



中华人民共和国国家标准

GB/T 31143—2014

电弧故障保护电器(AFDD)的一般要求

General requirements for arc fault detection devices (AFDD)

(IEC 62606:2013, MOD)

2014-09-03 发布

2015-04-01 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 V

引言 VI

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 分类 4

 4.1 根据结构类型分 4

 4.2 根据安装和连接方式分 4

 4.3 根据极数和电流回路数分 5

 4.4 提供监控信息的 AFDD 5

5 AFDD 的特性 5

 5.1 特性概要和降低火灾危险的条件 5

 5.2 额定量和其他特性 5

 5.3 标准值和优选值 6

 5.4 额定冲击耐受电压(U_{imp})的标准值 8

 5.5 与短路保护电器(SCPD)的协调配合 8

6 标志和其他产品信息 9

 6.1 标志 9

 6.2 按 4.1.1 分类的 AFDD 的附加标志 10

7 使用和安装的标准工作条件 11

 7.1 标准条件 11

 7.2 安装条件 11

 7.3 污染等级 11

8 结构和操作的要求 12

 8.1 概述 12

 8.2 机械设计 12

 8.3 电击防护 17

 8.4 介电性能和隔离能力 17

 8.5 温升 17

 8.6 动作特性 18

 8.7 机械和电气寿命 19

 8.8 短路电流下的性能 19

 8.9 耐机械冲击和撞击性能 19

 8.10 耐热 19

 8.11 耐异常热和火 19

 8.12 主电路过流时 AFDD 特性 19

8.13	由冲击电压引起浪涌电流时 AFDD 的特性	19
8.14	可靠性	19
8.15	电磁兼容 (EMC)	19
8.16	在负载侧连接各种电气器具时正确动作的屏蔽试验	20
8.17	AFD 试验装置的性能	20
9	试验程序	20
9.1	概述	20
9.2	试验条件	21
9.3	标志的耐久性试验	22
9.4	螺钉、载流部件和连接的可靠性试验	22
9.5	用于外部接线的端子的可靠性试验	23
9.6	电击防护验证	24
9.7	介电性能验证	24
9.8	温升试验	30
9.9	验证动作特性	30
9.10	验证机械和电气寿命	35
9.11	在短路情况下,验证 AFDD 的工作状况	36
9.12	验证耐机械振动和撞击	42
9.13	耐热试验	44
9.14	耐异常热和火	44
9.15	验证自由脱扣机构	45
9.16	防锈试验	45
9.17	验证过电流时,不动作电流的极限值	45
9.18	验证冲击电压产生的浪涌电流作用下 AFDD 的性能	46
9.19	验证可靠性	46
9.20	验证电子元件抗老化性能	48
9.21	电磁兼容性(EMC)	48
9.22	验证三相系统由于中性线断开引起的过电压保护	51
附录 A (规范性附录)	认证试验的试验程序和试品数量	73
附录 B (规范性附录)	确定电气间隙和爬电距离	80
附录 C (规范性附录)	短路试验中检测游离气体喷射的装置	85
附录 D (规范性附录)	按 4.1.3 分类的专门与主保护设备(CB 或 RCCB 或 RCBO)现场组装的 AFDD 的附加要求和试验	87
附录 E (规范性附录)	常规试验	91
附录 F (资料性附录)	9.10.2 中振动电弧试验的描述	92
附录 G (资料性附录)	确定短路功率因数的方法	94
附录 H (资料性附录)	端子设计示例	95
附录 I (资料性附录)	ISO 和 AWG 铜导体对照	98
附录 J (资料性附录)	AFDD 的追随试验	99
附录 K (资料性附录)	短路试验的 SCPD	102

附录 L (规范性附录)	具有连接外部铜导线的无螺纹型接线端子的 AFDD 的特殊要求	104
附录 M (规范性附录)	带扁平快速连接端头的 AFDD 的特殊要求	111
附录 N (规范性附录)	具有连接外部未经处理铝导线的螺纹型接线端子和连接铜或铝导线的 铝制螺纹型接线端子 AFDD 的特殊要求	117
参考文献		126

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准使用重新起草法修改采用国际电工委员会的 IEC 62606:2013《电弧故障保护电器(AFDD)一般要求》第 1 版。

本标准与 IEC 62606:2013 相比,主要差异如下:

- 删去了与我国无关的其他国家注。
- 删去额定电压 120 V 下的要求和试验。
- 表 1 中增加注 a。说明试验电弧电流是试验电路中发生燃弧前的预期电流,与表 3 的试验电弧电流规定相同。同时删去 9.9.2.1 中“考虑到试验过程中电弧电压值,通过施加将额定电压降低 50 V,以获取在电缆试品没有产生电弧时试验电流的调整。”一段。试验方法中凡涉及采用最低试验电流 2.5 A 的地方均改为 3 A。
- 8.2.2 增加注:3 极和 4 极的 AFDD 在研究中。
- 8.2.3 中修改了 3 处引用条款笔误,“9.7.2”改为“9.7.3”。
- 9.9.1 修改为具有多个额定频率的 AFDD,试验应在每一个频率下进行。
- 9.9.5.2 中第 2 段中将“电弧发生器”修改为“电缆试品”。同时修改图 16,将“电弧发生器”修改为“电缆试品”,其支路的 AFDD 改为 CB。
- 9.11.2.2 中修改了 6 处引用条款笔误。
- 修改图 8。将“1.27 mm”改为“3 mm”,与 9.9.3.2 的描述一致。
- 附录 E 中,对于符合 4.1.2 分类的 AFDD,补充了相关的型式试验要求。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国低压电器标准化技术委员会(SAC/TC 189)归口。

本标准负责起草单位:上海电器科学研究院、宁波习羽电子发展有限公司、上海电科电器科技有限公司。

本标准参加起草单位:杭州鸿世电器有限公司、上海西门子线路保护系统有限公司、浙江大学、施耐德电气(中国)有限公司上海分公司、巨邦电气有限公司、浙江省机电产品质量检测所、上海精益电器厂有限公司、上海电器设备检测所、苏州路美思电气有限公司、浙江正泰电器股份有限公司、中山市开普电器有限公司、上海良信电器股份有限公司、上海电器股份有限公司人民电器厂、法泰电器(江苏)股份有限公司、环宇集团有限公司、浙江天正电气股份有限公司、三信国际电器上海有限公司、北京明日电器设备有限责任公司、北京华盛安达电子有限公司、天津市华明合兴机电设备有限公司、江苏凯隆电器有限公司。

本标准主要起草人:刘金琰、周积刚、岑国训、龚骏昌、施惠冬。

本标准参与起草人:施强、包章尧、竺红卫、周磊、波官勇、袁科锋、余昉、章克强、陈景正、王先锋、邹建华、范建国、王谦、薛涵、李丽芳、侯高丰、苏邯林、冷岩、胡少英、姜和平、吴建新。

引 言

本标准的目的是对电弧故障保护电器(AFDD)规定必要的技术要求和试验程序。AFDD由专业人员安装在家用和类似场所以降低其下端电气火灾危险。

众所周知,剩余电流保护器(RCD)可以通过检测电气装置内的泄漏电流和由电痕化电流引起的对地燃弧而有效降低火灾危险。然而事实上 RCD、熔断器或小型断路器(MCB)不能降低由带电导体之间的串联电弧或并联电弧引起的电气火灾危险。

在串联电弧故障发生时,由于没有产生对地泄漏电流,因而 RCD 无法检测到这类故障。而且串联电弧的故障阻抗降低了负载电流,使得电流低于 MCB 或熔断器的脱扣阈值。在相线与中性导体之间产生并联电弧的情况下,电流仅受限于装置的阻抗。最严重的情况是偶发电弧,传统的断路器并不是为此目的而设计的。

实践经验和现有的信息证实,引发火灾的接地故障电流的均方根值不能局限于 50/60 Hz 的额定电源频率,可能包括测试 RCD 时不考虑的较高频谱。

已经认识到电气装置内部的着火危险也可能是三相电气装置中性线断开引起的过电压的结果。

本标准包括专门安装在固定电气装置一个或多个终端电路进线端的配电板上的 AFDD。

电弧故障保护电器(AFDD)的一般要求

1 范围

本标准适用于家用和类似用途的交流电路的电弧故障保护电器,以下称作 AFDD。本标准规定了 AFDD 的技术要求和试验程序。

注 1: AFDD 类似于美国的 AFCI“电弧故障断路器”。

AFDD 可由制造厂设计为:

- 具有断开机构的单一装置,能在规定条件下断开被保护电路;或
- 作为一种与保护电器组合在一起的单一装置;或
- 作为独立单元,按附录 D 与声明的保护电器现场组装。

所组合的保护电器应是符合 GB 10963.1—2005 的断路器或符合 GB 16916.1—2014、GB 16917.1—2014、GB 22794—2008 的剩余电流保护器(RCD)。

在一定条件下如果持续燃弧,由于电弧故障电流的影响,会引起着火危险。这些装置预期降低固定电气装置终端电路的火灾危险。

三相电气装置中性线断开引起的过电压,从而引起的着火,也可用此类装置来保护,作为一种附加的选择,见 9.22。

注 2: 电痕化电流引起燃弧,从而可能引起着火。

本标准适用于在规定条件下能够执行检测燃弧电流、将燃弧电流与火灾危险动作值比较以及当燃弧电流超过动作值时断开被保护电路等功能的装置。

符合本标准的 AFDD 适用于 IT 系统,带不可断开中性线的 AFDD 除外。

最大额定电压交流不超过 240 V。符合本标准的 AFDD 是由相与中性线供电。

最大额定电流(I_n)交流不超过 63 A。

本标准不包括由被保护电路以外电路供电或由电池供电的 AFDD。

AFDD 预期由非专业人员操作,不需要维修且提供隔离。

对于以下产品,可能需要特殊要求:

- 与家用或类似一般用途的插头和插座或电器耦合器组合在一起的 AFDD;
- 预期使用在 50Hz 或 60Hz 以外频率下的 AFDD。

注 3: 对于装入插头、插座的 AFDD 或专用于插头、插座的 AFDD,本标准的技术要求可以与 GB 2099.1 一起使用(适用时)。

当电源侧可能发生过高的过电压时,可能需要特殊措施(如电涌保护器)。

本标准的技术要求适用于正常的温度环境条件,这些条件适用于预期用于污染等级 2 环境的 AFDD。对于在严酷环境条件地区使用的 AFDD,可补充必要的技术要求。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅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 2099.1—2008 家用和类似用途插头插座 第 1 部分:通用要求(IEC 60884-1:2006,MOD)

GB/T 2423.4—2008 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Db:交变湿热(12 h+12 h 循环)(IEC 60068-2-30:2005,IDT)

GB/T 2424.2—2005 电工电子产品环境试验 湿热试验导则 (IEC 60068-3-4:2001, IDT)

GB 4208—2008 外壳防护等级(IP 代码)(IEC 60529:2001, IDT)

GB 4343.1—2009 家用电器、电动工具和类似器具的电磁兼容要求 第1部分:发射 (IEC/CISPR 14-1:2005, IDT)

GB/T 5465.2—2008 电气设备用图形符号 第2部分:图形符号(IEC 60417 DB:2007, IDT)

GB/T 5169.10—2006 电工电子产品着火危险试验 第10部分:灼热丝/热丝基本试验方法 灼热丝装置和通用试验方法(IEC 60695-2-10:2000, IDT)

GB/Z 6829—2008 剩余电流动作保护电器的一般要求(IEC/TR 60755:2008, MOD)

GB 10963.1—2005 电气附件 家用及类似场所用过电流保护断路器 第1部分:用于交流的断路器(IEC 60898-1:2002, IDT)

GB/T 13870(所有部分) 电流对人和家畜的效应(IEC 60479, IDT)

GB 16895(所有部分) 建筑物电气装置(IEC 60364)

GB/T 16895.10—2010 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 (IEC 60364-4-44:2007, IDT)

GB 16916.1—2014 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 61008-1:2012, MOD)

GB 16917.1—2014 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 61009-1:2012, MOD)

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 60664-1:2007, 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)

GB 22794—2008 家用和类似用途的不带和带过电流保护的B型剩余电流动作断路器(B型 RCCB 和 B型 RCBO)(IEC 62423:2007, IDT)

CISPR 14-1:2009 Electromagnetic compatibility—Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus—Part 1: Emission

3 术语和定义

GB/Z 6829—2008、GB 10963.1—2005、GB 16916.1—2014、GB 16917.1—2014、GB 22794—2008 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

注:除非另有规定,本标准中所用术语“电压”和“电流”均为有效值。

3.1

电弧或燃弧 arc or arcing

穿过绝缘介质的电气辉光放电现象,通常伴随着电极的局部挥发。

注:一个完整的正弦电流半波不视为燃弧半波。

3.2

电弧故障或燃弧故障 arc fault or arcing fault

导体之间或导体与地之间危险的非故意并联电弧或串联电弧。

3.3

电弧故障保护电器 arc fault detection device; AFDD

当检测到电弧故障时,通过断开电路来降低燃弧故障影响的装置。

3.4

电弧故障检测单元 arc fault detection unit; AFD unit

AFDD的一部分,确保检测和辨别危险的接地电弧故障、并联电弧故障和串联电弧故障的功能,并驱动断开装置动作断开电流。

注:既可以由断开机构(见4.1.1)、与AFD单元一体的保护电器(见4.1.2)断开电路,也可以由与AFD组装的保护电器(4.1.3)断开电路。

3.5

检测 detection

感知电弧故障电流存在的功能。

3.6

断开 interruption

使得AFDD的主触头自动从闭合位置转换到断开位置,从而切断其流过的电弧故障电流的功能。

3.7

接地电弧故障 earth arc fault

电流从带电导体流入大地的电弧故障。

注:在某些装置中(如TN装置),接地电弧电流可能与并联电弧电流值相近。

3.8

并联电弧故障 parallel arc fault

电弧电流流过带电导体之间并与负载并联的电弧故障。

3.9

串联电弧故障 series arc fault

电弧电流流过由AFDD保护的终端电路负载的电弧故障。

3.10

闭合位置 closed position

保证AFDD主电路预定的连续性的位置。

3.11

断开位置 open position

保证AFDD主电路的断开触头之间有预定的电气间隙的位置。

3.12

极 pole

仅与主电路的一个独立的导电路径相连的AFDD的部件,具有用来连接和断开主电路本身的触头。它不包括那些用来将各极固定在一起并使各极一起动作的部件。

3.13

可开闭中性极 switched neutral pole

只用来开闭中性线而不需有短路能力的极。

3.14

隔离(隔离功能) isolation (isolating function)

出于安全原因,通过把电器与电源分开的办法以达到切断电器一部分或整个电器电源的功能。

3.15

隔离距离 isolating distance

在满足规定的隔离安全要求时处于断开位置触头间的电气间隙。

3.16

接通能力 making capacity

AFDD在规定的使用和工作条件下以及在规定的电压下能够接通的预期电流的交流分量值。

GB/T 31143—2014

3.17

分断能力 breaking capacity

AFDD 在规定的使用和工作条件下以及在规定的电压下能够分断的预期电流的交流分量值。

3.18

限制短路电流 conditional short-circuit current

I_{sc}

被一合适的串联的短路保护装置(以下简称 SCPD)保护的 AFDD 在规定的使用和工作条件下能够承受的预期电流的交流分量值。

3.19

预期电流 prospective current

如果 AFDD 和过电流保护装置(如果有的话)的每个主电流回路用一个阻抗可忽略不计的导体代替时,在电路中流过的电流。

注:预期电流同样可以看作一个实际电流,例如:预期分断电流,预期峰值电流等。

3.20

(交流电路)最大预期峰值电流 maximum prospective peak current (of an a.c. circuit)

在电路接通后瞬态期间的预期电流峰值。

3.21

短路(接通和分断)能力 short-circuit (making and breaking) capacity

在规定条件下,用 AFDD 来接通,承载其断开时间和分断的用有效值表示的预期电流的交流分量。

3.22

螺纹挤压成形的自攻螺钉 thread forming tapping screw

具有连续螺纹的自攻螺钉。

注 1:螺纹挤压成形的自攻螺钉的螺纹没有从孔内切削材料的功能。

注 2:螺纹挤压成形的自攻螺钉的示例见图 1。

3.23

螺纹切削式自攻螺钉 thread cutting tapping screw

具有不连续螺纹的自攻螺钉。

注 1:螺纹切削自攻螺钉的螺纹具有从孔内切削材料的功能。

注 2:螺纹切削自攻螺钉的示例见图 2。

4 分类

4.1 根据结构类型分

4.1.1 由 AFD 单元和断开机构构成的单一装置的 AFDD。预期与制造厂声明的符合 GB 10963.1—2005、GB 16917.1—2014 或 GB 13539 的 1 个或多个标准的保护电器串联连接在电路中。

4.1.2 由 AFD 单元与符合 GB 10963.1—2005、GB 16916.1—2014、GB 16917.1—2014 或 GB 22794—2008 等 1 个或多个标准的保护电器组合为单一装置的 AFDD。

4.1.3 符合附录 D 的、由 AFD 单元与规定的保护电器在现场组装而成的 AFDD。

4.2 根据安装和连接方式分

面板式 AFDD,也称为配电板式,可按下述方式接线:

- a) 接线方式与机械安装无关的 AFDD;
- b) 接线方式与机械安装有关的 AFDD,如:

- 1) 插入式;
- 2) 螺栓式。

注:某些 AFDD 可能仅在电源侧采用插入式或螺栓式,而负载侧端子通常适合接线连接。

4.3 根据极数和电流回路数分

- 单极两回路的 AFDD(单极加不可开断中性线);
- 二极 AFDD。

注 1:三极或四极 AFDD 在考虑中。

注 2:我国不允许使用带不间断中性极的 AFDD。单极两个电流回路的 AFDD,因其具有不可开断中性线,其使用在我国受到相关安装规程的制约。例如,GB 50096—2011《住宅设计规范》和 JGJ 242—2011《住宅建筑电气设计规范》等标准规定,住宅的电源总开关装置应采用可同时断开相线和中性线的开关电器。

4.4 提供监控信息的 AFDD

提供监控信息的 AFDD 在考虑中。

5 AFDD 的特性

5.1 特性概要和降低火灾危险的条件

AFDD 应确保检测下列故障:

- 接地电弧故障(见 3.7);
- 并联电弧故障(见 3.8);
- 串联电弧故障(见 3.9)。

AFDD 特性由以下术语表示:

- 额定电流 I_n (见 5.2.2);
- 额定电压 U_n (见 5.2.1);
- 额定频率(见 5.2.3);
- 额定接通和分断能力 I_m (见 5.2.4);
- 单极额定接通和分断能力 I_{m1} (见 5.2.5);
- 防护等级(见 GB 4208—2008);
- 额定限制短路电路 I_{nc} (见 5.3.6 和 5.5.2);
- 单极额定限制短路电路 I_{nc1} (见 5.3.6 和 5.5.2);
- 连接方式(见 4.2)。

5.2 额定量和其他特性

5.2.1 额定电压

5.2.1.1 额定工作电压(U_n)

AFDD 的额定工作电压(以下称为额定电压)是制造厂规定的与 AFDD 的性能有关的电压值。

5.2.1.2 额定绝缘电压(U_i)

AFDD 的额定绝缘电压是制造厂规定的与介电试验电压和爬电距离有关的电压值。

除非另有规定,额定绝缘电压是 AFDD 的最大额定电压值。在任何情况下,最大额定电压不应超过额定绝缘电压。

GB/T 31143—2014

5.2.1.3 额定冲击耐受电压(U_{imp})

AFDD 额定冲击耐受电压应等于或高于符合 GB/T 16935.1—2008 的表 F.1 和本标准表 4 规定的额定冲击耐受电压的标准值。

5.2.2 额定电流(I_n)

制造厂规定的 AFDD 能在不间断工作制下承载的电流值。

5.2.3 额定频率

AFDD 的额定频率是对 AFDD 规定的以及其他特性值与之相应的电源频率。

同一 AFDD 可以具有多个额定频率。

5.2.4 额定接通和分断能力(I_m)

制造厂规定的 AFDD 在规定的条件下能够接通、承载和分断的预期电流的交流分量有效值。

按 4.1.1 分类的 AFDD 的规定条件见 9.11.2。按 4.1.2 和 4.1.3 分类的 AFDD 的规定条件见声明的保护电器标准(如 GB 10963.1—2005、GB 16916.1—2014、GB 16917.1—2014、GB 22794—2008)的规定。

5.2.5 单极额定接通和分断能力(I_{m1})

制造厂规定的 AFDD 的一个极在规定的条件下能够接通、承载和分断的预期电流的交流分量有效值。

5.3 标准值和优选值

5.3.1 额定电压(U_n)的优选值

额定电压的优选值为 230 V。

注：本标准中涉及 230 V 的地方，也可以分别看作 220 V 或 240 V。

5.3.2 额定电流(I_n)的优选值

额定电流的优选值是：

6 A、—8 A、—10 A、—13 A、—16 A、—20 A、—25 A、—32 A、—40 A、—50 A、—63 A

5.3.3 额定频率的优选值

额定频率的优选值是 50 Hz、60 Hz 和 50/60 Hz。

5.3.4 额定接通和分断能力的最小值(I_m)

额定接通和分断能力 I_m 的最小值为 $10I_n$ 或 500 A，两者取较大值。

按 4.1.1 分类的 AFDD 的功率因数见 9.11.2，按 4.1.2 和 4.1.3 分类的 AFDD 的功率因数见声明的保护电器标准的规定。

5.3.5 单极额定接通和分断能力的最小值(I_{m1})

单极额定接通和分断能力 I_{m1} 的最小值为 $10I_n$ 或 500 A，两者取较大值。

按 4.1.1 分类的 AFDD 的功率因数见 9.11.2，按 4.1.2 和 4.1.3 分类的 AFDD 的功率因数见声明的

保护电器标准的规定。

5.3.6 额定限制短路电流的标准值和优选值(I_{nc})和单极额定限制短路电流的标准值和优选值(I_{nc1})

5.3.6.1 概述

额定限制短路电流 I_{nc} 和 I_{nc1} 的标准值和优选值规定如下。

5.3.6.2 10 000 A 及以下的值

10 000 A 及以下的额定限制短路电流 I_{nc} 和 I_{nc1} 的值为：

3 000 A、—4 500 A、—6 000 A、—10 000 A。

按 4.1.1 分类的 AFDD 的功率因数见 9.11.2,按 4.1.2 和 4.1.3 分类的 AFDD 的功率因数见声明的保护电器标准的规定。

5.3.6.3 10 000 A 以上的值

大于 10 000 A~25 000 A 的值,优选值为 20 000 A。

按 4.1.1 分类的 AFDD 的功率因数见 9.11.2,按 4.1.2 和 4.1.3 分类的 AFDD 的功率因数见声明的保护电器标准的规定。

本标准不考虑 25 000 A 以上的值。

5.3.7 在大、小电弧电流下 AFDD 动作判别的极限值

5.3.7.1 在 63 A 及以下的小电弧电流下 AFDD 动作判别的极限值

表 1 额定电压为 230 V 的 AFDD 分断时间极限值

试验电弧电流 ^a (有效值)	3 A	6 A	13 A	20 A	40 A	63 A
最大分断时间	1 s	0.5 s	0.25 s	0.15 s	0.12 s	0.12 s
^a 试验电弧电流是试验电路中发生燃弧前的预期电流。						

注：小电弧电流可能由相对地绝缘故障或串联电弧产生。

当施加到电弧故障保护电器 (AFDD) 上的试验电流不是表 1 中规定的值时,允许的分断时间应根据实际试验电流上下分断时间的值采用线性内插法来确定。

表 2 (空)

5.3.7.2 在 63 A 以上大电弧电流下 AFDD 动作判别的极限值

表 3 额定电压为 230 V 的 AFDD 在 0.5 s 内允许的最大半波数

试验电弧电流 ^a (有效值)	75 A	100 A	150 A	200 A	300 A	500 A
N ^b	12	10	8	8	8	8
^a 试验电弧电流是试验电路中发生燃弧前的预期电流。						
^b N 是额定频率下的半波数。						

注：大电弧电流可能由相对地绝缘故障或并联电弧产生。

5.4 额定冲击耐受电压(U_{imp})的标准值

表 4 给出了额定冲击耐受电压标准值与装置标称电压的关系。

表 4 额定冲击耐受电压与装置标称电压的关系

额定冲击耐受电压 U_{imp} kV	装置的标称电压
	三相系统 V
4 ^a	230/400
注 1: 检验绝缘的试验电压见表 15。	
注 2: 检验断开触头之间隔离距离的试验电压见表 16。	
^a 在海拔 2 000 m 处验证断开触头之间的隔离距离采用 5 kV 的值(见表 16)。	

AFDD 预期与一个或多个声明的保护器连接、整合或组装时,保护器的额定冲击耐受电压标准值比表 4 中规定的值更严酷,则最严酷的保护器标准中的标准运行和安装条件适用。

5.5 与短路保护电器(SCPD)的协调配合

5.5.1 概述

根据 GB 16895 安装规程,AFDD 应采用符合相应标准的断路器或熔断器来进行短路保护。

在 9.11 的一般条件下验证 AFDD 和 SCPD 的配合,以验证 AFDD 在额定限制短路电流 I_{nc} 及以下的短路电流有足够的保护。

5.5.2 额定限制短路电流(I_{nc})和单极额定限制短路电流(I_{nc1})

制造厂规定的用一个 SCPD 保护的 AFDD,在规定的条件下能承受的预期电流有效值而无损害其功能的变化。

其规定条件见 9.11。

5.5.3 按 4.1.1 分类的 AFDD 断开机构的动作特性

5.5.3.1 概述

断开机构应满足本标准的所有适用要求。

下列缩写 I_{m1} 和 I_{nc1} 只适用于单极试验时。

5.5.3.2 额定接通和分断能力(I_m 和 I_{m1})

额定接通和分断能力(I_m 和 I_{m1})的规定条件见 9.11.2.3 和 9.11.2.4。

额定接通和分断能力(I_m 和 I_{m1})最小值的相关功率因数见表 19。

5.5.3.3 额定限制短路能力(I_{nc} 和 I_{nc1})

额定限制短路能力(I_{nc} 和 I_{nc1})的规定条件见 9.11.2.5。

相关功率因数见表 19。

6 标志和其他产品信息

6.1 标志

每台 AFDD 应以耐久的方式标出表 5 全部或部分（对小型产品）数据。

表 5 标志及其位置

序号	标记或项目信息	标记或信息的位置		
		安装后产品 上清晰可见	产品上	说明书中
a)	制造厂名称或商标		×	×
b)	型号、目录号或系列号		×	×
c)	额定电压	×		×
d)	额定频率；一个额定频率以上的 AFDD 应相应标记（如 50/60 Hz）		×	×
e)	额定电流	×		×
f)	额定接通和分断能力		×	×
g)	使用位置，如需要			×
h)	防护等级（如果不是 IP20）			×
i)	接线图		×	×
j)	符合标准		×	×

标志应位于 AFDD 本体上或铭牌上或贴附在 AFDD 的标牌上，并应位于 AFDD 安装后容易识别的地方。

本标准的所有 AFDD 均能提供隔离功能，所以在 AFDD 上可用符号  标明其适用于隔离。当附加符号时，该标志可放在接线图里，此时可与其他功能符号组合在一起。

当该符号单独使用时（即不在接线图中），则不允许与其他功能的符号组合在一起。

如果 AFDD 上标志的防护等级高于 GB 4208 的 IP20，则无论采用哪种安装方式均应符合这个要求。如果较高的防护等级仅是采用特定的安装方法和/或使用特定的附件（例如，端子盖板，外壳等）来达到的，则应在制造厂的文件中规定。

如果对于小型 AFDD，可利用的空间不足以标志上述所有数据，则至少应标出 c)、e) 项的内容以及在安装后能看得见。a)、b)、d)、f)、i)、j) 项的数据可标在 AFDD 的侧面或背面，但在安装前能看得见。i) 项内容也可标在接电源线时应打开的任何盖子的里面。其余没有标出的任何数据应在制造厂的样本中给出。

AFDD 的断开位置应标志符号“○”而闭合位置应标志符号“|”（一根短直线）。也可以在断开位置标志“分”或“OFF”，闭合位置标志“合”或“ON”。这些标志在安装 AFDD 后应显而易见。

如果只用一个按钮来闭合和断开触头并且能明显加以区分，则按钮保持在按下位置就足以指示闭

GB/T 31143—2014

合位置。反之,如果按钮不保持在按下位置,则应配备一个指示触头位置的装置。

如果应区分电源端和负载端,则它们应有明显的标记(例如在相应的端子附近用“电源”和“负载”表示或用表示电功率流向的箭头表示)。

专门用于连接中性线回路的端子应用字母 N 表示。

用于保护导体的端子(如果有的话),应用符号  表示(GB/T 5465.2—2008 中 5019a)。

标志应是不易擦掉及容易识别的,并且不应位于螺钉、垫圈或其他可移动部件上。

端子应适合所有类型的导线:硬(实心或绞合)导线,同时也适合软导线(除非制造厂另外规定)。

对于通用端子(硬实心、硬绞合和软导线):无标志。

对于非通用端子:

——声明仅适合硬实心导线的端子应标志字母“s”或“sol”;

——声明仅适合硬导线(实心 and 绞合)的端子应标志字母“r”。

标志应位于 AFDD 上,或者如果可利用的空间不足以标志,则应标在最小的包装上或在说明书中给出。

对于按 4.1.2 分类的 AFDD,如适用,应标示 GB 10963.1—2005、GB 16916.1—2014 或 GB 16917.1—2014 第 6 章中要求的标志。

通过检查和按 9.1.1 给出的试验程序中的 9.3 的试验来检验是否符合要求。

6.2 按 4.1.1 分类的 AFDD 的附加标志

6.2.1 AFDD 的标志

AFDD 应有如下标志:

- a) 可以与 AFDD 连接用于短路保护的主保护电器的最大额定电流(如最大 32A)。如果此值与声明的保护电器有关,标志最低值;
- b) 单极额定接通和分断能力(I_{m1});
- c) 额定限制短路电流(I_{nc});
- d) 单极额定限制短路电流(I_{ncl})。

推荐标志能与 AFDD 串联连接的主保护电器的相关信息。

制造厂应规定 AFDD 能承受的焦耳积分 I^2t 值及峰值电流 I_p 的能力。如果没有规定,则采用表 18 中给定的最小值。

对于预期与多个保护电器连接的 AFDD,制造厂声明的保护电器的焦耳积分 I^2t 最高值及峰值电流 I_p 适用。

通过检查和 9.3 的试验来验证是否符合要求。

6.2.2 接线和操作的说明

AFDD 制造厂的产品说明书或目录中应说明,AFDD 能与哪种符合 GB 10963.1—2005 和/或 GB 16917.1—2014 和/或 GB 22794—2008 和/或 GB 13539 的标准化保护电器连接。

制造厂应提供有关 AFDD 的足够信息。

这些说明应至少包括以下内容:

- AFDD 设计的能与其连接的保护电器的型式和目录号,包括电流和电压的额定值等;
- 降容系数,如需要。

7 使用 and 安装的标准工作条件

7.1 标准条件

符合本标准的 AFDD 应能在表 6 所示的标准条件下工作。

表 6 使用的标准工作条件

影响量	使用的标准范围	基准值	试验允差 ^f
周围温度 ^{a,k}	-5℃~+40℃ ^b	20℃	±5℃
海拔	不超过 2 000 m		
相对湿度 40℃时最大值	50% ^c		
外磁场	任何方向不超过 地磁场的 5 倍	地磁场	^d
位置	按制造厂规定,任何方向允差 2° ^e	按制造厂规定	任何方向 2°
频率	基准值±5% ^f	额定值	±2%
正弦波畸变	不超过 5%	0	5%
^a 日平均最高温度值为+35℃。 ^b 经常出现恶劣气候条件的地方,允许超出这个范围。由制造厂和用户协商。 ^c 在较低温度下允许有较高的相对湿度(例如 20℃时 90%)。 ^d 当 AFDD 安装在强磁场附近时,可能需要补充技术要求。 ^e 在固定 AFDD 时,不应有妨碍其功能的变形。 ^f 除非在相应的试验中另有规定,所给的允差适用。 ^k 在贮存和运输过程中允许-20℃和+60℃的极端温度范围,并应在设计 AFDD 时予以考虑。			

如果 AFDD 与一个或几个声明的保护电器连接(4.1.1)或组成整体式(4.1.2)、现场组装式(4.1.3),而保护电器使用 and 安装的标准作条件比表 6 所述更严酷,则更严酷保护电器标准中的使用 and 安装的标准工作条件适用。

7.2 安装条件

AFDD 应按制造厂的说明书安装。

7.3 污染等级

本标准的 AFDD 预期用于污染等级 2 的环境,即一般仅有非导电性污染,但应考虑到偶然由于凝露造成的短暂的导电性。

8 结构和操作的要求

8.1 概述

AFD 单元不应降低所声明的保护电器的主要动作特性。符合 4.1.3 分类的 AFDD 中的 AFD 单元和保护电器应出自同一制造厂或同一商标。

因此制造厂既要声明 AFD 单元可以与哪种保护电器组合,也要声明哪种 AFD 适合保护电器。

AFDD 的设计,不应由 AFD 单元提供电气装置内相导线与中性导线或保护导线之间的电流而使另一电器脱扣。

AFDD 的设计和结构应使其在正常使用条件下性能可靠,对操作者或周围环境无危险。

AFDD 应符合本标准的范围和相关分类。

按 4.1.1 分类的 AFDD 应符合本标准的要求,尤其是 6.2,9.11.2 和 9.18.2。

如果 AFDD 预期与几种保护电器连接,应在所有适用标准中选择最严酷的试验。

按 4.1.1 分类的 AFDD 的防护等级应不低于声明的与其连接的保护电器的防护等级。

如果 AFDD 预期与几种保护电器连接,所有适用标准中包含的最高防护等级适用。

按 4.1.2 分类的 AFDD 应符合其内置的保护电器的相关标准(GB 10963.1—2005、GB 16916.1—2014、GB 16917.1—2014 或 GB 22794—2008,适用时)。此外,也应符合本标准规定的要求和试验。

如果本标准所包括的试验,在 GB 10963.1—2005、GB 16916.1—2014、GB 16917.1—2014 或 GB 22794—2008 标准中也有,应在所有适用标准中选择最严酷的要求和试验,且仅适用一次。

按 4.1.3 分类的 AFDD 应符合本标准规定的要求。此外,也应符合本标准附录 D 给出的要求和试验(适用时)。

如果 AFDD 预期与几种保护电器组装,应在所有适用标准中选择最严酷的试验。

8.2 机械设计

8.2.1 概述

针对火灾危险的电弧电流的检测单元和脱扣单元应位于 AFDD 的进线端和出线端之间。

应不可能用外部工具来改变 AFDD 的动作特性。

应不可能通过任何方式屏蔽或抑制 AFDD 的功能。

说明书中应声明不允许将给定额定短路能力的断路器或过电流保护电器与符合 4.1.1 的 AFDD 连接,而导致较低的短路性能。

按文件要求检查是否符合要求。

8.2.2 机构

多极 AFDD 的所有极的动触头在机械上应这样联结,除了可开闭的中性极(如果有的话)外,所有极无论是手动操作或自动操作基本上同时接通和同时分断。

注:3 极和 4 极的 AFDD 在研究中。

AFDD 的可开闭中性极不应比其他极后闭合先断开。

AFDD 应具有自由脱扣机构。

应能用手动操作闭合和断开 AFDD。

AFDD 的结构应使动触头只能停留在闭合位置或断开位置,即使操作件处于释放的中间位置也是如此。

AFDD 在断开位置,应按满足隔离功能必需的要求提供一个隔离距离。

应通过下述一种或两种方式提供主触头位置指示:

- 操作件的位置(优先),或
- 独立的机械指示件。

如果使用独立的机械指示件来指示主触头的位置,应用红色表示闭合位置,绿色表示断开位置。

触头位置指示的方式应安全可靠。

AFDD 的设计应能使得操作件、盖板、盖子只能被安装在确保正确指示触头位置。

当制造厂提供或规定了将操作件锁定在断开位置的方式时,应只有在主触头处于断开位置时才有可能锁定。

对特定的使用场合,允许把操作件锁定在闭合位置。

如果用操作件来指示触头位置,当操作件释放时应自动地位于与动触头位置相对应的位置。在这种情况下,操作件应具有两个明显区别的与触头位置相对应的静止位置,但对自动断开,操作件可以有第三个明显区别的位置。这时,应手动使 AFDD 再扣后才能重新闭合。

机构的动作应不受外壳或盖的位置的影响,并且与任何可移动的部件无关。

由制造厂密封定位的盖子看作是不可移动的部件。

如果用盖子作为按钮的导向件,则应不可能从 AFDD 的外面把按钮取下。

操作件应可靠地固定在其轴上,并且不借助于工具应不可能把操作件卸下。

允许将操作件直接固定在盖上。如果操作件是“上下运动”的,当 AFDD 按正常使用安装时,则向上运动应使触头闭合。

通过直观检查和手动试验,对自由脱扣机构通过按 9.1.1 给出的试验程序中的 9.11 和 9.15 的试验来检验是否符合上述要求。

8.2.3 电气间隙和爬电距离(见附录 B)

表 7 规定的最小电气间隙和爬电距离是基于 AFDD 设计成在污染等级为 2 的环境中使用。

表 7 第 1 项的符合性,通过测量和 9.7.7.4.1 和 9.7.7.4.2 的试验来检查是否合格。进行试验的样品不经过 9.7.2 的潮湿处理。

第 2 项和第 4 项的电气间隙可以减小,只要测量的电气间隙不小于 GB/T 16935.1—2008 中均匀电场条件下所允许的最小值。在这种情况下,经过 9.7.2 的潮湿处理后,第 2 项和第 4 项的符合性和 9.7.3b)、c)、d)、e)的配置按下列顺序检查:

- 按 9.7.3 至 9.7.6 进行试验(适用时);
- 按 9.7.7.2 进行试验,施加表 15 所示电压,按 9.7.3b)、c)、d)、e)的配置试验。

如果电气间隙的测量值没有减小,则 9.7.7.2 试验不适用。

表 7 第 3 项的符合性通过尺寸测量来检查是否合格。

注 1: 8.2.3 中要求的所有测量应在试验程序 A 的 1 个试品上进行,而 9.7.7.2 的试验应在试验程序 B 的 3 个试品上进行。

符合 GB/T 16935.3 的 2 型保护涂层的印刷电路板(PCB)不需要本验证。

根据 GB/T 16935.1—2008 的 4.8.1,按绝缘材料相比电痕化指数(CTI)将其分为材料组别。

表 7 最小电气间隙和爬电距离

	最小电气间隙 mm		最小爬电距离 ^{e,f} mm											
			绝缘材料组别 III ^a ^h (175 V≤CTI<400 V) ^d				绝缘材料组别 II (400 V≤CTI<600 V) ^d				绝缘材料组别 I (600 V≤CTI) ^d			
	额定电压 V		工作电压 ^e V											
	U_{imp}													
	4 kV	4 kV												
部位	120/240 240	230/400 230 400	>25 ≤50 ⁱ	120	250	400	>25 ≤50 ⁱ	120	250	400	>25 ≤50 ⁱ	120	250	400
1. 当主触头处于断开位置时,分开的带电部件之间 ^a	4.0	4.0	1.20	2.00	4.0	4.0	0.90	2.00	4.0	4.0	0.60	2.00	4.0	4.0
2.不同极的带电部件之间 ^a	3.0	3.0	1.20	1.50	3.0	4.0	0.90	1.50	3.0	3.0	0.60	1.50	3.0	3.0
3. 不同电源供电的线路之间,一种是由 PELV 或 SELV 供电 ^k	6.0	8.0		3.0	6.0	8.0		3.0	6.0	8.0		3.0	6.0	8.0
			额定电压 V											
			120/240		230/400		120/240		230/400		120/240		230/400	
4. 带电部件与 • 操作件可接触表面之间; • 安装 AFDD 时应拆卸的固定盖子的螺钉或其他器件之间; • AFDD 安装的表面之间; ^b • 固定 AFDD 的螺钉或其他器件之间; ^b • 金属盖子或外壳之间; ^b • 其他易触及的金属部件之间; ^e • 支撑嵌入式 AFDD 的金属框架之间	3.0	3.0	1.50	4.0	1.50	3.0	1.50	3.0	1.50	3.0	1.50	3.0	1.50	3.0
注 1: 给出的 400 V 对应的值也适用 440 V 对应的值。 注 2: 如需要,中性线通路的部件可认为是带电部件。 注 3: 应采取措施对 AFDD 不同极性带电部件之间提供足够的电气间隙和爬电距离,如插入式安装的 AFDD,彼此邻近。如果所有邻近 AFDD 的表面没有满足电气间隙和爬电距离的要求,应提供安装时的合适信息。														
^a 相关标准中给出辅助触头和控制触头的值。 ^b 如果 AFDD 带电部件和金属屏或安装断路器的表面之间的电气间隙和爬电距离不仅仅与断路器的设计有关,而是当断路器安装在最不利情况时,电气间隙和爬电距离可能减小,则表中的值应加倍。 ^c 包括在按正常使用安装后,覆盖在易触及绝缘材料表面的金属箔。用符合 9.6 无关节的直试验指把金属箔推至各个角落和凹槽等部位。 ^d 见 GB/T 4207。 ^e 在确定对应于那些所列工作电压的中间电压值的爬电距离时,允许用插值法。在用插值法时,应采用线性插值法并将值圆整到从表中所选值的相同位数。爬电距离的确定见附录。 ^f 爬电距离不能小于相应的电气间隙。 ^g 覆盖所有不同的电压,包括辅助触头上的 ELV。 ^h 对材料组别 III b(100 V≤CTI<175 V),材料组别 III a 的值乘以 1.6 适用。 ⁱ 对工作电压为 25 V 及以下时,可以参考 GB/T 16935.1—2008。														

注 2: 有关固体绝缘设计要求和相应测试的信息见 GB/T 16935.1—2008 的 5.3 和 6.1.3。

注 3: 对于印制电路材料的电气间隙, GB/T 16935.1—2008 表 F.2 的注 3 适用: “印制电路材料可用表 F.4 中污染等级 1 的规定值, 但其值应不小于 0.04 mm。”。对于印制电路材料的爬电距离, 如用满足 GB/T 16935.3 要求和试验的涂层保护时, GB/T 16935.1—2008 表 F.4 中距离适用。

注 4: 对于印制电路板, 不超过 2 mm 的电气间隙和爬电距离的尺寸可以在某些条件下用 GB/T 16935.5 来优化, 只考虑湿度等级 2(HL2) 和 3(HL3) 的情况。

8.2.4 螺钉、载流部件和连接

8.2.4.1 无论电气连接或机械连接应能承受正常使用时产生的机械应力。

安装过程中, 用于安装 AFDD 的螺钉不应是螺纹切削式自攻螺钉。

注 1: 安装 AFDD 使用的螺钉或螺母包括固定盖子或盖板的螺钉, 但不包括用于螺纹导线管和固定 AFDD 基座的连接装置。

通过按 9.1.1 中给出的试验程序中 9.4 的试验来检验是否符合要求。

注 2: 9.8、9.11、9.12 和 9.20 的试验可认为对螺钉连接进行了检验。

8.2.4.2 安装过程中, 安装 AFDD 时所用的与绝缘材料螺纹啮合的螺钉, 应保证其正确导入螺孔或螺帽内。

通过直观检查和手动操作试验来检验是否符合要求。

注: 如果能防止螺钉倾斜导入, 例如用内螺纹中的凹槽固定的零件或使用一个去除前端螺纹的螺钉进行导向, 则就满足了有关螺钉正确导入的要求。

8.2.4.3 电气连接应这样设计, 使得触头压力不是通过除了陶瓷、纯云母或其他性能相当的材料以外的绝缘材料来传递, 除非在金属部件中具有足够的弹性以补偿绝缘材料任何可能的收缩或变形。

通过直观检查来检验是否符合要求。

注: 材料的适用性是就材料尺寸稳定性来考虑的。

8.2.4.4 载流部件包括用作保护导体的部件(如果有的话)应由金属制成, 在设备所能遇到的条件下, 该金属具有预期使用所需的足够的机械强度、导电率和耐腐蚀性能。

合适的金属如下:

——铜;

——对于冷加工零件, 为含铜量至少为 58% 的合金。对于其他零件, 为含铜量至少为 50% 的合金;

——耐腐蚀性能不低于铜并且具有适当机械性能的其他金属或适当涂层的金属。

当使用铁合金或适当涂层的铁合金时, 通过防锈试验(见 9.16)来检验是否符合防腐要求。

本条款的要求不适用于触头、磁路、加热元件、双金属片、分流器、电子装置的元件, 也不适用于螺钉、螺母、垫圈、夹紧板、端子的类似部件以及试验回路的部件。

8.2.5 连接外部导体的端子

8.2.5.1 连接外部导体的端子应确保其连接的导体可长期保持必需的接触压力。

只要接线装置不是用来连接电缆, 允许专用于连接母排的接线装置。

这种装置可以是插入式, 也可以是螺栓接入式。

端子在预期的使用条件下, 应是容易接近的。

通过按 9.1.1 中给出的试验程序中 9.5 的试验来检验是否符合要求。

8.2.5.2 AFDD 应具有允许连接表 8 所示的标称截面积的铜导体的端子。

注: 可能采用的端子的结构设计的示例见附录 H。

对于专门与 AFDD 连接的声明保护电器的额定电流, 符合 4.1.1 的 AFDD 的端子应能夹紧所有声明的保护电器标准中规定的标称截面积的铜导体。

通过直观检查、测量以及依次连接一根规定的最小截面积和一根最大截面积的导体来检验是否符合要求。

表 8 螺纹型端子可连接的铜导体的截面积

额定电流 ^a A		被夹紧的标称截面积范围 ^a mm ²	
大于	至	硬(实心或绞合)导体	软导体
—	13	1~2.5	1~2.5
13	16	1~4	1~4
16	25	1.5~6	1.5~6
25	32	2.5~10	2.5~6
32	50	4~16	4~10
50	80	10~25	10~16
注: 对 AWG 导体, 截面积见附录 I。			
^a 对额定电流小于等于 50 A 的端子, 要求其结构能夹紧实心导线和硬绞合导线。但是对截面积 1 mm ² ~6 mm ² 的导体, 允许其结构只能夹紧实心导线。			
^b 具有相同基本设计结构端子的一个系列 AFDD, 端子适合对于最小额定电流的最小截面积和对于最大额定电流的最大截面积的铜导体, 实心 and 绞合, 如适用按规定。			

8.2.5.3 端子中用来紧固导体的部件不应用来固定其他任何部件, 即使它们可用来使端子定位或防止其转动也应如此。

通过直观检查和按 9.1.1 中给出的试验程序中 9.5 的试验来检验是否符合要求。

8.2.5.4 额定电流小于和等于 32A 的端子应允许连接未经特殊加工的导体。

通过直观检查来检验是否符合要求。

注: 术语“特殊加工”包括焊接导体的线丝, 使用电缆接头、弯成小圆环等, 但不包括导体插入端子前的重新整形或为增加软性导体头部强度而拧紧导线的措施。

8.2.5.5 端子应具有足够的机械强度。

用于夹紧导体的螺钉或螺母应具有公制 ISO 螺纹或节距和机械强度相当的螺纹。

通过直接检查及按 9.1.1 中给出的试验程序中 9.4 和 9.5.1 的试验来检验是否符合要求。

8.2.5.6 端子的设计应使得其在紧固导体时不会过度损坏导体。

通过直观检查和按 9.1.1 中给出的试验程序中 9.5.2 的试验来检验是否符合要求。

8.2.5.7 端子的设计应使其能可靠地把导体紧固在金属表面之间。

通过直观检查及按 9.1.1 中给出的试验程序中 9.4 和 9.5.1 的试验来检验是否符合要求。

8.2.5.8 端子的设计或布置应使得硬性实心导线或绞合导线的线丝在拧紧紧固螺钉或螺母时不能滑出端子。

本要求不适用于接线片式端子。

通过按 9.1.1 中给出的试验程序中 9.5.3 的试验来检验是否符合要求。

8.2.5.9 端子应这样固定或定位, 使得端子在拧紧或拧松紧固螺钉或螺母时不会松动。

这些要求不是指端子的设计应使得其转动或位移受阻, 但对任何移动应充分地加以限制以免不符合本标准的要求。

只要符合下列要求, 采用密封化合物或树脂被认为足以阻止端子松动:

- 在正常使用时, 密封化合物或树脂不受到应力;
- 在本标准规定的最不利条件下, 端子所达到的温升不会损害密封化合物或树脂的效果。

通过直观检查、测量和按 9.1.1 中给出的试验程序中 9.4 的试验来检验是否符合要求。

8.2.5.10 连接保护导体的端子的紧固螺钉或螺母应具有足够的可靠性以防止意外的松动,并且不使用工具应不可能使紧固螺钉或螺母松动。

通过手动试验来检验是否符合要求。

一般来说,附录 H 所示图例的端子的结构都具有足够的弹性可符合本要求。对其他结构形式,可能应采取特殊措施,例如,使用一个不大可能因疏忽而丢失的具有足够弹性的部件。

8.2.5.11 用于连接外部导体的端子的螺钉或螺母应与金属螺纹相啮合,并且这些螺钉不应是自攻螺钉。

8.3 电击防护

AFDD 的结构应使其在按正常使用安装和接线后,其带电部件是不易触及的。

注:术语“正常使用”指 AFDD 按制造厂的说明书安装。

如果部件能被标准试验指(见 9.6)触及,则认为该部件是易触及的。

对除了插入式 AFDD 以外的 AFDD,当其按正常使用条件安装和接线后,其易触及的外部零件,不包括固定盖和标牌的螺钉或其他器件,应用绝缘材料制成或全部衬垫绝缘材料,除非带电部件位于一个绝缘材料的内壳里。

衬垫应以这样的方式固定,使得它们在安装 AFDD 的过程中不可能丢失。衬垫应具有足够的厚度和机械强度,并且在有锐利的边缘处应提供足够的保护。

电缆或导线管的入口应是绝缘材料制成的或具有绝缘材料套管或类似装置,这些装置应可靠地固定并且有足够的机械强度。

对于插入式 AFDD,正常使用时易触及的外部部件,不包括固定盖的螺钉或其他器件,应是绝缘材料制成的。

金属的操作件应与带电部件绝缘,其导电部件,即外露的导电部件,除了联结几个极的绝缘的操作件的部件外,应覆盖有绝缘材料。

机构的金属部件应是不易触及的。此外,它们应与易触及的金属部件绝缘,与支承嵌入式 AFDD 基座的金属支架绝缘,与把基座固定在支架上的螺钉或其他器件以及用作支架的金属板绝缘。

应在不触及带电部件的情况下,可以很方便地更换插入式 AFDD。

就本条款而言,认为清漆和瓷漆不能提供足够的绝缘。

通过直观检查及按 9.1.1 中给出的试验程序中 9.6 的试验来检验是否符合要求。

8.4 介电性能和隔离能力

AFDD 应具有足够的介电性能并确保隔离。

AFDD 安装后正常进行的绝缘测量所产生的直流高压不能损坏连接到主电路的控制电路。

通过按 9.1.1 中给出的试验程序中 9.7 的试验来检验是否符合要求。

8.5 温升

8.5.1 温升极限值

在 9.8.2 规定的条件下,测量表 9 规定的 AFDD 各部件的温升不应超过表 9 规定的极限值。

AFDD 不应有影响其功能和使用安全的损坏。

表 9 温升值

部件 ^{a,b}	温升 K
连接外部导体的端子 ^c	65
在手动操作 AFDD 过程中,易触及的外部部件,包括绝缘材料的操作件以及连接各极绝缘的操作件的金属部件	40
操作件的外部金属部件	25
其他外部部件,包括 AFDD 与安装平面直接接触的表面	60
^a 对触头的温升值不作规定,因为大多数 AFDD 的结构如不变动部件或移动部件不能直接测量这些部件的温升,而这些变动往往会影响试验的再现性。 可靠性试验(见 9.19)被认为已间接地对触头在使用中过度发热的工作情况作了充分的考核。 ^b 除了表列部件外,其他部件的温升值不作规定,但不应引起相邻的绝缘材料部件损坏,也不能妨碍 AFDD 的操作。 ^c 对插入式 AFDD 是指安装 AFDD 的基座的端子。	

如 AFDD 与一个或多个声明的保护电器连接(见 4.1.1)、组合(见 4.1.2)或组装(见 4.1.3)时,保护电器的标准温升条件比表 9 规定值更严酷,则最严酷的保护电器标准(GB 10963.1—2005、GB 16916.1—2014、GB 16917.1—2014 或 GB 22794—2008)中使用和安装的标准工作条件适用。

8.5.2 周围空气温度

表 9 所示的温升极限值仅适用于周围空气温度保持在表 6 所列的极限范围内。

8.6 动作特性

8.6.1 保护电器部分的动作特性

按 4.1.2 分类的 AFDD 应符合其所组合的保护电器相关标准中的动作特性(GB 10963.1—2005, GB 16916.1—2014, GB 16917.1—2014 或 GB 22794—2008,如适用)。

通过进行相关标准中所有的相关试验来检查是否符合要求。

按 4.1.3 分类的 AFDD 应符合其所组装的保护电器相关标准中的动作特性(GB 10963.1—2005, GB 16916.1—2014, GB 16917.1—2014 或 GB 22794—2008,如适用)。

通过进行相关标准和附录 D 中所有的相关试验来检查是否符合要求。

8.6.2 动作特性

8.6.2.1 概述

AFD 的动作特性应符合下列要求。
通过 9.9 的试验来检查是否符合要求。

8.6.2.2 串联电弧故障下的动作

AFDD 在串联电弧故障电流时的动作应符合表 1 所示的分断时间。
通过 9.9.2 试验来检查是否符合要求。

8.6.2.3 并联电弧故障下的动作

AFDD 在并联电弧故障时的动作应符合表 3 所示的半波数。

通过 9.9.3 试验来检查是否符合要求。

8.7 机械和电气寿命

AFDD 应能进行足够的机械和电气操作次数。

通过按 9.1.1 中给出的试验程序中 9.10 的试验来检验是否符合要求。

8.8 短路电流下的性能

AFDD 应能进行规定的短路操作次数,在短路操作时不应危及操作者,也不应在带电的导电部件之间或带电的导电部件与接地部件之间产生闪络。

通过按 9.1.1 中给出的试验程序中 9.11 的试验来检验是否符合要求。

8.9 耐机械冲击和撞击性能

AFDD 应具有足够的机械性能,以使其能承受在安装和使用过程中所遭受的机械应力。

通过按 9.1.1 中给出的试验程序中 9.12 的试验来检验是否符合要求。

8.10 耐热

AFDD 应具有足够的耐热性能。

通过按 9.1.1 中给出的试验程序中 9.13 的试验来检验是否符合要求。

8.11 耐异常热和火

如果邻近的载流部件在故障或过载情况下达到一个很高的温度时,AFDD 用绝缘材料制成的外部零件应不容易点燃或蔓延火焰。其他用绝缘材料制成的零件的耐异常发热和耐燃性可认为通过本标准的其他试验已得到检验。

通过直观检查和按 9.1.1 中给出的试验程序中 9.14 的试验来检验是否符合要求。

8.12 主电路过流时 AFDD 特性

AFDD 在规定的过电流条件下不应动作。

通过按 9.1.1 中给出的试验程序中 9.17 的试验来检验是否符合要求。

8.13 由冲击电压引起浪涌电流时 AFDD 的特性

AFDD 对通过设备的电容负载流过的对地浪涌电流和设备闪络而流过的对地浪涌电流均应有足够的耐受能力。

通过按 9.1.1 中给出的试验程序中 9.18 的试验来检验是否符合要求。

8.14 可靠性

AFDD 即使在长期运行后,考虑到其元件的老化,也应可靠动作。

通过按 9.1.1 中给出的试验程序中 9.19 和 9.20 的试验来检验是否符合要求。

8.15 电磁兼容 (EMC)

AFDD 应符合相关的 EMC 要求。

GB/T 31143—2014

通过按 9.1.1 中给出的试验程序中 9.21 的试验来检验是否符合要求。

8.16 在负载侧连接各种电气器具时正确动作的屏蔽试验

在负载侧连接各种负载时,AFDD 不应失去判别能力,而应能继续检测电弧故障。

通过 9.9.4 的试验来检验是否符合要求。

8.17 AFD 试验装置的性能

AFDD 应具有手动触发或自动触发或两种兼具检查电弧检测电路的试验功能。

自检试验功能应每次接通时执行,并且检测间隔不应超过 1 天。

自检过程中,进行试验时不要求断开触头。

注 1: 由于耐久性试验验证了机构的机械部件,短路试验验证了触头,因此这些部件是高可靠性的且不需要进行周期性试验。

手动试验时,AFDD 应脱扣。

注 2: 测试手动或自动触发试验的附加要求和试验程序在考虑中。

如在自检试验中发现故障,AFDD 应脱扣并指示自检结果。

带有 RCD 功能的 AFDD,需要符合相关标准的一个试验装置。

在功能试验过程中,电气装置的保护导体不应带电(接触电流和/或接触电压应限制在 GB 16895 和 GB/T 13870 标准规定的危险值以下)。

为了验证,制造厂应提供功能试验电路的必要文件。

9 试验程序

9.1 概述

9.1.1 不同形式的 AFDD 的一般试验程序

对于 9.11.2.5 的试验,按 4.1.1 分类的 AFDD 首先应与声明的符合 GB 10963.1—2005 或 GB 16917.1—2014 或 GB 13539 标准的保护电器连接。

当 AFDD 预期与多个保护电器连接时,在制造厂声明的保护电器的最高 I^2t 和 I_p 下,施加试验程序。

声明的保护电器应符合相应标准的型式试验,如适用:

- a) 对 CB 为 GB 10963.1—2005;
- b) 对 RCBO 为 GB 16917.1—2014 或 GB 22794—2008;
- c) 对熔断器为 GB 13539。

按 4.1.2 分类的 AFDD 首先应按 GB 10963.1—2005 或 GB 16916.1—2014 或 GB 16917.1—2014 或 GB 22794—2008 进行试验。完成了 GB 10963.1—2005 或 GB 16916.1—2014 或 GB 16917.1—2014 或 GB 22794—2008 所规定的试验之后,应施加本标准所规定的附加试验,以表明符合本标准。

当本标准包括的试验也包括在 GB 10963.1—2005 或 GB 16916.1—2014 或 GB 16917.1—2014 或 GB 22794—2008 中,应施加所有适用标准中最严酷的试验,且仅试验一次,但合格准则应涵盖所有适用标准的合格准则。

按 4.1.3 分类的 AFDD 首先应(按制造厂的说明书)与制造厂声明的符合 GB 10963.1—2005 或 GB 16916.1—2014 或 GB 16917.1—2014 或 GB 22794—2008 标准的保护电器组装。然后施加本标准规定的试验程序以及附录 D 规定的附加要求和试验。

当 AFDD 预期与多个保护电器组装时,或采用制造厂声明的每种保护电器重复试验程序,或施加

所有适用标准中最严酷的试验,且仅试验一次,但合格准则应涵盖所有适用标准的合格准则。

附录 A 提供了 AFDD 试验的试验程序和试品数量。

9.1.2 AFDD 的性能通过型式试验来验证

本标准所要求的型式试验列于表 10。

表 10 型式试验表

试 验	条 款
标志的耐久性	9.3 ^a
螺钉、载流部件和连接的可靠性	9.4 ^a
连接外部导体的端子的可靠性	9.5 ^a
电击保护	9.6 ^a
介电性能	9.7 ^a
温升	9.8
动作特性	9.9
机械和电气寿命	9.10 ^a
短路情况下的特性	9.11
耐机械振动和撞击性能	9.12 ^a
耐热性	9.13 ^a
耐异常热和火	9.14 ^a
自由脱扣机构	9.15
防锈	9.16
验证过电流时,不动作电流的极限值	9.17
验证冲击电压产生的浪涌电流作用下 AFDD 的性能	9.18
验证可靠性	9.19
电子元件的老化	9.20
电磁兼容	9.21
验证三相系统中由于中性线断开引起过电压的保护	9.22
^a 对于按 4.1.2 分类的 AFDD,这些试验已由 RCD 或断路器的相关标准中的试验包括,不需要重复进行试验。	

9.1.3 作为认证用时,型式试验按试验程序进行

注:术语“认证”指:

- 制造厂的合格声明;或
- 第三方认证,例如由一个独立的认证机构认证。

试验程序及提交试验的试品数量在附录 A 中规定。

除非另有规定,否则每个试验程序在新的 AFDD 上进行,影响量为标称的基准值(见表 6)。

9.1.4 制造厂对 AFDD 进行的常规试验

AFDD 的常规试验按附录 E。

对于符合 4.1.2 和 4.1.3 分类的 AFDD,声明的保护电器动作特性的常规试验按声明的保护电器标准 GB 10963.1—2005、GB 16916.1—2014、GB 16917.1—2014 或 GB 22794—2008,如适用。

9.2 试验条件

除非另有规定,否则 AFDD 按制造厂的说明书单独地安装在周围温度为 20℃~25℃之间的大气

中,并应避免外界过度的加热或冷却。

设计成安装在单独外壳中的 AFDD 应在制造厂规定的最小的这样的外壳中进行试验。

注 1: 单独的外壳是设计成只能容纳一个 AFDD 的外壳。

除非声明的保护电器另有规定,否则 AFDD 连接表 11 规定的适当的截面积的电缆,并且固定在一块厚约 20 mm,涂有无光泽黑漆的层压板上。安装方式应符合制造厂有关安装说明的要求。

表 11 对应于额定电流的试验铜导体

额定电流 I_n A	$I_n \leq 6$	$6 < I_n \leq 13$	$13 < I_n \leq 20$	$20 < I_n \leq 25$	$25 < I_n \leq 32$	$32 < I_n \leq 50$	$50 < I_n \leq 63$
S mm ²	1	1.5	2.5	4	6	10	16

注 2: 对 AWG 铜导体,见附录 I。

在没有规定误差时,型式试验应在严酷程度不低于本标准规定的数值下进行。除非另有规定,试验在额定频率 $\pm 5\%$ 的条件下进行。

在试验过程中,不允许维修或拆卸试品。

对 9.8,9.9,9.10,9.19.3 和 9.20 试验,AFDD 应按下列要求接线:

- 连接导线用单芯聚氯乙烯绝缘铜电缆线;
- 连接导线应在大气中,并且相互之间距离不小于端子之间的距离;
- 端子与端子之间的每根临时连接导线的长度如下:
 - 截面积小于等于 10 mm² 的导线为 1 m;
 - 截面积大于 10 mm² 的导线为 2 m。

施加在端子螺钉上的拧紧扭矩为表 12 规定值的三分之二。

与手动操作有关的 AFDD,在进行 9.10 和 9.11 试验过程中,应采用 0.1 m/s $\pm 25\%$ 的操作速度。在试验装置的操作机构触及到被试 AFDD 操作件末端时并在该位置测量操作速度。对于旋转操作手柄,其角速率应基本上与上述条件相当,即被试 AFDD 操作件末端处的速度与上述速度相当。

9.3 标志的耐久性试验

用手拿一块浸透水的棉花擦标志 15 s,接着再用一块浸透脂族己烷溶剂(芳香剂容积含量最多为 0.1%,贝壳松脂丁醇值为 29,初沸点约为 65 ℃,干点约为 69 ℃,比重为 0.68 g/cm³)的棉花擦 15 s 进行试验。

注:可接受本标准 and CAS No.110-54-3 要求的主要成分的脂族己烷溶剂。

对用压印、模压或蚀刻方式制造的标志不进行本试验。

在本试验后,标志应容易识别。在本标准的所有试验后,标志仍应保持容易识别。

标志应不可能轻易地移动,并没有翘曲现象。

9.4 螺钉、载流部件和连接的可靠性试验

通过直观检查,对 AFDD 安装和接线时使用的螺钉和螺母还要通过下列试验来检验是否符合 8.2.4 的要求。

拧紧和拧松螺钉或螺母:

- 对与绝缘材料螺纹啮合的螺钉,10 次;
- 所有其他情况,5 次。

与绝缘材料螺纹啮合的螺钉或螺母,每次试验时应完全旋出然后再重新旋入。

试验时应采用合适的螺丝刀或扳手施加表 12 所示的扭矩。
螺钉或螺母应以平滑连续移动的方式拧紧。
试验时,只采用具有表 8 规定的最大截面积的硬性导体。对实心导线或绞合导线采用最不利的一种。每次拧松螺钉或螺母时,要移动导体。

表 12 螺钉的螺纹直径和施加的扭矩

螺纹标称直径 mm		扭矩 N • m		
大于	至	I	II	III
—	2.8	0.2	0.4	0.4
2.8	3.0	0.25	0.5	0.5
3.0	3.2	0.3	0.6	0.6
3.2	3.6	0.4	0.8	0.8
3.6	4.1	0.7	1.2	1.2
4.1	4.7	0.8	1.8	1.8
4.7	5.3	0.8	2.0	2.0
5.3	6.0	1.2	2.5	3.0
6.0	8.0	2.5	3.5	6.0
8.0	10.0	—	4.0	10.0

第 I 栏适用于拧紧时螺钉不露出孔外的无头螺钉以及其他不能用刀口比螺钉直径宽的螺丝刀拧紧的螺钉。

第 II 栏适用于用螺丝刀拧紧的其他螺钉。

第 III 栏适用于用除了螺丝刀以外的其他工具来拧紧的螺钉或螺母。

如果螺钉有一个可用螺丝刀拧紧的带槽六角头,而且第 II 栏和第 III 栏的数值又不一样,试验进行两次。第一次试验对六角头施加第 III 栏规定的扭矩,然后在另一个试品上用螺丝刀施加第 II 栏规定的扭矩。如果第 II 栏和第 III 栏数值相同,则仅用螺丝刀进行试验。

在试验过程中,螺钉连接不应松动,并不应有妨碍 AFDD 继续使用的损坏,例如,螺钉断裂或螺钉头的槽、螺纹、垫圈或螺钉夹头损坏等。

此外,外壳和盖也不应损坏。

9.5 用于外部接线的端子的可靠性试验

9.5.1 端子连接表 8 规定的最小和最大截面积的铜导体。同样型号的铜导体可以是实心导线、绞合导线或软导线。

端子应适合所有型式的导体:硬导线(实心或绞合)和软导线,除非制造厂另有规定。

端子连接下述规定的最小最大截面积的各个型式的导体进行试验:

- 对于实心导线,应采用截面积为 1 mm²~6 mm² 的导线进行试验,如适用;
- 对于绞合导线,应采用截面积为 1.5 mm²~25 mm² 的导线进行试验,如适用;
- 对于软导线,应采用截面积为 1 mm²~16 mm² 的导线进行试验,如适用。

导体插入到端子中至规定的最短距离。如果没有规定距离,则插入至刚好从另一边露出为止,并且处于最容易使实心导线或绞合导线的线丝松脱的位置。

然后用表 12 相应栏目中规定值的三分之二的扭矩拧紧紧固螺钉。

接着对每根导体施加表 13 规定的拉力。

GB/T 31143—2014

施加拉力时不能用冲击力,时间为 1 min,方向为导体位置的轴线方向。
如需要,不同截面积下相关拉力的试验值应清楚地标注在试验报告中。
在试验过程中,端子中导线应没有可觉察的移动。

表 13 拉力

端子能容纳的导体截面积 mm ²	≤4	≤6	≤10	≤16	≤50
拉力 N	50	60	80	90	100

9.5.2 端子连接表 8 规定的最小和最大截面积的铜导体。实心导线或绞合导线中采用最不利的一种。
用表 12 相应栏目中规定值的三分之二的扭矩拧紧端子螺钉。

然后拧松端子螺钉,并对导体可能受到端子影响的部分进行检查。
导体应没有过度的损坏或被切断的线丝。

注:如果导体有深的压痕或锐利的压痕,则认为是过度的损坏。

在试验过程中,端子不应松动,也不能有妨碍端子继续使用的损坏,例如,螺钉断裂或螺钉头的槽、
螺纹、垫圈或螺钉夹头损坏。

9.5.3 端子连接具有表 8 所示结构的硬性绞合铜导体。

在插入端子前,对导体的线丝进行适当整形。

导体插入至端子底部或刚好从端子另一边露出为止,并处于最容易使导体的线丝松脱的位置。然
后用表 12 相应栏目中规定值三分之二的扭矩拧紧紧固螺钉或螺母。

试验后,应没有任何导体的线丝分散在夹紧件外面。

9.6 电击防护验证

本要求适用于 AFDD 按正常使用安装后暴露在操作者面前的那些部件。

AFDD 按正常使用安装(见 8.3 的注)并且连接 AFDD 可能连接的最小和最大截面的导体,用图 3
所示的标准试指对 AFDD 进行试验。

标准试指应设计成使每个关节部分只能相对于试指轴线在同一个方向转动 90°。

把标准试指施加到人的手指可能弯曲到的每一个位置上,用一个电气接触的指示器来显示其与带
电部件的接触。

推荐采用一个灯泡作为接触指示,电压不低于 40 V。标准试指不应触及带电部件。

带有热塑性材料外壳或盖的 AFDD 应进行下列补充试验,试验在 35℃±2℃ 的周围温度下进行,
AFDD 也处于这个温度下。

用一个与标准试指同样尺寸的无关节的直的试指顶端对 AFDD 施加 75 N 的力 1 min,对绝缘材料
变形可能影响 AFDD 的安全性的所有地方施加试指,但对敲落孔不进行试验。

在试验过程中,外壳或盖不应变形到带电部件能被无关节试指触及的程度。

非封闭式的 AFDD,具有不被外壳覆盖的部件,试验时应使用一块金属面板并按正常使用安装。

9.7 介电性能验证

9.7.1 概述

AFDD 应按下述进行试验。

9.7.2 耐潮湿性能

9.7.2.1 AFDD 试品准备

把不用工具就能拆卸的 AFDD 的部件拆下并和主要部件一起进行潮湿处理,在潮湿处理过程中,弹簧盖保持打开。

进线孔(如果有的话)全部打开,如果有敲落孔,则打开其中一只。

9.7.2.2 试验条件

潮湿处理在空气相对湿度保持在 $93\% \pm 5\%$ 之间的潮湿箱中进行。

放置试品处的空气温度保持在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间的任何合适温度 $T\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 内。

试品在放入到潮湿箱前,预热到 $T\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $T\text{ }^{\circ}\text{C} + 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度之间。

9.7.2.3 试验顺序

试品在潮湿箱中保持 48 h。

注:例如,在潮湿箱中放置硫酸钠(Na_2SO_4)或硝酸钾(KNO_3)的饱和水溶液,并使其与箱内空气有一个足够大的接触面,就可获得 $91\% \sim 95\%$ 之间的相对湿度。

为了使箱内达到规定的条件,建议使用一个绝热的箱子并确保箱内空气不断循环。

9.7.2.4 试验后 AFDD 的状况

在潮湿处理后,试品应无本标准规定的损坏,并能承受 9.7.3、9.7.4、9.7.5、9.7.6 和 9.7.7.2 的试验,如适用。

9.7.3 主电路的绝缘电阻

把经过 9.7.2 规定的处理后的 AFDD 从潮湿箱中取出。

在潮湿处理后,经过 30 min~60 min 的时间间隔,施加约 500 V 的直流电压 5 s 后,并在该电压下依次测量下列部位的绝缘电阻:

- AFDD 处于断开位置,依次对每极的每对端子之间(当 AFDD 处在闭合位置时,这些端子电气上是连接在一起的);
- AFDD 处于闭合位置,依次对每极与连接在一起的其他极之间,连接在电流回路之间的电子元件,试验时应断开;
- AFDD 处于闭合位置,所有连接在一起的极与框架,包括覆盖在绝缘材料内壳(如果有的话)外表面的金属箔之间;
- 机构的金属部件与框架之间;

注:为了进行这个测量项目,可特殊提供能触及机构金属部件的通路。

- 对具有绝缘材料内衬的金属外壳的 AFDD,框架与覆盖在绝缘材料衬垫,包括套管和类似装置内表面的金属箔之间。

a)、b)和 c)的测量在所有的辅助电路连接到框架以后进行。

术语“框架”包括:

- 所有易触及的金属部件和按正常使用安装后易触及的绝缘材料表面覆盖的金属箔;
- 安装 AFDD 基座的表面,必要时覆盖金属箔;
- 把基座固定到支架上的螺钉和其他器件;
- 安装 AFDD 时应拆下的固定盖子的螺钉;
- 8.3 所指的操作件的金属部件。

如果 AFDD 具有连接保护导体的端子,则该端子应连接到框架上。

对 b)、c)、d)和 e)的测量,金属箔应这样覆盖,使得封填用的化合物(如果有的话)也受到有效的试验。

绝缘电阻应不小于:

- 2 MΩ,对 a)和 b)的测量
- 5 MΩ,对其他项的测量。

9.7.4 主电路的介电强度

AFDD 通过 9.7.3 的试验后,在 9.7.3 所指定的部件之间施加规定的试验电压 1 min。试验时,电子元件(如果有的话)应断开。

试验电压应基本上为正弦波形,频率在 45 Hz~65 Hz 之间。

试验电压的电源应能输出至少为 0.2 A 的短路电流。

当输出电路的电流小于 100 mA 时,变压器的过电流脱扣装置不应动作。

试验电压值如下:

- 2 000 V,对 9.7.3 的 a)~d);
- 2 500 V,对 9.7.3 的 e);

试验开始时,施加的电压不大于规定值的一半,然后在 5 s 内把电压升至全值。

试验过程中,不能发生闪络或击穿。

无电压降的辉光放电可忽略不计。

9.7.5 辅助电路的绝缘电阻和介电强度

试验包括:

- a) 辅助电路的绝缘电阻测量和介电强度试验紧接着主电路的绝缘电阻测量和介电强度试验在下面 b)和 c)项规定的条件下进行。

如果正常运行时,使用了与主电路连接的电子元件,在试验过程中,试验的临时接线应这样连接,使得电子元件的输入端与输出端之间没有电压。

- b) 在下列部位测量绝缘电阻:

- 辅助电路相互连接在一起与框架之间;
- 正常工作时,可能与其他部件隔离的辅助电路的每一个部件与所有连接在一起的其他部件之间。

在施加 500 V 直流电压 1 min 后并在这个电压下测量绝缘电阻。绝缘电阻应不小于 2 MΩ。

- c) 在 b)项所列的部件之间,施加额定频率,基本上为正弦波的电压 1 min。施加电压值如表 14 规定。

表 14 辅助电路的试验电压

辅助电路的额定电压(a.c.或 d.c.) V		试验电压 V
大于	至	
0	30	600
30	50	1 000
50	110	1 500
110	250	2 000
250	500	2 500

试验开始时,试验电压不超过规定值的一半,然后在 5 s~20 s 内升至全值。

在试验过程中,应无闪络和击穿现象。

注 1: 没有电压降的放电可忽略不计。

注 2: 验证 b)项要求时,如果 AFDD 的辅助电路不易触及,则该项试验应在制造厂专门准备试品上或按制造厂的说
明书进行。

注 3: 辅助电路不包括动作功能与电源电压有关的 AFDD 的控制电路。

注 4: 除了检测变压器副边电路的控制电路和与主电路连接的控制电路以外,其他控制电路应与辅助电路同样进行
试验。

9.7.6 与主电路连接的控制电路承受绝缘测量产生的直流高压的能力

进行试验时,把 AFDD 固定在一个金属支架上,并使其处于闭合位置,所有控制电路按使用时
连接。

所使用的直流电压电源应具有下列特性:

——开路电压: 600^{+25}_0 V;

注: 这值是暂定值。

——最大波纹系数: 5 %;

这里:

$$\text{纹波系数} = \frac{\text{最大值} - \text{平均值}}{\text{平均值}} \times 100\%$$

——短路电流: 12^{+2}_0 mA。

依次在每一极与一起连接至框架的其他极之间施加该试验电压 1 min。

经过本试验后,AFDD 应能完满地进行 9.9.2.4 规定的在表 1 中小电流的试验,如适用。

9.7.7 验证冲击耐受电压(跨越电气间隙和固体绝缘)和断开触头之间的泄漏电流

9.7.7.1 冲击耐压试验的一般试验程序

由一个冲击电压发生器施加冲击电压,冲击电压前沿时间为 1.2 μ s,至半值时间为 50 μ s,允许误差
如下:

峰值: $\pm 5\%$;

前沿时间: $\pm 30\%$;

至半值时间: $\pm 20\%$ 。

每一个试验,均施加 5 次正向电压和 5 次负向冲击电压;同极性相邻两次冲击电压之间的时间间隔
至少为 1 s,反极性相邻两次冲击电压之间的时间间隔至少为 10 s。

当对完整的 AFDD 进行冲击电压试验时,应考虑试验电压的减小或/和增大,要确保在被试 AFDD
的端子间施加所要求的试验电压值。

试验装置的冲击阻抗不应超过 500 Ω 。

注 1: 在 9.7.7.2 中,为了在完整的 AFDD 上验证基本绝缘的电气间隙,GB/T 16935.1 和 IEC 60664-2-1 推荐试验时
需要极低阻抗的发生器。由于此目的,如果试验前内部元器件没有断开,实际阻抗为 2 Ω 的混合发生器是合
适的。GB/T 16935.1 和 IEC 60664-2-1 推荐,直接在电气间隙上测量准确的试验电压。调节冲击电压波形
时,把被试 AFDD 连接到冲击电压发生器上。为此,应采用合适的分压器以及电压传感器。建议在试验前断
开浪涌保护器件。

对于与组装的浪涌抑制器不能断开的 AFDD,调整冲击电压波形时,AFDD 不与冲击电压发生器
连接。

允许冲击电压波形有小的振荡,只要靠近冲击电压峰值处的振荡幅值小于峰值的 5 %。

冲击电压前沿的前半部的振荡幅值允许达到峰值的 10 %。

GB/T 31143—2014

试验过程中不应发生击穿放电(火花、闪络或击穿)。

注 2: 推荐使用示波器观察冲击电压以检测击穿放电。

9.7.7.2 验证电气间隙的冲击耐压

如果表 7 中第 2 项和第 4 项的电气间隙测量值以及 9.7.3 中 b)、c)、d)和 e)的配置显示电气间隙比所要求的长度减小,本试验适用。本试验紧接着 9.7.3 绝缘电阻测量后进行。

注: 本试验可代替电气间隙的测量。

AFDD 按正常使用接线并处在闭合位置进行试验。

冲击电压试验值应按表 4 所给出的 AFDD 的冲击电压从表 15 中选取。

第一组试验,冲击电压施加在连接在一起的相线极和中性极(或电流回路)与和保护导体端子连接的金属支架之间。

第二组试验,冲击电压施加在 AFDD 中连接在一起的相线极与中性极(或电流回路)之间(适用时)。

第三组试验,冲击电压施加在 9.7.3 b)、c)、d)和 e)所述的、且上述前两组试验没包括的部位。

试验过程中,不应发生非故意的击穿放电。然而,如果仅发生一次这样的击穿,可增加施加 10 次冲击电压,其极性和接线方式与发生击穿放电时的极性和接线方式相同。

不应再发生击穿放电。

表 15 验证冲击耐受电压的试验电压

额定冲击耐受电压 U_{imp} kV	在相应海拔时的试验电压				
	$U_{1,2,50}$ a.c.峰值 kV				
	海平面 0 m	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
4	4.9	4.8	4.7	4.4	4.0

9.7.7.3 验证断开触头之间的泄漏电流

注: 这个验证不适用于按 4.1.2 分类的 AFDD(因为是多余的)和按 4.1.3 分类的 AFDD(见附录 D)。

AFDD 应进行下列试验:AFDD 处在断开位置,对其每极施加 1.1 倍的额定工作电压。

在 9.10 和 9.11 试验后,测量断开触头之间流过的泄漏电流不应超过 2 mA。

9.7.7.4 在正常条件下,验证断开触头绝缘和基本绝缘耐冲击电压能力

9.7.7.4.1 概述

这些试验不预先进行 9.7.2 的潮湿处理。

注: 如 8.2.3 所述,应在附录 A 试验程序 B 的三个样品上并在 9.7.2 的试验前进行 9.7.7.4 的试验。

冲击电压试验值应按表 4 所给出的 AFDD 的冲击电压从表 16 中选取。这些值按试验地点所处压力和海拔高度按表 16 进行修正。

表 16 与 AFDD 的额定冲击耐受电压和试验地点的海拔高度有关的验证适用于隔离的
断开触头之间的试验电压

装置的标称电压 V	在相应海拔时的试验电压				
	$U_{1,2,50}$ a.c.峰值 kV				
	海平面 0 m	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
三相系统 230/400	6.2	6.0	5.8	5.6	5.0

9.7.7.4.2 AFDD 处于断开位置

对安装在金属支架上的正常使用的 AFDD 进行试验。

冲击电压施加在连接在一起的电源端子和连接在一起的负载端子之间,触头在断开位置。试验过程中,不应发生非故意的击穿放电。

9.7.7.4.3 AFDD 处于闭合位置

9.7.7.4.3.1 冲击耐压试验

对安装在金属支架上的按正常使用接线的 AFDD 进行系列试验,AFDD 处于闭合位置。

跨接在基本绝缘的所有元器件应断开。

第一组试验,冲击电压施加在连接在一起的相线极和中性极(或电流回路)与和保护导体端子连接的金属支架之间。

第二组试验,冲击电压施加在 AFDD 中连接在一起的相线极与中性极(或电流回路)之间(适用时)。

试验过程中,不应发生非故意的击穿放电。然而,如果仅发生一次这样的击穿,可增加施加 10 次冲击电压,其极性和接线方式与发生击穿放电时的极性和接线方式相同。

不应再发生击穿放电。

9.7.7.5 验证跨接基本绝缘的元器件的性能

应确保电子元器件不会减弱 AFDD 在正常使用过程其基本绝缘的性能或安全性。这些电子元器件与基本绝缘桥接且在冲击电压试验中被断开。

对一个新的 AFDD 试品进行短时暂时过电压试验以检查与跨接基本绝缘的元器件不会降低安全性。

试验电压频率为 50/60 Hz。按照 GB 16895.10—2010 表 44.A2 和 GB/T 16935.1—2008,用于基本绝缘的试验电压的有效值是 $1\,200\text{ V} + U_n$ 。 U_n 是相与中性线之间的标称电压值。

注 1: 如 AFDD 的额定电压 $U_n = 250\text{ V}$,基本绝缘的交流试验电压值为 $1\,200\text{ V} + 250\text{ V}$,即试验电压有效值是 $1\,450\text{ V}$ 。

电压施加到下述之间,持续时间 5 s:

连接在一起的相线极和中性极(或电流回路)与连接到保护导体端子的金属支架之间。

目测检查 AFDD,跨接基本绝缘的元器件不应有可见的损坏。

注 2: 在将 AFDD 与主电路连接之前,允许更换熔丝。如果保护电涌抑制器的熔丝已熔断,也允许更换电涌抑制器。

然后,按制造厂说明书将 AFDD 连接至主回路,用 9.9.2.4 的试验在表 1 规定的最小电流下验证 AFDD 的功能。

GB/T 31143—2014

本试验不适用于带固定中性线的 AFDD。

9.8 温升试验

9.8.1 周围空气温度

在试验周期的最后四分之一时间内,用至少两只温度计或热电偶对称地分布在 AFDD 的周围,高度约为 AFDD 高度的一半,距 AFDD 约 1 m 的地方测量周围空气温度。

温度计或热电偶应免受对流和热辐射的影响。

应注意避免由于温度突然变化产生的误差。

9.8.2 试验顺序

AFDD 的所有极同时通以等于 I_n 的电流,通电时间应足以使温升达到稳态值。实际上,当每小时温升变化不超过 1 K 时,即可认为达到了稳态条件。

在这些试验过程中,温升不应超过表 9 规定的值。

9.8.3 测量部件的温度

表 9 提及的各部件的温度应用细线热电偶或等效的工具在最接近最热点的位置上测量。

热电偶与被测部件的表面之间应保证有良好的热传导性。

9.8.4 部件的温升

部件的温升是该部件按 9.8.3 测量的温度与按 9.8.1 测量的周围空气温度之差。

9.9 验证动作特性

9.9.1 概述

AFDD 按正常使用安装。

试验电路应是电感可以忽略不计。

具有多个额定频率的 AFDD,试验应在每一个频率下进行。

对于 9.9.2.2~9.9.2.5 的试验,每次测量后替换电缆试品。可采用示波器测量分断时间。

9.9.2 串联电弧故障试验

9.9.2.1 概述

AFDD 样品应在表 1 对试验的电弧电流规定的时间内断开电弧故障。AFDD 应在其额定电流及以下电流进行试验。

9.9.2.2~9.9.2.5 的试验应按图 4 将电缆试品(按 9.9.2.6 准备)和 AFDD 串联进行。

试验应在 AFDD 的额定电压下进行。

在每个电弧电流等级下测量分断时间且值不应超过表 1 的规定。

9.9.2.2 验证电路中突然出现串联电弧故障时的正确动作

试验开关 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 和 AFDD 处于闭合位置且试验电流到达稳定,通过阻性负载将试验电弧电流从最低电弧电流值调到 AFDD 的额定电流,然后打开试验开关 S_2 。

试验开关 S_4 突然打开插入与负载串联的准备好的电缆试品并同时施加额定电压。测量 3 次分断时间,不超过表 1 规定的时间限值。

9.9.2.3 验证接入带串联电弧故障负载的正确动作

试验开关 S_3 和 S_1 处于打开位置,试验开关 S_1 、 S_2 和 AFDD 处于闭合位置,通过阻性负载将试验电弧电流调到表 1 的最小电弧电流值,然后打开试验开关 S_2 。

试验开关 S_3 突然闭合,对带串联电弧故障的负载供电。

测量 3 次分断时间,测量值不应超过表 1 规定的限值。

然后在 AFDD 的额定电流下重复试验。

9.9.2.4 验证闭合串联电弧故障时的正确动作

试验开关 S_1 、 S_2 、 S_3 和 AFDD 处于闭合位置,通过阻性负载将试验电弧电流调到表 1 的最小电弧电流值,然后打开试验开关 S_1 、打开试验开关 S_2 。

试验开关 S_1 和 S_1 处于打开位置,试验开关 S_1 突然闭合,对 AFDD 和带串联电弧故障负载供电。

测量 3 次分断时间,测量值不应超过表 1 规定的限值。

然后在 AFDD 的额定电流下重复试验。

9.9.2.5 极限温度下的试验

AFDD 依次在下列条件下,进行 9.9.2.2 规定的试验:

- 周围温度: $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, 仅在表 1 电流最小值和 0.85 倍的额定电压下进行;
- 周围温度: $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, AFDD 先在任何合适电压下通以额定电流负载,直至达到热稳定状态。仅在 AFDD 的额定电流和 1.1 倍的额定电压下进行试验。达到稳态之后,进行脱扣试验。

9.9.2.6 电缆试品的准备

将两根截面积为 1.5 mm^2 (或 AWG16) 的导线紧密地捆绑在一起 (如用胶带或者类似物品), 按如下准备 (见图 36):

本试验应使用平行导线的电缆。可采用下列电缆之一来测试 AFDD, 因为它们提供类似的结果。

注: 在得不到这些电缆的情况下, 应对所用的电缆进行评估。

- 按 GB/T 5023 中 IEC41 分类的软 PVC 电缆, 符合 GB/T 5023.1—2008 的附录 A 的双导线, 适合本试验。
- 电缆试品也可以由两根单独的按 GB/T 5023 中 IEC02 分类的 PVC 软导线来准备, 用 PVC 绝缘带将其绑在一起。
- 带双导线的 SPT2 和 H05VVF 的电缆尤为适合本试验。用单股软导线 H05V 自制的电缆, 用 PVC 绝缘带将其绑在一起, 也可以用于本试验。

- 试品的材料和形状应适合于在导线之间形成足够的碳化通道, 并在施加电压时能产生电弧。
- 电缆试品截成最小长度为 200 mm, 且应在电缆试品两端 25 mm 处将其分成单股导线。
- 从电缆一端将两根导线间的绝缘层切开 50 mm, 切割深度应能露出导线而没有切断任何线丝。
- 绝缘切口用黑色的 PVC 电气绝缘带包裹两层, 然后再在外面用玻璃纤维带包裹两层。
- 在电缆上绝缘切口的另一端将导线的绝缘剥开约 12 mm, 以连接试验电路。

然后应对电缆试品预处理以在两根导线之间的绝缘上产生碳化导电通道:

- 电缆试品与一个能提供 30 mA 短路电流和至少 7 kV 开路电压的电路相连。电路通电约 10 s, 或者至停止冒烟。
- 电缆试品与一个能提供 300 mA 短路电流的电路相连, 电压至少 2 kV 或足以使电流流过。电路通电约 1 min, 或者至停止冒烟。

如果与路径串联的一个 100 W/230 V 的白炽灯在 230 V 时开始发光, 则认为已形成了碳化路径。

示例见图 37。

应设计试验电路,以便在高压设定周期,电流不流过被试电器。

9.9.2.7 电弧发生器

电弧发生器由一个固定电极和一个移动电极构成,如图 5 所示。

注: a 值不是很重要,可以约为 $17\text{ mm} \pm 7.5\text{ mm}$ 。

一个电极为直径 $6\text{ mm} \pm 0.5\text{ mm}$ 的碳-石墨棒,另一个电极为铜棒。一个或两个电极的燃弧端可制成尖端,如图 5 所示。

可能应清洁和削尖电极,以使电弧条件具有重复性。

当接入电路中时,两个电极分开至一个合适的距离应在电极间产生稳定的燃弧。

如使用电弧发生器,则 AFDD 应在分断时间不超过表 1 规定时间限值的 2.5 倍内断开电弧故障。

9.9.3 并联电弧故障试验

9.9.3.1 验证限流并联电弧时的正确动作

当 0.5 s 内电弧半波数量符合表 3 的要求时,AFDD 应能断开电弧故障。为此目的,认为电弧半波是指 10 ms(额定频率 50 Hz)和 8.3 ms(额定频率 60 Hz)期间产生的所有电流波形。在此期间可能某段时间但不是所有时间都有电流流过。

每段电流流过之前和之后,可能有段时间没电流或有很小的电流。幅值不超过预期电流 5% 的电流或电流持续不超过半波时间 5% 的电流可认为是很小的电流。该电流可能持续半波的一部分,也可能持续几个半波。一个完整正弦半波电流不可视为一个电弧半波。

在故障电流为 75 A 和 100 A 的情况下进行试验,试验按图 6 进行。

电缆试品按 9.9.2.6 中同样的方法进行准备。

试验开关 S_1 、 S_2 、 S_3 和 S_4 处在闭合位置,通过电路中的线路阻抗 Z 将试验电流调到 75 A。然后打开试验开关 S_2 、 S_3 和 S_4 ,AFDD 和试验开关 S_1 闭合,突然闭合 S_3 。

AFDD 应按表 3 的规定断开。

通过电路中的线路阻抗 Z 将试验电流调到 100 A 重复试验。AFDD 应按表 3 的规定断开。

如果燃弧半波在 0.5 s 内符合表 3 规定的数量,AFDD 应断开电弧故障。0.5 s 时间是从第一个电弧半波开始计时的。

如果燃弧少于表 3 规定的半波数且 AFDD 没有脱扣,则用新的电缆试品重复进行试验。

9.9.3.2 验证切割电缆并联电弧试验时的正确动作

试验按图 7 进行。

用于切割电缆试验的试验装置 T 应如图 8 所示,或采用等效的装置。

对于 230 V 的 AFDD,钢制刀片厚度应为 3 mm,外形尺寸约为 $32\text{ mm} \times 140\text{ mm}$ 。如需要,可替换刀片。如果所有相关方同意,刀片可以磨尖。刀片应固定在杠杆臂上以保持一定的切割角来达到效果。采用图 8 所示的试验装置或等效的装置,应确定刀片的位置,使得与第一根导线产生可靠接触,同时与第二根导线产生电弧接触。

被试电缆样品应为常用的两根导线并紧密地扎在一起(如用胶带),其截面积按表 11 的规定。样品最大长度应为 1.2 m,且应按图 8 所示置于刀片下面。

注: SPT2 和 H05VVF 的电缆尤为适合本试验。

试验应在 AFDD 的额定电压和表 3 的预期电弧电流下进行。通过阻抗 Z 调整试验电弧电流且试验开关 S_1 、 S_2 、 S_3 和 S_4 处在闭合位置。AFDD 应在每个电流等级下使用 3 个样品进行试验。每个电缆试品应仅用于一次试验。

杠杆臂上的切割边(与电缆样品接触的刀片边缘长度)可以是沿着刀片切割边缘长度的任何位置。试验开关 S_1 和 S_3 处在闭合位置且应对杠杆臂缓慢稳定施加一个垂直作用力,以使刀片切割被试导线的绝缘。刀片应与第一根导线产生实际接触,同时与第二根导线产生点接触。

如果燃弧半波在 0.5 s 内符合表 3 规定的数量,AFDD 应断开电弧故障。如果燃弧少于表 3 中规定的半波数且 AFDD 没有脱扣,则用新的电缆试品重新进行试验。

9.9.3.3 验证接地电弧故障时的正确动作

在 5 A 和 75 A 下进行 9.9.3.1 的试验,但以产生接地电弧故障的方式。

试验电路见图 9。

按照表 1 中 3 A 和表 3 中的 75 A,AFDD 应断开。如果电弧故障在 0.5 s 内符合表 3 规定的半波数,AFDD 应断开电弧故障。如果燃弧少于表 3 中规定的半波数且 AFDD 没有脱扣,则用新的电缆试品重新进行试验。0.5 s 时间是从第一个电弧半波开始计时的。

9.9.4 屏蔽试验

9.9.4.1 概述

应在不同的抑制配置下检查 AFDD 的正确动作。这些屏蔽试验按 9.9.2.2 的试验方法进行。电弧发生器或碳化电缆试品都可用来产生电弧故障,按制造商的声明。

9.9.4.2 抑制性负载屏蔽试验

第一组试验在不带抑制性负载的情况下进行。AFDD 和电弧发生器或电缆试品按图 10 接入电路,电流由一个阻性负载来调节,然后断开 S_1 。

试验电压应是 AFDD 的额定电压,每个 AFDD 在最小电流下测试 3 次分断时间。额定电压为 230 V 的 AFDD 电流为 3 A。

第二组试验在施加抑制性负载的情况下进行。采用相同的阻性负载来调节。AFDD、阻性负载(如适用)和电弧故障试验装置接入图 11 所示的每种电路配置。

AFDD 应在下述每一种屏蔽负载下进行试验:

- a) 起动和运行一个带通用电动机的真空吸尘器,其满载额定电压 230 V 下额定电流为 5 A~7 A;
- b) 1 个电子式开关电源(或多个电源)在额定电压 230 V 下总负载电流至少为 3 A,最小总谐波畸变率(THD)为 100%,单独 3 次谐波最小畸变率为 75%,5 次谐波最小畸变率为 50%,7 次谐波最小畸变率为 25%。电源(或多个电源)应接通;
- c) 对于额定电压为 230 V 的 AFDD,使用最大起动电流峰值为额定电压 230 V 下 $65 \times (1 \pm 10\%)$ A 的电容器起动电动机(空压机型)带载(压缩机在气缸无气压条件下操作)起动和运行。电容器功率为 2.2 kW;
- d) 对于额定电压 230 V 的 AFDD,用一个包含滤波线圈的 600 W 电子灯光调节器(可控硅型)控制 600 W 钨丝灯负载。灯光调节器分别调整到充分接通及能使灯亮的最小接通状态,并分别在导通角为 60° 、 90° 、 120° 时点亮灯;
注:若没有钨丝灯负载,可由相同功率的阻性负载代替。
- e) 2 个 40 W 荧光灯外加一个 5 A 的阻性负载;
- f) 由电子变压器供电的 12 V 的卤素灯,总功率 300 W,外加 5 A 的阻性负载;
- g) 电动手持工具,如 600 W 以上的电钻。

图 11 中的电弧故障试验装置可以是 9.9.2.7 中定义的电弧发生器,也可以是 9.9.2.6 中描述的碳化

电缆试品。

当采用碳化电缆试品时,AFDD应在表1规定的时间内断开电路;当采用电弧发生器时,AFDD应在2.5倍表1规定的时间内断开电路。

当采用图11中的A、C电路配置时,电路中电弧发生之前,如果测量出屏蔽负载电流低于3 A时,不要求进行本试验。

试验电压应是AFDD的额定电压,每个AFDD在每种负载布置下进行3次试验。

采用电弧发生器进行第一组和第二组试验时,电极应先互相接触,电路闭合。然后电极再通过横向调节慢慢分开,至到产生电弧。

9.9.4.3 EMI滤波器屏蔽测试

AFDD应按图11所示的试验电路配置B接入。对于额定电压230 V的AFDD,负载调整电流为3 A进行电弧试验。

当采用碳化电缆试品时,AFDD应在表1规定的时间内断开电弧故障;当采用电弧发生器时,AFDD应在2.5倍表1规定时间内断开电弧故障。

注:9.9.2.6提到的各种类型的电缆适合本屏蔽试验。

- a) 应安装2个0.22 μF 的EMI滤波器。一个滤波器应安装在两个长15 m、2.5 mm²的阻性负载的一端。每个滤波器应位于大约长2.0 m、1.5 mm²的导线末端。燃弧位置应如图12所示;
- b) 图14所示的EMI滤波器应安装在长15 m、2.5 mm²的电缆末端。该滤波器应位于长2 m、1.5 mm²的软线末端。AFDD以及燃弧位置应如图13所示。

9.9.4.4 带线路阻抗的屏蔽试验

AFDD应按照预期使用条件接入支路中,在下述每一种线路阻抗条件下,AFDD应按表1规定的分断时间动作。

支路由长30 m、2.5 mm²的铠装电缆(包括钢制套管内2根导线)组成。额定电压为230 V的AFDD与3 A负载之间产生串联电弧,如图15所示。

9.9.5 误脱扣试验

9.9.5.1 概述

AFDD应进行9.9.5.2、9.9.5.3和9.9.5.4试验,以确保AFDD在该不该脱扣时不会脱扣。

9.9.5.2 串扰测试

两个分支电路由同样的相线和中性线供电如图16所示,安装得尽可能靠近。一个带AFDD保护,另一个不带AFDD保护(但是带传统的过电流保护器),两个电路中连接的都是5 A的阻性负载。

仅不带AFDD保护的一路中由电缆试品产生电弧,按9.9.2.4的试验条件进行试验,电弧应持续0.5 s;另一路中的AFDD不应脱扣。

9.9.5.3 脉冲试验

本试验已包括在9.21中。

9.9.5.4 带各种干扰负载的试验

AFDD按9.9.4.2进行试验,但没有图10所示的电弧发生器(S_1 处于闭合状态)。

AFDD应在下述每一种负载下进行试验:

- a) 启动和运行一个带通用电动机的真空吸尘器,其满载额定电压 230 V 下额定电流为 5 A~7 A;
 - b) 1 个电子式开关电源(或多个电源)在额定电压 230 V 下总负载电流至少为 3 A,最小总谐波畸变率(THD)为 100%,单独 3 次谐波最小畸变率为 75%,5 次谐波最小畸变率为 50%,7 次谐波最小畸变率为 25%。电源(或多个电源)应接通;
 - c) 对于额定电压为 230 V 的 AFDD,使用最大启动电流峰值为额定电压 230 V 下 $65 \times (1 \pm 10\%)$ A 的电容器启动电动机(空压机型)带载(压缩机在气缸无气压条件下操作)启动和运行。电容器功率为 2.2 kW;
 - d) 对于额定电压 230 V 的 AFDD,用一个包含滤波线圈的 600 W 电子灯光调节器(可控硅型)控制 600 W 钨丝灯负载。灯光调节器分别调整到充分接通及能使灯亮的最小接通状态,并分别在导通角为 60°、90°、120°时点亮灯;
注:若没有钨丝灯负载,可由相同功率的阻性负载代替。
 - e) 2 个 40 W 荧光灯外加一个 5 A 的阻性负载;
 - f) 由电子变压器供电的 12 V 的卤素灯,总功率 300 W,外加 5 A 的阻性负载;
 - g) 手持电动工具,如 600 W 以上的电钻。
- g)项的手持电动工具应预先运行 24 h。
负载至少带电 5 s,应至少进行 5 次启动/停止操作。
AFDD 不应脱扣。

9.10 验证机械和电气寿命

9.10.1 一般试验条件

AFDD 固定在一个金属支架上。

按 4.1.3 分类的 AFDD 应与声明的保护电器组装。

在额定工作电压下,用串联连接在负载端的电阻器和电抗器调节到额定电流进行试验。

如果使用空芯电抗器,每个电抗器应并联连接一个电阻器,流过电阻器的电流约为流过电抗器电流的 0.6%。

如果使用铁心电抗器,则这些电抗器的铁心功耗不应明显地影响恢复电压。

电流应基本上为正弦波,功率因数应在 0.85 和 0.9 之间。

AFDD 用表 11 所示尺寸的导线连接到电路上。

9.10.2 试验顺序

AFDD 应进行 2 000 次操作循环,每个操作循环包括一次闭合操作以及接着的一次断开操作。

AFDD 应按正常使用条件操作。

断开操作应按下列要求进行:

- 开始 1 000 次操作循环用手动操作件进行断开操作;
- 接着 500 次操作循环用试验装置,如适用;
- 500 次(或没有试验装置时 1 000 次)由产生的电弧进行操作循环。脱扣机构和条件由制造商和实验室协商。

此外,AFDD 不接负载,用手动操作件再进行下列试验:

- 对 $I_n \leq 25$ A 的 AFDD,2 000 次操作循环;
- 对 $I_n > 25$ A 的 AFDD,1 000 次操作循环。

操作频率为:

- 对 $I_n \leq 25$ A 的 AFDD,每分钟 4 次操作循环,接通时间为 1.5 s~2 s;
- 对 $I_n > 25$ A 的 AFDD,每分钟 2 次操作循环,接通时间为 1.5 s~2 s。

9.10.3 试验后 AFDD 的状况

在 9.10.2 的试验后,AFDD 不应有下列现象:

- 过度磨损;
- 外壳损坏至能被标准试指触及带电部件;
- 电气或机械连接松动;
- 密封化合物(如果有的话)渗漏。

AFDD 的功能通过重复 9.9.2.4 试验验证,AFDD 通以表 1 最小试验电流和额定电流应脱扣,试验时不测量分断时间。然后,AFDD 应能完满地承受 9.7.4 规定的介电强度试验,试验电压为 900 V,试验时间为 1 min,试前不经过潮湿处理。

9.11 在短路情况下,验证 AFDD 的工作状况

9.11.1 一般原则

按 4.1.1 分类的 AFDD 应按 9.11.2 的试验来验证。

按 4.1.2 分类的 AFDD 和按 4.1.3 分类的 AFDD(根据组装的保护器按附录 D)应按 GB 10963.1—2005 或 GB 16916.1—2014 或 GB 16917.1—2014 或 GB 22794—2008 进行试验,如适用。

AFDD 的功能通过重复 9.9.2.4 的试验通以 1.25 倍的表 1 中的最小电流值来验证,不测量分断时间。

9.11.2 按 4.1.1 分类的 AFDD 的短路试验

9.11.2.1 概述

在短路情况下,验证按 4.1.1 分类的 AFDD 的工作状况的各种试验见表 17。

表 17 在短路情况下,验证 AFDD 的工作状况所进行的试验

验证项目	分条款
额定接通和分断能力 I_m	9.11.2.3
单极额定接通和分断能力 I_{mi} 和 IT 系统的适用性	9.11.2.4
额定限制短路电流 I_{sc} 时的配合	9.11.2.5a)
额定接通和分断能力 I_m 时的配合	9.11.2.5b)
单极额定限制短路电流 I_{sc1} 时的配合	9.11.2.5c)

9.11.2.2 一般试验条件

9.11.2 的条件适用于用来验证 AFDD 在短路条件下工作状况的任何试验。

a) 试验电路

图 19、图 20 和图 21 分别给出了有关单极两通路的 AFDD、两极 AFDD 的试验电路图。

由电源 S 供电的电路包括阻抗 Z,声明的保护器(如果有的话),被试 AFDD(D)以及附加阻抗 Z_1 和/或 Z_2 (如适用的话)。

试验电路中的电阻器和电抗器应可调节以满足规定的试验条件。

电抗器 L 应为空芯电抗器。它们总是与电阻器 R 串联,其电抗值由几个独立的电抗器串联得到,当电抗器时间常数基本上相同时,也允许它们并联连接。

因为具有较大空芯电抗器的试验电路的暂态恢复电压特性不能代表正常的运行状况,所以任何一相的空芯电抗器应并联一个电阻器,流过电阻器的电流约为流过电抗器电流的 0.6% (见图 21)。如果制造厂同意,可以省略此电阻器。

在每个试验电路中,阻抗器 Z 接在电源 S 和 AFDD 之间。

声明的保护电器或等值的阻抗[见 9.11.2.3a)和 9.11.2.4a)]接在阻抗 Z 与 AFDD 之间。

附加的阻抗 Z_1 (如果使用的话)应接在 AFDD 的负载侧。

对于 9.11.2.5a)和 c)项的试验,AFDD 的每极应连接一根长为 0.75 m 的电缆,其截面积为表 8 规定的额定电流相应的最大截面积。

推荐被试 AFDD 的电源端连接 0.5 m 的电缆,负载端连接 0.25 m 电缆。

试验电路图应在试验报告中给出,且应符合相关的图例。

试验电路中应有一个点并且只有一个点直接接地。这个点可以是试验电路的短路连接点,或者是电源的中性点或者其他任何合适的点,接地方式应在试验报告中说明。

适当调节 Z_2 可以得到下列电流:

——额定接通和分断电流 I_{mt} ;

——额定限制短路电流 I_{ncl} 。

S_1 是辅助开关。

为验证 AFDD 能承受表 18 规定的 I^2t 和 I_p 的最小值,应进行试验。试验中应使用声明的过电流保护电器。

为进行本试验,在试验前先验证选择和调整过电流保护电器的正确性(I^2t 和 I_p),AFDD 用一个阻抗可忽略不计的临时连接代替。在 45° 相位角处允许通过的能量 I^2t 和峰值电流 I_p 的最小值如表 18 规定。未经制造厂同意,这些值不应超过表 18 规定值的 1.1 倍。

表 18 I^2t 和 I_p 的最小值

I_{mt} 和 I_{ncl} A		I_n A					
		≤ 16	≤ 20	≤ 25	≤ 32	≤ 40	≤ 63
500	I_p (kA)	0.45	0.47	0.5	0.57		
	I^2t (kA ² s)	0.4	0.45	0.53	0.68		
1 000	I_p (kA)	0.65	0.75	0.9	1.18		
	I^2t (kA ² s)	0.5	0.9	1.5	2.7		
1 500	I_p (kA)	1.02	1.1	1.25	1.5	1.9	2.1
	I^2t (kA ² s)	1	1.5	2.4	4.1	9.75	22
3 000	I_p (kA)	1.1	1.2	1.4	1.85	2.35	3.3
	I^2t (kA ² s)	1.2	1.8	2.7	4.5	8.7	22.5
4 500	I_p (kA)	1.15	1.3	1.5	2.05	2.7	3.9
	I^2t (kA ² s)	1.45	2.1	3.1	5	9.7	28
6 000	I_p (kA)	1.3	1.4	1.7	2.3	3	4.05
	I^2t (kA ² s)	1.6	2.4	3.7	6	11.5	25
10 000	I_p (kA)	1.45	1.8	2.2	2.6	3.4	4.3
	I^2t (kA ² s)	1.9	2.7	4	6.5	12	24

注 1: 应制造厂要求,可采用较高的 I^2t 和 I_p 值。

对中间的短路试验电流值,应采用邻近的较高的短路电流。

如果制造厂对 AFDD 规定的值大于最小 I^2t 值和 I_p 值,则无需再验证最小 I^2t 值和 I_p 值,在这种情况下只需验证制造厂的规定值。

对于与断路器的配合,需进行这种组合的试验。

AFDD 在运行中通常接地的所有部件包括安装 AFDD 的金属支架或任何金属外壳 [见 9.11.2.2f)] 应接至电源中性点,或接至基本上无电感的至少允许通过 100 A 的预期故障电流的人为中性点。

该连接应包括一根直径为 0.1 mm,长度不小于 50 mm 的铜丝 F,用以检测故障电流。如果需要,还应包括一个电阻器 R_2 以限制预期故障电流值在 100 A 左右。

电压传感器接到:

- 对单极 AFDD,跨接到一极的端子之间,
- 对多极 AFDD,跨接到电源侧的端子之间。

除非试验报告中另有规定,测量电路的电阻至少应为每伏工频恢复电压 100 Ω 。

动作功能与电源电压有关的 AFDD 在电源端施加额定电压(或相应额定电压范围最小值的电压)。

- b) 试验量的允许误差
- 除非另有规定,所有有关验证额定接通和分断能力,以及 AFDD 与声明的保护电器之间的正确配合的试验都应在制造厂按表 6 规定的影响量和影响因素的值下进行。
- 如果试验报告中记录的量值在下列规定值的允许误差内,则认为试验是有效的:
- 电流: $^{+5}_{-0}\%$;
 - 频率: 见 9.2;
 - 功率因数: $^{0}_{-0.05}$;
 - 电压(包括恢复电压): $\pm 5\%$ 。
- c) 试验电路的功率因数
- 试验电路每相的功率因数应根据认可的方法来确定,并应在试验报告中说明。
- 附录 G 给出了两个确定功率因数的示例。
- 多相电路的功率因数为每相功率因数的平均值。
- 功率因数范围如表 19 所示。

表 19 短路试验的功率因数

试验电流 I_c A	相应的功率因数范围
$I_c \leq 500$	0.95~1.00
$500 < I_c \leq 1\,500$	0.93~0.98
$1\,500 < I_c \leq 3\,000$	0.85~0.90
$3\,000 < I_c \leq 4\,500$	0.75~0.80
$4\,500 < I_c \leq 6\,000$	0.65~0.70
$6\,000 < I_c \leq 10\,000$	0.45~0.50
$10\,000 < I_c \leq 25\,000$	0.20~0.25

- d) 工频恢复电压
- 工频恢复电压值应等于被试 AFDD 额定电压的 105%。
- 注 2: 额定电压 105% 的值被认为包括了正常运行条件下系统电压变化的影响。制造厂同意时,可提高上限值。
- 在每次电弧熄灭后,工频恢复电压维持时间应不小于 0.1 s。
- e) 试验电路的调节
- AFDD 和声明的保护电器(如果有的话)用临时连接线 G_1 代替,连接线的阻抗与试验电路的

阻抗相比可忽略不计。

对于 9.11.2.5a) 的试验, AFDD 的负载端用阻抗可忽略不计的连接线 G_2 短路, 调节阻抗 Z 以便在试验电压和规定的功率因数下获得等于额定限制短路电流的电流值; 试验电路各极同时通电, 用电流传感器 I_1 记录电流波形。

此外, 对 9.11.2.3、9.11.2.4、9.11.2.5b) 和 9.11.2.5c) 的试验, 必要时, 应使用附加的电阻器 Z_1 和/或 Z_2 以便获得要求的试验电流值(分别为 I_m 、 I_{m1} 和 I_{nc1})。

f) 被试 AFDD 的状况

AFDD 应按本条款 f)1) 的规定在大气中进行试验, 除非其设计成只能用于制造厂规定的外壳中或只能用于单独的外壳中。在这种情况下, AFDD 应按本条款的 f)2) 进行试验, 或经制造厂同意, 按本条款的 f)1) 进行试验。

注 3: 单独的外壳是指设计成只能安装一个 AFDD 的外壳。

应尽可能地模拟正常使用操作 AFDD。

1) 在大气中试验

被试 AFDD 如附录 C 的图 C.1 所示的那样安装。

只有在断开操作(O)时, 把附录 C 所规定的聚乙烯薄膜和绝缘材料挡板按图 C.1 所示的要求放置。

附录 C 所规定的栅格应这样放置, 使得大部分发射出来的游离气体通过栅格, 栅格应放在最不利的位置。

注 4: 如果游离气体排气孔的位置不明显, 或者没有排气孔, 则应由制造厂提供适当的说明资料。

栅格电路(见附录 C 的图 C.3)应连接到图 19~图 20 的试验电路图中所示的 B 点和 C 点。电阻器 R' 电阻为 $1.5\ \Omega$, 铜丝 F' (见图 C.3) 长度为 50 mm, 对额定电压为 230 V 的 AFDD, 铜丝的直径为 0.12 mm。

注 5: 对其他电压数据正在考虑。

试验电流小于等于 1 500 A 时, 距离“a”应为 35 mm。

对较高的短路电流直至 I_{nc} , 距离“a”可以增加和/或按制造厂的规定增加辅助挡板或绝缘装置。如果增加“a”, 应从 40-45-50-55……mm 系列中选取并由制造厂规定。

2) 在外壳中试验

图 C.1 所示的栅格和绝缘材料挡板不用。

试验时应把 AFDD 放置在结构最不利的外壳中, 在最不利的条件下进行试验。

注 6: 这意味着如果在放置栅格的方向通常安装其他 AFDD(或其他电器), 则它们应安装在该处。这些 AFDD(或其他电器)应按正常使用那样供电, 但是经过本条款 f)1) 项规定的 F' 和 R' 并按图 19~图 20 所示的合适的试验电路连接。

根据制造厂的说明, 可能应用挡板或其他设施或足够的电气间隙以防止游离气体影响装置。

只有在 O 操作时, 把附录 C 所述的聚乙烯薄膜按图 C.1 所示放置在距离操作件 10 mm 的地方。

g) 操作顺序

试验程序由一个操作顺序组成。

采用下列符号来说明操作顺序:

O 表示一次断开操作, AFDD 和 SCPD(如果有的话)处于闭合位置, 由开关 T 建立短路;

CO 表示开关 T 和 SCPD(如果有的话)处于闭合位置, AFDD 进行闭合操作以及紧接着自动断开操作(在有 SCPD 时, 见 9.11.2.5)或手动断开操作。

t 表示 2 次连续的短路操作之间的时间间隔, 该时间间隔应为 3 min, 或者为重新闭合或更换 SCPD(如果有的话)可能需要的更长的时间。

h) 试验时 AFDD 的状况

在试验过程中, AFDD 不应危及操作者。

此外, 应没有持续燃弧, 极与极之间或极与外露导电部件之间不应有闪络, 熔断器 F 和熔断器

F' (适用时)不应熔断。

i) 试验后 AFDD 的状况

按 9.11.2.3, 9.11.2.4, 9.11.2.5a), 9.11.2.5b) 和 9.11.2.5c) 进行的每一项试验后, AFDD 不应有妨碍其继续使用的损坏现象, 且不经维修应能:

——断开触头间的泄漏电流, 符合 9.7.7.3 要求;

——短路试验后 2 h~24 h 之间进行 9.7.4 的介电强度试验, 但试验电压等于其 2 倍额定电压, 时间为 1 min, 试前不进行潮湿处理;

——在额定电压下, 接通和分断其额定电流。

在这些试验过程中, 在 9.7.3a) 规定的条件下进行试验后, 应验证指示机构显示断开位置; 在 9.7.3b) 规定的条件下进行试验后, 指示机构应显示闭合位置。

在 9.9.2.4 的试验条件下, AFDD 通以表 1 中的最小电流值来验证, 试验时不测量分断时间。不采用附加的放大手段, 用正常的或矫正的视力进行观察, 聚乙烯薄膜应无可见的孔。

j) 记录和说明

1) 施加电压和工频恢复电压的确定

通过被试 AFDD 所做的分断试验记录确定施加电压和工频恢复电压。施加电压如图 22 所示评估。

电源侧电压应在所有极电弧熄灭后和高频现象已衰减后的第一个周期内测量;

2) 预期短路电流的确定

预期电流的交流分量视为等于校准电流交流分量的有效值(值对应于图 22 的 A_2)。

如适用, 预期短路电流应是所有相预期电流的平均值。

9.11.2.3 验证额定接通和分断能力(I_m)

本试验主要是用来验证 AFDD 接通、承载一个规定时间和分断短路电流的能力。

a) 试验条件

AFDD 按 9.11.2.2 规定的一般试验条件在电路中进行试验, 电路中不接保护电器。

用 AFDD 及阻抗与保护电器近似的连接代替阻抗可忽略不计的连接 G_1 。

辅助开关 S_1 保持断开;

b) 试验程序

通过操动器进行 O 操作断开机构, 保证电流流过 AFDD 至少 0.05 s。进行下面的操作顺序: CO-t-CO-t-CO。

9.11.2.4 验证 AFDD 单极额定接通和分断能力(I_{m1})和其在 IT 系统的适用性

本试验是用来验证 AFDD 单极接通、承载一个规定时间和分断短路电流的能力以及 IT 系统的适用性。

a) 试验条件

AFDD 按 9.11.2.2 规定的一般试验条件进行试验, 电路中不接保护电器, 但是应这样连接, 使得短路电流流过单极。

对于本试验, Z_1 不用, 电路处于断开状态。

不承载短路电流的回路, 其电源端与电源电压连接。

用 AFDD 及阻抗与 SCPD 近似的连接代替阻抗可忽略不计的连接 G_1 。

辅助开关 S_1 保持闭合。

依次对除可开闭的中性极(如果有的话)以外的每极进行试验;

b) 试验程序

进行下面的操作顺序, 通过操动器进行 O 操作闭合机构。

断开之前, 试验电流流过 AFDD 至少 0.05 s。

CO-t-CO-t-CO;

c) 对于验证 IT 系统的适用性, 本试验在新样品上进行。

——对于相极,在 105% 的额定相间电压下;对于中性极,在 105% U_0 下;

——且按照 5.3.5, $10I_n$ 或 500 A, 两者取较大值。

每极单独进行试验,试验电路按图 20 所示。

试验程序 CO- t -CO。

9.11.2.5 验证 AFDD 与声明保护电器之间的配合

这些试验按图 19 进行。

这些试验是用来验证由声明的保护电器保护的 AFDD 能够承受其额定限制短路电流以下的所有短路电流(5.3.6)而不发生损坏。

短路电流由 AFDD 和声明的保护电器共同分断。

在试验过程中,或是 AFDD 和声明的保护电器同时动作,或只有声明的保护电器动作。如果只有 AFDD 断开,也认为该试验合格。

每次动作后应重新更换或重新闭合声明的保护电器(适用时)。

在 9.11.2.2 规定的一般条件下进行下列试验(见表 17):

——验证额定限制短路电流 I_{nc} 时,声明的保护电器保护 AFDD 的试验[见 9.11.2.5a)]。

——验证在对应于额定接通和分断能力 I_m 的短路电流时,声明的保护电器动作并保护 AFDD 的试验[见 9.11.2.5b)]。

——验证在相对地短路及电流达到单极额定限制短路电流 I_{nc1} 时,AFDD 能够承受相应应力的试验[见 9.11.2.5c)]。

a) 验证在额定限制短路电流(I_{nc})时的配合

1) 试验条件

用 AFDD 和声明的保护电器代替阻抗可忽略不计的连接 G_1 。

辅助开关 S_1 保持断开;

2) 试验程序

进行下面的操作顺序:

CO- t -CO。

b) 验证在额定接通和分断能力(I_m)时的配合

1) 试验条件

用 AFDD 和声明的保护电器代替阻抗可忽略不计的连接 G_1 。

辅助开关 S_1 保持断开;

2) 试验程序

进行下面的操作顺序:

CO- t -CO- t -CO。

c) 验证在额定单极限制短路电流(I_{nc1})时的配合

1) 试验条件

AFDD 按 9.11.2.2 规定的一般试验条件进行试验,但应这样连接,使得短路电流仅流过单极。

试验仅在一个极上进行,该极不应是 AFDD 的可开闭中性极。

不承载短路电流的电流回路,其电源端连接电源电压。

用 AFDD 和声明的保护电器代替阻抗可忽略不计的连接 G_1 。

辅助开关 S_1 保持闭合;

2) 试验程序

进行下面的操作顺序:

CO-*t*-CO-*t*-CO。

9.12 验证耐机械振动和撞击

9.12.1 机械振动

9.12.1.1 试验装置

用图 23 所示的装置对 AFDD 进行机械振动试验。把一块木质基座 A 固定在混凝土基座上,用铰链把一个木平台 B 连接在基座 A 上,平台上再放一块木板 C,木板 C 能以两个垂直位置固定在距铰链不同的距离的地方。平台 B 的端部有一个金属止动板 D,它靠在一个弹性系数为 25 N/mm 的螺旋形弹簧上。

把 AFDD 固定在木板 C 上,使试品的水平轴线至平台 B 的距离为 180 mm,木板 C 按图 23 所示,依次固定在使安装平面至铰链的距离为 200 mm 的地方。

在木板 C 的 AFDD 安装平面的反面,固定一个附加配重,使得作用在 D 上的静力为 25 N,以保证整个系统的惯量基本上不变。

9.12.1.2 试验程序

AFDD 处在闭合位置,但不接任何电源,将工作平台的自由端升高,然后从 40 mm 的高度落下 50 次,相邻两次落下的时间间隔应能使试品静止为准。

然后,把 AFDD 固定到 C 的反面,平台 B 再按上述要求落下 50 次。

在这试验后,把木板 C 绕着其垂直轴线转过 90°,如有必要,可将其重新定位,使 AFDD 的垂直对称轴线距铰链 200 mm。

然后如前所述,把 AFDD 固定在 C 的一面,将平台 B 落下 50 次,接着把 AFDD 固定在另一面再将平台落下 50 次。

在每次改变位置前,用手动操作方式断开和闭合 AFDD。

在试验过程中 AFDD 不应断开。

9.12.2 机械撞击

9.12.2.1 概述

对所有型式的 AFDD,按正常使用条件(见 8.3 的注)安装,在正常使用中易遭受到机械撞击的外露部件用 9.12.2.2 的试验来验证是否符合要求。此外,对于安装在安装轨上的 AFDD,还要进行 9.12.2.3 的试验。

注:对规定完全封闭起来的 AFDD 可不进行本试验。

9.12.2.2 用图 24 至图 26 所示的撞击试验装置对试品进行撞击试验

撞击元件的头部有一个半径为 10 mm 的半球形面,由洛氏硬度为 HR100 的聚酰胺制成。撞击元件的质量为 $150\text{ g} \pm 1\text{ g}$ 并被刚性固定在一根外径为 9 mm、壁厚为 0.5 mm 的钢管下端,钢管的上端用枢轴固定,使其只能在一个垂直平面内摆动。枢轴的轴线在撞击元件轴线上方 $1\,000\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ 处。

确定撞击元件头部聚酰胺的洛氏硬度时,可采用下列条件:

——球的直径: $12.7\text{ mm} \pm 0.002\,5\text{ mm}$;

——起始载荷: $100\text{ N} \pm 2\text{ N}$;

——过负荷: $500\text{ N} \pm 2.5\text{ N}$ 。

注 1: 关于确定塑料洛氏硬度的补充说明见美国材料试验协会规范 ASTM D785-08。

试验装置应这样设计,使得钢管要保持在水平位置,则应在撞击元件的前面施加一个 1.9 N~2.0 N 的力。

平面安装式的 AFDD 应安装在一块 175 mm×175 mm、厚为 8 mm 的层压板上,层压板的上下两边固定在如图 26 所示的作为安装支架一部分的刚性托架上。

安装支架的质量应为 $10\text{ kg}\pm 1\text{ kg}$,并应用枢轴安装在一个刚性框架上,框架固定在实心墙上。

嵌入式 AFDD 安装在一个如图 27 所示的试验装置上,该装置固定在安装支架上。

配电板安装式 AFDD 安装在一个图 28 所示的试验装置上,该装置固定在安装支架上。

插入式 AFDD 安装在其合适的插座上,该插座固定在层压板上或固定在图 27 或图 28 所示的试验装置上(适用时)。

轨道安装式 AFDD 应安装在其合适的安装轨上,安装轨刚性地固定在安装支架上。

试验装置的设计是这样的:

——试品能在水平方向移动,并能绕着一根与层压板表面垂直的轴线转动;

——层压板能绕一根垂直轴线转动。

AFDD 连同它的盖(如果有的话)按正常使用安装在层压板上或合适的试验装置上(适用时),使撞击点位于通过摆的枢轴轴线的垂直平面上。

把不是敲落孔的电缆进线孔打开,如果它们是敲落孔,则打开其中两只。

在施加撞击前,用表 12 规定值三分之二的力矩把固定基座、盖子及类似部件的螺钉拧紧。

撞击元件从 10 cm 的高度落到按正常使用安装时的 AFDD 外露表面。

撞击元件下落高度是摆释放时测量点的位置与撞击瞬间测量点位置之间的垂直距离。测量点是撞击元件表面的标志点,该点是通过摆的钢管的轴线与撞击元件轴线的交点并垂直于该两轴线构成的平面的直线与撞击元件表面的交点。

注 2:从理论上讲,撞击元件的重心应为测量点。但由于确定重心较困难,所以测量点按上述规定选择。

每台 AFDD 承受 10 次撞击,其中两次施加在操作手柄上,其余几次应均匀地分布在试品易遭受撞击的部件上。

对敲落孔的部位或任何透明材料覆盖的孔不进行撞击。

通常,把试品绕一根垂直轴线尽可能地转过一个角度,但不超过 60° ,在试品的每个侧面施加一次撞击,而另外两次撞击施加在试品的侧面撞击点与操作件撞击点之间近似中间的地方。

然后,把试品绕着其垂直于层压板的轴线转过 90° 以后,用同样的方法对其施加余下的撞击。

如果试品有电缆进线孔或敲落孔,试品的安装应使得撞击点的两根连线尽可能地与这些孔等距。

对操作件应施加两次撞击:一次操作件处于闭合位置,而另一次操作件应处于断开位置。

试验后,试品应无本标准含义内的损坏,尤其是碎裂后易触及带电部件或妨碍 AFDD 继续使用的盖、操作件、绝缘材料衬垫或隔板,以及类似的部件均不应有这样的损坏。

如果有疑问时,可验证在不损坏外壳和盖这些外部零件或它们的衬垫的情况下,可以拆卸和更换这些部件。

注 3:外观损坏,不导致爬电距离或电气间隙减少到小于 8.2.3 规定值的小的压痕以及不会对防电击保护产生有害影响的小的碎片可忽略不计。

对设计成既可用螺钉固定又可用安装轨安装的 AFDD 进行试验时,试验在两组 AFDD 上进行,一组用螺钉固定而另一组安装在安装轨上。

9.12.2.3 设计成安装在安装轨上的 AFDD,按正常使用安装在一根刚性地固定在垂直刚性墙的安装轨上,但不接电缆也没有任何盖子或盖板。

在 AFDD 的正面施加一个垂直向下的 50 N 的力 1 min,施加时不用冲击力,紧接着再施加一个垂直向上的 50 N 的力 1 min(见图 29)。

在试验过程中,AFDD 不应松动,而且试验后,AFDD 不应有妨碍其继续使用的损坏。

然后,AFDD的功能通过在表1最小电流下重复9.9.2.4的试验来验证。

9.13 耐热试验

9.13.1 把试品的可拆卸的盖子(如果有的话)拿掉,放在温度为 $100\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的加热箱中保持1 h;可拆卸的盖子(如果有的话)放在温度为 $70\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的加热箱中保持1 h。

在试验过程中,试品不应有任何妨碍其继续使用的变化,密封化合物(如果有的话)不应流失到使带电部件外露的程度。

试验后以及试品冷却到接近室温后,试品按正常使用安装,在正常情况下不能触及的带电部件应不能触及,即使用一个不超过5 N的力施加标准试指也是如此。

然后,AFDD的功能通过在表1最小电流下重复9.9.2.4的试验来验证。

在试验后,标志仍应清晰可见。

只要在本标准的含义内安全性不受影响,密封化合物的变色、起泡或轻微的位移可忽略不计。

9.13.2 除了外壳内把保护导体的端子保持在位置上必需的绝缘材料部件(适用时)应按9.13.3规定进行试验外,AFDD中把载流部件或保护电路部件保持在其位置上必需的,由绝缘材料制成的外部部件应用图30所示的装置进行球压试验。

被试部件放置在一个钢质支架上,使其合适的面处于水平位置,用一个20 N的力把一个直径为5 mm的钢球压在此表面上。

试验在一个温度为 $125\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的加热箱中进行。

1 h后,把球从试品上移开,然后把试品浸入冷水中使其在10 s内冷却至接近室温。

测量由钢球产生的压痕的直径,测量值不应超过2 mm。

9.13.3 AFDD中不是把载流部件和保护电路部件保持在其位置上必需的由绝缘材料制成的外部部件,即使与上述部件相接触,均应按9.13.2进行球压试验,但试验在 $70\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或在 $40\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度加上在9.8试验中对有关部件测定的最高温升下进行试验,两者中取较高的温度。

注:就9.13.2和9.13.3的试验而言,平面安装式AFDD的基座看作为外部部件。

对于陶瓷材料部件不进行9.13.2和9.13.3的试验。

如果9.13.2和9.13.3所述的两个或几个绝缘材料部件是用同一种绝缘材料制成,则仅对一个这样的部件分别按9.13.2或9.13.3进行试验。

9.14 耐异常热和火

在下列条件下,按GB/T 5169.10—2006在一完整的AFDD上进行灼热丝试验:

——对AFDD中把载流部件和保护电路部件保持在其位置上必需的,用绝缘材料制成的外部部件,在 $960\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度下进行试验;

——对所有其他由绝缘材料制成的外部部件,在 $650\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度下进行试验。

注:就本试验而言,把平面安装式AFDD的基座看作为外部部件。

如果上述两组绝缘部件由同一种材料制成,则仅对一个这样的部件按相应的灼热丝试验温度进行试验。

对陶瓷材料部件不进行本试验。

进行灼热丝试验是为了确保电加热的试验丝在规定条件下不会引起绝缘部件着火,或确保在规定的条件下可能被加热试验丝引燃的绝缘材料在一个有限的时间内燃烧,而不会由于火焰或燃烧的部件或从试验部件上落下的微粒而蔓延火灾。

试验在3个试品上进行。

每次试验在单独的样品上进行,同时在不同的部位施加灼热丝。

灼热丝不能直接施加到端子区域、灭弧室或电磁脱扣器部分,在接触到相对大的金属部件或陶瓷之

前,灼热丝无法伸出穿过外表面,这样会迅速冷却灼热丝,另外限制了与灼热丝接触的绝缘材料的数量。在这种情况下,由于冷却了灼热丝并限制了接触被试绝缘材料的数量,部件只确保了试验的最低严酷度。

试验时,试品应处于其预期使用的最不利位置(被试表面处于垂直位置)。

如果绝缘材料的内部部件对试验有负面影响,允许从新试品上移去绝缘材料的相关内部部件。那么灼热丝试验应在新试品同样的位置重复进行。

按制造厂的规定,它是作为一种替代方法来移去正在被试整体的一部分,并单独测试该部分(见 GB/T 5169.11—2006 第 4 章)。

如果符合下列要求,则可看作试品通过了灼热丝试验:

——没有可见的火焰,也没有持续的辉光;

——或者在灼热丝移开后,试品上的火焰和辉光在 30 s 内自行熄灭。

此外,不应点燃薄纸或烧焦松木板。

9.15 验证自由脱扣机构

9.15.1 一般试验条件

AFDD 按 9.1.1 按正常使用安装和接线。

AFDD 在基本上无感的电路里进行试验,试验电路图见图 4。

9.15.2 试验程序

AFDD 闭合并把操作件保持在闭合位置,在表 1 中最低电流下重复 9.9.2.4 的试验,AFDD 应脱扣。

然后,在约 1 s 时间内把 AFDD 的操作件缓慢地移到电流开始导通的位置,这时操作件不再移动,AFDD 应脱扣。

两项试验各进行 3 次,每个与相线连接的极至少一次。

注:如果 AFDD 有几个操作件,则对所有的操作件都要验证自由脱扣动作。

9.16 防锈试验

将待试部件浸入冷的化学脱脂剂中 10 min,以除掉所有的油脂,化学脱脂剂如甲基氯或限定的汽油。然后将部件浸入(20+5)℃、氯化铵含量为 10%的水溶液中 10 min。

将试品上的液滴甩掉,但不擦干,然后将试样放进装有温度为(20+5)℃的饱和水汽的盒子中达 10 min。试品在(100+5)℃的加热箱中烘 10 min 后,试品表面不得出现锈迹。

注 1:锐边上的锈迹或可擦掉的淡黄锈膜均可忽略不计。

对于小弹簧之类及会受到磨损的不易触及部件,有一层油脂,即足以防锈。对这类部件,只有在对油脂层的功效有怀疑时,才进行试验,而且试验前不去除油脂。

注 2:试验中使用规定的液体时,应谨慎,以防气体吸入。

9.17 验证过电流时,不动作电流的极限值

按 4.1.2 分类的 AFDD 和按 4.1.3 分类的 AFDD(根据组装的保护电器按附录 D),按 GB 10963.1—2005 或 GB 16916.1—2014 或 GB 16917.1—2014 或 GB 22794—2008 进行试验,如适用,无附加试验。

按 4.1.1 分类的 AFDD 应按下述进行试验:

——AFDD 按正常使用接线,连接一个实际上无感的等于 $6I_n$ 的负载;

——用一个两极试验开关接通负载,然后过 1 s 后再断开;

——该试验重复进行 3 次,两次闭合操作之间的时间间隔至少为 1 min。

AFDD 不应断开。

9.18 验证冲击电压产生的浪涌电流作用下 AFDD 的性能

9.18.1 概述

按 4.1.1 分类的 AFDD 应按 9.18.2 进行试验。

按 4.1.2 分类的 AFDD 和按 4.1.3 分类的 AFDD(根据组装的保护电器按附录 D),按 GB 10963.1—2005 或 GB 16916.1—2014 或 GB 16917.1—2014 或 GB 22794—2008 进行试验,如适用,无附加试验。

9.18.2 验证在 3 000 A 浪涌电流下的性能 (8/20 μ s 浪涌电流试验)

9.18.2.1 试验条件

AFDD 用一个电流发生器进行试验,电流发生器能产生一个图 31 所示的 8/20 μ s 衰减浪涌电流。AFDD 接线的试验电路图的示例见图 32。

对 AFDD 任选的一极施加 10 次浪涌电流,每施加两次变换浪涌电流的极性,连续两次施加浪涌电流之间的时间间隔约 30 s。

用一个适当的装置测量浪涌电流,并用一个附加的相同型式、相同 I_n 的 AFDD 调节电流以满足下列要求:

- 峰值电流: $3\,000\text{ A}^{+10\%}_0$;
- 前沿时间: $8 \times (1 \pm 20\%) \mu\text{s}$;
- 至半值时间: $20 \times (1 \pm 20\%) \mu\text{s}$;
- 反向电流峰值: 小于峰值的 30%。

电流应调节到渐近曲线的电流形状。对另外一个相同型式、相同 I_n 的 AFDD 进行试验,反向电流(如果有的话)不能超过峰值的 30%。

9.18.2.2 试验结果

在试验过程中,AFDD 可以脱扣,在任何一次脱扣以后应重新闭合 AFDD。

在浪涌电流试验后,按 9.9.2.4 的试验验证 AFDD 的正确动作,仅在表 1 中的最小电流下进行试验。

9.19 验证可靠性

9.19.1 概述

用 9.19.2 和 9.19.3 的试验来检验是否符合要求。

注: 有多个设定值的 AFDD,试验在最低设定值下进行。

9.19.2 气候试验

9.19.2.1 概述

本试验按 GB/T 2423.4—2008 并考虑 GB/T 2424.2—2005 进行。

9.19.2.2 试验室

试验室的结构应如 GB/T 2423.4—2008 所述。冷凝水应不断地从室内排出,并且在被净化以前不再使用。只能采用蒸馏水来维持室内湿度。

蒸馏水在进入试验室前,电阻率应不小于 $500\ \Omega \cdot \text{m}$,pH 值为 7.0 ± 0.2 。在试验过程中和试验后,电阻率应不小于 $100\ \Omega \cdot \text{m}$,并且 pH 值应保持在 7.0 ± 1.0 。

9.19.2.3 严酷性

试验周期应符合下列条件：

- 上限温度： $55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- 周期数：28 天。

9.19.2.4 试验顺序

试验顺序应按 GB/T 2423.4—2008 和 GB/T 2424.2—2005。

a) 初始验证

初始验证时，AFDD 按 9.9.2.4 进行试验，在表 1 所示的最低电流下试验。

b) 试验条件

1) AFDD 按正常使用安装和接线，然后放入试验室。

AFDD 应处在闭合位置。

2) 稳定阶段(见图 33)

AFDD 的温度应稳定在 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ：

- 在把 AFDD 放入试验室前，先放在另外一个单独的试验室中稳定；
- 或在放入 AFDD 后，把试验室的温度调节到 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，并把温度保持在这个值下直至达到温度稳定。

在用上述任一方法稳定温度期间，相对湿度应在试验标准大气条件规定的极限范围(见表 6)内。

在最后 1 h，AFDD 在试验室内，在 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的周围温度下，相对湿度应增加到不小于 95%。

3) 24 h 周期的说明(见图 34)

- 试验室的温度应逐渐地上升到 9.19.2.3 规定的合适的上限温度。

上限温度应在 $3\text{ h} \pm 30\text{ min}$ 的时间内达到，温度上升速率应在图 34 阴影面积规定的范围内。

在这期间，相对湿度不应小于 95%，AFDD 上应产生凝露。

注：产生凝露的条件是指 AFDD 的表面温度低于大气的露点。这意味着，如果热时间常数较小时，则相对湿度应大于 95%。应注意冷凝水滴不能落到试品上。

- 然后温度应基本上恒定在规定的上限温度 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的极限范围内，至从试验周期开始的 $12\text{ h} \pm 30\text{ min}$ 。

在此期间，除了最初和最后的 15 min 相对湿度应在 90%~100%之间外，其余时间的相对湿度应为 $93\% \pm 3\%$ 。

在最后 15 min，AFDD 上不应产生凝露。

- 然后，温度应在 $3\text{ h} \sim 6\text{ h}$ 内降到 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。开始 1.5 h 的降温速率应是这样的，如果保持图 34 所示的速率，则温度将在 $3\text{ h} \pm 15\text{ min}$ 内达到 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

在降温期间，除了最初 15 min 相对湿度应不小于 90%外，其余时间的相对湿度应不小于 95%；

- 接着，温度保持在 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不小于 95%直至 24 h 周期结束。

9.19.2.5 恢复

在试验周期结束时,AFDD 不应从试验室中取出。
打开试验室门,并停止调节温度和湿度。
然后经过 4 h~6 h,使得重新建立环境条件(温度和湿度)后进行最后测量。
在 28 个试验周期中,AFDD 不应脱扣。

9.19.2.6 最后验证

AFDD 重复按 9.9.2.4 进行试验,在 1.25 倍表 1 所示的最低电流下试验。

9.19.3 40 ℃ 温度试验

AFDD 按正常使用安装在一块厚约 20 mm,涂有无光泽黑漆的层压板壁上。
AFDD 每极的两侧连接一根长 1 m,标称截面积如表 11 规定的单芯电缆,端子的螺钉或螺母用表 12 规定值三分之二的扭矩拧紧,把这一组件放入加热箱。
AFDD 在任何合适电压下通以额定电流负载并在 40 ℃ ± 2 ℃ 的温度下进行 28 周期试验,每个周期包括 21 h 通以电流和 3 h 不通电流。用一个辅助开关断开电流,AFDD 处于不动作状态。
注:对于四极 AFDD,本试验在考虑中。
在最后 21 h 通电周期结束时,用细线热电偶测定端子温升,这温升不应超过 65 K。
在这个试验后,AFDD 在加热箱内,不通电流,冷却到接近室温。
AFDD 重复按 9.9.2.4 进行试验,在表 1 所示的最低电流下试验。

9.20 验证电子元件抗老化性能

AFDD 通以额定电流负载,在 40 ℃ ± 2 ℃ 的周围温度下放置 168 h,电子部件上的电压应为额定电压的 1.1 倍。
在上述试验后,AFDD 在加热箱内,不通电流,冷却至接近室温。电子部件应不损坏。
AFDD 重复按 9.9.2.4 进行试验,在 1.25 倍表 1 所示的最低电流下试验。
注:本验证的试验电路示例见图 35。

9.21 电磁兼容性(EMC)

9.21.1 概述

按 GB 18499—2008 及 9.21.2、9.21.3 和 9.21.4 给出的附加信息对 AFDD 进行电磁兼容试验。

9.21.2 本标准其他条款包括的 EMC 试验项目

表 20 中所列的试验已包含在本标准其他的试验条款中,不需要再重复进行。

表 20 本标准已包括的电磁兼容(EMC)试验项目

GB 18499—2008 中表 4 和表 5 的相应条款	电磁现象	本标准的试验
T1.3	电压幅值变化	9.9.2.4
T1.4	电压不平衡	9.9.2.4
T1.5	电源频率变化	9.2
T1.8	辐射磁场	9.11 和 9.17
T2.4	暂态振荡电流	9.18

9.21.3 需要进行的 EMC 试验

GB 18499—2008 的表 4、表 5 和表 6 中规定的其他试验,应按本标准附录 A 规定的试验程序 H、I 和 J 进行。试验电平和性能判别标准按表 21。

表 21 AFDD 需要进行的电磁兼容(EMC)试验项目

GB 18499—2008 的表 5 和表 6 中相应的序号	试验名称	试验方法依据的基本标准	试验电平和试验规范	性能判别标准
T 2.1	射频场感应的传导骚扰抗扰度试验	GB/T 17626.6 ^{c,i}	试验等级 2 0.15 MHz~80 MHz Z=150 Ω 3 V	A
T2.2	电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	GB/T 17626.4 ^h	试验等级 4:4 kV(峰值) T_r/T_b :5/50 ns 重复频率:2.5 kHz	B ^e
T2.3a	浪涌(冲击)抗扰度试验	GB/T 17626.5	T_r/T_b :1.2/50 μs 共模,5 kV(峰值) ^a /12 Ω 差模,4 kV(峰值) ^a /2 Ω	B C ^{g,h}
T2.3b			T_r/T_b :1.2/50 μs 共模,4 kV(峰值) ^a /12 Ω 差模,2 kV(峰值) ^a /2 Ω	B ^h
T2.5	射频电磁场辐射抗扰度试验	GB/T 17626.3 ^{c,f}	试验等级 2:3 V/m	A
T2.6(※)	0 Hz~150 kHz 共模传导骚扰抗扰度试验	IEC 61000-4-16	试验等级 3 ^j 1 kHz~1.5 kHz:1 V 1.5 kHz~15 kHz:1 V~10 V 15 kHz~150 kHz:10 V	A
T3.1	静电放电抗扰度试验	GB/T 17626.2	严酷等级 3: 空气放电:8 kV 接触放电:6 kV	C ^k
^a 不需要用比本表规定值较低的电压进行试验(说明原因:因为 GB/T 17626.5—1999 的 8.2 要求在所选电压水平及以下每个电压进行试验)。应在 RCD 处于闭合位置进行本试验,依次在下列条件下施加脉冲: ——金属支架与预期接地的部件(PE 导线,接地端子)连接在一起(如果有时),依次与每一根带电导线之间施加 5 kV(对 SRCD 和 PRCD 为 4 kV)冲击电压,阻抗为 12 Ω; ——依次在每根相线与中性线之间,以及依次在每两个极之间施加 4 kV(对 SRCD 和 PRCD 为 2 kV)冲击电压,阻抗为 2 Ω。 ^b 此外,试品应按正常使用安装在一块距离接地平面 10 cm 的扁平绝缘支撑上。 ^c 对每个试品的任选一极进行单相试验,应提供 3 个新的试品进行试验。如果在试验过程中,有 1 台试品因脱扣而不符合判断准则,则应再提供 3 台试品进行试验,重复试验时应完全符合 GB 18499—2008 中 5.1.2 判断准则的要求。 ^d 空。				

表 21 (续)

GB 18499—2008 的表 5 和表 6 中相应的序号	试验名称	试验方法依据的 基本标准	试验电平和试验规范	性能判别标准						
^e 制造商同意时,T2.1 的传导试验可从 80 MHz 延伸到 230 MHz。如果这样,T2.5 的试验将从 230 MHz 开始,而不是从 80 MHz 开始试验。 ^f 在验证不脱扣时(性能判断准则 A),应在规定的频率范围内扫描。在验证脱扣时(性能判断准则 A),每个试品仅在规定频率范围内随机选取的 5 个不同的频率点进行试验,每个试品选择的频率点应不同,但 450 MHz 和 900 MHz 应进行试验。 ^g T2.3b 的试验应仅施加于在进行 T2.3a 试验时没有满足判断准则 B 的 AFDD。此时,仅对在 T2.3a 试验中发生脱扣的试验组合在 T2.3b 规定的冲击电压下重复试验。 ^h 试品处在闭合位置,施加额定电压 U_n,每个试品按下列方式进行试验: 1) 首先进行差模试验:依次在每个负载电流回路与其他负载电流回路之间; 2) 接着进行共模试验:依次在每个负载电路回路与连接在一起的金属支架和预期接地的部件(PE 导线,FE 端子,接地端子)(如果有时)之间。 每种情况下,试品在正半周期承受 5 次正脉冲,接着在负半周期承受 5 次负脉冲。 以每分钟 1 次的重复频率在电压波形的任选的点连续地施加所有的脉冲。 对 T2.3a 的试验,按上述程序总的脉冲次数为: <table><tr><td></td><td>差模试验</td><td>共模试验</td></tr><tr><td>1 极和 2 极 AFDD</td><td>10 次</td><td>20 次</td></tr></table> 在 T2.3a 试验时 AFDD 允许脱扣(性能判断准则 C),如果在试验过程中 AFDD 脱扣,应在下一次施加脉冲前重新闭合 AFDD。对 T2.3b 试验,总的施加脉冲次数与 T2.3a 相同(适用时)。 ⁱ 在验证不脱扣时(性能判断准则 A),应在规定的频率范围内扫描。 在验证脱扣时(性能判断准则 A),每个试品仅在规定频率范围内随机选取的 5 个不同的频率点进行试验,每个试品选择的频率点应不同。 ^j 在 $1.1U_n$ 下,用额定频率的额定电流试验一次,按 IEC 61000-4-16:1998 的 6.1.3 规定的速率从 1 kHz 扫描至 150 kHz,AFDD 不应脱扣。 对每个试品在规定频率范围内任选的 5 个不同的频率点进行脱扣试验,每个试品应在不同的频率点进行试验。AFDD 应脱扣。 ^k 用 3 台试品进行试验,3 台试品都应通过试验。 AFDD 按正常使用进行安装,探查可接近的表面选择应施加静电放电的点,以每秒 20 次放电的频率选择。 对所选择的点用 10 次正极性和 10 次负极性放电进行试验,相邻两次放电之间的时间间隔至少 1 s。 (*) 本试验在美国不适用。						差模试验	共模试验	1 极和 2 极 AFDD	10 次	20 次
	差模试验	共模试验								
1 极和 2 极 AFDD	10 次	20 次								

对包含有连续工作振荡器的 AFDD,在上述表 21 所示的试验程序前,应先按 GB 4343.1—2009 的要求进行发射试验。

9.21.4 性能判别标准

9.21.4.1 概述

当 AFDD 递交 EMC 试验时,9.21.3 的试验及表 21 的性能判别标准适用。

9.21.4.2 判别标准 A

在试验过程中,AFDD 在施加 $1.1 U_n$,持续通以额定电流值的正弦波电流时应保持闭合;在 9.9.2.2 的条件和额定电流值下,AFDD 应脱扣。

注:如果制造商同意,允许用电弧发生器代替碳化导线试品来进行 EMC 试验。

9.21.4.3 判别标准 B

在试验过程中,AFDD 在施加 $1.1 U_n$,持续通以额定电流值的正弦波电流时应保持闭合;试验后,AFDD 应符合 9.9.2.2 的要求,但仅在额定电流值下进行试验。

注:如果制造商同意,允许用电弧发生器代替碳化导线试品来进行 EMC 试验。

9.21.4.4 判别标准 C

在试验过程中,AFDD 在施加 $1.1 U_n$,持续通以表 1 的最低电流值的正弦波电流时可以脱扣;试验后,AFDD 应符合 9.9.2.2 的要求,但仅在表 1 的最低电流值下进行试验。

注:如果制造商同意,允许用电弧发生器代替碳化导线试品来进行 EMC 试验。

9.22 验证三相系统由于中性线断开引起的过电压保护

在三相电气装置内部,可能会发生由于中性线断开引起的相对中性线的过电压。此过电压的最大值能达到相对相的值。过电压负载内温度异常升高会导致着火。

AFDD 能包括一个对此状况提供保护的可选特性,这个附加可选特性在考虑中。

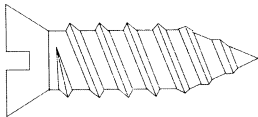


图 1 螺纹挤压成形自攻螺钉

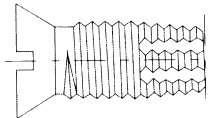
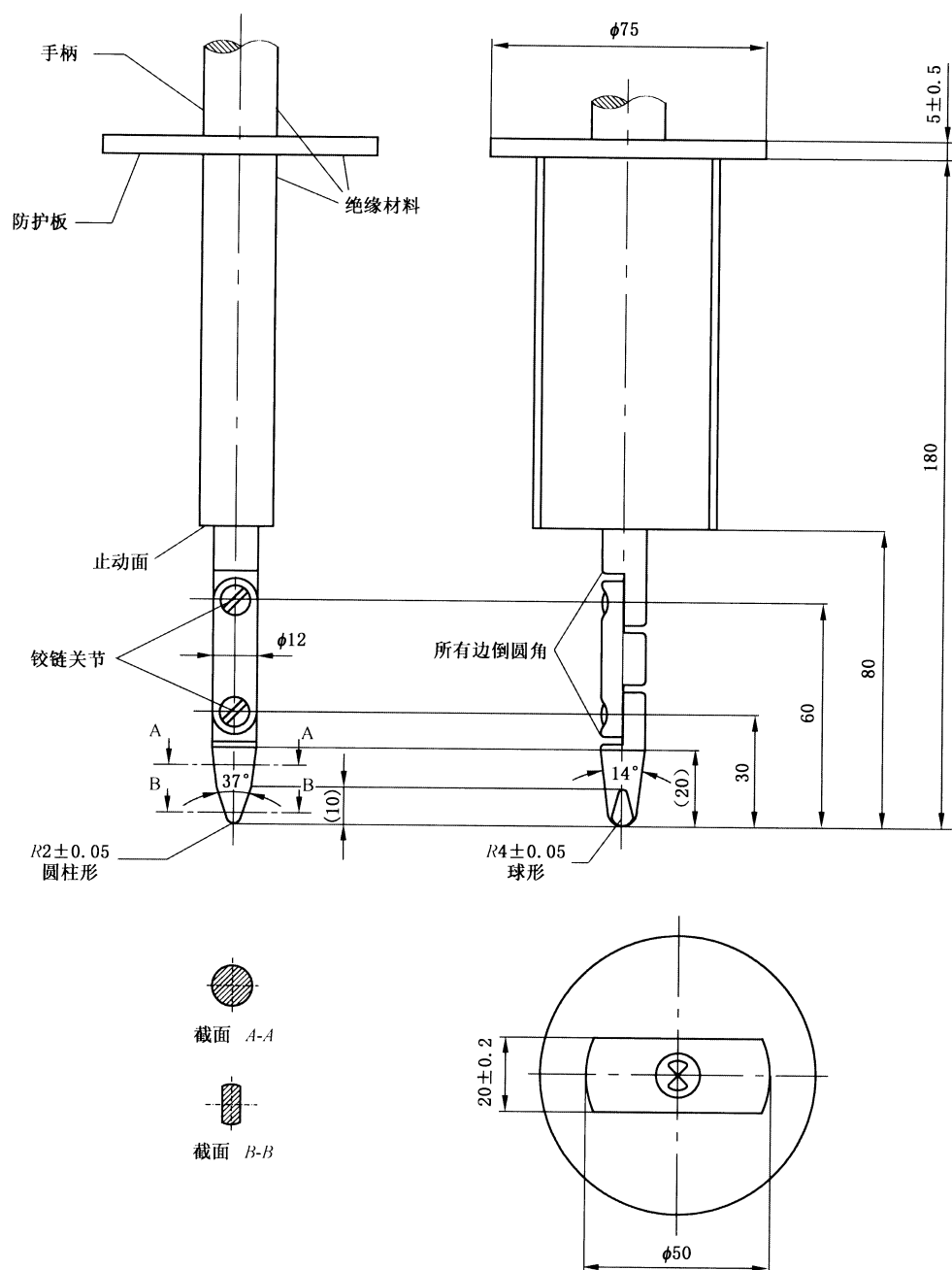


图 2 螺纹切削自攻螺钉



说明：

材料:金属(除图上另有规定外)

线尺寸以 mm 表示

未注公差尺寸其公差为:

角度: $^{\circ} 10'$; 线尺寸: 小于等于 25 mm: $^{+0.05}_{-0}$ mm; 大于 25 mm: ± 0.2 mm

两个关节能在同一平面及同一方向转过 90° , 允许误差: $+\frac{10''}{0}$

图 3 标准试指(9.6)

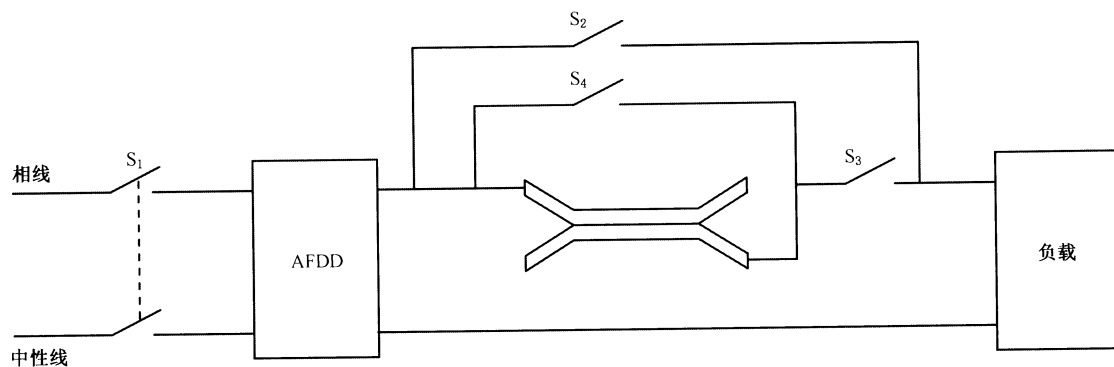


图 4 串联电弧故障试验电路

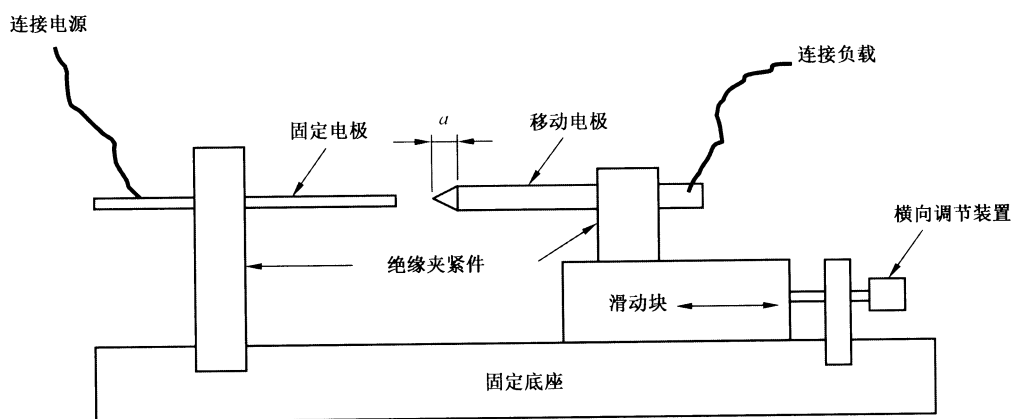


图 5 电弧发生器

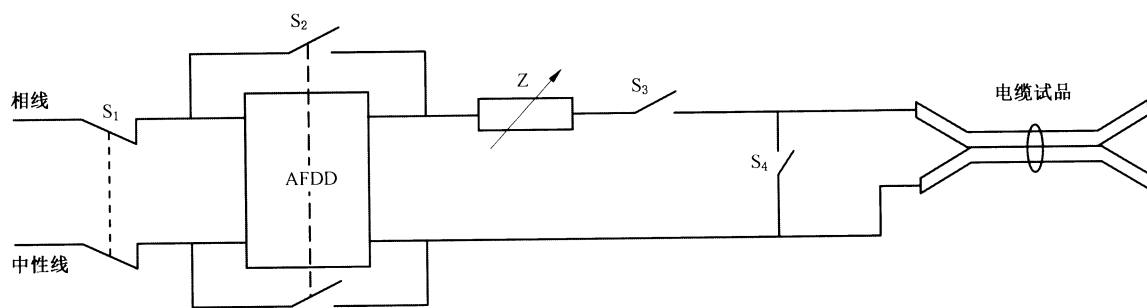


图 6 并联电弧故障试验电路

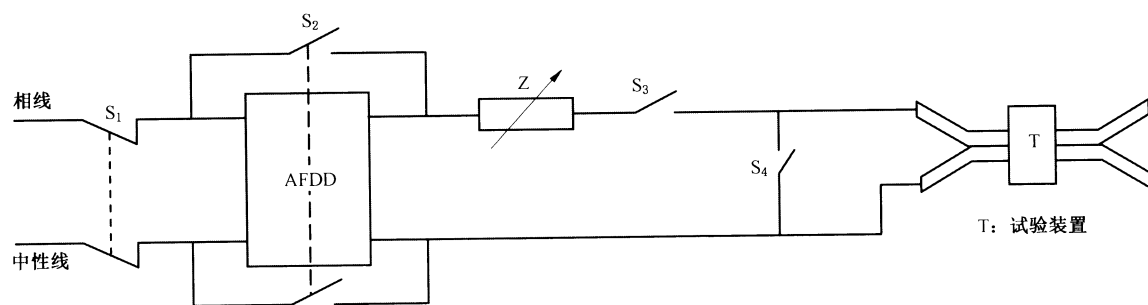


图 7 并联电弧电缆切割试验的试验电路

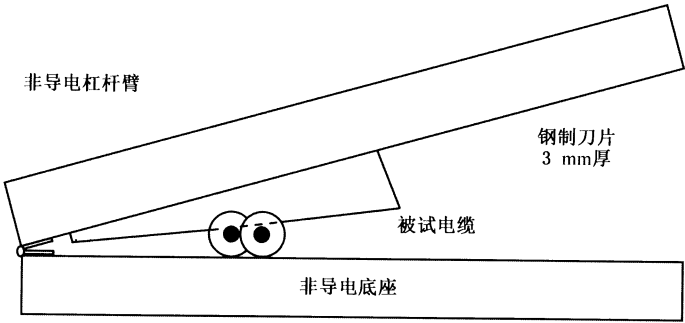


图 8 切割电缆试验装置

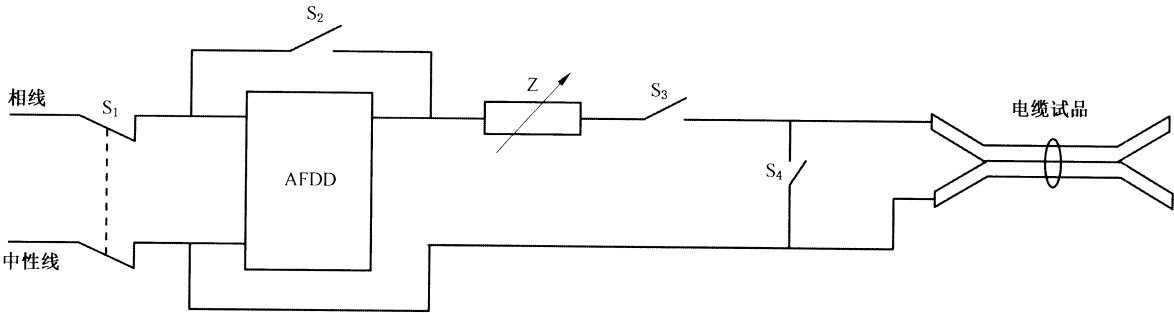


图 9 验证对地并联电弧故障时正确动作的试验

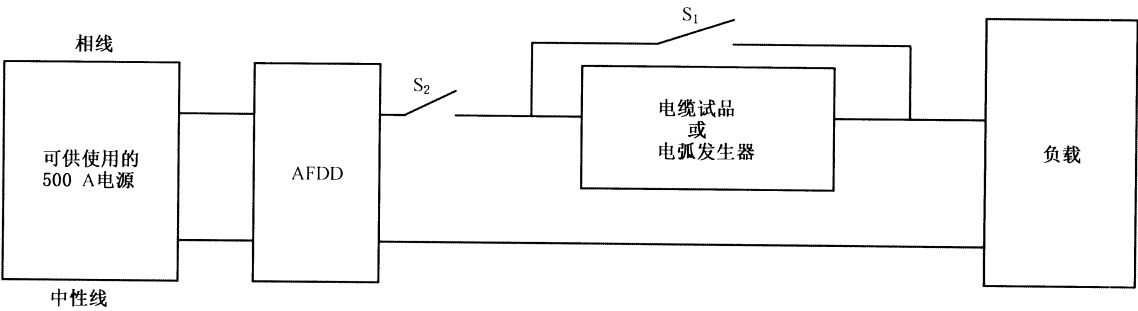
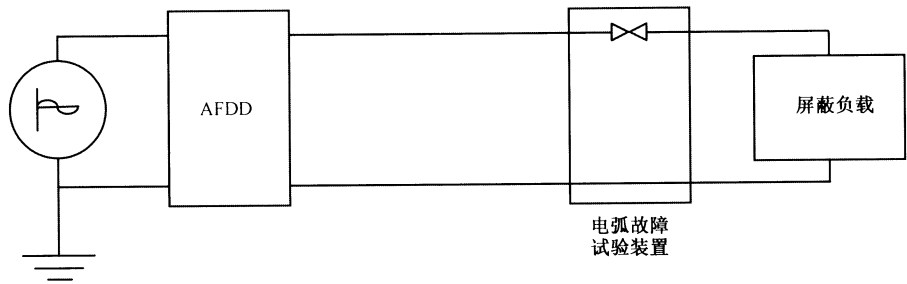
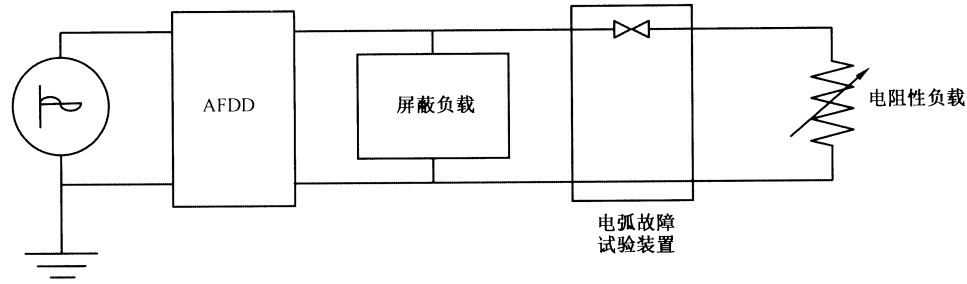


图 10 屏蔽试验电路(抑制性和干扰性负载)

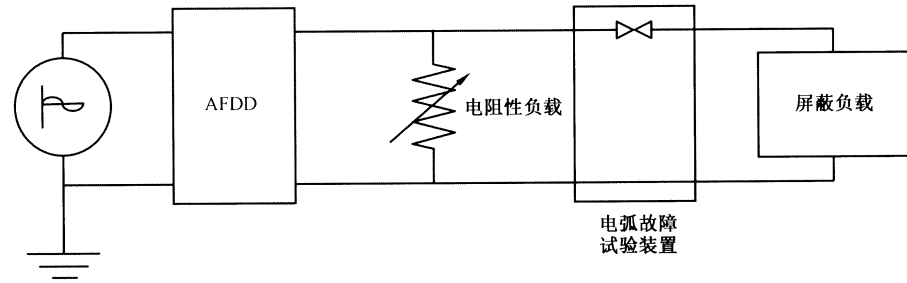
试验电路配置A



试验电路配置B



试验电路配置C



试验电路配置D

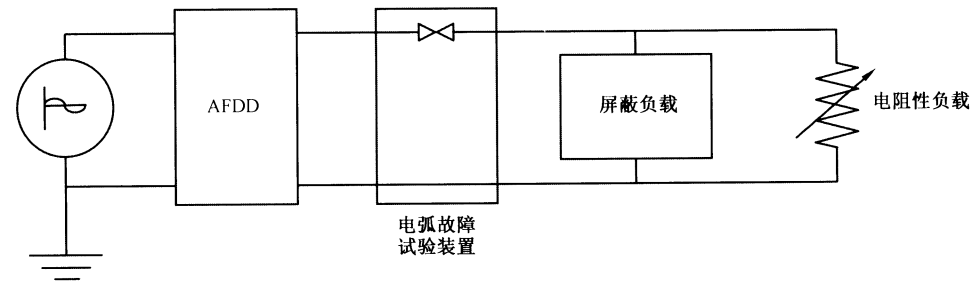


图 11 屏蔽试验的试验配置

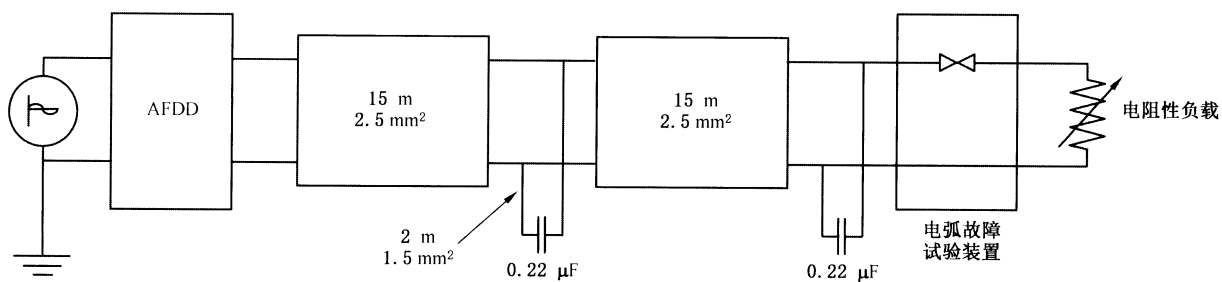


图 12 屏蔽试验的 EMI 滤波器 #1 试验

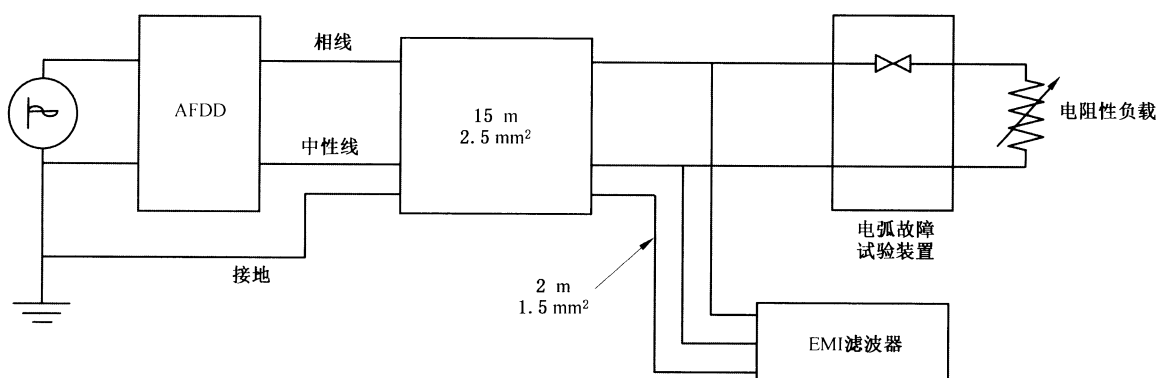
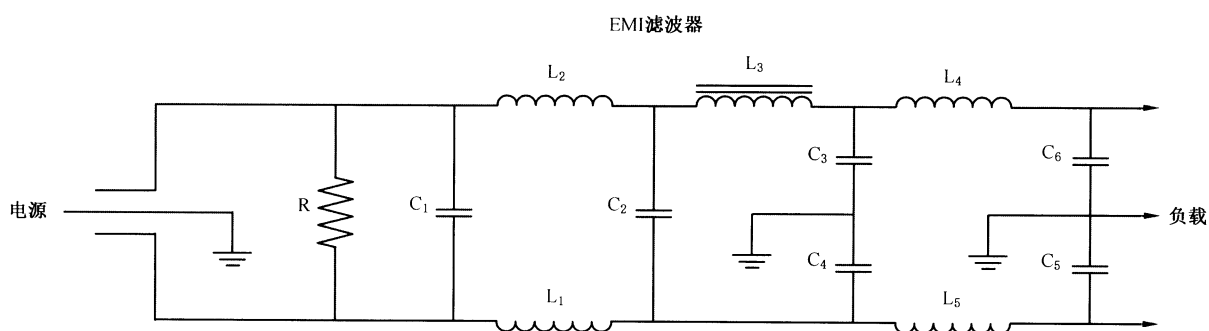


图 13 屏蔽试验的 EMI 滤波器 #2 试验



说明：

$$L_1 = L_2 = 6 \times (1 \pm 10\%) \text{ mH}$$

$$L_3 = 0.037 \times (1 \pm 10\%) \text{ mH}$$

$$L_4 = L_5 = 1.5 \times (1 \pm 10\%) \text{ mH}$$

$$C_1 = 100 \times (1 \pm 10\%) \text{ nF}, 240 \text{ V}$$

$$C_2 = 0.33 \times (1 \pm 10\%) \mu\text{F}$$

$$C_3 = C_4 = C_5 = C_6 = 0.002 \times (1 \pm 10\%) \mu\text{F}$$

$$R = 330 \times (1 \pm 10\%) \text{ k}\Omega$$

图 14 安装在图 13 中的 EMI 滤波器的描述

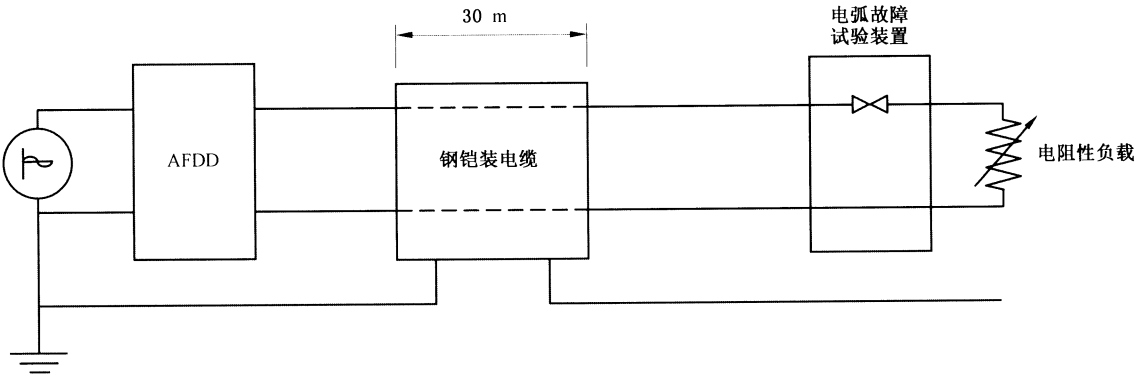


图 15 线路阻抗屏蔽试验的试验电路

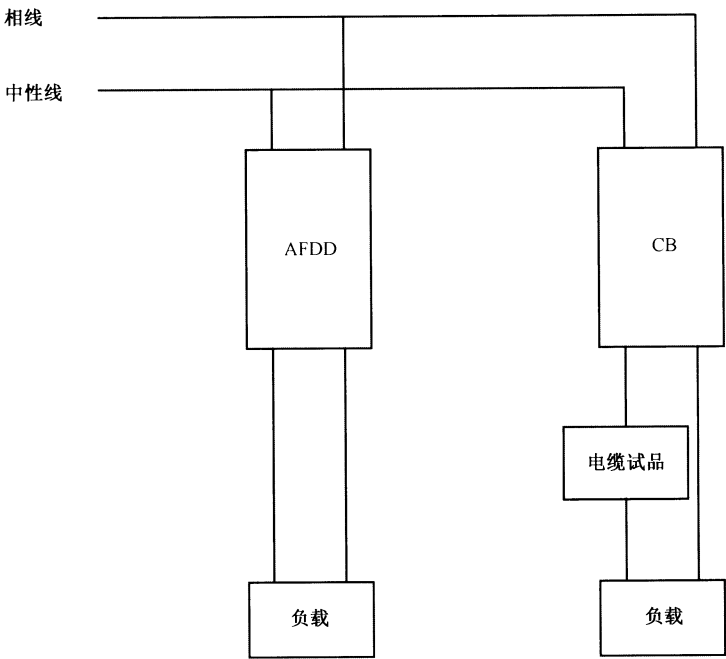


图 16 串扰试验

空

图 17 受控电流试验电路

空

图 18 滞后角为 45°、90°和 135°时的受控电流

图 19、图 20 和图 21 中字母符号的说明

- N —— 中性线；
 - S —— 电源；
 - R —— 可变电阻器；
 - Z —— 每相电抗器，用于调整额定限制短路电流。电抗器应是空心且与电阻器串联连接以获得要求的功率因数；
 - Z_1 —— 可调电抗器，以获得低于额定限制短路电流；
 - Z_2 —— 可调电抗器，以获得 I_{m1} ；
 - P —— 短路保护装置(SCPD)；
 - D —— 被试 AFDD；
 - 框架 —— 所有导电部件，一般工作时接地，包括 FE，如需要；
 - G_1 —— 调节用临时连接；
 - G_2 —— 额定限制短路电流试验的连接；
 - T —— 短路闭合开关；
 - I_1 、 I_2 —— 电流传感器。可以位于电源侧或被试电器的负载侧，但总在变压器的二次侧；
 - I_1 —— 电流传感器；
 - U_{r1} —— 电压传感器；
 - F —— 检测故障电流装置；
 - R_1 —— 限流约为 10A 的电阻；
 - R_2 —— 装置 F 的限流电阻；
 - r —— 电阻，可获得约 0.6% 的电流(见 9.11.2.2)；
 - S_1 —— 辅助开关；
 - B 和 C —— 附录 C 所示栅格的连接点；
 - L —— 可调空心电感。
- 注 1：闭合开关 T 可以选择位于被试 AFDD 负载侧与电流传感器 I_1 或 I_2 之间。
- 注 2：可调负载 Z 可以位于供电电路的高压侧。
- 注 3：如制造厂同意 R_1 可以省略。

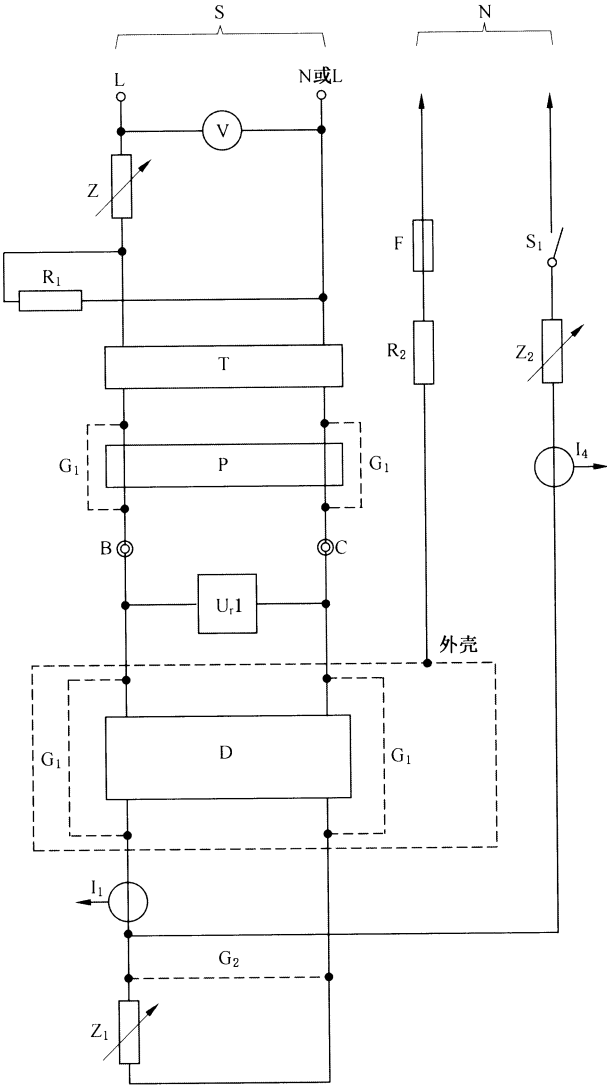


图 19 短路试验的试验电路

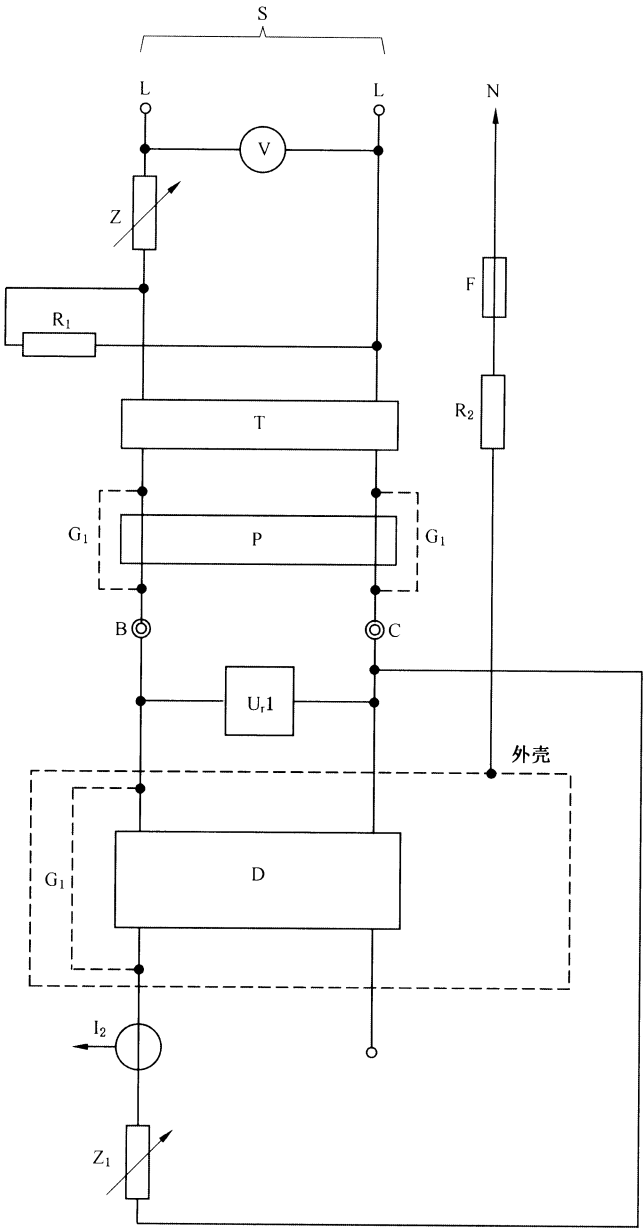


图 20 按 9.11.2.4c) 的短路试验典型接线图

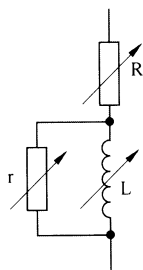
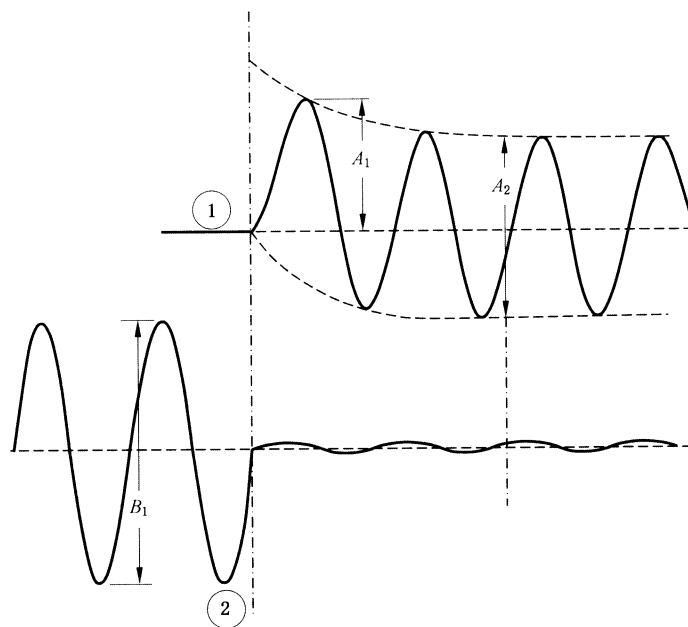


图 21 阻抗 Z 、 Z_1 和 Z_2 的接线图



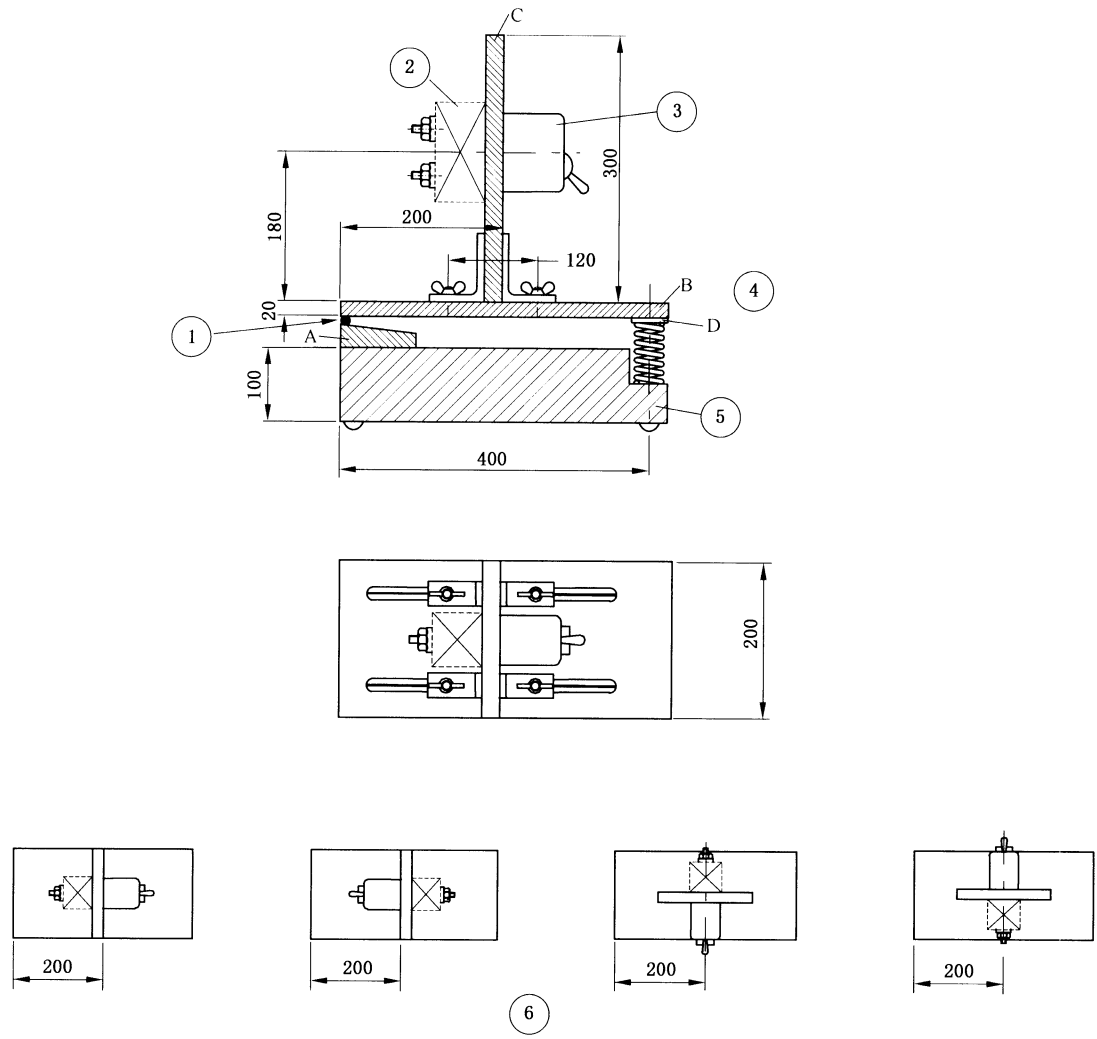
说明：

1——电流；

2——电压。

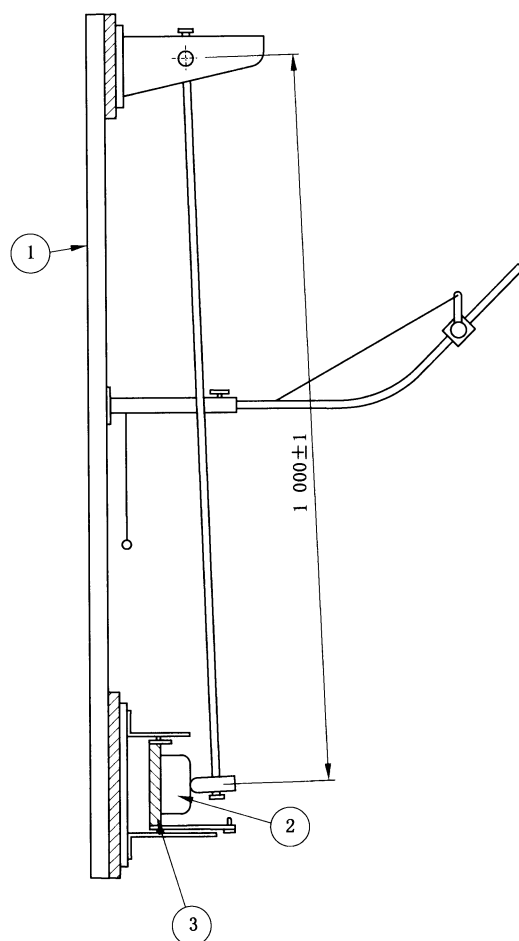
图 22 短路试验的校准记录举例[9.11.2.2j)]

单位为毫米



- 说明：
- 1——铰链；
 - 2——附加配重；
 - 3——试品；
 - 4——金属止动板；
 - 5——混凝土基座；
 - 6——试品依次的试验位置。

图 23 机械振动试验装置(9.12.1)

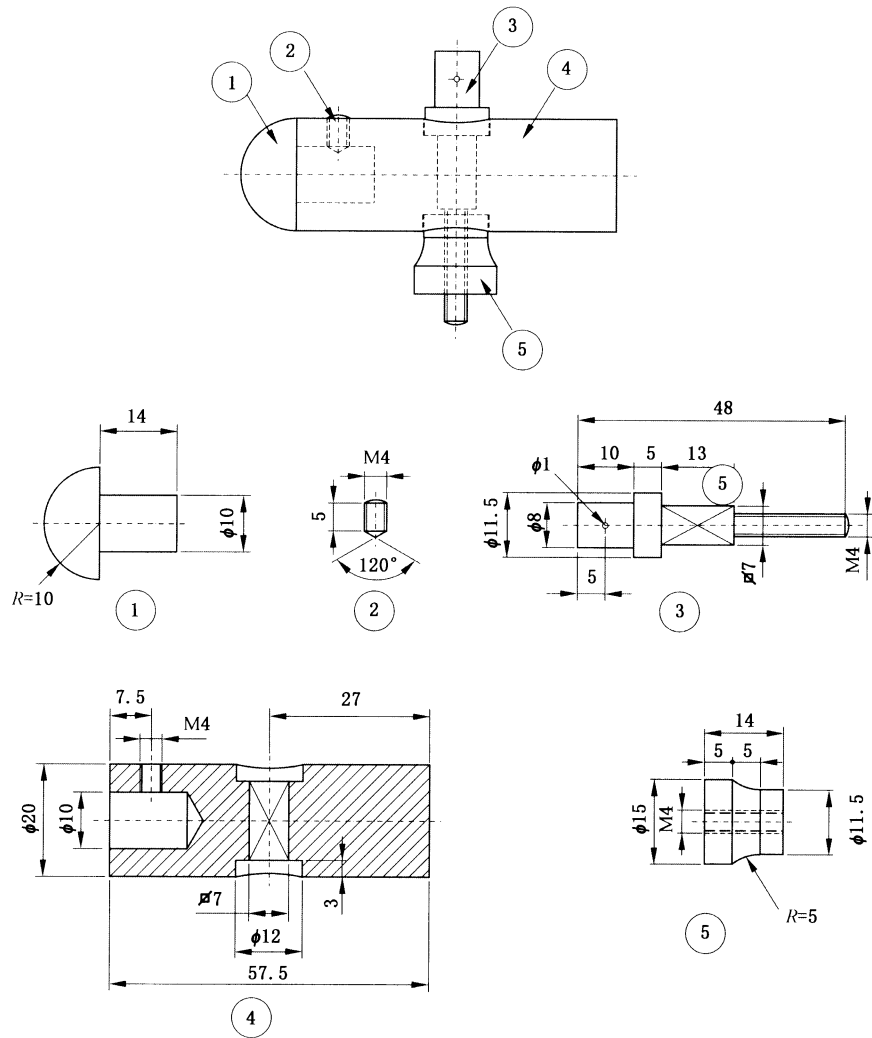


说明：

- 1——框架；
- 2——试品；
- 3——安装支架。

图 24 机械撞击试验装置(9.12.2.2)

单位为毫米



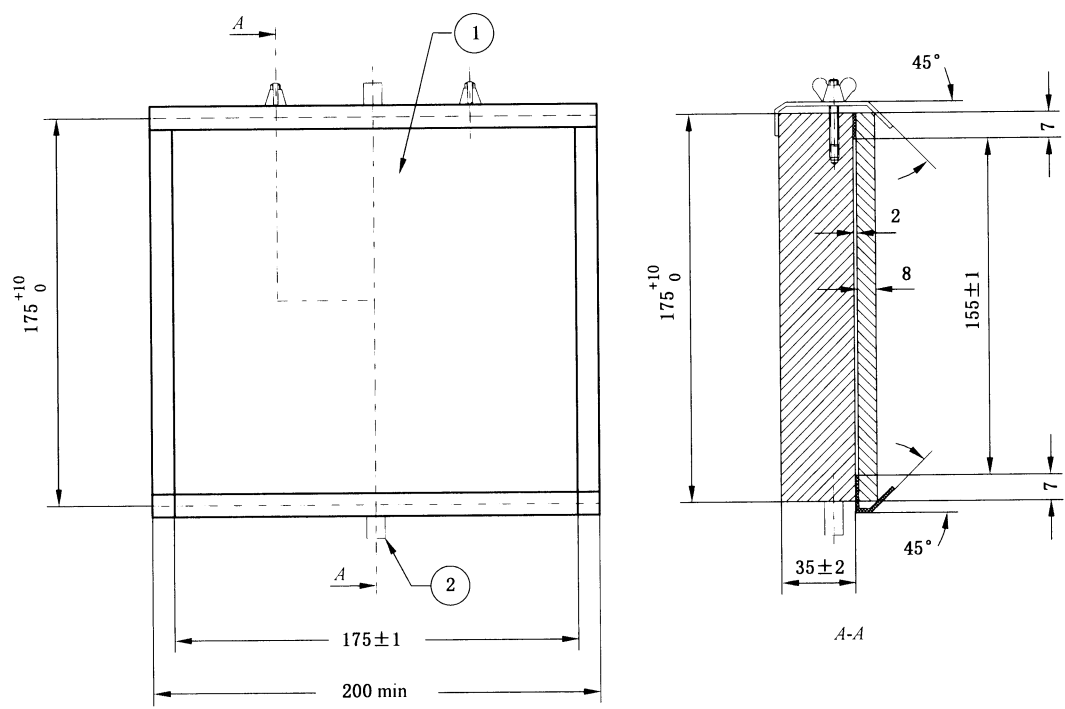
说明:

部件的材料:

- 1 —— 聚酰胺;
2,3,4,5 —— 钢 Fe360。

图 25 摆动撞击试验装置的撞击元件(9.12.2.2)

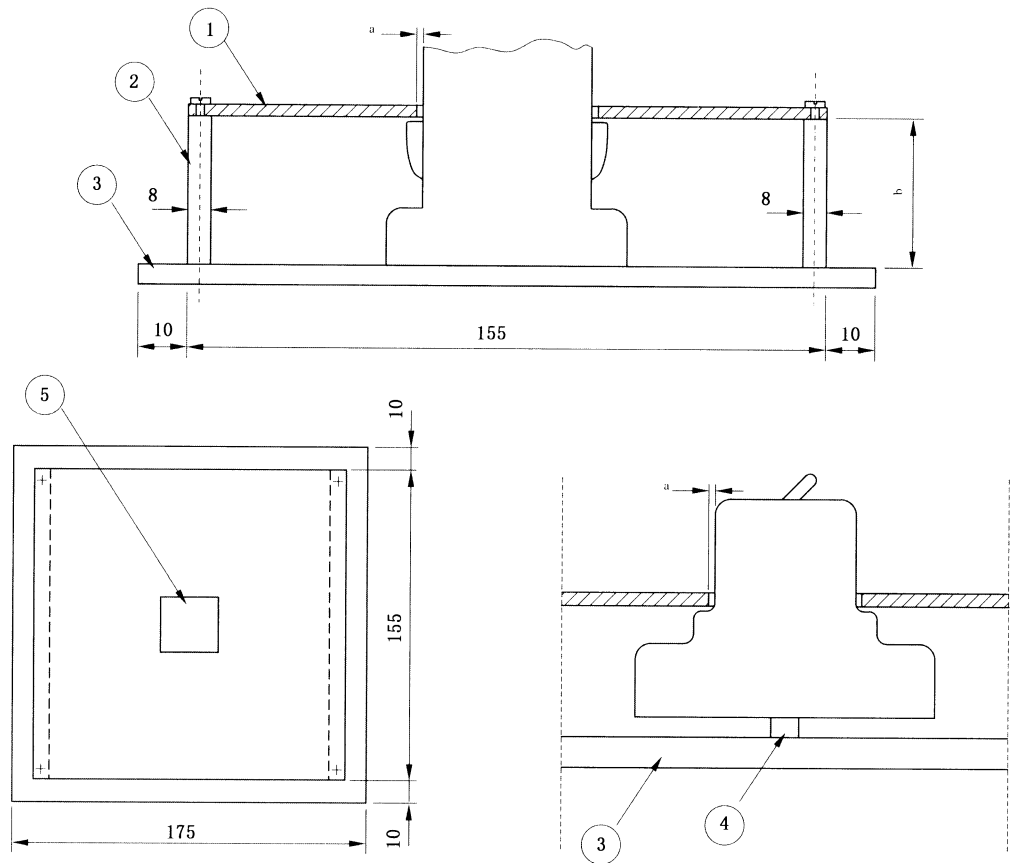
单位为毫米



说明：
1——层压板；
2——枢轴。

图 26 机械撞击试验的试品安装支架(9.12.2.2)

单位为毫米

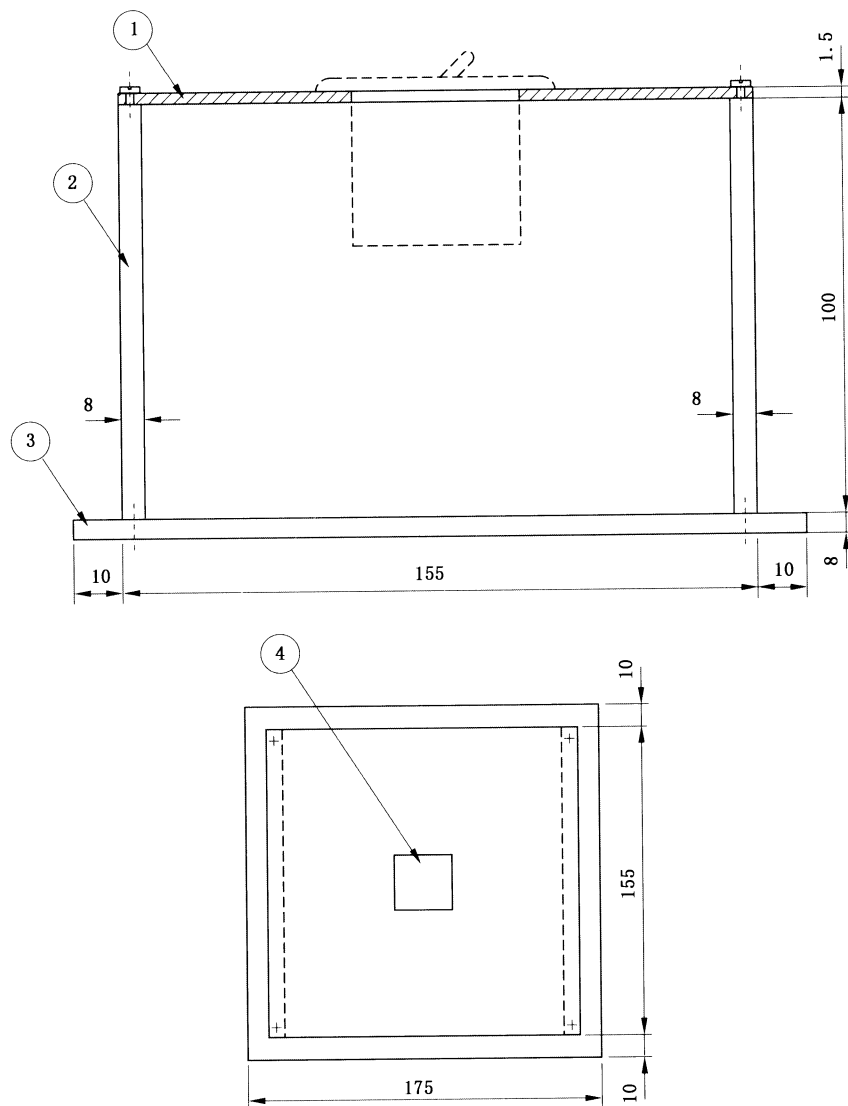


说明：

- 1——厚度为 1 mm 的可更换的钢板；
 - 2——厚度为 8 mm 的铝板；
 - 3——安装板；
 - 4——轨道式安装 AFDD 的安装轨；
 - 5——钢板上用于 AFDD 的开口。
- ^a 开口的边至 AFDD 的距离应为 1 mm~2 mm。
- ^b 铝板的高度应这样，使钢板靠在 AFDD 的支承面上，如果 AFDD 没有这样的支承面，则从用一个附加的盖板保护的带电部件至钢板下面的距离为 8 mm。

图 27 非封闭式 AFDD 机械撞击试验安装示例(9.12.2.2)

单位为毫米



说明：

1——厚度为 1.5 mm 的可更换的钢板；

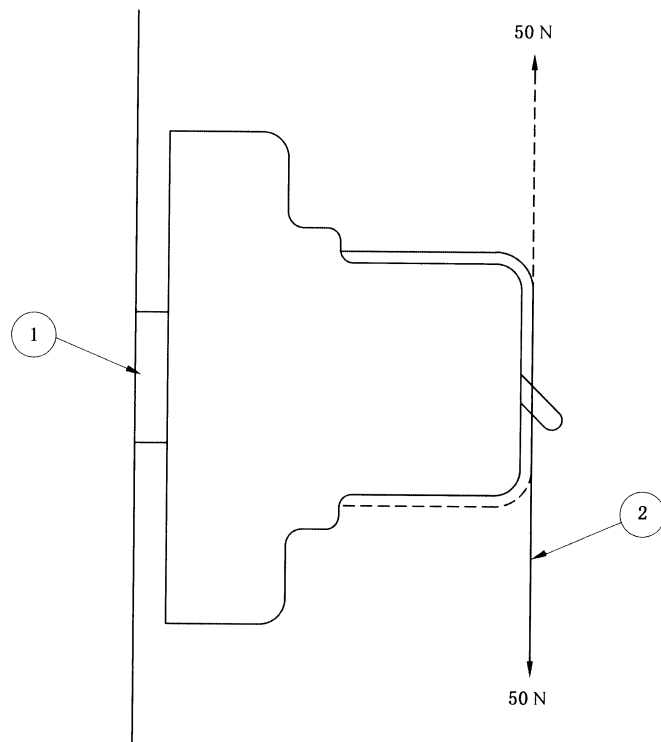
2——厚度为 8 mm 的铝板；

3——安装板；

4——钢板上用于 AFDD 的开口。

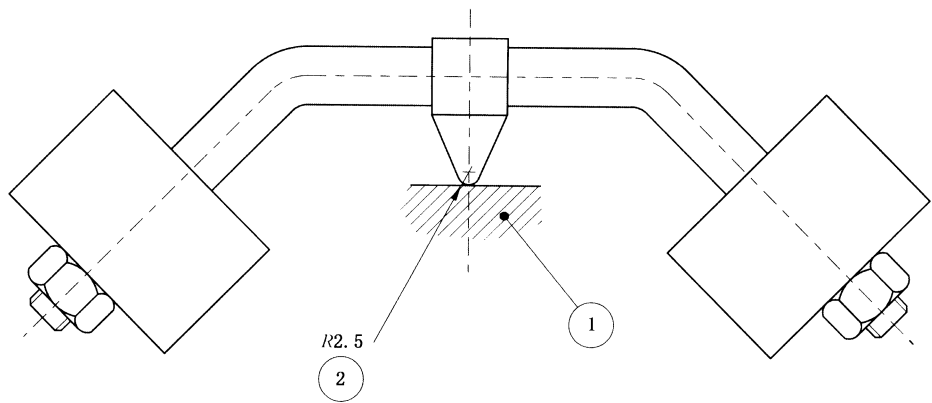
注：在特定情况下，尺寸可放大。

图 28 配电板安装式 AFDD 机械撞击试验安装示例(9.12.2.2)



说明：
1——安装轨；
2——绳子。

图 29 轨道安装 AFDD 机械试验施加的力(9.12.2.3)



说明：
1——试品；
2——球形。

图 30 球压试验装置(9.13.2)

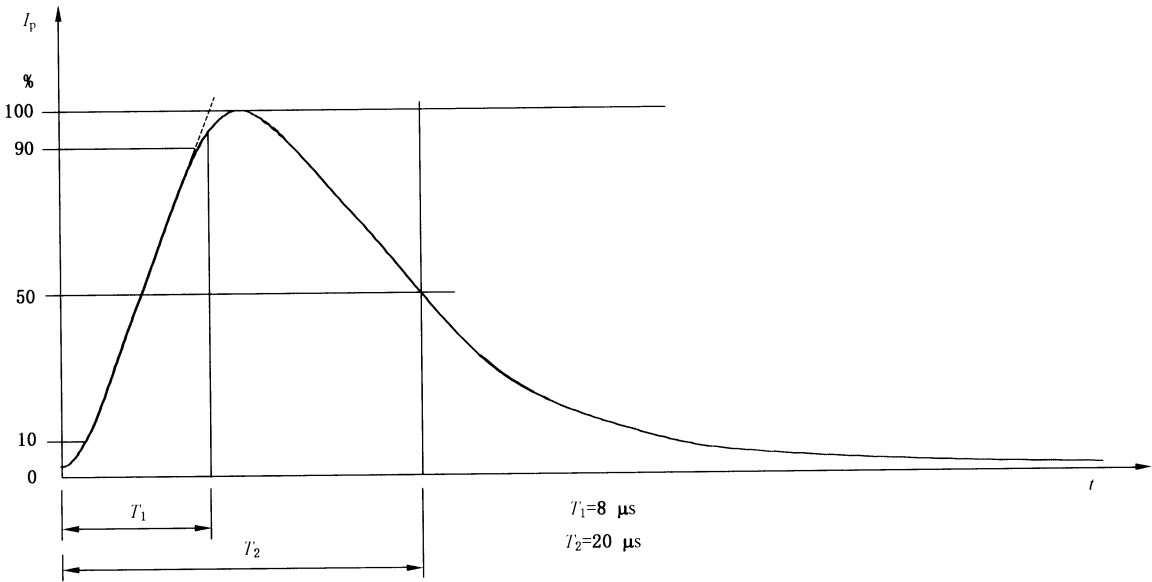
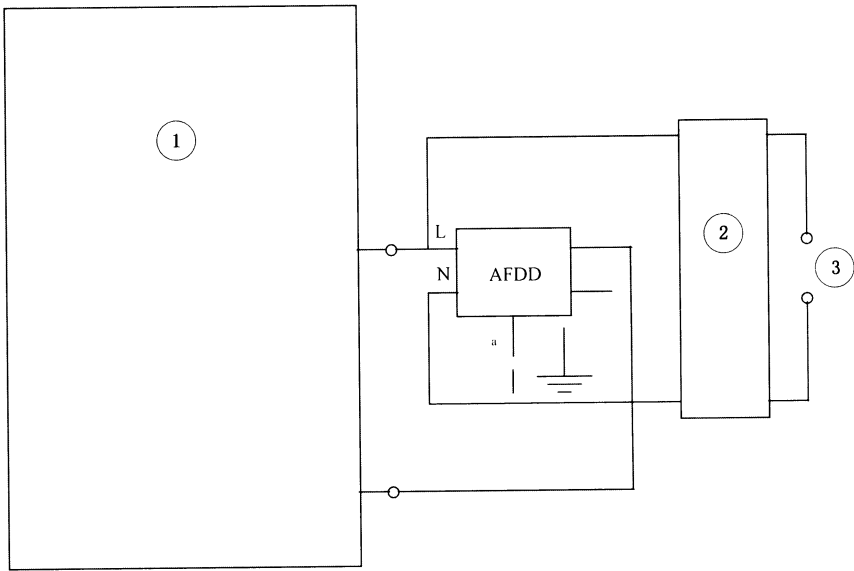


图 31 8/20 μs 浪涌电流脉冲



说明：

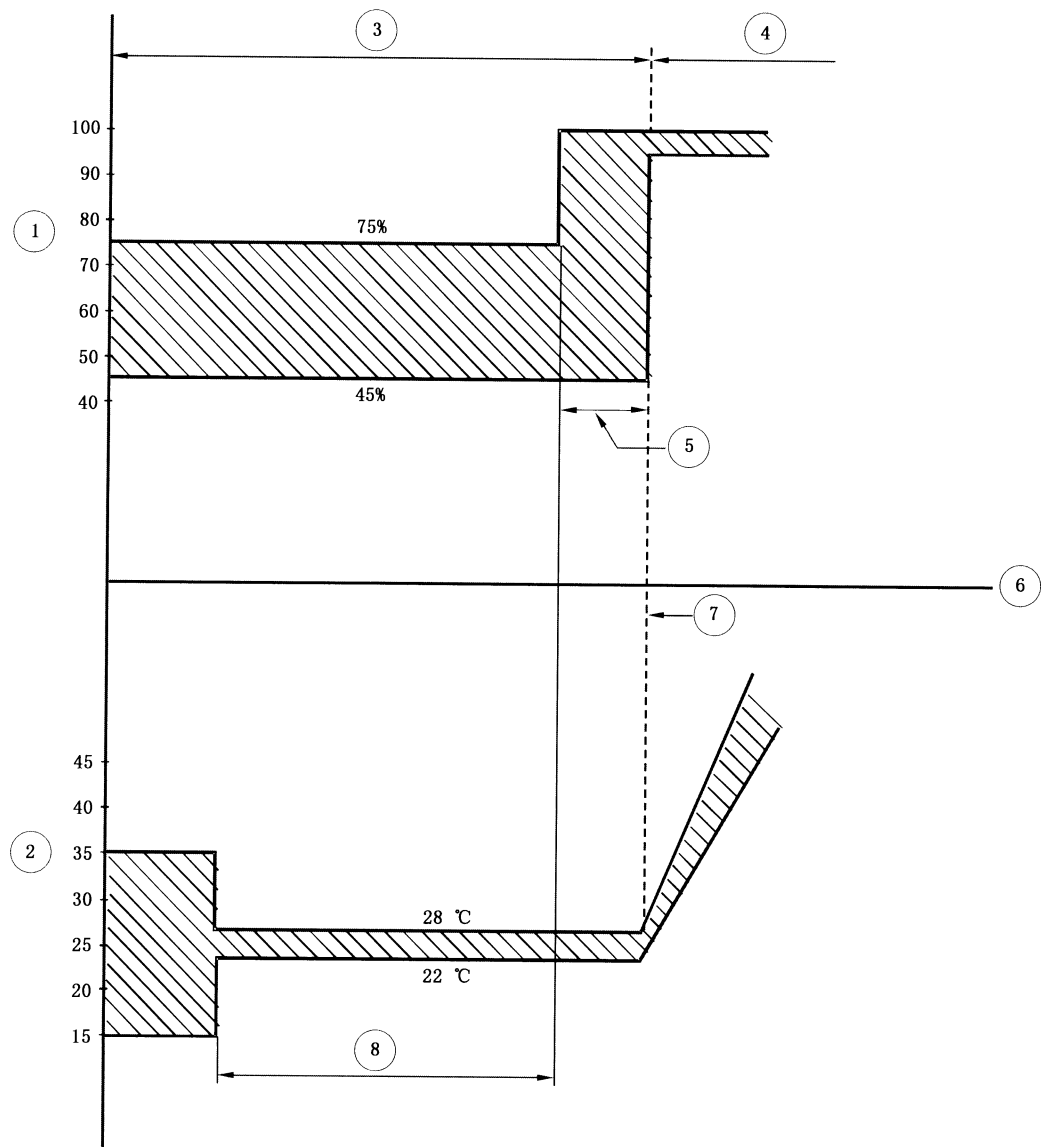
1——8/20 μs 冲击电流发生器；

2——滤波器；

3——电源。

^a 如果 AFDD 有接地端子，应接到中性线端子上（如果有的话）；如果 AFDD 上有这样标志或没有标志，则应接到任何相线端子上。

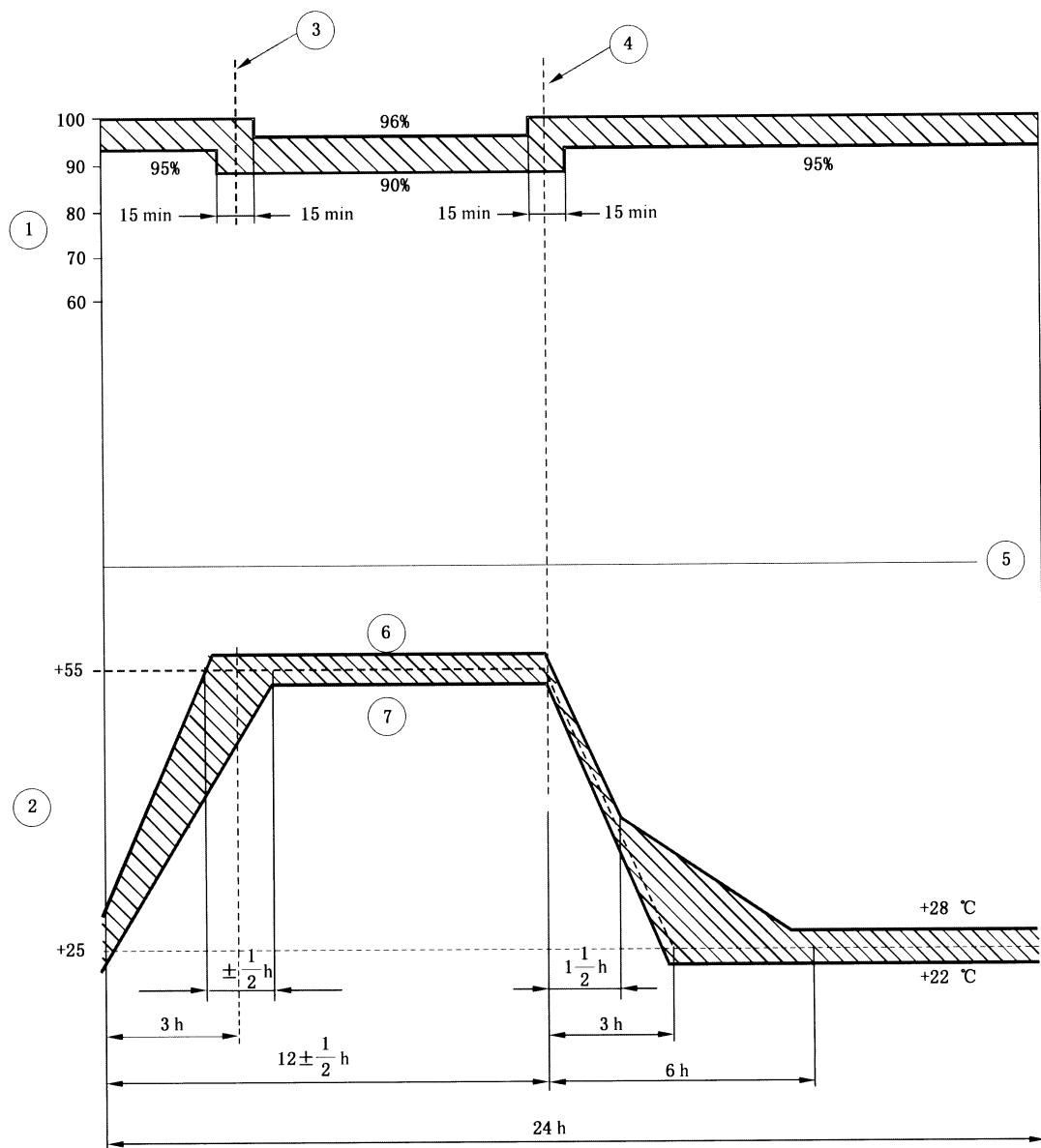
图 32 AFDD 浪涌电流试验电路



说明：

- 1——相对湿度(%)；
- 2——周围温度(℃)；
- 3——稳定阶段；
- 4——第一个周期；
- 5——相对湿度达到 95%~100%所需的时间(不超过 1 h)；
- 6——时间；
- 7——第一个周期开始；
- 8——试品达到稳定温度所需的时间。

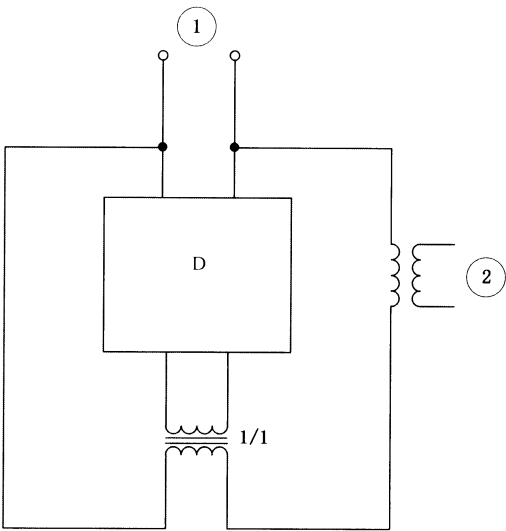
图 33 可靠性试验的稳定阶段(9.19.2.4)



说明:

- 1——相对湿度(%)；
- 2——周围温度(℃)；
- 3——温度上升结束；
- 4——温度下降开始；
- 5——时间；
- 6——上限温度；
- 7——下限温度。

图 34 可靠性试验周期(9.19.2.4)



说明：
1——1.1U_n 电源；
2——电流源。

图 35 验证电子元件老化试验电路示例(9.20)

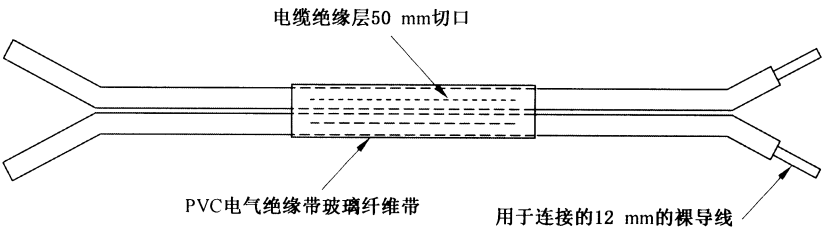


图 36 电缆试品的准备(9.9.2.6)

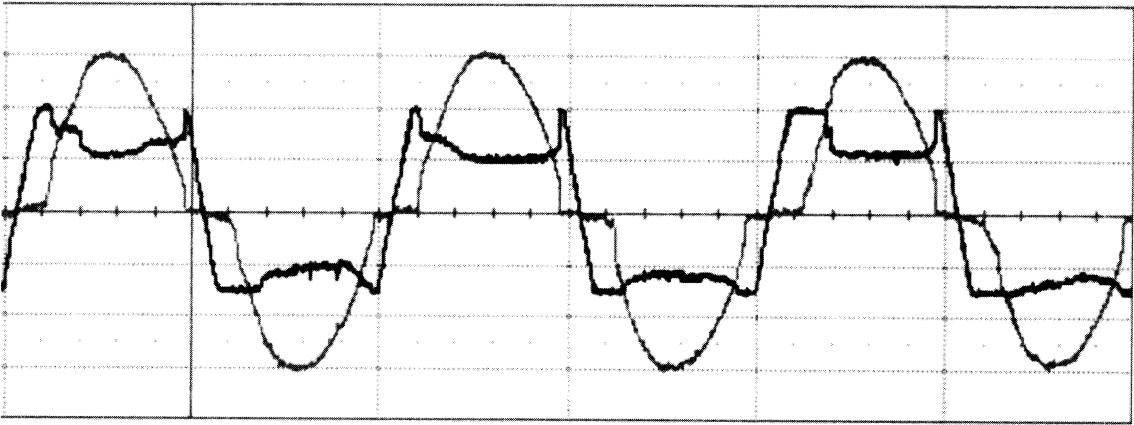


图 37 电缆样品的电弧电压和电流波形示例

附 录 A (规范性附录)

认证试验的试验程序和试品数量

A.1 试验程序

试验应按本附录表 A.1 进行,表中每一个程序的试验按规定的次序执行。

按 4.1.1 分类的 AFDD,按表 A.1 的试验程序进行。

按 4.1.2 分类的 AFDD,首先按 GB 10963.1—2005 或 GB 16916.1—2014 或 GB 16917.1—2014 或 GB 22794—2008 或 GB 13539 进行试验,如适用。然后按表 A.2 的附加试验程序进行。如果本标准包括的试验程序也包括在 GB 10963.1—2005 或 GB 16916.1—2014 或 GB 16917.1—2014 或 GB 22794—2008 标准中,所有适用标准中最严酷的试验应仅施加一次,但认可标准包含所有适用标准的合格准则。

按 4.1.3 分类的 AFDD,首先应与制造厂声明的保护电器组装。然后本标准的试验程序以及附加要求和附录 D 给出的试验适用。附加试验程序见表 A.3。如果 AFDD 预期与多个保护器组装在一起,试验程序应对制造厂声明的每一个保护电器重复进行,或者所有适用标准中最严酷的试验应仅施加一次,但认可标准应涵盖所有适用标准的合格准则。

表 A.1 按 4.1.1 分类的 AFDD 的试验程序

试验程序	条款或分条款	试验(或检查)项目
A ₁	6	标志
	8.2.1	一般要求
	8.2.2	机械结构
	9.3	标志的耐久性
	8.2.3	电气间隙和爬电距离(仅对外部部件)
	9.15	自由脱扣机构
	9.4	螺钉、载流部件和连接的可靠性
	9.5	连接外部导体的端子的可靠性
	9.6	防电击保护
	9.13	耐热性
	8.2.3	电气间隙和爬电距离(内部部件)
	9.16	防锈试验
A ₂	9.14	耐异常发热和耐燃性
B	9.7.7.4	在正常条件下,验证断开触头绝缘和基本绝缘耐冲击电压能力
	9.7.7.5	验证跨接基本绝缘的元器件的性能
	9.7.2	耐潮湿性能
	9.7.3	主电路的绝缘电阻
	9.7.4	主电路的介电强度
	9.7.5	辅助电路的绝缘电阻和介电强度
	9.7.6	与主电路连接的控制电路承受绝缘测量产生的直流高压的能力
	9.7.7.2	验证电气间隙的冲击耐压
	9.8	温升
	9.19.3	在 40 ℃时的可靠性
	9.20	电子元件的老化

表 A.1 (续)

试验程序		条款或分条款	试验(或检查)项目
C		9.10	机械和电气寿命
D	D ₀	9.9.2	串联电弧故障动作特性
		9.9.3	并联电弧故障动作特性
	D ₁	9.9.4	屏蔽试验
		9.9.5	误脱扣
		9.18	浪涌电流时的性能
		9.11.2.4a)、b)	在 I_{m1} 时的性能
		9.12	耐机械振动和撞击性能
	D ₂	9.17	过电流情况下的不动作电流
9.11.2.4c)		验证 IT 系统的适用性	
E		9.11.2.5a)	在 I_{nc} 时的配合
		9.11.2.3	在 I_m 时的性能
F		9.11.2.5b)	在 I_m 时的配合
		9.11.2.5c)	在 I_{ncl} 时的配合
G		9.19.2	可靠性(气候试验)
H ^a		GB 18499—2008 表 4-T1.1	谐波、谐间波
		GB 18499—2008 表 4-T1.2	信号电压
		9.21 表 21-T2.3	浪涌
I		9.21 表 21-T2.1	传导振荡电流或电压
		9.21 表 21-T2.5	射频电磁场
		9.21 表 21-T2.2	快速瞬变脉冲群
J		9.21 表 21-T2.6	0 Hz~150 kHz 共模传导骚扰抗扰度
		9.21 表 21-T3.1	静电放电
^a 对包含有连续工作振荡器的 AFDD,在上述试验程序前,应先按 GB 4343.1—2009 的要求进行发射试验。			

表 A.2 按 4.1.2 分类的 AFDD 的试验程序

试验程序	条款或分条款	试验(或检查)项目
A ₁	6	标志
	8.2.1	一般要求
	8.2.2	机械结构
	9.3	标志的耐久性
	8.2.3	电气间隙和爬电距离(仅对外部部件)
	9.15	自由脱扣机构
	9.4	螺钉、载流部件和连接的可靠性
	9.5	连接外部导体的端子的可靠性

表 A.2 (续)

试验程序		条款或分条款	试验(或检查)项目
A ₁		9.6	防电击保护
		9.13	耐热性
		8.2.3	电气间隙和爬电距离(内部部件)
		9.16	防锈试验
A ₂		9.14	耐异常发热和耐燃性
B		9.7.7.4	在正常条件下,验证断开触头绝缘和基本绝缘耐冲击电压能力
		9.7.7.5	验证跨接基本绝缘的元器件的性能
		9.7.2	耐潮湿性能
		9.7.3	主电路的绝缘电阻
		9.7.4	主电路的介电强度
		9.7.5	辅助电路的绝缘电阻和介电强度
		9.7.6	与主电路连接的控制电路承受绝缘测量产生的直流高压的能力
		9.7.7.2	验证电气间隙的冲击耐压
		9.8	温升
		9.19.3	在 40 ℃时的可靠性
		9.20	电子元件的老化
C		9.10	机械和电气寿命
D	D ₀	9.9.2	串联电弧故障动作特性
		9.9.3	并联电弧故障动作特性
	D ₁	9.9.4	屏蔽试验
		9.9.5	误脱扣
		9.18	浪涌电流时的性能
		9.12	耐机械振动和撞击性能
		9.17	过电流情况下的不动作电流
	D ₂	9.11.1	GB 10963.1—2005 的程序 C ₂ 或 GB 16916.1—2014 的程序 D ₂ 或 GB 16917.1—2014 的程序 C ₂ 后验证 AFDD
E		9.11.1	GB 10963.1—2005 的程序 E ₁ 或 GB 16916.1—2014 的程序 F 或 GB 16917.1—2014 的程序 F ₀ 后验证 AFDD
F		9.11.1	GB 10963.1—2005 的程序 E ₂ 或 GB 16916.1—2014 的程序 E 或 GB 16917.1—2014 的程序 F ₁ 后验证 AFDD
G		9.19.2	可靠性(气候试验)
H ^a		GB 18499—2008	谐波, 谐间波
		表 4-T1.1	
		GB 18499—2008	信号电压
		表 4-T1.2	
		9.21 表 21-T2.3	浪涌

表 A.2 (续)

试验程序	条款或分条款	试验(或检查)项目
I	9.21 表 21-T2.1	传导振荡电流或电压
	9.21 表 21-T2.5	射频电磁场
	9.21 表 21-T2.2	快速瞬变脉冲群
J	9.21 表 21-T2.6	0 Hz~150 kHz 共模传导骚扰抗扰度
	9.21 表 21-T3.1	静电放电
* 对包含有连续工作振荡器的 AFDD,在上述试验程序前,应先按 GB 4343.1—2009 的要求进行发射试验。		

表 A.3 按 4.1.3 分类的 AFDD 的试验程序

试验程序	条款或分条款	试验(或检查)项目
A ₁ ^a	6,D.4	标志
	8.2.1,D.5.1	一般要求
	8.2.2	机械结构
	9.3	标志的耐久性
	8.2.3	电气间隙和爬电距离(仅对外部部件)
	9.15	自由脱扣机构
	9.4	螺钉、载流部件和连接的可靠性
	9.5	连接外部导体的端子的可靠性
	9.6	防电击保护
	9.13	耐热性
	8.2.3	电气间隙和爬电距离(内部部件)
	9.16	防锈试验
	D.6.4	声称要拆卸的电器验证
A ₂	9.14	耐异常发热和耐燃性
B	9.7.7.4	在正常条件下,验证断开触头绝缘和基本绝缘耐冲击电压能力
	9.7.7.5	验证跨接基本绝缘的元器件的性能
	9.7.2	耐潮湿性能
	9.7.3	主电路的绝缘电阻
	9.7.4	主电路的介电强度
	9.7.5	辅助电路的绝缘电阻和介电强度
	9.7.6	与主电路连接的控制电路承受绝缘测量产生的直流高压的能力
	9.7.7.2	验证电气间隙的冲击耐压
	9.8	温升
	9.19.3	在 40 ℃时的可靠性
	9.20	电子元件的老化
C	9.10	机械和电气寿命

表 A.3 (续)

试验程序		条款或分条款	试验(或检查)项目
D	D ₀	9.9.2	串联电弧故障动作特性
		9.9.3	并联电弧故障动作特性
	D ₁	9.9.4	屏蔽试验
		9.9.5	误脱扣
		9.18	浪涌电流时的性能
		9.12	耐机械振动和撞击性能
		9.17	过电流情况下的不动作电流
	D ₂	9.11.1	GB 10963.1—2005 的程序 C ₂ 或 GB 16916.1—2014 的程序 D ₂ 或 GB 16917.1—2014 的程序 C ₂ 后验证 AFDD
E		9.11.1	GB 10963.1—2005 的程序 E ₁ 或 GB 16916.1—2014 的程序 F 或 GB 16917.1—2014 的程序 F ₁ 后验证 AFDD
F		9.11.1	GB 10963.1—2005 的程序 E ₂ 或 GB 16916.1—2014 的程序 E 或 GB 16917.1—2014 的程序 F ₁ 后验证 AFDD
G		9.19.2	可靠性(气候试验)
H ^b		GB 18499—2008 表 4-T1.1	谐波, 谐间波
		GB 18499—2008 表 4-T1.2	信号电压
		9.21 表 21-T2.3	浪涌
I		9.21 表 21-T2.1	传导振荡电流或电压
		9.21 表 21-T2.5	射频电磁场
		9.21 表 21-T2.2	快速瞬变脉冲群
J		9.21 表 21-T2.6	0 Hz~150 kHz 共模传导骚扰抗扰度
		9.21 表 21-T3.1	静电放电
^a 根据 D.6.2、9.3、9.4、9.5、9.13、9.14 和 9.15 的试验另外在 AFD 单元上进行。 ^b 对包含有连续工作振荡器的 AFDD, 在上述试验程序前, 应先按 GB 4343.1—2009 的要求进行发射试验。			

A.2 提交全部试验程序的试品数量

如果只有一种型式的一个电流额定值的 AFDD 提交试验, 提交不同试验序列的试品数量如表 A.4 所示, 表中还列出了最低性能合格判别标准。

如果按表 A.4 第二栏提交的所有试品都通过试验, 则符合本标准的要求。如果只有第三栏中最少的试品数量通过试验, 则应对第四栏所示增加的试品进行试验, 并且所有的试品都应完满地完成试验程序。

表 A.4 全部试验程序的试品数量

试验程序 ^a	试品数量	最少的合格试品数量 ^b	重复试验的试品数量 ^c
A ₁	1	1	—
A ₂	3	2	3
B	3	2	3
C	3	2	3
D ₀	3	2 ^d	3
D ₁	3	2 ^d	3
D ₂	3	3	3
E	3	2 ^d	3
F	3	2 ^d	3
G	3	2	3
H ^e	3	2	3
I ^e	3	2	3
J ^e	3	2	3

^a 总共最多可重复试验 3 个试验程序。

^b 假定没有通过试验的试品是由于工艺或装配的缺陷造成没有满足技术要求,而不是由于设计的原因。

^c 在重复试验时,所有的试验结果应合格。

^d 所有试品均应符合 9.9.2,9.9.3 和 9.11.2.4 的要求(如适用),此外,在 9.11.2.3,9.11.2.5a),9.11.2.5b)或 9.11.2.5c)项试验时,任何试品均不应发生持续燃弧或极间闪络或极与框架之间闪络。

^e 如制造厂要求时,这几个试验程序可以用同一组试品或两组试品进行试验。

A.3 基本设计结构相同的一个系列 AFDD 同时提交试验时,简化试验程序的试品数量

A.3.1 基本设计结构相同的一个系列 AFDD 或对这样一个系列的 AFDD 增加的试品提交认证时,则提交试验的试品数量可按表 A.5 减少。

注:就本附录而言,“相同的基本设计结构”包含整个额定电流(I_n)系列和/或不同极数。

如果符合下列要求,可认为 AFDD 具有相同的基本设计结构:

- 1) 具有相同的基本设计;
- 2) 动作装置具有相同的脱扣机构;
- 3) 除了下面 a)所列举的不同外,内部载流部件的材料、涂层和尺寸相同;
- 4) 端子有类似的结构[见下面 b)];
- 5) 触头尺寸、材料、结构和连接方式相同;
- 6) 手动操作机构,材料和机械性能相同;
- 7) 模压材料和绝缘材料相同;
- 8) 灭弧装置的灭弧方法,材料和结构相同;
- 9) 除了下面 c)允许的不同外,对于一个给定特性的型式,剩余电流检测装置的基本设计是相同的;
- 10) 试验装置的基本设计相同。

只要 AFDD 在所有的其他方面均符合上面详细列举的要求,下面的不同是允许的:

- a) 内部载流连接的截面积和环形连接的长度;

b) 端子的尺寸；

c) 在适用范围内,绕组的匝数和截面积以及电流互感器铁芯的尺寸和材料。

A.3.2 对根据结构类型(4.1)具有相同分类的 AFDD 以及不同电流额定值的 AFDD,试验的试品数量可按表 A.5 减少。

表 A.5 全部试验程序的试品数量

试 验 程 序	试品数量 ^{a,b}
A ₁	1 最大 I_n 额定值
A ₂	3 最大 I_n 额定值
B	3 最大 I_n 额定值
C	3 最大 I_n 额定值
D ₀	3 最大 I_n 额定值
D ₁	3 最大 I_n 额定值
D ₂	3 最大 I_n 额定值
E	3 最大 I_n 额定值 3 最小 I_n 额定值(建议增加)
F	3 最大 I_n 额定值 3 最小 I_n 额定值
G	3 最大 I_n 额定值 3 最小 I_n 额定值(建议删去)
H	3 相同额定值 ^c I_n 任选
I	3 相同额定值 ^c I_n 任选
J	3 相同额定值 ^c I_n 任选
^a 如果根据 A.2 的最低性能合格判别标准需重复进行试验时,对有关试验用一组新的试品。重复试验时,所有的试验结果应合格。 ^b 也适用于带不可开断的中性线的单极 AFDD 和带一个保护极的二极 AFDD。 ^c 仅最多数量的电流通路。	

附录 B

(规范性附录)

确定电气间隙和爬电距离

在确定电气间隙和爬电距离时,应考虑下列几点。

B.1 爬电距离的方向和位置

如有必要,制造厂应指明设备或元件预期使用的方位,以便在设计时考虑污染的积累对爬电距离的不利影响。

B.2 使用 1 种以上绝缘材料的爬电距离

如果爬电距离的某部分是按耐受全部电压来确定,或全部爬电距离是按具有最低的 CTI 和最高的污染等级的材料来确定,则一个爬电距离可以分成几个不同的材料部分和/或具有不同的污染等级。

B.3 由导电浮动部件分开的爬电距离

由相同材料组成的爬电距离可以分成几个部分,包括浮动导电部件或被浮动导电部件分开的部分,只要各单独部分的爬电距离之和等于或大于假定浮动导电部件不存在时所需值。

各个单独部分爬电距离最小值 X 在 GB/T 16935.1—2008 的 6.2 中规定(见例 11)。

B.4 电气间隙和爬电距离的测量

根据 GB/T 16935.1—2008 确定爬电距离时,下列举例中规定的尺寸 X 在污染等级 2 中最小值为 1.0 mm。

如果有关的电气间隙小于 3 mm,则尺寸 X 的最小值可减小至该电气间隙的 1/3。

测量爬电距离和电气间隙的方法示于以下例 1~例 11 中,这些举例对在气隙和槽之间或在各种绝缘型式之间没有区别。

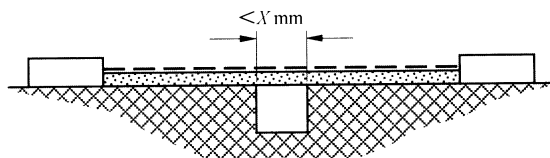
可作以下假定:

- 假定任意凹槽被长度等于规定宽度为 X 的绝缘接线在最不利的位置下桥接(见例 3);
- 当横跨槽的顶部的距离为 X 或更大时,沿着槽的轮廓测量爬电距离(见例 2);
- 假定相对运动的部件处于最不利的位置时,测定它们之间的爬电距离和电气间隙。

— — — 电气间隙

爬电距离

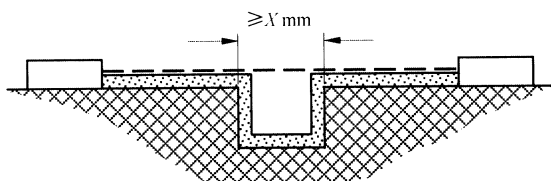
例 1



条件:所考虑的路径包括宽度小于 X mm 而深度为任意的平行边或收敛形边的槽。

规则:爬电距离和电气间隙如图所示,直接跨过槽测量。

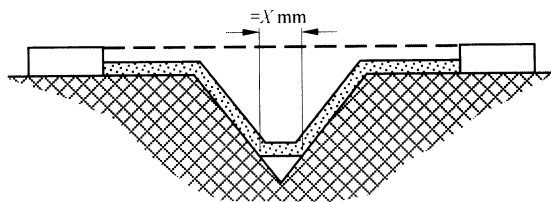
例 2



条件:所考虑的路径包括任意深度而宽度等于或大于 X mm 的平行边的槽。

规则:电气间隙是“虚线”距离,爬电路径沿着槽的轮廓。

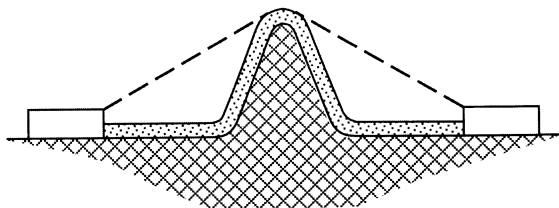
例 3



条件:所考虑的路径包括一个宽度大于 X mm 的 V 形槽。

规则:电气间隙是“虚线”的距离,爬电路径沿着槽的轮廓但被 X mm 接线把槽底“短路”。

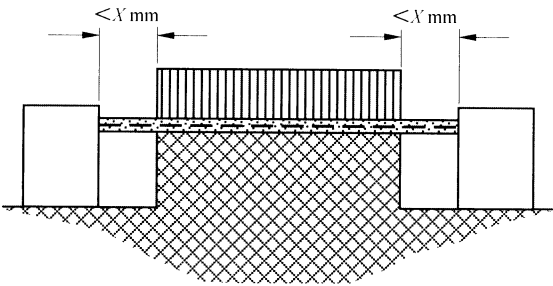
例 4



条件:所考虑的路径包括一条筋。

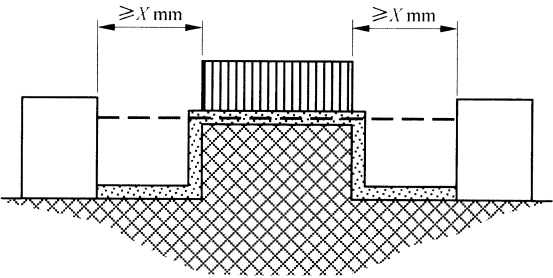
规则:电气间隙是通过筋顶的最短直接空气途径。爬电路径沿着筋的轮廓。

例 5



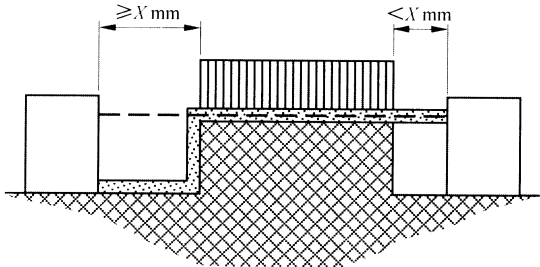
条件:所考虑的路径包括一未粘合的接缝以及每边的宽度小于 X mm 的槽。
规则:爬电距离和电气间隙的路径是所示的“虚线”距离。

例 6



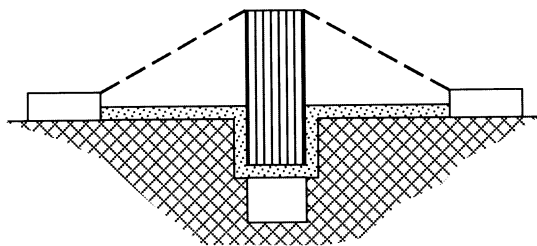
条件:所考虑的路径包括一未粘合的接缝以及每边的宽度等于或大于 X mm 的槽。
规则:电气间隙为“虚线”距离,爬电路径沿着槽的轮廓。

例 7



条件:所考虑的路径包括一未粘合的接缝以及一边的宽度小于 X mm,另一边的宽度等于或大于 X mm的槽。
规则:电气间隙和爬电路径如图所示。

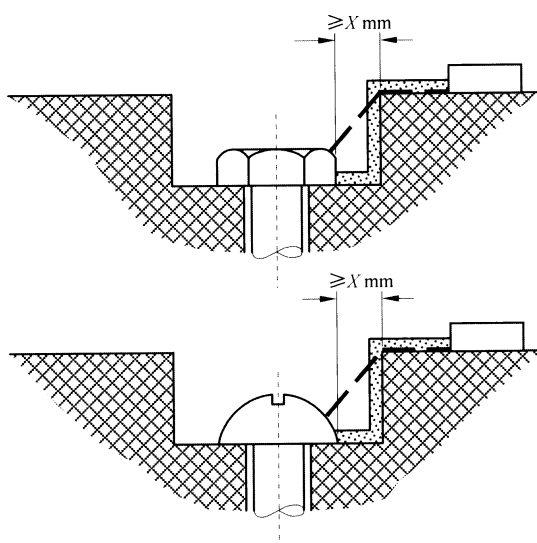
例 8



条件:穿过未粘合的接缝的爬电距离小于跨过隔栏的爬电距离。

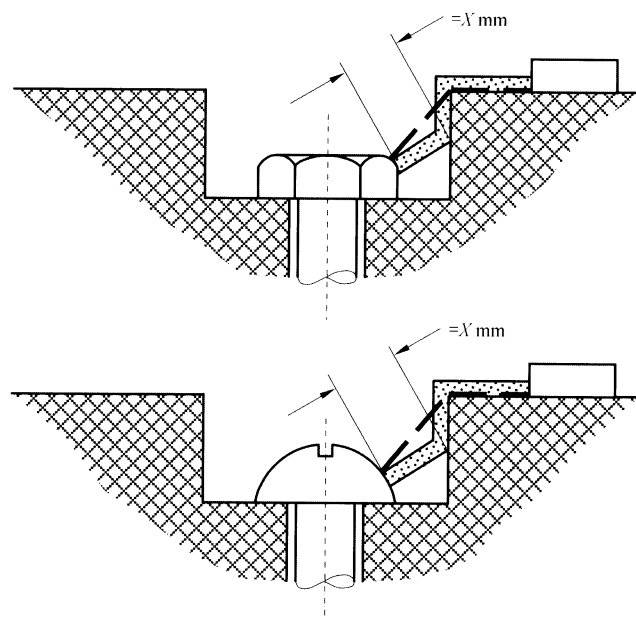
规则:电气间隙是通过隔栏顶的最短直接空气路径。

例 9



螺钉头与凹壁之间的间隙足够宽应加以考虑。

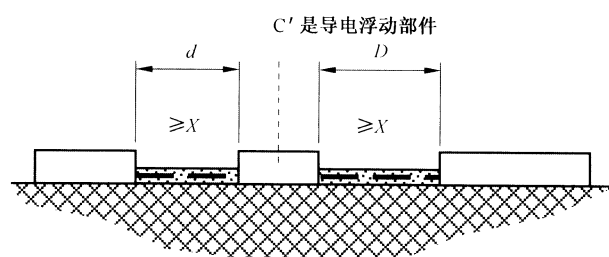
例 10



螺钉头与凹壁之间的间隙过分窄小而不被考虑。

当距离等于 X mm 时,测量从螺钉至壁的爬电距离。

例 11



电气间隙是距离 $d + D$

爬电距离也是 $d + D$

附录 C

(规范性附录)

短路试验中检测游离气体喷射的装置

被试装置按图 C.1 所示并按制造厂的说明进行安装,图 C.1 可要求适应 AFDD 的特定结构。

当需要时(即在“O”操作时),把一片厚 (0.05 ± 0.01) mm,每边尺寸至少比 AFDD 前面的外形尺寸大 50 mm,但不小于 $200 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$ 的透明聚乙烯薄膜固定并适当地绷紧在一个框架上,框架放置在距下列部位 10 mm 的地方:

- 对没有操作件凹槽的 AFDD,离操作件的最高凸出部位;
- 或对有操作件凹槽的 AFDD,离操作件凹槽的边缘。

聚乙烯薄膜应有下列物理性能:

在 $23 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的密度: $(0.92 \pm 0.05) \text{ g/cm}^3$

熔点: $110 \text{ }^{\circ}\text{C} \sim 120 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

需要时,如图 C.1 所示在电弧喷出口和聚乙烯薄膜之间放置一块至少厚 2 mm 的绝缘材料隔板以免从电弧喷出口喷出的热的粒子损坏聚乙烯薄膜。

需要时,在距离 AFDD 的每个电弧喷出口这边为“a” mm 的地方放置一个如图 C.2 所示的栅格。

栅格电路(见图 C.3)应连接到点 B 和点 C。

栅格电路的参数如下:

电阻 R' : $1.5 \text{ } \Omega$

铜丝 F' : 长度 50 mm,直径如 9.11.2.2f)1)所要求的值。

单位为毫米

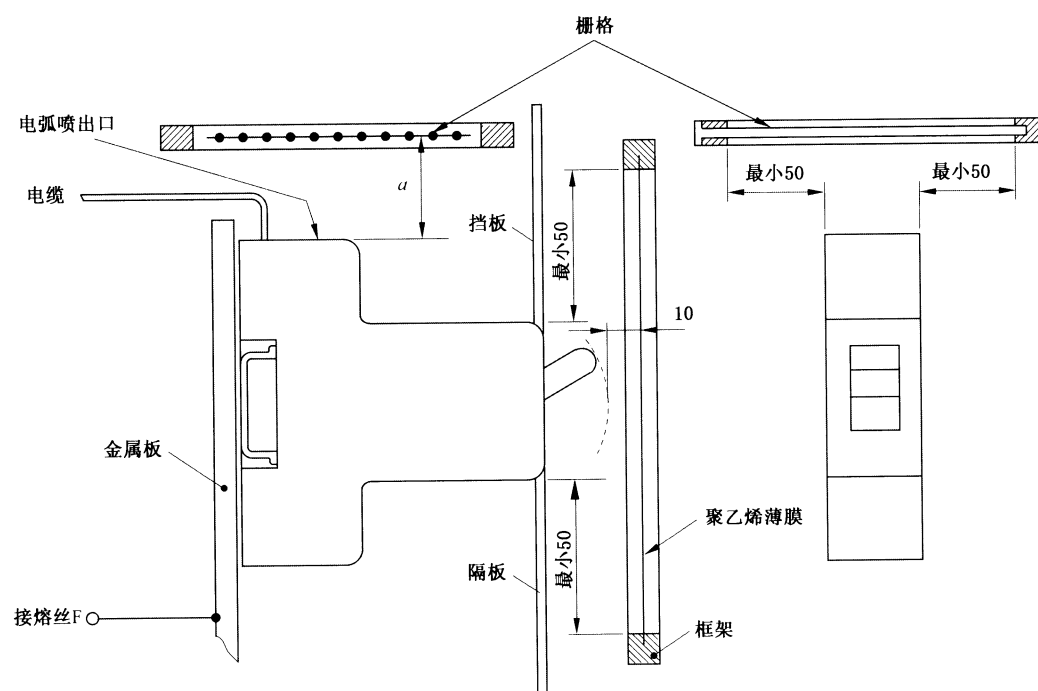


图 C.1 试验装置

单位为毫米

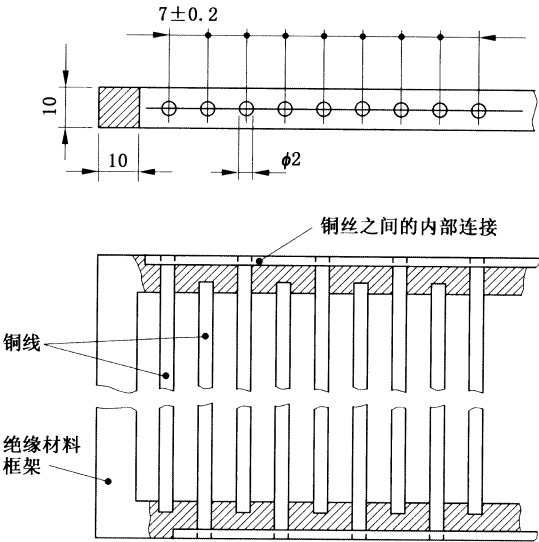


图 C.2 栅格

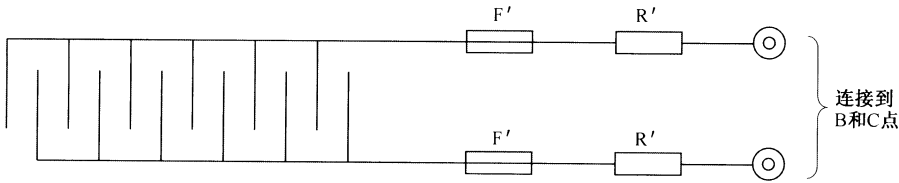


图 C.3 栅格电路

附 录 D

(规范性附录)

按 4.1.3 分类的专门与主保护设备(CB 或 RCCB 或 RCBO)现场组装的 AFDD 的附加要求和试验

D.1 概述

除非特别规定,否则本标准的正文内容适用于本附录包含的 AFDD。

D.2 范围

本附录适用于电弧故障检测单元(AFD 单元)按制造厂说明专门与符合 GB 10963.1—2005 的 CB 或 GB 16916.1—2014 或 GB 16917.1—2014 或 GB 22794—2008 的 RCD 现场组装的 AFDD。

制造厂应声明哪些类型的 AFD 单元和保护电器适合现场组装到一起。

D.3 定义

空。

D.4 标志和其他产品信息

D.4.1 制造厂的名称或商标

参考本标准 6.1 的表 5 中项 a),CB 和/或 RCD 和与其组装的 AFD 单元应具有相同的制造厂名称或商标。

D.4.2 标志

D.4.2.1 CB 或 RCD 的标志

CB 的标志应按 GB 10963.1—2005。

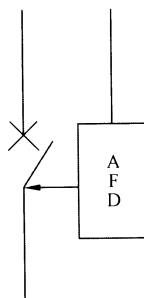
RCD 的标志应按 GB 16916.1—2014、GB 16917.1—2014 或 GB 22794—2008,如适用。

D.4.2.2 AFD 单元的标志

参阅本标准表 5,AFD 单元应具有表 5 中 a)、b)、c)、d)和 g)项的标志。

此外,AFD 单元还应标志:

- 可以组装的 CB 或 RCD 的最大额定电流(例如,最大 16 A);
- 符号(AFD 也可以显示在 CB 的左边)。



对于 AFD 单元,也可以包括剩余电流保护,应标志下列项目:

- 额定剩余动作电流(安装后可视);
- S 型 RCCB 标以符号  (方框中一个 S)(安装后可视);
- 动作功能与电源电压有关的 RCCB 的标记(适用时)(正在考虑);
- 试验装置的操作件,用字母 T 表示(安装后可视);
- 接线图;
- 剩余电流带有直流分量时的动作特性;
- AC 型 RCCB 用符号  表示;
- A 型 RCCB 用符号  表示;
- B 型 RCCB 用符号  表示。

推荐标志 AFD 单元能组装的 CB 和/或 RCD 的项目。

D.4.2.3 CB 或 RCD 和 AFD 单元组装后(AFDD)的标志

在 D.4.2.2 中规定的下列标志在组装后应是不可见的:

- c)项;
 - AFD 单元可与其组装的断路器的最大额定电流。
- AFD 单元 h) 项的标志(如适用时)在组装后应仍能看见。

D.4.3 组装和操作的说明

制造厂应对 AFD 单元提供足够的说明。这些说明至少应包括下列内容:

- 可用来与 AFD 单元组装的断路器或 RCD 的型号和目录号包括电流和电压额定值、极数等;
- 注: CB 或 RCD 的回路数相应于 AFD 单元的回路数。中性线的端子或连接替代断路器或 RCD 的中性极。
- 降容系数(如有的话);
 - 组装方法;
 - 组装后,为检验机械动作必需的检查操作。

D.5 结构要求

D.5.1 概述

设计结构应是这样的,使得应能够在现场组装 AFDD。

按制造厂说明可以现场拆卸 AFDD。

对于声明不适合拆卸的 AFDD,拆卸应留下永久可见的损坏。

按 D.6.4 检查是否符合要求。

D.5.2 防护等级

D.5.2.1 一般要求

AFD 单元的防护等级应不小于与其组装的 CB 或 RCD 的防护等级。

D.5.2.2 机械要求

CB 或 RCD 和 AFD 单元应很容易地以正确的方式装配在一起,并且它们的设计结构应能防止不正确的组装。

连接脱扣机构时应无松动的部件。

组装用的固定装置应被栓住。

端子盖板(如有的话)不包括在本要求中。

D.5.3 电气兼容性

应不可能把一个给定额定电压的断路器或 RCD 与一个较低额定电压的 AFD 单元组装。

注:通过机械或电气设计可以排除不正确的组合。

应不可能把一个给定额定电流的断路器或 RCD 与一个较低的最大电流标志(见 D.4.2.2)的 AFD 单元组装。

AFD 单元的端子应能夹紧 GB 10963.1—2005 的表 4 或 GB 16916.1—2014 的表 6 对与其组装的断路器或 RCD 的额定电流规定的标称面积范围的导体。

AFD 单元和与其组装的断路器之间相互的电气连接应是 AFD 单元的一部分。

应不可能把一个给定短路能力的断路器或 RCD 与一个导致较低短路性能的 AFD 单元组装。

通过检查和手动试验检查是否符合要求。

D.6 型式试验和验证

D.6.1 CB 和 RCD 的试验

预期与 AFD 单元组装的断路器应符合 GB 10963.1—2005 的型式试验。

预期与 AFD 单元组装的 RCD 应符合 GB 16916.1—2014、GB 16917.1—2014 或 GB 22794—2008 的型式试验,如适用。

D.6.2 AFD 单元的试验

AFD 单元应符合表 10 中规定的下列型式试验项目:9.3、9.4、9.5、9.13、9.14 和 9.15。

D.6.3 组装后 AFDD 的试验

带剩余电流保护的 AFD,应首先按 GB 16916.1—2014 或 GB 22794—2008 进行试验,如适用。完成了这些试验后,表 10 规定的补充试验应适用,以表示符合本标准。

预期与多个保护电器组装的 AFD,或带剩余电流保护的 AFD,试验程序应按制造厂声明的每一种保护电器重复进行试验或所用适用标准中最严酷的试验仅施加一次。但认可准则包括了所用适用标准中的认可准则。

除了下面几项以外,表 10 中规定的型式试验适用于本附录所涉及的 AFDD:

——9.3、9.5、9.14 和 9.15 不适用;

——9.4:应对断路器或 RCD 和 AFD 相互之间的连接进行试验。

D.6.4 验证 AFDD 的标志和结构要求

通过直观检查和手动试验(适用时)来校核是否符合 D.4.1、D.4.2、D.4.3、D.5.1、D.5.2、D.5.3 的技术要求。

对于声明适合于拆装的电器,通过表 A.1 中试验程序 D₀ 的试验来验证是否符合 D.5.1 的要求。

样品数应符合表 A.4 中试验程序 D₀ 的要求。

根据制造厂声明,AFD 单元和电气兼容的 CB 或 RCD 应组装和拆装 5 次。然后 AFD 单元和电气兼容的 CB 或 RCD 重新组装用于试验程序 D₀ 的试验。每次组装后,对于 RCD 通过试验按钮来验证组装体的正确动作;且对于 CB,通过瞬时脱扣电流的上限值来验证组装体的正确动作。每次 AFDD 应脱扣。

D.7 AFD 单元的常规试验

附录 E 适用,但试验应在 AFDD 连接试验电路,CB 或 RCD 调整到最严酷的条件下进行。

附 录 E
(规范性附录)
常规试验

E.1 概述

本标准所规定的试验的目的是从安全性方面揭示材料或制造方面不合格的缺陷。

一般来说,根据制造厂的经验,为确保每个 AFDD 与经受本标准试验的试品一致,应做更多的试验。

符合 4.1.1 和 4.1.3 分类的 AFDD,按下述试验进行。

符合 4.1.2 分类的 AFDD,按下述试验进行后,再按 GB 10963.1—2005、GB 16916.1—2014、GB 16917.1—2014 和 GB 22794—2008 的常规试验进行(若适用)。

E.2 脱扣试验

AFDD 接入如附录 F 的图 F.3 所示的振动电弧试验且调节负载电阻值到表 1 所规定的最低试验电流(AFDD 的额定电压为 230 V,电流为 3 A)时,AFDD 应在 1 s 内脱扣。

允许任何便利的验证正确脱扣的替代方法。

E.3 介电强度试验

在下列部位,施加频率为 50/60 Hz,基本上为正弦波的 1 500 V 电压 1 s:

- a) AFDD 在断开位置,AFDD 闭合时电气上连接在一起的端子之间;
- b) AFDD 在断开位置,取决于电子元件的位置,依次在各极的进线端之间或依次在各极的出线端之间。

不应发生闪络或击穿。

附 录 F
(资料性附录)

9.10.2 中振动电弧试验的描述

将两个铜柱头螺栓安装固定在一个非导电振动桌上的两个导电表面上。
采用长 300 mm, 截面积 10 mm² 的软线做一个铜跳线, 两端止于铜接线片, 测得的气隙约为 0.3 mm~0.6 mm, 如图 F.1 和图 F.2。

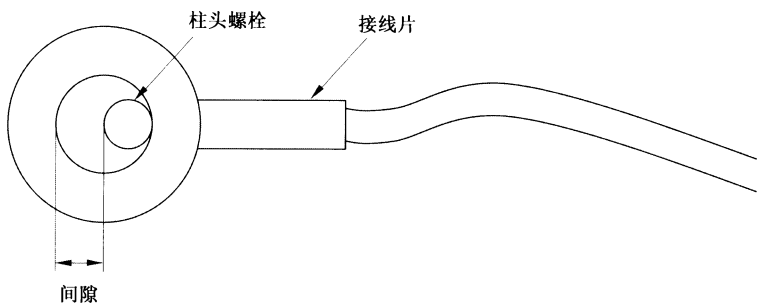


图 F.1 气隙测量

铜跳线以图 F.2 所示方式从柱头螺栓至端子, 形成固定夹具之间的串联连接。扭紧螺栓上的自锁螺母, 使螺母上的锁住机构正好完全啮合(此螺母仅用以确保端子不会从螺栓上振脱)。
螺母和螺栓底座之间的高度为 3 mm, 不要任何进一步的收紧。
接线端应保持振动自由, 同时与螺栓和自锁螺母保持断断续续的接触。

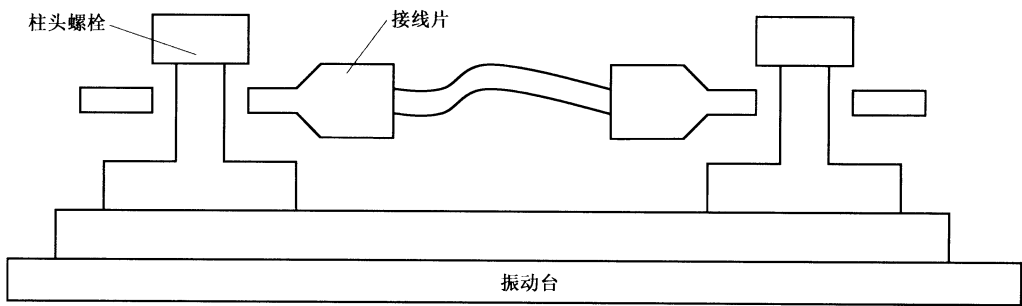


图 F.2 带松散接线端的振动电弧试验台

振动平台的频率为 30 Hz~60 Hz。
AFDD 的相线端子与图 F.2 所示的振动电弧试验台的柱头螺栓和接线片的铜线相接。
试验之前, 通过开关 S₁ 调整电流至额定电流的一半, 然后断开 S₁。试验过程中, 燃弧使 AFDD 脱扣。

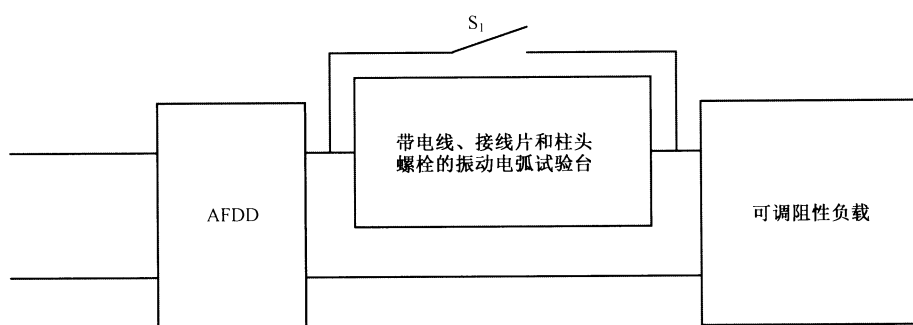


图 F.3 试验中 AFDD 连接到振动电弧试验台

附录 G

(资料性附录)

确定短路功率因数的方法

目前尚无精确确定短路功率因数的统一方法,本附录给出两个可适用的方法的例子。

方法 I:根据直流分量确定

相角 φ 可根据短路瞬间和触头分开瞬间之间非对称电流波形的直流分量曲线来确定,方法如下:

G.1 直流分量的公式

$$i_d = i_{d0} \times e^{-Rt/L}$$

式中:

i_d ——在 t 时刻的直流分量值;

i_{d0} ——时间起始时刻的直流分量值;

L/R ——电路的时间常数,以 s 为单位;

t ——从起始时刻开始算起的时间,以 s 为单位;

e ——自然对数的底。

时间常数 L/R 能从上述公式算出,方法如下:

- 测量短路时刻的 i_{d0} 值和触头分开前另一个时刻 t 的 i_d 值;
- 用 i_d 除以 i_{d0} 得出 $e^{-Rt/L}$ 值;
- 根据 e^{-x} 值的表确定相应于比值 i_d/i_{d0} 的 $-x$ 值;
- x 值表示 Rt/L ,由此可求出 L/R 。

G.2 确定相角 φ 公式

$$\varphi = \arctan \omega L/R$$

式中 ω 是实际频率的 2π 倍。

当用电流互感器测量电流时,不应采用本方法。

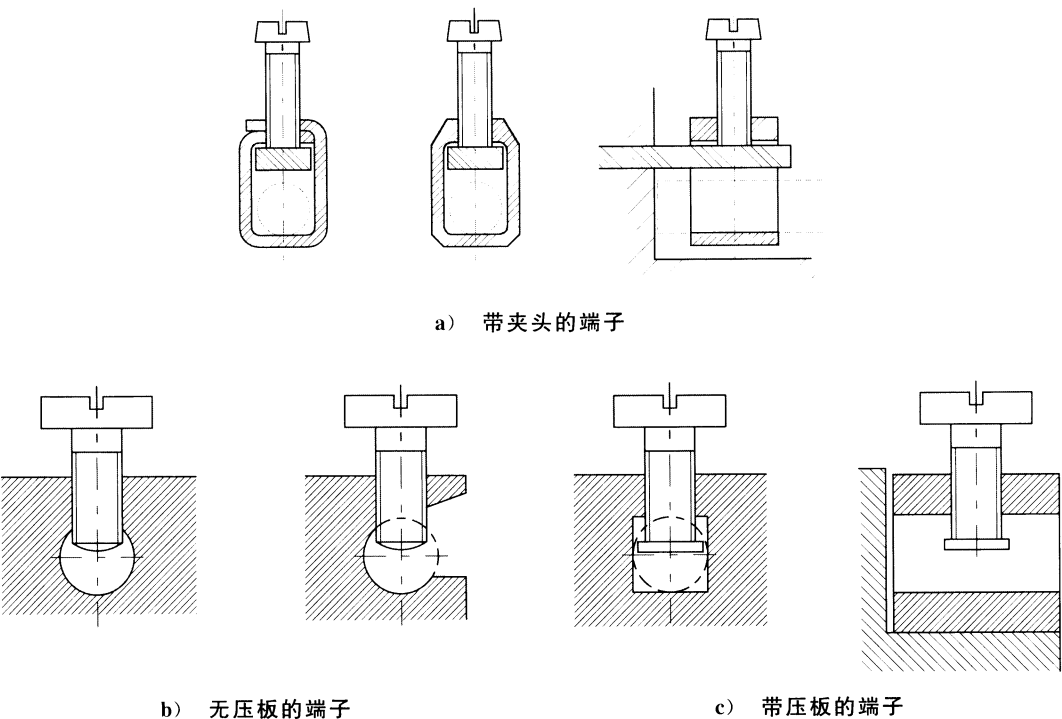
方法 II:用辅助发电机确定

当使用一台与试验发电机同轴的辅助发电机时,首先在示波图上比较辅助发电机和试验发电机的相电压,然后比较辅助发电机的相电压与试验发电机的电流。

一方面根据辅助发电机电压和试验发电机电压的相角差,另一方面根据辅助发电机电压和试验发电机电流之间的相角差得出试验发电机电压和电流之间的相角,由此能确定功率因数。

附录 H
(资料性附录)
端子设计示例

在本附录中给出一些端子的设计示例(见图 H.1~图 H.4)。
容纳导体的部位应有适合于实心硬导体的直径以及容纳硬绞合导线的截面积。



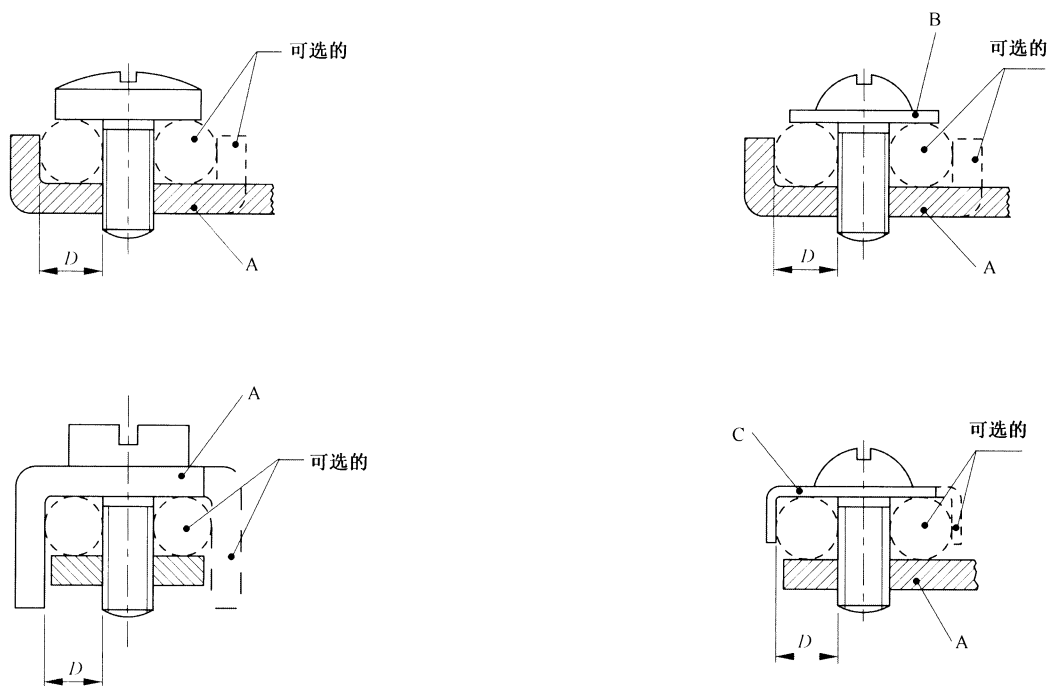
a) 带夹头的端子

b) 无压板的端子

c) 带压板的端子

带有螺纹孔的端子部件和导体被螺钉夹紧的端子部件可以是两个分开的部件,例如带有夹头的端子。

图 H.1 柱式端子示例



a) 螺钉端子

不需要垫圈或夹紧板螺钉

需要垫圈、夹紧板或防松装置螺钉



b) 螺栓端子

说明：

A —— 固定部件；

B —— 垫圈或夹紧板；

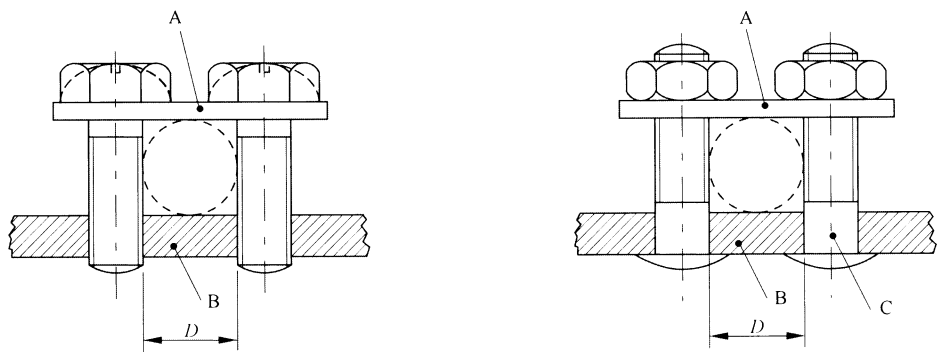
C —— 防松装置；

D —— 导体空间；

E —— 螺栓。

只要夹紧导体所必需的压力不是通过绝缘材料传递,使导体定位的部件可以由绝缘材料制成。

图 H.2 螺钉端子和螺栓端子示例

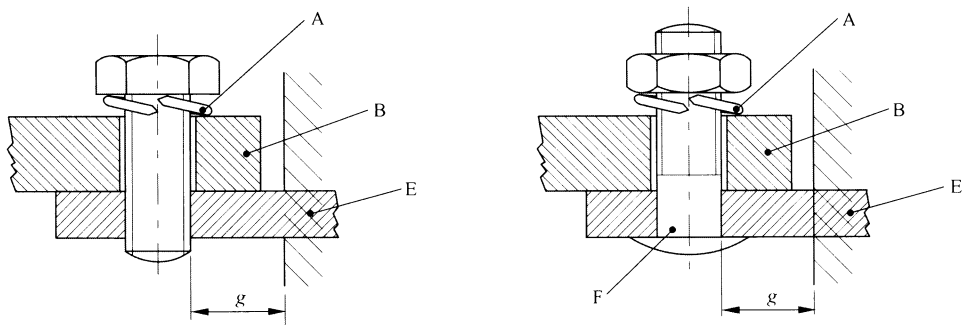


说明：

- A —— 鞍形板；
- B —— 固定部件；
- C —— 螺栓；
- D —— 导体空间。

鞍形板的两面可以是不同的形状,通过翻转鞍形板适应截面积大小不同的导体。
端子可以有两个以上的夹紧螺钉或螺栓。

图 H.3 鞍形端子示例



说明：

- A —— 锁紧装置；
- B —— 电缆接线片或母排；
- E —— 固定部件；
- F —— 螺栓。

对这种型式的端子,应提供一个弹簧垫圈或等效的锁紧装置,夹紧部位的表面应是光滑的。
对某些型式的电器,允许使用比要求尺寸较小的接线片式端子。

图 H.4 接线片式端子示例

附 录 I
(资料性附录)
ISO 和 AWG 铜导体对照

ISO 尺寸 mm ²	AWG	
	尺寸号码	截面积 mm ²
1.0	18	0.82
1.5	16	1.3
2.5	14	2.1
4.0	12	3.3
6.0	10	5.3
10.0	8	8.4
16.0	6	13.3
25.0	3	26.7
35.0	2	33.6
50.0	0	53.5

一般采用 ISO 尺寸。

如应制造厂要求,则可采用 AWG 尺寸。

附 录 J

(资料性附录)

AFDD 的追随试验

J.1 概述

为了保证产品稳定的质量水平,制造厂应制定对制造过程的追随检查程序。

本附录提出了制造 AFDD 时使用的追随程序示例。

本附录可作为制造厂旨在保持要求的产品质量水平的特定程序及组织的导则,

尤其是,可采用供货方及制造方追随的任何条款,以保证与制造产品 AFDD 的安全性有关的质量。

J.2 追随试验程序

追随试验程序包括两组试验。

J.2.1 季度追随试验程序

见表 J.1 试验程序 Q。

J.2.2 年度追随试验程序

见表 J.1 试验程序 Y1~Y3。

注:年度追随试验可由季度追随试验程序组成。

表 J.1 追随检查试验程序

试验程序	条款或分条款	试验	说明
Q	9.9.2.2 9.9.2.4 9.7.7	电弧检测动作特性 电弧检测动作特性 验证绝缘耐冲击电压 验证试验按钮的正确动作	依次对每极之间也要试验 • AFDD 按正常使用供电; • 然后手动闭合 AFDD。 当按试验按钮时,AFDD 应脱扣
Y1	9.9.2.5 9.7 9.10	极限温度下的试验 介电性能试验 机械和电气寿命	
Y2	9.19.2	可靠性(耐气候试验)	
Y3	9.20	老化试验	

J.2.3 抽样程序

J.2.3.1 季度试验程序

对季度试验程序采用下列检查水平:

——正常检查；

——加强检查。

第一次追随检查采用正常检查水平。

取决于试验的结果,接下来的检查采用正常检查或加强检查,或停止生产。

从一种检查水平转换到另一种检查水平应采用下列的判别标准:

——保持正常检查水平:

正常检查时,如果 6 个试品全部通过试验程序(见表 J.2,程序 Q),则保持正常水平。如果 5 个试品通过试验,下次检查仅在前次试验间隔一个月后进行,试品数量和试验程序与前次试验相同;

——正常检查水平→加强检查水平:

正常检查时,如果只有 4 个试品通过试验程序,则进入加强检查水平;

——正常检查水平→停止生产:

正常检查时,如果少于 4 个试品通过试验程序,则在质量改进以前应停止生产;

——加强检查水平→正常检查水平:

加强检查时,如至少有 12 个试品通过试验(见表 J.2),则应进入正常检查水平;

——保持加强检查水平:

加强检查时,只有 10 或 11 个试品通过试验程序,则保持加强检查水平,并且下次检查在前次检查后的一个月进行,试品数量和试验程序相同;

——加强检查水平→停止生产:

如果连续 4 次检查保持在加强检查水平,或少于 10 个试品通过试验程序,则在质量改进以前应停止生产;

——重新开始生产:

在合适的并经确认的改进工作后,可以重新恢复生产。应在加强检查水平条件下恢复生产。

J.2.3.2 年度试验程序

对年度试验程序采用下列检查水平:

——正常检查;

——加强检查。

第一次追随检查采用正常检查水平。

取决于试验的结果,接下来的检查采用正常检查或加强检查。

从一种检查水平转换到另一种检查水平应采用下列的判别标准:

——保持正常检查水平:

正常检查时,如果所有试品全部通过试验程序,则保持正常水平。如果 2 个试品通过试验程序 Y1,并且试验程序 Y2 和 Y3 没有失败,则下次检查在前次检查的 3 个月后进行,试品数量和试验程序相同。

——正常检查水平→加强检查水平:

正常检查时,如果出现下面任一情况,则应进入加强检查水平:

- 只有一个试品通过试验程序 Y1;
- 或试验程序 Y2 或 Y3 中任一程序出现一次失败。

下一次检查应在前次试验后的 3 个月内进行,出现失败的试验程序采用加强检查水平,其他试验程序采用正常检查水平。

——正常检查水平→停止生产:

正常检查时,如果没有试品通过试验程序 Y1,或在试验程序 Y2 或 Y3 中出现多于一次失败,

则在质量改进以前应停止生产。

——加强检查水平→正常检查水平：

加强检查时,如果符合下面条件,则应进入正常检查水平：

- 至少 5 个试品通过试验程序 Y1;和
- 试验程序 Y2 或 Y3 中没有出现失败。

——保持加强检查水平：

加强检查时,如果只有 4 个试品通过试验程序 Y1,并且试验程序 Y2 和 Y3 没有失败,保持加强检查水平,下次检查应在前次试验后的 3 个月后进行,试品数量和试验程序相同。

——加强检查水平→停止生产：

如果连续 4 次检查保持在加强检查水平,或在一次年度检查中出现下列一种失败,则在质量改进以前应停止生产：

- 少于 4 个试品通过试验程序 Y1;
- 试验程序 Y2 或 Y3 中出现多于一次失败。

——重新开始生产：

在合适的并经确认的改进工作后,可以重新恢复生产。应在加强检查水平条件下恢复生产。

J.2.4 被试的试品数量

不同检查水平的试品数量见表 J.2 。

表 J.2 被试的试品数量

检查程序	正常检查试品数量	加强检查试品数量
Q	6	13
Y1、Y2、Y3	每个程序 3	每个程序 6

基本设计结构相同的一个系列 AFDD 只需要对一组试品进行试验,而不考虑其额定值。

对追随试验程序来讲,如果 AFDD 属于 4.1 规定的同一种分类并符合下列要求,则认为基本设计结构相同：

——电弧检测动作装置除了下面的不同外,具有相同的脱扣机构：

- 绕组的匝数和截面积；
- 电流互感器铁芯的尺寸和材料；
- 预期电弧电流。

——电子部件(如果有的话)具有相同的设计并使用同样的元件,除了为达到不同的电弧电流动作值而发生的变化以外。

附 录 K

(资料性附录)

短路试验的 SCPD

K.1 引言

为验证 AFDD 能承受表 18 规定的 I^2t 和 I_p 的最小值,应进行短路试验。应使用声明的保护电器或采用图 K.1 所示试验装置的银丝或使用任何其他能产生要求的 I^2t 和 I_p 值的装置进行短路试验。

K.2 银丝

为验证 AFDD 能承受的 I^2t 和 I_p 的最小值,并获得重复的试验结果,SCPD (如果有的话) 可以是采用图 K.1 所示的试验装置的银丝。

银丝的含银量至少为 99.9%,其直径按额定电流 I_n 、短路电流 I_{sc} 确定,如表 K.1 所示。

表 K.1 对应于额定电流与短路电流的银丝直径

I_{sc} A	I_n A					
	≤ 16	≤ 20	≤ 25	≤ 32	≤ 40	≤ 63
	银丝直径 ^a mm					
500	0.30	0.35	0.35	0.35		
1 000	0.30	0.35	0.40	0.50		
1 500	0.35	0.40	0.45	0.50	0.65	0.85
3 000	0.35	0.40	0.45	0.50	0.60	0.80
4 500	0.35	0.40	0.45	0.50	0.60	0.80
6 000	0.35	0.40	0.45	0.50	0.60	0.75
10 000	0.35	0.40	0.45	0.50	0.60	0.70
^a 银丝直径基本上是根据峰值电流(I_p)来考虑的(见表 18)。						

银丝应插入到图 K.1 所示的试验装置的适当的位置,并且要水平地插入和绷紧。每次试验后,应更换银丝。

K.3 声明的保护电器

为验证 AFDD 能承受的 I^2t 和 I_p 的最小值,并获得重复的试验结果,SCPD (如果有的话) 可以是声明的保护电器。

声明的保护电器的额定值不能比 AFDD 的额定值小,可以使用较高额定值的声明的保护电器以便获得表 18 规定的 I^2t 和 I_p 的值。

注: 增加并联的熔断器能达到中间的值。

K.4 其他装置

只要符合表 18 规定的值,可以使用其他装置。

单位为毫米

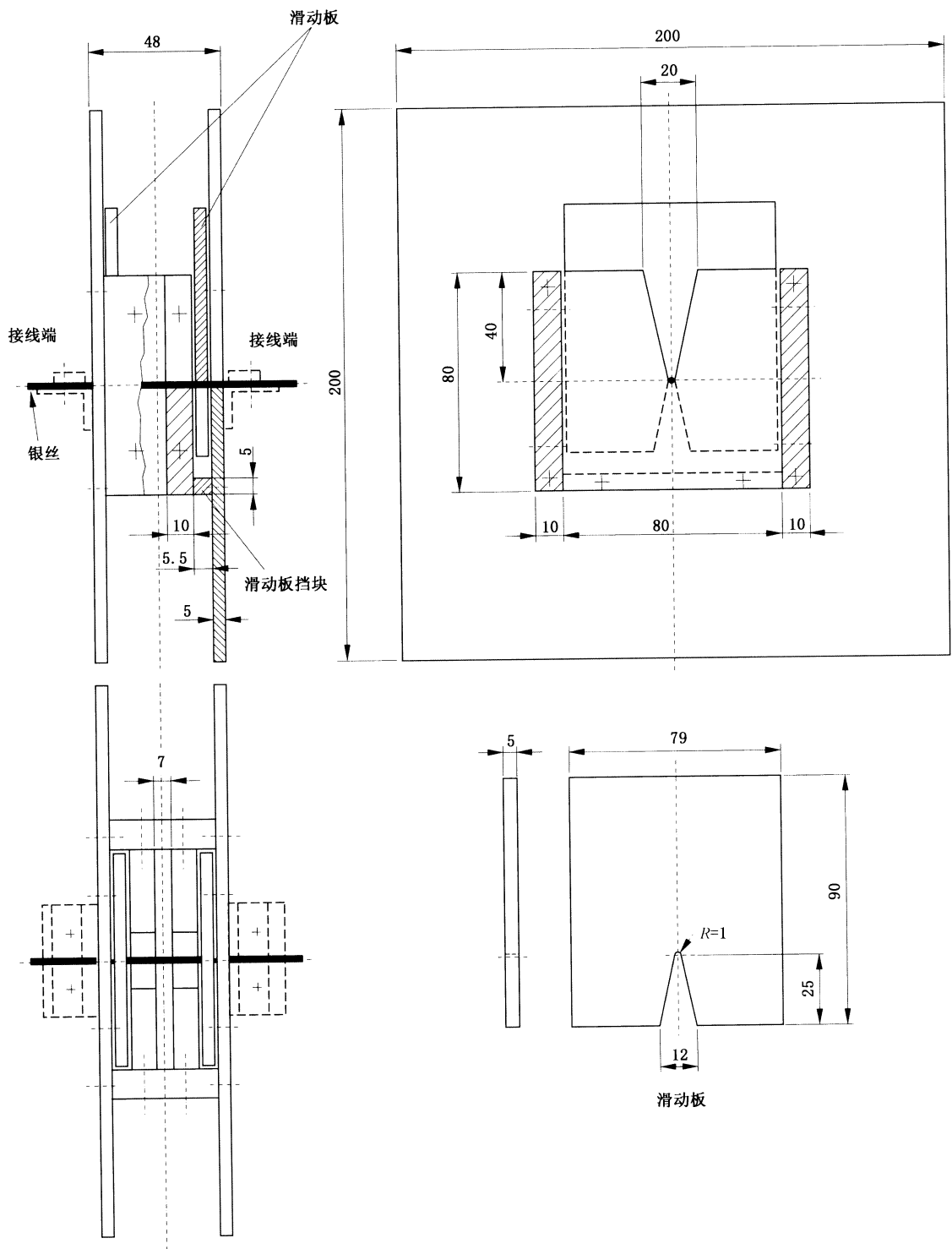


图 K.1 验证 AFDD 所能承受的最小 I^2t 和 I_p 值的试验装置

附 录 L

(规范性附录)

具有连接外部铜导线的无螺纹型接线端子的 AFDD 的特殊要求

L.1 适用范围

本附录适用于第 1 章范围内的具有无螺纹接线端子的 AFDD,无螺纹接线端子的电流不超过 20 A,主要用于连接截面积小于或等于 4 mm² 的未经加工(见 L.3.6)的铜导线。

注:在奥地利、捷克、德国、丹麦、荷兰、挪威和瑞士等国家,使用无螺纹接线端子的电流上限是 16 A。

在本附录中,无螺纹接线端子称为接线端子,而铜导线称为导线。

L.2 规范性引用文件

第 2 章适用。

L.3 术语和定义

作为第 3 章的补充,下列定义适用。

L.3.1

夹紧装置 clamping units

导线的机械夹紧和电气连接所必需的接线端子部件,包括为保证正确的接触压力所必需的部件。

L.3.2

无螺纹型接线端子 screwless-type terminal

导线的连接和随后的拆卸直接或间接地通过弹簧、楔形块或类似器件来实现的接线端子。

注:示例见图 L.2。

L.3.3

通用接线端子 universal terminal

用于连接和拆卸所有型式导线(硬导线和软导线)的接线端子。

注:在下列国家只允许通用接线端子:奥地利、比利时、中国、丹麦、德国、西班牙、法国、意大利、葡萄牙、瑞典和瑞士。

L.3.4

非通用接线端子 non-universal terminal

仅用于连接和拆卸某种导线。

例如,仅用于硬实心导线或仅用于硬(实心或绞合)导线的接线端子。

L.3.5

推入接线式接线端子 push-wire terminal

非通用接线端子,其连接通过推入硬性(实心或绞合)导线来实现。

L.3.6

非经加工导线 unprepared conductor

导线切断并在插入至接线端子的一定长度上剥去绝缘。

注 1:为插入接线端子而整形或为加强端部而拧线丝的导线认为是非经加工导线。

注 2: 术语“非经加工导线”指导线未经导线线丝的焊接、使用电缆接头、弯成小圆环等加工处理,但包括导线插入接线端子前的重新整形或为增加软导线端部强度而拧紧导线。

L.4 分类

第 4 章适用。

L.5 AFDD 的特性

第 5 章适用。

L.6 标志

除了第 6 章以外,下列要求适用:

通用接线端子:

——无标志。

非通用接线端子:

——声明用于硬实心导线的接线端子应标志字母“sol”;

——声明用于硬(实心或绞合)导线的接线端子应标志字母“r”;

——声明用于软导线的接线端子应标志字母“f”。

标志应位于 AFDD 上,或如果可用的空间不够,可位于最小的包装单元上或在技术资料中标明。

在 AFDD 上应有合适的标志指示导线插入接线端子前应剥去的绝缘长度。

制造厂也应在其技术文件中提供关于可夹紧的最多导线数量的资料。

L.7 使用和安装的标准工作条件

第 7 章适用。

L.8 结构和操作的要求

L.8.1 概述

第 8 章适用,但有以下修正。

在 8.2.5 中,只有 8.2.5.1、8.2.5.2、8.2.5.3、8.2.5.6 和 8.2.5.7 适用。

通过直观检查和用本附录中 L.9.1 和 L.9.2 的试验代替 9.4 和 9.5 来检验是否符合要求。

此外,以下要求适用。

L.8.2 导线的连接或拆卸

导线的连接或拆卸应采用下列方法来完成:

——采用一般用途的工具或与接线端子构成整体的合适的装置来打开接线端子并帮助导线的插入或拔出(例如,对通用接线端子);

或,对硬导线:

——采用简单的插入的方法。拆卸导线时,应除了拉导线外还应对导线有一个操作(例如对推入接线式端子)。

通用接线端子应能连接硬性(实心或绞合)和软性的未经加工处理的导线。
非通用接线端子应能连接制造厂声明的型式的导线。
通过直观检查和 L.9.1 和 L.9.2 的试验来检验是否符合要求。

L.8.3 可连接导线的尺寸

可连接导线的尺寸如表 L.1 所示。
连接这些导线的的能力应通过直观检查和 L.9.1 和 L.9.2 的试验来检验。

表 L.1 可连接的导线

可连接的导线及其理论直径									
公制					AWG				
硬导线			软导线		硬导线			软导线	
	实心导线	绞合导线				实心导线 ^a	B 级绞合导线 ^a		I, K, M 级绞合导线 ^b
mm ²	φ/mm	φ/mm	mm ²	φ/mm	线规	φ/mm	φ/mm	线规	φ/mm
1.0	1.2	1.4	1.0	1.5	18	1.02	1.16	18	1.28
1.5	1.5	1.7	1.5	1.8	16	1.29	1.46	16	1.60
2.5	1.9	2.2	2.5	2.3	14	1.63	1.84	14	2.08
4.0	2.4	2.7	4.0	2.9	12	2.05	2.32	12	2.70
注: 最大硬导线和软导线的直径依据 GB/T 3956—2008; 对 AWG 导线, 依据 ASTM B172-71 和 ICEA 出版物 S-19-81, S-66-524 和 S-68-516。									
^a 标称直径+5%。									
^b 对 I, K, M 三级中任何一级, 最大直径+5%。									

L.8.4 可连接的截面积

被夹紧的标称截面积如表 L.2 的规定。

表 L.2 无螺纹型接线端子可连接的铜导线的截面积

额定电流 A	被夹紧的标称截面积 mm ²
≤13	1~2.5
>13~20	1.5~4

通过直观检查和 L.9.2 和 L.9.3 的试验来检验是否符合要求。

L.8.5 导线的插入和拆卸

导线的插入和拆卸应按制造厂的说明书来操作。
通过直观检查来检验是否符合要求。

L.8.6 接线端子设计和结构

接线端子的设计和结构应符合下列要求：

- 单独地夹紧每根导线；
- 在连接或拆卸的过程中，能同时或分别地连接或拆卸导线；
- 避免不适当地插入导线。

应可以可靠地夹紧规定的最大值以下的任何数量的导线。

通过直观检查和 L.9.2 和 L.9.3 的试验来检验是否符合要求。

L.8.7 抗老化

接线端子应能抗老化。

通过 L.9.4 的试验来检验是否符合要求。

L.9 试验

L.9.1 概述

第 9 章适用，但用下列试验替代 9.4 和 9.5。

L.9.2 无螺纹接线端子的可靠性试验

L.9.2.1 无螺纹系统的可靠性

用符合表 L.2 的额定截面积的铜导线对新的试品各极的 3 个接线端子进行试验。导线的型式应按 L.8.2。

用最小直径的导线连接并随后拆卸 5 次，接着再用最大直径的导线试验 5 次。

除了第 5 次以外，每次试验应使用新的导线。第 5 次试验时把第 4 次插入使用过的导线在同样的位置夹紧。在插入接线端子前，应把硬绞合导线的股线重新整形，并把软导线的线丝拧紧以增加端部强度。

对每次插入，应该把导线尽可能地推入到接线端子中，或把导线这样插入使得其显而易见具有适当的连接。

在每次插入后，插入的导线绕着其轴线在夹紧区域的水平面转过 90° ，接着把导线拆卸。

在这些试验后，接线端子不应损坏至影响其继续使用。

L.9.2.2 连接的可靠性试验

新试品各极的 3 个接线端子连接符合表 L.2 的型式和额定截面积的新铜导线。

导线的型式应按 L.8.2。

在插入接线端子前，硬绞合导线和软导线的股线应重新整形，并应把软导线的线丝拧紧以增加端部强度。

如果是通用接线端子，应不过度用力就可以把导线连接到接线端子中。如果是推入接线式接线端子，用手施加必要的力。

把导线尽可能地推入到接线端子中，或把导线这样插入使得其显而易见具有适当的连接。

在试验后，应没有导线的线丝脱落至接线端子外面。

L.9.3 连接外部导线的接线端子的可靠性试验：机械强度

拉出试验时，新试品各极的 3 个接线端子连接符合表 L.2 的型式及最小截面积和最大截面积的新铜导线。

在插入接线端子前，硬绞合导线和软导线的股线应重新整形，并应把软导线的线丝拧紧以增加端部

强度。

然后,对每根导线施加表 L.3 规定值的拉力。施加拉力时不能用冲击力,时间为 1 min,方向为导线的轴线方向。

表 L.3 拉力

截面积 mm ²	拉力 N
1.0	35
1.5	40
2.5	50
4.0	60

在试验过程中,导线不应滑出接线端子。

L.9.4 循环试验

用符合表 13 截面积的新的铜导线进行试验。

试验在新的试品(单极试品)上进行,试品的数量按接线端子的型式规定如下:

- 用于硬(实心或绞合)导线和软导线的通用接线端子:每种导线 3 个试品(总共 6 个试品);
- 专门用于实心导线的非通用接线端子:3 个试品;
- 用于硬(实心或绞合)导线的非通用接线端子:每种导线 3 个试品(6 个试品);

注:如果是硬导线,宜使用实心导线(如果所在国家没有实心导线,可使用绞合导线)。

- 专门用于软导线的非通用接线端子:3 个试品。

如图 L.1 规定那样,把具有表 13 规定截面积的导线按正常使用串联连接到 3 个试品中的每个试品。

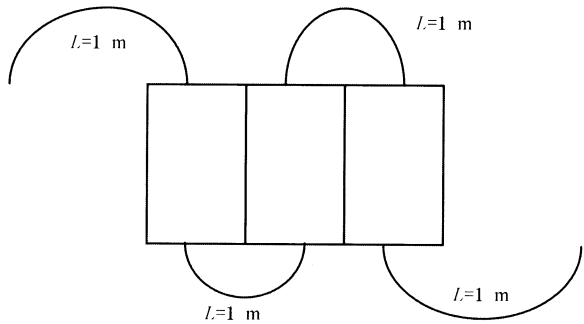


图 L.1 试品连接

试品上应有一个孔(或等效的措施)以便测量接线端子上的电压降。

整个试验装置,包括导线,放置在一个初始温度保持在(20±2)℃的加热箱中。

为了在下列所有的电压降测量完成以前避免试验装置的任何移动,建议各极固定在一个公共支架上。

除了在冷却期间以外,对电路通以相应于 RCBO 额定电流的试验电流。

然后,试品承受 192 个温度循环,每个循环约 1 h,具体要求如下:

在约 20 min 的时间内使箱内温度升高到 40℃,温度保持在该温度值±5℃的范围内约 10 min。

然后,把试品在约 20 min 内冷却到约 30℃的温度,允许采用强迫冷却。试品保持在该温度约 10 min。如果为测量电压降需要时,允许再降低至(20±2)℃的温度。

在第 192 个循环结束时,在每个接线端子上通以标称电流测量的最大电压降不应超过下列两个值中的较小值:

- 22.5 mV;
- 或第 24 个循环后测量值的 1.5 倍。

应尽可能地在接近接线端子的接触部位进行测量。

如果测量点不能位于接近接触点的部位,则应从测得的电压降中减去理想测量点和实际测量点之间部分导线内的电压降。

加热箱的温度应在至少离试品 50 mm 的距离处测量。

试验后,不采用附加的放大手段,通过正常的或校正的视力用肉眼检查,应没有明显的影响继续使用的变化,例如裂缝、变形或类似的变化。

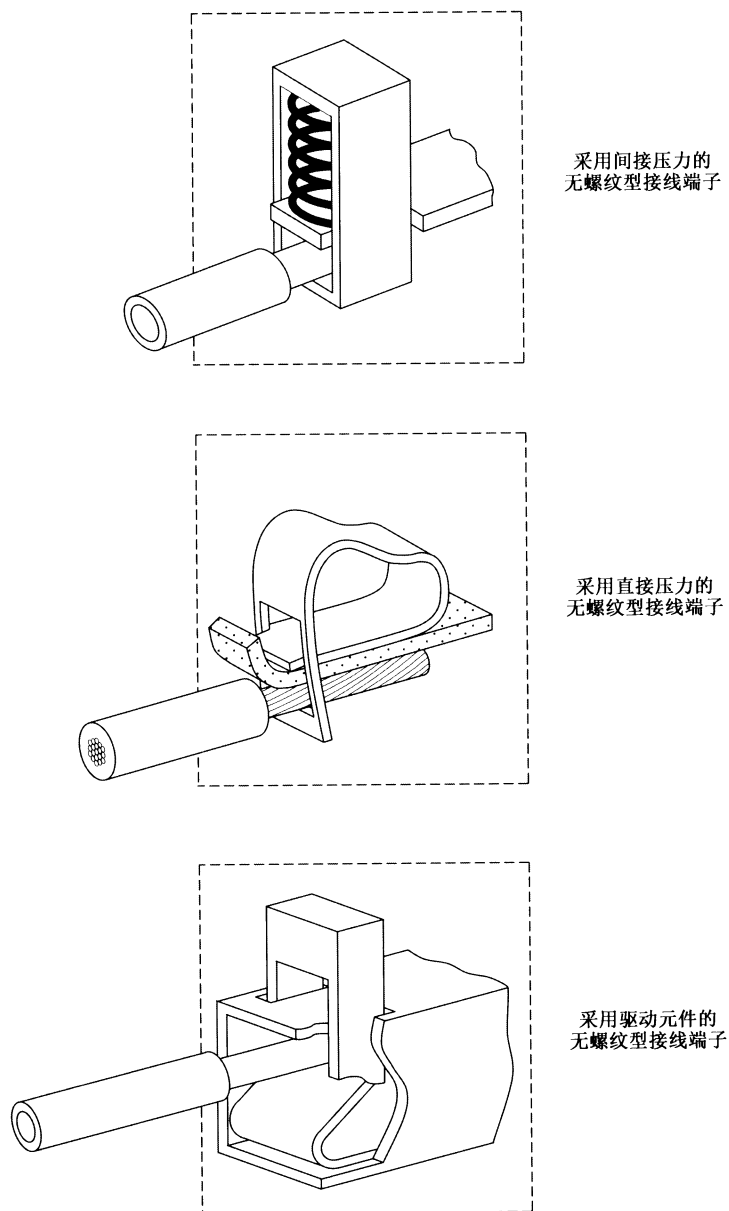


图 L.2 无螺纹型接线端子示例

L.10 参考文件

- [1] IEC 60228 Conductors of insulated cables
- [2] IEC 60998-1 Connecting devices for low-voltage circuits for household and similar purposes—Part 1: General requirements
- [3] IEC 60998-2-2 Connecting devices for low-voltage circuits for household and similar purposes—Part 2-2: Particular requirements for connecting devices as separate entities with screwless-type clamping units
- [4] IEC 60999(all parts) Connecting devices—Electrical copper conductors—Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units

附 录 M
(规范性附录)

带扁平快速连接端头的 AFDD 的特殊要求

M.1 适用范围

本附录适用于第 1 章范围内的具有扁平快速连接端头的 AFDD,该端头由标称宽度 6.3 mm 和厚度 0.8 mm 的插入式连接片(见 M.3.2)及与其配套的插套连接器组成,用于按制造厂的说明连接电气铜导线,额定电流小于等于 16 A。

注:在比利时、法国、意大利、西班牙、葡萄牙和美国等国家,允许使用额定电流 20A 及以下的带扁平快速连接端头的 AFDD。

可连接的电气铜导线为截面积 4 mm² 及以下的软导线,或截面积 2.5 mm² 及以下的硬导线(AWG 线规等于或大于 12)。

本附录专门适用于插入式连接片作为装置整体部分的 AFDD。

M.2 规范性引用文件

作为第 2 章的补充,下列规范性引用文件适用。

GB 17196 连接器件 连接铜导线用的扁形快速连接端头 安全要求(IEC 61210,IDT)

M.3 术语和定义

作为第 3 章的补充,下列定义适用。

M.3.1

扁平快速连接端头 flat quick-connect termination

由插入式连接片和插套连接器组成的电气连接,用工具或不用工具能把插套连接器推入和拔出。

M.3.2

插入式连接片 male tab

快速连接端头的一部分,能接纳插套连接器。

M.3.3

插套连接器 female nonnector

快速连接端头的一部分,用来推入到插入式连接片中。

M.3.4

定位扣 detent

在插入式连接片上与插套连接器上凸起部分啮合的凹痕(凹陷)或孔,作为配合部分的锁扣。

M.4 分类

第 4 章适用。

M.5 AFDD 的特性

第 5 章适用。

M.6 标志和其他产品信息

整个第 6 章适用,在表 5 的 j)项的后面增加下列内容:

下面符合 GB 17196 有关插套连接器的信息和采用的导线型式应在制造厂的说明书中规定。

k) 制造厂的名称或商标;

l) 型号;

m) 关于导线截面积及绝缘插套连接器色码的信息(见表 M.1);

n) 只能使用镀银或镀锡的铜合金。

表 M.1 关于插套连接器色码与导线截面积关系的信息表

导线截面积 mm ²	插套连接器的色码
1	红
1.5	红或蓝
2.5	蓝或黄
4	黄

M.7 使用和安装的标准工作条件

第 7 章适用。

M.8 结构和操作的要求**M.8.1 概述**

第 8 章适用,但下列内容除外。

用下面条款替代 8.2.3。

M.8.2 电气间隙和爬电距离(见附录 B)

插套连接器连接至 RCBO 的插入式连接片时,分条款 8.2.3 适用。

用下面条款替代 8.2.5。

M.8.3 连接外部导线的接线端子

M.8.3.1 插入式连接片和插套连接器应由对预期使用有足够机械强度、导电性和耐腐蚀性的金属制成。

注: 镀银或镀锡的铜合金是合适的解决方案的例子。

M.8.3.2 插入式连接片的标称宽度为 6.3 mm,厚度为 0.8 mm,适用于额定电流为 16 A 及以下。

注 1: 在比利时、法国、意大利、葡萄牙、西班牙和美国等国家,允许使用的额定电流为 20 A 及以下。

插入式连接片的尺寸应符合表 M.3 及图 M.2、图 M.3、图 M.4 和图 M.5 规定的尺寸,其中 A、B、C、D、E、F、J、M、N 和 Q 的尺寸是强制性尺寸。

可组装的插套连接器的尺寸如图 M.6 和表 M.4 所示。

注 2: 只要规定的尺寸不受影响和试验要求能符合,各种部件的形状可以与图中给出的形状不一致,例如波纹状连接片,折叠式连接片等。

通过直观检查和测量来检验是否符合要求。

M.8.3.3 插入式连接片应可靠地保持

通过 M.9.2 的机械过载试验来检验是否符合要求。

M.9 试验

M.9.1 概述

第 9 章适用,但作下列修改。

用下面条款替代 9.5。

M.9.2 机械过载力

在 AFDD 的 10 个接线端子上进行试验,AFDD 按正常使用安装和接线。

在与 AFDD 组成整体的插入式接线片上逐渐施加一个表 M.2 规定的轴向推力,接着再逐渐施加一个表 M.2 规定的轴向拉力,仅用合适的试验装置试验一次。

表 M.2 过载试验力

推力 N	拉力 N
96	88

接线片或与接线片组装成一体的断路器不应发生可能影响其继续使用的损坏。

对 9.8.3 增加:

细线热电偶应这样放置,使其不影响接触区域或连接区域。热电偶放置的例子如图 M.1 所示。

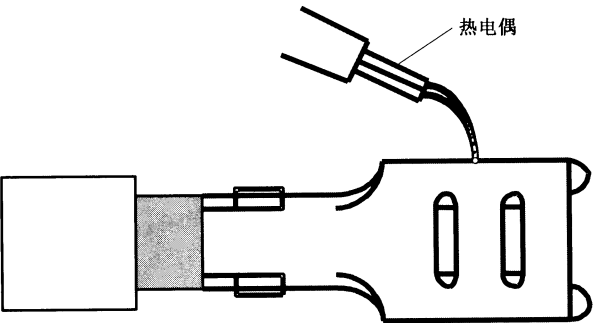
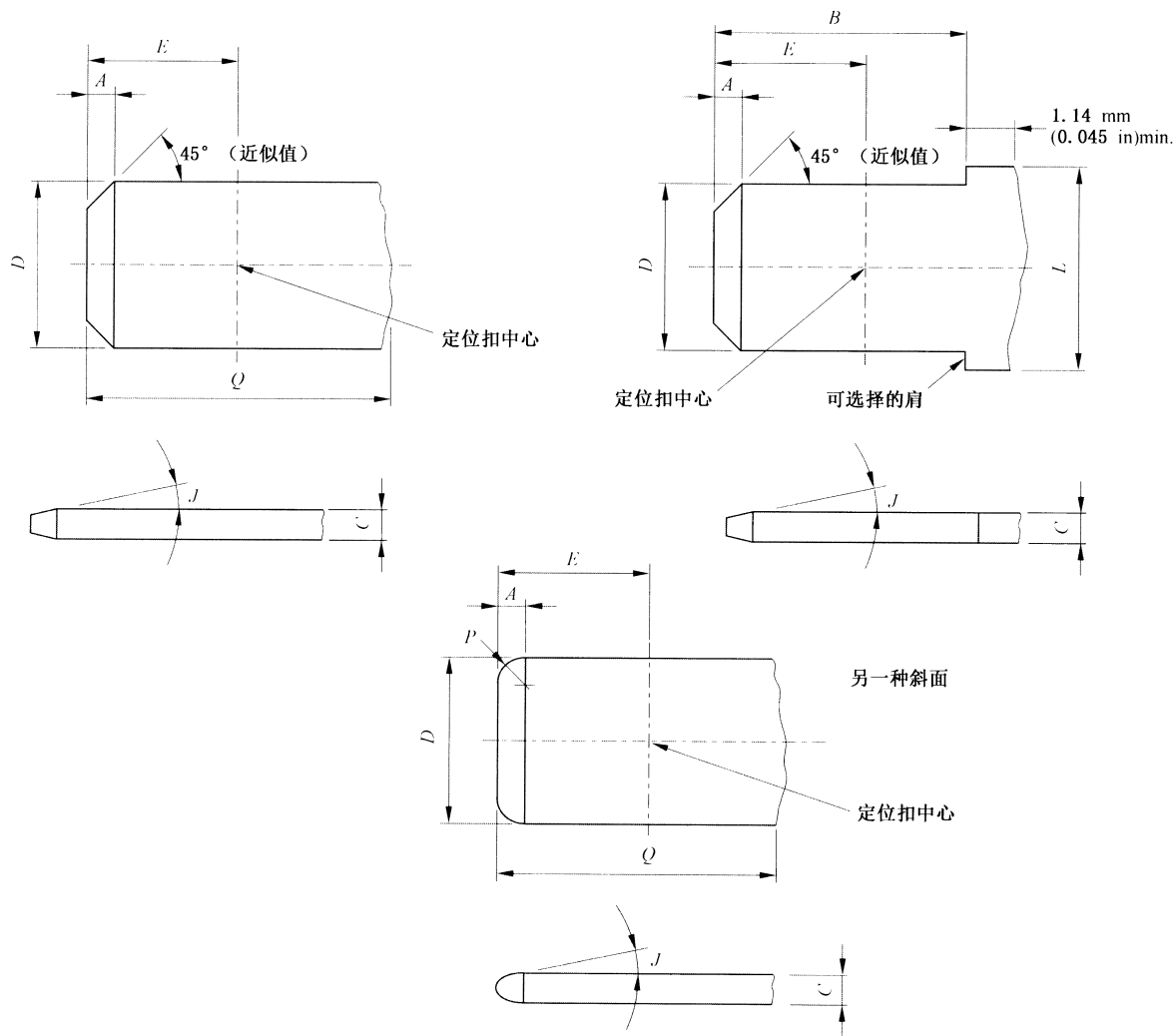


图 M.1 测量温升的热电偶放置位置示例

表 M.3 接线片尺寸

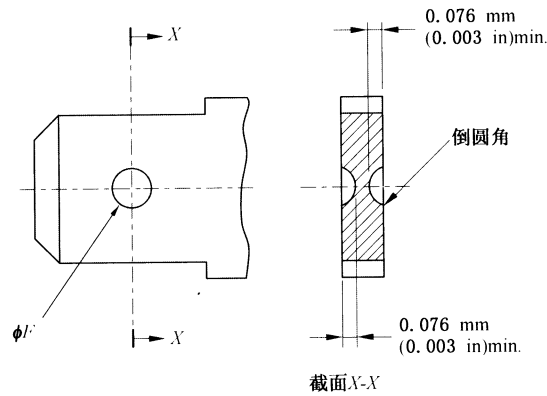
单位为毫米

标称尺寸		A	B min.	C	D	E	F	J	M	N	P	Q min.
6.3×0.8	凹痕	1.0		0.84	6.40	4.1	2.0	12°	2.5	2.0	1.8	
		0.7	7.8	0.77	6.20	3.6	1.6	8°	2.2	1.8	0.7	8.9
	孔	1.0		0.84	6.40	4.7	2.0	12°			1.8	
		0.5	7.8	0.77	6.20	4.3	1.6	8°			0.7	8.9
注 1: 尺寸 A~Q, 参考图 M.2~图 M.5。												
注 2: 在同一栏中有两个值时, 是给出了最大尺寸和最小尺寸。												



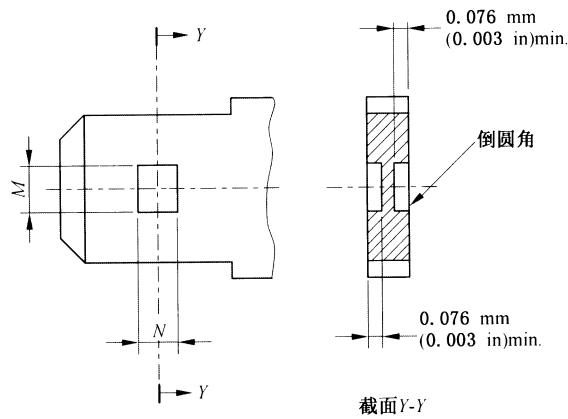
- 注 1: 如果在所示的边界内, 45°的斜角 A 不需要是直线。
- 注 2: 尺寸 L 没有规定, 可以在应用时变化(例如固定时)。
- 注 3: 连接片的尺寸 C 可由几层材料组成, 只要制成的连接片在各方面均符合本标准的要求。允许连接片的纵向边缘呈圆弧形。
- 注 4: 除了所示的有关尺寸以外, 本草图不用来约束设计。
- 注 5: 插入式连接片的厚度 C 在超过 Q 或超过 B+1.14 mm(0.045 in)的部分可以改变。
- 注 6: 连接片的所有部分应平直并无毛刺或突起, 除了定位扣周围并距离定位扣 1.3 mm(0.051 in)的界限限定的区域内每边可以有 0.025 mm(0.001 in)高的凸台。

图 M.2 插入式连接片的尺寸



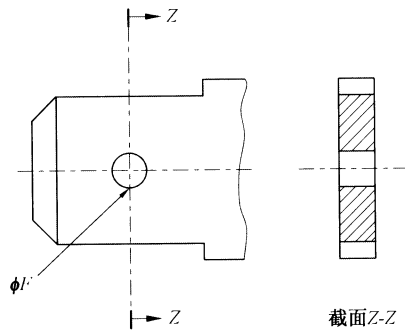
定位扣应位于连接片中心线 0.076 mm(0.003 in)范围内。

图 M.3 圆形凹痕定位扣的尺寸(见图 M.2)



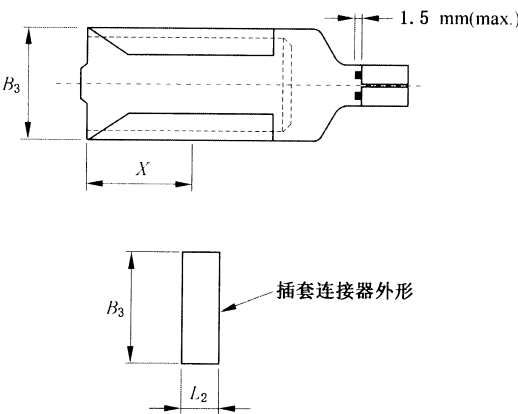
定位扣应位于连接片中心线 0.13 mm(0.005 in)范围内。

图 M.4 矩形凹痕定位扣的尺寸(见图 M.2)



定位扣应位于连接片中心线 0.076 mm(0.003 in)范围内。

图 M.5 孔定位扣的尺寸(见图 M.2)



- 尺寸 B_3 和 L_2 是强制性的。
- 注 1: 为了确定插套连接器与 B_3 和 L_2 不同的尺寸,必需参考连接片的尺寸,以确保在最不利的条件下连接片和插套连接器的插合(以及定位,如果有定位扣时)是正确的。
- 注 2: 如果具有定位扣,尺寸 X 由制造厂确定,以便满足性能条款的技术要求。
- 注 3: 插套连接器应这样设计,使得电线过度插入到卷边区域是可见的或受到定位件限止,以避免导线与完全插入的连接片之间的干涉。
- 注 4: 除了所示的有关尺寸以外,本草图不用来约束设计。

图 M.6 插套连接器的尺寸

表 M.4 插套连接器的尺寸

连接片尺寸 mm	插套连接器的尺寸 mm	
	B_3 (最大)	L_2 (最大)
6,3×0,8	7,8	3,5

附 录 N
(规范性附录)

具有连接外部未经处理铝导线的螺纹型接线端子
和连接铜或铝导线的铝制螺纹型接线端子 AFDD 的特殊要求

N.1 适用范围

本附录适用于本标准范围内的具有连接未经处理铝导线的螺纹型接线端子或连接铜或铝导线的铝制螺纹型接线端子的 AFDD。用于连接未经处理铝导线的螺纹型接线端子由铜制成,或由至少含有 58%铜合金(冷加工)或至少含有 50%铜合金(其他方式加工)制成,或由耐腐蚀性能不低于铜并具有适当机械性能的其他金属或适当的涂层的金属制成。

本附录中镀铜和镀镍的铝导线均看作是铝导线。

注:在奥地利、澳大利亚和德国,不允许使用连接铜导线的铝制螺纹型接线端子:

- 在奥地利、瑞士和德国,不允许使用仅连接铝导线的接线端子;
- 在西班牙,家用和类似场所(例如,办公室、商店等)的终端电路中不允许使用铝导线;
- 在丹麦,铝导线的最小截面积是 16 mm²。

N.2 规范性引用文件

第 2 章适用。

N.3 术语和定义

作为第 3 章的补充,下列定义适用于本附录。

N.3.1

经处理的导线 treated conductor

导线的接触部位,其股线外层的氧化层被擦除,和/或加化合物以改善连接能力和/或防腐蚀能力。

N.3.2

未经处理/未加工导线 untreated/unprepared conductor

为插入端子而被剪断并剥去绝缘的导线。

注:为插入接线端子而整形的导线,或为增加导线端部强度而将股线拧紧的导线,均视为未经处理的导线。

N.3.3

均衡器 equalizer

在试验回路中使用的,用来确保绞合导线等位点和均衡绞合导线电流密度,而不会对导线的温度产生有害影响的装置。

N.3.4

基准导线 reference conducor

在被试接线端子单元中使用的并连接在同一串联电路中的同样型号和尺寸的连续长度导线,该导

线用来确定基准温度,如果需要时也用来确定基准电阻。

N.3.5

稳定性因数 **stability factor**

S_f

电流循环试验过程中,接线端子单元温度稳定性的度量。

N.4 分类

第 4 章适用。

N.5 AFDD 的特性

第 5 章适用。

N.6 标志和其他产品信息

除第 6 章以外,下列要求适用:

表 N.1 规定的接线端子标志应在 AFDD 接线端子附近标明。

其他有关导线数量、螺钉扭矩(如果与表 12 不同)和截面积等信息应在 AFDD 上标明。

表 N.1 接线端子标志

可接受的导线型式	标志
仅接受铜导线	无
仅接受铝导线	Al
铜导线和铝导线	Al/Cu

制造厂应在其产品目录上说明,对于夹紧铝导线,紧固扭矩应以合适的方法施加。

N.7 使用和安装的标准工作条件

第 7 章适用。

N.8 结构和操作的要求

第 8 章适用,除以下内容:

在 8.2.5.2 最后,增加以下内容:

对于铝导线的连接,AFDD 应具有允许连接表 N.2 规定的标称截面积导线的螺纹型接线端子。

用于铝导线连接的端子和用以铜或铝导线连接的铝制端子应具有足以耐受 9.4 试验的机械强度,试验导线按表 12 规定的扭矩或制造厂规定的扭矩(该扭矩不应低于表 12 规定的扭矩)拧紧。

表 N.2 螺纹型接线端子可连接的铝导线截面积

额定电流 ^a A	夹紧的标称截面积范围 ^b mm ²
≤13	1~4
<13~≤16	1~6
<16~≤25	1.5~10
<25~≤32	2.5~16
<32~≤50	4~25
<50~≤80	10~35
<80~≤100	16~50
<100~≤125	25~70
^a 对额定电流小于等于 50A 的接线端子,要求其设计成夹紧实心导线和硬绞合线;允许使用软导线。但是对截面积为 1 mm ² ~10 mm ² 的导线,允许其结构仅用于夹紧实心导线。	
^b 表 8 的最大导线尺寸,按照 IEC 61545:1996 的表 D.2 增加。	

通过直观检查、测量以及依次连接一根规定的最小截面积和一根最大截面积的导线来检验是否符合要求。

8.2.5.4 的条款用下列内容代替:

接线端子应可以连接未经特殊加工的导线。

通过直观检查和 N.9 试验来检验是否符合要求。

N.9 试验

N.9.1 概述

经以下修改/补充,第 9 章适用:

对于受接线端子材料和能与其连接的导线的型式影响的试验,表 N.3 的试验条件适用。

此外,N.9.3 试验在与 AFDD 分离的接线端子上进行。

表 N.3 根据导线和接线端子材料的试验列表

端子材料	按 8.2.4.4 的材料 ^a	Al ^a	
		Cu	Al
导线的材料(表 N.1)	Al 使用表 N.2 和表 N.5	使用表 8 和表 11	使用表 N.2 和表 N.5
9.4 螺钉可靠性	使用表 N.2,表 N.5 和表 13	使用表 8,表 12 和表 13	使用表 N.2,表 N.5 和表 13
9.5.1 拉出试验 ^b	使用表 N.2,表 N.5 和表 13	使用表 8,表 12 和表 13	使用表 N.2,表 N.5 和表 13
9.5.2 导线的损坏	使用表 N.2,表 N.5 和表 12	使用表 8,表 12 和表 13	使用表 N.2,表 N.5 和表 12
9.5.3 导线的插入	使用表 N.4	使用表 12	使用表 N.4
9.8 温升	使用表 N.5	使用表 12	使用表 N.5
9.19 验证可靠性	使用表 N.5	使用表 12	使用表 N.5
N.9.3 循环试验	使用表 12	使用表 12	使用表 12
^a 采用附录 A 规定试验程序 A 和 B 以及试品数量。对于能连接 Al 或 Cu 导线的 AFDD,试验程序和样品数目要加倍(一套用于 Cu 导线,一套用于 Al 导线)。			
^b 对于 9.5.1 拉出试验,70 mm ² 导线的拉力值正在考虑中。			

表 N.4 可连接导线及其理论直径

公制					AWG				
硬线			软线 (仅适用于铜)		硬线			软线 (仅适用于铜)	
S	实心	绞合	S			实心 ^a	B类绞合 ^a		I、K、M类 ^b 绞合
mm ²	φ/mm	φ/mm	mm ²	φ/mm	线规	φ/mm	φ/mm	线规	φ/mm
1.0	1.2	1.4	1.0	1.5	18	1.07	1.23	18	1.28
1.5	1.5	1.7	1.5	1.8	16	1.35	1.55	16	1.50
2.5	1.9	2.2	2.5	2.3 ^c	14	1.71	1.95	14	2.08
4.0	2.4	2.7	4.0	2.9 ^c	12	2.15	2.45	12	2.70
6.0	2.9	3.3	4.0	2.9 ^c	10	2.72	3.09		
10.0	3.7	4.2	6.0	3.9	8	3.43	3.89	10	3.36
16.0	4.6	5.3	10.0	5.1	6	4.32	4.91	8	4.32
25.0		6.6	16.0	6.3	4	5.45	6.18	6	5.73
35.0		7.9	25.0	7.8	2	6.87	7.78	4	7.25
					1	7.72	8.85		
50.0		9.1	35	9.2	0	8.51	9.64		12.08
70.0		12.0	50	12	00	9.266	10.64		
注：最大硬线和软线的直径基于 IEC 60228；对于 AWG 导线，基于 ASTM B172-71，ICEA S-19-81，ICEA S-66-524，ICEA S-68-516。									
^a 标称直径+5%。									
^b 对于 I、K、M 类中的任一种，最大直径+5%。									
^c 按照 IEC 60228，仅指 5 类软线的尺寸。									

N.9.2 试验条件

除所连接的 Al 导线从表 N.5 选取外，条款 9.1 适用。

表 N.5 与额定电流相应的试验铝导线的截面积(S)

S mm ²	I _n A
1.5	I _n ≤6
2.5	6<I _n ≤13
4	13<I _n ≤20
6	20<I _n ≤25
10	25<I _n ≤32
16	32<I _n ≤50
25	50<I _n ≤63
35	63<I _n ≤80
50	80<I _n ≤100
70	100<I _n ≤125

N.9.3 电流循环试验

N.9.3.1 概述

本试验通过在加速循环条件下,比较导线与基准导线的温度性能,验证螺纹型接线端子的稳定性。
本试验在单独的接线端子上进行。

N.9.3.2 试验准备

试验在 4 组试品上进行,每组试品由一对接线端子组成,其装配方式应代表端子在 AFDD 中的使用状况(见图 N.2~图 N.6 的示例)。从产品中拆下的螺纹型接线端子应固定在与其安装在产品上时具有相同截面积、形状、金属和涂层的导电部件上。螺纹型接线端子应以其在产品上同样的方式(位置、扭矩等)固定在导电部件上。如果有一个试品在试验中出现故障,则应在另外 4 组试品上进行试验,并不允许再出现故障。

N.9.3.3 试验布置

试品总的布置应如图 N.1 所示。
对试品使用的扭矩应为制造厂规定的扭矩值的 90%,如制造厂未规定,则从表 12 中选取。
试验采用按表 N.5 选取的导线。试验导线从插入螺纹型接线端子的点至均衡器(见 N.3.3)的长度应如表 N.6 所示。

表 N.6 试验导线长度

导线截面积 S mm ²	导线尺码 AWG	最小导线长度 mm
$S \leq 10.0$	≤ 8	200
$16.0 \leq S \leq 25.0$	6~3	300
$35.0 \leq S \leq 70.0$	2~00	460

试验导线与具有相同截面积的基准导线串联。
基准导线的长度至少应近似为试验导线长度的 2 倍。
试验导线和基准导线的每个未连接至螺纹型端子试品的自由端应焊接或铜焊至与导线材料相同,并且截面积不大于表 N.7 规定值的一小段均衡器。导线的所有股线均应焊接或铜焊,与均衡器形成电气连接。
如果制造厂认可,并具有相同的性能,无需焊接的工具加压型端头可以用作均衡器。

表 N.7 均衡器和汇流排尺寸

试验电流范围 A	最大截面积 mm ²	
	Al	Cu
0~50	45	45
51~125	105	85
126~225	185	155

试验导线和基准导线间的间距应至少为 150 mm。

应采用非导电的支架支撑均衡器或汇流排,把试品水平或垂直地悬挂在大气中,以避免螺纹型接线端子承受拉力负载。隔热屏障应安装在导线的中间,其宽度应超出螺纹型接线端子 $25\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$,长度应超出 $150\text{ mm} \pm 10\text{ mm}$ (见图 N.1)。如果试品间的间距至少为 450 mm,则不需要隔热屏障。试品的位置应与地板、墙壁或天花板的距离至少为 600 mm。

试品应放置在基本上无震动和无气流的环境中,周围温度为 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。一旦试验开始,只要不超过极限范围,最大允许的变化是 $\pm 1\text{ K}$ 。

N.9.3.4 温度测量

采用截面积不超过 0.07 mm^2 (近似为 30 AWG)的线丝的热电偶测量温度。

对于螺纹型接线端子,热电偶应放置在螺纹型端子的导线入口端,靠近接触面处。

对于基准导线,热电偶应放置在导线两端的中间,并位于其绝缘层下。

热电偶的安置不应损害螺纹型接线端子或基准导线。

注 1: 如果性能不受影响并且制造厂认可,钻小孔并随后栓住热电偶是一个可行方法。

周围环境温度应采用两个热电偶以这样的方式测量,以便在测试回路的邻近部位获得平均和稳定的读数,而不受外部过度的影响。热电偶应放置在一个与试品交叉的水平面上,与试品的最小距离为 600 mm。

注 2: 达到稳定测量的一个令人满意的方法,例如,将热电偶放置在尺寸约为 $50\text{ mm} \times 50\text{ mm}$,厚度在 $6\text{ mm} \sim 10\text{ mm}$ 之间的无镀层的铜板上。

N.9.3.5 试验方法和合格判别标准

注 1: 性能的评估是基于螺纹式接线端子的温升极限和试验过程中温度变化。

试验回路应经受 500 个 1 h 通电流和 1 h 断电流的循环,开始时,电流为等于表 N.8 规定的试验电流的 1.12 倍的交流电流。前 24 个循环,在接近每个通电流期间结束时,应接着调整电流以便将基准导线的温度升至 $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

在第 25 个循环,应最后一次调整试验电流,并应记录稳定温度作为第一次测量。对余下的试验,试验电流不应再调整。

每个工作日至少应记录一个循环的温度,以及在大约 25、50、75、100、125、175、225、275、350、425 和 500 个循环后应记录温度。

应在通电流期间的最后 5 min 测量温度。如果试验样品组的尺寸或数据读取系统的速度不能使得所有的测量在 5 min 内完成,通电流的时间应延长至为完成测量所必需的时间。

在前 25 个循环以后,断电流的时间可以减少到比所有接线端子组件在断电流期间冷却到环境温度 T_a 和 $T_a + 5\text{ K}$ 之间的温度所需的时间长 5 min 的时间。如果制造厂认可,可采用强迫通风冷却以减少断电流时间。这种情况下,强迫通风冷却应用于整个试验回路,由于强迫通风导致的温度不应低于周围空气温度。

每 11 个测量温度的稳定性因数 S_f 用 11 个温度偏差 d 分别减去平均温度偏差 D 确定。

11 个单独温度测量的温度偏差 d 值由螺纹型接线端子的温度减去相关的基准导线的温度得到。

注 2: 如果螺纹型接线端子的温度高于基准导线的温度, d 值为正;如果低于基准导线的温度, d 值为负。

对于每个螺纹型接线端子:

——温升不应超过 110 K ;

——稳定性因数 S_f 不应超过 $\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

对于一个螺纹型接线端子的计算示例见表 N.9。

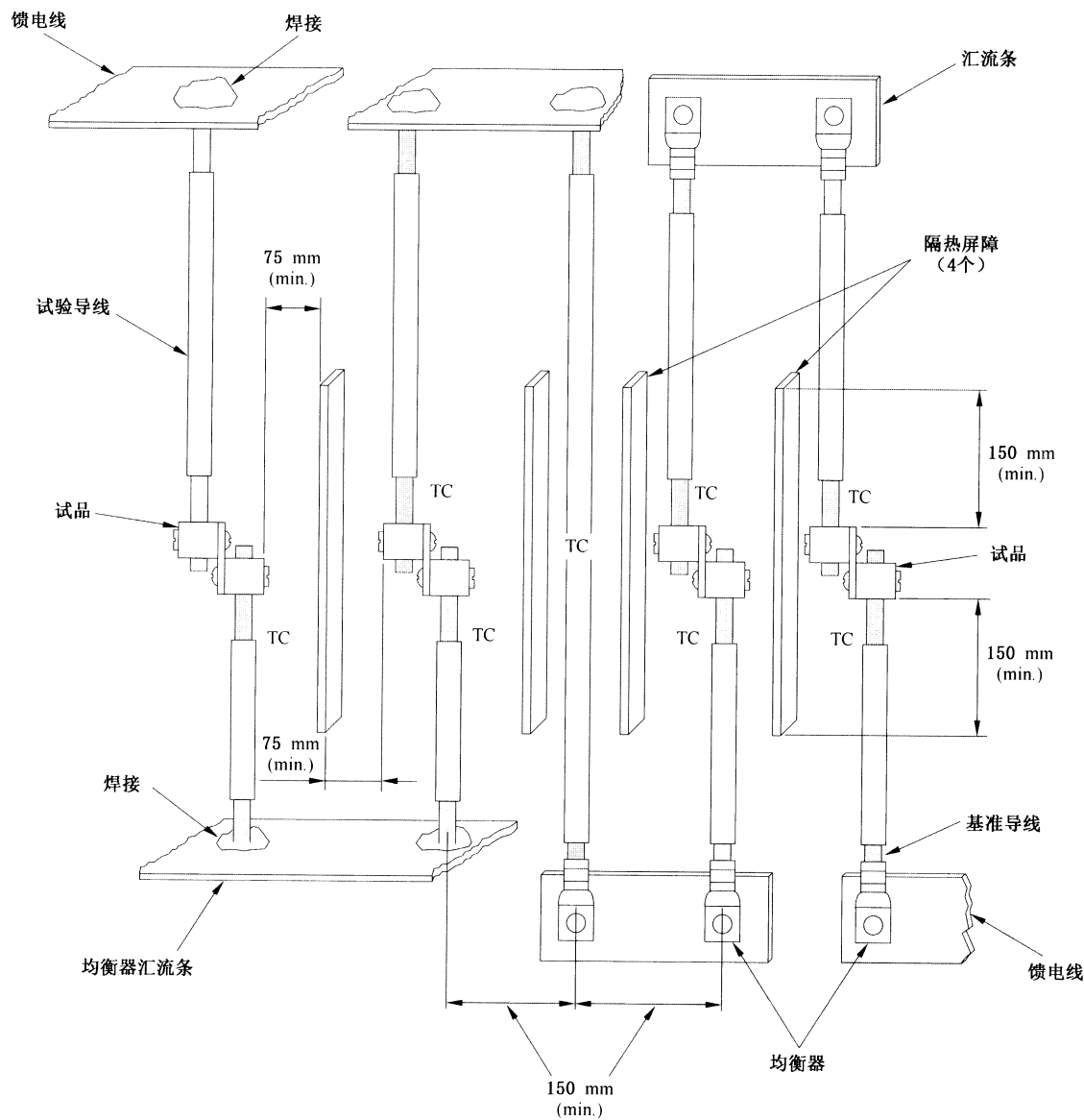
表 N.8 与额定电流相应的试验电流

公制			AEG		
额定电流 A	Al 导线尺寸 mm ²	试验电流 A	额定电流 A	Al 导线线规 N°	试验电流 A
$0 \leq I_n \leq 15$	2.5	26	$0 \leq I_n \leq 15$	12	30
$15 < I_n \leq 20$	4	35	$15 < I_n \leq 25$	10	40
$20 < I_n \leq 25$	6	46	$25 < I_n \leq 40$	8	63
$25 < I_n \leq 32$	10	60	$40 < I_n \leq 50$	6	69
$32 < I_n \leq 50$	16	79	$50 < I_n \leq 65$	4	99
$50 < I_n \leq 65$	25	99	$65 < I_n \leq 75$	3	110
$65 < I_n \leq 80$	35	137	$75 < I_n \leq 90$	2	123
$80 < I_n \leq 100$	50	171	$90 < I_n \leq 100$	1	152
$100 < I_n \leq 125$	70	190	$100 < I_n \leq 120$	0	190

表 N.9 确定平均温度偏差 *D* 的计算示例

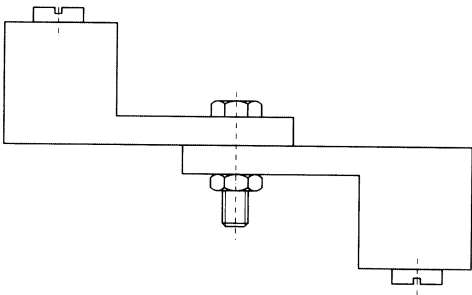
温度测量	循环次数	温度		温度偏差 <i>d</i> = <i>a</i> − <i>b</i> K	稳定因数 <i>S_f</i> = <i>d</i> − <i>D</i> K
		螺纹型接线端子 <i>a</i> ℃	基准导线 <i>b</i> ℃		
1	25	79	78	1	0.18
2	50	80	77	3	2.18
3	75	78	78	0	−0.82
4	100	76	77	−1	−1.82
5	125	77	77	0	−0.82
6	175	78	77	1	0.18
7	225	79	76	3	2.18
8	275	78	76	2	1.18
9	350	77	78	−1	−1.82
10	425	77	79	−2	−2.82
11	500	81	78	3	2.18

平均温度偏差 $D = \frac{\sum d}{\text{测量次数}} = \frac{9}{11} = 0.82$



说明：
TC——热电偶。

图 N.1 试验的总体布置



注：导电部件可以是螺栓固定、锡焊或熔焊。

图 N.2 AFDD 接线端子使用示例

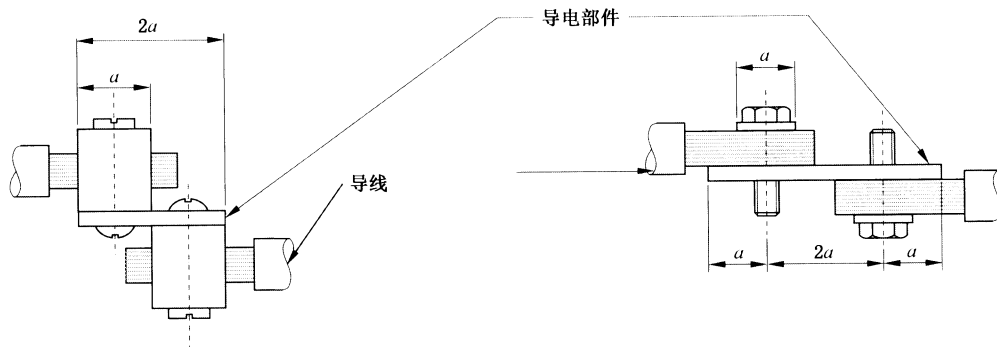


图 N.3 AFDD 接线端子使用示例

图 N.4 AFDD 接线端子使用示例

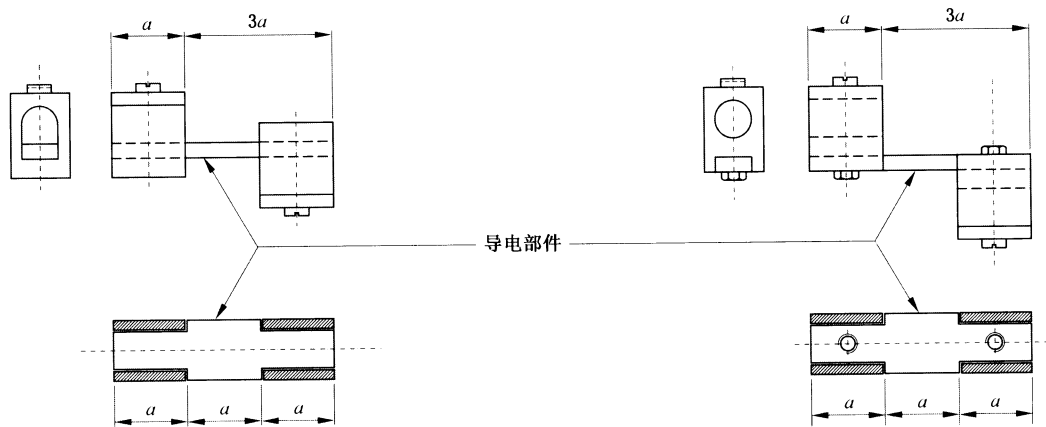


图 N.5 AFDD 接线端子使用示例

图 N.6 AFDD 接线端子使用示例

参 考 文 献

- [1] GB/T 3956—2008 电缆的导体
- [2] GB/T 4207 固体绝缘材料耐电痕化指数和相比电痕化指数的测定方法
- [3] GB/T 5023(所有部分) 额定电压 450/750 V 及以下聚氯乙烯绝缘电缆
- [4] GB/T 5169.11—2006 电工电子产品着火危险试验 第 11 部分:灼热丝/热丝基本试验方法 成品的灼热丝可燃性试验方法
- [5] GB 13539(所有部分) 低压熔断器
- [6] GB/T 16935.3 低压系统内设备的绝缘配合 第 3 部分:利用涂层、罐封和模压进行防污保护
- [7] GB/T 16935.5 低压系统内设备的绝缘配合 第 5 部分:不超过 2 mm 的电气间隙和爬电距离的确定方法
- [8] GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- [9] GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
- [10] GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
- [11] GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验
- [12] GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度
- [13] GB 50096—2011 住宅设计规范
- [14] JGJ 242—2011 住宅建筑电气设计规范
- [15] IEC 60060-2 High-voltage test techniques—Part 2: Measuring systems
- [16] IEC 60112:2003 Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials
- [17] IEC 60227-1 Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V—Part 1: General requirements
- [18] IEC 60228 Conductors of insulated cables
- [19] IEC 60269-1:2006 Low-voltage fuses—Part 1: General requirements
- [20] IEC 60364-5-53:2001 Electrical installations of buildings—Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment—Isolation, switching and control
- [21] IEC 60617 Graphical symbols for diagrams
- [22] IEC/TR 60664-2-1 Insulation coordination for equipment within low-voltage systems—Part 2-1: Application guide—Explanation of the application of the IEC 60664 series, dimensioning examples and dielectric testing
- [23] IEC 60664-3 Insulation coordination for equipment within low-voltage systems—Part 3: Use of coating, potting or moulding for protection against pollution
- [24] IEC 60664-5 Insulation coordination for equipment within low-voltage systems—Part 5: Comprehensive method for determining clearances and creepage distances equal to or less than 2 mm
- [25] IEC 60695-2-11:2000 Fire hazard testing—Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods—Glow-wire flammability test method for end-products
- [26] IEC 60884-1 Plugs and socket-outlets for household and similar purposes—Part 1: General requirements
- [27] IEC 61000-4-16:1998 Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4-16: Testing and measurement techniques—Test for immunity to conducted, common mode disturbances in the frequen-

cy range 0 Hz to 150 kHz

Amendment 1:2001

Amendment 2:2009

[28] IEC 61210 Connecting devices—Flat quick-connect terminations for electrical copper conductors—Safety requirements

[29] IEC 61545:1996 Connecting devices—Devices for the connection of aluminium conductors in clamping units of any material and copper conductors in aluminium bodied clamping units

[30] ASTM B172-71(Re-approved 1985) Specification for rope-lay-stranded copper conductors having bunch-stranded members, for electrical conductors

[31] ASTM D785-08 Standard Test Method for Rockwell Hardness of Plastics and Electrical Insulating Materials

[32] ICEA Publication S-19-81 Rubber-insulated wire and cable for the transmission and distribution of electrical energy

Revision No.1 February 1994

[33] ICEA Publication S-68-516 Ethylene-propylene-rubber-insulated wire and cable for the transmission and distribution of electrical energy

[34] ICEA Publication S-66-524 Cross-linked-thermosetting-polyethylene-insulated wire and cable for the transmission and distribution of electrical energy

