

中华人民共和国国家标准

GB/T 14048.12—2016/IEC 60947-4-3:2014
代替 GB/T 14048.12—2006

低压开关设备和控制设备 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

Low-voltage switchgear and controlgear—
Part 4-3: Contactors and motor-starters—
AC semiconductor controllers and contactors for non-motor loads

(IEC 60947-4-3:2014, IDT)

2016-12-13 发布

2017-07-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	III
引言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义、符号和缩略语	2
3.1 有关交流半导体控制电器(非电动机负载)的定义	2
3.2 空白	7
3.3 符号和缩略语	7
4 分类	8
5 交流半导体控制器和接触器的特性	8
5.1 特性概要	8
5.2 电器类型	8
5.3 主电路的额定值和极限值	9
5.4 使用类别	11
5.5 控制电路	13
5.6 辅助电路	13
5.7 空白	13
5.8 与短路保护电器(SCPD)的协调配合	13
6 产品资料	13
6.1 资料内容	13
6.2 标志	14
6.3 安装、操作和维修说明	14
7 正常的使用、安装和运输条件	14
7.1 正常使用条件	15
7.2 运输和储存条件	15
7.3 安装	15
7.4 电气系统的骚扰和影响	15
8 结构和性能要求	15
8.1 结构要求	15
8.2 性能要求	17
8.3 EMC 要求	26
9 试验	29
9.1 试验种类	29
9.2 验证结构要求	30
9.3 验证性能要求	30

9.4 EMC 试验的一般要求	39
9.5 常规试验和抽样试验	42
附录 A (规范性附录) 接线端子的标志和识别	43
附录 B (规范性附录) 控制器和接触器的典型使用条件	45
附录 C (规范性附录) 空白	47
附录 D 空白	48
附录 E 空白	49
附录 F (资料性附录) 操作性能	50
附录 G 空白	52
附录 H 空白	53
附录 I (规范性附录) 半导体控制器和接触器短路试验的修正试验电路	54
附录 J (资料性附录) 旁路半导体控制器试验设计流程图	56
参考文献	57

前 言

GB 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。

本部分是 GB 14048 的第 4-3 部分，编号为 GB/T 14048.12。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB/T 14048.12—2006《低压开关设备和控制设备 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》。

本部分与 GB/T 14048.12—2006 相比，主要变化如下：

- 引入“旁路控制器”概念，并新增相关的术语、定义及关于“带或不带旁路开关电器的控制器和接触器”的各项要求；
- 图 1“控制器的图例”中增加了两种旁路电器的结构图；
- 第 6 章“产品资料”中删去“通断操作过电压”的要求，并在 6.3“安装、操作和维修说明”中增加一项需采取措施的情况；
- 8.1.2“材料要求”中增加灼热丝试验以及基于可燃性类别的试验；
- 8.2.1“动作条件”中增加旁路电器中各类型元件的动作要求及用途；
- 8.2.2“温升”中补充了当试验电压低于 100 V 和温升超过 50 K 时应采取的措施；
- 8.2.2.4“主电路”中增加主电路中各类机械开关电器及半导体电器的温升要求；
- 新增线圈和电磁铁的绕组的温升要求，并增加表 4“在空气或油中绝缘的线圈的温升限值”和

GB/T 14048.12—2016/IEC 60947-4-3:2014

表 5“断续周期工作制试验循环数”；

- 8.2.4.2“主电路开关电器的接通和分断能力”增加了组装的机械开关电器的相关要求；
- 8.3.2“发射”中修改关于“发射”及“谐波”的要求，改为引用 IEC 60947-1 中的相应条款并作适当补充；
- 9.1.5“特殊试验”中引入原本为考虑中的特殊试验的相关要求；
- 9.3.2“一般试验条件”中对程序试验的一般条件作了补充；
- 9.3.3.3“温升”中新增线圈和电磁铁的温升试验及测量要求；
- 9.3.3.4.1“型式试验”中删去“耐湿热性能验证”并留为空；
- 将 9.3.3.5“混合式电器中串联的机械开关电器的额定接通和能力以及约定操作性能”标题改为“机械开关电器的接通和分断能力”并分类对机械开关电器加以详细规定；
- 新增“热稳定试验程序”的规定；
- 9.3.4.1.1“短路试验的一般要求”中补充了与外壳相关的要求；
- 9.3.4.3“控制器和接触器的限制短路电流”中对“一般要求”作了补充；
- 9.4.2.2 中修改了射频电磁场的要求；
- 9.4.2.4“浪涌”中规定了相角优选值；
- 9.4.2.6 中修改了电压暂降和短时中断的相关要求，并删去原表 16“电压暂降和短时中断”；
- 删除附录 D(规范性附录)辐射发射试验的要求；
- 删除附录 E(资料性附录)将 GB 4824 中辐射发射限值转换为发射功率等效值的方法；
- 删除附录 G(资料性附录)控制电路的配置距离；
- 删除附录 H(资料性附录)由用户和制造商协议的条款项目；
- 增加附录 I(规范性附录)半导体控制器和接触器短路试验的修正试验电路。

本部分使用翻译法等同采用 IEC 60947-4-3:2014(2.0 版)《低压开关设备和控制设备 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》。

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 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 17626(所有部分) 电磁兼容 试验和测量技术[IEC 61000-4(所有部分)]。

本部分根据我国的具体情况作了如下的编辑性修改：

- 删除术语和定义中的索引；
- 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；
- 对没有引用在条款中的表格增加了引用语句；
- 5.4“使用类别”第 4 段中给出的“表 3、表 6、表 7 和表 8”有误，改为正确编号；
- 6.1“资料内容”中列项编号疑跳号，改为正确顺序。

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、上海电科电器科技有限公司、浙江正泰电器股份有限公司、通用电气企业发展(上海)有限公司、苏州电器科学研究院股份有限公司。

本部分主要起草人:张丽丽、曾萍、朱映平、王东亚、陈源、栗惠。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 14048.12—2006。

引 言

本部分包括非电动机负载用低压交流半导体控制器和接触器(固态接触器)。作为控制器,除了简单的接通和分断非电动机负载之外还有许多其他功能和特性。作为接触器,具有与机械式接触器相同的功能,但在主电路中有一个或多个半导体开关电器。

这类电器可以为单极或多极(见 IEC 60947-1:2007 中 2.3.1)。本部分规定包含所有必要的散热材料和接线端子在内的完整电器作为一个单元。如果制造商给出了关于如何选择散热器以及如何将电器安装在散热器上的详细信息时,用于用户组装所需要的未装配的散热器可以与电器一起提供,也可以不提供。

在本部分中,当主要强调电力半导体开关元件的特殊特性时使用“控制器”这一通用术语;当主要强调简单接通和分断特性时使用“接触器”这一通用术语;当主要强调各种不同配置的特性时则使用特定的名称(例如,型式 4、型式 HxB 等)。

低压开关设备和控制设备

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

1 范围

GB/T 14048 的本部分适用于通过变换交流电路的导通状态和截止状态对其进行操作的非电动机负载用交流半导体控制器和接触器,典型应用见表 2 中的使用类别。

作为控制器,应能持续或在规定的时间内降低负载端交流电压有效值的幅值,但由施加电压所确定的交流半波时间应保持不变。

本部分的电器可以带有一个串联的机械式开关电器且连接至额定电压不超过交流 1 000 V 的电路。

本部分规定了带或不带旁路开关电器的控制器和接触器。

本部分涉及的半导体控制器和接触器一般不用于分断短路电流,所以宜采用适当的短路保护电器(见 8.2.5)构成电气装置的一部分,但其并不是控制器本身必需的。

因此,本部分规定了与分离的短路保护电器配合使用的半导体控制器和接触器的要求。

本部分不适用于:

- 交直流电动机的操作;
- GB/T 14048.6 中规定的低压交流电动机用半导体控制器和起动器;
- 符合 IEC 60146 系列标准要求的电子式交流电力控制器;
- 有或无固态继电器。

在半导体控制器和接触器中使用的接触器和控制电路电器宜符合相关产品标准的要求,所使用的机械开关电器宜符合各自产品标准的要求以及本部分的附加要求。

本部分的目的是规定以下内容:

- a) 半导体控制器和接触器及相关设备的特性;
- b) 半导体控制器和接触器在以下几方面满足的条件:
 - 操作性能;
 - 介电性能;
 - 外壳防护等级(如有);
 - 结构;
- c) 验证满足上述条件的试验和试验所采用的方法;
- d) 设备上或制造商说明书中提供的信息。

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

GB/T 14048.12—2016/IEC 60947-4-3:2014

计划(ISO 2859-1:1999, IDT)

GB 4824—2013 工业、科学和医疗(ISM)射频设备 骚扰特性 限值和测量方法(CISPR 11:2010, IDT)

GB 13539.1—2008 低压熔断器 第1部分:基本要求(IEC 60269-1:2006, IDT)

GB/T 17626.5—2008 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验(IEC 61000-4-5:2005, IDT)

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 61000-4(所有部分) 电磁兼容 第4部分:试验和测量技术(Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4:Testing and measurement techniques)

3 术语、定义、符号和缩略语

3.1 有关交流半导体控制电器(非电动机负载)的定义

IEC 60947-1:2007+A1:2010 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1 交流半导体控制器和接触器(固态接触器)(见图1)

3.1.1.1

交流半导体控制器 a.c. semiconductor controller

为交流电气负载(非电动机负载)提供通断功能和截止状态的半导体开关电器。

注1:由于半导体控制器在截止状态时可能存在危险的泄漏电流,所以负载端在任何时候都认为是带电的。

注2:在电流过零(依次或同时过零)的电路中,在过零点以后没有电流流过可等效为分断电流。

注3:半导体开关电器的定义见 IEC 60947-1:2007 中 2.2.3。

3.1.1.1.1

半导体控制器(型式4) semiconductor controller(form 4)

一种交流半导体控制器,其通断功能可以包括制造商规定的任何一种方法,其控制功能则包括斜坡上升、负载控制或斜坡下降的任意组合。该型式控制器也可以提供全导通状态。

3.1.1.1.2

空白。

3.1.1.1.3

直接起动(DOL)半导体控制器(型式5) semiconductor direct-on-line(DOL) controller (form 5)

一种特殊型式的交流半导体控制器,其通断功能仅限于全导通、非斜坡方式,附加的控制功能仅限于提供全导通状态(也被称之为半导体接触器或固态接触器)。

注:是一种利用半导体开关电器(见 IEC 60947-1:2007 中 2.2.3)完成接触器功能的电器(见 IEC 60947-1:2007 中 2.2.13),仅具有一个休止位置(截止状态或 HxB 型混合式控制器的断开状态),并通过施加控制信号完成操作,在正常电路条件包括过载条件下能够承载负载电流以及在全导通和截止(断开)状态之间变换所带负载(电路)的状态。

3.1.1.2

空白。

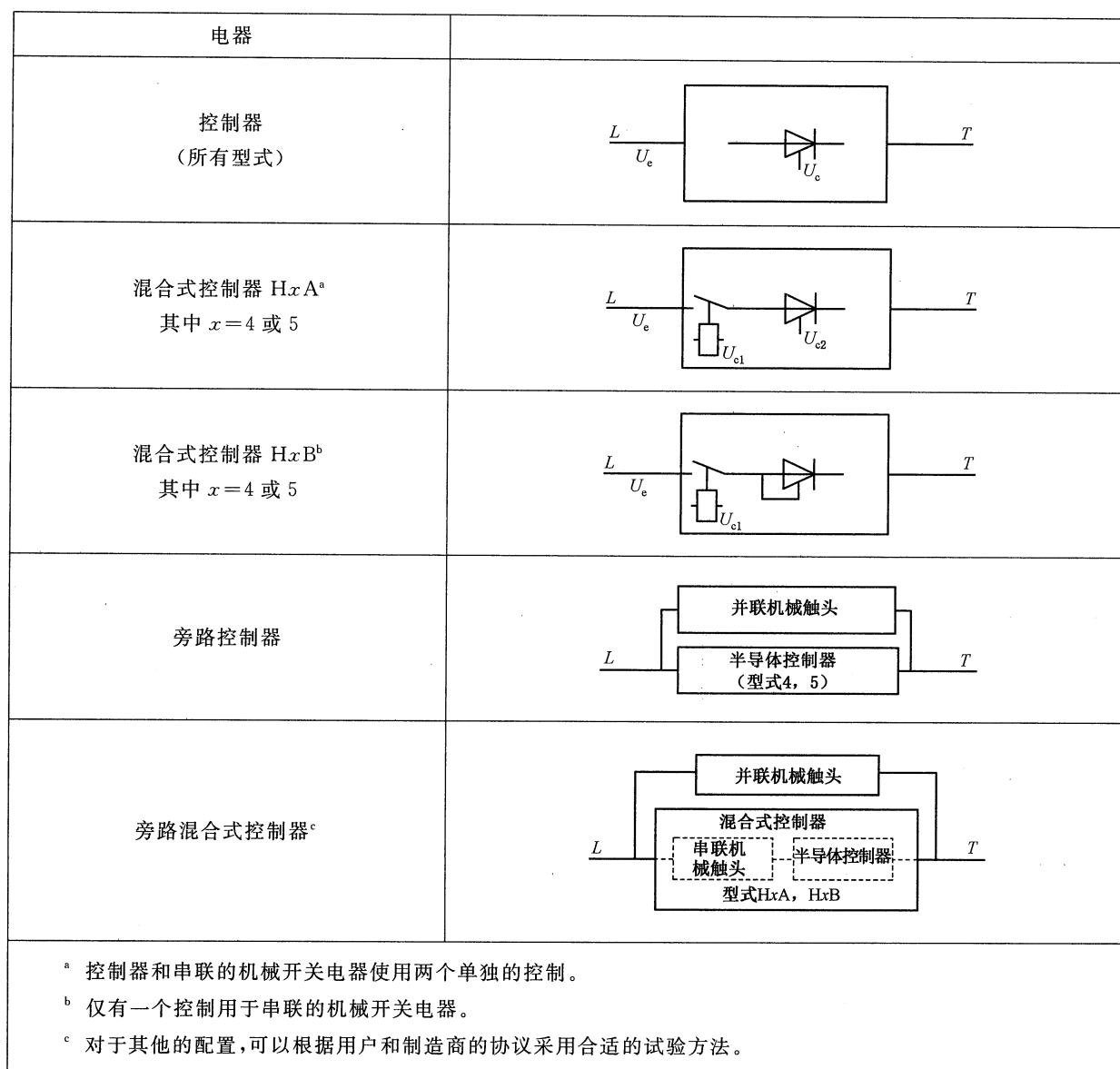


图 1 控制器的图例

表 1 控制器和接触器的功能

电器	型式 4	型式 5
半导体控制器	——截止状态 ——斜坡上升 ——负载控制 ——全导通状态 ——斜坡下降	无
直接起动半导体接触器	无	——截止状态 ——接通状态 ——全导通状态

表 1 (续)

电器	型式 4	型式 5
混合式控制器 HxA ^a 其中 x=4 或 5	H4A: ——断开状态 ——截止状态 ——斜坡上升 ——负载控制 ——全导通状态 ——斜坡下降	H5A: ——断开状态 ——截止状态 ——接通状态 ——全导通状态
混合式控制器 HxB ^b 其中 x=4 或 5	H4B: ——断开状态 ——斜坡上升 ——负载控制 ——全导通状态 ——斜坡下降	H5B: ——断开状态 ——接通状态 ——全导通状态
^a 控制器和串联的机械开关电器使用两个单独的控制。 ^b 仅有一个用于串联的机械开关电器的控制。		

3.1.2 混合式控制器和接触器(见图 1)

3.1.2.1

混合式控制器或接触器,型式 HxA(其中 x=4 或 5) **Hybrid controllers or contactors, form HxA**
(where x = 4 or 5)

作为一个整体单元提供的、与一个机械开关电器串联的型式 4 或型式 5 半导体控制器。

注:对串联机械开关电器和半导体控制器或接触器提供分别的控制指令,能够提供与规定型式的控制器相应的所有控制功能,并带有断开位置。

3.1.2.2

混合式控制器或接触器,型式 HxB(其中 x=4 或 5) **Hybrid controllers or contactors, form HxB**
(where x = 4 or 5)

作为一个整体单元提供的、与一个机械开关电器串联的型式 4 或型式 5 半导体控制器。

注:对串联机械开关电器和半导体控制器或接触器提供同一个控制指令。除了截止状态以外,能够提供与规定型式的控制器相应的所有控制功能。

3.1.2.3

断开位置 OPEN position

当串联机械开关电器处于断开位置时混合式半导体控制器的状态。

注:断开位置的定义见 IEC 60947-1:2007 中 2.4.21。

3.1.3

限流功能 current-limit function

控制器限制负载电流至规定值的能力。

注:不包括在短路条件下限制瞬态电流的能力。

3.1.4

负载控制 load control

通过以下的改变,使得负载实际获得的电力发生变化的预定动作:

- 施加的操作循环(例如改变负载因数 F 和/或每小时操作循环次数 S , 见 5.3.4.6)或;
- 负载端电压(例如, 通过相角控制)或;
- 上述二者的组合。

注 1: 接通是一种单独考虑的强制性的负载控制。

注 2: 如果外部开关设备或控制电路使得工作状态从截止转为全导通状态, 再返回至截止状态(例如通过操作周期进行负载控制), 那么负载控制可由型式 5 控制器实现。

3.1.5

斜坡上升 ramp-up

在规定的时间内(斜坡上升时间)从截止状态(或对于 HxB 型混合式控制器为断开状态)转换至导通状态(例如全导通状态或负载控制操作)的通断(接通)功能。

3.1.6

斜坡下降 ramp-down

在规定的时间内(斜坡下降时间)内从导通状态(例如从全导通状态或负载控制操作)转换至截止状态(或对于 HxB 型混合式控制器为断开状态)的通断(断开)功能。

3.1.7

空白。

3.1.8

空白。

3.1.9

导通状态 ON-state

当导通电流能够流过主电路时半导体控制器所处的状态。

3.1.10

全导通 FULL-ON

通过控制功能的设置, 对负载施加标称全电压时控制器的状态。

3.1.11

最小负载电流 minimum load current

控制器在导通状态能够正确工作时主电路所必需的最小工作电流。

注: 最小负载电流用有效值表示。

3.1.11.1

最小负载电流检测 minimum load current detection

当负载电流小于规定的最小值时, 控制器所具有的检测并发出信号的能力, 该信号可以通过截止或断开状态实现。

3.1.12

截止状态 OFF-state

不施加控制信号且通过主电路的电流不超过截止状态泄漏电流时控制器所处的状态。

3.1.13

截止状态泄漏电流 OFF-state leakage current

I_L

截止状态下通过半导体控制器主电路的电流。

3.1.14

控制器的操作 operation of a controller

从导通状态至截止状态或相反的转换。

3.1.14.1

通断功能 switching function

操作控制器时的接通或分断电流的功能。

3.1.14.2

空白。

3.1.14.3

瞬时通断功能 instantaneous switching function

从导通状态(例如全导通状态或负载控制操作)瞬时转换至截止状态(对于 Hx B 型混合式控制器为断开状态)或相反的通断功能。

注 1: 在分断时,“瞬时”表示最小断开时间(见 IEC 60947-1:2007 中 2.5.39)。

注 2: 在接通时,“瞬时”表示接通时间(见 IEC 60947-1:2007 中 2.5.43)加上由外部电路阻抗决定的瞬态时间。

3.1.14.4

转换点 switching point

外施电压波形上的点,接通操作过程中,半导体开关电器在该点变为导通状态。

注: 外施电压定义见 IEC 60947-1:2007 中 2.5.32。

3.1.14.4.1

(半导体控制器的)定义点转换 defined-point switching (of a semiconductor controller)

半导体控制器的一种能力,该能力仅允许电流从外施交流电压或交流控制电路电压达到其波形上一个特定点的瞬间起流过主电路。

注 1: 外施电压定义见 IEC 60947-1:2007 中 2.5.32。

注 2: 这种最优化通断的方式可用于抑制冲击电流或变压器的“软切换”。

3.1.14.4.2

(半导体控制器的)零点转换 zero-point switching (of a semiconductor controller)

特殊型式的定义点转换,仅适用于非电动机负载的单极半导体控制器。

注 1: 在外施控制信号(交流电压)过零瞬间,半导体开关电器由截止状态转换为导通状态。

注 2: 外施电压定义见 IEC 60947-1:2007 中 2.5.32。

注 3: 这种操作方式特别适用于电阻性负载和白炽灯负载。不适用于电容性或电感性负载,因为在电容性或电感性负载电路中负载电流和电压的相位差会导致严重的瞬态电流峰值。

3.1.14.4.3

(半导体控制器的)任意点转换 random point switching (of a semiconductor controller)

半导体控制器不具备允许电流从外施交流电压或交流控制电路电压达到其波形上一个特定点的瞬间起流过主电路的能力。

注: 外施电压定义见 IEC 60947-1:2007 中 2.5.32。

3.1.15

(控制器的)操作循环 operating cycle (of a controller)

从一个状态到另一个状态再返回到初始状态的连续操作。

注: 没有形成一个操作循环的连续操作称为操作系列。

3.1.16

操作性能 operating capability

在规定条件下,完成一系列操作循环而不失效的能力。

3.1.17

过载电流特性 overload current profile

一组时间-电流坐标,用于规定一定时间内过载电流的要求(见 5.3.5.1)。

3.1.18

额定参数 rating index

以规定的格式将额定工作电流、相应的使用类别、过载电流特性、工作循环或截止时间统一在一起的额定值信息(见 6.1e)。

3.1.19

(控制器的)脱扣操作 tripping operation (of a controller)

由控制信号触发产生并保持在截止状态(对于 HxB 型式的控制器为断开位置)的操作。

3.1.20

自由脱扣控制器 trip-free controller

当脱扣条件存在时,产生并保持的截止状态不能取消的控制器。

注:对于 HxB 型式的控制器,术语“截止状态”由“断开位置”取代。

3.1.21

过电流保护装置 overcurrent protective means

OCPM

当电流超过预定值时,使得开关电器延时或无延时返回至截止状态或断开位置的装置。

3.1.22

导通时间 ON-time

控制器处于导通状态时的时间。

注:见图 F.1 的示例。

3.1.23

截止时间 OFF-time

控制器处于截止状态时的时间。

注:见图 F.1 的示例。

3.1.24

旁路控制器 bypassed controller

机械开关电器的主电路触头和半导体开关电器的主电路接线端子并联连接的设备,两种开关电器的操作是互相协调配合的。

3.2 空白

3.3 符号和缩略语

下列符号和缩略语适用于本文件。

A_f	最终环境温度(9.3.3.3.4)
C_f	最终外壳温度(9.3.3.3.4)
EMC	电磁兼容
EUT	被试电器
I_c	接通和分断电流(表 10)
I_e	额定工作电流(5.3.2.3)
I_F	关断和转换能力试验后的泄漏电流(9.3.3.6.4)
I_L	截止状态泄漏电流(3.1.13)
I_0	关断和转换能力试验前的泄漏电流(9.3.3.6.4)
I_{th}	约定自由空气发热电流(5.3.2.1)
I_{the}	约定封闭发热电流(5.3.2.2)
I_u	额定不间断电流(5.3.2.4)

SCPD	短路保护电器
U_c	额定控制电路电压(5.5)
U_e	额定工作电压(5.3.1.1)
U_i	额定绝缘电压(5.3.1.2)
U_{imp}	额定冲击耐受电压(5.3.1.3)
U_r	工频恢复电压(表 8)
U_s	额定控制电源电压(5.5)

4 分类

5.2 给出的数据可作为分类依据。

5 交流半导体控制器和接触器的特性

5.1 特性概要

控制器和接触器应规定下列特性(如适用):

- 电器类型(5.2);
- 主电路的额定值和极限值(5.3);
- 使用类别(5.4);
- 控制电路(5.5);
- 辅助电路(5.6);
- 继电器和脱扣器的类型和特性(考虑中);
- 与短路保护电器的协调配合(5.8)。

5.2 电器类型

应规定以下类型:

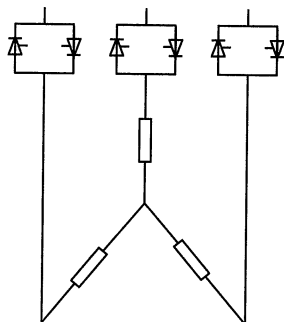
- a) 电器的型式
控制器和接触器的型式(见 3.1.1 和 3.1.2)。
- b) 极数
 - 主极数;
 - 由半导体开关元件控制的主极数。
- c) 电流种类
仅交流适用。
- d) 分断介质(空气、真空等)
仅适用于混合式控制器和接触器的机械开关电器。
- e) 电器的操作条件
 - 1) 操作方式
例如:
 - 对称控制的控制器(例如全相控制的半导体器件);
 - 非对称控制的控制器(例如可控硅和二极管)。
 - 2) 控制方式
例如:
 - 自动(由主令开关或程序控制器控制);

- 非自动(用按钮控制);
- 半自动(部分自动、部分非自动)。

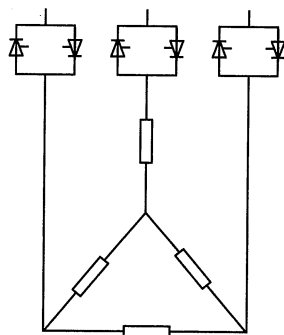
3) 连接方式

例如(见图 2):

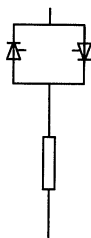
- 负载星形连接,可控硅连接在负载与电源之间;
- 负载三角形连接,可控硅连接在负载与电源之间;
- 单相负载,可控硅连接在负载与电源之间。



a) 负载星形连接,可控硅连接在负载与电源之间



b) 负载三角形连接,可控硅连接在负载与电源之间



c) 单相负载,可控硅连接在负载与电源之间

图 2 连接方式

5.3 主电路的额定值和极限值

应根据 5.3.1~5.3.6 的要求规定控制器和接触器的额定值和极限值,但不需要用试验确定所有适用的数值。

5.3.1 额定电压

5.3.1.1 额定工作电压(U_e)

IEC 60947-1:2007 的 4.3.1.1 适用并补充如下。

除仅用于单相的电器不要求规定相数外,交流电器的额定值应包括相数。

5.3.1.2 额定绝缘电压(U_i)

IEC 60947-1:2007 的 4.3.1.2 适用。

5.3.1.3 额定冲击耐受电压(U_{imp})

IEC 60947-1:2007 的 4.3.1.3 适用。

5.3.2 电流

5.3.2.1 约定自由空气发热电流(I_{th})

IEC 60947-1:2007 的 4.3.2.1 适用。

5.3.2.2 约定封闭发热电流(I_{the})

IEC 60947-1:2007 的 4.3.2.2 适用。

5.3.2.3 额定工作电流(I_e)

控制器和接触器的额定工作电流(I_e)是指电器在全导通状态下的正常工作电流,考虑了额定工作电压(见 5.3.1.1)、额定频率(见 5.3.3)、额定工作制(见 5.3.4)、使用类别(见 5.4)、过载特性(见 5.3.5)和外壳防护等级(如有)。

5.3.2.4 额定不间断电流(I_u)

IEC 60947-1:2007 的 4.3.2.4 适用。

5.3.3 额定频率

IEC 60947-1:2007 的 4.3.3 适用。

5.3.4 额定工作制

5.3.4.1 8 h 工作制

控制器处于全导通状态,连续承载稳定电流足够长的时间使电器达到热平衡,但通电时间不超过 8 h 的工作制。

5.3.4.2 不间断工作制

控制器处于全导通状态,连续承载稳定电流超过 8 h(数周、数月或数年)而不间断的工作制。

5.3.4.3 断续周期工作制或断续工作制

IEC 60947-1:2007 的 4.3.4.3 适用,但第一段做如下修改。

控制器处于全导通状态(或负载控制状态)下的有载时间和无载时间有一定的比值,但两个时间都很短,不足以使电器达到热平衡。

5.3.4.4 短时工作制

半导体控制器处于全导通状态(或负载控制状态)的时间不足以使电器达到热平衡,有载时间之间被无载时间隔开,而无载时间足以使电器的温度恢复到与冷却介质相同的温度。短时工作制的通电时间标准值为:

30 s, 1 min, 3 min, 10 min, 30 min, 60 min 和 90 min。

5.3.4.5 周期工作制

IEC 60947-1:2007 的 4.3.4.5 适用。

5.3.4.6 工作制的周期值和符号

本部分用两个符号 F 和 S 来表示工作制的周期值,描述工作制和冷却所需的时间。

F 是有载时间和整个周期之比,用百分数表示。

F 的优选值如下:

$F=1\%, 5\%, 15\%, 25\%, 40\%, 50\%, 60\%, 70\%, 80\%, 90\%, 99\%$ 。

S 是每小时的操作循环次数。 S 的优选值如下:

$S=1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 20, 30, 40, 50, 60$ 次操作循环/小时。

注:制造商可以规定其他的 F 和/或 S 值。

5.3.5 正常负载和过载特性

IEC 60947-1:2007 的 4.3.5 适用,并补充如下。

5.3.5.1 过载电流特性

过载电流特性给出了受控过载电流的电流-时间曲线。用 X 和 T_x 两个符号表示。

表 6 中列出的 X 值是用 I 倍数表示的过载电流,并表示过载条件下的最大工作电流。

不超过 10 周波的、可能大于 $X \times I$ 值的人为过电流,不作为过载电流特性进行考虑。

T_x 表示在转换功能(例如金属蒸汽灯的预热元件)期间、负载控制和稳态工作过程中,操作过载电流的持续时间累加值。见表 6。

5.3.5.2 操作性能

操作性能表示在全电压及正常负载和过载条件下,根据使用类别、过载电流特性和规定工作制周期值所确定的以下综合性能:

- 变换电流和导通状态时承载电流,和
- 建立并保持在截止(关断)状态。

操作性能包括:

- 额定工作电压(见 5.3.1.1);
- 额定工作电流(见 5.3.2.3);
- 额定工作制(见 5.3.4);
- 过载电流特性(见 5.3.5.1);
- 使用类别(见 5.4)。

相应的要求见 8.2.4.1。

5.3.5.3 接通、斜坡上升、斜坡下降和负载控制特性

控制器和接触器的典型使用条件见附录 B。

5.3.6 额定限制短路电流

IEC 60947-1:2007 的 4.3.6.4 适用。

5.4 使用类别

IEC 60947-1:2007 的 4.4 适用,并补充如下。

表 2 给出的控制器和接触器的使用类别是标准的使用类别。任何其他使用类别应由制造商和用户协商,但制造商的样本或投标书给出的信息可作为这种协议。

每种使用类别(见表 2)都是用表 3、表 6、表 7 和表 8 给出的电流、电压、功率因数和其他数据及本部分规定的试验条件表征的。

使用类别代号的第一位数表示半导体开关电器(例如在本部分中表示半导体控制器或接触器)。

第二位数表示典型用途。对于使用类别 AC-55 和 AC-56,后缀 a 或 b 定义了更为准确的用途。

注:与 GB/T 14048.6—2016 中交流半导体电动机控制器和起动器的使用类别不同,本部分中的后缀与使用旁路开关电器无关。

5.4.1 基于试验结果确定额定值

如果半导体控制器或接触器已规定了一种使用类别的额定值并已进行过试验,只要下述条件成立可以规定其他的额定值而不必进行试验,条件如下:

- 已进行过试验验证的额定工作电流和电压不应小于不进行试验而确定的额定值;
- 已进行过试验验证的使用类别和工作制周期值的要求应等于或严酷于不进行试验而确定的额定值的要求;相关严酷度等级见表 3;
- 已进行过试验验证的过载电流特性应等于或严酷于不进行试验而确定的额定值的要求,相关严酷度等级见表 3。仅当 X 值小于已试验的 X 值时才可不进行试验。

表 2 使用类别

使用类别	典型用途
AC-51	无感或微感负载,电阻炉
AC-55a	控制放电灯的通断
AC-55b	白炽灯的通断
AC-56a	变压器的通断
AC-56b	电容器组的通断
注 1: 可在达到全导通状态后加入半导体控制器的旁路装置。该装置可以与半导体接触器组装在一起,也可以独立安装。	
注 2: 如果使用类别仅与注 1 规定的旁路装置配合使用,制造商要进行声明。见 6.1。	

表 3 相关严酷度等级

严酷度等级	使用类别	过载电流特性	通电时间/截止时间要求
最严酷	AC-51 AC-55a AC-55b AC-56a AC-56b 以上均不采用旁路开关电器	$(XI_c)^2 \times T_x$ 的最大值(注 1)	$F \times S$ 的最大值(注 2)
	AC-55a 仅与旁路开关电器配合使用	$(XI_c)^2 \times T_x$ 的最大值(注 1)	截止时间的最小值(注 3)
注 1: 如果 $(XI_c)^2 \times T_x$ 的最大值对应于多个 XI_c 值时,采用 XI_c 最大值。			
注 2: 如果 $F \times S$ 的最大值对应于多个 S 值时,采用 S 的最大值。			
注 3: 如果 $(XI_c)^2 \times T_x$ 的最大值对应于多个截止时间值时,采用截止时间的最小值。			

5.5 控制电路

IEC 60947-1:2007+A1:2010 的 4.5.1 适用,并补充如下。

电子式控制电路的特性包括:

- 电流种类;
- 功耗;
- 额定频率(或直流);
- 额定控制电路电压, U_c (交流/直流);
- 额定控制电源电压, U_s (交流/直流);
- 控制电路电器的类型(触头、传感器)。

注:控制电路电压 U_c 和控制电源电压 U_s 是有区别的,控制电路电压是控制输入信号,控制电源电压是施加到控制电路电器的电源端子的电压,由于内置的变压器、整流器、电阻等影响,故该电压可能与 U_c 不同。

5.6 辅助电路

IEC 60947-1:2007 的 4.6 适用,并补充如下。

电子式辅助电路实现的实用功能(如监控、数据采集等)对于控制规定工作特性的直接任务而言并非必需。

正常情况下,辅助电路的特性内容与控制电路的要求相同。如果辅助功能包括特殊的性能要求,建议咨询制造商以确定重要的特性参数。

控制器和接触器中的数字输入和/或数字输出(预期与 PLC 兼容)应符合 IEC 60947-1:2007 中附录 S 的要求。

5.7 空白

5.8 与短路保护电器(SCPD)的协调配合

控制器和接触器与 SCPD 的协调配合是由 SCPD 的型式、额定值和特性值来表征的,SCPD 为控制器和接触器提供适当的短路保护。

本部分的 8.2.5 和 IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 4.8 规定了具体要求。

6 产品资料

6.1 资料内容

制造商应规定下列有关资料:

标识:

- a) 制造商的名称或商标;
- b) 产品的设计型号或系列号;
- c) 本部分的标准号;

特性、基本的额定值和使用类别:

- d) 额定工作电压(见 5.3.1.1);
- e) 额定值参数包括额定工作电流、相应的使用类别(5.4)、过载电流特性(5.3.5.1)和工作制周期值(5.3.4.6)或截止时间;

AC-51 的表示格式示例如下:

100 A : AC-51 : $1.5 \times I_n$ 46 s : 50 30

表示额定电流值为 100 A 的无感或微感负载的一般用途。电器可以承载 150 A 的电流 46 s, 负载因数为 50%, 每小时 30 次标准的操作循环。

如果额定工作电流仅适用于与旁路开关配合使用, 那么应以下述格式表示额定值参数, 以 AC-55a 为例, 表示如下:

100 A : AC-55a : $2 \times I_n$ 。 30 s : 180 s

表示额定电流值为 100 A, 用于控制放电灯的通断。电器可以承载 200 A 的电流 30 s, 在开始下次接通之前的截止时间不小于 180 s。

f) 额定频率 50/60 Hz, 或其他的额定频率, 例如 16 2/3 Hz、400 Hz;

g) 额定工作制(适用时)(5.3.4.3);

h) 型式名称(例如型式 4、或型式 H4A, 见表 1);

安全性和安装:

i) 额定绝缘电压(见 5.3.1.2);

j) 额定冲击耐受电压(见 5.3.1.3);

k) IP 代码, 对有外壳的封闭电器而言(见 8.1.11);

l) 污染等级(见 7.1.3.2);

m) 控制器的额定限制短路电流、配合类型, 以及 SCPD 的型式、电流额定值和特性(见 5.8);

n) 空白。

控制电路:

o) 额定控制电路电压(U_c), 电流种类和额定频率, 如有必要还需规定额定控制电源电压(U_s)、电流种类、额定频率及其他确保控制电路(控制电路的配置示例见 IEC 60947-1:2007+A1:2010 的附录 U)正常动作的信息(例如阻抗匹配要求);

辅助电路:

p) 辅助电路的特性和额定值(见 5.6);

过电流保护装置:

q) 空白。

EMC 发射和抗扰度水平

r) 设备等级和保证符合性的相关要求(见 8.3.2); 如果要求用 EMC 滤波器来达到表 15 中规定的发射等级, 应按照 9.4.1.1 的规定标明其相关性和特性。

s) 抗扰度等级和保证符合性的相关要求(见 8.3.3)。

6.2 标志

IEC 60947-1:2007+A1:2010 的 5.2 适用于控制器和接触器, 并补充如下要求:

6.1 d)~6.1 s) 数据应标在铭牌上或产品上或制造商出版的说明书中。

6.1 c) 和 6.1 k) 的数据应优先标志在产品上。

6.3 安装、操作和维修说明

IEC 60947-1:2007 中 5.3 适用, 并补充如下要求。

对于符合本部分的产品, 应特别注意如下情况:

——发生短路时;

——电器的金属散热表面温升超过 50 K 时。

7 正常的使用、安装和运输条件

除以下规定外, IEC 60947-1:2007 中第 6 章适用。

7.1 正常使用条件

除以下规定外,IEC 60947-1:2007 中 6.1 适用。

7.1.1 周围空气温度

周围空气温度不超过+40℃,且 24 h 内的平均值不超过+35℃。

周围空气温度的下限为 0℃。

对不具有外壳的电器,周围空气温度指电器周围的空气温度,而对具有外壳的电器,周围空气温度指外壳周围的空气温度。

注:当电器用于周围空气温度高于+40℃(如用于成套开关设备和控制设备内部,用在锻造冶炼车间、锅炉房、热带国家)或低于 0℃(如-25℃,用于 GB 7251 系列标准中规定的户外安装的成套低压开关设备和控制设备中)时,建议咨询制造商。可以参照制造商样本中给出的数据。

7.1.2 海拔

IEC 60947-1:2007 中 6.1.2 适用并进行如下修改。

安装地点的海拔不超过 1 000 m。

对用于较高海拔的电器,需要考虑到介电强度和空气冷却作用的下降。对用于上述条件下运行的电气设备可根据制造商和用户的协议进行设计或使用。

7.1.3 大气条件

7.1.3.1 湿度

IEC 60947-1:2007 中 6.1.3.1 适用。

7.1.3.2 污染等级

除非制造商另有规定,控制器和接触器预期用于污染等级 3(其定义见 IEC 60947-1:2007 中 6.1.3.2)的环境条件下。但根据控制器和接触器所处的微观环境的情况,也可适用于其他污染等级。

7.1.4 冲击和振动

IEC 60947-1:2007 中 6.1.4 适用。

7.2 运输和储存条件

IEC 60947-1:2007 中 6.2 适用。

7.3 安装

IEC 60947-1:2007 中 6.3 适用,EMC 的相关要求见 8.3 和 9.4。

7.4 电气系统的骚扰和影响

EMC 的相关要求见 8.3 和 9.4。

8 结构和性能要求

8.1 结构要求

8.1.1 一般要求

IEC 60947-1:2007 中 7.1.1 适用。

8.1.2 材料

8.1.2.1 一般要求

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 7.1.2.1 适用。

8.1.2.2 灼热丝试验

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 7.1.2.2 适用并补充如下。

在电器上或电器部件上进行试验时,用于固定载流部件所使用的绝缘材料部件应该满足 IEC 60947-1:2007 中 8.2.1.1.1 规定的灼热丝试验要求,试验温度为 850 ℃。

8.1.2.3 基于可燃性类别的试验

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 7.1.2.3 适用。

8.1.3 载流部件及其连接

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 7.1.3 适用。

8.1.4 电气间隙和爬电距离

IEC 60947-1:2007 中 7.1.4 适用并补充如下。

注:半导体的特性使其不适用于隔离用途。

8.1.5 操动器

空白。

8.1.6 触头位置指示

空白。

8.1.7 适用于隔离的电器的附加要求

空白。

8.1.8 端子

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 7.1.8 适用并补充如下。

8.1.8.4 端子的识别和标志

IEC 60947-1:2007 中 7.1.8.4 适用并补充附录 A 规定的内容。

8.1.9 具有中性极电器的附加要求

空白。

8.1.10 保护接地要求

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 7.1.10 适用。

8.1.11 电器外壳

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 7.1.11 适用。

8.1.12 封闭电器的防护等级

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 7.1.12 适用。

8.1.13 金属导线管的拔出、扭转和弯曲

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 7.1.13 适用。

8.2 性能要求

8.2.1 动作条件

8.2.1.1 一般要求

控制器和接触器中的辅助电器应按制造商的说明书或有关产品标准的要求操作。

8.2.1.1.1 控制器和接触器的结构应：

- a) 能自由脱扣(见 3.1.20)；
- b) 在从截止到导通状态的通断过程或全导通状态的任意时刻,能够用所选用的操作方式返回至断开或截止状态。

按 9.3.3.6.4 进行验证。

8.2.1.1.2 控制器和接触器不应因其内部电器操作引起的机械冲击或电磁干扰而导致误动作。

按 9.3.3.6.4 进行验证。

8.2.1.1.3 混合式控制器和接触器中串联的机械开关电器的动触头机械上的连接,应确保无论手动操作或自动操作时,所有极均能同时接通和分断。

8.2.1.2 控制器的动作范围

按照 9.3.3.6.4 进行试验时,控制器和接触器在其额定工作电压 U_n 和额定控制电源电压 U_c 的 85%~110%之间任何值时均应可靠动作,85%为下限值,110%为上限值。

8.2.1.3 与控制器组装的继电器和脱扣器

与控制器相组装的用于保护负载的继电器和脱扣器在电流为 $X \times I_n$ 时应在 T_x 时间内动作, X 和 T_x 是已规定额定参数给出的值。当规定的额定参数多于一个时, X 和 T_x 是相应于给定 $(X I_n)^2 \times T_x$ 的最高值。

8.2.1.4 空白

8.2.1.5 空白

8.2.1.5.1 空白

8.2.1.5.2 空白

8.2.1.6 旁路控制器中经过型式试验的元件

8.2.1.6.1 已满足其本身相关产品标准要求的开关电器应视为已进行过部分型式试验的电器,并应满足以下补充要求：

- a) 机械开关电器的温升应满足 8.2.2 的要求；
- b) 机械开关电器的接通和分断能力应满足 8.2.4.2 的要求；
- c) 对于符合旁路控制器预期额定值的使用类别,半导体开关电器应满足 8.2.4.1 的要求。

8.2.1.6.2 考虑到旁路控制器的装配需要,在安装前已满足 8.2.1.6.1 所有要求的开关电器应视为已进行过型式试验,适用于旁路控制器的非限制用途(见附录 J)。

8.2.1.7 旁路控制器中的关联元件

为规范旁路控制器的要求,在安装前未满足 8.2.1.6.1 所有要求的开关电器应视为关联元件,适用于旁路控制器的受限制的用途(见附录 J)。

8.2.1.8 旁路控制器中开关电器的非限制用途

当机械开关电器和半导体开关电器均被视为已进行过型式试验的元件时,这些电器应按照制造商规定的额定值、工作制和最终用途使用。不应有其他进一步的限制。

8.2.1.9 旁路控制器中开关电器的受限制的用途

当一个或两个开关电器被视为关联元件时,开关电器应符合下列要求:

- a) 开关电器应组合为一个整体,并按整体规定额定值和进行试验;
- b) 开关电器间应采用电气、电子或机械方式等任意一种或组合进行联锁,这样没有半导体开关电器的直接干预,不应要求机械开关触头接通或分断过载电流;
- c) 当需要接通或分断过载电流时,半导体开关电器应能够控制流过主电路的电流。

8.2.2 温升

IEC 60947-1:2007 中 7.2.2 的规定适用于清洁的、新的控制器和接触器。

注: 试验电压低于 100 V 时,由于氧化而产生的接触电阻可能会影响温升试验。在低于 100 V 的情况下进行试验时,试验前,电器的触头要进行清洁,可通过非研磨的方法,或者试验开始前在任意电压下带或不带负载进行几次操作循环。

半导体电器的金属散热表面的温升允许值为:正常操作中无需触及的表面内为 50 K。

如果超过了 50 K 的限值,制造商应根据 6.3 的要求提供适当的警告(例如采用 GB/T 5465.2—2008¹⁾ 中 5041 的符号)。安装人员有责任规定适当的防护措施和位置以防发生危险。

8.2.2.1 空白

8.2.2.2 空白

8.2.2.3 空白

8.2.2.4 主电路

8.2.2.4.1 一般要求

按 9.3.3.3.4 进行试验时,在全导通状态下承载电流的控制器或接触器主电路应能承载下述电流,而其温升不超过 IEC 60947-1:2007 中 7.2.2.4 规定的极限值:

- 用于 8 h 工作制的控制器或接触器:约定发热电流(见 5.3.2.1 和/或 5.3.2.2);
- 用于不间断工作制、断续工作制或短时工作制的控制器或接触器:相应的额定工作电流(见 5.3.2.3)。

8.2.2.4.2 混合式控制器中串联的机械开关电器

对于混合式控制器,与主电路串联的元件的温升应按照 9.3.3.3.4 和 9.3.3.6.2 规定的程序进行验证(见表 13)。

1) GB/T 5465.2—2008:电气设备用图形符号 第 2 部分:图形符号

8.2.2.4.3 旁路控制器中并联的机械开关电器

被视为已进行过型式试验的元件(见 8.2.1.6)的电器应能承载额定工作电流 I_e , 而温升不超过 IEC 60947-1:2007 中 7.2.2.4 规定的极限值。

对于视为关联元件(见 8.2.1.7)的电器, 温升应按照 9.3.3.3.4 和 9.3.3.6.2 规定的程序(包括表 7 和表 13)进行验证。电器应作为一个整体单元进行试验, 两个开关电器的规定有载时间(见表 7)应根据正常使用条件下的操作顺序决定。

8.2.2.4.4 连接在主电路中的半导体电器

连接在主电路中的半导体电器的温升应按照 9.3.3.3.4 和 9.3.3.6.2(热稳定试验)规定的程序进行验证。

8.2.2.5 控制电路

IEC 60947-1:2007 中 7.2.2.5 适用。

8.2.2.6 线圈和电磁铁的绕组

8.2.2.6.1 不间断工作制和 8 h 工作制绕组

旁路电路通以最大电流, 在连续负载和额定频率(如适用)下, 线圈绕组应能承受最高额定控制电源电压而不超过表 4 和 IEC 60947-1:2007 中 7.2.2.6 规定的温升极限。

注: 表 4 和 IEC 60947-1:2007 中 7.2.2.6 规定的温升极限仅适用于周围空气温度为 $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的情况。

8.2.2.6.2 断续工作制绕组

旁路电路不通电流, 在额定频率(如适用)下, 线圈绕组应能承受表 5 中根据其断续工作制级别规定施加的最高额定控制电源电压, 而不超过表 4 和 IEC 60947-1:2007 中 7.2.2.6 规定的温升极限。

注: 表 7 和 IEC 60947-1:2007 中 7.2.2.6 规定的温升极限仅适用于周围空气温度为 $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的情况。

8.2.2.6.3 特殊额定值(短时或周期工作制)绕组

特殊额定值绕组应在相应于其所使用的最严酷工作制的操作条件下进行试验, 其额定值由制造商规定。

注: 特殊额定值绕组可包括只在起动位置通电的控制器或接触器线圈、锁扣接触器的脱扣线圈和供气动接触器联锁用的电磁阀门线圈。

表 4 在空气或油中的绝缘线圈的温升限值

绝缘材料耐热等级 (GB/T 11021—2014)	温升限值(电阻法测得)	
	K	
	线圈在空气中	线圈在油中
A	85	60
E	100	60
B	110	60
F	135	—
H	160	—

表 5 断续工作制试验循环数

断续工作制级别	每一次闭合—断开操作循环 s	控制线圈的通电时间
1	3 600	通电时间根据制造商规定的负载 因数选取
3	1 200	
12	300	
30	120	
120	30	
300	12	
1 200	3	

8.2.2.7 辅助电路

IEC 60947-1:2007 中 7.2.2.7 适用。

8.2.2.8 其他部件

IEC 60947-1:2007 中 7.2.2.8 适用，“塑料和绝缘材料”改为“绝缘部件”。

8.2.3 介电性能

下列要求是依据 IEC 60664 系列标准的原则，并提供了电器在电气装置内达到绝缘配合的方式。电器应能耐受如下电压：

- 根据 IEC 60947-1:2007 附录 H 规定，按过电压类别确定的额定冲击耐受电压(见 5.3.1.3)；
- 根据 IEC 60947-1:2007 中表 14 规定，适用于隔离电器触头间的冲击耐受电压；
- 工频耐受电压。

注 1：如果直流电压不小于交流试验电压的峰值，也可以用直流电压进行试验。

注 2：电源系统的标称电压与电器的额定冲击耐受电压的关系见 IEC 60947-1:2007 的附录 H。

对于规定了额定工作电压(见 IEC 60947-1:2007 的 4.3.1.1 的注 1 和注 2)的电器，其额定冲击耐受电压应不低于附录 H 规定的、该电器所使用线路的电源系统标称电压和相应的过电压类别所对应的额定冲击耐受电压。

本条规定的要求应采用 9.3.3.4 规定的方法验证。

8.2.3.1 冲击耐受电压

1) 主电路

IEC 60947-1:2007 中 7.2.3.1 1) 适用。

2) 辅助电路和控制电路

IEC 60947-1:2007 中 7.2.3.1 2) 适用，其中 2)a) 修改为：

- a) 直接从主电路引入额定工作电压的辅助电路和控制电路，带电部件与接地部件之间以及极间的电气间隙应能耐受 IEC 60947-1:2007 中表 12 规定的与额定冲击耐受电压相对应的试验电压。

注：与电气间隙相关的固体绝缘应耐受冲击电压。

8.2.3.2 主电路、辅助电路和控制电路的工频耐受电压

IEC 60947-1:2007 中 7.2.3.2 适用。

8.2.3.3 电气间隙

IEC 60947-1:2007 中 7.2.3.3 适用。

8.2.3.4 爬电距离

IEC 60947-1:2007 中 7.2.3.4 适用。

8.2.3.5 固体绝缘

IEC 60947-1:2007 中 7.2.3.5 适用。

8.2.3.6 分离电路间的间距

IEC 60947-1:2007 中 7.2.3.6 适用。

8.2.4 正常负载和过载性能要求

5.3.5 中的正常负载和过载特性要求在 8.2.4.1 和 8.2.4.2 中规定。

8.2.4.1 操作性能要求

按 9.3.3.6 进行试验时,控制器和接触器应能实现导通、转换、承载预定水平的负载和过载电流(如适用),以及实现并保持在截止状态,无故障或任何形式的损伤产生。

使用类别为 AC-51、AC-55a、AC-55b、AC-56a 和 AC-56b 且不采用旁路电器的控制器和接触器,其与 X 相应的 T_x 值应不小于表 6 规定的值。

使用类别为 AC-55a 且采用旁路电器的控制器和接触器,应能适用于在电流大于额定持续电流情况下要求较长接通时间的场合(如接通灯负载时需要预热时间)。考虑到有载期间控制器的最大热容量可能会完全耗尽,所以当有载时间一结束时,应立即向控制器提供一段适当的无载时间(例如通过旁路方式),其与 X 相应的 T_x 值及最小无载时间应由制造商和用户协商,并将此协商结果以规定的格式(见 6.1)在额定值参数中明确。

对额定值的验证应按表 7、表 8 以及 IEC 60947-1:2007 的 8.3.3.5.2 和 8.3.3.5.3 所规定的条件下进行验证。

当 $X \times I_n$ 大于 1 000 A 时,对于过载性能的验证应由制造商和用户协商决定(例如通过计算机进行模拟)。

在表 7 和表 8 中,所有不采用旁路电器的使用类别 AC-51、AC-55a、AC-55b、AC-56a、AC-56b($F-S=50-1$)的工作制周期值和采用旁路电器的 AC-55a 的截止时间(截止时间=1 440 s)是 8 h 工作制最低的严酷度要求。制造商可以规定更严酷的工作制,此时应根据表 3 的要求在最严酷的工作制下进行试验。

对于不采用旁路电器的使用类别 AC-51、AC-55a、AC-55b、AC-56a、AC-56b,更严酷的导通时间、截止时间的试验数值可根据下式计算:

$$\text{导通时间(s)} = 36 F/S$$

$$\text{截止时间(s)} = 36(100 - F)/S$$

对于采用旁路电器的使用类别 AC-55a, 制造商可以规定截止时间小于标准值 1 440 s 的操作性能, 但应该在制造商规定的截止时间下进行验证。

对于预期用于断续、短时或周期工作制的控制器或接触器, 制造商应按 5.3.4.6 的规定选取 F 和 S 值。

表 6 对应于过载电流倍数(X)的最小过载电流耐受时间(T_x)

	$T_x=20$ ms	$T_x=200$ ms	$T_x=1$ s	$T_x=10$ s	$T_x=60$ s	$T_x=300$ s	持续
AC-51	$X=1.4$	$X=1.4$	$X=1.4$	$X=1.2$	$X=1.1$	$X=1$	$X=1$
AC-55a	$X=10$	$X=6$	$X=4$	$X=3$	$X=2$	$X=1.8$	$X=1$
AC-55b	$X=10$	$X=6$	$X=1.2$	$X=1.1$	$X=1$	$X=1$	$X=1$
AC-56a	$X=30$	$X=6$	$X=1.2$	$X=1.1$	$X=1$	$X=1$	$X=1$
AC-56b	$X=30$	$X=1.4$	$X=1.1$	$X=1$	$X=1$	$X=1$	$X=1$

表 7 热稳定性试验条件的最低要求

使用类别	控制器的型式	试验电流(I_T), 操作循环导通时间 s		操作循环 ^a 截止时间 s
		试验水平		
不采用旁路开关电器		I_T	导通时间 s	
AC-51	4, H4 5, H5	$X I_e$	T_x	T_x
AC-55a				
AC-55b				
AC-56a				
AC-56b				
采用旁路开关电器		I_T	导通时间 S	
AC-55a	4, H4 5, H5	$3I_e$	240	$\leq 1\ 440$
试验电路参数: I_e —— 额定工作电流; I_T —— 试验电流; U_T —— 试验电压(任意值); $\cos\varphi$ —— 试验电路的功率因数(任意值); 操作循环数 ^a 。 ^a 操作循环次数取决于控制器达到热平衡所需的时间。				

表 8 过载性能试验条件的最低要求

使用类别	试验电路参数			操作循环导通 时间 ^d s	操作循环截止 时间 ^d s	操作循环次数
	I_c/I_e	U_r/U_e^a	$\cos\varphi^b$			
AC-51	X	1.1	0.8	T_x^c	≥ 10	5
AC-55a	3.0	1.1	0.45	0.05	≥ 10	5
AC-55b	1.5	1.1	e	0.05	60	50
AC-56a	30	1.1	≤ 1	0.05	≥ 10	5
AC-56b	g	1.1	f	0.05	≥ 10	1 000

I_c —— 试验电流；
 I_e —— 额定工作电流；
 U_e —— 额定工作电压；
 U_r —— 工频恢复电压。

温度条件：
 对于每一次试验，初始壳体温度(C_i)不应低于 40 °C 加上温升试验(见 9.3.3.3)时壳体的最高温升值，或相应于热稳定性试验条件最低要求(表 7)的壳体温度。试验过程中，周围空气温度应在 +10 °C ~ +40 °C 范围内。

^a 除了导通时间的最后三个工频周期以及截止时间的第一秒， U_r/U_e 可以为任意值。
^b 减压期间 $\cos\varphi$ 可以为任意值。
^c 见表 6。
^d 转换时间不应大于三个工频周期。
^e 试验采用白炽灯负载。
^f 试验采用电容性负载。
^g 电容器的额定值可由电容器通断试验获得，或依据惯例或经验加以确定。可参考下式作为指南：

$$I_{pmax} \leq I_{TSM} \times \sqrt{2}$$

其中 I_{pmax} 是电容的涌流峰值， I_{TSM} 是非重复性浪涌导通电流。

表 9 包括关断和转换能力的性能试验的最低要求和条件

使用类别	试验电路负载参数			试验周期	
	U/U_e	功率	$\cos\varphi$	导通时间 s	截止时间 s
AC-51	1.0	a	0.8~1.0	0.5	0.5
AC-55a	1.0	b	0.45	0.5	0.5
AC-55b	1.0	c	e	f	0.5
AC-56a	1.0	d	≤ 0.45	f	g

表 9 (续)

使用类别	试验电路负载参数			试验周期	
	U/U_e	功率	$\cos\varphi$	导通时间 s	截止时间 s
AC-56b	1.0	e	e	f	h
<p>试验应按下述要求进行：</p> <p>——试验 1:85% U_e 和 85% U_e 下 100 次操作循环；</p> <p>——试验 2:110% U_e 和 110% U_e 下 1 000 次操作循环。</p> <p>试验过程中：</p> <p>——负载和周围空气温度可以为 10 °C~40 °C 范围内的任意值；</p> <p>——电压的真有效值测量仪器应连接在 EUT 每一极的电源侧接线端子和负载侧接线端子之间；</p> <p>——试品整定仅限于制造商正常供货的产品上带有的外部调整装置。具有斜坡上升功能的控制器应设定为斜坡时间的最大值或 10 s,选其小者。</p> <p>试验结果：</p> <p>1) 应满足 1a)或 1b)：</p> <p>1a) $I_0 < 1 \text{ mA}$ 且 $I_F < 1 \text{ mA}$；</p> <p>1b) 若 $I_0 > 1 \text{ mA}$ 或 $I_F > 1 \text{ mA}$,那么：</p> <p>——对每一极 $\Delta I < 1$,其中 $\Delta I = (I_F - I_0)/I_0$,以及</p> <p>——$I_0$ 和 I_F 应在制造商数据表中给定的限值范围内。</p> <p>2) 无可见的损坏现象(如冒烟,变色)；</p> <p>3) 制造商规定的功能无丧失。</p>					
<p>^a 试验负载为任意的轻感负载。</p> <p>^b 试验负载为任意的感性负载。</p> <p>^c 试验负载为任意的白炽灯。</p> <p>^d 试验负载为任意的变压器。</p> <p>^e 试验负载为任意的电容器或电容器组。</p> <p>^f 导通时间应大于达到热稳定标称电流所需的时间。</p> <p>^g 截止时间是电流降至至低于导通状态标称电流的 10%时所需的时间。</p> <p>^h 截止时间是由于电容器经由任意放电电阻放电而导致其电压降至低于标称电压的 10%时所需的时间。</p>					

8.2.4.2 主电路开关电器的接通和分断能力

8.2.4.2.1 一般要求

出现过载电流时,控制器或接触器(包括组装的机械开关电器)应能正常动作而不发生故障。

无故障地接通和分断电流的能力应根据表 10 和表 11 规定的条件,在规定的使用类别和操作次数下进行验证。

表 10 接通和分断能力试验 与型式 H4、H5 混合式半导体控制器和接触器的
机械开关电器的使用类别对应的接通和分断条件

使用类别	接通和分断条件					
	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos\varphi$	导通时间 s	截止时间 s	操作循环次数
AC-51	1.5	1.05	0.80	0.05	a	50
AC-55a	3.0		0.45			
AC-55b	1.5 ^b		b			
AC-56a	30		c			
AC-56b	d		d			
I_c ——接通和分断电流,用交流对称有效值表示; I_e ——额定工作电流; U_e ——额定工作电压; U_r ——工频恢复电压。			电流 I_c A		断电时间 s	
^a 截止时间不应大于表中给出的值。 ^b 试验采用白炽灯负载。 ^c $I_{c\text{peak}} = 30 \times I_e \sqrt{2}$ $\cos\varphi$ 优选值: ≤ 0.45 。 ^d 电容器的额定值可由电容器通断试验获得,或在惯例或经验的基础上加以确定。			$I_c \leq 100$		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				

表 11 约定操作性能 与型式 H4B、H5B 混合式控制器和接触器的机械
开关电器的使用类别相应的接通和分断条件

使用类别	接通和分断条件					
	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos\varphi$	导通时间 s	截止时间 s	操作循环次数
AC-51	1.0	1.05	0.80	0.05	a	6 000 ^d
AC-55a	2.0		0.45		a	
AC-55b	1.0 ^b		b		60	
AC-56a	c		c			
AC-56b	c		c			
I_c —— 接通和分断电流,用交流对称有效值表示; I_e —— 额定工作电流; U_e —— 额定工作电压; U_r —— 工频恢复电压。						
^a 截止时间不应大于表 10 中给定的值。 ^b 试验采用白炽灯负载。 ^c 在考虑中。 ^d 对于人力操作的开关电器,进行 1 000 次有载操作循环,接着进行 5 000 次无载操作循环。						

8.2.4.2.2 混合式控制器的串联机械开关电器

控制器和接触器主电路中串联的机械开关电器应满足其自身产品标准的要求,作为单机进行试验时,还应满足 8.2.4.2 的附加要求。

对于旁路混合式控制器和接触器(见图 1),可以对串联的机械开关电器规定与半导体控制器的断续工作制相匹配的工作制额定值。

接通和分断能力应根据 9.3.3.5.1 和 9.3.3.5.2 的程序进行验证。

8.2.4.2.3 旁路控制器中经过型式试验的并联的机械开关电器

作为单机进行试验时,接通和分断能力应根据 9.3.3.5.1 和 9.3.3.5.3 的程序进行验证。

8.2.4.2.4 旁路控制器中关联的并联机械开关电器

作为一个组合单元进行试验时,接通和分断能力应根据 9.3.3.5.1 和 9.3.3.5.4 的程序进行验证。

8.2.4.2.5 半导体开关电器

控制过载电流的能力应根据 9.3.3.6.3 和 9.3.3.6.4 的程序进行验证。

8.2.4.3 试验负载的要求

短路试验(见图 I.1)的试验负载应为任意的无源负载,并具备下述特性:

- a) 额定电压应等于或大于被试电器的 U_n ;
- b) 功率因数应在 0.8~1.0 范围内;
- c) 施加于启动负载的电压为 U_n 时,通过的电流可以是大于 1 A 的任意值。

8.2.5 与短路保护电器的协调配合

8.2.5.1 短路条件下的性能

用短路保护电器(SCPD)作为后备保护的控制器和接触器,其额定限制短路电流性能应按 9.3.4 的规定进行验证。该试验为强制性试验。

SCPD 的额定值应适用于任何给定的额定工作电流、额定工作电压及相应的使用类别。

允许采取两种协调配合类型:型式 1 或型式 2。9.3.4.3 规定了两种类型的试验条件。

“1”型协调配合要求电器在短路条件下不应对人体或设备引起危害,在未修理和更换零件前,允许不能继续使用;

“2”型协调配合要求电器在短路条件下不应对人体及设备引起危害,且应能够继续使用。对于混合式控制器和接触器,有可能发生触头熔焊,制造商应规定设备维修时所采用的方法。

注:选用不同于制造商推荐的 SCPD 时,协调配合可能会无效。

8.2.5.2 空白

8.3 EMC 要求

8.3.1 一般要求

电器和电子器件之间实现电磁兼容性已获得广泛认可。实际上,在许多国家关于电磁兼容有强制性的要求。

下述条款中规定的要求用以实现控制器和接触器的电磁兼容性。包括所有相关的抗扰度和发射要

求,不要求或不需要进行附加试验。如果控制器的电子元件发生故障,则不能保证电磁兼容性。本部分中并未考虑上述情况,也并未规定相应的试验要求。

无论发射还是抗扰度,所有现象都是单独考虑的,所规定的限值并未考虑叠加效应。

对于 EMC 试验,可将与负载、电缆和所需辅助电器相互连接的控制器认为是最小系统。

这些条款对于半导体控制器或接触器的安全性要求不做规定或无影响,例如电击防护、绝缘配合以及相关的介电试验、非安全操作,或故障引起的不安全后果。

8.3.2 发射

根据 IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 7.3.1 规定的一系列相关环境条件,IEC 60947-1:2007 中的 7.3.3.2 适用。

相关的环境条件必须在随设备提供的信息中标明。

8.3.2.1 相对于主电路工频的低频发射

8.3.2.1.1 谐波

IEC 60947-1:2007 中 7.3.3.2.2 适用并补充如下要求。

由于全导通状态下并无显著的谐波发射,所以对于仅在全导通状态下运行、或者起动结束后用机械开关电器旁路的控制器或接触器不要求进行试验。

8.3.2.1.2 电压波动

半导体控制器的动作不会产生此现象,故不要求进行试验。

8.3.2.2 高频发射

8.3.2.2.1 传导射频(RF)发射

应按照 9.4.1.1 的规定对表 15 的限值进行验证。

8.3.2.2.2 辐射发射

应按照 9.4.1.2 的规定对表 16 的限值进行验证。

8.3.3 抗扰度

8.3.3.1 一般要求

根据影响程度的大小,电气系统的影响可能是破坏性的或非破坏性的。破坏性的影响(电压或电流)对控制器产生不可逆的损坏。非破坏性的影响可能会产生暂时的误动作或非正常动作,但是当影响减弱或去除后,控制器又恢复正常动作;有些情况下,可能需要人为干预。

如果可能产生严酷的外部影响(比控制器已进行过试验的等级严酷)时要咨询制造商,例如安装在偏远地区,电力传输线较长;紧靠在 GB 4824—2013 规定的 ISM 设备的旁边。

注:安装时采取适当的去耦合措施有助于降低外部的瞬态影响。例如,控制电路的接线与电力电路接线分开。当无法避免紧邻接线时,控制电路的接线可采用双绞线或屏蔽线。

下文列出了相关的一系列要求。根据 GB/T 17626 系列标准规定的性能判据对试验结果进行判定。为方便起见,此处引用了相关的性能判据,详见表 12。

性能判据如下:

- 1) 在规定限值范围内工作正常;
- 2) 功能或性能暂时降低或丧失,可自行恢复;

3) 功能或性能暂时降低或丧失,需要操作人员干预或系统复位。正常功能应通过简单的干预即可恢复,例如通过手动复位或重启动。不应有元件受损。

在表 12 中,当对完整的控制器进行试验时,规定了整体性能验收标准(A)。如果无法对整个控制器进行试验,要采用单个元件的验收标准(B、C)。

表 12 存在电磁干扰时的具体性能验收标准

项目	试验过程中的性能验收标准		
	1	2	3
A 整体性能	动作特性无明显变化,按预期动作	工作特性有明显变化(可听到或可看到),能自行恢复	工作特性变化,触发保护电器动作,不能自行恢复
B 显示器和控制面板的运行	可见的显示信息无变化,仅 LED 有轻微的光亮度变化或轻微字符移动	暂时的可见的变化或信息丢失,非预期的 LED 发光	停机,信息永久丢失或显示错误信息,不能自行恢复
C 信息处理和传感功能	与外部设备进行无干扰通信和数据交换	短时干扰通信,有内、外部设备的错误报表	信息的错误处理,数据和/或信息丢失,通信错误,不能自行恢复

8.3.3.2 静电放电

试验值和试验程序见 9.4.2.1。

8.3.3.3 射频电磁场

试验值和试验程序见 9.4.2.2。

8.3.3.4 快速瞬变(5/50 ns)

试验值和试验程序见 9.4.2.3。

8.3.3.5 浪涌(1.2/50 μs~ 8/20 μs)

试验值和试验程序见 9.4.2.4。

8.3.3.6 谐波和转换缺口

试验值和试验程序见 9.4.2.5。

8.3.3.7 电压跌落和短时中断

试验值和试验程序见 9.4.2.6。

8.3.3.8 工频电磁场

不要求进行试验。成功完成操作性性能试验(见 9.3.3.6)即表示抗扰度符合要求。

9 试验

9.1 试验种类

9.1.1 一般要求

IEC 60947-1:2007 的 8.1.1 适用。

9.1.2 型式试验

型式试验用于验证各种类型的控制器和接触器的设计是否符合本部分,验证试验包括以下项目:

- a) 温升限值(见 9.3.3.3);
- b) 介电性能(见 9.3.3.4);
- c) 操作性能(见 9.3.3.6);
- d) 动作及动作限值(见 9.3.3.6.4);
- e) 混合式电器串联的机械开关电器的额定接通和分断能力以及约定操作性能(见 9.3.3.5);
- f) 短路条件下的性能(见 9.3.4);
- g) 接线端子的机械性能(见 IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 8.2.4);
- h) 带外壳的控制器和接触器的外壳防护等级(见 IEC 60947-1:2007+A1:2010 中附录 C);
- i) EMC 试验(见 9.4)。

9.1.3 常规试验

不采用抽样试验(见 9.1.4)替代时,IEC 60947-1:2007 中 8.1.3 适用。

控制器和接触器的常规试验包括:

- 动作及动作范围的验证(见 9.5.2);
- 介电试验(见 9.5.3)。

9.1.4 抽样试验

控制器和接触器的抽样试验包括:

- 动作及动作范围的验证(见 9.3.6.2);
- 介电试验(见 9.3.6.3)。

IEC 60947-1:2007 中 8.1.4 适用,并补充如下要求。

制造商可自行决定用抽样试验代替常规试验。抽样试验应满足或超过 GB/T 2828.1—2012 规定的下列要求(见 GB/T 2828.1—2012 中表 II-A)。

抽样试验在接受质量限 $AQL \leq 1$ 的基础上:

- 合格判定数 $A_c = 0$ (无缺陷验收);
- 不合格判定数 $R_e = 1$ (如有一台产品有缺陷,则整批全部检查)。

对每一检查批,应固定间隔进行抽样。

另外,还可使用符合 GB/T 2828.1—2012 标准规定的统计方法,例如控制连续生产或以能力指数进行过程控制的统计方法。

按照 IEC 60947-1:2007 中 8.3.3.4.3 的规定验证电气间隙的抽样试验正在考虑中。

9.1.5 特殊试验

特殊试验包括湿热、盐雾、振动和冲击试验。IEC 60947-1:2007+A1:2010 中附录 Q 适用于这些

试验。应用条件正在考虑中。

9.2 验证结构要求

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 8.2 适用。

9.3 验证性能要求

9.3.1 程序试验

每一程序试验均应在一台新试品上进行。

注 1: 经制造商同意允许在同一台试品上进行多于一个的程序试验或全部程序试验,但对于每台试品,必须按规定的顺序进行各项试验。

注 2: 程序试验中的某些试验仅仅是为了减少试品数量,其试验结果对其前后的试验没有影响。因此经制造商同意,为了便于试验的进行,这些试验可以在单独的新试品上进行,并从相关的程序试验中删除。适用的试验项目包括:

- 爬电距离验证(见 IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 8.3.3.4.1 7));
- 接线端子的机械性能(见 IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 8.2.4);
- 外壳防护等级(见 IEC 60947-1:2007+A1:2010 中附录 C)。

为便于试验,在下列程序试验中省略了 8.2.4.2 的试验,但制造商仍然应采用其他的方法进行验证。

程序试验如下:

a) 程序试验 I

- 1) 温升验证(见 9.3.3.3);
- 2) 介电性能验证(见 9.3.3.4)。

b) 程序试验 II:操作性能验证(9.3.3.6)

- 1) 热稳定试验(见 9.3.3.6.2);
- 2) 过载性能试验(见 9.3.3.6.3);
- 3) 关断和转换能力试验(9.3.3.6.4),包括验证动作和动作范围。

c) 程序试验 III

短路条件下的性能验证(见 9.3.4)。

d) 程序试验 IV

- 1) 接线端子机械性能验证(见 IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 8.2.4);
- 2) 外壳防护等级验证(见 IEC 60947-1:2007+A1:2010 中附录 C)。

e) 程序试验 V

EMC 试验(9.4)。

9.3.2 一般试验条件

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 8.3.2 适用,并补充如下要求。

除了仅用于一个频率的电器之外,50 Hz 下进行的试验也适用于 60 Hz,反之亦然。

对于具有相同的基本设计、结构无显著差别的一系列电器,试品应基于工程判断来选择。

除非相应的试验条款中另有规定,连接处的拧紧力矩应该按制造商的规定;或者如果没有规定的,应按 IEC 60947-1:2007 中表 4 的规定。

如果规定了多种散热装置,应采用热阻最大的一种。

应采用电压和电流真有效值测量方法。

9.3.3 无载、正常负载和过载条件下的性能

9.3.3.1 空白

9.3.3.2 空白

9.3.3.3 温升

9.3.3.3.1 周围空气温度

IEC 60947-1:2007 中 8.3.3.3.1 适用。

9.3.3.3.2 部件温度的测量

IEC 60947-1:2007 中 8.3.3.3.2 适用。

9.3.3.3.3 部件的温升

IEC 60947-1:2007 中 8.3.3.3.3 适用。

9.3.3.3.4 主电路的温升

除了单相试验应在所有极通以各自最大额定电流下进行试验外,IEC 60947-1:2007 中 8.3.3.3.4 适用,按照 8.2.2.4 的规定进行试验并补充如下要求。

连接在主电路中的半导体开关电器(见 8.2.2.4),温度测量装置应连接在试验中可能产生最高温升的半导体开关电器的壳体外表面。应记录试验终了时壳体的温度 C_f 和周围空气温度 A_f ,以用于 9.3.3.6.3 的试验中。

对于机械开关电器(见 8.2.2.4.2 和 8.2.2.4.4),温度测量装置应按照 IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 8.3.3.3 的要求连接。

通常通电的所有辅助电路应通以其最大额定工作电流(见 5.6),控制电路应施加额定工作电压。

9.3.3.3.5 控制电路的温升

IEC 60947-1:2007 中 8.3.3.3.5 适用并补充如下。

温升应在 9.3.3.3.4 试验中测量。

9.3.3.3.6 线圈和电磁铁的温升

IEC 60947-1:2007 中 8.3.3.3.6 适用并补充如下。

用于半导体控制器或旁路机械开关装置中的机械开关电器电磁铁应符合 8.2.2.6 的规定,试验过程中主电路通以额定电流。温升应在 9.3.3.3.4 试验中测量。

9.3.3.3.7 辅助电路的温升

IEC 60947-1:2007 中 8.3.3.3.7 适用并补充如下。

温升应在 9.3.3.3.4 试验中测量。

9.3.3.4 介电性能

9.3.3.4.1 型式试验

型式试验要求如下:

1) 耐受电压试验的一般条件

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 8.3.3.4.1 1)除最后一个注外适用。也可参见 8.2.3。

2) 冲击耐受电压验证

a) 一般要求

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 8.3.3.4.1 2)a)适用。

b) 试验电压

IEC 60947-1:2007 中 8.3.3.4.1 2)b)适用并补充如下要求。

介电性能受海拔影响不大的部件(如光耦合器、密封部件等),不适用海拔修正系数。

c) 试验电压的施加

按照 1)的要求安装和准备设备,试验电压按如下要求施加:

i) 触头(如有)处于所有正常工作位置时,施加于主电路所有连接在一起的端子(包括接至主电路的控制电路和辅助电路)和外壳或安装板之间;

ii) 对于与其他极电气上分开的主电路的极,触头(如有)处于所有正常工作位置时,施加于主电路每极与其他连接在一起并接至外壳或安装板的极之间;

iii) 正常工作不接至主电路的每个控制电路和辅助电路与以下部位之间:

——主电路;

——其他电路;

——外露导体部分;

——外壳或安装板,如方便可以连接在一起;

iv) 对适用于隔离的电器,主电路电源端的端子连接在一起,负载端的端子连接在一起。试验电压应施加在电器触头处于断开位置的电源端子和负载端子之间,试验电压应按 IEC 60947-1:2007 中 7.2.3.1 1)b)的规定施加。

d) 验收判据

IEC 60947-1:2007 中 8.3.3.4.1 2)d)适用。

3) 固体绝缘的工频耐受电压验证

a) 一般要求

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 8.3.3.4.1 3)a)适用。

b) 试验电压

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 8.3.3.4.1 3)b)适用,第一段末尾增加下述内容。

如果由于不易拆除的滤波元件的存在而不能施加交流试验电压,那么也可以采用与交流试验电压峰值相同的直流电压进行试验。

c) 试验电压的施加

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 8.3.3.4.1 3)c)适用,最后两句话改为:

按下述要求施加试验电压 5 s:

——根据上述 2)c)中 i)、ii)和 iii)的规定;

——对于混合式半导体控制器或接触器,主电路电源端的端子连接在一起,负载端的端子连接在一起,在主电路极的两端施加电压。

d) 验收判据

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 8.3.3.4.1 3)d)适用。

4) 分断和短路试验后工频耐受电压验证

a) 一般要求

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 8.3.3.4.1 4)a)适用。

b) 试验电压

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 8.3.3.4.1 4)b)适用。

c) 试验电压的施加

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 8.3.3.4.1 4)c)适用,并在最后补充以下内容。

无需使用 IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 8.3.3.4.1 1)规定的金属箔。

d) 验收判据

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 8.3.3.4.1 4)d)适用。

5) 空白

6) 直流耐受电压验证

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 8.3.3.4.1 6)适用。

7) 爬电距离验证

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 8.3.3.4.1 7)适用。

8) 适用于隔离的电器的泄漏电流的验证

最大泄露电流不应超过 IEC 60947-1:2007 中 7.2.7 规定的值。

9.3.3.4.2 空白

9.3.3.4.3 验证电气间隙的抽样试验

抽样试验要求如下:

1) 一般要求

IEC 60947-1:2007 中 8.3.3.4.3 1)适用。

2) 试验电压

试验电压应与额定冲击耐受电压相对应。

有关抽样方案和程序正在考虑中。

3) 试验电压的施加

IEC 60947-1:2007 中 8.3.3.4.3 3)适用。

4) 验收判据

IEC 60947-1:2007 中 8.3.3.4.3 4)适用。

9.3.3.5 机械开关电器的接通和分断能力

9.3.3.5.1 一般要求

应验证机械开关电器是否符合 8.2.4.2 的要求。

如果机械开关电器没有通过前面的试验,则要求其满足 8.2.4.2 及后续条款的规定。接通和分断能力应按照 IEC 60947-1:2007 中 8.3.3.5 的要求验证。

9.3.3.5.2 混合式控制器中串联的机械开关电器

可采用下列方法中的一种来验证:

a) 开关电器可以作为单独元件进行试验,或

b) 开关电器按正常使用安装,每极的半导体元件短接,对整个混合式控制器进行试验。

9.3.3.5.3 旁路控制器中经过型式试验的并联的机械开关电器

开关电器应作为单独元件进行试验。

9.3.3.5.4 旁路控制器中关联的并联机械开关电器

连同旁路在内的整个单元按正常使用情况进行试验。为了模拟通断(接通和断开)过程,操作顺序应该跟正常使用时一样。

9.3.3.6 操作性能

9.3.3.6.1 一般要求

应采用下述试验验证操作性能是否符合 8.2.4.1 的要求:

- a) 热稳定试验;
- b) 过载性能试验;
- c) 关断和转换能力试验。

试验模拟 8 h 工作制的情况。

与主电路的连接应与设备正常使用时相似。控制电压应固定为额定控制电源电压 U_c 的 110%。

表 13 热稳定试验规程

项目	水平	说明
试验目的	验证 8 h 时间内一个试验程序中连续的相同操作循环之间的温度变化小于 5%。 验证主电路中机械开关电器的易接近端子的温升不超过 IEC 60947-1:2007 中表 2 的规定值	
试验时间	进行试验直至 $\Delta_n \leq 0.05$ 或达到 8 h, $\Delta_n = (C_n - C_{n-1} - A_n + A_{n-1}) / (C_{n-1})$	
试验条件	表 7	
EUT ^a 温度	C_n 壳体温度	温度测量装置连接在半导体开关电器的外表面(9.3.3.3.4)。监测预计是最热的半导体开关电器
周围空气温度	A_n 任意合适的温度	温度测量装置监测周围空气温度的变化(IEC 60947-1:2007 中 8.3.3.3.1 适用)
试验结果	1) 8 h 内 $\Delta_n \leq 0.05$; 2) 无可见的损坏(如冒烟、变色); 3) 主电路中机械开关电器的易接近端子的温升不超过 IEC 60947-1:2007 中表 2 的规定值; 4) 如果端子不易接近,只要临近部件不会受损,温升可以超过 IEC 60947-1:2007 中表 2 的规定值	
^a 进行试验的电器。		

表 14 壳体初始温度的要求

操作循环次数	壳体初始温度 C_i °C
1	不低于 40 °C
2	制造商推荐的与控制器或接触器配套使用的过电流保护装置在第一个操作循环后能够复位的最高温度
3 和 4	≥40 °C 加上温升试验(9.3.3.3)中壳体的最高温升

9.3.3.6.2 热稳定试验程序

试验规程和验收判据见表 13。试验描述见图 F.1。

- 1) 对试验过程中每一个通电周期规定顺序编号 n (如 $n=0,1,2,\dots,n-1,N$);
- 2) 记录壳体初始温度 C_0 , 记录初始周围空气温度 A_0 。壳体初始温度的要求见表 14;
- 3) 设置试验电流 I_T (见表 7)。当 $n=n+1$ 时 n 重新取值;
- 4) 在 EUT (被试电器) 主电路的输入端子上施加试验电压 U_T 。试验过程中 U_T 可以一直保持, 或者与额定控制电路电压 U_c 同步接通-断开。

切换 EUT 至导通状态 (施加 EUT 的控制电压 U_c)。

注: 试验电流达到 $X \times I_c$ 的时刻 T_x 开始计时。所以试验电流上升到 $X \times I_c$ 的时间延长了总试验时间。

- 5) 经过时间间隔 T_x (见表 7) 后, 切换 EUT 至截止状态。
- 6) 记录壳体温度 C_n 。记录周围空气温度 A_n 。
- 7) 确定是否结束 (或继续) 试验:
 - a) 计算壳体温升变化系数:

$$\Delta_n = (C_n - C_{n-1} - A_n + A_{n-1}) / (C_{n-1})$$
 - b) 检查是否符合规定的结果 (见表 13):

如果 $\Delta_n > 0.05$, 总试验时间小于 8 h, 而且满足表 13 规定的试验结果 1) 和 2), 则重复上述试验程序 3)~7)。

如果 $\Delta_n > 0.05$, 总试验时间大于 8 h, 而且不满足规定的试验结果, 则结束试验, 试验不合格。

如果 $\Delta_n \leq 0.05$, 总试验时间小于 8 h, 而且满足表 13 规定的试验结果 1)、2)、3) 和 4), 则结束试验, 试验合格。

9.3.3.6.3 过载性能试验程序

过载性能试验程序要求如下:

- 1) 试验条件:
 - a) 参见表 8。试验描述见图 F.2;
 - b) 控制器和接触器在全导通状态下运行时, 除了过电流保护装置外, 还利用电流控制型关断电器进行过载保护时, 应与该关断电器一起进行试验。进行本试验时, 允许关断电器在比规定的通电时间短的时间内切换 EUT 至截止状态。
- 2) EUT 的调整:
 - a) 应调整 EUT 使达到试验电流水平的最短;
 - b) 具有限流功能的 EUT, 应调整到 I_c 对应的最大 X 值。
- 3) 试验:
 - a) 建立初始条件;
 - b) 在 EUT 主电路的输入端子上施加试验电压;

(对于型式 HxA, 串联机械开关电器闭合。对于型式 HxB, 串联机械开关电器断开。)

试验进行过程中应施加试验电压。
 - c) 切换 EUT 至导通状态;
 - d) 导通时间 (表 8) 结束后, 切换 EUT 至截止状态;

注: 对于型式 HxB, 截止状态即为断开状态。
 - e) 重复程序 c) 和 d) 两次, 结束试验。
- 4) 验收准则 (见 9.3.3.6.5):

- a) 不丧失转换能力；
- b) 不丧失关断能力；
- c) 不丧失功能；
- d) 无可见的损伤。

9.3.3.6.4 关断和转换能力试验

试验规程见表 9。试验描述见图 F.3。

对于型式 HxA, 试验过程中, 串联机械开关电器的触头应保持在闭合位置。

对于型式 HxB, 串联机械开关电器的触头可动作以完成试验循环。但是, 极间电压的测量应在串联触头闭合、半导体开关元件处于截止状态的条件下进行。制造商应提供说明 EUT 如何配置才能满足电压测量的要求。

关断和转换能力试验要求如下:

- 1) EUT 应按照正常使用情况进行安装和连接, EUT 和试验负载之间的电缆长度不应大于 10 m。
 - 2) 电流测量装置的安装方式应适于记录下述步骤 3) 和 7) 中通过控制器的泄漏电流。
如果有其他的辅助电路或电器与半导体元件并联连接, 则应注意避免测量并联的电流, 应只测量半导体元件中的泄漏电流, 并相应安装适当的测量装置。
 - 3) EUT 上施加电压(见表 9), 断开控制电压 U_c , 测量通过 EUT 每一极的电流并记录电流值, 作为一组初始数据 I_0 ;
从步骤 4) 到步骤 7) 完成的过程中试验电路应保持闭合。在步骤 5) 和 6) 中可以通过远程控制方式短接电流测量装置, 但是不用通过断开电路将其移除。
 - 4) 试验开始, 对 EUT 施加试验电压(按表 9 的规定)并保持到步骤 7) 结束。
 - 5) 通过控制电压 U_c 的变化使 EUT 按表 9 的规定在导通状态和截止状态间循环切换。如果控制器不按预期动作, 或者出现损坏的现象, 则结束试验, 试验不合格。
 - 6) 规定的操作循环次数结束后, 断开 U_c 并保持施加试验电压。EUT 恢复到初始环境温度。
 - 7) 重复步骤 3) 中的电流测量程序, 并记录一组最终数据点 I_F , 与初始数据 I_0 相对应。
 - 8) 判断每一极的泄漏电流值是否符合表 9 中 1) 的规定。
- 为保证符合性, 应满足表 9 规定的试验结果判据中的 1)、2) 和 3) 的要求。

9.3.3.6.5 半导体控制器在操作性能试验过程中的性能和试后条件

半导体控制器在操作性能试验过程中的性能和试后条件如下:

- a) 转换能力
如果半导体器件不能正常转换, 失效模式的早期阶段表现为性能下降。在此模式下连续操作会导致热击穿。最终结果将是过热的丧失关断能力。
- b) 热稳定
进行快速操作循环的半导体电器可能冷却不充分。早期效应可能会引发热击穿并导致丧失关断能力。
- c) 关断能力
关断能力即切换并保持(如要求)在截止状态的能力。过度的热应力会使关断能力下降。失效模式表现为部分或全部丧失控制能力。
- d) 功能
有些失效模式在早期阶段并不是很严重。这些失效会导致功能逐步丧失。早期检测和修正可以避免产生永久损坏。

e) 目测

最后,由于温度过高产生的过度热应力会导致永久损坏。可见的损坏现象(冒烟或变色)即为最终失效的早期警告。

9.3.4 短路条件下的性能

下述条款规定了用于验证是否符合 8.2.5.1 要求的试验条件。关于试验步骤、试验程序、试后电器条件及协调配合类型的具体要求见 9.3.4.1 和 9.3.4.3。

9.3.4.1 短路试验的一般条件

短路试验的一般条件如下:

——“O”操作:作为试前条件,控制器/接触器应利用试验负载保持在导通状态。试前电流可以为大于控制器/接触器最小负载电流(见 3.1.11)的任意电流值。闭合短路开关将短路电流施加至控制器/接触器。SCPD 应分断短路电流,而控制器/接触器应耐受允通电流;

——“CO”操作:用于直接起动设备。

初始壳体温度不应低于 40 °C。有些情况下,在仅用于短路试验的场地无法预热 EUT 并保持在初始壳体温度下,此时,制造商和用户可以协商决定是否在环境温度下进行试验。如果同意在环境温度下试验,应在试验报告中记录此较低的温度。

9.3.4.1.1 短路试验的一般要求

IEC 60947-1:2007 的 8.3.4.1.1 适用并补充如下。

外壳应符合制造商的规定。如果有多个外壳可供选择,应选用最小容积的外壳。

如果在自由空气中进行过试验的电器也可用于外壳中,则应该在制造商规定的最小外壳中进行附加试验。对于仅在自由空气中进行过试验的电器,应提供信息标明不适用于单独的外壳。

9.3.4.1.2 验证短路额定值的试验电路

除下述规定外,IEC 60947-1:2007+A1:2010 的 8.3.4.1.2 适用。对于 1 型协调配合,用截面积为 6 mm²、长度为 1.2 m~1.8 m 的硬导线替代熔断元件 F 和阻抗 R_L ,接至中性点,若制造商同意时可接至某一极。

注:这一较大尺寸的导线并非用作检测器,而是建立一种判定损坏程度的接地条件。

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 8.3.4.1.2 规定的试验电路应按照图 I.1 的规定修改和接线。试验负载和短接开关应具备下述特性:

- a) 试验负载应符合 8.2.4.3 规定的特性;
- b) 短接开关(不是 EUT 的一部分)应能接通和承载短路电流而不影响短路电流的施加过程(例如弹跳或其他断续断开触头的情况)。

9.3.4.1.3 试验电路的功率因数

IEC 60947-1:2007 的 8.3.4.1.3 适用。

9.3.4.1.4 空白

9.3.4.1.5 试验电路的调整

IEC 60947-1:2007 的 8.3.4.1.5 适用。

9.3.4.1.6 试验程序

IEC 60947-1:2007 的 8.3.4.1.6 适用并补充如下。

控制器或接触器和与其组装的 SCPD 应按正常使用情况安装和接线,主电路每一极用最长为 2.4 m 的电缆(相应于控制器或接触器的额定工作电流选用)连接。

如果 SCPD 与控制器或接触器是分离的,则采用上述电缆(电缆总长不应超过 2.4 m)将其连接至控制器或接触器。

三相试验结果对单相使用的情况亦有效。

试验的时序图见图 I.2:

- a) 试验开始时短接开关处于断开位置(T_0 时刻);
- b) 施加试验电压,试验负载应至少将电流限制到足以使控制器维持在导通状态的水平(T_1 时刻);
- c) 流过控制器/接触器的电流稳定后,可随时闭合短接开关,短路电流流过 EUT(T_2 时刻), SCPD 应分断短路电流(T_3 时刻)。

9.3.4.1.7 空白

9.3.4.1.8 试验记录说明

IEC 60947-1:2007 的 8.3.4.1.8 适用。

9.3.4.2 空白

9.3.4.3 控制器和接触器的限制短路电流

9.3.4.3.1 一般要求

控制器或接触器和与其组装的 SCPD 应进行 9.3.4.4.2 规定的试验。

带非关联元件的旁路控制器不需进一步试验。

带关联元件的旁路控制器应根据 9.3.4 的规定进行两个单独的短路试验。

- a) 试验 1:半导体处于导通模式,旁路触头打开进行试验。该试验用于模拟半导体控制的起动过程中发生短路的情况。
- b) 试验 2:在旁路触头闭合、半导体被旁路的条件下进行试验。该试验用于模拟 EUT 的半导体被旁路时发生短路的情况。

试验应在使用类别 AC-51 对应的最大的 I_n 和最大的 U_n 下进行。

如果同一半导体元件用于多个额定值,则应在相应于最大额定电流 I_n 的条件下进行试验。

应采用单独的电源按规定的控制电压进行控制。所用的 SCPD 应符合 8.2.5.1 的规定。

如果 SCPD 是电流整定值可调的断路器,则对于 1 型配合,试验时断路器应调整到最大整定值,对于 2 型配合,断路器应调整到声称的最大整定值进行试验。

进行试验时,所有外壳的开口均应像正常时一样关上,且门或盖用提供的工具固紧。

对于适用于某一范围负载额定值和配有可更换过电流保护装置的控制或接触器,试验应在装有最大阻抗的过电流保护装置和装有最小阻抗的过电流保护装置并连同其相应的 SCPD 上进行。

在 I_q 下对同一试品进行 O 或 CO 操作。

9.3.4.3.2 额定限制短路电流 I_q 试验

调整电路使预期短路电流 I_q 等于额定限制短路电流。

若 SCPD 为熔断器,且试验电流在熔断器的限流范围内,如有可能,则熔断器应按允许的最大截断电流 I_c (根据 GB 13539.1—2008 中的图 4) 和最大允通 I^2t 值选取。

除了直接接触器外,应在接触器处于全导通状态且 SCPD 闭合的条件下进行一次 SCPD 的分断操作,通过一个单独的开关电器接通短路电流。

对于直接接触器,应通过闭合接触器接通短路电流使 SCPD 进行一次分断操作。

9.3.4.3.3 试验结果

根据规定的协调配合类型,若满足下述条件,则认为控制器或接触器通过了预期电流 I_q 试验。

对于两种配合类型:

- a) 由 SCPD 或接触器成功分断故障电流,且外壳与电源之间的可熔断元件或固体连接未熔断;
- b) 外壳的门或盖未被掀开且能够打开,只要外壳防护等级不小于 IP2X,允许外壳变形;
- c) 导线或接线端子应无损坏,且导线未与接线端子分离;
- d) 绝缘基座不应有使带电部件安装完整性受到破坏的碎裂;

“1”型协调配合

- e) 部件不应有对壳体外的放电。允许控制器和过电流保护装置受到损坏。试后允许控制器或接触器不能继续操作;

“2”型配合

- f) 过电流保护装置或其他部件无损坏,试验过程中不允许更换部件;如果容易分离(如用螺丝刀)且无明显变形的话,则混合式控制器和接触器的触头是允许熔焊的,如果出现上述触头熔焊的情况,电器的功能应在表 8 中相应使用类别的试验条件下进行 10 次操作循环(而不是 5 次)的验证;
- g) 短路试验前及试验后,过载继电器均应在一个电流整定值倍数上验证其脱扣特性与所提供的脱扣性能相符;
- h) 应通过介电试验对控制器或接触器的绝缘强度进行验证,试验电压按 9.3.3.4 1 4) 的规定施加。

9.3.5 空白

9.4 EMC 试验的一般要求

所有发射和抗扰度试验均为型式试验,应在典型的运行和环境条件下、采用制造商推荐的接线方式和外壳进行试验。

使用类别 AC-55b 和 AC-56b 的试验应分别采用白炽灯和电容性负载。但如果电器可用于多种使用类别,试验可仅在相应于 AC-51 的负载条件下进行。如果电器不用于 AC-51 使用类别,应按制造商和用户协议的使用类别进行试验。除进行谐波发射试验外,不需要对照明电路或电容器加载。试验中选用负载的功率小于半导体控制器的预期功率时,试验报告中应予以注明。对使用类别 AC-51,应在额定工作电流和 $\cos\varphi = 1_{-0.05}$ 的条件下进行试验。对 $I_c \leq 16$ A 的电器,试验电流为 I_c ;对 $I_c > 16$ A 的电器,试验电流应由制造商和用户协商确定,但应大于 16 A,且应在试验报告中注明。试验无需在功率输出端口上进行。除非制造商另有规定,接至试验负载的连接线长度应为 3 m。

为了进行试验需要一台电动机。电动机及其接线时进行试验所必需的辅助设备,但不是受试设备的一部分。除了进行谐波发射试验之外,不需要对电动机加载。如果所用的电动机功率小于控制器或起动器的规定功率,则应在试验报告中加以说明。对于功率输出端口不要求进行试验。除非制造商另有规定,否则与电动机的接线长度应为 3 m。

注:频率分析的扫描时间通常远大于转换时间。根据现行 IEC 61000-4 系列标准的要求,只能在稳态条件下获得相

关的测量结果。

试验报告给出了与试验相关的所有信息(例如负载条件、电缆布置等)。制造商应规定验收判据的功能性描述及限值,并在试验报告中注明。试验报告应包括任何为符合标准要求而采取的特殊措施,例如使用屏蔽线或特殊的电缆。为满足抗扰度或发射试验要求所必需的辅助电器及控制器应在报告中说明。试验应在额定电源电压 U_n 下、以可重复的方式进行。

对于 4 型控制器,其电力开关元件(例如可控硅)在某些或所有稳态工作方式下并未完全导通,应在制造商选定的最小导通条件下进行试验,以模拟控制器在最大发射或最敏感条件(见 9.4.1)下的工作性能。

9.4.1 EMC 发射试验

9.4.1.1 射频传导发射试验

有关试验描述、试验方法和试验装置见 GB 4824—2013。

对于某一功率范围的控制器,仅需对该范围内最大和最小功率额定值的两台控制器进行试验即可。发射不应超过表 15 的水平。

所有发射试验应在稳态条件下进行。

如果为了满足表 15 的发射水平要求而必须采用 EMC 滤波器,则应在试验报告中注明滤波器的参数值或特性。

表 15 射频传导发射试验端子骚扰电压限值

频带 MHz	环境 A ^a		环境 A ^{a,b}		环境 B ^a	
	额定输入功率 ≤ 20 kVA 准-峰值 dB(μV)	平均值 dB(μV)	额定输入功率 > 20 kVA 准-峰值 dB(μV)	平均值 dB(μV)	准-峰值 dB(μV)	平均值 dB(μV)
0.15~0.5	79	66	100	90	66~56(随频率对数性减小)	56~46(随频率对数性减小)
0.5~5	73	60	86	76	56	46
5~30	73	60	90~73(随频率对数性减小)	80~60(随频率对数性减小)	60	50
注 1: 在转换频率下,应规定更严格的限值要求。 注 2: 极限值符合 GB 4824—2013 中 1 组设备的要求。						
^a 定义见 IEC 60947-1:2007。 ^b 这些限值适用于额定输入功率大于 20 kVA 的设备。制造商和/或供应商应提供为降低安装设备的发射水平而采取的安装措施的信息,特别要注意的是设备应由专用电力变压器或发电机供电而非低压架空线路供电。						

9.4.1.2 射频辐射发射试验

试验描述、试验方法及试验布置见 GB 4824—2013。

注: 在美国,功耗小于 6 nW 的数字式电器不进行 RF 发射试验。

对于不同功率范围的控制器和接触器,仅需对一台代表性的控制器进行试验即可。

发射不应超过表 16 规定的限值。

表 16 辐射发射试验限值

频带 MHz	环境 A ^a 准峰值 dB(μ V)			环境 B ^a 准峰值 dB(μ V)	
	30 m	10 m	3 m	10 m	3 m
30~230	30	40	50	30	40
230~1 000	37	47	57	37	47
注：在转换频率下，应规定更严格的限值要求。					
^a 测量距离为 3 m 的试验仅适用于小型设备(小型设备指台式或落地式设备(包括其电缆在内)，位于直径1.2 m、距地平面 1.5 m 以内的测试区域内)。					

9.4.2 EMC 抗扰度试验

对于由结构相似的控制元件组成的具有类似框架尺寸的一组控制器，仅需在制造商规定的一台代表性试样上进行试验。

9.4.2.1 静电放电

IEC 60947-1:2007 的 8.4.1.2.2 适用并补充如下。

应符合表 12 中性能判据 2 的规定。

电源端子不要求进行试验。应该仅在正常使用中易触及点施加放电。

如果控制器是敞开式或框架式结构，或其防护等级为 IP00，则无法进行试验。此时，制造商应在设备上粘贴一个标签以提醒由于静电放电可能产生的危害。

9.4.2.2 射频电磁场

对于射频电磁场传导抗扰度试验，IEC 60947-1:2007 的 8.4.1.2.6 适用并补充如下。

应符合表 12 中性能判据 1 的规定。

对于射频电磁场辐射抗扰度试验，IEC 60947-1:2007 的 8.4.1.2.3 适用并补充如下。

应符合表 12 中性能判据 1 的规定。

9.4.2.3 快速瞬变(5/50 ns)

IEC 60947-1:2007 的 8.4.1.2.4 适用并补充如下。

用于连接导线的控制电路和辅助电路的端子，当连接导线超过 3 m 时，应进行试验。

控制器应符合表 12 中性能判据 2 的要求。

9.4.2.4 浪涌(1.2/50 μ s~8/20 μ s)

IEC 60947-1:2007 的 8.4.1.2.5 适用。

相角优选值为 90°或 270°。根据 GB/T 17626.5—2008 的要求，如果其他相角对应于最严酷的情况，则也应在此相角下进行试验。

注：对于电力半导体器件，从理论上来说，90°和 270°是最严酷的试验情况。

控制器应符合表 12 中性能判据 2 的要求。

9.4.2.5 谐波和转换缺口

无要求，试验水平正在研究中。

9.4.2.6 电压暂降和短时中断

IEC 60947-1:2007 的 8.4.1.2.8 适用,并且控制器应符合表 12 中性能判据 3、IEC 60947-1:2007 + A1:2010 表 23 中的 3 类的要求,但对于持续 0.5 周波和 1 周波的情况,表 12 的性能判据 2 适用。

9.5 常规试验和抽样试验

9.5.1 一般要求

常规试验是在每台控制器或接触器上进行的试验,在制造过程中或制造完成后进行,以验证其是否满足规定的要求。

常规或抽样试验应在 9.1.2 规定的型式试验相同或等效的条件下进行,而 9.5.2 中的动作范围可在周围空气温度下及单独的过电流保护装置上进行验证,但可能需要对正常使用温度条件下的情况进行校正。

9.5.2 动作和动作范围

应验证设备的工作符合 8.2.1.2 和 8.2.1.5 的要求。

8.2.1.2 规定的功能根据表 9 和 9.3.3.6.4 的要求采用关断和转换能力试验进行验证,需要进行 2 次操作循环,一个为 $85\%U_e$ 和 $85\%U_s$,另一个为 $110\%U_e$ 和 $110\%U_s$ 。

应进行下述 2 项试验:

- a) 应按照表 9 的规定进行关断和转换能力试验验证功能性。
进行 2 次操作循环,一次在 $85\%U_e$ 和 $85\%U_s$ 条件下进行,一次在 $110\%U_e$ 和 $110\%U_s$ 条件下进行。制造商规定的各项功能不允许丧失。
- b) 应验证设备是否按照 8.2.1.5 的规定动作。

9.5.3 介电试验

无需使用金属箔。试验应在干燥和干净的控制器和接触器上进行。

可以在电器最后组装之前(即在连接如滤波电容器等敏感电器之前)进行介电耐受性能验证。

1) 冲击耐受电压

IEC 60947-1:2007 的 8.3.3.4.2 适用。

2) 工频耐受电压

IEC 60947-1:2007 的 8.3.3.4.2 适用。

3) 冲击耐受电压和工频耐受电压的混合试验

可以用一个工频耐受电压试验代替上述 1) 和 2) 的试验,正弦波的峰值与上述 1) 和 2) 的规定(两者取较大值)相一致。

附录 A
(规范性附录)
接线端子的标志和识别

A.1 概述

对接线端子进行标识的目的是提供关于每个接线端子的功能,或与其他接线端子相关的位置及其他用途的信息。

A.2 控制器和接触器接线端子的标志和识别**A.2.1 主电路接线端子的标志和识别**

主电路的接线端子应由单个数字和字母数字组合标识。

表 A.1 主电路接线端子的标志

接线端子	标志
主电路	1/L1-2/T1 3/L2-4/T2 5/L3-6/T3 7/L4-8/T4

对于特殊型式的控制器和接触器[见 5.2 e)3)],制造商应提供接线图。

A.2.2 控制电路接线端子的标志和识别**A.2.2.1 控制电路电源接线端子**

考虑中。

A.2.2.2 控制电路输入/输出信号接线端子

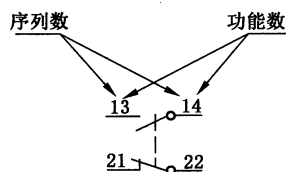
考虑中。

A.2.3 辅助电路接线端子的标志和识别**A.2.3.1 一般要求**

辅助电路的接线端子应采用两位数标志和识别:

- 个位数是功能数;
- 十位数是序列数。

以下列示例说明如何标志。



A.2.3.2 功能数

功能数字 1、2 表示为分断触头电路,功能数 3、4 为接通触头电路。

注 1: 接通触头和分断触头的定义分别见 IEC 60947-1:2007 中 2.3.12 和 2.3.13。

例如:



注 2: 上面的圆点代表顺序号,根据应用情况添上相应的数字。

转换触头元件电路接线端子应用功能数 1、2 和 4 标志。



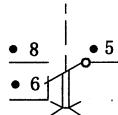
功能数 5 和 6(用于分断触头)、7 和 8(用于接通触头)表示为包含具有特殊功能的辅助触头的辅助电路的接线端子。

例如:



具有特殊功能的转换触头元件电路的接线端子,应用功能数 5、6 和 8 标志。

例如:



在两个方向上都有延时作用的转换触头

A.2.3.3 序列数

属于同一触头元件的接线端子应用相同的序列数标出。

所有的具有相同功能的触头元件应有不同的序列数。

如果制造商提供的附加信息明确规定了序列数,则端子标志可省略序列数。

例如:



附录 B

(规范性附录)

控制器和接触器的典型使用条件

B.1 耐热元件的控制

典型的控制方式如下：

- a) 简单的接通与分断的接触器功能。过零点通断的单极半导体控制器或接触器(型式 5 控制器)可以使得接通瞬间时间最短(AC-51)；
- b) 对于绕线式电阻器元件,接通电流可能会高达 1.4 倍的额定电流。通过逐渐增大端子电压斜坡上升接通热元件可以将机械应力和电气应力减到最小；
- c) 耐热元件的负载控制可以通过调整负载接线端子的电压(电压控制)和通电与断电时间的比值(全电压开关)或这二者的结合。负载控制可以通过从负载到比较电路或装置的反馈信号实现,反馈信号决定了操作循环和(或)半导体控制器的输出电压。该比较器或控制装置可以集成在半导体控制器内部或仅用于产生通断信号(例如型式 5 控制器,半导体接触器)。

B.2 放电灯的通断控制

选择相关的使用类别时宜考虑下述内容：

- a) 在正常的接通阶段,对于没有功率因数修正的荧光灯或两个灯前后连接的情况,会出现预热电流,该电流值在短时间内会达到额定电流的 2 倍(AC-55a)。
对于并联补偿的荧光灯,会产生 20 倍于电容器额定电流的瞬态涌流(AC-56b)。
对于带电子镇流器单元的荧光灯,在短时间内可能会产生 10 倍于荧光灯额定电流的涌流。
- b) 高压水银蒸汽和金属卤化灯(有或没有功率因数修正)在有串联感应器时是通过镇流器单元接通,对于金属卤化灯还需要点火装置的辅助。在接通后的最初 3 min~5 min 且其达到额定电流下正常工作状态之前,会出现一个感应电流,此电流可能达到灯的额定电流的 2 倍,半导体接触器所具有的过电流特性允许此电流的存在(AC-55a)。
- c) 高压钠蒸汽灯(没有功率因数修正)在其达到正常工作状态之前的 5 min~10 min,会出现约为其额定电流 1.7~2.2 倍的感应电流,半导体接触器所具有的过电流特性允许此电流的存在(AC-55a)。
- d) 具有功率因数修正的高压水银蒸汽灯、金属卤化灯和钠蒸汽灯,会产生高的瞬态电容性涌流,因此对于这类负载(AC-56b),选择半导体接触器时应加以考虑。

B.3 白炽灯的通断

半导体接触器可用于白炽灯电路的通断,但常伴随着高的瞬态通断电流(AC-55b)。

白炽灯的灯丝短路会造成巨大的过电流流过串联开关电器,这种情况属于短路。半导体接触器和短路保护电器(SCPD 可与灯合为一体)的协调配合见 8.2.5。

B.4 变压器的通断

由于与变压器接通有关的高瞬态涌流与瞬时电流流通时所施加电压的导通角度密切相关,因此可采用具有在指定点通断及特殊的斜坡上升通断功能的半导体接触器来最优化变压器负载的通断(浪涌限制)。

B.5 电容器组的通断

暂态接通电流的幅值和频率不仅与负载的电容有关,还与相关电路和电源线的电抗以及电流开始流通时所施加的交流电压波形上的点有关。对于电容器组(例如功率因数修正系统),电容器使电路中出现了—个附加的能源,并可以通过低感导线和开关设备(例如半导体接触器)对通断的电容性负载放电。在选择开关电器(AC-56b)时应考虑这些高涌流的因素。

另外,应加强对过电压(电容器电压与电源电压之差)的注意。

附 录 C
(规范性附录)
空白

附 录 D

空白

附 录 E

空白

附录 F
(资料性附录)
操作性能

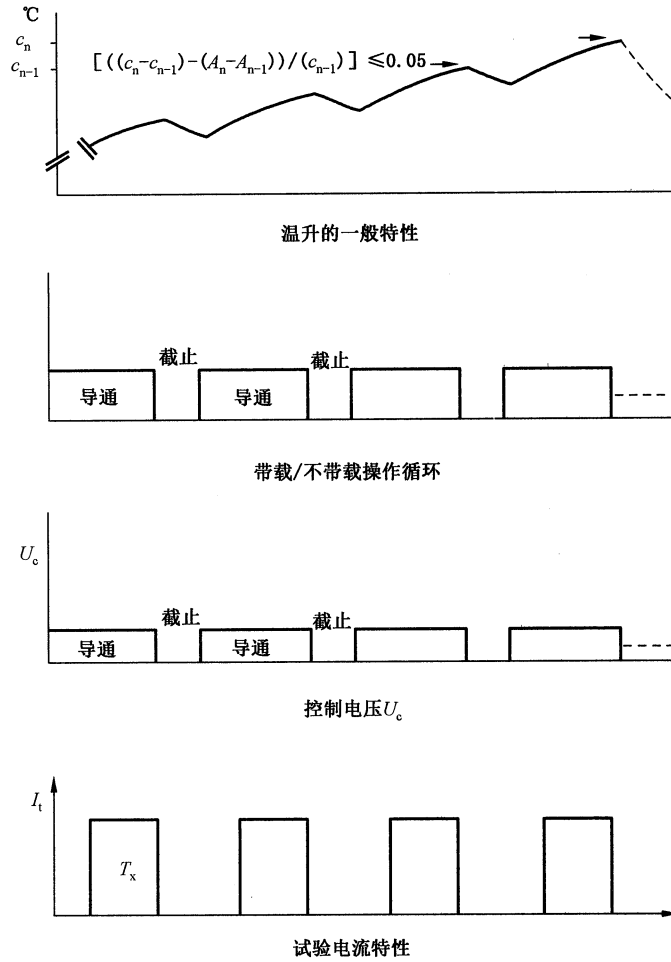


图 F.1 热稳定试验描述

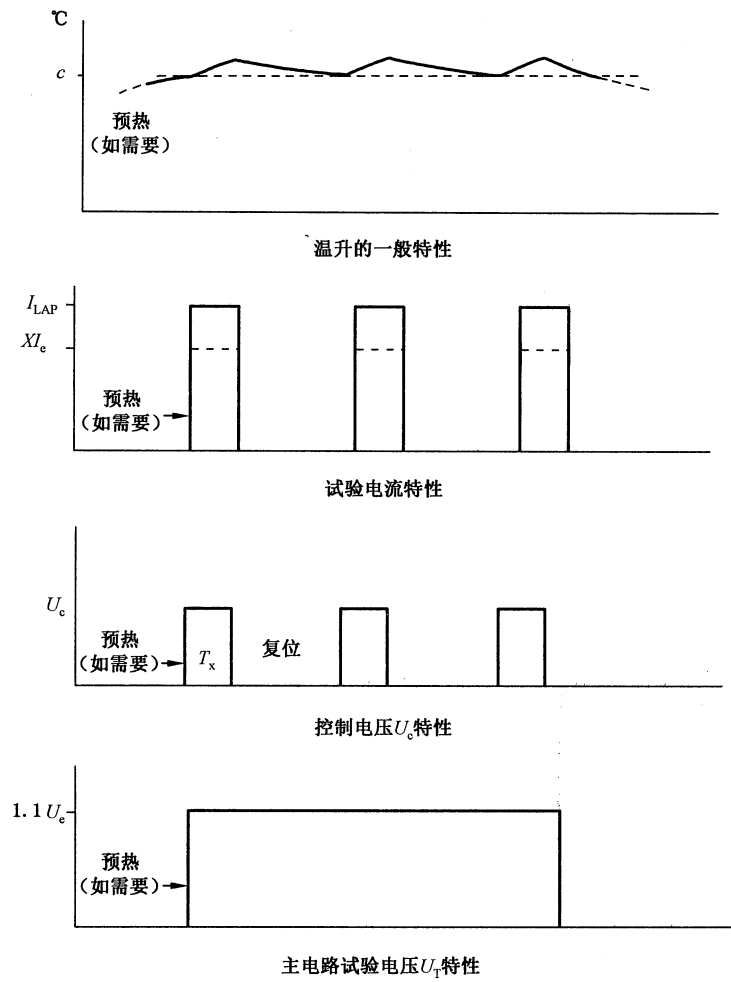


图 F.2 过载性能试验描述

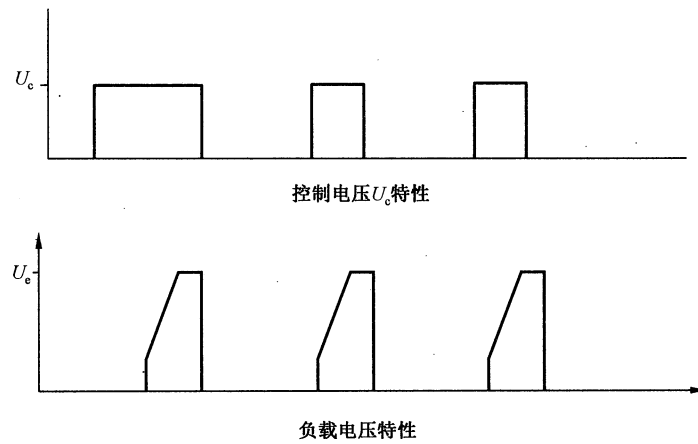


图 F.3 关断和转换能力试验描述

附 录 G

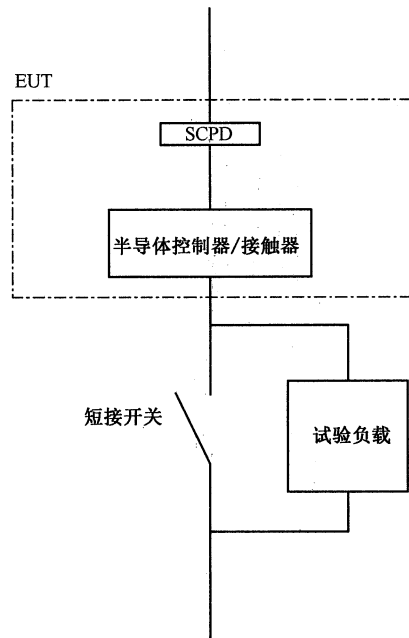
空白

附 录 H

空白

附录 I
(规范性附录)

半导体控制器和接触器短路试验的修正试验电路



说明:

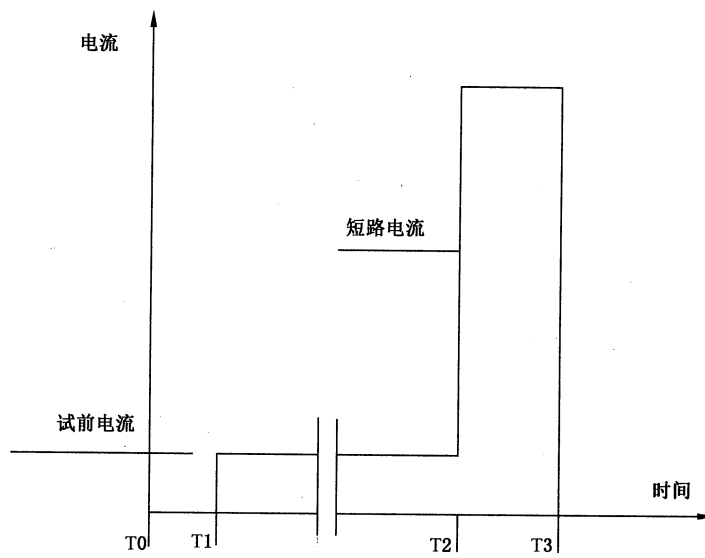
EUT——被试电器(包括连接电缆)。

注: 轮廓图包括金属丝网或外壳。

图 I.1 半导体电器短路试验的修正试验电路

短路试验的标准试验电路图见 IEC 60947-1:2007+A1:2010 的图 9~图 12。

如图所示为半导体控制器短路试验时仅对标准试验电路中的一相做改动。多极电器进行试验时, 每一相的修改方法均相同。唯一的改动见图 I.2 所示。



说明：

T0——短接开关断开(9.3.4.1.6 a)；

T1——试验电路通电(9.3.4.1.6 b)；

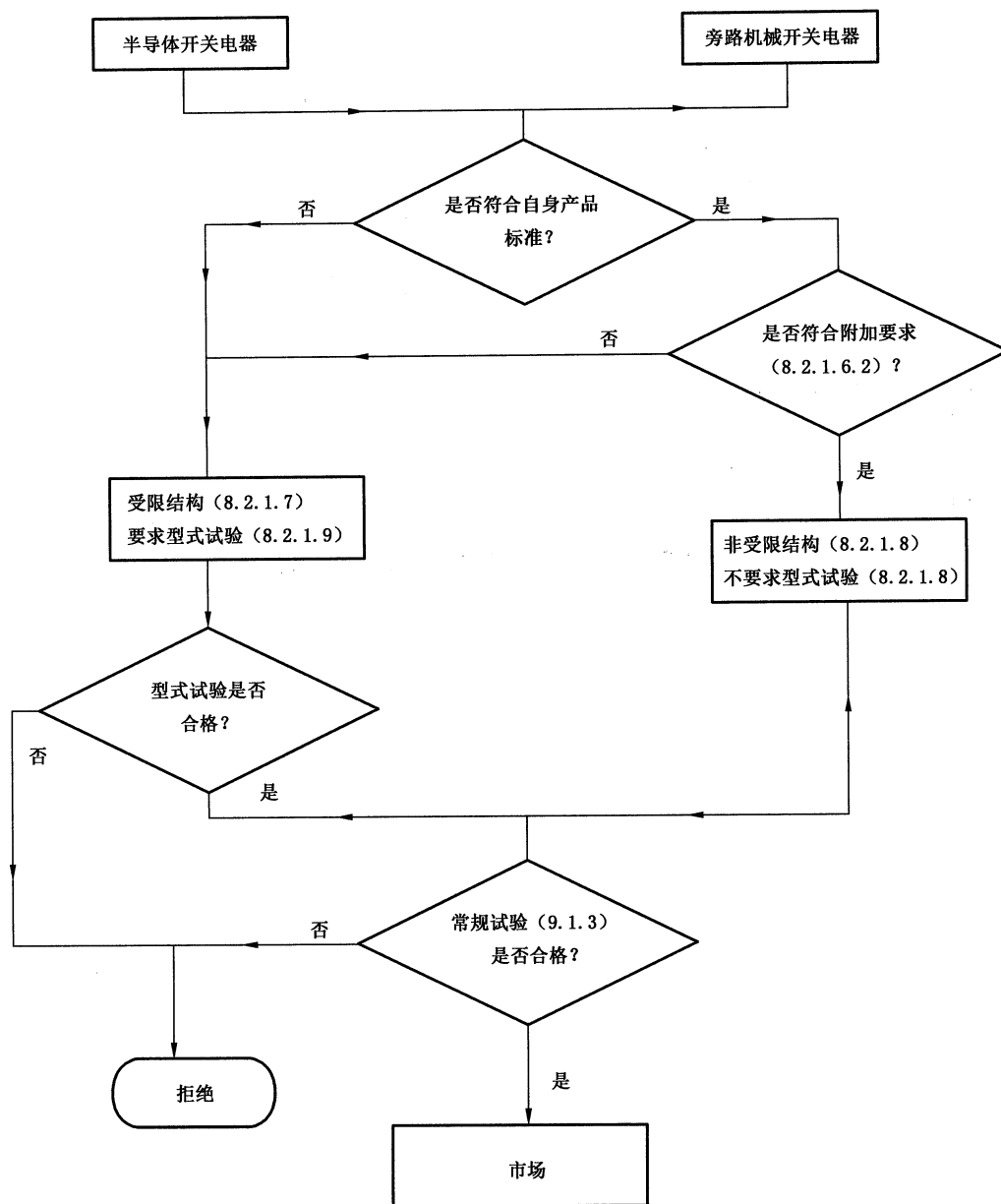
T2——短接开关闭合(9.3.4.1.6 c)；

T3——SCPD 清除故障。

图 I.2 9.3.4.1.6 短路试验的时间曲线

附录 J
(资料性附录)

旁路半导体控制器试验设计流程图



参 考 文 献

- [1] GB/T 11021—2014 电气绝缘 耐热性和表示方法(IEC 60085:2007, IDT)
- [2] GB/T 14048.6—2016 低压开关设备和控制设备 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)(IEC 60947-4-2:2011, IDT)
- [3] IEC 60050-161:1990 International electrotechnical vocabulary(IEV)—Chapter 161:Electromagnetic compatibility
Amendment 1(1997)
Amendment 2(1998)
- [4] IEC 60146 (all parts) Semiconductor convertors—General requirements and line commutated convertors
- [5] IEC 60664(all parts) Insulation coordination for equipment within low-voltage systems
- [6] IEC 61439(all parts) Low-voltage switchgear and controlgear assemblies
-