



中华人民共和国国家标准

GB/T 16895.10—2010/IEC 60364-4-44:2007

代替 GB 16895.11—2001、GB 16895.12—2001、GB/T 16895.10—2001、GB/T 16895.16—2002

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

Low-voltage electrical installations—Part 4-44: Protection for safety—
Protection against voltage disturbances and
electromagnetic disturbances

(IEC 60364-4-44:2007, IDT)

2011-01-14 发布

2011-07-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布



目 次

前言	III
引言	IV
440.1 范围	1
440.2 规范性引用文件	1
441 (暂空)	2
442 因高压系统接地故障和低压系统故障引起的低压装置暂时过电压的防护	2
442.1 适用范围	2
442.1.1 一般规则	2
442.1.2 符号	2
442.2 高压接地故障时低压系统的过电压	3
442.2.1 工频故障电压幅值及持续时间	4
442.2.2 工频应力电压幅值及持续时间	4
442.2.3 电压限值计算的要求	5
442.3 TN 和 TT 系统中性导体中断时的工频应力电压	6
442.4 配出中性导体的 IT 系统发生接地故障时的工频应力电压	6
442.5 线导体与中性导体之间发生短路时的工频应力电压	6
443 大气过电压或操作过电压保护	6
443.1 一般规则	6
443.2 耐冲击电压(过电压类别)的划分	6
443.2.1 耐冲击电压(过电压类别)划分的目的	6
443.2.2 设备耐冲击电压与过电压类别的关系	7
443.3 过电压抑制的设置	7
443.3.1 固有过电压抑制	7
443.3.2 保护过电压抑制	7
443.4 设备要求的耐冲击电压	8
444 防止电磁影响的措施	9
444.1 通则	9
444.2 (暂空)	9
444.3 定义	9
444.4 降低电磁干扰(EMI)	10
444.4.1 电磁干扰(EMI)源	10
444.4.2 降低电磁干扰(EMI)措施	10
444.4.3 TN 系统	12
444.4.4 TT 系统	14
444.4.5 IT 系统	15
444.4.6 多电源供电	16
444.4.7 电源转换	18

444.4.8	进入建筑物的各类供应管线	20
444.4.9	分开的建筑物	21
444.4.10	建筑物内	21
444.4.11	保护电器	22
444.4.12	信号电缆	23
444.5	接地与等电位联结	23
444.5.1	接地极的相互连接	23
444.5.2	进线网络相互连接和接地配置	23
444.5.3	不同类型的等电位联结导体网络和接地导体	23
444.5.4	多层建筑物的等电位联结网络	25
444.5.5	功能接地导体	26
444.5.6	装有大量信息技术设备的商业或工业建筑物	26
444.5.7	功能用途的信息技术设备接地配置和等电位联结	27
444.6	回路间的分隔	27
444.6.1	一般规则	27
444.6.2	设计导则	27
444.6.3	安装导则	28
444.7	电缆管理系统	29
444.7.1	一般规则	29
444.7.2	设计导则	29
444.7.3	安装导则	30
445	欠电压保护	31
445.1	基本要求	31
附录 A (资料性附录)	有关 442.1 和 442.2 的注释说明	32
附录 B (资料性附录)	SPD 应用在架空线上过电压抑制的导则	34
附录 C (规范性附录)	对约定长度 d 的确定	35
参考文献		37

前 言

《建筑物(低压)电气装置》分为 5 个部分,每个部分又分为多个子部分:

- 第 1 部分:基本原则,一般特性的评估和定义;
- 第 4 部分:安全防护;
- 第 5 部分:电气设备的选择和安装;
- 第 6 部分:检验;
- 第 7 部分:特殊装置或场所的要求。

本部分为第 4 部分:安全防护中的第 4-44 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 和 GB/T 20000.2—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB 16895.11—2001、GB 16895.12—2001、GB/T 16895.10—2001、GB/T 16895.16—2002。

本部分与 GB 16895.11—2001、GB 16895.12—2001、GB/T 16895.10—2001 和 GB/T 16895.16—2002 相比,主要技术变化如下:

- 将 442、443、444 和 445 四节整合在一起(见 442、443、444、445);
- 用列表的形式替代原有的各种接地型式图形(见 442.2);
- 高压接地故障引起的故障电压与持续时间曲线替代原有曲线(见 442.2.1);
- 修改了每年每 km² 闪电次数计算公式(见 443.3.2.1);
- 增加了“基于风险评估的保护过电压抑制”的内容(见 443.3.2.2);
- 增加 444 节新增术语的定义(见 444.3);
- 增加电磁干扰源的描述(见 444.4.1);
- 降低电磁干扰措施中增加采用旁路导体措施(见 444.4.2);
- 增加 IT、TT 系统降低电磁干扰采取的措施(见 444.4.3、444.4.4);
- 增加多电源系统接地的要求(见 444.4.6);
- 增加接地和等电位联结(见 444.5);
- 增加回路的分隔(见 444.6);
- 增加电缆管理系统(见 444.7)。

本部分等同采用 IEC 60364-4-44:2007(第 2 版)《低压电气装置 第 4-44 部分:安全防护 低压骚扰和电磁骚扰防护》(英文版)。本部分与 IEC 60364-4-44:2007(第 2 版)相比,章条编号完全一致,技术内容完全相同,但做了以下编辑性修改:

- 用小数点符号“.”代替小数点符号“,”;
- 删去了 IEC 标准的“前言”。

本部分由全国建筑物电气装置标准化技术委员会提出并归口(SAC/TC 205)。

本部分负责起草单位:中机中电设计研究院。

本部分参加起草单位:中国航空规划建设发展有限公司。

本部分参加主要起草人:刘屏周、苏碧萍。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB 16895.11—2001;
- GB 16895.12—2001;
- GB/T 16895.16—2002;
- GB/T 16895.10—2001。

引 言

GB(GB/T) 16895 的本部分包含电气装置的保护和电压骚扰与电磁骚扰的防护措施。

详细要求列在以下四节中：

- 442 因高压系统接地故障和低压系统故障引起的低压装置暂时过电压的防护；
- 443 大气过电压或操作过电压保护；
- 444 防止电磁影响的措施；
- 445 欠电压保护。

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

440.1 范围

本部分规定了对由于各种原因产生的电压骚扰和电磁骚扰,电气装置的安全要求。

本部分不适用于共用配电系统或此系统的发电和输电(见 GB/T 16895.1 的“范围”),尽管此骚扰可在电气装置内部或电气装置之间通过电源系统传导。

440.2 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 156—2007 标准电压(IEC 60038:2002,MOD)

GB/T 2900.57—2008 电工术语 发电、输电及配电 运行(IEC 60050-604:1987,MOD)

GB 4943 信息技术设备的安全(GB 4943—2001,idt IEC 60950-1:1999)

GB/T 13870.1—2008 电流对人和家畜的效应 第 1 部分:通用部分(IEC 60479-1:2005,IDT)

GB/T 16895.1 低压电气装置 第 1 部分:基本原则、一般特性评估和定义(GB/T 16895.1—2008,IEC 60364-1:2005,IDT)

GB 16895.3—2004 建筑物电气装置 第 5-54 部分:电气设备的选择和安装 接地配置、保护导体和保护联结导体(IEC 60364-5-54:2002,IDT)

GB/T 16935.1—2008 低压系统内设备的绝缘配合 第 1 部分:原理、要求和试验(IEC 60664:2007,IDT)

GB/T 17799.1 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(GB/T 17799.1—1999,idt IEC 61000-6-1:1997)

GB/T 17799.2 电磁兼容 通用标准 工业环境中的抗扰度试验(GB/T 17799.2—2003,IEC 61000-6-2:1999,IDT)

GB/T 17799.3 电磁兼容 通用标准 居住、商业和轻工业环境中的发射标准(GB 17799.3—2001,idt IEC 61000-6-3:1996)

GB/T 17799.4 电磁兼容 通用标准 工业环境中的发射标准(GB 17799.4—2001,idt IEC 61000-6-4:1997)

GB/Z 18039.1—2000 电磁兼容 环境 电磁环境的分类(idt IEC 61000-2-5:1996)

GB/T 18802(全系列) 低压配电系统的电涌保护器(SPD)(idt IEC 61643(全系列))

GB 19212.5 电力变压器、电源装置和类似产品的安全 第 5 部分:一般用途隔离变压器的特殊要求(GB 19212.5—2006,IEC 61558-2-4:1997,MOD)

GB 19212.7 电力变压器、电源装置和类似产品的安全 第 7 部分:一般用途安全隔离变压器的特殊要求(GB 19212.7—2006,IEC 61558-2-6:1997,MOD)

GB 19212.16 电力变压器、电源装置和类似产品的安全 第 16 部分:医疗场所供电用隔离变压器的特殊要求(GB 19212.16—2005,IEC 61558-2-15:1999,MOD)

GB/T 21714.1 雷电防护 第 1 部分:总则(GB/T 21714.1—2008,IEC 62305-1:2005,IDT)

GB/T 21714.3 雷电防护 第 3 部分:建筑物的物理损坏和生命危险(GB/T 21714.3—2008,IEC 62305-3:2006,IDT)

发输电群895564918, 供配电群204462370, 基础群530171756

GB/T 21714.4 雷电防护 第4部分:建筑物内电气和电子系统(GB/T 21714.4—2008, IEC 62305-4:2006, IDT)

IEC 60364-4-41:2005 建筑物电气装置 第4-41部分:安全防护 电击防护

IEC 61936-1 1 kV以上交流电力装置 第1部分:通则

441(暂空)

442 因高压系统接地故障和低压系统故障引起的低压装置暂时过电压的防护

442.1 适用范围

本条规定了低压装置在以下故障时的安全要求:

- 为低压装置供电的变电所内高压系统与地之间的故障;
- 低压系统中性导体中断;
- 线导体与中性导体之间短路;
- 低压 IT 系统线导体非正常接地。

变电所接地配置要求见 IEC 61936-1。

442.1.1 一般规则

442 包括高压/低压变电所高压线导体与地之间故障时,给出对变电所的设计者和安装者的规定。需要有以下涉及高压系统资料:

- 系统接地类别;
- 接地故障电流最大值;
- 接地配置的电阻。

以下考虑了 442.1 提及的通常引起最严重的暂时过电压(IEC 60050-604 定义)4 种情况:

- 高压系统与地之间故障(见 442.2);
- 低压系统中性导体中断(见 442.3);
- 低压 IT 系统非正常接地(见 442.4);
- 低压装置短路(见 442.5)。

442.1.2 符号

442 使用以下的符号(见图 44. A1):

I_E ——流过变电所接地配置的高压系统部分接地故障电流;

R_E ——变电所接地配置的接地电阻;

R_A ——低压配置中的设备外露可导电部分接地配置接地电阻;

R_B ——当变电所的接地配置与低压系统中性点接地配置在电气上相互独立时,低压系统中性点接地配置的电阻;

U_0 ——在 TN 和 TT 系统内为线导体对地标称交流方均根电压;在 IT 系统内为线导体与中性导体或专用的中间导体之间标称交流电压;

U_f ——低压系统在故障持续期内外露可导电部分与地之间出现的工频故障电压;

U_1 ——故障持续期内线导体与变电所低压设备外露可导电部分之间的工频应力电压;

U_2 ——故障持续期内线导体与低压装置的低压设备外露可导电部分之间的工频应力电压。

注 1: 工频应力电压(U_1 和 U_2)是连接在低压设备的绝缘和低压系统的电涌保护器上两端呈现的电压。

低压装置的设备外露可导电部分的接地配置与变电所的接地配置在电气上相互独立的 IT 系统，使用以下的附加符号：

- I_s —— 高压故障和低压装置第一次故障(见表 44. A1)时，流过低压装置的设备外露可导电部分接地配置的故障电流；
- I_d —— 依据 411. 6. 2，低压系统第一次故障(见表 44. A1)时，流过低压装置外露可导电部分接地配置的故障电流；
- Z —— 低压系统与接地配置之间的阻抗(例如，IMD 内阻抗，人工中性点阻抗)。

注 2：若接地配置对地的电位升高不引起其他接地配置对地的电位不可接受升高，接地配置可认为是与其他接地配置在电气上独立。见 IEC 61936-1。

442.2 高压接地故障时低压系统的过电压

若变电所高压侧有接地故障，以下类型过电压将影响低压系统：

- 工频故障电压(U_f)；
- 工频应力电压(U_1 和 U_2)。

表 44. A1 规定不同类型过电压相关计算方法。

注 1：表 44. A1 仅涉及有中性点的 IT 系统。无中性点的 IT 系统，公式宜相应地修正。

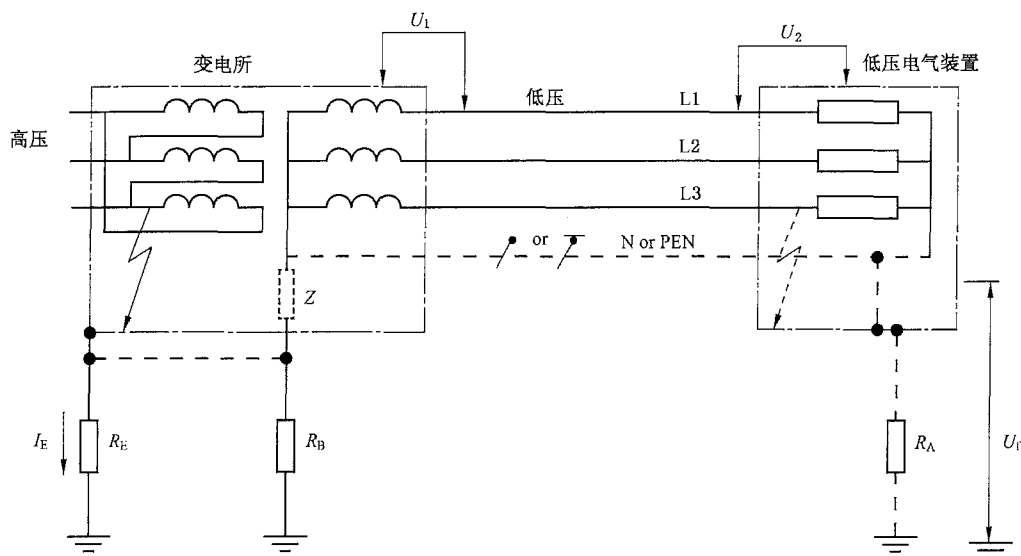


图 44. A1 变电所和低压装置可能对地的连接及故障时出现过电压的典型示意图

若高、低压系统接地相互靠近，目前可采用以下两种措施：

- 所有的高压接地系统(R_E)和低压接地系统(R_B)相互连接；
- 高压接地系统(R_E)和低压接地系统(R_B)分隔。

相互连接是常采用的方式。若低压系统完全处在高压系统接地所包围的区域内，高、低压系统接地应相互连接(见 IEC 61936-1)。

注 2：低压系统接地不同类型(TN, TT, IT)详见 GB/T 16895. 1。

表 44. A1 低压系统内的工频应力电压和工频故障电压

系统接地类型	对地连接类型	U_1	U_2	U_f
TT	R_E 与 R_B 连接	U_0^*	$R_E \times I_E + U_0$	0^*
	R_E 与 R_B 分隔	$R_E \times I_E + U_0$	U_0^*	0^*
TN	R_E 与 R_B 连接	U_0^*	U_0^*	$R_E \times I_E^{**}$
	R_E 与 R_B 分隔	$R_E \times I_E + U_0$	U_0^*	0^*
IT	R_E 与 Z 连接	U_0^*	$R_E \times I_E + U_0$	0^*
	R_E 与 R_A 分隔	$U_0 \times \sqrt{3}$	$R_E \times I_E + U_0 \times \sqrt{3}$	$R_A \times I_h$
	R_E 与 Z 连接	U_0^*	U_0^*	$R_E \times I_E$
	R_E 与 R_A 互连	$U_0 \times \sqrt{3}$	$U_0 \times \sqrt{3}$	$R_E \times I_E$
	R_E 与 Z 分隔	$R_E \times I_E + U_0$	U_0^*	0^*
	R_E 与 R_A 分隔	$R_E \times I_E + U_0 \times \sqrt{3}$	$U_0 \times \sqrt{3}$	$R_A \times I_d$

* 不需考虑。
 ** 见 442.2.1 第 2 段。
 I_h 装置内有接地故障。

注 3: 对 U_1 和 U_2 要求源于低压设备耐暂时工频过电压的绝缘设计标准(可见表 44. A2)。

注 4: 在中性点与变电所接地配置连接的系统内,此暂时工频过电压也出现在建筑物外的外壳不接地的设备绝缘上。

注 5: 在 TT 和 TN 系统中,所谓“连接”和“分隔”系指 R_E 和 R_B 之间是否连接;对于 IT 系统,系指 R_E 和 Z 之间和 R_E 和 R_B 之间是否连接。

442.2.1 工频故障电压幅值及持续时间

低压装置的外露可导电部分与地之间出现故障电压 U_f 的幅值及持续时间(按表 44. A1 计算得出的值)不应超过故障电压持续时间对应图 44. A2 曲线上 U_f 的值。

通常,低压系统的 PEN 导体为多点接地。在这种情况下,总并连接地电阻降低。对于多点接地的 PEN 导体, U_f 按下式计算:

$$U_f = 0.5R_E \times I_E$$

442.2.2 工频应力电压幅值及持续时间

由于 321 高压系统接地故障,根据表 44. A1 计算得出值的低压装置中的低压设备工频应力电压(U_1 和 U_2)的幅值与持续时间,不应超过表 44. A2 提出的要求。

公式 $U_f = 0.5R_E \times I_E$ 中, R_E 、 I_E 在原文中是 R_F 、 I_F ,应为 R_E 、 I_E ,原文笔误。

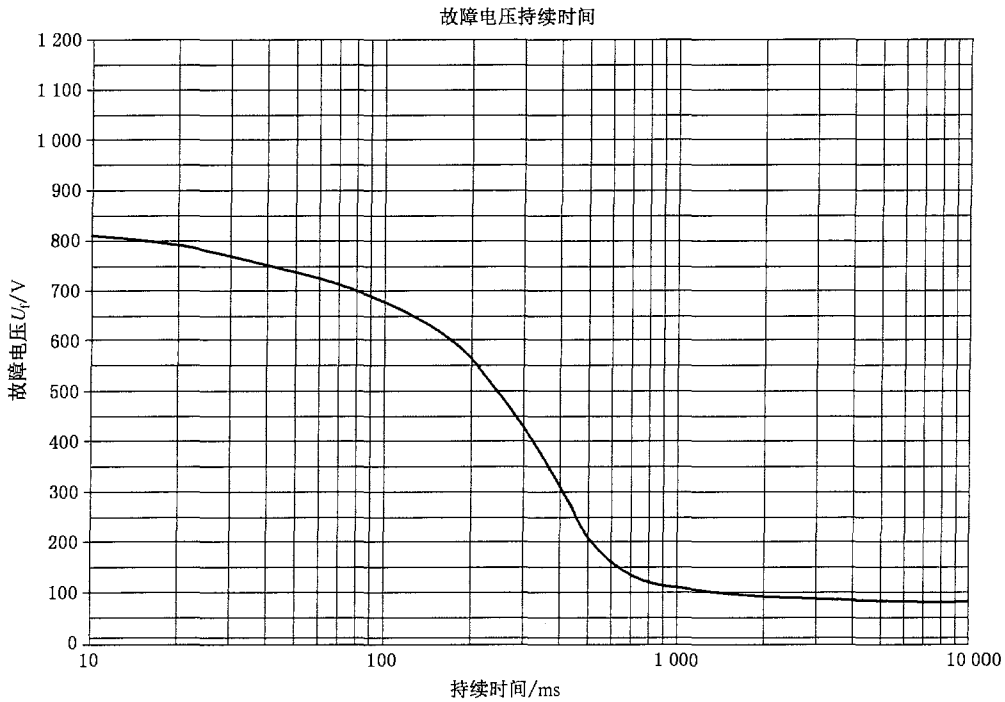


图 44. A2 变电所内高压侧发生接地故障时允许的故障电压

注：图 44. A2 所示的曲线取自 IEC 61936-1。根据概率和统计的数据，该曲线表征仅当低压中性导体接地与变电所接地共用接地配置时的低发生率最不利情况。有关其他情况的导则在 IEC 61936-1 规定。

表 44. A2 允许的工频应力电压

高压系统接地故障持续时间 t	低压装置中的设备允许的工频应力电压 U
$>5\text{ s}$	$U_0 + 250\text{ V}$
$\leq 5\text{ s}$	$U_0 + 1\,200\text{ V}$

注：对于无中性导体的系统， U_0 应是相对相的电压。

注 1：表中第 1 行数值适用于接地故障切断时间较长的高压系统，例如中性点绝缘和谐振接地的高压系统；表中第 2 行数值适用于接地故障切断时间较短的高压系统，例如中性点低阻抗接地的高压系统。两行数值是低压设备对于暂时工频过电压绝缘的相关设计准则（见 GB/T 16935.1）。

注 2：对于中性点与变电所接地配置连接的系统，此暂时工频过电压也出现在处于建筑物外的设备外壳不接地的绝缘上。

442.2.3 电压限值计算的要求

表 44. A1 要求的场所，允许的工频应力电压不应超过表 44. A2 规定值。

表 44. A1 要求的场所，允许的工频故障电压不应超过图 44. A2 所示值。

由公共配电系统低压供电的装置应满足 442.2.1 和 442.2.2 的要求。

为满足上述要求，高压系统运行者与低压系统建设者之间的协调是必要的。符合上述要求主要是变电所建设者/业主/运行者的责任，这些人员也需满足 IEC 61936-1 规定的要求。因此， U_1 、 U_2 和 U_f 的计算，对低压系统建设者在正常情况下不必要的。

满足上述要求的可能措施是，例如：

- 将高压接地配置和低压接地配置之间分开；
- 改变低压系统的系统接地；
- 降低接地电阻 R_E 。

442.3 TN 和 TT 系统中性导体中断时的工频应力电压

应注意,当多相系统中的中性导体中断时,额定电压为线导体对中性导体之间电压的基本绝缘、双重绝缘、加强绝缘以及器件可能暂时承受线电压。此应力电压能高达 $U=\sqrt{3}U_0$ 。

442.4 配出中性导体的 IT 系统发生接地故障时的工频应力电压

应注意,IT 系统中某一线导体非正常地接地,额定电压为线导体对中性导体之间电压的绝缘或器件可能暂时承受线电压。此应力电压能高达 $U=\sqrt{3}U_0$ 。

442.5 线导体与中性导体之间发生短路时的工频应力电压

应注意,低压装置中发生某一线导体与中性导体之间短路时,其他线导体与中性导体之间电压在 5 s 内能高达 $1.45 \times U_0$ 。

443 大气过电压或操作过电压保护

443.1 一般规则

本条规定了装置对配电系统引入的大气瞬态过电压的保护和操作过电压的保护。

通常,操作过电压低于大气过电压,因此,防止大气过电压的要求一般地包括操作过电压的保护。

注 1: 测量统计评估表明,对于高于过电压类别 II 水平的设备,操作过电压的危险性低,见 443.2。

应考虑以下几点:在装置的电源进线端可能出现的过电压;当地的预期雷击水平;电涌保护器的位置和特性;考虑的目的是使由于过电压侵入引发事故的可能性降低到人员和财产的安全以及公共设施所期望的不间断供电允许的水平。

瞬态过电压值取决于供配电系统的类型(地下或架空),在装置的供电端上级装有电涌保护器的可能性和供配电系统的电压等级。

本条对固有抑制或保护抑制过电压保护提供指导。如未按照本条要求提供过电压保护,则不能保证绝缘配合,应对过电压的危险做出评估。

本条不适用于直接雷击或附近雷击的过电压情况。直接雷击引起的瞬态过电压保护,适用 GB/T 21714.1、GB/T 21714.3、GB/T 21714.4 和 GB/T 18802 系列标准。本条不包括数据传输系统过电压。

注 2: 关于瞬态大气过电压,在接地和不接地系统之间未予区别。

注 3: 装置外部产生的和电网传输的操作过电压在考虑中。

注 4: 过电压引起的危险见 GB/T 21714.2。

443.2 耐冲击电压(过电压类别)的划分

443.2.1 耐冲击电压(过电压类别)划分的目的

注 1: 为了绝缘配合的目的,在电气装置内规定了过电压类别及设备耐冲击电压类别划分,见表 44B。

注 2: 额定耐冲击电压是由设备制造商对于设备或设备的一部分确定耐冲击电压,用以表示规定的设备绝缘耐受电压的能力(根据 GB/T 16935.1 的 3.9.2)。

耐冲击电压(过电压类别)用于划分直接从电源线上供电的设备。

根据标称电压选择设备的耐冲击电压,是对供电连续性和能承受的事故后果来划分设备适用的不同类别。对设备耐冲击类别的选择,使整个装置达到绝缘配合,将故障的危害降低到允许的水平。

注 3: 供电系统传输的瞬态过电压在大多数装置中不会明显地在下游衰减。

443.2.2 设备耐冲击电压与过电压类别的关系

对应于过电压类别Ⅳ的耐冲击电压设备用于装置电源进线端或其附近,例如总配电盘电源侧。Ⅳ类设备有很高的耐冲击能力,提供高可靠性。

注 1: 此类设备举例:电气测量仪表、一次过电流保护电器以及滤波器。

对应于过电压类别Ⅲ的耐冲击电压设备用于总配电盘及以下的固定装置,具有较高的可用性。

注 2: 此类设备举例:固定装置中的配电盘、断路器、布线系统(参见 GB/T 2900.71, 826-15-01 定义,包括电缆、母线、接线盒、开关、插座),工业用设备以及某些其他设备,如与固定装置永久相连的固定式电动机。

对应于过电压类别Ⅱ的耐冲击电压设备适用于固定电气装置相连,通常是用电设备所要求的,具有正常的可用性。

注 3: 此类设备举例:家用电器及类似负荷。

对应于过电压类别Ⅰ的耐冲击电压设备仅适用于建筑物内的固定电气装置,防护措施应在此设备之外,限制瞬态过电压在规定的水平。

注 4: 此类设备举例:含有电子电路设备,如电子计算机、采用电子编程器的器具等。

对应于过电压类别Ⅰ的耐冲击电压设备不应与公共供电系统直接连接。

443.3 过电压抑制的设置

过电压抑制根据以下要求进行设置。

443.3.1 固有过电压抑制

按 443.3.2.2 风险评估时,本条不适用。

在电气装置全部由埋地的低压系统而不含架空线供电的情况下,依据表 44B 所规定的设备耐冲击电压值便足够了,而不需要大气过电压保护。

注 1: 具有接地金属屏蔽的绝缘导体的悬挂电缆视作与地下电缆等同。

在装置由低压架空线供电或含有低压架空线供电的情况下,且雷暴日数低于或等于 25 日/年(AQ1)时,不需要大气过电压保护。

注 2: 不考虑 AQ 数值的高低,在要求可靠性较高或预期有较高危险性(如火灾)的情况下,可考虑增设大气过电压保护。

在两种情况下,按照过电压类别Ⅰ的设备耐冲击电压考虑瞬态过电压保护(见 443.3.2)。

443.3.2 保护过电压抑制

应用以下方法有关电涌保护器规定,由各国委员会基于本国情况决定。

在任何情况下,按照过电压类别Ⅰ的设备耐冲击电压考虑瞬态过电压保护(见 443.3.2)。

443.3.2.1 基于外界影响条件的保护过电压抑制

装置由架空线或含有架空线的线路供电,且雷暴日数大于 25 日/年(AQ2)时,应设置大气过电压保护。保护器件的保护水平应不高于表 44B 规定的过电压类别Ⅱ水平。

注 1: 过电压的水平受到电涌保护器的抑制,该电涌保护器装在靠近装置电源进线端的架空线上(见附录 B)或建筑物装置内。

注 2: 根据 GB/T 21714.3—2008 的 A.1,每年 25 个雷暴日相当于 2.5 次闪电($\text{km}^2 \cdot \text{年}$),由以下公式推导而来

$$N_g = 0.1T_d$$

式中：

N_g ——每年每 km^2 的闪电次数；

T_d ——每年雷暴日数。

443.3.2.2 基于风险评估的保护过电压抑制

注 1：在 GB/T 21714.2 叙述一般风险评估的方法。443 所涉及的是对该方法必要的简化，已被采用，它基于引入线临界长度 d_c 和下所述后果。

以下是不同防护水平的后果：

- a) 涉及人身生命的后果，例如安全的服务设施、医院的医疗设备；
- b) 涉及公共服务设施的后果，例如公共设施中断、信息技术(IT)中心、博物馆；
- c) 涉及商业或工业活动的后果，例如酒店或宾馆、银行、工业、商业市场、农场；
- d) 涉及群体建筑的后果，例如大型住宅建筑物、教堂、办公楼、学校；
- e) 涉及单体建筑的后果，例如住宅建筑物、小型办公楼。

对 a)~c) 的后果，应采取过电压防护的措施。

注 2：对于 a)~c) 的后果，不必依照附录 C 进行危险评估计算，由于此计算总是导致要求过电压防护。

对 d) 和 e) 的后果，防护要求取决于计算结果。依照附录 C 中的公式计算出基于等效并称为等效长度 d 。若符合下式条件，则需采取过电压防护：

$$d > d_c$$

式中：

d ——建筑物的供电线路的等效长度(最大值 1 km)，km；

d_c ——临界长度， d_c 以 km 计，对 d) 的后果其值等于 $\frac{1}{N_g}$ ；对 e) 的情况其值等于 $\frac{2}{N_g}$ ； N_g 为每年每 km^2 的闪电次数。

若计算需设置电涌保护器，则电涌保护器的保护水平不高于表 44. B 中过电压类别 II 要求的耐冲击电压值。

443.4 设备要求的耐冲击电压

设备的选择应保证其额定耐冲击电压值不低于表 44. B 中所列的耐冲击电压要求值。产品标准委员会有责任在相关标准中提出按 GB/T 16935.1 规定的额定耐冲击电压要求。

表 44. B 要求设备的额定耐冲击电压值

装置标称电压 ^a V		要求的耐冲击电压值 kV ^b			
三相系统	带中间点的 单相系统	装置电源进 线端的设备 (耐冲击类别 IV)	配电设备 和终端回路 (耐冲击类别 III)	用电器具 (耐冲击类别 II)	有特殊保 护的设备 (耐冲击类别 I)
—	120~240	4	2.5	1.5	0.8
230/400	—	6	4	2.5	1.5
400/690	—	8	6	4	2.5
1 000	—	12	8	6	4

^a 依据 GB/T 156。
^b 耐冲击电压是呈现于带电导体与 PE 线之间。

444 防止电磁影响的措施

444.1 通则

444 提出降低电磁骚扰的基本建议。电磁干扰(EMI)可能骚扰或损坏信息技术系统、信息技术设备及有电子器件或电路的设备。由于雷击、开关操作、短路和其他电磁现象产生的电流可引起过电压和电磁干扰。

以下的效应是最严重:

——存在较大的金属闭环的;和

——不同的布线系统沿同路由敷设,例如,同一建筑物内的电源的和信息技术的设备布线系统。

感应电压值取决于干扰电流的变化率(di/dt)和闭环大小。

承载大电流且有较高电流的变化率(di/dt)的电力电缆(例如,电梯起动电流或可控整流电流),使信息技术系统电缆感应过电压,该过电压可影响或危及信息技术设备或类似的电气设备。

医疗房间内或邻近的电气装置产生的电场和磁场能干扰医疗电气设备。

本条为建筑物建筑师、建筑物电气装置的设计者与安装者提供一些限制电磁影响概念性信息。此处主要考虑的是降低可能造成骚扰的这些影响。

444.2 (暂空)

444.3 定义 发输电群895564918, 供配电群204462370, 基础群530171756

基础性的定义见 GB/T 16895.1。444 采用以下定义:

444.3.1

联结网 bonding network; BN

相互连接可导电部分的组合,它可为电子系统提供频率由直流到低无线电频率(射频)“电磁屏蔽”。

[3.2.2 of ETS 300 253:1995]

注:“电磁屏蔽”术语是指用于分流、阻断、防止电磁能量通过任何装置。通常,BN 不需与地连接,但在本部分中 BN 与地连接。

444.3.2

联结环形导体 bonding ring conductor; BRC

形成封闭环形接地母线导体。

[3.1.3 of EN 50310:2000]

注:通常,联结环形导体作为联结网的一部分,需多次与 BRC 连接,提高其效果。

444.3.3

共用等电位联结系统 common equipotential bonding system

共用联结网 common bonding network

CBN

用于保护等电位联结和功能等电位联结的等电位联结系统。

[IEV 195-02-25]

444.3.4

等电位联结 equipotential bonding

为达到等电位的目的,可导电部分间作电气连接的措施。

[IEV 195-01-10]

444.3.5

接地极网 earth-electrode network; ground-electrode network (US)

接地配置的组成部分,仅包括接地极及其相互连接的部分。

[IEV 195-02-21]

444.3.6

网状联结网 meshed bonding network; MESH-BN

所有相关的设备框架、支架和壳体以及直流电源返回导体相互联结的联结网,并多点与 CBN 连接,形成网状形式。

[3.2.2 of ETS 300 253:1995]

注: MESH-BN 是 CBN 的扩大。

444.3.7

旁路等电位联结导体 by-pass equipotential bonding conductor

并联接地导体 parallel earthing conductor

PEC

为减少通过屏蔽层电流,与信号和(或)数据电缆的屏蔽层并联的接地导体。

444.4 降低电磁干扰(EMI)

电气装置的设计者或安装者应考虑以下所述降低电气设备的电磁干扰措施。

应使用满足相应电磁兼容(EMC)标准要求或相关产品的电磁兼容(EMC)要求的电气设备。

444.4.1 电磁干扰(EMI)源

对电磁干扰敏感的电气设备不宜设置在潜在电磁辐射源附近,诸如:

- 电感负荷开关电器;
- 电动机;
- 荧光灯;
- 电焊机;
- 电子计算机;
- 整流器;
- 斩波器;
- 变频器/调节器;
- 电梯;
- 变压器;
- 成套开关设备;
- 配电母线。

444.4.2 降低电磁干扰(EMI)措施

以下措施降低电磁干扰:

- a) 对电磁干扰敏感的电气设备,为改善传导的电磁现象的电磁兼容,设置电涌保护器和(或)滤波器;
- b) 电缆的金属护套与共用联结网(CBN)连接;
- c) 将电力、信号和数据电缆布置在同一路径内时,宜避免形成封闭感应环;
- d) 电力和信号电缆宜保持分隔,且在实际上有可能时相互直角交叉;
- e) 为降低在保护导体中的感应电流采用同心电缆;

- f) 调频驱动的变频器与电动机之间电气连接采用对称布置的多芯电缆(例如包括包含单独的保护导体的屏蔽电缆);
- g) 根据制造商规定的电磁兼容(EMC)要求采用信号和数据电缆;
- h) 在设有防雷装置的场所:
——电力和信号电缆应与防雷装置(LPS)引下线隔开适当距离或使用屏蔽电缆。其最小间距应由防雷装置(LPS)设计者依据 GB/T 21714.3 确定。
——电力和信号电缆的金属护套或铠装可依据 GB/T 21714.3 和 GB/T 21714.4 雷电防护要求做联结;
- i) 使用信号和数据屏蔽电缆时,宜限制来自电源线路的通过信号电缆或数据电缆接地的屏蔽层或芯线故障电流。附加一根导体是需要的,例如,一根加强屏蔽作用的旁路等电位联结导体,见图 44.R1;

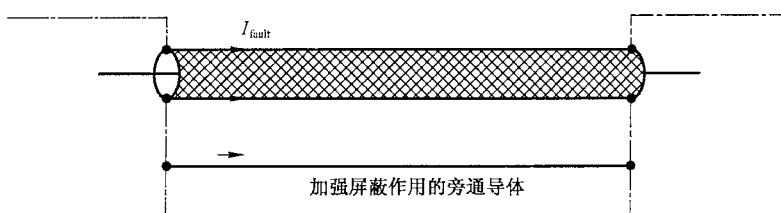


图 44.R1 加强屏蔽作用的旁路导体提供共用等电位联结系统

注 1: 信号或数据电缆护套附近旁路导体的措施,也降低与仅由一根保护导体接地的设备的环路面积。此作法极大地降低雷电电磁脉冲(LEMP)的电磁兼容(EMC)效应。

- j) 信号和数据屏蔽电缆为几座 TT 系统供电的建筑物共用时,宜采用旁路等电位联结导体,见图 44.R2。旁路等电位联结导体的最小截面应为 16 mm^2 铜或等值。等值截面应根据 GB 16895.3—2004 中的 541.1 确定;

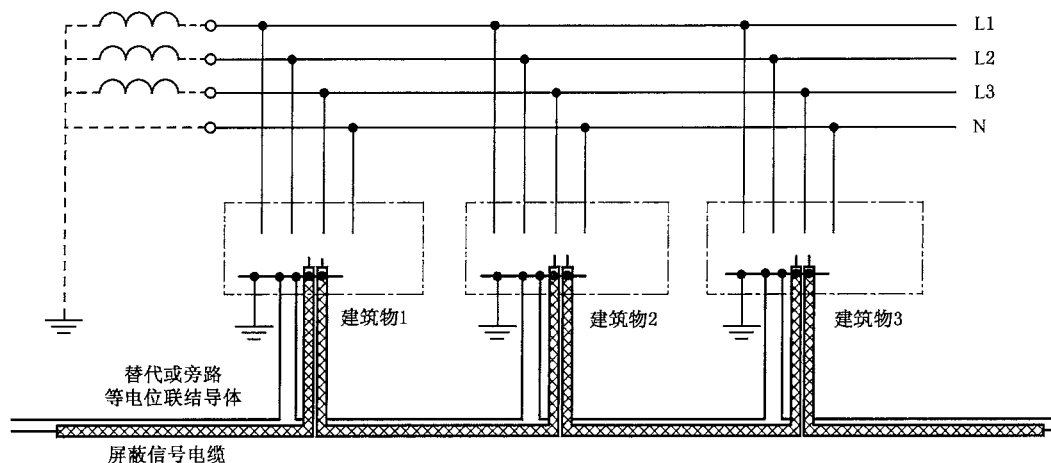


图 44.R2 TT 系统中替代或旁路等电位联结导体的示例

注 2: 接地护套作为信号的返回通路时,可采用双芯同轴电缆。

注 3: 若不能获得根据 411.3.1.2 (最后一段)的许可,消除因未连接到总等电位联结的电缆的危险是业主或管理者的责任。

注 4: 大型公共通信网络不同的地电位的问题是网络管理者的责任,管理者可采用其他方法。

- k) 等电位联结宜尽可能低阻抗:

——尽可能短;

发输电群895564918, 供配电群204462370, 基础群530171756

——导体截面的形状为单位长度低电抗和阻抗,例如,等电位联结编织导体宽度与厚度之比为 5 : 1;

1) 接地母线提供建筑物内重要信息技术装置等电位联结系统时,可设置接地闭环接地母线。

注 5: 本措施优先应用于通信业建筑物内。

44.4.3 TN 系统

为降低电磁干扰,以下各条适用:

44.4.3.1 装有或可能装有大量信息技术设备的现有的建筑物内,建议不宜采用 TN-C 系统。

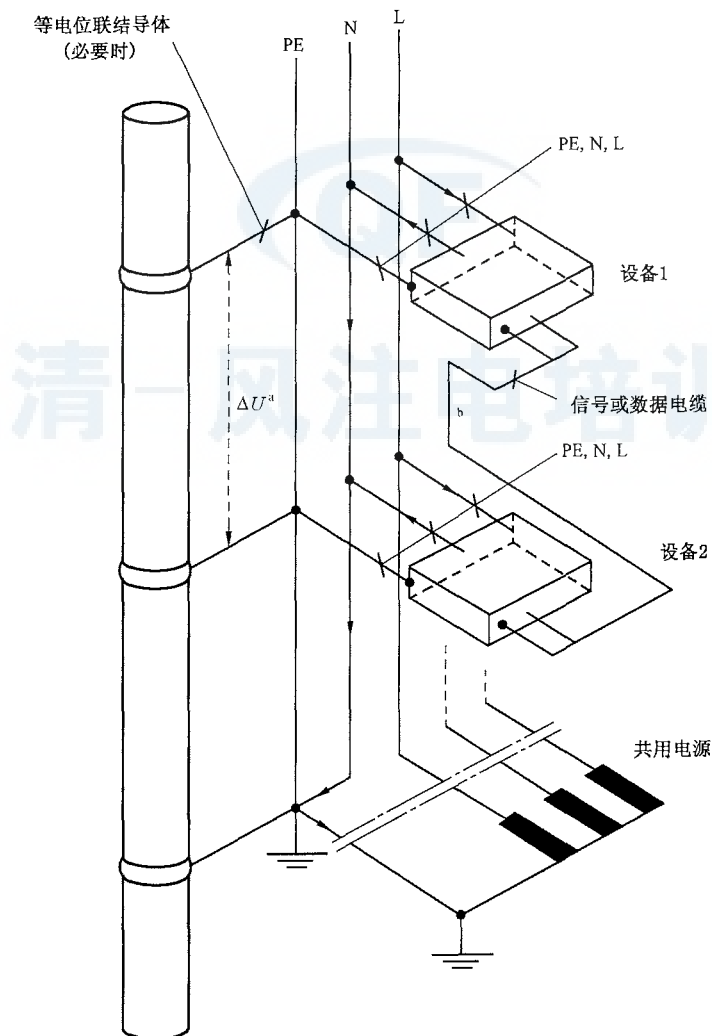
装有或可能装有大量信息技术设备的新建的建筑物内,不应采用 TN-C 系统。

注: 任何 TN-C 系统会将负载和故障电流通过等电位联结转移到建筑物内金属公共设施和构件。

44.4.3.2 由公共低压电网供电且装有或可能装有大量信息技术设备的现有建筑物内,在装置的电源进线点之后宜采用 TN-S 系统,见图 44. R3A。

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,见图 44. R3A。

注: TN-S 系统的有效性可因装用符合 GB 19214 规定的剩余电流监视器(RCM)而得到提高。

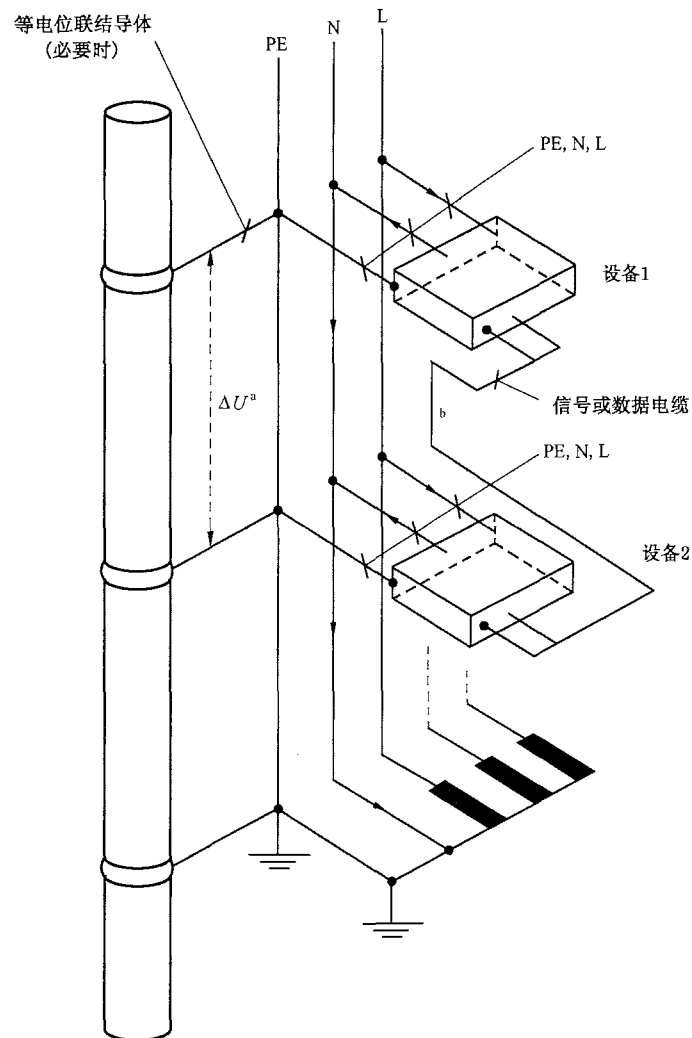


^a 正常运行情况下,沿 PE 导体无电压降 ΔU ;

^b 信号和数据电缆形成面积较小的环路。

图 44. R3A 从公共电源供电点直到及包括建筑物内的终端回路
采用 TN-S 系统避免在联结的构件中的中性导体电流

444.4.3.3 包括由使用者管理的变压器的整套低压装置且装有或将要装有大量信息技术设备现有建筑物内,宜采用 TN-S 系统,见图 44. R3B。



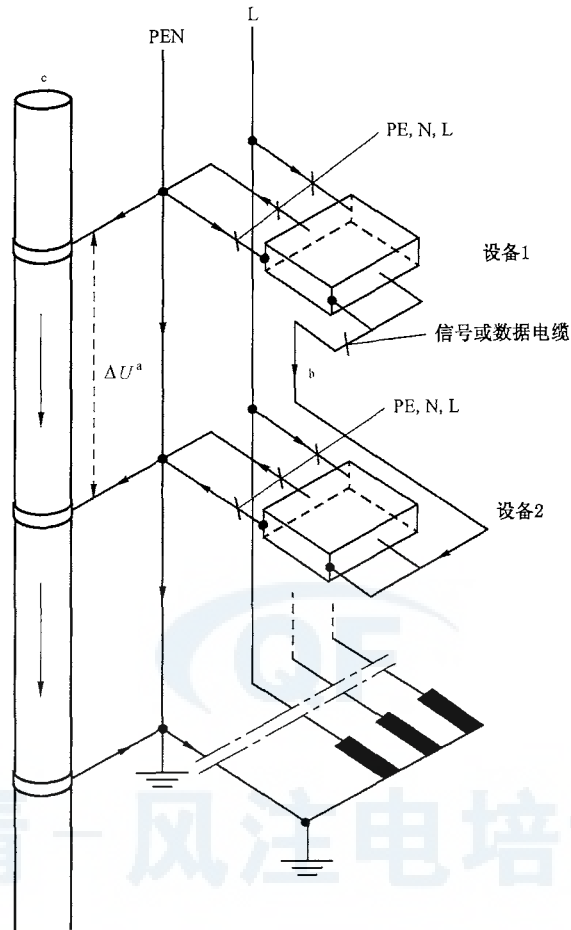
^a 正常运行情况下,沿 PE 导体无电压降 ΔU ;

^b 信号和数据电缆形成面积较小的环路。

图 44. R3B 用户自用供电变压器负荷侧采用 TN-S 系统避免在联结构件中的中性导体电流

444.4.3.4 现有装置采用 TN-C-S 系统时,为避免信号和数据电缆形成环路宜采取:

- 将图 44. R4 所示的装置所有 TN-C-S 系统变换为 TN-S 系统,如图 44. R3A 所示;或
- 此变换不可能时,避免 TN-S 装置不同部分之间信号和数据电缆的相互连接。



^a 正常运行情况下,沿 PEN 导体无电压降 ΔU ;

^b 信号和数据电缆形成面积较小的环路;

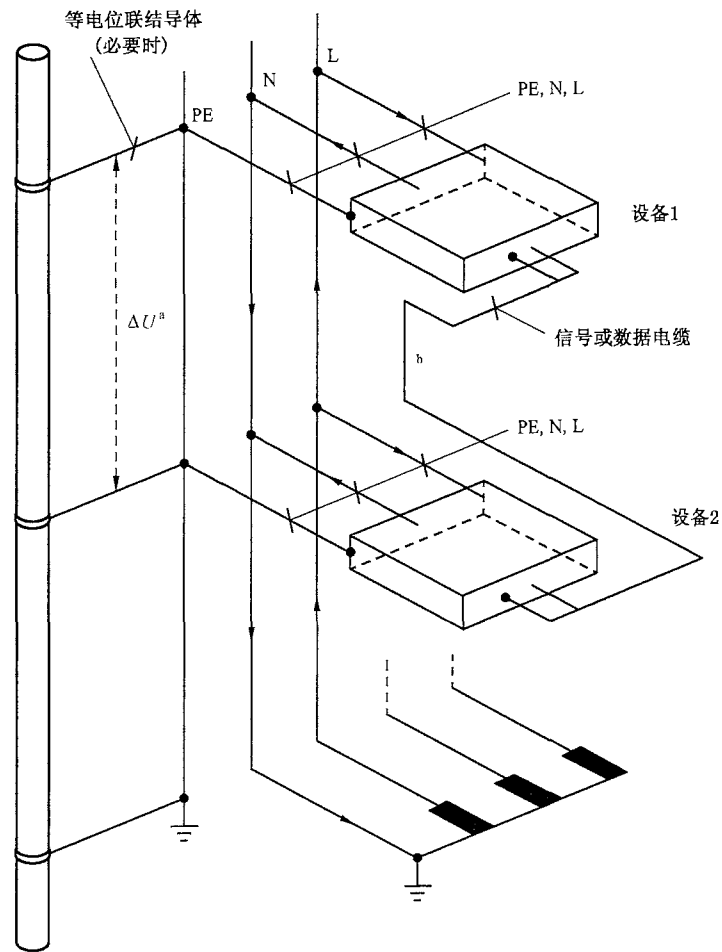
^c 外界可导电部分。

注: TN-S 系统中只通过中性导体流动的电流,而在 TN-C-S 系统中,电流将通过信号电缆的屏蔽层或参考地导体、外露可导电部分及外界可导电部分(诸如建筑金属构件)流动。

图 44. R4 建筑物装置内的 TN-C-S 系统

44.4.4 TT 系统

如图 44. R5 所示的 TT 系统,当不同建筑物的外露可导电部分连接不同的接地极时,宜考虑带电部分与外露可导电部分间可能出现的过电压。



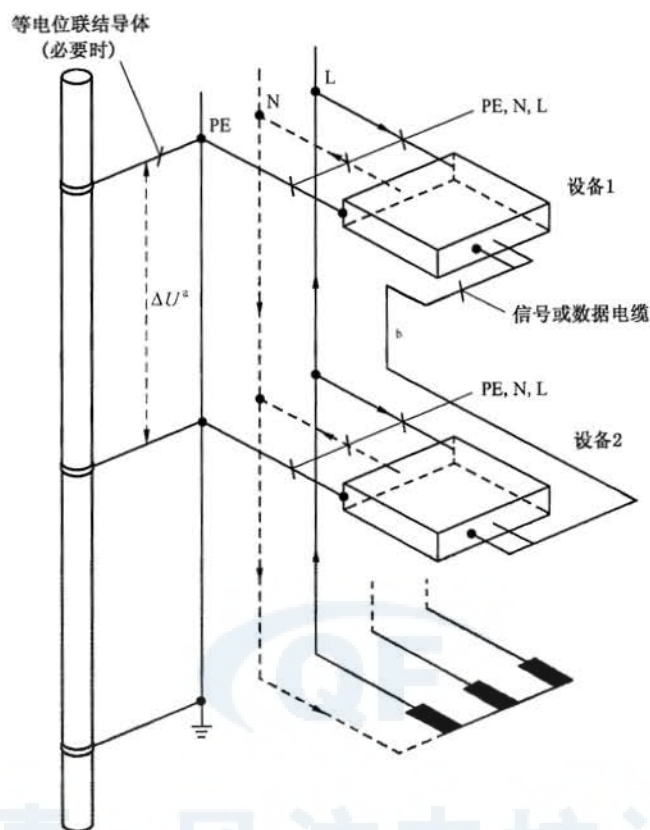
- ^a 正常运行情况下,沿 PE 导体无电压降 ΔU ;
- ^b 信号和数据电缆形成面积较小的环路。

图 44. R5 建筑物装置内的 TT 系统

444.4.5 IT 系统

三相 IT 系统中(见图 44. R6),在发生线导体与外露可导电部分间的单一故障时,要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。

注: 直接由线导体和中性导体供电的电子设备,设计成能耐受线导体与外露可导电部分间的此电压,见 GB 4943 对信息技术设备的相应要求。



- ^a 正常运行情况下,沿 PE 导体无电压降 ΔU ;
- ^b 信号和数据电缆形成面积较小的环路。

图 44. R6 建筑物装置内的 IT 系统

444.4.6 多电源供电

对多电源供电,应采用 444.4.6.1 和 444.4.6.2 的措施。

注:多电源采用星形点多点接地时,中性导体电流不仅通过中性导体,也通过保护导体流回相应的星形点,如图 44. R7A 所示。由于此原因,在装置中流过的各部分电流之和不再为零,这时类似一单芯电缆而产生杂散电磁场。

在承载交流电流的单芯电缆的情况下,芯线周围产生环形电磁场而干扰电子设备。谐波电流产生类似的电磁场,但比基波电流产生的电磁场更快地衰减。

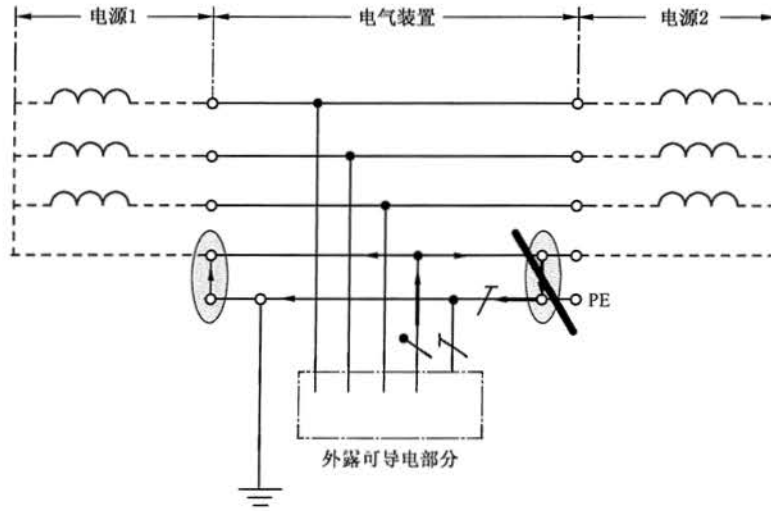
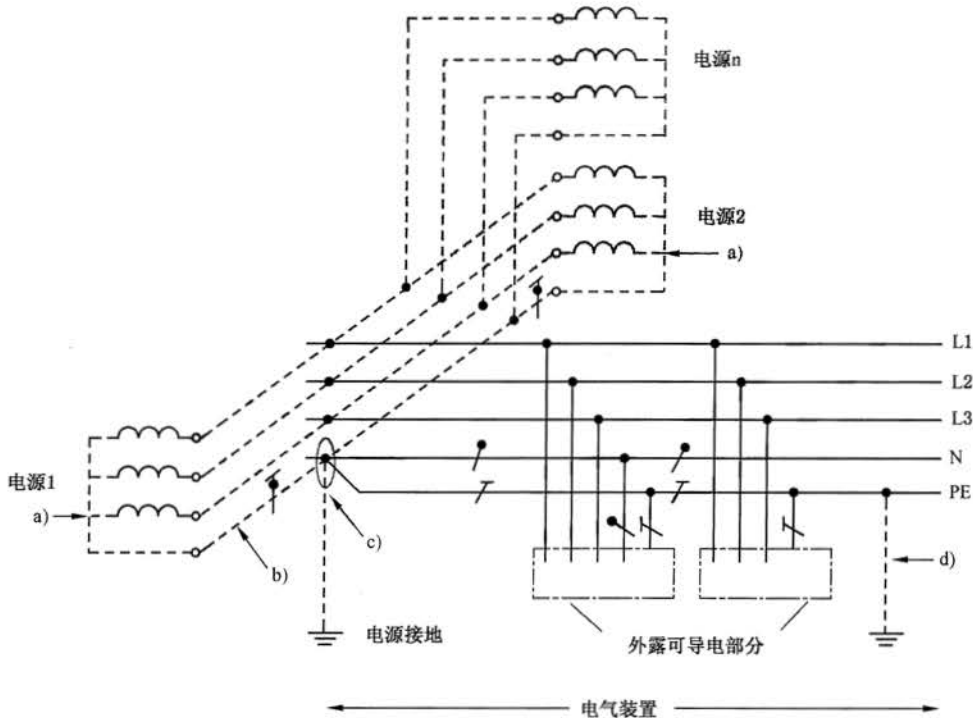


图 44. R7A PEN 导体与地之间不当的多点连接的 TN 系统多电源供电

44.4.6.1 TN 系统多电源供电

TN 系统多电源为装置供电的情况下,由于电磁兼容(EMC)原因,各电源的星形点应采用绝缘导体集中在同一点相互连接,见图 44. R7B。

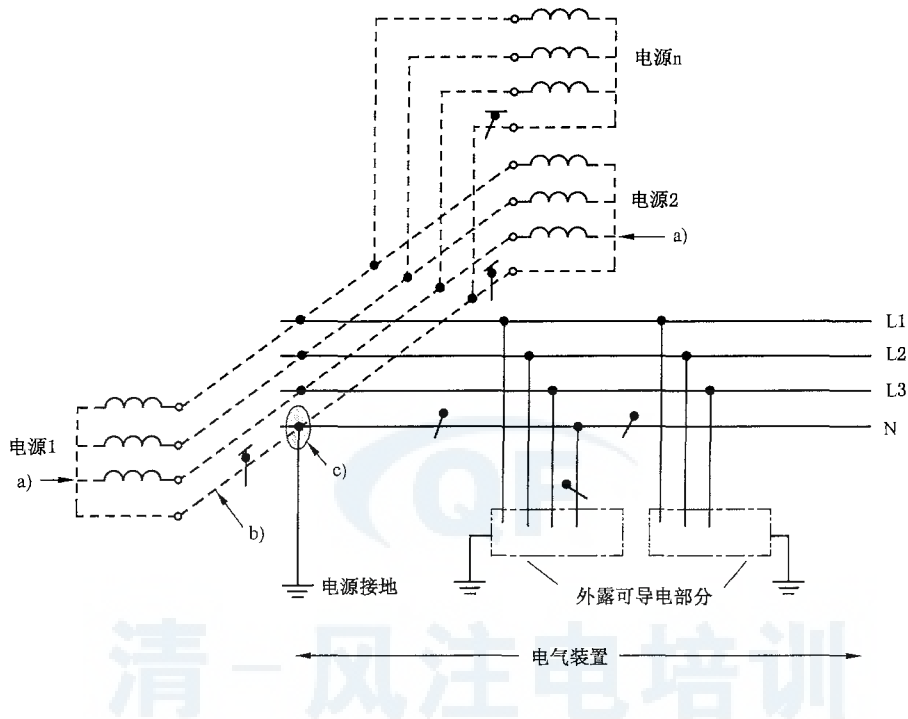


- a) 不应在变压器的中性点或发电机的星形点直接对地连接。
- b) 变压器的中性点或发电机的星形点之间相互连接的导体应是绝缘的,这种导体的功能类似于 PEN,然而,不得将其与用电设备连接。为此需在其上或其旁设置警示牌来表示。
- c) 在诸电源中性点间相互连接的导体与 PE 导体之间,应只连接一次。连接应设置在总配电屏内。
- d) 对装置的 PE 导体可另外增设接地。

图 44. R7B 多电源 TN 系统给一个电气装置供电时,其诸星形点只在同一点接地

444.4.6.2 TT 系统多电源供电

TT 系统多电源为装置供电的情况下,由于电磁兼容(EMC)原因,各电源的星形点应相互连接并集中在一处与地连接,见图 44. R8。

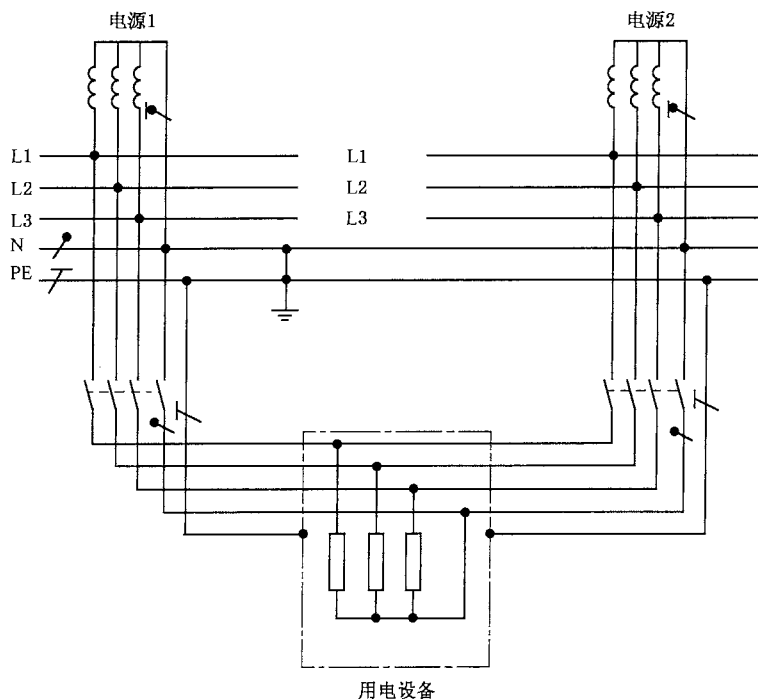


- a) 不应在变压器的中性点或发电机的星形点直接对地连接。
- b) 变压器的中性点或发电机的星形点之间相互连接的导体应是绝缘的,这种导体的功能类似于 PEN,然而,不得将其与用电设备连接。为此需在其上或其旁设置警示牌来表示。
- c) 在诸电源中性点间相互连接的导体与 PE 导体之间,应只连接一次。这一连接应设置在总配电箱内。

图 44. R8 多电源 TT 系统给一个电气装置供电时,其诸星形点只在同一点接地

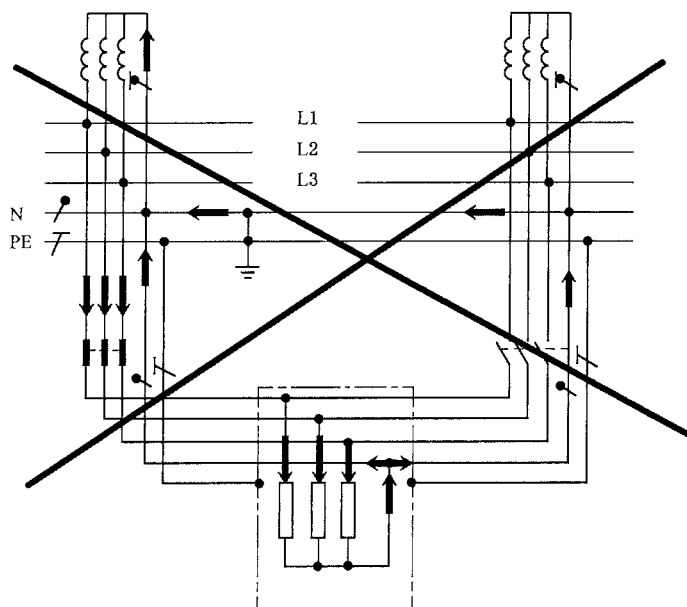
444.4.7 电源转换

在 TN 系统中,当需用开关电器将一个电源转换到另一个替换电源时,此开关电器应转换线导体和中性导体,见图 44. R9A、图 44. R9B 及图 44. R9C。



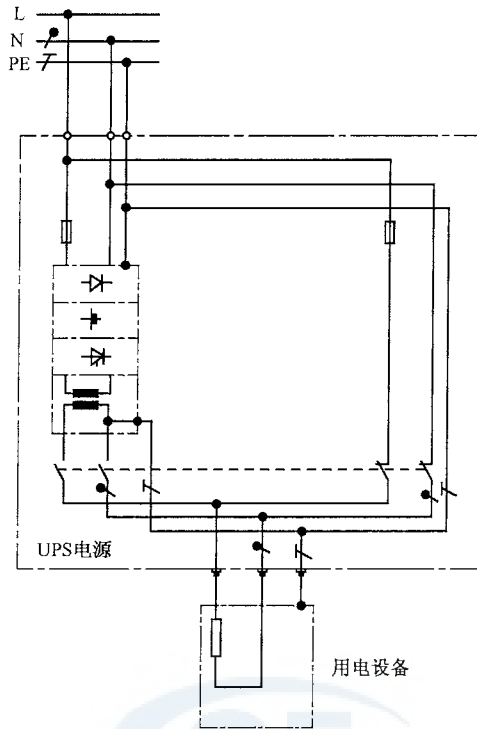
注：此方法防止装置电源系统的杂散电流的电磁场。一根电缆内的电流之和必须为零。需保证中性电流只在该回路接通的中性导体内流动。导体的3次谐波(150 Hz)电流将以相同的相位叠加到中性导体电流内。

图 44. R9A 具有四极开关的三相转换供电电源



注：具有不当的三极开关的三相转换供电电源引起不期望的环流，环流产生电磁场。

图 44. R9B 在具有不当的三极开关的三相转换供电电源中中性电流流动
发输电群895564918，供配电群204462370，基础群530171756



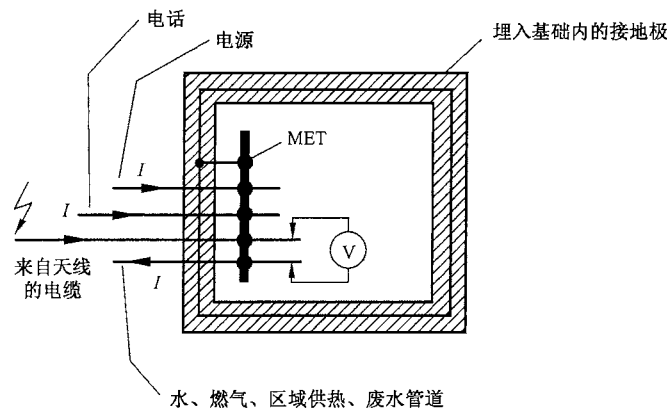
注：UPS 次级回路与地连接不是强制性的。若不接地，UPS 模式时将是 IT 系统型式；UPS 为旁路模式时，其接地系统与其前的低压供电系统的接地系统相同。

图 44. R9C 具有二极管开关的单相转换供电电源

44.4.8 进入建筑物的各类供应管线

金属管道(例如,水、煤气或集中供热)和引入电力和信号电缆宜在同一点进入建筑物。金属管道和电缆铠装应采用低阻抗导体应与总接地端子连接,见图 44. R10。

注：与非电源的其他供应设施的相互连接需经有关设施管理者同意。



MET ——总接地端子；

I ——感应电流。

注：推荐采用同一点进入 $U \cong 0$ V。

图 44. R10 铠装电缆和金属管道进入建筑物(示例)

鉴于电磁兼容(EMC)原因,内安置有电气装置的组成部分的建筑空隙宜专用于安置电气和电子设备(诸如监视、控制或保护器件,连接器件等),它应易于接近以便维护。

444.4.9 分开的建筑物

当不同的建筑物内各具有分隔的等电位联结系统时,无金属的光纤电缆或其他非导电系统可用于信号和数据传输,例如,根据 GB 19212.2、GB 19212.5、GB 19212.7、GB 19212.16 及 GB 4943 规定的微波信号隔离变压器。

注1:大型公共通信网络的大幅值地电位差问题的处理是网络管理者的责任,管理者可使用其他方法。

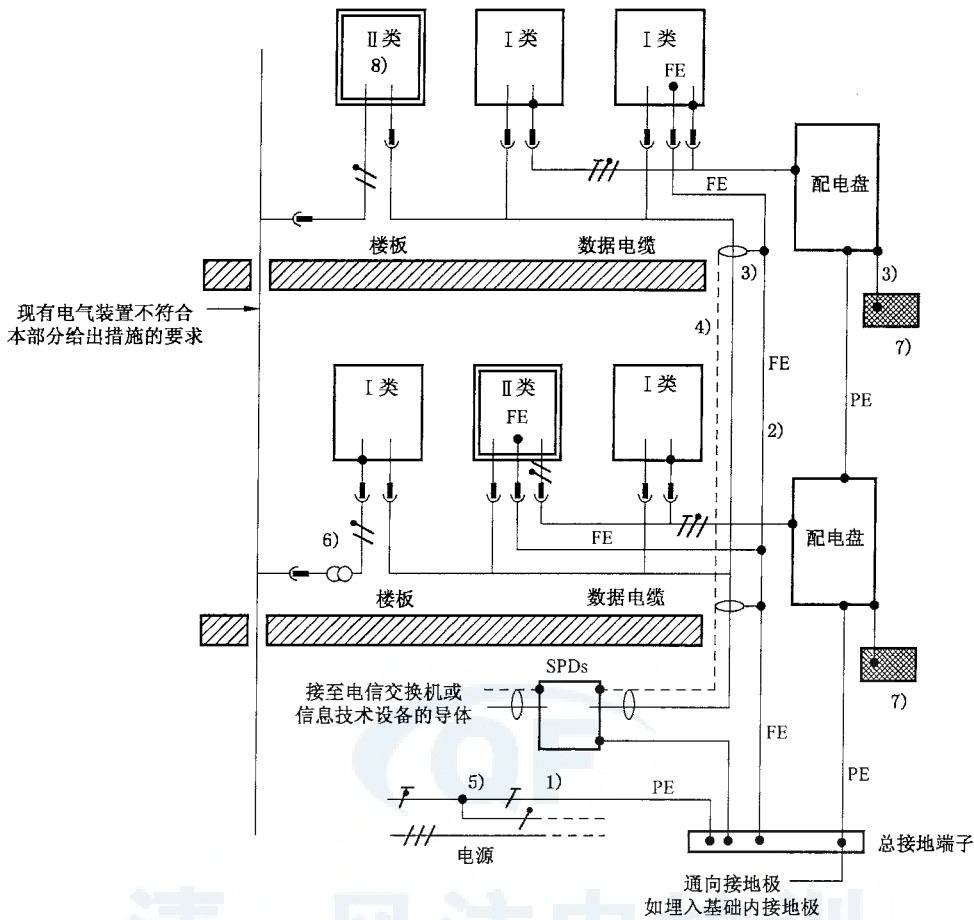
注2:若遇到非导电数据传输系统的情况,采用旁路导体是不必要的。

444.4.10 建筑物内

现有建筑物装置电磁干扰的问题,以下措施可改善其状况,见图 44. R11。

- a) 信号和数据回路采用无金属光纤联系,见 444.4.9;
- b) 采用Ⅱ类设备;
- c) 采用符合 GB 19212.2、GB 19212.5、GB 19212.7 或 GB 19212.16 要求的双绕组变压器。其次级回路除特殊情况采用 IT 系统外宜优先采用 TN-S 系统。

发输电群895564918,供配电群204462370,基础群530171756



图例

- 保护或功能接地导体的联结
- FE 功能接地导体(可选择)根据操作手册使用和联结
- SPDs 电涌保护器
- PE 导体符号
- 中性导体符号
- 线导体符号

图注	措施说明	条款
1)	电缆和金属管道在同一点进入建筑物	444.4.8
2)	共同路径有适当的分隔和避免出现环路	444.4.2
3)	联结应尽可能短,并使用与电缆平行的接地导体	GB/Z 18039.1;444.4.2
4)	带屏蔽的信号电缆和/或双绞线	444.4.12
5)	在电源进入点之后避免采用 TN-C 系统	444.4.3
6)	使用有分隔绕组的变压器	444.4.10
7)	局部水平联结系统	444.5.4
8)	采用 II 类设备	444.4.10

图 44.R11 现有建筑物中措施举例

444.4.11 保护电器

保护电器宜选择具有适当的功能,它能避免因大幅值的瞬态电流而误动作,例如,延时或滤波。

444.4.12 信号电缆

信号电缆宜采用屏蔽电缆和/或双绞线电缆。

444.5 接地与等电位联结

444.5.1 接地极的相互连接

对于数座建筑物,当电子设备用于各建筑物间的通信和数据交换时,连接到等电位导体网的多个专用的和独立的接地极的概念可能不能满足要求,理由如下:

- 不同接地极间存有耦合并导致设备电压不可控地升高;
- 相互连接的设备可有不同的参考地电位;
- 存有电击的危险,特别是大气过电压的情况。

因此,所有保护和功能接地导体宜连接到同一个的总接地端子。

此外,与建筑物有关的所有接地极,即保护、功能和雷电防护的接地极应相互连接,见图 44. R12。

在数座建筑物的情况下,接地极相互连接不可能或不可行时,推荐通信网络采用电气分隔,例如,采用光纤连接,见 444.4.10。

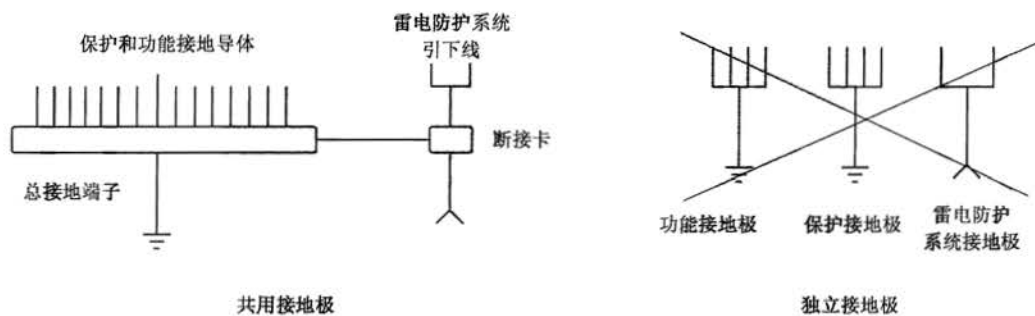


图 44. R12 相互连接的接地极

保护和功能联结导体应各自连接到总接地端子上,这样当一根导体断开时,所有的其余导体仍保持固定的方式连接到总接地端子上。

444.5.2 进线网络相互连接和接地配置

建筑物内信息技术和电子设备的外露可导电部分通过保护导体而相互连接。

通常使用电子设备不多的住宅,可采用星形网络形状的保护导体网络,见 444. R13。

装有众多电子设备的商业、工业及类似的建筑物,为适应不同类型设备电磁兼容(EMC)的要求,适于采用共用等电位联结系统,见 444. R15。

444.5.3 不同类型的等电位联结导体网络和接地导体

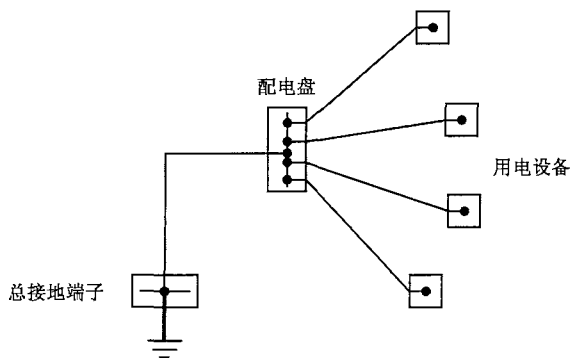
按设备的重要性和抗干扰性能,可采用以下各款所述的四种基本类型。

444.5.3.1 连接到环形联结导体的保护导体

联结环形导体(BRC)形式的等电位联结网络,如图 44. R16 中的建筑顶层所示。联结环形导体(BRC)优先选用裸或绝缘的铜材,以处处可接近的方式安装,例如,采用电缆托盘、明敷金属导管(见 GB 20041 系列)或电缆槽盒。所有保护和功能接地导体可连接到联结环形导体(BRC)。

44.5.3.2 星形网络的保护导体

本类型网络适用于住宅、小型商业建筑等的小型装置，而从设备观点，设备之间是不能连接信号电缆的，见图 44. R13。

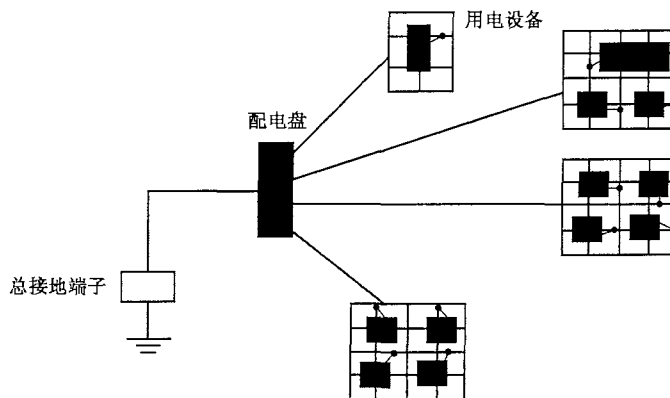


—— 接地导体
 —— 保护导体

图 44. R13 星形网络保护导体的示例

44.5.3.3 多网状联结星形网络

本类型网络适用于装有不同的小型群组的相互连接通信设备的小型装置。它能局部分散由电磁干扰引起的电流，见图 44. R14。



—— 接地导体(保护或功能)
 —→ 功能联结导体。其长度应尽可能短(例如<50 cm)

图 44. R14 多网状联结星形网络的示例

444.5.3.4 共用的网状联结星形网络

本类型网络适用于装有重要用途的高密度通信设备,见图 44. R15。

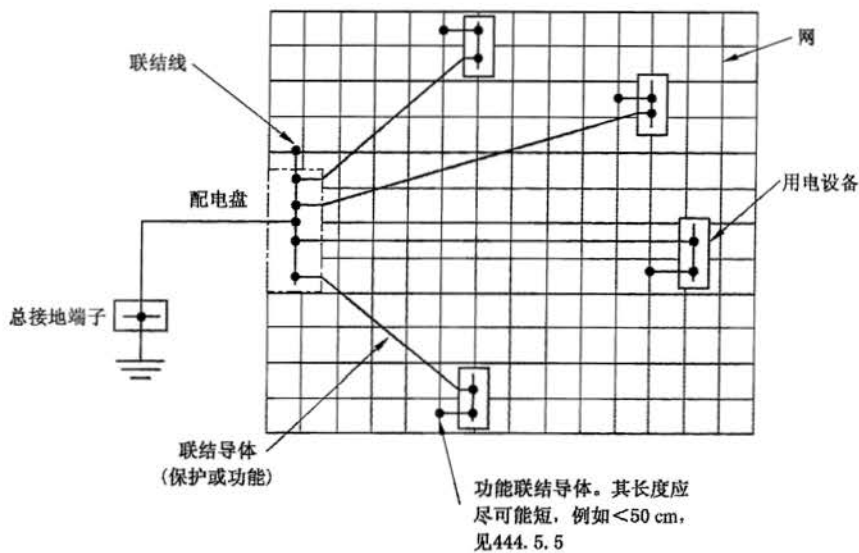
网状等电位联结网络的作用通过与建筑物原有的金属结构的连接而加强。它因由导体组成方形网络而加强其作用。

网孔尺寸取决雷电防护的防护水平、装置内设备的抗干扰能力和数据传输使用的频率。

网孔尺寸应与被防护装置的尺寸相适应,在安装有对电磁干扰敏感的场所。网孔尺寸不应大于 $2\text{ m}\times 2\text{ m}$ 。

共用的网状等电位联结星形网络适用于专用自动小交换机(PABX)和中央数据处理系统的防护。

有时为满足特殊的要求,本网络的某部分的网孔尺寸可更小些。



网孔包围的面积应布满全部区域,网孔尺寸指的是形成网孔导体包围的方形区域。

图 44. R15 共用的网状联结星形网络的示例

444.5.4 多层建筑物的等电位联结网络

对于多层建筑物,建议在每一楼层设置等电位联结系统,常用的等电位联结网络的示例见图 44. R16,每层所示是一种网络的类型。各层的联结系统宜至少用导体连接两次。

发输电群895564918, 供配电群204462370, 基础群530171756

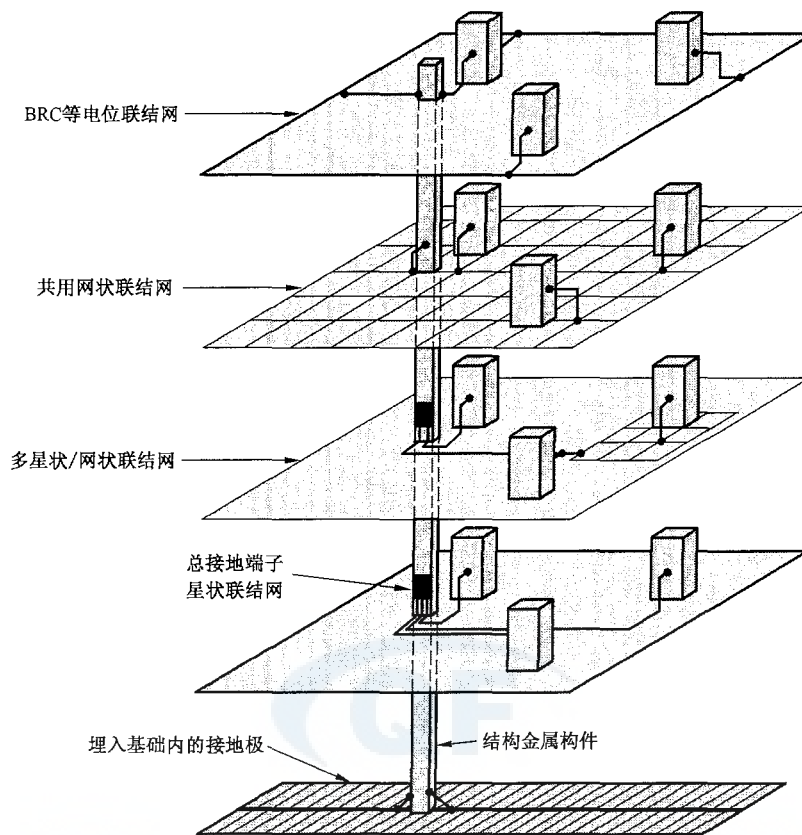


图 44. R16 未装有雷击防护系统建筑物内等电位联结网络的示例

444. 5. 5 功能接地导体

有些电子设备要求接近地电位的参考电压,为了正确地运作,有些电子设备要求取得地电位的参考电位,此参考电位可用功能接地导体取得。

功能接地导体可采用金属带、扁平编织线和具有圆形截面的电缆。

对于高频运行的设备,优先采用金属带或扁平编织线,并尽可能短的连接。

功能接地导体未规定颜色标识。因此,接地导体规定的黄/绿色组合的颜色标识不应用于功能接地导体,相同的颜色标识推荐用于整个装置中的每根功能接地导体的端部。

对于低频运行的设备,GB 16895.3—2004 的 544. 1. 1 规定的截面是适合的,与导体的形状无关,见 444. 4. 2b)和 444. 4. 2k)。

444. 5. 6 装有大量信息技术设备的商业或工业建筑物

以下补充的规定可用于降低对信息技术设备运行的电磁骚扰。

在严酷的电磁环境中,推荐采用 444. 5. 3. 3 所述的共用网状联结星形网络。

444. 5. 6. 1 联结环形网络导体的截面和安装

用于等电位联结环形网络导体应有以下最小的尺寸:

——铜带截面:30 mm×2 mm;

——铜棒直径:8 mm。

裸导体在支撑处和通过墙体处应防腐蚀。

444.5.6.2 与等电位联结网络连接的部分

以下部分应与等电位联结网络连接：

- 数据传输或信息技术设备的电缆的导电屏蔽层、导电的外护层或铠装；
- 天线系统的接地导体；
- 信息技术设备直流电源接地端的接地导体；
- 功能接地导体。

444.5.7 功能用途的信息技术设备接地配置和等电位联结

444.5.7.1 接地母线

当为功能目的而设置接地母线时，可将建筑物内的总接地端子(MET)的延伸作接地母线。为此信息技术设备可在建筑物内的任何处可以最短捷的路径接向总接地端子。当在建筑物内用接地母线作为等电位联结网时，可按联结环形网络设置，见图 44. R16。

注 1：接地母线可为裸露的或绝缘的。

注 2：接地母线推荐沿全部长度上可接近的方式安装，例如，明敷在线槽上。为防止腐蚀，裸导体在支撑处及贯穿墙体处采取必要的措施。

444.5.7.2 接地母线截面 发输电群895564918，供配电群204462370，基础群530171756

接地母线的效能取决于其路由和采用导体的阻抗。对容量为每相电流大于 200 A 的装置，接地母线截面应不小于 50 mm² 铜或依据 444.4.2 k) 标示的尺寸。

注：本部分适用于 10 MHz 以下频率。

接地母线用作直流返回电流通路一部分时，截面应根据返回电流确定其尺寸。每一用作直流配电返回导体的接地母线的最大直流电压降应小于 1 V。

444.6 回路间的分隔

444.6.1 一般规则

共用同一电缆管理系统和相同路由的信息技术电缆和电力电缆应根据以下各款的要求进行安装。

应实施根据 GB/T 16895.23 和/或 GB 16895.6 的 528.1 的电气安全校验和电气分隔，见 IEC 60364-4-41 的 413 和/或 444.7.2。有时电气安全和电磁兼容对间距的要求是不同的。电气安全总是优先的。

布线系统的外露可导电部分，例如，护套、附件和遮拦，应按故障防护要求实施防护，见 GB 16895.21 的 413。

444.6.2 设计导则

为避免骚扰，电力电缆和信息技术电缆最小间隔与以下诸因素有关：

- a) 与信息技术电缆连接的设备对各种电磁骚扰(瞬变、雷电脉冲、猝发脉冲、振铃波及连续波等)的抗干扰水平；
- b) 设备与接地系统的连接；
- c) 局部电磁环境(骚扰同时出现，例如，谐波+猝发脉冲+连续波)；
- d) 电磁频谱；
- e) 在同一路径内平行敷设的电缆间距(耦合区域)；

发输电群895564918，供配电群204462370，基础群530171756

- f) 电缆类型；
- g) 电缆耦合衰减；
- h) 接线件与电缆间的连接质量；
- i) 电缆敷设系统的类型及构造。

本标准的执行系假定电磁环境骚扰水平低于 GB/T 17799.1、GB/T 17799.2、GB 17799.3 及 GB 17799.4 规定的传导和辐射骚扰的试验水平。

电力电缆和信息技术电缆平行时，以下内容适用，见图 44. R17A 和图 44. R17B。

若平行电缆的长度不大于 35 m，不要求进行分隔。

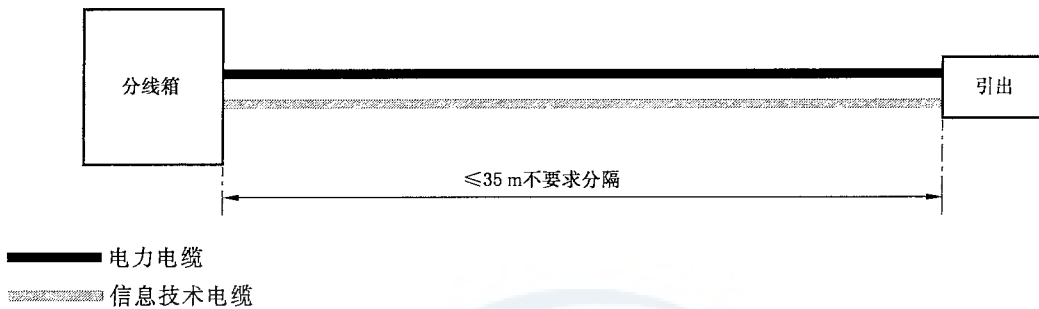


图 44. R17A 电缆路由长度 ≤ 35 m，电力和信息技术电缆间的分隔

若非屏蔽电缆平行电缆长度大于 35 m，距末段 15 m 以外全部长度应有分隔间距。

注：隔离可用诸如在空中分隔间距为 30 mm 或在电缆间安装金属隔板来获得。

若屏蔽电缆平行电缆长度大于 35 m，不采用分隔间距。

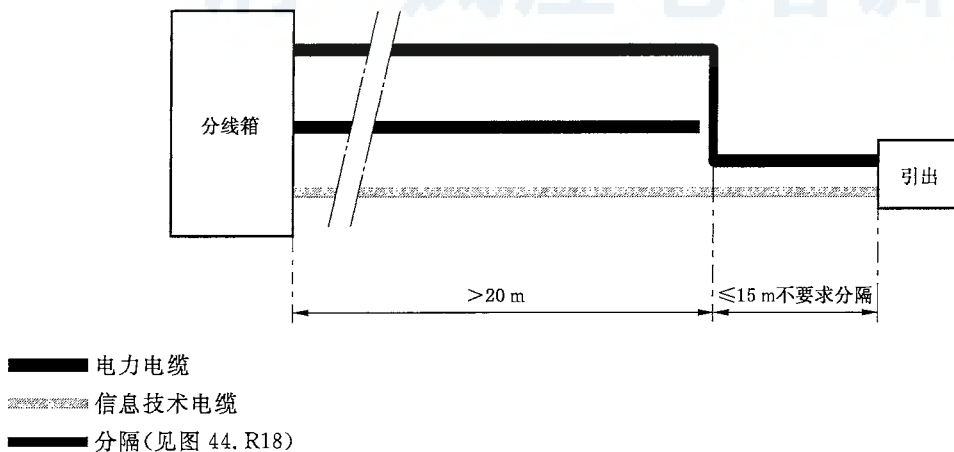


图 44. R17B 电缆路由长度 > 35 m，电力和信息技术电缆间的分隔

44.6.3 安装导则

信息技术电缆与荧光灯、氙灯和荧光高压汞灯(或其他高强气体放电灯)之间的最小间距应为 130 mm。电力布线组件和数据布线组件宜优先布置在单独的箱柜内。数据布线的托架宜总是与电气设备分隔。

凡有可能，电缆宜直角交叉。不同用途的电缆(例如，电源和信息技术电缆)不宜一起成束。各束相互间宜电磁分隔，见图 44. R18。

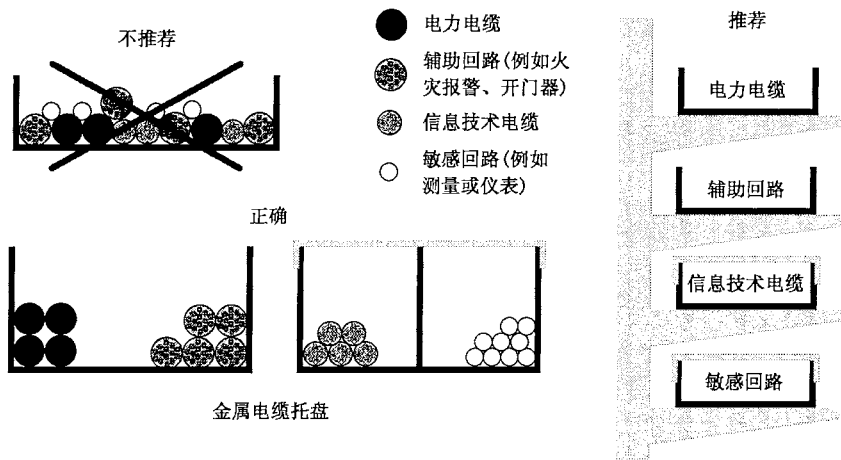


图 44. R18 布线系统中电缆的分隔

444.7 电缆管理系统

444.7.1 一般规则

电缆管理系统有金属的和非金属的。金属敷设系统能提供 444.7.3 实施安装所提供的电磁干扰 (EMI) 增强防护的不同等级。

444.7.2 设计导则

电缆管理系统的材料和形状选择依赖于以下的考虑：

- a) 沿路径电磁场强度(邻近电磁传导和辐射骚扰源)；
- b) 传导和辐射的允许水平；
- c) 电缆类型(屏蔽、绞线和光纤)；
- d) 与信息技术电缆系统连接的设备抗扰度；
- e) 其他环境限制(化学、机械、气候和消防等)；
- f) 信息技术电缆系统将来扩展可能性。

非金属布线系统适用于以下情况：

- 骚扰持久低水平的电磁环境；
- 电缆系统为低发射系统；
- 光纤电缆。

就电缆承载系统的金属构件而言,形状(平面、U形和管状等)而不是截面将决定电缆管理系统的特性阻抗。封闭型是最好的,因它能降低共模耦合。

电缆托盘未占用空间允许安装适当数量添加电缆。电缆束高度应低于电缆托盘的侧壁,如图 44. R19 所示。采用盖板改善电缆托盘的电磁兼容性能。

U形电缆托盘,磁场在两个角落附近降低。由于此原因,优先采用高侧壁电缆托盘,见图 44. R19。

注：电缆托盘的深度宜至少为涉及的最大电缆直径的两倍。

发输电群895564918，供配电群204462370，基础群530171756

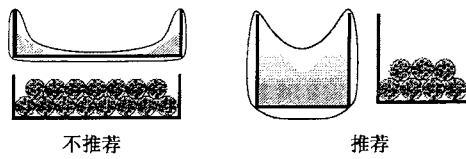


图 44. R19 金属电缆托盘内电缆的布置

444.7.3 安装导则

444.7.3.1 用于电磁兼容目的金属或混合式电缆管理系统

专用于电磁兼容目的金属或混合式电缆管理系统应总是在两端连接到局部等电位联结系统。对于长距离,即大于 50 m,建议增加连接到等电位联结系统。所有的连接应尽可能短。电缆管理系统由若干部件组成时,邻近部件间有效联结保证其连续性。部件相互连接优先采用在部件周边焊接。允许采用铆接、螺栓或螺钉连接,保持接触面是良导体,即接触面未涂漆或绝缘;它们本身是抗腐蚀的,并保证邻近部件间良好的电气接触。

金属截面的形状在其全部长度上宜保持不变。所有的连接应是低阻抗。电缆管理系统两部分间的一根短引线连接导致高的局部阻抗,因此,其电磁兼容性能降低,见图 44. R20。

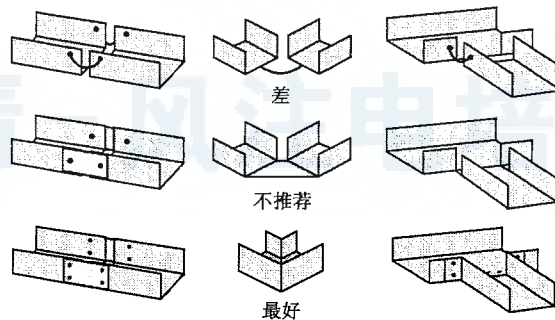


图 44. R20 金属系统部件的导电连续性

对于数兆赫兹以上的频率,电缆管理系统两部分间的 10 cm 网状带屏蔽效应的降低系数大于 10。

但实施调整或扩展时,重要的是其工程严格监理,以保证符合电磁兼容的建议的实现,例如,不用塑料管取代钢管。

建筑物金属构件能很好地用作电磁兼容物体。L、H、U 或 T 形钢梁通常构成连续接地的构件,其构件有较大的截面和表面多处与地连接。电缆优先沿此钢梁敷设。内角落优于外表面,见图 44. R21。

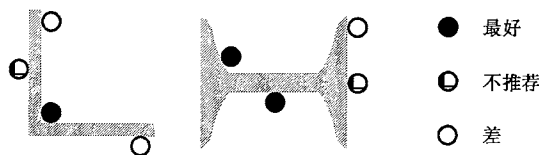


图 44. R21 金属构件内电缆位置

金属托盘的盖板应满足电缆托盘的相同要求。建议盖板在整个长度上有多处接触。若不可能时,盖板宜至少在两端用短于 10 cm 连接线与电缆托盘连接,例如,连接线为编织或网状带。

专用于电磁兼容目的金属或混合式电缆管理系统穿越墙体,例如,防火隔断,被分为两部分,两部分金属应采用诸如编织或网状带低阻抗连接线实施联结。

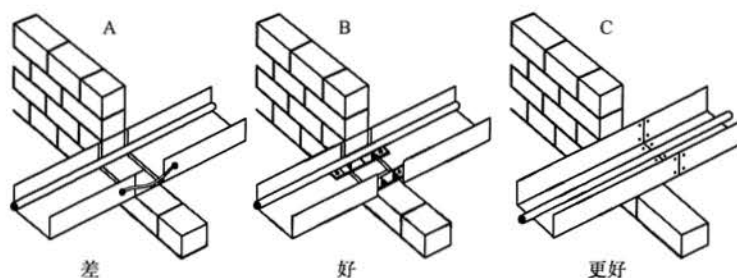


图 44. R22 分断的金属部分连接

444.7.3.2 非金属电缆管理系统

当用非屏蔽电缆接向电缆系统而不受低频骚扰时,在其内部安装单独引线,作为旁路等电位联结导体,可改善非金属电缆管理系统的性能。引线应在两端(例如在设备框架的金属底座处)有效地连接到设备的接地系统。

旁路等电位联结导体应能承载大的共模和被分流的故障电流。

445 欠电压保护

445.1 基本要求

445.1.1 在电压下降或失压以及随后电压恢复会对人员和财产造成危险的情况下,应当采取适当的预防措施。同样,在电压下降能造成装置或用电设备的某一部分损坏的情况下,也应采取预防措施。

如果装置或用电设备受到损坏的风险是可以接受的,且不会危及人员安全,则不要求装设欠电压保护器。

445.1.2 如果被保护用电器具的运行方式允许短暂断电或失压而无危险,欠电压保护器可延时动作。

445.1.3 如果装用了接触器,在接触器断开时和再次闭合时的延时,不应妨碍控制电器或保护电器瞬时分断接触器。

445.1.4 欠电压保护器的特性应符合中国标准对设备起动和使用的要求。

445.1.5 当保护电器的重合闸可能造成危险时,此重合闸不应是自动的。

附录 A

(资料性附录)

有关 442.1 和 442.2 的注释说明

A442.1 通则

本附录规定了因高压系统的接地故障而在低压系统中对人员和设备提供安全措施。

以不同电压运行的系统间的故障,是指那些可能发生在变电所高压侧的故障,该变电所运行于较高电压的配电系统向低压系统供电。此故障产生的故障电流流经与变电所外露可导电部分相接的接地极。

故障电流的大小取决于故障环路的阻抗,即取决于高压系统中性点如何接地的。

流经与变电所外露可导电部分相连的接地极的电流,引起变电所外露可导电部分对地电位的升高,这个电位的高低受以下因素影响:

- 故障电流的大小;
- 变电所外露可导电部分的接地极电阻。

故障电压可能高达数千伏,取决于装置接地系统接地类型,它可引起:

- 接地的低压系统外露可导电部分对地电位的普遍升高,可导致故障和接触电压升高;
- 接地的低压系统对地电位的普遍升高,可引起低压设备的绝缘击穿。

切断高压系统中的故障通常比切断低压系统中的故障有更长的时间,因继电器需要有延时,以避免瞬态时的误动作。高压开关设备的动作时间比低压开关设备的动作时间长。这就意味着,低压系统外露可导电部分上的故障电压和相对应的接触电压的持续时间,会比低压装置规范中规定的时间长。

变电所或用户装置的低压系统中,可能还有绝缘被击穿的危险。保护电器在瞬态恢复电压异常情况下动作,可能难于切断电路,甚至不能切断电路。

应考虑高压系统的以下故障条件:

- 有效接地的高压系统

这类系统包括中性点直接接地的或中性点经低阻抗接地的系统,接地故障都由保护设备在合理的短时间内予以消除。

在负荷侧变电所中考虑中性点不接地。

通常,电容电流忽略不计。

- 对地绝缘的高压系统

仅考虑由高压带电部分与变电所外露可导电部分之间的第一次接地故障形成的单一故障。故障引起的电容电流是否切断,取决于电容电流大小和其保护系统。

- 带有消弧线圈的高压系统

在相关的变电所中不设置消弧线圈。

当高压系统的接地故障发生在高压导体与变电所外露可导电部分之间,只产生较小的故障电流(残余电流通常为几十安培),残余电流可持续较长时间。

A442.2 高压系统接地故障时低压系统的过电压

图 44. A2 推导出 GB/T 13870.1—2008 图 20 的曲线 C2 和同时在 IEC 61936-1 中它也是作为经过实践验证的一个规定。

在探讨故障电压值时,宜考虑以下因素:

- a) 高压系统接地故障低风险;
- b) 只要等电位联结符合 IEC 60364-4-41 的 411.3.1.2 的要求,并在用户装置或其他地方设有重复接地,接触电压通常低于故障电压的。

由 ITU-T(国际电信联盟电信标准局)给出的自动切断时间与故障电压的对应关系:0.2 s 时为 650 V;大于 0.2 s 时为 430 V。其值仅略高于图 44.A2 所示的值。

附录 B
(资料性附录)

SPD 应用在架空线上过电压抑制的导则

在 443.3.2.1 所列条件并按照注 1 的说明,对过电压水平的保护抑制可通过在装置中直接安装电涌保护器,或经电网运行管理者的同意,在供配电网的架空线上安装电涌保护器来实现。

例如,可以采取以下措施:

- a) 如果是架空供配电网,应在电网的结点,尤其在每个长度超过 500 m 的线路末端安装过电压防护。沿供电线路每隔 500 m 就应安装过电压保护器件。过电压保护器件之间的距离应小于 1 000 m。
- b) 如果供配电网中部分为架空线路,部分为地下线路,在架空电网应按照上述 a) 进行过电压防护,并应在架空线与地下电缆的转接点处进行过电压防护。
- c) 在 TN 配电网供电的电气装置中,在由自动切断电源为间接接触提供保护处,连接到线导体的过电压保护器件的接地导体与 PEN 导体或 PE 导体连接。
- d) 在 TT 配电网供电的电气装置中,在由自动切断电源为间接接触提供保护处,为相导体和中性导体设置过电压保护器件。在供电网的中性导体有效地接地处,中性导体上过电压保护器件是不必要的。

表 B.1 IT 系统可能发生的不同情况(考虑了低压装置中的第一次故障)

系统	变电所低压设备的外露可导电部分	中性点阻抗(如果有)	低压电气装置中设备外露可导电部分	U_1	U_2	U_f
a				$U_0\sqrt{3}$	$U_0\sqrt{3}$	$R \times I_m$
b			0	$U_0\sqrt{3}$	$R \times I_m + U_0\sqrt{3}$	0 ^a
c ^b	0	0	0	$R \times I_m + U_0\sqrt{3}$	$U_0\sqrt{3}$	0 ^a
d	0			$R \times I_m + U_0\sqrt{3}$	$U_0\sqrt{3}$	0 ^a
e ^b		0		$R \times I_m + U_0\sqrt{3}$	$R \times I_m + U_0\sqrt{3}$	$R \times I_m$

^a 事实上, U_f 等于第一次故障电流与外露可导电部分接地电阻的乘积($R_A \times I_d$),它应小于或等于 U_L 。进而言之,在系统 a、b 和 d 中,在某些情况下,第一次故障的电容电流可能会使 U_f 的值增大,但这种情况通常忽略。

^b 在系统 c₁ 和 e₁ 中,中性点与地之间装设有阻抗(有阻抗的中性点)。

c₂ 和 e₂ 中,中性点与地之间没有装设阻抗(中性点绝缘)。

附 录 C
(规范性附录)
对约定长度 d 的确定

在低电压配电线路的结构中,其接地,绝缘水平和考虑到感应耦合以及电阻耦合的现象将导致 d 值的不同的选择。下面推荐的计算方法,通常为最不利的情况。

注:此简化方法基于 IEC 62305-2。

$$d = d_1 + \frac{d_2}{K_g} + \frac{d_3}{K_t}$$

通常 d 值不大于 1 km,

式中:

d_1 ——低压架空供电线路到建筑物的长度,不大于 1 km;

d_2 ——建筑物低压地下非屏蔽线路的长度,不大于 1 km;

d_3 ——建筑物高压架空供电线路的长度,不大于 1 km。

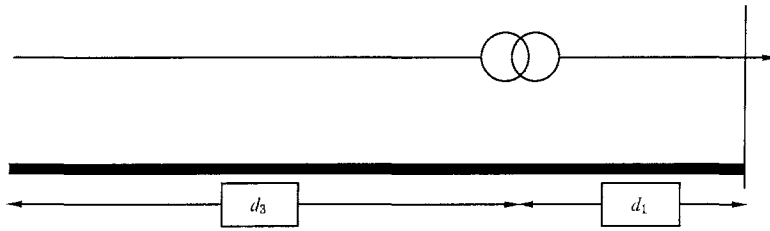
高压地下供电线路的长度可以忽略。

带屏蔽的低压地下线路的长度可以忽略。

$K_g = 4$ 是基于架空线和地下非屏蔽线缆间的雷击影响比率减少系数,系在土壤电阻系数为 $250 \Omega \cdot \text{m}$ 条件下计算求得。

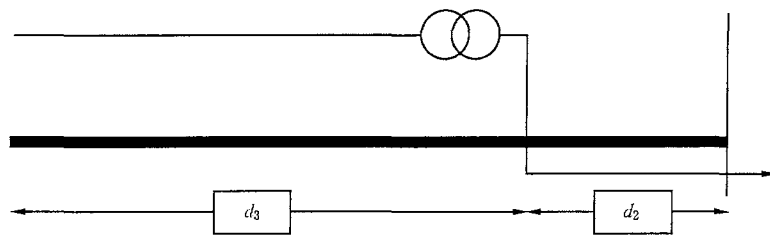
$K_t = 4$ 是变压器的典型递减系数。

高压和低压架空线路



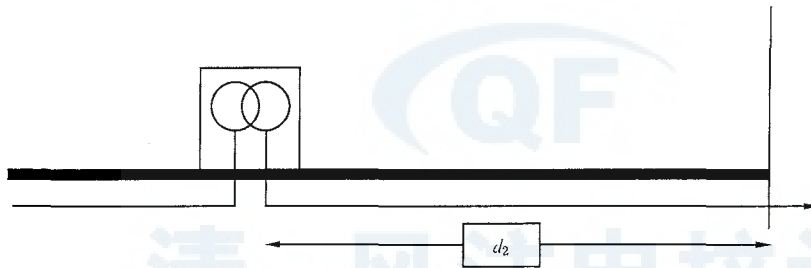
$$d = d_1 + \frac{d_3}{K_1}$$

高压架空线路和低压埋地线路



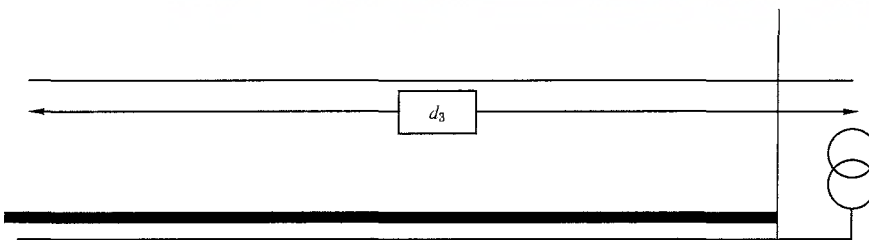
$$d = \frac{d_3}{K_1} + \frac{d_2}{K_g}$$

高压和低压埋地线路



$$d = \frac{d_2}{K_g}$$

高压架空线路



$$d = \frac{d_3}{K_1}$$

注：当高压/低压变压器设置在建筑物内部时， $d_1 = d_2 = 0$ 。

图 44Q 应用 d_1, d_2 和 d_3 确定 d 例子