



中华人民共和国国家标准

GB/T 25285.1—201×

代替GB/T 25285.1—2010

爆炸性环境 爆炸预防和防护 第1部分：基本概念和方法

Explosive atmospheres—Explosion prevention and protection—

Part 1: Basic concepts and methodology

（草案稿）

（本稿完成日期：2019.07）

201×-××-××发布

201×-××-××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	1
3 术语和定义	2
4 危险评定	6
4.1 通则	6
4.2 爆炸危险识别	6
4.4 评定爆炸可能产生的效应	8
5 可能点燃源	9
5.1 热表面	9
5.2 火焰和热气体（包括热颗粒）	9
5.3 机械产生的火花	9
5.4 电气设备	10
5.5 杂散电流、阴极防腐措施	10
5.6 静电	10
5.7 雷电	10
5.8 10^4 Hz~ 3×10^{11} Hz 射频（RF）电磁波	10
5.9 3×10^{11} Hz~ 3×10^{15} Hz 电磁波	11
5.10 电离辐射	11
5.11 超声波	11
5.12 绝热压缩和冲击波	11
5.13 放热反应（包括粉尘的自然）	11
6 风险降低	12
6.1 基本原理	12
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	14
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	15
6.5 设备、保护系统和元件降低爆炸效应的的设计和制造要求	21
6.6 对紧急措施的规定	21
6.7 爆炸预防和防护用测量和控制系统的原理	21
7 使用资料	22
7.1 通则	22
7.2 试运行、维护和修理时防止爆炸的资料	22
7.3 资质和培训	23
附 录 A（规范性附录） 爆炸性环境用工具	24
附 录 B（资料性附录） 设备密封性	25
附 录 C（资料性附录） 保护级别和分区之间的关系	27

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 1 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 25285.1—2010《爆炸性环境 爆炸预防和防护 第 1 部分：基本原则和方法》，与 GB 25285.1—2010 相比，主要技术变化如下：

- 修改了危险评定（第 4 章、第 5 章，见 2010 版的第 4 章）；
- 删除了气体蒸汽和粉尘分区（见 2010 版的 6.3.2 和 6.3.3）；
- 增加了雷电防护措施的要求（见 6.4.8）；
- 删除了耐爆炸设计、泄爆、抑爆、预防爆炸传播措施的具体内容（见 2010 版的 6.5.2～6.5.5）；
- 增加了设备密封性（见附录 B）；
- 删除了保护级别和分区之间的关系（见 2010 版的附录 B）；
- 删除了利用测量和控制系统避免有效点燃的原则（见 2010 版的附录 D）。

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 25285.1—2010。

引 言

本部分介绍了爆炸预防和防护的基本概念和方法。

爆炸可能源自：

- 设备、保护系统和元件加工或应用的材料；
- 设备、保护系统和元件释放的材料；
- 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。

由于设备、保护系统和元件的安全不仅取决于设备、保护系统和元件本身，也取决于处理的材料及其用途，本标准涉及预定用途和可预见的误用有关的内容，即：制造商在设计和制造期间，宜考虑设备、保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、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。

爆炸性环境 爆炸预防和防护

第1部分：基本概念和方法

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）相应的防爆措施在第6章中涉及，与c)相应的防爆措施在第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、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、保护系统和元件时达到防爆安全。

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

本部分适用于各个使用阶段的设备、保护系统和元件。

本部分适用于除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以外的其它场所使用的II类和III类设备。

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、保护系统和元件；
- 由物质与除大气中的氧气外的其它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、保护系统和元件。

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 3836.2 爆炸性环境 第2部分：由隔爆外壳“d”保护的設備

GB/T 3836.11 爆炸性环境 第11部分：气体和蒸气物质特性分类 试验方法和数据

GB/T 25285.1—201×

- GB/T 3836.12 爆炸性环境 第12部分：可燃性粉尘物质特性 试验方法
- GB/T 3836.14 爆炸性环境 第14部分：爆炸性气体环境场所分类
- GB/T 3836.15 爆炸性环境 第15部分：电气装置的设计、选型和安装
- 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 12476.3 可燃性粉尘环境用电气设备 第3部分：存在或可能存在可燃性粉尘的场所分类
- GB/T 15706 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小
- GB/T 16426 粉尘云最大爆炸压力和最大压力上升速率测定方法
- GB/T 16425 粉尘云爆炸下限浓度测定方法
- 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 37241 惰化防爆指南
- GB/T 25445 抑制爆炸系统
- GB/T 24626 耐爆炸设备
- EN 14034-4 粉尘云爆炸特性测定 第4部分：粉尘云极限氧浓度（LOC）测定（Determination of explosion characteristics of dust clouds—Part 4: Determination of the limiting oxygen concentration LOC of dust clouds）
- EN 14491 粉尘爆炸泄压保护系统
- IEC TS 60079-42 控制防爆设备潜在点燃源的电气安全装置
- ISO 16852 阻火器 性能要求、试验方法和使用要求（Flame arresters Performance requirements, test methods and limits for use）
- EN 1839 气体和蒸汽爆炸极限测定（Determination of explosion limits of gases and vapours）
- EN 14756 可燃气体和蒸气的极限氧浓度（LOC）测定（Determination of the limiting oxygen concentration（LOC）for flammable gases and vapours）
- EN 14797 爆炸泄压装置（Explosion venting devices）
- EN 15089 爆炸隔离系统（Explosion isolation systems）
- EN 15198 预期用于潜在爆炸性环境的非电气设备和元件风险评估方法（Methodology for the risk assessment of non-electrical equipment and components for intended use in potentially explosive atmospheres）
- EN 15794 易燃液体爆炸点的测定（Determination of explosion points of flammable liquids）
- EN 15967 气体和蒸汽的最大爆炸压力和最大压力上升率的测定（Determination of maximum explosion pressure and the maximum rate of pressure rise of gases and vapours）

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

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

对设备和保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、仪器及探测或保护系统。

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 (LEL) lower explosion limit (LEL)

爆炸范围的下限值。

3.10

爆炸上限 (UEL) 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汽浓度等于爆炸下限时的温度。

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汽浓度等于爆炸上限时的温度。

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

杂混物 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、保护系统和元件安全运行所要求的全部资料使用设备、保护系统和元件。

3.23

极限氧气浓度（LOC） limiting oxygen concentration（LOC）

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

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、保护系统和元件不能完成其规定功能的情况）。

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、保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）；
- 设计错误或有缺陷（例如：软件出错）；
- 电源或其它操作的干扰；
- 操作员控制失误（特别是手动机械）。

3.26

最大试验安全间隙（MESG） 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25mm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/T2900.35）

3.27

最大爆炸压力 (P_{max}) 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 ((dp/dt)_{max}) 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 (MIE) 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GB/T 3836.11规定的条件下, 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. 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、保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

保护系统 protective system

指一些设计单元, 旨在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。保护系统可以装配到设备上, 或作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 危险评定

4.1 通则

对每个单独的场所，应根据GB/T 16856和/或EN 15198进行危险评定，除非有对情况更加适合的其他标准：

- a) 识别爆炸危险并确定危险爆炸性环境出现的可能性（见4.2）；
- b) 识别点燃危险并确定潜在点燃源出现的可能性（见4.3）；
- c) 评估点燃后爆炸的可能影响（见4.4）；
- d) 评估风险以及是否达到预期的保护等级；

注：预期保护等级至少由法律要求和用户规定的附加要求（如有必要）来定义。

- e) 考虑降低风险的措施（见第6章）。

特别是对于复杂设备、保护系统和元件，构成独立单元的装置，尤其是以上全部的扩展装备，应采用综合评定方法。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、保护系统和元件本身；
- 设备、保护系统和元件与其处理物质之间的相互作用；
- 在设备、保护系统和元件中进行的特殊工业过程；
- 设备、保护系统和元件的周围环境及可能与相邻生产过程的相互作用。

4.2 爆炸危险识别

4.2.1 通则

爆炸危险通常与设备、保护系统和元件所处理、使用或释放的材料和物质有关，以及与制造设备、保护系统和元件的材料有关。其中一些释放的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。

爆炸性环境被有效点燃源点燃时，与之有关的潜在危险释放出来。

4.2.2和4.2.3中列出的安全特性介绍了与安全有关的可燃物质特性。材料特性和安全特性可用于爆炸危险识别。

注：需要注意，这些安全特性不是常量，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。对于特定的应用，宜对设备中出现的粉尘试样进行试验，得出的数据用于危险识别。

4.2.2 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：

- 爆炸下限温度点，由闪点代替（见EN 15794）；
- 爆炸极限（LEL、UEL）（见EN 1839、GB/T 16425和EN 14756）；
- 极限氧气浓度（LOC）（见EN 14034-4、EN 14756）。

4.2.3 爆炸特性

爆炸性环境点燃后的特性应用下列数据表示：

- 最大爆炸压力 ($P_{\max}$) (见 GB/T 16426、EN 14034-4 和 EN 15967);
- 最大爆炸压力上升速率 ($(dp/dt)_{\max}$) (见 GB/T 16426、EN 14491 和 EN 15967);
- 最大试验安全间隙 (MESG) (见 GB/T 3836.2)。

4.2.4 危险爆炸性环境出现的可能性

危险爆炸性环境出现的可能性取决于下列方面:

- 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;
- 可燃性物质在空气中的浓度在爆炸范围内;
- 一点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。

如果不可能对危险的爆炸性环境出现的可能性进行评估,应假定这样的环境始终存在。

a) 可燃性物质的存在

可燃性物质应被视为能够形成爆炸性环境的材料,除非对其特性的调查表明,在与空气的混合物中,爆炸不能自行传播。在评定危险爆炸性环境出现的可能性时,应考虑通过现有材料的化学反应、热解和生物过程可能形成的爆炸性环境。

b) 可燃性物质的扩散程度

由于气体、蒸气和薄雾的本质特性,它们具有很高的扩散程度足以造成爆炸性环境。对于粉尘,假如颗粒尺寸小于0.5 mm,也足以产生爆炸性环境。

注1:在现实中出现的大量薄雾、悬浮微粒和各类粉尘,其颗粒尺寸均在0.001 mm和0.1 mm之间。

应注意杂混物中可能发生爆炸,尽管杂混物中的可燃性物质均不在爆炸范围内。

c) 可燃性物质的浓度

当散布在空气中的易燃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2: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。在可燃物与氧气混合物的情况下,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,能够形成爆炸性环境(见6.2.1.2)。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,能形成爆炸性环境。

注3:在远低于较低爆炸下限温度点(LEP)的温度下,气溶胶和薄雾可能成为爆炸性混合物。

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,当可燃性粉尘沉积时,通常认为表明爆炸性环境可能形成。

d) 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4.4)。

注:根据经验,10 dm³的相连爆炸性环境始终是危险的。

4.3 点燃危险识别

4.3.1 通则

首先，应确定哪些类型的点燃源是可能的且与设备相关的。第5章考虑了不同的点燃源。应评定可能接触爆炸性环境的所有点燃源的重要性。

随后，所有设备相关点燃源的点燃能力应与可燃性物质的点燃特性相比较。（见4.3.2）。

该步骤应形成设备或元件类型或设备或元件的所有潜在点燃源的完整列表。随后，对潜在点燃源变为有效点燃源的可能性进行评定，也应考虑维护和清洁时可能产生的点燃源。

4.3.2 点燃特性

应确定爆炸性环境的点燃特性。相关数据如：

- 最小点燃能量（见 GB/T 3836.12）；
- 爆炸性环境的最低点燃温度（见 GB/T 3836.11 和 GB/T 3836.12）；
- 粉尘层的最低点燃温度（见 GB/T 3836.12）。

4.3.3 有效点燃源出现的可能性

应根据成为有效点燃源的可能性，按下列方式对潜在点燃源进行分类：

- a) 能够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、保护系统和元件，这种分级应视为等效于下列情况：

- a) 正常运行期间能够出现的点燃源；
- 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；

注：可以采取保护措施，使点燃源失效。（见6.4）。

假如有效点燃源出现的可能性不可能估计，则应假定有效点燃源始终存在。

4.4 评定爆炸可能产生的效应

为了评定爆炸可能产生的效应，应考虑下列因素，例如：

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

上述后果与下列因素有关：

- 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；
- 考虑障碍物的周围环境的几何形状；
- 外壳和支承结构的强度；
- 受危险影响人员穿戴的个体防护设备；
- 受危险影响的物体的物理性质。

为了使用者评定对人、家畜或财产的预期损害以及受危害场所的大小，需要提供爆炸后果的信息。适当的信息应是用户说明的一部分。

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，也可采用本部分标准作为指南。

5 可能点燃源

5.1 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(见5.2)。

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,引发点燃的温度与受热物体的尺寸和形状、与邻近表面的浓度变化率、某种程度上与表面的物质都有关系。因此,例如在相当大的受热空间(大约1升或更大)内,爆炸性气体或蒸气环境能够被低于按照GB/T 3836.11或其它等效方法测定的表面温度点燃。反之,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升高。当一种爆炸性环境流过受热表面时,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。

除了容易辨认的诸如散热器、干燥箱、加热线圈及其它产品的热表面,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、保护系统和元件,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5.2。

防止来自热表面造成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)

火焰与温度高于1000℃时的燃烧反应有关。热气体是反应的产物,并且在含尘和/或烟炭火焰中,也产生炽热的固体颗粒。火焰及其热反应的产物或其它高度加热的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、保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。预防火焰传播需要特殊设计的保护措施(见6.5)。

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防护措施见6.4.3。

5.3 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,这也能成为爆炸性环境的引燃源。

进入到设备、保护系统和元件的外物,例如石粒或杂散金属粒,应作为引起火花的因素予以考虑。

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。

金属氧化物和轻金属(例如铝和镁)及其合金的冲击能够引起铝热反应,也能引起爆炸性环境点燃。

轻金属钛和锆与足够坚硬的材料撞击或摩擦时,即使不经氧化也能够产生引燃火花。

焊接和切削工作中的点燃危险见5.2。

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

对于电气设备，电火花和热表面（见5.1）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5.5）。

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。

5.5 杂散电流、阴极防腐措施

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。

即使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，如果使用保护阳极，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。对杂散电流和阴极防腐引起点燃危险的防护措施见6.4.6。

5.6 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，多数为塑料以及其它材料，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。

火花、传播型刷状放电、锥形放电和云放电能点燃所有类型的爆炸性环境，这取决于它们的放电能量。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，可排除刷形放电点燃可燃性粉尘/空气环境

防止静电引起点燃危险的防护措施见6.4.7。

5.7 雷电

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

大量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、保护系统和元件产生很高的感应电压并能导致点燃危险。

防止雷电引起点燃危险的防护措施见6.4.8。

5.8 10^4 Hz~ 3×10^{11} 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。

位于辐射区域内的所有导电部件都具有接收天线的作用。如果辐射区域的功率足够大，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，接收到的射频功率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，以及在特定波长和射频功率条件下接收天线的规格。

防止射频频谱中电磁波造成点燃危险的防护措施见6.4.9。

5.9 3×10^{11} Hz~ 3×10^{15} Hz 电磁波

该频谱范围内的辐射，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，强烈光源（持续或闪动）的辐射被粉尘颗粒大量吸收，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非常大，从而引起点燃。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脏的透明部件上的粉尘颗粒吸收时，也出现发热过程。

应当注意到，产生辐射的设备、保护系统和元件（例如灯管、电弧、激光等），本身就是5.1和5.4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防护措施见6.4.10。

5.10 电离辐射

由于吸收能量，例如，X射线管和放射性物质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，放射源本身由于内部吸收辐射能量，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。

5.11 超声波

在使用超声波的过程中，电声波转换器发射的大部分能量被固体或液体物质所吸收。因此受超声波影响的物质温度升高，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。

5.12 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波中，能够产生高温点燃爆炸性环境（和沉积粉尘）。温度的升高主要取决于压力比，而与压力差无关。

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，润滑油雾压缩点燃能产生爆炸。

例如，在高压气体突然泄压到管道的过程中，产生冲击波。在这个过程中，冲击波传播到低压力区域的速度比声速快。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：容装具有高氧化性气体（例如纯氧或含氧浓度较高的气体环境）或不稳定气体的设备、保护系统和元件，在绝热压缩、冲击波乃至纯气流的作用下，由于润滑剂、密封垫、甚至结构材料能被点燃，设备、保护系统和元件能成为有效点燃源。如果由此导致设备、保护系统和元件破坏，其中一些部分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。

5.13 放热反应（包括粉尘的自燃）

发生放热反应时，如果发热速率大于热散失到周围环境的速率，则放热反应能起到点燃源的作用。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、以及其它参数。这种高温能导致爆炸性环境点燃，也能造成焖燃和/或燃烧。

注1：不存在用于识别能够维持阴燃燃烧的材料的标准试验。

注2：不能在粉尘层中自我持续燃烧或阴燃的材料分散在空气中时仍可能会产生粉尘爆炸。

这种反应包括可产生火花的物质与空气的反应、碱金属与水的反应、可燃性粉尘自燃、生物加工处理引起饲料自身发热、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3：有些化学反应（例如，加热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，能发生强烈反应引起点燃。

某些物质的化合作用，尤其是细碎弥散时（例如，铝/铁锈或糖/氯酸盐），受到冲击或摩擦作用会产生剧烈的反应（见5.3）。

防止化学反应引起点燃危险的保护措施见6.4.14。

注4：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不予考虑。

6 风险降低

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；

b) 防护：

通过防护措施停止爆炸和/或把爆炸限制到容许的程度，例如隔离、泄压、抑制、隔离。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形成防爆安全概念。

在爆炸预防和爆炸防护措施策划中，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，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。

应将可燃性材料的量降至合理的最低量。

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，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。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。

如果设备、保护系统和元件中的浓度高于爆炸上限，则内部不存在爆炸危险；然而，独立于设备内部的粉尘浓度，由于吸入空气，潜在的释放可能导致设备、保护系统和元件外部产生爆炸危险。由于空气进入设备、保护系统和元件中，也能在内部产生爆炸危险。

对于能够排除爆炸性薄雾环境的可燃性液体，当液面温度始终充分低于爆炸下限温度点时，可达到保持浓度低于爆炸下限的目的。这取决于可燃性液体的化学性质和成分。

注1：对于可燃性液体中的可燃性气体溶液，利用爆炸温度点会产生误解。如果液体在可能出现分解或缓慢氧化的温度下存放（例如，沥青、重燃料油），爆炸温度点也会导致误解。

注2：通常，适当选择运行条件有可能使整个设备、保护系统和元件中保持足够高的蒸汽浓度，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储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，整个存储容器内环境的浓度才会超过爆炸上限。

注3：某些卤代烃液体，尽管不能确定液体的爆炸温度点，仍能形成爆炸性环境。

对于可燃性粉尘来说，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、保护系统和元件的总容积来计算粉尘的浓度，通常得出错误的结果。局部粉尘浓度与总体计算得的结果相差很大。

6.2.1.3 惰化

添加与所加工的产品相容的惰性气体（例如，氮气、二氧化碳、稀有气体）、水蒸汽或惰性粉状物质（例如，碳酸钙）能防止形成爆炸性环境（惰化），见GB/T 37241。

当用水蒸汽惰化时，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。惰化所需的极限氧浓度取决于所使用的惰性气体。

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，除非测量表明是其它情况。

通过加入相容的惰性粉尘，也能使可燃性粉尘-空气混合物惰化。

6.2.2 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。应尽可能使用难燃的制造材料。

相邻设备的工作处理方式不应产生有危险的影响。例如，可通过相互之间空间隔离或将设备相互屏蔽来实现。连续地把可燃性物质分成较小的份量，与此同时在某一区域，甚至在大容积流量情况下，仅保持少量的可燃性物质有利于安全。

6.2.2.2 避免或减少可燃性物质的释放

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持久无泄露。在承受动态压力的密封件和衬垫处，例如在泵的密封圈或在采样处，可能出现少量泄漏。

通过将逸出的蒸汽封闭并转移到不存在点燃危险的区域，可以防止在释放点附近出现危险爆炸性环境。

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。应特别注意下列方面：

- 结构材料的选择，包括密封垫、接合件、密封填料和热绝缘的材料，并考虑可能的腐蚀、磨损和被处理物质相互作用的危险；
- 涉及到密封性的装配（参见附录 B）。活动连接件的数量和尺寸应保持必需的最低值；
- 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；
- 排液和局部通风完好控制微量泄漏；
- 活动的连接件应设置封端联轴器；
- 填充和排空操作。应考虑使用蒸汽平衡系统并且开孔的数量和尺寸保持在最低值。

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、保护系统和元件的内部和外部。

注：GB/T 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。

应该预料到，在正常运行期间能够打开（例如，在转运处或在检测和清洁孔处）或出现故障的设备、保护系统和元件，会有粉尘泄漏。使粉尘传送设备、保护系统和元件内的压力稍微低于环境的压力（吸入法），或在释放源或泄露点处仔细收集粉尘（局部提取法），以此达到防护目的。

6.2.2.4 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、保护系统和元件的结构应尽可能避免可燃性粉尘堆积。

除了6.2.2.1~6.2.2.3已经提到的措施外，下列几点也应特别注意：

- 输送和消除粉尘系统的设计应根据流体力学原理，特别要注意管道行程、流速、表面粗糙度。
- 粉尘传送设备、保护系统和元件中诸如结构部件、丁字梁、缆道、窗槛和所谓死角的表面应尽可能少。例如，选择因加护套而使沉积表面减小的结构部件、或斜置不可避免的沉积表面，可以部分实现此目的。通过制作光滑表面（例如瓷砖、涂油漆），至少可以部分防止粉尘附着，而且便于清理。使用反衬颜色使沉积粉尘更易看清。
- 应提供适当的清理措施（例如光滑表面、清理时易接近、装备中央真空净化系统、提供移动式真空除尘器的电源）。应特别注意受热表面上粉尘的清除，例如，管道、散热器、电气设备。
- 干燥机、制粒机、料仓和粉尘收集装置，应选择适当的清空装置。
- 清洁设备应适用于可燃性粉尘（如无有效点燃源）。

6.3 危险场所

6.3.1 概述

危险场所可能取决于某些设备的设计和使用，并且在规划设计和预定用途时应将其考虑在内。

避免有效点燃源所需要采取措施的程度取决于危险爆炸性环境出现的频率和持续时间。

注1：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。

注2：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，需要采取其它措施避免可燃性粉尘的有效点燃源。

危险场所的区域划分见GB/T 3836.14和GB/T 12476.3。

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 概述

当设备、保护系统和元件用在危险场所时，应考虑第5章讨论的点燃过程，检查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6.4.2~6.4.14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、保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）。

防护措施的等级取决于爆炸性环境出现的可能性和潜在爆炸的影响。

注：通过辨别设备的不同设备保护级别（EPL）实现。这些级别反映了不同区域的要求。

下面是确定设备保护级别（EPL）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性气体、蒸汽、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：

——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、蒸汽、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C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、保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、保护系统和元件

Gc级：应避免能连续出现或频繁出现（例如，在设备、保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、保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、保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、保护系统和元件

Dc级：应避免能连续出现或频繁出现（例如，在设备、保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、保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、保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、保护系统和元件

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，则通常以特殊调查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（见6.4.2～6.4.14）。

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

6.4.2 热表面

由热表面造成的危险的确定见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（气体/蒸气/薄雾或粉尘为可燃性物质）和设备的级别，设备、保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、保护系统和元件

Ga级：所有能够接触爆炸性环境的设备、保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自燃温度（℃）的80%。

Gb级：所有能够接触爆炸性环境的设备、保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自点燃温度（℃）。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或液体的自燃温度（℃）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、保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自燃温度（℃）。

所有级别的设备、保护系统和元件

在特殊情况下，如果有确切证据证实不会出现点燃，可超过上述温度限值。

用于爆炸性粉尘/空气环境的设备、保护系统和元件

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（℃）的2/3。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（GB/T 3836.15）；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（℃）的2/3。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（GB/T 3836.15）；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（℃）的2/3。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（GB/T 3836.15）。

所有级别的设备、保护系统和元件

在特殊情况下，如果有确切证据证实不会出现点燃源，可能超过上述温度限值。

6.4.3 火焰和热气体

确定由火焰和热气体引起的危险见5.2。

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。

所有级别：除下列介绍的情况之外，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。

Gb、Db级和Gc、Dc级：只有火焰被安全隔绝，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，对于隔绝火焰的设备、保护系统和元件（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。如果燃烧所需的空气来自1区、2区、21区或22区，则应通过实施适当的保护措施来防止危险（见6.5）。

注：即使在故障情况下，Gb和Db级装置也不能产生有效的点燃烧源。

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。

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、保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、保护系统和元件，也不能使用。尤其是，应避免铝或镁与铁或钢之间的摩擦。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份。

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。宜考虑到与润湿介质的可能反应，见GB/T 3836.×《非电气cbk》。

6.4.5 电气设备

确定电气设备引起的危险见5.4。

所有类别：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 杂散电流和阴极防腐

确定杂散电流和阴极防腐造成的危险见5.5。

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、保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/T 3836.15进行保护。

Ga、Da级和Db级：应对设备的所有导电部件，以及按照GB/T 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资料中（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资料中（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。

应对具有外加电流阴极防腐的系统提供特殊保护措施。

6.4.7 静电

确定静电造成的危险见5.6。

如果由静电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有危险带电等级。这些要求应列入使用资料中（见第7章）。

注1：IEC 61340-4-4给出了为避免静电放电风险而设计的集装袋（FIBC）的试验方法。

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，在使用不合适的导电传动带的情况下），才需要采取接地要求以外的措施。

注2：对这一问题的其它信息见GB 12158。

6.4.8 雷电

Ga、Da级和Gb、Db级的防护措施：雷电传导路径的实现应确保预热、点燃火花、交替喷射火花不能成为爆炸性环境的点燃源。这也适用于更远距离的雷击。

这些措施的实施至少应确保能控制半径为30m的雷电。

雷电防护措施的效果或配置不需要损害其他防护措施，如阴极腐蚀防护。

除电线外，可靠导电连接的金属设备部件假定为金属部件和接地连接之间的导体。

等电位连接以及电路点和管道连接的设计应确保在雷电的电流中不会产生火花或不适当的高预热。管道上的适当连接件是焊接标记或螺栓或法兰上用于放入螺钉的螺纹孔。

对于Ga、Da级设备，这些连接的尺寸应能承受雷电的电流。

此外，对于Ga、Da级设备，过电压保护系统应安装在危险场所之外。

Gc、Dc级的防护措施：不需要避雷器，因为雷电与爆炸性环境的同时发生概率能视为是极低的。如有必要，可采取组织预防措施（如在维护期间）。

确定由雷电造成的危险见5.7。

如果由雷电引起的危险已被识别，则设备、保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区造成有害影响，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资料中（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。

注：防雷见EN 62305-2和EN 62305-3。

6.4.9 $1 \times 10^4 \text{ Hz} \sim 3 \times 10^{11} \text{ Hz}$ 射频（RF）电磁波

确定由射频电磁波造成的危险见5.8。

如果由射频电磁波引起的危险已被识别，则设备、保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（见5.8）之间，各个方向都应保持一个安全距离。

注1：对于有方向模式的发射系统，应注意安全距离取决于方向。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：例如国家电讯管理局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。

所有级别的射频系统也应符合6.4.5的要求。

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

确定由频谱范围电磁波而造成的危险见5.9。

应当注意，产生辐射的设备、保护系统和元件（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、保护系统和元件应该符合下列要求：

所有级别：通过共振吸收能够引起点燃的装置不允许使用（见5.9）。

Gc、Dc级：能够产生辐射、并且已被认可或适用于存在该级别对应爆炸性环境的场所的电气设备（见6.4.5）允许使用，前提是满足下列条件：

- 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低值；或者
- b) 辐射被安全包封屏蔽起来，确保：
 - i. 安全可靠地防止从外壳泄露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
 - ii. 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。
 正常运行过程中应保证这一点。

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：当辐射完全被吸收器吸收时的某些应用，如用于气体和蒸汽/空气混合物的光辐射设备，见GB/T 3836.22和GB/T 3836.1。

6.4.11 电离辐射

确定电离辐射造成的危险见5.10。

如果由电离辐射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：对于辐射源运行需要的电气系统，应遵守6.4.5中规定的方向。

对激光的保护措施见6.4.10。

Gc、Dc级：允许电离辐射，前提是满足下列条件：

- 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：
 - i. 安全防止从外壳泄露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
 - ii. 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。
- 正常运行过程中应保证这一点。

Gb、Db级：在不常见的情况下（例如，故障状态），上述条件也应保证。

Ga、Da级：在罕见情况下（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5.11。

如果由超声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：

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造成的点燃危险。对于关联的电气系统，应参考第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：只有确保工作程序的安全性，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。

Gb、Db级和Gc、Dc级：在使用常规超声波探伤仪的操作过程中（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 $1\text{mW}/\text{mm}^2$ ，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5.12。

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：

Ga、Da级：能引起压缩或冲击波、造成点燃的操作应予避免。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：应防止仅在正常运行过程中出现的、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、保护系统和元件，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5.13。

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

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；
- 在较低的温度下存放；
- 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。

防止与锈蚀的轻金属冲击（例如铝、镁或其合金）和磨擦造成危险，保护措施见6.4.4。

警告：在某些条件下，可能会产生发火花的物质，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、保护系统和元件降低爆炸效应的设计和制造要求

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、保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 GB/T 24626）；
- 泄爆（见 EN 14797）；
- 抑爆（见 GB/T 25445）；
- 隔离爆炸（见 EN 15089、EN ISO 16852）。

这些措施基本上是减轻设备、保护系统和元件内部爆炸造成危险的效应。

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，在出现压力峰时，这样的加速能够导致由爆燃发展到爆轰。

2) 由于潜在的化学反应多种多样，所以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。

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；
- 部分设备紧急排空；
- 设备部件之间物料中断流动；
- 用合适的物质（例如氮气、水）冲浸部分设备。

在设备、保护系统和元件的设计和制造过程中，应把这些措施加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。这意味着过程控制能用于爆炸预防和防护的三种基本原理：

GB/T 25285.1—201×

——避免爆炸性环境；

——避免有效引燃源；

——降低爆炸效应，见 GB/T 3836.×《非电气基本原则》和 GB/T 3836.×《非电气 cbk》。

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（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A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

应提供有关资质和培训需要的资料，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
(规范性附录)
爆炸性环境用工具

负责操作存在潜在爆炸性环境的装置和工艺的人员应向所有在现场工作的人员提供有关安全使用手动工具的资料。应区别两种不同的类型的工具：

- 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)款要求的钢质工具。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)款要求的工具。

然而，如果由于出现ⅡC类爆炸物质（根据GB/T 3836.11）（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。

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

- 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，工作场所周围的其它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”体系的认可。这些应列入使用资料中。

附 录 B

(资料性附录)

设备密封性

B.1 概述

通过设备的密封性,可以防止或限制设备外形成危险爆炸性环境。在这里,区别在于:

- 持久技术密封的设备;
- 由于操作导致可燃性材料泄漏的技术上密封的设备。

注1:设计处理可燃性气体、液体和粉尘的设备时,宜选择能够承受预期的机械、热和化学应力的材料,并排除表面材料与可燃性混合物反应产生的危险。

注2:选择材料时,宜考虑腐蚀行为。对于表面磨损,在计算表面厚度时宜考虑公差;作为防止点蚀的基本保护措施,宜选择适当的材料,尤其是在暂停阶段采取适当的保护措施。

B.2 技术密封的设备

- a) 如果设备持久技术密封,则预期不会有释放。
- b) 如果符合下列情况,则认为设备持久技术密封:
 - 1) 结构上保持设计的持久技术密封性;或
 - 2) 通过维护和监督措施,使其技术严密性得到永久保证。
- c) 具有持久技术密封结构的设备在关闭时不会在其周围造成任何危险场所。
- d) 持久技术密封的设备示例如下:
 - 1) 焊接设备:
 - (1) 可分离元件,其中所需的可分离连接很少由于操作而分离,其设计类似于以下所述的可分离管道连接(例外情况:金属密封连接);
 - (2) 有管道、配件或盲盖的可分离连接,其中所需的可分离连接很少分离,其设计类似于以下所述的可分离管道连接;
 - 2) 带有双作用轴向密封环的轴通道(如泵、搅拌器);
 - 3) 屏蔽电机泵;
 - 4) 磁耦合无密封泵;
 - 5) 通过波纹管或安全密封套密封主轴通道的配件,带有自调整填料的密封套;
 - 6) 带永久磁力驱动的无密封套配件。
- e) 持久技术密封的管道连接示例如下:
 - 1) 不可分离连接,如焊接连接;
 - 2) 很少由于操作而分离的可分离连接,例如:
 - (1) 焊唇密封法兰;
 - (2) 榫槽法兰;
 - (3) 凸凹法兰;
 - (4) 带V形舌和V形舌密封的法兰;
 - (5) 带有光滑密封条和特殊密封件的法兰、PN 2.5Mpa及以下的软填料、金属嵌件垫片或金属包覆垫片,如果使用DIN法兰,计算验证提供了足够的屈服强度安全性;
 - (6) 直径超过DN 32的管线中的金属密封连接(切割和夹紧环连接除外)。
- f) 如果它们很少分离,则配件的持久技术密封连接如下:
 - 1) 上述提及的管道连接;和

- 2) NPT螺纹（美国管道锥形螺纹）或其他带垫圈的锥形管螺纹，在DN 50及以下的螺纹中，只要它们不受循环热应力（ $Dt > 100^{\circ}\text{C}$ ）的影响。
- g) 除了纯粹的建设性措施外，技术性措施与组织性措施相结合，还可能导致持久技术密封的设备。考虑到适当的监控和服务，这包括：
- 1) 承受动应力的密封件和垫片，如泵上的轴通道；
 - 2) 承受设备部件热应力的密封件和垫片。
- h) 监测和维修的范围和频率取决于连接的个体类型、设计、操作模式和暴露程度以及材料的个体状态和特性。它们旨在确保持久技术紧密性。注意，旨在保持持久技术密封性的监测和维修的范围和频率从制造商的角度在使用说明或其中引用的文件中规定。
- i) 对于监测，以下措施之一可能足够：
- 1) 对设备进行目视检查，检查例如流动痕迹、结冰、气味和泄漏产生的噪音；
 - 2) 用移动式泄漏指示器或便携式气体探测器检查设备；
 - 3) 通过具有警告功能的自动、永久安装的测量装置持续或定期监测大气。

注：适当的预防性维护能减少密封性监测的范围和频率。

B.3 技术密封的设备

- a) 对于技术密封的设备，可能出现不频繁的释放。
- b) 当适合于应用的任何密封性试验或密封性监测/检查时，例如，通过应用泡沫产生剂或泄漏检测器或指示器，未发现任何明显的泄漏，则设备视为是技术严密的。
- c) 技术密封的设备示例如下：
- 1) 密封条光滑，对密封结构无特殊要求的法兰；
 - 2) 直径超过DN 32的管线中的切割和夹紧环连接；
 - 3) 仅依靠单作用轴向密封环进行密封的泵；
 - 4) 可分离连接件，这些连接件不仅很少分离。

附 录 C
(资料性附录)
保护级别和分区之间的关系

从设备、保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 B1 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	—

从用户的角度来看，可应用的不同级别的设备如表B.2所示。

表 B2 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
