



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 5226.33—2017/IEC 60204-33:2009

---

## 机械电气安全 机械电气设备 第 33 部分：半导体设备技术条件

**Electrical safety of machinery—Electrical equipment of machines—  
Part 33: Requirements for semiconductor fabrication equipment**

(IEC 60204-33:2009, Safety of machinery—Electrical equipment of machines—  
Part 33: Requirements for semiconductor fabrication equipment, IDT)

2017-10-14 发布

2018-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会



## 目 次

前言 .....	VII
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	3
4 基本要求 .....	11
4.1 一般原则 .....	11
4.2 电气设备的选择 .....	11
4.3 电源 .....	11
4.4 实际环境和运行条件 .....	12
4.5 运输和存放 .....	12
4.6 设备搬运 .....	12
4.7 安装 .....	12
5 引入电源线端接法和切断开关 .....	12
5.1 引入电源线端接法 .....	12
5.2 连接外部保护接地系统的端子 .....	13
5.3 电源切断(隔离)开关 .....	13
5.4 附加切断装置 .....	15
5.5 对未经允许、疏忽和错误连接的防护 .....	15
6 电击防护 .....	16
6.1 概述 .....	16
6.2 直接接触的防护 .....	16
6.3 间接接触的防护 .....	17
6.4 采用 PELV 的保护 .....	18
6.5 防止有技能人员和受训人员接触危险带电部分 .....	19
7 电气设备的保护 .....	19
7.1 概述 .....	19
7.2 过电流保护 .....	20
7.3 电动机的过热保护 .....	22
7.4 电动机的超速保护 .....	22
7.5 异常温度的检测 .....	23
7.6 对电源中断或电压降落随后复原的保护 .....	23
7.7 接地故障/残余电流保护 .....	23
7.8 相序保护 .....	23
7.9 闪电和开关浪涌引起过电压的防护 .....	23
7.10 电解电容器 .....	23
8 等电位联结 .....	23

8.1	概述	23
8.2	保护联结电路	25
8.3	功能联结	27
8.4	限制大泄漏电流影响的措施	27
9	控制电路,紧急断开(EMO)和保护联锁电路	27
9.1	控制电路	27
9.2	紧急断开(EMO)	28
9.3	紧急断开之外的操作	29
9.4	联锁保护	30
9.5	安全功能和(或)保护措施的暂时停止	31
10	操作板和安装在机械上的控制器件	31
10.1	总则	31
10.2	按钮	32
10.3	指示灯	33
10.4	光标按钮	34
10.5	旋动控制器件	34
10.6	起动器件	34
10.7	紧急断开装置	34
10.8	紧急停止装置	35
10.9	使能控制器件	35
11	控制设备:位置、安装和电柜	35
11.1	一般要求	35
11.2	位置和安装	35
11.3	防护等级	36
11.4	电柜	36
12	导线和电缆	38
12.1	一般要求	38
12.2	绝缘	39
12.3	载流容量	39
12.4	导线和电缆的电压降	39
12.5	柔性电缆	39
13	配线技术	40
13.1	连接和布线	40
13.2	多插座组件	42
13.3	插头/插座组合件	42
13.4	导线的标识	42
13.5	电柜外配线	43
13.6	管道、接线盒与其他线盒	45
14	电动机及有关设备	46
14.1	一般要求	46
14.2	远程安装的电动机	46

14.3	电机尺寸 .....	46
14.4	电机的安装与隔间 .....	46
15	附件和照明 .....	46
15.1	附件 .....	46
15.2	半导体设备的局部照明 .....	46
16	标记、警告标志和参照代号 .....	47
16.1	概述 .....	47
16.2	电击危险警告标志 .....	47
16.3	功能识别 .....	47
16.4	设备的铭牌 .....	48
16.5	参照代号 .....	48
17	技术文件 .....	48
17.1	概述 .....	48
17.2	提供的资料 .....	48
17.3	适用于所有文件的要求 .....	49
17.4	安装文件 .....	49
17.5	概略图和功能图 .....	50
17.6	电路图 .....	50
17.7	操作文件 .....	50
17.8	维修文件 .....	50
18	测试 .....	51
18.1	概述 .....	51
18.2	接地连续性和保护联结回路连续性试验 .....	51
18.3	一体式电源线的接触电流试验 .....	52
18.4	耐压试验 .....	52
18.5	电线防拉试验 .....	53
18.6	电输出源短路试验 .....	54
18.7	联锁保护电路功能试验 .....	54
18.8	储能电容器放电试验(见 6.2.4) .....	54
18.9	温度试验 .....	55
18.10	电柜强度试验;30 N 的稳定力试验 .....	55
18.11	电气柜强度试验;250 N 的稳定力试验 .....	56
18.12	指型试具试验 .....	56
18.13	导线弯曲试验 .....	56
18.14	绝缘电阻试验 .....	57
18.15	EMO 功能试验 .....	57
18.16	输入电流试验 .....	57
18.17	其他安全电路实验 .....	57
18.18	电动机温度试验 .....	57
附录 A	(规范性附录) 在 TN 系统中的基本保护(间接接触的防护)(来自 GB/T 16895.21—2011 和 GB/T 16895.23—2012) .....	59

附录 B (规范性附录) 在 TT 系统中间接接触的防护(来自 GB/T 16895.21—2011 和 GB/T 16895.23—2012) .....	62
附录 C (规范性附录) 导体载流能力、电气间隙和爬电距离 .....	64
附录 D (规范性附录) 标准试指 .....	70
附录 E (资料性附录) 系统接地型式(引自 IEC 60364-1:2005) .....	72
参考文献 .....	86
图 1 电气设备等电位接地示例 .....	24
图 2 电气外壳前面空间 .....	38
图 A.1 故障环路阻抗测量典型配置 .....	61
图 D.1 刚性试指 .....	70
图 D.2 铰接试指 .....	71
图 E.1 整个系统的中性线和保护导体是分开的 TN-S 系统 .....	73
图 E.2 整个系统的接地相线和保护导体是分开的 TN-S 系统 .....	73
图 E.3 有保护接地,没有配电中性导体的 TN-S 系统 .....	74
图 E.4 三相四线的 TN-C-S 系统中,PEN 在装置中某处 PE 和 N 是分开的 .....	74
图 E.5 三相四线的 TN-C-S 系统中,在进线端 PEN 分开成 PE 和 N .....	75
图 E.6 单相两线的 TN-C-S 系统中,在进线端 PEN 分开成 PE 和 N .....	75
图 E.7 TN-C 系统整个系统中性导体和保护导体合一 .....	76
图 E.8 在用电设备中保护导体和中性线分开的 TN-C-S 的多电源系统 .....	77
图 E.9 具有两相或三相负载,整个系统只有保护导体而没有中线的 TN 多电源系统 .....	78
图 E.10 在整个装置中中性线和保护导体分开的 TT 系统 .....	79
图 E.11 在整个装置中具有接地保护导体而没有中线的 TT 系统 .....	79
图 E.12 所有外露可导电部分通过一个共地的保护导体互连的 IT 系统 .....	80
图 E.13 外露可导电部分成组接地或单独接地的 IT 系统 .....	80
图 E.14 TN-S 直流系统 .....	81
图 E.15 TN-C 直流系统 .....	82
图 E.16 TN-C-S 直流系统 .....	83
图 E.17 TT 直流系统 .....	84
图 E.18 IT 直流系统 .....	85
表 1 无热保护的变压器过电流保护 .....	21
表 2 带热保护的变压器过电流保护 .....	22
表 3 按钮操动器的颜色代码及其含义 .....	32
表 4 按钮符号 .....	33
表 5 指示灯的颜色及其相对于半导体设备状态的含义 .....	34
表 6 电气设备部件可接受的温度 .....	55
表 A.1 TN 系统的最长切断时间 .....	59
表 B.1 最长切断时间 .....	63
表 C.1 AWG 30-4 的导体载流量,环境温度 30 °C .....	64
表 C.2 25 mm <sup>2</sup> ~600 kcmil 的导体载流量,环境温度 30 °C .....	65
表 C.3 降额载流量(根据表 C.1 和表 C.2)0.050 mm <sup>2</sup> ~4.00 mm <sup>2</sup> .....	65

表 C.4	环境温度校正系数 .....	66
表 C.5	非绝缘母线尺寸 .....	66
表 C.6	洁净室等级 1 000 或以下的电气间隙和爬电距离 .....	68
表 C.7	印刷线路板(PWB)爬电距离 .....	68
表 C.8	洁净室等级 1 000 以上的电气间隙和爬电距离 .....	69





## 前 言

GB/T 5226《机械电气安全 机械电气设备》拟分成部分出版,已经发布如下几部分:

- 第 1 部分:通用技术条件;
- 第 6 部分:建设机械技术条件;
- 第 11 部分:电压高于 1 000 V a.c.或 1 500 V d.c.但不超过 36 kV 的高压设备的技术条件;
- 第 31 部分:缝纫机、缝制单元和系统的特殊安全和电磁兼容性方面的要求;
- 第 32 部分:起重机械通用技术条件;
- 第 33 部分:半导体设备技术条件。

本部分为 GB/T 5226 的第 33 部分。

本部分按 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用翻译法等同采用 IEC 60204-33:2009《机械安全 机械电气设备 第 33 部分:半导体设备技术条件》(第 1 版,英文版)。

与本部分中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下:

- GB/T 156—2007 标准电压(IEC 60038:2002,MOD)
- GB/T 4208—2017 外壳防护等级(IP 代码)(IEC 60529:2001,IDT)
- GB/T 4728(所有部分) 电气简图用图形符号[IEC 60617(所有部分)]
- GB 4943.1—2011 信息技术设备 安全 第 1 部分:通用要求(IEC 60950-1:2005,MOD)
- GB/T 5169.16—2008 电工电子产品着火危险试验 第 16 部分:试验火焰 50 W 水平与垂直火焰试验方法(IEC 60695-11-10:2003,IDT)
- GB/T 5465(所有部分) 电气设备用图形符号[IEC 60417(所有部分)]
- GB/T 16855(所有部分) 机械安全 控制系统有关安全部件[ISO 13849(所有部分)]
- GB/T 16855.1—2008 机械安全 控制系统有关安全部件 第 1 部分:设计通则(ISO 13849-1:2006,IDT)
- GB/T 18209(所有部分) 机械安全 指示、标志和操作[IEC 61310(所有部分)]
- GB/T 19212.1—2016 变压器、电抗器、电源装置及其组合的安全 第 1 部分:通用要求和试验(IEC 61558-1:2009,MOD)
- GB/T 19671—2005 机械安全 双手操纵装置 功能状况及设计原则(ISO 13851:2002,MOD)
- GB/T 20438(所有部分) 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全[IEC 61508(所有部分)]

本部分做了下列编辑性修改:

- 标准名称改为《机械电气安全 机械电气设备 第 33 部分:半导体设备技术条件》。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国工业机械电气系统标准化技术委员会(SAC/TC 231)归口。

本部分负责起草单位:中微半导体设备(上海)有限公司。

本部分参加起草单位:北京机床研究所、上海微电子装备有限公司、北京北方微电子基地设备工艺研究中心有限责任公司、沈阳拓荆科技有限公司、北京七星华创电子股份有限公司、中晟光电设备(上海)有限公司、理想太阳能(上海)有限公司、盛美半导体设备(上海)有限公司。

本部分主要起草人:李天笑、黄祖广、王海涛、田保峡、郭和平、沈红、孙东曦、潘菊凤、孙岩、刘忠武、张志强、李补忠、薛瑞娟。



# 机械电气安全 机械电气设备

## 第 33 部分:半导体设备技术条件

### 1 范围

GB/T 5226 的本部分规定了半导体设备相关的制造、测量、组装和测试的电气、电子和可编程电子设备及其系统的安全要求。

注 1: 本部分中的“电气”一词包括电气、电子和可编程电子设备三方面(如电气设备是指电气设备、电子设备和可编程电子设备)。

注 2: 就本部分而言,“人”(Person)一词泛指任何个人包括受用户或其代理指派,使用和管理上述设备的人。

本部分所论及的设备是从机械电气设备的电源引入处开始的(见 5.1)。

注 3: GB/T 16895 系列标准给出了建筑物电气装置的要求。

本部分适用的电气设备或电气设备部件,其标称电压不超过 1 000 V a.c.或 1 500 V d.c.,额定频率不超过 200 Hz。对于更高的电压或频率,可能需要特殊的要求。

注 4: 电气设备内部派生电压超过上述电源电压限值仍属本部分的范围内。

本部分包括针对电气安全隐患的防护措施和针对非电气安全隐患的电气联锁保护电路,但不涵盖由其他标准或法规规定的对人身安全保护的所有要求(如化学品危险、机械危险、辐射危害)。每种类型的机械适应其特定要求以提供足够的安全。

下列半导体制造设备的电气装置应提供附加和特殊技术要求:

- 使用、加工或生产易爆材料;
- 在易燃易爆环境中使用;
- 当生产或使用某种材料时有特殊风险;
- 作为起重机械(包括在 IEC 60204-32)。

本部分不包括半导体设备的性能或功能特性规范。本部分不涉及对人类健康可能造成影响的源于半导体设备的排放(如电磁场,噪声)。

本部分没有规定电磁兼容性(EMC)的要求。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 4025—2010 人机界面标志标识的基本和安全规则 指示器和操作器件的编码规则 (IEC 60073:2002, IDT)

GB/T 4026—2010 人机界面标志标识的基本和安全规则 设备端子和导体终端的标识 (IEC 60445:2006, IDT)

GB/T 4205—2010 人机界面标志标识的基本和安全规则 操作规则 (IEC 60447:2004, IDT)

GB 4793.1—2007 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第 1 部分:通用要求 (IEC 61010-1:2001, IDT)

GB/T 7974—2010 人机界面标志标识的基本和安全规则 导体颜色或字母数字标识 (IEC 60446:2007, IDT)

**GB/T 5226.33—2017/IEC 60204-33:2009**

GB/T 12668.501—2013 调速电气传动系统 第 5-1 部分:安全要求 电气、热和能量(IEC 61800-5-1:2007, IDT)

GB/T 13002—2008 旋转电机 热保护(IEC 60034-11:2004, IDT)

GB/T 16842—2016 外壳对人和设备的防护 检验用试具(IEC 61032:1997, IDT)

GB/T 16895.5—2012 低压电气装置 第 4-43 部分:安全防护 过电流保护(IEC 60364-4-43:2008, IDT)

GB/T 16895.21—2011 低压电气装置 第 4-41 部分:安全防护 电击防护(IEC 60364-4-41:2005, IDT)

GB/T 16895.23—2012 低压电气装置 第 6 部分:检验(IEC 60364-6:2006, IDT)

GB/T 18209.1—2010 机械电气安全 指示、标志和操作 第 1 部分:关于视觉、听觉和触觉信号的要求(IEC 61310-1:2007, IDT)

GB/T 18216.3—2012 交流 1 000 V 和直流 1 500 V 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 3 部分:环路阻抗(IEC 61557-3:2007, IDT)

GB/T 19212.7—2012 电源电压为 1 100 V 及以下的变压器、电抗器、电源装置和类似产品的安全 第 7 部分:安全隔离变压器和内装安全隔离变压器的电源装置的特殊要求和试验(IEC 61558-2-6:2009, IDT)

GB 28526—2012 机械电气安全 安全相关电气、电子和可编程电子控制系统的功能安全(IEC 62061:2005, IDT)

IEC 60038 IEC 标准电压(IEC standard voltages)

IEC 60417 电气设备用图形符号(Graphical symbols for use on equipment)

IEC 60529:1989 外壳防护等级(IP 代码)[Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)]

IEC 60617 电气简图用图形符号(Graphical symbols for diagrams)

IEC 60950-1:2005 信息技术设备 安全 第 1 部分:通用要求(Information technology equipment—Safety—Part 1:General requirements)

IEC 60695-11-10:1999 电工电子产品着火危险试验 第 16 部分:试验火焰 50 W 水平与垂直火焰试验方法(Fire hazard testing—Part 11-10: Test flames—50 W horizontal and vertical flame test methods)

IEC 61310(所有部分) 机械安全 指示、标志和操作(Safety of machinery-Indication, marking and actuation)

IEC 61580(所有部分) 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全(Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety related systems)

IEC 61558-1:2005 电力变压器、电源、电抗器和类似产品的安全 第 1 部分:通用要求和试验(Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products—Part 1:General requirements and tests)

ISO 12100-2:2003 机械安全 基本概念与设计通则 第 2 部分:技术原则(Safety of machinery—Basic concepts, general principles for design—Part 2:Technical principles)

ISO 13849(所有部分) 机械安全 控制系统有关安全部件(Safety of machinery—Safety-related parts of control systems)

ISO 13849-1:1999 机械安全 控制系统有关安全部件 第 1 部分:设计通则(Safety of machinery—Safety-related parts of control systems—Part 1:General principles for design)

ISO 13851:2002 机械安全 双手操纵装置 功能状况及设计原则(Safety of machinery—Two-hand control devices—Functional aspects and design principles)

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

##### **操动器 actuator**

将外部手动作用施加在装置上的部件。

注 1: 手柄、旋钮、按钮、滚轮、推杆操作件等。

注 2: 有某些操作方式只要求起作用而不需外部作用力。

注 3: 见 3.40。

#### 3.2

##### **环境温度 ambient temperature**

应用电气设备处的空气或其他介质的温度。

[IEV 826-01-04]

#### 3.3

##### **器件耦合器 appliance coupler**

使引至器具或其他设备的软线可随意连接或断开的装置,由连接器和器具插座组成。

注 1: 器具插座与器具或设备成一整体,器具插座的护罩和基座是由器具或设备的外壳构成的。

注 2: 与器具或设备成一整体的器具插座可以是单独的内置式或固定到器具或设备上。

#### 3.4

##### **自动断开 automatic disconnection**

在故障情况时,由保护装置自动操作,断开一根或多根线导体。

#### 3.5

##### **遮栏 barrier**

从各正常通道方向预防直接接触的部件。

[IEV 826-03-13]

#### 3.6

##### **基本绝缘 basic insulation**

提供基本保护的危险带电部分上的绝缘。

[IEV 195-06-06]

#### 3.7

##### **电缆托架 cable tray**

一种底部为连续条状略向上折边但无罩的电缆支架。

注: 电缆托架可穿孔或不穿孔。

[IEV 826-06-08]

#### 3.8

##### **电缆管道装置 cable trunking system**

由底座和可拆卸罩组成的封闭外壳装置,是包容绝缘电线、电缆、软线和其他电气设备的管道。

[IEV 826-06-04]

#### 3.9

##### **联合引发 concurrent**

以联合形式起作用,用于描述下述情况,在操作条件下,同时存在两个或多个控制装置起作用(但不一定同步)。

3.10

**导线管 conduit**

用于布线的管状部件,绝缘导线和电缆穿入其中且可更换。

注:导线管应紧密连接以使绝缘导线和/或电缆只能穿入管内而不允许穿到外侧。

[IEV 826-06-03]

3.11

**控制器件 control device**

连接在控制电路中用来控制机械工作的器件(如位置传感器、手控开关、接触器、继电器、电磁阀等)。

3.12

**控制设备 controlgear**

开关电器及其相关控制、测量、保护和调节设备的组合,也包括这些器件及设备与相关内部连接、辅助装置、外壳和支承结构的组合,一般用于消耗电能的设备的控制。

[IEV 441-11-03,修订]

3.13

**可控停止 controlled stop**

机械运动的停止是在停止的过程中保持机械制动机构的动力。

3.14

**Ⅱ类设备 class II equipment**

该类设备采用:

- 基本绝缘作为基本保护措施;
- 附加绝缘作为故障保护措施;
- 加强型绝缘提供基本保护和故障保护。

[IEC 61140, 7.3]

3.15

**危险区域 danger zone**

装置、系统和设备在高电压情况下,受危险带电部分周围最小电气间隙的限制而没有完善的直接接触防护的区域。

注:进入危险区域被认为如同接触危险带电部分。

[IEC 61140,3.35,修订]

3.16

**直接接触 direct contact**

人与带电部分接触。

注:对于高电压装置、系统和设备,进入危险区域被认为如同接触危险带电部分。

[IEV 826-12-03]

3.17

**(触头元件的)直接断开操作 direct opening action (of a contact element)**

开关的操动器规定的运动通过无弹性部件(即不采用弹簧)使触头断开。

[IEC 60947-5-1,K.2.2]

3.18

**双重绝缘 double insulation**

既有基本绝缘又有附加绝缘构成的绝缘。

## 3.19

**管道 duct**

专用于放置和保护电线、电缆及母线的封闭管道。

注：管道类型包括导线管(3.10)、电缆管道装置(3.8)和地下线槽。

## 3.20

**电子设备 electronic equipment**

包含其运行依赖电子器件和元件电路的电气设备部件。

## 3.21

**急停器件 emergency stop device**

用手操动来引发急停功能的控制器件。

[ISO 13850,3.2]

## 3.22

**紧急断开 emergency off; EMO**

触发该功能,使半导体设备进入安全停止状态,没有产生任何附加危险。

## 3.23

**封闭电气工作区 enclosed electrical operating area**

电气设备用的隔间或位置,只限于熟练的或受过训练人员用钥匙或工具打开门或移去遮栏而靠近,电气工作区标有清晰的警告标志。

## 3.24

**外壳 enclosure**

为防护某些外来影响和防止任何直接接触而提供的设备防护部件。

注：取自现行 IEV 的定义,在本部分范围内需作下列解释。

- a) 外壳为人触及危险件提供保护；
- b) 遮栏、孔型通道或用于防止或限制专用测试探头进入的任何其他装置,不论是附着在外壳上的还是由封闭的设备构成的,均可视为外壳的组成部分,除非它们不用钥匙或工具能移去；
- c) 外壳可以是：
  - 安装在机械上或独立于机械的柜体或箱体；
  - 由机械结构上的封闭空间构成的壁龛。

## 3.25

**等电位联结 equipotential bonding**

为了达到等电位,保证多个可导电部分间的电连接。

[IEV 195-1-10]

## 3.26

**外露可导电部分 exposed conductive part**

易触及的、正常工作状态不带电,但在故障情况下可能带电的电气设备的可导电部分。

[IEV 826-12-10,修订]

## 3.27

**外部(界)可导电部分 extraneous conductive part**

不是电气装置组成部分且易引入电位(通常是地电位)的导电体。

[IEV 826-12-11,修订]

## 3.28

**半导体设备 fabrication equipment**

机械,伴有电气设备、仪器、加工模块或器件,用于制造、测量、组装和试验半导体制品,但不包括任何产品(例如,基片,半导体)。

3.29

**失效 failure**

执行某项规定能力的终结。

注 1: 失效后,该功能项有故障。

注 2: “失效”是一个事件,而区别于作为一种状态的“故障”。

注 3: 本概念作为定义,不适用于仅有软件组成的功能项目。

注 4: 实际上,故障和失效这两个术语经常作同位语用。

[IEV 191-04-01,修订]

3.30

**故障 fault**

不能执行某规定功能的一种特征状态。它不包括在预防性维护和其他有计划的行动期间,以及因缺乏外部资源条件下不能执行规定功能。

注 1: 故障经常作为功能项本身失效的结果,但也许在失效前就已经存在。

注 2: 英语用的术语“fault”及其定义与 IEV 191-05-01 给出的等同。在机械领域,这一术语法语用“defaut”,德语用“Fehler”而不用术语“Panne”“Fehlzustand”。

3.31

**功能联结 functional bonding**

等电位联结是为电气设备特定的功能所需要的。

3.32

**伤害 harm**

身体伤害或对健康损害。

[ISO 12100-1,3.5]

3.33

**危险 hazard**

伤害身体或损害健康的潜在源。

注: “危险”一词可由其起源(例如:机械危险和电气危险),或其潜在伤害的性质(例如,电击危险、切割危险、中毒危险和火灾危险)进行限定。

危险有如下定义:

——危险既可以一直存在于机械的预期使用中(如危险运动部件的运动、焊接过程中的电弧、有害身体的工作姿势、噪声、高温等)。

——危险又可以意外发生(如爆炸、意外启动引起的挤压、泄漏引起的喷射、加减速引起的坠落等)。

[ISO 12100-1,3.6,修订]

3.34

**危险电源 hazardous electrical power**

功率大于或等于 240 VA 的电源。

3.35

**危险带电部分 hazardous-live-part**

在某种条件下能造成伤害性电击的带电部分。

注: 电压均方根值大于 30 V 或峰值大于 42.4 V 或直流大于 60 V 被认为有伤害性电击可能性。

[IEV 195-06-05]

3.36

**危险情况 hazardous situation**

人员暴露于至少有一种危险的环境,暴露可能立即或过一段时间造成伤害。

[ISO 12100-1,3.9]



## 3.37

**危险电压 hazardous voltage**

均方根值大于 30 V 或峰值大于 42.4 V 或大于直流 60 V 的电压。

## 3.38

**间接接触 indirect contact**

人与故障情况下变为带电的外露可导电部分的接触。

[IEV 826-12-04, 修订]

## 3.39

**感应电源系统 inductive power supply system**

感应电源传输系统是由磁轨转换器和磁轨导体组成,他们能沿着一个或多个提取器和关联的提取转换器移动,并没有任何电流产生或机械接触,其目的是为了传输电能(例如,可移式机械)。

注:磁轨导体和提取器分别类似于变压器的初级和次级线圈。

## 3.40

**(电气)受过训练人员 (electrically) instructed person**

一个受电气熟练人员指导和培训,能够觉察风险和避免电气危险的人。

[IEV 826-18-02, 修订]

## 3.41

**联锁 interlock**

安排数个(种)器件一起工作,为了:防止危险情况发生、防止设备或材料损坏、防止误操作和保证正确运行。

## 3.42

**带电部分 live part**

正常工作时带电的导线或导体,包括中性导体 N,但规定不含 PEN 导体。

注:本术语并不一定意味着有电击危险。

[IEV 826-03-01]

## 3.43

**机械致动机构 machine actuator**

一种用于引起机械运动的动力机构。

注:见 3.1。

## 3.44

**机械(机器) machinery (machine)**

由若干零、部件组合而成,其中至少有一个零件是可以运动的,并具有适当的机械操作执行机构、控制和动力电路等。它们的组合具有一定应用目的,如物料的加工、处理、搬运或包装等。

“机械”这一术语也包括机器的组合,即将同一应用目的若干台机器安排、控制得如同一台完整机器那样发挥它们的功能。

注:在这用的“组合”这一术语在通常意义上不仅是电气部件的组合。

[ISO 12100-1, 3.1, 修订]

## 3.45

**维护 maintenance**

预期保持半导体设备正常的工作状态。

注:见 3.60。

3.46

**标记 marking**

用于识别设备、元件和(或)器件的主要符号或铭牌,可能包括某些特征。

3.47

**中性导线(符号 N) neutral conductor(symbol N)**

连接到系统中性点上并能提供传输电能的导体。

[IEV 826-01-03,修订]

注:中性点只定义在交流系统中。

3.48

**阻挡物 obstacle**

用于防止无意的直接接触,但不能防止有意直接接触的一种部件。

[IEV 826-03-14]

3.49

**操作人员 operator**

操作半导体设备并能使其执行预期功能的人员。

注1:操作人员的职能不包括维护和修理工作。

注2:操作人员不要求具有专业人员的知识和技能。

3.50

**过电流 overcurrent**

超过额定值的各种电流。

注:就导线而言额定值指载流容量。

[IEV 826-05-06,修订]

3.51

**(电路的)过载 overload (of a circuit)**

过载是指无故障情况下电路超过满载值时,电路内时间与电流的关系。

注:过载不宜用作过电流的同义词。

3.52

**插头/插座组合 plug/socket combination**

适用于导体端子,为连接和断开两个或多个导体的组件和适配组件。

注:插头/插座组合的示例包括:

——符合 IEC 61984 要求的连接器;

——符合 IEC 60309-1 要求的电源插头和插座、电缆耦合器或器具耦合器;

——符合 IEC 60884-1 的电源插头和插座或符合 IEC 60320-1 要求的器具耦合器。

3.53

**保护联结 protective bonding**

为防止电击的等电位联结。

注:防止电击的措施也能减少灼伤或火灾的风险。

3.54

**保护联结电路 protective bonding circuit**

为防止因绝缘失效发生电击而连接在一起的保护导线和导体件。

3.55

**保护导线(体) protective conductor**

防止电击措施中所需用的一种保护联结导线,用于下列部分之间的电气连接:

——外露可导电部分；

——外部可导电部分；

——总接地端子。

注：如自动切断电源之类的保护“措施”。

[IEV 826-04-05, 修订]

### 3.56

**联锁保护电路 protective interlock circuit**

一种安全电路,其目的是防止特定条件下的危险操作。当相关的安全检测信号触发时,该安全电路开始工作;当危险消除或风险减小时,该电路结束工作。

### 3.57

**易于接近 readily accessible**

指不需要使用工具、钥匙、便携式梯子、平台、攀爬或移动阻挡物或遮拦,便可接近目标。

### 3.58

**参照代号 reference designation**

用于标识文件中和设备上项目的区别代码。

### 3.59

**加强绝缘 reinforced insulation**

危险带电部分的绝缘,具有相当于双重绝缘的电击防护等级。

注:加强型绝缘可能包含若干层,每层不能像基本绝缘或附加绝缘那样单测试。

[IEV 195-06-09]

### 3.60

**维修 repair**

使不能正常工作的半导体设备恢复工作(见 3.45)。

### 3.61

**剩余电流保护装置 residual current device; RCD**

机械开关装置,设计为:正常情况下接通、传输和断开电流,特定条件下当剩余电流达到给定值时断开触点。

注 1: 剩余电流装置可以是各种分立器件的组合,设计用于检测、计算剩余电流及接通和断开电流。

注 2: GFCI(接地故障断路器)是 RCD 的特定类型。

[IEV 442-05-02, 修订]

### 3.62

**风险 risk**

伤害(即身体伤害或对健康损害)发生的概率与伤害严重程度的组合。

[ISO 12100-1, 3.11, 修订]

### 3.63

**安全防护装置 safeguard**

为保护人们避免危险而提供的防护装置或保护器件。

### 3.64

**安全防护 safeguarding**

使用安全防护装置保护人员的措施。这些保护措施使人员远离那些不能合理消除的危险或者通过本质安全设计方法无法充分减小的风险。

注:保护联锁是安全防护的示例。

[ISO 12100-1, 3.20]

3.65

**安全电路 safety circuit**

实现安全功能的电路,目的是要保持半导体设备的安全状态,或避免单一故障情况下增加的风险。

注:安全电路包括保护联锁电路和紧急断开(EMO)电路。

3.66

**维修站台 servicing level**

操作或维修电气设备时,维护人员通常站立的台面。

3.67

**短路电流 short-circuit current**

由于电路中的故障或连接错误造成的短路而引起的过电流。

[IEV 441-11-07]

3.68

**电气设备短路等级 short-circuit rating of the electrical equipment**

设备在规定条件下能承受的由短路故障引起的最大输入电流。

注1:有必要适当协调设备内诸保护装置,使它们在设备内各连接点处,所有过流保护装置的短路等级至少等于预期的故障电流,并由那些装置提供足够的保护。

注2:在电气设备(半导体设备)使用多路输入电源的场合,短路电流等级由各自的电源确定。

3.69

**(电气)熟练人员 (electrically) skilled person**

有技术知识或充分经验,能够觉察风险和避免电气危险的人员。

[IEV 826-09-01,修订]

3.70

**附加绝缘 supplementary insulation**

除基本绝缘外,用于故障保护附加的单独绝缘。

[IEV 195-06-08]

3.71

**供方 supplier**

提供电气设备或与机械有关的辅助装置的一个实体(如制造厂、承包商、安装者、组装者)。

注:用户自己也可作为供方。

3.72

**开关电器 switching device**

用于接通或断开一个或几个电路电流的电器。

注:开关器件可执行一个或两个这样的动作。

[IEV 441-14-01,修订]

3.73

**触摸电压 touch voltage**

人同时触及可导电部分之间的电压。

[IEV 195-05-11,修订]

3.74

**不可控停止 uncontrolled stop**

通过切除机械执行机构的电源来停止机械的运动。

注:本术语并不意味着对其他停止器件做出任何的具体规定,如机械或液压式刹车机构。

## 3.75

**不间断电源** **uninterruptible power supply; UPS**

当厂务电源断电时能继续提供电力供应的电源。

## 3.76

**用户** **user**

使用机械及其相关电气设备的实体。

## 4 基本要求

## 4.1 一般原则

作为对半导体设备风险评估总体技术要求的一部分,与电气设备危险有关的风险应进行评估。这将充分降低风险,以及对可能遭受危害的人员提供必要的保护措施,使半导体设备的性能保持在令人满意的水平。

危险情况起因有下列几种,但不限于这些:

- 电气设备失效或故障,从而导致电击或电火的发生;
- 控制电路(或者与其有关的元器件)失效或故障,从而导致机械误动作;
- 电源的骚扰或中断,以及动力电路失效或故障造成的机械误动作;
- 由于滑动或滚动接触的电路连续性的丧失,所引起安全功能失效;
- 由电气设备外部或内部产生的电干扰(如电磁、静电),从而导致机械误动作;
- 由存储的能量(电气或机械的)释放,从而导致例如电击、会引起伤害的非预期动作;
- 噪声达到危害人员健康的程度;
- 会引起伤害的外表温度。

安全措施是设计阶段的具体措施和用户应用阶段所需要的那些措施的组合。

在设计和研制过程中,应首先识别源于机械及电气设备的危险和风险。在本质安全设计措施不能消除危险或充分降低风险的场合,应提供降低风险的保护措施(例如:安全防护)。在需要进一步降低风险的场合,应提供额外的方法(例如:警示方法),此外,降低风险的工作程序是必要的。

## 4.2 电气设备的选择

用于安全系统以及操控危险电压或危险电源的电气元器件,应满足以下要求:

- 符合现行相关国家标准和 IEC 标准的规定;
- 作为替代,符合由国家级标准组织制定的相关标准和/或满足组装和测试要求,切实可行的文件。

## 4.3 电源

## 4.3.1 概述

电气设备连接到规定的电源后应正常工作。关于电源规范应包含下列内容(适合时):

- AC 供电电压应当具有规定的正负偏差;
- DC 供电电压应当具有规定的正负偏差。

术语“正确操作”在上下文中不考虑制造产品的质量。

中断厂务电源不应导致危险状况的发生。

## 4.4 实际环境和运行条件

### 4.4.1 概述

电气设备应适合由半导体设备制造商规定的实际环境和运行条件,包括下列环境参数:

- 环境温度范围;
- 装置的海拔限制;
- 工作装置的湿度;
- 电磁环境。

注 1: 通用 EMC 标准 IEC 61000-6-1 或 IEC 61000-6-2 和 IEC 61000-6-3 或 IEC 61000-6-4 给出了一般 EMC 发射和抗扰度限值。

注 2: IEC/TR 61000-5-2 给出了电气和电子系统的接地、布线准则,旨在确保 EMC 性能。如果有特定的产品标准或产品系列 EMC 标准存在(例如,IEC 61496-1、IEC 61800-3、IEC 60947-5-2、IEC 61326 系列),产品标准应优先于通用标准。

### 4.4.2 污染

电气设备应有适当保护,以防止其预期使环境中存在的固体和液体的侵入。电气设备应有适当保护,以防止或阻止源于可预见的化学制品暴露而造成防护降级。

### 4.4.3 离子和非离子辐射

当设备受到辐射时(如微波、紫外线、激光、X 射线),应采取附加措施,以避免误动作和加速绝缘的老化。供方与用户可能有必要达成专门协议。

### 4.4.4 振动、冲击和碰撞

应通过选择合适的设备,将它们远离振源安装或采取附加措施,以防止(由机械及其有关设备产生或实际环境引起的)振动、冲击和碰撞的不良影响。供方与用户可能有必要达成特定的协议。

## 4.5 运输和存放

电气设备应通过设计或采取适当的预防措施,以保障能经受得住在一25℃~+55℃的温度范围内的运输和存放,并能经受温度高达70℃、时间不超过24h的短期运输和存放,相对湿度为10%~90%。

注: 在低温下易损坏的电气设备包括 PVC 绝缘电缆。

应提供防护源于振动、冲击和碰撞损害的适当措施。

## 4.6 设备搬运

为搬运重大电气设备,应提供合适的手段,例如,借助机械搬运设备。

## 4.7 安装

应按照供方说明书安装电气设备。

## 5 引入电源线端接法和切断开关

### 5.1 引入电源线端接法

#### 5.1.1 概述

建议把机械电气设备连接到单一电源上。如果需要用其他电源供电给电气设备的某些部分(如不

同工作电压的电子设备),这些电源宜尽可能取自组成为机械电气设备一部分的器件(如变压器、换能器等)。对大型复杂机械包括许多以协同方式一起工作的且占用较大空间的半导体设备,可能需要一个以上的引入电源,这要由用户现场电源的配置来定(见 5.3.1)。

### 5.1.2 电源端子

除非电气设备采用线(缆)和插头/插座直接连接电源处[见 5.3.2d],否则建议电源线直接连到电源切断开关的电源端子上。

### 5.1.3 中线

使用中线时应在半导体设备的技术文件(如安装图和电路图)上表示清楚,按 16.1 要求标记 N,并应对中线提供单用绝缘端子。

在电气设备内部,中线和保护接地电路之间不应相连,也不应使用 PEN 兼用端子。

例外情况:TN-C 系统电源到电气设备的连接点处,中线端子和 PE 端子可以相连。

### 5.1.4 端子的标识

所有引入电源连接端子都应按下列一种作出清晰的标记:

- “U”“V”和“W”;
- “L1”“L2”和“L3”。

外部保护导线端子的标识见 5.2。

## 5.2 连接外部保护接地系统的端子

电气设备应根据配电系统连接外部保护接地系统或连接外部保护导线,该连接的端子应设置在各引入电源有关相线端子的邻近处。

注:这是为了方便规定外部保护接地系统或与引入电源线相关连的外部保护导线。

端子的尺寸应能够与截面依照表 C.1~表 C.5 的外部保护铜导线连接。在每个引入电源点处,用于连接外部保护接地系统或外部保护导线的端子应加标志或用字母 PE 来标记,和/或使用 IEC 60417 中 5019(2006-08)图形符号(见 IEC 60445)。



## 5.3 电源切断(隔离)开关

### 5.3.1 概述

下列情况应装电源切断开关:

——半导体设备的每个引入电源;

注:引入电源可直接连接到机械或通过供电系统供电。机械的供电系统可包含导线、导体排、汇流环、软电缆系统(卷绕式的、花彩般垂挂的)或感应供电电源系统。

——每个 UPS 的输出,依照 5.3.7。

当电源切断开关被打开时(如半导体设备及电气设备工作期间)各电源切断开关应从负载侧切除电力。

当配备两个或两个以上的电源切断开关时,为了防止出现危险情况,应采取联锁保护措施。

当存在两个或两个以上的电源切断开关时,每个开关应有警告标志,例如“警告:电击或燃烧风险。在维护或修理前,断开所有(馈电位置数)电源”。

### 5.3.2 型式

电源切断开关应是下列型式之一：

- a) 隔离开关,使用类别 AC-23B 或 DC-23B;
- b) 隔离器,带辅助触点的隔离器,在任何情况下辅助触点都使开关器件在主触点断开之前先切断负载电路;
- c) 断路器,为隔离;
- d) 下列条件下的插头/插座组合:
  - 插头/插座组合的连接应使连接引入电源的部分至少为 IP2X 或 IPXXB 的防护;
  - 额定电流不超过 16 A 和总额定功率不超过 3 kW; 或
  - 额定电流超过 16 A 或总额定功率不超过 3 kW;
  - 当负载状态时,没有足够的分断能力应不能连接或断开插头/插座组合;
  - 使用有分断能力的插头/插座组合的场合,在额定电压时,其分断能力应至少为机械的额定电流值。在超载情况下(如堵转),用于断开插头/插座组合时,定额定应至少为堵转电流。此外,电气设备应有机械接通和断开的开关装置。

注: 隔离开关和隔离器见 IEC 60947-3,断路器见 IEC 60947-2。

### 5.3.3 技术要求

当电源切断开关采用 5.3.2 规定的型式(即与开关装置组合使用的隔离开关、隔离器或断路器)之一时,它应满足下述全部要求:

- a) 把电气设备从电源上隔离,仅有一个“断开”和“接通”位置,清晰地标记“○”和“|”[IEC 60417 中 5008(2002-10)和 IEC 60417 中 5007(2002-10)符号,见 10.2.2)];就断路器而言,标记“脱扣”位置也是允许的;
- b) 有可见的触头间隙或位置指示器并满足隔离功能的要求,指示器在所有触头没有确实断开前不能指示断开(隔离);
- c) 有一个外部操作装置(如手柄);
- d) 在断开(隔离)位置上提供(整体的或外部的)能锁住的机构(如挂锁)。锁住时,应防止遥控及在本地使开关闭合;
- e) 切断电源电路的所有带电导线。但对于 TN 电源系统,中线可以切断也可以不切断。有些国家采用中线时强制要求切断中线除外。当中线可能被切断的场合,中线应与相线同时切断;  
注: TN 电源系统是一点直接接地,PE 同时直接接到该点的系统。见附录 E 和 IEC 60364-1。
- f) 有足以切断最大电动机堵转电流及所有其他电动机和负载的正常运行电流总和的分断能力。负载可能随时工作。

### 5.3.4 操作装置

电源切断开关的操作装置(例如:手柄)应容易接近,建议安装高度应在维修站台以上 0.6 m~1.7 m 间。上限值为 2 m。

注: IEC 61310-3 给出了操作方向要求。

### 5.3.5 电源切断开关安装

电源切断开关的安装应符合下列一项或多项规定:

- a) 在其自身电气箱上或设备附近提供断开装置;
- b) 在电气箱的顶部附近提供断开装置;



- c) 在低于电气箱顶(盖)的任何处提供的断开装置,它的引入端子应加保护,以防止人员或从上面掉落的工具意外触及。可通过检验来证明,即用直径为 3 mm、长度为 15 mm 的探针触及不到带电部分为合格(见 GB/T 16842 的第 13 章)。

例外:额定功耗小于或等于 1 500 W 的机械可以连接到远程安装的电源切断装置,但该电源切断装置是易于接近且距离机械在 6 m 之内。

### 5.3.6 电源切断装置的门联锁

提供接近电源切断装置带电部分的门应联锁,以便电源切断装置被断开时,门才可以打开,并且门被关上时电源切断装置才可以闭合。

允许有技能并经过培训的人员按规定使用由供方提供的工具或特殊装置解锁,并按照 6.5 规定的措施提供防止意外触及外壳内危险带电部分的保护。

例外:当按照 6.5 规定的措施提供了防止意外触及外壳内危险带电部分的保护时,对于下列负载,无需提供电源切断装置的门联锁:

- 额定功率小于 5 kVA;
- 照明电路的组成部分;
- 线(缆)连接的电气设备。

### 5.3.7 UPS 断开

可能大于有效值 30 V、峰值 42.4 V、60 VDC 或 240 VA 供电的 UPS 输出应有下述保护:当主断开装置被断开时,每个 UPS 输出应断开;或提供满足 5.3.1~5.3.5 中电源切断装置所有要求的措施,或二者。

UPS 的输出线路和接线端子应贴有“UPS 输出”的标签,或者在 UPS 线路上每一个可能断开的连接点贴标签。

当紧急断开操动器起动时,所有取自 UPS 的电源都应切断。

例外:用于执行数据/报警记录/错误恢复等功能的电脑系统和安全相关装置(包括 EMO 回路)而提供的 UPS 电源输出可不被切断。

## 5.4 附加切断装置

可能需要半导体设备的一些部件(如电动机)完成工作的场合,当这些部件断电和隔离时需要让电气设备的其他部分保持通电,因此需要为每一个要求单独隔离的部分应提供单独的切断装置。

这种切断装置应该符合以下条件:

- 对预期使用适当、方便;
- 安装在适当的位置;
- 对电气设备的部件或电路进行维修时可以快速识别(如在必要处加永久性标志)。

应提供措施以防止因未经允许、疏忽和/或错误的闭合(例如提供锁定装置)。

电源切断装置从电动机的安装位置是看不到的(如在凹槽或附属设备中)则应从电动机可视范围内及距其 3 m 以内配备切断所有非接地导体的附加切断方式。这些切断方式应满足 5.3.1~5.3.5 的要求。

## 5.5 对未经允许、疏忽和错误连接的防护

当插头/插座组合在设备维护及修理期间作为电源切断装置时,除了要满足 5.3.2d)的要求外,应置于维修人员的单独监管之下,或提供可以锁定的手段让插头/插座组合保持断开状态。

## 6 电击防护

### 6.1 概述

电气设备应具备在下列情况下保护人们免受电击的能力：

- 直接接触(见 6.2 和 6.4)；
- 间接接触(见 6.3 和 6.4)。

注：一般来说，对技术人员的保护取决于其自身的培训和经验。

有技能和受过训练的人员有适当的技术培训和经验，能意识到他们所面临的危险。这些人员应依照 6.5 防护疏忽和意外危险。

对于这些保护建议的措施见 6.2、6.3、6.4 和 6.5。

### 6.2 直接接触的防护

#### 6.2.1 概述

电气设备的每个电路或部件，无论是否采用 6.2.2 或 6.2.3 规定的措施，都应采用 6.2.4 的规定。

当电气设备安装在任何人(包括儿童)都能打开的地方，采用 6.2.3 或 6.2.2 中的防护措施，其直接接触的防护等级应采用至少 IP4X 或 IPXXD(见 IEC 60529)。

#### 6.2.2 用外壳作防护

只有在下列的一种条件下才允许开启外壳(即打开门、罩、盖板等)，但不是开启包含危险带电部分的电源切断装置：

- a) 应使用钥匙或工具开启外壳。

注：钥匙或工具的使用是为限制有技能或受过训练的人员进入。

按照 6.5 规定的保护措施，应保护有技能或受过训练的人员避免因疏忽触及外壳内部的危险带电部分。

- b) 开启外壳之前先切断其内部的危险带电部件。

这项技术要求可由机械和/或电气联锁机构来实现，使得只有在危险电源断开后才能打开门，只有把门关闭后才能连接危险电源。如果使用电气联锁，应满足第 9 章关于保护联锁电路的全部要求。

例外：按规定可能由供方提供专门的器具或工具，允许有技能或受过训练的人员解除联锁，并按照 6.5 规定的保护措施，提供因疏忽触及外壳内部危险带电部分的保护。

任何未被断开的危险带电部分应按照 17.2 的规定加施警告标志，当电源切断装置独立安装在单独的外壳中，其电源端子除外。

- c) 只有当所有带电件直接接触的防护等级至少为 IP2X 或 IPXXB 时(见 IEC 60529)，才允许不用钥匙或工具和不切断带电部件去开启外壳。用遮栏提供这种防护条件时，要求使用工具才能拆除遮栏，或拆除遮栏时所有被防护的带电部分能自动断电。

#### 6.2.3 用绝缘物防护带电体

带电体应用绝缘物完全覆盖住，只有用破坏性办法才能去掉绝缘层。在正常工作条件下绝缘物应能经得住机械的、化学的、电气的和热的应力作用。

注：油漆、清漆、喷漆和类似产品，不适于单独用作防护正常工作条件下的电击。

#### 6.2.4 残余电压的防护

电源切断后，任何残余电压高于 60 V 的带电部分，都应在 10 s 之内放电到 60 V 和 20 J 或以下，只要这种放电速率不妨碍半导体设备的正常功能。

如满足下列条件,可以排除“10 s之内电气设备放电到 60 V 和 20 J 或以下”的要求:

- 护板没有被移开(要求用工具才能移开护板)就不能接近提供储能的导体;和
- 当放电条件小于 60 V 和 20 J,对接近储能导体而被移开的护板标记所要求的放电时间;和
- 放电时间不超过 5 min。

对插头/插座或类似的器件,拔出它们会裸露出导体件(如插针),放电时间不应超过 1 s,否则这些导体件应加以防护,直接接触的防护等级至少为 IP2X 或 IPXXB。如果放电时间不小于 1 s,最低防护等级又未达到 IP2X 或 IPXXB(例如,有关汇流线、汇流排或汇流环装置涉及的可移式集流器)器件,应采用附加的断开器件或适当的警告措施(例如,符合 16.1 要求的警告标志)。

注:由 UPS 提供的电压被认为是电池源不视为残余电压。

## 6.3 间接接触的防护

### 6.3.1 概述

间接接触(3.38)防护用来预防带电部分与外露可导电部分之间因绝缘失效时所产生的危险情况。

对电气设备的每个电路或部件,至少应采用 6.3.2、6.3.3 规定的措施之一。

——防止出现危险触摸电压(见 6.3.2);或

——触及触摸电压可能造成危险之前自动切断电源(见 6.3.3)。

注 1:由触摸电压引起有害的生理效应的风险取决于触摸电压及可能暴露的持续时间。

注 2:设备和保护措施的分类见 IEC 61140。

### 6.3.2 出现触摸电压的预防

#### 6.3.2.1 概述

防止出现危险触摸电压有下列措施:

——采用 II 类设备或等效绝缘;

——电气隔离。

#### 6.3.2.2 采用 II 类设备或等效绝缘作防护

这种措施用来预防由于基本绝缘失效而出现在易接近部件上的触摸电压。见 GB/T 16895.21。

注:这种保护的示例包括:

——采用 II 类电气装置或器具(见 3.14);

——按 IEC 61439-1 采用具有完整绝缘的成套开关设备和控制设备组合。

#### 6.3.2.3 采用电气隔离作防护

##### 6.3.2.3.1 概述

单一电路的电气隔离,用来防止该电路的带电部分基本绝缘失效时在触及可能带电的外露可导电部分而引起危险的触摸电压。

##### 6.3.2.3.2 隔离电源系统

由电气隔离作保护的电路在其导体和连接到设备的引入电源之间应具有高阻抗,对地高阻抗。阻抗为一兆欧或以上被认为足够高。高阻抗可以通过使用隔离变压器或电源获得,隔离变压器或电源指它们初级导体和次级导体之间没有直接的电气连接。

注 1:带次级导体接地的隔离变压器不是隔离电源系统。

注 2:自耦变压器不提供电气隔离。

注 3:隔离电源系统通常用于降低电子噪声源(非刻意),涉及输出电路导体接地。

### 6.3.2.3.3 隔离电路要求

隔离电路应满足下列要求:

- 变压器或电源及连接至它们输出的任何部件(装置)应临近隔离电路或在外壳上加施清晰标签以警告操作者和未接地情况的维修人员,和
- 应安装接地故障检测灯、绝缘监测装置或若出现接地故障自动中断电路的装置[如接地故障电流漏电保护器(GFCI)]。

### 6.3.3 用自动切断电源作防护

这种保护措施是在绝缘故障时保护装置会自动切断一路或多路相线。为防止危险情况,在足够短的时间内切断电源以限制触摸电压的持续时间,保证在该时间内电压没有危险。使用 TN 系统是首选的,因为发生接地故障时其外露可导电部分和外部可导电部分触摸电压较低。依照 IEC 60364 的相关部分,没有提供 PEN 或 PE 导体的配电系统,可以使用 TT 系统。

TN 电源系统的要求见附录 A。依据 18.2.5 保护电路电抗应考虑足够低以满足附录 A 的要求。

注 1: TT 电源系统是一点直接接地,但设备的保护导体(PE)没有直接与电源接地点连接。见附录 E 和 IEC 60364-1。

TT 电源系统的要求见附录 B。

注 2: 与 TT 电源系统相比,通常 TN 系统为首选。

注 3: 在日本,一般应用 TT 系统。

注 4: 这种保护措施需协调以下几方面要求:

- 电源接地系统型式;
- 保护联结系统中不同元件的阻抗值;
- 检测绝缘失效的保护装置的特性。

这种保护措施由外露可导电部分的保护联接(见 8.2.3)和下列任一措施组成:

- a) 在 TN 系统中,检测到绝缘故障时,用于自动切断电源的过流保护装置;
- b) 在 TT 系统中,检测到带电部分对外露可导电部分或对地的绝缘故障时,引发自动切断电源的残余电流保护装置;
- c) 在 IT 系统中,自动切断电源系采用绝缘监测或残余电流保护装置。除了首次接地故障时为切断电源而提供的保护装置外,应设置绝缘监测装置以指示带电部分对外露可导电部分或对地之间的首次故障,该绝缘监测装置应随故障引发持续的声光信号。

提供按照 a) 的自动切断,而不能满足 A.1 规定的切断时间,应提供满足 A.3 要求所必需的辅助联接。

## 6.4 采用 PELV 的保护

### 6.4.1 基本要求

采用 PELV(保护特低电压)保护人身免于间接接触和有限区间直接接触的电击防护(见 8.2.5)。

PELV 电路应满足下列全部条件:

- a) 标称电压不应超过:
  - 当设备在干燥环境正常使用,带电部分与人体无大面积接触时,不超过 25V a.c.方均根值或 60V d.c.无纹波;
  - 其他情况,6V a.c.方均根值或 15V d.c.无纹波。

注:无纹波一般定义为正弦波的纹波电压其纹波含量不超过 10%方均根值。

- b) 电路的一端或该电路电源的一点应连接到保护接地电路上;
- c) PELV 电路的带电体应与其他带电回路电气隔离。电气隔离不应低于安全隔离变压器初级和次级电路之间的技术要求(见 IEC 61558-1 和 GB/T 19212.7);

- d) 每个 PELV 电路的导线应与其他电路导线相隔离。这项要求做不到时,按 13.1.3 的隔离规定;
- e) PELV 电路用插头/插座应遵守下列规定:
  - 插头应不能插入其他电压系统的插座;
  - 插座应不接受其他电压系统的插头。

#### 6.4.2 PELV 电源

PELV 电源应为下列的一种:

- 符合 IEC 61558-1 和 GB/T 19212.7 要求的安全隔离变压器;
- 安全等级等效于安全隔离变压器的电流源(如带等效绝缘绕组的发电机);
- 电化学电源(如电池)或其他独立的较高电压电路电源(如柴油发电机);
- 符合适用标准的电子电源,该标准规定要采取的措施,以保证即使出现内部故障输出子的电压也不超过 6.4.1 的规定值。

#### 6.4.3 设计时考虑降低带电工作的风险

电气设备的设计应考虑减少其在带电情况下进行校准、修改、修理、试验、调整或维护,还要减少在暴露的危险带电电路附近工作。对于排除故障的适当安全常规(如使用个人防护设备和遮拦),应在使用说明书中描述,见 17.2。

### 6.5 防止有技能人员和受训人员接触危险带电部分

#### 6.5.1 概述

应通过设计防止无意接触非 PELV 电路。当进行手动调试时人不应无防范地暴露于电气和机械危险中。应提供充足的通道供维护和修理用。维护和修理人员需要进入通电的电气设备时,带电部分(不含 PELV)应采用阻挡物防护无意识的接触。应在有电气危险的范围,四周、上下及靠近的地方提供阻挡物,有掉落物体或液压配件失效导致电路短路或电弧的地方也应提供阻挡物。

#### 6.5.2 阻挡物

用于防护意外接触的阻挡物应由非导电材料制造或由导电材料制造,但应接地。阻挡物应是足以承受可预见误用的物质结构。

#### 6.5.3 探针孔

当电气测试是必要时,阻挡物应配置探针孔。这些探孔应覆盖测试点并设计得能防护意外接触带电部分。探孔也应该为需要测试探头的地方提供足够的通道,并应以使用信息(见 17.2)做出标识。当阻挡物是导电材料时,探孔的周界应该是绝缘的。

## 7 电气设备的保护

### 7.1 概述

本章详述了电气设备的保护措施:

- 由于短路而引起的过电流;
- 过载或电动机冷却功能损失;
- 异常温度;
- 失压或欠电压;
- 机械或机械部件超速;

- 接地故障/残余电流；
- 相序错误；
- 闪电和开关浪涌引起的过电压。

## 7.2 过电流保护

### 7.2.1 概述

机械电路中的电流如会超过元件的额定值或导线的载流能力,则应按下面的叙述配置过电流保护。使用的额定值或整定值在 7.2.9 中详述。

### 7.2.2 电源线

除非用户另有要求,否则电气设备供方不负责向电气设备电源线提供过电流保护器件。电气设备供方应在安装图上说明这种过电流保护器件的必要数据(见 7.2.9、17.4)。

### 7.2.3 中性导体保护

在 TN 和 TT 系统中,中性导体不应在切断相应相线之前断开。凡中性导体截面积至少等于或接近相线截面积时,对于中性导体无需提供过流检测或自动切断。对于截面积小于相应相线的中性导体,GB/T 16895.5 中 431.2.1 详述的措施应适用。在 IT 系统中,中性导体不推荐使用,如需要使用,GB/T 16895.5 中 431.2.2 详述的建议是适当的。

注 1: IT 系统是不直接接地的配电系统。见附录 F。

### 7.2.4 插座及其有关导线

主要用来给维修设备供电的通用插座,其馈电电路应有过电流保护。这些插座的每个馈电电路的未接地带电导线上均应设置过电流保护器件(见 7.2.9)。

### 7.2.5 照明电路

供给照明电路的所有未接地导线,应使用单独的过电流保护器件防护短路,与防止其他电路的防护器件分离(见 7.2.9)。

### 7.2.6 变压器

变压器应按照制造厂说明书和 7.2.9 设置过电流保护。如果制造厂说明书与 7.2.9 的要求不同,则更严格的要求适用。

### 7.2.7 过电流保护装置的位置

过电流保护装置应设在每个导体截面积减少或因其他变化使导体载流能力减少的位置,但满足下列全部条件的场合除外:

- 导体的载流能力至少等同于负载；
- 导体的载流能力减小处和连接过流保护装置之间的导体长度不超过 3 m；
- 导体安装方式应减少短路的可能性,例如,通过外壳或管道保护。

### 7.2.8 过电流保护装置

#### 7.2.8.1 概述

当设备连接到设备制造商规定的引入电源时,过电流保护装置的短路额定值应不小于连接点处的预期故障电流。过流保护装置的短路电流还包括了除电源外的其他附加电流(如来自电动机、功率因数

校正电容器),这些电流都应该考虑。两个串联的过流保护装置(OCPDs)的特性应协调以便通过这两个串联装置的能量( $I^2t$ )不超过其耐受值及不损坏负载侧过流保护装置和受其保护的导体。这可以通过试验和/或计算来确定。

注1: 示例见 IEC 60947-2 中附录 A。其他评估技术,可在 SEMI S.22,UL 508A 之类中查找。

注2: 过电流保护装置协调安排的使用可能导致两个过电流保护装置同时动作。

注3: 断路器较熔断器常用。

过电流保护装置包括熔断器和断路器。在保护电路中为减小或限制电流而设计的电子装置也可能有所应用。

#### 7.2.8.2 熔断器的附加要求

配备熔断器时,熔断器应固定在熔断器座上。

#### 7.2.8.3 断路器的附加要求

所有断路器应有 OFF(隔离)位置和 ON(接通)位置,并清楚地标识“O”和“I”[IEC 60417 中 5008 (2002-10)符号和 IEC 60417 中 5007(2002-10)符号,见 10.2.2]。

操动方向应依照下列规定:

- 安装在垂直表面上且垂直布置的断路器,其手柄向上为“ON”位置;
- 安装在垂直表面上且水平布置的断路器,其手柄向右为“ON”位置;
- 安装在两个横梁上且水平布置的断路器,其手柄向中间为“ON”位置,或清楚地标识“ON”和“OFF”位置;
- 安装在水平表面上的断路器,其手柄向右为“ON”位置。

#### 7.2.9 过电流保护器件的额定值和整定值

熔断器的额定电流或其他过电流保护装置(过电流保护)的整定电流按实际情况应选择得尽可能小,但也要足以通过预期的过电流(如电动机起动或变压器合闸期间)。选择这些保护装置时,应考虑到由于过电流引起开关电器损坏(例如开关电器触点的熔焊)的保护。

过电流保护应限制如下:

- 导体和插头/插座组合应有过电流保护,使电流不超过其额定值;
- 除电动机外,其他装置或组成的过电流保护整定值不应超过其额定电流值的 125%,或最大额定负载的 125%;
- 非工艺过程照明电路的过电流保护值不大于 15 A;
- 工作频率为 50/60 Hz 的变压器过电流保护整定值应依照表 1 或表 2。

表 1 无热保护的变压器过电流保护

变压器初级额定值	变压器次级额定值	初级保护最大值 额定值的百分比	次级保护最大值 额定值的百分比
任意	$\geq 9$ A	250	125
任意	$< 9$ A	250	167
$\geq 9$ A	任意	125	不要求
$> 2$ A 并 $< 9$ A	任意	167	不要求
$\leq 2$ A	任意	300	不要求

表 2 带热保护的变压器过电流保护

变压器阻抗	初级保护最大值 额定值的百分比(见注)	次级保护最大值 额定值的百分比(见注)
<6%	600	125
>6% 并 <10%	400	125
注：计算值与过电流保护装置的标准额定值不匹配时允许选择下一标准规格。		

### 7.3 电动机的过热保护

#### 7.3.1 概述

功耗大于 240 VA 以上的电动机应提供电动机过热保护。

电动机的过热保护可由下列措施来实现：

——过载保护(7.3.2)；

注 1：过载保护器件检测电路负载超过容量时电路中时间-电流间的关系( $I^2t$ )，同时作适当的控制响应。

——超温度保护(7.3.3)；

注 2：温度检测器件可检测温度过高并引发适当的控制响应。

——限流保护。

应防止过热保护复原后任何电动机自行重新启动，以免引起危险情况，损坏机械。

电动机装置应提供适当的冷却以保持电动机温度在其额定值范围内。

#### 7.3.2 过载保护

在提供过载保护的场合，所有通电导线都应接入过载检测，中线除外。对于单相电动机或直流电源，检测器件只允许用在一根未接地通电导线中。

若过载是用切断电路的办法作为保护，则开关电器应断开所有通电导线，但中线除外。

除非动力转换设备为电动机提供适当的过载保护，否则应从动力转换设备外部提供过载保护。

对于特殊工作制要求频繁起动、制动的电动机(如快速移动、锁紧、快速退回、灵敏钻孔等电动机)，由于保护器件与被保护绕组的时间常数相互差异较大，配置过载保护可能是困难的。需要采用为特殊工作制电动机或超温度保护(见 7.3.3)专门设计的保护器件。

对于不会出现过载的电动机(例如：由机械过载保护器件保护或有足够容量的力矩电动机和运动驱动器)不要求过载保护。

#### 7.3.3 超温度保护

在电动机散热条件较差的场合(如尘埃环境)，建议采用带超温度保护的电动机(见 GB/T 13002)。根据电动机的型式，如果在转子失速或缺相条件下超温度保护不总是起作用，则应提供附加保护。

在可能存在超温度场合(如散热不好)，对于不会出现过载的电动机也建议设置超温度保护(如由机械过载保护器件保护或有足够容量的力矩电动机和运动驱动器)。

### 7.4 电动机的超速保护

如果超速能引起危险情况，则应提供超速保护。超速保护应激发适当的控制响应，并应防止自行重新启动。

超速保护的运行方式应使电动机的机械速度限值或其负载不被超过。

注：这种保护例如由离心式开关或速度极限监视器组成。超速保护的工作方式应不超过监视器的机械速度极限或



其负载。

## 7.5 异常温度的检测

电阻发热或可能达到或引起异常温度的其他电路(例如:由于短时工作制或冷却介质不良),应提供恰当的检测,以引发适当的控制响应。

凡温度异常可能引起危险情况时,应依照 9.4.1 提供保护联锁功能。

## 7.6 对电源中断或电压降落随后复原的保护

如果电压降落或电源中断会引起危险情况、损坏机械或加工件,则应在预定的电压值下提供欠压保护(例如断开机械电源)。

若机械运行允许电压中断或电压降落一短暂时刻,则可配置带延时的欠压保护器件。欠压保护器件的工作,不应妨碍半导体设备的任何停车控制的操作。

如果仅是半导体设备的一部分受电压降落或电源中断的影响,则欠压保护应激发适当的控制响应。

## 7.7 接地故障/残余电流保护

除 6.3 中所述接地故障/残余电流用自动切断电源作保护外,本节保护用于降低由于接地故障电流小于过电流保护检测水平而对电气设备造成的危险。

只要满足电气设备正确运行,保护器件的整定值应尽可能小。

## 7.8 相序保护

电源电压的相序错误会引起危险情况或损坏半导体设备,应提供适当的保护,例如硬件器件或相序标记和适当警告。

## 7.9 闪电和开关浪涌引起过电压的防护

闪电和开关浪涌引起的过电压效应可用保护器件防护。

应提供的场合:

- 闪电过电压抑制器应连接到电源切断开关的引入端子;
- 开关浪涌过电压抑制器应连接到所有要求这种保护设备的端子。

## 7.10 电解电容器

直径大于 25.4 mm(1.0 in)或储存容量超过 4 J 的实用电容器宜:

- a) 通过等效方法使其自然通风或爆裂保护。对于最小 5.1 mm(0.2 in)电容器的通风宜畅通无阻;
- b) 电容器有自身密闭或屏蔽的规定,这样使气体或碎片不会对人危险;
- c) 有绝缘的或防止工具引起短路的端子,不应依赖漆和密封剂提供保护。

例外:这些建议不一定适用于符合 IEC 产品标准的电容器(例如,符合 IEC 61800-5-1 调速驱动所包括的电容器)。

# 8 等电位联结

## 8.1 概述

本章提出保护联结和功能联结两者的要求。图 1 说明这些概念。

保护联结是为了保护人员防止来自间接接触的电击,是故障防护的基本措施(见 6.3.3 和 8.2)。

功能联结(见 8.3)的目的是为尽量减小:

- 绝缘失效影响机械运行的后果;
- 敏感电气设备受电骚扰而影响机械运行的后果。

通常的功能联结可由连接到保护联结电路来实现,对于电气设备的适当功能,而对保护联结电路的电骚扰水平不是足够低的场合,有必要将功能联结电路连接到单独的功能联结导体上(见图 1)。

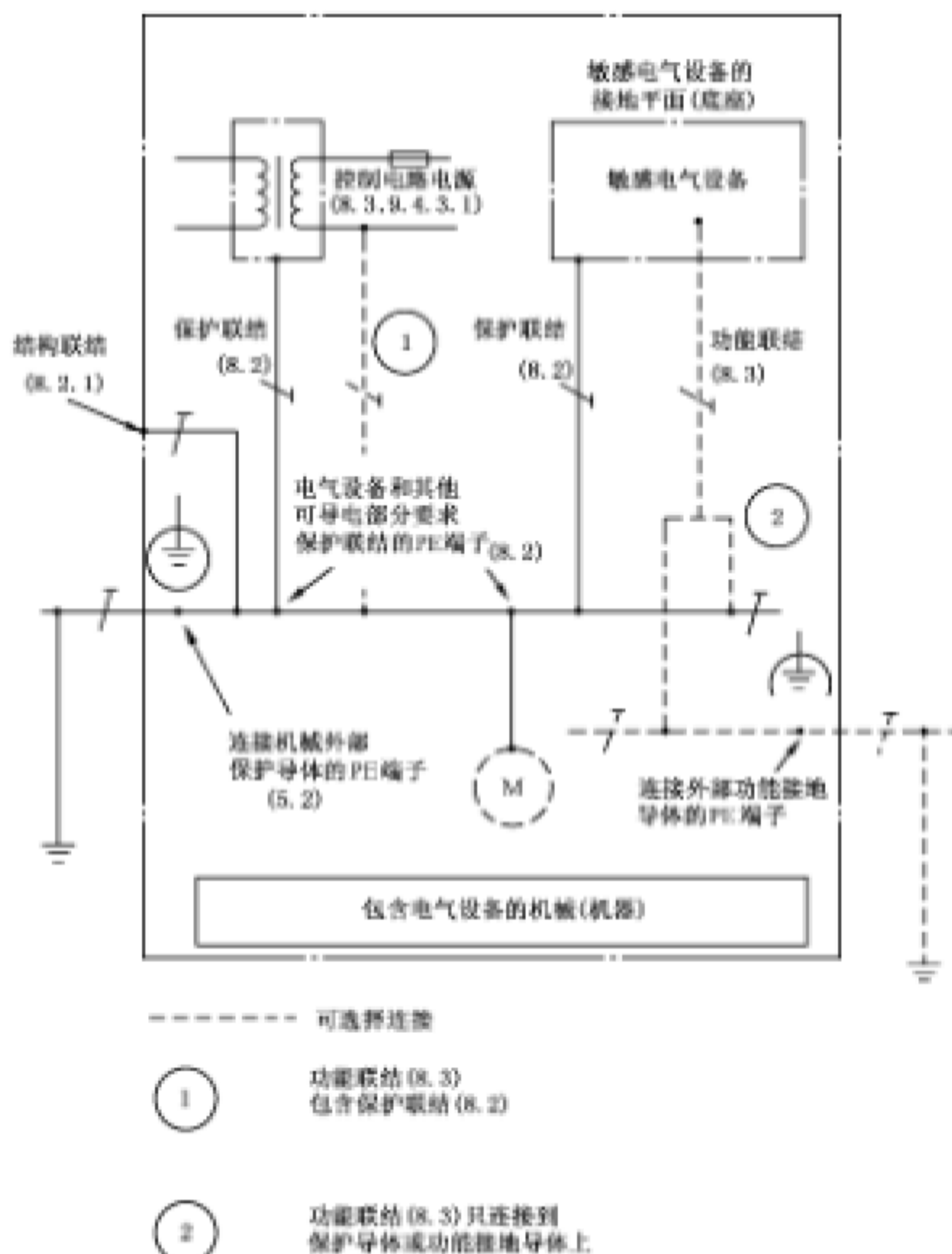
为提高电气设备抗传导和射频(RF)辐射骚扰的抗扰度,功能联结可能包括:

- a) 敏感电路到机壳底板的连接:
  - 这样的端子应标记 IEC 60417 中 5020(2002-10)符号;



——底板接地(PE)的连接应使用低射频(RF)阻抗的导体,尽可能短。

- b) 敏感电气设备或线路应直接连接到保护接地(PE)或功能接地(FE)(见图 1),以减少共模骚扰。功能接地(FE)端子应标记 IEC 60417 中 5018(2002-10)符号。



注:“功能接地导体”原先叫做“无噪声接地导线”和“FE”端子原先称为“TE”(见 GB/T 4026)。

图 1 电气设备等电位接地示例

## 8.2 保护联结电路

### 8.2.1 一般要求

#### 8.2.1.1 概述

保护联结电路由下列部分组成：

- PE 端子(见 5.2)；
- 电气设备中的保护导线,包括电路的滑动触点；
- 电气设备外露可导电部分和可导电结构件；
- 机械结构的外部可导电部分。

#### 8.2.1.2 热和机械应力

保护联结电路的所有设计部件,应有能力承受因接地故障电流流经保护联结电路时带来的高热和机械应力。

注 1: 需要特别注意的是在对地有大的漏地电流情况下确保设备保护联结电路的机械完整性。

注 2: 对地泄漏电流定义为“在无绝缘故障情况下,从装置的带电部分流入地的电流”(IEV 442-01-24),这种电流可以有电容性成分,包括特意使用电容产生的电流。

#### 8.2.1.3 载流能力

保护联结电路的所有部分,应有足够的载流能力以承载可能发生在保护联结电路部分内的故障电流。

注: 按照 8.2.2 的联结线被认为是符合这个要求。

#### 8.2.1.4 辅助联结导体

可导电构件可能变成故障电流的途径,应有足够低的阻抗,以确保故障清除时间满足附录 A 的要求或提供辅助保护联结导体。阻抗低于  $0.1 \Omega$  被认为是足够低。

连接两个外露可导电部分的辅助保护联结导体的电导,应不小于连接外露可导电部分的较小导体的电导。

连接外露可导电部分至装置外可导电部分的辅助保护联结导体,应不小于相应保护导体截面积的电导。

注 1: 摘自 IEC 60364-5-54:2002 中的 544.2。

注 2: 见 6.3.3。

#### 8.2.1.5 IT 配电

如果采用 IT 配电系统,结构应是保护联结电路连同绝缘监测部分,并设置绝缘监控。在大型半导体设备中,这可能涉及提供接地故障的监视系统。

注: 见 6.3.3c)。

#### 8.2.1.6 不必联结的部分

下列情况,部件的安装不构成危险时,外露可导电部分没有必要连接到保护联结电路:

- 不能大面积触摸到或用手握住和尺寸小(约小于  $50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$ )的部件；
- 部件的位置不大可能接触带电部分或绝缘不易失效。

注: 免除此项适用于,例如,螺栓、铆钉、铭牌和电缆。

依照 6.3.2.2 的电气设备可导电结构部分不必与保护联结电路连接。依照 6.3.2.2 提供的所有电气

设备,形成半导体设备结构的外部可导电部分不必连接到保护联结电路。

#### 8.2.1.7 不应联结的部分

依照 6.3.2.3 的设备外露可导电部分,不应连接到保护接地联结电路。

#### 8.2.2 保护导线

保护导线应按 13.4.2 做出标记。

应采用铜导线。

保护导线的截面积应符合表 C.1~表 C.5 的规定。

在使用非铜质导体的场合,其单位长度电阻不应超过允许的铜导体单位长度电阻。

注:在欧洲,对于截面积小于 16 mm<sup>2</sup> 的非铜质电缆无协调标准。

金属软管或硬管和金属电缆护套不应用作保护导体。然而,这些金属导线管和所有连接电缆金属护套(例如电缆铠甲,铅皮护套)应连接到保护联结电路。

#### 8.2.3 保护联结电路的连续性

##### 8.2.3.1 概述

所有外露可导电部分都应按 8.2.1 要求连接到保护联结电路上。

例外:见 8.2.1.6 和 8.2.1.7。

无论什么原因(如维修)拆移部件时,不应使余留部件的保护联结电路连续性中断。

##### 8.2.3.2 联结点的完整性

连接和联结点所设计的载流能力,应不受环境因素的影响,例如包括机械、化学或电化学。

注:当使用铝或铝合金的外壳和导体时,应特别考虑电腐蚀的可能。

##### 8.2.3.3 安装在门上的电气设备

电气设备安装在盖、门、或盖板上时,应确保保护联结电路的连续性,并建议采用保护导线(见 8.2.2)。否则紧固件、铰链或滑动触点应设计成低电阻(见 18.3)。

##### 8.2.3.4 保护导体的连续性

有裸露危险的电缆(如拖曳软电缆)应采取适当措施(如监控)确保电缆保护导体的连续性。若没有适当措施,应对连续性进行监测。

#### 8.2.4 禁止开关器件接入保护联结电路

保护联结电路中不应接有开关或过电流保护器件(如开关、熔断器)。

不应设置保护接地电路中断的措施,下列情况除外:

- a) 位于封闭电气设备区内为试验和测量的链接,不使用工具这些链接不能被断开;
- b) 对正常运行需要底板浮地是允许的,但只有通过自动方式使底板自动连接到保护接地后才能接近外壳内部。出现单一故障或失效时,这种措施应能继续执行其功能;
- c) 当保护联结电路的连续性可借助插头/插座组合断开时,保护联结电路的断开触点应是插入时先接触,拔出时最后断开。这也适用于可移动的或可插拔的插入式单元(见 13.4.5)。

#### 8.2.5 保护导体的连接点

所有保护导体应按 13.1.1 进行端子连接。保护导体连接点不应有其他的作用如缚系或连接用具

零件。

每个保护导线接点都应有标记或标签,采用 IEC 60417 中 5019(2002-10)符号:



或用 PE 字母,图形符号优先,或用黄/绿双色组合,或这些的任一组合进行标记。

### 8.2.6 活动机械

带车载电源的活动机械,电气设备的可导电结构件、保护导线,以及那些机械结构的外部可导电部分,应全部连接到保护联结端子上以防电击。也能从外部引入电源的活动机械,其保护联结端子应为外部保护导线的连接点。

注:当电源为设备的固定、活动或可移动物件内自带的,或无外部引入电源的(例如,当未连接车载电池充电器时),这种设备不必连接到外部保护导线。

### 8.2.7 一体式电源线设备触摸电流的限制

用 1500  $\Omega$  电阻器将一体式电源线设备的任一暴露(易接近的)部分和电源保护接地导体之间连接起来,流经该电阻器的最大电流不应超过 3.5 mA。18.3 用于验证这一要求。

例外:如果完全符合适当的 IEC 产品安全标准的设备,该标准明确允许更高漏电流,设备的接触电流超过 3.5 mA 是可以接受的。

## 8.3 功能联结

防止因绝缘失效而引起的非正常运行,可按 9.4.3.1 要求连接到共用导线。

有关功能联结的建议是为了避免因电磁骚扰而引起的非正常运行,见 4.4.2。

## 8.4 限制大泄漏电流影响的措施

限制大泄漏电流的影响,可采用有独立绕组的专用电源变压器对大泄漏电流的电气设备供电来实现。半导体设备的外露可导电部分和变压器的二次绕组均应连接到保护联结电路上。

## 9 控制电路,紧急断开(EMO)和保护联锁电路

### 9.1 控制电路

#### 9.1.1 控制电路电源

控制电路建议由电源或控制变压器供电。这类变压器应有独立的绕组。

注:这会限制在故障及浪涌情况下的电流,并加强 EMC 滤除。

应使用非危险电压和与控制电路正确动作相一致的功率级来设计安全电路。

#### 9.1.2 取自交流电源的直流电路

由交流电源变直流的电路连接到保护联结电路(见 8.2.1),建议使用有独立绕组的变压器。

注:配有依照 IEC 61558-2-16 有独立绕组变压器的开关模式单元满足这一要求。

#### 9.1.3 起动功能

起动功能应通过给有关电路通电来实现(见 9.3.2)。

#### 9.1.4 停止功能

有下列 3 种类别的停止功能可供半导体设备全部或部分使用：

- 0 类：用即刻切除机械致动机构动力的办法停车（即不可控停止，见 3.74）；
- 1 类：给机械致动机构施加动力去完成停车并在停车后切除动力的可控停止（见 3.13）；
- 2 类：利用储留动能施加于机械致动机构的可控停止。

#### 9.1.5 工作方式

半导体设备可能有一种或多种工作方式，这取决于设备及其应用的类型。当工作方式选择能引起险情时，应采取合适的措施（如钥匙操作开关、通路编码）来防止这种选择。

注：使用这些措施是为了限制有技能人员或受过训练人员进入并防止误选择。

方式选择本身不应引发半导体设备运转。起动控制应单独操作。

对于每个规定的工作方式，应执行有关安全功能和/或安全防护措施。

应配备选择工作方式指示（如方式选择器位置、指示灯准备、在用户界面屏幕上显示器指示）。

#### 9.1.6 多个控制站

如果半导体设备使用多个控制站，应采取措施保证来自不同控制站的起动命令不会引起危险情况。要求在给定时间只有一个控制站起作用时，应使用依照 9.4 的硬件装置或电路，以确保在给定时间只允许一个控制站起作用。由半导体设备风险评估确定的适当位置应提供指示器，用来显示哪一台操作者控制站正在控制半导体设备。由任何一个控制站发出的停止命令都应有效，半导体设备风险评估另有说明者除外。

注：自动化生产的多点远程主机控制正在考虑中。

### 9.2 紧急断开(EMO)

#### 9.2.1 概述

半导体设备应该具有紧急断开电路。当它触发时，将使半导体设备进入安全停机状态，不会产生附加危险。

例外 1：对于单相对地输入电压小于 250 V、总负载不超过 2.4 kVA，且只有电气危险的半导体设备，若断电装置距离操作人员正常工作位置 3 m 之内，可不需要“紧急断开”电路。

例外 2：不单独使用但并入整个系统之内的设备，不需要单独的紧急断开电路。设备安装手册中应提供清楚的安装说明，以便安装人员将该设备连接到集成系统的紧急断开电路。

注 1：安全停机状态包含断开危险能量源和移除或封装危险性的生产材料。这些危险能量和材料包括但不限于那些能引起电气、化学、机械和辐射危险的因素。

注 2：EMO 能满足急停功能的要求。

#### 9.2.2 电路断开电源

紧急断开电路的起动应断开电气设备中所有危险电压和大于 240 VA 的电源，但不断开 EMO 功能所需要的电压和电源及 EMO 关机后复位用的电压和电源，该电源装在主电气柜内。

例外：相关安全的装置（如防火系统）和用于执行数据记录的计算机系统不需要被 EMO 电路断开。EMO 启动后，所有依然带危险电压和动力的部件，应做清晰标识并在用户文件中清楚地标识出来，以防无意中接触。

#### 9.2.3 紧急断开电路要求

紧急断开(EMO)电路应该：

- a) 不包括使其无效或旁路的控制；
- b) EMO 复位后，系统不能产生带电的危险情况；
- c) 通过断电控制使半导体设备关机；
- d) 依照 9.4.2 设计，其部件的选择应依照 4.2。

### 9.3 紧急断开之外的操作

#### 9.3.1 概述

为安全操作应提供必要的安全功能和/或保护措施(例如,保护联锁电路,见 9.4.2)。

半导体设备由于任何原因停机后,应采取措施防止误操作或其他意外的运行(例如由于锁定条件、电源故障、电池更换,以及无线控制时信号丢失等引起)。

#### 9.3.2 起动

只有在所有安全相关功能和/或保护措施就位和可操作时,才可能开始运行。但 9.5 中描述的情况例外。

在半导体设备中某些不适合安全功能和(或)保护措施操作的地方,这类操作的手动控制应采用保持-运转控制,适当情况下,或与使能装置一起使用。

应提供适当的联锁保护电路,确保正确的起动顺序,以避免不正确的起动顺序导致不可接受的风险。

#### 9.3.3 停止

停止类别的选择取决于半导体设备的要求。

停止功能应超越相关的启动功能(见 9.3.2)。

停止功能的复位不应引发任何危险情况。

#### 9.3.4 其他控制功能

##### 9.3.4.1 “保持-运转”控制

“保持-运转”控制应要求该控制器件持续激励直至工作完成。

注:保持-运转控制。可用双手控制器件完成。

##### 9.3.4.2 双手控制

可以使用以 ISO 13851 定义的 3 种型式的双手控制,其选择取决于风险评价。它们应具有下列特点:

I 型:这种型式要求:

- 提供需要双手联合引发的两个控制引发器件;
- 在危险情况期间持续操作;
- 当危险情况依然存在时,释放任一个控制引发器件都应中止半导体设备运转。

I 型双手控制器件不适合引发危险操作。

II 型:是 I 型的另一种控制,当要求进行重新起动运转时,需先释放两个控制引发器件。

III 型:是 II 型的另一种控制,控制引发器件联合引发的要求如下:

- 应在一定时限内起动两个控制引发器件不超过 0.5 s;
- 如果超过时限,应先释放两个控制引发器件,然后方可起动运转。

### 9.3.4.3 使能器件

使能控制(见 10.9)是一个附加手动激励的控制功能联锁即:

- a) 被激励时,允许机械运转由单独的起动控制引发;
- b) 去激励时:
  - 1) 引发停止功能;
  - 2) 防止半导体设备运转。

使能控制的配置应使其失效的可能性最小,例如在半导体设备运转可能被重新起动前,要求使能控制器件去激励。借助简单装置(例如按压按钮)的使能功能不应有失效的可能。

### 9.3.5 无线控制

本节叙述使用无线(如无线电、红外线)技术在机械控制系统和操作控制站之间传输指令和信号的控制系统的功能要求。

注:这些应用和系统的完整性也适用于使用串行数据通信技术的控制功能,此处通信链路使用电缆(如同轴电缆、双绞线、光缆)。

无电缆控制,不应用于控制故障或误操作可能影响系统安全的场合。

每个无线操作控制站应携带一个明确的指示,表明半导体设备拟由该操作控制站控制。

## 9.4 联锁保护

### 9.4.1 概述

当单一故障导致无法承受的风险时,应提供联锁保护电路或其他合适的办法,来防止失效后果。联锁保护电路的设计应采用无危险的电压和功率等级,与电路的正确动作一致。

### 9.4.2 联锁保护电路设计

#### 9.4.2.1 概述

联锁保护电路的设计应使其被触发时,半导体设备的相关部分自动转至安全状态。

建议安全相关的控制功能依照 GB 28526 或 ISO 13849-1,且具有适当的安全完整性等级或安全要求规范所确定的安全性能。

注:主要功能为保护电气设备的装置(如断路器,熔断器)不被认为是联锁保护电路的一部分。

#### 9.4.2.2 复位

联锁保护电路的手动或自动复位,不应引发半导体设备可能发生危险情况的运行。

#### 9.4.2.3 触发指示

当联锁保护电路触发时,应在主操作员工作站提供相应指示。

注 1:建议该指示能识别触发原因。

注 2:在其他位置提供附加指示是很有用的。

例外:若联锁保护触发了紧急断开(EMO)电路,或者使用户界面掉电,此时不强制要求有触发指示。

#### 9.4.2.4 器件考虑事项

联锁保护电路首选机电器件。但是,如果对固态器件的应用进行适用性评估后,符合恰当的标准,也可以选用。适用性评估应考虑可靠性和异常状况,如过电压、欠电压、电源中断、瞬态过电压、斜坡电



压、电磁敏感性、静电放电、热循环、湿度、粉尘、振动、颤动或连接网络的接口。

#### 9.4.2.5 软件

保护联锁功能所使用的软件或器件应符合 IEC 61508、GB 28526 或 ISO 13849(所有部分)的规定。

例外:基于联锁保护电路的软件(包括嵌入式软件)不满足上述要求,只有不会导致要求医学照料的人身伤害的危险场合才可以使用。

注 1: ISO 13849-1 和 GB 28526 两者都参考 IEC 61508-3,对于安全相关电路中基于器件的软件如联锁保护电路,作出应用指导。

注 2: IEC/TR 62513 为安全相关应用的通信系统使用给予指导。

#### 9.4.2.6 解除联锁保护

联锁保护电路的设计应使在维护或修理设备时需要解除连锁保护减至最低程度。

当提供能够解除的联锁保护是必要时,应需要有意操作来解除它们。当依照用户说明书解除联锁保护时,组合工程手段和说明书规定的方法应是足够的,以充分保证人身风险降至最小。当联锁保护处于解除模式时,应采取保护措施,以防止来自控制系统意外的命令。

所有联锁保护电路的设计,应在解锁恢复之前,使半导体设备不能返回到正常运转。

保护人员的联锁保护电路不使用工具就不应使其解除。

#### 9.4.2.7 电路设计

联锁保护电路应在非接地侧切换控制器件。

联锁保护电路,应对电路部件释放能量而非提供能量,来消除危险状况。

#### 9.4.2.8 附加的联锁保护电路

为安全使用半导体设备,必要时应提供连接附加联锁保护电路的手段。例如,必要时接口连接至其他设备。

注:感知存在的敏感保护设备的选择、安装和配置可在 IEC/TS 62046 中找到。

### 9.5 安全功能和(或)保护措施的暂时停止

当需要暂时停止安全功能和(或)保护措施(如设置和维护目的)时,应确保下列保护:

- 在受安全功能暂停影响的区域,禁止所有其他可能危及人身的操作(控制)模式;
- 其他相关的方法(见 ISO 12100-2:2003 中 4.11.9),可能包括如下列的一种或多种:
  - 通过保持-运转装置或类似控制装置引发操作;
  - 带有紧急停止装置和适当时,使能装置的便携式控制站。使用便携式控制站的场合,运动的引发只能由那台控制站来操作;
  - 限制运动的速度或功率;
  - 限制运动的范围。

## 10 操作板和安装在机械上的控制器件

### 10.1 总则

#### 10.1.1 一般器件要求

本章包含对外装或局部露出外壳安装的器件的要求。

这些器件应按 IEC 61310 选择、安装和标识或编码,并尽可能适用。

应使疏忽操作的可能性降到最低,例如采用定位装置、适应性设计、提供附加保护措施。特别考虑操作者输入装置例如触摸屏、键盘和键区的选择、排列、编程和使用。对于危险机械的控制也应特别考虑。见 GB/T 4205。

### 10.1.2 位置和安装

为了适用,控制器件应:

- 操作、修理和维护时易于接近;
- 安装应使得由于物料搬运活动引起损坏的可能性减至最小。

手动控制器件的操动器应这样选择和安装:

- 操动器不低于维修站台以上 0.6 m,并处于操作者在正常工作位置上易够得着的范围内;
- 使操作者进行操作时不会处于危险位置。

脚动控制器件的操动器应这样选择和安装:

- 操作者在正常工作位置易触及的范围内。

### 10.1.3 防护

防护等级(见 IEC 60529)和其他适当措施一起应防止:

- 操作者界面的实际环境中可能存在的侵蚀性液体、油、雾或气体的作用;
- 杂质(如颗粒物)的侵入。

此外,操作板上的控制器件直接接触的防护等级至少应采用 IPXXD(见 IEC 60529)。

### 10.1.4 便携式和悬挂控制站

便携式和悬挂控制站及其控制器件的选择和安装应使得由冲击和振动(如操作控制站下落或受障碍物碰撞)引起机械的意外运转可能性减到最小(见 4.4.5)。

## 10.2 按钮

### 10.2.1 颜色

按钮操动器的颜色代码应符合表 3 的要求(见 9.2)。

“起动/接通”操动器颜色应为白、灰、黑或绿色,优先用白色,但不允许用红色。

表 3 按钮操动器的颜色代码及其含义

颜色	含义	说明	应用示例
红	紧急	危险或紧急情况时操作	急停 紧急功能起动(见 10.2.1)
黄	异常	异常情况时操作	干预制止异常情况 干预重新起动中断了的自动循环
蓝	强制性的	要求强制动作的情况下操作	复位功能
绿	正常	起动正常情况时操作	见 10.2.1
白	未赋予 特定含义	除急停以外的一般功能的起动 (见注)	起动/接通(优先)
灰			停止/断开
黑			起动/接通 停止/断开(优先)

急停和紧急断开操动器应使用红色。

停止/断开操动器应使用黑、灰或白色,优先用黑色。不允许用绿色。也允许选用红色,但靠近紧急操作器件建议不使用红色。

作为起动/接通与停止/断开交替操作的按钮操动器的优选颜色为白、灰或黑色,不允许用红、黄或绿色。

对于按动它们即引起运转而松开它们则停止运转(如保持-运转)的按钮操动器,其优选颜色为白、灰或黑色,不允许用红、黄或绿色。


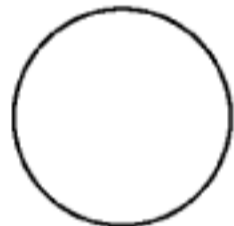
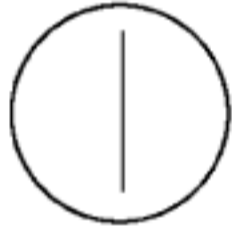
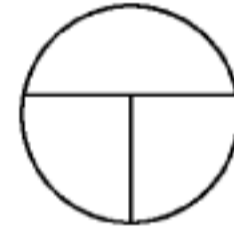
复位按钮应为蓝、白、灰或黑色。如果它们还用作停止/断开按钮,最好使用白、灰或黑色,优先选用黑色,但不允许用绿色。

对于不同功能使用相同颜色白、灰或黑(如起动/接通和停止/断开操动器都用白色)的场合,应使用辅助编码方法(如形状、位置、符号)以识别按钮操动器。

### 10.2.2 标记

除了如 16.3 所述功能识别以外,建议按钮用表 4 给出的符号标记,标记可作在其附近,最好直接标在操动器之上。

表 4 按钮符号

起动或接通	停止或断开	起动或停止和接通或断开 交替动作的按钮	按动即运转而松开则停止 运转的按钮(即:保持-运转)
IEC 60417 中 5007 (2002-10)	IEC 60417 中 5008 (2002-10)	IEC 60417 中 5010 (2002-10)	IEC 60417 中 5011 (2002-10)
			

## 10.3 指示灯

### 10.3.1 概述

指示灯用于下列目的:

——指示:引起操作者注意或指示操作者应该完成某种任务,红、黄、蓝和绿色通常用于这种方式。

闪烁指示灯和显示器见 10.3.3。

——确认:用于确认一种指令、一种状态或情况,或者用于确认一种变化或转换阶段的结束。蓝色和白色通常用于这种方式,某些情况下也可以用绿色。

指示灯的选择及安装方式,应从操作者的正常位置看得到(也见 GB/T 18209.1)。

用于警告灯的指示灯电路应配备检查这些指示灯可操作性的装置。

警示指示灯应清晰可见以便接收和响应。建议功能性指示灯(警告性指示灯除外)设置在从使用位置可以看到。

注:指示灯用于其他目的,例如提供信息或表示一个生产过程的状态,不在本小节考虑之列。

### 10.3.2 颜色

除非供方和用户间另有协议,否则指示灯玻璃的颜色代码应根据半导体设备的状态符合表 5 的要求。

表 5 指示灯的颜色及其相对于半导体设备状态的含义

颜色	含义	说明	操作者的动作
红	紧急	危险情况	立即动作去处理临界情况 (如断开机械电源,发出临界状态报警)
黄	异常	异常情况 紧急临界情况	监视和(或)干预(如重建需要的功能)
蓝	强制性	指示操作者需要动作	强制性动作
绿	正常	正常情况	任选
白	无确定性质	其他情况,可用于红、黄、绿、蓝色的应用 有疑问时	监视

### 10.3.3 闪烁灯和显示器

为了进一步区别或发出信息,尤其是给予附加的强调,闪烁灯和显示器可用于下列目的:

- 引起注意;
- 要求立即动作;
- 指示指令与实际情况有差异;
- 指示进程中的变化(转换期间闪烁)。

对于较重点的信息,建议使用较高频率的闪烁灯(见 GB/T 4025 推荐的闪烁速率和脉冲/间歇比)。用闪烁灯或显示器提供较重点的信息之场合,也应提供音响报警器。

### 10.4 光标按钮

光标按钮操动器的颜色代码应符合表 3 和表 5 的要求。当难以选定适当的颜色时,应使用白色。急停操动器的红色不应依赖于其灯光的照度。

### 10.5 旋动控制器件

具有旋动部分的器件(如电位器和选择开关)的安装应防止其静止部分转动。只靠摩擦力是不够的。

### 10.6 起动器件

用于引发起动功能或移动半导体设备部件(如滑板、主轴、托架)的操动器,其设计和安装应尽量减少意外操作的可能。蘑菇头操动器可用于双手控制(见 ISO 13851)。

### 10.7 紧急断开装置

紧急断开装置应:

- a) 有掌揞型或蘑菇头型的操动器,红色标识;
- b) 能够用掌跟部触发;
- c) 背景为黄色;
- d) 清楚地标识有“紧急断开”或“EMO”,能够从观测位置清晰地读取;

- e) 合理放置或加装外罩,以尽量减少意外触发。如果加装外罩,应仍允许用掌根部触发;
- f) 能够自锁;
- g) 在半导体设备的操作位置、定期维护位置和预期修理位置易于接近;
- h) 安装在半导体设备的各操作位置,且距半导体设备定期维修位置 3 m 以内;
- i) 有直接断开触点。

## 10.8 紧急停止装置

在一些应用中,除了 EMO 外,需要对运动物体提供紧急停止功能。此时,紧急停止操动器应不同于 EMO,如用“紧急停止”来区分。

注:对紧急停止功能的要求在 ISO 13850 中给出。

## 10.9 使能控制器件

当使能控制器件作为系统的部件提供时,且只在一个位置操动时,它应发出使能控制信号以允许运行。在其他任何位置,应停止或防止运行。

使能控制器件的选择和布置,应使其失效的可能性减至最小。

使能控制器件的选择应具有下列特性:

- 设计要考虑人类工效学原则;
- 对于二位置型式:
  - 位置 1:开关的断开功能(操动器不起作用);
  - 位置 2:使能功能(操动器起作用)。
- 对于三位置型式:
  - 位置 1:开关的断开功能(操动器不起作用);
  - 位置 2:使能功能(中间位置操动器起作用);
  - 位置 3:断开功能(超过中间位置操动器起作用);
  - 当从位置 3 返回位置 2,使能功能不能起作用。

注 1:使能控制的功能已在 9.3.4.3 中说明。

注 2:使用二位置型使能控制器件在某些应用中是不合适的(例如,机器人的手动控制)。

## 11 控制设备:位置、安装和电柜

### 11.1 一般要求

所有控制设备的位置和安装应易于:

- 防御外界影响和不限机构的操作;
- 半导体设备及有关设备的操作和维修。

注:本条款不考虑设备承受外部灭火系统的激活能力。

### 11.2 位置和安装

#### 11.2.1 易接近性和维修

##### 11.2.1.1 概述

确定为现场更换的控制设备的所有元件的设置和排列应使得不用移动它们或其配线或拆卸半导体

设备的电气设备或部件就能清楚识别。对于为了正确运行而需要检验或需要易于更换的元件,应在不拆卸半导体设备或其他电气设备或部件情况下就能得以进行(开门或卸罩盖、遮栏或阻挡物除外)。不是控制设备组件或器件部分的端子也应符合这些要求。

所有控制设备的安装都应易于操作和维修。当需要用专用工具调整、维修或拆卸器件时,应提供这些专用工具。为了常规维修或调整而需接近的有关器件,应安设于维修站台以上 0.4 m~2 m 之间。建议端子至少在维修站台以上 0.2 m,且使导线和电缆能容易连接其上。

#### 11.2.1.2 门和旋转面板上的安装

除了人机界面有关的器件和冷却器件外,其他器件都不应该安装在门上或通常可拆卸的外壳孔盖上。

如果在门或旋转面板上安装带危险电压(电源)的元器件,设计者应该为其旋转打开留有足够的空间。随门或旋转面板安装的柔性线缆应该通过在 18.13 中所规定的弯曲试验,或应该提供附加的机械保护以防止电缆在所有弯曲点由于弯曲引起的损坏。

#### 11.2.1.3 插头插座的组合

控制器件通过插入式连接时,它们的组合应该清楚地标有其型号(形状)或标志。在正常操作或维护期间需插拔的插件应具有非互换性,否则可能引起不可接受的风险。

#### 11.2.1.4 测试点的要求

连接试验设备的测试点应该满足下列要求:

- 元器件的安装应该有畅通无阻的通道;
- 与文件一致的清晰标识(见 17.3);
- 有足够的隔离;
- 有足够的测试空间。

#### 11.2.2 物理隔离或组合

建议提供危险电压的端子单独分组,与提供非危险电压的端子分开。

提供危险电压的导体和包含工作电压的接地外壳之间的爬电距离和电气间隙应符合基本绝缘的标准。

#### 11.2.3 热效应

发热元件(如散热片、功率电阻)的安装应使附近所有元件的温度保持在允许限值的范围内。

热效应可以通过温度试验来检验(见 18.9)。

#### 11.3 防护等级

电气控制设备应有足够的能力防止外界固体物和预期使用环境中物质的侵入。

注 1: 电击防护的要求见第 6 章。

注 2: 防止水浸入的防护等级按 IEC 60529 的规定。防护其他液体需要附加保护措施。

控制设备的外壳的防护等级应不低于 IP22 (见 IEC 60529)。

#### 11.4 电柜

##### 11.4.1 概述

电柜的制造应能承受机械、电气和热应力以及正常工作中可能碰到的湿度和其他环境因素的影响。

#### 11.4.2 紧固件

紧固门和盖的紧固件应为系留式的。

#### 11.4.3 窗口

为观察内部安装的指示器件而提供的窗口,应选择合适的能经受住机械应力和耐化学腐蚀的材料。

#### 11.4.4 门

建议电柜门使用垂直绞链,开角最小  $95^\circ$ ,门宽不超过 0.9 m。

#### 11.4.5 开孔

外壳开孔(例如电缆出口)包括通向地面或地基或半导体设备其他部分的通孔,应提供措施以确保这些开口不损害电气设备规定的防护等级。电缆的开孔在现场应容易再开启。机箱上如有安装孔,应确保安装后那些孔不影响所要求的保护。

#### 11.4.6 高表面高温

在正常或异常工作中,电气设备可能达到这样的表面温度,即足以引起火灾风险或对外壳材料产生有害效应,为此:

- 应置于能够耐受所产生温度的外壳内,而没有火灾风险和有害效应;和
- 安装和位置应与邻近设备有足够的距离以便安全散热(见 11.2.3);或
- 应由可以承受设备所产生热的材料遮护,而没有火灾风险或有害效应。

注:依照 16.2 的警告标签可能是必需的。

#### 11.4.7 熔融或燃烧材料的密封

电气外壳应该防止在故障条件下熔融材料或燃烧绝缘材料的扩散,包括外壳的底部。采用挡板或等效的结构技术可以满足这一要求。

#### 11.4.8 可以完全进入的外壳

允许人员能完全进入的外壳应该提供逃逸装置,例如门内侧的应急插销。对于打算例如重置、调整、维护要求而进入的外壳应至少有宽 0.7 m 和高 2.1 m 的通道。

#### 11.4.9 电气设备通道空间

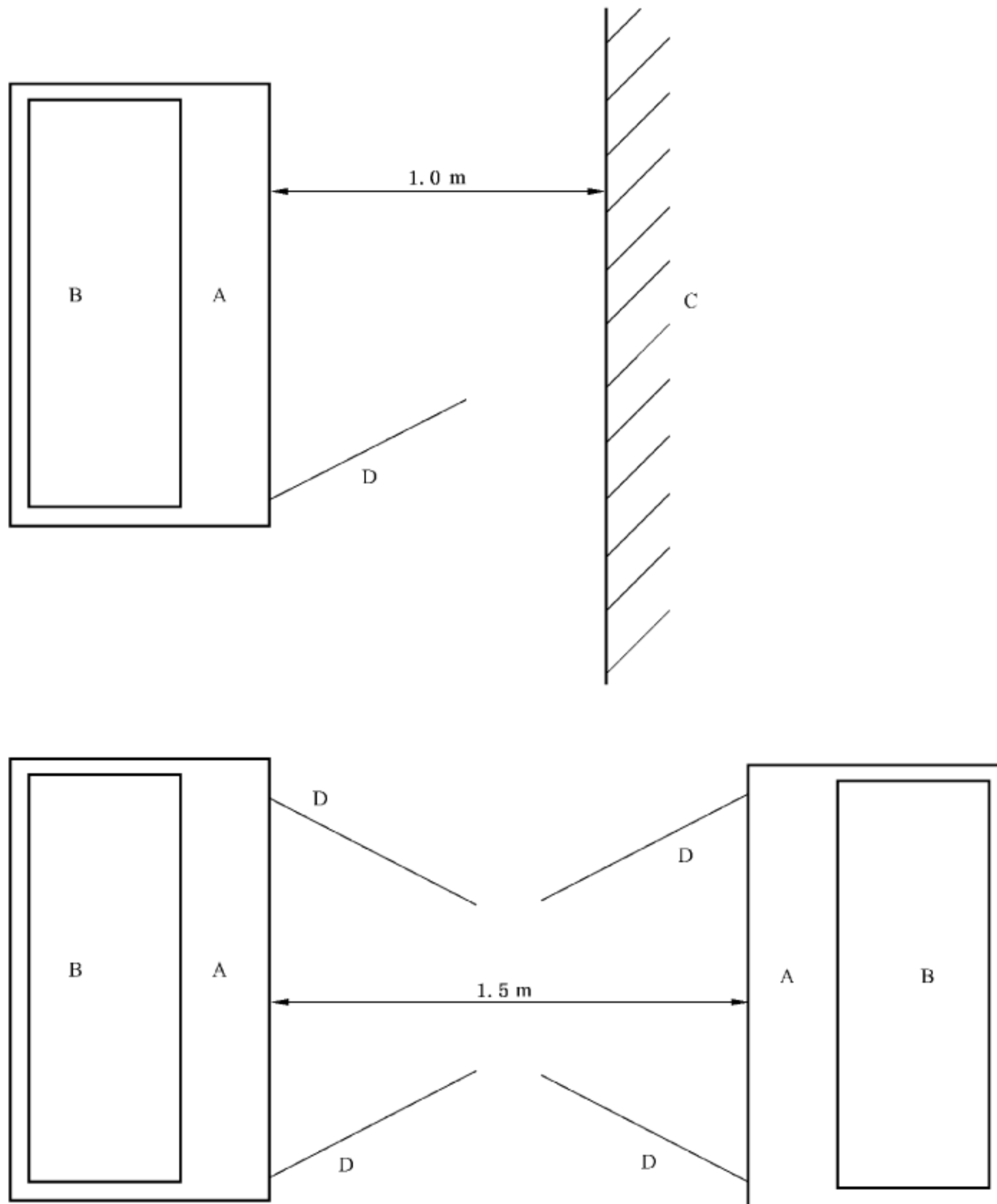
如果出现下列情况:

- 进入期间电气设备可能有电;和
- 当外壳打开时,带电部分暴露。

在外壳前面应有 1.0 m 的无障碍物空间。倘若在通道两侧存在这类部件,无障碍物空间应至少为 1.5 m。见图 2。

注 1: 这些尺寸源自 ISO 14122 系列标准。

注 2: 在一些应用中,可以提供必要的手段,以防止无意将门关闭。



关键指标：

A——电柜；

B——外壳内的电气设备；

C——墙或其他障碍物；

D——外壳的门。

图 2 电气外壳前面空间

## 12 导线和电缆

### 12.1 一般要求

导线和电缆的选择应适合于工作条件[如电压、电流、电击的防护、电缆的分组)和可能存在的外界影响(如环境温度、可能存在水或腐蚀物质、火灾和机械应力(包括安装期间的应力)]。

注：详细信息见欧洲电工委员会 HD 516 S2“低电压协调电缆使用导则”。



所有导体的制造材料应与其连接装置的材料和额定值兼容,并与使用环境相协调。  
 线缆的导体应是铜质的。  
 建议导体的应用依照附录 C。

## 12.2 绝缘

### 12.2.1 概述

每个导体的绝缘应适合于应用并考虑下列因素:

- a) 电压和电流;
- b) 机械强度;
- c) 热评级;
- d) 最坏情况的环境;
- e) 化学品;
- f) 辐射;
- g) 抗火焰蔓延;
- h) 正常使用可能引起的损坏;
- i) 可预见的合理误用;
- j) 清除故障用保护装置;
- k) 布线工艺(见 13 章)。

特别给予注意的是安全相关功能电路的完整性。

天然橡胶和含石棉的材料,不应作为绝缘材料。

### 12.2.2 火焰蔓延和烟雾排放

对于导线和电缆的绝缘材料(例如 PVC)由于火灾蔓延或有毒或腐蚀性烟雾排放可能造成危险时,应提供附加保护或考虑替代的绝缘材料。

### 12.2.3 印刷电路板

印刷电路板应用可燃性等级达到 V-1 或更高的阻燃性材料制造(见 IEC 60695-11-10)。

注: IEC 60695-11-10 源自 UL 94。

## 12.3 载流容量

导线应满足下列要求:

- a) 根据它的额定值和供方说明使用;
- b) 根据附录 C 确定尺寸,除非已经通过相关 IEC 标准的测试证明是适用的。

## 12.4 导线和电缆的电压降

建议在正常工作条件下,从电源点到负载的电压降不应超过标称电压的 5%。为了达到该建议要求,可能有必要采用截面积大于附录 C 规定的导线。

## 12.5 柔性电缆

### 12.5.1 概述

要承受工作条件的电缆应有适当的防护措施以防止:

——过度弯曲导致的损坏;

- 由于机械输送及拖过粗糙表面擦伤电缆；
- 由于没有导向装置操纵引起电缆扭折；
- 由于导向轮和强迫导向使正在电缆盘上缠绕或重新缠绕的电缆产生应力。

注 1：对这种情况的电缆见相关 GB 标准。

注 2：工作条件不利(如高拉应力、弯曲半径小、弯入另一个平面或频繁重复工作循环的场合)将降低电缆的工作寿命。

注 3：见 17.2,j)3)。

### 12.5.2 在外壳或管道中的柔性电缆

满足 12.5.1 全部要求的柔性电线、电缆和电源线组件在下列情况可以用于电柜内部布线：

- a) 配备连接插头并由电柜内的电源插座供电来把一个或多个组件连接到电柜的主电源；
- b) 柔性电线或电缆的单股导体的绝缘可以满足在无外护绝缘套(罩)情况下使用；
- c) 柔性电线、电源线组件、插座和耦合器都根据其额定值使用；
- d) 电缆类型符合它的安装方法。

### 12.5.3 电缆的机械性能

机械电缆输送系统的设计应使在机械工作期间导线受的拉应力保持最小。使用铜导线的场合，铜导体截面的拉应力不应超过  $15 \text{ N/mm}^2$ 。使用要求拉应力超过  $15 \text{ N/mm}^2$  限值时，应选用有特殊结构特点的电缆，允许的最大拉力强度应与电缆制造厂达成协议。

软电缆导体采用非铜材质时，允许的最大应力应不超过电缆制造厂的规范。

注：下列条件影响导体的拉应力：

- 加速力；
- 运动速度；
- 电缆净重；
- 导向方法；
- 电缆盘系统的设计。

## 13 配线技术

### 13.1 连接和布线

#### 13.1.1 一般要求

##### 13.1.1.1 概述

所有连接，尤其是保护联结电路的连接应牢固，防止意外松脱。

连接方法应适合被端接导线的截面积和性质。

##### 13.1.1.2 多导线连接

只有专门设计的端子，才允许一个端子连接两根或多根导线。但一个保护端子只应连接一根保护导线。

##### 13.1.1.3 焊接连接

只有提供的端子适合焊接工艺要求才允许焊接的连接。导体应固定，以使导体保持在适当位置上而不仅依靠焊料。

#### 13.1.1.4 端子排上的端子

端子排上的端子应清楚标示或标签与电路图相一致的标记。

当错误的电气连接(例如更换元器件引起的)可能是风险源时,除了导线和/或端子应按照 13.4 标识外,应通过设计措施降低风险。

#### 13.1.1.5 柔性导线管和电缆

柔性导线管和电缆的敷设应使液体能排离该装置。

#### 13.1.1.6 夹持多股绞合导线

当装置或端子处端接多芯绞线却未配备卡住手段时,应提供绞合线和护套的夹持装置。应不允许使用焊接来达到此目的。

#### 13.1.1.7 接线端子排

端子排的安装和接线应使内部和外部配线不跨越端子。

#### 13.1.1.8 布线

导线并入半导体设备成为一体应使它们的载流量不会受到由机械、化学、热或任何其他影响引起的不当损害。

注:必要时导线可降额使用。

### 13.1.2 导线和电缆敷设

导线和电缆的敷设应使两端子之间无接头或拼结点。可以使用带适合防护意外断开的插头/插座组合进行连接,对本条而言不认为是接头。

为满足连接和拆卸电缆和电缆束的需要,应提供足够的附加长度。

电缆端部应夹牢以防止导线端部的机械应力。

只要可能就将保护导线靠近有关的负载导线安装,以便减小回路阻抗。

### 13.1.3 不同电路的导线

不同电路的导线可以并排放置,可以穿在同一管道中(如导线管或电缆管道装置),也可以处于同一多芯电缆中,只要这种安排不削弱各自电路的原有功能。

如果这些电路的工作电压不同,应把它们用适当的遮栏彼此隔开,或者把同一管道内的导线都用承受最高电压导线的绝缘。例如,相对相电压用于不接地系统,相对地电压用于接地系统。

### 13.1.4 小于 50 mm<sup>2</sup> 的导体

不能为了达到必要的载流量而将几根小于 50 mm<sup>2</sup> 的导线并联在同一个端子。

### 13.1.5 导体的外界温度

在正常工作或故障条件下,导体及其绝缘层都不能置于其外界温度超过其额定温度的环境中。

### 13.1.6 端子温度

如果元器件端子的温度额定值比连接它的导线的温度额定值低,那么导线线径应被特别限制并加以过电流保护以确保其温度不超过其连接端子的温度额定值。

## 13.2 多插座组件

满足下列所有准则的多插座组件是可以接受的:

- a) 固定的安装;
- b) 制造为工业用;
- c) 外壳通过 18.11 测试;
- d) 外壳是金属的,或 V-0 级塑料(见 IEC 60695-11-10),或等效品;
- e) 每个插座应有通过 18.3 测试的单独保护导线连接。

注:插座之间的保护导线连接不应使用串接(见 IEC 60364-5-54)。

## 13.3 插头/插座组合件

当提供插头/插座组合时,应满足下列要求:

- a) 插头/插座组件应当有保护联结触点,它应是首先接通最后断开的触点;
- b) 断开后仍带电的元件应至少达到 IP2X 或 IPXXB 的防护等级,并考虑要求的电气间隙和爬电距离。保护特低电压(PELV)电路除外;

注:这通常是指只有插座用于供电,以防接触到危险电压。

- c) 插头/插座组合的金属外壳应连接到保护联结电路。PELV 电路中使用的插头/插座组合无此项要求;
- d) 当一个以上的插头/插座组合在同一个电气设备上使用时,相关组合应能够清楚识别。若是合理可预见的错接并可能导致危险情况时,那么应从物理上避免错接。建议使用机械编码来防止误插;
- e) 插头/插座组合额定值至少是设计电路的负载(电流)最大额定值的 125%。

## 13.4 导线的标识

### 13.4.1 一般要求

每根导线应按照技术文件的要求(见第 17 章)在每个端部做出标记。

建议(如为维修方便)导线标识可用数字、字母数字、颜色(导线整体用单色或用单色、多色条纹)或颜色和数字或字母数字的组合。采用数字时,应是阿拉伯数字,字母应是罗马字(大写或小写)。

### 13.4.2 保护导线的标识

应依靠形状、位置、标记或颜色使保护导线容易识别。当只采用色标时,应在导线全长上采用黄/绿双色组合。保护导线的色标是绝对专用的。

对于绝缘导线,黄/绿双色组合应这样安排,即在任意 15 mm 长度的导线表面上,一种颜色的长度占 30%~70%,其余部分为另一种颜色。

如果保护导线能容易地从其形状、位置、或结构(如编织导线、裸绞导线)识别,或者绝缘导线一时难以购得,则不必在整个长度上使用颜色代码,而应在端头或易接近位置上清楚地标示 IEC 60417 中 5019(2002-10)图形符号或用黄/绿双色组合标记。

注:这是指例如通过某些附加方法像 IEC 60417 中 5019(2002-10)图形符号标识,此时保护导线可以是绿色。

### 13.4.3 中线的标识

如果电路包含只用于颜色标识的中线,其颜色应为蓝色。为避免与其他颜色混淆,建议使用不饱和蓝,这里称为“浅蓝”(见 GB/T 7947—2010 的 5.2.2),如果选择的颜色是中线的唯一标识,可能混淆的场合,不应使用浅蓝色来标记其他导线。

注:这是指例如通过某些附加方法标识,此时中线可以是白色。

如果采用色标,用作中线的裸导线应在每个 15 mm~100 mm 宽度的间隔或单元内,或在易接近的位置上用浅蓝色条纹作标记,或在导线整个长度上作浅蓝色标志。

#### 13.4.4 颜色的标识

当使用颜色代码作导线标识时,建议在导线全长上使用带颜色的绝缘或以固定间隔在导线上和其端部或在易接近的位置用颜色标记。

由于安全原因,在有可能与黄/绿双色组合(见 13.4.2)发生混淆的场合,不应使用绿色或黄色。

可以使用上面列出颜色的组合色标,只要不发生混淆和不使用绿色或黄色,不过黄/绿双色组合标记除外。

白色、灰色或浅蓝色只能用作中性导体的标识。

当使用颜色编码标识导体时,建议使用下列颜色编码:

——黑色:提供危险电压的交流和直流线路。

#### 13.4.5 电柜内配线

##### 13.4.5.1 布线保护

导线和电缆不应受到物理应力,以免造成损害。

电柜内的导线应在适当位置固定。只有用阻燃绝缘材料制作才允许选用非金属管道,其最低可燃性等级为 V-0。

注:可燃性等级及测试见 IEC 60695-11-10。

位于电柜内部携带危险电压的布线应规划好线路并以适当的方式固定好,以避免维护或排除故障期间造成机械损坏。

在合理可预见的单一故障情况下,配线应避免与液体接触,除非配线适合经受接触这些液体。

导线敷设中可能使用导线槽。但这些导线槽不应损害由它们所固定的导线绝缘。

##### 13.4.5.2 进线

建议安装在电柜内部的电气设备的设计和制造允许从电柜前面进线(见 11.2.1)。如果不可行且控制器件从电柜背后连接,应提供检修门或向外旋转的面板。连接安装在门上的器件或连接其他活动部分的接线应依照 12.5 使用柔性导线制作以允许频繁的活动。导线应固定在独立于电气连接的固定部分和活动部分(见 8.2.3 和 11.2.1)。

##### 13.4.5.3 延伸到电柜外的配线

延伸到电柜外的控制配线应使用接线端子或插头/插座组合。

动力电缆和测量电路电缆,可直接连接欲连接的装置的端子。

#### 13.5 电柜外配线

##### 13.5.1 一般要求

引导电缆进入电柜的导入装置或管道,连同专用的管接头、密封垫等一起,应确保达到要求的防护等级(IP 等级)。

##### 13.5.2 连接到电柜外部的插头、插座组合件

连接到电柜外部的插头/插座组合应符合下列条件:

a) 当按照 e) 正确安装时,插头/插座组合应选择在任何时间,包括连接器插入或拔出期间防止与

带电部分意外接触。防护等级至少为 IPXXB。PELV 电路除外。

- b) 拟在加载期间连接或断开的插头/插座组合应有足够的负载分断能力。如果插头/插座组合的额定电流为 30 A 或更大时,应与开关器件联锁以便只有开关器件处于断开位置时方可插入或拔出。
- c) 插头/插座组合的额定电流超过 16 A 时应有保持装置以防止意外断开。
- d) 如果插头/插座组合件的意外断开可能导致危险,应有保持装置,并应清楚标识它们不能在负载下断开。
- e) 断开后依然带电的元件防护等级至少达到 IP2X 或 IPXXB,或在大于 AC 1 000 V 或 DC 1 500 V 的情况下,防护等级至少达到 IP2XH 或 IPXXBH。PELV 除外。

### 13.5.3 连接到电柜外部的电缆和导线

连接到电柜外部的电缆和导线应该用管道封闭或选择适于不用管道安装的类型。

### 13.5.4 管道

管道及其相关配件安装时,应该预先考虑到其安装环境。

### 13.5.5 悬挂式控制站

当悬挂式控制站须用柔性连接时,应采用柔性导线管或柔性多芯电缆。悬挂式控制站的重量应有支撑装置不应借助柔性导线管或柔性多芯电缆来支撑,除非是为此目的专门设计的导线管或电缆。

### 13.5.6 消除应力

电柜引出的电缆或导线应有足够的防拉措施以保证机械外拉力不会移动端子。按照 18.6 进行拉力试验来检验符合性。

### 13.5.7 软电缆保护

应保护软电缆由于正常工作条件、单一故障状态、或可预见的误用所引起的绝缘损坏。应考虑下列因素:

- a) 机械运动部件;
- b) 托架或导线槽;
- c) 磨损;
- d) 暴露于液体和气体中;
- e) 暴露于辐射中;
- f) 温度超过规范;
- g) 电缆弯曲半径。

### 13.5.8 电缆与运动部件之间的间隙

如果电缆靠近运动部件,电缆和运动部件之间应保持足够的间隙。

注:建议电缆和运动部件之间最小间隙为 25 mm。

### 13.5.9 柔性导线管与运动部件之间的间隙

如果柔性导线管靠近运动部件,则其结构和支承装置应满足下列条件:

- a) 防止正常操作下软导线管的损坏;
- b) 防止单一故障条件下对管内导线绝缘的损伤;

c) 防止导线管与运动部件或引起绝缘损坏的结构接触。

### 13.5.10 电气设备的互连

在安装时子系统之间的导线连接依照附录 C 应有导线联结空间。建议子系统之间的连接通过那些构成中间测试点的接线端子或插头/插座组合进行。这些端子或插头/插座组合应便于放置、受到充分保护,并在相关图上表示出来。

### 13.5.11 运输拆卸

为装运需要断开接线时,应在分段点提供接线端子或插头/插座组合。这些接线端子应适当封闭,插头/插座组合应避免运输和存储期间环境的影响。

## 13.6 管道、接线盒与其他线盒

### 13.6.1 一般要求

管道槽满率不应超过其内部截面积的 50%。

注:应考虑对导线和电缆的所有其他限制因素。例如,温度限制会减少允许使用的导体数量。

柔性和非柔性的导线管及管接头应适用于预定的使用条件。导线管应牢固固定在其位置上。

管接头应与导线管相匹配并适合应用。

管接头应借助要求的工具装拆。

导线管的弯曲不应使其损坏和减小其有效内径。

接线盒应能防止对绝缘有损坏的物质侵入。

接线盒的尺寸应满足正常工作的散热要求。

部分被遮盖的电缆托架不属于导管或电缆管道系统。所使用的电缆应选择适合在电缆托架安装的类型。

### 13.6.2 电缆管道装置

电柜外部的电缆管道装置应有刚性支撑,与运动部件隔开并有适当的环境保护。

盖板的形状应正覆盖满周边,应允许加密封垫。盖板应采用适当方法连接到电缆管道装置上。对于水平安装的电缆管道装置,其盖板不应装在底部。除非专门设计成这样安装的。

注:适用于电气安装的电缆干线和管道装置要求见 IEC 61084。

电缆管道装置是分段安装时,各段之间的连接处应该紧密配合,但不需要加装密封垫。

除接线或排水需用孔外不应有其他开口并应达到相应 IP 等级。电缆管道装置不应有敞开的不用出砂孔。

### 13.6.3 半导体设备布线隔间和电缆管道装置

为封闭导线,在半导体设备内允许使用隔间和电缆管道装置,提供的隔间和电缆管道装置是完全封闭的且与容纳液体的管道或储液槽完全隔离。

敷设在密闭隔间和电缆管道装置中的导线的固定和排列应不会使其受到损坏。

### 13.6.4 接线盒及其他线盒

用于配线目的接线盒和其他线盒应便于维修。这些线盒应有防护以防止固体和液体的侵入,考虑电气设备在预期工作情况下的外部影响(见 11.3)。

接线盒与其他线盒不应有敞开的不用出砂孔,也不应有其他开口,其结构应能隔绝液体和固体。

## 14 电动机及有关设备

### 14.1 一般要求

本章节适用于额定功率大于 240 VA 的交流电动机和直流电动机。

电机的传动构件如皮带和皮带轮应该使用防护罩,这样避免维护人员在维护和修理时受到伤害的风险,同时考虑到维护和修理附近设备可能的需要。

若需维护和修理,电动机和其传动构件应易于润滑、维护和更换。如果机械制动动作增加夹住的可能或危险情况,应提供制动释放能的方法。

如果在合理可预见的故障条件下可能存在有害物质导致增加电击、火灾、或损坏电动机的风险,电动机及其终端设备应有保护以防止这些有害物质的侵入。如果不正确的旋转方向可能导致危险时,电动机和/或其负荷应标记旋转方向箭头。

电动机应标明制造商的名称和零件编号以及电压、电流和电源频率的额定值。

例外:若在电动机上可以追溯到制造商名称和零部件编号,电压、电流和电源频率的额定值可以从支撑文件中找到。

### 14.2 远程安装的电动机

远程安装的电动机(未与半导体设备安装在一起)应有在距电机 3 m 以内可看到的能断开所有非接地导体的装置。

### 14.3 电机尺寸

就切实可行而言,电动机尺寸应符合 IEC 60072 系列标准。

### 14.4 电机的安装与隔间

每台电动机及其相关联轴器、皮带和皮带轮或链条的安装应使得它们有足够的保护,且便于检查、维护、校准、调整、润滑和更换。电动机的安装应使得所有的电动机压紧装置容易拆卸,并容易接近接线盒。

电动机的安装应确保正常的冷却。

注 1: 热类定义在 IEC 60034-1。

注 2: 为散热的通风应直接向半导体设备外部排放。

## 15 附件和照明

### 15.1 附件

如果半导体设备提供附件(如手提电动工具、试验设备)使用的电源插座,则应满足下列要求:

- 不使用钥匙或工具容易接近的插座应使用剩余电流保护装置(RCD)保护人员安全;
- 电源插座应清楚标明电压和电流的额定值;
- 应确保电源插座保护联结电路连续性,由 PELV 提供保护的除外;
- 连接电源插座的所有非接地导线应按第 7 章的规定,提供合适的过电流保护。

### 15.2 半导体设备的局部照明

#### 15.2.1 概述

保护联结电路的连接应符合 8.2.2 的规定。



局部照明的开关或插座不应安装在有液体或有增加电击风险的其他物质的地方。

### 15.2.2 电源

局部照明电路两导线间的标称电压不应超过 250 V。建议两导线间电压不超过 50 V。

照明电路应由下述电源之一供电(见 7.2.5):

- 连接在电源切断装置负载端的专用的隔离变压器。副边电路中应设有过电流保护;
- 连接在电源切断装置进线端的专用的隔离变压器。该电源应仅允许供控制电柜中维修—照明电路使用。副边电路中应设有过电流保护(见 5.3.5 和 13.1.3);
- 带专用过电流保护的半导体设备范围内的电路;
- 连接在电源切断装置进线端的隔离变压器,这时在原边设有专用的切断开关(见 5.3.5),副边设有过电流保护,而且装在控制电柜内电源切断开关的邻近处(见 13.1.3);
- 外部供电的照明电路(例如工厂照明电源)。只允许装在控制电柜中,整个半导体设备工作照明的总功率不超过 3 kW(见 7.2.9)。

例外:操作者在正常工作时触碰不到的固定照明,本条规定不适用。

### 15.2.3 保护

自身照明电路应按照 7.2.5 进行保护。

### 15.2.4 照明配件

可调照明配件应适应于实际环境,暴露于液体或其他物质不应增加电击或火灾的风险。

在正常工作期间可调节的照明配件应在人员可操作的范围内,反光罩应使用机械件而不能用灯座来支撑。

## 16 标记、警告标志和参照代号

### 16.1 概述

警告标志、铭牌、标记和识别牌应具备足够的耐久性,能够适应复杂的实际环境。

### 16.2 电击危险警告标志

包含危险电压的外壳,应标记 IEC 60417(2002-10)中 5036(2002-10)图形符号:



警告标志应在外壳门或盖上清晰可见。

注 1: 应考虑在电气危险的位置附加标签。

注 2: 在半导体制造工业使用的安全标签的附加要求见 SEMI S1。

### 16.3 功能识别

人机界面控制器件、视觉指示器和显示器(尤其是涉及安全的)在其上或其附近清晰和耐久地标识或标记它们有关的功能。

## 16.4 设备的铭牌

永久性的铭牌应该置于半导体设备的主要电气箱上,安装后应清晰可见。铭牌应包括下列信息:

- a) 制造商的名称和地址;
- b) 设备名称、型号和序列号;
- c) 供电电压;
- d) 相数;
- e) 线路数量;
- f) 频率;
- g) 满负载电流;
- h) 最大电动机或负载的额定电流;
- i) 连接到各引入电源的电气设备的额定短路电流;
- j) 电气设备加装电源过电流保护装置,该装置的额定电流;
- k) 电气简图(图号或索引号)或材料清单。

铭牌所示满负载电流应不小于在正常条件下所有电动机和其他电气设备同时运行的全负载电流。

## 16.5 参照代号

所有电柜、装置、控制器件和元件应清晰标出与技术文件相一致的参照代号。

元件的参照代号应置于邻近该元件的安装表面处,元件可以从第 17 章所述文件中识别,除非工程文件提供带元件标识的电柜布置图。

## 17 技术文件

### 17.1 概述

为了安装、操作和维护机械电气设备所需的资料,应以简图、图、表图、表格和说明书的形式提供。这些资料应使用供方和用户共同商定的语言(见附录 B)。提供的资料可随电气设备的复杂程度而异。对于很简单的设备,相关资料可以包容在一个文件中,只要这个文件能显示电气设备的所有器件并能够连接到供电网上。

注 1: 有电气设备项目的技术文件可构成半导体设备的文件部分。

注 2: 有些国家要求使用由法律要求所覆盖的特定语言。

### 17.2 提供的资料

随电气设备提供的资料应包括:

- a) 文件清单。
- b) 电气设备、安装和固定,以及电源连接包括连接外部保护联结电路的清晰、全面的描述。
- c) 在设备连接点处的电源要求,包括容差和暂降允许的短时电压偏离(见 4.3)。
- d) 环境温度范围。
- e) 安装的海拔限制。
- f) 运转装置的空气湿度。
- g) 实际环境其他方面(如照明、振动、噪声级、大气污染)的资料(在适当的场合)。
- h) 概略图或框图(在适当的场合)。
- i) 电路图。
- j) 下述有关资料(在适当的场合):

- 1) 编制的程序,当使用设备需要时;
- 2) 操作顺序;
- 3) 检查周期;
- 4) 功能测试的周期和方法;
- 5) 调整维护和维修指南,尤其是对保护器件及其电路;
- 6) 建议的备件清单;
- 7) 提供的工具清单;
- 8) 使用不间断电源(UPS)时,其功能和接线应在制造商文件中清楚地描述。
- k) 联锁保护电路和其他安全防护措施的功能描述,包括对于操作、校准、试验足够详细的说明;
- l) 安全防护的说明和有必要暂停安全防护功能时(如调整或维修)所提供措施的说明和在暂停安全防护功能时将风险降低到最小程度的措施(见 9.1.6);
- m) 保证半导体设备安全和安全维护的程序说明,例如关闭电能隔离器件的步骤、方法(也见 17.8);
- n) 搬运、运输和存放的有关资料;
- o) 负载电流、峰值起动电流的有关资料(当适用时);
- p) 采用保护措施后遗留风险的信息,指出是否需要作特殊培训及所需的个人防护装备的详细说明;
- q) 对人机界面装置上使用的所有符号的说明,若识别要依靠这些符号。

### 17.3 适用于所有文件的要求

文件系统应提供识别参照代号(参照标号)表,建议文件参照代号系统依照 IEC 61346 系列的相关规定。

## 17.4 安装文件

### 17.4.1 概述

安装文件应给出完成安装和系统安全起动所需的全部资料。

### 17.4.2 供电电缆

建议清楚表明现场安装电源电缆的位置、类型和截面积。

### 17.4.3 过电流保护装置

应阐明电气设备供电导体的过电流保护装置的选型、特性、额定电流和整定值所需的数据(见 7.2.2)。

### 17.4.4 管道、电缆托架、电缆支撑

应详细说明由用户准备的管道尺寸、用途和位置。

应详细说明由用户准备的半导体设备内部子系统之间的导道、电缆托架或电缆支撑物的尺寸、类型及用途。

### 17.4.5 简图

如必要,简图应表明移动、故障排除或维修电气设备所需的空間。

注 1: 安装图的示例见 IEC 61082-1。

此外,在需要的场合应提供互连接线图(表明接口连接的简图)或互连接线表,这种图或表应给出所有外部连接的完整信息。

如果电气设备预期使用一个以上电源供电(如使用不同的电压供电),则互连线图或表应指明使用的每个电源所要求的变更或连接方法。

注 2:互连接线图或表的示例见 IEC 61082-1。

### 17.5 概略图和功能图

如果需要便于了解操作的原理,应提供概略图。概略图象征性地表示电气设备及其功能关系而无需示出所有互连关系。

注 1:概略图示例见 IEC 61082-1 系列。

功能图可作为概略图的一部分或单独提供。

注 2:功能图示例见 IEC 61082-1。

### 17.6 电路图

应提供电路图。这些图应示出半导体设备及其关联电气设备的电气电路并引起对联锁保护电路和 EMO 电路的注意。IEC 60617 中没有出现的图形符号,应单独指明,并在图上或支持文件上说明。机械上的和贯穿于所有文件中的器件和元件的符号和标志应完全一致。

如必要应提供表明接口连接的端子图(互连图)。为了简化,这种图可与电路图一起使用。这种图应包括所表明的每个单元所涉及的详细电路图,现场服务、维护和修理预期使用这些图。

注:在机电图上,开关符号通常展示为电源全部断开(如电、气、水、润滑开关),而机械及其电气设备应显示为随时可以正常起动的状态。

导线应按照 13.4 的规定标识。

电路图的展示应便于了解电路的功能、便于维修和便于故障位置测定。有关控制器件和元件功能特性,若从它们的符号表示法不能明显表达,则应在图上其符号附近说明或加注脚注。

### 17.7 操作文件

技术文件中应包含详述开动和使用电气设备的适当程序的操作说明书。对提供的安全措施应予特别注意。

### 17.8 维修文件

#### 17.8.1 概述

技术文件中应包含详述调整、清洁、维护、预防性检查、更换和修理的适当程序的维修说明书。如何安全执行这些程序应予特别注意。对维修间隔和记录的建议应为该说明书的一部分。如果提供正确操作的验证方法(例如软件测试程序),则这些方法的使用应详细说明。

注:用户不被制造商授权的维修活动应在维修说明书中确定。对于这些维修活动的特定维修说明书本条不作要求。

#### 17.8.2 更换件的标识

用户计划更换的部件(包括计划中的易损件和其它需要定期更换的零件)应在用户说明书中有清晰的信息,以使用户能获取适当的更换件。

## 18 测试

### 18.1 概述

#### 18.1.1 试验安排

本部分符合性检验的要求包括以下内容：

- a) 电气设备与技术文件一致性的检验；
- b) 接地连续性和保护联结电路连续性的试验；
- c) 绝缘电阻试验；
- d) 输入电流试验；
- e) 温度试验；
- f) 联锁保护功能试验；
- g) EMO 电路功能试验。

本条款要求的其他试验(适当时)。

#### 18.1.2 试验条件

在本条所述试验由具有技术知识的熟练或受过训练人员执行且需所述的试验仪器。所有试验设备应适当校准。

除非本部分有规定外,电气设备应该在制造商运行规范内以最不利的条件通过这些试验。变化的参数可能包括但不限于下列项目：

- a) 电源电压；
- b) 电源频率；
- c) 运行模式(例如,全温度条件,电机在运转);和
- d) 温控器的调整、调节装置、或在可操作区内的类似控制。

在整机上应进行 18.2 和 18.3 所描述的接地电阻连续性试验和漏电流的试验。这些试验不要求单独地对未组装部件或子部件进行。

试验可在完整半导体设备的子部件上独立进行,条件是试验要模拟该子部件装入半导体设备并预期在最不利的条件下运行。

## 18.2 接地连续性和保护联结回路连续性试验

### 18.2.1 概述

采用 18.2.3 或 18.2.4 描述的任一程序可以完成。

不是电气设备的组成部分但属于半导体设备一部分的外部可导电部分,被接至保护联结回路对于电气设备连接到外部可导电部分时,在某些情况进行测试是不适合的,其他情况也不是很好。

对于漏电试验和接地连续试验,不连接外部可导电部分尤其重要。

接地连续性试验期间,由于把外部可导电部分连接到保护联结回路,就可能形成附加并联返回路径,这样就可能掩盖了保护导体回路和联结的不足,联结需要有效低阻抗故障返回路径。

### 18.2.2 试验设备

对步骤 1,精度为 $\pm 1.0\%$ 、测量范围为  $0.1 \Omega$  的低量程欧姆表。

对步骤 2,10 A 的低电压电流源,精度为 $\pm 1\%$ ,量程为 10 A 的电流表、精度为 $\pm 1\%$ ,量程为 0.01 V 的电压表。

### 18.2.3 试验步骤 1

断开电气设备的供电电源。对于固定配线安装的电气设备,保护接地线从保护接地端子处断开。用低量程欧姆表测量保护接地端子与电气设备上连接至保护联结回路的每个可导电部分(手柄、监视器、门等)之间的电阻。当试验完成后,重新连接保护接地线至保护接地端子。

### 18.2.4 试验步骤 2

断开电气设备的供电电源。对于固定配线的电气设备,保护接地线从保护接地端子处断开。在保护接地端子与位于电气设备框架或盖板上连接至保护联结回路的每个可导电部分(手柄、监视器、门等)之间接入低电压电流源。通入 10 A 电流,测量每个可接触的金属部分与保护接地端子之间的电压降。用电压降除以电流计算出电阻值。当试验完成后,重新连接保护接地线至保护接地端子。

注:某些标准(如 GB 4793.1)规定该试验注入的电流大于 10 A。

### 18.2.5 可接受的结果

在保护接地端子与连接至保护联结回路的每个导电部分(手柄、监视器、门等)之间的电阻应不大于 0.1 Ω。

## 18.3 一体式电源线的接触电流试验

### 18.3.1 应用

仅要求对电气设备的一体式电源线(软线和插头组合件)进行本试验。

例外:对位于半导体制造设备外壳内的一体式电源线不要求进行本试验并且在正常操作包括维护期间不需要断开。

### 18.3.2 试验设备

精度为±1%的真方均根值电压表。

由一个 1500 Ω 电阻和 0.15 μF 电容并联组成的阻抗网络。

### 18.3.3 步骤

对于通过插头插座组合(一体式电源线)连接引入电源的设备,确保该设备被隔离(例如,把设备放置在木料上或其他非导电表面上)。将设备连接至额定供电电源、并断开接地线,按制造商规定的有利条件操作设备。连接电源保护接地线与设备可触摸的金属部件之间的阻抗网络。

注:阻抗网络可以是单个部件也可以并入接触电流测量仪内。

测量阻抗网络上的电压降,计算接触电流的公式如下:

$$I_{\text{泄漏}} = \frac{V_{\text{测量}}}{1\,500\ \Omega}$$

### 18.3.4 可接受的结果

对于一体化电源线连接的设备,通过测量电压计算出的接触电流最大值不能超过 3.5 mA。

## 18.4 耐压试验

### 18.4.1 试验设备

精度为±5 s 计时器,耐压测试仪具有以下功能:输出为交流 1 500 V 或直流 2 121 V 且精度为

±1%，测试电压指示，绝缘击穿声光报警或任何不可接受单位数的自动滤去功能。在交流试验时，试验设备应包括有正弦波电压输出的变压器。变压器的额定容量至少是 500 VA，否则变压器配有直接测量实际输出电压值的电压表。

#### 18.4.2 步骤

断开设备的输入电源，在初级回路侧可带电金属部分与不可带电金属部分之间施加 1 500 V 交流电或 2 121 V 直流电。浪涌抑制器件以及可能会被损坏的电子器件可以从测试回路中断开，但是这些器件依照产品标准已做过电压试验。试验时，应满足下列条件：

- a) 电气设备应在其最高工作温度；
- b) 所有开关应在“ON”位置；
- c) 经由接触器的电路应通过手动接通触点或旁路接触器端子使电路闭合。

试验电压要逐步增加，从零开始并在最高值时保持 1 min。

注：中性导体，如在电路中使用，作为带电体考虑。

#### 18.4.3 可接受的结果

电气设备的绝缘没有击穿。

注：击穿经常随电压的增加，电压出现骤降或非线性的上升。同样，击穿经常出现电流急剧增加，局部放电（电晕）和类似的现象在电压试验期间可忽视。

### 18.5 电线防拉试验

#### 18.5.1 概述

本试验旨在检验连接设备的一体式电源线，配备的防拉扣能否防止机械应力，例如拉力或扭曲力被传递到端子或内部接线。

可用试验步骤 1 或步骤 2 说明符合本试验。

#### 18.5.2 试验设备

±5 s 精度的定时器，校准过的压力表，量程为 156 N±1.56 N。固定设备的支撑面。

#### 18.5.3 步骤 1

将设备固定，以确保其在拉电源线时不移动。以最不利的角度直接在设备电源线上施加一个 156 N 拉力。如必要，使用滑轮或其他方法来调整作用于线扣上的力的角度。作用力逐步增加并保持 1 min。

#### 18.5.4 步骤 1 可接受的结果

电源线没有被拉伸到可以影响到内部连接的程度。

#### 18.5.5 步骤 2

将设备固定，以确保其在拉电源线时不移动。断开电源线的内部连接。用胶带在电源线外部与线扣接触处做标记，以最不利的角度直接在设备电源线上施加一个 156 N 拉力。如必要，使用滑轮或其他方法来调整作用于卡扣上的力的角度。作用力逐步施加并保持 1 min。

#### 18.5.6 步骤 2 可接受的结果

标记不应移位。

## 18.6 电输出源短路试验

### 18.6.1 试验设备

适用于相应电源短路测试的短路连接体。

### 18.6.2 步骤

空载起动电源,逐个短路每路电源的输出。

例外:按照 4.2 的要求依适当标准评估和试验过的电源不必进行此试验。

### 18.6.3 可接受的结果

起动试验后,8 h 内不存在危险情况或通过激活保护回路或装置消除短路输出的危险。

## 18.7 联锁保护电路功能试验

### 18.7.1 步骤

通过制作或模拟方法激活每个保护联锁电路以验证其安全功能,如适用,设计用于检测潜在的不安全状态。

### 18.7.2 可接受的结果

应确认下列情况:

- a) 保护联锁激活后,会自动把半导体设备或其相关部分置于安全的状态;
- b) 保护联锁电路激活后应给操作人员提示;

例外:若保护联锁电路触发紧急断开(EMO)电路,或关掉用户界面的电源,不强制有触发指示。

- c) 在保护联锁电路手动复位之前防止重新启动运行设备。

## 18.8 储能电容器放电试验(见 6.2.4)

### 18.8.1 试验设备

±1 s 或更高精度的定时器,精度为测试电容电压±1.0%以上直流电压表。

### 18.8.2 步骤

测试每个储存危险能量(20 J 或以上)的电容器。持续监测电容器端子的电压。断开电气设备的电源。10 s 后记录电容两端的电压。

### 18.8.3 可接受的结果

电气设备电源断开的 10 s 内,电容器放电到能量少于 20 J 或电压小于 60 V。

注:按以下公式计算能量:

$$J = \frac{1}{2}CV^2$$

式中:

$J$  —— 能量,单位为焦(J);

$C$  —— 电容,单位为法(F);

$V$  —— 电压,单位为伏(V)。



## 18.9 温度试验

### 18.9.1 试验设备

±5 s 精度的定时器, 全量程分辨率及±0.1 °C 精度的温度计。

### 18.9.2 步骤

设备应在制造商设计的最大负载下运行 8 h 以上或达到热平衡(以先到为准)。测量和记录环境空间温度。测量和记录不同部件和器件上的温度, 与表 6 比较。从 40 °C 或在制造商文件中规定的最大环境温度, 取较大值, 减去环境温度实测值, 把相减的值与各测量点的温度相加, 结果与表 6 比较。

### 18.9.3 可接受的结果

结果不应超过表 6 数据。

表 6 电气设备部件可接受的温度

电气设备部件	温度限值/°C
刀闸开关的触头	55
保险丝及保险丝座	110
绝缘导体	见注 1
现场接线端子	见注 1
标注 60 °C 或 60 °C/75 °C 电源线的电气设备	60
标注 75 °C 电源线的电气设备	75
母线及连接带或汇流条	125
电容器	见注 2
功率半导体开关	见注 3
印刷电路板	见注 4
电动机及变压器	见注 5
注 1: 标注在导体上的温度或制造商指定的额定温度。 注 2: 标注在电容器上的温度或制造商指定的额定温度。 注 3: 半导体制造商推荐的适用功耗的外壳温度。 注 4: 线路板制造商规定的工作温度。 注 5: 电动机或变压器制造商规定的额定温度。如果制造商没有提供相应数据, 使用适当标准如: GB 4793.1。	

## 18.10 电柜强度试验; 30 N 的稳定力试验

### 18.10.1 概述

本试验是检验由电气柜提供防止与危险带电部分接触的保护功能。

### 18.10.2 试验设备

测力计。试指(见附录 D)。

### 18.10.3 步骤

在外壳壁和外罩上施加  $30\text{ N}\pm 3\text{ N}$  的稳定力,持续时间 5 s,通过非铰接试指直接施加在完整的电气设备上或内部的部分或分离的子系统上。

### 18.10.4 可接受的结果

如果非铰接试指穿透材料或穿过开口,铰接试指或非铰接试指均不应与外壳内部危险的带电部分接触。

## 18.11 电气柜强度试验;250 N 的稳定力试验

### 18.11.1 概述

本试验检验电气柜面板抗变形的能力。在 IEC 60950-1 范围内的电气设备应满足 IEC 60950-1 中 4.2.4 试验要求。

### 18.11.2 试验设备

测力计。

### 18.11.3 步骤

面板要经受  $250\text{ N}\pm 10\text{ N}$  的稳定力,持续时间 5 s,借助适当的试具施加在电气设备的外壳上,试具提供超过直径为 30 mm 的圆形表平面接触。

### 18.11.4 可接受的结果

如果外壳面板发生翘曲,则应不引起短路或降低外壳与内部危险带电部分之间规定的安全净距。

## 18.12 指型试具试验

### 18.12.1 概述

满足 GB 4793.1—2007 中 6.2.1 试验要求的电气设备不必进行本试验。

### 18.12.2 试验设备

IEC 指型试具(见附录 D)。

### 18.12.3 步骤

用铰接试指对所有外表面每个可能的位置包括底面不施加外力。任何不要求工具而可以打开的外壳面板试指是适用的。

### 18.12.4 可接受的结果

在正常操作情况下,指型试具接触不到危险带电部分,是可以接受的。

## 18.13 导线弯曲试验

本试验适用于敷设在从固定面板到旋转面板或门上的带危险电压或功率的布线并且在打开期间被弯曲,这些导线除基本绝缘外没有附加的保护措施。

开启门或旋转面板到全开位置然后关闭,进行 500 次。此步骤完成后按照 18.4 进行耐压试验。测试后检查导线表面没有物理损伤并且通过耐压试验,则满足本试验要求。

#### 18.14 绝缘电阻试验

当执行绝缘电阻试验时,在动力回路及保护联结回路间施加 500 V DC 时测得的绝缘电阻不应小于 1 M $\Omega$ 。绝缘电阻试验可以在整台电气设备上的单独部件上进行。

例外:对于电气设备的某些部件如母线、汇流线及汇流排或滑环装置,允许绝缘电阻最小值低一些,但不能小于 50 k $\Omega$ 。

#### 18.15 EMO 功能试验

##### 18.15.1 概述

应进行 EMO 系统的功能试验,对于每个 EMO 按钮应分别进行下列试验。

##### 18.15.2 触发

按下 EMO 按钮,在 EMO 激活期间,确认所使用的断开电能装置(如接触器、继电器)已打开并有效切断系统的电源。

##### 18.15.3 EMO 按钮复位

检验断开后,应复位 EMO 按钮,并应在 EMO 激活期间,确认所使用的断开电能装置(如接触器、继电器)不闭合和设备不重新得电。

##### 18.15.4 EMO 电路复位

复位控制装置应被激活以证实其在 EMO 激活期间,用于断开电能的装置已闭合并重新使设备得电。

#### 18.16 输入电流试验

##### 18.16.1 试验设备

均方根值(r.m.s.)电流表,精度为 $\pm 3.0\%$ 。

##### 18.16.2 步骤

在最大正常负载情况下测量电气设备的输入电流。

##### 18.16.3 可接受的结果

不应超过设备铭牌上规定的额定满负载电流的 110%。

#### 18.17 其他安全电路实验

除保护联锁回路及 EMO 外,对安全回路应执行功能试验,以确保能完成预定的功能。

#### 18.18 电动机温度试验

##### 18.18.1 概述

本试验不适用于下列电动机:

- a) 符合 4.2 的电动机/控制器组合;或
- b) 按照 4.2 和 7.3.2,提供了过载保护的电动机;或
- c) 按照 4.2 具有内在的保护(如热保护或阻抗保护)的电动机。

#### 18.18.2 试验设备

±1 min 精度的定时器或时钟。

#### 18.18.3 步骤

电动机通电时应处于停止或防止起动状态,电动机保持供电直至:

- a) 过载或过温保护时的手动复位,保护功能运行;或
- b) 过载及过温保护的自动复位 8 h 后;或
- c) 没有过载及过温保护的 8 h。

按照 18.4 应进行耐压试验。

#### 18.18.4 可接受的结果

没有电压击穿或明显的损坏或过热。

## 附录 A

(规范性附录)

## 在 TN 系统中的基本保护(间接接触的防护)

(来自 GB/T 16895.21—2011 和 GB/T 16895.23—2012)

## A.1 切断时间

## A.1.1 概述

基本保护(间接接触的防护)应由过电流保护器件提供,在半导体设备中,如果在带电部分和外露可导电部分或外部可导电部分或保护导体之间发生故障时,过电流保护器件应在足够短的切断时间内,自动切断电路或设备的供电。对于半导体设备,切断时间不超过 5 s 视为足够短,不包括手持式设备或便携设备。

例外:不能保证 5 s 的切断时间时,应提供措施(如辅助保护接地)以防止来自同时可触及的可导电部分之间预期触摸电压超出 50 V a.c.或 120 V d.c.无纹波,见 A.3。

## A.1.2 I 类手持式或便携式设备的电路

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电路(如在机械上辅助设备用的插头/插座,见 15.1),表 A.1 规定的最长切断时间视为足够短。

表 A.1 TN 系统的最长切断时间

$U_0$ V	切断时间 s
120	0.8
230	0.4
277	0.4
400	0.2
>400	0.1

注 1: 在 IEC 60038 规定的容许偏差范围内的电压,切断时间适用于施加的标称电压。  
注 2: 对于两级之间的电压值,使用表中紧接在其后的较高值。

<sup>a</sup>  $U_0$  是对地标称交流电压均方根值。

## A.2 用过电流保护器件自动切断电源作保护条件

过流保护装置特性和回路阻抗应是这样的:电气设备内任何地方的相线和保护导体或外露可导电部分之间如果发生可忽略阻抗的故障时,将在规定的时间内(即 $\leq 5$  s 或 $\leq$ 依照表 A.1 的值)自动切断电源。下列条件满足本要求:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

式中:

$Z_s$ ——包括电源、故障点和电源之间的带电导体到故障点和带电导体到保护导体的故障环阻抗,单位为欧( $\Omega$ );

$I_a$ ——在规定的时间内引起切断保护器件自动动作的电流,单位为安(A);

$U_0$ ——对地标称交流电压,单位为伏(V)。

应注意由于故障电流使导体的温度提高,其电阻也随之增加。

注:计算短路电流的资料可以找到,例如在 IEC 60909 中或从短路保护器件的供方获得。

### A.3 用减小触摸电压使之低于 50 V 作保护条件

当不能采取 A.2 的要求及选择辅助接地作为防护危险触摸电压的措施时,本保护条件意指触摸电压已减小到低于 50 V 以及保护电路的阻抗( $Z_{PE}$ )若不超出下式所示时,达到了保护条件。

$$Z_{PE} \leq \frac{50}{U_0} \times Z_s$$

式中:

$Z_{PE}$ ——装置中设备的任何处和机械端子(见 5.2 和图 1)之间的保护接地电路的阻抗或是同时可触及的外露可导电部分和(或)外部可导电部分之间的保护联结电路的阻抗。

本条件证实通过使用 18.2.2 的试验 1 测量电阻 RPE 而获得。若 RPE 的测出值不超出下式所示时,达到了保护条件。

$$R_{PE} \leq \frac{50}{I_{a(5s)}}$$

式中:

$I_{a(5s)}$ ——保护器件的 5 s 动作电流,单位为安(A);

$R_{PE}$ ——机械上端子(5.2 和图 1)和设备的任何处之间的保护接地电路的电阻或是同时可触及的外露可导电部分和(或)外部可导电部分之间的保护接地电路的电阻。

注 1: 辅助保护联结被认为是对防护间接接触的补充。

注 2: 辅助保护联结可以包括整个装置、部分装置、设备零件或配置。

### A.4 用自动切断电源保护条件的检验

#### A.4.1 概述

依据 A.2 用自动切断电源作间接接触防护的措施,措施的有效性检验如下:

- 通过目测断路器标称设置和熔断器电流额定值来检验关联的保护器件的特性;
- 测量故障环路阻抗( $Z_s$ )。

例外:可获得故障环路阻抗的计算或保护导体电阻的计算以及当装置的配置允许检验导线的长度和截面积时,保护导体连续性检验可以代替测量。

#### A.4.2 故障环路阻抗的测量

故障环路阻抗的测量应使用符合 GB/T 18216.3 的测量设备进行。有关测量结果的信息和在测量设备的文件中规定要遵循的程序应予考虑。

在预定的装置处,当机械连接到其频率与电源的标称频率相同的电源时,应进行测量。

注:图 A.1 表明在机械上测量故障环路阻抗的典型配置。在试验期间如果不能连接电动机,在试验中,不使用的两相导体可以断开,例如拆去熔断器。

故障回路阻抗的测量值应遵照 A.2 的规定。

#### A.4.3 导体电阻的测量值和故障条件下实际值之间差异的考虑

注：在环境温度下进行测量，由于电流小，故障条件下则需要考虑导体的电阻随温度的提高而增加，以检验故障回路阻抗的测量值符合 A.2 的要求。

由于故障电流导体的电阻随温度的升高而增加，在下式中考虑：

$$Z_s(m) \leq \frac{2}{3} \times \frac{U_0}{I_a}$$

式中：

$Z_s(m)$  是  $Z_s$  的测量值。

如果故障回路阻抗的测量值大于  $2U_n/3I_a$ ，按照 GB/T 16895.23—2005 中 C.61.3.6.2 描述的程序可以进行更准确地评价。

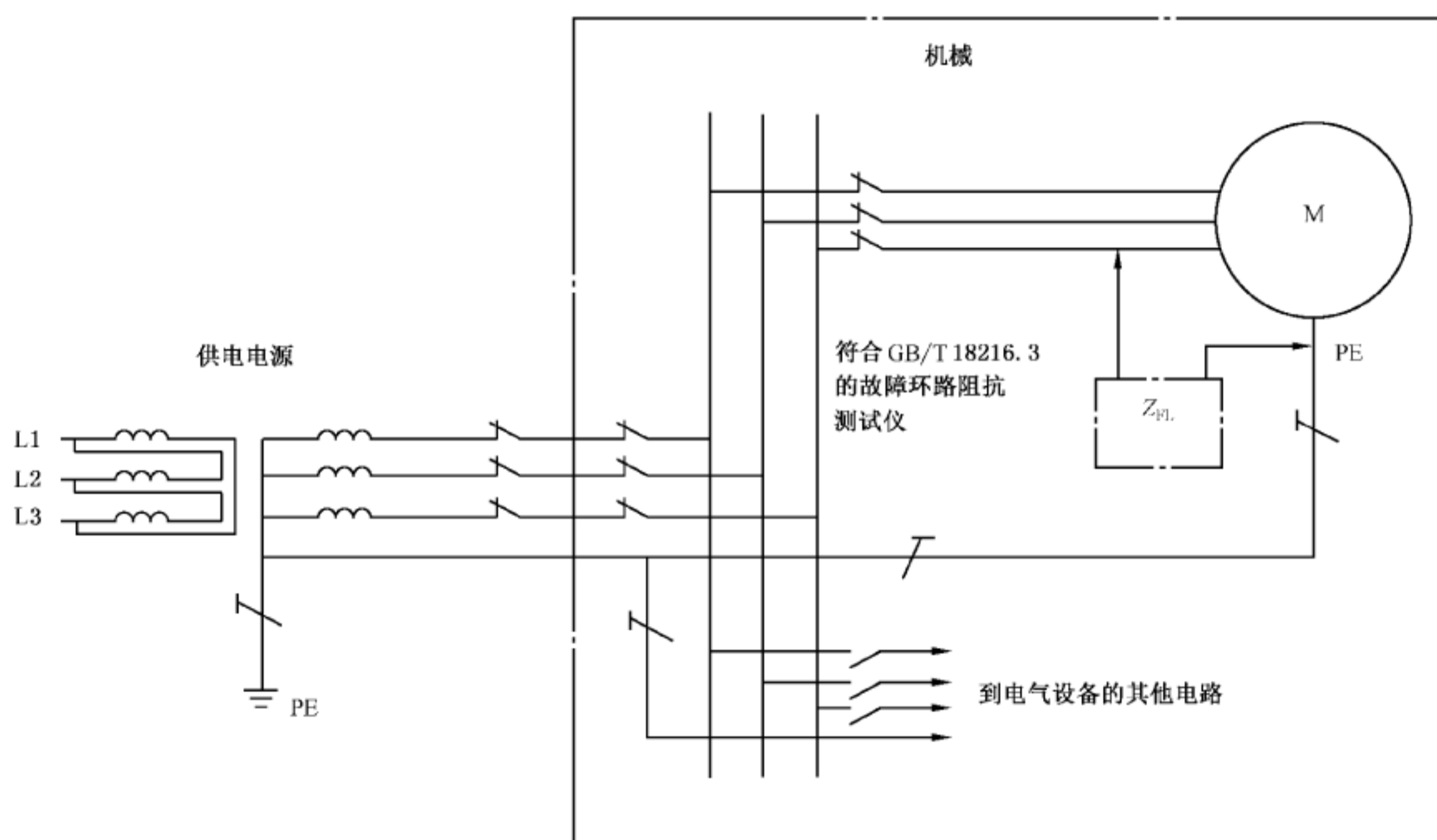


图 A.1 故障回路阻抗测量典型配置

## 附录 B

(规范性附录)

### 在 TT 系统中间接接触的防护

(来自 GB/T 16895.21—2011 和 GB/T 16895.23—2012)

#### B.1 TT 系统的要求

##### B.1.1 接地

所有可能被触及的外露可导电部分或外部可导电部分应联结保护导体或者直接接到 PE 端子。必要时, PE 端子应当连接到一个或多个接地板上以便接地电阻足够小。在对于敏感设备的共有连接提供单独功能接地电路的场合, 功能接地端子应接到接地极。电源系统的中性点或中点应接地。如果中性点或中点不可用或无法接近, 相导线应接地。

##### B.1.2 TT 系统的故障保护(间接接触的防护)

###### B.1.2.1 概述

通常, RCD 应在 TT 系统中用于故障保护。另外, 可用于故障保护的过流保护装置提供适当低值的  $Z_s$  是永久而可靠的保证。

###### B.1.2.2 剩余电流保护装置(RCD)

剩余电流动作保护装置(RCD)用于故障保护的场合, 下列条件应满足:

a) 切断时间如表 B.1 规定

例外: 切断时间不超过 1 s, 对于配电线路和不由表 B.1 覆盖的电路是允许的, 和

b)  $R_A \times I_{\Delta n} \leq 50 \text{ V}$

式中:

$R_A$ ——接地极和外露可导电部分的保护导体电阻之和用  $\Omega$  表示;

$I_{\Delta n}$ ——为 RCD 额定剩余动作电流。

注 1: 如果故障阻抗不可忽略, 在这种情况下, 也可提供故障保护。

注 2: RCD 之间的区别, 参见 IEC 60364-5-53 中的 535.3。

注 3:  $R_A$  未知时, 可用  $Z_s$  来替代。

注 4: 有关预计的剩余故障电流比 RCD 额定剩余动作电流足够大(典型为  $5 I_{\Delta n}$ )按照表 B.1 的切断时间。

注 5: 在日本,  $R_A$  允许最大值是校准的(例如  $U_0 > 300 \text{ V}$  时,  $R_A < 10 \Omega$ )。

###### B.1.2.3 用过电流保护装置作保护

使用过电流保护装置的场合应满足下列条件:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

式中:

$Z_s$  是故障环路阻抗, 单位为  $\Omega$ , 由下列部分组成:

——电源;

——相导体到故障点;

——外露可导电部分的保护导体;



——接地导体；

——装置的接地极和电源的接地极。

$I_a$  为在表 B.1 规定时间内引起切断装置自动动作的电流，单位为 A。

例外：配电线路和不在表 B.1 所列的电路，分断时间不超过 1 s 是允许的。

$U_0$  是相对地标称交流或直流电压。

表 B.1 最长切断时间

系统	$50\text{ V} < U_0 \leq 120\text{ V}$		$120\text{ V} < U_0 \leq 230\text{ V}$		$230\text{ V} < U_0 \leq 400\text{ V}$		$U_0 > 400\text{ V}$	
	s		s		s		s	
	交流	直流	交流	直流	交流	直流	交流	直流
TN	0.8	见注	0.4	5	0.2	0.4	0.1	0.1
TT	0.3	见注	0.2	0.4	0.07	0.2	0.04	0.1
注：不是出于电击防护的原因而切断故障回路可能是需要的。								
<sup>a</sup> TT 系统中，当采用过电流保护装置切断故障回路，并且将半导体设备范围内的所有外部可导电部分连接到等电位联结时，可采用 TN 系统的最长切断时间。 <sup>b</sup> $U_0$ 是指相对地标称交流或直流标称电压。								

### B.1.3 用剩余电流保护装置自动切断电源作保护的检验

对 TT 系统的间接接触防护是通过使用剩余电流保护装置自动切断电源实现的，应通过以下试验，检查和测量的检验。检查跳闸的额定剩余电流和剩余电流保护装置的切断时间，检验剩余电流保护装置按照有关 IEC 标准已作过的试验，检查剩余电流保护装置和保护联结电路的连接，测量半导体设备保护联结电路至外露可导电部分的故障环路阻抗。接地电阻值应小于 100  $\Omega$ 。

注：有关剩余电流保护装置的性能和接地故障环路阻抗的测量，见 IEC 60364-6。

附录 C  
(规范性附录)

导体载流能力、电气间隙和爬电距离

C.1 表 C.1~表 C.6 使用信息

导体截面积的选择,应不超过表 C.1~表 C.6 的额定载流量。铜导体的载流量额定工作电压在 0~2 000 V。

实际应用中,导体的载流量受到与其连接装置所标记的温度限制,见 13.1.6。

90 °C 和 105 °C 一栏所提供的载流量,允许导线束运行在比 60 °C 或 75 °C 更热的额定值,因此,当降额时,有更多可用的载流量。从降额表 C.4~表 C.7,反映了导体的应用限制。

装置的导体额定温度通常是 60 °C 或 75 °C。

表 C.1 AWG 30-4 的导体载流量,环境温度 30 °C

线规		截面积 mm <sup>2</sup>	无降额 1根~3根导体 每根导体的载流量/A,绝缘等级				单根导线的弯曲距离		保护导体线规		保护导体 截面积
Metric	AWG		60 °C	75 °C	90 °C	105 °C	mm	inches	Metric	AWG	mm <sup>2</sup>
	30	0.050	—	0.5	0.8	1	6.4	0.25		30	0.050
	28	0.079	—	0.8	1	2	6.4	0.25		28	0.079
	26	0.128	—	1	2	3	6.4	0.25		26	0.126
	24	0.201	2	2	3	4	6.4	0.25		24	0.201
	22	0.324	3	3	5	7	13	0.5		22	0.318
0.50		0.500	5	5	9	11	13	0.5	0.50		0.500
	20	0.519	5	5	9	11	13	0.5		20	0.509
0.75		0.75	6	6	12	16	13	0.5	0.75		0.75
	18	0.823	7	7	14	18	13	0.5		18	0.823
1.00		1.0	8	8	15	19	19	0.75	1.00		1.0
	16	1.31	10	10	18	22	20	0.75		16	1.31
1.50		1.5	11	11	20	24	19	0.75	1.50		1.5
	14	2.08	15	15	25	30	20	0.75		14	2.08
2.50		2.5	17	17	27	32	25	1.0	2.50		2.5
	12	3.31	20	20	30	35	26	1.0		12	3.31
4.00		4.0	24	24	34	39	25	1.0	4.00		4.0
	10	5.26	30	30	40	45	26	1.0		10	5.26
6.00		6.0	32	35	44	49	38	1.5	6.00		6.0
	8	8.37	40	50	55	60	39	1.5		10	5.26
10.00		10.0	45	55	62	68	51	2	6.00		6.0
	6	13.30	55	65	75	85	51	2		10	5.26
16.00		16.0	60	72	82	92	76	3	10.00		10.0
	4	21.15	70	85	95	105	76	3		8	8.37

表 C.2 25 mm<sup>2</sup> ~600 kcmil 的导体载流量,环境温度 30 °C

线规		截面积	无降额 1根~3根导体				单根导线的弯曲距离		保护导体线规		保护导体截面积
			每根导体的载流量/A,绝缘等级								
Metric	AWG	mm <sup>2</sup>	60 °C	75 °C	90 °C	105 °C	mm	inches	Metric	AWG	mm <sup>2</sup>
25.00		25.0	80	95	105	115	76	3	10.00	30	10.00
	3	26.67	85	100	110	120	76	3		8	8.37
	2	33.62	95	115	130	145	89	3.5		6	13.30
35.00		35.0	97	117	133	149	115	4.5	16.00		16.00
	1	42.41	110	130	150	170	115	4.5		6	13.30
50.00		50.0	120	144	164	180	140	5.5	16.00		16.00
	1/0	53.49	125	150	170	185	140	5.5		6	13.30
	2/0	67.43	145	175	195	205	152.4	6		6	13.30
70.00		70.0	148	179	199	210	165	6.5	16.00		16.00
	3/0	85.01	165	200	225	240	166	6.5		6	13.30
95.0		95.0	179	214	241	260	178	7	16.00		16.00
	4/0	107.2	195	230	260	285	178	7		4	21.15
120.0		120.0	208	246	280	308	216	8.5	25.00		25.00
	(250)	126.7	215	255	290	320	216	8.5		4	21.15
150.0		150.0	238	282	317	347	254	10.0	25.00		25.00
	(300)	152.0	240	285	320	350	254	10		4	21.15
	(350)	177.4	260	310	350	385	305	12		3	26.67
185.0		185.0	266	317	359	395	305	12	35.00		35.00
	(400)	202.7	280	335	380	420	331	13		3	26.67
240.0		240.0	309	367	416	456	331	13	35.00		35.00
	(500)	253.4	320	380	430	470	356	14		3	26.67
300.0		300.0	352	416	471	516	381	15	35.00		35.00
	(600)	304.0	355	420	475	520	381	15		2	33.62

表 C.3 降额载流量(根据表 C.1 和表 C.2)0.050 mm<sup>2</sup> ~4.00 mm<sup>2</sup>

配线槽内的载流导线数,线束或电缆用降额系数。

载流导体数量	表 C.1 和表 C.2 中的降额百分比/%
1~3	100
4~6	80
7~9	70
10~20	50
21~30	45
31~40	40
41 及以上	35

C.2 环境温度校正系数

表 C.1~表 C.3 的环境温度校正系数在表 C.4 中给出。

表 C.4 环境温度校正系数

环境温度℃	60 °C 绝缘	75 °C 绝缘	90 °C/105 °C 绝缘
21~25	1.08	1.05	1.04
26~30	1.00	1.00	1.00
31~35	0.91	0.94	0.96
36~40	0.82	0.88	0.91
41~45	0.71	0.82	0.87
46~50	0.58	0.75	0.82
51~55	0.41	0.67	0.76
56~60	—	0.58	0.71
61~70	—	0.33	0.58
71~80	—	—	0.41

C.3 非绝缘母线尺寸

非绝缘母线应符合表 C.5 尺寸要求。

表 C.5 非绝缘母线尺寸

注：C.4 中规定了非绝缘母线间的电气间隙和爬电距离。

厚度 mm	厚度 inches	宽度 mm	宽度 inches	面积 mm <sup>2</sup>	面积 inches <sup>2</sup>	载流量 A
1.59	0.063	12.7	0.50	20.0	0.031	31
		19.1	0.75	30.3	0.047	47
		25.4	1.00	40.6	0.063	63
		38.1	1.50	60.6	0.094	94
		50.8	2.00	80.6	0.125	125
		76.2	3.00	121.3	0.188	188
3.18	0.125	12.7	0.50	40.6	0.063	63
		19.1	0.75	60.6	0.094	94
		25.4	1.00	80.6	0.125	125
		38.1	1.50	121.3	0.188	188
		50.8	2.00	161.3	0.250	250
		63.5	2.50	201.9	0.313	313
		76.2	3.00	241.9	0.375	375
101.6	4.00	322.6	0.500	500		

表 C.5 (续)

厚度 mm	厚度 inches	宽度 mm	宽度 inches	面积 mm <sup>2</sup>	面积 inches <sup>2</sup>	载流量 A
6.35	0.250	12.7	0.50	80.6	0.125	125
		19.1	0.75	121.3	0.188	188
		25.4	1.00	161.3	0.250	250
		38.1	1.50	241.9	0.375	375
		50.8	2.00	322.6	0.500	500
		63.5	2.50	403.2	0.625	625
		76.2	3.00	483.9	0.750	750
		88.9	3.50	564.5	0.875	875
		101.6	4.00	645.2	1.00	1 000
		127.0	5.00	806.5	1.25	1 250
		152.4	6.00	967.7	1.50	1 500
9.53	0.375	12.7	0.50	121.3	0.188	188
		19.1	0.75	181.3	0.281	281
		25.4	1.00	241.9	0.375	375
		38.1	1.50	363.2	0.563	563
		50.8	2.00	483.9	0.750	750
		63.5	2.50	605.2	0.938	938
		76.2	3.00	725.8	1.125	1 125
		88.9	3.50	847.1	1.313	1 313
		101.6	4.00	967.7	1.500	1 500
12.7	0.500	19.1	0.75	241.9	0.375	375
		25.4	1.00	322.6	0.500	500
		38.1	1.50	483.9	0.750	750
		50.8	2.00	645.2	1.00	1 000
		76.2	3.00	967.7	1.50	1 500
		101.6	4.00	1290.3	2.00	2 000

#### C.4 电气间隙和爬电距离

适当时,电气间隙和爬电距离应依照表 C.6 或表 C.7。

当需要用直流电压进行试验时,增加规定试验电压的 1.42 倍。

表 C.6 洁净室等级 1 000 或以下的电气间隙和爬电距离

安装类别	工作电压 V	基本/附加 mm			双重/加强 mm		
		电气间隙	爬电距离	测试电压 V r.m.s.	电气间隙	爬电距离	测试电压 V r.m.s.
1 类	50	0.1	0.18	230	0.10	0.35	400
	100	0.1	0.25	350	0.12	0.50	510
	150	0.1	0.30	490	0.40	0.60	740
	300	0.5	0.70	820	1.60	1.60	1 400
	600	1.5	1.70	1 350	3.30	3.40	2 300
	1 000	3.0	3.20	2 200	6.50	6.50	3 700
2 类	50	0.1	0.18	350	0.12	0.35	510
	100	0.1	0.25	490	0.40	0.50	740
	150	0.5	0.50	820	1.60	1.60	1 400
	300	1.5	1.50	1 350	3.30	3.30	2 300
	600	3.0	3.00	2 200	6.50	6.50	3 700
	1 000	5.5	5.50	3 250	11.50	11.50	5 550
3 类	50	0.1	0.18	490	0.4	0.4	740
	100	0.5	0.50	820	1.6	1.6	1 400
	150	1.5	1.50	1 350	3.3	3.3	2 300
	300	3.0	3.00	2 200	6.5	6.5	3 700
	600	5.5	5.50	3 250	11.5	11.5	5 550
	1 000	8.0	8.00	4 350	16.0	16.0	7 400

注 1: 按照表 C.8 中规定,在无涂覆的印制线路板上小于 0.7 mm 的爬电距离可以减小。  
 注 2: 洁净室等级 1 000 或更小其污染等级为 1,然而,即使该设备安装于该级别的洁净室在特定的区域,在给定的设备的部分其污染等级可能超过 1。

表 C.7 印刷线路板(PWB)爬电距离

设备爬电距离 mm	PWB 爬电距离/mm					
	基本或附加绝缘	双重或加强绝缘				
		安装类别 1	安装类别 2	安装类别 3		
0.18	0.1	没有减少				
0.25	0.1					
0.30	0.2					
0.35					0.10	0.12
0.50	0.5				0.20	0.40
0.60	0.5				0.45	

表 C.8 洁净室等级 1 000 以上的电气间隙和爬电距离

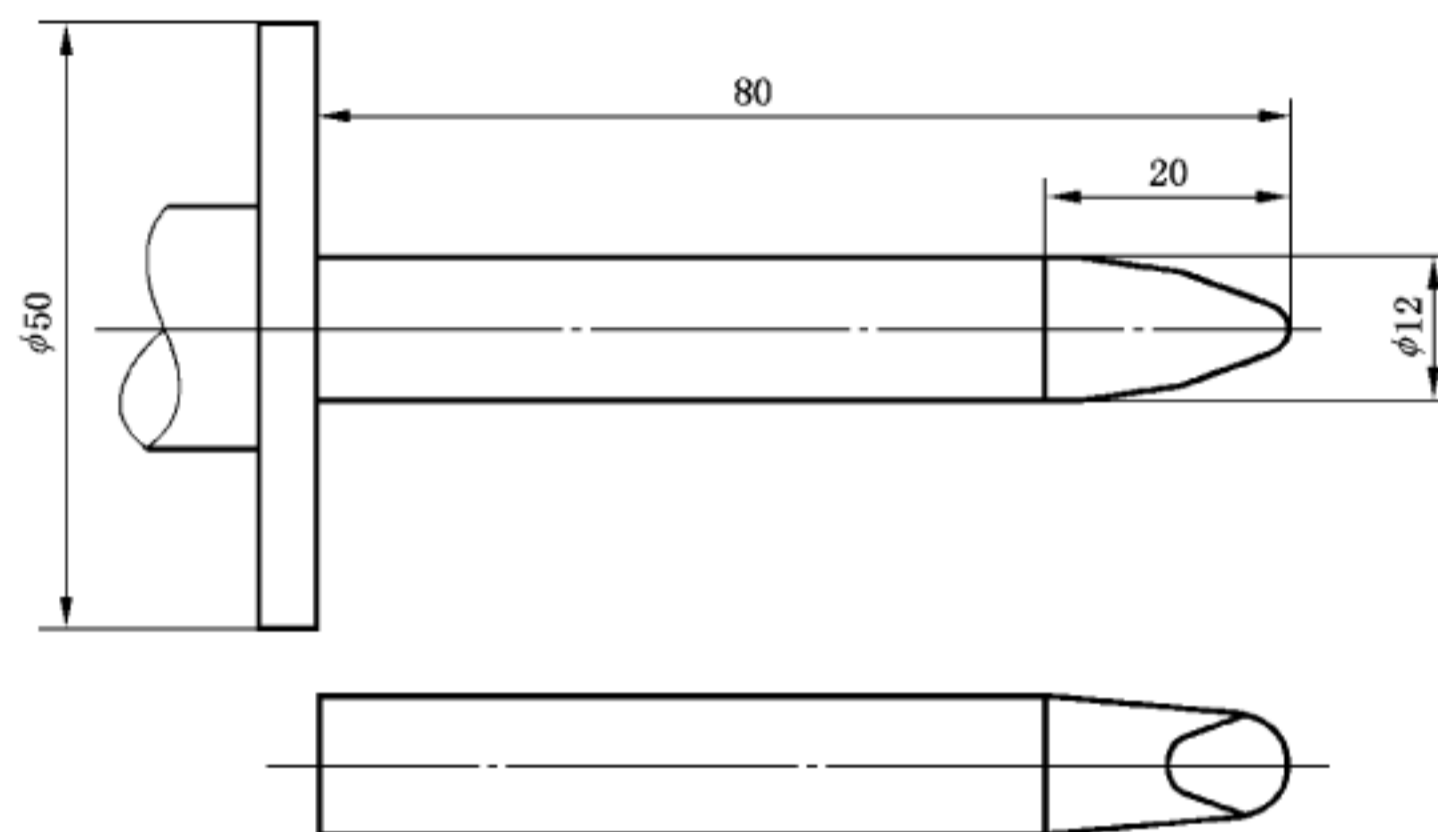
安装类别	工作电压 VAC	基本或附加绝缘						双重或加强绝缘					
		电气间隙 mm	爬电距离/mm				试验电压 V r.m.s.	电气间隙 mm	爬电距离/mm				试验电压 V r.m.s.
			CTI>600	CTI>400	CTI>100	印刷电路板 CTI>175			CTI>600	CTI>400	CTI>100	印刷电路板 CTI>175	
1类	50	0.2	0.6	0.85	1.2	0.20	230	0.2	1.2	1.7	2.4	0.4	400
	100	0.2	0.7	1.00	1.4	0.20	350	0.2	1.4	2.0	2.8	0.4	510
	150	0.2	0.8	1.10	1.6	0.35	490	0.4	1.6	2.2	3.2	0.7	740
	300	0.5	1.5	2.10	3.0	1.40	820	1.6	3.0	4.2	6.0	2.8	1 400
	600	1.5	3.0	4.30	6.0	3.00	1 350	3.3	6.0	8.5	12.0	6.0	2 300
	1 000	3.0	5.0	7.00	7.0	5.00	2 200	6.5	10.0	14.0	20.0	10.0	3 700
2类	50	0.2	0.6	0.85	1.2	0.2	350	0.2	1.2	1.7	2.4	0.4	510
	100	0.2	0.7	1.00	1.4	0.2	490	0.2	1.4	2.0	2.8	0.4	740
	150	0.5	0.8	1.10	1.6	0.5	820	1.6	1.6	2.2	3.2	1.6	1 950
	300	1.5	1.5	2.10	3.0	1.5	1 350	3.3	3.3	4.2	6.0	3.3	3 250
	600	3.0	3.0	4.30	6.0	3.0	2 200	6.5	6.5	8.5	12.0	6.5	5 250
	1 000	5.5	5.5	7.00	10.0	5.5	3 250	11.5	11.5	14.0	24.0	11.5	7 850
3类	50	0.2	0.6	0.85	1.2	0.2	490	0.4	1.2	1.7	2.4	0.4	740
	100	0.5	0.7	1.00	1.4	0.5	820	1.6	1.6	2.0	2.8	1.6	1 950
	150	1.5	1.5	1.50	1.6	1.5	1 350	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3 250
	300	3.0	3.0	5.00	3.0	3.0	2 200	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	5 250
	600	5.5	5.5	5.50	6.0	5.5	3 250	11.5	11.5	11.5	12.0	11.5	7 850
	1 000	8.0	8.0	8.00	10.0	8.0	4 350	16.0	16.0	16.0	20.0	16.0	10 450

注：洁净室等级大于 1 000 其污染等级是 2，然而，即使该设备安装于该级别的洁净室在特定区域或在给定的设备部分其污染等级可能超过 2。

附录 D  
(规范性附录)  
标准试指

用于 18.10 和 18.12 试验的标准试指详细列于图 D.1 和图 D.2。

单位为毫米



对于指尖的公差和尺寸,见图 D.2。

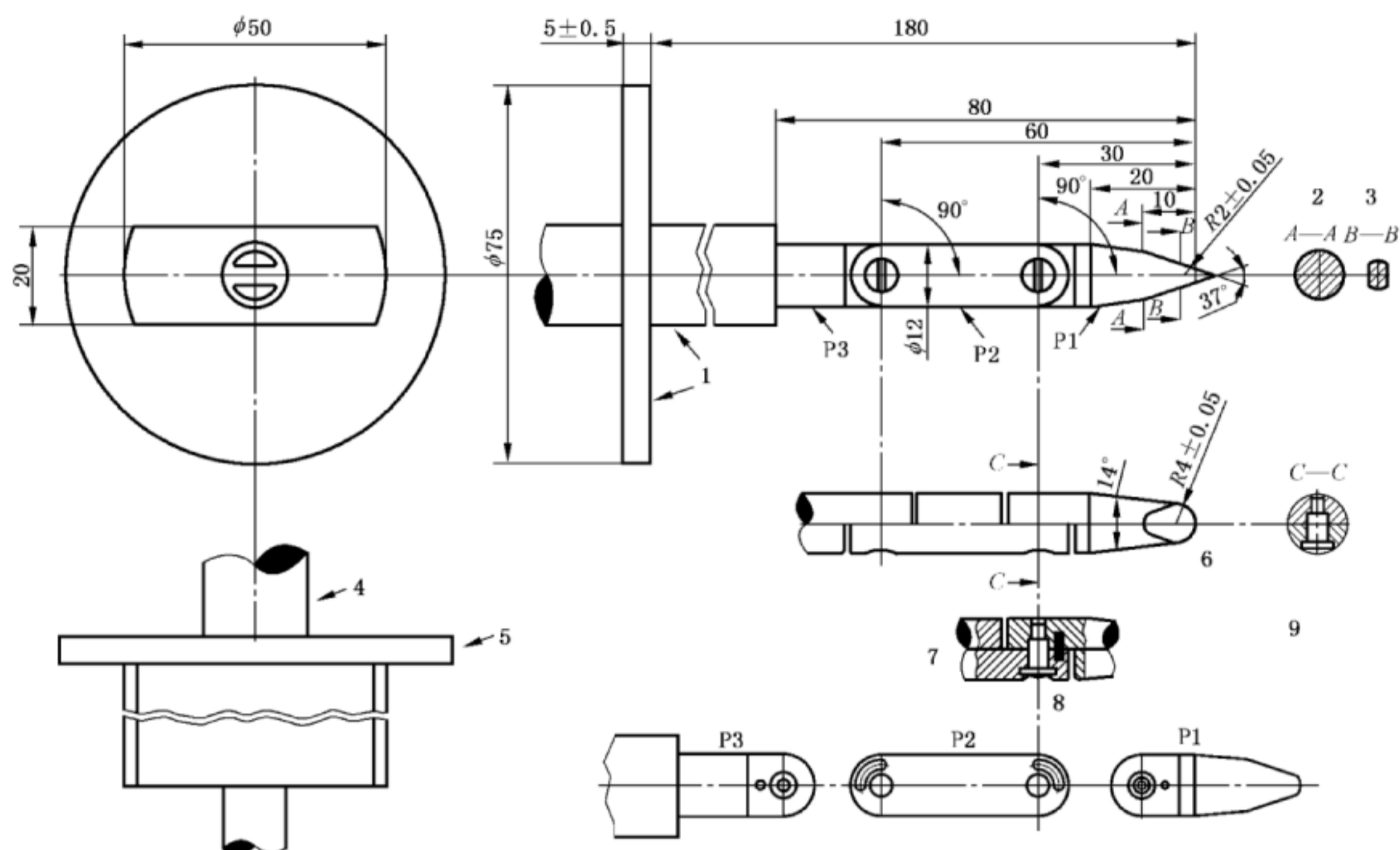
注 1: 引自 GB 4793.1。

注 2: 这种试指与 GB/T 16842 中试具 11 相同。

图 D.1 刚性试指



尺寸单位为毫米



说明:

- 1——绝缘材料;
- 2——AA 视图;
- 3——BB 侧视图;
- 4——手柄;
- 5——挡板;
- 6——球形;
- 7——详图(样品);
- 8——侧视图;
- 9——所有锐边倒角。

对没有特别指明的公差:

- a) 角度:  $0 \sim 10^\circ$ ;
- b) 线性尺寸:  $\leq 25 \text{ mm} -0.05 \text{ mm}$ ;  
 $> 25 \text{ mm} + 0.2 \text{ mm}$ 。

试指材料: 热处理钢材等。

试指的两个铰接处可弯曲一定角度  $(90 \pm 10)^\circ$ , 但只在同一方向。

为了限制弯曲角度为  $90^\circ$  使用针和沟槽的解决方案仅是一种可能的途径。为此, 尺寸和公差的这些细节都没有在图中给出。实际设计应确保  $(90 \pm 10)^\circ$  的弯曲角度。

注: 这种试指测试棒尖头与 GB/T 16842 中试具 B 相同。

图 D.2 铰接试指

**附录 E**  
(资料性附录)  
**系统接地型式**  
(引自 IEC 60364-1:2005)

**E.1 系统接地型式**

**E.1.1 概述**

本部分考虑下列接地型式。

注 1: 图 E.1~图 E.13 为常用三相系统的接地示例。图 E.14~图 E.18 为常用直流系统的接地示例。

注 2: 虚线部分指的不是本部分范围包括的系统部分,实线表示由本部分包括的部分。

注 3: 对专用系统\电网或变电站和(或)电源和(或)配电系统可能被认为是本部分含义内作为装置的部分。对这种情况,图例可以全部用实线表示。

注 4: 所用代码意义如下:

首字母——电源系统与地之间的关系:

T——一点直接接地;

I——所有带电部分与地隔离,或通过一高阻抗接地。

第二个字母——装置外露可导电部分与地之间的关系:

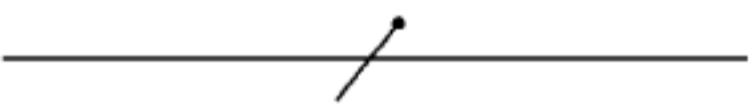
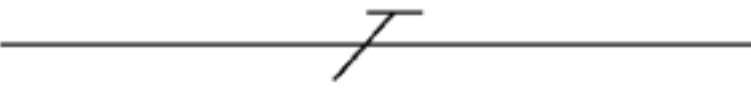
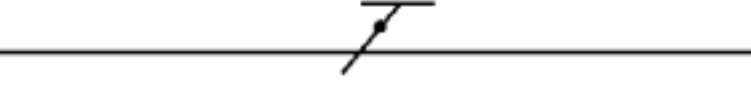
T——直接将裸露导电部件接地;独立于供电系统任何一个接地点;

N——直接将外露可导电部分连接至电源系统的接地点(交流系统中,电源接地点一般为中性点,如中性点不存在时,则一相接地作为中性线)。

随后的字母(如若存在)表示中性线和保护导体的组合安排:

S——通过导体与中性线分开或与接地的相(如交流系统中接地相)导体分开提供保护功能;

C——由单一导体组合了中性线和保护导体两种功能(PEN 导线)。

根据 IEC 60617, 图 E.1~图 E.18 的符号解释	
	中性线(N);中间线(M)
	保护接地(PE)
	保护和中性导体合一(PEN)

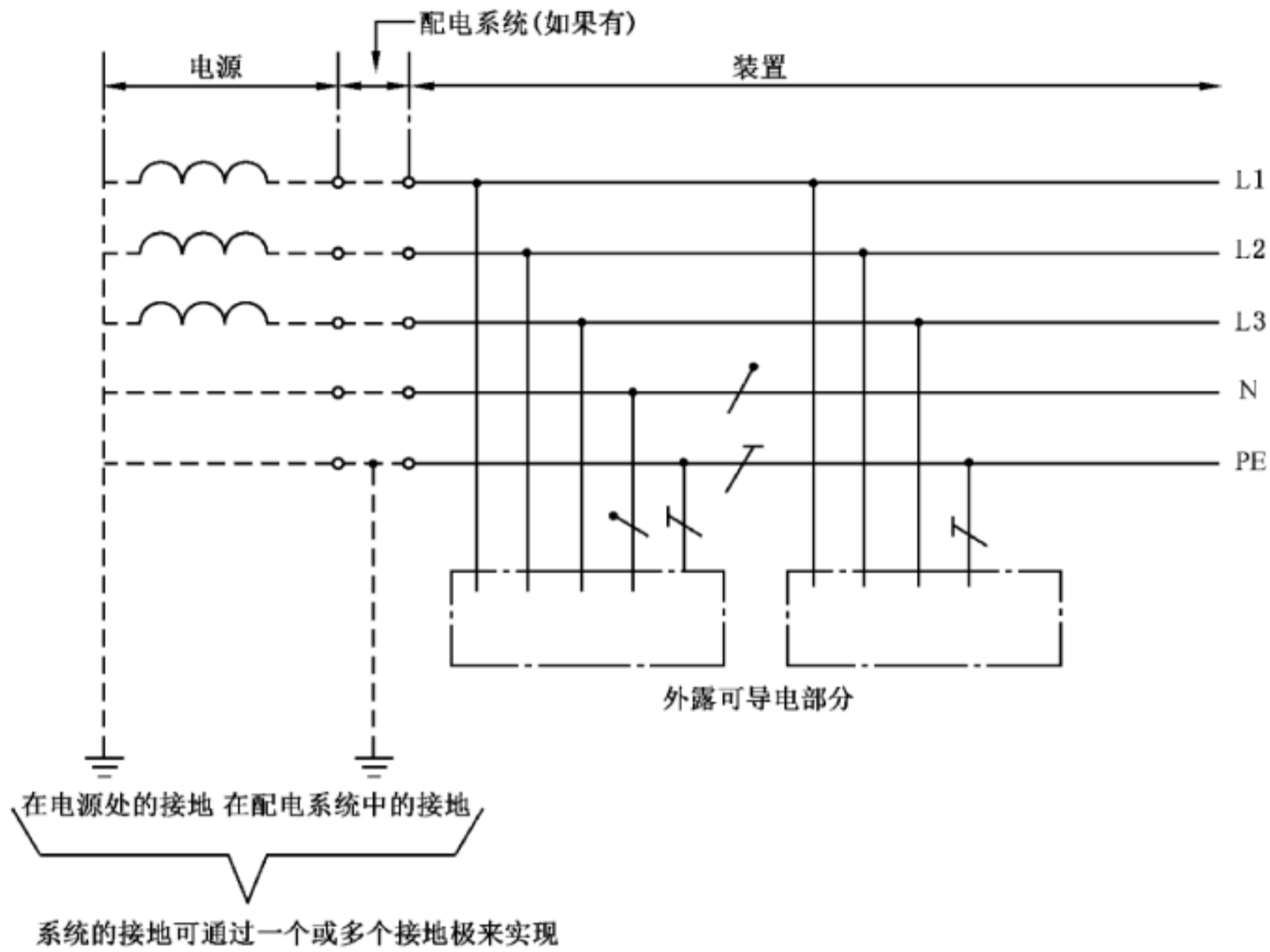
**E.1.2 TN 系统**

**E.1.2.1 单电源系统**

TN 电源系统在电源侧中性点直接接地,装置的外露可导电部分通过保护导体连接至此接地点。

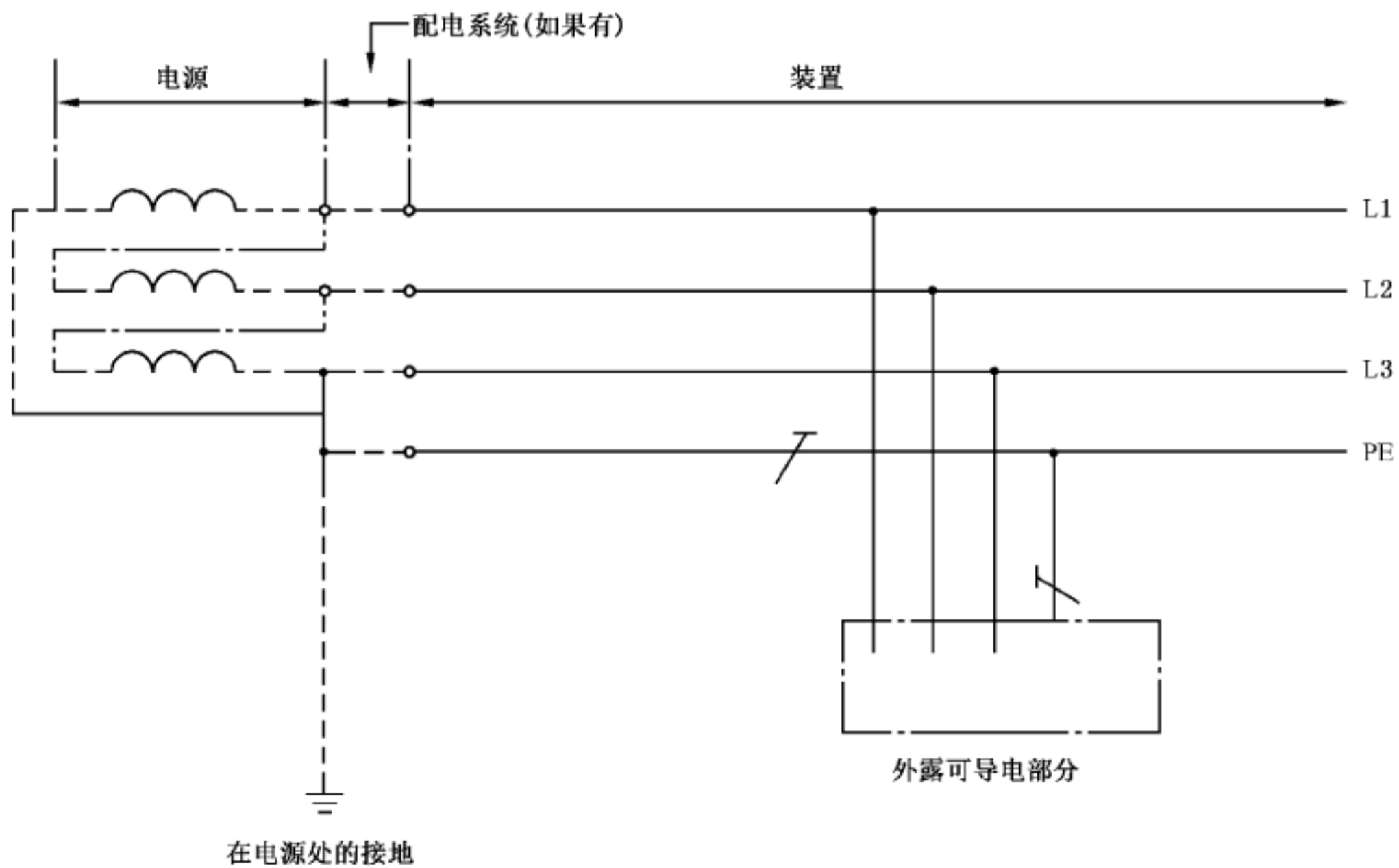
根据中性线和保护导体的组合安排,考虑有下列 3 种型式的 TN 系统:

——TN-S 系统中,整个系统,中性线和保护导体是分开的(见图 E.1、图 E.2 和图 E.3)。



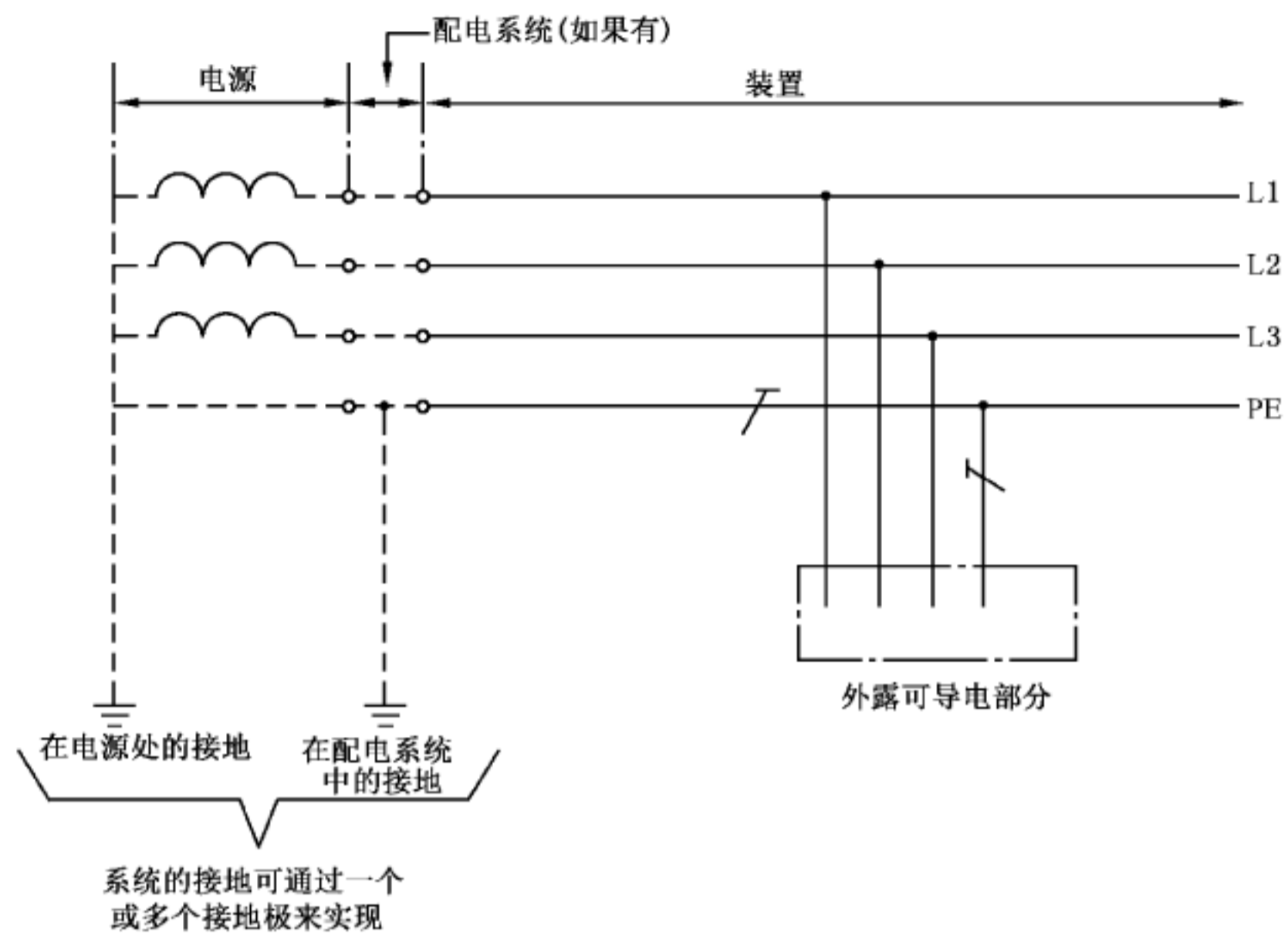
注:装置中可提供附加的 PE 接地。

图 E.1 整个系统的中性线和保护导体是分开的 TN-S 系统



注:配电系统和装置中可提供附加 PE 接地。

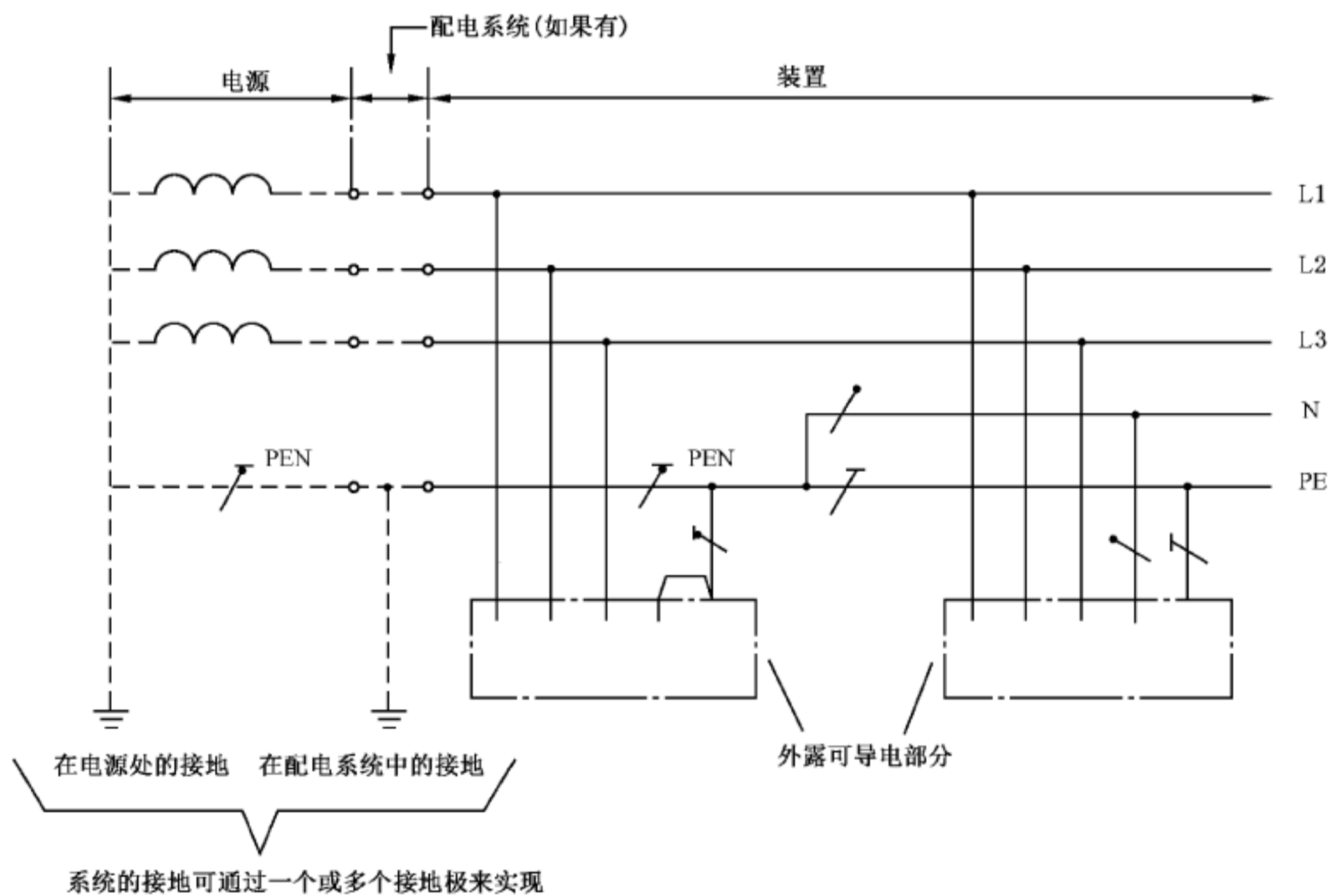
图 E.2 整个系统的接地相线和保护导体是分开的 TN-S 系统



注：装置中可提供附加 PE 接地。

图 E.3 有保护接地,没有配电中性导体的 TN-S 系统

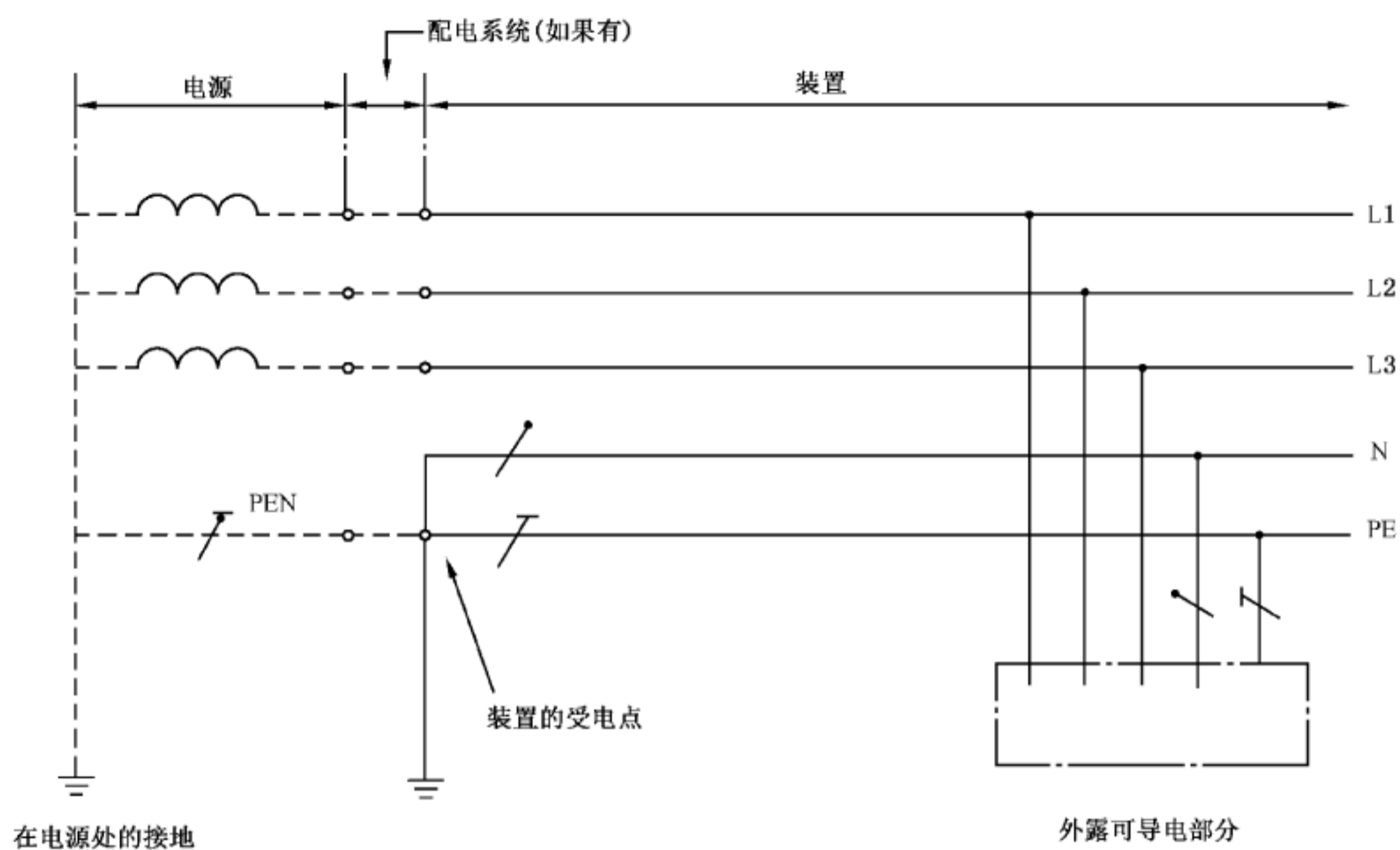
——TN-C-S 系统中一部分线路的中性导体和保护导体是合一的(见图 E.4、图 E.5 和图 E.6)。



注 1：系统中一部分线路的中性导体和保护导体是合一的。

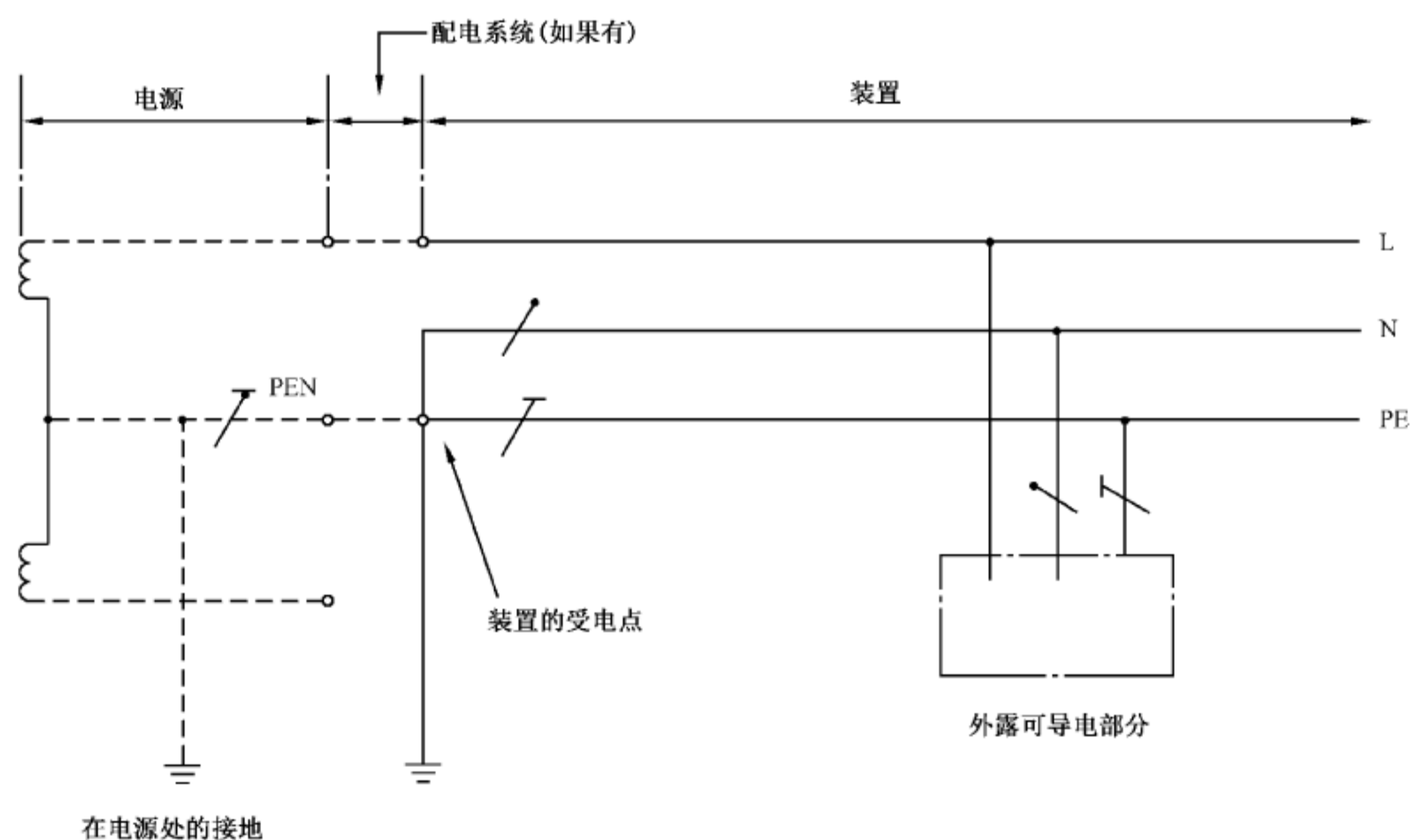
注 2：装置中可提供 PEN 或 PE 的附加接地点。

图 E.4 三相四线的 TN-C-S 系统中, PEN 在装置中某处 PE 和 N 是分开的



注：配电系统中的 PEN 和装置中的 PE 可提供附加接地点。

图 E.5 三相四线的 TN-C-S 系统中,在进线端 PEN 分开成 PE 和 N



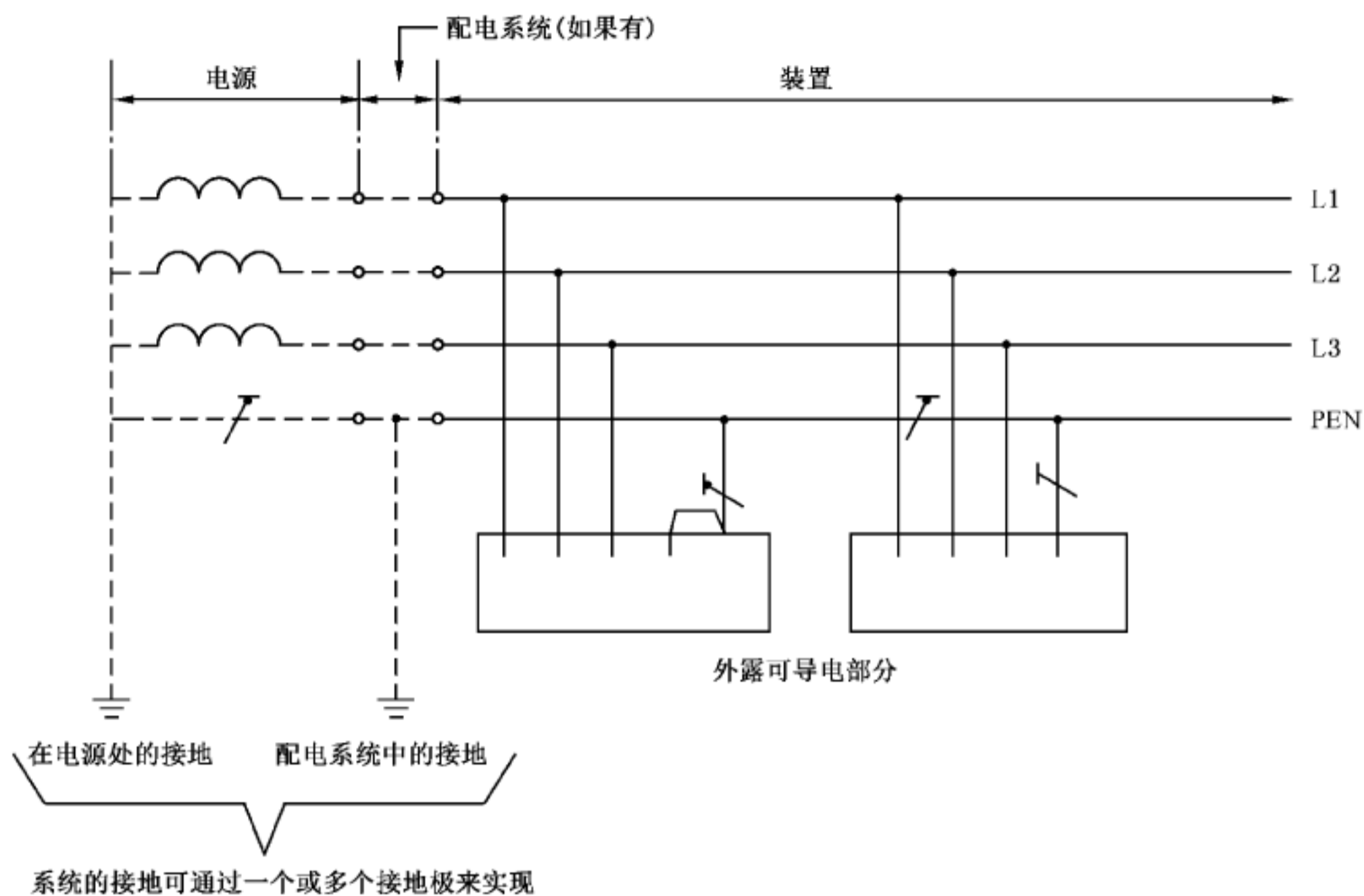
注 1：系统中一部分线路的中性导体和保护导体是合一的。

注 2：配电系统中的 PEN 和装置中的 PE 可提供附加接地。

图 E.6 单相两线的 TN-C-S 系统中,在进线端 PEN 分开成 PE 和 N

——TN-C 系统,整个 TN-C 系统中中性导体和保护导体合二为一(见图 E.7)。

注：图中符号,请参见 E.1.1 的解释。



注：装置中可提供 PEN 附加接地。

图 E.7 TN-C 系统整个系统中性导体和保护导体合一

### E.1.3 多电源系统

注：以规定 EMC(电磁兼容性)为特定目标的 TN 系统作为多电源系统表示。IT 和 TT 系统不作为多电源系统表示，因为这些系统通常与 EMC 是兼容的。

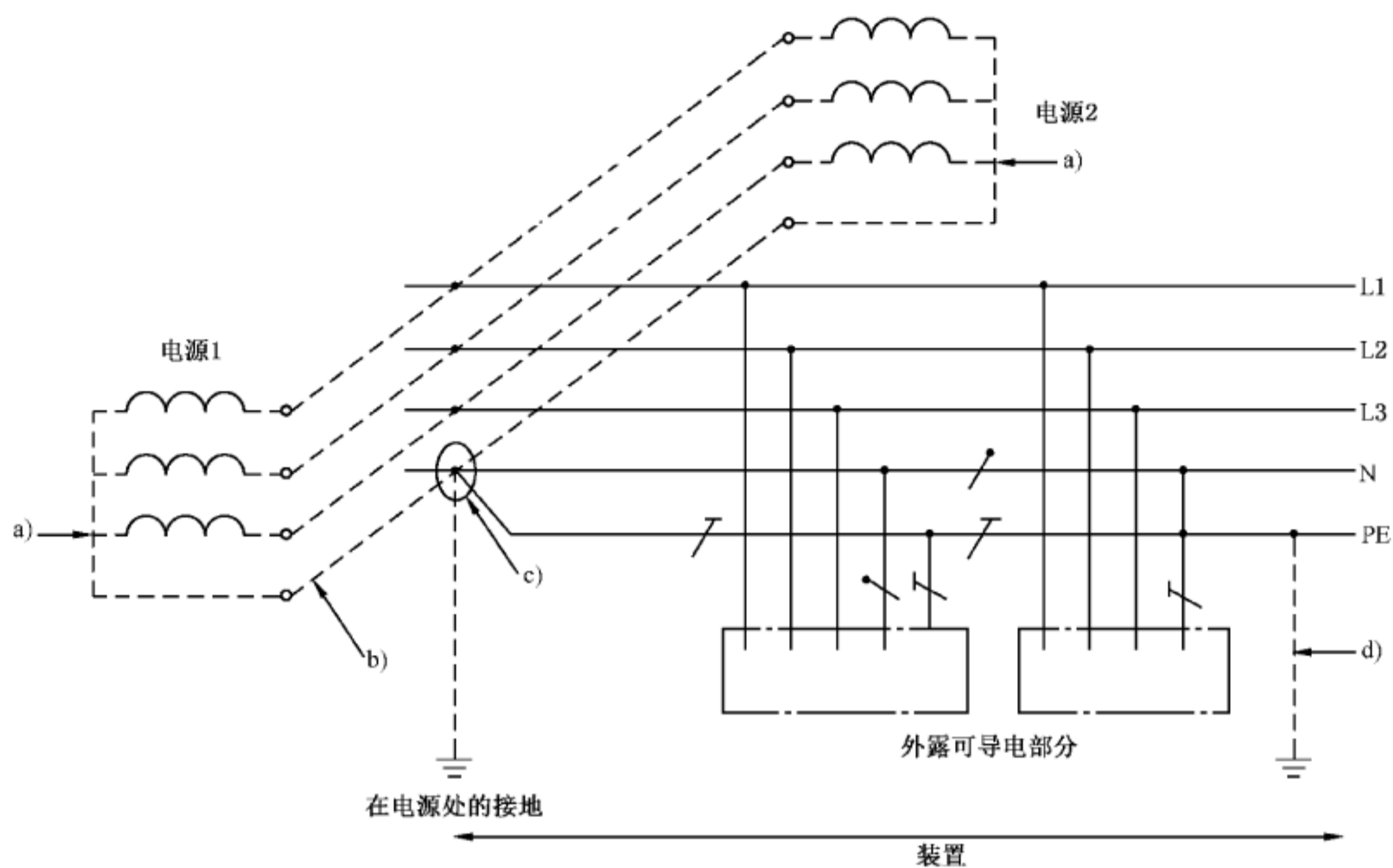
具有多电源的 TN 系统，当其形成装置的某部分设计不当时，一些工作电流可能流经意想不到的路径。这些电流会引起：

- 火灾；
- 腐蚀；
- 电磁干扰。

图 E.8 所示的是一个局部微小工作电流通过意想不到的路径的系统。图 E.8 下面的要点提供了从 a)~d)的基本设计准则。

PE 导体的标识应依照 GB/T 7947。

任何系统的扩展，应考虑保护措施适当功能。

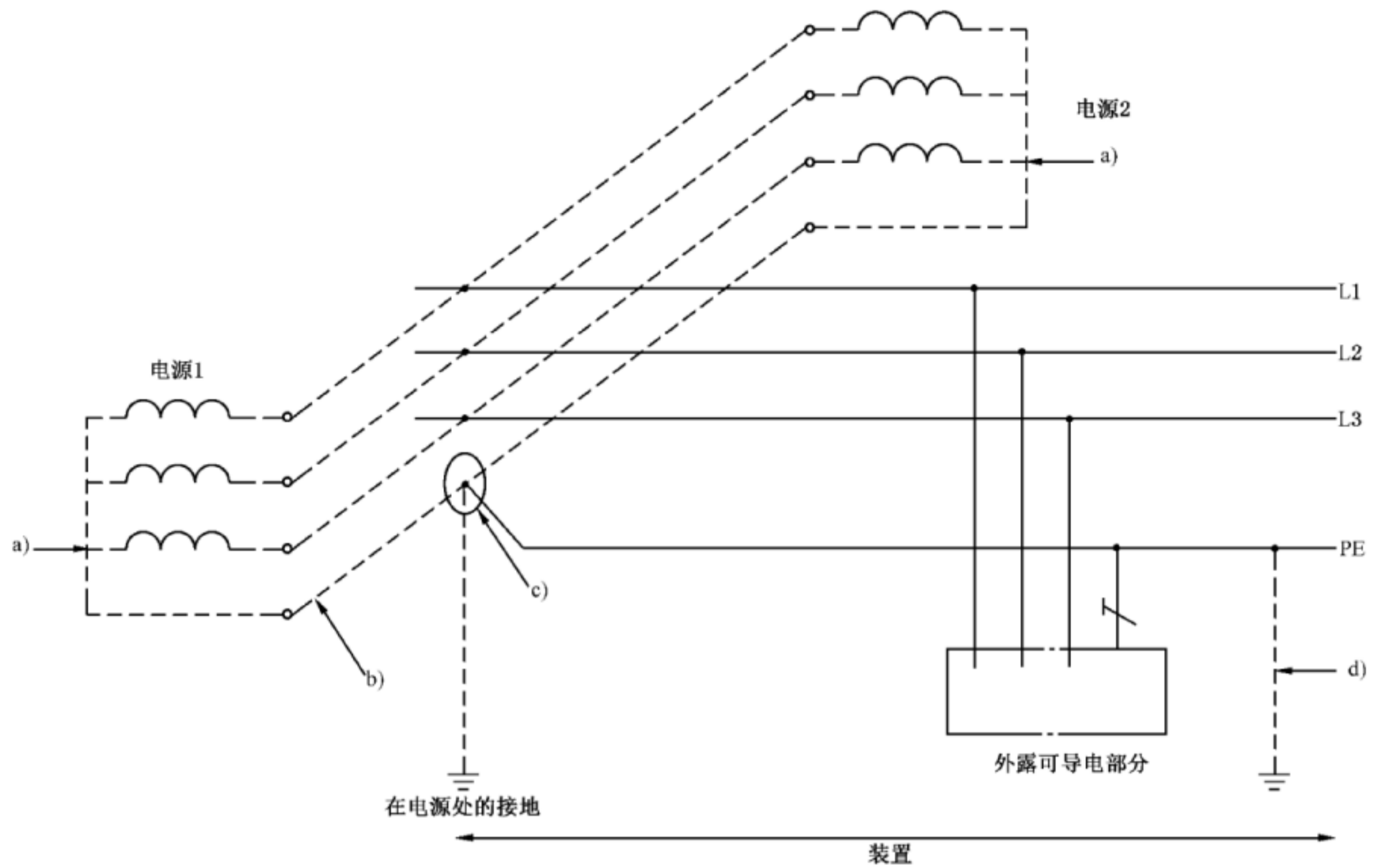


说明：

- a) 从变压器中性点或发电机星形中点不直接接地是允许的；
- b) 变压器中性点之间或发电机星形中点之间的互连导体应是隔离的。该导体的功能与 PEN 导体类似；但是，它不应连接到用电设备上；
- c) 电源互联的中性点和 PE 之间，只应提供一点连接。该连接应置于主开关柜内；
- d) 装置中可提供 PE 的附加接地。

图 E.8 在用电设备中保护导体和中性线分开的 TN-C-S 的多电源系统

在电源线间只有两相负载和三相负载的工业设备中，不必提供中性线（见图 E.9）。在此情况下，保护导体需要多点接地。



说明：

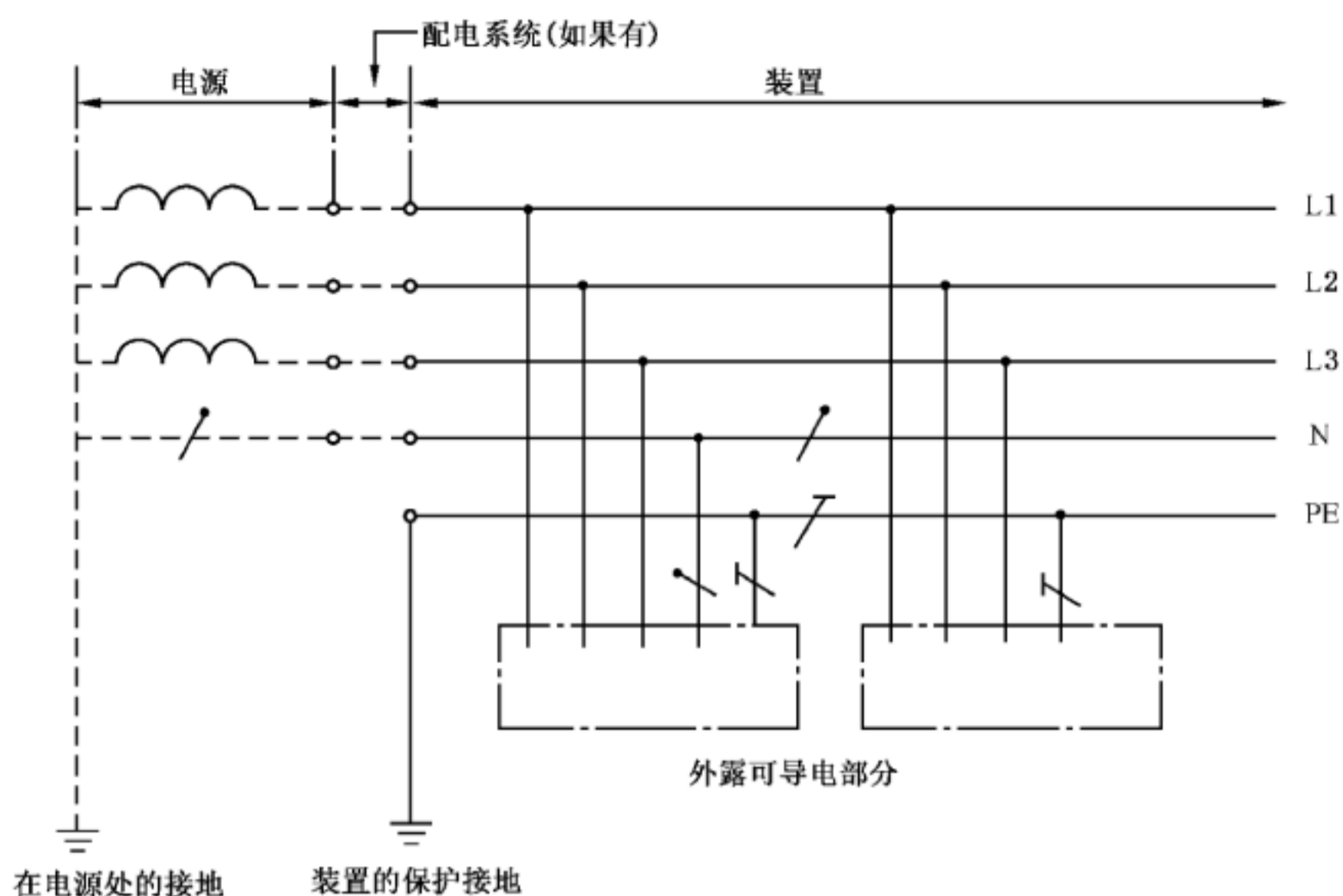
- a) 从变压器中性点或发电机星形中点不直接接地是允许的。
- b) 变压器中性点之间或发电机星形中点之间的互连导体应隔离。该导体的功能与 PEN 导体类似；但是，它不应连接到用电装置上。
- c) 电源的互连中性点和 PE 之间，只应提供一点连接。该连接应置于主开关柜内。
- d) 装置中可提供 PE 的附加接地。

图 E.9 具有两相或三相负载，整个系统只有保护导体而没有中线的 TN 多电源系统

## E.2 TT 系统

TT 系统只有一个直接接地点，装置的外露可导电部分直接接地，此接地点(极)在电气上独立于电源系统的接地点(极)。(见图 E.10 和图 E.11)。

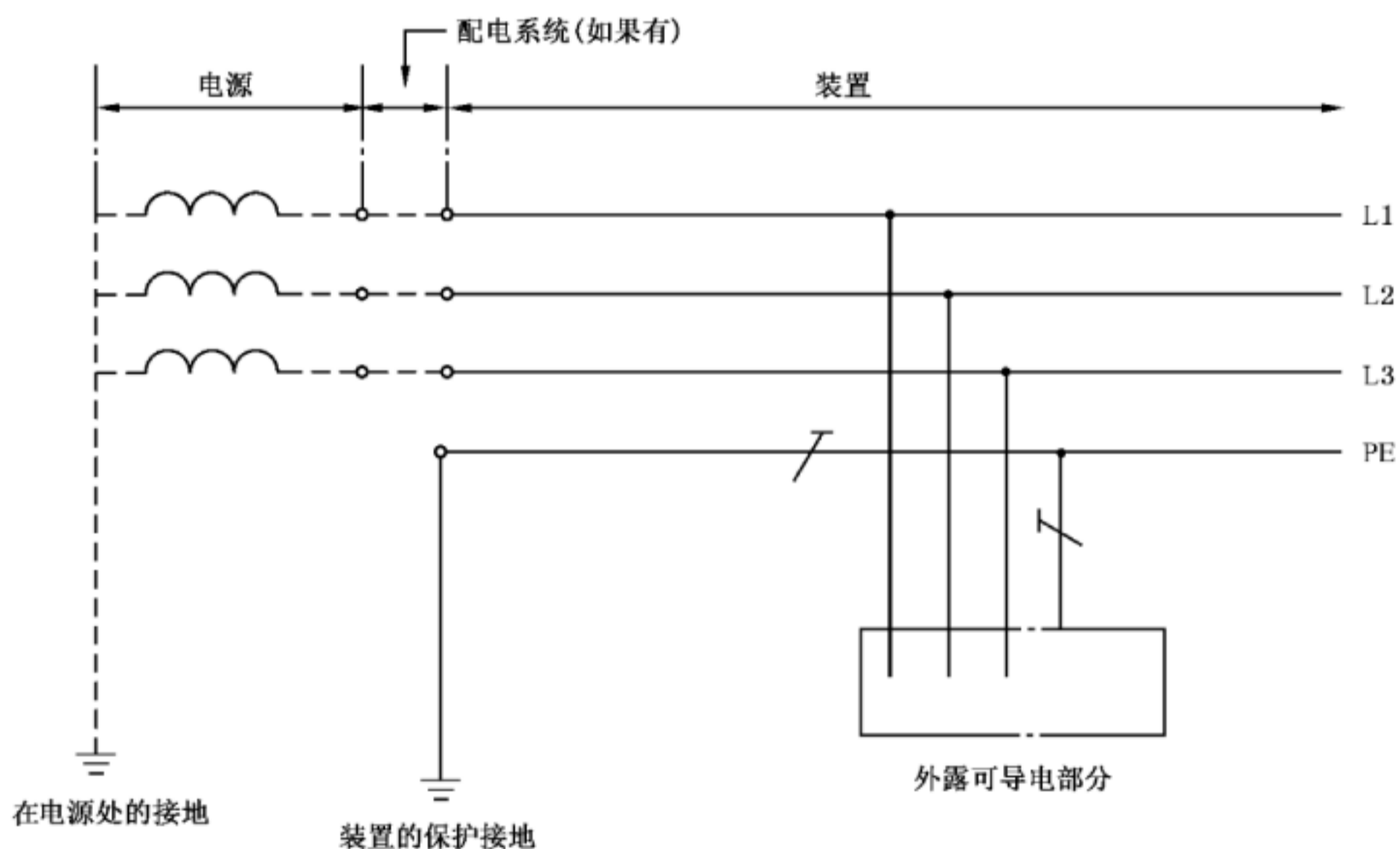




注 1: 在瑞典, TT 系统只允许在特定条件下使用。

注 2: 装置中可提供 PE 的附加接地。

图 E.10 在整个装置中中性线和保护导体分开的 TT 系统

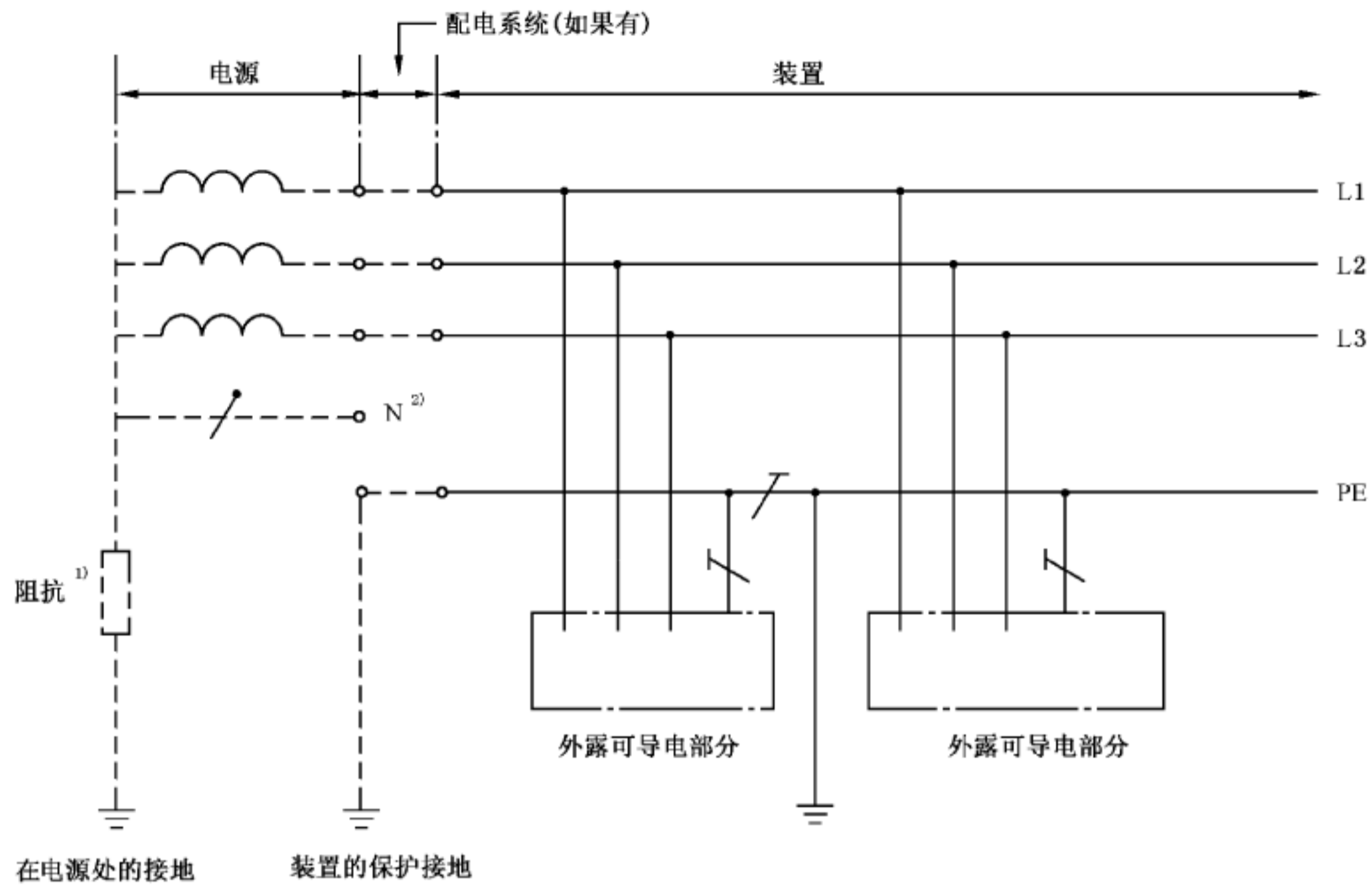


注: 装置中可提供 PE 的附加接地。

图 E.11 在整个装置中具有接地保护导体而没有中线的 TT 系统

### E.3 IT 系统

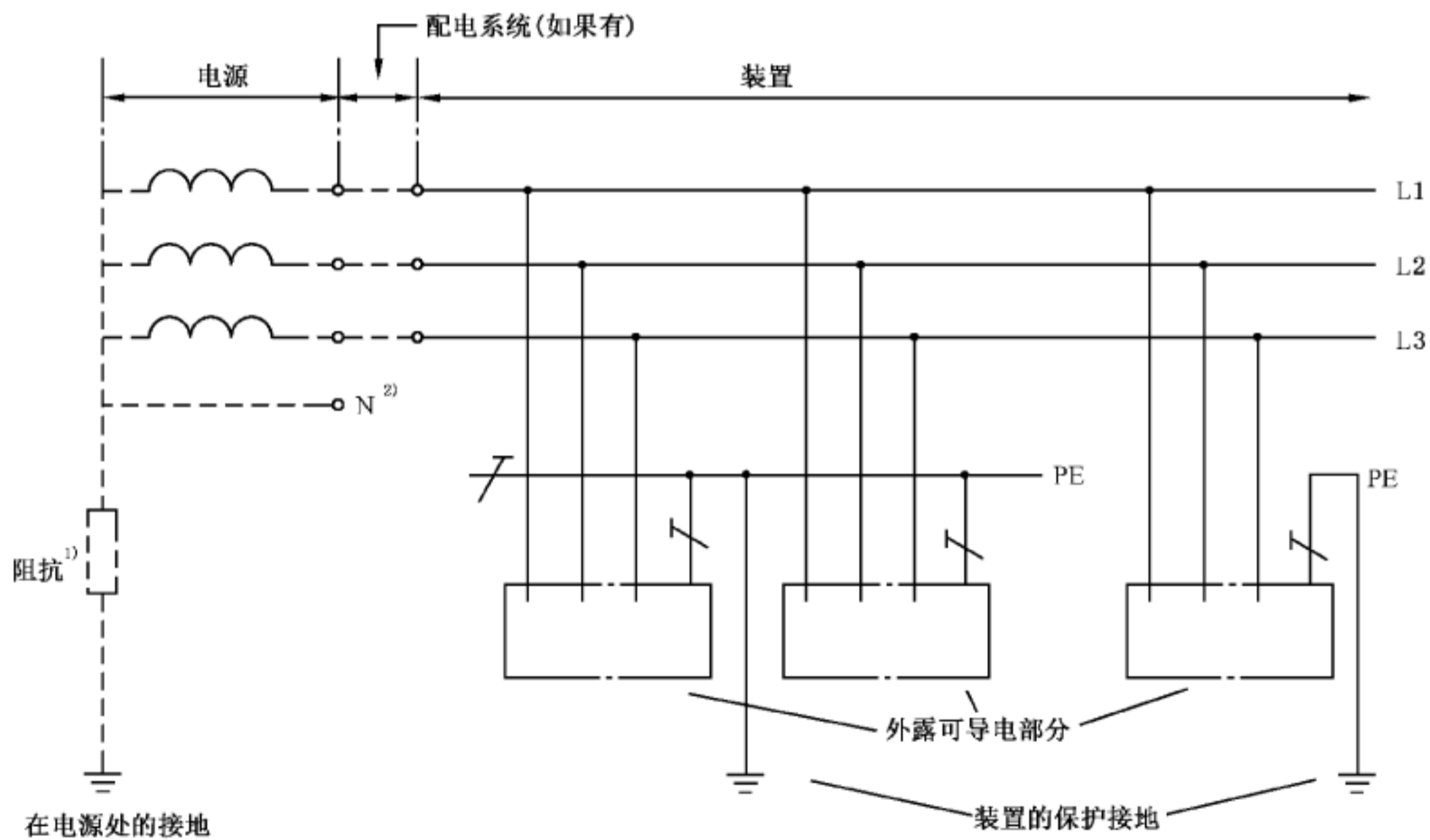
IT 电源系统中,所有带电部分对地隔离,或有一点经高阻抗接地。电气装备的外露可导电部分依据 GB/T 16895-21 中 411.6 独立或全部接地或与系统地连接(见 E.12 和 E.13)。



注：装置中可提供 PE 的附加接地。

- 1) 该系统可经高阻抗接地。例如,该连接可设置在中性点、人工中性点,或相导体。
- 2) 中性线可选择配置。

图 E.12 所有外露可导电部分通过一个共地的保护导体互连的 IT 系统



注：装置中可提供 PE 的附加接地。

- 1) 系统可经高阻抗接地。
- 2) 中性线可选择配置。

图 E.13 外露可导电部分成组接地或单独接地的 IT 系统

## E.4 直流(DC)系统

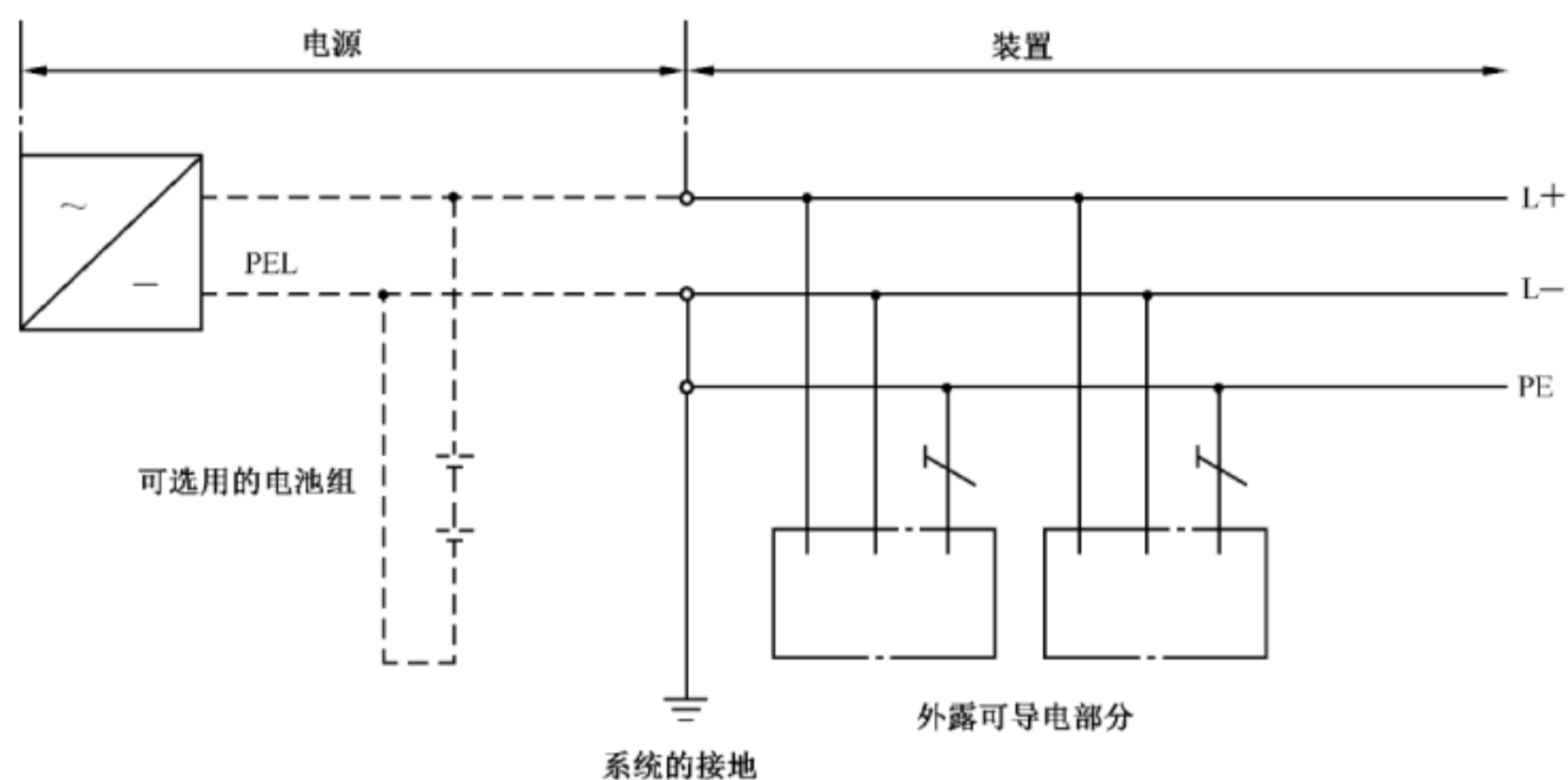
### E.4.1 直流(DC)系统的接地型式

图 E.14~图 E.18 所示为特定电极接地的两线直流系统。正电极或负电极接地取决于工作环境或其他考虑因素,例如,避免对导线和接地排的腐蚀性影响。

#### E.4.1.1 TN-S 系统

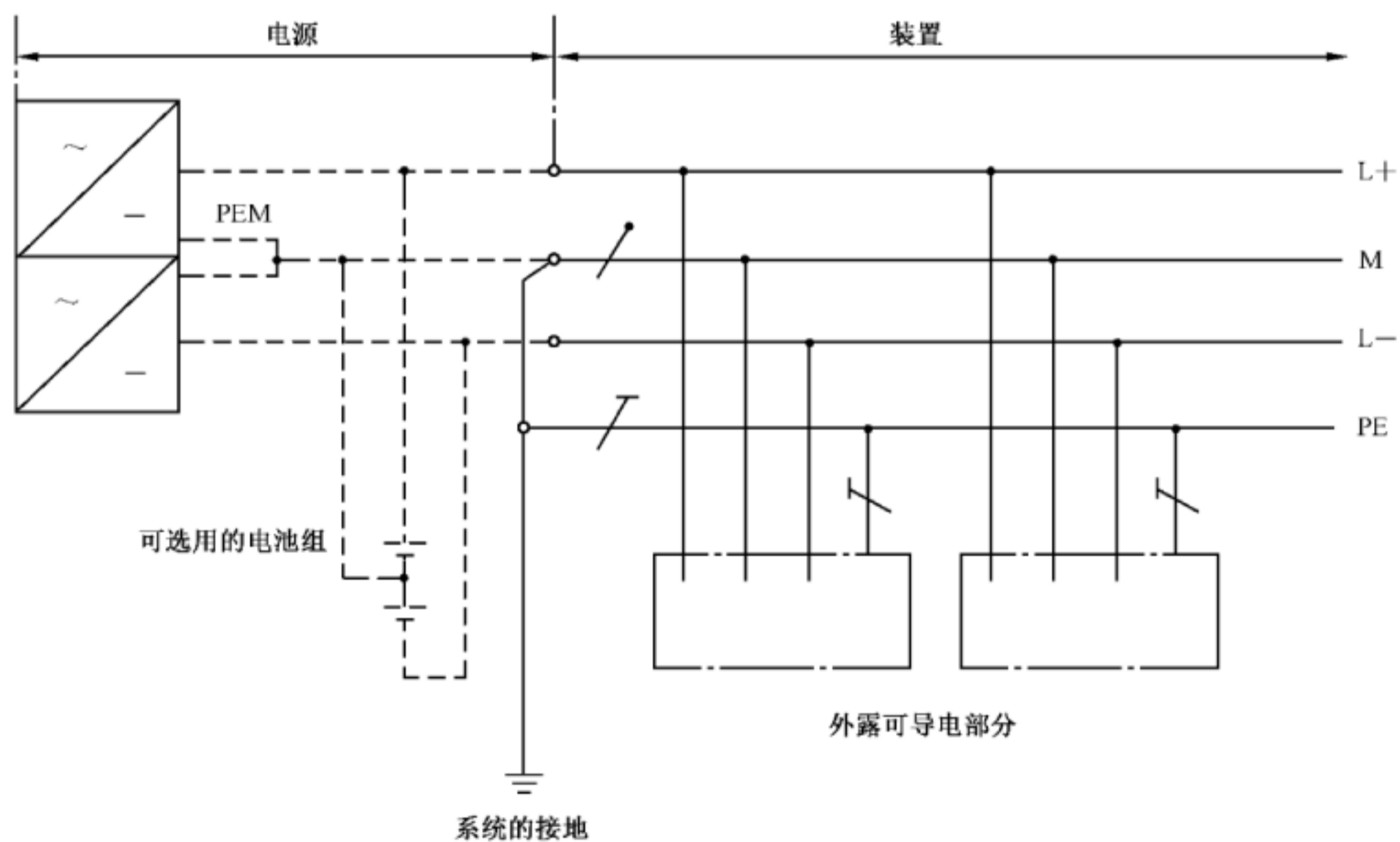
整个装置中的接地线导体,例如型式 a) 中的 L- 或型式 b) 中的中间导体 M 与保护导分开。

型式 a)



注 1: 装置中可提供 PE 附加接地。

型式 b)



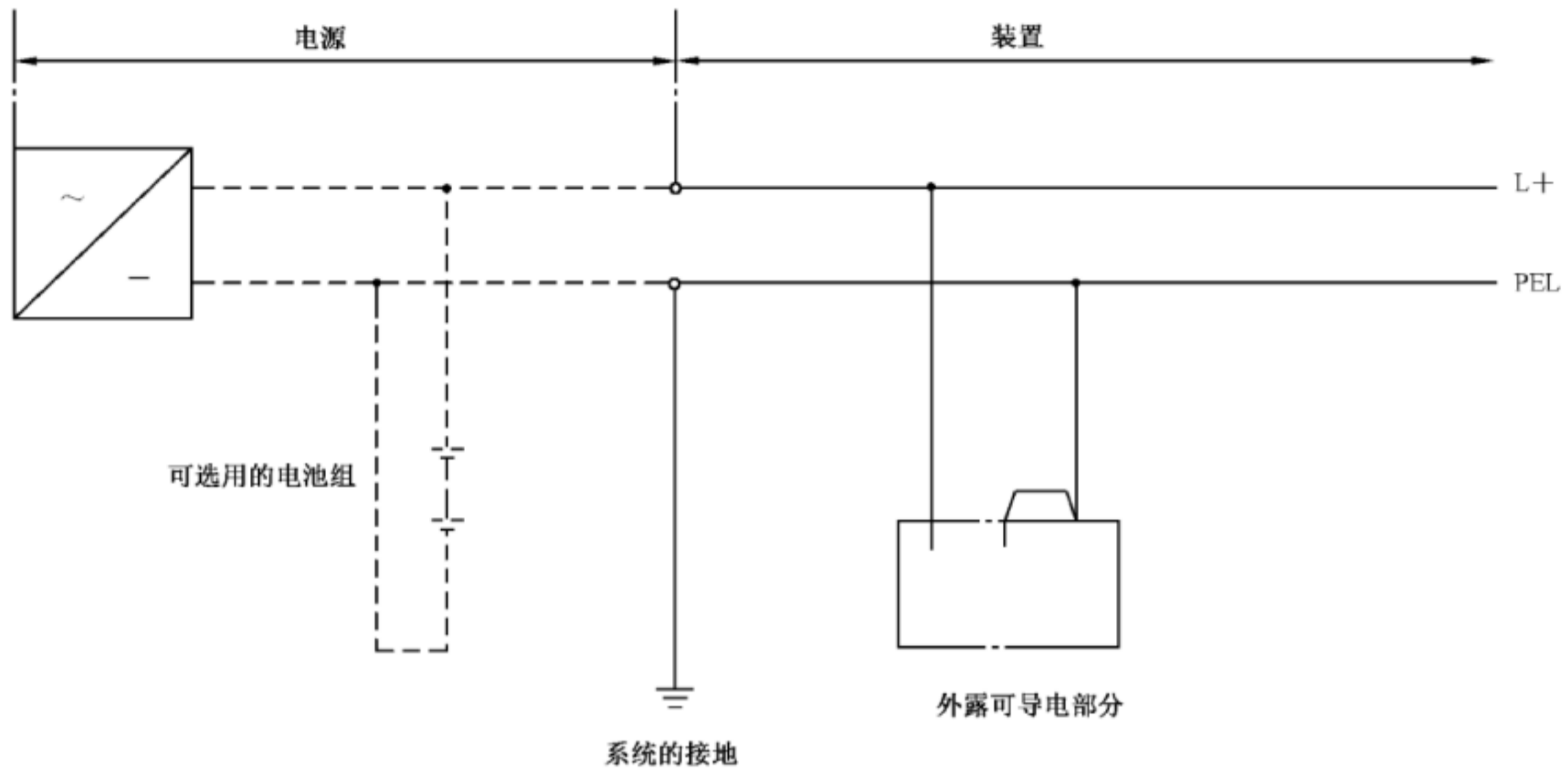
注 2: 装置中可提供 PE 附加接地。

图 E.14 TN-S 直流系统

E.4.1.2 TN-C 系统

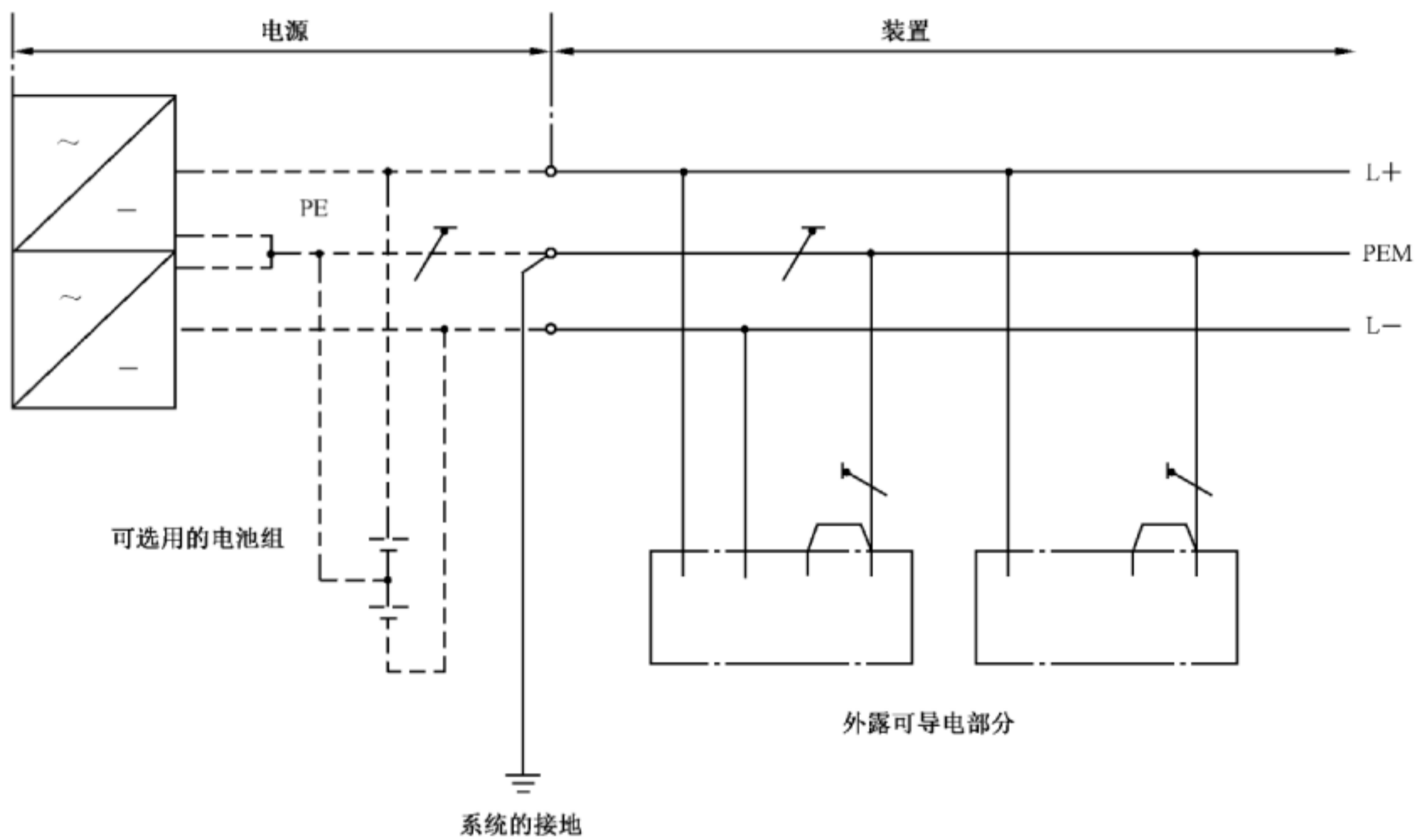
整个装置中,接地的线(相)导体(如 L-)和保护导体的功能,在型式 a) 中合一为单一导体 PEL 或接地的中间导体 M 和保护导体的功能在型式 b) 中合一为单一导体 PEM。

型式 a)



注 1: 装置中可提供 PEL 附加接地。

型式 b)



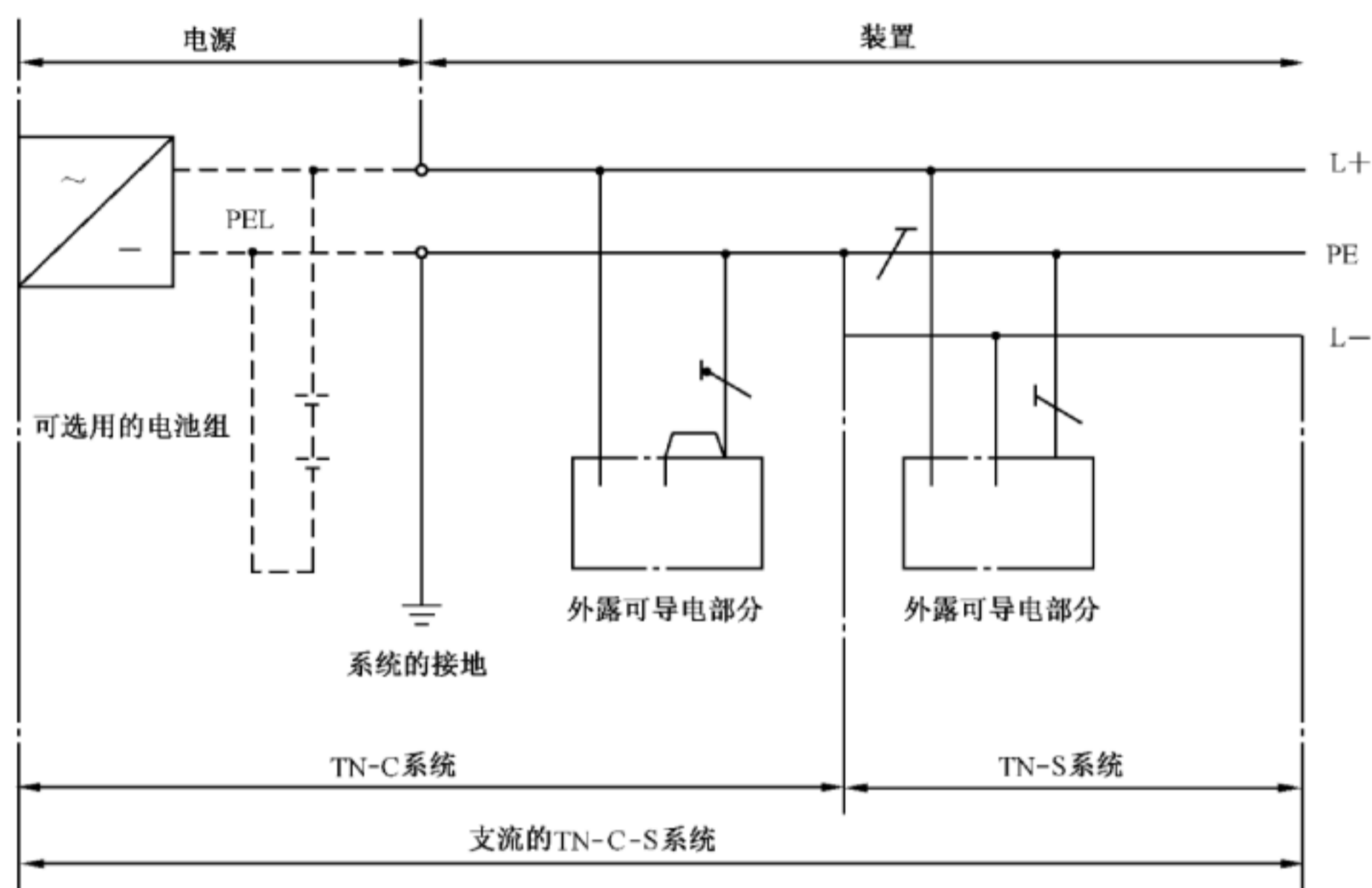
注 2: 装置中可提供 PEM 附加接地。

图 E.15 TN-C 直流系统

### E.4.1.3 TN-C-S 系统

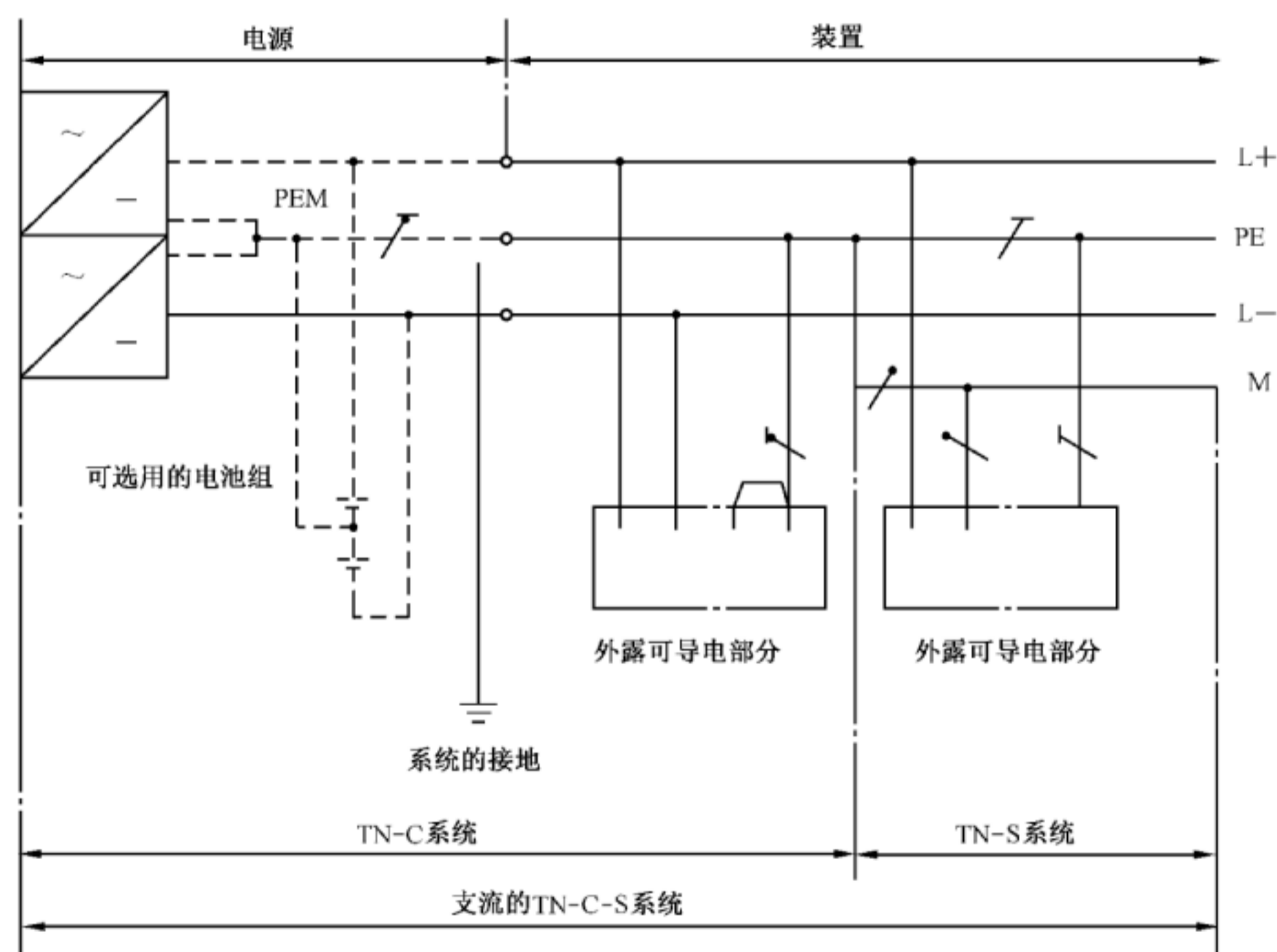
装置中的一部分,接地的线(相)导体(如 L-)和保护导体的功能,在型式 a) 中合一为单一导体 PEL 或接地的中间导体 M 和保护导体的功能在型式 b) 中合一为单一导体 PEM。

型式 a)



注 1: 装置中可提供 PE 附加接地。

型式 b)

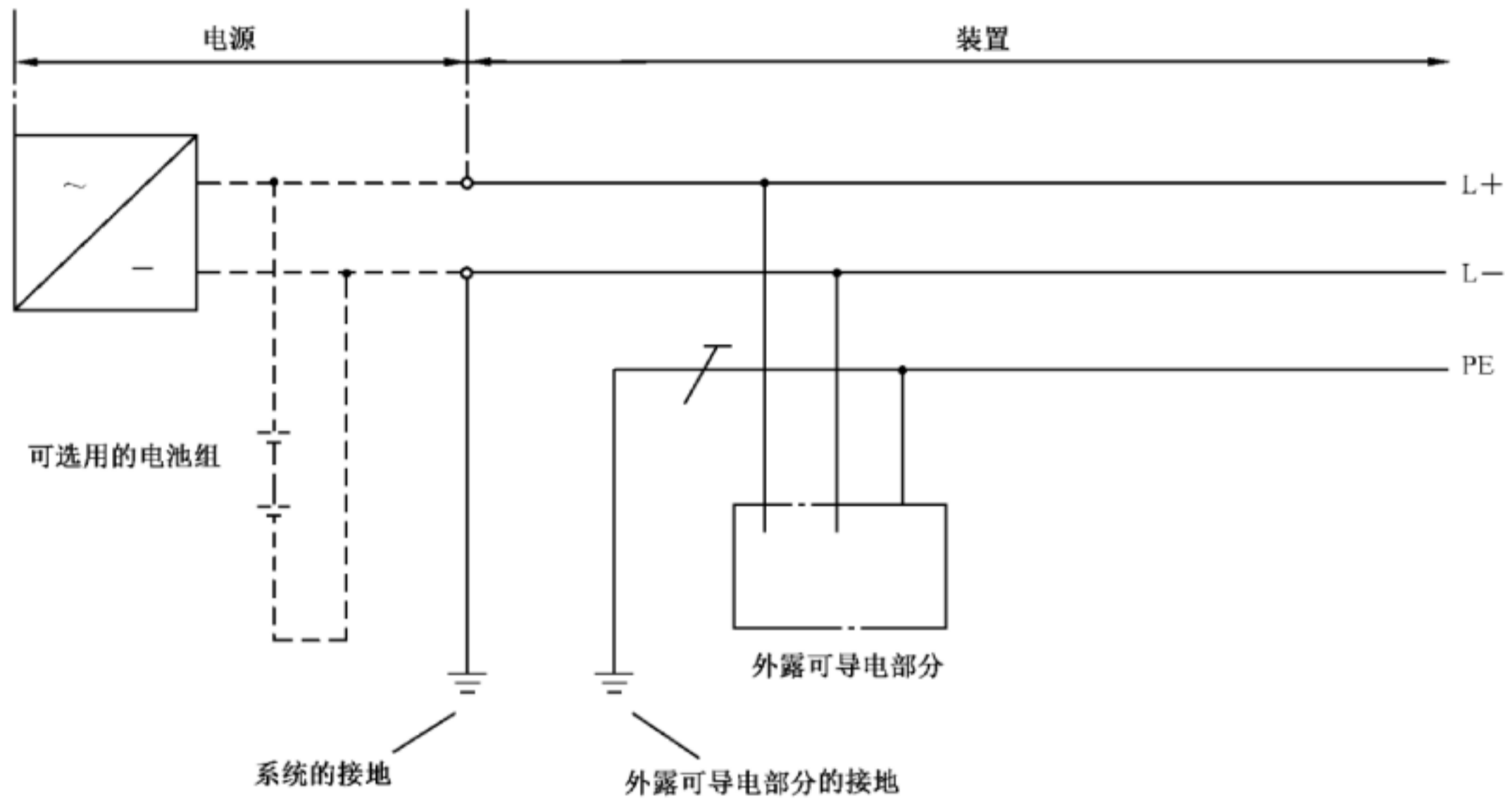


注 2: 装置中可提供 PE 附加接地。

图 E.16 TN-C-S 直流系统

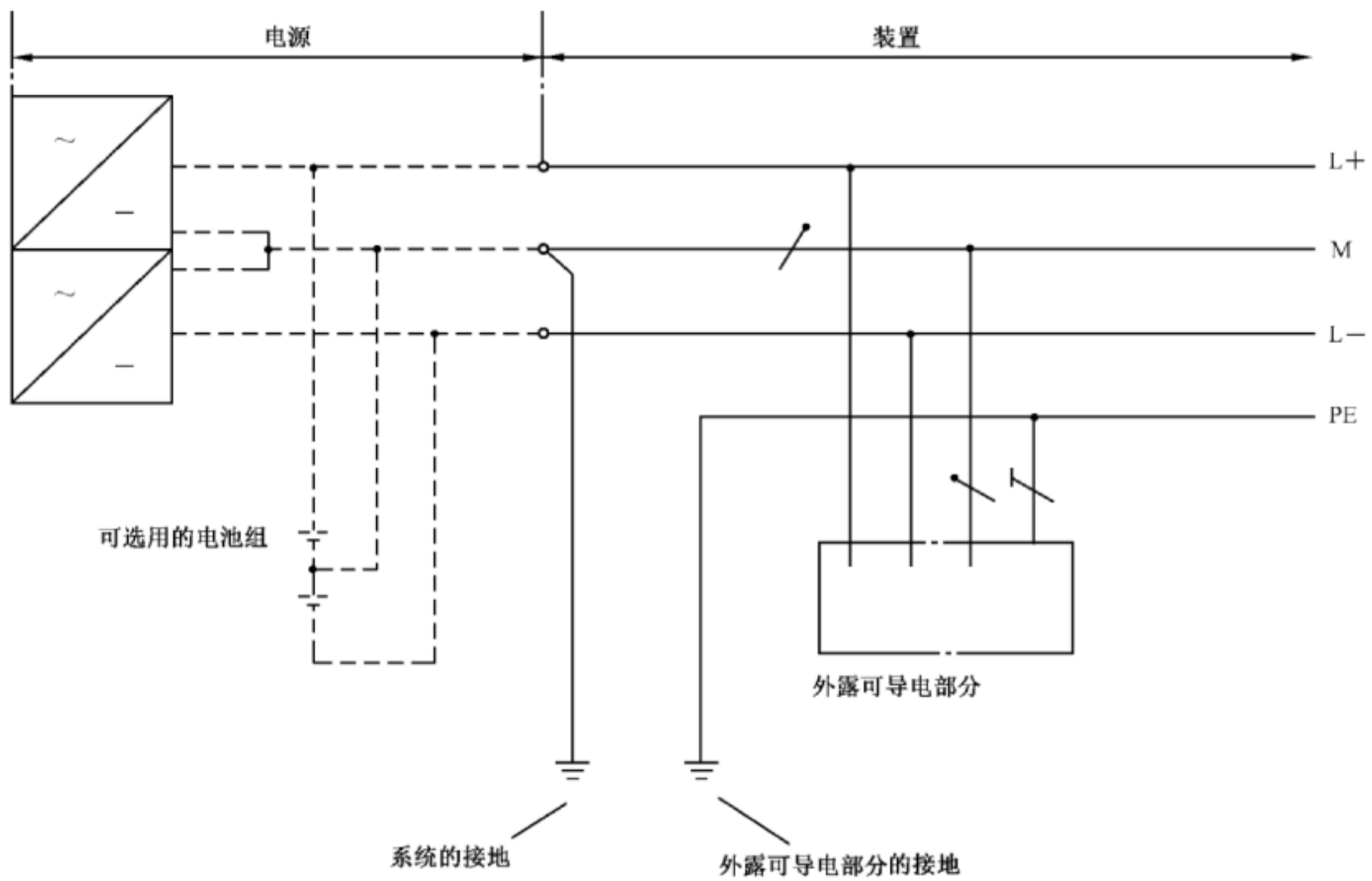
E.4.1.4 TT 系统

型式 a)



注 1: 装置中可提供 PE 附加接地。

型式 b)

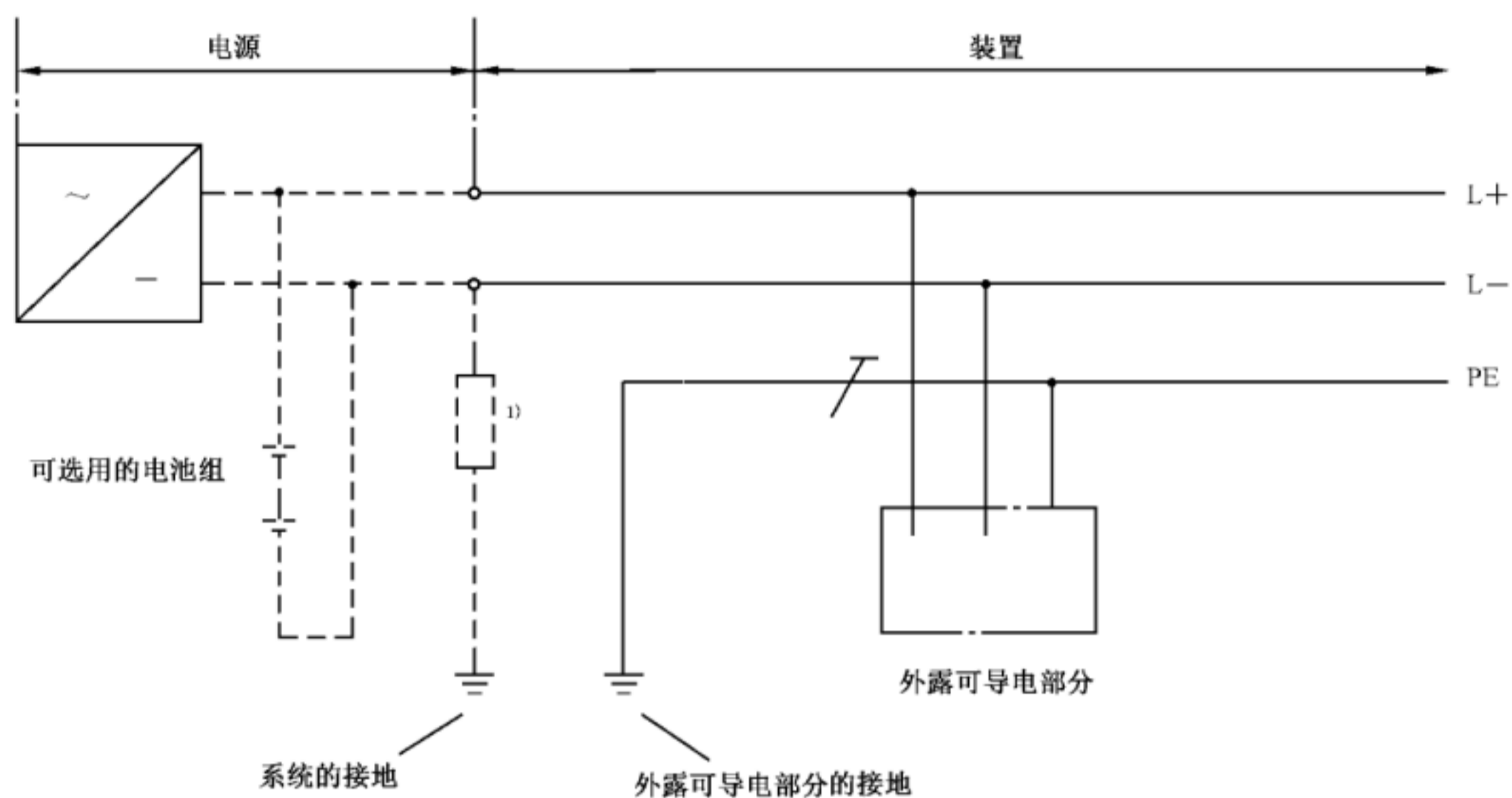


注 2: 装置中可提供 PE 附加接地。

图 E.17 TT 直流系统

E.4.1.5 IT 系统

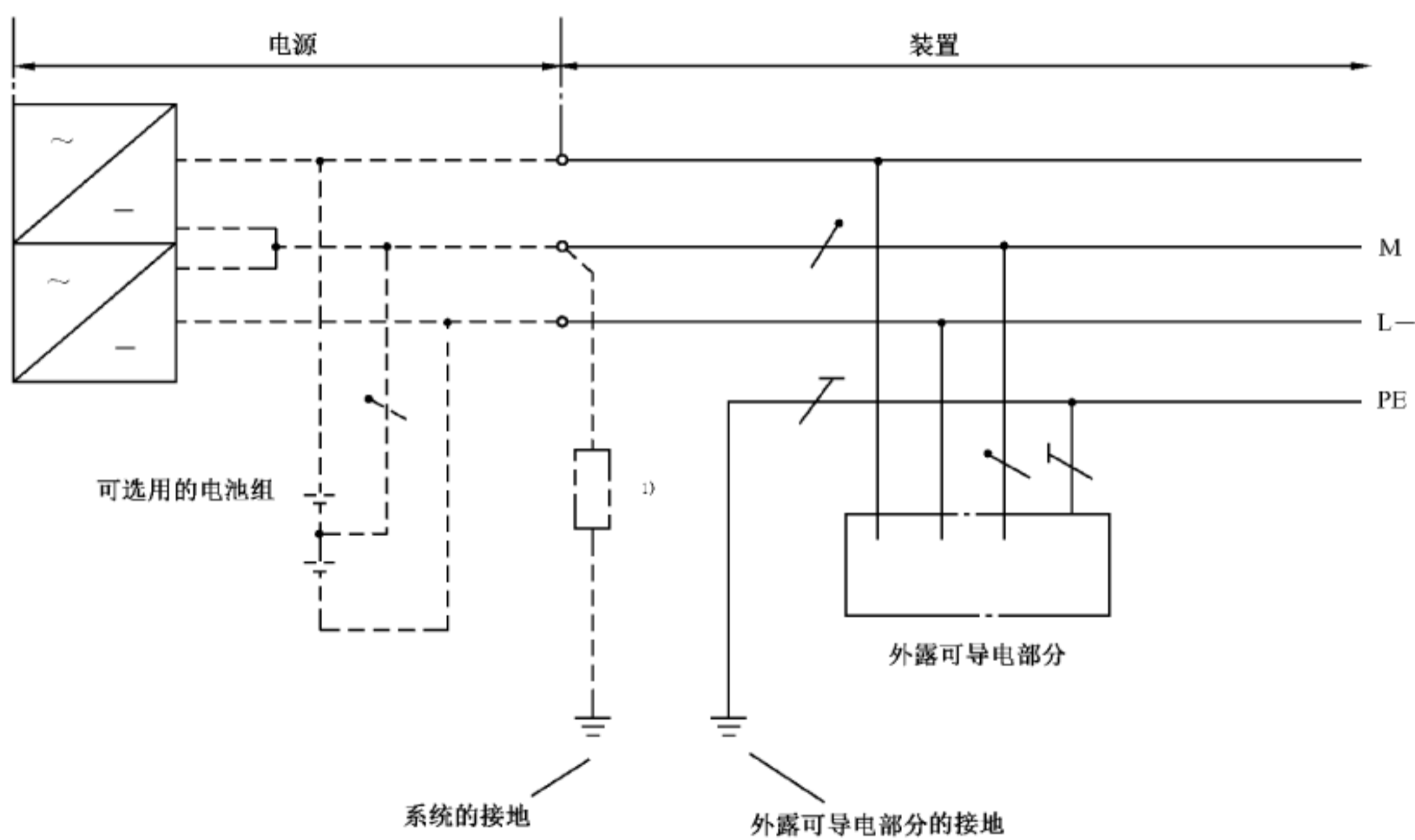
型式 a)



注 1: 装置中可提供 PE 附加接地。

1) 系统可经高阻抗接地。

型式 b)



注 2: 装置中可提供 PE 附加接地。

1) 系统可经高阻抗接地。

图 E.18 IT 直流系统

### 参 考 文 献

- [1] GB/T 156—2007 标准电压(IEC 60038:2002,MOD)
- [2] GB/T 2099.1—2008 家用和类似用途插头插座 第1部分:通用要求(IEC 60884-1:2006,MOD)
- [3] GB/T 2893.1—2004 图形符号 安全色和安全标志 第1部分:工作场所和公共区域中安全标志的设计原则(ISO 3864-1:2002,MOD)
- [4] GB 4706(所有部分) 家用和类似用途电器的安全
- [5] GB/T 5226.1—2008 机械电气安全 机械电气设备 第1部分:通用技术条件(idt IEC 60204-1:2005)
- [6] GB/T 5226.3—2005 机械安全 机械电气设备 第11部分:电压高于1 000 V a.c.或1 500 V d.c.但不超过36 kV的高压设备的技术条件(IEC 60204-11:2000,IDT)
- [7] GB/T 5226.4—2005 机械安全 机械电气设备 第31部分:缝纫机械、缝制单元和系统的特殊要求(IEC 60204-31:2001,IDT)
- [8] GB/T 10963.1—2005 电气附件-家用及类似场所用过电流保护断路器 第1部分:用于交流的断路器(IEC 60898-1:2002,IDT)
- [9] GB/T 10963.2—2003 家用及类似场所用过电流保护断路器 第2部分:用于交流和直流的断路器(IEC 60898-2:2000,IDT)
- [10] GB/T 13534—1992 电气颜色标志的代号(eqv IEC 60757:1983)
- [11] GB/T 13539.1—2015 低压熔断器 第1部分:基本要求(IEC 60269-1:2009,IDT)
- [12] GB/T 14048.10—2008 低压开关设备和控制设备 第5-2部分:控制电路电器和开关元件接近开关(IEC 60947-5-2:2004,IDT)
- [13] GB/T 15544—1995 三相交流系统短路电流计算(eqv IEC 60909:1988)
- [14] GB/T 16895(所有部分) 建筑物电气装置
- [15] GB/T 17465.1—1998 家用和类似用途的器具耦合器 第一部分:通用要求(eqv IEC 60320-1:1996)
- [16] GB/T 17799.1—1999 电磁兼容 通用标准 居住、商业和轻工业环境中的抗扰度试验(idt IEC 61000-6-1:1997)
- [17] GB/T 17799.2—2003 电磁兼容 通用标准 工业环境中的抗扰度试验(idt IEC 61000-6-2:1999)
- [18] GB 17799.3—2012 电磁兼容 通用标准 居住、商业和轻工业环境中的发射标准(IEC 61000-6-3:2011,IDT)
- [19] GB 17799.4—2012 电磁兼容 通用标准 工业环境中的发射标准(IEC 61000-6-4:2011,IDT)
- [20] GB/T 17888.1—2008 机械安全 进入机械的固定设施 第1部分:进入两级平面的固定设施的选择(ISO 14122-1:2001,IDT)
- [21] GB/T 17888.2—2008 机械安全 进入机械的固定设施 第2部分:工作台和通道(ISO 14122-2:2001,IDT)
- [22] GB/T 17888.3—2008 机械安全 进入机械的固定设施 第3部分:楼梯、阶梯和护栏(ISO 14122-3:2001,IDT)
- [23] GB/T 18216(所有部分) 交流1 000 V和直流1 500 V以下低压配电系统电气安全 防护检测的试验、测量或监控设备



- [24] GB/T 18380(所有部分) 电缆在火焰条件下的燃烧试验
- [25] GB/T 19215.1—2003 电气安装用电缆槽管系统 第1部分:通用要求(IEC 61084-1:1991,MOD)
- [26] GB/T 19670—2005 机械安全 防止意外启动(ISO 14118:2000,MOD)
- [27] IEC 60228:2004 绝缘电缆的导体
- [28] IEC 60287(所有部分) 电缆 电流定额的计算
- [29] IEC 61000-5-2:1997 电磁兼容 第5部分:安装和调试指南 第2节:接地和电缆敷设
- [30] IEC 61000-6-2:2005 电磁兼容 通用标准 工业环境中的抗扰度试验
- [31] IEC 61200-53:1994 电气安装导则 第53部分:电气设备的选择和安装
- [32] IEC 61496-1:2004 机械安全 电敏防护设备 第1部分:一般要求和试验(GB/T 19436.1—2004,IEC 61496-1:1997,IDT)
- [33] IEC 61800-3:2004 调速电气传动系统 第3部分:产品的电磁兼容性标准及其特定的试验方法(GB 12668.3—2003,IEC 61800-3:1996,IDT)
- [34] IEC/TS 62046 机械安全 人体检测用防护设备的应用
- [35] IEC 61800-5-1:2003 调速电气传动系统 第5-1部分:安全要求 电、热和能
- [36] IEC 导则 106:1996 适用于电气设备性能定额而规定环境条件指南
- [37] ISO 14119:1998/Amd.1:2007 Ed.1 机械安全 联锁装置联合防护装置 选择和设计原则
- [38] CENELEC HD 516 S2 低电压谐波电缆使用指南
- [39] SEMI S1 半导体设备安全标签的安全指南
-





中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
机械电气安全 机械电气设备  
第 33 部分：半导体设备技术条件  
GB/T 5226.33—2017/IEC 60204-33:2009

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)  
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址: [www.spc.org.cn](http://www.spc.org.cn)

服务热线: 400-168-0010

2017 年 9 月第一版

\*

书号: 155066 · 1-58750

版权专有 侵权必究



GB/T 5226.33-2017