



中华人民共和国国家标准

GB 3836.15-20××
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

(征求意见稿)

202×-××-××发布

202×-××-××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	8
2 规范性引用文件	8
3 术语和定义	9
4 通则	14
5 设备选型	16
6 防止危险（引燃性）火花	26
7 电气保护	32
8 断电和电气隔离	32
9 电缆和布线系统	32
10 电缆引入系统和封堵元件	36
11 旋转电机	39
12 灯具	43
13 电加热系统	43
14 对隔爆外壳“d”的附加要求	45
15 对增安型“e”的附加要求	47
16 对本质安全型“i”的附加要求	48
17 对正压外壳“p”的附加要求	57
18 对“n”型设备的附加要求	60
19 对液浸型“o”的附加要求	61
20 对充砂型“q”的附加要求	61
21 对浇封型“m”的附加要求	61
22 对光辐射“op”的附加要求	62
23 对防粉尘点燃外壳“t”的附加要求	62
附 录 A（资料性） 杂混物	63
附 录 B（资料性） 引用文件中国家标准与国际标准各部分之间的一致性程度	64
附 录 C（规范性） 设备初始检查表	66
附 录 D（规范性） 负责人、操作人员/技术人员和设计人员的知识、技能和资质	71
附 录 E（资料性） 超厚粉尘层示例	73
附 录 F（资料性） 极低环境温度下的电气装置	74
附 录 G（资料性） 爆炸性气体环境安全操作程序指南	75
附 录 H（资料性） 电缆限制呼吸试验	76
附 录 I（规范性） 定子绕组潜在放电风险评定——点燃风险系数	77
附 录 J（资料性） 电缆参数的确定	78
附 录 K（规范性） 具有一个以上线性电流/电压特性关联装置的本质安全电路的检查	80
附 录 L（资料性） 具有一个以上线性电流/电压特性关联装置的本质安全电路系统最大电流和最高电压的测定方法（依据附录 K）	81

附录 M (资料性) 本质安全电路的浪涌保护.....	83
附录 N (规范性) 防爆型式“OP”的附加要求.....	85
参考文献.....	86
图 1 最高允许表面温度与粉尘层厚度之间的关系.....	20
图 2 导电屏蔽的接地.....	50
图 E.1 符合实验室试验要求的超厚粉尘层示例.....	73
图 L.1 串联——电压相加.....	81
图 L.2 并联——电流相加.....	82
图 L.3 串联和并联——电压相加和电流相加.....	82
表 1 仅指定区域时的 EPL.....	16
表 2 防爆型式与 EPL 之间的默认关系.....	17
表 3 气体或蒸气或粉尘分类与设备类别之间的关系.....	18
表 4 气体或蒸气的点燃温度与设备温度组别之间的关系.....	19
表 5 表面积限制.....	30
表 6 最大直径或宽度.....	30
表 7 非金属层厚度限制.....	30
表 8 射频频功率.....	31
表 9 射频频能量.....	31
表 10 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.....	36
表 11 保护等级、设备类别和防护等级 (IP) 之间的关系.....	39
表 12 温度监测系统要求.....	44
表 13 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.....	46
表 14 定义的端子/导线布置示例——与横截面和允许连续电流相关的最大导线数量.....	47
表 15 II 类设备最大功耗随环境温度的变化.....	55
表 16 防爆型式的确定 (外壳内没有可燃性物质释放源).....	57
表 17 阻挡火花和颗粒的装置.....	57
表 18 对无内部释放源外壳的保护要求汇总.....	58
表 C.1 Ex “d”、Ex “e”、Ex “n” 和 Ex “t” 装置检查一览表.....	66
表 C.2 Ex “i” 装置检查一览表.....	68
表 C.3 Ex “p” 和 “pD” 装置检查一览表.....	69
表 I.1 点燃风险系数.....	77

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15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：爆炸性气体环境场所分类；
- 第15部分：电气装置设计、选型和安装规范；
- 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：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：

- 更改了文件要求（见4.2，2017年版的4.2）；
- 增加了初始检查要求及检查项目（见4.3和附录C）；
- 增加了关于标准版本的内容（见4.4.1.2）；
- 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之间的默认关系表（见表2，2017年版的表3）；
- 更改了光辐射设备的选型准则（见5.7，2017年版的5.7）；
- 更改了超声设备的选型准则（见5.8，2017年版的5.8）；
- 更改了移动式、便携式和个体设备的电池要求（见5.10，2017年版的5.11）；
- 增加了电池和电池组的选型准则（见5.14）；
- 增加了射频识别标签的选型准则（见5.15）；
- 增加了气体探测设备的选型准则（见5.16）；
- 更改了轻金属结构材料的要求（见6.1，2017年版的5.10）；
- 更改了外部非金属材料静电要求（见6.5，2017年版的6.4）；
- 增加了电磁辐射的具体要求（见6.7）；
- 增加了电加热系统的要求（见第13章）；
- 增加了增安型接线盒最大导体数量的要求（见15.4）；
- 更改了仅有一个线性电源的本质安全电路的要求（见16.2.4.3，2017年版的12.2.5.2）；
- 更改了简单装置的要求（见16.4，2017年版的12.2.5.2）；
- 更改了本质安全电路接线盒的要求（见16.5，2017年版的12.2.3）；
- “nA”的相应内容合并入“e”（见11.3和第15章，2017年版的第14章）；
- “pD”的相应内容合并入“p”（见11.4和第17章，2017年版的13.3）；
- 增加了光辐射“op”的附加要求（见第22章和附录N）；
- 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》），修订后的标准为GB/T 3836.15-2017；
- 本次为第二次修订。

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：爆炸性气体环境场所分类；
- 第15部分：电气装置设计、选型和安装规范；
- 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：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。

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年分别采用IEC

60079-14:1996 和 IEC 61241-1-2:1999 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 年采用 IEC 标准对 GB 3836.15-2000 进行了修订，修订时并入了 GB 12476.2-2010 的内容。2017 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，对本标准进行修订，修订后将转化为强制性国家标准。

使用本文件宜了解下述情况。

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，宜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/T 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，然后可以确定采取的设备保护级别，以及规定每种场所采取的适当的防爆型式。

爆炸产生的前提是爆炸性环境和点燃源需要同时存在。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的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。

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，因此宜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。

本文件是对其他相关国家标准，例如GB/T 16895（所有部分）关于电气安装要求的补充。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。

本文件的前提是遵循制造商的说明书。

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。

本文件适用于所有电气设备，包括固定式、便携式、移动式和个体式，这些设备无论是永久安装还是临时安装。

本文件不适用于：

——煤矿瓦斯气体（甲烷）环境的电气装置（见《煤矿安全规程》）；

注3：本文件能用于除瓦斯气体（甲烷）之外含有其他爆炸性气体的煤矿井下的电气装置和煤矿地面上安装的电气装置。

——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4：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。

本文件未考虑与可燃性气体、液体和粉尘相关的毒性风险，这些气体、液体和粉尘的浓度通常远低于爆炸下限。在人员可能接触潜在有毒浓度可燃材料的位置，需要采取适当的预防措施。此类预防措施不在本文件的范围内。

注5：本质安全系统设计、结构和评定的特殊要求见GB/T 3836.18。

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 ×××× 爆炸性环境设备防爆技术规范

GB/T 1408.1 绝缘材料 电气强度试验方法 第1部分：工频下试验

GB/T 1408.2 绝缘材料电气强度试验方法 第2部分：对应用直流电压试验的附加要求

GB/T 3836（所有部分） 爆炸性环境

GB/T 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求

GB/T 3836.2 爆炸性环境 第2部分：由隔爆外壳“d”保护的装置

GB/T 3836.3 爆炸性环境 第3部分：由增安型“e”保护的装置

GB/T 3836.4 爆炸性环境 第4部分：由本质安全型“i”保护的装置

GB/T 3836.13 爆炸性环境 第13部分：电气设备的修理、大修、修复和改造

GB/T 3836.14 爆炸性环境 第14部分：爆炸性气体环境场所分类

GB 3836.16 爆炸性环境 第16部分：电气装置的检查和维护

GB/T 3836.18 爆炸性环境 第18部分：本质安全电气系统

GB/T 3836.20 爆炸性环境 第20部分：具有隔离部件或组合保护等级的设备

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

- GB/T 3836.35 爆炸性环境 第35部分：爆炸性粉尘环境场所分类
- GB 4793.1 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第1部分：通用要求
- GB 4943（所有部分）信息技术设备 安全
- GB/T 16895.21-2020 低压电气装置 第4-41部分：安全防护 电击防护
- GB/T 16927.1 高电压试验技术 第1部分：一般定义及试验要求
- GB/T 18380.12 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第12部分：单根绝缘电线电缆火焰垂直蔓延试验 1kW预混合型火焰试验方法
- GB/T 18380.33 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第33部分：垂直安装的成束电线电缆火焰垂直蔓延试验 A类
- GB/T 19212.7 电源电压为1 100V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
- GB/T 20936（所有部分）爆炸性环境用气体探测器

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。

注：适用于爆炸性环境的其他术语和定义见GB/T 2900.35。

3.1

通用 general

3.1.1

有能力的机构 competent body

能够证明具有对所涉及的安全方面进行评定所需要的相应技术知识和相关技能的个人或组织。

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

电气设备 electrical equipment

全部或部分利用电能的设备。

注：包括发电、输电、配电、蓄电、电测、调节、交流、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

（爆炸性环境用电气设备的）类别 group (of electrical equipment for explosive atmospheres)
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；

GB 3836.15—20××

——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（见5.5）；

——III类（能进一步再分类）：爆炸性粉尘环境用电气设备（见5.5）。

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。

注：根据GB/T 3836.12，术语“粉尘”定义为包括可燃性粉尘和可燃性飞絮。

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5.6.3）

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，在正常运行时可能偶尔出现的场所。

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，在正常运行时可能偶尔出现的场所。

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 flameproof enclosure

3.3.1

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。

3.3.2

压力重叠 pressure-piling

由于在外壳的一个空腔或间隔内发生点燃，造成另一个空腔或间隔内被预压的气体混合物点燃时呈现的状态。

注：这可能导致比预期更高的最大压力。

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

启动电流比 starting current ratio

I_A/I_N

初始启动电流 I_A 与额定电流 I_N 之比。

3.4.4

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：

- a) 具有 GB/T 3836.1 规定的另一种防爆型式、可使用在相应爆炸性环境的电气设备；
- b) 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。例如记录仪，本身不在爆炸性环境中，但是它与处在爆炸性环境中的热电偶连接，这时只有记录仪的输入电路是本质安全的。

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：电隔离通常利用电磁元件（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GB/T 3836.4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：该电路中可能包含关联装置。

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

本质安全参数 intrinsic safety parameters

3.6.1

最大外部电感与电阻比 maximum external inductance to resistance ratio

L_0/R_0

可以连接到电气设备外部的连接件上，不会使本质安全性能失效的电感与电阻的最大比值。

3.7

正压型 pressurization

3.7.1

正压型“p” pressurization “p”

一种防爆型式，通过保持外壳内部保护气体的压力高于外部大气压力，以阻止外部大气进入。

3.7.2

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（也就是说，在稀释区域之外）。

注：稀释区域在内部释放源附近，可燃性物质浓度未被稀释到安全浓度范围的区域。

3.7.3

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。

3.7.4

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。

3.8

“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。

注1：此外，设备标准的要求是用于确保不出现能引起点燃的故障。

注 2: 规定的常规预期条件实例, 如有破损光源的灯具。

3.9

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。

3.10

充砂型 “q” powder filling “q”

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。

3.11

浇封型 “m” encapsulation “m”

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。

3.12

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。

3.13

供电系统 electrical supply systems

3.13.1

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。

[来源: GB/T 2900.71-2008, 826-12-32]

3.13.2

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。

[来源: GB/T 2900.71-2008, 826-12-31]

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

为便于选择适当的电气设备以及进行适宜的电气装置设计，按照GB ××××，将含有气体和蒸气的危险场所划分为0区、1区和2区，将含有可燃性粉尘的危险场所划分为20区、21区和22区。

电气设备宜尽可能安装在非危险场所，如不可能时，宜安装在最不可能出现爆炸性环境的场所。

危险场所的电气装置也应符合非危险场所的电气装置的相应要求。但仅有非危险场所的电气装置要求对危险场所来说是不够的。

如果需要附加保护以满足其他环境条件，例如防止进水和防止腐蚀，所用方法不应对设备的完整性产生不利影响。电气设备及材料应在其功率、电压、电流、频率、工作制的定额范围，以及其他如果不符可能会影响装置安全性能的特性值的定额范围内安装和使用。应确保电压和频率与设备采用的供电系统相适应，并且温度组别由正确的电压、频率及其他参数确定。

用于危险场所的产品通常是依据GB/T 156设计用于标准电压。如果电源电压超出这些标准电压，则设备宜特别选择和认证。

危险场所内所有电气设备和布线的选择和安装应符合第5章～第13章的要求，及对特定防爆型式的附加要求（第14章～第23章）。

装置的设计、设备和材料的安装宜考虑便于检查和维护（GB 3836.16）。

用于特殊情况中的设备和系统，例如研究、开发、小规模试验装置，在没有防爆设备时，如果在授权的专业机构监督下安装，不需要符合本文件的要求。但应符合下列的一项或多项条件：

- 采取措施确保不出现爆炸性环境；
- 采取措施确保设备在出现爆炸性环境前断电，在这种情况下，也应防止断电后的点燃（例如由热元件引起的点燃）；
- 采取措施确保人员和环境不受火灾或爆炸带来的危害。

另外，应由具备下列条件的人员记录所采取的措施或条件或控制：

- 熟悉这些措施的要求和其他相关标准，以及在危险场所用电气设备和系统有关的操作规程；
- 掌握进行评定需要的所有资料。

4.2 文件

应确保任何安装符合相关设备证书（另见第5章）的要求及本文件的要求，以及对安装的装置的其他要求。为达到这一要求，每套装置都应准备验证档案，并保存在安装现场，也可存放在其他地方。如果存放在其他地方，应在安装现场留一份说明，说明上述文件的管理者是谁、存放何处等，以便需要时可以随时得到副本。

注：验证档案可能用纸质文件或电子格式保存。也可能根据相关规定（如果有）改变文件的保存方式。

为了正确安装或对现有装置进行增扩，除了非危险场所的安装所要求的之外，适用时，验证档案中还需要下列有关资料或文件。

a) 现场

- 场所分类文件（见GB/T 3836.14和GB/T 3836.35），带有显示包括分区和（如果是由可燃性粉尘导致的危险）粉尘层最大允许厚度的危险场所分类及其范围的平面图；
- 选择的点然后果评定结果（见5.3）；

- 适用时，与电气设备分类或再分类相关的气体、蒸气或粉尘分类；
- 所涉及气体或蒸气的温度组别或点燃温度；
- 适用时，材料特性，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；
- 外部影响和环境温度（见5.9）。

b) 设备

- 制造商的说明书，说明书应是经设备认证机构批准的；
 - 带有使用条件的电气设备的文件，例如防爆合格证号后缀有符号“X”的电气设备特殊使用条件的文件；
 - 本质安全系统的系统描述文件（见16.2.4.2）；
 - 任何相关计算的细节，例如对仪器或分析仪室换气率的计算；
 - 制造商/有资质人员的声明（见4.4.2）；
- 宜考虑获取维护和修理信息，以分别满足GB 3836.16和GB/T 3836.13的要求。

c) 安装

- 确保设备正确安装的必要信息，由适合该项活动的负责人提供（见GB/T 3836.1使用说明书）；
- 设备与使用场所和环境相适应的有关文件，例如温度范围、防爆型式、防护等级、防腐；
- 布线系统类型及其详情的平面图；
- 电缆引入方式符合特定防爆型式要求的选择依据的记录；
- 电路标识的图纸和一览表；
- 初始检查记录（附录C）；
- 安装单位/有资质人员的声明（见4.5）。

注：成套设备或预装项目的检查记录可能接受为初始检查记录的一部分。

4.3 初始检查

设备应按照其文件进行安装。应确保可更换件的类型和额定值正确。安装完成后和首次使用前，应按照附录C对设备和安装进行初始详细检查，附录C以GB 3836.16中的“详细”检查等级为基础。

注：GB 3836.16包括与初始检查相关的进一步信息。

4.4 设备的合格保证

4.4.1 有防爆合格证明的设备

按照本文件的要求选择和安装设备时，依据GB/T 3836（所有部分）等标准取得防爆认证或防爆合格证的设备，符合在危险场所的使用要求。

4.4.2 无防爆合格证明的设备

除了在本质安全电路中按GB/T 3836.4和GB/T 3836.18规定，允许使用的简单装置之外，没有防爆合格证的设备不准许用于爆炸危险场所。

4.4.3 修理过的设备、二手设备或备用设备的选择

如果在新的装置中安装备用设备、二手设备或修理过的设备时，应在符合下列条件时才能使用。

- a) 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）。如果对是否改造过有疑问，宜联系原始制造商。

- b) 与所考虑项目有关的设备标准的任何变动不需要采取附加安全措施。
c) 该产品认证的依据标准与本文件中给出的要求不冲突。

采用的设备技术条件与现有装置不同时，可能会导致把装置认为是“新”装置。

如果设备有两种不同防爆型式的认证（例如作为本质安全装置和独立的隔爆型设备），宜注意用于新场所的防爆型式不受原来的安装及后续维护的影响。不同的防爆型式维护要求不同。上面的示例中：最初作为隔爆型安装的设备宜只作为隔爆型设备使用，除非能够证明本质安全电路中原来安装的安全元件没有被例如电源接线端子处的过电压损坏，或者如果原来作为本质安全装置安装，则需要进行检查确保火焰通路没有遭到破坏，才能够作为隔爆型设备使用。

4.5 人员能力资质

本文件所涉及的装置的设计、设备的选型及安装，应当只能由经过专业培训的人进行，培训内容包括不同防爆型式的要求、安装实践、相关规章制度和场所划分的基本原理。人员的能力应符合附录D的规定，与从事的工作类型相适宜。

人员应定期进行适当的继续教育和培训。

5 设备选型

5.1 资料要求

为了选择适用于爆炸危险场所的电气设备，需要下列资料：

- 危险场所分类，适用时包括设备保护级别的要求；
- 适用时，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；
- 可燃性粉尘云的最低点燃温度、可燃性粉尘层的最低点燃温度；
- 设备的预期用途；
- 外部影响和环境温度。

宜将设备保护级别（EPL）的要求记录在场所分区图上。即使未对后果进行风险评定，也宜适用（见5.3）。

5.2 区域

危险场所划分为不同的区域。分区不考虑潜在的爆炸后果。

注：2017年版之前的版本以统计学为基础对区域指定了防爆型式，即爆炸性环境出现得越频繁，应用的防止点燃源出现的可能性的安全等级越高。

5.3 设备保护级别（EPL）与区域之间的关系

如果场所分类文件中仅确定了区域，则应遵循表1中EPL和区域的关系。

表1 仅指定区域时的 EPL

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

如果场所分类文件中确定了EPL，应遵循这些对设备选型的要求。

作为表1中给出的EPL和区域之间的关系的替代,也可能根据风险情况确定EPL,即考虑点燃的后果。在某些情况下,可要求比表1确定的级别高的EPL,也可允许比表1确定的级别低的EPL。见GB/T 3836.14和GB/T 3836.35。

5.4 根据 EPL 进行设备选型

5.4.1 通则

对于新的装置或设备使用,应按照4.4验证设备的符合性。

5.4.2 EPL 与防爆型式之间的关系

现有的防爆型式与EPL的默认对应关系见表2。如果设备标志有与表2不同的防爆型式和EPL,则设备EPL标志优先。

表2 防爆型式与 EPL 之间的默认关系

EPL	防爆型式	标志	依据标准
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/T 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
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”	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/T 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
将来可能会引入带有 EPL 标识的新防爆标志。			

5.4.3 用于要求 EPL Ga 级或 Da 级的场所的设备

如果设备分别标志EPL Ga或Da，或者采用表2列出的分别符合EPL Ga级或Da级要求的防爆型式，则电气设备和电路能用于要求EPL Ga级或Da级的场所。安装应符合本文件对采用的防爆型式的要求。当按照GB/T 3836.20将叠加型防爆型式标志为EPL Ga时，安装应同时符合本文件对采用的防爆型式的有关要求。

5.4.4 用于要求 EPL Gb 级或 Db 级的场所的设备

如果设备分别标志EPL Ga或Gb及Da或Db，或者采用表2列出的分别符合EPL Ga级或Gb级及Da级或Db级要求的防爆型式，则电气设备和电路能用于要求EPL Gb级或Db级的场所。安装应符合本文件对采用的防爆型式的有关要求。

当符合EPL Ga级或Da级要求的设备安装在仅分别要求为EPL Gb级或Db级设备的场所时，安装应符合采用的所有防爆型式的要求，对专用防爆型式的附加要求有变化的除外。

5.4.5 用于要求 EPL Gc 级或 Dc 级的场所的设备

如果设备分别标志EPL Ga或Gb或Gc和Da或Db或Dc，或者采用表2列出的任一种防爆型式，则电气设备和电路能用于要求EPL Gc级或Dc级的场所。安装应符合本文件对采用的防爆型式的有关要求。

当分别符合EPL Ga级或Gb级及Da级或Db级要求的设备安装在仅分别要求EPL Gc级或Dc级设备的场所时，安装应符合采用的所有防爆型式的要求，对专用防爆型式的附加要求有变化的除外。

5.5 根据设备类别选型

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
IIA	II、IIA、IIB或IIC
IIB	II、IIB或IIC
IIC	II或IIC
IIIA	IIIA、IIIB或IIIC
IIIB	IIIB或IIIC
IIIC	IIIC

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。

5.6 根据气体、蒸气或粉尘的点燃温度以及环境温度选型

5.6.1 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。

如果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 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。如果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。

如果环境温度超出温度范围，或者有其他因素影响温度，例如工艺温度或受太阳辐射影响，需要考虑对设备的影响并记录采取的措施。

电缆引入装置通常不标志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，如果不标志，默认的工作温度范围为 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。如果要求不同的工作温度，宜注意电缆引入装置及其关联部件适合于此类应用。

5.6.2 气体或蒸气

电气设备上标志的温度组别符号的意义见表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

5.6.3 粉尘

5.6.3.1 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。

当按照GB/T 3836.12规定的方法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。超厚粉尘层的示例见附录E。

5.6.3.2 存在粉尘云时的极限温度

当按照GB/T 3836.1规定的无尘试验方法试验时，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：

$$T_{\text{max}} \leq 2/3 T_{\text{cl}}$$

式中，温度单位为摄氏度（ $^{\circ}\text{C}$ ）。

5.6.3.3 存在粉尘层时的极限温度

如果设备未标志粉尘层厚度作为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：

——厚度不大于5 mm：

当按照GB/T 3836.1规定的无尘试验方法试验时，设备的最高表面温度不应超过厚度5 mm粉尘层的最低点燃温度 $T_{5\text{mm}}$ 减75 $^{\circ}\text{C}$ ：

$$T_{\text{max}} \leq T_{5\text{mm}} - 75\text{ }^{\circ}\text{C}$$

式中，温度单位为摄氏度（ $^{\circ}\text{C}$ ）。

——厚度5 mm（不含）~50 mm（含）：

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。图1是用于最低点燃温度超过250 °C（5 mm厚度）的粉尘层的设备最高允许表面温度降低的示例，作为指南。

——厚度超过50 mm的粉尘层，见5.6.3.4。
使用图1中的信息之前可参考GB/T 3836.12。

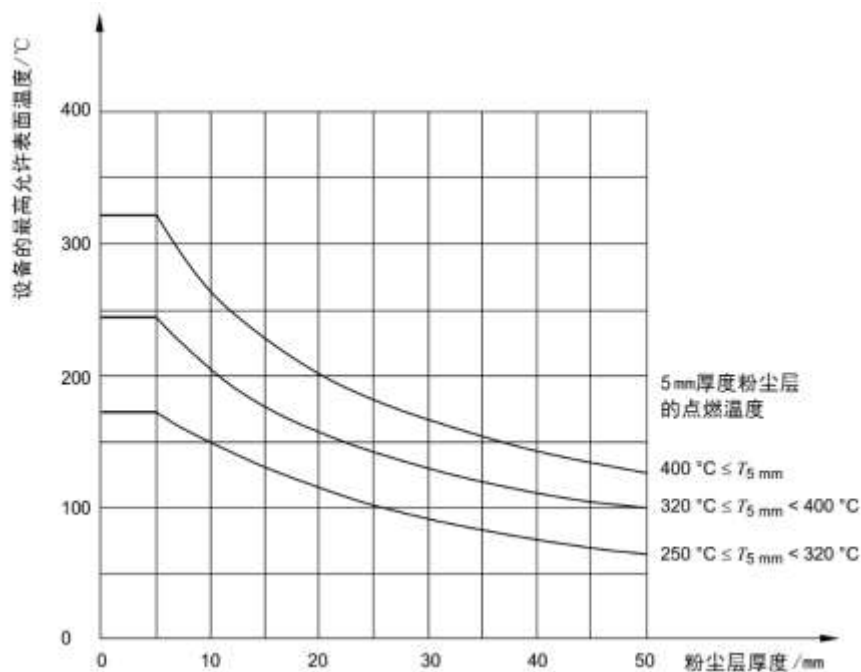


图1 最高允许表面温度与粉尘层厚度之间的关系

当厚度5 mm的粉尘层点燃温度低于250 °C，或对应用该图有疑问时，应对设备进行试验验证，见5.6.3.4。

5.6.3.4 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。如果在这种情况下要求设备保护级别“Da”，应符合对EPL Da的所有特殊要求。

设备最高表面温度可标志最高表面温度 T_s ，说明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规定。

设备最高表面温度可标志最高表面温度 $T_{s_{最大粉尘层}}$ ，说明允许的粉尘层厚度。当设备以 $T_{s_{最大粉尘层}}$ 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 $T_{5 mm}$ 。

无论哪一种情况，设备在最高表面温度应为可燃性粉尘的点燃温度减去至少75°C。超厚粉尘层的示例见附录E。

5.7 光辐射设备的选型

5.7.1 通则

激光、灯具或其他非发散连续波光源（例如LED灯具、手电筒、光纤发射器/接收器）的要求，在GB/T 3836.22中规定。

对于安装在危险场所之外，但辐射进入危险场所之内的设备，应符合本条的要求。

对于位于危险场所之外，或按照未规定此要求的GB/T 3836.1或GB/T 3836.22版本认证的设备，参数值可由设备制造商确认。

5.7.2 点燃过程

光谱范围内的辐射，尤其在聚焦的情况下，能够成为点燃源。

例如太阳光，若被某些物体（例如凹镜、透镜等）聚焦在一点就可能引起点燃。

高强度光源的辐射，例如照相机的闪光灯或一些发光二极管（LED），在某些环境中会被颗粒大量吸收，而这些颗粒又会成为点燃源。

注：具有发散式连续光源的照明设备通常不视为危险。

对于激光辐射（例如信号传输设备、光学测距仪、测量仪、测远仪），即使长距离未聚焦的能量或功率也会很高，也可能引起点燃。这主要是由激光束照在粉尘层上或环境中的颗粒吸收激光束使温度升高造成的。极强的聚焦在聚焦点的温度可远远超过1000℃。

设备自身产生的辐射（例如灯、电弧、激光等）也可能是点燃源。

5.8 超声波设备的选型

5.8.1 通则

对于安装在危险场所之内的设备，或安装在危险场所之外但辐射进入危险场所的设备，EPL Ga、Gb、Gc、Da、Db、Dc级电气设备的超声波源的输出参数不应超过下列值。

a) 对气体和粉尘：

- 10 MHz；
- 连续源：声压级（SPL）170 dB（参考声压20 μPa）；
- 脉冲源（平均间隔1 s）：平均声压级（SPL）170 dB（参考声压20 μPa）。

注1：声压级（SPL）170 dB（参考声压20 μPa）代表声强10 W/cm²，与以前的0.1 W/cm²相比有较大放松。

b) 对液体：

- 10 MHz；
- 连续源：功率密度40 W/cm²；
- 脉冲源（平均间隔1 s）：平均功率密度40 W/cm²。

$D > \lambda$ 时，用 $\frac{P}{\lambda^2}$ 计算功率密度。

$D \leq \lambda$ 时，用 $\frac{P}{D^2}$ 计算功率密度。

式中：

P——声功率或电输入功率；

D——发射面直径（如果发射面是矩形则为短边长度）；

λ ——液体中的波长。

如果多个超声波源叠加，强度的总和也应符合阈值。

注2：这些值来源于GB/T 3836.1。

对于位于危险场所之外，或按未规定此要求的GB/T 3836.1版本认证的设备，这些值可由设备制造商确认。

5.8.2 点燃过程

当使用超声波时，声换能器释放的大部分能量被固体或液体物料吸收。受影响的物料会被加热，在某些极端情况下，可能将物料加热至温度超过其最低点燃温度。

5.9 包括外部影响的选型

当设备需要符合其他环境条件要求，例如防水、防腐蚀时，需要采用其他的保护要求。

本文件的要求仅适用于在GB/T 3836.1定义的标准大气条件下使用的设备。对于其他条件，可能需要附加预防措施，且设备需要对这些其他条件进行认证。例如，大多数可燃性材料和通常视为不可燃的多数材料在富氧条件下可能会剧烈的燃烧。

注1：GB/T 3836.1中定义的标准大气条件与大气的爆炸特性有关，而不是设备的运行范围，即：

——温度：-20℃~+60℃；

——压力：80 kPa~110 kPa；

——空气中标准氧含量：通常为21%（体积分数）。

电气设备的选型和/或安装应防止外部因素对防爆性能产生不利的影响。例如：

——极端低或高的温度；

——太阳辐射；

——压力条件；

——腐蚀性大气；

——振动、机械冲击、摩擦或磨损；

——风；

——喷涂工艺；

——化学品；

——水和湿气；

——粉尘；

——植物、动物、昆虫。

设备安装设计和设备选型时应识别外部影响，采取的控制措施应有文件记录，并且包含在验证档案中。

注1：更多信息见GB/T 16895.18。

注2：关于极端低温的信息见附录F。

当设备承受长时间潮湿及大范围变化温度时，可能产生影响防爆型式的冷凝，设备宜配置适当的措施以确保防止冷凝或排出冷凝液。

应采取预防措施，在不影响设计通风的情况下，防止异物垂直落入立式旋转电机的通风孔内。

如果电气设备在超出设计温度或压力条件以外的条件下运行，设备的完整性可能会受到影响。在这种情况下，应寻求更多的建议（另见5.6）。

当在故障状态下（例如膜片或屏蔽破损）可能由于高压工艺流体进入设备内引起危险（例如压力开关或屏蔽电动泵）时，流体可能引起下列一项或所有情况发生：

——设备外壳破裂；

——立即点燃的危险；

——液体沿着电缆或导管内部流动。

设备有风险时，选择的设备宜能使工艺流体容器与电气设备可靠隔离（例如在主要工艺界面采取一次密封，在设备内部采取二次密封以防一次密封失效）。如果上述措施不能实现，设备宜通过适当的防爆泄压孔、排液装置或呼吸装置进行排放，和/或布线系统应密封防止液体流动。也宜通过例如可见的泄漏、设备自显故障、可听见的声音或电子探测等方法，显示一次密封失效。

布线系统可能的密封方法包括：沿电缆敷设路线采用特殊的密封接头，或电缆引入装置中对单个导体周围加密封，或采用矿物绝缘金属护套（MIMS）电缆，或沿电缆敷设线路采用环氧树脂接头。宜注意，采用电缆密封装置仅能减小蒸气传播率，可能还需要采取附加的稀释措施。采取的通风系统宜能使任何泄漏显示出来。

GB/T 3836.25是关于可燃性工艺流体与电气系统之间的工艺密封的标准。其他适用的标准，如GB

4793.1, 也包括一些与工艺连接相关的信息。

当选择高于防爆型式要求的防护等级 (IP) 的外壳时 (可能为了适用于不利的环境), 外壳的防护等级宜与其场所要求的防护等级一致, 或与防爆型式要求的防护等级一致, 选二者之中要求较高者。如果设备的防护等级达不到要求, 宜在验证档案中说明。

5.10 移动式、便携式设备及个体装备

5.10.1 通则

根据应用需求和使用的灵活性, 不同的场所可能要求使用移动式设备、便携式设备或个体装备。要求EPL级别较高的场所不应使用EPL级别较低的设备, 另有保护措施的设备除外。

在实践中, 这样的限制可能难以执行——特别是对于便携式设备。因此, 所有设备宜符合将用于的要求EPL级别最高的场所的要求。同样, 设备类别和温度组别宜与设备使用场所可能遇到的所有气体、蒸气和粉尘相适宜。

除非采取适当的预防措施, 否则备用电池不应带入危险场所。

如果设备包含电池或电池组, 用户应与制造商核实电池箱或外壳的自由容积中的氢浓度不可能超过2% (体积分数), 或所有电池的排气孔的布置应确保溢出的气体不会排放到包含电气或电子元件或连接件的任何设备外壳中。或者, 如果设备符合IIC类的要求, 则排气孔或氢气浓度限制的要求不适用。

注1: 由于所有类型的电池都存在释放氢气的风险, 气体释放可能在小的外壳中产生爆炸性环境, 因此采用了充分排气的措施。这种情况适用于手电筒、万用表、袖珍气体传感器和类似设备。

注2: 这些细节源自GB/T 3836.4。

5.10.2 移动式设备和便携式设备

与永久安装的设备不同, 移动式设备或便携式设备只是临时在危险场所使用。这类设备可包括, 例如应急发电机、电焊机、工业提升车辆 (叉车)、空气压缩机、电风扇或鼓风机、便携式电动工具、某些检测设备。

可能进入或带入危险场所的设备应具有适当的EPL级别。如果在危险场所使用的移动式设备或便携式设备达不到常规要求的EPL级别, 应执行文件规定的风险管理程序。该程序应包括适当的培训、程序和控制。发布的安全操作许可证应与使用设备引起的潜在引燃危险相适宜 (见附录G)。

如果危险场所内有插头和插座, 应达到危险场所要求的EPL级别。或者, 仅应按照安全操作程序通电或连接 (见附录G)。

5.10.3 个体装备

有时人员会无意间把电池或太阳能供电的个体装备带进危险场所。

普通的电子手表是典型的低压电子装置, 根据过去的要求及现在EPL的要求进行过独立的评价, 可用于危险场所。

所有其他由电池或太阳能供电的个体装备 (包括带有其他装置的电子手表) 应符合下列条件之一:

- a) 符合与EPL相适应的防爆型式的要求以及气体/粉尘类别和温度组别的要求;
- b) 进行风险评定;
- c) 按照安全操作程序带进危险场所。

注: 个体电子设备用锂电池作为电源会增大风险。

5.11 旋转电机

5.11.1 通则

选择旋转电机时，除5.1~5.10的要求外，至少应包括下列因素：

- 工作制（GB/T 755定义的S1~S10）；
- 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，宜额外注意：

- 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。

5.11.2 防爆电机安装的环境因素

电动机和发电机需要大量清洁空气进行冷却，需要考虑影响冷却的环境因素。这些环境因素包括：

- 干净、通风良好的位置；
- 电机外壳宜与位置、环境和环境条件相一致；
- 如果位置可能存在灰尘和颗粒，电机宜配备空气过滤器，或者在更严重的情况下，电机宜封闭；
- 其他设备、墙壁、建筑物等不宜限制电机通风或使通风空气循环：
 - 电机周围有足够的空间进行正常维护；
 - 足够的顶部空间以便拆除顶盖；
 - 无腐蚀性气体和液体（酸和碱）的环境。

对配备防粉尘点燃集电环外壳、附件装置或导管盒的电机需要格外小心，因为拆卸和重新组装过程中的任何划痕或毛刺都可能破坏防爆或防粉尘点燃功能。

5.11.3 电源和附件连接、接地

应遵守相关的安装和操作说明书以及国家规则。连接只应由专家根据有效的安全法规进行。电源连接应符合制造商关于以下方面的说明书。

- 电源：观察铭牌上的数据；比较电流、电源电压和频率类型；观察保护开关设置的额定电流；根据接线盒中提供的接线图连接电机；根据额定电流、电缆长度和环境温度确定电缆尺寸。
- 电缆引入装置的防爆型式，符合电缆的最大允许温度。
- 电网的接地条件。对于接地，电机配有接地端子，接地端子根据安装布置位于框架上或位于法兰端盖上。此外，所有电机在接线盒内都有一个保护导体端子。

根据规定的具体电机，按照外形铭牌，电机可包括以下任何附件：

- 定子绕组电阻温度探测器（槽式探测器，高压）；
- 绕组系统中的嵌入式温度传感器（低压）；
- 轴承温度探测器，选项：电阻或热电偶、读取能力、报警和停机触点容量；
- 具有自己温度组别的空间加热器；
- 振动传感器；
- 转速表；
- 轴承油箱的附加加热器；
- 空气过滤器过度压降的控制装置。

附加设备应满足其自身的要求，可能具有不同防爆型式、温度组别或气体/粉尘类别。

为防止粉尘和湿气，接线盒中未使用的电缆引入孔应用符合GB/T 3836（所有部分）相关要求的堵件密封，并应具有防扭密封件。所有端子螺钉和螺母应紧固，以避免过渡电阻过大。电缆进入接线盒

后，应根据电缆引入装置制造商的数据，用相应的扭矩拧紧引入装置和用于消除应变的部件。

5.11.4 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，选型和安装时需要考虑可能降低电机接线端子电压的情况。其他危险也需要考虑。

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。

5.11.5 1kV 以上开关电机

5.11.5.1 概述

如果使用真空断路器或真空接触器，可能出现开关过电压，并且当高压电机切断时，可能出现称为多次重击穿开关瞬态。这些瞬态取决于各种不同装置系统和设计因素，例如：

- 接触器或开关灭弧原理；
- 电机尺寸；
- 电源电缆的长度；
- 系统电容和其他因素。

在某些情况下，多次重击穿可能导致开关过电压，该过电压可能对于电机定子绕组的绝缘过高，从而导致绝缘劣化和引燃火花。在实践中，这种情况通常发生在启动电流 $I_A > 600$ A 的高压电机在启动期间或在失速或过载条件下断开时。

真空断路器或真空接触器通常与高压瞬态有关。对三根导线与地之间，宜在开关柜内断路器和电机电缆终端之间安装浪涌抑制器。

由此产生的峰值电压可能损坏绕组绝缘，从而导致绝缘劣化和引燃火花。如果电机开关使用真空断路器或真空接触器，则电机安装设计宜考虑使用适当的浪涌抑制器，例如带火花间隙的氧化锌变阻器。

注：此启动电流限制对应于以下功率上限，这取决于启动电流 I_A 和额定电流 I_N 之间的关系，同时取决于电机启动时电压降（高达约20%）：

- ≤ 3.0 kV 的电机，约750 kW；
- ≤ 6.0 kV 的电机，约1500 kW；
- ≤ 10.0 kV 的电机，约2500 kW。

5.11.5.2 开关操作引起的过电压

无论电机尺寸和所使用开关的灭弧原理（即，即使是在无油、SF6或空气断路开关的情况下），在调试 3 kV~13.8 kV 的高压电机/开关柜时，宜注意以下内容。

启动过程中关闭电机可能导致过电压。这可能损坏电机，并在电机外壳和主接线盒内产生引燃火花。宜采取预防措施，避免在启动过程中关闭电机，例如，宜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，停机宜保持在绝对最低限度。

5.12 灯具

如果可能使用不同功率的光源，灯具的选择需要考虑温度组别变化的可能性。

根据所用灯具的类型或额定值，某些灯具将具有不同的温度组别。所用灯具的类型或额定值应根据所需的温度组别进行选择。

如果选择具有可更换光源的灯具，则这些灯具应为仅使用未经修改的标准光源而不需要补充配件

的类型。

低压钠灯不应在无保护的情况下通过危险场所运输，因为光源破裂产生的游离钠有点燃危险。

5.13 插头和插座引出端

5.13.1 通则

插头和插座引出端不准许安装在要求EPL Ga级和Da级的场所。

注：用于Ex“i”的连接器不属于插头和插座引出端。

5.13.2 爆炸性粉尘环境的特殊要求

在要求EPL Db级和Dc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。当防尘罩意外脱落时，为了减少粉尘进入，插座引出端的安装角度应与垂直线不超过60度角，且开口向下。

如果在爆炸性粉尘环境危险场所使用连接器，宜注意断开时不会有灰尘进入连接器。

5.13.3 位置

插座引出端的安装位置应使需要的软电线尽可能短，以满足GB/T 16895.21-2020要求的故障时断开时间。

5.14 电池和电池组

5.14.1 蓄电池充电

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1：这包括对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。

注2：如果符合相关国家或行业标准（例如NB/T 42083），电池室通常被视为非危险场所。

5.14.2 排气

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。

5.15 气体探测设备

气体探测可作为控制措施的一部分，以便在其中的设备可能不符合本文件其他要求的危险场所内使用电气设备（见4.1）。

对于气体探测设备，应符合GB/T 20936（所有部分）中的所有相关要求。

6 防止危险（引燃性）火花

6.1 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）的成分应符合下列要求。II类装置中使用的材料对于确定的设备保护等级按质量分数不应超过：

- 对于EPL Ga：
 - 10%的铝、镁、钛和锆，其中镁、钛和锆不超过7.5%；
- 对于EPL Gb：

7.5%的镁、钛和锆；

——对于EPL Gc：

无要求

III类装置中使用的材料对于确定的设备保护等级按质量分数不应超过：

——对于EPL Da：

7.5%的镁、钛和锆；

——对于EPL Db：

7.5%的镁、钛和锆；

——对于EPL Dc：

无要求

外部结构中加入轻金属材料部件的位置需要特别考虑，因为已充分证明这种材料在摩擦接触条件下易产生引燃性火花。

注：上述值取自GB/T 3836.1对设备的要求。

6.2 带电部件的危险

为避免产生易引燃爆炸性环境的火花，应防止同单一本质安全部件之外的其他裸露带电部件不慎接触。

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。

6.3 外部裸露导电部件的危险

6.3.1 概述

限制框架或外壳的接地故障电流（大小和/或持续时间），防止等电位连接导体电位升高，都是安全所必需的。

虽然不可能覆盖所有可能的系统，下列要求适用于除本质安全电路之外的、电压为1 000 V a. c. /1 500 V d. c. 的电气系统。

6.3.2 TN型系统接地

如果采用TN型系统接地，在危险场所应为TN-S型（具有单独的中性线N和保护线PE），即在危险场所中，中性线与保护线不应连在一起或合并成一根导线。从TN-C转换到TN-S的任何部位，保护线应在非危险场所与等电位连接系统相连。

6.3.3 TT型系统接地

如果采用TT型系统接地（电源接地与裸露导体部件接地分开），应采用剩余电流装置（RCD）进行保护。

注：在接地电阻率高的地方，这种系统可能是不可接受的。

6.3.4 IT型系统接地

如果采用IT型系统接地（中性线与地隔离或经高阻抗接地），应提供绝缘监测装置以显示第一次接地故障。

注1：如果第一次接地故障没有去除，随后出现同相位的故障则探测不到，这样可能会导致更危险的情况。

注2：可能需要局部等电位连接，即辅助等电位连接（见GB/T 16895.21-2020）。

6.3.5 SELV和PELV系统

安全特低电压系统（SELV）应符合 GB/T 16895.21-2020 中第 414 章的要求。SELV 电路的带电部件不应接地连接、或与带电部件、或与构成其他电路一部分的保护导体连接。任何裸露带电部件可不接地，也可接地（例如用于电磁兼容）。

保护特低电压系统（PELV）应符合 GB/T 16895.21-2020 中第 414 章的要求。PELV 电路接地。任何裸露带电部件应连接到一个共用接地（以及电位均衡）系统。

SELV和PELV用安全隔离变压器应符合GB/T 19212.7的要求。

6.3.6 电气分隔

对仅向一台设备供电的电源，电气分隔应符合GB/T 16895.21-2020中第413章的要求。

6.3.7 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，这种情况需要特别予以考虑。这类设备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。

风险评定需要考虑到此类设备或其部件的一些可能性，包括连接电路、落入危险场所以及由于损坏或故障而产生点燃源等。

注：这些设备包括：

- 可能产生电弧、火花或热颗粒的熔断器；
- 可能产生电弧、火花或热颗粒的开关、插头和插座；
- 有滑动触头或电刷的电动机或发电机；
- 可能产生电弧、火花或热颗粒的加热器、加热元件或其他设备；
- 辅助设备，例如所有放电型灯具的镇流器、电容器和启动开关；
- 所有裸露的光源；
- 所有无支撑的电缆。

低压蒸气放电钠灯不应安装在危险场所上方。

6.4 等电位连接

6.4.1 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连接系统连接。等电位连接系统可包括保护线、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。

例如，可安装连续内接地板，以允许在不使用单独接地标签的情况下使用金属电缆引入装置。接地板的材料和尺寸应适合预期故障电流。

如果电缆的铠装层或屏蔽层仅在危险场所外部接地（例如在控制室内），则该接地点应包括在危险场所的等电位连接系统中。

如果TN系统中的铠装层或屏蔽层仅在危险场所外部接地，则危险场所内铠装层或屏蔽层的末端可能产生危险火花，因此铠装层或屏蔽层宜像未使用的芯线一样处理（见9.6.3）。

如果裸露带电部件用金属相连的方式牢固地固定在结构件或管道上，且结构件或管道与等电位连接系统相连，则该部件不需要再与等电位连接系统相连。不属于本结构或电气安装件的外部导电部件，例如门框、窗框，如果没有电压转移，不需要与等电位连接系统相连。

带有夹紧装置（用于夹紧电缆编织层或铠装层）的电缆引入装置可用于提供等电位连接。

连接至保护轨的主连接导体的最小尺寸应为6 mm²，辅助连接的最小尺寸应为4 mm²。还宜考虑机械强度使用更大的导体。

本质安全装置的金属外壳不需要与等电位连接系统连接，但设备文件有规定或为防止静电电荷积聚而要求时除外。

带有阴极保护的装置不应与等电位连接系统连接，专为此目的设计的系统除外。

运输工具和固定装置之间的等电位连接可能需要特殊结构，例如在用绝缘法兰连接管线的地方。

6.4.2 临时等电位连接

临时等电位连接包括对移动项目（例如线轴、运输工具及便携式设备）为控制静电或电位均衡进行的接地连接。

临时等电位连接的最终连接宜满足下列条件之一：

- a) 位于非危险场所；
- b) 使用符合场所EPL要求的连接；
- c) 利用文件化的程序使火花危险降至可接受的水平。

临时等电位连接金属部件之间的电阻应小于1 M Ω 。应通过测量或监测值来确保这一点。导体和连接件应持久、灵活，并且应有足够的机械强度承受工作中的移动力。

导体的机械强度应至少相当于4 mm²铜，或为包含监测和控制系统的柔性电缆系统的一部分。

宜考虑使用永久性监测系统，以证明连接系统始终小于1 M Ω 。

6.5 静电

6.5.1 概述

本条的要求适用于用作结构或防护目的、不是认证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）。

注1：非金属涂层、薄膜、箔层和板通常附加在外壳外表面，为其提供附加环境防护，本条涉及其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。

注3：进一步的信息见GB/T 3836.26和GB/T 3836.27。

6.5.2 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

结构和保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：

注：在不同部件上使用不同缓解措施通常是可行的。

- a) 合理选材，使其按GB/T 3836.1测量的表面绝缘电阻至少满足下列准则之一。

- 在相对湿度（50±5）%下测量，不大于1 G Ω ；
- 在相对湿度（30±5）%下测量，不大于100 G Ω 。

- b) 限定外壳非金属部件的表面积，如表5所示。

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6的值。连接外部电路的电缆不属于该要求范围。

- 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 G Ω 。根据本文件，耗散

表面为符合6.5.2a)的表面。非金属层的厚度不应超过表7的值，或者击穿电压不大于直流4 kV（按GB/T 1408.1所述方法及GB/T 1408.2直流试验的附加要求，通过绝缘材料的厚度测量）。

- 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”

表5 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6 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

表7 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100 GΩ的非金属层，见6.5.2a)。

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。

6.5.3 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能避免在正常使用时由传播型刷形放电引起的点燃危险。

注：在不同部件上使用不同缓解措施通常是可行的。

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，使其按GB/T 3836.1测量的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（按照GB/T 1408.1所述方法及GB/T 1408.2直流试验的附加要求，通过绝缘材料的厚度测量）；
- c) 如果在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。

6.6 雷电保护

在电气装置的设计中，应采取将雷电影响降至安全水平（见GB/T 21714.3-2015附录D）。16.3中给出了安装在要求EPL Ga级的场所内的Ex“ia”设备防雷电的详细信息。

6.7 电磁辐射

6.7.1 通则

在电气装置的设计中，应采取将电磁辐射的影响降至安全水平。

6.7.2 危险场所接收的射频

安装在危险场所中的结构和天线可能作为危险场所外传输的接收器。对于连续发射和脉冲持续时间超过热起燃时间的脉冲发射，在危险场所接收的射频（9 kHz~60 GHz）的阈功率不应超过表8所示的值。不准许用户设置可编程或软件控制。

注1：表8中的数值对位于危险场所附近的大功率发射器来说是很重要的。关于在距离站场较远的地方应用正常商业信号大功率辐射源的更多信息见CLC/TR 50427。TR的结果基于远场条件。

对于脉冲时间比热起燃时间短的脉冲雷达或其他发射形式，阈能量 Z_{th} 不应超过表9的值。

表8 射频阈功率

设备类别	阈功率 W	热起燃时间 μ s
II A	6	100
II B	3.5	80
II C	2	20
III	6	200

表9 射频阈能量

设备类别	阈能量 Z_{th} μ J
II A	950
II B	250
II C	50
III	1 500

注2：表8和表9中，由于有较大的安全系数，同样的数值适用于EPL Ga、Gb、Gc、Da、Db和Dc级设备。

注3：表8和表9中，如果用户没有调整最大值，这些数值适用于正常运行条件。

注4：这些要求来自GB/T 3836.1。

6.8 阴极保护金属部件

安装在危险场所中的阴极保护金属部件，是外部带电导电部件，尽管它们的负电位较低，也应被认为具有潜在危险（尤其使用外加电流系统时）。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。

阴极保护所要求的绝缘元件，例如导管和托架中的绝缘元件，如果可能，宜安装在危险场所之外。

阴极保护宜参考有关标准规定。

6.9 光辐射引燃

在带有光辐射装置的设计中，应按照5.7的要求采取措施，将光辐射影响降至安全水平。

注：以灯光、激光、LED、光纤等形式出现的光辐射装置越来越广泛地用于通信、探测、传感和测量。材料加工常用高辐照度的光辐射。安装在爆炸性环境内或附近的设备，其光辐射可能穿过爆炸性环境。根据光辐射的特点，可能会引燃周围的爆炸性环境。是否存在附加的吸收物会对引燃产生显著影响。

7 电气保护

本章要求不适用于本质安全电路。

应对电路和设备进行保护，防止过载、短路和接地故障造成的有害影响。保护装置在故障条件下应能防止自动合闸。

对要求EPL Ga、Gb、Da和Db级的场所中的装置，可要求低于GB/T 16895.21-2020中规定的断开时间值。

如果电气设备在使用中不能避免过载，则需要进行过载保护。

应采取措施防止在一相或多相缺失时多相电气设备的运行引起过热。

在电气设备自动断电引起的安全风险比点燃本身引起的安全风险更大时，也可用报警装置代替自动断电，前提条件是报警装置能及时报警，便于立刻采取补救措施。

8 断电和电气隔离

8.1 概述

本章的要求不适用于本质安全电路。

8.2 断电

为了功能或处理紧急情况的目的，在合适的地点或位置，应有切断危险场所的电源的方法。

不应包括为防止其他危险而宜连续运行的电气设备，此类设备应安装在单独的电路中。

注：安装在常规开关柜中的开关装置通常配有紧急断电装置。

断电宜考虑包括中性线在内的所有电路供电导体的隔离。

宜根据位置分布、现场人员以及现场操作的性质对紧急断电的地点是否合适进行评定。

8.3 电气隔离

为保证电气作业安全应为包括所有中性线在内的所有带电导体提供适当的隔离措施。如果所有导体未通过同一装置进行隔离，则应清楚标示其他导体的隔离措施。

最好的隔离方法是通过同时所有相关导体中动作的装置。隔离措施可包括熔断器和中性连接器（相关时）。

每个隔离措施紧邻处应有标示，以便迅速识别出受控的电路或一组电路。

当未加保护的带电导体暴露于爆炸性环境的风险持续存在时，应采取有效措施或程序防止设备恢复供电。

9 电缆和布线系统

9.1 通则

电缆和布线系统应符合第9章的相关要求。

9.2 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。

应有预防电解腐蚀的措施。

9.3 电缆

9.3.1 通则

不应使用内护套或外护套抗拉强度低于8.5 MPa的电缆。

注：抗拉强度低于8.5 MPa的电缆有时被称为“易剥离”电缆。

9.3.2 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宜。电缆应为：

- 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；或
- b) 矿物绝缘金属护套电缆；或
- 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。

如果气体或蒸气可能通过电缆单个芯线之间的间隙传播，且电缆通向非危险场所或跨越不同场所，则需要考虑电缆的结构和应用。应采取适当的控制措施来缓解这种情况（见附录H）。

如果火焰可能通过电缆单个芯线之间的间隙传播，也需要考虑这一点。

矿物绝缘电缆应密封。

注：这些要求不包括工艺密封设备的选择。

9.3.3 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。

电缆宜参考有关标准规定。

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宜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。若使用挠性管，金属管及其附件的结构应避免由于其使用而对电缆造成损坏。应保持适当接地和等电位连接，挠性管不宜作为唯一的接地措施。挠性管不应有粉尘进入，且不应削弱其连接设备外壳的完整性。

9.3.4 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 and 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。导线应拧成股，并且横截面积最小为 1.0 mm^2 。如需要接地保护（PE）导体，应以类似于其他导线的方式单独绝缘，并且应并入电源电缆护套中。

对移动式或便携式电气设备，如果电缆中使用金属挠性铠装或屏蔽层，则铠装或屏蔽层不应作为唯一的保护导体使用。电缆应适合电路保护布局，例如，当使用接地监测时，应包括所需的导线数量。如果设备需要接地，除接地导体（PE）之外，电缆还可包括接地的挠性金属屏蔽层。

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：

- 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，或
- 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，则不允许采用这些电缆。

9.3.5 单根绝缘电线（本质安全电路除外）

单根绝缘电线，除非安装在配电盘、外壳或导管系统内，否则不应用作带电导体。

9.3.6 架空线

当带有非绝缘导体的高架布线向危险场所内的设备供电或提供通信服务时，应在非危险场所内连接，然后通过电缆或导管继续向危险场所供电。

非绝缘导体不宜安装在危险场所上方。

注：非绝缘导体包括的项目，例如吊车局部绝缘的导电轨系统以及低压和特低压轨道系统。

9.3.7 防止损坏

电缆及其附件安装位置宜尽可能防止遭到机械损坏、腐蚀或化学影响（例如溶剂的影响），防止高温和紫外线辐射的影响（对于本质安全电路同见16.2.2.5）。

如果上述情况不能避免，应采取保护措施，例如安装在保护导管内，或者选择合适的电缆（例如为了最大限度地降低遭到机械损坏的危险，可使用铠装电缆、屏蔽电缆、无缝铝护套电缆、矿物绝缘金属护套或半刚性护套电缆）。

如果电缆要承受其他条件，例如振动或连续弯曲，应设计成能承受该条件但不会损坏的结构。

在 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下的温度条件下安装时，宜采取措施防止电缆护套或绝缘材料遭受损害。

当电缆固定在设备或电缆托架上时，电缆的弯曲半径宜符合电缆制造商的要求，或至少为电缆直径的8倍，以防电缆遭到损坏。电缆的弯曲半径宜从电缆引入装置末端至少25 mm处开始。

9.3.8 电缆表面温度

电缆的表面温度不应超过装置的温度组别。

注：当确认电缆有较高的工作温度（例如 $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）时，该温度与电缆中铜的温度有关，与电缆护套的温度无关。由于热量散失，电缆温度不可能超过T6。

9.3.9 耐火焰传播

固定装置的电缆应具有：

- a) 防止火焰传播的性能使其能经受GB/T 18380.12或GB/T 18380.33适用的试验（见注）；或
- b) 其他防止火焰传播的保护（例如铺设在充砂的沟中）；或
- c) 进入危险场所的电缆应安装屏障，防止火焰从非危险场所传播到危险场所。

注：GB/T 18380.12规定使用的1 kW的预混火焰是用于常规用途，规定的程序可能不适用于小的单根绝缘导体或总截面积小于0.5 mm²的电缆（因为导体在试验完成之前熔化），或者小的光纤电缆（因为电缆在试验完成之前损坏）的测试。在这些情况下，使用GB/T 18380.33给出的程序。

由于使用阻止火焰传播的绝缘导体或电缆，且符合GB/T 18380.12的推荐要求，并不足以在所有安装条件下靠自身阻止火焰传播，在传播风险高的地方，例如长距离垂直敷设的电缆束，也宜采取特殊的安装措施。不能认为由于电缆样品符合GB/T 18380.12推荐的性能要求，电缆束就具有类似的性能。在这种情况下，可按照GB/T 18380（所有部分）对垂直安装的电线束或电缆束进行垂直火焰蔓延试验进行验证。

9.4 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，以防止气体或液体从危险场所传播到非危险场所。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体周围密封。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。

如果外壳需要保持适当的防护等级（如IP54），应在紧邻外壳处配置有导管密封装置的导管。

导管所有螺纹连接处应用扳手紧固。

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解腐蚀的金属组合。

导管内可使用无护套的绝缘单芯或多芯电缆。但是，当导管内有三根或多根电缆时，电缆的总截面积，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防水特性。

为了满足外壳防护等级的要求，除了采用导管密封装置之外，导管和外壳间还可能需密封（例如用密封垫圈或不沉淀油脂）。

如果导管是唯一的接地连续性措施，则密封不应降低接地路径的有效性。

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。但是，应采取预防措施在导管进入或离开危险场所的地方安装导管密封装置，防止潜在爆炸性环境通过导管传播。

如果导管连接到进入外壳的导管引入装置，导管和导管引入装置的连接应保持配件的完整性，例如IP等级和机械完整性。

此外，管道系统宜遵循相关标准的规定。

9.5 附加要求

对各防爆型式安装用电缆和导管系统的附加要求见第14章～第23章。

导管中的电缆，以及用于适当保护技术和安装区域的配件，需要符合国家标准的要求。

按照GB/T 3836.20用于其他防爆型式的电缆和导管的附加要求应符合文件规定的相关保护原理的要求。

9.6 安装要求

9.6.1 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线路的EPL要求相适应。

9.6.2 终端

连接方式应符合端子类型、防爆型式和制造商说明书，且不对连接造成过度的应力。

如果使用复绞导体，尤其是细绞合导体，应保护绞线终端以防止绞线分散，例如，可用电缆套管或芯线端套，或靠端子的类型保护，不能仅靠焊接。

符合设备防爆型式的爬电距离和电气间隙不应因导线连接到端子的方法而减小。

9.6.3 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，不准许仅用胶带绝缘。

本质安全电路多芯电缆中未使用的芯线适用其他要求（见16.2.2.5.3）。

9.6.4 壁上的开孔

不同危险场所之间以及危险场所与非危险场所之间墙壁上穿过电缆和导管的开孔应充分密封，例如用砂密封或砂浆密封，以保持相关的场所分类。

9.6.5 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。

这些预防措施可包括线槽、导管或管道的密封。对于电缆沟，可充分通风或充砂。导管及特殊情况下的电缆（例如存在压力差）在需要时应密封，以防止液体或气体在导管或电缆护套内传播。见9.3.1。

9.6.6 可燃性粉尘的堆积

电缆走线的布置宜使电缆上尽可能少堆积粉尘，且易于清扫。利用线槽、导管、管道或电缆沟敷设电缆时，宜采取措施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，需要考虑降低电缆的载流容量。

10 电缆引入系统和封堵元件

10.1 通则

如果电缆引入装置使用的环境温度范围不是一20℃~40℃和/或运行温度高于80℃，则应按认证文件中所规定的合适温度范围选型。

10.2 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。不准许使用密封带、热缩管或其他材料使电缆与电缆引入装置相匹配。

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。

电缆引入装置应符合GB/T 3836.1的要求，并应根据表10选择以保持防爆型式的要求。

表10 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10.6	Ex “e” 见10.4	Ex “n” 见10.4	Ex “t” 见10.7
Ex “d”	√	—	—	—
Ex “e”	√	√	—	—
Ex “i” (Ⅱ类 ^a)	√	√	√ (见16.5)	—
Ex “i” (Ⅲ类)	—	—	—	√ (见16.5)
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10.8	√	√	√	—
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可能也需要采取密封措施(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。

10.3 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。

如果需要附加夹紧以防止电缆的拉拽和扭转将力传递到外壳内的导线终端, 则应沿电缆在尽可能靠近电缆引入装置处提供夹紧装置。

注1: 电缆夹紧装置位于电缆引入装置端部300 mm以内是比较合适的。

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。

如果外壳带有非螺纹孔的引入装置板, 则使用带锥形螺纹的电缆引入装置、封堵元件和管接头时, 应使用适当的配件以保持外壳的完整性。

注2: 锥形螺纹包括NPT螺纹。

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宜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10要求的螺纹式管接头。

10.4 除 Ex “d”、Ex “t” 或 Ex “nR” 外的其他引入孔

如果需要除Ex “d”、Ex “t” 或Ex “nR” 以外的其他电缆引入孔, 可在以下条件下进行:

——制造商文件允许的孔面积、尺寸和数量;

——光孔或螺纹孔应符合制造商给出的公差。

塑料外壳上的螺纹孔与外壳表面宜成直角(由于塑料外壳可能的浇铸方法,外壳壁可能有陷落角)。有角度的表面不准用引入装置和相关的配件插入孔中固定与表面成直角,这样会导致密封失效。

塑料外壳上不宜用锥形螺纹孔,因为在螺纹密封过程中产生的高应力可能会使外壳壁破裂。

10.5 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10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。

10.6 对隔爆外壳“d”的附加要求

10.6.1 通则

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用符合GB/T 3836.1规定的一种防爆型式保护。例如,套管暴露部分放在一个接线空腔内,该空腔可以是另一个隔爆型外壳,或者也可用增安型“e”保护。

如果密封圈(压缩)夹紧的Ex“d”引入装置用于编织或铠装电缆,则应为编织或铠装在引入装置内终止且在内部电缆护套上压紧的类型。对于细编织电缆,当编织物直径小于0.15 mm,覆盖率至少70%,只在外护套上压紧时可以接受。

注1:通过标准绞合导线的绞线之间或电缆的单个芯线之间的间隙可能会出现气体或蒸气泄漏以及火焰传播。可能采用特殊结构作为减少泄漏和防止火焰传播的措施,例如压紧绞线、单根绞线密封、挤压垫层。更多信息见附录H。

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,但是配备垫圈之后,仍应满足螺纹啮合规定。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。

只有符合防爆合格证文件并由制造商或经认证的工厂完成时,才允许增加孔或更改螺纹形式。当螺纹引入装置孔或螺纹孔的尺寸与电缆引入装置不同时,应配备符合GB/T 3836.2要求的隔爆型螺纹式管接头,并且符合上述螺纹啮合规定。未使用的电缆引入装置孔应使用符合GB/T 3836.2要求的封堵件堵塞,封堵件应直接安装在孔上(不应使用螺纹式管接头),并且应符合上述的螺纹啮合规定,应固定以防松动。

注2:非螺纹电缆引入装置可能用于与完整设备一起取证或作为设备取证的情况。

10.6.2 电缆引入装置的选择

电缆引入系统应满足下列条件之一。

- a) 符合GB/T 3836.2的由复合物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:
 - 电缆引入装置符合GB/T 3836.2,并且作为设备取得防爆合格证;
 - 使用的电缆符合9.3.2a);
 - 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,具有相应的符合GB/T 3836.2要求的隔爆型电缆引入装置。
- e) 设备文件规定,或者符合GB/T 3836.2要求的隔爆型密封装置(例如密封腔),并且采用与所用

电缆相适应的电缆引入装置。密封装置应有密封填料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（另见附录H）；

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。

10.7 对防粉尘点燃外壳“t”的附加要求

防护等级（IP）应符合表11。

表11 保护等级、设备类别和防护等级（IP）之间的关系

保护等级	IIIC类	IIIB类	IIIA类
“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3/4扣螺纹。

10.8 “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。

如果使用的电缆不属于防爆合格证和/或说明书规定的范围，并且不是有效填充时，可能需要用电缆引入装置或其他方法（例如环氧树脂黏合、收缩管），在电缆的单根导线周围密封，防止外壳泄漏。电缆引入装置和外壳之间应配备合适的密封垫圈。导管和锥形螺纹将需要使用螺纹密封胶（见第9章）。

11 旋转电机

11.1 通则

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，且不会出现不允许的发热，否则应采取附加过载保护，过载保护装置应是：

- 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之内动作，在1.05倍设定电流时2 h内不动作；或
- 嵌入温度传感器直接控制温度；或
- 其他等效装置。

11.2 由隔爆外壳“d”保护的电机

11.2.1 由变频器供电的电机

通过变频器改变频率和电压供电的电机要求符合下列条件之一。

- 电机已与按照GB/T 3836.1描述性文件规定的变频器及提供的保护装置一起，作为整体进行该工作制的型式试验。
- 如果电机没有与相关的变频器一起作为整体进行该工作制的型式试验，则电机文件中应规定通过嵌入温度传感器直接控制温度的措施（或设备），或者应提供其他限制电机外壳表面温度的有效措施。温度控制的效果需要考虑该工作制要求的功率、转速范围、转矩及频率，并且应进行验证并有文件记录。保护装置的动作应使电机断电。

注1：在某些情况下，最高表面温度出现在电机转轴上。

注2：电流延时保护装置（符合11.1要求）不被认为是“其他有效措施”。

对采用“e”型接线盒的电机，当使用有高频脉冲输出的变频器时，宜注意确保考虑到接线盒内可能产生的任何过电压尖峰和更高的温度。

11.2.2 降压启动（软启动）

使用软启动供电的电机要求符合下列条件之一。

- a) 电机已与描述性文件中规定的软启动装置及提供的保护装置一起，作为整体进行型式试验。
- b) 如果电机没有与相关的软启动装置一起作为整体进行型式试验。则电机文件中应规定通过嵌入温度传感器直接控制温度的措施（或设备），或者应提供其他限制电机外壳表面温度（按照11.1）的有效措施，或者用转速控制装置确保电机运行不会超过表面温度。应对温度控制的有效性及其合适的运行进行验证，并有文件记录。保护装置的動作应使电机断电。

注：一般认为软启动在短时间内使用。

对采用“e”型接线盒的电机，当使用有高频脉冲输出的软启动装置时，宜注意确保考虑到接线盒内可能产生的任何过电压尖峰和更高的温度。

11.3 增安型电机

11.3.1 “eb”等级电机

11.3.1.1 电源供电运行

为符合11.1的要求，过载反时限延时保护装置不仅应监控电机电流，而且应能使电机堵转时在铭牌规定的 t_b 时间内断电，表明延时继电器或脱扣器的过载延时时间-启动电流比曲线应交用户。

曲线应显示在环境温度20℃下冷态启动电流比（ I_s/I_n ）3~8倍延时值，保护装置的動作时间应等于该延迟时间，误差为±20%。

三角形连接绕组电机断相时的特性宜特别指出。与星形连接绕组电机不同，三角形连接绕组电机特别是在运行期间断相可能探测不到，结果会使电机馈电线路电流不平衡，并导致电机过热。启动时带有低转矩负载的三角形连接绕组电机，在这种绕组故障条件下也能启动，因此故障可能在长时间内探测不到。因此，对于三角形连接绕组电机，应提供相平衡保护，以便在出现过热之前探测到电机不平衡。

总之，连续工作制电机，包括不会产生过热的易启动和不频繁启动的电机，在采用过载反时限延时保护装置时是可接受的。承受困难启动条件或频繁启动的电机，仅在采用合适的保护装置确保不超过极限温度时方可接受。

如果按上述要求正确选择的过载反时限延迟保护装置在电机达到额定转速之前断电，则认为存在困难启动条件。通常在总启动时间超过 $1.7 t_b$ 时出现这种情况。

运行：如果电机的工作制不是S1（恒定负载条件下连续运行），用户宜获得用于确定运行定义适用性的适当参数。

启动：电机的直接启动时间最好低于 t_b 时间，以便在启动期间，电机的保护装置不会使电机跳闸。如果启动时间超过 t_b 时间的80%，按照使用说明书的要求保持运行时与启动有关的限制条件宜由电机制造商确定。

不宜自动重合闸（自动重新启动），因为重合闸期间转子产生火花或绝缘系统产生火花的风险增大。如果电机需要自动重新启动，宜考虑附加保护措施，例如特别与相位匹配的定时重合闸、防爆型式“p”、瞬态电压限制装置等。

由于直接启动期间电压骤降，启动电流减小，运转时间增大。虽然电压降较小时，这些影响可以忽略，但在启动期间电压小于 U_n 的85%时，电机制造商宜声明启动时的相关限制条件。

制造商可以限定电机的启动尝试次数。

符合“e”型要求的电机的保护继电器，除了符合11.1的要求外，还宜：

- a) 监控每相电流；
- b) 对电机满载条件提供及时的过载保护。

易启动和不频繁启动、工作制为S1的电机可用反时限延时过载保护继电器。如果是困难启动或者是频繁启动，选择的保护装置宜确保电机在声明的运行参数条件下不会超过极限温度。如果启动时间超过 $1.7 t_E$ ，反时限继电器将预期在启动期间使电机断电。

注：在某些情况下，例如对S1以外的工作制，电机可能与温度探测器和保护装置一起认证。如果是这种情况，不需要确定 t_E 时间。

11.3.1.2 绕组温度传感器

为符合11.1的要求，绕组温度传感器及保护装置即使在电机堵转情况下也应能对电机提供足够的热保护。只有在电机文件规定时，才可以使用埋入式温度传感器控制电机的极限温度。 t_A 时间规定了温度传感器的响应时间，应进行验证。

注1：内置型温度传感器型式及保护装置型式将在电机上标明。

注2： t_A 时间将由用户通过测试保护装置验证（另见附录C和GB 3836.16）。

11.3.1.3 额定电压大于 1kV 的电机

应按附录I中的值来选择额定电压1 kV以上的电机。如果风险系数总和大于6，则应采用防冷凝空间加热器，并且应采取特殊措施确保启动时外壳内不含有爆炸性气体环境。

注1：如果电机预期在“特殊措施”条件下使用，防爆合格证号将按照GB/T 3836.1包含符号“X”。

注2：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或制造商说明书中规定的其他方法。

注3：对于根据最新的GB/T 3836.3制造的1 kV以上的所有Ex“e”电机，定子将在气体环境中进行型式试验，并装有防冷凝加热器。

11.3.1.4 由变频器供电的电机

通过变频器改变频率和电压供电的电机应已与变频器和保护装置一起，作为整体进行该工作制的型式试验。电机宜在其电气额定值范围内使用，变频器配置宜设置为与电机关于频率范围和任何其他规定参数（例如最小载波频率）的额定值信息相匹配。变频器配置应能调整参数。

注：永磁电机在断电后惯性运行时作为发电机工作。对“eb”保护等级的电机，当电压可能高于额定电压时，电机-转换器系统将适合于产生的电压。

11.3.1.5 降压启动（软启动）

使用软启动供电的电机要求符合下列条件之一。

- a) 电机已与描述性文件中规定的软启动装置及提供的保护装置一起，作为整体进行型式试验。
- b) 如果电机没有与相关的软启动装置一起作为整体进行型式试验。则电机文件中应规定通过嵌入温度传感器直接控制温度的措施（或设备），或者应提供其他限制电机温度的有效措施，或者用转速控制装置确保电机运行不会超过表面温度。应对温度控制的有效性及其合适的运行进行验证，并有文件记录。保护装置的动作应使电机断电。

注：一般认为软启动在短时间使用。

当使用有高频脉冲输出的软启动装置时，宜注意确保考虑接线盒内可能产生的任何过电压尖峰和更高的温度。

11.3.2 “ec”等级电机

11.3.2.1 由变频器供电的电机

通过变频器改变频率和电压供电的电机要求符合下列条件之一。

- a) 电机已按照GB/T 3836.3规定与特定变频器或参考输出电压和电流规定值选择的相似变频器一起进行试验。
- b) 如果电机没有与相关的变频器一起作为整体进行该工作制的型式试验，则电机文件中应规定通过嵌入温度传感器直接控制温度的措施（或设备），或者应提供其他限制电机温度的有效措施。温度控制的效果需要考虑该工作制要求的功率、转速范围、转矩及频率，并且应进行验证并有文件记录。保护装置的动作应使电机断电。或者电机按照GB/T 3836.3计算确定温度组别。

11.3.2.2 降压启动（软启动）

使用软启动供电的电机要求符合下列条件之一。

- a) 电机已与描述性文件中规定的软启动装置及提供的保护装置一起，作为整体进行型式试验。
- b) 电机没有与软启动装置一起作为整体进行型式试验。在这种情况下，电机文件中应规定通过嵌入温度传感器直接控制温度的措施（或设备），或者应提供其他限制电机温度的有效措施，或者用转速控制装置确保电机运行不会超过表面温度。应对温度控制的有效性及其合适的运行进行验证，并有文件记录。保护装置的动作应使电机断电。

注：一般认为软启动在短时间内使用。

11.3.2.3 额定电压大于 1kV 的电机

应按附录I中的值来选择额定电压1 kV以上的电机。如果风险系数总和大于6，则应采用防冷凝空间加热器，并且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：如果电机预期在“特殊措施”条件下使用，防爆合格证号将按照GB/T 3836.1的要求包含符号“X”。

注2：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。

11.4 由正压外壳“p”保护的电机

11.4.1 由变频器供电的电机

通过变频器改变频率和电压供电的电机要求符合下列条件之一。

- a) 电机已与按照GB/T 3836.1描述性文件规定的变频器及提供的保护装置一起，作为整体进行该工作制的型式试验。
- b) 如果电机没有与相关的变频器一起作为整体进行该工作制的型式试验，则电机文件中应规定通过嵌入温度传感器直接控制温度的措施（或设备），或者应提供其他限制电机外壳表面温度的有效措施。温度控制的效果需要考虑该工作制要求的功率、转速范围、转矩及频率，并且应进行验证并有文件记录。保护装置的动作应使电机断电。

注1：在某些情况下，最高表面温度出现在电机转轴上。

注2：电流延时保护装置（符合11.1要求）不被认为是“其他有效措施”。

对采用“e”型接线盒的电机，当使用有高频脉冲输出的变频器时，宜注意确保考虑接线盒内可能产生的任何过电压尖峰和更高的温度。

11.4.2 降压启动（软启动）

使用软启动供电的电机要求符合下列条件之一：

- a) 电机已与描述性文件中规定的软启动装置及提供的保护装置一起，作为整体进行型式试验。
- b) 如果电机没有与相关的软启动装置一起作为整体进行型式试验。则电机文件中应规定通过嵌

入温度传感器直接控制温度的措施（或设备），或者应提供其他限制电机外壳表面温度的有效措施，或者用转速控制装置确保电机运行不会超过表面温度。应对温度控制的有效性及其合适的运行进行验证，并有文件记录。保护装置的动作应使电机断电。

注：一般认为软启动在短时间使用。

当使用有高频脉冲输出的软启动装置时，宜注意确保考虑到接线盒中可能会产生的任何过电压尖峰和更高的温度。

11.5 由防粉尘点燃外壳“t”保护的电机

11.5.1 由变频器供电的电机

通过变频器改变频率和电压供电的电机要求符合下列条件之一。

- a) 电机已与按照GB/T 3836.1描述性文件规定的变频器及提供的保护装置一起，作为整体进行该工作制的型式试验。
- b) 如果电机没有与相关的变频器一起作为整体进行该工作制的型式试验，则电机文件中应规定通过嵌入温度传感器直接控制温度的措施（或设备），或者应提供其他限制电机外壳表面温度的有效措施。温度控制的效果需要考虑该工作制要求的功率、转速范围、转矩及频率，并且应进行验证并有文件记录。保护装置的动作应使电机断电。

注1：在某些情况下，最高表面温度出现在电机转轴上。

注2：电流延时保护装置（符合11.1要求）不被认为是“其他有效措施”。

宜注意确保考虑到接线盒内可能产生的任何过电压尖峰和更高的温度。

11.5.2 降压启动（软启动）

使用软启动供电的电机要求符合下列条件之一。

- a) 电机已与描述性文件中规定的软启动装置及提供的保护装置一起，作为整体进行型式试验。
- b) 如果电机没有与相关的软启动装置一起作为整体进行型式试验。则电机文件中应规定通过嵌入温度传感器直接控制温度的措施（或设备），或者应提供其他限制电机外壳表面温度的有效措施，或者用转速控制装置确保电机运行不会超过表面温度。应对温度控制的有效性及其合适的运行进行验证，并有文件记录。保护装置的动作应使电机断电。

注：一般认为软启动在短时间使用。

当使用有高频脉冲输出的软启动装置时，宜注意确保考虑到接线盒中可能会产生的任何过电压尖峰和更高的温度。

12 灯具

要求温度组别为T5或T6，或者环境温度大于60℃的场所，不应使用采用“e”型荧光灯和电子镇流器的灯具。

注1：该限制最大限度地减少了光源使用寿命终止（EOL）影响的风险。

对于带插脚的灯，插脚应由黄铜制成。

使用有导电涂层的非导电材料的光源（例如双插脚，钨丝灯泡螺纹接口），除非与设备一起试验，否则不应使用。

注2：该限制适用于插脚或端点可能是有导电薄膜涂层的塑料或陶瓷的光源。

13 电加热系统

13.1 通则

仅有元件证书（即带有符号“U”）的电加热系统元件仅应在元件组件（现在称为设备）中使用，且设备中的元件被带“X”的完整防爆合格证所允许，设备铭牌有包括温度组别在内的完整防爆标志。

除非加热器作为另一个认证组件的一部分进行安装（例如电机防冷凝加热器），否则除过电流保护外，加热器还应具有以下保护。

- a) 除第7章要求的保护外，为了限制接地故障和接地泄漏电流引起的热效应，应在TT或TN系统中安装以下附加保护：使用额定剩余动作电流不超过100 mA的剩余电流装置（RCD）。

宜优先考虑额定剩余工作电流为30 mA的RCD。

注：有关RCD的更多信息见GB/T 16916.1。

- b) 在IT系统中，当绝缘电阻不大于每伏额定电压50 Ω时，应使用绝缘监测装置断开电源。

对于短路计算，宜考虑整个伴热电路的负载电流。

13.2 温度监测

如果要求温度保护装置，应独立于任何运行温度控制装置，并且直接或间接断开电加热系统的电源，保护装置仅应由人工复位。

温度监测系统的要求见表12。

表12 温度监测系统要求

机电高温开关	处理器控制的高温开关
仅用工具复位	仅能用用户代码复位
人工复位	仅由控制室内授权人员复位
仅在正常运行条件下复位	仅在正常运行条件下复位
安全的设置	仅能用硬接线跳线或用户代码设置温度组别
控制器的独立性	控制器的独立性
传感器故障-安全功能（例如如果毛细管破裂）	100%传感器监测

13.3 极限温度

通电时，应防止电阻加热装置或单元超过极限温度。

应通过以下方法之一确保：

- a) 采用电阻加热装置自限温特性的稳态设计；
- b) 加热系统的稳态设计（在规定的使用条件下）；

注1：EPL Gb或Gc的稳态设计通常不需要附加的温度保护。

- c) 符合13.4的安全装置。

制造商应在按照GB/T 3836.1准备的文件中提供有关影响电阻加热装置温度的关系的必要数据。

注2：对于b)和c)，电阻加热装置的温度取决于各种参数之间的关系，这些参数可能包括但不限于：

- 环境温度范围；
- 介质进出口温度或工件温度；
- 被加热的介质及其物理特性（热导率、比热容、运动黏度、普朗特数、相对密度）；
- 温度组别；
- 热输出；
- 热通量，取决于介质的物理特性、流速、电源电压和允许的表面温度；
- 加热单元的几何形状（单个加热元件的布置、角度、传热）。

13.4 安全装置

安全装置提供的保护应通过基于以下条件的检测来实现：

- a) 电阻加热装置的温度或其周围环境的温度（如适用）；或
- b) 电阻加热装置的温度或周围环境的温度以及一个或多个其他参数。

注：b) 项的其他参数示例包括：

- 如果是液体，能够通过液位监控器确保覆盖加热装置至少50 mm（干运行保护）；或
- 如果是气体和空气等流动介质，能够通过流量监控器确保最小流量；或
- 对于工件的加热，能够通过加热装置的固定或辅助剂（导热黏结剂）来确保热传递。

对于要求EPL Gb级或Db级的场所，安全装置应：

- 直接或间接断开电阻加热装置或单元电源。

对于要求EPL Gc级或Dc级的场所，安全装置应：

- 直接或间接断开电阻加热装置或单元电源；或
- 为拟设置在经常有人值守位置的报警器提供输出。

仅应通过使用工具且在返回先前定义的工艺条件后人工复位，除非安全装置的信息被持续监测。如果传感器出现故障，加热装置应在达到极限温度之前断电。

安全装置的调整应被锁定和密封，并且在使用时应不能进行更改。

热熔断器宜仅用制造商规定的零件更换。

安全装置应在异常条件下动作，并且应附加于正常条件下运行所需的任何调节装置，且在功能上独立于调节装置。

13.5 电伴热系统

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。

在主要接地通路依赖于金属防护层、金属编织物或其他等效导电材料的应用中，如果可能暴露于腐蚀性蒸气或液体，则需要考虑材料的耐化学性。

不锈钢编织和护套通常具有高电阻，可能无法提供有效的接地通路。宜考虑其他接地方式或补充接地保护。

关于电伴热系统的附加要求见GB/T 19518.2。

14 对隔爆外壳“d”的附加要求

14.1 通则

仅应安装具有完整证书的Ex“d”设备。

仅有元件证书（即带有符号“U”）的Ex“d”外壳和元件，不应安装在危险场所内，除非它们是元件组件（现在称为设备）的一部分，且设备中的元件被带“X”的完整防爆合格证所允许，设备铭牌有包括温度组别在内的完整防爆标志。

对Ex“d”外壳增加或改动引入孔仅应由制造商或经认证的有资质修理单位进行。

设备不经重新评定不准许改变设备的内部元件，因为忽视条件变化会导致压力重叠、温度组别变化或其他类似的可能使防爆合格证失效的情况。

标志用于特定气体的设备，或者标志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”适用于氢气环境的设备，应按II C设备安装。

如果在平面接合面附近可能出现导致导体出现严重电弧的故障，则Ex“d”隔爆外壳内宜避免使用铝导体。可以通过导体和端子绝缘提供充分的保护，防止故障发生，或者采用止口接合面或螺纹接合面的外壳提供充分的保护。

14.2 固体障碍物

安装设备时，应防止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）之间的距离小于表13的规定，试验证明隔离距离可以更小并有文件证明的情况除外。

表13 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

14.3 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防腐保护。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，并确保按6.5.2避免静电荷。隔爆接合面上涂油脂会减少油漆进入间隙内，但不能完全消除。

宜考虑油漆对外壳温度额定值的影响。还宜确保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，那么在装配前，只可以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宜注意，确保非凝固特性并允许接合面的后续分离。

注1：确认润滑脂的适用性是用户的责任。

注2：如果使用硅基润滑脂，可能影响一些类型的气体探测器[见GB/T 20936（所有部分）]。

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II A类气体时，织物带宜限制为围绕法兰接合面部件的一层和一个短的重叠。当现有织物带受到干扰时，宜使用新织物带。

——外壳用于II B类气体时，无论法兰宽度如何，接合面之间的间隙不宜超过0.1 mm。织物带宜限制为围绕法兰接合面部件的一层和一个短的重叠。当现有织物带受到干扰时，宜使用新织物带。

14.4 导管系统

导管的隔爆型密封装置应：

- 与设备一起提供，并且在设备文件中详细说明；或
- 为设备文件规定的类型；或
- 符合GB/T 3836.2的要求；

导管密封装置应作为隔爆外壳的一部分，或者用尽可能少的配件直接安装在隔爆外壳引入装置孔或尽可能靠近隔爆外壳引入装置孔。

注1：上述要求包括在紧密耦合外壳之间提供密封件的要求，除非这些外壳由制造商作为认证组件提供。

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，但是配备垫圈以后，仍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。二者之间可以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）壁外侧的距离宜尽可能小，无论如何不应大于导管的尺寸或50 mm，取其较小者。

注2：通过标准绞合导线的绞线之间或电缆的单个芯线之间的间隙可能会出现气体或蒸气泄漏以及火焰传播。可能采

用特殊结构作为减少泄漏和防止火焰传播的措施，例如压紧绞线、单根绞线密封、挤压垫层。另见9.3.2。

15 对增安型“e”的附加要求

15.1 通则

仅应安装具有完整证书的Ex“e”设备。

仅有元件证书（即带有符号“U”）的Ex“e”外壳和元件，不应安装在危险场所内，除非它们是元件组件（现在称为设备）的一部分，且设备中的元件被带“X”的完整防爆合格证所允许，设备铭牌有包括温度组别在内的完整防爆标志。

15.2 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。可以采取下列措施：

- 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；或
- 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。

导体的长度宜尽可能短，因为计算和型式试验是基于导体长度为外壳对角线一半。保持短导体将确保平均长度不超过型式试验的基础。在最大允许电流下运行的额外导体长度，可能会使内部温度升高超过温度组别。

超过6根导线的导线束也可能使温度升高超过T6和/或对绝缘造成损坏，宜加以避免。

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（见表14中的示例）。

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；
- 不准许使用其他部件；
- 每个连接点只允许有一根导体。

15.3 接线端子

一些端子（例如槽形端子），可允许连接多根导体，如果多根导体连接在一个接线端子上，应确保每根导体都夹牢。

除非制造商文件允许，两根不同截面积的导体不应连接到一个端子上，但是可以先将两根导体用单个压紧套箍或制造商规定的其他方式夹紧，然后连接到一个端子上。

为了避免接线端子排上相邻导体之间短路造成危险，每个导体的绝缘应连续到端子的金属部分为止。

如果使用单螺钉鞍形垫圈固定单根导体，除非设备文件允许不用“U”形夹紧，否则导体围绕螺钉处宜弯成“U”形。

15.4 与横截面和允许连续电流相关的最大导体数量

如果可能有多个值的组合，则制造商可以表格形式给出信息。如果使用不同电流值和/或横截面的组合，则宜由安装者使用表格进行计算。计算示例如表14所示。如果不是所有端子同时加负载，则也可以使用负载系数进行计算。

表14 定义的端子/导线布置示例——与横截面和允许连续电流相关的最大导线数量

电流 A	导线数量 ^a （基于横截面积mm ² ）			
	1.5	2.5	4	6
3	a	a	a	a

6	a	a	a	a
10	40	a	a	a
16	13	26	a	a
20	5	15	30	a
25	b	7	17	33
35	b	b	3	12
50	b	b	b	b
63	b	b	b	b
最大端子数量	20	13	15	16
注：所有的引入导线和内部连接均视为导线，接地线除外。				
当使用本表时，可考虑符合 GB/T 7251.1 规定的分散因数或额定负载因数。当按相应比例使用表中数值时，允许使用不同横截面积和电流的最大尺寸导线。				
^a 任何其他数量的导体和端子。 ^b 制造商设计（用发热算法）。				

横截面积/mm ²	电流/A	份数	=	利用率
1.5	10	20/40	=	50%
2.5	20	5/15	=	33.3%
4	25	2/17	=	11.7%
		总数<100%	=	95.0%

16 对本质安全型“i”的附加要求

16.1 通则

安装本质安全电路时应认识到，其保护原理与其他防爆型式有着本质的差异。应保护本质安全电路的完整性不受来自其他电源的能量的干扰，使其即使在发生电路断路、短路或接地时也不会超过电路的安全能量极限值。除非另有说明，该原理同样适用于 II 类和 III 类本质安全装置和关联装置的本质安全电路。

关联装置宜位于危险场所之外，或者如果安装在危险场所内，则应按照第 5 章的规定提供另一种适当的防爆型式。

如果本质安全特性可能因湿气或灰尘进入或因接触导电部件而受损害，且为了防止未经授权的干扰和损坏，本质安全装置和关联装置（如安全栅）的元件和内部布线应安装在适当的外壳内。如果其他安装方法提供了类似的完整性防止干扰和损坏，则也可使用。

根据这一原理，本质安全电路电气安装规定的目的，就是要保持本质安全电路与其他电路隔离。除非另有说明，对本质安全电路的要求应适用于所有保护等级（“ia”“ib”和“ic”）。

16.2 符合 EPL Gb 或 Gc 和 Db 或 Dc 要求的安装

16.2.1 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符合 GB/T 3836.4 要求的至少“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符合 GB/T 3836.4 要求的至少“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符合GB/T 3836.4对Ⅲ类要求的至少“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符合GB/T 3836.4对Ⅲ类要求的至少“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。

当预期短路电流存在较高故障水平时，可在上游用适当的熔断器或保护限制预期短路电流。

当在关联装置上标志的 U_m 小于250 V时，应按照下列方法之一进行安装：

- a) 当 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GB/T 19212.7或技术上等效标准的安全隔离变压器进行安装；
- c) 直接连接到符合GB 4943（所有部分）、GB 4793.1或技术上等效标准的装置上；
- d) 直接由电池供电。

构成本质安全系统一部分的所有装置，在合理可行的情况下，宜标志为本质安全系统的一部分。电缆标志另见16.2.2.6。

16.2.2 电缆

16.2.2.1 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电压或500 V a. c.（700 V d. c.）介电试验，以更高者为准。

爆炸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。

16.2.2.2 电缆的电气参数

对使用的所有电缆的电气参数（ C_c 和 L_c ）或（ C_c 和 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；

注：附录J详细说明了确定相关参数的方法。

- c) 2200 pF/m以及1 μ H/m或30 μ H/ Ω ，由两芯或三芯常规结构的电缆（有或没有屏蔽）互相连接。

如果使用FISCO或FNICO系统，电缆参数的要求应符合GB/T 3836.18。

16.2.2.3 导电屏蔽的接地

如果要求有屏蔽，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。本要求是为了防止在可用于接地的点之间有电位差时，可能出现危险的屏蔽环路电流。

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分支电路在屏蔽电缆中，屏蔽应在一点与等电位连接系统连接。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（通常不小于4 mm²，但16 mm²对夹紧连接更合适）；
 - 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；

- 绝缘接地导线符合9.3.7的要求；
 - 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16.2.2.5的要求。
- b) 如果通过有效的安装和维护，保证了电路各端（即危险场所和非危险场所之间）的等电位，那么，如果需要，电缆屏蔽在电缆两个终端均可接地，如有要求，可以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 500V陶瓷电容器）多点接地。

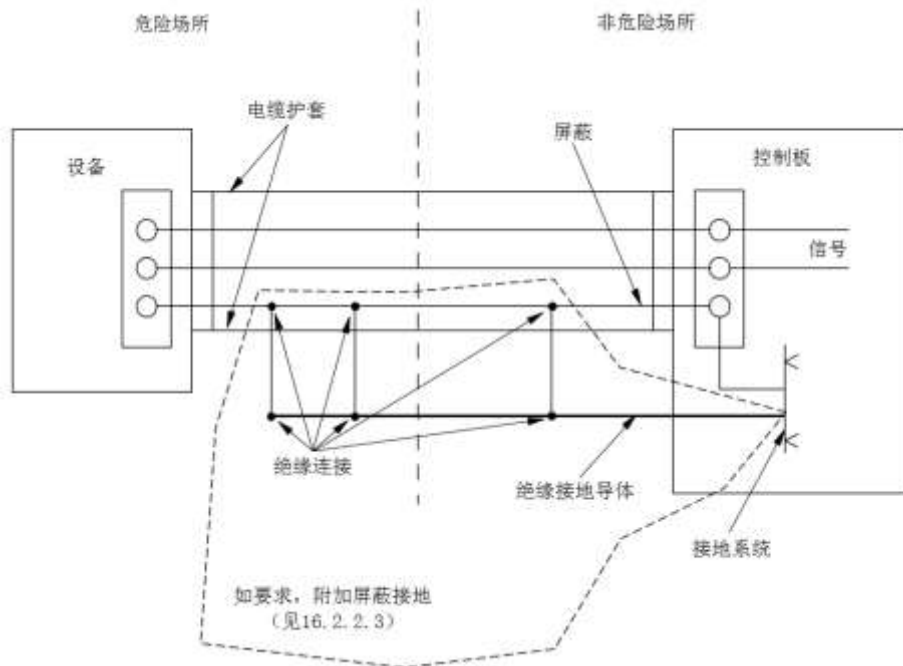


图2 导电屏蔽的接地

16.2.2.4 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。

如果铠装在电缆引入点处等电位连接不可行，或者设计要求不允许这样，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。

16.2.2.5 电缆和布线的安装

16.2.2.5.1 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。这能够通过例如屏蔽和/或绞合芯线或与电场或磁场保持足够距离等来实现。

除9.3.7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。可以通过下列方式实现：

- a) 不同类型的电路电缆隔离；或
- b) 电缆在布置时防止机械损伤风险（另见9.3.7）；或
- c) 对至少一种类型的电路使用铠装、金属护套或屏蔽电缆（例如，所有非本质安全电路使用铠

装电缆，或所有本质安全电路铠装)。

16.2.2.5.2 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，16.6允许的情况除外。

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，16.2.2.7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。

16.2.2.5.3 电缆中未使用的芯线

电缆中未使用的每根芯线应：

- 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；或
- 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。

注：使用热缩管或将未使用的芯线端接在适当的端子上将满足16.2.2.5.3的要求。

16.2.2.6 电缆的标志

含有本质安全电路的电缆应有标志（下面情况除外），以表明是本质安全电路的一部分。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。

16.2.2.7 承载有多个本质安全电路的电缆

本条的要求是对16.2.2.1~16.2.2.6的补充。

电缆可以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，16.6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16.2.2.8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。

介电强度试验应按有关电缆标准规定的方法进行。如果没有这样的试验方法，应按照GB/T 3836.4规定的介电强度试验进行。

注：能通过提供电缆供应商或制造商或安装单位的测试证据来满足上述要求。

16.2.2.8 承载有多个本质安全电路的电缆类型和适用的故障考虑

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

——A型：

电缆符合16.2.2.7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16.2.2.7的要求。另外，电缆中电路的最高电压 U_0 不超过60 V。不考虑电路间出现故障。

——C型：

对于电缆满足16.2.2.7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。

16.2.3 本质安全电路的接地

本质安全电路应：

- a) 与地隔离；或
- b) 连接在等电位连接系统上的一点，如果该等电位连接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电路，并且每个分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 MΩ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，也可以接地。如果本质安全装置不承受GB/T 3836.4规定的500 V a. c.对地介电强度试验，可假定设备接地。

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连接导体，则不必符合a)或b)的要求。这种情况宜由有能力的人员认真考虑以避免循环故障电流引起的危险。在需要满足EPL Ga装置的要求时，宜特别注意。如果使用等电位连接导体，宜与场所相适用，铜线的横截面积至少4 mm²，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：

- a) 通过尽可能短的路径与等电位连接系统连接；或
- 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 Ω，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：

- 至少两根导体，每根导体额定负载都能承受能够连续通过的最大电流，每根导体为截面积至少为1.5 mm²的铜导体；或
- 至少一根截面积至少为4 mm²的铜导体。

宜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，宜特别注意确保连接的连续完整性。

16.2.4 本质安全电路的检查

16.2.4.1 通则

除非有系统证书对全部本质安全电路参数作出规定，否则16.2.4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感、电容或 L/R 比以及表面温度。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分类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分类。

具有一个以上线性电流/电压特性关联装置的本质安全电路的检查应符合附录J的规定。

16.2.4.2 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，包括互联布线的参数予以规定。

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。文件的准备和维护宜使与具体装置有关的所有信息易于获取。

注：系统描述图纸和安装图纸的可能格式见GB/T 3836.18。

16.2.4.3 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 应分别大于或等于电源的输出电压 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设备的最低气体类别相同（例如，电路上有II B及II C类设备，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设备的最低保护等级相同（例如，电路上有“ib”和“ic”等级的设备，则电路的保护等级为“ic”）。

系统中所有连接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。

注1：进一步信息见GB/T 3836.18。

注2：II A类无进一步限制。

注3：所有连接的装置，包括可以没有制造商列出的 L_o 和 C_o 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 比，除非所有连接装置的总电感大于 L_o 的1%。当所有连接设备的总电感大于 L_o 的1%时，则应按照GB/T 3836.18重新计算电缆的允许 L/R 比。

一旦确定极限 L/R 比，电缆的 L/R 比应小于极限比，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 比。

注4：确定电缆参数的指南见16.2.2.2。

16.2.4.4 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按照GB/T 3836.4及GB/T 3836.18的要求进行火花点燃试验，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。

需要考虑从电路其他部分的电压和电流反馈到关联装置的危险。每个关联装置内的限压和限流元件的额定值应不被其他关联装置的输出电压 U_0 和输入电流 I_0 相应组合超过。

注1：对具有线性电流/电压特性的关联装置，计算依据见附录L。对具有非线性电流/电压特性的关联装置，能利用GB/T 3836.18中的非线性和线性本质安全电路互连指南和/或寻求专家的建议。

注2：如果已知本质安全电路关联装置的内部电阻 $R_0 = U_0 / I_0$ （线性特性符合GB/T 3836.18），那么也能利用GB/T 3836.18中给出的有多个电源的电路评定方法。

16.3 符合 EPL Ga 或 Da 级要求的安装

本质安全电路的安装应符合16.2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装置时，本质安全装置及关联装置应符合GB/T 3836.4对“ia”等级的要求。电路（包括所有简单装置、本质安全装置、关联装置和内部连接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GB/T 3836.4对III类要求的至少“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，由于等电位连接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16.2.3第二个列项中的项b)，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。

如果本质安全电路分为多个分支电路，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1：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。

如果由于功能原因要求电路接地，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。

如果电路接地是电路操作中固有的，例如通过接地热电偶或电导探针接地，则宜是唯一的接地连接，除非能够证明一个以上的接地连接不会引起故障。

如果部分本质安全电路安装在要求EPL Ga级或Da级的场所，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危险，例如通过大气电产生的电位差，则应在电缆的每个非接地等电位连接的芯线和现场结构件之间安装浪涌保护器。宜尽可能合理地接近，最好是距要求EPL Ga级或Da级的场所入口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。高危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高电位差造成的危险。

浪涌保护器应能转移最小为10 kA的峰值放电电流（按照GB/T 16927.1，8/20 μ s脉冲，10次）。保护装置和现场结构件之间应至少用截面积相当于4 mm²的铜导体连接。

浪涌保护器的跳火电压应由用户和安装方面的专业人员来确定。

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

注2：使用浪涌保护器的详细指南见附录M。

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

16.4 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任何一方（包括制造商或安装方）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。

还可标志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。

简单装置在3.5.5中定义，包括：

- a) 无源元件，例如开关、接线盒、电阻器和简单的半导体器件；
- b) 由简单电路中的单个元件组成的储能源，具有明确的参数，例如电容器或电感器，其值在确定系统的总体安全性时已予以考虑；
- c) 产生能量的源，例如热电偶和光电管，产生电压不超过1.5 V、电流不超过100 mA的和功率不超过25 mW。

简单装置也应符合GB/T 3836.4的相关要求。

注1：对于简单装置，GB/T 3836.4排除了对防爆设备的正常标志。

对于简单装置，能从关联装置的 P_0 值确定最高温度以得出温度组别。

最高表面温度应按照以下公式计算：

$$T = P_0 R_{th} + T_{amb}$$

式中：

T ——表面温度，单位为摄氏度（℃）；

P_0 ——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（℃）。

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15中针对不同环境温度给出的值，则可指定为温度组别T4。

表15 II类设备最大功耗随环境温度的变化

最高环境温度/℃	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℃，可划分为T4；
- b) 表面积大于20 mm²但小于1000 mm²的元件（不包括导线），如果表面温度不超过200℃，可划分为T4；
- c) 表面积小于1000 mm²的元件（不包括导线），如果表面温度不超过150℃，可划分为T5。

注2：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GB/T 3836.4提供其他间隔方式。

除非文件特别允许，否则简单装置不宜将本质安全电路互连。

注3：端子的隔离和间隔要求源自GB/T 3836.4。

能假定本质安全电路中的接线盒和开关温升小于40 K，因此在环境温度不超过40℃时能具有T6温度组别，在环境温度不超过55℃时T5温度组别，在环境温度不超过80℃时T4温度组别。

16.5 接线盒

16.5.1 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。如果其他安装方法提供了类似的完整性防止干扰和损坏，则也可使用。

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至少为3 mm。

接线盒宜标志有“警告：本质安全电路”或技术上等效的文字。

注：使用具有适当额定值的增安型端子的增安型外壳将满足16.5.2和16.5.3的要求。

16.5.2 仅有一个本质安全电路的接线盒

对一个本质安全电路没有附加要求。

16.5.3 有多个本质安全电路的接线盒

除非对组合的评定证明，本质安全电路组合的本质安全性能没有受到损害，否则为了保持本质安全的要求，接线盒应符合以下最低要求：

——除16.5.1中的外壳要求外，外壳还应符合GB/T 3836.1中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）；

注：GB/T 3836.1中对非金属外壳和外壳非金属部件的要求包括对例如抗冲击性、耐光性和人工老化的考虑。

GB/T 3836.1中对金属外壳和外壳金属部件的要求包括对例如抗冲击性能和合金中轻金属含量的考虑。

——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。

16.5.4 有非本质安全电路和本质安全电路的接线盒

除16.5.3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项目应完全符合适当的防爆技术；
- 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GB/T 3836.4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内盖保护的非本质安全电路”。

注：内盖（如安装）的目的是在外壳短时间打开以允许本质安全电路的带电维护时，提供最低可接受程度的保护以防止接触带电非本质安全电路。盖子不是用于防止电击。

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。

该标志可采用颜色，在这种情况下应为浅蓝色，而其他颜色应为非蓝色。

16.5.5 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。

如果连接装置带有接地电路并且防爆型式与接地有关，则连接装置宜按照GB/T 3836.4对接地导体、连接件和接线端子的相关要求设置。

16.6 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，如果本质安全电路符合GB/T 3836.4的要求、非本质安全电路的保护符合GB/T 3836（所有部分）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。

17 对正压外壳“p”的附加要求

17.1 通则

仅应安装具有完整证书的Ex“p”设备。

仅有元件证书（即带有符号“U”）的Ex“p”外壳和元件不应安装在危险场所内。

此外，不应安装与经认证的控制/换气装置一起使用的未认证外壳（工业外壳）。始终要求整个装置和控制/换气装置以及关联装置作为整体进行认证。

仅有元件证书（即带有符号“U”）的正压外壳和元件，不应安装在危险场所内，除非它们是元件组件（现在称为设备）的一部分，且设备中的元件被带“X”的完整防爆合格证所允许，设备铭牌有包括温度组别在内的完整防爆标志。

17.2 正压外壳“p”

17.2.1 通则

除进行整体评定之外，应检查整套装置是否符合设备文件的要求和本文件的要求。

所需的防爆型式“pxb”“pyb”或“pzc”由场所的EPL要求以及外壳内是否含有不符合Gc或Dc的设备确定，见表16。

表16 防爆型式的确定
(外壳内没有可燃性物质释放源)

EPL	外壳内含有不符合EPL Gc或Dc要求的设备	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
GB/T 3836.5要求“pyb”型设备仅包含II类EPL Ga、Gb或Gc，III类EPL Da、Db或Dc的设备。		

17.2.2 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。
- 上述二种情况均应至少为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。

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。

管道位置宜尽可能设置在非危险场所。如果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。

保护气体管道出口宜设在非危险场所，否则应按表17安装能阻挡火花和颗粒的装置（该装置用于防止能引燃的火花或颗粒吹出）。

注：在换气时管道出口可能会存在一个小的危险场所。

表17 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
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, 宜安装在非危险场所。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, 则这些供压设备应有相应的防爆措施。

17.2.3 正压故障时采取的措施

17.2.3.1 通则

正压控制系统有时配有“超驰控制装置”或“维护开关”, 在失去正压时, 例如外壳门被打开时, 允许正压外壳内部件仍然带电。

只有对具体位置进行了评定确保在使用阶段不存在潜在可燃性气体/蒸气或粉尘(“不含气”或“不含粉尘”情况), 这类装置才应用于危险场所。如果在这些条件下运行时探测到有可燃性气体/蒸气或粉尘, 正压外壳内部件宜立刻断电, 并且重新换气或粉尘清扫后方可再次运行。

对EPL Gb和Gc, 如果手动超驰时在该区域探测到可燃性气体, 则重新恢复正压后只需对外壳重新进行换气即可。

17.2.3.2 无内部释放源的设备

17.2.3.2.1 通则

如果装置含有无内部释放源的设备, 在保护气体出现正压故障时, 应满足表18的要求。

通过静态正压保护的的正压外壳, 如果失压, 宜移动到非危险场所再充气。

如果使用静态正压, 在压力损失时, 压力监测设备应锁定, 并且仅应在再充气压力恢复后方可复位。

表18 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不符合EPL Gc或Dc的设备	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 (17.2.3.2.2和17.2.3.2.3适用)	报警 ^b (17.2.3.2.3适用)
Gc或Dc	报警 ^b (17.2.3.2.3适用)	无正压要求
宜尽快地恢复正压, 任何情况下宜在24 h内。在正压故障的这段时间内, 宜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, 宜至少要有报警。 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, 宜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。		
^a 如果自动断电会引起更大的危险, 宜采取其他预防措施, 例如加倍供应保护气体。 ^b 如果报警, 宜立即采取措施, 例如恢复整个系统完整性。		

17.2.3.2.2 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。

此外,也可能需要声音或可视警报。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。

如果自动断电会引起更大的危险,宜采取其他预防措施,例如加倍供应保护气体。

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,宜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。

17.2.3.2.3 报警

当内部压力或保护气体流量低于规定的最低值时,操作人员随即看到的信号应显示出压力损失。正压保护系统应尽快恢复,或者应手动切断电源。

17.2.3.3 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。

特别地,内置系统需要但实际上并未随设备提供的安全装置,例如样品限流量计、压力调节器或管路阻火器,这些宜由用户配置。

如果正压外壳内有内部内置系统,并且允许工艺介质或气体进入外壳,宜考虑正压气体泄漏到工艺系统的可能性及其影响。例如,如果内置系统中的低压工艺气体压力低于正压空气的压力,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。

如果保护气体发生故障,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宜由用户决定采取的措施,并且至少考虑下列情况:

- 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,适合要求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,在压力损失后外壳宜重新换气,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。

如果试样气体的爆炸上限(UEL)很高,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。

17.2.4 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,则几个外壳可以采取共用的保护措施。

如果共用保护装置,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。

17.2.5 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%），则可以不进行换气。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。

17.2.6 接通电源（Ⅲ类）

不准许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。

17.2.7 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。

如果用空气做为保护气体，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。

宜注意保持外壳入口处保护气体的温度不超过40℃。在特殊情况下，温度可以更高，或者也可以要求较低温度，但应在正压外壳上标志出温度。

在某些情况下，如果需保持设备正常运行，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宜有标志，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！”

17.3 爆炸性气体环境用房间

17.3.1 正压房间和人工通风房间

正压房间“p”和人工通风房间“v”的要求在GB/T 3836.17中给出。

17.3.2 分析小屋

分析小屋中电气装置的要求在IEC/TR 60079-16和GB/T 29812中给出。

18 对“n”型设备的附加要求

18.1 通则

仅应安装具有完整证书的Ex“n”设备。

仅有元件证书（即带有符号“U”）的Ex“n”外壳和元件，不应安装在危险场所内，除非它们是元件组件（现在称为设备）的一部分，且设备中的元件被带“X”的完整防爆合格证所允许，设备铭牌有

包括温度组别在内的完整防爆标志。

“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。

注：“nL”限能设备已移至GB/T 3836.4成为“ic”，“nA”无火花装置已移至GB/T 3836.3成为“ec”，“nC”封闭式断路器装置已移至GB/T 3836.2成为“dc”。

18.2 “nR”设备

“nR”设备的安装方式应便于接近任何测试接口。

设备宜配置测试接口，以便在安装后和维护期间进行限制呼吸性能测试。另见GB/T 3836.8中给出的信息。

注：GB/T 3836.8中给出了某些类型灯具免除测试端口的情况。

宜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。

宜考虑太阳直接加热和其他热源或冷源对外壳的影响。

由于内部空气温度较高，设备断电时将爆炸性气体吸入外壳的风险增加时，不宜使用限制呼吸外壳来防止火花触点引起的点燃。还宜考虑这类设备的工作周期，因为当可燃气体或蒸气包围外壳时，设备断电的可能性增大。

19 对液浸型“o”的附加要求

19.1 通则

仅应安装具有完整证书的Ex“o”设备。

仅有元件证书（即带有符号“U”）的Ex“o”外壳和元件，不应安装在危险场所内，除非它们是元件组件（现在称为设备）的一部分，且设备中的元件被带“X”的完整防爆合格证所允许，设备铭牌有包括温度组别在内的完整防爆标志。

液浸型设备应按照制造商的文件规定进行安装。

注：更多的信息将包含在GB/T 3836.6中。

19.2 外部连接

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。

20 对充砂型“q”的附加要求

仅应安装具有完整证书的Ex“q”设备。

仅有元件证书（即带有符号“U”）的Ex“q”外壳和元件，不应安装在危险场所内，除非它们是元件组件（现在称为设备）的一部分，且设备中的元件被带“X”的完整防爆合格证所允许，设备铭牌有包括温度组别在内的完整防爆标志。

充砂型设备应按照制造商的文件规定进行安装。

21 对浇封型“m”的附加要求

仅应安装具有完整证书的Ex“m”设备。

仅有元件证书（即带有符号“U”）的Ex“m”外壳和元件，不应安装在危险场所内，除非它们是元件组件（现在称为设备）的一部分，且设备中的元件被带“X”的完整防爆合格证所允许，设备铭牌有包括温度组别在内的完整防爆标志。

浇封型设备应按照制造商的文件规定进行安装。

22 对光辐射“op”的附加要求

仅应安装具有完整证书的Ex“op”设备。

仅有元件证书（即带有符号“U”）的Ex“op”装置和元件，不应安装在危险场所内，除非它们是元件组件（现在称为设备）的一部分，且设备中的元件被带“X”的完整防爆合格证所允许，设备铭牌有包括温度组别在内的完整防爆标志。

光辐射设备应按照制造商的文件和附录N的规定进行安装。

23 对防粉尘点燃外壳“t”的附加要求

仅应安装具有完整证书的Ex“t”设备。

仅有元件证书（即带有符号“U”）的Ex“t”外壳和元件，不应安装在危险场所内，除非它们是元件组件（现在称为设备）的一部分，且设备中的元件被带“X”的完整防爆合格证所允许，设备铭牌有包括温度组别在内的完整防爆标志。

“t”型设备应按照制造商的文件和附录E的规定进行安装。

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

(资料性)

引用文件中国家标准与国际标准各部分之间的一致性程度

GB/T 3836 (所有部分) 与 IEC 60079 (所有部分) 之间的一致性程度如下:

- GB/T 3836.1-2021 爆炸性环境 第1部分: 设备 通用要求 (IEC 60079-0:2017, MOD);
- GB/T 3836.2-2021 爆炸性环境 第2部分: 由隔爆外壳“d”保护的的设备 (IEC 60079-1:2014, MOD);
- GB/T 3836.3-2021 爆炸性环境 第3部分: 由增安型“e”保护的的设备 (IEC 60079-7:2015, MOD);
- GB/T 3836.4-2021 爆炸性环境 第4部分: 由本质安全型“i”保护的的设备 (IEC 60079-11:2011, MOD);
- GB/T 3836.5-2021 爆炸性环境 第5部分: 由正压外壳“p”保护的的设备 (IEC 60079-2:2014, MOD);
- GB/T 3836.6-2017 爆炸性环境 第6部分: 由液浸型“o”保护的的设备 (IEC 60079-6:2015, MOD);
- GB/T 3836.7-2017 爆炸性环境 第7部分: 由充砂型“q”保护的的设备 (IEC 60079-5:2015, MOD);
- GB/T 3836.8-2021 爆炸性环境 第8部分: 由“n”型保护的的设备 (IEC 60079-15:2017, MOD);
- GB/T 3836.9-2021 爆炸性环境 第9部分: 由浇封型“m”保护的的设备 (IEC 60079-18:2014, MOD);
- GB/T 3836.13-2021 爆炸性环境 第13部分: 设备的修理、检修、修复和改造 (IEC 60079-19:2019, MOD);
- GB/T 3836.14-202× 爆炸性环境 第14部分: 爆炸性气体环境场所分类 (IEC 60079-10-1:2020, MOD);
- GB/T 3836.15-202× 爆炸性环境 第15部分: 电气装置的设计、选型和安装 (IEC 60079-14:2013, MOD);
- GB 3836.16-202× 爆炸性环境 第16部分: 电气装置的检查与维护 (IEC 60079-17:2013, MOD);
- GB/T 3836.17-2019 爆炸性环境 第17部分: 由正压房间“p”和人工通风房间“v”保护的的设备 (IEC 60079-13:2017, MOD);
- GB/T 3836.18-202× 爆炸性环境 第18部分: 本质安全电气系统 (IEC 60079-25:2020, MOD);
- GB 3836.20-202× 爆炸性环境 第20部分: 具有隔离部件或组合保护等级的设备 (IEC 60079-26:2021, MOD);
- GB/T 3836.22-202× 爆炸性环境 第22部分: 光辐射设备和传输系统的保护措施 (IEC 60079-28:2015, MOD);
- GB/T 3836.24-2017 爆炸性环境 第24部分: 由特殊型“s”保护的的设备 (IEC 60079-33:2012, MOD);
- GB/T 3836.25-2019 爆炸性环境 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 (IEC TS 60079-40:2015, MOD);
- GB/T 3836.26-2019 爆炸性环境 第26部分: 静电危害 指南 (IEC TS 60079-32-1:2013, MOD);
- GB/T 3836.27-2019 爆炸性环境 第27部分: 静电危害 试验 (IEC 60079-32-2:2015, MOD);

- GB/T 3836.31-2021 爆炸性环境 第31部分：由防粉尘点燃外壳“t”保护的 设备（IEC 60079-31:2013, NEQ）；
- GB/T 3836.32-2021 爆炸性环境 第32部分：电子控制火花时限本质安全系统（IEC TS 60079-39:2015, MOD）；
- GB/T 3836.33-2021 爆炸性环境 第33部分：严酷工作条件用设备（IEC TS 60079-43:2017, MOD）；
- GB/T 3836.34-2021 爆炸性环境 第34部分：成套设备（IEC TS 60079-46:2017, MOD）；
- GB/T 3836.35-2021 爆炸性环境 第35部分：爆炸性粉尘环境场所分类（IEC 60079-10-2:2015, MOD）；
- GB/T 3836.36-2022 爆炸性环境 第36部分：控制防爆设备潜在点燃源的电气安全装置（IEC TS 60079-42:2019, MOD）

GB 4943（所有部分）与IEC 60950（所有部分）之间的一致性程度如下：

- GB 4943.1-2011 信息技术设备 安全 第1部分：通用要求（IEC 60950-1:2005, MOD）；
- GB 4943.21-2019 信息技术设备 安全 第21部分：远程馈电（IEC 60950-21:2002, MOD）；
- GB 4943.22-2019 信息技术设备 安全 第22部分：室外安装设备（IEC 60950-22:2005, MOD）；
- GB 4943.23-2012 信息技术设备 安全 第23部分：大型数据存储设备（IEC 60950-23:2005, MOD）。

GB/T 20936（所有部分）与IEC 60079-29（所有部分）之间的一致性程度如下：

- GB/T 20936.1-2022 爆炸性环境用气体探测器 第1部分：可燃气体探测器性能要求（IEC 60079-29-1:2016, MOD）；
- GB/T 20936.2-202× 爆炸性环境用气体探测器 第2部分：可燃气体和氧气探测器的选型、安装、使用和维护（IEC 60079-29-2:2015, MOD）；
- GB/T 20936.3-2017 爆炸性环境用气体探测器 第3部分：固定式气体探测系统功能安全指南（IEC 60079-29-3:2014, MOD）；
- GB/T 20936.4-2017 爆炸性环境用气体探测器 第4部分：开放路径可燃气体探测器性能要求（IEC 60079-29-4:2009, MOD）。

附 录 C
(规范性)
设备初始检查表

注：检查表源自GB 3836.16的详细检查。

表C.1、表C.2和表C.3给出了设备检查表。

表C.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）	√	√	n
4	设备最高表面温度正确			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		√	n
19	封闭式断路装置和气密型装置无损坏			n
20	浇封元件无损坏		√	n
21	隔爆元件无损坏		√	n
22	限制呼吸外壳良好（仅“nR”）			n
23	测试接口（如安装）功能正常（仅“nR”）			n
24	呼吸操作良好（仅“nR”）	√	√	n
25	呼吸和排液装置良好	√	√	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、管线和/或导管密封良好	√	√	√
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（例如：连接牢固、导线截面足够）			
	——物理检查	√	√	√
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	符合特定使用条件（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 GB/T 3836.15 规定	√		
13	可变电电压和频率装置符合文件要求	√	√	√
	安装—加热系统			
14	温度传感器功能符合制造商文件	√	√	t
15	安全切断装置功能符合制造商文件	√	√	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_R 或 T_A 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C.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/或胶黏剂符合要求	√
10	螺栓和封堵件的类型正确、完整并紧固	
	——物理检查	√
11	不存在未经批准的修改	√
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	√
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、管线和/或导管密封良好	√
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	符合特定使用条件（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C.3 Ex “p” 和 “pD” 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/或胶粘剂满足要求	√
7	不存在未经批准的修改	√
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良好，例如：连接牢固、导线截面足够	
	——物理检查	√
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	√

GB 3836.15—20××

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	符合特定使用条件（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	√

附录 D

(规范性)

负责人、操作人员/技术人员和设计人员的知识、技能和资质

D.1 概述

本附录规定了本文件提及的人员应具备的知识、技能和资质。

D.2 知识和技能

D.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工艺过程负责，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，如果不能保证他们的实际技能至少符合D.2.2的要求，则他们自己不应直接参与选型和安装工作。

D.2.2 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) 理解工作许可证制度及与防爆有关的安全隔离的重要性。

D.2.3 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) 熟练掌握工作许可证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。

D.3 资质

D.3.1 通则

资质应与人员需要掌握的各种防爆技术适应。例如，有的人可能只胜任Ex “i” 设备的选型和安装，但不能完全胜任Ex “d” 开关装置或Ex “e” 电机的选型和安装。在这种情况下，在文件体系中应限定人员的实际技能。

D.3.2 负责人

负责人应能提供资质证明，证明其达到D.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 and 技能要求。

D.3.3 操作人员/技术人员

操作人员/技术人员应能提供资质证明，证明其达到D.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 and 技能要求。

他们还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。

D.3.4 设计人员

设计人员应能提供资质证明，证明其达到D.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 and 技能要求。

他们还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。

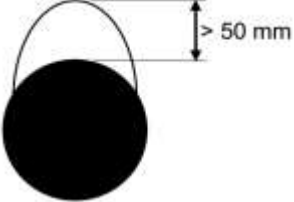
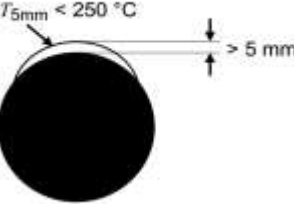
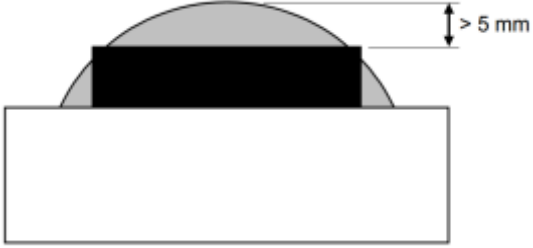
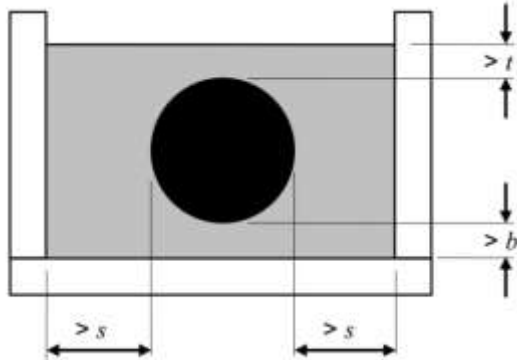
D.4 评定

应按照国家规定、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资质进行审核，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。

附录 E
(资料性)
超厚粉尘层示例

本附录提供了超厚粉尘层的四个示例（见图E.1）。

	<p>图E.1a) 设备顶部超厚粉尘层</p>
	<p>图E.1b) 设备顶部低点燃温度粉尘形成的超厚粉尘层</p>
	<p>图E.1c) 设备侧面的超厚粉尘层</p>
	<p>图E.1d) 完全浸没的设备</p> <p>通过实验研究限制设备底部粉尘层厚度b、设备侧面粉尘层厚度s和设备顶部粉尘层厚度t的尺寸。</p>

图E.1 符合实验室试验要求的超厚粉尘层示例

附录 F
(资料性)
极低环境温度下的电气装置

F.1 总则

由于温度极低，在选择用于极地气候的设备时宜采取特殊预防措施。

注1：标准环境温度范围为-20℃~40℃。适用于标准环境温度范围以外的设备相应地进行设计、试验、认证和标志。

注2：本附录目的是为在低温环境下使用的设备的正确设计、选择和安装提供指南。

F.2 电缆

在选择固定装置用电缆时，宜注意极低温度下绝缘材料的特性。宜特别注意电缆在这种低温下的工作温度和最小弯曲半径。

电缆的安装宜在适当的环境温度范围内进行。

F.3 电伴热系统

宜特别注意电阻式伴热器在这种低温下的冲击电流、工作温度、最小弯曲半径和热绝缘性能。

F.4 照明系统

F.4.1 总则

灯具的选择宜考虑到并非所有类型的灯具都能在这些温度下工作。

F.4.2 应急灯

应急灯的选择宜考虑到某些电池（例如镍镉电池）在这些温度下无法充电。

F.5 旋转电机

选择旋转电机时宜考虑适合这些低温的类型。

附录 G
(资料性)
爆炸性气体环境安全操作程序指南

在规定条件下执行安全操作程序，可允许在危险场所内使用点燃源。

特定场所经过评定后确保气体或蒸气不会出现，或者预期出现的量在规定的时间内不会达到可燃浓度，可以颁发安全操作许可证。该许可证可以规定进行连续的或周期性气体检测和/或在发生泄漏时采取的具体行动。

颁发安全操作许可证考虑的事项可包括：

- a) 规定许可证的起始日期/时间；
- b) 限定活动的场所；
- c) 规定许可活动的种类（例如柴油发电机、钻机）；
- d) 测量并合理地记录测量值，确认任何可燃性气体或蒸气不会出现可燃浓度；
- e) 规定抽样要求，确认可燃性气体或蒸气一直不会出现；
- f) 控制可能存在的可燃性气体或液体释放源；
- g) 规定紧急事件的应急方案；
- h) 规定许可证的有效日期/时间。

注：与安全操作许可证有效应用有关的文件资料、培训、控制及使用等重要方面的要求不属于本文件的范围。

附录 11
(资料性)
电缆限制呼吸试验

宜用一根长度为0.5 m的电缆安装在 $5\text{ L} \pm 0.2\text{ L}$ 的密封外壳中，在恒温条件下进行试验。如果至少为0.3 kPa（30 mm水柱）的内部过压降低0.15 kPa（15 mm水柱）所需的时间间隔不小于5 s，则认为电缆是可接受的。

试验时外壳完全密封以避免通过外壳间隙造成压力损失。

附录 1

(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 I.1。

表 I.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/小时	3
	>1/天	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或海上露天甲板。 ^c 暴露于含盐的大气。		

附录 J (资料性) 电缆参数的确定

J.1 测量

宜在测量设备工作频率为 $1\text{ kHz} \pm 0.1\text{ kHz}$ 、精度为 $\pm 1\%$ 的条件下测量电缆的电感和电容。宜利用精度为 $\pm 1\%$ 的直流设备测量电缆电阻。利用长度至少 10 m 的代表性电缆样品测出的结果可以接受。宜在 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的环境温度条件下进行测量。

当测量大电阻条件下的低电感值时，电感测量设备宜能正常运行。

如果可行，宜对电缆的单独终端开路 and 短路造成的所有可能的芯线组合进行测量。测出的最大电容、电感及 L/R 比宜作为电缆的参数使用。当有大量芯线时，仅宜利用会产生最大电感和电容值的芯线组合的代表性样品进行测量。

宜通过电缆的远距离终端开路，测量产生最大值的电线和屏蔽组合的电容，确定电缆的最大电容。例如，如果测量一个双线屏蔽电缆，那么在连接到屏蔽的一个芯线和其他芯线之间可能测出最大值。宜测量其他芯线和屏蔽组合确认该值，即最大电容。

宜通过两根相距最远的芯线，将远距离终端连接在一起测量最大电感。这条通路的直流电阻即用于计算电缆 L/R 比的电阻。

如果电缆是松散结构，弯曲并扭转电缆至少10次，电缆参数变化不宜超过 2% 。

进行这些测量时，能够将独立导体串联从而使电缆长度明显增加的故障组合不宜使用。当测量电容时，任何屏蔽层或未使用的芯线宜连接在一起，并且连接到被测电路的一端。

J.2 承载超过一个本质安全电路的电缆

J.2.1 总则

如果特定本质安全电路中使用的导体在承载超过一个本质安全电路的电缆中很容易识别出来，则仅宜考虑与这些特定导体有关的电缆参数。

J.2.2 A型电缆

如果一个电路中使用的所有导体都在同一个屏蔽层内，仅宜考虑屏蔽层内导体的相互连接及导体与屏蔽层的连接。如果导体在一个以上的屏蔽层内，宜利用相关屏蔽层中的所有相关导体进行测量。

J.2.3 B型电缆

当用于某一特定电路中的导体可以清晰地识别时，则仅宜对这些导体进行测量。如果不能清晰地识别时，宜考虑特定本质安全电路中使用的所有可能的导体组合。

J.2.4 C型电缆

本质安全系统有关的所有导体和任何屏蔽，可能由必需考虑的两个短路故障造成互联时，宜进行测量。

如果相关的导体不能清晰地识别时，与三个互联电路相关的所有导体与屏蔽层的可能组合都宜进行试验。

J.3 现场总线本质安全概念 (FISCO)

母线电缆的有效电容，由两个导体之间电容的每米电容 C' 得出，如果电缆有屏蔽，则每米附加电容也需要考虑。

电容的计算取决于总线电缆与屏蔽的电气连接。如果总线电路与接地屏蔽隔离，或者如果屏蔽均匀地排列在电源部件的正极和负极之间（现场总线对地平衡），则不仅允许电容导体/导体，而且允许导体/屏蔽与屏蔽/导体的串联电容。可以用下列公式得出：

$$C' = C'_{\text{导体/导体}} + 0.5C'_{\text{导体/屏蔽}}$$

如果屏蔽与电源部件的一个电极相连，则得出下列关系：

$$C' = C'_{\text{导体/导体}} + C'_{\text{导体/屏蔽}}$$

附录 K
(规范性)

具有一个以上线性电流/电压特性关联装置的本质安全电路的检查

K.1 通则

本质安全电路系统的电感和电容参数应按照GB/T 3836.4规定的点燃曲线，利用故障条件下系统每个点的 U_0 和 I_0 值确定。GB/T 3836.4规定的故障应施加在整个本安系统上而不是单个电气设备上。

上述要求能通过K.2和K.3中的计算程序来实现。

K.2 “ib”保护等级

即使所有关联装置为“ia”等级也应看做是“ib”等级。

注：降低保护等级是因为仅通过计算进行了评定而没有进行试验。

计算程序如下所述。

- a) 利用关联装置上规定的 U_0 和 I_0 值确定系统的最高电压和电流（见附录L）。
- b) 检查系统最大电流（ I_0 ）乘以1.5倍安全系数不超过GB/T 3836.4规定的电阻电路点燃曲线中相应设备类别系统最高电压（ U_0 ）得出的电流值。
- c) 最大允许电感（ L_0 ）是根据GB/T 3836.4中规定的相应设备类别的电感点燃曲线，由系统最大电流（ I_0 ）乘以1.5倍安全系数得出。
- d) 最大允许电容（ C_0 ）是根据GB/T 3836.4中规定的电容电路的相应点燃曲线，由最高系统电压（ U_0 ）乘以1.5倍安全系数得出。
- e) 检查最大允许 C_0 和 L_0 值是否满足16.2.4.3的要求。
- f) 检查 U_0 、 I_0 和 P_0 （其中 $P_0 = I_0 U_0 / 4$ ）是否满足16.2.4.3的要求。
- g) 按照16.2.4.3的要求，考虑相应设备类别的点燃曲线，确定系统的设备类别。
- h) 按照16.2.4.3的要求确定系统的温度组别（其中 $P_0 = I_0 U_0 / 4$ ）。

K.3 “ic”保护等级

“ic”级保护等级也可用类似的计算方法，使用的安全系数应为1。

附录 L

(资料性)

具有一个以上线性电流/电压特性关联装置的本质安全电路系统最大电流和最高电压的测定方法（依据附录 K）

L.1 具有线性电流/电压特性的本质安全电路

一个本质安全电路有二个或以上关联装置时（见16.2.4.4），可采用下列实用的方法，根据文件或铭牌上标定的每个关联装置的 U_o 、 I_o 值确定本质安全电路在故障条件下新的最大系统电压和电流值。

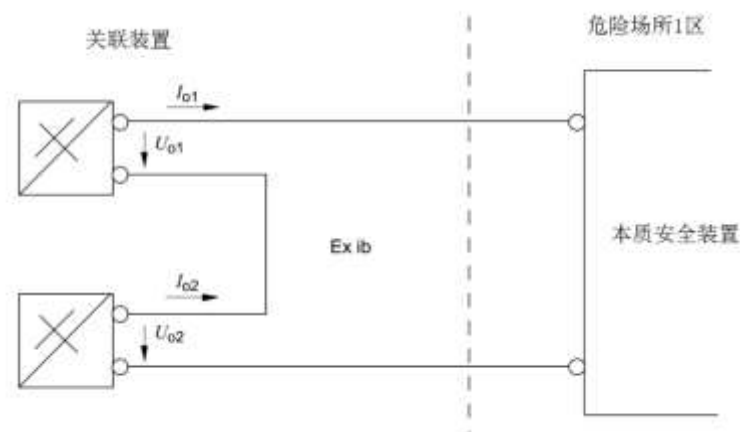
依据关联装置的本质安全端子互相连接确定设备的 U_o 和 I_o 值，在正常运行情况下和故障条件下，宜考虑以下因素：

- 仅电压相加；
- 仅电流相加；或
- 电压和电流都相加。

关联装置串联，并且本质安全电路与非本质安全电路间采用电隔离时（见图L.1），无论电路的极性如何，仅可能电压相加。

电源两极并联时，仅需电流相加（见图L.2）。

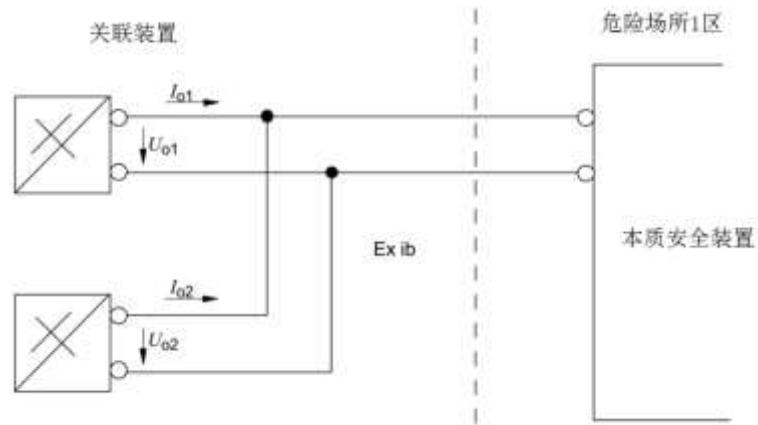
在所有其他情况下，电源极性可能进行任何互相连接（见图L.3），需要根据具体情况的故障条件，考虑串联还是并联连接。这种情况下，需要分别考虑电压相加和电流相加。



$$\text{新系统最大值: } U_o = \sum U_{oi} = U_{o1} + U_{o2}$$

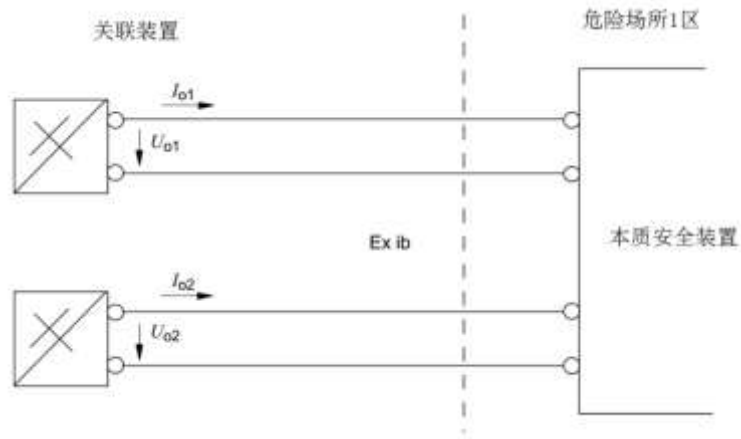
$$I_o = \max.(I_{oi})$$

图L.1 串联——电压相加



新系统最大值: $U_o = \max.(U_{oi})$
 $I_o = \sum I_{oi} = I_{o1} + I_{o2}$

图L.2 并联——电流相加



新系统最大值: $U_o = \sum U_{oi} = U_{o1} + U_{o2}$ 或 $U_o = \max.(U_{oi})$
 $I_o = \max.(I_{oi})$ $I_o = \sum I_{oi} = I_{o1} + I_{o2}$

图L.3 串联和并联——电压相加和电流相加

L.2 具有非线性电流/电压特性的本质安全电路

当有两个以上的关联装置，其中一个或多个关联装置具有非线性输出时，宜予以特别考虑。这种情况宜由一个有相应能力的人仔细考虑。详见GB/T 3836.18。

附录 M

(资料性)

本质安全电路的浪涌保护

M.1 概述

本附录用图示说明保护本安型电路免受附近雷电出现浪涌的一种可能的技术。只有对雷击概率危险性及其雷击后果风险分析表明需要这种保护类型时，才采用这种保护类型。该示例旨在说明需要进行必要的分析，该示例不是唯一可能的方案。

M.2 被保护的装置

图M.1所示是一个典型的设备，其中中性线直接连在接地网上。其他等电位连接技术也同样可以接受。温度敏感元件穿过装有可燃性材料储罐的法拉第笼。用有内部隔离的转换器把敏感元件的电阻转换到4 mA~20 mA。然后通过电隔离器把电流反馈到计算机输入网络。需要对隔离器、变换器和敏感元件的组合进行分析证明为本质安全电气系统。

M.3 雷电感应产生浪涌

一种可能的情况是，罐体在X点遭到雷击，产生的电流通过罐的底座和设备的等电位连接扩散。在罐顶(X)和计算机0电压等电位连接点(Y)之间将形成瞬态电压(通常60 kV)。瞬态电压会造成电气隔离器和变换器绝缘击穿，并且在罐的蒸汽空间内产生具有高爆炸概率的侧闪。

M.4 预防措施

可以在罐上安装浪涌抑制器，防止变送器分离，从而阻止罐内产生电位差。浪涌抑制器与罐等电位联结，保护法拉第笼。多元件浪涌抑制器限制电压偏移(60 V)至能够轻易为变送器隔离吸收的等级。

有必要使用第二个浪涌抑制器，防止电气隔离器电路和计算机输入电路受损。浪涌抑制器通常安装在非危险场所，并且按规定连接。隔离器上总的共模浪涌不会使电气隔离器内的隔离受过大冲击。

瞬变电压过程中，系统不具本质安全性能，但是大电流和高电压避开罐内最危险部位，而出现在互连电缆相对安全的位置。

系统在两个位置间接接地(等电位联结)，在瞬变期间流过的循环电流可能引起点燃。然而在正常运行时，间接接地不导电，并且在浪涌抑制网络的等电位连接件之间需要有比较高的电压(120 V)，使任何有效电流流过。这种电压不宜存在任何明显持续时间，因此该电路足够安全。

M.5 支持文件

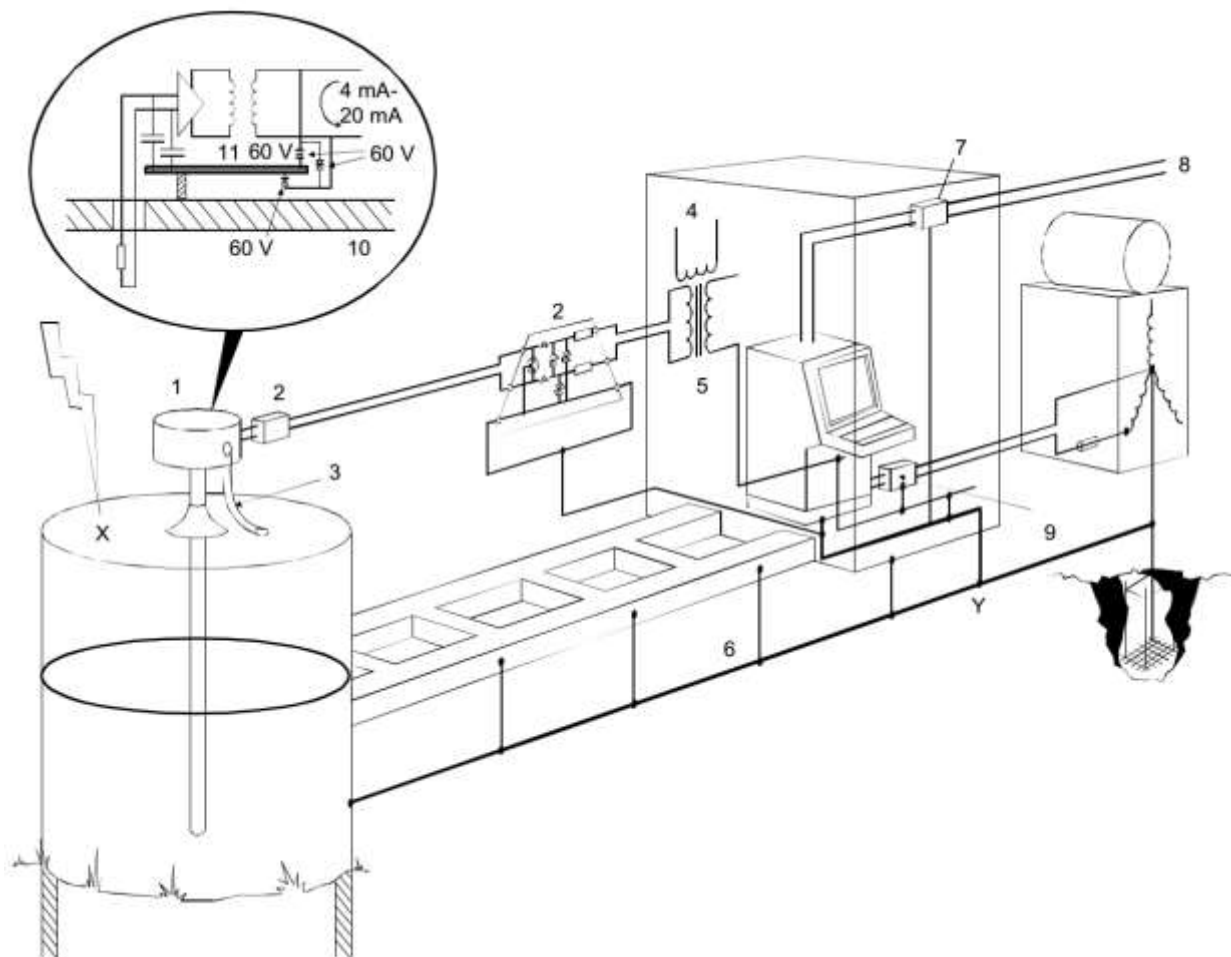
宜修改系统描述文件，加入安装浪涌抑制网络的内容。对它们正常运行时的作用，需要考虑对它们的有关特征值进行分析，可能包括小量的电容和电感值。

宜对在两个位置的间接接地予以记录和分析，给出合格的证据。

M.6 进一步保护

如果认为雷电是值得注意的问题，则宜考虑对仪表测量系统的主电源安装浪涌抑制器。总线承受的冲击可能对电源连接或信号连接用的电气隔离器造成破坏。符合EMC标准的正常要求，隐含着一定程度的抗扰性，但不足以抵抗多数雷电造成的浪涌冲击。

类似地，沿网络互连的其他可能的侵入途径，需要某种等级的浪涌保护。



标引序号说明：

- 1——转换器；
- 2——浪涌抑制器；
- 3——接地线；
- 4——电源；
- 5——电隔离器；
- 6——等电位跨接；
- 7——信号抑制器；
- 8——数据传输；
- 9——电源滤波抑制器；
- 10——箱体；
- 11——仪表壳体；
- X——罐项；
- Y——计算机0电压等电位连接点（Y）。

图M.1 仪表回路的浪涌保护示例

附 录 N
(规范性)
防爆型式“OP”的附加要求

N.1 通则

如果外壳装有透光部件，则从外壳中逸出的任何光辐射应为“op is”。

N.2 固有安全型光辐射“op is”

N.2.1 概述

固有安全型光辐射是指在正常条件或规定的故障条件下，不能产生足够能量以点燃特定爆炸性环境的辐射。其概念是光束强度被限制在低于点燃所需的强度。

空气中受光辐射的颗粒的点燃需要吸收一定量的能量、功率或辐照度。固有安全型概念适用于未受限制的辐射或设备内部的辐射。

N.2.2 改变横截面

不准许减少装置中使用的光缆的横截面。

N.2.3 耦合器

光纤耦合器中的光缆连接应确保不能向光纤中引入额外的能量。

N.3 保护型光辐射“op pr”

N.3.1 通则

这一概念要求把辐射限定在光纤或其他传输介质内，并且假定辐射不会从限制范围内逸出。在这种情况下，辐射限定措施决定了系统的安全水平。

根据假定条件（故障条件或正常运行）进行风险分析，提出安全要求。

光纤可以用在不存在外力导致保护层破裂的假设条件的情况。正常或异常运行过程中外力可能会造成损坏时，应采取附加保护措施（例如用加强型电缆、导管或电缆管道）。通过风险分析确定保护措施，防止光纤损坏和辐射逸出。

注：在正常运行条件下，光纤能防止光辐射释放到大气中。对于可预见的故障，可能通过额外的铠装、导管、电缆槽或电缆管道来实现。

N.3.2 外壳内的辐射

如果外壳符合现有的外壳内可存在点燃源的电气设备防爆型式，即隔爆型“d”、正压型“p”或限制呼吸型“nR”，则可接受外壳内的引燃性辐射。

N.4 带联锁装置的光学系统“op sh”

这种防爆型式适用于辐射不是固有安全的情况，如果限制失效，则使用联锁装置断开传输。断开发生在比点燃延迟时间短的适当时间范围内。

上述概念应符合GB/T 3836.22。

参考文献

- [1] GB/T 156 标准电压
- [2] GB/T 755 旋转电机 定额和性能
- [3] GB/T 2900 (所有部分) 电工术语
- [4] GB/T 2900.35 电工术语 爆炸性环境
- [5] GB/T 2900.71-2008 电工术语 电气装置
- [6] GB/T 3836.5 爆炸性环境 第5部分：由正压外壳“p”保护的的设备
- [7] GB/T 3836.6 爆炸性环境第6部分：由液浸型“o”保护的的设备
- [8] GB/T 3836.7 爆炸性环境 第7部分：由充砂型“q”保护的的设备
- [9] GB/T 3836.8 爆炸性环境 第8部分：由“n”型保护的的设备
- [10] GB/T 3836.9 爆炸性环境 第9部分：由浇封型“m”保护的的设备
- [11] GB/T 3836.12 爆炸性环境 第12部分：可燃性粉尘物质特性 试验方法
- [12] 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”保护的的设备
- [13] GB/T 3836.24 爆炸性环境 第18部分：本质安全电气系统
- [14] GB/T 3836.25 爆炸性环境 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
- [15] GB/T 3836.26 爆炸性环境 第26部分：静电危害 指南
- [16] GB/T 3836.27 爆炸性环境 第27部分：静电危害 试验
- [17] GB/T 3836.31 爆炸性环境 第31部分：由防粉尘点燃外壳“t”保护的的设备
- [18] GB/T 4208 外壳防护等级 (IP代码)
- [19] GB/T 4942 旋转电机整体结构的防护等级 (IP代码) 分级
- [20] GB/T 6829 剩余电流动作保护电器 (RCD) 的一般要求
- [21] GB/T 7251.1 低压成套开关设备和控制设备 第1部分：总则
- [22] GB 12158 防止静电事故通用导则
- [23] GB/T 16895 (所有部分) 低压电气装置
- [24] GB/T 16895.18 建筑物电气装置 第5-51部分：电气设备的选择和安装 通用规则
- [25] GB/T 16916.1 家用和类似用途的不带过电流保护的剩余电流动作断路器 (RCCB) 第1部分：一般规则
- [26] GB/T 18380 (所有部分) 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验
- [27] GB/T 18380.22 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第22部分：单根绝缘细电线电缆火焰垂直蔓延试验 扩散型火焰试验方法
- [28] GB/T 18616 爆炸性环境保护电缆用的波纹金属软管
- [29] GB/T 19518.1 爆炸性环境 电阻式伴热器 第1部分：通用和试验要求
- [30] GB/T 19518.2 爆炸性环境 电阻式伴热器 第2部分：设计、安装和维护指南
- [31] GB/T 20041.1 电缆管理用导管系统 第1部分：通用要求
- [32] GB/T 20041.23 电缆管理用导管系统 第23部分：柔性导管系统的特殊要求
- [33] GB/T 20936.2 爆炸性环境用气体探测器 第2部分：可燃气体和氧气探测器的选型、安装、使用和维护
- [34] GB/T 21209 用于电力传动系统的交流电机 应用导则
- [35] GB/T 21714.1 雷电防护 第1部分：总则
- [36] GB/T 21714.3-2015 雷电防护 第3部分：建筑物的物理损坏和生命危险
- [37] 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
- [38] 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

- [39] GB/T 29812 工业过程控制 分析小屋的安全
- [40] NB/T 42083 电力系统用固定型铅酸蓄电池安全运行使用技术规范
- [41] IEC TR 60079-16 Electrical apparatus for explosive gas atmospheres—Part 16:Artificial ventilation for the protection of analyzer (s) houses
- [42] CENELEC/EN 50272-2 Safety requirements for secondary batteries and battery installations—Part 2: Stationary batteries
- [43] CLC/TR 50427 Assessment of inadvertent ignition of flammable atmospheres by radio—frequency radiation—Guide