



# 中华人民共和国国家标准

GB 3836.5—2004  
代替 GB 3836.5—1987

## 爆炸性气体环境用电气设备 第5部分：正压外壳型“p”

Electrical apparatus for explosive gas atmosphere—  
Part 5: Pressurized enclosures “p”

(IEC 60079-2:2001, Electrical apparatus for explosive gas atmospheres—  
Part 2: Pressurized enclosures “p”, MOD)

2004-05-14 发布

2005-02-01 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

## 前 言

**GB 3836 的本部分全部技术内容为强制性。**

本部分是修改采用 IEC 60079-2:2001(第 4 版)对 GB 3836.5—1987 进行修订的,在技术内容和编写格式上与 IEC 标准基本相同。

GB 3836《爆炸性气体环境用电气设备》系列标准共分为若干部分:

- 第 1 部分:通用要求;
- 第 2 部分:隔爆型“d”;
- 第 3 部分:增安型“e”;
- 第 4 部分:本质安全型“i”;
- 第 5 部分:正压外壳型“p”;
- 第 6 部分:油浸型“o”;
- 第 7 部分:充砂型“q”;
- 第 8 部分:无火花型“n”;
- 第 9 部分:浇封型“m”;
- 第 11 部分:最大试验安全间隙测定方法;
- 第 12 部分:气体或蒸气混合物按照其最大试验安全间隙和最小点燃电流的分级;
- 第 13 部分:爆炸性气体环境用电气设备的检修;
- 第 14 部分:危险场所分类;
- 第 15 部分:危险场所电气安装(煤矿除外)。

.....

本部分是该系列标准的第 5 部分,对应于 IEC 60079-2。

本部分与 IEC 60079-2:2001 相比,主要变化如下:

- 1) 删除了 1.5 中关于正压外壳中的仪器仪表不需要计量校正的规定;
- 2) 删除了 1.6 中关于用户自己制造的正压外壳型电气设备由用户自行负责和检验的条文;
- 3) 在 7.9 中增加了项 e):对于 pz 型,当正压外壳内的正压下降到制造厂规定的最小值时,自动安全装置应能切断向正压外壳供电的电源;
- 4) 增加了 16.9:保护装置动作可靠性试验;
- 5) 增加了 16.10:设备温度测量。

本部分与 GB 3836.5—1987 版本相比变化较大,增加的主要内容如下:

- 1) 本部分将正压外壳分为 px、py 和 pz 型,并且将正压外壳型电气设备外壳内部是否含有可燃性气体或液体释放源分为有或无内置系统两大类,对不同类型正压外壳的结构和安全措施作了具体规定。
- 2) 本部分将外壳内的正压分为具有稀释气流正压、泄漏补偿正压和静态正压,并规定了相应的安全要求。
- 3) 本部分比 GB 3836.5—1987 版本对正压外壳型提出了更具体的要求,以指导正压外壳电气设备的制造和使用。

本部分的附录 A、附录 E 和附录 G 是规范性附录。

本部分的附录 B、附录 C、附录 D 和附录 F 是资料性附录。

本部分自实施之日起代替 GB 3836.5—1987,凡不符合本部分规定的产品均应在两年内过渡完毕。

**GB 3836.5—2004**

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归口。

本部分由南阳防爆电气研究所、上海自动化仪表研究所、煤炭科学研究院上海分院、沈阳电气传动研究所、佳木斯防爆电机研究所、煤炭工业设备成套局和沈阳市三丰电器厂等单位起草。

本部分主要起草人：王军、李合德、徐建平、王其坤、郑琦、王维越、徐泓、李东久。

本部分于1987年首次发布，2004年5月第1次修订。

本部分委托全国防爆电气设备标准化技术委员会负责解释。

## IEC 引 言

IEC 60079 的本部分规定了爆炸性气体环境用正压外壳型电气设备“p”的设计、结构、试验和标志，其要求如下：

- a) 保护气体压力保持高于外部环境的压力，以阻止在不含有可燃性气体或蒸气内释放源的外壳内形成爆炸性气体环境。和必要时
- b) 对外壳供给足够量的保护气体，以保证电气部件周围形成的爆炸性气体混合物浓度保持在超过相应的特定使用条件的爆炸极限值范围之外。对含有一个或多个内部释放源的外壳供给保护气体，以阻止外壳内形成爆炸性气体环境。

本部分包括对设备和其关联设备包括保护气体的进出口和排气管道的要求，同时也对保证建立和保持正压和/或稀释必须提供的辅助控制设备规定了要求。

# 爆炸性气体环境用电气设备

## 第5部分：正压外壳型“p”

### 1 范围

GB 3836 的本部分规定了爆炸性气体环境用正压外壳型电气设备“p”的结构和试验的特殊要求，本部分的要求是对 GB 3836.1 的补充。

本部分规定了包含有可燃性物质限制释放的正压外壳的要求。

本部分不包括在其中含有可以释放下列可燃性物质的内置系统的正压外壳要求：

- a) 含氧量大于正常值的空气，或
- b) 氧气与惰性气体混合比例大于 21%。

本部分不包括对正压小室或分析室的要求。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB 3836 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注明日期的引用文件，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。凡是未注日期的引用文件，其最新版本适用于本部分。

GB/T 2900.1—1992 电工术语 基本术语 (eqv IEC 60050)

GB/T 2900.35—1998 电工术语 爆炸性环境用电气设备 (neq IEC 60050(426):1990)

GB 3836.1—2000 爆炸性气体环境用电气设备 第1部分：通用要求 (eqv IEC 60079-0:1998)

GB/T 4207—1984 固体绝缘材料在潮湿条件下相比漏电起痕指数和耐漏电起痕指数的测定方法 (neq IEC 60112:1979)

GB 4208—1993 外壳防护等级 (IP 代码) (eqv IEC 60529:1989)

GB/T 4942.1—2001 旋转电机外壳防护分级 (idt IEC 60034-5:1991)

GB/T 16935.1—1997 低压系统内设备的绝缘配合 第一部分：原理、要求和试验 (idt IEC 60664-1:1992)

### 3 术语和定义

本部分采用 GB/T 2900.1 和 GB/T 2900.35 的定义及下列定义。

注：除另有规定外，“电压”和“电流”是指交流、直流或复合电压或电流的有效值 (r. m. s.)。

#### 3.1

##### 报警 alarm

设备的一个部件产生的可视或声音信号，以引起注意。

#### 3.2

##### 内置系统 containment system

设备含有可燃性物质并可能形成内释放源的部分。

#### 3.3

##### 稀释 dilution

正压外壳换气之后，连续以规定速率供给保护气体使其中的可燃性物质的浓度在任何潜在的点燃

源附近,均保持在爆炸界限值之外(也就是说,在稀释区域之外)。

注:用惰性气体稀释氧气可能造成可燃性气体或蒸气浓度高于爆炸上限(UEL)。

3.4

**稀释区域 dilution area**

在内释放源附近,可燃性物质浓度未被稀释到安全浓度范围的区域。

3.5

**外壳容积 enclosure volume**

没有内装设备的空外壳的容积。对于旋转电机是指内部净容积加上转子占用的容积。

3.6

**可燃性物质 flammable substance**

能够被点燃的气体、蒸气、液体或其混合物。

3.7

**气密装置 hermetically sealed device**

制成外部大气不能通向里面并且用熔化的方法,例如:铜焊、钎焊或玻璃对金属的熔接进行密封的装置。

3.8

**有点燃能力的电气设备(ICA) ignition-capable apparatus (ICA)**

在正常运行条件下,对特定的爆炸性环境构成点燃源的电气设备。包括未用 7.13 所列防爆型式保护的电气设备。

3.9

**显示器 indicator**

显示流量或压力是否适当,并且定期监测以满足使用要求的设备器件。

3.10

**内释放源 internal source of release**

外壳内某地点或部分,从这些地方可燃性物质能够以可燃性气体或蒸气或液体的形式释放到正压外壳中,并能与周围的空气形成爆炸性气体环境。

3.11

**泄漏补偿 leakage compensation**

供给的保护气体流量足以补偿正压外壳及其管道中的任何泄漏。

3.12

**正压 overpressure**

正压外壳内高于环境大气压力的压力值。

3.13

**正压保护 pressurization**

用保持外壳内部保护气体的压力高于外部大气压力,以阻止外部爆炸性气体进入外壳内的方法。

3.14

**正压保护系统 pressurization system**

用于增压和监测正压外壳的元件组合。

3.15

**正压外壳 pressurized enclosure**

保持内部保护气体的压力高于外部环境大气压力的外壳。

## 3.16

**保护气体 protective gas**

用于换气、保持过压及稀释(如有要求)的空气或惰性气体。

注:本部分中的惰性气体是指氮、二氧化碳、氩或任何气体,当它们同氧按4:1的比例在空气中形成混合物时,不会引起点燃和形成可燃特性,更严重的情况,如爆炸极限。

## 3.17

**保护气体供给源 protective gas supply**

供给正压保护气体的压缩机、鼓风机或压缩气容器。供气源包括进气(抽气)管或管道、压力调节器、排气管、管道和供气阀,不包括正压系统部件。

## 3.18

**换气 purging**

在正压外壳中,大量的保护气体通过外壳和管道,使爆炸性气体混合物的浓度降低到安全水平的工作过程。

## 3.19

**例行试验 routine test**

每一个单独装置在制造期间或出厂前都应进行的、以确定其是否符合标准要求的试验。

[IEV 151-04-16]

## 3.20

**静态正压保护 static pressurization**

不添加保护气体而保持危险场所中正压外壳内正压值的保护方法。

## 3.21

**px型正压 type px pressurizing**

将正压外壳内的危险分类从1区降至非危险或从1类(煤矿井下危险区域)降至非危险的正压保护。

## 3.22

**py型正压 type py pressurizing**

将正压外壳内的危险分类从1区降至2区的正压保护。

## 3.23

**pz型正压 type pz pressurizing**

将正压外壳内危险分类从2区降至非危险的正压保护。

## 3.24

**型式试验 type test**

对某一设计进行一台或多台装置的试验,以证明其设计符合技术条件的规定。[IEV 151-04-15]

**4 防爆型式**

用正压保护的防爆型式细分为3种型式(px、py和pz),它们分别是以外部的爆炸性环境(I类,1区或2区)、是否有内释放,以及正压外壳内的电气设备是否有点燃能力为依据进行划分的,见表1。然后正压外壳和正压系统的设计要求按防爆型式来确定,见表2。

表 1 确定防爆型式

内置系统内的可燃性物质	外部区域类别	外壳内含有点燃能力的设备	外壳内不含有点燃能力的设备
无内置系统	1	px 型 <sup>a</sup>	py 型
无内置系统	2	pz 型	不要求正压保护 <sup>d</sup>
气体/蒸气	1	px 型 <sup>a</sup>	py 型
气体/蒸气	2	px 型(并且有点燃能力的设备不在稀释区域内)	py 型 <sup>b</sup>
液体	1	px 型(惰性的) <sup>c</sup>	py 型
液体	2	pz 型(惰性的) <sup>c</sup>	不要求正压保护 <sup>d</sup>

注：如果可燃性物质是液体则正常释放是决不允许的。

a 防爆型式 px 也适用于 I 类设备。  
 b 如果无正常释放，见附录 E。  
 c 如果在正压型式之后标明是“(惰性的)”，则保护气体应是惰性的，见 13 章。  
 d 不需要正压防爆是因为考虑到引起液体释放的故障不大可能与引起设备内形成点燃源的故障同时发生。

5 正压外壳的结构要求

5.1 外壳

正压外壳应具有符合表 2 的防护等级。

注：在潮湿和充满灰尘的采煤工作面上可以要求 IP44 的防护等级。

5.2 材质

用于外壳、管道和连接件的材质不应受规定的保护气体的不利影响。

5.3 门和盖

5.3.1 对 I 类正压外壳门和盖应：

——采用符合 GB 3836.1—2000 的 9.2 的特殊紧固件；或者

——采用联锁以便使门和盖打开时，向未用本部分 7.13 所列的防爆型式保护的电气设备供电的电源能自动切断，而且在门和盖闭合以前不能重新通电。同时还应符合 7.6 的要求。

5.3.2 对于具有静态正压保护的 I 类正压外壳，门和盖应采用符合 GB 3836.1—2000 的 9.2 的特殊紧固件，并且应设置警告标志：

**“警告——严禁在危险场所内打开”**

5.3.3 对于 II 类正压外壳，紧固件可以不符合 GB 3836.1—2000 的 9.2 的要求。

除了只能用工具或钥匙才能打开的门和盖之外，门和盖应该联锁以使向未用 GB 3836.1 所列其他标准之一规定的防爆型式保护的电气设备供电的电源能在门和盖打开时自动断电，并且在门和盖关闭前不能重新通电。

注：高的内部压力可能会使门或盖猛烈地打开。应采用下列方法防止操作人员和维护人员受到伤害：

- a) 采用多个紧固件，以便在松开所有紧固件之前外壳将安全地排气；或
- b) 采用双位紧固件，使外壳打开时能够安全排放压力；或
- c) 限制最大内部压力不大于 2.5 kPa。

表2 防爆型式的设计准则

设计准则	px 型	py 型	带显示器的 pz 型	带报警的 pz 型
外壳防护等级按照 GB/T 4208 或 GB/T 4942.1	最低 IP4X	最低 IP4X	最低 IP4X	最低 IP3X
外壳抗冲击能力	GB 3836.1—2000 的表 4	GB 3836.1—2000 的表 4	GB 3836.1—2000 的表 4	GB 3836.1—2000 的表 4
检查换气周期	要求一个定时装置并且监测压力和流量	标志时间和流量	标志时间和流量	标志时间和流量
阻止炽热颗粒从通常关闭的排气孔排入 1 区场所	要求使用火花和颗粒挡板,见 5.8,通常不产生炽热颗粒的除外	无要求 (注 1)	要求使用火花和颗粒挡板,见 5.8,通常不产生炽热颗粒的除外	要求使用火花和颗粒挡板,见 5.8,通常不产生炽热颗粒的除外
阻止炽热粒子从通常关闭的排气孔排入 2 区场所	无要求 (注 2)	无要求 (注 2)	无要求 (注 2)	无要求 (注 2)
正常运行时阻止炽热颗粒从排气孔处排入 1 区场所	要求使用火花和颗粒挡板,见 5.8	要求使用火花和颗粒挡板,见 5.8	要求使用火花和颗粒挡板,见 5.8	要求使用火花和颗粒挡板,见 5.8
正常运行时阻止炽热粒子从排气孔处排入 2 区场所	要求使用火花和颗粒挡板,见 5.8,通常不产生炽热颗粒的除外	无要求 (注 2)	要求使用火花和颗粒挡板,见 5.8,通常不产生炽热颗粒的除外	要求使用火花和颗粒挡板,见 5.8,通常不产生炽热颗粒的除外
需要用工具打开的门和盖	警告,见 5.3 和 6.2b)ii)	警告,见 5.3 (注 1)	警告,见 5.3 和 6.2b)ii)	警告,见 5.3 和 6.2b)ii)
不需要用工具打开的门和盖	联锁,见 7.12 (无内部热部件)	警告,见 5.3 (注 1)	无要求 (注 3)	无要求 (注 3)
在打开外壳之前内部热部件需要一个冷却时间	符合 6.2b)ii)	不适用	警告,见 5.3 和 6.2b)ii)	警告,见 5.3 和 6.2b)ii)
<p>注 1: 6.2b)ii)不适用于 py 型,因为既不允许内部热零件,也不允许正常产生炽热颗粒。</p> <p>注 2: 对火花和颗粒挡板没有要求,因为在非正常运行时当排气孔打开,外部环境不大可能在爆炸极限范围内。</p> <p>注 3: 对 pz 型外壳上的标志或工具打开没有要求,因为在正常工作时,外壳是正压的,所有门和盖处于应处位置。如果把门或盖移去,外部环境不大可能在爆炸极限范围内。</p>				

5.3.4 对于具有静态压力保护的 II 类正压外壳,门和盖只能用工具才能打开,并且应设置警告标志:

**“警告——严禁在危险场所内打开”**

5.3.5 对于含有需要冷却时间的热部件的 px 型正压外壳,不用工具或钥匙不应轻易打开。

## 5.4 机械强度

正压外壳管道和它们的连接部件应承受制造厂规定的正常运行时,所有排气孔封闭状态下最大正压的 1.5 倍压力,最低压力为 200 Pa。

如果运行中产生的压力可能引起外壳管道或连接部件变形,应设置安全装置,将最大内部正压限制到低于对防爆型式可能产生不利影响的水平。如果制造厂不提供安全装置,设备应标示“X”标志,并且在使用说明书中应包括用户需要保证符合本部分要求的全部必要信息。

## 5.5 气孔、隔板、间隔和内部元件

### 5.5.1 气孔和隔板的设置应保证有效换气。

注 1: 可通过适当设置保护气体供气的进气孔和排气孔及隔板的作用来消除不换气的区域。

注 2: 对于重于空气的气体或蒸气,保护气体的进出口应靠近正压外壳的顶部,而排气孔靠近外壳的底部。

注 3: 对于轻于空气的气体或蒸气,保护气体的进出口应靠近外壳的底部而排气孔应靠近外壳的顶部。

注 4: 在外壳的相对侧设置进气孔和排气孔以促进前后通风。

注 5: 内部隔板(例如:电路板)的设置应使保护气体的气流不受阻碍。使用支管或导流板也应能改善障碍物周围的气流流动。

注 6: 气孔数量应按设备的设计来选择,特别要考虑电气设备可能被分成一些小空腔的换气。

### 5.5.2 内间隔应与主外壳相通或单独换气。

注: 对于每 1 000 cm<sup>3</sup> 设置面积不小于 1 cm<sup>2</sup> 的通气孔,最小为 6.3 mm 直径的通气孔才足以适当换气。

### 5.5.3 阴极射线管(CRTs)和其他气密装置不需要换气。

### 5.5.4 内部净容积小于 20 cm<sup>3</sup> 的元件,只要所有这类元件的总容积不超过正压外壳内部净容积的 1%,则视为不需要换气的内部空腔。

注 1: 1%是以氢气的爆炸下限(LEL)的 25%为基础,见 A.2。

注 2: 被视为密封的电气元件,如晶体管、微电路、电容等,在计算元件的总容积中不包括它们。

### 5.5.5 对于静态压力保护外壳,应有一个或多个气孔。充气和正压保护后,所有的气孔应关闭。

## 5.6 绝缘材料

对于 1 类电气设备,承受额定电流大于 16 A(在如断路器、接触器、隔离器的开关设备中)造成的足以在空气中产生电弧的电应力的绝缘材料至少应符合下列要求之一:

——相对泄痕指数应等于或大于符合 GB/T 4027 标准中的 CTI 400 M;

——带电裸露导体的爬电距离应符合 GB/T 16935.1—1997 表 4 中对应于 3 级污染的 III 类材料等效电压所示爬电距离。

## 5.7 密封

所有与外壳连接的电缆和导管应密封,以保持外壳的防护等级。如果不密封,则应作为外壳部分。

## 5.8 火花和颗粒挡板

正压外壳和保护气体用的管道应安装火花和颗粒挡板,以防止炽热颗粒吹入危险场所。

例外 1: 如果通常不产生炽热颗粒,则排入 1 区场所的正常关闭的排气孔不需要用火花和颗粒挡板。

例外 2: 如果通常不产生炽热颗粒,则保护气体排入 2 区场所时就不需要火花和颗粒挡板。

除非通断触头工作电流低于 10 A,同时工作电压不超过 275 V(交流)或 60 V(直流),并且触头有灭弧罩,否则应假定通常可能产生炽热颗粒。

如果制造厂未提供火花和颗粒挡板,设备应按 GB 3836.1—2000 的 27.2(9)的规定标志。

## 6 温度极限

### 6.1 概述

设备应按 GB 3836.1 中温度组别的要求进行分组。该组别应按 6.2 和 6.3 进行确定。

## 6.2 对于 px 型或 py 型

温度组别应按下列温度较高者分组：

- a) 外壳的最高外表面温度；或
- b) 内部零件的最高表面温度。

例外：如果是下列情况，内部元件可以超过标志的温度组别：

- i) 符合 GB 3836.1—2000 的 5.3 的要求，或
- ii) 按照 GB3836.1—2000 的 6.2 要求标志的正压外壳，其周期足以满足元件冷却到标志的温度组别。如果正压保护中断，应采取适当措施，在设备内部发热元件表面温度冷却到低于允许的最高值之前防止可能出现的任何爆炸性气体环境与热元件任何表面的接触。

注 1：以上要求可以通过正压外壳和管道接头的设计和结构或其他的方法来达到，例如：辅助通风系统进入工作状态或将正压外壳内的热表面安放在气密或浇封的壳体内。

注 2：在 py 型外壳内，在正常运行条件下有点燃能力的热元件是不允许的。

## 6.3 对于 pz 型

温度组别应以外壳的最高外表面温度为根据。

注：在确定温度组别时，应该考虑当正压系统断开时，内部仍然带电的设备的自身保护。

## 7 安全措施和安全装置(静态正压保护除外)

7.1 用来防止正压保护的电气设备产生爆炸的所有安全装置本身应不能引起爆炸(见 7.13)或安装在危险场所以外。

7.2 本部分要求的安全装置(见表 3)构成与控制系统有关的安全部件。制造厂的责任就是要评定控制系统的安全性及整体性：

- 对于 px 或 py 型，按单个故障评定；或
- 对于 pz 型，按正常运行评定。

表 3 基于防爆型式的安全装置

设计准则	px 型	py 型	pz 型
用于检测失去最低正压的安全装置	压力传感器，见 7.9	压力传感器，见 7.9	显示器或压力传感器，见 7.9d)
检查换气时间的安全装置	定时器、压力传感器和排气口处流量传感器；见 7.6	标志时间和流量，见 7.7c)	标志时间和流量，见 7.7c)
需要用工具开启的门或盖的安全装置	警告，见 6.2b)	警告，见 6.2b)	无要求
不需用工具开启的门或盖的安全装置	连锁装置，见 7.12 (无内部热部件)	警告，见 6.2b) (无内部热部件)	警告，见 6.2b)
当有内置系统时内部热部件用的安全装置(见 15 章)	报警并停止可燃性物质流动	不适用于该防爆型式，因为不允许有内部热部件	报警 (正常释放不允许)

7.3 安全装置应由设备制造厂或用户设置，如果制造厂不设安全装置，设备上应标志“X”，并且在使用说明书中应包括用户需要的保证符合本标准规定的所有要求的内容。

7.4 对于 px 正压保护系统，功能时序图应由制造厂提供，例如：真值表、状态图、流程图等，以规定控

制系统的作用。时序图应能清晰辨别,并且表明安全装置的运行状态和随后的动作。应要求进行功能性试验以检验是否与时序图一致。这些试验只需在正常环境条件下进行,制造厂另有规定的除外。

注:附录 B 给出了由制造厂提供的资料的示例。

7.5 制造厂应该规定安全装置的最高和最低动作值及公差。安全装置应按制造厂的规定在正常工作范围内使用。

7.6 应设置防止正压外壳内电气设备在完成换气前就通电的安全装置。

对于 px 型,安全装置的操作时序应如下所示:

- a) 按本部分规定的时序开始后,应监测通过正压外壳的换气流量和外壳内的正压;
- b) 当达到保护气体的最低流量并且正压是在规定的范围内时可启动换气计时器;
- c) 时间达到后电气设备可以通电;
- d) 时序中任何步骤出了故障,电路应重新整定到起始阶段。

7.7 当外壳被打开后或正压下降低于制造厂规定的最低值时,制造厂应规定需要适当换气的条件。

- a) 对于 px 或 py 型,制造厂应规定最低换气流量和换气时间,以满足 16.3 或 16.4 的试验要求。最低换气流量和时间可以依据 5 倍外壳容积换气量确定,在检验站能确定该换气合适的情况下不需试验。
- b) 对于 pz 型,制造厂应规定最低换气流量和时间,以保证正压外壳用等于外壳容积 5 倍的保护气体量进行换气。如果有效换气是按 16.3 或 16.4 试验证实换气有效,则可降低保护气体数量。
- c) 应在正压外壳排气口处监测换气流速。对于 px 型,应监测实际流速。对于 py 或 pz 型可以推断出流速,例如:可以从排气口处外壳压力和规定的开口推断。对于 py 或 pz 型应设置指示标记允许电气设备通电前对正压外壳进行换气。

注:用户负责确定设备未经检验部分的关联管道的自由空间,并且确定在给定的最低流速下的附加换气时间。

7.8 当制造厂规定了保护气体的最低流速(例如:如果内部设备产生的温度高于标志的温度组别额定值)时,应提供一个(或多个)自动安全装置,以便在排气口处保护气体的流速降低到规定的最低数值以下时动作。

7.9 应提供一个或多个自动安全装置,以便在正压外壳内的正压下降低于制造厂规定的最低值时动作。

- a) 自动安全装置传感器应直接采用来自正压外壳的信号。
- b) 在自动安全装置传感器和正压外壳之间不允许有阀门。
- c) 应能够核查安全装置是否能正确运行。其位置和整定值应考虑 7.10 的要求。

注:使用自动安全装置(即断电或声音报警或用其它方法来保证设施的安全)是用户的责任。

d) 对于 pz 型,如果正压外壳配置显示器未代替自动安全装置,则应符合下列条件:

- 1) 为保持正压外壳内的最低压力,保护气体源应配置报警装置,以便显示保护气体源的故障;
- 2) 在正压外壳和保护气体源的报警器之间不应配置其他装置,但隔离阀和/或压力或流量控制器除外;
- 3) 隔离阀应:
  - 按 18.7 的要求标志;
  - 在开口处应能够密封或固定;
  - 具有是否打开或闭合的显示;
  - 靠近正压外壳安装;
  - 只能在正压外壳运行期间使用;

- 4) 压力或流量控制装置,如果能调整,应要求用工具操作;
- 5) 在正压外壳和保护气体系统报警器之间应不配置过滤器;
- 6) 为了方便观察应安装显示器;
- 7) 显示器应显示外壳压力;
- 8) 安装显示器的取样点应考虑最恶劣的运行条件;

注1:如果流量计用于显示外壳压力和换气流量时,则应安装在排气口处。

注2:如果流量计仅用于显示压力,则可以安装在外壳上任何一处,进气口除外。

注3:只有在例外情况下才将流量计安装在进气口处,用于显示外壳压力或通过外壳的流量。

- 9) 在显示器和正压外壳之间不应配置隔离阀。

e) 对于 px 型,当正压外壳内的正压下降至制造厂规定的最小值时,自动安全装置应能切断电源。

7.10 在可能产生泄漏的正压外壳及其管道内,每一部位相对于外部压力应保持的最低正压:对于 px 或 py 型为 50 Pa,对于 pz 型为 25 Pa。

制造厂应规定运行中的最低和最高正压及最高正压时的最大泄漏速度。

各系统和管道内压力的分布情况在图 C.1~图 C.4 中作了说明。

注:对正压外壳安装的安全来说,很重要的是压缩机或风机关联管道的安装不产生危险。附录 D 给出了管道系统安装的基本要求。

7.11 当几个单独的正压外壳共用一个保护气体气源时,一个或几个安全装置可以是公用的,只要合成控制考虑了该组外壳最不利的布置情况。如果安装一个公用安全装置,则须符合以下 3 个条件,打开门或盖时就可不必关闭正压外壳内的所有电气设备或发出信号报警:

- a) 对于 px 型,打开门或盖之前应先断开特定的正压外壳中电气设备的供电电源,7.13 允许的除外;
- b) 公用安全装置连续监测本组所有其他正压外壳内的正压,必要时监测气流;
- c) 对特定的正压外壳内电气设备供电之前先进行 7.6 规定的换气程序。

7.12 对于 px 型,门和盖应该联锁,使门和盖打开时,没有按 7.13 标志的电气设备的供电电源自动断开,并且在门和盖关闭前不能通电,7.6 的要求也应使用。

例外:门和盖只能用工具或钥匙开启并且具有警告标志“带电时不能打开”。

7.13 在正压外壳内 px 或 py 防爆型式不起作用时仍可能带电的电气设备应采用“d”、“e”、“i”、“m”、“o”或“q”防爆型式。

正压外壳内在 pz 防爆型式保护不起作用时仍可能带电的电气设备应采用“d”、“e”、“i”、“m”、“o”、“q”、“nA”或“nC”防爆型式。

7.14 对于 py 型正压外壳内的电气设备应该用“o”、“q”、“d”、“i”、“m”、“e”、“nA”或“nC”防爆型式。

注:正压型外壳可以充当内部电气设备的“n”型外壳。

## 8 静态正压用安全措施和安全装置

8.1 所有用于防止由静态正压保护的电气设备引起爆炸的安全装置本身应不能引起爆炸,并且如果安全装置是电气操作,则应按 GB 3836.1 规定的防爆型式之一保护或安装在危险场所之外。

8.2 保护气体应为惰性气体,充以惰性气体之后的氧气浓度应少于 1%(按体积计)。

8.3 不允许有内释放源。

8.4 正压外壳应采用制造厂规定的方法在非危险场所充入惰性气体。

8.5 对于 px 型或 py 型设备应安装两台自动安全装置,对 pz 型应安装一台自动安全装置,当正压下降低于制造厂规定的数值时,自动安全装置应该动作。在设备运行时应能检查安全装置是否正确动作。

这些自动安全装置只能使用工具或钥匙才能重新复位。

注：使用自动安全装置(即：断电或声音报警或用其他的方法保证设备的安全性)是用户的责任。

8.6 防爆型式“p”未运行时，正压外壳内可能带电的电气设备应采用 7.13 所列防爆型式之一加以保护。

8.7 最低正压值应大于正常运行时一周期内所测得的最大压力损失，此周期不小于按 GB 3836.1—2000 中 6.2 规定的内装元件冷却到所需时间的 100 倍，至少为 1 h。在对正常运行所规定的最恶劣的条件下，最低正压值至少应高于外部压力 50 Pa。

## 9 保护气体的供给

### 9.1 保护气体类型

保护气体应是非可燃性的。制造厂应规定保护气体和允许用的其他气体。

注 1：保护气体不应由本身的化学特性或因其可能所含的杂质而降低防爆型式“p”的保护效果，或严重影响正常运行和内装设备的整体性。

注 2：达到标准仪器精度的空气，氮或其他非可燃性气体可作为保护气体。

注 3：当使用惰性气体时，有窒息的危险。因此，对外壳应附加适当的警告。另外，在打开门和盖之前应采用适当方式吹洗外壳，清除惰性气体。

### 9.2 温度

在外壳进气口处，保护气体的温度通常不超过 40℃。但在特殊情况下，允许较高的温度或可以要求较低的温度；在这种情况下，应在外壳上标出温度。

注：如果需要，应采取措施避免凝露和结冰。

## 10 有内部释放源的正压外壳

第 11 章～第 15 章给出了释放条件、内置系统设计要求和合适的正压技术、有点燃能力的设备和内部热表面的限制。

## 11 释放条件

### 11.1 无释放

11.1.1 当内置系统无故障时，无内部释放；见 12.2。

11.1.2 当内置系统内的可燃性物质是气体或蒸气状态时，在规定温度极限和以下两种情况之间运行时，则认为不存在内释放：

- a) 内置系统内的气体混合物始终低于爆炸下限(LEL)；或
- b) 对正压外壳规定的最低压力至少比对内置系统规定的最大压力高 50 Pa，并且如果压差下降到 50 Pa 以下时，自动安全装置动作。

注：使用安全装置的报警信号(即断电或声音报警或用其他方法保证设施的安全)是用户的责任。

符合本条款要求的这些条件需按 GB 3836.1—2000 的 27.2(9)的规定在设备上标志“X”。

### 11.2 气体或蒸气的有限释放

在内置系统的所有故障状态下进入正压外壳的可燃性物质的释放速度应该可以预计；见 12.3。

注：对于本部分，释放液化气被视作释放气体。

### 11.3 液体的有限释放

按 11.2 的规定应限制可燃性物质释放进入正压外壳内的速度，但液体向可燃性蒸气的转换是不可预料的。应该考虑正压外壳内液体聚积及由此产生的后果。

如果从液体中可以释放出氧气,则应预计氧气的最大流量;见 13.2。

## 12 内置系统的设计要求

### 12.1 一般设计要求

内置系统的设计和结构,将确定其是否可能出现泄漏现象,应以制造厂规定的最恶劣的运行条件为基础。

内置系统应是无故障的或故障时有限释放。如果可燃性物质是液体,应无正常释放(见附录 E),且保护气体应为惰性气体。

注:保护气体必须是惰性气体,以防止释放出的蒸气超过保护气体的稀释能力。

制造厂应规定内置系统的最大进气口压力。

制造厂应提供内置系统的设计和结构说明,可能含有可燃性物质的类型和运行条件,以及预计的释放速率或已知位置的释放速率,以便将内置系统划分为无故障的内置系统(12.2)或有限释放的内置系统(12.3)。

### 12.2 无故障的内置系统

无故障的内置系统应由金属、陶瓷、玻璃、输送管、管道或容器组成,没有活动接头。连接采用熔焊、铜焊、玻璃与金属密封,或用低共熔合法<sup>1)</sup>连接。

不允许使用低温合金焊料,例如铅/锡。

注:制造厂应考虑由于不利的运行条件对潜在易损坏的内置系统造成的损坏,制造厂和用户之间认可的不利运行条件,可以包括打开正压外壳的门或检修盖时振动、热冲击和维护操作。

### 12.3 有限释放的内置系统

有限释放的内置系统的设计应能预计内置系统在所有故障状态下可燃性物质的释放速率。释放到正压外壳的可燃性物质数量,包括内置系统内可燃物质的数量和工艺过程中进入内置系统的可燃性物质的数量。应通过相应的限流装置把流量限制到预计的速率,而限流装置应安装在正压外壳外面。

然而,如果内置系统从进入正压外壳的入口处到限流装置的入口部分,包括限流装置的进气口在内,符合 12.2,则限流装置可以安装在正压外壳内,在这种情况下,限流装置应永久固定并且不应有可拆卸部件。

如果能预计内置系统进入正压外壳内的可燃性物质的最大释放速率,则不必限制进入内置系统的工艺流速,该条件在下列情况下可以满足:

- a) 内置系统由单独符合 12.2 要求的连接部件组成并且部件之间的连接头应设计成能预计内置系统的最大释放速率,并且连接头永久固定;和/或
- b) 内置系统包括在正常运行条件下用于释放(例如:火焰)的气孔或喷嘴,但其他应符合 12.2 的要求。

如果限流装置不作为设备的一部分,正压外壳应标志“X”。安全使用的特殊条件应规定进入内置系统的可燃性物质的最大压力和流量。

含有火焰的正压外壳,火焰已熄灭的情形也应评定。供给火焰的燃料/空气混合物的最大数量应加到内置系统的释放量上。

注 1:弹性密封件、观察窗和内置系统其他的非金属部件是允许的,管螺纹、压力连接(例如:金属压接附件)和法兰连接也是允许的。

- 1) 连接两个或多个元件的方法,通常是金属元件,采用双金属或三金属合金的方式,其凝固温度要比任何被连接的元件的初始凝固的恒温还低。

注 2：用户应考虑因空气渗入内置系统而形成可燃性混合物的可能性，必要时采取有效的附加措施。

### 13 保护气体和正压技术

#### 13.1 概述

保护气体的选择取决于内置系统释放的或然率、数量和成分。允许的保护气体一览表见表 4。

表 4 对有内置系统的正压外壳保护气体的要求

内释放(见附录 E)				连续稀释		泄漏补偿	
可燃性物质	正常	异常	附录	$UEL < 80\%$	$UEL > 80\%$	$UEL < 80\%$	$UEL > 80\%$
气体或液体	无	无	E. 2	不使用		不使用	
气体	无	有限	E. 3	空气或惰性气体	空气或惰性气体	仅用惰性气体	(否)
气体	有限	有限	E. 4	空气或惰性气体	空气或惰性气体	(否)	(否)
液体	无	有限	E. 3	仅用惰性气体	(否)	仅用惰性气体	(否)
液体	有限	有限	E. 4	(否)	(否)	(否)	(否)

(否)意思指不适用正压技术。

具有内置系统的正压外壳和有限释放的设计应使正压外壳内潜在点燃源的附近不能形成爆炸性气体环境，也就是说在释放区域之外。附录 F 提供怎样使用内隔板来保证潜在点燃源在稀释区域外的示例。

当惰性气体用于保护气体时，正压外壳应按 18.9 标志。

应用正压技术取决于以下的释放状况和释放的成分。

#### 13.2 具有泄漏补偿的正压

##### 13.2.1 无释放

保护气体应是空气或惰性气体。

##### 13.2.2 有限释放气体或液体

保护气体应是惰性气体。

可燃性物质中的氧气浓度不应超过 2%(V/V)。

不应有任何正常释放的可燃性物质(见附录 E)。

可燃性物质的爆炸上限(UEL)不应超过 80%。

注 1：当可燃性物质在贫氧或无氧条件下可能起反应时(也就是说爆炸上限超过 80%)，难于或不能采用惰性气体进行泄漏补偿保护。

注 2：如果可燃性物质的爆炸上限超过 80%，或氧气浓度超过 2%(V/V)，或有可燃性物质的正常释放(见附录 E)，则应按 13.3 的要求采用连续气流稀释可燃性物质。

#### 13.3 具有稀释气流的正压

##### 13.3.1 无释放

保护气体应是空气或惰性气体。

##### 13.3.2 有限释放气体或蒸气

在内置系统的所有故障状态下，换气后保护气体的流速应足以使在潜在点燃源处的最大释放得以稀释，也就是说点燃源在稀释区域之外，如下所述：

- a) 当保护气体是空气时,释放中的可燃性物质浓度应稀释到不超过爆炸下限的 25%;
- b) 当保护气体是惰性气体时,释放中的氧气浓度应稀释到不超过 2%(V/V)。

当从内置系统内释放出可燃性物质的爆炸上限高于 80%时,应用空气或惰性气体把释放出的可燃性物质浓度稀释到不超过爆炸下限 25%。

注:当可燃性物质在贫氧或无氧条件下可能起反应时,即爆炸上限大于 80%时,必须稀释到爆炸下限的 25%。

### 13.3.3 液体的有限释放

保护气体应为惰性气体,并且保护措施应按 13.3.2b)的要求。不应有可燃物质的任何形式正常释放(见附录 E)。

## 14 有点燃能力的设备

在稀释区域中的电气设备应采用表 5 所列的防爆型式进行保护,此要求对于明火、点火器或其他用于点火的类似装置除外,从火焰扩散的稀释区域不应与其他稀释区域重叠。

表 5 允许在稀释区域内使用的防爆型式

内释放是:	px 型式、py 型式	pz 型式
异常	d、e、i、m、o、q	d、e、i、m、o、q、nA、nC
正常	ia	ia

注 1:通常,任何释放源应靠近保护气体排气口,并且有点燃能力的电气设备应靠近保护气体的进气口,释放的可燃性气体以最短的途径离开正压外壳,而不是穿越有点燃能力的设备。

注 2:为了避免内置系统内点燃源的着火返回到设备,有必要使用阻火器,但本部分不包括这些措施。

## 15 内部热表面

如果正压外壳包含的任何表面所具有的温度超过从内置系统可能释放出的可燃性物质的点燃温度,则应安装自动安全装置。按照 11.1.2b)规定操作安全装置,安全装置的作用如表 3 所示。

此外,

- a) 如果保护气体是空气,内置系统中残余可燃性物质的释放,在热表面附近形成的浓度应不能大于爆炸下限的 50%;或
- b) 如果保护气体是惰性气体,正压外壳接合面的结构和设计应有效地防止外部空气与内部惰性气体(或内部可燃性气体或蒸气)在冷却期间进行混合。外部进入的空气不得使氧气浓度增加到大于 2%(V/V)。

正压外壳应设置警告标志说明正压外壳内部热源的消失和开启门和盖之间遵守的延时时间。该延时时间应长于热表面温度冷却到低于从内置系统释放出的可燃性物质的引燃温度或正压外壳组别温度所用的时间。

## 16 型式检查和试验

### 16.1 最高正压试验

应在 1.5 倍规定的最大正压或 200 Pa 压力中,取两者较大值施加到正压外壳,相关管道和它们的连接件上(当它们是该外壳的一个整体部件时)。

施加压力的试验时间应为 2 min±10 s。

如果不发生使防爆性能失效的永久性变形,则认为试验合格。

### 16.2 泄漏试验

16.2.1 正压外壳内的压力应调整到制造厂规定的正常运行时的最大压力,然后将出气口封闭,在进气

孔测定泄漏流速。

所测的流速应不大于制造厂规定的最大泄漏流速。

16.2.2 在静态正压保护情况下,正压外壳内的压力应调整到正常运行时能够出现的最大正压值,封闭各气孔,按 8.7 的要求监测内部压力一段时间。压力的变化应不超过正常运行时规定的最低正压。

16.3 无内释放源的正压外壳换气试验(正压技术可以是泄漏补偿或是连续气流)和静态正压时充气程序试验

#### 16.3.1 保护气体为空气的正压外壳

正压外壳应按附录 A 准备试验,正压外壳应充以试验气体,试验气体在任何位置的浓度不低于 70%。正压外壳充气后马上切断试验气体源,并且在制造厂规定的最低换气速度下接通空气源,测量外壳内取样点的试验气体浓度不超过附录 A.2 的规定值为止所用时间,并注明其为换气时间。如果要求进行第二种试验,那么,正压外壳应充入代表密度范围另一界限值的试验气体,在任一点上气体浓度都不小于 70%,并且应测量第二种试验气体的换气时间。由制造厂规定的最短换气持续时间应不小于所测量的换气时间,或大于所进行的两次试验中测得的较长换气时间。

#### 16.3.2 保护气体为惰性气体的正压外壳

正压外壳应按附录 A 的规定准备试验,外壳应在正常大气压下开始充入空气,然后外壳应用制造厂规定的惰性气体换气。

应测量直到取样点氧气浓度不超过附录 A.3 规定值为止所用的时间,并注明其为换气时间。

制造厂规定的最小换气持续时间应不小于所测量的换气时间。

#### 16.3.3 保护气体是空气或其密度等于空气±10%的惰性气体的正压外壳

当允许空气和惰性气体作为具有同样换气时间的替换保护气体时,应按 16.3.1 规定的方法测量换气时间。

#### 16.3.4 用静态正压保护的的正压外壳充气程序试验

在静态正压保护情况下,外壳应在正常大气压力下开始充入空气。然后设备应按制造厂的技术条件充入惰性气体。然后检查各抽样点氧气浓度不超过 1%(V/V),参照大气条件。

### 16.4 具有内释放源的正压外壳的换气和稀释试验

#### 16.4.1 试验气体

一种试验气体或多种试验气体的选择应考虑外部气体和内部释放可燃物质两种情况。

#### 16.4.2 可燃性物质含有少于 2%(V/V)的氧气,并且保护气体是惰性气体的正压外壳

##### 16.4.2.1 换气试验

应采用 16.3.2 规定的试验程序进行试验。最小换气流速应不小于内置系统的最大释放速度,制造厂规定的最小换气时间应不小于所测换气时间的 1.5 倍。

注:考虑到在进行换气时可能从内置系统释放出氧气,在试验中对核定换气时间增加 50%。

##### 16.4.2.2 稀释试验

因为可燃性物质不含超过 2%(V/V)的氧气,所以不需要进行稀释试验。

#### 16.4.3 连续气流正压保护、内置系统氧气浓度少于 21%(V/V)且保护气体为惰性气体的正压外壳

##### 16.4.3.1 换气试验

外壳应充入空气。空气还应通过内置系统充入壳内,其充入速率与释放最严酷条件下所代表的最大释放速率相适应,并考虑释放位置、数量和性质以及它们接近位于稀释区域之外的有潜在点燃能力的设备。

然后应在制造厂规定的最低换气流速时打开保护气体源。

应将直到取样点的氧气浓度不超过附录 A.3 的规定时所用的时间作为测定的换气时间。

制造厂规定的最低换气持续时间不应小于所测定的换气时间。

#### 16.4.3.2 稀释试验

按 16.4.3.1 规定进行换气试验之后,应立即把供给的保护气体调整到制造厂规定的最低流速,密封系统的氧气流速保持在 16.4.3.1 的规定值。

在不小于 30 min 的时间内测量的氧气浓度不应超过附录 A.3 所规定的浓度。

然后把含有与内置系统内氧气量相同的空气量从内置系统释放到正压外壳,同时,空气释放应符合 12.3 的规定。

释放期间,在稀释区域以外的有潜在点燃能力的设备附近,释放的氧气浓度不应超过附录 A.3 规定的氧气浓度的 1.5 倍,并且应在不超过 30 min 时间内下降至规定浓度以下。

注:这种试验被用于模拟内置系统发生严重事故时的大量释放。

#### 16.4.4 可燃性物质不是液体,连续气流正压,且保护气体为空气的正压外壳

##### 16.4.4.1 换气试验

该试验应采用 16.3.1 规定的试验程序进行。

此外,在试验期间,试验气体应通过内置系统充入正压外壳,其充入速率与最严酷条件下所代表的最大释放速率相适应,并考虑释放位置、释放数量和性质,以及它们接近于稀释区域之外的有潜在点燃能力的设备。

应测量直到取样点的试验气体浓度不超过 A.2 规定的换气时间。

如果要求进行第二种试验,试验应采用第二种试验气体重复进行试验,并将记录的换气时间作为所测定的换气时间。

制造厂规定的最短换气持续时间不应小于所测的换气时间或进行两种试验时所测的较长换气时间。

##### 16.4.4.2 稀释试验

按 16.4.4.1 规定进行换气试验后,如有必要,应立即把供给的保护气体调整到制造厂规定的最低稀释流速,内置系统试验气体流速应保持在 16.4.3.1 的规定值。

在不少于 30 min 的时间内测量的试验气体浓度应不超过 A.2 的规定值。

然后把等于内置系统内可燃性气体体积的试验气体从内置系统释放到正压外壳内,同时试验气体的流速等于符合 12.3 规定的可燃性气体的最大释放速度。

释放期间,在有潜在点燃能力的设备附近的试验气体浓度即是稀释区域之外的浓度,应不超过 A.2 规定值的两倍,且在 30 min 时间内应下降至低于规定值以下。

如果要求第二种试验,试验应采用第二种试验气体重复进行。

注:该试验被用于模拟内置系统的严重事故的大量释放。

#### 16.5 最低正压检查

应进行试验来检查正压保护系统在正常运行条件下能够动作,并保持符合 7.10 的正压。

应在可能出现泄漏的地方,尤其是出现最低压力的地方测量外壳内的压力。

应在最低正压,并在必要时在制造厂规定的最低流速下对正压外壳供给保护气体。

对于旋转电动机,试验应在停机,以及在其最大额定转速下运行时进行试验。

#### 16.6 无故障的内置系统的试验

注:试验应在设计为无故障的内置系统进行。

##### 16.6.1 正压试验

应将正常运行所规定的至少 5 倍的最大内部正压试验压力,即至少为 1 000 Pa 的压力施加到内置系统内,历时  $2 \text{ min} \pm 10 \text{ s}$ 。内置系统应在额定温度的最严酷条件下进行试验。

增加的试验压力应在 5s 内达到最大压力值。

如果没有出现永久性变形,并符合 16.6.2 规定的试验要求则认为试验合格。

### 16.6.2 无故障试验

- a) 用压力等于正常运行时规定的最大压力的氮气包围内置系统,内置系统应抽真空使其降低到 0.1 Pa 或更低的绝对压力。在附录 G 中列出了本试验的示意图。
- b) 或者,内置系统应放置在真空箱内,并且与正常运行时所规定的最大压力的氮气源连接。真空箱应抽真空使其降到 0.1 Pa 或更低的绝对压力。

如果在真空系统运行情况下可以保持 0.1 Pa 的绝对压力,则认为该试验合格。

### 16.7 带有有限释放的内置系统的正压试验

注:该试验应在正常运行时具有有限释放的内置系统上进行。

应把正常运行时所规定的至少 1.5 倍的最大内部正压的试验压力,即至少为 200 Pa 的压力施加到内置系统内并保持  $2 \text{ min} \pm 10 \text{ s}$  的时间,如果没有出现永久变形,则认为该试验合格。

### 16.8 限制内部压力的正压外壳的性能检查

16.8.1 该试验适用于当外壳设计成使用压缩空气(或其他压缩气体),并且在调节器故障时,泄漏、排气口或泄压装置取决于对最大正压的限制情况。

**警告**——下列试验可能有内在危险,操作人员和使用的器材应采取适当的安全措施。

16.8.2 正压保护系统和外壳应采用最大的额定压力或 690 kPa 压力,两者取较大值进行试验,压力施加到正压保护系统的进气口,正压保护系统内的调节器应设置旁路以模拟调节器故障。

注:690 kPa 压力表示典型的仪器用压缩空气源的最大压力。

16.8.3 除排气口和泄压装置之外,所有能被关闭的开孔在设备正常运行时应当关闭。

16.8.4 所测量的内部压力不应超过规定的最大正压。

### 16.9 保护装置动作的可靠性试验

保护装置动作的可靠性按下列程序试验:

- a) 电气设备换气前正压外壳内不能接通电源,但利用 GB 3836.1 所列保护型式加以保护的除外。
- b) 正压外壳换气后,方可起动和运行。
- c) 电气设备在起动和运行中人为降低正压值至规定值以下时,保护装置能可靠地发出信号或切断电源。

试验须连续进行 5 次。

### 16.10 温度测量

电气设备在额定运行条件下,通以最低流量和压力的保护气体,然后按照 GB 3836.1 的规定进行温度测量。

## 17 例行试验

### 17.1 功能试验

安全装置的性能应进行检查。

### 17.2 泄漏试验

保护气体的泄漏试验应按 16.2 的规定进行。

### 17.3 无故障内置系统的试验

无故障内置系统试验应按 16.6 的规定进行。

### 17.4 有限释放的密封系统试验

内置系统试验应按 16.7 的规定进行。

## 18 标志

18.1 正压外壳应按 GB 3836.1 的规定标志。

18.2 如果本部分需要警告标志,“警告”词之后的内容可以用技术上等效的内容代替。多种警告内容可综合成一种等效的警告内容。

18.3 适当时,还应标志下列补充内容:

- a) 遵照 GB 3836.1 要求的防爆型式标志“p”的正压保护类型,也就是 px、py 或 pz 型;
- b) 对外壳换气需要的最少量保护气体应按下列规定:
  - 保护气体的最小换气流速;和
  - 最短的换气持续时间;和
  - 辅助管道每单元体积的最短补充换气持续时间(适当时);

注1: 用户负责增加保护气体量以保证管道的换气。

注2: 对于 pz 和 py 型正压外壳,如果压力显示能正确反映流量,则可以使用最低压力代替流速,见 7.7c)。

- c) 空气之外的保护气体类型;
- d) 最低和最高正压;
- e) 保护气体的最低流速;
- f) 向正压系统供给最低和最高气压;
- g) 正压外壳的最大泄漏速度;
- h) 在制造厂有规定时,正压外壳进气口处的保护气体的特定温度或温度范围;
- i) 一个或多个压力监测点,除非在有关文件里有规定。

18.4 具有内置系统的正压外壳适当时应补充标志下列内容:

- a) 内置系统最大进气口压力;
- b) 进入内置系统的最大流速;
- c) 限制可燃性物质的氧气浓度必须不超过 2%;
- d) 可燃性物质爆炸上限(UEL)不应高于 80%的限制。

18.5 用静态正压保护的的正压外壳应标志:

**警告——该外壳用静态正压保护。该外壳按制造厂说明书的要求只能在非危险场所充气。**

18.6 如果正压系统和相关的安全装置分别认证则应标志[Ex p]。

18.7 如果按 7.9 d) 3) 的要求,阀门应该标志:

**警告——保护气体供应源阀门——在关闭前应阅读说明书。**

注: 该阀门须持续打开,除非已知场所是非爆炸性环境或正压外壳内所有设备断电并且冷却。

18.8 当说明书要求用户限制压力,最大工作压力应标志在外壳上,说明书应包括下列规定之一:

- a) 要求用户配置保护气体供应源在单个故障状态下不应超过外壳的最大工作压力,故障应是自显示,保护可以利用备用调节器或利用具有维持最大流速能力的外部泄压阀;或
- b) 要求用户对保护气体供应源只使用鼓风系统并且未压缩的空气。

依照说明书和标志规定检查其符合性。

18.9 使用惰性气体作为保护气体的正压外壳应按下列内容标志:

**警告——该外壳含惰性气体,且可能有窒息危险;  
外壳内含有可燃性物质,当暴露在空气中时可能处于爆炸极限之内。**

附录 A  
(规范性附录)  
换气和稀释试验

### A.1 概述

正压外壳的内部环境应在认为试验气体很可能持续存在的地方,以及在有潜在点燃能力设备的附近(也就是正常稀释区域之外)的不同位置进行试验。

整个试验时间应分析或测量各个试验点的气体浓度。例如:正压外壳可配置几个小的管子,管子的开口端应设在取样点所在的正压外壳内侧。

如果抽样试验,所抽样数量不应明显影响试验结论。

必要时,正压外壳上的各个气孔可以封闭,以便能够使正压外壳充以规定试验气体,只有在进行换气和稀释试验时重新打开孔。

在采用空气作为保护气体时,试验方法应如下:

- 在要求专门应用时,可以对专用的可燃性气体和蒸气进行试验。在这种情况下应规定潜在可燃性气体并且选用的试验气体密度应在规定的最重和最轻气体的 $\pm 10\%$ 范围内;
- 在用单一规定气体的情况下,单一试验应该用密度在规定气体的 $\pm 10\%$ 范围内的试验气体进行;
- 当要求包括所有的可燃性气体时应进行两次试验,第一次试验应采用氦气作为对包括所有轻于空气的气体的试验气体,第二次试验应采用氦气或二氧化碳作为对包括所有重于空气的气体的试验气体。

注:一般情况,试验气体应是非可燃的和无毒的。

### A.2 保护气体为空气的合格判据

在换气和稀释后,在各个取样点上的试验气体浓度应不超过下列数值:

- 对特定的可燃性气体进行试验时,数值等于最低爆炸下限的 $25\%$ ;
- 包含一种规定可燃性气体时,等于其爆炸下限的 $25\%$ ;
- 包含所有可燃性气体时,对氦气试验为 $1\%$ ,对氦气或二氧化碳试验为 $0.25\%$ 。

注:这些数值大约分别对应于轻或重的可燃性气体爆炸下限的 $25\%$ 。

### A.3 保护气体为惰性气体的合格判据

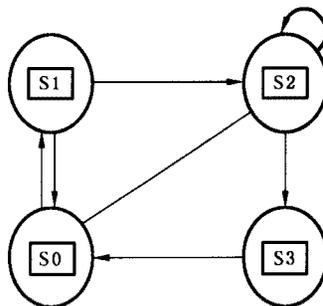
如果保护气体是惰性气体,换气和稀释后氧气浓度应不超过 $2\%(V/V)$ 。

**附录 B**  
(资料性附录)  
**功能时序图实例**

下列数据是制造厂提供的泄漏补偿的正压外壳的简单控制系统的实例。

**表 B.1 泄漏补偿换气控制系统的真值表**

S0	S1	S2	S3	MOP	XOP	PFLO	PTIM
1	0	0	0	0	1	0	1
1	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	1	1	0
1	0	0	0	1	1	0	1
1	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	0	1	1	1
1	0	0	0	0	0	1	1
1	0	0	0	1	1	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	0	0	1	1	0
0	1	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	1	0	1	0
0	0	0	1	1	0	0	1
0	0	0	1	1	0	1	1



**图 B.1 泄漏补偿换气控制系统的状态图**

**漏泄补偿逻辑定义**

超过最高正压=[XOP]

正压>50 Pa(对于pz型 25 Pa)=[MOP]

换气流量>最小=[PFLO]

换气时间不完全=[PTIM]

换气时间完全=[PTIM]

初始状态=S0 \_\_\_\_\_

[MOP]&[XOP]&[PFLO]&[PTIM]=S1 开始换气的最低状态

[MOP]&[XOP]&[PFLO]&[PTIM]=S2 换气

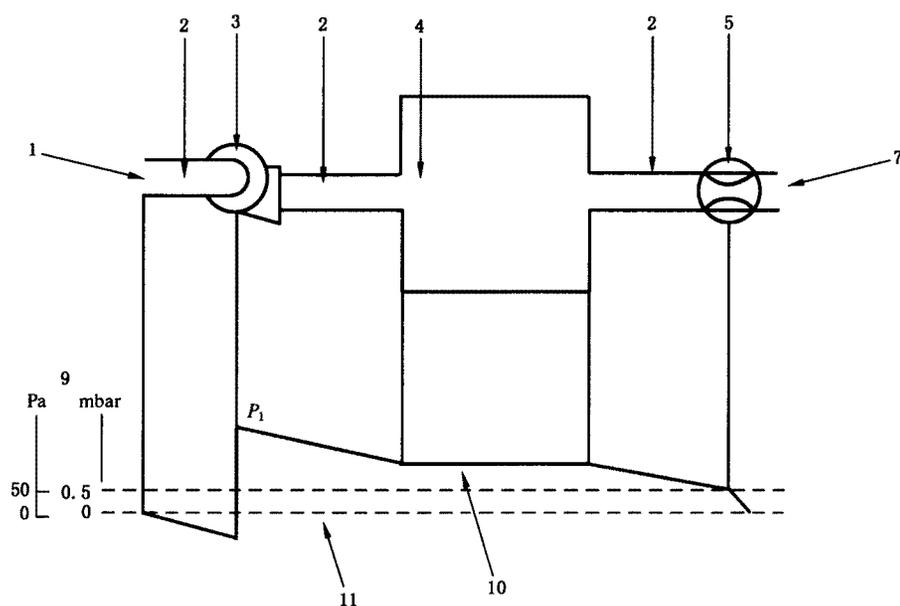
[MOP]&[XOP]&[PTIM]=S3 完全换气,连接电源

随监测装置的输入情况而规定系统的各个状态,该状态是独特的。状态之间的转换只允许通过箭头规定的通路和箭头标示的方向,对于每个状态占有的逻辑条件是根据布尔逻辑表示法专门确定。表中给出了所有输入状态的可能组合,带有更多监测装置的其他系统,如果每个工作状态是仅由它们的输入决定时,则可以使用该方法描述。

附录 C  
(资料性附录)

管道和外壳中压力变化的示例

在图 C. 1a), 图 C. 1b), 图 C. 2, 图 C. 3 和图 C. 4 中用图例示出了用风机保持的正压, 但也可用其他方法, 例如: 用压缩空气罐、压缩机等输送空气来保证正压。在这些情况下, 直到外壳入口, 可能有不同的压降。



$P_1$ ——保护气体的压力(通过管道、外壳内部部件以及在某些情况下通过阻气塞的气流阻力来确定)。

1——保护气体进气口(在非危险场所);

2——管道;

3——风机;

4——外壳;

5——阻气塞(在需要保持正压的地方);

(6 不使用该图)

7——保护气体排气口;

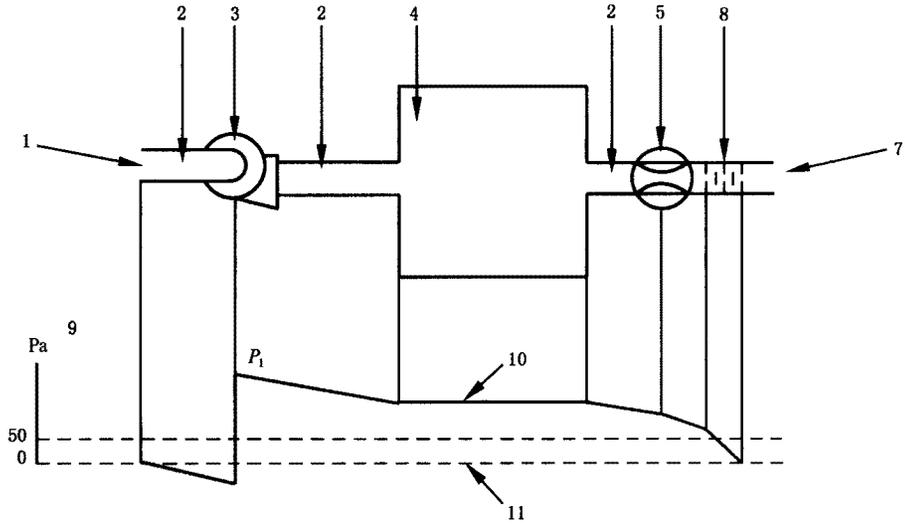
(8 不使用该图)

9——正压;

10——内部压力;

11——外部压力。

图 C. 1 a) 保护气体排气口无火花和颗粒隔板

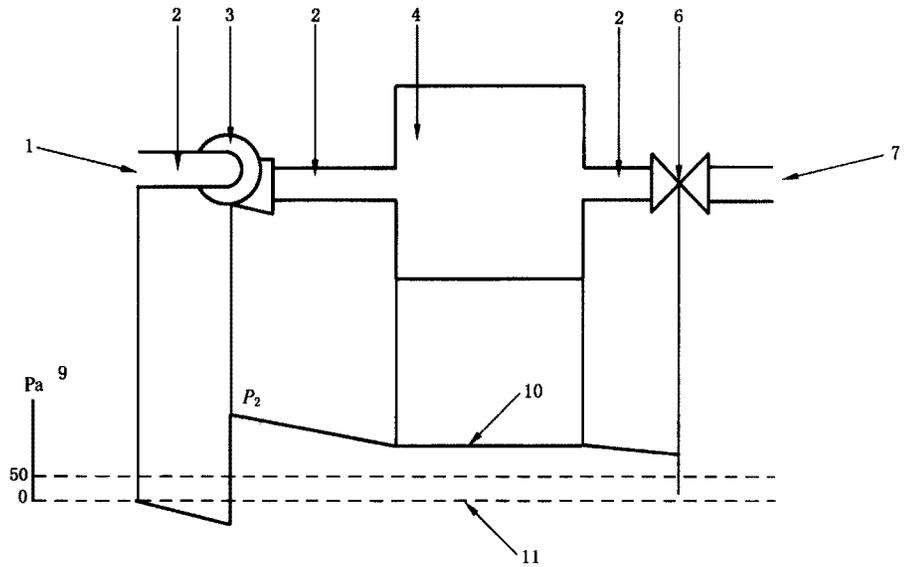


$P_1$ ——保护气体的压力(通过管道、外壳内部部件在某些情况下通过阻气塞及火花和颗粒隔板的气流阻力来确定)。

- |                     |             |
|---------------------|-------------|
| 1——保护气体进气口(在非危险场所); | 7——保护气体排气口; |
| 2——管道;              | 8——火花和颗粒隔板; |
| 3——风机;              | 9——正压;      |
| 4——外壳;              | 10——内部压力;   |
| 5——阻气塞(在需要保持正压的地方); | 11——外部压力。   |

(6 不使用该图)

图 C.1 b) 保护气体排气口具有火花和颗粒隔板

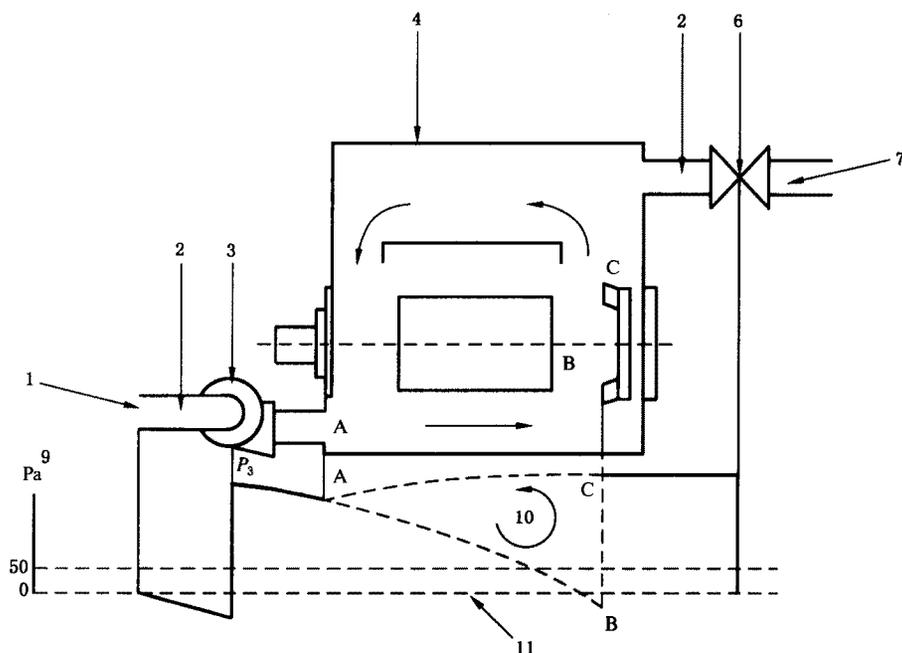


$P_2$ ——保护气体的压力(几乎恒定)。

- |                     |             |
|---------------------|-------------|
| 1——保护气体进气口(在非危险场所); | 7——保护气体排气口; |
| 2——管道;              | (8 不使用该图)   |
| 3——风机;              | 9——正压;      |
| 4——外壳;              | 10——内部压力;   |
| (5 不使用该图)           | 11——外部压力。   |

6——排气口阀门;

图 C.2 具有泄漏补偿的正压外壳,外壳中没有运动部件



$P_3$ ——保护气体的压力(通过内部管道气流阻力和 A、B 和 C 之间受内冷却风扇影响程度来决定)。

1——保护气体进气口(在非危险场所)；

2——管道；

3——风机；

4——外壳；

(5 不使用该图)

6——排气口阀口；

7——保护气体排气口；

(8 不使用该图)

9——正压；

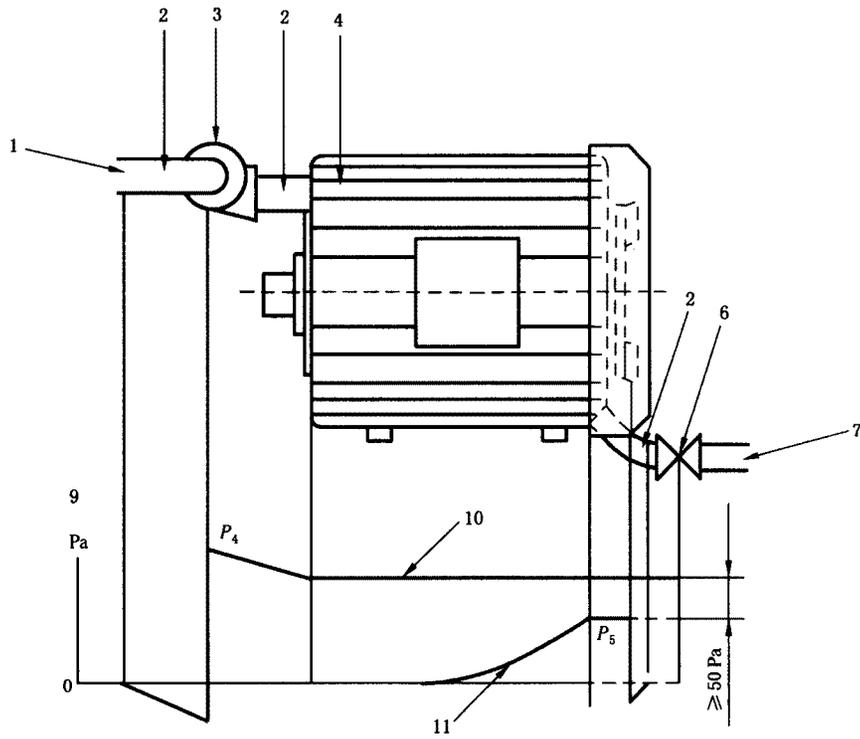
10——内部压力；

11——外部压力。

在可能发生泄漏的各点压力超过 px 型的最低压力 50 Pa。

注：在使用具有由内风扇协助循环的内部封闭冷却回路的正压电机时应该小心，因为这些风扇作用可以在壳体部件上产生负压，而且造成外部环境侵入气体的危险。对内部正压通风电动机的任何建议应该向制造厂提出。

图 C.3 具有泄漏补偿的正压外壳，旋转电动机具有内冷风扇



$P_4$ ——保护气体的压力(通过内部部件气流阻力和外部空气的最高压力值来确定)；

$P_5$ ——由外部冷却风机引起外部空气压力。

1——保护气体进气口(在非危险场所)；

2——管道；

3——风机；

4——外壳；

(5 不使用该图)

6——排气口阀门；

7——保护气体排气口；

(8 不使用该图)

9——正压；

10——内部压力；

11——外部压力。

图 C. 4 带有外冷风机、具有泄漏补偿正压外壳的旋转电动机

**附录 D**  
**(资料性附录)**  
**向用户提供的资料**

### D.1 概述

向用户提供正压保护系统正确安装的资料对安全是重要的。在使用条件要求用户安装安全装置或提供特殊保护要求的情况下,制造厂应按照 GB 3836.1—2000 的 27.2(9)在装置上标志。说明文件应包含用户需要的必要资料来保证符合本部分和 GB 3836.1 的要求。

适当时,制造厂应说明的事项如下。

### D.2 保护气体的管道

#### D.2.1 进气口的位置

除供气的气瓶和一些 I 类设备外,保护气体进入供气管道的位置应设在非危险场所。

对于 I 类设备,保护气体从危险场所进入供气管道时,应采取下列措施:

- a) 在风机或压缩机的排气侧应配置两个独立的甲烷检测仪,如果甲烷浓度超过爆炸下限的 10% 时,则每个检测仪应能自动断开正压外壳的电源;
- b) 达到自动切断电源所需的时间,不应大于保护气体从检测点流到正压外壳的输送时间的二分之一;
- c) 即使自动断电,在恢复供电前,正压外壳应重新换气。换气时间直到保护气体源的甲烷浓度降至爆炸下限的 10% 以下才能开始。

#### D.2.2 正压外壳和进气口之间的管道

压缩机输入管道通常不应穿过危险场所。

如果压缩机的输入管道穿过危险场所,则应用非可燃性材料制造并防止机械损坏和腐蚀。

应采取适当的保护措施以保证管道在内部压力低于外部环境压力的情况下不发生泄漏(见附录 C)。应考虑一些附加保护措施,如可燃性气体检测器来保证管道内无可燃性浓度的气体或蒸气。

#### D.2.3 保护气体排气口

对于排放保护气体的管道,它们的排气口远离封闭区域,而在一个非危险区域内,除非制造厂提供或用户增加颗粒挡板。

#### D.2.4 计入管道的补充换气时间

换气持续时间应增加对相关管道净容积换气需的时间,这些管道不是经认证的电气设备的一部分,增加的时间是在制造厂规定的最低流速下至少 5 倍于净容积所需换气量的时间。

### D.3 保护气体源的电源

保护气体源(鼓风机、压缩机等)的电源应由独立电源供电或从正压外壳用的隔离开关的供电侧供电。

### D.4 静态正压保护

当正压降低至规定的最小值之下时,在重新充气之前,正压外壳应移到非危险场所。

### D.5 带内置系统的外壳

最大压力和进入内置系统的可燃性物质的流量不应超过制造厂规定的额定值。

如果因为空气渗入内置系统可能形成爆炸性混合物时,则必须采取附加保护措施。

为防止可能损坏内置系统的不利运行条件,应采取适当的保护措施。说明文件应说明这些条件,如正压外壳门或盖打开时出现振动、热冲击和维护操作等。

为阻止可燃性物质的流动,如可能被内部热表面点燃,且依靠内部的正压来防止内置系统释放,则可以要求设置一个流量开关。

如果异常释放可能对外部场所分类产生不利影响,则有必要采取附加保护措施。

#### **D.6 外壳的最大正压**

用户应按制造厂的规定限制压力。

**附 录 E**  
**(规范性附录)**  
**外壳内释放型式的分类**

### E.1 概述

在外壳内释放可燃性物质的后果比露天的类似释放要严重得多,外壳内的暂时泄漏将产生可燃性物质,而这些可燃物质即使在漏泄停止后也长时间的滞留在外壳内。鉴于这种原因,对“正常释放”和“异常释放”的评定,比露天场所中的释放更重要。

在各种情况下,为了限制可燃性物质从内置系统进入正压外壳的流量,应设置限制装置。只允许有限制的释放。

### E.2 无正常释放,无异常释放

内置系统符合 12.2 的设计要求和 16.6 中对无故障容器的试验要求。

### E.3 无正常释放,有限制的异常释放

不符合无故障内置系统要求的内置系统包括金属管、软管或元件,如弹簧管、波纹管或螺旋形管,其连接件在例行维护时不需断开,并采用管螺纹、焊接、锡焊或金属压接件连接,这种系统应视为无正常释放,但为有限的异常释放。

旋转或滑动连接、法兰连接、弹性密封件和非金属软管连接不符合该判据。

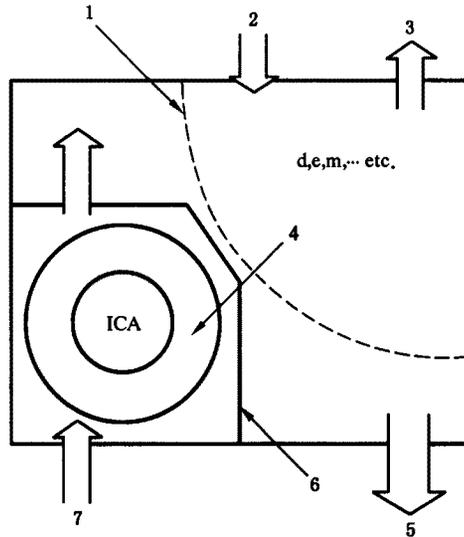
### E.4 有限制的正常释放

不能满足无正常释放要求的系统应视为有限的正常释放,它包括承受例行维护的连接件的内置系统,这种连接件应清楚标志。

其结构由非金属管道管子或元件,如:弹性波纹管、膜盒、波纹管、弹性密封件、旋转或滑动连接件组成的内置系统,应视为正常运行时的释放源。

在正常运行时有火焰的外壳应按火焰的熄灭进行评定,此时应假设火焰熄灭是一种正常现象,且该设备应划分为有正常释放的结构,除非安装一些装置在火焰熄灭时阻止可燃性气体或蒸气。

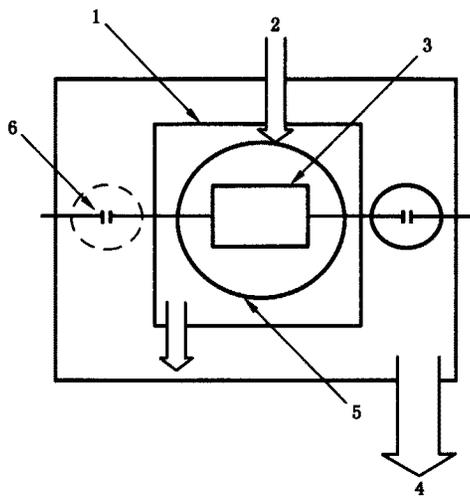
附录 F  
(资料性附录)  
稀释区域原理的使用示例



- |               |                       |
|---------------|-----------------------|
| 1——稀释区域标称界限；  | 5——换气排气口；             |
| 2——可燃性材料的进气口； | 6——封闭有点燃能力的设备(ICA)隔板； |
| 3——可燃性材料的出口；  | 7——换气进气口。             |
| 4——稀释试验的区域；   |                       |

图 F.1 表示采用稀释区域原理来简化换气和稀释试验要求的示意图

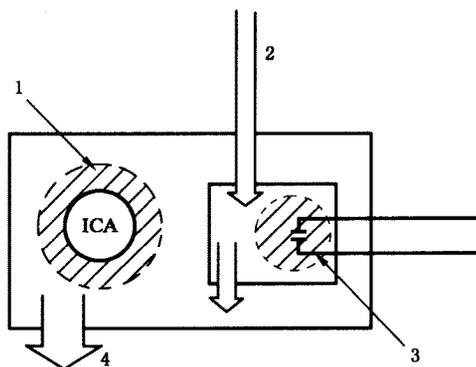
利用将有点燃能力设备(ICA)封装在内部外壳中或使用隔板,可通过简单试验证明有点燃能力的设备不位于稀释区域内。没有必要,也不希望确定稀释区域范围,而仅仅确定稀释区域范围不能延伸到有点燃能力设备周围。



- |               |                     |
|---------------|---------------------|
| 1——内隔板；       | 4——换气排气口；           |
| 2——换气进气口；     | 5——有点燃能力设备(ICA)的位置； |
| 3——内置系统无故障部件； | 6——具有正常稀释区域的潜在释放源。  |

图 F.2 表示用无故障内置系统原理来简化换气和有点燃能力设备周围稀释要求示意图

因为那些使用内部隔板的内置系统部件符合无故障内置系统的要求,有点燃能力设备不能在稀释区域内。

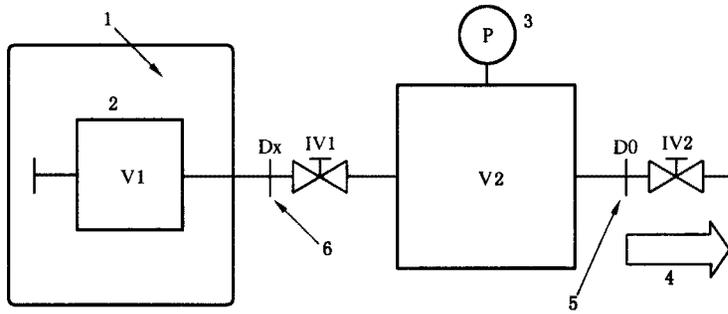


- 1——稀释试验的区域;
- 2——惰性气体的换气进气口;
- 3——具有正常稀释区域的潜在释放源;
- 4——换气排气口。

**图 F.3 表示在释放源周围使用内部隔板来简化位于隔板之外有  
点燃能力的设备周围换气和稀释要求的示意图**

因为稀释区域包括在内部隔板内,有点燃能力设备不在稀释区域内。

附录 G  
(规范性附录)  
内置系统的可靠性试验



- 1——充氮气箱；
- 2——试验中的系统；
- 3——压力监测装置；
- 4——抽真空系统；
- 5——临界的气孔直径；
- 6——连接小孔直径。

注 1: V2 的容积大于试验系统的容积 V1。

注 2: 临界气孔直径 D0 的横截面积小于连接孔 Dx 的横截面积。

注 3: 压力监测装置 P 应进行校正以便考虑泄漏试验气体(例如:氮气)的性能。

注 4: 如果两个阀门打开(IV1 和 IV2)在 V2 内能保持小于或等于 0.1 Pa 压力,则认为合格。

注 5: 打开阀门 IV1 并关闭阀门 IV2,可以测定泄漏速度(如有的话)。

图 G.1 16.6.2 a) 叙述的无故障试验示意图

参 考 文 献

- IEC 60051 (所有部分) 直接作用指示电气测量仪表及其附件  
IEC 60079-13 爆炸性环境用电气设备 第 13 部分:正压房间或建筑物的结构和使用  
IEC 60079-16 爆炸性环境用电气设备 第 16 部分:人工通风保护的分析室
-