井巷从而把危险降低到可接受的水平。

#### 6.4.9 $10^4 \text{ Hz} \sim 3 \times 10^{11} \text{ Hz}$ 射频(RF)电磁波

确定由射频电磁波引起的危险见 GB/T 25285.1—2021 的 5.8。

如果由射频电磁波引起的危险已被识别,在可能含有潜在爆炸性环境的场所内最近的发射部件和接收天线之间,各个方向都应保持一个安全距离(见 GB/T 25285.1—2021 中 6.4.9)。

对于具有定向模式的发射系统,应注意安全距离与方向有关。

如果不能保证适当的安全距离,应采取特殊保护措施,例如限定发射器的输出功率或屏蔽。

注 1: 例如国家电信管理部门颁布的电磁干扰水平运行许可证,相应的无线电干扰防护标识或有关无线电干扰等级的资料信息,不能说明该装置或其辐射场是否产生点燃危险。

注 2: 通用无线通信系统用在采矿中,当输出功率被限制到不会出现电弧放电,射频一般不产生危险。

注 3: 有关 Ma 级 HF 发射器的其他指南,见 GB/T 3836.23。该文件规定了 HF 发射器防止点燃的最大输出功率为 6 W。

用于潜在爆炸性环境的射频设备和系统还应符合 6.4.5 的要求。

#### 6.4.10 $3 \times 10^{11} \text{ Hz} \sim 3 \times 10^{15} \text{ Hz}$ 电磁波

确定由该频谱范围电磁波引起的危险见 GB/T 25285.1—2021 的 5.9。

应注意,产生辐射的设备、防护系统和元件(例如灯管、电弧、激光等),本身也能是 5.1 和 5.4 中定义的点燃源。

如果由  $3 \times 10^{11} \text{ Hz} \sim 3 \times 10^{15} \text{ Hz}$  电磁波引起的危险已被识别,根据不同级别,设备、防护系统和元件应符合下列要求。

- a) **所有级别:**通过共(谐)振吸收能够引起点燃的装置(见 GB/T 25285.1—2021 的 5.9),不允许使用。
- b) **Mb 级:**产生辐射的电气设备,如果符合下列要求,允许使用:
  - 1) 辐射脉冲的能量或连续辐射的能量通量(功率)被限制到不能点燃危险爆炸性环境的低值;或者
  - 2) 辐射能被安全封闭起来,确保:
    - 安全地防止从外壳泄漏的能够点燃危险爆炸性环境的辐射进入危险场所,并且不会出现由于辐射原因能够点燃外壳外部危险爆炸性环境的热表面;和
    - 危险爆炸性环境不能进入外壳内部,或者外壳内部的爆炸不能传播到潜在爆炸性环境。

在正常运行和在更严酷的运行条件下,也应保证上述条件。

- c) **Ma 级:**除了 Mb 级的条件外,设备的设计和制造,还应使设备在罕见故障情况下(见 GB/T 3836.23 关于对光学激光传输设备允许的功率级别和通量密度),点燃源也不会成为有效点燃源。

#### 6.4.11 电离辐射

确定电离辐射引起的危险见 GB/T 25285.1—2021 的 5.10。

如果由电离辐射引起的危险已被识别,辐射源运行所需的电气系统应符合 6.4.5 的要求。

如果辐射脉冲的能量,或连续辐射的能量通量(功率)被限制到不能点燃危险爆炸性环境的低值,允许使用产生电离辐射的电气设备。

#### 6.4.12 超声波

确定超声波引起的危险见 GB/T 25285.1—2021 的 5.11。

如果由超声波引起的危险已被识别,超声波的频率不允许大于 10 MHz,除非表明没有分子共振吸收,证实相关情况下不存在点燃危险。

对危险爆炸性环境中的频率不超过 10 MHz 的超声波的要求见 GB/T 25285.1—2021 的 6.14.2。

#### 6.4.13 绝热压缩和冲击波

确定绝热压缩和冲击波引起的危险见 GB/T 25285.1—2021 的 5.12。

如果由绝热压缩和/或冲击波引起的危险已被识别,根据不同的级别,设备、防护系统和元件应符合下列要求。

——**Ma 级**:应避免能引起压缩或冲击波、造成点燃的工艺过程。即使在罕见故障情况下也应确保这一点。按照惯例,例如,存在高压比率的系统,如果系统部件之间的阀能慢慢打开,则能够消除有危险的压力和冲击波。

——**Mb 级**:在正常运行期间应避免能点燃危险爆炸性环境的绝热压缩和冲击波。

如果必须使用含有高氧化气体的设备、防护系统和元件,宜采取特殊措施,防止点燃结构材料和辅助材料。

#### 6.4.14 放热反应(包括粉尘自燃)

确认放热反应引起的危险见 5.13。

如果由放热反应引起的危险已被识别,应尽可能避免具有自燃倾向的物质。如果要处理这样的物质,应针对每一具体情况采取必要的保护措施。

如果矿物和地下采出的物质存在自燃危险,应采取足够的预防措施(如排除这种物质、控制化学反应、隔绝独立通风或封闭、通过采空区的空气泄漏最小化)。

### 6.5 设备、防护系统和元件降低爆炸效应的设计和制造要求

#### 6.5.1 通则

如果 6.2 或 6.4 规定的措施不能实施或不适用,则设备、防护系统和元件的设计和制造应能将爆炸效应限制在安全水平。能通过采取下列一种或多种措施满足该要求:

- 耐爆炸设计(见 GB/T 24626);
- 泄爆(见 EN 14797);
- 抑爆(见 GB/T 25445);
- 隔离爆炸(见 EN 15089)。

这些措施基本上是减轻设备、防护系统和元件内部的爆炸造成的危险效应。

注:对设备、防护系统和元件周围的建筑或物体防护的附加要求可能是必需的,但是,本文件不涉及这些。

**警告**:在所连接的设备、保护系统、元件、管道系统或长条形容器中,爆炸有可能随着火焰前锋的加速传遍整个系统。内置元件或障碍物(例如测量隔板)会增大湍流并使火焰前锋加速。根据系统的几何形状不同,这样的加速能够导致由爆燃发展到爆轰,产生高压力峰。

在井下采矿(包括相应的地面区域),不应仅限于设备、防护系统和元件内部。这些设施和周围井巷中的任何危险爆炸性环境之间的相互作用总是需要予以考虑。

在上述标准中规定的许多措施能够完全适用于矿山的表面装置,但是,这些措施仅适用于井下限定的范围或采矿有关的特定设计中。因此,井下采矿的爆炸预防和防护,重点应放在避免点燃源。

#### 6.5.2 井下专用设备

##### 6.5.2.1 抑爆系统

抑爆系统(如自动消除爆炸装置)应由具有触发单元的自动火焰探测系统和具有灭火剂容器及灭火

喷嘴的灭火单元组成。灭火剂容器的介质应迅速注入初始爆炸区并尽可能均匀散开。

注：见 EN 14591-4。

### 6.5.2.2 防爆屏障

应设计防爆屏障防止爆炸峰传播到另一个平巷或另一个地下巷道/工作区,并且,在相关的地下巷道/工作区的全部断面都有效。

注：见 EN 14591-2。

### 6.5.2.3 防爆通风结构

防爆通风结构,包括所有风门和连接通道的其他关闭装置,应能承受爆炸的压力冲击,且不损坏其功能。通风结构应确保爆炸后,人员的逃出和救护仍然是可能的,并且,爆炸的效应至少被降低。

注：见 EN 14591-1。

## 6.6 对紧急措施的规定

爆炸的预防和/或防护可能要求特殊的紧急措施,例如:

- 紧急关停全部矿山或部分矿山;
- 紧急清空部分矿山;
- 中断矿山各部分之间的物料流动;
- 用适当的物质(例如水、氮气,用氮气冲浸时应注意防止窒息)冲浸部分矿山。

在设备、防护系统和元件的设计和制造过程中,应把这些措施纳入爆炸安全方案中(见 6.1)。

## 6.7 爆炸预防和防护用测量和控制系统的原则

GB/T 16855.1 涉及该领域的一般原则。

6.2、6.4 和 6.5 介绍的爆炸的预防和防护措施,可以采用测量和控制系统实施或监控。这意味着可将过程控制用于爆炸预防和防护的三种基本原理:

- 避免危险爆炸性环境;
- 避免有效点燃源;
- 降低爆炸效应。

应确定相关的安全参数并进行监控。采用的测量和控制系统应产生适当的响应。

注：测量和控制系统的响应时间也是相关的安全参数。

要根据风险评定(见 EN 15198 和 GB/T 3836.28)确定监测和控制系统所需的可靠性(见 EN 50495 和 GB/T 3836.29)。

## 7 使用信息

### 7.1 通则

本章规定了使用和维护的信息,应随设备、防护系统和元件一起提供,或者作为使用说明书的一部分(例如使用手册)提供。

应符合 GB/T 15706 规定的要求。特别应注意在爆炸性环境使用的特殊要求。

如适用,信息应明确说明设备和保护系统的类别和级别,尤其应包括规定用途和应用限制。

适用时应提供下列信息资料。

- a) 与爆炸防护相关的具体参数。可包括:
  - 1) 最高表面温度、压力等;

- 2) 防止机械危险的保护措施;
- 3) 点燃的预防;
- 4) 预防和/或限制粉尘堆积。
- b) 安全系统。可包括:
  - 1) 温度监控;
  - 2) 振动监测;
  - 3) 火花探测和熄灭系统;
  - 4) 惰化系统;
  - 5) 泄爆系统;
  - 6) 抑爆系统;
  - 7) 过程隔离系统;
  - 8) 由加工而非爆炸产生的过压的泄放系统;
  - 9) 火灾探测和灭火系统;
  - 10) 爆炸隔离系统;
  - 11) 紧急停机系统;
  - 12) 耐爆炸设计。
- c) 保证安全运行的具体要求。可包括:
  - 1) 合适的附件、辅助装置;
  - 2) 与其他设备、防护系统和元件一起使用。

附录 B 给出了在爆炸性环境中使用工具的要求。

## 7.2 试运行、维护和修理时防止爆炸的资料

应特别注意提供下列信息资料:

- a) 正常运行,包括起动和停机的说明;
- b) 系统地维护和修理,包括设备、防护系统和元件安全开启的说明;
- c) 所要求的清理,包括除尘和安全工作过程的清洁说明;
- d) 识别故障和采取措施的说明;
- e) 设备、防护系统和元件检验以及发生爆炸之后测试的说明;
- f) 针对风险而要求措施的信息,如作为风险评定的一部分,应提供已被识别的爆炸性环境可能存在的信息,避免操作员或其他人员的活动成为点燃源。

## 7.3 资质和培训

制造商应提供需要的技能和培训的信息,使操作者(矿主)可能挑选取得资质和有经验的工作人员,胜任与潜在爆炸性环境的设备、防护系统和元件有关的特殊工作。

## 附 录 A

(资料性)

## 设备保护级别(EPL)和危险环境条件之间的关系

设备、防护系统和元件的保护级别及其使用环境条件之间的关系见表 A.1。

表 A.1 设备保护级别和危险环境条件之间的关系

设备保护级别		设计用于环境条件	也适用于环境条件
Ma	瓦斯和/或可燃性粉尘	1 级危险条件(爆炸性环境)	2 级危险条件(潜在爆炸性环境)
Mb	瓦斯和/或可燃性粉尘	2 级危险条件(潜在爆炸性环境)	—

## 附 录 B

(规范性)

### 潜在爆炸性环境用工具

关于手持式工具使用的说明应区别下列两种类型的工具：

- a) 使用时,仅能引起单次火花的工具(例如螺丝刀、扳手、冲击螺丝刀)；
- b) 切割或磨削过程中产生火花簇射的工具。

在 1 级危险条件(爆炸性环境)下,不允许使用能引起火花的工具。

在 2 级危险条件(潜在爆炸性环境)下,仅允许使用符合 a)项要求的钢制工具。

允许使用符合 b)项要求工具的前提条件是应确保：

- 工作场所不存在危险爆炸性环境；和
- 沉积粉尘已经从工作场所清除；或
- 工作场所保持潮湿,使粉尘既不能弥散在空气中,也不能形成任何阴燃点。

切割或磨削时,产生的火花能飞出很远的距离并能导致形成阴燃的微粒。因此,工作场所周围的其他区域也宜包括在采取保护措施的范围內。



## 参 考 文 献

- [1] GB/T 3836(所有部分) 爆炸性环境
- [2] GB/T 3836.23 爆炸性环境 第 23 部分:用于瓦斯和/或煤尘环境的 I 类 EPL Ma 级设备
- [3] GB/T 3836.26 爆炸性环境 第 26 部分:静电危害 指南
- [4] GB/T 3836.29 爆炸性环境 第 29 部分:爆炸性环境用非电气设备 结构安全型“c”、控制点燃源型“b”、液浸型“k”
- [5] GB/T 16855.1 机械安全 控制系统安全相关部件 第 1 部分:设计通则
- [6] GB 20800.3 爆炸性环境用往复式内燃机防爆技术通则 第 3 部分:存在甲烷和(或)可燃性粉尘的地下矿区巷道用 I 类内燃机
- [7] GB/T 23819 机械安全 防火与消防
- [8] GB/T 24626 耐爆炸设备
- [9] GB/T 25445 抑制爆炸系统
- [10] 煤矿安全规程(2016 年 2 月 25 日发布的国家安全生产监督管理总局令第 87 号,2016 年 10 月 1 日起施行)
- [11] EN 14591-1 Explosion prevention and protection in underground mines—Protective systems—Part 1:2-bar explosion proof ventilation structure
- [12] EN 14591-2 Explosion prevention and protection in underground mines—Protective systems—Part 2:Passive water trough barriers
- [13] EN 14591-4 Explosion prevention and protection in underground mines—Protective systems—Part 4:Automatic extinguishing systems for road headers
- [14] EN 14797 Explosion venting devices
- [15] EN 15089 Explosion isolation systems
- [16] EN 15198 Methodology for the risk assessment of non-electrical equipment and components for intended use in potentially explosive atmospheres
- [17] EN 50495 Safety devices required for the safe functioning of equipment with respect to explosion risks
-