



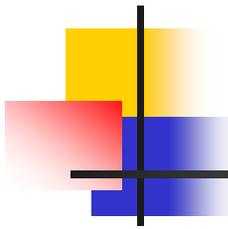
GB4706.1-2005 简介

——与GB4706.1-1998的比较

广州电气安全检验所 高晓东

Tel: 020-89232892; Fax: 020-89232871

E-mail: gxd@cest.cn ; 网址: www.cest.cn



安全标准的原则

- 对各种危险的防护能够达到一个国际可接受的水平。
- 用户是在注意到产品说明书的情况下正常使用电器。
 - “注意到产品说明书”表明说明书并不是电器“护身符”，
 - 排除了故意破坏、恶劣条件（比如有易燃易爆气体的场合）、幼儿（不超过3岁）使用等情况
- 出现一些可预期的非正常情况以及受到电磁现象影响的情况时，电器不能造成严重的危害。
- 器具应该按照各国的布线规则进行安装。



安全标准的原则

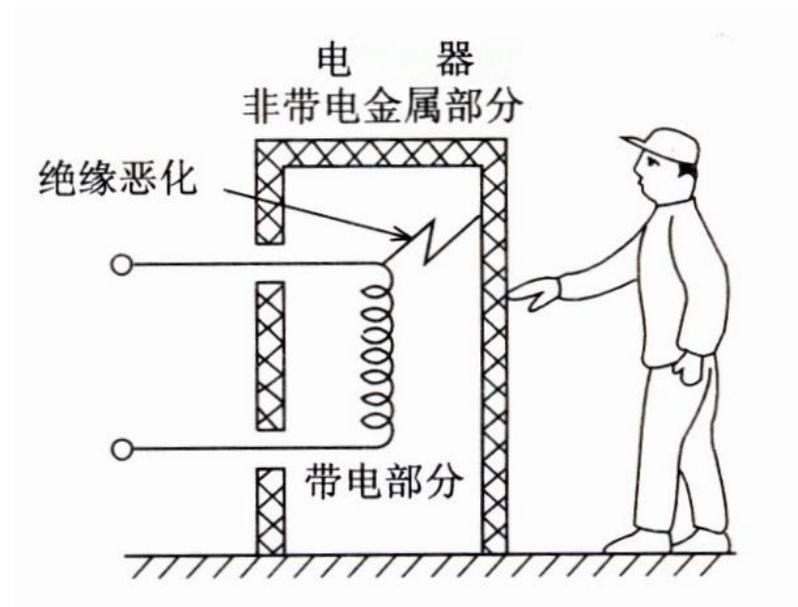
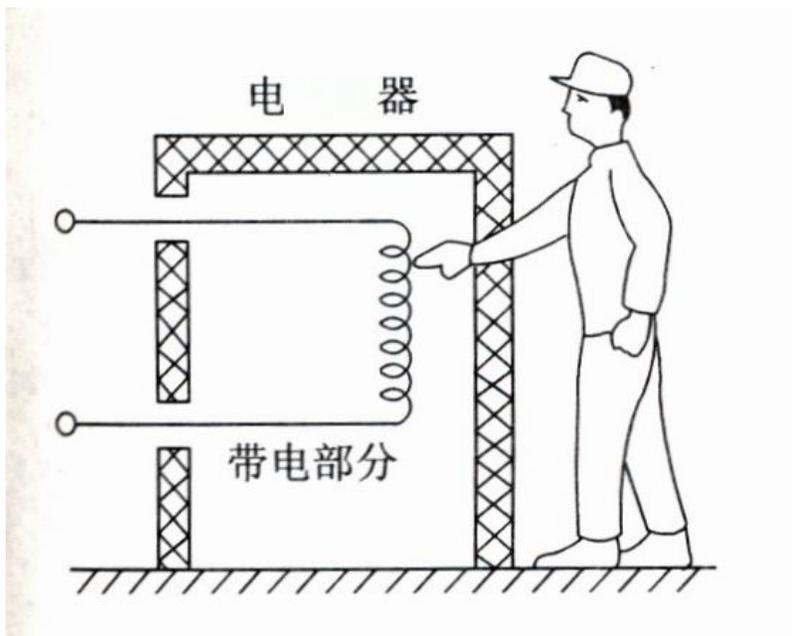
- 如果一个产品符合了标准条文，但是通过检查和试验，发现其其他特性可能会损坏标准要求的安全水平，那么未必判定产品是合格的，这种情况多见于多功能产品。
- 对于标准中没有规定的材料和结构形式，可以按照标准要求的意图进行检查和试验，如果符合也可以判定产品是合格的。



危险的分类

- 电击危险——包括人接触带电部件而引起的直接接触电，以及由于保护措施失效产品漏电而引起的间接触电；
- 火灾危险——包括产品本身的着火危险以及产品引起周围环境的火灾危险；
- 机械危险——由于机械原因对人或周围环境造成的危险；
- 过热危险——由于产品过热对人、周围环境以及绝缘造成的危险；
- 辐射、有毒物质的危险——由于电气产品产生的各种气体、电磁波对人体造成的伤害。

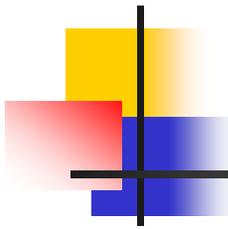
触电的防护——直接接触电和间接触电





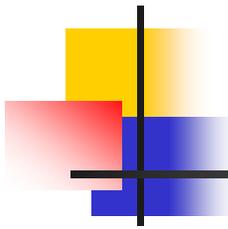
防止触电事故的原则

- 防触电保护的基本原则是：在正常情况（正常操作和无故障情况下），或在单一故障情况下，易触及的可带电部件均应是无危险的。
- 基本触电防护，可由一种防护措施来提供，例如：基本绝缘、限制稳态接触电流、限制电压等



单一故障条件

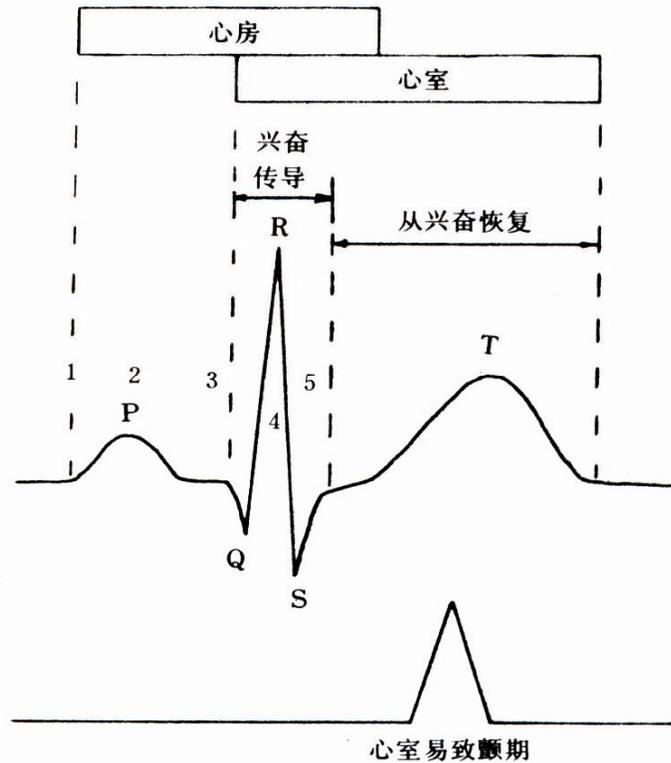
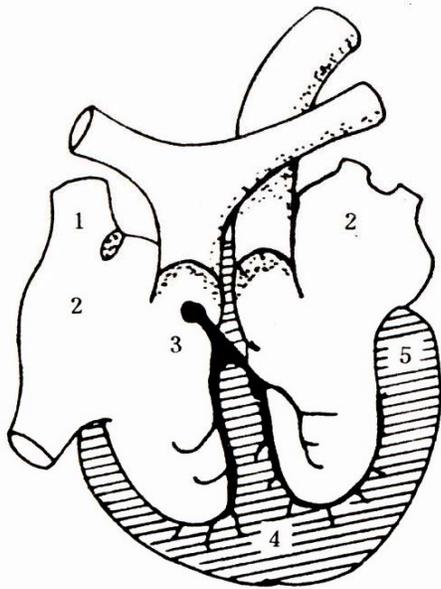
- 正常情况下不带电的易触及金属部件变为危险的带电部分（例如，电机槽绝缘的失效，使得电机外壳由不带电变为带电）；
- 易触及的无危险的带电部分变为危险的带电部分（例如，手机充电器的输出插口由于内部绝缘的失效由输出低压变为危险的高压）；
- 正常不易触及的危险的带电部分变为易触及的（例如，电吹风出风口的格栅损坏使得发热元件变得易触及）。



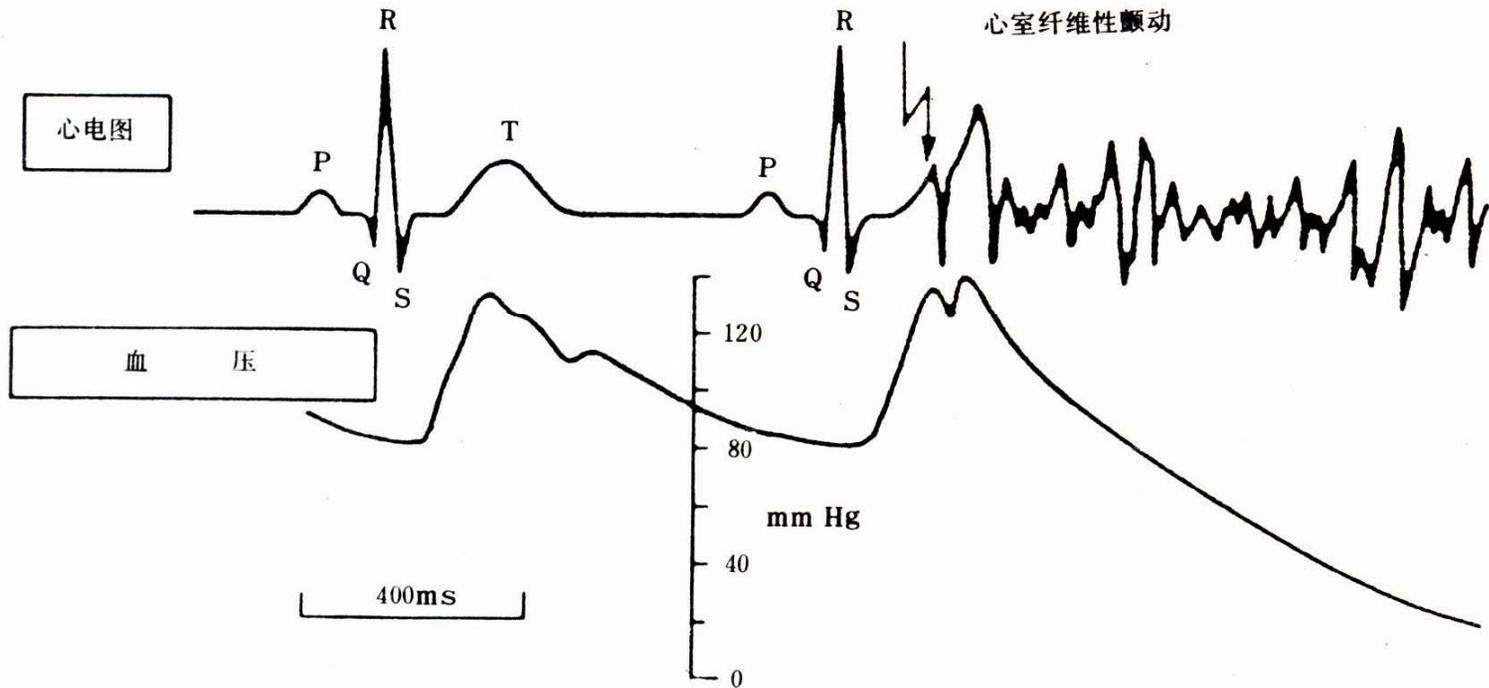
防触电保护的实现

- 除了基本防护之外还有附加防护
- 附加防护举例：
 - ——两个独立的防护措施
 - 接地保护，双重绝缘
 - ——一个加强的防护措施。
 - 加强绝缘，保护阻抗

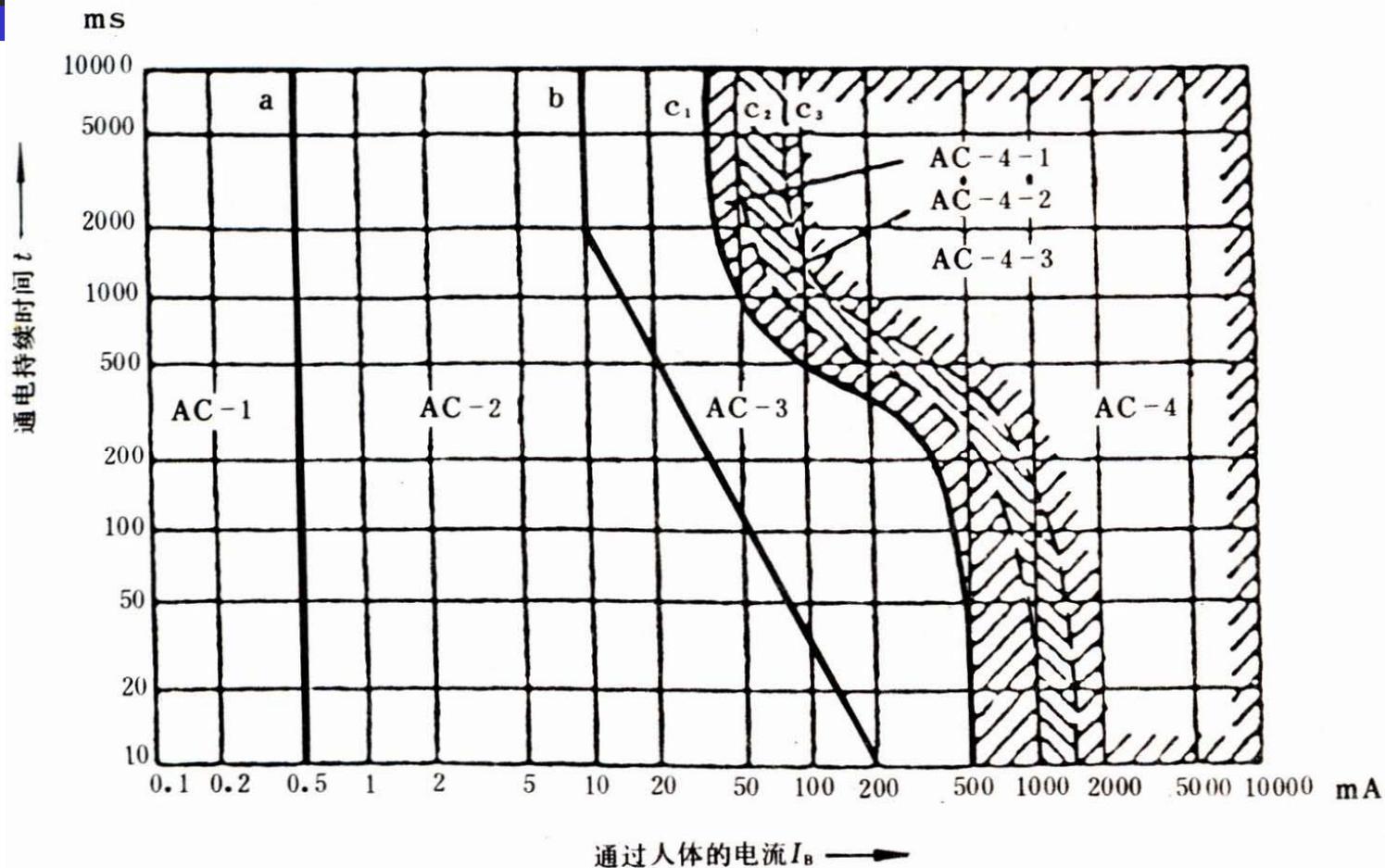
触电机理——心博周期



触电机理——心室纤维性颤动

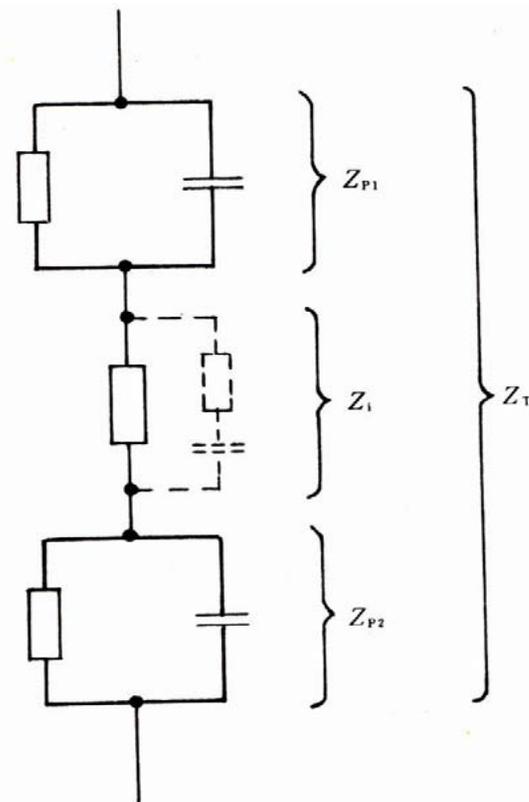


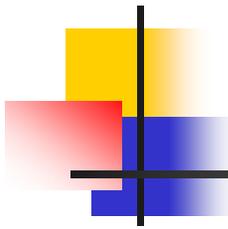
触电机理——电流流过人体的效应



触电机理——电流流过人体的效应

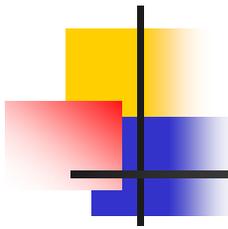
- 各种阈值
 - 反应阈：0.5mA
 - 摆脱阈：10mA
 - 心室颤动阈
- 人体等效阻抗
 - 电压升高阻抗降低
 - 220V时在1000-2125欧姆之间





泄漏电流的限值

- 不超过反应阈（0.5mA）。对于可能产生严重后果的场合，避免人由于感觉到电流而出现不由自主的反应（例如从梯子上摔下来）。
 - 对于0类、0I类和III类器具均以0.5mA作为接触电流限值。
 - 特别的，对于II类器具，由于在正常使用时人接触的机会很多，而且没有连接到保护导体（接地）等措施，其接触电流限值为0.25mA。

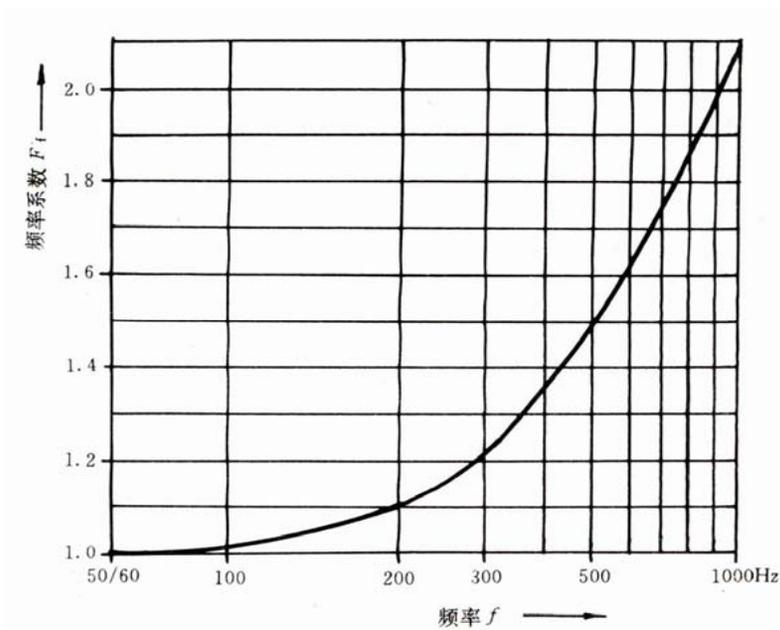


泄漏电流（接触电流）的限值

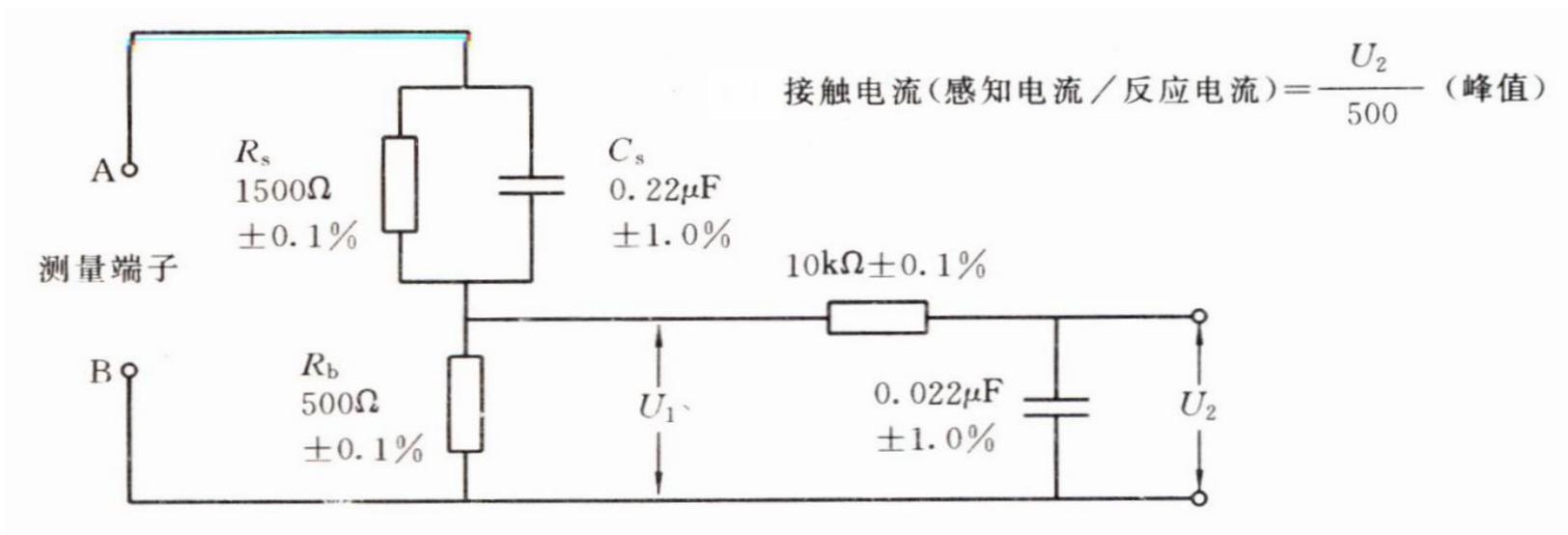
- 不超过摆脱阈（10mA）。
 - 对于一些大型I类固定式的器具（例如空调器），由于其带有连接到保护导体（接地）措施，而且发生事故时易于摆脱，其接触电流限值为10mA。
 - 对于I类固定式电热器具（如固定安装的室内加热器），接触电流限值为5mA。
 - 对于I类固定式电动器具（如吊扇），
 - 接触电流限值为3.5mA。
 - 对于便携式的I类器具，接触电流限值为0.75mA

触电机理——频率对反应阈的影响

- 频率升高，反应阈升高
- 频率系数（记为 F_1 ）：频率为 f 时产生相应生理效应的阈电流值与50/60Hz时的阈电流值之比。

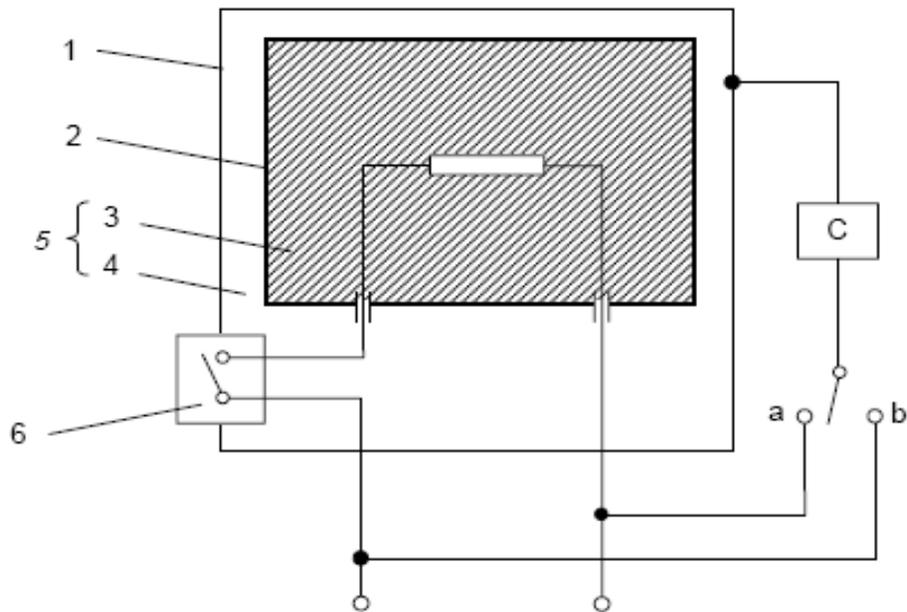


GB4706.1-2005泄露电流的测试电路

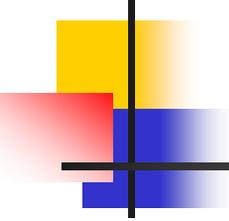


泄漏电流测试部位

- 单相连接的 II 类器具在工作温度下泄漏电流的测量电路图

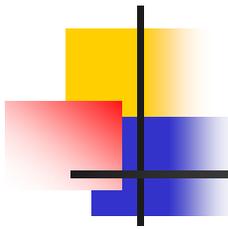


- 1: 易触及部件
- 2: 不易触及金属部件
- 3: 基本绝缘
- 4: 附加绝缘
- 5: 双重绝缘
- 6: 加强绝缘
- a, b: 不同极性
- C: 测试网络



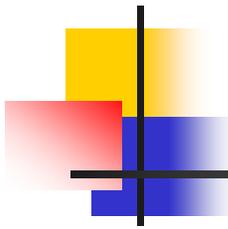
爬电距离、电气间隙和固体绝缘

- 不同带电部分之间或者带电部分与大地之间，当他们的空气间隙小到一定程度时，在电场的作用下，空气介质将被击穿，绝缘会失效或暂时失效，因此在两导电部分之间的空气应该保持一个使之不会发生击穿的安全距离，这就是电气间隙。
- 爬电距离是两个导电部分之间沿着绝缘材料表面的最短距离。
- 固体绝缘是电气设备中在不同导电部分之间作为绝缘的固体材料，其绝缘性能远远好于空气，但其绝缘性能仍然应该满足电气设备的总体要求。



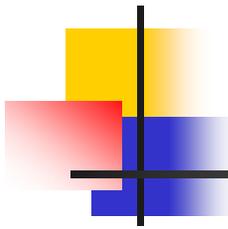
电气间隙——过电压

- 理想环境2kV/mm
- 瞬态过电压
 - 雷电过电压：直接雷击、雷电感应和雷电波
 - 操作过电压：由于正常操作（比如开关操作）、线路故障引起
 - 功能过电压：功能所需而设置的（比如负离子发生器和电子灭虫器的高压部分）
- 暂态过电压
 - 电网波动或线路故障（比如供电系统单相接地、断相）引起



电气间隙——过电压类别

- 通常在供电线路中都安装了过电压的保护装置
- 电器本身也应按照其经受过电压的严酷程度来提供足够的绝缘保护
- 直接由低压电网供电的电气设备分成四个过电压类别
- 过电压类别II——是由配电装置供电的耗能设备，例如家用电器、电动工具、照明灯具等。



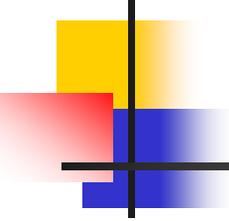
电气间隙——额定冲击电压

- 以冲击电压的形式来模拟过电压
- GB4706.1-2005规定了器具的额定冲击电压
- 额定电压为220V的电冰箱，其额定冲击电压应为2500V

电气间隙的确定

- 对于基本绝缘和附加绝缘，电气间隙应不小于表中的规定，冲击耐压按照其额定冲击电压选定。
- 对于加强绝缘，应该按照比基本绝缘高一级额定冲击耐压来确定，冲击耐压按照其额定冲击电压选定。
- 对于功能绝缘，电气间隙应不小于表中的规定，但是冲击耐压按照跨电气间隙两端预期可能发生的最大冲击电压。

额定脉冲电压 /V	最小电气间隙 ^a /mm
330	0.5 ^{b,c}
500	0.5 ^{b,c}
800	0.5 ^{b,c}
1500	0.5 ^c
2500	1.5
4000	3
6000	5.5
8000	8
10000	11

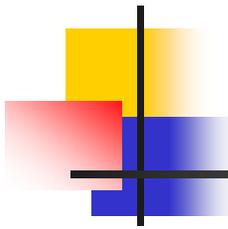


爬电距离——污染等级

- 大气中的固体颗粒、尘埃和水能够完全桥接小的电气间隙，而且在潮湿的环境下，非导电性污染也会转化为导电性污染。
- 污染等级1。表示无污染或者仅有干燥的、非导电性的污染，例如电路板的隔离放置。
- 污染等级2。表示一般仅有非导电性污染，或者有凝露等偶然发生的导电性污染。**多数家用电器被认为属于该污染等级。**
- 污染等级3。表示有导电性污染或者由于预期的凝露使得干燥的非导电性污染变为导电性污染。比如冰箱中的某些绝缘材料、风扇加热器中空气流经的绝缘材料、干衣机中的绝缘材料。
- 污染等级4。表示会造成持久的导电性污染。例如由于导电尘埃或雨雪引起的，对一般的家用电器不适用，通常在户外使用的电器属于该污染等级。

爬电距离——绝缘材料组别

- 当绝缘表面污染到一定程度时，带电部件之间的漏电流已经比较大，这时由于水汽蒸发等原因会使得漏电流分断，并形成闪烁，闪烁过程中释放的能量使绝缘表面遭到损伤，在长时间作用下，绝缘性能逐渐劣化，并形成导电通道（漏电起痕），从而使得绝缘失效。为了表征绝缘材料耐损伤得特性，设计了耐漏电起痕的试验，并且以“相比漏电起痕指数（CTI）”的大小来进行分级。具体为：
 - 绝缘材料组别I $600 \leq \text{CTI}$
 - 绝缘材料组别II $400 \leq \text{CTI} < 600$
 - 绝缘材料组别III $175 \leq \text{CTI} < 400$
 - 绝缘材料组别IV $100 \leq \text{CTI} < 175$

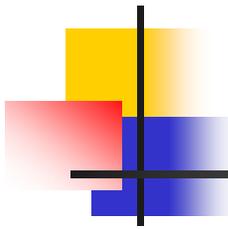


爬电距离的确定

- 对于基本绝缘和附加绝缘，爬电距离应不小于表中的规定。
- 对于加强绝缘，应该按照基本绝缘电压的二倍来确定电压。
- 对于功能绝缘，爬电距离应不小于表中的规定，但是按照实际工作电压来确定。

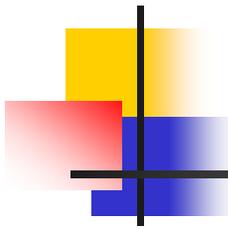
基本绝缘的最小爬电距离

工作电压/V	爬电距离/mm						
	污染等级1	污染等级2			污染等级3		
		材料组			材料组		
		I	II	III _a /III _b	I	II	III _a /III _b
≤50	0.2	0.6	0.9	1.2	1.5	1.7	1.9 ^a
50~125	0.3	0.8	1.1	1.5	1.9	2.1	2.4
125~250	0.6	1.3	1.8	2.5	3.2	3.6	4
250~400	1	2	2.8	4	5	5.6	6.3
400~500	1.3	2.5	3.6	5	6.3	7.1	8
500~800	1.8	3.2	4.5	6.3	8	9	10
800~1000	2.4	4	5.6	8	10	11	12.5
1000~1250	3.2	5	7.1	10	12.5	14	16
1250~1600	4.2	6.3	9	12.5	16	18	20



固体绝缘

- 固体绝缘材料不是一种可以恢复的绝缘介质。对绝缘的不利影响是可以积累的，电场强度、热以及环境等不利因素的叠加造成了绝缘的老化。
- 值得注意的是，有研究表明指出绝缘厚度与绝缘失效基本没有关系（排除机械方面的影响），只有通过试验才能评价绝缘材料的性能。
- 外加电压的频率会极大的影响绝缘材料的电气强度。在施加电压不变的情况下频率升高，则失效时间变短。
- 发热会造成绝缘材料性能下降，例如挥发、氧化和长期化学反应，这个过程是个长期的过程。
- 机械应力会造成绝缘材料脱落、断裂；湿度会使得表面污染恶化形成漏电起痕；紫外线可以使橡胶老化；化学溶剂会造成的应力裂纹；非金属材料的变形等等。



GB4706对固体绝缘有厚度要求

- 绝缘应具备的最低厚度
 - —— 附加绝缘为1mm;
 - —— 加强绝缘为2mm。
- 如果为多层，也可以不按照上述要求，但是，每一层材料都应进行16.3针对附加绝缘的电气强度试验。附加绝缘至少应由两层材料组成，加强绝缘至少有3层
- 经受48小时的干热试验后电气强度符合要求

电气强度试验电压改变

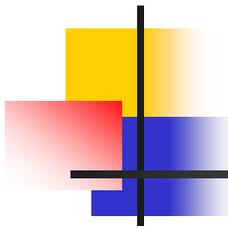
- 工作状态的耐压试验在断开电源后马上进行

绝 缘	试验电压/V			
	额定电压 ^a			工作电压 (U)
	SELV	≤ 150	150~250 ^b	> 250
基本绝缘	500	1000	1000	1.2+700
附加绝缘		1250	1750	1.2+1450
加强绝缘		2500	3000	2.4+2400

电气强度试验电压改变

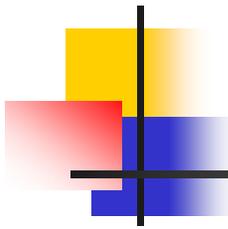
- 非工作状态

绝缘方式	试验电压/V			
	额定电压 ^a			工作电压 (<i>U</i>)
	安全特低 电压	≤150	150V~ 250V ^b	>250
基本绝缘	500	1250	1250	1.2+950
附加绝缘	—	1250	1750	1.2+1450
加强绝缘	—	2500	3000	2.4+2400



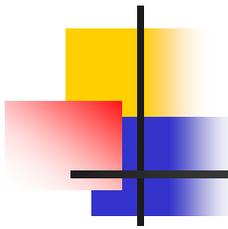
非正常工作

- 增加对电子断开或者具有待机功能的器具电磁兼容测试
 - 则器具不应经受危险性功能失效，并且保护电子电路应没有故障。
 - 电子开关不得由“断开”位置或处于待机状态变为可运行。
- 注意19.11.3，“双故障”试验



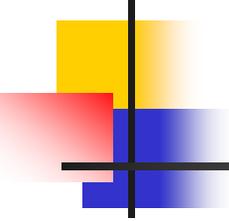
机械强度

- 增加对不满足厚度要求的固体绝缘的刮花试验
- 与GB4943的试验类似
- 试验指甲试验，不出现如材料分离之类的进一步损坏。试验后，绝缘应经受住16.3的电气强度试验



结构

- 增加插脚的高温后拉力和扭矩试验
- 完善了自动卷线盘的试验方法
- 增加紧密烧结陶瓷的试验
 - 否则不得用于附加绝缘或加强绝缘
- 在保护电子电路中使用的软件，应为B级或C级软件
- 外形不应被当作玩具

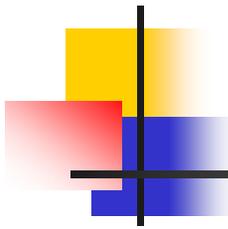


外形举例

- IECCEE的CTL决议



Adobe Acrobat
7.0 Document



接地措施

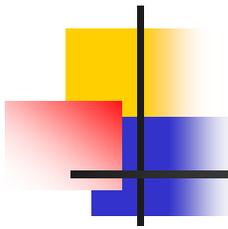
- 对印制电路板导线接地的规定
 - 手持式器具中印刷电路板上的印刷线路不应用来提供接地连续性。
 - 可以在其他器具中提供接地连续性：
 - ——至少存在具有独立焊点的两条线路，并且对于每个电路器具应满足27.5的要求；
 - ——印刷电路板材料符合IEC60249-2-4或IEC60249-2-5的规定。

灼热丝试验温度

使用时有人看管的器具（食品加工机）		
连接件电流	支撑件试验温度	
	1998版	2005版
>0.5A	650° C	750° C
其它	550° C	650° C

灼热丝试验温度

使用时无人看管的器具（空调、电风扇）		
连接件电流	支撑件试验温度	
	1998版	2005版
>0.2,--0.5A	550° C	GWFI ≥ 850 750° C
>0.5A	750° C	GWFI ≥ 850 750° C
其它	550° C	650° C



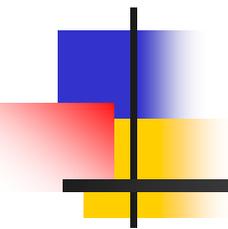
对例行试验的规定

■ 接地电阻

- 电源至少为12V，10A
- 0I类电器，在接地端子与外壳之间，限值0.1
- I类电器可带电源线测量，限值为0.2或 $0.1+R$

■ 电气强度

- 交流，1S
- 脱扣电流5mA，最大30mA
- 电压：基本绝缘1000V，加强绝缘或双重绝缘2500V
- 可以用直流电压代替，但电压升至1.5倍



谢谢大家
