



中华人民共和国国家标准

GB 16895.21—2004/IEC 60364-4-41:2001
代替 GB 14821.1—1993

建筑物电气装置 第 4-41 部分:安全防护 电击防护

Electrical installations of buildings—
Part 4-41: Protection for safety—Protection against electric shock

(IEC 60364-4-41:2001, IDT)

2004-05-14 发布

2005-02-01 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	III
410(400, 1) ¹⁾ 引言	IV
410.1 范围	1
410.2 规范性引用文件	1
410.3 (470)电击防护措施的应用	2
411 直接接触和间接接触两者兼有的防护	3
411.1 SELV 和 PELV	3
411.2 限制放电能量的保护	5
411.3 FELV 系统	5
412 直接接触防护	5
412.1 带电部分的绝缘	5
412.2 遮栏或外护物	6
412.3 阻挡物	6
412.4 置于伸臂范围之外	6
412.5 用剩余电流保护器的附加防护	6
413 间接接触防护	7
413.1 自动切断电源	7
413.2 II类设备或等效的绝缘	13
413.3 非导电场所	13
413.4 不接地的局部等电位联结保护	14
413.5 电气分隔	14
参考文献	16
图 41C 伸臂范围	7
表 41A TN 系统的最长切断时间	9
表 41B IT 系统(第二次故障)最长切断时间	11
表 41C(48A) 最长切断时间	12

前 言

GB 16895 的本部分全部技术内容为强制性。

本部分等同采用 IEC 60364-4-41:2001(第 4 版)《建筑物电气装置 第 4-41 部分:安全防护 电击防护》(英文版)。IEC 60364-4-41:2001(第 4 版)是在 IEC 60364-4-41:1992(第 3 版)及其 1996、1999 年两次修改的基础上与 IEC 60364-4-46:1981(第 1 版)、IEC 60364-4-47:1981(第 1 版)及其 1993 年第 1 次修改 IEC 60364-4-481:1993(第 1 版)重新组合而成。该标准按 4-41 部分统一编写章条号。为了反映其变化,用括号将组合前 4-41 以外部分的条号保留下来,例如 410.3.1.1(470.1)。本部分等同采用了这一编号形式。

本部分代替 GB 14821.1—1993《建筑物电气装置 电击防护》。

本部分与 GB 14821.1—1993 相比有如下主要变化:

增加了前言和引言;

- 1) 标准正文的结构及编号与 IEC 60364-4-41:2001 完全一致;
- 2) 引用文件由 7 项增至 16 项(见 410.2);
- 3) 删去了 1993 年版的术语(第 3 章);
- 4) 1993 年版的第 4 章电击防护的一般要求,被 410.3:电击防护措施的应用所代替,技术内容有很大的增加(见 410.3);
- 5) 1993 年版的 6.5 条:用剩余电流动作保护器作为附加防护,被 412.5:用剩余电流保护器的附加防护代替,并增加了 412.5.3 和三个注;
- 6) 1993 年版的 7.1.3.5 被 413.1.3.5 代替,文字编排有某些变化;
- 7) 删去了 1993 年版的 7.1.3.9;
- 8) 1993 年版的 7.1.4.4 被 413.1.4.4 代替,并增加了两条注;
- 9) 增加了 413.1.7 有关外界影响条件的要求;
- 10) 增加了包括 4 项规范性文件的参考文献;
- 11) 删去了 1993 年版的附录 A 和附录 B。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国建筑物电气装置标准化技术委员会归口。

本部分负责起草单位:机械科学研究院。

本部分参加起草单位:机械科学研究院、中国轻工业北京设计院。

本部分的主要起草人:李世林、黄妙庆、郭汀。

本部分代替标准的历次版本发布情况为:

——GB 14821.1—1992

410(400.1)¹⁾引言

国家系列标准《建筑物电气装置》的本部分规定了人、畜和财产的直接接触和间接接触防护的基本要求。410.3 涉及这些要求的应用和协调,包括与各种外界影响有关的应用。

防护可由以下措施提供:

- 直接接触和间接接触二者兼有的防护措施;
- 直接接触防护措施和间接接触防护措施的组合。

直接和间接接触防护二者兼有的防护措施有:

- SELV 和 PELV(411.1);
- 限制放电能量(411.2)(在考虑中);
- FELV(411.3)。

直接接触防护的措施有:

- 带电部分的绝缘(412.1);
- 遮栏或外护物(412.2);
- 阻挡物(412.3);
- 置于伸臂范围之外(412.4)。

间接接触防护的措施有:

- 自动切断电源(413.1);
- Ⅱ类设备或等效的绝缘(413.2);
- 非导电场所(413.3);
- 不接地的局部等电位联结(413.4);
- 电气分隔(413.5)。

用剩余电流保护器作直接接触的附加防护的要求由 412.5 给出。

(400.1.2 一部分)保护方法可用于整个装置、装置的一部分或一台设备。

(400.1.3)给出的防护措施次序不说明其相对重要性。

1) 在本部分中,括号内的编号来自于先前的编号系统。

建筑物电气装置

第 4-41 部分:安全防护 电击防护

410.1 范围

系列标准《建筑物电气装置》的本部分规定了如何适当地使用以下措施实现电击防护。

- 411 直接接触和间接接触两者兼有的防护
- 412 直接接触防护
- 413 间接接触防护

410.2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB 16895 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

- GB/T 3805—1993 特低电压(ELV)限值(idt IEC 61201:1992)
- GB 7251(所有部分) 低压成套开关设备和控制设备(idt IEC 60439 所有部分)
- GB 13028—1991 隔离变压器和安全隔离变压器 技术要求(eqv IEC 60742:1983)
- GB 16895.3—1997 建筑物电气装置 第 5 部分:电气设备的选择和安装 第 54 章:接地配置和保护导体(idt IEC 60364-5-54:1980)
- GB 16895.7—2000 建筑物电气装置 第 7 部分:特殊装置或场所的要求 第 704 节:施工或拆除场所的电气装置(idt IEC 60364-7-704:1989)
- GB/T 16895.18—2002 建筑物电气装置 第 5 部分:电气设备的选择和安装 第 51 章:通用规则(idt IEC 60364-5-51:1997)
- GB 16916.1—1997 家用和类似用途的不带过电流保护的剩余电流动作断路器(RCCB) 第 1 部分:一般规则(idt IEC 61008-1:1996)
- GB 16917.1—1997 家用和类似用途的带过电流保护的剩余电流动作断路器(RCBOs) 第 1 部分:一般规则(idt IEC 61009-1:1996)
- GB/T 16935(所有部分) 低压系统内设备的绝缘配合 第一部分:要求和试验(idt IEC 60664)
- GB/T 17045—1997 电击防护 装置和设备的通用部分(idt IEC 61140:1992)
- GB/T 18379—2000 建筑物电气装置的电压区段(idt IEC 60449:1973)
- IEC 60146-2:1999 半导体换流器 第 2 部分:包括直接直流换流器的半导体换流器
- IEC 60364-6(所有部分) 建筑物电气装置 第 6 部分:检验
- IEC 60364-7(所有部分) 建筑物电气装置 第 7 部分:特殊装置或场所的要求
- IEC 60364-7-705:1984 建筑物电气装置 第 7 部分:特殊装置或场所的要求 第 705 节:农业和园艺房屋的电气装置
- IEC 导则 104:安全出版物的编写及基本安全出版物和群组安全出版物的使用

410.3 (470)电击防护措施的应用

410.3.1 通则

410.3.1.1(470.1) 410.3 的要求应用于每一个装置、装置的一部分和设备。

410.3.1.2(470.2) 依据外界影响条件选择和采用的防护措施,应符合 410.3.4 规定。

410.3.1.3(470.3) 防护应由:

- 设备本身;
- 在安装中采用保护措施;或
- 以上两者的组合来保证。

410.3.1.4(400.1.2 一部分) 如果一种保护措施的某些条件不能满足,应采用辅助措施,以保证组合的防护措施所提供的防护程度能与完全满足那些条件相同的安全等级。

注:使用此规定的示例见 411.3。

410.3.1.5(470.4) 应保证应用于同一装置或装置的一部分的不同防护措施之间,相互没有不利的影响。

410.3.2 直接接触防护措施的应用

410.3.2.1(471.1) 所有电气设备都应采用 411 和 412 中的直接接触防护措施之一。

410.3.2.2(481.2.1) 带电部分用绝缘的防护措施(412.1)或用遮栏或外护物的防护措施(412.2)可以在任何外界影响条件下采用。

410.3.2.3(481.2.2) 阻挡物的防护措施(412.3)或置于伸臂范围之外的防护措施(412.4)只有在 IEC 60364 第 7 部分给出的条件下才允许采用(在考虑中)。

410.3.3 间接接触防护措施的应用

410.3.3.1(471.2.1) 除 410.3.3.5 规定外,所有电气设备都应采用 411 和 413 规定的间接接触防护措施之一,并应符合 410.3.3.2~410.3.3.4 的条件。

410.3.3.2(471.2.1.1) 除装置的一部分已采用其他防护措施外,自动切断电源的防护(见 413.1)应用于任何装置。

410.3.3.3(471.2.1.2) 当不能或不希望采用 413.1 的自动切断电源的防护时,装置的某些部分可采用非导电场所(413.3)或不接地的局部等电位联结(413.4)的防护。

410.3.3.4(471.1.1.3) SELV(411.1)、Ⅱ类设备或等效的绝缘(413.2)和电气分隔(413.5)的防护措施,可用于每个装置,通常用于某个设备或装置的某些部分。

410.3.3.5(471.2.2) 以下设备可以省去间接接触防护:

- 处在伸臂范围以外墙上的架空线绝缘子的支撑物和与其连接的金属部件(架空线金具);
- 触及不到钢筋的钢筋混凝土电杆;
- 外露可导电部分因其尺寸小(约 50 mm×50 mm)或因其位置不会被抓住或不会与人的身体的一部分有效接触,且与保护导体连接很困难或连接不可靠时;

注:本条的要求适用于例如螺栓、铆钉、铭牌和电缆夹。

——按 413.2 用于保护设备的金属管或其它金属外护物。

410.3.4 与外界影响有关的防护措施的应用

410.3.4.1(481.1.1) 410.3.4.2 的要求表明,本部分规定的电击防护措施的采用,视所涉及到的外界影响条件而定。

注 1:实际上只有以下外界影响条件与选择电击防护措施有关:

- BA:人的能力;
- BB:人体的电阻;
- BC:人与地电位的接触。

注 2: 其他外界影响条件实际上与选择和实施电击防护措施无关,但在选择设备时应予考虑(见 IEC 364-5-51 的表 51A)。

410.3.4.2(481.1.2) 当按已知的综合外界影响允许采用几种防护措施时,应根据现场条件和有关设备的特性选择最合适的措施。

注: 对特殊装置和特殊场所,见 IEC 60364-7。

410.3.4.3(481.3.1 一部分) 413.1 规定的自动切断电源的防护措施适用于任何装置。

410.3.4.4(481.3.2) 413.2 规定的Ⅱ类设备或等效绝缘的防护措施适用于除 IEC 60364-7 给出某些限制外的任何场合。

注: 出于安全原因,设备按外界影响条件选择是重要的。

410.3.4.5(481.3.3) 符合 413.3 的规定时,允许采用非导电路场所的防护措施。

410.3.4.6(481.3.4) 只在外界影响条件为 BC1 时,才允许采用不接地的局部等电位联结的防护措施。

410.3.4.7(481.3.5) 电气分隔的防护措施可在各种情况下使用。但是在条件为 BC4 时,一台变压器仅限于为一台移动式设备供电。

410.3.4.8(481.3.6) 按照 411.1.4 采用 SELV 或按照 411.1.5 采用 PELV,被认为是适用于各种场所的间接接触防护措施。

注 1: 在某些情况下,IEC 364-7 将特低电压限值限制在低于 50 V,即 25 V 或 12 V。

注 2: 采用 FELV 时,需要采用另外的间接接触防护措施(见 411.3.3)

410.3.4.9(481.3.7) 在某些装置或装置的一部分中,例如当人可能浸入水中的场所,IEC 60364-7 的相应部分要求采取特殊的防护措施。

411 直接接触和间接接触两者兼有的防护

411.1 SELV 和 PELV

411.1.1 当满足下述各个条件时可认为具备了电击防护:

- 标称电压不超过电压区段 I (见 GB/T 18379) 的上限;
- 由 411.1.2 规定的电源之一供电;
- 满足 411.1.3 的所有条件,此外还满足以下条件之一:
 - 用于不接地回路(SELV)的 411.1.4,或
 - 用于接地回路(PELV)的 411.1.5。

注 1: 如果系统由其他设备,例如用自耦变压器、分压器、半导体器件等设备从较高电压系统供电,则认为输出回路是输入回路的延伸,要采用输入回路的保护措施。

注 2: 在某些外界影响下,可能要求更低的电压限值,见 IEC 60364-7。

注 3: 在含有电池的直流系统中,电池的充电和浮充电电压依电池型号的不同而超过电池的额定电压。这种情况并不需要本条规定以外的任何保护措施。按照 GB/T 3805 表 1 中给出的环境分类,充电电压通常不宜超过交流 75 V 或直流 150 V。

411.1.2 SELV 和 PELV 的电源

411.1.2.1 符合 GB 13028 的安全隔离变压器。

411.1.2.2 安全程度与 411.1.2.1 规定的安全隔离变压器相当的电源(例如有等效绝缘绕组的电动机)。

411.1.2.3 电化学电源(例如电池组)或与更高电压回路无关的其他电源(例如柴油发电机)。

411.1.2.4 已经采取措施保证即使发生内部故障也能使出线端子的电压不超过 411.1.1 规定的数值的某些符合相应标准的电子器件。如能保证在直接接触和间接接触时,出线端子的电压立即降低到上述值或更低,则允许出线端子有较高电压。

注 1: 上述电器的示例包括绝缘试验设备。

注2：出线端子上有较高电压时，如用内阻至少为 $3\,000\ \Omega$ 的电压表测量时出线端子电压在 411.1.1 规定限值以内，可认为符合此条要求。

411.1.2.5 诸如安全隔离变压器或电动发电机那样的移动电源，应按Ⅱ类设备等等效绝缘的防护要求选择或安装（见 413.2）。

411.1.3 回路的布置

411.1.3.1 SELV 和 PELV 回路的带电部分相互之间和与其他回路之间，应进行电气分隔。其布置应保证电气分隔水平不低于安全隔离变压器的输入和输出回路之间的隔离水平。

注1：本条规定不排除 PELV 回路与地的连接（见 411.1.5）。

注2：特别是象继电器、接触器、辅助开关这类电气设备的带电部分与较高电压回路任何部分之间，具备不低于安全隔离变压器输入和输出绕组间的隔离水平是必要的。

注3：由半导体换流器供给 SELV 和 PELV 的直流电压（见 IEC 60146-2）其整流堆需要内部交流电压供电。此内部交流电压因物理原因大于直流电压。此内部交流回路不认为是本条意义中的“较高电压回路”。但在内部回路和外部较高电压之间，需要设置回路的保护分隔（按 GB/T 17045—1997 的 3.2.4）。

411.1.3.2 每个 SELV 和 PELV 系统的回路导体应与其他任何回路导体在布置上分开。当此要求无法实现时，需要采用以下配置之一：

- 除基本绝缘外，SELV 和 PELV 回路导体还应封闭在非金属护套内；
- 电压不同的回路导体采用接地的金属屏蔽或接地的金属护套隔开；

注：在上述配置中，任何导体的基本绝缘仅需满足它所在回路的电压即可。

- 电压不同的回路可以包含在一个多芯电缆或导体组内，但 SELV 和 PELV 回路导体应单独地或集中地按其中存在的最高电压绝缘。

411.1.3.3 SELV 和 PELV 系统的插头和插座应符合以下各项要求：

- 插头应不能插入其他电压系统的插座；
- 插座应不能被其他电压系统的插头插入；
- 插座应没有保护导体触头。

411.1.4 对不接地回路(SELV)的要求

411.1.4.1 SELV 回路的带电部分不应与地、其他回路的带电部分或保护导体相连接。

411.1.4.2 外露可导电部分不应有意地与以下部分连接：

- 地，或
- 其他回路的保护导体或外露可导电部分，或
- 外界可导电部分（除电气设备原本需要与之连接，且保证这些部分的电压不会达到高于 411.1.1 规定的标称电压）。

注：如果 SELV 回路的外露可导电部分容易无意或有意的接触其他回路的外露可导电部分，则电击防护不再单纯依靠 SELV 保护，还要依靠易接触的其他回路的外露可导电部分所采用的保护措施。

411.1.4.3 如果标称电压超过交流方均根值 25 V 或无纹波直流 60 V，直接接触防护应由以下方法实现：

- 设置防护等级至少为 $IP \times B$ 或 $IP2 \times$ 的遮栏或外护物；或
- 采用能承受交流方均根值为 500 V、时间为 1 min 的电压耐受试验的绝缘。

如果标称电压不超过交流方均根值为 25 V 或无纹波直流 60 V，一般不需要直接接触防护；但是在某些外界影响条件下可能需要（在考虑中）。

注：“无纹波”一词按惯例定义为纹波含量不超过正弦波电压方均根值的 10%；标称电压 120 V 的无纹波直流系统的最大峰值电压不超过 140 V，标称电压 60 V 的无纹波直流系统的最大峰值电压不超过 70 V。

411.1.5 对接地回路(PELV)的要求

当回路接地时和符合 411.1.4 的 SELV 是不需要时，应满足 411.1.5.1 和 411.1.5.2 的要求。

411.1.5.1 直接接触防护应由以下措施之一保证：

——设置防护等级至少为 $IP \times B$ 或 $IP2 \times$ 的遮栏或外护物。

——采用能承受交流方均根值为 500 V、时间为 1 min 的电压耐受试验的绝缘。

411.1.5.2 当建筑物内外已按 413.1.2 设置总等电位联结, PELV 系统的接地配置和外露可导电部分已用保护导体连接到总接地端子上, 而且标称电压不超过以下数值时, 不需要符合 411.1.5.1 的直接接触防护:

——设备通常只使用在干燥场所, 且预计人体不会大面积触及带电部分时, 交流方均根值为 25 V 或无波纹直流为 60 V;

——所有其他情况, 交流方均根值为 6 V 或无波纹直流为 15 V。

注: 回路的接地可以通过电源自身内适当的接地来实现。

411.2 限制放电能量的保护

在考虑中。

411.3 FELV 系统

411.3.1 通则

当由于功能上的原因使用了区段 I 的电压, 但 411.1 中有关 SELV 或 PELV 的所有要求不能满足时, 或当 SELV 或 PELV 是不必要时, 应采用 411.3.2 和 411.3.3 所述的辅助措施, 以保证直接接触和间接接触两者兼有的防护。这种方法的组合称为 FELV。

注: 例如回路中含有与较高电压的回路未能充分绝缘的设备(诸如变压器、继电器、遥控开关、接触器)时, 这种情况是可能遇到的。

411.3.2 直接接触防护

直接接触防护应由以下措施之一实现:

——装设符合 412.2 的遮栏或外护物, 或

——采用与一次回路所要求的最低试验电压相当的绝缘。

但当属于 FELV 回路的一部分的设备的绝缘不能耐受一次回路所要求的试验电压时, 则设备的可接近的非导电部分的绝缘应在安装时加强, 使其能耐受交流方均根值为 1 500 V, 时间 1 min 的试验电压。

注: 此电压值可能在以后被复审, 这决定于低压绝缘配合国际标准化的结果(正在进行中)。

411.3.3 间接接触防护

间接接触防护应由以下措施之一实现:

——当一次回路采用 413.1 规定的自动切断电源的一种防护措施时, 将 FELV 回路中的设备外露可导电部分与一次回路的保护导体连接; 此时不排除 FELV 回路中的带电导体与该一次回路保护导体的连接, 或

——当一次回路采用 413.5 规定的电气分隔防护时, 将 FELV 回路中的设备外露可导电部分与一次回路的不接地等电位联结导体连接。

411.3.4 插头和插座

FELV 回路的插头和插座应符合下述要求:

——插头应不可能插入其他电压系统的插座;

——插座应不可能被其他电压系统的插头插入。

412 直接接触防护

412.1 带电部分的绝缘

注 1: 绝缘用以防止与带电部分的任何接触。

带电部分应全部用只有将其破坏才能除去的绝缘层覆盖。

对于工厂制造的设备的绝缘应符合该电气设备的有关标准。

其他设备,应由能长期耐受过在运行中可能遇到的诸如机械的、化学的、电气的及热的各种应力的绝缘提供保护。在正常运行时,通常单独的油漆、清漆、喷漆及类似物不能被认做提供了电击防护的足够绝缘。

注2:在装置安装中施加的绝缘,其质量宜通过类似保证工厂制造的设备的绝缘质量试验的认可。

412.2 遮栏或外护物

注:遮栏或外护物用以防止与带电部分的任何接触。

412.2.1 带电部分应布置在防护等级至少为 $IP \times \times B$ 或 $IP2 \times$ 的外护物内或遮栏之后。但以下情况除外:更换像某些灯头、插座或熔断器之类部件时出现大的开孔,或按照设备的有关要求需要有大的开孔以实现设备的正常功能,此时:

——应采取适当预防措施防止人、畜意外触及带电部分;和

——应确保提醒人们:通过开孔可能触及带电部分,因而不要有意地接触它。

412.2.2 可触及的遮栏或外护物的顶部水平表面,防护等级至少应为 $IP \times \times D$ 或 $IP4 \times$ 。

412.2.3 遮栏和外护物应牢固固定,并有足够的稳定性和持久性,以保持所要求的防护等级,并在计及有关外界影响时,在已知的正常工作条件下与带电部分有适当分隔。

412.2.4 当需要移动遮栏或打开外护物或拆下外护物的部件时,应符合以下条件:

——使用钥匙或工具,或

——将遮栏或外护物所防护的带电部分的电源断开后;恢复供电只能在重新放回或重新关闭遮栏或外护物以后,或

——有能防止触及带电部分的防护等级至少为 $IP \times \times B$ 或 $IP2 \times$ 的中间遮栏,这种遮栏只有使用钥匙或工具才能移开。

412.3 阻挡物

注:阻挡物用以防止无意地触及带电部分,但不能防止故意绕过阻挡物有意地触及带电部分。

412.3.1 阻挡物应能防止以下情况之一:

——身体无意识地接近带电部分,或

——正常运行中操作带电设备时无意识地触及带电部分。

412.3.2 阻挡物可以不用钥匙或工具移开,但应适当固定,以防止其被无意识的移开。

412.4 置于伸臂范围之外

注:置于伸臂范围之外的防护只用于防止无意地触及带电部分。

412.4.1 可同时触及的不同电位的部分不应在伸臂范围以内。

注:如果两个部分之间的间隔不超过 2.5 m,则认为是可同时触及的(见图 41C)。

412.4.2 如果在通常有人的位置在水平方向用一个防护等级低于 $IP \times \times B$ 或 $IP2 \times$ 的阻挡物(如栏杆、网)进行限制,则伸臂范围应从阻挡物算起。在头的上方伸臂范围 2.5 m 是从 S 面算起,这时不考虑防护等级低于 $IP \times \times B$ 或 $IP2 \times$ 的任何中间阻挡物。

注:伸臂范围值是指无其他帮助物(例如工具或梯子)的赤手直接接触范围。

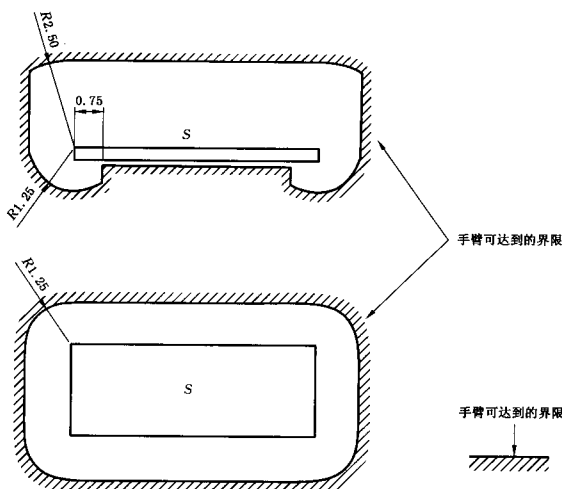
412.4.3 在正常情况下手持大的或长的导电物体的地方,计算 412.4.1 和 412.4.2 要求的距离时应计入那些物品的尺寸。

412.5 用剩余电流保护器的附加防护

注:剩余电流保护器只是用于加强直接接触防护的额外的措施。

412.5.1 采用额定剩余动作电流不超过 30 mA 的剩余电流保护器,被认为是其他防护措施失效时或使用疏忽时的附加防护。

单位为米



S——可能有人面。

图 41C 伸臂范围

412.5.2 使用这种电器不能认为是唯一的保护手段,并且不能因此而取消所采用的 412.1 到 412.4 规定的保护措施之一的要求。

412.5.3 在通过自动切断电源进行防护的地方,对于额定电流不超过 20 A 的户外插座,和为户外移动式设备供电的插座,应采用额定剩余动作电流不超过 30 mA 的剩余电流保护器来保护。

注 1: 在户外使用移动式设备的地方,建议合理设置一个或更多的插座。

注 2: 需要额定剩余动作电流不超过 30 mA 的其他情况,在 IEC 60364-7 中叙述。

注 3: 在通过自动切断电源进行防护的地方,建议根据 412.5 采用额定剩余动作电流不超过 30 mA 的剩余电流保护器,提供对额定电流不超过 20 A,且由非熟练的或未经培训的人员使用的插座的附加保护。

413 间接接触防护

413.1 自动切断电源

注 1: 故障情况下由于接触电压及其持续时间过长有对人体产生病理生理效应的危险(见 GB/T 13870),自动切断电源是必要的。

注 2: 本保护方法需要与系统接地型式和保护导体及保护电器的特性相配合。对本保护方法的要求的推导以及引自 GB/T 13870 的参考曲线的解释,见 IEC/TR 61200-413。

注 3: 直流系统的进一步要求在考虑中。

413.1.1 通则

注: 在 413.1.1.3~413.1.1.5 各条中所给出的不同接地系统型式的要求,符合 413.1.1.1 和 413.1.1.2 的常规方法。

413.1.1.1 电源的切断

当回路或设备中发生带电部分与外露可导电部分或保护导体之间的故障时,间接接触防护用电器应自动切断提供该回路或设备的电源,以使人体同时触及的可导电部分上的超过交流方均根值 50 V 或

无波纹直流值 120 V 的预期接触电压的持续时间不至达到足以对人体产生有害的病理生理效应的危险。

取决于系统接地型式的某些情况下,不论接触电压多少,切断时间不超过 5 s 是允许的。

注 1:在发电和配电系统内允许切断时间和电压大于本条要求的值。

注 2:根据 IEC 60364-7 的有关部分和 413.3,对于一些特殊装置和场所可能要求更短的切断时间和更低的电压。

注 3:对于 IT 系统,出现第一次故障时通常不要求自动切断电源(见 413.1.5)。

注 4:本条要求适用于 15 Hz 和 1 000 Hz 之间的交流和无纹波直流的电源。

注 5:“无纹波”一词通常定义为正弦波纹波含量不超过 10% 的方均根值;对于标称电压为 120 V 的无纹波直流电源其最大峰值不超过 140 V。

413.1.1.2 接地

外露可导电部分应按其系统接地型式的具体条件与保护导体相连接。

可同时触及的外露可导电部分应单独地、成组地或共同地接到同一个接地系统上。

注:有关接地配置和保护导体的要求,见 GB 16895.3。

413.1.2 等电位联结

413.1.2.1 总等电位联结

每个建筑物中的以下可导电部分应与总等电位联结相连接:

——总保护导体;

——总接地导体或总接地端子;

——建筑物内的供应服务管道,如煤气管、水管;

——可利用的金属结构部分、集中供热和空调系统(如果适用)。

来自外部的上述可导电部分应在建筑物内距进入点尽可能近的地方联结。

总等电位导体应符合 GB 16895.3。

任何通信电缆的金属外护层应作等电位联结。但应得到电缆的所有者或操作者的同意。

413.1.2.2 辅助等电位联结

如果在一个装置或装置的一部分中 413.1.1.1 规定的自动切断电源的条件不能满足,应采用被称为辅助等电位联结(见 413.1.6)的局部联结。

注 1:采用辅助等电位联结不排除如防火、防设备过热等其他原因所需要的自动切断电源的必要性。

注 2:辅助等电位联结可在全部装置、装置的一部分、一套设备或一个场所内实施。

注 3:对于特殊场所可能需要补充的要求,见 GB 16895.3。

413.1.3 TN 系统

413.1.3.1 装置中所有外露可导电部分应通过保护导体与电源系统的接地点连接,该保护导体应在各相关变压器或发电机处或其附近接地。

电源系统的接地点一般是中性点。如果没有中性点或不能接近,应将一根相导体接地。在任何情况下不允许将相导体用作 PEN 导体(见 413.1.3.2)。

注 1:如果存在其他可靠的接地连接,可能时建议保护导体也与其相连接。为了保证在故障时保护导体仍能尽可能接近地电位,各附加点的接地尽可能均匀布置可能是需要的。

在例如高层建筑等大型建筑中,保护导体的附加接地因实际原因不可能实现。但此时保护导体和外界可导电部分之间的等电位联结有类似的效能。

注 2:因同样理由,建议保护导体宜在进入任何建筑物或房屋时接地。

413.1.3.2 在固定装置中,如果满足 GB 16895.3—1997 的 546.2 的要求,一根导体可同时作为保护导体和中性导体(PEN 导体)。PEN 导体不应被隔离或通断。

413.1.3.3 当装置内任何地方发生相导体与保护导体或外露可导电部分之间阻抗可忽略的故障时,保护电器(见 413.1.3.8)的特性和回路阻抗应使其在规定的时间内自动切断电源,下述条件可满足此要求:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

式中:

Z_s ——包括电源、电源到故障点之间的带电导体、以及故障点到电源之间的保护导体的阻抗在内的阻抗,单位为欧姆(Ω);

I_a ——保证保护电器按表 41A 规定的与标称电压 U_0 相对应的时间内,或在 413.1.3.5 的情况下,在不超过 5 s 的约定动作时间内自动切断电源的动作电流,单位为安培(A);

U_0 ——对地标称交流电压(方均根值),单位为伏特(V)。

表 41A TN 系统的 longest 切断时间

U_0^*/V	切断时间/s
120	0.8
230(220)	0.4
277	0.4
400(380)	0.2
>400(380)	0.1

^a 数值引自 IEC 60038,括号内的数值为我国的标称电压值。

注 1: 在 IEC 60038 所规定的偏差范围内的电压值,其切断时间按相应标称电压值选用。

注 2: 中间电压值用上表中相邻高一级的值。

413.1.3.4 表 41A 规定的 longest 切断时间,可认为满足了 411.1.1.1 对通过插座或不通过插座直接向 I 类手持式或移动式设备供电的末端回路切断供电的要求。

413.1.3.5 对配电回路,不超过 5 s 的约定切断时间通常是允许的。

切断时间超过表 41A 的要求但不超过 5 s,对于只给固定式设备供电的末端回路是允许的,对于连接到上述回路的配电盘或配电回路的,且要求按表 41A 的切断时间切断的其他末端回路,则需满足下列要求之一:

a) 连接到总等电位联结的那一点与配电盘之间的保护导体阻抗(单位为欧姆)不超过以下值

$$\frac{50}{U_0} Z_s (\Omega)$$

或者

b) 在配电盘处有等电位联结,它包含了与总等电位联结相同类型的外界可导电部分,并符合 413.1.2.1 对总等电位联结的要求。

413.1.3.6 如果采用过电流保护不满足 413.1.3.3、413.1.3.4 和 413.1.3.5 的要求,应采用符合 413.1.2.2 的辅助等电位联结。替代的方案是,应采用剩余电流保护器来保护。

413.1.3.7 在可能发生相导体和地之间故障的异常情况下,例如在采用架空线时,为使保护导体和与之连接的外露可导电部分的对地电压不超过通常的 50 V 的数值,应满足以下条件:

$$\frac{R_B}{R_E} \leq \frac{50}{U_0 - 50}$$

式中:

R_B ——所有接地极的并联接地电阻,单位为欧姆(Ω);

R_E ——是没有与保护导体连接的外界可导电部分与地之间的最小接触电阻,单位为欧姆(Ω),相和地的故障可能通过该外界可导电部分发生;

U_0 ——对地标称交流电压(方均根值),单位为伏特(V)。

413.1.3.8 在 TN 系统中,采用下列保护电器是认可的:

- 过电流保护器;
- 剩余电流保护器。

以下情况除外：

——剩余电流保护器不能用于 TN-C 系统中；

——剩余电流保护器用于 TN-C-S 系统时，PEN 导体不应用在其负荷侧。保护导体与 PEN 导体应在剩余电流保护器的电源侧连接。

413.1.4 TT 系统

413.1.4.1 受同一保护电器保护的所有外露可导电部分应连同其保护导体一起接至这些部分共同的接地板上。当几个保护电器串联使用时，上述要求分别适用于被每个保护电器保护的所有外露可导电部分。每个发电站或变电所的中性点应接地，没有中性点时应有一个相导体接地。

413.1.4.2 应满足以下条件：

$$R_A \times I_a \leq 50V$$

式中：

R_A ——接地极和外露可导电部分的保护导体电阻之和，单位为欧姆(Ω)；

I_a ——使保护电器自动动作的电流，单位为安培(A)。

当保护电器是剩余电流保护器时， I_a 是额定剩余动作电流 $I_{\Delta n}$ 。

为实施选择性目的，S 型剩余电流保护器(见 GB 16916.1 和 GB 16917.1)可与普通型剩余电流保护器串联使用。为得到与 S 型剩余电流保护器的选择性，在配电回路中允许剩余电流保护器动作时间不超过 1 s。

当保护电器是过电流保护电器时，它应该是：

——反时限特性的保护电器，其 I_a 应是保证 5 s 内自动动作的电流，单位为安培(A)，或

——瞬动特性的电器，其 I_a 应是保证瞬时动作的最小电流，单位为安培(A)。

413.1.4.3 如果不能满足 413.1.4.2 的条件，应采用符合 413.1.2.2 和 413.1.6 的辅助等电位联结。

413.1.4.4 在 TT 系统中，采用下列保护电器是认可的：

——剩余电流保护器；

——过电流保护器。

注 1：只有 R_A 值很小时，TT 系统中的间接接触防护才能使用过电流保护器。

注 2：当不能采用上述保护电器时，特殊情况下不排除采用故障电压保护器。

413.1.5 IT 系统

413.1.5.1 在 IT 系统中，装置应与地绝缘或通过足够大的阻抗接地。接地点或是系统的中性点，或是一个人工中性点。如果零序阻抗足够高，人工中性点可直接接地。当不存在中性点时，可将一个相导体通过一个阻抗接地。

因此在发生对外露可导电部分或对地的单一故障时，故障电流小，在满足 413.1.5.3 的条件时切断电源并不是必需的。但是应采取措施，以避免同时存在两个故障时，人体同时触及不同的可导电部分而出现有害的病理生理效应。

413.1.5.2 装置的任何带电导体不应直接接地。

注：为了减小过电压或衰减电压振荡，可能需要通过阻抗或人工中性点接地，这种接地的技术性能宜适合装置的要求。

413.1.5.3 外露可导电部分应单独地、成组地或集中地接地。

注：在诸如高层建筑等大型建筑中，因实际原因保护导体不可能与接地极直接连接。外露可导电部分的接地可通过保护导体、外露可导电部分和外界可导电部分之间的联结来达到。

应满足以下条件：

$$R_A \times I_d \leq 50V$$

式中：

R_A ——外露可导电部分的接地极电阻，单位为欧姆(Ω)；

I_d ——相导体和外露可导电部分之间第一次出现阻抗可忽略的故障时的故障电流,单位为安培(A)。 I_d 的值计及了泄漏电流和装置的总接地阻抗。

413.1.5.4 在为连续供电而采用 IT 系统时,应设置绝缘监视器以警示出现第一次带电导体与外露可导电部分或地之间的故障。此绝缘监视器应发出声觉和/或视觉信号。

如果同时发出了声和视觉信号,允许解除声信号,但视觉警示应一直持续到故障消除。

注:建议第一次故障在尽可能短的时间内消除。

413.1.5.5 所有外露可导电部分或是通过保护导体互连(共用同地)或是成组或单独接地,当在发生第一次故障后又发生第二次故障时,切断电源的条件应如下述:

- a) 外露可导电部分成组或单独接地时,保护条件见 IT 系统的 413.1.4,但 413.1.4.1 的第二段不适用;
- b) 外露可导电部分用保护导体互连共同接地时,符合 413.1.5.6 的情况下应采用 TN 系统的条件。

413.1.5.6 当没有中性导体引出时,应满足以下条件:

$$Z_s \leq \frac{\sqrt{3} \times U_0}{2I_a}$$

或,当有中性导体引出时:

$$Z_s' \leq \frac{U_0}{2I_a}$$

式中:

U_0 ——相导体与中性导体之间的标称交流电压(方均根值),单位为伏特(V);

U ——相同标称交流电压(方均根值),单位为伏特(V);

Z_s ——包括相导体和保护导体的故障回路的阻抗,单位为欧姆(Ω);

Z_s' ——包括中性导体和保护导体的故障回路的阻抗,单位为欧姆(Ω);

I_a ——按表 41B 规定的切断时间 t 内,或所有其他回路允许在 5 s 以内的保护电器的动作电流,单位为安培(A)。

表 41B IT 系统(第二次故障)最长切断时间

装置标称电压/V U_0/U	切断时间/s	
	没有中性导体引出	有中性导体引出
120~240	0.8	5
230/400(220/380)	0.4	0.8
400/690(380/660)	0.2	0.4
580/1 000	0.1	0.2
注 1: 在 IEC 60038 所述容差范围内的电压,其切断时间按相应标称电压的值选用。括号内的标称电压是我国的标准标称电压。 注 2: 对于中间电压值用上表中相邻高一级的值。		

413.1.5.7 在 IT 系统中,采用下列监视器和保护电器是认可的:

- 绝缘监视器。
- 过电流保护器。
- 剩余电流保护器。

413.1.6 辅助等电位联结

413.1.6.1 辅助等电位联结应包括所有可同时触及的固定设备的外露可导电部分和外界可导电部分,

如果可行,还包括钢筋混凝土结构的主钢筋。等电位联结系统应与包括插座在内的所有设备的保护导体相连接。

413.1.6.2 如对辅助等电位联结的有效性有怀疑,应证实同时可触及的外露可导电部分和外界可导电部分之间的电阻 R 满足以下条件:

$$R \leq \frac{50}{I_a}$$

式中:

I_a ——保护电器的动作电流,单位为安培(A);

——对剩余电流保护器,是 $I_{\Delta n}$;

——对过电流保护器,是 5 s 时的动作电流。

413.1.7 (481.3.1 一部分)与外界影响条件有关的要求

通常 413.1 的规定是适用的。

对于 IEC 60364-7 的相应部分(如 7-704 或 7-705),约定接触电压限制到交流 25 V 或无纹波直流 60 V,这时 413.1.7.1 或 413.1.7.2 之一的要求适用于装置或装置的一部分。

注 1:当整个装置降低约定接触电压时,413.1.7.1 的要求适用。

注 2:当装置的一部分降低约定接触电压时,413.1.7.2 的要求之一适用。

413.1.7.1 (481.3.1.1)对于 IEC 60364-7 的相应部分(如 7-704 或 7-705),装置中约定接触电压限制到交流 25 V 或无纹波直流 60 V,以下要求适用:

——在 TN 和 IT 系统中,表 41A 和表 41B 规定的最长切断时间应被下表所列时间代替:

——在 TT 系统中,413.1.4.2 的条件被下式代替:

$$R_A \times I_a \leq 25 V$$

——在 IT 系统中,413.1.5.3 的条件被下式代替:

$$R_A \times I_d \leq 25 V$$

表 41C(48A) 最长切断时间

TN 系统		IT 系统		
装置标称电压 U_0^a/V	切断时间/s	装置标称电压/V U_0/U	切断时间/s	
			没有中性导体引出	有中性导体引出
120	0.35	120~240	0.4	1
230(220)	0.2	230/400(220/380)	0.2	0.5
277	0.2	277/480	0.2	0.5
400(380),480	0.05	400/690(380/660)	0.06	0.2
580	0.02 ^b	580/1 000	0.02 ^b	0.08

a U_0 是相导体与中性导体间的电压。括号内的标称电压为我国的标称标称电压。

b 如果该切断时间不能保证,需要采取其他保护方法,例如辅助等电位联结。

413.1.7.2 (481.3.1.2)对于 IEC 60364-7 的相应部分,约定接触电压限制到交流 25 V 或无纹波直流 60 V,如果采用以下方法之一,则 413.1 的规定可以适用于装置中的一部分:

——按 413.1.6 采用辅助等电位联结时,413.1.6.2 的计算式中的 50 以 25 代替;

——采用剩余电流保护器保护时,其额定剩余动作电流不超过 30 mA。

注:按照 413.1 总的要求和 IEC 60364-7 对特殊场所中因需要限制接触电压而实行辅助保护的要求,本条的条件可为整个装置提供保护。


413.2 II类设备或等效的绝缘

注：本措施用以防止电气设备的可触及部分因基本绝缘故障而出现危险电压。


413.2.1 保护应由电气设备本身、或由附加绝缘或加强绝缘提供

413.2.1.1 经过型式试验并按有关标准标志的以下型式的电气设备：


- 具有双重绝缘或加强绝缘的电气设备(II类设备)；
- 工厂制造的具有全绝缘的成套电气设备(见 GB 7251)。

注：这种设备用符号  标识。

413.2.1.2 对只有基本绝缘的设备在电气装置的安装过程中增设附加绝缘，使其具有与 413.2.1.1 的设备相同的安全等级，并符合 413.2.2~413.2.6 各条要求。

注：在外护物外面和里面的可见位置宜以符号  标志。

413.2.1.3 对于没有绝缘的带电部分，在电气安装时增设加强绝缘，使其具有与 413.2.1.1 的设备相同的安全等级，并符合 413.2.3~413.2.6 要求；这种绝缘只能用于结构特征无法采用双重绝缘的设备。

注：在外护物外面和里面可见位置宜以符号  标志。

413.2.2 在准备投入运行的电气设备中，只用基本绝缘与带电部分隔开的所有可导电部分，都应置于保护等级至少为 IP××B 或 IP2× 的绝缘外护物内。

413.2.3 绝缘外护物应能经受住可能出现的机械的、电的或热的作用。

一般认为油漆、清漆、喷漆及类似物的涂层是不符合此要求的。但是如果有关标准允许使用，并且绝缘涂层已按相应的试验条件经过型式试验，则不排除这种涂层作为外护物。

注：爬电距离和电气间隙的要求见 GB/T 16935。

413.2.4 如果绝缘外护层没经预先试验，而对其有效性有怀疑时，应按 IEC 60364-6 的要求进行电气强度试验。

413.2.5 绝缘外护物不应被可能引入电位的可导电部分穿越。绝缘外护物上的任何绝缘螺钉或绝缘材料，如被金属件代替而损害外护物所提供的绝缘，则外护物上不能含有任何这类螺钉或绝缘材料。

注：当绝缘外护物必须被机械接头或连接器穿越时(例如内置器件的操作手柄)，其配置宜做到故障时电击防护不被破坏。

413.2.6 在不用工具或钥匙能打开绝缘外护物的盖或门的地方，所有在盖或门打开时能触及的可导电部分，都应设在保护等级不低于 IP××B 或 IP2× 的绝缘遮栏后面，以防止人员无意识地触及那些部分。该绝缘遮栏应只有用工具才能移开。

413.2.7 绝缘外护物内的可导电部分不应连接到保护导体上。但是，对于需要穿过外护物用以为其它电气设备提供保护的导体(其电源回路也穿过该外护物)，应为其采取相应的保护措施。在外护物内，任何这种导体和其端子应当当作带电导体加以绝缘，其端子应加适当标志。

除有关设备的技术说明书中提出特殊措施之外，外露可导电部分和中间部分不应连接到保护导体上。

413.2.8 外护物不应采用本防护措施的设备运行有不利的影响。

413.2.9 413.2.1.1 中提到的设备在安装(固定、导体连接等)时，在符合说明书的条件下，设备的保护不应受到损害。

413.3 非导电场所

注：本保护措施用以防止带电部分基本绝缘失效后同时触及可能处在不同电位的部分。

如果以下条件全部满足，使用 0 类电气设备是认可的：

413.3.1 如果在基本绝缘失效时以下部分可能带有不同电位，外露可导电部分的布置应做到在正常条件下人们不会同时触及以下部分：

- a) 两个外露可导电部分,或
- b) 一个外露可导电部分和任何外界可导电部分。

413.3.2 在非电场所内不应有保护导体。

413.3.3 如果场所内有绝缘的地板和墙,并且采用了以下一种或几种布置,就满足了 413.3.1 的要求:

- a) 拉开外露可导电部分之间、各外露可导电部分和各外界可导电部分之间的相对距离。两部分之间距离不应小于 2 m;在伸臂范围以外,该距离可缩短到 1.25 m。
- b) 在外露可导电部分和外界可导电部分之间设置有效的阻挡物。如能将需越过阻挡物的距离扩大到上述 a) 款所述之值,则阻挡物将是足够有效的。阻挡物不应连接到地或外露可导电部分;它们应尽可能是绝缘材料制作。
- c) 将外界可导电部分绝缘,或采用绝缘配置。绝缘应有足够的机械强度并能经受至少 2 000 V 的试验电压。在正常使用情况下,泄漏电流不应超过 1 mA。

413.3.4 在 IEC 60364-6 规定条件下,绝缘地板和墙的每个测量点的电阻不应小于以下值:

- 装置的标称电压不超过 500 V 时 50 k Ω ,或
- 装置的标称电压超过 500 V 时 100 k Ω 。

注:就电击防护而言,如果任何一点的电阻小于规定的值,该地板和墙将被视为外界可导电部分。

413.3.5 所做的配置应是永久性的,并不应使它有失效的可能。预计使用移动式或便携式设备时,也要确保有这种保护。

注 1:要注意这样的危险:即对没有有效监督的装置,在日后引入更多的可导电部分(例如移动式或便携式 I 类设备或类似金属水管这样的外界可导电部分)时,可能不再符合 413.3.5 的要求。

注 2:保证地板和墙不受潮湿的影响是重要的。

413.3.6 应采取预防措施,以确保所处场所不会出现来自外界可导电部分带来的电位。

413.4 不接地的局部等电位联结保护

注:不接地的局部等电位联结用来防止出现危险的接触电压。

413.4.1 等电位联结导体应连接所有可同时触及的外露可导电部分和外界可导电部分。

413.4.2 局部等电位联结系统不应直接通过外露可导电部分或通过外界可导电部分和地有电气接触。

注:此要求不能满足时,可采用自动切断电源的保护(见 413.1)。

413.4.3 应采取预防措施以保证人员进入等电位场所时不会遭受危险的电位差,特别是与地绝缘的可导电地板连接到不接地的局部等电位联结系统时。

413.5 电气分隔

注:个别回路的电气分隔用来防止触及到因回路的基本绝缘故障而带电的外露可导电部分时出现电击电流。

413.5.1 电气分隔保护应由符合 413.5.1.1~413.5.1.5 所有要求并符合以下的要求得到保证:

- 为一个项目供电时,符合 413.5.2,或
- 为一个以上项目供电时,符合 413.5.3。

注:建议以伏计的回路标称电压和以米计的布线系统长度的乘积不宜超过 100 000,并且布线系统长度不宜超过 500 m。

413.5.1.1 回路应由分隔电源供电,即:

- 一台隔离变压器(在考虑中),或
- 一个安全程度相当于上述隔离变压器的电源,例如一个绕组间具备等效隔离的电动发电机。

注:能耐受特别高的试验电压的能力,被认为是保证必要隔离程度的手段。

连接到供电系统的移动供电电源,应按照 413.2 选择或安装。

固定供电电源应符合下列要求:

- 按照 413.2 选择或安装,或
- 输出侧与输入侧分隔,及输出侧与外护物分隔,且符合 413.2 的绝缘要求;如果这样的电源为

几个设备供电,则这些设备的外露可导电部分不应连接到电源的金属外护物上。

413.5.1.2 电气分隔回路的电压不应超过 500 V。

413.5.1.3 电气分隔回路的带电部分不应在任何点与其他回路或地连接。

为了避免对地故障的危险,应特别注意这些部分与地的绝缘,尤其是软电缆和软线。

电气分隔的配置应保证电气分隔不低于隔离变压器的输入和输出间的隔离水平。

注:特别是象继电器、接触器、辅助开关之类的电气设备的带电部分与其他回路任何部分之间,需要这种电气分隔。

413.5.1.4 软电缆和软电线全长中可能受到机械损伤的任何部分应是可见的。它们的型号的具体要求尚在考虑中。

413.5.1.5 分隔回路最好采用分开的布线系统。如果分隔回路和其他回路的导体处在同一的布线系统中不可避免,则应采用没有金属外层的多芯电缆,或敷设在绝缘的导管、管槽或槽盒中的绝缘导线。它们的额定电压不应低于可能出现的最高电压、且每个回路都有过电流保护。

413.5.2 如果只给一个项目供电,分隔回路的外露可导电部分不应连接到保护导体或其他回路的外露可导电部分上。

注:如果分隔回路的外露可导电部分可能故意地或偶然地与其他回路的外露可导电部分接触,电击防护不再单靠电气分隔,而要采取适用于其他回路的外露可导电部分的保护措施。

413.5.3 如果采用了防止分隔回路受损和绝缘失效的预防措施,在满足 413.5.3.1~413.5.3.4 的所有要求时,符合 413.5.1.1 的供电电源可以给一个以上的项目供电。

413.5.3.1 隔离回路的各外露可导电部分应用绝缘的不接地的等电位联结导体互相连接。这种导体不应与其他回路的保护导体或外露可导电部分连接,或与任何外界可导电部分连接。

注:见 413.5.2 的注。

413.5.3.2 所有插座应设有保护触头,保护触头应连接到按 413.5.3.1 设置的等电位联结系统。

413.5.3.3 除向 II 类设备供电者外,所有软电缆应含有作为等电位联结导体的保护导体。

413.5.3.4 如果发生对两个外露可导电部分的两个故障,并且这两个故障是由两个不同的极供电的,应保证保护电器按表 41A 的切断时间断开电源。

参 考 文 献

GB 4208:1993 外壳防护等级(IP 代码)(idt IEC 60529:1980)

IEC 60038:1983 标准电压

IEC 60479(所有部分) 电流对人和家畜的效应

IEC/TR 61200-413:1996 电气装置导则 第 413 部分:间接接触保护——自动切断电源
