ICS 29.020
CCS K 09

中华人民共和国国家标准

GB 14050—XXXX
代替 GB 14050—2008

系统接地的型式及安全要求

Types and safety requirements for system earthing

（报批稿）

XXXX－XX－XX 发布　　XXXX－XX－XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会　发布

目　　次

前言 II
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 1
4 基本要求 4
5 接地型式 4
6 安全要求 13
7 检验 19
参考文献 ..... **错误!未定义书签。**

前　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替GB 14050—2008《系统接地的型式及安全技术要求》，与GB 14050—2008相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

——更改了适用范围，由适用于系统标称电压为交流 220/380 V 的电网，更改为适用于标称电压不超过交流 1000 V 或直流 1500 V 的低压配电系统的接地型式的设计、安装及检验（见第 1 章，2008 年版的第 1 章）；

——增加了“电气设备”“接地”“接地配置”“中性点”“中间点”“线导体”“中间导体”“保护联结导体”“保护接地导体”“保护接地中间导体”“保护接地线导体”“外界可导电部分”术语和定义，更改了“电气装置”“接地导体”“保护接地”“中性导体”“保护导体”“外露可导电部分”的定义（见第 3 章，2008 年版的第 3 章）；

——增加了基本要求（见第 4 章）；

——增加了导体的标识（见 5.1.2）；

——更改了交流系统的接地型式要求和示意图（见 5.2、图 1～图 11，2008 年版的 4.1、4.2、4.3、图 1～图 5）；

——增加了直流系统的接地型式要求和示意图（见 5.3、图 12～图 16）；

——更改了与系统的接地型式相关的安全要求（见 6.1，2008 年版的第 5 章）；

——增加了热效应防护、过电流保护、电压骚扰和电磁骚扰防护的安全要求（见 6.2、6.3、6.4）；

——增加了接地配置和保护导体的安全要求（见 6.5）；

——增加了检验（见第 7 章）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出并归口。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——1993年首次发布为GB 14050—1993，2008年第一次修订；

——本次为第二次修订。

系统接地的型式及安全要求

1 范围

本文件规定了低压配电系统的接地的基本要求、接地型式和安全要求，描述了相应的检验方法。

本文件适用于标称电压不超过交流1000 V或直流1500 V的低压配电系统接地型式的设计、安装及检验。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 4728.3—2018 电气简图用图形符号 第3部分：导体和连接件

GB/T 4728.11—2022 电气简图用图形符号 第11部分：建筑安装平面布置图

GB/T 16895.3—2024 低压电气装置 第5-54部分：电气设备的选择和安装 接地配置和保护导体

GB/T 16895.10—2021 低压电气装置 第4-44部分：安全防护 电压骚扰和电磁骚扰防护

GB/T 16895.21—2020 低压电气装置 第4-41部分：安全防护 电击防护

GB/T 16895.22—2022 低压电气装置 第5-53部分：电气设备的选择和安装 用于安全防护、隔离、通断、控制和监测的电器

GB/T 16895.23—2020 低压电气装置 第6部分：检验

GB/T 18216.9—XXXX 交流1000V和直流1500V以下低压配电系统电气安全 防护措施的试验、测量或监控设备 第9部分：IT系统中绝缘故障定位设备

IEC 60617[在线数据库] 电气简图用图形符号（Graphical symbols for diagrams）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电气设备 electrical equipment

用于发电、变电、输电、配电或利用电能的设备。

[来源：GB/T 2900.71—XXXX，定义826-16-01]

注 1：例如电机、变压器、开关设备和控制设备、测量仪器、保护器件、布线系统和用电设备。

注 2：本文件的“电气设备”简称为“设备”。

3.2

电气装置 electrical installation

为实现特定目的的电气设备的组合。

[来源：GB/T 2900.71—XXXX，定义826-10-01]

注：本文件的“电气装置”简称为“装置”。

3.3

接地 earthing；grounding（US）

可导电部分与局部地之间的电气连接。

[来源：GB/T 2900.73—2025，195-01-24]

3.4

接地配置 earthing arrangement；grounding arrangement（US）

系统、装置和设备的接地所包含的所有电气配置。

[来源：GB/T 2900.73—2025，195-02-20]

注：电气配置的示例有用于接地的电气连接和器件。

3.5

保护接地 protective earthing；protective grounding（US）

用于电气安全的接地。

[来源：GB/T 2900.73—2025，195-01-11]

3.6

接地导体 earthing conductor；grounding conductor（US）

在可导电部件与接地极之间形成导电通路的导体。

示例：主接地端子或母线与接地极之间的导体。

[来源：GB/T 2900.73—2025，195-02-03]

3.7

中性点 neutral point

多相系统星形连接的公共点。

[来源：GB/T 2900.73—2025，195-02-05]

3.8

中间点 mid-point

两个对称的电路元件之间的公共点，两元件的另一端电气连接到相同电路的不同线导体（3.9）。

[来源：GB/T 2900.73—2025，195-02-04]

3.9

线导体 line conductor

正常运行时带电并能用于输电或配电的导体，但不是中性导体（3.10）或中间导体（3.11）。

[来源：GB/T 2900.73—2025，195-02-08]

注：多相系统中线导体的定义见 GB/T 2900.72—2008，141-03-02。

3.10

中性导体 neutral conductor

与中性点（3.7）电气连接并能用于配电的导体。
[来源：GB/T 2900.73—2025，195-02-06]

3.11

中间导体 mid-point conductor
与中间点（3.8）电气连接并能用于配电的导体。
[来源：GB/T 2900.73—2025，195-02-07]

3.12

保护导体 protective conductor
用于电气安全目的的导体。
[来源：GB/T 2900.73—2025，195-02-09]

3.13

保护联结导体 protective bonding conductor
用于保护等电位联结的保护导体。
[来源：GB/T 2900.73—2025，195-02-10]

3.14

保护接地导体 protective earthing conductor；PE conductor；protective grounding conductor（US）
PE 导体
用于保护接地的保护导体。
[来源：GB/T 2900.73—2025，195-02-11]

3.15

保护接地中性导体 PEN conductor
PEN 导体
兼有保护接地导体（3.14）和中性导体（3.10）功能的导体。
[来源：GB/T 2900.73—2025，195-02-12]

3.16

保护接地中间导体 PEM conductor
PEM 导体
兼有保护接地导体（3.14）和中间导体（3.11）功能的导体。
[来源：GB/T 2900.73—2025，195-02-13]

3.17

保护接地线导体 PEL conductor
PEL 导体
兼有保护接地导体（3.14）和线导体（3.9）功能的导体。
[来源：GB/T 2900.73—2025，195-02-14]

3.18

外露可导电部分 exposed-conductive-part
装置或设备上能触及的可导电部分，在正常状况下能不带电，但是在基本绝缘损坏时能带电。
[来源：GB/T 2900.73—2025，195-06-10，有修改]

3.19

外界可导电部分 extraneous-conductive-part
不是装置的组成部分，且易于引入电位的可导电部分，该电位通常为局部地电位。
[来源：GB/T 2900.73—2025，195-06-11，有修改]

4 基本要求

4.1 低压配电系统（以下简称“系统”）的接地型式应根据电气系统正常运行条件和安全防护的要求进行确定，以避免在正常使用中的装置或设备可能发生的对于人员、家畜和财产的危险和损害，并保证装置或设备的正常运行。
4.2 导体配置要求应与系统的接地型式相适应。装置或设备的外露可导电部分应与保护导体连接，并应符合本文件确定的各种系统的接地型式的具体条件。
4.3 与系统的接地型式相关的电击防护、热效应防护、过电流保护及电压骚扰和电磁骚扰防护等安全防护措施，应能防止因装置及其所连接的设备在所有运行条件下的正常使用中可能发生的危险和损害。
4.4 接地配置和保护导体的选择与安装应与系统的接地型式相适应，装置的安装与使用不应降低既有装置的安全水平，既有装置也不应降低新建装置的安全水平。
4.5 应对系统的接地型式相关的安全要求进行检验，检验时应采取预防措施，确保检验不会对人员或家畜造成危险。

5 接地型式

5.1 通则

5.1.1 系统的接地型式分为 TN、TT、IT 系统，其中 TN 系统又分为 TN-S、TN-C、TN-C-S 系统，接地型式按下列方式描述：

（1）第 1 个字母——表示电源系统的带电部分对地的关系：

T——某一带电部分直接接地；

I——所有带电部分与地隔离；或某一带电部分通过高阻抗接地。

（2）第 2 个字母——表示装置的外露可导电部分接地的方式：

T——外露可导电部分接地，它独立于电气系统带电部分的接地；

N——外露可导电部分连接至电源系统带电部分的接地点（在交流系统中，电源系统的接地点通常是中性点，或者如果没有可连接的中性点，则与一个线导体连接）。

（3）后续字母（如有）表示为带电导体与 PE 导体的配置，其中：

S——带电导体与 PE 导体相互分离；

C——带电导体的功能与 PE 导体功能合一，形成一根 PEN 导体、PEM 导体或 PEL 导体。

5.1.2 图1～图16中，导体单独或同时使用表1中规定的字母或图形符号进行标识。

表1 导体的标识

导体名称	导体的标识	图形符号
交流（AC）线导体	L1，L2，L3	GB/T 4728.3—2018：S00001
直流（DC）线导体	L+，L-	GB/T 4728.3—2018：S00001
中性导体	N	GB/T 4728.11—2022：S00446
中间导体	M	GB/T 4728.11—2022：S00446
保护接地导体	PE	GB/T 4728.11—2022：S00447
保护接地中性导体	PEN	GB/T 4728.11—2022：S01929
保护接地中间导体	PEM	GB/T 4728.11—2022：S01929
保护接地线导体	PEL	IEC 60617-S01928：2022-09

5.2 交流系统的接地型式

5.2.1 TN系统

电源系统在电源处应有一点直接接地，装置的外露可导电部分应通过保护导体与电源系统的接地点连接。多电源系统见 GB/T 16895.1—2008 中的 312.2.1.2。

根据中性导体和 PE 导体的配置情况，TN 交流系统的三种型式要求如下。

——TN-S 系统：整个系统应全部采用单独的 PE 导体。对装置的 PE 导体允许另外增设接地。图 1～图 3 所示为 TN-S 系统示意图。

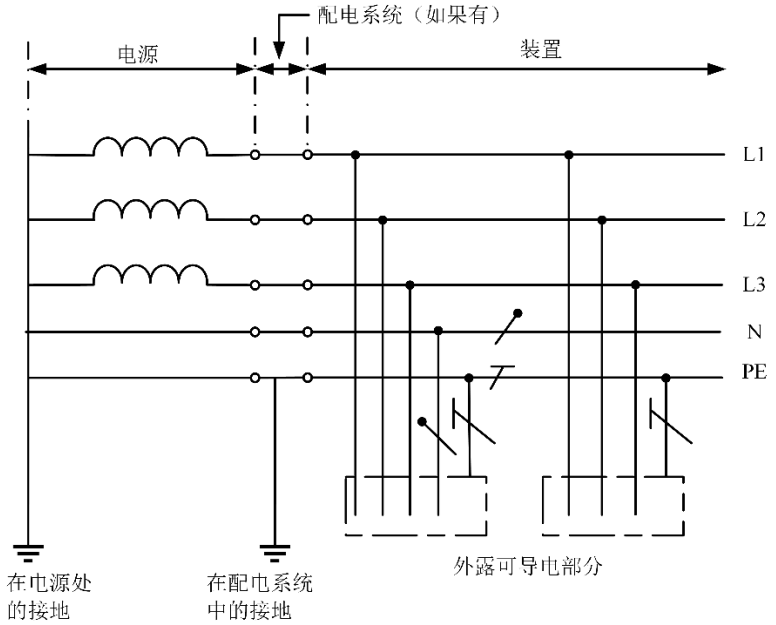


图 1 整个系统将中性导体与 PE 导体分开的交流 TN-S 系统示意图

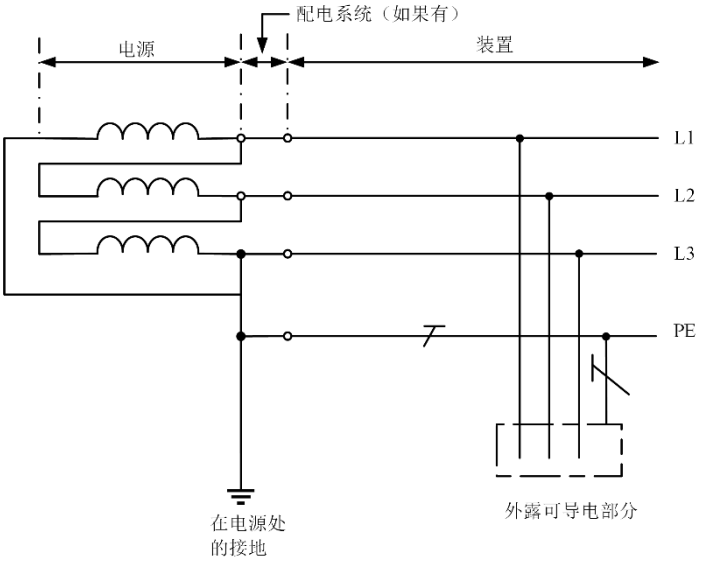


图 2 整个系统将被接地的线导体与 PE 导体分开的交流 TN-S 系统示意图

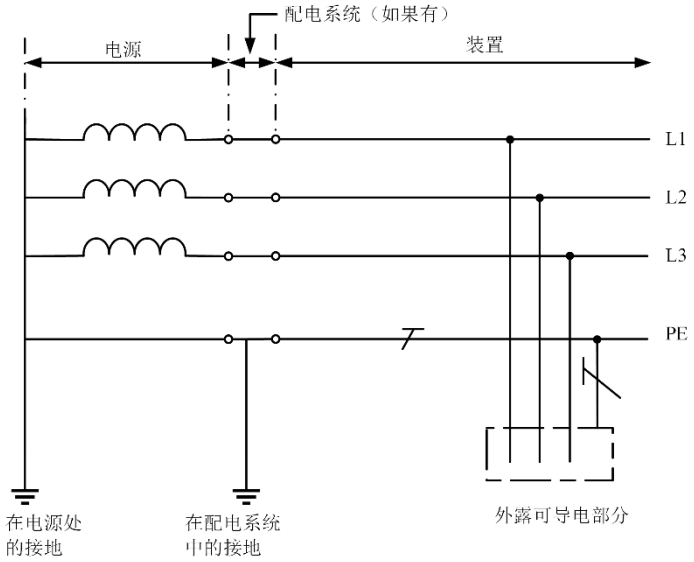


图 3 整个系统采用 PE 导体和未配出中性导体的交流 TN-S 系统示意图

——TN-C 系统：整个系统中，中性导体的功能和 PE 导体的功能应合并在一根导体中（见图 4）。

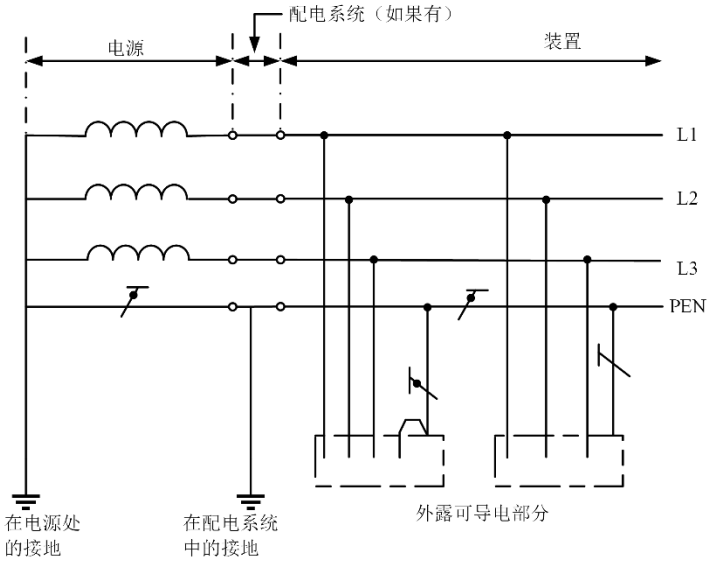


图 4 整个系统采用将中性导体和 PE 导体的功能合并于一根导体的交流 TN-C 系统示意图

——TN-C-S 系统：在系统中的一部分，中性导体的功能和 PE 导体的功能应合并在一根导体中。图 5～图 7 所示为 TN-C-S 系统示意图。

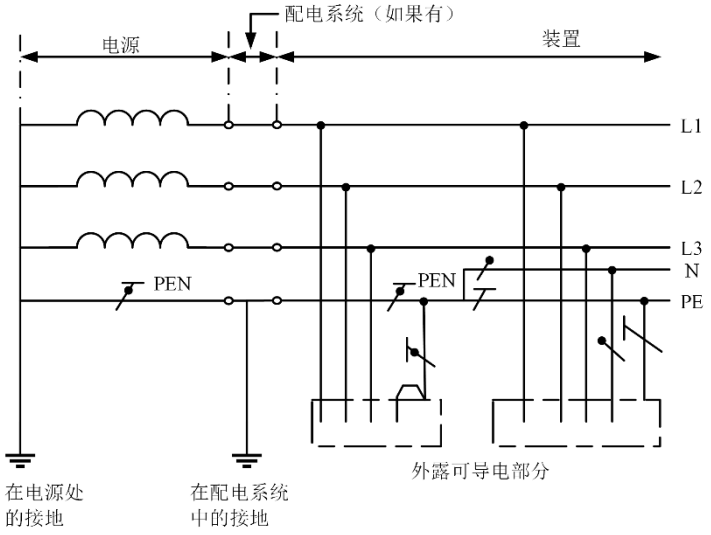


图 5 在装置非受电点的某处将 PEN 导体分离成 PE 导体和中性导体的三相四线制的交流 TN-C-S 系统示意图

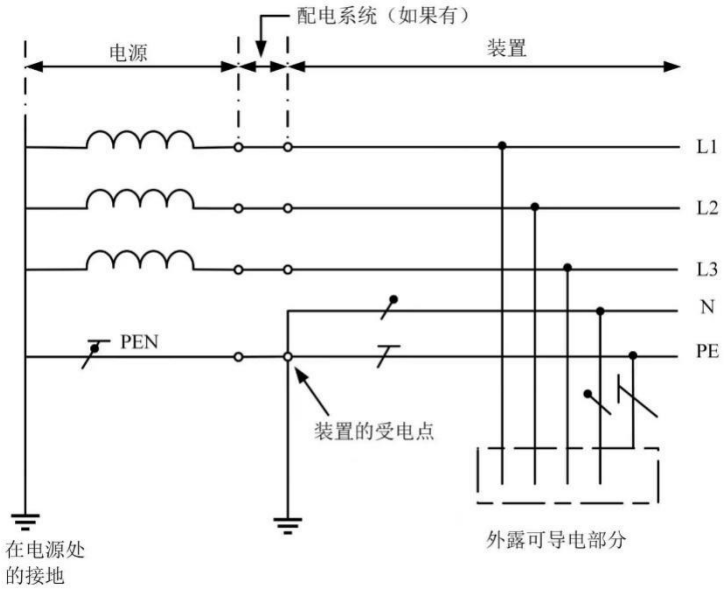


图 6 在装置的受电点将 PEN 导体分离成 PE 导体和中性导体的三相四线制的交流 TN-C-S 系统示意图

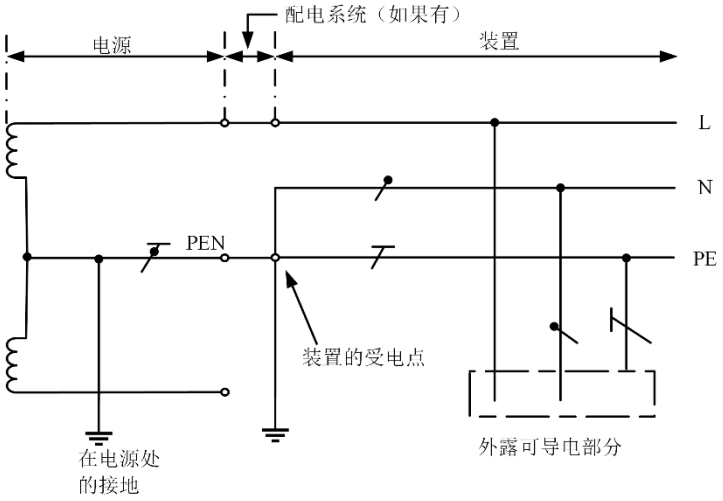


图 7 在装置的受电点将 PEN 导体分离成 PE 导体和中性导体的单相二线制的交流 TN-C-S 系统示意图

5.2.2 TT系统

电源系统应仅有一点直接接地。装置的外露可导电部分应连接到在电气上独立于电源系统接地的接地配置上。图 8、图 9 所示为 TT 系统示意图。

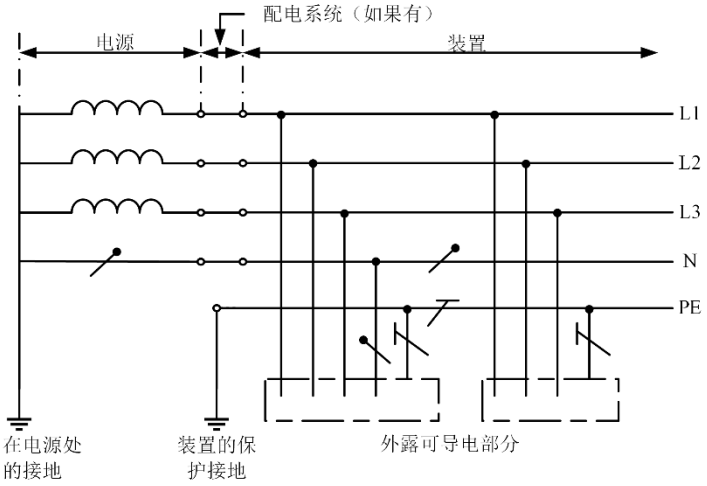


图 8 全部装置都采用分开的中性导体和 PE 导体的交流 TT 系统示意图

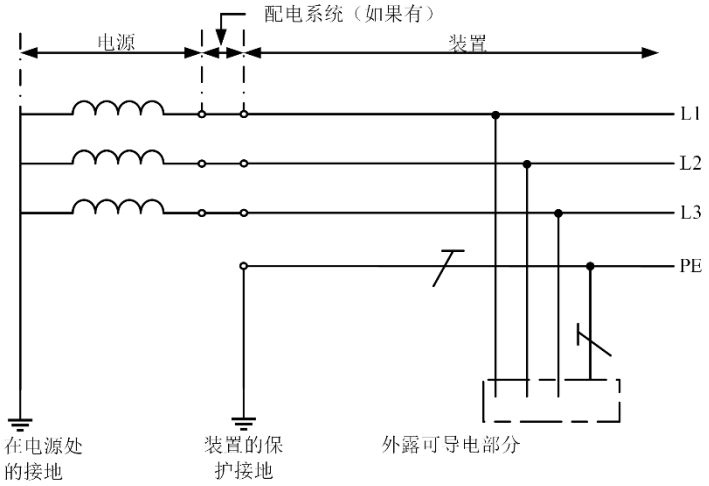


图 9 全部装置都采用 PE 导体，但不配出中性导体的交流 TT 系统示意图

5.2.3 IT系统

电源系统的所有带电部分都应与地隔离，或某一点通过阻抗接地。装置的外露可导电部分，应被单独地或集中地接地，或按照 GB/T 16895.21—2020 中 411.6 的规定接至系统的保护接地上。图 10、图 11 所示为 IT 系统示意图。

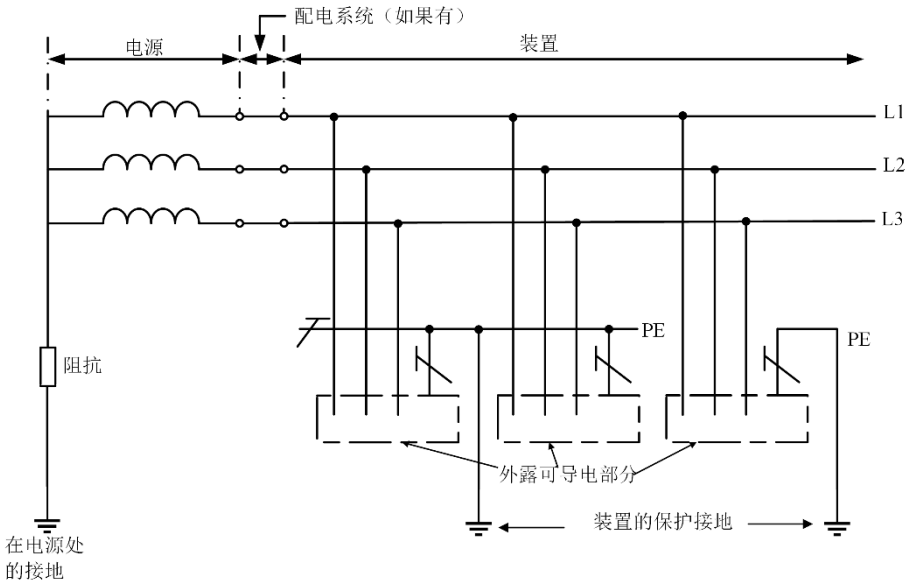


图 10 将外露可导电部分分组接地或独立接地的交流 IT 系统示意图

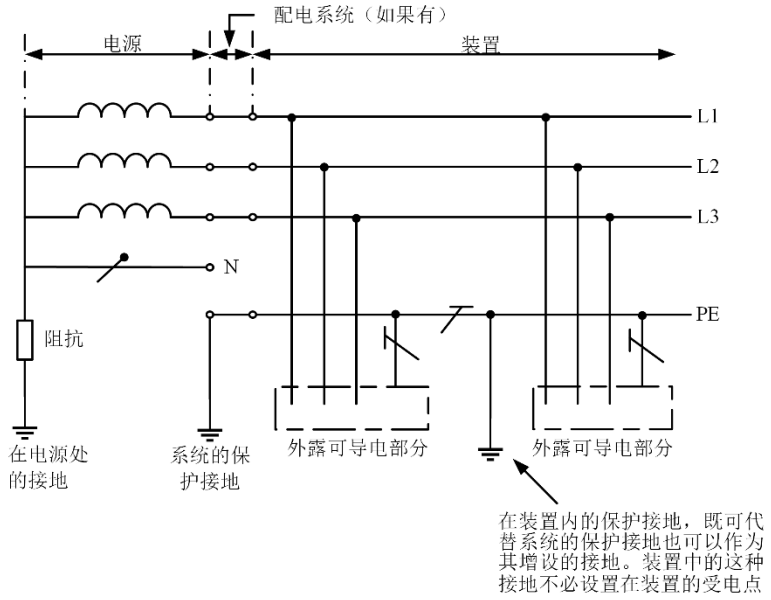
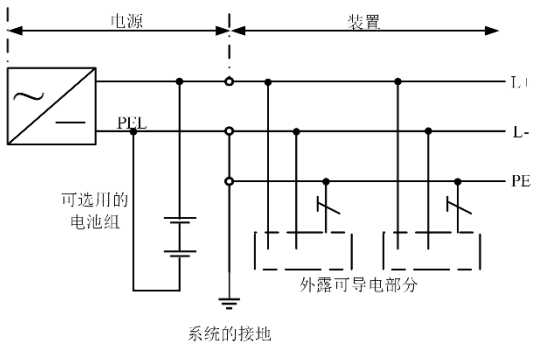


图 11 将所有的外露可导电部分采用 PE 导体相连后集中接地的交流 IT 系统示意图

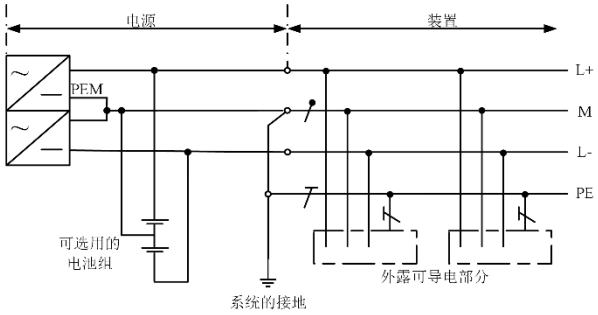
5.3 直流系统的接地型式

5.3.1 TN系统

5.3.1.1 TN-S系统：接地的线导体，例如图12 a) 中的L-导体或图12 b) 中的中间导体，在装置中应与PE导体分开。



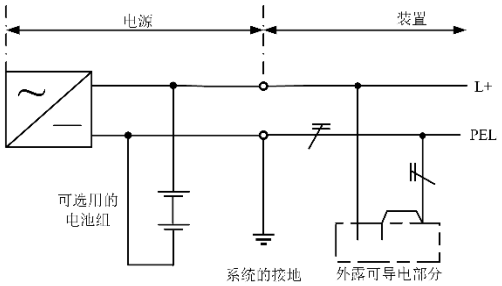
a）线导体接地的直流 TN-S 系统示意图



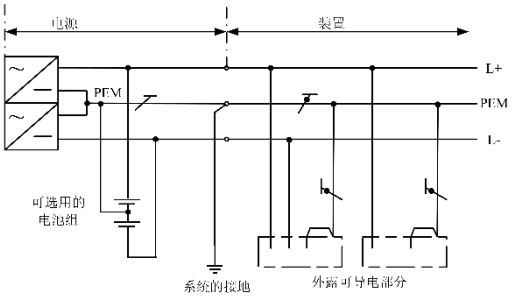
b）含中间导体的直流 TN-S 系统示意图

图 12 直流 TN-S 系统示意图

5.3.1.2 TN-C系统：接地的线导体和PE导体功能应在装置中合并在一个PEL导体中[见图13 a）]，或接地的中间导体和PE导体功能应在装置中合并在一个PEM导体中[见图13b）]。



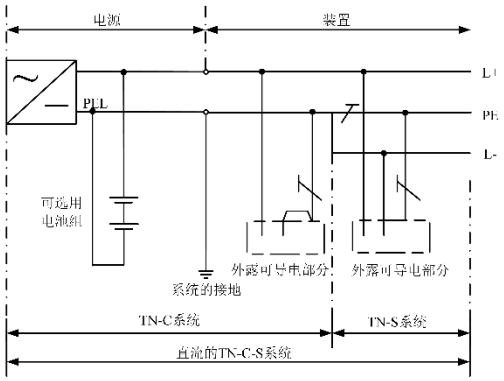
a）含 PEL 导体的直流 TN-C 系统示意图



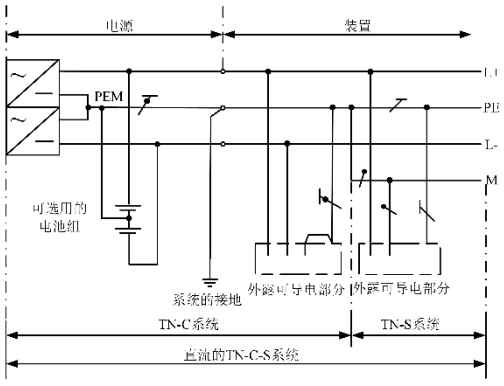
b）含 PEM 导体的直流 TN-C 系统示意图

图 13 直流 TN-C 系统示意图

5.3.1.3 TN-C-S系统：在装置的一部分中，接地的线导体（例如L-）的功能和PE导体的功能应合并在一根PEL导体中[见图14 a）]；或在装置的一部分中，接地的中间导体的功能和PE导体的功能应合并在一根PEM导体中[见图14 b）]。



a）含 PEL 导体的直流 TN-C-S 系统示意图

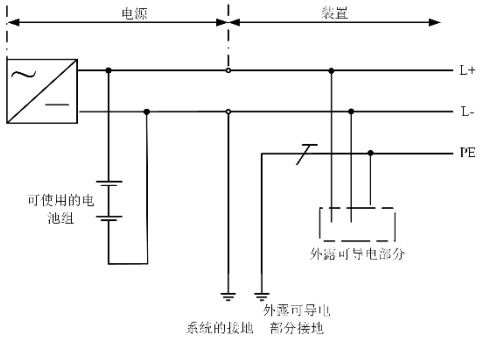


b）含 PEM 导体的直流 TN-C-S 系统示意图

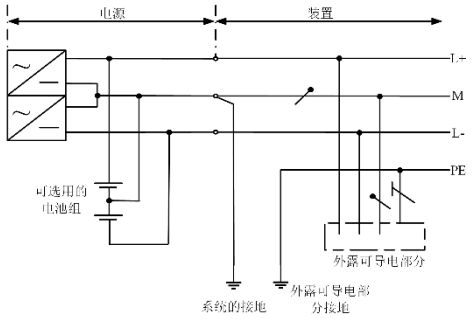
图 14 直流 TN-C-S 系统示意图

5.3.2 TT系统

线导体[见图 15 a）]或中间导体[见图 15 b）]应接地，装置的外露可导电部分应经 PE 导体接到在电气上独立于系统的接地的接地配置上。



a） 线导体接地的直流 TT 系统示意图

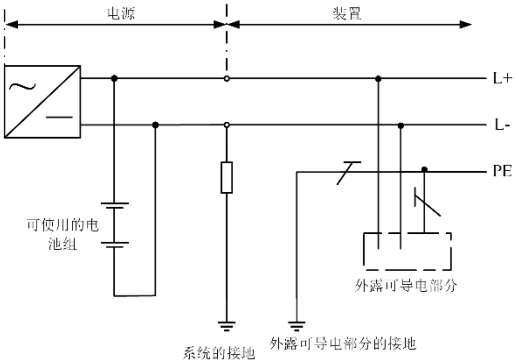


b）含中间导体的直流 TT 系统示意图

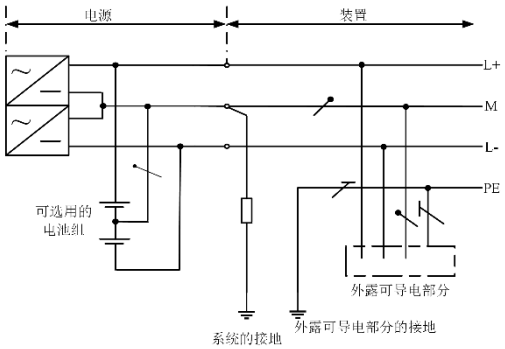
图15 直流TT系统示意图

5.3.3 IT系统

线导体[见图 16 a）]或中间导体[见图 16 b）]不接地，或通过高阻抗接地。装置的外露可导电部分应接到接地配置上。



a） 不接地或经高阻抗接地的直流 IT 系统示意图



b）含中间导体的直流 IT 系统示意图

图16 直流IT系统示意图

6 安全要求

6.1 电击防护

6.1.1 一般规定

6.1.1.1 系统的电击防护应满足正常条件下及单一故障条件下的人员和家畜的安全，应采用基本防护和独立的故障防护措施的适当组合，或采用兼有基本防护和故障防护的加强防护。当基本防护和故障防护不足以保障人员和家畜安全时，应提供附加防护措施。

6.1.1.2 装置的每个部分应按外界影响条件，分别采用一种或多种防护措施。系统的接地型式为采用自动切断电源防护措施提供了必要的条件。当采用双重或加强绝缘、电气分隔、SELV 和 PELV、附加防护

措施时，应符合 GB/T 16895.21—2020 中 412、413、414、415 的规定。

6.1.2 在故障情况下的自动切断电源

6.1.2.1 装置应采用保护接地及保护等电位联结。可同时触及的外露可导电部分应单独地、成组地或共同地连接到同一个接地系统。

6.1.2.2 进入每个建筑物内且易于引入危险电位差的外界可导电部分，应采用保护等电位联结导体连接至总接地端子。

6.1.2.3 当回路或设备的线导体和外露可导电部分或保护导体之间发生阻抗可忽略不计的故障时，保护电器应在 6.1.2.4、6.1.2.5 或 6.1.2.6 要求的切断时间内自动切断该回路或设备的线导体。该电器应满足 GB/T 16895.22—2022 中 536.1.2 的相关规定。

6.1.2.4 对于不超过如下额定电流的终端回路，其最长的自动切断电源的时间应符合表 2 的规定：

——装 1 个或多个插座的回路为 63A；

——只供电给固定连接设备的回路为 32A。

表2 最长的切断电源时间（s）

系统	交流或直流线对地的标称电压范围							
	50V<U_0≤120V		120V＜U_0≤230V		230V＜U_0≤400V		U_0＞400V	
	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.
TN	0.8	[a]	0.4	1	0.2	0.4	0.1	0.1
TT	0.3	[a]	0.2	0.4	0.07	0.2	0.04	0.1
当 TT 系统内采用过电流保护电器切断电源，且其保护等电位联结连接到装置内的所有外界可导电部分时，该 TT 系统可采用表中 TN 系统最长的切断电源时间。								
[a] 切断电源可能是为了电击防护之外的原因。								

6.1.2.5 在 TN 系统内配电回路和 6.1.2.4 规定之外的回路，其切断电源的时间不应超过 5 s。

6.1.2.6 在 TT 系统内配电回路和 6.1.2.4 规定之外的回路，其切断电源的时间不应超过 1 s。

6.1.2.7 如果自动切断电源的时间不能满足 6.1.2.3 中有关 6.1.2.4、6.1.2.5 或 6.1.2.6 的要求，应按 6.1.6.2 的规定采取辅助保护等电位联结措施。

6.1.2.8 供一般人员使用的额定电流不超过 32 A 的插座供电回路和额定电流不超过 32 A 的户外交流移动式设备，应设置额定剩余动作电流不超过 30 mA 的剩余电流动作保护器（RCD）作为附加防护。

6.1.3 TN系统

6.1.3.1 TN 系统的故障防护采用的保护电器包括过电流保护器和 RCD。

6.1.3.2 保护电器的特性以及回路的阻抗应满足公式（1）：

$$Z_S \times I_a \leqslant U_0 \qquad \text{……（1）}$$

式中：

Z_s——故障回路的阻抗（包括电源、至故障点的线导体、故障点和电源之间的保护导体部分的阻抗），单位为欧姆（Ω）；

I_a——在 6.1.2.4 或 6.1.2.5 规定的时间内能使切断电器自动动作的电流，单位为安培（A）。采用 RCD 时，其动作电流是按照 6.1.2.4 或 6.1.2.5 规定的时间内切断电源的剩余动作电流；

U_o——交流或直流线对地的标称电压，单位为伏特（V）。

6.1.3.3 RCD 不应用于 TN-C 系统内。

6.1.3.4 PEN 导体应多点接地，并最大限度地减少 PEN 导体断裂引起的危险。

6.1.4 TT系统

6.1.4.1 在 TT 系统中通常应采用 RCD 作故障防护。当故障回路的阻抗 Zs 值足够小，且其值可靠又能保持稳定，也可选用过电流保护电器作故障防护。

6.1.4.2 采用 RCD 作为故障防护时，应满足下列条件：

a）自动切断电源的时间符合 6.1.2.4 或 6.1.2.6 的要求；和

b）满足公式（2）或公式（3）：

在交流系统内：　　$R_A \times I_{\Delta n} \leqslant 50\ V$　　……（2）

在直流系统内：　　$R_A \times I_{\Delta n} \leqslant 120\ V$　　……（3）

式中：

R_A——接地极和外露可导电部分的保护导体的电阻之和，单位为欧姆（Ω）；

$I_{\Delta n}$——RCD 的额定剩余动作电流，单位为安培（A）。

注1：如果故障点阻抗并非忽略不计，仍能实现故障防护。

注2：如RCD之间需具有保护动作的选择性，见GB/T 16895.22—2022中的535.2。

注3：如果R_A未知，能用Zs代替。

6.1.4.3 采用过电流保护电器时，应满足公式（4）：

$$Z_S \times I_a \leqslant U_0 \qquad \text{……（4）}$$

式中：

Z_s——故障回路的阻抗（包括：电源、电源至故障点的线导体、外露可导电部分的保护导体、接地导体、装置的接地极、电源的接地极阻抗之和），单位为欧姆（Ω）；

I_a——在 6.1.2.4 或 6.1.2.6 规定的时间内能使切断电器自动动作的电流，单位为安培（A）；

U_o——交流或直流线对地标称电压，单位为伏特（V）。

6.1.5 IT系统

6.1.5.1 发生第一次故障时不切断电源，但应采取下列监视措施之一：

——绝缘监视器可能配合采用绝缘故障定位系统；或

——剩余电流监视器，当剩余电流能被检测到。

注：剩余电流监视器不能监视对称的绝缘故障。

监视器应发出音响和/或可视信号，直到故障被消除为止。监视器应能通过继电器接点、电子开关或通信协议输出信号。

音响和/或可视报警系统应安排在合适的地方，以便值班负责人员监视。

如果同时发出了音响信号和可视信号，可解除音响信号。

应在尽可能短的时间内消除第一次故障。

此外，符合 GB/T 18216.9-XXXX 第 4 章要求的绝缘故障定位系统可监视带电部分到外露可导电部分或其他参考点的第一次故障。

6.1.5.2 发生第一次故障后在不同带电导体又发生第二次故障时，自动切断电源的条件应符合如下要求：

a） 当所有外露可导电部分通过保护导体连接到同一接地系统时，其自动切断电源条件与 TN 系统的情况相似，即应满足公式（5）或公式（6）：

如果交流系统的中性导体和直流系统的中间导体不配出时：

$$2I_a \times Z_s \leqslant U \qquad \text{……（5）}$$

如果配出中性导体或中间导体时：

$$2I_{\mathrm{a}} \times Z'_{\mathrm{s}} \leqslant U_0 \qquad \text{……（6）}$$

式中：

U_0——线导体与中性导体（或中间导体）之间的标称交流电压或直流电压，单位为伏特（V）；

U ——线导体之间的标称交流电压或直流电压，单位为伏特（V）；

Z_s——包括线导体和保护导体在内的故障回路的阻抗，单位为欧姆（Ω）；

Z_s'——包括中性导体和保护导体在内的故障回路的阻抗，单位为欧姆（Ω）；

I_a——按 6.1.2.4 中对 TN 系统规定的时间内或按 6.1.2.5 规定的时间内，使保护电器动作的电流，单位为安培（A）。

注1：表2中对TN系统规定的时间也适用于配出或不配出中性导体或中间导体的IT系统。

注2：公式（5）和公式（6）中的系数2考虑了同时发生两个故障，且两个故障可能发生在不同的回路内的情况。

注 3：考虑最严重情况下的故障回路阻抗值，例如当一个故障发生在电源的线导体上，同时另一个故障发生在回路中用电设备的中性导体上时的故障回路阻抗值。

b） 当外露可导电部分成组地或单独地接地时，应满足公式（7）或公式（8）：

在交流系统内： $R_A \times I_a \leqslant 50\,V$ ……（7）

在直流系统内： $R_A \times I_a \leqslant 120\,V$ ……（8）

式中：

R_A——外露可导电部分的接地极和保护导体的电阻之和，单位为欧姆（Ω）；

I_a——按 6.1.2.4 的表 2 中用于 TT 系统或 6.1.2.6 规定的时间内，能使切断电器自动动作的电流，单位为安培（A）。

注 4：当采用 RCD 来满足 b）项要求时，为按表 2 的规定满足 TT 系统切断电源的时间要求，可能要求预期的剩余电流显著大于装用的 RCD 的额定剩余动作电流 $I_{\triangle n}$（通常为 $5I_{\triangle n}$）。

6.1.6 附加防护

6.1.6.1 剩余电流保护电器

6.1.6.1.1 装设额定剩余动作电流不大于交流 30 mA 的 RCD，用以在基本防护失效和/或故障防护失效或用电不慎时的附加保护措施。

6.1.6.1.2 不应将 RCD 的装设作为唯一的保护措施，也不应由于装设 RCD 而取消采用下述保护措施中的任意一种：

a）自动切断电源；

b）双重绝缘或加强绝缘；

c）电气分隔；

d）SELV和PELV。

6.1.6.2 辅助保护等电位联结

6.1.6.2.1 辅助保护等电位联结应包括可同时触及的固定式设备的外露可导电部分和外界可导电部分，如果切实可行也包括钢筋混凝土结构内的主筋。辅助保护等电位联结系统应与所有设备以及插座的保护导体相连接。

注：实施辅助保护等电位联结后，为了其他原因诸如对火灾以及设备内热效应等的防护，发生故障时仍需切断电源。

6.1.6.2.2 同时触及的外露可导电部分和外界可导电部分之间的电阻 R 应满足公式（9）或公式（10）的要求：

在交流系统内： $R \leqslant \frac{50\,V}{I_a}$ ……（9）

在直流系统内： $R \leqslant \frac{120\,V}{I_a}$ ……（10）

式中：

I_a——为保护电器的动作电流，单位为安培（A）：

- 对于RCD为$I_{\triangle n}$；
- 对于过电流保护电器为 5s 内动作的电流。

6.2 热效应防护

6.2.1 在火灾危险场所（BE2），对终端回路和用电设备采取防止绝缘故障的保护时，应满足下列规定：

a）在 TN 和 TT 系统中，RCD 的额定剩余动作电流应为 $I_{\triangle n}$≤300 mA；当电阻性故障可能引起火灾时，RCD 的额定剩余动作电流应满足 $I_{\triangle n}$≤30 mA；

b）在 IT 系统中，应提供监测所有装置的绝缘监测设备或装设在终端回路中的剩余电流监测装置，且均具有声光信号。或使用 a）中指定的额定动作电流的 RCD。在发生第二次故障时，应满足本文件 6.1.5.2 规定的切断时间。

6.2.2 在火灾危险场所（BE2）不应使用 PEN 导体。PEN 导体与该场所内的任何导电部分无任何连接的贯穿回路除外。

6.3 过电流保护

6.3.1 所有线导体都应装设过电流检测，检测到过电流时，应分断该导体。

注：TT或TN系统中，未配置中性导体，同一回路内或电源侧装设有检测不平衡负荷和分断所有线导体的保护，且中性导体不是从此保护电器的负荷侧的人工中性点配出时，该线导体之一可不装设过电流检测。

6.3.2 中性导体对应不同接地型式的保护见GB/T 16895.5的相关规定。

6.4 电压骚扰和电磁骚扰防护

6.4.1 当高压接地故障时，交流系统中的过电压防护应满足下列规定：

a）装置中产生的工频故障电压和工频应力电压应根据系统不同的接地型式，按照 GB/T 16895.10—2021 中 442.2 的表 44.A1 进行计算；

b） 装置的外露可导电部分与地之间工频故障电压的幅值不应超过故障持续时间对应的故障电压值，装置中设备工频应力电压的幅值不应超过 GB/T 16895.10—2021 中 442.2 的表 44.A2 允许工频应力电压。

6.4.2 应采取下列防止电磁影响的措施：

a） TN 系统中，装有或可能装有大量信息技术设备的场所，不应采用 TN-C 系统；在新建的建筑物内，在装置的电源进线点之后应采用 TN-S 系统。现有装置采用 TN-C-S 系统时，应避免信号和数据电缆形成环路；

b） 交流系统采用 TT 系统时，外露可导电部分连接不同的接地极时，应考虑带电部分与外露可导电部分间可能出现的过电压；

c） 在非单相 IT 系统中，在发生线导体与外露可导电部分间的单一故障时，应考虑非故障线导体与外露可导电部分间的电压上升到线电压。

6.5 接地配置和保护导体

6.5.1 通则

接地配置兼有或分别承担保护接地和功能接地两种作用，应首先实现保护接地的作用。

如在装置内部有接地极，则应将该接地极用一接地导体连接到总接地端子上。

对接地配置的要求，在于提供一种符合下述要求的对地连接：

——对装置的防护要求既可靠又适用；

——能将接地故障电流和保护导体电流传导入地，且不会因此电流而产生有害的热的、热-机械的、电动机械的应力以及电击危险；

——如兼有功能接地，也应适用于对功能要求；

——能耐受可预见的外界影响（见 GB/T 16895.18），如机械应力和腐蚀。

本文件6.1所述的电击防护，应不受任何可预见的接地极电阻变化（如因腐蚀、干燥或冰冻）的不利影响。

注：涉及防雷、防静电等接地的配置，见相关标准规定。

6.5.2 接地配置

6.5.2.1 接地极的类型、材料和尺寸的选择，应使其在预期的使用寿命内既耐腐蚀又具有适当的机械强度。接地极的设置应符合GB/T 16895.3—2024中542.2的规定。

6.5.2.2 不应利用可燃性液体或气体的金属管道作为接地极，且确定接地极尺寸时也不需考虑上述管道埋设长度。

6.5.2.3 接地导体与接地极的连接应牢固耐腐蚀，且有良好的导电性能。接地导体应符合GB/T 16895.3—2024中的543.1.1或543.1.2的规定，其截面积不应小于6 mm²（铜）或50 mm²（钢）。

6.5.2.4 若预期通过接地极的故障电流不大（例如，在TN系统或IT系统内），对于铜或钢的接地导体尺寸应按6.5.4.1中的规定确定。

6.5.2.5 铝导体不应用作连接接地装置的接地导体。

6.5.2.6 采用保护等电位联结的装置或设备中都应配置总接地端子，并应将下列导体与其连接：

——保护联结导体；

——接地导体；

——PE导体；

——有关的功能接地导体。

注：当保护导体已通过其他保护导体与总接地端子连接时，不需要把每根保护导体直接接到总接地端子上。

6.5.2.7 设置有多个接地端子的场所，各接地端子之间应相互连接。连接到总接地端子上的每根导体，都应能被单独地拆卸。此连接应当可靠，且只有用工具才能拆卸。

6.5.3 PE、PEN、PEL、PEM 导体

6.5.3.1 PE导体由下列的一种或多种导体组成：

——多芯电缆中的导体；

——与带电导体共用外护物的绝缘的或裸露的导体；

——固定安装的绝缘的或裸露的导体；

——符合 GB/T 16895.3—2024 中 543.2.2 的 a）和 b）规定条件的金属的电缆护套、电缆屏蔽层、电缆铠装、金属编织物、同心导体、电缆的金属导管。

注：特定装置或设备允许使用的PE导体类型，见GB/T 16895.3—2024中的543.2。不允许用作PE导体的情况见GB/T 16895.3—2024中的543.2.3。

6.5.3.2 下列金属部分不应用作PE导体：

——金属水管；

——含有可能引燃的气体、液体、粉末等物质的金属管道；

注：对于阴极保护，见 GB/T 16895.3—2024 中 542.2.6。

——正常使用中承受机械应力的结构部分；

——柔性或可弯曲的金属导管（用于PE导体或保护联结导体目的而特别设计的除外）；

——柔性的金属部件；

——支撑线、电缆托盘、电缆梯架。

6.5.3.3 PE导体应保持电气连续性。

6.5.3.4 PE导体应与带电导体合并在同一布线系统中，或置于带电导体附近。

6.5.3.5 PE 导体的截面积应满足自动切断电源所要求的条件，且能够承受保护电器切断时间内预期故障电流产生的机械和热应力。其截面积应符合 GB/T 16895.3—2024 中 543.1 的要求。

6.5.3.6 PEN 导体、PEL 导体或 PEM 导体应连接到 PE 导体的端子和母排上，除非有专为 PEN 导体、PEL 导体或 PEM 导体连接的专用端子或母排。

6.5.3.7 PEN 导体、PEL 导体或 PEM 导体只能在固定的装置中采用，截面积不应小于：10mm^2 铜或 16mm^2 铝。应按线导体额定电压加以绝缘。

6.5.3.8 外界可导电部分、布线系统的金属外护物不应用作 PEN 导体、PEL 导体或 PEM 导体。

6.5.3.9 如果从装置的任一点起，中性导体/中间导体/线导体和具有保护功能的导体是单独的，不应将该中性导体/中间导体/线导体再连接到装置的任何其他的接地部分。

6.5.4 保护联结导体

6.5.4.1 接到总接地端子的保护联结导体其截面积不应小于装置内最大 PE 导体的二分之一，且不应小于：

——6 mm²铜；或

——16 mm^2 铝；或

——50 mm²钢。

接到总接地端子的保护联结导体其截面积不必大于 25 mm^2 铜或其他材料的等值截面积。

6.5.4.2 联结两个外露可导电部分的辅助联结用的保护联结导体，其电导不应小于接到外露可导电部分的较小的 PE 导体的电导。

6.5.4.3 联结外露可导电部分和外界可导电部分的辅助联结用的保护联结导体，其电导不应小于相应 PE 导体二分之一截面积所具有的电导。

6.5.4.4 作辅助联结用的保护联结导体和两个外界可导电部分之间联结导体的最小截面积应符合 6.5.3.5 的要求。

7 检验

7.1 检验分类

检验应由受过专业培训的人员开展，分为初始检验和定期检验：

a）初始检验是对新建、改建或扩建系统在投入使用前开展的与接地相关的检验；

b）定期检验间隔应根据使用和工作状态、维护频率和质量、以及外部环境条件等因素确定。定期检验的装置或设备应采用分批轮测方式，实现生命周期内全覆盖。

7.2 检验项目

应至少包含对自动切断电源、附加防护、热效应防护、过电流保护、电压骚扰和电磁骚扰防护、接地配置、PE 导体、PEN 导体、PEL 导体、PEM 导体、保护联结导体的检验。

7.3 检验要求

7.3.1 自动切断电源

采用自动切断电源作为故障防护措施的有效性，应进行如下检验：

a）接地电阻的测量：应通过测量或计算检验接地电阻 R_A，对 TT 系统的接地电阻 R_A 应满足 6.1.4.2 的要求，对外露可导电部分成组地或单独地接地的 IT 系统的接地电阻 R_A 应满足式 6.1.5.2 中 b）的要求；

b）接地故障回路阻抗的测量：在测量接地故障回路阻抗之前应按照 GB/T 16895.23—2020 的 6.4.3.2 进行电气连续性测试，通过测量或计算检验回路阻抗，对 TN 系统检验结果应满足 6.1.3.2 的规定，对采用过电流保护电器的 TT 系统检验结果应满足 6.1.4.3 的要求，对外露可导电部分通过保护导体连接到同一接地系统的 IT 系统，检验结果应满足 6.1.5.2 a）的规定。

7.3.2 附加防护

附加防护措施的有效性应通过资料审查、视检等方法进行检验，检验结果应满足 6.1.6 的要求。

7.3.3 热效应防护

热效应防护应通过资料审查、视检等方法进行检验，检验结果应满足 6.2 的要求。

7.3.4 过电流保护

过电流保护应通过资料审查、视检等方法进行检验，检验结果应满足 6.3 的要求。

7.3.5 电压骚扰和电磁骚扰防护

电压骚扰和电磁骚扰防护应通过资料审查、视检等方法进行检验，检验结果应满足 6.4 的要求。

7.3.6 接地配置

接地配置应通过资料审查、视检等方法进行检验，检验结果应满足 6.5.2 的要求。

7.3.7 PE、PEN、PEL、PEM 导体

PE、PEN、PEL、PEM 导体应通过资料审查、视检等方法进行检验，检验结果应满足 6.5.3 的要求。

7.3.8 保护联结导体

保护联结导体应通过资料审查、视检等方法进行检验，检验结果应满足 6.5.4 的要求。

7.3.9 其它检验内容

除 7.3.2~7.3.9 规定的检验内容外，本文件规定的与系统的接地型式有关的其他安全要求，应通过资料审查、视检等方法进行检验，检验结果满足对应条款要求。

注：7.3.2~7.3.9 中的资料指能够证明安全要求得到满足的设计、计算和验证资料。

参 考 文 献

[1] GB/T 2900.71—XXX 电工术语 电气装置
[2] GB/T 2900.72—2008 电工术语 多相系统与多相电路
[3] GB/T 2900.73—2025 电工术语 第73部分：接地与电击防护
[4] GB/T 16895.1—2008 低压电气装置 第1部分: 基本原则、一般特性评估和定义
[5] GB/T 16895.5 低压电气装置 第4-43部分：安全防护 过电流保护
[6] GB/T 16895.6 低压电气装置 第5-52部分：电气设备的选择和安装 布线系统
[7] GB/T 16895.18 建筑物电气装置 第5-51部分：电气设备的选择和安装 通用规则
[8] GB/Z 40680-2021 直流系统用剩余电流动作保护电器的一般要求