

电子电器产品的标准设计要求

1. 电子产品的基本安全要求

- (1) 防止人身触电；（电击危险）
- (2) 防人身受过高温度的危害；
- (3) 防人身受机械不稳定性和运动部件的危害；（机械危险）
- (4) 防止起火；
- (5) 防爆炸；
- (6) 防止辐射；
- (7) 防化学危险。

2. 触电危险的防护

电流通过人体会引起病理生理效应，通常毫安级的电流就会对人体产生危害，更大的电流甚至会造成人的死亡。因此，在各类电子电气设备的安全设计中防触电保护是一个很重要的内容。

通常产生电击危险的原因有：

- . 触及带电件
- . 正常情况下带危险电压零部件和可触及的导电零部件（或带非危险电压的电路）之间的隔离用的绝缘击穿
- . 接触电流过大
- . 大容量电容器放电

2.1 几个安全术语

a. 绝缘的分类

基本绝缘 对危险带电零部件所加的提供防触电基本保护的绝缘。

附加绝缘 基本绝缘以外所使用的独立绝缘，以便在基本绝缘一旦失效时提供防触电保护。

双重绝缘 同时具有基本绝缘和附加绝缘的绝缘。

加强绝缘 对危险带电零部件所加的单一绝缘，其防触电等级相当于双重绝缘。

绝缘的构成可以是固体材料、液体材料、满足一定要求的空气间隙和爬电距离。

b. 防触电保护类型

I 类 防触电不仅依靠基本绝缘而且采用附加安全措施的设计，在基本绝缘万一失效时，有措施使可触及的导电零部件与设施中的固定线路中的保护（接地）导体相连接，从而使可触及的导电零部件不会危险带电。II类 防触电不仅依靠基本绝缘而且采用诸如双重绝缘或加强绝缘之类的附加安全措施的设计。它不具有保护接地措施，也不依靠设施的条件。

III类 使用安全特低电压供电。

c. 爬电距离 在两个导电零部件之间沿绝缘材料表面的最短距离。

d. 电气间隙 在两个导电零部件之间在空气中的最短距离。

e. 接触电流 正常工作条件下或故障条件下，当人体接触设备的一个或多个可触及零部件时通过人体的电流。

2.2 基本要求

从安全标准的意义上，设备必须满足可触及部位：

- SELV 以及 保护阻抗电路；
- 具有足够的抗电强度和绝缘电阻；
- 具有合适的防触电等级。

2. 3 安全设计要点与方法

2. 3. 1防止触及带电件

设计要点：

通过使用双重绝缘或加强绝缘，将带危险电压的零部件与可触及件隔离。

设计措施：

(1) 机壳隔离

利用机壳可把尽可能多的带电部件围封起来，防止操作者触及。因此机壳的安全设计必须引起设计者的重视。机壳的安全设计要求达到：

a. 足够的机械强度。为保证对带电件提供足够的安全隔离保护，要求机壳能承受一定的外力作用，标准规定设备外壳的不同部位应能承受

- 用试验指施加 $50\text{N} \pm 5\text{N}$ 的推力，持续10S；
- 用试验钩施加 $20\text{N} \pm 2\text{N}$ 的拉力，持续10S；
- 用直径30mm的圆形接触平面的试验工具对外部导电的外壳和外壳上的导电零部件施加 $100\text{N} \pm 10\text{N}$ （落地式设备 $250\text{N} \pm 10\text{N}$ ）的作用力，持续5S；
- 用弹簧冲击锤施加0.5J的动能，3次。（不同标准力的要求不同）

b. 合适的孔径或缝隙的尺寸。为了散热通风的需要和安装各类开关、输入输出装置，在机壳上开孔是不可避免的，为保证使用者不会通过这些孔接触到机壳内的带电件，在安全设计中应注意以下几点：

- 尽量少开孔，并保证开孔后机壳的机械强度仍应满足标准规定的要求；
- 孔的位置应尽量避免在带电件集中的部位；

c. 机壳的安装固定应注意：

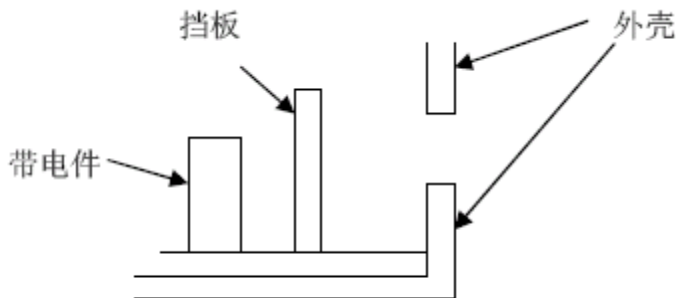
- 不通过工具不能打开，除非采用了连锁装置，使得当机壳被打开的同时自动切断电源。
- 连接的螺钉要有一定的啮合牢度，但也不能太长，导致破坏规定的绝缘。

(2) 防护罩和防护挡板

当仅需要将某一带电部位隔离时可用防护罩或防护盖，其所起的功能和设计要点与机壳相同。

例如，对于因功能需要，使得连接端子带电时，可设置保护盖，使带电端子不可触及。

防护挡板用于防止与带电件直接接触，或增加爬电距离和电气间隙。

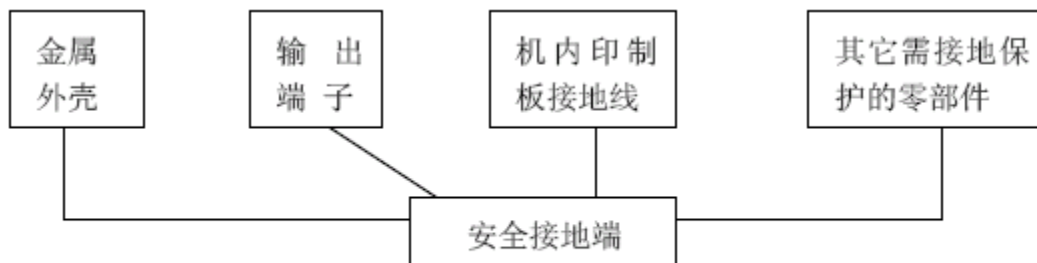


挡板应用示例

(3) 安全接地措施

I 类设备的机壳采用基本绝缘，需要用安全接地防护作为附加安全措施，以便当一旦基本绝缘失效时，通过安全接地保护，使可触及件不会变成带电件。这种保护措施的关键要保证接地端的可靠性，设计要求为：

- 可触及件到接地端子的电阻应小于 0.1Ω ，试验方法为，施加试验电流交流25A或直流25A；试验电压不超过12V；1min。
- 保护接地端子应耐腐蚀。（接地端子与其接触的导体之间的电化学电位不超过0.6V）。
- 对地保护接地导线的绝缘层应是黄绿色；有足够的截面积。
- 安全接地端子的连接方法应能保证徒手不能拆开；若手动可拆零部件带保护接地，则相对载流接触点而言，应“先通后断”。
- 安全接地端子的位置应设置在：
 - 设备本身具有电源连接的插座的，应设置在插座上；
 - 设备为不可拆卸的电源线，设置在靠近电网端子的地方。
 - 各需要接地保护的零部件应“并联”接到安全接地端（即指：万一有某处接地保护失效，也不能因此而影响其它需接地保护的零部件的保护作用）



安全接地示意图

(4) 保护隔离方法

利用满足加强绝缘或双重绝缘的元件对带危险电压电路与安全特低电压电路进行隔离。此类元件有隔离变压器、光电耦合器、隔离电阻、隔离电容器等。这些元件的选择必须符合安全标准的要求。

采用合适的爬电距离和电气间隙，满足有关绝缘的要求。

(5) 降低输出端子的电压（这并不是所有产品都能做到）。

(6) 使用安全联锁装置，在出现可能触及带电端子的危险时切断电源。

2. 3. 2防止危险带电件与可触及件之间的绝缘击穿

产品内所有绝缘都必须能够承受产品在正常工作条件下和单一故障条件下产品内部产生的相关电压，还必须承受来自电网电源和从通信网络传入的瞬态冲击电压，而不飞弧、击穿。

设计要点

. 根据产品的工作条件和环境条件（例如：承受的工作电压及其频率、机械应力、正常工作条件下的温升、环境温湿度、气压、环境污染等）选择合适的绝缘材料

. 对绝缘系统的结构要求：

----有足够的绝缘穿透距离，以防止透过绝缘材料内部击穿；

----有足够的空气间隙，防止沿两电极之间最短的空间间隙发生放电；

----有足够的爬电距离，防止在相应污染条件下沿两电极之间的绝缘体表面发生爬电。

设计措施

I 类设备

基本绝缘（第一道防线）加安全接地（附加绝缘，第二道防线），应注意，附加保护措施不能降低对基本绝缘的要求。

II 类设备

危险带电件与可触及件之间采用双重绝缘或加强绝缘。例如，一次电路和二次电流之间采用符合加强绝缘要求的安全隔离变压器、光电耦合器等。应注意，标有“回”符号的II 设备不应使用有接地导体的电源线或输入连接器。

III类设备采用安全特低电压（SELV）供电。并采取措施保证安全特低电压（SELV）电路与其他电路隔离：

a. 用双重绝缘或加强绝缘将安全特低电压（SELV）电路与危险带电件隔离；

b. SELV 电路不能接地。

安全特低电压（SELV）电路：作了适当的设计和保护的二次电路，使得在正常工作条件下和单一故障条件下，它的电压值均不会超过安全值

----正常工作条件下，电路内任何两导体/电路之间的电压，或任一导体与地之间的电压不应超过交流电压峰值42.4V；直流电压值60V。（不同标准电压值要求不同）

----单一故障条件下，电路内任何两导体/电路之间的电压，或任一导体与地之间的电压在经过0.2S后不应超过交流电压峰值42.4V；直流电压值60V。而且其极限值不应超过交流电压峰值71V；直流电压值120V。（不同标准电压值要求不同）

2. 3. 3防接触电流过大（阻抗电路）

设计要点

. 减少危险带电件与可触及件之间的等效隔离电容的容量。

危险带电件与可触及件之间的等效隔离电容的容量太大，会导致接触电流过大。

设计措施

（1）降低隔离电容的容量。特别应注意不能为了产品的电磁兼容要求的达标，而任意加大电容量，忽略安全要求。

(2) I 类设备中可能要承受单一故障条件下保护导体电流的保护电流的保护接地连接要可靠
----足够的截面积。防止单一故障条件下保护导体电流熔断保护接地线;
----采用可靠的连接方式;
----可靠的端子结构。

2. 3. 4防大容量电容器放电

当跨接在初级电源电路的电容器容量达到一定值时, 设备通电后, 由于电容充有较多的电能, 当未能及时释放, 拔出电源插头, 触及插头上的金属零部件时, 就有可能产生电击危险。

设计措施

(1) 降低电容器的容量;
(2) 设置时间常数足够小的放电回路。由于电容量常受其它要求的约束, 不易任意减少, 故实际常在电容器两端并联适当阻值的电阻器, 形成放电回路。

安全标准要求:

G拔出电源插头后2s, 插头上的插销不应变成危险电压。电源两极之间的电容量 $<0.1\mu\text{F}$ 时, 可免做试验。

3. 过高温度的防护

过高的温度能使人被烫伤, 能造成绝缘损伤、引起可燃材料着火。

3. 1 基本要求

设备在正常工作和故障条件下的温升值应符合标准的规定。以保证:

----可触及件不会因过高温度的而使人烫伤;
----电击防护用的绝缘材料不因过热导致绝缘性能下降;
----可燃材料和元件不会自燃;
----不会因过热导致材料变形引起电气间隙和爬电距离减小;
----不会引起某些材料和元件挥发出有毒或可燃气体。

3. 2 设计要点

避免发热, 在无法避免发热的情况下, 采用散热措施。

热传递的方式

- 1) 传导
- 2) 对流
- 3) 辐射

3. 3 设计措施

设计的重点部位是大电流的部位和易起火的部位。

(1) 机壳设计

机壳的热设计十分重要, 设备的工作热可通过机壳的传导和辐射散出机外, 通过合理的开孔, 可形成对流通风散热, 加速设备的工作热的散发。

由于机壳设计时要考虑其防触电性能和防火性能, 在材料和厚度的选择上余地不大, 因此机壳的热设计主要考虑以下几点:

a. 合理选用机壳的颜色

选用黑漆涂覆能增加散热效果。内表面涂黑漆可降低机内温升，促使机内发热元件的散热，外表面涂黑漆能降低即可表面温升加速机壳的热传导和热辐射。

b. 合理开通风孔，形成自然对流散热

通风孔的进出气口，应尽量设在整机温差最大的两处，进风口应尽量底，出风口尽量高，并且孔的位置要靠近发热元件。

(2) 发热元件的处理

----尽量置于易于通风散热的地方；

----增加发热元件的散热面积，例如，对大功率晶体管增加散热片；

----采用适当的降额设计，减少功耗。

(3) 合理选用热保护装置

为防止在故障条件下引起过高的温升，可适当加装过温保护装置，来及时切断电源。

热保护装置分为二类，一类为不可恢复型，例如，热熔断体；另一类为可恢复型，即断开后，当温升下降后能自动恢复工作，这类元件有PTC元件、双金属片热保护器等。

(4) 选用适当的散热方法

常用的散热的方法

1) 风冷式散热 风扇+散热片

2) 水冷式散热 散热器+水管+水泵

3) 半导体制冷法 利用半导体制冷器

4) 热管散热法 在热管里填充特制的液态导热介质，使热量均匀地散发到散热器的各个散热翅片上，极大的提高散热片的导热性能。

5) 液氮散热法

6) 软件降温法 软件散热可以让CPU在没有工作或工作比较清闲时，让CPU休息，从而减少CPU的耗电，使温度下降。

7) 散热片散热

8) 风扇散热

4. 机械危险的防护

设计要点：

a. 避免出现尖锐边缘，防止伤害人体；

b. 对危险的运动部件提供保护，防止夹伤和碰伤人体，对此类部件应提供保护措施或连锁装置；

c. 有足够的机械强度，使其结构能承受在预期使用时可能产生的振动和碰撞和冲击的考验。

d. 设备重心的设计应使设备符合安全标准中对设备的稳定性的要求

5. 防火

电子电器产品的起火主要是其内部引燃源在一定条件下引燃而起。所谓引燃源是指设备在正常工作条件下，或故障条件下能引起燃烧的部位，在安全标准中所指的潜在引燃源是指在正常工作条件下，开路电压超过交流50V（峰值）或直流50V，以及该开路电压与测得通过可能的故障点的电流的乘积超过15VA 的故障部位。引起设备内部引燃源引燃的条件通常有：

----过载；

----元器件失效；

----绝缘击穿;
----接触不良;
----起弧。

5. 1设计要点

起火要有三要素，即燃料、热、氧气在同一地点聚合时才能发生燃烧。因此防火设计应从这三方面着手。

- a. 设备的设计和生产采用良好的措施，避免产生潜在引燃源。
- b. 与潜在引燃源临近的内部零部件使用低可燃性材料，以保证在正常或故障工作条件下引燃源一旦起火应不能使其支承件或邻近元件起火。
- c. 隔离发热厉害的部件或对其进行散热处理。

5. 2 设计措施

- a. 使用适当的元器件和组件。应选择可靠性好的元器件以消除因故障带来的过温影响。
- b. 采取措施消除诸如接触不良、断路等潜在引燃条件。
- c. 限制易燃材料的用量。
- d. 控制易燃材料与可能的引燃源的相对位置，即使两者之间保持足够的防火安全间隙，使得有飞弧、起火危险的部位不再成为引燃源。防火安全间隙要求见表1。
- e. 在可能的引燃源附近使用高阻燃材料。在对于受设备尺寸限制，无法提供足够的防火安全间隙的条件下，引燃源周围邻近的元件应使用有阻燃要求的材料。
- f. 采用防火防护外壳限制火焰蔓延，使得当万一整机内部起火时，火焰不能蔓延到机外危及用户的人身和财产安全。

4.7的有关条款。

g. 材料和元器件的阻燃要求

具有防火要求的材料和零部件有：

- 1) 一次电路中的所有零部件；
- 2) 不满足受限制电源的供电的二次电路中的零部件；
- 3) 由受限制电源的供电的二次电路，但未安装在可燃性等级为V-1级的材料上的二次电路中的零部件；
- 4) 受限制功率输出的电源和组件内的元器件；
- 5) 未封装的起弧零部件，例如开放式的开关、继电器接点；
- 6) 带有危险电压或危险能量等级的电路中的元器件，如回扫变压器；
- 7) 绝缘配线；
- 8) 外壳及装饰件

6. 防爆炸危险

1) 高真空器件

电子设备的爆炸危险主要来自高真空器件，例如，阴极射线管。由于其内外存在较大的压差，如无适当的防护措施，在一定的外力作用下会引起爆炸，从而伤及人员。

设计措施

选用经过VDE, TUV, SEMKO等认证的产品。

2) 锂电池

锂电池使用不当会引起爆炸。

设计措施

----在电池盒附近或说明书上给出警告

----设计上防止锂电池放电电流和反向电流超过电池制造厂规定的允许值。例如设置限流电路、采用过流保护元件。

7. 防辐射危险

1) 电离辐射

电视机和显示器的显象管荧光屏在经过高压聚焦的高速电子束轰击下，会产生二次发射，从而造成电离辐射。

8. 关键元部件的安全要求

关键元部件是指在带有危险工作区域中，其发生故障（短路、断路）时，能引起着火、电击、有害物质、辐射等安全问题的元部件。

9. 1关键元部件的分类

. 按操作者是否可触及划分

1) 可触及元部件

安装在整机的面板或外部操作者不需工具即可触及的元部件。这些元部件有：

----插头、插座、开关、器具耦合器、电线电缆、熔断器座等。

----隐性的可能会触及的元部件

a. 耦合元件：变压器、继电器、光电耦合器等，此类元件的二次电路可能通过安全特低电压电路与可触及件相连；

b. 跨接元件：电阻器、电容器、阻容组件等，此类元件直接跨接在危险带电部件与可触及零部件之间。

2) 不可触及元部件

带有危险电压，但安装在整机保护外壳内，操作者不能触及，例如行输出变压器、熔断器显象管管座等。

. 按整机防触电保护类别划分

1) 适用于I 类设备的元部件

具有基本绝缘，且具有接地装置或借助于整机的接地装置防触电的元部件。如带接地端的插座。

2) 适用于II类设备的元部件

具有双重绝缘或加强绝缘等级的元部件。如安全隔离变压器。

. 按元部件使用性能划分

1) 连接元件：实现设备与电源、设备间、设备内各模块之间连接的元部件。如插头、插座、器具耦合器、电线电缆、连接器、互连电缆等。

2) 耦合元件：变压器、继电器、光电耦合器等

3) 支撑元件：安装或支撑元器件、载流件的部件。例如印制板、支撑载流件的支架、绝缘外壳等。

4) 跨接元件：直接跨接在绝缘两端的元件。例如，电阻器、电容器、阻容组件等。

- 5) 保护元件：限制电路中的电压、电流，使其不超过规定值，起到保护作用的元件。例如，熔断器、熔断电阻、PTC热敏电阻等。
- 6) 高压元件：工作电压超过4kV（峰值）的元件。例如，行输出变压器、显象管管座。
- 7) 运动元件：例如电动机等。

9. 2 通用要求

应符合各元件的安全标准要求。通常有如下一些要求：

- 标志和文件
- 防触电保护
- 电气间隙、爬电距离、绝缘穿透距离
- 绝缘能力（抗电强度、绝缘电阻）
- 发热
- 耐热、耐燃、耐漏电起痕
- 接地措施
- 稳定性

9. 3 选择原则

- 1) 应符合元件本身的安全标准要求，尽可能选用经过认证的产品（例如VDE, TUV, SEMKO等认证）这样既能保证其产品质量，又能减少整机产品认证的试验费用、加快认证速度。
- 2) 应注意所选元件的额定值是否与在整机上的使用场合和特殊使用要求相匹配。例如，用于跨接在危险带电部件与可触及零部件之间的电容器必须使用Y 电容，而不能采用X电容。用于危险带电部件与可触及零部件的隔离用的元部件，必须符合加强绝缘的要求。

-----完-----