



中华人民共和国国家标准

GB/T 35686—2017

火炸药危险环境用电气设备及安装

Electrical apparatus and installation in areas endangered by explosives

2017-12-29 发布

2018-07-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 III

引言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 通用要求 3

 4.1 基本要求 3

 4.2 电气设备的选择及安装 3

 4.3 防止形成危险(点燃)火花 3

 4.4 保护装置和监测装置 5

 4.5 紧急断电和停机 5

 4.6 静电 5

 4.7 雷电 5

 4.8 对特定类型电气设备的特殊要求 5

5 E0 区设备及安装的附加要求 9

 5.1 电气设备的附加要求 9

 5.2 对旋转电机的特殊要求 9

 5.3 对开关和控制装置的特殊要求 9

 5.4 对插接装置的特殊要求 9

 5.5 对空间加热器的特殊要求 9

 5.6 对灯具的特殊要求 9

6 E1 区设备及安装的附加要求 10

 6.1 电气设备的附加要求 10

 6.2 对旋转电机的特殊要求 10

 6.3 对开关和控制装置的特殊要求 10

 6.4 对插接装置的特殊要求 10

 6.5 对空间加热器的特殊要求 11

 6.6 对灯具的特殊要求 11

 6.7 对试验设备的特殊要求 11

7 E2 区设备及安装的附加要求 11

 7.1 电气设备的附加要求 11

 7.2 对空间加热器的特殊要求 11

 7.3 对移动式电气设备的特殊要求 11

7.4 对试验设备的特殊要求	11
7.5 存放有爆炸特性物质仓库的特殊要求	11
附录 A (资料性附录) 具有爆炸特性物质列表	12
附录 B (资料性附录) 测定分解温度的试验方法	14
附录 C (资料性附录) 爆炸特性物质危险环境电气设备安装手册	18
参考文献	19

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国防爆电气设备标准化技术委员会(SAC/TC 9)归口。

本标准起草单位:南阳防爆电气研究所有限公司、国家防爆电气产品质量监督检验中心、中国船舶重工集团公司第七一三研究所、山西新华化工有限责任公司、南阳中天防爆电气有限公司。

本标准主要起草人:王军、张刚、侯彦东、赵惠平、张春杰、刘姮云、孙景富、李书朝。

引 言

生产、研制、加工处理或存贮火炸药的环境安装的电气设备,要采取保护措施,减少正常运行或规定的故障条件下由电弧、火花或高温表面引起点燃或爆炸的可能性。

本标准同时引用了 GB 3836.1 和专用防爆电气设备型式有关制造、检验和标志的相关标准。

通常情况下,通过合理布局电气设备,能够使大部分电气设备安装在危险较小的区域或安装在没有危险的区域。

火炸药危险环境用电气设备及其安装

1 范围

本标准规定了火炸药危险环境用电气设备及其安装的通用要求及不同区域的附加要求。

本标准适用于火炸药危险环境用电气设备、电气设备选型和安装。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 2900.71 电工术语 电气装置

GB/T 3836(所有部分) 爆炸性环境

GB 3836.1 爆炸性环境 第1部分:设备 通用要求

GB 3836.4 爆炸性环境 第4部分:由本质安全型“i”保护的设备

GB/T 3836.15 爆炸性环境 第15部分:电气装置的设计、选型和安装

GB/T 4208 外壳防护等级(IP代码)

GB/T 4942.1 旋转电机整体结构的防护等级(IP代码) 分级

GB/T 5013.4—2008 额定电压450/750 V及以下橡皮绝缘电缆 第4部分:软线和软电缆

GB/T 5023.3—2008 额定电压450/750 V及以下聚氯乙烯绝缘电缆 第3部分:固定布线用无护套电缆

GB/T 5023.5—2008 额定电压450/750 V及以下聚氯乙烯绝缘电缆 第5部分:软电缆(软线)

GB 7000.1 灯具 第1部分:一般要求与试验

GB 12476(所有部分) 可燃性粉尘环境用电气设备

GB/T 12706.4 额定电压1 kV($U_m=1.2$ kV)到35 kV($U_m=40.5$ kV)挤包绝缘电力电缆及附件 第4部分:额定电压6 kV($U_m=7.2$ kV)到35 kV($U_m=40.5$ kV)电力电缆附件试验要求

GB/T 14044 管形荧光灯用镇流器 性能要求

GB/T 14048.4 低压开关设备和控制设备 第4-1部分:接触器和电动机起动器 机电式接触器和电动机起动器(含电动机保护器)

GB/T 14048.7 低压开关设备和控制设备 第7-1部分:辅助器件 铜导体的接线端子排

GB/T 14536.1 家用和类似用途电自动控制器 第1部分:通用要求

GB/T 14536.10 家用和类似用途电自动控制器 温度敏感控制器的特殊要求

GB/T 15144 管形荧光灯用交流电子镇流器 性能要求

GB/T 16895.21—2011 低压电气装置 第4-41部分:安全防护 电击防护

GB/T 19212.5 电源电压为1 100 V及以下的变压器、电抗器、电源装置和类似产品的安全 第5部分:隔离变压器和内装隔离变压器的电源装置的特殊要求和试验

GB 19510.4 灯的控制装置 第4部分:荧光灯用交流电子镇流器的特殊要求

GB 19510.9 灯的控制装置 第9部分:荧光灯用镇流器的特殊要求

GB 50057 建筑物防雷设计规范

IEC/TS 60079-32-1:2013 爆炸性环境 第32-1部分:静电危害 指南(Explosive atmospheres—

3 术语和定义

GB/T 2900.71 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

火炸药危险环境 areas endangered by explosives

生产、加工、使用或存放火炸药过程中,由设备可能引起点燃的环境。

火炸药危险环境分区如下。

3.1.1

E0 区 zone E0

电气设备的结构和/或工艺条件使其与火炸药接触的危险区域;火炸药以粉尘、烟雾、凝露、气体或其他形式出现的范围值得引起注意的危险区域。在该危险场所,经常或长期存在能形成爆炸危险的火药、炸药及其粉尘。

3.1.2

E1 区 zone E1

电气设备的结构和/或工艺条件使其与火炸药不接触,危险较低的区域;火炸药以粉尘、烟雾、凝露、气体或其他形式偶尔出现、危险较低的区域。在正常运行时,在该危险场所可能短时或偶尔出现火炸药粉尘或烟雾。

3.1.3

E2 区 zone E2

电气设备的结构和/或工艺条件使其与火炸药不接触,也不会由于结构或工艺条件使火炸药以粉尘、烟雾、凝露、气体或其他形式出现的区域。在正常运行时,在该危险场所不可能出现火炸药粉尘或烟雾。

3.2

爆炸特性物质 material with explosive characteristics

固态、液态、膏状或凝胶状的物质或混合物,在没有氧气参与时快速放热反应产生气体,在规定的试验条件下爆轰、快速爆燃,或者在加热后部分产生爆炸。

注:火炸药是具有爆炸特性的物质。

3.3

爆炸性环境 explosive atmosphere

在大气条件下,可燃性物质以气体、蒸气、粉尘、纤维或飞絮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。

3.4

分解温度 decomposition temperature

一定数量的爆炸特性物质在规定的条件下加热,分解时的最低温度。

注 1: 分解温度实例参见附录 A,表 A.1、表 A.2 和表 A.3。

注 2: 分解可以是燃烧,也可以是爆燃、爆炸、无焰烟雾、起泡。用温差分析(DTA)确定分解温度。可以用附录 B 规定的方法,或者能得出等效测量结果的 DTA 方法。

注 3: 在一些情况下,有必要通过较低温度进行试验研究物质的稳定性。

注 4: 分解温度看作是放热分解反应的外推初始峰值温度(定义参见附录 B)。

3.5

火炸药最低点燃温度 minimum ignition temperature of a explosive

火炸药粉尘在热表面上发生点燃时热表面的最低温度。

4 通用要求

4.1 基本要求

GB/T 3836 和 GB 12476 是火炸药危险环境用电气设备及其安装的基础标准,以下是补充要求。

注:附录 C 提供了一些爆炸特性物质危险环境电气设备安装资料。

4.2 电气设备的选择及安装

4.2.1 在火炸药危险环境中,仅应安装电气装置运行必不可少的电气设备。如果这样做不可行,仅应在危险较小的区域安装电气设备。

4.2.2 电气设备应通过结构选择、布局或采取附加措施进行保护,使其在正常运行中能够提供安全运行所必需的保护,防止粉尘和水进入,防止电气、化学、热或机械影响。

注:氮氢化酸以及叠氮化铅会腐蚀铜及铜合金。电缆支架宜采用合适的防腐材料制成,或用镉镍等电镀。

选择电气设备的结构,应能使粉尘尽可能减少积聚,且易于清理。

4.2.3 对仅有火炸药积聚的 E0 区危险场所,在符合 E1 区要求的电气设备上增加附加措施(例如粉尘挡板或另加外壳),防止粉尘在设备上积聚或进入电气设备内部,可用于这种 E0 区危险场所。

4.2.4 电气设备(电缆和电线除外)一般允许在 40℃ 以下的环境温度条件下使用。应考虑相邻热源的影响。

环境温度超过 40℃ 时,仅允许使用专门设计和标志的设备。

设计环境温度 40℃ 以上使用的设备时,应采用适当的方式并考虑环境因素。

4.2.5 采用防爆电气设备时应确保按规定使用,保证防爆性能。在适应具体火炸药特性危险环境下,选型见表 1。

表 1 火炸药危险环境电气设备选型

区域	单纯火炸药粉尘环境	单纯火炸药气体或薄雾环境	杂混物
E0	Ⅲ C 类, EPL Da	EPL Ga	
E1	Ⅲ C 类, EPL Da 或 Db	EPL Ga 或 Gb	
E2	Ⅲ C 类, EPL Da 或 Db 或 Dc	EPL Ga 或 Gb 或 Gc	
注 1: 一般情况下, E0 区不宜设电气设备。			
注 2: 对杂混物的选型比较复杂, 宜具体问题具体分析, 可参考 GB/T 3836.24。			
注 3: 火炸药粉尘环境电气设备最高表面温度的选型附加要求见 5.1.1、6.1.1 或 7.1。			

4.2.6 在排气区的电气设备应符合对风机服务区域的要求。为危险场所服务的排风机室应与服务的场所危险类别相同。

4.2.7 对于从 E0 区抽气的风机, 应安装在抽出气流的外部。

注: 避免排出的危险气体与风机可能产生点燃危险的部件接触。

4.3 防止形成危险(点燃)火花

4.3.1 带电部件的危险

为了避免产生能点燃火炸药的火花, 应防止带电部件裸露。

外部可导电部分和壳体不准许作为工作电流导体。

在不影响火炸药燃爆特性情况下, E1 区和 E2 区环境用符合 GB 3836.4 的本质安全电路除外。

4.3.2 外部可接触导电部件的危险

4.3.2.1 总则

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提高,都是安全所必需的。

虽然不可能覆盖所有系统,下列要求适用于电压为 1 000 VAC/1 500 VDC 以下的电气系统,但本安电路或限能电路除外。

4.3.2.2 TN 系统

如果采用 TN 系统,在危险场所应为 TN-S(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联结系统相连。

导线截面小于 10 mm² 的开关和配电装置的外部电路,在中性线对地之间应能够采取隔离措施,但不拆除中性导体,例如通过在开关和配电装置中安装中性隔离端子。

注:可根据运行情况,对一个或多个电路采用隔离端子。

4.3.2.3 TT 系统

如果采用 TT 系统(电源与电气设备壳体分开接地),应采用剩余电流保护装置(RCD)进行保护。

注:接地电阻率高的地方,这种系统不可接受。

4.3.2.4 IT 系统

如果采用 IT 系统(中性线与地隔离或经高阻抗接地),应提供绝缘监控装置显示第一次接地故障。

4.3.2.5 SELV 和 PELV 系统

安全特低电压系统(SELV)应符合 GB/T 16895.21—2011 第 414 章规定的要求。SELV 电路的带电部件不应接地、或与带电部件、或与构成其他电路一部分的保护导体连接。任何裸露导电部件可不接地,也可接地(例如用于电磁兼容的裸露带电部件)。

保护特低电压系统(PELV)应符合 GB/T 16895.21—2011 第 414 章规定的要求。PELV 电路接地。任何裸露导电部件应连接到一个共用接地(以及电位均衡)系统。

SELV 系统和 PELV 系统应按照 GB/T 16895.21—2011 第 414 章的要求选择电源。

4.3.2.6 FELV 系统

所有电路有保护隔离功能的特低电压系统(FELV)应符合 GB/T 16895.21—2011 规定的要求。如果电路接地,电路接地端以及所有裸露带电部件应连接到一个共用的等电位联结系统上。如果电路不接地,则裸露带电部件可以接地(例如,用于电磁兼容的裸露带电部件),也可以不接地。

FELV 系统电源应是绕组至少有一个隔离的变压器,或者应符合 GB/T 16895.21—2011 第 414 章的要求。

4.3.2.7 安全隔离

对仅向一台设备供电的电源,电气隔离应符合 GB/T 16895.21—2011 第 413 章的要求。

隔离变压器应符合 GB/T 19212.5 的要求。

4.3.3 等电位联结

在火炸药危险场所内,为了避免出现有危险的火花,电气设备应等电位。对于 TN、TT 和 IT 系统,

所有裸露的外部导体部件应与等电位联结系统连接。等电位联结系统可包括保护线、保护管、金属电缆护套、钢丝铠装以及金属结构件,但不包括中性导线。连接应牢固,防止自动松脱。

如果裸露导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联结系统相连,则该部件不需要再与等电位联结系统相连。不属于结构或电气设备的外部导电部件,例如门框、窗框,如果没有电势差,不需要与等电位联结系统相连。

注 1: 附加信息参见 GB/T 16895.21—2011 第 411 章和 415 章。

本质安全设备的金属外壳不需要与等电位联结系统连接,但设备文件有规定时除外。有阴极保护的装置不应与等电位联结系统连接,专为此目的设计的系统除外。

注 2: 运输工具和固定设备之间的等电位联结可能需要特殊结构,例如用绝缘法兰连接管线的地方。

4.4 保护装置和监测装置

保护装置和监测装置,例如过电流断路器、安全限温装置、压力开关,应确保断开所有设备部件,并且不能自动复位。在重新复位或解除联锁时,应保证保护装置功能正常。如果设备断开之后预计会有更大危险,应用报警信号代替断路。

4.5 紧急断电和停机

4.5.1 紧急断电

紧急情况下,在 E0 和 E1 区外部没有危险的地方宜至少有一个或多个装置用于断开 E0、E1 和 E2 区的电源。

紧急断电也可使用普通开关,但应有相应的标志。

出现故障时为防止危险扩大,需继续运行的电气设备,不应与其他电路连在一起,应采用独立的电路。

4.5.2 停机

为了能够安全运行,电路或电路组应采用符合 GB/T 14048.7 的合适的停机装置(例如断路器、熔断器、联锁),包括电路的所有导线和中性线。

隔离装置附近应加标志,以便迅速判定所隔离的电路或电路组。

注: 宜采取有效措施或优先的方法,以便在危险存在时不能对设备供电,防止未保护的带电导体接触火炸药。

4.6 静电

电气装置的选择和安装,应保证不会出现静电点燃危险(见 IEC/TS 60079-32-1:2013 第 10 章)。

4.7 雷电

具有火炸药危险环境的建筑物,其防雷设计应符合 GB 50057 的规定。

电气装置的雷电保护应符合 GB/T 3836.15 的规定。

注 1: 具有火炸药危险环境的建筑物,宜有两套独立的防雷装置(LPS),一套是与建筑物分开的 II 级防雷装置,另一套是建筑物上的 II 级防雷装置。

注 2: 限制雷电点燃危险和安装防雷装置应符合 GB/T 21714.1 和 GB/T 21714.3 的规定。

4.8 对特定类型电气设备的特殊要求

4.8.1 变压器

变压器应有过载保护,应能承受原边额定电压和额定频率时的副边短路电流,使其不会出现不允许

的温升,不会出现过载。

4.8.2 旋转电机

电机应防止由过载引起的不准许的温升。如果电动机能承受额定电压和额定频率下的起动电流 I_A ,或者发电机能连续承受短路电流 I_A ,而不会出现不允许的温升,则可不用过载保护。可采用下列保护装置:

- a) 过电流延时保护装置,例如,符合 GB/T 14048.4 的保护装置;
- b) 用温度传感器直接进行温度监控的装置;
- c) 其他类型的装置,与上述保护装置有相同的保护方法,防止不允许的温升。

只有非严酷、非频繁启动、不会引起过大额外温升的电动机,才允许使用过电流延时保护装置。

应采取预防措施,防止三相电动机断相运行。

例如,通过变频器供电改变频率、电压的电动机,应采取与该工作制匹配的保护装置。通常直接监控温度的保护装置是必不可少的。

对于软起动电动机采用过电流延时保护装置,要进行特殊评定。

采用防爆电机时,防止过高温升的要求见 GB 3836.1 和 GB/T 3836.15。

4.8.3 电加热装置

4.8.3.1 电加热装置应固定位置连接,并且其结构应能使有效热量无阻碍释放,即不会因为蓄热形成过热危险。

4.8.3.2 如果没有限温装置保护,电加热装置的表面温度会超过 5.1.1 或 6.1.1 规定的允许的 surface 温度,则电加热装置应有附加的限温装置保护。可通过结构,或用安全装置,如符合 GB/T 14536.1 要求的安全限温装置保证安全。如果接地会出现局部过热,则应使用符合低压电器设备要求的故障电流保护装置。在 TT 或 TN 系统中应采用剩余电流保护装置(RCD),额定动作电流不超过 300 mA。应优先采用额定动作电流不超过 30 mA 的剩余电流保护装置。保护装置在额定动作电流时断开时间最多为 5 s,在五倍额定动作电流时断开时间不超过 0.15 s。

注:故障电流保护装置的附加信息参见 GB/Z 6829。

4.8.4 温度处理装置和其他产品加热装置

4.8.4.1 温度处理装置如干燥箱或烘箱、加热箱、环境模拟箱。

4.8.4.2 由于运行需要应采用移动位置的温度处理装置时(不符合 4.8.3),则应配置固定连接的导线和插头。不应使用仪器插接装置。

4.8.4.3 此外温度处理装置还应符合下列要求:

- a) 温度处理装置的正面应装有控制灯,在干燥箱通电后照亮。
- b) 温度处理装置应在外面安装能够容易读数的温度显示器,能够显示有效空间内最热点的温度。温度显示器不能安装在门上。
温度处理装置对特定物质设定的最高工作温度,应保证最热点的温度不超过规定的最高温度。这样可以保证干燥箱内各种装料不会过热。
- c) 温度处理装置内有效干燥空间的温度用灵敏度值最大为 ± 2 K 的温度调节器调节。采用的调节器应能够防止机械损害,并且要防止未经授权进行操作。
- d) 除了按照 c) 要求的温度调节之外,还应配置符合 GB/T 14536.10 要求的安全限温开关,在温度超过规定的工作温度最高 15 K 时,断开加热,同时报警装置发出能清晰识别的信号。工作温度和前面规定的安全限温开关动作温度之间宜永久连接,如通过机械耦合或电子耦合控制器保证动作温度。

- 4.8.4.4 露天(自然)通风的温度处理装置,应保证火炸药不会落到加热元件上。
- 4.8.4.5 强制通风的温度处理装置,只能用新鲜空气或循环空气运行。用电气连锁装置保证,只有在空气不受阻碍的情况下,加热装置才可接通或保持连接。另外也应保证流通的空气中不能有火炸药或其他物质。温度处理装置采用循环空气运行时,应保证火炸药不会落到加热装置上(例如通过净化循环空气、空气导流、加热装置的表面形状)。

注:采用循环空气运行时宜特别检查蒸发是否会形成爆炸危险环境。

4.8.5 灯具

4.8.5.1 位置固定的灯具

- 4.8.5.1.1 灯具的光源应有保护外壳。该项要求不适用于 E2 区,存放火炸药的仓库除外。
- 4.8.5.1.2 如果存在机械危险,保护外壳包括透明件的结构应使其不会对火炸药产生有危险的影响。可能受到机械损害的灯具,应适用 GB 7000.1 规定的严酷运行条件。
- 4.8.5.1.3 灯具仅应使用功率和类型与灯具铭牌上规定的的数据相适应的光源。

4.8.5.2 工作现场定向灯具

工作现场定向的普通灯具应符合 4.8.5.1 对固定灯具的要求。工作现场定向的普通灯具应在工作场所电气固定安装,并且只能用工具才可去掉。

4.8.5.3 便携式灯具

- 4.8.5.3.1 只有符合 GB 3836.1 规定的防爆便携式灯具,才可使用(见 4.2.5)。这样的灯具不适用于 E2 区,存放火炸药的仓库除外。

注:不同防爆标志的电气设备适用于不同的危险区域。宜选适用于较高危险区域的便携式设备。

- 4.8.5.3.2 用白炽灯做光源的手提灯具,只能用白炽灯。

4.8.5.4 其他类型的灯具

其他类型的灯具,如信号灯、光栅用地反射灯,应符合 4.8.5.1 对固定灯具的要求。

4.8.6 电缆和导线

4.8.6.1 电缆和导线的选择和使用

- 4.8.6.1.1 电缆和导线的选择应使其能承受预期的机械、化学和热影响。
- 4.8.6.1.2 选择电缆和导线时,应注意符合 GB/T 12706.4 的载流量推荐值及敷设规定的负载值。
- 4.8.6.1.3 电缆和导线应用铜作为导体材料,由于机械原因,铜导体截面应符合表 2 的规定。

表 2 电缆或导线铜导体允许最小截面

危险场所类别	电缆或导线铜导体允许最小截面/mm ²		
	电力	照明	控制按钮
E0			铜芯 1.5
E1	铜芯 2.5	铜芯 2.5	铜芯 1.5
E2	铜芯 1.5	铜芯 1.5	铜芯 1.5

- 4.8.6.1.4 测量、控制系统中的装置,信息处理装置和电信设备中的装置,以及用于遥控设备时,如果电

气和机械性能与特定用途相适用,并且能使装置正确连接导线,则可使用其他类型的导线和不同截面积的导线。

上述要求同样适用于电缆。

4.8.6.1.5 单芯电缆芯线不准许用作带电导体,密封金属安装管中的单芯电缆除外。开关系统和配电系统可用符合 GB/T 5023.3—2008 第 2 章和第 5 章要求的单芯电缆。

4.8.6.1.6 额定电压 750 V 以下的便携式设备采用的挠性电缆,应采用符合 GB/T 5013.4—2008 的重型橡套电缆,或者采用至少具有相同结构的电缆。

4.8.6.1.7 便携式设备一般不会受到强机械应力的影响,例如额定电流不大于 6 A 对地电压不大于 250 V 控制装置的电缆,可用 GB/T 5013.4—2008 规定的中型橡套软电缆,或者截面至少 1 mm² 的具有相同结构的电缆。这些要求不适用于手提灯、脚踏开关及有类似机械应力的设备用挠性电缆。

4.8.6.1.8 测量、控制系统中的装置,信息处理装置和电信设备中装置,以及用于遥控设备时,可以采用符合 GB/T 5023.5—2008 要求的中级 PVC 护套软电缆,电信和信息处理系统可采用增强机械应力的绞合导线电缆。

注:也可使用符合 WJ 9065 要求的电缆。

4.8.6.1.9 中级机械应力的 PVC 护套软电缆在环境温度低于 +5 °C 时不能使用。

4.8.6.2 电缆和电线的敷设

4.8.6.2.1 电缆和导线装置的安装应使其尽可能少地堆积粉尘。应能够清理由于设备运行产生的沉积物。

4.8.6.2.2 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、液体或粉尘积聚或传播。

4.8.6.2.3 电缆和导线装置的布局应能防止对其造成机械损坏、化学影响和腐蚀。由于热、机械或化学影响易造成特别危害的地方,对电缆和导线应进行保护,如把导线和电缆敷设在导管内、有棱角保护的金属套管(端子套管)内,或者用保护层保护。

保护结构应能防止粉尘在内部沉淀,防止机械摩擦引起点燃。

4.8.6.2.4 火炸药危险场所隔墙上穿过电缆和导线的通孔,以及含多芯电缆或多股电线的导管,应采取适当的措施进行密封。

4.8.6.2.5 电气设备上不用的电缆和导线引入孔,应按防护等级要求进行密封,并且堵封件应防止被意外打开。

4.8.6.3 导线连接

4.8.6.3.1 电气装置外部带电导体只能压接连接。这种连接应防止环境的影响,并采取有绝缘措施,对绝缘的要求应符合对总体绝缘的要求(见 GB/T 16895.21—2011)。

4.8.6.3.2 当电气设备内部采用多股绞合导线、细股导线或细股绞合导线进行导线连接时,端部应进行保护防止绞合散开,例如采用电缆接头或者芯线套管或者通过接线端子的结构进行保护。不准许使用非耐久性连接(例如灯的接线端子)。

4.8.6.3.3 接线盒连接应防止自动松脱。

4.8.6.3.4 电缆和导线暴露的芯线应绝缘隔离或者连接到接线端子上。

4.8.6.4 本质安全电路

本质安全电路采用的电缆和导线应至少符合爆炸性气体环境 1 区危险场所电气设备的安装要求。

4.8.7 所有类型的便携式电气设备

采用仪器插接装置的便携式电气设备不准许用于 E0 区和 E1 区。

5 E0 区设备及安装的附加要求

5.1 电气设备的附加要求

5.1.1 电气设备的表面温度应有足够的安全裕度。

注 1: 安全裕度宜为 100 K。

注 2: 如果按粉尘最低点燃温度确定电气设备表面温度,则可见 GB/T 3836.15。

5.1.2 如果应通过制造技术实现不超过 100 K 的分解温度温差,则应采取适当的措施保证不会出现有危险的反应,或者在分解过程中不会对人员造成伤害。

适当的措施可包括:

- 通过反应动力学研究证明,在达到控制温度时,物质不会出现危险反应;
- 短时间内限制温度的影响;
- 限制加热物质不超过危险的量/层厚;
- 保证恒温处理;
- 避免人员伤害的结构措施或施工措施,电气设备的表面温度应比爆炸特性物质的分解温度低 75 K。

5.1.3 电气设备的结构应使其内部不会出现沉积爆炸特性物质。设备至少为符合 GB/T 4208 的 IP65 的防护等级和 EPL Da 级。

注: 根据使用条件可能需要较高的防水等级。

5.2 对旋转电机的特殊要求

旋转部件例如风扇应通过布局或采取附加保护,使其不会由于不准许的温度或者火花产生危险。进气侧通风孔应至少为符合 GB/T 4942.1 的 IP20 的防护等级,排气侧通风孔应至少为符合 GB/T 4942.1 的 IP10 的防护等级。

5.3 对开关和控制装置的特殊要求

5.3.1 对于遥控开关装置,外壳开启时应防止设备带电。如果不能通过结构满足这项要求,外壳上应加警告标志“严禁带电开盖”。

5.3.2 熔断器的外壳应配置联锁装置使其仅能在不带电时插入和取出熔丝,在外壳不符合规定关闭时不能带电安装熔断器,或者外壳上应加警告标志“严禁带电开盖”。

5.4 对插接装置的特殊要求

5.4.1 插接装置的布局应是插头的插入孔向下(与垂直方向最大偏差 30°)。插头只能在不带电的情况下才能插入和拔出,只有当设备固定,保证不会意外分开,才可偏离上述要求。在这种情况下可以加警告标志“严禁带电操作”。

非插拔式插头应采用永久盖板密封插座的引入孔,防护等级应保持 IP54。插座应固定安装。耦合插接装置和连接器的组成部分不准许固定安装。

5.4.2 不同电流类型和电压的插接装置一定不能互换。

5.5 对空间加热器的特殊要求

电气空间加热器不准许用于 E0 区。

5.6 对灯具的特殊要求

采用荧光灯时应采取措施,防止在异常情况下以及镇流器故障情况下灯具外部表面温度大于最高

允许的表面温度。可采用下列措施：

- 采用符合 GB 19510.9 和 GB/T 14044 的热保护镇流器；
- 采用符合 GB 19510.4 和 GB/T 15144 的电子镇流器。

6 E1 区设备及安装的附加要求

6.1 电气设备的附加要求

6.1.1 在规定的环境温度范围内,电气设备的表面温度应比存在的爆炸特性物质的分解温度至少低 75 K。

注：如果按粉尘最低点燃温度确定电气设备表面温度,则可见 GB/T 3836.15。

6.1.2 如果应通过制造技术实现不超过 75 K 的分解温度温差,则应采取适当的措施确保安全,保证不会出现有危险的反应,或者在分解过程中不会对人员造成伤害。

适当的措施可包括：

- 通过反应动力学研究证明,在达到控制温度时,物质不会出现危险反应；
- 短时间内限制温度的影响；
- 限制加热物质不超过危险的量/层厚；
- 保证恒温处理；
- 避免人员伤害的结构措施或施工措施,电气设备的表面温度应比爆炸特性物质的分解温度低 40 K。

6.1.3 设备至少为符合 GB/T 4208 的 IP65 的防护等级和 EPL Db。

注：根据使用条件可能需要较高的防水等级。

6.2 对旋转电机的特殊要求

6.2.1 鼠笼转子电机防护等级应至少符合 GB/T 4942.1 的 IP44 的要求；接线盒应至少符合 GB/T 4942.1 的 IP54 的要求。冷凝水排液孔应封闭,使爆炸特性物质不能进入。

6.2.2 旋转部件例如风扇应通过布局或采取附加保护,使其不会由于不允许的温度或者火花产生危险。进气侧通风孔应至少为符合 GB/T 4942.1 的 IP20 的防护等级,排气侧通风孔应至少为符合 GB/T 4942.1 的 IP10 的防护等级。

6.2.3 如果防爆电机符合 GB 3836.1 的要求,温度组别至少为 T3 组,则 6.1.1、6.2.1 和 6.2.2 的要求适用。

6.3 对开关和控制装置的特殊要求

6.3.1 对于遥控开关装置,外壳开启时应防止设备带电。如果不能通过结构满足这项要求,外壳上应加警告标志“严禁带电开盖”。

6.3.2 熔断器的外壳应配置联锁装置使其仅能在不带电时插入和取出熔丝,在外壳不符合规定关闭时不能带电安装熔断器,或者外壳上应加警告标志“严禁带电开盖”。

6.4 对插接装置的特殊要求

6.4.1 插接装置的布局应是插头的插入孔向下(与垂直方向最大偏差 30°)。插头只能在不带电的情况下才能插入和拔出,只有当设备固定,保证不会意外分开,才可偏离上述要求。在这种情况下可以加警告标志“严禁带电操作”。

非插拔式插头应采用永久盖板密封插座的引入孔,防护等级应保持 IP54。插座应固定安装。耦合插接装置和连接器的组成部分不准许固定安装。

6.4.2 6.4.1 的要求不适用于符合 GB 3836.4 要求的本质安全电路中的插接装置。

6.4.3 不同电流类型和电压的插接装置一定不能互换。

6.5 对空间加热器的特殊要求

空间加热器的表面温度最高不应超过 120 °C。加热体仅允许采用光滑易于清理的外表面。

6.6 对灯具的特殊要求

6.6.1 采用荧光灯时需要采取措施,防止在异常情况下以及镇流器故障情况下灯具外部表面温度大于

6.1.1 规定的最大允许的表面温度。可采用下列措施:

——采用符合 GB 19510.9 和 GB/T 14044 的热保护镇流器;

——采用符合 GB 19510.4 和 GB/T 15144 的电子镇流器。

6.6.2 如果灯具符合 GB 3836.1 的要求,温度组别至少为 T3 组,则 4.8.5.1 和 6.1.1 的要求适用。

6.7 对试验设备的特殊要求

试验设备的布局应考虑爆炸物质的临界点火能量。

7 E2 区设备及安装的附加要求

7.1 电气设备的附加要求

注: 6.1.1、6.1.2 也可适用于 2 区,其中的温差为 40 K。

电气设备应至少为符合 GB/T 4208 和/或 GB/T 4942.1 的 IP4X 的防护等级和 EPL Dc。

本质安全设备的防护等级应至少为符合 GB/T 4208 的 IP20。

7.2 对空间加热器的特殊要求

空间加热器的表面温度最高不应超过 120 °C。

7.3 对移动式电气设备的特殊要求

移动式电气设备仅在受控条件下使用时,防护等级至少应为 IP2X。对于仅在受控条件下使用的测量仪器,可规定较低的防护等级。

7.4 对试验设备的特殊要求

试验设备的布局应考虑爆炸物质的临界点火能量。

7.5 存放有爆炸特性物质仓库的特殊要求

存放有爆炸特性物质仓库内,电气设备应具有至少为符合 GB/T 4208 的 IP54 的防护等级。

应有一个或多个装置按照 4.5.1 的要求断开电源。断开电源的装置应有标志。为了防止出现附加危险需要继续运行的设备,不准许与断开的电路连接,应采用具有相应安全等级的专用电路。

附 录 A
(资料性附录)
具有爆炸特性物质列表

表 A.1～表 A.3 列出了一些具有爆炸特性物质的资料。

注：这些表格没有列举所有物质，仅给出了常见物质的参考示例。对于其他未列出的物质的参数，可参考其他相关标准或通过实验获得。

表 A.1 按照附录 B 测量、具有爆炸特性物质及等效物质的分解温度(符合 3.2)

编号	物质名称	CAS 编号 ^a	EINECS 编号 ^b	分解温度/℃	最低点燃温度/℃
1	甘露糖醇六硝酸酯	15825-70-4	239-924-6	140 ^c	
2	雷酸汞	628-86-4	211-057-8	151 ^c	
3	硝化甘油	55-63-0	200-240-8	155 ^d	
4	二乙二醇二硝酸酯	693-21-0	211-745-8	170 ^e	
5	季戊四醇四硝酸酯	78-11-5	201-084-3	164 ^c	
6	2,4,6-三硝基苯甲硝胺	479-45-8	207-063-0	171	
7	乙二醇二硝酸酯	628-96-6	211-063-0	172 ^e	
8	火棉胶	9004-70-0	—	176 ^c	
9	黑索今	121-82-4	204-500-1	208 ^c	
10	三硝基苯酚	88-89-91	201-865-9	214 ^c	
11	三(羟甲基)甲基甘氨酸	5704-4-1	227-193-6	224 ^e	
12	2,4,6,2,4,6-六硝基二苯胺	131-73-7	205-037-8	244 ^e	
13	2,4,6-三硝基间苯二酚铅盐	15245-44-0	239-290-0	256 ^c	
14	叠氮化铅	13424-46-9	236-542-1	268 ^c	
15	2,4,6-三硝基甲苯	118-96-7	204-289-6	271 ^c	
16	六硝基二苯胺	131-73-7	205-037-8	301 ^e	
17	1,3,5-三氯-2,4,6-硝基苯	2631-68-7	220-115-1	305 ^e	
18	1,3,5-三硝基苯	99-35-4	202-752-7	327 ^e	
19	1,2,4-三氮唑	88-88-0	201-864-3	330 ^e	
20	2,4,6-三硝基苯甲酸	129-66-8	204-958-2	337 ^{e,f}	
21	高氯酸铵	7790-98-9	232-235-1	341 ^e	
22	5-ISMN			183 到 193	
23	ISDN			175 到 200	
注：分解温度来源于 DIN V VDE V 0166:2011。					
^a 化学物质登录号。 ^b 欧洲现有化学物质索引。 ^c DTA 烘箱；重量 0.1 g。 ^d DTA 烘箱；重量 0.5 g。 ^e DTA 气密；重量 0.5 g。 ^f 190 ℃时初步放热反应(脱羧基)。					

表 A.2 危险等级较高、但不用作炸药的爆炸特性物质的分解温度

编号	物质名称	CAS 编号	EINECS 编号	分解温度/℃	最低点燃温度/℃
1	过氧化新戊酸叔丁酯	927-07-1	213-147-2	64 ^b	
2	过氧苯甲酰	94-36-0	202-327-6	99 ^a	
3	2,5-二甲基正己烷-2,5-二甲羟基过氧化物	3025-88-5	221-184-0	126 ^a	
4	1,3-二磺酰肼苯	4547-70-0	224-906-2	139 ^a	
5	碘酰苯	696-33-3	—	202 ^a	
注：分解温度来源于 DIN V VDE V 0166:2011。					
^a DTA 烘箱；重量 0.1 g。					
^b DTA 烘箱；重量 0.5 g。					

表 A.3 危险等级较低、但不用作炸药的爆炸特性物质的分解温度

编号	物质名称	CAS 编号	EINECS 编号	分解温度/℃	最低点燃温度/℃
1	过氧化二碳酸二环己酯	1561-49-5	216-337-3	53 ^b	
2	过氧化 2-乙基己酸叔丁酯	3006-82-4	221-110-7	86 ^a	
3	间氯过氧苯甲酸	937-14-4	213-322-3	93 ^a	
4	过氧化苯甲酸叔丁酯	614-45-9	210-382-2	117 ^a	
5	2-重氮-1-萘酚-5-磺酰氯	3770-97-6	223-211-1	120 ^b	
6	1,4-二亚硝基苯	105-12-4	203-272-0	135 ^c	
7	5-单硝酸异山梨酯	16051-77-7	240-197-2	160 ^a	
8	四氮唑乙酸	21732-17-2	244-551-7	162 ^c	
9	N,N'-二亚硝基五亚甲基四胺	101-25-7	202-928-3	170 ^c	
10	偶氮二甲酰胺	123-77-3	204-650-8	177 ^c	
11	2,4-二硝基苯肼	119-26-6	204-309-3	201 ^a	
12	2,4-二硝基间苯二酚[干的或含水<15%]	519-44-8	208-270-3	204 ^a	
13	喹多克辛	2423-66-7	—	219 ^c	
14	重铬酸铵	7789-09-5	232-143-1	232 ^b	
15	4,6-二硝基间苯二酚	616-74-0	210-489-4	241 ^b	
16	双(2-硝基苯基)二硫化物	1155-00-6	214-581-5	249 ^b	
17	5-硝基苯并三唑	2338-12-7	219-047-5	265 ^c	
18	2,4,2',4'-四硝基二苯胺	2908-76-1	220-820-4	280 ^b	
19	1,3,6,8-四硝基咪唑	4543-33-3	224-898-0	306 ^{b,d}	
20	1,8-二硝基-9,10-蒽二酮	129-39-5	204-943-0	355 ^b	
21	硝基甲烷	75-52-5	200-876-6	— ^{b,e}	
注：分解温度来源于 DIN V VDE V 0166:2011。					
^a DTA 烘箱；重量 0.1 g。					
^b DTA 气密；重量 0.5 g。					
^c DTA 气密；重量 1.0 g。					
^d 273 ℃时初步放热反应。					
^e 达到 400 ℃时无反应。					

附 录 B
(资料性附录)
测定分解温度的试验方法

B.1 概述

本标准 3.4 给出了分解温度的定义。标准规定用温差分析(DTA)计算分解温度。下面介绍一种 DTA 设备,用于测定表 A.1 和表 A.2 列出的分解温度。该设备特别适用于测试具有爆炸特性的固态、液态物质和混合物,即这些物质通常快速分解,同时产生温度很高的放热,并产生大量的气体和巨大的压力。该设备也可测试较大质量的物质(0.1 g~0.5 g),这些物质通常需要充分均质混合。也可在密闭条件下对这些物质进行研究测试,避免挥发性成分的吸热蒸气产生的放热反应引起干扰。

本标准中选择“外推初始峰值温度”(外推起始温度)作为分解温度。外推初始峰值温度通常易于复现,能够明确得出 DTA 图(见 B.2.6 和图 B.3)。大多数“初始峰值温度”(开始温度)普遍较低,即不能使用第一个能证实的与基线偏离的温度。这很大程度上取决于 DTA 设备的灵敏度,因为不同的设备得出的分解温度不具可比性。通过 DTA 得出的分解温度,如果以初始峰值温度为基础,可测量易分解物质的最高允许温度,但一定要特别小心,该值绝对不能直接使用。而且由于分解温度受测定条件的限制,需减去 60 K 甚至 100 K 的安全裕量。该方法不适用于评价稳定性,因为时间较长。

进行 DTA 试验时考虑下列条件,以便得出合理、具有可比性的结果:

- 试验容器的材质对物质成惰性(例如,玻璃、不锈钢、铝);
- 试验爆炸危险物质时,其纯度/成分与实际使用的物质相同;
- 试样能代表研究物质的成分;
- 试样在正常的大气压力下试验;
- 加热速度不超过 5 K/min;
- 吸热气化作用不能阻碍观察放热反应,避免影响试验结果(使用密闭试验容器);
- 如果按照标准试验方法没有得出可利用、能够复现的结果,适当改变条件重复进行试验(例如,使用数量较多的试样)。

B.2 试验设备和试验方法**B.2.1 烘箱座和加热**

DTA 试验设备主要有一个插入保护层的烘箱座组成,烘箱座用不锈钢制成(材料号 1.454 1),高度 162.5 mm,近似椭圆截面(84.5 mm/72.8 mm)(图 B.1)。烘箱座为螺旋形,有一热敏电阻(约 800 W)缠绕在一铣槽内。温度传感器和温度调节器控制加热过程(见图 B.2)。结构可使温度达到 400 °C。在椭圆形燃烧点内有装有保护套(不锈钢)的孔,用于容纳两个容器,一个容装试样,一个容装基准试样。保护套内径 14 mm,从烘箱上边缘测量深度 75 mm。孔内刻 12 mm 深的凹槽,用于安装 M20×1.5 mm 的螺栓。

用两个螺纹堵头,焊接到不锈钢保护套管中(材料编号 1.454 1,外径 3 mm,内径 2 mm),用于装入热电偶,靠近两个孔底部接近烘箱座,孔用“○”形环(聚乙烯化合物)和螺栓紧固密封。这样形成的试样空间容积约为 9 cm³。

B.2.2 在大气压下试验

为了在大气压下进行试验,在两个孔中插入两个试管(14 mm×130 mm),试管内装进 0.5 g(最多至 1 g)的试样物质或适宜的基准物质,在玻璃保护管(外径 2 mm,内径 1 mm)中插入超短热电偶(镍铬合金/阿雷迈尔镍合金,加因科镍合金外层,0.5 mm)。

由于基准物质与试样物质具有相同的物态,并且热容量极其相似,因此在试验温度范围内不会显示温度变化或者其他热效应。

B.2.3 在密闭条件下进行试验

为了在密闭条件下进行试验,把 50 mm 长的试管(直径 14 mm)插入烘箱孔内,用螺纹塞堵上。对于挥发性物质或者需要研究挥发性分解产物对分解过程的影响时,这种方法尤其适用。

B.2.4 试验特别危险的物质

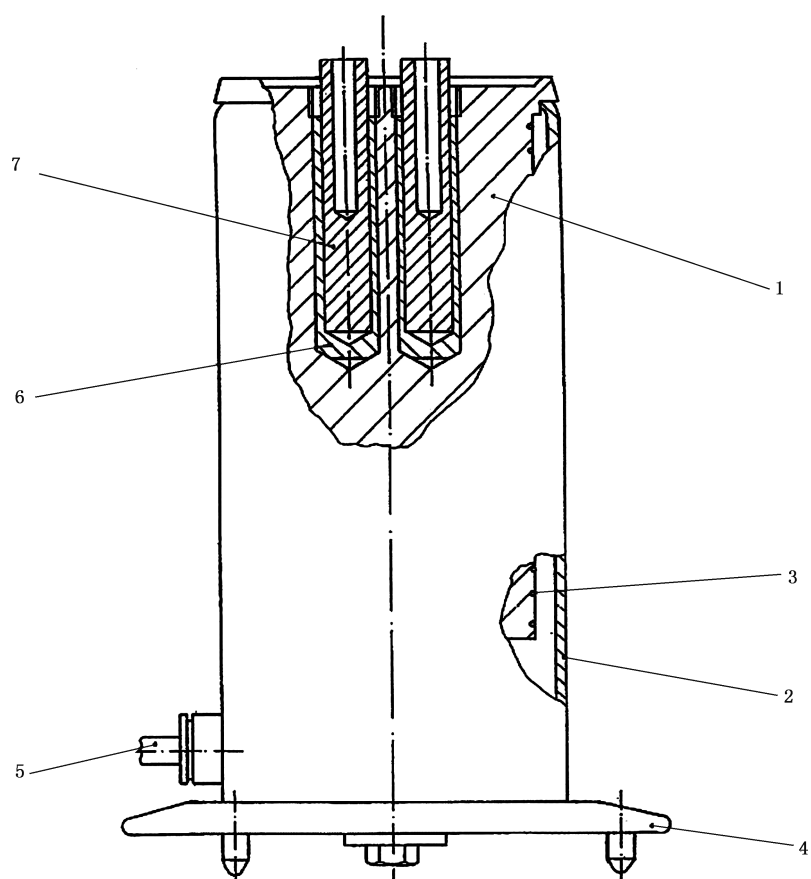
特别危险的物质(例如,起爆剂和其他物质,试验时会爆炸),通常不在密闭条件下进行试验,并且仅用较少的剂量(仅 0.1 g)进行试验。为此在保护套另加一不锈钢异径接管(外部尺寸 14 mm×80 mm),用于插入 8 mm×7 mm 的试管。

B.2.5 记录温度曲线

在整个试验过程中,温升速度达到 5 K/min 时,记录基准试样的温度,并以基准试样温度为基础记录试样和基准试样之间的温差,例如可用 2 通道均衡记录仪记录。如果确定试样全部分解,可停止试验,否则要持续到温度达到 400 °C 为止。

B.2.6 使用 DTA 曲线

为了从 DTA 曲线上得出分解温度(外推初始峰值温度),首先,在最大斜度范围内从第一个放热峰值的线性部分做出外推初始基线与转折切线或者辅助线的交点。在基准试样温度坐标上交点处的温度读数,即为试样的初始峰值温度或者分解温度(图 B.3)。



说明：

- 1——烘箱座；
- 2——保护层；
- 3——热敏电阻；
- 4——底座；
- 5——电源线；
- 6——保护套；
- 7——异径接管。

图 B.1 爆炸危险物质温差分析用烘箱

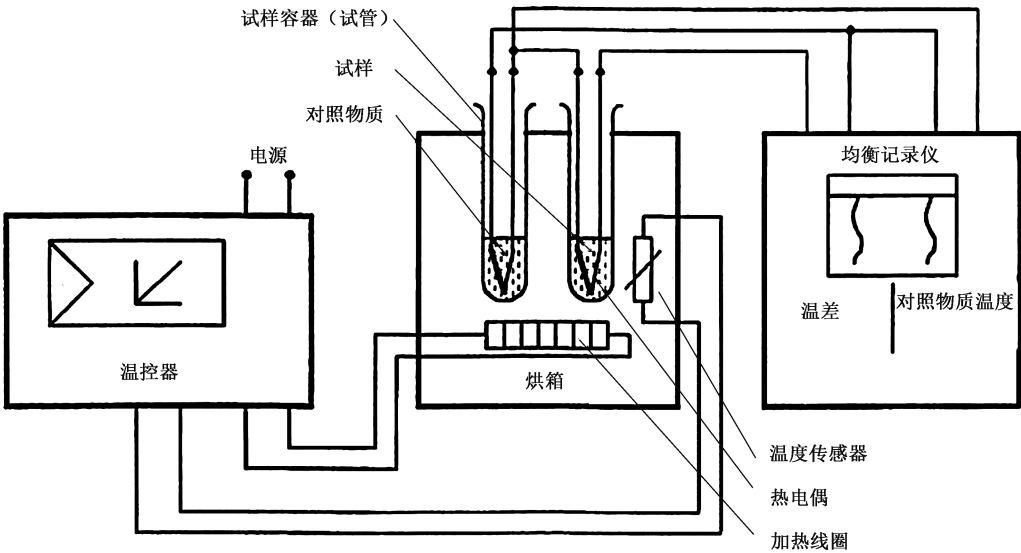


图 B.2 温差分析试验装置——示意图

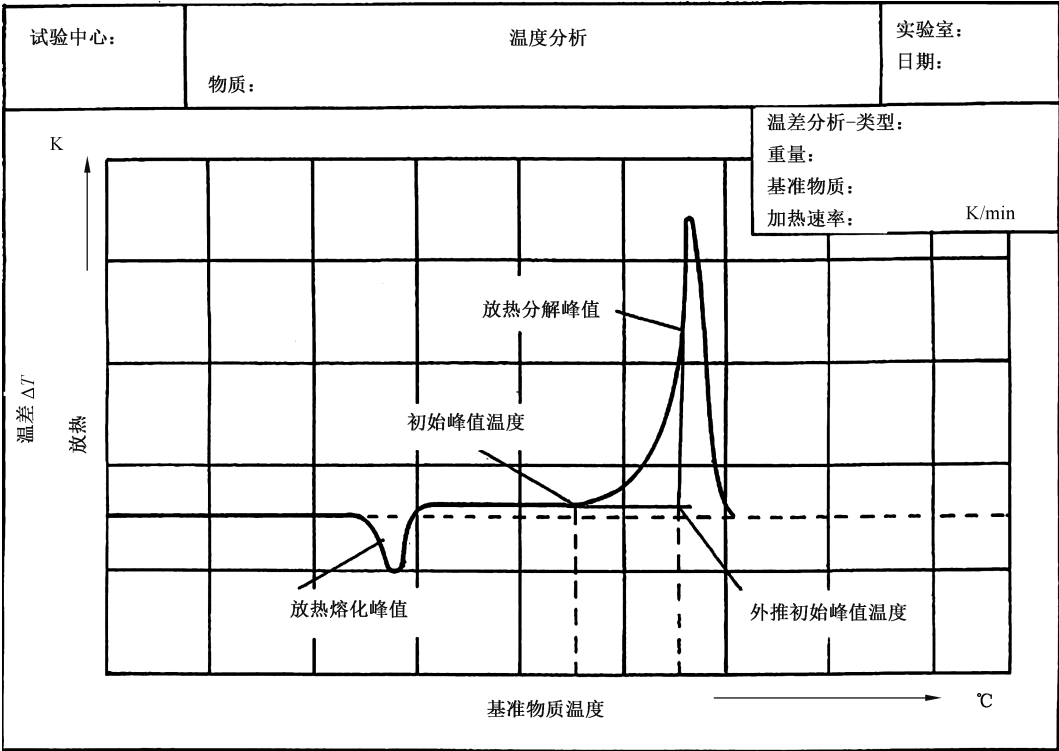


图 B.3 强放热分解物质典型温度分析结果

附 录 C
(资料性附录)

爆炸特性物质危险环境电气设备安装手册

C.1 引言

C.1.1 爆炸特性物质危险环境用电气设备的安装、改造、修理和扩展功能时,业主需检查哪种电气设备(包括电缆和导线)、哪种结构和防爆类型适合爆炸物质危险环境不同区域的特殊要求。

C.1.2 电气设备在爆炸特性物质危险环境使用时,需有保障安全生产所需的安全措施。

C.1.3 如果表 A.1~表 A.3 中没有列出某种爆炸特性物质或者配制过程具有爆炸特性的物质,并且其分解温度(分解温度按照 3.4 确定)未知,则需按照附录 B 计算分解温度。

C.1.4 爆炸物质危险环境用电气设备的安装、改造、修理和扩展功能也符合相应的国家标准,需优先采用安全要求更严格的标准。

C.1.5 在爆炸特性物质危险场所行驶的地面运输工具和机动车辆采用的电气设备,也需符合本标准的要求。

C.1.6 业主需采用有关标准的要求,确定爆炸特性物质危险场所的分区。

C.1.7 对于根据工艺流程工作间(或建筑物)进行危险场所分类(F0 类、F1 类、F2 类)的指南,参见 GB 51009—2014、WJ 2470 等相关标准。

注: DIN 57166 和 DIN V VDE V 0166:2011 的附录 C 给出了爆炸特性物质危险场所分区和电气设备使用的辅助指南。

C.1.8 业主对于爆炸特性物质危险环境使用的电气设备,需:

- a) 在第一次使用之前、在重要改造之后再次使用之前进行检查;
- b) 根据电气设备的需要和复杂性定期检查其是否符合规定。

C.1.9 对电气设备进行维护、改造时,并因此对电气设备降低防爆等级使用时,业主需保证只有在在进行危险评定并获得书面许可后才能进行。

许可至少包括下列内容:

- a) 工作地点和时间;
- b) 监管人员的姓名;
- c) 采取的保护措施;
- d) 工作方法和要求;
- e) 再次使用之前检查功能安全性;
- f) 业主或其委托人员的签字。

C.2 概述

C.2.1 用于从 E0 区排气的风机电机,特别重要的是安装在抽出气流的外部。

C.2.2 如果两个区域相连,并且进入的粉尘、升华物或者蒸气会达到危险的量,则这两个区域属于相同的分区。

C.2.3 如果设备和容器内部存在爆炸特性物质,安装电气设备时,E0 区的要求适用(实验室除外)。

参 考 文 献

- [1] GB/T 3836.24 爆炸性环境 第 24 部分:由特殊型“s”保护的設備
 - [2] GB/Z 6829 剩余电流动作保护電器的一般要求
 - [3] GB/T 21714.1 雷电防护 第 1 部分:总則
 - [4] GB/T 21714.3 雷电防护 第 3 部分:建筑物的物理损坏和生命危險
 - [5] GB 50089—2007 民用爆破器材工程设计安全规范
 - [6] GB 50161—2009 烟花爆竹工程设计安全规范
 - [7] GB 51009—2014 火炸药生产厂房设计规范
 - [8] WJ 2470 小量火药、炸药及其制品危险性建筑设计安全规范
 - [9] WJ 9065 民用爆炸物品危险作业场所监控系统设置要求
 - [10] 王军,等,火炸药粉尘云最低着火温度实验研究[J].火工品,2008(1):39-42.
 - [11] 张刚.火炸药粉尘危险环境设备防爆技术[J].电气防爆,2016(4):7-14.
 - [12] DIN V VDE V 0166:2011 Installation of electrical apparatus in areas endangered by substances with explosive characteristics
 - [13] DIN 57166 Electrical installations and equipment for use in atmospheres potentially endangered by explosive material
-