



中华人民共和国国家标准

GB/T 14048.2—2020
代替 GB/T 14048.2—2008

低压开关设备和控制设备 第 2 部分：断路器

Low-voltage switchgear and controlgear—Part 2: Circuit-breakers

(IEC 60947-2:2019, MOD)

2020-09-29 发布

2021-04-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布



目 次

前言	III
1 总则	1
1.1 范围和目的	1
1.2 规范性引用文件	2
2 术语和定义	2
3 分类	6
3.1 按选择性类别分	6
3.2 按分断介质分	6
3.3 按设计型式分	6
3.4 按操作机构的控制方法分	6
3.5 按是否适合隔离分	6
3.6 按是否需要维修分	6
3.7 按安装方式分	7
3.8 按外壳防护等级分	7
4 断路器的特性	7
4.1 特性概述	7
4.2 断路器的型式	7
4.3 主电路的额定值和极限值	7
4.4 选择性类别	10
4.5 控制电路	10
4.6 辅助电路	11
4.7 脱扣器	11
4.8 内装的熔断器(带熔断器的断路器)	12
5 产品数据和资料	12
5.1 资料种类	12
5.2 标志	13
5.3 安装、操作及维修说明书	14
6 正常工作、安装及运输条件	14
7 结构与性能要求	15
7.1 结构要求	15
7.2 性能要求	16
7.3 电磁兼容(EMC)	22
8 试验	22
8.1 试验种类	22
8.2 验证结构要求	22
8.3 型式试验	23

8.4	常规试验	50
8.5	特殊试验——湿热、盐雾、振动和冲击	53
附录 A (规范性附录)	断路器与串联在同一电路中的另一台短路保护装置在短路条件下的配合	55
附录 B (规范性附录)	具有剩余电流保护的断路器	64
附录 C (规范性附录)	单极的短路试验程序	100
附录 D (规范性附录)	预期用于铝导线连接的断路器的附加要求	101
附录 E (资料性附录)	提交制造厂与用户协商的项目	111
附录 F (规范性附录)	带电子过电流保护的断路器的附加试验	112
附录 G (规范性附录)	功耗	131
附录 H (规范性附录)	用于 IT 系统的断路器的试验程序	133
附录 I	空白	135
附录 J (规范性附录)	电磁兼容性(EMC)——断路器的要求和试验方法	136
附录 K (资料性附录)	特征量符号和图形表示汇总表	145
附录 L (规范性附录)	无过电流保护要求的断路器	152
附录 M (规范性附录)	剩余电流装置模块(无内部电流分断装置)	156
附录 N (规范性附录)	电磁兼容——不包括在附录 B、附录 F 和附录 M 中附件的附加要求和试验	196
附录 O (规范性附录)	瞬时脱扣断路器(ICB)	199
附录 P (规范性附录)	光伏用直流断路器	202
附录 Q	空白	207
附录 R (规范性附录)	带自动重合闸功能的剩余电流保护断路器	208
参考文献		217

前 言

GB/T 14048《低压开关设备和控制设备》由以下部分组成：

- 第 1 部分：总则；
- 第 2 部分：断路器；
- 第 3 部分：开关、隔离器、隔离开关及熔断器组合电器；
- 第 4-1 部分：接触器和电动机起动器 机电式接触器和电动机起动器(含电动机保护器)；
- 第 4-2 部分：接触器和电动机起动器 交流电动机用半导体控制器和起动器(含软起动器)；
- 第 4-3 部分：接触器和电动机起动器 非电动机负载用交流半导体控制器和接触器；
- 第 5-1 部分：控制电路电器和开关元件 机电式控制电路电器；
- 第 5-2 部分：控制电路电器和开关元件 接近开关；
- 第 5-3 部分：控制电路电器和开关元件 在故障条件下具有确定功能的接近开关(PDDB)的要求；
- 第 5-4 部分：控制电路电器和开关元件 小容量触头的性能评定方法 特殊试验；
- 第 5-5 部分：控制电路电器和开关元件 具有机械锁闭功能的电气紧急制动装置；
- 第 5-6 部分：控制电路电器和开关元件 接近传感器和开关放大器的 DC 接口(NAMUR)；
- 第 5-7 部分：控制电路电器和开关元件 用于带模拟输出的接近设备的要求；
- 第 5-8 部分：控制电路电器和开关元件 三位使能开关；
- 第 5-9 部分：控制电路电器和开关元件 流量开关；
- 第 6-1 部分：多功能电器 转换开关电器；
- 第 6-2 部分：多功能电器(设备) 控制与保护开关电器(设备)(CPS)；
- 第 7-1 部分：辅助器件 铜导体的接线端子排；
- 第 7-2 部分：辅助器件 铜导体的保护导体接线端子排；
- 第 7-3 部分：辅助器件 熔断器接线端子排的安全要求；
- 第 7-4 部分：辅助器件 铜导体的 PCB 接线端子排；
- 第 8 部分：旋转电机用装入式热保护(PTC)控制单元。

本部分为 GB/T 14048 的第 2 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB/T 14048.2—2008《低压开关设备和控制设备 第 2 部分：断路器》，与 GB/T 14048.2—2008 相比，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

- 扩大了范围中交流电压的上限，即不超过 1 500 V(见第 1 章)；
- 增加了术语“2.21 过电流整定值 I_r ”、“2.22 可编程逻辑控制器”(PLC)和“2.23 闭合脱扣器”(见 2.21、2.22、2.23)；
- 补充额定值超过交流 1 000 V 但不超过 1 500 V 的冲击耐受电压、电气间隙、介电试验等相关规定(见 7.1.4、7.2.3.2、8.4.6)；
- 材料的灼热丝试验中，明确用于固定载流部件的绝缘材料的试验温度，主电路为 960 °C，其他电路为 850 °C(见 7.1.1)；
- 增加“7.1.8 用于带有可编程逻辑控制器(PLC)的数字输入与输出要求”(见 7.1.8)；
- 修改“7.2.2.3 主电路”的温升规定，应能承受的电流由约定发热电流改为额定电流 I_n (见 7.2.2.3)；
- 在“8.3.1 试验程序”中，增加具有不同极数的交流断路器的可选择试验程序，并新增表 9b 和 9c(见 8.3.1)；

- 增加“8.3.9 临界直流负载电流试验”，主要针对直流断路器规定试验要求(见 8.3.9)；
- 增加“8.5 特殊试验——湿热、盐雾、振动和冲击”(见 8.5)；
- 附录 A 中，细化“A.5 验证选择性”的内容，增加选择性的理论研究和通过试验确定选择性两种方法的规定和要求(见 A.5)；
- 附录 B 和附录 M 中，增加 B 型 CBR 和 B 型 MRCD 的要求和试验方法(见 B.4.4.3、B.7.2.10、B.8.8、M.8.8.3)；
- 附录 B、F、J 中更新相关 EMC 性能和要求(见 B.8.13.1.1、F.3.2、J.2)；
- 新增“附录 D(规范性) 预期用于铝导线连接的断路器的特殊要求”；
- 新增“附录 P(规范性) 光伏用直流断路器”；
- 新增“附录 R(规范性) 带自动重合闸功能的剩余电流保护断路器”。

本部分使用重新起草法修改采用 IEC 60947-2:2019《低压开关设备和控制设备 第 2 部分:断路器》。

本部分与 IEC 60947-2:2019 的技术性差异及其原因如下：

- 关于规范性引用文件，本部分做了具有技术性差异的调整，以适应我国的技术条件，调整的情况集中反映在 1.2“规范性引用文件”中，具体调整如下：
 - 用等同采用国际标准的 GB/T 2423.4 代替了 IEC 60068-2-30；
 - 用等同采用国际标准的 GB/T 2423.22 代替了 IEC 60068-2-14；
 - 用等同采用国际标准的 GB/T 3956 代替了 IEC 60228；
 - 用等同采用国际标准的 GB/T 13539.1 代替了 IEC 60269-1；
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 14048.1—2012 代替了 IEC 60947-1:2007 和 IEC 60947-1:2007/修改单 1:2010；
 - 用等同采用国际标准的 GB/T 14048.4 代替了 IEC 60947-4-1；
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 16927.4—2014 代替了 IEC 62475:2010；
 - 用等同采用国际标准的 GB/T 17045—2008 代替了 IEC 61140:2016；
 - 用等同采用国际标准的 GB/T 17626.11 代替了 IEC 61000-4-11；
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 32499 代替了 IEC 61545；
 - 用等同采用国际标准的 GB 4824 代替了 CISPR 11。
- 考虑到我国实际使用情况，第 3 章“分类”中“开启式”不够合理，仍采用惯用名词“万能式”，塑料外壳式又称“模压外壳式”或“塑壳式”。

本部分做了下列编辑性修改：

- 按照 GB/T 1.1—2009 的要求，规范了第 1 章的编写；
- IEC 60947-1:2007/修改单 2:2014 的内容直接纳入本部分的条款中，在改动的条款外侧页边空白位置用垂直双线(||)标示。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国低压电器标准化技术委员会(SAC/TC 189)归口。

本部分起草单位：上海电器科学研究院、常熟开关制造有限公司(原常熟开关厂)、浙江正泰电器股份有限公司、上海良信电器股份有限公司、江苏大全凯帆开关有限公司、杭州之江开关股份有限公司、环宇集团浙江高科股份有限公司、法泰电器(江苏)股份有限公司、上海电科电器科技有限公司、杭州乾龙电器有限公司、盛道(中国)电气有限公司、上海电器股份有限公司人民电器厂、施耐德电气(中国)有限公司上海分公司、北京 ABB 低压电器有限公司、三信国际电器上海有限公司、浙江天正电气股份有限公司、常安集团有限公司、江苏辉能电气有限公司、罗格朗低压电器(无锡)有限公司、华通机电股份有限公司、杭州科丰电子股份有限公司、伊顿电气有限公司、浙江人民电器有限公司、苏州西门子电器有限公司、上海电器设备检测所有限公司、中检质技检验检测科学研究院有限公司、德力西电气有限公司、沈阳

斯沃电器有限公司、巨邦集团有限公司、温州瑞睿电气有限公司、天津天传电控设备检测有限公司、加西亚电子电器股份有限公司、美高电气科技有限公司、上海精益电器厂有限公司。

本部分主要起草人：顾惠民、黄兢业、管瑞良、马世刚、黄银芳、葛飞、戴水东、潘如新、种彪、陈正馨、钟方强、陈正龙、倪小燕、孙海涛、张彦辉、苏邯林、杨红艺、王旭川、张海燕、傅凯、王志勇、刘祖明、王兴阳、包志舟、朱林、崔涛、楼英超、吴建宾、白涛、张凯程、吴起军、张春香、张新雨、陈碎朵、顾德康、陈雪琴。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB 14048.2—1994、GB 14048.2—2001、GB/T 14048.2—2008。





低压开关设备和控制设备

第 2 部分：断路器

1 总则

1.1 范围和目的

GB/T 14048 的本部分规定了断路器的术语和定义、分类、特性、产品数据和资料、正常工作、安装及运输条件、结构与性能要求和试验。

本部分适用于主触头用来接入额定电压不超过交流 1 000 V 或直流 1 500 V 电路中的断路器，由受过专业训练的人员和熟练人员安装和操作。本部分还规定了带熔断器的断路器的补充要求。

额定电压高于交流 1 000 V 但不超过 1 500 V 的断路器可按本部分进行试验。

本部分适用于任何额定电流、各种结构型式或各种预定用途的断路器。

用作接地保护的断路器的要求包括在附录 B 中。

电子式过电流保护断路器的附加要求包括在附录 F 中。

用于 IT 系统断路器的附加要求包括在附录 H 中。

断路器电磁兼容的要求和试验方法包括在附录 J 中。

无过电流保护的断路器的要求包括在附录 L 中。

剩余电流装置模块(无内部电流分断装置)的要求包括在附录 M 中。

断路器附件电磁兼容的要求和试验方法包括在附录 N 中。

瞬时脱扣断路器(ICB)的要求包括在附录 O 中。

光伏(PV)系统用直流断路器的要求和试验方法包括在附录 P 中。

带自动重合闸功能的剩余电流保护断路器的要求和试验方法包括在附录 R 中。

作为直接起动机用的断路器的补充要求在适用于低压接触器及起动器的 GB/T 14048.4 中规定。

作为建筑物及类似场所中导线保护用的以及为非熟练人员使用而设计的断路器的要求在 GB/T 10963 中规定。

设备(例如电气器具)用断路器的要求在 GB/T 17701 中规定。

对于某些特定用途(例如牵引、轧钢机、船用、变频驱动下游电路和易爆环境使用)的断路器,可做一些必要的特殊规定和补充要求。

注：本部分涉及的断路器可配备除过电流和欠压以外的在预定条件下能自动断开的装置,例如逆功率或逆电流断开装置。本部分不涉及在这种预定条件下的动作验证。

本部分的目的是规定：

- a) 断路器的特性。
- b) 断路器在以下情况下应符合的条件：
 - 1) 正常工作时的动作及性能；
 - 2) 过载情况下的动作和性能以及短路情况下包括运行中的配合使用(例如选择性和后备保护的配合)的动作和性能；
 - 3) 介电性能。
- c) 为证明达到上述条件需进行的各项试验和所采用的试验方法。
- d) 断路器上所标明或给定的数据。

1.2 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 2423.4 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)(GB/T 2423.4—2008,IEC 60068-2-30:2005,IDT)

GB/T 2423.22 环境试验 第2部分:试验方法 试验 N:温度变化(GB/T 2423.22—2019,IEC 60068-2-14:2009,IDT)

GB/T 3956 电缆的导体(GB/T 3956—2008,IEC 60228:2004,IDT)

GB 4824 工业、科学和医疗(ISM)射频设备 骚扰特性 限值和测量方法(GB 4824—2019,IEC/CISPR 11:2015,IDT)

GB/T 13539.1—2015 低压熔断器 第1部分:基本要求(GB/T 13539.1—2015,IEC 60269-1:2009,IDT)

GB/T 14048.1—2012 低压开关设备和控制设备 第1部分:总则(IEC 60947-1:2011,MOD)

GB/T 14048.4 低压开关设备和控制设备 第4-1部分:接触器和电动机起动器 机电式接触器和电动机起动器(含电动机保护器)(GB/T 14048.4—2010,IEC 60947-4-1:2009,MOD)

GB/T 16927.4—2014 高电压和大电流试验技术 第4部分:试验电流和测量系统的定义和要求(IEC 62475:2010,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/T 17045—2008 电击防护 装置和设备的通用部分(IEC 61140:2001,IDT)

GB/T 17626.2—2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验(IEC 61000-4-2:2008,IDT)

GB/T 17626.3—2016 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验(IEC 61000-4-3:2010,IDT)

GB/T 17626.4—2018 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验(IEC 61000-4-4:2012,IDT)

GB/T 17626.5—2019 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验(IEC 61000-4-5:2014,IDT)

GB/T 17626.6—2017 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度(IEC 61000-4-6:2013,IDT)

GB/T 17626.11 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验(GB/T 17626.11—2008,IEC 61000-4-11:2004,IDT)

GB/T 32499 连接器件 任何材料的夹紧件用铝线的连接器件及铝基夹紧件用铜线的连接器件(GB/T 32499—2016,IEC 61545:1996,MOD)

CISPR 32:2015 多媒体设备的电磁兼容 辐射要求(Electromagnetic compatibility of multimedia equipment—Emission requirements)

2 术语和定义

GB/T 14048.1—2012 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

注:这些定义来自国际电工词汇(IEV)IEC 60050-441,该出版物的引用在括号中给出。

2.1

断路器 circuit-breaker

能接通、承载以及分断正常电路条件下的电流,也能在所规定的非正常电路(例如短路)下接通、承载一定时间和分断电流的一种机械开关电器。

[IEC 60050-441:1984,441-14-20]

2.1.1

壳架等级 frame size

表示一组断路器特性的术语,其结构尺寸对几个电流额定值者相同。

注1:壳架等级以相应于这组电流额定值的最大值 A 表示。

注2:在一壳架等级中,宽度可随极数而不同。

注3:此定义不包含尺寸标准化。

2.1.2

结构段 construction break

一给定壳架等级断路器之间的结构存在的显著差异,要求进行附加型式试验。

2.2

带熔断器的断路器 integrally-fused circuit-breaker

由断路器和熔断器组合而成的单个电器,其每相均由一个熔断器与断路器的一极串联而成。

[IEC 60050-441:1984,441-14-22]

2.3

限流断路器 current-limiting circuit-breaker

在规定的电流范围内,阻止允通电流达到预期峰值的断路器,其限制允通 I^2t 值小于对称预期电流半个周波的 I^2t 值。

注1:允通预期峰值电流可以是对称或非对称。

注2:允通电流也可被称为截断电流(参见 IEC 60050-441:1984, 441-17-12)。

注3:截断电流与允通能量特征的对照图参见 K.2~K.5,应用实例见 K.6 和 K.7。

2.4

插入式断路器 plug-in circuit-breaker

断路器除有分断触头外,还有一组可分离的触头,从而使断路器可从电路中拔出或插入。

注:某些断路器仅在电源侧为插入式,而负载接线端子一般为接线式。

2.5

抽屉式断路器 withdrawable circuit-breaker

断路器除有分断触头外,还有一组与主电路隔离的隔离触头,处于抽出位置时,可以达到符合规定要求的隔离距离的断路器。

2.6

塑料外壳式断路器 moulded-case circuit-breaker

具有一个用模压绝缘材料制成的外壳作为断路器整体部件的断路器。

[IEC 60050-441:1984,441-14-24]

2.7

空气断路器 air circuit-breaker

触头在大气压力的空气中断开和闭合的断路器。

[IEC 60050-441:1984,441-14-27]

2.8

真空断路器 vacuum circuit-breaker

触头在高真空管中断开和闭合的断路器。

[IEC 60050-441:1984,441-14-29]

2.9

气体断路器 gas circuit-breaker

触头在除大气或较高压力的空气外的气体中断开和闭合的断路器。

2.10

接通电流脱扣器 making-current release

在闭合操作时,如接通电流超过预定值时,使断路器无任何人为延时断开的脱扣器,而且当断路器处于闭合位置时它不动作。

2.11

短路脱扣器 short-circuit release

用以短路保护的过电流脱扣器。

2.12

短延时短路脱扣器 short-time delay short-circuit release

用于在短延时结束后动作的过电流脱扣器。

2.13

报警开关 alarm switch

与断路器联结在一起的仅在断路器脱扣时才动作的辅助开关。

2.14

带防止闭合的闭锁装置的断路器 circuit-breaker with lock-out device preventing closing

当规定的条件仍存在时,即使给予闭合命令,也能防止每个触头闭合(即足以通电的闭合)的断路器。

2.15

短路分断(或接通)能力 short-circuit breaking(or making) capacity

在规定的条件下,包括开关电器接线端短路在内的分断(或接通)能力。

2.15.1

极限短路分断能力 ultimate short-circuit breaking capacity

按规定的试验程序所规定的条件,不要求断路器连续承载其额定电流能力的分断能力。

2.15.2

运行短路分断能力 service short-circuit breaking capacity

按规定的试验程序所规定的条件,要求断路器连续承载其额定电流能力的分断能力。

2.16

断开时间 opening time

从断开操作开始瞬间起到所有极的弧触头都分开瞬间为止的时间间隔。

注 1:

——对于直接动作的断路器,断开时间开始的瞬间是电流增大到足以导致断路器动作开始的瞬间。

——对于利用任何形式辅助电源动作的断路器,断开时间开始的瞬间是对断开脱扣器施加或断开辅助电源的瞬间。

注 2: 对断路器而言,“断开时间”通常被称为“脱扣时间”,严格地说脱扣时间是表示断开操作开始的瞬间到断开命令变成不可逆的瞬间之间的时间。

注 3: 改写 GB/T 14048.1—2012,2.5.39。

2.17

过电流保护配合 over-current protective co-ordination

2.17.1

过电流选择性 over-current selectivity

两台或多台过电流保护电器的一种动作特性的配合,例如一台保护电器在规定限值的过电流的情

况下实现过电流保护,另外的保护电器不动作。

2.17.2

全选择性 total selectivity

在两台串联的过电流保护电器的情况下,负载侧的保护电器实行保护时而不导致另一台保护电器动作的过电流选择性保护。

2.17.3

局部选择性 partial selectivity

在两台串联的过电流保护电器的情况下,负载侧的保护电器在一个给定的过电流值及以下实行保护时而不导致另一台保护电器动作的过电流选择性保护。

2.17.4

选择性极限电流 selectivity limit current

I_s

负载侧保护电器总的时间—电流特性与其他保护电器的弧前时间—电流特性(指熔断器)或脱扣时间—电流特性(指断路器)相交的电流坐标。

注:选择性极限电流(参见图 A.1)是一种电流极限值:

- 在此值以下,如有两台串联的过电流保护电器,负载侧的保护电器及时完成其分断动作,以防止其上一级保护电器开始动作(即保证了选择性);
- 在此值以上,如有两台串联的过电流保护电器,负载侧的保护电器可能不及时完成其分断动作而不能防止其上一级保护电器开始动作(即不保证选择性)。

2.17.5

交接电流 take-over current

I_B

两台串联的过电流保护电器间的最大分断时间—电流特性相交的电流坐标。

注:本部分适用于断开时间 ≥ 0.05 s 串联的两个过电流保护电器。对于断开时间 < 0.05 s 的两个串联的过电流电器可考虑作为配合使用(参见附录 A)。

2.18

断路器的 I^2t 特性 I^2t characteristic of a circuit-breaker

表示与分断时间有关的 I^2t 最大值与预期电流(交流对称有效值)的函数关系(一般为一条曲线),预期电流可至最大值,最大的预期电流是相应于额定短路分断能力及有关的电压的预期电流。

2.19

复位时间 resetting time

一台断路器过电流脱扣后到其重新达到闭合条件之间经过的时间。

2.20

额定瞬时短路电流整定值 rated instantaneous short-circuit current setting

I_i

使脱扣器无任何人为延时动作的电流额定值。

2.21

过载电流整定值 overload current setting

I_r

可调过载脱扣器的电流整定值。

注:对于不可调的过载脱扣器,该值为额定电流 I_n 。

2.22

可编程逻辑控制器 programmable logic controller; PLC

一种用于工业环境的数字式操作的电子系统。这种系统用可编程的寄存器作面向用户指令的内部

寄存器,完成规定的功能,如逻辑、顺序、定时、计数、运算等,通过数字或模拟的输入/输出,控制各种类型的机械或过程。可编程序控制器及相关外围设备的设计,使它能够非常方便地集成到工业控制系统中,并能很容易地达到所有预期功能。

注:改写 GB/T 15969.1—2007,定义 3.5。

2.23

闭合脱扣器 closing release

闭合线圈

由电压源激励来触发断路器闭合的脱扣器。

注:闭合脱扣器是断路器的辅助电器,它与附录 A 和 GB/T 14048.1—2012 提及的“闭合电器”不同。“闭合电器”是试验装置的一部分,预期用于产生短路电流。

3 分类

3.1 按选择性类别分

根据选择性类别,可以分为:

- A 类(见 4.4);
- B 类(见 4.4)。

3.2 按分断介质分

根据分断介质,可以分为:

- 空气中分断;
- 真空中分断;
- 气体中分断。

3.3 按设计型式分

根据设计型式,可以分为:

- 万能式;
- 塑料外壳式。

3.4 按操作机构的控制方法分

根据操作机构的控制方法,可以分为:

- 有关人力操作;
- 无关人力操作;
- 有关动力操作;
- 无关动力操作;
- 储能操作。

3.5 按是否适合隔离分

根据是否适合隔离,可以分为:

- 适合隔离;
- 不适合隔离。

3.6 按是否需要维修分

根据是否需要维修,可以分为:

- 需要维修；
- 不需要维修。

3.7 按安装方式分

根据安装方式,可以分为:

- 固定式;
- 插入式;
- 抽屉式。

3.8 按外壳防护等级分

按外壳防护等级分类见 GB/T 14048.1—2012 中 7.1.12。

4 断路器的特性

4.1 特性概述

断路器的特性应用下列项目(如适用)表明:

- 断路器的型式(4.2);
- 主电路的额定值和极限值(4.3);
- 选择性类别(4.4);
- 控制电路(4.5);
- 辅助电路(4.6);
- 脱扣器型式(4.7);
- 内装熔断器(指带熔断器的断路器)(4.8)。

4.2 断路器的型式

断路器的型式规定如下:

- 极数;
- 电流种类(交流或直流),交流时的相数和额定频率。

4.3 主电路的额定值和极限值

4.3.1 一般要求

断路器的额定值应按 4.3.2~4.3.6.4 的规定,但不一定规定全部所列举的额定值。

4.3.2 额定电压

4.3.2.1 额定工作电压(U_e)

GB/T 14048.1—2012 中 4.3.1.1 适用,并补充如下:

- 对于注 2a) 涉及的断路器(GB/T 14048.1—2012):
 U_e 一般表示相间的电压。

注 1: 在加拿大和美国,相电压和线电压一般用 U_e 表示。

- a) 对于三相四线中性点接地系统是指相相间电压,包括相间电压(例如 277/480 V);
- b) 对于三相三线不接地或阻抗接地系统表示相间电压(例如 480 V)。

用于不接地或阻抗接地系统(IT)的断路器要求按附录 H 进行附加试验。

——对于注 2b) 涉及的断路器:

这些断路器要求按附录 C 进行附加试验。

U_e 应表示相间(前面加字母 C)电压。

注 2: 根据加拿大和美国目前实践,注 2b)项涉及的断路器仅以相电压表示。

4.3.2.2 额定绝缘电压(U_i)

GB/T 14048.1—2012 中 4.3.1.2 适用。

4.3.2.3 额定冲击耐受电压(U_{imp})

GB/T 14048.1—2012 中 4.3.1.3 适用。

4.3.3 电流

4.3.3.1 约定自由空气发热电流(I_{th})

GB/T 14048.1—2012 中 4.3.2.1 适用。

4.3.3.2 约定封闭发热电流(I_{the})

GB/T 14048.1—2012 中 4.3.2.2 适用。

4.3.3.3 额定电流(I_n)

对断路器而言,额定电流就是额定不间断电流(I_n)(见 GB/T 14048.1—2012 中 4.3.2.4),并且等于约定自由空气发热电流(I_{th})。

4.3.3.4 四极断路器的电流额定值

GB/T 14048.1—2012 中 7.1.9 适用。

4.3.4 额定频率

GB/T 14048.1—2012 中 4.3.3 适用。

4.3.5 额定工作制

作为标准的额定工作制有以下几种:

——八小时工作制(见 GB/T 14048.1—2012 中 4.3.4.1);

——不间断工作制(见 GB/T 14048.1—2012 中 4.3.4.2)。

4.3.6 短路特性

4.3.6.1 额定短路接通能力(I_{cm})

断路器的额定短路接通能力是在制造商规定的额定工作电压、额定频率以及一定的功率因数(对于交流)或时间常数(对于直流)下断路器的短路接通能力值,用最大预期峰值电流表示。

对于交流,断路器的额定短路接通能力应不小于其额定极限短路分断能力乘以表 2 所列系数 n 的乘积(见 4.3.6.3)。

对于直流,断路器的额定短路接通能力应不小于其额定极限短路分断能力。

额定短路接通能力表示断路器在对应于额定工作电压的适当外施电压下能够接通电流的额定能力。

4.3.6.2 额定短路分断能力

4.3.6.2.1 一般要求

断路器的额定短路分断能力是制造商在规定的条件及额定工作电压下对断路器规定的短路分断能力值。

额定短路分断能力要求断路器在对应于规定的试验电压的工频恢复电压下应能分断小于和等于相当于额定能力的任何电流值,且:

- 对于交流,功率因数不低于表 11 的规定(见 8.3.2.2.4);
- 对于直流,时间常数不超过表 11 的规定(见 8.3.2.2.5)。

对于工频恢复电压超过规定的试验电压值时(见 8.3.2.2.6)则不保证短路分断能力。

对于交流,假定交流分量为常数,与固有的直流分量值无关,断路器应能分断相应于其额定短路分断能力及表 11 规定的功率因数的预期电流。

额定短路分断能力规定为:

- 额定极限短路分断能力;
- 额定运行短路分断能力。

4.3.6.2.2 额定极限短路分断能力(I_{cu})

断路器的额定极限短路分断能力是制造商按相应的额定工作电压规定断路器在 8.3.5 规定的条件下应能分断的极限短路分断能力值(见 2.15.1)。它用预期分断电流(kA)表示(在交流情况下用交流分量有效值表示)。

4.3.6.2.3 额定运行短路分断能力(I_{cs})

断路器的额定运行短路分断能力是制造商按相应的额定工作电压规定断路器在 8.3.4 规定的条件下应能分断的运行短路分断能力值(见 2.15.2)。它用预期分断电流(kA)表示,或用 I_{cu} 的百分数表示(例如 $I_{cs} = 25\% I_{cu}$)。

I_{cs} 至少应等于 $25\% I_{cu}$ 。

表 1 空白

4.3.6.3 交流断路器的短路接通和分断能力与相应的功率因数之间的关系

短路分断能力与短路接通能力之间的关系在表 2 中给定。

表 2 (交流断路器的)短路接通和分断能力之间的比值 n 及相应的功率因数

短路分断能力 I kA (有效值)	功率因数	n 要求的最小值 $n = \text{短路接通能力} / \text{短路分断能力}$
$I \leq 1.5$	0.95	1.41
$1.5 < I \leq 3$	0.9	1.42
$3 < I \leq 4.5$	0.8	1.47
$4.5 < I \leq 6$	0.7	1.53
$6 < I \leq 10$	0.5	1.7
$10 < I \leq 20$	0.3	2.0
$20 < I \leq 50$	0.25	2.1
$50 < I$	0.2	2.2

额定短路接通和分断能力仅在断路器按 7.2.1.1 和 7.2.1.2 的要求操作时才有效。

对于特殊要求,制造商可以规定高于表 2 要求的额定短路接通能力。这些额定值的验证试验应由制造商和用户协商决定。

4.3.6.4 额定短时耐受电流(I_{cw})

断路器的额定短时耐受电流是制造商在按 8.3.6.3 规定的试验条件下对断路器确定的短时耐受电流值。

对于交流,此电流为预期短路电流交流分量的有效值,并认为在短延时时间内是恒定的。

与额定短时耐受电流相应的短延时不应小于 0.05 s,其优选值如下:

$$0.05\text{ s} - 0.1\text{ s} - 0.25\text{ s} - 0.5\text{ s} - 1\text{ s}$$

额定短时耐受电流应不小于表 3 所示的相应值。

表 3 额定短时耐受电流最小值

额定电流 I_n A	额定短时耐受电流 I_{cw} 的最小值 kA
$I_n \leq 2\,500$	$12I_n$ 或 5,取较大者
$I_n > 2\,500$	30

4.4 选择性类别

断路器可以划分为下列两种选择性类别:

——**选择性类别 B:**指符合 4.3.6.4 要求的具有短时耐受电流额定值及相应短延时的断路器。

B 类断路器的选择性不必保证一直达到断路器的极限短路分断能力(例如存在瞬时脱扣器动作时),但至少要保证达到表 3 规定值。

——**选择性类别 A:**所有其他的断路器。

这些断路器可在短路条件下通过其他方式提供选择性。

具有选择性类别 A 的断路器,可有一定的人为短延时,且短时耐受电流小于 4.3.6.4 要求值。

在此种情况下,试验应包括试验程序 IV(见 8.3.6),并且在规定的短时耐受电流下进行。

需注意两种选择性类别之间的试验差异(见表 9 和 8.3.4,8.3.5,8.3.6 和 8.3.8)。

注:“选择性类别”曾使用术语“使用类别”。

表 4 空白

4.5 控制电路

4.5.1 电气控制电路

GB/T 14048.1—2012 中 4.5.1 适用,做如下修改:

—— U_s 由“额定控制电源电压”改为“额定控制电路电源电压”。

——注 1 修改为:由于控制电路中内置变压器、整流器、电阻、电子电路等,额定控制电路电压 U_c 和额定控制电路电源电压 U_s 是有区别的。

——删除注 2。

——注后的第一段修改为:正确的工作条件是控制电路电源电压值既不小于 $85\%U_s$,也不应超过 $110\%U_s$ 。

如果额定控制电路电源电压与主电路电压不同,则推荐按表 5 选用。

表 5 额定控制电路电源电压与主电路电压不同时,额定控制电路电源电压的优选值

直 流 V	单 相 交 流 V
24-48-110-125-220-250	24-48-110-127-220-230

4.5.2 气动控制电路(气动或电控气动)

GB/T 14048.1—2012 中 4.5.2 适用。

4.6 辅助电路

GB/T 14048.1—2012 中 4.6 适用。

4.7 脱扣器

4.7.1 型式

本部分中脱扣器可分为以下几种:

- 1) 分励脱扣器。
- 2) 过电流脱扣器:
 - a) 瞬时的;
 - b) 定时限的;
 - c) 反时限的:
 - 与原先的负载无关;
 - 与原先的负载有关(例如热式脱扣器)。

注 1: 术语“过载脱扣器”是用来识别用于过载保护的过电流脱扣器(见 GB/T 14048.1—2012 中 2.4.30)。

术语“短路脱扣器”是用来识别用于短路保护的过电流脱扣器(见 2.11)。

注 2: 本部分中所用术语“可调脱扣器”也包括可更换式脱扣器。

- 3) 欠电压脱扣器(作断开用)。
- 4) 闭合脱扣器。
- 5) 其他脱扣器。

4.7.2 特性

应考虑以下特性:

- 1) 分励脱扣器、欠电压脱扣器(作断开用的)和闭合脱扣器:
 - 额定控制电路电压(U_c);
 - 电流种类;
 - 额定频率(指交流)。
- 2) 过电流脱扣器:
 - 额定电流(I_n);
 - 电流种类;
 - 额定频率(指交流);
 - 电流整定值(或整定值的范围);
 - 时间整定值(或整定值的范围)。

过电流脱扣器的额定电流是指在 8.3.2.5 规定的试验条件下能够承载相应于最大电流整定值的电

流值(如是交流,则为有效值),在此条件下,温升不超过表 7 中的规定值。

4.7.3 过电流脱扣器的电流整定值

对于具有可调式脱扣器的断路器[见 4.7.1 2)注 2],电流的整定值(或电流整定值的范围,如适用)应显示在脱扣器上或标明在脱扣器的刻度板上。该标志可直接用安培数或电流值的倍数标明在脱扣器上。无论断路器处于何种状态,制造商规定的显示方式可以读取。

对于装有不可调脱扣器的断路器,标志可标在断路器上。如果过载脱扣器的动作特性符合表 6 的要求时,则在断路器上标明它的额定电流(I_n)即可。

在由电流互感器间接动作的脱扣器的情况下,标志可以标明所供给的电流互感器的初级电流或标明过载脱扣器的电流整定值。不论怎样标明,都应说明电流互感器的变比。

除非另有规定:

- 过电流脱扣器的动作值除热式外,系指在 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 至 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的范围内与周围空气温度无关;
- 对于热式脱扣器,规定的动作值则指基准温度为 $30\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。制造商应规定周围空气温度变化的影响[见 7.2.1.2.4b)]。

4.7.4 过电流脱扣器的脱扣时间整定值

脱扣时间依据过电流脱扣器的类型规定:

1) 定时限过电流脱扣器

这种脱扣器的延时不取决于过电流。如果延时是不可调,则脱扣时间整定值就应当用断路器的断开时间,以秒(s)为单位表示,如果延时是可调的,则脱扣时间整定值就应以断开时间的最大值和最小值表示。

2) 反时限过电流脱扣器

这种脱扣器的延时取决于过电流。

时间-电流特性应以制造商提供曲线形式给出。这些曲线应表明从冷态开始的断开时间与脱扣器动作范围内的电流变化关系。制造商应以适当的方式指明使用这些曲线的允差。

这些曲线均应给出最大和最小电流整定值,如果给定的电流整定值的时间整定值是可调的,则这些曲线中还宜给出每个最大和最小时间整定值。

电流宜以横坐标表示,时间以纵坐标表示,两个坐标轴均采用对数坐标刻度。此外,为了便于研究各种型式过电流保护装置的配合,宜按 GB/T 13539.1—2015 中 5.6.1 详述的标准图纸规定,电流以整定电流的倍数表示,时间以秒表示。

4.8 内装的熔断器(带熔断器的断路器)

GB/T 14048.1—2012 中 4.8 适用。

制造商应提供所需的资料。

5 产品数据和资料

5.1 资料种类

GB/T 14048.1—2012 中 5.1 适用。本条款也适用于特殊设计。

其次,按需要制造商应提供各壳架等级(见 2.1.1)的有代表性的功耗资料,见附录 G。

5.2 标志

每个断路器应以耐久的方式标志并提供数据,相应的位置见表 13。

表 13 产品信息

项目	信 息	标志位置
1.1	额定电流(I_n)	可见
1.2	是否适合用作隔离,如果适合,则标上符号  (IEC 60617-S00288:2001-07 结合 IEC 60617-S00219:2001-07)	可见
1.3	断开和闭合位置的指示。如果采用符号作指示,则分别用符号 \bigcirc (IEC 60417-5008:2002-10) 和 $ $ (IEC 60417-5007:2002-10) 表示(见 GB/T 14048.1—2012 中 7.1.6.1)	可见
2.1	制造商名称或商标	标志
2.2	型号或参考目录	标志
2.3	GB/T 14048.2,如果制造商声明符合本部分时	标志
2.4	选择性类别 A 或 B	标志
2.5	额定工作电压(U_e)(见 4.3.2.1 和附录 H,如适用)	标志
2.6	不适用于 IT 系统,标志  (IEC 60417-6363:2016-07)	标志
2.7	额定冲击耐受电压(U_{imp})	标志
2.8	额定频率值(或范围),和/或标明“d.c.” [或用符号  (IEC 60417-5031:2002-10)]	标志
2.9	相应于额定工作电压(U_e)的额定运行短路分断能力(I_{cs})	标志
2.10	相应于额定工作电压(U_e)的额定极限短路分断能力(I_{cu})	标志
2.11	额定短时耐受电流(I_{cw}),和相应的短延时,(对选择性类别 B)	标志
2.12	可调过载脱扣器的电流整定值(I_r)范围	标志 ^a
2.13	对于可调节脱扣器的额定瞬时短路电流整定值(I_s)的范围	标志 ^a
2.14	对于无补偿热脱扣器,如果基准温度不是 30 °C,则应标明基准温度	标志
2.15	接线端子标志,GB/T 14048.1—2012 中 7.1.8.4 适用	标志
2.16	电源端和负载端,如适用	标志
2.17	中性极端子,如果适用,用字母 N	标志
2.18	保护接地端子,如果适用,用符号  (IEC 60417-5019:2006-08)(见 GB/T 14048.1—2012 中 7.1.10.3)	标志
3.1	额定短路接通能力(I_{cm}),如果此值大于 4.3.6.1 的规定时	资料
3.2	额定绝缘电压(U_i),如果此值大于最高额定工作电压时	资料
3.3	污染等级,如果不同于污染等级 3 时	资料
3.4	约定封闭发热电流(I_{the}),如果与额定电流不同时	资料
3.5	IP 代号,如适用(见 GB/T 14048.1—2012 中附录 C)	资料
3.6	已标明的额定值所适用的最小外壳尺寸和通风数据(如有)	资料

表 13 (续)

项目	信 息	标志位置
3.7	对于不装外壳使用的断路器,要详细标明断路器与接地的金属部件之间的最小距离	资料
3.8	根据附录 J,适用于环境 A 或环境 B(如适用)	资料
3.9	有效值互感器(如适用,见 F.4.1.1)	资料
3.10	额定电流 ≤ 20 A 线缆的最小截面积,如果制造商做额定极限短路分断能力 I_{cu} 选择的线缆最小截面积与 GB/T 14048.1—2012 表 9 中规定不同时	资料
3.11	断路器接线端子的拧紧力矩值	资料
3.12	因接线端子形式及其连接方式导致的电流降容,如适用	资料
4.1	对于闭合脱扣器和/或电动机操作机构,额定控制电路电压(见 2.23),电流种类和额定频率(对于交流)	辅助
4.2	分励脱扣器和/或欠电压脱扣器(或失压脱扣器)的额定控制电路电压,电流种类和额定频率(对于交流)	辅助
4.3	间接过电流脱扣器的额定电流	辅助
4.4	辅助触头的数量和型式、额定工作电压下的额定工作电流、额定频率(对于交流)	辅助
<p>注:</p> <p>可见:断路器安装在运行位置,操动器易触及,从正前方可见。</p> <p>标志:标明在断路器上。</p> <p>资料:在制造商的资料中提供。</p> <p>辅助:如果空间足够,在辅助装置或断路器上标明;此外,应在制造商出版的资料中载明。</p>		
<p>^a 可以显示 I_n 和 I_r 的范围,而不是将它们标志在断路器上,如适用。</p>		

5.3 安装、操作及维修说明书

GB/T 14048.1—2012 中 5.3 适用,做如下修改:

“对只适用于环境 A(见 7.3.1)的电器,制造商应在其文件做如下警告”改为“对只适用于环境 A(见 7.3.1)的电器,制造商应为其潜在客户和产品使用者在其文件中提供如下警告”。

本部分补充以下内容:

在可预见危险情况下(如由于储能或危险物质),断路器停运和拆除的附加信息应提供给使用者。

6 正常工作、安装及运输条件

GB/T 14048.1—2012 中第 6 章适用,做如下修改:

注 1 中的“GB/T 7251.1”改为“GB/T 7251 系列”。

本部分补充以下内容:

污染等级(见 GB/T 14048.1—2012 中 6.1.3.2)。

除制造商另有规定外,断路器应适合在污染等级 3 的环境条件下安装。

7 结构与性能要求

7.1 结构要求

7.1.1 一般要求

GB/T 14048.1—2012 中 7.1 适用,做如下修改:

——7.1.2.2 注中的“IEC 60695-2-2”改为“IEC 60695-11-5”。

——注的最后增加:针焰试验是解决船用阻燃要求的替代试验。

本部分的修改如下:

GB/T 14048.1—2012 中 7.1.2 的要求不适用于质量小于 2 g 的部件(参考 GB/T 5169.11—2017 中 3.14)。对于包含多个小部件的产品,相互靠近的无需试验的材料的总重量应不超过 10 g,且是基于火灾蔓延风险考虑的工程判断。

GB/T 14048.1—2012 中 7.1.2.2 规定了试验温度,本部分规定了用于固定载流部件所使用的绝缘材料部件的相应温度值:

——主电路为 960 °C;

——其他电路为 850 °C。

7.1.2 抽屉式断路器

抽屉式断路器主电路的隔离触头和辅助电路的隔离触头(如适用)在隔离位置时应具有符合对隔离功能要求的隔离距离,但需考虑制造公差和由于磨损造成的尺寸变化。

抽屉机构应安装一个可靠指示装置,该装置应能明确地指示隔离触头的位置。

抽屉机构还应装有只有当断路器的主触头断开后才允许隔离触头分开或再闭合的联锁装置。

此外,抽屉机构应安装只有在下列情况下才允许主触头闭合的联锁装置:

——在隔离触头完全闭合时,或

——在隔离触头的动静部分之间获得了规定的隔离距离时(隔离位置)。

当抽屉式断路器处于隔离位置时,应保证隔离触头之间所规定的隔离距离不能由于偶然原因而减小。

7.1.3 适用于隔离的断路器的补充要求

有关性能的附加要求见 7.2.7。

采用 GB/T 14048.1—2012 中 7.1.7 并补充下列内容:

如果脱扣位置不是所指示的断开位置,则应清楚地标识脱扣位置。

7.1.4 电气间隙和爬电距离

最小值在 GB/T 14048.1—2012 中表 13 和 GB/T 14048.1—2012 中表 15 中给定。

对于 U_{imp} 超出 GB/T 14048.1—2012 表 13 给定值时,应从 GB/T 16935.1—2008 表 F.2 中获得电气间隙值。

7.1.5 对操作者安全要求

在人力操作工具范围内应无炽热颗粒喷出的通道或孔。

可按 8.3.2.6.1b) 的规定检查其是否符合要求。

7.1.6 结构段说明

给定壳架等级的断路器,若下列特点之一不相同,可视为不同结构段(见 2.1.2):

- 内部载流部件的材料,镀层和尺寸,但允许有列于下面 a), b), c), f) 和 g) 中的差异;
- 主触头的尺寸、材料、结构和连接方法;
- 任何内置手操机构,其材料和物理特性;
- 模压和绝缘材料;
- 熄灭电弧装置的工作原理,材料和结构;
- 过电流脱扣装置的基本结构,但允许有列于下面的 a)、b) 和 c) 中的差异。

如下的差异仍视为同一结构段:

- a) 接线端尺寸,只要电气间隙和爬电距离不减少;
- b) 对于热磁脱扣器,其确定电流额定值的脱扣元件的尺寸和材料;
- c) 供脱扣器运行的电流互感器的二次线圈;
- d) 附加于内置操作工具的外加操作工具;
- e) 型式标志和/或纯美学特征(例如标签);
- f) 在 2 极和 4 极派生断路器中,将其中一极中的脱扣装置用连接导体来取代,作为不带保护的中性极;
- g) 将 3 极断路器去掉中间电流通路变成 2 极断路器;
- h) 电子脱扣装置中嵌入的软件(固件)的差异,对要求的性能,特别是脱扣功能无影响;
- i) 电子脱扣单元硬件的差异,因在布局相同的 PCB 板上省略掉一些元器件(例如旋钮,显示器等)。

7.1.7 具有中性极断路器的附加要求

采用 GB/T 14048.1—2012 中 7.1.9 及下面附加要求。

如果一个具有适当接通和分断能力的极被用作中性极,则所有极包括中性极实质上可一起操作。

7.1.8 用于带有可编程逻辑控制器(PLC)的数字输入与输出要求

GB/T 14048.1—2012 中附录 S 适用。本条款适用于专用的 PLC 的数字输入与输出设备。

7.2 性能要求

7.2.1 操作条件

7.2.1.1 闭合

7.2.1.1.1 一般要求

为了保证断路器能安全地闭合相当于其额定短路接通能力的接通电流,应用与验证短路接通能力的型式试验相同的速度和力量来操作断路器。

7.2.1.1.2 有关人力闭合

对于带有关人力闭合机构的断路器,在规定短路接通能力额定值时,应考虑机械操作条件。

这种断路器不能用于预期接通电流峰值超过 10 kA 的电路中。

但是,当断路器带有关人力闭合机构同时装有能使断路器安全分断的快速断开脱扣器,不论其闭合 10 kA 以上的预期电流峰值时的速度和力量大小如何,上述规定不适用;在这种情况下,可规定一个额定短路接通能力。

7.2.1.1.3 无关人力闭合

带无关人力闭合机构的断路器可规定一短路接通能力额定值,它与机械操作条件无关。

7.2.1.1.4 有关动力闭合

动力闭合机构,必要时包括中间控制继电器,当闭合操作期间测量的电源电压保持在额定控制电路电源电压的 85% 和 110% 范围之间时(交流时,在额定频率),应保证断路器在空载和额定接通能力之间的任何条件下能可靠闭合。

在 110% 额定控制电路电源电压下,进行空载闭合操作时,应不致使断路器发生任何损坏。

在 85% 额定控制电路电源电压下,闭合操作应在断路器通过的电流等于其额定接通能力且在其继电器或脱扣器的操作允许范围内进行,如果闭合操作有最大时间极限的规定时,则闭合时间不应超过此最大时间极限值。

7.2.1.1.5 无关动力闭合

带无关动力闭合操作的断路器可规定一额定短路接通能力,它与动力闭合操作条件无关。

对操作机构的储能装置以及闭合控制元件应能根据制造商的说明书操作。

7.2.1.1.6 储能闭合

这种型式的闭合机构应能保证断路器在空载和其额定接通能力之间的任何条件下闭合。

当断路器内部保持储能时,应有一个能指示储能机构已完全储足能量的装置。

当辅助电源电压在额定控制电路电源电压的 85% 和 110% 之间时,对操作机构的储能装置以及闭合控制元件应能操作。

除非闭合操作机构储足能量,否则动触头不可能从断开位置移动。

当储能机构由人力操作时,应指明操作方向。

最后这一要求不适用于带无关人力闭合操作的断路器。

7.2.1.2 断开

7.2.1.2.1 概述

自动断开的断路器应自由脱扣(见 GB/T 14048.1—2012 中 2.4.23),并且在完成闭合操作之前储足脱扣操作所需的能量,除非制造商与用户间另有协议。

7.2.1.2.2 用欠电压脱扣器断开

GB/T 14048.1—2012 中 7.2.1.3 适用。

7.2.1.2.3 用分励脱扣器断开

GB/T 14048.1—2012 中 7.2.1.4 适用,做如下修改。

“额定控制电源电压”改为“额定控制电路电源电压”。

7.2.1.2.4 用过电流脱扣器断开

a) 短路情况下断开

对于短路电流脱扣器所有电流整定值,短路脱扣器应使断路器脱扣,且具有电流整定值的脱扣电流值 $\pm 20\%$ 的准确度。

如需作过电流配合时(见 2.17),制造商应提供下列资料(一般为曲线):

- 最大截断(允通)峰值电流(见 GB/T 14048.1—2012 中 2.5.19)与预期电流(对称有效值)的函数关系;
- 选择性类别 A 的断路器和具有瞬时超越脱扣器的(见 8.3.5.1 注)选择性类别 B 的断路器(如适用)的 I^2t 特性(见 2.18)。

在按试验程序 II 和 III(见 8.3.4 和 8.3.5)进行有关型式试验时可对上述资料进行检查其是否符合要求。

注 1: 可能的话可用其他形式提供有关验证断路器配合特性的数据,例如,与短路保护装置配合进行的试验。

b) 过载情况下的断开

1) 瞬时或定时限动作

对于过载脱扣器的所有电流整定值,脱扣器应使断路器脱扣,且具有电流整定脱扣电流值的 $\pm 10\%$ 的准确度。

2) 反时限动作

反时限动作的约定值由表 6 给出。

在基准温度下(见 4.7.3),电流整定值的 1.05 倍时(见 GB/T 14048.1—2012 中 2.4.37),即在约定不脱扣电流(见 GB/T 14048.1—2012 中 2.5.30)时,各相极的脱扣器同时通电,从冷态开始,在小于约定时间(见 GB/T 14048.1—2012 中 2.5.30)内不应发生脱扣。

此外,在约定时间结束后,即使使电流上升至电流整定值的 1.30 倍,即达到约定脱扣电流(见 GB/T 14048.1—2012 中 2.5.31),断路器应在小于后者规定的约定时间内脱扣。

注 2: 基准温度是指断路器的时间—电流特性所基于的周围空气温度。

表 6 反时限过电流断开脱扣器在基准温度下的断开动作特性

所有相极通电		约定时间 h
约定不脱扣电流	约定脱扣电流	
1.05 倍整定电流	1.30 倍整定电流	2 ^a
^a 当 $I_n \leq 63$ A 时,为 1 h。		

如果制造商申明脱扣器实质上与周围温度无关,则表 6 中的电流值将在制造商公布的温度带内适用,允差范围在 $0.3\%/K$ 内。

温度带的宽在基准温度的任何一侧应至少为 10 K。

7.2.2 温升

7.2.2.1 温升极限

断路器在按 8.3.3.7 进行试验期间,在 8.3.2.5 规定的条件下测得的断路器几个部件的温升应不超过表 7 规定的极限值。断路器在按 8.3.4.5 和 8.3.6.4 进行试验期间,其接线端子的温升应不超过表 7 中规定的极限值。

7.2.2.2 周围空气温度

表 7 所列的温升极限值仅适用于周围空气温度保持在 GB/T 14048.1—2012 中 6.1.1 规定的范围内,做如下修改:

注 1 中的“GB/T 7251.1”改为“GB/T 7251 系列”。

7.2.2.3 主电路

断路器的主电路,包括与其相连的过电流脱扣器,应能在第 8 章条件下承受额定电流 I_n ,而温升不超过表 7 规定的极限值。

7.2.2.4 控制电路

用于断路器闭合和断开操作的控制电路,包括控制电路装置,应允许按 4.3.5 规定的额定工作制以及按 8.3.2.5 规定的温升试验条件下进行试验,而温升不超过表 7 中规定的极限值。

此条的要求应在新断路器上进行验证,或者,按制造商意见,此项验证可在 8.3.3.7 温升试验时进行。

7.2.2.5 辅助电路

辅助电路,包括辅助装置,按 8.3.2.5 进行试验时应能承受其约定发热电流而温升不超过表 7 中规定的极限值。

表 7 接线端子和易接近部件的温升极限值

部件名称 ^a	温升极限值 ^b K
——与外部连接的接线端子	80
——人力操作部件:	
金属零件	25
非金属零件	35
——可触及但不是手握的部件:	
金属零件	40
非金属零件	50
——正常操作时无需触及的部件:	
金属零件	50
非金属零件	60

^a 除上述所列部件外,对其他部件不做温升规定,但以不引起相邻绝缘 部件损坏为限。
^b 上述规定的温升极限值不适用于新样品,但适用于第 8 章规定的相应试验程序中的温升验证。

7.2.3 介电性能

7.2.3.1 一般要求

GB/T 14048.1—2012 中 7.2.3a)和 7.2.3b)适用。

型式试验按 8.3.3.3 的规定。

所有程序试验中介电耐受能力的验证按 8.3.3.6 的规定。

常规试验按 8.4.6 规定。

7.2.3.2 冲击耐受电压

GB/T 14048.1—2012 中 7.2.3.1 适用。

额定电压超过交流 1 000 V 的断路器,其冲击耐受电压应由制造商和用户协商确定,但不应小于交流 1 000 V 时的相应值。

7.2.3.3 主电路、辅助电路、控制电路的工频耐受电压

下面情况使用工频电压试验：

- 介电试验作为验证固体绝缘的型式试验；
- 在通断转换操作或短路型式试验后，作为成败依据的介电耐受验证；
- 常规试验。

7.2.3.4 电气间隙

GB/T 14048.1—2012 中 7.2.3.3 适用。

7.2.3.5 爬电距离

GB/T 14048.1—2012 中 7.2.3.4 适用。

7.2.3.6 固体绝缘

固体绝缘应按 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.4.1 3) 的规定采用工频电压试验或直流试验(直流试验的试验电压正在考虑中)来验证,做如下修改:

3)c)修改为:

根据上述 2)c)的项①、②、③的规定,试验电压应施加 60 s。

注:对于已经按照 GB/T 14048.1—2012 进行了型式试验的电器,无需再重新进行该 60 s 试验。
就本部分而言,在试验时装有固态器件的电路应断开。

7.2.3.7 分离电路间的距离

GB/T 14048.1—2012 中 7.2.3.6 适用。

7.2.4 在空载、正常负载和过载条件下的接通和分断能力

7.2.4.1 过载性能

本要求适用于额定电流 630 A 及以下的断路器。

断路器在 8.3.3.5 规定的试验条件下应能完成主电路电流大于其额定电流时的操作循环次数。

每一操作循环包括一次接通操作和紧接着的一次分断操作。

7.2.4.2 操作性能能力

GB/T 14048.1—2012 中 7.2.4.2 适用并补充如下:

断路器应能满足表 8 的要求:

- 在 8.3.3.4.3 规定的试验条件下主电路不通电流的操作性能试验;
- 在 8.3.3.4.4 规定的试验条件下主电路通以电流的操作性能试验。

每个操作循环包括:闭合操作后接着断开操作(不通电流的操作性能试验),或接通操作后接着分断操作(通电流的操作性能试验)。

表 8 操作循环次数

1	2	3	4	5
额定电流 ^a A	每小时操作 循环次数 ^b	操作循环次数		
		不通电流	通电流 ^c	总 数
$I_n \leq 100$	120	8 500	1 500	10 000
$100 < I_n \leq 315$	120	7 000	1 000	8 000
$315 < I_n \leq 630$	60	4 000	1 000	5 000
$630 < I_n \leq 2\,500$	20	2 500	500	3 000
$2\,500 < I_n$	10	1 500	500	2 000

^a 指给定壳架等级的最大额定电流。

^b 第 2 栏给出的是最小的操作频率。如果经制造商同意,可提高该操作频率,在这种情况下,所用的操作频率应在试验报告中说明。

^c 在每个操作循环期间,断路器应保持闭合—足够的时间,以保证通以全电流,但不超过 2 s。

7.2.5 短路条件下的接通和分断能力

GB/T 14048.1—2012 中 7.2.5 适用并补充如下:

额定短路接通能力应按 4.3.6.1 和 4.3.6.3 的规定。

额定短路分断能力应按 4.3.6.2 的规定。

额定短时耐受电流应按 4.3.6.4 的规定。

注:由制造商负责保证断路器脱扣特性与断路器耐受固有的热应力和电动应力的能力一致。

7.2.6 空白

7.2.7 适用于隔离的断路器的补充要求

GB/T 14048.1—2012 中 7.2.7 适用,并按 8.3.3.3、8.3.3.6、8.3.3.10、8.3.4.4、8.3.5.4 和 8.3.7.8 试验(如适用)。

7.2.8 带熔断器的断路器的特殊要求

注:断路器与连接在同一电路中的独立的熔断器的配合见 7.2.9。

一台带有熔断器的断路器应全面符合本部分包括额定极限短路分断能力在内的规定。尤其应符合试验程序 V 中的要求(见 8.3.7)。

在发生过电流但没超过制造商宣布的选择性极限电流 I_s 情况下,断路器动作时应不引起熔断器熔断。

对于小于和等于组合装置规定的额定极限短路分断能力的所有过电流,一个或多个熔断器熔断时,断路器应断开(以防单相运行)。如果制造商规定断路器装有防闭合的锁扣装置(见 2.14),则在熔断的熔断体或损坏的熔断体未更换好之前,或锁扣装置未解扣之前,断路器应不可能重新闭合。

7.2.9 断路器与另一短路保护装置的配合

断路器与另一短路保护装置的配合见附录 A。

7.3 电磁兼容(EMC)

要求和试验方法由附录 J 给出。

8 试验

8.1 试验种类

8.1.1 一般要求

GB/T 14048.1—2012 中 8.1 适用并补充如下：

验证断路器特性的试验为：

- 型式试验(见 8.3)；
- 常规试验(见 8.4)；
- 特殊试验(见 8.5)。

8.1.2 型式试验

型式试验如下：

试 验	条 款 号
温升	8.3.2.5
脱扣极限和特性	8.3.3.2
介电性能	8.3.3.3
操作性能能力	8.3.3.4
过载性能(如适用)	8.3.3.5
短路分断能力	8.3.4 和 8.3.5
短时耐受电流(如适用)	8.3.6
带熔断器的断路器的性能	8.3.7
临界直流负载电流	8.3.9

型式试验应由制造商进行,可在其车间或任何合适的试验室里进行由其任选。

8.1.3 常规试验

常规试验包括在 8.4 中。

8.2 验证结构要求

GB/T 14048.1—2012 中 8.2 相关内容适用,做如下修改。

——8.2.4.1 试验的一般要求中,“IEC 60028”改为“IEC 60228”。

——8.2.4.7 无螺纹型夹紧件的电气特性和 8.2.4.8 无螺纹型夹紧件的老化试验中,修改注 1 和注 2,增加注 3:

注 1: IEC 60999《连接器件 电气铜导线 螺纹型和无螺纹型夹紧件的安全要求》中的术语最小横截面积和最大横截面积分别对应于本标准的“最小截面积”(2.3.24)和“最大截面积”(2.3.35)。

注 2: 当为最大截面积时,试验电流使用产品规定的 I_{th} 或 I_{the} (若无宣称的 I_{th} 或 I_{the} , 则使用 GB/T 14048.7—2016 中表 4 和表 5 给出的值)。当为最小截面积时,试验电流使用 GB/T 14048.7—2016 中表 4 和表 5 给出的值。

注 3: 产品标准应考虑具体试验要求的可操作性。

8.3 型式试验

为了避免适用于各试验程序的相同试验重复出现,故将一般试验条件以下列三个标题汇总在本条款前:

- 适用于所有程序的试验条件(8.3.3~8.3.8);
- 适用于温升试验的试验条件(8.3.2.5);
- 适用于短路试验的试验条件(8.3.2.6)。

凡用到这些一般试验条件的地方均可参照 GB/T 14048.1—2012 中的一般规则或可以以其为基准。

每一试验程序可参照适用的一般试验条件,这就要求相互参照使用,但能使每个试验程序的条文更简化。

贯穿本条款的术语“试验”用来表示所做的每项试验;“验证”应解释为“验证试验”,旨在验证断路器在一个试验程序中前项试验后的状况,从而验证其有无受到不利的影响。

为了便于查找某个特定试验条件或试验项目,按最可能使用的条款(不一定是相关小标题中的精确条款)给出了索引表。

试验条件与项目索引表

一般试验条件	条款号
断路器试验一般要求	8.3.2.1
断路器短路试验要求	8.3.2.6.1
频率	8.3.2.2.3
功率因数	8.3.2.2.4
记录(说明)	8.3.2.6.6
恢复电压	8.3.2.2.6
短路试验电路	8.3.2.6.2
短路试验程序	8.3.2.6.4
温升试验	8.3.2.5
时间常数	8.3.2.2.5
允差	8.3.2.2.2
试验项目(试验程序总分类表,见表 9)	条款号
临界直流负载电流	8.3.9
介电性能	8.3.3.3
介电耐受能力(验证)	8.3.3.6—8.3.4.4—8.3.5.4—8.3.6.6—8.3.7.4—8.3.7.8— 8.3.8.6
单极短路试验(对相接地系统)	附录 C
单极短路试验(对 IT 系统)	附录 H—见 H.2
主触头位置指示	8.3.3.10
带熔断器的断路器(短路试验)	8.3.7.2—8.3.7.6—8.3.7.7
操作性能能力	8.3.3.4—8.3.4.3—8.3.8.5
过载性能	8.3.3.5
过载脱扣器(验证)	8.3.3.8—8.3.4.6—8.3.5.2—8.3.5.5—8.3.6.2—8.3.6.7— 8.3.7.5—8.3.7.9—8.3.8.2—8.3.8.8
运行短路分断能力	8.3.4.2—8.3.8.4
在最大短路耐受电流下的短路分断能力试验	8.3.6.5
短时耐受电流	8.3.6.3—8.3.8.3
温升(验证)	8.3.3.7—8.3.4.5—8.3.6.4—8.3.7.3—8.3.8.7
脱扣极限和特性	8.3.3.2
极限短路分断能力	8.3.5.3
抽屉式断路器(附加试验)	8.3.3.4.5

8.3.1 试验程序

8.3.1.1 一般要求

型式试验按组分若干程序,如表 9 所示。

对于每一程序,所有试验均应按所列项目依次进行,除非标准中有详细说明。

8.3.1.2 程序 I 的省略试验和单独进行的试验

按照 GB/T 14048.1—2012 中 8.1.1,程序 I (见 8.3.3)中的下列试验可从程序中省去,可在另外的试品上进行:

- 脱扣极限和特性(8.3.3.2);在室温下,被试样品在程序中仅相极上(在最大整定值下)进行 8.3.3.2.3 试验,并且不需要附加验证 b)时间-电流特性试验。
- 介电性能试验(8.3.3.3)。
- 8.3.3.4.3 和 8.3.3.4.2.3 中欠电压脱扣器试验,按 GB/T 14048.1—2012 中 7.2.1.3 的要求验证,欠电压脱扣器可在任选的一个频率下进行试验(见 8.3.2.1)。
- 8.3.3.4.3 和 8.3.3.4.2.4 中分励脱扣器试验,按 GB/T 14048.1—2012 中 7.2.1.4 的要求验证 (“额定控制电源电压”改为“额定控制电路电源电压”),分励脱扣器可在任选的一个频率下进行试验(见 8.3.2.1)。
- 抽屉式断路器不带电操作性能的附加试验(8.3.3.4.5)。

8.3.1.3 短路额定值之间的选用程序

按 I_{cs} 、 I_{cu} 和 I_{cw} 之间的关系选用的试验程序表 9a 中给出。

表 9 试验程序总分类表^a

试验程序	适用于	试验
I 一般工作特性 (8.3.3)	全部断路器	脱扣极限和特性 介电性能 机械操作和操作性能力 过载性能(如适用) 验证介电耐受能力 验证温升 验证过载脱扣器 验证欠压和分励脱扣器(如适用) 验证主触头位置指示(如适用)
II 额定运行短路分断能力 (8.3.4)	全部断路器 ^b	额定运行短路分断能力 验证操作性能力 验证介电耐受能力 验证温升 验证过载脱扣器
III 额定极限短路分断能力 (8.3.5)	选择性类别 A 的全部断路器 ^c 和 选择性类别 B 带瞬时超越 ^d 的断路器	验证过载脱扣器 额定极限短路分断能力 验证介电耐受能力 验证过载脱扣器

表 9 (续)

试验程序	适用于		试 验
IV 额定短时耐受电流 (8.3.6)	选择性类别 B 的断路器 ^b 和具有规定短时耐受电流的 选择性类别 A 的断路器(见 4.4)		验证过载脱扣器 额定短时耐受电流 验证温升 最大短时耐受电流时的短路分断能力 验证介电耐受能力 验证过载脱扣器
V 带熔断器的断路器性能 (8.3.7)	带熔断器 的断路器	第一阶段	选择性极限电流下的短路 验证温升 验证介电耐受能力
		第二阶段	验证过载脱扣器 1.1 倍交接电流下的短路 额定极限短路分断能力下的短路 验证介电耐受能力 验证过载脱扣器
VI 综合试验程序 (8.3.8)	选择性类别 B 的断路器: 当 $I_{cw} = I_{cs}$ (代替程序 II 和 IV) 当 $I_{cw} = I_{cs} = I_{cu}$ (代替试验程序 II、III 和 IV)		验证过载脱扣器 额定短时耐受电流 额定运行短路分断能力 操作性能能力 验证介电耐受能力 验证温升 验证过载脱扣器
临界直流负载电流(8.3.9)	具有直流额定值的断路器		临界直流负载电流试验
单极短路试验程序 (附录 C)	用于相接地系统的断路器		单极的短路分断能力(I_{su}) 验证介电耐受能力 验证过载脱扣器
用于 IT 系统的 断路器的试验程序 (附录 H)	用于 IT 系统的断路器		单极的短路分断能力(I_{IT}) 验证介电耐受能力 验证过载脱扣器
<p>^a 按 I_{cs}、I_{cu} 和 I_{cw} 之间的关系选用不同试验程序和选择试验用的断路器,见表 9a。</p> <p>^b 除采用综合试验程序 VI 外。</p> <p>^c 除了: ——$I_{cs} = I_{cu}$(见 8.3.5)。 ——综合试验程序 VI 适用。 ——对内装熔断器的断路器。</p> <p>^d 见 8.3.5.1 注。</p>			

表 9a 按 I_{cs} 、 I_{cu} 和 I_{cw} 之间的关系选用的试验程序^a

I_{cs} 、 I_{cu} 和 I_{cw} 的关系	试验程序	选择性类别			
		A	A(内装熔断器)	B	B(内装熔断器)
情况 1 $I_{cs} \neq I_{cu}$ (选择性类别 A) $I_{cs} \neq I_{cu} \neq I_{cw}$ (选择性类别 B)	I	×	×	×	×
	II	×	×	×	×
	III	×		× ^b	
	IV	× ^d		×	×
	V		×		×
情况 2 $I_{cs} = I_{cw} \neq I_{cu}$ (选择性类别 B)	I			×	×
	II			×	×
	III			× ^b	
	IV			×	×
	V				×
	VI(综合)			× ^c	× ^c
情况 3 $I_{cs} = I_{cu}$ (选择性类别 A) $I_{cs} = I_{cu} \neq I_{cw}$ (选择性类别 B)	I	×	×	×	×
	II	×	×	×	×
	III				
	IV	× ^d		×	×
	V		×		×
情况 4 $I_{cs} = I_{cu} = I_{cw}$ (选择性类别 B)	I			×	
	II			×	
	III				
	IV			×	
	V				
	VI(综合)			× ^c	

^a 本表适用任何一个 U_e , 对多个 U_e 额定值, 本表适用于每个 U_e 额定值。试验程序适用性用“×”在相关地方指明。
^b 试验仅限于 $I_{cu} > I_{cw}$ 。
^c 按制造商意见或征得其同意, 本程序可适用 B 类断路器, 在这种情况下可代替试验程序 II 和 IV。
^d 试验程序 IV 仅适用于具有额定短时耐受电流的断路器(见 4.4)。

8.3.1.4 具有不同极数的交流断路器之间的可选择性试验程序

这些可选择性试验程序仅适用于具有交流额定值的断路器, 当所有的额定值等于或小于符合表 9 全部试验程序的派生产品时, 所有的派生产品具有相同的结构段。单极断路器电压额定值应等于或小于按表 9 进行试验的派生断路器的线对中性线电压。已按本条款程序 1 或程序 2 进行试验的三极断路器通过去掉中间电流回路派生的二极断路器也不必进行试验。由三极断路器通过去掉中间电流回路方式派生的二极断路器的试验可认为已由可派生的三极断路器的试验覆盖。

满足试验要求的一致性试验可以通过下列可选择程序 1 或 2 进行。

——程序 1:按表 9 试验程序在三极派生断路器上进行试验。另外,按表 9b 所列的试验或试验程序上在其他派生断路器上进行试验。

——程序 2:按表 9 试验程序在 4 极派生断路器上进行试验。另外,按表 9c 所列的试验或试验程序上在其他派生断路器上进行试验。

可选择试验程序的应用原则说明如下:

	程序 1					程序 2			
	一极	二极	三极	四极		一极	二极	三极	四极
结构 1 ^a	□	□	■	□		○	○	○	■
结构 2	—	—	■	□		—	—	—	■
结构 3	—	—	■	□		—	—	—	■
结构…	—	—	■	□		—	—	—	■
结构 n	—	—	■	□		—	—	—	■
注: ■按表 9 进行全部试验 □按表 9b 试验 ○按表 9c 试验 —无需试验									
^a 结构 1 为最大额定电流时的结构。									

表 9b 按 8.3.1.4 中可选择程序 1 适用于一、二和四极断路器的试验或试验程序

试验程序	试验条款	试验	适用于四极派生断路器 ^{f,h}	适用于一或二极派生断路器 ^g
I	8.3.3.2	脱扣极限和特性试验		
	8.3.3.2.1	概述	×	×
	8.3.3.2.2	短路条件下的断开	× ^a	× ^e
	8.3.3.2.3a) ^k 或 8.3.3.2.3b) ^k (如适用)	过载条件下的断开 ——瞬时或定时限脱扣器 ——反时限脱扣器	×	× ^e
	8.3.3.2.4	定时限脱扣器的附加试验		
	8.3.3.3	介电性能试验	×	×
	8.3.3.4	机械操作试验和操作性能力试验		
	8.3.3.4.1	一般试验条件	×	×
	8.3.3.4.2	结构和机械操作	× ^d	× ^{d,e}
	8.3.3.4.3	不带电操作性能力	×	×
	8.3.3.4.4	带电操作性能力	×	×
	8.3.3.4.5	抽屉式断路器	×	
	8.3.3.5	过载性能	×	×
8.3.3.6	验证介电耐受能力	×	×	

表 9b (续)

试验程序	试验条款	试验	适用于四极派生断路器 ^{f,h}	适用于一或二极派生断路器 ^g
I	8.3.3.7	验证温升	×	×
	8.3.3.8	验证过载脱扣器		
	8.3.3.9	欠电压和分励脱扣器验证	×	×
	8.3.3.10	主触头位置验证	×	×
II	8.3.4	额定运行短路分断能力		
III	8.3.5 ^{b,c}	额定极限短路分断能力	×	×
IV	8.3.6	额定短时耐受电流	× 仅进行第四极和相邻极试验(见 8.3.2.6.4)	
V	8.3.7	带熔断器的断路器的性能	×	×
VI	8.3.8	综合试验程序		
附录 C		单极的短路试验程序		
附录 H		用于 IT 系统的断路器的试验程序		
注: 试验或试验程序的适用性在相关位置用×表示。				
<p>^a 随机选取一对相极进行试验,在有电子脱扣器的情况下,试验可以在随机选取的一极上进行。</p> <p>^b 对于三极断路器,当程序 III 由程序 II 或程序 VI (见表 9)代替时,本试验程序也同样适用。</p> <p>^c 试验在最大 kVA 额定值下进行($I_{cu} \times$相应 U_n)。</p> <p>^d 不进行欠电压脱扣器验证试验(8.3.3.4.2.3)和分励脱扣器验证试验(8.3.3.4.2.4)。</p> <p>^e 仅适用于一极派生断路器;二极派生断路器无需进行此试验。</p> <p>^f 在带有不同等级中性线保护如 60%或 100%的四极电器上,仅需对最高等级的派生产品按表 9b 进行试验。</p> <p>^g 每一试验程序仅在一个试品上进行最大电流额定值试验。</p> <p>^h 每一试验程序在一个试品上进行最大电流额定值试验;在同一壳架等级中有一个或一个以上结构段的情况下(见 2.1.2 和 7.1.5),在对相应于每个结构的最大额定电流下,应在增加样品上进行试验。</p> <p>ⁱ 空白。</p> <p>^j 空白。</p> <p>^k 电子脱扣器无需进行本试验。</p>				

表 9c 按 8.3.1.4 中可选择程序 2 适用于一,二和三极断路器的试验或试验程序

试验程序	试验条款	试验	适用于三极派生断路器 ^g	适用于一或二极派生断路器 ^g
I	8.3.3.2	脱扣极限和特性试验		
	8.3.3.2.1	概述		×
	8.3.3.2.2	短路条件下的断开		× ^e
	8.3.3.2.3a) ^k 或 8.3.3.2.3b) ^k (如适用)	过载条件下的断开 ——瞬时或定时限脱扣器 ——反时限脱扣器		× ^e

表 9c (续)

试验程序	试验条款	试验	适用于三极派生断路器 ^g	适用于一或二极派生断路器 ^g
I	8.3.3.2.4	定时限脱扣器的附加试验		
	8.3.3.3	介电性能试验	×	×
	8.3.3.4	机械操作试验和操作性能能力试验		
	8.3.3.4.1	一般试验条件	×	×
	8.3.3.4.2	结构和机械操作		× ^{d,e}
	8.3.3.4.3	不带电操作性能能力	×	×
	8.3.3.4.4	带电操作性能能力	×	×
	8.3.3.4.5	抽屉式断路器		
	8.3.3.5	过载性能	×	×
	8.3.3.6	验证介电耐受能力	×	×
	8.3.3.7	验证温升	×	×
	8.3.3.8	验证过载脱扣器		
	8.3.3.9	欠电压和分励脱扣器验证	×	×
	8.3.3.10	主触头位置验证	×	×
II	8.3.4	额定运行短路分断能力		
III	8.3.5 ^{b,c}	额定极限短路分断能力	×	×
IV	8.3.6	额定短时耐受电流		
V	8.3.7	带熔断器的断路器的性能	×	×
VI	8.3.8	综合试验程序		
附录 C		单极的短路试验程序		
附录 H		用于 IT 系统的断路器的试验程序		

注：试验或试验程序的适用性在相关位置用×表示。

^a 空白。

^b 对于四极断路器，当程序 III 由程序 II 或程序 VI (见表 9) 代替时，本试验程序也同样适用。

^c 试验在最大 kVA 额定值下进行 ($I_{cn} \times$ 相应 U_e)。

^d 不进行欠电压脱扣器验证试验 (8.3.3.4.2.3) 和分励脱扣器验证试验 (8.3.3.4.2.4)。

^e 仅适用于一极派生断路器；二极派生断路器无需进行此试验。

^f 空白。

^g 每一试验程序仅在一个试品上进行最大电流额定值试验。

^h 空白。

ⁱ 空白。

^j 空白。

^k 电子脱扣器无需进行本试验。

8.3.2 一般试验条件

注：按本部分要求的试验不排除涉及装于成套装置中断路器所要求的附加试验，例如按 GB/T 7251 的试验。

8.3.2.1 一般要求

除非制造商同意，每一试验程序应在一台(或一组)新的清洁的断路器上进行。

每一试验程序的试品数和试验条件(例如过载脱扣器的整定值，接线端子的连接方式)，均按断路器的参数列于表 10 中。或者，如合适，表 9b 和表 9c 中的可选择试验程序也适用(见 8.3.1.4)。

根据需要，在有关的条款中给出了附加要求。

除非另有规定，试验是在给定壳架等级最大额定电流的断路器上进行，而且被认为是包括了该壳架等级的所有额定电流。

在一壳架等级中有一个或一个以上结构段(见 2.1.2 和 7.1.6)的情况，应增加试品按表 9b 和/或表 10 进行试验，如合适。

除非另有规定，短路脱扣器对所有试验都应整定在最大值(时间和电流)。

被试断路器的所有主要零件均应符合断路器典型结构设计。

除非另有规定，试验应在与预期运行条件相同的电流种类、相同的频率(交流时)和相同的相数下进行。除欠电压和分励脱扣性能试验(见 GB/T 14048.1—2012 中 7.2.2 和 GB/T 14048.1—2012 中 7.2.2.6)之外，在 50 Hz 下进行的试验被认为适用于 60 Hz，反之亦然。GB/T 14048.1—2012 的 7.2.2.5 控制电路中，在最后增加：与可编程控制器(PLC)相容的开关设备和控制设备的数字输入和/或输出见附录 S。GB/T 14048.1—2012 的 7.2.2.8 其他部分中，“塑料和绝缘材料”改为“绝缘部件”。

如果机构是电动控制的，则应施以 7.2.1.1.4 规定的最低电压。此外，电动控制机构应是由配有开关装置的断路器专用控制电路供电。并应验证断路器在上述条件下操作时是否能进行正确的空载操作。

有关人力操作的断路器(见 GB/T 14048.1—2012 中 2.4.12)在操作时速度应为 $0.1 \text{ m/s} \pm 25\%$ ，在试验设备的动作装置的末端碰触到断路器操动装置时进行测量。对于旋钮操作的断路器，其动作装置的角速度应遵循上述规定。

被试断路器应完整地安装在其本身的支架上或一等效的支架上。

断路器应在自由空气中试验。

如果断路器可以在规定的单独外壳中使用，并在自由空气中已进行过试验，则应使用新样品在制造商规定的最小外壳中进行下述每一项附加试验：

- a) 按 8.3.5 的规定，在 U_c 最大值与相应的 I_{cu} 时，脱扣器整定在最大值(见表 10 注 a) 时进行短路试验；
- b) 按 8.3.2.5 中规定的断路器具有 I_{th} 最大值的通用试验条件下，在约定封闭发热电流 I_{the} (见 4.3.3.2) 下进行温升试验。温升应满足 7.2.2 的要求，但端子温升不应超过 70 K。

试验详情，包括外壳尺寸，应记录在试验报告中。

注：单独的外壳是指其设计和尺寸仅能安置一台断路器的外壳。

然而，如果断路器可用于规定的单独外壳中并通过了在制造商规定的最小外壳中的试验，那么在自由空气中的试验就不必进行，条件是外壳是裸金属、无绝缘。详情包括外壳尺寸应记录在试验报告中。

对在自由空气中进行试验，有关过载操作性能试验，短路试验以及短时耐受电流试验，如适用，应根据制造商的说明书，在断路器的各侧放置一金属网板，具体细节，包括断路器至金属网板的距离应在试验报告中说明。

金属网板的特性如下：

——结构：编织金属网或打孔金属板或拉制的金属网；

- 开孔面积与全部面积之比:0.45~0.65;
- 孔的尺寸:不超过 30 mm²;
- 表面处理:裸露或镀金属;
- 电阻:应包括在可熔断元件电路[见 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.4.1.2d)]预期故障电流计算中,其值从电弧喷射在金属网上可能达到的最远点测得。

施于接线端子螺钉上的拧紧力矩应符合制造商说明书(见表 13,项 3.11)的规定。

不准许维修或更换部件。

有时为了试验方便,提高试验的严酷性(例如采用较高的操作频率以缩短试验周期)是可行的,但是未经制造商同意,是不准许这样做的。

对于预期用于相接地系统的多极断路器的各极上进行单极试验,见附录 C。

对用于不接地系统或阻抗接地系统(IT)的断路器的附加试验,见附录 H。

表 10 试品数量

试验程序	标志的额定电压 U_e 个数			端子标记电源/负载		试品数量	试品编号	电流整定值 ^a		试验电压	试验电流		温升验证	脚注	
	1	2	多个	有	无			最小	最大		相应	最大			
I	×	×	×	×	×	1	1		×	U_e 最大	见 8.3.3		×	g	
II (I_{cs}) 和 VI (综合程序)	×			×		2	1 2		×	U_e U_e	×		×	h b	
	×				×	3	1 2 3		×	U_e U_e U_e	×		×	h b j	
		×		×	×	3	1 2 3		×	相应的 U_e 最大值 相应的 U_e 最大值 U_e 最大		×	×	h b k	
			×	×	×	4	1 2 3 4		×	相应的 U_e 最大值 相应的 U_e 最大值 U_e 中间值 U_e 最大		×	×	h b e k	
	III (I_{cu})	×			×		2	1 2		×	U_e U_e	×			g b
		×				×	3	1 2 3		×	U_e U_e U_e	×			g b c
			×		×	×	3	1 2 3		×	相应的 U_e 最大值 相应的 U_e 最大值 U_e 最大		×		g b d
				×	×	×	4	1 2 3 4		×	相应的 U_e 最大值 相应的 U_e 最大值 U_e 中间值 U_e 最大		×	×	g b e d

表 10 (续)

试验程序	标志的额定电压 U_e 个数			端子标记电源/负载		试品数量	试品编号	电流整定值 ^a		试验电压	试验电流		温升验证	脚注
	1	2	多个	有	无			最小	最大		相应	最大		
IV (I_{cw}) ¹	×			×	×	2	1 2		×	U_e 最大值 U_e 最大值		×		^g _m
			×	×	×	3	1 2 3		×	相应的 U_e 最大值 相应的 U_e 最大值 U_e 最大值	×	×	×	^g _i _{n,d}
V 带熔断器 (I_{cu})	×	×	×	×	×	2	1 2		×	U_e 最大 U_e 最大	×	×	×	^{f,g} _b
单极 (附录 C) (I_{su})	×	×	×	×	×	2	1 2		×	U_e 最大 U_e 最大	I_{su} I_{su}			^g —
单极 (附录 H) (I_{IT})	×	×	×	×	×	1	1		×	U_e 最大	I_{IT}			^g

注 1: 表 10 适用于表 9 的试验项目。在试验项目可选的情况下(见 8.3.1.4),表 9b 和表 9c 适用。

注 2: 试验或试验程序的适用性在相关位置用 × 表示。

^a 最小意指一给定壳架等级的最小 I_n ;在可调过载脱扣器情况下,它意指最小 I_n 的最小整定值。最大意指一给定壳架等级的最大 I_n 。

^b 在下列情况下,此样品可省去:

- 断路器一给定壳架等级中只有一个不可调电流整定值;
- 断路器只有分励脱扣器(即没有内装过电流脱扣器);
- 电子过电流保护的断路器,对一给定壳架等级有一个仅靠电子方法调整电流整定值(即不变换电流互感器)。

^c 接线相反。

^d 接线相反,如端子无标记。

^e 试验站和制造厂协商。

^f 如果端子无标记应在附加试品上进行接线相反试验。

^g 在同一壳架等级中有一个或一个以上结构段的情况下(见 2.1.2 和 7.1.6),在对相应于每结构的最大额定电流下,按试品 1 的试验条件应在增加样品上进行试验。

^h 脚注 g 的要求适用于程序 VI(综合试验程序)和程序 II(当 $I_{cs} = I_{cu}$)。

ⁱ 依据热能的最高值选择样品($I_{cw}^2 t$;“t”和短延时一致,见 4.3.6.4)。当样品 1 或 3 满足热能条件时,该样品可省略。

^j 此样品仅用于程序 II($I_{cu} = I_{cs}$,见 8.3.5)代替程序 III时,接线相反。

^k 如端子无标记,当程序 II($I_{cu} = I_{cs}$,见 8.3.5)代替程序 III或者程序 VI代替程序 II, III 和 IV($I_{cu} = I_{cs} = I_{cw}$,见 8.3.8)时,接线相反。否则,该测试样品正向连接。

^l 仅适用于带额定短时耐受电流的断路器(见 4.4)。

^m 仅当接线端子无标识,程序 III被程序 IV替代($I_{cu} = I_{cw}$,见 8.3.5)时,需要该反向连接的样品。

ⁿ 仅当程序 III被程序 IV替代($I_{cu} = I_{cw}$,见 8.3.5)时,需要该样品。

8.3.2.2 试验参数

8.3.2.2.1 试验参数值

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.2.2.1 适用。

8.3.2.2.2 试验参数值的允差

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.2.2.2 适用。

8.3.2.2.3 交流试验电路的频率

所有试验均应在断路器的额定频率下进行。对于所有的短路试验,如果额定分断能力实质上与频率值有关时,则允差应不超过±5%。

如果制造商声明额定分断能力实质上与频率值无关时,允差应不超过±25%。

8.3.2.2.4 试验电路的功率因数

采用 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.4.1.3 并做下列修正:

本部分表 11 取代 GB/T 14048.1—2012 中表 16。

表 11 与试验电流相应的功率因数和时间常数

试验电流 I kA	功率因数 $\cos\phi$			时间常数 ms		
	短路	操作性能能力	过载	短路	操作性能能力	过载
$I \leq 3$	0.9	0.8	0.5	5	2	2.5
$3 < I \leq 4.5$	0.8			5		
$4.5 < I \leq 6$	0.7			5		
$6 < I \leq 10$	0.5			5		
$10 < I \leq 20$	0.3			10		
$20 < I \leq 50$	0.25			15		
$50 < I$	0.2			15		

8.3.2.2.5 试验电路的时间常数

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.4.1.4 适用并做修正见表 11。

本部分表 11 取代 GB/T 14048.1—2012 中表 16。

8.3.2.2.6 工频恢复电压

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.2.2.3a) 适用。

8.3.2.2.7 直流试验电流纹波系数

试验电流应符合 GB/T 16927.4—2014 中 6.3.1 的要求。

8.3.2.3 试验结果的评定

试验结束后的断路器状况应按每个试验程序规定的验证项目加以检验。

如果断路器符合每个试验程序所列要求(如适用)则认为该断路器符合本部分的要求。

外壳不应破碎,但细裂缝还是允许的。

注:细裂缝是由于分断极大故障电流时,电弧所产生的高压和热应力所造成,是一种表面性质。因此不会发展到穿透装置模压外壳的整个厚度。

8.3.2.4 试验报告

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.2.4 适用。

8.3.2.5 温升试验的试验条件

断路器应符合 7.2.2 的要求。

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.3 适用(其中 8.3.3.3.6 除外),做如下修改:

——8.3.3.3.1 周围空气温度的测量中,第二段修改为:

试验中,周围空气温度应在 10 °C~40 °C 之间,其变化应不超过 10 K。在试验的最后四分之一时间或最后一小时内,周围空气温度变化应不超过 3 K,如果需要应持续进行试验,直到满足条件为止。

——删除第三段:如果周围空气温度的变化超过 3K,应按电器的热时间常数用适当的修正系数对测得的部件温升予以修正。

本部分补充以下内容:

断路器应按 8.3.2.1 进行安装。

在程序 I (见 8.3.3.7)温升试验中,欠压脱扣器的线圈应任意选择一个额定频率及相应的电压,如适用。验证线圈在其他额定频率和电压下的试验应在程序外另外进行。

对于四极断路器,试验先按三极进行;对于中性极,仅当中性极和相极间存在结构段(见 7.1.6)时,GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.3.4 附加的单相试验适用,试验电流为中性极的额定电流。

8.3.2.6 短路试验的试验条件

8.3.2.6.1 一般要求

对 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.4.1.1 做如下扩充:

- a) 断路器应按 8.3.2.1 进行安装。
- b) 除非手动操作工具在任何位置能表明在其周围没有可通过直径 0.26 mm 琴钢丝的开口,且此琴钢丝可插到灭弧区,否则需用下列装置试验。

仅限于断开操作,用一块清洁的、低密度的聚乙烯薄膜,其厚为 0.05 mm±0.01 mm,尺寸 100 mm×100 mm,如图 1 所示固定绷紧于框架中,分别置于如下二种情况前 10 mm 处:

- 闭合工具无凹进部分的断路器,手动操作工具最大凸出处;
- 闭合工具凹入的断路器,手动操作工具的凹入部分边缘处。

聚乙烯薄膜物理性能如下:

- 23 °C 时的密度:0.92 g/cm³±0.05 g/cm³;
- 熔点:110 °C~120 °C。

在断路器前侧,应有一合适的支架,以免聚乙烯薄膜由于受到短路试验时产生的压力波而撕裂,见图 1。

除了断路器在独立外壳中试验外,此试验时应在金属网板和聚乙烯薄膜之间设置一由绝缘材料或金属制成的挡板,见图 1。

注:该试验装置仅适用 O 试验操作,因为 CO 操作用起来较困难,并且可认为 O 操作的严格性不比 CO (见 8.3.2.6.4)差。

- c) 试验时,应使断路器尽可能模拟运行情况进行操作。

装设有关动力操作的断路器,试验时应采用控制能源(电压或气压)在其额定值的85%下进行闭合。

装设无关动力操作的断路器,试验时应采用贮能到制造商规定的最大值的操作机构来完成闭合。

装设储能操作的断路器,试验时应采用以辅助电源额定电压的85%储能的装置进行闭合。

- d) 如果断路器配有可调过电流脱扣器,则脱扣器的整定值应为每个试验程序所规定的值。
对无过电流脱扣器,但装有分励脱扣器的断路器,此脱扣器应施加一个等于脱扣器额定控制电路电源电压(见7.2.1.2.3)的70%的电压,而施加电压的时刻既不能比开始短路早也不能比开始短路迟10 ms。
- e) 对于所有这些试验,试验电路的电源侧应接至断路器上由制造商注有标志的相应的接线端子。对于无标志者,试验的连接方式应按表10规定。

8.3.2.6.2 试验电路

GB/T 14048.1—2012中8.3.4.1.2适用。

8.3.2.6.3 试验电路的调整

GB/T 14048.1—2012中8.3.4.1.5适用。

8.3.2.6.4 试验程序

8.3.2.6.4.1 一般要求

GB/T 14048.1—2012中8.3.4.1.6适用并补充如下。

8.3.2.6.4.2 单极、二极、三极和四极断路器的通用试验

试验电路按8.3.2.6.3调整后,用被试断路器及其连接电缆(如有)取代临时连接线。

短路条件下的性能试验应按表9的程序(见8.3.1)进行。

对于额定电流小于和等于630 A的断路器,试验用电缆长度应为75 cm,其截面相应于约定发热电流(见GB/T 14048.1—2012中8.3.3.3.4表9和表10),该长度应包括下列两段:

- 电源侧50 cm;
- 负载侧25 cm。

额定电流 ≤ 20 A时,制造商可以规定一较大截面积的线缆,在这种情况下该截面积线缆应用于所有相关的短路试验,并记录在试验报告中。另外,8.3.3.2.3b)中反时限脱扣器的验证也应采用该截面积的线缆进行试验。

操作程序应按8.3.4.2,8.3.5.3,8.3.6.5和8.3.7.7所适用的各个试验程序。

对于三极和四极派生的断路器,可选用的试验程序见8.3.1.4。

8.3.2.6.4.3 四极断路器的补充试验

根据表10,在一个或多个新试品的第四极和相邻极上按照试验程序Ⅲ或Ⅴ(如合适)和试验程序Ⅳ(如合适)进行附加试验。该要求也适用于当试验程序Ⅲ被试验程序Ⅱ($I_{cu} = I_{cs}$)代替时或试验程序Ⅳ被试验程序Ⅵ($I_{cw} = I_{cs}$)代替时,例如,需要依据试验程序Ⅲ或Ⅴ(如合适)和试验程序Ⅳ进行附加试验。如适用。

或者,根据制造商的要求,这些试验可与8.3.2.6.4.2中的试验结合在一起,在同一样品上进行,相关

试验程序中的每项试验包括下列相应的试验：

- 在三个相邻的相极上进行；
- 在第四极和相邻极上进行。

第四极和相邻极上试验应在外施电压为 $U_e/\sqrt{3}$ 下进行，所用的试验电路如 GB/T 14048.1—2012 中图 12 所示，但应拆除 C_1 和 C_2 。试验电流应由制造商和用户协商确定。但是不应小于 I_{cu} 或 I_{cw} 的 60%，取适用者。

对于三极和四极派生的断路器的可选用的试验程序见 8.3.1.4。

8.3.2.6.4.4 试验操作

下列符号用于规定操作顺序：

O——表示一次分断操作；

CO——表示接通操作后经一适当的间隔时间紧接着一次分断操作；

t ——表示二个相继的短路操作之间的时间间隔，应尽量短，允许为断路器的复位时间（见 2.19），但不小于 3 min，实际值应记录在试验报告中。

最大复位时间为 15 min 或制造商规定的较长时间，但不超过 1 h。在此时间内断路器不应被移动，在复位时间内试合闸至少应隔 1 min。

上述试验时的最大 I^2t 值（见 GB/T 14048.1—2012 中 2.5.18）可以记录在试验报告中[见 7.2.1.2.4a)]。

8.3.2.6.5 短路接通和分断试验时断路器的状态

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.4.1.7 适用。

8.3.2.6.6 记录说明

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.4.1.8 适用。

8.3.2.6.7 短路试验后的验证

按 8.3.4.2、8.3.5.3、8.3.6.5、8.3.7.2、8.3.7.7、8.3.8.4（如适用）进行短路接通和分断能力试验的断开操作后，如适用，下列条件应满足：

- 用于连接电器的导体的绝缘不应损坏。
- 聚乙烯薄膜不应有正常视力或矫正视力（不带附加放大）能看见的孔。直径小于 0.26 mm 的小孔可忽略不计。
- 外壳不应坏掉，但允许有细裂缝。

注：细裂缝是在分断非常高的故障电流时电弧所产生的高压或热应力的作用的结果，是一种表面现象，因此它不可能在电器模压外壳的整个厚度上显现出来。

短路试验后，该断路器应符合每一适用程序所规定的验证项目。

8.3.3 试验程序 I：一般工作特性

8.3.3.1 一般要求

本试验程序适用于所有断路器，且包括下列试验：

试 验	条 款
脱扣极限和特性	8.3.3.2
介电性能	8.3.3.3
机械操作和操作性能能力	8.3.3.4
过载性能(如适用)	8.3.3.5
验证介电耐受能力	8.3.3.6
验证温升	8.3.3.7
验证过载脱扣器	8.3.3.8
验证分励和欠电压脱扣器(如适用)	8.3.3.9
验证主触头位置(对适用于隔离的断路器)	8.3.3.10

试品的数量和可调脱扣器整定值应符合表 10。

从试验程序中省略的并在单独样品上进行的试验见 8.3.1。

8.3.3.2 脱扣极限和特性试验

8.3.3.2.1 概述

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.2 适用,做如下修改:

——GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.2.1 动力操作电器的动作范围中,“额定控制电源电压”改为“额定控制电路电源电压”;

——第五段修改为:

电容的取值应为 $C = 30 + 200\,000 / (f \times U)$

式中:

C ——电容,单位为纳法(nF);

f ——额定频率最小值,单位为赫兹(Hz);

U —— U_s 最大值,单位为伏(V)。

本部分补充以下内容:

周围空气温度应和温升试验(见 8.3.2.5)一样测量。

当过电流断开脱扣器通常为断路器内部部件时,则应在装入相应的断路器中进行验证。

任何单独的脱扣器均应在接近于正常使用条件下进行安装。整台断路器应按 8.3.2.1 进行安装。受试设备应防止被外界过度加热或冷却。

单独的脱扣器(如适用),或整台断路器应按正常使用一样进行连接,其连接导线的截面应根据相应的额定电流(I_n)(见 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.3.4 中表 9 和表 10)选择,长度按 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.3.4 规定。

对于具有可调式过电流脱扣器的断路器,试验应在下列情况下进行:

- a) 最小电流整定值和最小延时整定值(如适用);
- b) 最大电流整定值和最大延时整定值(如适用)。

对于每种情况,采用的导线截面应符合额定电流(I_n)(见 4.7.2)。

脱扣特性与端子温度无关的脱扣器(例如电子脱扣器、磁脱扣器)试验时,连接导线的参数(如型式、截面、长度)可不同于 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.3.4 的要求,其接线应与试验电流及由此产生的热应力相应。

对于中性极有过载脱扣器的断路器,此过载脱扣器验证应在中性极上单独进行。

该试验可以在任何合适的电压下进行。

8.3.3.2.2 短路脱扣器

短路脱扣器(见 4.7.1)的动作应在脱扣器短路整定电流的 80% 和 120% 下进行验证。对于交流试验,试验电流应无不对称分量。对于直流试验,试验电流在接通时应无过冲,时间常数应小于 10 ms。

当试验电流等于短路整定电流的 80% 时,脱扣器应不动作,电流持续时间为:

- 对于瞬时脱扣器为 0.2 s(见 2.20);
- 对于定时限脱扣器,等于制造商规定的延时的 2 倍时间范围。

当试验电流等于短路整定电流的 120% 时,脱扣器应动作:

- 对于瞬时脱扣器,应在 0.2 s 内(见 2.20);
- 对于定时限脱扣器,应在等于制造商规定的延时时间的 2 倍的时间范围内动作。

带有电子过电流脱扣器的断路器,短路脱扣器的动作仅在每极独立验证一次。

带有电磁过电流脱扣器的断路器,多极短路脱扣器的动作应对每二极的组合串联验证一次。对有标记的中性极且具有短路脱扣器的断路器,中性极与任意选择的一极串联试验。此外,短路脱扣器的动作应在每极单独验证一次,按制造商宣称的单极动作电流值或短路电流整定值(若无宣称的单极动作电流值),在上述电流值的 120% 下应动作:

- 对于瞬动脱扣情况在 0.2 s 内(见 2.20);
- 对于定时限脱扣情况,等于制造商规定的延时的 2 倍时间范围内。

此外,定时限脱扣器应符合 8.3.3.2.4 的要求。

8.3.3.2.3 过载脱扣器

a) 瞬时或定时限脱扣器

瞬时或定时限过载脱扣器(见 4.7.1 注 1)的动作应在脱扣器过载整定电流的 90% 和 110% 下进行验证。对于交流试验,试验电流应无不对称分量。对于直流试验,试验电流在接通时应无过冲,时间常数应小于 10 ms。多极过载脱扣器的动作验证应在所有相极上同时通以试验电流。

其次,定时限脱扣器应符合 8.3.3.2.4 的要求。

当试验电流等于过载整定电流的 90% 时,脱扣器应不动作,电流持续时间为:

- 对于瞬时脱扣器为 0.2 s(见 2.20);
- 对于定时限脱扣器,时间间隔等于制造商规定的延时时间的 2 倍。

当试验电流等于过载整定电流的 110% 时,脱扣器应动作:

- 对于瞬时脱扣器,应在 0.2 s 内(见 2.20);
- 对于定时限脱扣器,应在等于制造商规定的延时时间的 2 倍的时间间隔内动作。

对有标记的中性极且具有过载脱扣器的断路器(见 8.3.3.2.1),此脱扣器的试验电流应为电流整定值的 $110\% \times 1.2$ 。

b) 反时限脱扣器

反时限脱扣器的动作特性应按 7.2.1.2.4b)2) 的性能要求进行验证。

对有标记的中性极且具有过载脱扣器的断路器(见 8.3.3.2.1),此脱扣器的试验电流应按表 6 所给,但约定脱扣电流下的试验电流应乘以系数 1.2。

对于与周围空气温度有关的脱扣器,其动作特性应在基准温度下(见 4.7.3 和表 13 的 2.14)进行验证,脱扣器所有相极都通电。

如果本试验是在不同的周围空气温度下进行的,则应按制造商的温度/电流数据进行校正。

对于制造商声明与周围空气温度无关的热磁脱扣器,其动作特性应用两种测量法进行验证,一种是在 $30\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下进行,另一种是在 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或在 $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下进行,脱扣器的所有

相极都通电。

对电子脱扣器,动作特性应在试验室(见 GB/T 14048.1—2012 中 6.1.1,注 1 中的“GB/T 7251.1”改为“GB/T 7251 系列”)环境温度下验证,脱扣器的所有相极通电。

为验证脱扣器的时间/电流特性(在规定的允差范围内)是否符合制造商提供的曲线,需进行补充试验,电流值由制造商和用户协商。

注:除了本条款的试验外,断路器的脱扣器还要按试验程序Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ和Ⅵ(见 8.3.5.2,8.3.5.5,8.3.6.2,8.3.6.7,8.3.7.5,8.3.7.9,8.3.8.2 和 8.3.8.8)在每一极上单独进行验证。

8.3.3.2.4 定时限脱扣器的附加试验

定时限脱扣器应进行试验验证其延时时间和不脱扣持续时间。

a) 延时

本试验应在等于 1.5 倍整定电流的电流下进行:

——对于过载脱扣器,所有相极都通电。

——对于有标记的中性极并具有过载脱扣器的断路器(见 8.3.3.2.1),这种过载脱扣器的试验电流应为 1.5 倍整定电流。

——对于电磁短路脱扣器,应对具有短路脱扣器的各极依次做各种可能的组合,把二极串联通以试验电流。

——对于电子短路脱扣器,任意选择一极验证。

测得的延时值应在制造商规定的范围内。

若试验电流与另一脱扣特性(例如瞬时脱扣特性)重叠,为防止过早脱扣,脱扣整定值(例如 I_{sd} ,见图 K.1)和试验电流可按需要减小,两个值均应记录在试验报告中。

b) 不脱扣持续时间

本试验应在上述 a)有关过载和短路脱扣器试验的相同条件下进行:

首先,试验电流等于 1.5 倍整定电流,使其保持等于制造商规定的不脱扣持续时间的的时间;然后电流降到过载电流整定值(I_r)并使该值持续到 2 倍制造商规定的延时时间,断路器不应脱扣。

8.3.3.3 介电性能试验

GB/T 14048.1—2012 中除 8.3.3.4.1 5)以外适用,做如下修改:

——1) 中删除注 2:半导体器件的介电性能试验正在考虑中。

——3) c)修改为:

根据上述 2)c)的项①、②、③的规定,试验电压应施加 60 s。

注:对于已经按照 GB/T 14048.1—2012 进行了型式试验的电器,无需再重新进行该 60 s 试验。

——6) 的内容改为:只具有直流额定值的设备应施加直流电压进行试验。

本部分补充以下内容:

1) 按 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.4.1 2)c) ①和②:正常工作位置,包括脱扣位置(如适用)。

2) 按 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.4.1 3)c):对本部分而言,连接至主电路的带固态器件的电路,在进行本试验时应断开。

3) 声明不适合隔离的断路器,试验电压应施加于主电路两极间,且电源端应连接在一起,负载端连接在一起,试验电压应符合 GB/T 14048.1—2012 中表 12。

4) 对于工作电压 U_e 大于 50 V 适用于隔离的断路器(见 3.5)应对每极在触头断开位置测泄漏电流,试验电压为 $1.1U_e$,不应超过 0.5 mA。

5) 额定绝缘电压大于交流 1 000 V 的断路器应在试验电压为 $U_i + 1\ 200$ V(交流有效值)或 $2U_i$

(二者取大值)下进行试验。

- 6) 抽屉式断路器(见 7.1.2)应按 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.4.1 项 2)b) 进行冲击耐压验证。试验电压应从 GB/T 14048.1—2012 表 14 中选择,施加在断开位置时,抽屉装置的主触头及其相应的静触头之间,按 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.4.1 项 2)d) 要求进行判别。

8.3.3.4 机械操作试验和操作性能能力试验

8.3.3.4.1 一般试验条件

断路器应按照 8.3.2.1 要求进行安装,但为了进行本项试验,可以安装在一个金属框架上,应防止断路器受过热或过冷的影响。

本试验应在试验室的环境温度下进行。

每条控制电路的控制电源电压应在额定电流时在其接线端子上测量。

组成控制装置部分的所有电阻或阻抗应接入电路内,然而在电源和控制装置的接线端子之间不应增加附加阻抗。

8.3.3.4.2、8.3.3.4.3 和 8.3.3.4.4 的试验应在同一台断路器上进行,但是进行这几项试验的先后次序是可选择的。8.3.3.4.2 和 8.3.3.4.3 的欠压和分励脱扣器试验可选择在新的试品上进行。

对于可以维修的断路器,如果希望进行比表 8 规定更多的操作循环次数时,则首先应进行这些附加操作循环,接着按制造商的说明书进行维修,然后按表 8 规定的操作循环次数进行操作,在本试验程序剩下的操作循环次数内不准许进一步维修。

为了便于试验,允许将每项试验分成 2 个或更多的时段,但任一时段应不得小于 3 h。

8.3.3.4.2 结构和机械操作

8.3.3.4.2.1 结构

应检验抽屉式断路器是否符合 7.1.2 规定的要求。

应检验带储能操作的断路器是否符合 7.2.1.1.6 有关储能指示和人力储能操作方向指示的要求。

8.3.3.4.2.2 机械操作

按 8.3.3.4.1 进行试验的目的在于:

- 证明当闭合脱扣器通电时断路器可靠闭合;
- 证明当闭合操作开始时,同时激励脱扣装置的情况下断路器的性能良好;
- 证明当断路器已闭合时,操作动力操作装置时既不会损坏断路器也不会危及操作者。

断路器的机械操作可以在无载条件下检验。

带有关动力操作的断路器应符合 7.2.1.1.4 的要求。

带有关动力操作的断路器应将操作机构储能至制造商规定的最小和最大极限进行操作。

带储能操作的断路器应符合 7.2.1.1.6 规定的要求,其中辅助电源电压为额定控制电路电源电压的 85% 和 110%。同时还应验证在操作机构储能没有完全储到指示储足前动触头不能移离断开位置。

对于自由脱扣断路器,当脱扣器处在断路器脱扣位置时,触头应不可能保持在接触位置或闭合位置。

如果制造商规定断路器的闭合和断开时间,则这些时间应符合规定值。

8.3.3.4.2.3 欠电压脱扣器

欠电压脱扣器应符合 GB/T 14048.1—2012 中 7.2.1.3 的要求,为此目的,欠电压脱扣器应装于合适的最大电流额定值的断路器上进行试验:

- 1) 释放电压

应验证脱扣器在规定的电压极限之间断开断路器。

电压应在约 30 s 时间内从额定控制电路电源电压降至 0 V。

下限试验在主电路无电流时进行,且脱扣器线圈无预先发热。

当脱扣器额定控制电路电源电压有一个范围时,本试验采用额定电压范围的最大值。

上限试验从相应于对脱扣器施加额定控制电路电源电压及断路器主电路通以额定电流时的稳定温度开始。本试验可和 8.3.3.7 温升试验结合进行。

当脱扣器的额定控制电路电源电压有一个范围时,本试验在最小和最高额定控制电路电源电压下进行。

2) 动作极限试验

在试验室温度下断路器断开时开始,施加 30% 最高额定控制电路电源电压,验证操动器操作时,断路器不能闭合。当电源电压升至 85% 最低控制电路电源电压时,验证操动器操作时,断路器能闭合。

3) 过电压情况下的性能

在断路器闭合,主电路无电流情况下,对欠电压脱扣器施加 110% 额定控制电压 4 h,应验证欠电压脱扣器能耐受并不损害其功能。

8.3.3.4.2.4 分励脱扣器

分励脱扣器应符合 GB/T 14048.1—2012 中 7.2.1.4 的要求(“额定控制电源电压”改为“额定控制电路电源电压”),为此目的,分励脱扣器应装于适合的最大额定电流的断路器上进行试验。

在周围温度 $55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,断路器主电路无电流时,验证分励脱扣器能在 70% 额定控制电路电源电压下动作能使断路器断开。当脱扣器有一个额定控制电路电源电压范围时,试验以最低额定控制电路电源电压的 70% 进行。

8.3.3.4.3 不带电操作性能能力

这些试验应在 8.3.2.1 规定的条件下进行。对断路器进行的循环操作次数已列入表 8 第 3 栏中;而每小时操作循环数见该表第 2 栏。

本试验应在断路器主电路不通电的情况下进行。

对于能配装分励脱扣器的断路器,总操作次数的 10% 应为闭合/脱扣操作,分励脱扣器在最高额定控制电路电源电压下激励。

对于能配装欠电压脱扣器的断路器,总操作次数的 10%,应在最低额定控制电路电源电压时进行闭合/脱扣操作,此电压应在每次闭合操作后去掉,使断路器脱扣。

对上述每一情况,规定操作次数的一半应在试验开始时进行,而另一半在试验末尾期进行。

对装有欠电压脱扣器的断路器,在操作性能试验前,欠电压脱扣器不给电,闭合操作断路器 10 次,断路器应不能闭合。

本试验应在断路器自身闭合机构上进行。对于装有电动或气动闭合脱扣器的断路器,这些装置应在额定控制电路电源电压或额定气压下进行试验。试验时应采取一些措施以保证电气元件的温升不超过表 7 所列极限值。

对于人力操作断路器,应按正常使用一样进行操作。

8.3.3.4.4 带电操作性能能力

断路器的安装条件和方法应按 8.3.2.1 的规定,试验电路按 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.5.2。

操作频率和操作循环次数在表 8 第 2 栏和第 4 栏中给出。

断路器应在其最高额定工作电压下(由制造商指定)接通和分断其额定电流,功率因数或时间常数

按表 11 选用,允差应符合 8.3.2.2.2 的规定。

交流断路器的试验应在频率 45 Hz~62 Hz 之间进行。

对于装有可调式脱扣器的断路器,本试验应在最大过载整定值和最小短路整定值下进行。

本试验应用断路器自身的闭合机构进行。对于装有电动或气动闭合脱扣器的断路器,这些装置应在额定控制电路电源电压或额定气压下进行试验。试验时应采取一些措施以保证电气元件的温升不超过表 7 所列极限。

人力操作的断路器应按正常使用一样进行操作。

8.3.3.4.5 抽屉式断路器不带电操作性能能力补充试验

不带电操作性能能力试验应在抽屉式断路器的抽出机构和有关的联锁机构上进行。

操作循环次数应为 100 次。

本试验后,隔离触头、抽出机构及联锁装置应适合于继续使用。这些可通过外观检查进行验证。

8.3.3.5 过载性能

本试验适用于额定电流小于和等于 630 A 的断路器。

注 1: 应制造商要求,额定电流大于 630 A 的断路器也可进行本项试验。

断路器的安装条件和安装方法应按 8.3.2.1 的规定,试验电路按 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.5.2。

本试验应在制造商给定的断路器最高工作电压 U_{emax} 下进行,并考虑表 12[也见 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.2.2.3a)]中对恢复电压的要求。

对于装有可调式脱扣器的断路器,本试验应该用整定在最大值的脱扣器进行。

断路器应人力断开 9 次,过载脱扣器自动断开 3 次。但具有短路脱扣器,且其最大整定值小于试验电流的断路器除外,对于这些情况,12 次全为自动操作。

如果试验装置不能承受自动操作时产生的能量,经制造商同意,试验可按如下执行:

——12 次人力操作;

——在任何合适的电压下,进行 3 次自动断开的附加操作。

在每次人力操作循环期间,断路器应保持闭合足够的时间,以保证达到全试验电流,但不得超过 2 s。

每小时的操作循环次数应按表 8 第 2 栏的规定。如果断路器在这个频率内不能再扣,则可降低该频率至足以使断路器可以闭合,并达到全电流。

如果试验站的试验条件不准许在表 8 给定的操作频率下试验,则可采用较低的频率,但有关详情应在试验报告中注明。

试验电流值和恢复电压值应按表 12 规定,功率因数或时间常数(如适用)按表 11,允差按 8.3.2.2.2 的规定。

注 2: 经制造商同意,本试验可以在比本规定更苛刻的条件下进行。

表 12 过载性能的试验电路特性

	交 流	直 流
电 流	$6 \times I_n$	$2.5 \times I_n$
恢复电压	$1.05 \times U_{\text{emax}}$	$1.05 \times U_{\text{emax}}$
U_{emax} = 断路器的最高工作电压		

交流断路器的试验应在频率 45 Hz~62 Hz 之间进行。

断路器电源接线端预期短路电流应至少为 10 倍试验电流值,或至少为 50 kA,两者取较低者。

8.3.3.6 验证介电耐受能力

8.3.3.6.1 概述

本试验应在断路器仍如前面试验安装时进行,如果这不可行,可从试验电路上断开并拆下,但应采取措施确保不影响试验结果。

8.3.3.6.2 试验电压

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.4.1 4)b)适用。

8.3.3.6.3 试验电压的施加

本试验按 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.4.1 2)c) ①②和③和外加在断路器断开时于每极进、出端间施压时间为 5 s,但不需要 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.4.1 1)(删除注 2:半导体器件的介电性能试验正在考虑中)的金属箔。就本部分而言,连接到主电路的固态器件电路在试验时应断开。正常工作位置包括脱扣位置(如有)。

对适作隔离的断路器应按 8.3.3.3 4)测量泄漏电流,但泄漏电流不应超过 2 mA。

8.3.3.6.4 认可判据

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.4.1 3)d)适用。

8.3.3.7 验证温升

继 8.3.3.6 试验后,在约定发热电流下按 8.3.2.5 进行温升试验,温升值不应超过表 7 规定值。

8.3.3.8 验证过载脱扣器

紧接着 8.3.3.7 试验后,应立即在基准温度下[见 7.2.1.2.4b) 2)]在 1.45 倍电流整定值下验证过载脱扣器的动作。

对于本试验,所有的极串联连接。或者也可采用三相电源进行本试验。

本试验可以在任何合适的电压下进行。

动作时间不应超过约定脱扣时间。

经制造商的同意,在 8.3.3.7 试验与 8.3.3.8 试验之间可以有一间隔时间。

对于与周围温度有关的脱扣器,本试验可以在周围空气温度下及在按制造商的温度/电流参数修正过的试验电流下进行。

8.3.3.9 验证欠电压和分励脱扣器

装有欠电压脱扣器的断路器,应按 8.3.3.4.2.3 列项 1)试验。但在试验室温度下,主电路不通电时进行上限和下限的试验,脱扣器还应在最低控制电源电压的 70%时不动作,在最高额定控制电路电源电压的 35%时动作。

装有分励脱扣器的断路器,应按 8.3.3.4.2.4 进行试验。除试验可在试验室温度下进行之外,脱扣器还应在最低额定控制电路电源电压的 70%时动作。

8.3.3.10 验证主触头位置

适用于隔离的断路器(见 3.5),在 8.3.3.8 验证之后应按 GB/T 14048.1—2012 中 8.2.5 验证主触头位置指示的有效性。

8.3.4 试验程序Ⅱ：额定运行短路分断能力

8.3.4.1 一般要求

除了当综合试验程序Ⅵ(见 8.3.8)适用时外,本试验程序适用于所有的断路器,并包括下列试验:

试 验	条 款
额定运行短路分断能力	8.3.4.2
验证操作性能	8.3.4.3
验证介电耐受能力	8.3.4.4
验证温升	8.3.4.5
验证过载脱扣器	8.3.4.6

对于 $I_{cs} = I_{cu}$ 情况,见 8.3.5。

被试试品数量及可调式脱扣器的整定值应按表 10 规定。

8.3.4.2 额定运行短路分断能力试验

短路试验应在 8.3.2 规定的一般条件下以制造商根据 4.3.6.2.3 规定宣布的预期电流 I_{cs} 值进行。

本试验的功率因数应根据对应的试验电流的值按表 11 决定。

操作程序应为:

O-t-CO-t-CO

对于带有熔断器的断路器,应在每次动作后更换熔断的熔断器。为此,时间间隔 t 可能需要延长些。

8.3.4.3 验证操作性能

继 8.3.4.2 试验后,应按 8.3.3.4.4 验证操作性能,但与 8.3.4.2 试验同样的额定工作电压验证,操作次数应为表 8 第 4 栏规定次数的 5%。

在一给定的壳架等级,在表 10 中指定的最小 I_n 或最小过载脱扣器的整定值下的断路器经受了 8.3.4.2 的试验后,不需做本项试验验证。

8.3.4.4 验证介电耐受能力

继 8.3.4.3 试验后,应按 8.3.3.6 验证介电耐受能力。

适用于隔离的断路器,应按 8.3.3.6 测量泄漏电流。

8.3.4.5 验证温升

继 8.3.4.4 试验后,应按 8.3.2.5 验证主电路接线端子处的温升。温升不应超过表 7 规定值。

对一给定壳架等级,在最小 I_n 或最小过载脱扣器整定值下的断路器经受 8.3.4.2 试验后,不需做本项试验验证。

8.3.4.6 验证过载脱扣器

紧接着 8.3.4.5 试验后,应立刻按 8.3.3.8 验证过载脱扣器的动作。

经制造商同意,在 8.3.4.5 试验与 8.3.4.6 试验之间可以有一间隔时间。

8.3.5 试验程序Ⅲ：额定极限短路分断能力

8.3.5.1 一般要求

除了当综合试验程序Ⅵ(见 8.3.8)适用时外,本试验程序适用于选择性类别 A 的断路器和具有额定极限短路分断能力比额定短时耐受电流高的选择性类别 B 的断路器。

注:对于这种选择性类别 B 的断路器,瞬时脱扣器在大于表 3 第 2 栏规定的电流值(见 4.3.6.4)下动作;这种型式的脱扣器可称为“瞬时超越脱扣器”。

对于具有额定短时耐受电流等于其额定极限短路分断能力的选择性类别 B 的断路器,无需进行本试验程序,因为在进行试验程序Ⅳ时要验证极限短路分断能力的。

对于带熔断器的断路器,可采用试验程序Ⅴ来取代本试验程序。

当 $I_{cs} = I_{cu}$,此试验程序不必进行,在此情况下,试验程序Ⅱ(见表 10)适用,增加结构段试验和下列验证试验:

- 在试验程序开始时验证 8.3.5.2;
- 在试验程序结束时验证 8.3.5.5。

本试验程序包括下列试验:

试 验	条 款
验证过载脱扣器	8.3.5.2
额定极限短路分断能力	8.3.5.3
验证介电耐受能力	8.3.5.4
验证过载脱扣器	8.3.5.5

被试试品数量和可调式脱扣器的整定值应按表 10 规定。

8.3.5.2 验证过载脱扣器

过载脱扣器的动作应在 2 倍电流整定值下在每极上分别进行验证。本试验可以在任何合适的电压下进行。

对于与周围温度有关的脱扣器,如果周围温度不同于基准温度,则试验电流应按制造商的温度/电流参数进行修正。

脱扣特性与接线端子温度无关(如电子脱扣器、磁脱扣器)的试验,连接导线的参数(如型式、截面、长度)可不同于 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.3.4 的要求。其接线应与试验电流及由此而产生的热应力相应。

对于每一单独的极,动作时间不应超过制造商规定的基准温度下的 2 倍整定电流的最大值。

8.3.5.3 额定极限短路分断能力试验

继 8.3.5.2 试验后,用等于制造商宣布的额定极限短路分断能力的预期电流值,按 8.3.2 的一般条件进行短路分断能力试验。

操作程序应为:

O-t-CO

8.3.5.4 验证介电耐受能力

继 8.3.5.3 试验后,按 8.3.3.6 验证介电耐受能力。对适用于隔离的断路器,泄漏电流不应超过 6 mA。

8.3.5.5 验证过载脱扣器

继 8.3.5.4 试验后,应按 8.3.5.2 验证过载脱扣器的动作,试验电流应为电流整定值的 2.5 倍。

对于每一单独的极,在基准温度下的动作时间不超过制造商规定的 2 倍电流整定值时的最大值。

8.3.6 试验程序Ⅳ:额定短时耐受电流

8.3.6.1 一般要求

除了当综合试验程序Ⅵ(见 8.3.8)适用时外,本试验程序适用于具有短时耐受电流(见 4.4)的断路器,本试验程序包括下列试验:

试 验	条 款
验证过载脱扣器	8.3.6.2
额定短时耐受电流	8.3.6.3
验证温升	8.3.6.4
最大短时耐受电流下的短路分断能力	8.3.6.5
验证介电耐受能力	8.3.6.6
验证过载脱扣器	8.3.6.7

如果带熔断器的断路器属选择性类别 B 时,则这些断路器应符合本程序的要求。

被试试品数量和可调式脱扣器的整定值应按表 10 规定。

8.3.6.2 验证过载脱扣器

过载脱扣器的动作应按 8.3.5.2 进行验证。

8.3.6.3 额定短时耐受电流试验

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.4.3 适用并补充如下:

对于本试验,应不让在试验时可能动作的任何过电流脱扣器,包括瞬时超越脱扣器(如有)动作。

8.3.6.4 验证温升

继 8.3.6.3 试验后,应按 8.3.2.5 的规定验证主电路接线端子的温升。温升不应超过表 7 规定值。

如制造商同意,温升可在介电耐受试验(8.3.6.6)后进行。对一给定壳架等级,断路器在最小 I_n 或最小过载脱扣器整定值下已进行 8.3.7.3 试验,则不需做本试验。

8.3.6.5 最大短时耐受电流下的短路分断能力试验

继 8.3.6.4 试验后,短路试验应按下列操作程序进行:

O-t-CO

在 8.3.2 规定的一般条件下,以等于短时耐受电流试验值(见 8.3.6.3)的预期电流值,且在适用于额定短时耐受电流的最高电压下进行短路试验。

断路器应在短延时短路脱扣器的最大时间整定值的短时间内保持闭合,且在本试验期间,瞬时超越脱扣器(如有)不应动作。如果断路器有接通电流脱扣器(见 2.10),故若预期电流超过预定值,它将会动作,故 CO 操作时此要求不适用。此要求同样不适用于第四极和相邻极(8.3.2.6.4.3)试验的 CO 操作。

8.3.6.6 验证介电耐受能力

继 8.3.6.5 试验后,应按 8.3.3.6 验证介电耐受能力。

8.3.6.7 验证过载脱扣器

继 8.3.6.6 试验后,应按 8.3.5.2 验证过载脱扣器的动作,试验电流应为电流整定值的 2.5 倍。
对于每一单独的极,在基准温度下的动作时间不超过制造商规定的 2 倍电流整定值时的最大值。

8.3.7 试验程序 V:带熔断器的断路器的性能

8.3.7.1 一般要求

本试验程序适用于带熔断器的断路器。本试验程序取代试验程序 III,包括下列试验:

	试 验	条 款
阶段 1	在选择性极限电流下的短路	8.3.7.2
	验证温升	8.3.7.3
	验证介电耐受能力	8.3.7.4
阶段 2	验证过载脱扣器	8.3.7.5
	在 1.1 倍交接电流下的短路	8.3.7.6
	在极限短路分断能力下的短路	8.3.7.7
	验证介电耐受能力	8.3.7.8
	验证过载脱扣器	8.3.7.9

本试验程序分为两个阶段:

——阶段 1 包括按 8.3.7.2~8.3.7.4 的试验;

——阶段 2 包括按 8.3.7.5~8.3.7.9 的试验。

这两个阶段的试验可以这样进行:

——在两台单独的断路器上进行,或

——在同一台断路器上进行,但在两个阶段之间可以维修,或

——在同一台断路器上进行,但在两个阶段之间不可以有任何维修,在这种情况下可以省略 8.3.7.4 规定的试验。

仅当 $I_{cs} > I_s$ 时,需进行 8.3.7.3 试验。

按 8.3.7.2,8.3.7.6 和 8.3.7.7 的试验应在断路器最高工作电压下进行。

被试试品数量和可调式脱扣器的整定值应按表 10 的规定。

8.3.7.2 选择性极限电流下的短路

在 8.3.2 规定的一般条件下,以等于制造商宣布的选择性极限电流(见 2.17.4)的预期电流进行短路试验。

为进行本试验,应装上熔断器进行。

本试验应包括一个“O”操作,试验完毕后熔断器仍保持为一整体。

8.3.7.3 验证温升

注:因为在进行试验程序 II,8.3.4.2 短路试验时熔断器可能已熔化,在这种情况下,按 8.3.7.2 的试验就较严酷,所以需进行此温升验证。

继 8.3.7.2 试验后,应按 8.3.2.5 验证主电路接线端子的温升。

温升不应超过表 7 规定值。

8.3.7.4 验证介电耐受能力

继 8.3.7.3 试验后,应按 8.3.3.6 验证介电耐受能力。

8.3.7.5 验证过载脱扣器

应按 8.3.5.2 验证过载脱扣器的动作。

8.3.7.6 在 1.1 倍交接电流下的短路

继 8.3.7.5 试验后,应在和 8.3.7.2 相同的一般条件下,以等于制造商宣布的 1.1 倍交接电流(见 2.17.5)的预期电流进行短路试验。

为进行本试验,应装上熔断器进行。

本试验应由一个“O”操作组成,试验结束时至少要有两只熔断器熔断。

8.3.7.7 在极限短路分断能力下的短路

继 8.3.7.6 试验后,应在和 8.3.7.2 相同的一般条件下,以等于制造商宣布的极限短路分断能力 I_{cu} 的预期电流进行短路试验。

为了进行本试验,应装上一组新的熔断器。

本操作顺序应为:

O—t—CO

在时间间隔 t 内需更换另一组新的熔断器,为此该时间间隔 t 可能需要延长。

8.3.7.8 验证介电耐受能力

继 8.3.7.7 试验,换上一组新的熔断器后,应按 8.3.5.4 验证介电耐受能力。

8.3.7.9 验证过载脱扣器

继 8.3.7.8 试验后,应按 8.3.5.2 验证过载脱扣器的动作,但是试验电流应为电流整定值的 2.5 倍。

对于每一单独的极,在基准温度下的动作时间不超过制造商规定的 2 倍电流整定值时的最大值。

8.3.8 试验程序 VI:综合试验程序

8.3.8.1 一般要求

经制造商要求或同意时,本试验程序可适用于选择性类别 B 的断路器:

- 当额定短时耐受电流和额定运行短路分断能力具有相同值 ($I_{cw} = I_{cs}$) 时,本程序取代试验程序 II 和 IV;
- 当额定短时耐受电流和额定运行短路分断能力以及额定极限短路分断能力有相同值 ($I_{cw} = I_{cs} = I_{cu}$) 时,本程序取代试验程序 II, III 和 IV。

本试验程序包括下列试验:

试 验	条 款
验证过载脱扣器	8.3.8.2
额定短时耐受电流	8.3.8.3
额定运行短路分断能力 ^a	8.3.8.4
验证操作性能能力	8.3.8.5
验证介电耐受能力	8.3.8.6
验证温升	8.3.8.7
验证过载脱扣器	8.3.8.8
^a 对于属于上述 b) 的断路器, 这也是极限短路分断能力。	

被试试品数量和可调式脱扣器的整定值应符合表 10 规定。

8.3.8.2 验证过载脱扣器

过载脱扣器的动作应按 8.3.5.2 进行验证。

8.3.8.3 额定短时耐受电流试验

继 8.3.8.2 试验后, 应按 8.3.6.3 在额定短时耐受电流下进行试验。

试验不必在表 10 规定的试品最小 I_n 下进行。

8.3.8.4 额定运行短路分断能力试验

继 8.3.8.3 试验后, 应按 8.3.4.2 在相应于额定短时耐受电流适用的最高电压下进行额定运行短路分断能力试验。断路器应在短延时短路脱扣器最大时间整定值的短时间内保持闭合。

在本试验期间, 瞬时超越脱扣器(如有)不应动作, 但接通电流脱扣器(如有)应动作。

8.3.8.5 验证操作性能

继 8.3.8.4 试验后, 按 8.3.4.3 验证操作性能。

8.3.8.6 验证介电耐受能力

继 8.3.8.5 试验后, 应按 8.3.3.6 验证介电耐受能力。

适用于隔离的断路器, 应按 8.3.3.6 测量泄漏电流。

8.3.8.7 验证温升

继 8.3.8.6 试验后, 应按 8.3.2.5 验证主电路接线端子的温升。

温升不应超过表 7 给定值。

对一给定壳架等级, 在最小 I_n 或最小过载脱扣器整定值下的断路器经受 8.3.8.4 试验后, 不需做本项试验验证。

8.3.8.8 验证过载脱扣器

继 8.3.8.7 试验并经冷却之后, 应按 8.3.3.8 验证过载脱扣器的动作。

其后, 应在每极上按 8.3.5.2 单独验证过载脱扣器的动作, 但试验电流应为 2.5 倍电流整定值的电流。

对于每一单独的极, 在基准温度下的动作时间不超过制造商规定的 2 倍电流整定值时的最大值。

8.3.9 临界直流负载电流试验

本试验仅适用于直流断路器。

断路器应根据 8.3.2.1 中规定的试验条件和方式进行安装。试验电路应根据 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.5.2 试验电路的要求,但不使用金属丝网和熔断元件。

试品应根据表 10 中程序 I 选择(注 g 应用除外),相关过流脱扣电器的结构段不予考虑。

试验应在制造商规定的最大直流工作电压 U_{emax} 下进行。

配备有可调脱扣器的断路器,试验应在最大脱扣整定值下进行。

在下述的每一试验电流下,断路器应进行闭合和断开操作各 5 次。如果制造商规定了电流方向,则应按照制造商规定的电流方向,如极性和电源/负载端标志进行试验。如未做规定,则应正向进行 5 次操作,反向进行 5 次操作。

在每一次 CO 循环中,断路器应保持闭合足够长的时间以确保通以全电流,但不能超过 2 s。

时间常数应根据表 11 中操作性能的要求确定。也可使用制造商规定的更高值,该值应记录在试验报告中。

每小时的操作循环次数应符合表 8 要求。

应记录试验过程中的燃弧时间,其值不应超过 1 s。

试验电流值应为:直流 4 A, 8 A, 16 A, 32 A, 63 A, 可以有 $\pm 10\%$ 允差,但不超过额定电流。每一电流方向,如合适,根据最大燃弧时间的平均值来确定临界值。应证明试验电流的最高值和最低值对应的燃弧时间短于临界值的平均燃弧时间。如有必要,应通过多次施加 2 倍率的电流值(但不应超过额定电流值)来向上或向下扩展试验电流的范围,以便找到临界值。如果电流的临界值不在这些标准值里,则无需进行下一步试验。

除了电流,试验参数的允差应符合 8.3.2.2.2 的要求。

在该试验中,在相同条件下,在电流和相对应的临界值的方向,对同一样品应进行 50 次操作。试后应根据 8.3.3.6 在直流电压下进行介电耐压验证。

8.4 常规试验

8.4.1 一般要求

常规试验的定义,见 GB/T 14048.1—2012 中 2.6.2 和 8.1.3。

采用下列试验:

- 机械操作(8.4.2);
- 验证过电流脱扣器(8.4.3);
- 验证欠电压和分励脱扣器的动作(8.4.4);
- CBR 按附录 B 附加试验(8.4.5);
- 介电试验(见注)(8.4.6);
- 验证电气间隙(8.4.7)。

注:若通过材料和制造过程的控制,证明介电性能完善,这些试验可用抽样试验代替[按认可的抽样计划(见 GB/T 2828.1—2012)]。

但是,断路器制造时的操作和/或其他常规试验可代替上面所列试验,只要采用条件相同,操作次数不少于规定的次数。

8.4.3、8.4.4、8.4.5 的试验在脱扣器装入断路器内或装入一个合适的模拟断路器工作状况的试验装置中进行。

8.4.2、8.4.3、8.4.4、8.4.6 和 8.4.7 试验条文中,术语“断路器”包括 CBR(如适用)。

8.4.2 机械操作试验

下列试验应在主回路不通电情况下进行,但脱扣器动作要求的除外,试验时,不可调整,动作应可靠。

手动操作断路器应进行下列试验:

- 两次闭合、断开操作;
- 两次自由脱扣操作。

注:自由脱扣机械开关电器的定义见 GB/T 14048.1—2012 中 2.4.23。

动力操作断路器在最高额定控制电路电源电压和/或额定能源压力的 110%和在最低额定控制电路电源电压和/或额定能源压力的 85%时进行下列试验:

- 两次闭合、断开操作;
- 两次自由脱扣动作;
- 对自动重合闸断路器,两次自动重合闸操作。

8.4.3 验证过电流脱扣器

8.4.3.1 反时限脱扣器

验证反时限脱扣器的调整应在一个电流整定值的倍数时进行,以验证脱扣时间是否符合制造商提供的曲线(在误差范围内)。

验证可在任何合适的温度下进行,按基准温度进行修正(见 4.7.3)。

8.4.3.2 瞬时和定时限脱扣器

验证瞬时和定时限脱扣器的调整应在 8.3.3.2.2 或 8.3.3.2.3a) (如适用)所给的电流值时检查脱扣器的动作和不动作,不需要测量分断时间。

试验可在两极串联通试验电流时进行,使有脱扣器的极采用各种可能的组合,或使每一有脱扣器的极单独通以试验电流进行试验。

一种确定脱扣水平的方法是采用缓慢上升的试验电流,从低于下限的电流值开始一直到断路器脱扣,脱扣应在试验电流的下限与上限之间发生。

8.4.4 验证欠电压和分励脱扣器的动作

8.4.4.1 欠电压脱扣器

试验应验证脱扣器是否能按 GB/T 14048.1—2012 中 7.2.1.3 及下列要求动作:

a) 吸合电压

脱扣器应在相应于最低额定控制电路电源电压的 85%时闭合。

b) 释放电压

脱扣器应在电压降至相应于额定控制电路电源电压的 70%~35%极限范围内的值时释放,电源电压调整时要考虑在 8.3.3.4.2.3 1) 规定的条件下的操作,当脱扣器的额定控制电路电源电压有一定范围时,上限应相应于额定控制电路电源电压范围中的最小值,下限应相应于额定控制电路电源电压范围中的最大值。

8.4.4.2 分励脱扣器(作断开用)

按 GB/T 14048.1—2012 中 7.2.1.4 (“额定控制电源电压”改为“额定控制电路电源电压”)验证脱扣器动作,试验可在任何方便的温度下进行,只要试验电压降低时考虑了脱扣器在 8.3.3.4.2.4 规定的条

件下动作所需的电压。在脱扣器的额定控制电路电源电压有一定范围时,试验电压应为相应于最低额定控制电路电源电压的 70%。

8.4.5 CBR 附加试验

CBR 或剩余电流装置应进行下列附加试验:

a) 试验装置的动作

CBR 应承受两次“闭合—脱扣”动作或两次“复位—脱扣”动作(对剩余电流部件),CBR 在施加最低额定工作电压时,手动操作试验装置脱扣。

b) 验证 CBR 的剩余电流脱扣装置的调整

采用交流正弦剩余电流;应验证:

——如可调,在 $I_{\Delta n}$ 最小整定值时,各极分别通以 $0.5I_{\Delta n}$ 剩余电流,CBR 不应脱扣;

——如可调,在 $I_{\Delta n}$ 最小整定值时,各极分别通以 $I_{\Delta n}$ 剩余电流,CBR 应脱扣。

8.4.6 介电试验

除不需用金属箔外,试验条件应符合 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.4.1 1)(删除注 2:半导体器件的介电性能试验正在考虑中),试验电压应如下施加:

——断路器在断开位置,每一对端子之间,此对端子在断路器闭合时在电气上是连接在一起的。

——对不带接至主电路的电子电路的断路器,置断路器于闭合位置,在每极与相邻极之间和每一极和框架(如有)之间。

——对带接至主电路的电子电路的断路器,置断路器于断开位置,在每极与相邻极之间和每一极和框架(如有)之间。电压施加在进线端或出线端,视电子元件的位置而定。

也可采用另一种方法,允许拆除连接至主电路的电子电路。在该情况下,断路器应处在闭合位置,试验电压施加在每极和相邻极之间,和每极与框架之间(如适用)。

试验方法有如下 a)、b)、c) 三种供制造商选择:

a) 需进行两种试验:

1) 冲击耐受电压

试验电压应不低于额定冲击耐受电压的 30%(不需考虑海拔修正系数)或相当于 $2U_i$ 峰值,取大者。

2) 工频耐受电压

试验设备应符合 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.4.1 3)b) 规定,但过电流继电器应整定在 25 mA。然而,为了安全起见,经制造商同意,可决定采用低功率或低整定值试验设备,但试验设备的短路电流至少应为过电流继电器脱扣整定值的 8 倍;例如,短路电流为 40 mA 的变压器,过电流继电器的最大整定值应为 5 mA \pm 1 mA。

试验电压应为 $2U_c$ 最大值,或交流有效值 1 000 V(取较大者),时间不少于 1 s。过电流继电器不应脱扣。

b) 按上面 a)2) 单独进行工频试验,试验电压应为:正弦波峰值相应于 U_{imp} 的 30%、 $2U_i$ 、2 倍最大 U_c 或交流有效值 1 000 V 的峰值的最大值。

c) 用 500 V 直流进行绝缘电阻试验时,其任何点的绝缘电阻应不小于 1 M Ω 。

如按 8.4.1 注的抽样计划进行介电试验,工频耐受试验应按 8.4.6a)2) 进行,但试验电压应符合 GB/T 14048.1—2012 中表 12 A 规定(脚注 b 修改为:试验电压值依据 GB/T 16935.1—2008 中 6.1.3.4.1 第 5 段)。额定绝缘电压大于交流 1 000 V 的断路器应在试验电压为 $U_i+1\ 200$ V(交流有效值)或 $2U_i$ (二者取大值)下进行试验。

8.4.7 验证电气间隙小于 GB/T 14048.1—2012 中表 13 中情况 A 相应值的试验

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.4.3 适用。但对本部分而言,本试验应是常规试验。

注:电气间隙大于或等于 GB/T 14048.1—2012 中表 13 情况 A 的场合已包括在 8.4.6 的试验中。

8.5 特殊试验——湿热、盐雾、振动和冲击

下列特殊试验应由制造商确定进行或根据制造商和用户之间的协议进行(见 GB/T 14048.1—2012 中 2.6.4)。作为特殊试验,除非有特别的要求,否则这些附加的试验不是强制性的,并且断路器没有必要满足这其中的任意一个试验以符合现有的标准。

GB/T 14048.1—2012 中附录 Q 适用,做如下修改:

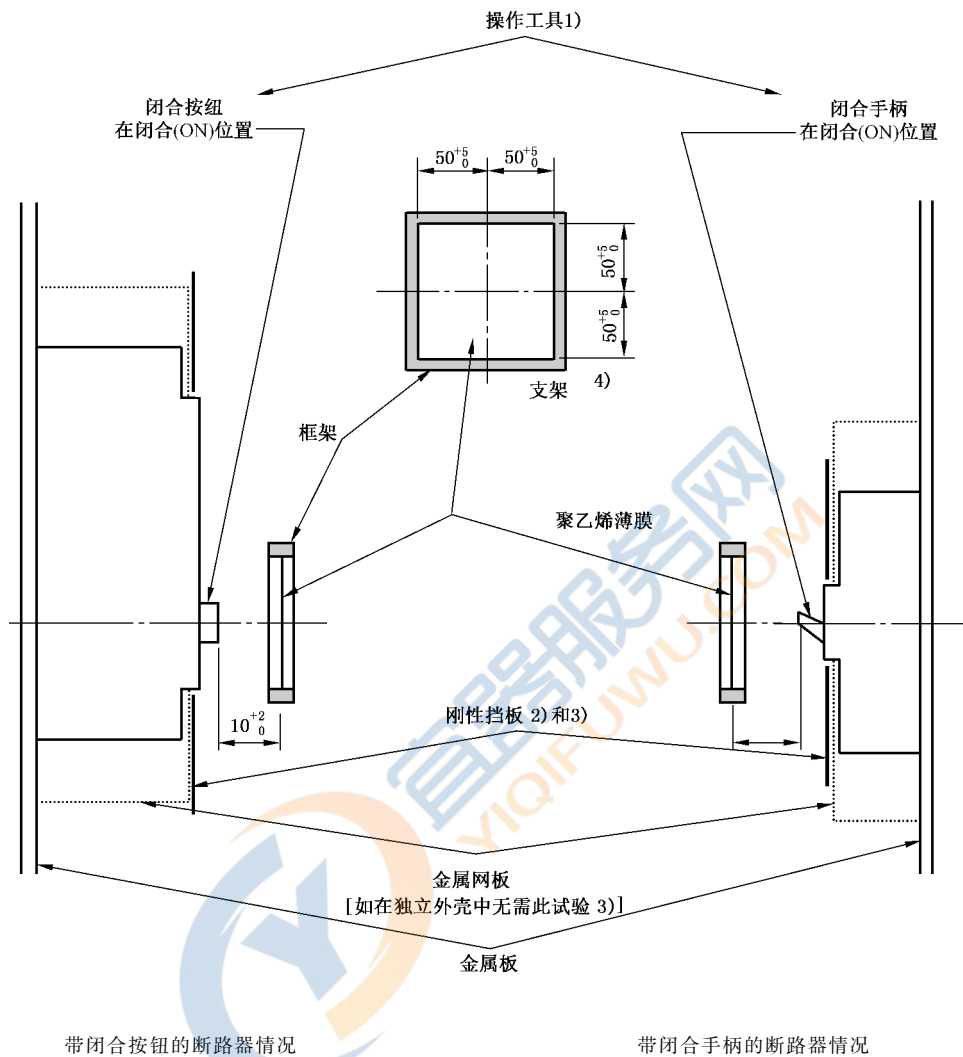
表 Q.1 中增加了“4 倾斜试验”,在 D、E 和 F 的分类下按照 GB/T 28561 进行试验;同时对该试验增加脚注 1:

¹倾斜试验:如果制造商声明电器在使用中的安装方向涵盖了所需的试验角度,则低压开关设备无需进行倾斜试验。

依据 GB/T 14048.1—2012 中表 Q.1 的试验程序进行试验时,仅要求进行最后的操作性能验证。应按本部分的 8.4 常规试验时进行验证。但 8.4.6 介电试验除外,其试验已包含在 GB/T 14048.1—2012 中表 Q.1 的试验程序中。

依据 GB/T 14048.1—2012 中表 Q.1 脚注 e),对干热试验,断路器不应通电流;当具有欠电压脱扣器时,应施加额定电压。试验过程中,断路器在最后一小时应按 8.4.2 要求操作。

依据 GB/T 14048.1—2012 中表 Q.1 脚注 g),在湿热试验时,功能性试验应包括本部分 8.4.2 规定的机械操作试验。当只允许人力操作方式时,这些试验在接下来的冷态初期进行。



带闭合按钮的断路器情况

带闭合手柄的断路器情况

说明：

- 1)——操作工具包括正常固定用于闭合操作的加长部分；
- 2)——刚性挡板的目的在于防止从手柄或按钮以外区域出来的发射物至聚乙烯薄膜(如在独立外壳中试验则不需)；
- 3)——刚性挡板和金属网板的前部可组合成一个导电金属板；
- 4)——由任何合适的硬材料制成,以免聚乙烯薄膜破裂。

图 1 短路试验装置(连接电缆未画出)

附录 A (规范性附录)

断路器与串联在同一电路中的另一台短路保护装置在短路条件下的配合

A.1 概述

为了确保断路器(C_1)与串联在同一电路中的另一台短路保护装置(SCPD)在短路条件下的配合,则需要考虑两台电器各自的特性及它们连接在一起的性能。

注: SCPD可增加附加的保护装置,例如,过载脱扣器。

SCPD可由一熔断器(或一组熔断器)(见图 A.1)或另一台断路器(C_2)(见图 A.2 和图 A.3)组成。

当涉及到串联动作的两台电器的性能时,仅对比两台串联在一起的电器的各自的特性是不够的,因为这两台电器的阻抗往往是不可忽略的。为此建议需考虑这种情况。对于短路电流,宜采用 I^2t 来代替时间。表示截断电流和 I^2t 特性的优选模板附录 K 中给出。

断路器 C_1 经常与另一台 SCPD 串联连接,其原因是设备中所采用的配电方式不同,或者是单独的断路器 C_1 的短路分断能力不能满足预定的用途要求。在这种情况下,SCPD 可以安装在离断路器 C_1 一定距离的地方。SCPD 可以保护供电给几台断路器 C_1 或只供电给一台断路器的主馈线。

对于这类使用情况,用户或专业技术管理部门可能需要仅根据理论计算来判断如何达到最佳配合水平。本附录的目的在于对这样的判断提供指导,同时也用来对断路器制造厂为未来用户提供的资料形式进行指导。

在所推荐的应用场合,如有必要进行这类试验时,也可作为试验的指导。

术语“配合”不仅包括考虑两者的选择性保护[见 GB/T 14048.1—2012 中 2.5.23(术语的英文由“over-current discrimination”改为“over-current selectivity”)和 2.17.2 以及 2.17.3],而且还包括考虑后备保护(见 GB/T 14048.1—2012 中 2.5.24)。

一般选择性可通过理论计算或试验的方式加以考虑(见 A.5),而后备保护通常是用试验加以验证(见 A.6)。

在考虑短路分断能力时,可根据预定的标准来确定是采用额定极限短路分断能力(I_{cu})还是采用额定运行短路分断能力(I_{cs})。

A.2 适用范围和目的

本附录对断路器与串联在同一电路中的其他 SCPD 的配合即有关选择性保护和后备保护提供指导并给出相应的要求。

本附录目的在于规定:

- 断路器与另一台 SCPD 配合的一般要求;
- 用于验证已符合配合条件的方法和试验(如认为有必要)。

A.3 断路器与另一台 SCPD 配合的一般要求

A.3.1 一般原理

理想的配合应为这样:在所有的过电流值不超过其额定短路分断能力 I_{cu} 的极限值情况下,只有断

路器 C_1 动作。

注 1: 如果在安装点的预期故障电流值小于断路器 C_1 的额定极限短路分断能力, 则可认为 SCPD 在此电路中不考虑用作后备保护, 作一般保护之用。

实际上, 应采用下列一些原理:

- a) 如果选择性极限电流值 I_s (见 2.17.4) 过低, 则就会有破坏选择性保护的危险;
- b) 如果在安装点的预期故障电流值大于断路器 C_1 的额定极限短路分断能力, 则 SCPD 应这样选择, 即使得断路器 C_1 的性能按 A.3.3 和交接电流 I_B (见 2.17.5) (如有) 应符合 A.3.2 的要求。

如有可能, SCPD 应安装在断路器 C_1 的电源侧。如果 SCPD 安装在负载侧, 则 C_1 与 SCPD 之间的连接应安置得使短路危险减小到最低限度。

注 2: 在具有可更换的脱扣器情况下, 这些原理应适用于各有关的脱扣器。

A.3.2 交接电流

就后备保护而言, 交接电流 I_B 不应大于单独的断路器 C_1 [见图 A.3a)] 的额定极限短路分断能力 I_{cu} 。

A.3.3 与另一台 SCPD 连接的断路器 C_1 的性能

对于小于或等于串接装置的短路分断能力的所有过电流值, C_1 应符合 GB/T 14048.1—2012 中 7.2.5 的要求, 而串接装置应符合 7.2.1.2.4a) 的要求。

A.4 串联的 SCPD 的型式和特性

根据要求, 断路器制造厂应提供用于与断路器 C_1 串联的 SCPD 的型式和特性以及适合于串接装置在规定的工作电压下的最大预期短路电流等方面的资料。

用于按本附录进行任何试验的 SCPD 详细情况, 例如, 制造厂名称、型号、额定电压、额定电流以及短路分断能力等应在试验报告中注明。

最大限制短路电流 (见 GB/T 14048.1—2012 中 2.5.29) 不应大于 SCPD 的额定极限短路分断能力。

如果所串联的 SCPD 为断路器, 则它应符合本部分的要求, 或符合其他有关的标准。

如果所串联的 SCPD 为熔断器, 则它应符合相应的熔断器标准。

A.5 验证选择性

A.5.1 一般要求

通常选择性用理论计算方法来考虑, 即通过比较断路器 C_1 和串联的 SCPD (见 A.5.2) 的动作特性。选择性也可以通过试验来确定 (见 A.5.3)。

在某些情况下, 对串联组合装置的试验显示出比理论计算方法更高的 I_s , 例如:

——当 C_1 为限流型, 且 C_2 为无人造的延时;

——当 SCPD 的断开时间小于半波的时间。

当串联的 SCPD 是一断路器时欲获得要求的选择性, 则 C_2 需要有一人为的短延时。

选择性可以是不超过 C_1 额定短路能力 I_{cu} 的局部选择性 (见图 A.3a)) 或全选择性。

有关全选择性的两个图例见图 A.2a) 和图 A.2b)。

A.5.2 选择性的理论研究

A.5.2.1 在过载区域的选择性

根据 SCPD 是断路器还是熔断器考虑下列两种情况：

a) 断路器串联(C_1 和 C_2)——通过比较动作特性确定选择性

延时过电流区域内的选择性通过比较时间/电流特性来验证。在此区域内,动作特性无论在时间轴向还是电流轴向都有明确区分,从而确保 C_1 对 C_2 的选择性动作。同时应考虑到特性曲线的公差。制造商资料中应提供公差范围,或按本部分中的规定提供适用的公差。

b) 用熔断器作为 SCPD 的断路器(C_1)——通过比较动作特性确定选择性

过载区域内的选择性通过比较时间/电流特性来确定。在此区域内,动作特性无论在时间轴向还是电流轴向都有明确区分,从而确保 C_1 对熔断器的选择性动作。同时应考虑到特性曲线的公差。制造商资料中应提供公差范围,或按产品标准中的规定提供适用的公差。

A.5.2.2 在故障电流(短路)区域的选择性

通过时间/电流特性来判断两个断路器在故障电流(短路)区域[见图 A.2a)]的选择性取决于 C_2 配备的电子式脱扣器所具有的短路脱扣延时功能：

a) 断路器串联(C_1 和 C_2)——通过计算峰值允通电流确定选择性

当 C_2 的瞬时脱扣电流取决于电磁(如热/磁或仅磁场)时,或当断路器的电子脱扣装置带有瞬时脱扣器时,在故障电流区域内两断路器的最小等级可以通过下述方式确定：

在兼顾公差的情况下,当 C_1 的峰值允通电流小于 C_2 瞬时短路电流整定值 I_1 的相应峰值时可以确保选择性达到故障电流等级。

注 1: 选择性计算示例：

$C_2 = 800 \text{ A MCCB}$; $I_1 = (8-12) \text{ kA r.m.s.} (10 \text{ kA} \pm 20 \%)$; $C_1 = 125 \text{ A MCCB}$ 。

C_2 的最小脱扣等级为 $8 \times 1.414 = 11.3 \text{ kA}$ (峰值)。

C_1 的预期允通电流为 15 kA (有效值)。由于 C_1 限流,试验数据为 11 kA (峰值),因此系统的预期电流至少选择为 15 kA r.m.s. 。

注 2: 通过此种方法获得的选择极限较低,大多数情况下通过试验获得的实际限值明显高于此。

b) 用熔断器作为 SCPD 的断路器(C_1)

故障电流(短路)区域(见图 A.1)内的选择性通过计算 I^2t 特性确定。在断路器的允通 I^2t 低于熔断器的弧前 I^2t 时选择性极限电流 I_s 为最大值。在没有实际曲线时可以引用熔断器制造商提供的弧前 I^2t 。

c) 用断路器作为 SCPD 的熔断器(C_1)

瞬时脱扣短路区域内的选择性由熔断器的允通电流来确定。

在兼顾公差的情况下,当熔断器的允通峰值电流低于 C_2 相应的瞬时脱扣等级(I_1)峰值时,选择性极限电流 I_s 为最大值。

A.5.2.3 特殊安装条件下选择性极限电流的确定

选择性极限的相关数据可以用表格、图表或软件形式给出。对于本部分,无论理论研究还是通过试验得到的数据都将基于引入电器 C_2 的预期故障电流等级基础上,并且假定协调配合电器就在附近。实际上选择性极限也将会受到两个电器之间阻抗的影响。因此在实践中选取下游断路器的预期故障电流值作为选择性极限将更为精确。

A.5.3 通过试验确定选择性

试验电路图的示例见图 A.5,其中：

- C_1 可以是符合本部分或其他标准的断路器或符合合适标准的熔断器；
- C_1 和 C_2 调整到最大瞬时整定值,如合适。

试验可以在制造商规定的其他脱扣整定值下进行,在这种情况下,脱扣器的整定值应记录在试验报告中。

除非为了配线方便, C_1 和 C_2 电源侧和负载侧之间连接电缆总长度应按 8.3.2.6.4 的规定。

试验应由一个 O-t-CO 操作组成,通过闭合下游电器 C_1 进行 CO 操作。如果下游电器是熔断器,则通过闭合 C_2 进行操作。

选择性试验在制造商宣称的有关 C_1 和 C_2 的预期电流等级下进行。

获得的结果:

- GB/T 14048.1—2012 中 8.3.4.1.7 适用。
- 在每次操作中, C_1 应脱扣, C_2 不应脱扣。如果 C_2 的触头在操作过程中瞬间断开,则从短路开始到 C_2 触头断开结束的时间应小于或等于 30 ms。实际值应记录在试验报告中。
- 此外,应用常规操作方式验证 C_2 触头正常断开。

A.6 验证后备保护

A.6.1 交接电流的确定

可通过比较 C_1 和串联的 SCPD 的动作特性(对 C_1 所有整定值,如适用,对 C_2 所有整定值)来检验是否符合 A.3.2 的要求。

A.6.2 验证后备保护

后备保护可以通过试验或特性比较来验证。

a) 通过试验验证

通常按 A.6.3 的试验来验证是否符合 A.3.3 的要求。在这种情况下,所有的试验条件应按本部分 8.3.2.6 的规定,使短路试验用的可变电阻器和电抗器置于组合装置的电源侧。

b) 通过特性比较验证

在某些实际情况下以及当 SCPD 为一断路器时[见图 A.3a)和图 A.3b)],则可以比较 C_1 和串联的 SCPD 的动作特性,但应特别注意下列内容:

- C_1 在 I_{cu} 下的焦耳积分值和组合装置预期电流下的 SCPD 的焦耳积分值;
- SCPD 峰值动作电流对 C_1 的影响(例如由于电弧能量,最大峰值电流,截断电流等)。

配合是否恰当可按 SCPD 总的动作 I^2t 特性的最大值估计, I^2t 的范围是从 C_1 的额定短路分断能力 I_{cu} 到应用的预期短路电流,但不超过 C_1 在其额定分断能力时的最大允通 I^2t 或制造厂规定的其他下限值。

注:如果串联的 SCPD 为熔断器,则理论研究应限于 C_1 的 I_{cu} 以下才有效。

A.6.3 验证后备保护的试验

如果 C_1 装有可调过电流断开脱扣器,则动作特性应为相应于最小时间和电流整定的动作特性。

如果 C_1 装有瞬时过电流断开脱扣器,则所用的动作特性应为相应于装有这类脱扣器的 C_1 的动作特性。

如果串联的 SCPD 为装有可调过电流断开脱扣器的断路器(C_2),则所用的动作特性应为相应于最大的时间和电流整定值的动作特性。

如果串联的 SCPD 为一组熔断器,则每次试验应用一组新的熔断器进行,即使在以前的试验中某些

熔断器没有熔断。

如适用,根据 8.3.2.6.4 规定的连接电缆应包括在内,但如果串联的 SCPD 为断路器(C_2),则与该断路器连接的总长度为 75 cm 的电缆可放在电源侧(见图 A.4)。

每个试验应包括按本部分 8.3.5 进行的 O-t-CO 操作程序,不论是在 I_{cu} 下试验,CO 操作均在 C_1 上进行。

用预定用途的最大预期电流进行一次试验。该值不应超过额定限制短路电流[见 GB/T 14048.1—2012 中 4.3.6.4,标题“额定限制短路电流”后增加符号“(I_q)”]。

另一次试验应在等于 C_1 额定短路分断能力 I_{cu} (或 I_{cs})的预期电流值下进行,进行本试验时,可用新的 C_1 试品进行,此外如果串联的 SCPD 为断路器,也可用新的 C_2 试品进行。

在每次操作期间:

a) 如果串联的 SCPD 为断路器(C_2):

—— C_1 和 C_2 均应在两次试验电流下脱扣,不要求进一步进行试验。

这是一般情况,仅提供后备保护。

——或在两次试验电流下 C_1 应脱扣, C_2 应在每次操作结束时处在闭合位置,不要求再进行试验。在每次操作期间允许 C_2 的触头瞬间分开。在这种情况下,除后备保护外,又可恢复供电[见图 A.3a)注 1]。进行本试验时,应记录 C_2 触头分开(如有)的时间。

——或在较低试验电流下 C_1 应脱扣,而在较高试验电流下 C_1 和 C_2 均应脱扣。

C_2 的触头在较低的试验电流下允许瞬间分开。并应在中档电流下进行一些附加试验,以确定 C_1 和 C_2 均应脱扣的最小的试验电流,低于该电流时, C_2 应能恢复供电。进行本试验时,应记录 C_2 触头分开时间(如有)。

b) 如果串联的 SCPD 为一熔断器(或一组熔断器):

——在单相电路中,至少应有一台熔断器熔断;

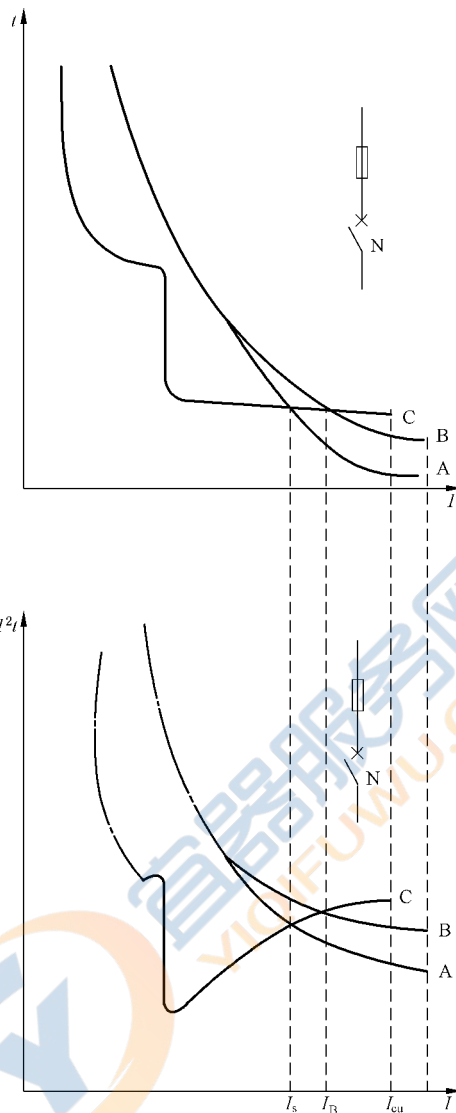
——在多相电路中,至少应有两台或两台以上熔断器熔断,或一台熔断器熔断和 C_1 脱扣。

A.6.4 获得的结果

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.4.1.7 和本部分的 8.3.2.6.7 的第一段适用。

试验之后, C_1 应符合 8.3.5.4 和 8.3.5.5 的要求;如果 C_1 为熔断器,则应符合 GB/T 13539.1 的要求。

此外,如果串联的 SCPD 为一断路器(C_2),应用手动操作或其他合适的装置验证 C_2 触头无熔焊。



说明:

I —— 预期短路电流;

I_{cu} —— 额定极限短路分断能力(4.3.6.2.2);

I_s —— 选择性极限电流(2.17.4);

I_B —— 交接电流(2.17.5);

A —— 熔断器弧前特性;

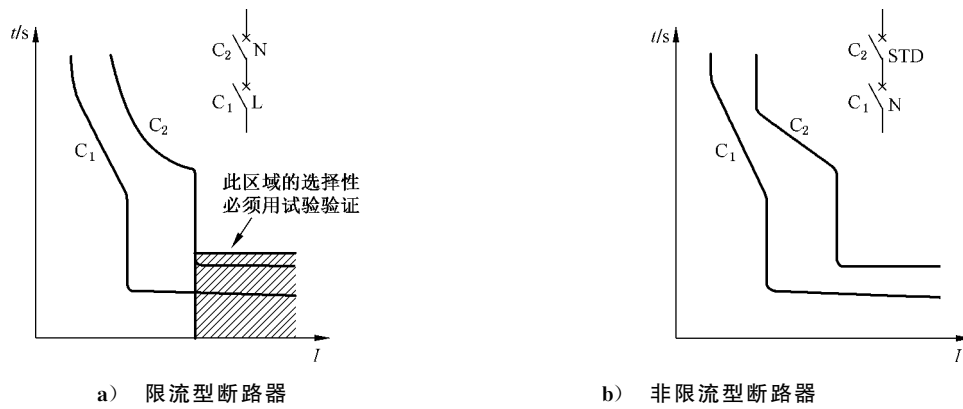
B —— 熔断器动作特性;

C —— 非限流断路器(N)的动作特性(分断时间/电流和 I^2t /电流)。

注 1: A 表示下限, B, C 表示上限。

注 2: 点划线表示 I^2t 非绝热区。

图 A.1 在断路器与熔断器或作后备保护熔断器之间的过电流配合: 动作特性



说明:

C₁——限流断路器(L)(断开时间特性);

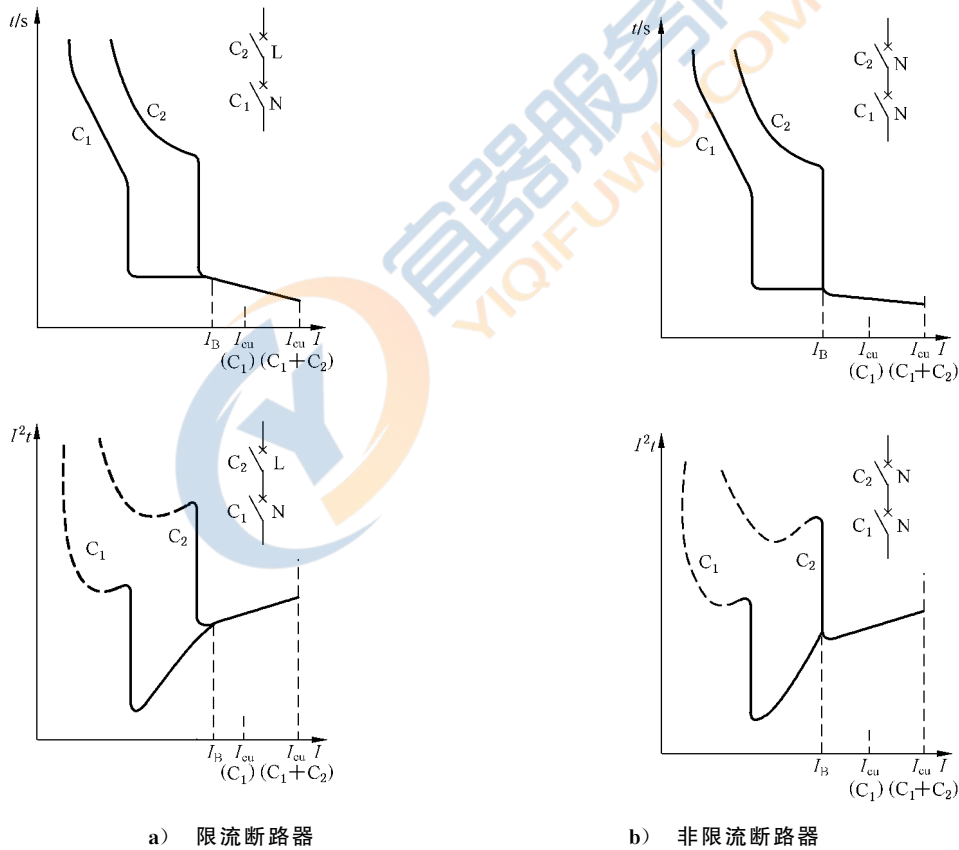
C₁——非限流断路器(N)(断开时间特性);

C₂——非限流断路器(N)(脱扣特性);

C₂——具有人为短延时的断路器(STD)(脱扣特性)。

I_{cu} 的值未画出。

图 A.2 两台断路器之间的全选择性



说明:

C₁——非限流断路器(N); C₁、C₂——非限流断路器(N);

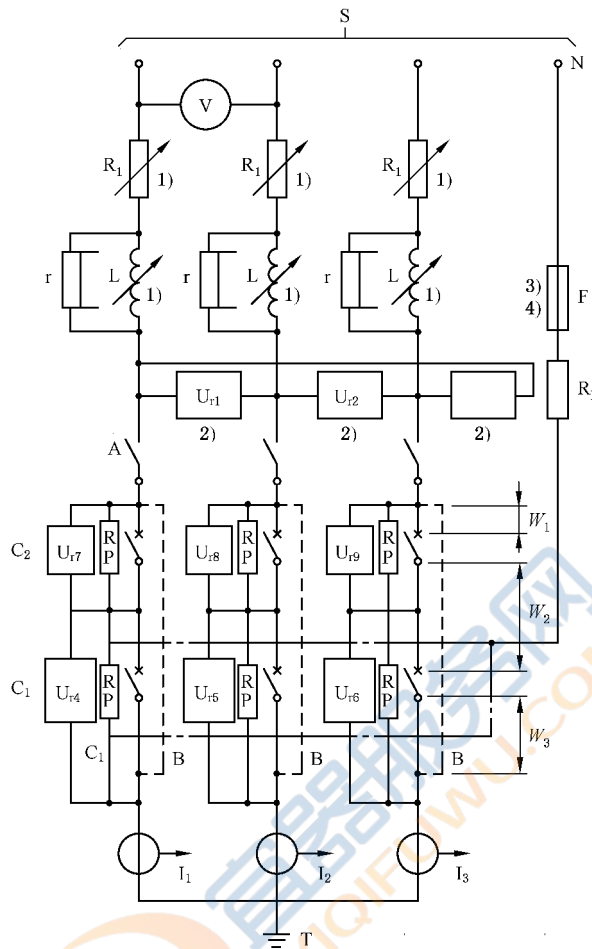
C₂——限流断路器(L); I_B ——交接电流。

注 1: 如适用,用 C₂ 进行恢复供电。

注 2: $I_{cu}(C_1 + C_2) \leq I_{cu}(C_2)$ 。

注 3: 对 $I > I_B$ 的值,曲线是组合装置的曲线(用粗线表示),其数据需由试验获得。

图 A.3 用断路器作后备保护——动作特性



说明:

S——电源;

$U_{r1}, U_{r2}, U_{r3}, U_{r4}, U_{r5}, U_{r6}, U_{r7}, U_{r8}, U_{r9}$ ——电压传感器;

V——电压测量装置;

A——闭合电器;

R_1 ——可调电阻;

N——电源中性线(或人工中性点);

F——熔断元件[GB/T 14048.1—2012 中 8.3.4.1.2d)];

L——可调电感;

R_L ——限制故障电流的电阻;

r——分流电阻[GB/T 14048.1—2012 中 8.3.4.1.2b)];

可调负载 L 和 R_1 可置于电源电路的高压侧或低压侧。

U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} 也可接至相与中性线之间。

在装置预期用于相接地网络时, F 应接至电源的一相。

注 1: 在美国和加拿大(见 4.3.1.1 中注), F 应连接至:

——只标 U_e 值的装置的电源的一相;

——标有两种电压的装置的中性线。

注 2: 两个串联电器触头断开允许极化电阻, 该值足够高不会影响试验下的电器。

R_P ——偏振电阻;

B——电流传感装置;

I_1, I_2, I_3 ——电流传感装置;

T——接地; 仅有一个接地点(负载端或电源端);

W_1 ——对 C_2 规定的电缆长度 75 cm;

$W_2 + W_3$ ——对 C_1 规定的电缆长度 75 cm(见 A.5.2);

C_1, C_2 ——试品;

图 A.5 验证选择性试验举例

附录 B

(规范性附录)

具有剩余电流保护的断路器

B.1 概述

B.1.1 序言

为了对电击危险提供保护,一般使用能对剩余电流起作用的装置作为保护系统。这类装置通常与断路器一起使用或作为断路器的整体部分达到一种双重保护目的,即:

- 对设备提供过载和短路保护;
- 对人提供间接接触保护,即由于绝缘损坏而导致对地电压增大的危险。

注 1: 对于 GB/T 17045—2008,术语中的“间接接触保护”替换为“故障保护”。

剩余电流装置还可以对由于过电流保护装置不能检测出的而长期存在的接地故障可能引起火灾危险和其他危险提供附加保护。

在有关的保护措施失效时,额定剩余电流不超过 0.03 A 的剩余电流装置还可用作对直接接触起附加保护作用。

注 2: 对于 GB/T 17045—2008,术语中的“直接接触保护”替换为“基本保护”。

这类装置的安装要求在 GB/T 16895 系列的有关章节中规定。

本附录包括了具有 B 型剩余电流保护的断路器的定义、附加要求和试验,此剩余电流涵盖电路中由于新技术的使用而引起的 AC 型或 A 型特性不能覆盖的特殊剩余电流。

注 3: 本附录与 GB/T 6829 的相关要求一致。

B.1.2 范围和目的

本附录适用于具有剩余电流保护的断路器(CBR),它包括了同时执行剩余电流检测,将测量值与预期值进行比较,当该值超出预期值时使被保护电路断开的装置的要求。

本附录适用于:

- 具有剩余电流功能的作为一整体特性且符合本部分的断路器(以下简称整体式 CBR);
- 由剩余电流装置和符合本部分的断路器组装而成的 CBR;其机械和电气组装可以在工厂完成,也可由用户按制造商的说明书在现场完成。

本附录包含 AC 型、A 型和 B 型 CBR(见 B.4.4)。

本附录仅适用于交流电路中的 CBR。

注: 中线电流传感装置(如有)可安置在断路器或组合装置的外面(视情况而定)。

本附录中包括的 CBR 的剩余电流功能在功能上可与线路电压有关或无关。本附录不包括与可更换电源有关的 CBR。

本附录不适用于电流传感器(除中线电流传感器外)或处理器与断路器分开安装的装置。这种装置的要求在附录 M 中给出。

本附录的目的是规定:

- a) 剩余电流功能的特殊特性;
- b) CBR 应符合的特殊要求:
 - 在正常电路条件下;
 - 在非正常电路条件下(无论是否为剩余电流性质的);

- c) 为验证 CBR 符合上述 b) 的要求所需的试验以及合适的试验程序,包括电磁兼容;
- d) 有关的产品数据。

B.2 定义

下列定义作为本部分第 2 章的补充。

B.2.1 关于从带电部件流入大地的电流的术语和定义

B.2.1.1

接地故障电流 earth fault current

由于绝缘故障而流入大地的电流。

[GB/T 2900.70—2008,442-01-23]

B.2.1.2

对地泄漏电流 earth leakage current

无绝缘故障,从设备的带电部件流入大地的电流。

[GB/T 2900.70—2008,442-01-24]

B.2.2 关于 CBR 激励的术语和定义

B.2.2.1

激励量 energizing quantity

单独地或与其他这样的量一起施加到一个 CBR 上,使它能在规定的条件下完成其功能的电气激励量。

B.2.2.2

激励输入量 energizing input-quantity

当在规定条件下施加时,使 CBR 工作的激励量。

注 1: 这些规定条件可以包括(例如)某些辅助元件的激励。

注 2: 改写 GB/T 2900.70—2008,442-05-58。

B.2.2.3

剩余电流 residual current

I_{Δ}

流过 CBR 主电路电流瞬时值的矢量和(以有效值表示)。

注: 改写 GB/T 2900.70—2008,442-05-19。

B.2.2.4

剩余动作电流 residual operating current

$I_{\Delta n}$

使 CBR 在规定条件下动作的剩余电流值。

注: 改写 GB/T 2900.70—2008,442-05-20。

B.2.2.5

剩余不动作电流 residual non-operating current

$I_{\Delta no}$

在该电流或低于该电流时,CBR 在规定条件下不动作的剩余电流值。

注: 改写 GB/T 2900.70—2008,442-05-21。

B.2.3 关于 CBR 的运行和功能的术语和定义

B.2.3.1

具有剩余电流保护的断路器(CBR) circuit-breaker incorporating residual current protection(CBR)
在规定条件下,当剩余电流达到给定值时,用来使触头断开的断路器(见 2.1)。

B.2.3.2

动作功能与电源电压无关的 CBR CBR functionally independent of line voltage
其检测、判别和分断功能(见 B.2.3.6)均与电源电压无关的 CBR。

B.2.3.3

动作功能与电源电压有关的 CBR CBR functionally dependent on line voltage
其检测、判别和/或分断功能(见 B.2.3.6)与电源电压有关的 CBR。

注:当然,用于检测、判别和分断是施加在 CBR 上的电源电压。

B.2.3.4

检测(剩余电流) detection(of a residual current)

检测剩余电流存在的功能。

注:例如,该功能可由合成电流矢量和的互感器来完成。

[GB/T 2900.70—2008,442-05-24]

B.2.3.5

判别 evaluation

当检测到的剩余电流超过某一规定的基准值时,使 CBR 可能动作的功能。

注:改写 GB/T 2900.70—2008,442-05-25。

B.2.3.6

分断 interruption

自动地使 CBR 的主触头从闭合位置转换到断开位置,从而切断通过主触头电流的功能。

注:改写 GB/T 2900.70—2008,442-05-26。

B.2.3.7

极限不驱动时间 limiting non-actuating time

对 CBR 施加一个大于额定剩余不动作电流的剩余电流值而不使 CBR 动作的最大延时时间。

注:改写 GB/T 2900.70—2008,442-05-23。

B.2.3.8

延时型 CBR time-delay CBR

专门设计的对应于一个给定的剩余电流值,能达到一个预定的极限不驱动时间值的 CBR。

注:改写 GB/T 2900.70—2008,442-05-05。

B.2.3.9

复位型 CBR reset-CBR

其剩余电流装置,在发生剩余电流以后,在该装置能重新闭合之前,应使用一个 CBR 操作工具以外的工具人为复位的 CBR。

B.2.3.10

试验装置 test device

为了检验 CBR 是否动作而模拟一个剩余电流的装置。

B.2.4 关于激励量值和范围的术语和定义

B.2.4.1

单相负载时不动作过电流的极限值 limiting value of the non-operating over-current in the case of a single-phase load

在没有剩余电流的情况下,能够流过 CBR(不论极数)而不导致其动作的最大单相过电流值。

注：见 B.7.2.7。

B.2.4.2

剩余短路接通和分断能力 **residual short-circuit making and breaking capacity**

CBR 在规定的使用条件和性能下,能够接通、承受其断开时间,并能够分断剩余预期短路电流的交流有效分量值。

B.3 分类

B.3.1 根据剩余电流功能的动作方式分类

B.3.1.1 功能上与电源电压无关的 CBR(见 B.2.3.2)

B.3.1.2 功能上与电源电压有关的 CBR(见 B.2.3.3 和 B.7.2.12)

B.3.1.2.1 在电源电压故障情况下,有延时或没有延时自动断开。

B.3.1.2.2 在电源电压故障情况下,不能自动断开。

在电源电压故障时不能自动脱扣,但在电源电压故障时,如发生接地故障能在规定条件下脱扣。

注：本条款中的分类包括在没有出现危险情况时,不能够自动断开的 CBR。

B.3.2 按能否调节剩余动作电流分类

B.3.2.1 具有单一额定剩余动作电流的 CBR。

B.3.2.2 具有多个剩余动作电流整定值的 CBR:

- 分级调节;
- 连续调节。

B.3.3 按剩余电流的延时功能分类

B.3.3.1 无延时的 CBR:非延时型

B.3.3.2 有延时的 CBR:延时型(见 B.2.3.8)

B.3.3.2.1 具有不可调延时的 CBR。

B.3.3.2.2 具有可调延时的 CBR:

- 分级调节;
- 连续调节。

B.3.4 按直流分量出现情况下的性能分类

B.3.4.1 AC 型 CBR(见 B.4.4.1)。

B.3.4.2 A 型 CBR(见 B.4.4.2)。

B.3.4.3 B 型 CBR(见 B.4.4.3)。

B.4 与剩余电流功能有关的 CBR 的特性

B.4.1 额定值

B.4.1.1 额定剩余动作电流($I_{\Delta n}$)

制造商对 CBR 所规定的,在该电流下 CBR 在规定的条件下应动作的正弦剩余动作电流有效值(见

B.2.2.4)。

对于具有多个剩余动作电流整定值的 CBR,用最大整定值表示其额定值,参见 B.5 标志内容。

B.4.1.2 额定剩余不动作电流($I_{\Delta n0}$)

制造商对 CBR 所规定的,在该电流下 CBR 在规定的条件下不该动作的正弦剩余不动作电流有效值(见 B.2.2.5)。

B.4.1.3 额定剩余短路接通和分断能力($I_{\Delta n}$)

制造商对 CBR 所规定的,在该值下 CBR 在规定的条件下能够接通、承载和分断的预期剩余短路电流的交流分量有效值(见 B.2.4.2)。

B.4.2 优选值和极限值

B.4.2.1 额定剩余动作电流优选值($I_{\Delta n}$)

额定剩余动作电流的优选值是:

0.006 A-0.01 A-0.03 A-0.1 A-0.3 A-0.5 A-1 A-3 A-10 A-30 A。

可以要求较高值。

$I_{\Delta n}$ 可以用额定电流的百分比表示。

B.4.2.2 额定剩余不动作电流($I_{\Delta n0}$)的最小值

额定剩余不动作电流的最小值为 $0.5I_{\Delta n}$ 。

B.4.2.3 单相负载时的不动作过电流的极限值

单相负载时的不动作过电流的极限值应按 B.7.2.7 规定。

B.4.2.4 动作特性

B.4.2.4.1 非延时型

非延时型的动作特性见表 B.1。

表 B.1 非延时型的动作特性

剩余电流 ^c	$I_{\Delta n}$	$2I_{\Delta n}$	$5I_{\Delta n}$ ^a	$10I_{\Delta n}$ ^b
最大分断时间/s	0.3	0.15	0.04	0.04
注: 这些值来自 GB/T 13870.1,50 Hz 和 60 Hz 均适用。				
^a 对于 $I_{\Delta n} \leq 0.03$ A 的 CBR, $5I_{\Delta n}$ 可用 0.25 A 取代。				
^b 对于 $I_{\Delta n} \leq 0.03$ A 的 CBR, $10I_{\Delta n}$ 可用 0.5 A 取代。				
^c 对于 A 型和 B 型 CBR,多倍率适用——见 B.8.7 和 B.8.8。				

$I_{\Delta n} \leq 30$ mA 的 CBR 应是非延时型。

B.4.2.4.2 延时型

B.4.2.4.2.1 极限不驱动时间(见 B.2.3.7)

对于延时型,极限不驱动时间是按 $2I_{\Delta n}$ 规定,并且应由制造商宣布。

最小极限不驱动时间为 0.06 s。

按 $2I_{\Delta n}$ 规定的极限不驱动时间的优选值为：

$$0.06 \text{ s}-0.1 \text{ s}-0.2 \text{ s}-0.3 \text{ s}-0.4 \text{ s}-0.5 \text{ s}-1 \text{ s}。$$

B.4.2.4.2.2 动作特性

对于极限不驱动时间为 0.06 s 的 CBR, 动作特性在表 B.2 中给出。

表 B.2 极限不驱动时间为 0.06 s 的延时型动作特性

剩余电流 ^a	$I_{\Delta n}$	$2I_{\Delta n}$	$5I_{\Delta n}$	$10I_{\Delta n}$
最大分断时间/s	0.5	0.2	0.15	0.15
极限不驱动时间/s	—	0.06	—	—
注：这些值来自 GB/T 13870.1, 50 Hz 和 60 Hz 均适用。				
^a 对于 A 型和 B 型 CBR, 多倍率适用——见 B.8.7 和 B.8.8。				

对于极限不驱动时间大于 0.06 s 的 CBR, 制造商应公布在 $I_{\Delta n}$ 、 $2I_{\Delta n}$ 、 $5I_{\Delta n}$ 和 $10I_{\Delta n}$ 的最大断开时间。对于具有反时限电流/时间特性的 CBR, 制造商应规定剩余电流/分断时间特性。

B.4.3 额定剩余短路接通和分断能力值 ($I_{\Delta m}$)

$I_{\Delta m}$ 的最小值为 I_{cu} 的 25% 值。

制造商可对较大值进行试验, 并可公布该值。

B.4.4 在有直流分量或无直流分量接地故障电流情况下的动作特性

B.4.4.1 AC 型 CBR

对无论是突然施加或缓慢上升的无直流分量的剩余正弦交流电流确保脱扣的 CBR。

B.4.4.2 A 型 CBR

对无论是突然施加或缓慢上升的正弦交流剩余电流和剩余脉动直流(有/无规定的叠加 $\pm 6 \text{ mA}$ 直流分量)能确保脱扣的 CBR。

B.4.4.3 B 型 CBR

同 A 型, 并在以下情况能确保脱扣的 CBR:

- 1 000 Hz 及以下的正弦交流剩余电流。
- 由相线和中性线或者相线和接地的中间导体供电的电路产生的复合剩余电流(无论是突然施加或缓慢上升)。
- 交流剩余电流叠加 0.4 倍额定剩余电流($I_{\Delta n}$)或 10 mA 的平滑直流电流, 两者取较大值。
- 脉动直流剩余电流叠加 0.4 倍额定剩余电流($I_{\Delta n}$)或 10 mA 的平滑直流电流, 两者取较大值。
- 由整流电路产生的直流剩余电流, 即:
 - 2 极、3 极和 4 极 CBR 连接至相与相的双脉冲桥式;
 - 3 极和 4 极 CBR 的三脉冲星形连接或六脉冲桥式连接。
- 平滑直流剩余电流。

B.5 标志

每个 CBR 应按 5.2 的规定标志,此外,还需符合表 B.3 的要求。

表 B.3 产品信息

项目	信息	标志位置	
		整体式 CBR	剩余电流组件
B1.1	试验装置的操作工具上应标上字母 T(也可参见 B.7.2.6)	可见	可见
B1.2	剩余电流有无直流分量情况下的动作特性: —— AC 型 CBR 用符号  表示(IEC 60417-6148:2012-01) —— A 型 CBR 用符号  表示(IEC 60417-6149:2012-01) —— B 型 CBR 的符号  (IEC 60417-6398:2017-12)或    (IEC 60417-6149:2012-01+IEC 60417-6160:2012-04+IEC 60417-6297:2014-11)	可见	可见
B1.3	额定剩余动作电流 $I_{\Delta n}$	可见	可见
B2.1	剩余动作电流整定值(如适用)	标志	标志
B2.2	对于延时型,应标出 $2I_{\Delta n}$ 时的极限不驱动时间。用符号 Δt 表示,并在其后标上极限不驱动时间	标志	标志
B2.3	仅用于三相电源,用符号  表示(IEC 60417-6364:2016-07)	标志	标志
B2.4	额定电压,如果与断路器额定电压不同时	—	标志
B2.5	额定频率值或范围,如果与断路器额定频率不同时	—	标志
B2.6	$I_n \leq \dots A$ (I_n 表示可与剩余电流组件组合的断路器的最大电流额定值)	—	标志
B2.7	制造商名称或商标	—	标志
B2.8	型号或参考目录	—	标志
B2.9	可与剩余电流组件组装的断路器的识别标志,除非设计上已考虑了不可能造成不正确的组装(因不正确的组装会造成无效保护)	—	标志
B2.10	GB/T 14048.2	—	标志
B3.1	额定剩余短路接通和分断能力 $I_{\Delta m}$ (如果大于 $25\% I_{cu}$ 时,见 B.4.3)	资料	资料
B3.2	接线图,包括试验电路的连接,对于与电源电压有关的 CBR 应标出与电源线连接的图(如适用)	资料	资料
B3.3	额定剩余不动作电流值 $I_{\Delta no}$,如果大于 $0.5I_{\Delta n}$	资料	资料
注: 可见:断路器安装在运行位置,操动器易触及,从正前方可见。 标志:标明在断路器上。 资料:在制造商的资料中提供。			

B.6 正常工作,安装和运输条件

采用本部分第 6 章。

B.7 设计和动作要求

B.7.1 设计要求

除了专门用于整定额定剩余动作电流或确定延时的工具外,应不可能用其他工具来改变 CBR 的动作特性。

仅允许通过特定的动作来改变整定值,如使用一种工具、一个密码或其他等效方式。

剩余电流组件和断路器组合的 CBR 应按下述设计和制造:

- 剩余电流组件与断路器的连接方式不应有任何有害于装置或伤害使用者的机械连接和/或电气连接;
- 附加的剩余电流组件不应影响断路器正常的操作或性能有任何不利的影响;
- 剩余电流组件在进行程序试验时不应有由于短路电流而造成的永久性损坏。

B.7.2 动作要求

B.7.2.1 剩余电流情况下的动作要求

在检测到任何对地泄漏电流或接地故障电流等于或大于额定剩余动作电流且时间大于不驱动时间时,CBR 应能自动断开。

CBR 的动作应符合 B.4.2.4 规定的时间要求。应用 B.8.1.1 的试验来检验其是否符合要求。

B.7.2.2 额定剩余短路接通和分断能力 $I_{\Delta n}$

CBR 应能满足 B.8.11 的试验要求。

B.7.2.3 操作性能能力

CBR 应符合 B.8.1.2.1 的试验。

B.7.2.4 环境条件的影响

考虑了环境条件影响的 CBR 应能良好地动作。

用 B.8.12 的试验来检验其是否符合要求。

B.7.2.5 介电性能

CBR 应能承受 B.8.3 的试验。

B.7.2.6 试验装置

CBR 应具有一个试验装置来模拟一个剩余电流通过电流检测装置,以便定期地检查 CBR 的动作性能。

试验装置应满足 B.8.4 的试验。

当操作试验装置时,保护导体(如适用)不能带电。

当 CBR 处于断开位置时,操作试验装置应不可能对被保护回路供电。

试验装置不是专门用来进行断开操作的工具,因此不能用来进行断开操作。

试验装置的操作工具上应标有字母“T”,其颜色不能用红色也不能用绿色,最好采用淡颜色。

注:试验装置只是用来检查脱扣功能,而不是按额定剩余动作电流值和断开时间来校核其功能的有效性。

B.7.2.7 在单相负载情况下不动作过电流值

CBR 应能承受下列二个过电流值中的较小值而不脱扣:

—— $6I_n$;

——最大短路脱扣电流整定值的 80%。

用 B.8.5 的试验来检验其是否符合要求。

但是当 CBR 为选择性类别 B 时,就不必进行本试验,因为在试验程序 IV (或综合试验程序 VI) 期间已对本条要求进行了验证。

注:对于多相平衡负载不必进行试验,因为这些试验已在本条款要求中考虑了。

B.7.2.8 在冲击电压引起的浪涌电流的情况下,CBR 抗误脱扣的性能

B.7.2.8.1 在电网电容负载情况下抗误脱扣

CBR 应承受 B.8.6.2 的试验。

B.7.2.8.2 在闪流无后续电流情况下抗误脱扣

CBR 应承受 B.8.6.3 的试验。

B.7.2.9 在接地故障电流含有直流分量的情况下,A 型 CBR 的工作状况

在接地故障电流含有直流分量的情况下,CBR 的工作状况也应按表 B.1 和表 B.2 (如适用)规定的最大分断时间,但试验电流值应按如下规定增加:

——对 CBR 的 $I_{\Delta n} \geq 0.03$ A 时,乘以系数 1.4;

——对 CBR 的 $I_{\Delta n} < 0.03$ A 时,乘以系数 2。

用 B.8.7 的试验来检验其是否符合要求。

B.7.2.10 与剩余电流型式相应的 B 型 CBR 的性能

B.7.2.10.1 复合剩余电流

当复合剩余电流稳定增加时(包含表 B.7 中定义的 10 Hz 分量和 1 kHz 分量),B 型 CBR 应动作。剩余动作电流应符合表 B.8 规定的极限值。

通过 B.8.8.1 的试验来检验是否符合要求。

当突然出现 $7I_{\Delta n}$ 的复合剩余电流时,B 型 CBR 应动作,最大分断时间符合 B.4.2.4 中 $5I_{\Delta n}$ 的规定。

通过 B.8.8.2 的试验来检验是否符合要求。

B.7.2.10.2 1 000 Hz 及以下的正弦交流剩余电流

根据表 B.9,当出现 1 000 Hz 及以下的剩余电流时,B 型 CBR 应动作。

通过 B.8.8.3 的试验来检验是否符合要求。

B.7.2.10.3 交流剩余电流叠加平滑直流剩余电流

当额定频率的交流剩余电流叠加 0.4 倍的额定剩余电流 $I_{\Delta n}$ 的平滑直流剩余电流或 0.01 A 的平滑直流剩余电流(两者取较大值)时,B 型 CBR 应动作。

脱扣时的交流电流应小于或等于 $I_{\Delta n}$ 。

通过 B.8.8.4 的试验来检验是否符合要求。

B.7.2.10.4 脉动直流剩余电流叠加平滑直流剩余电流

当脉动直流剩余电流叠加 0.4 倍的额定剩余电流 $I_{\Delta n}$ 的平滑直流剩余电流或 0.01 A 的平滑直流剩余电流(两者取较大值)时, B 型 CBR 应动作。

对 $I_{\Delta n} > 0.01$ A 的 CBR, 脱扣电流不应大于 $1.4I_{\Delta n}$, 对 $I_{\Delta n} \leq 0.01$ A 的 CBR, 脱扣电流不应大于 $2I_{\Delta n}$ 。

注: 对于半波脉动直流电流, 脱扣电流 $1.4I_{\Delta n}$ 或 $2I_{\Delta n}$ 为有效值, 如适用。

通过 B.8.8.5 的试验来检验是否符合要求。

B.7.2.10.5 两相整流电路产生的脉动直流剩余电流

当由整流电路产生的脉动直流剩余电流稳定增加时, B 型 CBR 应在 $0.5I_{\Delta n} \sim 2I_{\Delta n}$ 的范围内动作。

通过 B.8.8.6a) 的试验来检验是否符合要求。

当由整流电路产生的脉动直流剩余电流突然出现时, B 型 CBR 应按 B.4.2.4 规定的极限值动作, 试验按照规定的电流值乘以系数 2 进行。

通过 B.8.8.6b) 的试验来检验是否符合要求。

B.7.2.10.6 三相整流电路产生的脉动直流剩余电流

当由整流电路产生的脉动直流剩余电流稳定增加时, B 型 CBR 应在 $0.5I_{\Delta n} \sim 2I_{\Delta n}$ 的范围内动作。

通过 B.8.8.6a) 的试验来检验是否符合要求。

当由整流电路产生的脉动直流剩余电流突然出现时, B 型 CBR 应按 B.4.2.4 规定的极限值动作, 试验按照规定的电流值乘以系数 2 进行。

通过 B.8.8.6b) 的试验来检验是否符合要求。

B.7.2.10.7 平滑直流剩余电流

当平滑直流剩余电流稳定增加时, B 型 CBR 应在 $0.5I_{\Delta n} \sim 2I_{\Delta n}$ 的范围内动作。

通过 B.8.8.8.1a) 和 B.8.8.8.2 的试验来检验是否符合要求。

当平滑直流剩余电流突然出现时, B 型 CBR 应按 B.4.2.4 规定的极限值动作, 试验按照规定的电流值乘以系数 2 进行。

通过 B.8.8.8.1b) 的试验来检验是否符合要求。

B.7.2.11 复位型 CBR 的操作条件

复位型 CBR 在出现剩余电流而脱扣后, 如果 CBR 没有复位, 则应不可能重新闭合 CBR(见 B.2.3.9)。

按 B.8.1.2.1 进行 8.3.3.4.4 试验来检验其是否符合要求。

B.7.2.12 功能上与电源电压有关的 CBR 的附加要求

功能上与电源电压有关的 CBR 应能在其额定值的 0.85 倍和 1.1 倍之间的任何电源电压值下正确动作。

用 B.8.2.3 的试验来检验其是否符合要求。

当 CBR 有一个以上的额定频率或一个额定频率范围时, CBR 在所有频率时应能按本条要求动作。

用 B.8.2 和 B.8.4 的试验来检验是否符合要求。

根据 CBR 的分类, 功能上与电源电压有关的 CBR 应符合表 B.4 规定的要求。

表 B.4 功能上与电源电压有关的 CBR 的要求

按 B.3.1 分类的电器		电源电压故障时的状况
在电源电压故障时能自动断开的 CBR (见 B.3.1.2.1)	无延时	按 B.8.9.3a) 要求无延时断开
	有延时	按 B.8.9.3b) 要求有延时断开
在电源电压故障时虽不能自动断开,但是在发生危险的情况下能够断开的 CBR(见 B.3.1.2.2)		按 B.8.10 要求动作

B.7.3 电磁兼容

附录 J 的要求适用。

附加的试验规范见 B.8.13。

电压变化的抗扰度包括在 B.7.2.12 要求中。

B.8 试验

B.8.1 试验程序

B.8.1.1 概述

本条款对额定剩余动作电流 $I_{\Delta n}$ 小于或等于 30 A 的 CBR 的试验做了规定。

对 $I_{\Delta n} > 30$ A 者,本章规定的试验的适用性由制造商和用户协商决定。

用于测量剩余电流仪器应能显示(或允许确定)真实的有效值。

本附录规定的试验是对第 8 章试验的补充。

a) 型式试验

CBR 应进行第 8 章中规定的所有有关试验程序。在进行这些试验程序的介电耐受能力验证时(见 8.3.3.6),功能上与电源电压有关的剩余电流装置的控制电路应与主电路断开。

试验用基本为正弦波的电流进行。

对于由一个单独的剩余电流组件和一台断路器组成的 CBR,其组装方式应按制造商的说明书进行。

当 CBR 具有多个剩余动作电流整定值时,则试验时应以最小整定值进行,除非另有规定。

当 CBR 具有可调延时(见 B.3.3.2.2),则应将延时设定在最大值,除非另有规定。

当 CBR 具有可调瞬时脱扣时,则应将瞬时脱扣设定在最大值,除非另有规定。

b) 常规试验

8.4.5 适用。

B.8.1.2 在本部分第 8 章试验程序中所需进行的试验

B.8.1.2.1 一般工作特性(试验程序 I)

为了避免剩余电流功能的非预期动作,脱扣极限和特性(8.3.3.2)的验证修改为:

——对于电子式过电流脱扣器的短路脱扣器的验证,被试验极应串联另一极(任选)进行试验;对于电磁式过电流脱扣器的短路脱扣器的验证,无需进行单极的附加验证;对于中性极的过载脱扣器,除中性极外的任意两极并联后与中性极串联进行试验;

——或者,当切实可行且经制造商同意,剩余电流功能可以不起作用;

——试验条件应记录在试验报告中。

在表 8(见 7.2.4.2)规定的通电操作循环期间(见 8.3.3.4.4),三分之一分断操作应用试验装置进行,另一个三分之一分断操作应对任何一极通以 $I_{\Delta n}$ 的剩余电流值(或剩余动作电流的最小整定值,如适用)进行。

对复位型 CBR,需验证 CBR 在脱扣后若无故意复位动作应不能闭合。此验证应在通电的操作性能试验开始时间和结束时间进行(8.3.3.4.4)。

不允许有脱扣故障。

B.8.1.2.2 验证耐受短路电流能力

B.8.1.2.2.1 额定运行短路分断能力(试验程序 II)

继 8.3.4 试验后,按 B.8.2.4.2 验证 CBR 在剩余电流时的动作正确性。

B.8.1.2.2.2 额定极限短路分断能力(试验程序 III)

为了验证过载脱扣器动作正确性,应用两极试验来取代 8.3.5.2 和 8.3.5.5 规定的单极试验,试验时应依次对各相(极)各种可能的组合进行考核,试验条件可按 8.3.5.2 和 8.3.5.5 的规定,但需适用于两极试验。

继 8.3.5 试验后,应按 B.8.2.4.4 验证 CBR 的动作正确性。

B.8.1.2.2.3 额定短时耐受电流(试验程序 IV 或试验程序 VI)

下列要求适用:

a) 额定短时耐受电流试验期间的性能状况

在进行 8.3.6.3 或 8.3.8.3(如适用)试验期间,不应发生脱扣。

b) 过载脱扣器的验证:

——对于试验程序 IV

为了按 8.3.6.2 和 8.3.6.7 验证过载脱扣器动作正确性,应用两极试验来取代 8.3.5.2 规定的单极试验,试验时应依次对各相极各种可能的组合进行考核。

——对于综合试验程序 VI

为了按 8.3.8.2 验证过载脱扣器动作正确性,应用两极试验来取代 8.3.5.2 规定的单极试验,试验时应依次对各相极各种可能的组合进行考核。

为了按 8.3.8.8 验证过载脱扣器动作正确性,应用三相电源进行 8.3.3.8 规定的试验。

c) 验证剩余电流脱扣装置

继 8.3.6 或 8.3.8(如适用)试验后,应按 B.8.2.4.4 验证剩余电流脱扣装置。

B.8.1.2.2.4 具有熔断器的断路器(试验程序 V)

为了验证过载脱扣器的动作正确性,应用两极试验来取代 8.3.7.5 和 8.3.7.9 规定的单极试验,试验时应依次对各相(极)的各种组合进行考核,试验条件按 8.3.7.5 和 8.3.7.9 的规定,但适用于两极试验。

继 8.3.7 试验后,应按 B.8.2.4.4 验证 CBR 的动作正确性。

B.8.1.2.2.5 综合试验程序(试验程序 VI)

继 8.3.8 试验后,应按 B.8.2.4.4 验证 CBR 的动作正确性。

B.8.1.3 附加试验程序

按表 B.5 内容对 CBR 进行附加试验程序。

表 B.5 附加试验程序

试验程序	试验项目	条款
B I	验证动作特性	B.8.2
	验证介电性能	B.8.3
	验证在额定电压极限值下试验装置的动作	B.8.4
	验证在过电流条件下的不动作电流的极限值	B.8.5
	验证在冲击电压引起的浪涌电流的情况下 CBR 抗误脱扣的性能	B.8.6
	A 型和 B 型 CBR 的附加验证	B.8.7
	B 型 CBR 的附加验证	B.8.8
	验证按 B.3.1.2.1 分类的功能上与电源电压有关的 CBR 的工作状况	B.8.9
	验证按 B.3.1.2.2 分类的功能上与电源电压有关的 CBR 的工作状况	B.8.10
	B II	验证剩余短路接通和分断能力($I_{\Delta m}$)
B III	验证环境条件的影响	B.8.12
B IV	验证电磁兼容	B.8.13
	抗扰度试验	B.8.13.1
	发射试验	B.8.13.2

对于具有不同极数的派生 CBR,试验应在派生极数最多的 CBR 上进行。如果其他派生 CBR 的结构与所试验的 CBR 相同,则无需进行附加试验。如果派生 CBR 的结构与所试验的 CBR 不同,则派生 CBR 依然需要进行附加试验。

对 B I、B II、B III 每一试验程序应用一台试品进行试验。

对试验程序 B IV,每一试验可用一新试品进行试验,或由制造商决定几项试验可在同一台试品上进行。

B.8.2 验证动作特性

B.8.2.1 试验电路

CBR 应按正常使用一样进行安装。

试验电路应按图 B.1。

B.8.2.2 功能上与电源电压无关的 CBR 的试验电压

可在任何合适的电压下进行试验。

B.8.2.3 功能上与电源电压有关的 CBR 的试验电压

应在相应的接线端子上施加下列电压值进行试验:

——B.8.2.4 和 B.8.2.5.2 规定的试验为最低额定电压的 0.85 倍;

——B.8.2.5.3 规定的试验为最大额定电压的 1.1 倍。

对于功能上与电源电压无关的 CBR,对这些 CBR 的功能的试验可以在任意合适的试验电压下进行。

对具有一个以上额定频率或一个额定频率范围的 CBR,应在最高和最低频率下进行试验。但适用于 50 Hz 和 60 Hz 的 CBR,在 50 Hz 或 60 Hz 时的试验可认为包括了其要求。

在极上施加大于或等于额定电流(见 B.8.2.5.3、B.8.7.2.3、B.8.8.8.2 和 B.8.8.9)的试验,出于实际原因,允许使用不从相极取电的样品,以确保可以使用低功率的电源来产生所需的电流。修改的详细信息

应由制造商和试验站同意,并且应在试验报告中写明。

B.8.2.4 在 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下空载试验

B.8.2.4.1 一般要求

试验电路按图 B.1 接线, CBR 应进行 B.8.2.4.2、B.8.2.4.3 和 B.8.2.4.4 的试验,且如适用,还需进行 B.8.2.4.5 的试验,所有的试验仅在任选的一极上进行。每次试验应包括 3 次测量或验证(如适用)。

除非另有规定,剩余动作电流整定值连续可调或分级可调的 CBR,应在最小整定值、最大整定值和一个中间的整定值进行试验。

B.8.2.4.2 验证在剩余电流稳定上升的情况下动作的正确性

对可调延时的 CBR,应在最小整定值进行试验。开关 S_1 和 S_2 以及 CBR 处于闭合位置,剩余电流从不大于 $0.2I_{\Delta n}$ 值开始稳定增加,以便在大约 30 s 内达到 $I_{\Delta n}$ 值,每次试验时测量脱扣电流。3 次测量值均应大于 $I_{\Delta no}$,且小于或等于 $I_{\Delta n}$ 。

B.8.2.4.3 验证在闭合剩余电流时动作的正确性

试验电路调节到额定剩余动作电流 $I_{\Delta n}$ 值(或特定的剩余动作电流整定值,如适用,见 B.8.2.4.1),开关 S_1 和 S_2 处于闭合位置,用 CBR 来闭合电路,以便尽可能地模拟运行状况,分断时间测量试验重复 3 次。

每次测量值都不应超过 B.4.2.4.1 或 B.4.2.4.2(如适用)对 $I_{\Delta n}$ 规定的极限值。

B.8.2.4.4 验证在突然出现剩余电流情况下动作的正确性

试验电路调节到 B.4.2.4.1 或 B.4.2.4.2(如适用)规定的每个剩余电流 I_{Δ} 值,开关 S_1 和 CBR 处于闭合位置,然后闭合开关 S_2 使电路中突然产生剩余电流。

每次试验时, CBR 应脱扣。

对每个 I_{Δ} 值测量分断时间。每次测量值都不应超过有关极限值。

B.8.2.4.5 验证延时型 CBR 的极限不驱动时间

试验电路调节到 $2I_{\Delta n}$ 值,试验开关 S_1 和 CBR 处于闭合位置,然后闭合开关 S_2 使电路中产生剩余电流, S_2 的闭合时间应等于制造商宣布的极限不驱动时间(见 B.4.2.4.2.1)。

在 3 次验证期间,每一次 CBR 均不应脱扣。如果 CBR 具有可调剩余动作电流整定值和/或可调延时,则试验(如适合时)应以最小剩余动作电流整定值及最大延时整定值进行。

B.8.2.5 在温度极限值下试验

B.8.2.5.1 一般要求

注:上限温度值可以作为基准温度。

本条款中的温度极限值经制造商和用户协商后可以扩大,在这种情况下,试验应在协商的温度极限值下进行。

B.8.2.5.2 在 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下的空载试验

将 CBR 放置在一个内部温度稳定在 $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内的试验箱内。在达到热稳定后,对 CBR 进行 B.8.2.4.4 和 B.8.2.4.5(如适用)的试验。

B.8.2.5.3 在基准温度下或 40 °C 下进行有载试验

将按图 B.1 连接好的 CBR 放置一个内部温度稳定在等于基准温度(见 4.7.3)的试验箱内,或在没有基准温度的情况,放置在环境温度稳定在等于 40 °C ± 2 °C 的试验箱内。然后对所有各相(极)通以等于 I_n (图 B.1 中没有指出)的负载电流。

在达到热稳定状态后,对 CBR 进行 B.8.2.4.4 和 B.8.2.4.5(如适用)的试验。

B.8.3 验证介电性能

CBR 应符合 8.3.3.3 的要求。

B.8.4 验证在额定电压极限值下试验装置的动作

验证包括以下试验:

- 对 CBR 施加等于 1.1 倍最高额定电压的电压,快速地操作试验装置 25 次,每次操作前重新闭合 CBR;
- 然后,在 0.85 倍最低额定电压下重复 a) 试验,操作试验装置 3 次而非 25 次;
- CBR 处于闭合位置,对其施加等于 1.1 倍最高额定电压的电压,操作试验装置应在操作位置保持 5 s。

进行这些试验时:

- 对于标出电源端和负载端的 CBR,电源连接方式应按标志要求;
- 对于没有标出电源端和负载端的 CBR,则电源应依次接至每一组接线端子,或同时接至两组接线端子上。

每次试验时, CBR 应动作。

对于具有可调剩余动作电流的 CBR:

- 应用最小整定值来进行 a) 和 c) 试验;
- 应用最大整定值来进行 b) 试验。

对于具有延时可调的 CBR,试验应在最大延时整定值下进行。

注: 试验装置的寿命验证被认为已包括在 B.8.1.2.1 的试验中。

B.8.5 验证在过电流条件下不动作电流的极限值

试验应采用单相负载, CBR 按图 B.2 进行连接。

调节阻抗 Z , 使电路中流过的电流等于下列两个值中的一个较小值:

- $6I_n$;
- 最大短路脱扣电流整定值的 80%。

注 1: 为了调节该电流,可用阻抗忽略不计的连接线来代替 CBR D(见图 B.2)。

对于具有可调剩余电流整定值的 CBR,试验在最小整定值下进行。

对功能上与电源电压无关的 CBR,试验在任何合适的电压下进行。

对功能上与电源电压有关的 CBR,在电源侧施加其额定电压(如适用,施加额定电压范围内的某一电压)。

试验应在功率因数为 0.5 下进行。

将处于断开状态的开关 S_1 闭合,然后经 2 s 后再断开。对每一可能组合的电流回路重复试验三次,相邻两次闭合操作的时间间隔至少为 1 min。

CBR 不应脱扣。

注 2: 为避免 CBR 的过载脱扣器动作而造成脱扣的危险,可缩短 2 s 的时间(但不得小于最小分断时间)。

B.8.6 验证由于冲击电压引起的浪涌电流时 CBR 抗误脱扣的性能

B.8.6.1 一般要求

对于具有延时可调的 CBR(见 B.3.3.2.2),延时应设定在最小挡。

B.8.6.2 验证在电网电容负载情况下抗误脱扣的性能

用能提供一衰减的振荡电流(如图 B.4)的冲击电流发生器对 CBR 进行试验。

CBR 连接电路图的例子示于图 B.5 中。

随机选取的 CBR 的一极应承受 10 次冲击电流的作用,每两次试验后应改变冲击电流波的极性,每两次试验之间的时间应约为 30 s,冲击电流应当用适当的仪器测量,并用另外的同型号 CBR 试品(见 B.3.4)调节,并符合下列要求:

- 峰值: $200^{+10}\%$ A;
- 有效波前时间: $0.5(1 \pm 30\%) \mu\text{s}$;
- 后续振荡波周期: $10(1 \pm 20\%) \mu\text{s}$;
- 每个后续峰值: 约为前一波峰 60%。

试验期间 CBR 不应脱扣。

B.8.6.3 验证在闪络(无后续电流)情况下的抗误脱扣

用一台冲击发生器试验 CBR,发生器能提供 $8/20 \mu\text{s}$ 浪涌电流波,无反极性,如图 B.6 所示。

CBR 连接电路图的例子示于图 B.7 中。

CBR 的任意一个极,应承受 10 次浪涌电流波的作用。每两次试验后应改变浪涌电流波的极性,每两次试验之间的时间应约为 30 s。

浪涌电流应当用适当的仪器测量,并应用另外的同型号 CBR 试品(见 B.3.4) 进行调节,并符合下列要求:

- 峰值: $250^{+10}\%$ A, 不应脱扣,且
 $3\ 000^{+10}\%$ A, 允许脱扣;
- 有效波前时间(T_1): $8(1 \pm 10\%) \mu\text{s}$;
- 至半电流值有效时间(T_2): $20(1 \pm 10\%) \mu\text{s}$ 。

B.8.6.4 试验后验证

B.8.6.2 和 B.8.6.3 的试验后,应按照 B.8.2.4.4 验证 CBR 的动作,并在 $I_{\Delta n}$ 测量一次分断时间。

B.8.7 A 型和 B 型 CBR 的附加验证

B.8.7.1 试验条件

除试验电路应按图 B.8、图 B.9(如适用)外,B.8.1.1、B.8.2.1、B.8.2.2 和 B.8.2.3 的试验条件适用。

B.8.7.2 验证

B.8.7.2.1 验证剩余脉动直流连续上升情况下的正确动作

试验电路应符合图 B.8。对于可调延时型 CBR(见 B.3.3.2.2),延时时间应设置在最小值。

辅助开关 S_1 和 S_2 和 CBR D 应闭合。有关晶闸管应可控;即使电流滞后角 α 达到 0° 、 90° 、 135° 。CBR 的每个极应在每一电流滞后角试验。在辅助开关 S_3 的位置 I 两次,在位置 II 两次。

每次试验,电流从零开始,应按下列递增率平稳增加:

$1.4I_{\Delta n}/30$ A/s 对 $I_{\Delta n} \geq 0.03$ A CBR

$2I_{\Delta n}/30$ A/s 对 $I_{\Delta n} < 0.03$ A CBR

其脱扣电流应符合表 B.6 规定。

表 B.6 在接地故障含直流分量情况下 CBR 脱扣电流范围

角度 α	脱扣电流 A	
	下 限	上 限
0°	$0.35I_{\Delta n}$	$I_{\Delta n} < 0.03, 2I_{\Delta n}$ 或 $I_{\Delta n} \geq 0.03, 1.4I_{\Delta n}$
90°	$0.25I_{\Delta n}$	
135°	$0.11I_{\Delta n}$	

B.8.7.2.2 验证突然出现剩余脉动直流情况下的正确动作

试验应按图 B.8 进行。

电路应依次调节到下列规定的电流值,辅助开关 S_1 和 CBR 处于闭合位置,闭合开关 S_2 突然施加剩余电流。

注:在按 B.3.1.2.2 分类功能与电源电压有关的 CBR,其控制电路电源由主电路电源侧供电,本验证不必考虑 CBR 激励所需时间。但在此情况下,本验证要考虑用闭合 S_1 建立剩余电流,被试 CBR 和 S_2 处于预先闭合位置。

在电流滞后角 $\alpha = 0^\circ$ 每一试验电流值各测量四次,辅助开关 S_3 在位置 I 两次,在位置 II 两次。

对 $I_{\Delta n} \geq 0.030$ A 的 CBR,试验应在表 B.1 规定的每一个 $I_{\Delta n}$ 值乘系数 1.4 时进行。

对 $I_{\Delta n} < 0.030$ A 的 CBR,试验应在表 B.1 规定的每一个 $I_{\Delta n}$ 值乘系数 2 时进行。

任何值不应超过规定的极限值(见 B.7.2.9)。

B.8.7.2.3 验证基准温度下有载情况下的正确动作

重复 B.8.7.2.1 和 B.8.7.2.2 的试验,在试验时的极和 CBR 的另一极通以额定电流,在刚开始试验前加上此电流。

注:额定电流的负载在图 B.8 中未表示。

B.8.7.2.4 验证剩余脉动直流叠加平滑直流 0.006 A 情况下的正确动作

B 型 CBR 不需要进行本试验,因为已被 B.8.8.5 的试验涵盖。

CBR 应按图 B.9 试验,以半波整流的剩余电流(电流滞后角 $\alpha = 0^\circ$)叠加 0.006 A 平滑直流。

CBR 每极应依次试验, I 和 II 的每个位置各试两次。

对 $I_{\Delta n} \geq 0.030$ A 的 CBR,半波电流从零开始以每秒 $1.4I_{\Delta n}/30$ A 的递增率平稳增加,在电流超过 $1.4I_{\Delta n} + 0.006$ A 以前应脱扣。

对 $I_{\Delta n} < 0.030$ A 的 CBR,半波电流从零开始以每秒 $2I_{\Delta n}/30$ A 的递增率平稳增加,在电流超过 $2I_{\Delta n} + 0.006$ A 以前应脱扣。

B.8.8 B 型 CBR 的附加验证

B.8.8.1 验证复合剩余电流稳定增加情况下的正确动作

根据表 B.7 验证具有复合剩余电流的 CBR 的动作,试验电路应按图 B.14。

试验开关 S_1 和 S_2 以及 CBR 处于闭合位置,剩余电流按表 B.7 给出的值开始稳定增加,从而在 30 s

内达到表 B.8 中给出的剩余动作电路上限值。

从初始值到动作值不同频率的比率应维持不变。

任选一极,试验重复 3 次,动作值应符合表 B.8。

试验频率的允差为 $\pm 2\%$ 。

表 B.7 复合电流定义和初始值

复合的初始电流的频率分量值			复合的初始电流值(有效值)
$I_{\text{额定频率}}$	$I_{1\text{ kHz}}$	$I_{\text{F电机}(10\text{ Hz})}$	I_{Δ}
$0.138I_{\Delta n}$	$0.138I_{\Delta n}$	$0.035I_{\Delta n}$	$0.2I_{\Delta n}$
注 1: $I_{\Delta n}$ 为电器在额定频率下的额定剩余动作电流。 注 2: 试验中, 10 Hz 和 1 kHz 分别用于最严酷条件下的输出频率和时钟频率。			

表 B.8 复合剩余电流的动作电流范围

动作电流(有效值)	
下限	上限
$0.5I_{\Delta n}$	$1.4I_{\Delta n}$

B.8.8.2 验证突然出现复合剩余电流情况下的正确动作

试验验证 CBR 的分断时间,试验电流校准为表 B.8 中上限值的五倍。

试验电路应符合图 B.14。

试验开关 S_1 和 CBR 应处于闭合位置,然后闭合开关 S_2 使电路中突然产生剩余电流。

测量 3 次分断时间。

对于非延时型 CBR,分断时间应小于 0.04 s。

对于延时型 CBR,分断时间应符合表 B.2 或制造商宣称 $5I_{\Delta n}$ 时的值,如适用。

延时型 CBR 应进行附加试验,验证不驱动时间,闭合开关 S_2 使电路中突然产生试验电流,持续时间为 0.06 s 或制造商宣称的不驱动时间值(如适用),误差 $-\frac{0}{5}\%$ 。

进行 3 次试验,每次间隔最少 1 min,且 CBR 不应在任何一个试验中脱扣。

B.8.8.3 验证 1 000 Hz 及以下的正弦交流剩余电流情况下的正确动作

试验电路应符合图 B.14。

该试验分两步进行:

a) 验证脱扣电流

开关 S_1 和 S_2 以及 CBR 处于闭合位置,剩余电流从不超过 $0.2I_{\Delta n}$ 的值开始稳定增加,从而在 30 s 内达到表 B.9 给出的剩余动作电流值,测量脱扣电流。

该试验在表 B.9 规定的每个频率下,在任意极上进行,试验重复 5 次;脱扣值应符合表 B.9 的要求。

b) 验证分断时间

试验电路按照表 B.9 调节到剩余动作电流至 1 000 Hz,开关 S_1 和 CBR 处于闭合位置,然后闭合开关 S_2 使电路中突然产生剩余电流。

在任一极上测量两次分断时间。

对于非延时型 CBR,最大分断时间应不超过 0.3 s。

对于延时型 CBR,最大分断时间应不超过 0.5 s 或制造商宣称 $I_{\Delta n}$ 时的值,如适用。

表 B.9 1 000 Hz 及以下正弦交流剩余电流的动作范围

频率 Hz	剩余不动作电流	剩余动作电流
150	$0.5I_{\Delta n}$	$2.4I_{\Delta n}^a$
400	$0.5I_{\Delta n}$	$6I_{\Delta n}^a$
1 000	$I_{\Delta n}$	$14I_{\Delta n}^{a,b}$

^a 该电流值相应于按 GB/T 13870.1 并结合 GB/T 13870.2 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/T 13870.2 中未给出频率超过 1 kHz 的系数规定。

B.8.8.4 验证交流剩余电流叠加平滑直流剩余电流情况下的正确动作

试验电路应符合图 B.10。

开关 S_1 和 S_2 以及 CBR 应处于闭合位置,在任一极上施加平滑直流剩余电流,调节到 $0.4I_{\Delta n}$ 或 10 mA,两者取较大值。

在任选的、另一极上施加额定频率的交流剩余电流,并不大于 $0.2I_{\Delta n}$ 值稳定增加,从而在 30 s 内达到 $I_{\Delta n}$ 。测量脱扣电流。

开关 S_3 在位置 I 和位置 II 各进行两次试验。

交流脱扣电流应小于或等于 $I_{\Delta n}$ 。

B.8.8.5 验证脉动直流剩余电流叠加平滑直流剩余电流情况下的正确动作

试验电路应符合图 B.9。

开关 S_1 和 S_2 以及 CBR 处于闭合位置,在任一极上施加平滑直流剩余电流,调节到 $0.4I_{\Delta n}$ 或 10 mA,两者取较大值。

在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° ,并不大于 $0.2I_{\Delta n}$ 值开始稳定增加,从而在 30 s 内达到以下要求:

$1.4I_{\Delta n}$ 对 $I_{\Delta n} \geq 0.03$ A 的 CBR

$2I_{\Delta n}$ 对 $I_{\Delta n} < 0.03$ A 的 CBR

测量脱扣电流。

开关 S_3 在位置 I 和位置 II 各进行两次试验。

CBR 在脉动直流剩余电流达到下列值前脱扣:

$1.4I_{\Delta n}$ 对 $I_{\Delta n} \geq 0.03$ A 的 CBR

$2I_{\Delta n}$ 对 $I_{\Delta n} < 0.03$ A 的 CBR

B.8.8.6 验证两相供电的整流电路产生直流剩余电流情况下的正确动作

试验电路应符合图 B.11。

该试验分两步进行:

a) 验证脱扣电流

开关 S_1 和 S_2 以及 CBR 处于闭合位置,脉动直流剩余电流从不大于 $0.2I_{\Delta n}$ 的值开始稳定增加,从而在 30 s 内达到 $2I_{\Delta n}$,测量脱扣电流。

试验电路连接至 CBR 随机选取的两个电源端子。

开关 S_3 在位置 I 和位置 II 各进行 5 次试验。

CBR 应该在 $0.5I_{\Delta n}$ 到 $2I_{\Delta n}$ 范围内脱扣。

b) 验证分断时间

试验电路调节到表 B.1 规定的电流值的两倍, 开关 S_1 和 CBR 处于闭合位置, 然后闭合开关 S_2 使电路中突然产生剩余电流。

CBR 随机选取两个电源端子接线, S_3 在位置 I 和位置 II, 分别对表 B.1 给出的每一个剩余电流值测量 5 次分断时间。

分断时间应符合 B.4.2.4 的要求。

B.8.8.7 验证三相供电的整流电路产生直流剩余电流情况下的正确动作

该试验不适用于 2 极 B 型 CBR。

试验电路应符合图 B.12。

该试验分两步进行:

a) 验证脱扣电流

开关 S_1 和 S_2 以及 CBR 处于闭合位置, 脉动直流剩余电流从不大于 $0.2I_{\Delta n}$ 的值开始稳定增加, 从而在 30 s 内达到 $2I_{\Delta n}$, 测量脱扣电流。

开关 S_3 在位置 I 和位置 II 各进行 5 次试验。

CBR 应该在 $0.5I_{\Delta n} \sim 2I_{\Delta n}$ 范围内脱扣。

b) 验证分断时间

试验电路调节到表 B.1 规定的电流值的两倍, 开关 S_1 和 CBR 处于闭合位置, 然后闭合开关 S_2 使电路中突然产生剩余电流。

开关 S_3 在位置 I 和位置 II, 分别对每一个剩余电流值测量 5 次分断时间。

分断时间应符合 B.4.2.4 的要求。

B.8.8.8 验证平滑直流剩余电流情况下的正确动作

B.8.8.8.1 不带负载, 验证平滑直流剩余电流情况下的正确动作

试验电路应符合图 B.13。

该试验分两步进行:

a) 验证脱扣电流

开关 S_1 和 S_2 以及 CBR 处于闭合位置, 平滑直流剩余电流从不大于 $0.2I_{\Delta n}$ 的值开始稳定增加, 从而在 30 s 内达到 $2I_{\Delta n}$, 测量脱扣电流。

对 CBR 随机选取的一极, 开关 S_3 在位置 I 和位置 II 各进行两次试验。

CBR 应该在 $0.5I_{\Delta n}$ 到 $2I_{\Delta n}$ 范围内脱扣。

b) 验证分断时间

试验电路调节到表 B.1 规定的电流值的两倍, 开关 S_1 和 CBR 处于闭合位置, 然后闭合开关 S_2 使电路中突然产生剩余电流。开关 S_3 任选在位置 I 或 II。

在任一极下对每个试验电流测量两次分断时间。

分断时间应符合 B.4.2.4 的要求。

B.8.8.8.2 带负载, 验证平滑直流剩余电流情况下的正确动作

重复 B.8.8.8.1a) 的试验, CBR 通以额定电流负载足够的时间来达到热稳定状态。

注：图 B.13 未显示带额定电流的负载。

B.8.8.9 温度极限试验

CBR 应在以下条件下按照 B.8.8.6b), B.8.8.7b) 和 B.8.8.8.1b) 相继进行试验：

- a) 周围温度：-5 °C，空载；
- b) 周围温度：40 °C，CBR 预先通以额定电流负载，直到达到热稳定状态条件。实际上，当主电路的一个端子测量的温升变化不超过 1 K/h 时，即达到了热稳定条件。主电路的负载可在降低电压下进行，但对功能上与电源电压有关的 CBR，应在其电源侧施加最大额定电压（见 B.8.2.3）。

当 CBR 具有多个剩余动作电流整定值时，应在最小值和最大值进行试验。

B.8.8.10 验证三极和四极 CBR 仅由两极供电时的正确动作

重复 B.8.8.3 和 B.8.8.8.1 的试验，随机选取 CBR 的两极供电。

B.8.9 验证按 B.3.1.2.1 分类的功能上与电源电压有关的 CBR 的工作状况

B.8.9.1 一般要求

对具有可调剩余动作电流的 CBR，试验在最小整定值下进行。

对具有可调延时的 CBR，试验在任一延时整定值下进行。

B.8.9.2 确定电源电压的极限值

将等于额定电压的电压施加在 CBR 的电源端，然后在相应于下列给定的两个时间中的较长的一个时间内逐渐地将电压降至零，直到自动断开：

- 约 30 s；
- 相对于 CBR 延时断开（如有）的足够长的时间（见 B.7.2.12）。

测量相应的电压值。

共测量 3 次，所有测量的值均应小于 CBR 最小额定电压的 0.85 倍。

继 3 次测量后，验证 CBR 在通以等于 $I_{\Delta n}$ 的剩余电流，施加的电压刚好高于所测电压值的最大值时应脱扣。

然后，在小于所测电压值的最小值下验证 CBR 不可能用手动操作装置闭合。

B.8.9.3 验证电源电压故障时自动断开

CBR 处于闭合状态，在其电源端施加等于其额定电压的电压，或在额定电压有一定范围情况下，施加其中任一额定电压。然后切断电源，CBR 应脱扣。测量电源切断和主触头断开之间的间隔时间。

测量 3 次：

- a) 对于无延时断开的 CBR（见 B.7.2.12），时间不应超过 0.2 s；
- b) 对于具有延时断开的 CBR，最大和最小时间值应在制造商规定的范围内。

B.8.10 验证电源电压故障时按 B.3.1.2.2 分类的功能上与电源电压有关的 CBR 的工作状况

B.8.10.1 一般要求

对具有可调剩余动作电流的 CBR，试验在最小整定值下进行。

对具有可调延时的 CBR，试验在任一延时整定值下进行。

B.8.10.2 三相系统中一相断电的情况(对三极或四极 CBR)

CBR 按图 B.3 连接,然后在其电源侧施加额定电压的 0.85 倍电压,或在有一个额定电压范围时,则施加最低额定电压值的 0.85 倍电压。

然后断开开关 S_1 来切断其中一相,对 CBR 进行 B.8.2.4.4 的试验。接着再闭合开关 S_1 ,然后断开开关 S_5 再次试验,对 CBR 进行 B.8.2.4.4 的试验。

接着将可调电阻 R 依次接入其他两相中的每一相重复进行该试验程序。

B.8.10.3 低阻抗接地故障引起的过电流导致电压降低情况

CBR 按图 B.3 连接,在电源侧施加额定电压,或在有一个额定电压范围时,施加最低额定电压。

断开 S_1 来切断电源, CBR 不应脱扣。

然后 S_1 重新闭合,电压做如下减小:

- a) 对于使用三相电源的 CBR:降至最低额定电压的 70%;
- b) 对于使用单相电源的 CBR:降至 85 V,如下施加电压:
 - 对单极和双极 CBR:极之间;
 - 对三极或四极 CBR,如申明适合用于单相电源(见 B.5);每两个极组合之间,按制造商说明书接线。

注:对本附录,单极 CBR 是一种带一个过电流保护极和一不断中性极(2 条电流路径)的装置。

然后按 a) 或/和 b)(如适用)施加 $I_{\Delta n}$ 的电流值, CBR 应脱扣。

B.8.11 验证剩余短路接通和分断能力

B.8.11.1 一般要求

本试验的目的是验证 CBR 接通、承载一定时间和分断剩余短路电流的能力。

B.8.11.2 试验条件

CBR 应按 8.3.2.6 规定的一般试验条件及 GB/T 14048.1—2012 中图 9 进行试验,但是连接应这样,即使得短路电流为剩余电流。

本试验应在相对中线电压下仅在一个极(该极不应是中性极)上进行,不承载剩余短路电流的电流路径的电源端接上电源电压。

如果适合时,将 CBR 调整到最小剩余动作电流的整定值和最大延时整定值。

如果 CBR 具有一个以上 I_{cu} 值,且每个值都有一个对应于 $I_{\Delta m}$ 值,则试验应在最大的 $I_{\Delta m}$ 值下,且在相应相对中线电压下进行。

B.8.11.3 试验程序

需进行的操作顺序为:

O—t—CO

B.8.11.4 试验后 CBR 的状况

继 B.8.11.3 试验后, CBR 应能满足以下要求:

- a) CBR 不应有妨碍其继续使用的损坏现象,并且不经维修,应能:
 - 在 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.4.1 4)的条件下承受等于两倍于其最高额定工作电压的

电压,就本部分而言,试验时带固态器件的电路应断开;

——在其最高额定工作电压下接通和分断其额定电流。

b) CBR 应能圆满地进行 B.8.2.4.4 的试验,但是只在 $1.25I_{\Delta n}$ 值下进行,无需测量分断时间。该试验应在任意选取的一极上进行。

如果 CBR 具有可调剩余动作电流,则试验应在最小整定值下,通以等于该整定值 1.25 倍的电流进行。

c) 如适用, CBR 还应进行 B.8.2.4.5 的试验。

d) 功能上与电源电压有关的 CBR 也应圆满地进行 B.8.9 或 B.8.10(如适用)的试验。

e) 当试验电流为 $2.5I_{\Delta n}$ 平滑直流时, B 型 CBR 应脱扣,仅进行一次试验,且无需测量分断时间。

B.8.12 验证环境条件的影响

本试验按 GB/T 2423.4 进行。

上限温度应为 $55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,周期数应为:

——对于 $I_{\Delta n} > 1\text{ A}$ 者,为 6 周期;

——对于 $I_{\Delta n} \leq 1\text{ A}$ 者,为 28 周期。

具有多个剩余动作电流整定值的 CBR,当其中有一个可能的整定值 $I_{\Delta n} \leq 1\text{ A}$ 时,应对该 CBR 测试 28 周期。

在周期结束时, CBR 应能进行 B.8.2.4.4 的试验,但是通以 $1.25I_{\Delta n}$ 的剩余动作电流,试验时无需测量分断时间。只需验证一次。

如合适, CBR 还应符合 B.8.2.4.5 的试验。只需验证一次。

当试验电流为 $2.5I_{\Delta n}$ 平滑直流时, B 型 CBR 应脱扣,仅进行一次试验,且无需测量分断时间。

B.8.13 验证电磁兼容

B.8.13.1 抗扰度试验

B.8.13.1.1 概述

附录 J 适用,但增加如下要求:

对剩余动作电流和/或延时可调的 CBR,则试验应在其最小整定值时进行。

CBR 应施加额定工作电压,或额定工作电压有一范围时,则在此范围内任何方便的电压下进行。

试验在无载情况下进行,但有剩余电流(有规定时)。

抗扰度试验结果的评定基于 J.2.1 中的性能标准,做如下规定:

性能标准 A:

对第 1 步, CBR 在任选的一极通以 $0.3I_{\Delta n}$ 时不应脱扣,监控功能(如有)应正确指示状态。

对第 2 步,当通电 $1.25I_{\Delta n}$ 时,在每一频率时 CBR 应脱扣,每一频率的停留时间应不小于 B.4.2.4.1 或 B.4.2.4.2 中规定的 $I_{\Delta n}$ 时的最大分断时间(如适用)。

试验后应再按 B.8.2.4.4 规定验证突然出现剩余电流的情况下正确动作,但仅限在 $I_{\Delta n}$ 时。

当试验电流为 $2.5I_{\Delta n}$ 平滑直流时, B 型 CBR 应脱扣,仅进行一次试验,且无需测量分断时间。

性能标准 B:

试验时, CBR 在任选的一极通以 $0.3I_{\Delta n}$ 时不应脱扣。监控功能(如有)可以暂时受到影响。

试验后,应在突然出现剩余电流的情况下(按 B.8.2.4.4),验证 CBR 正确动作,但仅在 $I_{\Delta n}$ 时。

当试验电流为 $2.5I_{\Delta n}$ 平滑直流时, B 型 CBR 应脱扣,仅进行一次试验,且无需测量分断时间。

B.8.13.1.2 静电放电

附录 J 适用,特别是 J.2.2。

试验装置应符合图 J.1 和图 J.3。

性能标准 B 适用。但在试验期间,CBR 可脱扣。如出现此情况,后续试验应在紧接的较低水平进行,CBR 不应脱扣。

B.8.13.1.3 射频电磁场辐射

附录 J 适用,特别是 J.2.3。

试验装置应符合图 J.4。

本试验接线应按 GB/T 17626.3—2016 中图 5 或图 6(如适用),并考虑到制造商的安装说明,所用电缆的型式应记录在试验报告中。

性能标准 A 适用。

B.8.13.1.4 电快速瞬变/脉冲群(EFT/B)

附录 J 适用,特别是 J.2.4。

试验接线应按 GB/T 17626.4—2018 中图 4。

试验装置应符合图 J.5(用于试验电源线)和图 J.6(用于试验信号线),并应考虑到制造商的安装说明书。

性能标准 B 适用。

B.8.13.1.5 浪涌

附录 J 适用,特别是 J.2.5。

GB/T 17626.5—2019 中 7.2 试验条件适用。

为方便起见,可利用 B.8.13.1.4 规定的安装,但接地参考板的使用可任选。

试验接线应符合 GB/T 17626.5—2019 中图 6、图 7、图 8 或图 9,并考虑到制造商的安装说明。

性能标准 B 适用。

B.8.13.1.6 射频场感应的传导骚扰(共模)

附录 J 适用,特别是 J.2.6。

性能标准 A 适用。

B.8.13.2 发射试验**B.8.13.2.1 概述**

附录 J 适用,但增加如下要求:

CBR 施加额定工作电压,或额定工作电压有一个范围时,在此范围内任一方便的电压。

试验在无载、无剩余电流下进行。

B.8.13.2.2 传导射频干扰(150 kHz~30 MHz)

附录 J 适用,特别是 J.3.2。

B.8.13.2.3 辐射射频干扰(30 MHz~1 000 MHz)

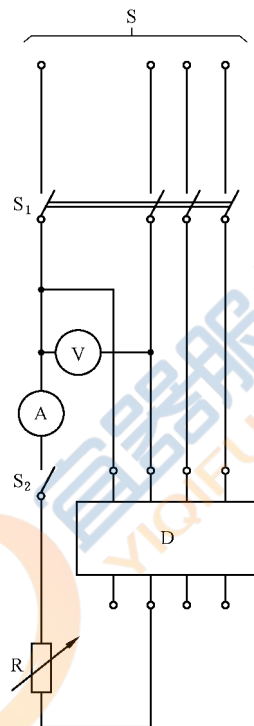
附录 J 适用,特别是 J.3.3。

B.8.14 电压变化、中断和电压暂降试验

注:电压暂降的定义见 GB/T 17626.11。

B.8.8 和 B.8.10 有关的试验可认为足够覆盖电磁兼容的要求。

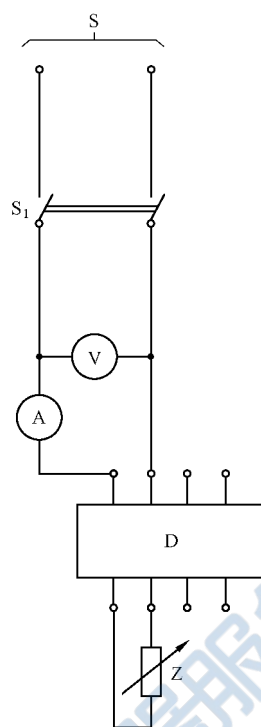
因此不需附加试验。



说明:

- S —— 电源;
- V —— 电压表;
- A —— 电流表;
- S₁ —— 多极开关;
- S₂ —— 单极开关;
- D —— 被试 CBR;
- R —— 可调电阻。

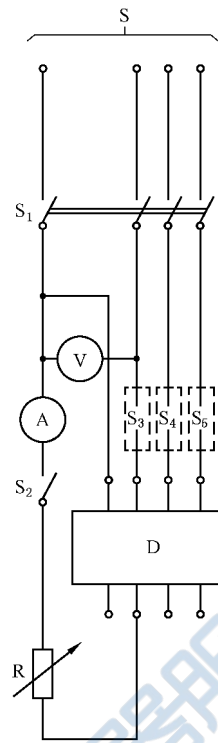
图 B.1 验证动作特性的试验电路(见 B.8.2)



说明：

- S —— 电源；
- V —— 电压表；
- A —— 电流表；
- S₁ —— 双极开关；
- D —— 被试 CBR；
- Z —— 可调阻抗。

图 B.2 验证在过电流条件下不动作电流极限值的试验电路(见 B.8.5)



说明：

- S —— 电源；
- V —— 电压表；
- A —— 电流表；
- S₁ —— 多极开关；
- S₂ —— 单极开关；
- S₃, S₄, S₅ —— 轮流断开一相的单极开关；
- D —— 被试 CBR；
- R —— 可调电阻。

图 B.3 验证按 B.3.1.2.2 分类 CBR 特性的试验电路(见 B.8.10)

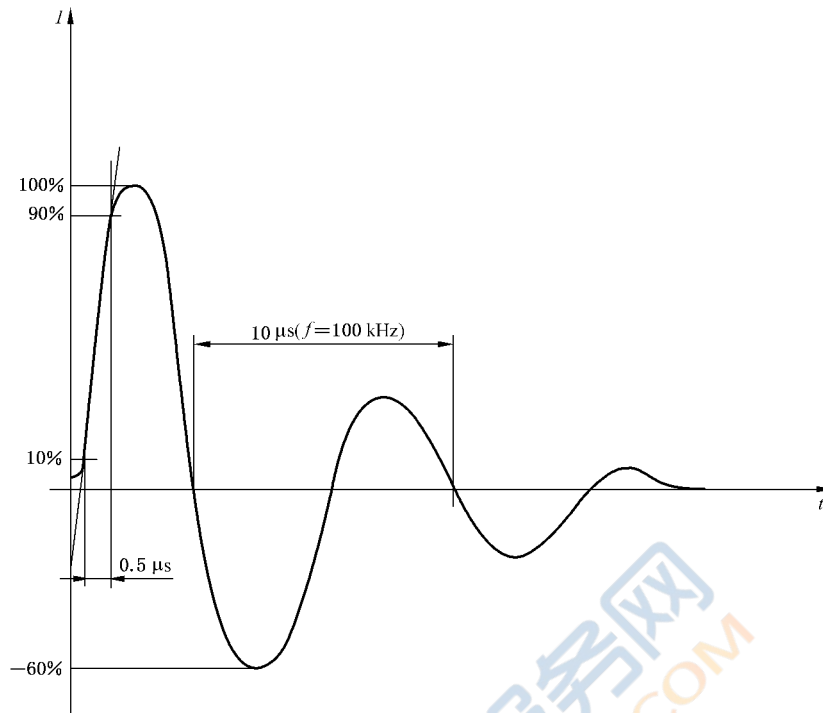
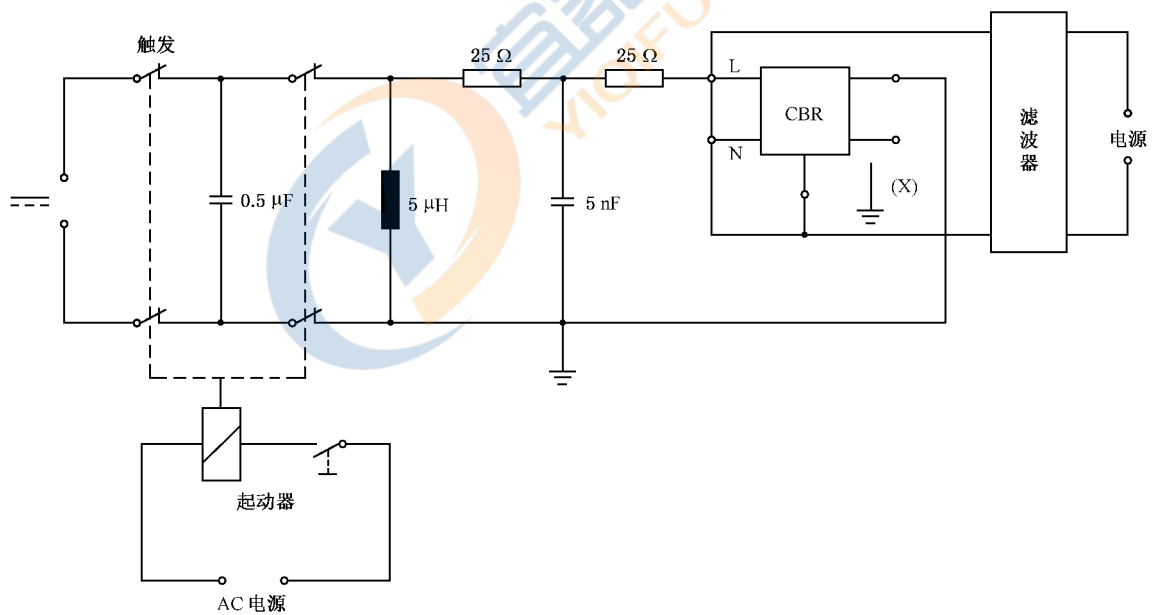


图 B.4 振铃波 0.5 μs/100 kHz



(X) 如有接地端子接至中性端子(如有标志),或无标志的情况,接至任何相端子。

注: 电路元件数据仅供参考,可能要调节以符合图 B.4 波形要求。

图 B.5 验证抗误脱扣试验电路的举例

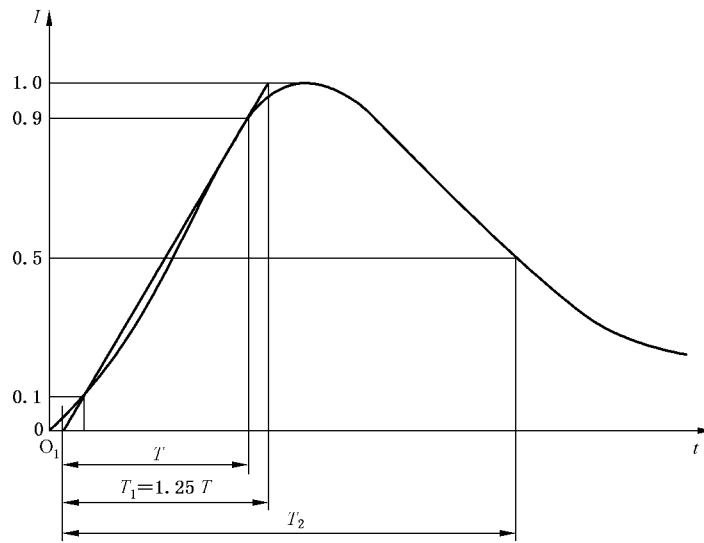
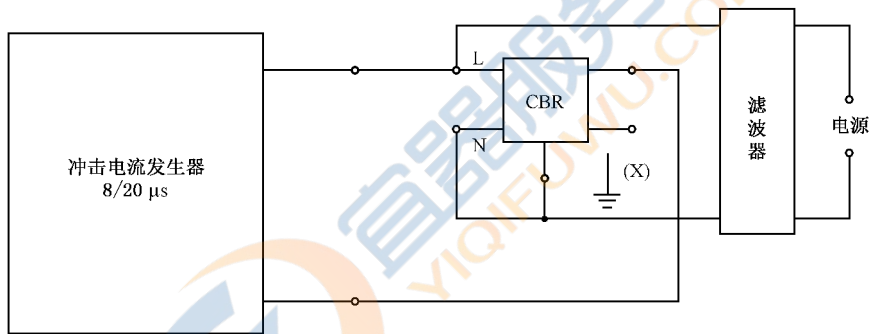
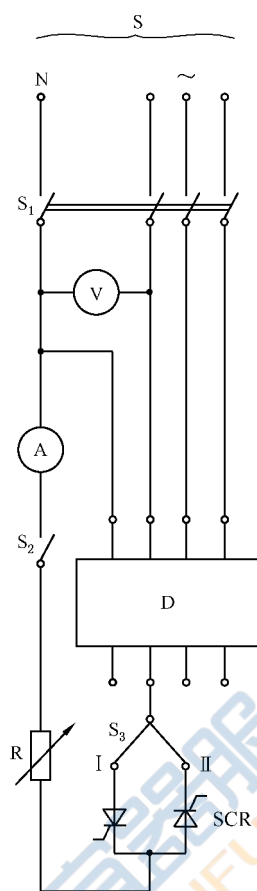


图 B.6 浪涌电流波 8/20 μs



(X) 如有接地端子接至中性端子(如有标志),或无标志的情况,接至任何相端子。

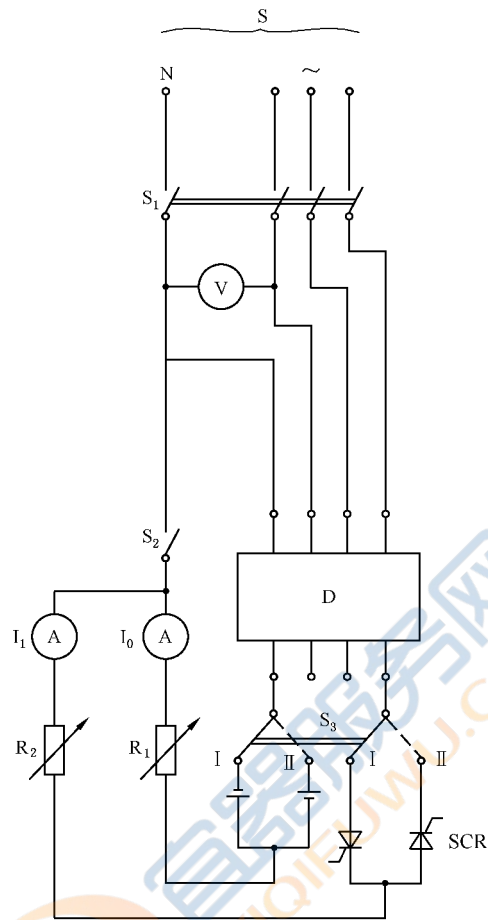
图 B.7 验证在闪络无后续电流情况下抗误脱扣的试验电路



说明：

- S —— 电源；
- V —— 电压表；
- A —— 电流表(测量有效值)；
- D —— 被试 CBR；
- SCR —— 晶闸管；
- R —— 可调电阻；
- S₁ —— 多极开关；
- S₂ —— 单极开关；
- S₃ —— 双路开关。

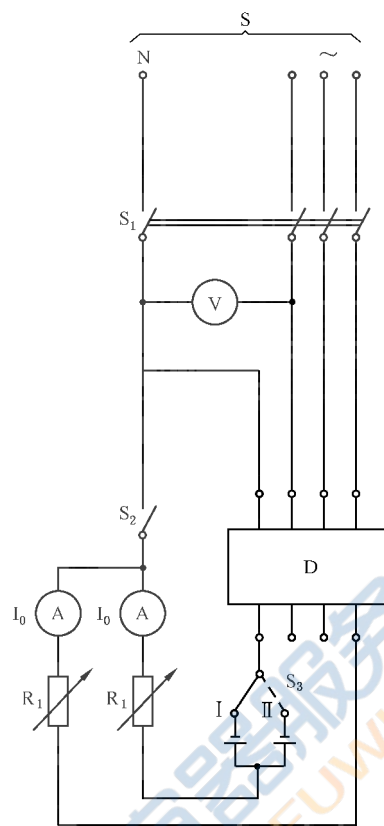
图 B.8 验证在脉动直流剩余电流情况下 CBR 动作正确性的试验电路



说明：

- S —— 电源；
- V —— 电压表；
- A —— 电流表(测量有效值)；
- D —— 被试 CBR；
- SCR —— 晶闸管；
- R_1, R_2 —— 可调电阻；
- S_1 —— 多极开关；
- S_2 —— 单极开关；
- S_3 —— 双路开关。

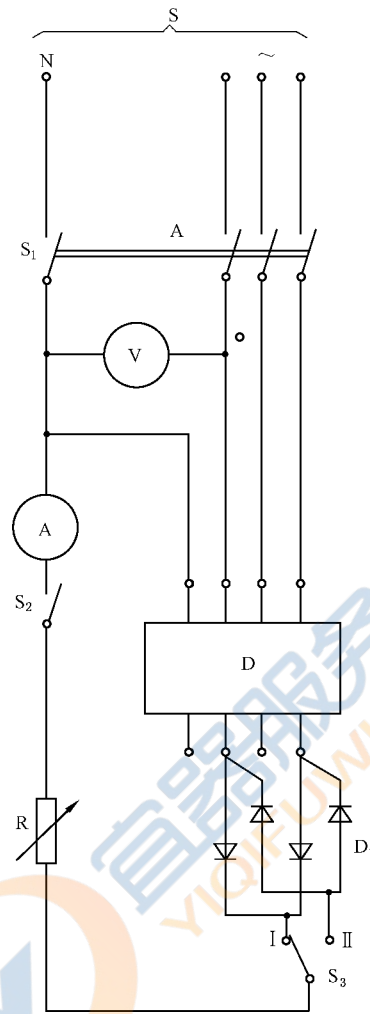
图 B.9 脉动直流剩余电流叠加平滑直流剩余电流时 CBR 正确动作的试验电路



说明：

- S —— 电源；
- V —— 电压表；
- A —— 电流表；
- D —— 被试 CBR；
- R_1, R_2 —— 可调电阻；
- S_1 —— 多极开关；
- S_2 —— 单极开关；
- S_3 —— 双路开关。

图 B.10 交流剩余电流叠加平滑直流剩余电流时 CBR 正确动作的试验电路



说明：

A 点对任意两相施加电压

S —— 电源；

V —— 电压表；

A —— 电流表；

D —— 被试 CBR；

Di —— 二极管；

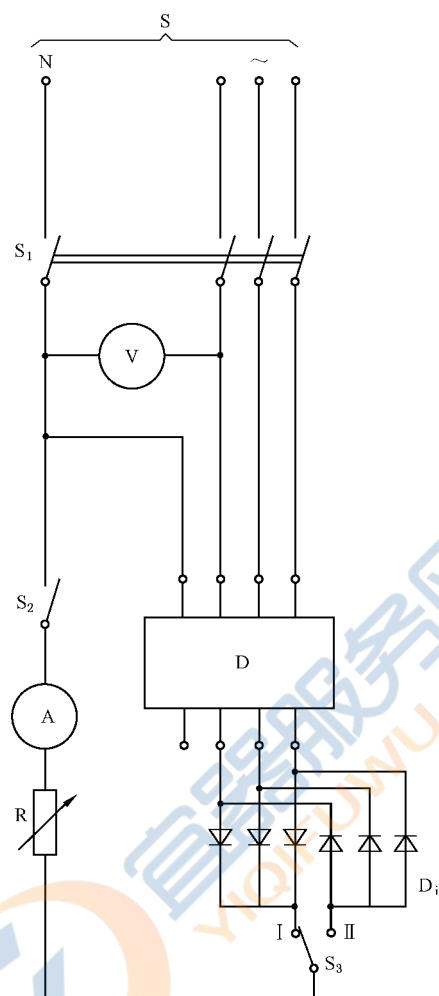
R —— 可调电阻；

S₁ —— 多极开关；

S₂ —— 单极开关；

S₃ —— 双路开关。

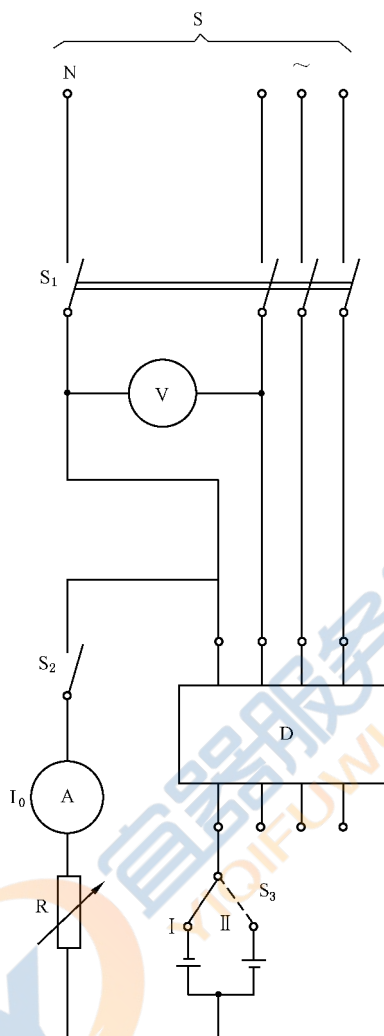
图 B.11 两相供电的整流电路产生的脉动直流剩余电流的试验电路



说明：

- S —— 电源；
- V —— 电压表；
- A —— 电流表；
- D —— 被试 CBR；
- D_i —— 二极管；
- R —— 可调电阻；
- S_1 —— 多极开关；
- S_2 —— 单极开关；
- S_3 —— 双路开关。

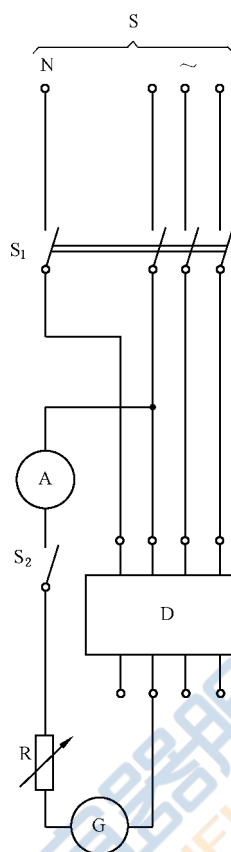
图 B.12 三相供电的整流电路产生的脉动直流剩余电流的试验电路



说明：

- S —— 电源；
- V —— 电压表；
- A —— 电流表；
- D —— 被试 CBR；
- R —— 可调电阻；
- S₁ —— 多极开关；
- S₂ —— 单极开关；
- S₃ —— 双路开关。

图 B.13 平滑直流剩余电流试验电路



说明：

- S —— 电源；
- A —— 电流表；
- D —— 被试 CBR；
- G —— 发电机；
- R —— 可调电阻；
- S₁ —— 多极开关；
- S₂ —— 单极开关。

图 B.14 1 000 Hz 及以下的复合剩余电流和正弦交流剩余电流的试验电路

附 录 C
(规范性附录)
单极的短路试验程序

C.1 总则

本试验程序适用于专门用于相接地系统,并按 4.3.2.1 标识的多极断路器;本程序包括下列试验:

试 验	条 款
单极的短路分断能力(I_{su})	C.2
验证介电耐受能力	C.3
验证过载脱扣器	C.4

C.2 单极的短路分断能力试验

短路试验应在 8.3.2 规定的一般条件下以等于额定极限短路分断能力 I_{cu} 的 25% 的预期电流 I_{su} 值进行。

注:可以在高于 I_{cu} 的 25% 并由制造厂宣布的值下进行试验。

施加的电压应为相应于断路器的最高额定工作电压(在该电压下,断路器适用于相接地系统使用)的相对相电压,恢复电压的要求见 8.3.2.2.6。被试品数量和可调式脱扣器的整定值均应按表 10 的规定。功率因数应按表 11 中对应试验电流的合适的值。

试验电路应按 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.4.1.2 和图 9,电源 S 来源于三相电源中的两相,熔断元件 F 要与另外的相连接。另外的一极或几个极也应通过熔断元件与该相连接。操作程序应为:

O—t—CO

并且应轮换对每个极单独地进行试验。

C.3 验证介电耐受能力

继 C.2 试验后,应按 8.3.5.4 验证介电耐受能力。

C.4 验证过载脱扣器

继 C.3 试验后,应按 8.3.5.5 验证过载脱扣器的动作。

附录 D

(规范性附录)

预期用于铝导线连接的断路器的附加要求

D.1 总则

本附录规定了适当的试验和其他要求,以满足需要用铝导线代替铜导线的情况,从而确保产品安全和性能。

本附录规定了本部分范围内的使用了铝制实芯导线、绞合导线和铝制汇流排的断路器的要求,包括:

- a) 铝制试验导线要求,该类导线等同且可以代替 GB/T 14048.1—2012 中表 9、表 10 和表 11 中给出的用于连接 GB/T 14048.1—2012 中图 D.2、图 D.3、图 D.4、图 D.5、图 D.6(包括汇流排)和图 D.7 所示接线端子(包括汇流排)或类似夹紧件的铜导线。
- b) 验证铝导线连接的方法,该类铝导线用于在正常使用条件下连接 GB/T 14048.1—2012 中图 D.2、图 D.3、图 D.4、图 D.5 和图 D.7 所示接线端子或类似夹紧件。GB/T 9327(所有部分)涵盖了 GB/T 14048.1—2012 中图 D.6 所示接线片式接线端子。

本附录规定的接线端子可以是断路器的组成部分,或是断路器的附件。

注:本附录中的术语“接线端子”等同于 GB/T 14048.1—2012 中的术语“夹紧件”。

本附录不包括 GB/T 14048.1—2012 中图 D.8 所示的无螺纹型接线端子和铝制软导线的连接。本附录不包括同时也在同一夹紧件中接入铝导线和铜导线的相关要求。

D.2 定义

第 2 章适用,并补充以下内容:

D.2.1

基准导线 reference conductor

在被试接线端子单元中使用、并接入同一串联电路中的具有相同型式和尺码的一段连续长度的导线,用以确定基准温度和基准电阻(如要求)。

D.2.2

等电位连接装置 equalizer

在试验回路中使用的、用于确保绞合导线等电位点并使导线电流密度均匀,而不会对导线温度产生不利影响的装置。

D.2.3

稳定性因数 stability factor

S_r

电流循环试验中,接线端子单元温度稳定性的度量。

注:GB/T 14048.1—2012 中附录 D 给出了不同类型接线端子的定义。

D.3 分类

第 3 章适用,并补充以下内容:

按连接的导线分类：

- 仅用于连接铜导线，或；
- 用于连接铜导线或铝导线，或；
- 仅用于连接铝导线。

D.4 特性

第 4 章适用。

D.5 产品资料

D.5.1 资料种类

5.1 适用。

D.5.2 标志

5.2 适用，并补充以下内容：

应在断路器或断路器的接线端子上，或在制造商产品资料中(如适用)标明仅用于连接铝导线(Al)或用于连接铜和铝导线(Cu/Al)的接线端子的适用性。当在断路器或接线端子上标志时，可使用缩写“AL”和“CU/AL”。

如果接线端子的额定电流小于断路器的额定电流，应在断路器或断路器的接线端子上，或在制造商产品资料中标明(如适用)。

D.5.3 安装、操作和维修说明

5.3 适用，并补充以下内容：

制造商可规定推荐的安装规程，如：

- 在除去导体绝缘之后、在端部前端，应先用钢丝刷清洁铝，再涂刷抗氧化化合物来限制铝的氧化；
- 对端部的汇流排进行处理，先用钢丝刷清洁铝，再涂刷抗氧化化合物或使用导电涂层(如锡)；
- 端部使用特殊的五金器件。

D.6 正常使用、安装和运输条件

第 6 章适用。

D.7 结构要求和性能要求

第 7 章适用，并补充以下内容：

预期用于连接铝导线的接线端子应使用导电涂层(如锡)或其他可以抑制电化序差异引起的腐蚀的替代方式进行处理。

制造商应明确接线端子是否适用于绞合导线、实芯导线或两者皆可。应对制造商规定的所有类型导线进行性能试验。

表 D.7 和表 D.8 给出的不同电流的铝导线尺寸对应 GB/T 14048.1—2012 中适用于铜导线尺寸的表 9、表 10 和表 11。

注：导线尺寸引用了 GB/T 10963.1、UL 486E 和 IS 13947-1。

D.8 试验

D.8.1 一般要求

应使用具有表 D.7 规定截面积的铝导线进行试验,该截面积对应于断路器的额定电流,或接线端子的额定电流值,两者取较低值。

所使用的铝导线应是单芯的、带有黑色绝缘,电气性能和机械性能符合 GB/T 3956 的要求。

应使用 GB/T 32499 中的 A 类 1350 铝合金导线进行试验。

注 1: 通常将 1350 铝导线视为最不利情况,其试验符合 UL 486E。

注 2: 正在考虑能够连接扇形导线的接线端子的要求。

下列试验应在表 D.1 中规定的产品或用于成品的接线端子样品上进行。每组样品包括一对接线端子和导电部件。

表 D.1 连接铝导线的接线端子试验列表^a

试验		条款	试验产品	数量
电流循环试验		D.8.2	接线端子样品	4 组样品
接线端子的 机械特性	弯曲试验	D.8.3.1	断路器	按照 GB/T 14048.1—2012 中 8.2.4.3
	拉出试验	D.8.3.2		按照 GB/T 14048.1—2012 中 8.2.4.4
插入试验		D.8.4	断路器	按照 GB/T 14048.1—2012 中 8.2.4.5
^a 连接类型受限于 GB/T 14048.1—2012 的附录 D 中图 D.1、D.2、D.3、D.4 和 D.6 所示夹紧件类型。				

D.8.2 电流循环试验

D.8.2.1 一般要求

本试验的目的是通过在电流循环条件下,比较导线与基准导线的温度性能来验证接线端子的稳定性。本试验仅在接线端子上进行,不在断路器上进行。

D.8.2.2 试验准备

试验应在 4 组样品上进行,每组样品中的一对接线端子按其在断路器中的使用状况装配。从产品中拆下的接线端子应固定在与其在产品上时具有相同截面积、形状、金属和涂层的导电部件。导电部件应不超过:

- 接线端子长度的 3 倍;
- 接线端子的宽度。

如图 D.2 所示。接线端子应按其安装至产品的方式(位置,力矩等)安装到导电部件上。

为了避免导线过度氧化,并确保其连接恰当,安装前应立即(无故意拖延)剥除一段足够的绝缘长度。

线丝的放置方式应能使接线端子的进线面和绝缘层起始端之间露出 6 mm~13 mm 的裸导线。除非制造商明确要求,否则对进入接线端子的导线的表面氧化不进行任何机械清除或化学处理。当根据制造商说明进行了机械清除或化学处理时,应在试验报告中予以说明。

D.8.2.3 试验布置

样品的总体布置见图 D.1。

使用表 D.7 中规定的导线进行试验,表 D.7 规定了等同的铝导线截面积。

表 D.2 给出了从进入接线端子样品的插入点至等电位连接装置间的试验导线长度。

试验导线与具有相同截面积的基准导线串联,基准导线的长度应近似试验导线长度的两倍。

铝线缆连接至接线端子样品的力矩值应为制造商规定的力矩值的 90%,或者如无规定,则从 GB/T 14048.1—2012 中表 4 选择。

试验导线和基准导线的每一个未连接到接线端子样品的自由端应焊接或铜焊至截面积不大于表 D.3 规定值的一小段等电位连接装置。导线的所有股线均应焊接或铜焊,与等电位连接装置形成电气连接。如果制造商认可,无需焊接或铜焊的工具加压型端头可以用作等电位连接装置。

对于预期连接并联导线的设备接线端子,等电位连接装置中的孔距形式应与设备接线端子中的孔距形式相同。

试验导线和基准导线间的间距应至少 150 mm。

应采用非导电的支架支撑等电位连接装置,把样品水平或垂直地悬挂在大气中,以最大程度减小接线端子承受的拉力负荷。隔热屏障应安装在导线的中间,其宽度应超出接线端子 $25\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$,长度超出 $150\text{ mm} \pm 10\text{ mm}$ (见图 D.1)。如果样品间的间距至少为 450 mm,则不需要隔热屏障。样品的位置应距离地面、墙壁或天花板至少 600 mm。

应将样品置于基本无振动和无气流的环境中,环境温度 $15\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。一旦试验开始,只要不超过极限范围,允差为 $\pm 4\text{ K}$ 。

D.8.2.4 温度测量

使用热电偶测量温度,热电偶的安置应不损坏接线端子或基准导线。

注 1: 在性能不受影响且制造商同意的情况下,可在钻了小孔后固定热电偶。

对于接线端子的温度测量,热电偶应放置在接线端子的导线入口端,靠近接触面处。

对于基准导线的温度测量,热电偶应放置在导线两端的中间,并位于其绝缘层下。

应使用两个热电偶测量环境温度,在测试回路的临近部位获得平均且稳定的读数,而不受外部过度的影响。热电偶应位于与试品交叉的水平面上,与试品的最小距离为 600 mm。

注 2: 一种令人满意的实现稳定测量的例子是,将热电偶放置在尺寸约为 $50\text{ mm} \times 50\text{ mm}$ 、厚度在 $6\text{ mm} \sim 10\text{ mm}$ 之间的无涂层铜板上。

D.8.2.5 试验方法

试验回路应经受 500 个通电和断电的循环,以表 D.4 中给出的试验电流值开始。

通电时间为接线端子试品达到温度稳定的时间,断电时间为恢复到室温的时间。应在前 25 个操作循环内确定 3 个时间。在 3 次读数中,当以不少于 10 min 的间隔读取的 3 个读数中的任意两个数值的差异不超过 $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,表示接线端子样品已达到稳定温度。断电期间达到温度稳定的时间,是显示温度达到稳定的 3 个读数中的第一个。

如果制造商允许,可以采用强制通风冷却来减少断电时间。在这种情况下,强制通风冷却应用于整个试验回路,由此产生的温度应不低于周围空气温度。

作为确定稳定时间的替代方案,对于带单根导线的接线端子,可以使用表 D.4 中的通电时间和/或断电时间。

前 24 个循环,在每个通电期间接近结束时,每个接线端子的温度应至少达到 $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。必要时应调整电流,以达到此温度。

如果制造商能够证明接线端子最大温升小于 70 K,可以将 $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 这一要求降为温升加 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。按照 GB/T 14048.1—2012 的 8.3.3.3.4 的试验条件,在断路器上以其额定电流或接线端子的额定电流(两者取较低值)进行温升试验。该试验应在具有待试验的接线端子的新的断路器上进行,使用表 D.7 中规

定的铝导线。为了确定电流循环试验的目标温度,应保留所有接线端子的最大温升。

在第 25 个周期,应最后一次调整试验电流,记录在最终负载电流时温度稳定时的相应温度作为第一个测量值。对于剩余的试验,不再调整试验电流。

此外,还应在大约 50、75、100、125、175、225、275、350、425 和 500 个循环后记录温度。应在通电期间的最后 5 min 内测量温度。如果试品的大小或数据采集系统的速度无法使所有测量在 5 min 内完成,则应将通电时间延长至完成这些测量所需的时间。

D.8.2.6 判别标准

性能的评估基于接线端子的温升极限和试验过程中的温度变化(稳定性因数)。

11 次温度测量中,每一次测量的稳定性因数 S_f 由以下方式确定通:

——通过将接线端子温度减去相关的基准导线温度,分别计算得出 11 次温度测量的温度偏差“ d ”;

——通过 11 个“ d ”值计算出平均温度偏差“ D ”;

——对于每个“ d ”值, $S_f = d - D$ 。

表 D.5 给出了计算稳定性因数计算的示例。

注:如果接线端子温度高于基准导线温度, d 为正数;如果接线端子温度低于基准导线温度, d 为负数。

对于每个接线端子:

——温升不应超过 125 K,且;

——稳定性因数 S_f 不应超过 ± 10 K。

由于本试验是加速老化试验,高温可能会引起绝缘损坏,但这不代表试验失败。

D.8.3 接线端子的机械性能

D.8.3.1 弯曲试验

GB/T 14048.1—2012 中 8.2.4.3 适用,并做如下修改:

试验值应符合表 D.6。

D.8.3.2 拉出试验

GB/T 14048.1—2012 中的 8.2.4.4 适用,并做如下修改:

试验值应符合表 D.6。

D.8.4 具有最大截面积的未经处理圆铝导线的接入能力试验

GB/T 14048.1—2012 表 7 适用,除了其中的软导线一栏,GB/T 14048.1—2012 中 8.2.4.5 适用。

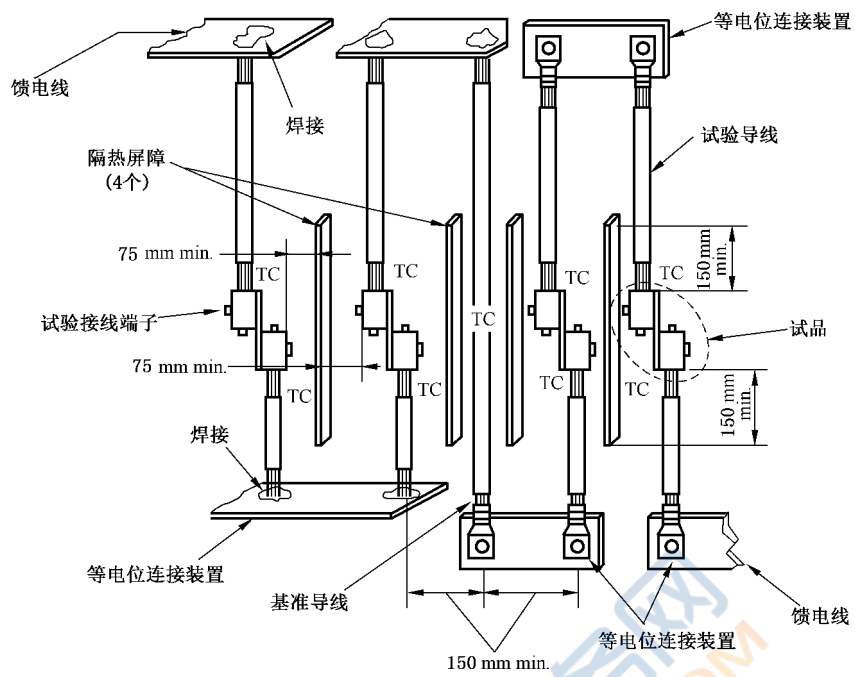


图 D.1 总体试验布置

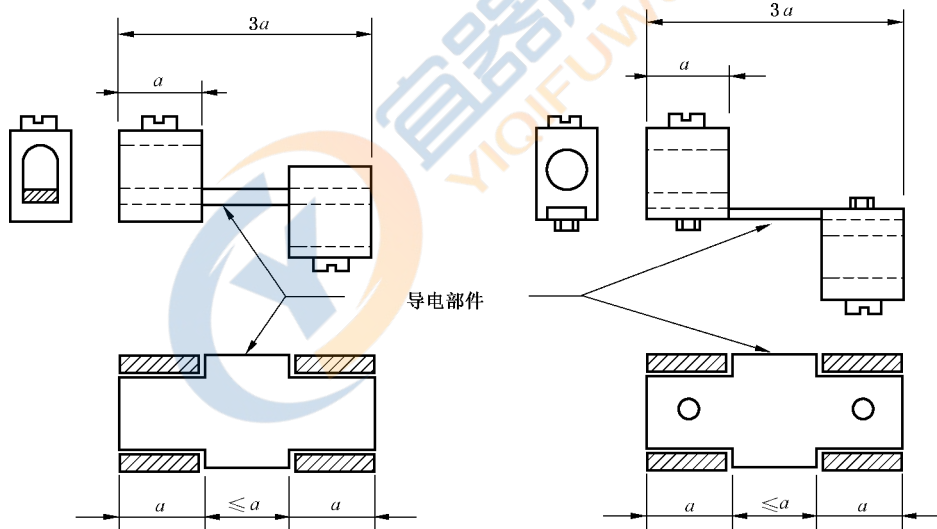


图 D.2 电流循环试验的接线端子安装

表 D.2 电流循环试验导线截面积对应的导线长度

导线截面积		最小导线长度
mm ²	AWG/kcmil	mm
0-10	30-8	200
16-25	6-3	300
35-240	2-500	460
大于 240	大于 500	660

表 D.3 等电位连接装置尺寸

试验电流范围 A		最大尺寸 ^a (厚度×宽度)			
		铜		铝	
>	≤	mm	in	mm	in
0	50	3.2×12.7	1/8×1/2	3.2×12.7	1/8×1/2
50	125	3.2×25	1/8×1	3.2×32	1/8×1-1/4
125	225	3.2×48	1/8×1-7/8	3.2×57	1/8×2-1/4
225	400	6.4×38	1/4×1-1/2	6.4×50	1/4×2
400	600	6.4×50	1/4×2	6.4×76	1/4×3
600	800	6.4×76	1/4×3	6.4×102	1/4×4
800	1 000	6.4×102	1/4×4	9.5×89	3/8×3-1/2
1 000	1 400	12.7×76	1/2×3	12.7×89	1/2×3-1/2
1 400	2 000	12.7×102	1/2×4	12.7×127	1/2×5

^a 毫米和英寸的转换是近似的,等电位连接装置可以符合毫米列或英寸列。只要试验电流上限值(第二列)对应的电流密度超过如下值:铝制等电位连接装置超过 1.16 A/mm² (750 A/in²)或铜制等电位连接装置超过 1.55 A/mm² (1 000 A/in²),可以使用其他尺寸。

表 D.4 电流循环试验启动电流

数量	线缆尺码		试验电流 A	电流通电与断电时间 h
	mm ²	AWG/kcmil		
1	4	12	33	1
1	6	10	45	1
1	10	8	60	1
1	16	6	85	1
1	25	4	110	1
1	35	2	150	1
1	50	0	200	1
1	70	00	230	1
1	95	000	270	1
1	120	250 kcmil	350	1.5
1	150	300 kcmil	390	1.5
1	185	350 kcmil	435	1.5
1	240	500 kcmil	540	2
2	120	250 kcmil	460	—
2	150	300 kcmil	510	—
2	240	500 kcmil	707	—
2	300	600 kcmil	907	—
3	240	500 kcmil	1 060	—

表 D.5 计算稳定因数的示例

温度测量	周期数	温度		温度偏差 $d = a) - b)$ K	稳定因数 $S_f = d - D^a$ K
		a) 接线端子 ^b ℃	b) 基准导线 ℃		
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

^a 平均温度偏差 $D = \sum d / \text{测量次数} = 9 / 11 = 0.82$ 。
^b 示例适用于最大温度为 75 ℃ 的电缆接线端子。

表 D.6 线缆弯曲试验和拉出试验的试验值

导线截面积		套管孔直径 ^{a, b} mm	高度 H^a mm	质量 kg	拉力 N
mm ²	AWG/kcmil				
4	12	9.5	280	0.7	44
6	10	9.5	280	0.7	44
10	8	9.5	280	1.4	44
16	6	12.7	300	4	124
25	4	12.7	300	4.5	160
—	3	14.3	320	5.9	187
35	2	14.3	320	6.8	222
—	1	15.8	343	8.6	271
50	0	15.8	343	9.5	320
70	00	19.1	368	10.4	347
95	000	19.1	368	13.6	432
—	0 000	19.1	368	13.6	516
120	250 kcmil	22.2	406	13.6	516
150	300 kcmil	22.2	406	15.4	516
185	350 kcmil	25.4	432	17.2	574

表 D.6 (续)

导线截面积		套管孔直径 ^{a,b}	高度 H^a	质量	拉力
mm ²	AWG/kcmil				
—	400 kcmil	25,4	432	17,2	574
240	500 kcmil	28,6	464	20,4	685
300	600 kcmil	28,6	464	20,4	685

注：表 D.6 基于 UL 486E。

^a 高度 H 的公差为 ±15 mm，衬套孔直径的公差为 ±2 mm。

^b 如果衬套孔直径不够大，无法不借助粘过来容纳导线，则可以使用具有更大孔径的衬套。

表 D.7 用于试验电流不超过 800 A(包括 800 A)的铝线缆^{a,d}

试验电流范围 A		线缆尺码		
>	≤	数量	mm ²	AWG/kcmil
0	8	1	^c	^c
8	12	1	^c	^c
12	15	1	4 ^b	12 ^b
15	20	1	4 ^b	12 ^b
20	25	1	6 ^b	10 ^b
25	32	1	10	8
32	50	1	16	6
50	65	1	25	4
65	85	1	35	2
85	100	1	50	0
100	115	1	50	0
115	130	1	70	00
130	150	1	95	000
150	175	1	120	250 kcmil
175	200	1	150	300 kcmil
200	225	1	150	300 kcmil
225	250	1	185	350 kcmil
250	275	1	240	500 kcmil
275	300	2	120	250 kcmil
300	350	2	120	250 kcmil
350	400	2	150	300 kcmil
400	500	2	240	500 kcmil

表 D.7 (续)

试验电流范围 A		线缆尺码		
>	≤	数量	mm ²	AWG/kcmil
500	630	2	300	600 kcmil
630	800	3	240	500 kcmil

^a 见 GB/T 14048.1—2012 的 8.3.3.3.4。
^b 如果其他标准规定更大尺寸,则遵守该规定。例如 GB/T 16895.6 中,布线时不推荐截面积小于 10 mm² 的铝线缆。
^c 不推荐截面积小于 4 mm² 的铝线缆。
^d 试验电流高于 800 A 的线缆正在考虑中。

表 D.8 用于试验电流超过 400 A^g 而不超过 3 150 A^{a,f} 的铝排

试验电流范围 A		铝排 ^{b,c,d}	
>	≤	数量	尺寸 (mm)
400	500	2	25×10
500	630	2	30×12
630	800	2	40×10
800	1 000	2	50×10
1 000	1 250	2	80×10
1 250	1 600	2	100×10
1 600	2 000	3	100×10
2 000	2 500	4	100×10
2 500	3 150	4	150×10 ^e

^a 见 GB/T 14048.1—2012 的 8.3.3.3.4。
^b 为了便于试验,并得到制造商允许,可以使用比规定试验电流对应导线小的导线。
^c 试验铝排的布置方式假设为长面垂直。如果制造商有规定,可以使长面水平放置。
^d 在使用四根铝排时,应分为两组放置,每组两个,两组的中心距离不超过 100 mm。
^e 表中给出的尺寸仅为推荐值。经制造商与用户达成一致后,可以使用不同的尺寸。
^f 对于额定电流大于 3 150 A 的试验,试验的所有相关项目都应由制造商和用户达成一致,如电源类型、相数和频率(如适用)、试验导线的截面积等。这些信息都应在试验报告中记录。
^g 试验电流不超过 400 A 的铝排正在考虑中。

附 录 E

(资料性附录)

提交制造厂与用户协商的项目

注：就本附录而言：

——“协商”的意义很广；

——“用户”包括试验站。

按照本部分的条款，采用 GB/T 14048.1—2012 中附录 J 及下列补充：

本部分的条款号	项 目
4.3.6.3	短路接通能力比表 2 规定值高的断路器
7.2.1.2.1	除自由脱扣操作及储能操作外的自动断开操作
表 10	过载脱扣器中间整定值下的短路试验
8.3.2.5	约定发热电流大于 63 A 的四极断路器的温升试验方法
8.3.2.6.4.3	四极断路器上第四个极的短路试验的试验电流值
8.3.3.2.3b)	验证反时限时间电流特性的电流值
8.3.3.5	提高过载性能试验条件的严酷程度
8.3.3.8 8.3.4.6	在进行试验程序 I 和 II 时，验证温升与验证过载脱扣器之间的允许间隔时间
8.4.3	除过电流脱扣器、分励脱扣器和欠电压脱扣器以外的脱扣器调整
8.5	特殊试验——湿热、盐雾、振动和冲击
B.8	当 $I_{\Delta n} > 30$ A 时试验的适用性
B.8.2.5	试验环境温度极限的扩展

附录 F
(规范性附录)

带电子过电流保护的断路器的附加试验

F.1 概述

本附录适用于安装在交流电路中并带有电子装置的过电流保护断路器,该装置装于断路器内,且与线路电压或任何辅助电源无关。

断路器性能试验验证在本附录规定的环境条件下进行。

用于完成过电流保护以外功能的电子装置的特殊试验不包括在本附录中,然而应进行本附录的试验以保证这些电子装置不会损害过电流保护功能的特性。

F.2 试验项目

F.2.1 概述

本附录规定的试验属型式试验,作为第 8 章试验的补充。

注:如有特殊环境条件标准出现,应系统地参考该标准的有关部分(如适用)。

F.2.2 电磁兼容性(EMC)试验

F.2.2.1 概述

带电子过电流保护的断路器应按表 J.1 和表 J.3 试验。

F.2.2.2 性能标准

抗扰度试验的结果应按 J.2.1 性能标准进行评价,并做如下规定:

性能标准 A:

第一步:断路器在 0.9 倍电流整定值时不应脱扣,同时监控功能(如有)应正确指示断路器的状态。

第二步:当负载在 2 倍电流整定值时,断路器应在制造商规定的时间电流特性的 0.9 倍最小值到 1.1 倍最大值之内脱扣,同时监控功能(如有)应正确指示断路器的状态。

性能标准 B:

在试验期间,断路器在 0.9 倍电流整定值时不应脱扣。试验后,断路器在 2 倍电流整定值时应与制造商规定的时间电流特性一致,同时监控功能(如有)应正确指示断路器状态。

F.2.3 多频率的适应性

试验按 F.6 进行。

F.2.4 干热试验

试验按 F.7 进行。

F.2.5 湿热试验

试验按 F.8 进行。

F.2.6 在规定变化率下的温度变化循环

试验按 F.9 进行。

F.3 一般试验条件

F.3.1 概述

本附录规定的试验可以与第 8 章的试验分别进行。

在 EMC 试验中附录 J 适用,并增加 F.4 和 F.5 规定的附加要求。

F.3.2 电磁兼容性试验

对于抗扰度试验(F.4),应对每个壳架等级、每种电流传感器结构形式的一台断路器进行试验;绕组匝数的改变在本文中不视为不同的结构。对于抽屉式断路器,应根据制造商的说明安装在外壳内,同时试验应作相应修改。

电流整定值 I_r 应调整到最小值。

短延时和瞬时脱扣器的整定值(如适用)应调整到最小值,但不小于 2.5 倍 I_r 。

EMC 试验应采用合适的试验电路进行,如下文规定,要考虑到缺相敏感特征。

对于带电子过流保护的断路器,无论按下列哪种方法试验,可认为脱扣特性相同:

- 多极断路器的一个相极;
- 二极或三极串联;
- 按三极连接。

注:这可以将不同试验顺序所要求的不同相极组成所得到的试验结果做比较。

对于带剩余电流功能的断路器(亦可见附录 B、附录 M)。

——在 F.4.4、F.4.5 和 F.4.6 情况下,试验在多极断路器的每二极上进行,以避免由剩余电流引起的误脱扣;

——在 F.4.1 和 F.4.7 情况下,试验可在任何相极组合下进行,只要能避免剩余电流引起的误脱扣。

F.4 抗扰度试验

F.4.1 谐波电流

F.4.1.1 概述

这些试验适合于那些电流传感器被制造商规定按有效值(r.m.s)采样的断路器。

这应在断路器上用“有效值(或 r.m.s)”标志指示,或者在制造商的技术文件中给出,或两者兼有。

试品应在自由空气中试验,除非它指定仅用于一专用的外壳中,在这种情况下,试品应在这样的外壳中试验,包括外壳尺寸的详情应载明于试验报告中。

试验应在额定频率时进行(如适用)。

注:试验电流可由基于使用晶闸管(见图 F.1)、饱和铁心的电源、可编程供电的电源或其他适当的电源产生。

F.4.1.2 试验电流

试验电流波形应由下列两种方案之一组成:

- 方案 a):依次采用二种波形:

- 由基波和三次谐波构成的波形；
- 由基波和五次谐波构成的波形；

——方案 b)：由基波及三次、五次和七次谐波分量组成的波形。

试验电流：

——对方案 a)：

三次谐波和峰值系数试验

- 72%基波分量 \leq 三次谐波 \leq 88%基波分量；
- 峰值系数： 2.0 ± 0.2 ；

五次谐波和峰值系数试验

- 45%基波分量 \leq 五次谐波 \leq 55%基波分量；
- 峰值系数： 1.9 ± 0.2 ；

——对方案 b)：

对每个周期，试验电流由二个相等而极性相反的半波构成，规定如下：

- 电流导通时间，对每半波为 $\leq 21\%$ 周期；
- 峰值系数： ≥ 2.1 。

注 1：峰值系数是电流峰值除以电流波有效值。有关公式见图 F.1。

注 2：方案 b)的试验电流的谐波成分至少为基波分量的如下比例：

- 三次谐波 $> 60\%$ ；
- 五次谐波 $> 14\%$ ；
- 七次谐波 $> 7\%$ ；
- 二十一次谐波 $> 1\%$ 。

也可能存在其他谐波。

注 3：方案 b)的试验电流波形，例如由两个反向并联连接的晶闸管产生(见图 F.1)。

注 4：试验电流 $0.9I_r$ 和 $2.0I_r$ (见 F.2.2.2 的性能标准 A) 为合成波形的有效值。

F.4.1.3 试验方法

试验应按 7.2.1.2.4b) 在任意的两个相极进行，按图 F.2 接线，在任何方便的电压下承载试验电流。对具有缺相敏感性能的脱扣器，应按图 F.3 或图 F.4 (如适用) 接线。

欠电压脱扣器 (如有) 应通电或拆除，试验时所有的辅助装置应断开。

验证误脱扣抗扰度 (在 0.9 倍电流整定值) 的持续时间应为相应于 2 倍电流整定值的脱扣时间的 10 倍。

F.4.1.4 试验结果

F.2.2.2 的性能标准 A 适用。

F.4.2 静电放电

附录 J，特别是 J.2.2 适用外，补充以下：

试验装置应符合图 F.16 和图 J.3。

试验电路应按图 F.2，对具有缺相敏感性能的脱扣器，试验电路应按图 F.3 或图 F.4 (如适用)。只要至金属外壳的距离保持 0.1 m，误差 $^{+10}\%$ ，图 F.2、图 F.3 和图 F.4 中的母排布置可不同。实际所用的试验装置应示于试验报告中。

F.2.2.2 的性能标准 B 适用。

F.4.3 射频电磁场辐射

附录 J 特别是 J.2.3 适用外,做以下补充:

试验装置应符合图 F.16 和图 F.17。

试验电路应符合图 F.2。对具有缺相敏感性能的脱扣器,试验电路应按图 F.3 或图 F.4(如适用)。

F.2.2.2 的性能标准 A 适用。

F.4.4 电快速瞬变/脉冲群(EFT/B)

附录 J 特别是 J.2.4 适用外,补充以下:

试验装置对试验电源线应符合图 F.16 和图 F.18,对试验信号线应符合图 F.16 和图 F.19。

对交流主电路端口,干扰应施加于任选的一相极,试品按图 F.6 从其他两相极供电。

对具有缺相敏感性能的脱扣器,按图 F.7 三相极串联后进行试验或按图 F.8 所示三相接法任选一相进行试验。

F.2.2.2 的性能标准 A 适用。但是在试验期间监控功能暂时改变(如不希望的 LED 点亮)是许可的,在该情况下,试验后应验证监控功能。对第二步,干扰应一直施加到断路器脱扣。

F.4.5 浪涌

附录 J 特别是 J.2.5 适用外,补充以下:

对交流主电路端口,干扰应施加于任选的一相极,试品从其他两相极供电,试验电路按图 F.9(线一地)和图 F.12(线—线)。

对具有缺相敏感性能的脱扣器,试验按图 F.10(线—地)和图 F.13(线—线)三相极串联或按图 F.11(线—地)和图 F.14(线—线)三相接法的任选一相极进行。

F.2.2.2 性能标准 B 适用。

F.4.6 射频场感应的传导骚扰(共模)

附录 J 特别是 J.2.6 适用外,补充以下:

试验装置应符合图 F.16、图 F.20,对电源线试验应符合图 F.21、图 F.22 或图 F.23,对信号线试验应符合图 F.16。

对交流主电路端口,干扰应施加于任选的一相极,断路器从其他两相极供电,试验电路按图 F.2。对具有缺相敏感性能的脱扣器,试验电路应按图 F.3 或图 F.4(如适用)。

F.2.2.2 的性能标准 A 适用。

F.4.7 电流暂降

F.4.7.1 试验方法

试品应在自由空气中试验,除非它指定仅用于一专用的单独的外壳中,在这种情况下就应在那种外壳中试验,包括外壳尺寸的详情应载明于试验报告中。

试验电路应符合图 F.2,任选两相极进行,对具有缺相敏感性能的脱扣器,试验电路应符合图 F.3 或图 F.4(如适用)。

应在任何方便的电压下用正弦电流进行试验,电流的施加应符合图 F.5 和表 F.1,其中 I_r 是整定电流, I_D 是暂降试验电流, T 为正弦电流的周期。

每次试验时间应在相应于 2 倍电流整定值的最大脱扣时间的 3 倍和 4 倍之间或 10 min,取较小者。

表 F.1 电流暂降和中断试验参数

试验编号	I_D	Δt
1	0	0.5T
2		1T
3		5T
4		25T
5		50T
6	0.4I _r	10T
7		25T
8		50T
9	0.7I _r	10T
10		25T
11		50T

F.4.7.2 试验结果

F.2.2.2 的性能标准 B 适用,但试验后不需验证。

F.5 发射试验

F.5.1 谐波

电子控制器电路在极低功率下工作,所以产生的骚扰可忽略,因此不需要试验。

F.5.2 电压波动

电子控制器电路在极低功率下工作,所以产生的骚扰可忽略,因此不需要试验。

F.5.3 传导射频骚扰(150 kHz~30 MHz)

本附录所涉及的断路器与电源电压或任何辅助电源无关,电子电路与电源无直接连接,并在极低功率下工作,所以产生的骚扰可忽略,因此不需要试验。

F.5.4 辐射射频骚扰(30 MHz~1 GHz)

附录 J,特别是附录 J.3.3 适用外,补充如下:

试验电路按图 F.2,对具有缺相敏感性能的脱扣器,试验电路应按图 F.3 或图 F.4(如适用)。

欠电压脱扣器(如有)应通电或拆除。所有其他辅助装置在试验时应断开。

表 J.3 的极限值适用。

F.6 多频率适用性

F.6.1 一般要求

本试验验证声明可适用于多种频率的断路器的脱扣特性。但不适用于额定频率仅为 50 Hz~60 Hz 的断路器。

F.6.2 试验条件

试验应在每个额定频率下进行,或当声明适用于一个额定频率范围时,则在最低和最高频率下进行。

F.6.3 试验方法

在任何方便的电压下,对任选的一对相极进行试验。

试验电路应按图 F.2,对具有缺相敏感性能的脱扣器,试验电路应符合图 F.3 或图 F.4(如适用)。

欠电压脱扣器(如有)应通电或拆除,所有的辅助装置在试验时应断开。

短延时和瞬时脱扣电流应逐个整定(如有关)应各自调整到 2.5 倍电流整定值,如果没有该整定值,则采用最接近的较高整定值。

试验应如下进行:

- a) 施加 0.95 倍约定不脱扣电流(见表 6),施加时间等于相应于 2.0 倍电流整定值的脱扣时间的 10 倍;
- b) 紧接着 a) 试验后,立刻施加 1.05 倍约定脱扣电流(见表 6);
- c) 再从冷态开始,在 2.0 倍电流整定值时进行试验。

F.6.4 试验结果

对每个试验频率,过载脱扣特性应符合下列要求:

- 试验 a) 不应脱扣;
- 试验 b) 应在约定时间内脱扣(见表 6);
- 试验 c) 应在制造商规定的时间电流特性最大值的 1.1 倍和最小值的 0.9 倍范围内脱扣。

F.7 干热试验

F.7.1 试验方法

应在 40 °C 的周围温度下,按 7.2.2 在给定壳架等级最大额定电流的断路器的所有相极上进行试验,试验持续时间应为达到温度稳定后的 168 h。

施于接线端子螺钉上的拧紧力矩应符合制造商说明书(见表 13 3.11)的规定。

或者,试验可如下进行:

- 在试验程序 I 的温升验证时,测量和记录电子元件周围空气的最高温升;
- 将电子控制器安装于试验小室中;
- 施加电子控制器的输入激励电压;
- 调整试验小室的温度至记录电子元件周围空气温升再增加 40 K,并维持此温度 168 h。

F.7.2 试验结果

断路器和电子控制器应符合以下要求:

- 断路器不应发生脱扣;
- 不应发生可能引起断路器脱扣的电子控制器动作。

F.7.3 验证过载脱扣器

继 F.7.1 试验后,断路器的过载脱扣器的动作应按 7.2.1.2.4b) 验证。

F.8 湿热试验

F.8.1 试验方法

试验按 GB/T 2423.4 进行。

温度上限为 $55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (方案 1), 循环数为 6。

本试验也可以仅将电子控制器单独放在试验室中进行试验。

F.8.2 验证过载脱扣器

继 F.8.1 试验后, 按 7.2.1.2.4b) 验证断路器过载脱扣器的动作。

F.9 在规定变化率下的温度变化循环

F.9.1 试验条件

每种结构的电子控制器应承受符合图 F.15 的温度变化循环。

在温度变化时温度上升和下降速率应为 $(1 \pm 0.2)\text{K/min}$, 温度一旦达到, 至少应维持 2 h。

循环数应为 28。

F.9.2 试验方法

试验按 GB/T 2423.22 进行。

对这些试验, 电子控制器可以装入断路器中或单独进行。

电子控制器应模拟使用条件激励。

当电子控制器安装在断路器内时, 主电路不应通电。

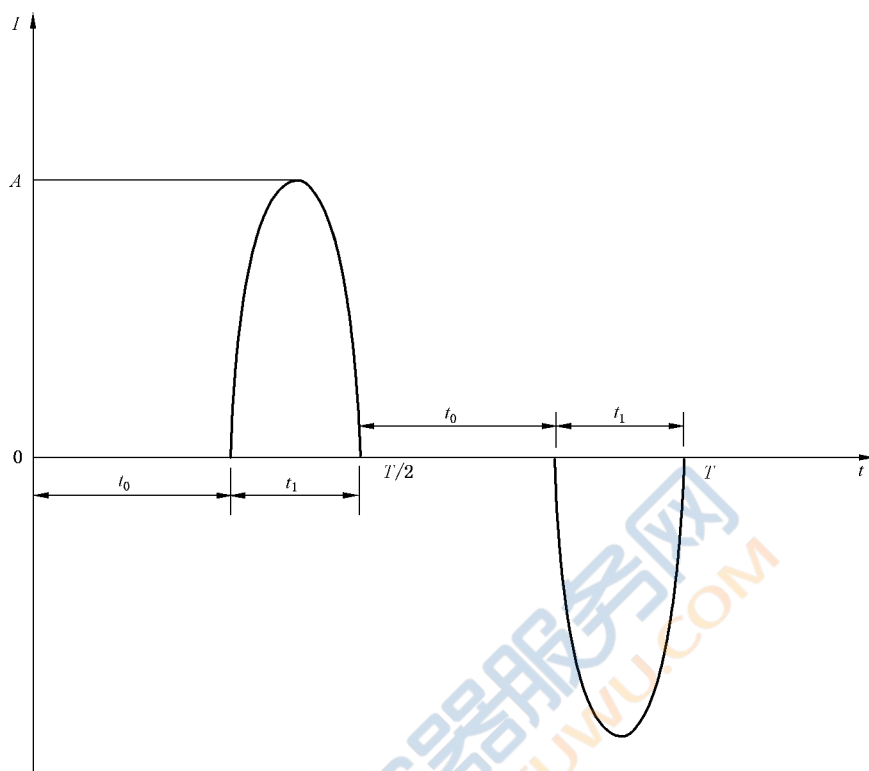
F.9.3 试验结果

电子控制器应符合如下要求:

在 28 个循环期间, 不应发生可能引起断路器脱扣的电子控制器动作。

F.9.4 验证过载脱扣器

继 F.9.2 试验后, 断路器的过载脱扣器的动作应按 7.2.1.2.4b) 验证。



说明：

A —— 峰值电流；

T —— 周期；

t_1 —— 每半波的导通时间；

t_0 —— 延时。

$$\text{峰值系数} = \frac{A}{\sqrt{\frac{2}{T} \int_0^{T/2} i^2(t) dt}}$$

图 F.1 按 F.4.1 用反向并联连接的晶闸管产生的试验电流图

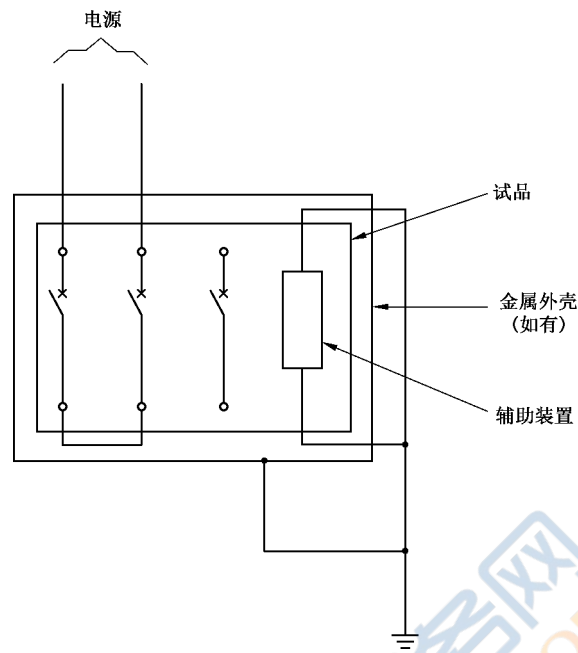


图 F.2 按 F.4.1.3, F.4.2, F.4.3, F.4.6, F.4.7.1, F.5.4 和 F.6.3 的抗扰度试验和发射试验的试验电路图——二相极串联

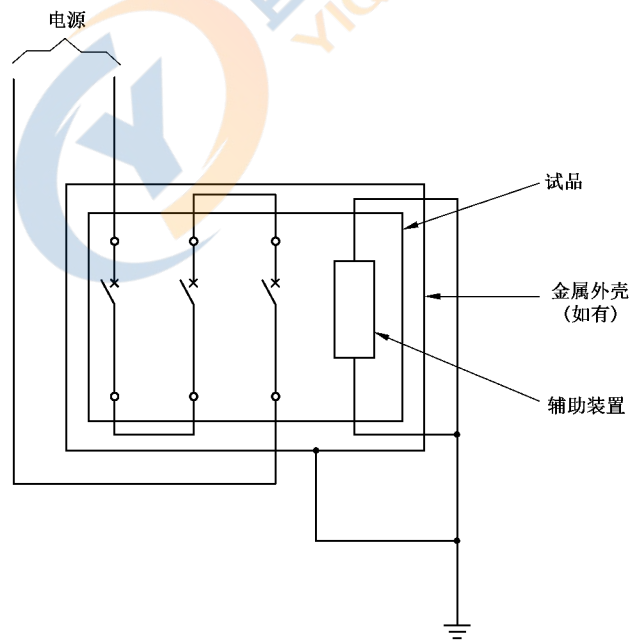
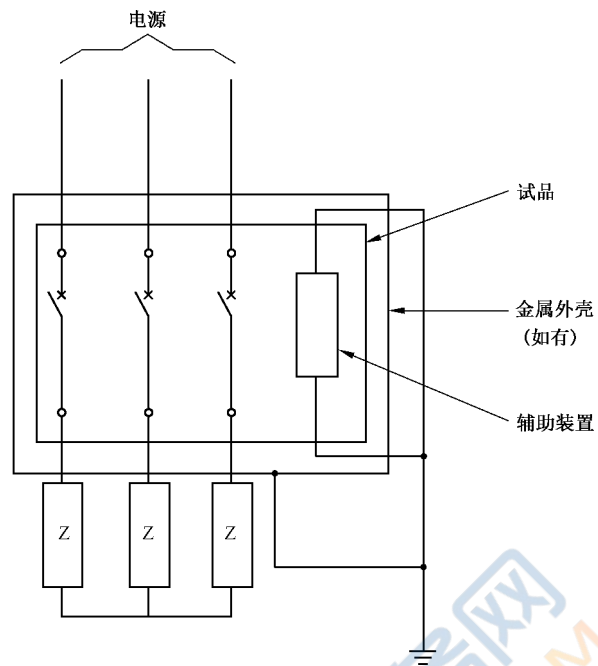


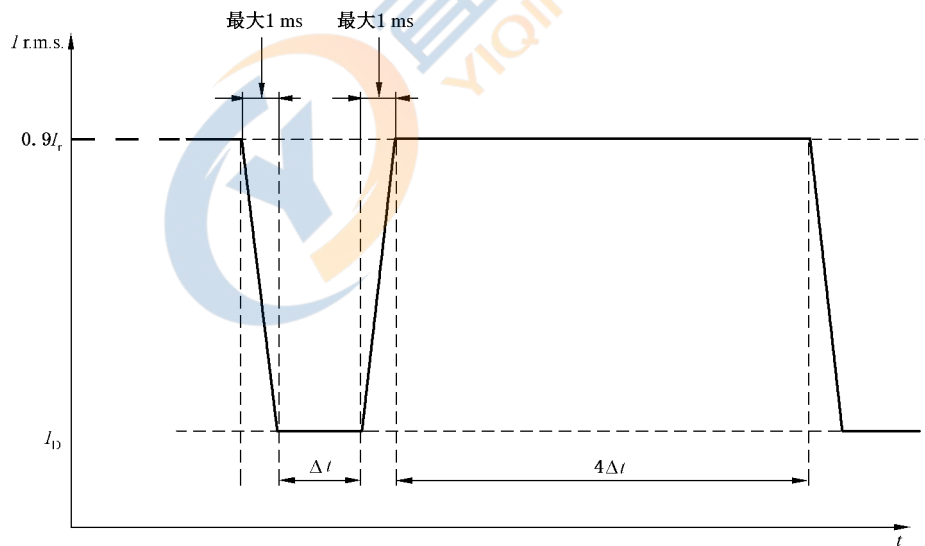
图 F.3 按 F.4.1.3, F.4.2, F.4.3, F.4.6, F.4.7.1, F.5.4 和 F.6.3 的抗扰度试验和发射试验的试验电路图——三相极串联



说明：

Z——调节电流的阻抗(如需要)。

图 F.4 按 F.4.1.3, F.4.2, F.4.3, F.4.6, F.4.7.1, F.5.4 和 F.6.3 的抗扰度试验和发射试验的试验电路图——三相极连接



说明：

I_r ——整定电流；

I_D ——暂降试验电流；

Δt ——暂降时间；

$4\Delta t$ ——电流施加时间。

图 F.5 按 F.4.7.1 验证电流暂降时间和中断影响的试验电流

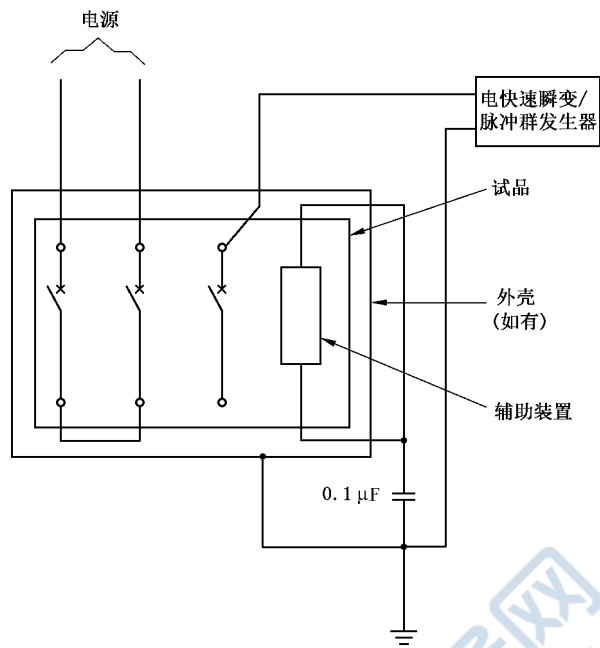


图 F.6 按 F.4.4 的电快速瞬变/脉冲群(EFT/B)抗扰度试验电路——二相极串联

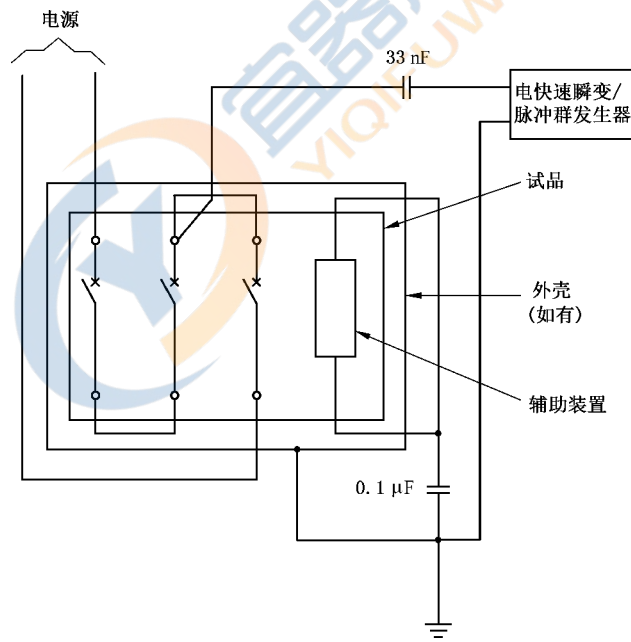
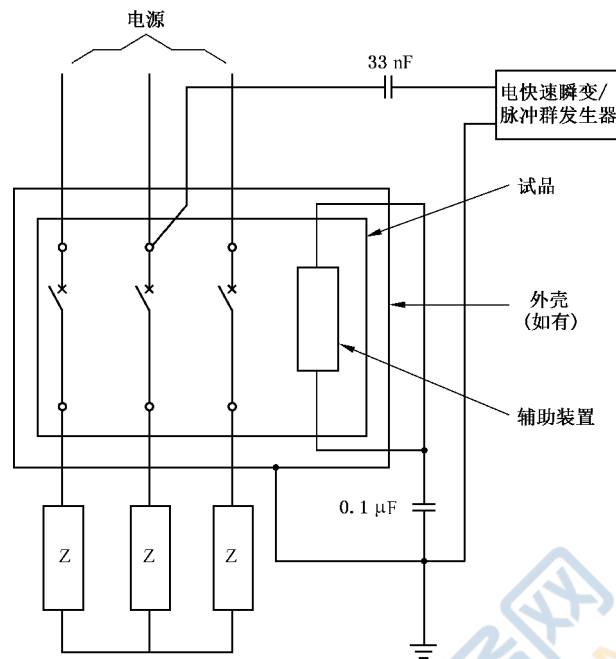


图 F.7 按 F.4.4 的电快速瞬变/脉冲群(EFT/B)抗扰度试验电路——三相极串联



说明:

Z——调节电流的阻抗(需要时)。

图 F.8 按 F.4.4 的电快速瞬变/脉冲群(EFT/B)抗扰度试验电路——三相线路接法

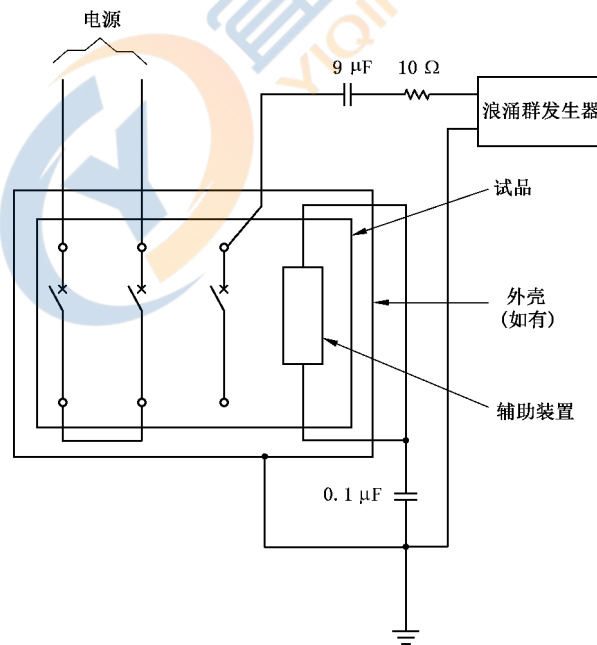


图 F.9 按 F.4.5 验证主电路(线—地)浪涌影响的试验电路——二相极串联

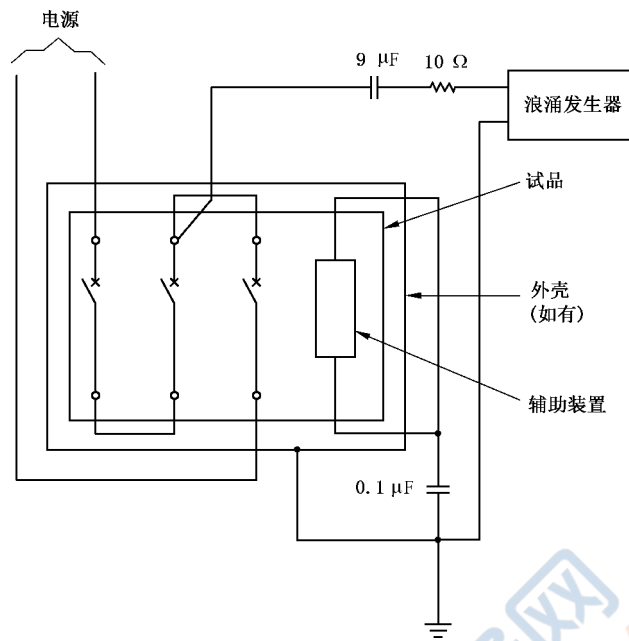
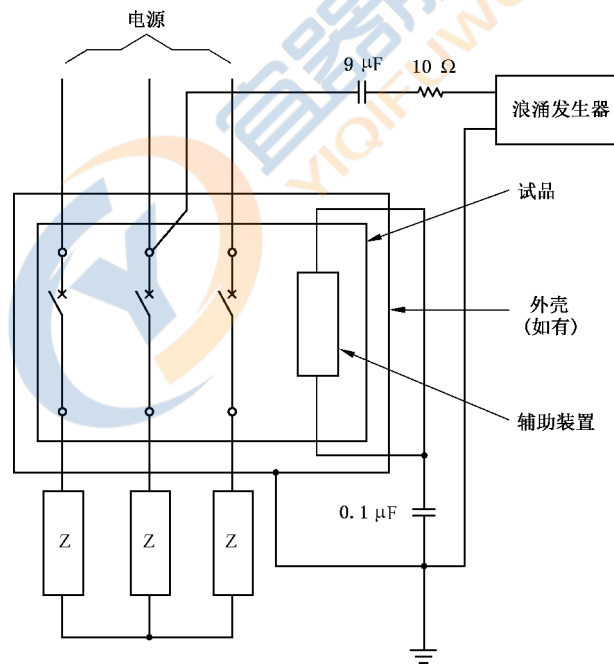


图 F.10 按 F.4.5 验证主电路(线—地)浪涌影响的试验电路——三相极串联



说明:

Z——调节电流的阻抗(如需要)。

图 F.11 按 F.4.5 验证主电路(线—地)浪涌影响的试验电路——三相接线

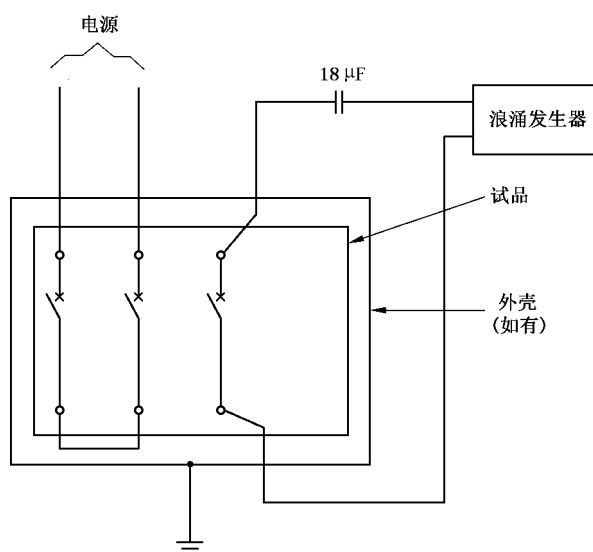


图 F.12 按 F.4.5 验证主电路浪涌电流影响的试验电路——二相极串联

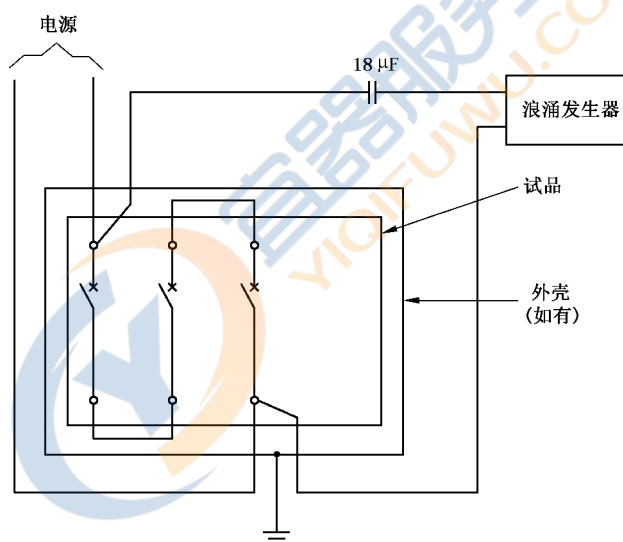
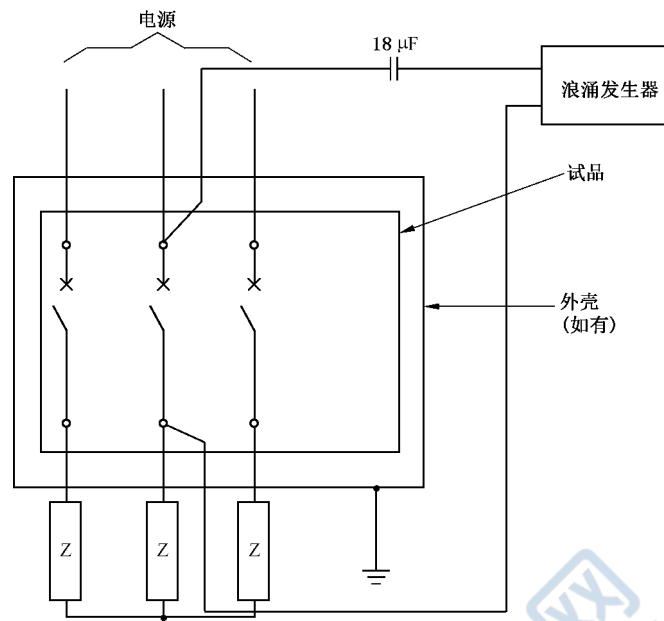


图 F.13 按 F.4.5 验证主电路浪涌电流影响的试验电路——三相极串联



说明：

Z——调节电流的阻抗(如需要)。

图 F.14 按 F.4.5 验证主电路浪涌电流影响的试验电路——三相接线

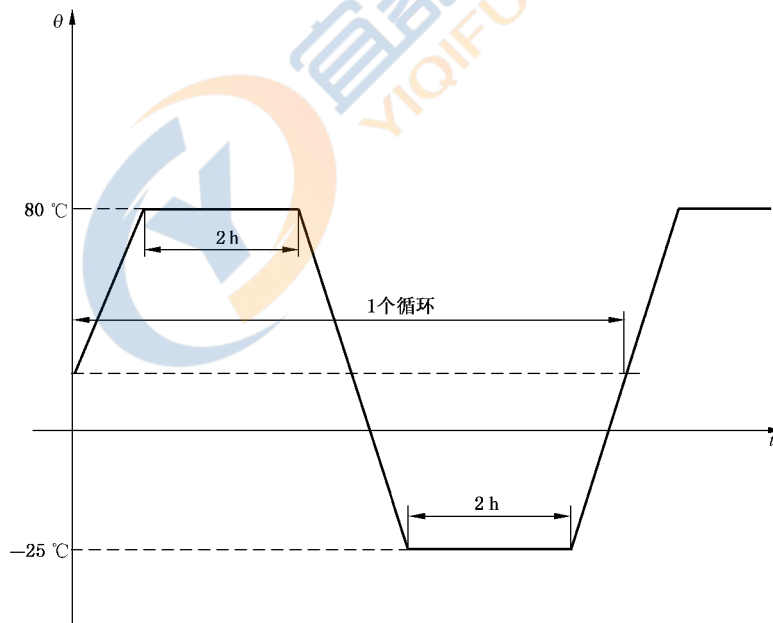
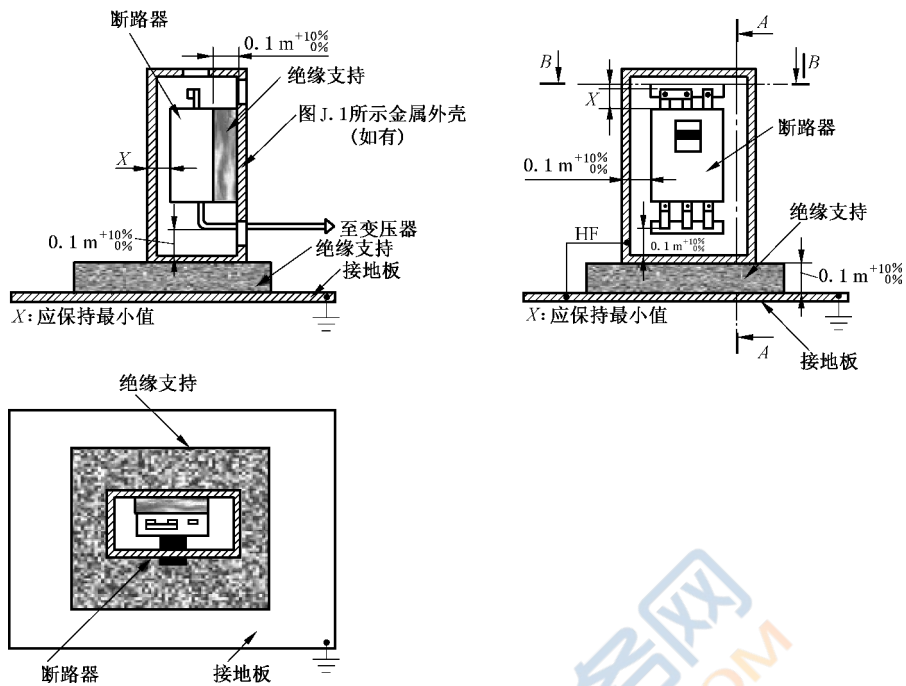
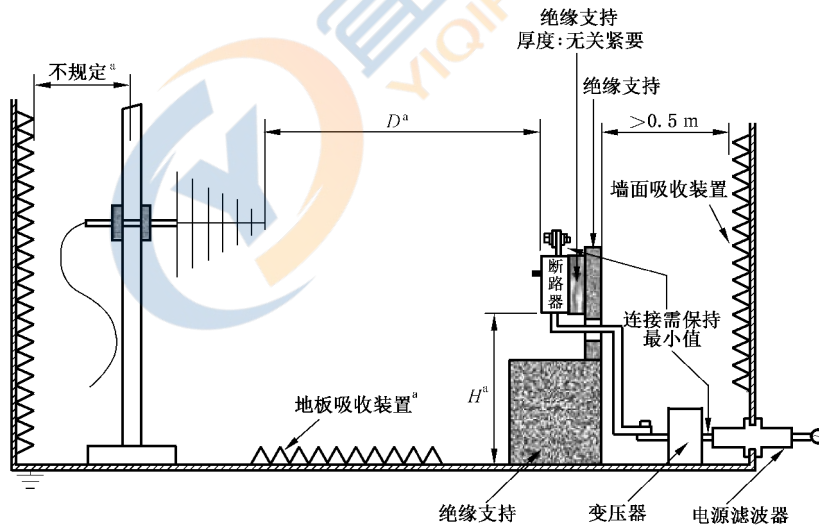


图 F.15 按 F.9.1 在规定变化率下的温度变化循环



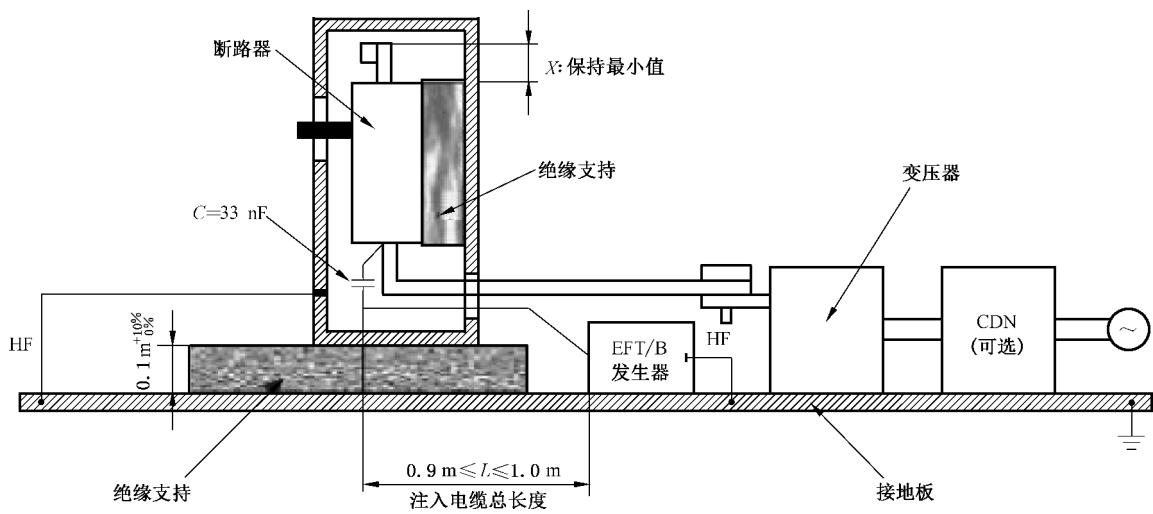
注：端子布置可按被试断路器的型式而变化。

图 F.16 抗扰度试验通用试验装置



^a 见 GB/T 17626.3。

图 F.17 验证射频电磁场辐射抗扰度的试验装置

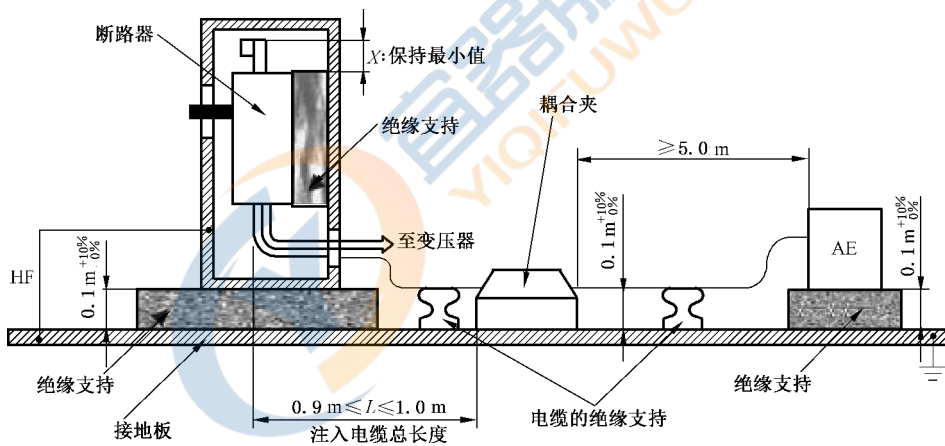


说明：

HF —— 高频连接线；

CDN —— 耦合/去耦网络。

图 F.18 对电源线验证电快速瞬变/脉冲群(EFT/B)抗扰度的试验装置

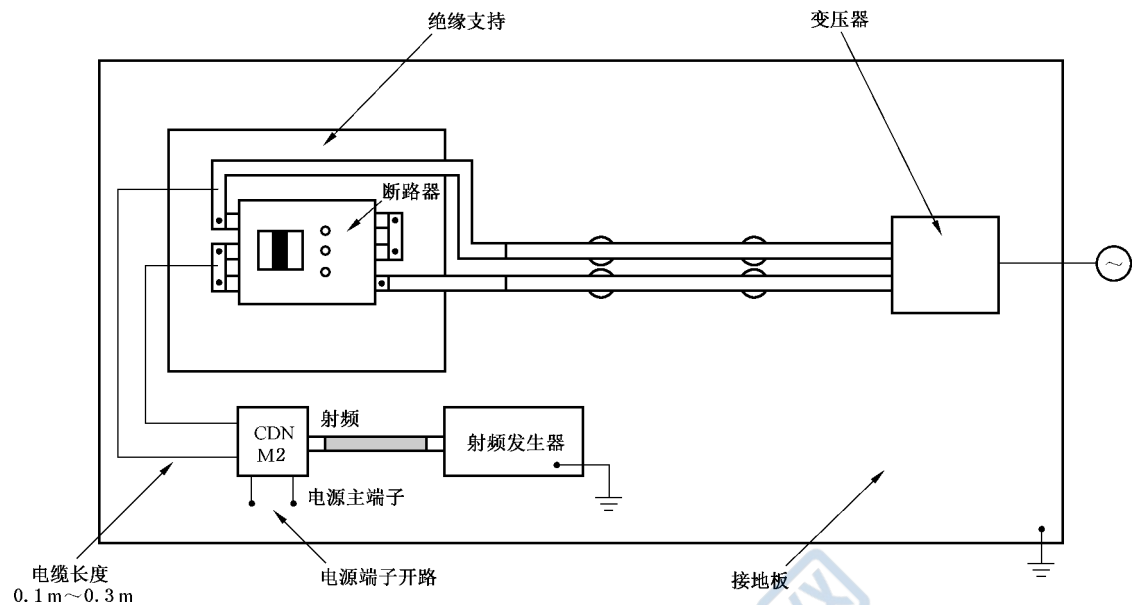


说明：

HF —— 高频连接线；

AE —— 辅助装置。

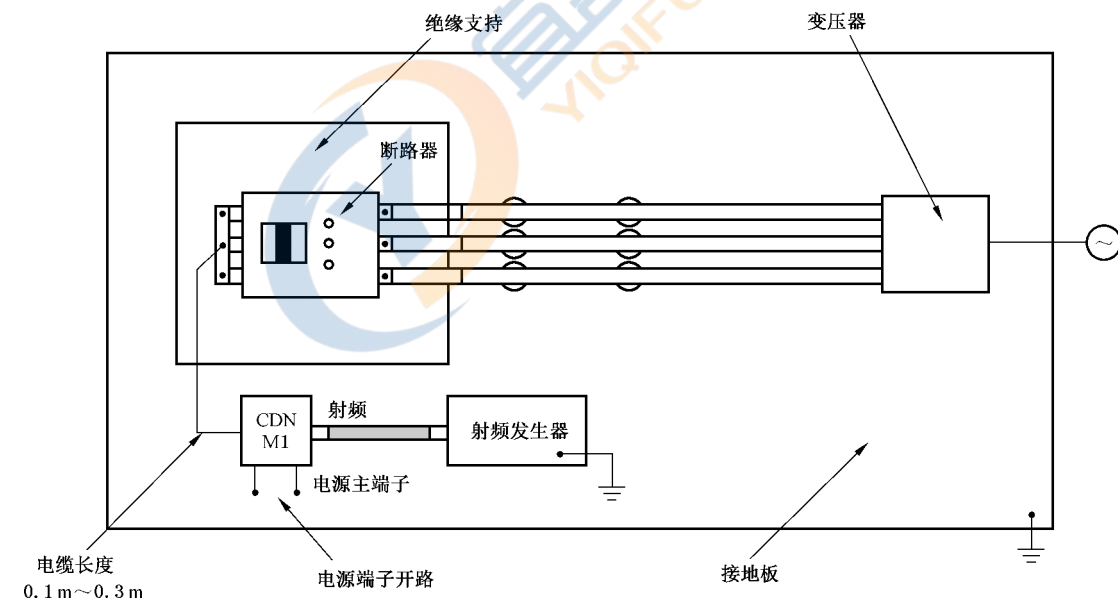
图 F.19 对信号线验证电快速瞬变/脉冲群(EFT/B)抗扰度的试验装置



CDN M2——耦合/去耦网络 M2。

注：除耦合/去耦网络 M2 外，耦合/去耦网络 M3 也可用，在此情况下，两根或三根连接导线（如适用）连接到试品的同一点上。

图 F.22 验证由射频场感应的传导骚扰的抗扰度的连接配置——三相极串联



CDN M1——耦合/去耦网络 M1。

注：除耦合/去耦网络 M1 外，耦合/去耦网络 M2 和 M3 也可用，在此情况下，两根或三根连接导线（如适用）连接到试品的同一点上。

图 F.23 验证由射频场感应的传导骚扰的抗扰度的连接配置——三相接线

附录 G

(规范性附录)

功 耗

G.1 总则

功耗不是断路器的基本性能,不必标志在产品上。
 功耗给出在规定条件下发热的一些指导。
 功耗的测量应在自由空气中及新样品上进行,并用瓦表示。

G.2 试验方法

G.2.1 一般情况

功耗如下式计算,按图 G.1 接线。

$$\sum_{K=1}^p \Delta U_k I_k \cos \phi_k$$

式中:

- P —— 相极数;
 - K —— 极数;
 - ΔU —— 电压降;
 - I —— 试验电流应等于 I_n , 误差在按 8.3.2.2.2 范围内;
 - $\cos \phi$ —— 功率因数。
- 每极宜用瓦特表测量。

G.2.2 额定电流不超过 400 A 的交流断路器

对额定电流不超过 400 A 的交流断路器,可用单相交流测量,且不测量功率因数。
 功耗如下式计算,按图 G.2 接线。

$$\sum_{K=1}^p \Delta U_k I_n$$

式中:

- P —— 相极数;
- K —— 极数;
- ΔU —— 电压降;
- I_n —— 额定电流。

G.2.3 直流断路器

对直流断路器,应用直流测量功耗,计算同 G.2.2。

G.3 试验程序

功耗应在额定电流稳态温度条件下进行测定。

应在每极进出线端子之间测电压降值。

至测量仪表(如电压表、瓦特表)的连接导线应绞合在一起。测量电路应尽可能短,其放置方式每极应一致。

按 G.2.1 测定三极和四极断路器的功耗时,试验在三相电流条件下(见图 G.1)进行。在四极断路器情况下,第四极不通电流。

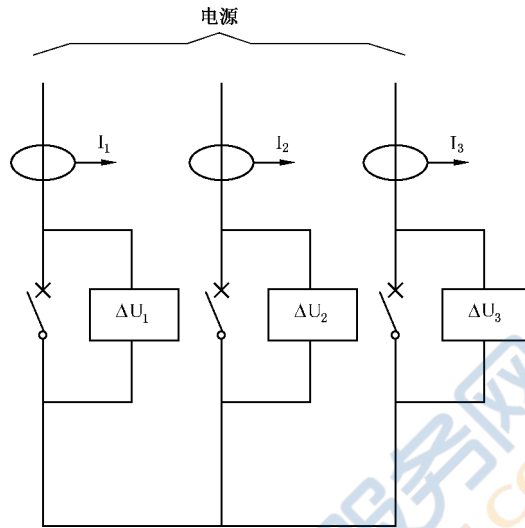


图 G.1 按 G.2.1 功耗测量实例

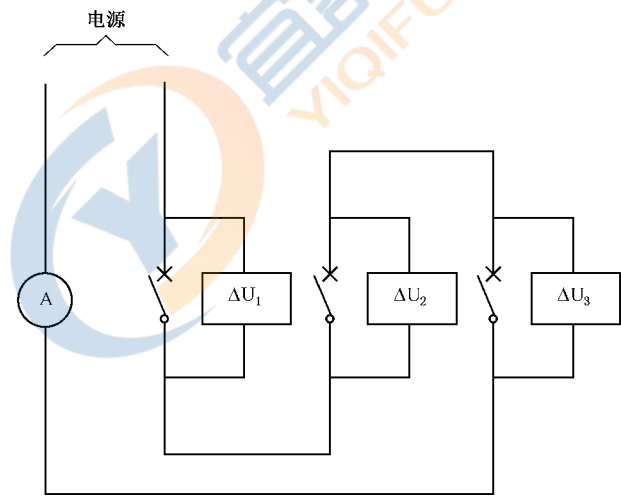


图 G.2 按 G.2.2 和 G.2.3 功耗测量实例

附录 H (规范性附录)

用于 IT 系统的断路器的试验程序

注：本试验程序是用来覆盖安装在 IT 系统中的断路器(见 4.3.2.1)一侧存在第一个故障时,另一侧发生第二个接地故障的情况。

H.1 总则

本试验程序适用于 IT 系统使用的多极断路器(按 4.3.2.1)。试验程序由下列试验组成:

试 验	条 款
单极短路(I_{IT})	H.2
验证介电耐受能力	H.3
验证过载脱扣器	H.4

H.2 单极短路

短路试验是在 8.3.2 一般试验条件下,在多极断路器的一极上进行,试验电流 I_{IT} 等于:

——短延时脱扣器脱扣电流最大整定值的 1.2 倍,或在无短延时脱扣器时,瞬时脱扣器脱扣电流最大整定值的 1.2 倍,或如有关时。

——定时限脱扣器脱扣电流最大整定值的 1.2 倍。

但不小于 500 A、不超过 50 kA。

注 1: 考虑到断路器及其连接的阻抗,试验电路的预期电流可能需要增加,以确保试验电流超过实际的短时或瞬时动作电流。

注 2: 制造商可要求用高于 I_{IT} 的值进行替代试验,并由制造商声明。

施加电压应为相应于适用于 IT 系统断路器的最高额定工作电压的相间电压。恢复电压的要求见 8.3.2.2.6 的规定。试验样品数和可调脱扣器的整定值应符合表 10。功率因数按表 11 中对应于试验电流的相应值。当 $I_{IT}=50$ kA 时,短时或瞬时动作整定值应调节到小于但最接近于 $(50/1.2)$ kA。

对带保护中性极的四极断路器,中性极的试验电压应为相间电压除以 $\sqrt{3}$ 。该试验仅在保护中性极的结构与相极的结构不同时适用。

试验电路应符合 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.4.1.2 和图 9,电源 S 来自三相电源的两相,可熔断元件 F 应接至另一相。另一极或几极也应通过可熔断元件接至该相。

操作顺序应为:

O—t—CO

且每相极轮流单独进行试验。

当断路器具有短延时脱扣器和瞬时脱扣器时,根据整定值和允差,瞬时脱扣器可能比短延时脱扣器早动作。

H.3 验证介电耐受能力

继 H.2 试验后,按 8.3.5.4 验证介电耐受能力。

附录 I
空白



附录 J (规范性附录)

电磁兼容性(EMC)——断路器的要求和试验方法

J.1 概述

考虑如下两种电磁环境:

- 环境 A;
- 环境 B。

环境 A:与低压非公用电网或工业电网的场所/装置有关,含高骚扰源。

注 1:环境 A 相应于 GB 4824、CISPR 32 的 A 级设备。

注 2:环境 A 的装置安装在环境 B 中能产生电磁干扰。

环境 B:与低压公用电网,诸如家用、商用和轻工业场所/装置有关。本环境中不包括高骚扰源,如弧焊机。

注 3:环境 B 相应于 GB 4824、CISPR 32 中的 B 级设备。

注 4:环境 B 的装置安装在环境 A 中不会产生电磁干扰。

对本附录而言,术语 EUT 表示试品。

注 5:CBI(附录 L)和 ICB(附录 O)的 EMC 要求被认为已包括在原体断路器(L.2.1 和 O.2.1)相关试验中。

除本部分另有规定者除外,J.2、J.3 的试验适用于带电子电路的断路器。

J.2 和 J.3 的试验方法由本部分中相关部分规定程序所补充,以验证其基于合格标准的性能。

补充要求和试验细节已在本部分有关部分规定,例如,具有剩余电流保护的断路器(CBR)的附录 B、带电子过电流保护的断路器的附录 F、剩余电流装置模块(MRCD)的附录 M 以及用于断路器附件的附录 N。

每一项试验可用新的断路器,或制造商要求时,可用一台断路器进行几项试验。额定频率 50 Hz/60 Hz 的断路器,可在任一额定频率中进行。

在一断路器系列中若装有相同的电子控制器(包括尺寸、元件、印刷电路板组件和外壳,如有)和相同结构的电流传感器的情况下,则在该系列中一个断路器上试验就足够了。

应采用指定的装置,在自由空气中或外壳中,按 J.2 或 J.3 的规定进行试验。

J.2 抗扰度

J.2.1 概述

GB/T 14048.1—2012 中 7.3.2.2 适用,但作如下补充。

抗扰度试验按表 J.1 进行。本表中规定的抗扰度要求部分高于 GB/T 14048.1—2012 中表 23 的要求,目的是提高断路器保护功能的可靠性。

附加试验规定的参考数据见表 J.2。

对本附录(J.2)来说,术语“电源端口”包括主电路、辅助电源端口和连接到主电路的任何辅助装置。

对抗扰度试验,应规定如下性能标准:

性能标准 A:在试验时需验证抗误动作(第 1 步)和功能特性(第 2 步)。任何监控功能应正确指示状态。

性能标准 B; 试验时, 需验证抗误动作。监控功能可能会指示错误状态。在试验后, 验证功能特性。

性能验证的详细情况在各自相关的附录(附录 B, 附录 F, 附录 M 或附录 N)中规定。

对所有抗扰度试验, 试品均按落地装置进行试验(见 GB/T 17626 系列标准)。

表 J.1 EMC—抗扰度试验

试验项目	参考标准	试验电平 ^a	性能标准	安装
静电放电	GB/T 17626.2	6 kV 接触放电 8 kV 空气放电	B	外壳 图 J.1
射频电磁场辐射	GB/T 17626.3	10 V/m(80 MHz~1 GHz) 3 V/m(从 1.4 GHz~6 GHz)	A	自由空气 ^e
电快速瞬变/ 脉冲群 ^j	GB/T 17626.4	电源端口: $U_e \geq 100$ V, a.c 或 d.c.: 4 kV 5 kHz 或 100 kHz $U_e < 100$ V, a.c 或 d.c. ^f : 2 kV 5 kHz 或 100 kHz 信号端口 ^g : 2 kV 5 kHz 或 100 kHz	B	外壳 图 J.1
浪涌	GB/T 17626.5	电源端口, $U_e \geq 100$ V a.c.: 4 kV 线-地 2 kV 线-线(附录 F 和 N) 4 kV 线-线(附录 B 和 M) ^e 电源端口, $U_e < 100$ V a.c.: 2 kV 线-地 1 kV 线-线 电源端口, d.c. ^f : 1 kV 线-地 0.5 kV 线-线 信号端口 ^{h,j} : 2 kV 线-地 1 kV 线-线	B	外壳 图 J.1
射频场感应的 传导骚扰	GB/T 17626.6	电源端口 a.c/d.c.: 10 V(150 kHz ~ 80 MHz) 信号端口 ^g : 10 V(150 kHz 至 80 MHz)	A	自由空气 ^e
工频磁场	不适用	不适用	不适用	不适用
电压暂降 和中断	GB/T 17626.11 ^d	^d	^d	自由空气

表 J.1 (续)

试验项目	参考标准	试验电平 ^a	性能标准	安装
谐波电流	GB/T 17626.13 ^b	b	b	自由空气
电流暂降	b	b	b	自由空气

^a 空白。

^b 在没有合适的基本部分情况下,附录 F 中的电子过电流保护装置规定了专用试验程序。

^c 除非断路器指定仅用于专用单独外壳中,则在此情况下断路器应在此外壳中试验。包括外壳尺寸的细节应在试验报告中载明。外壳应按制造商的说明连接至接地板。

^d 在没有适合的基本部分情况下,对附录 B 的 CBR(功能与线电压有关)和附录 M 的 MRCD(功能与电源电压有关)规定了专用的试验程序和性能标准。这些试验不适用于附录 F 的带电子过电流保护的断路器(见 F.1),但用电流暂降和中断试验来代替(见 F.4.7)。

^e 剩余电流装置的抗扰度水平较高,因为它们要履行安全功能。

^f 用于连接电池或可再充电的电池(其在再充电时应移除或断开连接)的输入端口不适用。预期与交直流电源适配器一起使用的带有直流电源输入端口的电器应在制造商规定的交直流电源适配器(没有规定时使用一典型交直流电源适配器)的交流输入端口进行试验。试验不适用于永久连接线缆长度小于 3 m 的直流电源输入端口。

^g 根据制造商的功能要求仅适用于端口连接线缆的总长超过 3 m 的端口。

^h 根据制造商的功能要求仅适用于端口连接线缆的总长超过 10 m 的端口。当使用屏蔽电缆时,本试验仅适用于屏蔽。

ⁱ 直接连接至交流端口的信号线应按交流端口要求。

^j 重复频率(5 kHz 或 100 kHz)由制造商和试验站协商确定,且应在试验报告中载明。

相应于每一抗扰度试验的试验装置和电路图见表 J.2。

表 J.2 抗扰度试验规范的参考数据

试验	试品	条款号	试验装置(图)	试验电路(图)
静电放电	剩余电流保护断路器	J.2.2,B.8.13.1.2	J.1,J.3	B.1
	断路器	J.2.2,F.4.2	J.3,F.16	F.2,F.3 或 F.4
	剩余电流模块	J.2.2,M.8.16.1.2	J.1,J.3	M.3
	其他装置 ^a	J.2.2,N.2.2	b	b
射频电磁场辐射	剩余电流保护断路器	J.2.3,B.8.13.1.3	J.4	B.1
	断路器	J.2.3,F.4.3	F.16,F.17	F.2,F.3 或 F.4
	剩余电流模块	J.2.3,M.8.16.1.3	J.4,M.20	M.3
	其他装置 ^a	J.2.3,N.2.3	b	b
电快速瞬变/ 脉冲群	剩余电流保护断路器	J.2.4,B.8.13.1.4	J.5,J.6	B.1
	断路器	J.2.4,F.4.4	F.16,F.18,F.19	F.6,F.7 或 F.8
	剩余电流模块	J.2.4,M.8.16.1.4	J.5,J.6,M.21	M.3
	其他装置 ^a	J.2.4,N.2.4	b	b

表 J.2 (续)

试验	试品	条款号	试验装置(图)	试验电路(图)
浪涌	剩余电流保护断路器	J.2.5, B.8.13.1.5	b	B.1
	断路器	J.2.5, F.4.5	线一地; F.16, 线一线; F.16	线一地: F.9, F.10 或 F.11 线一线: F.12, F.13 或 F.14
	剩余电流模块	J.2.5, M.8.16.1.5	b	M.3
	其他装置 ^a	J.2.5, N.2.5	b	b
射频场感应的 传导骚扰	剩余电流保护断路器	J.2.6, B.8.13.1.6	b	B.1
	断路器	J.2.6, F.4.6	F.16, F.20, F.21, F.22, F.23	F.2, F.3 或 F.4
	剩余电流模块	J.2.6, M.8.16.1.6	M.22	M.3
	其他装置 ^a	J.2.6, N.2.6	b	b
^a 附录 N 范围内的装置。 ^b 不需附图。				

J.2.2 静电放电

试品应在专用外壳中试验(见表 J.1), 试验装置和附加试验条件见表 J.2。直接和间接放电应按 GB/T 17626.2—2018 施加。

直接放电试验应仅在试品的使用者通常易接触的部位, 诸如整定装置、键盘、显示器、按钮等上进行。试验点应载明于试验报告中。

直接放电每极性 10 次, 间隔 ≥ 1 s。

间接放电应施于外壳表面上的选定点, 在每一个选定点每极性试验 10 次, 间隔 ≥ 1 s。

J.2.3 射频电磁场辐射

试品应在自由空气中进行试验(见表 J.1)附加试验条件见表 J.2。

仅在断路器正面试验。

为了试验能可重复, 应把实际的试验装置详载在试验报告中。

本试验需用水平和垂直天线极性进行。

本试验分两步进行: 第一步试品在全频率范围内进行误动作试验。第二步试品在各个频率点进行正确动作试验。

对第一步, 频率应按 GB/T 17626.3—2016 第 8 章的要求在 80 MHz~1 000 MHz, 1 400 MHz~2 000 MHz 和 2 110 MHz~2 700 MHz 范围内扫描。对每个频率的幅度调制波的停顿时间应在 500 ms~1 000 ms 之间, 步长为先前频率的 1%, 实际停顿时间应载于报告中。

对第二步, 为验证功能特性, 试验应在如下每个频率进行: 80 MHz; 100 MHz; 120 MHz; 180 MHz; 240 MHz; 320 MHz; 480 MHz; 640 MHz; 960 MHz; 1 400 MHz; 1 920 MHz; 2 150 MHz 和 2 450 MHz, 在每个频率的电磁场稳定后验证其动作。

J.2.4 电快速瞬变/脉冲群(EFT/B)

试品应在专用外壳中试验(见表 J.1)。

试验装置见表 J.2。

除附录 F 应采用直接注入法(见图 F.18)外,对电源和辅助电源端口应采用耦合/去耦网络。

对信号端口应采用耦合/去耦网络或耦合夹注入法(如适用)。

除非另有规定,骚扰应施加 1 min。

J.2.5 浪涌

试品应在专用外壳中试验(见表 J.1),试验水平和试验装置见表 J.1 和表 J.2(视试品而定)。

应施加正负两极性脉冲,相角为 0° 和 90° 。

每极性和每相角各施加 5 个脉冲群(脉冲总数:20),两个脉冲之间间隔约 1 min。如制造商同意,可采用更短的时间间隔。

J.2.6 射频场感应的传导骚扰(共模)

试品应在自由空气中进行试验(见表 J.1)附加试验条件见表 J.2。

电源线应通过耦合—去耦网络 M1、M2 或 M3(如适用)注入骚扰。

信号线应通过耦合—去耦网络注入骚扰。若不可行,可采用电磁夹。

特定的试验装置应详载试验报告中。

试验分两步进行:第一步在整个频率范围内对试品进行误动作试验,第二步试品在各个频率点进行正确动作试验。

对第一步,频率应按 GB/T 17626.6—2017 第 8 章的要求在 150 kHz~80 MHz 的范围内扫描。对每个频率的幅度调制波的停顿时间应在 500 ms~1 000 ms 之间,步长为先前频率的 1%,实际的停顿时间应载于报告中。

对第二步,为验证功能特性,试验应在如下每个频率进行:0.150 MHz;0.300 MHz;0.450 MHz;0.600 MHz;0.900 MHz;1.20 MHz;1.80 MHz;2.40 MHz;3.60 MHz;4.80 MHz;7.20 MHz;9.60 MHz;12.0 MHz;19.2 MHz;27.0 MHz;49.4 MHz;72.0 MHz 和 80.0 MHz。在每个频率的骚扰电压电平稳定后验证其动作。

J.3 发射

J.3.1 概述

GB/T 14048.1—2012 中 7.3.3.2 适用,做如下修改:

7.3.3.2.1 高频发射极限修改为:

对于具有电子线路,能产生高频(超过 9 kHz)不间断电磁骚扰的电器,依据 GB 4824 的环境 A 和环境 B,其发射应不超过有关产品标准规定的极限。

注:一次骚扰时间不超过 200 ms 不需要进行进一步的验证试验。

本部分补充以下内容:

发射试验按表 J.3 进行。

发射试验接线图采用的参考数据见表 J.4。

表 J.3 EMC 发射试验

试验项目	参考标准	限值	安装
谐波	GB 17625.1	c	c
电压波动	GB/T 17625.2	c	c
射频传导骚扰 150 kHz~30 MHz ^e	GB 4824 ^f CISPR 32	第一组 A 级或 B 级 ^{b,e}	自由空气 ^d
射频辐射骚扰 30 MHz~1 000 MHz ^a	GB 4824 CISPR 32	第一组 A 级或 B 级 ^b	自由空气 ^d

^a 仅适用于包含处理器(例如微处理器)的试品或工作频率大于 9 kHz 的开关电源。

^b GB 4824 和 CISPR 32 的 A 级装置符合 GB/T 14048.1 的环境 A。当环境 A 装置安装于环境 B 中能产生电磁干扰。环境 A 装置的制造商应在产品技术文件中声明电磁干扰的危险。
GB 4824 和 CISPR 32 的 B 级装置符合 GB/T 14048.1 的环境 B。当环境 B 装置安装于环境 A 中时不会产生电磁干扰。

^c 因为电子控制器电路在极低功率下工作,产生的骚扰可忽略,不需进行试验。

^d 除非试品指定仅用于专用单独外壳中,则在此情况下试品应在此外壳中试验。包含外壳尺寸的细节应在试验报告中载明。

^e 包括在附录 F 中的断路器与电源电压无关或与任何辅助电源无关,电子电路与电源无直接联系,并在极低功率下工作。这些断路器产生的骚扰可忽略,因而不需试验。

^f 试验说明,CISPR 11:2015、CISPR 11:2015/修改单 1:2016 中第 7 章给出了试验方法和试验装置。

表 J.4 发射试验规范的参考数据

试验	试品	条款号	试验装置(图)	试验电路(图)
射频传导骚扰	剩余电流保护断路器	J.3.2,B.8.13.2.2	^a	^a
	断路器	J.3.2,F.5.3	不需试验	不需试验
	剩余电流模块	J.3.2,B.8.13.2.2	^a	^a
	其他装置 ^a	J.3.2,N.3.2	^a	^a
射频辐射 骚扰	剩余电流保护断路器	J.3.3,B.8.13.2.3	J.2	^a
	断路器	J.3.3,F.5.4	J.2	F.2,F.3,F.4
	剩余电流模块	J.3.3,B.8.13.2.3	J.2	^a
	其他装置	J.3.3,N.3.3	^a	^a

^a 不需附图。

J.3.2 射频传导骚扰(150 kHz~30 MHz)

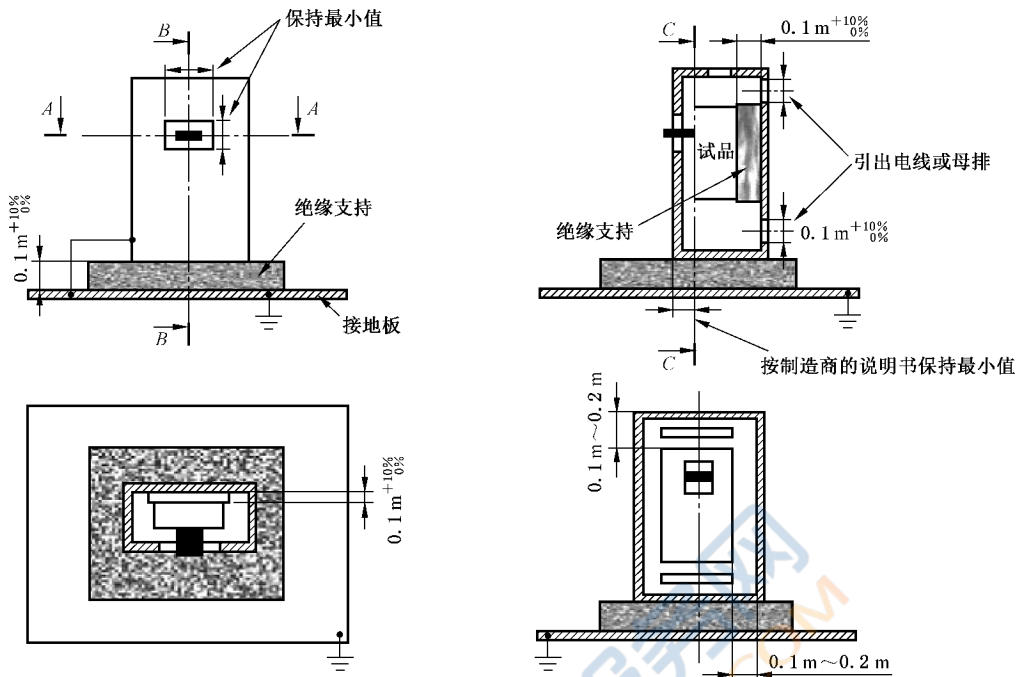
试验方法和试验布置说明见 GB 4824 和 CISPR 32(如有关)。

详细的试验装置,包括电缆型式,应详载于试验报告中。

J.3.3 射频辐射骚扰(30 MHz~1 000 MHz)

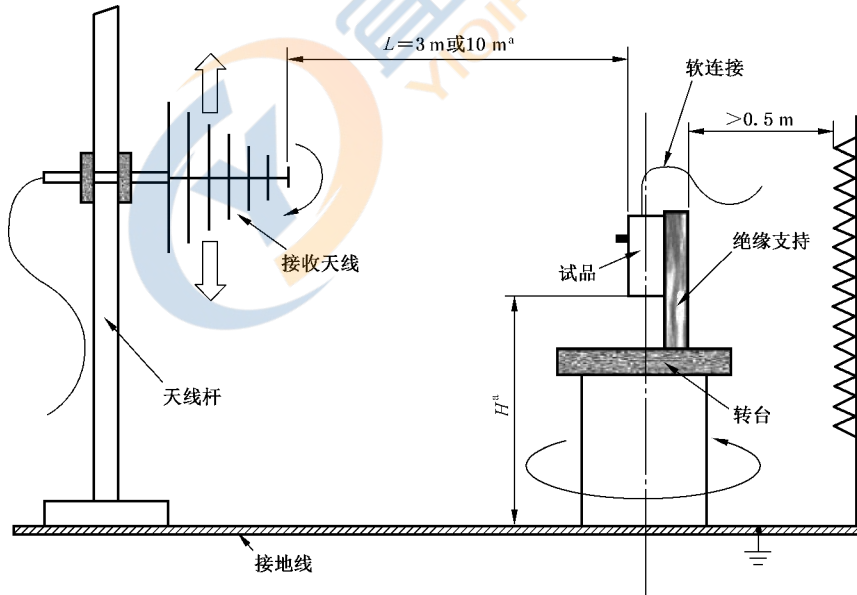
试验装置见图 J.2。

详细的试验装置,包括母排、变压器等应详载于试验报告中。



注：在抽屉式断路器情况下，试品包括抽屉座。

图 J.1 安装在金属外壳中的试品



^a 见 GB 4824 和 CISPR 32。

图 J.2 测量射频辐射发射的试验装置

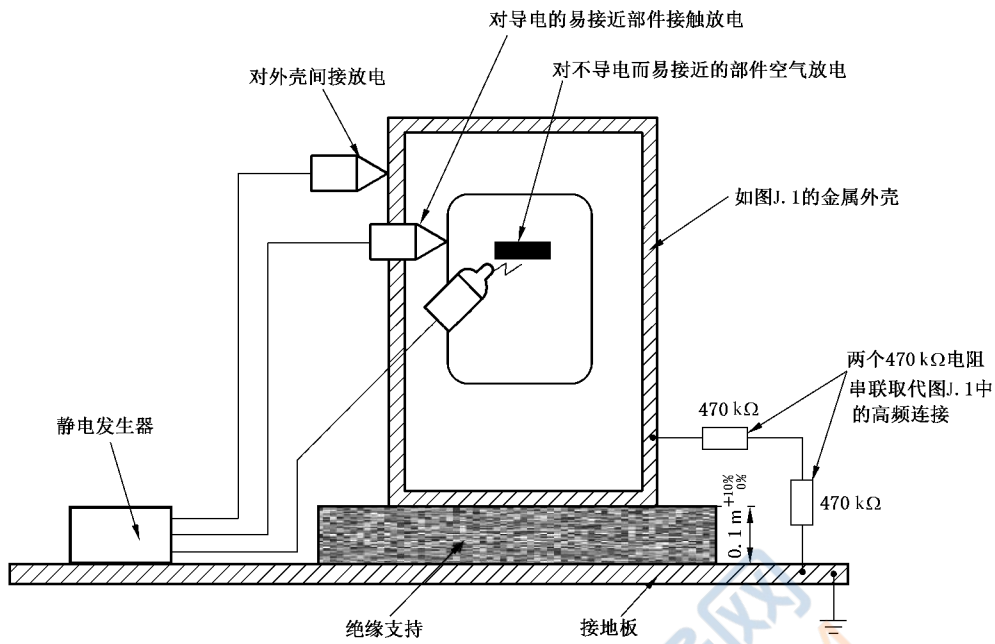
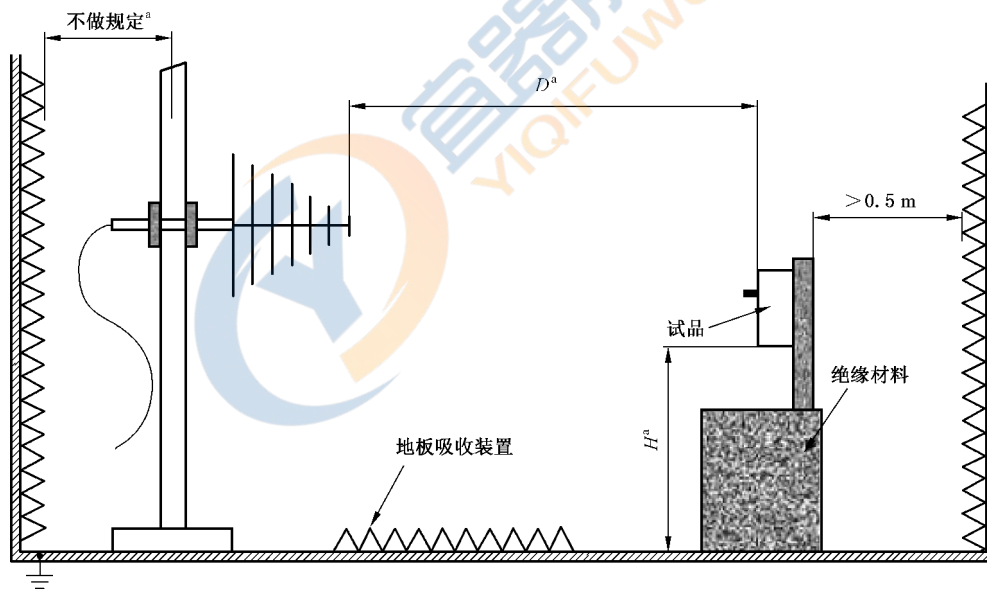
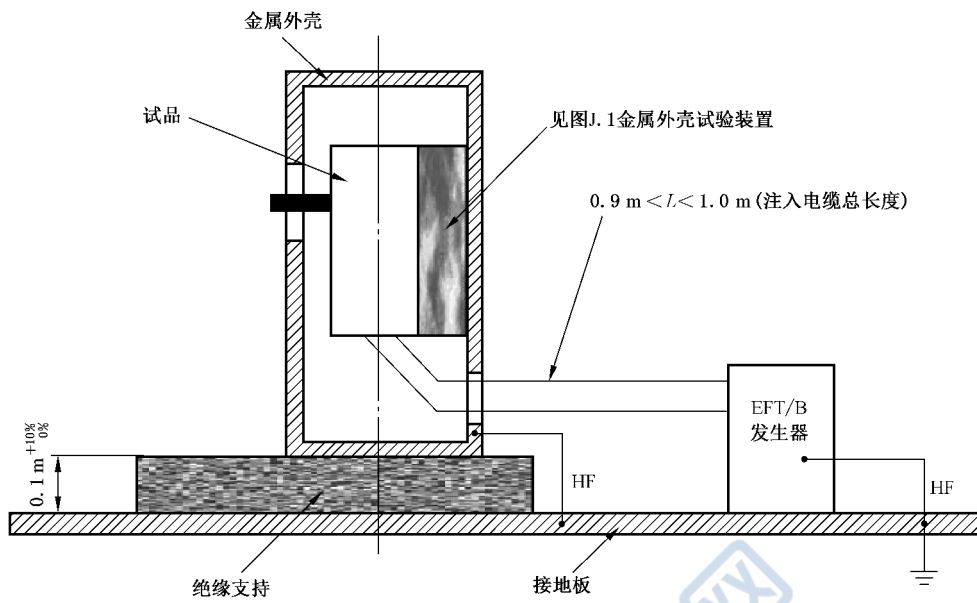


图 J.3 验证静电放电抗扰度的试验装置



^a 见 GB/T 17626.3。

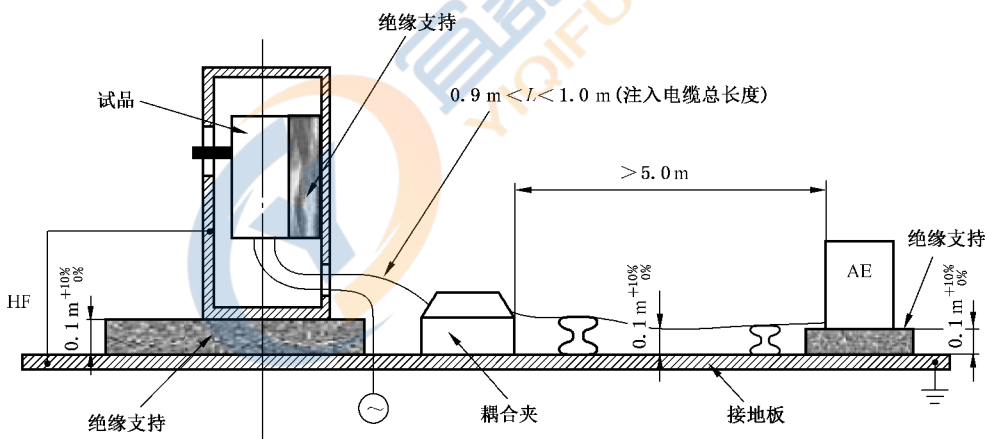
图 J.4 验证射频电磁场辐射抗扰度的试验装置



说明：

HF——高频连接。

图 J.5 对电源线验证电快速瞬变/脉冲群(EFT/B)抗扰度的试验装置



说明：

AE——辅助装置；

HF——高频连接。

图 J.6 对信号线验证电快速瞬变/脉冲群(EFT/B)抗扰度的试验装置

附 录 K
(资料性附录)

特征量符号和图形表示汇总表

特征量符号和图形见表 K.1。

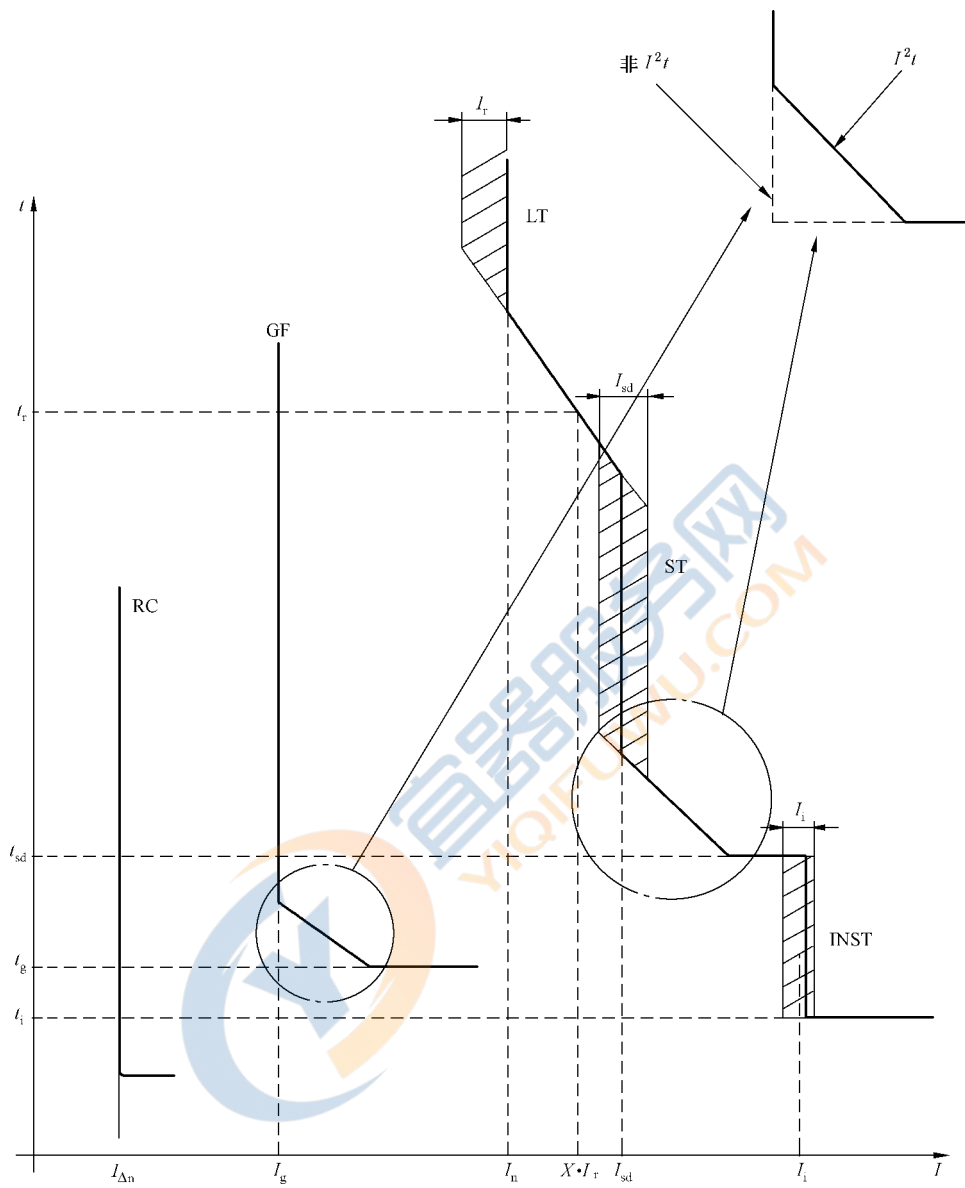
表 K.1 特征量符号和图形表示汇总表

特征	符 号	参考 IEC 60417 或 IEC 60617	本部分条款
断路器, 闭合位置		IEC 60417-5007(2002-10)	5.2
断路器, 断开位置	○	IEC 60417-5008(2002-10)	5.2
适合隔离-断路器和 ICB		IEC 60617-S00287 IEC 60617-S00220(2007-01)	5.2 0.4
适合隔离-CBI		IEC 60617-S00288(2007-01)	L.5
中性极端子	N		5.2
保护接地端子		IEC 60417-5019(2006-08)	5.2
额定控制电路电压	U_c		4.7.2
MRCD 的额定电源电压	U_s		M.4.1.2.1
MRCD 的被监控电路额定电压	U_n		附录 M
额定电流	I_n		4.3.3.3
额定冲击耐受电压	U_{imp}		4.3.2.3
额定绝缘电压	U_i		4.3.2.2
额定工作电压	U_e		4.3.2.1
额定运行短路分断能力	I_{cs}		4.3.6.2.3
额定短路接通能力	I_{cm}		4.3.6.1
额定短时耐受电流	I_{cw}		4.3.6.4
MRCD 的额定剩余短时耐受电流	$I_{\Delta w}$		M.4.3.5
额定限制短路电流	I_{cc}		附录 L 附录 M
额定限制剩余短路电流	$I_{\Delta c}$		M.4.3.2
额定极限短路分断能力	I_{cu}		4.3.6.2.2
选择性极限电流	I_s		2.17.4
交接电流	I_B		2.17.5
约定封闭发热电流	I_{the}		4.3.3.2
约定自由空气发热电流	I_{th}		4.3.3.1
AC 型 CBR 和 MRCD		IEC 60417-6148 (2012-01)	B.4.4.1 M.4.2.2.1

表 K.1 (续)

特征	符 号	参考 IEC 60417 或 IEC 60617	本部分条款
A 型 CBR 和 MRCD		IEC 60417-6149 (2012-01)	B.4.4.2 M.4.2.2.2
B 型 CBR 和 MRCD		IEC 60417-6149;2012-01 + IEC 60417-6160;2012-04+ IEC 60417-6297;2014-11 或 IEC 60417-6398;2017-12	B.4.4.3 M.4.2.2.3
试验装置 CBR 或 MRCD	T		B.7.2.6 M.7.2.6
可调过载脱扣器的电流整定值	I_r		4.7.3
相应的脱扣时间	t_r		图 K.1
接地故障电流整定值	I_g		图 K.1
相应的脱扣时间	t_g		图 K.1
单极短路分断能力(相接地系统)	I_{su}		附录 C
单极短路试验电流(IT 系统)	I_{IT}		附录 H
额定瞬时短路电流整定值	I_i		2.20 图 K.1 附录 L 和附录 O
相应最大脱扣时间	t_i		图 K.1
不适用于 IT 系统		IEC 60417-6363;2016-07	附录 H
额定剩余短路通断能力	$I_{\Delta m}$		附录 B 附录 M
额定剩余不动作电流	$I_{\Delta no}$		附录 B 附录 M
额定剩余动作电流	$I_{\Delta n}$		附录 B 附录 M
短时动作电流	I_{sd}		图 K.1
相应脱扣时间	t_{sd}		图 K.1
适合于相接地系统	C		4.3.2.1
在 $2I_{\Delta n}$ 时极限不驱动时间	Δt		附录 B
只用于三相电源的 CBR		IEC 60417-6364;2016-07	B.8.9.2
自动重合闸额定动作剩余电流	$I_{\Delta ar}$		R.2.2

脱扣特性和符号之间的关系见图 K.1,截断电流/允通电流和预期电流特性的对照模板及应用见图 K.2~图 K.7。



说明:

- RC —— 剩余电流;
- GF —— 接地故障;
- LT —— 长延时;
- ST —— 短延时;
- INST —— 瞬时。

图 K.1 脱扣特性和符号之间的关系

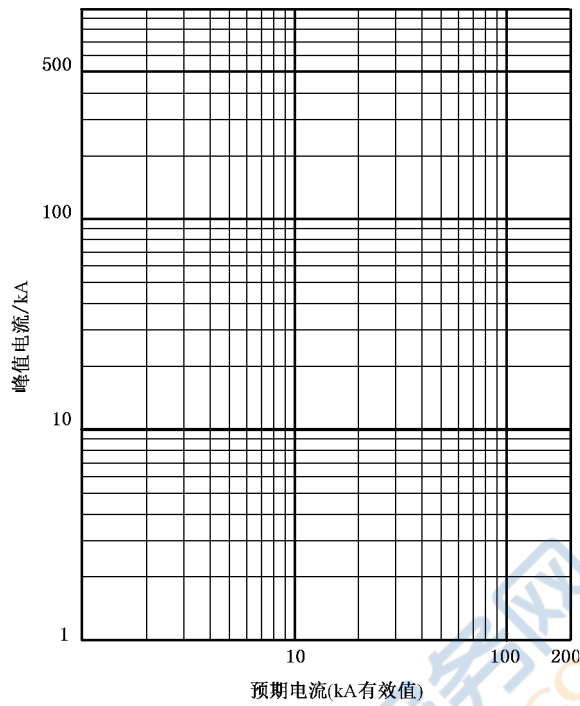


图 K.2 从 1 kA~200 kA 截断电流与预期电流的对照模板

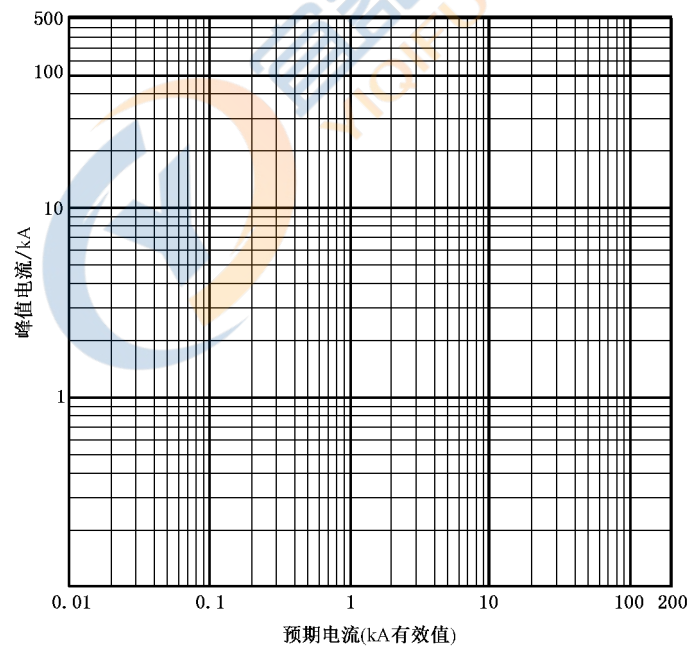


图 K.3 从 0.01 kA~200 kA 截断电流与预期电流的对照模板

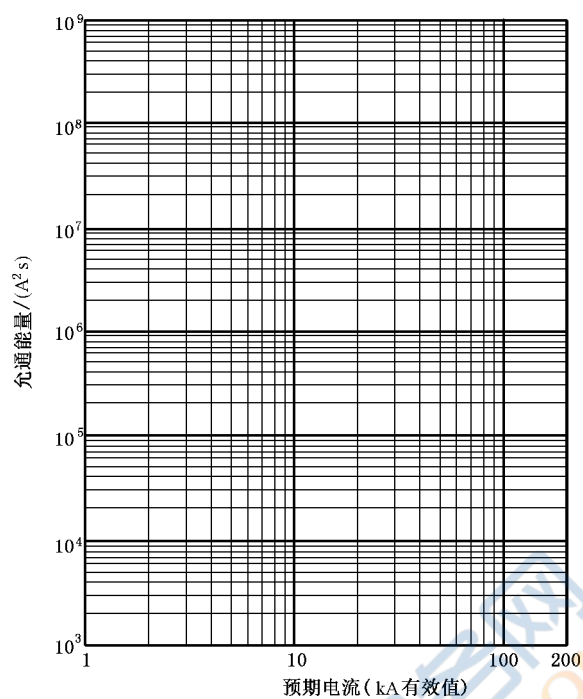


图 K.4 从 1 kA~200 kA 允通能量与预期电流的对照模板

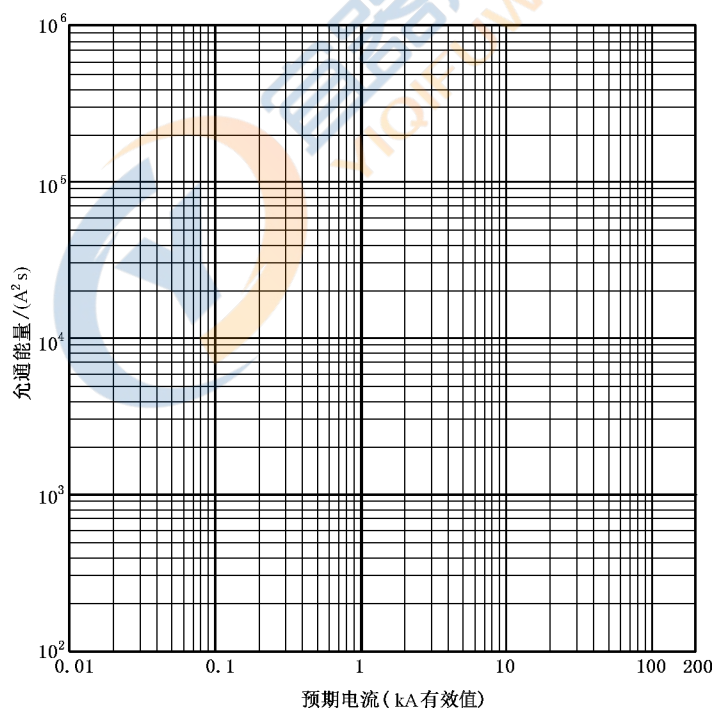
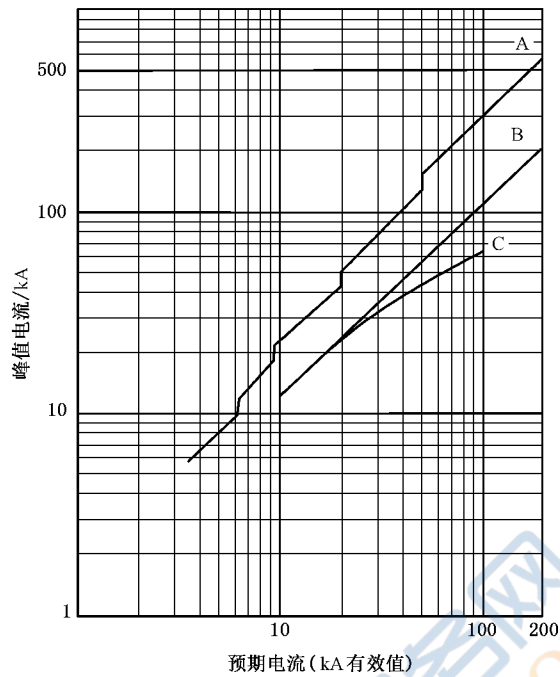


图 K.5 从 0.01 kA~200 kA 允通能量与预期电流的对照模板



说明:

A——符合本部分试验条件下的预期不对称峰值电流;

B——预期对称峰值电流;

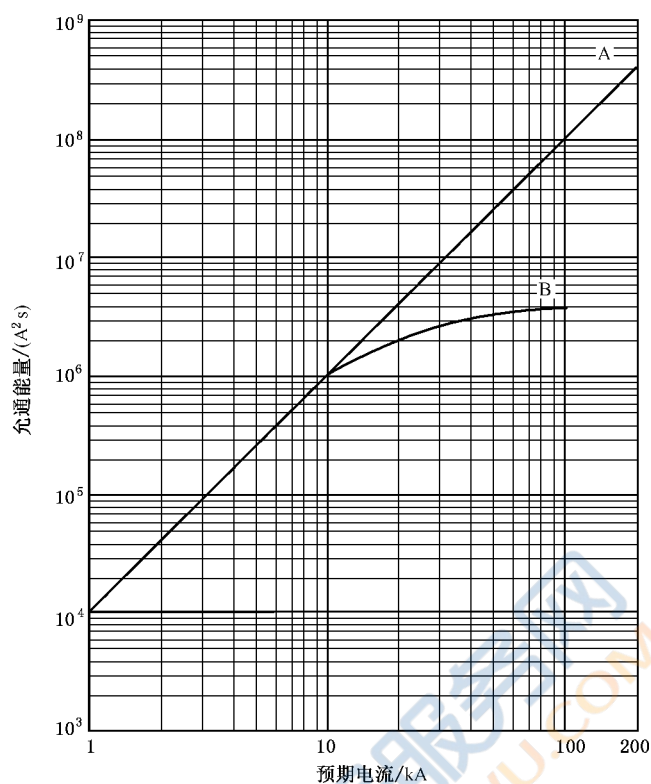
C——典型的截断电流特性。

制造商使用模板来绘制断路器的特性曲线是通用的表述方式,允许使用者提供更简单的表述方式。

对于截断电流来说,如果现场没有断路器,电流限值的影响可通过对比允通电流(预期电流)来表达。该比较是基于不对称峰值电流(浪涌)或对称峰值电流(见 2.3)。

典型曲线并不意味本部分要求一特定曲线形状或值,根据不同的产品设计该曲线会不同。

图 K.6 K.2 的应用实例



说明:

A——预期电流为 50 Hz 的半波允通能量;

B——典型 50 Hz 400 V 250 A 的 MCCB 的允通能量特性曲线。

制造商使用模板来绘制断路器的特性曲线是通用的表述方式,允许使用者提供更简单的表述方式。

对于允通能量来说,如果现场没有断路器,电流限值的影响是通过比较半波对称预期电流的允通能量(见 2.3)来展示的。

250 A MCCB 典型曲线并不意味着需要本部分要求一特定曲线形状或值,根据不同的产品设计该曲线会不同。

图 K.7 K.4 的应用实例

附 录 L
(规范性附录)
无过电流保护要求的断路器

L.1 概述

本附录覆盖不满足本部分正文规定的过电流保护要求的断路器,以下称 CBI。这类断路器能用一个辅助装置使之脱扣,例如,分励或欠电压脱扣器。它们不能提供电路保护,但可在短路条件下脱扣,以用作自身保护,它们具有一个限制短路电流额定值,并可用于隔离。可装诸如辅助开关和报警开关等附件,用于控制或远距离操作。

CBI 断路器形成一个系列断路器的一部分,是从原体断路器(见 L.2.1)省去过电流脱扣器(Y 级)或只省去过载脱扣器(X 级)而派生的,见 L.3。

L.2 定义

除第 3 章定义外,下列术语与定义适用。

L.2.1

原体断路器 equivalent circuit-breaker

用以派生 CBI 的断路器。它已按本部分试验,并和 CBI 有相同的壳架。

L.2.2

过电流保护装置(OCPD) overcurrent protective device

通过其断开来对 CBI 进行过电流保护的装置,其过载保护效果不低于原体断路器,并且 I_{cu} (对断路器)或分断能力(对熔断器)等于或高于原体断路器。

注: OCPD 可以是原体断路器。

L.3 分类

CBI 分类如下:

- X 级:内装不可调瞬动短路脱扣器,用作自身保护。
- Y 级:无内装短路脱扣器。

L.4 额定值**L.4.1 额定电流(I_n)**

CBI 的额定电流应不超过原体断路器的额定电流。

注: CBI 的额定电流可与相应于使用类别 AC-22(见 GB/T 14048.1—2012 中附录 A)的额定电流有关。

L.4.2 额定限制短路电流(I_{cc})

GB/T 14048.1—2012 中 4.3.6.4 适用,做如下修改:


4.3.6.4 的标题“额定限制短路电流”后增加符号“(I_q)”。

CBI 的 I_{cc} 可等于或大于原体断路器 I_{cu} 的值。

L.5 产品资料

5.2 条适用,修改和补充内容见表 L.1。

表 L.1 产品信息

项目	信息	标志
L1	适用于隔离(如适用),采用符号  (IEC 60617-S00288:2001-07,取代表 13,1.2 项的符号)	可见
L2	分类符号, $\boxed{\text{CBI-X}}$ 或 $\boxed{\text{CBI-Y}}$ 如适用,其中 I_i 是额定瞬时短路电流整定值(见 2.20)	可见
L3	额定限制短路电流 (I_{cc}),过电流保护电器(OCPD)(如制造商规定时)	资料
L4	声明 CBI 不提供过电流保护功能	资料
可见:断路器安装在运行位置时,操动器易触及,从正前方可见。 资料:在制造商说明书中规定。		

L.6 结构和性能要求

从原体断路器(见 L.2.1)派生的 CBI 应符合第 7 章的全部适用的结构和性能要求(7.2.1.2.4 除外)。

注: CBI 可增加符合 GB/T 14048.3 的要求和相应的标志。

L.7 试验

L.7.1 概述

L.7.1.1 X 级 CBI

规定有 OCPD。

情况 1:

I_{cc} 等于原体断路器的 I_{cu} 。

不需增加试验。

注:规定的 OCPD 可能是

- 原体断路器(见 L.2.1);
- 另一种断路器(见 L.2.2);
- 熔断器,约定熔化电流小于或等于原体断路器的约定脱扣电流,且分断能力大于或等于 CBI 的 I_{cc} 。

情况 2:

I_{cc} 大于原体断路器的 I_{cu} 。

应按 L.7.2.1 和 L.7.2.2 用规定的 OCPD 进行试验。

此情况适用于:

- 规定的 OCPD 是与原体断路器壳架等级相同的断路器,并且 I_{cu} 大于或等于 CBI 的 I_{cc} ,或
- 规定的 OCPD 是约定熔断电流小于或等于原体断路器的约定脱扣电流,分断能力大于或等于 CBI 的 I_{cc} 的熔断器。

L.7.1.2 Y 级 CBI

不要求试验,但下列条件之一应满足:

——条件 1: I_{cc} 小于或等于原断路器器的 I_{cw} 。

——条件 2: I_{cc} 小于或等于原断路器的最大额定瞬时短路电流的整定值。

若上述二条件均不满足,要求如下试验:

情况 1:

OCPD 由制造商规定。

试验按 L.7.2.1 和 L.7.2.2 进行。

情况 2:

不规定 OCPD。

试验按 L.7.2.1 和 L.7.2.3 进行。

L.7.2 额定限制短路电流试验

L.7.2.1 概述

L.7.2.1.1 适用要求

当 L.7.1.1 情况 2 或 L.7.1.2 情况 1 或 2(如适用)要求时,需进行试验。

对于具有不同极数的派生 CBI,试验应在每一派生 CBI 上进行。

L.7.2.1.2 试验条件

8.3.2.6 适用。

试验电路按图 A.4,但 SCPD 由 OCPD 代替,如果 OCPD 是一带可调过电流整定值的断路器,则整定在最大值时进行试验。

如果 OCPD 是一组熔断器构成,每一试验应采用一组新熔断器进行。

如适用,8.3.2.6.4 所规定的连接电缆应包括在内,另外如 OCPD 是一台断路器,与断路器连接的全长 0.75 m 的电缆,可接到电源侧(见图 A.4)。

L.7.2.1.3 试验时状况

8.3.2.6.5 适用。

L.7.2.2 规定的 OCPD

L.7.2.2.1 试验程序

试验程序由如下试验组成:

试验	条款号
验证 I_{cc}	L.7.2.2.2
验证介电耐受能力	L.7.2.2.3

L.7.2.2.2 验证 I_{cc}

在预期电流等于 CBI 的 I_{cc} 时进行试验。

试验应由 O-t-CO 操作顺序组成,并按 8.3.5.3 进行试验,CO 操作由 CBI 闭合进行。

在每次操作后,CBI 应手动操作闭合断开 3 次。

L.7.2.2.3 验证介电耐受能力

L.7.2.2.2 试验后,应按 8.3.5.4 验证介电耐受能力。

L.7.2.3 不规定 OCPD

L.7.2.3.1 试验程序

试验程序由下列试验组成：

试验	条款号
验证 I_{cc}	L.7.2.3.2
验证介电耐受能力	L.7.2.3.3

L.7.2.3.2 验证 I_{cc}

在预期电流等于 CBI 的 I_{cc} 时进行试验。

试验应由 O-t-CO 操作顺序组成，并按 8.3.5.3 进行试验，CO 操作由 CBI 闭合进行。

试验时，电流应维持 3 个周波后，然后断开电源。

每次操作后，CBI 应手动闭合和断开 3 次。

L.7.2.3.3 验证介电耐受能力

L.7.2.3.2 试验后，按 8.3.5.4 验证介电耐受能力。



附录 M
(规范性附录)

剩余电流装置模块(无内部电流分断装置)

M.1 概述

M.1.1 序言

为提供电击防护,剩余电流动作的电器被用作保护系统,电流传感器、处理器和断路器安装在一起的剩余电流电器,在附录 B 中已做规定。

对附录 B 做必要的改编、修改和补充,使其适用于电流传感器和/或处理器与电流分断装置分开安装的剩余电流装置模块,附录 B 的条款适用于附录 M。

此附录中,“MRCD”(见 M.2.2.1)取代附录 B 中的“CBR”(见 B.2.3.1)。

与附录 B 相关时,引用了附录 B 相应的条款,在其他情况下,引用了本部分主体部分或 GB/T 14048.1 (如适用)的相关条款。

由于本附录所包括的装置不包含电流分断装置,所以附录 B 中使用的某些惯用语在本附录中做了相应的改写,如“ON 位置”用“准备状态”代替,表示“准备操作”。

M.1.2 范围和目的

本附录适用于不含电流分断装置的剩余电流动作装置,以下称作“剩余电流装置模块(MRCD)”,它主要用来与符合本部分的断路器组合使用。

它在功能上可与电源有关或无关。

本附录的目的在于规定 MRCD 需符合的特殊要求。

M.2 定义

附录 B 的定义适用。

下列新增定义适用于本附录。

M.2.1 有关 MRCD 激励的术语与定义

M.2.1.1

电源 voltage source

指供给激励量的电源,它可以是:

——线路电压;

——线路电压以外的电压。

M.2.2 有关 MRCD 动作和功能的术语与定义

M.2.2.1

剩余电流装置模块(MRCD) Modular Residual Current Device

由检测和判断剩余电流并控制电流分断装置使触头断开的电流传感器和处理器组成的装置或组合装置。

M.2.2.2 有关时间的术语与定义

M.2.2.2.1

MRCD 的动作时间 operating time of an MRCD

剩余电流突然施加时刻与 MRCD 输出状态改变时刻之间的时间。

M.2.2.2.2

组合时间 combination time

剩余电流突然施加时刻与相应电流分断装置的电弧熄灭时刻之间的时间。

M.2.2.2.3

极限不动作时间 limiting non-operating time

对 MRCD 施加一个大于剩余不动作电流的剩余电流而不使其动作的最大延时时间。

M.2.3

限制剩余短路电流 conditionl residual short-circuit current

在规定的条件下,被规定的短路保护电器保护的 CBR 能满足所有操作时间内的预期剩余电流。

M.2.4

剩余短时耐受电流 residual short-time withstand current

在规定的条件下,MRCD 在闭合位置能在规定的短时内保持运行的剩余电流。

M.3 分类

M.3.1 按一次导线结构分类

M.3.1.1 端子型:具有输入和输出端子和内部一次导线的 MRCD

M.3.1.2 穿线型

M.3.1.2.1 传感器和处理器组合在一起的 MRCD。

M.3.1.2.2 传感器和处理器分开的 MRCD。

M.3.2 按动作方式分类

M.3.2.1 不需要电源的 MRCD(见图 M.22)

M.3.2.2 需要电源的 MRCD

M.3.2.2.1 在电源故障时自动动作。

M.3.2.2.2 在电源故障后不自动动作,但发生剩余电流故障时,能按预期要求动作。

M.3.3 按能否调节剩余动作电流分类

附录 B 中 B.3.2 适用。

M.3.4 按剩余电流的延时功能分类

附录 B 中 B.3.3 适用。

M.3.5 按直流分量出现情况下的性能分类

M.3.5.1 AC 型 MRCD(见 M.4.2.2.1)。

M.3.5.2 A 型 MRCD(见 M.4.2.2.2)。

M.3.5.3 B型 MRCD(见 M.4.2.2.3)。

M.4 MRCD 特性

M.4.1 一般特性

M.4.1.1 被监控电路特性

M.4.1.1.1 额定频率范围

被监控电路的频率值范围,MRCD 为该电路而设计,并在规定条件下正确动作。

M.4.1.1.2 额定电压(U_n)

由制造商规定的 MRCD 的电压值。

M.4.1.1.3 额定电流(I_n)

M.4.1.1.3.1 端子型

4.3.3.3 适用。

M.4.1.1.3.2 穿线型

制造商规定的 MRCD 的电流值,并按表 M.1 的 M1.4 标志,MRCD 能在规定条件下不间断工作制时监测此电流(见 M.8.6)。

M.4.1.1.4 额定绝缘电压(U_i)

制造商规定的电压,被监控电路相关的介电试验及 MRCD 的爬电距离与该电压有关。

M.4.1.1.5 额定冲击耐受电压(U_{imp})

MRCD 能承受而不损坏的冲击电压峰值,被监控电路相关的电气间隙值与该电压有关。

M.4.1.2 MRCD 电源电压特性

M.4.1.2.1 MRCD 的额定电源电压(U_s)

与 MRCD 的动作功能有关的电源电压值。

M.4.1.2.2 MRCD 电源电压频率额定值

与 MRCD 的动作功能有关的电源电压频率值。

M.4.1.2.3 额定绝缘电压(U_i)

GB/T 14048.1—2012 中 4.3.1.2 适用。

M.4.1.2.4 额定冲击耐受电压(U_{imp})

GB/T 14048.1—2012 中 4.3.1.3 适用。

注:在规定的供电电源时,该要求适用于进线连接。

M.4.1.3 辅助触头特性

GB/T 14048.1—2012 中 4.6 适用。

M.4.2 MRCD 有关其剩余电流功能的特性

M.4.2.1 概述

附录 B.4.2.4 适用,但用“不动作时间”取代“不驱动时间”,同时增加下列条文。

制造商应规定剩余电流值等于 $I_{\Delta n}$, $2I_{\Delta n}$, $5I_{\Delta n}$ (或 0.25 A, $I_{\Delta n} \leq 30$ mA 时), $10I_{\Delta n}$ (或 0.5 A, $I_{\Delta n} \leq 30$ mA 时) 时, MRCD 的动作时间最大值。

非延时型 MRCD 的最大组合时间应符合表 B.1, 具有极限不动作时间 0.06 s 的延时型 MRCD 应符合附录 B 中表 B.2。

$I_{\Delta n} \leq 30$ mA 的 MRCD 应是非延时型。它们应只用于特定的电流分断装置。

M.4.2.2 具有直流分量剩余电流情况的动作特性

M.4.2.2.1 AC 型 MRCD

B.4.4.1 适用。

M.4.2.2.2 A 型 MRCD

B.4.4.2 适用。

M.4.2.2.3 B 型 MRCD

B.4.4.3 适用。

M.4.3 在短路条件下的性能

M.4.3.1 额定限制短路电流 (I_{cc})

GB/T 14048.1—2012 中 4.3.6.4 适用, 做如下修改:

4.3.6.4 的标题“额定限制短路电流”后增加符号“(I_q)”。

M.4.3.2 额定限制剩余短路电流 ($I_{\Delta c}$)

GB/T 14048.1—2012 中 4.3.6.4 适用, 作如下修改:

4.3.6.4 的标题“额定限制短路电流”后增加符号“(I_q)”。

M.4.3.3 额定短时耐受电流 (I_{cw})

GB/T 14048.1—2012 中 4.3.6.1 适用, 做如下修改:

4.3.6.1 额定短时耐受电流的内容改为:

电器的额定短时耐受电流是在有关产品标准规定的试验条件下电器能够无损地承载的短时电流值, 该值由制造商规定。

M.4.3.4 峰值耐受电流

GB/T 14048.1—2012 中 2.5.28 适用于 MRCD 的一次电路。

M.4.3.5 额定剩余短时耐受电流 ($I_{\Delta w}$)

MRCD 的额定剩余短时耐受电流是制造商规定的,在本部分规定的试验条件下能承载而不引起损坏的剩余短时耐受电流值。

M.4.4 优选和极限值

M.4.4.1 额定剩余动作电流 ($I_{\Delta n}$) 的优选值

B.4.2.1 适用。

M.4.4.2 额定剩余不动作电流的最小值 ($I_{\Delta no}$)

B.4.2.2 适用。

M.4.4.3 在多相电路中单相负载情况下的不动作过电流的极限值

B.4.2.3 适用。

M.4.4.4 MRCD 额定电源电压的优选值

4.5.1 适用。

M.5 产品信息

MRCD, 处理器或传感器(如适用)应提供表 M.1 所列信息。任何标志应耐久。标志应在 MRCD 本体上或在一块或几块铭牌上。

表 M.1 产品信息

项目	信息	标志位置		
		单个电器	分开的电器	
			传感器	处理器
M1.1	剩余电流有无直流分量情况下的动作特性: ——AC 型 MRCD 用符号  表示(IEC 60417-6148:2012-01) ——A 型 MRCD 用符号  表示(IEC 60417-6149:2012-01) ——B 型 MRCD 的符号  (IEC 60417-6398:2017-12) 或    (IEC 60417-6149:2012-01 + IEC 60417-6160:2012-04 + IEC 60417-6297:2014-11)	可见	—	可见
M1.2	额定剩余动作电流 $I_{\Delta n}$ 数值或范围	可见	—	可见
M1.3	对于延时型,应标出 $2I_{\Delta n}$ 时的极限不驱动时间 Δt (如适用)	可见	—	可见
M1.4	被监控电路最大额定电流 I_n	可见	标志	可见 ^a
M1.5	试验装置标字母“T”	可见	—	可见
M2.1	制造商名称或商标	标志	标志	标志

表 M.1 (续)

项目	信息	标志位置		
		单个电器	分开的电器	
			传感器	处理器
M2.2	型号或参考目录	标志	标志	标志
M2.3	GB/T 14048.2	标志	—	标志
M2.4	额定电源电压(U_s)	标志	—	标志
M2.5	被监控电路额定电压(U_n)	标志	标志	—
M2.6	被监控电路的额定冲击电压(U_{imp})	标志	标志	—
M3.1	额定电源电压频率	资料	—	资料
M3.2	电源的额定冲击耐受电压(U_{imp})	资料	—	资料
M3.3	输出特性和/或规定的电流分断装置	资料	—	资料
M3.4	额定剩余不动作电流,如果不同于 $0.5 I_{\Delta n}$ ($I_{\Delta no}$)	资料	—	资料
M3.5	被监控电路额定频率	资料	资料	—
M3.6	$6 I_n$ 时最小剩余电流整定值(对分开传感器 MRCD)	—	资料	
M3.7	额定限制短路电流(I_{cc})和/或额定短时耐受电流(I_{cw}),和额定限制剩余短路电流($I_{\Delta c}$)	资料	资料	
M3.8	IP 代码(如适用)(见 GB/T 14048.1—2012 附录 C)	资料	资料	
M3.9	使用位置和安装注意事项	资料	资料	
M3.10	接线图	资料	资料	
M3.11	传感器与处理器的连接(缆线类型、长度等)	—	资料	—
M3.12	对穿线型 MRCD,导线孔的尺寸和相对于传感器的位置	—	资料	—
M3.13	对端子型 MRCD,可连接的导线最大截面积	—	资料	—
M3.14	考虑邻近导线的距离	资料	资料	资料
M3.15	处理器和电流分断装置之间连接所遵守的条件	—	—	资料
M3.16	与 MRCD 配合的 SCPD,以达到额定限制短路电流或额定限制剩余短路电流	资料	—	资料
M3.17	对于非延时型,与 MRCD 配合的能满足表 B.1 中的最大组合时间的电流分断装置	资料	—	资料
M3.18	对极限不驱动时间为 0.06 s 的延时型,与 MRCD 配合的能满足表 B.2 的组合时间的电流分断装置	资料	—	资料
<p>注:</p> <p>可见:断路器安装在运行位置,操动器易触及,从正前方可见。</p> <p>标志:标明在产品上。</p> <p>资料:在制造商的资料中提供。</p>				
<p>^a 仅在剩余电流标志为 I_n 的 % 数时需要。</p>				

M.6 正常使用、安装和运输条件

第 6 章适用。

M.7 设计和动作要求

M.7.1 设计要求

应不能改变 MRCD 的动作特性,除非借助于为整定剩余动作电流或定时限延时提供的专用工具。仅允许通过特定的动作来改变整定值,如使用一种工具、一个密码或其他等效方式。

注: MRCD 可装备指示输出状态装置。

M.7.2 动作要求

M.7.2.1 剩余电流情况下的动作

B.7.2.1 适用。

按 M.8.3 试验检测是否符合要求。

M.7.2.2 短路条件下的运行

MRCD 应有一个额定限制短路电流(I_{cc})或一个额定短时耐受电流(I_{cw}),或二者兼有。它们也应有一个额定限制剩余短路电流($I_{\Delta c}$)或一个额定剩余短时耐受电流($I_{\Delta w}$),或二者兼有。

MRCD 应符合 M.8.14 的有关试验。

M.7.2.3 机械和电气寿命

MRCD 应符合 M.8.11 的试验。

M.7.2.4 环境条件的影响

MRCD 应符合 M.8.15 的试验。

M.7.2.5 介电性能

MRCD 应能承受由制造商按 GB/T 14048.1—2012 中 7.2.3 规定的冲击耐受电压,做如下修改:
——7.2.3.5 固体绝缘中,删除最后一句“固体绝缘尺寸的确定原则和直流试验电压正在考虑中。”
——增加注:对于固体绝缘设计的更多信息,见 GB/T 16935.1—2008 中 5.3.1。

MRCD 应符合 M.8.4 的试验。

被监控电路带电部件至下列部件的电气间隙:

- MRCD 的带电部件;
- 预期接地的部件;
- 对端子型 MRCD,电流路径间的电气间隙。

应承受 GB/T 14048.1—2012 表 12 中按额定冲击耐受电压对应的试验电压。

M.7.2.6 试验按钮(装置)

MRCD 应具有一个试验装置来模拟一个剩余电流通过电流检测装置,以便定期地检查 MRCD 的动作性能。

试验装置应满足 M.8.5 的试验。

当操作试验装置时,保护导体(如适用)不能带电。

试验装置的操作工具上应标有字母“T”,其颜色不能用红色也不能用绿色,最好采用淡颜色。

注:试验装置只是用来检查脱扣功能,而不是按额定剩余动作电流值和断开时间来校核其功能的有效性。

M.7.2.7 在单相负载情况下的不动作过电流值

MRCD 应符合 M.8.6 试验。

M.7.2.8 在冲击电压引起的浪涌电流的情况下,MRCD 抗误脱扣的性能

MRCD 应承受 M.8.7 试验。

M.7.2.9 A 型和 B 型 MRCD 在接地故障电流含有直流分量情况下的性能

A 型和 B 型 MRCD 应符合 M.8.8 试验(如适用)。

M.7.2.10 需要电源的 MRCD 的要求

功能上与电源有关的 MRCD 在 $(0.85 \sim 1.1)U_n$ 值之间的任何电压时应正确动作(见 M.2.1.1 和 M.4.1.2.1)。

按 MRCD 分类,功能上与电源有关的 MRCD 应符合表 M.2 给出的要求。

表 M.2 需要电源的 MRCD 的要求

按 M.3.2.2MRCD 的分类	电源故障时的性能
在电源故障(M.3.2.2.1)时无延时自动动作的 MRCD	按 M.8.12 无延时动作
在电源故障(M.3.2.2.1)时延时自动动作的 MRCD	按 M.8.12 延时动作
在电源故障时不能自动动作,但在发生剩余电流故障时能按预期要求动作的 MRCD(M.3.2.2.2)	按 M.8.13 动作

M.7.2.11 端子型 MRCD 的温升

M.7.2.11.1 概述

端子型 MRCD 各部件的温升应不超过 GB/T 14048.1—2012 中 7.2.2 规定的值,做如下修改:

——7.2.2.5 控制电路中,在最后增加:与可编程控制器(PLC)相容的开关设备和控制设备的数字输入和/或输出见附录 S。

——7.2.2.8 其他部分中,“塑料和绝缘材料”改为“绝缘部件”。

M.7.2.11.2 周围空气温度

GB/T 14048.1—2012 中表 2 和 GB/T 14048.1—2012 表 3(表 3 中删除“正常操作时不触及的部件”引用的脚注 b)给定的温升极限仅适用于周围空气温度保持在 M.6 给定的极限之间。

M.7.2.11.3 端子型 MRCD 主电路

MRCD 的与被监控电路连接的主电路,应能承受 M.4.1.1.3 规定的额定电流,温升不超过 GB/T 14048.1—2012 中表 2 和 GB/T 14048.1—2012 表 3(表 3 中删除“正常操作时不触及的部件”引用的脚注 b)给出的极限值。

M.7.2.12 电磁兼容(EMC)

附录 J 的要求适用于 MRCD 的传感器和处理器,按制造商说明书进行接线。

试验按 M.8.16 进行。

电压变化抗扰度包括在 M.7.2.10 的要求中。

M.7.2.13 在传感器连接故障情况下 MRCD 的性能

对带分离传感器的 MRCD,若传感器断线则:

- MRCD 应动作,或
- MRCD 应发出信号指示传感器断线,或
- 应能通过操作试验按钮检验断线。

通过 M.8.9 的试验来验证是否符合要求。

M.7.2.14 MRCD 在额定频率时的性能

MRCD 应在其额定频率范围内正确动作。

通过 M.8.3.3 和 M.8.5 的试验来验证是否符合要求。

M.8 试验

M.8.1 概述

M.8.1.1 型式试验

型式试验分组程序示于表 M.3 中。

在具有可调剩余操作电流整定值的 MRCD 的情况下,除非另有说明,试验应在最小整定值时进行。

在具有可调延时 MRCD(见 B.3.3.2.2)的情况下,除非另有说明,试验应在最高整定值时进行。

与分断装置组合的脱扣器(如有)应施加其最低额定电压。

表 M.3 试验程序

程序	试验项目	条款号
M I	验证动作特性	M.8.3
	验证介电试验	M.8.4
	验证在额定电压极限时试验装置的动作	M.8.5
	验证在单相负载过电流情况下不动作电流极限值	M.8.6
	验证抗冲击电压引起的浪涌电流导致的误动作	M.8.7
	验证在接地故障电流含有直流分量时的性能	M.8.8
	验证传感器连接故障情况下的性能	M.8.9
	验证 MRCD 接线端子的温升	M.8.10
	验证机械和电气寿命	M.8.11
	验证按 M.3.2.2.1 分类的 MRCD 在电源故障时的性能	M.8.12
	验证按 M.3.2.2.2 分类的 MRCD 在电源故障时的性能	M.8.13
M II	验证 MRCD 在短路条件下的性能	M.8.14
M III	验证环境条件的影响	M.8.15
M IV	验证电磁兼容(EMC)	M.8.16

对于具有不同极数的端子型派生 MRCD, 试验应在派生极数最多的 MRCD 上进行。如果其他派生的结构与所试验的相同, 则无需进行附加试验。如果派生的结构与所试验的不同, 则派生 MRCD 依然需要进行附加试验。

M I、M II、M III 的每一试验程序用一台样品进行试验。

对程序 M IV, 每个试验项目可用一台新样品, 或在制造商要求时, 几个试验可在一台样品上进行。

除非另有规定, 每项型式试验(或型式试验程序)在新的、清洁的 MRCD 上进行, 其影响量应为基准值。

MRCD 应按制造商说明书在自由空气中单独安装, 除非另有规定。周围温度应在 $15\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间, 除非另有规定, 连接和安装应符合制造商的说明书。

M.8.1.2 常规试验

8.4.5 适用。

M.8.2 符合结构要求

GB/T 14048.1—2012 中 8.2 适用, 但尽量考虑本部分 7.1 的要求, 做如下修改:

——8.2.4.1 试验的一般要求中, “IEC 60028”改为“IEC 60228”;

——8.2.4.7 无螺纹型夹紧件的电气特性和 8.2.4.8 无螺纹型夹紧件的老化试验中, 修改注 1 和注 2, 增加注 3:

注 1: IEC 60999《连接器件 电气铜导线 螺纹型和无螺纹型夹紧件的安全要求》中的术语最小横截面积和最大横截面积分别对应于本标准的“最小截面积”(2.3.24)和“最大截面积”(2.3.35)。

注 2: 当为最大截面积时, 试验电流使用产品规定的 I_{th} 或 I_{the} (若无宣称的 I_{th} 或 I_{the} , 则使用 GB/T 14048.7—2016 中表 4 和表 5 给出的值)。当为最小截面积时, 试验电流使用 GB/T 14048.7—2016 中表 4 和表 5 给出的值。

注 3: 产品标准宜考虑具体试验要求的可操作性。

M.8.3 验证动作特性

M.8.3.1 概述

MRCD 应按照制造商说明书装配、安装和接线。除非另有规定, MRCD 与一台制造商规定的, 模拟输出电路正常使用条件的试验装置连接, 以便验证输出状态的变化。对于测量组合时间(见 M.2.2.2.2), MRCD 应连接至制造商规定的电流断开装置, 并安装于被监测电路中。这种装置的特性应载于试验报告中。

M.8.3.2 不需要电源的 MRCD 的试验条件

B.8.2.2 适用。

M.8.3.3 需要电源的 MRCD 的试验条件

试验应在下列电压下进行:

——对 M.8.3.4 和 M.8.3.5.2 规定的试验, 最低额定电源电压的 0.85 倍;

——对 M.8.3.5.3 规定的试验, 最高额定电源电压的 1.1 倍。

额定频率具有一范围的 MRCD 应在最高和最低频率下进行试验。但是对额定值为 50 Hz 和 60 Hz 的 MRCD, 在 50 Hz 或 60 Hz 的试验认为覆盖了两个频率。

M.8.3.4 在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的空载试验

M.8.3.4.1 概述

按图 M.1、图 M.2 或图 M.3 连接, MRCD 应符合 M.8.3.4.2、M.8.3.4.3 和 M.8.3.4.4 以及 M.8.3.4.5

(如适用)的试验,所有试验在一个单独的电流路径进行。

除非另有规定:

- 剩余电流动作整定值连续可调或分档整定的 MRCD,试验应在最大和最小整定值以及一个中间整定值时进行。
- 延时可调型 MRCD,其延时应整定在最小值。

M.8.3.4.2 验证在剩余电流平稳上升情况下的动作(见图 M.1)

试验开关 S_1 和 S_2 以及 S_a (如有)应处于闭合位置,MRCD 处于准备操作,剩余电流从不大于 $0.2I_{\Delta n}$ 开始平稳上升,在 30 s 左右升至 $I_{\Delta n}$ 。应记录引起输出状态变化的电流值。试验进行 3 次。

所测出的三个值应在额定剩余不动作电流 $I_{\Delta no}$ 和 $I_{\Delta n}$ 之间。

M.8.3.4.3 验证在闭合剩余电流情况下的动作(见图 M.2)

试验电路应调整到剩余动作电流额定值 $I_{\Delta n}$ (或每个剩余动作电流整定值,如有),试验开关 S_2 和分断装置闭合,开关 S_1 和 S_a (如有)应同时闭合。组合时间测量 3 次。

测量值应不超过 M.4.2 中对 $I_{\Delta n}$ 规定的极限值。

M.8.3.4.4 验证在突然出现剩余电流情况下的动作(见图 M.2 和图 M.3)

MRCD 连接到 M.8.3.1 规定的试验装置。

试验电路应调节到 M.4.2 规定的每个剩余动作电流值 I_{Δ} ,试验开关 S_1 和 S_a (如有)以及试验装置均处于闭合位置,MRCD 准备动作,闭合试验开关 S_2 突然施加剩余电流。

对每个 I_{Δ} 值,测量 3 次动作时间和组合时间(如有)。

——动作时间不应超过制造商规定的值;

——组合时间不应超过 M.4.2 规定的极限值。

M.8.3.4.5 验证延时型 MRCD 的极限不动作时间(见图 M.3)

MRCD 连接到 M.8.3.1 规定的试验装置。

试验电路应调节到 $2I_{\Delta n}$ 值,试验开关 S_1 和 S_a (如有)处于闭合位置,MRCD 准备动作,闭合试验开关 S_2 施加剩余电流,时间等于制造商提供的符合 M.4.2 的极限不动作时间。

试验做 3 次,MRCD 应不动作。

若 MRCD 有可调电流整定值和/或可调延时(如有),在最小剩余动作电流整定值和最大及最小延时整定值时进行试验(如适用)。

M.8.3.5 极限温度下的试验

M.8.3.5.1 概述

B.8.2.5 适用。

M.8.3.5.2 在 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下的空载试验

B.8.2.5.2 适用,但按 M.8.3.4.4 和 M.8.3.4.5 试验(如适用)。

M.8.3.5.3 在 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下的有载试验

B.8.2.5.3 适用。

在达到热平衡状态后,MRCD 应承受 M.8.3.4.4 和 M.8.3.4.5(如适用)所述的试验。

M.8.4 验证介电性能

M.8.4.1 验证额定冲击耐受电压

M.8.4.1.1 概述

MRCD 应符合 M.7.2.5 规定的要求。试验应在所有的辅助触头位置进行。

试验应符合 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.4 的要求,做如下修改:

——1)中删除注 2;半导体器件的介电性能试验正在考虑中。

——3)c)修改为:

根据上述 2)c)的项①、②、③的规定,试验电压应施加 60 s。

注:对于已经按照 GB/T 14048.1—2012 进行了型式试验的电器,无需再重新进行该 60s 试验。

——6)的内容改为:只具有直流额定值的设备应施加直流电压进行试验。

但补充 M.8.4.1.2 和 M.8.4.1.3 的内容。

M.8.4.1.2 验证与被监控电路有关的额定冲击耐受电压

M.8.4.1.2.1 端子型 MRCD 试验

试验按 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.4.1 2)进行,施加 M.7.2.5 规定的试验电压。

M.8.4.1.2.2 穿线型 MRCD 的试验

试验在传感器上进行,传感器按制造商说明书安装,无绝缘母排穿过传感器。

M.7.2.5 规定的试验电压按下列方式施加:

- a) 如果传感器是分离的,所有连接在一起的被监控电路母排与安装板之间;
- b) 如果传感器是组合的,所有连接在一起的被监控电路母排与处理器外壳或其安装板之间;
- c) 每条辅助电路与
 - 被监控电路之间;
 - MRCD 的外壳或安装板之间。

M.8.4.1.3 验证电源电路的额定冲击耐受电压(如适用)

如果电源电路直接由被监控电路供电,则试验按 M.8.4.1.2.1 进行。

如果电源电路不是由被监控电路供电,GB/T 14048.1—2012 中表 12 规定的试验电压按下列方式施加:

- a) 连接在一起的所有电源电路的电源端子与 MRCD 的外壳或安装板之间;
- b) 电源电路的每个电源端子与连接在一起的其他电源端子之间,其他电源端子与 MRCD 的外壳或安装板连接。

M.8.4.2 连接至被监控电路的任何电路承受绝缘测量产生的直流电压的能力

在工作时不能断开的 MRCD 是否需验证正在考虑中。

M.8.5 验证在额定电压极限值下试验装置的动作

B.8.4 适用,用额定电源电压代替额定电压。MRCD 应与 M.8.3.1 规定的试验装置组合在一起试验。

M.8.6 验证在单相负载过电流情况下不动作电流极限值

MRCD 按图 M.4a)、图 M.4b)或图 M.4c)(如适用)进行连接,尤其要注意穿线型的导线应按制造商的说明书定位。开关 S_1 打开,然后开关 S_a (如适用)闭合,施加电压 U_s 。

在 $6I_n$ 时按 B.8.5 进行试验。对于带分离传感器的 MRCD,试验应在制造商宣布的最小剩余电流整定值下进行。

MRCD 应不发生状态的变化。

M.8.7 验证抗冲击电压引起的涌流而产生的误动作性能

M.8.7.1 概述

对于带可调延时的 MRCD,其延时应整定在最小值。

M.8.7.2 验证在电网电容负载情况下抗误动作性能

B.8.6.2 适用,用图 M.5 代替图 B.5。

MRCD 应不发生状态改变。

M.8.7.3 验证在闪络无后续电流情况下抗误动作性能

B.8.6.3 适用,但用图 M.6 代替图 B.7。

MRCD 在 250 A 的试验中应不发生状态的变化,在 3 000 A 的试验中允许动作。

M.8.7.4 试验后验证

M.8.7.2 和 M.8.7.3 的试验后,应按照 M.8.3.4.4 验证 MRCD 的操作,并在 $I_{\Delta n}$ 测量一次分断时间。

M.8.8 验证在接地故障电流含有直流分量情况下的性能

M.8.8.1 概述

M.8.3.1、M.8.3.2 和 M.8.3.3 的试验条件适用。

对于与电源有关的 MRCD,试验在 1.1 和 0.85 倍额定电源电压(U_s)下进行。

除非另有规定:

——剩余电流动作整定值连续可调或分档整定的 MRCD,试验应在最大和最小整定值以及一个中间整定值时进行。

——延时可调型 MRCD,其延时应整定在最小值。

M.8.8.2 A 型 MRCD

M.8.8.2.1 验证剩余脉动直流连续上升情况下的正确动作

B.8.7.2.1 适用,但用图 M.7 代替图 B.8。

开关 S_1 、 S_2 和 S_a (如适用)闭合,MRCD 准备动作。

M.8.8.2.2 验证突然出现剩余脉动直流情况下的正确动作

B.8.7.2.2 适用,但修改如下:

试验电路应符合图 M.8 和图 M.9(如适用)。

验证分两步进行:

- 对第 1 步, MRCD 连接到指示输出状态改变的测量仪器;
- 对第 2 步, MRCD 连接到一个制造商规定的分断装置, 并安装于被监控电路, 此分断装置的特性应载于试验报告中。

开关 S_1 和 S_2 (如适用) 处于闭合位置, MRCD 准备动作, 闭合开关 S_2 突然施加剩余电流。

试验在每一个规定的剩余电流值时进行。

- 对于第 1 步, 所测得的动作时间不应超过制造商规定的值;
- 对于第 2 步, 组合时间值(如适用)不应超过 M.4.2.1 中规定的极限值。

M.8.8.2.3 验证基准温度下满载动作的正确动作

MRCD 的被试电流路径和另一电流途径施加额定电流负载, 重复 M.8.8.2.2 试验, 额定电流负载在试验前不久接通。

注: 额定电流负载电路在图 M.7c) 中未示出。

M.8.8.2.4 验证剩余脉动直流叠加 6 mA 平滑直流情况下的正确动作

B.8.7.2.4 的试验适用, 但做如下修改:

试验电路应符合图 M.10a)、图 M.10b) 或图 M.10c) (如适用)。

M.8.8.3 B 型 MRCD

M.8.8.3.1 验证复合剩余电流稳定增加情况下的正确动作

B.8.8.1 适用, 将 CBR 替换为 MRCD, 并做如下修改:

试验应按图 M.16 进行。

M.8.8.3.2 验证突然出现复合剩余电流情况下的正确动作

B.8.8.2 适用, 将 CBR 替换为 MRCD, 并做如下修改:

试验应按图 M.16 进行。

在每个 I_{Δ} 测量 3 次动作时间和组合时间(如适用)。

测量的动作时间不应超过制造商规定的 MRCD 在 $5I_{\Delta n}$ 时的响应时间; 组合时间不应超过 M.4.2.1 规定的极限值, 如适用。

M.8.8.3.3 验证 1 000 Hz 及以下的正弦交流剩余电流情况下的正确动作

B.8.8.3 适用, 将 CBR 替换为 MRCD, 并做如下修改:

试验应按图 M.16 进行。

将验证分断时间替换为验证动作时间和组合时间(如适用); 测量的动作时间不应超过制造商规定的 MRCD 在 $I_{\Delta n}$ 时的响应时间; 组合时间不应超过 M.4.2.1 规定的 $I_{\Delta n}$ 的极限值, 如适用。

M.8.8.3.4 验证交流剩余电流叠加平滑直流剩余电流情况下的正确动作

B.8.8.4 适用, 将 CBR 替换为 MRCD, 并做如下修改:

试验应按图 M.17 进行。

M.8.8.3.5 验证脉动直流剩余电流叠加平滑直流剩余电流情况下的正确动作

B.8.8.5 适用, 将 CBR 替换为 MRCD, 并做如下修改:

试验应按图 M.10 进行。

M.8.8.3.6 验证两相供电的整流电路产生直流剩余电流情况下的正确动作

B.8.8.6 适用,将 CBR 替换为 MRCD,并做如下修改:

试验应按图 M.15 进行。

将验证分断时间替换为验证动作时间和组合时间(如适用);测量的动作时间不应超过制造商规定的 MRCD 的响应时间;组合时间不应超过 M.4.2.1 规定的极限值,如适用。

M.8.8.3.7 验证三相供电的整流电路产生直流剩余电流情况下的正确动作

B.8.8.7 适用,将 CBR 替换为 MRCD,并做如下修改:

试验应按图 M.14 进行。

将验证分断时间替换为验证动作时间和组合时间(如适用);测量的动作时间不应超过制造商规定的 MRCD 的响应时间;组合时间不应超过 M.4.2.1 规定的极限值,如适用。

M.8.8.3.8 验证平滑直流剩余电流情况下的正确动作

M.8.8.3.8.1 不带负载,验证平滑直流剩余电流情况下的正确动作

验证分 2 步进行:

a) 试验电路应符合图 M.11 的要求,开关 S_1 和 S_2 以及 S_a ,如适用,应闭合。

任选一个电流路径,在开关 S_3 的位置 I 和位置 II 分别试验 2 次。

剩余电流从零开始在 30 s 内平稳增加到 $2I_{\Delta n}$ 。动作应发生在 $0.5I_{\Delta n}$ 和 $2I_{\Delta n}$ 之间。

b) 试验电路应符合图 M.12 和图 M.13 的要求。

将电路依次调节到之后规定的值,闭合开关 S_1 或 S_a ,MRCD 准备动作,然后闭合 S_2 突然产生剩余电流。

试验在表 B.1 规定的每个剩余电流值的 2 倍下进行。

每个值测量两次动作时间,第一次测量开关 S_3 处于位置 I,第二次测量开关 S_3 处于位置 II。

动作时间不应超过制造商规定的值;组合时间不应超过 M.4.2.1 规定的极限值,如适用。

M.8.8.3.8.2 带负载,验证平滑直流剩余电流情况下的正确动作

重复 M.8.8.3.8.1a) 的试验,MRCD 上被试的电流路径和另一电流路径上施加额定电流。

M.8.8.3.9 温度极限试验

MRCD 应按 M.8.8.3.6 和 M.8.8.3.7(但每种情况下只验证动作时间)和 M.8.8.3.8.1b) 依次进行试验,试验条件如下:

a) 周围温度: $-5\text{ }^\circ\text{C}$,空载;

b) 周围温度: $40\text{ }^\circ\text{C}$,对于端子型 MRCD,预先通以额定电流负载,直到达到热稳定状态条件。实际上,当主电路的一个端子测量的温升变化不超过 1 K/h 时,即达到了热稳定条件。主电路的负载可在降低电压下进行,但对功能上与电源电压有关的 MRCD,辅助电路应施加额定电压。

当 MRCD 具有多个剩余动作电流整定值时,应在最小和最大值进行试验。

M.8.9 验证带分离传感器的 MRCD 在传感器连接故障时的特性

M.8.9.1 概述

对于额定电源电压有一个范围的 MRCD,应根据制造商的说明书,按 M.8.9.2 或 M.8.9.3(如适用)

对每个额定值进行试验。

M.8.9.2 试验方法 1

MRCD 应接至外部传感器,并依次施加每个额定电压,如图 M.18 所示。传感器应无故障电流流过,并不应驱动试验电路。

传感器断开,MRCD 应动作或提供一个指示传感器断开的信号。

测量传感器断开和输出状态改变之间的时间间隔。

进行 3 次测量,测量值不应超过 5 s。

M.8.9.3 试验方法 2

试验如下进行:

- a) 驱动试验装置,MRCD 应动作;
- b) 传感器断开,驱动试验装置,MRCD 应不动作。

M.8.10 验证端子型 MRCD 的温升

M.8.10.1 概述

除非另有规定,MRCD 应用适当的导线连接,其截面在 GB/T 14048.1—2012 表 9、表 10 和表 11 中规定,并应固定在一块厚约 20 mm、涂有无光泽黑漆的层压木板上。

试验应在防止外部非正常加热或冷却的大气中进行。

M.8.10.2 周围空气温度

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.3.1 适用,做如下修改:

8.3.3.3.1 周围空气温度的测量中,第二段修改为:

试验中,周围空气温度应在 10 °C~40 °C 之间,其变化应不超过 10 K。在试验的最后四分之一时间或最后一小时内,周围空气温度变化应不超过 3 K,如果需要应持续进行试验,直到满足条件为止。

删除第三段:如果周围空气温度的变化超过 3 K,应按电器的热时间常数用适当的修正系数对测得的部件温升予以修正。

M.8.10.3 试验程序

试验按 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.3.4 在额定电流 I_n 下进行。

在试验期间,温升不应超过 GB/T 14048.1—2012 中表 2 和 GB/T 14048.1—2012 中表 3 的值(表 3 中删除“正常操作时不触及的部件”引用的脚注 b)。

M.8.11 验证机电寿命

MRCD 输出需承受机电寿命试验,包括:

- 500 次空载操作,由试验装置控制操作;
- 500 次空载操作,在一条电流路径通以额定剩余动作电流 $I_{\Delta n}$ 进行操作;
- 500 次有载操作,由试验装置控制操作;
- 500 次有载操作,在一条电流路径通以额定剩余动作电流 $I_{\Delta n}$ 进行操作。

有载试验在制造商规定的相当于额定输出的电路中进行。

试验后,MRCD 应无妨碍其继续使用的损坏。其输出在断开位置应能承受两倍制造商规定的最高额定电压。

注 1: 如果输出为特殊负载, 并且没有额定输出电压, 则本验证不适用。

若 MRCD 具有一个以上输出额定值, 进行以下两试验:

——在最大额定电流时的相应电压的试验;

——在最高额定电压时的相应电流的试验。

MRCD 应能很好地完成 B.8.11.4b) 中规定的试验。

注 2: 如果 MRCD 有相应于符合 GB/T 14048.5 中 AC-15 额定值的输出, 则不必进行本条款的试验。

M.8.12 验证按 M.3.2.2.1 分类的 MRCD 在其电源故障情况下的性能

M.8.12.1 概述

对可调剩余动作电流 MRCD, 试验应在最小整定值时进行。

对可调延时 MRCD, 试验在任一延时整定值进行。

施加电压为额定电源电压(U_s)。

对额定电源电压有一个范围的 MRCD, 试验应在电压范围的最大和最小值时进行。

M.8.12.2 确定电源极限值

试验按 B.8.9.2 进行, 但用“电源”代替“线电压”, “电源端子”代替“线电压端子”。

M.8.12.3 在电源故障时自动断开的验证

试验按 B.8.9.3 进行, 但用“电源”代替“线电压”, “电源端子”代替“线电压端子”, 在此情况下应测量电源断开和输出状态改变之间的时间间隔。

进行 3 次测量:

——对瞬动 MRCD, 测量值不应超过 1 s;

——对延时 MRCD, 测量值不应超过 1 s 加整定延时时间。

M.8.13 验证按 M.3.2.2.2 分类的 MRCD 在电源故障时的性能

B.8.10 的条款适用于电源为被监控电路线电压的情况。在电源不同于线电压的情况, 须进行如下试验。

对可调剩余动作电流的 MRCD, 试验应在最小整定值时进行。

对可调延时的 MRCD, 试验在任一延时整定值时进行。

MRCD 按图 M.3 连接, 施加其额定电压, 或在有一个额定电压范围时, 施加最低额定电压。

然后断开 S_a 或 S_1 (如有) 切断电源, MRCD 应不动作。

S_a 或 S_1 (如有) 重新闭合, 其电压降至最低额定电压的 70%。然后闭合 S_2 施加额定剩余电流 $I_{\Delta n}$, MRCD 应动作。

M.8.14 验证 MRCD 在短路条件下的性能

M.8.14.1 概述

因为 MRCD 不是一个开关电器, 在其按 M.8.14.3 和 M.8.14.5 与一个规定的 SCPD 试验后, 可认为也覆盖了与其他较低峰值电流和较低 I^2t 的 SCPD 的试验。

M.8.14.2 试验的一般条件

M.8.14.2.1 试验电路

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.4.1.2 适用, 但用图 M.19、图 M.20 和图 M.21 取代图 9、图 10、图 11、

图 12。

对短时耐受电流试验, SCPD 应省略。

M.8.14.2.2 试验量的允差

GB/T 14048.1—2012 中表 8 适用。

M.8.14.2.3 试验电路的功率因数

表 11 适用。

M.8.14.2.4 工频恢复电压

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.2.2.3a) 适用。

M.8.14.2.5 试验电路的校正

SCPD 和 MRCD, 如为端子型, 用阻抗与试品相比, 阻抗可忽略的临时连接导线代替。对其他 MRCD, 穿过传感器的导线为校正电路的一部分。

对于在额定限制短路电流 I_{cc} 时的试验, 电阻 R 和电抗 L 调整至在试验电压下, 规定功率因数时获得等于 I_{cc} 的电流, 试验电路应在各极同时通电。

对于在额定限制剩余短路电流 $I_{\Delta c}$ 下的试验, 附加阻抗 Z 用于获得需要的电流值。

M.8.14.2.6 试验时 MRCD 的状态

MRCD 的连接和固定应符合制造商说明书。

特别是对于穿线型 MRCD, 穿过传感器导线的安装情况。

MRCD 应安装在金属板上。

M.8.14.2.7 MRCD 在试验后的状态

在 M.8.14.3, M.8.14.4 和 M.8.14.5 每项试验后, MRCD 应无妨碍其继续使用的损坏, 端子型 MRCD 应在 8.3.3.6 条件下应能承受其额定电压两倍的电压。

MRCD 应完满地完成 B.8.11.4b) 和 M.8.12.3(如适用) 规定的试验, 仅限一次测量。

M.8.14.3 验证额定限制短路电流(I_{cc})

M.8.14.3.1 概述

如果配合用 SCPD 的允通峰值电流和允通能量低于相应于额定短时耐受电流 I_{cw} 的峰值电流和允通能量, 则不必进行本试验。

M.8.14.3.2 试验条件

用 SCPD 和端子型 MRCD(如适用) 取代阻抗可忽略的导线。

M.8.14.3.3 试验程序

施加额定电源电压(如适用)。

完成如下操作顺序:

O—t—O

M.8.14.3.4 MRCD 在试验时的性能

MRCD 在试验时可动作。

M.8.14.4 验证额定短时耐受电流(I_{cw})

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.4.3 适用一次电路。

试验可在任何方便的电压时进行。试验时,图 M.17、图 M.18 和图 M.19 的 SCPD 应省去。

M.8.14.5 验证额定限制剩余短路电流($I_{\Delta c}$)

M.8.14.5.1 概述

如果配合用 SCPD 的允通峰值电流和允通能量低于相应于额定剩余短时耐受电流 $I_{\Delta w}$ 的峰值电流和允通能量,则不必进行本试验。

M.8.14.5.2 试验条件

MRCD 应在 M.8.14.2.1 所述条件下进行试验,但应这样连接,使得短路电流是一个剩余电流。对于剩余短路试验,导线 B(图 M.19、图 M.20 和图 M.21 中用虚线表示)代替通过传感器的导线(位于 X 和 Y 之间)。

本试验在一条电流路径进行。

用 SCPD 和 MRCD(如适用)取代阻抗可忽略的导线。

M.8.14.5.3 试验程序

执行如下顺序,不需与电压波同步:

O—t—O

M.8.14.5.4 MRCD 在试验时的性能

MRCD 在试验时可动作。

M.8.14.6 验证额定剩余短时耐受电流($I_{\Delta w}$)

M.8.14.4 适用,但 MRCD 的连接应使得短路电流是一个剩余电流。

M.8.15 验证环境条件的影响

B.8.12 的试验条件适用。

试验结束时,MRCD 应能完满地完成 B.8.11.4b)规定的试验。

M.8.16 验证电磁兼容

M.8.16.1 抗扰度试验

M.8.16.1.1 概述

B.8.13.1 适用,需要时,用“MRCD”代替“CBR”,但试验后的验证应测量在 $I_{\Delta n}$ 时的动作时间(见 M.2.2.2.1),此时间不应超过制造商规定的值(见 M.4.2),验证试验电路应符合图 M.3。

M.8.16.1.2 静电放电

B.8.13.1.2 适用,但增加 M.8.16.1.1 的规定。

M.8.16.1.3 射频电磁场辐射

B.8.13.1.3 适用,但增加 M.8.16.1.1 所给规定。

试验装置应符合图 J.4 和图 M.22(对带分离传感器的 MRCD)。

M.8.16.1.4 电快速瞬变/脉冲群(EFT/B)

B.8.13.1.4 适用,但增加 M.8.16.1.1 的规定。

试验装置应符合图 J.5、图 J.6 及图 M.23(对带分离传感器的 MRCD)。

M.8.16.1.5 浪涌

B.8.13.1.5 适用,但增加 M.8.16.1.1 的规定。

M.8.16.1.6 射频场感应的传导骚扰(共模)

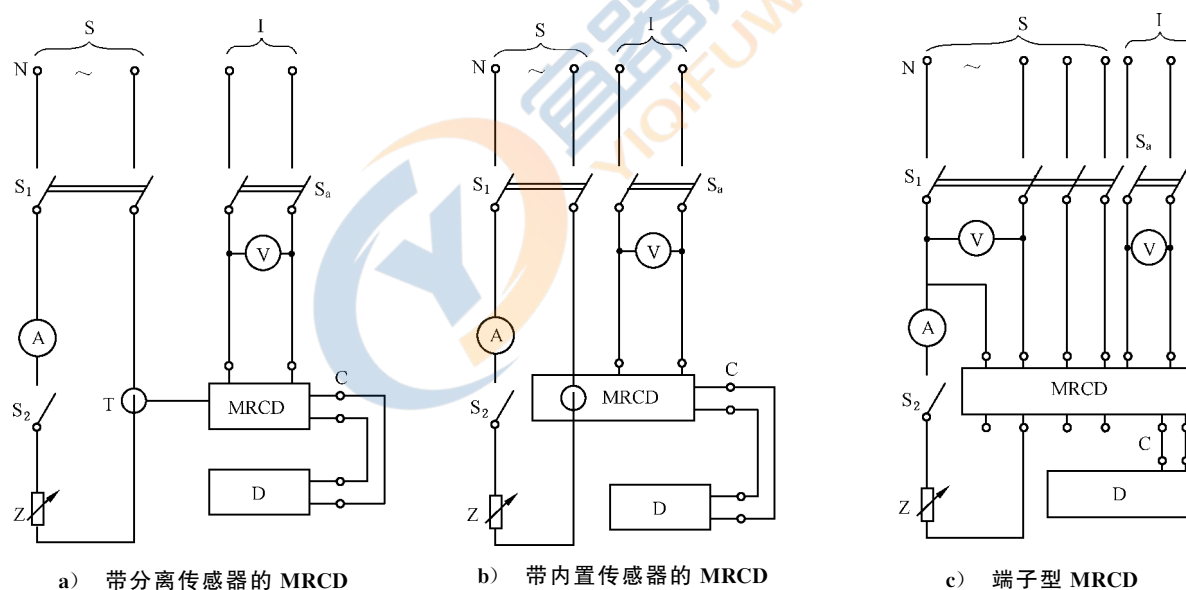
B.8.13.1.6 适用,但增加 M.8.16.1.1 的规定。

试验装置应符合图 M.24(对带分离传感器的 MRCD)。

如果由于耦合/去耦网络对 MRCD 的影响,正常功能不能实现时,可采用电磁耦合夹。

M.8.16.2 发射试验

B.8.13.2 适用。



说明:

S —— 电源;

I —— 独立电源(如适用);

V —— 电压表;

A —— 电流表;

S₁ —— 多极开关;

S₂ —— 单极开关

S_a —— 辅助开关;

Z —— 可变阻抗;

T —— 传感器;

C —— 输出电路;

D —— 指示状态改变的装置。

图 M.1 验证在剩余电流平稳上升情况下动作特性的试验电路

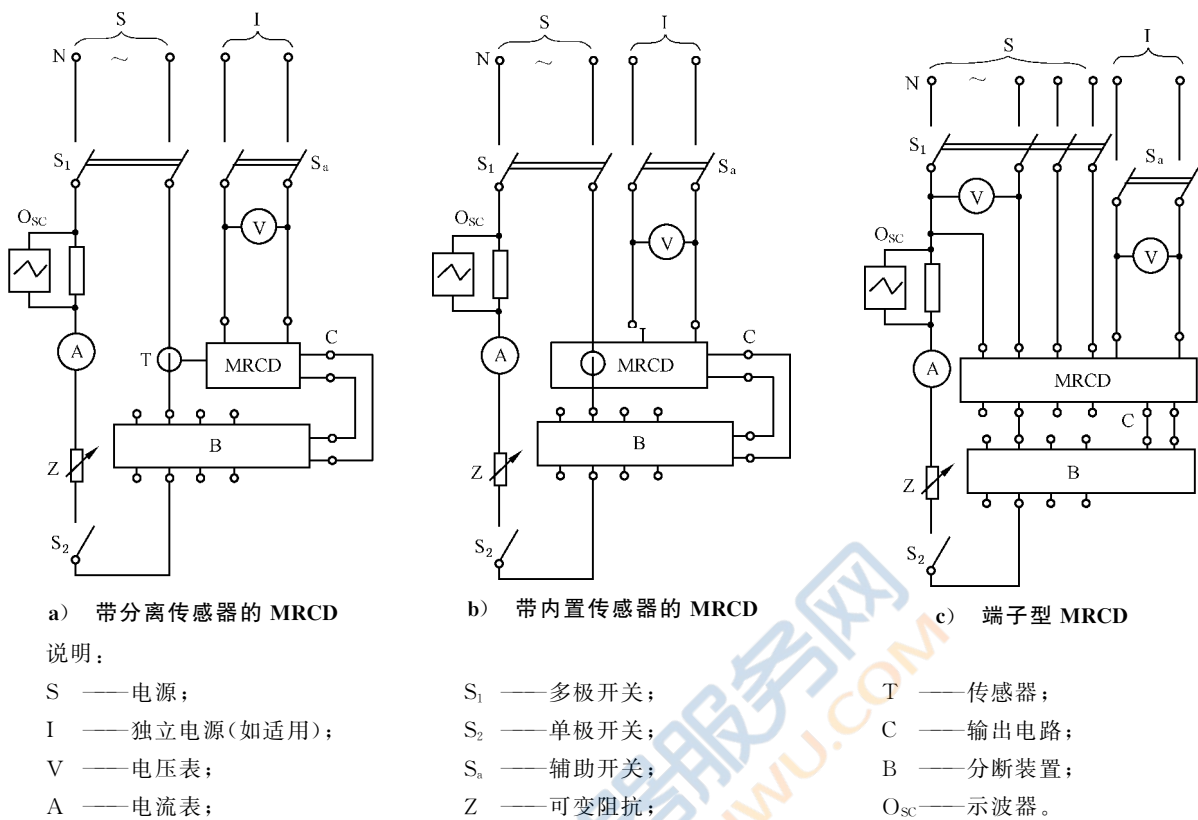


图 M.2 验证在突然出现剩余电流情况下动作的试验电路(带分断装置)

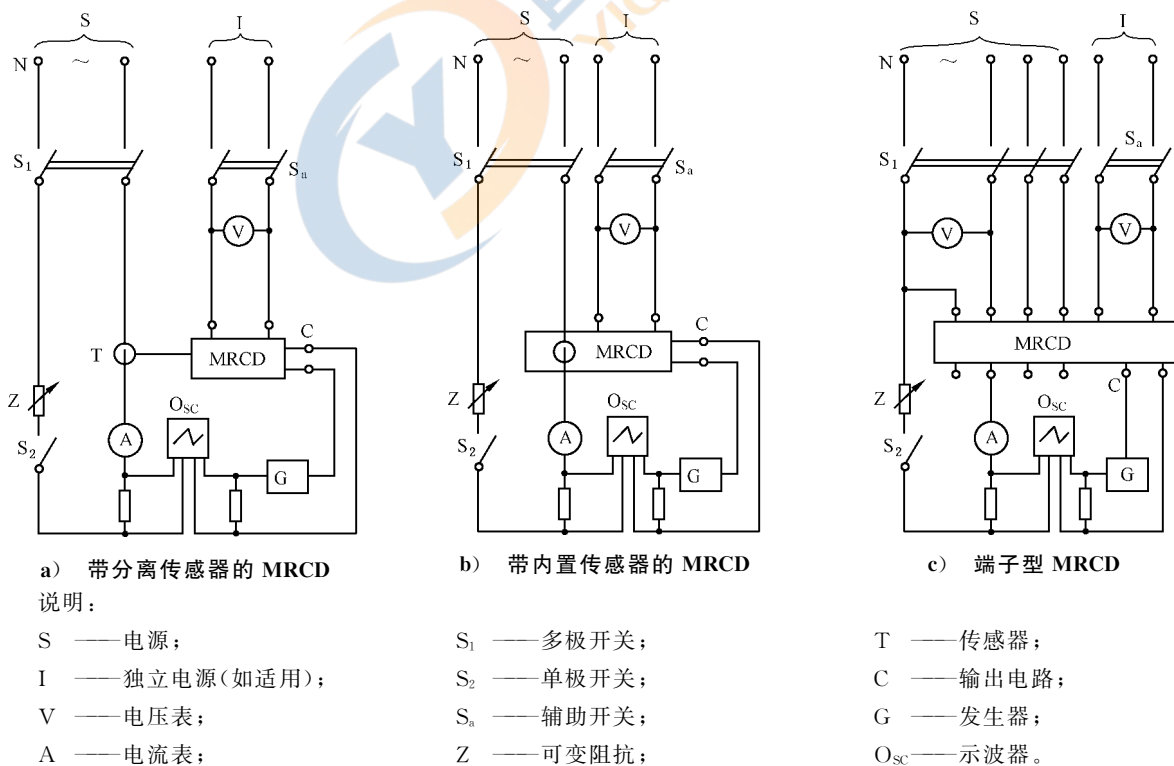
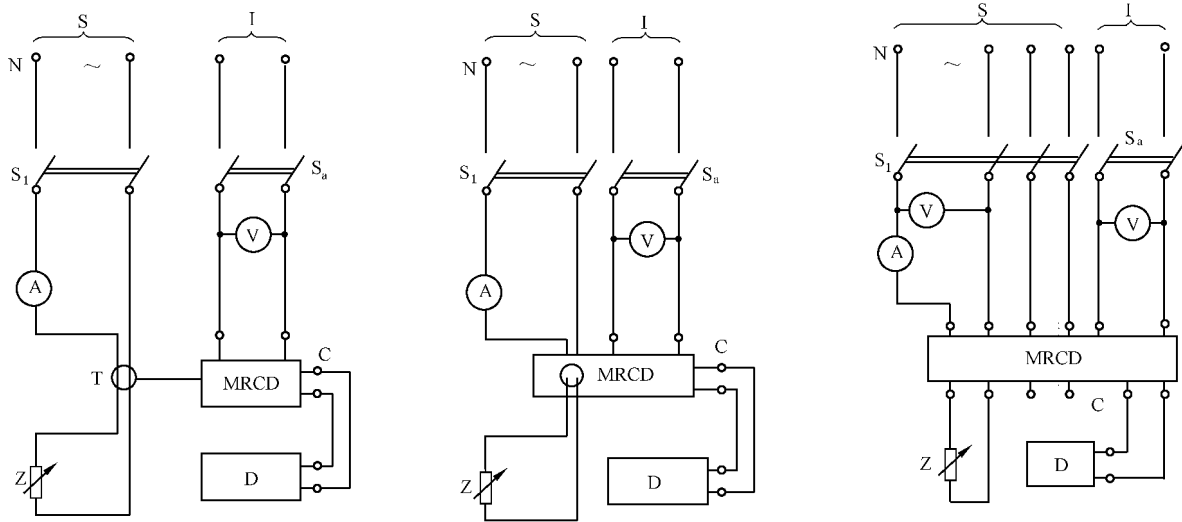


图 M.3 验证在突然出现剩余电流情况下动作的试验电路(无分断装置)



a) 带分离传感器的 MRCD

b) 带内置传感器的 MRCD

c) 端子型 MRCD

说明:

S —— 电源;

I —— 独立电源(如适用);

V —— 电压表;

A —— 电流表;

S₁ —— 多极开关;

S_a —— 辅助开关;

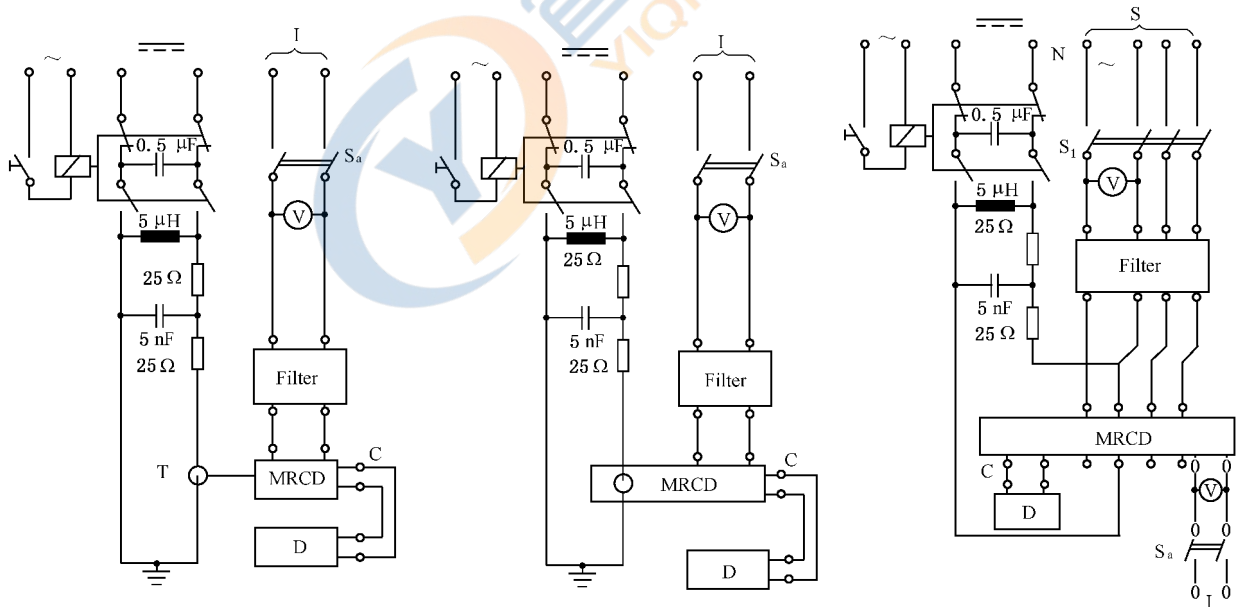
Z —— 可调阻抗;

T —— 传感器;

C —— 输出电路;

D —— 指示状态改变的装置。

图 M.4 验证在过电流情况下不动作极限值的试验电路



a) 带分离传感器的 MRCD

b) 带内置传感器的 MRCD

c) 端子型 MRCD

说明:

S —— 电源;

I —— 独立电源(如适用);

V —— 电压表;

S₁ —— 多极开关;

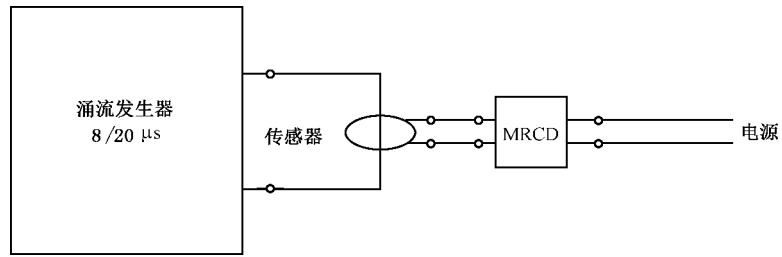
S_a —— 辅助开关;

T —— 传感器;

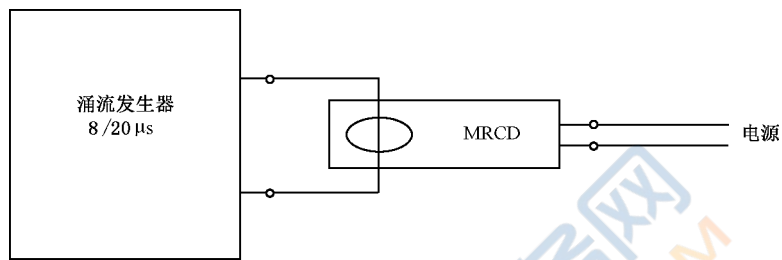
C —— 输出电路;

D —— 指示状态改变的装置。

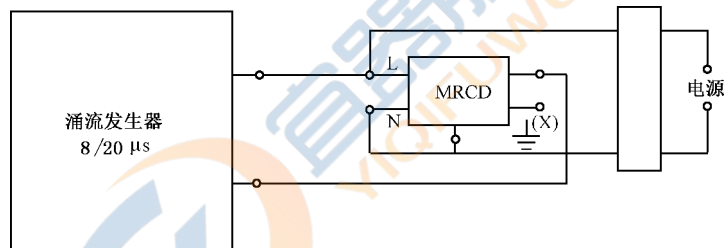
图 M.5 验证在电网电容负载情况下抗误动作的试验电路



a) 带分离传感器的 MRCD

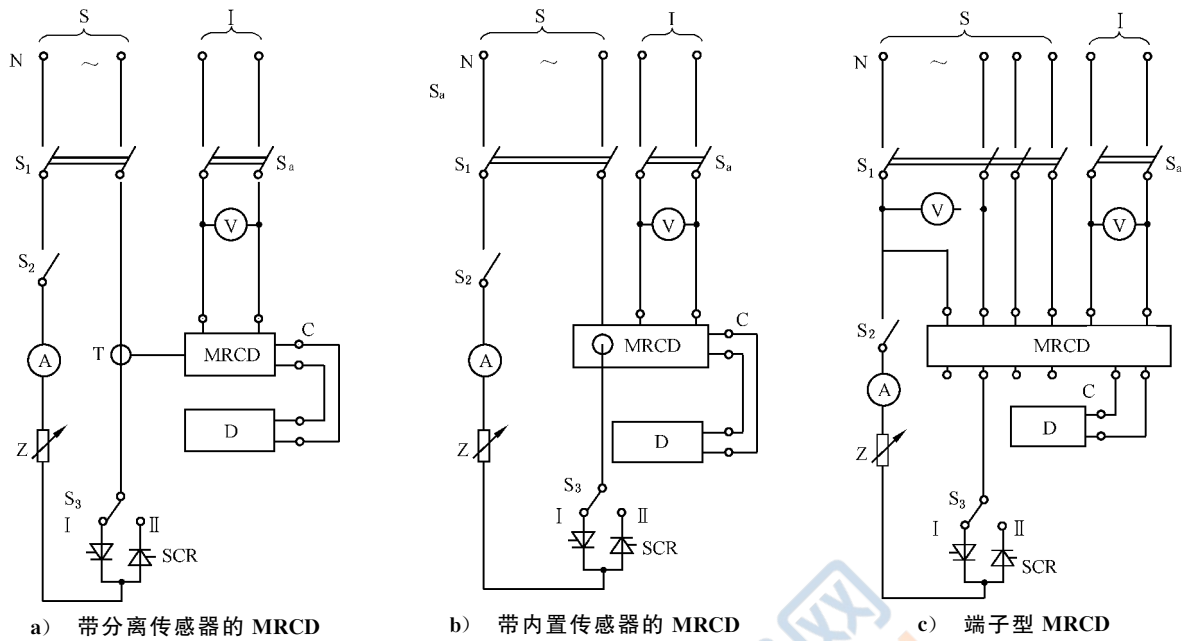


b) 带内置传感器的 MRCD



c) 端子型 MRCD

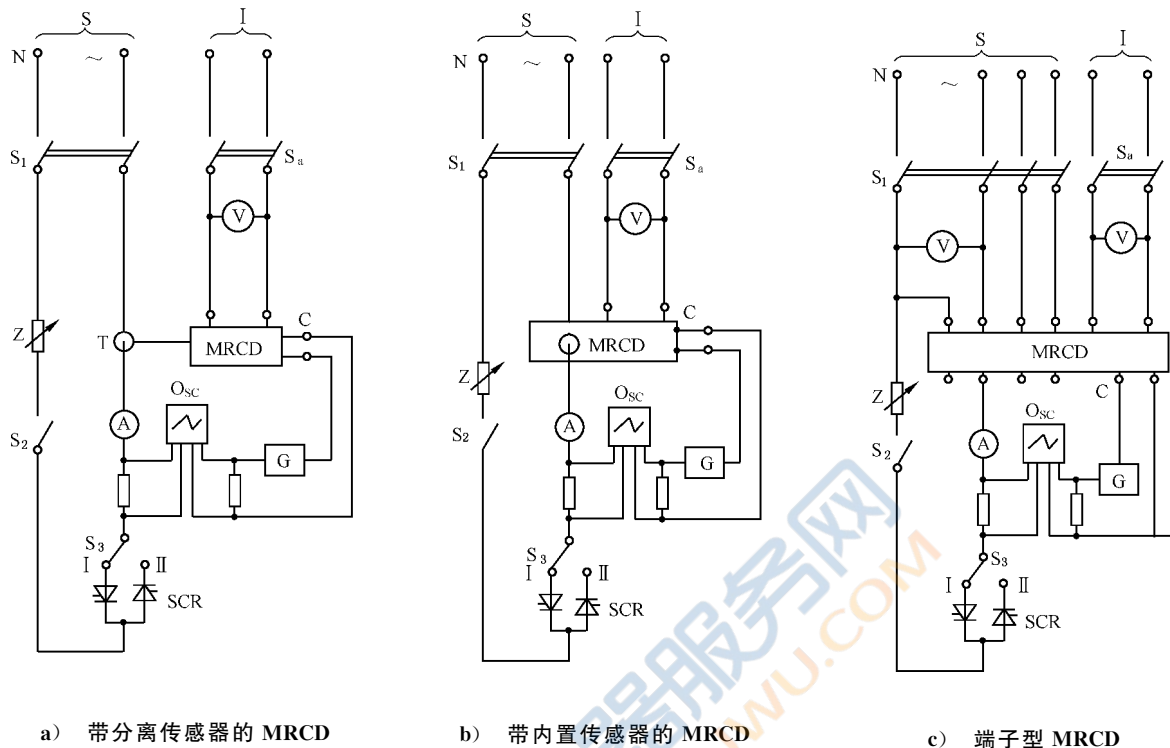
图 M.6 验证在闪络无后续电流情况下抗误动作的试验电路



说明：

- S —— 电源；
- I —— 独立电源(如适用)；
- V —— 电压表；
- A —— 电流表；
- S₁ —— 多极开关；
- S₂ —— 单极开关；
- S₃ —— 换向开关；
- S_a —— 辅助开关；
- Z —— 可调阻抗；
- T —— 传感器；
- C —— 输出电路；
- D —— 指示状态改变的装置；
- SCR —— 晶闸管。

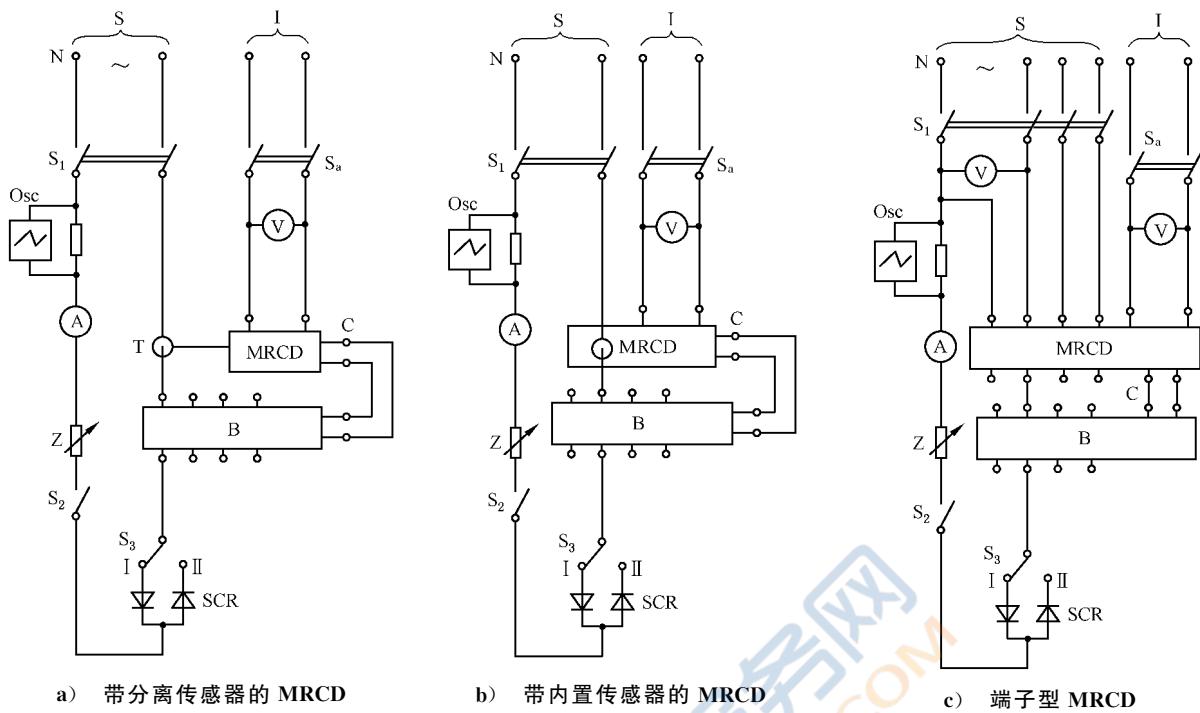
图 M.7 验证在脉动直流剩余电流连续上升情况下动作的试验电路



说明:

- S —— 电源;
- I —— 独立电源(如适用);
- V —— 电压表;
- A —— 电流表;
- S₁ —— 多极开关;
- S₂ —— 单极开关;
- S₃ —— 换向开关;
- S_a —— 辅助开关;
- Z —— 可调阻抗;
- T —— 传感器;
- C —— 输出电路;
- G —— 发生器;
- O_{sc} —— 示波器;
- SCR —— 晶闸管。

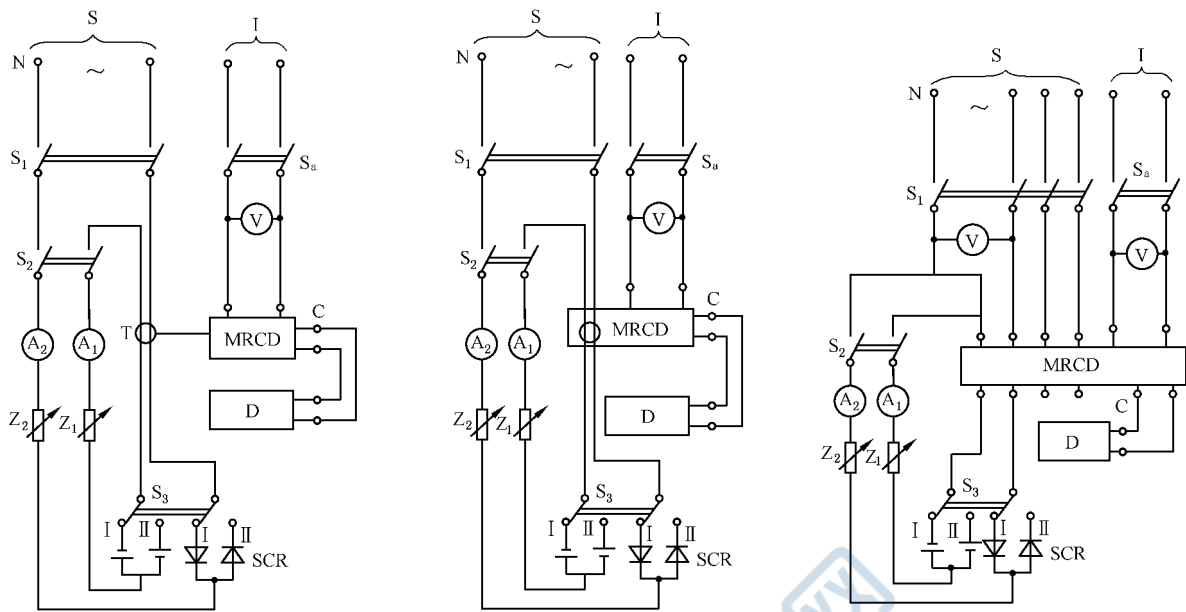
图 M.8 验证在突然出现脉动直流剩余电流情况下的试验电路(无断开装置)



说明：

- S —— 电源；
- I —— 独立电源（如适用）；
- V —— 电压表；
- A —— 电流表；
- S₁ —— 多极开关；
- S₂ —— 单极开关；
- S₃ —— 换向开关；
- S_a —— 辅助开关；
- Z —— 可调阻抗；
- T —— 传感器；
- C —— 输出电路；
- B —— 断开装置；
- Osc —— 示波器；
- SCR —— 晶闸管。

图 M.9 验证在突然出现脉动直流剩余电流情况下的试验电路（有断开装置）



a) 带分离传感器的 MRCD

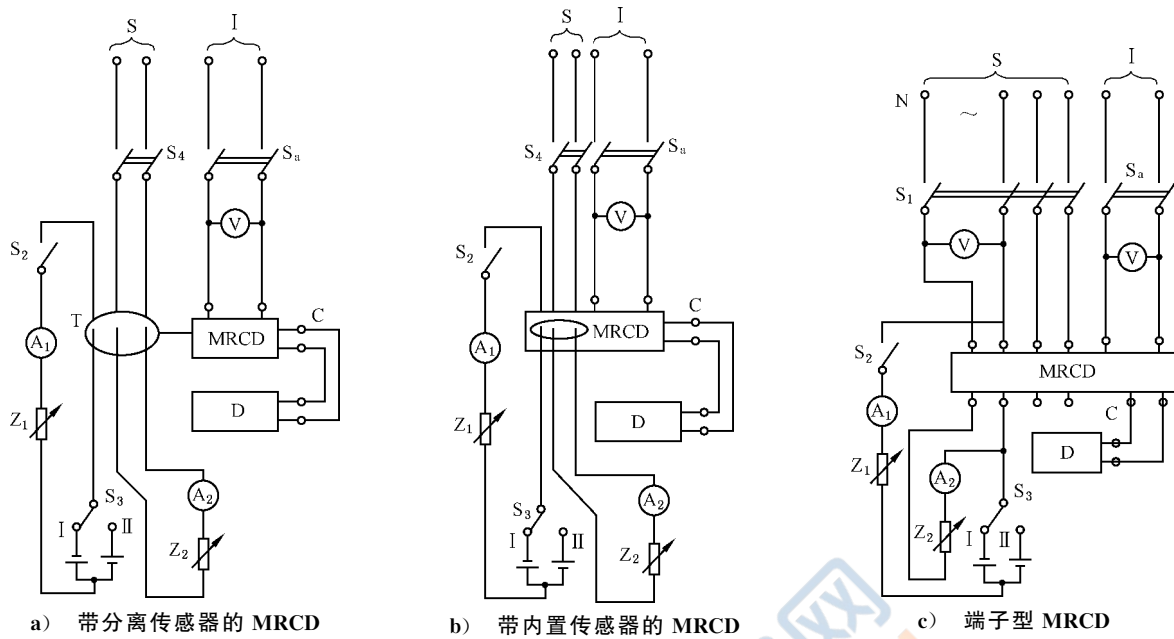
b) 带内置传感器的 MRCD

c) 端子型 MRCD

说明：

- S —— 电源；
- I —— 独立电源(如适用)；
- V —— 电压表；
- A₁ —— 直流电流表；
- A₂ —— 测量交流有效值的电流表；
- S₁ —— 多极开关；
- S₂ —— 双极开关；
- S₃ —— 双极换向开关；
- S_a —— 辅助开关；
- Z —— 可调阻抗；
- T —— 传感器；
- C —— 输出电路；
- D —— 指示状态改变的装置；
- SCR —— 晶闸管。

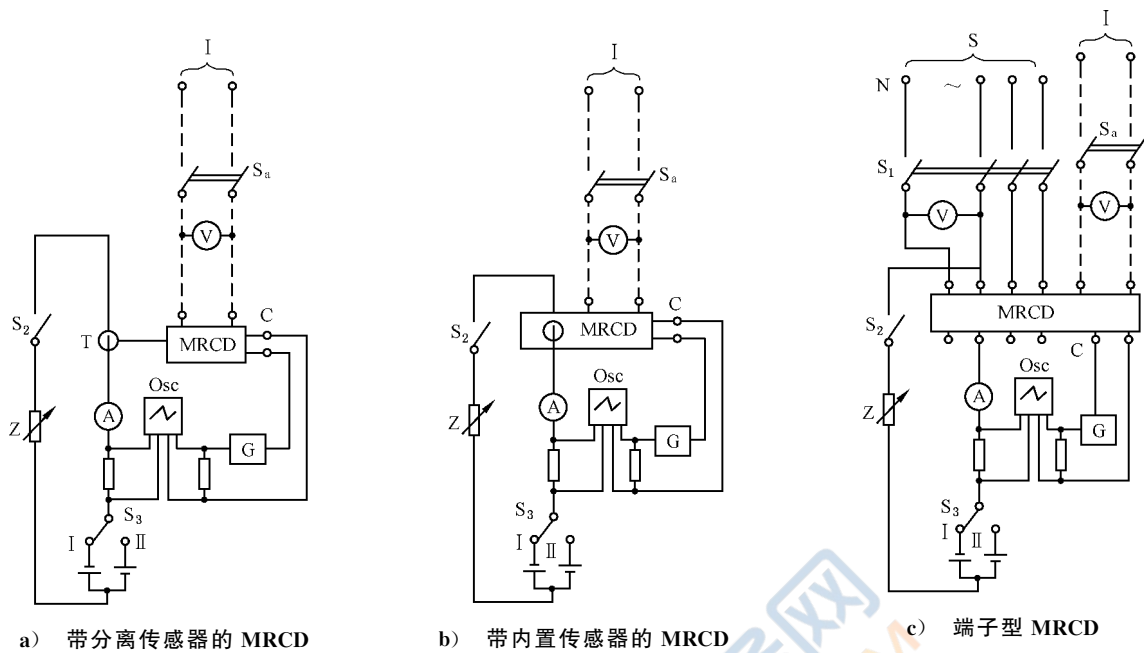
图 M.10 验证在脉动直流剩余电流叠加平滑直流情况下动作的试验电路



说明：

- S —— 电源；
- I —— 独立电源(如适用)；
- V —— 电压表；
- A₁ —— 直流电流表；
- A₂ —— 测量交流有效值的电流表；
- S₁ —— 多极开关；
- S₂ —— 单极开关；
- S₃ —— 双极换向开关；
- S₄ —— 双极开关；
- S_a —— 辅助开关；
- Z₁、Z₂ —— 可调阻抗；
- T —— 传感器；
- C —— 输出电路；
- D —— 指示状态改变的装置。

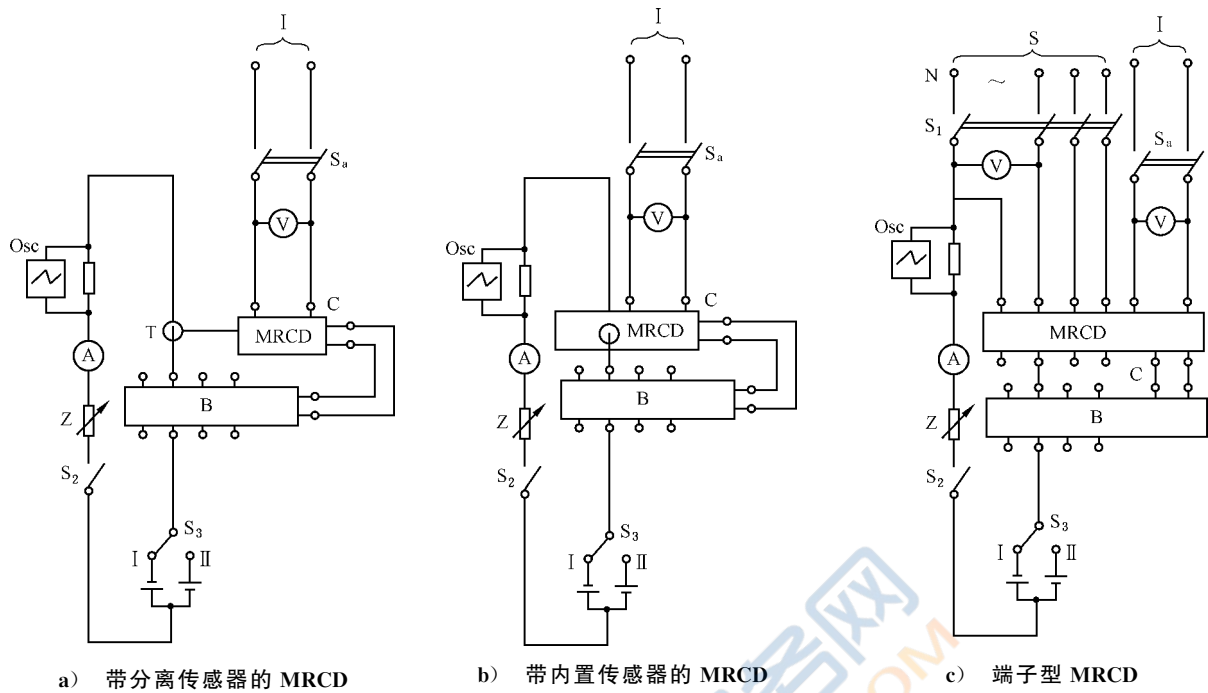
图 M.11 验证在平滑直流剩余电流缓慢增加情况下动作的试验电路



说明：

- S —— 电源；
- I —— 独立电源(如适用)；
- V —— 电压表；
- A —— 直流电流表；
- S₁ —— 多极开关；
- S₂ —— 单极开关；
- S₃ —— 换向开关；
- S_a —— 辅助开关；
- Z —— 可调阻抗；
- T —— 传感器；
- C —— 输出电路；
- G —— 发生器；
- Osc —— 示波器。

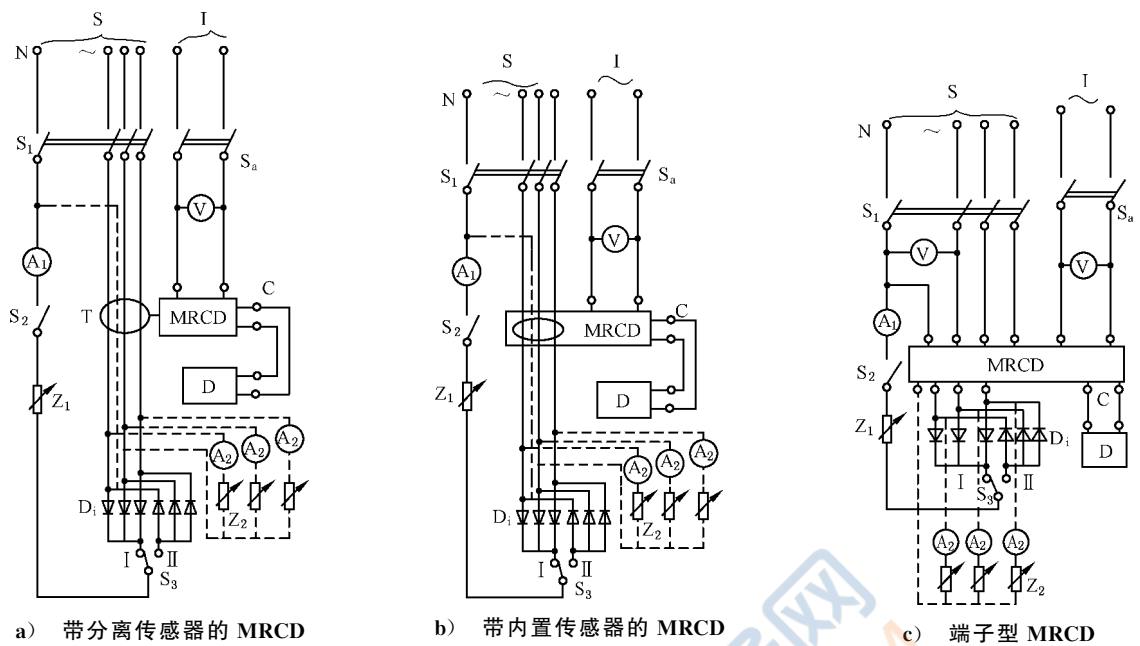
图 M.12 验证在突然出现平滑直流剩余电流情况下动作的试验电路(无断开装置)



说明：

- S —— 电源；
- I —— 独立电源(如适用)；
- V —— 电压表；
- A —— 直流电流表；
- S₁ —— 多极开关；
- S₂ —— 单极开关；
- S₃ —— 换向开关；
- S_a —— 辅助开关；
- Z —— 可调阻抗；
- T —— 传感器；
- C —— 输出电路；
- B —— 断开装置；
- Osc —— 示波器。

图 M.13 验证在突然出现平滑直流剩余电流情况下动作的试验电路(有断开装置)



a) 带分离传感器的 MRCD

b) 带内置传感器的 MRCD

c) 端子型 MRCD

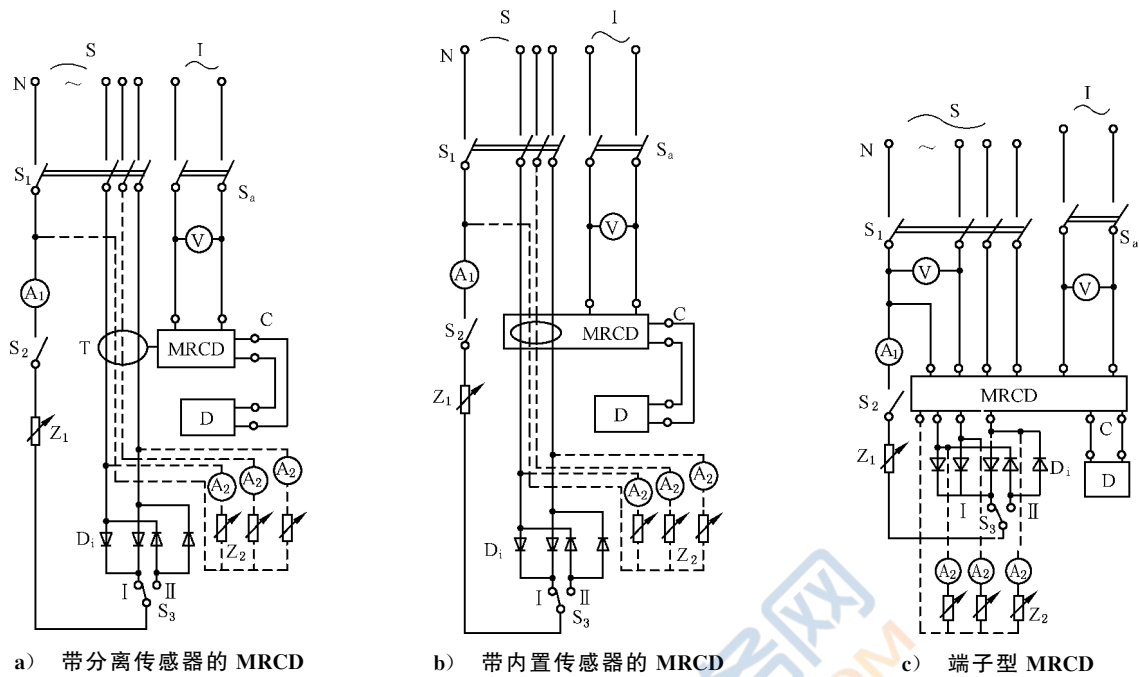
说明:

- S —— 电源;
- I —— 独立电源(如适用);
- V —— 电压表;
- A₁ —— 直流电流表;
- A₂ —— 交流电流表;
- S₁ —— 多极开关;
- S₂ —— 单极开关;
- S_a —— 辅助开关;
- S₃ —— 转换开关;
- Z₁、Z₂ —— 可调阻抗;
- T —— 传感器;
- C —— 输出电路;
- D —— 指示状态改变的装置;
- D_i —— 二极管。

为了验证动作时间,将装置 D 替换为示波器,监测剩余电流和 MRCD 输出(见图 M.8 和图 M.12)。

为了验证组合时间,将装置 D 替换为电流断开装置,与剩余电流支路串联。示波器监测剩余电流来测量组合时间(见图 M.9 和图 M.13)。

图 M.14 验证在由三脉动星形或六脉动桥形连接电路中故障所造成的
剩余电流缓慢上升情况下动作的试验电路



a) 带分离传感器的 MRCD

b) 带内置传感器的 MRCD

c) 端子型 MRCD

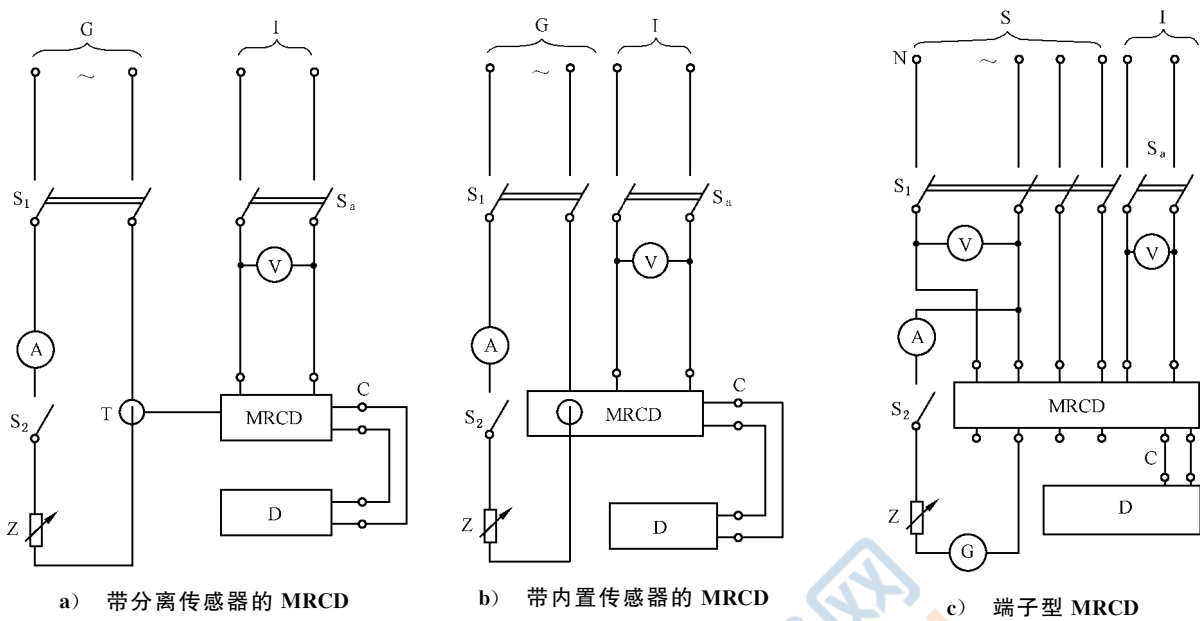
说明:

- S —— 电源;
- I —— 独立电源(如适用);
- V —— 电压表;
- A₁ —— 直流电流表;
- A₂ —— 交流电流表;
- S₁ —— 多极开关;
- S₂ —— 单极开关;
- S_a —— 辅助开关;
- S₃ —— 转换开关;
- Z₁、Z₂ —— 可调阻抗;
- T —— 传感器;
- C —— 输出电路;
- D —— 指示状态改变的装置;
- D_i —— 二极管。

为了验证动作时间,将装置 D 替换为示波器,监测剩余电流和 MRCD 输出(见图 M.8 和图 M.12)。

为了验证组合时间,将装置 D 替换为电流断开装置,与剩余电流支路串联。示波器监测剩余电流来测量组合时间(见图 M.9 和图 M.13)。

图 M.15 验证在由二脉动桥形连接线对线电路中故障所造成的
剩余电流缓慢上升情况下动作的试验电路



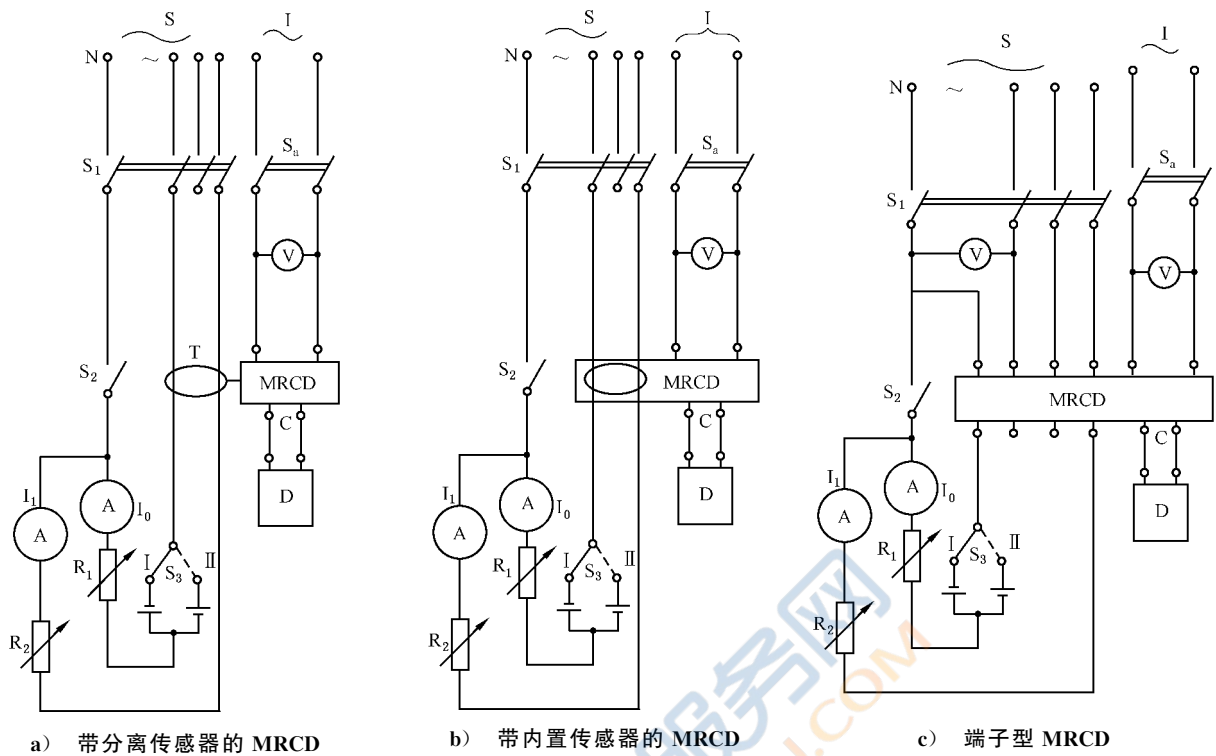
说明：

- S —— 电源；
- I —— 独立电源(如适用)；
- V —— 电压表；
- A —— 交流电流表；
- S₁ —— 多极开关；
- S₂ —— 单极开关；
- G —— 发生器；
- S_a —— 辅助开关；
- Z —— 可调阻抗；
- T —— 传感器；
- C —— 输出电路；
- D —— 指示状态改变的装置。

为了验证动作时间，将装置 D 替换为示波器，监测剩余电流和 MRCD 输出(见图 M.8 和图 M.12)。

为了验证组合时间，将装置 D 替换为电流断开装置，与剩余电流支路串联。示波器监测剩余电流来测量组合时间(见图 M.9 和图 M.13)。

图 M.16 1 000 Hz 及以上的复合剩余电流和正弦交流剩余电流的试验电路



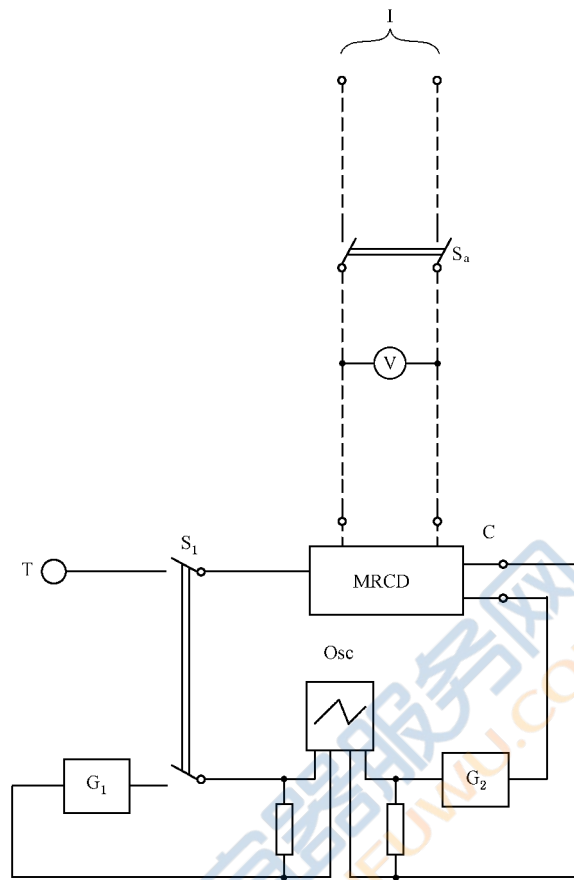
说明：

- S —— 电源；
- I —— 独立电源(如适用)；
- V —— 电压表；
- A —— 交流电流表；
- S₁ —— 多极开关；
- S₂ —— 单极开关；
- S₃ —— 转换开关；
- S_a —— 辅助开关；
- R₁、R₂ —— 可调阻抗；
- T —— 传感器；
- C —— 输出电路；
- D —— 指示状态改变的装置。

为了验证动作时间,将装置 D 替换为示波器,监测剩余电流和 MRCD 输出(见图 M.8 和图 M.12)。

为了验证组合时间,将装置 D 替换为电流断开装置,与剩余电流支路串联。示波器监测剩余电流来测量组合时间(见图 M.9 和图 M.13)。

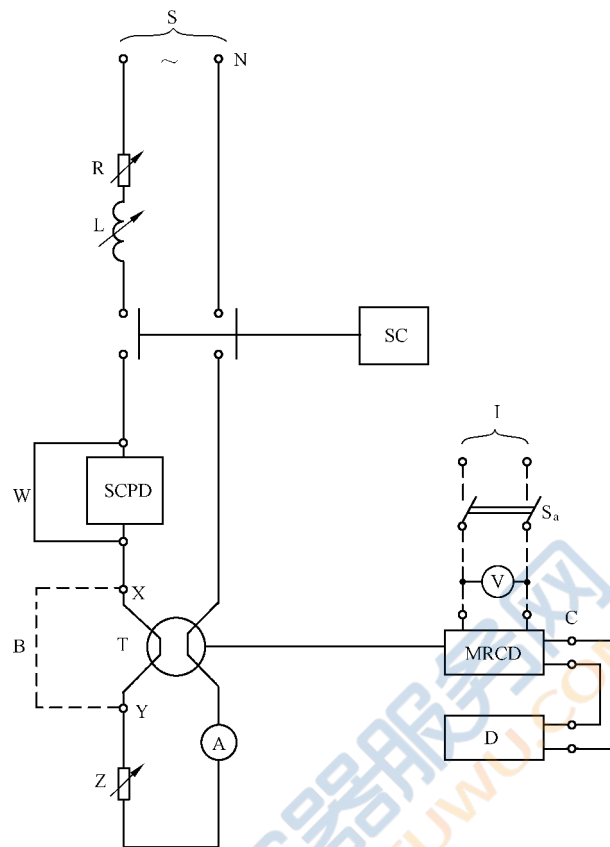
图 M.17 交流剩余电流叠加平滑直流剩余电流情况下 MRCD 正确动作的试验电路



说明：

- I —— 独立电源(如适用)；
- V —— 电压表；
- S₁ —— 多极开关；
- S_a —— 辅助开关；
- T —— 传感器；
- C —— 输出电路；
- G₁、G₂ —— 发生器；
- Osc —— 示波器。

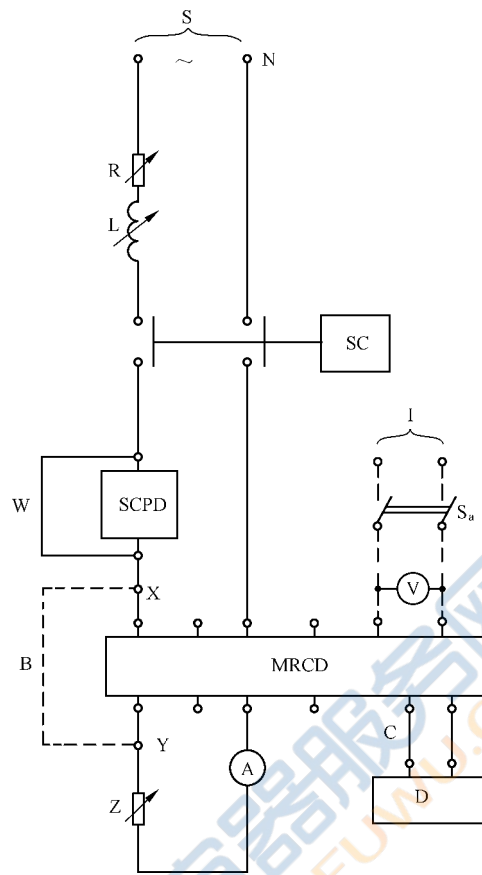
图 M.18 验证带分离传感器的 MRCD 在传感器连接线故障情况下性能的试验电路



说明：

- S —— 电源；
- I —— 独立电源(如适用)；
- V —— 电压表；
- A —— 电流表；
- S_a —— 辅助开关；
- SC —— 短路开关；
- W —— 临时连线；
- L —— 可调电抗；
- R —— 可调电阻；
- Z —— 可调阻抗；
- T —— 传感器；
- C —— 输出电路；
- D —— 指示状态改变的装置；
- SCPD —— 短路保护装置；
- B —— 剩余短路电流试验的连接(代替通过传感器的连接)。

图 M.19 验证带分离传感器的 MRCD 在短路情况下性能的试验电路



说明:

- S —— 电源;
- I —— 独立电源(如适用);
- A —— 电流表;
- V —— 电压表;
- S_a —— 辅助开关;
- SC —— 短路开关;
- W —— 临时连线;
- L —— 可调电抗;
- R —— 可调电阻;
- Z —— 可调阻抗;
- C —— 输出电路;
- D —— 指示状态改变的装置;
- SCPD —— 短路保护装置;
- B —— 剩余短路电流试验的连接(代替通过传感器的连接)。

图 M.21 验证端子型 MRCD 在短路情况下性能的试验电路

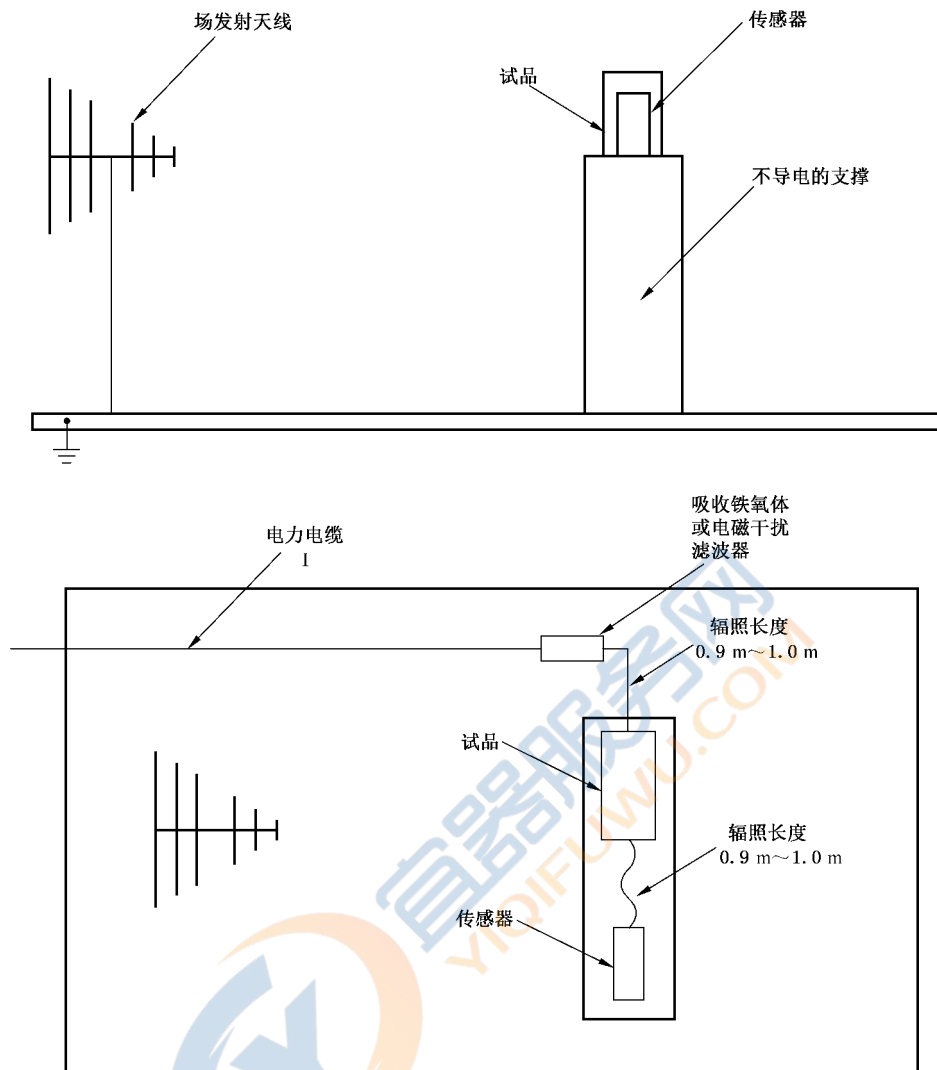


图 M.22 验证射频电磁场辐射抗扰度——对带分离传感器的 MRCD 的试验装置
(对附录 B 试验的补充)

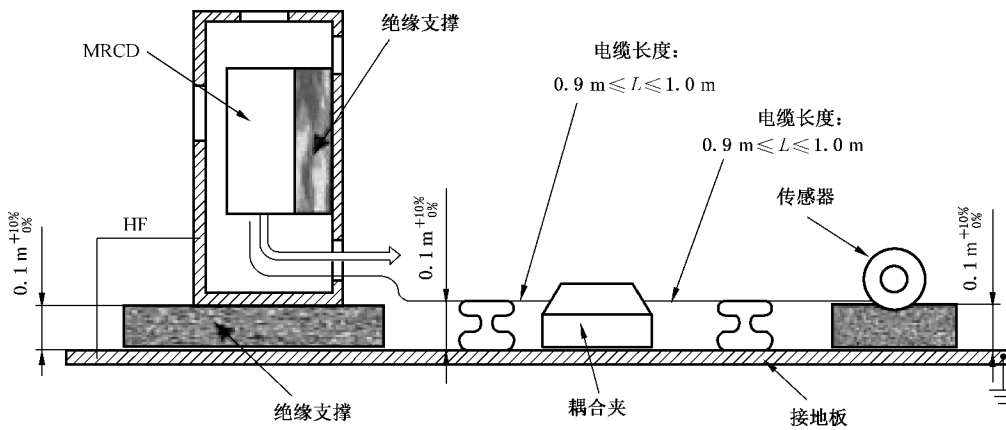
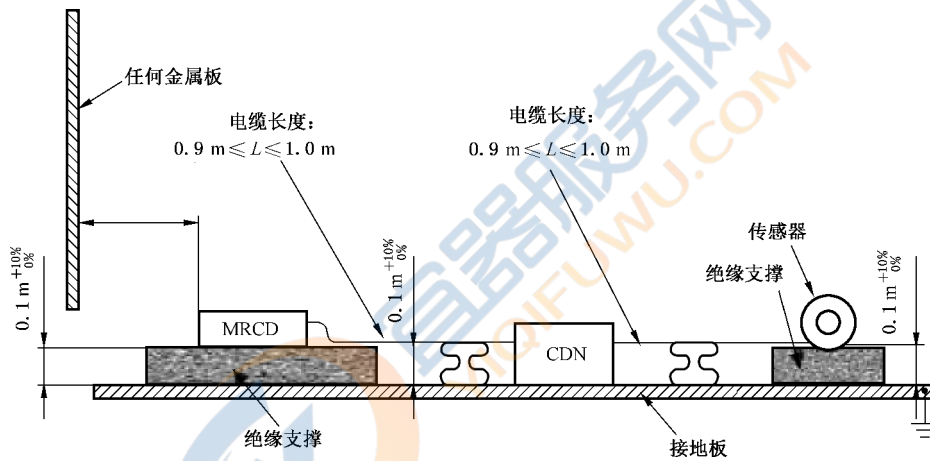


图 M.23 验证对带分离传感器的 MRCD 的传感器连接导线电快速瞬变/脉冲群(EFT/B)的抗扰度
(对附录 B 试验的补充)



说明:

CDN——耦合/去耦合网络。

图 M.24 验证射频场感应的传导骚扰的抗扰度——对带分离传感器的 MRCD 的试验装置
(对附录 B 试验的补充)

附 录 N (规范性附录)

电磁兼容——不包括在附录 B、附录 F 和附录 M 中附件的附加要求和试验

N.1 概述

N.1.1 一般要求

本附录适用于装在断路器内或断路器上的带电子电路(见 GB/T 14048.1—2012 中 7.3)的附件,对 GB/T 14048.1—2012 中 7.3 做如下修改:

——7.3.3.1 无电子线路电器的发射改为:

无电子线路电器的电磁发射已符合要求,无需进行试验验证。

注 1: 对无电子线路电器而言,电磁骚扰只是在电器开关操作瞬间时偶然产生,按照 GB/T 9254,骚扰的持续时间小于 200 ms。

上述发射频率、水平及影响是属于低压装置正常电磁环境的组成部分。

——7.3.3.2.1 高频发射极限修改为:

对于具有电子线路,能产生高频(超过 9 kHz)不间断电磁骚扰的电器,依据 GB 4824 的环境 A 和环境 B,其发射应不超过有关产品标准规定的极限。

注 2: 一次骚扰时间不超过 200 ms 不需要进行进一步的验证试验。

且这些附件不包括在附录 B(带有剩余电流保护的断路器)、附录 F(带电子过电流保护的断路器)和附录 M(剩余电流装置模块)中。

本附录包括断路器的辅助元件,诸如欠电压脱扣器、分励脱扣器、闭合脱扣器、电动机操作机构、远程状态指示器等。但通信模块不包括在内。

本附录在这些附件的特定试验条件和合格标准方面对附录 J 作补充。

N.1.2 一般试验条件

按本附录的试验可与第 8 章的试验程序分开进行。

每一试验可用一个新的附件,或制造商要求时,几个试验可在一个附件上进行。

对有几个电源电压额定值的附件,应对每个额定电压用一个试品进行试验。

如果闭合脱扣器的结构(线圈和电子控制)与等同的分励脱扣器相同,则闭合线圈不需要做试验。

附件应按制造商说明书安装在断路器内或安装在断路器上。

预期长期接至供电电源的欠电压脱扣器和电源端口应施加额定电压,当额定电压有一个范围时,可施加电压范围内的任意方便的电压。

额定频率 50 Hz~60 Hz 的附件,可以在任何一个频率进行试验。

N.2 抗扰度

N.2.1 概述

N.2.1.1 试验条件

抗扰度试验可在一台装有各种附件的断路器上进行,也可与附录 B 和附录 F 相应的试验(例如静电放电、射频电磁场辐射等)结合进行。

除闭合脱扣器外,各种附件应在断路器处于闭合的状态下进行试验。

闭合脱扣器(如适用,见 N.1.1)应在断路器处于准备闭合(主弹簧已储能)的状态下进行试验。

N.2.1.2 性能标准

性能标准 A——在试验时,断路器的状态不应改变,远程指示模块的输出状态不应改变。

性能标准 B——在试验时,断路器的状态不应改变,而远程指示模块的输出状态可短暂改变,但在试验后,能指示断路器的正确状态。

试验后,应进行 N.2.1.3 的简化的功能验证。

N.2.1.3 简化的功能验证

对两种性能标准,在试验后应在额定电压下验证附件的动作,当额定电压有一范围时,可在此电压范围内的任意方便的电压下验证:

- a) 当欠电压脱扣器通电时,应不妨碍断路器闭合,当电压消失后断路器应脱扣。
- b) 当分励脱扣器通电时应使断路器脱扣。
- c) 当闭合脱扣器通电时应使断路器闭合。
- d) 当电动机操作机构按制造商说明书通电时应能使断路器闭合和断开。

注:这些试验仅用来校验这些附件进行抗扰度试验时没有损坏,而不是用来校验是否完全符合本部分正文的要求。

N.2.2 静电放电

附录 J 适用,特别是 J.2.2。

N.2.1.2 中性能标准 B 适用。

N.2.3 射频电磁场辐射

附录 J 适用,特别是 J.2.3。

本试验连接应按 GB/T 17626.3—2016 中图 5 或图 6(如适用),并考虑制造商的安装说明。所用电缆的类型应在试验报告中载明。

对第 1 步(见 J.2.3),性能标准 A 适用。

对第 2 步(见 J.2.3),在 J.2.3 所列的每一个频率上,应按 N.2.1.3 校验附件的动作。本试验不适用于远程状态指示器。

N.2.4 电快速瞬变/脉冲群(EFT/B)

附录 J 适用,特别是 J.2.4。

本试验连接按照 GB/T 17626.4—2018 中图 11、图 12、图 13 和图 14,并考虑到制造商安装说明。

性能标准 A 适用。

N.2.5 浪涌

附录 J 适用,特别是 J.2.5。

本试验连接按照 GB/T 17626.5—2019 中图 5、图 6、图 7、图 8、图 9、图 10 或图 11,并考虑制造商安装说明。

性能标准 B 适用。

N.2.6 射频场感应的传导骚扰(共模)

附录 J 适用,特别是 J.2.6。

对第 1 步(见 J.2.6),性能标准 A 适用。

对第 2 步(见 J.2.6),在 J.2.6 所列的每一个频率上,应按 N.2.1.3 校验附件的动作。本试验不适用于远程状态指示器。

N.2.7 电压暂降和中断

本试验仅适用于交流电源长期供电的附件。

按 GB/T 17626.11,在 GB/T 14048.1—2012 中表 23 的试验水平下进行试验。

试验时,断路器的状态可改变。远程状态指示模块的输出状态也可改变,但在试验后应指示断路器的正确状态。试验后应按 N.2.1.3 校验附件正确动作。

N.3 发射

N.3.1 概述

本试验适用于装有基本开关频率大于 9 kHz 的电子电路的附件(见 GB/T 14048.1—2012 中 7.3.3.2.1),并用于长期工作(例如欠电压脱扣器),对 GB/T 14048.1—2012 中 7.3.3.2.1 做如下修改。

7.3.3.2.1 高频发射极限修改为:

对于具有电子线路,能产生高频(超过 9 kHz)不间断电磁骚扰的电器,依据 GB 4824 的环境 A 和环境 B,其发射应不超过有关产品标准规定的极限。

注:一次骚扰时间不超过 200 ms 不需要进行进一步的验证试验。

本试验不适用于仅与切断开关(内装或分装)一起使用的分励脱扣器。

本试验不适用于未带长期通电电子电路的电动机操作机构,因为这些附件操作很不频繁,同时操作持续时间(闭合、断开或再扣)也极短(几百毫秒到几秒)。

每种装置应分别进行发射试验,这些试验不应与附录 B 和附录 F 相应的试验结合进行。

闭合脱扣器(如有,见 N.1.1),应在断路器处于准备闭合(主弹簧已储能)的状态下进行试验。

欠电压脱扣器和闭合脱扣器应在断路器闭合状态下进行试验。

分励脱扣器和电动机操作机构应在断路器处于断开的状态下进行试验。

远程状态指示器应在断路器处于闭合的状态下进行试验。

N.3.2 射频传导骚扰(150 kHz~30 MHz)

附录 J 适用,特别是 J.3.2。

N.3.3 射频辐射骚扰(30 MHz~1 000 MHz)

附录 J 适用,特别是 J.3.3。

附录 O
(规范性附录)
瞬时脱扣断路器(ICB)

O.1 概述

本附录仅适用于具有本部分正文规定的过电流保护的短路部分的断路器,以下简称 ICB。断路器装设瞬时短路脱扣器,它可以是可调的,但没有过载脱扣器,此装置一般用于与其他设备,诸如电动机起动器,过载继电器等一起使用。这类装置与指定的过载继电器组合,可对电路和指定设备提供全面的过电流保护(过载和短路)。

ICB 由原体断路器省去过载脱扣器,但组装一个短路脱扣器派生而成,它可以是可调的,形成断路器系列的一部分(见 O.2.1)。当它与指定的电动机起动器或过载继电器组合时,可提供同等的过电流保护。

O.2 定义

除第 2 章所给术语与定义外,增加以下术语与定义。

O.2.1

原体断路器 equivalent circuit-breaker

派生 ICB 的断路器,该断路器已按本部分试验,并且和 ICB 具有相同的壳架等级。

O.3 额定值

O.3.1 一般要求

第 4 章特性适用,但过载脱扣特性除外,并增加下列条款。

O.3.2 额定电流(I_n)

ICB 的额定电流应不超过原体断路器的额定电流。

O.3.3 额定短路接通能力

ICB 可规定一个不同于原体断路器的额定短路接通能力。

注:当与指定电动机起动器或过载继电器组合,并按 GB/T 14048.4 有关条款试验时,ICB 可规定一个等于或大于原体断路器的额定短路接通能力(见 O.6.2)。

O.3.4 额定短路分断能力

ICB 可规定一个不同于原体断路器的额定短路分断能力。

注:当与指定电动机起动器或过载继电器组合,并按 GB/T 14048.4 有关条款试验时,ICB 可规定一个等于或大于原体断路器 I_{co} 的额定短路分断能力(见 O.6.2)。

O.4 产品资料

ICB 应按 5.2 有关条款标志:

如适用,应标志额定短路接通和分断能力(见 O.6.1.1)。如果对 ICB 只规定了与电动机起动器或过载继电器组合的短路额定值(见 O.6.2),则该组合的短路额定值不应标志在 ICB 上。

此外,ICB 应按表 O.1 进行标志。

表 O.1 产品信息

项目	信息	标志位置
O1.1	首字母缩写“ICB”	可见
O2.1	额定瞬时脱扣电流整定值 I_i (见 2.20)(实际值或额定电流倍数)	标志
<p>注:</p> <p>可见:断路器安装在运行位置,操动器易触及,从正前方可见。</p> <p>标志:标明在产品上。</p>		

在制造商说明书中应指出:低于额定瞬时短路电流整定值,ICB 不能对自身或电路提供过电流保护,这种保护应单独提供。

当 ICB 不是和特定的装置(见 O.6.2)组合时,制造商应提供可能选用的合适的过电流保护的数据,例如 ICB 在最大瞬时整定值以下的耐受特性。

O.5 结构与性能要求

从原体断路器派生的 ICB(见 O.2.1)符合第 7 章全部适用的结构和性能要求,但不包括 7.2.1.2.4b)。

O.6 试验

O.6.1 ICB 单独试验程序

O.6.1.1 概述

属下列情况,不需进行本条试验:

- ICB 的短路脱扣器和主电流路径的短路性能与原体断路器相同,或
- ICB 仅按一个组合装置确定额定值和进行试验(见 O.6.2)。

应对每个壳架等级额定电流 I_n 的最大值和最小值的每个值下一台试品进行试验。

在同一壳架等级中有一个或多个结构段(见 2.1.2 和 7.1.6)的情况,应增加一台相应于每个结构段的最大额定电流试品进行试验。

O.6.1.2 试验程序

试验按本部分程序 II 和 III 进行,但不验证过载脱扣器。

对具有不同极数派生的 ICB,这些试验应在最大极数派生 ICB 上进行,其他派生 ICB 应只进行程序 III 试验(无需进行过载脱扣器验证)。

O.6.1.3 验证短路脱扣器

继 O.6.1.2 试验后,按 8.3.3.2.2 在额定瞬时脱扣电流最大整定值下,依次对每个相极进行试验。在制造商对单独极规定的脱扣电流值下进行试验,ICB 应脱扣。

O.6.2 与规定的保护装置(即电动机起动器或过载继电器)组合的 ICB

本组合适用的试验要求包括在 GB/T 14048.4 的有关部分中,特别是下列条款:

- 与短路保护装置的配合;
- 适于隔离的组合起动器和保护起动器的附加要求;
- 在短路条件下的性能;
- 在起动器和组合 SCPD 之间的交接电流下的配合。

注:在 GB/T 14048.4 中的符号 SCPD 适用于各种短路保护装置,包括 ICB。



附 录 P
(规范性附录)
光伏用直流断路器

P.1 适用领域

本附录适用于直流额定电压至 1 500 V,预期用于光伏系统的直流断路器,以下称为“PV 断路器”。PV 系统用断路器的电气性能、环境及运行条件与本部分主体部分规定的通用条件不同。因此修订要求适用于 PV 系统的应用。

本附录的目的是规定:

- 用于 PV 系统直流侧断路器的要求。
- 用于验证在 PV 运行环境下产品的性能及其持续性的试验。

P.2 定义

第 2 章适用。

P.3 分类

第 3 章适用。

P.4 PV 断路器特性

第 4 章适用,并做如下修改:

不仅用于光伏应用的 PV 断路器应只有一个额定电流。

PV 断路器的额定冲击耐受电压(U_{imp})应符合表 P.1 要求。

表 P.1 PV 断路器的额定冲击电压耐受等级

额定工作电压最大值 V	额定冲击耐受电压值 V
300	2 500
600	4 000
1 000	6 000
1 500	8 000

注: 这些值是基于 GB/T 16895.32 过电压类别 II 的要求而确定。同样规定见 GB/T 16935.1—2008 和 GB/Z 16935.2—2013 附录 D。

P.5 标志

第 5 章适用并做增加和修改,见表 P.2。

不仅用于光伏场合的断路器应具有额定值 U_n 和与本附录一致的 I_{cu}/I_{cs} ,且应清楚标明并与本部分

中其他额定值分开。

表 P.2 产品信息

项目	信息	标志位置
P2.1	GB/T 14048.2—2020-附录 P 或 PV	标志
P3.1	每个额定值需要的各极串联方法及接线图	资料
注： 标志：标明在产品上。 资料：在制造商的资料中提供。		

P.6 正常工作、安装及运输条件

第 6 章以及下列补充内容适用：

制造商应给出周围空气温度高至 70 °C 的降容指南和低于 -5 °C 的操作指南。

P.7 结构及性能要求

P.7.1 结构要求

7.1 适用。

P.7.2 性能要求

7.2 适用并作如下修改：

PV 断路器应能分断其额定短路分断能力以下的所有电流，包括临界负载电流，如存在。断路器应能分断正向与反向电流。

通过 P.8.3 的试验来检测是否符合这些要求。

对于 7.2.4.1 的要求，PV 断路器不要求在过载条件下运行。过电流情况仅是短路引起，因此本条款没有试验要求。短路性能试验在 P.8.3.4~P.8.3.8 中规定。

对于 7.2.4.2 的操作性能，PV 断路器应能满足表 P.3 的要求。

表 P.3 操作循环次数

1 额定电流 ^a A	2 每小时的操作循环数 ^b	3 操作循环数		
		不通电流	通电流 ^c	总计
$I_n \leq 100$	120	9 700	300	10 000
$100 < I_n \leq 315$	120	7 800	200	8 000
$315 < I_n \leq 630$	60	4 800	200	5 000
$630 < I_n \leq 2 500$	20	2 900	100	3 000
$2 500 < I_n$	10	1 900	100	2 000

^a 指给定壳架等级的最大额定电流。

^b 第二列给出了最低操作频率。如制造商同意，此值可以增加；在这种情况下，应在试验报告中注明该操作频率。

^c 在每次操作循环中，断路器应保持足够的闭合时间以确保达到全电流值，但不超过 2 s。

根据 GB/T 16895.32 的安装规定,不需要考虑二次接地故障的风险。因此,本部分附录 H 不适用于 PV 断路器。

注:用于分断仅存在于一极上的微小故障电流的 PV 断路器正在考虑中。

P.7.3 (EMC)电磁兼容

7.3 适用。

P.8 试验

P.8.1 试验种类

8.1 适用。

P.8.2 验证结构要求

8.2 适用。

P.8.3 型式试验

8.3 适用并做如下修改。

P.8.3.1 试验程序

对于 8.3.1.2 的规定,如果 PV 断路器是由断路器派生,且已在产品上进行过相同或更严酷的试验,除非交流试验下的脱扣特性不能涵盖直流特性,那么从试验程序 I 中省略的试验无需再做。

对于 8.3.1.4,可选择性的试验程序不适用于 PV 断路器。

P.8.3.2 一般试验条件

在所有的试验中,断路器各极的接线应按照制造商的说明。

样品应按照表 10 的“端子未标记电源/负载”栏来进行选择和试验。

对于 8.3.2.2.5,短路试验、临界直流负载电流试验和操作性能试验电路的时间常数应为 1 ms。如果制造商有说明,可使用更高的值,并应记录在试验报告中。

P.8.3.3 试验程序 I

8.3.3 适用并做如下修改:

对于 8.3.3.4.3,在不通电流情况下的操作性能,表 P.3 给出了操作循环次数及每小时的循环次数。

对于 8.3.3.4.4,通电流情况下的操作性能,表 P.3 给出了操作循环次数及每小时的循环次数,时间常数应按照 P.8.3.2。如对电流方向没有要求,正负极各进行一半的操作。

对于 8.3.3.5,过载性能试验不适用。

P.8.3.4 试验程序 II

8.3.4 适用,并做如 P.8.3.2 所列的修改。

P.8.3.5 试验程序 III

8.3.5 适用,并做如 P.8.3.2 所列的修改。

P.8.3.6 试验程序Ⅳ

8.3.6 适用,并做如 P.8.3.2 所列的修改。

P.8.3.7 试验程序Ⅴ

8.3.7 适用,并做如 P.8.3.2 所列的修改。

P.8.3.8 试验程序Ⅵ

8.3.8 适用,并做如 P.8.3.2 所列的修改。

P.8.3.9 临界直流负载电流试验

8.3.9 适用,并作如下修改:

在每一试验电流下,断路器应进行闭合和断开操作 10 次,应在正向电流下进行 5 次操作,反向电流下进行 5 次操作。

时间常数应符合 P.8.3.2。

在操作性能验证中,断路器应能承受 100 次操作而非 50 次。

P.8.3.10 热循环试验

PV 断路器应承受 GB/T 2423.22 试验 Nb 规定的 50 次温度循环,每次循环在 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 保持 1 h,紧接着在 $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 保持 1 h,温度变化率应为 1 K/min 。50 次循环后,设备应恢复到室温 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$,保持最少 3 h。

PV 断路器应符合以下要求:

- 通过目测确定没有会影响正常运行和保护的变化和损坏;
- 按 8.3.3.2.3 验证过载脱扣器;
- 根据 8.3.2.5 在主端子处验证温升,温升不应超过表 7 规定值;
- 根据 8.3.3.6 验证介电耐受性能。

试验样品数量应符合表 10 关于试验程序 I 的要求。

P.8.3.11 环境试验

PV 断路器应进行 GB/T 14048.1—2012 中附录 Q,类别 B 的环境试验:进行温度和湿度试验,除了干热和低温试验,因为它们已包含在 P.8.3.10 热循环试验中。

对于表 Q.1,做如下修改:

增加“4 倾斜试验”,在 D、E 和 F 的分类下按照 GB/T 28561 进行试验;同时对该试验增加脚注 1。

¹倾斜试验:如果制造商声明电器在使用中的安装方向涵盖了所需的试验角度,则低压开关设备无需进行倾斜试验。

GB/T 14048.1—2012 中表 Q.1 需要操作能力的验证时,应进行本部分 8.4 的常规试验,除了本部分的 8.4.6 介电试验,因为 GB/T 14048.1—2012 的表 Q.1 已包含该试验。

在湿热试验中,引用 GB/T 14048.1—2012 中表 Q.1 的注脚 g),功能试验应包括本部分 8.4.2 的机械操作。仅当人力操作方式可用时,该试验应在后续的低温期的开始进行。

试验样品数量应符合表 10 中有关试验程序 I 的要求。根据制造商的要求,此试验可结合热循环试验在同一台样品上进行。

P.8.4 常规试验

8.4 适用。

P.8.5 特殊试验

8.5 适用。



附录 Q
空白



附录 R

(规范性附录)

带自动重合闸功能的剩余电流保护断路器

R.1 通用要求

R.1.1 前言

符合附录 B 的 CBR 用于保护电器防止电击危险。

符合附录 B 的 CBR 在脱扣后需手动复位。

如果 CBR 可以安装在偏远的无人值守地区,如移动通信无人站点或交通灯系统等,此处如果 CBR 是因为暂时的雷电电涌或暂时性的对地漏电而引起脱扣,那么远赴事发地点检查和修复供电将浪费时间和人力资源。

由于暂时故障(如移动通信站的断电和交通灯系统的故障)造成的脱扣可能会对生活带来危险或不便。

带自动重合闸功能的 CBR 预期用于提高无人值守设备的操作效率。

本附录实质上是基于本部分附录 B 中的相关要求形成的。

R.1.2 适用范围

本附录适用于在由于剩余电流引起脱扣的情况下,可以通过自动重合闸恢复供电而无需手动操作的 CBR(以下简称 CBAR)。

本附录也适用于独立的自动重合闸电器,当其 with CBR 组装后可以满足 CBAR 的要求。本附录中,术语 CBAR 也包含组装了 CBR 的自动重合闸电器。

本附录也包含了 CBAR 关于电磁兼容(EMC)的要求。

本附录仅适用于交流电路中的 CBAR。

本附录包含的 CBAR 的剩余电流保护功能可以与电源电压有关或无关。使用备用电源的 CBAR 不包括在本附录范围内。

本附录的目的是规定:

- a) 自动重合闸功能的具体特性;
- b) CBAR 应符合的具体要求
——在正常电路条件下;
——在非正常电路条件下;
——在临时故障条件下。
- c) 试验应用适当的试验流程,验证符合上述 b) 中的要求;
- d) 相关产品信息。

R.2 术语与定义

引用以下附加定义作为本部分第 2 章及附录 B.2 的补充:

R.2.1

自动重合闸 automatic reclosing

机械开关电器在断开后,在规定条件下又自动再闭合的操作程序。

注：改写 IEC 60050-441:1984,441-16-10。

R.2.2

自动重合闸额定动作剩余电流 rated automatic reclosing operating residual current

$I_{\Delta ar}$

在特定条件下,允许 M 型 CBAR 自动合闸的最大剩余电流值(见 R.3.2.1)。

R.2.3

模式切换开关 selector switch

用于选择自动重合闸模式或手动重合闸模式的开关。

R.2.4

复位时间 reset time

由制造商宣称的可进行连续重合闸操作所需的最大时间。

R.2.5

锁定状态 blocked state

CBAR 在重合闸功能被禁止使用时的状态,此时需要手动复位。

R.2.6

重合闸延时时间 reclosing time-delay

对于 TD 型 CBAR,在电器脱扣后至触头重新闭合时的最大时间。

注: TD 型 CBAR 的定义,见 R.3.2.2。

R.2.7

重合闸时间 reclosing time

对于 M 型 CBAR,从满足重合闸条件的瞬间到触头重新闭合的最大时间。

注: M 型 CBAR 的定义,见 R.3.2.1。

R.2.8

监测时间 monitoring time

对于 M 型 CBAR,从剩余电流脱扣功能动作后实施监测的时间。

R.3 分类

引用以下附加分类作为本部分第 3 章及附录 B.3 的补充。

R.3.1 按结构类型

R.3.1.1 整体式 CBAR

由制造商将断路器及自动重合闸功能单元集成为 CBAR,作为一个单一的单元。

R.3.1.2 外接自动重合闸电器

与 CBR 外部连接而不改变其内置线路或元件的自动重合闸电器。

R.3.2 按照自动重合闸方式

R.3.2.1 对地泄漏监测型(M)

CBAR 可以监测下游电路,并判别是否存在对地故障,当判定的对地泄漏电流超过 $I_{\Delta ar}$ 时不允许重合闸,以下简称 M 型。

监测应通过使用电源电压来实现,它可以是连续的也可以是间歇的。

具有限制试验电压的 M 型 CBAR 通过安全电压监测下游电路,简称“监测电压型”。
具有限制试验电流的 M 型 CBAR 通过安全电流监测下游电路,简称“监测电流型”。

R.3.2.2 固定延时型(TD)

CBAR 在不考虑电路条件情况下,经过一定的延时后自动重合闸,以下简称 TD 型。

R.4 CBAR 特性

除了以下性能,本部分第 4 章及附录 B.4 适用:

R.4.1 自动重合闸额定动作剩余电流($I_{\Delta ar}$)

自动重合闸额定动作剩余电流应由制造商宣称,但不应超过 $I_{\Delta n}$ 。制造商可以根据不同的额定电压宣称不同的 $I_{\Delta ar}$ 值。

R.4.2 连续重合闸动作最大次数

复位时间和复位时间内的连续重合闸动作最大次数应由制造商规定。

R.5 标识与指示

第 5 章和 B.5 适用,除此之外,还应符合表 R.1 的规定。

表 R.1 产品信息

项目	信息	标志位置
R1.1	模式切换开关的模式选择指示:“自动重合闸(模式)”和“手动重合闸(模式)”	可见
R2.1	CBAR 的额定控制电路电源电压(U_s),如适用	标志
R2.2	自动重合闸额定动作剩余电流($I_{\Delta ar}$)	标志
R2.3	指示方式(如指示灯),如适用	标志
R3.1	任何内置熔断器的更换程序	资料
R3.2	为实现自动重合闸功能所需的接地端子连接步骤	资料
R3.3	复位时间和相应的最大重合闸动作次数	资料
R3.4	M 型 监测时间和相应的重合闸时间	资料
R3.5	TD 型 重合闸延时时间	资料
<p>注:</p> <p>可见:断路器安装在运行位置,操动器易触及,从正前方可见。</p> <p>标志:标明在产品上。</p> <p>资料:在制造商的资料中提供。</p>		

R.6 正常工作,安装及运输条件

第 6 章适用。

R.7 设计及操作要求

R.7.1 设计要求

引用以下附加要求作为本部分 7.1 及附录 B.7.1 的补充：

R.7.1.1 模式选择

电器应配备一个模式切换开关(见 R.2.3)。

通过 R.8.4.4 的试验检查是否符合要求。

R.7.1.2 指示器

电器应装指示器用于显示锁定状态。

所有的指示器都应在安装后清晰可见。

R.7.1.3 M 型 CBAR

应采用下述方法之一确保负载端不存在危险电压或危险电流：

——监测电压(见 R.3.2.1)由原边和副边电路之间具备 II 级隔离的变压器供电。监测电压不应超过交流 25 V 或直流 60 V。

——监测电流(见 R.3.2.1)由限流电源或符合 GB/T 17045—2008 的保护阻抗器供电,稳态电流不应超过交流 1 mA 或直流 2 mA。

R.7.2 操作要求

引用以下附加要求作为本部分 7.2 及附录 B.7.2 的补充：

R.7.2.1 一般要求

CBAR 应仅在由于剩余电流功能导致的脱扣后自动重合闸。通过 R.8.2 的试验来检验是否符合要求。

CBAR 在断路器人工断开后不应自动重合闸。通过 R.8.3 的试验来检验是否符合要求。

当在复位时间内到达自动重合闸动作的最大次数时,自动重合闸功能应锁定直到执行手动复位。

复位时间应不少于 5 s。

R.7.2.2 M 型 CBAR

在剩余电流脱扣器脱扣后,如果判定的对地泄漏电流低于 $I_{\Delta ar}$,CBAR 应在制造商规定的重合闸时间内自动重合闸。

在剩余电流脱扣器脱扣后,如果判定的对地泄漏电流高于 $I_{\Delta ar}$,CBAR 应禁止自动重合闸。监测电压有效时间不应超过制造商宣称的时间。经过该时间之后,自动重合闸功能应被锁定。

监测时间应不少于 1 h。

通过 R.8.4.2 的试验来检验是否符合要求。

R.7.2.3 TD 型 CBAR

由于剩余电流脱扣后,TD 型 CBAR 应在制造商规定的重合闸延时时间内自动重合闸,除非其在复位时间内到达自动重合闸动作的最大次数。

通过 R.8.4.3 的试验来检验是否符合要求。

注：TD 型 CBAR 在相对相短路时不会重合闸，但在相对地故障时可能会重合闸。

R.7.2.4 剩余短路接通及分断能力

CBAR 应接通、承受规定的时间并分断剩余短路电流。

通过 R.8.7 的试验来检验是否符合要求。

R.7.2.5 环境条件的影响

CBAR 应在考虑环境条件影响的前提下运行可靠。

通过 R.8.8 的试验来检验是否符合要求。

R.8 试验

R.8.1 一般条件

引用以下附加要求作为本部分第 8 章及附录 B.8 的补充：

整体式 CBAR 应满足 R.8.2~R.8.8 的试验要求，除了仅针对用于隔离的 CBAR 的 R.8.6 的试验。

应使用一个试验样品按顺序进行 R.8.2, R.8.3 和 R.8.4 的试验。

R.8.5~R.8.8 的试验可在第 8 章规定的试验程序中进行。

外接式 CBAR 应满足 R.8.9 的试验要求。

试验应在自动重合闸模式下进行，如果可用，CBAR 应施加最大额定电压和额定控制电路电源电压。

CBAR 应按制造商说明书进行连接。

B.8.13 的 EMC 试验应在自动重合闸和手动重合闸两种模式下进行。

R.8.2 过电流条件下脱扣后的非重合闸验证

R.8.2.1 短路条件下脱扣

将 CBAR 的任意两极串联后施加一个高于或等于其短路电流整定值 120% 的测试电流（见 8.3.3.2.2），CBAR 应能通过其短路脱扣器脱扣。当电流整定值可调节时，应在任意合适的整定值下进行试验。在制造商宣称的 2 倍重合闸或重合闸延时时间，或 60 s 内（三者取最高值），脱扣后电器不应自动重合。

为实现本试验，断路器短路脱扣器可以调整至任意合适的值，也允许将用于自动重合闸功能的控制电路电源电压从主端子中隔离出来。

R.8.2.2 过载条件下脱扣

当给 CBAR 施加一个高于或等于其过载电流整定值 130% 或低于短路电流整定值 80% 的测试电流时，CBAR 应能通过其过载脱扣器脱扣。本试验可以在任意环境温度下进行，当电流整定值可调节时，也可以在任意合适的整定值下进行试验。在制造商宣称的 2 倍重合闸或重合闸延时时间，或 60 s 内（三者取最高值），脱扣后电器不应自动重合。

为实现本试验，断路器过载脱扣器可以调整至任意合适的值，也允许将用于自动重合闸功能的控制电路电源电压从主端子中隔离出来。

R.8.3 人工断开后的非重合闸验证

模式切换开关在“自动重合闸模式”位置，控制电路电源电压按正常施加，断路器手动断开。在制造

商宣称的 2 倍重合闸或重合闸延时时间,或 60 s 内(三者取最高值),电器不应在脱扣后自动重合。

试验应在任意合适的额定控制电压下,对分励脱扣和过电压脱扣造成的断开进行重复验证,如适用。

R.8.4 接地故障脱扣后自动重合闸功能验证

R.8.4.1 一般要求

电器按正常使用安装。

试验电路图应按照图 R.1。

R.8.4.2 验证 M 型 CBAR 的正确动作

R.8.4.2.1 连续剩余电流条件下

试验在任选一极上进行。对于具有多个剩余电流整定值的 CBAR,试验应在最低和最高整定值下进行。

试验电路应在 $I_{\Delta n}$ 下校准,开关 S_1 和 CBAR 在闭合位置,通过闭合开关 S_2 产生剩余电流。CBAR 应脱扣。

开关 S_2 应在闭合位置保持制造商宣称的监测时间(见 R.7.2.2)。

监测电压或电流应符合 R.7.1.3 的要求。

CBAR 不应自动重合闸。

在监测时间结束后,CBAR 应处在锁定状态。在下游电路中不应存在监测电压或电流。

R.8.4.2.2 暂时剩余电流条件下

试验在任选一极上进行。对于具有多个剩余电流整定值的 CBAR,试验应在最低和最高整定值下进行。

试验电路应在 $I_{\Delta n}$ 下校准,开关 S_1 和 CBAR 在闭合位置,通过闭合开关 S_2 产生剩余电流。CBAR 应脱扣。

脱扣后,剩余电流降低到对应所加电压的 $I_{\Delta nr}$ 值。

CBAR 应在制造商规定的重合闸时间内自动重合闸。

试验应在必要时重复多次,以验证制造商宣称的复位时间内连续重合闸动作的最大次数。试验结束时,CBAR 应处在锁定状态。在下游电路中不应存在监测电压或电流。

R.8.4.3 验证 TD 型 CBAR 的正确动作

试验在任选一极上进行。CBAR 整定在 $I_{\Delta n}$ 最小值以及合适的延时(Δt)下。

试验电路应在 2 倍 $I_{\Delta n}$ 下校准,开关 S_1 和 CBAR 在闭合位置,通过闭合开关 S_2 产生剩余电流。

CBAR 应脱扣并在制造商宣称的自动重合延时时间内自动重合,且在复位时间内重复连续重合闸的最大次数。

试验结束时,CBAR 应处在锁定状态。

R.8.4.4 验证模式切换开关的正确动作

试验在任选一极上进行。模式切换开关设定“手动重合闸模式”位置。CBAR 设定在最小 $I_{\Delta n}$ 和最小延时时间(适用时)。

试验电路调节到 2 $I_{\Delta n}$,开关 S_1 和 CBAR 在闭合位置,通过闭合开关 S_2 使电路中产生剩余电流。CBAR 应脱扣。

一旦 CBAR 脱扣,开关 S_2 立即重新断开,在制造商宣称的 2 倍重合闸或重合闸延时时间,或 60 s 内(三者取最高值),CBAR 不应自动重合。

R.8.5 机械耐久性验证

R.8.5.1 与通过附录 B 验证的 CBR 组装的外部自动重合闸电器或通过附录 B 验证的 CBAR

试验电路图应按照图 R.1。

试验在任选一极上进行。CBAR 设定在最小 $I_{\Delta n}$ 和最小延时时间(适用时)。

试验电路调节到 $2 I_{\Delta n}$,开关 S_1 和 CBAR 在闭合位置,通过闭合开关 S_2 使电路中产生剩余电流。

CBAR 应脱扣并应自动重合闸。

试验应重复进行表 8 中带电操作次数的 1/3,不准许出现脱扣失败或重合闸失败。

注:取决于复位时间和相应的最大连续重合闸动作次数。必要时需要手动复位或禁止锁定功能。

R.8.5.2 未按附录 B 进行试验的 CBAR

上述试验可以独立进行或在 B.8.1.2.1 操作性能试验中,通过施加剩余电流进行操作。

R.8.6 隔离功能验证

R.8.6.1 概述

本试验针对适用于隔离功能的 CBAR。

R.8.6.2 和 R.8.6.3 的试验应在模式切换开关的所有位置和锁定状态下进行。

R.8.6.2 断开触头间的泄漏电流

应符合下列要求:

- 在试验 8.3.3.3 后(试验程序 I,介电特性的试验),在试验电压 $1.1U_e$ 下,触头处于打开位置时,测得每极通过的泄漏电流不超过 0.5 mA;
- 在试验 8.3.3.6 后(试验程序 I,介电耐受的验证),在试验电压 $1.1U_e$ 下,触头处于打开位置时,测得每极通过的泄漏电流不超过 2 mA;
- 在试验 8.3.4.4 后(试验程序 II,介电耐受的验证),在试验电压 $1.1U_e$ 下,触头处于打开位置时,测得每极通过的泄漏电流不超过 2 mA;
- 如可用,在试验 8.3.5.4 后(试验程序 III,介电耐受的验证),在试验电压 $1.1U_e$ 下,触头处于打开位置时,测得每极通过的泄漏电流不超过 6 mA。

R.8.6.3 断开触头间的冲击电压

在试验 8.3.3.3 中(程序 I,介电特性的试验),试验电压应施加在 CBAR 电源侧端子与负载侧端子之间,所有电源侧端子与所有负载侧端子分别连接在一起,触头处于断开位置,电压值应按照 GB/T 14048.1—2012 表 14 规定。

在试验中,不应有非预期的、破坏性的放电。

R.8.7 剩余短路接通和分断能力验证

除引用 B.8.11,增加以下要求:

试验应在自动重合闸模式下进行。如可用,CBAR 与电源电压(即控制电源)连接。

在试验后,应满足以下附加要求:

——无论保护电器(熔断器等)是否动作,CBAR 应符合 B.8.11.4b)试验。

——在保护电器(熔断器等)动作的情况下,动作应通过指示器(如已配置)显示。如果没有提供指示方式,即使采用手动方式,CBAR 也应不能重合闸。

R.8.8 按 B.8 进行试验后自动重合闸功能验证

在 B.8.1.2.2(验证耐受短路电流性能)的每一项验证之后,按照 R.8.4.2 或 R.8.4.3 验证自动重合闸正确动作,如合适。

在附录 B 中程序 BI 至 BIV 的每一项验证之后,按照 R.8.4.2 或 R.8.4.3 验证自动重合闸正确动作,如合适。

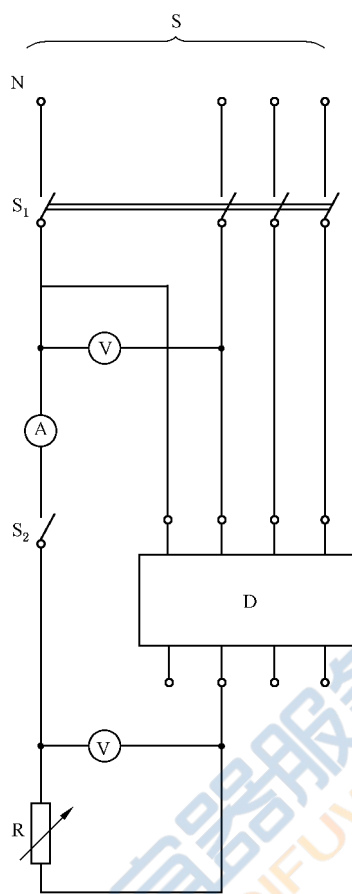
R.8.9 组装式自动重合闸电器的试验项目

按照表 R.2,应对分类在 R.3.1.2 中的 CBAR 进行下列试验程序。

这些试验适用于组装到 CBR 的自动重合闸电器并且不要替换条款 B.8 对 CBR 的试验。

表 R.2 外接自动重合闸电器附加试验程序

程序 (样品)	试验	分条款
1	过电流条件下脱扣后的非重合闸验证	R.8.2
	人工断开后的非重合闸验证	R.8.3
	对地故障脱扣后自动重合闸功能验证	R.8.4
	机械耐久性验证	R.8.5
	隔离功能验证	R.8.6
2	剩余短路接通和分断能力验证	R.8.7
3	额定极限短路分断能力	8.3.5
	验证 B.8 中试验程序后的自动重合闸功能	R.8.8
4	环境条件影响验证	B.8.12
	验证 B.8 中试验程序后的自动重合闸功能	R.8.8
5	验证脉冲电压引起浪涌电流的防止非预期脱扣	B.8.6
	电磁兼容验证	B.8.13
	验证 B.8 中试验程序后的自动重合闸功能	R.8.8



说明：

- S —— 电源；
- N —— 中性连接点；
- S₁ —— 多极的开关；
- S₂ —— 单极开关；
- V —— 电压表；
- A —— 电流表；
- D —— 被试 CBAR；
- R —— 可调电阻。

图 R.1 自动重合闸功能验证的试验电路图

参 考 文 献

- [1] GB/T 2828.1—2012 计数抽样检验程序 第1部分:按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划(ISO 2859-1:1999, IDT)
- [2] GB/T 2900.70—2008 电工术语 电器附件(IEC 60050-442:1998, IDT)
- [3] GB/T 5169.11—2017 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(GWEPT)(IEC 60695-2-11:2014, IDT)
- [4] GB/T 6829 剩余电流动作保护电器(RCD)的一般要求(GB/T 6829—2017, IEC/TR 60755:2008, MOD)
- [5] GB/T 7251(所有部分) 低压成套开关设备和控制设备
- [6] GB/T 7251.1 低压成套开关设备和控制设备 第1部分:总则(GB/T 7251.1—2013, IEC 61439-1:2011, IDT)
- [7] GB/T 9254 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法(GB/T 9254—2008, CISPR 22:2006, IDT)
- [8] GB/T 9327 额定电压35 kV($U_m=40.5$ kV)及以下电力电缆导体用压接式和机械式连接金具 试验方法和要求
- [9] GB/T 10963.1 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(GB/T 10963.1—2005, IEC 60898-1:2002, IDT)
- [10] GB/T 13870.1 电流对人和家畜的效应 第1部分:通用部分(GB/T 13870.1—2008, IEC/TS 60479-1:2005, IDT)
- [11] GB/T 13870.2 电流对人和家畜的效应 第2部分:特殊情况(GB/T 13870.2—2016, IEC/TS 60479-2:2007, IDT)
- [12] GB/T 14048.3 低压开关设备和控制设备 第3部分:开关、隔离器、隔离开关及熔断器组合电器(GB/T 14048.3—2017, IEC 60947-3:2015, IDT)
- [13] GB/T 14048.5 低压开关设备和控制设备 第5-1部分:控制电路电器和开关元件 机电式控制电路电器(GB/T 14048.5—2017, IEC 60947-5-1:2016, MOD)
- [14] GB/T 14048.7—2016 低压开关设备和控制设备 第7-1部分:辅助器件 铜导体的接线端子排(IEC 60947-7-1:2009, MOD)
- [15] GB/T 15969.1—2007 可编程序控制器 第1部分:通用信息(IEC 61131-1:2003, IDT)
- [16] GB/T 16895(所有部分) 低压电气装置(IEC 60364)
- [17] GB/T 16895.6 低压电气装置 第5-52部分:电气设备的选择和安装 布线系统(GB/T 16895.6—2014, IEC 60364-5-52:2009, IDT)
- [18] GB/T 16895.32 建筑物电气装置 第7-712部分:特殊装置或场所的要求 太阳能光伏(PV)电源供电系统(GB/T 16895.32—2008, IEC 60364-7-712:2002, IDT)
- [19] GB/Z 16935.2—2013 低压系统内设备的绝缘配合 第2-1部分:应用指南 GB/T 16935系列应用解释,定尺寸示例及介电试验(IEC 60664-2-1:2011, IDT)
- [20] GB 17625.1 电磁兼容 限值 谐波电流发射限值(设备每相输入电流 ≤ 16 A)(GB 17625.1—2012, IEC 61000-3-2:2009+Cor.1, IDT)
- [21] GB/T 17625.2 电磁兼容 限值 对每相额定电流 ≤ 16 A且无条件接入的设备在公用低压供电系统中产生的电压变化、电压波动和闪烁的限制(GB/T 17625.2—2007, IEC 61000-3-3:2005, IDT)
- [22] GB/T 17626.13 电磁兼容 试验和测量技术 交流电源端口谐波、谐间波及电网信号的

低频抗扰度试验(GB/T 17626.13—2006,IEC 61000-4-13:2002,IDT)

- [23] GB/T 17701 设备用断路器(GB/T 17701—2008,IEC 60934:2007,IDT)
- [24] GB/T 28561 船舶电气设备 专辑 控制和测量仪表(GB/T 28561—2012,IEC 60092-504:2001,IDT)
- [25] IEC 60028 International standard of resistance for copper
- [26] IEC 60050-441:1984 International Electrotechnical Vocabulary (IEV)—Part 441:Switchgear, controlgear and fuses
IEC 60050-441:1984/AMD1:2000
- [27] IEC 60228 Conductors of insulated cables
- [28] IEC 60417-DB:20043 Graphical symbols for use on equipment
- [29] IEC 60617-DB:20124 Graphical symbols for diagrams
- [30] IEC 60695-11-5 Fire hazard testing—Part 11-5:Test flames—Needle-flame test method—Apparatus,confirmatory test arrangement and guidance
- [31] IEC 60947-1:2007 Low-voltage switchgear and controlgear—Part 1:General rules
IEC 60947-1:2007/AMD1:2010
IEC 60947-1:2007/AMD2:2014
- [32] IEC 60999 Connecting devices—Electrical copper conductors—Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units
- [33] IEC 61140:2016 Protection against electric shock—Common aspects for installation and equipment
- [34] CISPR 11:2015 Industrial,scientific and medical equipment—Radio-frequency disturbance characteristics—Limits and methods of measurement
CISPR 11:2015/AMD1:2016
- [35] BIS IS 13947-1(R2004),Specification for low-voltage switchgear and controlgear—Part 1:General rules
- [36] EN 50557,Requirements for automatic reclosing devices (ARDs) for circuit-breakers—RCBOs-RCCBs for household and similar uses
- [37] UL 486E,Standard for Safety Equipment Wiring Terminals for Use with Aluminum and/or Copper Conductors





中华人民共和国
国家标准

低压开关设备和控制设备

第2部分：断路器

GB/T 14048.2—2020

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2020年9月第一版

*

书号: 155066 · 1-65495

版权专有 侵权必究



GB/T 14048.2-2020