

Q/DX

青 岛 鼎 信 通 讯 有 限 公 司 技 术 文 档

电弧故障保护器企标

V1.0

2021-9-11 发布

2020-XX-XX 实施

青 岛 鼎 信 通 讯 股 份 有 限 公 司 发 布

目录

1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 技术要求.....	1
3.1 规格要求.....	1
3.2 环境条件.....	2
3.3 机械和结构要求.....	2
3.3.1 概述.....	2
3.3.2 标志.....	2
3.3.3 机构.....	4
3.3.4 螺钉、载流部件和连接.....	5
3.3.5 连接外部导体的端子.....	5
3.3.6 电击防护.....	7
3.3.7 介电性能和隔离能力.....	7
3.3.8 温升.....	7
3.3.9 机械和电气寿命.....	8
3.3.10 耐机械冲击和撞击性能.....	8
3.3.11 耐热.....	8
3.3.12 耐异常热和火.....	8
3.3.13 可靠性.....	8
3.4 功能要求.....	8
3.4.1 故障电弧检测.....	8
3.4.2 剩余电流保护.....	9
3.4.3 过电流保护.....	10
3.4.4 过欠压保护.....	10
3.4.5 互易检测.....	错误!未定义书签。
3.4.6 端子温度监控.....	错误!未定义书签。
3.4.7 设备自检.....	11
3.4.8 显示报警功能.....	11
3.4.9 红外通信.....	12
4 试验项目及要求.....	12
4.1 标志的耐久性.....	14
4.2 螺钉、载流部件和连接的可靠性.....	14
4.3 连接外部导体的端子的可靠性.....	14
4.4 电击保护.....	16
4.5 介电性能.....	17
4.5.1 在正常条件下, 验证断开触头的绝缘和基本绝缘耐冲击电压能力.....	17
4.5.2 验证跨接基本绝缘的元器件的性能.....	18
4.5.3 耐潮湿性能:	18
4.5.4 主电路的绝缘电阻:	18
4.5.5 主电路的介电强度:	19
4.5.6 用冲击耐受电压验证电气间隙.....	19
4.5.7 连接到主电路的控制电路承受绝缘测量产生直流高压的能力:	20

4.6 温升.....	20
4.6.1 温升试验.....	20
4.6.2 功耗试验.....	21
4.7 故障电弧动作特性.....	21
4.7.1 串联电弧故障试验.....	21
4.7.2 并联电弧故障试验.....	25
4.7.3 屏蔽试验.....	27
4.7.4 误脱扣试验.....	31
4.8 机械和电气寿命.....	33
4.8.1 4000 次额定电流电气寿命.....	33
4.8.2 2000 次自检按键电气寿命.....	33
4.8.3 2000 次 $I_{\Delta n}$ 电气寿命.....	33
4.8.4 2000 次 3A 电弧电气寿命.....	33
4.8.5 10000 次机械寿命.....	33
4.8.6 试验验证.....	34
4.9 AC 型剩余电流动作特性.....	34
4.9.1 基准温度下, 不带负载时, 剩余正弦交流电流动作.....	34
4.9.2 基准温度下带负载时, 验证动作正确性.....	35
4.9.3 在极限温度下试验.....	35
4.9.4 验证试验装置在额定电压极限值时的动作性能.....	36
4.10 对动作功能与电源电压有关的 AFDD 的特殊试验条件.....	36
4.11 A 型直流分量测试.....	37
4.11.1 验证剩余脉动直流电流连续上升时的正确动作.....	37
4.11.2 验证突然出现剩余脉动直流电流时的正确动作.....	37
4.11.3 验证在基准温度下, 带负载时正确动作.....	38
4.11.4 验证剩余脉动直流电流叠加 0.006A 平滑直流电流时的正确动作.....	38
4.12 F 型漏电动作特性.....	38
4.12.1 验证在复合剩余电流稳定增加时正确动作.....	39
4.12.2 验证突然施加复合剩余电流时正确动作.....	39
4.12.3 验证涌入剩余电流下的性能.....	40
4.13 B 型漏电动作特性.....	40
4.13.1 在基准温度 (20±5) °C 下验证动作特性.....	40
4.13.2 在 1 000 Hz 及以下的正弦交流剩余电流时验证正确动作.....	41
4.13.3 在交流剩余电流叠加平滑直流剩余电流时验证正确动作.....	41
4.13.4 在脉动直流剩余电流叠加平滑直流剩余电流时验证正确动作.....	41
4.13.5 在平滑直流剩余电流时验证正确动作.....	42
4.13.6 在温度极限值下试验.....	42
4.13.7 试验程序后验证 AFDD.....	42
4.14 B+型漏电动作特性.....	43
4.14.1 在 150kHz 及以下的正弦交流剩余电流时验证正确动作.....	43
4.15 过欠压动作特性.....	44
4.15.1 过电压动作特性.....	44
4.15.2 欠电压动作特性.....	45
4.16 LN 互易检测.....	错误!未定义书签。

4.16.1 验证 LN 反接状态下的正确动作.....	错误!未定义书签。
4.17 端子温度监控.....	错误!未定义书签。
4.17.1 验证端子温度升高状态下的正确动作.....	错误!未定义书签。
4.18 设备自检.....	46
4.18.1 漏电自动检测.....	46
4.18.2 故障电弧自动检测.....	47
4.19 短路情况下的特性.....	48
4.20 耐机械振动和撞击性能.....	48
4.20.1 机械振动.....	48
4.20.2 机械撞击.....	48
4.20.3 对安装在安装轨上的断路器.....	49
4.21 耐热性.....	49
4.21.1 高温试验.....	49
4.21.2 球压试验.....	49
4.22 耐异常热和火.....	50
4.23 自由脱扣机构.....	50
4.24 防锈.....	50
4.25 验证冲击电压产生的浪涌电流作用下 AFDD 的性能.....	51
4.25.1 有试品的浪涌电流试验 (0.5 us/100 kHz 振铃波试验).....	51
4.25.2 验证在 3 000 A 浪涌电流下的性能 (8/20 us 浪涌电流试验).....	52
4.26 验证可靠性.....	52
4.26.1 气候试验.....	52
4.26.2 40℃温度试验.....	53
4.27 电磁兼容.....	54
4.27.1 T2.1: 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验.....	56
4.27.2 T2.2: 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验.....	56
4.27.3 T2.3: 浪涌 (冲击) 抗扰度试验;.....	57
4.27.4 T2.5: 射频电磁场辐射抗扰度试验.....	58
4.27.5 T2.6: 0 Hz~150kHz 共模传导骚扰抗扰度试验.....	59
4.27.6 T3.1: 静电放电抗扰度试验.....	59
4.28 脱扣特性.....	60
4.28.1 时间-电流特性试验.....	60
4.28.2 瞬时脱扣和触头正确断开试验.....	60
4.28.3 周围温度对脱扣特性影响试验.....	60
4.29 凝露.....	61
4.30 整机盐雾.....	61
4.31 自由跌落.....	61
4.32 汽车颠簸.....	62
4.33 电源缓慢变化.....	62
4.34 极端高温环境下的电源中断影响.....	62
4.35 极端低温环境下的电源中断影响.....	62
4.36 电源电压随机中断.....	63
4.37 电压逐渐变化影响.....	63
4.38 电源电压正反接影响.....	63

4.39 电源谐波影响.....	63
4.40 电棍放电影响.....	63
4.41 对讲机抗扰度.....	64
4.42 高温耐久运行.....	64
4.43 可靠性评价.....	64
4.44 包装试验.....	64
4.44.1 跌落试验.....	64
4.44.2 振动试验.....	65
4.44.3 堆码试验.....	66
4.44.4 踩踏试验.....	66
4.45 升级中断.....	66
4.46 噪音测试.....	66
4.47 电源缓慢上电.....	67
5 检验规则.....	67
5.1 例行检验.....	67
5.2 出厂检验.....	67
5.3 确认检验.....	68
6 标志和其他产品信息.....	68
7 使用和安装的标准工作条件.....	69
8 贮存.....	69
9 版本记录.....	69
附录 A （规范性附录） 产品检测项目.....	70
附录 B （规范性附录） 试验样机数量统计.....	72

1 范围

本标准规定了电弧故障保护电器（AFDD）的试验方法、试验规则、标志和使用说明书及包装，运输、贮存。

本标准的技术要求适用于预期用于污染等级 2 环境、额定工作电源为 230V/50Hz、额定电流不超过 63A 的电弧故障保护电器（AFDD）。对于在严酷环境条件地区使用的电弧故障保护电器，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/T 31143-2014 电弧故障保护电器(AFDD)的一般要求

GB/T 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

GB/T 22794-2017 家用和类似用途的不带过电流保护的B型剩余电流动作断路器

3 技术要求

3.1 规格要求

额定工作电压（ U_n ）：AC230V

额定工作频率：50Hz±2%

额定绝缘电压（ U_i ）：400V

额定冲击耐受电压（ U_{imp} ）：4KV

额定电流（ I_n ）：6A、10A、16A、20A、25A、32A

常态功耗：<0.3W

瞬时脱扣类型：C型

运行短路能力（ I_{cs} ）：6KA

额定短路能力（ I_{cn} ）：6KA

额定剩余电流动作值（ $I_{\Delta n}$ ）：30mA

剩余电流类型：B+型

限流等级：3级

机械寿命：20000次

电气寿命：10000次

3.2 环境条件

影响量	使用的标准范围	基准值	试验允差
周围温度	-5℃~+40℃	20℃	±5℃
海拔	不超过 2000m		
相对湿度 40℃时最大值	50%		
外磁场	任何方向不超过 地磁场的 5 倍	地磁场	
位置	按制造厂规定， 任何方向允差 2°	按制造厂规定	任何方向 2°
频率	基准值±5%	额定值	±2%
正弦波畸变	不超过 5%	0	5%

表 1 使用的标准工作条件

3.3 机械和结构要求

3.3.1 概述

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应符合国家相关标准如GB/T 31143-2014电弧故障保护电器(AFDD)的一般要求、GB/T 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、GB/T 22794-2017 家用和类似用途的不带和带过电流保护的F型和B型剩余电流动作断路器。此外，也应符合本企标规定的要求和试验。

如果本标准所包括的试验，在GB/T 31143-2014、GB/T 16917.1-2014 或GB/T 22794-2017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。

应不可能用外部工具来改变AFDD的动作特性。非厂家人员应不可能通过任何方式屏蔽或抑制AFDD的功能。

3.3.2 标志


每个AFDD应以耐久的方式标志下列全部或部分（对小型产品）数据：

★成为低压用电领域的引领者★

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应标记（如50/60Hz）		×	×
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		×	×

表2 标志及其位置

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。

如果对于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的侧而或背面，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“O”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 \oplus 表示(GB/T5465.2-2008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(实心和绞合)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 16917.1-2014第6章中要求的标志。

通过检查和按5.2的试验来检验是否符合要求。

3.3.3 机构

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。

3.3.4 螺钉、载流部件和连接

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。

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。

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。

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。

通过5.2的试验来检验是否符合要求。

3.3.5 连接外部导体的端子

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。

AFDD应具有允许连接表3所示的标称截面积的铜导体的端子。

额定电流 ^b		被夹紧的标称截面积范围 ^a	
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

a 对额定电流小于或等于50A的接线端子，要求其结构能夹紧实心导线和硬性多股绞合导线。但是对截面积1 mm²~6 mm²的导线，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。

表3 螺纹型端子可连接的铜导体的截面积

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。

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。

端子应具有足够的机械强度。

端子的设计应使得其在紧固导体时不会过度损坏导体。

端子的设计应使其能可靠地把导体紧固在金属表面之间。

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。

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。

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。

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。

通过5.2和5.3的试验来检验是否符合要求。

3.3.6 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。

如果部件能被标准试验指（见5.5）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。

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。

通过5.4的试验来检验是否符合要求。

3.3.7 介电性能和隔离能力

AFDD应具有足够的介电性能并应确保隔离。

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5.5的试验来检验是否符合要求。

3.3.8 温升

测量表4规定的AFDD各部件的温升不应超过表4规定的极限值。

AFDD不应有影响其功能和使用安全的损坏。

部件 ^a b	温升 K
连接外部导线的接线端子	60
在手动操作试品过程中，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，包括试品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到试验的复验性。可靠性试验(见5.25)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。

表4 温升值

3.3.9 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4.8的试验来检验是否符合要求。

3.3.10 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4.17的试验来检验是否符合要求。

3.3.11 耐热

AFDD应具有足够的耐热性能。

通过4.18的试验来检验是否符合要求。

3.3.12 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4.19的试验来检验是否符合要求。

3.3.13 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4.23的试验来检验是否符合要求。

3.4 功能要求

3.4.1 故障电弧检测

检测和辨别危险的如下电弧故障，并能在规定的时间内驱动断开装置动作断开电路：

串联电弧故障：电弧电流流过有 AFDD 保护的终端电路负载的电弧故障；

并联电弧故障：电弧电流流过带电导体之间并与负载并联的电弧故障；

接地电弧故障：电流从带电导体流入大地的电弧故障；

AFDD 在串联电弧故障电流时的动作应符合表 5 所示的分断时间。

试验电流 ^a	3A	6A	10A	13A	16A	20A	25A	32A	40A	63A
最大分断时间	1s	0.5s	0.357s	0.25s	0.207s	0.15s	0.1425s	0.132s	0.12s	0.12s
a 试验电弧电流是试验电路中发生燃弧前的预期电流。										

表 5 额定电压为 230V 的 AFDD 分断时间极限值

AFDD 在并联电弧故障时的动作应符合表 6 所示的半波数。

试验电弧电流（有效值） ^a	75A	100A	150A	200A	300A	500A
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。						

表 6 额定电压为 230V 的 AFDD 在 0.5s 内允许的最大半波数

3.4.2 剩余电流保护

在规定的条件下当剩余电流达到规定值时能使触头断开；本产品剩余电流保护类型包含以下几种：

AC 型剩余电流：

对突然施加或缓慢上升的剩余正弦交流电流能确保脱扣的试品。

A 型剩余电流：

对突然施加的或缓慢上升的剩余正弦交流电流和剩余脉动直流电流能确保脱扣的试品；

F 型剩余电流：

在满足 A 型剩余电流的基础上，还需满足以下要求：

由相线和中性线或者相线和接地的中间导体供电的电路中突然施加或缓慢上升的复合剩余电流；

脉动直流剩余电流叠加平滑直流电流。

B 型剩余电流：

在满足 F 型剩余电流的基础上，还需满足以下要求：

1 000 Hz 及以下的正弦交流剩余电流；

交流剩余电流叠加平滑直流剩余电流；

脉动直流剩余电流叠加平滑直流剩余电流；

两相或多相整流电路产生的脉动直流剩余电流；

平滑直流剩余电流。

B+型剩余电流：

在满足 B 型剩余电流的基础上，还需满足以下要求：

1000Hz~150KHz 的正弦交流剩余电流；

3.4.3 过电流保护

在前端电压不低于 50V 情况下，当电路中流过的电流超过达到 $1.45I_n \sim 5I_n$ 时，试品驱动电子脱扣机构在规定时间内进行脱扣操作；当电路中电流达到 $10I_n$ 及以上时，试品的电磁脱扣系统在规定时间内驱动机械结构进行脱扣操作。

3.4.4 过欠压保护

当供电系统中工频电压升高高于规定临界值或低低于规定临界值时，在规定时间内驱动电子脱扣机构进行脱扣；

脱扣特性如下表所示：

功能	参考标准	技术指标	具体要求
过压	JB/T 12762	动作整定值	275V
		动作时间	250V：不动作
			275V：3s<驱动时间≤15s
			300V：1s<驱动时间≤3s
			350V：0.25s<驱动时间≤0.75s
			400V：0.1s<驱动时间≤0.2s
欠压	JB/T 12762	动作整定值	50V~160V
		动作时间	0.6s~5s

表 7 额定电压为 230V 的 AFDD 过欠压动作电压及时间阈值

3.4.5 设备自检

3.4.5.1 一般要求

本产品具备自动检测功能。开关首次上电或者每持续运行 1 小时，设备内部进行故障电弧自动检测，自检成功，设备继续工作；自检失败，开关不断开，四种指示灯常亮，断路器本身存在故障，需更换断路器。

3.4.5.2 电子关联部件自检

制造商应提供满足下列a)-g)单一失效模式的产品进行验证：

- a) 零序互感线圈二次线圈断路或短路；
- b) 下列任一种用于剩余电流信号处理的电路的故障：
 - 集成芯片电源引脚断开；
 - 外部时钟电路失效（如适用）；
 - 集成芯片信号引脚断开；
 - 集成芯片相邻信号引脚短接。
- c) 用于剩余电流动作的电源电路中限流元件断路；
- d) 脱扣线圈断路；
- e) 驱动脱扣开关的晶体管断路；
- f) 驱动脱扣开关的晶体管短路；
- g) 用于剩余电流动作的电源电路中整流电路单个桥臂二极管的断路或短路。

当检测到上述故障后，剩余电流动作保护器应能符合3.4.5.4的规定。

经制造商和检测机构双方评估，以下情况可不予验证：

- 失效模式不影响剩余电流动作特性；
- 失效模式在无需监控电路辅助的前提下，直接执行符合 3.4.5.4 的动作。

注1：电源的焊接点不需检验。

注2：如必要时，失效模式应在制造商和检测机构双方认可的前提下，选择断路或短路的方式。

通过4.15.1.2的试验检验是否符合要求。

3.4.5.3 自检启动时间

自检功能应在下列时间自动检验剩余电流保护动作能力：

- 剩余电流动作保护器上电 5 s 内，包含以下两种情形：

- a) RCD-ST 处于闭合状态时接通电源；
- b) 通过闭合 RCD-ST 来接通电源。

- 制造商规定的自检周期。

3.4.5.4 自检结果

当在自检过程中发现与剩余电流动作功能关联的部件的故障时，自检功能应能执行下列一个或多个动作：

- 断开主电路；

——发出声、光或声和光报警。

注1：自检到故障后只发出光报警的产品需要考虑使用场合。

注2：在满足上述动作的基础上，允许制造商补充增加远程通信报警。

3.4.6 显示报警功能

面板具备故障指示灯：电弧故障、过载短路、漏电故障、过压欠压四种故障状态分别有单独的指示灯指示；当电路中出现异常情况时或者断路器自动分断后对应指示灯常亮。

事件	正常	过载短路	电弧	漏电	过欠压	设备故障
LED1	○	闪烁	-	-	-	常亮
LED2	○	-	闪烁	-	-	常亮
LED3	○	-	-	闪烁	-	常亮
LED4	○	-	-	-	闪烁	常亮
指示参数	全灭	闪烁	闪烁	闪烁	闪烁	常亮

表 8 不同功能的 LED 状态指示

3.4.7 红外通信

本产品采用基于现场总线 TC-BUS 协议新高速红外通信技术，通信速率可达 1.6Mbps；引入数据编码概念，提高了通信的传输速率与抗干扰能力。在智能开关处可以实现手持终端调试、数据导出、数据库更新、程序升级等功能。

4 试验项目及要求

试验样品试验项目、方法及要求见下表。

序号	试验项目	试验方法及要求	特殊要求
1	标志的耐久性	按 GB/T 31143-2014 第 9.3 条进行	无
2	螺钉、载流部件和连接的可靠性	按 GB/T 31143-2014 第 9.4 条进行	无
3	连接外部导体的端子的可靠性	按 GB/T 31143-2014 第 9.5 条进行	无
4	电击保护	按 GB/T 31143-2014 第 9.6 条进行	无
5	介电性能	按 GB/T 10963.1-2005 第 9.7 条、GB/T 16917.1-2014 第 9.7 条、GB/T 31143-2014 第 9.7 条进行	无
6	温升	按 GB/T 31143-2014 第 9.8 条进行	无
7	故障电弧动作特性	按 GB/T 16917. 第 9.9 条进行	无

★成为低压用电领域的引领者★

8	机械和电气寿命	按 GB/T 31143-2014 第 9.10 条进行	无
9	AC 型剩余电流动作特性	按 GB/T 16917.1-2014 第 9.9.1 条进行	无
10	A 型剩余电流动作特性	按 GB/T 16917.1-2014 第 9.21 条进行	无
11	F 型剩余电流动作特性	按 GB/T 22794-2017 第 9.1 条进行	无
12	B 型剩余电流动作特性	按 GB/T 22794-2017 第 9.2 条进行	无
13	B+型剩余电流动作特性	产品拓展功能	无参考标准
14	过欠压动作特性	按 JB/T 12762-2015 第 9.9 条进行	去掉标准中重合闸相关功能验证
15	设备自检	《带自检功能的剩余电流动作保护器报批稿》第 9.25 条进行	电弧自检方案无参考标准
16	短路情况下的特性	按 GB/T 31143-2014 第 9.11 条进行	无
17	耐机械振动和撞击性能	按 GB/T 31143-2014 第 9.12 条进行	无
18	耐热性	按 GB/T 31143-2014 第 9.13 条进行	无
19	耐异常热和火	按 GB/T 31143-2014 第 9.14 条进行	无
20	自由脱扣机构	按 GB/T 31143-2014 第 9.15 条进行	无
21	防锈	按 GB/T 31143-2014 第 9.16 条进行	无
22	验证冲击电压产生的浪涌电流作用下 AFDD 的性能	按 GB/T 31143-2014 第 9.18 条进行	无
23	验证可靠性	按 GB/T 31143-2014 第 9.19 条进行	无
24	电磁兼容	按 GB/T 31143-2014 第 9.21 条进行	参考企标进行指标加严
25	脱扣特性	按 GB/T 16917.1-2014 第 9.9.2 条进行	无
26	凝露	内控	无
27	整机盐雾	内控	无
28	自由跌落	内控	无
29	汽车颠簸	内控	无
30	电源缓慢变化	内控	无
31	极端高温环境下的电源中断影响	内控	无
32	极端低温环境下的电源中断影响	内控	无
33	电源电压随机中断	内控	无
34	电压逐渐变化影响	内控	无
35	电源电压正反接影响	内控	无
36	电源谐波影响	内控	无
37	电棍放电影响	内控	无
38	对讲机抗扰度	内控	无
39	高温耐久运行	内控	无
40	可靠性评价	内控	无
41	包装试验	内控	无
42	升级中断	内控	无
43	噪音测试	内控	无
44	电源缓慢上电	内控	无

表 9 型式试验项目列表

4.1 标志的耐久性

用手拿一块浸透水的棉花擦标志15s，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0.68g/cm³）的棉花擦15s进行试验。

对于压印、模压或蚀刻方式制造的标志不进行本试验。

试品标志应保持容易识别，不可轻易移动，并不会翘曲。

4.2 螺钉、载流部件和连接的可靠性

额定电流 A	被夹紧的标称截面面积范围 mm²
13 及以下	2.5
>13~16（含 16）	4
>16~25（含 25）	6
>25~32（含 32）	10
>32~50（含 50）	16
>50~80（含 80）	25
>80~100（含 100）	35
>100~125（含 125）	50

注：GB/T 16917.1-9.5 标明：标称截面面积>6mm²时，采用硬性绞合导线；其他截面面积，采用实心导线

表 10 不同电流导线截面面积对照表

参考上表，根据样品电流规格，选择合适线径的硬性绞合导线与实心导线，均需要测试。

拧紧力矩：1.2N·m（-10~+10%）

拧紧或拧松螺钉和螺母：5次。

螺丝刀：米字形PH2螺丝刀。

试验时应采用合适的螺丝刀或扳手施加要求的扭矩。

螺钉或螺母应采用一个平稳和连续的动作拧紧。每次拧松螺钉或螺母时，要移动导线。

试验过程中，螺钉连接不应松动，并不应有妨碍试品继续使用的损坏，例如，螺钉断裂或螺钉头的槽、螺纹、垫圈或螺钉夹头损坏等。外壳和盖也不应损坏。

4.3 连接外部导体的端子的可靠性

额定电流A	被夹紧的标称截面面积范围 mm²
-------	------------------

批注 [A1]: 增加螺丝刀型号

13 及以下	1、2.5
>13~16 (含 16)	1、4
>16~25 (含 25)	1.5、10 (6)
>25~32 (含 32)	2.5、10 (6)
>32~50 (含 50)	4、16 (10)
>50~80 (含 80)	10、25 (16)
>80~100 (含 100)	16、35 (25)
>100~125 (含 125)	25、50 (35)

1、右列未带括号的为实心及绞合导线线径范围；带括号的为软导线截面最大值，最小值与实心及绞合导线一致。

2、单芯导线截面范围：1~6 mm²

绞合导线截面范围：1.5~50 mm²

软导线截面范围：1~35 mm²

上表中的截面最大最小值与范围不一致的，以此范围为准

表 11 不同导线材质、不同电流导线截面对照表

a、参考表11，根据样品电流规格，选择合适线径的硬性绞合导线、实心导线、软导线，均需要测试

拧紧力矩：2/3*1.2N·m (0.8N·m)

拉力：拉力选择如表12所示：

导线截面积 mm ²	≤4	≤6	≤10	≤16	≤50
拉力 N	50	60	80	90	100

表 12 不同导线截面积与拉力对照表

导体插入到端子中至规定的最短距离，导线插到底，12mm，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，保持1min。

试验过程中导线无可察觉的移动。

b、参考表11，根据样品电流规格，选择合适线径的硬性绞合导线、实心导线，均需要测试

拧紧力矩：2/3*1.2N·m (0.8N·m)

用扭矩拧紧接线端子螺钉。然后拧松接线端子螺钉并对导线可能受到接线端子影响的部分进行检查。

导线应没有过度的损坏或被切断的线丝。如果导线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，接线端子不应松动，也不能有妨碍其继续使用的损坏，例如，螺钉断裂或螺钉头的槽、螺纹、垫圈或螺钉夹头损坏。

c、参考表11，根据样品电流规格，选择合适线径的硬性绞合导线、软导线，均需要测试
拧紧力矩： $2/3 \times 1.2\text{N} \cdot \text{m}$ ($0.8\text{N} \cdot \text{m}$)

用扭矩拧紧接线端子螺钉。然后拧松接线端子螺钉并对导线可能受到接线端子影响的部分进行检查。

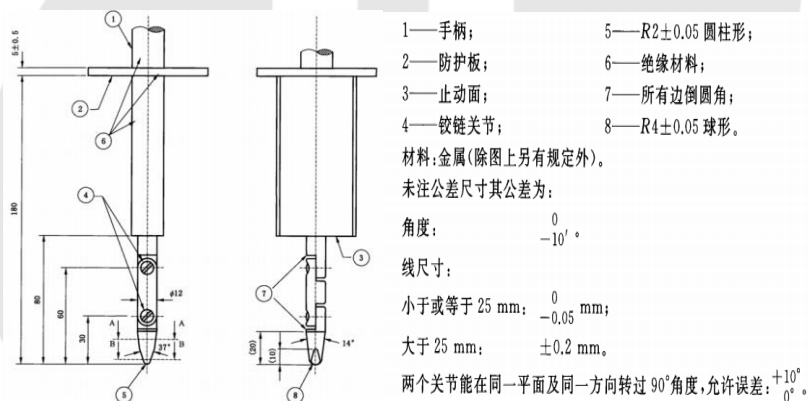
在导线插入接线端子之前，对导线的线丝进行适当的整形。

导线插入至接线端子底部或刚好从接线端子另一边露出为止，并处于最容易使导线的线丝松脱的位置。然后用扭矩拧紧紧固螺钉或螺母。

试验后，应没有任何导线的线丝松脱至夹持装置的外面。

4.4 电击保护

标准试指：试指施加到人手可能弯曲到的每个位置上，用一个电气接触的指示器（灯泡，电压不低于40V）来显示其与带电部件接触。



标准试指不应触及带电部位。

注：不使用标准试指测试接线端子（正面和侧面端子均不测试）。

带有热塑性材料外壳或盖的断路器进行下列补充试验：

标准直试指：用一个与标准试指相同尺寸的无关节的直的试指的顶端对断路器施加75N的力1min，试验在35℃±2的温度下进行，对绝缘材料变形可能影响断路器安全的所有部位施加试指，但对敲落孔不进行试验。

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。

批注 [A2]: 注明测试位置

4.5 介电性能

建议试验数量和试验顺序：

试验顺序	实验项目	试验要求	试验数量
1	4.5.1 在正常条件下，验证断开触头的绝缘和基本绝缘耐冲击电压能力 4.5.2 验证跨越基本绝缘的元器件的性能	整机测试，无需潮湿	3 个
2	4.5.3 耐潮湿性能：	4.5.4、4.5.5、4.5.6、4.5.7 均使用潮湿后样机测试（3 个整机和 3 个机械样机）	6 个
3	4.5.4 主电路的绝缘电阻：	4.5.4b)：3 个机械 4.5.4a)c)d)：3 个整机	6 个
4	4.5.5 主电路的介电强度：	3 个机械进行试验	3 个（机械）
5	4.5.6 用冲击耐受电压验证电气间隙	3 个机械进行试验	3 个（机械）
6	4.5.7 连接到主电路的控制电路承受绝缘测量产生直流高压的能力	3 个整机进行试验	3 个（整机）

表 13 介电性能试验顺序及试验样机

4.5.1 在正常条件下，验证断开触头的绝缘和基本绝缘耐冲击电压能力

冲击电压施加值：6.2kV（+5%）（1.2us/50us）

次数间隔要求：施加五次正极性冲击和五次负极性的冲击，同一极性相邻冲击之间的时间间隔至少为1s，相反极性冲击之间的时间间隔至少为10s。

批注 [A3]: 应注明使用机械侧测试

试品处于断开位置：

冲击电压施加在连接在一起的电源端子（L进和N进）和连接在一起的负载端子（L出和N出）之间。（整机测试）

注：进线L和进线N要连在一起，出线L和出线N要连一起。

试品处于闭合位置：

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。（整机测试）

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）。（机械侧测试）

注：金属支架为安装din导轨

试验过程中，不应发生击穿放电。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。

4.5.2 验证跨接基本绝缘的元器件的性能

对一个新的试品进行试验，以检验跨接在基本绝缘的元器件不会降低与短时暂时过电压有关的安全性。

注 1：试验后，必须确保跨接在基本绝缘的元器件（在基本绝缘冲击电压试验时被断开）不会降低 AFDD 在正常使用时基本绝缘的性能或安全性能。

试验电压频率为 50 Hz/60 Hz，用于基本绝缘的试验电压的有效值是 1430V。

电压施加到下述部位之间，持续时间 5s：

施加位置：

——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；（LN 连到一起和金属支架之间）（整机测试）

注：金属支架为安装 din 导轨

——目测检查 AFDD，跨接基本绝缘的元器件不应有可见的损坏。

经过本试验后，在突加剩余电流的试验条件下，通以 $1.25I_{\Delta n}$ ，AFDD 应脱扣。

AFDD 应能完满地进行闭合 3A 串联电流的试验。

4.5.3 耐潮湿性能：

测试室温温度，要求在 20℃~30℃ 之间，在高低温湿箱中设置相对湿度值（88%~98%）、温度值（室温~室温+4℃），待高低温湿箱中温度、湿度稳定后，将试品放入其中 48h。

潮湿处理后，试品应无本部分含义内的损坏，并能承受主电路绝缘电阻、主电路介电强度、验证电气间隙的冲击耐压试验。

4.5.4 主电路的绝缘电阻：

进行潮湿试验后，经过 30min~60min 时间间隔，施加约 500 V 的直流电压 5s 后，并在该电压下依次测量下列部位的绝缘电阻。

a) AFDD 处于断开位置，依次对每极的每对接线端子之间（当 AFDD 处在闭合位置时，这些

批注 [A4]: 机械侧测试

批注 [A5]: 应注明区分整机测试和机械侧测试

接线端子电气上是连接在一起的) (L进和L出; N进和N出); (整机测试)

b) 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 (L进和N进); (机械侧测试)

c) 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 (L和框架; N和框架); (整机测试)

d) 机构的金属部件与框架之间; (整机测试)

注: 金属部件为安装din导轨

绝缘电阻应不小于:

—— $2M\Omega$, 对a) 和b) 的测量

—— $5M\Omega$, 对其他项的测量。

4.5.5 主电路的介电强度:

对以下位置施加电压2000V、频率范围为45 Hz~65 Hz的交流电, 试验电压的电源应能输出至少为0.2A的短路电流, 要求试验开始时, 施加的电压不大于1000V, 然后在5s内把电压升至全值, 持续时间1min。 (机械侧测试)

a) AFDD处于断开位置, L进和L出; N进和N出;

b) AFDD处于闭合位置, L进和N进;

c) AFDD处于闭合位置, L和框架; N和框架;

d) 机构的金属部件与框架之间;

注: 试验时, 电子元件 (如果有的话) 应断开。

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。

4.5.6 用冲击耐受电压验证电气间隙

如果电气间隙与爬电距离的配置的电气间隙小于所要求的长度, 本试验适用。本试验紧接着绝缘电阻测量后进行。 (机械侧测试)

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4.9KV的额定冲击耐受电压。

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。（L、N连接在一起和金属支架之间）

注：金属支架为安装din导轨

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）。（L和N之间）

第三组试验，冲击电压施加在4.6.4中b）、c）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。

4.5.7 连接到主电路的控制电路承受绝缘测量产生直流高压的能力：

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：

注：金属支架为安装din导轨

——开路电压：600V+25V；

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1min。（整机测试）

注：L 和 N+框架，N 和 L+框架；

经过本试验后，试品应按照4.9.1 c)在 $I_{\Delta n}$ 下突加剩余电流试验，在4.7.1.4中在3A下闭合串联电弧试验，在规定时间内进行分断。

4.6 温升

4.6.1 温升试验

断路器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或至约定时间，当每小时温升变化不超过1K时，即达到了稳态条件。

试验过程中，温升不应超过表14所示的值

部件	温升 K
连接外部导线的接线端子	60

在手动操作断路器过程中，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，包括断路器与安装平面直接接触的表面	60

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

表 14 不同部件温升阈值

4.6.2 功耗试验

4.6.2.1 机械部分单极功耗测试

不低于30V的电源电压下及基本上能够为电阻性的电路中，对断路器的每极通以等于 I_n 的交流电流。

根据在稳态条件下测量的相应接线端子之间的电压降计算出的每极功耗不应超过给定值。

额定电流范围 I_n A	每极最大功耗 W
$I_n \leq 10$	3
$10 < I_n \leq 16$	3.5
$16 < I_n \leq 25$	4.5
$25 < I_n \leq 32$	6
$32 < I_n \leq 40$	7.5
$40 < I_n \leq 50$	9
$50 < I_n \leq 63$	13
$63 < I_n \leq 100$	15
$100 < I_n \leq 125$	20

表 15 不同电流单极最大功耗

4.6.2.2 整机功耗测试

使用功率计进行整机功耗测试，不超过0.5w；

注：此试验不带载；功率计输出接样机进线（L和N），输入接样机出线（L和N）。

批注 [A6]: 标明接线图

4.7 故障电弧动作特性

AFDD 按正常使用安装。

4.7.1 串联电弧故障试验

4.7.1.1~4.7.1.4的试验应按图1将电缆试品（按4.7.1.5准备）或电弧发生器和AFDD串联进行。

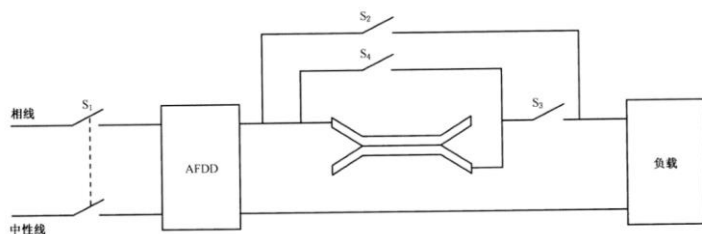


图1 串联电弧故障试验电路

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5的规定。

4.7.1.1 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S1、S2、S3、S4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S2。

试验开关S4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5规定的时间限值。

4.7.1.2 验证接入带串联电弧故障负载的正确动作

试验开关S3和S4处于打开位置，试验开关S1、S2和AFDD处于闭合位置，通过阻性负载将试验电弧电流调到表5的最小电弧电流值，然后打开试验开关S2。

试验开关S3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5规定的限值。

然后在AFDD的额定电流下重复试验。

4.7.1.3 验证闭合串联电弧故障时的正确动作

试验开关S1、S2、S3和AFDD处于闭合位置，通过阻性负载将试验电弧电流调到表5的最小电弧电流值，然后打开试验开关S1、打开试验开关S2。

试验开关S1和S4处于打开位置，试验开关S1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5规定的限值。

然后在AFDD的额定电流下重复试验。

4.7.1.4 极限温度下的试验

AFDD依次在下列条件下，进行4.7.1.1规定的试验：

- a) 周围温度：-5℃，仅在表5电流最小值和0.85倍的额定电压下进行；
- b) 周围温度：+40℃，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。

4.7.1.5 电缆试品的准备

将两根截面积为1.5mm²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2）：

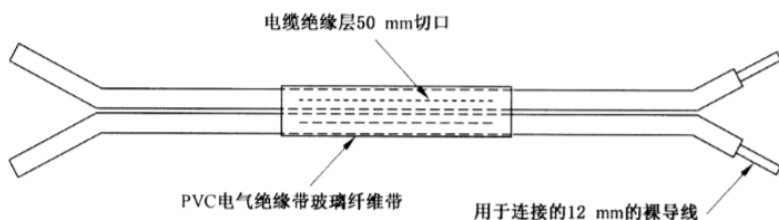


图2 电缆试品的准备

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。

a) 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。

b) 电缆试品截成最小长度为200mm，且应在电缆试品两端25mm处将其分成单股导线。

c) 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。

d) 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。

e) 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：

f) 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。

g) 电缆试品与一个能提供300mA短路电流的电路相连，电压至少2kV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3。

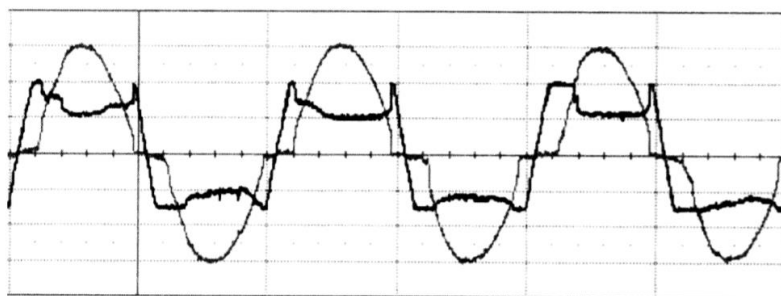


图3 电缆样品的电弧电压和电流波形示例

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。

4.7.1.6 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4所示。

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

一个电极直径为 $6\text{ mm} \pm 0.5\text{ mm}$ 的碳-石墨棒，另一个电极铜棒。一个或两个电极的燃弧端可制成尖端，如图4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5规定时间限值的2.5倍内断开电弧故障。

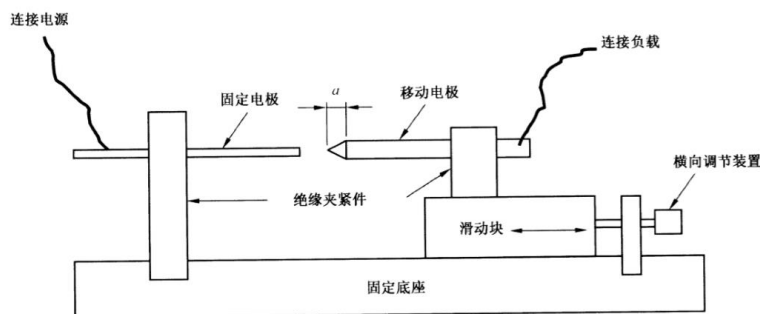


图4 电弧发生器

4.7.2 并联电弧故障试验

4.7.2.1 验证限流并联电弧时的正确动作

当0.5s内电弧半波数量符合表6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10ms（额定频率50Hz）和8.3ms（额定频率60Hz）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75A和100A的情况下进行试验，试验按图5进行。

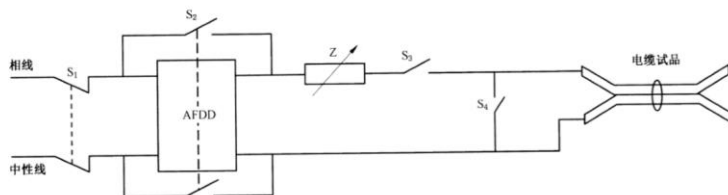


图5 并联电弧故障试验电路

电缆试品按上述同样的方法进行准备。

试验开关S1、S2、S3和S4处在闭合位置，通过电路中的线路阻抗Z将试验电流调到75A。然后打开试验开关S2、S3和S4，AFDD和试验开关S1闭合，突然闭合S3。

AFDD应按表6的规定断开。

通过电路中的线路阻抗 Z 将试验电流调到100A重复试验。AFDD应按表6的规定断开。

如果燃弧半波在0.5 s内符合表6规定的数量，AFDD应断开电弧故障。0.5s时间是从第一个电弧半波开始计时的。

如果燃弧少于表6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。

4.7.2.2 验证切割电缆并联电弧试验时的正确动作

试验按图6进行。

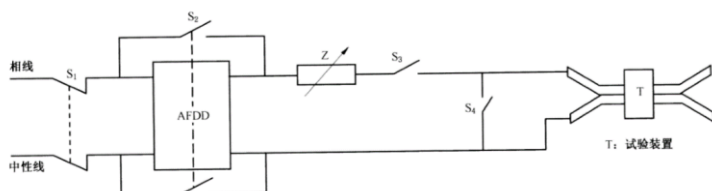


图6 并联电弧电缆切割试验的试验电路

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 mm×140 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），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6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S1、S2、S3和S4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S1和S3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0.5s内符合表6规定的数量，AFDD应断开电弧故障。如果燃弧少于表6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。

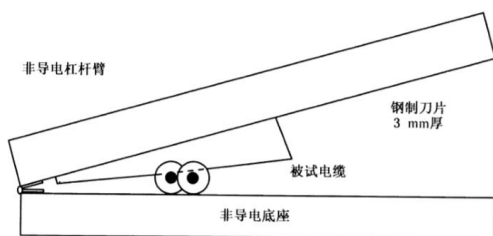


图8 切割电缆试验装置

4.7.2.3 验证接地电弧故障时的正确动作

在5A和75A下进行验证限流并联电弧事正确动作试验，但以产生接地电弧故障的方式。试验电路见图9。

按照表5中3A和表6中的75A，AFDD应断开。如果电弧故障在0.5s内符合表6规定的半波数，AFDD应断开电弧故障。如果燃弧少于表6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。0.5s时间是从第一个电弧半波开始计时的。

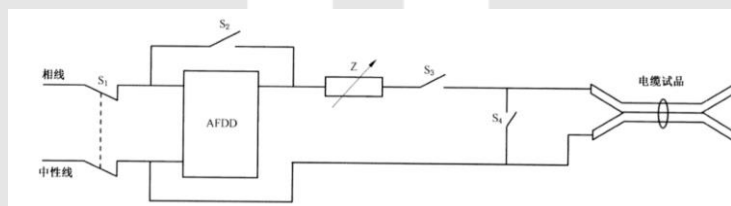


图9 验证对地并联电弧故障时正确动作的试验

4.7.3 屏蔽试验

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4.7.1.1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。

4.7.3.1 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S1。

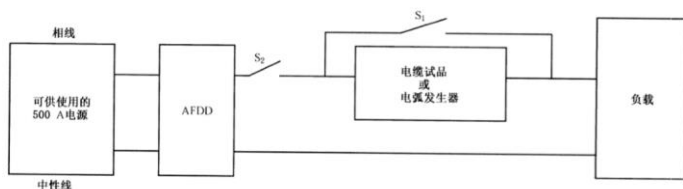
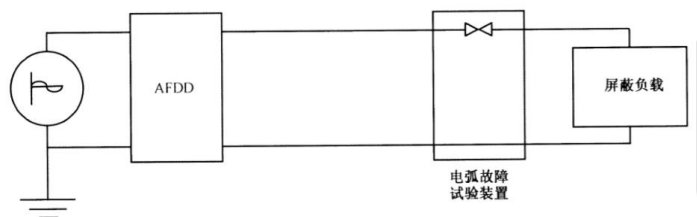


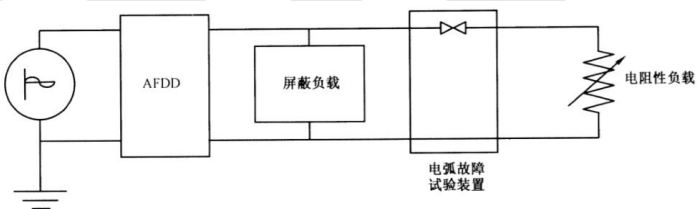
图10 屏蔽试验电路（抑制性和干扰性负载）

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3A。

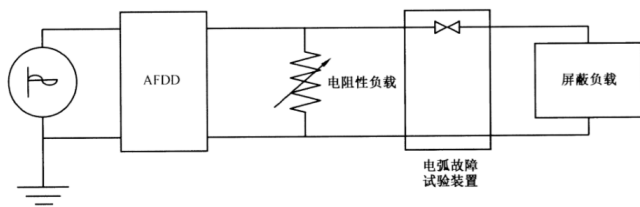
第二组试验在施加抑制性负载的情况下进行。采用相同的阻性负载来调节。AFDD、阻性负载（如适用）和电弧故障试验装置接入图11所示的每种电路配置。



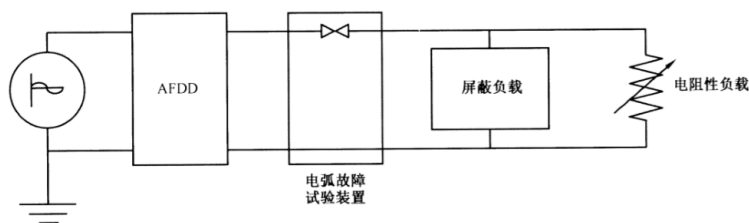
试验电路配置A



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

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230V下额定电流为5A~7 A；
 - b) 1个电子式开关电源（或多个电源）在额定电压230V下总负载电流至少为3A，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230V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230V的AFDD，用一个包含滤波线圈的600W电子灯光调节器（可控硅型）控制600w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40W荧光灯外加一个5A的阻性负载；
 - f) 由电子变压器供电的12V的卤素灯，总功率300W，外加5A的阻性负载；
 - g) 电动手持工具，如600w以上的电钻。

图11中的电弧故障试验装置可以是4.7.1.6中定义的电弧发生器，也可以是4.7.1.5中描述的碳化电缆试品。

当采用碳化电缆试品时，AFDD应在表5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5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3A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。

4.7.3.2 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230V的AFDD，负载调整电流为3A进行电弧试验。

当采用碳化电缆试样时，AFDD应在表5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5规定时间内断开电弧故障。

注：4.7.1.5提到的各种类型的电缆适合本屏蔽试验。

应安装2个0.22 μ F的EMI滤波器。一个滤波器应安装在两个长15m、2.5mm²的阻性负载的一端。每个滤波器应位于大约长2.0m、1.5mm²的导线末端。燃弧位置应如图12所示；

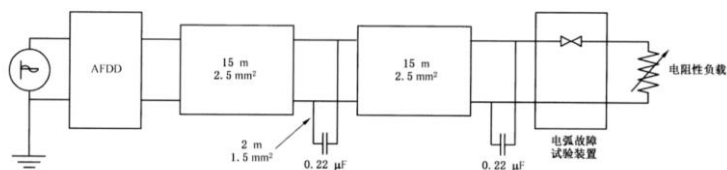


图12 屏蔽试验的EMI滤波器#1试验

图14所示的EMI滤波器应安装在长15m、2.5mm²的电缆末端。该滤波器应位于长2m、1.5mm²的软线末端。AFDD以及燃弧位置应如图13所示。

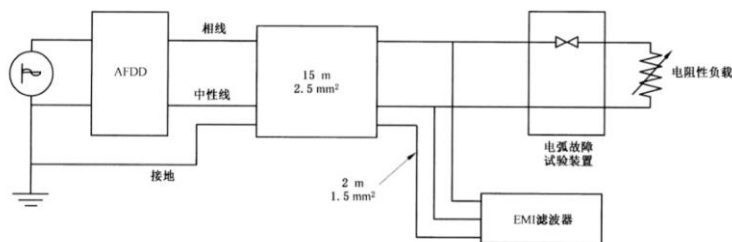
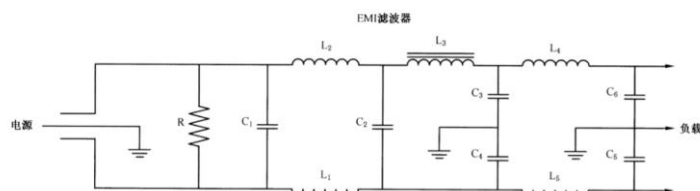


图13 屏蔽试验的EMI滤波器#2试验



说明:

$$L1=L2=6 \times (1 \pm 10\%) \text{ mH}$$

$$L3=0.037 \times (1 \pm 10\%) \text{ mH}$$

$$L4=L5=1.5 \times (1 \pm 10\%) \text{ mH}$$

$$C1=100 \times (1 \pm 10\%) \text{ nF, } 240 \text{ V}$$

$$C2=0.33 \times (1 \pm 10\%) \mu\text{F}$$

$$C3=C4=C5=C6=0.002 \times (1 \pm 10\%) \mu\text{F}$$

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

图14 安装在图13中的EMI滤波器的描述

4.7.3.3 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5规定的分断时间动作。

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

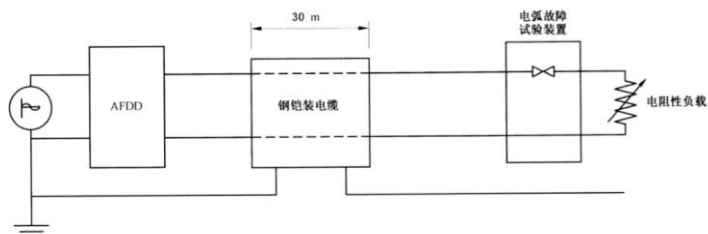


图15 线路阻抗屏蔽试验的试验电路

另增加150m、2.5mm²的普通电缆组成。额定电压为230V的AFDD与3A负载之间产生串联电弧。

4.7.4 误脱扣试验

4.7.4.1 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5A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4.7.1.3的试验条件进行试验，电弧应持续0.5s；另一路中的AFDD不应脱扣。

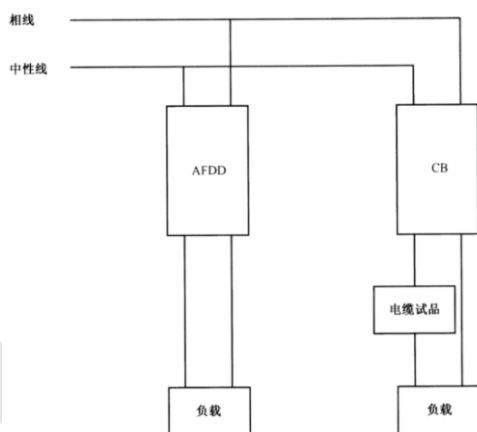


图 16 串扰试验

4.7.4.2 带各种干扰负载的试验

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230V下额定电流为5A~7A；
- b) 1个电子式开关电源（或多个电源）在额定电压230V下总负载电流至少为3A，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230V的AFDD，使用最大启动电流峰值为额定电压230V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2.2kW；
- d) 对于额定电压230V的AFDD，用一个包含滤波线圈的600W电子灯光调节器（可控硅型）控制600W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；
- e) 2个40W荧光灯外加一个5A的阻性负载；

f) 由电子变压器供电的12V的卤素灯，总功率300W，外加5A的阻性负载；

g) 手持电动工具，如600W以上的电钻。

g) 项的手持电动工具应预先运行24h。

负载至少带电5s，应至少进行5次启动/停止操作。

AFDD不应脱扣。

4.8 机械和电气寿命

4.8.1 6000 次额定电流电气寿命

在额定电压、额定电流下进行6000次电气寿命试验。

操作频率为：

对 $I_n \leq 32A$ 的AFDD，每小时240次操作循环，维持断开位置至少13s。

对 $I_n > 32A$ 的AFDD，每小时120次操作循环，维持断开位置至少28s。

每次操作循环包括一次接通操作和紧接着的一次分断操作。

4.8.2 1400 次自检按键电气寿命

在额定电压下进行1400次按键寿命试验。

4.8.3 1300 次 $I_{\Delta n}$ 电气寿命

在额定电压、额定剩余电流下进行1300次漏电脱扣寿命试验。

4.8.4 1300 次 3A 电弧电气寿命

参考使用《GB/T 31143-2014 电弧故障保护电器的一般要求》附录F中的电弧振动发生装置进行，进行1300次故障电弧脱扣试验。

4.8.5 10000 次机械寿命

对AFDD进行10000次操作循环。

操作频率为：

对 $I_n \leq 25A$ 的AFDD，每小时240次操作循环，接通时间为1.5s~2s。

对 $I_n > 25A$ 的AFDD，每小时120次操作循环，接通时间为 $1.5s \sim 2s$ 。

在驱动过程中，应以 $(0.1 \pm 0.025) m/s$ ，操作速度操作断路器，该速度应在试验装置的操作件接触到被试断路器操作件末端时并在该位置进行测量。

4.8.6 试验验证

经过试验后，AFDD不应有下列现象：

- 过度磨损；
- 动触头位置和指示装置相应位置不一致；
- 外壳损坏至能被试指触及带电部件；
- 电气或机械连接松动；
- 密封化合物渗漏。

此外，断路器还应符合施加 $2.55I_n$ 的电流， $1s \leq$ 断开时间 $\leq 60s$ 。

AFDD重复通以 $1.25I_{\Delta n}$ 的试验电流进行试验，只进行一次试验，不测量分断时间。

AFDD重复通以3A和32A闭合串联电弧电流进行试验，不测量分断时间。

主电路的介电强度试验，试验电压为2倍额定电压，但不得低于 900 V（是否需要加严到1200V），试验时间为1 min，试前不经过潮湿处理。

批注 [A7]: 是否按照企标 4.5.5 测试

批注 [A8R7]: 标准要求 900V，企标可以适当加严

4.9 AC 型剩余电流动作特性

4.9.1 基准温度下，不带负载时，剩余正弦交流电流动作

在 $20^\circ C \pm 5^\circ C$ 的基准温度下，不带负载时，用剩余正弦交流电流进行试验仅对断路器任意选取的一极分别进行a、b、c（每项试验测量5次）和d的试验。

a) 剩余电流稳定增加时，验证动作正确性

剩余电流从不大于 $0.2I_{\Delta n}$ 开始稳定地增加，设法在30s内达到 $I_{\Delta n}$ 值，每次试验时测量脱扣电流。

b) 闭合剩余电流时，验证动作的正确性

试验电路调节到额定剩余动作电流值 $I_{\Delta n}$ ，试验开关S1和S2处于闭合位置，然后用断路器来闭合电路，以便尽可能地模拟使用状况。

c) 突然出现剩余电流时，验证动作的正确性

试验电路依次调节到表16规定的每个剩余电流值，试验开关S2和AFDD处于闭合位置，然后闭合试验开关S1使电路中突然产生剩余电流。

d) 突然出现 $5I_{\Delta n}$ 和500 A之间的剩余电流值时，验证动作的正确性

试验电路随机调节到5 A~200 A之间的任意两个剩余电流值和500 A。

试验开关S1和AFDD处于闭合位置，闭合试验开关S2使电路中突然产生剩余电流。

型号	I_n A	$I_{\Delta n}$ A	AC型和A型 _{MCB} 在交流剩余电流（有效值）等于下列值时的分断时间和不驱动时间限值						S
			$I_{\Delta n}$	$2I_{\Delta n}$	$5I_{\Delta n}$	$5I_{\Delta n}$ 或0.25 A ^a	5A~200A, 500A ^b	$I_{\Delta t}$ ^c	
一般型	任何值	< 0.03	0.3	0.15		0.04	0.04	0.04	最大分断时间
		0.03	0.3	0.15		0.04	0.04	0.04	
		> 0.03	0.3	0.15	0.04		0.04	0.04	

a 本试验的值由制造商规定。

b 试验仅在按 9.9.1.2d) 验证正确动作时进行，但任何情况下对大于过电流瞬时脱扣范围下限的电流值不进行试验。

c 在 $I_{\Delta t}$ 等于 c 型的过电流瞬时脱扣范围下限的电流时进行试验。对于 4.9.2 和 4.9.1.4b) 的实验，通以电流 $I_{\Delta t}$ ，使得矢量和 $I_{\Delta t} + I_n$ 等于 c 型的过电流瞬时脱扣范围下限值。

表16 AC型和A型AFDD交流剩余电流（有效值）的分断时间和不驱动时间的限值

试验结果：

a) 5次测量值均应在 $I_{\Delta n0}$ 和 $I_{\Delta n}$ 之间。

b) 测量5次分断时间，根据AFDD的型式，每次测量值都不应超过表16对 $I_{\Delta n}$ 规定的极限值。

c) 每次试验时AFDD应脱扣。

对每个剩余动作电流值测量5次分断时间，每次测量值都不超过相应规定的极限值。

d) 每次试验时AFDD应脱扣，分断时间不应超过表16规定的时间。

4.9.2 基准温度下带负载时，验证动作正确性

AFDD如正常使用一样通以额定电流负载以足够的时间，使AFDD达到热稳定状态，然后重复4.9.1b)和4.9.1c)的试验。

实际上，当每小时温升变化不超过1K时，即可认为达到了热稳定状态。

AFDD具有几个剩余动作电流整定值时，应对每个整定值进行试验。

4.9.3 在极限温度下试验

AFDD依次在下列条件下，进行突加剩余电流试验：

a) 周围温度：-5℃，空载；

b) 周围温度：+40℃，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。

实际上，当每小时温升变化不超过1K时，即可认为达到了热稳定状态。

AFDD具有几个剩余动作电流整定值时，应对每个整定电流值进行试验。

4.9.4 验证试验装置在额定电压极限值时的动作性能

a) AFDD施加0.85倍的额定电压，瞬时地操作试验装置25次，间隔5s，每次操作前重新闭合AFDD。

b) 然后，在1.1倍额定电压下重复a)项试验。

c) 接着，重复b)项试验，但只试一次，试验装置的操作件保持在闭合位置30s。

每次试验时，AFDD应动作。试验后，AFDD应无妨碍其继续使用的损坏。

为了验证在额定电压下操作试验装置产生的安匝数小于 $I_{\Delta n}$ 的剩余电流产生的安匝数的2.5倍，可根据试验装置电路的结构，测量试验装置电路的阻抗并计算试验电流。

批注 [A9]: AC型漏电无此要求，未明确测试项目

批注 [A10R9]: 分两步，一个是不同电压按键测试，一个测试试验电流（需要拆开）

4.9.5 对动作功能与电源电压有关的AFDD的特殊试验条件

对动作功能与电源电压有关的AFDD，每次试验应在相应的接线端子上施加1.1倍和0.85倍额定电源电压进行试验。

对 $I_{\Delta n} \leq 0.03A$ 的动作功能与电源电压有关且电源电压故障时不能自动断开的AFDD，AFDD处于闭合位置，S2断开，断开S1切断电源电压，AFDD不应断开。

接着重新闭合S1，在电源端施加50V电压（相对地电压），闭合S2对AFDD的一极突然通以 $I_{\Delta n}$ 的剩余电流，AFDD应脱扣。

型号	I_n A	$I_{\Delta n}$ A	AC 型和 I_{nCB} 型 在交流剩余电流（有效值）等于下列值时的分断时间和不驱动时间限值						
			S						
			$I_{\Delta n}$	$2I_{\Delta n}$	$5I_{\Delta n}$	$5I_{\Delta n}$ 或 0.25 A^a	$5\text{ A}\sim 200\text{ A},_{500\text{ A}}^b$	$I_{\Delta t}^c$	
一般型	任何值	$<_{0.03}$	0.3	0.15		0.04	0.04	0.04	最大分断时间
		0.03	0.3	0.15		0.04	0.04	0.04	
		$>_{0.03}$	0.3	0.15	0.04		0.04	0.04	

a 本试验的值由制造商规定。

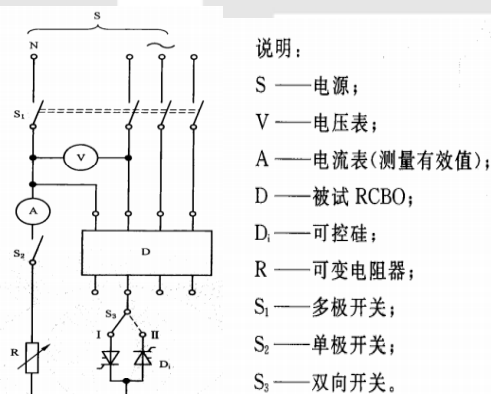
a 本试验的值由制造商规定。

- b 试验仅在按 9.9.1.2a) 验证正确动作时进行，但任何情况下对大于过电流瞬时脱扣范围下限的电流值不进行试验。
- c 在 $I_{\Delta t}$ 等于 c 型的过电流瞬时脱扣范围下限的电流时进行试验。对于 4.9.2 和 4.9.1.4b) 的实验，通以电流 $I_{\Delta t}$ ，使得矢量和 $I_{\Delta t} + I_n$ 等于 c 型的过电流瞬时脱扣范围下限值。

4.10 A 型直流分量测试

4.10.1 验证剩余脉动直流电流连续上升时的正确动作

辅助开关S1、S2和AFDD应闭合，使电流滞后角 α 分别为 0° ， 90° 和 135° 。AFDD的每极应在每个电流滞后角以及辅助开关S3在位置 I 和位置 II 各试验两次。每次试验时，电流应从零开始稳定的增加，电流上升速率为 $(1.4I_{\Delta n}/30)$ A/s。



脱扣电流应按表17规定

滞后角 α	脱扣电流 (A)	
	下限	上限
0°	$0.35I_{\Delta n}$	$1.4 I_{\Delta n}$
90°	$0.25I_{\Delta n}$	
135°	$0.11I_{\Delta n}$	

表17 A型AFDD的脱扣范围

4.10.2 验证突然出现剩余脉动直流电流时的正确动作

试验电路依次调节到下面规定的电流值，辅助开关S1和AFDD处在闭合位置，用闭合开关S2的方法突然接通剩余电流。

根据AFDD的型式，对表18规定的每个剩余电流值进行试验。

型号	I_n A	$I_{\Delta n}$ A	A型在半波脉动剩余电流等于下列值时的最大分断时间s			
			$1.4 I_{\Delta n}$	$2.8 I_{\Delta n}$	$0.35 I_{\Delta n}$	$350A^a$
一般型	任何值	0.03	0.3	0.15	0.04	0.04

^a 此值不应超过过电流瞬时脱扣范围的下限电流值

表18 A型AFDD半波剩余电流的分断时间最大值

在电流滞后角 $\alpha=0^\circ$ ，且在每个 $I_{\Delta n}$ 值的电流下测量两次分断时间，第一次测量辅助开关S3在位置 I，第二次测量时辅助开关S3在位置 II。

测量值不应超过规定的极限值。

4.10.3 验证在基准温度下，带负载时正确动作

AFDD的被试极和另外一个极通以额定电流负载重复5.21.1的试验，额定电流负载在试验前不久接通。

脱扣电流应按照规定值的极限值。

4.10.4 验证剩余脉动直流电流叠加 0.006A 平滑直流电流时的正确动作

a) AFDD用半波整流剩余电流（电流滞后角 $\alpha=0^\circ$ ）叠加0.006 A平滑直流电流进行试验。

依次对AFDD的每极在位置 I 和 II 时各试验两次。

半波电流 I_1 从零开始稳定地增加，电流上升速率为 $(1.4I_{\Delta n}/30)$ A/s（对 $I_{\Delta n}>0.01$ A 的AFDD或 $(2I_{\Delta n}/30)$ A/s（对 $I_{\Delta n}\leq 0.01$ A 的AFDD）。

b) AFDD用半波整流剩余电流（电流滞后角 $\alpha=0^\circ$ ）叠加0.01 A平滑直流电流进行试验。

AFDD应分别在半波电流 I 不超过 $1.4I_{\Delta n}$ 前脱扣。

4.11 F 型漏电动作特性

所有试验AFDD应在额定频率下施加 U_n 试验电压。

型式	I_n A	$I_{\Delta n}$ A	分断时间和不驱动时间标准值			
			$2I_{\Delta n}$	$4I_{\Delta n}$	$10I_{\Delta n}$	$5\sim 200A$
一般型	任何值	任何值	0.3	0.15	0.04	0.04

表 19 整流电路产生的脉动直流及平滑直流剩余电流时 B 型 RCD 分断时间和不驱动时间标准值

用于校准的试验电流不同频率的分量值 (RMS)			复合的初始电流值 (RMS)
$I_{\text{额定频率}}$	$I_{1\text{kHz}}$	$I_{\text{电动机 (10Hz)}}$	I_{Δ}
$0.138I_{\Delta n}$	$0.138I_{\Delta n}$	$0.035I_{\Delta n}$	$0.2I_{\Delta n}$

注1: $I_{\Delta n}$ 值为RCD额定频率下的额定剩余动作电流
注2: 对本试验而言, 10Hz和1kHz的值分别代表最严酷条件下的输出和时钟频率

表 20 不同频率分量值和稳定增加剩余电流时验证正确动作的初始值 (I_{Δ})

频率 (Hz)	剩余不动作电流	剩余动作电流
150	$0.5 I_{\Delta n}$	$2.4 I_{\Delta n}$
400	$0.5 I_{\Delta n}$	$6 I_{\Delta n}$
1000	$I_{\Delta n}$	$14 I_{\Delta n}$

表 21 按频率 B 型 RCD 的剩余不动作电流和剩余动作电流

复合剩余电流的动作电流范围	
下限值	上限值
$0.5 I_{\Delta n}$	$14 I_{\Delta n}$

注1: $I_{\Delta n}$ 值为RCD额定频率下的额定剩余电流动作电流;
注2: $I_{\Delta n}$ 表20给出了动作电流各频率分量的比率;

表 22 复合剩余电流的动作电流范围

4.11.1 验证在复合剩余电流稳定增加时正确动作

AFDD处于闭合位置, 剩余电流从小于或等于表20给出的初始复合值开始稳定增加, 在30s内达到表22规定的剩余动作电流上限值。

任选一极进行试验, 试验重复3次, 脱扣电流值应在表22规定的限值内。

批注 [A11]: 表 19 无初始复合值

4.11.2 验证突然施加复合剩余电流时正确动作:

1) 试验要求:

批注 [A12]: 无对应的表 7 上限值

AFDD处于闭合位置, 然后突然产生剩余电流。

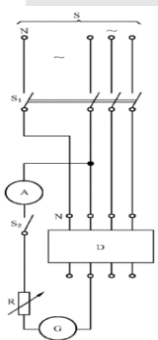
测量3次分断时间。

2)试验结果:

对于一般型的AFDD, 分断时间应该小于0.04s。

4.11.3 验证涌入剩余电流下的性能

按图示进行试验，所有开关和AFDD处于闭合位置。



电流源(G)可以产生单个50 Hz或者60 Hz(-1+0ms)的正弦半波脉冲。

任选一极施加一个峰值电流为10Im的脉冲。测量6次，正向3次，负向3次。每次试验后变换极性。两个脉冲之间时间间隔应为30 s。

2)试验结果:

试验过程中，AFDD不应脱扣。

4.12 B 型漏电动作特性

4.12.1 在基准温度 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 下验证动作特性

所有试验AFDD应先在额定频率下施加 $0.85U_n$ 进行试验,然后施加 $1.1U_n$ 进行试验。除非另有规定,试验时不带负载。

4.12.2 在 1 000 Hz 及以下的正弦交流剩余电流时验证正确动作

a) 第一组试验验证分断电流

AFDD处于闭合位置，剩余电流从不大于 $0.2I_{\Delta n}$ 的值开始稳定地增加，试图在30s内达到表21规定的剩余动作电流值，测量脱扣电流。

任选一极在表21规定的每个频率进行试验，重复2次，脱扣电流值应符合表21的要求。

批注 [A13]: 未找到对应表格

b) 第二组试验验证分断时间

试验电路调节至表20相应于1000Hz的剩余动作电流，AFDD处于闭合位置，然后闭合试验开关突然产生剩余电流。

任选一极测量2次分断时间。

对一般型AFDD最大分断时间不应超过0.3 s。

4.12.3 在交流剩余电流叠加平滑直流剩余电流时验证正确动作

AFDD处于闭合位置，对随机选取的一极施加平滑直流剩余电流并调节至 $0.4I_{\Delta n}$ 或10mA，两者取较大值。

对另外一极施加额定频率的交流剩余电流，剩余电流从不大于 $0.2I_{\Delta n}$ 的值开始稳定地增加，试图在30 s内达到 $I_{\Delta n}$ 值，测量脱扣电流。

在位置 I 和位置 II 各进行2次试验。

交流脱扣电流应小于或等于 $I_{\Delta n}$ 。

4.12.4 在脉动直流剩余电流叠加平滑直流剩余电流时验证正确动作

AFDD处于闭合位置，对随机选取的一极施加平滑直流剩余电流并调节至 $0.4I_{\Delta n}$ 或10 mA，两者取较大值。

任选的另外一极施加脉动直流剩余电流，电流滞后角 α 为 0° 脉动直流剩余电流从不大于 $0.2I_{\Delta n}$ 的值开始稳定地增加，试图在30s内达到 $1.4I_{\Delta n}$ 值（对 $I_{\Delta n} > 10 \text{ mA}$ 的AFDD），测量脱扣电流。

在位置 I 和位置 II 对AFDD各进行2次试验。

AFDD应在脉动直流剩余电流达到不超过 $1.4I_{\Delta n}$ （对 $I_{\Delta n} > 10 \text{ mA}$ 的AFDD）前脱扣。

4.12.5 在平滑直流剩余电流时验证正确动作

4.12.5.1 不带负载，在平滑直流剩余电流时验证正确动作

a) 验证脱扣性能

AFDD处于闭合位置，平滑直流剩余电流从不大于 $0.2I_{\Delta n}$ 的值开始稳定地增加，试图在30s内达到 $2I_{\Delta n}$ 值，测量脱扣电流。

对AFDD随机选取的一极，在位置 I 和位置 II AFDD各进行2次试验。

AFDD应在 $0.5I_{\Delta n} \sim 2I_{\Delta n}$ 范围内脱扣。

b) 第二组试验验证分断时间

试验电路依次调节至表19规定的每个剩余动作电流值（除了5 A，10 A，20 A，50 A，100 A和200 A以外），AFDD处于闭合位置，然后突然产生剩余电流。随机地在位置 I 或位置 II。

对AFDD任意选取的一极，在每个剩余动作电流各测量2次分断时间。

分断时间满足表19规定要求。

批注 [A14]: •

4.12.5.2 带负载，在平滑直流剩余电流时验证正确动作

AFDD如同正常使用通以额定电流负载以足够的时间，使其达到热稳定状态，重复4.12.5.1a)的试验。

批注 [A15]: •

分断时间满足表19规定要求。

批注 [A16]: •

4.12.6 在温度极限值下试验

AFDD应在下列条件下进行4.12.5.1b)规定的试验：

批注 [A17]: •

a) 周围温度：-5℃，空载；

b) 周围温度：+40℃，试验前AFDD在任何合适电压下通以额定电流负载直至达到热稳态条件。

实际上，当每小时温升变化不超过1K时，即达到了热稳态条件。

当AFDD具有多个剩余动作电流整定值时，对每个整定值进行试验。

分断时间满足表19规定要求。

批注 [A18]: •

4.12.7 试验程序后验证 AFDD

通以 $2.5I_{\Delta n}$ 平滑直流的试验电流，仅进行一次试验，不测分断时间。

AFDD应脱扣。

4.13 B+型漏电动作特性

4.13.1 在150kHz及以下的正弦交流剩余电流时验证正确动作

a) 试验开关 S_1 、 S_2 以及RCD处于闭合位置，剩余电流从不大于 $0.2I_{\Delta n}$ 的值开始稳定地增加，试图在30s内达到表23规定的剩余动作电流值，测量脱扣电流。

对随机选取的一极在表23规定的每个频率进行试验，重复5次，脱扣电流值应符合表23的要求。

b) 第二组试验验证分断时间

试验电路调节至下表相应的剩余动作电流，试验开关 S_1 和RCD处于闭合位置，然后闭合试验开关 S_2 突然产生剩余电流。

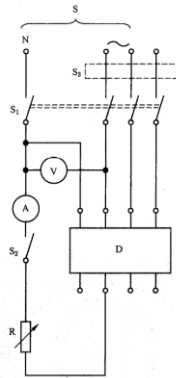
在随机选取的一极测量5次分断时间。

对一般型RCD最大分断时间不应超过0.3s；对S型RCD最小不驱动时间应等于或大于0.13s并且最大分断时间不应超过0.5s。

频率Hz	剩余不动作电流	剩余动作电流（上限）
150	$0.5I_{\Delta n}$	$I_{\Delta n}^a$
400	$0.5I_{\Delta n}$	$1.8I_{\Delta n}^a$
1000	$0.5I_{\Delta n}$	$14I_{\Delta n}^{a,b}$
20K	$0.5I_{\Delta n}$	$14I_{\Delta n}$
100K	$0.5I_{\Delta n}$	$14I_{\Delta n}$
150K	$0.5I_{\Delta n}$	$14I_{\Delta n}$
注1：给定频率的波形是正弦波。 注2：在频率f时的最大允许接地阻抗取决于在该频率时RCD动作电流的上限。 注3：容许接触电压的频率与人体中消耗功率之间的关系正在考虑中。在最终的电压确定前，推荐采用50/60Hz时的最大容许接触电压50V。		
a 该电流值相应于按GB/T13870.1并结合GB/T13870.2的心室纤维性颤动频率系数得出的心室纤维性颤动阈值。 b GB/T13870系列标准没有给出超过1000Hz频率的系数。		

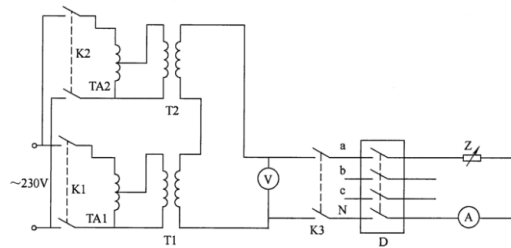
表23 按频率B+型RCD的剩余不动作电流和剩余动作电流上限值

试验电路图如下：



4.14 过欠压动作特性

过欠压试验电路参考下图进行：



说明：
TA——自耦变压器；
T——变压器；
Z——调节电流至额定电流的阻抗；
D——OUPA。

4.14.1 过电压动作特性

过电压动作时间如下表所示：

U_{no}	250V	275V	300V	350V	400V
最大动作时间s	不动作	15	3	0.75	0.20
最小不驱动时间s		3	1	0.25	0.10

表24 过电压动作时间和最小不驱动时间的限值

注：在承受440V过电压时样机应可靠动作，且不应遭受任何损坏；不考量动作时间。

4.14.1.1 在基准温度（ $20 \pm 5^\circ\text{C}$ ）环境下，验证过电压特性

★成为低压用电领域的引领者★

a) 验证过电压动作值

试验开关K1、K2和试品应闭合，通过调节T2电压值，实现接通K2时总电压分别为表24中规定的上限值，测量分断时间，每个样机测试3次，应在表24规定范围内脱扣。

批注 [A19]: •

批注 [A20]: •

b) 验证过电压不动作值

试验开关K1、K2和试品应闭合，通过调节T2电压值，实现接通K2时总电压为250V，持续60s，试品不应动作。试验三次。

c) 验证过电压条件下最小不驱动时间

试验开关K1、K2和试品应闭合，通过调节T2电压值，实现接通K2时总电压的时间段为表24各电压的最小不驱动时间，然后将电压恢复到额定电压，保持60s，试品不应动作。试验三次。

d) 验证承受440V过电压动作值

试验开关K1、K2和试品应闭合，通过调节T2电压值，实现接通K2时总电压为表440V，不测量分断时间，每个样机测试3次，试后测试275V动作时间。

4.14.1.2 在-5℃~40℃环境下，验证过电压特性

a) 在-5℃环境和空载条件下，验证过电压特性

在-5℃下进行4.14.1.1 a)b)c)试验

批注 [A21]: •

b) 在40℃环境和空载条件下，验证过电压特性

在40℃通以额定电流达到热稳态，断开额定电流负载，尽快进行4.14.1.1 a)b)c)试验

批注 [A22]: •

4.14.2 欠电压动作特性

4.14.2.1 在基准温度（20±5℃）环境下，验证过电压特性

a) 验证欠电压动作值

试验开关K1、K2和试品应闭合，通过调节T2电压值，缓慢降低电压值，测量动作电压值，每个样机测试3次。

将试验电压从230V下降到50V，测量动作时间，每个样机测试3次。

b) 验证欠电压不动作值

试验开关K1、K2和试品应闭合，通过调节T2电压值，实现接通K2时总电压为180V，持续60s，试品不应动作。试验三次

4.14.2.2 在-5℃~40℃环境下，验证过电压特性

a) 在-5℃环境和空载条件下，验证欠电压特性

在-5℃下进行4.14.2.1 a)b)试验

b) 在40℃环境和空载条件下，验证欠电压特性

在40℃通以额定电流达到热稳态，断开额定电流负载，尽快进行4.14.2.1 a)b)试验

批注 [A23]: •

批注 [A24]: •

4.15 设备自检

4.15.1 漏电自动检测

4.15.1.1 一般要求

由制造商提供具有外部触发自检功能的试品或上电后即进行连续且重复自检的试品。

试品按正常使用安装。

每次试验应在相应的接线端子上施加1.1倍和0.85倍额定电源电压进行试验。

由制造商提供特殊试品，可将自检功能启动的触发信号提供给外部测试设备，或上电后即进行连续且重复自检。

4.15.1.2 验证电子关联部件故障下的正确动作

制造商应提供满足下列a)-g)单一失效模式的产品进行验证：

c) 零序互感线圈二次线圈断路或短路；

d) 下列任一种用于剩余电流信号处理的电路的故障：

——集成芯片电源引脚断开；

——外部时钟电路失效（如适用）；

——集成芯片信号引脚断开；

——集成芯片相邻信号引脚短接。

e) 用于剩余电流动作的电源电路中限流元件断路；

f) 脱扣线圈断路；

g) 驱动脱扣开关的晶体管断路；

h) 驱动脱扣开关的晶体管短路；

i) 用于剩余电流动作的电源电路中整流电路单个桥臂二极管的断路或短路。

当检测到上述故障后，剩余电流动作保护器应能符合5.3.5的规定。

经制造商和检测机构双方评估，以下情况可不予验证：

——失效模式不影响剩余电流动作特性；

——失效模式在无需监控电路辅助的前提下，直接执行符合3.4.5.4的动作。

注3：电源的焊接点不需检验。

注4：如必要时，失效模式应在制造商和检测机构双方认可的前提下，选择断路或短路的方式。

通过9.25.1的试验检验是否符合要求。

每次试验应在相应的接线端子上施加1.1倍和0.85倍额定电源电压进行试验。

试品应在5 s内运行自检功能，并符合3.4.5.4的要求。

4.15.1.3 验证自检周期内试验装置的正确动作

分别在上电自检和合适的自检周期内按试验装置。

每次试验时，AFDD应脱扣。

4.15.1.4 验证自检周期内突然出现剩余电流的正确动作

参考4.9.1 b) 中，电路突然出现 $I_{\Delta n}$ 的漏电时，并且同步触发开启试品的自检功能。

每次试验时，AFDD应脱扣。

各测量3次分断时间，每次测量值都不应超过表16规定的极限值。

4.15.2 故障电弧自动检测

4.15.2.1 一般要求

由制造商提供具有外部触发自检功能的试品或上电后即进行连续且重复自检的试品。

试品按正常使用安装。

每次试验应在相应的接线端子上施加1.1倍和0.85倍额定电源电压进行试验。

由制造商提供特殊试品，可将自检功能启动的触发信号提供给外部测试设备，或上电后即进行连续且重复自检。

4.15.2.2 验证电子关联部件故障下的正确动作

制造商应提供满足下列a)-g)单一失效模式的产品进行验证：

a) 电弧采样电路中本路采样电阻断路短路、电容断路；

b) 下列任一种用于剩余电流信号处理的电路的故障：

-集成芯片电源引脚断开；

-外部时钟电路失效（如适用）；

-集成芯片信号引脚断开；

-集成芯片相邻信号引脚短接。

c) 脱扣线圈断路;

每次试验应在相应的接线端子上施加1.1倍和0.85倍额定电源电压进行试验。

上电后试品应在5 s内运行自检功能, 并符合3.4.7.4的要求。

4.15.2.3 验证自检周期内突然出现故障电弧的正确动作

参考4.7.1.1中, 电路突然出现表5中最小燃弧电流时, 并且同步触发开启试品的自检功能。

每次试验时, AFDD应脱扣。

各测量3次分断时间, 每次测量值都不应超过表5规定的极限值。

4.16 短路情况下的特性

按4.1分类的AFDD应按GB16917.1-2014或GB22794-2008进行试验, 如适用。

AFDD的功能通过重复4.7.1.3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。

4.17 耐机械振动和撞击性能

4.17.1 机械振动

断路器处在闭合位置, 但不接任何电源, 把工作平台的自由端升高, 然后从 40mm 的高度落下; 落下位置: 断路器正面、反面、左侧面、右侧面, 每个面各50次

在每次变换位置前, 用手动操作方式断开和闭合AFDD。

在试验过程中断路器不应断开。

4.17.2 机械撞击

对所有断路器:

撞击元件从10cm的高度落到按正常使用安装时断路器外露的表面上

撞击次数: 10次

其中两次施加在操作件上(一次操作件处于闭合位置, 另一次操作件处于断开位置), 其余几次应均匀地分布在试品易遭受撞击的部件上。

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，另外两次撞击施加在试品的侧面撞击点和操作件撞击点之间近似中间的地方。

然后，把试品绕着垂直于胶合板的轴线转过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与这些孔等距。

试验后，试品应无影响继续使用的损坏。

4.17.3 对安装在安装轨上的断路器

a) 在正面施加一个垂直向下的50N的力1min；

b) 紧接着再施加一个垂直向上的50N的力1min；

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

经过本试验后，AFDD应能完满地进行3A串联电弧电流的试验。

4.18 耐热性

4.18.1 高温试验

把可拆卸的盖拿掉，直接放入放在温度为 $100^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的加热箱中保持1h；（开关处于断开状态）

批注 [A25]: 明确升温速率或直接放入

试验结果：

a) 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。

b) 试验后以及试品冷却到接近室温后，试品按正常使用安装。

c) 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5N的力施加标准试指也是如此。

d) AFDD的功能通过在任选一极突加 $1.25I_{\Delta n}$ 的试验电流、闭合3A串联电弧试验来验证。

e) 在试验后，标志仍应清晰可见。

4.18.2 球压试验

a) 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装置进行球压试验。

注：将整机放入

b) 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20N的力把一个直径为5mm的钢球压在此表面上。（合适的面为侧面）

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

批注 [A26]: 明确升温速率或直接放入

d) 1h后，把球从试品上移开，然后把试品浸入冷水中使其在10s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2mm。通过游标卡尺测量。

4.19 耐异常热和火

a) 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 $960^{\circ}\text{C} \pm 15^{\circ}\text{C}$ 的温度下进行30s试验；

对所有其他由绝缘材料制成的外部部件，在 $650^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 的温度下进行30s试验。

注：外壳置于 960°C 下、手柄置于 650°C 下

b) 试品应处于其预期使用的最不利位置

注：被试表面处于垂直位置。

试验结果：

a) 没有可见的火焰，也没有持续的辉光；

b) 或者在灼热丝移开后，试品上的火焰和辉光在30s内自行熄灭。

c) 不应点燃薄纸或烧焦松木板。

4.20 自由脱扣机构

AFDD闭合并把操作件保持在闭合位置，参考4.7.1.3要求，在表5中最低电流下重复“闭合串联电弧故障时的正确动作”，AFDD应脱扣。

批注 [A27]: 1

然后，在约1s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。

4.21 防锈

a) 将化学脱脂剂倒入烧杯中，将试品浸入10min，以除掉所有的油脂，化学脱脂剂如甲基氯仿或限定的汽油。

取另一烧杯倒入氯化铵含量为10%的水溶液，保持 $(20 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ ，将试品浸入10min。

★成为低压用电领域的引领者★

b) 将试品上的液滴甩掉，但不擦干，然后将试品放进装有温度为 $(20+5)^{\circ}\text{C}$ 的饱和水汽（湿度99%or100%）的箱子中达10min。

批注 [A28]: 明确饱和水汽的要求

试品直接放入在 $(100+5)^{\circ}\text{C}$ 的加热箱中烘10min。

批注 [A29]: 升温速率或直接放入

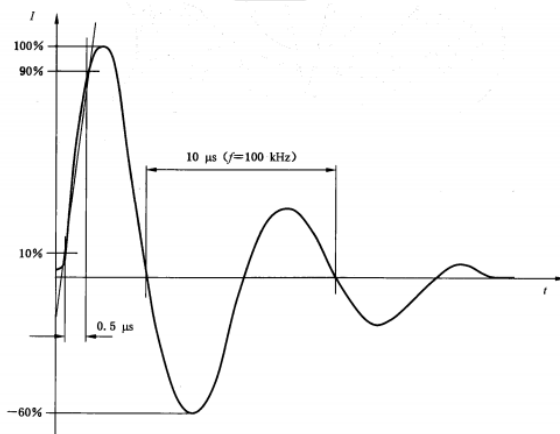
c) 对小弹簧之类及会受到磨损的不易触及部件，有一层油脂足以防锈，在对油脂层功效有怀疑时，对此部件进行试验，试验前不去除油脂。

试品接线端子不得出现锈迹。

4.22 验证冲击电压产生的浪涌电流作用下 AFDD 的性能

4.22.1 有试品的浪涌电流试验（0.5 μs /100 kHz 振铃波试验）

试品用一个浪涌电流发生器进行试验，浪涌电流发生器能产生一个下图所示的衰减的振荡电流波。



对试品任选的一极施加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，并用另外一个相同型式、相同 I_n 和相同 $I_{\Delta n}$ 的试品调节电流以满足下列要求：

——峰值电流：220 A^{0+10%}；

在试验过程中，试品不应脱扣。振铃波试验后，突加剩余电流验证试品的正确动作，仅在 $I_{\Delta n}$ 下进行试验，试验时测量分断时间。

4.22.2 验证在 3 000 A 浪涌电流下的性能 (8/20 us 浪涌电流试验)

试品用一个电流发生器进行试验，电流发生器能产生一个8/20 us衰减浪涌电流。

对试品任选的一极施加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30s。

用一个适当的装置测量浪涌电流，并用另外一个相同型式、相同 I_n 和相同 $I_{\Delta n}$ 的试品调节电流以满足下列要求：

——峰值电流：3 000 A^{0+10%}

在试验过程中，试品可以脱扣，在任何一次脱扣以后应重新闭合试品。

在浪涌电流试验后，按突加剩余电流的试验验证试品的正确动作，仅在 $I_{\Delta n}$ 下进行试验，试验时测量分断时间。

4.23 验证可靠性

4.23.1 气候试验

维持湿度蒸馏水要求：电阻率应不小于500 $\Omega \cdot m$ ，pH值为7.0 \pm 0.2。在试验过程中和试验后，电阻率应不小于100 $\Omega \cdot m$ 并且pH值应保持在7.0 \pm 1.0。试验周期应符合下列条件：

——上限温度：55 $^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$ ；

——周期数：28。

稳定阶段：

1——相对湿度 (%)；

2——周围温度 ($^{\circ}C$)；

3——稳定阶段；

4——第一个周期；

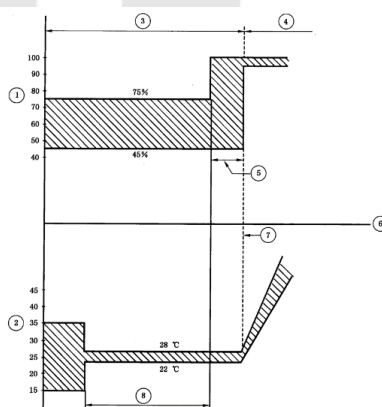
5——相对湿度达到95%~100%所需的时间
(不超过1h)；

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。

试品的温度应稳定在25 $^{\circ}C \pm 3^{\circ}C$ ；



i) 在把试品放入试验室前，先放在另外一个单独的试验室中稳定；

ii) 或在放入试品后，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内。

在最后1 h，试品在试验室内，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%。

24h周期：

i) 试验室的温度应逐渐地上升到 $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

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2阴影面积规定的范围内。

在这期间，相对湿度不应小于95%。在这期间，试品上应产生凝露。

注：产生凝露的条件是指试品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，则相对湿度必须大于95%，应注意冷凝水滴不能落到试品上。

ii) 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，试品上不应产生凝露。

iii) 然后，温度应在3h~6 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2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%。

iv) 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。

在试验周期结束时，试品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4h~6h，使得重新建立环境条件（温度和湿度）后进行最后测量。

试验结果：

在28个试验周期中，试品不应脱扣。

5.9.1 c) 突加 $1.25I_{\Delta n}$ ，试品应脱扣。

5.7.1.3 闭合电弧 $1.25 \times 3\text{ A}$ ，试品应脱扣。

4. 23. 2 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度试验

试品按正常使用安装在一块厚约20mm，涂有无光泽黑漆的层压板壁上。

试品每极的两侧连接一根长1m，标称截面积如下表规定的单芯电缆，端子的螺钉或螺母用0.8N·m扭矩拧紧，把这一组件放入加热箱。

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

表22 不同额定电流样机试验导线的横截面积

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21h通以电流和3h不通电流。

在最后21h通电周期结束时，用细线热电偶测定接线端子温升。

试验后，试品在加热箱内，不通电流，冷却到接近室温。

试验结果：

接线端子温升不应超过60K。

5.9.1 c) 突加1.25 I_n ，试品应脱扣。

5.7.1.3 闭合电弧1.25*3A，试品应脱扣。

4.24 电磁兼容

表 21 AFDD 需要进行的电磁兼容（EMC）试验项目

GB18499-2008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
T2.1	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 0.15MHz~80MHz Z=150Ω 3V、10V	A
T2.2	电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	GB/T 17626.4 ^b	试验等级4: 4kV (峰值) Tr/Th: 5/50 ns 重复频率: 2.5kHz、5KHz、100KHz	B ^c
T2.3a	浪涌(冲击)抗扰度试验	GB/T17625.5	T _r /T _b : 1.2/50μs 共模, 5kV (峰值) ^a /12Ω 差模, 5kV (峰值) ^a /2Ω	B C ^{c, h}
T2.3b			Tr/Th: 1.2/50μs 共模, 4kV (峰值) ^a /12Ω	B ^b

			差模, 4kV (峰值) ^a /2Ω	
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、10V/m	A
T2.6 (*)	0 Hz~150kHz 共模传导骚扰抗扰度试验	IEC 61000-4-16	试验等级 3 ⁱ 1 kHz~1.5kHz: 1V 1.5kHz~15kHz: 1V~10V 15kHz~150kHz: 10V	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: 16KV 接触放电: 9KV	C ^b
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/T17626.5-1999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5kV (对SRCD和PRCD为4kV) 冲击电压, 阻抗为12Ω;				
——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4kV (对SRCD和PRCD为2kV) 冲击电压, 阻抗为2Ω。				
b 此外, 试品应按正常使用安装在一块距离接地平面10cm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GB18499-2008中5.1.2判断准则的要求。				
e 制造商同意时, T2.1的传导试验可从80MHz延伸到230MHz。如果这样, T2.5的试验将从230MHz开始, 而不是从80MHz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450MHz和900MHz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, 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意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: 差模试验10次; 共模试验20次; 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 61000-1-16：1998的6.1.3规定的速率从1 kHz打描至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1s。

表 23 EMC 试验项目

4. 24. 1 T2. 1：射频场感应的传导骚扰抗扰度试验

4. 24. 1. 1 试验要求

试验等级2，0.15MHz~80MHz，Z=150Ω，3V、10V

4. 24. 1. 2 故障电弧功能的抗扰度试验要求

施加1.1U_n，选择负载使AFDD的电流达到额定电流，开始进行150KHz~80MHz的扫频实验，步进幅度不超过前一频率的1%，且在每一频率下的停顿时间不应小于受试设备对干扰的响应时间。试验过程中样机保持闭合；

施加1.1U_n，选择负载使AFDD的电流达到额定电流，并在频率范围内选择5个频率点，在每个频率点进行串联电弧实验，每个试品选择的频率点应不同。试验过程中样机应脱扣；

4. 24. 1. 3 剩余电流功能的抗扰度试验要求

施加0.3I_{Δn}，开始进行150KHz~80MHz的扫频实验，步进幅度不超过前一频率的1%，且在每一频率下的停顿时间不应小于受试设备对干扰的响应时间。试验过程中样机保持闭合；

施加1.25I_{Δn}，并在频率范围内选择5个频率点试验，每个试品选择的频率点应不同。试验过程中样机应脱扣；

4. 24. 2 T2. 2：电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

4. 24. 2. 1 试验要求

试验等级4: 4KV (峰值); Tr/Th: 5/50 ns; 重复频率: 2.5kHz/5KHz/100KHz

4.24.2.2 故障电弧功能的抗扰度试验要求

将试品安放在绝缘台上, 接通电源, 试品与脉冲群设备连接线为0.5m。

对试品施加瞬变脉冲电压。

试验过程中, 试品施加 $1.1U_n$ 和 I_n , 应保持闭合; 试验后, 突加 I_n 电弧, 应脱扣。

4.24.2.3 剩余电流功能的抗扰度试验要求

对试品施加瞬变脉冲电压。

试验过程中, 试品施加 $0.3I_{\Delta n}$, 应保持闭合, 试验后, 试品前端突然上电, $I_{\Delta n}$ 下应脱扣。

4.24.3 T2.3: 浪涌(冲击)抗扰度试验;

4.24.3.1 试验要求

T2.3a: Tr/Th: 1.2/50 μ s;

共模, 5kV (峰值) a/12 Ω ;

差模, 5kV (峰值) a/2 Ω

T2.3b: Tr/Th: 1.2/50 μ s;

共模, 4kV (峰值) a/12 Ω ;

差模, 4kV (峰值) a/2 Ω

4.24.3.2 故障电弧功能的抗扰度试验要求

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。

电压: 4000V, cp1 为 L1-N

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或预期接地的部件(PE 导线, FE 端子, 接地端子)之间。

电压: 5000V, cp1 为 L1-PE 及 N 与 PE

每种情况下，试品承受 5 次正脉冲，接着承受 5 次负脉冲。以每分钟 1 次的重复频率在电压波形的任意的点连续地施加所有的脉冲。

试验过程中试品通以 $1.1U_n$ 和 I_n ，试品应保持闭合。试验后，试品突加 I_n 电弧，试品应扣。

若试验过程中脱扣，按照 T2.3b 进行试验，试验过程中试品通以 $1.1U_n$ 和 3A，可以脱扣。试验后，试品突加 3A 电弧，试品应脱扣。

4.24.3.3 剩余电流功能的抗扰度试验要求

参数设置参考 T2.3a AFDD 浪涌（冲击）抗扰度试验

试验过程中，试品施加 $0.3I_{\Delta n}$ ，应保持闭合，试验后，试品前端突然上电， $I_{\Delta n}$ 下应脱扣。

若试验过程中脱扣，按照 T2.3b 进行试验，试验过程中，试品施加 $0.3I_{\Delta n}$ ，可以脱扣，试验后，试品前端突然上电， $I_{\Delta n}$ 下应脱扣。

4.24.4 T2.5：射频电磁场辐射抗扰度试验

4.24.4.1 试验要求

试验等级 2：3 V/m、10V/m

4.24.4.2 故障电弧功能的抗扰度试验要求

施加 $1.1U_n$ ，选择负载使 AFDD 的电流达到额定电流，开始进行 80MHz~1GHz 的扫频实验；并以 1kHz 的正弦波来进行调幅，调制深度为 80%。若扫频是以步进方式进行的，则步进幅度不超过前一频率的 1%，且在每一频率下的停顿时间不应小于受试设备对干扰的响应时间。

施加 $1.1U_n$ ，选择负载使 AFDD 的电流达到额定电流，并在频率范围内选择 5 个频率点，450MHz 和 900MHz 应进行试验，在每个频率点进行串联电弧实验，每个试品选择的频率点应不同。

4.24.4.3 剩余电流功能的抗扰度试验要求

施加 $0.3I_{\Delta n}$ ，开始进行 80MHz~1GHz 的扫频实验；并以 1kHz 的正弦波来进行调幅，调制深度为 80%。若扫频是以步进方式进行的，则步进幅度不超过前一频率的 1%，且在每一频率下的停顿时间不应小于受试设备对干扰的响应时间。

施加 $1.25I_{\Delta n}$ ，并在频率范围内选择 5 个频率点试验，450MHz 和 900MHz 应进行试验，每

个试品选择的频率点应不同。

4. 24. 5 T2. 6: 0 Hz~150kHz 共模传导骚扰抗扰度试验

4. 24. 5. 1 试验要求

试验等级 3:

1 kHz~1.5kHz: 1V;

1.5kHz~15kHz: 1V~10V;

15kHz~150kHz: 10V

4. 24. 5. 2 故障电弧功能的抗扰度试验要求

在 $1.1U_n$ 下, 通以额定电流, 按 IEC 61000-1-16: 1998 的 6.1.3 规定的速率从 1 kHz 打描至 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突加额定电流电弧试验, 每个试品应在不同的频率点进行试验, AFDD 应脱扣。

4. 24. 5. 3 剩余电流功能的抗扰度试验要求

施加 $0.3I_{\Delta n}$, 按 IEC 61000-1-16: 1998 的 6.1.3 规定的速率从 1 kHz 打描至 150 kHz, AFDD 不应脱扣。

施加 $1.25I_{\Delta n}$, 并在频率范围内选择 5 个频率点试验, 每个试品选择的频率点应不同, AFDD 应脱扣。

4. 24. 6 T3. 1: 静电放电抗扰度试验

4. 24. 6. 1 试验要求

严酷等级 3:

空气放电: 16 kV;

接触放电: 9kV;

4. 24. 6. 2 故障电弧功能的抗扰度试验要求

将试品放在距接地平面 0.8 m 的支架上。接通电源。对试品施加表 2 所示参数静电干扰。

试验以单次放电方式进行，在预选点上，至少施加 10 次单次放电，连续单次放电之间时间间隔至少 1s，每次放电之后，应将静电放电发生器的放电电极从试品移开，然后重新触发发生器，进行新的单次放电，这个程序应当重复直至放电完成为止。

试验过程中，试品施加 $1.1U_n$ 和 3A 电流，可以脱扣；试验后，突加 3A 电弧，应脱扣。

4.24.6.3 剩余电流功能的抗扰度试验要求

参数设置参照 AFDD 静电放电抗扰度试验。

试验过程中，试品施加 $0.3I_{\Delta n}$ ，可以脱扣，试验后，试品前端突然上电， $I_{\Delta n}$ 下应脱扣。

4.25 脱扣特性

4.25.1 时间-电流特性试验

- a) 从冷态（见表1）开始，对所有极通以等于 $1.13I_n$ 的电流（约定不脱扣电流）至约定时间。然后，在 5s 内把电流稳定地增加至 $1.45I_n$ （约定脱扣电流）。
- b) 从冷态开始，对所有极通以等于 $2.55I_n$ 的电流。

试验结果：

$1.13I_n$ 的电流至约定时间断路器不应脱扣。

电流稳定地增加至 $1.45I_n$ 断路器应在约定时间内脱扣。

所有极通以等于 $2.55I_n$ 的电流断开时间应不小于 1s 也不大于 60s。

4.25.2 瞬时脱扣和触头正确断开试验

从冷态开始，对所有极通以等于 $5I_n$ 的电流。

再从冷态开始，对所有极通以等于 $10I_n$ 的电流。

试验结果：

$5I_n$ 电流断开时间不小于 0.1s。

$10I_n$ 电流断路器应在小于 0.1s 时间内脱扣。

4.25.3 周围温度对脱扣特性影响试验

断路器放置在比周围空气基准温度（20℃）低（35±2）K的周围温度下，直至其达到稳态温度。对断路器所有极通以等于1.13I_n（约定不脱扣电流）的电流至约定时间，然后在5s内把电流稳定地增加至1.9I_n。

断路器放置在比周围空气基准温度（20℃）高（10±2）K的周围温度下，直至达到稳态温度。对断路器所有极通以等于I_n的电流。

试验结果：

1.9I_n电流断路器应在约定时间内脱扣。

I_n电流断路器不应在约定时间内脱扣。

4.26 凝露

按照凝露试验标准进行参数设定，试验过程中产品通电运行，按照现场使用安装方式进行放置：

- 1) 第一步：0.5小时，温度达到10℃，湿度达到50%RH；
- 2) 第二步：0.5小时，温度保持10℃，湿度达到90%RH；
- 3) 第三步：0.5小时，温度保持10℃，湿度达到95%RH；
- 4) 第四步：3.5小时，温度达到80℃，湿度保持95%RH；
- 5) 第五步：0.5小时，温度降到75℃，湿度降至30%RH；
- 6) 第六步：1.0小时，温度降至30℃，湿度保持30%RH；
- 7) 第七步：0.5小时，温度降至10℃，湿度升至50%RH；
- 8) 共5个循环；

试验过程中产品功能性能应正常，试验后进行4.7.1.1突加3A串联电弧试验及4.9.1c突然出现剩余电流试验，分断时间应满足要求。

4.27 整机盐雾

将样品非通电状态下放入盐雾箱，保持温度为35℃±5℃，相对湿度大于85%，喷雾16h后在大气条件下恢复1-2h。

试验后外观结构无明显腐蚀，试验后进行4.7.1.1突加3A串联电弧试验及4.9.1c突然出现剩余电流试验，分断时间应满足要求。

4.28 自由跌落

参考内控企标确认产品重量和跌落高度，样品在非包装、安装或使用状态进行跌落 2次，其他面各跌落1次（共计7次），跌落高度参考GB/T2423. 8，试验后结构不能出现影响主要功能的异常。

试验后进行4.7.1.1突加3A串联电弧试验及4.9.1c突然出现剩余电流试验，分断时间应满足要求。

4.29 汽车颠簸

参照ISTA 1A 系列标准，产品在正常无包装，非工作状态下进行振动试验，每个面进行一次，要求在所定的频率下进行恒位移振动，峰峰值为25 mm，试验时间参考标准要求确定。

试验后进行4.7.1.1突加3A串联电弧试验及4.9.1c突然出现剩余电流试验，分断时间应满足要求，记录试验结果。（45min）

4.30 电源缓慢变化

将设备温度升至40(-5)℃，16h后，分别对测试样品进行电压缓升（20s到 U_n ）、直接启动、和掉电后20s以上再启动的验证，产品应能正常工作。

参考“表7 额定电压为230V的AFDD过欠压动作电压及时间阈值”，可以在0~50V、160V~ U_n 两个阶段测试电源缓慢变化影响。

试验后进行4.7.1.1突加3A串联电弧试验及4.9.1c突然出现剩余电流试验，分断时间应满足要求。

4.31 极端高温环境下的电源中断影响

按照产品类别单相/三相供电，温度40℃，电压1.1 U_n ，全跌，持续20s，上电20s，试验2000次。

试验后进行4.7.1.1突加3A串联电弧试验及4.9.1c突然出现剩余电流试验，分断时间应满足要求。

4.32 极端低温环境下的电源中断影响

按照产品类别单相/三相供电，温度-5℃，电压1.1 U_n ，全跌，持续20s，上电20s，试验2000次。

试验后进行4.7.1.1突加3A串联电弧试验及4.9.1c突然出现剩余电流试验，分断时间应满足要求。

求。

4.33 电源电压随机中断

产品额定电压供电，使用“电压随机跌落工装”对试验样品测试，测试时间12小时。跌落时间1s-60s随机中断。

试验后进行4.7.1.1突加3A串联电弧试验及4.9.1c突然出现剩余电流试验，分断时间应满足要求。

4.34 电压逐渐变化影响

AFDD后端不接负载，电压在60s内从 $1.1U_n$ 均匀地下降至0V，再以相同的时间从0V均匀地上升到 $1.1U_n$ ，反复进行10次。

参考“表7 额定电压为230V的AFDD过欠压动作电压及时间阈值”，可以在0~50V、160V~ $1.1U_n$ 两个阶段测试电源缓升和缓降试验。

试验后进行4.7.1.1突加3A串联电弧试验及4.9.1c突然出现剩余电流试验，分断时间应满足要求。

4.35 电源电压正反接影响

N线和L相反接， $1.1U_n$ ，试验1min，试验后进行4.7.1.1突加3A串联电弧试验及4.9.1c突然出现剩余电流试验，分断时间应满足要求。

4.36 电源谐波影响

通过谐波发生器（输出电流频率：10KHz~200KHz，电流峰值：0~10A，峰峰值：20A，电压：5V）对产品施加干扰，测试元器件温升并观察是否存在异常现象，试验过程中功能性能正常。试验后进行4.7.1.1突加3A串联电弧试验及4.9.1c突然出现剩余电流试验，分断时间应满足要求。

4.37 电棍放电影响

样品工作在参比电压下，使用警棍进行50万伏（实际能买到的最高放电电压的产品）直接对产品进行放电试验，试验中查看并记录样品有无死机、损坏等异常现象。

试验后进行4.7.1.1突加3A串联电弧试验及4.9.1c突然出现剩余电流试验，分断时间应满足要求。

求。

4.38 对讲机抗扰度

对讲机随机设置多个频段进行干扰测试。

确保对讲机正常通讯，将其中一个对讲机在AFDD周围移动施加干扰，另外一个放置于离AFDD1m~1.5m位置，观察AFDD是否存在动作的误判和漏判。

试验后进行4.7.1.1突加3A串联电弧试验及4.9.1c突然出现剩余电流试验，分断时间应满足要求。

4.39 高温耐久运行

1.1倍额定电压，正常额定电流带载运行，高温40℃，200小时。

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。

试验后进行4.7.1.1突加3A串联电弧试验及4.9.1c突然出现剩余电流试验，分断时间应满足要求。

4.40 可靠性评价

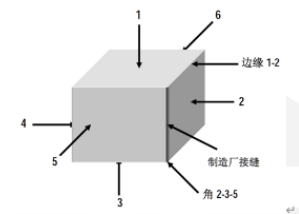
温度85℃、湿度85%（实际环境条件参考产品环境运行要求），每200小时暂停试验进行功能、性能及结构验证，确保寿命16年（26只样品）。

试验后进行4.7.1.1突加3A串联电弧试验及4.9.1c突然出现剩余电流试验，分断时间应满足要求。

4.41 包装试验

4.41.1 跌落试验

依照下图标记包装件各面：



★成为低压用电领域的引领者★

试验跌落高度随包装品的重量不同而变化，从下表中找出包装品的重量来决定跌落高度。

包装重量 m (kg)	跌落高度 (mm)
$m < 10$	760
$10 \leq m < 19$	610
$19 \leq m < 28$	460
$28 \leq m < 45$	310
$45 \leq m < 68$	200
$m \geq 68$	200

试验应按照下表中的次序进行。

次序号	方位	特定的面、边或角
1	角	角 2-3-5
2	边	边 3-6
3	边	边 3-4
4	边	边 4-6
5	面	面 5
6	面	面 6
7	面	面 2
8	面	面 4
9	面	面 3

4. 41. 2 振动试验

- 1) 把包装品的操作面3放置在振动台上；
- 2) 启动振动机，使其在及其最低频率下振动，全振幅位移为25mm；
- 3) 保持25mm固定位移，缓慢增加振动台的频率直到包装品开始离开振动台表面。保证金属薄片可以间歇地在包装品最长的一面的底部和振动台面之间移动；
- 3) 用振动试验时间公式和在步骤(3)里所得到的频率确定试验时间；
- 4) 完成振动时间。

$$\text{试验时间 (分钟)} = \frac{14,200 \text{ 振动冲击}}{\text{周 / 分钟 (CPM) 或 [周/秒钟(Hz) x 60]}}$$

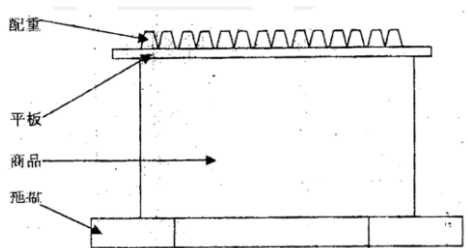
下表列举了若干个频率下计算的试验时间。

CPM	Hz	试验时间 (分钟)
150	2.5	95
180	3.0	79
210	3.5	68
240	4.0	60
270	4.5	53

300	5.0	48
-----	-----	----

4.41.3 堆码试验

如下图所示将商品放在托盘上，在商品上方增加试验条件中的相应配重。



温湿度：40℃ 90%RH；

时间：96h；

堆层重：(堆码层数-1)*货物重量。

4.41.4 踩踏试验

如下图所示体重在70kg的人穿鞋搬起同一货物在包装物顶面踩踏10次。



试验后，产品包装及结构完好，无损坏。产品的电气性能、机械性能不得有异常。

4.42 升级中断

升级过程中断电，重新上电以后程序应恢复至升级前版本，不允许出现死机、产品无法启动等问题。（烧写器升级除外。此项试验主要为了避免生产、市场升级（U盘升级、远程升级、串口升级等）异常导致产品异常不能修复的情况。

4.43 噪音测试

在一个照明不低于250lx和通风、安静独立的试验区域内进行检测（底噪低于40dB），产品在运行过程中不产生“滋滋”的高频噪声（该噪声可能会使人产生不快、焦躁感、工作效率降低等），且距离声源水平位置1m处测得运行噪声不大于65dB（A计权,GB12348-2008）。

4.44 电源缓慢上电

从0V缓慢匀速上升至额定电压，上升时间为30min，当产品达到额定工作电压后应正常工作，无数据丢失、数据显示错乱、死机等现象。

参考“表7 额定电压为230V的AFDD过欠压动作电压及时间阈值”，可以在0~50V、160V~1.1U_n两个阶段测试电源缓慢上电。

试验后进行4.7.1.1突加3A串联电弧试验及4.9.1c突然出现剩余电流试验，分断时间应满足要求。

5 检验规则

5.1 例行检验

例行检验项目按照下表所列内容进行。

序号	检验项目	抽样数量
1	4.26.1 时间-电流特性试验	3
2	4.26.2 瞬时脱扣和触头正确断开试验	
3	4.9.1c 突然出现剩余电流时，验证动作的正确性(0.5I _{Δn} 、I _{Δn} 每极 5次)	
4	4.13.5.1b 4.13.5 在平滑直流剩余电流时验证正确动作(0.5I _{Δn} 、2I _{Δn} 每极 5次)	
5	4.7.1.3 验证闭合串联电弧故障时的正确动作(3A、3次)	1
6	4.9.4 验证试验装置在额定电压极限值时的动作性能	
7	4.5.5 主电路的介电强度(1500V, 1s)	3

5.2 出厂检验

出厂检验项目按照下表所列内容进行。

序号	检验项目	抽样数量
1	4.26.1 时间-电流特性试验	3
2	4.26.2 瞬时脱扣和触头正确断开试验	
3	4.9.1c 突然出现剩余电流时,验证动作的正确性 ($0.5I_{\Delta n}$ 、 $I_{\Delta n}$ 每极 5 次)	
4	4.13.5.1b 4.13.5 在平滑直流剩余电流时验证正确动作 ($0.5I_{\Delta n}$ 、 $2I_{\Delta n}$ 每极 5 次)	
5	4.7.1.3 验证闭合串联电弧故障时的正确动作 (3A、3 次)	
6	4.9.4 验证试验装置在额定电压极限值时的动作性能	1
7	4.5.5 主电路的介电强度 (1500V, 1s)	3

5.3 确认检验

产品的确认检验可以选择有代表性的产品在公司内进行,公司不具备试验条件的项目,可委托在外进行,检验周期为至少每三年/批次进行一次,每个产品认证单元至少选取一个型号的产品进行确认检验。

确认检验项目按照下表所列内容进行。

序号	检测标准及条款	检验项目	抽样数量
1	GB/T 16917.1-6	标志	1
2	GB/T 16917.1-8.1.2	机构	
3	GB/T 16917.1-9.15	耐异常发热及耐燃	
4	GB/T 16917.1-9.10	脱扣特性	3
5	GB/T 16917.1-9.12.11.4.2	运行短路能力试验	3
6	GB/T 16917.1-9.11.13.1	多级配合 1 的短路选择性	3
7	GB/T 31143-9.9.2	串联电弧故障动作特性	3
8	GB/T 31143-9.9.3	并联电弧故障动作特性	
9	GB/T 31143-9.11.2.5a	I_{sc} 时的配合	3
10	GB/T 31143-9.11.2.3	在 I_{sc} 时的性能	
11	GB/T 16917.1	程序 F0 后验证 AFDD	

6 标志和其他产品信息

应满足 GB/T 31143-2014 第 6 章相关要求。

★成为低压用电领域的引领者★

7 使用和安装的标准工作条件

应满足GB/T 31143-2014第7章相关要求。

8 贮存

产品应贮存在温度-25℃至65℃，相对湿度不大于85%，周围环境不含腐蚀性气体的干燥、通风、防晒、防尘、远离火源并保持清洁有良好消防设施的库房里，并严禁大型物品挤压；

产品堆放整齐，堆放距离地面高度大于150mm—托板上箱子叠出的层数高度小于200cm，应防止箱子压坏、倾斜；

产品贮存时间应小于6个月，超过贮存期后必须重新检验，检验结果符合要求可以继续使用；产品最长贮存时间不超过2年。

9 版本记录

版本编号/ 修改状态	拟制人/修改人	核人	批准人	备注
V1.0	李方伟			第一版

附 录 A

(规范性附录)

产品检测项目

序号	试验项目		研发 D 版 本样 机自 测	研发 设计 变更 自测	生产 功能 检测	设计变 更型式 试验	可靠性 测试 (26 只)	生产 QA/IPQC 抽检	质量 认证
	试验大类/执行部门		研发	研发	工艺	质量	质量	质量	质量
1	国标试验、研 发拓展试验	标志的耐久性	√	√		√			√
2		螺钉、载流部件 和连接的可靠性	√	√		√			√
3		连接外部导体的 端子的可靠性	√	√		√			√
4		电击保护	√	√		√			√
5		介电性能	√	√		√			√
6		温升	√	√		√			√
7		故障电弧动作特 性	√	√		√			√
8		机械和电气寿命	√	√		√	√		√
9		AC 型剩余电流动 作特性	√	√		√			√
10		A 型剩余电流动 作特性	√	√		√			√
11		F 型剩余电流动 作特性	√	√		√			√
12		B 型剩余电流动 作特性	√	√		√			√
13		B+型剩余电流动 作特性	√	√		√			√
14		过欠压动作特性	√	√		√			√
15		设备自检	√	√		√			√
16		短路情况下的特 性	√	√		√			√
17		耐机械振动和撞 击性能	√			√			√
18		耐热性	√	√		√			√
19		耐异常热和火	√	√		√			√
20		自由脱扣机构	√	√		√			√

21		防锈	√			√			√
22		验证冲击电压产生的浪涌电流作用下 AFDD 的性能	√	√		√			√
23		验证可靠性	√	√		√	√		√
24		电磁兼容	√	√		√			√
25		脱扣特性	√	√		√			√
26		凝露	√	√		√			√
27		整机盐雾	√			√			√
28		自由跌落	√	√		√			√
29		汽车颠簸	√	√		√			√
30		电源缓慢变化	√	√		√			√
31		极端高温环境下的电源中断影响	√	√		√			√
32		极端低温环境下的电源中断影响	√	√		√			√
33		电源电压随机中断	√	√		√			√
34	内控试验	电压逐渐变化影响	√	√		√			√
35		电源电压正反接影响	√	√		√			√
36		电源谐波影响	√	√		√			√
37		电棍放电影响	√	√		√			√
38		对讲机抗扰度	√	√		√			√
39		高温耐久运行	√	√		√			√
40		可靠性评价	√	√		√	√		√
41		包装试验	√	√		√			√
42		升级中断	√	√		√			√
43		噪音测试	√	√		√			√
44		电源缓慢上电	√	√		√			√

附录 B

（规范性附录）

试验样机数量统计

序号	试验项目	试验样机数量	备注
1	标志的耐久性	3	/
2	螺钉、载流部件和连接的可靠性		/
3	连接外部导体的端子的可靠性		/
4	电击保护		/
5	耐热性		/
6	耐机械振动和冲击性能		/
7	温升		/
8	自由脱扣机构		/
9	验证冲击电压产生的浪涌电流作用下 AFDD 的性能		/
10	防锈	4	破坏性试验
11	设备自检		破坏性试验
12	介电性能		破坏性试验
13	机械和电气寿命		破坏性试验
14	故障电弧动作特性	3	非破坏性
15	AC 型剩余电流动作特性		
16	A 型剩余电流动作特性		
17	F 型剩余电流动作特性		
18	B 型剩余电流动作特性		
19	B+型剩余电流动作特性		
20	过欠压动作特性		
21	脱扣特性	9	破坏性试验，外部委托验证
22	短路情况下的特性		
23	耐异常热和火		
24	验证可靠性		
25	电磁兼容		
26	整机盐雾		
27	自由跌落		
28	汽车颠簸		
29	电棍放电影响		
30	电源缓慢变化	3	非破坏性
31	电源电压随机中断		
32	电压逐渐变化影响		
33	电源电压正反接影响		
34	电源谐波影响		

35	对讲机抗扰度		
36	电源缓慢上电		
37	升级中断		
38	噪音测试		
39	凝露	3	非破坏性
40	极端高温环境下的电源中断影响		
41	极端低温环境下的电源中断影响		
42	高温耐久运行		
43	可靠性评价	26	/
44	包装试验	一箱	/