



中华人民共和国国家标准

GB/T 3836.29—2021

代替 GB 25286.5—2010, GB 25286.6—2010, GB 25286.8—2010

爆炸性环境 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”

Explosive atmospheres—

Part 29: Non-electrical equipment for explosive atmospheres—Constructional
safety “c”, control of ignition source “b”, liquid immersion “k”

(ISO 80079-37:2016, Explosive atmospheres—Part 37: Non-electrical
equipment for explosive atmospheres—Non-electrical type of protection
constructional safety “c”, control of ignition source “b”,
liquid immersion “k”, MOD)

2021-10-11 发布

2022-05-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
爆炸性环境
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”

GB/T 3836.29—2021

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址:www.spc.org.cn

服务热线:400-168-0010

2021 年 10 月第一版

*

书号:155066·1-68730

版权专有 侵权必究

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 2

4 适用性确定 3

5 结构安全型“c”设备的要求 3

 5.1 通用要求 3

 5.2 防护等级 3

 5.3 活动部件的密封 4

 5.4 设备润滑剂/冷却剂/液体 4

 5.5 振动 4

 5.6 活动部件要求 4

 5.7 轴承要求 5

 5.8 动力传动系统要求 6

 5.9 离合器和联轴器要求 8

 5.10 柔性联轴器 8

 5.11 制动器和制动系统要求 9

 5.12 弹簧和受力元件要求 9

 5.13 传送带要求 9

6 控制点燃源型“b”设备的要求 10

 6.1 通则 10

 6.2 控制参数的确定 10

 6.3 防止点燃系统的设计与设置 11

 6.4 传感器和执行器的防点燃保护 11

 6.5 防点燃保护型式 11

7 液浸型“k”设备的要求 13

 7.1 最大/最小限值的确定 13

 7.2 保护液体 14

 7.3 设备结构 14

8 型式试验 15

 8.1 结构安全型“c”设备的型式试验 15

 8.2 控制点燃源型“b”设备的型式试验 15

 8.3 液浸型“k”设备的型式试验 16

9 文件 16

 9.1 结构安全型“c”设备的文件 16

9.2 控制点燃源型“b”设备的文件 16

9.3 液浸型“k”设备的文件 17

10 标志 17

10.1 通则 17

10.2 安全装置 17

附录 A (资料性) 方法和应用:具有防爆型式“c”的设备 18

附录 B (规范性) 试验要求 27

附录 C (资料性) 方法:具有防爆型式“b”的设备 29

附录 D (资料性) 分配用于设备的所需防点燃保护型式以实现不同 EPL 的方法 30

附录 E (资料性) 关于功能安全概念的信息 31

参考文献 32

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29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：场所分类 爆炸性气体环境；
- 第15部分：电气装置的设计、选型和安装；
- 第16部分：电气装置的检查与维护；
- 第17部分：由正压房间“p”和人工通风房间“v”保护的的设备；
- 第18部分：本质安全电气系统；
- 第20部分：设备保护级别(EPL)为 Ga 级的设备；
- 第21部分：设备生产质量体系的应用；
- 第22部分：光辐射设备和传输系统的保护措施；
- 第23部分：用于瓦斯和/或煤尘环境的 I 类 EPL Ma 级设备；
- 第24部分：由特殊型“s”保护的的设备；
- 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 and 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。

本文件代替 GB 25286.5—2010《爆炸性环境用非电气设备 第5部分：结构安全型“c”》、GB 25286.6—2010《爆炸性环境用非电气设备 第6部分：控制点燃源型“b”》和 GB 25286.8—2010《爆炸性环境用非电气设备 第8部分：液浸型“k”》。本文件整合了 GB 25286.5—2010、GB 25286.6—2010、GB 25286.8—

2010 的主要内容,与 GB 25286.5—2010、GB 25286.6—2010、GB 25286.8—2010 相比,除结构调整和编辑性改动外,主要技术变化如下:

- 更改了控制点燃源“b”型的应用(见 6.5.3,GB 25286.6—2010 的 8.3);
- 增加了结构安全型“c”和控制点燃源型“b”设备的文件要求(见 9.1、9.2);
- 更改了标志要求(见第 10 章,GB 25286.5—2010 的第 12 章、GB 25286.6—2010 的第 11 章、GB 25286.8—2010 的第 10 章)。

本文件使用重新起草法修改采用 ISO 80079-37:2016《爆炸性环境 第 37 部分:爆炸性环境用非电气设备 非电气防爆型式结构安全型“c”、控制点燃源型“b”、液浸型“k”》。

本文件与 ISO 80079-37:2016 的技术性差异及其原因如下:

- 关于规范性引用文件,本文件做了具有技术性差异的调整,以适应我国的技术条件,调整的情况集中反映在第 2 章“规范性引用文件”中,具体调整如下:
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 3766 代替了 ISO 4413(见 5.8.5.2);
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 3836.1 代替了 IEC 60079-0(见第 3 章);
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 3836.26 代替了 IEC TS 60079-32-1(见 5.13.1);
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 3836.28—2021 代替了 ISO 80079-36:2016(见第 1 章);
 - 用等同采用国际标准的 GB/T 4208 代替了 IEC 60529(见 7.3.3);
 - 用等同采用国际标准的 GB/T 6391 代替了 ISO 281(见 5.7.1);
 - 用等同采用国际标准的 GB/T 7932 代替了 ISO 4414(见 5.8.5.3);
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 10715 代替了 ISO 1813(见 5.8.2.2);
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 32072 代替了 ISO 9563(见 5.8.2.2);
 - 删除了 ISO 19353,并将对应的 GB/T 23819 移至参考文献;
 - 删除了 EN 13237,并移至参考文献;
 - 删除了 EN 13501-1,并移至参考文献。

本文件做了下列编辑性修改:

- 为与现有标准系列一致,将本文件名称修改为《爆炸性环境 第 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 1 章明确了本文件的适用范围;
- 3.1 中增加了关于附录 A 的注;
- 修改了 5.1 中关于文件的注;
- 修改了参考文献。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电器工业协会提出。

本文件由全国防爆电气设备标准化技术委员会(SAC/TC 9)归口。

本文件起草单位:南阳防爆电气研究所有限公司、中海油天津化工研究设计院有限公司、上海仪器仪表自控系统检验测试所有限公司、大连海密梯克泵业有限公司、杭叉集团股份有限公司、衡阳合力工业车辆有限公司、江阴市富仁高科股份有限公司、卧龙电气南阳防爆集团股份有限公司、创正电气股份有限公司。

本文件主要起草人:张刚、王军、乔秦、王巧立、徐海江、邹立莉、黄晓平、曾昆雷、徐东成、来海丰、周立勋、谢晓川。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为:

- GB 25286.5—2010;
- GB 25286.6—2010;
- GB 25286.8—2010。

引 言

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

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

非电气设备(机械设备)用于爆炸性环境时,也需要考虑防爆要求。在该技术的标准化方面,我国于2010年参考 EN 标准制定了关于爆炸性气体环境用非电气设备的 GB 25286(所有部分),由通用要求部

分和五个防爆型式部分组成。上述标准发布实施以来,非电气防爆技术有了一定的新发展。在国际标准方面,基于 EN 标准于 2016 年发布了 ISO 80079-36:2016 和 ISO 80079-37:2016,分别规定了爆炸性环境用非电气设备通用要求和专用防爆型式要求,其主要技术内容也能适用于我国的情况。为适应防爆技术和产业发展,并与国际标准发展相一致,需要对 GB 25286 进行整体修订,纳入 GB/T 3836,其中的 GB 25286.5、GB 25286.6、GB 25286.8 三个部分整合为一个部分。

本次修订在采用 ISO 80079-37:2016《爆炸性环境 第 37 部分:爆炸性环境用非电气设备 非电气防爆型式结构安全型“c”、控制点燃源型“b”、液浸型“k”》主要技术内容的基础上,进行了适当的修改以适应我国的具体情况。本文件作为非电气设备专用防爆型式部分,是对 GB/T 3836.28 非电气设备防爆通用要求的补充和修改。

爆炸性环境

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”

1 范围

本文件规定了采用结构安全型“c”、控制点燃源型“b”、液浸型“k”防爆型式的爆炸性环境用非电气设备的设计和结构要求。

本文件适用于采用结构安全型“c”、控制点燃源型“b”、液浸型“k”防爆型式的 Ex 设备、Ex 元件、防护系统、装置及这些产品的装配体。

本文件是对 GB/T 3836.28—2021 要求的补充和修改，当本文件的要求与 GB/T 3836.28—2021 的要求有冲突时，本文件的要求优先。

没有附加保护措施情况下，防爆型式“c”“k”和“b”不适用于 I 类 EPL Ma 设备。

本文件规定的防点燃保护型式可以单独使用，也可与其他防点燃保护型式一起使用，满足按照 GB/T 3836.28—2021 中的点燃危险评定确定的 I 类、II 类或 III 类设备的要求。

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 3766 液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求（GB/T 3766—2015，ISO 4413：2010，MOD）

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

GB/T 3836.26 爆炸性环境 第 26 部分：静电危害 指南（GB/T 3836.26—2019，IEC TS 60079-32-1：2013，MOD）

GB/T 3836.28—2021 爆炸性环境 第 28 部分：爆炸性环境用非电气设备 基本方法和要求（ISO 80079-36：2016，MOD）

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

GB/T 6391 滚动轴承 额定动载荷和额定寿命（GB/T 6391—2010，ISO 281：2007，IDT）

GB/T 7932 气动 对系统及其元件的一般规则和安全要求（GB/T 7932—2017，ISO 4414：2010，IDT）

GB/T 10715 带传动 多楔带、联组 V 带及包括宽 V 带、六角带在内的单根 V 带 抗静电带的导电性：要求和试验方法（GB/T 10715—2021，ISO 1813：2014，MOD）

GB/T 32072 带传动 抗静电同步带的导电性 要求和试验方法（GB/T 32072—2015，ISO 9563：1990，MOD）

3 术语和定义

GB/T 3836.28—2021 和 GB/T 3836.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

结构安全型“c” constructional safety “c”

一种防点燃保护型式,采用结构性措施以防止活动部件造成的热表面、火花和绝热压缩引起点燃的可能性。

注:应用示例见附录 A。

3.2

机械产生的火花 mechanical generated sparks

两种相同或不同的固体材料之间机械冲击或摩擦产生的火花和火花簇。

3.3

控制点燃源型“b” protection by control of ignition source “b”

一种防点燃保护型式,机械或电气装置与非电气设备上一起使用,以手动或自动降低潜在点燃源转变为有效点燃源的可能性。

注:例如,可能是指示缺油的液位传感器、指示发热轴承的温度传感器或指示超速的速度传感器。

3.3.1

自动控制措施 automatic control measure

无需手动干预,采取的降低潜在点燃源转变为有效点燃源的可能性的行动。

3.3.2

手动控制措施 manual control measure

收到预警、指示、警报后,人工采取的降低潜在点燃源转变为有效点燃源的可能性的行动。

3.3.3

防止点燃装置/系统 ignition prevention devices/systems

将一个或多个传感器发出的信号转变为动作或指示,降低潜在点燃源转变为有效点燃源的可能性的安排。

3.3.4

安全装置 safety devices

用于爆炸性环境内部或外部,为设备和防护系统在爆炸风险方面的安全运行所需或有助于安全运行的装置。

3.4

液浸型“k” liquid immersion “k”

一种防点燃保护型式,使潜在点燃源变成无效或与爆炸性环境隔离。通过使潜在点燃源完全或部分浸没在保护液体中,或者部分浸没并用保护液体将点燃源的活动表面连续覆盖,使可能在液体上方或设备外壳外部的爆炸性环境不能被点燃。

3.4.1

保护液体 protective liquid

防止爆炸性环境与潜在点燃源直接接触,确保爆炸性环境不能被点燃的液体。

3.4.2

带密封外壳的设备 equipment with a sealed enclosure

在工作过程中内部保护液体膨胀和收缩时,能限制外部大气进入的全封闭设备,

注:这种设备包括任何相关的管道系统且经常含有过压释放装置。

3.4.3

带排气口外壳的设备 equipment with a vented enclosure

正常工作过程中内部保护液体膨胀或收缩时,允许外部大气通过呼吸装置或收缩孔进入或排出的封闭设备。

注:这种设备包括任何相关的管道系统。

3.4.4

开口设备 open equipment

自身或其元件浸没在对外部大气敞开的保护液体中的设备。

注:例如,顶部敞开浸没活动元件的容器。这种设备包括任何相关的管道系统。

4 适用性确定

在采用本文件规定的方法保护设备或设备组件(包括相互连接的部件)之前,应先按照 GB/T 3836.28—2021 进行点燃危险评定。

5 结构安全型“c”设备的要求

5.1 通用要求

设备应按照相关工业标准的安全要求设计和制造,并能够在制造商规定的运行参数下运行,包括承受预期的机械和温度应力。

这些要求也适用于设备的连接部件,包括接合面(例如粘结、锡焊或熔接)。

注:本要求通过使用适用的国家标准、行业标准等来实现。

5.2 防护等级

5.2.1 通则

GB/T 4208 规定的设备外壳防护等级(IP)取决于设备预期工作负荷和设计使用的环境类型。应确定适当的额定外壳防护等级作为点燃危险评定的一部分(见第4章),并且如果与防点燃保护相关,外壳防护等级应能满足该要求。

注:根据 GB/T 4208 确定的防护等级不是用以阻止爆炸性气体的进入。

5.2.2 特殊情况下的防护等级

以下几点规定了用于爆炸性环境的外壳最低防护等级。

- a) 设备用于爆炸性气体环境,固体外物进入能引起点燃,但粉尘进入无影响的情况下,点燃危险评定应确定防外物进入等级并且不低于 IP20。
- b) 设备用于爆炸性气体环境,粉尘或液体进入能引起故障并导致出现点燃源的情况下,防护等级最低为 IP5X(对粉尘)和 IPX4(对液体)。
- c) 设备用于爆炸性粉尘环境,粉尘的进入能导致出现点燃源或着火的情况下,防护等级应为 IP6X。
- d) 设备用于爆炸性粉尘环境,粉尘、固体外物和液体的进入不大可能引起点燃的情况下,无防点燃保护目的防护等级要求。

注:外壳常用来作为安全保护,例如 IP2X 用来防止人体的部位进入外壳接触旋转部件。

5.3 活动部件的密封

5.3.1 无润滑的衬垫、密封、套筒、风箱和隔板

无润滑的衬垫、密封、套筒、风箱和隔板不应成为有效点燃源。例如,如果存在产生能成为有效点燃源的机械火花和热表面的危险,这种情况轻金属不应用于这些部件(见 GB/T 3836.28—2021)。

非金属材料应耐变形和抗老化,规定寿命内不会降低防爆性能。

5.3.2 填料函密封

只有当制造商的说明书中限定了其运行时的最高表面温度时才可以使用,或者提供自动控制装置。

5.3.3 润滑密封

需要补充润滑剂防止设备部件的接触面产生热表面的密封设计,应确保有充分的润滑剂,或由下列方法之一进行保护:

- 提供一种有效方法监测润滑剂持续存在;或
- 提供温度监测装置,在温度升高时发出警报;或
- 将设备设计成能够通过附录 B 所述的“干运行”试验,而不会超过设备的最高表面温度和/或出现会降低其防点燃保护性能的损坏。

监控应是连续的或通过适当的检查。润滑剂的液位不易观察到的地方(如采用润滑脂密封),使用说明中应包含相关信息。

制造商说明书应包括此类密封正确润滑、监测和维护的详细说明。

5.4 设备润滑剂/冷却剂/液体

规定用于防止潜在引燃性热表面或机械火花(见第 7 章)的润滑剂和/或冷却剂的自燃温度(见 GB/T 3836.11)应比使用液体的设备的最高表面温度高 50 K。

任何能够释放的液体都不应造成点燃例如由于高温或静电释放。

5.5 振动

应避免振动(设备自身产生或安装地点存在)导致产生热表面、机械火花或保护失效这些有效点燃源。

制造商应准备必要的安装、运行和维护说明。尤其重要的是,为避免过度的振动,使用说明应规定设备的运行速度范围。

5.6 活动部件要求

5.6.1 通则

点燃危险评定(见 GB/T 3836.28—2021)应指出由于早期故障或磨损可能产生不安全的振动、冲击或摩擦的活动部件。考虑设备 EPL 和说明书,这类部件的结构在整个使用寿命期间应不会使其成为点燃源。

如果运动部件的材料熔点低于设备最高表面温度或不能引起引燃性热表面或机械火花,则不需要附加保护措施(如低熔点耐磨保护板、金属外壳内使用塑料风扇或低熔点无火花扇叶的金属风扇)。

5.6.2 间隙

无润滑活动部件和固定部件之间的间隙尺寸,其设计应使能产生潜在引燃性热表面或机械火花的

摩擦接触的可能性适合于预期 EPL。

5.6.3 润滑

依靠润滑介质防止温升超过最高表面温度或造成引燃性机械火花的活动部件,应确保有效润滑,例如通过:

- 甩油润滑器,
- 蓄油池、泵和油冷器给油,
- 自动润滑系统,
- 足够的维护程序以便通过手动或目视方式进行例行润滑或油位验证。

当上述这些方法不能实现要求的 EPL 时,应采用其他能监控有充足润滑剂的方法,例如,采用液位、流量、压力或温度传感器在润滑剂达到第 6 章规定的危险润滑条件前执行报警或关闭功能。

当设备设计成用来处理液体且处理的液体用于润滑、冷却、淬火或防点燃保护,或者当设备的安全运行(例如泵的运行)需要特殊启动条件,使用说明书中应阐明。

5.7 轴承要求

5.7.1 通则

轴承基本上分为三种类型:平面滑动轴承、旋转滑动轴承和滚动轴承。当评定轴承时,作为 GB/T 3836.28—2021 要求的点燃危险评定的一部分,至少以下内容应予以考虑:

- a) 轴承对设备预期用途的适用性,如速度、温度、负载以及速度和负载的变化;
- b) 轴承基本的额定寿命,见 GB/T 6391 对滚动轴承的规定(也见注 1);
- c) 轴承在轴承室和转轴上的配合(公差、圆度和表面质量),同时考虑孔与轴承配合对轴承的径向和轴向负载;
- d) 轴承的正确位置定位;
- e) 最严酷运行条件下转轴和外壳热膨胀造成的轴承轴向和径向负载;
- f) 防止水和固体颗粒进入轴承的保护,如需要,以避免过早损坏;
- g) 轴电流保护,包括杂散环流(杂散环流可能造成,例如,在滚珠轴承的滚珠和滚珠轴承座圈之间的接触点产生引起过早破坏的引燃性火花或电火花腐蚀);
- h) 依据轴承类型需要的润滑剂,提供充分润滑(例如,对于滑动轴承,边界润滑、混合膜或全膜液压润滑为最常用的方式);
- i) 在建议的维护周期内维护(例如振动、温度);
- j) 发生不能接受的磨损或推荐寿命周期到期时,进行更换;
- k) 保护轴承免受振动,尤其是处于停止状态时;
- l) 低可靠性非金属轴承环在工业中的应用;
- m) 特殊初始磨合期是必要的,这一阶段可能出现有效点燃源,相应的信息应在使用说明中给出。

注 1: 目前,还没有一种适当的试验性检验方法能证明已知类型的轴承在工作中成为点燃源的风险很低。滚珠和滚柱轴承制造商对工作中可能出现机械故障的概率(如元件变形或疲劳剥落或其中一个元件发生散裂引起的故障),规定一个基本额定寿命值。进行点燃危险评定时可用此基本额定寿命,确定可能导致产生引燃性热表面或火花的轴承故障的危险。根据滚珠/滚柱轴承理论上转动一百万转能承受的轴向和径向负载之和,确定其基本额定寿命。通常以预期寿命运行圈数或预期寿命工作小时数为单位,用“L”值表示。为将工作中故障危险降至最低,制造商注意,良好的设计、轴向和径向负载比、结构、润滑、冷却和维护程序极为重要。同时推荐在运行期间进行定期检查,以探测临界故障。如果轴承起绝缘体作用,采用结构措施以避免设备部件孤立(见 GB/T 3836.28—2021)。

注 2: 轴承工作寿命很大程度取决于工作条件,因此不可能可靠地计算其工作寿命。

注 3：平面轴承不受影响，因为不可能计算其工作寿命。润滑在 5.7.2 规定。

5.7.2 润滑

依靠润滑介质防止温升超过最高表面温度或造成引燃性机械火花的轴承，结构应确保润滑介质始终存在。这可以通过终身密封轴承、甩油润滑器、自动润滑系统或监测油位的手控系统，以及关于定期维护和推荐检查频率的适当说明书来实现。

当上述这些方法不能实现要求的 EPL 时，应采用其他能监控有充足润滑剂的方法，例如采用液位、流量、压力或温度传感器在润滑剂达到第 6 章规定的危险润滑条件前执行报警或关闭功能。

当设备设计成用来处理液体且处理的液体用于润滑、冷却、淬火或防点燃保护，或者当设备的安全运行（例如泵的运行）需要特殊启动条件，使用说明书中应阐明。

5.7.3 化学兼容性

轴承的制造材料对预期使用接触的液体或蒸气应有耐腐蚀性。同样，轴承结构所用材料包括轴承罩应对其能够接触的液体或溶剂有耐腐蚀性。应特别注意非金属部件可能膨胀。当液体或蒸气能溶解到轴承的润滑剂中时，即使在这种情况下润滑剂仍应保持“发挥作用”。

注：制造商通过试验确认轴承材料与流体的每个组合的相容性不是本文件的要求。

5.8 动力传动系统要求

5.8.1 齿轮传动

齿轮传动应符合 5.1 要求。当点燃危险评定（见 GB/T 3836.28—2021）显示仍然可能有点燃源时，应采用其他防点燃保护型式（如液浸型保护，见第 7 章）。

当设备包含改变齿轮齿数比（手动或自动）的部件时，变速装置的布置应确保其产生的温度不能超过最高表面温度或不能产生引燃性机械火花。

5.8.2 皮带传动

5.8.2.1 皮带传动类别

主要有两种皮带传动类别：

- a) 摩擦（平面、楔形、棱形）皮带传动，能预见产生高的表面温度和危险；
- b) 同步（正时）皮带传动，正相互作用的皮带齿和皮带轮凹槽之间在正常情况下无摩擦热。

5.8.2.2 静电起电

动力传动皮带在运行中应不能够产生引燃性的静电放电。

皮带传动不能用于 EPL Ga 或 Da 设备。符合 GB/T 10715 和 GB/T 32072 的皮带适用于除 II C 类之外的 EPL Gb 或 Db 设备。皮带速度不应超过 30 m/s。有连接件的皮带的带速度不超过 5 m/s。

皮带电阻随着运行时间而增加，制造商应在使用说明中规定重新检验或更换的周期。

皮带不适合作为驱动器和滑轮间的接地通道。

5.8.2.3 皮带张力

皮带在滑轮上松弛或打滑，可能产生静电或高的表面温度，正确的皮带张力应在制造商的使用说明中规定并且被维护。

注：用于确保适当皮带张力的装置还可以用来探测断裂的皮带。

5.8.2.4 皮带偏离

如果运行时偏离定位,可能致使表面温度超过最高温度,应维持正确的定位(见 5.8.2.6)。

注:设计和安装均正确的皮带驱动在接近其能力极限运行,正常运行的典型表面温升为:

——摩擦驱动:50 K;

——同步驱动:25 K。

温升超过上面数值会减少皮带工作寿命。

5.8.2.5 接地和等电位连接

包含皮带的设备的支架、底盘或结构,应由导电材料制造,并应设计一条接地泄漏通道使皮带上产生的静电导走。支架、底盘或结构包括驱动滑轮或传动卷筒以及与皮带驱动相关的惰轮或惰辊。当泄漏通道与地之间的电阻超过 1 MΩ 时,独立部件和地之间应采用特殊的等电位连接。

当驱动滑轮或驱动惰辊由主电源供电的电机驱动时,通常考虑电机提供的接地电气连接。

注:补充信息见 GB/T 3836.26。

制造商的使用说明中应包括安装和维护期间进行等电位连接检查的要求。

5.8.2.6 机械故障的检测

由于输出功率轴堵转,但同时输入轴持续旋转,使得驱动能够产生高于最高表面温度的热表面,驱动应有措施检测堵转的输出,并防止点燃。

皮带传动配备有堵转、滑动、断带和偏离检测装置的,在故障期间进行最高温度评估时应考虑到。

说明书应包括动力传输能力、最大皮带速度、正确张力范围及如何测量、滑轮系统的对准公差。

通过异常的工艺参数也能检测出故障。

5.8.3 链条驱动

链条驱动应符合 5.1 要求。

运行速度大于 1m/s 并含有潜在点燃源(依据 GB/T 3836.28—2021 点燃危险评定确定)的链条驱动,采取措施确保链条与其相关扣齿连续正向啮合。当上述措施不能实现时,链条驱动应安装一个装置,在链条断裂、脱扣或松弛度超过制造商说明书规定的限值时,能断开驱动链轮的驱动力(见第 6 章)。

5.8.4 其他驱动

其他驱动应符合 5.1 的要求。

5.8.5 流体静力/流体动力/气动设备

5.8.5.1 热表面

流体静力/流体动力和气动动力传输设备应由管道、外壳和/或其他外部部件构成。这些部件即使在最高公称额定状态下连续工作也不会产生超出最高表面温度的热表面。

5.8.5.2 流体静力/流体动力设备

流体静力/流体动力设备应符合 GB/T 3766 的要求。

能够释放的动力传输液体如果能产生点燃风险则其最高温度不应超过设备的最高表面温度。

注:合适的过热保护装置可以是液压联轴器中的易熔塞,在过载/过热期间熔化,将动力传输液体从联轴节中释放出来(见第 6 章)。

为防止液体燃烧点燃爆炸性环境,动力传输液体应具有适当的耐燃性。

注：国家法规常常要求某些液压系统采用不同的耐燃液体，例如，用于采矿。

5.8.5.3 气动设备

气动设备应符合 GB/T 7932 的要求。

气动设备用空气压缩机应：

- a) 在吸入系统上装一个过滤器，防止粉尘或类似外物进入压缩腔；
- b) 仅使用耐点燃或耐碳化的润滑剂。制造商说明书中应建议适合的润滑剂。

注：压缩机润滑剂碳化（暴露于高温所致）导致在压缩机输出过程中形成油性碳沉积物。这些沉积物能够造成压缩机输出过热甚至爆炸。

如果安装柔性空气传输管，管子不应采用能碳化和形成灼热颗粒的弹性材料制造。

5.9 离合器和联轴器要求

5.9.1 通则

离合器和联接器的安装布置或对其进行的监控（见第 6 章），应确保其暴露于爆炸性环境的固定或活动部件的温度不会超过设备的最高表面温度。如果离合器或联接器的部件含塑料或其他非金属材料，则其材料或安装布置应排除产生引燃性静电放电的可能。

注：上述类型离合器和联接器的例子为摩擦片离合器、钟形离心式离合器、液压联轴器、扭矩转换器和构控式液压联轴器。

5.9.2 滑动

在完全啮合期间，输入和输出机构之间不应产生可能超过最高表面温度的滑动或类似相对运动。

上述要求可通过下列一种或多种预防措施实现：

- a) 安装过载/过热保护装置，如液压联轴器中的易熔塞，在过载/过热时通过“断开”释放联轴器中的动力传输液体；或者
- b) 安装控制装置，合理布置，如果联轴器的任何部件或离合器组件，或其外壳达到最高表面温度，能断开输入驱动电源；或者
- c) 安装控制装置，合理布置，如果由于故障、错误调节或机构/摩擦垫（如离合器片）过度磨损导致发生滑动，能断开驱动源。

5.9.3 摩擦

为防止不安全的摩擦热，机构从开始启动到完全啮合或完全脱离所需的最长时间内，不应使设备超过最高表面温度。满足此要求的一种方法是确定最大安全啮合时间，见 B.2。

5.10 柔性联轴器

当在设计参数范围内运行时，柔性联轴器不应产生超过允许最高表面温度的热表面，也不应出现产生点燃源风险的碎裂，例如，通过运动的金属部件间的接触。制造商应采用已制定的计算方法或试验来确定设计参数。

注 1：适用的计算方法见 DIN 740-2。

为减少发生引燃性静电放电的可能性，柔性联轴器应按 EPL 进行设计和选材制造。

注 2：连接轴间不必是电气通路，除非连接的机器的其他部件必须通过联轴器接地。

为避免接触产生引燃火花，柔性联轴器采用非金属元件隔离金属部件的情况下，使用说明书应规定安装和维护程序以减小正常使用时金属间接触的可能性。

设计成用于调整同心度的柔性联轴器的安装应使偏心不超过制造商规定的最大值，应考虑预期的

移动和设备安装后的屈曲。尤其是毂内经应足够精确以保证联轴毂的同心运转,且轴的直径公差应确保安全和准确安装。

制造商的使用说明书应包括最大转矩、最大旋转速度、角度限值和线性对准偏差,材质为聚合物或金属的弹簧元件在限定参数下正常运行时的温升,其他必要的安全使用信息。

5.11 制动器和制动系统要求

5.11.1 紧急停止用制动器

仅在紧急状况下停止设备用的制动器,结构应符合以下要求:

- a) 紧急停止的可能性无明确规定的紧急制动器应满足 5.11.2 的要求。
- b) 紧急停止罕见发生的 EPL Gb/Db 紧急制动器不需要增加保护。如果由于出现爆炸性环境要求紧急停止,则制动器应满足 5.11.2 的要求。
- c) EPL Gc/Dc 紧急制动器不需要增加保护。如果由于出现爆炸性环境要求紧急停止,则制动器应满足 5.11.2 的要求。

5.11.2 工作制动器(包括摩擦制动器和液压减速器)

工作制动器的结构应使其允许耗散的最大动能既不会超过最高表面温度,也不会在任何暴露于爆炸性环境的部件处产生引燃性机械火花。

5.11.3 停车制动

如果制动器没有完全释放,停车制动应安装联锁装置防止施加驱动动力。或者安装控制装置来控制制动完全释放前设备/机器的运动并发出声音报警提示操作者。

5.12 弹簧和受力元件要求

必要时,弹簧和受力元件的结构应带有润滑或冷却,使暴露于爆炸性环境的部件,如果在工作中破裂或断裂,既不会产生超过最高表面温度的热表面,也不会产生引燃性机械火花。

5.13 传送带要求

5.13.1 静电要求

传送带在工作中应不会产生引燃性静电放电。静电性能按照 GB/T 3836.26 评定。

5.13.2 材料

结构材料应为不燃或不支持或传播燃烧。这包括按 EN 13501-1 分级为 A1、A2 或 B 的材料(见 GB/T 23819 和 GB 8624)。应选择进行了点燃危险评定的材料。

注 1: 符合 GB/T 3836.30 的地下矿用传送带符合此要求。

注 2: 按行业规定,矿用传送带需要通过更严格的耐火试验,进行试验时,用丙烷燃烧器燃烧试验样品;在矿井通道中进行完整的火焰试验时,一个旋转传送带驱动滚轴与一个固定传送带接触。

5.13.3 皮带张力

由于皮带在传送带驱动或其他滚轴上松弛或滑动,致使能产生高于最高表面温度的热表面的传送带系统,应采取措施来确保维持制造商推荐的正确的皮带张力。

正常皮带张力可通过监测皮带张力或者比较驱动滚轴和皮带的相对速度来实现。监测可是连续的或通过适当的检查。制造商应规定驱动辊和皮带的最大允许速度差。

如果比较驱动辊和皮带的相对速度,二者差值大于10%,驱动动力宜断电。

5.13.4 排列

由于运行偏轴能导致产生高于最高表面温度的热表面的传送带系统,应配置探测偏轴的措施。

5.13.5 接地和等电位连接

包含皮带的设备的支架、底盘或结构,应由导电材料制造,并应设计一条接地泄漏通道使皮带上产生的静电导走。支架、底盘或结构包括驱动滑轮或传动卷筒以及与皮带驱动相关的惰轮或惰辊。当泄漏通道与地之间的电阻超过1 M Ω 时,独立部件和地之间应采用特殊的等电位连接。

当驱动滑轮和驱动辊由主电源供电的电机驱动时,通常考虑电机提供的接地电气连接。

注:补充信息见 GB/T 3836.28—2021。

制造商使用说明书中应规定安装和维护期间应进行等电位检查。

6 控制点燃源型“b”设备的要求

6.1 通则

对于控制点燃源型“b”,控制系统的要求是:

- a) 适合控制特定点燃源,和
- b) 对于要实现的 EPL 有足够可靠性。

本文件的目的是使用尽可能简单的系统来实现相关的保护等级。

注:简单系统指机械开关系统(包括液压和气动系统)或机电开关系统。例如:

- 需要操作人介入的传感器连接报警灯的系统;
- 斗式提升机上有带式偏离开关,发生偏离时提升机停止;
- 通过润滑来保持安全的机器上带有油压开关;
- 热控旁路阀来控制泵的流体温度;
- 离心式调速器控制机械速度。

按照功能安全标准[GB/T 20438(所有部分)、GB/T 21109(所有部分)或 GB/T 16855.1]证明可靠的系统可以找到并且可用来证明满足可靠性要求。使用经功能安全标准认证的系统不是本文件的要求。

6.2 控制参数的确定

6.2.1 通则

如果按 GB/T 3836.28—2021 进行点燃危险评定已经显示出有潜在点燃源,并且制造商已经决定使用本文件第6章规定的保护措施减小潜在点燃源转变为有效点燃源的可能性,设备制造商应通过计算或型式试验确定与潜在点燃源有关的控制参数(例如温度、速度、压力等)。为能够处理这些控制参数有必要确定设备相应的正常运行参数。适用的情况下,应考虑预期和罕见故障下的控制参数(见表1)。

注:传感器常安装在设备上来监控设备的正常运行。当发生偏离正常运行时,它们会发出报警或开关信息。这些信息会进行本地处理或过程控制系统处理。传感器的信息一些情况下用于产生报警或开关功能来减小潜在点燃源成为有效点燃源的可能性。

6.2.2 安全临界值的确定

在安全临界值以上或以下都有可能使潜在点燃源成为有效点燃源,所以制造商应确定每个安全临界值。这些关于控制点燃源的设定值应在被控设备的使用说明书中给出并清晰标明为安全临界值。

注：被确定的安全临界控制参数的例子：

- a) (正常或异常)摩擦或(机械自身或过程产生)发热导致的最高表面温升；
- b) 超过后会导致产生有点燃能力的崩裂或摩擦火花的最大允许超速；
- c) 超过后会导致产生有点燃能力的崩裂或摩擦火花的最大允许过压；
- d) 固定和活动部件之间的间隙减小到能够点燃水平之前的最大允许振动；
- e) 在滑动或摩擦导致产生有点燃能力的火花或热表面之前,摩擦片/离合摩擦衬片的最大允许磨损量；
- f) 保持热表面低于环境点燃温度的冷却液最小数量或流量(流速)；
- g) 用来减小出现有点燃能力的摩擦热或火花可能性所需的润滑剂最低液位；
- h) 防止活动部件和固定部件接触的最大允许偏移。

6.3 防止点燃系统的设计与设置

6.3.1 性能要求或运行特性的确定

制造商应规定用于设备的防止点燃系统/装置的性能要求或运行特性(例如,装置是否是易熔塞),其中宜考虑:

- 潜在点燃源转变为有效点燃源的变化速度；
- 传感器/探测器的响应时间；
- 防止点燃系统/装置的响应时间；
- 正常参数和临界参数的层级不同(例如正常工作温度和临界温度)；
- 需要考虑的安全系数。

6.3.2 使用说明

防止点燃系统的设置参数应在制造商的使用说明中规定。

6.3.3 系统闭锁

如果防止点燃装置/系统的结构是使设备停止运行从而减小潜在点燃源转变为有效点燃源的可能性,则它应被设计为停止运行锁定,防止设备在没有复位的情况下重新启动。

6.3.4 操作者干预

如果防止点燃装置/系统的结构是向操作者提供警告或显示信息,要求操作者响应来减小潜在点燃源转变为有效点燃源的可能性,则警告或显示信息应符合这个活动的要求,避免操作者产生混淆或误解。

注：在某些情况下,防止点燃装置/系统有至少两级:第一级,向操作员发出预警;第二级,启动保护系统。在某些情况下,预警可以用于防止错误启动。

6.4 传感器和执行器的防点燃保护

可能位于爆炸性环境的防点燃保护系统的部件,自身应不能成为点燃源(见 GB/T 3836.28—2021 和 GB/T 3836.1)。

6.5 防点燃保护型式

6.5.1 防点燃保护型式 b1

b1 型防点燃保护系统应由经过证明十分可靠的元件组成,采用可靠的安全原则,按照相关标准装配和安装,在系统运行中能够经受预期的影响。系统应符合如下要求:

- 如果超过控制参数的临界值(见 6.2.2),应采取措施减小点燃源变为有效点燃源的可能性,或

发出可能产生点燃源的警告；

- 定期检查防点燃保护系统,并应通过检查发现安全功能的丧失；
- GB/T 3836.28—2021 要求的设备制造商的使用说明书应详细说明定期维护检查的时间间隔并提出检查故障传感器或防点燃保护装置/系统方法的建议(例如,进行的试验)。同时还应详细说明如果维护检查中发现传感器或防点燃保护装置/系统出现故障后,使用者应采取的措施。

注:正常情况下,使用说明书将规定设备在重新使用前要修理这些故障。

6.5.2 防点燃保护型式 b2

b2 型防点燃保护系统应由经过证明十分可靠的元件组成,采用可靠的安全原则,按照相关标准装配和安装,在系统运行中能够经受预期的影响。系统应符合如下要求:

- 如果超过控制参数的临界值(见 6.2.2),应自动采取措施来减小点燃源变为有效点燃源的可能性;

注 1: 因此,这种情况单独报警(伴随连续的手动操作)不能使用。

- 定期检查防点燃保护系统,并应通过检查发现安全功能的丧失；
- 如果防点燃保护系统发生单一故障,不会导致保护系统安全功能丧失；
- GB/T 3836.28—2021 要求的设备制造商的使用说明书应详细规定传感器和防点燃保护装置/系统检查的时间间隔。

制造商的使用说明书应规定发现防点燃保护系统的故障后应采取的措施。

注 2: 这些措施可以是立即停止设备到不停止其他无点燃危险设备情况下修理故障传感器/防点燃保护装置和系统之间不同程度的措施。

6.5.3 防点燃保护型式的应用

表 1 或表 2 中的防点燃保护型式应按照 EPL 选用。

相应的 EPL 能通过警告信号后的人工干预或自动干预来实现。具体使用哪种要基于点燃危险评定。EPL Ga、Da 或 Mb 应采用自动干预措施。

注: 人工干预可以简单到像油位检查这样的定期维护。或者人工干预可能需要立即采取行动来减小点燃的可能性,这种情况需要有值班人员。自动干预是控制系统按照预定程序执行来减小潜在点燃源成为有效点燃源。

表 1 II 类、III 类设备采用 Ex “b”达到预期 EPL 时要求的最低防点燃保护型式

设备的预期 EPL	已存在设备的点燃危险评定结果	对 Ex“b”控制系统的需求	防点燃保护型式
Gc、Dc	正常运行期间存在有效点燃源	正常运行期间需要一个系统来避免点燃源	b1
	正常运行期间不存在有效点燃源	不需要	
Gb、Db	正常运行期间存在有效点燃源	正常运行期间和出现预期故障时需要一个独立的或故障-安全系统来避免点燃源	b2 或两个 b1
	正常运行期间不存在有效点燃源	出现预期故障时需要一个系统来避免点燃源	b1
	正常运行和出现预期故障期间不存在有效点燃源	不需要	

表 1 II 类、III 类设备采用 Ex “b”达到预期 EPL 时要求的最低防点燃保护型式(续)

设备的预期 EPL	已存在设备的点燃危险评定结果	对 Ex“b”控制系统的需求	防点燃保护型式
Ga、Da	正常运行期间存在有效点燃源	出现预期故障和罕见故障时需要一个独立的或故障-安全系统来避免点燃源	b2 或 两个 b1
	正常运行和出现预期故障期间不存在有效点燃源	出现罕见故障时需要一个系统来避免点燃源	b1
	正常运行和出现预期故障和罕见故障期间不存在有效点燃源	不需要	
附加信息见附录 C。			

表 2 I 类设备采用 Ex “b”达到预期 EPL 时要求的最低防点燃保护型式

设备的预期 EPL	已存在设备的点燃危险评定结果	对 Ex“b”控制系统的需求	防点燃保护型式
Mb	在严酷运行条件下,尤其是野蛮操作和不断变化的环境条件下,正常工作期间不存在有效点燃源	出现预期故障时需要一个系统来避免点燃源	b1
Ma	防爆型式“b”不适用于 EPL Ma(见范围)		

6.5.4 对防点燃保护型式的要求

要求的 EPL 应通过下列任一措施来实现:

- a) 安装的防点燃保护装置通过预先评估和以前的运行经验表明符合防点燃保护要求;或者
- b) 考虑设备的预期用途,评估设备的特殊性能要求,并使其达到相应的级别。评估应考虑:
 - 用于保护设备的防点燃保护装置的类型;
 - 是否为单线路或双线路(例如通过其他独立设备);
 - 单独抵御故障的能力;
 - 故障是否可以自显暴露;
 - 防点燃保护系统是否是故障安全型;
 - 潜在点燃源变为有效点燃源的同时防点燃保护系统失效,出现的与设备级别相关的故障的概率。

注:关于评定不同 EPL 的思维过程见附录 D,附录 E 是 GB/T 16855.1 和 GB 28526 的背景信息。

6.5.5 可编程电子装置

若可编程电子装置用于作为防点燃保护系统的一部分,应符合相应防点燃保护的要求。

注:例如,这可以通过使控制系统符合 GB/T 20438(所有部分)相应的安全完整性等级来实现(见附录 E)。

7 液浸型“k”设备的要求

7.1 最大/最小限值的确定

设备制造商应通过计算和/或型式试验确定以下最大/最小限值:

——保护液体的最高、最低液位,或如果更适合,最大、最小压力或流量(流速);

——与设备水平线形成的最大工作角度；保护液体的最大、最小黏度，保护液体的性质由生产商规定的除外；

——与减小潜在点燃源变成有效点燃源有关的其他的最大和最小参数。

这些条件确保特定的潜在点燃源完全浸没或由足够的保护液体连续覆盖，确保不会变为有效点燃源。应注意在整个正常工作温度范围内液体的起伏波动、喷溅、湍流、搅拌、最不利的装料条件和设备的停机。

如果防点燃保护是通过局部浸没和用泵或液体直接流动在潜在点燃源上提供必要的连续覆盖，制造商应确定管嘴、喷射或覆盖装置最有效的位置，以提供要求的保护。

以上规定的计算或型式试验结果应列入制造商的技术文件中；说明书中应给出最大/最小限值。

7.2 保护液体

使用的保护液体黏性和化学成分应：

——通过对潜在点燃源提供连续的覆盖层或薄膜，防止潜在爆炸性混合物与点燃危险评定确定的潜在点燃源直接接触。

——本身不会对任何潜在点燃源产生爆炸性环境。这包括工作中活动部件的搅拌和/或保护液体和设备制造材料之间产生的化学反应引起的孔隙、气泡或薄雾。

注：不排除使用可燃液体作为保护液体。

——本身不产生点燃源（例如：产生易于自身生热的沉淀物或产生静电）。

7.3 设备结构

7.3.1 通则

设备的结构应确保保护液体达到必要的量。如果保护等级要求，可以在设备上安装例如监控装置、指示器或量表来监控按照 7.1 确定的最高和最低液位，或者如果更适用，保护液体的压力和流量（流速）。如果安装指示器或量表这些装置，其位置应能使用户容易读数。

7.3.2 工作角度

如果设备使用位置与水平方向成一个角度会使防点燃保护降低到一个不可接受的水平，则按照 7.1 确定的保持最大/最小限值所需的最大允许工作角度或倾斜度，应可以在设备上看到或检测到，并且在使用说明书中规定。

7.3.3 确保液体有效性的措施

如果保护液体的污染、变质或老化会使防点燃保护等级降低到低于 EPL 要求，制造商应提供结构措施和/或提供维护说明书，确保在整个工作寿命中液体连续维持必要的防点燃保护等级。

例如这可以通过以下方式达到：

- 如果设备有连续流动的液体，提供过滤措施防止固体杂质被带到活动部件上。
- 如果是开口设备，选择一种不会受例如环境中潮气和粉尘污染产生不利影响的保护液体。
- 如果设备需要防止环境中严重的粉尘和水蒸气影响，外壳需要提供 GB/T 4208 规定的至少 IP66 的防护等级。
- 如果是带密封外壳的设备，外壳应具有 GB/T 4208 规定的至少 IP23 等级的过压释放装置，由加注液体的设备的制造商设置在至少为液位以上 1.1 倍的绝对压力下及高于正常工作压力至少 10 kPa 的条件下操作。
- 如果是带排气口外壳的设备，其结构应能使正常工作中保护液体可能散发的气体或蒸气能通

过 GB/T 4208 规定的至少 IP23 等级的呼吸装置排出,必要时,可加入适当的干燥剂。

- f) 如果采用制造商的说明书,说明书应要求对液体进行常规条件的监控,并规定检查污染物的最大允许周期。污染物可能是液体中沉淀的杂质和降解物,例如,酸度或含水量异常变化引起液体成分的化学变化。

7.3.4 意外松动

应采取措施防止通向保护液入口的盖子的外部 and 内部紧固件的意外松动。任何需要指示保护液体液位的装置,以及注入或排出保护液体的塞子和其他部件,也需要采取同样的措施,因为如果这些部件不能保持防泄漏状态,会导致防点燃保护降低到不可接受的程度。

防止意外松脱措施的实例如下:

- a) 设计优良且正确拧紧的紧固件;
- b) 螺纹部分粘结;
- c) 锁紧垫圈;
- d) 钢丝绑固螺栓头。

7.3.5 液位监控

监控装置、指示器或量表的设计和结构应能显示实际的液位。

指示装置的结构、安装位置和保护方式应确保其在正常操作时不出现泄漏和损坏。

如果采用测量尺检查正常工作时保护液体的液位,测量尺应在其测量位置固定,以保持防护或密封的要求。如果需要,应在其临近处提供一个标识,要求量油尺在使用后插回原处。

7.3.6 液体损失

如果液体有因蒸发、毛细管或虹吸作用等原因引起保护液体损失的可能性,应避免液体损失或采取补液措施。

7.3.7 开口设备

对于开口设备或带排气口外壳的设备,暴露于爆炸性环境的保护液体的任何表面的最高温度应不超过此设备温度组别(在 GB/T 3836.28—2021 中)对应的最高表面温度。

8 型式试验

8.1 结构安全型“c”设备的型式试验

见 GB/T 3836.28—2021。

8.2 控制点燃源型“b”设备的型式试验

8.2.1 控制参数的确定

见 6.2.1。

8.2.2 防点燃保护系统的功能及精度检查

应对传感器进行检查,确保能产生与监控参数响应的正确输出信号,精度应在其文件描述的范围内。

应检查防点燃保护系统是否能按预期设定正确动作,同时确认在失效或输出信号超出预先规定最

大/最小范围时,是否能显示“故障”。

8.3 液浸型“k”设备的型式试验

8.3.1 通则

按照 8.3.2 或 8.3.3 进行试验时,设备不应发生液体流失。液体流失将使保护液体的液位降低到低于第 5 章规定的最低限值以下。以下试验应在设备没有工作时进行。

如果是开口设备,则不需要对外壳进行压力试验。

8.3.2 含有静止或流动保护液体的具有密封外壳设备的过压试验

在外壳内注入保护液体的液位为规定的最大值,外壳应承受至少 1.5 倍的最大正常工作表压,至少 50 kPa 的过压,历时至少 60 s。外壳应无可见泄漏。

8.3.3 具有排气外壳的封闭式设备的过压试验

在外壳内注入保护液体的液位为规定的最大值,外壳应承受至少 1.2 倍泄压装置设定值的压力,历时至少 60 s。外壳应无可见泄漏。

9 文件

9.1 结构安全型“c”设备的文件

文件应按照 GB/T 3836.28—2021 的要求准备,采用的防爆型式应在使用说明书中给出(见 GB/T 3836.28—2021 和本文件第 9 章)。

技术文件应至少包括下列适用的信息:

- a) 外壳防护等级的详细信息;
- b) 液体类型的详细信息;
- c) 关键安全部件的详细信息;
- d) 磨合期的详细信息;
- e) 校准周期的详细信息;
- f) 化学相容性的详细信息;
- g) 间隙的检查周期;
- h) 干运行能力。

9.2 控制点燃源型“b”设备的文件

文件应按照 GB/T 3836.28—2021 的要求准备,采用的防爆型式应在使用说明书中给出(见 GB/T 3836.28—2021 和本文件第 9 章)。

技术文件应至少包括下列适用的信息:

- a) 关于防点燃保护系统动作/反应级别设置的说明(见第 5 章和 6 章)。
- b) 防点燃保护系统正确运行和校准的例行检查方法和频率。
- c) 指示器、仪表或其他类似的监控装置的规格,在运行中保持防点燃保护系统适应其规定 EPL 所需的冷却液、润滑剂或保护液体的正确液位,或者如果更适合,其正确的压力和流量(流速)。必要时,用于操作员控制设备的指示器或仪表,其布置应确保负责实施控制措施的操作员很容易看到。

9.3 液浸型“k”设备的文件

文件应按照 GB/T 3836.28—2021 的要求准备,采用的防爆型式应在使用说明书中给出(见 GB/T 3836.28—2021 和本文件第 9 章)。

技术文件应至少包括下列适用的信息:

- a) 保护液体最高和最低液位的详细信息,或者如果更适合,保护液体的最大和最小压力和流量(流速);
- b) 最大正常工作压力的详细信息;
- c) 设备与水平方向的最大允许工作夹角的详细信息;
- d) 保护液体的类型、限制因素或最小黏度的详细信息;
- e) 如果必要,设备所有的特殊安装说明;
- f) 关于维护、建议的工作寿命、更换、保护液体的补充和废弃处置的详细信息;
- g) 如适用,定期内部清洗以清除可能自发热的沉积物的说明;
- h) 关于设备试运行、初次充液和投入使用的说明。

10 标志

10.1 通则

符合本文件和 GB/T 3836.28—2021 要求的非电气设备应按照 GB/T 3836.28—2021 的要求进行标志,没有对其采用防爆型式的附加标志。例如,拟用于 II B 类爆炸性气体或蒸气环境,温度组别为 T4,EPL 为 Gb 的采用结构安全型、液浸型和/或控制点燃源型保护的設備被标志为 Ex h II B T4 Gb。

注:设备采用的基于本文件的防爆型式不能在防爆标志代码“h”上识别,防爆型式的描述在使用说明书中给出(见 GB/T 3836.28—2021 和本文件第 9 章)。

10.2 安全装置

设计成 b1、b2 防爆型式,预期作为防点燃保护系统一部分,且预期不放置在爆炸性环境中的安全装置,应标志为[Ex h]。

建议在可行的情况下,作为 b1、b2 安全系统一部分,且放置在非危险场所的设备应在控制元件自身上或容纳它们的外壳上标志适当的警告标示。如“警告:外壳内装有符合 GB/T 3836.28—2021 要求的防点燃保护系统的组成设备”。

附录 A
(资料性)

方法和应用：具有防爆型式“c”的设备

A.1 关于点燃危险评定的一般说明

根据 GB/T 3836.28—2021 的所有点燃危险评定由整个设备的制造商完成。这里给出了一些例子。以下示例(表 A.1)说明了将结构安全型“c”应用于设备部件中的特定部件和点燃源的具体方法。

表 A.1 分析过程和原则的示例列表

条款	示例	表格
A.2	填料盒密封	表 A.2
A.3	机械密封/滑环密封	表 A.3
A.4	径向密封	表 A.4
A.5	皮带传动	表 A.5

A.2 填料函密封

表 A.2 说明了对填料函密封进行点燃危险评定的可能方法。为了评定填料函密封,有必要关注可能与爆炸性环境接触的地方。与轴摩擦接触的内部部件可以浸入在液体下或不与爆炸性环境接触。内部或外部点燃源变得有效的可能性可能不同。不能通过控制点燃源来保护内部部件,例如放置在外部的温度限制。发热部件是移动轴或填料压盖。填料压盖导热性差,最大发热面积可能随其使用寿命而变化。监控运动部件很复杂。因此,有必要在标志中作出陈述,从而区分内部和外部。

A.3 滑环密封

表 A.3 说明了对滑环密封进行点燃危险评定的可能方法。为了满足必要类别的不同要求,需要评估密封件是否可能发生故障。根据现有技术设计和制造的滑环密封件能够满足 EPL Gc 的要求而无需任何附加的保护措施(序号 1)。要达到更高水平的 EPL Gb,需要采取附加措施。这些措施在序号 2 中描述。EPL Ga 的示例在序号 3 中给出。

对于 EPL Ga,需要考虑设备的罕见故障以及防点燃保护系统的故障。在这种情况下使用防点燃保护系统 b1 是可以接受的。

防点燃保护系统需要能够在启动防点燃保护系统的时间内检测到监测参数,而不会有任何不安全的时间延迟。有必要证明将点燃源切换到安全状态的能力。传感器与点燃源的耦合非常重要。不可能检测到的,例如当传感器放置在滑环密封件的保护液的储罐中时,由于在允许的时间内磨损点处的罕见故障引起的温度梯度。对于某些应用,需要附加监控冷却液流量以避免过多的局部热量。需要在考虑环境温度的情况下选择保护液,以避免液体在密封间隙中蒸发。

总的来说,只有在每个单元上进行动态例行试验并且在考虑到单元在组件中的安装位置的情况下进行评定时,才能评定滑环密封。

表 A.2 填料函密封

1			2					3			4						
点燃风险			在不采用附加措施的情况下 评定发生频率					用于防止点燃源生效的措施					采用措施后发生频率				
a	b		a	b	c	d	e	a	b	c	a	b	c	d	e	f	
潜在点 燃源	描述基本原因 (哪种情况会 产生哪种 引燃危险?)		正常 操作	预期 故障	罕见 故障	不相 关	原因 分析	应用措施 的描述	依据(引用标准、 技术规则、 实验结果)	技术文件 (包括第 1 栏 中列出的相关 特征的证据)	正常 运行	预期 故障	罕见 故障	不相 关	设备 保护 级别	必要 的限 制	
1	热表面	填料函密封的活动 和静止部件之间的 摩擦	X				正常运行时的摩 擦生热	在试验中的最不 利条件下测定正 常工作期间的表 面温度	GB/T 3836. 28— 2021 中 8. 2	试验记录,测量温 度=170 ℃		X			Gc	T3	
除序号 1 外,应用防爆型式“c”,以及产生的点燃源频率																	
2	热表面	填料函密封的活动 和静止部件之间的 摩擦	X				在应用液体泵的 情况下,正常运行 中的摩擦生热	在试验中的最不 利条件下正常运 行期间测定表面 温度,轴和填料函 之间的接触力受 到停止的限制,以 防止在设备正确 调整时产生过大 的力并且存在最 小的泄漏	GB/T 3836. 28— 2021 中 8. 2、本 文件	试验记录,测量温 度=170 ℃; 说明书			X		Gb	T3	

表 A.3 滑环密封

1		2					3		4							
点燃风险		在不采用附加措施的情况下 评定发生频率					用于防止点燃生效的措施					采用措施后发生频率				
a	b	a	b	c	d	e	a	b	c	a	b	c	d	e	f	
潜在点 燃源	描述基本原因 (哪种情况会 产生哪种 引燃危险?)	正常 操作	预期 故障	罕见 故障	不相 关	原因 分析	应用措施 的描述	依据(引用标准、 技术规则、 实验结果)	技术文件 (包括第1栏 中列出的相关 特征的证据)	正常 运行	预期 故障	罕见 故障	不相 关	设备 保护 级别	必要 的限 制	
1	热表面	滑环密封件的活动 和固定部件之间的 摩擦与产品润滑	X			正常运行时的摩 擦生热	在型式试验中的 最不利条件下正 常运行期间测定 表面温度;测量温 度<130 °C (135 °C减去5 K,用于 型式试验)	GB/T 3836. 28— 2021 中 8. 2	型式试验记录;说 明书 中的 维 护 要求		X			Gc	T4	
除序号 1 外,应用防爆型式“c”,以及产生的点燃源频率																
2	热表面	滑环密封件的活动 和固定部件之间的 摩擦与产品润滑	X			正常运行时的摩 擦生热; 由于正常的泄漏 量,预计不存在润 滑液	在型式试验中的 最不利条件下正 常运行期间测定 表面温度; 测量 温度 < 130 °C (135 °C 减去 5 K 进行型式试验); 用附加的热虹吸 冷却装置进行润 滑,该装置具有强 制循环,例如通过 泵(维护程序的规 范和更换流体的 时间段)	GB/T 3836. 28— 2021 中 8. 2、本 文件	型式试验记录; 说明书中的维护 要求			X		Gb	T4	

表 A.3 滑环密封(续)

1		2					3		4							
点燃风险		在不采用附加措施的情况下 评定发生频率					用于防止点燃源生效的措施		采用措施后发生频率							
a	b	a	b	c	d	e	a	b	c	a	b	c	d	e	f	
潜在点 燃源	描述基本原因 (哪种情况会 产生哪种 引燃危险?)	正常 操作	预期 故障	罕见	不相 关	原因 分析	应用措施 的描述	依据(引用标准、 技术规则、 实验结果)	技术文件 (包括第1栏 中列出的相关 特征的证据)	正常 运行	预期 故障	罕见 故障	不相 关	设备 保护 级别	必要 的限 制	
除序号 2 外,应用防爆型式“c”和防爆型式“b”(作为第二种和独立防爆型式),以及随之的点燃源频率																
3	热表面 滑环密封件的活动 和固定部件之间的 摩擦与产品润滑 温度组别 T4	X				正常运行时的摩 擦生热不会导致 低于 T4 的有效 点燃源; 由于正常的泄漏 量,可以预见没有 润滑油液; 错误的操作压力 和堵塞或中断的 润滑系统被认为 是罕见故障	在型式试验 ^a 中 的最不利条件下 正常运行期间测 定表面温度; 测得温度 < 100 ℃(低于 135℃的 80%) 对于 EPL Ga 设 备,需要减去 5 K 并进行型式试验; 热虹吸冷却装置 进行润滑,该装置 具有强制循环,例 如,通过合适的监 测装置或泵(维护 程序的规范和更 换流体的时间段); 根据故障模式对 液体进行附加的 监测; a) 确保液体填充 液位;和/或 b) 监测滑环密封 的静止部件的温 度,要求温度组别 的 80%;和/或 c) 压力;和/或 d) 流量	本文件	型式试验记录;说 明防点燃保护系 统带一个点燃源 保护用于监控装 置的防点燃保护 的类型和附加 的措施				X	Ga	T4	
^a 型式试验:型式试验可由制造商或试验室根据合格评定程序进行。																

A.4 径向密封

径向密封用于所有 EPL。在表 A.4 中,演示了典型的评定。有必要区分入侵防护功能和区域分离。例如,对于区域分离,可能需要自然通风或保护气体的过压。

宜考虑密封故障和可燃液体或可燃气体释放的组合,因为泄漏会增加点燃风险。

A.5 皮带驱动

表 A.5 展示了 V 带传动的典型解决方案。表 A.5 中给出的示例仅描述了热皮带表面的点燃风险。

还宜提及如电阻或电荷产生过程等静电特性。有必要检查相对于传导到地的电荷产生的电荷量。因此,需要限制皮带传动的速度或者进行试验。

表 A.4 径向密封

1		2					3			4								
点燃风险		在不采用附加措施的情况下 评定发生频率					用于防止点燃源生效的措施						采用措施后发生频率					
a	b	a	b	c	d	e	a	b	c	a	b	c	d	e	f			
潜在点 燃源	描述基本原因 (哪种情况会 产生哪种 引燃危险?)	正常 操作	预期 故障	罕见 故障	不相 关	原因 分析	应用措施 的描述	依据(引用标准、 技术规则、 实验结果)	技术文件 (包括第 1 栏 中列出的相关 特征的证据)	正常运行	预期 故障	罕见 故障	不相 关	设备 保护 级别	必要 的限 制			
应用 GB/T 3836.28—2021 以及随之的点燃源频率																		
1	热表面	轴与径向密封之间的摩擦		X				正常运行时的摩擦生热	在型式试验中的最不利条件下测定表面温度	GB/T 3836.28—2021 中 8.2	试验记录	X		Gc	T4			
除序号 1 外,应用防爆型式“c”,以及随之的点燃源频率																		
2	热表面	轴与径向密封之间的摩擦		X				正常运行时的摩擦生热; 密封可能会因干燥或安装而失效	在试验中的最不利条件下测定表面温度,温度 < 130 °C (135 °C 减去 5 K 进行型式试验);能排除干燥运行,具体措施在操作手册中描述,例如:采用原装径向密封备件,确保润滑	GB/T 3836.28—2021 中 8.2; 本文件中 5.7	试验记录; 说明书	X		Gb	T4			

表 A.4 径向密封 (续)

1			2					3			4						
点燃风险			在不采用附加措施的情况下 评定发生频率					用于防止点燃源生效的措施					采用措施后发生频率				
			a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	f				
序号	a	b	正常 操作	预期 故障	罕见 故障	不相 关	原因 分析	应用措施 的描述	依据(引用标准、 技术规则、 实验结果)	技术文件 (包括第 1 栏 中列出的相关 特征的证据)	正常 运行	预期 故障	罕见 故障	不相 关	设备 保护 级别	必要 的限 制	
	潜在点 燃源	描述基本情况会 产生哪种 引燃危险?)															
除序号 2 外,应用防爆型式“c”和防爆型式“b”(作为第二种独立防爆型式),以及随之的点燃源频率																	
3a	热表面	轴与径向密封之间的摩擦	X					正常运行时的摩擦生热; 由于罕见的故障(见序号 2),密封件可能会干燥或安装失效,因此不能排除密封件的磨损	在型式试验 ^a 中最不利条件下测定表面温度,测量温度 < 130 °C (135 °C 减去 5 K, 用于型式试验) < 要求温度组别限值的 80%; 通过控制点燃保护密封,检查密封失效时的温升是非关键性的,给出了操作手册中的说明,说明了控制点燃源型 b1 的能力	GB/T 3836. 28—2021 中 8.2; 本文件中 6.5	型式试验记录;说明书;控制点燃源型 b1			X	Ga	T4	

表 A.4 径向密封 (续)

1		2					3		4							
点燃风险		在不采用附加措施的情况下 评定发生频率					用于防止点燃源生效的措施					采用措施后发生频率				
a	b	a	b	c	d	e	a	b	c	a	b	c	d	e	f	
潜在点 燃源	描述基本原因 (哪种情况会 产生哪种 引燃危险?)	正常 操作	预期 故障	罕见 故障	不相 关	原因 分析	应用措施 的描述	依据(引用标准、 技术规则、 实验结果)	技术文件 (包括第 1 栏 中列出的相关 特征的证据)	正常运行	预期 故障	罕见 故障	不相 关	设备 保护 级别	必要 的限 制	
应用防爆型式“c”,以及随之的点燃源频率(3a 的改变)																
3b	热表面 轴与径向密封之间的摩擦	X				正常运行时的摩擦生热; 由于罕见故障(见序号 2),密封件可能会于运行或安装失效,因此不能排除密封件的磨损	在型式试验中最不利条件下测定表面温度,测量温度<要求温度组别限制的 80%,密封件在干运行和安装失效条件下试验,检查密封失效时的温升是非关键性的,给出了操作手册中的说明	GB/T 3836. 28—2021 中 8. 2	型式试验记录;说明书					X	Ga T4	
a 型式试验:型式试验可由制造商或试验室根据合格评定程序进行。																

表 A.5 皮带转动

1		2					3			4								
点燃风险		在不采用附加措施的情况下 评定发生频率					用于防止点燃源生效的措施						采用措施后发生频率					
序号	a	b	a	b	c	d	e	a	b	c	a	b	c	d	e	f		
	潜在点 燃源	描述基本原因 (哪种情况会 产生哪种 引燃危险?)	正常 操作	预期 故障	罕见 故障	不相 关	原因 分析	应用措施 的描述	依据(引用标准、 技术规则、 实验结果)	技术文件 (包括第1栏 中列出的相关 特征的证据)	正常 运行	预期 故障	罕见 故障	不相 关	设备 保护 级别	必要 的限 制		
应用 GB/T 3836. 28—2021 以及随之的点燃源频率																		
1	热表面	皮带传动的滑动	X				正常运行时的摩 擦生热	在试验中最不利 条件下测定表面 温度(<190 ℃)	GB/T 3836. 28— 2021 中 8. 2	试验记录； 说明书		X			Gc	T3		
除序号 1 外,应用防爆型式“c”,以及随之的点燃源频率																		
2	热表面	皮带传动的滑动	X				正常运行时的摩 擦生热； 在皮带张力不正 确的情况下额外 生热	在试验中最不利 条件下测定表面 温度 (<190 ℃， 需要定期 进行 维护	GB/T 3836. 28— 2021 中 8. 2； 本文件中 5.8.2.3	试验记录； 说明书			X		Gb	T3		

附 录 B
(规范性)
试验要求

B.1 润滑密封装置的“干运行”型式试验

该试验应模拟当在设备的固定和运动部件之间为润滑型密封元件提供的润滑失去时可能出现的温度。所涉及的密封装置的实例是垫圈密封件,壳型密封件和用于滑动轴或旋转轴的其他类似密封件。

试验前除去润滑剂而不进行清洁。然后使密封装置进行“干运行”型式试验,其中运动部件以其最大正常运行速度运行。考虑到预期用途和目标 EPL,干运行试验的持续时间应为设备可能干燥的最长时间的三倍。如果无法评定干运行的最长时间,则 GB/T 3836.28—2021 的最高表面温度要求适用于干运行条件(直至达到最终温度)。

测量设备固定部分的温度,尽可能靠近密封件与运动部件接触的位置。例如,通常可以通过将热电偶插入在密封件附近以一定角度钻出的小孔中进行精确定位,使得其在密封元件下方延伸。在测试结束时,可能需要采取几个温度读数以确保达到最终的“稳态”温度。在试验过程中,注意温度读数以及环境温度和运动部件的速度。

B.2 确定离合器组件最大啮合时间的型式试验

B.2.1 设备

B.2.1.1 离合器组件

一种用于爆炸性环境的离合器组件。如果离合器组件构成具有不同输入和输出特性的系列的一部分,选择设计用于将最大功率和扭矩从其输入轴传递到其输出轴的组件。

注:如果离合器组件配有过载保护装置,例如剪切销(用于摩擦垫类型)或易熔连接/插头(用于液体填充类型),则可能需要在试验期间禁用此装置以避免它影响结果。

B.2.1.2 温度传感器

温度传感器能够测量温度,包括至少包括预期使用离合器的爆炸性环境的最高表面温度。传感器还需要能够测量暴露于周围大气的固定和运动部件的温度。合适的传感器例如专门校准的红外热探测器,其布置成测量运动部件的实际温度而不与它们机械连接。

B.2.1.3 驱动电机

驱动电机能够将离合器组件制造商的最大推荐输入功率和扭矩传递给组件。

B.2.1.4 锁定机构

当制造商的最大推荐输入驱动功率和扭矩施加到输入轴时,锁定机构能够保持离合器组件的输出轴不旋转。

B.2.1.5 记录设备

定时器/记录器设置为在驱动器电源首次施加到输入轴时启动,并在温度传感器检测到组件的一部分已达到环境允许的最大表面温度时停止。

B.2.1.6 调节室

调节室能够调节离合器组件,同时它连接到驱动马达和锁定机构。

B.2.2 程序

B.2.2.1 样品准备

将离合器组件放置在环境(20 ± 5)℃中至少 8 h。

B.2.2.2 计时

同时启动驱动电机(为离合器输入轴供电)和定时器。

B.2.2.3 温度记录

确定并记录组件的“最大啮合时间”,即从驱动器电源施加到组件的瞬间,到温度传感器确定离合器组件的一部分已到达其预期使用环境允许的最高表面温度的时刻,以秒为单位的时间。停止驱动电机。

B.2.2.4 结果

试验报告应包含:

- 本文件编号;
- 离合器组件制造商的名称;
- 组件的制造商标识;
- 离合器组件的“最大啮合时间”,以秒为单位。

B.2.2.5 报告

“最大安全啮合时间”应在随设备提供的使用信息中给出。

附录 C
(资料性)

方法：具有防爆型式“b”的设备

图 C.1 描述了具有防爆型式为控制点燃源型“b”的设备相关的程序。

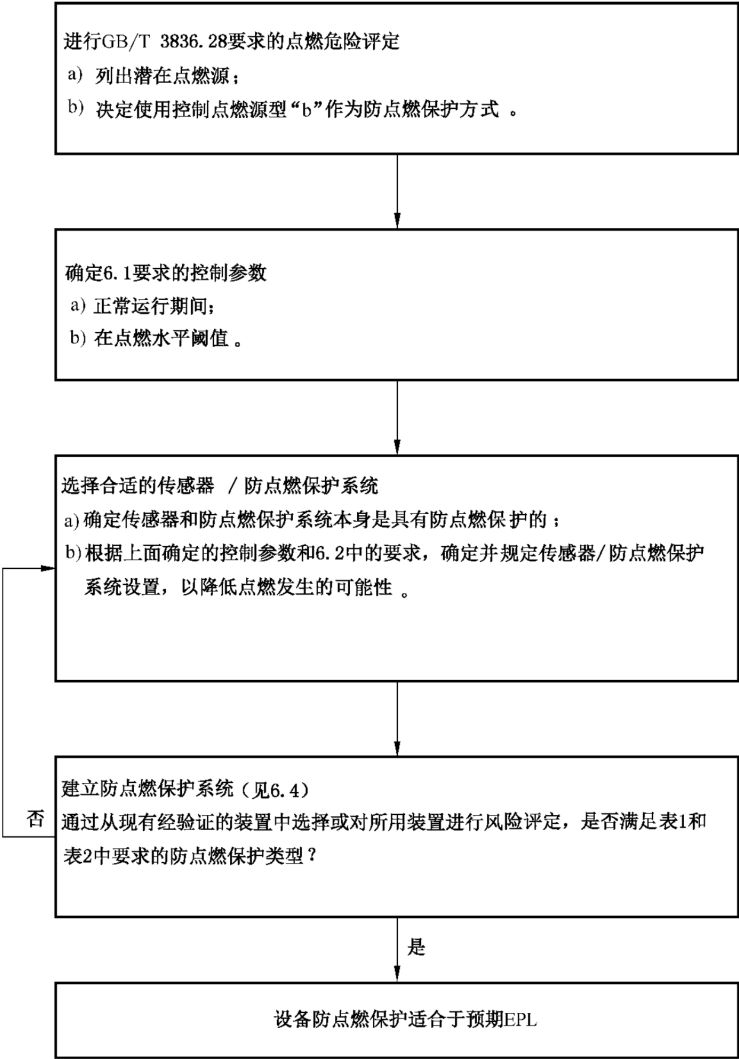


图 C.1 本文件中描述的程序的流程图

附录 D

(资料性)

分配用于设备的所需防点燃保护型式以实现不同 EPL 的方法

D.1 对于 EPL Gc 和 Dc

根据定义,该设备在正常运行中不含点燃源。为满足这一基本要求,通常不需要采用控制点燃源型“b”的附加控制以适应设备的异常运行。例外情况是必须由某些设备控制作为其正常运行的一部分的设备。例如,速度控制装置适合于确保机器的旋转部件在正常运行中保持正确的速度。在这种情况下,速度控制装置可以被解释为本文件中描述的防点燃保护系统。

可能还需要将 b1 型装置的防点燃保护系统安装到普通工业设备上,从而将其从不适合在爆炸性环境中使用的设备转换为符合 EPL Gc 和 Dc 要求的设备。

在所有上述情况下,防点燃保护系统在发生爆炸性环境的同时发生故障的可能性很小,因此,低点燃保护水平宜是足够的。

D.2 对于 EPL Gb 和 Db

满足 EPL Gb 和 Db 要求的设备需要防止在正常运行中以及预期故障中发生的点燃源。在这种情况下,在防点燃保护系统发生故障并且存在爆炸性环境的同时在设备中产生点燃源的可能性高于 EPL Gc 和 Dc 设备。因此,本文件已将防点燃保护型式 b2 分配给用于保护 EPL Gb 和 Db 设备的防点燃保护系统,否则该设备将在正常运行中具有有效点燃源。如果有效点燃源仅可能发生在预期故障中,则 b1 型防点燃保护系统足以达到所需的保护等级。

D.3 对于 EPL Mb

即使在严酷的运行条件下,EPL Mb 设备也需要防止正常运行中以及预期故障中发生的点燃源。在这种情况下,在防点燃保护系统出现故障并且存在爆炸性环境的同时在设备中产生点燃源的可能性与 EPL Gb 设备一样高。

情况 1:

如果一般通风和气体检测装置确保检测到 EPL Mb 设备环境中存在爆炸性环境并导致在短时间内自动断电,则 b1 型防点燃保护系统足以达到所要求的 EPL Mb。

情况 2:

如果有效点燃源仅在预期故障情况下可能发生,则 b1 型防点燃保护系统足以达到 EPL Mb。

D.4 对于 EPL Ga 和 Da

EPL Ga 和 Da 需要在正常运行中以及预期故障和罕见故障中进行防点燃保护。

该 EPL 的定义和要求还包括提及这些设备是安全的,应用了多个故障,或受到两种保护方法的保护。因此,EPL Ga 和 Da 只能在正常运行中没有有效点燃源的设备上达到。如果有效点燃源仅在罕见故障时发生,则 b1 型防点燃保护系统(仅限自动动作)足以达到所要求的 EPL,并且如果超过任何关键控制参数,则保持点燃源无效。如果点燃源可能在预期故障中发生,则需要两个独立的 b1 型防点燃保护系统,或者一个 b2 型防点燃保护系统,以达到所需的 EPL。

附录 E

(资料性)

关于功能安全概念的信息

E.1 GB/T 16855.1

该标准描述了 5 个性能等级(a、b、c、d 和 e),考虑了平均失效时间(MTTF)、诊断覆盖率、共因失效和其他方面,宜用于评估机械控制系统的安全相关部件的质量。

E.2 GB/T 20438

该系列标准能用于协助安全相关系统的制造商。它包含 4 个安全完整性等级(SIL 1、2、3 和 4)的要求,可用于描述控制系统的安全相关部件的质量。

E.3 GB 28526

该标准涉及电气/电子和可编程控制机器安全。

E.4 根据功能安全标准的可靠性

表 E.1 给出了根据功能安全标准的可靠性与防点燃保护型式之间的相互关系。

表 E.1 防点燃保护型式的应用

硬件故障裕度(与有效点燃源有关)	2	1	0	1	0	—1	0	—1
由控制系统(安全装置)实现的防点燃保护型式								
硬件故障裕度	—	0	1	—	0	1	—	0
安全完整性等级(GB/T 20438) 性能等级/类别(GB/T 16855.1) 根据本文件的防点燃保护型式	—	SIL 1 PLc Cat.2 b1	SIL 2 PLd Cat.3 b2	—	SIL 1 PLc Cat.2 b1	SIL 2 PLd Cat.3 b2	—	SIL 1 PLc Cat.2 b1
实施安全措施后达到的设备保护级别								
Ⅱ类、Ⅲ类 EPL	Ga、Da			Gb、Db			Gc、Dc	

注 1: 硬件故障裕度(HFT):

- 1 表示正常运行期间的有效点燃源(正常运行时具有引燃性)。
- 0 表示受控设备在正常运行中是安全的,在正常运行期间预期没有有效点燃源。单个故障可能导致设备失效,因此在正常运行期间需要单个系统来避免点火源。
- 1 表示该设备在单个故障时是安全的。两个独立故障可能导致设备失效。
- 2 表示该设备在两个独立的故障时是安全的,三个故障可能导致设备失效。

注 2: SIL 1 或 SIL 2 表示符合 GB/T 20438(所有部分)的安全装置的安全完整性等级。PL c 或 PL d 表示符合 GB/T 16855(所有部分)的安全装置的安全性能等级。

注 3: “ — ”表示不需要安全装置。

参 考 文 献

[1] GB/T 3836.6 爆炸性环境 第6部分:由液浸型“o”保护的
[2] GB/T 3836.11 爆炸性环境 第11部分:气体和蒸气物质特性分类 试验方法和数据
[3] GB/T 3836.23 爆炸性环境 第23部分:用于瓦斯和/或煤尘环境的Ⅰ类 EPL Ma 级设备
[4] GB/T 3836.30 爆炸性环境 第30部分:地下矿井爆炸性环境用设备和元件
[5] GB 8624 建筑材料及制品燃烧性能分级
[6] GB/T 16855(所有部分) 机械安全 控制系统安全相关部件
[7] GB/T 16855.1 机械安全 控制系统安全相关部件 第1部分:设计通则
[8] GB/T 20438(所有部分) 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全
[9] GB/T 21109(所有部分) 过程工业领域安全仪表系统的功能安全
[10] GB/T 23819 机械安全 防火与消防
[11] GB 28526 机械电气安全 安全相关电气、电子和可编程电子控制系统的功能安全
[12] EN 13237 Potentially explosive atmospheres—Terms and definitions for equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmosphere
[13] EN 13501-1 Fire classification of construction products and building elements—Part 1: Classification using data from reaction to fire tests
[14] EN 14986 Design of fans working in potentially explosive atmospheres
[15] DIN 740-2 Power transmission engineering; flexible shaft couplings; parameters and design principles



GB/T 3836.29-2021

版权专有 侵权必究

*

书号:155066 • 1-68730