

# 防爆介绍

# 1. 爆炸三角形

。潜在爆炸危险环境产生爆炸必须同时具备三个条件：

1. **点燃源**——电火花、热表面等；
2. **爆炸性物质**——可燃性气体或粉尘等；
3. **助燃剂**——空气（氧气）。

。当三个条件同时存在，且爆炸物质与空气的混合浓度处于爆炸范围内时，必将产生爆炸。

。要有效防止爆炸事故的发生，须设法避免三条件同时存在。

点燃源（点燃能量）



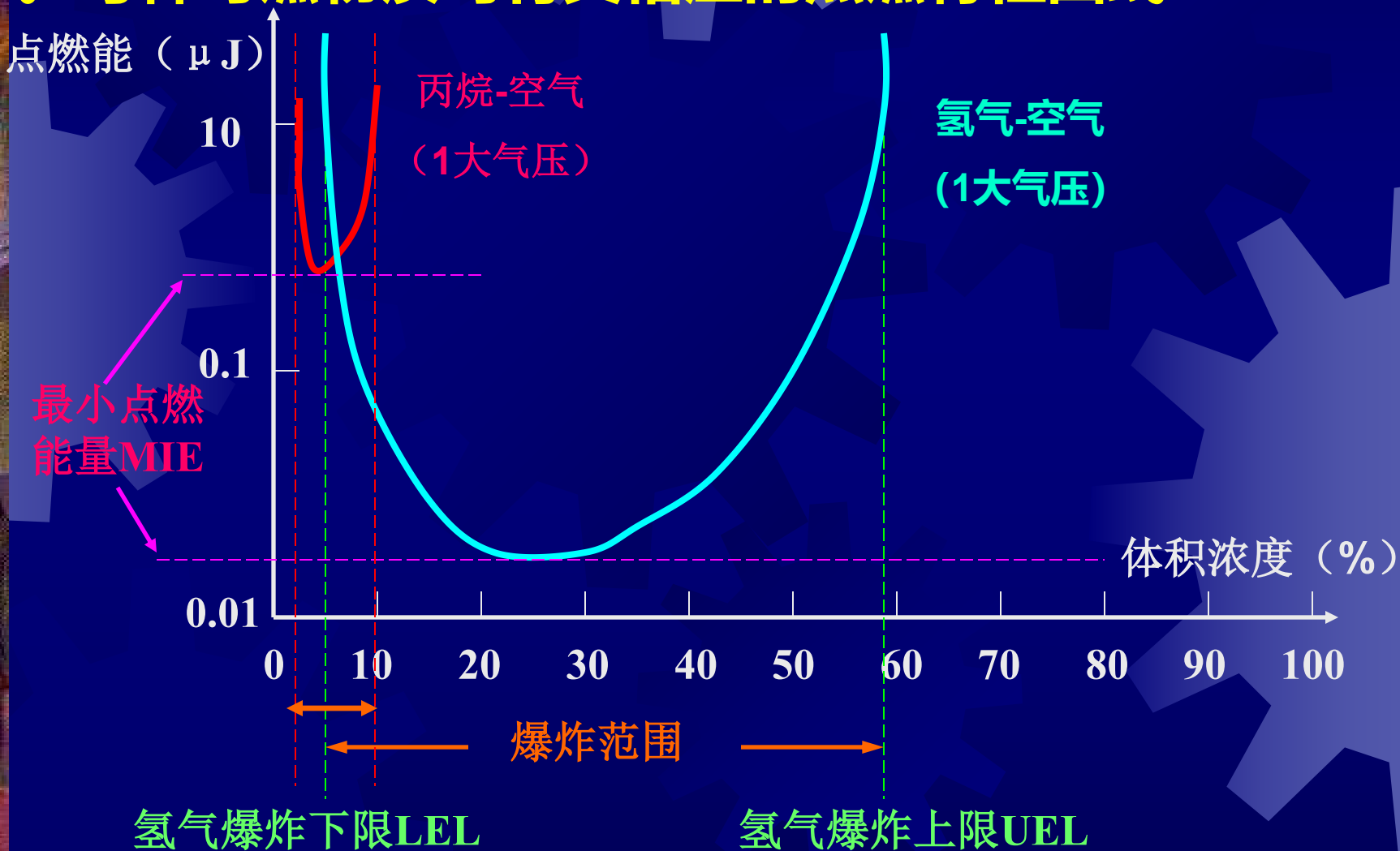
危险场所

助燃剂  
(氧气)

爆炸性物质  
(可燃性气体或粉尘)

## 2. 火花点燃特性

。每种可燃物质均有其相应的点燃特性曲线



### 3. 可燃物质防爆极限

。可燃范围——可燃气体/空气混合物的整个可点燃的浓度范围。

物质	爆炸下限	爆炸上限	最小点燃能量	点燃特性
丙烷	2%	9.5%	180 $\mu\text{J}$	难 ↓ 易
乙烯	2.7%	34%	60 $\mu\text{J}$	
氢气	4%	76%	20 $\mu\text{J}$	

## 4. 爆炸性物质的分类

。我国与采用IEC标准国家,爆炸物质分为三类:

I类: 矿井甲烷

II类: 爆炸性气体混合物 (含蒸气、薄雾)

III类: 爆炸性粉尘和纤维。

。北美,爆炸物质分为三级:

Class I: 爆炸性气体

Class II: 爆炸性粉尘

Class III: 纤维。

# 4. 爆炸性物质的分类

代表性气体	物质分组体系		点燃特性
	中国 / IEC国家	北美 (美国、加拿大)	
乙炔	II C 级	I级 A组	<p>易</p> <p>难</p>
氢气	II C 级	I级 B组	
乙烯	II B 级	I级 C组	
丙烷	II A 级	I级 D组	
甲烷	I (煤矿)	(无分组)	
金属粉尘	III 待定	II级 F组	
煤尘		II级 F组	
农业粉尘		II级 G组	
纤维 (毛棉屑)		III级 不分组	

# 5. 危险区域的划分

根据爆炸性环境可能出现的概率和持续时间类划分危险区域。

地区	区别	状 态
IEC 中国	0区	正常情况下，爆炸性气体混合物连续或长期地存在的场所
	1区	正常情况下，爆炸性气体混合物有可能出现的场所
	2区	正常情况下不可能出现；仅在不正常情况下短时间存在的场所
北美	1区	正常操作情况下，可能出现危险环境的场所
	2区	正常操作情况下，不可能出现危险环境的场所

	连续地存在危险性 大于1000h/年	断续地存在危险性 10~1000h/年	事故状态下存在危险性 0.1~10h/年
IEC 中国	0区（气体） 20区（粉尘）	1区（气体） 21区（粉尘）	2区（气体） 22区（粉尘）
北美	1区（气体、粉尘）		2区（气体、粉尘）

# 6. 爆炸性气体的引燃温度与温度组别

气体的引燃温度 (AIT) —— 每一种爆炸性气体都有一个特定的温度, 在该温度下, 即使没有外部点燃源, 他也将发生点燃。

欧洲、IEC、中国标准	北美标准	引燃温度 (°C)	点燃特性
T1	T1	<450	 难 易
T2	T2	$300 \leq t < 450$	
/	T2A	$280 \leq t < 300$	
	T2B	$260 \leq t < 280$	
	T2C	$230 \leq t < 260$	
	T2D	$215 \leq t < 230$	
T3	T3	$200 \leq t < 215$	
/	T3A	$180 \leq t < 200$	
	T3B	$165 \leq t < 180$	
	T3C	$160 \leq t < 165$	
T4	T4	$135 \leq t < 160$	
/	T4A	$120 \leq t < 135$	
T5	T5	$100 \leq t < 120$	
T6	T6	$85 \leq t < 100$	

# 7. 欧洲防爆指令规定的设备分组/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

# 8. 电气设备的最高表面温度分组

。按GB3836.1-2000规定电气设备的温度组别与设备允许最高表面温度和适用气体引燃温度的对应关系：

温度组别	最高表面温度	适用危险气体引燃温度	电气安全性能
T1	$< 450\text{ }^{\circ}\text{C}$	$450\text{ }^{\circ}\text{C} \leq T$	低 ↓ 高
T2	$< 300\text{ }^{\circ}\text{C}$	$300\text{ }^{\circ}\text{C} \leq T$	
T3	$< 200\text{ }^{\circ}\text{C}$	$200\text{ }^{\circ}\text{C} \leq T$	
T4	$< 135\text{ }^{\circ}\text{C}$	$135\text{ }^{\circ}\text{C} \leq T$	
T5	$< 100\text{ }^{\circ}\text{C}$	$100\text{ }^{\circ}\text{C} \leq T$	
T6	$< 85\text{ }^{\circ}\text{C}$	$85\text{ }^{\circ}\text{C} \leq T$	

- 。防爆电气设备使用环境温度为： $-20 \sim +40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- 。用户有责任保证电气设备的温度组别值低于引燃温度值。
- 。在高于基准  $T_{amb}=40\text{ }^{\circ}\text{C}$  温度下运行，则会降低其温度组别。

# 9. 防爆标志

中国防爆标志例：

防爆标记

防爆型式  
本安型

设备类型  
气体组别

温度组别

Ex ia II C T6

Ex d IIB T6

隔爆型

Ex ep II T4

主体增安+正压部

Exd II (NH<sub>3</sub>)<sup>件</sup> 或 Exd II 氨

Exe II T4 ; Exe II (125 °C); Exe II 125 °C (T4)

# 9. 防爆标志

欧洲ATEX指令防爆标志及符号：

 II 2G EExd IIB T6

表示设备可用于：1区工厂爆炸性气体环境

产品为：隔爆型，II B级，T6温度组别

注：II—工厂用；

2G—1区；

E—欧洲标准；

Ex—防爆；

d—隔爆型式；

IIB—设备类别，气体组别：乙

烯；

T6—温度组别：85℃

# 10. 防爆标准

技术	防爆型式	中国允许使用场所	IEC60079.X	EN50xxx	GB3836.x	防爆型式符号	典型应用
	通用要求		0	014	1	—	
隔离措施	充油型	1或2	6	015	6	o	变压器/开关
	正压型	1或2	2	016	5	p	控制室/仪表盘/马达/分析仪
	充沙型	1或2	5	017	7	q	仪表装置
	浇封型	1或2	18	028	9	m	仪表/控制装置
特定结构	增安型	1或2	7	019	3	e	马达/灯具/接线盒
	n 型	2	15	021	8	nA, nC, nR, nL, nZ	马达/灯具/外壳
限能	本安型	0,1或2	11	020设备 039系统	4	ia 或 ib	仪表/ 控制装置
外壳	隔爆型	1或2	1	018	2	d	开关/马达/泵
特殊设计	特殊型		无	无	无	s	气体检测器/ 潜液泵
	粉尘防爆型	20,21,22	IEC61241-1-1	EN50281-1-1	GB12476.1	DIPA, DIPB	仪表/电器/灯具/ 电机

# 11.1 外壳防护等级

IP ■ ■

## 防固体异物

- 0 无防护
- 1 固体异物  $\Phi > 50\text{mm}$
- 2 固体异物  $\Phi > 12\text{mm}$
- 3 固体异物  $\Phi > 2.5\text{mm}$
- 4 固体异物  $\Phi > 1.0\text{mm}$
- 5 防尘
- 6 尘密

## 防水

- 0 无防护
- 1 垂直滴水
- 2 倾角 $75\sim 90^\circ$  滴水
- 3 淋水
- 4 溅水
- 5 喷水
- 6 猛烈喷水
- 7 短时间浸水
- 8 连续浸水

标准号：GB4208-1993

## 11.2 NEMA外壳与IP代码

外壳类型	IP23	IP30	IP32	IP64	IP65	IP66	IP67
1	✓						
2		✓					
3				✓			
3R			✓				
3S				✓			
4						✓	
4X						✓	
6							✓
12						✓	
13						✓	

注：NEMA：美国全国电气制造厂商协会

# 11.3 电气设备防护结构选型（防火）

火灾危险区域 防护结构 电气设备		21区	22区	23区
		<b>电机</b>	<b>固定安装</b>	IP44
	<b>移动式、携带式</b>	IP54	IP54	
<b>电器 和仪表</b>	<b>固定安装</b>	充油型, IP54, IP44	IP54	IP44
	<b>移动式、携带式</b>	IP54		IP44
<b>照明 灯具</b>	<b>固定安装</b>	IP2X	IP5X	IP2X
	<b>移动式、携带式</b>			
<b>配电装置</b>		IP5X	IP5X	IP2X
<b>接线盒</b>				

**注：21区：**具有闪点高于环境温度的可燃液体，能引起火灾危险的环境。

**22区：**具有悬浮状、堆积状可燃粉尘或纤维，可能形成爆炸混合物。

**23区：**具有固体可燃物质，能引起火灾危险的环境。

# 12.1 防爆电气设备选型

气体点燃温度

电气设备温度组别

IIA T1 氢气 630 °C

IIIC T1 氢气 560 °C

IIA T1 丙烷 470 °C

IIB T2 乙烯 425 °C

IIA T2 丁烷 372 °C

IIA T3 环己烷 259 °C

IIB T4 乙醚 160 °C

IIIC T6 二硫化碳 95 °C

700 °C

600 °C

500 °C

400 °C

300 °C

200 °C

100 °C

设备选型时，应根据爆炸环境现场的主要介质，以确定相应的电气设备的温度组别。

T1 450 °C

T2 300 °C

T3 200 °C

T4 135 °C

T5 100 °C

T6 85 °C

应根据爆炸危险区域的等级、和爆炸危险物质的类别、级别、温度组别选型。

## 12.2 防爆型式选型表

电气设备防爆型式	代 号	适用爆炸危险区域
本质安全型 (ia级)	Ex ia	0区 (1区, 2区)
为0区设计的特殊型	Ex s	
本质安全型 (ib级)	Ex ib	1区 (2区)
隔爆型	Ex d	
增安型	Ex e	
正压型	Ex p	
充油型	Ex o	
充沙型	Ex q	
浇封型	Ex m	
气密型	Ex h	
为1区设计的特殊型	Ex s	
无火花型	Ex n	2区

# 12.2.1 旋转电机防爆结构的选型

爆炸危险区域 防 爆 结构 电气设备	1 区			2 区			
	隔爆型 d	正压型 p	增安型 e	隔爆型 d	正压型 p	增安型 e	无火花型 n
	鼠笼型感应电动机	●	●	▲	●	●	●
绕线型感应电动机	▲	▲		●	●	●	X
同步电动机	●	●	X	●	●	●	
直流电动机	▲	▲		●	●		
电磁滑差离合器 (无电刷)	●	▲	X	●	●	●	▲

注: ● 为适用; ▲ 为慎用; X 为不适用。

# 12.2.2 低压变压器类防爆结构的选型

爆炸危险区域 防 爆 结构 电气设备	1 区			2 区			
	隔爆型 d	正压型 p	增安型 e	隔爆型 d	正压型 p	增安型 e	充油型 o
变压器 (包括起动用)	▲	▲	X	●	●	●	●
电抗线圈 (包括起动用)	▲	▲	X	●	●	●	●
仪表用互感器	▲		X	●		●	●

注: ● 为适用; ▲ 为慎用; X 为不适用。

# 12.2.3 低压开关和控制器类防爆结构的选型

防爆 结构 电气设备	0区		1区				2区				
	本安型 ia	本安型 ia+ib	隔爆型 d	正压型 p	充油型 o	增安型 e	本安型 ia+ib	隔爆型 d	正压型 p	充油型 o	增安型 e
刀开关、断路器			●					●			
熔断器			▲					●			
控制开关及按钮	●	●	●		●		●	●		●	
电抗起动器 起动补偿器			▲				●				●
起动用金属电阻器			▲	▲		X		●	●		●
电磁阀用电磁铁			●			X		●			●
电磁摩擦制动器			▲			X		●			▲
操作箱、柱			●	●				●	●		
控制盘			▲	▲				●	●		
配电盘			▲					●			

注：● 为适用； ▲ 为慎用； X 为不适用。

## 12.2.4 灯具类防爆结构的选型

防爆 结构 电气设备	区域	1 区		2 区	
		隔爆型 d	增安型 e	隔爆型 d	增安型 e
	<b>固定式灯</b>	●	X	●	●
<b>移动式灯</b>				●	
<b>携带式电池灯</b>		●		●	
<b>指示灯类</b>		●	X	●	●
<b>镇流器</b>		●	▲	●	●

注: ● 为适用; ▲ 为慎用; X 为不适用。

## 12.2.5 信号、报警装置等防爆结构的选型

防爆 结构 电气设备	区域	1 区				2 区			
	0区	本安型 ia+ib	本安型 ia+ib	隔爆型 d	正压型 p	增安型 e	本安型 ia+ib	隔爆型 d	正压型 p
信号、报警装置	●	●	●	●	X	●	●	●	●
插接装置			●				●		
接线箱 (盒)			●		▲		●		●
电气测量表计			●	●	X		●	●	●

注: ● 为适用; ▲ 为慎用; X 为不适用。

# 13. 电气设备的防爆原理

## 。 间隙防爆原理

利用金属间隙能阻止爆炸火焰的传播和冷却爆炸物的温度，达到熄火和降温，抑制爆炸的扩展。

## 。 减少点燃能量原理

限制电路参数，降低电压和电流或采取可靠保护电路、阻止强电流、高压窜入危险场所，保证爆炸危险场所电路中产生的开断电路火花或热效应能量小于最小点燃能量。

## 。 阻止点燃源与爆炸性混合物接触原理

采取有效可靠措施（如充油、充沙、浇封、正压等技术），使点燃源与周围爆炸性混合物不能直接接触而达到防爆目的。

## 。 增强电气防爆安全措施

对正常运行时不会产生电火花和危险温度的电气设备，再进一步提高其安全措施（如增加电气间隙爬电距离，提高绝缘等级）确保安全可靠。

# 14. 电气设备的防爆型式

No	防爆型式	代号	国家标准	技术措施
1	隔爆型	d	GB3836.2	隔离存在的点火源
2	增安型	e	GB3836.3	设法防止产生点火源
3	本安型	ia 或 ib	GB3836.4	限制点火源的能量
4	正压型	p	GB3836.5	把危险物质与点火源隔开
5	充油型	o	GB3836.6	把危险物质与点火源隔开
6	充沙型	q	GB3836.7	把危险物质与点火源隔开
7	无火花型	n	GB3836.8	设法防止产生点火源
8	浇封型	m	GB3836.9	设法防止产生点火源
9	气密型	h	GB3836.10	设法防止产生点火源
10	粉尘防爆型	DIPA DIPB	GB12476.1	用外壳和限制表面温度保护

# 14.1 防爆通用要求

## 。 铝合金外表部件防碰擦火花：

- 铝合金中镁的含量  $\leq 6\%$ 。

## 。 粘接材料热稳定性：

- 证明在运行条件下有足够的热稳定性；
- 材料极限温度值  $>$  电气设备最高温度  $+20\text{K}$ 。

## 。 有熔断器的外壳：

- 应设联锁装置——断电时才能安装、更换内部元件，且在外壳可靠关合后，方能带电；
- 或增设“严禁带电开盖”警告。

## 14.2 隔爆型电气设备 “d”

- 。 **隔爆型电气设备**——具有隔爆外壳的电气设备。
- 。 **隔爆外壳**——外壳能承受内部爆炸性气体混合物的爆炸压力，并阻止内部的爆炸向外壳周围爆炸性混合物传播。
- 。 **隔爆接合面**——隔爆外壳不同部件相对应的表面配合在一起（或外壳连接处）且火焰或燃烧生成物可能会由此从外壳内部传到外壳外部的部位。
- 。 **火焰通路长度（接合面宽度）**——从隔爆外壳内部通过接合面到隔爆外壳外部的最短通路长度。

注：该定义不适用于螺纹接合面。

# 14.2.1 隔爆接合面

## 。 隔爆结合面防腐：

- 接合面表面应进行防腐处理（如涂黄油）；
- 通常不允许涂漆或类似涂料。

## 非螺纹接合面

## 。 表面粗糙度 $R_a$ ：

- 不超过  $6.3 \mu m$ 。

## 。 IIC平面接合面

乙炔和空气混合物爆炸环境不允许采用平面接合面，  
但 $L \geq 9.5mm$ ，间隙 $\leq 0.040mm$ ， $V \leq 500cm^3$ 情况除外。

# 14.2.1 隔爆接合面

## 非螺纹接合面

### 。 隔爆结合面最小宽度、最大间隙的相关因素：

- 隔爆外壳的容积  $V$ ；
- 接合面种类（平面、止口、操纵杆和轴、带滑动轴承的转轴、带滚动轴承的转轴、圆筒、圆筒轴承压盖）；
- 设备类型〈气体组别〉（I类、IIA、IIB、IIC）。

详见GB 3836.2-2000的表1~表5

### 。 隔爆结合面最小宽度 $L$ 有：

$\geq 6; 9.5; 12.5; 25; 40$ 各档。

### 。 最大间隙有：

$\leq 0.10; 0.15; 0.18; 0.20; 0.25; 0.30; 0.40; 0.45; 0.60$ 各档。

# 14.2.1 隔爆接合面

## 非螺纹接合面

### 。止口接合面:

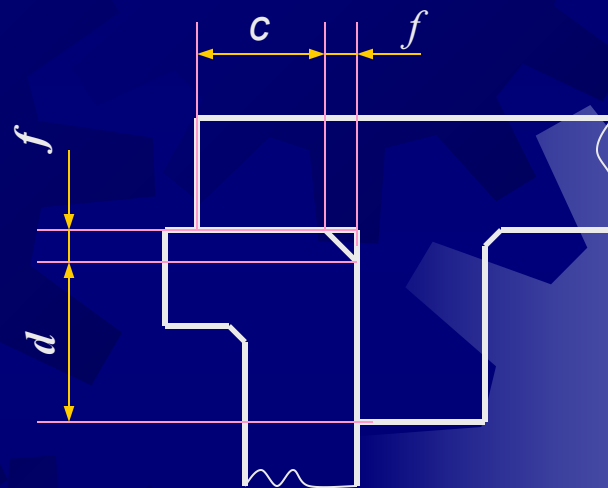
a) 圆筒、平面部分都计入接合面宽度时:

-  $L=c+d$

$c \geq 6 \text{ mm}$  (只对 II C);

$d \geq 0.5 L$  (只对 II C);

$f \leq 1 \text{ mm}$ .



b) 只考虑圆筒时:

- 对于 I 类、II A 和 II B, 平面部分不必满足间隙要求;

- 对于 II C 平面部分间隙按标准中表 4;

- 若平面部分装衬垫, 应在压缩衬垫后测间隙; 压缩前后圆筒 L 相符;

- 若 II C 设备装金属或金属包覆衬垫, 应在压缩后测平面与衬垫的间隙。

# 14.2.1 隔爆接合面

## 非螺纹接合面

### 。止口接合面：

#### c) 止口带螺孔时：

- 当  $f \leq 1 \text{ mm}$

且圆筒部分间隙

对于I类、 $\text{IIA} \leq 0.2 \text{ mm}$ ,

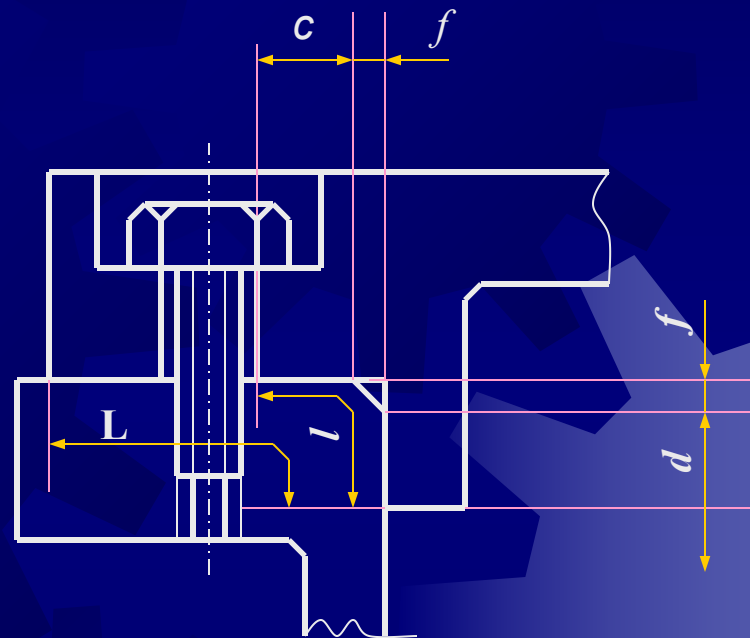
对于IIB  $\leq 0.15 \text{ mm}$ ,

对于IIC  $\leq 0.1 \text{ mm}$  时，

距离：  $l = c + d$ ；

如果不能满足上述条件，则距离：  $l = c$

注：  $c$  为平面部分宽度；  $d$  为圆筒部分宽度。



# 14.2.1 隔爆接合面

## 非螺纹接合面

### 。接合面上的孔或螺孔：

- 当  $L < 12.5 \text{ mm}$  时,  $l \geq 6 \text{ mm}$ ;
- 当  $12.5 \text{ mm} \leq L < 25 \text{ mm}$  时,  $l \geq 8 \text{ mm}$ ;
- 当  $L \geq 25 \text{ mm}$  时,  $l \geq 9 \text{ mm}$ ;

$l$ ：为外穿螺孔边沿——内腔壁沿的距离；  
或内穿螺孔边沿——外盖外沿的距离；

- 应测量  $l$ 。

# 14.2.2 隔爆接合面

## 螺纹接合面

。I类、II A、II B外壳的螺纹接合面参数：

螺纹扣数	螺纹轴向啮合长度		备注
	$V > 100\text{cm}^3$ 时	$V \leq 100\text{cm}^3$ 时	
$\geq 5$	$\geq 8\text{mm}$	$\geq 5\text{mm}$	I类设备还应符合附录C补充规定

# 14.2.2 隔爆接合面 I类、II A、II B

## 螺纹接合面

。 II C外壳的螺纹接合面参数（可用于I类、II A、II B）：

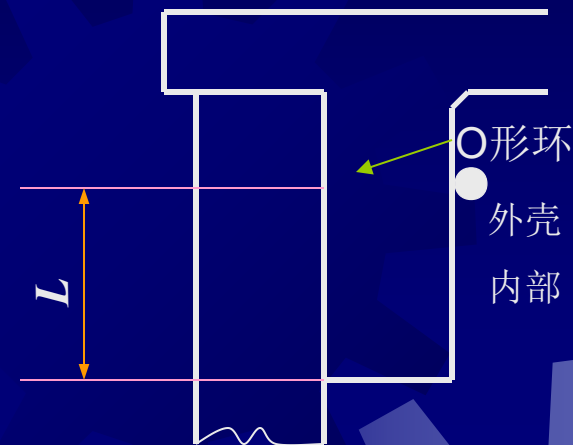
接合面参数		普通螺纹	特殊螺纹
螺距 $P$ , mm		$0.5 \leq P \leq 3$	$P \geq 1.27$
配合等级 (ISO 965-1 和 ISO 965-3)		中级: $0.5 \leq P \leq 2$ 高级: $2 < P \leq 3$	— —
最小啮合扣数		$\geq 5$ 标准螺纹时 允许少于5扣	$\geq 5$ (锥形螺纹) $\geq 6$ (矩形螺纹5H4h) $\geq 7$ (矩形螺纹6H6g) $\geq 8$ (矩形螺纹7H8g)
最小轴向 啮合长度	$V \leq 100 \text{cm}^3$ 时	$\geq 5 \text{mm}$	—
	$V > 100 \text{cm}^3$ 时	$\geq 8 \text{mm}$	—

## 14.2.3 隔爆接合面

### 衬垫和O形环

#### 。采用可压缩材料的衬垫：

- 衬垫只作隔爆接合面的辅助；
- 不能算隔爆接合面；
- 衬垫之外隔爆接合面有效参数满足表1~表4的要求；
- 不适用于导线和电缆引入装置及透明件的密封衬垫。



#### 。采用金属或金属包覆材料的衬垫：

- 金属包覆可压缩不燃烧材料符合ISO1210时，绝缘套管和透明部件接合面可安装衬垫；
- 这种衬垫起防爆作用；
- 衬垫设计尺寸参考附录D。

## 14.2.4 隔爆接合面

### 胶粘接合面

。 隔爆外壳内部到外部通过的胶粘接合面的最短通路：

内腔容积	胶粘接合面的最短通路
$V \leq 10\text{cm}^3$ 时	$\geq 3\text{mm}$
$10\text{cm}^3 < V \leq 100\text{cm}^3$ 时	$\geq 6\text{mm}$
$V > 100\text{cm}^3$ 时	$\geq 10\text{mm}$

- 设计的外壳强度不得取决于胶粘、密封材料的粘接强度；
- 若构件直接胶粘到壳壁内，或金属框架内，不必作隔爆面处理。

## 14.2.5 隔爆接合面

### 紧固件

- 采取防止紧固件因振动而松脱的措施

#### 。非穿透孔：

- 孔周围金属厚度  $\geq 1/3 \Phi$  ；

至少  $\geq 3 \text{ mm}$ ；

- 螺钉、螺栓尾部与螺孔底部间有余量。

#### 。穿透孔：

- 须用符合螺纹隔爆参数的螺塞堵住。

# 14.2.5 隔爆接合面

## 电缆、导线的引入及连接

### 。 螺纹接头：

- 螺纹啮合，扣数  $\geq 5$ ；

### 。 间接引入（用接线和或插接装置连接）：

- 绝缘套管应固定在分隔两腔的检隔板上；
- 采用不改变隔爆性能的带密封压盖的导线代替绝缘套管；
- 采用不改变隔爆性能的接插件；
- 按接线空腔 $V$ =接头分开瞬间的容积，确定插接装置隔爆外壳的结合面宽度和间隙；
- 插头和插座的触头接触和分开瞬间，插接装置保持隔爆外壳性能；
- 对接地、屏蔽接地或本安的触头不予考虑。

# 14.2.5 隔爆接合面

## 电缆、导线的引入及连接

### 。 直接引入（用入主外壳内的连接）：

- 应采用不会改变外壳隔爆性能的密封填料盖或密封圈的方法；
- 压紧密封后，密封的最小轴向尺寸 $X$ 应符合火焰通路最小长度要求；
- 若电缆被封入主外壳内，则外壳外部的电缆长度 $\geq 1\text{ m}$ ；
- 采用电缆连接导管时，之间应有一填料盒或内置结构。

# 14.2.6 隔爆接合面

## 标志

### 。隔爆外壳标志：

- 符合GB 3836.1规定；
- 正常运行时产生火花或电弧的设备，其盖子应设有连锁装置；或设有“通电时不准打开”的告示。

# 14.2.7 隔爆接合面

## 出厂试验

。 **隔爆外壳静水压试验**（静压试验只做一次，可对整体、部件做）：

- 目的：考核外壳承受住压力；有否降低隔爆性能的通孔和裂纹。
- 压力为：1.5参考压力（至少为3.5MPa）；  
加压时间为： $10^{+2}_0$  s，外壳无损坏或影响隔爆性能的永久变形为合格。
- V太小，不能测定参考压力，及不能使用动压法时：
  - a) I类、II A、II B压力为：1MPa；
  - b) IIC压力为：1.5MPa。
- $V \leq 10\text{cm}^3$ 时，不需要进行水压试验；  
但焊接结构外壳，都应进行水压试验；
- 若先进行动压试验，则 +  $\geq 0.2\text{MPa}$ 静压试验；
- 对于  $V > 10\text{cm}^3$ ，做过压力为4参考压力试验的，可免做出厂试验。

## 14.3 增安型电气设备 “e”

。增安型电气设备——对正常条件下不会产生电弧、火花或危险温度的设备采取增强的安全措施，以避免在正常过载条件下产生爆炸的电气设备。

。增安型的典型应用：感应电动机、照明设备、接线盒、防冻加热器。

。增安产品的结构参数要点1：

- 1) 外壳防护等级高于或等于 IP 54;
- 2) 电压 < 11kV;
- 3) 规定的电气间隙和爬电距离;
- 4) 电气设备不允许产生火花、电弧、危险温度;
- 5) 外壳具有耐冲击和抗溶解的能力;
- 6) 绕组介电强度试验; 旋转电机的轴承绝缘;

# 14.3 增安型电气设备 “e”

## 。增安产品的结构参数要点2:

### 1) 防护等级:

- 焊接连续性 (包括沟和凸缘);
- 衬垫、密封合适;
- 使用浇封。

### 2) 内部布线和接触的整体性:

- 导线有效夹紧;
- 导线端部金属裸露  $< 1\text{mm}$ ;
- 导线绝缘温度额定值合适。

### 3) 旋转电机:

- 转子端环连接、导条固定正确、挤紧, 不承受不适当的应力;
- 转子与定子的气隙、风扇间隙、轴承游隙符合规定。

### 4) 绕组:

- 浸渍后没空隙;
- 绝缘材料符合规格;
- 导体可靠;
- 保护装置 (如: 热保护器) 型号、安装的符合性。

## 14.4 本质安全型电气设备 “i”

- 本质安全电气设备——内部所有电路都是本质安全电路。该电路在规定条件下产生的任何火花或任何热效应均不能点燃规定的爆炸性气体环境。
- 本质安全是基于限制电气线路中储能原理为基础的防爆技术。
- 本质安全通常对于氢气 (IIC) 环境;
- 在故障状态下须将电气设备的参数限制在  $<30\text{V} / 100\text{mA}$ , 即功率  $<1.3\text{W}$ 。
- 可在带电工况下维护、标定、更换零部件;
- 是唯一可以适用于0区危险场所的防爆技术;
- 是唯一考虑现场导线故障的保护概念。

# 14.4 本质安全型电气设备 “i”

## 。本质安全的等级：

本安电路按其使用场所和安全程度分为ia和ib两个等级。

**Ex ia**

施加二个故障

仍保持本质安全

适用于

0区、1区、2区

**Ex ib**

施加一个故障

仍保持本质安全

适用于

1区、2区

注：“故障”是指决定设备安全性的元器件的故障。

# 14.4 本质安全型电气设备 “i”

## 。本安型的参数要点：

- 必须把本安电路和非本安电路完全、可靠隔离；
- 本安电路中所有元器件、导线的最高表面温度 $\leq$  规定的组别温度；
- 通过加大电气间隙和爬电距离，加强绝缘防止电路击穿；  
用透明线路图片检查印刷线路板的线路符合性；
- 减小储能元件；
- 印刷线路板铜箔厚度 $\geq 35 \mu\text{m}$ ；  
印刷板的厚度 $\geq 1.6\text{mm}$ ；  
耐泄痕指数CTI值 $\geq 175$ ；
- 安全临界元件受控。

# 14.4 本质安全型电气设备 “i”

## 。本质安全防爆系统的参数要点：

### 1.现场本安设备：

。本安电路接地  
或与安全栅有  
效隔离。

设备防爆标志  $Exi$

故障状态下的最高输入电压  $U_i$

故障状态下的最大输入电流  $I_i$

故障状态下的最大输入功率  $P_i$

最大内部等效电容  $C_i$

最大内部等效电感  $L_i$

### 2.连接电缆：

- 电缆最大允许分布电容  $C_c=C_k \times L$

- 电缆最大允许分布电感  $L_c=L_k \times L$

### 3.关联设备：

。关联设备漏电流  
不影响本安现场  
设备正常工作。

参 数	推荐值
设备防爆标志	$Exia$ IIC T4
故障状态下的最高开路电压 $U_o$	最大24V
故障状态下的最大短路电流 $I_o$	最大250mA
故障状态下的最大功率 $P_o$	最大1.2W
故障状态下允许的最大外部电容 $C_o$	<5 nF
故障状态下允许的最大外部电感 $L_o$	<20 $\mu$ H

## 14.5 正压型电气设备 “p”

。正压型电气设备——具有正压外壳的电气设备，它能保持内部气体压力高于周围爆炸性环境的压力，且能阻止外部危险物的进入。

。它的设计思想是消除外壳内的任何爆炸性气体，保持其内部是一个“安全区域”，未经认证的电气设备几乎不受任何约束地在外壳内部使用。

### 。正压型的参数要点：

- 1) 最小正压值；
- 2) 最小换气量；
- 3) 主电源和压力开关的互锁；
- 4) 防护等级：-焊接连续性；-衬垫和密封合适；应用粘接剂；
- 5) 正压试验符合规定；
- 6) 泄漏试验：泄漏率不超过规定。

## 14.6 充油型电气设备 “0”

。充油型电气设备——将全部或部分部件浸在油内，使设备不能点燃油面上或外壳以外的爆炸性混合物的电气设备。

。它借助浸油的方法，阻止可能的点燃源与爆炸性混合物相接触，通常用于开关装置和变压器。

### 。充油型的参数要点：

- 1) 允许充矿物绝缘油，不允许使用硅油；
- 2) 油的极限温升；
- 3) 最大安全通断能力；
- 4) 对密封外壳：做降压试验；
- 5) 对密封和不密封外壳：做过压试验。

## 14.7 充砂型电气设备 “q”

。充砂型电气设备——外壳内充填砂粒材料，使之在规定的条件下，壳内产生的电弧、传播的火焰、外壳壁或砂粒材料表面的过热均不能点燃周围爆炸性混合物的电气设备。

- 。它是基于阻止点燃源与爆炸性混合物相接触。
- 。常用于危险场所的电话和照明器中的电子组件。

### 。充砂型的参数要点：

- 1) 最大允许电弧电流： $I_a$ ;
- 2) 电弧持续时间： $t_0$ ;
- 3) 最小安全高度： $h_e$ ； 保护层高度： $h_{ea}$ ;
- 4) 填充应无空隙；
- 5) 试验：压力试验； 填充材料的介电强度；
- 6) 防护等级。

## 14.8 浇封型电气设备 “m”

。浇封型电气设备——将整台设备或其中部分浇封在浇封剂中，使之在正常运行和认可的过载、故障下不能点燃周围爆炸性混合物的电气设备。

- 。它是基于阻止点燃源与爆炸性混合物相接触。
- 。通常可与本安型一起使用，来处理储能或功率耗散元件。

### 。浇封型的参数要点：

- 1) 浇封剂的物理、化学、机械特性；
- 2) 电气设备的电气参数；
- 3) 外部熔断器数据；
- 4) 允许的短路电流；
- 5) 试验：介电强度；
- 6) 浇封工艺。

## 14.9 无火花型电气设备 “n”

。无火花型电气设备——在正常工作条件下，不得产生火花及超过温度组别的最高表面温度。但在特定外壳（限制呼吸外壳）内允许火花、热表面存在。

。目前无火花型电气设备可分为五种类型：

- Ex nA—无火花型设备（传统技术）；
- Ex nR—限制呼吸设备；
- Ex nL—限制能量设备；
- Ex nZ—简单正压；
- Ex nC—有火花设备。

。无火花型的特点：

- 1) 只适用于2区危险场所；
- 2) 只考虑正常工作情况；不必考虑短时存在的故障状态。

# 14.2.10 防爆控制要求汇总

过程	控制要点
设计	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ 铝合金牌号或Mg含量<math>\leq 6\%</math>；</li><li>◆ 各项尺寸等参数符合标准；</li><li>◆ 与程序图样保持一致；</li><li>◆ 防爆相关参数更改前须经检验机构确认；</li><li>◆ 防爆图样有标记</li></ul>
采购与进货检验	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ 采购条件中明确防爆要求；</li><li>◆ 对铝合金成分报告Mg含量的验证；</li><li>◆ 胶封剂</li><li>◆ 对提供加工好的隔爆盒的单位验证100%水压试验报告；</li><li>◆ 每批供方承诺</li><li>◆ 胶封外协按特殊过程控制；</li><li>◆ 本安：印刷电路板、极限元器件检测</li></ul>
制造	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ 平面隔爆面：粗糙度、宽度控制；</li><li>◆ 非穿透孔钻孔限位；</li><li>◆ 螺纹隔爆面：螺牙有效扣数、啮合长度控制；</li><li>◆ 隔爆面不得有漆；</li><li>◆ 胶粘胶封按特殊过程控制（指导书、确认）；</li><li>◆ 隔爆面不得磕碰；</li></ul>
检验试验	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ 防爆参数（粗糙度、宽度、间隙、不穿透孔余厚、螺纹）全检，有数据</li><li>◆ 供方未提供100%水压试验报告，自己全检</li><li>◆ 100%监测绝缘强度、绝缘电阻；</li><li>◆ 对防爆标志准确性的检查</li></ul>
防护	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ 隔爆面涂油；</li><li>◆ 隔爆面不得有漆；</li><li>◆ 隔爆面不得有损伤、划痕；</li></ul>

# 15 铭牌须包括的内容

- 制造厂名或注册商标;
- 产品名称及型号;
- Ex与防爆型式; (无火花型经检验单位认可, 可作为特殊型标注: s)
- 电气设备类别符号:I, IIA, IIB, IIC; (如只允许用于某一特定气体中, 则在符号II后面写上气体化学符号)
- II类设备的温度组别或最高表面温度 ( °C ) (特殊气体不必标)  
例如: T1或350 °C, 或者350 °C ( T1 );  
最高表面温度超过450 °C的II类设备, 应标出温度数值;  
使用环境温度超出-20 °C~+40 °C范围的, 则标出Ta或Tamb和温度范围, 或加X;
- 产品编号; (接线附件、表面积很小的电气除外)
- 检验单位标志; (须说明的特殊使用条件, 在防爆合格证后加X) ;
- 防爆专用标准规定的附加标志。