

系统接地的型式及安全技术要求

GB 14050—93

Types and safety technical requirements of
system earthing

1 主题内容与适用范围

本标准规定了系统接地的型式及安全技术要求，其目的是保障人和设备的安全。

本标准适用于系统标称电压为交流220/380 V的电网。

2 术语

下列术语适用于本标准：

2.1 电气装置 electrical installation

为达到一个或几个特定目的的相关电气设备的组合，并且在特性上是相互配合的。

2.2 外露可导电部分 exposed conductive part

电气设备中的一种可导电部分，它能被人体所触及，在正常情况下不带电，但在故障情况下可能带电。

2.3 中性导体（符号N） neutral conductor

与系统中性点相连接并能起传输电能作用的导体。

2.4 保护导体（符号PE） protective conductor

某些电击防护措施所要求的用来与下列任一部分作电气连接的导体：

- 外露可导电部分；
- 装置外的可导电部分；
- 总接地端子或主接地导体；
- 接地极；
- 电源接地点或人工中性点。

2.5 保护中性导体（符号PEN） combined protective and neutral conductor PEN导体

具有中性导体和保护导体两种功能的接地导体。

注：缩写字母PEN是由保护导体符号PE和中性导体符号N组合而成的。

2.6 接触电压 touch voltage

绝缘损坏时，同时可触及部分之间出现的电压。

注：① 按惯例，此术语仅用在与间接接触保护有关的方面。

② 在某些情况下，接触电压值可能受到触及这些部分的人的阻抗的明显影响。

2.7 预期接触电压 prospective touch voltage

电气装置中发生阻抗可以忽略的故障时，可能出现的最高接触电压。

3 系统接地的型式

型式以拉丁文字作代号，其意义为：

第一个字母表示电源端与地的关系：

T——电源端有一点直接接地；

I——电源端所有带电部分不接地或有一点通过阻抗接地。

第二个字母表示电气装置的外露可导电部分与地的关系：

T——电气装置的外露可导电部分直接接地，此接地点在电气上独立于电源端的接地点；

N——电气装置的外露可导电部分与电源端接地点有直接电气连接。

短横线（-）后的字母用来表示中性导体与保护导体的组合情况：

S——中性导体和保护导体是分开的；

C——中性导体和保护导体是合一的。

系统接地有下述几种型式。

3.1 TN系统

电源端有一点直接接地，电气装置的外露可导电部分通过保护中性导体或保护导体连接到此接地点。

根据中性导体和保护导体的组合情况，TN系统的型式有以下三种：

- TN-S系统：整个系统的中性导体和保护导体是分开的。（见图1）
- TN-C系统：整个系统的中性导体和保护导体是合一的。（见图2）
- TN-C-S系统：系统中一部分线路的中性导体和保护导体是合一的。（见图3）

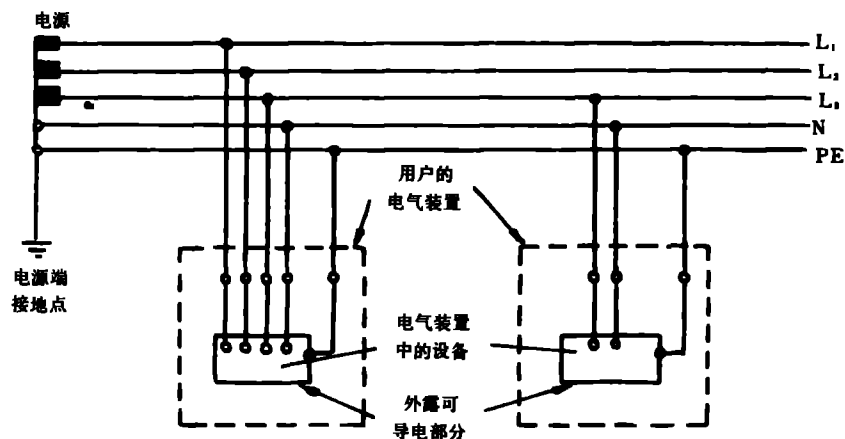


图1 TN-S系统

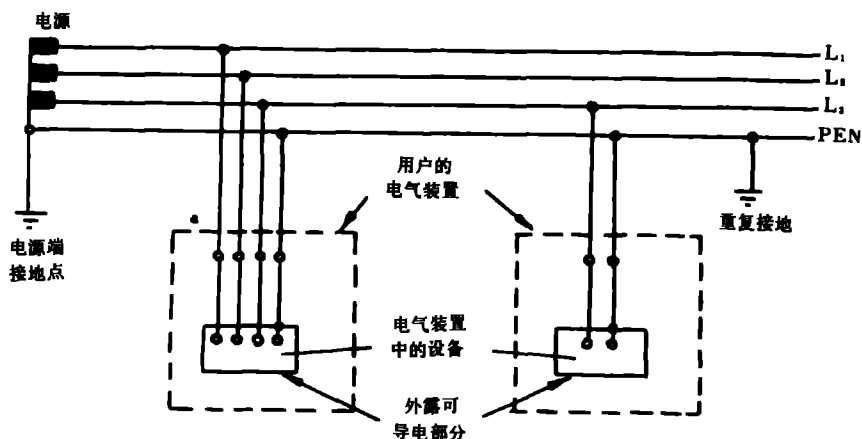


图2 TN-C系统

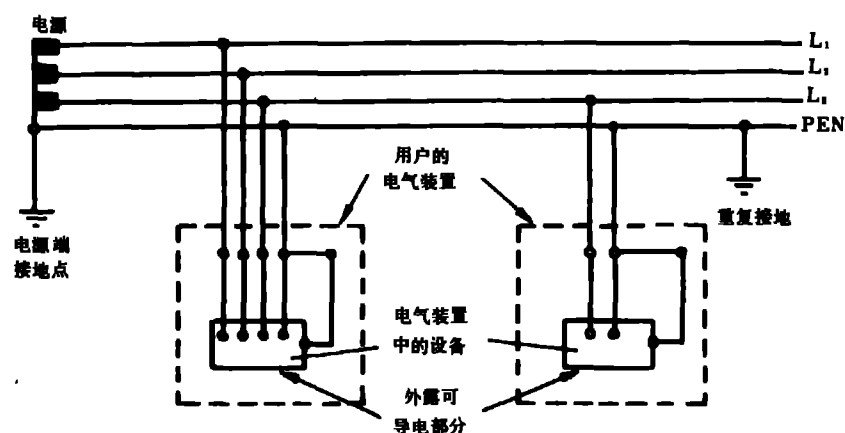


图 3 TN-C-S 系统

3.2 TT 系统

电源端有一点直接接地，电气装置的外露可导电部分直接接地，此接地点在电气上独立于电源端的接地点。（见图 4）

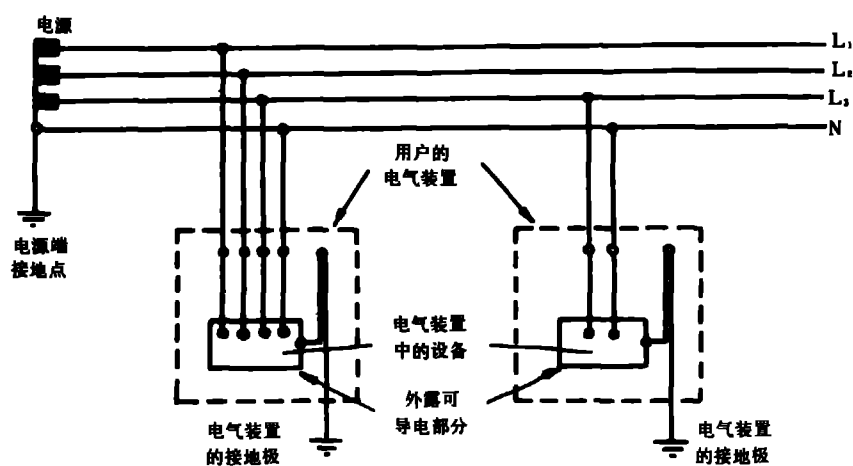


图 4 TT 系统

3.3 IT 系统

电源端的带电部分不接地或有一点通过阻抗接地，电气装置的外露可导电部分直接接地。（见图 5）

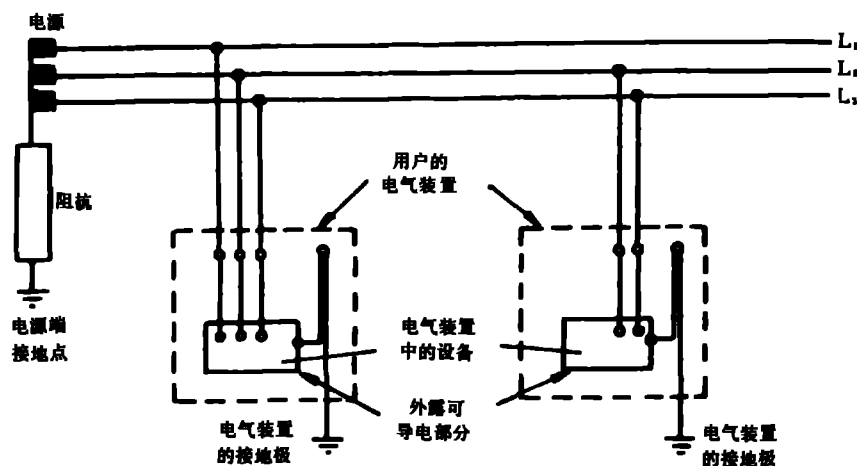


图 5 IT系统

4 对系统接地的安全技术要求

4.1 基本要求

4.1.1 系统接地为采用自动切断供电这一间接接触防护措施提供了必要的条件。为保证自动切断供电措施的可靠和有效，要求做到：

a. 当电气装置中发生了带电部分与外露可导电部分（或保护导体）之间的故障时，所配置的保护电器应能自动切断发生故障部分的供电，并保证不出现这样的情况：一个超过交流 50 V(有效值)的预期接触电压会持续存在到足以对人体产生危险的生理效应（在人体一旦触及它时）。

在与系统接地型式有关的某些情况下(如第 4.2.2 条中的 b)，不论接触电压大小，切断时间允许放宽到不超过 5 s。

注：对于 IT 系统，在发生第一次故障时，通常不要求自动切断供电，但必须由绝缘监视装置发出告警信号。

b. 电气装置中的外露可导电部分，都应通过保护导体或保护中性导体与接地极相连接，以保证故障回路的形成。

凡可被人体同时触及的外露可导电部分，应连接到同一接地系统。

4.1.2 系统中应尽量实施主等电位联结。

建筑物内的主等电位联结导体应与下列可导电部分互相连接：

- 主保护导体（保护线干线）；
- 主接地导体（接地线干线）或总接地端子；
- 建筑物内的公用金属管道和类似金属构件（如自来水管、煤气管等）；
- 建筑结构中的金属部分及集中采暖和空调系统。

来自建筑物外面的可导电体，应在建筑物内尽量靠近入口之处与等电位联结导体连接。

4.1.3 在局部区域，当自动切断供电的条件得不到满足时，应考虑实施辅助等电位联结。

辅助等电位联结导体应与区域内的下列可导电部分互相连接：

- 固定设备的所有能同时触及的外露可导电部分；
- 保护导体（包括设备的和插座内的）；
- 装置外的可导电部分（如果可行，还应包括钢筋混凝土结构的主钢筋）。

4.1.4 不得在保护导体回路中装设保护电器和开关，但允许设置只有用工具才能断开的连接点。

4.1.5 严禁将煤气管道用作保护导体。

4.1.6 电气装置的外露可导电部分不得用作保护导体的串联过渡接点。

4.1.7 保护导体必须有足够的截面，其截面可以用下述方法之一确定：

a. 截面必须不小于公式（1）求出的值（只适用于切断时间不大于5 s不小于0.1 s）：

$$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{K} \dots\dots\dots (1)$$

式中：S——截面积，mm²；

I——发生了阻抗可以忽略的故障时的故障电流值（交流有效值），A；

t——保护电器切断供电的时间，s；

注：应考虑电路阻抗的限流效应和保护电器的极限容量（焦耳积分）。

K——取决于保护导体、绝缘和其它部分的材质以及初始温度和最终温度的一个系数。（K值计算方法见附录A）。

若计算所得截面不是标称值，则应采用最接近它的又比它大的截面标称值。

b. 截面必须不小于表1中的相应值。

表 1

mm²

电气装置中相导体的截面 S	相应保护导体的最小截面 S _p
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S / 2

注：按表选取的截面若不是标称值，则应采用最接近它的又比它大的截面标称值。

表1中所列的数值只在保护导体的材质与相导体的材质相同时才有效。若材质不同，则应采用下述方法选取：即所选取的截面值的导体的电导应与按表1所选取的截面值的导体的电导相同。

不论采用上述那种方法，所确定的单根保护导体的截面均不得小于以下数值：

a. 有机械保护时，2.5 mm²；

b. 没有机械保护时，4 mm²。

包含在供电电缆中的保护导体以及以电缆外护套作保护导体的可以不受上述限制。

4.1.8 连接保护导体（或PEN导体）时，必须保证良好的电气连续性。遇有铜导体与铝导体相连接和铝导体与铝导体相连接时，更应采取有效措施（如使用专用连接器）防止发生接触不良等故障。

4.2 TN系统

TN系统除应满足4.1条的各项要求外，还应满足下述各条的要求：

4.2.1 本系统的接地应符合第3.1条的规定。

4.2.2 系统中所装设的保护电器的特性和回路的阻抗应满足公式（2）所表达的条件，以保证在电气装置内的任何地方发生相导体与保护导体（或外露可导电部分）之间的阻抗可以忽略不计的故障时，保护电器能在规定的时间内切断其供电。

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0 \dots\dots\dots (2)$$

式中：Z_s——故障回路的阻抗，Ω；

I_a——保证保护电器在规定的时间内自动动作切断供电的电流，A；

U₀——对地标称电压，V。

公式(2)中与 I_a 有关的切断供电时间系指:

a. 对于通过插座供电的末端回路或不用插座而直接向Ⅰ类手持式设备(或运行时需用手移动的设备)供电的末端回路为不超过0.4 s;

b. 对于配电回路或只给固定设备供电的末端回路,为不超过5 s。

4.2.3 TN系统主要由过电流保护电器提供电击防护。如果使用过电流保护电器不能满足第4.2.2条的要求时,则应采用辅助等电位联结措施,也可增设剩余电流动作保护器(以下简称漏电保护器)或采取其它间接接触防护措施来满足要求。

TN-C系统中不能装设漏电保护器,若必须装设时,应将系统接地的型式由TN-C改装成TN-C-S或形成局部的TT系统。

4.2.4 TN-C及TN-C-S系统中的PEN导体应满足以下要求:

a. 必须按可能遭受的最高电压绝缘起来;

注:成套开关设备和控制设备内部的PEN导体可以不这样要求。

b. 装置外的可导电部分,不得用来替代PEN导体;

c. TN-C-S系统中的PEN导体从某点起分为中性导体和保护导体后就不允许再合并或相互接触。在分开点,保护导体和中性导体必须各自设有端子或母线,PEN导体必须接在供保护导体用的端子或母线上。

4.2.5 本系统中的PEN导体(或保护导体)应在建筑物的入口处作重复接地;在其它地方,若遇有方便接地之处,亦应尽可能与地连接。

4.3 TT系统

TT系统除应满足4.1条的各项要求外,还应满足下述各条的要求:

4.3.1 本系统的接地应符合第3.2条的规定。

4.3.2 本系统中所装设的用于间接接触防护的保护电器的特性和电气装置外露可导电部分与大地间的电阻值应满足公式(3)要求:

$$R_A \cdot I_a < 50 \quad \text{..... (3)}$$

式中: R_A ——电气装置的外露可导电部分与大地间的电阻, Ω ;

I_a ——在系统出现接地故障时保证保护电器能自动动作的电流, A。

当保护电器为漏电保护器时,公式(3)中的 I_a 为额定漏电动作电流 $I_{\Delta n}$;当保护电器为过电流保护电器时, I_a 为下述两者之一:

a. 对具有反时限特性的保护电器为保证电器在5 s内自动动作的电流;

b. 对具有瞬时跳闸特性的保护电器为保证瞬时跳闸的最小电流。

4.3.3 本系统一般宜采用漏电保护器作电击保护,只有在公式(3)中的 R_A 的值非常低的条件下,才有可能以过电流保护电器兼作电击保护。

装设漏电保护器后,被保护设备的外露可导电部分仍必须与接地系统相连接。

4.4 IT系统

IT系统除应满足4.1条的各项要求外,还应满足下述各条的要求。

4.4.1 本系统的接地应符合第3.3条的规定。

4.4.2 本系统发生相导体与外露可导电部分(或地)之间的第一次阻抗可以忽略的故障时,若能满足下述条件,则不一定需要切断供电。此条件为:

$$R_A \cdot I_d < 50 \quad \text{..... (4)}$$

式中: R_A ——电气装置的外露可导电部分与大地间的电阻, Ω ;

I_d ——相导体与外露可导电部分之间出现第一次阻抗可以忽略的故障时的电流, A。

注: I_d 的值要计及泄漏电流和电气装置总对地阻抗。

4.4.3 为了在尽可能短的时间内发现并进而消除相导体与外露可导电部分（或地）之间的第一次故障，系统中必须装设能发出声或光信号的绝缘监视装置。

4.4.4 针对第二次接地故障而采取的自动切断供电的防护措施，其保护条件取决于电气装置的外露可导电部分的接地方式，在外露可导电部分单独地或成组地与电气上独立的接地极相连接的情况下，其保护条件可采用TT系统的。

附录 A
计算保护导体截面时 K 值的计算方法
(补充件)

第4.1.7条中公式(1)中的系数 K 可用下述公式求得:

$$K = \sqrt{\frac{Q_c (B + 20)}{\rho_{20}}} \ln \left(1 + \frac{\theta_f - \theta_i}{B + \theta_i} \right)$$

式中: Q_c ——导体材料的体积热容量, $\text{J}/^\circ\text{C} \cdot \text{mm}^3$;

B ——导体在 0°C 时的电阻率温度系数的倒数, $^\circ\text{C}$;

ρ_{20} ——导体材料在 20°C 时的电阻率, $\Omega \cdot \text{mm}$;

θ_i ——导体的初始温度, $^\circ\text{C}$;

θ_f ——导体的最终温度, $^\circ\text{C}$ 。

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。

本标准由北京市劳动保护科学研究所及北京供电局、北京农业工程大学负责起草。

本标准主要起草人赵录臻、朱德基、刘秀珍、吕千、陈淑芳、周文成、梁淑贤。