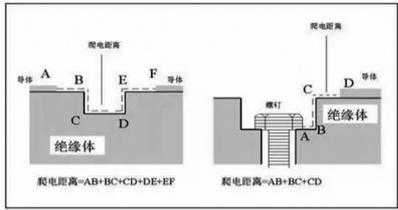


# “电气间隙”与“爬电距离”是怎样计算的？



## 爬电距离

沿绝缘表面测得的两个导电零部件之间或导电零部件与设备防护界面之间的最短路径。

## 电气间隙

在两个导电零部件之间或导电零部件与设备防护界面之间测得的最短空间距离。

即在保证电气性能稳定和安全的条件下，通过空气能够实现绝缘的最短距离。

一般来说，爬电距离要求的数值比电气间隙要求的数值要大，布线时须同时满足这两者的要求(即要考虑表面的距离，还要考虑空间的距离)，开槽(槽宽应大于1mm)只能增加表面距离即爬电距离而不能增加电气间隙。

所以当电气间隙不够时，开槽是不能解决这个问题的，开槽时要注意槽的位置、长短是否合适，以满足爬电距离的要求。

## 元件及 PCB 的电气隔离距离

(电气隔离距离指电气间隙和爬电距离的综合考虑)对于 I 类设备的开关电源:

●一类设备:采用基本绝缘和保护接地来进行防电击保护的。设备。(外壳接地的开关电源属于此类设备);

●二类设备:采用不仅仅依靠基本绝缘的其它方式(如采用双重绝缘或加强绝缘)来进行防电击保护的;设备;

●三类设备:不会产生电击的危险的设备。

## 变压器内部的电气隔离距离

变压器内部的电气隔离距离是指变压器两边的挡墙宽度的总和,如果变压器挡墙的宽度为3mm,那么变压器的电气隔离距离值为6mm(两边的挡墙宽度相同)。

如果变压器没有挡墙,那么变压器的隔离距离就等于所用胶纸的厚度。另外,对于 AC-DC 电源,变压器初、次绕组应用三层胶纸隔离,DC-DC 电源,只可用二层胶纸隔离。

下列数值未包括裕量:

	要求的隔离距离	挡墙的最小宽度
AC—DC (输入电压100-240V~, 未含PFC电路)	6.4mm	3.2mm
AC—DC (输入电压100-240V~, 含有PFC电路)	9.0mm	4.5mm
DC—DC (电压36-76V)	2.8mm	1.4mm

注:变压器的引脚如果没有套上绝缘套管,那么在引脚处的隔离距离可能也仅为胶纸加挡墙的厚度,所以变压器的引脚需要套上绝缘套管且套管要穿过挡墙。

空间距离(Creepage distance):在两个导电组件之间或是导电组件与物体界面之间经由空气分离测得最短直线距离;

沿面距离(clearance):沿绝缘表面测得两个导电组件之间或是导电组件与物体界面之间的最短距离;

沿面距离(clearance)不满足标准要求距离时:PCB板上可采取两个导电组件之间开槽的方法,导电组件与外壳、可触及部分之间距离不够,则可将导电组件用绝缘材料包住。

将导电组件用绝缘材料包住既解决了空间距离(Creepage distance)也解决

了沿面距离(clearance)问题,此方法一般用在电源板上变压器和周边组件之间距离不够时,将变压器包住。

另外可在不影响产品功能的情况下适当降低两导体之间的电压差。

## 电气间隙的决定

根据测量的工作电压及绝缘等级,即可决定距离。

一次侧线路之电气间隙尺寸要求,见表3及表4;

二次侧线路之电气间隙尺寸要求通常:一次侧交流部分:保险丝前 $L-N \geq 2.5\text{mm}$ , $L-N$  PE(大地) $\geq 2.5\text{mm}$ ,保险丝装置之后可不作要求,但尽可能保持一定距离以避免发生短路损坏电源。

一次侧交流对直流部分 $\geq 2.0\text{mm}$ ;  
一次侧直流地对大地 $\geq 2.5\text{mm}$ (一次侧浮接地对大地);

一次侧部分对二次侧部分 $\geq 4.0\text{mm}$ ,跨接于一二次侧之间之元器件;  
二次侧部分之电隙间隔 $\geq 0.5\text{mm}$ 即可;

二次侧地对大地 $\geq 1.0\text{mm}$ 即可。

附注:决定是否符合要求前,内部零件应先施于10N力,外壳施以30N力,以减少其距离,使确认为最糟情况下,空间距离仍符合规定。

## 爬电距离的决定

通常:(1)一次侧交流部分:保险丝前 $L-N \geq 2.5\text{mm}$ , $L-N$ 大地 $\geq 2.5\text{mm}$ ,保险丝之后可不作要求,但尽量保持一定距离以避免短路损坏电源;

(2)一次侧交流对直流部分 $\geq 2.0\text{mm}$ ;  
(3)一次侧直流地对地 $\geq 4.0\text{mm}$ 如一次侧地对大地;

(4)一次侧对二次侧 $\geq 6.4\text{mm}$ ,如光耦、Y电容等元器件脚间距 $\leq 6.4\text{mm}$ 要开槽;

(5)二次侧部分之间 $\geq 0.5\text{mm}$ 即可;  
(6)二次侧地对大地 $\geq 2.0\text{mm}$ 以上;

(7)变压器两级间 $\geq 8.0\text{mm}$ 以上。

## 绝缘穿透距离

应根据工作电压和绝缘应用场合符合下列规定:

——对工作电压不超过50V(71V交流峰值或直流值),无厚度要求;

——附加绝缘最小厚度应为0.4mm;

——当加强绝缘不承受在正常温度下可能会导致该绝缘材料变形或性能降低的任何机械应力时的,则该加强绝缘的最小厚度应为0.4mm。

如果所提供的绝缘是用于设备保护外壳内,而且在操作人员维护时不会受到磕碰或擦伤,并且属于如下任一种情况,则上述要求不适用于不论其厚度如何的薄层绝缘材料。

——对附加绝缘,至少使用两层材料,其中的每一层材料能通过附加绝缘的抗电强度试验;

——由三层材料构成的附加绝缘,其中任意两层材料的组合都能通过附加绝缘的抗电强度试验;

——对加强绝缘,至少使用两层材料,其中的每一层材料能通过附加绝缘的抗电强度试验;

——由三层绝缘材料构成的加强绝缘,其中任意两层材料的组合都能通过附加绝缘的抗电强度试验。

## 有关于布线工艺注意点

如电容等平贴元件,必须平贴,不用点胶如两导体在施以10N力可使距离缩短,小于安规距离要求时,可点胶固定此零件,保证其电气间隙。

有的外壳设备内铺PVC胶片时,应注意保证安规距离(注意加工工艺)零件点胶固定注意不可使PCB板上有胶丝等异物。

在加工零件时,不应引起绝缘破坏。

## 有关于阻燃材料要求

热缩套管 V-1 或 VTM-2 以上; PVC 套管 V-1 或 VTM-2 以上; 铁氟龙套管 V-1 或 VTM-2 以上; 塑胶材质如硅胶片,绝缘胶带 V-1 或 VTM-2 以上; PCB 板 94V-1 以上。

## 有关于绝缘等级

(1)工作绝缘:设备正常工作所需的绝缘;

(2)基本绝缘:对防电击提供基本保护的绝缘;

(3)附加绝缘:除基本绝缘以外另施加的独立绝缘,用以保护在基本绝缘一旦失效时仍能防止电击;

(4)双重绝缘:由基本绝缘加上附加绝缘构成的绝缘;

(5)加强绝缘:一种单一的绝缘结构,在本标准规定的条件下,其所提供的防电击的保护等级相当于双重绝缘。

## 爬电距离的确定

首先需要确定绝缘的种类:

基本绝缘:一次电路与保护地

工作绝缘①:一次电路内部;二次电路内部;

工作绝缘②:输入部分(输入继电器之前)内部,二次电路与保护地;

加强绝缘:一次电路与二次电路;输入部分与一次电路;充电板输出与内部线路再查看线路,确定线路之间的电压差。

工作电压小于和等于 V 有效值或直流值 (V 有效值)	爬电距离 (mm)
30	0.25
50	0.50
105	1.00
158	1.50
220	2.00
270	2.50
360	3.00
450	3.50
535	4.00
600	4.50
700	5.00
800	5.75
900	6.5

表一:爬电距离

最后,从下表中查出对应的爬电距离。

工作电压小于和等于 V 有效值或直流值 (V 有效值)	爬电距离 (mm)	
	基本绝缘和工作绝缘②	加强绝缘
50	1.2	2.4
100	1.4	2.8
125	1.5	3.0
150	1.6	3.2
200	2.0	4.0
250	2.5	5.0
300	3.2	6.4
400	4.0	8.0
600	6.3	12.6
1000	10.0	20.0

表二爬电距离(适用于基本绝缘、工作绝缘②、加强绝缘)

## 电气间隙的确定

首先需要确定绝缘的种类:

基本绝缘:一次电路与保护地;

工作绝缘①:一次电路内部;二次电路内部;

工作绝缘②:输入部分(输入继电器之前)内部,二次电路与保护地;

加强绝缘:一次电路与二次电路;输入部分对一次电路;充电板输出与内部电路再查看线路,确定线路之间的电压差。

最后,从下表中查出对应的电气间隙。

工作电压小于和等于	电气间隙 (mm)									
	额定电源电压 $\leq 150\text{V}$			额定电源电压 $>150\text{V} \leq 300\text{V}$			额定电源电压 $>300\text{V} \leq 600\text{V}$			
V 峰值或直流值	V 有效值 (正弦) V	基本绝缘	加强绝缘	工作绝缘	基本绝缘	加强绝缘	工作绝缘	基本绝缘	加强绝缘	
71	50	1.0	1.3	2.6	1.3	2.0	4.0	2.0	3.2	6.4
210	150	1.0	1.3	2.6	1.7	2.0	4.0	2.0	3.2	6.4
420	300	1.7	2.0	4.0	1.7	2.0	4.0	2.5	3.2	6.4
840	600	3.0	3.2	6.4	3.0	3.2	6.4	3.0	3.2	6.4
1400	1000	4.2	4.2	8.4	4.2	4.2	8.4	4.2	4.2	8.4

表三电气间隙(适用于一次电路与二次电路间、一次电路内、输入电路、输入电路与其他电路)

工作电压小于和等于	电气间隙 (mm)									
	额定电源电压 $\leq 150\text{V}$			额定电源电压 $>150\text{V} \leq 300\text{V}$			额定电源电压 $>300\text{V} \leq 600\text{V}$			
V 峰值或直流值	V 有效值 (正弦) V	基本绝缘	加强绝缘	工作绝缘	基本绝缘	加强绝缘	工作绝缘	基本绝缘	加强绝缘	
71	50	1.0	1.3	2.6	1.0	1.3	2.6	1.7	2.0	4.0
140	100	1.0	1.3	2.6	1.0	1.3	2.6	1.7	2.0	4.0
210	150	1.0	1.3	2.6	1.0	1.3	2.6	1.7	2.0	4.0
280	200	1.1	1.4	2.8	1.1	1.4	2.8	1.7	2.0	4.0
420	300	1.6	1.9	3.8	1.6	1.9	3.8	1.7	2.0	4.0
700	500	2.5	2.5	5.0	2.5	2.5	5.0	2.5	2.5	5.0
840	600	3.2	3.2	6.4	3.2	3.2	6.4	3.2	3.2	6.4
1400	1000	4.2	4.2	8.4	4.2	4.2	8.4	4.2	4.2	8.4

表四电气间隙(适用于二次电路内)

## 设定爬电距离及电气间隙的基本步骤

### 1、确定电气间隙步骤

确定工作电压峰值和有效值;确定设备的供电电压和供电设施类别;根据过电压类别来确定进入设备的瞬态过电压大小;确定设备的污染等级(一般设备为污染等级2);确定电气间隙跨接的绝缘类型(功能绝缘、基本绝缘、附加绝缘、加强绝缘)。

### 2、确定爬电距离步骤

确定工作电压的有效值或直流值;确定材料组别(根据相比漏电起痕指数,其划分为:I组材料,II组材料,IIIa组材料,IIIb组材料。注:如不知道材料组别,假定材料为IIIb组);确定污染等级;确定绝缘类型(功能绝缘、基本绝缘、附加绝缘、加强绝缘)。

### 3、确定电气间隙要求值

根据测量的工作电压及绝缘等级,查表(4943:2H和2J和2K,60065-2001表:表8和表9和表10)检索所需的电气间隙即可决定距离;作为电气间隙替代的方法,4943使用附录G替换,60065-2001使用附录J替换。

GB 8898-2001:电器间隙考虑的主要因素是工作电压,查图9来确定。(对和电压有效值在220-250V范围内的电网电源连接的零部件,这些数值等于354V峰值电压所对应的那些数值:基本绝缘3.0mm,加强绝缘6.0mm)。

### 4、确定爬电距离要求值

根据工作电压、绝缘等级及材料组别,查表(GB 4943 为表2L,65-2001中为表11)确定爬电距离数值,如工作电压数值在表两个电压范围之间时,需要使用内差法计算其爬电距离。

GB 8898-2001 其判定数值等于电气间隙,如满足下列三个条件,电气间隙和爬电距离加强绝缘可减少2mm,基本绝缘可减少1mm。

1) 这些爬电距离和电气间隙会受外力而减小,但它们不处在外壳的可触及导电零部件与危险带电零部件之间;

2) 它们靠刚性结构保持不变;

3) 它们的绝缘特性不会因设备内部产生的灰尘而受到严重影响。

\*注意:但直接与电网电源连接的不同极性的零部件间的绝缘,爬电距离和电气间隙不允许减小。基本绝缘和附加绝缘即使不满足爬电距离和电气间隙的要求,只要短接该绝缘,设备仍满足标准要求,则是可以接受的(8898中4.3.1条)。

\*GB 4943中只有功能绝缘的电气间隙和爬电距离可以减小,但必须满足标准5.3.4规定的高压或短路试验。

### 5、确定爬电距离和电气间隙注意

可动零部件应使其处在最不利的位位置;爬电距离值不能小于电气间隙值;承受了机械应力试验。

(据“电气技术圈”公众号)