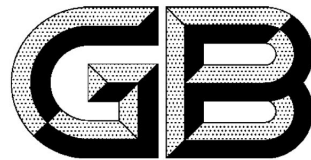


ICS 29.260.20  
CCS K 35



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 3836.30—2021

## 爆炸性环境 第30部分：地下矿井 爆炸性环境用设备和元件

Explosive atmospheres—Part 30: Equipment and components in explosive  
atmospheres in underground mines

(ISO/IEC 80079-38:2016, Explosive atmospheres—Part 38: Equipment and  
components in explosive atmospheres in underground mines, 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 30 部分：地下矿井  
爆炸性环境用设备和元件  
GB/T 3836.30—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](http://www.spc.org.cn)

服务热线: 400-168-0010

2021 年 10 月第一版

\*

书号: 155066 · 1-68736

版权专有 侵权必究

目 次

前言 ..... III

引言 ..... IV

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语、定义和缩略语..... 2

4 设备(机器)和元件的要求 ..... 4

    4.1 通则 ..... 4

    4.2 点燃危险评定 ..... 5

    4.3 非电气设备和元件 ..... 6

    4.4 电气设备和元件 ..... 6

5 对具体设备和元件的补充要求 ..... 9

    5.1 切割和剥离设备 ..... 9

    5.2 水平和倾斜运输用拖缆 ..... 10

    5.3 通风机 ..... 10

    5.4 内燃机 ..... 11

    5.5 空气压缩机 ..... 12

    5.6 钻探设备和元件 ..... 12

    5.7 制动器 ..... 12

    5.8 牵引电池、起动电池和车辆照明电池 ..... 13

    5.9 机器上使用的光纤和机器元件的电磁辐射 ..... 13

    5.10 气体监控系统 ..... 13

6 防火..... 14

    6.1 通则 ..... 14

    6.2 非金属材料 ..... 14

    6.3 液压和气压设备 ..... 14

    6.4 对电缆卷筒的要求 ..... 15

    6.5 属于机器一部分的电缆的防火 ..... 16

    6.6 输送机皮带 ..... 16

7 使用信息..... 16

    7.1 警示语 ..... 16

    7.2 说明书 ..... 16

8 标志..... 17

附录 A (规范性) I 类 Mb 级手持式工具表面保护涂层试验 ..... 18

附录 B (资料性) 变频电机潜在危险指南 ..... 20

附录 C (资料性) 煤矿用输送机皮带点燃危险评定示例 ..... 21



**GB/T 3836.30—2021**

附录 D (资料性) 煤矿潜在爆炸性环境用采煤机点燃危险评定示例 ..... 24

附录 E (规范性) 点燃源 ..... 30

参考文献 ..... 34

## 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30部分。GB/T 3836 已经发布了以下部分：

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

本文件使用重新起草法修改采用 ISO/IEC 80079-38:2016《爆炸性环境 第38部分：地下矿井爆炸性环境用设备和元件》。

## GB/T 3836.30—2021

本文件做了下列结构调整：

- 因删除了 ISO/IEC 80079-38:2016 中的术语 3.1“防瓦斯爆炸”，其他术语顺序调整；
- 调整了附录的顺序，原附录 E 调整为附录 A、原附录 D 调整为附录 B、原附录 A 调整为附录 C、原附录 B 调整为附录 D、原附录 C 调整为附录 E。

本文件与 ISO/IEC 80079-38:2016 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 3685 代替 ISO 340(见 6.2)；
- 用修改采用国际标准的 GB/T 3836.1 代替 IEC 60079-0(见第 1 章)；
- 用修改采用国际标准的 GB/T 3836.18 代替 IEC 60079-25(见 4.4.6.3)；
- 用修改采用国际标准的 GB/T 3836.28—2021 代替 ISO 80079-36:2016(见第 1 章)；
- 用修改采用国际标准的 GB/T 3836.29—2021 代替 ISO 80079-37:2016(见 5.3.1.4)；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 4208 代替 IEC 60529(见 5.3.2)；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 5226.1 代替 IEC 60204-1(见 4.4.3.1)；
- 用等同采用国际标准的 GB 5226.3 代替 IEC 60204-11(见 4.4.3.1)；
- 用修改采用国际标准的 GB/T 8642 代替 ISO 14916(见 A.2)；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 9239.1 代替 ISO 1940-1(见 5.3.1.6)；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 16855.1 代替 ISO 13849-1(见 5.1.1)；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 18380.11、GB/T 18380.12 和 GB/T 18380.13 代替 IEC 60332-1(所有部分)(见 6.5)；
- 用等同采用国际标准的 GB 28526 代替 IEC 62061(见 5.1.1)；
- 用修改采用国际标准的 GB/T 31523.1 代替 ISO 7010(见 7.1)；
- 用修改采用国际标准的 GB/T 34560.5 代替 ISO 630-5(见 5.3.1.1)；
- 用修改采用国际标准的 SH/T 0785 代替 ISO 14935(见 6.3)；
- 用 ISO 15029-2 代替 ISO/TS 15029-2(见 6.3)；
- 增加引用了 GB/T 13813(见 5.3.1)。

- 删除了正文中未出现的术语“防瓦斯爆炸”。

- 删除了 4.4.3.1 中过载跳闸装置的设定值可高于电机的公称电流的情况。删除内容本意是通过温度保护来放宽过流保护范围。但过载保护和温度保护是两种不同类型的保护，虽然过载会造成温度的增加进而引起温度保护动作。如果两种保护配合，那整定就存在困难。

- 4.4.3.1“过载保护”中增加了合格证编号后带符号“U”和“X”时符合相关条件的要求。因合格证编号后带符号“U”和“X”的设备有特殊相关条件要求。

- 4.4.3.2“短路保护”中增加了对短路保护应符合相应防爆型式的要求。因为若短路保护设置在外部，会涉及防爆选型问题。

- 增加了 4.4.3.3“漏电保护”，以符合我国对矿井下设备的规定。

- 5.1.2.2“喷水系统”中由安装喷水系统并监控最小水压和/或最小水流更改为安装内外喷水系统并监控最小水压和水流量，以适应国内设备使用现状和现场工况，保证喷水系统起到应有的效果。

- 5.2“水平和倾斜运输用拖缆”中绳索圈数由至少 2.5 圈更改为至少 3 圈，以方便计量。

- 5.3.1.3“集流器和扩散器”中删除了集流器直径制造公差 $\pm 1.5$  mm 的要求，集流器公差对产品性能基本无影响。

- 5.3.1.4“叶轮和叶轮环”中叶轮应承受的试验运行的旋转速度的时间分别由 1.15 倍和 60 s 更改为 1.1 倍和 120 s，以符合我国相关标准的规定。

- 5.3.1.5“间隙”中增加了任何情况下间隙都不应小于 1 mm 的要求,以符合 GB/T 3836.1 的规定。
- 5.3.1.8“材质”中删除了表 1“材料组合”,保护圈与叶轮材料要求由符合表 1 更改为使用摩擦火花点燃危险最小的材料并检验合格。因为表 1 中并未考虑异物冲击叶轮的安全性,若使用表 1 中规定的保护圈与叶轮配对材料,相当于放宽了铝合金的使用;同时将叶轮与外壳间隙要求由不小于表 1 给出的值修改为不小于 2.5 mm。因为我国煤矿用通风机对抽出式通风机的间隙均是这样要求的,表 1 中规定的太小,不安全,也不容易实现。
- 5.3.2“其他风扇”中进风端和出风端防护等级分别更改为 IP20 和 IP10,以与 GB/T 3836.1 一致。
- 5.10“气体监控系统”中增加应符合国家矿山相关规程的要求,以符合我国对矿山的規定。
- 附录 A 中冲击试验的试验气体更改为甲烷富氧空气爆炸性混合物,以符合我国相关标准的规定。

本文件做了下列编辑性改动:

- 为与现有标准系列一致,将本文件名称更改为《爆炸性环境 第 30 部分:地下矿井爆炸性环境用设备和元件》;
- 范围中增加关于超出标准大气条件范围的情况的注;
- 4.1 中增加了关于附录 B 的注;
- 4.4.3.2 中增加了关于附加保护措施建议性的注;
- 删除了 5.4 中关于爆炸性环境用内燃机国际标准的注;
- 更改了 5.4 注 2 中的参考标准;
- 更改了 5.10 的注;
- C.4 的电气设备评定中增加 GB/T 3836.2、隔爆兼本质安全型;
- 更改了参考文献。

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、国家能源投资集团有限责任公司、国家能源集团宁夏煤业有限责任公司、北方工业大学、中煤科工集团重庆研究院有限公司、卧龙电气南阳防爆集团股份有限公司、煤科集团沈阳研究院有限公司、中煤科工集团常州研究院有限公司、汉威科技集团股份有限公司。

本文件主要起草人:张刚、孟峰、王军、仲丽云、朱宗保、孟庆海、周伟锋、张浩、石磊、陈彬、王崇阳。

## 引 言

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

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

采矿工业与其他工业的环境条件及生产运作不同,对矿用设备有着特殊的要求,因此有必要制定专门针对地下矿用设备的防爆技术标准。在国际标准方面,IEC 于 2016 年发布了 ISO/IEC 80079-38:

2016,规定了能够用于有甲烷和/或可燃性粉尘的爆炸性环境的矿山的单独或组合运行的设备和元件的结构特征要求,其主要技术内容也能适用于我国的情况。因此,采用 ISO/IEC 80079-38:2016 制定本文件,并进行了适当的修改以适应我国的具体情况。

使用本文件宜了解下述情况。

本文件规定了可单独或组合运行的设备和元件的结构特征要求,使它们能够用于有甲烷和/或可燃性粉尘的爆炸性环境的矿山或部分矿山。

用于采矿机械的多数电气设备,例如电机、开关等,作为一个单独的设备取证,符合其本身的标志要求。单一产品取证没有涉及整个电气系统间设备的相互连接。设备和元件包括它们的相互连接,宜由制造商从点燃的角度考虑进行评定。

非电气设备和电气/非电气设备的相互连接都要求进行点燃危险评定。

因此制造商有必要对设备本身及其所有部件进行危险评定,形成正式的评定文件,确定并列出设备包括电缆和电气供电系统的所有可能的点燃源。同时,文件还需列出防止可能的点燃源成为有效点燃源的措施。

由于地下采矿和其他与爆炸性环境有关或在爆炸性环境中的工业企业之间主要运作不同,因此需要制定本文件。这些差异的示例有:

- 从地下矿层开采的产品可能具有可燃性,并且在开采过程中可能会连续释放甲烷。
  - 设备和元件周围环境的点燃性通常取决于主动通风系统提供的稀释量。
  - 机械装置工作的矿井总体环境中可能会从潜在爆炸性环境转变成爆炸性环境(例如,在瓦斯突出过程中)。
  - 在煤矿工作的人员通常处于潜在爆炸性环境中。
  - 需要在关键地点连续监控矿区环境,以确保除适合在经常存在爆炸性环境的地方使用的 Ma 级设备外的所有设备能够断开电源。
  - 在高瓦斯煤矿中,机器引起的瓦斯爆炸能够产生粉尘云,会使爆炸加剧。
  - 尤其是与采矿活动有关的一些采矿机械装置,包含采掘和钻孔装置,开采可燃性矿物是它们正常运行的一部分。这样,在与石英或黄铁矿含量高的矿层接触时摩擦生热或出现摩擦火花会导致点燃危险。
  - 煤矿中很长的巷道中装配有矿物输送系统,输送的矿物有可能产生爆炸性粉尘云和瓦斯。
- 为了确定哪些设备或元件宜适用本文件,根据国际经验审查了一些点燃数据。
- 在起草本文件时,已假定设备和部件是:
- 考虑了预期的冲击、振动和故障模式,按照良好工程实践设计;
  - 具有合理的机械和电气机构;
  - 制造材料具有足够的强度和合适的质量;
  - 无缺陷;
  - 按照正确的修理和工作顺序使用,例如,要求的尺寸无论磨损情况如何,都能够保持在容许的设计容差之内。



## 爆炸性环境 第 30 部分:地下矿井 爆炸性环境用设备和元件

### 1 范围

本文件规定了可单独或组合运行的设备的设计、结构、评定和使用信息(维护、修理、标志)的防爆要求。

包括用于有甲烷和/或可燃性粉尘的爆炸性环境的矿用机械装置和元件。假定设备能够运行的标准大气条件(与环境的爆炸特性有关)如下:

- 温度:  $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- 压力:  $80\text{ kPa} \sim 110\text{ kPa}$ ;
- 空气中正常氧含量:通常为 21%(体积分数)。

注:对超出该范围的大气条件下使用的电气设备可要求进一步附加考虑和试验。

本文件适用于在含有甲烷和/或可燃性粉尘的爆炸性环境使用的 Mb 级(EPL Mb)设备和元件。

对于 Ma 级(EPL Ma)设备和元件,本文件、GB/T 3836.1 和 GB/T 3836.28 的要求适用。

可能对危险有影响的外部条件以及综合保护措施也需要考虑。这些措施可包括通风、瓦斯探测或瓦斯抽放。

本文件也涉及了由设备结构中使用的如织物纤维、塑料“O”形环、橡胶密封圈、润滑油或油脂等可燃性材料的燃烧(或焖燃)引起爆炸性环境点燃的预防(如果这些材料可能是点燃源)。例如,旋转轴承的机械故障能引起摩擦生热,点燃其塑料罩、塑料密封或润滑油脂。

输送带防火的具体要求和试验程序不属于本文件的范围。

### 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 3685 输送带 实验室规模的燃烧特性 试验方法(GB/T 3685—2017,ISO 340:2013,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 3836.18 爆炸性环境 第 18 部分:本质安全电气系统(GB/T 3836.18—2017,IEC 60079-25:2010,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 3836.29—2021 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”(ISO 80079-37:2016,MOD)

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

GB/T 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第 1 部分:通用技术条件(GB/T 5226.1—2019,IEC 60204-1:2016,IDT)



GB 5226.3 机械电气安全 机械电气设备 第11部分:电压高于1 000 V a.c.或1 500 V d.c.但不超过36kV的高压设备的技术条件(GB 5226.3—2005, IEC 60204-11:2000, IDT)

GB/T 8642 热喷涂 抗拉结合强度的测定(GB/T 8642—2002, ISO 14916:1999, MOD)

GB/T 9239.1 机械振动 恒态(刚性)转子平衡品质要求 第1部分:规范与平衡允差的检验(GB/T 9239.1—2006, ISO 1940-1:2003, IDT)

GB/T 13813 煤矿用金属材料摩擦火花安全性试验方法和判定规则

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(GB/T 16855.1—2018, ISO 13849-1:2015, IDT)

GB/T 18380.11 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第11部分:单根绝缘电线电缆火焰垂直蔓延试验 试验装置(GB/T 18380.11—2008, IEC 60332-1-1:2004, IDT)

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 1 kW 预混合型火焰试验方法(GB/T 18380.12—2008, IEC 60332-1-2:2004, IDT)

GB/T 18380.13 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第13部分:单根绝缘电线电缆火焰垂直蔓延试验 测定燃烧的滴落(物)/微粒的试验方法(GB/T 18380.13—2008, IEC 60332-1-3:2004, IDT)

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(GB 28526—2012, IEC 62061:2005, IDT)

GB/T 31523.1 安全信息识别系统 第1部分:标志(GB/T 31523.1—2015, ISO 7010:2011, MOD)

GB/T 34560.5 结构钢 第5部分:耐大气腐蚀结构钢交货技术条件(GB/T 34560.5—2017, ISO 630-5:2014, MOD)

SH/T 0785 难燃液芯式燃烧持久性测定法(SH/T 0785—2006, ISO 14935-1998, MOD)

ISO 15029-1 石油和相关产品 阻燃液体喷射燃烧特性的测定 第1部分:喷流燃烧持久度 空锥喷嘴法(Petroleum and related products—Determination of spray ignition characteristics of fire-resistant fluids—Part 1: Spray flame persistence—Hollow-cone nozzle method)

ISO 15029-2 石油和相关产品 阻燃液体喷射燃烧特性的测定 第2部分:喷射试验 稳态火焰热释放喷撒方法(Petroleum and related products—Determination of spray ignition characteristics of fire-resistant fluids—Part 2: Spray test—Stabilized flame heat release method)

### 3 术语、定义和缩略语

GB/T 3836.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**瓦斯 firedamp**

矿井中自然产生的可燃性气体混合物。

注:瓦斯主要由甲烷组成,在采矿实践中,术语瓦斯和甲烷通常作为同义词。

#### 3.2

**可燃性物质 flammable substance**

当被点燃时,会与空气发生放热反应的气体、蒸气、液体、固体形式或这些形式的混合状态的物质。

#### 3.3

**元件 component**

对设备和防护系统的安全功能至关重要但无自主功能的器件。

## 3.4

**设备 equipment**

单独或组合使用,用于能量的产生、传输、储存、测量、控制、转换和/或材料处理,而且由于自身的潜在点燃源能引起爆炸的机械、器械、固定式或移动式装置、控制单元、仪器及探测或预防系统。

## 3.5

**爆炸 explosion**

因氧化反应或其他分解反应而引起的压力和温度骤升的现象。

## 3.6

**爆炸性环境 explosive atmosphere**

在大气条件下,可燃性物质以气体、蒸气或粉尘的形式与空气形成的混合物,被点燃后,能够保持燃烧自行传播的环境。

## 3.7

**规定用途 intended use**

按照设备类别和设备保护级别(EPL)要求,并考虑制造商提供的设备、防护系统和元件安全运行所要求的全部资料来使用设备、防护系统和元件。

## 3.8

**机械装置 machinery**

用于特定用途、由零件或元件连接组成的装备,在驱动系统作用下至少有一个部分运动。

注:术语“机械装置”也包括为达到共同目的、要作为整体运行而安装和控制的机器组合。

## 3.9

**故障 malfunction**

设备或元件不执行其预定防爆功能的情况。

注:本文件所指的故障可由多种原因造成,包括:

- 加工材料、工件的性能或尺寸的改变;
- 设备的一个(或多个)零部件或元件的失效;
- 外部干扰(例如:冲击、振动、电磁场);
- 设计错误或缺陷(例如:软件出错);
- 电源或其他工作的干扰;
- 操作人员对设备失去控制(特别是手持机器)。

## 3.10

**最小点燃能量 minimum ignition energy****MIE**

在规定的试验条件下,电容器的放电足以有效点燃最易点燃爆炸性环境时,电容器内存贮的最小电能。

## 3.11

**潜在爆炸性环境 potentially explosive atmosphere**

由于区域条件或工作条件可能形成爆炸的环境。

## 3.12

**堆集粉尘的自燃 self-ignition of dust in bulk**

粉尘的氧化和/或分解产生热量的速率大于环境的散热速率引起的粉尘点燃。

## 3.13

**设备保护级别 equipment protection level****EPL**

根据设备成为点燃源的可能性和爆炸性气体环境、爆炸性粉尘环境及煤矿瓦斯爆炸性环境所具有

的不同特征而对设备规定的保护等级。

注：可选择设备保护级别作为一套装置整体危险评定的一部分。

### 3.14

#### **Ma 级 EPL Ma**

安装在煤矿甲烷爆炸性环境中的设备，具有“很高”的保护等级，该级别具有足够的安全性，使设备在正常运行、出现预期故障或罕见故障，甚至在气体突然出现设备仍带电的情况下均不可能成为点燃源。

### 3.15

#### **Mb 级 EPL Mb**

安装在煤矿甲烷爆炸性环境中的设备，具有“高”的保护等级，该级别具有足够的安全性，使设备在正常运行中或在气体突然出现和设备断电之间的时间内出现的预期故障条件下不可能成为点燃源。

### 3.16

#### **最高表面温度 maximum surface temperature**

在最不利运行条件下(但在认可的容差范围内)工作时，设备、防护系统或元件的任何部件或任何表面所能达到的能够点燃周围爆炸性环境的最高温度。

注 1：相应的表面温度可以是内表面温度或外表面温度，视防爆型式而定。

注 2：为避免发生点燃，最高表面温度宜低于爆炸性混合物的点燃温度。

注 3：对于爆炸性粉尘环境用 Ex 设备，该温度出现在外壳的外表面上，并可包含规定的粉尘层条件。

### 3.17

#### **非电气设备 non-electrical equipment**

能机械地实现其预定功能的设备。

注：GB/T 3836.28—2021 所指的设备可能由任何类型的能量驱动。

### 3.18

#### **机械火花 mechanical sparks**

两种类似的或不同的固体材料之间因冲击或摩擦产生的火花或火花簇。

### 3.19

#### **引燃火花 incendive sparks**

有足够热能点燃可燃环境的机械火花。

### 3.20

#### **液压液 hydraulic fluids**

除水外用于传输和监控的液体及其浓缩液。

## **4 设备(机器)和元件的要求**

### **4.1 通则**

潜在爆炸性环境用所有电气/非电气设备和元件的设计和制造应基于良好的工程实践，并符合 Mb 级设备的要求，确保不会出现点燃源。说明书应按 7.2.2 的要求提供检查和维护的信息，以维持设备的安全状况。

在一些条件下，特定元件或子系统可能需要为 Ma 级(例如机器上的甲烷探测/监控系统)。

电气设备应符合 GB/T 3836.1 对 Mb 级的要求，非电气设备应符合 GB/T 3836.28 对 Mb 级的要求。

注 1：需要时，制造商或其授权的代理人、买方和/或用户可能需要协商，确定影响点燃危险评定的任何局部使用条件。

下列要求适用于所有机器,应特别予以考虑:

- 需要按照 GB/T 3836.28—2021 中 6.2 限制最高表面温度。
  - 需要符合 GB/T 3836.28—2021 中 6.7 的静电要求。
  - 需要按照 GB/T 3836.28—2021 中 6.4.4 和 GB/T 3836.1 限制裸露轻金属的使用。手持式工具的轻合金部件应有保护涂层保护,且应通过附录 A 的试验(爆炸性环境中的冲击试验和粘结试验)。
  - 需要对起防点燃保护作用的非金属部件进行试验,确保在煤矿使用条件下质量不会降低、不会使保护失效(也见第 6 章)。
- 可通过下列一项措施或这些措施的组合,防止设备超过最高表面温度:
- 设备的连续定额使之能易于与最长工作周期适应;
  - 设备适宜的短时定额;
  - 附加冷却系统;
  - 测量表面或冷却系统温度的停机装置;
  - 限制通过设备传递的能量,例如限制电动机电源电流或释放机械功率。

如果不是通过连续定额限制表面温度,制造商应在用户说明书中规定特殊使用条件,例如设备自动断开电源时的最高油温。

注 2: 焊接、切割、研磨、燃烧及其他有明火和/或敞开式火焰的工艺,在煤矿和其他矿井中通常是禁止的,采取特殊措施的情况除外。因此,Mb 级设备将构造成在瓦斯矿地下安装、拆卸、维护或修理机械装置时,通常不需要这些工艺。

除了 GB/T 3836.1 和 GB/T 3836.28—2021 规定的非金属材料要求之外,如果这些材料能成为点燃源,材料应为阻燃材料(见 6.2)。

注 3: 附录 B 中给出了关于变频电机潜在危险的指南。

## 4.2 点燃危险评定

### 4.2.1 正式分析

所有设备及其所有部件均应按照 GB/T 3836.28—2021 进行危险评定,形成正式的危险评定报告。

注: 4.2.2~4.2.6 源自 GB/T 3836.28—2021,是针对采矿设备的要求。

### 4.2.2 I 类 Mb 级设备评定

对 I 类 Mb 设备,评定时应考虑需要达到的较高保护等级,以及在正常运行和预期故障甚至严酷运行条件下,尤其是野蛮操作和环境条件变化造成的严酷运行条件下,Mb 级设备应保证安全的要求,列出所有有效或可能成为有效的点燃源。

设备设计成在爆炸性环境出现时断电,在这种情况下成为有效点燃源的危险仍然存在,这样的点燃源也应列出。评定应说明降低点燃可能性所采取的措施。这些措施应符合本文件或 GB/T 3836.28—2021 的要求。

注: 实例之一,可燃性气体在大气中的浓度(例如 20%LEL),用甲烷测定器(Ma 级)探测,设备(Mb 级)的电源自动切除。

评定应包括减少火焰蔓延的可能性采取的措施,例如,通过消除或减少燃料源。

### 4.2.3 确定最高表面温度

作为点燃危险评定的一部分,应确定设备的最高表面温度。这是由 GB/T 3836.28—2021 中 8.2 规定的安全裕量调整的设备的最高表面温度。该最高表面温度适用于设备能够暴露在潜在爆炸性环境中或者能形成粉尘层的任何部分,同时考虑到表面的尺寸及能够形成点燃源的能力。

评定还应考虑限制最高表面温度采用的配套装置(例如,在流体联轴节中使用低熔点的可溶性排液插头)。如果采用了限温装置,应符合控制点燃源型“b”的要求以及最不利运行条件的要求。应在最高环境温度下评定最高表面温度。

应在设备最不利的工作条件下,施加设备保护类型允许的故障,测量或通过计算确定最高表面温度。测量或者计算确定最高表面温度应包括 Mb 级的预期故障运行条件。

应考虑机器停机后由于缺少冷却和热耗散使表面温度升高的条件。

对于一些设备或设备部件,最不利的工作条件可能是连续满负载运行,或者可能是包括严重过载的最大工作周期。

注:最高表面温度见 GB/T 3836.28—2021。

#### 4.2.4 活动部件间隙中沉积的粉尘和其他物料

点燃危险评定应考虑活动部件之间或活动部件与固定部件之间沉积的粉尘或其他物料造成的点燃危险。如果粉尘或其他物料与同一活动部件长时间接触,就会变热,进而引起沉积粉尘或其他物料燃烧,随后就会点燃爆炸性环境。即使转动很慢的部件也会造成很高的温升。

#### 4.2.5 点燃危险评定报告

点燃危险评定报告应符合 GB/T 3836.28—2021 的要求(见附录 C 和附录 D 对矿用设备点燃危险评定示例)。

#### 4.2.6 点燃源

点燃源的点燃能力应与可燃性物质的点燃特性进行比较。

评定有效点燃源出现的可能性,应考虑到例如由维护和清洁活动引起的点燃源。

注:可采取保护措施使点燃源变成非有效点燃源。

如果不能评估有效点燃源出现的可能性,则应假定点燃源始终存在。

对不同点燃源的点燃危险评定应考虑附录 E 的要求。

### 4.3 非电气设备和元件

所有非电气设备和元件(包括机器内部连接用部件),应符合 GB/T 3836.28—2021 的要求,必要时,还应符合该标准列出的其他保护类型的一种,本文件列出具体要求的情况除外,例如截齿上配置喷水防点燃保护。

注 1: GB/T 3836.28 涉及爆炸性气体环境和爆炸性粉尘环境单独存在或同时存在时使用的非电气设备和元件的点燃保护。

注 2: 防点燃保护类型见 GB/T 3836.29。

### 4.4 电气设备和元件

#### 4.4.1 通则

《煤矿安全规程》和一些相关国家、行业标准也有相关规定。

所有电气设备和元件应符合 GB/T 3836.1 的要求及该标准列出的至少一种与 I 类有关的防爆型式的要求。

注 1: 本文件的目的是确保电气设备和元件按照合理工程原理设计和制造,适用于预定用途,并且设计便于设备和元件的检查、试验和维护。

注 2: GB/T 3836.1 主要涉及爆炸性气体环境和爆炸性粉尘环境用电气设备和元件的点燃保护。对于含瓦斯煤矿,在爆炸性气体环境进行试验的防甲烷点燃保护设备也能对爆炸性煤粉尘云进行充分的防点燃保护。

注 3：特别与煤矿有关的防爆型式标准示例：

- GB/T 3836.2(隔爆外壳“d”)；
- GB/T 3836.3(增安型“e”)；
- GB/T 3836.4(本质安全型“i”)。

注 4：本文件的要求是对有关工业标准电气安全要求的补充。有关电气安全标准主要包括 GB/T 5226.1 和 GB 5226.3。验证符合这些相关工业标准不是本文件的要求。

如果保护措施依靠机器外部的装置，则制造商应在使用说明书中予以明确规定。在本文件中，下列要求适用于从电源连接到机器上的点开始(接线端子、插头和插座)。

注 5：介绍电气装置的所有术语见 IEC 60050-441。

#### 4.4.2 电气设备保护

当设备用在潜在爆炸性环境时，应符合 GB/T 3836.1 要求的防爆合格证规定的特殊使用条件。

注：典型的安全使用条件可能包括，例如冷却水的最小流量、温度保护设置、工作制(短时定额)。

#### 4.4.3 过电流保护

##### 4.4.3.1 过载保护

对于电动机及其供电电缆的过载保护，应符合 GB/T 5226.1 和 GB 5226.3 的要求。

注 1：通常情况下，过载引起过热。

注 2：过载保护的目的是防止过高温度对电气部件造成损坏。过载保护有助于降低表面温度超过 GB/T 3836.1 规定温度的风险。过载或温升可能由下列因素造成：

- a) 频繁起动；
- b) 带负载起动。

可能过载的电动机应另加温度监控装置或其他装置进行保护。

严酷工作制的电机，包括供电电缆的规格宜与电机无过热的工作制匹配，这些都需要特殊考虑。在选择电缆规格时，还需要考虑电压降的要求。

应采用熔断器、直接起动跳闸继电器、电流互感器起动跳闸继电器或热跳闸装置等实现过载保护。根据系统的具体情况，可能需要综合利用上述措施。

如果有下列情况，不应提供过载保护：

- 危险由其操作引起，例如防止电流互感器二级绕组电压过高，或者防止发电机或同步电动机的励磁绕组断开，或者防止电气制动电路断开；和
- 符合 GB/T 3836.1 合格证要求的情况，但合格证编号后带符号“U”和“X”的还应符合相关条件要求。

应在每个线路起始处及导体电流载流能力减少的地方安装过载保护装置。

##### 4.4.3.2 短路保护

应提供短路保护，在被保护电路的任何部分出现短路时提供保护，本质安全电路除外(见 GB/T 3836.4)。

短路保护装置可设置在设备内部或者设备外部，并应符合相应的防爆型式。

应配置防止未经授权人员重新设置的措施。

安装在移动机器上的所有外部电缆，应配置短路保护。

注：宜提供其他附加保护措施。

也宜考虑短路保护，通过在电流可能最低时尽快断开供电电源，从而有助于降低电弧引起爆炸的风险。对于最终执行元件的短路保护动作时间，不宜设计有延迟，宜能在低于预期短路电流时运行良好，从而能够检测到电弧故障。如果可能，宜显示短路故障断开情况。

#### 4.4.3.3 漏电保护

井下低压馈电开关或线路上,应装设检漏保护装置或者有选择性的漏电保护装置,保证自动切断漏电的馈电线路。见《煤矿安全规程》。

#### 4.4.4 接地故障保护

GB/T 5226.1 和 GB 5226.3 规定的电击危险保护和出现绝缘故障时自动断开电源的要求应适用。

具体设计取决于电网布局,宜允许连接到断开装置上,如果电源电缆出现故障或者机器的电路中出现故障,自动断开机器的供电电源。关于机器连接到煤矿电气系统上的有关信息宜在用户使用说明书中说明。

能够点燃甲烷/空气混合物或煤粉/空气粉尘云的电气设备和元件的所有外壳和裸露的金属部件,应电气连接在一起,并连接到一个连续的保护导体上(独立的外部导体或者合并到一个多芯电缆中)。

应采用下列方式提供接地故障保护:

- a) 保护应设计为,当一个系统中一相接地连接(保护导体)具有接近无穷大绝缘电阻时,如果接地故障电流值超过预期接地故障电流的 20%,则保护系统应发挥作用。或者

注 1: 对于具有潜在爆炸性环境的煤矿,保护导体和其他导体之间的连接,通常配置接地故障电流限流装置,用以把电源系统中的最大预期接地电流限制到低于地方安装规范或实践规程规定的值。

- b) 应监控带电导体和保护导体之间的绝缘电阻。接地故障监控装置的设计应确保电路中的故障元件断开。

在绝缘故障存在时,应防止设备重新接通电源。

对于电池供电牵引车辆和带起动电池的车辆,应连续监控车辆框架或接地或等电位联结的金属部件与正极和负极之间的绝缘等级。如果任意极与车辆框架、接地或金属部件之间的绝缘等级低于一个固定值,应向车辆操作人员发出可靠提示信号。

注 2: 设备标准或地方安装规范中规定有允许值。

也宜考虑接地故障保护,通过在电流可能最低时尽快断开供电电源,从而有助于降低电弧引起爆炸的风险。对于最终执行元件的接地保护动作时间,不宜设计有延迟。

接地故障保护系统应有可见的显示方式,且不应自复位,应要求人工复位。

保护装置应配置接地故障保护测试方式,诊断覆盖率或自检测结构能提供充分安全完整性的情况除外。

应采取措施,限制保护重置。

宜考虑直流和变频系统包括变速驱动装置对接地故障继电器的动作产生的影响。

#### 4.4.5 带电部件机械保护

应对机器上的所有电气设备,包括电缆和元件进行保护,防止采矿条件下受到各种形式的损坏(冲击、摩擦、挤压)而引起点燃危险,例如,带电部件短路引起电弧,或者带电导体和接地之间产生的电弧。

#### 4.4.6 作为设备部件的电缆

##### 4.4.6.1 设备电缆布设

机器外壳之间的电缆应具有下列特征:

- a) 制作材料能够承受严酷的采矿条件;
- b) 制作材料能够抑制火焰蔓延;
- c) 结构特征能够防止导体、绝缘、填充物、支架隔离、屏蔽和护套之间由于气隙过多造成火焰蔓延;

- d) 能够维持外壳的防爆性能；
- e) 导体能够提供适宜的挠性等级；
- f) 有完整的接地保护导体；
- g) 能够承受系统可预见的过压(IT 系统可能需要线电压代替相电压时的绝缘额定值)。

安装在移动机器上的所有外部电缆应：

- a) 离开活动部件；
- b) 有短路保护；
- c) 应保护不受可能对电缆和活动部件产生不利影响的热表面的影响；
- d) 布局能防止过度弯曲或扭曲；
- e) 牢固夹紧,防止非预期活动；
- f) 正确定位防止受到机械损坏；
- g) 防止液压管线活动造成磨损；
- h) 与安装环境具有同样的温度定额。

#### 4.4.6.2 电缆保护软管

如果电缆用保护软管进行机械保护,则软管应符合 6.2 的阻燃要求和 GB/T 3836.28—2021 的防静电要求。应考虑软管的标志以及电气装置和其他装置如液压装置之间的区别。

#### 4.4.6.3 用于本质安全系统的电缆

用于本质安全系统的电缆应符合 GB/T 3836.18 的要求。

### 5 对具体设备和元件的补充要求

#### 5.1 切割和剥离设备

##### 5.1.1 通则

如果截齿有点燃爆炸性环境的危险,则它们的设计应尽量减少摩擦热和/或摩擦火花的危险。

注：截齿的点燃危险通常与下列条件有关：

- a) 截齿周围的截割区可能出现可点燃浓度的甲烷；
- b) 可能接触到的矿层含有石英；
- c) 矿层含有硫化铁矿。

为了减少摩擦火花,在选择截齿的类型时,用户的说明书应规定：

- 使用截齿的类型；
- 截齿可接受的磨损限值；
- 更换截齿的安全方法；
- 对用户确定检查频次的要求。

一般认为,符合功能安全标准(GB 28526 或 GB/T 16855.1)的联锁装置更加可靠,可以用于显示达到了规定的可靠性。采用这样的系统不是本文件的要求。

##### 5.1.2 带截齿的机器

###### 5.1.2.1 通则

预定在 5.1.1 规定的条件下使用的机器,应提供一个经试验验证能提供点燃保护的系统。该系统应对截割区进行通风,或者对截齿进行喷水,或者同时具有两种功能。机器制造商应证实保护系统的有



效性、测定其运行参数,并在用户说明书中予以规定。应根据 4.2 进行点燃危险评定,规定最小水压和水流量。

#### 5.1.2.2 喷水系统

使用这些系统的地方,应直接在机器上安装内外喷水系统。同时应配置监控喷水系统压力和水流量的装置。应在机器控制电路中连接联锁装置,以防止旋转切割工具在喷水系统中压力和/或水流量达不到最低要求时运行。

上述要求不适用于不能被喷水的采煤机的端环齿。

注:研究表明,截割区最可能点燃的地方在截齿后部出现热颗粒或热表面的地方,拖尾喷水通常能有助于防止点燃。

#### 5.1.2.3 空气稀释系统

使用这些系统的地方,机器上应配置稀释截齿周围可燃性气体的装置。在这些情况下,应提供断开装置,连续监控气流量或者连续监控产生气流的装置。应在机器监控电路中连接联锁装置,以防止截齿在截割区气流量达到最低限量之前运行。

#### 5.1.3 剥离机器

剥离机器如刨煤机,应有联锁,在喷水系统运行之前,联锁应使其不能起动。喷水系统的位置可位于剥离头上或在其上面,或者施加在采掘工作面的特定部分。

### 5.2 水平和倾斜运输用拖缆

对于水平和倾斜运输系统用绳索拖运系统,应避免拖缆和主动轮/绕线架之间摩擦滑动产生过热,例如,用适宜的绳索拉紧装置维持绳索合适的拉伸力。

对于环状绳索系统,如果制造商规定,主动轮/绕线架上至少维持 3 圈。

用户说明书应包括惰轮滚轴、导轨滚轴和滑轨的准确位置及定位的信息,以及避免水、粉尘和油垢卡堵需要注意的任何其他事项。

用户说明书中应包括推荐的探测/观察可能出现滚轴故障需要的时间间隔的有关信息。

### 5.3 通风机

#### 5.3.1 矿井地下部分用通风机

##### 5.3.1.1 通则

地下部分用通风机也可用于冷却和除尘。

机壳应为刚性,能承受采矿过程中通常可能承受的负载和冲击,而不会产生变形。制造材料应为符合 GB/T 34560.5 的低碳钢,材料厚度至少应为 5 mm,使移动部件不会接触机壳。

5.3.1 不适用于符合 GB/T 3836.1 的旋转电机冷却风扇。

##### 5.3.1.2 分路式通风机和离心式通风机

材料厚度小于 8 mm 的分路式通风机机壳,应采取附加加固措施,如用滚动条或类似措施加固。

混流式或离心分路式或涡旋式风机的机壳,应有一单独的集流器,应能用两个偏离补偿螺栓牢固地固定和锁紧,对其进行调节以适应叶轮的位置。

##### 5.3.1.3 集流器和扩散器

混流式和离心式通风机的集流器应为刚性。

#### 5.3.1.4 叶轮和叶轮环

叶轮的设计和制造应尽可能减少可燃性粉尘堆集。

叶轮应为刚性设计,应能承受至少 1.1 倍最大工作旋转速度的试验运行,至少 120 s,不会引起点燃危险,并且只能产生设计温度变化范围内相对于间隙的微小变形。

叶轮和机壳的设计应能减少正常条件下粉尘附着或沉积。应提供合适的装置(例如,易于进入检查的门),使得检查和清洁易于进行。如果粉尘容易形成很厚的粉尘层,应安装振动监控装置,防止粉尘堆积。

轴承应符合 GB/T 3836.29—2021 的要求。

#### 5.3.1.5 间隙

对于分路式和轴流式通风机,电机固定在有叶轮的外壳上,径向间隙应符合用户说明书中的规定。

对于分路式和轴流式通风机,叶轮和外壳之间的轴向间隙最小应为 1.5 mm。如果采用的材料不是低点燃危险的材料,旋转部件和静态部件之间的间隙不应小于外壳直径的 1/250,但不必超过 5 mm。任何情况下间隙都不应小于 1 mm。集流器可全部用低点燃危险材料制造。

#### 5.3.1.6 平衡

叶轮应通过平衡校正,在叶轮上添加适当的质量使其平衡。进行平衡校正之前,叶轮应处于洁净状态,无锈蚀和锈皮。叶轮一旦安装到实际的电机转子上,安装完整的通风机旋转部件的平衡质量应优于 GB/T 9239.1 规定的 G 6.3。

如果用通风机除尘,应安装振动监控。

#### 5.3.1.7 通风机电动机的过热

在驱动通风机需要的功率选型时,在通风机特性曲线上,空气密度为  $1.4 \text{ kg/m}^3$  时,在最可能陡的叶轮叶片设定值时,不应超过额定值标牌上给出的相应的电机功率。

#### 5.3.1.8 材质

为了减少叶轮和风机外壳之间的火花点燃危险,所有风机应在可能的摩擦点提供保护圈,保护圈与叶轮材料应使用摩擦火花点燃危险最小的材料,并依据 GB/T 13813 检验合格。抽出式通风机叶片与机壳(或保护圈)的最小安全间隙应为 2.5 mm。

#### 5.3.2 其他风扇

冷却和/或除尘器上用的风扇,应符合下列要求:

- 风扇进风端防固体外物的防护等级至少应为符合 GB/T 4208 的 IP20。
- 风扇出风端的防护等级至少应为符合 GB/T 4208 的 IP10。
- 正常运行时,考虑到设计容差,旋转叶片和任何固定部件,如风扇罩、盖或通风滤网之间的间隙,至少应为风扇最大直径的 1/100。间隙不必超过 5 mm,如果相对部件的加工能保证尺寸精度和稳定性,则可降至 1 mm。任何情况下间隙都不应小于 1 mm。
- 如果风扇部件用塑料材料,则塑料材料的热稳定性应比材料在使用时承受的最高温度至少高 20 K。静电电荷应符合 GB/T 3836.28—2021 的要求。

#### 5.4 内燃机

煤矿潜在爆炸性环境用内燃机,应具有防爆性能,且设计应符合下列要求:

- I 类；
- Mb 级。

内燃机的主要点燃源有：

- 热表面；
- 火焰和炽热气体；
- 机械火花；
- 电气设备和系统；
- 静电。

外壳外部的爆炸性环境不应被热表面、热气体、火焰、火花或电气设备点燃。

注：GB 20800.3 和 MT 990 等标准给出了保证防爆性能的有用信息。

## 5.5 空气压缩机

如果任何裸露部件的温度超过最高表面温度(在增压的各个阶段通常是 150 °C)，压缩机的引擎或电机驱动动力应自动阻断。对于多级压缩机，应在增压的各个阶段，在排气出口测量温度。

压缩机接触油渣和其他沉积物的所有部件可能有严重点燃危险。宜根据制造商的说明书进行定期维护。

压缩机内的甲烷含量宜考虑。

压缩机采用注油装置时，在增压的每个阶段空气温度都不应高于 100 °C。

5.5 的要求不适用于内燃机具有冷却系统和停机电路的水冷式空气压缩机。

其他安全相关要求见《煤矿安全规程》和相关国家、行业标准。

## 5.6 钻探设备和元件

在钻探工具和被钻探材料之间可能有点燃危险的环境使用钻探设备和元件时，制造商应确保钻机和钻探工具不会形成热表面或火花。为了达到这项要求，应采取下列措施：

- a) 所有钻杆、钻头以及杵锤和旋转钻上的动力传输连接件，应牢固啮合，并用非摩擦方式驱动，使其产生的表面温度不会有点燃危险；
- b) 如果按照 4.2 进行点燃危险评定表明有点燃危险，驱动功率超过 3kW 的钻探设备的所有钻头，应提供泥浆冲洗、水冲洗或空气冲洗，以冷却钻头、去除钻孔中的钻探物；
- c) 用户说明书中应根据使用类型给出钻探工具的硬度和磨损限值。

## 5.7 制动器

### 5.7.1 紧急停止用制动器

设计仅在紧急状况下停止设备用的制动器，结构应允许耗散最大动能，使其既不会超过最高表面温度，也不会任何暴露于爆炸性环境的部件处产生引燃火花。

注：对于不大可能动作的紧急停机装置，按照 4.2 进行点燃危险评定得出的结果可能是，Mb 级设备不需要其他保护措施。

### 5.7.2 工作制动器(包括摩擦制动和液压减速器)

工作制动器的结构应允许耗散最大动能，使其既不会超过最高表面温度，也不会任何暴露于爆炸性环境的部件处产生引燃火花。

注：通常推荐采取其他保护措施避免形成点燃源。

### 5.7.3 停机制动器

停机制动器应配置联锁装置，如果制动没有完全释放，应避免施加驱动功率。或者应配置控制装置。

## 5.8 牵引电池、起动电池和车辆照明电池

牵引电池、起动电池和车辆照明电池应配置一个装置(例如开关或开关断开装置),如果出现下列情况,能自动断开给机器电路供电的电池:

- a) 出现外部短路或热过载;
- b) 电池和机器之间刚性连接(例如刚性导向插头和插座)的情况下,在触头断开之前去掉电池。

注:决定在用于潜在爆炸性环境的机器上安装和使用电池之前,制造商和用户宜牢记,出现爆炸性环境时,电池的  
内部部件及其接线端子不能断开电源。牵引电池、起动电池和车辆照明电池通常是高能量的 Mb 级设备。

开关断开装置应直接位于电池箱上,以便切断引出电缆的电源。

所有电缆应有防机械损坏保护,避免出现短路。这些要求也适用于车辆上未保护的起动机电路。

某些电路增加过电流保护不现实,也不安全(例如,与控制、制动或起动有关的电路,或者第一个保护装置之前的供电线),对于这样的电路,宜采取有效措施,减少电路故障危险。

如果安装电池用于起动作用,或者为其他动力电缆供电,则应符合下列要求:

- a) 电池应定位固定,避免移动或机械损坏造成接线柱短路(例如,用金属电池箱)。电池箱应有通风孔,释放电解质气体并且防火。
- b) 电池接线柱应防止意外接触,例如用绝缘罩或屏蔽物。

## 5.9 机器上使用的光纤和机器元件的电磁辐射

### 5.9.1 外部管道/光纤

拟在爆炸性环境中连续运行的任何管道或光纤,其传输的能够转化成使热表面或热微粒点燃的总能量,在释放时,例如管道或光纤遭到损坏时,应限制在不能点燃甲烷或爆炸性粉尘云的级别。

无论正常运行,或者是传导介质损坏,照射到煤粉颗粒或悬浮在空气中的其他颗粒的光辐射,其辐射功率应限制在:

- 辐射功率小于 150 mW;或
- 峰值辐射磁通量小于 20 mW/mm<sup>2</sup>。

注:上述数值是在甲烷/空气混合物为爆炸性环境时,光辐射照射在悬浮的粉尘颗粒上,保持安全级别时得出的值。

如果光辐射照射到煤粉层上,能够造成局部温度超过 150 °C,则上述这些值不适用。在这些情况下,最大辐射值应通过试验确定,这不属于本文件的范围。

当光辐射功率不由可靠能量源或可靠限制装置限制,且光辐射功率由传导介质(例如光纤电缆)携带,传导介质如果损坏(例如被切断),会使光纤传输的功率暴露在潜在爆炸性煤粉环境中,则应提供联锁装置,如果传输介质或远距离接收器上接收的能量中断/丢失,在发射机上切断辐射功率。

### 5.9.2 设备的射频辐射

设备射频辐射功率不应超过 6 W。

注:除限制甲烷和/或煤粉的点燃危险之外,地方安装规范或实践规程对辐射功率输出的限值可能更严格。例如,通过限制无线电发射机频率防止点燃电子起爆器(俗称雷管)。

## 5.10 气体监控系统

如果装配有气体探测器,应符合国家矿山相关规程要求。其系统应具备下列特征:

- a) 相应的跳闸系统应把相应的电源与设备隔离,隔离装置应符合防爆要求。
- b) 当达到预定的爆炸性气体浓度时,监控器应发出报警信号。
- c) 当爆炸性气体浓度达到设定值时,监控器的配置应能使设备部件停止运行。

- d) 应设置联锁机构,防止在跳闸机构复位前设备能量复位。出现爆炸性气体跳闸后,在爆炸性气体浓度降到安全值之前,应不能向设备供应能量。
- e) 应设置可视指示标志,显示气体浓度。
- f) 可设置跳闸机构控制系统,使设备能安全撤出,进行修理和维护。
- g) 应由授权人员接近控制系统或复位机构。
- h) 如果甲烷监控系统出现故障,应确保设备停机。如果可能应提供故障显示。

注:例如,《煤矿安全规程》对此有详细规定。

## 6 防火

### 6.1 通则

点燃危险评定要求包括那些如果功能失效能够点燃设备内部含有的任何可燃性物质(例如润滑油),成为点燃源或产生点燃源的元件。对于采矿设备,活动部件润滑用矿物油或油脂的点燃温度通常低于瓦斯环境允许的最高表面温度。在某些情况下,非金属材料如塑料也有危险,在周围环境被点燃之前,也会有点燃。如果可能,应使用阻燃材料。如果不可能,使用的防护装置应避免环境被点燃。下面涉及具体防火类型和阻燃材料的应用。

注1:经验表面,轴承故障是主要危险之一,能够点燃煤粉、润滑油或其他可燃物质。另外,4.2.6也要求识别火焰和热气体造成的危险。

注2:国家矿山相关规程可能要求其他防火措施,也会要求某些机器安装至少一个便携式灭火器,或适宜的、足够容量的灭火介质。如果用户的危险评定表明需要采取其他措施,或者机器有更大的着火危险,则宜提供适当设计的灭火系统。

### 6.2 非金属材料

如果点燃危险评定确定需要阻燃材料,当非金属材料遇到明火时,无论是否是防爆部件,则非金属材料都应符合阻燃要求。

如果产品标准对使用的材料有阻燃试验要求,则该项要求适用于使用的材料。如果没有阻燃试验,应进行下列试验。

试验火焰应符合 GB/T 3685 的规定,施加时间应为 10 s,火焰移开之后燃烧时间不应超过 15 s。

注:另外,按照 GB/T 2406.2 的氧指数试验指数 $>28\%$ 也可考虑。

如果制造商对部件的危险评定已确定着火的后果可以接受,该项要求不适用,例如质量小于 0.5 kg 的材料、空气过滤器、小型管道/输送管、警示标签、密封件、O 形环、薄垫片和罩。

### 6.3 液压和气压设备

机械装置的液压和气压设备的设计应使:

- 回路的最大额定压力不会被超过(例如,利用限压装置);
- 压力冲击或上升、压力损耗或降低,或者真空损耗不会产生危险;
- 泄露或元件故障不会造成有危险的液体喷射或者软管突然有危险的移动(鞭打);
- 空气接收器、气槽或类似装置(例如,在装载气体的储存装置内),符合这些元件的设计规则;
- 设备的所有元件,尤其是管道和软管,有不受外部有害影响的保护措施;
- 只要可能,当机器断开电源时,气槽或类似容器(例如,在装载气体的储存装置内)自动降低压力,如果不能实现,提供措施用于它们断开、局部降压和压力的指示(见 GB/T 19670—2005 第 5 章);
- 机器断开电源后仍有压力的所有元件,应配置能清楚识别的排气装置,以及提醒在机器设定或

维护活动之前需要对这些元件降压的警示标牌。

注 1：见 GB/T 3766 和 GB/T 7932。

为了避免液体燃烧点燃爆炸性环境，动力传输液压液应具有适宜的阻燃额定值。

液压设备的设计和制造，宜使其能利用制造商提供证明能防火的液压液运行（见 GB/T 3836.29—2021 和 GB/T 21449）。

ISO 15029-1 或者 ISO 15029-2 规定的“稳定火焰热量释放喷射方法”（“Buxton 试验”）和 SH/T 0785 规定的灯芯试验，可以确认液压液的阻燃性能。

如果液压液在预定使用场所不可能喷射，则液压液不需要具有阻燃性能。

应按照 ISO 15029-2 的要求，进行阻燃液体喷射点燃特性测定试验和可燃系数 RI 计算（见表 1）。

注 2：可能要求使用不同等级的阻燃液体，也可能要求通过下列试验：

- NB/SH/T 0567（管道内点燃试验）——如果设备表面温度不超过 150 ℃，不要求；
- GB/T 3536（克利夫兰开口杯闪点试验）——试验通过超过 200 ℃。

表 1 液压液限值

| 类别                                                                                              | HFA      | HFC      | HFB、HFDR | HFDU    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|---------|
| 级别 <sup>a</sup>                                                                                 | A<br>不易燃 | B<br>阻燃  | C<br>阻燃  | D<br>阻燃 |
| 点燃系数 RI                                                                                         | >100     | 100~65   | 64~36    | 35~24   |
| 火焰长度系数 RL                                                                                       | >100     | 100~51   | 50~7     | ≤6      |
| 烟气密度 D                                                                                          | <0.01    | 0.01~0.1 | >0.1     | —       |
| <sup>a</sup> 级别的意义如下：<br>A——不能点燃；<br>B——不能点燃喷射火焰；<br>C——喷射自熄灭；<br>D——比矿物油不易喷射点燃，但在某些条件下能稳定喷射火焰。 |          |          |          |         |

测定阻燃性的试验还应包括阻燃性能的有效寿命的测定。

6.4 对电缆卷筒的要求

6.4.1 通则

装有电缆卷筒的机器，在卷绕和松开电缆操作过程中，驱动的卷筒应能使拖动电缆的正向张力，保持在电缆制造商规定的所有运行条件下的运行张力范围内。

6.4.2 特殊要求

装有电缆卷筒的机器，电缆卷筒和挠性电缆构成机器的一部分。这种机器应符合下列要求：

- 机器上应提供措施，能使操作员断开挠性电缆的电源；
- 电缆卷筒的设计应使其不超过电缆制造商推荐的最小弯曲半径；
- 电缆卷筒的设计应使其在所有运行条件下，即使卷筒已满时，也不会超过电缆允许的温度；
- 电缆卷筒应能使电缆卷绕的速度不小于机器的最高速度；
- 电缆卷筒应配置保护装置，如果出现下列情况，应能使拖动电缆停止、切断电源，并为制动器供应电源：
  - 电缆过满或突出超过卷筒侧板（过绕限值）；或者

- 机器超出卷筒上电缆的最低安全限值(绕尽限值)；
  - 上述装置应为控制电路的一部分,其布局应使装置的复位不会使设备自动重新启动；
  - 驱动卷筒在收放操作中应保持拖动电缆的正拉力,在电缆制造商规定的所有运行条件下的操作拉力内；
  - 电缆卷筒轴承不应作为传输电气能量电路的一部分,也不应构成接地电路的一部分。
- 宜考虑安装电缆卷筒动作探测和指示装置。

## 6.5 属于机器一部分的电缆的防火

电气设备外壳外部的电缆外护套应符合 GB/T 18380.11、GB/T 18380.12 和 GB/T 18380.13 的要求,能阻燃和自熄灭。

所有电源电缆应与任何燃料、润滑剂或液压管线隔离,电缆和管道有铠装或者有机械保护的除外,或者液压管线或燃料管线及电缆端接在同一元件,或者液压管线内使用的是阻燃液体的也除外。

## 6.6 输送机皮带

输送机上的火焰有点燃甲烷和粉尘的危险。

导致输送机着火的危险有：

- 输送机皮带在其他材料上的异动及皮带滑动(例如,结构、托辊卡住、滑轮失速)；
- 积聚在输送机皮带上的静电放电造成点燃；
- 火焰在皮带材料上的蔓延速率。

应进行试验提供证据表明与上述危害有关的危险降低到可接受程度。

输送机皮带防火保护的具体要求和试验程序不是本文件的内容。

注：相关信息见《煤矿安全规程》、GB/T 3684、GB/T 7986、GB/T 3685、GB/T 16412 等。

## 7 使用信息

### 7.1 警示语

人员的可预见行为可能导致点燃危险的地方,在机器上需要设置 GB/T 31523.1 规定的警示语,例如：

- 警告：严禁带电打开！
- 警告：仅能用……型阻燃液体！

### 7.2 说明书

#### 7.2.1 使用信息

除了第 8 章要求的标志之外,制造商应说明设备类别和 EPL 及下列信息：

- 如果发现防爆设备有损坏,机器应停机并锁定,防止重新启动；
- 如果发现机器上的保护装置有损坏,操作员应停机并切断电源；
- 任何残留点燃危险的信息,例如通过火焰或者热切割工具造成的点燃。

#### 7.2.2 维护和修理信息

制造商应说明下列信息：

- 隔离和维持防爆性能的措施；
- 任何残留点燃危险的信息,例如临时去掉保护装置或报警装置；

——定期维护和检查机器上设备的可操作性,预防或消除点燃源的指示。

8 标志

符合本文件对 GB/T 3836.28—2021 补充要求的非电气设备应按照 GB/T 3836.28—2021 标志,对于采用的防爆型式没有补充要求。

结构安全型、液浸型和/或控制点燃源型保护的 I 类设备应标志为 Ex h I Mb。

示例:

|              |                             |
|--------------|-----------------------------|
| 制造商 ABC      | = 制造商名称                     |
| 型号 123MKII   | = 制造商型号                     |
| Ex h I Mb    | = 防爆标志 Ex、字母 h、I 类设备、EPL Mb |
| Ser.No.12345 | = 序列号                       |

注: 非电气设备的具体防爆标志在 GB/T 3836.29—2021 中给出,电气设备的具体防爆标志在 GB/T 3836.1 中给出。



## 附录 A

### (规范性)

#### I 类 Mb 级手持式工具表面保护涂层试验

##### A.1 爆炸性混合物中的引燃冲击试验

###### A.1.1 验证轻金属原材料点燃

该试验的目的是评定制造商制造设备用材料的点燃危险。

应用制作设备的原材料加工至少 3 个不同的试样,进行系列试验。

一个试验系列进行 20 次冲击试验。一个试验系列用一个试样。

冲击试验应在试验气体为含甲烷 6.5%~7.0%(体积分数)和含氧 25%~26%的甲烷富氧空气爆炸性混合物中进行。冲击试验装置见图 A.1,冲击能力为 400 J。

跌落试验样品和腐蚀钢板之间的角度,从水平面测量应为 55°~60°。钢板冲击点的腐蚀情况应是连续的腐蚀层,腐蚀颗粒尺寸至少为 0.1 mm。

可用下列方法制备腐蚀钢板:钢板去除油脂,用 15%的氯化氢溶液浸湿,在水中清洗后干燥,然后在室温下放置在 15%~20%的氯化氢溶剂蒸气中,持续 5 天。

进行 10 次冲击试验应更换一次试验混合物。每个第 10 次冲击后,应用安装在试验罐上壁内侧的电火花塞点燃混合物。

在一系列试验中最多只能点燃一次。

###### A.1.2 评价保护涂层的有效性

试验用的轻金属原材料镁含量至少为 90%(质量分数)。

用等效于制造商使用的技术对试验用原材料进行涂覆。至少应对 3 个不同的试样进行试验。

一个试验系列进行 20 次冲击试验。一个试验系列用一个试样。

冲击试验应在试验气体为含甲烷 6.5%~7.0%(体积分数)和含氧 25%~26%(体积分数)的甲烷富氧空气爆炸性混合物中进行。冲击试验装置见图 A.1,冲击能力为 400 J。

跌落试验样品和腐蚀钢板之间的角度,从水平面测量应为 55°~60°。钢板冲击点的腐蚀情况应是连续的腐蚀层,腐蚀颗粒尺寸至少为 0.1 mm。

进行 10 次冲击试验应更换一次试验混合物。每个第 10 次冲击后,应用安装在试验罐上壁内侧的电火花塞点燃混合物。

不出现点燃为合格。

###### A.1.3 评价结果

如果点燃次数不大于 A.1.1 和 A.1.2 提及的合格数量,则用验证过的涂层制造的设备评定为 Mb 级设备。该方法仅适用于非电气矿用手持式工具。

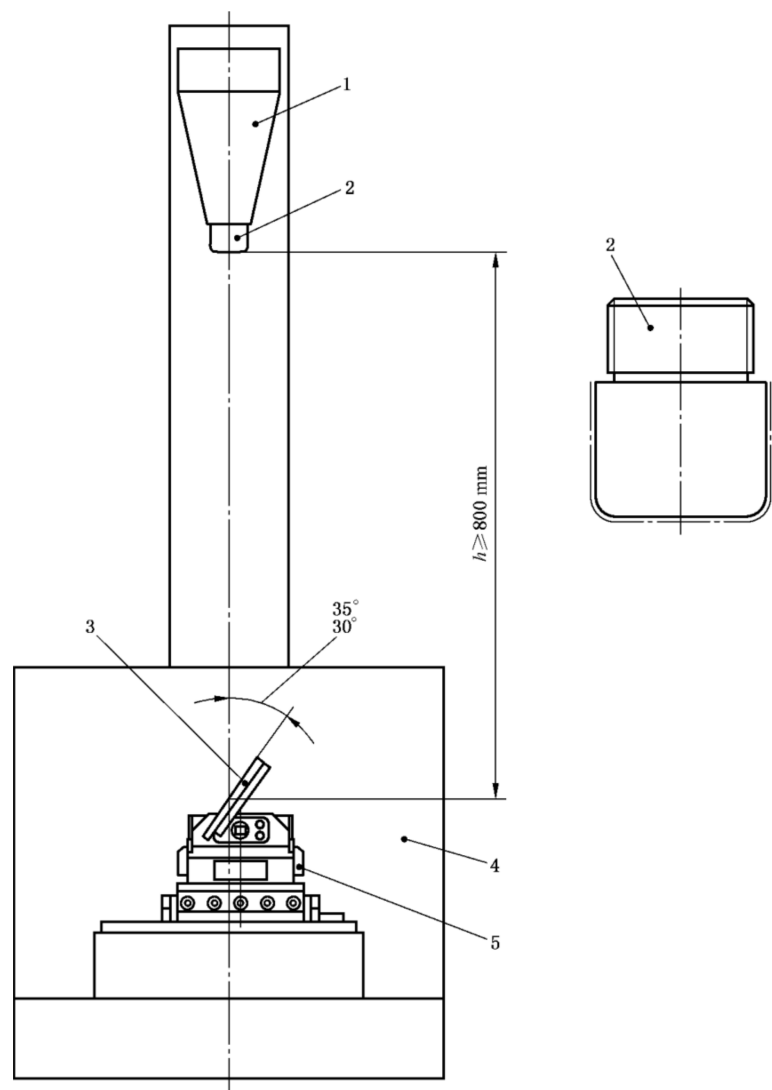
##### A.2 保护涂层的附着力试验

该试验的目的是确定保护性涂覆在原材料上的附着性能。

原材料与制造设备的材料相同,涂覆技术应与制造设备的技术相同。准备的试样不应涂覆最后的喷漆层,这样的试样认为对机械产生的火花没有保护。

应按照 GB/T 8642 对 6 个试验样品进行试验。

所有受试样品的拉伸粘结强度不应小于 20 MPa。



标引序号和字母符号说明：

- 1——冲击能力 400 J；
- 2——涂覆过的试验样品；
- 3——生锈的钢板；
- 4——爆炸罐(有泄压口,可用塑料薄膜覆盖,便于释放爆炸压力)；
- 5——在生锈的钢板上横向和纵向移动的装置；
- $h$ ——跌落高度。

图 A.1 冲击试验装置

**附 录 B**  
(资料性)  
**变频电机潜在危险指南**

下列原因会形成点燃源：

- 没有进行等电位连接；
- 有连续环流，且保护接地导电性差；
- 变频电机内部互感耦合造成轴承故障；
- 电动机和齿轮箱之间的循环电流；
- 变频电机温升过高；
- 由谐波损耗造成温升过高(这也会是高转换频率的直接结果)；
- 电压/频率不适合(磁通量过大)；
- 变频器外壳过热；
- 电机轴电压；
- 不能探测和清除直流母线上的接地故障，IGBT 可能是一个特殊问题；
- 谐波功率过滤器局部故障(例如，三相过滤器中一相/二相使环流增大)；
- 谐波过滤器故障；
- 由于高频或直流元件使保护继电器出现故障；
- 变频器造成不同类型采矿机器之间的不同接地电势，例如运输车与采矿车碰撞。

注 1：变频器中脉冲越多，一般产生的谐波越少(变频器脉冲越多越容易形成纯正弦波)。

注 2：见 GB/T 21209。

## 附录 C

(资料性)

## 煤矿用运输机皮带点燃危险评定示例

## C.1 概述

下面是制造商如何记录对瓦斯矿井用运输机的点燃危险评定示例。这些评定不是以任一特定制造商的机器为基础,也不是确定的,也可采用其他点燃控制措施避免识别出的潜在点燃源成为有效点燃源。影响机器点燃危险的任何改动,都需要进一步进行评定。

## C.2 EPL 和设备规定用途

设备的组成元件装配成带式输送机,用于在有甲烷和/或煤粉潜在爆炸性环境的煤矿中运输煤炭。制造商决定把它设计成符合 Mb 级要求的结构。因此需要按照 GB/T 3836.28 对 Mb 级设备的要求,形成点燃危险评定文件,列入技术文件中。这就意味着,虽然在爆炸性环境出现时运输机断电,运输机还需要具有高的防点燃保护等级。因为设备可能短时期内在爆炸性环境中非预期运行,例如,矿井巷道突然出现瓦斯突出或者运输机安装位置出现爆炸性气体超限,手动/自动甲烷探测器和监控装置没有立即探测出来实现停机。

因此对于正常运行时不会出现的一些潜在点燃源,它们变成有效点燃源的危险不能忽视,需要采取点燃保护措施。

由于运输机不打算用在气体/粉尘浓度超过国家规程允许的浓度的环境中,由罕见故障引起的潜在点燃源可以忽略。

## C.3 设备结构/描述

输送机有塑料包覆的编织材料制成的传动皮带,安装在包括驱动辊和托辊的金属机架上。利用隔爆电动机和充油齿轮箱,通过大直径传动滚筒驱动。该组件有一个安装在可移动的机座上的驱动端张力辊和一个飞轮循环辊。皮带整个长度由顶部和底部皮带托辊构成的部分结构支持。驱动端制动器上安装有卡规式制动器。制动器使用弹簧,并通过一个隔爆型电磁线圈复位。制动器通过重量施加重力,在主驱动电动机将驱动力施加到皮带滚筒之后,隔爆型电驱动推进电机通电 5s 释放。这是为了防止启动时皮带反转。输送滑槽由钢制成,与金属皮带结构电气连接起来。除阻燃塑料包覆的输送机皮带之外,所有其他固定和移动部件均由钢制成。结构的所有金属部件连接在一起,提供等电位电气连接,这样将把任何意外电荷或静电电荷泄漏到大地。

## C.4 评定

评定如下:

## a) 电气设备

驱动电机和制动推进电机为符合 GB/T 3836.1 和 GB/T 3836.2 要求的隔爆型防爆电气设备,有防爆合格证。

信号电路、联锁电路、运输机控制和监控设备符合 GB/T 3836.1、GB/T 3836.2 和 GB/T 3836.4 的要求,为本质安全电路或隔爆兼本质安全型,有防爆合格证。

## b) 非电气设备

运输机所有裸露的部件,如果损坏会降低防点燃保护性能,都通过了 GB/T 3836.28—2021 规定的冲击试验。具有防点燃保护性能的任何非金属部件,都经过了 GB/T 3836.28—2021 规

定的环境暴露试验并符合要求。运输机无裸露的轻金属(铝、镁、钛、锆),被生锈的铁/钢撞击时不会产生引燃火花。说明书、标志、静电点燃危险和其他识别出的潜在点燃源,在表 C.1 中说明。

表 C.1 Mb 级采矿运输机点燃危险评定示例

| 点燃源            |                  | 防止点燃源成为有效点燃源的措施示例                                                                                                                         | 采用的防点燃措施                                              |
|----------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 正常运行           | 不能忽视的故障          |                                                                                                                                           |                                                       |
| 轴承<br>(惰轮轴承除外) | —                | 所有轴承用润滑脂润滑。要求润滑脂每六个月补充一次。在轴承上施加的力为其额定负载的 50%。轴承预计安全运行寿命 25 000 h,之后需要更换。这些信息列入使用说明书中。<br><b>注:</b> 见 GB/T 3836.29—2021 中 5.7.1(关于轴承的额定寿命) | GB/T 3836.28—2021 (使用说明书)和 GB/T 3836.29—2021 结构安全型“c” |
|                | 轴承损坏或者润滑剂缺少      | 根据日常运行情况,需要检查轴承室过热迹象、异常噪声或者变色情况。或者,可以安装连续温度监控器,设定超过正常工作温度 10 ℃时中断驱动动力                                                                     | GB/T 3836.28—2021 (使用说明书)                             |
|                | 皮带与溢出的煤摩擦        | 需要清除溢出的煤,防止接触运动部件。在说明书中说明                                                                                                                 | GB/T 3836.28—2021 (使用说明书)                             |
| 齿轮箱内部的运动部件的摩擦热 | —                | 齿轮箱内部的运动部件浸没油中,油起润滑剂、火花猝熄剂和冷却剂作用                                                                                                          | GB/T 3836.29—2021 液浸型“K”                              |
|                | 齿轮箱油量减少不合要求      | 在齿轮箱上安装一个量油尺。需要每周检查一次油位。在说明书中说明                                                                                                           | GB/T 3836.28—2021 (使用说明书)                             |
| 制动器的摩擦热        | —                | 经咨询制动器制造商,计算表明正常运行时制动器不会产生过热,不会产生起燃火花                                                                                                     | GB/T 3836.29—2021 结构安全型“c”<br>本文件 5.7                 |
|                | 驱动电机起动之后制动器长时间制动 | 主驱动电机的电源与制动复位推进电机耦合,防止主驱动电机通过未复位制动器驱动超过 2 s。在该故障条件下确定制动器的最高表面温度为 140 ℃。另外,制动表面有一监控装置,在制动表面温度达到 150 ℃之前使主驱动电机停机                            | GB/T 3836.29—2021 控制点燃源型“b”                           |
| 粉尘进入制动器外壳内     | —                | 安装 IP54 盖子以防粉尘在外壳内沉积                                                                                                                      | GB/T 3836.28—2021                                     |
|                | 制动器脱离失败          | 如果制动器不能正确复位,安装制动联动机构和限位开关,使输送机传动电机停机。另外,制动表面有一温度监控装置,在制动表面温度达到 150 ℃之前使主驱动电机停机                                                            | GB/T 3836.29—2021 控制点燃源型“b”                           |

表 C.1 (续)

| 点燃源         |                             | 防止点燃源成为有效点燃源的措施示例                                                                                                              | 采用的防点燃措施                                                         |
|-------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 正常运行        | 不能忽视的故障                     |                                                                                                                                |                                                                  |
| 皮带托辊的摩擦热    | —                           | 皮带托辊用阻燃润滑脂终生密封,且实际最大负载为其最高定额值的 50%。设计在轴承使用寿命结束之前使托辊滚筒磨损。<br>注:安全使用的具体要求(如维护周期)列入使用说明书                                          | GB/T 3836.29—2021 结构安全型“c”                                       |
|             | 皮带托辊卡住及被移动的输送带摩擦            | 需要每周检查是否有损坏迹象,例如轴承噪音异常、可见的变色和过热。<br>输送机输送带由阻燃(自熄性)材料制成以防止火焰传播                                                                  | GB/T 3836.28—2021 (使用说明书)和 GB/T 3836.29—2021 结构安全型“c”            |
| 齿轮箱沉积粉尘     | —                           | 需要定期清洗以防齿轮箱沉积粉尘及产生温升                                                                                                           | GB/T 3836.28—2021 (使用说明书)                                        |
|             | 由于失去张力或者输送带停止,造成传动滚筒上的输送带滑落 | 在产生火焰之前,阻燃输送带在输送带停止和制动的情况下,已进行了旋转滚筒摩擦试验。皮带张力及启动状态需每周检查一次。通过监视输送初始带张力和运行速度以防停止。如果驱动辊和皮带之间出现异常转速差超过 10 s(即超过 25%),则安装速度传感器以断开电动机 | GB/T 3836.28—2021 (使用说明书)或者 GB/T 3836.29—2021 (如果安装监视器)控制点燃源型“b” |
| 静电放电        | —                           | 用充分导电的皮带(即小于 $10^9 \Omega$ 表面电阻)防止产生电荷。所有的其他部件是金属的,连接在一起,提供电阻小于 $100 \Omega$ 的导电通路                                             | GB/T 3836.28—2021 (静电要求和更换皮带的说明书)<br>本文件 6.6                     |
|             | 皮带超速传动                      | 已计算出输送机超速 20%,温度没有上升。通常,电力传动电机防超速。如果输送机安装在陡峭的坡道上,则需要附加制动器                                                                      | GB/T 3836.29—2021 结构安全型“c”                                       |
|             | 皮带与固定部件之间的摩擦                | 驱动装置上安装有皮带校准定位传感器。如果出现校准偏离,则停止驱动电机防止温度升高                                                                                       | GB/T 3836.29—2021 控制点燃源型“b”                                      |
| 所有运动部件的表面温度 |                             | 暴露于气体和粉尘爆炸性环境中的所有部件已进行试验并且确定正常运行时的最高表面温度为 $120^\circ\text{C}$ ,在不能忽略的条件下为 $140^\circ\text{C}$                                  | GB/T 3836.28—2021                                                |

注:点燃危险评定表明运输机的任何部件在最大负载条件下最高表面温度为  $140^\circ\text{C}$ 。因此输送机适用于任何裸露表面上能够形成煤粉层的所有场所,因为温度低于这种使用环境的  $150^\circ\text{C}$  的最高允许温度(见 GB/T 3836.28—2021 最高表面温度)。

## 附录 D

(资料性)

## 煤矿潜在爆炸性环境用采煤机点燃危险评定示例

## D.1 概述

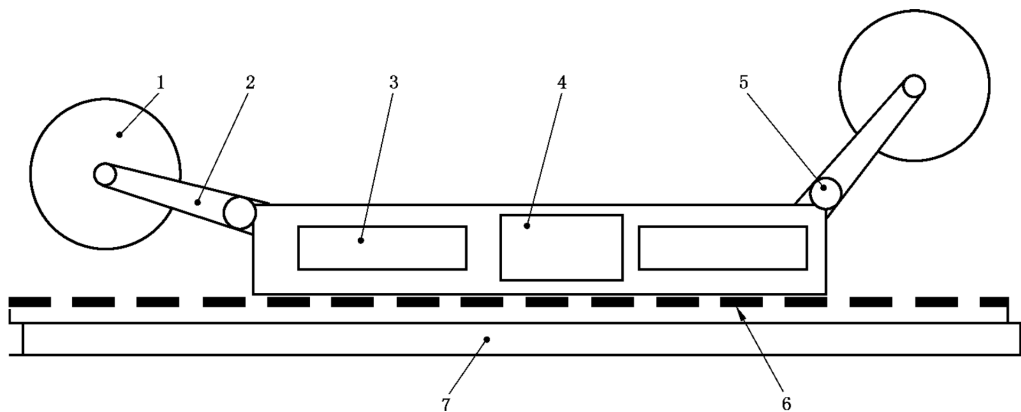
下面是制造商如何记录对瓦斯矿井采掘面用采煤机的点燃危险评定的示例。这些评定不是以任一特定制造商的机器为基础,也不是确定的,也可采用其他点燃控制措施避免识别出的潜在点燃源成为有效点燃源。影响机器点燃危险的任何改动,都需要进一步进行评定。

## D.2 EPL 和设备规定用途

设备是 Mb 级采煤机,用于切割装载煤炭,运输到安装在其下面的刮板输送机(AFC)上。用在具有甲烷和煤粉潜在爆炸性环境的长工作面上。装煤机由电力供电。采煤机的截齿固定到滚筒上,从原生煤层上采煤。在开采过程中,采煤机主体沿 AFC 顶部移动。采煤机刮板输送机位于液压支架顶梁下。一般空气情况如果工作面连续通风部分甲烷浓度达到最低爆炸下限(LEL),则 Mb 级设备断开电源。具体的 LEL 浓度由相关国家法规规定。如果截齿与紧靠煤层上部的沙石摩擦接触,则有局部点燃甲烷的危险。因此,采煤机装有与切割滚筒电机联锁的喷水装置,除非喷水装置喷出足够的水并提供充足的气流稀释铲尖处的甲烷/空气浓度,否则截齿不能旋转。

## D.3 设备防点燃保护结构/描述

采煤机由钢制支架及带有钢外壳的开关装置和齿轮箱组成,见图 D.1。开关装置符合 GB/T 3836.2,齿轮箱符合液浸型“k”的要求。在主体的任一端有测距臂,通过液压汽缸驱动,二者也都是液浸型“k”保护。滚筒安装在每个摇臂的端部,由符合 GB/T 3836.2 的隔爆外壳“d”保护的电机驱动。牵引装置位于采煤机主体上,利用齿轨和齿轮沿 AFC 移动采煤机。采煤机用滑靴支撑在 AFC 上。牵引电机是符合 GB/T 3836.2 的隔爆外壳“d”保护的电机。机器的轴承和动力传输系统的滑动和滚动元件用结构安全型“c”保护。



- 标引序号说明：
- 1——带截齿的滚筒；
  - 2——摇臂；
  - 3——齿轮箱；
  - 4——隔爆型开关装置；
  - 5——隔爆型截割电机；
  - 6——齿轨和齿轮牵引布局；
  - 7——刮板输送机。

图 D.1 煤层采煤机的布局 and 结构

D.4 点燃控制和监控系统

把传感器连接到一个控制电路上，监控电机绕组、齿轮箱油和液压油的温度是否出现异常温升。如果温度超过使用手册规定的正常温度限值，监控装置会断开机器的单个驱动装置的电源。断开设定值要低于最高表面温度。喷水压力和流量也由该系统监控。系统的点燃保护由控制点燃源型“b”和符合 GB/T 3836.4 的本质安全“ib”组合来保证。

D.5 符合 GB/T 3836.28—2021 的基本方法和要求

- 对采煤机已进行检查符合所有相关要求和本文件要求。特别是记录了下列内容：
- a) 外露部件由合金制成，铝、钛、镁、锆的含量不超过 15%，而且镁、钛或锆的含量不超过 7.5%；
  - b) 由非金属材料制成的外部部件，面积大于 100 cm<sup>2</sup> 的部件表面电阻不超过 10<sup>9</sup> Ω；
  - c) 外壳任意表面能承受 20 J 的冲击试验；
  - d) 非金属部件浸入矿用液压顶部支撑液体中，它们的点燃保护特性没有受到影响。

D.6 设备电气部件的点燃危险评定

所有电气设备和元件认证为 Mb 级。其他信息见合格证。评定采煤机不要求这些内容。  
采煤机的电气设备和其他温度敏感元件认证为最高环境温度 40 °C。

D.7 非电气点燃源的点燃危险评定

对非电气潜在点燃源要求的点燃危险评定见表 D.1。

D.8 设备标志

由于本文件中“设备”的定义包括机器整体，采煤机标志为单个设备项目，有设备类别、EPL 和字母 h。



结构安全型、液浸型和/或控制点燃源型保护的Ⅰ类设备标志为 Ex h I Mb。

示例：

- 制造商 ABC = 制造商名称
- 型号 123MKII = 制造商型号
- Ex h I Mb = 防爆标志 Ex、字母 h、Ⅰ类设备、EPL Mb
- Ser.No.12345 = 序列号

注：非电气设备的具体防爆标志在 GB/T 3836.29—2021 中给出，电气设备的具体防爆标志在 GB/T 3836.1 中给出。

表 D.1 Mb 级采煤机点燃危险评定示例

| 点燃源           |             | 防止点燃源成为有效点燃源的措施                                                                                           | 采用的防燃措施                                                                              |
|---------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 正常运行          | 不能忽视的故障     |                                                                                                           |                                                                                      |
| 可能暴露发热元件的外壳通孔 | —           | 能够接近表面温度高于 GB/T 3836.28—2021 中 6.2.4 规定的部件的通孔，有盖子封闭，并且提供有警示标签。警示标签上给出了开盖之前需要等待的时间                         | GB/T 3836. 28—2021 中 6.2                                                             |
|               | 外物进入        | 有一个盖子防止不允许的外物进入，盖子仅能用工具打开，保证 IP54 的防护等级                                                                   | GB/T 3836. 29—2021 中 5.2                                                             |
| 轴承的摩擦热        | —           | 所有轴承用油脂润滑。用户说明书中规定了油脂更换周期。<br>轴承符合 GB/T 3836.29—2021 中 5.7.1 规定的条件。轴承的预期使用寿命在用户说明书中规定                     | GB/T 3836. 28—2021 第 9 章(使用说明书)<br>GB/T 3836. 29—2021 第 9 章(使用说明书)                   |
|               | 轴承损坏或者润滑剂缺少 | 根据用户说明书经常检查轴承过热迹象、异常噪声或者变色情况。<br>或者，可以安装连续监控系统，如果达到限定温度则中断驱动动力                                            | GB/T 3836. 28—2021 第 9 章(使用说明书)或者 GB/T 3836. 29—2021 控制点燃源型“b”                       |
| 齿轮箱内部运动部件的摩擦热 | —           | 齿轮箱防护等级符合 IP54 的要求，保证外物或水不会进入。<br>齿轮箱内部的运动部件浸没在润滑剂中，润滑剂起火花猝熄剂和冷却剂作用。<br>齿轮箱的表面温度限定在 150 ℃内，煤粉层可以安全地堆集在外壳上 | GB/T 3836. 29—2021 结构安全型“c”<br>GB/T 3836. 29—2021 液浸型“k”<br>GB/T 3836. 28—2021 中 6.2 |
|               | a) 外物进入齿轮箱内 | 所有通孔有盖子封闭，或其他密封装置封闭，并且只能用工具才能打开                                                                           | GB/T 3836. 28—2021 第 9 章(使用说明书)<br>GB/T 3836. 29—2021 结构安全型“c”                       |

表 D.1 (续)

| 点燃源           |                      | 防止点燃源成为有效点燃源的措施                                                                                                         | 采用的防燃措施                                                                              |
|---------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 正常运行          | 不能忽视的故障              |                                                                                                                         |                                                                                      |
| 齿轮箱内部运动部件的摩擦热 | b) 齿轮箱润滑剂减少不符合要求     | 齿轮箱有润滑剂油位监控装置(观察窗或量油尺)。监控周期和润滑剂类型在使用说明书中规定。目视镜按照 GB/T 3836.29—2021 使用。或者,提供连续监控系统,如果润滑剂油位低于最低油位,或者出现压力或温度不允许的高油位时,断开驱动力 | GB/T 3836.29—2021 液浸型“k”(用户说明书)或者 GB/T 3836.29—2021 控制点燃源型“b”                        |
| 动力传输系统的摩擦热    | —                    | 动力传输系统的部件,包括齿轨和齿轮牵引系统,当煤尘成层时,表面温度不超过 150℃。当煤尘不成层时,表面温度不超过 450℃                                                          | GB/T 3836.28—2021 中 6.2                                                              |
| 制动器的摩擦热       | —                    | 因为在斜坡上运行,采煤机上装有制动器。制动器仅用于停车制动                                                                                           | GB/T 3836.28—2021 中 6.2<br>GB/T 3836.29—2021 结构安全型“c”<br>本文件 5.7                     |
|               | a) 传动电动机起动之后制动器长时间制动 | 为了防止采煤机在倾斜的煤层上失去控制,主驱动电机短时间运行防止制动。这段时间之后,触发制动器复位的信号。如果在这段时间过后,制动器未复位,则断开主驱动电机的电源                                        | GB/T 3836.28—2021 中 6.2<br>GB/T 3836.29—2021 结构安全型“c”                                |
|               | b) 电源阻断              | 如果采煤机在最大速度和最大煤层倾斜时运行过程中采用制动,设备外部部件的表面温度不超过限值,即有煤尘成层时不超过 150℃,无煤尘层时不超过 450℃                                              | GB/T 3836.28—2021 中 6.2                                                              |
|               | c) 由于电气故障采用制动        | 主驱动电机的电源通过制动器的监控装置断开                                                                                                    | GB/T 3836.28—2021 中 6.2<br>GB/T 3836.29—2021 结构安全型“c”                                |
| 滚筒摩擦热         | —                    | 滚筒旋转速度大于 1 m/s,安装有喷水系统,防止在滚筒、截齿及截割区温度超标。安装有联锁装置,也保证滚筒没有喷水时,拖缆不会运行                                                       | GB/T 3836.28—2021 中 6.2<br>GB/T 3836.29—2021 结构安全型“c”<br>GB/T 3836.29—2021 控制点燃源型“b” |
|               | a) 水压降低              | 滚筒切割喷水系统有一监控系统,监控喷水系统的压力和流量,并且在压力值和水流量小于用户说明书规定的限值时,断开截割电机的电源                                                           | GB/T 3836.28—2021 中 6.2<br>GB/T 3836.29—2021 控制点燃源型“b”<br>本文件 5.1.2.2                |

表 D.1 (续)

| 点燃源              |         | 防止点燃源成为有效点燃源的措施                                                                                           | 采用的防燃措施                                                                    |
|------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 正常运行             | 不能忽视的故障 |                                                                                                           |                                                                            |
| 滚筒摩擦热            | b) 喷水阻塞 | 用户说明书规定检查喷水装置的周期。<br>滚筒切割喷水系统有一监控系统,监控喷水系统的压力和流量,并且在压力值和水流量小于用户说明书规定的限值时,断开截割电机的电源                        | GB/T 3836.28—2021 第9章(使用说明书)<br>GB/T 3836.29—2021 控制点燃源型“b”<br>本文件 5.1.2.2 |
| 动力传输的<br>液压系统    | —       | 例如用于提升和降低滚筒的液压系统,用液压液运行符合 GB/T 3836.29—2021 中 5.8.5.2 的要求                                                 | GB/T 3836.29—2021 结构安全型“c”                                                 |
|                  | 液压液污染   | 用户说明书规定了液压液和过滤器的类型。<br>另外,装有温度监控装置,如果液压液的温度不符合要求,则断开液压系统驱动电机的电源                                           | GB/T 3836.29—2021 第9章(使用说明书)或者 GB/T 3836.29—2021 控制点燃源型“b”                 |
| 静电放电             | —       | 对于表面面积大于 100 cm <sup>2</sup> 的外部设备,只能用表面电阻小于 10 <sup>9</sup> Ω 的材料,或者是符合 GB/T 3836.28—2021 附录 D 试验程序要求的材料 | GB/T 3836.28—2021 中 6.7                                                    |
| 轻金属和生锈的<br>钢之间撞击 | —       | 对于外部壳体,超过 GB/T 3836.28—2021 规定限值的轻金属不能使用                                                                  | GB/T 3836.28—2021 中 6.4.4                                                  |
| 可拆卸部件            | —       | 如果一个部件去掉会破坏防护等级,则该部件仅能用工具才能去掉                                                                             | GB/T 3836.28—2021 中 7.5                                                    |
| 粘结用材料            | —       | 保证防护等级用的粘结材料,热稳定性符合要求                                                                                     | GB/T 3836.28—2021 中 7.6                                                    |
| 接地导电部件的<br>连接件   | —       | 所有导电部件都电气连接到供电电缆的保护导体上。<br>外部隔离部件提供接地连接                                                                   | GB/T 3836.28—2021 中 6.7.2                                                  |
| 透明件              | —       | 按照 GB/T 3836.28—2021 中 8.3.1 检查透明件,或者用特殊的罩保护                                                              | GB/T 3836.28—2021 中 7.7                                                    |
| 截齿摩擦火花           | —       | 如果可能,所有截齿配置喷水系统。单个喷射点的位置位于截齿后面,喷水嘴使截割区的热颗粒温度降低,从而不存在点燃危险                                                  | 本文件第 5 章                                                                   |
| 电机和配电箱           | —       | 说明防爆合格证标志“X”的特殊使用条件,尤其是下列条件:<br>——连接参数;<br>——温度监控;<br>——过载监控;<br>——过电流监控;<br>——冷却水监控及其他                   | GB/T 3836.1<br>GB/T 3836.2“d”                                              |

表 D.1 (续)

| 点燃源     |         | 防止点燃源成为有效点燃源的措施                                                                                                  | 采用的防燃措施                                            |
|---------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 正常运行    | 不能忽视的故障 |                                                                                                                  |                                                    |
| 接线腔     | —       | 说明了防爆合格证标志“X”的特殊使用条件,尤其是下列条件:<br>——装配的内部部件;<br>——连接参数                                                            | GB/T 3836.3“e”                                     |
| 本安装置和系统 | —       | 说明了防爆合格证标志“X”的特殊使用条件,尤其是下列条件:<br>——宜安装在爆炸危险场所外部的部件,或者宜安装在有特殊防爆型式的外壳内;<br>——外壳内部布线;<br>——本安电路的接线端子;<br>——使用的电缆及其他 | GB/T 3836.1<br>GB/T 3836.4“ia”“ib”<br>GB/T 3836.18 |
| 电气系统    | —       | 所有电气设备,要求时,所有机械设备,与连续保护性导体连接,如果需要,连接到一个绝缘监控系统上。<br>采煤机上的电缆有机械保护,需要时,提供短路监控                                       | 本文件 4.4.4                                          |
|         | 降低绝缘电阻  | 如果达到最大允许的接地故障电流,电气系统被绝缘监控系统断开                                                                                    | 本文件 4.4.4                                          |

## 附录 E

### (规范性)

#### 点燃源

#### E.1 热表面

如果爆炸性环境触及受热表面,则可能发生点燃。不仅热表面本身能成为点燃源,而且与热表面接触或被热表面点燃的粉尘层和可燃固体也能成为爆炸性环境的点燃源。

受热表面引起点燃的能力取决于特定物质与空气混合物的类型和浓度。随着温度的升高和受热表面面积的增大,点燃能量增大。另外,触发点燃的温度与受热物体的尺寸和形状、邻近表面的浓度梯度、热表面周围爆炸性气体的流速有关,且某种程度上还与表面的材料有关系。因此,例如在相当大的受热空间(大约 1 L 或更大)内,爆炸性气体或蒸气环境能够被低于按照 GB/T 3836.11 或其他等效方法测定的表面温度点燃。另一方面,对于一个凸面而非凹面的受热体,点燃则需要较高的表面温度;例如球状或管状物体,最低点燃温度随着其直径的减小而升高。当一种爆炸性环境物质经过受热表面时,由于接触时间短,点燃可能需要较高的表面温度。

如果爆炸性环境与热表面接触的时间相对较长,则能发生初级反应(例如冷焰),从而生成更易点燃的分解产物,加速原来环境的点燃。

除了容易识别的诸如散热器、干燥箱、加热线圈及其他产品的热表面,机械和机器加工过程也能导致危险温度。这些过程也包括把机械能转换成热能的设备、防护系统和元件,即各种摩擦离合器和机械操纵的制动器(例如车辆和离心分离器上)。另外,轴承、轴通道、密封压盖等的所有活动部件,如果没有进行充分地润滑也能成为点燃源。在活动部件的密封壳体内,外物的侵入或轴心偏移也能导致摩擦,进而导致表面温度升高,在某些情况下,温度甚至升高很快。

热表面也可能通过其他点燃源加热吸收体产生,例如电磁波(见 E.8 和 E.9)和超声波(见 E.11)。

还应考虑由于化学反应(例如与润滑剂和清洁剂的化学反应)引起的温度升高。

焊接和切削工作中的点燃危险见 E.2。

应特别考虑内燃机的热表面。

#### E.2 火焰和热气体(包括热颗粒)

温度通常高于 1 000 °C 时的燃烧反应伴有火焰。热气体是反应的产物,并且在含尘和/或烟炭火焰中,还会产生炽热的固体颗粒。火焰及其热反应的产物或其他高温(未燃烧)气体能够点燃爆炸性环境。即使是很小的火焰,也是最有效的点燃源。

如果设备、防护系统或元件的内部及外部或者在装置的相邻部件内存在爆炸性环境,并且如果这些地方中有一处发生点燃,则火焰能够通过开口(例如通风管道)传播到其他地方。预防火焰传播需要专门设计的保护措施。

焊接或切割时产生的焊屑是具有很大表面的颗粒,因此,它们也是最有效点燃源。

#### E.3 机械产生的火花

由于摩擦、冲击或研磨加工如磨削,能产生与固体材料分离的微粒,并且在分离过程中由于施加能量使颗粒变热。如果这些颗粒含有可氧化的物质,例如铁或钢,则它们能发生氧化过程,从而达到更高的温度。这些颗粒(火花)能够点燃可燃性气体和蒸气以及某些粉尘/空气混合物(尤其是金属粉尘/空气混合物),在沉积的粉尘中,火花能引起焖燃,从而成为爆炸性环境的点燃源。

应考虑石粒或杂散金属等异物进入设备、防护系统和元件造成火花。

滑动摩擦,即使是在类似的黑色金属之间及在某些陶瓷之间的摩擦,也能产生热点及与磨削火花类似的火花。这些都能引起爆炸性环境点燃。

当不锈钢受到冲击、摩擦或磨削时,很容易产生热表面,从而成为有效点燃源。在摩擦或磨削的情况下施加高接触压力还会产生火花。

铁锈和轻金属(例如铝和镁)及其合金之间的撞击能够引起铝热反应,也能引起爆炸性环境点燃。

轻金属钛和锆与足够坚硬的材料撞击或摩擦时,即使没有铁锈也能够产生引燃火花。

焊接和切削工作中的点燃危险见 E.2。

切割矿物过程中,也会产生火花,而且通常是点燃源。

#### E.4 电气设备和元件

电气设备和元件的电火花和热表面(见 E.1)能成为点燃源。下列情况下能够产生电火花和热表面:

- 电路断开和闭合时;
- 连接松动;
- 杂散电流(见 E.5);
- 过载和冷却不足;
- 短路。

应明确指出,特低电压(ELV,例如小于 50 V)是防止人身触电的保护,不是防止爆炸的措施。尽管如此,低于该值的电压仍能产生足够的能量,点燃爆炸性环境。

在放炮过程中,起爆时,起爆器和/或分离的电缆和引线会产生电火花。

#### E.5 杂散电流

下列原因可能使导电系统或系统的导电部件产生杂散电流:

- 发电系统的回路电流;
- 电气装置故障造成的短路或接地故障;
- 磁感应(例如靠近大电流装置或射频装置,见 E.8);
- 雷电(见 E.7);
- 地面架空线感应;
- (变频)驱动系统会引起环流,可能是潜在电弧源、过高表面温度热源。

如果能够传导杂散电流的系统部件被断开、被连接或桥接,即使在电位差很小的情况下,也会由于电火花和/或电弧的作用而点燃爆炸性环境。另外,由于这些电流通路发热也能产生点燃(见 E.1)。

#### E.6 静电

在一定条件下静电能产生引燃放电。带电荷的绝缘导电部件的电荷放电能够很容易导致引燃火花。对于由非导电材料(多数为塑料以及其他材料)制成的带电荷部件,可能出现刷形放电。在特殊情况下,在快速分离过程中(例如,薄膜越过滚筒、传动带,或由于导电和非导电材料的组合),可能出现传播型刷形放电。也可能出现散装材料造成的锥形放电和电子云放电。

根据放电能量大小,火花、传播型刷形放电、锥形放电和电子云放电能够点燃各种类型的爆炸性环境。刷形放电几乎能够点燃所有的爆炸性气体和蒸气环境。根据现阶段掌握的知识,能排除刷形放电点燃爆炸性粉尘/空气环境。

注:更多信息见 GB/T 3836.26 和 GB/T 3836.27。

#### E.7 雷电

如果在爆炸性环境中出现雷电,通常会造成点燃。此外,避雷器达到较高温度时也具有点燃的可

能性。

强大电流从雷电击中的地方流过,这些电流能够在冲击点附近生成火花。

即使没有雷电电击,雷暴雨也能够使设备、防护系统和元件产生很高的感应电压并能导致点燃危险。

#### E.8 $10^4\text{ Hz}\sim 3\times 10^{11}\text{ Hz}$ 射频(RF)电磁波

所有产生和使用射频电气能量的系统(射频系统)都发射电磁波,例如无线电发射器或用于熔炼、烘干、淬火、焊接、切割等的工业或医疗射频发生器。

位于辐射场内的所有导电部件都具有接收天线的的作用。如果场强足够大,并且接收天线足够长,这些导电部件能够在爆炸性环境中引起点燃。例如,接收到的射频能量在与导电部件接触或断开过程中,能够使细导线发热或产生火花。接收天线获得的能量能够导致点燃,主要取决于发射器和接收天线之间的距离,以及在特定波长接收天线的规格尺寸和射频功率。

#### E.9 $3\times 10^{11}\text{ Hz}\sim 3\times 10^{15}\text{ Hz}$ 电磁波

该频谱范围内的辐射,尤其是当聚焦时,能够被爆炸性气体或固体表面吸收成为点燃源。例如,如果物体使辐射集中在一起(例如起透镜作用的瓶子、聚焦反射器),则阳光能够引起点燃。

在一定条件下,强光源(持续或闪烁)的辐射被粉尘颗粒大量吸收,致使这些颗粒成为爆炸性气体或沉积粉尘的点燃源。

激光辐射(例如在通信装置、距离测量装置、勘测仪、光学仪表中),即使距离很远,未聚焦的射束的能量或功率密度也能够高到足以引起点燃。还有,当激光光束射到固体表面时或当激光光束被环境中或受污透明部件上的粉尘颗粒吸收时,也出现发热过程。

应注意,产生辐射的设备、防护系统和元件(例如灯管、电弧、激光等),本身就是 E.1 和 E.4 中定义的点燃源。

#### E.10 电离辐射

由于吸收能量,例如,X 射线管和放射性物质产生的电离辐射能点燃爆炸性环境(尤其是有粉尘颗粒的爆炸性环境)。此外,由于放射源内部吸收辐射能,导致放射源本身温度升高能超过周围爆炸性环境的最低点燃温度。

电离辐射能造成化学分解或其他反应,导致产生高活性基或不稳定化合物,能引起点燃。

注:这种辐射也能通过分解作用,造成爆炸性环境(例如水电离辐射分解产生氧气和氢气混合物)。

#### E.11 超声波

使用超声波时,电声换能器发射的大部分能量被固态或液态物质所吸收。因此会造成暴露在超声波中的物质温度升高,在极端情况下可能产生点燃。

#### E.12 绝热压缩和冲击波

在绝热或接近绝热压缩的情况下及在冲击波中,能够产生高温点燃爆炸性环境(和沉积粉尘)。此类温度的升高主要取决于压缩比,而非压力差。

注 1:在空气压缩机的压力管路中和与这些管路连接的容器中,可能会因润滑油雾压缩点燃而产生爆炸。

例如,在高压气体突然泄压到管道的过程中可产生冲击波。在这个过程中,冲击波以超音速向低压力区域传播,当它们被管道的弯道、缩颈、连接法兰、隔断阀等衍射或反射时,能产生极高的温度。

注 2:容装具有高氧化性气体(例如纯氧或含氧浓度较高的气体环境)或不稳定气体的设备、防护系统和元件,在绝热压缩、冲击波乃至纯气流的作用下,由于润滑剂、密封垫,甚至结构材料能被点燃,设备、防护系统和元件能成

为有效点燃源。如果由此导致设备、防护系统和元件破坏,其中一些部件将点燃周围的爆炸性环境。

### E.13 放热反应(包括粉尘自燃)

当热量产生速度超过向周围环境的散热速度时,放热反应能成为点燃源。多数化学反应都是放热反应。反应是否能够达到很高温度,取决于反应系统的体积/表面比、环境温度和滞留时间以及其他因素。这种高温能导致爆炸性环境点燃,也能造成焖燃和/或燃烧。

放热反应包括自燃烧物质与空气的反应、碱金属与水的反应、可燃性粉尘自燃、饲料生物加工处理引起自身发热、有机过氧化物的分解或聚合反应。

催化剂也能引起产生能量的反应(例如氢气/空气环境和铂)。

注 1: 有些化学反应(例如,高温分解和生物加工处理)也能导致产生可燃性物质,它们又与周围空气形成爆炸性环境。

一些结构材料与化学制品(例如铜与乙炔、重金属与过氧化氢)化合作用时,能发生剧烈反应引起点燃。

某些物质的化合作用,尤其是均匀散布时(例如铝/铁锈或糖/氯酸盐),受到冲击或摩擦作用时会产生剧烈的反应(见 E.3)。

注 2: 由于化学反应时的热量不稳定性、反应产生高温和/或快速生成气体,也能产生危险,这些危险在本文件中没有考虑。

在煤矿中,任何时候都应特别注意煤的自燃。



## 参 考 文 献

- [1] GB/T 2406.2 塑料 用氧指数法测定燃烧行为 第2部分:室温试验
- [2] GB/T 2900.35 电工术语 爆炸性环境用设备
- [3] GB/T 3536 石油产品 闪点和燃点的测定 克利夫兰开口杯法
- [4] GB/T 3684 输送带 导电性 规范和试验方法
- [5] GB/T 3766 液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求
- [6] GB/T 3836.2 爆炸性环境 第2部分:由隔爆外壳“d”保护的設備
- [7] GB/T 3836.3 爆炸性环境 第3部分:由增安型“e”保护的設備
- [8] GB/T 3836.4 爆炸性环境 第4部分:由本质安全型“i”保护的設備
- [9] 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
- [10] GB/T 3836.26 爆炸性环境 第26部分:静电危害 指南
- [11] GB/T 3836.27 爆炸性环境 第27部分:静电危害 试验
- [12] GB/T 7932 气动 对系统及其元件的一般规则和安全要求
- [13] GB/T 7986 输送带 滚筒摩擦试验
- [14] GB/T 16412 输送带 丙烷单燃烧器可燃性试验方法
- [15] GB/T 19670—2005 机械安全 防止意外启动
- [16] GB 20800.3 爆炸性环境用往复复式内燃机防爆技术通则 第3部分:存在甲烷和(或)可燃性粉尘的地下矿区巷道用I类内燃机
- [17] GB/T 21209 用于电力传动系统的交流电机 应用导则
- [18] GB/T 21449 水-乙二醇型难燃液压液
- [19] 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
- [20] MT 990 矿用防爆柴油机通用技术条件
- [21] NB/SH/T 0567 液体与热表面接触燃烧性的测定 歧管引燃法
- [22] 煤矿安全规程(国家安全生产监督管理总局令第87号)
- [23] IEC 60050-441 International Electrotechnical Vocabulary—Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses
- [24] EN 14522 Determination of the auto ignition temperature of gases and vapours



GB/T 3836.30—2021

版权专有 侵权必究

\*

书号:155066·1-68736