



# 中华人民共和国国家标准化指导性技术文件

GB/Z 22721—2008/IEC/TR 62350:2006

---

## 正确使用家用和类似用途剩余电流动作 保护电器(RCD)的指南

Guidance for the correct use of residual current-operated protective  
devices (RCDs) for household and similar use

(IEC/TR 62350:2006, IDT)

2008-12-30 发布

2009-10-01 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 .....	I
引言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 有关 RCD 保护可用性的一般信息 .....	2
5 有关产品对保护可用性作用的信息 .....	4
6 装有 RCD 的电气装置的保护可用性 .....	5
7 有关现场安装和使用 RCD 的信息 .....	8
附录 A (资料性附录) 有助于保护措施可用性的一般图示 .....	13
附录 B (资料性附录) 选自 IEC 的术语和定义 .....	14
附录 C (资料性附录) 可能的故障电流下 RCD 动作 .....	16
附录 D (资料性附录) 试验按钮的使用示例 .....	18
参考文献 .....	19

## 前 言

本指导性技术文件等同采用 IEC/TR 62350:2006《正确使用家用和类似用途剩余电流动作保护电器(RCD)的指南》，在格式上按 GB/T 1.1—2000 的要求，做了编辑性修改。

本指导性技术文件的附录 A、附录 B、附录 C 和附录 D 均为资料性附录。

本指导性技术文件由中国电器工业协会提出。

本指导性技术文件由全国低压电器标准化技术委员会(SAC/TC 189)归口。

本指导性技术文件负责起草单位：上海电器科学研究所(集团)有限公司。

本指导性技术文件参加起草单位：南京电力高等专科学校、施耐德电气(中国)投资有限公司、德力西电气有限公司、环宇集团有限公司、北京人民电器厂。

本指导性技术文件主要起草人：刘金琰、周积刚。

本指导性技术文件参加起草人：李家贤、冯丁、黄蓉蓉、李丽芳、赵志群。

本指导性技术文件为首次发布。

## 引 言

本指导性技术文件的目的是从优化 RCD 提供的保护长期可用性的角度,给设计者、制造商、安装者、用户以及对固定电气装置中负责 RCD 选择、安装和使用的维护人员提供指南和信息。

在最近的 40 年里,IEC 技术委员会(尤其在 SC 23E 内部)比较和使用了由制造商、试验室、安装者、用户和安装机构积累的经验,IEC 通过修订 RCD 标准,在 RCD 可靠性方面取得了进展。围绕这个目标,已对这些 IEC 标准中的技术要求和试验进行增加和改进。当 SC 23E 决定引入诸如模拟 RCD 老化的 28 天环境试验等技术要求时,就取得了相当大的进步。

需要通告用户、安装者和 IEC 其他委员会的是,同早期的 RCD 相比,虽然符合相关 RCD 标准的 RCD 可靠性已取得了实质性改进,但由 RCD 提供的保护可用性与许多参数有关,不仅与 RCD 本身有关,还与安装和使用环境有关。

本指导性技术文件全面地确定和阐述了影响 RCD 保护可用性的主要因素,以便进一步促进 RCD 使用时可靠运行,并增强由此电器提供的有价值的保护功能。为了逐步实施通过出版本指导性技术文件所已完成的工作,SC 23E 将继续监控这个重要的领域(可靠性)。

附加信息:在 TC 64 和 SC 23E 官员之间举行的会议中,确认本指导性技术文件与 TC 64 的标准没有矛盾,而且本指导性技术文件的目的是为了提供信息,以更好地理解 and 正确使用 RCD。

# 正确使用家用和类似用途剩余电流动作 保护电器(RCD)的指南

## 1 范围

本指导性技术文件提供了由符合家用和类似用途的国家标准的剩余电流动作保护电器(RCD)提供的保护可用性的概要。本指导性技术文件重点描述了影响保护可用性的主要参数,并提供了关于如何安装和使用 RCD 的信息以及安装后的环境条件。

本指导性技术文件给出了固定电气装置中有关保护可用性以及在使用期间(安装和维护)如何高水平保持保护可用性的一般信息;本指导性技术文件的制定有益于各标准化技术委员会、安装者、检查者和用户。

注 1: 术语 RCD 是一个适用于当剩余电流等于或超过 RCD 的额定剩余动作电流  $I_{\Delta n}$  时能自动断开的产品族的通用术语。该通用术语通常适用于:

RCCB——不带过电流保护的剩余电流断路器;

RCBO——带过电流保护的剩余电流断路器;

SRCD——插座剩余电流电器;

PRCD——移动式剩余电流电器。

RCCB 与 RCBO 的区别在于 RCBO 增加了过电流保护功能,而 RCCB 对过电流无保护功能。

注 2: PRCD 不被视为固定电气装置的一部分,因此不在本指导性技术文件的范围之内。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本指导性技术文件的引用而成为本指导性技术文件的条款。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指导性技术文件,然而,鼓励根据本指导性技术文件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指导性技术文件。

GB 16895(所有部分) 建筑物电气装置

GB/T 16895.16—2002 建筑物电气装置 第 4 部分:安全防护 第 44 章:过电压保护 第 444 节:建筑物电气装置电磁干扰(EMI)防护(IEC 60364-4-444:1996, IDT)

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(IEC 60364-5-51:1997, IDT)

GB 16916(所有部分) 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)

GB 16916.1—2003 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(IEC 61008-1:1996, MOD)

GB 16917(所有部分) 家用和类似用途的带过电流保护的剩余电流动作断路器(RCBO)

GB 16917.1—2003 家用和类似用途的带过电流保护的剩余电流动作断路器(RCBO) 第 1 部分:一般规则(IEC 61009-1:1996, MOD)

GB/T 17045—2006 电击防护 装置和设备的通用部分(IEC 61140:2001, IDT)

GB 18499—2008 家用和类似用途的剩余电流动作保护器(RCD) 电磁兼容性(IEC 61543:1995, IDT)

IEC 60364-4-44:2001 建筑物电气装置 第4-44部分 安全防护 电压扰动和电磁扰动防护

IEC 61008-1:1996+A1:2002+A2:2006 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

IEC 61009-1:1996+A1:2002+A2:2006 家用和类似用途的带过电流保护的剩余电流动作断路器(RCBO) 第1部分 一般规则

### 3 术语和定义

见附录 B。

## 4 有关 RCD 保护可用性的一般信息

### 4.1 RCD 保护的可用性

RCD 保护的可用性是在适当的电气装置内和给定条件下,在一个给定的时间周期内执行所要求的保护功能的能力。RCD 保护可用性不只受设备限制,而且还包括电气装置的技术参数,例如 PE 的连续性、合适的接地电阻值、绝缘电阻和环境条件等。

注 1: 建议电气装置的周期性验证包括电气负载的验证和组装有 RCD 的设备验证。验证之后,采取合适的修正措施,如修理装置或更换故障设备等。

当在同样的装置内考虑同一种类的 RCD 时,RCD 保护可用性的值可以用百分数的形式来表示,或者表示单台 RCD 在一限定的时间段后执行保护功能的概率。

注 2: 保护是指当需要动作时按所要求的功能动作,不要求动作时不动作。

注 3: 保护措施的可性与用户的实际需要相适应。

图 1 表示如果电气装置不进行验证,RCD 的保护可用性将降低。例如如果经过一段时间后接地电阻增加,用于间接接触保护的 300 mA 的 RCD 可能不会脱扣。

图 2 表示在电气装置周期性验证时,如果采取适当的修正措施,例如更换故障设备,RCD 保护可用性恢复到 100%。

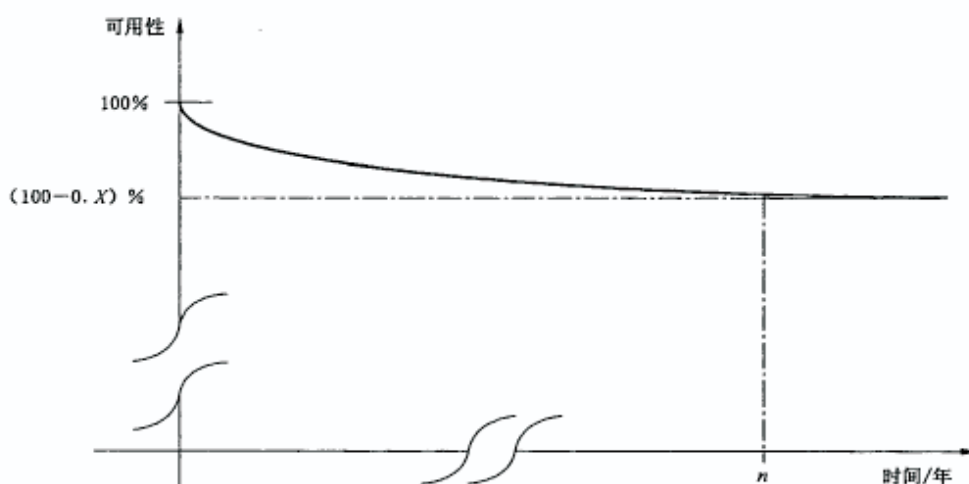
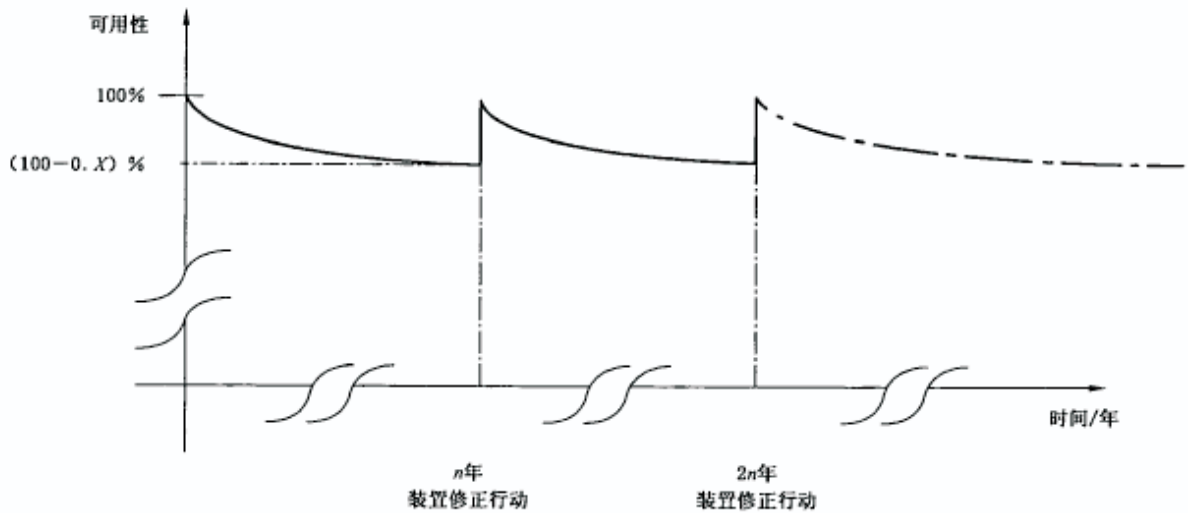


图 1 在电气装置内没有修正措施的理论上的保护可用性



注：本图是基于图 3 的假设，假设在使用寿命期间失效率是恒定的。

图 2 周期性验证期间，在电气装置内有修正措施的理论上的保护可用性

#### 4.2 RCD 动作失效

RCD 动作失效是指本该动作却没有按预期要求动作。

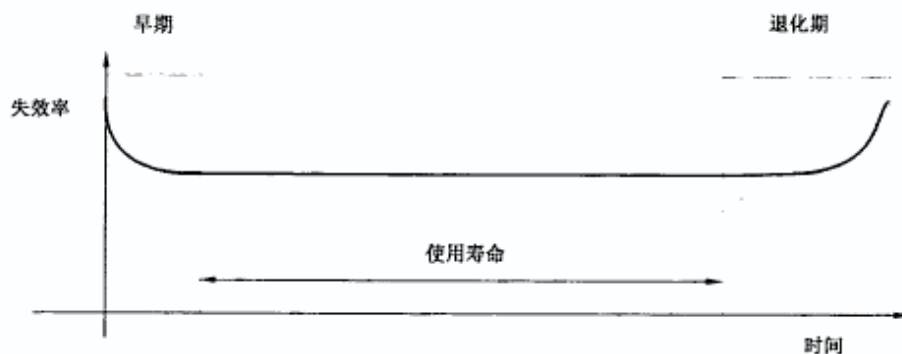
#### 4.3 失效率

在给定时间内，动作失效发生的概率。

#### 4.4 使用寿命

在给定条件下，从开始使用到失效水平达到不可接受时的时间间隔。见图 3。

注：由于特定的运行条件的影响，RCD 的使用寿命不能以小时或年表示。耐久性试验、短路试验和加速寿命试验等是常规的评估预期使用寿命的方式。



注：在使用寿命周期结束时，失效率增加，保护可用性只能由更换的 RCD 来保证。

图 3 失效率和使用寿命

#### 4.5 可用性调查

已经出版了几个有关多年来在许多国家及各种型式的电气装置中安装 RCD 的调查报告。

这些调查分析突出了以下主要信息：

- 在随后的试验室试验时，发现高达 50% 的“故障”RCD 功能是完好的，这些失效是由安装条件引起的，如安装缺陷、接线错误等。
- 许多 RCD 安装在对环境条件缺乏应有重视的农舍的电气装置中，其使用的环境条件比家用和类似场所中的条件更为严酷。
- 气候和电磁环境条件是主要的影响因素。值得注意的是，在相关 RCD 标准规定的条件范围外

使用的 RCD,失效率会明显增加。

上述研究大部分涉及:

- 安装在电气装置中 20 年以上的 RCD。
- 没有被现行 RCD 标准所包括的 RCD。大部分被试 RCD 是在规定 EMC 要求的 IEC 61543:1995 出版之前安装的,1996 年以前的 RCD 没有经过完整的 EMC 试验验证。

## 5 有关产品对保护可用性作用的信息

### 5.1 符合 RCD 标准的作用

#### 5.1.1 概述

涵盖预期用于家用和类似用途 RCD 的相关国家标准如下:

- 用于家用和类似用途的 RCCB 的 GB 16916;
- 用于家用和类似用途的 RCBO 的 GB 16917;
- 用于 RCD 的电磁兼容性要求的 GB 18499。

制造商必须确保所有生产的 RCD 符合相关的产品标准,这种符合性可以通过以下措施得到保证:

- 型式试验合格评定(制造商自我声明或认证);
- 按标准要求的常规试验。

安装者和用户应该只使用完全符合相关标准的 RCD。

相关 RCD 产品标准中给出了 RCD 的额定参数,除了这些产品标准规定的容许偏差以外,不能超过 RCD 的额定参数。超出 RCD 规定的额定参数运行,很可能导致 RCD 损坏并损害保护功能的可用性。

#### 5.1.2 标准的环境条件对保护可用性的作用

符合 GB 16916、GB 16917 和 GB 18499 的 RCD 预期使用在家用和类似用途的正常户内条件下:

- 极限温度范围不超过  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,基准值为  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  时相对湿度不超过 50%;
- 大气压强保持在  $(70\sim 106)\text{ kPa}$  范围内(海拔  $\leq 2\ 000\text{ m}$ )<sup>1)</sup>;
- 大气质量一般预期为家用条件,无腐蚀气体并有足够的通风;
- 外磁场在任何方向不超过地磁场的 5 倍。

#### 5.1.3 标准化的试验对保护可用性的作用

在其使用寿命期间以及在预见的使用条件下,RCD 保护可用性可认为通过各个不同的型式试验程序中特定的试验(见下面关于 GB 16916 的列表)来验证。

这些特定要求和试验或模拟 RCD 的老化,或对生活期间随时可能产生的各种应力的耐受能力进行验证:

- 标志;
- 机构;
- 自由脱扣机构;
- 耐热性;
- 绝缘冲击耐压;
- $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$  时的可靠性;
- 电子元件的老化;
- 机械和电气耐久性;
- 误脱扣;
- 额定剩余接通和分断能力  $I_{\Delta m}$  下的性能;

1) IEC 原文可能有误,采标时将“ $<2\ 000$ ”改为“ $\leq 2\ 000$ ”。



- 试验装置；
- 在过电流条件下的不动作电流；
- 额定限制短路电流  $I_{nc}$  下的协调配合；
- 额定接通和分断能力  $I_m$  下的性能；
- 额定接通和分断能力  $I_m$  下的协调配合；
- 额定限制剩余短路电流  $I_{dc}$  下的协调配合；
- 可靠性(气候试验)。

EMC 要求, GB 18499:

- $\mu$ s 级和 ms 级单向传导瞬变；
- 高频电压传导和辐射；
- ns 级单向传导瞬变(脉冲群)；
- 静电放电。

## 5.2 设计和制造的作用

### 5.2.1 概述

电器的可靠性基本上是一个设计参数,例如制造商规定的技术性能,也能受到电气装置条件的影

响。制造商必须采用那些说明对可靠性有影响的机械、电气、软件及其他因素的设计理念。

另外,制造商可以采取下列措施:

- 追随试验(正如 GB 16916.1 和 GB 16917.1 附录中规定的)(制造商声明或认证)；
- 质量保证(符合 GB/T 19000 系列标准)<sup>2)</sup>；
- 持续改进。

### 5.2.2 机械和电气设计

所有 RCD 包含电路和机构部件,并且也可能包含电气和电子元件,所有这些部件和元件均对保护功能有影响。

这样的电路、机构和元件可能对温度、湿度和电压应力敏感。只要设计和制造合理,这些部件能承受在相关标准所规定的家用和类似条件下正常使用所预期的温度、湿度、腐蚀和电压应力。

## 6 装有 RCD 的电气装置的保护可用性

### 6.1 一般考虑

虽然由 RCD 或其他电气设备提供的保护可用性与良好的设计和高质量的制造有关,但也必须认识到 RCD 不是单独使用,而是构成电气装置的一部分。

电气装置安装和使用因素可能影响电气设备(例如 RCD)安装以后保护的可用性或正常运行。这种可用性不能通过产品标准中的试验得到验证,因而要求对电气装置进行周期性验证。

按 GB 16916 或 GB 16917 试验过的 RCD,预期由非熟练人员和未受培训的人员使用,安装在无须维修的电气装置或设备中。尽管如此,最好对电气装置进行定期验证,包括 RCD 的验证,以保持高水平的保护可用性(见图 2)。

- 安装后用来检查 RCD 正确脱扣的设备应小心使用,因测量可能会受到与安装有关参数的影响。对某些看上去不起作用的 RCD 的分析表明,实际上是接线错误或安装不正确。
- 环境条件对 RCD 的老化和保护的可用性有相当大的影响,RCD 在指定范围之外的操作和使用可能会降低它动作的正确性和可靠性。这样的环境条件可包括:高湿度、极端的温度、腐蚀性气体的存在、高闪电平、反复过电压、振动等。

2) 原文未将 ISO 9000 系列标准在规范性引用文件中列出,采标时将相应的国家标准增列入参考文献。

——电源的质量也能影响 RCD 的老化,电压偏差、暂降、频率、正弦波畸变等都应考虑在内。

电气设备(例如 RCD)的过度运行或非正常使用,会降低保护的可用性。因此,若非正常使用,应更换 RCD。过度运行或非正常使用的例子有:

- 快速连续地多次重复闭合(如为了确定电气装置中的故障位置);
- 在潮湿环境下使用无合适外壳的 RCD;
- 超过规定限值之外的温度;
- 过度的冲击或振动。

基于上述考虑及由于大量影响 RCD 正确运行的参数,就可以理解要以年或月来预测 RCD 的预期寿命是不可能的。

尽管如此,RCD 用户也应理解到,虽然根据 GB 16916 或 GB 16917 试验过的 RCD 被认为是可靠的,并无须维修,但也无法提供永久的保护。考虑保护可用性的所有方面,因此重要的是:

- 当交付使用时,检查电气装置,包括 RCD 功能。
- 在电气装置寿命期内,定期验证电气装置、电气负载和电气设备,包括 RCD。更换损坏的负载和电气设备,包括 RCD。
- 根据使用或电气装置的状况,考虑在一定的年限以后,更换负载或电气设备,包括 RCD。

建议考虑更换按照 1996 年前公布的 IEC 标准,或没有根据气候试验(如 28 d 试验)进行试验的 RCD,因为这样的 RCD 不大可能设计成能满足以后标准和试验的更严酷的要求。

## 6.2 关于正确使用试验按钮的建议

RCD 上的试验按钮提供了快速而简捷的在 RCD 内模拟故障电流的方法,用于检查 RCD 动作功能。操作试验按钮时 RCD 脱扣,表明 RCD 能正确动作。由于电气装置可能影响测试,采用任何外部手段试验 RCD 应小心。

注:有几个报告提及在电气装置内试验 RCD 有时是困难的,因为电气装置可能会影响结果。现场研究表明,在电气装置试验时 RCD 初看起来被认为有故障,但拆下来再试验时却工作完好。电气装置的对地泄漏电流(如通过电子负载的滤波器或电缆的对地电容)对试验结果会有很大的影响。当用外部设备试验 RCD 时,电气装置的特性也需要考虑在内。

当电气装置进行定期验证时,建议使用试验按钮。在 RCD 上和/或 RCD 邻近处的标志应突出此建议。试验按钮的使用示例参见附录 D。

## 6.3 在电气装置内试验 RCD 保护可用性的建议

RCD 的下端电路可能有固有泄漏,负载泄漏,储能或中性线异常接地故障,这会影响试验结果,增加测量的脱扣时间。

注 1:为了可靠地测量 RCD 的性能,强烈建议断开所有连接到 RCD 电路下端的负载。在某些情况下,RCD 下端电缆的长度很长,应考虑由于电缆电容产生的固有泄漏电流。

注 2:优先采用符合 IEC 61557-6 的 RCD 试验设备。

试验电流应施加于 RCD 的进线端和出线端之间。

RCD 可能包含某些元件,例如 SPD,其可能通不过绝缘试验并且耐受电压可能低于直流 500 V。有些 RCD 可以在中性线和接地之间有电子电路。

由于以下两个原因,在一个相线端子与地之间进行的试验是不适合的:

- 在 PE 断开的情况下可能是危险的;
- 由于电气装置的特性可能会导致错误的测量。

所以,应按照有关产品标准程序进行测量。

应由熟练人员操作使用 RCD 试验设备和仪器进行测试。

注 3:熟练人员是有相关的教育和经验、能确保其避免危险并防止电可能产生危险的人。

在本指导性技术文件范围内,熟练人员也是具有必要的实践和理论技术的人,已经通过培训获得资格、经验或上述的综合能力,以便正确地承担现场 RCD 试验。

——熟练人员应：

- 1) 根据本指导性技术文件提供的信息能安全有效地使用试验设备；
- 2) 对电危险有很好地了解，因而能正确地识别检查和试验的需求；
- 3) 熟悉 I 类和 II 类设备的结构，了解术语：基本绝缘、加强绝缘和双重绝缘，保护接地和接地连续性，绝缘电阻和对地泄漏电流的含义；
- 4) 熟悉 RCD 相关产品标准的应用和要求；
- 5) 跟踪可获得的试验仪器和被检测设备的技术发展。

除非制造商同意，否则不宜进行绝缘电阻试验；若同意测试，相线与中线连接在一起和地之间的阻值一般不宜小于  $0.5\text{ M}\Omega$ <sup>3)</sup>。

注 4：带有功能接地(FE)连接的 RCD 的绝缘电阻不应小于  $0.1\text{ M}\Omega$ 。另一方面，需要电源闭合的移动式 RCD 和具有 FE 连接的单元可以进行泄漏电流的试验，最大值允许为  $2.5\text{ mA}$ 。(功能接地是一种与地连接，确保 RCD 在电源中线连接断开时正确地正常动作。)

## 6.4 有关 RCD 选择和安装的建议

### 6.4.1 根据接地故障电流的类型选择

建议根据应用的类型和可能出现的接地故障电流来选择 RCD。

根据对各种类型的接地故障电流确保保护的能力，RCD 分成如下不同的类型(附加信息参见附录 C)：

——AC 型 RCD

对突然施加或缓慢上升的剩余正弦交流电流确保脱扣的 RCD。

——A 型 RCD

确保下列情况下脱扣的 RCD：

- 1) 如同对 AC 型；
- 2) 脉动直流剩余电流；
- 3) 脉动直流剩余电流叠加  $0.006\text{ A}$  的平滑直流电流。

无论有无相角控制，突然施加或缓慢上升，并与极性无关。

——B 型 RCD<sup>4)</sup>

RCD 如同 GB 16916.1 或 GB 16917.1(适用时)的 A 型那样，并增加在下列情况下能确保脱扣：

- 1) 至  $1\ 000\text{ Hz}$  的正弦交流剩余电流；
- 2) 交流电流叠加  $0.4$  倍额定剩余电流( $I_{\Delta n}$ )的平滑直流剩余电流或  $10\text{ mA}$  的平滑直流剩余电流(两者取较大值)；
- 3) 脉动直流电流叠加  $0.4$  倍额定剩余电流( $I_{\Delta n}$ )的平滑直流剩余电流或  $10\text{ mA}$  的平滑直流剩余电流(两者取较大值)；
- 4) 由二相或多相产生的脉动整流直流剩余电流；
- 5) 多相电路产生的平滑直流剩余电流。

以上规定的剩余电流可以是突然施加或缓慢上升的。

### 6.4.2 根据剩余动作电流选择 RCD(灵敏度)

RCD 能提供任何值的额定剩余动作电流  $I_{\Delta n}$ ，而国家及相关标准中使用的标准值如下：

$6\text{ mA}$ 、 $10\text{ mA}$ 、 $30\text{ mA}$ 、 $100\text{ mA}$ 、 $300\text{ mA}$  和  $500\text{ mA}$ 。

注： $30\text{ mA}$  是人体电击防护所允许的最大值，而  $300\text{ mA}$  是火灾防护所允许的最大值。如使用非标准值的 RCD，不可以超过电击防护和火灾防护的极限值。见 7.4.2。

### 6.4.3 误脱扣的最小化

按照相关的产品标准，RCD 必须满足 GB 18499 规定的 EMC 要求。因此，它们对公共电网中常遇

3) IEC 原文有误。采标时将“一般宜小于  $0.5\text{ M}\Omega$ ”修改为“一般不宜小于  $0.5\text{ M}\Omega$ ”。

4) 删去“考虑中”。因为 B 型 RCD 的标准 IEC 62423 已于 2007 年出版，且下段已将 B 型 RCD 的特性描述清楚。

到的骚扰具有足够的抗扰度。然而,由于许多因素的影响,RCD 可能会出现误脱扣的现象。最通常的情况是:

- a) 电气装置中固有泄漏电流的影响;
- b) 谐波和高频泄漏电流的影响;
- c) 电气装置中瞬时剩余电流的影响(如接通和断开负载引起的);
- d) 雷击引起的电涌电流。

对上述任何一种主要因素持怀疑态度的用户或安装者应考虑到下列的可能性(见 7.3)。

——应考虑将电气装置分成几个独立电路,每一个电路由一个 RCD 保护;或减少连接到一个 RCD 上负载的长度和数量。

——若 SPD 安装在由一个 RCD 保护的电路中,应考虑其对 RCD 动作的影响。

——使用 S 型 RCD,或专门设计的滤波器装置,或使用专用的 RCD 应小心,尽可能遵照制造商随产品提供的说明书。

注:由单个 RCD 保护的插座电路中,尤其 RCD 的  $I_{\Delta n}$  小于或等于 30 mA 时,应考虑所保护插座的数量,并考虑与插座相连接的设备的特性。

## 7 有关现场安装和使用 RCD 的信息

### 7.1 有关严酷环境的一般考虑和措施

符合 GB 16916、GB 16917 和 GB 18499 的 RCD 预期使用于“家用和类似用途(见 5.1.1)”的正常室内环境。它们无须维修。

在 GB 18499 中给出了 EMC 环境要求,符合上述标准的 RCD 理所当然地能确保提供长期的保护可用性。因为特定环境条件和严酷等级组合的数量太多了,以至无法进行实际的分类,所以不可能将 RCD 按环境条件分成不同的类别。

如果 RCD 使用在不同于 GB 16916.1—2003 表 2 或 GB 16917.1—2003 表 4 所规定的条件下(例如农舍、户外使用、邻近无线电发射台、靠近海边,在腐蚀性的环境如漂白剂或其他腐蚀物质等),为避免加速老化,应采取特殊的预防措施。

为了保持高水平的保护可用性,建议核对制造商的文件,以确定 RCD 是否适合于严酷的环境条件使用,如专用的 IP 等级,高电涌额定值的 RCD。应考虑是否需要推荐附加的保护措施。

——首先,按照本指导性技术文件的建议,定期检查电气装置、外壳和设备,例如 RCD。应考虑在比通常正常环境条件下更短的内更换 RCD。

——将 RCD 安装在合适的保护壳体中以减少外部环境条件的影响,例如采用外壳,通风,加热和干燥手段。防护的结果应是相当于正常的环境条件。

注 1:对于特殊电气装置,设备或其外壳提供的最小的 IP 防护等级按 IEC 60364 第 7 部分<sup>5)</sup>(IEC 60364-7 建筑物电气装置 第 7 部分 特殊装置或场所的要求)相关条款规定。

注 2:为了减小相对湿度,加热外壳可能是不恰当的。加热系统的效率取决于通风和湿度控制。加热湿润的空气可能比什么都不做更差。干燥空气比加热更好。

### 7.2 需考虑的重要参数

#### 7.2.1 概述

下表取自 GB/T 16895.18—2002,该表详细地阐述了有关 RCD 功能和保护可用性的最重要的外部影响,同时按照家用和类似用途的外部影响提出了标准水平。

对于更严酷的条件,要注意相关判别标准的重要性,其可能损害 RCD 的功能。在此情况下,选择和

5) IEC 60364-7 的第 701、702、703、704、705、706、707、710、711、740 部分已等同转化为国家标准,相应的标准号为 GB 16895.13、GB 16895.19、GB 16895.14、GB 16895.7、GB 16895.27、GB 16895.8、GB/T 16895.9、GB 16895.24、GB 16895.25、GB 16895.26。

安装 RCD 前应听取制造商的意见。

GB/T 16895.18 分类			现行的 RCD 标准	
代码	外部影响 <sup>d</sup>	重要性 <sup>b</sup>	标准水平	相应的标准特性
AA	温度(℃)	++	AA4	-5℃~+40℃ <sup>c</sup>
AB	温度和湿度	+++ <sup>a</sup>	AB4	5%~95%
AC	海拔(m)	+	AC1	≤2 000 m
AD	水	+++ <sup>a</sup>	AD1	IPX0
AE	异物	++	AE1	IP2X
AF	腐蚀	+++ <sup>a,d</sup>	AF1	可忽略
AG	冲击	+	AG1	低严酷
AH	振动	+	AH1	低
AK	植物和霉菌生长	+	AK1	无危害
AL	动物群	+	AL1	无危害
AM	辐射(EMC)	+++	见 GB 18499	
AQ	雷击	++	AQ2	间接暴露按 GB 16895.12

<sup>a</sup> 由于对绝缘的腐蚀和影响,湿度对设备的电子、电气和机械部件表面的影响可损害其可靠性。  
<sup>b</sup> “+”号的数目表示外部影响重要性的近似评估,负号表示对保护的可用性没有影响。  
<sup>c</sup> 在有些国家,现行标准包括按照环境温度进行分类:  
 ——5/+40℃;  
 ——25/+40℃。  
<sup>d</sup> 环境试验的一个实例是 GB/T 9789—1988 规定的耐蚀试验。

### 7.2.2 识别

虽然有时使用“选择性”这个词,但在一个 RCD 的上端安装另一个 RCD,通常是用来识别的。这种识别的一般目的是确保支路的剩余电流仅引起保护该支路的 RCD 脱扣,而不使上端 RCD 脱扣,除非故障持续超过了某一设定的时间。

确保适当识别的一般规则是根据必须满足的两种条件:

- 上端 RCD 的最小不驱动时间应大于安装在下端 RCD 的最大分断时间;
- 上端 RCD 的额定剩余动作电流应至少是安装在下端 RCD 的额定剩余动作电流的 3 倍。

如在一般型 30 mA 的 RCD 的上端安装一台 S 型 100 mA 的 RCD 可以确保识别。假设故障电流为 500 mA,下端 30 mA 的 RCD 的最大脱扣时间是 40 ms,而上端 RCD 的最小不驱动时间为 50 ms,所以可确保识别。

注:也可见 IEC 60364-5-53 的 535.3。

### 7.2.3 电涌保护器(SPD)的使用

在电涌保护器工作时,由于限制电气装置中的瞬态过电压的结果,可能使大的电涌电流流入大地。

在特殊的情况下,当 SPD 连接到 RCD 的下端时,其产生的对地电涌电流会被 RCD 检测为剩余电流。在此情况下,RCD 会脱扣。为避免误脱扣,选择和安装就须考虑 RCD 的分类。

RCD 标准包括两个电涌电流的抗扰度等级:

- 一般型 RCD,最小电涌电流抗扰度波形为 200 A,0.5 μs/100 kHz;
- S 型 RCD,最小电涌电流抗扰度波形为 3 000 A,8/20 μs。

因此建议:

- 一般而言,SPD 安装在 RCD 上端(RCD 安装在 SPD 的上端可能会在预期电涌电流时动作);
- 如果 SPD 安装在 RCD 的下端,预期对地电涌电流不应超过 RCD 的抗扰度值。

注:也可见 GB 16895.22—2004 的 534.2.6。

### 7.3 避免 RCD 误动作的选择和安装的建议

#### 7.3.1 电源频率(50/60 Hz)下固有泄漏电流的影响

电路中固有泄漏电流一般是由相与地之间低绝缘水平或者是相与地之间存在滤波器或电容器而引起的。这样的固有泄漏电流可能是额定频率(50/60 Hz)的泄漏电流,也可能是谐波的泄漏电流。

对于负载连接到电源插座或由固定电气装置供电,GB/T 17045—2006 推荐了如下最大固有泄漏电流:

——对于适用于额定电流不超过 32 A 的单相或多相插头插座系统的插入式用电设备的值;

设备额定电流	最大保护导体电流
$\leq 4$ A	2 mA
$> 4$ A 但 $\leq 10$ A	0.5 mA/A(每安培 0.5 毫安)
$> 10$ A	5 mA

——对于永久连接的用电设备和固定式用电设备(两种设备的保护导体均无特殊措施)或对于适用于额定电流大于 32 A 的单相或多相插头插座系统的插入式用电设备的值;

设备额定电流	最大保护导体电流
$\leq 7$ A	3.5 mA
$> 7$ A 但 $\leq 20$ A	0.5 mA/A(每安培 0.5 毫安)
$> 20$ A	10 mA

以下是常用电器可能产生的泄漏电流电平的典型示例:

- 计算机为 1 mA~2 mA;
- 打印机为 0.5 mA~1 mA;
- 小型移动式电器为 0.5 mA~0.75 mA;
- 电传复印机为 0.5 mA~1 mA;
- 复印机为 0.5 mA~1.5 mA;
- 滤波器约为 1 mA。

计算不同电器总的泄漏电流并不是按照算术求和,而需要用 0.7/0.8 的因数修正。

因为 RCD 的动作范围通常从  $0.5I_{\Delta n} \sim I_{\Delta n}$ ,建议电路中的固有泄漏电流不超过额定频率下 RCD 的  $0.3I_{\Delta n}$ ,在泄漏电流  $> 0.3I_{\Delta n}$  情况下,建议将被保护电路分成若干个分支电路并在每个分支电路中安装一台 RCD。

带有配电中性线的 IT 系统中发生第一个故障后,固有泄漏电流会提高到 2.6 倍。

#### 7.3.2 谐波和高频泄漏电流的影响

特殊设备能产生高频泄漏电流,如电子镇流器,电机调速控制器等。

注:在某些场合,当安装的设备产生大量谐波电流时,安装滤波器或采用特殊的电路配置可能是必要的或明智的,以便将谐波电流的影响降至可承受的水平。

符合 GB 18499 可确保 RCD 对高频泄漏电流的抗扰度,GB 18499 的要求是根据 GB/T 17626.3—2006,GB/T 17626.6—1998 和 GB/T 17626.16—2007 而定的。

#### 7.3.3 瞬态剩余电流的影响

瞬态剩余电流一般通过下述方式构成对地的通路:

- 电涌保护器(SPD);

## b) 电容:

——电涌保护器,见 7.2.3;

——电容。

当相与地或中性线与地之间出现电涌电压时,电涌电流通过共模电容流向大地。雷击能感应出几千伏范围内的共模电压。开关操作也能产生很大的瞬态过电压。

在某些情况下,共模电容有 nF 级的电容值,滤波电容器能有 30 nF 左右的电容值。贯穿电气装置的电缆每米长度有 150 pF~400 pF 的电容量。

## 7.4 RCD 保护可用性和其选择的关系

### 7.4.1 选择有或无过电流保护的 RCD

产品标准认可两种主要类型的 RCD:

——符合 GB 16916 的不带过电流保护的 RCD(RCCB);

——符合 GB 16917 的带过电流保护的 RCD(RCBO)。

RCD 的选择必须考虑 RCD 下端电路的保护,以及其自身对过电流和过热影响的保护。

选择带过电流保护的 RCD(RCBO)来保护电路的场合,没必要考虑 RCD 的外部保护,因为内置过电流保护会保护 RCD。

只要 RCD 的过电流保护的额定值适合于被保护电路,RCD 内置的过电流保护也会对下端的电路提供足够的过电流保护。

在使用不带过电流保护的 RCD(RCCB)的场合,必须提供过电流保护电器以保护 RCD 和下端电路。在此情况下,就需要 RCD 与过电流保护电器之间的协调配合,有关过电流协调配合的资料见制造商的说明书。

对于单一线路的保护(1 相、2 相或 3 相),选择带过电流保护的 RCD(RCBO)提供剩余电流和过电流保护是较方便的。这种解决方法避免了上述任何协调配合的问题。

如果单个 RCD 保护几路电路的剩余电流故障,可选带过电流保护的 RCD(RCBO)或不带过电流保护的 RCD(RCCB)。对于住宅应用,这可能是一种更经济的配置,但必须用以下的一些保护措施保证过电流保护和最少的误脱扣:

——过电流保护

1) 若使用 RCBO,则其会对本身和导线提供过电流保护;

2) 若使用 RCCB,则其无过电流保护,必须保证所承载电流不能超过额定电流。RCCB 的额定值一定不能小于上端过电流设备的额定值,或下端电路断路器额定值的总和乘以同时系数(如,3×20 A MCB(小型断路器),60 A×0.9=54 A)或计算的设计电流(如一台 25 A 的 RCCB 可适用于 3×20 A 的插座电路)。

——误脱扣

1) RCD 的额定剩余动作电流应至少是固有泄漏电流的 3 倍(见 7.3.1);

2) 下端电路应分成几个支路,以避免 RCD 脱扣时整个电气装置断电,例如应确保不是所有区域的照明灯都关闭。

### 7.4.2 根据保护类型选择 RCD

RCD 能用于必须防止电路或电气装置出现危险的剩余电流的场合,这种保护的三个主要区域如下:

——火灾保护

RCD 是一种排除电气装置中引发火灾危险的泄漏电流的有效保护电器,这种电流称为电痕化电流,电痕化电流与电气装置的老化有关,其绝缘材料表面湿度降低和污染干燥可导致绝缘材料的退化及碳的沉积。

在需要火灾保护的电气装置或电路的进线端,建议使用和选择额定剩余动作电流不超过

300 mA的 RCD。在电气装置不进行维修的家用场所,强烈建议使用这种 RCD。用于火灾保护时,RCD 必须分断所有相线和中性线。为了实现与其他 RCD 的选择性,可以使用 S 型 RCD。

——故障保护(间接接触防护)

如果带电部件与地之间发生绝缘故障,剩余电流通过接地电路回流到变压器,会使外露金属部件达危险接触电压。触摸到这个带电部件的人可能面临潜在的致命电击危险。这被称作故障保护(间接接触保护)。

RCD 的选择必须遵循 GB 16895 针对不同接地系统提出的建议。一般而言,可以选择中等灵敏度的 RCD 用于这种类型的故障保护,如额定剩余动作电流不超过 300 mA 的 RCD。如果此值是合适的,可采用单台 RCD 来进行火灾保护和故障保护(间接接触防护)。

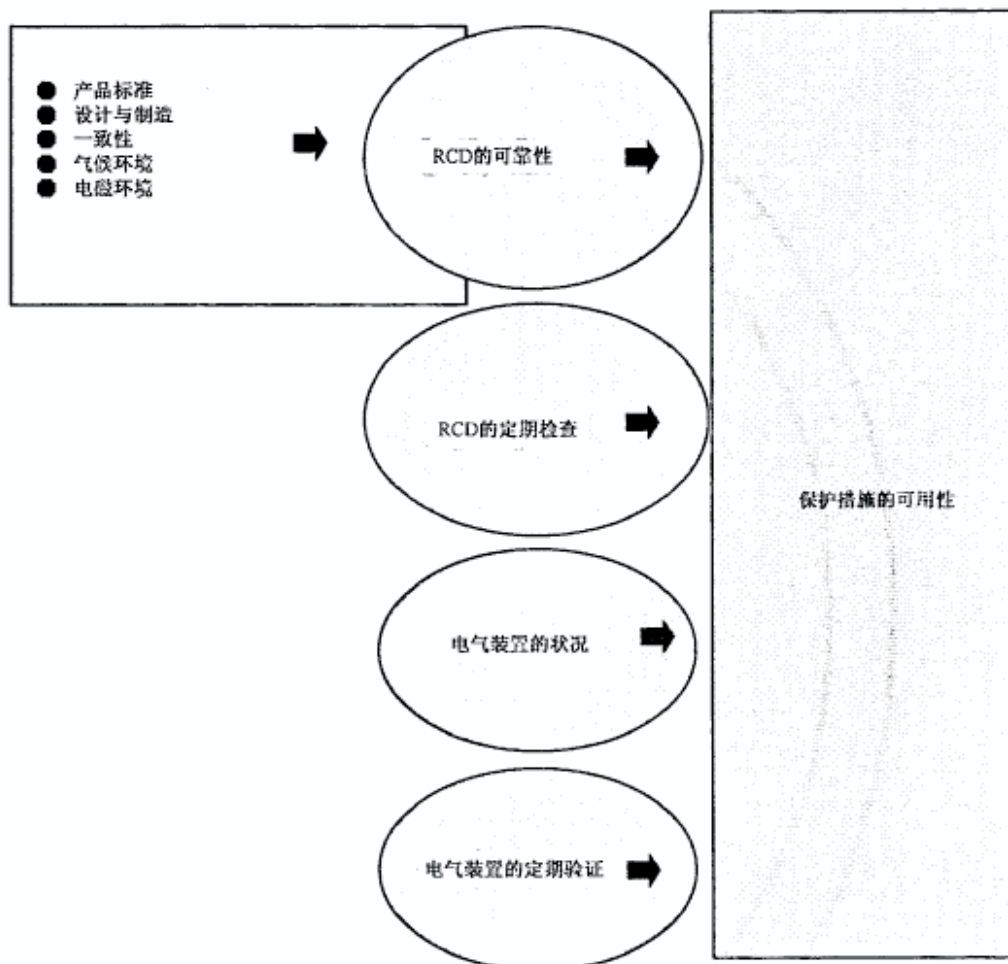
——基本保护(直接接触防护)

如果人与带电导体发生直接接触,剩余电流会流过人体。如果不迅速切断,该电流可能致人死亡。额定剩余动作电流不超过 30 mA 的 RCD 会在这样的情况下提供足够的保护(附加电击防护)<sup>9)</sup>

在家用场合,在电气装置进线端使用的 30 mA 的 RCD 能够提供有效的保护,包括火灾保护、故障保护(间接接触防护)和基本保护(直接接触防护)。用于基本保护(直接接触防护)的 RCD 不应是延时型(选择性型)的。



附录 A  
(资料性附录)  
有助于保护措施可用性的一般图示



**附录 B**  
**(资料性附录)**  
**选自 IEC 的术语和定义**

**B.1**

**可信性 dependability**

描述可用性及其影响因素；可靠性、维修性及维修保障性的集合性术语。(191-02-03)

注：可信性一般用于非定量描述的场合。

**B.2**

**可用性 availability**

在要求的外部资源得到保证的前提下，产品在规定的条件下和规定的时刻或时间区间内处于可执行规定功能状态的能力。(191-02-05)

注1：可用性是产品可靠性、维修性和维修保障性的综合反映。

注2：这里要求的外部资源不同于维修资源，它对产品的可用性是没有影响的。

注3：在法国，术语“disponibilite”也用作瞬时可用性。

**B.3**

**可靠性 reliability (performance)**

产品在规定条件下和规定的时间区间内完成规定功能的能力。(191-02-06)

注1：一般假定：产品在时间区间的起点处于执行规定功能的状态。

注2：通常，可靠性能采用合适的量度来量化。某些场合，这些量度包括可靠性性能用概率来表示，也称作可靠度。

**B.4**

**失效 failure**

产品终止完成规定功能的能力这样的事件。(191-04-01)

注1：失效后产品有缺陷。

注2：“失效”是一个事件；不同于“故障”，它是一种状态。

注3：此概念不适用于仅由软件组成的产品。

**B.5**

**使用寿命 useful life**

产品在规定的条件下，从规定时刻开始，到失效密度变到不可接受或产品的故障被认为不可修理时止的时间区间。(191-10-06)

**B.6**

**(瞬时)失效率 (instantaneous) failure rate**

设产品在时刻  $t$  处于可用状态，在给定时间区间  $(t, t + \Delta t)$  内不修理产品出现失效的时间条件概率与区间长度  $\Delta t$  之比，当  $\Delta t$  趋于 0 时的极限(如果存在)。(191-12-02)

注1：瞬时失效率计算公式为：

$$\lambda(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{1}{\Delta t} \cdot \frac{F(t + \Delta t) - F(t)}{R(t)} = \frac{f(t)}{R(t)}$$

式中  $F(t)$  和  $f(t)$  分别为失效分布函数和瞬时失效概率密度,  $R(t)$  是可靠度函数, 与可靠度  $R(t_1, t_2)$  关系是  $R(t) = R(0, t)$

注 2: 瞬时失效率的估计值可以用规定的时间区间已经失效产品的数量除以时间区间的起始时刻未失效产品的数量得到。

注 3: 在英国瞬时失效率时常被称为“故障函数”(hazard function)。

#### B. 7

**保护的正確動作** correct operation of protection; correct operation of relay system (USA)

保护以预定方式启动跳闸信号或其他指令去响应电力系统故障或电力系统其他的异常情况。(448-12-01)

#### B. 8

**保护的不正确動作** incorrect operation of protection; incorrect operation of relay protection (USA)

拒动或误动。(448-12-02)

#### B. 9

**保护误动** unwanted operation of protection

在电力系统没有任何故障或其他异常情况, 或虽有故障或其他异常情况而保护不应当动作时, 保护所发生的动作。(448-12-03)

#### B. 10

**保护拒动** failure to operate of protection; failure to trip (USA)

本该动作却没有动作的保护动作失效。(448-12-04)

#### B. 11

**保护的可靠性** reliability of protection; reliability of relay system (USA)

在给定条件下的给定时间间隔内, 保护能完成所需功能的概率(448-12-05)

注: 对保护所需功能是需要动作时便动作, 不需要动作时便不动作。

#### B. 12

**保护的安全性** security of protection; security of relay system (USA)

在给定条件下的给定时间间隔内, 保护不误动的概率。(448-12-06)

#### B. 13

**保护信赖性** dependability of protection; dependability of relay system (USA)

在给定条件下的给定时间间隔内, 保护不拒动的概率。(448-12-07)

附录 C

(资料性附录)

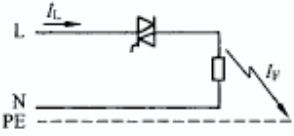

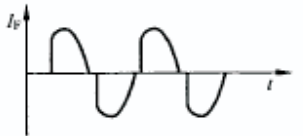
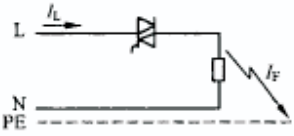
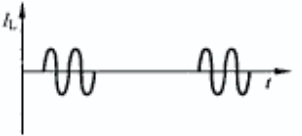
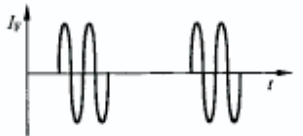
可能的故障电流下 RCD 动作

含有半导体的电路可能发生的故障电流如表 C.1 所示。

表 C.1 半导体器件连接回路中的故障电流

序号	接线	正常供电电流	故障接地电流
1	<p>单相</p>		
2	<p>单相带滤波</p>		
3	<p>三相星形</p>		
4	<p>双脉冲桥式</p>		
5	<p>双脉冲桥式,半波相位控制</p>		
6	<p>相间双脉冲桥式</p>		
7	<p>六个脉冲桥式</p>		

表 C.1 (续)

序号	接线	正常供电电流	故障接地电流
8	<p style="text-align: center;">相位控制</p> 		
9	<p style="text-align: center;">脉冲控制</p> 		

AC 型 RCD 能对表 C.1 中的图 8 和图 9 所示的接地故障电流提供保护,A 型 RCD 能对表 C.1 中的图 1、图 4、图 5、图 8 和图 9 所示的接地故障电流提供保护,B 型 RCD 能对表 C.1 中的图 1~图 9 所示的接地故障电流提供保护。

**附录 D**  
(资料性附录)  
**试验按钮的使用示例**

下列两张表中给出的信息仅作为示例。它是从各国标准中摘录的部分内容,并说明在各国的标准中是如何介绍试验按钮的使用。

电气装置的安装场所	检查和试验的时间间隔	
	由用户进行的按钮试验	
	便携式电器	固定式电器
工厂、车间,修理制造、装配、维护或生产加工的工作场所	每日,或每次使用前, 两者中取较长时间	6个月
试验室、卫生保健和教育机构、茶室、办公楼厨房	3个月	6个月
办公环境场所	3个月	6个月
租赁设备	每次租用前 每月试验	不适用
商用清洁设备	3个月	不适用
住宅区:居住场所、旅馆、供膳寄宿处、医院、招待所、汽车旅馆、宿舍等类似场所	6个月	6个月

电气装置的安装场所	验证的类型	频率
医疗场所	用等于 $I_{\Delta n}$ 的剩余试验电流进行动作验证	一年
建筑和拆除工地的电气装置	建筑工地最好6个月进行定期验证,其内容包括: ——RCD正确动作的验证	6个月(建议)
历史和艺术场所	用试验按钮进行RCD动作试验,这类RCD必须每个月操作试验按钮验证,每年用外部试验设备验证	6个月
学校	用试验按钮进行RCD动作试验; 用外部试验设备进行RCD动作试验	6个月 3年

## 参 考 文 献

- [1] GB/T 3187—1994 可靠性、维修性术语(idt IEC 60050-191:1991)
  - [2] GB/T 9789—1988 金属和其他非有机覆盖层 通常凝露条件下的二氧化硫腐蚀试验(eqv ISO 6988:1985)
  - [3] GB/T 17626.3—2006 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验(IEC 61000-4-3:2002,IDT)
  - [4] GB/T 17626.6—1998 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度(idt IEC 61000-4-6:1996)
  - [5] GB/T 17626.16—2007 电磁兼容 试验和测量技术 0 Hz~150 kHz 共模传导骚扰抗扰度试验(IEC 61000-4-16:2002,IDT)
  - [6] GB 16895.22—2004 建筑物电气装置 第5-53部分:电气设备的选择和安装 隔离、开关和控制设备 第534节:过电压保护电器(IEC 60364-5-53:2001,IDT)
  - [7] GB/T 19000 质量管理体系(系列标准)(ISO 9000 系列,IDT)
  - [8] IEC 60050-191:1990 电工术语 可信性和运行质量
  - [9] IEC 60050-826:2004 国际电工词汇 电气装置
  - [10] IEC 60364-7 建筑物电气装置 第7部分 特殊装置或场所的要求
  - [11] IEC 61557-6 交流1 000 V和直流1 500 V及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 第6部分:TT和TN系统中的剩余电流装置(RCD)
  - [12] ISO 6988:1985 金属和其他非有机覆盖层 通常凝露条件下的二氧化硫腐蚀试验
-

