



中华人民共和国国家标准

GB/T201×—201×
代替GB/T 25285.1—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概念和方法

Explosive atmospheres—Explosion prevention and protection—

Part2: Basic concepts and methodology for mine

（征求意见稿）

（本稿完成日期：2019.07）

××××-××-××发布

××××-××-××实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会

发布

目 次

前 言 II

引 言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 2

3 术语和定义及缩略语 2

4 危险评定 2

5 可能点燃源 3

6 危险降低 4

7 使用资料 12

附 录 A （资料性附录） 分级和危险环境条件之间的关系 14

附 录 B （规范性附录） 潜在爆炸性环境用工具 15

前 言

GB/T 25285《爆炸性环境 爆炸预防和防护》分为两部分：

——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。

本部分为 GB/T 25285 系列的第 2 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 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：

——修改了危险评定（见第 4 章，2010 版的第 4~5 章）。——删除了 1 级危险条件和 2 级危险条件（见 2010 版的 6.3.2、附录 A）；

——修改了电气设备的要求（见 6.4.5）。

——修改调整以适应 GB/T 25285.1 的修订。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国防爆电气设备标准化技术委员会（SAC/TC9）归口。

本部分起草单位：

本部分主要起草人：

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB 25285.2—2010。

引 言

总则

本部分的提出，旨在帮助设计者、制造商和其他有兴趣的机构明白，为达到符合国家安全法规必需具备的安全要求。

出于对矿山的专门考虑爆炸可能源自：

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

本部分还涉及一些安全因素，即：制造商在设备、保护系统和元件的设计和制造期间，需要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、保护系统和元件的固有危险。

注：设备、保护系统和元件的使用者，评定工作场所的爆炸危险及选择适当的设备、保护系统和元件时，也可采用本部分作为指南。

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，像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，因为开采矿物的小颗粒的矿物可能被吹入空气，与其形成能迅速燃烧的粉尘空气混合物，它可能有爆炸危险。可燃性粉尘本身”可能具有爆炸危险性（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。

该爆炸性环境危险的出现及其后果，对不同的矿井是不同的，这取决于矿井类型、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，与煤天然地联在一起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，潜在的爆炸危险性是较大的。

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，因此，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，可能不会在事发点引起危险，但在逃逸通道、回风道以及在采矿设计中与之相连的其他采矿建筑中，可能构成危险。

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》（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。

在处理设备保护级别（EPL）Ma和Mb的要求时，考虑了源于设备预期安装和使用的两种不同范围的爆炸性环境：

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。

爆炸性环境：空气中甲烷浓度在LEL～UEL的范围内。

在有爆炸性环境的矿山井巷中，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）可在爆炸性环境中连续运行，因为它们即使在罕见的设备故障条件下也是安全的。这是由两个独立的保护措施或双重故障安全系统确保的。

在有潜在爆炸性环境的矿山井巷中，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保证安全。

注：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。

实际上，《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，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，因为煤矿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的危险。

大量的研究表明，煤尘/空气混合物的最小引燃能量（MIE）是瓦斯空气混合物最小引燃能量的数百倍；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、保护系统和元件，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），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。

还要记住，在煤矿和非煤矿山可能存在一些区域，它没有瓦斯，但由于存在可燃性粉尘而有产生爆炸的危险，。

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概念和方法

1 范围

本部分规定了矿井设备、保护系统和元件的设计和制造的基本概念和方法，对采矿工业的爆炸预防和防护的方法。

本部分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、保护系统和元件。

注：关于特定设备、保护系统和元件的详细信息包含在相应的标准中。防爆措施的设计和制造要求可燃性材料和爆炸性环境的相关安全数据。

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

——危险评定；

——危险降低；

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

a) 适当设计（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)（防止）相应的防爆措施在本部分第6章中涉及，与c)相应的防爆措施在本部分第7章中涉及。与d)相应的防爆措施在本部分中未涉及。它们在GB/T 15706-2012的第6章中涉及。

本部分中论述的预防和保护措施不提供所要求的保护等级，除非设备、保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。

本部分适用于任何拟用于潜在爆炸性环境的设备、保护系统和元件。这些环境可能由设备、保护系统和元件处理、使用或释放的可燃性物质造成，或由设备、保护系统和元件周围的可燃性物质和/或设备、保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，本部分也适用于爆破设备，但炸药和雷管除外。

本部分适用于各个使用阶段的设备、保护系统和元件。

本部分不适用于：

——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、保护系统和元件；

——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。这些内容在GB/T 25285.1中涉及。

2 规范性引用文件

下列文件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 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
- GBT 3836.× 爆炸性环境 第×部分：地下矿井爆炸性环境用设备和元件
- GB/T 3836.× 爆炸性环境 第×部分：爆炸性环境用非电气设备 基本方法 and 要求
- GB/T 3836.× 爆炸性环境 第×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”
- GB/T 15706 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小
- 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
- GB/T 23819 机械安全 防火与消防
- GB/T 25285.1 爆炸性环境 爆炸预防和防护 第1部分：基本原则和方法
- GB/T 25445 抑制爆炸系统
- GB/T 24626 耐爆炸设备
- EN 14797 爆炸泄压装置 (Explosion venting devices)
- EN 15089 爆炸隔离系统 (Explosion isolation systems)

3 术语和定义及缩略语

GB/T 2900.35和GB/T 25285.1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

瓦斯（沼气）**firedamp**

出现在矿山中的多种气体的潜在爆炸性混合物或易燃气体。

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、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。

4 危险评定

4.1 通则

除GB/T 25285.1中4.1外，下列应适用：

在矿山，评定危险的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。

另外，源自材料通过化学反应，热解和生物过程构成的爆炸性环境应该考虑。

注：更多信息见GB/T 23819。

4.2 爆炸危险识别

应采用GB/T 25285.1中4.2。

4.3 点燃危险识别

应采用GB/T 25285.1中4.3。

4.4 评定爆炸可能产生的效应

除GB/T 25285.1中4.4外，下列应适用

只能针对每种单独的情况，对人员预期受到的损伤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评定。

爆炸性环境危险的出现及其后果，各个矿山是不同的，这决定于矿山的类型、它的布置、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中5.1的要求适用，但应特别注意内燃机的热表面。

防止来自热表面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中5.2的要求适用。

防止火焰和热气体点燃危险的保护措施见6.4.3。

5.3 机械产生的火花

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

防止机械火花点燃危险的保护措施见6.4.4。

5.4 电气设备

GB/T 25285.1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。

防止电气设备引起点燃危险的保护措施见6.4.5。

5.5 杂散电流

由于下列原因，导电系统或系统的导电部件能产生杂散电流：

- 电源供电系统回路电流的影响；
- 电气设备故障造成短路或对地短路；
- 磁感应（例如靠近大电流装置或射频装置，还见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的部件被断开、被连接或桥接，即使在电位差很小的情况下，由于电火花和/或电弧的作用，爆炸性环境也能被点燃。另外，由于这些电流通路发热也能发生点燃（见5.1）。

防止杂散电流引燃危险的保护措施见6.4.6。

5.6 静电

GB/T 25285.1中5.6的要求适用。

防止静电引燃危险的保护措施见6.4.7。

5.7 雷电

GB/T 25285.1中5.7的要求适用。

防止雷电引燃危险的保护措施见6.4.8。

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

GB/T 25285.1中5.8的要求适用。

防止射频电磁波引燃危险的保护措施见6.4.9。

5.9 $3\times 10^{11}\text{Hz}\sim 3\times 10^{15}\text{Hz}$ 电磁波

GB/T 25285.1中5.9的要求适用。

防止电磁波引燃危险的保护措施见6.4.10。

5.10 电离辐射

GB/T 25285.1中5.10的要求适用。

防止电离辐射引燃危险的保护措施见6.4.11。

5.11 超声波

GB/T 25285.1中5.11的要求适用。

防止超声波引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中5.12的要求适用。

防止绝热压缩引燃危险的保护措施见6.4.13。

5.13 包括粉尘自燃的放热反应

GB/T 25285.1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。

防止由于放热反应点燃危险的保护措施见6.4.14。

6 危险降低

6.1 基本原理

爆炸性环境和有效点燃源同时存在，以及第4章介绍的爆炸预期效应的必然性，直接以下列顺序得出爆炸预防和爆炸防护的三种基本原理：

a) 预防

- 1) 避免或减少出现爆炸性环境。主要通过把可燃性物质的浓度降低到爆炸范围之外的某一值，或者使氧气浓度低于限定氧气浓度值（LOC），避免出现爆炸性环境；
- 2) 避免出现任何潜在的有效点燃源，通过设备、保护系统和元件的适当设计实现；
- 3) 达到爆炸性浓度时，含引燃源的设备断电。

a) 防护

通过结构性防护措施把爆炸效应限制到容许的程度。与上述措施不同，这种措施考虑了初始爆炸。可以仅采用一种或多种上述预防或防护原理，消除危险或使危险最小化。

避免出现爆炸性环境始终应当是第一选择。

出现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形成防爆安全概念。

在爆炸预防和爆炸防护措施的策略中，应考虑到正常运行情况，包括起动和停机。此外，还应考虑可能出现的技术故障以及可预见的误操作（见GB/T 15706）。采用爆炸预防和保护措施，需要全面了解实际情况，并且应具有丰富的经验。因此，强烈建议寻求专家的指导。

6.2 避免出现爆炸性环境或减少爆炸性环境的量

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爆炸性环境的物质替换可燃性物质（如润滑机器的矿物油），如液压支架用加水乳化液代替矿物油。

应将易燃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，可采取措施控制可燃性物质的量和/或浓度，防止或限制设备、保护系统和元件内部形成有危险的爆炸性环境量。

如果不能保证处理过程中固有的浓度完全在爆炸范围之外，则应对这些措施进行监控。

监控系统，如气体探测器或流量探测器，应连接有报警装置、其它保护系统或自动应急功能。

当执行这些控制措施时，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，易燃物质的浓度应在爆炸范围之外。应采取措施，在处理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（如通风或喷水），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/提升保护气体正压

a) 设备内部

- 1) 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) 用惰性气体的惰化是基于降低环境中的氧气浓度，使该环境不再是爆炸性环境。最高允许氧气浓度用对限制的氧气浓度施加适当安全系数导出；
- 4) 对不同可燃性物质的混合物，包括异态混合物，在测定最高允许的氧气浓度时，应采用具有最低限定氧气浓度的成分，除非测量表明是其它情况。

b) 设备外部

- 1) 对于危险情况，如消防和防止自然，上述用于设备内部的技术也可以用于设备外部；
- 2) 也可添加兼容的惰性粉尘使爆炸性粉尘/空气混合物惰化。

注：通常，在沉积飘浮的煤尘中及时地加足量的石灰粉。需要的量由国家法规规定。

6.2.2 包含易燃性物质的设备、保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、保护系统和元件在进行设计阶段，应设计使物质始终保持在密闭的系统中，如瓦斯抽放管道、粉尘排放系统和柴油机油箱。

应尽可能使用难燃材料或阻燃材料（见GB/T 23819）。

6.2.2.2 使可燃性物质泄漏降至最低程度

为了使设备、保护系统和元件外部由可燃性物质泄漏造成的爆炸危险降至最低程度，在设计、制造和操作时应使其不会泄露并保持密封性。尽管如此，实践表明在某些情况下仍可能出现少量泄漏，例如某些泵的密封圈和采样处。在设备、保护系统和元件设计时应考虑这一情况。安装布局应限制泄漏速率和防止可燃性物质的扩展。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至关重要。它可用于设备、保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应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，有关国家法规规定的限值（允许的浓度）不被超过。

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的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，还可能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

危险环境条件分为以下级别：

爆炸性环境 矿山的地下部分以及有瓦斯和/或可燃性粉尘危险的矿山关联的地面装置。

注1：这还包括由于出现故障（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。

潜在爆炸性环境 矿山的地下部分以及可能有瓦斯和/或可燃性粉尘危险的矿山关联的地面装置。

注2：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也包括在内。

6.4 设备、保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不同，把爆炸性气体和由爆炸性粉尘引起的危险再细分这种方法，对煤矿井下场所不建议使用，因为井下采矿作业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、保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。

设备、保护系统和元件在危险条件下使用时，考虑GB/T 25285.1中第5章说明的点燃过程，检查是否出现点燃危险。如果可能有点燃危险，应尽力消除这些地方的点燃源。如果不可能消除点燃源，应考虑下列因素采取6.4.1～6.4.14所述的保护措施。

这些措施应使点燃源变得无害，或应减少有效点燃源出现的可能性。可通过设备、保护系统和元件的设计和制造，通过操作程序，也可通过适当的测量和控制系统实现这些要求（见6.7）。

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、保护系统和元件，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运行，并能保证具有很高的保护级别。

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需的保护水平；或者
- 当同时出现两个各自独立的故障时，仍保证规定的保护级别。

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级别。

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，尤其是粗暴搬运和环境条件改变时，该级别设备的保护措施仍能保证规定的保护级别。GB/T 3836.×《地下矿井爆炸性环境用设备和元件》规定了设备和元件的结构和标志与爆炸预防和防护相关的要求。

设备级别与环境条件的关系见附录A。

不同级别的设备、保护系统和元件应符合下列通用要求：

Mb级：在正常运行期间，即使在严酷的工作条件下，尤其是在不规范的操作和改变环境条件时，引燃源不应成为有效引燃源。

Ma级：除了避免Mb级规定的引燃源外，仅在罕见情况下出现的引燃源也应避免。

所有级别：如果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。

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

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、保护系统和元件应符合下列要求：

Ma级：设备、保护系统和元件所有能够接触爆炸性环境的表面的温度，即使在出现罕见故障情况下，也不应超过：

- 瓦斯最低引燃温度（℃）的80%；和/或

注1：通常按Ⅰ类设备最高表面温度450℃计算。

——相关粉尘/空气混合物最低引燃温度（℃）的 2/3

而且，当表面沉积粉尘时，其表面温度应不超过 150℃。即使在出现罕见故障情况下，这一点也应保证。

Mb 级：在正常运行中所有能够接触爆炸性环境的设备、保护系统和元件，即使在恶劣的运行条件下，特别是不规范的操作和环境条件改变的情况下，表面的温度也不应超过：

——瓦斯最低引燃温度（℃）的 80%；和/或

注2：通常按 I 类设备最高表面温度 450℃ 计算。

——相关粉尘/空气混合物最低引燃温度（℃）的 2/3。

而且，当表面沉积粉尘时，其表面温度应不超过 150℃。

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 中的 5.2。如果涉及到热固体颗粒（例如，飞溅火花），参照 6.4.4（机械产生的火花）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、保护系统和元件应该符合下列特定要求：

Mb 级：工作和其它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）或其它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，也适用于恶劣运行条件，尤其是不规范的操作条件下和改变环境条件的情况中。

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 机械产生的火花

确定机械产生的火花造成的危险见 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，它们引燃气体/粉尘环境的危险，通过在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。如果确认有这种引燃危险，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喷洒方式，保证没有喷水，切割不能发生。

如果由机械火花引起的危险已被识别，根据爆炸性环境（瓦斯和/或可燃粉）的类型和不同的级别，设备、保护系统和元件应该符合下列要求：

Ma 级设备：即使在罕见故障情况下，设备、保护系统和元件也不允许产生能爆炸的摩擦、撞击和研磨火花。

Mb 级设备：在正常运行期间，在恶劣工作条件下，尤其是在不规范处理和改变环境影响时，产生能爆炸的摩擦、撞击和研磨火花的设备、保护系统和元件，应有足够的保护措施，防止点燃源变成有效点燃源。

所有级别：假如满足以下条件，表面未加覆盖的设备、保护系统和元件使用轻金属才是允许的：

a) 铝、镁、钛和锆总含量不超过 15%，和

b) 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）、便携式仪器仪表、灯具的外壳，可采用抗拉强度不低于 120 MPa，且按 GB 13813 规定的摩擦火花试验方法考核合格的轻合金制成。

对于潜在爆炸性环境的工具，轻金属应用的规定应符合附录 B 的要求。

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份。

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出现的可能性。必须考虑到与润湿介质的可能反应（例如，水与轻金属反应产生氢气）。

注：对工业事件的分析和调查结果已经证实，在低速旋转时（速度 $\leq 1\text{m/s}$ ），不存在机械火花点燃粉尘/空气混合物的危险。

6.4.5 电气设备

确定电气设备引起的危险见5.4。

电气设备的设计、制造、安装和维护应符合相关国家标准。

6.4.6 杂散电流

确定杂散电流造成的危险见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、保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接起来，和/或如果可能与地等电位联接。

6.4.7 静电

确定静电造成的危险，GB/T 25285.1的5.6。

如果由静电引起的危险已被识别，GB/T 3836.×《非电气基本方法和要求》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：对这一问题的其它信息见GB 12158。

6.4.8 雷电

确定由雷电造成的危险，见GB/T 25285.1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

确定由射频电磁波造成的危险，见GB/T 25285.1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中的6.4.9）。

注1：对于具有定向特性的发射系统，与方向有关的距离值得注意。。

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

注2：由国家电讯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，不能说明该装置或其辐射场是否产生点燃危险。

注3：通用无线通讯系统用在采矿中，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4：有关Ma级HF发射器的其它指南，见EN 50303。该标准规定了HF发射器防止引燃的最大输出功率为6W。

用于潜在爆炸性环境的高频设备和高频系统，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

确定由频谱范围电磁波造成的危险，见GB/T 25285.1的5.9。

应注意，产生辐射能的设备、保护系统和元件（例如灯管、电弧、激光等），本身也能是6.4.2和6.4.5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、保护系统和元件应该符合下列要求：

所有级别：谐振吸收能引起点燃的设备（见GB/T 25285.1的5.9），不允许使用。

Mb级：产生辐射能的电气设备，如果符合下列要求，允许使用：

- a) 辐射脉冲的能量，或连续辐射的能量通量（功率）被限制到不能引燃爆炸性环境，或者
- b) 辐射能被安全地屏蔽，确保
 - 1) 从外壳泄露到危险区域、能引燃爆炸性环境的辐射能被安全地防止，外壳外部的热表面不会由于辐射引燃爆炸性环境。并且，
 - 2) 爆炸性环境不能进入外壳内部，或外壳内部的爆炸不会传播到潜在的爆炸性环境。

在正常运行和在较恶劣的运行条件下，这一点应得到保证。

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条件下（见EN50303关于对光学激光发射设备允许的功率级别和磁通密度），点燃源也不会成为有效点燃源。

6.4.11 电离辐射

确定电离辐射造成的危险，见GB/T 25285.1的5.10。

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

只有辐射脉冲的能量，或连续辐射的能量通量（功率）被限制到不能引燃爆炸性环境的低值，才运行使用产生电离辐射的设备。

6.4.12 超声波

确定超声波造成的危险，见GB/T 25285.1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，证实在相关情况下不存在点燃危险。

只有确保工作过程的安全性，才可允许有超声波。产生声波场的功率密度应不超过 $1\text{mW}/\text{mm}^2$ ，除非证实在相关情况下不可能引起点燃。

6.4.13 绝热压缩和冲击波

确定绝热压缩和冲击波造成的危险，见GB/T 25285.1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、保护系统和元件应该符合下列要求：

Ma级：能引起压缩或冲击波、造成点燃的操作过程应予避免。即使在罕见的故障情况下也应确保这一点。按照惯例，例如，存在高压力比的系统，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：在正常工作中，能点燃爆炸性环境的绝热压缩和冲击波应当避免。

注： 如果使用含有高氧化气体的设备、保护系统和元件，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，包括各种粉尘的自燃

确认放热反应造成的危险，见5.13。

如果由放热反应引起的危险已被识别，，要尽可能避免有自燃倾向的物质。如果要处理这样的物质，应对每一具体情况采取必需的保护措施。

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、保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当,则设备、保护系统和元件设计和制造应采取下列措施,将爆炸效应限制在安全水平:

- 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、保护系统和元件内部的爆炸造成的危险效应。

注:对设备、保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,这些不能在本部分中详述。

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。内置元件或增大湍流的障碍物(例如,测量隔板)也能使火焰前锋加速。根据系统的几何形状不同,在出现高压峰时,这样的加速能够导致由爆燃发展到爆轰。

在井下采矿(包括相应的地面区域),不应仅考虑设备、保护系统和元件内部。这些设施和井下周围的任何危险爆炸性环境之间的相互作用总是应予以考虑。

在上述标准中规定的许多措施能够完全适用于矿山的地面装置,但是,这些措施仅适用于井下定限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,主要应避免点燃源。

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它关闭装置,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,爆炸的作用至少被降低。

注:见EN 14591-1。

6.6 应急措施提供

爆炸的预防和/或防护要求专门的紧急措施,例如:

- 矿山或矿山的一部分紧急停产;
- 矿山的一部分紧急撤空;
- 矿山各部分间的物流中止;
- 车间相关部分用适当的物质(如水、氮气)冲浸。

在设备、保护系统和元件的设计和制造过程中,应把这些措施溶入到爆炸安全原理中(见6.1)。

6.7 爆炸预防和防护用测量和控制系统的原理

GB/T 16855.1涉及该领域的基本原理。

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。这样过程控制能用于下列三种安全原理:

- 避免爆炸性环境；
- 避免有效引燃源；
- 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。

要根据危险评定确定监测和控制系统（见IEC TS 60079-42、GB/T 3836. ×《非电气cbk》）所需的可靠性（见EN 15198和GB/T 3836. ×《非电气基本原则》）。

7 使用资料

7.1 通则

本章规定了使用和维护的信息，应随设备、保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。

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

适用时应提供下列资料：

- 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) 火花探测和消除系统；
 - 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排放系统；
 - 9) 火灾探测和消防系统；
 - 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) 与其它设备、保护系统和元件一起使用。

附录B提供了在爆炸性环境中使用工具的资料。

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资料：

- a) 正常运行包括起动和停机的说明；
- b) 系统的维护和修理，包括设备、保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、安全系统和元件检验以及发生爆炸之后测试的说明；
- f) 针对危险而要求措施的信息，如作为危险评价的一部分，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、保护系统和元件有关的特殊工作。

附 录 A
(资料性附录)
分级和危险环境条件之间的关系

设备、保护系统和元件的保护级别分级及其使用环境条件之间的关系见表A. 1。

表A. 1 分级和危险环境条件之间的关系

保护级别		设计规定使用的环境条件	同时适用的环境条件
Ma	瓦斯和/或可燃性粉尘	爆炸性环境	潜在爆炸性环境
Mb	瓦斯和/或可燃性粉尘	潜在爆炸性环境	—

附 录 B
(规范性附录)
潜在爆炸性环境用工具

手持式工具的使用说明书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。

在爆炸性环境下，不应使用能引起火花的工具。

在潜在爆炸性环境下，仅允许使用符合a)项要求的钢制工具。

可以使用符合b)项要求工具的前提条件是，应确保：

- 工作场所不会出现有危险的爆炸性环境，和
- 沉积粉尘从工作场所清除，或
- 工作场所保持潮湿，粉尘不会弥散在空气中，不会形成焖燃点。

切割或磨削时，由于产生的火花能飞出很远的距离、并能导致形成焖燃的微粒，环绕工作区的其区域也应包括在采取保护措施的范围內。

参考文献

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)

GB 12158 防止静电事故通用导则

EN 14591-1, Explosion prevention and protection in underground mines – Protective systems

– Part 1: 2-bar explosion proof ventilation structure

EN 14591-2, Explosion prevention and protection in underground mines – Protective systems

– Part 2: Passive water trough barriers

EN 14591-4, Explosion prevention and protection in underground mines – Protective systems

– Part 4: Automatic extinguishing systems for road headers