

前 言

本标准等同采用 IEC 990:1990《接触电流和保护导体电流的测量方法》技术报告。

本标准是修订原国标 GB 12113—89《接触电流和接地线电流的测量》(等效采用 IEC 990 技术报告草案),题目改为《接触电流和保护导体电流的测量方法》。

本标准是为了协调各设备委员会在制定或修订“漏电流”测量方法而制定的推荐性标准,其中包括制定该标准的缘由和目的,以及不同测量方法的依据。因此,等同采用 IEC 990 对执行各设备安全标准,制定相应的漏电流测量方法有一定的指导意义。原 GB 12113 是在 IEC 990 技术报告(草案)的基础上,根据我国的实际情况,作了部分删除和修改。为了促进国际贸易与交流,参加国际安全质量认证,与国际标准协调一致,本标准等同采用 1990 年出版的 IEC 990。

本标准从实施之日起,同时代替 GB 12113—89 标准。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 都是标准的附录;

本标准的附录 D、附录 E、附录 F、附录 G、附录 H、附录 J 都是提示的附录。

本标准由中华人民共和国电子工业部提出。

本标准由电子工业部标准化研究所归口。

本标准起草单位:电子工业部标准化研究所。

本标准主要起草人:李兰芬。

IEC 前 言

- 1) IEC 有关技术问题上的正式决议或协议,是由那些特别关心这些问题的国家委员会参加的技术委员会所制定的,而且尽可能表达国际上一致的看法。
- 2) 这些决议或协议以建议的形式供国际上使用,在此意义上为各国委员会所接受。并尽可能地表达所涉及的问题在国际上的一致意见。
- 3) 为了促进国际上的一致,IEC 表达了这样一个意向:所有国家委员会在本国条件允许的情况下,在各自的国家标准中采用 IEC 建议的文本。IEC 文本与相应国家标准之间的任何差异应在后者明确指出。

本报告由第 74 技术委员会“信息技术设备(包括电气事务设备和通信设备)的安全”起草。

根据 IEC 104 导则,本报告属于基础安全出版物。

本报告的文本基于下列文件:

六月法则	表决报告
74(CO)82	74(CO)98

所有通过此报告的表决的信息可以在表中的表决报告中找到。

附录 A、附录 B、附录 C 是标准的附录。

附录 D、附录 E、附录 F、附录 G、附录 H 和附录 J 是提示的附录。

引 言

本报告试图成为设备委员会在制定或修订“漏电流”测量标准的测试要求时的导则,尽管“漏电流”这个术语基于下面所述的理由而不使用。

1983 年 IEC 的 TC74 被指定就下面研究范围担负安全指导职能,这个报告是担负这种职能的研究成果。

测量漏电流的方法

它包括对不同类型设备的有关“漏电流”的所有方面,包括在正常条件和某些故障条件下的有关生理效应和安装场合的电流测量方法。

背景

本报告的主要工作内容是制定通常被称之为“漏电流”的标准测量方法,以协调不同设备委员会制定的测量要求。

本报告中的“漏电流”的测量方法是对 IEC 479 和其他出版物(包括对早期测量方法的叙述)进行研究而产生的。

初步结论

第一,从对“漏电流”效应的研究中得出两个相关的结论:

——就安全而言,主要考虑可能流过人体的有害电流(该电流不一定等于流过保护导体的电流);

——电流对人体的效应比早期标准中所假设的几种要考虑的效应更复杂,对确定连续波形情况下的安全限值,最为重要的效应为以下几种:

- 感知;
- 反应;
- 摆脱;
- 电灼伤。

这四种人体效应中任一种都具有唯一的阈值,但其中的某些阈值随频率变化的差异是很大的。

第二,根据其不同的测量方法对两种电流定义如下:

1 型电流(type1 current):在正常条件或单一的故障条件下,当人体接触连接到不同电源系统的接地或不接地的 I 类或 II 类设备时流过人体的电流;

2 型电流(type2 current):在正常条件下流过 I 类设备的保护导体的电流。

第三,已做出的结论是术语“漏电流”已用于表达若干不同的概念,(如 1 型电流和 2 型电流,绝缘特性等),因此在本报告中,不使用术语“漏电流”。而将流过人体的电流(1 型电流)称为:

接触电流

将流过保护导体的电流(2 型电流)称为:

保护导体电流

接触电流仅在人体(或等效电路)作为电流通路时才存在。

接触电流的测量

过去,各种设备标准采用两种传统的技术测量“漏电流”,无论是测量保护导体中的实际电流,还是采用简单的电阻-电容网络,都是把漏电流定义为流过电阻的电流。

本报告采用更有代表性的人体模型,给出上面提到的关于电流的四种人体效应的测量方法。

此人体模型是针对最普遍情况下,一般意义上的电击而选择的,考虑到电流通路和接触条件,使用正常条件下几乎完全是从手到手、或手到脚接触的人体模型。对较小区域的接触(例如一个手指接触),

GB/T 12113—1996

选用其他不同的模型可能比较合适,这样的模型正在考虑中。

在四种效应中,感知、反应和摆脱与接触电流峰值有关,并且随频率变化而不同。由于测量有效值(r.m.s)最为方便,因此习惯上将电击作为正弦波形来处理。而本报告推荐采用峰值测量方法,它更适合非正弦波形,但也同样适合于正弦波形。对测量感知、反应和摆脱电流所规定的网络是具有频率响应特性的网络,这种加权网络可以对工频下的单一限值进行规定并作为基准。

然而,电灼伤与接触电流的有效值有关,而与频率无关。对可能发生电灼伤的设备(见 7.2),需要分别进行两种不同的测量,即对电击是测量电流的峰值,对电灼伤是测量电流的有效值。

每一设备委员会应决定哪种生理效应能接受而哪一种不能接受,并由此而规定电流的限值,对某些特定类型的设备委员会,可以本报告为基础,采用简化的方法。在附录 D(标准的附录)中提供了依据各个 IEC 设备委员会早期工作拟定的若干限值的实例。

保护导体电流的测量

在某些情况下,要求在正常工作条件下测量 I 类设备的保护导体电流,包括:

- 选择剩余电流保护装置的情况;
- 符合 IEC 364-7-707 的第 471.3.3 条的情况。

在这些情况下,保护导体电流通过在设备保护导体中串联一个内阻可忽略不计的安培表来进行测量。

第 8 章给出了保护导体电流的测量。

相关文件的书目在附录 J(提示的附录)中给出。

中华人民共和国国家标准

接触电流和保护导体电流的测量方法

GB/T 1 2113—1996
idt IEC 990:1990

Methods of measurement of
touch-current and protective conductor current

代替 GB 12113—89

1 范围

1.1 本标准为下述电流规定测量方法：

- 可能流过人体的交、直流电流；
- 可能流过保护导体的电流。

对接触电流所推荐的测量方法是基于流经人体的电流可能引起的效应，本标准不包括特定限值的规定或说明，选择限值的有关要求见 GB/T 13870.1《电流通过人体的效应 第一部分：适用部分》。

1.2 本标准适用于 GB/T 12501《电工电子设备防触电保护分类》所定义的各类设备。

1.3 本标准中的测量方法不适用于：

- 持续时间小于 1s 的接触电流；
- 在 GB 9706.1《医用电子设备 第一部分：通用安全要求》中规定的患者能承受的电流；
- 频率低于 15Hz 的交流电流；
- 含直流分量的交流电流，单网络应用中对交流和直流复合效应的综合特征尚待研究；
- 超过所选择的那些电灼伤限值的电流。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 11918—89 工业用插头插座和耦合器 一般要求(eqv IEC 309—1:1988)

GB 11919—89 工业用插头插座和耦合器 插销和插套尺寸互换性的要求(eqv IEC 309—2:1989)

GB/T 12501—90 电工电子设备防触电保护分类(neq IEC 536:1976)

GB/T 13870.1—92 电流通过人体的效应第一部分：通用部分(neq IEC 479:1984)

GB 14821.1—93 建筑物的电气装置 电击防护(eqv IEC 364-4-41:1982)

IEC 50(604):1987 国际电工词典(IEV)第 604 章：发电、输电和配电；运行

IEC 364-7-707:1984 建筑物电气装置 第 7 部分：特殊装置或场所的要求，第 707 章：数据处理
设备用装置的接地要求

3 定义

本标准采用下列定义：

3.1 接触电流 touch-current

流入图 3、图 4 和图 5 所示的网络中的电流，这些网络表示人体的阻抗。

3.2 保护导体电流 protective conductor current

国家技术监督局 1996-08-22 批准

1997-07-01 实施

用内阻可忽略不计的电流表测得的保护导体中的电流(见第8章)。

3.3 设备 equipment

采用有关设备标准中的定义,如果在有关设备标准中未给出定义,则见附录A(标准的附录)

3.4 可(被)握紧的零部件 grippable part

指设备的这样一种零部件,当它传出去的电流通过人手时,足以使肌肉收缩而握住这个零部件而不能摆脱。能用整个手握紧的零部件可认为就是可握紧的零部件而无需进一步验证,见附录H(提示的附录)。

3.5 电灼伤 electric burn

电灼伤是由于电流流过或穿过人体表皮而引起的皮肤或器官的灼伤(见IEV 604-04-18)。

4 测试场地

4.1 测试场地的环境

测试场地的环境要求应按照相应的设备标准中的规定。当规定的电流限值小于0.1mA峰值时或者设备具有可能被高频信号激励的较大的屏蔽层时,应按附录B(标准的附录)的要求使用导电板。

4.2 接地中性导体

预定连接到中性导体直接接地的电源(如TT或TN配电系统)的设备应在中线与地之间电位差最小的情况下来进行测试。

被测设备用的保护导体与接地中性导体之间的电位差应小于1%线电压(见图1中的实例)。

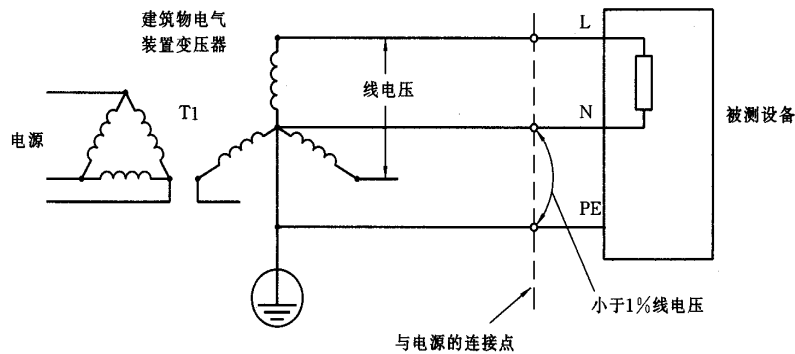


图1 直接供电的接地中性导体

测试场地可以使用现场隔离变压器以满足这个要求(见图2中的T2)。

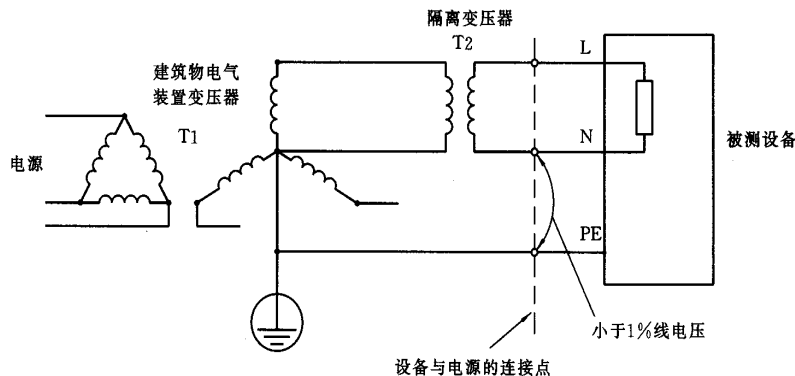


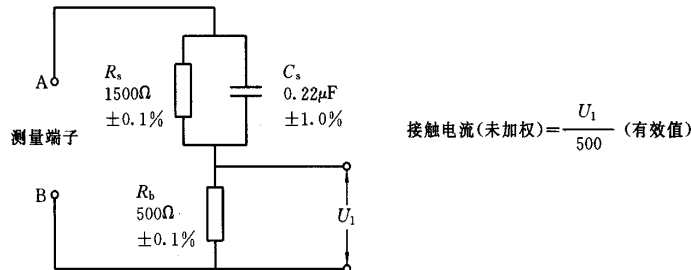
图2 带有隔离变压器的接地中性导体

5 测量设备

5.1 测量网络的选择

测量应采用图 3、图 4 和图 5 中的某一网络进行。

注：对于这三个网络的进一步的解释见附录 E 和附录 F。



注： U_1 也可用图 4 和图 5 的网络测量。

图 3 未加权的接触电流的测量网络

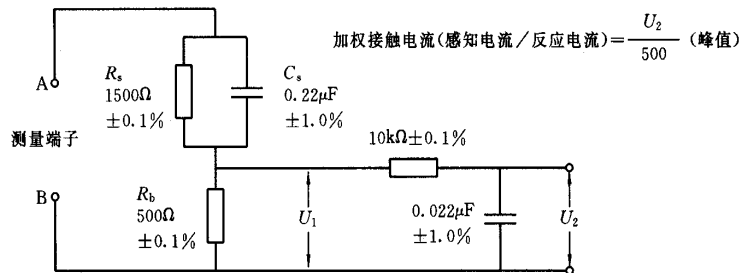
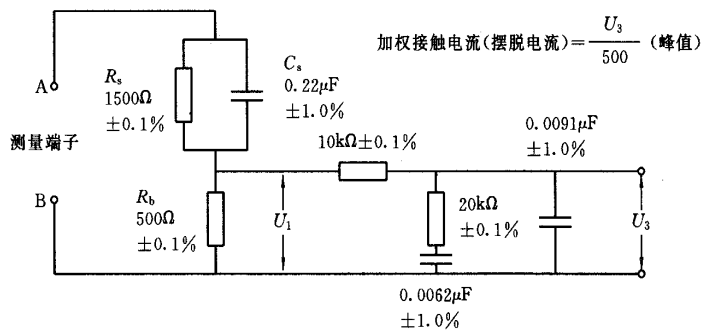


图 4 加权接触电流(感知电流/反应电流)的测量网络



注：在特定条件下(见 5.1.2)使用这个网络。

图 5 加权接触电流(摆脱电流)的测量网络

5.1.1 感知电流和反应电流(a. c.)

应使用图 4 的网络。

5.1.2 摆脱电流(a. c.)

仅当考虑到人体丧失摆脱能力的情况,例如当满足如下三个条件时,应使用图 5 的网络:

- 存在的电流是交流,而且在 50~60Hz 情况下,限值大于 2.8mA 的交流峰值;
- 设备有一个可握紧的零部件;
- 可以预料到当电流通过手和胳膊时很难从可握紧的零部件上摆脱(详细的说明见附录 E3)。

其他情况应使用图 4 的网络。

5.1.3 电灼伤(a. c.)

可采用三个网络中的任何一个网络。

5.1.4 无纹波直流

除设备标准另有规定外,可采用三个网络中的任何一个网络。无纹波直流系指纹波峰-峰值小于 10% 的直流。

5.2 测量装置

图 3、图 4 或图 5 中测量 U_1 、 U_2 或 U_3 所使用的装置应为能够满足下列要求的电压测量仪:

——用来测量直流的,应能读出直流值。用来测量有效值的,应能读出有效值。用来测量峰值的,应能读出峰值;

——测量误差应不大于 2%;

——具有不小于 $1\text{M}\Omega$ 的输入阻抗;

——测量交流时,具有不大于 200pF 的输入电容;

——测量交流时,具有从 15Hz~1MHz 的频率范围。当涉及更高频率时,应具有更大的频率范围;

——具有浮动或差动输入,其在 1MHz 以内的共模抑制至少为 40dB。

5.3 测量电极

5.3.1 除非设备标准中另有规定,测量电极应是:

a) 测量夹;或

b) $10\text{cm}\times 20\text{cm}$ 的金属箔。

5.3.2 测量电极应连接到测量网络的测量端子 A 和 B 上。

5.4 配置

被试设备应按最大限度的配置完全组装好,并做好使用准备。还要按照制造方对单台设备的规定连接上适用的外部信号电压。

为了测到电流的最大值,在测量期间,应按制造方规定的操作和安装规范连接或断开设备的部件来改变配置。

5.5 测量期间配电系统的连接

5.5.1 一般要求

设备应根据适用的情况,按照 5.5.2、5.5.3 或 5.5.4 中的任意一条进行测试。

设备委员会应考虑到制造厂所确认的设备在其实际使用中要连接的配电系统(TN、TT、IT 配电系统)。

当被试设备由制造厂规定只能在某些配电系统中使用时,设备只能在与这些系统连接的情况下进行测试。

仅连接到 TN 或 TT 配电系统的设备应符合 5.5.2 的要求。连接到 IT 配电系统的设备应符合 5.5.3 的要求,并且也可以连到 TN 或 TT 配电系统上。

图 6~图 14 的电源变压器 T 可以是建筑物电气装置变压器,也可以是如 4.2 所要求的现场隔离变压器。

对于 I 类设备,图 6~图 14 中的保护导体是可省略的。

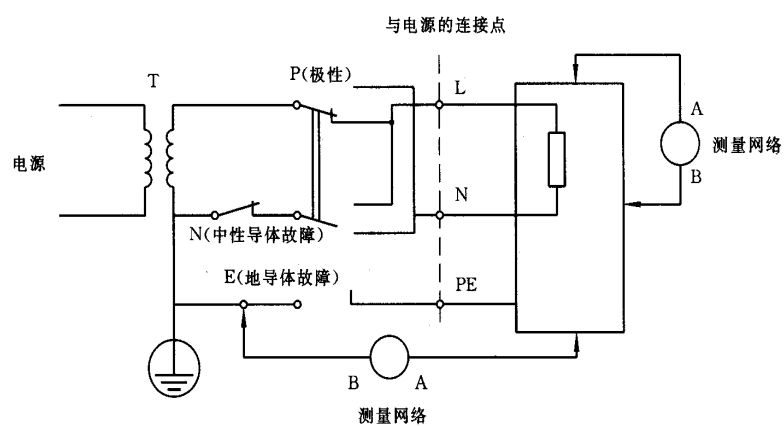
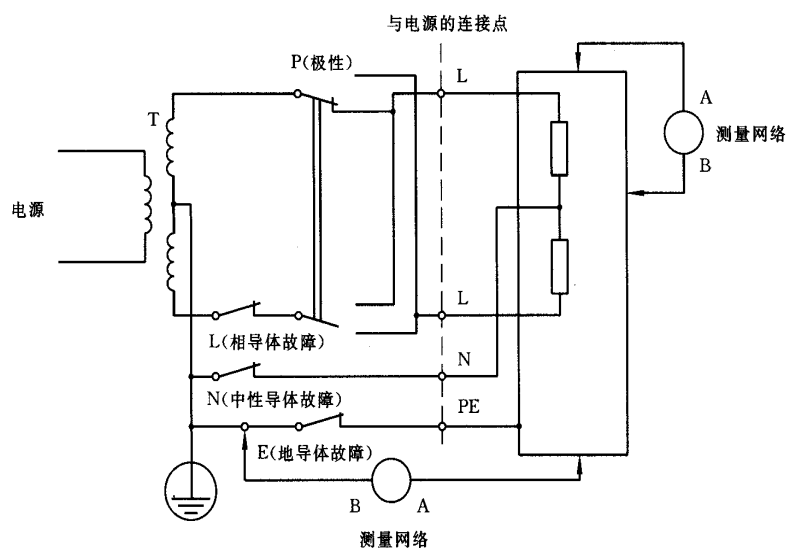


图 6 接到星形 TN 或 TT 系统的单相设备的试验配置



注：中心抽头绕组可以是三角形配电系统的一个相。

图 7 接到中心抽头接地的 TN 或 TT 系统的单相设备的试验配置

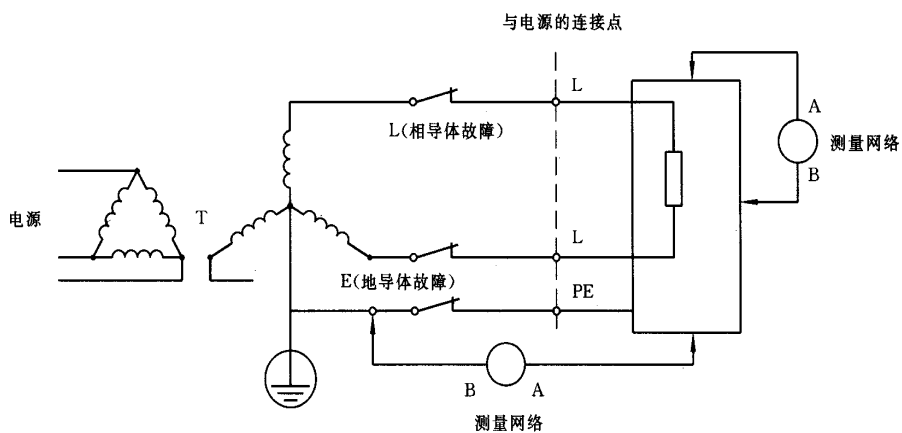
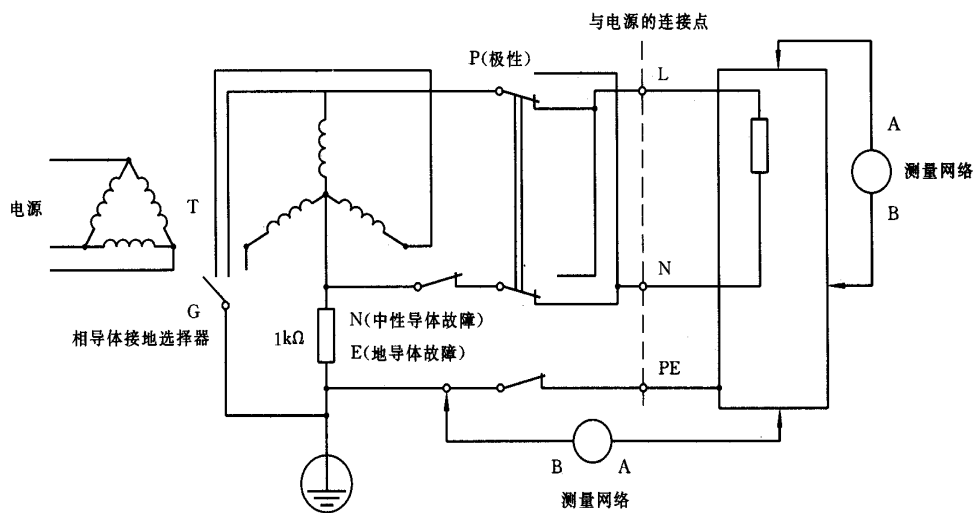
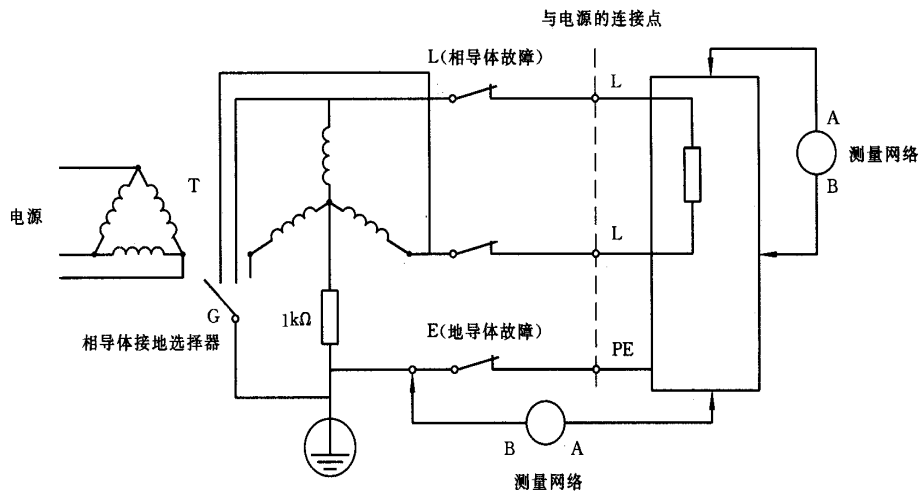


图 8 接到星形 TT 或 TN 系统的相间的单相设备的试验配置



注：对于配电系统的故障，应规定 1kΩ 的电阻器。
图 9 接到星形 IT 系统的单相设备的试验配置



注：对于配电系统的故障，应规定 1kΩ 的电阻器。
图 10 接到星形 IT 系统的相间的单相设备的试验配置

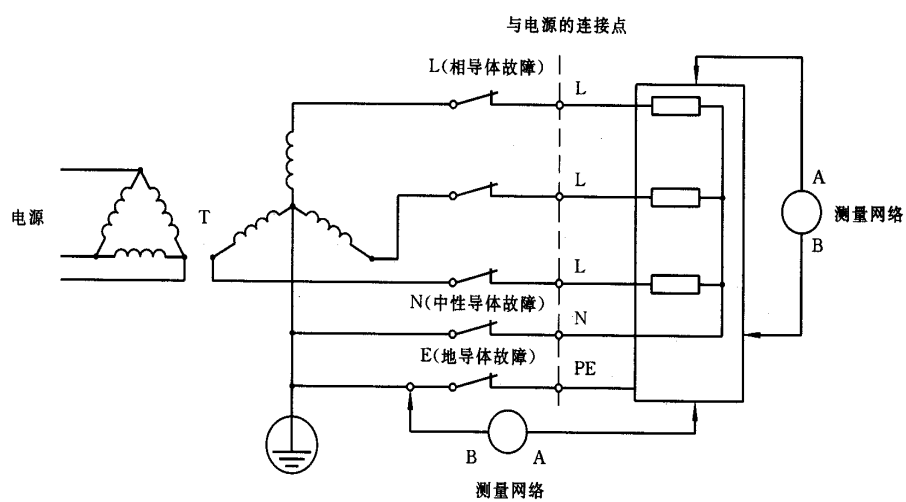
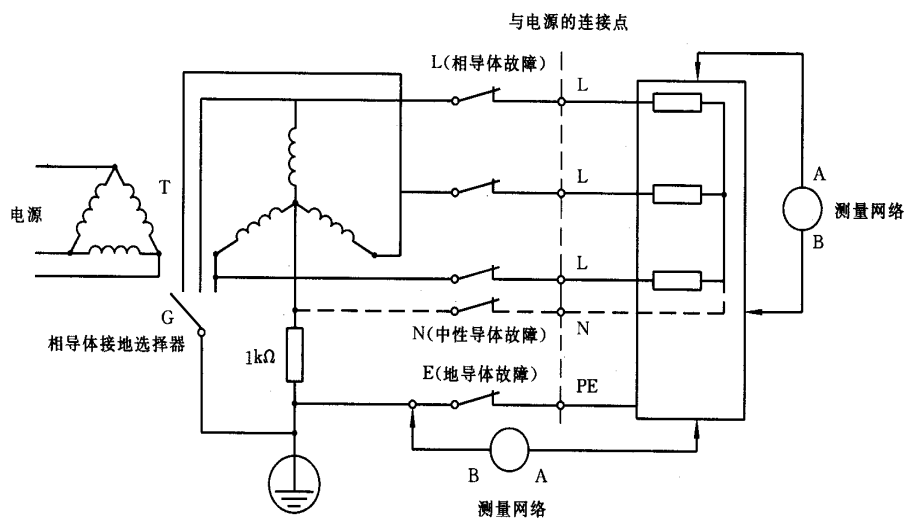


图 11 接到星形 TN 或 TT 系统的三相设备的试验配置



注：对于配电系统的故障，应规定 $1\text{k}\Omega$ 的电阻器

图 12 接到星形 IT 系统的三相设备的试验配置

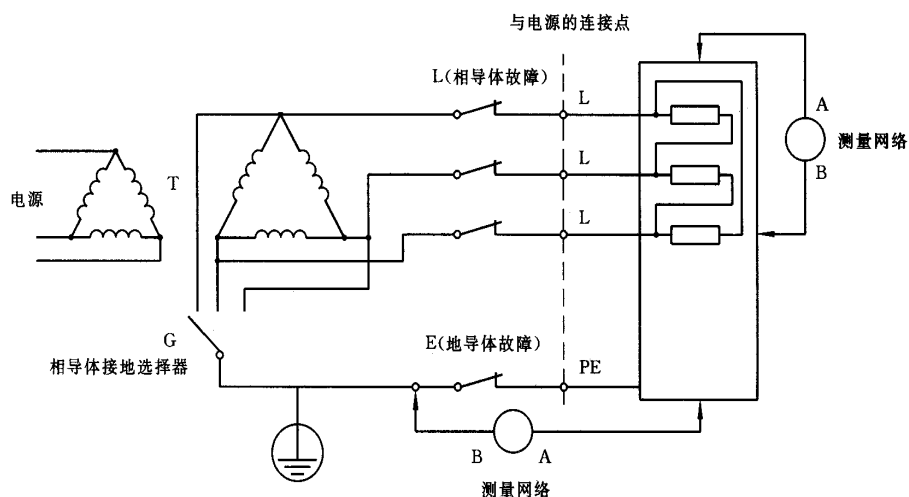
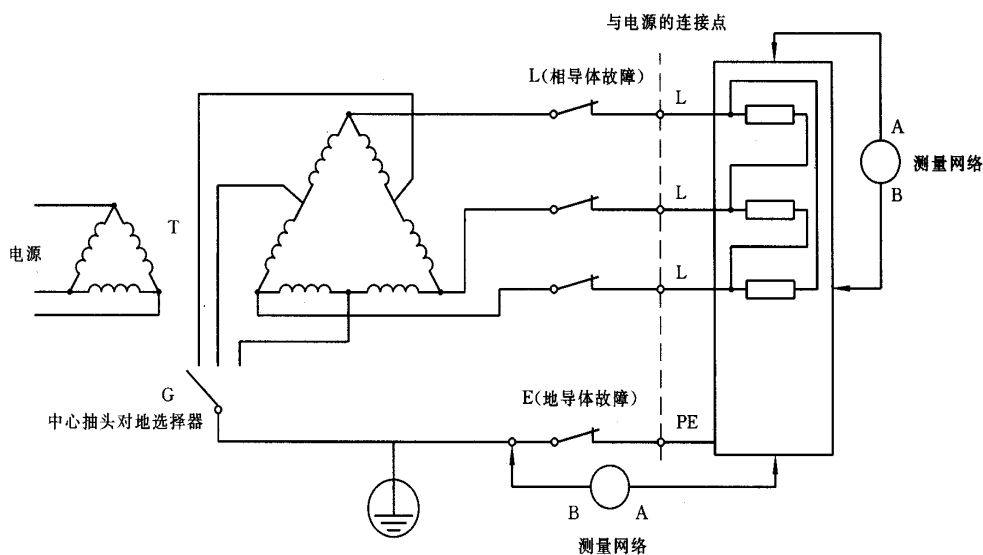


图 13 接到未接地的三角形配电系统的设备的试验配置



注：如果设备同时有三相负载和中心接地单相负载，而且接地的绕组（侧）已经确定，则开关 G 应停留在已确定的接地侧的位置上。

图 14 接到中心接地的三角形配电系统的三相设备的试验配置

5.5.2 仅使用 TN 或 TT 星形配电系统的设备

三相设备应连接到带有接地中性导体的三相星形配电系统上。单相设备应连接到中性导体接地的配电系统的相导体和中性导体之间，或者如果制造厂规定了工作的方式，则也可连接在中心接地的三相星形配电系统的任何两相线之间（见图 6、图 8 和图 11）。

5.5.3 使用 IT 配电系统（包括无接地导体的三角形配电系统）的设备

三相设备应连接到相应的三相 IT 电源系统。单相设备应连接在相导体和中性导体之间，或者如果制造厂规定了工作的方式，则也可连接在任何两相线之间（见图 9、图 10、图 12 和图 13）。

5.5.4 使用单相中心接地的电源系统或中心接地的三角形电源系统的设备

单相设备应连接到中心接地的电源系统上（见图 7 和图 14）。

三相设备应连接到相应的三角形电源系统上（见图 14）。

5.6 电源电压和频率

5.6.1 电源电压

电源电压应在设备电源端子间测量。

如果额定电压为单一值,设备应在其额定电压加上电源变化的相应工作容差下进行试验。

额定电压为某一电压范围的设备应在该范围的最高电压加上电源变化的相应工作容差下进行试验。工作容差将由设备委员会或必要时由制造厂来确定(例如:0%,+6%或+10%)。

对使用电压选择器来设置不同额定电压或电压范围的设备应先设置最高额定电压或电压范围,然后像上述那样进行试验。如果电压转换涉及比改变变压器绕组更为复杂的操作,则有必要进行另外的试验以确定最严酷的情况。

5.6.2 电源频率

电源频率应是最高额定频率或者作为另一种选择,可以通过计算来修正测量值,以估算最不利情况下的电流值。

6 测量程序

6.1 概述

某些技术委员会根据限制可触及零部件电压的原则(见 GB 14821.1),不必对其进行接触电流的测量。如果是这样,则应先进行可触及电压的测量。如果有必要,再按本条款测量加权或不加权的接触电流。

如果涉及 30kHz 以上的频率,那么接触电流的测量除了测量感知电流/反应电流或摆脱电流以外,还必须进行有关电灼伤效应的测量。

6.1.1 控制开关、设备和供电条件

在测量接触电流期间,测量环境、设备的配置、接地和电源系统应符合 5.4、5.5 和 5.6 的要求。图 6~图 14 中的控制开关 E、L、N 和 P 应按照 6.2 所述进行控制,而 6.1.2 和 6.2.1 所列入的条件是单独变化以给出最大测量值或数值。所有的这些条件和测量网络的所有施加点并不都适用于所有的设备,因此设备委员会应对这些可变因素进行适当的选择。

6.1.2 测量网络的应用

使用合适的测量电极和测量网络(见 5.3 和 5.1)以及测量装置(见 5.2),根据图 6~图 14 相应的电路(见 5.5)来测量可同时触及的零部件之间和可触及零部件与地之间的接触电流。

A 端电极应依次施加到每个可触及的零部件上。

A 端电极每次接入时,B 端电极应先接到地,然后再依次逐个接到其他的可触及的零部件上。

6.2 设备的正常条件和故障条件

6.2.1 设备的正常操作

正常操作的实例包括:电源开关的接通、断开;准备、启动、预热以及操作人员对控制件的任一设置(电源电压设置控制件除外)。

单相设备应在接地导体和中性导体原封不动的情况下,以正常极性和相反极性(开关 P)进行测量。

6.2.2 设备和电源的故障条件

测量应在 6.2.2.1~6.2.2.8 所规定的每一个适用的故障条件下进行。每次只施加一个故障条件,但并不排除由此故障所导致的合乎逻辑的任何故障。施加任一故障之前,设备应恢复到它的原始状态(即没有故障或没有由故障引起的损坏)。

如果在三相设备上使用均衡相线滤波器,对地的净电流在理论上等于零。但是,由于元器件和电压不平衡产生有限的净电流是正常的,在型式试验期间,可以不测量它的最大值。由于某相上电容失效将导致更大的不平衡电流,设备委员会应考虑对这类设备的试验,即在断开保护接地连接的条件下(6.2.2.1),用人为故障的滤波器(例如:拆卸一个电容器的滤波器)来代替。

6.2.2.1 没有可靠接地的单相设备应在断开保护接地(开关 E)的情况下,以正常极性和相反极性(开关 P)进行测量。

没有可靠接地的三相设备应在断开保护接地连接(开关 E)的情况下进行测量。

除非设备委员会另有规定,6.2.2.1 的要求不适用于可靠接地的设备(例如:见 IEC 364-7-707),即设备永久地或者通过工业用插头和插座(例如:GB 11918,GB 11919 或类似标准规定的插头和插座)连接到电源上。

注:在挪威,通过工业用插头和插座连接到电源上的接地设备不认为是可靠接地。

6.2.2.2 单相设备应将中性导体断开(开关 N),接地导体原封不动的情况下,以正常极性和相反极性(开关 P)进行测量。

6.2.2.3 使用 IT 电源系统的设备应逐个将各相导体接地(开关 G)进行测量。

6.2.2.4 三相设备应将各相导体逐个断开(开关 L)进行测量。

6.2.2.5 使用没有直接接地中性导体的电源系统或三相三角形电源系统的单相设备应使用三相电源系统进行试验。试验时将各相导体逐个接地(开关 G),每次以正常极性和相反极性(开关 P)进行测量。同时还要逐个断开各相导体(开关 L),每次以正常极性和相反极性(开关 P)进行测量。

6.2.2.6 使用中心接地的三角形电源系统的三相设备应使用三角形电源系统测量。测量时,将各相导体的中心抽头逐个接地(开关 G)。

如果设备同时有三相电路和不能独立安装的中心接地电路,而这个中心接地电路又有一个确定的接地端子,则仅在开关 G 处于被确定的接地端子的位置上进行测量。

6.2.2.7 如果设备委员会规定的其他故障条件可能会增大接触电流的话,还要模拟这些故障条件进行测量。

6.2.2.8 对于仅偶然与其他零部件有电气连接的可触及导电零部件,应在与其他零部件有电气连接和没有电气连接的两种情况下进行测量。但是,若接触电流主要是由工频产生的占优势,则可触及的偶然连接零部件仅在与其他零部件有电气连接的情况下进行测量。有关“偶然连接零部件”的详细说明见附录 C。

7 结果评定

7.1 感知电流、反应电流和摆脱电流

图 4 和图 5 中的电压 U_2 和 U_3 是 U_1 的频率加权值。对现有的所有 15Hz 以上的频率来说,它是接触电流值的单一的、低频等效指示值。这些接触电流的加权值取自按照第 6 章的测量程序所测得的 U_2 和 U_3 的最高峰值除以 500Ω 。测得的最大值应与设备的感知电流或反应电流和摆脱电流限值(例如:50Hz 或 60Hz 限值)进行比较。

直流限值的测量以同样的方式进行,但其值取 U_1 除以 500Ω 。同时参阅附录 G。

7.2 电灼伤

在涉及电灼伤效应的场合,使用未加权的接触电流有效值。这种情况可伴随直流或当接触电流的主要频率成分在 30kHz 以上时出现。在较低频率下,将主要考虑感知电流、反应电流和摆脱电流。

采用图 3、图 4 和图 5 中的任一测量网络,用测得的 U_1 的有效值除以 500Ω ,即可得到未加权的接触电流值。同时参阅附录 G。

由接触电流而导致的电灼伤效应还同人体的接触面积和接触持续时间有关。这些因素之间的关系和安全限值的设立将进一步研究。同时参阅附录 D3。

注:电灼伤是当电流流经人体表皮和人体构成的阻抗时,因消耗功率而造成的。电灼伤的其他形式(例如:由于电弧或电弧生成物)可能由电气设备而引起。

8 保护导体电流的测量

8.1 一般要求

保护导体电流值及其要求与接触电流无关,因而它们的限值和测量方法必须分开处理。

8.2 多台设备

在任一共用接地的系统内,各个设备的保护导体电流将按非算术方式相加。因此,系统的保护导体电流不可能从已知的独立设备的保护导体电流可靠地预测。显然,各个设备的型式试验对于大多数系统来说,意义不大。因而,系统的保护导体电流测量必须在系统最终完成并在初始试验时进行。

8.3 测量方法

系统保护导体电流应在所有设备安装完成以后进行测量。测量时,用一个内阻可以忽略不计(例如: 0.5Ω)的安培表与系统的保护导体串联起来,并且在设备和配电系统的所有正常的工作状态下进行。

如果要测量单个设备上的保护导体电流,也可以使用类似的方法。

附录 A
(标准的附录)
设备

除设备标准另有规定以外,设备可认为与供电电源具有单独的连接。

设备可以是一个单独的设备单元,也可以由多个结构上独立、电气上互连的设备单元组成(见图 A1)。设备内部也可以含有电源(例如:太阳能或电池供电)。

按照第 5.4 条的要求,信号电缆的连接件应认为是设备的一部分。

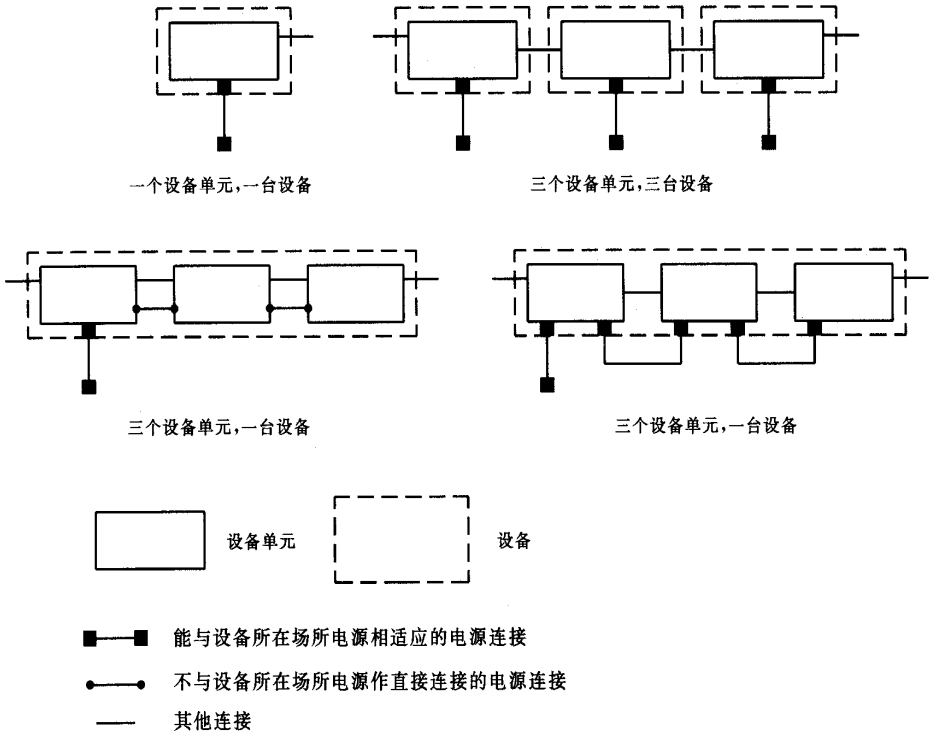


图 A1 设备

附录 B
(标准的附录)
导电板的使用

若规定的接触电流限值(按频率加权或没有频率加权)小于 $100\mu\text{A}$ 峰值或者设备在测试时与被测设备同在高频情况下可能受激的外表面具有较大的容性耦合,在这种情况下,采用下面这种测量接触电流的方法是合适的,即让(被测)设备的表面与被放置在正下方或对面的导电板的表面形成电容耦合。如果以这个方式来对设备进行测试,则设备应放置在导电板上,该导电板本身又放置在绝缘平面上(见图 B1)。

导电板的面积和周长应等于或大于与之贴近的表面。

应将测试用的导电板作为可触及部件,按照第 6 章的测量程序来进行测量。

将导电板紧贴在可能与外部导电面相邻的设备的任何其他表面上重复进行测量。

为了避免电磁干扰,可能需要将设备(包括导电板,如果使用的话)放置在与其它导体或设备距离 0.5m 或者 0.5m 以远处。

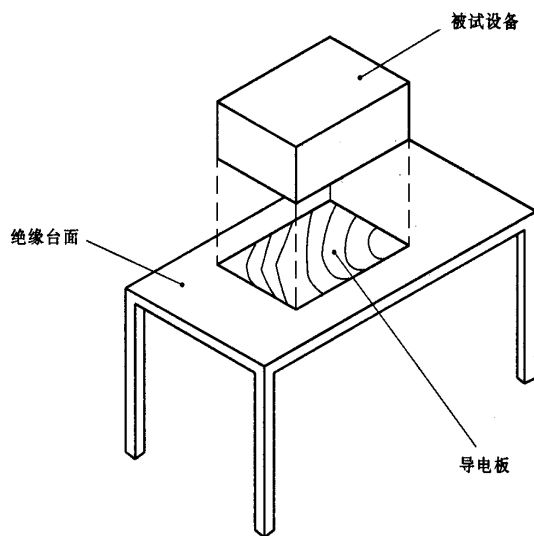


图 B1 设备试验台

附录 C

(标准的附录)

偶然连接的零部件

偶然连接的零部件是可触及的零部件,它们与地或任何规定的电压既不可靠地连接,也不确实地隔离。

偶然连接的零部件的实例包括:

- 通过金属铰链而连接的门和附属件;
- 含有导电层(例如:金属箔)的粘贴标签;
- 附在涂料或经阳极化处理过的表面上的零部件;
- 控制手把。

设备的某些生产样品的偶然连接零部件可能与地或其他电路有良好的连接,而在其他一些样品中,这同一零部件可能与地或其他电路隔离。这样一来,通常不清楚哪种情况将产生较大的接触电流。因此,6.2.2 要求在两种情况下测量漏电流,以发现最坏情况。然而,若主频分量是在 100Hz 以下,则最坏情况将是偶然连接的零部件被连接到了其他的零部件上。

附录 D

(提示的附录)

电流限值的选择

在起草本标准中所规定的测量程序时,曾设定了设备委员会要使用的电流限值。这样做的目的是为了从 GB/T 13870.1 中选择合适的电流限值以设计图 3、图 4 和图 5 的测量网络。

这些设定基于早期的 IEC 出版物,在本附录中所给出的电流值仅是举例,以下给出的例子对设备委员会选择电流限值是有帮助的。

D1 限值示例

D1.1 心室纤维性颤动阈值

- 不设定限值；
- 若设定接触电流的限值,应选择正好低于心室纤维性颤动阈值。

D1.2 丧失摆脱能力的电流阈值

- 本标准规定了测量方法；
- GB/T 13870.1 中规定为 10mA 有效值,其频率效应见图 F3。

D1.3 反应限值

- 本标准规定了测量方法；
- 各种反应限值均在感知阈值与摆脱阈值之间。

D1.4 感知阈值

- 本标准规定了测量方法；
- 在 GB/T 13870.1 中,设定低频下的感知阈值大约为 0.5mA 有效值,其频率效应见图 F2。

D1.5 特殊应用的限值

- 本标准规定了测量方法；
- 在 GB 4943 和 GB 4706.1 中的 II 类设备使用 0.25mA 有效值(感知阈值的二分之一),其频率效应见图 F2；
- 对某些医学上的应用,规定了低于 0.25mA 有效值的限值,对于这样的应用,本标准的测量方法不可能提供准确的人体阻抗模型(见附录 E1)。

D2 限值的选择

选择限值的导则和人体的电流效应见 GB/T 13870.1。

直流和频率不超过 100Hz 的交流的限值,通常是以允许值的方式来表示的。本标准中所规定的测量方法就摆脱电流、反应电流、感知电流和某些特殊应用限值的测量来说是相同的。测量网络考虑到了较高频率的电流对人体的作用,并模拟了人体阻抗随频率增高而降低的情况,以电流的峰值确定摆脱电流、反应电流和感知电流限值。对于电灼伤有意义的是有效值。在本标准的范围内,频率对电灼伤的影响是忽略不计的。

对于大多数设备,心室纤维性颤动的限值(D1.1)尚未作深入的考虑。

对于可握紧的零部件,除考虑电灼伤以外,摆脱电流阈值的最大限值大约是 10mA 有效值(14mA 峰值)(D1.2)。然而,电灼伤只是在高频情况下才变成为主要的因素。某些 IEC 出版物规定了低频限值最高到 10mA 有效值(14mA 峰值)。在 0.5mA 和 10mA 有效值(0.7mA 和 14mA 峰值)之间的电流虽能引起人的神经刺激和不自主的肌肉反应,但是可预料通过人体的这一电流不会直接对人有伤害,因此该电流可以说是次要安全危险。在单一的故障条件(例如:不良的接地连接)下,该电流通常认为是容许的。

对于握不紧的零部件,只要电流限值远低于心室纤维性颤动阈值,则可使用高于 10mA 有效值(14mA 峰值)的电流限值,在小面积接触的专用人体模型未研究出之前(将来的工作),测量可使用图 4 的感知电流、反应电流的测量网络。

如果规定了感知电流限值(例如:0.5mA 有效值或 0.7mA 峰值),人将不会感到电流存在,因而不大可能出现不自主的反应。通常将该限值规定为正常工作条件下的限值。在其他 IEC 出版物中低频接触电流的限值是基于如下的考虑:

- 小于或等于 0.5mA 有效值(0.7mA 峰值);

在可能产生严重后果(例如:人从梯子上掉下或设备的摔落)的场合,为避免不自主反应的需要;

若使用者对电流特别敏感或由于环境或生物(学)的原因有危险的情况下,需要用低于 0.25mA 有效值(0.35mA 峰值)的限值。

——不大于 10mA 有效值(14mA 峰值);

- 感知和某些反应是容许的,甚至还可用作第一次故障的指示;
- 某些人(例如:使用设备的那些人)可具有 10mA 有效值(14mA 峰值)的摆脱电流阈值;
- 其他人(例如:一些妇女和儿童们)的保护可能要求低于 10mA 有效值(14mA 峰值)的摆脱电流阈值;
- 某些单一的故障条件下的限值有理由认为可高达 10mA 有效值(14mA 峰值),而 0.5mA 有效值(0.7mA 峰值)的限值则适用于正常的(无故障)条件。

某些类型的设备在开始接通电源时,可能有高的初始接触电流,但随着设备的运行,该电流迅速减小。

D3 接触电流的电灼伤效应

一般没有一个在所有情况下都能防止电灼伤的能被接受的接触电流的限值。已知其他参数(例如:人体的接触面积和接触的持续时间等)是相互关联的,这些参数之间的关系需要进一步研究。当确定安全限值时,他们可能要用两个或两个以上的这些参数。

本标准规定了电灼伤效应的接触电流的测量方法(见 7.2)。

IEC 出版物已经使用了如下的限值

——GB 4793(IEC 348):70mA 峰值;

——IEC 1010:500mA 有效值(在故障条件下)。

有研究报告表明:在电流(有效值)密度约为 300~400mA/cm² 的情况下,开始出现皮肤表皮灼伤。

附录 E

(提示的附录)

用于测量接触电流的网络

本附录中给出的电流值仅是示例。

E1 人体阻抗网络——图 3

图 3 的网络的用途是:

- 1)模拟人体的阻抗;
- 2)如果人体以可能的方式触及设备,网络将提供可能流过人体的电流的测量值。

R_b 为模拟的人体内部阻抗。

元件 R_s 和 C_s 模拟两接触点间总的皮肤阻抗。 C_s 阻抗是由皮肤接触的面积来决定的,对于较大的接触面积,可以使用较大的值(例如:0.33μF)。

对 0.14mA 峰值以上的电流,推荐使用图 3 的网络。有关电灼伤的接触电流是用 U_1 有效值除以 500Ω。

E2 感知电流、反应电流测量网络(含人体阻抗)——图 4

人体对电流的感知和反应是由流过人体内部器官的电流引起的。

R_b 为模拟的人体内部阻抗。

为了准确测量这些效应,要求对感知电流和反应电流随频率变化进行研究和补偿。对于引起感知或不自主的反应的电流,图 4 的网络模拟了人体阻抗,并且给出了加权值,以符合人体(阻抗)的频率特性。

为了设计测量网络,假定在正弦、混合频率正弦和 50Hz 或 60Hz 的非正弦交流下,大约 0.7mA 峰值即可感知,对于电流从 0.14mA 峰值到相应的电灼伤效应的限值,该测量网络都是适用的。

对于较高限值电流的测量,如果涉及到摆脱能力,则该网络将因为考虑到摆脱电流对不同频率的加权而使网络使用受到限制(见 E3 章)。

对于感知和反应的接触电流,测量交流值是用 U_2 峰值除以 500Ω ,测量直流值是用 U_1 除以 500Ω 。

E3 摆脱电流测量网络(含人体阻抗)——图 5

人体丧失摆脱能力是由于流过人体内部(例如:通过肌肉)的电流所致。

但是,摆脱电流限值的频率效应不同于感知电流、反应电流或电灼伤电流的频率效应,特别是频率在 1kHz 以上时更是如此。

图 5 的网络模拟人体阻抗,并额外加权以模拟人体对电流的频率效应。该电流应能引起肌肉收缩,丧失摆脱可握紧零部件的能力。表示摆脱阈值的接触电流是用 U_3 峰值除以 500Ω 。

如果满足如下三个条件,才能使用图 5 的摆脱电流网络(使用图 4 测量网络的除外):

- 1)存在的电流是交流,而且在 50~60Hz 情况下的限值是大于 2.8mA 的峰值;
- 2)设备上有一个可握紧的零部件;
- 3)可以预料到,由于电流通过手和胳膊,因而很难将可握紧零部件摆脱掉。

可握紧零部件不难摆脱掉的原因包括:

- 零部件的大部分由绝缘材料构成;
- 零部件(例如:一根细线)由于人的反应动作而断裂;
- 零部件(例如:插入式探头)很易于摆脱。

附 录 F

(提示的附录)

测量网络的限制和结构

图 3、图 4 和图 5 的网络都是用来产生一个可以测量的电压响应,该电压响应近似于图 F1、图 F2 和图 F3 给出的曲线。网络和所提供的参考曲线除了为简化测量电路,在 300Hz~10kHz 之间的曲线拐点允许有一点偏差外,一般是与 GB/T 13870 中所公布的曲线相符合的。

对于频率加权接触电流的测量网络,设计至少可用到 100kHz。

若规定了电灼伤的限值,也要在没有频率加权的情况下测量接触电流。如果超过电灼伤电流极限有效值先于超过感知、反应和摆脱的加权峰值电流限值,则使用电灼伤所确定的标准判据。如果发生电灼伤,通常也只是在 30~500kHz 的范围内,并取决于电流的波形和所使用的限值。如果上述这些频率不是主要分量,则不必测量电灼伤限值。

频率因数 = $\frac{\text{实际的接触电流}}{\text{指示的接触电流}}$

——图 3 的网络
(常数=1)

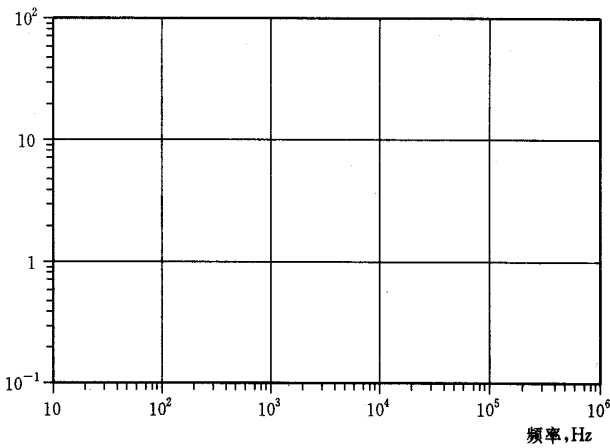


图 F1 电灼伤电流的频率因数

频率因数 = $\frac{\text{实际的接触电流}}{\text{指示的接触电流}}$

——图 4 的网络
GB/T 13870

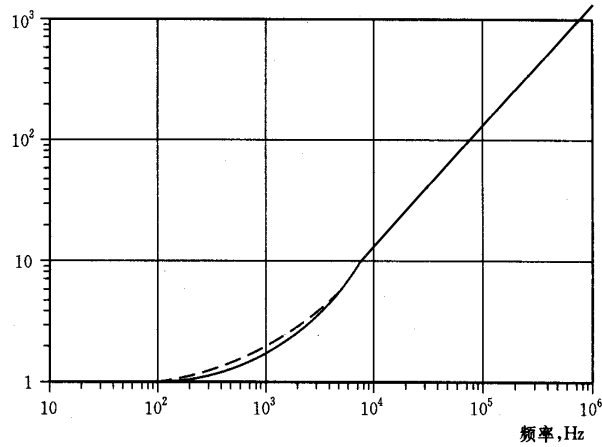


图 F2 感知电流/反应电流的频率因数

频率因数 = $\frac{\text{实际的接触电流}}{\text{指示的接触电流}}$

——图 5 的网络
GB/T 13870

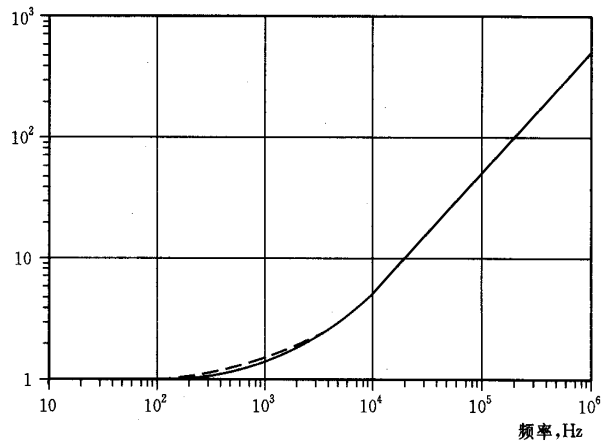


图 F3 摆脱电流的频率因数

附录 G

(提示的附录)

测量值的容许误差

本附录的目的是要设备制造者将设备的接触电流减至最低限度。考虑由于元器件的容差、寿命、使用和环境的因素对接触电流有影响,所以设备接触电流不能设计成接近限值。这类设备的制造者应牢牢记住,如下的因素会引起测量结果变化:

- 1)实际测量的精确度(误差 $\pm 2\%$);
- 2)实际的元件值(在 50~60Hz 下,误差大约为 $\pm 0.2\%$;在较高频率下,误差大约为 $\pm 2\%$);
- 3)在高频下,引线的寄生分量和试验室的环境;
- 4)电磁干扰。

附录 H

(提示的附录)

可握紧的零部件

H1 可握紧的零部件

在本标准中使用了“可握紧的零部件”的概念(见 5.1.2 中测量网络图 5 的使用条件),在 3.4 中给出了定义,但是对于确定某零部件是否是所定义的可握紧的零部件,则没有给出确切的规定。

3.4 中所提出的定义在大多场合是明确的,但往往希望有一个统一的标准。

在 IEC 中还没有就可握紧的零部件的规定取得统一的意见,为了有助于进一步研究并仅作为一个实例,在附录 H2 中给出了提议,本标准不要求使用这个装置。

H2 试验装置实例

为了确定一个零部件是否是可握紧的零部件,可用图 H1 的可握紧零部件的试验装置来进行可接触性的试验。试验装置可从任何一边手可以抓住的任何位置上包裹被测零部件,如果满足如下的条件,该零部件就是可握紧的零部件:

- 1)对于为了抓紧必须用手握住的零部件:
 - 在该零部件和任何其他零部件之间,至少应有 12mm 使手伸进去的空间;
 - 空间至少应有可使手伸进去的 60mm 宽;和
 - 试验装置(图 H1)的两个末端应相碰或重叠。
- 2)对于手不能完全包裹的零部件(如较大的管状物或旋钮),可握紧零部件的试验装置在沿其纵向围绕被试零部件时,在其末端应留有小于 30mm 的间隙,可不考虑末端间隙的材料。
- 3)当(测试装置)围绕的是个平面时,沿手指抓握的方向,越过平面的距离不应超过 100mm。

H3 基本原理

在对可握紧的零部件得出定义和标准判据时,考虑如下几条:

H3.1 可握紧零部件的试验装置应能代表具有这样一些参数的手。这些参数包括手的厚度、最小手指长度、最小手掌宽度,包括大拇指的最小宽度,最大手掌长度和总的外形长度。此外,试验装置应可以向两面弯曲,以模拟右手和左手抓握。

图 H1 的试验装置如用 12mm 厚的挠性泡沫塑料制造时,从容易得到的可用材料中完全可以满足

这个要求。

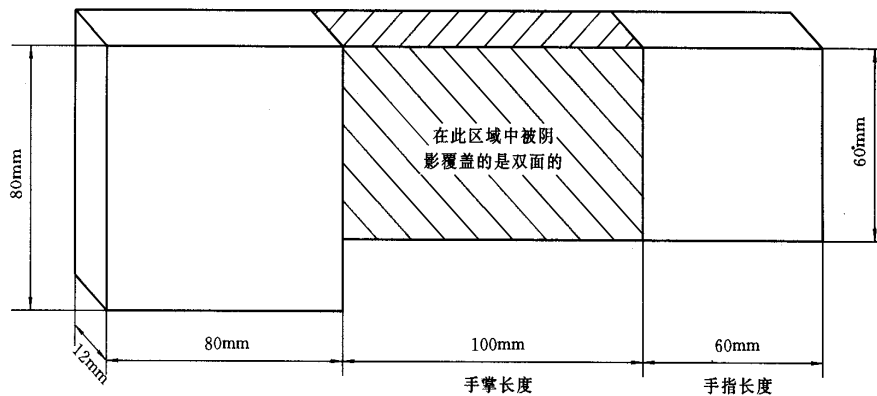
H3.2 对于无意识抓握,需要考虑的是在手掌附近的 60mm 长的最小接触长度。人应能够从较小的零部件上摆脱,例如:Q₉ 射频同轴连接器(BNC 连接器),尽管此零部件上的电压可能引起高于摆脱限值的电流。

H3.3 不能摆脱的最大围绕距离被认为是手的长度加上 30mm。对为防止滑脱需要用足够的力才能抓住的大部件不能认为是可握紧的。

H3.4 大于 100mm 手掌长度的平坦表面,如果为防止滑脱必须用足够的力抓握的,则不认为其是可握紧的。

H3.5 当两个或两个以上的零部件安装在一起,如果零部件的组合满足可握紧零部件的所有判据,可认为是一个可握紧的零部件。

H3.6 不满足可握紧零部件的判据的可触及零部件,可按大面积或小面积的可触及零部件评价,由于不会发生不能摆脱这种情况,所以该可触及件可具有稍高的接触电流值。



材料:挠性泡沫塑料板,12mm 厚。

图 H1 可握紧零部件试验装置

附录 J

(提示的附录)

参 考 标 准

GB 4706.1—1992 家用和类似用途电器的安全通用要求(idt IEC 335-1:1976)

GB 4793—1984 电子测量仪器安全要求(eqv IEC 384:1978)

GB 4943—1995 信息技术设备(包括电气事务设备)的安全(idt IEC 950:1991)

IEC 1010:1990 测量、控制和试验室用电气设备的安全要求