

# 中华人民共和国国家标准

## 建筑物的电气装置 电击防护

GB 14821.1—93

Electrical installations of buildings

Protection against electric shock

---

本标准等效采用 IEC 364-4-41(1992)《建筑物电气装置 安全防护 电击防护》。

### 1 主题内容与适用范围

本标准规定了标称电压工频交流 1 000 V 及以下,直流 1 500 V 及以下的电气装置电击防护的要求。以及防护措施的应用要求。

本标准适用于住房、工业、农业、商业用房屋、公共性房屋、活动性建筑物、旅游车及类似场所内的电气装置以及建筑工地、展览馆内的临时性装置。

本标准不适用于电力牵引设备、汽车用电气设备、船舶用电气设备、飞机用电气设备、公共道路照明装置、矿用装置、抗无线电干扰设备(除非该设备影响到装置的安全)、建筑物防雷。

### 2 引用标准

GB 2900.1 电工名词术语 基本名词术语

GB 4208 外壳防护等级的分类

GB 4776 电气安全名词术语

GB 6829 漏电电流动作保护器(剩余电流动作保护器)

GB 7251 低压成套开关设备

GB 8898 电网电源供电的家用和类似一般用途的电子及有关设备的安全要求

GB 13028 隔离变压器和安全隔离变压器 技术要求

### 3 术语

除下列术语外,本标准使用的术语引自 GB 4776。

#### 3.1 电击(触电) electric shock

电流通过人体或牲畜体而引起的病理生理效应。

#### 3.2 电气设备 electrical equipment

发电、变电、输电、配电或用电的任何项目或产品,诸如电机、变压器、电器、测量仪表、保护电器、布线系统的设备和电气用具。

#### 3.3 电气装置 electrical installation

为实现一个或若干特定目的且具有互相协调特性的电气设备组合。

#### 3.4 直接接触 direct contact

人或牲畜与带电部分的接触。

#### 3.5 间接接触 indirect contact

人或牲畜与故障情况下变为带电的外露可导电部分的接触。

#### 3.6 外部可导电部分 extraneous conductive part

---

国家技术监督局 1993-12-29 批准

1994-10-01 实施

不是电气装置组成部分且易引入电位(通常是地电位)的导电部分。

#### 4 电击防护的一般要求

采用 5、6、7 各章所述的相应措施,即达到了电击防护的目的。

电击防护可应用于整个装置。也可应用于装置的一部分或某一设备。

如果防护措施的某些条件不能满足,则必须采取补充措施保证不降低其安全水平。

本标准所述各种防护措施的先后次序,并不说明它们之间的相对重要性。

#### 5 直接接触及间接接触两者兼有的防护

##### 5.1 特低电压(ELV)的防护;SELV 和 PELV

###### 5.1.1 完全满足下列条件时,可认为提供了电击防护。

- a. 标称电压不超过交流 50 V,直流 120 V;

注:① 本标准所涉及交流值均为方均根值,直流值均为无纹波值。

② 无纹波直流是指纹波含量的有效值不大于 10% 的直流电。例如对于标称电压为 120 V 的直流无纹波系统,其最大峰值不超过 137 V。

- b. 由 5.1.2 条所规定的电源供电;

- c. 满足 5.1.3 全部条件且 SELV 还应满足 5.1.4 条规定;PELV 还应满足 5.1.5 条的规定。

注:① 如果系统由其它设备,如自耦变压器、分压器、半导体设备等比它高的电压供电,则认为输出回路是输入回路的延伸,必须采用适用于输入回路的防护措施进行防护。

② 在某些外界影响下,可规定更低的电压限值。

###### 5.1.2 SELV 和 PELV 的电源

###### 5.1.2.1 符合 GB 13028 要求的安全隔离变压器。

###### 5.1.2.2 安全等级相当于安全隔离变压器的电源(如具有等效隔离绕组的电动发电机)。

###### 5.1.2.3 电化电源(如蓄电池)或与电压较高回路无关的其它电源(如柴油发电机)。

###### 5.1.2.4 符合相应标准的某些电子设备,这些电子设备已经采取了措施,以保证即使发生内部故障,引出端子的电压也不超过 5.1.1 条规定的值。在直接接触或间接接触情况下,如果引出端子上的电压立即降至不大于 5.1.1 条中的值,则允许引出端子上出现大于 5.1.1 条规定的电压。

注:① 这类设备包括绝缘测试设备。

② 如果设备的输出端电压高于 5.1.1 条的规定,但当用内阻至少为 3 000  $\Omega$  的电压表进行测量时,所测得的电压在 5.1.1 条的限值以内,则仍认为该设备符合本条要求。

###### 5.1.2.5 安全隔离变压器或电动发电机等移动式安全电源的选择和安装,必须达到 II 类设备或与 II 类设备等效的绝缘(见 7.2 条)。

###### 5.1.3 回路的配置

###### 5.1.3.1 SELV 和 PELV 回路的带电部分互相之间及与其它回路之间必须实行电气隔离,其电气隔离水平不得低于安全隔离变压器输入与输出回路之间的电气隔离水平。

注:① 本条规定不排除 PELV 回路接地(见 5.1.5 条)。

② 特别是象继电器、接触器、辅助开关一类的电气设备必须严格遵守本条规定。

###### 5.1.3.2 SELV 和 PELV 系统的回路导线必须与其它任何回路的导线物理上隔离。当本要求不能满足时,则要求采用如下措施之一:

- a. SELV 和 PELV 回路导线除应具有基本绝缘,还必须装在封闭的非金属护套内;

- b. 电压不同的回路的导线必须以接地的金属屏蔽层或接地的金属护套分隔开;

注:做上述处理时,任一导线的基本绝缘仅需满足导线所在回路的电压。

- c. 电压不同的回路可以包含在一根多芯电缆或其它成组的导线内,但 SELV 和 PELV 回路的导线应单独地或集中地绝缘起来,其绝缘水平应按其中的最高电压考虑。

### 5.1.3.3 SELV 和 PELV 系统的插头及插座必须满足如下要求:

- a. 插头必须不可能插入其它电压系统的插座内;
- b. 插座必须不可能被其它电压系统的插头插入;
- c. 插座不得设置保护线触头。

### 5.1.4 SELV 回路的要求

#### 5.1.4.1 SELV 回路的带电部分严禁与大地或与其它回路的带电部分及保护导体相连接。

#### 5.1.4.2 外露可导电部分不允许有意地与下列部分之一连接:

- a. 大地;
- b. 其它回路的保护导体和外露可导电部分;
- c. 外部可导电部分。除非因电气设备功能的要求与外部可导电部分进行连接,且这种连接不会引入高于 5.1.1 条规定的电压。

如果 SELV 的外露可导电部分容易有意或无意地触及其它回路的外露可导电部分,则电击防护不得再单独依靠 SELV 来实现,还要依靠易触及的其它回路的外露可导电部分采取的电击防护措施来实现。

#### 5.1.4.3 如果标称电压超过交流 25 V 或直流 60 V,应由以下措施来实现直接接触防护。

- a. 使用防护等级至少为 IPXXB 的遮栏或外护物;
- b. 绝缘能耐受交流 500 V 试验电压,历时 1 min。

如果标称电压不超过交流 25 V 或直流 60 V,一般不需要直接接触防护。然而,在某些外界影响下,可能要求这种防护。

### 5.1.5 PELV 回路的要求

当回路接地,或不要求实现 5.1.4 条的规定时,必须满足 5.1.5.1 和 5.1.5.2 条的要求。

#### 5.1.5.1 直接接触防护必须由如下措施之一来实现:

- a. 使用防护等级至少为 IPXXB 的遮栏或外护物。
- b. 绝缘能耐受交流 500 V 的电压。历时 1 min。

#### 5.1.5.2 如果设备在等电位联结有效区域内且标称电压不超过下述值时,不需设置 5.1.5.1 条规定的直接接触防护。

- a. 设备通常只在干燥情况下使用,且带电部分不和人体大面积接触时,交流 25 V 或直流 60 V;
- b. 其它任何情况下,交流 6 V 或直流 15 V。

注:可在电源内与地作适当的连接以实现回路的接地。

## 5.2 限制放电能量的防护(在考虑中)

## 5.3 FELV 系统的防护

### 5.3.1 一般要求

由于功能上的原因,使用了标称电压不超过交流 50 V,直流 120 V,但 5.1 条有关 SELV 或 PELV 的所有要求不能完全满足,及没有必要使用 SELV 或 PELV 时,则必须采用 5.3.2 和 5.3.3 条所规定的补充措施,以保证直接接触及间接接触的防护。这种防护措施的组合称为 FELV。

注:例如,回路包含的设备(诸如变压器、继电器、遥控开关、接触器)与电压比它高的回路之间无足够绝缘时,应采用功能特低电压系统。

### 5.3.2 直接接触防护

直接接触防护必须由以下措施之一来实现:

- a. 使用 6.2 条规定的遮栏或外护物;
- b. 使用与一次回路要求的最小试验电压相当的绝缘。

如果 FELV 回路中设备的绝缘不能耐受一次回路所要求的试验电压,则设备的可触及的非导电部分的绝缘水平,必须在安装期间予以加强,使其能够耐受交流 1 500 V,历时 1 min 的试验电压。

### 5.3.3 间接接触防护

间接接触防护必须由以下措施之一来实现：

a. 如果一次回路采用了 7.1 条所规定的自动切断供电的一种防护方式，则可将 FELV 回路的外露可导电部分与该一次回路的保护导体连接，此时 FELV 回路中的带电导体不排除与该一次回路的保护线相连接。

b. 当一次回路采用 7.5 条规定的电气隔离防护时，可将 FELV 回路设备的外露可导电部分与该一次回路的不接地的等电位联结线连接。

### 5.3.4 插头和插座

FELV 系统用的插头和插座应符合下述要求：插头不可能插入其它电压系统的插座，插座不得被其它电压系统的插头插入。

## 6 直接接触防护

直接接触防护也称正常工作时的电击防护或基本防护。

### 6.1 用绝缘的防护

绝缘用来防止与带电部分有任何接触。

带电部分必须全部用绝缘覆盖，绝缘覆盖层应只有采取破坏性手段才能除去。

电气设备的绝缘必须符合该设备的有关标准。没有标准规定的设备，其绝缘必须能长期耐受在运行中可能受到的机械、化学、电气及热的影响。一般不能将油漆、清漆、喷漆及其它类似物料单独地用作直接接触防护。

注：在设施安装过程中使用的绝缘，其质量应能通过有关试验。这些试验应与制造类似设备所进行的绝缘试验相当。

### 6.2 用遮栏和外护物的防护

遮栏和外护物用来防止与带电部分有任何接触。

6.2.1 带电部分必须装设在防护等级至少为 IPXXB 的遮栏后面或外护物里面。当更换灯座、插座或熔断器等部件期间出现大于  $\phi 12$  mm 的孔洞时，及根据设备的有关要求设置大于  $\phi 12$  mm 的孔洞才能正确操作时，必须采取适当措施以防止人、家畜无意识地触及带电部分，应确保人们认识到伸入孔洞会发生电击危险。

6.2.2 容易被触及的遮栏或外护物的水平顶面的防护等级必须至少达到 IPXXD。

6.2.3 遮栏和外护物必须固定在规定的位置上，并且有足够的稳定性和持久性，以保证所要求的防护等级，并在正常工作条件下（计及有关的外界影响）与带电部分保持适当的距离。

6.2.4 只有满足下列条件之一时，才能移动遮栏和打开外护物或拆卸外护物的部件。

6.2.4.1 使用钥匙或工具；

6.2.4.2 将遮栏或外护物所防护的带电部分的电源切断后，只有当遮栏或外护物复位后才可能恢复供电；

6.2.4.3 具有防止触及带电部分的中间遮栏。这种遮栏的防护等级至少为 IPXXB，只有用钥匙或工具才能移开。

### 6.3 用阻挡物的防护

阻挡物用来防止无意触及带电部分，但不能防止故意绕过阻挡物而有意地触及带电部分。

6.3.1 阻挡物必须能防止以下两种情况的发生：

a. 身体无意识地接近带电部分；

b. 设备正常运行中无意识地触及带电部分。

6.3.2 阻挡物可以不用钥匙或工具拆除，但必须固定得不致被无意识移动。

### 6.4 置于伸臂范围以外的防护

置于伸臂范围以外的防护只用于避免无意地触及带电部分。

6.4.1 严禁在伸臂范围以内存在可同时触及的电位不同的部分。如果两个带电部分相距不超过2.5 m,则可以认为是能同时触及的(见图1)。

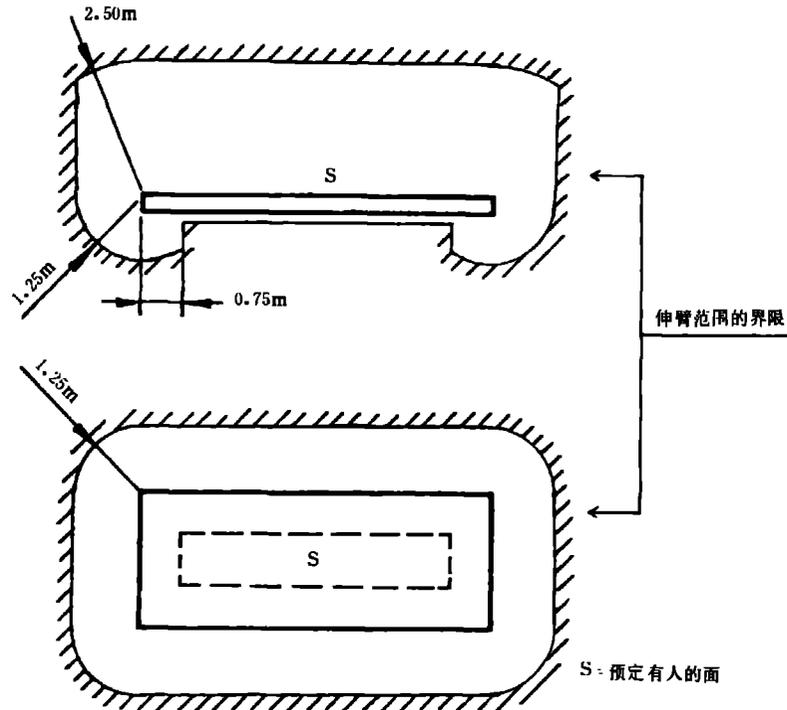


图1 伸臂范围

6.4.2 如果用一个防护等级低于IPXXB的阻挡物(如:栏杆、网筛)在水平方向对通常有人的位置进行限制,伸臂范围须从阻挡物算起。在头顶上方,不考虑防护等级低于IPXXB的中间阻挡物,伸臂范围2.5 m应从S算起。

注:伸臂范围指赤手直接接触的活动范围(无工具或梯子)。

6.4.3 在需手持大或长的导电物件的地方,计算6.4.1条和6.4.2条所涉及的伸臂范围时必须计及导电物件的尺寸。

6.5 用剩余电流动作保护器作为附加防护

采用剩余电流动作保护器是为了加强直接接触防护所采取的附加措施。

6.5.1 在正常运行中采用额定剩余动作电流不超过30 mA的剩余电流动作保护器可作为其它保护措施失效时或使用疏忽时的附加防护。

6.5.2 剩余电流动作保护器不能作为单独的直接接触防护手段。

## 7 间接接触防护

### 7.1 自动切断供电的防护

在故障情况下,当接触电压及其持续时间导致对人体产生危险的病理生理反应时,应自动切断供电。

本防护措施需做到系统接地型式(见GB 4776)、保护导体和保护电器性能的协调。

#### 7.1.1 基本措施

注:7.1.3至7.1.5条给定的系统接地型式符合7.1.1和7.1.2条的规定。

##### 7.1.1.1 供电的切断

当回路或设备发生带电导体与外露可导电部分或保护导体之间的故障时,防间接接触的保护电器必须自动切断该回路或设备的供电,以防止人体同时触及的可导电部分之间的预期接触电压值。交流超过 50 V、无纹波直流超过 120 V 时,不能持续到对人体产生有害和危险的病理生理反应的时间。

注:交流预期接触电压与最长切断时间的关系见附录 A。

在某些情况下按系统接地型式(见 7.1.3.5 条),可不考虑接触电压是多少,而将切断时间放宽到不大于 5 s。

注:①在发配电系统内允许切断时间和电压大于本条所要求的数值。

②对于一些特殊场所或设施,可能要求更低的预期接触电压或更短的切断时间。

③对于 IT 系统,当出现第一次接地故障时通常不要求自动切断供电(见 7.1.5 条)。

④本条规定适用于 15~1 000 Hz 的交流和无纹波直流电源。

⑤术语“无纹波”的含义见第 5.1.1 条注。

### 7.1.1.2 接地

外露可导电部分应按其系统接地型式与保护导体相连接。

可同时触及的外露可导电部分应单独地、成组地或共同地接至同一个接地系统。

对接地装置和保护导体的要求见 IEC 364-5-54《建筑物电气装置 电气设备的选择和安装 接地装置和保护导体》。

## 7.1.2 等电位联结

### 7.1.2.1 主等电位联结

每个建筑物中的下述可导电部分必须与主等电位联结导体连接:

- a. 主保护导体(保护干线);
- b. 主接地导体或主接地端子;
- c. 建筑物内公用管道,如煤气管、水管;
- d. 可以利用的建筑金属结构件,集中采暖和空调系统的金属构件。

来自建筑物外的可导电部分应在其户内紧靠入口处实行联结。

与电信电缆实行等电位联结必须连接到其金属护套上,但要得到主管部门的同意。

主等电位联结导体必须符合 IEC 364-5-54 的规定。

### 7.1.2.2 辅助等电位联结

如果在一个装置内或装置的一个部分内,第 7.1.1.1 条规定的自动切断条件不能满足,则应按 7.1.6 条规定实施辅助等电位联结。

注:①采取辅助等电位联结不排除因防火、防设备过热等原因所需的自动切断供电的必要性。

②辅助等电位联结可以在全部装置,装置的一部分,一套设备或一个场所内实施。

③对于某些特殊场所,可能需要补充一些条件。

## 7.1.3 TN 系统的防护

7.1.3.1 所有外露可导电部分都必须通过保护导体与电源系统接地点连接。保护导体必须在装置的每台变压器或发电机附近接地。

电源系统可接地点通常就是中性点。如果没有中性点或中性点不可能引出,则可将一根相线在变电站接地。但在任何情况下,不允许将该相线用作 PEN 线(见 7.1.3.2 条)。

注:①如果存在其它有效接地体,保护导体宜与其相连接。为了保证保护导体在故障条件下尽可能接近地电位,应增加附加接地点,并均匀分布。

在诸如高层的大型建筑物中,保护线的附加接地可能不易实现。此时,保护导体和外部可导电部分之间的等电位联结,有与增加附加接地点类似的功效。

②鉴于同样理由,保护导体应在进入建筑物或房屋处接地。

7.1.3.2 在固定装置中,满足下“注”要求的单根导体,可用作主保护中性导体(PEN 导体)。

注:对 PEN 导体要求如下:

- ① 给固定装置供电的电源回路,其 PEN 导体铜芯截面积不小于 10 mm<sup>2</sup>,铝芯截面积不小于 16 mm<sup>2</sup>。如采用同心中性线电缆,将外包的中性线用作 PEN 线,且在电缆全长内 PEN 线采用了双接头,则 PEN 线最小截面可为 4 mm<sup>2</sup>;
- ② 不得用剩余电流动作保护器保护有 PEN 导体的回路。  
过电流动作保护器时,必须保证在切断相导体的同时切断 PEN 导体。
- ③ PEN 导体必须按可能遭受的最高电压实行绝缘。  
成套开关设备和控制设备内部的 PEN 导体不需要绝缘起来。
- ④ 如果从装置的任何一点起,PEN 导体被分开为中性导体和保护导体,则从该点起不允许将这些导线互相连接。在分开点,必须分别配置供保护导体和中性导体接线用的端子或母线。

7.1.3.3 保护电器(见 7.1.3.8)特性和回路阻抗的选择必须使得:当装置内任何地方的相线与保护导体,外露可导电部分之间发生阻抗可忽略的故障时,将在规定的时间内自动切断其供电。下述条件可满足此要求:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:  $Z_s$ ——包括电源内阻、电源到故障点之间的带电导体及故障点到电源之间的保护导体在内的故障回路阻抗,Ω;  
 $I_a$ ——保证保护电器按表 1 或第 7.1.3.5 条规定的时间内自动切断供电的动作电流,A;  
 $U_0$ ——对地标称电压,V。

7.1.3.4 表 1 规定的最长切断时间可认为满足了通过插座或不通过插座直接向 I 类手持式或便携式设备供电的末端回路的切断供电的要求(见 7.1.1.1 条)。

表 1 TN 系统的最长切断时间

标称对地电压 $U_0$ ,V	最长切断时间 $t$ ,s
110(120)	0.8
220(230)	0.4
(277)	0.4
380(400)	0.2
>380(>400)	0.1

- 注: ① 括号中的电压值为 IEC 38 规定的值。
- ② IEC 38 所述电压偏差范围内的电压其切断时间按标称电压考虑选用。
- ③ 对二级之间的电压,使用表中相应较高一级电压对应的切断时间。

7.1.3.5 下列回路的切断时间允许超过表 1 的规定,但不得超过 5 s:

- a. 配电回路;
- b. 只给固定设备供电的末端回路,在给该回路供电的配电盘上没有第 7.1.3.4 条所述的末端回路;
- c. 只给固定设备供电的末端回路,在给该回路供电的配电盘上接有按表 1 规定的切断时间进行切断的第 7.1.3.4 条所述的末端回路,但已满足以下条件之一:

配电盘与主等电位联结的接点之间的保护导体阻抗不超过  $(\frac{50}{U_0} Z_s)$  欧姆,或

在配电盘处作等电位联结。联结范围包括与主等电位联结相同的外部可导电部分,它应符合 7.1.2.1 条规定的对主等电位联结的要求。

注: 见 7.1.3.9 条注。

7.1.3.6 如果采用过电流保护器不能满足第 7.1.3.3、7.1.3.4 和 7.1.3.5 条时,可按第 7.1.2.2 和

7.1.6 条实行辅助等电位联结,也可以采用剩余电流保护器实行保护。

7.1.3.7 在可能发生相线与地直接短接时(例如架空线系统),为使保护导体及与之相连接的外露可导电部分的对地电压不超过 50 V 的约定电压极限,必须满足以下条件:

$$\frac{R_B}{R_E} \leq \frac{50}{U_0 - 50} \dots\dots\dots(2)$$

式中:  $R_B$ ——所有接地极的并联接地电阻,Ω;

$R_E$ ——没有与保护导体连接的外部可导电部分(相对地故障可能通过它发生)的最小对地接触电阻值,Ω;

$U_0$ ——对地标称电压,V。

7.1.3.8 TN 系统可采用如下保护电器:

- a. 过电流动作保护器;
- b. 剩余电流动作保护器。

在 TN-C 系统中,不得使用剩余电流动作保护器。

TN-C-S 系统使用剩余电流动作保护器时,PEN 导体不得用在其负荷端,保护导体与 PEN 导体的连接应在剩余电流动作保护器电源侧进行。

7.1.3.9 在主等电位联结影响区之外,当采用剩余电流动作保护器作自动切断供电时,外露可导电部分不得与 TN 系统的保护导体相连接,而必须将它们接到一个电阻值与该保护器的动作电流相适应的接地极,受这种方式保护的回路被视为 TT 系统,应符合 7.1.4 条。

注:主等电位联结作用区外的地方还可采取以下保护措施:

- a. 由隔离变压器供电。
- b. 采用附加绝缘(见 7.2 条)。

7.1.4 TT 系统的防护

7.1.4.1 受同一保护电器保护的装置和设备的所有外露可导电部分必须用保护导体连接在一起,并接至共用的接地极上,当几个保护电器串联使用时,受每个保护电器保护的那部分外露可导电部分则应用保护导体连接在一起,分别接至各自的接地极上。

电源系统的中性点必须接地,若没有中性点,则每台发电机或变压器必须有一根相线接地。

7.1.4.2 系统应满足如下条件:

$$R_A \cdot I_a \leq 50 \text{ V} \dots\dots\dots(3)$$

式中:  $R_A$ ——外露可导电部分的保护导体及其接地极的电阻和,Ω;

$I_a$ ——使保护电器自动切断的电流,A。

当采用剩余电流动作保护器时, $I_a$  为额定剩余动作电流  $I_{\Delta n}$ 。

S-型剩余电流动作保护器可与普通型剩余电流动作保护器串联使用。在配电回路中,为保证保护电器的选择性,允许 S-型剩余电流动作保护器在 1 s 内动作。

当采用具有反时限特性的过电流动作保护器时, $I_a$  为保证在 5 s 内自动切断的动作电流。

当采用具有瞬时跳闸特性的过电流动作保护器时, $I_a$  为保证瞬时跳闸的最小电流。

7.1.4.3 当第 7.1.4.2 条不能满足时,需采取 7.1.2.2 和 7.1.6 条规定的辅助等电位联结。

7.1.4.4 TT 系统可以采用以下保护电器:

- a. 剩余电流动作保护器;
- b. 过电流动作保护器(只应用于  $R_A$  值非常低的 TT 系统)。

## 7.1.5 TT 系统的防护

7.1.5.1 电源系统与地绝缘或经足够高的阻抗接地。接地点通常是中性点或人工中性点。如果零序阻抗足够高,人工中性点可直接接地。无中性点时,可将一根相线通过阻抗接地。在发生相对外露可导电部分或对地的单一故障时,故障电流甚小,在满足 7.1.5.3 条时,切断供电并非必要,这时必须采取措施,以避免同时发生双故障时,人体同时触及不同的导电部分,导致人体产生危险的病理生理反应。

## 7.1.5.2 装置的带电导体不得直接接地。

注:为了抑制过电压或衰减电压振荡,必要时可通过阻抗或人工中性点接地,采取这种措施时,其技术特性应满足装置要求。

## 7.1.5.3 外露可导电部分应单独地、成组地或集中地接地。

注:在诸如高层的大型建筑物中,保护导体实际上不可能直接与接地极相连接。这时,外露可导电部分的接地可以通过在保护导体、外露可导电部分和外部可导电部分的联结来实现。

必须满足以下条件:

$$R_A \cdot I_d \leq 50 \text{ V} \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:  $R_A$ ——外露可导电部分的接地电阻,  $\Omega$ ;

$I_d$ ——相线与外露可导电部分之间出现阻抗可忽略不计的第一次故障时的故障电流, A。  $I_d$  值考虑了电气装置的泄漏电流和总接地电阻的影响。

7.1.5.4 如果装设绝缘监视器用于监测带电部分与外露可导电部分或大地间的第一次故障,该设备必须能发出声和(或)光信号。

注:① 应在尽可能短的时间内消除第一次故障。

② 除间接接触防护外,由于其它理由也可能设置绝缘监视器。

7.1.5.5 在发生第一次故障后又发生第二次故障时的切断供电的保护条件取决于下述外露可导电部分与保护导体的连接情况:

a. 当外露可导电部分单独或成组地接地时,应按 7.1.4 条 TT 系统确定,但 7.1.4.1 第二段除外。

b. 当外露可导电部分用保护导体互相连接在一起,并集中地接地时,保护条件按 TN 系统确定,并应执行第 7.1.5.6 条的规定。

7.1.5.6 当 IT 系统未配出中性导体时,必须满足以下条件:

$$Z_s \leq \frac{\sqrt{3}U_0}{2I_a} \quad \dots\dots\dots(5)$$

当配出中性导体时,则必须满足以下条件:

$$Z_s' \leq \frac{U_0}{2I_a} \quad \dots\dots\dots(6)$$

式(5)和(6)中:  $U_0$ ——相线与中性线之间的标称电压交流值, V;

$Z_s$ ——包括相导体和保护导体在内的故障回路阻抗,  $\Omega$ ;

$Z_s'$ ——包括中性导体和保护导体在内的故障回路阻抗,  $\Omega$ ;

$I_a$ ——切断时间符合表 2 规定所需要的保护电器动作电流。对于其它回路,允许在 5 s 内切断(见 7.1.3.5 条)。

表 2 IT 系统在第二次故障时的最长切断时间

装置的标称电压, V	切断时间, s	
	未配出中性线	配出中性线
(120—240)	0.8	5
220/380(230—400)	0.4	0.8
380/660(400—690)	0.2	0.4
(580—1 000)	0.1	0.2

注：① 括号中的电压值为 IEC 38 规定的值。  
 ② IEC 38 所述电压偏差范围内的电压，其切断时间按标称电压考虑选用。  
 ③ 对两级之间的电压，使用表中相应较高一级电压对应的切断时间。

7.1.5.7 IT 系统可以采用以下监视器和保护电器：

- a. 绝缘监视器；
- b. 过电流动作保护器；
- c. 剩余电流动作保护器。

7.1.6 辅助等电位联结

7.1.6.1 辅助等电位联结应包括所有可同时触及的固定式设备的外露可导电部分和外部可导电部分。如果可能，还应包括钢筋混凝土结构中的主钢筋。等电位联结系统必须与包括插座的保护导体在内的所有保护导体相连接。

7.1.6.2 如对辅助等电位联结的有效性有怀疑，必须证实同时可触及的外露可导电部分和外部可导电部分之间的电阻  $R$  满足如下条件：

$$R \leq \frac{50}{I_a} \dots\dots\dots (7)$$

式中： $I_a$ ——保护电器的动作电流。对剩余电流动作保护器来说是额定剩余动作电流  $I_{\Delta n}$ ；对过电流动作保护器来说为 5 s 以内动作的电流。

7.2 用 I 类设备或用与之等效的绝缘的防护

本措施用以防止电气设备的可触及部分在基本绝缘发生故障时出现危险电压。

7.2.1 必须按第 7.2.1.1 条至 7.2.1.3 条之一的规定实现防护。

7.2.1.1 选用按有关标准进行了型式试验和标记的下列电气设备：

- a. 具有双重或加强绝缘的电气设备 (I 类设备)；
- b. 工厂组装的具有总体绝缘的成套电气设备 (见 IEC 439)。

该类设备应用符号  加以识别。

7.2.1.2 对只有基本绝缘的设备 (O 类设备) 在安装时增设附加绝缘。增设附加绝缘后提供的安全等级应相当于第 7.2.1.1 条规定，并应符合第 7.2.2 至 7.2.6 条的规定。

注：在外护物外面和里面的明显位置应以符号  加以标记。

7.2.1.3 对于没有绝缘的带电部分，在电气安装时实行加强绝缘。这种绝缘提供的安全等级应符合第 7.2.1.1 条规定并应符合第 7.2.2 至 7.2.6 条规定。

这种绝缘只可用于由于结构特点不能使用双重绝缘的场合。

注：在外护物外面和里面的明显位置应以符号  加以标记。

7.2.2 准备投入运行的电气设备中，只用基本绝缘与带电部分隔开的所有可导电部分都必须置于绝缘外护物内，其防护等级至少要达到 IPXXB。

### 7.2.3 绝缘外护物必须能承受可能发生的机械、电动或热应力。

油漆、瓷漆、普通纸、棉织物及类似材料的覆盖层不能作为外护物的保护性绝缘层。如果有关标准允许使用,且按有关试验条件进行了试验的绝缘覆盖层,当通过了外护物型式试验时,不排除将该覆盖层用作绝缘外护物。

注:对爬电距离和电气间隙的要求见 IEC 664。

7.2.4 如果绝缘外护物未经预先试验,且对其有效性有疑问时,则必须按有关标准的规定作电气强度试验。

7.2.5 绝缘外护物不得被可能引入电位的可导电部分穿越。绝缘外护物上带的任何绝缘材料制成的螺栓,如用金属件替代会损害外护物所提供的绝缘,则该绝缘材料螺栓不得使用。

注:绝缘外护物必须被机械接头或连接器穿越时(例如内装式设备的操作手柄),其配置方式应无损于故障情况下的电击防护。

7.2.6 在不用钥匙或工具就能打开绝缘外护物的盖或门的地方,在盖或门打开时,所有能触及的可导电部分都应设在防护等级不低于 IPXXB 的绝缘遮栏后面,以防人员无意识地触及那些部分。该绝缘遮栏只有用工具才能移动。

7.2.7 在绝缘外护物里面的可导电部分不得与保护导体连接,对于需要穿过外护物用作另项电气设备(这些设备的回路也通过该外护物)的保护导体也应为其连接采取措施。外护物里面的任何这种导体及其端子必须视为带电部分而绝缘起来。端子必须适当标志。

除有关设备的技术规范中有规定外,外露可导电部分不得与保护导体连接。

7.2.8 外护物不得对采用本防护措施的设备的运行有不利影响。

7.2.9 7.2.1.1 条所述的设备的安装(固定、导线连接等)不得破坏设备本身所具备的防护等级。

### 7.3 用非导电场所的防护

本防护措施用以防止带电部分的基本绝缘失效后,同时触及可能处于不同电位的那些部分。0 类设备可以在满足以下条件时使用。

7.3.1 如果以下部分在带电部分的基本绝缘失效后可能带有不同电位,则外露可导电部分必须配置在使人员在正常情况下不会同时触及的位置。

- a. 二个外露可导电部分,或
- b. 一个外露可导电部分和任一外部可导电部分。

7.3.2 非导电场所中不得有保护导体。

7.3.3 如果场所内地板和墙是绝缘的,并且采用以下一种或几种布置,就满足了 7.3.1 条的要求。

- a. 相应地拉开外露可导电部分之间。外部可导电部分与外露可导电部分之间的距离。间距不应小于 2 m,在伸臂范围以外,该距离可缩短至 1.25 m;
- b. 在外露可导电部分与外部可导电部分之间设置有效的阻挡物。阻挡物与被阻挡物之间的距离不应小于 1.25 m。这种阻挡物不得接地或与外部可导电部分连接。它们应尽可能用绝缘材料制作;
- c. 将外部可导电部分绝缘起来。绝缘必须具有足够的机械强度,并能耐受至少 2 000 V 试验电压。在正常使用情况下,其泄漏电流不得超过 1 mA。

7.3.4 在规定的条件下(见附录 B)绝缘地板和墙的每一测量点的电阻不得小于以下值:

- a. 50 k $\Omega$ ,适用于标称电压不超过 500 V 的电气设施,或
- b. 100 k $\Omega$ ,适用于标称电压超过 500 V 的电气设施。

按电击防护要求,当任一点的电阻值小于上述值时,该地板和墙可视为外部可导电部分。

7.3.5 设备和部件的布置必须是永久的,并且不得有失效的可能。在预计使用便携式或移动式设备的地方,也必须保证有非导电场所的防护。

注:①对于管理水平较差的设施,若引入诸如便携式、移动式 I 类设备或类似金属水管这样的其它可导电部分而不进行防护,则会使 7.3.5 条的规定失效。因此必须对非导电场所进行有效管理。

② 应保证地板和墙的绝缘不会受潮。

7.3.6 必须采取措施以防止通过外部可导电部分使该场所之外出现电位。

7.4 用不接地的局部等电位联结的防护

不接地的局部等电位联结用来防止出现危险的接触电压。

7.4.1 等电位联结导体必须将所有能同时触及的外露可导电部分及外部可导电部分互相连接。

7.4.2 局部等电位联结系统不得直接通过外露可导电部分或通过外部可导电部分与大地有电气接触。

注：在本要求得不到满足的地方，应采用自动切断供电的防护（见 7.1 条）。

7.4.3 必须采取预防措施以保证人出入等电位场所时，不会有危险的电位差。特别要保证人在出入与不接地的等电位联结系统联结的，并与大地绝缘的可导电地板时，不会出现危险的电位差。

7.5 用电气隔离的防护

将某回路实行电气隔离是为了防止因触及那些在回路的基本绝缘出现故障而可能带电的外露可导电部分时，产生电击电流。

7.5.1 必须遵守 7.5.1.1 至 7.5.1.5 条的所有要求来保证电气隔离防护。并且：

当电源仅向一台电气设备供电时，应遵守 7.5.2 条规定；

当同时向多台电气设备供电时，应遵守 7.5.3 条规定。

以伏计的回路标称电压和以米计的布线长度之乘积不应超过 100 000，此时布线系统的长度不应超过 500 m。

7.5.1.1 回路必须由隔离的电源供电，它们是：

a. 隔离变压器（见 GB 13028）；

b. 安全等级相当于上述隔离变压器的电流源，例如绕组间具有等效隔离的电动发电机组。

注：能耐受特别高的试验电压可视为已保证了必要的隔离等级移动式的供电电源的选择或安装必须符合 7.2 条要求。

固定式供电电源必须符合以下两条规定之一：

a. 其选择和安装符合 7.2 条要求；

b. 其输出是与输入及外护物隔离的，其绝缘性能满足 7.2 条的绝缘要求。如果这种电源供电给几台设备，则这些设备的外露可导电部分不得与电源的金属外护物连接。

7.5.1.2 电气隔离回路的电压不得超过 500 V。

7.5.1.3 被隔离的回路，其带电部分不得与其它回路或大地有任何连接。

为了避免接地故障的危险，必须特别注意这些部分与大地间的绝缘，尤其是软电缆和软电线。

电气隔离的结构布置应保证不低于隔离变压器输入和输出之间的隔离水平。

注：像继电器、接触器、辅助开关之类的电气设备的带电部分与其它回路之间特别需要这种电气隔离。

7.5.1.4 软电缆和软电线中易受机械损伤的那些部分的全长度必须是可见的。

7.5.1.5 隔离的回路一般采用隔离的布线系统。假如隔离的回路和其它回路要采用同一布线系统时，则必须采用无金属外皮的多芯电缆，或将绝缘起来的导线敷设在绝缘的导管、管路或线槽中，这时这种电缆或导线的标称电压不应低于此线路中可能出现的最高电压，且每条回路都有过电流保护。

7.5.2 供电电源只向一台电气设备供电时，隔离回路的外露可导电部分不得与其它回路的保护导体或外露可导电部分连接。

注：如果隔离回路的外露可导电部分容易偶然地或故意地与其它回路的外露可导电部分接触，电击防护就不应仅依靠电气隔离而应依靠以其它回路外露可导电部分为条件的防护措施。

7.5.3 如果隔离的回路已经采取了防止损伤和绝缘失效的措施，并且满足了 7.5.3.1 至 7.5.3.4 条的所有要求，则符合 7.5.1.1 条的供电电源就可以给几台电气设备供电。

7.5.3.1 隔离回路的一些外露可导电部分必须用绝缘的不接地的等电位联结导体互相连接在一起。这种联结导体不得与其它回路的保护导体或外露可导电部分或任何外部可导电部分连接。

注：同第 7.5.2 条注。

7.5.3.2 所有插座都必须备有保护插套,保护插套须按 7.5.3.1 条要求与等电位联结系统连接。

7.5.3.3 所有软电缆都必须包含一根保护芯线作等电位联结导体用,但供电给 I 类设备的软电缆除外。

7.5.3.4 如果发生两个不同极性的导体同时与不同的两个外露可导电部分短接的双故障,则必须保证保护电器按 7.1 条规定的时间切断供电。

附录 A  
交流预期接触电压与最长切断时间的关系  
(参考件)

本附录引自 IEC TC 64 秘书处 557 号文件。适用于干燥的人体接触条件,即皮肤是干燥的,地面具有高电阻。

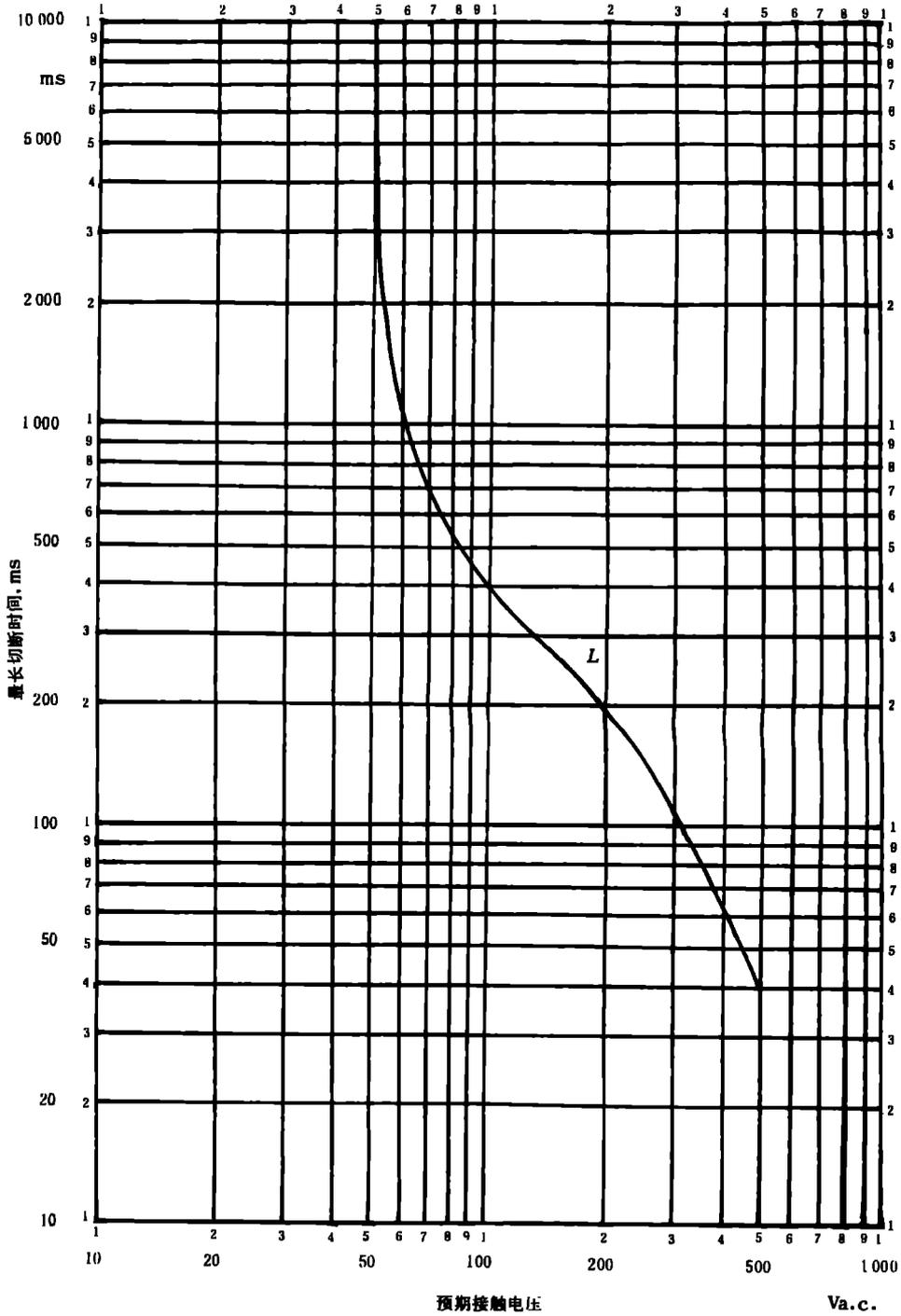


图 A1 交流预期接触电压与最长切断时间的关系

表 A1 交流预期接触电压  $U_c$ - 最长切断时间  $t$  的关系

预期接触电压 $U_c, V$	50	75	100	150	230	300	400	500
最长切断时间 $t, s$	5	0.60	0.40	0.28	0.17	0.12	0.08	0.04

## 附录 B

### 地板和墙的电阻测量

(参考件)

本附录引自 IEC 364-6-61(1986)《建筑物电气装置检验初验》。

**B1** 为符合 7.3 条对地板和墙的电阻限值要求,在同一场所必须至少进行三次测量,其中之一是距该场所任何够得着的外部可导电部分约 1 m 处。其它二次测量必须在较远距离处进行。

上述一系列测量必须在该场所的每一有关表面重复进行。

**B2** 地板和墙的电阻可采用如下方法测量:

#### B2.1 测量仪器

采用能提供约 500 V(设施标称电压大于 500 V 时为 1 000 V)空载电压的永磁式欧姆表或蓄电池的绝缘测试器作直流电源。

#### B2.2 测试电极

测试电极可为下列二种型式的任一种,有争议时,建议采用测试电极 1。

##### 测试电极 1

此电极包括一边长 250 mm 的正方形金属板和一挤去水分但仍潮湿的边长约 270 mm 的正方形吸水纸或吸水布,此纸或布置于金属板和被测表面之间。

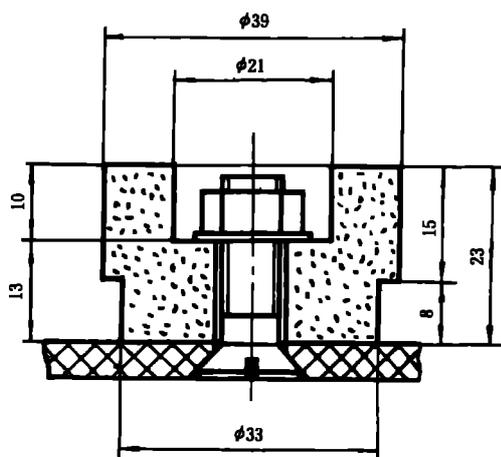
测量时,施加于金属板上的力对于地板和墙分别约为 750 N 和 250 N。

##### 测试电极 2(参见图 B1)

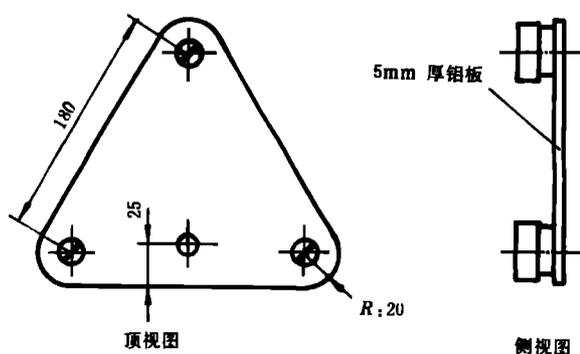
此电极包括一金属三脚座,其支于地板上的支脚形成等边三角形的三个顶点。每一支脚有一柔韧的底垫,以保证在加上负载时,与约 900 mm<sup>2</sup> 面积的被测表面接触,并形成 5 000  $\Omega$  以下的电阻。

在测量前,被测量表面应加以润湿或敷以湿布。测量时,施加一对于地板或墙分别约为 750 N 或 250 N 的力于三脚座上。

**B2.3** 电阻值在测试电极和设施的保护导体之间测量。测量应在作表面修饰(用清漆、油漆及类似涂料)以前进行。

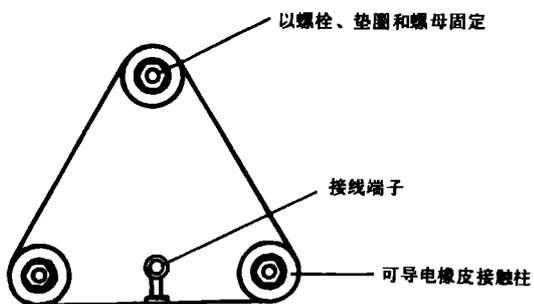


可导电橡皮接触柱断面图



顶视图

侧视图



底视图

图 B1 测试电极 2

**附加说明：**

本标准由中华人民共和国劳动部提出。

本标准由全国电气安全标准化技术委员会归口。

本标准由机电部机械标准化所负责起草。

本标准主要起草人李世林、郭汀、胡玲、王克娇、董连续、王文良、秦蓉庭。