



中华人民共和国国家标准

GB 3836.15—2024

代替 GB/T 3836.15—2017

爆炸性环境 第 15 部分： 电气装置设计、选型、安装规范

Explosive atmospheres—Part 15: Specification of electrical installations
design, selection and erection

2024-07-24 发布

2025-08-01 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	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 通则	5
5 电气装置设计、选型	8
6 设备安装	15
7 附加要求	23
8 初始检查	35
附录 A (资料性) 杂混物	36
附录 B (规范性) 设备初始检查表	37
附录 C (规范性) 定子绕组潜在放电风险评定——点燃风险系数	44
参考文献	45

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(GB/T) 3836《爆炸性环境》的第 15 部分。GB(GB/T) 3836 已经发布了以下部分，其中第 15 部分和第 16 部分为强制性的，其他部分为推荐性的：

- 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：电气装置设计、选型、安装规范；
- 第 16 部分：电气装置检查与维护规范；
- 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：防爆产品生产质量管理体系的应用；
- 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；
- 第 36 部分：控制防爆设备潜在点燃源的电气安全装置。

本文件代替 GB/T 3836.15—2017《爆炸性环境 第 15 部分：电气装置的设计、选型和安装》，与 GB/T 3836.15—2017 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 范围中增加了初始检查(见第 1 章)；
- 更改了文件要求(见 4.2, 2017 年版的 4.2)；
- 删除了粉尘危险场所防爆型式选择表(见 2017 年版的表 2)；
- 更改了防爆型式与 EPL 之间的对应关系表(见表 2, 2017 年版的表 3)；
- 更改了根据粉尘的引燃温度选型的规定(见 5.4.3, 2017 年版的 5.6.3)；
- 删除了粉尘环境用光辐射设备的选型规定(见 2017 年版的 5.7)；
- 删除了粉尘环境用超声波设备的选型规定(见 2017 年版的 5.8)；
- 更改了电机的规定(见 5.6.2, 2017 年版的 5.12、10.6、11.4、12.3、13.4、17.4)；
- 增加了电池和电池组的规定(见 5.6.5)；
- 更改了电加热系统的规定(见 5.6.6, 2017 年版的 7.4)；
- 更改了轻金属结构材料的要求(见 6.1.1, 2017 年版的 5.10)；
- 更改了外部非金属材料静电要求(见 6.1.5, 2017 年版的 6.4)；
- 增加了电缆引入装置选择表(见表 9)；
- 更改了隔爆型电缆引入的规定(见 6.4.5, 2017 年版的 10.4)；
- 更改了防粉尘点燃外壳“t”的附加要求(见 6.4.6, 2017 年版的第 18 章)；
- 更改了仅有一个线性电源的本质安全电路的要求(见 7.3.1.4.3, 2017 年版的 12.2.5.2)；
- 更改了本质安全电路接线盒的要求(见 7.3.4, 2017 年版的 12.2.3)；
- 删除了对“nA”的相关规定(见 2017 年版的第 14 章)；
- “pD”的相应内容合并入“p”(见 7.4, 2017 年版的 13.4)；
- 增加了初始检查要求及检查项目表(见第 8 章和附录 B)；
- 删除了关于具有一个以上线性电流/电压特性关联设备的本质安全电路的检查附录(见 2017 年版的附录 A)；
- 删除了关于轻金属及其合金的摩擦火花危险的附录(见 2017 年版的附录 H)。

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。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出并归口。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 2000 年首次发布为 GB 3836.15—2000；
- 2017 年第一次修订时并入了 GB 12476.2—2010《可燃性粉尘环境用电气设备 第 2 部分：选型和安装》的内容(GB 12476.2—2010 代替的文件及历次版本发布情况为：GB 12476.2—2006《可燃性粉尘环境用电气设备 第 1 部分：用外壳和限制表面温度保护的电气设备 第 2 节：电气设备的选择、安装和维护》)，修订为推荐性国家标准；
- 本次为第二次修订，修订为强制性国家标准。



引 言

GB(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”保护的的设备;
- 第3部分:由增安型“e”保护的的设备;
- 第4部分:由本质安全型“i”保护的的设备;
- 第5部分:由正压外壳“p”保护的的设备;
- 第6部分:由液浸型“o”保护的的设备;
- 第7部分:由充砂型“q”保护的的设备;
- 第8部分:由“n”型保护的的设备;
- 第9部分:由浇封型“m”保护的的设备;
- 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:爆炸性气体环境场所分类;
- 第15部分:电气装置设计、选型、安装规范;
- 第16部分:电气装置检查与维护规范;
- 第17部分:由正压房间“p”和人工通风房间“v”保护的的设备;
- 第18部分:本质安全电气系统;
- 第20部分:具有隔离部件或组合保护等级的设备;
- 第21部分:防爆产品生产质量管理体系的应用;
- 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;
- 第36部分:控制防爆设备潜在点燃源的电气安全装置。

防爆设备是在爆炸性环境使用的重要装备,电气装置的设计、选型、安装是防爆电气设备投入应用

的必要环节,只有经过正确的设计、选型、安装,才能发挥预期的防爆功能。在这些活动的标准化方面,我国于2000年和2006年分别制定了关于爆炸性气体环境的GB 3836.15—2000和关于可燃性粉尘环境的GB 12476.2—2006(后修订为GB 12476.2—2010)。2017年对GB 3836.15—2000进行了修订,修订时并入了GB 12476.2—2010的内容。2017年版标准发布实施以来,防爆电气设备技术有了一定的新发展,主要防爆型式标准已更新,对电气装置设计、选型、安装方面也提出了新的要求。

为了进一步保障防爆设备在应用中的防爆安全性,规范爆炸性环境电气装置的设计、选型、安装活动,对2017年版标准进行修订,修订后转化为强制性国家标准。

使用本文件需要了解下述情况。

降低可燃性物质爆炸风险的预防措施以下列三项原则为基础,三项原则通常按照下列先后顺序:

- a) 替代;
- b) 控制;
- c) 缓解。

替代包括诸如用不燃或难燃性物质代替可燃性物质。

控制包括诸如:

- a) 减少可燃性物质的量;
- b) 避免或者减少释放;
- c) 控制释放;
- d) 防止形成爆炸性环境;
- e) 收集并密封释放物;
- f) 避免点燃源。

注1:除f)项外,上述其他措施都是危险场所分类过程采取的措施。

缓解包括诸如:

- a) 减少暴露于爆炸性环境的人员数量;
- b) 提供避免爆炸传播的措施;
- c) 配备爆炸压力释放装置;
- d) 配备爆炸压力抑制装置;
- e) 配备合适的个体防护装备。

注2:上述措施是考虑对风险造成的后果进行管理的措施。

采取了替代和控制的a)~e)项原则之后,按照爆炸性环境出现的可能性,对剩余的危险场所划分区域(见GB 3836.14或GB/T 3836.35)。危险场所分类可与点燃结果评定一起进行,然后可确定采取的设备保护级别,以及规定每种场所采取适当的防爆型式。

爆炸产生的前提是爆炸性环境和点燃源同时存在。采取保护措施的目的,是把电气装置成为点燃源的可能性降至可接受的程度。

通过精心设计电气安装方案,尽可能将多数电气设备安装在危险较低的场所或非危险场所。

当安装电气设备的场所内出现的可燃性气体、蒸气或粉尘可能达到爆炸性浓度和数量时,要采取保护措施,减少在正常运行或规定的故障条件下由于电弧、火花或热表面将其引燃而产生爆炸的可能性。

本文件所述的气体、蒸气或粉尘均指可燃性气体、蒸气或可燃性粉尘。生产、加工、运输和存贮过程中多种类型的粉尘具有可燃性。如果粉尘与空气以适当的比例混合,在点燃时粉尘能够迅速燃烧并产生巨大的爆炸压力。在出现这类物质的场所,通常需要使用电气设备,因此采取适当的预防措施,确保所有这类设备有足够的保护,以减少点燃外部爆炸性环境的可能性。在电气设备中,潜在点燃源包括电弧、电火花、热表面和摩擦火花。

设备能够点燃粉尘的方式有下列几种:

——电气设备表面温度高于相应粉尘的最低点燃温度引起点燃,粉尘(无论是粉尘云还是粉尘层)

点燃的温度与粉尘特性、粉尘层的厚度及热源的几何形状有关；

- 电气部件(例如开关、触头、换向器、电刷及类似部件)产生的电弧或火花引起点燃；
- 集聚的静电电荷放电引起点燃；
- 辐射能量(例如电磁辐射)引起点燃；
- 与设备有关的机械火花、摩擦火花引起点燃。

为了避免粉尘点燃危险：

- 可能沉积粉尘或与粉尘云接触的表面，温度低于本文件规定的温度限值；
- 任何产生电火花的部件或温度高于本文件规定的温度限值的部件：
 - 安装在能防止粉尘进入的外壳内，或
 - 限制电路的能量避免产生能够点燃粉尘的电弧、火花或温度；
- 避免任何其他点燃源。

危险场所用电气设备有多种防爆型式(见 GB/T 3836.1)，本文件规定了爆炸性环境电气装置的设计、选择和安装的具体要求。

关于电气安装的其他相关国家标准可作为本文件的基础，例如 GB/T 16895(所有部分)。本文件也涉及 GB/T 3836.1 及与其关联的防爆电气设备结构、试验和标志要求的标准。

制造商的说明书，以及区域划分和设备认证等方面的信息为电气装置设计、选型和安装提供了必要的规定参数和条件或特定要求。

检查、维护和修理对控制危险场所的装置也具有重要作用，关于这些方面的更多信息，用户可关注 GB/T 3836.13、GB 3836.16 和制造商的说明书。

在任何工业装置中，无论其大小如何，除电气设备之外还可能有很多点燃源，也需要采取预防措施保证安全，但是对这些方面的指南不属于本文件的内容。相关内容可见 GB/T 25285.1 和 GB/T 25285.2。

爆炸性环境 第 15 部分： 电气装置设计、选型、安装规范

1 范围

本文件规定了在爆炸性环境内的或与爆炸性环境相关的电气装置的设计、选型、安装和初始检查的具体要求。

本文件适用于固定式、便携式、移动式和个体式等电气设备。

本文件不适用于：

——煤矿井下(煤矿井下电气装置的设计、选型、安装可参考本文件)；

注 1：具体要求见《煤矿安全规程》。

——固有爆炸物质和炸药或自燃物质形成的粉尘(例如炸药的制造和加工)环境；

——医疗室。

注 2：附录 A 中给出了关于粉尘或飞絮与可燃气体或蒸气混合产生的危险的附加指南。

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 3836.1 爆炸性环境 第 1 部分：设备 通用要求

GB 3836.16 爆炸性环境 第 16 部分：电气装置检查与维护规范

3 术语和定义

GB/T 3836.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 通用 general

3.1.1

有能力检验机构 competent body

能够证明具有对所涉及的防爆方面进行评定所需要的相应技术知识和相关技能的组织。

3.1.2

验证档案 verification dossier

显示电气设备和装置符合性的成套文件。

3.1.3

电气装置 electrical equipment

全部或部分利用电能和设备。

注：包括发电、输电、配电、蓄电、电测、调节、变流、用电设备和通信设备。

3.2 危险场所 hazardous areas

3.2.1

危险场所 hazardous areas

爆炸性环境大量出现或预期可能大量出现,以致要求对设备的结构、安装和使用采取专门预防措施的场所。

注:本文件中的场所是指三维的区域或空间。

3.2.2

非危险场所 non-hazardous area

爆炸性环境预期不会大量出现,以致不要求对设备的结构、安装和使用采取专门预防措施的场所。

3.2.3

设备类别 equipment grouping

与设备拟用于的爆炸性环境有关的分类方法。

注:爆炸性环境用电气设备分为三类:

- I类:煤矿瓦斯气体(甲烷)环境用电气设备;
- II类(能进一步再分类):除煤矿瓦斯气体(甲烷)环境之外的其他爆炸性气体环境用电气设备;
- III类(能进一步再分类):爆炸性粉尘环境用电气设备。

3.2.4

杂混物 hybrid mixture

可燃性气体或蒸气与可燃性粉尘形成的混合物。

3.2.5

最高允许表面温度 maximum permissible surface temperature

实际工作中电气设备为避免引起点燃允许表面达到的最高温度。

注:该定义仅适用于粉尘而不适用于气体。无论是粉尘云或粉尘层,其最高允许的表面温度取决于粉尘类型,包括粉尘层厚度和施加的安全系数(见 5.4.3)。

3.2.6

区域 zones

根据爆炸性环境出现的频次和持续时间将危险场所划分为不同的区。

3.2.7

0区 zone 0

可燃性物质以气体或蒸气的形式与空气形成的爆炸性环境,连续存在或长时间存在或频繁出现的场所。

3.2.8

1区 zone 1

可燃性物质以气体或蒸气的形式与空气形成的爆炸性环境,在正常运行时可能出现的场所。

3.2.9

2区 zone 2

可燃性物质以气体或蒸气的形式与空气形成的爆炸性环境,在正常运行时不太可能出现,如果出现也仅是短时间存在的场所。

3.2.10

20区 zone 20

爆炸性环境以空气中可燃性粉尘云的形式,连续存在或长时间存在或频繁出现的场所。



3.2.11

21 区 zone 21

爆炸性环境以空气中可燃性粉尘云的形式,在正常运行时可能出现的场所。

3.2.12

22 区 zone 22

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

3.3

隔爆外壳“d” flameproof enclosure “d”

内装可能点燃爆炸性气体环境的部件,能承受内部爆炸性混合物爆炸产生的压力,并阻止爆炸传播到外壳周围爆炸性气体环境的外壳。

3.4 **增安型 increased safety**

3.4.1

增安型“e” increased safety “e”

电气设备或 Ex 元件的一种防爆型式,采取附加措施以提高其安全性,防止温度过高及产生电弧和火花的可能性。

3.4.2

初始启动电流 initial starting current

$$I_A$$

交流电动机在静止状态或交流电磁铁衔铁处于最大空气间隙位置状态,从供电线路输入额定电压和额定频率时输入的最大电流有效值。

3.4.3

 t_E 时间 time t_E

交流转子或定子绕组在最高环境温度下达到额定运行温度后,从开始通过初始启动电流 I_A 时起直至温度上升到极限温度所需的时间。

3.5 **本质安全型 intrinsic safety**

3.5.1

本质安全型“i” intrinsic safety “i”

电气设备的一种防爆型式,它将设备内部和暴露于潜在爆炸性环境的连接导线可能产生的电火花或热效应能量限制在不能产生点燃的水平。

3.5.2

关联装置 associated apparatus

含有本质安全电路和非本质安全电路,且结构使非本质安全电路不能对本质安全电路产生不利影响的电气装置。

注:关联装置可能是下列两者中的任何一种:

- 具有非本质安全型的另一种防爆型式、可使用在相应爆炸性环境的电气设备;
- 未采用防爆型式保护,通常不在爆炸性环境中使用的电气设备。

3.5.3

本质安全装置 intrinsically safe apparatus

所有电路为本质安全电路的电气设备。

3.5.4

电隔离 galvanic isolation

在本质安全装置或关联装置内允许在两个电路之间传输信号或能量而两者之间没有任何直接电气连接的结构。

注：通常利用电磁元件(变压器或继电器)或光耦元件。

3.5.5

简单装置 simple apparatus

电气参数严格定义且符合使用电路本质安全性能的电气元件或结构简单的元件组合。

3.5.6

本质安全电路 intrinsically safe circuit

在规定的条件下,包括正常工作和规定的故障条件,产生的任何电火花或任何热效应均不能点燃规定的爆炸性环境的电路。

注：关联装置电路可能含有部分本质安全电路。

3.5.7

本质安全电气系统 intrinsically safe electrical system

系统描述文件中规定的,拟用于爆炸性环境的电路或部分电路是本质安全电路的电气设备互连部分的组合。

3.5.8

本质安全分支电路 intrinsically safe sub-circuit

与另一部分或同一本质安全电路的其他部分电隔离的一部分本质安全电路。

3.6 正压外壳 pressurized enclosure

3.6.1

正压外壳“p” pressurized enclosure“p”

保持内部保护气体的压力高于外部大气压力,以阻止外部大气进入的外壳。

3.6.2

连续稀释 continuous 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处均保持在爆炸极限之外。

3.6.3

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。

3.7

“n”型 type of protection “n”

电气设备的一种防爆型式,在正常运行和规定的一些常规预期条件下,不能点燃周围的爆炸性气体环境。

3.8

液浸型“o” liquid-immersion “o”

电气设备的一种防爆型式,将电气设备或电气设备部件浸在保护液体中,使设备不能点燃液面之上或外壳外部的爆炸性气体环境。

3.9

充砂型“q” powder filling “q”

电气设备的一种防爆型式,将能点燃爆炸性气体环境的部件固定在适当位置上,且完全埋入填充材

料中,以防止点燃外部的爆炸性环境。

注:这种防爆型式不能阻止爆炸性气体进入设备和元件内被电路点燃。但是,由于填充材料内净空隙小,并且火焰通过填充材料内的通路时被熄灭,从而防止外部爆炸。

3.10

浇封型“m” encapsulation “m”

电气设备的一种防爆型式,将可能产生点燃爆炸性环境的火花或发热的部件封入复合物或有黏结的非金属外壳中,使其在运行或安装条件下不能点燃爆炸性环境。

3.11

防粉尘点燃外壳“t” dust ignition protection by enclosure “t”

用外壳保护防止粉尘进入并限制表面温度,用于爆炸性粉尘环境的电气设备的一种防爆型式。

3.12 供电系统 electrical supply systems

3.12.1

保护特低电压 protective extra-low voltage; PELV

电压不能超过特低电压的电气系统:

- 在正常条件下,和
- 在单一故障条件下,不包括其他电气回路的接地故障。

3.12.2

安全特低电压 safety extra-low voltage; SELV

电压不能超过特低电压的电气系统:

- 在正常条件下,和
- 在单一故障条件下,包括其他电气回路的接地故障。

3.13

初始检查 initial inspection

对所有电气设备、系统和装置在投入运行前进行的检查。

3.14 设备 equipment

3.14.1

固定式 fixed

运行时固定在支架上,或固定在特定位置的设备。

3.14.2

移动式 transportable

运行时不是由人携带,也不是用于固定安装的设备。

3.14.3

便携式 portable

运行时由人员携带的设备。

3.14.4

个体式 personal

运行时由人体穿戴或与人体接触的设备。

4 通则

4.1 一般要求

危险场所电气设备的设计、选型、安装应符合本文件的规定。

注:涉及非防爆性能的要求见国家现行有关标准的规定。

4.2 文件

所有电气装置均应建立验证档案,说明验证档案的管理者信息、存放地点等,以便需要时随时查验。验证档案中应至少包括下列资料或文件。

- a) 现场:
 - 见 5.1 文件要求。
- b) 设备:
 - 防爆合格证文件;
 - 制造商的说明书;
 - 注:说明书是经防爆检验机构确认过的。
 - 设备安装图纸及控制原理图;
 - 本质安全电气系统的系统描述文件(见 7.3.1.4.2)。
- c) 安装:
 - 确保设备正确安装的相关文件,例如安装方案或作业指导书;
 - 布线系统平面图;
 - 与电路标识相关的图纸和表格文件;
 - 初始检查记录(检查表按附录 B)。

4.3 设备的合格保证

4.3.1 有防爆合格证明的设备

安装在爆炸性环境的设备应具备有效的防爆合格证,符合相应危险场所的使用要求。

4.3.2 修理过的设备、二手设备或备用设备的使用

安装修理过的设备、二手设备或备用设备时,应至少符合下列条件:

——能够证实设备没有被改造,并且处于符合原始证书规定的条件(包括任何修理或大修);

注:例如,通过对设备相关文件和具体状态的验证,由专业人员或有能力检验机构作出判断。

——该产品认证的依据标准与本文件中给出的要求不冲突。

4.3.3 无防爆合格证明的设备

没有防爆合格证的设备,不应用于危险场所。

注:在本质安全电路中规定允许使用的简单装置除外。

4.4 人员能力资格

4.4.1 通则

本文件所涉及的电气装置的设计、选型及安装,应只能由经过专业培训的人员进行,人员的知识、技能和资质应符合本条的规定,且应与从事的工作类型相适宜。

人员应定期进行适当的培训和继续教育。

4.4.2 知识和技能



4.4.2.1 负责人

“负责人”对防爆设备的设计、选型和安装所涉及的过程负责,应至少具备下列条件:

- a) 对相应的电气工程有总体了解；
- b) 理解并且具有阅读和评定工程制图的能力；
- c) 实际理解防爆原理和防爆技术；
- d) 作业知识和理解防爆领域相关标准；
- e) 质量保证的基础知识,包括审核原则、文件、测量和仪器校准的可溯源性。

此类人员应限于对从事选型和安装的有资质操作人员进行管理。当此类人员同时具备 4.4.2.3 要求的能力时,可直接从事防爆选型和安装工作。

注:本文件中的负责人,指主管设计、选型和安装的企业/组织高层领导。

4.4.2.2 设计人员(设计和选型)

设计人员完成其工作任务应具备下列条件:

- a) 熟练掌握防爆基本原理的知识；
- b) 熟练掌握防爆型式基本原理和标志的知识；
- c) 熟练掌握设备设计中影响防爆性能的内容；
- d) 熟练掌握防爆合格证和本文件的相关规定；
- e) 熟练掌握相关防爆型式准备和安装的实际技能；
- f) 熟练掌握作业许可制度的重要性及与防爆有关的安全隔离的详细知识；
- g) 熟悉本文件涉及的设备选型和安装采用的特殊技术的详细知识；
- h) 总体理解 GB 3836.16 规定的检查和维护要求。

4.4.2.3 操作人员/技术人员(选型和安装)

操作人员/技术人员完成其工作任务应具备下列条件:

- a) 理解防爆基本原理；
- b) 理解防爆型式基本原理和标志；
- c) 理解设备设计中影响防爆性能的内容；
- d) 理解防爆合格证和本文件的相关规定；
- e) 总体理解 GB 3836.16 规定的检查和维护要求；
- f) 熟悉本文件涉及的设备选型和安装采用的特殊技术；
- g) 理解作业许可制度及与防爆有关的安全隔离的重要性。

4.4.3 资质

4.4.3.1 通则

不同的防爆类别要求具备的防爆知识不同,人员能力应与需要掌握的防爆技术的类别相符,应明确相关人员具体能力要求。

注:有人可能只胜任 Ex“i”设备的设计、选型和安装,但不能完全胜任 Ex“d”设备或 Ex“e”设备的设计、选型和安装。

4.4.3.2 负责人

负责人应能提供能力证明,证明其达到 4.4.2.1 中规定的与防爆型式和/或所涉及的设备类型有关的知识和技能要求。

4.4.3.3 设计人员

设计人员应能提供能力证明,证明其达到 4.4.2.2 中规定的与防爆型式和/或所涉及设备类型有关的知识和技能要求。同时,应提供文件证明有能力进行下列工作:

- a) 起草 4.2 规定的文件;
- b) 按照 4.2 的规定起草提供给用户的设计者合格证;
- c) 准备和起草相关防爆型式和系统有关设计细节所必需的实践经验;
- d) 更新及起草 4.2 规定的安装记录。

4.4.3.4 操作人员/技术人员

操作人员/技术人员应能提供能力证明,证明其达到 4.4.2.3 中规定的与防爆型式和/或所涉及设备类型有关的知识和技能要求。同时,应提供文件证明有能力进行下列工作:

- a) 使用 4.2 规定的文件;
- b) 按照 4.2 的规定起草提供给用户的报告,例如检验报告;
- c) 准备和安装相关防爆型式必需的实践经验;
- d) 使用及起草 4.2 规定的安装记录。

4.4.4 评定

应按照标准或用户要求的时间周期,对负责人、操作人员和设计人员的能力进行评定,以充分证明其具备下列条件:

- a) 具备工作范围要求的必要技能;
- b) 在规定的工作范围内能够发挥作用;
- c) 有相关知识和理解巩固的能力。

5 电气装置设计、选型

5.1 文件要求

为了选择适用于危险场所的电气设备,需要下列文件:

- 危险场所分类,包括设备保护级别的要求;
- 与电气设备类别和进一步分类相关的气体、蒸气或粉尘分类;
- 涉及的气体或蒸气的温度组别或点燃温度;
- 涉及的粉尘特性,包括电阻率、粉尘云的最低点燃温度、粉尘层的最低点燃温度和粉尘云的最小点燃能量;
- 设备的预期用途;
- 外部影响和环境温度。

注:必要时,将设备保护级别(EPL)的要求记录在场所分区图上。

5.2 根据 EPL 进行设计、选型

5.2.1 通则

新的装置或设备使用,应按照 4.3 验证设备的符合性。场所分类文件中的 EPL,应遵循表 1 中 EPL

和区域的关系。

表 1 区域标识与适用的设备保护级别(EPL)

区域	设备保护级别 (EPL)
0 区	Ga
1 区	Ga 或 Gb
2 区	Ga、Gb 或 Gc
20 区	Da
21 区	Da 或 Db
22 区	Da、Db 或 Dc

5.2.2 EPL 与防爆型式之间的关系

防爆型式与 EPL 之间的对应关系见表 2。

表 2 防爆型式与 EPL 之间的对应关系

EPL	防爆型式	标志	标准
Ga	隔爆外壳	“da”	GB/T 3836.2
	本质安全型	“ia”	GB/T 3836.4
	浇封型	“ma”	GB/T 3836.9
	具有隔离部件或组合保护等级的设备	—	GB 3836.20
	光辐射设备和传输系统的保护	“op is”“op sh”	GB/T 3836.22
	特殊型	“sa”	GB/T 3836.24
Gb	隔爆外壳	“db”	GB/T 3836.2
	增安型	“eb”	GB/T 3836.3
	本质安全型	“ib”	GB/T 3836.4
	浇封型	“mb”	GB/T 3836.9
	液浸型	“ob”	GB/T 3836.6
	正压外壳	“pxb”“pyb”	GB/T 3836.5
	正压房间	“pb”	GB/T 3836.17
	充砂型	“q”	GB/T 3836.7
	光辐射设备和传输系统的保护	“op is”“op sh”“op pr”	 GB/T 3836.22
	特殊型	“sb”	GB/T 3836.24

表 2 防爆型式与 EPL 之间的对应关系 (续)

EPL	防爆型式	标志	标准
Gc	隔爆外壳	“dc”	GB/T 3836.2
	本质安全型	“ic”	GB/T 3836.4
	增安型	“ec”	GB/T 3836.3
	浇封型	“mc”	GB/T 3836.9
	液浸型	“oc”	GB/T 3836.6
	限制呼吸外壳	“nR”	GB/T 3836.8
	火花保护	“nC”	GB/T 3836.8
	正压外壳	“pzc”	GB/T 3836.5
	正压房间	“pc”	GB/T 3836.17
	人工通风房间	“vc”	GB/T 3836.17
	光辐射设备和传输系统的保护	“op is”“op sh”“op pr”	GB/T 3836.22
	特殊型	“sc”	GB/T 3836.24
	Da	本质安全型	“ia”
浇封型		“ma”	GB/T 3836.9
具有隔离部件或组合保护等级的设备		—	GB 3836.20
光辐射设备和传输系统的保护		“op is”“op sh”	GB/T 3836.22
防粉尘点燃外壳		“ta”	GB/T 3836.31
特殊型		“sa”	GB/T 3836.24
Db	本质安全型	“ib”	GB/T 3836.4
	浇封型	“mb”	GB/T 3836.9
	防粉尘点燃外壳	“tb”	GB/T 3836.31
	正压外壳	“pxb”“pyb”	GB/T 3836.5
	正压房间	“pb”	GB/T 3836.17
	光辐射设备和传输系统的保护	“op is”“op sh”“op pr”	GB/T 3836.22
	特殊型	“sb”	GB/T 3836.24
Dc	本质安全型	“ic”	GB/T 3836.4
	浇封型	“mc”	GB/T 3836.9
	防粉尘点燃外壳	“tc”	GB/T 3836.31
	正压外壳	“pzc”	GB/T 3836.5
	正压房间	“pc”	GB/T 3836.17
	光辐射设备和传输系统的保护	“op is”“op sh”“op pr”	GB/T 3836.22
	特殊型	“sc”	GB/T 3836.24
<p>根据我国的实际情况,允许形成“eb”型设备仅限于:</p> <ul style="list-style-type: none"> ——在正常运行中不产生火花、电弧或危险温度的接线盒和接线箱,包括接线部分为“eb”型,其他部分为“db”或“mb”型的电气产品; ——配置有合适热保护装置的“eb”型低压异步电动机(启动频繁和环境条件恶劣者除外); ——“eb”型荧光灯。 			

5.3 根据设备类别设计、选型

电气设备应按照表 3 选型。

表 3 气体或蒸气或粉尘分类与设备类别之间的关系

场所气体/蒸气或粉尘分类	允许的设备类别
II A	II A、II B 或 II C
II B	II B 或 II C
II C	II C
III A	III A、III B 或 III C
III B	III B 或 III C
III C	III C

当电气设备标志为适用于特定气体或蒸气,在没有经过有能力检验机构的全面评定且评定结果证明适合时,不应与其他气体或蒸气一起使用。

5.4 根据气体、蒸气或粉尘的点燃温度以及环境温度设计、选型

5.4.1 通则

选择电气设备时,其最高表面温度不应达到可能出现的任何气体、蒸气或粉尘的点燃温度。

电气设备的标志中没有标示环境温度范围,则设备设计的使用温度范围为 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。电气设备的标志中标示了环境温度范围,则设备设计为在该温度范围内使用。电缆引入装置通常不标示温度组别或运行环境温度范围。电缆引入装置的额定工作温度,如果不标示,默认的工作温度范围为 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.4.2 气体或蒸气

气体或蒸气的点燃温度与设备温度组别之间的关系见表 4。

表 4 气体或蒸气的点燃温度与设备温度组别之间的关系

场所分类要求的温度组别	气体或蒸气的点燃温度/ $^{\circ}\text{C}$	允许的设备温度组别
T1	>450	T1~T6
T2	>300	T2~T6
T3	>200	T3~T6
T4	>135	T4~T6
T5	>100	T5~T6
T6	>85	T6

5.4.3 粉尘



5.4.3.1 通则

粉尘层厚度增加时显示两个特性:最低点燃温度降低、隔热性增强。

当对粉尘云和粉尘层进行试验时,由相关粉尘的最低点燃温度减去安全裕度确定出设备最高允许表面温度。

当装置的粉尘层厚度大于 5 mm 时,应根据粉尘层厚度和使用物料的所有特性确定最高表面温度。

5.4.3.2 存在粉尘云时的极限温度

进行无尘试验时,设备的最高表面温度 T_{max} 不应超过相关粉尘/空气混合物(粉尘云)的最低点燃温度 T_{CL} 的 $2/3$ (即: $T_{max} \leq 2/3 T_{CL}$;温度单位为摄氏度)。

5.4.3.3 存在粉尘层时的极限温度

如果设备未标示粉尘层厚度作为 T 的一部分,则应在考虑粉尘层的厚度情况下采用安全系数。

——厚度 ≤ 5 mm:

进行无尘试验时,设备的最高表面温度 T_{max} 不应超过厚度 5 mm 粉尘层的最低点燃温度 $T_{5\text{ mm}}$ 减 75°C (即: $T_{max} \leq T_{5\text{ mm}} - 75^\circ\text{C}$)。

——厚度 > 5 mm ~ 50 mm:

当设备上有可能形成超过 5 mm 的粉尘层时,最高允许表面温度应降低(最高允许表面温度与粉尘层厚度之间的关系见图 1)。

——厚度 > 50 mm 的粉尘层,见 5.4.3.4。

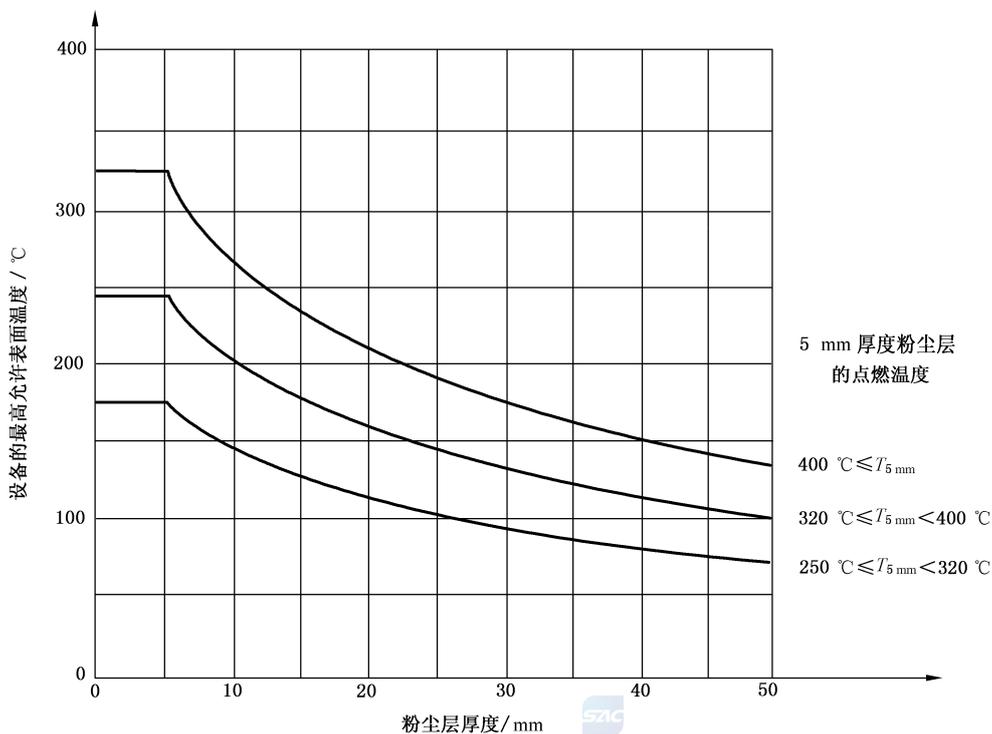


图 1 最高允许表面温度与粉尘层厚度之间的关系

5.4.3.4 不可避免的粉尘层

当设备的侧面和底部不可避免地形成粉尘层或设备完全湮没在粉尘中时,由于绝热效应可能要求较低的表面温度,要求设备保护级别为“Da”。

当粉尘层的厚度大于 50 mm 时,设备最高表面温度 T_L ,应为特定方向的最大粉尘层厚度下达到的温度。对这类设备,特定方向在特殊使用条件中说明。

设备最高表面温度可标示最高表面温度 $T_{\text{最大粉尘层}}$ ，说明允许的粉尘层厚度。当设备以 $T_{\text{最大粉尘层}}$ 标示粉尘层厚度时，应使用该厚度的粉尘层的点燃温度代替 $T_{5\text{ mm}}$ 。

无论哪一种情况，设备最高表面温度应为可燃性粉尘的点燃温度减去至少 75 °C。

5.5 包括外部影响的设计、选型

当设备需要符合其他环境条件要求，例如防水、防尘、防腐蚀、低温、高温、高海拔等时，应采用其他的保护要求，并通过相关试验验证。

5.6 特定设备的设计、选型

5.6.1 移动式、便携式设备及个体装备

移动式设备、便携式设备或个体装备应符合将用于的要求 EPL 级别最高场所的要求，设备类别和温度组别应与设备使用场所可能遇到的所有气体、蒸气或粉尘相适宜。

5.6.2 旋转电机

5.6.2.1 通则

选择旋转电机时，除 5.1~5.5 的要求外，至少应包括下列因素：

- 工作制；
- 电源电压和频率范围；
- 来自被驱动设备的热传导（例如泵）；
- 轴承及润滑油的寿命；
- 绝缘等级。

对受振动和其他可能影响电缆连接和电缆引入完整性的因素影响的电机，应额外注意：

- 检查接线端子螺钉和螺母是否牢固，以避免连接不良导致过热；
- 引入装置和用于消除电缆应变的部件紧固，以避免对电缆连接造成应力，并保持引入装置的完整性。

旋转电机除非能承受额定电压和频率条件下的连续启动电流，或对于发电机能够承受短路电流，且不会出现不赞许的发热，否则应采取过载保护，过载保护装置应是下列之一：

- a) 监控所有三相的电流延时保护装置，设定值不超过电机额定电流，在 1.20 倍设定电流时 2 h 内动作，在 1.05 倍设定电流时 2 h 内不动作；
- b) 嵌入温度传感器直接控制温度；
- c) 其他等效装置。

5.6.2.2 电源和附件连接、接地

电源和附件连接、接地应遵守相关的设计和安装文件。

5.6.2.3 由变频器供电的电机

通过变频器调整频率和电压供电的电机，选型和安装时应按照使用说明书和认证的要求选择相适应的专用变频器、相似变频器或保护装置。

注 1：变频器输出端的滤波器可能引起电机接线端子电压下降。电压下降造成电机电流增大，出现滑差，随之引起电机定子和转子温度升高。在额定负载恒定条件下，这种温升很明显。

注 2：变频电源供电的电机的其他使用信息见 GB/T 21209。主要注意事项包括电压和电流频谱及其附加损耗、过电压影响、轴承电流和高频接地。

5.6.2.4 使用降压启动(软启动)供电的电机

使用降压启动(软启动)供电的电机,选型和安装时应按照使用说明书的要求选择软启动装置和/或保护装置。

5.6.2.5 1 kV 以上电机

当使用真空断路器或真空接触器时,在初始启动电流 $I_A > 600$ A 的高压电机,应在开关柜内断路器和电机电缆终端之间安装电涌抑制器。

在调试 3 kV~13.8 kV 的高压电机/开关柜时,采取预防措施,避免在启动过程中关闭电机,例如,检查启动控制是否错误或保护设置是否过于敏感。在启动过程中,为了检查旋转方向或进行其他测试,停机应保持在绝对最低限度。

应按附录 C 中的值来选择额定电压 1 kV 以上增安型电机。对于 1 kV 以上增安型电机,并设防冷凝空间加热器,如果定子风险系数总和大于 6,应采取特殊措施确保启动时外壳内不含爆炸性气体环境。

注 1: 特殊措施可能包括启动前通风、电机中采用固定式气体探测器或制造商说明书中规定的其他方法。

注 2: 当防爆合格证号包含符号“X”时,需要考虑电机的特殊使用条件。

5.6.3 灯具

灯具的类型或额定值应根据所需的温度组别进行选择。带有荧光灯和电子镇流器的“e”型灯具不应用于要求温度组别为 T5 或 T6 的场所,或者环境温度大于 60 °C 的场所。

不应在危险场所使用、存放、运输低压钠灯。

对于带插脚的灯,插脚应由黄铜制成。

5.6.4 插头和插座引出端

插头和插座引出端不应安装在要求 EPL Ga 级和 Da 级的场所。

在要求 EPL Db 级和 Dc 级的场所内,无论插座内是否安装插头,插座引出端的安装都不应使粉尘进入插座。插座引出端的安装角度应与垂直线不超过 60°角,且开口向下。

当在爆炸性粉尘环境危险场所使用连接器时,应注意断开时不会有灰尘进入连接器。

5.6.5 电池和电池组

电池和电池组仅应在非危险场所进行充电,除非证书和制造商说明中允许在危险场所进行充电。

注: 包括对 Ex“d”外壳内的电池充电。

在将设备返回危险场所之前,应确保:

- 温度低于标志的温度组别;
- 容器内没有充电过程中产生的气体。

如果外壳上有电池排气所需的开口,应确保开口不受安装影响。

5.6.6 电加热系统

电加热器应有整机的防爆合格证。仅有 Ex 元件防爆合格证的电加热元件不能单独使用,而应与电加热器一起取得整机防爆合格证后才可使用。设备铭牌有包括温度组别在内的完整防爆标志。

电加热器应设置独立的超温保护,以避免损坏设备(或电加热器元件)或产生危险的高温。加热器的外部金属防护层、金属编织物或其他等效导电材料应与接地系统连接,以提供有效的接地通路。

6 设备安装

6.1 防止危险(引燃性)火花

6.1.1 轻金属结构材料

金属安装材料(例如电缆托架、安装板、气候防护罩和外壳)的成分应符合表 5 的要求。

表 5 设备保护等级和材料质量分数对应关系

设备保护级别(EPL)	材料质量分数
EPL Ga	铝、镁、钛和锆不应超过 10%，其中镁、钛和锆不超过 7.5%
EPL Gb	镁、钛和锆不应超过 7.5%
EPL Gc	无要求
EPL Da	镁、钛和锆不应超过 7.5%
EPL Db	镁、钛和锆不应超过 7.5%
EPL Dc	无要求

6.1.2 带电部件的危险

应防止裸露带电部件不慎接触,单一本质安全回路部件除外。

注:当可能同时接触一个以上的本质安全电路时,产生的火花可能有点燃能力。

6.1.3 外部裸露导电部件的危险

6.1.3.1 通则

应限制框架或外壳的接地故障电流(大小和/或持续时间),防止等电位联结导体电位升高。

6.1.3.2 TN 型系统接地

爆炸性环境中的 TN 系统应采用 TN-S 型。

6.1.3.3 TT 型系统接地

爆炸性环境中的 TT 型电源系统应采用剩余电流动作的保护电器。

6.1.3.4 IT 型系统接地

爆炸性环境中的 IT 型电源系统应设置绝缘监测装置。

6.1.3.5 SELV 和 PELV 系统

安全特低电压(SELV)系统电路的带电部件不应对地连接,或者与带电部件或构成其他电路一部分的保护导体连接。

保护特低电压(PELV)系统电路接地,任何裸露导电部件应连接到一个共用接地(以及电位均衡)系统。

注:SELV 和 PELV 要求见 GB/T 16895.21。SELV 和 PELV 用安全隔离变压器见 GB/T 19212.7。

6.1.3.6 危险场所上方的非防爆电气设备

可能成为点燃源或可能产生热颗粒或热表面的非防爆设备和连接电路位于危险场所上方时,应全封闭或配置适当的保护罩或保护网,防止设备或热颗粒落入危险场所。

6.1.4 等电位联结

6.1.4.1 通则

危险场所电气装置要求电位均衡。对于 TN、TT 和 IT 系统,所有裸露的外部导电部件应与等电位联结系统连接。等电位联结系统可包括保护线、金属导管、金属电缆护套、钢丝铠装和结构的金属部件,但不应包括中性线。连接应牢固,防止自行松脱,并且应减少腐蚀以防止降低连接的有效性。

6.1.4.2 临时等电位联结

移动设备应进行临时等电位联结。

临时等电位联结的最终连接应至少满足下列条件之一:

- a) 位于非危险场所;
- b) 使用符合场所 EPL 要求的连接;
- c) 采取措施使火花危险降至可接受的水平。

临时等电位联结金属部件之间的电阻应小于 1 M Ω 。导体和连接件应持久、灵活,并且应有能满足移动应用的机械强度。

联结导体的机械强度应至少相当于 4 mm² 截面积的铜。

6.1.5 静电

6.1.5.1 通则

用作结构或防护目的、不是防爆电气设备一部分的外部非金属材料(例如塑料包覆的电缆托架、塑料安装板、塑料防护装置和外壳)应防静电。

注 1: 附加在外壳外表面的非金属涂层、薄膜、箔层和板具有储存静电电荷的能力。

注 2: 通常认为玻璃和陶瓷表面不易储存静电电荷。

6.1.5.2 避免静电电荷在要求 EPL Ga、Gb 和 Gc 级的场所的结构和防护部件上积聚

结构和防护部件应设计成在正常使用时避免由静电电荷引起点燃危险的结构。应通过下列一项或多项措施满足该要求。

- a) 合理选材,使其表面绝缘电阻至少满足下列准则之一。
 - 在相对湿度(50 \pm 5)%下测量,不大于 1 G Ω ;
 - 在相对湿度(30 \pm 5)%下测量,不大于 100 G Ω 。
- b) 限定外壳非金属部件的表面积,见表 6。

表面积定义如下:

- 对于薄板材料,该面积应为暴露的(可起电的)面积;
- 对于曲面物体,该面积应为最大投影面积;
- 对于独立的非金属部件,如果它们用接地金属框架隔开,则面积应单独评定。

如果该非金属材料表面被接地导电表面围住并与其接触,则表面积允许值可增至 4 倍。

如果非金属材料表面在最长的相对边与导电接地表面接触,则表面积允许值可增至 2 倍。

或者,对于有非金属表面的长条形部件,例如管子、细棒或绳索,不需要考虑表面,但其直径和

宽度不应超过表 7 的值。连接外部电路的电缆不属于该要求范围。

表 6 表面积限制

结构和防护部件 mm ²			
要求的 EPL	Ⅱ A 类	Ⅱ B 类	Ⅱ C 类
Ga	5 000	2 500	400
Gb	10 000	10 000	2 000
Gc	10 000	10 000	2 000

表 7 最大直径或宽度

结构和防护部件 mm			
要求的 EPL	Ⅱ A 类	Ⅱ B 类	Ⅱ C 类
EPL Ga	3	3	1
EPL Gb	30	30	20
EPL Gc	30	30	20

- c) 限制涂覆在导体或耗散表面的非金属层厚度,其与地连接的电阻小于 1 GΩ。根据本文件,耗散表面为符合 6.1.5.2a) 的表面。非金属层的厚度不应超过表 8 的值,或者击穿电压不大于直流 4 kV。

表 8 非金属层厚度限制

结构和防护部件 mm			
要求的 EPL	Ⅱ A 类	Ⅱ B 类	Ⅱ C 类
EPL Ga	2	2	0,2
EPL Gb	2	2	0,2
EPL Gc	2	2	0,2

这些厚度限制不适用于表面电阻小于 1 GΩ 或小于 100 GΩ 的非金属层,见 6.1.5.2a)。
限制厚度的一个主要原因是,非金属层的最大厚度将约束表面的静电荷。通过这种方法,静电荷不能形成引燃放电。

- d) 如果结构和防护部件在装置中的使用方式使静电放电的风险降至最低,则应在这些部件上贴上以下警告标签:

警告:潜在静电电荷危险

6.1.5.3 避免静电电荷在要求 EPL Da、Db 和 Dc 级的场所的结构和防护部件设备上积聚

塑料外壳和涂漆/涂覆的金属结构和防护部件的设计应避免在正常使用时由传播型刷形放电引

起的点燃危险。

如果用表面积超过 500 mm² 的塑料材料或弹性体覆盖导电材料,应采用下列一项或多项缓解措施。

- a) 合理选材,使其表面绝缘电阻至少满足下列准则之一:
 - 在相对湿度为(50±5)%下测量,不大于 1 GΩ;
 - 在相对湿度为(30±5)%下测量,不大于 100 GΩ。
- b) 选择击穿电压不大于直流 4 kV 的材料。
- c) 如果结构和防护部件在装置中的使用方式使静电放电的风险降至最低,则应在这些部件上贴上以下警告标签:

警告:潜在静电电荷危险

电缆走线的布置应确保电缆不会因粉尘通过而经受摩擦效应和静电积聚。应采取预防措施,防止电缆表面积聚静电。



6.1.6 阴极保护金属部件

要求 EPL Ga 级或 Da 级的场所内的金属部件不应采用阴极保护,特别为此应用设计的除外。

6.2 断电和电气隔离

6.2.1 概述

6.2 的要求不适用于本质安全电路。

6.2.2 断电

爆炸性环境线路断电时应同时断开相线和中性线。

6.2.3 电气隔离

为保证电气作业安全应为包括中性线在内的所有带电导体提供适当的隔离措施。

6.3 电缆和布线系统

6.3.1 铝导体

用铝作导体的地方,导体应采取适当的连接方法,且除了本质安全电路的安装之外,横截面积至少为 16 mm²。

连接应确保连接铝导体需要的附加措施不会减少规定的爬电距离和电气间隙。

可根据电压等级和/或防爆型式的要求确定最小爬电距离和电气间隙。

应有预防电解腐蚀和/或电偶腐蚀的措施。

6.3.2 电缆

6.3.2.1 通则

在危险场所内,不应使用内护套或外护套抗拉强度低于 8.5 N/mm² 的电缆,除非敷设在导管内。

注:危险场所内电线和电缆的导体通常不使用实心导体(GB/T 3956)。

6.3.2.2 固定装置用电缆

用于危险场所固定装置的电缆应与使用中的环境条件相适应,并具有阻燃或防止火焰传播措施。

电缆应为下列类型。

- a) 热塑护套、热固护套或合成橡胶护套电缆。电缆应为圆形、致密的,且任何垫层和护套应为挤压的,填充物(如果有)应不吸湿。
- b) 矿物绝缘金属护套电缆。
- c) 特殊电缆,例如带有合适电缆引入装置的扁电缆。电缆应为致密的,且垫层和护套应为挤压的,填充物(如果有)应不吸湿。

矿物绝缘电缆应密封。

6.3.2.3 固定装置用软电缆(本质安全电路除外)

危险场所用软电缆应选用下列电缆:

- 普通的坚韧橡胶护套软电缆;
- 普通氯丁橡胶护套软电缆;
- 加厚的坚韧橡胶护套软电缆;
- 加厚的氯丁橡胶护套软电缆;
- 与加厚橡胶护套软电缆具有同等坚固结构的塑料绝缘电缆。

对于需要经常短距离移动的固定式设备(例如导轨上的电动机),终端连接用电缆的布置应允许电缆进行必要的移动而不损伤电缆,或者也可采用适合移动式设备使用的电缆类型。当固定布线本身采用的电缆类型不适合必要的移动时,应采用有适当保护的接线盒连接固定布线与设备布线。

6.3.2.4 移动式设备和便携式设备用供电软电缆(本质安全电路除外)

移动式和便携式电气设备使用的电缆应为具有加厚的氯丁橡胶或其他等效的合成橡胶护套电缆、具有加厚的坚韧橡胶护套电缆或具有同等坚固结构的电缆。线芯应为 5 类导线,并且横截面积最小为 1.0 mm^2 。接地导线应在电源电缆护套内。

对地电压不超过 250 V,额定电流不超过 6 A 的便携式电气设备可采用下列类型的电缆:

- 普通的氯丁橡胶或其他等效的合成橡胶护套电缆;
- 普通的坚韧橡胶护套电缆;
- 含有同等坚固结构的电缆。

对于承受强机械力作用的便携式电气设备,例如手灯、脚踏开关、桶式喷雾泵等,则不应采用上述电缆。

6.3.2.5 单根绝缘电线(本质安全电路除外)

在危险场所内,除在配电盘、接线箱或采用金属导管配线系统内,无护套的电线不应作为供配电线路。

6.3.3 导管系统

导管进入或离开危险场所的地方应配有导管密封装置。在密封装置和危险场所边界之间不应有活接头、管接头或其他附件。

导管密封装置应在外护套四周密封,并且电缆应有效填充,或者在导管内单个导线周围密封。密封工艺应使其不收缩、不透水、不受危险场所内化学物质的影响。

导管所有螺纹连接处应紧固。

用导管系统作接地保护导体时,螺纹连接应适用于电路被熔断器或断路器适当保护时承载的故障电流。

如果导管安装在腐蚀性场所内,导管材料应防腐,或者导管应有适当的防腐保护措施。

不应使用可能导致电偶腐蚀的金属组合。

导管内可使用无护套的绝缘电缆或电线。但是,当导管内有三根或多根电缆或电线时,电缆或电线的总截面积,包括绝缘层应不超过导管总截面积的 40%。

长距离导管应有适当的排液装置,以确保冷凝物的排放符合要求。另外,电缆绝缘应有适当的耐水特性。

仅用于机械保护的导管(通常指“敞开”的导管系统)不需要符合本条的要求。

引入设备的导管和导管引入装置的连接应保持系统 IP 等级和机械结构完整性。

6.3.4 安装要求

6.3.4.1 穿过危险场所的电路

电路从一个非危险场所穿过危险场所到另一个非危险场所时,危险场所内的布线系统应与危险场所的 EPL 要求相适应。

6.3.4.2 终端

连接方式应符合端子类型、防爆型式和制造商说明书,且不对连接造成应力。

导体的连接方式不应降低设备的爬电距离和电气间隙。

6.3.4.3 未使用的芯线

危险场所内多芯电缆中未使用的芯线应接地,或者采用与防爆型式相适应的端接方式充分绝缘,不应仅用胶带绝缘。



6.3.4.4 孔洞封堵

敷设电气线路的沟道、电缆桥架或导管,所穿过的不同区域之间墙或楼板处的孔洞应采用非燃性材料严密封堵,以保持相关的场所分类。

6.3.4.5 可燃性物质的传播和积聚

利用线槽、导管、管道或电缆沟敷设电缆时,应采取预防措施防止可燃性气体、蒸气或液体从一个区域传播到另一个区域,并且防止电缆沟中可燃性气体、蒸气或液体积聚。预防措施包括线槽、导管或管道的密封,对于电缆沟包括充分通风或充砂。

6.3.4.6 可燃性粉尘的堆积

在爆炸粉尘环境,电缆应沿粉尘不易堆积并且易于粉尘清除的位置敷设。利用线槽、导管、管道或电缆沟敷设电缆时,应采取防止可燃性粉尘通过或堆积在这些地方。如果电缆表面易形成粉尘层,并且影响空气的自由流通,尤其是粉尘的最低点燃温度较低时,需要考虑核算电缆的载流容量。

6.4 电缆引入系统和封堵元件

6.4.1 通则

电缆引入装置和封堵元件的选择应与设备说明书及防爆认证要求相适应。

6.4.2 电缆引入装置的选择

电缆引入装置的选择应与电缆直径相匹配。不应使用其他材料使电缆与电缆引入装置相匹配。

当有要求时,选择的电缆引入装置和/或电缆应能减少电缆“冷流”特性的影响。

注 1: 电缆使用的材料可能有“冷流”特性。电缆的“冷流”能描述为,在密封施加压缩力的地方,电缆引入装置中的密封件位移产生的压缩力大于阻止电缆护套变形的力时,电缆护套发生的移动。冷流可能使电缆绝缘电阻降低。低烟和/或耐火电缆通常会表现出明显的冷流特性。

电缆引入装置应根据表 9 选择以保持防爆型式的要求。

表 9 根据外壳防爆型式选择引入装置、接头和封堵元件防爆型式

设备防爆型式	引入装置、管接头封堵元件防爆型式			
	Ex“d” (见 6.4.5)	Ex“e”	Ex“n”	Ex“t” (见 6.4.6)
Ex“d”	√	—	—	—
Ex“e”	√	√	—	—
Ex“i”(Ⅱ类 ^a)	√	√	√(见 7.3.4)	—
Ex“i”(Ⅲ类 ^a)	—	—	—	√(见 7.3.4)
Ex“m”	Ex“m”通常不适用于布线连接。连接的保护技术应适合所用的布线系统			
Ex“n” 对 Ex“nR”,另见 6.4.7	√	√	√	—
Ex“o”	Ex“o”通常不适用于布线连接。连接的保护技术应适合所用的布线系统			
Ex“p”(Ⅱ类)	√	√	√ ^b	—
Ex“p”(Ⅲ类)	—	—	—	√
Ex“q”	Ex“q”通常不适用于布线连接。连接的保护技术应适合所用的布线系统			
Ex“s”	仅在证书条件允许的情况下			
Ex“t”	—	—	—	√
注: √表示允许使用。				
^a 如果只使用一个本质安全电路,则对电缆引入装置没有规定要求。				
^b 只对 EPL Gc 级装置允许。				

为了满足防护等级的要求,电缆引入装置、管接头、封堵元件和外壳之间也应采取密封措施(例如加密封垫圈或螺纹密封胶)。

注 2: 为满足至少 IP54 的要求,螺纹电缆引入装置与螺纹电缆引线板或外壳的接合为 6 mm 厚以上时,不需要在电缆引入装置和螺纹引线板或外壳间增加密封措施,前提是电缆引入装置的中心轴线与电缆引线板或外壳外表面垂直。

当使用矿物绝缘金属护套电缆时,应使用获证的矿物绝缘电缆密封装置满足爬电距离的要求。

6.4.3 电缆与设备的连接

电缆引入装置的安装方式应确保安装后只能通过工具将其松开或拆除。

当在电缆引入装置处设置夹紧装置时,电缆夹紧装置应位于电缆引入装置端部 300 mm 以内。

电缆应直线从电缆引入装置引出,以避免横向张力影响电缆周围的密封。

当外壳带有非螺纹孔的电缆引入装置安装板时,应使用满足设备防爆型式的电缆引入装置、封堵元件和管接头。

当编织或铠装电缆在电缆引入装置内终止时,用于保持和固定电缆编织或铠装的主体元件不应在不使用工具的情况下手动松开或手动打开。

电缆与电气设备的连接应通过适用于所用电缆类型的电缆引入装置进行,并保持相关防爆型式的防爆完整性。

如果螺纹引入孔尺寸与电缆引入装置不同,则应安装符合表 9 要求的螺纹式管接头。

6.4.4 未使用的开口

除仅包含一个本质安全电路的外壳外,外壳上未使用的引入孔应使用符合表 9 的封堵件封堵,并且应保持 IP54 的防护等级或者所在位置要求的防护等级,取二者之中的较高级别。

对于隔爆外壳,管接头不应与封堵元件一起使用。

6.4.5 对隔爆外壳“d”的附加要求

6.4.5.1 通则

对于隔爆型金属外壳应选用金属材质的电缆引入装置、管接头、封堵元件。

当电缆经绝缘套管穿过作为设备一部分的外壳壁引入设备时(间接引入),隔爆外壳外的绝缘套管部分应使用相适应的防爆型式保护。

编织或铠装电缆的 Ex“d”引入装置(格兰),应在电缆外护套和内护套夹紧,且电缆编织或铠装层应在引入装置(格兰)内终止。对于细编织电缆,当编织物直径小于 0.15 mm,覆盖率不低于 70%,引入装置(格兰)只在外护套上压紧时可接受。

圆柱形螺纹电缆引入装置、螺纹式管接头或封堵件可在引入装置与隔爆外壳间配备密封垫圈,且应同时满足螺纹啮合规定。螺纹啮合至少应为 5 扣满螺纹。可使用润滑脂,但应是非凝结性、非金属、不可燃,并且要保持两边之间的接地。

当使用锥形螺纹时,连接件应用扳手紧固。

6.4.5.2 电缆引入装置的选择

电缆引入装置可选择下列形式之一。

- a) 由复合物填料密封的电缆引入装置,并且作为设备取得防爆合格证。
- b) 满足以下所有要求的电缆和引入装置:
 - 电缆引入装置作为隔爆型设备取得防爆合格证;
 - 使用的电缆符合 6.3.2.2a);
 - 连接的电缆最小长度为 3 m。
- c) 采用带套管隔爆外壳与增安型接线盒组合的间接电缆引入。
- d) 有塑料护套或无塑料护套的矿物绝缘金属护套电缆,具有相应的隔爆型电缆引入装置。
- e) 对于设备文件规定的隔爆型密封装置(例如密封腔),采用与所用电缆相适应的电缆引入装置。密封装置应有复合物填料密封或其他允许填充物在单个芯线周围的相应密封。密封装置应安装在靠近电缆引入设备的位置。

注 1: 最小电缆长度是为了尽可能减小火焰通过电缆传播的可能性。

注 2: 如果电缆引入装置和实际电缆作为设备(外壳)的一部分取证,则不需要符合本条。

6.4.6 对防粉尘点燃外壳“t”的附加要求

防护等级(IP)应符合表 10 的规定。

表 10 防爆型式、设备类别和防护等级(IP)之间的关系

防爆型式	Ⅲ C 类设备	Ⅲ B 类设备	Ⅲ A 类设备
“ta”	IP6X	IP6X	IP6X
“tb”	IP6X	IP6X	IP5X
“tc”	IP6X	IP5X	IP5X

圆柱形螺纹 Ex“t”电缆引入装置、螺纹式管接头、封堵元件可在引入装置和 Ex“t”外壳间配备密封垫圈。如果不使用密封垫圈,螺纹啮合至少应为 5 扣满螺纹。不带附加密封件或垫圈的锥形螺纹接合面应啮合至少 $3\frac{1}{2}$ 扣螺纹。

6.4.7 对“nR”限制呼吸外壳的附加要求

限制呼吸外壳的密封应保持外壳限制呼吸的性能。

电缆引入装置和外壳之间应配备合适的密封垫圈。导管和锥形螺纹应使用螺纹密封胶。

7 附加要求

7.1 对隔爆外壳“d”的附加要求

7.1.1 用于特定气体的设备

标示用于特定气体的设备,或者标示设备类别和特定气体的设备,用于特定气体环境时,安装应符合对特定气体设备类别的要求。例如,标志“Ⅱ B+H₂”用于氢气环境的设备,应按Ⅱ C 设备安装。

7.1.2 固体障碍物

安装设备时,平面隔爆接合面和任何不是设备一部分的固体障碍物(例如钢架、墙、气候防护罩、安装板、管道或其他电气设备)之间的距离应满足表 11 的规定。

注:防爆合格证注明有特殊安装条件的设备按其要求进行安装。

表 11 与危险场所气体类别有关的平面隔爆接合面与障碍物间的最小距离

气体分类	最小距离 mm
Ⅱ A	10
Ⅱ B	30
Ⅱ C	40

7.1.3 隔爆接合面的保护

应按照制造商的文件对隔爆接合面进行保护。只有制造商的文件中规定时才允许使用衬垫。

隔爆接合面不应涂漆。

允许完全装配后(由用户)涂漆,并避免静电荷,且所有标志保持可读性。

如果制造商的文件没有说明接合面保护,包括润滑脂的使用,则在装配前,只可在接合面涂防腐润滑脂,例如凡士林或皂稠化矿物油。润滑脂(如使用)应为不会因老化而硬化的类型,不含蒸发溶剂,且不会导致接合面腐蚀。在选择和使用润滑脂时应注意,确保非凝固特性并允许接合面的后续分离。

在下列条件下,可在直平面接合面外部使用非硬化含油脂织物带。

- 外壳用于ⅡA类气体时,织物带应限制为围绕法兰接合面部件的一层和一个短的重叠。
- 外壳用于ⅡB类气体时,接合面之间的间隙不应超过 0.1 mm。织物带应限制为围绕法兰接合面部件的一层和一个短的重叠。

7.1.4 导管系统

导管的隔爆型密封装置应为下列类型之一:

- a) 与设备一起提供,并且在设备文件中详细说明;
- b) 为设备文件规定的类型。

圆柱形螺纹导管密封装置可在装置和隔爆外壳之间配备密封垫圈,且应能达到适当的螺纹啮合扣数,螺纹啮合至少应为 5 扣满螺纹。二者之间可使用合适的非凝结性润滑脂,但应保持二者之间的接地。

当按照制造商的说明书将导管密封装置直接或通过必需的配件固定在隔爆外壳上时,导管密封装置被视为直接安装在隔爆外壳上的引入装置。从密封腔端面到外壳(或用作终端的外壳)以及外壳(或用作终端的外壳)壁外侧的距离不应大于导管的尺寸或 50 mm,取其较小者。

7.2 对增安型“e”的附加要求



对通用接线盒和分线盒中端子和导体的组合,应确保壳体内功率损耗引起的发热不会导致温度超过设备规定的温度组别。可采取下列措施之一:

- a) 遵循制造商给出的允许端子数量、导体尺寸和最大电流的规定;
- b) 检查采用制造商提供的参数计算出的功率损耗是否小于额定最大功率损耗。

导体的长度不应超过外壳对角线长度的一半。

导线束不应超过 6 根导线。

制造商的文件应包括每个端子尺寸、允许的端子数量、导体尺寸和最大电流。

除非防爆合格证中另有规定:

- 接线盒外壳中仅应包含 Ex“e”端子;
- 不应使用其他部件;
- 每个连接点只允许有一根导体。

7.3 对本质安全型“i”的附加要求

7.3.1 符合 EPL Gb 或 Gc 和 Db 或 Dc 要求的安装

7.3.1.1 设备

在符合 EPL“Gb”要求的安装中,本质安全装置以及关联装置的本质安全部分应至少为“ib”等级。

在符合 EPL“Gc”要求的安装中,本质安全装置以及关联装置的本质安全部分应至少为“ic”等级。

在符合 EPL“Db”要求的安装中,本质安全装置和关联装置的本质安全部分应至少为“ib”等级。

在符合 EPL“Dc”要求的安装中,本质安全装置和关联装置的本质安全部分应至少为“ic”等级。

连接到关联装置非本质安全接线端子的电气设备所施加的电压,不应超过关联装置铭牌规定的最高电压 U_m 。电源预期短路电流不应超过 1 500 A。当预期短路电流较高时,应在上游设置熔断器或其他保护措施。当在关联装置上标志的最高电压 U_m 小于 250 V 时,应按照下列方法之一进行安装:

- a) 当最高电压 U_m 不大于 50 V a.c.或 120 V d.c.时,安装在 SELV 或 PELV 系统中;
- b) 通过符合标准要求的安全隔离变压器进行安装;
- c) 直接连接到符合标准要求的装置上;
- d) 直接由电池供电。

7.3.1.2 电缆

7.3.1.2.1 通则

本质安全电路用电缆的绝缘应能承受两倍本质安全电路的最高电压或 500 V a.c.或 700 V d.c.介电试验,以更高者为准。

危险场所内使用的每根导体或复绞导体每股的直径应不小于 0.1 mm。

7.3.1.2.2 电缆的电气参数

对使用的所有电缆的电气参数(分布电容 C_c 和分布电感 L_c)或(分布电容 C_c 和分布电感与电阻比 L_c/R_c),应按照 a)、b)或 c)来确定:

- a) 电缆制造商提供的最不利条件下的电气参数;
- b) 测量样品确定电气参数;
- c) 如果互连使用普通结构电缆(带或不带屏蔽)的二根或三根芯线,分布电容 C_c 最大值不超过 200 pF/m 且分布电感 L_c 最大值不超过 1 μ H/m 或分布电感与电阻比 L_c/R_c 最大值不超过 30 μ H/ Ω 。

注:对于 FISCO 或 FNICO 系统,电缆参数的要求见 GB/T 3836.18。

7.3.1.2.3 导电屏蔽的接地

对于屏蔽,除了下述 a)~c)项外,屏蔽仅应在一点接地,通常在电路回路的非危险场所一端。

如果接地的本质安全电路在屏蔽电缆中,电路的屏蔽应在本质安全电路的同一点上接地。

如果与地绝缘的本质安全电路或本质安全分支电路在屏蔽电缆中,屏蔽应在一点与等电位联结系统连接。

存在下列特殊情况。

- a) 如果有特殊原因(例如屏蔽电阻高,或者另外要求屏蔽抗感应干扰)要求与屏蔽多点连接,可按图 2 要求布置,条件是:
 - 绝缘接地导线为耐用结构(通常截面积不小于 4 mm²,但截面积为 16 mm² 时更适合用于夹紧连接);
 - 绝缘接地导线及屏蔽与电缆中所有其他导线和电缆铠装间的绝缘应能承受 500 V a.c.或 700 V d.c.(适用时)的绝缘试验;
 - 绝缘接地导线和屏蔽仅一点接地,该点应是绝缘接地导线接地点,同时也是屏蔽接地点,通常应在电缆的非危险场所端;
 - 绝缘接地导线应能通过安装位置或保护措施防止损坏;
 - 和绝缘接地导线一起安装的电缆的电感/阻抗比(L/R)应确定,并应符合 7.3.1.2.5 的要求。
- b) 如果通过有效的安装和维护,确保电路各端(即危险场所和非危险场所之间)等电位,电缆屏蔽在电缆两个终端均可接地,如有要求,可在中间的任何点接地。
- c) 如果总电容不超过 10 nF,可通过小电容器(例如 1 nF、1 500 V 陶瓷电容器)多点接地。

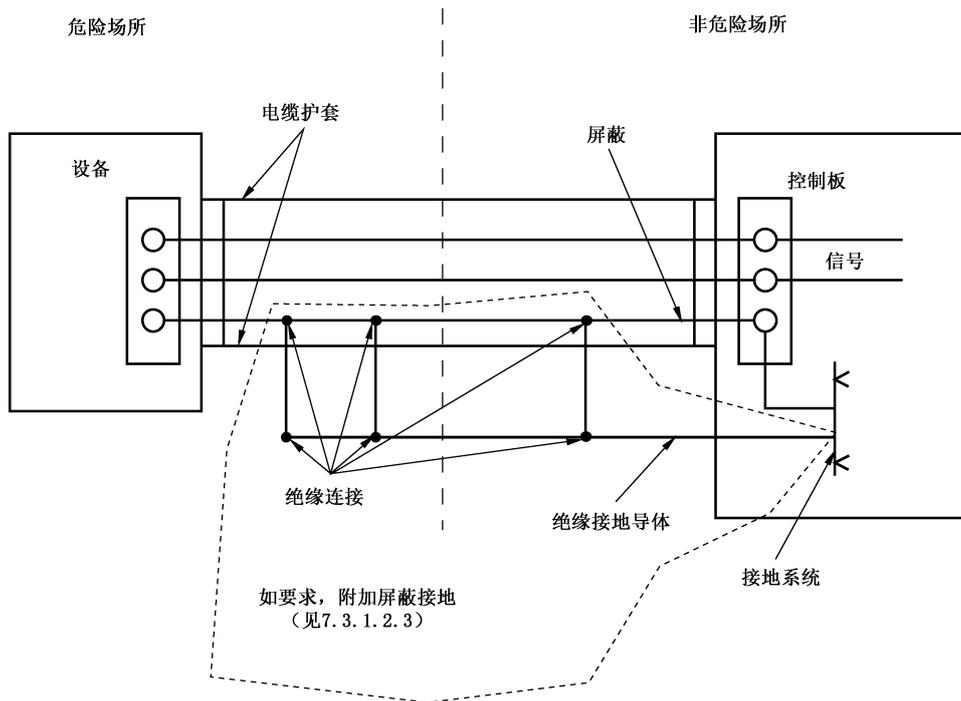


图 2 导电屏蔽的接地

7.3.1.2.4 电缆铠装接地

每个布线的电缆终端均应通过电缆引入装置或等效装置将电缆的铠装连接在等电位系统上。在中间有接线盒或其他电气设备时,通常在这些中间点将铠装通过类似方法连接到等电位系统上。如果铠装不能在中间点上连接等电位系统,应确保所有敷设电缆铠装自始至终的电气连续性。

当铠装在电缆引入点处等电位联结不可行,或者设计要求不允许时,应防止铠装与等电位系统间可能存在的电位差产生点燃火花。任何情况下,铠装与等电位系统至少应有一个电气连接。用于将铠装对地隔离的电缆引入装置应安装在非危险场所或要求 EPL Gc 级或 Dc 级的场所。

7.3.1.2.5 电缆和布线的安装

7.3.1.2.5.1 通则

有本质安全电路的装置安装方式应使本质安全性能不受外界电场或磁场的干扰,例如来自附近供电线路或大电流单芯电缆的影响。可通过例如屏蔽和/或绞合芯线或与电场或磁场保持足够距离等来实现。

除 6.3 的电缆要求之外,危险场所和非危险场所中电缆的安装应确保本质安全电路电缆不能因疏忽而连接到非本质安全电路电缆上。可通过下列方式的一种或多种实现:

- a) 不同类型的电路电缆隔离;
- b) 电缆在布置时防止机械损伤;
- c) 对至少一种类型的电路使用铠装、金属护套或屏蔽电缆。

7.3.1.2.5.2 导体

本质安全电路中的导体与非本质安全电路的导体不应使用同一电缆,7.3.5 允许的特殊应用除外。

除非由绝缘材料中间层或接地金属隔板隔离,本质安全电路的导体与非本质安全电路的导体不应在同一个导线束或导管中,7.3.1.2.7 允许的情况除外。如果本质安全电路或非本质安全电路采用金属

护套或屏蔽,则不要求隔离。

7.3.1.2.5.3 电缆中未使用的芯线

电缆中未使用的每根芯线应通过下列方式之一处理:

- a) 用适合的终端方法,使其对地充分绝缘,并且各芯线在两端相互充分绝缘;
- b) 如果电缆中的其他电路有接地连接(例如通过关联装置),连接到同一电缆中任何本质安全电路使用的接地点,但应对地充分绝缘,并且在另一端使用适当的终端方法相互充分绝缘。

7.3.1.2.6 电缆的标志

含有本质安全电路的电缆应有标志。如果护套或表层用颜色标志,含有本质安全电路的电缆应用浅蓝色标示。当使用浅蓝色标示的电缆说明是本质安全电路时,如果浅蓝色标志的电缆再用于其他目的,则使用方法和场所应不会导致混淆或降低鉴别本质安全电路的效果。

如果所有本质安全电路或所有非本质安全电路电缆铠装、加金属护套或屏蔽,则本质安全电路不需要标志。

测量和控制箱内、开关、配电设备等内部,如果有蓝色中性导线,本质安全电路电缆与非本质安全电路电缆存在有混淆的危险,则应采取其他标志措施。这些措施包括:

- 将导线组合到共用的浅蓝色线束中;
- 标牌标明;
- 清楚地布置和空间隔离。

7.3.1.2.7 承载有多个本质安全电路的电缆

电缆可含有多个本质安全电路。本质安全电路不应与非本质安全电路在同一电缆中,7.3.5 的特殊应用除外。本质安全“ic”电路可与本质安全“ia”和“ib”电路一起走线,前提是它们在 7.3.1.2.8 中规定的 A 型或 B 型电缆中。

导体绝缘的径向厚度应与导体的直径和绝缘的属性相适应。最小径向厚度至少应为 0.2 mm。

电缆的导体绝缘至少应能承受下列介电强度试验。

- 500 V a.c.或 700 V d.c.,电压施加在铠装和/或屏蔽连接后与所有导体连接后两者之间。
- 1 000 V a.c.或 1 400 V d.c.,电压施加在一半导体连接起来与另外一半导体连接后的导线束之间。本试验不适用于承载有多个本质安全电路且各电路有导电屏蔽的电缆。

7.3.1.2.8 承载有多个本质安全电路的电缆类型和适用的故障考虑

本质安全电气系统使用的承载有多个本质安全电路的电缆中需考虑出现故障,与使用电缆的类型有关。

——A 型:

电缆符合 7.3.1.2.7 的要求,另外,本质安全电路有导电屏蔽提供独立保护,防止电路间相互连接,屏蔽范围至少为表面积的 60%。不考虑电路间出现故障。

——B 型:

电缆固定并提供有效保护防止损伤,符合 7.3.1.2.7 的要求。另外,电缆中电路的最高电压 U 。不超过 60 V。不考虑电路间出现故障。

——C 型:

对于电缆满足 7.3.1.2.7 的要求,但没有 A 型或 B 型的附加要求,对“ia”或“ib”需要考虑导体之间出现最多二个短路故障,并且导体之间同时出现最多四个开路故障。在相同电路的情况下,如果通过电缆的每个电路的火花点燃参数的安全系数是“ia”或“ib”保护等级要求值的四

倍,则故障不必考虑。

7.3.1.3 本质安全电路的接地

本质安全电路应按下列方式之一进行处理:

- a) 与地隔离;
- b) 连接在等电位联结系统上的一点,如果该等电位联结系统分布在本质安全电路安装的整个场所内。

安装方式应按照电路的功能要求及制造商说明书的要求来选择。

如果一个电路电气隔离成多个分支电路,并且每个分支电路仅有一个接地点,则允许一个电路有一个以上的接地连接。

对于对地隔离的本质安全电路,需要注意静电放电引起的危险。通过大于 $0.2\text{ M}\Omega$ 的电阻接地,例如用于耗散静电电荷,此方法不视为接地。

如果由于安全需要,例如安装没有电隔离的安全栅时,本质安全电路应接地。如果由于功能需要,例如焊接的热电偶,也可接地。

如果设备接地(例如通过安装方法),并且在设备和关联装置的接地连接点之间使用等电位联结导体,则不必符合上述 a) 或 b) 的要求。如果使用等电位联结导体,应与场所相适应,铜线的横截面积至少 4 mm^2 ,不使用插头和插座永久安装,并且有充分的机械保护,接线端子除 IP 等级之外符合增安型“e”的要求。

本质安全电路中,没有电隔离的安全栅(例如齐纳安全栅)的接地端子应按下列方式之一进行处理:

- a) 通过尽可能短的路径与等电位联结系统连接;
- b) 仅对于 TN-S 系统,连接到完整性高的接地点的方法应确保主电源系统接地点连接阻抗小于 $1\ \Omega$,可通过与控制室内接地排连接,或者用单独的接地棒连接来实现这一要求。

使用的导体应绝缘,防止可能在导体可能接触的金属部件(例如控制板框架)中流动的故障电流流入大地。如果损坏的风险较大,还应有机械保护。

接地导体截面积应为下列之一:

- 至少两根导体,每根导体额定电流都能承受可能连续通过的最大电流,每根截面积不小于 1.5 mm^2 的铜导体;
- 至少一根截面积不小于 4 mm^2 的铜导体。

需考虑提供两根接地导体以便于试验。

连接到安全栅输入端子的供电系统产生的预期短路电流,如果接地导体不能承受,则接地导体面积应相应增大,或者应另外增加导体。

如果通过接线盒实现接地,应确保连接的连续完整性。

7.3.1.4 本质安全电路的检查

7.3.1.4.1 通则

除非有系统证书对全部本质安全电气系统参数作出规定,否则 7.3.1.4 的全部规定适用。

安装本质安全电路时,包括电缆,不应超过最大允许电容、电感或 L/R 值以及表面温度。应从关联装置文件或铭牌上获得允许值。

安装在危险场所的设备的温度组别应根据该装置的标签或文件确定。对不同的使用条件(通常取决于环境温度或输入参数 U_i 、 I_i 和 P_i),装置可能有不同的温度组别。

7.3.1.4.2 系统描述文件

系统设计者应准备系统描述文件,对电气设备的项目和系统电气参数,包括互连线路的参数予以

规定。

系统描述文件中确保安全所需的信息,没有明确规定提供方式,可包括几种形式,例如图纸、清单、维护手册或类似文件。

7.3.1.4.3 仅有一个线性电源的本质安全电路

每个本质安全装置的允许输入电压 U_i 、输入电流 I_i 及输入功率 P_i 应不小于电源的输出电压 U_o 、输出电流 I_o 及输出功率 P_o 。

本质安全电路的设备类别与构成本质安全电路的装置的最低气体类别相同(例如,电路上有 II B 及 II C 类装置,则电路的类别为 II B)。

本质安全电路的保护等级与构成本质安全电路的装置的最低保护等级相同(例如,电路上有“ib”和“ic”等级的装置,则电路的保护等级为“ic”)。

系统中所有连接的装置和任何电缆的总电感和电容应小于或等于电源的 L_o 和 C_o 。

当除电缆外的所有连接装置的总电感和电容分别大于电源的 L_o 和 C_o 的 1% 时, L_o 和 C_o 的可接受值应减半,并相应调整允许的电缆电感和电容。但是,使用该规则得出的最大外电容,其最大值对 II B 类应限制在 1 μ F,对 II C 类应限制在 600 nF, II A 类无进一步限制。

注:所有连接的装置,包括可以没有制造商列出的 L_i 和 C_i 值的简单装置。电源可能是关联装置或其他本质安全装置。

作为使用 L_o 值进行评定的替代方法,可使用电源的 L_o/R_o 值,除非所有连接装置的总电感大于 L_o 的 1%。当所有连接装置的总电感大于 L_o 的 1% 时,则应重新计算电缆的允许 L/R 值。

一旦确定极限 L/R 值,电缆的 L/R 值应小于极限比,且 C_o 值仍适用于连接的装置和电缆。

如果电源文件不包括 L_o/R_o 值,则不能使用电缆评定确定 L/R 值。

7.3.1.4.4 有多个关联装置的本质安全电路

如果本质安全电路含有多个关联装置,或者两个或多个本质安全电路互相连接,则应通过理论计算或者进行火花点燃试验,检查整个系统的本质安全性能。应确定设备类别、温度组别及保护等级。

7.3.2 符合 EPL Ga 或 Da 级要求的安装

本质安全电路的安装应符合 7.3.1 的要求,下列特殊要求除外。

在要求 EPL Ga 级的场所安装有本质安全电路时,本质安全装置及关联装置应符合“ia”等级的要求。电路(包括所有简单装置、本质安全装置、关联装置和互连电缆的最大允许电气参数)应为“ia”等级。

在符合 EPL Da 要求的安装中,本质安全装置和关联装置的本质安全部分应符合 III 类要求的“ia”等级。

优先采用本质安全电路与非本质安全电路之间有电隔离的关联装置。

在某些情况下,由于等电位联结系统中仅一个故障就可能造成点燃危险,所以没有电隔离的关联装置仅应在接地布置符合 7.3.1.3 第二个列项中的 b) 项,且与安全场所端子相连的主电源设备通过双绕组变压器与主电源隔离时方可使用,变压器初级线圈应由与额定值相适应、有足够熔断能力的熔断器保护。

当本质安全电路分为多个分支电路时,位于要求 EPL Ga 级的场所内的分支电路,包括电隔离元件,应为“ia”等级,但是不在要求 EPL Ga 级的场所内的分支电路,仅需为“ib”或“ic”等级即可。

注:能通过关联装置,或者通过 EPL Gb、Db、Gc、Dc 级本质安全电路中或非危险场所中的电隔离装置实现电隔离。

当由于功能原因要求电路接地时,则应在要求 EPL Ga 级或 Da 级的场所之外进行接地连接,但是尽可能接近 EPL Ga 级或 Da 级设备。

当电路接地是电路运行中固有的时,例如带有接地的热电偶或电导探针,则应是唯一的接地连接,除非能够证明一个以上的接地连接不会引起故障。

当部分本质安全电路安装在要求 EPL Ga 级或 Da 级的场所时,使设备及其关联装置在要求 EPL Ga 级或 Da 级的场所内有产生危险电位差的风险,例如通过大气电产生的电位差,则应在电缆的每个非接地连接的芯线和现场结构件之间安装电涌保护器且应合理地接近要求 EPL Ga 级或 Da 级的场所入口(例如 1 m 范围之内)。这些场所的实例,例如石化厂的可燃性液体贮罐、废气处理装置和蒸馏塔等。高风险的电位差通常与分散式装置和/或暴露的设备的位置有关,仅通过把电缆或储罐埋置地下不能减少该风险。

电涌保护器应能转移最小为 10 kA 的峰值放电电流。保护装置和现场结构件之间应至少用截面面积相当于 4 mm² 的铜导体连接。

电涌保护器的放电电压应由用户和安装方面的专业人员确定。

在本质安全电路中使用一个或多个低压电涌保护器改变了电路接地的方式,在设计本质安全电气系统时需要予以考虑。

要求 EPL Ga 级或 Da 级的场所内本质安全装置和电涌保护器之间的电缆应有防雷措施。

7.3.3 简单装置

简单装置与设备保护级别无关。简单装置应通过增加耐久的标签清楚标示。

简单装置增加标签可由制造商或安装方进行,且可通过安装首选的任何标志或代码进行,以便清楚地将其标示为简单装置。

还可标示有助于识别简单装置的附加信息,例如仪表回路编号的引用。

对于简单装置,能从关联装置的 P_o 值确定最高温度以得出温度组别。

最高表面温度应按照公式(1)计算:

$$T = P_o R_{th} + T_{amb} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

T ——表面温度,单位为摄氏度(°C);

P_o ——关联装置标志的功率,单位为瓦特(W);

R_{th} ——(元件制造商对适用的安装条件规定的)表面温升,单位为开尔文每瓦特(K/W);

T_{amb} ——简单装置安装点的环境温度,例如对于温度传感器,单位为摄氏度(°C)。

总表面积大于 20 mm² 的简单装置,如果向其提供的最大功率不超过表 12 中针对不同环境温度给出的值,则可指定为温度组别 T4。

表 12 II 类设备最大功耗随环境温度的变化

最高环境温度/°C	40	50	60	70	80
最大功耗/W	1.3	1.25	1.2	1.1	1.0

根据以下限值,小元件也可被指定为温度组别 T4 或 T5:

- a) 表面积小于 20 mm² 的元件(不包括导线),如果其表面温度不超过 275 °C,可划分为 T4;
- b) 表面积大于 20 mm² 但小于 1 000 mm² 的元件(不包括导线),如果表面温度不超过 200 °C,可划分为 T4;
- c) 表面积小于 1 000 mm² 的元件(不包括导线),如果表面温度不超过 150 °C,可划分为 T5。

注 1: 简单装置的最大功率限制调整不能用于 III 类。

如果需要简单装置保持本质安全电路对地隔离的完整性,则其应能够承受 500 V a.c.或 700 V d.c.,或两倍本质安全电路电压的对地试验电压,取较大者。

端子应与非本质安全端子或连接件间隔至少 50 mm,或按照其他间隔方式。

注 2: 端子的隔离和间隔要求源自 GB/T 3836.4。

除非文件特别允许,否则简单装置不应将本质安全电路互连。

7.3.4 接线盒

7.3.4.1 通则

如果湿气或粉尘进入或接触导电部件可能损害独立的本质安全电路的特性,或导致未经评定的本质安全电路组合,则这些电路的安装应确保不会损害这种隔离。

使用的接线盒应适合其安装环境,例如,通常需要至少 IP54 的外壳。电缆引入装置应保持外壳的防护等级。

本质安全接线端子与接地部件之间的间距应至少为 3 mm。

7.3.4.2 仅有一个本质安全电路的接线盒

对仅有一个本质安全电路的接线盒没有附加要求。

7.3.4.3 有多个本质安全电路的接线盒

有多个本质安全电路的接线盒应符合以下最低要求:

- 除 7.3.4.1 中的外壳要求外,外壳还应符合对非金属外壳和外壳非金属部件、金属外壳和外壳金属部件的要求(适用时);
- 独立的本质安全电路之间,连接件裸露导电部件之间的电气间隙应至少为 6 mm。

7.3.4.4 有非本质安全电路和本质安全电路的接线盒

除 7.3.4.3 的要求外,包含本质安全电路和非本质安全电路的接线盒还应符合以下最低要求:

- a) 如果接线盒位于危险场所,外壳和任何非本质安全电路应完全符合适当的防爆型式;
- b) 本质安全电路和非本质安全电路的裸露导电部件之间的电气间隙至少应为 50 mm 或符合防爆认证的规定;
- c) 能打开而接触带电非本质安全电路的外壳盖应加标签“警告:严禁带电打开”;或
- d) 所有未受本质安全型“i”保护的裸露带电部件应具有单独的内盖,在装置外壳打开时提供至少 IP30 的防护等级,此外,应在内盖上加标签“警告:IP30 内盖保护的而非本质安全电路”。

本质安全电路的端子应标志清楚,以与非本质安全电路的端子区分。该标志可采用浅蓝色颜色,而其他颜色应为非蓝色。

7.3.4.5 外部连接用插头和插座

用于连接外部本质安全电路的插头和插座,应与连接非本质安全电路的插头和插座分开,并且不能互换。在设备为外部连接配备有一个以上插头和插座时,并且它们之间互换会对防爆型式产生不利影响时,则应这样设置:即插头、插座不能互换,例如锁住,或者配对的插头、插座应能识别,例如用标志或色标,使得在错配时易于发现。

7.3.5 特殊应用

对一些特殊应用,例如对电力电缆监测,使用本质安全原理的电路与供电电路在同一电缆内,这种情况要求对涉及的危险进行具体分析。

对特殊应用,如果本质安全电路、非本质安全电路的保护符合相应防爆型式的要求且当其他电路通

电时不需要本质安全,允许将本质安全电路与非本质安全电路用于同一个插头、插座组件中。

7.4 对正压外壳“p”的附加要求

7.4.1 正压外壳防爆型式的确定

正压外壳防爆型式的确定见表 13。

表 13 正压外壳防爆型式的确定
(外壳内没有可燃性物质释放源)

EPL	外壳内含有非防爆设备	外壳内含有符合 EPL Gc 或 Dc 要求的设备
Gb 或 Db	pxb	pyb
Gc 或 Dc	pxb 或 pzc	无正压要求

7.4.2 管道

所有管道及其连接的部件应能承受以下压力:

——正压设备制造商规定的正常运行时最大压力的 1.5 倍,或正压设备制造商规定的正压源(例如风机)在关闭所有排气口时所能达到的最大压力。

——至少为 200 Pa。

管道和连接部分采用的材料应不受保护气体和使用环境中可燃性气体或蒸气的不利影响。

正压外壳设备的保护气体引入可采用密闭系统,当未采用密闭系统时,保护气体入口的位置应设在非危险场所,罐装保护气体除外。

当管道通过危险场所且保护气体压力小于环境压力时,管道应不会泄漏。

当设有保护气体管道出口时,出口应设在非危险场所,否则应按表 14 安装能阻挡火花和颗粒的装置。

表 14 阻挡火花和颗粒的装置

管道出口区域的 EPL 要求	设备	
	A	B
Gb 或 Db	要求 ^a	要求 ^a
Gc 或 Dc	要求	不要求
注: A——正常运行时可能产生具有点燃能力的火花或颗粒的设备。 B——正常运行时不产生具有点燃能力的火花或颗粒的设备。		
^a 如果正压出现故障时内部设备的温度有点燃危险,应安装合适的保护装置,防止周围可燃性气体很快进入正压外壳内。		

用于供应保护气体的供压设备,例如风机或压缩机,应安装在非危险场所。如果驱动电动机和/或其控制设备位于供气管道内,或者不可避免要安装在危险场所内,则这些供压设备均应有相应的防爆措施。

7.4.3 正压故障时采取的措施

7.4.3.1 无内部释放源的设备

7.4.3.1.1 通则

当装置含有无内部释放源的设备时,在保护气体出现正压故障时,应满足表 15 的要求。

表 15 对无内部释放源外壳的保护要求汇总

EPL 要求	外壳内安装有无正压时非防爆设备	外壳内安装有无正压时符合 EPL Gc 或 Dc 的设备
Gb 或 Db	报警并自动断电 ^a (7.4.3.1.2 和 7.4.3.1.3 适用)	报警 ^b (7.4.3.1.3 适用)
Gc 或 Dc	报警 ^b (7.4.3.1.3 适用)	无正压要求
<p>应尽快恢复正压,任何情况下宜在 24 h 内。在正压故障的这段时间内,应采取措施避免可燃性气体进入外壳内。如果正压型电气设备在出现正压故障时自动断电,即使在要求 EPL Gb 级的区域,也可无须另加安全报警装置。如果电源不是自动断开,例如,在要求 EPL Gc 级的区域,如果操作人员立即采取措施恢复正压或断开设备,应至少要有报警。</p> <p>符合外部场所 EPL 要求的正压外壳内的设备,在正压故障时不需要断电。但是,应注意确保正压外壳内的设备中不会积聚可燃性物质,因为可燃性物质可能泄漏到正压外壳中,而正压外壳中可能有产生点燃能力的火花。</p> <p>^a 如果自动断电会引起更大的危险,应采取其他预防措施,例如加倍供应保护气体。</p> <p>^b 如果报警,应立即采取措施,例如恢复整个系统完整性。</p>		

7.4.3.1.2 自动断电

对“pxb”,应配置自动装置,在出现过压和/或保护气体流量低于规定的最低值时,切断设备的电源。

当自动切断电源可能危及装置的安全,并且有其他方式保证安全时,应持续提供声音或可视警报,直至恢复正压或采取了其他有效措施,包括已知的延迟断电。

7.4.3.1.3 报警

当内部压力或保护气体流量低于规定的最低值时,应报警并采取合适措施,如应尽快恢复正压保护系统,或者应手动切断电源。

7.4.3.2 有内部释放源的设备

有内部释放源的设备应按照制造商说明书的要求进行安装。

当正压外壳内有内置系统时,并且允许工艺介质或气体进入外壳,需考虑正压气体泄漏到工艺系统的可能性及其影响。例如,当内置系统中的低压工艺气体压力低于正压空气的压力时,内置系统的任何泄漏通道会使空气进入工艺气体,并对工艺产生潜在的不利影响或危险。

当保护气体发生故障时,应报警并采取有效措施来维持系统的安全性。

在压力或流量出现故障时应由用户决定采取的措施,至少考虑下列情况:

- a) 制造商的建议;
- b) 内置系统的释放特性(例如“无”“有限制”或“无限制”);

- c) 内部释放的成分,例如液体或气体及其可燃性限值;
- d) 出现压力/流量故障时可燃性物质的供应是否自动切断;
- e) 外壳内设备的特性,例如易引燃,符合要求 EPL Gb 级或 Gc 级的场所,及其邻近释放源的距离;
- f) 外部 EPL 要求,例如 EPL Gb 级或 Gc 级;
- g) 使用的保护气体的类型,例如空气或惰性气体,对后一种情况,在压力损失后外壳重新换气,以恢复高浓度的惰性气体(和低浓度的氧气)来提供充分的保护;
- h) 设备突然自动关机的影响。

当试样气体的爆炸上限(UEL)很高时,例如大于 80%,或者即使在没有空气时气体能够产生放热反应,例如环氧乙烷,则采用“泄漏补偿”技术用惰性气体不可能对外壳提供保护。如果流量很大能够将释放浓度稀释到低于爆炸下限(LEL)的 25%,或者达到不能进行分解的浓度水平,适合采用利用空气或惰性气体的“连续流动”技术。

7.4.4 共用安全装置的多个正压外壳

当不同的外壳共用一个保护气源时,如果总体保护考虑了整套装置可能出现的最不利条件,则外壳可采取共用的保护措施。

当共用保护装置时,则在下列情况下打开门或盖不需要切断整套装置的供电电源或启动报警:

- 在打开之前先切断特定设备的供电电源,部件由适当防爆型式保护时除外;
- 共用保护装置继续监控本组内其他所有外壳内的压力;
- 对Ⅲ类正压外壳,随后给特定设备接通供电电源之前先进行适当的清扫程序。

7.4.5 换气(Ⅱ类)

制造商规定的正压外壳最短换气时间,应加上制造商规定的管道单位体积最小附加换气时间乘以管道容积所得的时间。

在要求 EPL Gc 级的区域,如果外壳及其管道内部环境中的浓度远远低于爆炸下限(例如爆炸下限的 25%),则可不进行换气。此外,可用气体探测器检查正压外壳内的气体是否是可燃气体。

7.4.6 接通电源(Ⅲ类)

不对粉尘正压外壳进行换气。对处于启动状态的设备或停机之后的设备供电之前,应确认进入设备外壳或相关管道的粉尘浓度不可能形成潜在粉尘危险。进行评定时需要考虑下列内容:

- a) 需要充分的安全裕度;
- b) 形成危险时相应的爆炸性粉尘在空气中所占的浓度;
- c) 适用时,由于发热可能发生潜在点燃时粉尘层的厚度。

不使用工具能打开的门或盖应有联锁装置,当自动打开时所有没有其他保护方式保护的部件应切断供电电源。在门或盖再次关合之前应防止电源接通。

7.4.7 保护气体

用作换气、正压及连续稀释的保护气体应为非可燃气体、无毒性气体,并且不含湿、油、粉尘、纤维、化学剂、可燃物或其他杂质,这些因素可能对设备整体性和运行产生危险或不利影响。通常使用空气,特别是当内部释放源是可燃性物质时,也可用惰性气体。保护气体中的含氧量按体积计不应比空气中的含氧量高。

当用空气作为保护气体时,气源应在非危险场所,并且所处位置应能降低空气被污染的危险。需要考虑附近建筑物对空气流动产生的影响,以及对风向、风速变化产生的影响。

应保持外壳入口处保护气体的温度不超过 40 ℃。在特殊情况下,温度可更高,或者也可要求较低温度,但应在正压外壳上标示出温度。

当需要保持设备正常运行时,可准备两种保护气源,以备在一个气源出现故障时有备用气源。每一个气源都应能独立保持保护气体供气要求的压力和供气速率。

特别是在大型外壳中使用惰性气体时,应采取措施防止出现窒息的危险。使用惰性气体作为保护气体的正压外壳应有标志,说明有危险,例如:

“警告:该外壳含有惰性气体,可能有窒息危险! 外壳内也含有可燃性物质,当暴露在空气中时可能处于爆炸极限内!”

7.5 对“n”型设备的附加要求

7.5.1 通则

“n”型电气设备的防爆型式分为:

- “nC”火花保护,包括:“nC”气密装置、“nC”非点燃元件、“nC”密封装置;
- “nR”限制呼吸外壳。

7.5.2 “nR”设备

“nR”设备的安装方式应便于接近任何测试接口。

注:某些类型设备免除测试端口的情况见 GB/T 3836.8。

应遵循随设备提供的包含电缆引入装置和电缆或导管引入装置选择信息的安装说明。

7.6 对液浸型“o”的附加要求

液浸型设备应按照制造商的说明书及认证要求文件规定进行安装。

外部(现场接线)连接应采用符合场所 EPL 要求的防爆型式进行保护。

7.7 对充砂型“q”的附加要求

充砂型设备应按照制造商的说明书及认证要求文件规定进行安装。

7.8 对浇封型“m”的附加要求

浇封型设备应按照制造商的说明书及认证要求文件规定进行安装。

7.9 对光辐射“op”的附加要求

光辐射设备应按照制造商的说明书及认证要求文件进行安装。

7.10 对防粉尘点燃外壳“t”的附加要求

“t”型设备应按照制造商的说明书及认证要求文件规定进行安装。

8 初始检查

电气装置安装完成后和首次使用前,应按照附录 B 对设备的选型和安装进行初始检查。

注:检查项目为防爆型式相关的主要内容,来源于 GB(GB/T) 3836 系列相应标准。

附录 A
(资料性)
杂混物

A.1 概述

杂混物是可燃性气体或蒸气与可燃性粉尘或可燃性飞絮的混合物。杂混物的表现可能不同于单独的气体/蒸气或粉尘。工业中可能遇到的情况变化很大,因此提供具体指南是不切实际的。然而,本附录就发现杂混物时宜考虑的问题提供了指南。

A.2 浓度极限

杂混物可能在单独的气体/蒸气爆炸极限或粉尘爆炸浓度之外形成爆炸性环境。如果气体/蒸气浓度超过爆炸下限(LEL)的 25%或粉尘浓度超过最低爆炸浓度(MEC)的 25%,则宜认为杂混物是爆炸性的,除非有进一步的数据。

A.3 能量/温度极限



当存在杂混物时,最低点燃参数(例如气体/蒸气的最小点燃能量和自燃温度,或粉尘云的最低点燃温度)可能低于混合物中任何成分的参数。在没有其他信息的情况下,所使用的参数宜是混合物中所有成分中最低的。

A.4 设备选择

设备的选择宜至少满足相关气体/蒸气和粉尘成分的准则。评定需要的温度组别时宜注意,并考虑到粉尘层可能使设备的温度升高到高于通常单独评定的气体/蒸气条件。这可能是由于外壳表面温度或内部元件温度升高所致。如果外壳上有粉尘层,则指定给具有气体/蒸气和灰尘危险可选额定值的设备的气体/蒸气温度组别无效。

A.5 隔爆型设备的使用

在杂混物中使用隔爆型设备时,注意火焰传播未用外部爆炸性粉尘环境验证,并且由于火焰通路中的粉尘可能导致热颗粒喷射,因此保护技术也可能受到影响。

A.6 静电危害

宜考虑标志有关于静电危害警告的设备,以确保粉尘条件不会产生静电危害。

A.7 安装要求

电缆、电缆引入装置、电气保护和其他安装因素宜满足对有关气体/蒸气和粉尘成分的要求。

附 录 B
(规范性)
设备初始检查表

Ex“d”、Ex“e”、Ex“n”、Ex“t”、Ex“i”、Ex“p”、Ex“o”装置检查一览表见表 B.1～表 B.4。对于 Ex“m”、Ex“q”、Ex“op”型电气设备的检查可参照表 B.1 做适当的修改,以适应这些防爆型式的保护外壳和内容的专门检查。

表 B.1 Ex“d”、Ex“e”、Ex“n”和 Ex“t”装置检查一览表

检查		Ex“d”	Ex“e”	Ex“n”、 Ex“t”
A	通用(所有设备)			
1	设备适合于 EPL/安装区域要求	√	√	√
2	设备类别正确	√	√	√
3	设备温度组别正确(仅对气体)	√	√	Ex“n”
4	设备最高表面温度正确			Ex“t”
5	设备 IP 等级适合于保护等级/类别/导电性	√	√	√
6	设备电路标识正确	√	√	√
7	设备电路标识清晰	√	√	√
8	外壳、透明件及透明件与金属密封垫和/或黏结剂符合要求	√	√	√
9	不存在损坏或未经批准的修改	√	√	√
10	不存在未经批准的修改的证据			
11	螺栓、电缆引入装置(直接或间接引入)和封堵件的类型正确、完整并紧固			
	——物理检查	√	√	√
12	外壳螺纹盖类型正确并紧固			
	——物理检查	√		
13	接合面清洁、无损坏,衬垫(如果有)良好且位置正确	√		
14	外壳衬垫状态良好	√	√	√
15	按照 IP 等级,外壳内无水或粉尘进入的证据	√	√	√
16	法兰接合面间隙尺寸: ——在制造商文件规定的极限内; ——安装时相关结构标准允许的最大值内; ——现场文件允许的最大值内	√		
17	电气连接紧固		√	√
18	未使用端子已紧固		√	Ex“n”
19	封闭式断路装置和气密型装置无损坏			Ex“n”

表 B.1 Ex“d”、Ex“e”、Ex“n”和 Ex“t”装置检查一览表 (续)

检查		Ex“d”	Ex“e”	Ex“n”、 Ex“t”
20	浇封元件无损坏		√	Ex“n”
21	隔爆元件无损坏		√	Ex“n”
22	限制呼吸外壳良好(仅“nR”)			Ex“n”
23	测试接口(如安装)功能正常(仅“nR”)			Ex“n”
24	呼吸操作良好(仅“nR”)	√	√	Ex“n”
25	呼吸和排液装置良好	√	√	Ex“n”
特定设备(灯)				
26	荧光灯不显示 EOL 效应		√	√
27	高压气体放电灯(HID)不显示 EOL 效果	√	√	√
28	灯具光源的型号、额定值、针脚配置和位置正确	√	√	√
特定设备(电机)				
29	电机风扇与外壳和/或外罩之间有足够的间隙,冷却系统无损坏,电机基础没有凹痕或裂纹	√	√	√
30	通风气流不受阻碍	√	√	√
31	电机绕组的绝缘电阻(IR)满足要求	√	√	√
B	安装——通用			
1	电缆型号合适	√	√	√
2	电缆无明显损坏	√	√	√
3	线槽、管道、管线、导管和电缆密封良好	√	√	√
4	填料盒和电缆盒正确地填充	√		
5	保持导管系统及其与混合系统的连接完整	√	√	√
6	接地连接件,包括附加的等电位接地连接件满足要求			
	——物理检查(例如:连接牢固、导线截面足够)	√	√	√
7	故障回路电阻(TN 系统)或接地电阻(IT 系统)满足要求	√	√	√
8	电气自动保护装置整定正确(不能自动复位)	√	√	√
9	电气自动保护装置在允许范围内动作	√	√	√
10	符合特殊使用条件(如果适用)	√	√	√
11	不用的电缆正确端接	√	√	√
12	接近隔爆法兰接合面的障碍物符合本文件规定	√		
13	可变电压和频率装置符合文件要求	√	√	√

表 B.1 Ex“d”、Ex“e”、Ex“n”和 Ex“t”装置检查一览表 (续)

检查		Ex“d”	Ex“e”	Ex“n”、 Ex“t”
	安装——加热系统			
14	温度传感器功能符合制造商文件	√	√	Ex“t”
15	安全切断装置功能符合制造商文件	√	√	Ex“t”
16	安全切断装置设置已密封	√	√	
17	加热系统安全切断仅能使用工具复位	√	√	
18	不能自动复位	√	√	
19	防止安全切断在故障条件下复位	√	√	
20	安全切断独立于控制系统	√	√	
21	液位开关已安装并正确设置(如需要)	√	√	
22	流量开关已安装并正确设置(如需要)	√	√	
	安装——电机			
23	电动机保护装置在允许的 T_E 时限内运行		√	
C	环境			
1	设备适应防腐、气候防护、防止振动和其他不利条件	√	√	√
2	无粉尘和污物的过度堆积	√	√	√
3	电气绝缘清洁干燥		√	√

表 B.2 Ex“i”装置检查一览表

检查		检查等级:详细
A	设备	
1	电路和/或设备的文件适合于 EPL/区域	√
2	安装的设备是文件所规定的设备	√
3	电路和/或电气设备类别和组别正确	√
4	IP 等级适合于存在的 III 类材料	√
5	设备温度组别正确	√
6	设备的环境温度范围适合于装置	√
7	设备的工作温度范围适合于装置	√
8	装置标牌清楚	√
9	外壳、透明件及透明件与金属密封垫和/或黏结剂符合要求	√
10	螺栓和封堵件的类型正确、完整并紧固	
	——物理检查	√

表 B.2 Ex“i”装置检查一览表（续）

检查		检查等级:详细
11	不存在损坏或未经批准的修改	√
12	不存在未经批准修改的证据	
13	二极管安全栅、电流隔离器、继电器和其他限能装置为批准的类型,按证书的要求安装,需要的地方安全接地	√
14	外壳衬垫状态良好	√
15	电气连接件安装牢固	√
16	印制电路板清洁无损坏	√
17	不超过关联装置的最大电压 U_m	√
B	安装	
1	电缆按文件要求安装	√
2	电缆屏蔽按文件要求接地	√
3	电缆无明显损坏	√
4	线槽、管道、管线、导管和电缆密封良好	√
5	点与点的连接均正确	√
6	非电流隔离电路接地连续性良好(例如:连接牢固、导线截面足够)	√
7	接地连接件保持防爆型式的完整性	√
8	本质安全电路接地满足要求	√
9	绝缘电阻满足要求	√
10	在公用配电箱或继电器盒内本质安全电路和非本质安全电路之间保持隔离	√
11	如电源短路保护符合文件要求	√
12	符合特殊使用条件(如适合)	√
13	不用的电缆正确端接	√
C	环境	
1	设备适应防腐、气候防护、防止振动和其他不利条件	√
2	外部无粉尘和污物的过度堆积	√

表 B.3 Ex“p”装置检查一览表

检查		检查等级:详细
A	设备	
1	设备适合于 EPL/区域要求	√
2	设备类别正确	√
3	设备温度组别或表面温度正确	√
4	设备电路标识正确	√
5	设备电路标识清晰	√
6	外壳、透明件及透明件与金属密封垫和/或黏结剂满足要求	√
7	不存在损坏或未经批准的修改	√
8	不存在未经批准的修改的证据	
9	灯具光源的型号、额定值和位置正确	√
B	安装	
1	电缆型号合适	√
2	电缆无明显损坏	√
3	接地连接件,包括附加的等电位接地连接件满足要求 ——物理检查(例如:连接牢固、导线截面足够)	√
4	故障回路电阻(TN 系统)或接地电阻(IT 系统)满足要求	√
5	电气自动保护装置在允许范围内动作	√
6	电气自动保护装置整定正确	√
7	保护气体进气口温度低于规定的最高值	√
8	管道、管线和外壳状态良好	√
9	保护气体基本未受污染	√
10	保护气体压力和/或流量合适	√
11	压力和/或流量指示仪、报警器和联锁装置功能正常	√
12	危险场所排气管道中火花和火花颗粒挡板状态良好	√
13	符合特殊使用条件(如果适用)	√
C	环境	
1	电气设备适应防腐、气候防护、防止振动和其他不利条件	√
2	无粉尘、脏物的过度堆积	√

表 B.4 Ex“o”装置检查一览表

检查		检查等级:详细
A	设备	
1	设备适合于 EPL/安装区域要求	√
2	设备类别正确	√
3	设备温度组别正确	√
4	设备电路标识正确	√
5	设备电路标识清晰	√
6	外壳、透明件及透明件与金属密封垫和/或黏结剂符合要求	√
7	不存在损坏或未经批准的修改	√
8	螺栓、电缆引入装置(非直接)和封堵件的类型正确、完整并紧固	
	——物理检查	√
9	电气连接件安装牢固	√
10	外壳衬垫状态良好	√
11	呼吸和排液装置良好。已遵循并记录制造商对于干燥剂维护要求的时间表	√
12	密封外壳泄压装置良好	√
13	标有“永久密封”的外壳没有明显证据表明外壳已打开	√
14	保护液的最高/最低液粒	
	——保护液体的液位不高于最高允许液位,不低于最低允许液位;	√
	——设备与水平面的最大工作角度符合要求	√
15	拟打开的外壳,保护液液位正确	√
16	当提供量油尺时,量油尺固定在其测量位置,且其密封良好	√
17	提供远程指示的保护液位指示装置运行良好	√
18	记录了在给定量数的正常开关操作或故障电流中断后清洗/过滤/更换保护液体的开关装置时间表	√
B	安装——通用	
1	电缆型号合适	√
2	电缆无明显损坏	√
3	线槽、管道、管线、导管和电缆密封良好	√
4	填料盒、电缆盒和电缆引入装置正确地填充	√
5	保持导管系统及其与混合系统的连接完整	√
6	接地连接件,包括附加的等电位接地连接件满足要求	
	——物理检查(例如:连接牢固、导线截面足够)	√
7	故障回路电阻(TN 系统)或接地电阻(IT 系统)满足要求	√
8	电气自动保护装置整定正确(不能自动复位)	√
9	电气自动保护装置在允许范围内动作	√

表 B.4 Ex“o”装置检查一览表（续）

检查		检查等级:详细
10	符合特殊使用条件(如果适用)	√
11	不用的电缆正确端接	√
12	可变电压和频率装置符合文件要求	√
	安装——加热系统	
13	温度传感器功能符合制造商文件	√
14	安全切断装置功能符合制造商文件	√
15	安全切断装置设置已密封	√
16	加热系统安全切断仅能使用工具复位	√
17	不能自动复位	√
18	防止安全切断在故障条件下复位	√
19	安全切断独立于控制系统	√
20	液位开关已安装并正确设置(如需要)	√
21	流量开关已安装并正确设置(如需要)	√
C	环境	
1	设备适应防腐、气候防护、防止振动和其他不利条件	√
2	无粉尘和污物的过度堆积	√
3	电气绝缘清洁干燥	

附录 C

(规范性)

定子绕组潜在放电风险评定——点燃风险系数

点燃风险系数见表 C.1。

表 C.1 点燃风险系数

特征	数值	系数
额定电压	>11 kV	6
	>6.6 kV~11 kV	4
	>3.3 kV~6.6 kV	2
	>1 kV~3.3 kV	0
运行中平均启动频次	>1/h ⁻¹	3
	>1/d ⁻¹	2
	>1/周	1
	≤1/周	0
绕组拆卸、清洗和检查周期	>10 年	3
	>5 年~10 年	2
	>2 年~5 年	1
	<2 年	0
防护等级(IP 代码)	<IP44 ^a	3
	IP44 和 IP54	2
	IP55	1
	>IP55	0
环境条件	非常脏和潮湿 ^b	4
	沿海户外 ^c	3
	户外	1
	清洁干燥的室内	0

^a 仅在清洁环境中由专业人员定期维护。

^b “非常脏和潮湿”的场所包括可能受到喷水系统影响的场所或海上露天甲板。

^c 暴露于含盐的大气。

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 3836.3 爆炸性环境 第3部分:由增安型“e”保护的
设备
- [3] 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
- [4] GB/T 3836.5 爆炸性环境 第5部分:由正压外壳“p”保护的
设备
- [5] GB/T 3836.6 爆炸性环境 第6部分:由液浸型“o”保护的
设备
- [6] GB/T 3836.7 爆炸性环境 第7部分:由充砂型“q”保护的
设备
- [7] GB/T 3836.8 爆炸性环境 第8部分:由“n”型保护的
设备
- [8] GB/T 3836.9 爆炸性环境 第9部分:由浇封型“m”保护的
设备
- [9] GB/T 3836.13 爆炸性环境 第13部分:设备的修理、检修、
修复和改造
- [10] GB/T 3836.17 爆炸性环境 第17部分:由正压房间“p”和
人工通风“v”保护的
设备
- [11] GB/T 3836.18 爆炸性环境 第18部分:本质安全电气系
统
- [12] GB 3836.20 爆炸性环境 第20部分:设备保护级别(EPL)为
Ga级的设备
- [13] GB/T 3836.22 爆炸性环境 第22部分:光辐射设备和传输
系统的保护措施
- [14] GB/T 3836.24 爆炸性环境 第24部分:由特殊型“s”保护的
设备
- [15] GB/T 3836.31 爆炸性环境 第31部分:由防粉尘点燃外壳
“t”保护的
设备
- [16] GB/T 3956 电缆的导体
- [17] GB/T 16895(所有部分) 低压电气装置
- [18] GB/T 16895.21 低压电气装置 第4-41部分:安全防护 电
击防护
- [19] GB/T 19212.7 电源电压为1 100 V及以下的变压器、电抗
器、电源装置和类似产品的安
全 第7部分:安全隔离变压器和内装安全隔离变压器的电源装
置的特殊要求和试验
- [20] GB/T 21209 用于电力传动系统的交流电机 应用导则
- [21] GB/T 25285.1 爆炸性环境 爆炸预防和防护 第1部分:基
本原则和方法
- [22] GB/T 25285.2 爆炸性环境 爆炸预防和防护 第2部分:矿
山爆炸预防和防护的基本原
则和方法
- [23] 煤矿安全规程(2016年2月25日国家安全生产监督管理总
局令第87号公布,自2016年
10月1日起施行;根据2022年1月6日中华人民共和国应急管理
部令第8号修正)