

# “防爆安全技术”讲座

## 第4讲 防爆电气设备的选型

徐建平

(上海仪器仪表自控系统检验测试所,上海 200233)

### 1 防爆电气设备的选型

#### 1.1 防爆电气设备的选型原则

##### ① 安全

安全是选用的首要原则,选用防爆电气设备须与爆炸危险场所的区域等级和爆炸性混合物的级别、组别相适应,否则就不能保证安全。

##### ② 符合法规

选用防爆电气设备必须遵守国家有关安全法规及相关标准。

##### ③ 环境适应

防爆电气设备规定的环境条件温度范围为: -20 ~ +40 ℃,温度过高、过低都需采取特殊的设计、试验等措施。此外,还要考虑是户内使用还是户外使用以及应防止外部因素(化学作用、机械作用和热、电气、潮湿等)对防爆性能的影响。对于户外使用的防爆电气设备,其外壳防护等级不得低于IP54。

##### ④ 方便维护

防爆电气设备使用期间的维护和保养是确保安全可靠的重要保证。在相同的功能要求条件下,选择结构越简单越好。此外还须考虑同一工程项目内使用防爆电气设备的互换性,便于维护管理。必要时,还应考虑系统运行要求,如连续运行的自动化系统应优先选用本质安全型产品。

##### ⑤ 经济合理

选择防爆电气设备,不仅要考虑价格,还须对设备的可靠性、寿命、运转费用、耗能、维修时的备件等作全面分析平衡,才能选择最佳的防爆电气设备。

#### 1.2 爆炸性气体环境用电气设备的选型

##### 1.2.1 根据区域类别选型

若电气设备和电路符合GB 3836.4-2000(“ia”类——本质安全型)标准及0区安装规程,则该电气设备和电路可用于0区危险场所。如“n”型电气设备,只能限于2区危险场所使用,如表1所示。

表1 防爆电气设备按区域选型表

电气设备防爆型式	代号	适用区域
本质安全型(ia级)	Ex ia	0区
浇封型(ma)	Ex ma	
为0区设计的特殊型	Ex s	
适用于0区的防爆型式		1区
本质安全型(ib级)	Ex ib	
隔爆型	Ex d	
增安型	Ex e	
正压外壳型	Ex px, Ex py	
油浸型	Ex o	
充砂型	Ex q	
浇封型	Ex mb	
为1区设计的特殊型	Ex s	
适用于0区和1区的防爆型式		2区
n型	Ex nA, Ex nC, Ex nL, Ex nR, Ex nZ	
正压型	Ex pz	
为2区设计的特殊型	Ex s	

##### 1.2.2 根据气体或蒸气的引燃温度选型

电气设备应按其最高表面温度不超过可能出现的任何气体或蒸气的引燃温度选型,电气设备必须在被标志的温度范围内使用。

##### 1.2.3 根据设备类别选型

防爆型式为“e”、“m”、“o”、“p”和“q”的电气设备应为II类设备。

防爆型式为“d”和“i”的电气设备应是IIA、IIB、IIC类设备,并按表2进行选型。

表2 气体/蒸气分类与设备类别间的关系

气体/蒸气分类	设备类别
IIA	IIA、IIB或IIC
IIB	IIB或IIC
IIC	IIC

防爆型式“n”的电气设备应为II类设备,如果它包括

封闭式断路装置、非点燃元件或限能设备或电路,那么,该设备应是 II A、II B、II C 类,并且按表 2 进行选型。

### 1.3 可燃性粉尘环境用电气设备的选型

#### 1.3.1 根据粉尘环境区域和粉尘类型选型

表 3 给出了不同粉尘环境的防粉尘点燃电气设备的选型关系。

表 3 防粉尘点燃电气设备的选型

设备类型	粉尘类型	20 区或 21 区	22 区
A	导电粉尘	DIP A20 或 DIP A21	DIP A21 (IP6X)
	非导电粉尘	DIP A20 或 DIP A21	DIP A22 或 DIP A21
B	导电粉尘	DIP B20 或 DIP B21	DIP B21
	非导电粉尘	DIP B20 或 DIP B21	DIP B22 或 DIP B21

#### 1.3.2 根据粉尘点燃温度选型

防粉尘点燃设备的最高表面温度(TA 或 TB)通常直接标温度值,或标注温度组别(T1 ~ T6)或两者都标。

对于 A 型设备,其最高表面温度应不超过相关粉尘云最低点燃温度( $T_{cl}$ )的  $\frac{2}{3}$ ,即  $T_{max} \leq 2/3 T_{cl}$ ;且当存在粉尘层厚度至 5 mm 时,其最高表面温度还应不超过相关粉尘层厚度为 5 mm 的最低点燃温度( $T_{5mm}$ )减去 75,即  $T_{max} \leq T_{5mm} - 75$  K,取两者较小值。

对于 B 型设备,其最高表面温度应不超过相关粉尘云最低点燃温度( $T_{cl}$ )的  $\frac{2}{3}$ ,即  $T_{max} \leq 2/3 T_{cl}$ ;且当存在粉尘层厚度至 12.5 mm 时,其最高表面温度还应不超过相关粉尘层厚度为 12.5 mm 的最低点燃温度( $T_{12.5mm}$ )减去 75,即  $T_{max} \leq T_{12.5mm} - 75$ ,取两者较小值。

设备选型时,对于 20 区应用、粉尘层厚度可能超过 5 mm 的 A 型设备,或粉尘层厚度可能超过 12.5 mm 的 B 型设备,设备允许的最高表面温度必须进一步降低,并经实验室试验验证确定。

#### 1.3.3 其他附加要求

对于使用在危险场所的辐射设备和超声波设备,以及即使使用在安全场所,但其辐射或超声波可能进入危险场所的设备的选择还必须满足 GB 12476.2 标准规定的要求。

## 2 防爆标志及其确定方法

### 2.1 防爆标志说明

防爆标志是防爆电气设备所适用的爆炸性危险场所的代号。通常一个爆炸性危险场所需用三个参量来

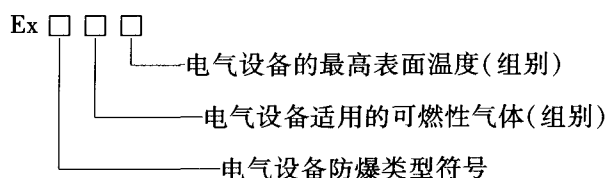
定义,如下所示:

① 危险场所的区域 反映可能出现危险气体的频率或持续时间,亦即产生爆炸的危险程度;

② 危险性气体的种类,即气体组别考虑可能出现的危险气体的点燃能量;

③ 危险气体的引燃温度,即气体温度组别,考虑可能出现的危险气体的点燃温度。

所以,防爆电气设备的防爆标志也必须在“Ex”防爆标记后,依次表达出可适用的区域,气体和温度组别三个参量。即标志由下列几个部分组成:



第一个框表示防爆类型符号,一般只标一种类型,若采用复合型式,就需标出二个符号,对本质安全型的关联设备须在符号外加[]表示。

第二个框表示防爆电气设备是按使用在这种级别要求下制造的。

第三个框表示防爆电气设备可能达到的最高表面温度。常用防爆标志举例如下:

I 类隔爆型。Exd I;

II B 类隔爆型 T3 组。Exd II BT3;

II A 类本质安全型 ia 等级 T5 组。Exia II AT5;

II C 类本质安全型 ib 等级关联设备 T5 组。

Ex[ia] II CT5;

既适用于 I 类又适用于 II B 类 T4 组的隔爆性。Exd I / II BT4。

可燃性粉尘环境用电气设备的防爆标志与爆炸性气体环境用电气设备的防爆标志的表示方法有所不同。可燃性粉尘环境用电气设备的防爆标志依次由防粉尘点燃符号“DIP”、设备类型 A 或 B、使用区域(20、21 或 22)温度组别符号 TA 或 TB 以及具体的温度组别(T1 ~ T6)或直接标明最高表面温度值。如, DIP A21 TA, T3 或 DIP B21 TB135 ℃。

### 2.2 防爆标志的确定原则

在进行产品设计前,首先应根据产品预计的使用条件确定产品的防爆标志。它是确保电气设备设计经济、合理性指标的关键。

通常,防爆标志的确定需要考虑下列因素以使确定出的防爆标志更趋经济和合理。

① 考虑产品在生产现场的可能的安装位置是 0 区还是 1 区,以确定防爆等级是 ia 还是 ib。它与气体种

类和气体温度组别无关。

② 考虑产品安装的生产现场可能出现的气体种类,并以其中最易点燃的一种气体,查 GB 3836.1-2000 附录表 B“可燃性气体、蒸气、级别、温度组别举例”,确定是属IIA、IIB 还是IIC。它与气体浓度或出现频度无关。例如,在实践中不能因为含氢气的危险场所中氢气的出现概率很小而将其气体组别定为IIB。

③ 考虑产品安装的生产现场可能出现气体中的最低温度组别,查 GB 3836.1-2000 附录表 B“可燃性气体、蒸气、级别、温度组别举例”,确定属于 T1、T2、T3、T4、T5 或 T6。

总之,我们在确定产品防爆标志时,应综合考虑实际应用到要求中的各种具体因素,使确定的防爆标志经济、合理、安全、可靠。当然,最理想的情况是将防爆标志定为 Exia II CT6。但有时若将防爆标志定得过高,产品电路很可能达不到本安设计要求。为此,特别是对于一些专用的仪表,应根据仪表实际使用的介质、环境和使用的场所来确定其防爆标志。例如,对于油品计量或测量仪表,一般情况下宜将仪表的防爆标志定为 Exia II BT4 就已足够了。它可适用于各种可能的油品危险场所,包括 0 区危险场所的应用。

GB 3836.1-2000 附录 B《气体和蒸气按最大试验安全间隙(MESG)和最小点燃电流(MIC)分级》。其中列举了 153 种气体或蒸气爆炸性混合物的分级和分组。

对表列的已知气体稍作归类、统计可知:防爆标志为 Exia II BT4 的本安仪表可适用的危险气体覆盖率达 97% 以上。若将仪表设计成 Exia II BT6,此时仪表可适用的气体只比原来增加了一种,但为使仪表的表面温度组别从 T4(135℃)提高到 T6(85℃),可能必须提高仪表中各发热元件的功率或加大元件散热片,这势必造成仪表造价的提高或体积的增大,甚至导致仪表性能的下降。因此,仪表防爆标志的确定还必须同时考虑到实际使用条件、设计成本等诸因素,不能单方面地提高仪表的防爆等级。对于可燃性粉尘环境用防爆电气设备防爆标志的确定,不同于爆炸性气体环境用电气设备。就目前我国接受的粉尘防爆型式而言,设备防爆标志的确定通常只需知道设备实际使用的区域、可能存在的粉尘特性(导电或非导电)、粉尘点燃温度和粉尘堆积情况,即可按照可燃性粉尘设备的选型原则要求,确定相应设备的防爆标志。

### 2.3 各国防爆标志举例

- ① IEC(国际电工委员会)标准/中国 GB 标准  
气体环境用设备:  
现场隔爆型带本安关联输出

Exd[ia] II CT5

控制室关联设备[Exia] II C

粉尘环境用设备:

DIP A21 TA, T3

DIP B21 TB135℃

Ex tD A21 TA, T3 (按最新 IEC 标准)

② CECNELEC(欧洲电工委员会)

EExd[ia] II CT5

③ 北美(NEC500 美国国家电气规范)

Class I, Division 1, Groups A, B, C, D

Explosionproof with I. S Output 隔爆带本安输出

④ 北美(NEC505)改进标志

Class I, Zone 1, AExd[ia] II CT5 (其中, A 为 America 的第 1 个字母,表示“美国”)

气体等级 允许区域 美国国家标准

⑤ 日本(老标准,但目前有时仍沿用)

d2G4 ≈ Exd II BT4

i3aG3 ≈ Exia II CT3 (不含乙炔,二硫化碳)

3a: 氢气、水煤气

3b: 二硫化碳

3c: 乙炔

3n: 全部 II C 级介质

⑥ 欧洲防爆新指令


 II 2GD EExd II BT6

依据欧洲新指令规定的设备分类方法如表 4 所示,

表 4 欧洲防爆新指令规定的设备分类

设备分组 Group	设备分类 Category	设备适用的危险区域 (IEC Zone)
I (煤矿用)	M1	0
	M2	1
II (工厂用)	1G	0
	2G	1
	3G	2
粉尘(无符号)	1D	20
	2D	21
	3D	22

上述防爆标志表示该设备可以适用于 1 区工厂爆炸性气体环境和 21 区可燃性粉尘环境。正六边形内加上 Ex 符号的图案,在欧洲表示防爆电气设备的通用符号。Exd IIBT6 的前缀字母“E”表示“欧洲”的意思。正在修订的欧洲标准将取消该前缀字母,以保持与 IEC 标准的一致。

 II 2G EExd[ib] II CT5 表示电气设备本体适用于 1 区工厂爆炸性气体环境,但它带有本安关联输出可与 1 区危险场所的某个本安型设备相连。