



中华人民共和国国家标准

GB/T 14048.3—2017/IEC 60947-3:2015
代替 GB/T 14048.3—2008

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

Low-voltage switchgear and controlgear—
Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units

(IEC 60947-3:2015, IDT)

2017-12-29 发布

2018-07-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

目 次

前言	Ⅲ
1 基本要求	1
1.1 适用范围和目的	1
1.2 规范性引用文件	1
2 术语和定义、索引	3
2.1 概述	3
2.2 索引	3
2.3 术语和定义	3
2.4 电器型式概要	5
3 分类	6
3.1 按使用类别分类	6
3.2 按人力操作电器的方式分类	6
3.3 按隔离的适用性分类	7
3.4 按所提供的防护等级分类	7
4 特性	7
4.1 特性概述	7
4.2 电器型式	7
4.3 主电路的额定值	7
4.4 使用类别	9
4.5 控制电路	10
4.6 辅助电路	10
4.7 继电器和脱扣器	10
4.8 与短路保护电器(SCPD)的配合	10
5 产品资料	10
5.1 资料种类	10
5.2 标志	10
5.3 安装、使用和维修说明	11
6 正常使用、安装和运输条件	11
7 结构要求和性能要求	11
7.1 结构要求	11
7.2 性能要求	12
7.3 电磁兼容性(EMC)	15
8 试验	17
8.1 试验种类	17
8.2 有关结构要求的型式试验	17
8.3 有关电器性能的型式试验	18

8.4 电磁兼容性试验 31

8.5 特殊试验 32

附录 A(规范性附录) 直接通断单台电动机的电器 33

附录 B(资料性附录) 制造厂与用户间须协议的条款 38

附录 C(规范性附录) 单极操作的三极开关 39

附录 D(规范性附录) 光伏用开关、隔离器、隔离开关及熔断器组合电器 41

参考文献 51

前 言

GB/T 14048《低压开关设备和控制设备》目前包括如下部分：

- 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(PDF)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3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 14048.3—2008《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》。

本部分与 GB/T 14048.3—2008 相比，主要技术差异如下：

- 2“术语与定义”中删除“(机械)开关，隔离开关，多触点触头系统，(机械开关电器的)有关人力操作，(机械开关电器的)无关人力操作，(机械开关电器的)贮能操作”的定义，上述定义直接参考 IEC 60947-1，另外增加新的术语：将“开关熔断器组”“熔断器式开关”“隔离器熔断器”“熔断器式隔离器”“隔离开关熔断器组”以及“熔断器式隔离开关”都划分为单断点与双断点两类，并在各条款下增加相关的术语及定义；
- 修改了表1“电器定义概要”，增加相关定义及图形符号；
- 增加了4.8“短路保护电器(SCPD)的协调配合”；
- 删除了“7.1 结构要求”中的7.1.1、7.1.2、7.1.3、7.1.4、7.1.5，相关内容直接引用 IEC 60947-1。修改条款号7.1.6为7.1.7，并删除7.1.6.2、7.1.6.3，修改条款号7.1.8为7.1.9；
- 增加了7.2.1.2“动力操作电器的动作范围”，7.2.1.3“欠电压继电器和脱扣器的动作范围”，

- 7.2.1.4“分励脱扣器的动作范围”;
- 表 3 增加备注 c,d;
- 修改了 7.3.1、7.3.2、7.3.2.1、7.3.2.2、7.3.3.1,相关内容直接引用 IEC 60947-1,修改表 6;
- 删除了 8.2.5.2“试验方法”及 8.2.5.3“试验时和试验后电器的状况”,相关内容直接引用 IEC 60947-1;
- 8.3.2.1.3 的 a)增加条文脚注 2);IEC 原文中只规定了功率因数,因考虑到直流产品的试验需求,本部分中补充了对时间常数的要求;
- 增加了 8.3.2.1.3“简化试验程序”f);
- 修改了 8.3.3.1“温升”,8.3.3.3.1“接通和分断能力,试验量值和试验条件”,8.3.3.5“泄漏电流”的相关规定;
- C.1“概述”中删除第 3 段“如果一个结构基本相同的三极操作开关已经完成试验,对单极操作的三极电器允许仅满足附录 C 的要求。”;
- 增加了规范性附录 D“光伏用开关、隔离器、隔离开关及熔断器组合电器”。

本部分使用翻译法等同采用 IEC 60947-3:2015(第 3.2 版)《低压开关设备和控制设备 第 3 部分:开关、隔离器、隔离开关以及熔断器组合电器》。

与本部分中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下:

- GB/T 5465.2—2008 电气设备用图形符号(IEC 60417-DB:2006,IDT);
- GB/T 9254—2008 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法(CISPR 22:2006,IDT);
- GB/T 13539(所有部分) 低压熔断器(IEC 60269 all parts);
- GB/T 14048.1—2012 低压开关设备和控制设备总则(IEC 60947-1:2011,MOD);
- GB/T 14048.2—2008 低压开关设备和控制设备 第 2 部分:断路器(IEC 60947-2:2006,IDT);
- GB/T 14048.4—2010 低压开关设备和控制设备 第 4-1 部分:接触器和电动机启动器 机电式接触器和电动机启动器 (IEC 60947-4-1:2009,IDT);
- GB/T 14048.5—2008 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 (IEC 60947-5-1:2003,MOD);
- GB/T 17626.2—2006 电磁兼容(EMC) 第 4-2 部分:试验和测量技术 静电放电抗扰度试验(IEC 61000-4-2:2001,IDT);
- GB/T 17626.3—2006 电磁兼容(EMC) 第 4-3 部分:试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验(IEC 61000-4-3:2002,IDT);
- GB/T 17626.4—2008 电磁兼容(EMC) 第 4-4 部分:试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验(IEC 61000-4-4:2004,IDT);
- GB/T 17626.5—2008 电磁兼容(EMC) 第 4-5 部分:试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验(IEC 61000-4-5:2005,IDT);
- GB/T 17626.6—2008 电磁兼容(EMC) 第 4-6 部分:试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度(IEC 61000-4-6:2006,IDT)。

本部分根据我国的具体情况作了如下的编辑性修改:

- IEC 60410:1973《计数检查抽样方案和程序》目前已废止,IEC SC121A 相关标准的修订版文件中,对于该技术内容的引用文件已改为 ISO 2859-1,其对应的国标为 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》,故本部分改为引用国标 GB/T 2828.1—2012。

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：上海电器科学研究所、上海电科电器科技有限公司、常熟开关制造有限公司（原常熟开关厂）、罗格朗低压电器（无锡）有限公司、上海良信电器股份有限公司、施耐德万高（天津）电气设备有限公司、杭申集团·杭州之江开关股份有限公司、上海电器陶瓷厂有限公司、杭州乾龙电器有限公司、环宇集团有限公司、溯高美索克曼电气（上海）有限公司、通用电气企业发展（上海）有限公司、三信国际电器上海有限公司、人民电器集团有限公司、上海精益电器厂有限公司、西门子（中国）有限公司、苏州电器科学研究所股份有限公司、华通机电股份有限公司、德力西电气有限公司、上海沪工电器厂有限公司、温州三实电器有限公司。

本部分主要起草人：黄兢业、陈正馨、顾惠民、管瑞良、傅凯、晏国云、王津先、戴水东、王碧云、钟方强、刘国兴、叶建华、罗黎阳、苏邯林、李泽辉、顾德康、胡宏宇、张敏、高文乐、吴建宾、梁金星、黄旭雄。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB 14048.3—1993、GB 14048.3—2002、GB/T 14048.3—2008。

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

1 基本要求

IEC 60947-1 总则的规定适用于本部分中的特定要求。因而，在采用总则中条款和分条款、表、图和附录时，可用参见 IEC 60947-1 表示，例如：参见 IEC 60947-1 中 4.3.4.1，IEC 60947-1 中表 4，或 IEC 60947-1 中附录 A。

1.1 适用范围和目的

GB/T 14048 的本部分适用于额定电压交流不超过 1 000 V 或直流不超过 1 500 V 的配电电路和电动机电路中的开关、隔离器、隔离开关和熔断器组合电器。

制造商应按照所组合的熔断器的有关标准规定熔断器的型式、额定值与特性。

本部分不适用于包括在 IEC 60947-2、IEC 60947-4-1 和 IEC 60947-5-1 范围内的电器；但是，若本部分范围内的开关和熔断器组合电器通常用于起动、加速和（或）停止单台电动机时，应符合附录 A 所规定的附加要求。

单极操作的三极开关的要求包括在附录 C 中。

本部分范围内电器所用的辅助开关应满足 IEC 60947-5-1 的要求。

本部分不包括防爆电器的附加要求。

注 1：一个开关（或隔离器）根据其结构可以称为“旋转开关（或旋转隔离器）”“凸轮开关（或凸轮隔离器）”“刀形开关（或刀形隔离器）”等。

注 2：本部分中的“开关”（switch）这个词亦可指法文中称为“commutateurs”的这类电器，即用来改变几个电路间的连接，特别是用电路的一部分代替另一部分的电器。

注 3：本部分对开关、隔离器、隔离开关和熔断器组合电器通常简称为“电器”。

本部分的目的是规定：

- a) 电器的特性。
- b) 电器应符合的有关条件：
 - 1) 正常使用条件下的操作和性能；
 - 2) 规定的非正常条件（如短路条件）下的操作和性能；
 - 3) 介电性能。
- c) 证明符合这些条件的试验以及进行这些试验采用的方法。
- d) 应在电器上标明的数据或制造商（如在产品目录里）需提供的数据。

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 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）

GB 4824—2013 工业、科学和医学（ISM）射频设备电磁骚扰特性的限值和测量方法（CISPR 11:

2010, IDT)

IEC 60050(441):1984 国际电工词汇(IEV), 441 章: 开关设备、控制设备和熔断器(International Electrotechnical Vocabulary(IEV)—Chaper 441; Switchgear, controlgear and fuses)

IEC 60050(441):1984/A1:2000 第 1 号修改单(Amendment 1, 2000)

IEC 60269(所有部分) 低压熔断器((all parts)Low-voltage fuses)

IEC 60417-DB:2002¹⁾ 设备上用图形符号(Graphical symbols for use on electrical equipment)

IEC 60947-1:2007 低压开关设备和控制设备 第 1 部分: 总则(Low-voltage switchgear and controlgear—Part 1; General rules)

IEC 60947-1:2007/A1:2010 第 1 号修改单(Amendment 1, 2010)

IEC 60947-1:2007/A2:2014 第 2 号修改单(Amendment 2, 2014)

IEC 60947-2:2006 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 60947-2:2006/A1:2009 第 1 号修改单(Amendment 1, 2009)

IEC 60947-2:2006/A2:2013 第 2 号修改单(Amendment 2, 2013)

IEC 60947-4-1:2009 低压开关设备和控制设备 第 4-1 部分: 接触器和电动机启动器 机电式接触器和电动机启动器(Low-voltage switchgear and controlgear—Part 4-1; Contactors and motor-starters—Electromechanical contactors and motor-starters(Including motor protector))

IEC 60947-4-1:2009/A1:2012 第 1 号修改单(Amendment 1, 2012)

IEC 60947-5-1:2003 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(Low-voltage switchgear and controlgear—Part 5-1; Control circuit devices and switching element—Electromechanical control circuit devices)

IEC 60947-5-1:2003/A1:2009 第 1 号修改单(Amendment 1, 2009)

IEC 61000-4-2:2008 电磁兼容(EMC) 第 4-2 部分: 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验(Electromagnetic Compatibility(EMC)—Part 4-2; Testing and Measurement Techniques, Electrostatic Discharge Immunity Test)

IEC 61000-4-3:2006 电磁兼容(EMC) 第 4-3 部分: 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验(Electromagnetic compatibility(EMC)—Part 4-3; Testing and measurement techniques—Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test)

IEC 61000-4-3:2006/A1:2007 第 1 号修改单(Amendment 1, 2007)

IEC 61000-4-3:2006/A2:2010 第 2 号修改单(Amendment 2, 2010)

IEC 61000-4-4:2012 电磁兼容(EMC) 第 4-4 部分: 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验(Electromagnetic compatibility(EMC)—Part 4-4; Testing and measurement techniques—Electrical fast transient/burst immunity test)

IEC 61000-4-5:2014 电磁兼容(EMC) 第 4-5 部分: 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验(Electromagnetic compatibility(EMC)—Part 4-5; Testing and measurement techniques—Surge immunity test)

IEC 61000-4-6:2013 电磁兼容(EMC) 第 4-6 部分: 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度(Electromagnetic compatibility(EMC)—Part 4-6; Testing and measurement techniques—Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields)

CISPR 22:2008 信息技术设备-无线电骚扰特性的限值和测量方法(Information technology equipment—Radio disturbance characteristics—Limits and methods of measurement)

1) “DB”指 IEC 在线数据库。

2 术语和定义、索引

2.1 概述

IEC 60050-441、IEC 60947-1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

2.2 索引

D	引用
隔离器	2.3.1
隔离器熔断器组	2.3.5
单断点隔离器熔断器组	2.3.5.1
双断点隔离器熔断器组	2.3.5.2
F	
熔断器组合电器	2.3.2
熔断器式隔离器	2.3.6
单断点熔断器式隔离器	2.3.6.1
双断点熔断器式隔离器	2.3.6.2
熔断器式开关	2.3.4
单断点熔断器式开关	2.3.4.1
双断点熔断器式开关	2.3.4.2
熔断器式隔离开关	2.3.8
单断点熔断器式隔离开关	2.3.8.1
双断点熔断器式隔离开关	2.3.8.2
S	
半无关人力操作	2.3.10
单极操作的三极开关	2.3.9
隔离开关熔断器组	2.3.7
单断点隔离开关熔断器组	2.3.7.1
双断点隔离开关熔断器组	2.3.7.2
开关熔断器组	2.3.3
单断点开关熔断器组	2.3.3.1
双断点开关熔断器组	2.3.3.2

2.3 术语和定义

2.3.1

隔离器 **disconnector**

在断开状态下能符合规定的隔离功能要求的机械开关电器。

注 1: 如分断或接通的电流可忽略,或隔离器的每一极的接线端子两端的电压无明显变化时,隔离器能够断开和闭合电路。隔离器能承载正常电路条件下的电流,也能在一定时间内承载非正常电路条件下的电流(短路电流)。

[IEC 60050-441:1984,441-14-05,引用隔离功能代替隔离距离]

2.3.2

熔断器组合电器 fuse-combination unit

由制造商或按其说明书将一个机械开关电器与一个或数个熔断器组装在同一个单元内的组合电器。[IEC 60050-441:1984,441-14-04]

2.3.3

开关熔断器组 switch-fuse

开关的一极或多极与熔断器串联构成的组合电器。

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

2.3.3.1

单断点开关熔断器组 switch-fuse single opening

仅在电路中熔断体的一侧提供断开的开关熔断器组。

注 1: 当拆卸熔断器时,应确保安全预防措施。

2.3.3.2

双断点开关熔断器组 switch-fuse double opening

在电路中熔断体的两侧均提供断开的开关熔断器组。

注 1: 当拆卸熔断器时,应确保安全预防措施。

2.3.4

熔断器式开关 fuse-switch

用熔断体或带有熔断体载熔件作为动触头的一种开关。

[IEC 60050-441:1984,441-14-17]

2.3.4.1

单断点熔断器式开关 fuse-switch single opening

仅在电路中熔断体的一侧提供断开的熔断器式开关。

注 1: 当拆卸熔断器时,应确保安全预防措施。

2.3.4.2

双断点熔断器式开关 fuse-switch double opening

在电路中熔断体的两侧均提供断开的熔断器式开关。

注 1: 当拆卸熔断器时,应确保安全预防措施。

2.3.5

隔离器熔断器组 disconnecter-fuse

隔离器的一极或多极与熔断器串联构成的组合电器。

[IEC 60050-441:1984,441-14-15]

2.3.5.1

单断点隔离器熔断器组 disconnecter-fuse single opening

仅在电路中熔断体的一侧提供断开,以满足隔离功能规定要求的隔离器熔断器组。

注 1: 当拆卸熔断器时,应确保安全预防措施。

2.3.5.2

双断点隔离器熔断器组 disconnecter-fuse double opening

在电路中熔断体的两侧均提供断开,以满足隔离功能规定要求的隔离器熔断器组。

2.3.6

熔断器式隔离器 fuse-disconnector

用熔断体或带有熔断体的载熔件作为动触头的一种隔离器。

[IEC 60050-441:1984,44-14-18]

2.3.6.1

单断点熔断器式隔离器 fuse-disconnector single opening

仅在电路中熔断体的一侧提供断开,以满足隔离功能规定要求的熔断器式隔离器。

注1:当拆卸熔断器时,应确保安全预防措施。

2.3.6.2

双断点熔断器式隔离器 fuse-disconnector double opening

在电路中熔断体的两侧均提供断开,以满足隔离功能规定要求的熔断器式隔离器。

2.3.7

隔离开关熔断器组 switch-disconnector-fuse

隔离开关的一极或多极与熔断器串联构成的组合电器。

[IEC 60050-441:1984,441-14-16]

2.3.7.1

单断点隔离开关熔断器组 switch-disconnector-fuse single opening

仅在电路中熔断体的一侧提供断开,以满足隔离功能规定要求的隔离开关熔断器组。

注1:当拆卸熔断器时,应确保安全预防措施。

2.3.7.2

双断点隔离开关熔断器组 switch-disconnector-fuse double opening

在电路中熔断体的两侧均提供断开,以满足隔离功能规定要求的隔离开关熔断器组。

2.3.8

熔断器式隔离开关 fuse-switch-disconnector

用熔断体或带有熔断体的载熔件作为动触头的一种隔离开关。

[IEC 60050-441:1984,441-14-19]

2.3.8.1

单断点熔断器式隔离开关 fuse-switch-disconnector single opening

仅在电路中熔断体的一侧提供断开,以满足隔离功能规定要求的熔断器式隔离开关。

注1:当拆卸熔断器时,应确保安全预防措施。

2.3.8.2

双断点熔断器式隔离开关 fuse-switch-disconnector double opening

在电路中熔断体的两侧均提供断开,以满足隔离功能规定要求的熔断器式隔离开关。

2.3.9

单极操作的三极电器 single pole operated three pole device

按本部分由三个单独能操作的单极开关和/或隔离单元组成的机械单元,并可作为一个整体用于三相系统。

注1:该机械单元可以作为电力配电系统单独相的开闭和(或)隔离,但不能用作三相设备主电路的开闭。

2.3.10

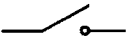
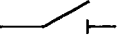
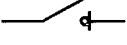
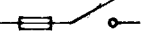
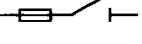
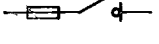
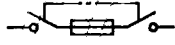
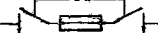
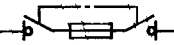
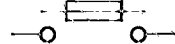
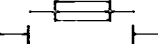
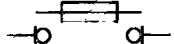
半无关人力操作 semi-independent manual operation

完全靠直接施加达到某一阈值的人力的一种操作,所施人力超过阈值时,除非操作者故意延迟,否则将完成无关通断操作。

2.4 电器型式概要

表1给出了电器定义和相关图表的概要。

表 1 电器定义概要

功 能		
接通和分断电流	隔离	接通、分断和隔离
开关 	隔离器 	隔离开关 
熔断器组合电器		
开关熔断器组 单断点 ^a 	隔离器熔断器组 单断点 ^a 	隔离开关熔断器组 单断点 ^a 
开关熔断器组 双断点 ^b 	隔离器熔断器组 双断点 ^b 	隔离开关熔断器组 双断点 ^b 
熔断器式开关 单断点 ^a 	熔断器式隔离器组 单断点 ^a 	熔断器式隔离开关 单断点 ^a 
熔断器式开关 双断点 ^b 	熔断器式隔离器组 双断点 ^b 	熔断器式隔离开关 双断点 ^b 
注：上述单断点的电器可以由多组串联的断点组成。		
^a 熔断器可接在电器触头的任一侧。		
^b 分断是否发生在熔断器的一侧或两侧取决于其设计。		

3 分类

3.1 按使用类别分类

见 4.4。

3.2 按人力操作电器的方式分类

- 有关人力操作(见 IEC 60947-1 的 2.4.12)；
- 无关人力操作(见 IEC 60947-1 的 2.4.15)；
- 半无关人力操作(见 2.3.10)。

注：闭合操作方式可与断开操作方式不同。

3.3 按隔离的适用性分类

- 适合于隔离用(见 IEC 60947-1 中 7.1.7 和本部分的 7.1.7.1);
- 不适合于隔离用。

3.4 按所提供的防护等级分类

见 IEC 60947-1 中的 7.1.12。

4 特性

4.1 特性概述

电器特性应规定以下几方面内容(如适用):

- 电器型式(见 4.2);
- 主电路的额定值(见 4.3);
- 使用类别(见 4.4);
- 控制电路(见 4.5);
- 辅助电路(见 4.6)。

4.2 电器型式

应规定下列信息:

- 极数;
- 电流种类(交流或直流);
- 交流条件下的相数与额定频率;
- 主触头的位置数(如果大于 2 个);
- 带熔断器电器的分断布置方式(单断点或双断点)。

4.3 主电路的额定值

额定值由制造商按 4.3.1~4.3.6.4 具体规定,但无须规定所列的全部额定值。

4.3.1 额定电压

电器的额定电压规定有下列几种:

4.3.1.1 额定工作电压(U_e)

IEC 60947-1 中 4.3.1.1 适用。

4.3.1.2 额定绝缘电压(U_i)

IEC 60947-1 中 4.3.1.2 适用。

4.3.1.3 额定冲击耐受电压(U_{imp})

IEC 60947-1 中 4.3.1.3 适用。

4.3.2 电流

电器的电流规定有下列几种:

4.3.2.1 约定自由空气发热电流(I_{th})

IEC 60947-1 中 4.3.2.1 适用。

4.3.2.2 约定封闭发热电流(I_{the})

IEC 60947-1 中 4.3.2.2 适用。

4.3.2.3 额定工作电流(I_n)(或额定工作功率)

IEC 60947-1 中 4.3.2.3 适用。

4.3.2.4 额定不间断电流(I_u)

IEC 60947-1 中 4.3.2.4 适用。

4.3.3 额定频率

IEC 60947-1 中 4.3.3 适用。

4.3.4 额定工作制

标准额定工作制通常有以下几种：

4.3.4.1 八小时工作制

IEC 60947-1 中 4.3.4.1 适用。

4.3.4.2 不间断工作制

IEC 60947-1 中 4.3.4.2 适用。

4.3.5 正常负载和过载特性

4.3.5.1 接通和分断电动机过载电流的耐受能力

见附录 A。

4.3.5.2 额定接通能力

IEC 60947-1 中 4.3.5.2 适用。并补充以下内容：

额定接通能力按照表 3,并参照额定工作电压、额定工作电流及其使用类别加以确定。

本条不适合用于 AC-20 或 DC-20 电器。

4.3.5.3 额定分断能力

IEC 60947-1 中 4.3.5.3 适用。并补充以下内容：

额定分断能力按照表 3,并参照额定工作电压、额定工作电流及其使用类别加以确定。

本条不适合用于 AC-20 或 DC-20 电器。

4.3.6 短路特性

4.3.6.1 额定短时耐受电流(I_{cw})

开关、隔离器或隔离开关的额定短时耐受电流是制造商规定的,在 8.3.5.1 试验条件下,电器能够短

时承受而不发生任何损坏的电流值。

短时耐受电流值不得小于 12 倍最大额定工作电流。除非制造商另有规定,通电持续时间应为 1 s。

对于交流,额定短时耐受电流值是指交流分量有效值,并且认为可能出现的最大峰值电流不会超过此有效值的 n 倍。系数 n 按照 IEC 60947-1 中表 16 的规定值。

4.3.6.2 额定短路接通能力(I_{cm})

IEC 60947-1 中 4.3.6.2 适用。并补充以下内容:

注: I_{cm} 不适用于带熔断器的电器。

4.3.6.3 (空白)

4.3.6.4 额定限制短路电流

IEC 60947-1 中 4.3.6.4 适用。

4.4 使用类别

各使用类别所规定的预期用途见表 2。

表 2 使用类别

电流种类	使用类别		典型用途
	类别 A	类别 B	
交流	AC-20A ^a	AC-20B ^a	——在空载条件下闭合和断开
	AC-21A	AC-21B	——通断电阻性负载,包括适当的过载
	AC-22A	AC-22B	——通断电阻和电感混合负载,包括适当的过载
	AC-23A	AC-23B	——通断电动机负载或其他高电感负载
直流	DC-20A ^a	DC-20B ^a	——在空载条件下闭合和断开
	DC-21A	DC-21B	——通断电阻性负载,包括适当的过负载
	DC-22A	DC-22B	——通断电阻和电感混合负载,包括适当的过载(如并激电动机)
	DC-23A	DC-23B	——通断高电感负载(如串激电动机)
^a 在美国不允许使用这类使用类别。			

每种使用类别用额定工作电流的倍数和额定工作电压的倍数表示的电流和电压值、电路的功率因数或时间常数来表征其特性。表 3 规定的接通和分断条件基本上与表 2 所列的用途相对应。

根据预期用途是否要求经常操作或不经常操作,使用类别符号用加尾标 A 或 B 表示(见表 4)。

带尾标 B 的使用类别适用于因结构或使用上的原因只准备作不经常操作的电器。例如,这种使用类别可适用于通常只在维修时为你提供隔离才操作的隔离器,或以熔断体触刀作为动触头的开关电器。

经常和不经常操作的区别是取决于制造商设计确定的操作和采用表 4 中试验依据的操作循环次数。

对一特定的额定工作电流 I_n ,如果制造商设计确定的操作寿命大于表 4 中列 3、4 或 5 表示的操作循环次数,电器将设计成经常使用(使用类别 A)。

AC-23 使用类别包括偶尔通断单台电动机。用于通断电容器或钨丝灯时,应经制造商与用户协商同意。

表 2 和表 3 所示使用类别不适用于通常用作起动、加速和(或)停止单台电动机的电器。这种电器的使用类别在附录 A 中说明。

4.5 控制电路

IEC 60947-1 中 4.5 适用。

4.6 辅助电路

IEC 60947-1 中 4.6 适用。

4.7 继电器和脱扣器

IEC 60947-1 中 4.7 适用。

4.8 与短路保护电器(SCPD)的配合

IEC 60947-1 中 4.8 适用。

5 产品资料

5.1 资料种类

IEC 60947-1 中 5.1 适用于特定设计。

5.2 标志

5.2.1 每个电器都应以易于识别和经久耐磨的方式标志下列内容。

下述 a)、b)、c) 标志应标在电器本体上,或标在电器所附的一块或几块铭牌上,标志应设置在电器按制造商提供的说明书安装后从正面明显易见的地方。

a) 断开位置和闭合位置的指示。断开位置和闭合位置应用 IEC 60417-2 中 60417-IEC-5007 和 60417-IEC-5008 规定的图形符号表示(见 IEC 60947-1 中 7.1.6.1)。

b) 是否适合于隔离用。

应采用表 1 中的合适符号。

c) 隔离器的附加标志。

AC-20A、AC-20B、DC-20A 和 DC-20B 使用类别的电器应标明“不能带负载操作”,除非该电器设有防止带负载操作的联锁。

注:各种形式电器的图形符号在表 1 中给出。

5.2.2 下列内容也应标在电器上,但无需在电器安装后从正面可见:

a) 制造商名称或商标;

b) 产品型号或系列号;

c) 使用类别和额定工作电压下的额定工作电流(或额定功率)(见 4.3.1, 4.3.2 和 4.4);

d) 额定频率(或频率范围)或直流标记(或符号—=—);

e) 对于熔断器组合电器,应标明熔断器特征、熔断体的最大额定电流和最大耗散功率;

f) GB/T 14048.3,若制造商宣称符合本部分;

g) 电器的外壳防护等级(见 IEC 60947-1 附录 C)。

5.2.3 下列接线端子应加识别标志:

a) 电源接线端子和负载接线端子,除非电源连接哪个端子都无关紧要(见 8.3.3.3.1);

b) 中性极接线端子,如适用,用字母“N”表示(见 IEC 60947-1 中 7.1.8.4);

c) 保护接地接线端子(见 IEC 60947-1 中 7.1.10.3)。

5.2.4 制造商的有关资料中应提供下列数据:

- a) 额定绝缘电压;
- b) 额定冲击耐受电压(对隔离用电器或规定额定冲击耐受电压的电器);
- c) 污染等级(若污染等级不是 3 时);
- d) 额定工作制;
- e) 额定短时耐受电流及持续时间(如适用);
- f) 额定短路接通能力(如适用);
- g) 额定限制短路电流(如适用)。

5.3 安装、使用和维修说明

IEC 60947-1 中 5.3 适用。

6 正常使用、安装和运输条件

IEC 60947-1 中第 6 章适用,并补充以下内容。

污染等级(见 IEC 60947-1 中 6.1.3.2);

除非制造商另有规定,电器预定安装在污染等级 3 的环境条件。

7 结构要求和性能要求

7.1 结构要求

IEC 60947-1 中 7.1 适用,并补充以下内容。

7.1.2.2 灼热丝试验

采用 IEC 60947-1 中 7.1.2.2 并补充以下内容:

用于固定载流部件在适当位置所用的绝缘材料部件应满足 IEC 60947-1 中 8.2.1.1.1 中在 960 °C 试验温度下的灼热丝试验。

7.1.7 对适合作隔离用的电器的附加结构要求

IEC 60947-1 中 7.1.7 适用,并补充以下内容。

7.1.7.1 附加结构要求

隔离电器应按 5.2.1.b) 规定加以标志。

当隔离电器不具有用操动器或用单独的指示器作为触头位置指示时,则全部主触头应在断开位置下清晰可见。

操动机构的强度和断开位置指示的可靠性应按 8.2.5 规定进行检验。此外,若制造商提供有断开位置锁扣机构时,只有当主触头均处于断开位置时才能锁扣(见 8.2.5)。

本要求不适用于在断开位置时能看得见主触头位置的电器和(或)用操动器之外方式指示主触头断开位置的电器。

注:闭合位置锁扣允许用于特殊用途。

在断开位置下同一极的断开触头的间隙不得小于 IEC 60947-1 中表 13 给定的最小电气间隙,并应符合 IEC 60947-1 中 7.2.3.1b) 的要求。

7.1.9 对带中性极电器的附加要求

IEC 60947-1 中 7.1.9 适用,但不包含有关过电流脱扣器的注。

7.2 性能要求

7.2.1 操作条件

7.2.1.1 一般要求

IEC 60947-1 中 7.2.1.1 适用,并补充以下内容。

下述要求适用于熔断器式开关,熔断器式隔离器和熔断器式隔离开关,其额定短路接通能力超过 10 kA,并由不带机构的直接人力操作进行闭合操作(有关和半无关人力操作见 IEC 60947-1 的 2.4.12 和本部分的 2.3.10)。

8.3.6.2 规定的接通操作的试验速度应按下述规定。

- a) 按制造商的说明书,电器应在空载条件下人力操作 15 次,3 个人各操作 5 次。在电器的任何合适部件上用示波图或者其他适当的方法测量在最后闭合的触头的闭合瞬间手操作操动器的速度。进行测量的点和测量点的速度应记在试验报告中。平均速度应在删去最高值和最低值之后确定。
- b) 试验设备应确保试验中的电器完全闭合,并且装置的自由闭合运动无障碍。实际试验速度应不超过按 a)测定的平均速度。

试验设备(除试验中的电器)运动部件的质量应是 $2(1 \pm 10\%)$ kg。

7.2.1.2 动力操作电器的动作范围

IEC 60947-1 中 7.2.1.2 适用。

7.2.1.3 欠电压继电器和脱扣器的动作范围

IEC 60947-1 中 7.2.1.3 适用。

7.2.1.4 分励脱扣器的动作范围

IEC 60947-1 中 7.2.1.4 适用。

7.2.2 温升

IEC 60947-1 中 7.2.2 适用,并补充以下内容。

熔断器组合电器在进行 8.3.3.1 试验时,熔断体触头的温升不得引起电器任何性能上的损坏,以致妨碍电器继续进行程序 I 的试验。

7.2.3 介电性能

IEC 60947-1 中 7.2.3 适用,并补充以下内容。

7.2.3.1 冲击耐受电压

IEC 60947-1 中 7.2.3.1 适用,并补充以下内容。

不适合作隔离用的电器的断开触头间的电气间隙应承受 IEC 60947-1 中表 12 给出的对应于额定冲击耐受电压的试验电压。

7.2.3.2 主电路、辅助电路和控制电路的工频耐受电压

IEC 60947-1 中 7.2.3.2 c) 适用,并补充以下内容。

对适合作隔离用的电器,在 8.3.3.5,8.3.4.3,8.3.5.4,8.3.6.4 和 8.3.7.3 中的每个试验程序分别规定了泄漏电流的最大值。

7.2.4 空载,正常负载和过载条件下的接通和分断能力

7.2.4.1 接通和分断能力

额定接通和分断能力按照表 3,并参照额定工作电压、额定工作电流及其使用类别加以规定。

接通和分断能力试验条件在 8.3.3.3.1 中规定。

表 3 验证额定接通和分断能力(见 8.3.3.3)——对应各种使用类别的接通和分断条件

使用类别	额定工作电流	接通 ^a			分断			操作循环次数 ^c
		I/I_n	U/U_n	$\cos\phi$	I_n/I_n	U_n/U_n	$\cos\phi$	
AC-20A ^b AC-20B ^b	全部值	—	—	—	—	—	—	—
AC-21A AC-21B	全部值	1.5	1.05	0.95	1.5	1.05	0.95	5
AC-22A AC-22B	全部值	3	1.05	0.65	3	1.05	0.65	5
AC-23A AC-23B	$0 < I_n \leq 100 \text{ A}$	10	1.05	0.45	8	1.05	0.45	5
	$100 \text{ A} < I_n$	10	1.05	0.35	8	1.05	0.35	3 ^d
使用类别	额定工作电流	I/I_n	U/U_n	L/R ms	I_n/I_n	U_n/U_n	L/R ms	操作循环次数
DC-20A ^b DC-20B ^b	全部值	—	—	—	—	—	—	—
DC-21A DC-21B	全部值	1.5	1.05	1	1.5	1.05	1	5
DC-22A DC-22B	全部值	4	1.05	2.5	4	1.05	2.5	5
DC-23A DC-23B	全部值	4	1.05	15	4	1.05	15	5
I = 接通电流 I_n = 分断电流 I_n = 额定工作电流 U = 外施电压 U_n = 额定工作电压 U_n = 工频恢复电压或直流恢复电压								
^a 对于交流,接通电流用电流周期分量有效值表示。 ^b 在美国不允许采用这类使用类别。 ^c 如果在不更改 8.3.3.3.1 中规定的操作时间间隔的情况下,允许在每次接通和分断操作之间进行一次不带电通断操作。 ^d 根据制造商的要求,为了包含 AC-21 和 AC-22 两种使用类别,允许 AC-23 的操作次数由 3 提高到 5。								

7.2.4.2 操作性能

电器操作试验是用来验证电器能够接通和分断预期用途时流过主电路的电流而不发生故障的试验。

对于不同使用类别的操作性能试验,其操作循环次数和试验电路参数在表 4 和表 5 中给定。

表 4 验证操作性能-对应于额定工作电流的操作循环次数

1	2	3	4	5	6	7	8
额定工作电流 I_e A	每小时操作循环次数 次/h	操作循环次数					
		交流和直流使用类别 A			交流和直流使用类别 B		
		不通电流	通电流	总次数	不通电流	通电流	总次数
$0 < I_e \leq 100$	120	8 500	1 500	10 000	1 700	300	2 000
$100 < I_e \leq 315$	120	7 000	1 000	8 000	1 400	200	1 600
$315 < I_e \leq 630$	60	4 000	1 000	5 000	800	200	1 000
$630 < I_e \leq 2 500$	20	2 500	500	3 000	500	100	600
$2 500 < I_e$	10	1 500	500	2 000	300	100	400

表中所列数据适用于所有使用类别,但 AC-20A、AC-20B、DC-20A 和 DC-20B 除外,这些使用类别应完成表中第 5 列或第 8 列规定的不通电操作循环总次数,表中第 2 列给出最低每小时操作循环数,经制造商同意,可提高任何一种使用类别的每小时操作循环数。

表 5 表 4 的试验电路参数

使用类别	额定工作电流值 I_e	接通 ^a			分断		
		I/I_e	U/U_e	$\cos\phi$	I_e/I_e	U_r/U_e	$\cos\phi$
AC-21A AC-21B	全部值	1	1	0.95	1	1	0.95
AC-22A AC-22B	全部值	1	1	0.8	1	1	0.8
AC-23A AC-23B	全部值	1	1	0.65	1	1	0.65
		I/I_e	U/U_e	L/R ms	I_e/I_e	U_r/U_e	L/R ms
DC-21A DC-21B	全部值	1	1	1	1	1	1
DC-22A DC-22B	全部值	1	1	2	1	1	2
DC-23A DC-23B	全部值	1	1	7.5	1	1	7.5

I = 接通电流
 I_e = 分断电流
 I_e = 额定工作电流

U = 接通前电压(外施电压)
 U_e = 额定工作电压
 U_r = 工频恢复电压或直流恢复电压

^a 对于交流,接通电流用电流周期分量有效值表示。

试验条件在 8.3.4.1 中规定。

7.2.4.3 机械寿命

IEC 60947-1 中 7.2.4.3.1 适用,试验条件在 8.5.1 中规定。

7.2.4.4 电寿命

IEC 60947-1 中 7.2.4.3.2 适用,试验条件在 8.5.2 中规定。

7.2.5 接通、分断或耐受短路电流的能力

电器应设计成在本部分规定的条件下,能承受由短路电流产生的热应力、冲击应力和电动应力。

当电器接通电流,在闭合位置下承载电流和分断电流时,可能遇到短路电流。

电路的接通、承载和分断短路电流能力用以下一个或几个额定值加以表示:

- a) 额定短时耐受电流(见 4.3.6.1);
- b) 额定短路接通能力(见 4.3.6.2);
- c) 额定限制短路电流(见 4.3.6.4)。

7.2.6 (空白)

7.2.7 隔离电器的附加性能要求

本要求仅适用于额定工作电压高于 50 V 的电器。

电器应承受 8.3.3.2 的介电试验,试验电器应是新的,试验时触头处于断开位置。

如果电器进行过 8.3.3.3 和 8.3.4.1 试验,则试后电器的状况应符合 8.3.3.5 对泄漏电流的要求。

7.2.8 (空白)

7.2.9 带熔断器的电器的过载要求

电器的主电路应能按 8.3.7.1 承载过载电流,并不得引起任何性能上的损坏,以致妨碍电器继续进行程序 V 的试验。

7.3 电磁兼容性(EMC)

7.3.1 基本要求

IEC 60947-1 的 7.3.1 适用。

7.3.2 抗扰度

IEC 60947-1 中 7.3.2 适用并补充如下。

7.3.2.1 无电子线路的电器

IEC 60947-1 中 7.3.2.1 适用。

7.3.2.2 具有电子线路的电器

具有电子线路的电器(例如熔断指示器)应具有对电磁骚扰符合要求的抗扰度。(见 8.4.1.2)。

验证符合上述要求的一致性试验见 IEC 60947-1 中 8.4。

详细性能标准应根据 IEC 60947-1 中表 24 的验收标准在相关产品标准中规定。

表 6 规定了需考虑的抗扰度验收标准。

表 6 抗扰度试验

试验种类	要求的试验电平	验收标准 (见 IEC 60947-1 表 24 规定)
静电放电抗扰度试验 IEC 61000-4-2	8 kV/气体放电 或 4 kV/接触放电	B
射频电磁场辐射抗扰度试验 IEC 61000-4-3	10 V/m	A
快速瞬变/脉冲群抗扰度试验 IEC 61000-4-4	电源端口:2 kV/5 kHz 信号端口:1 kV/5 kHz	B

表 6(续)

试验种类	要求的试验电平	验收标准 (见 IEC 60947-1 表 24 规定)
浪涌抗扰度试验 IEC 61000-4-5	2 kV(一般型) 1 kV(特殊型)	B
射频场感应的传导骚扰抗扰度试验 IEC 61000-4-6	10 V	A
注 1: 简单的整流器在正常工作条件下对电磁骚扰不敏感,不需要进行抗扰度试验。 注 2: 验收标准 B 规定受骚扰时主触头状态不应有明显的变化。		

7.3.3 发射

7.3.3.1 无电子线路的电器

IEC 60947-1 中 7.3.3.1 适用。

7.3.3.2 具有电子线路的电器

具有电子线路的电器(例如一种电子式熔断指示器)可以产生持续的电磁骚扰。
发射应满足 GB 4824 的 A 级 1 组或 CISPR 22 的 A 级的要求(见 8.4.2.2)。

表 7 发射极限

通道	频率范围 MHz	极限值 ^a	标准
机壳 ^b	30~230 ^a	30 dB(μ V/m)准峰值 在 30 m 距离测量 ^c	GB 4824 A 级-1 组 或 CISPR 22 A 级
	230~1 000 ^a	37 dB(μ V/m)准峰值 在 30 m 距离测量 ^c	
交流电源	0.15~0.5 ^a	79 dB(μ V)准峰值	
		66 dB(μ V)平均值	
	0.5~5 ^a	73 dB(μ V)准峰值	
		60 dB(μ V)平均值	
	5~30 ^a	73 dB(μ V)准峰值	
		60 dB(μ V)平均值	
^a 低极限值适用于转换频率。 ^b 仅适用于机械开关电器装载部分在高于 9 kHz 频率操作时,例如微处理器。 ^c 也可以在 10 m 距离测量,极限值增加 10 dB 或在 3 m 距离测量,限度增加 20 dB。 ^d 这些极限值源于 GB 4824 和 CISPR 22。			

这些极限值对仅仅用于工业环境中的机械开关电器给出。在希望用于工业环境以外时,下述的警告应包括在制造商出版资料中。

警告

这是 A 级产品。在家庭环境中,这种产品可产生无线电干扰,此时要求用户采用适当的措施。

因此,在满足 CISPR 22 B 级给出的发射极限值时,就不须这个警告。

8 试验

8.1 试验种类

8.1.1 一般规定

IEC 60947-1 中 8.1.1 适用。

8.1.2 型式试验

IEC 60947-1 中 8.1.2 适用。型式试验项目在本部分的表 9 中规定。

8.1.3 常规试验

IEC 60947-1 中 8.1.3 适用。并补充以下内容。

8.1.3.1 一般规定

采用下列试验：

——机械操作试验(见 8.1.3.2)

在制造和(或)其他常规试验中,开关、隔离器、隔离开关或熔断器组合电器的操作如采用上述同一试验条件和不低于上述试验条件规定的操作次数,就可以替代上述试验。

——介电性能试验(见 8.1.3.3)

如果通过控制材料和制造过程,已证明介电性能良好,这些试验可以按认可的抽样方案(见 GB/T 2828.1)采用抽样试验来代替。

8.1.3.2 机械操作试验

进行 5 次闭合与断开操作试验,验证电器的机械操作是否正常。

8.1.3.3 介电性能试验

试验条件应按 IEC 60947-1 中 8.3.3.4.2。替代时,混合试验可以按 IEC 60947-1 的 8.3.3.4.2 项 3)。试验电压值按 IEC 60947-1 中表 12A 规定。试验的持续时间应不小于 1 s,并且试验电压应施加如下：

——电器处于断开位置,在电器闭合时电气上连接在一起的每一对接线端子之间；

——电器处于闭合位置,在每个极和相邻极之间以及每个极和框架之间；

——对包含电子电路接至主极的电器处于断开位置,在每个极和相邻极之间以及每个极和框架之间。按电子部件位置,或者在进线侧,或者在出线侧。

另一方面,在介电试验时,允许电子电路不接。

8.1.4 抽样试验

验证电气间隙的抽样试验应根据 IEC 60947-1 中 8.3.3.4.3 的规定按照公认的抽样方案(见 GB/T 2828.1)进行。

8.1.5 特殊试验

特殊试验(见 IEC 60947-1 中 2.6.4)在 8.5 规定。

8.2 有关结构要求的型式试验

IEC 60947-1 中 8.2 适用,并补充以下内容。

8.2.4 接线端子的机械性能

IEC 60947-1 中 8.2.4 适用,并补充以下内容。
电器被设计成具有多种不同的接线端子时,应在每一种上进行试验。

8.2.5 验证操动器机构的强度和位置指示器

IEC 60947-1 中 8.2.5 适用,并补充以下内容。

8.2.5.1 试验电器的条件

操动器机构和位置指示器试验应是试验程序 I 的组成部分(见 8.3.3 和表 11)。
如果有不同类型的操动器,不管是附加的还是整体的,在程序 I 中仅试验一种结构。并且用代表接近临界状态的样品按 8.3.3.7 进行试验。

8.3 有关电器性能的类型试验

电器可按其类型经受表 9 所列的性能试验。

表 9 适用给定电器的型式试验表

试验	开关	熔断器式 开关	开关 熔断器组	隔离器	隔离器 熔断器组	熔断器式 隔离器	隔离 开关	隔离开关 熔断器组	熔断器式 隔离开关
温升 ^a	○	○	○	○	○	○	○	○	○
验证温升	○	○	○	○	○	○	○	○	○
介电性能	○	○	○	○	○	○	○	○	○
验证介电性能	○	○	○	○	○	○	○	○	○
泄漏电流	—	—	—	○	○	○	○	○	○
额定接通和分断能力 (过载)	○	○	○	—	—	—	○	○	○
操作性能	○	○	○	○	○	○	○	○	○
额定短时耐受电流	○	—	—	○	—	—	○	—	—
额定短路接通能力	○	—	—	—	—	—	○	—	—
额定限制短路电流	○	○	○	○	○	○	○	○	○
操动器机构的强度	—	—	—	○	○	○	○	○	○
过载试验	—	○	○	—	○	○	—	○	○
○ = 试验 — = 不要求试验 注:本型式试验列表仅提供信息,参见表 14 和表 15 中注 a。									
^a 仅适用 8.3.2.1.3。									

8.3.1 试验程序

型式试验如表 10 所示组成几个试验程序。
对于各个试验程序,试验程序 I 的温升(仅指简化试验)和介电性能试验可以在不同的样品上进行外,应按相应的条款要求依次进行试验。

表 10 试验程序综合表

试验程序	试验
一般性能特性 (见 8.3.3 和表 11)	温升 ^{e,f} 介电性能 ^a 接通和分断能力 ^a 验证介电性能 ^a 泄漏电流 ^b 验证温升 操动器机构强度
操作性能能力 (见 8.3.4 和表 13)	操作性能 验证介电性能 泄漏电流 ^b 验证温升
短路性能能力 ^c (见 8.3.5 和表 14)	短时耐受电流 短路接通能力 ^a 验证介电性能 泄漏电流 ^b 验证温升
限制短路电流 ^c (见 8.3.6 和表 15)	熔断器保护的短路耐受能力 熔断器保护的短路接通能力 ^a 验证介电性能 泄漏电流 ^b 验证温升
过载性能能力 ^d (见 8.3.7 和表 16)	过载试验 验证介电性能 泄漏电流 ^b 验证温升
^a 不适用于 AC-20 或 DC-20 电器,见 4.3.5.2 和 4.3.5.3。 ^b 仅对额定电压高于 50 V 的隔离电器要求进行此试验。 ^c 试验程序Ⅲ或试验程序Ⅳ按制造商规定的额定值进行试验。 ^d 对开关、隔离器和隔离开关,不要求进行此试验。 ^e 可以在程序外进行,见 8.3.1。 ^f 仅适用于 8.3.2.1.3。	

8.3.2 一般试验条件

8.3.2.1 一般要求

IEC 60947-1 中 8.3.2.1 适用于所有型式试验(如适用)。开始进行任一试验程序的电器应是新的、清洁的电器。

进行任一断开操作所施之力不得大于 IEC 60947-1 中 8.2.5.2 规定的试验力,同样应以无冲击的方式施加操作力。

当对断开操作是否正确有疑问时,允许对电器进行不多于 3 次的断开操作。

为减少基本结构相同的电器重复试验,可以采用下述试验要求。

8.3.2.1.1 具有相同基本结构的电器简化试验

同时提供一系列相同基本结构的开关,隔离器,隔离开关或熔断器组合电器时,电器为满足其他要求,允许下列差异。

8.3.2.1.2 具有相同基本结构的电器的要求

开关,隔离器,隔离开关或熔断器组合电器在确认为相同基本结构时,应依照下述准则来判断:

- a) 载流部件的材料、涂层和尺寸相同,除接线端子的结构和熔断器连接方式不同外;
- b) 触头的尺寸、材料、结构和安装方式相同;
- c) 操作机构具有相同功能结构,其材料和物理性能相同;
- d) 触头闭合和断开速度大体上相同;
- e) 模塑材料和绝缘材料相同;
- f) 灭弧装置的灭弧方法、材料和结构相同;

采用 8.3.2.1.3 给出的简化试验程序,也允许有下述的差异:

- g) 使用类别和工作电压;
- h) 用于 50 Hz 或 60 Hz;
- i) 3 极或 4 极电器(中性极可断开或不断开),采用 7.1.9 的要求;
- j) 接线端子的结构没有使电气间隙和爬电距离减少(见本部分的 8.2.4 和 8.3.3.2 及 IEC 60947-1 中 7.1.4 和 8.3.3.1);
- k) 不同类型的操动器,不管是附加的还是整体的,在每一种类型的操动器上验证操动器强度的要求(见 8.2.5),在试验程序 I 中验证其一种;
- l) 带不同型式熔体(仅在空载条件下拔出熔体)的开关熔断器组、隔离器熔断器组和隔离开关熔断器组的熔断器底座触头。

8.3.2.1.3 简化试验程序

可采用下述简化试验程序。

- a) 如果具有相同基本结构的电器申明标志一个以上使用类别和(或)一个以上工作电压,试验在最严酷的条件下进行,试品数量可以减少。

对短路接通和分断及操作性能试验,如下述条件同时满足,可以认为试验条件较严酷:

- 大于或等于额定工作电压;
- 大于或等于试验电流;
- 小于或等于功率因数,等于或大于时间常数²⁾;
- 大于或等于操作次数。

- b) 在 50 Hz 下完成的试验被认为覆盖用于 60 Hz,反之亦然,但下述例外:

——电流大于 800 A 的电器按 8.3.3.1 进行温升试验;

注:依据制造商与用户之间协议,对电流大于 800 A 的电器在 50 Hz 下进行试验可允许在 60 Hz 下使用,反之亦然。

——继电器和脱扣器的温升及操作性能(见 IEC 60947-1 中 7.2.2 和 7.2.2.6)。线圈的温升试验应对每个频率进行,但在有关试验程序中仅包括一种,并且如线圈和其他电路可以分别供电,允许其他电路保留在 50 Hz 下供电。

- c) 在 3 极电器上完成的试验被认为也覆盖中性极不断开的 4 极电器。在中性极上按 IEC 60947-1

2) IEC 原文中规定了功率因数,因考虑到直流产品的试验需求,本部分中补充了对时间常数的要求。

中 8.3.3.3.4 进行单相试验。

在 4 个极可断开的电器上完成的试验被认为也覆盖 3 个极可断开的电器,该电器的所有极相同,并且触头的闭合和断开速度大体上相同(7.1.9 要求仅适用有关中性极的接通和分断)。而且,4 个极可断开的电器应该始终连接成三相排列(见 IEC 60947-1 中图 11)。

d) 不同类型熔断器底座触头进行试验

开关熔断器组、隔离器熔断器组或隔离开关熔断器组设计成安装不同类型的熔断器底座触头,按 8.3.3.1 应在对应最大熔断器额定电流的每种类型上进行温升试验。

试验程序 I、II 和 V 应采用在那些最大试验电流中具有最高温升的类型。

程序 IV 应在与熔断器连接方式不同于螺栓连接的每种类型熔断器底座触头上在最大额定限制短路电流相当的电流下进行,并且如果各不相同,采用具有最大允通能量的熔断器类型在最高试验电压下进行。

e) 不同接线端子结构进行试验

电器被设计成可安装不同的接线端子结构,应在每种结构上按 IEC 60947-1 中 8.3.3.1 和 8.2.4 的要求进行试验。

带有用于插入母线上的接线端子的电器,如适用,应按 8.3.3.1,8.3.5.1 或 8.3.6.2.1a) 进行试验。应进行插拔操作的验证。操作循环次数应为 50 次,每次循环是从连接位置到隔离位置,并再返回至连接位置。

如果电器的操作状态不受损害,认为试验是符合要求的。

f) 根据 8.3.2.1.3 中 d), e) 试验,测量接线端子和易近部件的温升。

如果易近部件的温升在 8.3.2.1.3 中已测量,并且符合 IEC 60947-1 中表 3 的规定,则 8.3.3.6 中这些部件不需要进行进一步的试验。

因 8.3.2.1.3 中 d) 和 e) 的试验是在最严酷的情况下进行,IEC 60947-1 中表 2 的值不适用。

8.3.2.2 试验量值

IEC 60947-1 中 8.3.2.2 适用。

8.3.2.3 试验结果的评估

试验时电器的性能和试验后电器的状况在有关试验条款中规定。

8.3.2.4 试验报告

IEC 60947-1 中 8.3.2.4 适用。

8.3.3 试验程序 I:一般性能特性

本试验程序适用于表 11 所列的各种型式电器,它包括表中规定的各项试验。

8.3.3.1 温升

IEC 60947-1 中 8.3.3.3 适用,并补充以下内容。

试验应至少在额定工作电流 I_n 下进行。经制造商同意,当 I_{th} 和/或 I_{the} 高于 I_n 时,可采用两者中的较高值进行试验。对于使用类别为 AC-20 或 DC-20 的电器,温升试验应在 I_{th} 下进行,如果电器带有特定外壳,则应在 I_{the} 下进行。

熔断器组合电器所装熔断体的额定电流应等于组合电器的约定发热电流。

熔断体耗散功率不得超过电器制造商规定的最大值。

注 1: 可采用“模拟”熔断体进行试验,模拟熔断体的结构与标准的熔断体基本相似,并具有规定的耗散功率。

在熔断器式开关、熔断器式隔离器或熔断器式隔离开关上进行试验的情况下,熔断体的刀片是接通触头的一部分时应使用熔断体。

注 2: 对于熔断器式开关或熔断器式隔离开关,其熔断体的刀片是通断触头的一部分,模拟的或铜熔断体不能代替熔断体,因为熔断体的刀片在这些设备中有磨损,根据 8.3.3.6 熔断体刀片的磨损会影响温升验证。

试验用熔断体的详细情况,如型号、额定电流、耗散功率、分断能力以及制造商名称均应在试验报告中写明。只要在熔断器组合电器的约定发热电流下,其他熔断体的耗散功率不超过试验用熔断体的耗散功率,则装有试验用熔断体的组合电器的温升型式试验应认为对使用其他熔断体也有效。

表 11 试验程序 I :一般性能特性

试验	条款号	样品 ^c	电器型式和试验顺序					
			开关	熔断器式 开关和开关 熔断器组	隔离 器	隔离器熔断器组 和熔断器式 隔离器	隔离 开关	隔离开关 熔断器组和 熔断器式 隔离开关
温升 ^{d、e}	8.3.3.1	A,B,C,F	1	1	1	1	1	1
介电性能 ^d	8.3.3.2	A,C,F	2	2	2	2	2	2
接通和分断能力	8.3.3.3	A,D	3	3	*	*	3	3
验证介电性能	8.3.3.4	A,D	4	4	*	*	4	4
泄漏电流 ^b	8.3.3.5	A,D	—	—	3	3	5	5
验证温升	8.3.3.6	A,D	5	5	4	4	6	6
操动器机构的强度	8.3.3.7	A,E	—	—	5	5	7	7
^a 对(AC-20 或 DC-20)隔离器,不要求进行此试验。见 4.3.5.2 和 4.3.5.3。 ^b 仅对 U_n 高于 50 V 的电器要求进行此试验。 ^c 在程序中对给出的样品,仅采用以同一字母标志的试验:“A”是一个最普通结构的样品,选择最大额定电流 I_n,如适用,按 8.3.2.1.3 d),应具有最高温升。 如适用,其他样品: “B”是一个 60 Hz 试验的不同的试品,如适用,按 8.3.2.1.3 b)进行; “C”是每个在相应最大额定电流下试验的其他接线端子结构的样品; “D”是验证 U_n, I_n, AC 或 DC 电压值多种组合试验的样品(见 8.3.2.1.3); “E”是 8.2.5.1 中指定的附加样品,并且可以是样品 B,C 或 D 中的一个; “F”是 8.3.2.1.3 d)中每种类型熔断器组合电器的载熔件的样品。 ^d 可以在程序试验外进行,见 8.3.1。 ^e 仅适用 8.3.2.1.3。								

8.3.3.2 介电性能试验

IEC 60947-1 中 8.3.3.4.1 项 1),2),3),7)和 8)适用,并补充以下内容。

如制造商同意,按 IEC 60947-1 中 8.3.3.4.1 3)c) 试验而不连接这些器件时,试验报告应记载这些器件。

对于有一个工作电压大于 50 V 并适合隔离用的电器(见 3.3),触头在断开位置时应在试验电压 $1.1U_n$ 下测量流过每个极的泄漏电流,应不超过 0.5 mA。

8.3.3.3 接通和分断能力

8.3.3.3.1 试验量值和试验条件

IEC 60947-1 中 8.3.3.5 对带中性极的电器适用。

试验量值在 7.2.4.1 表 3 中按其使用类别加以规定。

应进行规定次数的接通-分断操作循环试验,除约定发热电流大于或等于 400 A 的电器以外,闭合-断开循环时间间隔均为 $30\text{ s} \pm 10\text{ s}$ 。经制造商与用户协商同意,可增加时间间隔,并应在试验报告中写明其间隔时间。

在进行每次接通-分断操作循环期间,电器停留在闭合位置的时间只需来得及完成通断操作,使电流值能够达到稳定,并使电器的运动部件处于静止状态。每次操作循环之后,恢复电压至少应维持 0.05 s。

为便于试验,经制造商同意,对于使用类别为 AC-23A 和 AC-23B 的电器,接通-分断操作循环试验可用规定次数的 $10I_e$ 接通循环试验和接着进行的相同次数的 $8I_e$ 分断循环试验来代替。

对于交流,试验电路的功率因数应按 IEC 60947-1 中 8.3.4.1.3 规定进行测定,功率因数应符合表 3 规定。

对于直流,试验电路的时间常数应按 IEC 60947-1 中 8.3.4.1.4 规定进行测定,时间常数应符合表 3 规定。

试验电压和负载应加在电器的适当的接线端子上。对于在断开位置时,动触头仍与其中一个接线端子相连接的电器,除非接线端子上有明显的“负载接线端子”和“电源接线端子”的专门标记,否则应将电源端和负载端上的接线互换后再次进行试验。

在熔断器式开关、熔断器式隔离开关上进行试验的情况下,熔断体的刀片是接通触头的一部分时应使用熔断体。

注:对于熔断器式开关或熔断器式隔离开关,其熔断体的刀片是通断触头的一部分,模拟的或铜熔断体不能代替熔断体,因为熔断体的刀片在这些设备中有磨损,根据 8.3.3.6 熔断体刀片的磨损会影响温升验证。

试验中使用熔断体的详细情况,如制造商名称及相关信息,额定电流、熔断体功耗和分断能力等应在试验报告中给出。

在开关熔断器组或隔离开关熔断器组上进行试验的情况下,熔断体的刀片可以由制造商推荐的电气上等同于熔断体尺寸和质量的合适铜连接代替。

8.3.3.3.2 试验电路

IEC 60947-1 中 8.3.3.5.2 适用。

8.3.3.3.3 瞬态恢复电压

IEC 60947-1 中 8.3.3.5.3 仅适用于 AC-22 和 AC-23 使用类别,对于 DC-22 和 DC-23 使用类别,若经制造商和用户协商同意,试验电路负载可用能产生规定电流值和时间常数值电动机代替。

8.3.3.3.4 空白

8.3.3.3.5 接通和分断能力试验时电器的性能

电器试验时,不应危及操作者和损坏邻近的电器。

不应发生持续燃弧或极间或极对框架间的闪络,并且,检测电路中的熔丝不应熔断。

电器仍能进行机械操作。触头不允许发生熔焊,以致无法用正常操作方法进行断开操作。

8.3.3.3.6 接通和分断能力试验后电器的状况

试验后立即进行空载合(分)操作,电器应能正常闭合和断开。

所需操作力应不大于 IEC 60947-1 中 8.2.5.2 和表 17 的试验力。

当正常操作电器手柄通过全行程时,使触头完全闭合,电器能承载其额定工作电流,则认为闭合操作是符合要求的。

试验后,电器应不经维护仍能符合 8.3.3.4 的规定。

触头应不经维护仍能承载额定工作电流,并应符合 8.3.3.6 验证温升的规定。

如果电器作隔离用,应符合 8.3.3.5 和 8.3.3.7 的规定。

8.3.3.4 验证介电性能

在 8.3.3.3 试验后,应按 IEC 60947-1 中 8.3.3.4.1 4) 进行试验。

8.3.3.5 泄漏电流

只对额定工作电压高于 50 V 的隔离电器进行泄漏电流试验,泄漏电流应通过触头间隙来验证:

- a) 隔离器和隔离开关:在负载和电源接线端子之间;
- b) 隔离器熔断器组、隔离开关熔断器组、熔断器式隔离器及单断点熔断器式隔离开关:在负载和电源接线端子之间;
- c) 隔离器熔断器组、隔离开关熔断器组、熔断器式隔离器及双断点熔断器式隔离开关:(i)在电源接线端子和熔断体之间;(ii)在负载端子和熔断体之间;以及(iii)在负载和电源接线端子之间。

当试验电压为 1.1 倍的电器额定工作电压时,泄漏电流不得超过下列规定值:

- 对于使用类别为 AC-20A、AC-20B、DC-20A 或 DC-20B 的电器,每极为 0.5 mA;
- 对于所有其他使用类别的电器,每极为 2mA。

8.3.3.6 验证温升

在 8.3.3.3 试验后,应按 8.3.3.1 规定验证接线端子和易接近部件的温升,除已被确定使用类别外,试验在被试电器的额定工作电流 I_n 下进行。

接线端子和易接近部件应不超过表 12 规定的极限值。

表 12 接线端子和易接近部件的温升极限

部件种类 ^a	温升极限 K
与外部连接的接线端子	80
人力操作部件: ——金属的	25
——非金属的	35
可触及但不是手握的部件: ——金属的	40
——非金属的	50
正常操作时无需触及的部件: ——金属的	50
——非金属的	60
^a 除上述所列的部件外,对其他部件不作温升规定,但以不引起相邻绝缘部件损坏为限。	

8.3.3.7 操动机构的强度

对于适用于隔离的电器,8.2.5 适用。

8.3.4 试验程序Ⅱ：操作性能能力

试验程序适用于表 13 所列各类电器，它包括表中规定的各项试验。
这些试验用来验证 7.2.4.2 规定的性能。

表 13 试验程序Ⅱ：操作性能能力

试验	条款号	样品 ^b	电器型式和试验顺序					
			开关	熔断器式 开关和开关 熔断器组	隔离 器	隔离器 熔断器组 和熔断器式 隔离器	隔离 开关	隔离开关 熔断器组和 熔断器式 隔离开关
操作性能	8.3.4.1	A,B	1	1	1	1	1	1
验证介电性能	8.3.4.2	A,B	2	2	2	2	2	2
泄漏电流 ^a	8.3.4.3	A,B	—	—	3	3	3	3
验证温升	8.3.4.4	A,B	3	3	4	4	4	4
^a 仅对 U_n 高于 50 V 的电器要求试验。 ^b “A”是一个最普通结构的样品，选择最大额定电流 I_n，如适用，按 8.3.2.1.3 的 d)，应具有最高温升。 “B”如适用，是验证 U_n，I_n，AC 或 DC 电压值多种组合试验的样品。								

8.3.4.1 操作性能试验

8.3.4.1.1 试验量值和试验条件

试验量值在表 4 和表 5 中按其使用类别加以规定。

表 4 中的通电流操作循环和不通电流操作循环的时间间隔以及试验次序应在试验报告中写明。

在进行每次接通-分断操作循环期间，电器停留在闭合位置的时间，只需来得及完成通断操作，使电流值能够达到稳定，并使电器的运动部件处于静止状态。每次操作循环后，恢复电压至少应维持 0.05 s。

对于交流，试验电路的功率因数应按 IEC 60947-1 中 8.3.4.1.3 规定进行测定，功率因数应符合表 5 的规定。

对于直流，试验电路的时间常数应按 IEC 60947-1 中 8.3.4.1.4 规定进行测定，时间常数值应符合表 5 的规定。

8.3.4.1.2 试验电路

IEC 60947-1 中 8.3.3.5.2 适用。

8.3.4.1.3 瞬态恢复电压

不需调整瞬态恢复电压。

8.3.4.1.4 通断操作过电压

在考虑中。

8.3.4.1.5 操作性能试验时电器的性能

电器试验时,不应危及操作者或损坏邻近的电器。

不应发生持续燃弧或极间或极对框架间的闪络,并且,检测电路中的熔丝不应熔断。

电器仍应能进行机械操作,触头不允许熔焊,以致无法用正常操作方式进行断开操作。

只要电器动作正常,允许电器的机械部件和触头有某些磨损。

8.3.4.1.6 操作性能试验后电器的状况

试验后立即进行空载合(分)操作,电器应能正常闭合和断开。

所需操作力应不大于 IEC 60947-1 中 8.2.5.2 和表 17 的试验力。

当正常操作电器手柄通过全行程时,使触头完全闭合,电器能够承载其额定工作电流,则认为闭合操作是符合要求的。

本试验后,电器应不经维护仍能符合 8.3.4.2 的规定要求。

触头应不经维护仍能承载额定工作电流,并符合 8.3.4.4 验证温升的要求。

如果电器作隔离用,则应符合 8.3.4.3 的规定。

8.3.4.2 验证介电性能

8.3.3.4 适用。

8.3.4.3 泄漏电流

8.3.3.5 适用。

8.3.4.4 验证温升

8.3.3.6 适用。

8.3.5 试验程序Ⅲ:短路性能能力

本试验程序适用于表 14 所列的各种型式电器,它包括表中规定的各项试验。

表 14 试验程序Ⅲ:短路性能能力

试验	条款号	样品 ^d	电器型式和试验顺序					
			开 关	熔断器式 开关和开关 熔断器组	隔 离 器	隔离器 熔断器组和 熔断器式 隔离器	隔 离 开 关	隔离开关 熔断器组和 熔断器式 隔离开关
短时耐受电流	8.3.5.1	A	1	不 适 用	1	不 适 用	1	不 适 用
短路接通能力 ^{a,b}	8.3.5.2	A.B	2		—		2	
验证介电性能	8.3.5.3	A.B	3		2		3	
泄漏电流 ^c	8.3.5.4	A.B	—		3		4	
验证温升	8.3.5.5	A.B	4		4		5	

^a 如果进行程序Ⅳ的试验,则不一定要进行程序Ⅲ的此项试验。

^b 不具有额定短路接通能力的开关和隔离开关(见 2.1)应符合试验程序Ⅳ的试验要求(见表 15)

^c 只对 U_e 高于 50 V 的电器要求试验。

^d “A”是一个最普通结构的样品,选择最大 I_{cw} 电流。

“B”如适用,是验证 U_e , I_{cw} 或 I_{cm} , AC 或 DC 电压值多种组合试验的样品。

如果制造商未规定额定短路接通能力值(见 8.3.5.2.1),并进行过程 IV 的试验(见 8.3.6),则不强制定进行程序 III 试验。

本试验程序用来验证 7.2.5 规定的性能。

8.3.5.1 短时耐受电流试验

8.3.5.1.1 试验量值和试验条件

IEC 60947-1 中 8.3.4.3 的试验条件适用。

试验电流应是 4.3.6.1 规定的额定短时耐受电流。

8.3.5.1.2 试验电路

IEC 60947-1 中 8.3.4.1.2 适用。

对于交流,试验电路的功率因数应符合 IEC 60947-1 中 8.3.4.1.3 规定。

对于直流,试验电路的时间常数应符合 IEC 60947-1 中 8.3.4.1.4 规定。

8.3.5.1.3 试验电路整定

试验电路整定时,用阻抗可忽略的临时连接线 B 将试验电器短接,接线应尽量靠近接线端子。

对于交流,调整电阻 R_1 和电抗 X ,使在外施电压下,电流等于额定短时耐受电流,功率因数为 IEC 60947-1 中 8.3.4.1.3 的规定值。

对于直流,调整电阻 R_1 和电抗 X ,使在外施电压下,电流最大值等于额定短时耐受电流,时间常数为 IEC 60947-1 中 8.3.4.1.4 的规定值。

8.3.5.1.4 试验顺序

用被试电器代替临时连接线 B,在电器处于闭合位置下,通以规定时间的试验电流。

8.3.5.1.5 试验时电器的性能

电器试验时,不应危及操作者或邻近的电器。

不应发生持续燃弧或极对框架间的闪络,并且,检测电路中的熔丝不应熔断。

电器仍应能进行机械操作,触头不允许熔焊,以致无法用正常操作方式进行断开操作。

8.3.5.1.6 试验后电器的状况

试验后,立即进行空载合(分)操作,电器应能正常闭合和断开。

所需操作力应不大于 IEC 60947-1 中 8.2.5.2 和表 17 的试验力。

当正常操作电器手柄通过全过程时,使触头完全闭合,电器能够承载其额定工作电流,则认为闭合操作是符合要求的。

如果电器是开关或隔离开关,本试验后,应不经维修仍能经受表 14 所规定的 8.3.5.2 的短路接通能力试验。

如果电器作隔离用,应不经维护仍能符合 8.3.5.3 验证介电性能的要求。

隔离器的触头应不经维护仍能承载额定工作电流,并符合 8.3.5.5 验证温升的要求。

8.3.5.2 短路接通能力试验

8.3.5.2.1 试验量值和试验条件

本试验应在进行过 8.3.5.1 试验并未经维修的同台电器上进行。

试验电流应由制造厂按照 4.3.6.2 加以规定。

8.3.5.2.2 试验电路

8.3.5.1.2 适用。

8.3.5.2.3 试验电路整定

试验电路整定时,用阻抗可忽略的临时连接线 B 将试验电器短接,接线应尽量靠近接线端子。

根据电器是交流或是直流,按下述方法整定试验电路:

a) 对于交流电器

试验应在电器的额定频率下进行。

预期电流至少应维持 0.05 s,从整定波图上确定的预期电流值用有效值表示,至少应有一极电流值等于或大于规定值。

所有各相电流的平均值应符合 IEC 60947-1 中 8.3.2.2 规定的允差要求。

预期电流第一周波的最大峰值应不小于 n 倍额定短路电流, n 值按 IEC 60947-1 中表 16 第 4 列的规定值。

b) 对于直流电器

电流应持续规定时间,从示波图上确定的电流平均值至少应等于规定值。

如果试验站不能进行直流试验,经制造商与用户协商同意,可用交流进行试验,但要采取适当的预防措施,例如不使电流峰值超过允许电流值。

如果电器为交直流两用,具有相同的额定电流,应认为交流试验对直流额定值同样有效。

8.3.5.2.4 试验顺序

用被试电器代替临时连接线 B,电器应接通预期电流两次,操作时间间隔约为 3 min,预期峰值电流不小于电器的额定短路接通能力。试验电流至少应保持 0.05 s。

闭合机构的操作应尽可能地模拟使用条件。

8.3.5.2.5 试验时的电器的性能

电器试验时,不应危及操作者或损坏邻近的电器。

不应发生持续燃弧或极间或极对框架间的闪络,并且,检测电路中的熔丝不应熔断。

电器仍能进行机械操作,触头不允许发生熔焊,以致无法用正常操作方法进行断开操作。

8.3.5.2.6 试验后电器的状况

试验后立即进行空载分(合)操作,电器应能正常断开或闭合。

所需操作力应不大于 IEC 60947-1 中 8.2.5.2 和表 17 的试验力。

当正常操作手柄通过全过程,使触头完全闭合,电器能够承载其额定工作电流,则认为闭合操作是

符合要求的。

试验后,电器应不经维护仍能符合 8.3.5.3 验证介电性能的要求。

触头应不经维护仍能承载最大额定工作电流,并应符合 8.3.5.5 验证温升的要求。

8.3.5.3 验证介电性能

8.3.3.4 适用。

8.3.5.4 泄漏电流

8.3.3.5 适用,但对所有使用类别,每极最大泄漏电流值均不得超过 2 mA。

8.3.5.5 验证温升

8.3.3.6 适用。

8.3.6 试验程序Ⅳ:限制短路电流

本试验程序适用于表 15 所列的各种型式电器,它包括表中规定的各项试验。

如果制造商未规定额定限制短路电流值,并进行过程序Ⅲ的试验(见 8.3.5),则不强制进行程序Ⅳ的试验。

对于开关、隔离器和隔离开关,其短路保护电器可以是断路器或熔断器,保护电器应接在试验电器的负载侧。

断路器或熔断器型式应是制造商所规定的适用于该电器的。

试验用保护电器的详细情况,如型号标志、额定电压、额定电流、额定短路分断能力、以及制造商名称均应在试验报告中写明。

只要在额定电压、预期电流和功率因数下其他保护电器的焦耳积分(I^2t)和截断电流不超过试验用保护电器的焦耳积分和截断电流规定值,则装有规定的保护电器的电器型式试验应认为对使用其他保护电器也有效。

本试验用来验证 7.2.5 规定的性能。

8.3.6.1 断路器保护的短路耐受能力

在考虑中。

8.3.6.2 熔断器保护的短路耐受能力

8.3.6.2.1 试验量值和试验条件

熔断体的最大额定电流和额定分断能力应是制造商认为适合于该电器的。

电器制造商应提供试验用的熔断体(见 IEC 60269 系列)。所用熔断体的详情应记在试验报告中。

采用的试验电压应等于 $1.05 U_n$,其中 U_n 为试验中电器的工作电压。

本试验应按下列规定进行:

a) 耐受试验

电器处于闭合位置时通以预期电流,预期电流应是制造商规定的额定限制短路电流。

b) 接通试验

进行 a) 项耐受试验后,按表 15 规定,所有电器应装上新熔断体,接通额定限制短路电流。

表 15 试验程序Ⅳ：限制短路电流

试验	条款号	样品 ^c	电器型式和试验顺序					
			开关 ^a	熔断器式开关和开关熔断器组	隔离器 ^a	隔离器熔断器组和熔断器式隔离器	隔离开关 ^a	隔离开关熔断器组和隔离开关
熔断器保护的短路耐受能力	8.3.6.2.1a)	A.B	1	1	1	1	1	1
熔断器保护的短路接通能力	8.3.6.2.1b)	A.B	2	2	—	—	2	2
验证介电性能	8.3.6.3	A.B	3	3	2	2	3	3
泄漏电流 ^b	8.3.6.4	A.B	—	—	3	3	4	4
验证温升	8.3.6.5	A.B	4	4	4	4	5	5
^a 如果进行程序Ⅲ(见表 14)的试验,则不强制进行程序Ⅳ的试验。 ^b 仅对 U_e 高于 50 V 的电器要求试验。 ^c “A”是一个最普通结构的样品,选择最大额定限制短路电流,如适用,“A”是按 8.3.2.1.3 的 d) 每种类型的样品。 “B”如适用,是验证 U_e , I_e , AC 或 DC 电压值多种组合的试验样品。								

8.3.6.2.2 试验电路

8.3.5.1.2 适用。

8.3.6.2.3 试验电路整定

8.3.5.2.3 适用。

8.3.6.2.4 试验顺序

熔断器式开关、熔断器式隔离器和熔断器式隔离开关应按照 7.2.1.1 操作合闸机构。

用被试电器代替临时接线,并按 8.3.6.2.1 规定通以试验电流。

熔断器分断试验电流后,恢复电压至少应保持 0.05 s。

8.3.6.2.5 试验时电器的性能

8.3.5.2.5 适用。

8.3.6.2.6 试验后电器的状况

8.3.5.2.6 适用。

8.3.6.3 验证介电性能

8.3.3.4 适用。

8.3.6.4 泄漏电流

8.3.5.4 适用。

8.3.6.5 验证温升

8.3.3.6 适用。

8.3.7 试验程序 V：过载性能能力

本试验程序适用于表 16 所列的各种型式电器，它包括表中规定的各项试验。

表 16 试验程序 V：过载性能能力

试验	条款号	样品 ^b	电器型式和试验顺序		
			熔断器式开关和 开关熔断器组	隔离器熔断器组和 熔断器式隔离器	隔离开关熔断器组和 熔断器式隔离开关
过载试验	8.3.7.1	A	1	1	1
验证介电性能	8.3.7.2	A	2	2	2
泄漏电流 ^a	8.3.7.3	A	—	3	3
验证温升 ^c	8.3.7.4	A	3	4	4
^a 只对 U_n 高于 50 V 的电器要求试验。 ^b “A”是一个最普通结构的样品，选择最大额定电流 I_n ，如适用，按 8.3.2.1.3 的 d) 应具有最高温升。 ^c 制造商同意，试验程序可改变成在过载试验后直接进行验证温升，如适用，然后验证介电性能和泄漏电流试验。					

8.3.7.1 过载试验

电器应首先处于室温的温度。试验电流是 $1.6I_{rne}$ 或 $1.6I_{th}$ 持续 1 h 或者至一个或多个熔断器熔断。如时间小于 1 h，该时间应记在试验报告中。

电器制造商应提供试验用的熔断体（见 IEC 60269 系列）。所用熔断体的详情应记在试验报告中。

除不需要测量温度外采用 8.3.3.1。

熔断器动作或持续超过 1 h 后的 3 min~5 min 内，电器应被操作 1 次，即断开和闭合。不应发现电器有任何妨碍该操作的损伤。断开电器的力应不大于 IEC 60947-1 中 8.2.5.2 和表 17 规定的操动器的试验力。

应测量过载试验的持续时间，并记在试验报告中。

8.3.7.2 验证介电性能

8.3.3.4 适用。

8.3.7.3 泄漏电流

8.3.3.5 适用。

8.3.7.4 验证温升

8.3.3.6 适用，并补充以下内容：

按 8.3.7.1 过载试验期间的熔断体应该由同一型式和额定值的新的熔断体替代。

8.4 电磁兼容性试验

IEC 60947-1 中 8.4 适用，并补充以下内容。

试验时符合下述性能要求:

——不应发生随意分开或闭合触头。

8.4.1 抗扰度

8.4.1.1 无电子线路的电器

不需要试验(见 7.3.2.1)。

8.4.1.2 具有电子线路的电器

IEC 60947-1 中 7.3.2.2 适用。验证符合这些要求,应进行表 6 所包括的试验。

8.4.2 发射

8.4.2.1 无电子线路的电器

不需要试验(见 7.3.3.1)。

8.4.2.2 具有电子线路的电器

采用 7.3.3.2 要求。通过试验验证表 7 所包含的极限值。

应在工作状态进行检测,该状态包括符合正常使用条件的接地状态,在试验的频率内产生最高的发射(见第 6 章)。

在规定的和重复的条件中进行每次检测。

8.5 特殊试验

机械和(或)电气耐磨损性能用 8.3.4.1 规定的操作性能进行验证。

如果预期有非正常工作条件的场合(见 IEC 60947-1 中 7.2.4.3 注),需要进行下列试验:

8.5.1 机械寿命

机械寿命试验(见 7.2.4.3 和 8.1.5)按 8.3.4.1 的有关要求进行试验(若要求进行),除隔离电器外,不论其使用类别,每极的最大泄漏电流值均不得超过 6 mA。

操作循环总次数应由制造商规定。

8.5.2 电寿命

电寿命试验(见 7.2.4.4 和 8.1.5)按 8.3.4.1 的有关要求进行试验(若要求进行),除隔离电器外,对于 AC-21、AC-22、AC-23、DC-21、DC-22 和 DC-23 使用类别,每极的最大泄漏电流值不得超过 6 mA。

AC-20A、AC-20B、DC-20A 和 DC-20B 使用类别的电器不进行本试验。

操作循环总次数应按制造商规定。

附录 A
(规范性附录)
直接通断单台电动机的电器

A.1 一般要求

通常用作直接通断单台电动机的开关、隔离开关和熔断器组合电器应符合本附录的附加要求。这些要求基本上与 IEC 60947-4-1 的有关条款相同,符合本附录规定的电器可按表 A.1 规定在铭牌上标明合适的使用类别。

A.2 额定工作制

附加的标准额定工作制如下。

A.2.1 断续周期工作制或断续工作制

IEC 60947-1 中 4.3.4.3 适用,并补充以下内容:

按照每小时电器所能实现的操作循环次数,电器可分为下列级别:

- 1 级:不大于 1 次/h;
- 3 级:不大于 3 次/h;
- 12 级:不大于 12 次/h;
- 30 级:不大于 30 次/h;
- 120 级:不大于 120 次/h。

A.2.2 短时工作制

IEC 60947-1 中 4.3.4.4 适用。

A.3 接通和分断能力

电器按表 A.2(见 A.4)规定的使用类别确定其接通和分断能力。

A.4 使用类别

本附录规定的几种标准使用类别列于表 A.2 中,其他使用类别应根据制造商与用户的协议,但制造商的产品目录或投标书上所提供的资料可代替这种协议。

每种使用类别用额定工作电流的倍数和额定工作电压的倍数表示的电流和电压值、表 A.2 所示的功率因数或时间常数以及用来规定额定接通与分断能力的其他试验条件来表征。

已标明使用类别的电器不需要另行规定额定接通和分断能力,因为这些数值直接由表 A.2 所列使用类别来决定。

表 A.2 的使用类别基本上与表 A.1 所列用途相对应。

表 A.1 使用类别

使用类别		典型用途
交流	AC-2	滑环电动机;起动、反接制动与反向 ^a 、断开。
	AC-3	鼠笼型电动机;起动、运转中断开电动机
	AC-4	鼠笼型电动机;起动、反接制动与反向 ^a 、密接通断 ^b
直流	DC-3	并激电动机;起动、反接制动与反向 ^a 、密接通断 ^b 、直流电动机的再生制动
	DC-5	串激电动机;起动、反接制动与反向 ^a 、密接通断 ^b 、直流电动机的再生制动
注:开闭转子电路、电容器和钨丝灯应遵照制造商与用户间的特殊协定。		
^a 反接制动与反向,即电动机在旋转时用反接电动机定子绕组的方法使电动机快速停止或反向。		
^b 密接通断(点动),即在很短时间内多次地接通和断开电机电源,使被电动机驱动的机构得到小的移动。		

表 A.2 对应于各种使用类别的额定接通和分断能力条件

使用类别	接通和分断条件					
	I_c/I_e	U_c/U_e	$\cos\phi$	通电时间 ^b s	断电时间 s	操作循环次数
AC-2	4.0	1.05	0.65	0.05	^c	50
AC-3 ^a	8.0	1.05	^a	0.05	^c	50
AC-4 ^a	10.0	1.05	^a	0.05	^c	50
			L/R ms			
DC-3	4.0	1.05	2.5	0.05	^c	50 ^f
DC-5	4.0	1.05	15.0	0.05	^c	50 ^f
接通条件						
使用类别	I/I_e	U/U_e	$\cos\phi$	通电时间 ^b s	断电时间 s	操作循环次数
AC-3	10	1.05 ^d	^a	0.05	10	50
AC-4	12	1.05 ^d	^a	0.05	10	50
I = 接通电流,接通电流用直流或交流对称有效值表示,但是相应于电路功率因数的交流非对称电流的峰值可为一较高值。 I_c = 接通和分断电流。用直流或交流对称有效值表示。 I_e = 额定工作电流。 U = 外施电压。 U_c = 工频恢复电压或直流恢复电压。 U_e = 额定工作电压。 $\cos\phi$ = 试验电路的功率因数。 L/R = 试验电路的时间常数。						
^a $I_e \leq 100$ A 时, $\cos\phi = 0.45$, $I_e > 100$ A 时, $\cos\phi = 0.35$。 ^b 只要认为触头在重新断开前已完全闭合,则通电时间可小于 0.05 s。 ^c 断电时间见表 A.3。 ^d U/U_e 的允差可为 $\pm 20\%$。 ^e 接通条件也应进行验证,但是,若经制造商同意,可与接通和分断试验结合进行。接通电流倍数用 I/I_e 表示,分断电流倍数用 I_c/I_e 表示。断电时间从表 A.3 中选取。 ^f 对一个极性进行 25 次操作循环,对调极性后再进行 25 次操作循环。						

表 A.3 验证额定接通和分断能力时分断电流 I_c 与断电时间的关系

分断电流 I_c A	断电时间 s
$I_c \leq 100$	10
$100 < I_c \leq 200$	20
$200 < I_c \leq 300$	30
$300 < I_c \leq 400$	40
$400 < I_c \leq 600$	60
$600 < I_c \leq 800$	80
$800 < I_c \leq 1\,000$	100
$1\,000 < I_c \leq 1\,300$	140
$1\,300 < I_c \leq 1\,600$	180
$1\,600 < I_c$	240

若经制造商同意,可缩短断电时间值。

A.5 操作性能

IEC 60947-1 中 7.2.4.2 适用,并补充以下内容:

电器应在表 A.4 中相应使用类别规定的约定条件下接通与分断电流,并完成表中规定的操作次数不损坏。

表 A.4 操作性能——对应于各种使用类别的接通和分断操作性能条件

使用类别	接通和分断条件					
	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos\phi$	通电时间 ^b s	断电时间 s	操作循环次数
AC-2	2.0	1.05	0.65	0.05	^c	6 000
AC-3	2.0	1.05	^a	0.05	^c	6 000
AC-4	6.0	1.05	^a	0.05	^c	6 000
			L/R ms			
DC-3	2.5	1.05	2.0	0.05	^c	6 000 ^d
DC-5	2.5	1.05	7.5	0.05	^c	6 000 ^d
I_c = 接通和分断电流。用直流或交流对称有效值表示,但实际电流值是相应于电路功率因数的峰值电流。 I_e = 额定工作电流。 U_r = 工频恢复电压或直流恢复电压。 U_e = 额定工作电压。						
^a $I_c \leq 100$ A 时, $\cos\phi = 0.45$, $I_c > 100$ A 时, $\cos\phi = 0.35$ 。 ^b 只要认为触头在重新断开前已完全闭合,则通电时间可小于 0.05 s。 ^c 断电时间应不大于表 A.3 规定值。 ^d 对一个极性进行 3 000 次操作循环,对调极性后再进行 3 000 次操作循环。						

A.6 机械寿命

IEC 60947-1 中 7.2.4.3.1 适用,并补充以下内容:

推荐的空载操作循环次数(用百万次表示)为:

0.001-0.003-0.01-0.03-0.1-0.3 和 1。

如果制造商未规定机械寿命,则意味着机械寿命至少相当于在相应断续周期工作制等级的最高操作频率下能操作 8 000 h。

A.7 电寿命

IEC 60947-1 中 7.2.4.3.2 适用;并补充以下内容:

有载操作循环总次数应按制造商规定。

A.8 验证接通和分断能力

见 8.3.3.3,但试验量值应按照表 A.2 和表 A.3 的规定。

制造商同意,A.8 和 A.9 的试验可以在同一样品上进行。

A.9 操作性能试验

见 8.3.4.1,但试验条件应按照表 A.4 的规定。

制造商同意,A.8 和 A.9 的试验可以在同一样品上进行。

A.10 特殊试验

机械耐磨损和(或)电气耐磨损性能用 A.9 规定的操作性能试验进行验证。

如果预期有非正常使用条件(见 IEC 60947-1 中 7.2.4.3 注),可能需要进行以下试验:

A.10.1 机械寿命试验

A.10.1.1 试验电器的条件

电器应按正常使用条件进行安装,特别是导线应按正常使用方式连接。

试验时,主电路应无电压或电流,如果正常使用时规定要润滑,在试验前,可对电器加以润滑。

A.10.1.2 操作条件

电器应按正常使用条件进行操作。

A.10.1.3 试验顺序

- 试验的操作频率应对应于断续周期工作制等级的频率。但是,如果制造商认为使用更高的操作频率,电器仍能满足所要求的条件时,可提高频率。
- 完成的操作循环次数应不低于制造商规定的空载操作循环次数。
- 每进行 1/10 规定的操作循环总次数后,在继续试验前,允许:

- 清理整个电器(但不得拆开);
- 对制造商规定的、在正常使用中要进行润滑的零部件加以润滑;
- 如果电器结构允许的话,可调整触头的行程和压力。

d) 维护工作应不包括更换任何零部件。

A.10.1.4 合格的试验结果

机械寿命试验后,电器仍应符合室温下的正常操作条件,用于连接导体的零部件不得松动。

A.10.2 电寿命试验

电器的电气耐磨损性能习惯上用相应于表 A.5 所列各使用类别的条件下电器不经修理或更换零部件时所完成的有载操作循环次数来表征。

在所有情况下,操作循环速度和次数应由制造商选定。

如果试验报告中记录的数值与规定值之差在 IEC 60947-1 中 8.3.2.2.2 规定的允差范围内,则认为试验有效。

试验应在 A.10.1.1 和 A.10.1.2 规定的具有合适条件的电器上进行,并采用 A.10.1.3 规定的试验顺序(如果适用的话),但不允许更换触头。

本试验后,电器仍能符合 8.3.3.2 规定的正常操作条件,并能承受 2 倍额定工作电压 U 。的介电试验电压,但不小于 1 000 V。只对 IEC 60947-1 中 8.3.3.4.1 项 4) b) 规定的部件施加电压。

表 A.5 验证有载操作循环次数一对应于各种使用类别的接通和分断条件

使用类别	额定工作电流值	接通			分断		
		I/I_e	U/U_e	$\cos\phi^a$	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos\phi^a$
AC-2	所有值	2.5	1	0.65	2.5	1	0.65
AC-3	$I_e \leq 17\text{A}$	6	1	0.65	1	0.17	0.65
	$I_e > 17\text{A}$	6	1	0.35	1	0.17	0.35
AC-4	$I_e \leq 17\text{A}$	6	1	0.65	6	1	0.65
	$I_e > 17\text{A}$	6	1	0.35	6	1	0.35
		I/I_e	U/U_e	L/R^b ms	I_c/I_e	U_r/U_e	L/R^b ms
DC-3	所有值	2.5	1	2	2.5	1	2
DC-5	所有值	2.5	1	7.5	2.5	1	7.5

I_e = 额定工作电流。

U_e = 额定工作电压。

I = 接通电流。交流时,接通条件用对称有效值表示,但相应于电路功率因数的非对称电流峰值可为一较高值。

U = 外施电压。

U_r = 工频恢复电压或直流恢复电压。

I_c = 分断电流。

^a $\cos\phi$ 的允差为 ± 0.05 。

^b L/R 的允差为 $\pm 15\%$ 。

附 录 B

(资料性附录)

制造厂与用户间须协议的条款

注：本附录的目的：

- “协议”在广泛的意义上被采用；
- “用户”包括试验站。

关于本部分的条款，采用 IEC 60947-1 中附录 J，并补充以下内容：

本部分的条款号	项 目
4.4	接通分断电容器或钨丝灯
7.1.7.1 注	特殊用途时在闭合位置锁定
7.2.4.2 和表 4	验证操作性能时提高操作速度
8.3.3.3.1	$I_{th} > 400\text{ A}$ 的电器作接通和分断能力试验时，闭合-断开循环时间间隔大于 $30\text{ s} \pm 10\text{ s}$ 对于 AC-23A 和 AC-23B 使用类别，在进行接通和分断能力试验时，先进行 $10I_n$ 的接通循环， 再进行同样次数的 $8I_n$ 接通-分断循环
8.3.3.3.3	在验证 DC-22 和 DC-23 使用类别的接通-分断能力时，用电动机代替试验电路负载
8.3.5.2.3	直流电器进行短路接通能力试验时，可用交流电路进行整定
附录 A	
A.4	未列入表 A.2 的其他使用类别
表 A.1	接通与分断转子电路，电容器或钨丝灯
A.8	验证接通和分断能力
A.9	操作性能试验

附录 C
(规范性附录)
单极操作的三极开关

C.1 总则

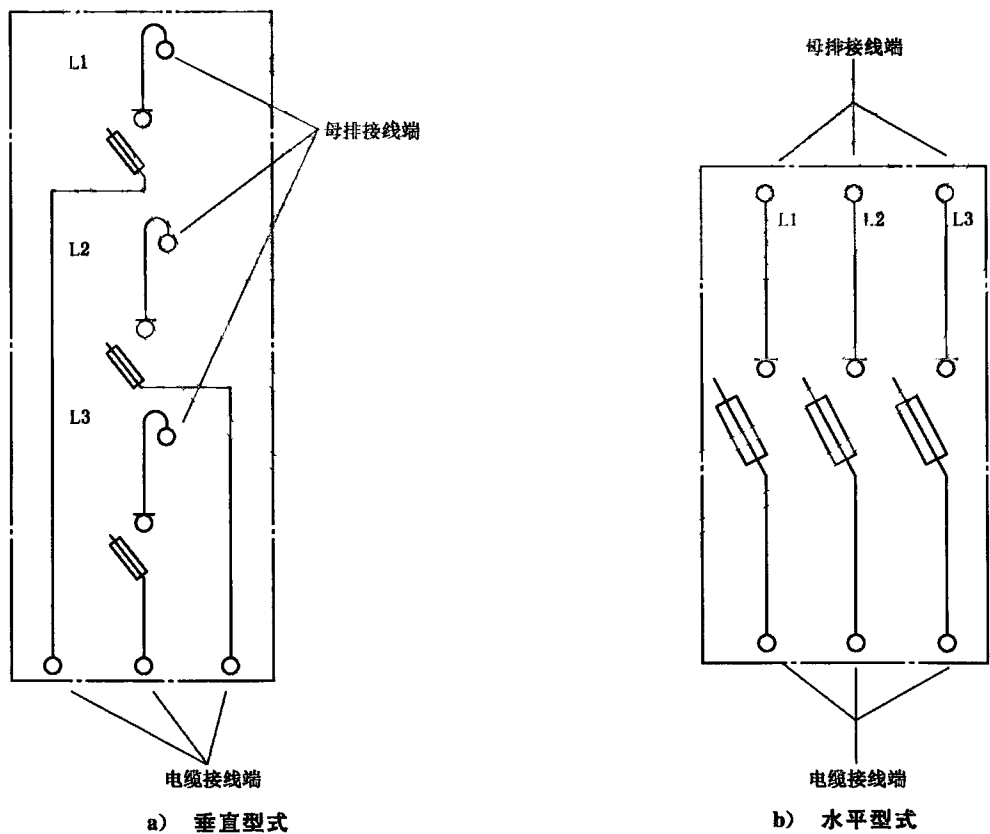
除下述修正外,本部分的所有要求适用。

按本部分验证接通和分断能力,操作性能和限制短路耐受的试验要求适用于各极同时操作的电器。
但该要求不适用一极一极操作的三相开关。

一极一极操作的三相开关和上述有关试验的重要特征如下:

- 三极分别单独操作,并且彼此处于相邻位置;
三相一般位于彼此附近[水平型式,见图 C.1b)]或彼此上下[垂直型式,见图 C.1a)];
- 各极操作的次序任由熟练操作者;
- 各极结构上应该基本相同。

电器试验时位置由制造商确定,并记在试验报告中。



C.2 试验

进行单极操作的三极开关试验时,有关表 10 的试验程序应采用按 C.3 修改的等同试验:

- 8.3.3.3 试验程序 I 的接通和分断能力;
- 8.3.4.1 试验程序 II 的操作性能;
- 8.3.6.2 试验程序 IV 的熔断器保护的短路耐受 b) 接通能力。

C.3 试验准备和程序

C.3.1 接通和分断能力(8.3.3.3)和操作性能(8.3.4.1)

试验 1:L1 和 L2 闭合,L3 进行规定的接通-分断操作循环。

试验 2:L2 闭合,L3 断开,L1 进行规定的接通-分断操作循环。

所有试验应按 IEC 60947-1 中图 5 在三相试验电路中进行。

C.3.2 熔断器保护的短路试验(8.3.6.2)

熔断器式开关的接通试验应采用下述试验。

L1 断开,L2 闭合,L3 进行规定的接通-分断操作循环。试验应按 IEC 60947-1 中图 11 在三相试验电路中进行。

C.4 试验后电器的状况

电器应满足有关条款 8.3.3.3.6,8.3.4.1.6 和 8.3.5.2.6。

C.5 用户须知

制造商应在产品资料中包含下述声明。

这些电器用于电力配电系统可用作单独一相的开闭和(或)隔离,但不能用作三相设备初级电路的开闭。

附录 D

(规范性附录)

光伏用开关、隔离器、隔离开关及熔断器组合电器

D.1 综述

为了促进可持续发展,光伏设施的数量与日俱增。目前最新的光伏技术正对传统的能源获取方式和配电系统以及这些设备的工作条件和环境发起挑战。

光伏用途具有特殊特性,并且需要具有特殊性能的电器。这些性能要求规定在本部分的附录中。

注:本文中使用的缩略语“PV”(即光伏)

本部分中的规定适用于本附录中规定的设备,本附录与本部分具有一致性。本部分中适用的章、条、表、图和附录以引用形式来确定,例如 4.3.4.1,表 2,或附录 A。

D.1.1 范围和目的

本附录适用于额定电压不超过直流 1 500 V 的光伏系统用直流开关、隔离器、隔离开关和熔断器组合电器,下文称为“PV 开关、PV 隔离器、PV 隔离开关及 PV 熔断器组合电器”。

PV 系统中的开关、隔离器、隔离开关和熔断器组合电器所处的电气条件、环境条件及工作条件与本部分正文部分中规定的一般条件不同。因此附录改编了一些能够反映出这些使用条件的要求。

本附录的目的是为规定:

- 用于 PV 设备直流侧的 PV 开关、PV 隔离器、PV 隔离开关及 PV 熔断器组合电器的要求;
- 验证产品性能符合 PV 用途及在 PV 环境条件下的预期使用寿命的试验。

D.1.2 规范性引用文件

1.2 适用并补充以下内容:

GB/T 2423.22—2012 环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 N:温度变化(IEC 60068-2-14:2009,IDT)

GB/T 20641—2014 低压成套开关设备和控制设备 空壳体的一般要求(IEC 62208:2011,IDT)

D.2 术语和定义

第 2 章适用并补充以下内容。

D.2.3

临界负载电流 critical load current

I_{crit}

在工作条件范围内燃弧时间明显延长的分断电流值。

注 1:该现象源自于电弧电流中的低磁场产生的一个慢的移动电弧,对于 PV 应用至关重要。

[来源:IEC 60947-1:2007,2.5.16,已修改,增加注 1]

D.3 分类

第 3 章适用并作下列更改。

D.3.1 按使用类别分类

对于 PV 用途,DC-PV0、DC-PV1 或 DC-PV2 代替了现表 2 中的使用类别(见表 D.1)。

D.4 特性

第 4 章适用并作下列更改。

D.4.3.5.1 接通和分断电动机过载电流的耐受能力

4.3.5.1 不适用。

D.4.3.5.2 额定接通能力

将 4.3.5.2 第二段中的表 3 用表 D.5 代替。

D.4.3.5.3 额定分断能力

将 4.3.5.3 第二段中的表 3 用表 D.5 代替。

D.4.3.6.1 额定短时耐受电流(I_{cw})

4.3.6.1 按如下方法适用:

使用类别为:

- 1) DC-PV1 的电器:额定短时耐受电流不适用;
- 2) DC-PV0 和 DC-PV2 的电器:按照 4.3.6.1。

D.4.4 使用类别

将 4.4 替换为以下内容:

各使用类别所规定的预定用途见表 D.1。

表 D.1 使用类别

使用类别	典型用途
DC-PV0	当电路中没有电流时,断开与闭合 PV 电路以提供隔离
DC-PV1	在不可能出现反向电流及较大过电流时连接与断开单独的 PV 组件串
DC-PV2	连接与断开可能出现较大过载电流以及电流方向可以是双向的 PV 电路;例如,几个组件串以并联方式连至同一个逆变器,或是一个或多个组件串并联至一个电池

每种使用类别用额定工作电流的倍数和额定工作电压的倍数表示的电流和电压值、以及电路的时间常数来表征其特性。表 D.5 规定的接通和分断条件基本上与表 D.1 所列的用途相对应。

D.5 产品资料

第 5 章适用并作以下修改。

D.5.2 标志

将 5.2.1 最后一段用下述新的段代替:

使用类别为 AC-20A, AC-20B, DC-20A, DC-20B 和 DC-PV0 的电器应标明“不要带载操作”, 除非电器带有互锁设备可防止此种操作发生。

将 5.2.2c) 列用下述内容代替:

- c) 在相应的额定工作电压和使用类别(见 4.3.1, 4.3.2, 4.4 和 D.4.4)下的额定工作电流(或功率); 在 5.2.2 的现有列项中增加项 h);
- h) PV 使用类别: “DC-PV0”, “DC-PV1”或“DC-PV2”;
- 在 5.2.4 的现有列项后加入新列项 h)、i)、j)和 k);
- h) 在每个额定工作条件下机械式开关电器极点串联的示意图与方法;
- i) 适当连接至 PV 发电机与负载(如适用);
- j) “+”和“-”极(如适用);
- k) 适用于户内或户外使用。

D.6 正常的使用、安装和运输条件

第 6 章适用并作以下修改:

本附录涵盖了用于表 D.2 中规定的可选使用配置的 PV 开关、PV 隔离器、PV 隔离开关及 PV 熔断器组合电器的使用。

表 D.2 使用配置

非封闭式	适用于安装在柜体或外壳中的具有约定自由空气发热电流额定值的非封闭式 PV 开关、PV 隔离器、PV 隔离开关或 PV 熔断器组合电器
封闭式	适用于室内设施或户外场所的具有约定封闭式发热电流额定值的封闭式 PV 开关、PV 隔离器、PV 隔离开关或 PV 熔断器组合电器

D.6.1.1 周围空气温度

将 IEC 60947-1:2007/A2:2014 的 6.1.1 替换为以下内容:

周围空气温度不超过表 D.3 中的最大值与最小值。24 h 内日平均周围温度不超过最大温度 35 ℃。

表 D.3 环境条件

环境等级	在不降级情况下的最大周围温度	最低周围温度	建议
非封闭式	+40 ℃	-5 ℃	可提供对最高能达到 70 ℃ 的较高周围空气温度降级的指南。此外,也可提供低于 -5 ℃ 时的操作指南
封闭式-室内	+40 ℃	-5 ℃	室内的正常使用条件按照第 6 章
封闭式-室外	+40 ℃(无光效应)	-25 ℃	在封闭式电器处于 1.2 kW/m ² 的太阳辐射以及最大周围温度时适用此等级。可以提供关于安装在具有较高最大周围温度和/或较低最低周围温度场所的封闭式电器降级的指南

对不具有外壳的电器,周围空气温度是指存在其周围的空气温度;对具有外壳的电器,周围空气温度是指外壳周围的空气温度。

D.7 结构要求和性能要求

第 7 章适用并增加以下内容：

外壳应按照 GB/T 20641。

D.7.1.4 电气间隙和爬电距离

IEC 60947-1:2007/A2:2014 的 7.1.4 适用并作以下修改：

最小额定冲击电压应按照表 D.4。

D.7.1.12 封闭式电器的防护等级

IEC 60947-1:2007 中 7.1.12 适用并增加以下内容：

制造商应注明外壳对带电部件的防护等级，即以 IEC 60947-1:2007/A1:2010 附录 C 中的 IP 代码来表示允许进入的固体异物和水。对于用于室内及室外装置的带外壳电器，防护等级不能分别低于 IP 2X 和 IP 33。

D.7.2.3 介电性能

IEC 60947-1:2007/A1:2010 的 7.2.3 适用并作以下更改：

PV 开关、PV 隔离器、PV 隔离开关及 PV 熔断器组合电器应具有表 D.4 中规定的额定冲击耐受电压。

注：一般对于 PV 电路而言，假定过电压类别为 II，PV 电路的冲击耐受电压等级根据 PV 系统电压来分配，最小冲击电压为 2.5 kV。

表 D.4 PV 开关、PV 隔离器、PV 隔离开关及 PV 熔断器组合电器的额定冲击耐受电压等级

直流额定工作电压的最大值 V	直流 PV 电器中的冲击耐受电压 kV
300	2.5
600	4.0
1 000	6.0
1 500	8.0
注 1：主电路中不允许采用插值法。	
注 2：这些值来源于 GB/T 16895.32 中过电压类别 II（在 GB/T 16935.1 和 GB/Z 16935.2—2013 附录 D 中规定）的要求。	
注 3：浪涌抑制器的应用是成套设备设计人员的责任。	

D.7.2.4.1 接通与分断能力

将 7.2.4.1 替换为以下内容：

PV 开关、PV 隔离开关及 PV 熔断器组合电器应具有分断任何达到额定接通与分断电流的能力。通过由 8.3.3 修改而成的 D.8.3.3.3.1 中的试验来检验这些要求。

额定接通和分断能力按照表 D.5，并参照额定工作电压、额定工作电流及 PV 使用类别加以规定。

试验条件规定于 D.8.3.3.3.1 中。

对于使用类别为 DC-PV1 的 PV 开关、PV 隔离开关及 PV 熔断器组合电器,试验电源应按照端子标志(发电装置,负载,“+”和“-”)来连接。使用类别为 DC-PV2 的电器应在一个样品上进行一个试验程序,为方便可将电源和负载连至主电极上。除非制造商能够证明在每个电极上触头系统与电弧电流流向控制布局对称,那么电源和负载位置互换后试验程序要再次在新样品上进行。

表 D.5 验证额定接通和分断能力(见 8.3.3.3)-对应 DC-PV 类别的接通和分断条件

使用类别	接通和分断			操作循环次数 ^a
	I/I_n 和 I_c/I_n	U/U_n	L/R (ms)	
DC-PV0	—	—	—	—
DC-PV1	1.5	1.05	1	5
DC-PV2	4	1.05	1	5
^a 允许在每次接通和分断操作之间进行一次切换操作,只要此操作不改变 D.8.3.3.3.1 中规定操作之间的时间间隔。				

D.7.2.4.2 操作性能

将 7.2.4.2 替换为以下内容:

与验证电器操作性能有关的试验是用来验证电器在达到额定电流时能够接通和分断任何电流而不发生故障的试验,包括临界负载电流。通过由 8.3.4 修改而成的 D.8.3.4.1.1 中的试验来检验操作性能要求的符合性。

注:在临界负载电流时的操作要求单独列于 D.7.2.8。

表 D.6 和表 D.7 中规定了不同使用类别的工作性能试验的循环次数和试验电路参数。

D.8.3.4.1.1 中规定了试验条件。

对于使用类别为 DC-PV1 的 PV 开关、PV 隔离器、PV 隔离开关及 PV 熔断器组合电器,试验电源应按照端子标志(发电装置,负载,“+”和“-”)来连接。使用类别为 DC-PV2 的电器应在一个样品上进行一个试验程序,为方便可将电源和负载连至主电极上。除非制造商能够证明在每个电极上触头系统与电弧电流流向控制布局对称,那么电源和负载位置互换后试验程序要再次在新样品上进行。

表 D.6 操作循环次数

额定工作电流 I_n A	每小时操作循环次数 ^b	操作循环次数 ^a		
		不通电流	通电流 ^c	总次数 ^d
$I_n \leq 100$	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 由制造商决定是否增加有载时的操作循环次数而总次数不变。 ^b 第 2 列给出最小操作速度。经制造商同意可提高操作速度,此时速度应在试验报告上注明。 ^c 在每个操作循环期间,PV 开关、PV 隔离器、PV 隔离开关及 PV 熔断器组合电器应有足够的时间保持闭合,以确保通以全电流,但不超过 2 s。 ^d PV 隔离器空载时应符合“总次数”一栏中的操作循环次数。				

表 D.7 表 D.6 中试验电路的参数

使用类别	接通和分断		
	I/I_n 和 I_c/I_n	U/U_n	$L/R(\text{ms})$
DC-PV1	1	1	1
DC-PV2	1	1	1
I : 接通电流 I_c : 分断电流 I_n : 额定工作电流 U : 外施电压 U_n : 额定工作电压			

D.7.2.4.4 电寿命

IEC 60947-1:2007 中 7.2.4.3.2 适用。试验条件规定在 D.8.5.2 中。

D.7.2.8 临界负载电流性能

根据 D.8.3.8 电器主电路应能够接通和分断其临界电流,并以试验程序 VI 来验证。

D.8 试验

第 8 章适用并作以下修改:

D.8.3.1 试验程序

8.3.1 适用并增加以下内容:

在表 10 中加入下列新程序,见新表 D.8 中所列:

表 D.8 试验程序综合表(添加内容)

试验程序	试验
临界负载电流性能 (见 D.8.3.8)	临界负载电流试验 验证介电性能 泄漏电流 验证温升
热循环 (见 D.8.3.9)	热循环试验 验证温升 机械操作 验证介电性能
气候 (见 D.8.3.10)	气候试验 验证温升
以太阳效应验证温升- 仅用于封闭式户外装置 (见 D.8.3.11)	模拟太阳效应验证温升

表 D.8(续)

试验程序	试验
验证绝缘材料耐非正常热和火 (见 D.8.3.12)	灼热丝试验
防护等级-仅用于封闭式电器 (见 D.8.3.13)	IP 试验
电气间隙和爬电距离 (见 D.8.3.14)	爬电距离及间隙的测量
EMC (见 D.8.4)	EMC 试验
* 仅对额定电压高于 50 V 的隔离电器要求进行此试验。	

D.8.3.2 一般试验条件

D.8.3.2.1 一般要求

8.3.2.1 适用并增加以下内容:

对于所有试验而言,PV 开关、PV 隔离器、PV 隔离开关及 PV 熔断器组合电器的各极应按照制造商的安装指南来连接。

D.8.3.3.3.1 试验量值和试验条件

8.3.3.3.1 适用并作如下修改:

将所有原本对表 3 的引用替换为新表 D.5。

8.3.3.3.1 第 7 段不适用。

D.8.3.4.1.1 试验量值和试验条件

8.3.4.1.1 适用并作以下修改:

分别将所有原本对表 4、表 5 的引用替换为新的表 D.6、D.7。

D.8.3.5.1.2 试验电路

将 8.3.5.1.2 替换为以下内容:

IEC 60947-1:2007/A1:2010 中 8.3.4.1.2 适用。

试验电路的时间常数应为 1 ms。

由制造商来决定是否使用较高的时间常数值。在这种情况下,应在试验报告上注明。

D.8.3.6.2.2 试验电路

将 8.3.6.2.2 替换为以下内容:

D.8.3.5.1.2 适用。

D.8.3.7.1 过载试验

8.3.7.1 适用并作如下更改:

将第1段替换为以下内容:

首先将电器预调至室温。试验电流为 $1.45 \times I_{the}$ 或 $1.45 \times I_{th}$ 持续 1 h, 或者至一个或多个熔断体熔断。

如果时间少于规定时间, 应将该时间记在试验报告中。

D.8.3.8 试验程序 VI: 临界负载电流性能

D.8.3.8.1 确定临界负载电流

D.8.3.8.1.1 试验量值和条件

本试验不适用于 PV 隔离器、PV 熔断器式隔离器和 PV 隔离器熔断器组。

试验应在制造商为 PV 开关、PV 隔离开关及 PV 熔断器组合电器宣称的额定工作电压 U_n 下进行。

试验电路的时间常数应为 1 ms。

由制造商来决定是否使用较高的时间常数值。同样的时间常数值应用于确定临界负载电流的所有试验中。在这种情况下, 应在试验报告上注明。

PV 开关、PV 隔离开关及 PV 熔断器组合电器应在每个试验电流点根据制造厂的规定手动或机械断开 7 次, 试验电流为: 4 A、8 A、16 A、32 A、63 A, 之后为前次电流的 2 倍, 一直到确定出最大电弧时间, 但不得超过额定工作电流。如果在试验电流范围内, 电弧熄灭时间没有在更短倍率试验电流内达到峰值, 则判为无临界负载电流。假如出现了燃弧时间最大值, 即为临界负载电流。试验电流应在名义值的 $\pm 10\%$ 以内。由制造厂来决定在每个电流值时试验是否在新样品上进行。

在每个循环中, PV 开关、PV 隔离开关及 PV 熔断器组合电器应有足够的时间保持闭合, 以确保通以全电流, 但不超过 2 s。

每小时的操作循环次数应按照表 D.6。

对于使用类别为 DC-PV1 的电器, 所有操作的电源都应根据发电机及负载标志来连接。对类别为 DC-PV2 的电器试验时:

- 当制造商能够证明在每个电极上触头系统与电弧电流流向控制布局对称时, 电源连接至制造厂所规定的端子上, 或;
- 当每个电极上触头系统与电弧电流流向控制布局不对称时, 在同一个样品上进行前 4 个操作循环时, 电源以一个方向连接, 进行后 3 个操作循环时, 以反方向连接。

D.8.3.8.1.2 试验电路

8.3.4.1.2 适用。

D.8.3.8.1.3 临界负载电流

应记录下试验时的灭弧时间且该时间不超过 1 s。

当在相同电流方向上进行所有操作时, 对每一个试验电流值计算后 6 个平均灭弧时间。当在两个电流方向上进行所有操作时, 应计算最后 3 个操作在每一个方向上的平均值。 I_{crit} 为对应于最大平均灭弧时间的电流。如果在额定工作电流下没有找到临界负载电流, 那么不必进行临界电流性能试验。

D.8.3.8.2 临界负载电流性能试验

本试验可在新样品上进行。试验程序等同于试验程序 II, 但表 4、表 5 分别由表 D.9 与表 D.10 代替。试验电源应按照发电机-负载以及极性标志来连接(若适用)。根据 D.8.3.8.1.3 规定, 对于具备接通两个方向电流的开关, 电源的连接应为能在临界电流时提供最长电弧时间时的方式。

表 D.9 对应于临界电流的操作循环次数

类别	产品分级	每小时操作循环次数	在 I_{crit} 时操作循环次数
DC-PV1 和 DC-PV2	$I_e \leq 315$	120	100
	$315 < I_e \leq 630$	60	100
	$630 < I_e \leq 2\,500$	20	100
	$I_e > 2\,500$	10	100

表 D.10 表 D.9 的试验电路参数

使用类别	额定工作电压	接通和分断		
		I	U/U_e	$L/R(\text{ms})$
DC-PV1 和 DC-PV2	所有值	I_{crit}	1.05	1

D.8.3.9 热循环试验

PV 开关、PV 隔离器、PV 隔离开关及 PV 熔断器组合电器应进行 GB/T 2423.22—2012 规定的温度循环试验,包括外壳(如适用)。试验 Nb,包含 50 个循环,每个循环包含了一 40 ℃持续 1 h 后在 +85 ℃持续 1 h。在产品闭合位置进行试验。温度变化速率应为 1 K/min。50 个周期完成之后,电器应恢复到室温 25 ± 5 ℃最少 3 h。

随后电器应进行:

- a) 目测确定对零部件无影响其正常使用与防护的变形或损坏;
- b) 进行一次断开一次闭合操作,以确定正常机械操作;
- c) 8.3.3.6 的温升试验;
- d) 8.3.3.4 的介电试验。

样品数量应按照试验程序 I 中表 11 的要求。

D.8.3.10 气候试验

PV 开关、PV 隔离器、PV 隔离开关及 PV 熔断器组合电器应按照 IEC 60947-1:2007/A1:2010 + A2:2014 的附录 Q 类别 B:受制于温度与湿度的环境来进行试验,但不包括干热试验和低温试验,因为这 2 个试验包含在上述热循环试验的范围内。

试验中和试验后验证产品应符合 8.3.3.6 中的相关要求。

样品数量应按照安装试验程序 I 表 11 的要求。该试验由制造商来决定是否要结合热循环试验并且在新样品上进行。

D.8.3.11 以太阳效应验证温升—仅用于室外电器

本试验仅适用于封闭式电器,试验应按照 8.3.3.1 的要求以及以下日光效应来进行。

组件上最具准确意义的太阳效应假定为上午或下午期间电器的顶部、后部或前部及其相邻一边都得到照射的时候。此时最大日照降低了约 10%。

在温升试验期间,用辐射热灯来模拟太阳照射到试验样品顶部、前部或后部及其相邻一边上时的效果。试验进行中的样品受到的垂直于表面的平均太阳照射值为:

顶部 $[0.9 \times 1.2 / \sqrt{2}] = 0.76 \text{ kW/m}^2$

前或后部 $[0.9 \times 1.2 / (\sqrt{2} \times \sqrt{2})] = 0.54 \text{ kW/m}^2$

侧边 $[0.9 \times 1.2 / (\sqrt{2} \times \sqrt{2})] = 0.54 \text{ kW/m}^2$

应使用日射强度计来测量日照的模拟水平。

应放置周围空气温度传感装置,且/或与辐射热灯保持充分的距离,使其不受照射影响。

每一个暴露表面上的照射平均水平应记录在试验报告上。

经试验得出,用于外部连接的端子上的温升不应超过 80 K,假定最大阴影周围温度为 40 °C。不规定其他值但应确保不引起相邻绝缘部件的损坏。

操作人员应注意暴露于太阳光辐射的外部零件的温度可能会很高,如需接触应采取保护措施。

D.8.3.12 验证绝缘材料的抗非正常热和火

绝缘材料应满足 IEC 60947-1:2007 中 8.2.1.1.1 的灼热丝试验要求。

D.8.3.13 防护等级-封闭电器

外壳防护(IP)试验应按照 IEC 60947-1:2007/A1:2010 的附录 C 在封闭电器上进行,以证实制造商所宣称的防护等级。

D.8.3.14 电气间隙和爬电距离

应按照 D.7.1.4(见 IEC 60947-1:2007 附录 G 电气间隙和爬电距离测量指南)测量电气间隙和爬电距离。

D.8.4 EMC

电磁兼容性按照 8.4 来验证。

D.8.5.2 电寿命

将 8.5.2 替换为以下内容:

当要求进行电寿命试验(见 D.7.2.4.4 和 8.1.5)时,该试验按照已修改为 D.8.3.4.1.1(原 8.3.4.1)中的要求来进行,除隔离电器外,对于使用类别 DC-PV1 和 DC-PV2 最大泄漏电流值在每个极点上不应超过 2 mA。

制造商应声明操作循环的总次数。

参 考 文 献

- [1] GB/T 4205—2010 人机界面标志标识的基本和安全规则 操作规则(IEC 60447:2004, IDT)
- [2] GB/T 16895.32—2008 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(IEC 60364-7-712:2002, IDT)
- [3] 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)
- [4] 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 系列标准应用指南,定尺寸示例及介电试验(IEC/TR 60664-2-1:2011, IDT)
- [5] IEC 60617-DB² Graphical symbols for diagrams
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
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

*

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.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 3.75 字数 102 千字
2017 年 12 月第一版 2017 年 12 月第一次印刷

*

书号: 155066 • 1-58707 定价 51.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GB/T 14048.3-2017