

# 防爆常识汇总

## 一、防爆电气设备的防爆型式

### 1、爆炸性混合物产生爆炸的条件：

爆炸是指物质从一种状态，经过物理变化或化学变化，突然变成另一种状态并放出巨大的能量，而产生的光和热或机械功。在此仅谈及爆炸性混合物的爆炸，即所有的可燃性气体、蒸气及粉尘与空气所形成的爆炸性混合物的爆炸。这类爆炸需要同时具备三个条件才可能发生：第一，必须存在爆炸性物质或可燃性物质；第二，要有助燃性物质，主要是空气中的氧气；第三，就是还要存在引燃源(如火花、电弧和危险温度等)，它提供点燃混合物所必需的能量。只有这三个条件同时存在，才有发生爆炸的可能性，其中任何一个条件不具备，就不会产生燃烧和爆炸。因此，采取适当的措施，使三个条件不同时具备即可达到防止爆炸的目的。由于爆炸性混合物普遍存在于煤炭、石油、化工、纺织、粮食加工等行业的生产、加工、储运等场所，如发生爆炸则危害极大。于是，人们采取了多种防爆技术方法，防止爆炸危险性环境形成及其爆炸。

### 2、基本防爆型式

#### (1) 隔爆型“d”

隔爆型防爆型式是把设备可能点燃爆炸性气体混合物的部件全部封闭在一个外壳内，其外壳能够承受通过外壳任何接合面或结构间隙，渗透到外壳内部的可燃性混合物在内部爆炸而不损坏，并且不会引起外部由一种、多种气体或蒸气形成的爆炸性环境的点燃。

把可能产生火花、电弧和危险温度的零部件均放入隔爆外壳内，隔爆外壳使设备内部空间与周围的环境隔开。隔爆外壳存在间隙，因电气设备呼吸作用和气体渗透作用，使内部可能存在爆炸性气体混合物，当其发生爆炸时，外壳可以承受产生的爆炸压力而不损坏，同时外壳结构间隙可冷却火焰、降低火焰传播速度或终止加速链，使火焰或危险的火焰生成物不能穿越隔爆间隙点燃外部爆炸性环境，从而达到隔爆目的。

隔爆型“d”按其允许使用爆炸性气体环境的种类分为I类和IIA、IIB、IIC类。

该防爆型式设备适用于1、2区场所。

#### (2) 增安型“e”

增安型防爆型式是一种对在正常运行条件下不会产生电弧、火花的电气设备采取一些附加措施以提高其安全程度，防止其内部和外部部件可能出现危险温度、电弧和火花的可能性的防爆型式。它不包括在正常运行情况下产生火花或电弧的设备。

在正常运行时不会产生火花、电弧和危险温度的电气设备结构上，通过采取措施降低或控制工作温度、保证电气连接的可靠性、增加绝缘效果以及提高外壳防护等级，以减少由于污垢引起污染的可能性和潮气进入等措施，减少出现可能引起点燃故障的可能性，提高设备正常运行和规定故障(例如：电动机转子堵转)条件下的安全可靠。

该类型设备主要用于2区危险场所，部分种类可以用于1区，例如具有合适保护装置的增安型低压异步电动机、接线盒等。

#### (3) 本质安全型“i”

本质安全型防爆型式是在设备内部的所有电路都是由在标准规定条件(包括正常工作和规定的故障条件)下，产生的任何电火花或任何热效应均不能点燃规定的爆炸性气体环境的本质安全电路。“ia”等级电气设备是正常工作和施加一个故障和任意组合的两个故障条件下，均不能引起点燃的本质安全型电气设备；“ib”等级电气设备是正常工作和施加一个故障条件下，不能引起点燃的本质安全型电气设备。本质安全型是从限制电路中的能量入手，通过可靠的控制电路参数将潜在的火花能量降低到可点燃规定的气体混合物能量以下，导线及元件表面发热温度限制在规定的混合物的点燃温度之下。

该防爆型式只能应用于弱电设备中，该类型设备适用于0、1、2区(Ex ia)或1、2区(Ex ib)。

#### (4) 正压型“p”

电气设备的一种防爆型式。它是一种通过保持设备外壳内部保护气体的压力高于周围爆炸性环境压力

的措施来达到安全的电气设备。

正压设备保护型式可利用不同方法。一种方法是在系统内部保护静态正压，而另一种方法是保持持续的空气或惰性气体流动，以限制可燃性混合物进入外壳内部。两种方法都需要在设备起动前用保护气体对外壳进行冲洗，带走设备内部非正压状态时进入外壳内的可燃性气体，防止在外壳内形成可燃性混合物。这些方法的要点是监测系统，并且进行定时换气，以保证系统的可靠性。

该类设备按照保护方法可以用于 1 区或 2 区危险场所。

#### (5) 油浸型“o”

油浸型防爆型式是将整个设备或设备的部件浸在油内(保护液)，使之不能点燃油面以上或外壳外面的爆炸性气体环境。

这是一个主要用于开关设备的老的防爆技术方法。形成的电弧、火花浸在油下。

该类型设备适用于 1 区或 2 区危险场所。

#### (6) 充砂型“q”

充砂型防爆型式是一种在外壳内充填砂粒或其他规定特性的粉末材料，使之在规定的使用条件下，壳内产生的电弧或高温均不能点燃周围爆炸性气体环境的电气设备保护型式。该防爆型式将可点燃爆炸性气体环境的导电部件固定并且完全埋入充砂材料中，从而阻止了火花、电弧和危险温度的传播，使之不能点燃外部爆炸性气体环境。通常它用于 Ex “e” 或 Ex “n”设备内的元件和重载牵引电池组。

该类型设备适用于 1 区或 2 区危险场所。

#### (7) “n”型防爆电气设备

该类型电气设备在正常运行时，不能够点燃周围的爆炸性气体环境，也不大可能发生引起点燃的故障。“n”型电气设备正常运行时，即指设备在电气和机械上符合设计规范并在制造厂规定的范围内使用，不可能产生火花、电弧和危险温度。

该类型电气设备仅适用于 2 区危险场所。

#### (8) 浇封型“m”

浇封型防爆型式是将可能产生引起爆炸性混合物爆炸的火花、电弧或危险温度部分的电气部件，浇封在浇封剂(复合物)中，使它不能点燃周围爆炸性混合物。

采用浇封措施，可防止电气元件短路、固化电气绝缘，避免了电路上的火花以及电弧和危险温度等引燃源的产生，防止了爆炸性混合物的侵入，控制正常和故障状况下的表面温度。

该类设备适用于 1、2 区危险场所。

#### (9) 气密型“h”

该类防爆设备型式采用气密外壳。即环境中的爆炸性气体混合物不能进入设备外壳内部。气密外壳采用熔化、挤压或胶粘的方法进行密封，这种外壳多半是不可拆卸的，以保证永久气密性。

该防爆措施属于“n”型防爆措施范畴，GB 3836 11 已被 GB 3836 8—2003 代替。

#### (10) 特殊型防爆电气设备“s”

指国家标准未包括的防爆类型式，该型式可暂由主管部门制定暂行规定，并经指定的防爆检验单位检验认可能够具有防爆性能的电气设备。

该类设备是根据实际使用开发研制，可适用于相应的危险场所。

#### (11) 可燃性粉尘环境用电设备

粉尘防爆电气设备是采用限制外壳最高表面温度和采用“尘密”或“防尘”外壳来限制粉尘进入，以防止可燃性粉尘点燃。

该类设备将带电部件安装在有一定防护能力的外壳中，从而限制了粉尘进入，使引燃源与粉尘隔离来防止爆炸的产生。按设备采用外壳防尘结构的差别将设备分为 A 型设备或 B 型设备。按设备外壳的防尘等级的高低将设备分为 20、21 和 22 级，例如 DIP A20、DIP A21、DIP B20 和 DIP B21 等。

该类型设备按照等级适用于 20、21 或 22 区粉尘危险场所。

在平常实际使用中可能很容易的看到，许多防爆电气产品在一个产品中就采用了多种防爆保护方法。例如，照明装置可能采用了增安型保护(外壳和接线端盒)、隔爆型保护(开关)和浇封型保护(镇流器)。这样能够使制造商采用最适用的复合防爆保护方法。有一点要注意的是，产品铭牌上列出采取的防爆方法的顺序将往往告诉用户产品的结构，如一个产品被标识为 Ex d e，则极可能为隔爆型而其中带有增安型部件。另一个产品被标识为 Ex e d，则极可能不是隔爆型外壳(例如不锈钢或强化聚脂玻璃)，

而带有隔爆开关或部件安装其中。两种产品可能均适用于 1 区，但他们是使用不同的防爆保护措施达到同样的目的。用户可根据自己的实际需要和所了解信息，来选择可提供在费用、性能和安全方面达到最佳平衡的防爆型式的产品。

## 二、危险场所的划分

在危险场所中安全地使用爆炸性环境用电气设备的前提条件是合理的选择、正确的安装和必要的维护。合理的选择防爆电气设备，必然涉及到与其所在的危险场所要相适应。因此，首先要明确什么是危险场所？它又是如何划分的？

危险场所就是由于存在着易燃易爆性气体、蒸气、液体、可燃性粉尘或者可燃性纤维而具有引起火灾或者爆炸危险的场所。典型的危险场所，如石油化工行业中爆炸性物质的生产、加工和贮存过程中所形成的环境、煤矿井下(由于煤层中不断渗透出的甲烷气体而形成的工作环境)等等。

按照 GB 3836.14—2000(GB 3836.14 标准等同于 IEC 60079-1 0)要求，可用类别、区域和组别三层概念来说明危险场所的划分。

1、爆炸性物质的分类，标准将爆炸性物质分为 III 类：

I 类：矿井甲烷；II 类：爆炸性气体混合物(含蒸气、薄雾)；III 类：爆炸性粉尘(纤维或飞絮物)。

既首先要确定环境中存在着何类爆炸性物质，然后才按气体或粉尘的不同对危险场所进行划分。

### 2、危险场所的界定

按场所中存在物质的物态的不同，将危险场所划分为爆炸性气体环境和可燃性粉尘环境。

按场所中危险物质存在时间的长短，将两类不同物态下的危险场所划分为三个区，即：对爆炸性气体环境，为 0 区、1 区和 2 区；对可燃性粉尘环境，为 20 区、21 区和 22 区。

(1) 爆炸性气体环境，GB 3836.14—2000 标准中规定：

0 区：爆炸性气体环境连续出现或长时间存在的场所。

1 区：在正常运行时，可能出现爆炸性气体环境的场所。

2 区：在正常运行时，不可能出现爆炸性气体环境，如果出现也是偶尔发生并且仅是短时间存在的场所。在此，“正常运行”是指正常的开车、运转、停车，易燃物质产品的装卸、密闭容器盖的开闭，安全阀、排放阀以及所有工厂设备都在其设计参数范围内工作的状态。

(2) 可燃性粉尘环境，GB 12476.1—2000 标准中规定：

20 区：在正常运行过程中可燃性粉尘连续出现或经常出现，其数量足以形成可燃性粉尘与空气混合物和 / 或可能形成无法控制和极厚的粉尘层的场所及容器内部。

21 区：在正常运行过程中，可能出现粉尘数量足以形成可燃性粉尘与空气混合物但未划入 20 区的场所。该区域包括，与充入或排放粉尘点直接相邻的场所、出现粉尘和正常\*作情况下可能产生可燃浓度的可燃性粉尘与空气混合物的场所。

22 区：在异常条件下，可燃性粉尘云偶尔出现并且只是短时间存在、或可燃性粉尘偶尔出现堆积或可能存在粉尘层并且产生可燃性粉尘空气混合物的场所。如果不能保证排除可燃性粉尘堆积或粉尘层时，则应划分为 21 区。

对危险场所的界定，解决了危险场所划分中爆炸性物质存在的时间问题。那么，长时间存在或偶尔发生的时间概念又怎么界定呢？欧洲有关资料中也相应地给出了具体的规定，见表 1。

表 1 场所划分

危险物质长期存在(大于 1000 H / 年)	气体：0 区
正常运行时存在(10-1 000 H / 年)	气体：1 区
仅在不正常时存在(少于 10 H / 年)	气体：2 区

### 3、爆炸性物质的分组

爆炸性物质的分类，将危险物质按其物态，进行粗划分。对同是气体的爆炸性物质，由于其爆炸特性差别很大，故又将爆炸性气体进行了分组。

GB 3836.1 通用要求中，将爆炸性气体按其最大试验电压安全间隙和最小试验电流分为 A、B、C 三组。三组的代表性气体分别为：氢气&乙炔、乙烯和丙烷，具体的参数见表 2。

表 2 爆炸性气体的分组

组别 代表性气体 最大试验安全间隙 最小点燃电流

IIC 乙炔氢气  $<0.5\text{mm}$   $<0.45$  , IIB 乙烯  $0.5\sim 0.9\text{mm}$   $0.45\sim 0.8$  , IIA 丙烷  $>0.9\text{mm}$   $>0.8$

爆炸性物质的分组，可以说是基本上说明了危险场所中存在的是哪种危险物质。

### 三、防爆标志

防爆电气设备按 GB 3836 标准要求，防爆电气设备的防爆标志内容包括：

防爆型式+设备类别+（气体组别）+温度组别

#### 1、防爆型式

根据所采取的防爆措施，可把防爆电气设备分为隔爆型、增安型、本质安全型、正压型、油浸型、充砂型、浇封型、n 型、特殊型、粉尘防爆型等。它们的标识如表 1 所示。

表 1 防爆基本类型

防爆型式 防爆型式标志 防爆型式 防爆型式标志

隔爆型 Ex d	充砂型 Ex q
增安型 Ex e	浇封型 Ex m
正压型 Ex p	n 型 Ex n
本安型 Ex ia Ex ib	特殊型 Ex s
油浸型 Ex o	粉尘防爆型 DIP ADIP B

#### 2、设备类别

爆炸性气体环境用电气设备分为：

I 类：煤矿井下用电气设备；

II 类：除煤矿外的其他爆炸性气体环境用电气设备。

II 类隔爆型“d”和本质安全型“i”电气设备又分为 IIA、IIB、和 IIC 类。

可燃性粉尘环境用电气设备分为：

A 型尘密设备；B 型尘密设备；

A 型防尘设备；B 型防尘设备。

#### 3 气体组别

爆炸性气体混合物的传爆能力，标志着其爆炸危险程度的高低，爆炸性混合物的传爆能力越大，其危险性越高。爆炸性混合物的传爆能力可用最大试验安全间隙表示。同时，爆炸性气体、液体蒸气、薄雾被点燃的难易程度也标志着其爆炸危险程度的高低，它用最小点燃电流比表示。II 类隔爆型电气设备或本质安全型电气设备，按其适用于爆炸性气体混合物的最大试验安全间隙或最小点燃电流比，进一步分为 IIA、IIB 和 IIC 类。

如表 2 所示。

表 2 爆炸性气体混合物的组别与最大试验安全间隙或最小点燃电流比之间的关系

气体组别 最大试验安全间隙 MESG (mm) 最小点燃电流比 MICR

IIA  $\text{MESG} \geq 0.9$   $\text{MICR} > 0.8$

IIB  $0.9 > \text{MESG} > 0.5$   $0.8 \geq \text{MICR} \geq 0.45$

IIC  $0.5 \geq \text{MESG}$   $0.45 > \text{MICR}$

#### 4、温度组别

爆炸性气体混合物的引燃温度是能被点燃的温度极限值。

电气设备按其最高表面温度分为 T1~T6 组，使得对应的 T1~T6 组的电气设备的最高表面温度 不能超过对应的温度组别的允许值。温度组别、设备表面温度和可燃性气体或蒸气的引燃温度之间的关系如表 3 所示。

表 3 温度组别、设备表面温度和可燃性气体或蒸气的引燃温度之间的关系

温度级别	IEC/EN /GB 3836 设备的最高表面温度 T [°C]	可燃性物质的点燃温度 [°C]
T1	450	$T > 450^{\circ}\text{C}$
T2	300	$450 \geq T > 300^{\circ}\text{C}$
T3	200	$300 \geq T > 200^{\circ}\text{C}$
T4	135	$200 \geq T > 135^{\circ}\text{C}$
T5	100	$135 \geq T > 100^{\circ}\text{C}$
T6	85	$100 \geq T > 85^{\circ}\text{C}$

## 5、防爆标志举例说明

为了更进一步地明确防爆标志的表示方法，对气体防爆电气设备举例如下：

如电气设备为 I 类隔爆型：防爆标志为 **Ex d i**

如电气设备为 II 类隔爆型，气体组别为 B 组，温度组别为 T3，则防爆标志为：**Exd IIBT3**。

如电气设备为 II 类本质安全型 ia，气体组别为 A 组，温度组别为 T5，则防爆标志为：**Ex ia IIA T5**。

对 I 类特殊型：**Exsl**。

对用于矿井中除沼气外，正常情况下还有 II 类气体组别为 B 组，温度组别为 T3 的可燃性气体的隔爆型电气设备，则防爆标志为：**Exd I/IBT3**。

另外，对下列特殊情况，防爆标志内容可适当进行调整：

(1) 如果电气设备采用一种以上的复合型式，则应先标出主体防爆型式，后标出其他的防爆型式。如：II 类 B 组主体隔爆型并有增安型接线盒 T4 组的电动机，其防爆标志为：**Exde IIBT4**。

(2) 如果只允许使用在一种可燃性气体或蒸气环境中的电气设备，其标志可用该气体或蒸气的化学分子式或名称表示，这时，可不必注明气体的组别和温度组别。如：II 类用于氨气环境的隔爆型的电气设备，其防爆标志为：**Ex d I I (NH<sub>3</sub>)** 或 **Ex d I I (氨)**。

反过来，利用表 2，制造厂可以按照防爆电气产品的使用环境决定产品的温度组别，按照温度组别设计电气设备的外壳表面温度或内部温度。防爆电气设备的用户可以根据场所中可能出现的爆炸性气体或蒸气的种类，方便地选用防爆电气产品的温度组别。例如，已知环境中存在异丁烷(引燃温度 460 °C)，则可选择 T1 组别的防爆电气产品；如果环境中存在丁烷和乙醚(引燃温度 160 °C)，则须选择 T4 组的防爆电气产品。

对于粉尘防爆电气设备：

如可用于 21 区的 A 型设备，最高表面温度 TA 为 170 °C，其防爆标志为：**DIP A21 TA170 °C** 或者 **DIP A21TA, T3**；

如可用于 21 区的 B 型设备，最高表面温度 TB 为 200 °C，其防爆标志为：**DIP B21 TB200 °C** 或者 **DIP B21TB, T 3**

## 6、设置标志的要求

(1) 应在电气设备主体部分的明显地方设置标志；

(2) 标志必须考虑到在可能存在的化学腐蚀下，仍然清晰和耐久。如标志 **Ex**、防爆型式、类别、温度组别