ICS 29.260.20
CCS K 35

中华人民共和国国家标准

GB/T 3836.5—2021
代替 GB/T 3836.5—2017，GB 12476.7—2010

爆炸性环境
第5部分：由正压外壳“p”保护的设备

Explosive atmospheres—
Part 5：Equipment protection by pressurized enclosure “p”

（IEC 60079-2：2014，Explosive atmospheres—Part 2：Equipment protection by pressurized enclosure“p”，MOD）

2021-10-11 发布　　2022-05-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会　发布

目　　次

前言 …… Ⅲ
引言 …… Ⅵ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 2
4　保护等级 …… 4
5　正压外壳的结构要求 …… 6
6　温度极限 …… 8
7　安全措施和安全装置(静态正压保护除外) …… 8
8　静态正压用安全措施和安全装置 …… 12
9　保护气体的供给 …… 13
10　有内释放源的正压外壳 …… 14
11　释放条件 …… 14
12　内置系统的设计要求 …… 14
13　有内释放源的保护气体和正压技术 …… 15
14　有点燃能力的设备 …… 17
15　内部热表面 …… 17
16　型式检查和试验 …… 17
17　例行试验 …… 20
18　标志 …… 21
19　使用说明书 …… 22
附录 A(规范性)　换气和稀释试验 …… 24
附录 B(资料性)　功能程序图示例 …… 25
附录 C(资料性)　管道和外壳内压力变化示例 …… 27
附录 D(资料性)　向用户提供的资料 …… 31
附录 E(规范性)　外壳内释放型式分类 …… 33
附录 F(资料性)　稀释区域原理使用示例 …… 34
附录 G(规范性)　应用于“pxb”和“pyb”保护等级的内部电池和电池组 …… 36
附录 H(规范性)　应用于“pzc”保护等级的内部电池和电池组 …… 42
参考文献 …… 44

前　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是GB/T 3836《爆炸性环境》的第5部分。GB/T 3836已经发布了以下部分：

——第1部分：设备　通用要求；
——第2部分：由隔爆外壳“d”保护的设备；
——第3部分：由增安型“e”保护的设备；
——第4部分：由本质安全型“i”保护的设备；
——第5部分：由正压外壳“p”保护的设备；
——第6部分：由液浸型“o”保护的设备；
——第7部分：由充砂型“q”保护的设备；
——第8部分：由“n”型保护的设备；
——第9部分：由浇封型“m”保护的设备；
——第11部分：气体和蒸气物质特性分类　试验方法和数据；
——第12部分：可燃性粉尘物质特性　试验方法；
——第13部分：设备的修理、检修、修复和改造；
——第14部分：场所分类　爆炸性气体环境；
——第15部分：电气装置的设计、选型和安装；
——第16部分：电气装置的检查与维护；
——第17部分：由正压房间“p”和人工通风房间“v”保护的设备；
——第18部分：本质安全电气系统；
——第20部分：设备保护级别(EPL)为Ga级的设备；
——第21部分：设备生产质量体系的应用；
——第22部分：光辐射设备和传输系统的保护措施；
——第23部分：用于瓦斯和/或煤尘环境的Ⅰ类EPL Ma级设备；
——第24部分：由特殊型“s”保护的设备；
——第25部分：可燃性工艺流体与电气系统之间的工艺密封要求；
——第26部分：静电危害　指南；
——第27部分：静电危害　试验；
——第28部分：爆炸性环境用非电气设备　基本方法和要求；
——第29部分：爆炸性环境用非电气设备　结构安全型“c”、控制点燃源型“b”、液浸型“k”；
——第30部分：地下矿井爆炸性环境用设备和元件；
——第31部分：由防粉尘点燃外壳“t”保护的设备；
——第32部分：电子控制火花时限本质安全系统；
——第33部分：严酷工作条件用设备；
——第34部分：成套设备；
——第35部分：爆炸性粉尘环境场所分类。

本文件代替GB/T 3836.5—2017《爆炸性环境　第5部分：由正压外壳“p”保护的设备》和GB 12476.7—2010《可燃性粉尘环境用电气设备　第7部分：正压保护型“pD”》。本文件以

GB/T 3836.5—2017 为主，整合了 GB 12476.7—2010 的主要内容，与 GB/T 3836.5—2017 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

——整合了爆炸性(可燃性)粉尘环境用电气设备的要求；

——增加了检测风扇断电故障的要求(见 7.2)；

——增加了正压系统的要求(见 7.4)；

——增加了“pxb”保护等级设备应具有自动换气系统的要求(见 7.7)；

——增加了备用保护气体的要求(见 9.1)；

——增加了独立正压系统的要求(见 9.2)；

——更改了最高正压试验方法(见 16.1、16.2，2017 年版的 16.1)；

——增加了如何确定最高正压值的要求(见 16.2)；

——删除了限制内部压力的正压外壳的性能检查(见 16.8)；

——更改内置系统无故障试验方法(见 16.7.2，2017 年版的 16.6.2)；

——增加了对于电池和电池组要求的附录(见附录 G 和附录 H)。

本文件使用重新起草法修改采用 IEC 60079-2:2014《爆炸性环境　第 2 部分：由正压外壳“p”保护的设备》。

本文件与 IEC 60079-2:2014 的技术性差异及其原因如下：

——关于规范性引用文件，本文件做了具有技术性差异的调整，以适应我国的技术条件，调整的情况集中反映在第 2 章“规范性引用文件”中，具体调整如下：

- 用修改采用国际标准的 GB/T 3836.1 代替了 IEC 60079-0(见第 1 章)；
- 用修改采用国际标准的 GB/T 3836.4 代替了 IEC 60079-11(见 G.2.1)；
- 用修改采用国际标准的 GB/T 3836.8 代替了 IEC 60079-15(见 H.2)；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 4207 代替了 IEC 60112(见 5.7)；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 4208 代替了 IEC 60529(见表 2)；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 4942.1 代替了 IEC 60034-5(见表 2)；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 16935.1 代替了 IEC 60664-1(见 5.7)；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 2900.35 和 GB/T 2900.83 代替了 IEC 60050(所有部分)(见第 3 章)；
- 用 GB/T 9364(所有部分)代替了 IEC 60127(所有部分)，两项标准各部分之间的一致性程度如下：
  - GB/T 9364.1—2015　小型熔断器　第 1 部分：小型熔断器定义和小型熔断体通用要求 IEC 60127-1:2006，MOD)；
  - GB/T 9364.2—2018　小型熔断器　第 2 部分：管状熔断体(IEC 60127-2:2014，MOD)；
  - GB/T 9364.3—2018　小型熔断器　第 3 部分：超小型熔断体(IEC 60127-3:2015，MOD)；
  - GB/T 9364.4—2016　小型熔断器　第 4 部分：通用模件熔断体(UMF)　穿孔式和表面贴装式(IEC 60127-4:2012，MOD)；
  - GB/T 9364.5—2011　小型熔断器　第 5 部分：小型熔断体质量评定导则(IEC 60127-5:1988，IDT)；
  - GB/T 9364.6—2001　小型熔断器　第 6 部分：小型管状熔断体的熔断器座(IEC 60127-6:1994，IDT)；
  - GB/T 9364.7—2016　小型熔断器　第 7 部分：特殊应用的小型熔断体(IEC 60127-7:2013，MOD)；

◆ GB/T 9364.10—2013 小型熔断器 第10部分：用户指南(IEC 60127-10：2001，MOD)。

本文件做了下列编辑性改动：

——为与现有标准系列一致，将本文件名称修改为《爆炸性环境 第5部分：由正压外壳“p”保护的设备》；

——在第1章范围中增加了关于标准适用范围的叙述；

——增加了“正压外壳”定义的注释；

——纳入了IEC 60079-2：2014/COR1：2015的技术勘误内容，所涉及的条款的外侧页边空白位置用垂直双线(‖)进行了标示；

——修改了参考文献。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电器工业协会提出。

本文件由全国防爆电气设备标准化技术委员会(SAC/TC 9)归口。

本文件起草单位：南阳防爆电气研究所有限公司、上海仪器仪表自控系统检验测试所有限公司、华荣科技股份有限公司、煤科集团沈阳研究院有限公司、卧龙电气南阳防爆集团股份有限公司、新黎明科技股份有限公司、合隆防爆电气有限公司、佳木斯电机股份有限公司、南阳中天防爆电气股份有限公司。

本文件主要起草人：王军、李瑞、张刚、江旭强、文品、章明高、黄玄哲、郑振晓、金晓鹏、乔建伟、历锐。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——GB 3836.5，1987年首次发布，2004年第一次修订，2017年第二次修订；

——GB 12476.7，2010年首次发布。

引　言

GB/T 3836《爆炸性环境》旨在确立爆炸性环境用设备及其应用相关方面的基本技术要求，涵盖了爆炸性环境用设备的设计、制造、检验、选型、安装、检查、维护、修理以及场所分类等各方面，采用分部分标准的形式，包括但不限于以下部分：

——第1部分：设备　通用要求；
——第2部分：由隔爆外壳“d”保护的设备；
——第3部分：由增安型“e”保护的设备；
——第4部分：由本质安全型“i”保护的设备；
——第5部分：由正压外壳“p”保护的设备；
——第6部分：由液浸型“o”保护的设备；
——第7部分：由充砂型“q”保护的设备；
——第8部分：由“n”型保护的设备；
——第9部分：由浇封型“m”保护的设备；
——第11部分：气体和蒸气物质特性分类　试验方法和数据；
——第12部分：可燃性粉尘物质特性　试验方法；
——第13部分：设备的修理、检修、修复和改造；
——第14部分：场所分类　爆炸性气体环境；
——第15部分：电气装置的设计、选型和安装；
——第16部分：电气装置的检查与维护；
——第17部分：由正压房间“p”和人工通风房间“v”保护的设备；
——第18部分：本质安全电气系统；
——第20部分：设备保护级别(EPL)为Ga级的设备；
——第21部分：设备生产质量体系的应用；
——第22部分：光辐射设备和传输系统的保护措施；
——第23部分：用于瓦斯和/或煤尘环境的Ⅰ类EPL Ma级设备；
——第24部分：由特殊型“s”保护的设备；
——第25部分：可燃性工艺流体与电气系统之间的工艺密封要求；
——第26部分：静电危害　指南；
——第27部分：静电危害　试验；
——第28部分：爆炸性环境用非电气设备　基本方法和要求；
——第29部分：爆炸性环境用非电气设备　结构安全型“c”、控制点燃源型“b”、液浸型“k”；
——第30部分：地下矿井爆炸性环境用设备和元件；
——第31部分：由防粉尘点燃外壳“t”保护的设备；
——第32部分：电子控制火花时限本质安全系统；
——第33部分：严酷工作条件用设备；
——第34部分：成套设备；
——第35部分：爆炸性粉尘环境场所分类。

正压型“p”是一种重要的防爆型式，在该技术的标准化方面，我国于1987年参考IEC文件制定了关于爆炸性气体环境用正压型的GB 3836.5—1987，随后于2004年和2017年采用IEC 60079-2两次进

行修订;并于2010年采用IEC 61241-4制定了关于可燃性粉尘环境用正压型的GB 12476.7—2010。上述标准发布实施以来,正压型防爆技术有了一定的新发展。在国际标准方面,相应标准现行版本为IEC 60079-2:2014,该标准整合了IEC 61241-4(正压型"pD"),其主要技术内容也能适用于我国的情况。为适应防爆技术和产业发展,并与国际标准发展相一致,需要对GB/T 3836.5进行修订,并将GB 12476.7整合进来。

本次修订在采用IEC 60079-2:2014《爆炸性环境　第2部分:由正压外壳"p"保护的设备》主要技术内容的基础上,进行了适当的修改以适应我国的具体情况。本文件作为专用防爆型式部分,是对GB/T 3836.1通用要求的补充和修改。

使用本文件宜了解下述情况。

本文件规定了爆炸性环境用电气设备的设计、结构、试验和标志的要求,其中:

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;

b) 保护气体压力保持高于外部环境的压力,以阻止在外壳内形成爆炸性气体环境,向含有一个或多个内释放源的外壳充入保护气体,以阻止外壳内形成爆炸性气体环境;或者

c) 保护气体压力保持高于外部环境的压力,以阻止可燃性粉尘进入,否则可能会导致在外壳内部形成爆炸性粉尘环境,并且仅适用于没有可燃性粉尘内释放源的外壳。

本文件包括对设备及其带保护气体进出口和排气管道的关联设备的要求,同时也对保证建立和保持正压和/或稀释应提供的辅助控制设备进行了规定。

爆炸性环境
第5部分：由正压外壳“p”保护的设备

1 范围

本文件规定了由正压外壳“p”保护的爆炸性气体环境或爆炸性粉尘环境用电气设备结构和试验的专用要求，也规定了包含有限制可燃性物质释放的正压外壳的要求。

本文件适用于拟在爆炸性气体环境或爆炸性粉尘环境中使用的采用正压外壳“p”保护的电气设备。

本文件不适用于：

——内置系统可能释放如下物质的正压外壳：

- 含氧量超过正常值的空气；或
- 氧气与惰性气体混合，其中氧气比例超过21%。

——正压房间或分析室，见GB/T 3836.17。

——使用在存在爆炸物或烟花的环境中的正压外壳。

——使用在存在气体/蒸气和可燃性粉尘杂混物的环境中的正压外壳。

——使用在存在自身含有氧化剂的爆炸物或推进剂等自燃物质的环境中的正压外壳。

——内部有可燃性粉尘释放源的正压外壳。

注：当用户是制造商时，通常情况下，确保本文件所有相关要求适用于设备的制造和试验是用户的责任。

本文件是对GB/T 3836.1通用要求的补充和修改。当本文件的要求与GB/T 3836.1的要求有冲突时，本文件的要求优先。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

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

GB/T 2900.83 电工术语 电的和磁的器件(GB/T 2900.83—2008，IEC 60050-151：2001，IDT)

GB/T 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求(GB/T 3836.1—2021，IEC 60079-0：2017，MOD)

GB/T 3836.4 爆炸性环境 第4部分：由本质安全型“i”保护的设备(GB/T 3836.4—2021，IEC 60079-11：2011，MOD)

GB/T 3836.8 爆炸性环境 第8部分：由“n”型保护的设备(GB/T 3836.8—2021，IEC 60079-15：2017，MOD)

GB/T 4207 固体绝缘材料耐电痕化指数和相比电痕化指数的测定方法(GB/T 4207—2012，IEC 60112：2009，IDT)

GB/T 4208 外壳防护等级(IP代码)(GB/T 4208—2017，IEC 60529：2013，IDT)

GB/T 4942.1 旋转电机整体结构的防护等级(IP代码) 分级(GB/T 4942.1—2006，IEC 60034-5：2000，IDT)

GB/T 9364(所有部分) 小型熔断器[IEC 60127(所有部分)]

GB/T 16935.1 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分:原理、要求和试验(GB/T 16935.1—2008,IEC 60664-1:2007, IDT)

3 术语和定义

GB/T 2900.35、GB/T 2900.83 和 GB/T 3836.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

注:术语"电压"和"电流"是指交流有效值(r.m.s.)、直流或复合电压或复合电流,另有规定时除外。

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点燃源附近保持在爆炸极限之外(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燃烧上限(UFL)。

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,即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接的方法进行密封的装置。

注:熔接示例包括铜焊、钎焊或玻璃对金属的熔接。

3.8

有点燃能力的设备 ignition-capable equipment;ICE

在正常运行件下对特定爆炸性环境构成点燃源的设备。

3.9

指示器 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

外壳内的某点或部位,从这些地方可燃性物质能够以可燃性气体、蒸气或液体的形式释放到正压外壳内,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

正压外壳内高于外部环境压力的压力值。

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压力，以阻止外部爆炸性环境进入外壳的方法。

3.14

正压保护系统　pressurization system

用于增压和监视或控制正压外壳的安全装置和其他元件的组合。

3.15

正压外壳　pressurized enclosure

保持内部保护气体的压力高于外部压力的外壳。

注：“正压外壳”和“正压外壳型”被视为同义词。

3.16

保护气体　protective gas

用于保持正压以及稀释和换气（如有要求）的空气或惰性气体。

注：本文件中惰性气体指氮、二氧化碳、氩或其他气体，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，甚至也不会形成如爆炸极限那样的可燃性能。

3.17

保护气体供给源　protective gas supply

供给正压保护气体的压缩机、鼓风机或压缩气体容器。

注 1：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。

注 2：不包括除压力调节器外的正压系统部件。

3.18

换气　purging

在正压外壳内，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

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。

3.20

“pxb”保护等级　Level of Protection “pxb”

提供设备保护级别 Mb、Gb 或 Db 的正压外壳。

注：这允许除安全装置（见 3.23）外的未受保护设备安装在正压外壳内。

3.21

“pyb”保护等级　Level of Protection “pyb”

提供设备保护级别 Gb 或 Db，内部为 Gc 或 Dc 的正压外壳。

注：这允许除安全装置（见 3.23）外的设备保护级别为 Gc 或 Dc 的设备安装在正压外壳内。

3.22

“pzc”保护等级　Level of Protection “pzc”

提供设备保护级别 Gc 或 Dc 的正压外壳。

注：这允许除安全装置（见 3.23）外的未受保护设备安装在正压外壳内。

3.23

安全装置　safety device

用于实现或保持防爆型式完整的装置。

3.24

燃烧下限　lower flammable limit;LFL

空气中可燃性气体或蒸气的体积分数，低于该体积分数就不能形成爆炸性气体环境，使用百分比表示(见 GB/T 3836.11)。

注：也称为爆炸下限(LEL)。

3.25

燃烧上限　upper flammable limit;UFL

空气中可燃性气体或蒸气的体积分数，高于该体积分数就不能形成爆炸性气体环境，使用百分比表示(见 GB/T 3836.11)。

注：也称为爆炸上限(UEL)。

4　保护等级

正压保护分为三种保护等级(“pxb”“pyb”和“pzc”)，依据外部爆炸性环境要求的设备保护级别(Mb、Gb、Db、Gc 或 Dc)是否有潜在内释放源，以及正压外壳内设备是否有点燃能力进行划分，见表 1。正压外壳和正压系统的设计要求按保护等级来确定，见表 2。

表 1　确定保护等级

是否有内释放条件？	外部爆炸性环境要求的最高设备保护级别	外壳内是否含有点燃能力的设备？	保护等级
否	Mb、Gb 或 Db	是或否	pxb
否	Gb 或 Db	否	pyb
否	Gc 或 Dc	是或否	pzc
是，气体/蒸气	Mb、Gb 或 Db	是或否，并且有点燃能力的设备不在稀释区域内	pxb
是，气体/蒸气	Gb 或 Db	否	pyb
是，气体/蒸气	Gc 或 Dc	是，并且有点燃能力的设备不在稀释区域内	pxb
是，气体/蒸气	Gc 或 Dc	否	pyb
是，液体	Gb 或 Db	是或否	pxb(惰性的)
是，液体	Gb 或 Db	否	pyb(惰性的)
是，液体	Gc 或 Dc	是或否	pzc(惰性的)
如果可燃性物质是液体，则绝不允许正常释放。 如果在正压保护等级之后标明是“(惰性的)”，则保护气体应是惰性气体，见第 13 章。			

表 2　保护等级的设计准则

设计准则	“pxb”保护等级	“pyb”保护等级	带指示器的“pzc”保护等级	带报警的“pzc”保护等级
外壳防护等级按照 GB/T 4208 或 GB/T 4942.1	最低为 IP4X	最低为 IP4X	最低为 IP4X	最低为 IP3X
外壳抗冲击能力	应用 GB/T 3836.1	应用 GB/T 3836.1	应用 GB/T 3836.1	GB/T 3836.1 中数据取半值
对Ⅰ类和Ⅱ类检查换气周期	要求安装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
防止炽热颗粒由通常关闭的释放孔排出进入要求 EPL 为 Mb，Gb 或 Db 的区域	要求使用火花和颗粒挡板，见 5.9，通常不产生炽热颗粒的除外	无要求[a]	“pzc”保护等级不能用于要求 EPL 为 Mb、Gb 或 Db 的区域	“pzc”保护等级不能用于要求 EPL 为 Mb、Gb 或 Db 的区域
防止炽热颗粒由通常关闭的释放孔排出进入要求 EPL 为 Gc 或 DC 的区域	无要求[b]	无要求[b]	无要求[b]	无要求[b]
防止炽热颗粒由通常开启的孔排出进入要求 EPL 为 Mb。Gb 或 Db 的区域	要求使用火花和颗粒挡板，见 5.9	要求使用火花和颗粒挡板，见 5.9	“pzc”保护等级不能用于 EPL 为 Mb、Gb 或 Db 的区域	“pzc”保护等级不能用于 EPL 为 Mb、Gb 或 Db 的区域
防止炽热颗粒由通常开启的孔排出进入要求 EPL 为 Gc 或 Dc 的区域	除非通常情况下不产生炽热颗粒，否则需要火花和颗粒挡板，见 5.9	无要求[a]	除非通常情况下不产生炽热颗粒，否则需要火花和颗粒挡板，见 5.9	除非通常情况下不产生炽热颗粒，否则需要火花和颗粒挡板，见 5.9
只能用工具打开的门或盖	警告，见 5.3 和 6.2b)2)	警告，见 5.3.6[b]	警告，见 5.3.6[c]	警告，见 5.3.6[c]
无需工具移除的门或盖	连锁，见 7.14（不包括内部热部件）	警告，见 5.3.6[a]	警告，见 5.3.6[c]	警告，见 5.3.6[c]
开启外壳前内部热部件需要冷却时间	按照 6.2b)2)要求	无要求[a]	警告，见 5.3.6	警告，见 5.3.6

[a] 6.2 b)2)不适用于“pyb”保护等级，因为既不允许内部热部件，也不允许正常产生炽热颗粒。

[b] 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。

[c] 对于“pzc”保护等级外壳工具打开没有要求，因为在正常工作时，外壳是正压的，所有门和盖均处于应处位置。如果把门或盖移去，外部环境不大可能在爆炸极限范围内。

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。

对于没有超过标志温度组别的内部元件的“pxb”保护等级，以及“pyb”和“pzc”保护等级，非金属外壳和外壳的非金属部分的耐热耐寒试验(GB/T 3836.1)不必用于正压外壳。

这是因为外壳的降解导致泄漏率上升，会导致报警以及有点燃能力回路电源的切断。因此，非金属外壳和外壳的非金属部件的预处理试验并不认为是必要的。

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 Ⅰ类正压外壳

门和盖应：

——采用符合GB/T 3836.1规定的特殊紧固件；或

——采用联锁，以便使门和盖打开时，向未用7.15所列的设备保护级别(EPL)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7.7的要求。

5.3.2 具有静态正压保护的Ⅰ类正压外壳

门和盖应采用符合GB/T 3836.1规定的特殊紧固件。

5.3.3 Ⅱ类正压外壳

GB/T 3836.1中规定的特殊紧固件的要求不适用。

对于“pxb”保护等级，不需要用工具或钥匙就能打开的门和盖应设置联锁，以便当它们处于打开状态时，向未列入7.15保护的电气设备供电的电源能自动断电，并且在门和盖关闭前不能重新通电。

对于“pyb”和“pzc”保护等级，对是否使用工具或钥匙不做要求。

宜考虑当松动紧固件时，高的内部压力可能会使门或盖猛然打开。宜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。

5.3.4 具有静态正压保护的Ⅱ类和Ⅲ类正压外壳

门和盖应只能用工具才能打开。

5.3.5 Ⅱ类和Ⅲ类：pxb型

对于含有需要冷却时间的热部件的正压外壳，不使用工具或钥匙不应轻易打开。

5.3.6 Ⅱ类和Ⅲ类门和盖的警告

为了防止因外壳打开，爆炸性气体或粉尘被点燃，门和盖应标志：

“警告：严禁在爆炸性环境中打开！”

5.4 机械强度

正常运行时，正压外壳及其管道和它们的连接部件，在所有排气孔封闭状态下应承受制造商规定的最高正压的1.5倍压力，最低压力为200 Pa。

如果在工作中可能出现引起外壳、管道或连接部件变形的压力，应设置安全装置，将最大内部正压值限制到低于可能对防爆型式产生不利影响的水平。如果制造商不提供安全装置，设备防爆合格证编号应按照GB/T 3836.1中的标志要求包含“X”后缀，并且防爆合格证中列出的特殊使用条件应详细说明用户为确保符合本文件要求所需要的必要信息。

5.5 Ⅰ类和Ⅱ类气孔、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。

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未换气的区域。

对于重于空气的气体或蒸气，保护气体的进入孔宜靠近正压外壳的顶部，而排气孔靠近外壳的底部。

对于轻于空气的气体或蒸气，保护气体的进气孔宜靠近外壳的底部，而排气孔宜靠近外壳的顶部。

在外壳的相对侧设置进气孔和排气孔以促进前后通风。

内部隔板(例如电路板)的设置宜使保护气体的气流不受阻碍。使用支管或导流板也能改善障碍物周围的气流流动。

气孔数量宜按设备的结构来选择，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。

对于每1 000 cm^3设置面积不小于1 cm^2的通气孔，并且最小为6.3 mm直径的通气孔通常才足以适当换气。

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^3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%是以氢气的燃烧下限(LFL)的25%为基础，见A.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。

5.6 静态正压保护外壳的气孔

静态正压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。

5.7 绝缘材料

对于Ⅰ类电气设备，能够承受由额定电流大于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电应力的绝缘材料，至少应符合下列要求之一：

——相比漏电起痕指数等于或大于GB/T 4207标准中的CTI400M。

——设置适当的装置，该装置能探测外壳内部绝缘材料可能分解出现的危险状况，并在供电侧自动切断向外壳供电的电源。对此类装置的安装和功能应进行验证。

——带电裸露导体的爬电距离符合GB/T 16935.1中3级污染的Ⅲ类材料等效电压所示的爬电距离。

5.8 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，则视为外壳的部分。

5.9 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。

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)，并且触头应有灭弧罩，认为不产生炽热颗粒，否则应视为通常可能产生炽热颗粒。

如果通常不产生炽热颗粒，则排入要求设备保护级别为 Gb 或 Mb 场所的通常关闭的减压口不需要火花和颗粒挡板。

如果通常不产生炽热颗粒，则排入要求设备保护级别为 Gc 场所时排气口处就不需要火花和颗粒挡板。

如果制造商未提供火花和颗粒挡板，设备防爆合格证编号应按照 GB/T 3836.1 中的标志要求包含“X 后缀，并且防爆合格证中列出的特殊使用条件应详细说明用户为确保符合本文件要求所需要的必要信息。

5.10 电池和电池组

“pxb”和“pyb”保护等级内部电池和电池组应符合附录 G 的要求，“pzc”保护等级内部电池和电池组应符合附录 H 的要求。

6 温度极限

6.1 通则

设备应按 GB/T 3836.1 中温度组别的要求进行分组，并应按 6.2 和 6.3 确定。

6.2 对于“pxb”或“pyb”保护等级

温度组别应取决于下列温度中的较高者：

a) 外壳的最高外表面温度；或

b) 内部元件的最高表面温度。

例外：如果是下列情况，内部元件可以超过标志的温度组别：

1) 符合 GB/T 3836.1 中有关的“小元件”要求；或

2) 正压外壳为“pxb”保护等级，且符合 GB/T 3836.1 的打开时间要求。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可燃性混合物与热元件任何表面的接触。

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。

在“pyb”保护等级外壳内，不应有在正常运行条件下有点燃能力的热元件。

6.3 对于“pzc”保护等级

温度组别应以外壳的最高外表面温度为根据。

在确定温度组别时，宜考虑当正压系统断开时内部仍然带电的防爆设备。

7 安全措施和安全装置(静态正压保护除外)

7.1 危险场所安全装置的适用性

用来防止正压保护的电气设备产生点燃的所有安全装置本身应不能引起点燃(见 7.15)或者安装在危险场所以外。

7.2 安全装置的完整性

本文件要求的安全装置(见表 3)构成与控制系统有关的安全部件。控制系统的安全性与完整性应

符合：

——对于“pxb”或“pyb”保护等级，按单个故障评定；或

——对于“pzc”保护等级，按正常运行评定。

注：对于单个故障的评定可以参考 GB/T 21109(所有部分)或者类似标准。

风扇电机或风扇控制器上的电气联锁装置不认为足以指示正压故障，因为例如风扇皮带打滑，风扇在轴上松动或者风扇反转等故障可能不被指示出来。

表 3　基于保护等级的安全装置

设计准则	“pxb”保护等级	“pyb”保护等级	“pzc”保护等级
用于检测失去最低正压的安全装置	压力传感器，见 7.11	压力传感器，见 7.11	指示器或压力传感器，见 7.11d)
Ⅰ类和Ⅱ类电气设备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 7.7	标志时间和流量，见 7.8 c)	标志时间和流量，见 7.8 c)
只能用工具开启门或盖的安全装置	警告，见 6.2b)	无要求 (不允许有内部热部件)	无要求
不需用工具开启门或盖的安全装置	联锁，见 7.14 (不允许有内部热部件)	无要求 (不允许有内部热部件)	无要求
有内置系统时内部热部件用的安全装置(见第 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(不允许正常释放)

7.3　安全装置的提供

安全装置应由设备制造商或最终用户提供，如果制造商不提供安全装置，设备防爆合格证编号应按照 GB/T 3836.1 中的标志要求包含“X”后缀，并且防爆合格证中列出的特殊使用条件应详细说明用户为确保符合本文件要求所需要的必要信息。

7.4　作为关联设备评价的正压系统

7.4.1　“pzc”保护等级的正压系统

正压系统应至少包含：符合 7.11 要求的一种控制最低正压值的措施(如调节器)和一种验证最低正压值的措施(如指示器)。

如果有排气口，则应使用火花颗粒挡板。

如果使用调节器，并且当单个故障情况下，进气口所有压力都会施加到调节器出气口，那么应使用一种限制外壳内部压力到一个规定值的措施(如减压口)。这个规定值由试验或者计算得到并需要列在使用说明书中。如果有多种调节器或减压口以供选择，那么每组适合的调节器/减压口的规定值都应确认。

正压系统应由试验来验证操作的正确性。

7.4.2　“pyb”保护等级的正压系统

正压系统应包含：符合 7.11 要求的一种控制最低正压值的措施(如调节器)，一种验证最低正压值的措施(如指示器)以及一个自动安全装置。

如果使用调节器，并且当单个故障情况下，进气口所有压力都会施加到调节器出气口，那么应使用一种限制外壳内部压力到一个规定值的措施(如减压口)。这个规定值由试验或者计算得到并需要列在使用说明书中。如果有多种调节器或减压口以供选择，那么每组适合的调节器/减压口的规定值都应

确认。

正压系统应由试验来验证操作的正确性。

7.4.3 “pxb”保护等级的正压系统

正压系统应包含：符合 7.11 要求的一种控制最低正压值的措施（如调节器）、一种验证最低正压值的措施（如压力传感器）和一个自动安全装置，以及符合 7.7 要求的使用流量传感器的自动控制系统。

如果使用调节器，并且当单个故障情况下，进气口所有压力都会施加到调节器出气口，那么应使用一种限制外壳内部压力到一个规定值的措施（如减压口）。这个规定值由试验或者计算得到并需要列在使用说明书中。如果有多种调节器或减压口以供选择，那么每组适合的调节器/减压口的规定值都应确定。

正压系统应进行试验来验证包括自动控制系统功能在内的正确运行。

7.5 “pxb”的程序图

对于“pxb”保护等级正压系统，功能程序图应由制造商提供，例如真值表、状态图、流程图等，以规定控制系统的作用。程序图应能清晰辨别，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验证是否与程序图一致。这些试验只需在正常环境件下进行，制造商另有规定时除外。

注：附录 B 给出了由制造商提供的资料的示例。

7.6 安全装置额定值

制造商应规定安全装置的最高和最低动作值及公差。安全装置应按制造商的规定在正常工作范围内使用。

7.7 “pxb”保护等级的Ⅰ类和Ⅱ类正压外壳的自动换气

应设置防止正压外壳内电气设备在完成换气前就通电的带安全装置的自动控制系统。

控制系统的操作程序应如下：

a) 按本文件规定的程序开始后，应监测通过正压外壳的换气流量和外壳内的最低正压；

b) 当达到保护气体的最低流量并且正压值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) 程序中任何步骤出了故障，电路应重新恢复到起始阶段。

7.8 Ⅰ类或Ⅱ类正压外壳换气要求

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

a) 对于“pxb”或“pyb”保护等级，制造商应规定最低换气流量和换气时间，以满足 16.4 或 16.5 的试验要求。除了旋转电机及复杂形状的设备以外，不需试验就能确定该换气足够，即最低换气流量和时间可依据 5 倍外壳容积换气量确定。

b) 对于“pzc”保护等级，除了旋转电机及复杂形状的设备以外，制造商应规定最低换气流量和时间，以保证正压外壳等于外壳容积 5 倍的保护气体量进行换气。如果有效换气是按 16.4 或 16.5 试验证实换气有效，则可降低保护气体量。

旋转电机及复杂形状的设备可根据相似或等同外壳做的测试，不需试验就能确定换气时间。

c) 应在正压外壳出气口处监测换气流量。对于“pxb”保护等级，应监测实际流量。对于“pyb”或“pzc”保护等级，可推断出流量，例如，可以从外壳压力和排气口处规定的开口推断。对于“pyb”或“pzc”保护等级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。标志应包含以下或相似的内容：

“警告：电源在外壳打开后不应复位，直到外壳以__的流量换气__分钟后方可复位！”

注：确定不作为设备一部分的关联管道自由空间，并确定在给定的最低流量下的附加换气时间通常是用户的责任。

7.9 Ⅲ类正压外壳清扫

应在设备上标志可燃性粉尘应在通电前从设备内部清扫出的警告语。标志应包含以下或相似的内容：

“警告：电源在外壳打开后不应复位，直到外壳内积聚的可燃性粉尘被清除后方可复位！”

7.10 最低流量时的要求

当制造商规定了保护气体的最低流量（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量降低到规定的最低数值以下时动作。

7.11 检测最低正压的安全装置

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值下降到低于制造商规定的最低值时动作。自动安全装置应符合下列要求：

a) 自动安全装置传感器应直接采集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应有阀门。

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 7.12 的要求。

注 1：使用自动安全装置（如断电或声音报警，或用其他方法来保证设备的安全）通常是用户的责任。

d) 对于“pzc”保护等级，如果正压外壳配置有指示器来代替自动安全装置，则应符合下列条件：

1) 为保持正压外壳内的最低压力，对保护气体供给源应配置报警装置以便显示保护气体供给时的故障。

2) 在正压外壳和保护气体源的报警器之间不应配其他装置，但隔离阀和/或压力或流量控制器除外。

3) 隔离阀应：

- 标志：

  “警告：保护气体供气源阀门——关闭之前请参照使用说明书！”
- 在开启位置应能够密封或固定；
- 具有是否打开或闭合的显示；
- 靠近正压外壳直接安装；
- 只能在正压外壳运行期间使用。

注 2：此阀预期一直保持开启状态，除非已知区域内无爆炸性气体环境或所有正压外壳内的设备已断电和冷却。

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不应配置过滤器。

6) 为方便观察应安装指示器。

7) 指示器应显示外壳压力。

8) 指示器取样点的安装应考虑最恶劣的运行条件。

9) 不采用 5.1 中对非金属外壳和外壳非金属部件的排除。

10) 在指示器和正压外壳之间不应配置隔离阀。

如果流量计用于显示外壳压力和换气流量，则宜安装在排气口处。

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显示通过外壳的流量。

7.12 最低正压值

在可能产生漏泄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值："pxb"或"pyb"保护等级为 50 Pa，"pzc"保护等级为 25 Pa。

制造商应规定运行中的最低和最高正压值，换气时的最高正压值及最高正压时的最大泄漏率。

使用具有由内部风扇（如电机）协助循环的内部封闭冷却回路的正压设备时宜注意，因为这类风扇可能会在内部产生负压并导致在正压停止的时候吸入气体或粉尘（见图 C.3）。

各系统和管道内压力的分布情况在图 C.1～图 C.4 中说明。

压缩机及关联管道或风机的安装应不产生危险。附录 D 给出了管道系统安装的基本资料。

7.13 多个外壳的正压保护

当几个单独的正压外壳共用一个保护气体气源时，可以共用一个或几个安全装置，只要合成控制考虑了该组外壳最不利的布置情况。如果安装了一个公用安全装置，只要符合以下 3 个条件，则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"pxb"保护等级，打开门或盖之前应断开特定的正压外壳中电气设备的供电电源，7.15 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 7.7 规定的换气程序。

7.14 门或盖上的安全装置

对于"pxb"保护等级，不用钥匙或工具就能打开的门和盖应联锁，使其在打开时，没有按 7.15 标志的电气设备供电电源自动断开，并且在门和盖关合前不能通电。7.7 的要求也应适用。

7.15 可能带电的设备

对于Ⅰ类或Ⅱ类正压外壳，"pxb"或"pyb"保护等级外壳未运行时仍可能带电的电气设备，对Ⅰ类应采用 EPL Ma 或 Mb 来保护，对Ⅱ类应采用 EPL Ga 或 Gb 来保护。

对于Ⅱ类正压外壳，"pzc"保护等级外壳未运行时仍可能带电的电气设备，应采用 EPL Ga、Gb 或 Gc 来保护。

对于Ⅲ类正压外壳，"pxb"保护等级外壳未运行时仍可能带电的电气设备，应采用 EPL Da 或 Db 来保护。

对于Ⅲ类正压外壳，"pzc"保护等级外壳未运行时仍可能带电的电气设备，应采用 EPL Da、Db 或 Dc 来保护。

7.16 "pyb"保护等级外壳内允许的设备

"pyb"保护等级正压外壳内的电气设备，对Ⅱ类应采用 EPL Ga、Gb 或 Gc 来保护，对Ⅲ类应采用 EPL Da、Db 或 Dc 来保护。

8 静态正压用安全措施和安全装置

8.1 危险场所用安全装置的适用性

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，则应利用 GB/T 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

保护气体应为惰性气体。

8.3 内释放源

不应有内释放源。

8.4 Ⅰ类和Ⅱ类正压外壳充气程序

使用说明书中应规定正压外壳应采用制造商规定的充气程序在非危险场所充入惰性气体。

8.5 Ⅲ类正压外壳充气程序

使用说明书中应规定正压外壳应经过清扫以确保外壳内没有可燃粉尘的危险积聚。使用说明书中应规定正压外壳应采用制造商规定的充气程序在非危险场所充入惰性气体。

8.6 安全装置

对于“pxb”或“pyb”保护等级设备应安装两台自动安全装置，对“pzc”保护等级应安装一台自动安全装置，当正压下降低于制造商规定的最低值时，自动安装装置应动作。在设备运行时应能够检查安全装置是否正确动作。这些自动安全装置应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)通常是用户的责任。

8.7 可能带电的设备

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 7.15 所列设备保护级别(EPL)之一加以保护。

8.8 正压

最低正压值应大于正常运行时一个周期内所测得的最大压力损失，此周期不小于按 GB/T 3836.1 中打开时间要求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 备用供给

如果在保护气体的主要供给失效的情况下需要有一个备用供给，那么每个供给都应能独立地保持需要的压力水平或保护气体供给速率。两个气源可以共用同一个管道系统或管路。

注：在需要维持电气设备运行的地方，可能建议使用备用电源。

9.2 独立供给

当有点燃能力的设备外壳是由“pzc”保护等级正压外壳保护，而该外壳同时也安装在一个由“pyb”保护等级正压外壳内时，保护气体供给应是相互独立的。

9.3 保护气体类型

保护气体应是非可燃性的。

使用说明书应规定保护气体类型及允许的替代气体类型。如果规定了达到标准仪器精度的空气或

氮气之外的其他保护气体，保护气体不宜因本身的化学特性或因可能含有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完整性。

当用惰性气体时，有窒息的危险。因此，对外壳应附加适当的警告（见18.9）。宜考虑提供在打开门和盖之前对外壳进行换气以清除惰性气体的适当方法。

9.4 温度

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

10 有内释放源的正压外壳

第11～15章给出了释放条件、内置系统设计要求、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燃烧下限（LFL）；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，并且如果在压差下降到50 Pa时，安装的自动安全装置动作。

注：使用自动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备的安全性）是用户的责任。

设备防爆合格证编号应按照GB/T 3836.1中的标志要求在设备上标志“X”，并且防爆合格证中列出特殊使用条件应详细说明用户为确保符合本文件要求所需要的必要信息。

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释放速度应可以预计，见12.3。对于本文件，释放液化气被视作释放气体。

11.3 液体的有限释放

按11.2的规定限制进入正压外壳内的可燃性物质的流量，但液体转化为可燃性蒸气是不可预料的。应考虑正压外壳内液体可能聚积和由其产生的后果。

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13.2.2。

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，应以制造商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（按照附录E），

且保护气体应为惰性气体。

注：保护气体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。

制造商应规定内置系统的最大进气口压力。

制造商应提供内置系统的设计和结构说明，可能包含可燃性物质的类型和运行条件，以及预计的释放流量或已知位置的释放流量，以便将内置系统划分为无故障内置系统(12.2)或具有有限释放的内置系统(12.3)。

12.2 无故障内置系统

无故障内置系统应由金属、陶瓷、玻璃、输送管、管道或容器组成，没有活动接头。连接应采用熔焊、铜焊、玻璃与金属密封，或用低共熔合法[1)]连接。

不准许使用低温锡焊合金焊料，例如铅/锡。

制造商宜考虑由于不利的运行条件对潜在的易损坏的内置系统造成损坏。说明书应提供适当的指导，以降低那些制造商和用户之间认可的不利运行条件下的损坏风险，例如打开正压外壳的门和检修盖时的振动、热冲击和维护操作。

12.3 具有有限释放的内置系统

具有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条件下可燃性物质的释放速率。释放到正压外壳的可燃性物质量，包括内置系统内可燃性物质的量和工艺过程中进入内置系统的可燃性物质的量。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程。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要求的连接部件和部件之间的连接头组成时，应设计成能预计内置系统的最大释放流量，并且连接头永久固定；或

b) 内置系统包括在正常运行件下用于释放(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，设备防爆合格证编号应按照GB/T 3836.1中的标志要求包含“X”后缀，并且防爆合格证中列出的特殊条件应详细说明用户为确保符合本文件要求所需要的必要信息，包括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。

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。

13 有内释放源的保护气体和正压技术

13.1 通则

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

具有内置系统和有限释放的正压外壳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提供了怎样使用内隔板来保证潜在点燃源在稀释区域外的

1) 连接两个或多个部件的一种方法，通常是金属部件。使用双金属合金或三金属合金在低于所有连接部件最低初始固化温度的恒温下进行固化。

示例。

当惰性气体用作保护气体时，正压外壳应按 18.9 的规定标志。

应用合适的正压技术取决于以下的释放条件和释放的成分。

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	UFL＜80%	UFL＞80%	UFL＜80%	UFL＞80%
气体或液体	无	无	E.2	不适用		不适用	
气体	无	有限	E.3	空气或惰性气体	空气	仅用惰性气体	(否)
气体	有限	有限	E.4	空气或惰性气体	空气	(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)”指不适用正压技术。							

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%(体积分数)。

不应有可燃性物质的正常释放(按照附录 E)。

可燃性物质的燃烧上限(UFL)不应超过 80%。

注：当可燃性物质在贫氧或无氧条件下能起反应时(也就是说燃烧上限超过 80%)，难以或不能采用惰性气体进行泄漏补偿保护。

13.3　具有稀释气流的正压

13.3.1　通则

如果可燃性物质的燃烧上限(UFL)超过 80%，或如果可燃性物质中氧气浓度超过 2%(体积分数)，或如果有可燃性物质的正常释放(见附录 E)，则应用连续气流来稀释可燃性物质。

13.3.2　无释放

保护气体应是空气或惰性气体。

13.3.3　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量应足以使在位于稀释区域之外的潜在点燃源处的最大释放得以稀释，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燃烧下限的 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%(体积分数)。

当从内置系统内释放出可燃性物质的燃烧上限高于 80%时，应用空气把释放出的可燃性物质浓度稀释到不超过燃烧下限的 25%。

注：当可燃性物质在贫氧或无氧条件下可能起反应时，即燃烧上限大于80%，有必要稀释到燃烧下限的25%。

13.3.4 液体的有限释放

保护气体应为惰性气体并且措施应按13.3.3b)的要求。不应有可燃性物质的任何正常释放(按照附录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所列的保护等级进行保护。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正压外壳的保护等级

内释放	“pxb”保护等级、 “pyb”保护等级	“pzc”保护等级
异常	Ga或Gb	Ga、Gb或Gc
正常	Ga	Ga

通常，任何释放源宜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：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，但本文件不包括这些措施。

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超过燃烧下限的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。外部进入的空气不应使氧气浓度增加到超过2%(体积分数)。

正压外壳应标志：

“警告：断电后××分钟内严禁打开任何门或盖！”

其中，××由规定的延迟时间值来代替。

延迟时间应超过热表面温度冷却到低于内置系统释放出的可燃性物质的引燃温度或低于正压外壳温度组别所用的时间。

16 型式检查和试验

16.1 确定最高正压等级

外壳的最高正压等级是按制造厂说明书进行操作时可获得的最高内部运行压力值。

注：最高正压通常出现在对外壳换气时。

如果规定了外壳最大额定内部压力值，则所测量的内部压力不应超过该值。

16.2 最高正压试验

应在16.1测定的最高正压的1.5倍或200 Pa的压力中，取两者较大值施加到正压外壳、相关联的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120 s±10 s。

如果不发生使防爆性能失效的永久变形，则认为试验合格。

16.3 泄漏试验

16.3.1 非静态正压

正压外壳内的压力应调整到制造商规定的正常运行时的最大压力。然后出气口封闭，在进气口测定泄漏流量。

正常运行并不包括打开排气口以在较高流量下对外壳换气时所要求的正压。

所测得的流量应不大于制造商规定的最大泄漏流量。

16.3.2 静态正压

正压外壳内的压力应调整到正常运行时能够出现的最高正压值，封闭各气孔，按8.8的要求监测内部压力一段时间。压力应不低于正常运行时规定的最低正压。

16.4 无内释放源的正压外壳换气试验和静态正压时充气程序试验

16.4.1 通用

无论是泄漏补偿还是其他类型(如连续气流)，该试验都适用。

16.4.2 保护气体为空气的正压外壳

正压外壳应按附录A的要求准备试验，正压外壳应充入试验气体，在任一点上试验气体浓度均不低于70%。正压外壳充气后应马上切断试验气体源，并且在制造商规定的最低换气流量下接通空气源。测量外壳内取样点的试验气体浓度不超过A.2规定值为止所用的时间，并且注明其为换气时间。

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的另一界限值的试验气体，在任一点上试验气体浓度均不低于70%，并且应测量第二种试验气体的换气时间。由制造商规定的最短换气持续时间应不小于所测量的换气时间，或大于进行的两次试验中所测得的较长换气时间。

16.4.3 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，然后外壳应用制造商规定的惰性气体换气。

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

制造商规定的最小换气持续时间应不小于所测量的换气时间。

16.4.4 保护气体是空气或其密度等于空气±10%的惰性气体正压外壳

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16.4.2规定的方法测量换气时间。

16.4.5 用静态正压保护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。然后设备应按制造商的技术条件充入惰性气体。然后检查各取样点氧气浓度不超过1%(体积分数)，参照大气条件。

16.5 具有内释放源的正压外壳的换气和稀释试验

16.5.1 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。

16.5.2 可燃性物质含有少于2%(体积分数)的氧气且保护气体是惰性气体的正压外壳

16.5.2.1 换气试验

应采用16.4.3规定的试验程序进行试验。最小换气流量应不小于内置系统的最大释放流量。

制造商规定的最小换气时间应不小于所测换气时间的1.5倍。

在进行换气时可能从内置系统释放出氧气,在试验中核定换气时间增加50%。

16.5.2.2 稀释试验

因为可燃性物质不含超过2%(体积分数)的氧气,所以不需要进行稀释试验。

16.5.3 连续气流正压保护、内置系统氧气浓度低于21%(体积分数)且保护气体为惰性气体的正压外壳

16.5.3.1 换气试验

外壳应充入空气。空气还应通过内置系统充入外壳,其充入流量与释放最严酷条件下代表的最大释放流量相适应,并考虑释放位置、数量和特性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。

然后在制造商规定的最低换气流量时打开保护气体源。

应将直到取样点的氧气浓度不超过A.3的规定时所用的时间作为测定的换气时间。

制造商规定的最低换气持续时间不应小于所测量的换气时间。

16.5.3.2 稀释试验

按16.5.3.1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商规定的最小流量,内置系统放出的氧气流量保持在16.5.3.1的规定值。

在不小于30 min的时间内测量的氧气浓度应不超过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连同符合12.3的空气释放量一起,从内置系统释放到正压外壳。

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时间内下降到规定浓度以下。

注:这种试验被用于模拟内置系统的严重事故时的大量释放。

16.5.4 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

16.5.4.1 换气试验

该试验应采用16.4.2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,其充入流量与最严酷条件下所代表的最大释放流量相适应,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以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。

制造商规定的最短换气持续时间应不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。

16.5.4.2 稀释试验

按16.5.4.1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商规定的最低稀释流量，内置系统试验气体流量应保持在16.5.3.1规定的值。

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连同符合12.3规定的可燃性气体的最大释放量的试验气体的流量一起从内置系统释放到正压外壳内。

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气体浓度，应不超过A.2规定值的两倍，且在30 min时间内应下降到低于规定值以下。

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：这种试验被用于模拟内置系统的严重事故的大量释放。

16.6 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7.12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，并在必要时在制造商规定的最低流量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。

16.7 无故障的内置系统的试验

16.7.1 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120 s±10 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5 s内达到最大压力值。

如果没有出现永久变形，并通过16.6.2规定的试验则认为试验合格。

16.7.2 无故障试验

内置系统应充满纯氦(体积分数95.0%或更高)并保持在最大工作压力值下，应使用氦气泄漏检测仪来检测泄漏情况，如果没有检测到任何泄漏则认为试验合格。

注：泄漏检测仪显示比室内正常含量高则认为已泄漏。

16.8 具有有限释放的内置系统的正压试验

注：该试验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120 s±10 s的时间。如果没有出现永久变形，则认为该试验合格。

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16.3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 16.7 的规定进行。但是对于含有液体的系统，在正压试验时检查液体的泄漏可以用来替换氦气泄漏试验。

17.4 具有有限释放的内置系统的试验

内置系统试验应按 16.8 的规定进行。

18 标志

18.1 通则

除了 GB/T 3836.1 中的要求外，标志还应符合下列要求。如果本文件需要警告标志，“**警告**”词之后的内容可以用技术上等效的内容代替。多种警告内容可以综合成一种等效的警告内容。

18.2 正压识别

正压外壳应标志“**警告：正压外壳！**”字样。

18.3 附加标志

适用时，还应附加下列标志。

a) 保护等级“pxb”“pyb”或“pzc”。

b) 对外壳换气需要的最小保护气体量应按下列规定：

——保护气体的最小换气流量；和

——最短的换气时间；和

——辅助管道每单元体积的最短补充换气持续时间(适用时)。

注：通常，增加保护气体量保证管道的换气是用户的责任。

对于“pzc”和“pyb”保护等级正压外壳，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量[见 7.8c)]。

c) 空气之外的保护气体类型。

d) 最低和最高正压。

e) 保护气体的最低流量。

f) 向正压系统供给最低和最高正压值。

g) 正压外壳的最大泄漏流量。

h) 在制造商有规定时，正压外壳进气口附近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 内释放源

适用时，具有内置系统的正压外壳应附加下列标志：

a) 内置系统最大进气口压力；

b) 进入内置系统的最大流量；

c) 限制可燃性物质的氧气浓度应不超过 2%；

d) 可燃性物质燃烧上限(UFL)不应高于 80%的限制。

18.5 静态正压

用静态正压保护的正压外壳应标志：

“警告：该外壳用静态正压保护。该外壳按制造商说明书的要求只能在非危险场所充气！”

18.6 正压系统

取得独立防爆合格证的正压系统标志为关联正压设备。

当正压系统有独立防爆合格证并标志为可以安装在危险场所时，“[p]”应包含在防爆标志中，当正压系统有独立防爆合格证并标志为只能安装在非危险场所时，“[Ex p]”应包含在防爆标志中。

注：标志“[p]”或“[Ex p]”在 GB/T 3836.1 的早期版本中未出现。

18.7 其他条款要求的警告标志

其他条款要求的警告标志见表 6。

表 6 警告标志内容

条款	建议警告标志(可用类似的词)
5.3.6	警告：严禁在爆炸性环境中打开！
7.8c)	警告：电源在外壳打开后不应复位，直到外壳以__的流量换气__分钟后方可复位！
7.9	警告：电源在外壳打开后不应复位，直到外壳内积聚的可燃性粉尘被清除后方可复位！
7.11d)	警告：保护气体供气源阀门——关闭之前请参照使用说明书！
15	警告：断电后××分钟内严禁打开任何门或盖！
G.7.1	警告：外壳内有电池，严禁在爆炸性环境中打开！
G.7.2	警告：正压外壳外部电源切断后内部电池仍处于连接状态，如果外壳长时间失去正压保护，宜考虑移除电池！
G.7.3	警告：正压外壳内电池需要例行维护，请参照使用说明书！
H.3.1	警告：外壳内有电池，严禁在爆炸性环境中打开！
H.3.2	警告：正压外壳外部电源切断后内部电池仍处于连接状态，如果外壳长时间失去正压保护，宜考虑移除电池！
H.3.3	警告：正压外壳内电池需要例行维护，请参照使用说明书！

18.8 由用户限制的正压

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

a) 要求用户配置保护气体供气源在单个故障状态下应不超过外壳的最大工作压力。故障宜是自显示。保护可以利用备用调节器或利用具有维持最大流量能力的外部泄压阀；或

b) 要求用户对保护气体供气源只使用鼓风系统和未压缩的空气。

按照使用说明书和标志规定检查其符合性。

18.9 惰性气体

使用惰性气体作为保护气体的正压外壳应标志下列内容：

“警告：该外壳含有惰性气体，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内！”

19 使用说明书

除了 GB/T 3836.1 中关于说明书的要求，还应包括下列内容：

——应规定保护气体及可选类型；

——对于Ⅲ类设备，说明书应标明在重新上电前应使用合适的方法清除外壳内的可燃性粉尘。

注：决定使用哪种合适的方法来清除可燃性粉尘是用户的责任。

附录D中提供了关于正压保护的相关建议。

附 录 A
（规范性）
换气和稀释试验

A.1 通则

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，所抽样数量不宜明显影响试验结论。

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，只有在进行重新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±10%范围内；

——在用单一规定气体的情况下，单一试验应用密度在规定气体的±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，第二次试验应采用氩气或二氧化碳作为对包括所有重于空气的气体的试验。

试验气体应是非可燃性和无毒性的。

A.2 保护气体是空气的合格判据

在换气和稀释后，在各个取样点上的试验气体浓度不应超过下列数值：

——对特定的几种可燃性气体进行试验时，等于最低燃烧下限的25%；

——包含一种规定可燃性气体时，等于其燃烧下限的25%；

——包含所有可燃性气体时，对氦气试验为1%，对氩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燃烧下限的25%。

A.3 保护气体是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不应超过2%（体积分数）。

附 录 B
（资料性）
功能程序图示例

表 B.1 给出了制造商提供的泄漏补偿正压外壳简单控制系统的资料示例。

表 B.1 泄漏补偿换气控制系统的真值表

SO	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 给出了泄漏补偿换气控制系统的状态图的示例。

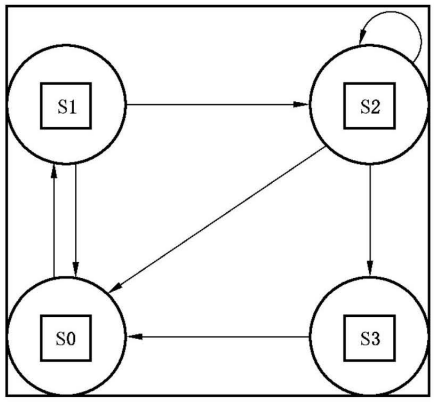


图 B.1 泄漏补偿换气控制系统的状态图示例

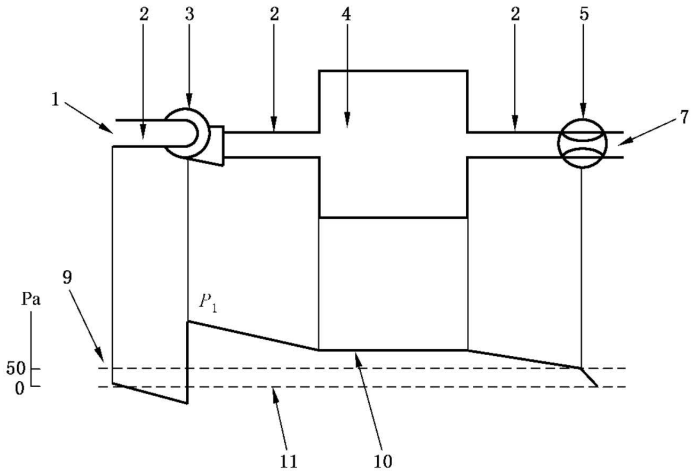
漏泄补偿逻辑定义
超过最高正压＝[XOP]
正压＞50 Pa(对于“pzc”保护等级为 25 Pa)＝[MOP]
换气流量＞最小＝[PFLO]
换气时间不完全＝[PTIM]
换气时间完全＝[PTIM]
初始状态＝S0
[MOP]&[XOP]&[PFLO]&[PTIM]＝S1 开始换气的最低条件
[MOP]&[XOP]&[PFLO]&[PTIM]＝S2 换气
[MOP]&[XOP]&[PTIM]＝S3 完全换气,连接电源

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件是根据布尔逻辑表示法专门确定的。表B.1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的时间,则可以使用该方法描述。

附 录 C
（资料性）
管道和外壳内压力变化示例

图 C.1～图 C.4 给出了管道和外壳内压力变化的示例。

注：图中示例为用风机保持的正压，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。



符号和标引序号说明：

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 ——（该图不使用）；

7 ——保护气体排气口；

8 ——（该图不使用）；

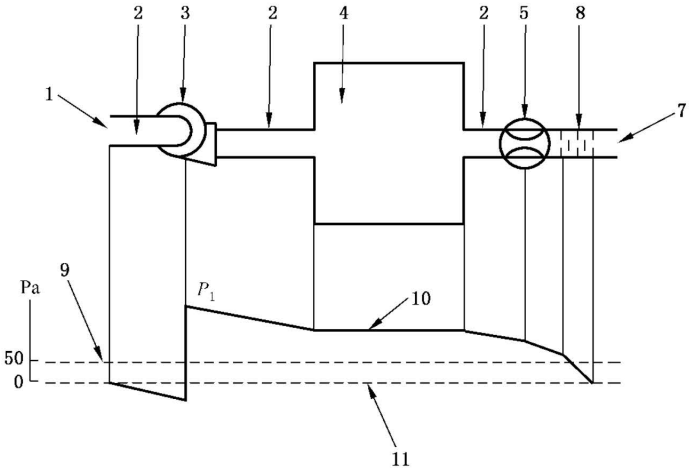
9 ——正压；

10——内部压力；

11——外部压力。

a） 保护气体排气口无火花和颗粒挡板

图 C.1 保护气体排气口



符号和标引序号说明：

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)；

2 ——管道；

3 ——风机；

4 ——外壳；

5 ——阻气塞(在需要保持正压的地方)；

6 ——(该图不使用)；

7 ——保护气体排气口；

8 ——火花和颗粒挡板；

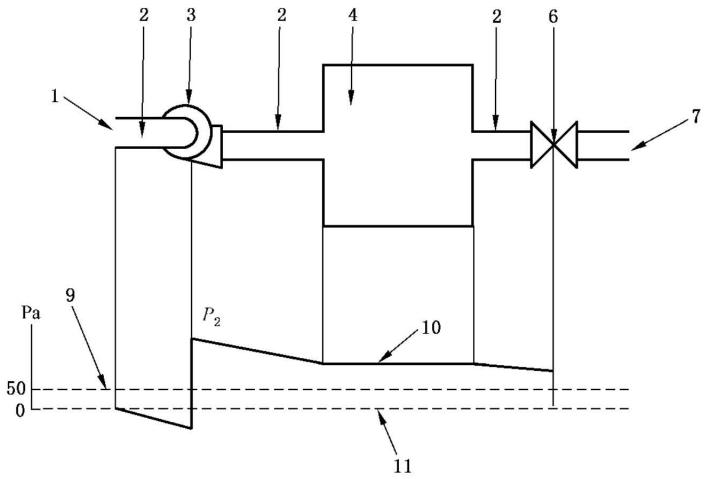
9 ——正压；

10——内部压力；

11——外部压力。

b) 保护气体排气口具有火花和颗粒挡板

图 C.1 (续)



符号和标引序号说明：

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)；

2 ——管道；

3 ——风机；

4 ——外壳；

5 ——(该图不使用)；

6 ——排气口阀门；

7 ——保护气体排气口；

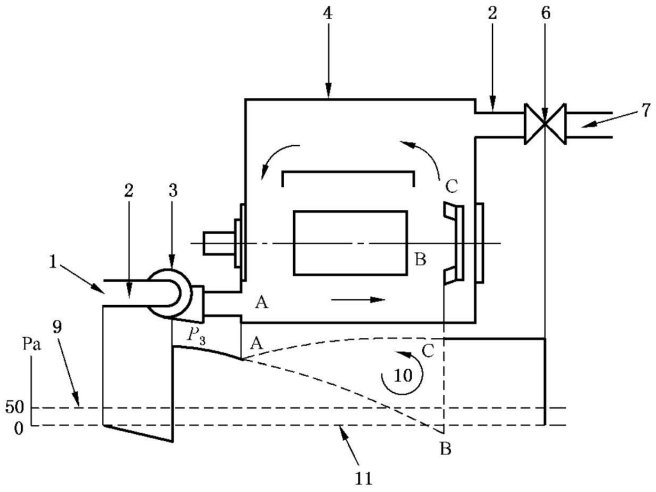
8 ——(该图不使用)；

9 ——正压；

10——内部压力；

11——外部压力。

图 C.2 具有泄漏补偿的正压外壳，外壳中没有活动部件



符号和标引序号说明：

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 ——(该图不使用)；

6 ——排气口阀门；

7 ——保护气体排气口；

8 ——(该图不使用)；

9 ——正压；

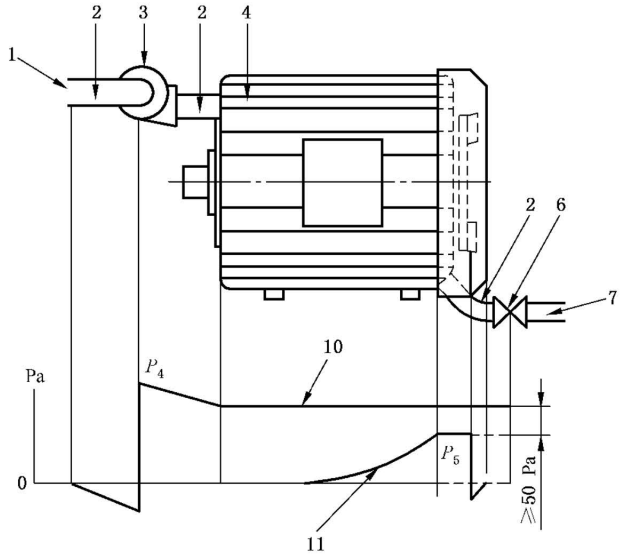
10——内部压力；

11——外部压力。

图 C.3　带有内冷风扇、具有泄漏补偿的正压外壳的旋转电动机

对“pxb”保护等级来说，在可能发生泄漏的各点压力超过最低压力 50 Pa。

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宜注意，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的危险。对内部正压通风电动机的任何建议宜向电机制造商提出。



符号和标引序号说明：

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——由外部冷却风扇引起的外部空气压力；

1 ——保护气体进气口(在非危险场所)；

2 ——管道；

3 ——风机；

4 ——外壳；

5 ——(该图不使用)；

6 ——排气口阀门；

7 ——保护气体排气口；

8 ——(该图不使用)；

9 ——正压；

10——内部压力；

11——外部压力。

图 C.4　带有外冷风扇、具有泄漏补偿正压外壳的旋转电动机

附 录 D
（资料性）
向用户提供的资料

D.1 概述

向用户提供的正压系统正确安装的资料对安全是重要的。

适当时，制造商宜说明的事项包含在D.2～D.6中。

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宜设在非危险场所。

在正压保护失效的情况下，宜考虑尽量避免可燃性气体由危险场所移动至非危险场所。

对于Ⅰ类设备，保护气体从危险场所进入供气管道时，宜采取下列措施。

a) 在风机或压缩机的排气侧宜配置两个独立的瓦斯检测仪，如果瓦斯浓度超过燃烧下限的10%，则每个检测仪设置成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，不宜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，正压外壳宜重新换气。换气时间直到保护气体源的甲烷浓度降至燃烧下限的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宜穿过危险场所。

如果压缩机的输入管道穿过危险场所，则宜用非燃性材料构造并防止机械损坏和腐蚀。

宜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）。宜考虑一些附加保护措施，如使用可燃性气体检测器来保证管道内无可燃性气体或蒸气积聚。

D.2.3 保护气体排气口

对于排放保护气体的管道，它们的排气口宜远离封闭区域，而在一个非危险区域内，除非制造商提供或用户增加火花或颗粒隔板。

D.2.4 计入管道的补充换气时间

换气持续时间宜增加对相关管道净容积换气所需的时间，这些管道不是经认证的电气设备的一部分，增加的时间是制造商规定的最低流量下至少5倍净容积所需换气量的时间。

D.2.5 保护气体在进气口的温度

如有必要，宜采取适当的措施以避免凝结和冻结。

D.3 保护气体供应电源

保护气体源（鼓风机、压缩机等）的电源宜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，正压外壳宜移到非危险场所。

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宜超过制造商规定的额定值。

如果因为空气渗入内置系统可能形成爆炸性混合物，则有必要采取附加保护措施。

为防止可能损坏内置系统的不利运行条件，宜采取适当的保护措施。说明文件宜说明这些条件，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。

由于空气渗入内置系统导致可能形成可燃性混合物，则宜考虑附加的预防措施。

D.6 外壳的最高正压

用户宜按制造商的规定限制压力。

附 录 E
（规范性）
外壳内释放型式分类

E.1 通则

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泄漏停止后也长时间地滞留在外壳内。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 设计要求和 16.7 中对无故障的容器试验要求。

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，并采用螺管纹、焊接、锡焊法或金属压配件构成连接，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

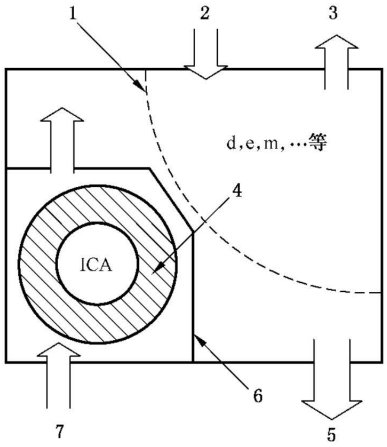
不能满足“非正常释放”要求的系统应视为有限制的正常释放。它包括承受例行维护的连接件的内置系统。这种连接件应能清楚识别。

其结构由非金属的管道管子或元件，如弹性波纹管、膜盒、螺纹管、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，且该设备应划分为具备正常释放的结构，除非安装一些装置在火焰熄灭时自动阻止可燃性气体或蒸气气流。

附 录 F
（资料性）
稀释区域原理使用示例

图 F.1～图 F.3 给出了用不同原理来简化换气和稀释试验要求的示意图。

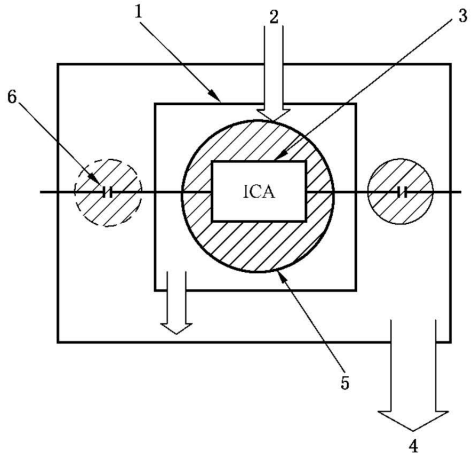


标引序号说明：

1——稀释区域标称界限；
2——可燃性物质进气口；
3——可燃性物质出气口；
4——稀释试验的区域；
5——换气排气口；
6——封闭有点燃能力设备(ICE)隔板；
7——换气进气口。

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

利用将有点燃能力的设备(图 F.1～图 F.3 显示为 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(ICE)周围。

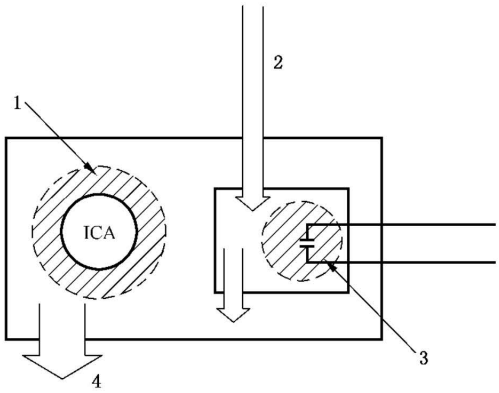


标引序号说明：

1——内隔板；
2——换气进气口；
3——内置系统无故障部件；
4——换气排气口；
5——封闭有点燃能力设备(ICE)的位置；
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的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部件的要求，有点燃能力的设备（图 F.1～图 F.3显示 ICA）不能在稀释区域内。



标引序号说明：

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（图 F.1～图 F.3 显示 ICA）不在稀释区域内。

附 录 G
（规范性）
应用于“pxb”和“pyb”保护等级的内部电池和电池组

G.1 通用要求

G.1.1 通则

当设备内部含有电池组时，在产品设计过程中应采取适当的预防措施来避免产生爆炸性气体、火花及热表面。

G.1.2 可接受的电化学系统

只有在 GB/T 3836.1 中列出的符合国家标准或 IEC 标准的电池才能用在正压外壳内。

G.1.3 可充电电池和电池组

可充电电池和电池组当符合以下条件时才被允许：

——单体电池是密封式电池（气密式电池或密封型阀控式电池）；或者

——电池体积不超过正压外壳内部净容积的 1%。

当正压外壳包含多个独立电池且每个电池都有其自身的充电系统时，只需要考虑从一个独立电池组气体释放的最不利情况。

G.1.4 机械保护

在正压外壳内的暴露在外的电池及电池组以及其保护元器件应至少提供有 IP30 的保护，即使外壳上的门或盖子在打开的情况下。当电池是浇封的，那么应注意确保泄压装置不被阻塞。排气孔尺寸应足够大，以防止浇封组件在电池可预见的最不利释放速率下产生危险压力。每个单体电池至少需要一个排气孔。

浇封的电池和电池组应可以允许在充电过程中可能产生的膨胀。

本文件中所提及的“浇封”并不是指 GB/T 3836.9 中的“浇封”。

排气孔的结构依据所用的电池类型、容量及布置。电池容量老化的影响及因此而导致的气体从电池中逸出的速率也宜加以考虑。

电池及电池组以及其保护元器件应固定安装。

G.2 通过限能回路的电气保护

G.2.1 能量限制的评价

本章的目的是为了让电路可以按照 GB/T 3836.4 的原理来进行评价。

G.2.2 保护元件

除了固有安全电池组（见 G.5），一个限能回路应使用诸如电阻和/或熔断器等保护元件来确保电池电流不大于安全评价值。

保护元件应符合以下要求，制造商技术文件可以用来验证这些要求的符合性，而不需要额外的测试。

——用来保护电池的充电或反向充电的二极管不应超过其额定峰值反向电压（PIV）的 2/3[或反向

重复峰值电压(V_{rrm}),如果有的话]。

——这些二极管应能承受 400 V d.c.反向电压和在最高温度下的反向漏电流<10 μA(对于关联电路考虑单个故障)。

——用来保护充电电流的二极管的最大正向电流(对于关联电路考虑单个故障)应使用诸如熔断器或电阻来进行限流,确保不超过制造商规定的峰值正向电流的 50%。

——熔断器应符合 GB/T 9364 系列标准(任一部分)的规定:

评价熔断器的最大电压时应考虑容差。如果是电池供电的情况,则电压应是国家标准或 IEC 标准中对应的电化学系统所规定的标称电压。

当熔断器用来保护电池时,1.7I_n(熔断器额定标称电流值)应被认为是连续电流值。熔断器的时间-电流特性应确保保护元件的瞬态值没有超过规定值。

——限流电阻应是以下一种形式并最高用在制造厂规定的额定值的 2/3 下:

- 薄膜电阻;
- 带破损防松保护的绕线型;
- 用在混合集成电路或类似电路中的印刷电阻并按 GB/T 3836.4 要求进行涂覆或者浇封。

限流电阻仅考虑开路故障。

——其他符合 GB/T 3836.4 的元件。

G.2.3 防止过高气体压力

防止过高气体压力产生的措施应在如下情况下提供:

a) 反向充电情况,如在电池组中的每个电池连接旁路二极管;

b) 深度放电情况,如在电池组中串联熔断器;

c) 可充电电池的过充情况,如厂家推荐有限制充电参数的特定充电器。

G.3 原电池的附加要求

G.3.1 防止反向充电

如果使用的电池具有:

——容量不大于 1.5 Ah 或(在 1 h 的放电率下);和

——体积小于外壳净容积的 1%;

或电池厂商确认电池能达到电化学平衡且在放电截止时单体电池的内阻会超过 25 kΩ。

则不需要防止由于极性接反或在同一个电池组内被其他电池反向充电而导致释放电解气体的附加保护。

这些防松条件不宜理解为允许从这样的单体电池内释放电解气体。

如果电池组由三个及以上单体电池串联组成,则应配置一个或多个保护元件来确保不会由于其中一个失效电池对其他电池的反向充电而导致释放气体(见图 G.1)。

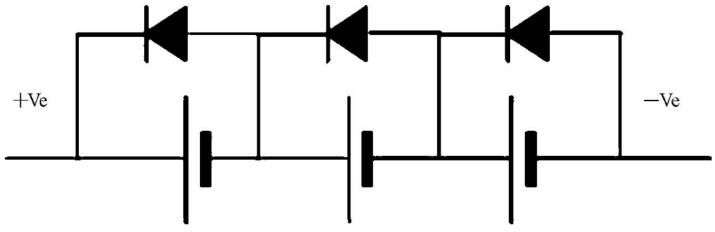


图 G.1 反向充电保护

为使这种保护电路能提供有效保护，防止每个电池反向充电的二极管的电压降不应超过单体电池的安全反向充电电压。硅二极管被视为满足此要求。

G.3.2 防止在外壳内由另外的电源给电池充电

当在外壳内有另外的电池或其他电源时，有可能会相互连接，诸如阻塞二极管等保护元件应用来防止充电电流流入原电池中。

应提供至少两个串联的元件（如两个二极管或一个二极管和一个电阻，见图 G.2），即使在单个故障情况下也能限制原电池的充电电流小于 10 μA 或者电池厂规定值的 2/3（两者选低者）。

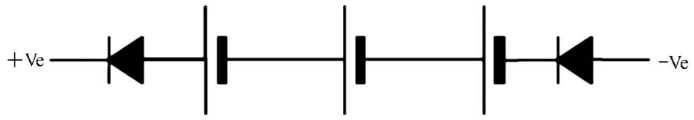


图 G.2 充电保护的二极管安装示例

电池组宜接在保护元件中间以降低单个故障发生时可能导致所有保护元件都短路的风险。

G.4 蓄电池的附加要求

G.4.1 正压外壳内蓄电池充电

当电池需要在正压外壳内充电时，制造商文件应规定详细的充电条件且应使用保护元件，保证不超出这些条件。

如果使用的电池容量不大于 1.5 Ah（在 1 h 的放电率下），且体积小于外壳净容积的 1%，则不需要防止由于极性接反或在同一个电池组内被其他电池反向充电而导致释放电解气体的附加保护。

这些放松条件不宜理解为允许从这样的单体电池内释放电解气体。

注：以上要求有效地限制了使用没有安装安全装置的单体电池（或电池组），例如那些可编程电子电路上保持记忆的，通常被称为“按钮型的单体电池”。

当电池需要在正压外壳外充电时，制造厂应明确正确的充电方式。

深度放电后的充电中可能会造成电解液气体泄漏和/或内部机械损伤时，应设置防止深度放电的装置。

应采取适当的措施以防止不正确的连接（例如使用明确标明正确解法的插座插销）。

当使用插座插销时，应规定在插座断开前安全地断开电路。

选择正压外壳内的电池安装位置时，应充分考虑外壳内部有点燃能力的部件的安装位置以及电池泄漏气体在外壳内自由扩散的区域。有点燃能力的部件不应安装在电池内部气体可能泄漏的区域内。

G.5 固有安全型（IhS）电池和电池组的特殊要求

固有安全型电池应为原电池且符合以下条件：

——电池内阻限制电池电流对应最大的电池开路电压不超过 GB/T 3836.4 中允许的短路电流电压表中的规定值；和

——电池被几乎没有阻值（不超过 1/10 的电池内阻）的导体短路时的最高表面温度不超过设备的温度组别。

固有安全型电池不需要考虑故障，除非电池组由超过两节电池组成时应防止反向放电的情况。

固有安全电池组可由固有安全电池组成，如果电池组内阻可以限制电池电流对应最大的电池开路电压不超过 GB/T 3836.4 中允许的短路电流电压表格中的规定值。

与固有安全电池连接的电路要求在 G.6 中规定。

为了方便正确更换固有安全型电池，电池的基本参数（如型号、标称电压和最小内阻值等）应标志在电池旁及使用说明书中。

G.6 当正压保护失效时未与正压外壳内部电池断开连接的正压外壳内部的设备

G.6.1 通则

为了评估和测试连接到电池的电路，要考虑的电压是最大开路电压。

设备的温度组别应考虑包括连接到电池的设备的各个部件的表面积。评估应通过试验或通过使用GB/T 3836.1中的小元件温度评价方法来实现。

G.6.2 电路隔离

本条中，电池默认是与设备相连的，除非电池仅在换气完成之后连接到设备上，且规定了在压力或流量发生故障时如何断开电池，且断开或隔离的措施符合以下要求：

——电路被合适容量的触点断开；

——它由合适容量的光电隔离装置隔离；

——它由一个合适容量的双绕组变压器隔离，能够承受电池最大开路电压的5倍，最小500 V交流有效值，至少60 s的绕组间的绝缘试验；

——电池与隔离或断开的元件和相关电路之间的爬电距离和电气间隙符合GB/T 3836.4中使用ia或ib列的爬电距离和电气间隙表的规定。

G.6.3 与防爆设备一起使用的本质安全型电池或固有安全型电池

如果电池是符合GB/T 3836.4要求的本质安全型电池或固有安全型电池，且所连接的设备是由GB/T 3836（所有部分）中的一种防爆型式所保护，或按GB/T 3836.4的要求评估为简单装置，则没有附加的要求。

G.6.4 与非防爆设备一起使用的本质安全型电池或固有安全型电池

当正压外壳内的本质安全型或固有安全型电池在换气完成之前与非防爆设备连接一起使用，和/或在正压或流量（如规定）失效时仍通电，那么连接设备应满足以下要求之一：

a) 应满足下面的条件：

- 电池的最大开路电压以及关联电路不超过6 V；
- 电池的短路电流不应超过2 A。这可以通过电池的内部电阻单独实现，或者通过增加一个尽可能靠近电池安装并符合G.2.1要求的外部限流电阻来限制在这个值内；
- 总电路电容（包括容差）不超过1 000 μF；
- 总电路电感（包括容差）不超过下式给出的L值：

$$L=\frac{2e}{I^2}$$

式中：

L——允许的电感，单位为微亨（μH）；

e——给定类别设备的点燃能量，单位为微焦（μJ）；

I——允许的短路电流，单位为安（A）。

设备类别	点燃能量
ⅡC	40 μJ
ⅡB	160 μJ
ⅡA	320 μJ
Ⅰ	525 μJ

b) 正压外壳应按照 G.7 进行标志，且应满足如下条件：

- 电池的最大开路电压和关联电路不超过 6 V；
- 短路电流应限制在 2 A；
- 与电池保持连接的有效电容，通过检查电路确定不超过 1 000 μF；
  保护元件，例如，在通过使用 GB/T 3836.4 确定有效电容时，可以考虑与电容相关并符合 G.2.1 中类似元件要求的电阻，安全系数为 1.0；
- 与电池保持连接的有效电感，通过检查电路确定不超过上面给出的 L 值。
  保护元件，例如，在通过使用 GB/T 3836.4 确定有效电感时，可以考虑与电感相关并符合 G.2.1 中类似元件要求的电阻，安全系数为 1.0。

c) 当电压超过 6 V 或短路电流超过 2 A，相连的设备应根据 GB/T 3836.4 类别“ib”来评定。

d) 嵌入了固态电子元件的电池（例如有集成电路的锂电池）如果满足下列要求，则允许使用：

- 电池是本质安全型；
- 测定无外部电压；
- 制造商声明的固态电子元件的内部电压和电感不应超过上述 a)的给定值。

由于电池电压不能从外部检测到，因此可以通过评估进行符合 G.5 要求的短路试验。

G.7 正压外壳内有一个或多个电池或电池组的标志和结构的补充要求

G.7.1 通则

正压外壳上可以接触到电池组件的门或盖只能由工具或钥匙才能打开。

外壳应有如下或类似标志：

“警告：外壳内有电池，严禁在爆炸性环境中打开。”

G.7.2 移除电池警告语

当电池或电池组在正压失效时仍与设备连接时，G.6.4b)要求的外壳上应有如下或类似标志：

警告：正压外壳外部电源切断后内部电池仍处于连接状态，如果外壳长时间失去正压保护，宜考虑移除电池！

G.7.3 需要日常维护的电池

外壳上应有如下标志：

“警告：正压外壳内电池需要例行维护，请参照使用说明书！”

G.8 型式试验

G.8.1 电压

温度试验用的电压应为电池的标称电压。

G.8.2 固有安全电池或电池组短路试验

新的电池或电池组应做短路试验并记录以下信息：

——短路电流；和

——当电池或电池组可能由于正压外壳的门打开后接触到外部爆炸性环境时，测量电池或电池组外表面温度值。

最大电流不应超过 G.5 中的规定值。

最高温度不应超过设备的温度组别。

电池或电池组不应变形、爆炸或冒烟。

G.8.3 除固有安全电池以外的电池的满负载试验

新的原电池或充满电的蓄电池应连接正常工作时的最大负载下，测到的最高温度不应超过设备的温度组别或电池制造商规定的最高允许温度值，两者取低者。

附 录 H
（规范性）
应用于“pzc”保护等级的内部电池和电池组

H.1 通用要求

H.1.1 通则

当设备内部含有电池组时，在产品设计过程中应采取适当的预防措施来避免产生爆炸性气体、火花及热表面。

H.1.2 可接受的电化学系统

只有在 GB/T 3836.1 中列出的符合国家标准或 IEC 标准的电池才能用在正压外壳内。

H.1.3 可充电电池和电池组

可充电电池和电池组当符合以下条件时才被允许：

——单体电池是密封式电池（气密式电池或密封型阀控式电池）；或者

——电池组体积不超过正压外壳内部净容积的 1%。

当正压外壳包含多个独立电池组且每个电池组都有其自身的充电系统时，只需要考虑一个独立电池组气体释放的最不利情况。

H.1.4 机械保护

当电池是浇封的，那么应注意确保泄压装置不被阻塞。排气孔尺寸应足够大，以防止浇封组件在电池可预见的最不利释放速率下产生危险压力。每个单体电池至少需要一个排气孔。

浇封的电池和电池组应可以允许在充电过程中可能产生的膨胀。

本文件中所提及的“浇封”并不是指 GB/T 3836.9 中的“浇封”。

排气孔的结构依据所用的电池类型、容量及布置。电池容量老化的影响及因此而导致的气体从电池中逸出的速率也宜加以考虑。

电池及电池组以及其保护元器件应固定安装。

H.2 当正压外壳断电时未与正压外壳内部电池断开连接的正压外壳内部的设备

未断电设备不应包括通断组件，除非电路可以依据 GB/T 3836.8 或 GB/T 3836.4 的“ic”等级要求被评定为无点燃能力电路。

H.3 正压外壳内有一个或多个电池或电池组的标志和结构的补充要求

H.3.1 通则

正压外壳上可以接触到电池组件的门或盖只能由工具或钥匙才能打开。

外壳上应有如下或类似标志：

“警告：外壳内有电池，严禁在爆炸性环境中打开！”

H.3.2 移除电池警告语

当电池或电池组在正压失效时仍与设备连接时，外壳上应有如下或类似标志：

“警告：正压外壳外部电源切断后内部电池仍处于连接状态，如果外壳长时间失去正压保护，宜考虑移除电池！”

H.3.3 需要日常维护的电池

外壳上应有如下标志：

“警告：正压外壳内电池需要例行维护，请参照使用说明书！”

参 考 文 献

[1] GB/T 3836.2 爆炸性环境 第2部分:由隔爆外壳“d”保护的设备
[2] GB/T 3836.9 爆炸性环境 第9部分:由浇封型“m”保护的设备
[3] GB/T 3836.11 爆炸性环境 第11部分:由本质安全型“i”保护的设备
[4] GB/T 3836.17 爆炸性环境 第17部分:由正压房间“p”和人工通风房间“v”保护的设备
[5] GB/T 21109(所有部分) 过程工业领域安全仪表系统的功能安全

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
爆炸性环境
第5部分：由正压外壳“p”保护的设备
GB/T 3836.5—2021
*
中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)
网址：www.spc.org.cn
服务热线：400-168-0010
2021年10月第一版
*
书号：155066·1-68725

版权专有 侵权必究

GB/T 3836.5-2021