



# 中华人民共和国国家标准

GB 25285.1—2010

---

## 爆炸性环境 爆炸预防和防护 第 1 部分：基本原则和方法

Explosive atmospheres—Explosion prevention and protection—  
Part 1: Basic concepts and methodology

2010-11-10 发布

2011-09-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

前言 .....	III
引言 .....	IV
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 危险识别 .....	5
4.1 通则 .....	5
4.2 燃烧特性 .....	6
4.3 点燃要求 .....	6
4.4 爆炸特性 .....	6
5 危险评定要素 .....	6
5.1 通则 .....	6
5.2 确定爆炸性环境出现的可能性和量 .....	7
5.3 确定有效点燃源的存在 .....	7
5.4 评定爆炸可能产生的效应 .....	11
6 消除危险或将危险降至最低程度 .....	11
6.1 基本原理 .....	11
6.2 避免出现爆炸性环境或减少爆炸性环境的量 .....	12
6.3 危险场所分区 .....	14
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 .....	14
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 .....	20
6.6 对紧急措施的规定 .....	23
6.7 爆炸预防和防护用测量和控制系统的原则 .....	23
7 使用信息 .....	24
7.1 通则 .....	24
7.2 设备、防护系统和元件的资料 .....	24
7.3 试运行、维护和修理时防止爆炸的资料 .....	25
7.4 资质和培训 .....	25
附录 A (资料性附录) 爆炸性环境用工具 .....	26
附录 B (资料性附录) 保护级别和分区之间的关系 .....	27
附录 C (资料性附录) 利用测量和控制系统避免有效点燃的原则 .....	28

## 前 言

本部分的全部技术内容为强制性。

GB 25285《爆炸性环境 爆炸预防和防护》包含以下两个部分：

——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。

本部分是GB 25285的第1部分。

本部分是参照EN 1127-1:2007《爆炸性环境 爆炸预防和防护 第1部分：基本原则和方法》(英文版)制定的。术语和定义中保留了EN 1127-1:1998的术语和定义。

本部分与EN 1127-1:2007的主要技术差异是：为了与GB 3836.1—2010类型表述趋于一致，本部分将EN 1127-1:2007中的Ⅱ类G级1、2、3级设备分别修改对应于本部分Ⅱ类Ga、Gb、Gc级设备；将EN 1127-1:2007中Ⅱ类D级1、2、3级设备分别对应于本部分Ⅲ类Da、Db、Dc级设备。

本部分的附录A、附录B、附录C均为资料性附录。

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/TC 9)归口。

本部分主要起草单位：南阳防爆电气研究所、机械科学研究总院中机生产力促进中心。

本部分参加起草单位：国家防爆电气产品质量监督检验中心、南京林业大学光机电仪工程研究所、正星科技有限公司、广西柳工机械股份有限公司、新黎明防爆电器有限公司、创正防爆电器有限公司等。

本部分主要起草人：张刚、李勤、居荣华、王军、张晓飞、刘姮云、林建荣、李晓宁、李一、郑振晓、刘绮映。

本部分于2010年首次发布。

## 引 言

本部分介绍了爆炸预防和防护的基本原则和方法。

爆炸可能源自：

- 设备、防护系统和元件加工或应用的物质或材料；
- 设备、防护系统和元件释放的物质；
- 设备、防护系统和元件相邻的物质；
- 设备、防护系统和元件的制造材料。

由于设备、防护系统和元件的安全不仅取决于设备、防护系统和元件本身，也取决于处理的物质或材料及其用途，本部分涉及预定用途有关的内容，生产商在设计和制造期间，应考虑设备、防护系统和元件如何使用、用途是什么。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：设备、防护系统和元件的使用者，评定工作场所的爆炸危险及选择设备、防护系统和元件时，也可采用标准作为指南。

# 爆炸性环境 爆炸预防和防护

## 第 1 部分:基本原则和方法

### 1 范围

本部分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:

- 危险识别;
- 危险评定;
- 消除危险或使危险降至最低程度;
- 使用信息。

设备、防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) 通过设计直接实现,无需安全防护装置;
- b) 采用安全防护装置来实现;
- c) 如果需要,用通讯设备将信息传达给用户来实现;
- d) 采取其他附加预防措施。

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 15706.2—2007 的第 5 章中涉及。

本部分规定的预防和保护措施不提供所要求的安全等级,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。

本部分规定了通用设计和制造方法,帮助设计人员和制造厂设计设备、防护系统和元件时实现防爆安全。

本部分适用于在大气条件下,任何拟用于爆炸性环境的设备、防护系统和元件。这些环境可能是由设备、防护系统和元件处理、使用或释放的可燃性物质造成,或是由设备、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。

本部分适用于各个使用阶段的设备、防护系统和元件。本部分适用于除煤矿用设备外的其他场所使用的 II 类和 III 类设备;对于煤矿井下区域用设备以及由瓦斯和/或可燃性煤粉引起危险的煤矿地面设施用设备要求,见 GB 25285.2《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》。

本部分不适用于:

- 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;
- 由物质与除大气中的氧气外的其他氧化剂反应产生的爆炸,或者由其他危险反应或非大气条件产生爆炸的场所的设备、防护系统和元件。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB 25285 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本

## GB 25285.1—2010

部分。

GB/T 2900.35 电工术语 爆炸性环境用设备(GB/T 2900.35—2008, IEC 60050-426:2008, IDT)

GB 3836.1—2010 爆炸性环境 第1部分:设备 通用要求(IEC 60079-0:2007, MOD)

GB 3836.14 爆炸性气体环境用电气设备 第14部分:危险场所分类(GB 3836.14—2000, IEC 60079-10:1995, IDT)

GB 3836.15 爆炸性气体环境用电气设备 第15部分:危险场所电气安装(煤矿除外)(GB 3836.15—2000, eqv IEC 60079-14:1996)

GB 12476(所有部分) 可燃性粉尘环境用电气设备

GB/T 15706.1—2007 机械安全 基本概念与设计通则 第1部分:基本术语和方法(ISO 12100-1:2003, IDT)

GB/T 15706.2—2007 机械安全 基本概念与设计通则 第2部分:技术原则(ISO 12100-2:2003, IDT)

GB/T 16855.1 机械安全 控制系统有关安全部件 第1部分:设计通则(GB/T 16855.1—2008, ISO 13849-1:2006, IDT)

GB/T 16856.1 机械安全 风险评价 第1部分:原则(GB/T 16856.1—2008, ISO 14121-1:2007, IDT)

GB/T 24626—2009 耐爆炸设备

GB 25286(所有部分) 爆炸性环境用非电气设备

IEC 60079-4 爆炸性气体环境用电气设备 第4部分:点燃温度试验方法(IEC 60079-4:1975)

IEC 60079-28 爆炸性环境 第28部分:光辐射设备和传输系统的保护措施(IEC 60079-28:2006)

### 3 术语和定义

GB/T 2900.35 中的术语和定义及下列术语和定义适用于本部分。

#### 3.1

**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、固体状态或这些形式的混合状态的物质。

#### 3.2

**元件 component**

“元件”是指对设备和防护系统安全功能至关重要但无独立功能的任一器件。

#### 3.3

**爆燃 deflagration**

以亚音速传播的爆炸。

#### 3.4

**爆轰 detonation**

以超音速传播并具有冲击波特性的爆炸。

#### 3.5

**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。

#### 3.6

**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。

## 3.7

**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。

## 3.8

**爆炸极限 explosion limits**

爆炸范围的限值。

## 3.9

**爆炸下限 lower explosion limit**

LEL

爆炸范围的下限值。

## 3.10

**爆炸上限 upper explosion limit**

UEL

爆炸范围的上限值。

## 3.11

**爆炸温度点 explosion points**

爆炸下限温度点和上限温度点。

## 3.12

**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。

## 3.13

**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。

## 3.14

**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。

## 3.15

**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。

## 3.16

**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。

## 3.17

**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。

## 3.18

**闪点 flash point**

在规定的试验条件下,液体蒸发出足够的可燃性气体或蒸气、在有效点燃源的作用下,瞬间点燃时的最低温度。

## 3.19

**危险的爆炸性环境 hazardous explosive atmosphere**

如果爆炸会造成危害的爆炸性环境。

3.20

**异态混合物 hybrid mixture**

不同物理状态的可燃物质与空气的混合物。

注：例如，甲烷、煤尘和空气的混合物或汽油蒸气和汽油微滴与空气的混合物均为异态混合物。

3.21

**惰化 inerting**

添加惰性物质防止成为爆炸性环境的方法。

3.22

**规定用途 intended use**

按照 GB 3836.1—2010 和 GB 25286.1—2010 规定的设备类别和保护级别要求，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。

3.23

**极限氧气浓度 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。

3.24

**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。

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。

3.25

**故障 malfunction**

设备、防护系统和元件不能完成其规定功能的情况（也可参见 GB/T 15706.1—2007 中的 5.3b）。

注：由于原因的多样性，对于本部分中涉及到的故障原因，还包括：

- 功能的改变或加工材料、工件尺寸的改变；
- 设备、防护系统和元件的一个（或多个）部件故障；
- 外部干扰（例如：冲击、振动、电磁场）；
- 设计错误或有设计缺陷（例如：软件出错）；
- 电源或其他操作的干扰；
- 操作员操作失误（特别是手动式机器和移动式机器）。

3.26

**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。

最大试验安全间隙是相应气体混合物的特性。（参见 GB/T 2900.35）

3.27

**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。

3.28

**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。

## 3.29

**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。

## 3.30

**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。

## 3.31

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

在规定的试验条件下,可燃性气体或蒸气与空气混合,点燃时测得的热表面的最低温度。

## 3.32

**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、空气混合物被点燃时,测得的热表面的最低温度。

## 3.33

**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,粉尘层点燃时热表面的最低温度。

## 3.34

**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。

## 3.35

**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。

## 3.36

**防护系统 protective system**

指一些设计单元,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。防护系统可以装配到设备上,或作为自主系统单独投放市场。

## 3.37

**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。

## 3.38

**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 危险识别

## 4.1 通则

爆炸危险与设备、防护系统和元件所处理、使用或释放的材料和物质有关,也与制造设备、防护系统

和元件的材料有关。一些这样的材料和物质在空气中会经历燃烧过程。燃烧过程通常伴有大量的热释放,同时会产生压力及释放有害物质。与燃烧不同,爆炸基本上是整个爆炸性环境反应区域(火焰)的自行传播。

易燃性和/或可燃性物质应看作是能够形成爆炸性环境的物质,除非对它们的特性研究表明,它们与空气的混合物不能自行传播爆炸。一旦爆炸性环境被有效点燃源点燃,与之有关的潜在危险就释放出来。

4.2、4.3和4.4中列出的安全数据介绍了与安全有关的物质特性。这些数据可通过实验室试验得出,一些情况也可以计算得出。得出的安全数据可用于识别危险。

需要注意,这些安全数据不是物理常量,而是(例如)与测量采用的技术有关。而且对于粉尘来说,列出的安全数据仅作为推荐值,因为这些值与粉尘颗粒大小和形状、湿度及添加剂(甚至微量的浓度)有关。对于特定的使用场所,应对设备中出现的粉尘试样进行试验,用得出的数据识别危险。

#### 4.2 燃烧特性

由于在这里不是用材料本身,而是用粉尘与空气的接触或混合说明潜在危险,因而应确定可燃性物质与空气混合物的特性。这些特性给出关于物质的燃烧特性和是否能够引起燃烧或爆炸的信息。相关数据有:

- 闪点;
- 爆炸极限(LEL,UEL);
- 极限氧气浓度(LOC)。

#### 4.3 点燃要求

应确定爆炸性环境的点燃特性。相关数据如:

- 最小点燃能量;
- 爆炸性环境的最低点燃温度;
- 粉尘层的最低点燃温度。

#### 4.4 爆炸特性

爆炸性环境点燃后的特性应用下列数据描述:

- 最大爆炸压力( $p_{max}$ );
- 最大爆炸压力上升速率( $(dp/dt)_{max}$ );
- 最大试验安全间隙(MESG)。

### 5 危险评定要素

#### 5.1 通则

对每个单独的场所,应根据 GB/T 16856.1 进行危险评定,危险评定包括下列要素:

- a) 危险识别。符合第4章要求的安全数据值,有助于识别危险,表明物质是否是可燃物质,并表明它们易于点燃;
- b) 确定是否可能出现爆炸性环境以及出现的量(根据5.2);
- c) 确定能够点燃爆炸性环境的点燃源的出现和点燃的可能性(根据5.3);
- d) 确定爆炸的可能影响(根据5.4);
- e) 评定危险;
- f) 考虑把危险降至最低程度的措施(根据第6章)。

危险评定应采用综合评定方法,特别是对于复杂设备、防护系统和元件,构成独立单元的装置,尤其是扩展的装置。这种危险评定方法应考虑下列因素产生的点燃和爆炸危险:

- 设备、防护系统和元件本身;
- 设备、防护系统和元件与其处理物质之间的相互作用;

- 在设备、防护系统和元件内部进行的具体工艺过程；
- 在设备、防护系统和元件的不同部件中的各个工艺过程的相互作用；
- 设备、防护系统和元件的周围环境及可能与相邻生产工艺过程的相互作用。

## 5.2 确定爆炸性环境出现的可能性和量

### 5.2.1 概述

危险爆炸性环境的出现取决于下列方面：

- 存在可燃性物质；
- 可燃性物质(如气体、蒸气、薄雾、粉尘)的扩散程度；
- 可燃性物质与空气的浓度在爆炸范围内；
- 引燃后足以造成伤害或破坏的爆炸性环境的量。

在评定危险爆炸性环境出现的可能性时,应考虑现场存在的物质经化学反应、分解和生物过程可能形成的爆炸性环境。

如果无法估计危险的爆炸性环境出现的可能性,除非在这种环境中设置有监控可燃性物质浓度的可靠装置,否则应假定这样的环境始终存在。

注:实际应用中,根据危险的爆炸性环境出现的可能性,将设备、防护系统和元件的内部及其周围环境进行分区,在实践中比较方便(见 6.3)。

### 5.2.2 可燃性物质的扩散程度

气体和蒸气的本质特性决定了它们具有很高的扩散程度并足以形成爆炸性环境。对于薄雾和粉尘,如果雾滴尺寸或颗粒尺寸小于 1 mm,则可足以产生爆炸性环境。

注:在现实中出现的大量薄雾、悬浮微粒和各类粉尘,其微粒尺寸均在 0.001 mm 和 0.1 mm 之间。

### 5.2.3 可燃性物质的浓度

当散布在空气中的可燃性物质的浓度达到最低值(爆炸下限)时,爆炸是可能的。当浓度超过最大值(爆炸上限)时,爆炸将不会发生。

注:有些物质化学性能不稳定,如乙炔和环氧乙烷,即使在缺乏氧气时也能发生放热反应,因此爆炸上限为 100%。

爆炸极限随温度和压力不同而变化。通常,爆炸上、下限间的范围随压力和温度的升高而变宽。在可燃性物质与氧气混合的情况下,其爆炸上限远高于空气混合物。

如果可燃性液体的表面温度高于爆炸下限温度点,则能够形成爆炸性环境(见 6.2.2.2)。可燃性液体的悬浮微粒和薄雾在温度低于爆炸下限温度点时,也能形成爆炸性环境。

与气体和蒸气相比较,粉尘的爆炸极限有效程度不同。粉尘云通常是不均匀的。由于粉尘在大气中的沉积和扩散、散落,粉尘的浓度波动较大,当存在可燃性粉尘沉积时,通常认为表明爆炸性环境可能形成。

### 5.2.4 爆炸性环境的量

评定出现的爆炸性环境的量是否存在危险,决定于爆炸的可能效应(见 5.4)。

## 5.3 确定有效点燃源的存在

### 5.3.1 通则

点燃源的点燃能力应与可燃性物质的点燃特性相比较(见 4.3)。

对有效点燃源出现的可能性进行评定,应考虑维护和清洁等作业时可能产生的点燃源。

注:可以采取保护措施,使点燃源失效(见 6.4)。

如果有效点燃源出现的可能性无法估计,则应假定有效点燃源始终存在。

应根据下列点燃源可能出现的方式,对点燃源进行分类:

- a) 连续或频繁出现的点燃源；
- b) 在很少情况下出现的点燃源；
- c) 在极少情况下出现的点燃源。

对于使用的设备、防护系统和元件,这种分级应视为等效于下列情况:

- a) 正常运行期间出现的点燃源;
- b) 仅由于出现故障才可能出现的点燃源;
- c) 仅由于出现罕见故障时才可能出现的点燃源。

在 5.3.2~5.3.14 介绍了各种不同的点燃源。

### 5.3.2 热表面

如果爆炸性环境触及到受热表面,则可能发生点燃。不仅热表面本身能成为点燃源,而且与热表面接触或被热表面点燃的粉尘层和易燃固体也能成为爆炸性环境的点燃源。

受热表面引起点燃的能力取决于特定物质与空气混合物的类型和浓度。随着温度的升高和受热表面面积的增大,点燃能量增大。另外,触发点燃的温度与受热物体的尺寸和形状,以及邻近表面的浓度梯度有关,某种程度上还与表面的材料有关系。因此,举例来说,在较大的受热空间(大约 1 L 或更大)内,爆炸性气体或蒸气环境能够被低于按照 IEC 60079-4 或其他等效方法测定的表面温度点燃。另一方面,对于一个凸面而非凹面的受热体,点燃则需要较高的表面温度;例如球状或管状物体,最低点燃温度随着其直径的减少而增加。当一种爆炸性环境物质流过受热表面时,由于接触时间短,点燃可能需要较高的表面温度。如果爆炸性环境与热表面接触的时间相对较长,则能发生初级反应如冷火焰,从而生成更易点燃的分解产物,加速原来环境的点燃。

除了容易识别的诸如散热器、干燥箱、加热线圈及其他产品的热表面,机械和机器加工过程也能导致危险温度。这些过程也包括把机械能转换成热能的设备、防护系统和元件,即各种摩擦离合器和机械操纵的制动器(例如车辆和离心分离器上)。另外,轴承、轴通道、密封压盖等的所有活动部件,如果没有进行充分地润滑也能成为点燃源。在活动部件的密封壳体内,外物的侵入或轴心偏移也能导致摩擦,进而导致表面温度升高,在某些情况下,温度甚至升高很快。

还应该考虑由于化学反应(例如与润滑剂和清洁剂的化学反应)引起的温度升高。

焊接和切削工作中的点燃危险见 5.3.3。

防止来自热表面造成点燃危险的保护措施见 6.4.2。

### 5.3.3 火焰和热气体(包括热颗粒)

温度高于 1 000 °C 时的燃烧反应伴有火焰。热气体是反应的产物,并且在含尘和/或烟炭火焰中,还会产生炽热的固体颗粒。火焰及其热反应的产物或其他高温气体能够点燃爆炸性环境。即使是很小的火焰,也是最有效的点燃源。

如果设备、防护系统或元件的内部及外部或者在装置的相邻部件内存在爆炸性环境,并且如果这些地方中有一处发生点燃,则火焰就能够通过开口(如通风管道)传播到其他地方。预防火焰传播需要专门设计的保护措施(见 6.5.5)。

焊接或切割时产生的焊屑是具有很大表面的颗粒,因此,它们也是最有效点燃源。

防止火焰和热气体造成的点燃危险的保护措施见 6.4.3。

### 5.3.4 机械产生的火花

由于摩擦、冲击或研磨加工如磨削,能产生与固体材料分离的微粒,并且在分离过程中由于施加能量使颗粒变热。如果这些颗粒含有可氧化的物质,例如铁或钢,则它们能发生氧化过程,从而达到更高的温度。这些颗粒(火花)能够点燃可燃性气体和蒸气以及某些粉尘/空气混合物(尤其是金属粉尘/空气混合物),在沉积的粉尘中,火花能引起焖燃,从而成为爆炸性环境的引燃源。

应考虑石粒或杂散金属等异物进入设备、防护系统和元件造成火花。

滑动摩擦,即使是在类似的黑色金属之间及在某些陶瓷之间的摩擦,也能产生热点及与磨削火花类似的火花。这些都能引起爆炸性环境点燃。

铁锈和轻金属(例如铝和镁)及其合金之间的撞击能够引起铝热反应,也能引起爆炸性环境点燃。

钛和锆等轻金属与足够坚硬的材料撞击或摩擦时,即使没有铁锈也能够产生引燃火花。

焊接和切削工作中的点燃危险见 5.3.3。

防止机械火花引起点燃危险的保护措施见 6.4.4。

### 5.3.5 电气设备

电气设备的电火花和热表面(见 5.3.2)能成为点燃源。下列情况下能够产生电火花:

- 电路断开和闭合时;
- 连接松动;
- 杂散电流(见 5.3.6)等。

应明确指出,特低电压(ELV,例如小于 50 V)是防止人身触电的保护,不是防止爆炸的措施。尽管如此,低于该值的电压仍能产生足够的能量,点燃爆炸性环境。

防止电气设备引起点燃危险的保护措施见 6.4.5。

### 5.3.6 杂散电流、阴极防腐措施

下列原因可使导电系统或系统的导电部件产生杂散电流:

- 发电系统的回流电路,尤其是在电气化铁路和大型焊接系统附近,例如:当轨道和敷设在地下  
的电缆护套等导电系统降低该回路的电阻时的回路电流;
- 电气设备故障造成的短路或对地短路;
- 磁感应(例如靠近大电流装置或射频装置,见 5.3.9);
- 雷电(见 5.3.8);
- 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 5.3.2)。

采用外加电流阴极防腐措施,也可能存在上述点燃危险。然而,如果使用阳极保护,则不可能出现电火花引起的点燃危险,除非阳极为铝或镁金属。

防止杂散电流和阴极防腐引起点燃危险的保护措施见 6.4.6。

### 5.3.7 静电

在一定条件下静电能产生易燃放电。绝缘导电部件的电荷放电能够很容易导致易燃火花。对于包含非导电材料组成的带电部件,多数为塑料以及其他材料,也可能出现刷形放电,在特殊情况下,在快速分离过程中(例如,薄膜越过滚筒、传动带或由于导电和非导电材料的组合),也能出现传播型刷形放电,也能出现松散材料造成的锥形放电和电子云放电。

刷形放电几乎能够点燃所有的爆炸性气体和蒸气环境。根据现阶段掌握的知识,不能排除电刷放电产生的极低最小点燃能量点燃可燃性粉尘/空气环境。根据放电能量大小,火花、传播刷形放电、锥形放电和电子云放电,能够点燃各种类型的爆炸性环境。

防止静电引起点燃危险的保护措施见 6.4.7。

### 5.3.8 雷电

如果在爆炸性环境中出现雷电,通常会造成点燃。此外,避雷器达到较高温度时也具有点燃的可能性。

强大电流从雷电击中的地方流过,这些电流能够在冲击点附近生成火花。

即使没有雷电电击,雷暴雨也能够使设备、防护系统和元件产生很高的感应电压。

防止雷电引起点燃危险的保护措施见 6.4.8。

### 5.3.9 $10^4$ Hz~ $3 \times 10^{12}$ Hz 射频(RF)电磁波

所有产生和使用射频电气能量的系统(射频系统)都发射电磁波,例如无线电发射器或用于熔炼、烘干、淬火、焊接、切割等的工业或医疗射频发生器。

位于射频辐射区域内的所有导电部件都具有接收天线的的作用。如果辐射区域的功率(场强)足够大,并且接收天线足够长,这些导电部件能够在爆炸性环境中引起点燃。例如,接收到的射频能量在与

导电部件接触或断开过程中,能够使细导线发热或产生火花。接收天线获得的能量能够导致点燃,主要取决于发射器和接收天线之间的距离,以及在特定波长接收天线的规格尺寸和射频功率。

防止射频频谱内电磁波造成点燃危险的保护措施见 6.4.9。

### 5.3.10 $3 \times 10^{11}$ Hz~ $3 \times 10^{15}$ Hz 电磁波

该频谱范围内的辐射(光辐射),尤其是当聚焦时,能够被爆炸性气体或固体表面吸收成为点燃源。例如,如果物体使辐射集中在一起(如起透镜作用的瓶子、聚焦反射器),则阳光能够引起点燃。

在一定条件下,粉尘颗粒能够大量吸收强光源(持续或闪烁)的辐射,致使这些微粒成为爆炸性气体或沉积粉尘的点燃源。

激光辐射(例如在通讯装置、距离测量装置、勘测仪、光学仪表中),即使距离很远,未聚焦的射束的能量或功率密度也能够高到足以引起点燃。还有,当激光光束射到固体表面时或当激光光束被环境中或受污透明部件上的粉尘颗粒吸收时,也出现发热过程。

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),本身就是 5.3.2 和 5.3.5 中定义的点燃源。

防止该频谱范围内电磁波引起点燃危险的保护措施见 6.4.10。

### 5.3.11 电离辐射

由于吸收能量原因,例如,X 射线管和放射性物质等产生的电离辐射能点燃爆炸性环境(尤其是有粉尘颗粒的爆炸性环境)。此外,由于放射源内部吸收辐射能,导致放射源本身温度升高能超过周围爆炸性环境的最低点燃温度。

电离辐射能造成化学分解或其他反应,导致产生高活性基或不稳定化合物,能引起点燃。

注:这种辐射也能通过分解作用,造成爆炸性环境(例如水电离辐射分解产生氧气和氢气混合物)。

防止电离辐射造成点燃危险的保护措施见 6.4.11。

### 5.3.12 超声波

使用超声波时,电声换能器发射的大部分能量被固态或液态物质所吸收。因此会造成暴露在超声波中的物质温度升高,在极端情况下可能产生点燃。

防止超声波引起点燃危险的保护措施见 6.4.12。

### 5.3.13 绝热压缩和冲击波

在绝热或接近绝热压缩的情况下及在冲击情况下,能够产生高温点燃爆炸性环境(和沉积粉尘)。此类温度的升高主要取决于压缩比,而非压力差。

注1:在空气压缩机的压力管路中和与这些管路连接的容器中,会因润滑油雾压缩点燃而产生爆炸。

例如,在高压气体突然泄压到管道的过程中可产生冲击波。在这个过程中,冲击波以超音速向低压区域传播,当它们被管道的弯道、缩颈、连接法兰、隔断阀等衍射或反射时,能产生极高的温度。

注2:容装有高氧化性气体(例如纯氧或含氧浓度较高的气体环境)的设备、防护系统和元件,在绝热压缩、冲击波乃至纯气流的作用下,由于润滑油剂、密封垫、甚至结构材料能被点燃,设备、防护系统和元件能成为有效点燃源。

如果由此导致设备、防护系统和元件破坏,其中一些部件将点燃周围的爆炸性环境。

防止绝热压缩和冲击波造成点燃危险的保护措施见 6.4.13。

### 5.3.14 放热反应(包括粉尘的自燃)

当热量产生速度超过向周围环境的散热速度时,放热反应可成为点燃源。多数化学反应都是放热反应。反应是否能够达到很高温度,取决于反应系统的体积/表面比、环境温度和滞留时间以及其他因素。这种高温能导致爆炸性环境点燃,也能造成焖燃和/或燃烧。

放热反应包括自燃物质与空气的反应、碱金属与水的反应、可燃性粉尘自燃、食品生物加工处理引起自身发热、有机过氧化物的分解或聚合反应。

催化剂也能引起产生能量的反应(例如氢气/空气环境和铂)。

注1:有些化学反应(例如,高温分解和生物加工处理)也能导致产生可燃性物质,它们又与周围空气形成爆炸性环境。

一些结构材料与化学制品(例如,铜与乙炔,重金属与过氧化氢)化合作用时,能发生剧烈反应引起点燃。

某些物质的化合作用,尤其是均匀散布时(例如,铝/铁锈或糖/氯酸盐),受到冲击或摩擦作用时会产生剧烈的反应(见 5.3.4)。

防止化学反应引起点燃危险的保护措施见 6.4.14。

注 2: 由于化学反应时的热量不稳定性、反应产生高温和/或快速生成气体,也能产生危险,这些危险在本部分中没有考虑。

#### 5.4 评定爆炸可能产生的效应

如果发生爆炸,应考虑下列因素可能产生的效应,例如:

- 火焰;
- 热辐射;
- 压力波;
- 飞出的碎片;
- 有危险的物质释放。

上述情况与下列因素有关:

- 可燃性物质的物理和化学性质;
- 爆炸性环境的量和界限、封闭情况;
- 周围环境的几何形状;
- 外壳和支承结构的强度;
- 受危险危及人员的个体防护设备;
- 受危险危及物体的物理性能。

因此,只能针对每种具体的情况,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危及的场所的大小进行评定。

### 6 消除危险或将危险降至最低程度

#### 6.1 基本原理

爆炸发生需要爆炸性环境和有效点燃源同时存在,根据第 5 章描述的爆炸预期的效应,直接得出爆炸预防和爆炸防护的基本原理:

##### a) 预防:

- 避免出现爆炸性环境。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气浓度值(LOC)来实现;
- 避免出现任何潜在的有效点燃源。

##### b) 防护:

- 通过结构性防护措施把爆炸效应限制到容许的程度。与上述两种措施不同,这种措施允许发生爆炸。

可以仅采用一种上述预防或防护原理,消除危险或使危险最小化。也可以综合使用这些方法。

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制定防爆安全方案。

在爆炸预防和爆炸防护措施的计划中,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符合 GB/T 15706.1—2007 的可预见误操作。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 概述

爆炸预防的一项基本措施是,用惰性物质置换可燃性物质,或者限制可燃性物质的浓度(限制到爆炸范围之外)。

### 6.2.2 过程参数

#### 6.2.2.1 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,例如,用较小的粒状材料替换细小的粉末状材料。

应将易燃材料的量降至合理的最低量,例如,采用连续生产工艺方式,不采用批量生产工艺方式。

#### 6.2.2.2 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,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有危险的爆炸性环境的量。

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。应采取措施,保证在工艺过程中启动或停机时,使浓度在爆炸范围之外。

如果设备、防护系统和元件内部的浓度高于爆炸上限,则内部不存在爆炸危险;然而,如果释放出来,由于与空气掺杂,就可能在设备、防护系统与元件外造成爆炸危险。设备、防护系统与元件内部也可能因空气进入而产生爆炸危险。

对于可燃液体(如果能够排除爆炸性薄雾环境的形成),只要液体表面温度总是充分低于闪点,就可实现保持浓度低于爆炸下限的目标。

注1:需根据可燃液体的化学特性和成分决定低于闪点的必要温度差(安全余量)。

如果是可燃气体的可燃液体溶液,则使用闪点容易造成误导。同样,如果液体在存储温度下可能发生降解或缓慢氧化时(如:沥青、燃料重油),闪点也可能造成误导。

注2:适当选择运行条件,通常有可能使整个设备、防护系统和元件中保持足够高的蒸气浓度,从而使浓度保持在爆炸上限之上。尽管如此,在某些情况下,例如在罐中存放期间及当能够出现冷凝时,上部的浓度会降低,从而成为爆炸性环境。只有在真正不透气的存贮容器中存放相当长的时间之后,并且表面温度大大高于爆炸上限温度点时,整个存贮容器内环境的浓度才能超过爆炸上限。

注3:某些卤代烃液体,尽管不能确定液体的闪点,仍能形成爆炸性环境。

对于可燃性粉尘,由于粉尘-空气混合物通常是不均匀的,所以通过限制浓度避免爆炸性环境很难实现。

用粉尘的总量和设备、防护系统和元件的总容积来计算粉尘的浓度,通常会得出不正确的结果。局部粉尘浓度与总体计算得出的结果相差很大。

#### 6.2.2.3 惰化

添加与所加工的产品相容的不活泼气体(例如,氮气、二氧化碳、惰性气体)、水蒸气或惰性粉状物质(例如,碳酸钙)能防止形成爆炸性环境(惰化)。

当用水蒸气惰化时,应考虑冷凝的影响。

使用惰性气体进行惰化的原理是降低环境中氧气的浓度,从而使该环境不再是爆炸性环境。最高允许氧气浓度为极限氧气浓度乘以适当安全系数得出。

对于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,应利用具有最低极限氧气浓度的成分,除非测量表明是其他情况。

通过加入相容的惰性粉尘,也可惰化可燃性粉尘-空气混合物。

注:一般情况,惰性粉尘的质量成分大于50%时就可以惰化,但某些情况下质量成分可能需要大于80%。



### 6.2.3 设备、防护系统和元件的设计和制造

#### 6.2.3.1 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。

应尽可能使用难燃的材料制造。

通常,连续生产工艺比批量生产工艺更可取。相邻设备中的工艺过程进行方式不应造成危险影响。这可通过将设备在空间上隔离或在设备之间加装防护装置来实现。即使在大流量的可燃物质时,也应始终将可燃物质分成小批量,并且在每处只保持少量可燃物质,这对安全是有利的。户外装置通常比室内装置更为可取,特别是考虑到空气的自然通风。

#### 6.2.3.2 降低可燃性物质释放至最低程度

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危险降至最低程度,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,例如某些泵的密封圈和采样处。在设备、防护系统和元件设计时应考虑这一情况。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。应特别注意下列方面:

- 结构材料的选择,包括密封垫、接合件、密封填料和保温材料,并考虑可能的腐蚀、磨损和被处理加工物质相互作用的危险;
- 涉及安全性能的配件。应尽可能减少活动连接件的数量和尺寸;
- 涉及完整性的管道。可以通过适当防止冲击或适当安放实现;挠性管道应尽可能保持最少;
- 设置排放和局部通风装置以控制微量泄漏;
- 活动的连接件应设置密封接头;
- 填料和清料操作。应考虑使用蒸气平衡系统并且应尽量减少开孔的数量和尺寸。

#### 6.2.3.3 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、防护系统和元件的内部和外部。

GB 3836.14 中给出了利用通风对气体和蒸气危险场所进行控制和分类的有关内容。

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。

应预期粉尘在正常运行或故障期间(例如:在转换点或者在检查和清洗打开操作)从设备、防护系统及元件的开口处释放。既可通过在含有粉尘的设备、防护系统及元件内部建立稍低于环境压力(负压吸入)的方法,也可通过在源头或释放点仔细收集粉尘(局部提取)来实现保护。

#### 6.2.3.4 避免粉尘堆积

为了防止沉积粉尘在空气中扩散形成爆炸性环境,设备、防护系统和元件的结构应尽可能避免可燃性粉尘堆积。

除了 6.2.3.1~6.2.3.4 已经提到的措施外,也还应特别注意下列几点:

- 粉尘输送和清除系统的设计应根据流体动力学原则,并特别关注管道走向、流速、表面粗糙度;
- 应尽可能减小含尘设备、防护系统及元件的表面,例如:结构件、T 形梁、电缆管道、窗台及所谓的死角。可以通过选择在无法避免的沉积表面加罩或将其倾斜来减小沉积表面的结构件等方法来部分实现这一目的。通过采用光滑表面(例如:铺设瓷砖、使用油漆涂层等)的方法,至少可部分防止粉尘粘附,而且便于清理。采用对比度强的颜色有助于发现粉尘堆积;
- 应规定适当的清洗条件(例如:光滑表面、便于清洁时进入的通道、安装中央真空清洁系统、提供移动吸尘器使用的电源)。用户的使用说明应指出应清除受热表面上的粉尘,例如,管道、散热器、电气设备;
- 为烘干机、制粒机、筒仓及粉尘收集单元选择适当的清料装置。

### 6.3 危险场所分区

#### 6.3.1 概述

为了确定避免有效点燃源所需要采取措施的程度,根据危险爆炸性环境出现的频率和持续时间把危险场所分成不同的区。

注:下文使用“气体”或“气体/蒸气”术语时,也包括薄雾环境。

预计爆炸性气体出现的量不要求采取专门预防措施的场所,在本部分意义上应被视为非危险场所。

考虑到粉尘的沉降和粉尘层扩散可能形成爆炸性环境,对气体/蒸气和可燃性粉尘规定了不同的分区。

鉴于这种情况,与可燃性气体/蒸气相比,需要采取其他措施避免可燃性粉尘的有效点燃源。

GB 3836.14 中给出了利用通风装置对气体和蒸气危险场所进行控制和分区的有关信息。

#### 6.3.2 气体/蒸气的分区

##### 0 区

可燃性物质以气体、蒸气或薄雾的形式与空气形成的爆炸性环境,连续出现、或长期存在、或频繁出现的场所。

注1:这些情况一般出现在容器、管道和储罐等的内部。

##### 1 区

可燃性物质以气体、蒸气或薄雾的形式与空气形成的爆炸性环境,在正常运行条件下偶尔可能出现的场所。

注2:该区也包括:

- 靠近0区附近;
- 靠近进料口附近;
- 靠近投料口和排料口周围;
- 由玻璃、陶瓷和类似材料制成的易碎设备、防护系统和元件附近;
- 不完全密封衬垫附近,例如带填料函的水泵和阀门上的密封垫。

##### 2 区

可燃性物质以气体、蒸气或薄雾的形式与空气形成的爆炸性环境,在正常运行条件下不可能出现,如果出现也是短时间存在的场所。

注3:该区也包括0区或1区周围的场所。

#### 6.3.3 粉尘分区

可燃性粉尘积层、沉积和堆积应视为形成爆炸性环境的另一原因。

##### 20 区

爆炸性环境以空气中可燃性粉尘云的形式,持续地、或长期地、或频繁地存在的场所。

注1:这些情况一般发生在容器、管道和储罐等的内部。

##### 21 区

爆炸性环境以空气中可燃性粉尘云的形式,在正常运行时偶尔可能出现的场所。

注2:该区也包括靠近粉末投料和排料点附近的区域,以及在正常运行中可能出现粉尘层,并且可燃性粉尘与空气的混合物可能达到爆炸浓度的场所。

##### 22 区

爆炸性环境以空气中可燃性粉尘云的形式,正常运行时不可能出现,如果出现也是短时间存在的场所。

注3:该区也包括容装粉尘、并因泄漏形成沉积粉尘的设备、防护系统和元件附近的场所(例如:磨房,粉尘从磨粉机上逸出然后沉积下来)。

### 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

当设备、防护系统和元件用在危险场所时,应根据5.3描述的点燃过程,检查并判断是否能出现点燃危险。如果可能有点燃危险,应尽力从危险场所消除点燃源。如果不可能做到这一点,应实施

6.4.1~6.4.14 规定的保护措施,同时注意下述情况:

这些措施应使引燃源变得没有危险,或者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结构,通过操作程序,也可以通过适当的测量和控制系统能够实现这一目的(见 6.7)。

防护措施的程度取决于爆炸性环境出现的可能性和潜在爆炸的影响。这可通过区分设备的不同 EPL 保护级别来确定。这些级别反映了不同区域的要求。

下面是确定 EPL 保护级别的依据:

#### **Ga 级和 Da 级:**

Ga 级和 Da 级设备,其设计应使之能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级别。

Ga 级别的设备用于爆炸气体、蒸气、薄雾与空气形成的混合物连续出现、长期存在或频繁出现的爆炸性环境。

Da 级别的设备用于可燃性粉尘与空气形成的混合物连续出现、长期存在或频繁出现的爆炸性环境。

Ga、Da 级别的设备应保证规定水平的保护级别,即使是在设备出现罕见故障的情况下仍能保证保护级别不变,其保护措施如下:

——当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级别;或者

——当同时出现两个各自独立的故障时,应保证规定的保护级别。

#### **Gb 级和 Db 级:**

Gb 级和 Db 级设备,其设计应使之能按照制造商设定的运行参数发挥功能,并保证具有高的保护级别。

Gb 级别的设备用于可能出现气体、蒸气、薄雾与空气形成的混合物的爆炸性环境。

Db 级别的设备用于可能出现可燃性粉尘与空气形成的混合物的爆炸性环境。

Gb、Db 级别的设备,即使在通常必需考虑的频繁出现的干扰或设备故障情况下,也应保证规定的保护级别。

#### **Gc 级和 Dc 级:**

Gc 级和 Dc 级设备,其设计应使之能按照制造商设定的运行参数发挥功能,并保证具有一般的保护级别。

Gc 级别的设备用于不可能出现,即使出现也是偶尔出现或短时间存在的蒸气、薄雾与空气形成的混合物的爆炸性环境。

Dc 级别的设备用于不可能出现,即使出现也是偶尔出现或短时间存在的可燃性粉尘与空气形成的混合物的爆炸性环境。

Gc、Dc 级别的设备保证在正常运行时必要的保护级别。

级别和区之间的关系在附录 B 中说明。

根据爆炸性环境的类型(气体/蒸气/薄雾或可燃性粉尘物质)和设备的类别,应符合下列对设备、防护系统和元件的通用要求:

用于爆炸性气体/空气、蒸气/空气和薄雾/空气环境的设备、防护系统和元件

**Gc 级:**应避免能连续出现或频繁出现(例如,在设备、防护系统和元件正常运行期间)的点燃源。

**Gb 级:**除了应避免 Gc 级的点燃源之外,还应避免在罕见情况下(例如,由于设备、防护系统和元件的故障引起)能出现的点燃源。

**Ga 级:**除了避免 Gb 级的点燃源之外,还应避免仅在非常罕见的情况下(例如,由于设备、防护系统和元件的罕见故障引起)能出现的点燃源。

用于爆炸性粉尘/空气环境的设备、防护系统和元件

**Dc 级:**应避免能连续出现或频繁出现(例如,在设备、防护系统和元件正常运行期间)的点燃源。这适用于粉尘云以及粉尘层的点燃。也包括限制表面温度防止在长期处于热暴露的沉积粉尘的点燃。

**Db 级:**除避免 Gc 级所规定的点燃源之外,还应避免仅在罕见情况下能出现(例如,由于设备、防护系统和元件的故障)的点燃源。这也适用于粉尘云以及粉尘层的点燃。

**Da 级:**除避免 Gb 级所规定的点燃源之外,还应避免仅在非常罕见情况下能出现(例如,由于设备、防护系统和元件的罕见故障)的点燃源。这也适用于粉尘云以及粉尘层的点燃。

**所有类别的设备、防护系统和元件**

设计这些不同的级别时,也应考虑可燃性物质的不同特性。

如果爆炸性环境含有几种类型的可燃性气体、蒸气、薄雾或粉尘,则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识别并被有效控制后,才能将避免有效点燃源作为唯一的措施(见 6.4.2~6.4.14)。

6.4.2~6.4.14 中规定了从区域划分到不同级别的设备对避免点燃源的具体要求。

**6.4.2 热表面**

确定由热表面造成的危险见 5.3.2。

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(气体/蒸气/薄雾或粉尘为可燃性物质)和设备的级别,设备、防护系统和元件应符合下列要求:

**用于爆炸性气体/空气、蒸气/空气和薄雾/空气环境的设备、防护系统和元件**

**Ga 级:**所有能够接触爆炸性环境的设备、防护系统和元件表面的温度,即使在出现罕见故障情况下,也不应超过可燃性气体或可燃性液体的最低点燃温度(°C)的 80%。

**Gb 级:**所有能够接触爆炸性环境的设备、防护系统和元件的表面温度,在正常运行过程中和在故障情况下均不应超过可燃性气体或液体的最低点燃温度(°C)。然而,如果不能排除气体或蒸气能被加热到表面温度,则表面温度不应超过气体的最低点燃温度(°C)的 80%。仅在罕见故障情况下才可能超过这些数值。

**Gc 级:**所有能够接触爆炸性环境的设备、防护系统和元件的表面温度,在正常运行过程中都不应超过气体或液体的最低点燃温度(°C)。

**所有级别的设备、防护系统和元件**

在特殊情况下,如果有确切证据证实不会出现点燃,则也可超过上述温度限值。

**用于爆炸性粉尘/空气环境的设备、防护系统和元件**

**Da 级:**能接触粉尘云的所有表面的温度,即使在罕见故障情况下也不应超过所涉及的粉尘云的最低点燃温度(°C)的三分之二。此外,能沉积粉尘的表面的温度应该比所涉及的粉尘能形成的最厚粉尘层的最低点燃温度低一个安全值<sup>1)</sup>;即使在罕见故障情况下也应确保这一点。如果不知道粉尘层的厚度,应假定可预见的最厚的粉尘层。

**Db 级:**能接触粉尘云的所有表面的温度,即使在故障情况下也不应超过所涉及的粉尘云的最低点燃温度(°C)的三分之二。此外,能沉积粉尘的表面的温度应该比所涉及的粉尘层的最低点燃温度低一个安全值<sup>1)</sup>;即使在故障情况下也应确保这一点。

**Dc 级:**能接触粉尘云的所有表面的温度,在正常运行中应不超过粉尘云的最低点燃温度(°C)的三分之二。此外,能沉积粉尘的表面的温度应比所涉及的粉尘层的最低点燃温度低一个安全值<sup>1)</sup>。

1) 粉尘层最低点燃温度和设备的表面温度之间通常使用 75 K 的安全裕度。该值是在粉尘层厚度小于或等于 5 mm 情况下测得的,用 5 mm 的粉尘层测量时,允许测得的最低点燃温度有偏差,对于 5 mm 厚的粉尘层的绝热影响,如果不加限制,能得出较高的表面温度。

如果粉尘层的厚度大于 5 mm,则需要较高的安全余量,因为粉尘层的点燃温度随厚度的增加而降低,并且能产生较大的绝热效应,导致设备的表面温度升高。在生产工艺空气温度高于环境空气温度的情况下,也需要不同的安全余量。

### 所有级别的设备、防护系统和元件

在特殊情况下,如果有确切证据证实不会出现点燃,则也可超过上述温度限值。

#### 6.4.3 火焰和热气体

确定由火焰和热气体引起的危险见 5.3.3。

如果涉及到热固体颗粒(例如,飞溅火花),参见 6.4.4(机械产生的火花)和 6.5.5 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、防护系统和元件应该符合下列特定要求。

**所有级别:**除下述情况之外,不允许出现明火:

**Ga、Da 级:**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。

**Gb、Db 级和 Gc、Dc 级:**只有火焰被安全封闭,并且设备部件的外表面温度不超过 6.4.2 规定的温度,才允许装置有火焰。此外,对于封闭火焰的设备、防护系统和元件(例如,特殊加热系统),应确保外壳能够承受火焰的影响,并且火焰不能扩散至危险场所。

**Gb、Db 级和 Gc、Dc 级:**只有采用了适当的防护措施防止危险,才可从 1 区、2 区、21 区和 22 区获取燃烧需要的空气(见 6.5.5)。只有确保不能达到爆炸性环境的最低点燃温度,才可引入高温气体。应确保沉积粉尘不被点燃。另外,应采取预防措施(例如,使用阻火器),确保消除排出气体中的高温固体颗粒。这些要求应列入使用信息中(见第 7 章)。

#### 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 5.3.4。

如果由机械火花引起的危险已被识别,根据爆炸性环境的类型(气体/蒸气/薄雾爆炸性环境或可燃性粉尘作为物质)和设备的级别,设备、防护系统和元件应符合下列具体要求:

**Ga、Da 级:**即使在罕见故障情况下能产生可引起点燃的摩擦、冲击或产生研磨火花的设备、防护系统和元件,也不能使用。尤其是,应避免铝或镁(不包括铝含量小于 10% 的合金和铝含量小于 25% 的涂料和涂层,按质量计算)与铁或钢(不会产生铁锈的不锈钢除外)之间的摩擦。

应避免钛或锆与任何硬质材料之间的摩擦和冲击。

**Gb、Db 级:**任何可能的情况下宜符合对 Ga、Da 级设备的要求。正常运行情况和故障情况下均应排除火花。

**Gc、Dc 级:**采取的保护措施足以预防正常运行情况下可引起点燃的摩擦、冲击或研磨火花。

**所有级别:**如果潜在爆炸性环境含有乙炔、二硫化碳、氢气、硫化氢和环氧乙烷等气体的一种或多种,除非确切证据证实不存在爆炸危险,否则拟用于爆炸性气体/空气、蒸气/空气和薄雾/空气环境、可能产生机械火花的设备不能使用。

对可在爆炸性环境中使用的工具要求应符合附录 A 的规定。

注 1: 在某些情况下,有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。

注 2: 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 3: 对工业事故和调查结果的分析已经证实,在低速旋转时(速度 $\leq 1$  m/s),不存在粉尘/空气混合物被机械火花点燃的危险。

#### 6.4.5 电气设备

确定电气设备引起的危险见 5.3.5。

如果由电气设备引起的危险已被识别,则设备、防护系统和元件应该符合相关防爆安全标准要求。爆炸性环境中的电气设备应按照国家颁布实施的相关标准(如 GB 3836 系列标准和 GB 12476 系列标

准等)进行设计、制造、安装和维护(适用时)。

注:有关爆炸性环境用非电气设备的国家标准代号为:GB 25286(系列)。

#### 6.4.6 杂散电流和阴极防腐

确定杂散电流和阴极防腐造成的危险见 5.3.6。

如果由杂散电流和/或阴极防腐引起的危险已被识别,根据爆炸性环境的类型(气体/蒸气/薄雾或粉尘状可燃性物质)和设备的级别,设备、防护系统和元件应符合下列特定要求。

**所有级别:**属于电气设备的一部分或靠近电气设备的系统的所有导电部件应按 GB 3836.15 进行保护。

应对具有外加电流阴极防腐的系统提供特殊保护措施。

**Ga、Da 级和 Db 级:**应对设备的所有导电部件,以及按照 GB 3836.15 对与电气设备不相邻的导电部件进行电位均衡。在属于电位均衡系统的导电墙封闭的位置内,允许与该要求不一致。如果系统的导电部件安装在 0 区、20 区和 21 区,例如油箱中的通风和吸入管道,应首先把它们加入电位均衡系统中。这些要求应列入使用信息中(见第 7 章)。

**Gb 级:**应提供与 Ga、Da 级保护措施等同的保护措施。然而,对于不靠近电气设备的系统的导电部件,例如,当由导电系统的互联部件形成的均衡系统,如管道网或广泛的接地系统已经存在,允许不使用特殊的措施如另加电桥来均衡电位。

在断开或闭合系统导电部件的连接之前,例如拆卸管道的连接件和部件时,如果互相连接的完整性可能受到损害,则应提供横截面足够大的连接线构成的桥路。这些要求应列入使用信息中(见第 7 章)。

**Gc、Dc 级:**除频繁出现的杂散电流引起电弧或火花之外,一般可不必满足 Ga 或 Da 级和 Gb 或 Db 级的要求,如电位均衡。

#### 6.4.7 静电

确定静电造成的危险见 5.3.7。

如果由静电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。

**所有级别:**最重要的保护措施是将所有可能有危险带电的导电部件等电位连接,并且接地。然而,如果有非导电材料,仅有这些保护措施还不够。在这种情况下,应避免包括固体、液体及粉尘在内的非导电部件和材料出现危险带电。这些要求应列入使用信息中(见第 7 章)。

**Ga、Da 级:**应消除可引起点燃的放电,并且考虑罕见故障。

**Gb、Db 级:**在设备预期使用过程中,包括维修和清理时,或者在出现通常可以预期的故障时,不应出现可引起点燃的放电。

**Gc、Dc 级:**通常,只有当可引起点燃的放电频繁出现时(例如,不能充分导电的传动带情况),才需要采取接地要求以外的措施。

#### 6.4.8 雷电

确定由雷电造成的危险见 5.3.8。

如果由雷电引起的危险已被识别,则设备、防护系统和元件应符合下列要求。

**所有级别:**应采用适当的防雷电措施保护设备。应防止 0 区和 20 区之外出现的雷电影响对 0 区和 20 区造成破坏,例如可在合适的地方安装过压保护系统。对于接地保护的油罐装置或与油罐电气绝缘的导电系统的元件,应进行等电位连接,并设置一个环形接地电极系统。这些要求应列入使用信息中(见第 7 章)。

防雷电保护措施不应削弱符合 6.4.6 规定的阴极防腐措施。

#### 6.4.9 $1 \times 10^4$ Hz~ $3 \times 10^{12}$ Hz 射频(RF)电磁波

确定由射频电磁波造成的危险见 5.3.9。

如果由射频电磁波引起的危险已被识别,则设备、防护系统和元件应符合下列要求。

**所有级别:**作为防止电磁波点燃影响的基本安全措施,在可能含有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。

注1:对于定向模式的发射系统,应注意安全距离与方向有关。还应注意,根据射频源的输出功率、天线增益和工作频率,射频源甚至可能设置在几千米远。如有疑问,应通过测量确定安全距离。

如果不能保证适当的安全距离,应采取特殊保护措施,例如屏蔽。

注2:例如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信息,不能说明该装置或其辐射场是否产生点燃危险。

所有级别的射频系统也应符合6.4.5的要求。

#### 6.4.10 $3 \times 10^{11}$ Hz~ $3 \times 10^{15}$ Hz 的电磁波

确定由该频谱范围电磁波造成的危险见5.3.10。

应当注意,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6.4.2和6.4.5中定义的点燃源。

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

所有级别:通过共(谐)振吸收能够引起点燃的装置不允许使用(见5.3.10)。

**Gc、Dc级:**如果满足下列条件,能够产生辐射、并且已被认可或适用于这些区域的电气设备(见6.4.5)允许使用:

- a) 辐射脉冲的能量或连续辐射的能量(功率)限制在不能点燃爆炸性环境的低值;或者
- b) 辐射被安全包封屏蔽起来,确保:
  - 1) 安全可靠地防止从外壳泄漏的能够点燃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爆炸性环境的热表面;和
  - 2) 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危险场所。

正常运行过程中应确保满足这些要求。

**Gb、Db级:**在罕见情况下(例如,故障状态),也应保证上述条件。

**Gc、Dc级:**即使出现了非常罕见的情况(例如,罕见的故障状态),也应保证上述条件。

注:当辐射完全被吸收物吸收时,某些用于气体和蒸气/空气混合物中的光辐射设备,见IEC 60079-28。

#### 6.4.11 电离辐射

确定电离辐射造成的危险见5.3.11。

如果由电离辐射引起的危险已被识别,根据不同级别,设备、防护系统和元件应该符合下列要求。

所有级别:对于辐射源运行需要的电气系统,应遵守6.4.5的说明。

对激光的保护措施见6.4.10。

**Gc、Dc级:**如果满足下列条件,允许使用产生电离辐射的电气设备:

- a) 辐射脉冲的能量或连续辐射的能量(功率)被限定在不能点燃爆炸性气体的低值;或者
- b) 辐射被安全密封起来,确保:
  - 1) 安全防止从外壳泄漏的能够点燃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爆炸性环境的热表面;和
  - 2) 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危险场所。

正常运行过程中应确保满足这些要求。

**Gb、Db级:**在罕见的情况下(例如,故障状态),上述条件也应保证。

**Ga、Da级:**在非常罕见情况下(例如,故障状态),也应保证上述条件。

#### 6.4.12 超声波

确定超声波造成的危险见5.3.12。

如果由超声波引起的危险已被识别,根据不同的级别,设备、防护系统和元件应该符合下列要求:

所有级别: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。

本条的数据仅适用于由声功率引起的点燃危险。对于关联的电气系统,应参考 6.4.5。

对频率不超过 10 MHz 的超声波适用下列要求。

**所有级别:**只有确保工作流程安全性的情况下,才可允许有超声波。产生声波场的功率密度应不超过  $1 \text{ mW/mm}^2$ ,除非证实相关情况下不可能引起点燃。

**Gb、Db 级和 Gc、Dc 级:**在使用常规超声波装置的操作过程中(例如超声波回波测试装置),如果所产生的声波场的功率密度超过  $1 \text{ mW/mm}^2$ ,那么需要采取特殊的防护措施防止点燃危险来自超声波本身,除非证明在相关情况下不可能发生点燃。

#### 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 5.3.13。

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、防护系统和元件应该符合下列要求:

**Ga、Da 级:**应避免可造成点燃的压缩或冲击波的工艺过程。即使在罕见故障情况下也应确保这一点。按照惯例,例如,存在高压力比的系统,如果系统部件之间的滑道和阀能慢慢打开,则能够消除有危险的压力和冲击波。

**Gb、Db 级:**仅在罕见故障情况下才允许能引起绝热压缩或冲击波的操作。

**Gc、Dc 级:**在正常运行过程中应防止出现能够点燃爆炸性环境的冲击波或压缩。

注:如果必须使用含有高氧化气体的设备、防护系统和元件,则应采取特殊措施防止引燃结构材料和辅助材料。

#### 6.4.14 放热反应(包括粉尘自燃)

确定放热反应造成的危险见 5.3.14。

如果由放热反应引起的危险已被识别,则设备、防护系统和元件应该符合下列要求<sup>2)</sup>:

**所有级别:**在任何可能的情况下,应避免具有自燃倾向的物质。

当必须处理这样的物质时,应针对每一具体情况采取必要的保护措施。可采取下列保护措施:

- 惰化;
- 稳定化;
- 改善散热,例如将物质分成小份;
- 限定温度和压力;
- 低温度储存;
- 限定滞留时间。

应避免使用与处理的物质发生危险反应的结构材料。

防止与铁锈蚀和轻金属冲击(例如铝、镁或其合金)和摩擦造成危险的防护措施见 6.4.4。

**警告:**在某些条件下,可能会产生发火花(自燃)的物质,例如,含硫石油产品存储过程中、或者在惰性环境中碾磨轻金属时。

### 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 概述

如果不能采用 6.2 或 6.4 规定的措施,或这些措施不适用,则设备、防护系统和元件设计和制造应能将爆炸效应限制在安全水平。采取的措施有:

- 耐爆炸设计(见 6.5.2);
- 泄爆(见 6.5.3);
- 抑爆(见 6.5.4);
- 预防火焰和爆炸传播(见 6.5.5)。

2) 由于潜在化学反应的多样性,在本部分中规定所有需要的预防措施是不现实的。因此,需要寻求专家的指导。



这些措施基本上是减轻设备、防护系统和元件内部爆炸造成危险的效应。

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，本部分不涉及这些。

**警告：**在所连接的设备、防护系统、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。

## 6.5.2 耐爆炸设计

### 6.5.2.1 概述

设备、防护系统和元件的制造结构应能够承受内部的爆炸而不破裂。通常分为以下两种：

——针对最高爆炸压力的设计<sup>3)</sup>；

——结合泄爆(6.5.3)或抑爆(6.5.4)措施针对减压的爆炸压力的设计。

设备、防护系统和元件可采用耐爆炸压力设计，也可采用耐爆炸压力冲击设计(见图1)：

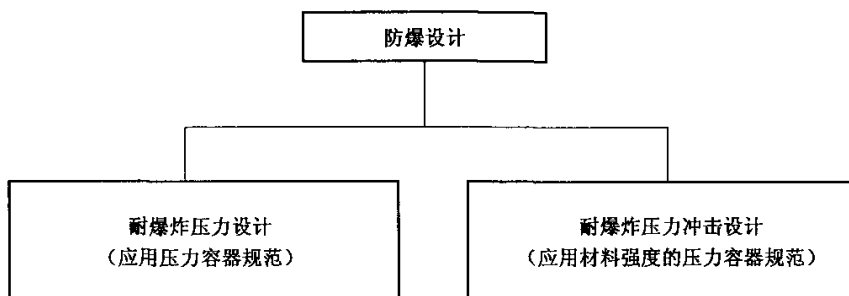


图1 防爆设计方案

如果设备、防护系统和元件的内部被分成几个单元（例如，用管道连接的储罐），其中一个单元发生爆炸时，设备、防护系统和元件的其他部分的压力将升高。结果是，这些单元中将以较高的初始压力发生爆炸，而且，产生的压力峰值比大气条件下预期的压力高。对这样的设备布局，应采取适当措施，例如充分的耐爆炸设计或万一发生爆炸自动阻隔的结构（见6.5.5）。

耐爆炸压力和耐爆炸压力冲击设备的要求参见 GB/T 24626。

### 6.5.2.2 耐爆炸压力设计

耐爆炸压力的设备、防护系统和元件应能承受预期的爆炸压力而不发生永久变形。当计算和制造这样的设备、防护系统和元件时，应符合压力容器的设计和计算的有关规程要求。预期的爆炸压力应作为压力计算的基础。

### 6.5.2.3 耐爆炸压力冲击设计

耐爆炸压力冲击的设备、防护系统和元件的结构应能承受预期的爆炸压力，但可以产生永久变形。耐爆炸压力冲击的设备、防护系统和元件的设计和制造，应符合有关的规范和标准。

发生爆炸之后，应检查系统中受到影响的部件，确定设备、防护系统和元件是否仍能安全运行。这些要求应列入使用信息中（见第7章）。

## 6.5.3 泄爆

泄爆的保护原理是，排放燃烧和未燃烧的混合物以及燃烧气体，降低爆炸压力。可通过设置足以防止设备、防护系统和元件破坏的开孔实现这一要求。

例如，破裂盘、通风盖板或防爆门可作为泄压装置。安全阀不适用于此目的。

排放系统需要的泄压缓冲区范围主要取决于：

3) 如果采取适当的措施（例如，限制浓度）确保实际爆炸压力达不到最高的爆炸压力，设备可设计用于较低的实际爆炸压力。

- 容器的强度；
- 爆炸的烈度(通常用最大压力上升速率和最大爆炸压力表示)；
- 泄压装置的动作压力；
- 泄压装置的型号和重量；
- 容器的容积和几何形状；
- 泄压管道的尺寸(如果使用)；
- 容器中初始的涡流或感生的涡流。

在任何可能的情况下,压力释放的路径均应短而直。应考虑压力释放造成的反作用力。

压力释放系统的安装应能防止泄压过程对人员造成伤害。因此压力应释放到安全区。

除非确有证据证实工作人员不会被伤害(例如,通过火焰、飞出的碎片或压力波),否则不允许将爆炸释放到工作室。应考虑释放对环境的影响。

#### 6.5.4 抑爆

抑爆系统是在发生爆炸时,迅速将抑爆介质注入设备、防护系统和元件中,防止爆炸达到最大爆炸压力。这意味着用这种方式保护的设备和元件能够承受减压的爆炸压力。

当采用爆炸抑制时,爆炸的影响基本上被限制在设备、防护系统和元件的内部。

抑爆系统一般由探测初始爆炸的检测系统和由检测系统触发其出口的压力式抑爆器组成。抑爆器的介质迅速注入被保护的设备、防护系统和元件内,并且尽可能均匀散布,以熄灭爆炸火焰、降低爆炸压力,从而保护设备、防护系统和元件的结构。

#### 6.5.5 预防爆炸传播(阻隔爆炸)

##### 6.5.5.1 概述

可以采用主动装置和被动装置来防止爆炸传播,例如通过管道、呼吸装置或通过投料和清空管道。

在火焰传播速度很高的情况下,或者如果预料会发生爆轰,则需要采取特殊措施。某些情况下,更倾向于采用阻火器、液阻塞、爆炸导向器等被动装置,或与主动系统一起使用。

以下装置可用于不同类型的爆炸性环境,例如:气体、蒸气、薄雾、粉尘和有空气的杂混混合物。应证实这些装置适用于规定用途。

##### 6.5.5.2 用于气体、蒸气和薄雾的装置

例如,对于蒸气、气体和薄雾,使用 6.5.5.2.1~6.5.5.2.5 规定的阻断装置类型。

##### 6.5.5.2.1 阻爆燃型阻火器

这些装置能防止爆炸通过火焰传播,并且能够承受爆炸压力和爆燃的温度应力(阻火器内部包括波纹金属条或烧结金属构成的元件和高速排气阀)。

##### 6.5.5.2.2 用于火焰持续燃烧的阻火器

在阻火器元件或靠近阻火器元件处火焰燃烧稳定的情况下,这些装置能防止爆炸火焰传播。

##### 6.5.5.2.3 阻爆轰型阻火器

这些装置能够承受爆轰的机械应力和热应力并能够防止爆轰的传播,而且能起到爆燃阻火器的作用(例如,带或不带爆轰缓冲器的波纹金属条、浸入型安全装置和液体密封装置)。

##### 6.5.5.2.4 逆燃阻止器

这些装置,利用混合物入口的特殊形状(例如文氏管式)防止火焰逆燃,以及采用一个流速低于某最小值时能够完全阻止混合物流动的装置(例如流量控制阀)来防止火焰逆燃。这些装置用在燃烧室的流动系统上游。

##### 6.5.5.2.5 灭火屏障

为了防止通过管道和导管传播爆炸,可以通过注入灭火剂中止爆炸。由合适的探测器触发注入灭火剂。然而,已经燃烧的混合物产生的压力波传播至屏障处并没有受到影响,应予以考虑(参见 6.5.2)。灭火剂应为适用于可燃性物质的特定类型。

应考虑到被处理的物质以及被物质阻塞这些装置的可能性。

### 6.5.5.3 粉尘用装置

由于存在堵塞的危险,6.5.5.2列出的装置中,其中一些不能用于粉尘环境。为了避免粉尘爆炸通过连接的管道和导管、输送装置等传播,以及避免火焰从设备、防护系统和元件中逸出,例如可采用6.5.5.3.1~6.5.5.3.6列出的装置。

#### 6.5.5.3.1 灭火屏障

灭火屏障见6.5.5.2.5。

#### 6.5.5.3.2 快动阀门和挡板

为了防止火焰和压力在管道和导管中传播,可以使用瞬时闭合的阀门(活门或蝶形门)或挡板。可通过探测器触发驱动装置或由爆炸压力波本身驱动闭合。

#### 6.5.5.3.3 旋转阀门

可用特殊设计的旋转阀防止火焰和压力传播。发生爆炸时,通过探测系统自动停止转子的运动,确保阻止燃烧生成物排出。

#### 6.5.5.3.4 爆炸导向器

爆炸导向器是一段特殊类型的管道,它能够通过改变方向防止爆炸传播,并同时释放爆炸压力。典型的管道一般由一个导管组成,沿气流方向,管弯头被同轴引入装有泄压装置且直径较大的管道。

用爆炸导向器不可能总是可靠地防止爆炸传播。不过,可将火焰传播速度降至较低等级。

#### 6.5.5.3.5 双阀

带有双阀系统的材料传输机械可以用于阻止爆炸的传播。应适当控制确保其中一个阀始终闭合。

#### 6.5.5.3.6 节流器(产品作为屏障)

实际产品能够阻止爆炸的传播,例如通过使用料位控制或者拆除螺杆输送机中的一节螺杆。在这种情况下应能保证物料屏障始终存在。

#### 6.5.5.4 异态混合物用装置

由于操作的原因,通常异态混合物要求6.5.5.3中所述类型的措施。由于有气态成分,应用受到限制。由于对这样的情况没有标准的解决方法,因此每一种情况应根据自身特征考虑。

## 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:

- 全部设备或部分设备紧急停产;
- 部分设备紧急清料;
- 中断设备部件之间物料流动;
- 用合适的物质(例如氮气、水)冲浸部分设备。

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,适用时应进行监控。采用的测量和控制系统应能产生适当的响应。

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所需的可靠性。

如果危险评定和爆炸安全方案认为,不采用测量和控制措施会出现高级别危险(例如危险的爆炸性

环境连续存在、并且很可能出现有效点燃源),那么,测量和控制系统的的设计应使单一故障不能够导致爆炸安全方案失效。可以利用测量和控制系统的冗余结构或失效保护技术来实现。也可以利用单个测量和控制系统确保防止出现危险的爆炸性环境的措施,另加一个独立的测量和控制系统确保防止产生有效点燃源的措施,通过这两种系统的组合使用也能实现所要求的可靠性。

如果危险评定和爆炸安全方案认为,即使没有任何测量和控制措施,仅出现轻度危险(例如,出现危险的爆炸性环境或有效点燃源的可能性已被降低),则单个测量和控制程序就可以了。

在所有情况下,降低危险的爆炸性环境出现的可能性和降低有效点燃源出现的可能性,应符合 6.1 的要求。

测量和控制系统能够(例如)启动警报器或使设备自动停机。测量和控制系统的完整性(包括失效保护技术或冗余等级以及通过它们进行的活动)要依据危险评定确定。评定应保证测量和控制系统的可靠性,在所有运行条件下均能够将危险降低到可允许的程度。

附录 C 说明了在正常运行情况、故障状态和罕见故障状态下限制出现有效点燃源的测量和控制系统使用的原则。

## 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 15706.2—2007 规定的要求。特别注意在爆炸性环境使用的特殊要求。

信息应明确说明设备和防护系统的类别和级别,包括供使用的资料。(参见 GB 3836 系列标准、GB 12476 系列标准和 GB 25286 系列标准等相关标准)

### 7.2 设备、防护系统和元件的资料

必要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) 火灾探测和灭火系统;
  - 10) 爆炸隔断系统;
  - 11) 紧急停机系统;
  - 12) 耐爆炸结构。
- 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。

### 7.3 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) 正常运行包括启动和停机的说明；
- b) 系统的维护和修理,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。

### 7.4 资质和培训

应提供有关资质和培训需要的信息,使用户能够选择胜任的工作人员,在能出现爆炸性环境的场所进行作业。

**附录 A**  
**(资料性附录)**  
**爆炸性环境用工具**

手持式工具的使用说明书应考虑下列内容。

必须区别两种不同类型的工具：

- 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 0 区和 20 区,不允许使用能引起火花的工具。

在 1 区和 2 区,仅允许使用符合 a)项要求的钢质工具。如果能确保工作场所不存在危险的爆炸性环境,允许使用符合 b)项要求的工具。

然而,如果由于出现 II C 组爆炸物质(根据 GB 3836.1—2010)(乙炔、二硫化碳、氢气)和硫化氢、环氧乙烷及一氧化碳而存在爆炸危险,在 1 区绝对不允许使用任何类型的钢质工具,除非在使用这些工具的过程中确保工作场所不存在危险的爆炸性环境。

在 21 区和 22 区可允许使用符合 a)项的钢质工具。如果工作场所与 21 区和 22 区的其他区域隔离,且已采取下列辅助措施,允许使用符合 b)项的钢质工具：

- 沉积粉尘已经从工作场所清除;或者
- 工作场所保持润湿,使粉尘既不可能在空气中弥散,也不能造成任何阴燃过程。

在 21 区和 22 区或在其附近区域切割或磨削时,应考虑到产生的火花能飞出很远的距离、并能导致形成可阴燃的微粒。因此,工作场所周围的其他地方也应该采取所提及的保护措施。

在 1 区、2 区、21 区和 22 区使用工具应有“作业批准”体系的制度。这些应列入使用信息中。

## 附录 B

(资料性附录)

## 保护级别和分区之间的关系

从设备、防护系统和元件制造者的角度来看,分级体系如表 B.1 所示。

表 B.1 保护级别和区域之间的关系

级别	用于爆炸性环境的设计类型	用于分区的设计	也适用于分区
Ga	气体/空气混合物 蒸气/空气混合物 薄雾/空气混合物	0	1 和 2
Da	粉尘/空气混合物	20	21 和 22
Gb	气体/空气混合物 蒸气/空气混合物 薄雾/空气混合物	1	2
Db	粉尘/空气混合物	21	22
Gc	气体/空气混合物 蒸气/空气混合物 薄雾/空气混合物	2	—
Dc	粉尘/空气混合物	22	—

从使用者的角度来看,可应用的不同级别的设备如表 B.2 所示。

表 B.2 不同区域可应用的设备

区	适用的级别	如果设计用于
0	Ga	气体/空气混合物 蒸气/空气混合物 薄雾/空气混合物
1	Ga 或 Gb	气体/空气混合物 蒸气/空气混合物 薄雾/空气混合物
2	Ga 或 Gb 或 Gc	气体/空气混合物 蒸气/空气混合物 薄雾/空气混合物
20	Da	粉尘/空气混合物
21	Da 或 Db	粉尘/空气混合物
22	Da 或 Db 或 Dc	粉尘/空气混合物

附录 C  
(资料性附录)

利用测量和控制系统避免有效点燃的原则

利用测量和控制系统避免有效点燃的原则在表 C.1 中说明。

表 C.1 避免有效点燃源所必需的附加测量和控制系统

爆炸危险的场所	现有设备、防护系统和元件满足下列要求	必要的附加测量和控制系统
不出现	无特殊要求	无
2 区或 22 区	正常运行过程中预期不会出现点燃源	无
1 区或 21 区	正常运行过程中预期不会出现点燃源	在故障状态下用单个系统消除点燃源
	正常运行和故障状态下预期不会出现点燃源	无
0 区或 20 区	正常运行过程中预期不会出现点燃源	在故障和罕见故障状态下,用冗余系统或失效保护系统避免点燃源
	正常运行和故障状态下预期不会出现点燃源	在罕见故障系统下用单个系统避免点燃源
	正常运行、故障和罕见故障状态下预期不会出现点燃源	无