

中华人民共和国国家标准

GB/T 14048.6—2016/IEC 60947-4-2:2011
代替 GB 14048.6—2008

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）

Low-voltage switchgear and controlgear—Part 4-2: Contactors and
motor-starters—AC semiconductor motor controllers and starters
(including soft-starters)

(IEC 60947-4-2:2011, IDT)

2016-08-29 发布

2017-03-01 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
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 概述	2
3.2 关于交流电动机半导体控制器和起动器的术语和定义	2
3.3 关于混合式电动机控制器和起动器的术语和定义	5
3.4 关于 EMC 的术语和定义	8
3.5 符号和缩略语	9
4 分类	10
5 交流电动机半导体控制器和起动器的特性	10
5.1 特性概要	10
5.2 电器类型	10
5.3 主电路的额定值和极限值	11
5.4 使用类别	14
5.5 控制电路	15
5.6 辅助电路	16
5.7 (过载)继电器和脱扣器的特性	16
5.8 与短路保护电器(SCPD)的协调配合	18
6 产品资料	18
6.1 资料内容	18
6.2 标志	19
6.3 安装、操作和维修说明	19
7 正常的使用、安装和运输条件	19
7.1 正常使用条件	19
7.2 运输和储存条件	20
7.3 安装	20
7.4 电气系统的骚扰和影响	20
8 结构和性能要求	20
8.1 结构要求	20
8.2 性能要求	21
8.3 EMC 要求	34
9 试验	36
9.1 试验种类	36

9.2 验证结构要求	37
9.3 验证性能要求	37
附录 A (规范性附录) 接线端子的标志和识别	52
附录 B 空	55
附录 C (规范性附录) 起动器和相应的 SCPD 在交点电流处的协调配合	56
附录 D 空	60
附录 E 空	61
附录 F (资料性附录) 操作性能	62
附录 G (资料性附录) 控制电路配置举例	65
附录 H 空	67
附录 I (规范性附录) 电动机半导体控制器和起动器短路试验的修正试验电路	68
附录 J (资料性附录) 旁路半导体控制器试验设计流程图	70
附录 K (规范性附录) 电子式过载继电器的扩展功能	71
参考文献	75

前 言

GB 14048《低压开关设备和控制设备》目前包括以下部分：

- 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 4-2 部分，编号为 GB/T 14048.6。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB 14048.6—2008《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 交流半导体电动机控制器和起动器(含软起动器)》。与 GB 14048.6—2008 相比，除了文字上有部分改动外，主要变化如下：

- 对标准名称做了调整；
- 在第 3 章中增加了半导体开关电器、(电路及其有关开关电器的)预期电流、欠电压继电器或脱扣器、欠电流继电器或脱扣器、电子式堵转保护过载继电器、电子式阻塞保护过载继电器、CO 操作、O 操作等术语和定义以及符号和缩略语的列表；
- 删除了“通断操作过电压”的特性(5.1)、标志(6.1)和性能(8.2.6)等相关要求；
- 与 GB 14048.4 的最新要求保持一致，完善过载继电器的特性要求，在表 4 中增加了过载脱扣级别及相关的脱扣时间；
- 修改过载继电器的特性要求，对 5.7.3b)中要求“超过 40 s 的最大脱扣时间”进行规定；
- 修改了表 18 中关于关断和转换能力试验结果的判据；
- 增加欠电流继电器或脱扣器、电子式堵转保护过载继电器、电子式阻塞保护过载继电器的性能

GB/T 14048.6—2016/IEC 60947-4-2:2011

要求和试验方法:

- 修改了 EMC 试验的限值要求,与相关 EMC 标准要求保持一致;
- 删除附录 B(规范性附录)过载继电器和脱扣器,相关内容纳入正文;
- 修订附录 C(规范性附录)起动器和相应的 SCPD 在交点电流处的协调配合,与 GB 14048.4 附录 B 的相关要求一致;
- 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 H(资料性附录)由用户和制造厂协议的条款项目;
- 增加附录 K(规范性附录)电子式过载继电器的扩展功能。

本部分使用翻译法等同采用 IEC 60947-4-2:2011(3.0 版)《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》。

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 755—2008 旋转电机 定额和性能(IEC 60034-1:2004, IDT);
- 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 16935(所有部分) 低压系统内设备的绝缘配合[IEC 60664(所有部分)]。
- 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:

- 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;
- 删除了国际标准中 3.2 术语的字母索引,后续条款相应调整;
- 修改 5.7.3b)中的笔误“……脱扣时间超过 30 s 时的最大脱扣时间”为“……脱扣时间超过 40 s 时的最大脱扣时间”,与 9.3.3.6.5c)中第二个列项的规定一致。

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、浙江正泰电器股份有限公司、常熟开关制造有限公司(原常熟开关厂)、上海电器股份有限公司人民电器厂、常安集团有限公司、人民电器集团有限公司、浙江省高低压电器产品质量检验中心、上海安奕极智能控制系统有限公司、机械工业北京电工技术经济研究所。

本部分主要起草人:栗惠、徐元凤、康志宏、周建兴、徐林林、朱明龙、王华、许启进、朱晓格。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB 14048.6—1998、GB 14048.6—2008。

引 言

本部分包括低压交流电动机用半导体控制器和起动器,除了简单的起动和停止感应电动机之外还有许多其他功能和特性,例如受控起动和停止、操纵和受控运行。

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,当主要强调电力半导体开关元件和适当的过载保护措施一起工作所产生的结果时使用“起动器”这一通用术语,当强调各种不同配置的特性时则使用特定的名称(例如,型式 1、型式 HxB 等)。

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)

1 范围

GB/T 14048 的本部分适用于预期与额定电压不超过交流 1 000 V 的电路相连的交流电动机用半导体控制器和起动器,其中可以带有一个串联的机械开关电器。

本部分规定了在使用时带或不带旁路开关电器的交流电动机用半导体控制器和起动器的特性。

本部分涉及的交流电动机用半导体控制器和起动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)构成设备的一部分,但其并不是半导体控制器和起动器必需的。

因此本部分规定了与分离的短路保护电器配合使用的交流电动机用半导体控制器和起动器的要求。

本部分不适用于:

- 交流电动机在非正常转速下的持续运行;
- 控制非电动机负载的半导体设备,包括半导体接触器(见 IEC 60947-1:2007 的 2.2.13);
- 符合 IEC 60146 系列标准要求的电子式交流电力控制器。

在交流电动机用半导体控制器和起动器中使用的接触器、过载继电器和控制电路电器应符合相关产品标准的要求,所使用的机械开关电器应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:

- 交流电动机用半导体控制器和起动器及相关设备的特性;
- 交流电动机用半导体控制器和起动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(如适用);
 - 结构;
- 验证满足上述条件的试验和试验所采用的方法;
- 设备上或制造商说明书中提供的信息。

注:在本部分中,用术语“控制器”代替“交流电动机用半导体控制器”。

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/T 14048.6—2016/IEC 60947-4-2:2011

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/T 11021—2014 电气绝缘 耐热性和表示方法(IEC 60085:2007, IDT)

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

IEC 60034-1:2010 旋转电机 第1部分:定额和性能(Rotating electrical machines—Part 1: Rating and performance)

IEC 60664(所有部分) 低压系统内设备的绝缘配合(Insulation coordination for equipment within low-voltage systems)

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 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 概述

IEC 60947-1:2007 第2章界定的以及下列术语、定义、符号和缩略语适用于本文件。

3.2 关于交流电动机半导体控制器和起动器的术语和定义

3.2.1

半导体开关电器 semiconductor switching device

利用半导体的导电可控性接通和/或分断电路电流的开关电器。

注:该定义与 IEC 60056-441:1984 中 441-14-03 的定义不同,因为半导体开关电器也可用于分断电流。

[IEC 60947-1:2007, 2.2.3]

3.2.2

交流电动机半导体控制器 a.c. semiconductor motor controller

为交流电动机提供起动功能和截止状态的半导体开关电器。

注1:由于电动机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。

3.2.3

电动机半导体控制器(型式1) semiconductor motor controller(form 1)

一种交流电动机半导体控制器,其起动功能可以包括制造商规定的任何一种起动方法,其控制功能可以包括操纵电动机、控制加速、运行或控制减速等功能的任意组合,也可以提供全导通状态。

注:见图1和表1。

电 器			
电动机半导体 控制器(型式 1、2、3)			
电动机半导体 起动器(型式 1、2、3)			
混合式电动机 控制器 HxA ^a x=1、2 或 3			
混合式电动机 控制器 HxB ^b			
旁路控制器			
旁路混合式电 动机控制器 ^c			
混合式电动机 起动器	型式 H1A 或 H1B 带电动机过载保护	型式 H2A 或 H2B 带电动机过载保护	型式 H3A 或 H3B 带电动机过载保护
<p>^a 控制器和串联的机械开关电器使用两个单独的控制。</p> <p>^b 仅有一个用于串联的机械开关电器的控制。</p> <p>^c 对于其他的配置,可以根据用户和制造商的协议采用合适的试验方法。</p>			

图 1 电动机半导体控制电器的图例

表 1 电动机半导体控制电器的功能

电器	型式 1	型式 2	型式 3
电动机半导体控制器	<ul style="list-style-type: none"> — 截止状态 — 起动功能 — 操纵 — 可控加速 — 运行 — 全导通 — 可控减速 	<ul style="list-style-type: none"> — 截止状态 — 起动功能 — 可控加速 — 全导通 	无
直接起动电动机的半导体控制器	无	无	<ul style="list-style-type: none"> — 截止状态 — 起动功能 — 全导通
电动机半导体起动器	型式 1 控制器带电动机过载保护	型式 2 控制器带电动机过载保护	无
直接起动电动机的半导体起动器	无	无	型式 3 直接起动电动机控制器带电动机过载保护
混合式电动机控制器 HxA ^a x=1,2 或 3	H1A: <ul style="list-style-type: none"> — 断开 — 截止状态 — 起动功能 — 操纵 — 可控加速 — 运行 — 全导通 — 可控减速 	H2A: <ul style="list-style-type: none"> — 断开 — 截止状态 — 起动功能 — 可控加速 — 全导通 	H3A: <ul style="list-style-type: none"> — 断开 — 截止状态 — 起动功能 — 全导通
混合式电动机控制器 HxB ^b x=1,2 或 3	H1B: <ul style="list-style-type: none"> — 断开 — 起动功能 — 操纵 — 可控加速 — 运行 — 全导通 — 可控减速 	H2B: <ul style="list-style-type: none"> — 断开 — 起动功能 — 可控加速 — 全导通 	H3B: <ul style="list-style-type: none"> — 断开 — 起动功能 — 全导通
混合式电动机起动器	型式 H1A 或 H1B, 带有电动机过载保护	型式 H2A 或 H2B, 带有电动机过载保护	型式 H3A 或 H3B, 带有电动机过载保护
^a 控制器和串联的机械开关电器使用两个单独的控制。 ^b 仅有一个用于串联机械开关电器的控制。			

3.2.4

电动机软起动半导体控制器(型式2) semiconductor soft-start motor controller(form 2)

一种特殊型式的交流电动机半导体控制器,其起动功能仅限于电压和/或电流斜坡上升,可以包括控制加速,附加控制功能仅限于提供全导通。

注:见图1和表1。

3.2.5

直接起动电动机的半导体控制器(型式3) semiconductor direct on line(DOL) motor controller(form 3)

一种特殊型式的交流电动机半导体控制器,其起动功能仅限于全电压、无斜坡起动方式,附加控制功能仅限于提供全导通。

注:见图1和表1。

3.2.6

电动机半导体起动器(型式1、型式2、型式3) semiconductor motor starter(form 1, form 2, form 3)

配备适当的过载保护、作为一个整体单元提供的交流电动机半导体控制器。

注:见图1和表1。

3.3 关于混合式电动机控制器和起动器的术语和定义

3.3.1

混合式电动机控制器或起动器,型式 HxA (x=1,2 或 3) hybrid motor controller or starter, form HxA (where x=1,2 or 3)

作为一个整体单元提供的、与一个机械开关电器串联的电动机半导体控制器或起动器,包括型式1、2或3。

注1:对于串联的机械开关电器和半导体控制器或起动器分别提供单独的控制指令。能够提供与规定型式的电动机控制器或起动器相应的所有控制功能,并带有断开位置。

注2:见图1。

3.3.2

混合式电动机控制器或起动器,型式 HxB hybrid motor controller or starter, form HxB

作为一个整体单元提供的、与机械开关电器串联的半导体控制器或起动器,包括型式1、2或3。对于串联的机械开关电器和半导体控制器或起动器提供同一个控制指令。

注1:除了截止状态以外,能够提供与规定型式的电动机控制器或起动器相应的所有控制功能。

注2:见图1。

3.3.3

断开位置 open position

当串联的机械开关电器处于断开位置时混合式电动机半导体控制器或起动器的状态。

[IEC 60947-1:2007的2.4.21,修改]

3.3.4

限流功能 current-limit function

控制器限制电动机的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。

3.3.5

操纵 manoeuvre

必须规定特性并加以控制的、会导致电流变化的预定动作(例如点动、制动)。

注1:起动是一种单独考虑的强制性的操纵。

注2:由电动机半导体控制器或起动器实现的制动操作认为是属于本部分范围内的操纵。

3.3.6

可控加速 controlled acceleration

电动机加速时通过调节电动机电源而实现对电动机性能的控制。

3.3.7

可控减速 controlled deceleration

电动机减速时通过调节电动机电源而实现对电动机性能的控制。

3.3.8

可控运行 controlled running

电动机在正常转速下运行时通过调节电动机电源而实现对电动机性能的控制(例如节能运行)。

3.3.9

(电路及其有关开关电器或熔断器的)预期电流 prospective current (of a circuit and with respect to a switching device or a fuse)

当开关电器的每一极或熔断器被一个阻抗可以忽略不计的导体代替时,电路中流过的电流。

注:用于评估和表示预期电流的方法在相关产品标准中规定。

[IEC 60947-1:2007, 2.5.5]

3.3.10

预期转子堵转电流 prospective locked rotor current

I_{LRP}

电动机施加额定电压、转子堵转时的预期电流。

3.3.11

导通状态 ON-state

当导通电流能够流过主电路时控制器的状态。

3.3.12

全导通(控制器的状态) FULL-ON (state of controllers)

通过控制功能的设置,对负载施加全电压时控制器的状态。

3.3.13

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。

3.3.14

截止状态 OFF-state

不施加控制信号且主电路中的电流不超过截止状态泄漏电流时控制器的状态。

3.3.15

截止状态泄漏电流 OFF-state leakage current

I_L

截止状态下流过控制器主电路的电流。

3.3.16

(控制器的)操作 operation (of a controller)

从导通状态到截止状态(或相反方向)的转换。

3.3.17

(控制器的)操作循环 operation 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。

3.3.18

操作性能 operation capability

在规定条件下,完成一系列操作循环而不失效的能力。

3.3.19

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。

注:见 5.3.5.1。

3.3.20

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。

注:见 6.1e)。

3.3.21

(电动机控制器或起动器的)脱扣操作 tripping operation (of a motor controller or starter)

由控制信号触发产生并保持在截止状态(或者对于 HxB 型式的电动机控制器或起动器为断开位置)的操作。

3.3.22

自由脱扣控制器或起动器 trip-free controller or starter

当脱扣条件存在时,产生并保持在截止状态不能取消的控制器或起动器。

注:对于 HxB 型式的控制器或起动器,“截止状态”指“断开位置”。

3.3.23

断相保护过载继电器或脱扣器 phase loss sensitive overload relay or release

按规定的要求,当过载和断相时动作的多极过载继电器或脱扣器。

3.3.24

欠电流继电器或脱扣器 under-current relay or release

当流过的电流下降至低于规定值时自动动作的测量继电器或脱扣器。

3.3.25

欠电压继电器或脱扣器 under-voltage relay or release

当施加的电压下降至低于规定值时自动动作的测量继电器或脱扣器。

3.3.26

电子式堵转保护过载继电器 stall sensitive electronic overload relay

根据相关要求,起动过程中如果电流在规定时间内没有减小到预定值以下,或当继电器接收到的输入信号表明电动机在规定时间过后没有旋转,在上述任何一种情况下均会动作的电子式过载继电器。

注:堵转指的是转子在起动过程中被锁定。

3.3.27

电子式阻塞保护过载继电器 jam sensitive electronic overload relay

根据相关要求,在运转过程中如果发生过载且电流超过规定值达到一定时间时动作的电子式过载继电器。

注:阻塞指的是起动完成以后发生了很大的过载,使电流达到了被控制电动机的转子堵转电流。

3.3.28

抑制时间 inhibit time

继电器的脱扣功能被抑制的延时时间(可以调节)。

3.3.29

通电时间 ON-time

控制器处于导通状态时的时间。

注：见图 F.1 的示例。

3.3.30

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。

3.3.31

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。

注：见图 1。

3.3.32

CO 操作 CO operation

被试电器接通电路，由 SCPD 分断电路。

3.3.33

O 操作 O operation

被试电器处于闭合位置，接通电路，由 SCPD 分断电路。

3.4 关于 EMC 的术语和定义

注：为了便于查找和避免混淆，本部分中列出了 GB/T 4365—2003 中部分重要的定义。

3.4.1

电磁兼容 electromagnetic compatibility

EMC

设备或系统在其电磁环境中能正常工作且不对该环境中任何事物构成不能承受的电磁骚扰的能力。

[GB/T 4365—2003,161-01-07]

3.4.2

电磁发射 electromagnetic emission

从源向外发出电磁能的现象。

[GB/T 4365—2003,161-01-08]

3.4.3

电磁骚扰 electromagnetic disturbance

任何可能引起装置、设备或系统性能降低或者对生物或非生物产生不良影响的电磁现象。

注：电磁骚扰可能是电磁噪声、无用信号或传播媒介自身的变化。

[GB/T 4365—2003,161-01-05]

3.4.4

射频骚扰 radio(frequency)disturbance

具有无线电频率分量的电磁骚扰。

[GB/T 4365—2003,161-01-13]

3.4.5

射频干扰 radio frequency interference

RFI

由无线电骚扰引起的有用信号接收性能的下降。

注：英语中“interference(干扰)”和“disturbance(骚扰)”两词经常不加区分地使用。短语“radio-frequency interference(射频干扰)”一般也用于射频骚扰或无用信号。

[GB/T 4365—2003,161-01-14]

3.4.6

瞬态(的) transient

在两相邻稳定状态之间变化的物理量或物理现象,其变化时间小于所关注的时间尺度。

[GB/T 4365—2003,161-02-01]

3.4.7

突变(脉冲或振荡) burst(of pluses or oscillations)

数量有限且清晰可辨的脉冲序列或持续时间有限的振荡。

[GB/T 4365—2003,161-02-07]

3.4.8

电压浪涌 voltage surge

沿线路或电路传播的瞬态电压波,其特征是电压快速上升后缓慢下降。

[GB/T 4365—2003,161-08-11]

3.5 符号和缩略语

符号和缩略语	描述	条款号
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	3.4.1
EUT	被试电器	
I_c	接通和分断电流	表 13
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	9.3.3.6.3
I_{int}	初始试验电流	9.3.3.6.2
I_L	截止状态泄漏电流	3.3.15
$I_{L,RP}$	预期转子堵转电流	3.3.10
$I_{L,}$	关断和转换能力试验前的泄漏电流	9.3.3.6.3
I_{th}	约定自由空气发热电流	5.3.2.1
I_{th}	约定封闭发热电流	5.3.2.2
I_n	额定不间断电流	5.3.2.4
RFI	射频干扰	3.4.5
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	T 频恢复电压	表 11
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 交流电动机半导体控制器和起动器的特性

5.1 特性概要

控制器和起动器应规定下列特性(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(5.7);
- 与短路保护电器的协调配合(5.8)。

5.2 电器类型

5.2.1 电器的型式

控制器和起动器的型式(见 3.2 和 3.3)。

5.2.2 极数

电器的极数包括:

- 主极数;
- 由半导体开关元件控制的主极数。

5.2.3 电流种类

仅交流适用。

5.2.4 分断介质(空气、真空等)

仅适用于混合式控制器和起动器的机械开关电器。

5.2.5 电器的操作条件

5.2.5.1 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)。

5.2.5.2 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)。

5.2.5.3 连接方式

例如(见图 2):

- 电动机三角形连接,可控硅与绕组串联;
- 电动机星形连接,可控硅三角形连接;
- 电动机三角形连接,可控硅连接在绕组和电源之间。

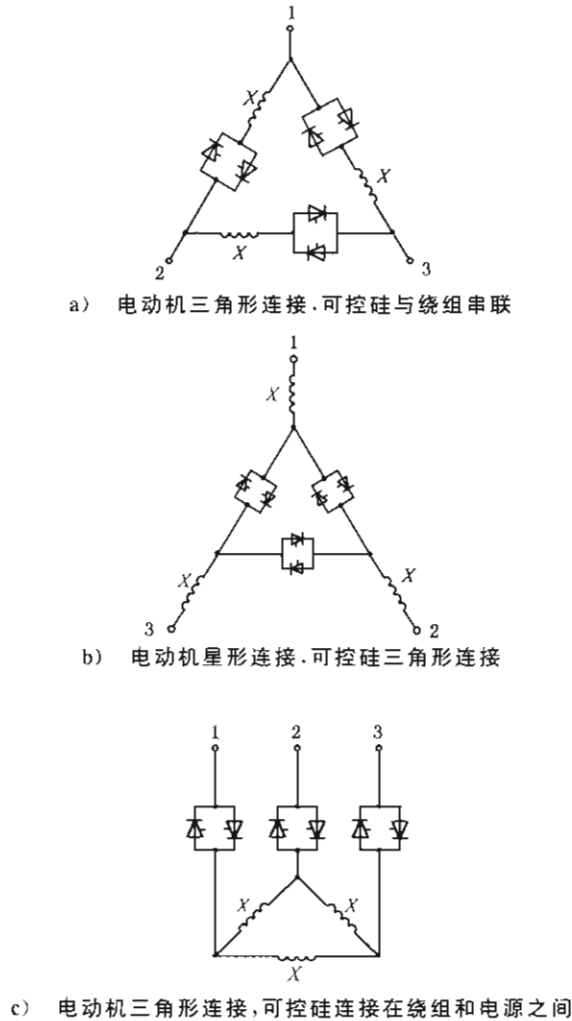


图 2 连接方式

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起动器的额定值和极限值,但不必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_n)

控制器和起动器的额定工作电流是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

控制器或起动器处于全导通状态,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

控制器或起动器处于全导通状态,连续承载稳定电流超过 8 h(数周、数月或数年)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。

控制器或起动器处于全导通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

控制器或起动器处于全导通状态的时间不足以使电器达到热平衡,有载时间间隔被无载时间隔开,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的标准值为: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 表示工作制的周期值,表示工作制和冷却所需的时间。

F 是通电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:

$S=1$ 次, 2 次, 3 次, 4 次, 5 次, 8 次, 10 次, 20 次, 30 次, 40 次, 50 次, 60 次操作循环/h。

注: 制造商可以规定其他的 F 和 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 9 中列出的 X 值是用 I_n 倍数表示的过载电流,表示在过载条件下,由于起动、运行或操纵电动机产生的最大工作电流。当没有限流功能时, $X = I_{LR} / I_n$ 。

不超过 10 周波的,可能大于 $X \times I_n$ 值的人为过电流(例如升压加速,突然起动等),不作为过载电流特性进行考虑。

T_x 表示起动、运行和操纵过程中,受控过载电流的持续时间累加值。见表 9。

对于起动器, T_x 是过载继电器动作允差所允许的最小动作时间。

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的周期值所确定的下述综合性能:

- 导通状态时变换电流和承载电流;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 起动、停止和操纵特性

5.3.5.3.1 笼型电动机和密封制冷电动机的起动特性

控制笼型电动机和密封制冷电动机的控制器和起动器的典型使用条件如下:

a) 一个旋转方向并具有相位控制能力,可以提供下述功能的任意组合:可控加速到正常转速、可控减速至停止或控制器不断电情况下的偶然操纵(AC-53a, AC-58a)。

b) 一个旋转方向并具有相位控制能力,可以控制加速到正常转速。控制器和起动器仅适用于断续工作制(AC-53b, AC-58b),例如在起动后,电动机连接至一个把电力半导体旁路的电路中。

通过一定方式反接控制器或电动机的接线可以实现两个旋转方向,相关要求不属于本部分的范围,可参照相关产品标准的要求。

通过控制器或起动器内部的相位反相也可实现两个旋转方向。应用情况不同,该操作的要求也不同,所以该操作的相关要求由制造商和用户协商决定。

由于控制器和起动器的控制能力不同,所以在起动、停止和操纵过程中的电流可能不同于表 11 列出的预期堵转电流值。

5.3.5.3.2 定子由控制器供电的转子变阻式起动器的起动特性(AC-52a, AC-52b)

可使用起动器降低滑环式电动机定子绕组的励磁电压,从而减少转子电路中的开关级数。对于大部分应用情况,根据负载转矩和惯性、要求的起动严酷度,1 级或 2 级起动级数就已经足够。

注:本部分规定的控制器和起动器不用于转子电路,所以转子电路使用传统的方式进行控制。转子变阻式起动器的转子电路的相关产品标准适用。

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

5.4.1 一般要求

IEC 60947-1:2007 的 4.4 适用,并补充如下。

表 2 给出的控制器和起动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厂和用户协商,但制造商的样本或提供的资料可作为一种协议。

每种使用类别(见表 2)是用表 3、表 9、表 10 和表 11 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电动机半导体控制器或起动器)。第二位数表示典型用途。后缀 a 表示控制器能够实现表 1 所列的功能。后缀 b 表示控制器的性能仅限于实现在时间 T_c 内由截止状态转换至起动功能,然后即刻返回至截止状态从而形成 8.2.4.1 规定的工作循环。

5.4.2 基于试验结果确定额定值

如果控制器或起动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;
- 已进行过试验的使用类别和工作制要求应等于或严酷于不进行试验而确定的额定值的要求,相对严酷度等级见表 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,相对严酷度等级见表 3。只有当 X 小于已试验的 X 值时才可以不进行试验。

表 2 使用类别

使用类别	典型用途
AC-52a	控制滑环式电动机定子:8 h 工作制,带载启动、加速、运转
AC-52b	控制滑环式电动机定子:断续工作制
AC-53a	控制笼型电动机:8 h 工作制,带载启动、加速、运转
AC-53b	控制笼型电动机:断续工作制
AC-58a	具有自动复位过载脱扣器的密封制冷压缩机中的电动机控制:8 h 工作制,带载启动、加速、运转
AC-58b	具有自动复位过载脱扣器的密封制冷压缩机中的电动机控制:断续工作制

注 1: 半导体控制器或起动器的旁路装置可以与控制器/起动器组装在一起,也可以独立安装。旁路装置也可以是 8.2.1.7 和 8.2.1.8 中规定的关联元件或非限制用途元件。

注 2: 密封制冷压缩机中的电动机是由压缩机和电动机组成的,这两个装置在同一外壳内,无外部传动轴和轴封,电动机在冷却介质中运行。

表 3 相对严酷度等级

严酷度等级	使用类别	过载电流特性 ($X - T_x$)	相应的时间要求
最严酷	AC-52a	$(X I_{1c})^2 \times T_x$ 的最大值(注 1)	$F \times S$ 的最大值(注 2)
	AC-53a		
	AC-58a		
	AC-52b	$(X I_{1c})^2 \times T_x$ 的最大值(注 1)	截止时间的最小值(注 3)
	AC-53b		
	AC-58b		

注 1: 如果 $(X I_{1c})^2 \times T_x$ 的最大值对应于多个 $X I_{1c}$ 值,则应采用最大 $X I_{1c}$ 值。

注 2: 如果 $F \times S$ 的最大值对应于多个 S 值,则应采用最大 S 值。

注 3: 如果 $(X I_{1c})^2 \times T_x$ 的最大值对应多个截止时间值,则应采用最小截止时间值。

5.5 控制电路

IEC 60947-1:2007 的 4.5.1 适用,并补充如下。

相关示例见附录 G。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_c (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_c 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处的电压,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的。

正常情况下,辅助电路的特性内容与控制电路的要求相同。如果辅助电路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。

控制器和电动机起动器中的数字输入和/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 (过载)继电器和脱扣器的特性

注:在下文中,根据适用情况可用“过载继电器”术语指代“过载继电器”或“过载脱扣器”。

5.7.1 特性概要

继电器和脱扣器特性应规定如下内容(如适用):

- 继电器或脱扣器的型式(见 5.7.2);
- 特性量(见 5.7.3);
- 过载继电器的标志和电流整定值(见 5.7.4);
- 过载继电器的时间-电流特性(见 5.7.5);
- 周围空气温度的影响(见 5.7.6)。

5.7.2 继电器或脱扣器的型式

- a) 欠压和欠电流动作的继电器或脱扣器;
- b) 过载延时继电器,延时型式为:
 - 1) 实际上与原先负载无关;
 - 2) 与原先负载有关;
 - 3) 与原先负载有关且具有断相保护;
- c) 瞬时过电流继电器或脱扣器(如阻塞保护继电器);
- d) 其他继电器或脱扣器(如与电动机热保护器组合的控制继电器);
- e) 堵转继电器或脱扣器。

5.7.3 特性量

- a) 具有分励线圈的脱扣器、欠电压(欠电流)动作的继电器或脱扣器、过压(瞬时过电流)动作的继电器或脱扣器,电流或电压不对称以及反相动作继电器或脱扣器:
 - 额定电压(电流);
 - 额定频率;
 - 工作电压(电流);
 - 动作时间(如适用);
 - 抑制时间(如适用)。
- b) 过载继电器:
 - 标志和电流整定值(见 5.7.4);
 - 额定频率,如必需(如电流互感器式过载继电器);
 - 时间-电流特性(或电流特性范围),如需要;

- 根据表 4 分类的脱扣级别或在 8.2.1.5.1.1.1 和表 5 中 D 列规定的条件下超过 40 s 时用“s”表示的最大脱扣时间；
 - 继电器的类型：热、电子或无热记忆的电子式（无热记忆的电子式继电器应标志“~~Thm~~”）；
 - 复位方式：手动或自动；
 - 在 0 °C 或更低温度下，如果脱扣级别为 10 A 的过载继电器的脱扣时间大于 2 min，则标明其脱扣时间（见 8.2.1.5.1.1.1c）。
- c) 具有剩余电流检测继电器的脱扣器
- 额定电流；
 - 工作电流；
 - 动作时间或者按表 K.1 得到的时间-电流特性；
 - 抑制时间（如适用）；
 - 型式名称（见附录 K）。

表 4 过载继电器的脱扣级别

脱扣级别	在 8.2.1.5.1.1.1 和表 5 中 D 列规定条件下的	在 8.2.1.5.1.1.1 和表 5 中 D 列规定条件下的
	脱扣时间 T_p s	用于更严格允差(公差带 E)的脱扣时间 T_p^a s
2		$T_p \leq 2$
3		$2 < T_p \leq 3$
5	$0.5 < T_p \leq 5$	$3 < T_p \leq 5$
10 A	$2 < T_p \leq 10$	—
10	$4 < T_p \leq 10$	$5 < T_p \leq 10$
20	$6 < T_p \leq 20$	$10 < T_p \leq 20$
30	$9 < T_p \leq 30$	$20 < T_p \leq 30$
40	—	$30 < T_p \leq 40$

注 1：根据继电器的类型，在 8.2.1.5 中规定了脱扣条件。
注 2： T_p 下限值的确定考虑了不同的热元件特性和制造误差。

^a 制造商应该对脱扣等级加上字母 E，以表明符合公差带 E。

5.7.4 过载继电器的标志和电流整定值

过载继电器应标明其电流整定值（如可调的话，应标明电流整定值范围的最大值和最小值）及其脱扣级别。

电流整定值（或整定范围）应标志在继电器上。

如果电流整定值受使用条件或其他因素的影响，这些影响又不易在继电器上标出时，则在继电器或其他可更换件（例如热元件、控制线圈或电流互感器）上应带有统一编号或标志，以便从制造商或其产品样本中获得有关资料，最好是直接从起动器所带有的数据中获得有关资料。

对于电流互感器式过载继电器，其标志可以是电流互感器的一次电流，也可以是过载继电器的整定电流，两种情况下均应注明电流互感器的变比。

5.7.5 过载继电器的时间-电流特性

制造商应以曲线簇的形式提供典型时间电流特性。这些曲线应表明从冷态开始（见 5.7.6），在至少

到($X \times I_c$)电流范围内,继电器的脱扣时间随电流变化的关系,制造商应以适当的方式给出这些曲线的误差和确定曲线所用的导体截面[见 9.3.3.6.5c)]。

注:推荐以对数坐标的横坐标表示电流,纵坐标表示时间,推荐电流用整定电流的倍数、时间用 s 标注,有关表示方法见 GB 13539.1—2015。

5.7.6 周围空气温度的影响

时间电流特性(见 5.7.5)与规定的周围空气温度有关,且在未预先加载的条件下确定(即该特性是过载继电器在冷态的条件下确定的)。周围空气温度应清楚地标明在时间-电流特性曲线上,其推荐值为 +20 °C 或 +40 °C。

当周围空气温度在 0 °C 至 +40 °C 范围内时,过载继电器应正常工作。制造商应说明周围空气温度变化对过载继电器特性的影响。

5.8 与短路保护电器(SCPD)的协调配合

控制器和起动器与 SCPD 的协调配合是由 SCPD 的型式、额定值和特性值表示。SCPD 提供了起动器和 SCPD 之间的过电流选择性,并为控制器和起动器提供适当的短路保护。

本部分的 8.2.5 和 IEC 60947-1:2007 中的 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) 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) 额定值参数包括的额定工作电流、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-52a、AC-53a、AC-58a 的表示格式示例如下:
100 A;AC-53a;6-6;6-1
表示电流额定值为 100 A,用于鼠笼电动机的一般应用。电器可以承载 600 A 的电流 6 s,负载因数为 60%,每小时一次操作循环。
 - AC-52b、AC-53-b、AC-58b 的表示格式示例如下:
100 A;AC-53b;3-52;1 440
表示电流额定值为 100 A,仅用于起动过程。电器可以承载 300 A 的电流 52 s,在开始下次起动前的截止时间不应小于 1 440 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 1、或型式 H1A,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) 外壳防护等级,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) 控制器或起动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);
控制电路:
- n) 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_c)、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附录 G)正常动作的信息(例如阻抗匹配要求);
辅助电路
- o) 辅助电路的特性和额定值(见 5.6);
过载继电器和脱扣器:
- p) 5.7.2、5.7.5 和 5.7.6 规定的特性;
- q) 5.7.3 和 5.7.4 规定的特性;
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);
- 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 中 5.2 适用于控制器和起动器,并补充如下要求:

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

6.1c)、k)、q)的数据应标志在产品上;时间电流特性(或特性范围)可以在制造商的手册中提供。

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,应考虑在下述情况下需采取的措施:

——发生短路时;

——旁路控制器中的开关电器仅适用于有限用途时(见 8.2.1.9);

——电器的金属散热表面温升超过 50 K 时。

带自动复位过载继电器的起动器的制造商应随起动器一起提供任何必需的信息,以提醒用户自动重启的可能性。

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

除温度下限由 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 改为 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 外,IEC 60947-1:2007 中 6.1.1 适用。

7.1.2 海拔

安装地点的海拔不超过 1 000 m。

注:对于较高海拔的电器,需要考虑到空气冷却作用和介电强度的下降。对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

除非制造商有其他规定,否则控制器和起动器预期使用在污染等级 3(其定义见 IEC 60947-1:2007 中 6.1.3.2)的条件下。但根据控制器和起动器所处的微观环境的情况,也可规定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 的相关要求见本部分的 8.3 和 9.3.5。

7.4 电气系统的骚扰和影响

EMC 的相关要求见本部分的 8.3 和 9.3.5。

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 中 7.1.2.1 适用。

8.1.2.2 灼热丝试验

IEC 60947-1:2007 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 中 7.1.2.3 适用。

8.1.3 载流部件及其连接

IEC 60947-1:2007 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

8.1.6 触头位置指示

空

8.1.7 适用于隔离的电器的附加要求

空

8.1.8 接线端子

IEC 60947-1:2007 中 7.1.8 适用并补充如下。

8.1.8.4 接线端子的识别和标志

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

8.1.10 保护接地要求

IEC 60947-1:2007 中 7.1.10 适用。

8.1.11 电器外壳

IEC 60947-1:2007 中 7.1.11 适用。

8.1.12 封闭电器的防护等级

IEC 60947-1:2007 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 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

控制器和起动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动作。

8.2.1.1.1 控制器和起动器的结构应：

- a) 能自由脱扣；
- b) 当电动机运行时、在起动过程中的任何时刻或进行任何操纵时，能够用所提供的方式返回至断

开或截止状态。

按 9.3.3.6.3 进行验证。

8.2.1.1.2 控制器和起动器不应由于其内部电器操作引起的机械冲击或电磁干扰而误动作。

按 9.3.3.6.3 进行验证。

8.2.1.1.3 混合式控制器和起动器中串联的机械开关电器的动触头应机械联锁,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 控制器和起动器的动作范围

按照 9.3.3.6.3 进行试验时,控制器或起动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% 之间任何值均应可靠动作。如果规定了一个动作范围,则 85% 应适用于下限值,110% 应适用于上限值。

8.2.1.3 欠电压继电器和脱扣器的动作范围

空

8.2.1.4 分励线圈动作脱扣器(分励脱扣)的动作范围

空

8.2.1.5 电流动作继电器和脱扣器的动作范围

8.2.1.5.1 起动器中的继电器和脱扣器

8.2.1.5.1.1 延时过载继电器各极通电时的动作范围

8.2.1.5.1.1.1 过载继电器脱扣的一般要求

注 1: 电源电压中存在谐波时电动机的热保护正在考虑中。

按如下要求进行试验时,继电器应符合表 5 的要求:

a) 通常装在外壳内的过载继电器或起动器,在表 5 规定的基准周围空气温度下,在 A 倍整定电流时,从冷态开始在 2 h 内不应脱扣,但是当过载继电器接线端子在试验电流下小于 2 h 就已达到热平衡时,则试验所需时间可取为达到热平衡所需的时间;

b) 当电流接着上升到 B 倍整定电流时,应在 2 h 内脱扣;

c) 根据 IEC 60034-1:2010 的 9.3.3 的要求,对于脱扣级别为 2、3、5 和 10 A 级的过载继电器,在整定电流下达到热平衡后,开始通以 C 倍整定电流,应在 2 min 内脱扣;

注 2: IEC 60034-1:2010 中 9.3.3 规定:“额定输出不超过 315 kW,额定电压不超过 1 kV 的多相电动机应该可以耐受 1.5 倍额定电流不少于 2 min。”

d) 对于脱扣级别为 10、20、30 和 40 级的过载继电器,在整定电流下达到热平衡后,开始通以 C 倍整定电流,应分别在 4 min、8 min、12 min 或 16 min 内脱扣;

e) 从冷态开始,在 D 倍整定电流下,应在表 4 规定的脱扣级别和公差带相应的限值内脱扣。

对电流整定值可调的过载继电器,当其承载相应最大整定电流和相应最小整定电流时,动作范围的要求均应适用。

对于无温度补偿的过载继电器,其电流倍数/周围温度特性应不大于 1.2%/K。

注 3: 1.2%/K 是 PVC 绝缘导体的降容特性。

如果过载继电器符合表 5 中 +20 °C 条件下的有关要求,且在其他温度下也在表 5 和图 4 所示范围以内,则认为该过载继电器是有温度补偿的。

表 5 延时过载继电器各极同时通电时的动作范围

过载继电器型式	整定电流倍数				周围空气温度
	A	B	C	D	
热式无周围空气温度补偿	1.0	1.2 ^b	1.5	7.2	+40 ℃
热式有周围空气温度补偿	c	c	—	—	低于 0 ℃ ^d
	1.05	1.3	1.5	—	0 ℃
	1.05	1.2 ^b	1.5	7.2	+20 ℃
	1.0	1.2 ^b	1.5	—	+40 ℃
	c	c	—	—	高于 +40 ℃ ^d
电子式 ^a	1.05	1.2 ^b	1.5	7.2	0 ℃、+20 ℃和 +40 ℃

^a A、B 和 D 倍电流的试验仅在 20 ℃ 下进行。
^b 如果制造商另有规定,脱扣电流可不为 120%,但不超过 125%。此时,试验电流应等于脱扣电流。这种情况下,脱扣电流值应在产品上标明。
^c 整定电流倍数应该由制造商规定。
^d 温度超过 0 ℃~+40 ℃范围的试验方法见 9.3.3.6.5。

8.2.1.5.1.1.2 热记忆试验验证

除非制造商规定产品没有热记忆,否则电子式过载继电器应符合下列要求(见图 3):

- 通以电流 I_c ,直到电器达到热平衡;
- 中断电流 $2 \times T_p$ 时间(见表 4),相对公差为 $\pm 10\%$ (T_p 是根据表 5,在 D 倍整定电流下测得的时间);
- 通以电流 $7.2 \times I_c$;
- 继电器应在 $50\% T_p$ 的时间内脱扣。

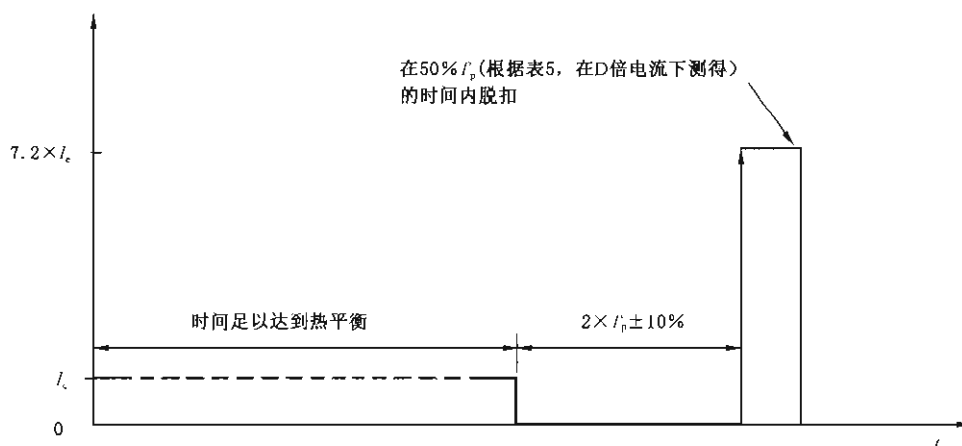


图 3 热记忆试验

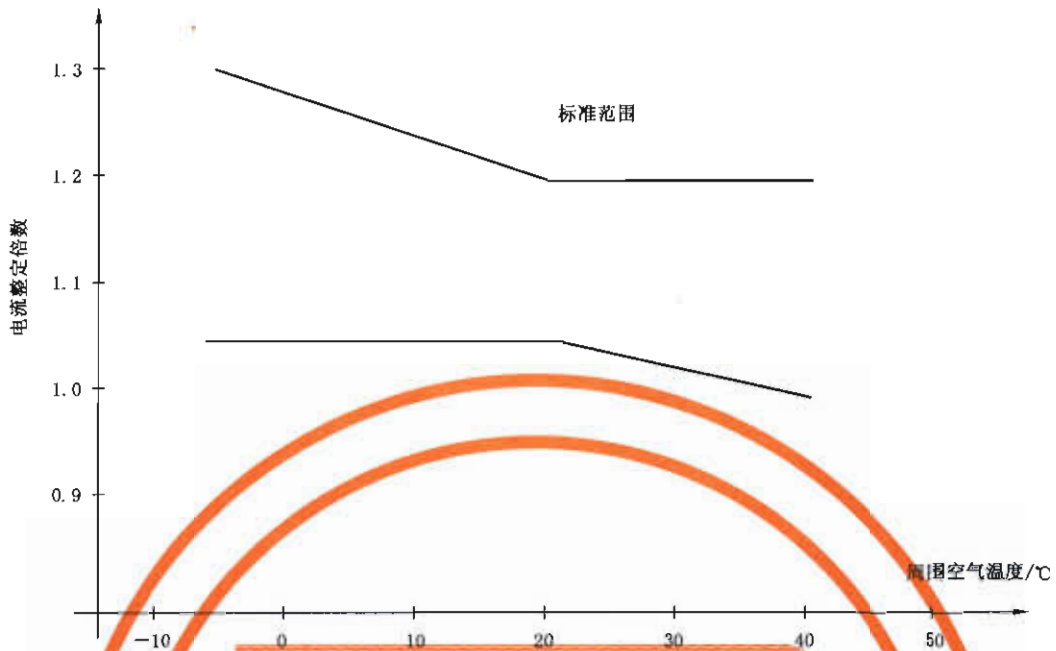


图4 对周围空气温度有补偿的延时过载继电器电流整定值的倍数

8.2.1.5.1.2 三极延时过载继电器两极通电时的动作范围

见表6。

通常装在外壳内的过载继电器或起动器应在外壳内试验。在表6规定的周围空气温度下,继电器三极通以A倍整定电流,从冷态开始在2h内不应脱扣。

紧接着当两极的电流值增加到B倍整定电流(对于断相保护继电器,此时两极会承载较高的电流),且第三极不通电时,应在2h内脱扣。

上述要求适用于各极所有不同组合的情况。

对整定值可调的过载继电器,其特性在继电器承载相应最大整定电流和最小整定电流时均应适用。

表6 三极延时过载继电器仅二极通电时的动作范围

过载继电器型式	整定电流倍数		周围空气温度
	A	B	
热式有周围空气温度补偿或电子式 无断相保护	3极 1.0	2极 1.32 1极 0	+20 °C
热式无周围空气温度补偿 无断相保护	3极 1.0	2极 1.25 1极 0	+40 °C
热式有周围空气温度补偿或电子式 有断相保护	2极 1.0 1极 0.9	2极 1.15 1极 0	+20 °C

8.2.1.5.2 与控制器组装的继电器和脱扣器

与控制器组装、用于对电动机提供保护的继电器和脱扣器在电流为 $X \times I_n$ 时应在 T_x 时间内脱扣, X 和 T_x 是规定的额定值。如果规定了多个额定值, X 和 T_x 是规定的最高 $(X I_n)^2 \times T_x$ 相应的值。

8.2.1.5.3 欠电流继电器的动作范围

与开关电器组装的欠电流继电器或脱扣器,如果运行过程中各极的电流小于 0.9 倍欠电流整定值,那么继电器或脱扣器应该在 90%~110%的整定时间内动作断开开关电器。

8.2.1.5.4 堵转保护继电器的动作范围

在下述情况下,与开关电器一起组装的堵转保护过载继电器,应该在 80%~120%的整定时间内(堵转抑制时间)或由制造商规定的精度范围内断开开关电器。

- a) 对于电流检测继电器,电流比整定堵转电流高 20%时;
 示例:堵转继电器的整定电流为 100 A,整定时间为 6 s,精度为 $\pm 10\%$,那么当电流等于或大于 $100\text{ A} \times 1.2 = 120\text{ A}$ 时,继电器应该在 5.4 s~6.6 s 的范围内脱扣。
- b) 对于旋转检测继电器,输入信号表明电动机没有旋转时。

8.2.1.5.5 阻塞保护继电器和脱扣器的动作范围

对于与开关电器一起组装的阻塞保护过载继电器或脱扣器,如果起动结束后的运行期间,电流超过 1.2 倍阻塞保护继电器的整定电流值,那么阻塞保护继电器或脱扣器应该在 80%~120%的整定时间(阻塞抑制时间)内或由制造商规定的精度范围内断开开关电器。

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) 半导体开关电器应满足 8.2.4.1 中 AC-53b 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无限制用途(见附录 J)。

8.2.1.7 旁路控制器中的关联元件

考虑到旁路控制器的装配需要,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无限制用途

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组合进行联锁,这样没有半导体开关电器的直接作用,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、新的控制器和起动器。

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：正常操作中不需触及的表面为 50 K。

如果超过了 50 K 的限值，由安装者负责提供防护措施。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—2008 中 5041 的符号）。

8.2.2.1 端子

IEC 60947-1:2007 中 7.2.2.1 适用。

8.2.2.2 易接近部件

IEC 60947-1:2007 中 7.2.2.2 适用。

8.2.2.3 周围空气温度

除温度下限由 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 改为 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 外，IEC 60947-1:2007 中 7.2.2.3 适用。

8.2.2.4 主电路

8.2.2.4.1 一般要求

按 9.3.3.3.4 规定进行试验时，在全导通状态下承载电流的控制器或起动器的主电路（包括与之连接的过电流脱扣器）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：

- a) 用于 8 h 工作制的控制器或起动器：约定发热电流（见 5.3.2.1 和/或 5.3.2.2）；
- b) 用于不间断工作制、断续工作制或短时工作制的控制器或起动器：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中的温升应按照 9.3.3.3.4 和 9.3.3.6.1 规定的要求进行验证（见表 16）。

8.2.2.4.3 旁路控制器中并联的机械开关电器

- a) 对于视为已进行过型式试验的元件的电器应能承载电流 I ，而温升不超过 IEC 60947-1:2007 中 7.2.2.4 规定的极限值；
- b) 对于视为关联元件的电器，温升应按照 9.3.3.3.4 和 9.3.3.6.1 规定的要求（包括表 10 和表 16）进行验证。电器应作为一个整体单元进行试验，两个开关电器规定的有载时间（见表 10）应根据正常使用条件下的操作顺序确定。

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根据 9.3.3.3.4 和 9.3.3.6.1（热稳定试验）规定的要求进行验证。

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(包括电气-气动接触器或起动器的电气操作阀绕组)应能承受最高额定控制电源电压而温升不超过表 7 和 IEC 60947-1:2007 中 7.2.2.6 规定的限值。

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 °C 至 +40 °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,线圈绕组应能承受按表 8 断续工作制级别要求施加的最高额定控制电源电压而温升不超过表 7 和 IEC 60947-1:2007 中 7.2.2.6 规定的限值。

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 °C 至 +40 °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阶段通电的起动器线圈、锁扣接触器的脱扣线圈和供气气动接触器或起动器联锁用的电磁阀门线圈。

表 7 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 8 断续工作制试验循环参数

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
控制器	起动器		
1	1	3 600	通电时间根据制造商规定的 负载因数选取
3	3	1 200	
12	12	300	
30	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

下述要求是依据 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 的规定,按过电压类别确定的额定冲击耐受电压(见 5.3.1.3);
- 适用于隔离的电器,根据 IEC 60947-1:2007 表 14 确定的电器触头间的冲击耐受电压;
- 工频耐受电压。

注 1: 如果直流电压值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 IEC 60947-1:2007 的附录 H 规定的,该电器所使用的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

a) 主电路

IEC 60947-1:2007 中 7.2.3.1 1) 适用。

b) 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:

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要耐受冲击电压。

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,控制器和起动器应能实现导通、转换、承载规定的过载电流、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-52a、AC-53a 和 AC-58a 的控制器,其与 X 相应的 T_x 值不应小于表 9 规定的值。对应的起动器的 T_x 值应该为制造商声明的过载继电器在热态下的最大脱扣时间。

使用类别为 AC-52b、AC-53b 和 AC-58b 的控制器和起动器也可以用于要求较长加速时间的应用场合。考虑到带载期间控制器的最大热容量可能会完全耗尽,所以在起动过程一结束,应对控制器提供一段适当的无载期间(例如通过旁路方式),其与 X 相应的 T_x 值不应小于表 9 规定的值。对应的起动器的 T_x 值应为其合适的过载继电器的最大脱扣时间。

当无限流功能或在全导通状态下无限流功能时, $X \times I_n = I_{LRF}$ 。如果提供了适当的过载保护,当电动机在正常转速下运行时发生堵转,应允许控制器或起动器在比上述规定更短的时间内转为截止状态。

应根据表 10、表 11 以及 IEC 60947-1:2007 的 8.3.3.5.2、8.3.3.5.3 的相关要求对所规定的额定值进行验证。

当 $X \times I_n$ 大于 1 000 A 时,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 10 和表 11 中,使用类别 AC-52a、AC-53a 和 AC-58a 的工作制周期值 ($F-S=60-1$) 和 AC-52b、AC-53b 和 AC-58b 的截止时间(截止时间=1 440 s)是每小时起动一次的最低严酷度要求。制造商可以规定更严酷的工作制,此时应根据表 3 的要求在更严酷的工作制下进行试验。如果控制器已经在比标准工作制更严酷的工作制下进行过试验并规定了相应的额定值,则制造商可以对标准工作制规定同样的额定值而无需再进行试验。

对于使用类别 AC-52a、AC-53a 和 AC-58a,更严酷的导通时间、截止时间的试验数值可根据下式计算:

$$\text{导通时间(s)} = 36 F/S$$

$$\text{截止时间(s)} = 36(100-F)/S$$

对于使用类别 AC-52b、AC-53b 和 AC-58b,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。

预期用于断续、短时或周期工作制的控制器或起动器,制造商应根据 5.3.4.6 的规定选取 F 和 S 值。

表 9 与过载继电器脱扣级别(见表 4)和过载电流倍数(X)相应的最小过载电流耐受时间(T_x)

名称 (供参考)	最小过载电流耐受时间, T_x s						
	X=8	X=7	X=6	X=5	X=4	X=3	X=2
2	0.7	0.9	1.2	1.8	2.7	5	11
3	1	1.3	1.8	2.6	4	7	16
5	1.2	1.5	2	3	4.6	8.3	19
10 A	1.6	2	3	4	6	12	26
10	3	4	6	8	13	23	52
20	5	6	9	12	19	35	78
30	7	9	13	19	29	52	112
40	11	15	20	29	45	80	180

表 10 热稳定性试验条件的最低要求*

使用类别	控制器的型式 ^c	试验电流(I_1)操作循环导通时间 s				操作循环截止 时间 s				
		试验水平 1 ^a		试验水平 2 ^a						
		I_T	导通时间 ^b	I_T	导通时间 ^b					
AC-52a AC-53a AC-58a	1, H1 2, H2 3, H3	XI_e $0.75I_{1RP}$ I_{1RP}	T_x	I_e	$2.160 T_x$	$\leq 1\ 440$				
AC-52b AC-53b AC-58b	1, H1 2, H2 3, H3	XI_e $0.75I_{1RP}$ I_{1RP}					T_x	0 ^c	0 ^c	$\leq 1\ 440$
试验电路参数: I_e —— 额定工作电流; I_1 —— 试验电流; U_T —— 试验电压(任意值); $\cos\phi$ —— 试验电路的功率因数(任意值); 操作循环数 ^d 。										
* 从试验水平 1 至试验水平 2 的转换时间不应大于三个工频周期。 ^b 对于仅与规定的过载继电器配合使用的起动器或控制器, T_x 可以用过载继电器在热态下的最大动作时间代替。 ^c 因为试验水平 2 是无载周期, 故不适用于使用类别 AC-52b、AC-53b 和 AC-58b。 ^d 操作循环次数与控制器达到热平衡所需的时间有关。 * 对于旁路控制器, 参见 8.2.2.4.3 和 8.2.2.4.4。										

表 11 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_{LRP}/I_e	U_r/U_c ^a	$\cos\varphi$ ^b			
AC-52a AC-52b	4	1.05	0.65	T_c ^c	≤ 1440	3
AC-53a AC-53b	8		e			
AC-58a AC-58b	6		e			
<p>I_{LRP}——预期转子堵转电流； I_e——额定工作电流； U_e——额定工作电压； U_r——工频恢复电压。</p> <p>温度条件：对于每一次试验，初始壳体温度不应低于 40℃ 加上温升试验（见 9.3.3）时壳体的最高温升值。试验过程中，周围空气温度应在 +10℃ ~ +40℃ 范围内。</p> <p>^a 在导通时间的最后三个工频周期以及截止时间的第 1 s 内，$U_r/U_c = 1.05$。在非全电压期间（减压期间），U_r/U_c 可为任意值。 ^b 全电压期间的电路特性要求（$\cos\varphi$ 和可能的最大电流）是强制性的。减压期间，只要负载电路流过的电流大于 $X \times I_e$，则电路特性不做强制性要求。 ^c 对于仅与规定的过载继电器配合使用的起动器或控制器，T_c 可以用过载继电器热态下所允许的最大工作时间代替，热态指温升试验（见 9.3.3.3）中达到的热平衡状态。 ^d 转换时间不应大于三个工频周期。 ^e $I_e \leq 100$ A 时，$\cos\varphi = 0.45$；$I_e > 100$ A 时，$\cos\varphi = 0.35$。</p>						

表 12 对感应式电动机进行试验时的最低要求和条件

使用类别	试验电动机的参数				外部机械负载参数
	K	U/U_e	功率	$\cos\varphi$	
AC-52a AC-52b	≥ 1	"	"	"	"
AC-53a AC-53b					
AC-58a AC-58b					
<p>K——转子堵转电流与试验电动机额定满载电流的比值。 试验过程中，电动机和周围空气温度可以是 +10℃ ~ +40℃ 范围内的任意值。</p> <p>^a 感应电动机试验负载的参数见 8.2.4.3。</p>					

8.2.4.2 主电路电器的接通和分断能力

8.2.4.2.1 一般要求

出现转子堵转电流(起动电流和过载电流)时,控制器或起动器(包括过电流脱扣器和与其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 13 和表 14 规定的条件,在相应的使用类别和操作循环次数下进行验证。

表 13 接通和分断能力与型式 H1、H2、H3 混合式电动机控制器和特定型式旁路控制器中的机械开关电器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_n	U_c/U_n	$\cos\varphi$	导通时间 s	截止时间 s	操作循环次数	
AC-52a,b	4.0	1.05	0.65	0.05	b	50	
AC-53a,b	8.0		*				
AC-58a,b	6.0		*				
I_c —— 接通和分断电流,用交流对称有效值表示; I_n —— 额定工作电流; U_n —— 额定工作电压; U_c —— 工频恢复电压。		电流 I_c A $I_c \leq 100$ $100 < I_c \leq 200$ $200 < I_c \leq 300$ $300 < I_c \leq 400$ $400 < I_c \leq 600$ $600 < I_c \leq 800$ $800 < I_c \leq 1000$ $1000 < I_c \leq 1300$ $1300 < I_c \leq 1600$ $1600 < I_c$				截止时间 s	
* $I_c \leq 100$ A 时, $\cos\varphi = 0.45$; $I_c > 100$ A 时, $\cos\varphi = 0.35$ 。 b 截止时间不应大于表中给出的值。						10 20 30 40 60 80 100 140 180 240	

表 14 与型式 H1B、H2B、H3B 混合式电动机控制器和特定型式旁路控制器中的机械开关电器使用类别相应的约定操作性能的接通和分断条件

使用类别	接通和分断条件					
	I_c/I_n	U_c/U_n	$\cos\varphi$	导通时间 s	截止时间 s	操作循环次数
AC-52a,b	2.0	1.05	0.65	0.05	b	6 000
AC-53a,b	2.0	1.05	*			
AC-58a,b	6.0	1.05	0.35	1 10	9 90	5 900 100
I_c —— 接通和分断电流,用交流对称有效值表示; I_n —— 额定工作电流; U_n —— 额定工作电压; U_c —— 工频恢复电压。						
* $I_c \leq 100$ A 时, $\cos\varphi = 0.45$; $I_c > 100$ A 时, $\cos\varphi = 0.35$ 。 b 截止时间不应大于表 13 中规定的值。						

8.2.4.2.2 混合式控制器中串联的机械开关电器

控制器和起动器主电路中的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起动器(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(例如 AC-53b)相匹配的工作制。

接通和分断能力应根据 9.3.3.5.1 和 9.3.3.5.2 的规定进行验证。

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 的规定进行验证。

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 的规定进行验证。

8.2.4.2.5 半导体开关电器

控制过载电流的能力应根据 9.3.3.6.2 和 9.3.3.6.3 的规定进行验证。

8.2.4.3 感应电动机试验负载的要求

感应电动机试验负载应为四极笼型电动机,并具备下述特性:

- a) 电动机的额定电压应等于或大于被试电器的 U ;
- b) 电动机运行时,通过电动机和控制器的试验电流可以是大于 1 A 的任意值;
- c) 电动机的功率因数可以是任意值;
- d) 电动机绕组的内部连接可以是任意型式(例如星形连接、三角形连接);
- e) 连接在电动机转轴上的机械负载的参数应可调,使从基准转速降至零转速的时间在 2 s~4 s 范围内。

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起动器,其额定限制短路电流性能应根据 9.3.4 的规定进行验证。这些试验是强制性的。

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:类型 1 或类型 2。其试验方法见 9.3.4.3。

“1”型协调配合要求电器在短路条件下不应对人及设备引起危害,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及设备引起危害,且应能够继续使用。对于混合式控制器和起动器,有可能发生触头熔焊,制造商应规定关于设备维修所采用的方法。

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 起动器和 SCPD 在交接电流处的协调配合

可以采用特殊试验进行验证(见 9.1.5)。

8.3 EMC 要求

8.3.1 一般要求

电气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可以实现控制器和起动器的电磁兼容性。包括了所有相关的抗扰度和发射要求,不要求或不需进行附加试验,如果控制器或起动器的电子元件发生故障,电磁兼容性则不能保证。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,与电动机和电缆相互连接的控制器或起动器认为是最小系统。按下述要求进行试验。

对于抗扰度试验,要考虑软起动器的整个工作制周期,包括起动时间和停止时间。

对于发射试验,仅考虑稳态条件。

注 1: 对于非稳态条件,目前尚无合适的测量技术和设备,正在考虑中。

注 2: 安装者(也可以是控制器和起动器的制造商)有责任确保装有控制器或起动器的系统满足相应的系统要求。

这些条款对于控制器或起动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 的 7.3.1 规定的环境条件,IEC 60947-1:2007 的 7.3.3.2 适用。相关的环境条件应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 的 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、或者起动结束后由机械开关电器旁路的控制器或起动器不要求进行该试验,例如,型式 2、型式 3 和某些型式 1 的控制器或起动器。

8.3.2.1.2 电压波动

控制器或起动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 9.3.5.1.1 的规定对表 19 的限值进行验证。

8.3.2.2.2 辐射发射

应按照 9.3.5.1.2 的规定对表 20 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)对控制器或起动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,控制器或起动器又恢复正常动作,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(比控制器或起动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 IEC 61000-4 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 15。

性能要求如下:

- a) 在规定限值范围内工作正常;
- b) 功能或性能暂时降低或丧失,可自行恢复;
- c) 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新启动。不应有元件受损。

在表 15 中,整体性能的验收标准(A)适用于对完整的控制器或起动器进行试验的情况。如果不能对整个控制器或起动器进行试验,要采用功能元件的性能标准(B、C、D)。

表 15 存在电磁干扰时具体的接收或性能标准

项 目	验收标准 (试验过程中的性能)		
	1	2	3
A 整体性能	工作特性无明显变化,按要求动作	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 电源和驱动电路的操作	无误动作	暂时误动作,但不会引起脱扣或电动机转矩的不规则和可听得到的变化	停机,触发保护电器动作,不能自行恢复
C 显示和控制面板的运行	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,不允许的动作模式,不能自行恢复
D 信息处理和检测功能	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 9.3.5.2.1。

8.3.3.3 射频电磁场

试验值和试验程序见 9.3.5.2.2。

8.3.3.4 快速瞬变(共模)(5/50 ns)

试验值和试验程序见 9.3.5.2.3。

8.3.3.5 浪涌(1.2/50 μs~ 8/20μs)

试验值和试验程序见 9.3.5.2.4。

8.3.3.6 谐波和转换缺口

试验值和试验程序见 9.3.5.2.5。

8.3.3.7 电压跌落和短时中断

试验值和试验程序见 9.3.5.2.6。

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起动器的设计是否符合本部分,试验包括以下项目:

- a) 温升(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) 动作条件及动作范围(见 9.3.3.6.3);
- 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 中 8.2.4);
- h) 带外壳的控制器和起动器的外壳防护等级(见 IEC 60947-1:2007 中附录 C);
- i) EMC 试验(见 9.3.5)。

9.1.3 常规试验

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

控制器和起动器的常规试验包括:

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

9.1.4 抽样试验

控制器和起动器的抽样试验包括:

- 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 的表 2-A)。

抽样试验的接收质量限 $AQL \leq 1$ ：

——合格判定数 $A_c=0$ (无不合格品)；

——不合格判定数 $Re=1$ (如有一台产品不合格,则整批全部检查)。

对每一特定批,应固定间隔进行抽样。

另外,还可使用能满足上述 GB/T 2828.1—2012 标准要求的其他统计方法,例如控制连续生产或以性能指标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

9.1.5.1 一般要求

特殊试验包括验证启动器和 SCPD 在交点电流处的协调配合试验(见附录 C)以及 9.1.5.2 规定的试验。

9.1.5.2 特殊试验——湿热、盐雾、振动和冲击

IEC 60947-1:2007 中附录 Q 适用。应用条件正在考虑中。

9.2 验证结构要求

IEC 60947-1:2007 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,但对于同一程序中的各项试验,按规定的顺序进行。

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 中 8.3.3.4.1.7);
- 接线端子的机械性能(见 IEC 60947-1:2007 中 8.2.4);
- 外壳防护等级(见 IEC 60947-1:2007 中附录 C)。

程序试验按下述规定进行:

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 9.3.3.6.1);
- 2) 过载性能试验(见 9.3.3.6.2);
- 3) 关断和转换能力试验(9.3.3.6.3),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 中 8.2.4);
 - 2) 外壳防护等级验证(见 IEC 60947-1:2007 中附录 C)。
- e) 程序试验 V
EMC 试验(9.3.5)。
- f) 程序试验 VI
脱扣试验(9.3.3.6.5)。

9.3.2 一般试验条件

IEC 60947-1:2007 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 下进行的试验认为适用于 60 Hz 的情况,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,试品的选择应根据工程的判断来决定。

除非相应的试验条款中另有规定,否则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话,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

9.3.3.2 空

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_t 和周围空气温度 A_t ,以用于 9.3.3.6.2 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 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电压。

起动器应装有符合 5.7 要求的过载继电器,并按照下述要求选用:

——不可调式继电器

电流整定值应等于起动器的最大工作电流,且试验应在此电流下进行;

——可调式继电器

最大电流整定值应尽量接近但不超过起动器的最大工作电流。

对于起动器,应选用电流整定值最接近其最大刻度的过载继电器进行试验。

注:上述选择方法用以确保过载继电器接线端子的温升和起动器的耗散功率不小于其他任何可能出现的控制器和继电器的组合情况。如果过载继电器对这些值的影响可忽略(即固态过载继电器),则在起动器的最大工作电流下进行试验。

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机械旁路开关电器中的接触器或起动器的电磁铁应符合 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

a) 耐受电压试验的一般条件

IEC 60947-1:2007 中 8.3.3.4.1 1)除最后一个注以外适用。也可参见 8.2.3。

b) 冲击耐受电压验证

1) 一般要求

IEC 60947-1:2007 中 8.3.3.4.1 2)a)适用。

2) 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(例如光耦合器、密封部件等),海拔修正系数不适用。

3) 试验电压的施加

按照 a)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,主电路所有端子连接在一起(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,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隔离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。

- 4) 试验结果的判别
IEC 60947-1:2007 中 8.3.3.4.1 2)d) 适用。
- c) 固体绝缘的工频耐受电压验证
 - 1) 一般要求
IEC 60947-1:2007 中 8.3.3.4.1 3)a) 适用。
 - 2) 试验电压
IEC 60947-1:2007 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。
 - 3) 试验电压的施加
IEC 60947-1:2007 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 b) 3) i)、ii) 和 iii) 的规定;
——对混合式半导体控制器或起动机, 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, 在电源端子和负载端子之间施加。
 - 4) 验收结果的判别
IEC 60947-1:2007 中 8.3.3.4.1 3)d) 适用。
- d) 分断和短路试验后工频耐受电压验证
 - 1) 一般要求
IEC 60947-1:2007 中 8.3.3.4.1 4)a) 适用。
 - 2) 试验电压
IEC 60947-1:2007 中 8.3.3.4.1 4)b) 适用。
 - 3) 试验电压的施加
IEC 60947-1:2007 中 8.3.3.4.1 4)c) 适用, 并补充以下内容。
无需使用 IEC 60947-1:2007 中 8.3.3.4.1 1) 规定的金属箱。
 - 4) 验收结果的判别
IEC 60947-1:2007 中 8.3.3.4.1 4)d) 适用。
- e) 空
- f) 直流耐受电压验证
IEC 60947-1:2007 中 8.3.3.4.1 6) 适用。
- g) 爬电距离验证
IEC 60947-1:2007 中 8.3.3.4.1 7) 适用。
- h) 适用于隔离的电器的泄漏电流的验证
最大泄漏电流不应超过 IEC 60947-1:2007 中 7.2.7 规定的值。

9.3.3.4.2 空

9.3.3.4.3 验证电气间隙的抽样试验

- a) 一般要求
IEC 60947-1:2007 中 8.3.3.4.3.1) 适用。
- b) 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。

- c) 试验电压的施加
IEC 60947-1:2007 中 8.3.3.4.3.3)适用。
- d) 验收结果的判别
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进行前面的试验,则要求其满足 8.2.4.2 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

- 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

开关电器应单独进行试验。

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。为了模拟起动和停止过程,操作顺序应该跟正常使用时一样。

9.3.3.6 操作性能

操作性能是否符合 8.2.4.1 的要求应采用下述 3 项试验进行验证,试验内容如下:

- 热稳定试验;
- 过载性能试验;
- 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。控制电压应为额定控制电源电压 U_c 的 110%。

如果起动器中的控制器已满足上述操作性能试验的要求,而且满足 5.4.2 规定的根据试验结果确定的额定值的要求,则起动器不需进行试验。

9.3.3.6.1 热稳定试验程序

试验规程和验收判据见表 16 试验描述见图 F.1。

- a) 对试验过程中每一个通电周期规定顺序编号 n (如 $n=0,1,2,\dots,n-1,N$);
- b) 记录壳体初始温度 C_0 ,记录初始周围空气温度 A_0 ;
- c) 设置试验电流为试验水平 1 对应的 I_T (见表 10)。将 n 取为新值 $n=n+1$;
- d) 在 EUT (被试电器) 主电路的输入端子施加试验电压 U_T 。试验过程中 U_T 可以一直保持,或者与控制电压 U_c 同步接通-断开。

EUT 切换至导通状态(施加 EUT 的控制电压 U_c)。

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

- e) 根据使用类别进行如下操作:
- 1) 仅对于 AC-52a, AC-53a, AC-58a
时间间隔 T_x (见表 10) 后, 试验电流调整为试验水平 2 对应的 I_1 。在试验水平 2 对应的试验时间间隔后, 切换 EUT 至截止状态。
 - 2) 仅对于 AC-52b, AC-53b, AC-58b
时间间隔 T_x (见表 10) 后, 切换 EUT 至截止状态。
- f) 记录壳体温度 C_n 。记录周围控制温度 A_n 。
- g) 确定是否结束(或继续)试验:
- 1) 计算壳体温升变化系数:
$$\Delta_n = (C_n - C_{n-1} - A_n + A_{n-1}) / (C_{n-1})$$
 - 2) 检查是否符合规定的结果(表 16)
如果 $\Delta_n > 0.05$, 总试验时间小于 8 h, 而且满足表 16 规定的试验结果 a) 和 b), 则重复上述试验程序 c) ~ g)。
如果 $\Delta_n > 0.05$, 总试验时间大于 8 h, 或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 16 规定的试验结果 a)、b)、c) 和 d), 则结束试验, 试验合格。

表 16 热稳定试验规程

项 目	水 平	说 明
试验目的	验证 8 h 时间内一个程序试验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 表 2 的规定值	
试验时间	进行试验直至 $\Delta_n \leq 0.05$ 或 8 h, $\Delta_n = (C_n - C_{n-1} - A_n + A_{n-1}) / (C_{n-1})$	
试验条件	表 10	
EUT 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 第 8.3.3.3.1 适用)
试验结果	a) 8 h 内 $\Delta_n \leq 0.05$; b) 无可见的损坏(如冒烟、变色); c) 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 表 2 的规定值; d) 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 表 2 的规定值	

9.3.3.6.2 过载性能试验程序

- a) 试验条件
- 1) 见表 11。试验描述见图 F.2;
 - 2) 在全导通下运行时, 除了过载继电器外, 还利用电流控制型关断电器进行过载保护的控制器和起动机应带有关断电器进行试验。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:

b) EUT 的调整

- 1) 应调整 EUT 使达到试验电流 $I_{L,RP}$ 的时间最短;
- 2) 具有限流功能的 EUT, 应调整到 I_c 对应的最大 X 值;
- 3) 如果 EUT 是起动机, 其过载继电器应断电, 应按照表 11 的 c) 调整 T_x 值;

c) 试验

- 1) 建立初始条件;
- 2) 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。) 试验过程中应施加试验电压;
- 3) 切换 EUT 至导通状态;
- 4) 导通时间(表 11)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。
- 5) 重复程序 3) 和 4) 两次, 结束试验。

对于在电动机起动(和可能的停止)过程中具有限流功能, 但在全导通状态下无限流功能的 EUT, 按照下述要求验证 EUT 是否符合 8.2.4.1 规定的过载性能。

- i) 按上述规定进行两个操作循环之后, EUT 切换至导通状态, 通以不大于 I_c 的初始试验电流 I_{int} ;
- ii) EUT 处于全导通状态, 通过一个外部开关将表 11 规定的试验电路连接至负载。从电流 I_{int} 转换至 $I_{L,RP}$ 的过程中电流不应中断;
- iii) 根据表 9 的规定, 在 EUT 切换至截止状态前, 试验电流 $I_{L,RP}$ 保持时间为 T_x 。然而, 如果 EUT 配备了适当的过载保护, 则允许在比 T_x 短的时间内切换至截止状态;
- iv) 进行两次操作循环。

对应上述四个操作循环的初始壳体温度应满足表 17 的要求。

d) 验收判据(见 9.3.3.6.4)

- 1) 不丧失转换能力;
- 2) 不丧失关断能力;
- 3) 不丧失功能;
- 4) 无可见的损伤。

表 17 壳体初始温度的要求

操作循环次数	壳体初始温度 C , °C
1	不低于 40 °C
2	起动机中的过载继电器、或制造商推荐与控制器配套使用的过载继电器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

9.3.3.6.3 关断和转换能力试验

试验规程见表 12 和表 18。试验描述见图 F.3。

对于型式 HxA, 试验过程中, 串联的机械开关电器的触头应保持在闭合位置。

表 18 关断和转换能力试验规程

项目	试验水平	说明
操作循环次数	试验 1: 85% U_n 和 85% U_n , 下操作 100 次; 试验 2: 110% U_n 和 110% U_n , 下操作 1 000 次	
试验负载	感应式电动机和机械负载的参数见表 12	
试验仪器	在电动机接线端子和 EUT 每极的负载侧端子之间应连接真有效值电流测量装置。测量装置应能测量毫安级的电流	
EUT 温度	室温(10℃~40℃)	
EUT 整定	EUT 的整定仅限于正常供货的产品上由制造商提供的外部调节装置。 a) 带有限流功能的控制器整定在能使电动机起动(见表 12)的最小 X 值; b) 带有斜坡起动功能的控制器整定在最大斜坡时间或 10 s (两者取较小值)。 起动电流和/或起动电压的初始值整定在使电动机能够立即起动的最小值	
试验循环	导通时间 > 达到全电压和全速的时间 + 1 s, 截止时间 = 从惯性转动至静止的时间的 1/3	
试验结果	a) 应满足下述 1) 或 2) 的规定: 1) $I_0 < 1 \text{ mA}$ 和 $I_F < 1 \text{ mA}$; 2) 如果 $I_0 > 1 \text{ mA}$ 或 $I_F > 1 \text{ mA}$, 那么 ——对于每一极 $\Delta I < 1$, 其中 $\Delta I = (I_F - I_0) / I_0$; 和 —— I_0 和 I_F 应在半导体数据手册规定的范围内; b) 无可见的损伤(例如冒烟、变色); c) 制造商规定的功能无丧失	

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。

- a) 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;
- b) 电流测量装置的安装应适于记录下述步骤 c) 和 g) 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, 只应测量半导体元件中的泄漏电流, 应相应安装适当的测量装置;
- c) EUT 施加电压 U_0 和 U_n , 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 d) 到步骤 g) 的过程中试验电路应保持闭合。在步骤 e) 和 f) 中可以通过远程控制方式短接电流测量装置, 但是不用断开电路将其移除;
- d) 试验开始, 对 EUT 施加电压 U_0 和 U_n (按表 18 的规定) 并保持到步骤 g) 结束;
- e) 通过控制电压 U_c 的变化使 EUT 按表 18 的规定在导通状态和截止状态间循环切换。如果控制器不按规定动作, 或者出现损坏的现象, 则结束试验, 试验不合格;
- f) 规定的操作循环次数结束后, 断开 U_c , 维持电压 U_0 和 U_n 。EUT 恢复到初始环境温度;
- g) 重复步骤 c) 中的电流测量过程, 并记录一组最终数据点 I_F , 与初始数据 I_0 相对应;
- h) 判断每一极的泄漏电流值是否符合表 18a) 的规定。

为保证符合性, 应满足表 18 规定的试验结果判据中的 a)、b) 和 c) 的要求。

9.3.3.6.4 控制器和起动器在操作性能试验过程中的性能和试后条件

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。在此模式下继续操作会导致热击穿。最终结果将导致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器件可能冷却不充分。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防止产生永久损坏;

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)会提供永久损坏的早期警告。

9.3.3.6.5 继电器和脱扣器

a) 欠电压继电器和脱扣器的动作

空。

b) 分励线圈操作的脱扣器

空。

c) 热和电子式过载继电器

过载继电器和起动器应根据下述电流值,按 IEC 60947-1:2007 中表 9、表 10 和表 11 选用连接导线:

——脱扣级别为 2、3、5 和 10 A 的所有型式(见表 4)的过载继电器,以及脱扣级别为 10、20、30 和 40 的电子式过载继电器,为过载继电器电流整定值的 100%;

——脱扣级别为 10、20、30 和 40(见表 4)的热过载继电器,以及规定的最大脱扣时间大于 40 s 的过载继电器(见 5.7.3),为过载继电器电流整定值的 125%。

各极都通电时,验证继电器和脱扣器按照 8.2.1.5.1.1 的要求动作。

8.2.1.5.1 中规定的特性应该在 0℃, +20℃, +40℃ 下验证。如果制造商规定了超过上述范围的特性,则应在制造商规定的最低和最高温度下进行验证。但是,对于具有周围空气温度补偿的继电器或脱扣器,如果制造商规定的温度范围大于表 5 规定的温度范围,而且在所声明的最低和最高温度下进行过试验,相应的脱扣电流值符合表 5 规定的 0℃ 和/或 +40℃ 的限值要求,那么在 0℃ 和/或 +40℃ 下的特性不需要进行验证。

对于电子式过载继电器,8.2.1.5.1.1.2 的热记忆试验验证应该在 +20℃ 条件下进行。

三极热过载继电器或电子式过载继电器两极通电时,应在各极的所有不同组合下按 8.2.1.5.1.2 的规定进行试验,对于整定电流可调的继电器,应在最大和最小电流整定值下进行试验。

d) 欠电流继电器

应根据 8.2.1.5.3 的规定验证动作范围。

e) 堵转继电器

应根据 8.2.1.5.4 的规定验证动作范围。

对于电流检测堵转继电器,应该在最小和最大整定电流下,以及最小和最大堵转抑制时间下进行验证(四个整定值)。

带有旋转检测的堵转继电器,应该在最小和最大堵转抑制时间下进行验证。可以通过在堵转继电器的传感器输入端施加一个合适的信号模拟传感器。

f) 阻塞继电器

应根据 8.2.1.5.5 的规定验证动作范围。

对于电流检测阻塞继电器,应该在最小和最大整定电流下,以及最小和最大阻塞抑制时间下进行验证(四个整定值)。

对于四个整定值中的每一个整定值,应该在下述条件下进行试验:

——试验电流为 95% 的整定电流值,阻塞继电器不应脱扣;

——增加试验电流至 120% 的整定电流值。阻塞继电器应该按照 8.2.1.5.5 的要求脱扣。

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。关于试验方法、试验程序、试后条件及协调配合类型的要求见 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/起动器应在模拟电动机负载条件下保持在导通状态。试前电流可以为大于控制器/起动器最小负载电流的任意电流值。闭合短路开关将短路电流施加到控制器/起动器。SCPD 应分断短路电流,控制器/起动器应耐受允通电流;

——“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单独的外壳中,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

IEC 60947-1:2007 的 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。模拟电动机负载和短接开关应具备下述特性:

- a) 模拟负载应为笼型电动机,并符合 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

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 试验方法

IEC 60947-1:2007 的 8.3.4.1.6 适用并补充如下。

控制器或起动器及与其相连的 SCPD 应按正常使用情况安装和接线,试验时,主电路每一极用最长为 2.4 m 的电缆(相应于控制器或起动器的额定工作电流选用)进行连接。

如果 SCPD 与控制器或起动器是分离的,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起动器。

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打开位置(T_0 时刻);
- b) 施加试验电压,模拟电动机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

9.3.4.1.8 记录波形图的说明

IEC 60947-1:2007 的 8.3.4.1.8 适用。

9.3.4.2 空

9.3.4.3 控制器和起动器的限制短路电流

控制器或起动器和与其相连的 SCPD 应进行 9.3.4.3.1 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。该试验模拟半导体控制的起动过程中发生短路的情况;
- b) 试验 2:旁路触头闭合,半导体被旁路的条件下进行试验。该试验模拟 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-53a 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的情况,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,断路器应调整到规定的最大整定值进行试验。

进行试验时,所有外壳的开口均应象正常时一样关上,且门或盖用提供的工具固紧。

对于适用于某一范围电动机额定值和配有可更换过载继电器的起动器,试验应在装有最大阻抗的过载继电器和装有最小阻抗的过载继电器的起动器并连同其相应的 SCPD 上进行。

在 I_n 下对试品进行 O 操作。

9.3.4.3.1 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,则应按允许的最大截断电流 (I_c) (参见 GB 13539.1—2015 的图 3) 和最大允通能量 (I^2t) 选取熔断器。

除了直接起动控制器或起动器外,应在控制器或起动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。

对于直接起动控制器或起动器,应通过闭合控制器或起动器接通短路电流,SCPД 进行分断操作。

9.3.4.3.2 试验结果

根据规定的协调配合类型,若满足下述条件,则认为控制器或起动器通过了预期短路电流 I_q 试验。两种配合类型:

- 由 SCPD 或起动器成功分断故障电流,且外壳与电源之间的熔断器或熔体或固体连接未熔断;
- 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;
- 导线或接线端子应无损坏,且导线未与接线端子分离;
- 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

- 部件不应有对壳体外的放电。控制器或过载继电器受到损坏是允许的,试后允许控制器或起动器不能继续操作;

“2”型协调配合

- 过载继电器或其他部件无损坏,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,则允许混合式控制器和起动器的触头熔焊,如果出现上述触头熔焊的情况,电器的功能应在表 11 中相应使用类别的试验条件下进行 10 次(并非 3 次)操作循环的验证;
- 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(见 5.7)相符;
- 应通过介电试验对控制器或起动器的绝缘强度进行验证,试验电压按 9.3.3.4.1d) 的规定施加。

9.3.5 EMC 试验

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。

为了进行试验需要一台电动机。电动机及其接线是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。如果所用电动机的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。

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应与控制器或起动器一起在报告中说明。试验应在额定电源电压 U_n 下、以可重复的方式进行。

对于 1 型控制器和起动器,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,以模拟控制器或起动器在最大发射或最敏感条件

(见 9.3.5.1)下的工作性能。

9.3.5.1 EMC 发射试验

9.3.5.1.1 发射试验条件

所有的发射试验均应在稳态条件下进行。

利用现有的测量设备如何测量起动过程中的发射正在考虑中。

注：频率分析的扫频时间常常大于起动时间。根据现行 IEC 61000-4 系列标准的要求，相关的测量结果只能在稳态条件下获得。

9.3.5.1.2 射频传导发射试验

试验描述、试验方法及试验布置见 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 19 规定的限值。

主电路接线中附加的高频共模滤波装置可能导致电动机起动转矩大幅降低，或者使过程控制工业中采用的不接地或高阻抗接地配电系统失效，影响系统安全。

如果为了满足表 19 的发射水平要求而必须采用滤波装置，但由于上述原因而未采用，则应采取其他的措施以防止发射水平超过表中规定的值。

表 19 射频传导发射试验端子骚扰电压限值

频带 MHz	环境 A ^a 额定输入功率 ≤ 20 kVA		环境 A ^b 额定输入功率 > 20 kVA		环境 B ^c	
	准-峰值 dB(μV)	平均值 dB(μV)	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：限值符合 GB 4824—2013 中 1 组设备的要求。

^a 定义见 IEC 60947-1。

^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。

9.3.5.1.3 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 的数字电器不要求进行 RF 发射试验。

对于某一功率范围的控制器，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 20 规定的限值。

表 20 辐射发射试验限值

频带 MHz	环境 A ^a 准峰值 dB (μV)			环境 B ^a 准峰值 dB (μV)	
	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

^a 在 3 m 测量距离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)。

9.3.5.2 EMC 抗扰度试验

对于具有类似框架尺寸的一组控制器或起动器,其控制部分由相似的电子元件组成,仅需在制造商规定的一台代表性试品上进行试验。

9.3.5.2.1 静电放电

IEC 60947-1:2007 的 8.4.1.2.2 适用并补充如下。

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。

控制器或起动器应符合表 15 判据 2 的要求。

如果控制器或起动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提醒由于静电放电可能产生的危害。

9.3.5.2.2 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。

——表 15 的性能判据 1 适用。

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。

——表 15 的性能判据 1 适用。

9.3.5.2.3 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。

控制器或起动器应符合表 15 中性能判据 2 的要求。

9.3.5.2.4 浪涌(1.2/50 μs~8/20 μs)

IEC 60947-1:2007 的 8.4.1.2.5 适用。

控制器或起动器应符合表 15 中性能判据 2 的要求。

9.3.5.2.5 谐波和转换缺口

无要求,试验水平正在研究中。

9.3.5.2.6 电压暂降和短时中断

IEC 60947-1:2007 的 8.4.1.2.8 适用,并且控制器或起动器应符合表 15 中性能判据 3 的要求,但对

于持续 0.5 周波和 1 周波的情况,表 15 的性能判据 2 适用。

9.3.6 常规试验和抽样试验

常规试验是在每台控制器或起动器上进行的试验,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。

9.3.6.1 一般要求

常规试验应在 9.1.2 规定的型式试验相同或等效的条件下进行,而 9.3.6.2 规定的验证动作范围试验可在室温下,在单独的过载继电器上进行,但可能需要对正常使用温度条件下的情况进行修正。

9.3.6.2 动作及动作范围

应进行下述 2 项试验:

- a) 应按照表 12 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 $85\%U_n$ 和 $85\%U_n$ 条件下进行,一次在 $110\%U_n$ 和 $110\%U_n$ 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。
应验证过载继电器的刻度,对于延时过载继电器,各极可通以同一整定电流倍数的电流,以验证脱扣时间(在规定允差范围内)与制造商提供的曲线一致,对于欠电流继电器、堵转继电器和阻塞继电器,应进行试验验证其动作性能(见 8.2.1.5.3、8.2.1.5.4 和 8.2.1.5.5)。

9.3.6.3 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起动器上进行。

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。

- a) 冲击耐受电压
IEC 60947-1:2007 的 8.3.3.4.2 1)适用。
- b) 工频耐受电压
IEC 60947-1:2007 的 8.3.3.4.2 2)适用。
- c) 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 a)和 b)的试验,正弦波的峰值与上述 a)和 b)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为了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 半导体控制器和起动机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(见表 A.1)。

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或起动机(见 5.2.5.3),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。

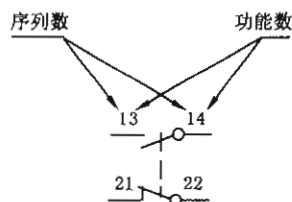
A.2.3 辅助电路接线端子的标志和识别

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。

下列例子说明如何标志。



A.2.3.1 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:

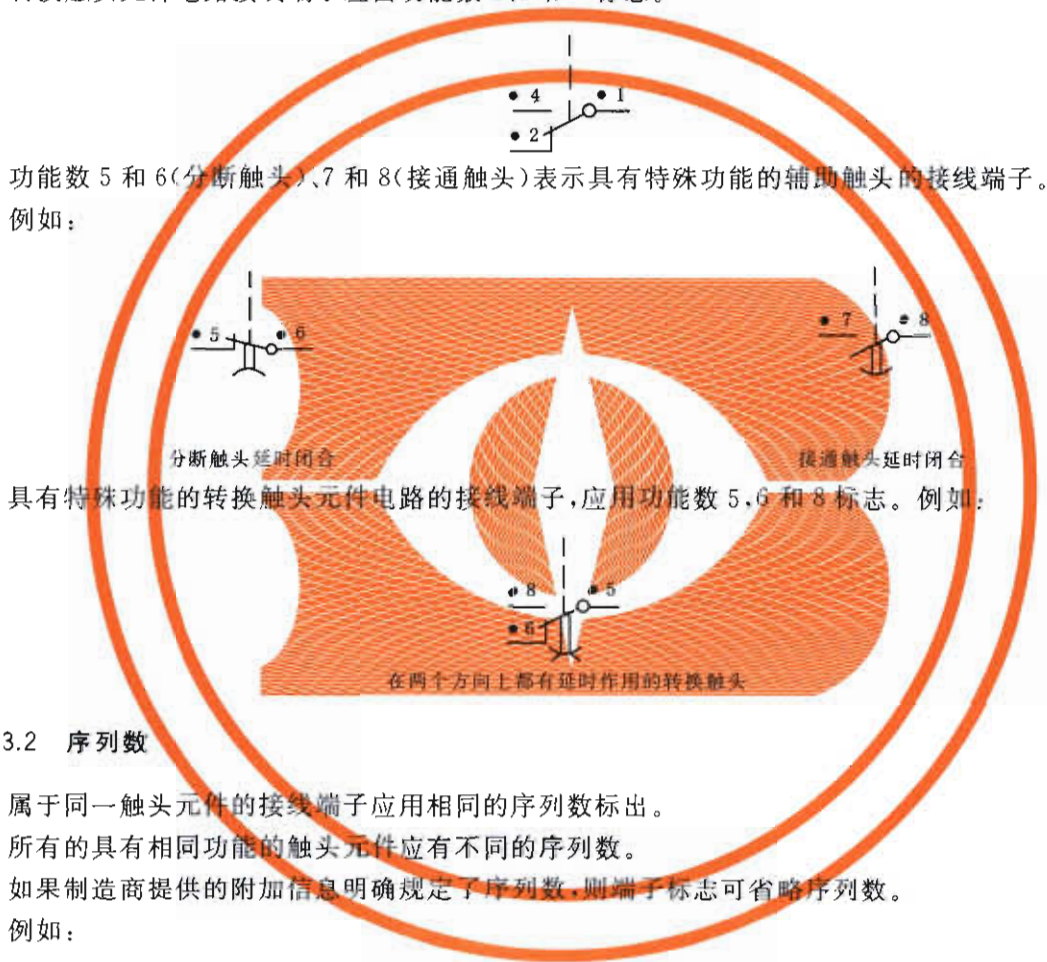


注 2: 上面的圆点代表顺序号,根据应用情况填上相适用的数字。

转换触头元件电路接线端子应由功能数 1、2 和 4 标志。

功能数 5 和 6(分断触头)、7 和 8(接通触头)表示具有特殊功能的辅助触头的接线端子。

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:

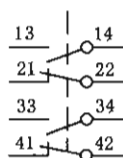
A.2.3.2 序列数

属于同一触头元件的接线端子应用相同的序列数标出。

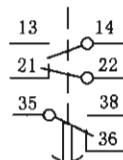
所有的具有相同功能的触头元件应有不同的序列数。

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:



四触头元件



三触头元件

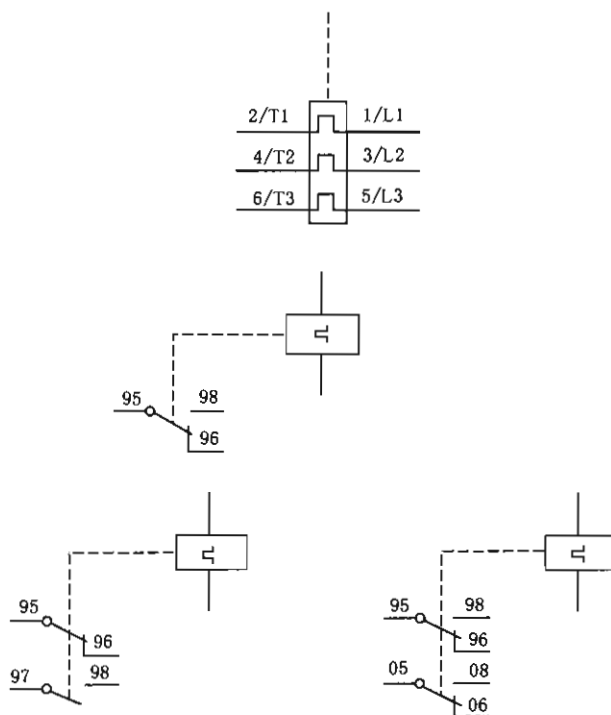
A.3 过载继电器接线端子的标志和识别

过载继电器主电路的接线端子应与控制器和起动器主电路接线端子的标志方法一致(见 A.2.1)。

过载继电器的辅助电路的接线端子应与具有规定功能的控制器和起动器辅助电路的接线端子标志方法一致(见 A.2.3)。

序列数规定为 9, 如果要求第二个序列数可用数字 0。

例如:



另外,接线端子可由电器提供的接线图来识别。

附 录 B

空

附录 C (规范性附录)

起动器和相应的 SCPD 在交点电流处的协调配合

C.1 范围

本附录规定了起动器和 SCPD 配合使用时,用于验证起动器中过载保护电器性能的试验方法。

C.2 概述和定义

C.2.1 概述

本附录规定了验证起动器和 SCPD 在起动器和 SCPD 制造商提供的时间-电流特性交点电流 I_{co} 附近的特性及验证 8.2.5.1 中所述的协调配合类型的不同的试验方法。

起动器和 SCPD 在交点电流附近的协调配合可用 C.3 特殊试验中规定的直接法验证,或者对于“2”型协调配合,也可用 C.6 中规定的间接法验证。

C.2.2 术语和定义

C.2.2.1

交点电流 crossover current

I_{co}

过载继电器和相应 SCPD 的时间-电流特性的平均值曲线或规定曲线的交点处的电流。

注:平均值曲线是指由制造商提供的时间-电流特性允差推算出来的平均值构成的曲线。

C.2.2.2

试验电流 test current

I_{cd}

大于 I_{co} 的试验电流(包括允差在内),该电流由制造商规定并按表 C.1 的规定进行验证。

C.2.2.3 控制器/起动器的时间-电流特性耐受能力

控制器/起动器能够耐受的、随时间变化的电流曲线。

C.3 用直接法验证交点电流处协调配合的试验条件

起动器及与其相连的 SCPD 应象正常使用一样安装和接线,所有试验均自冷态开始。

C.4 试验电流和试验电路

除瞬态恢复电压不需调整外,试验电路应符合 IEC 60947-1:2007 中 8.3.3.5.2 的规定。试验电流为:

—— $0.75I_{co} \cdot \frac{0}{5N}$ 和

—— $1.25I_{co} \cdot \frac{+5N}{0}$

试验电路的功率因数应符合表 11 的规定。对于高阻抗的小继电器,则主要使用电感器以获得尽可能低的功率因数,恢复电压为额定工作电压的 1.05 倍。

SCPD 应如 8.2.5.1 所述且具有与 9.3.4.3 试验中所使用的 SCPD 相同的额定值及特性。

连接方式应当使得过载继电器动作时起动器断开。若有线圈,则线圈应由一独立的电源供电,电源电压为线圈的额定控制电源电压。

C.5 试验程序及试验结果

C.5.1 试验程序

起动器和 SCPD 保持闭合,由另外的接通电器接通 C.4 规定的试验电流,每一种情况下试验电器均处于室温条件。

每次试验后均需要检查 SCPD,如有必要,复位过载继电器和断路器的脱扣器,或当至少有一相熔断器熔断时,更换全部熔断器。

C.5.2 试验结果

在 C.4 中较小电流试验后,SCPD 不应动作而过载继电器或脱扣器动作使起动器断开,起动器应无损坏。

在 C.4 中较大电流试验后,SCPD 应在起动器之前动作,起动器应满足 9.3.4.3.2 中制造商规定的相应协调配合类型的条件。

C.6 用间接法验证交点电流处的协调配合特性

C.6.1 一般要求

注:对“1”型协调配合,间接法可能会不同于本附录所述,其方法尚在考虑中。因此,间接法仅适用于“2”型协调配合在交点电流处的配合。

间接法是通过一曲线图(见图 C.1)验证交点电流处的协调配合特性是否满足下述条件:

- 由制造商提供的、自冷态开始的过载继电器/脱扣器的时间-电流特性,应能表明脱扣时间是如何随电流上升(至少至 I_{co})而变化的;这一曲线在电流小于 I_{co} 时应位于 SCPD 时间-电流特性的下方;
- 起动器的 I_{ca} (试验方法见 C.6.2)应大于 I_{co} ;
- 控制器时间-电流耐受特性(见 C.6.3)在电流小于 I_{co} 时应位于过载继电器时间-电流特性(自冷态开始)的上方。

C.6.2 电流 I_{ca} 试验

9.3.4.1 适用并补充如下规定:

- 试验程序:控制器或起动器应能按表 C.1 规定的条件和操作次数接通和分断试验电流 I_{ca} ,试验时电路中不接入 SCPD。

表 C.1 试验条件

	U_t/U_c	$\cos\varphi$	导通时间(见注 2) s	截止时间 s	操作次数
I_{cd}	1.05	见注 1	0.05	见注 3	3

注 1: 功率因数按照 IEC 60947-1:2007 中表 16 进行选择。
 注 2: 若触头在重新断开之前已完全闭合到底, 允许小于 0.05 s。
 注 3: 见表 11。

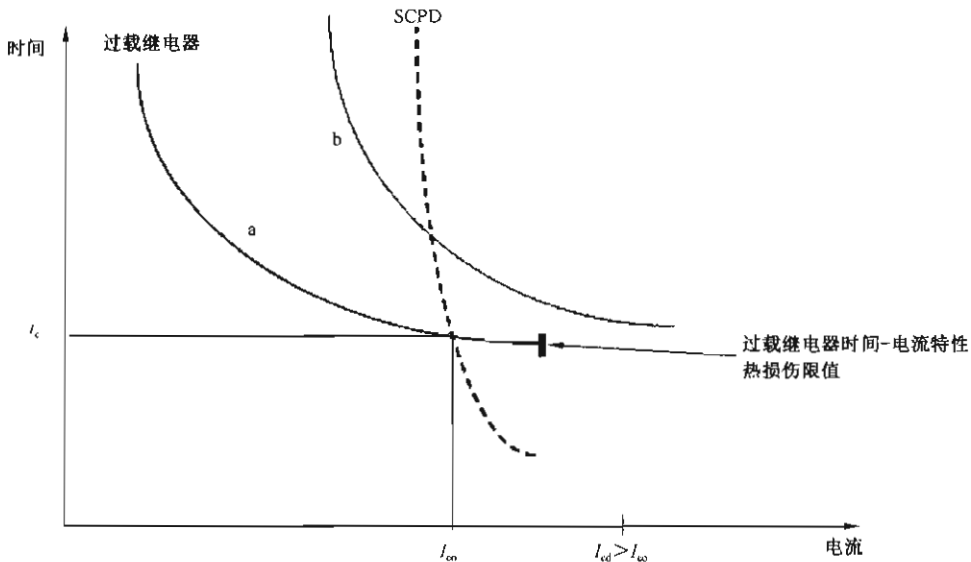
—— I_{cd} 电流试验过程中及试后控制器或起动器的性能:

- a) 试验过程中, 不应发生持续燃弧、相间飞弧、接地回路中的熔断体熔断(见 9.3.4.1.2)或触头熔焊;
- b) 试后性能:
 - 1) 当由适当的控制方式进行操作时, 控制器或起动器应能正确动作;
 - 2) 控制器和起动器应通过介电性能试验验证其介电性能, 试验电压为正弦, 电压值为 I_{cd} 电流试验时所采用的额定工作电压 U_c 的 2 倍但不小于 1 000 V, 试验电压按 9.3.3.4.1b 3)i) 和 b)3)ii) 的规定施加 5 s。

C.6.3 控制器/起动器的时间-电流特性耐受能力

该特性由制造商规定, 电流至少至 I_{∞} 。

该特性对于控制器/起动器在室温下起动的过载电流是有效的。控制器/起动器在两次过载试验之间所需的最小冷却时间由制造商规定。

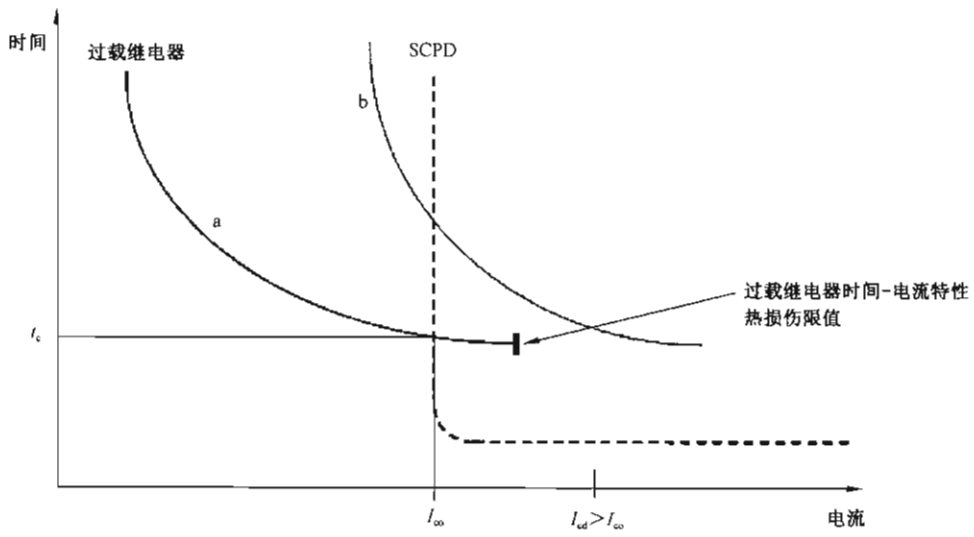


a: 自冷态起的过载继电器时间-电流特性平均值曲线。

b: 控制器时间-电流特性耐受能力。

a) 与熔断器配合

图 C.1 时间-电流耐受特性示例



a: 自冷态起的过载继电器时间-电流特性平均值曲线。

b: 控制器时间-电流特性耐受能力。

b) 与断路器配合

图 C.1 (续)

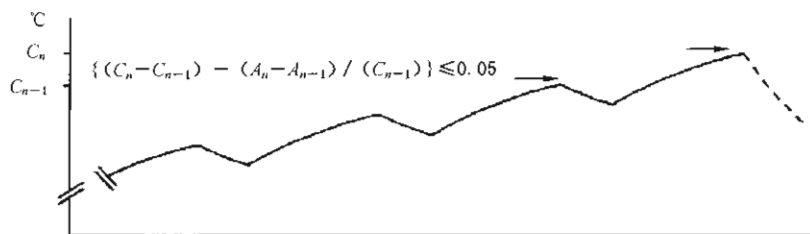
附 录 D

空

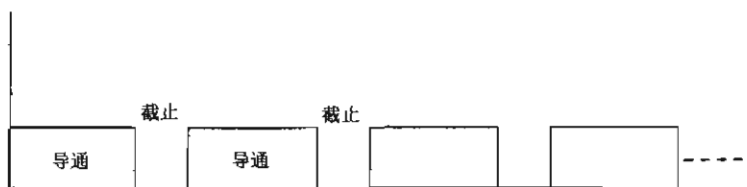
附 录 E

空

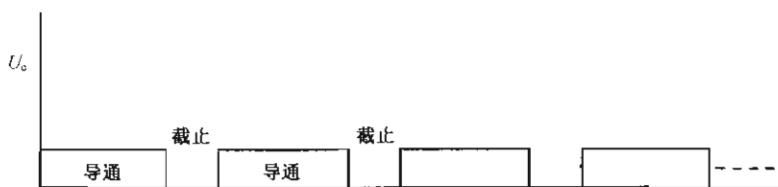
附录 F
(资料性附录)
操作性能



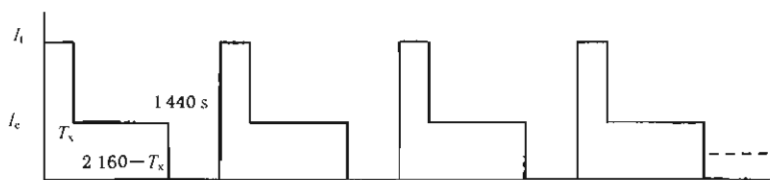
温升的一般特性



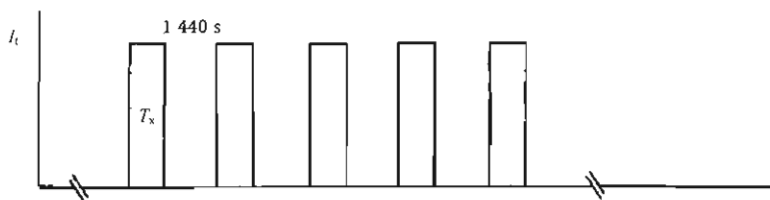
带载/不带载操作循环



控制电压 U_c



AC-52a、AC-53a、AC-58a 试验电流特性



AC-52b、AC-53b、AC-58b 试验电流特性

图 F.1 热稳定试验描述

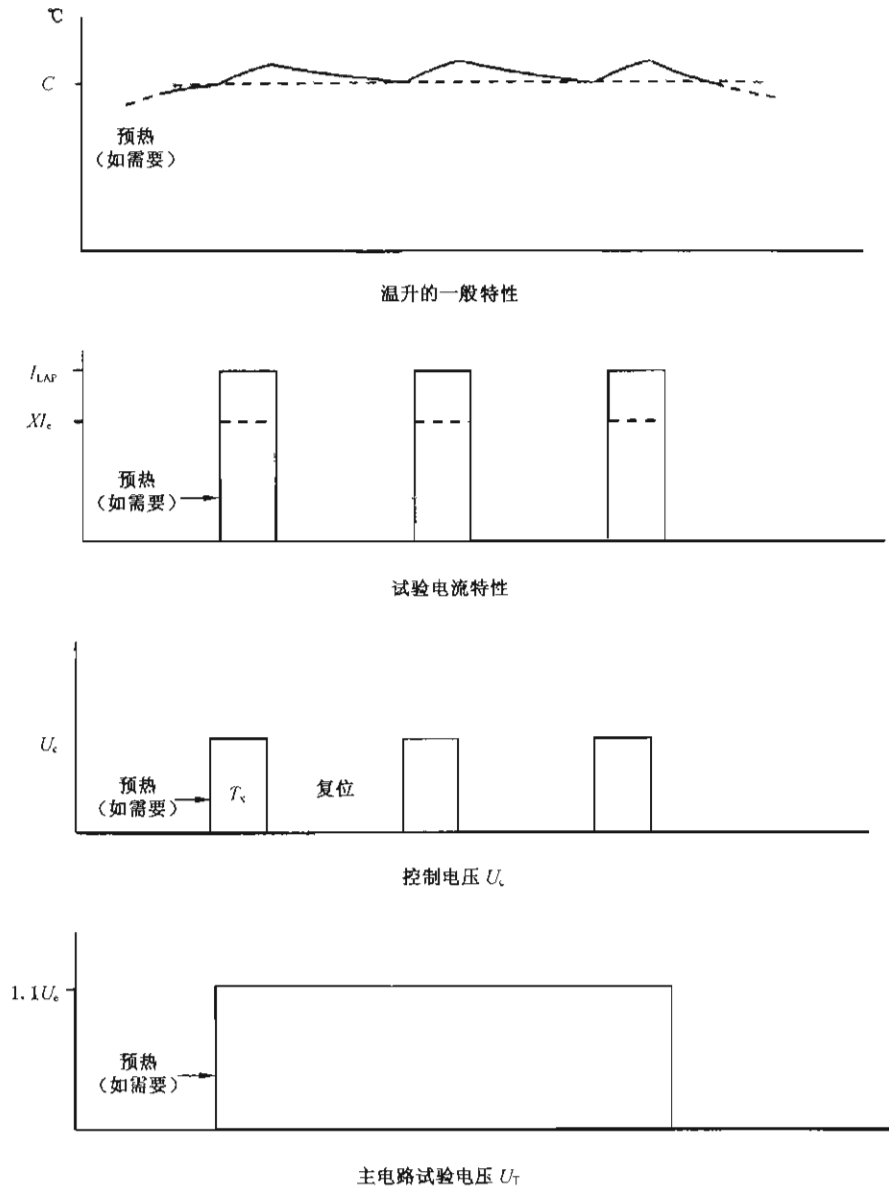


图 F.2 过载性能试验描述

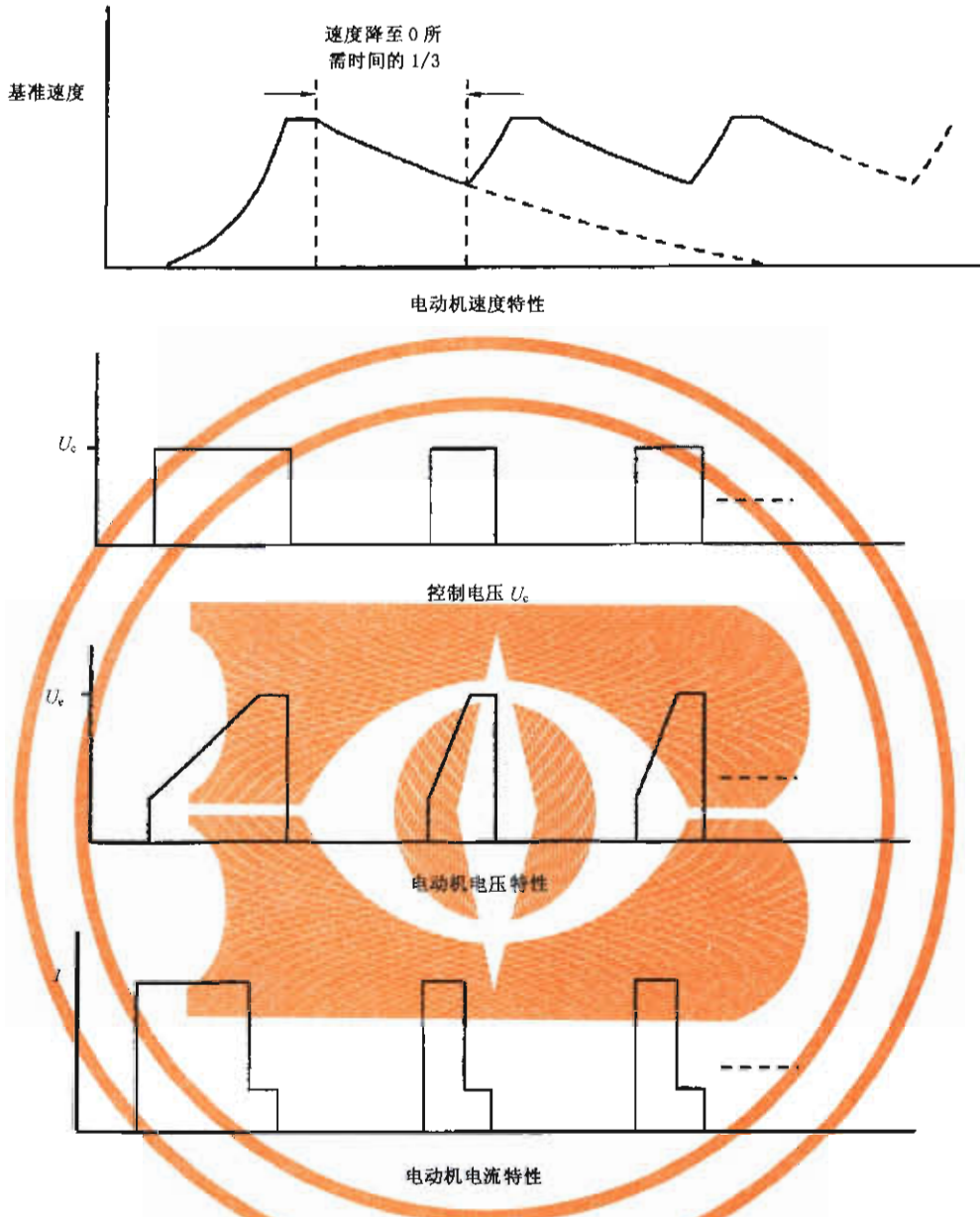


图 F.3 关断和转换能力试验描述

附录 G
(资料性附录)
控制电路配置举例

G.1 外部控制电器(ECD)

G.1.1 ECD 的定义

影响控制器控制的任何外部元件。

G.1.2 ECD 的图示

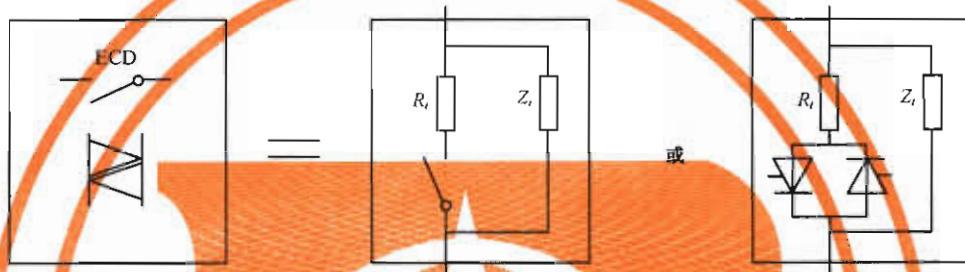


图 G.1 ECD 的图示

G.1.3 ECD 的参数

— R_i : 内阻;

— Z_i : 内部泄漏阻抗。

注: 如果 ECD 是机械按钮, 则 R_i 常常可以忽略, Z_i 可看作无穷大。

G.2 控制电路的配置

G.2.1 具有外部控制电源的控制器

G.2.1.1 单电源和控制输入

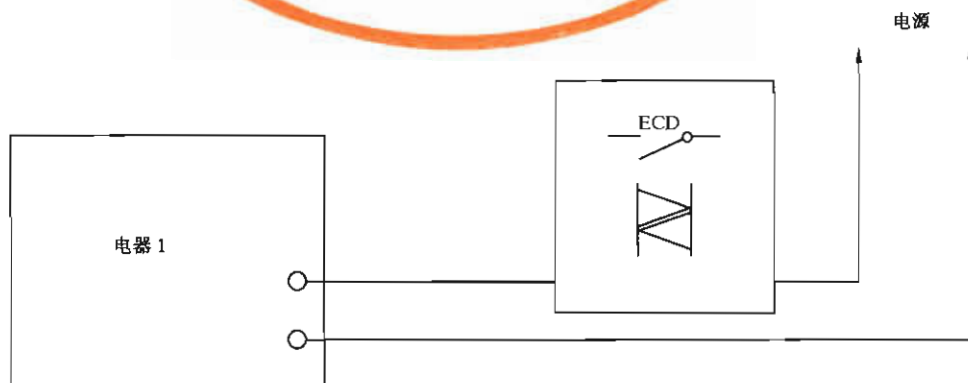
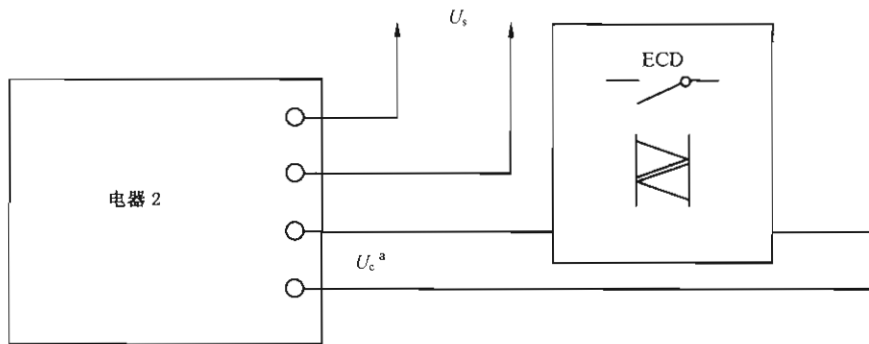


图 G.2 单电源和控制输入

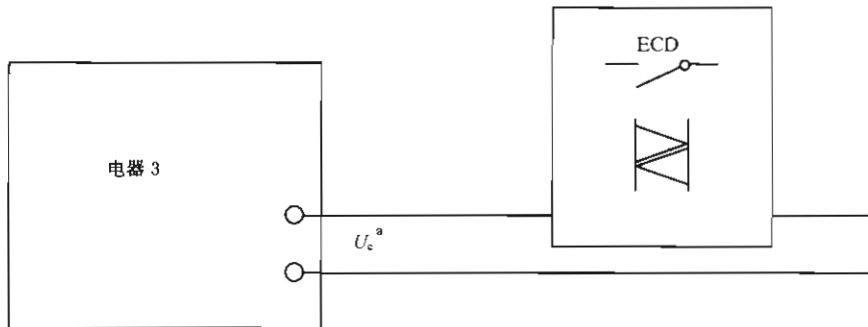
G.2.1.2 独立电源和控制输入



^a 处于断开状态

图 G.3 独立电源和控制输入

G.2.2 仅有内部控制电源和控制输入的控制器的



^a 处于断开状态

图 G.4 仅有内部控制电源和控制输入的控制器的

附 录 H

空

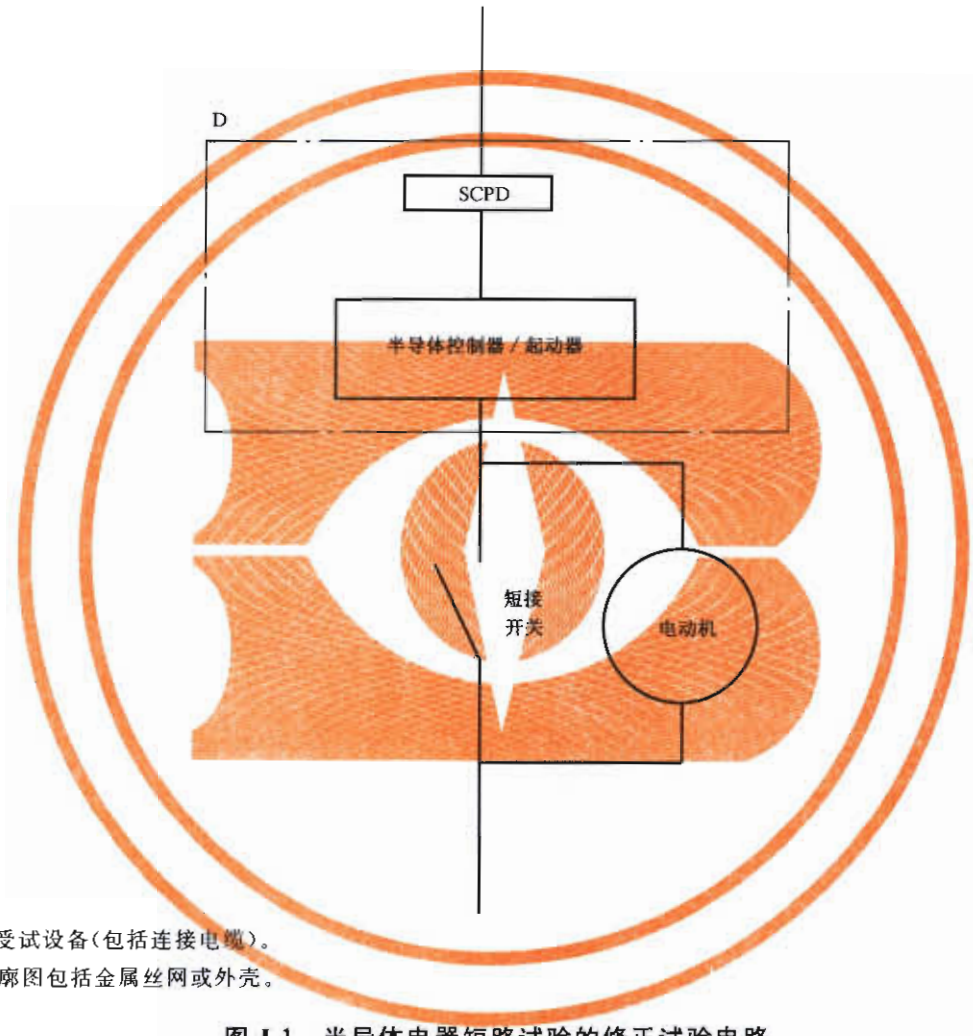
附录 I

(规范性附录)

电动机半导体控制器和起动器短路试验的修正试验电路

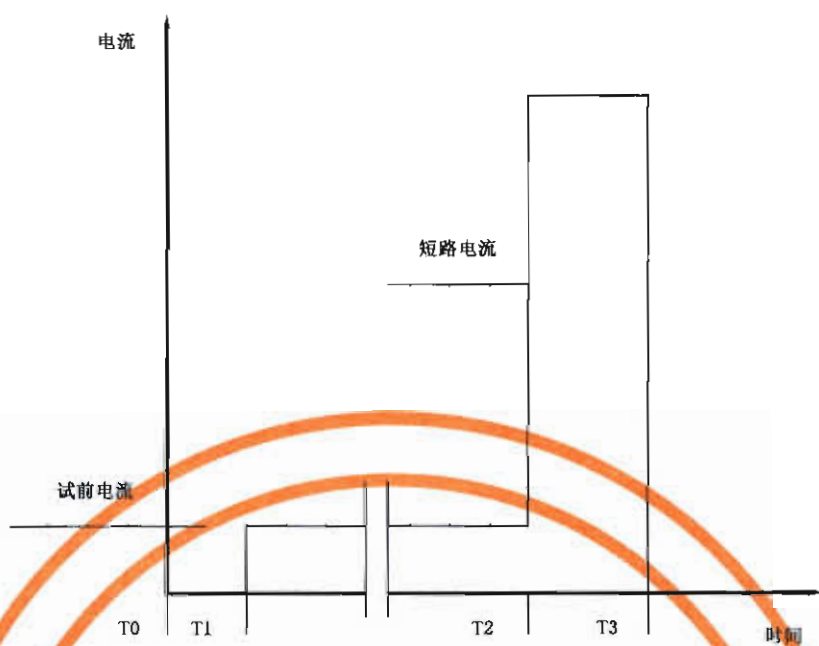
短路试验标准的试验电路图见 IEC 60947-1:2007 的图 9~图 12。

图 I.1 所示为半导体控制器短路试验标准试验电路一相的改动。多极电器进行试验时,每一极电路的修改方法均相同。改动如图 I.1 所示。



D——受试设备(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

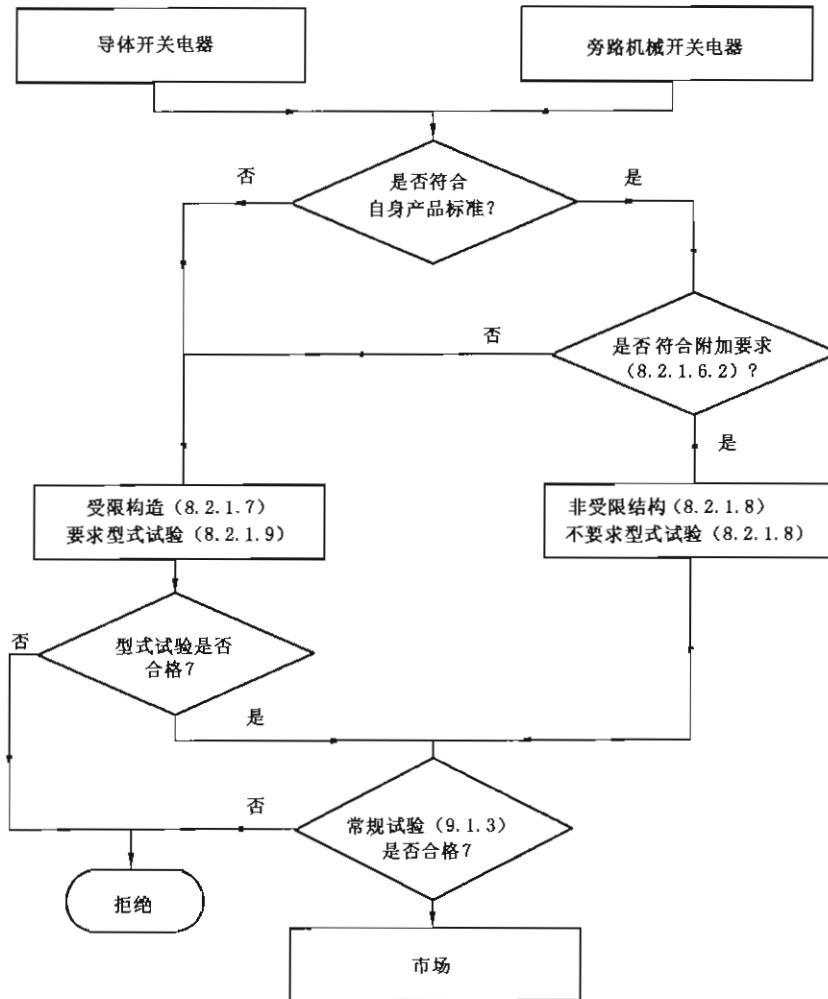


- T0——短接开关断开(9.3.4.1.6a)；
- T1——试验电路通电(9.3.4.1.6b)；
- T2——短接开关闭合(9.3.4.1.6c)；
- T3——SCPD 消除故障。

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



附录 K (规范性附录)

电子式过载继电器的扩展功能

K.1 范围

K.1.1 一般要求

本附录规定了不直接与过载保护相关的电子式过载继电器的扩展功能。

本部分未规定的过载继电器的功能要符合包括该功能的相关标准(例如 IEC 60255 系列、IEC 60947-5 系列)的要求。

本附录只适用于交流电路中使用的电子式过载继电器。

K.1.2 剩余电流保护

使用可检测剩余电流的电器作为保护系统。这种电器常与电子式过载继电器配合使用或作为一个内置部件使用以检测设备或电动机的剩余电流,可以对由于过流保护功能无法检测到的连续性的接地故障引起的火灾和其他危险提供附加防护。不考虑由于存在直流分量而引起的故障。

K.2 术语和定义

下列定义适用于本附录。

K.2.1

具有剩余电流(接地故障)保护功能的电子式过载继电器 **electronic overload relay with residual current (earth fault) function**

根据规定的要求,当主电路中电流的矢量和超过规定值时动作的多极电子式继电器。

K.2.2

具有电流或电压不平衡保护功能的电子式过载继电器 **electronic overload relay with current or voltage asymmetry function**

根据规定的要求,当电流或电压幅值不平衡时动作的电子式过载继电器。

K.2.3

具有反相保护功能的电子式过载继电器 **electronic overload relay with phase reversal function**

根据规定的要求,当起动器电源侧的相序不正确时动作的多极电子式过载继电器。

K.2.4

具有过电压保护功能的电子式过载继电器 **over-voltage sensitive electronic overload relay**

根据规定的要求,当发生过载和电压超过规定值时动作的电子式过载继电器。

K.2.5

抑制电流 **inhibit current**

I_{ic}

故障电流超过该保护设定值,开关电器不应被触发断开。

K.3 电子式过载继电器的分类

- a) 电流和电压不平衡继电器或脱扣器；
- b) 过电压继电器或脱扣器；
- c) 剩余电流(接地故障)保护继电器或脱扣器；
- d) 反相保护继电器或脱扣器。

K.4 继电器的型式

A 型:A 型电子式过载继电器在所有水平的故障电流情况下都能断开开关设备；
 B 型:B 型电子式过载继电器在大于设定电流水平 I_{ic} (抑制电流)的情况下不能断开开关设备。

K.5 性能要求

K.5.1 电子式剩余电流保护过载继电器的动作范围

剩余电流过载继电器与开关电器配合使用时,应该在表 K.1 给定的条件下动作使得开关电器断开。对于接地故障电流整定值为一个范围的继电器或脱扣器,继电器的动作限值应在最小整定值和最大整定值下验证。

表 K.1 电子式剩余电流保护过载继电器的动作时间

剩余电流整定值的倍数	脱扣时间 T_p ms
≤ 0.9	不动作
1.1	$10 < T_p \leq 1\ 000$

K.5.2 B 型电子式剩余电流保护继电器的动作范围

K.5.1 适用并补充如下:

与开关电器配合使用时,当存在剩余故障电流时,如果任意一相的故障过电流达到或超过设定的抑制电流 I_{ic} (见 T.4)的 95%时, B 型电子式剩余电流保护继电器不应使开关电器动作;当任意一相的故障过电流为小于或等于 75% I_{ic} 时, B 型电子式剩余电流保护继电器应动作并使得开关电器断开。

K.5.3 电压不平衡继电器的动作范围

当电压不平衡度大于电压不平衡度整定值的 1.2 倍时,电压不平衡继电器应能动作并使得相关的开关电器在不超过 120%的整定时间内断开,且应能防止开关电器闭合。

K.5.4 反相保护继电器的动作范围

当起动器电源侧的电压相序与预定的电压相序一致时,反相保护继电器应允许相关开关电器闭合。交换两相的顺序后,反相继电器应能防止开关电器闭合。

K.5.5 电流不平衡保护继电器的动作范围

当电流不平衡度大于电流不平衡度整定值的 1.2 倍时,与开关电器配合使用的电流不平衡继电器

应能动作并使得开关电器在 120% 整定时间内断开。

K.5.6 过电压继电器和脱扣器的动作范围

a) 动作电压

当电源电压大于规定值(如有)或在规定时间内持续大于继电器或脱扣器额定电压的 110% 时,过电压继电器或脱扣器应动作并使得开关电器断开,且应能防止开关电器闭合。

b) 动作时间

对于延时过电压继电器或脱扣器,延时时间的测量应从电压达到动作值瞬间起至继电器动作使开关电器脱扣的瞬间止。

K.6 试验

K.6.1 A 型电子式剩余电流保护继电器的动作范围

动作限值见 K.5.1,按如下规定进行验证。

对于剩余电流整定值可调的过载继电器,试验应在最小和最大电流整定值进行。

试验电路见图 K.1。功率因数 ≥ 0.8 ,在任意方便的电压和电流条件下进行。

试验电路应根据适用情况,在表 K.1 规定的每一个剩余动作电流值下进行校准,开关 S1 处于闭合位置,闭合开关 S2 就会迅速建立剩余电流。

K.6.2 B 型电子式剩余电流保护继电器的动作范围

K.6.1 适用并补充如下。

过电流动作范围应符合 K.5.2 的要求并按如下要求验证。

试验应带三相负载,接线按照图 K.1。功率因数 ≥ 0.8 ,在任意方便的主电路电压和电流条件下进行。

对于剩余电流整定值可调的过载继电器,试验应在最小整定值下进行。

对于抑制电流 I_{ic} 可调的过载继电器,试验应分别在最小和最大 I_{ic} 整定值下进行。

调整阻抗 Z 使流过电路的电流等于:

a) 95% 的抑制电流 I_{ic}

开关 S1 处于闭合位置,闭合开关 S2 建立剩余电流。

过载继电器不应脱扣。

b) 75% 的抑制电流 I_{ic}

开关 S1 处于闭合位置,闭合开关 S2 建立剩余电流。

过载继电器应脱扣。

K.6.3 电流不平衡继电器

电流不平衡继电器的动作范围按照 K.5.5 进行验证。

K.6.4 电压不平衡继电器

电压不平衡继电器的动作范围按照 K.5.3 进行验证。

K.6.5 反相保护继电器

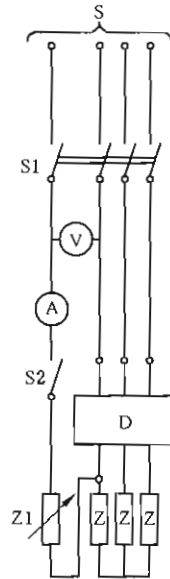
反相保护继电器的动作范围按照 K.5.4 进行验证。

K.6.6 过电压继电器

过电压继电器的动作范围按照 K.5.6 进行验证。

K.7 常规试验和抽样试验

具有扩展功能的电子式过载继电器,除了进行 9.3.6 的试验之外,还应该按照 K.5 的要求进行附加试验以验证其相关的附加功能。



- | | | |
|-------------|-------------|---------------|
| S —— 电源; | V —— 电压表; | A —— 电流表; |
| S1 —— 多极开关; | S2 —— 单极开关; | D —— 被试过载继电器; |
| Z —— 负载电路; | Z1 —— 可调阻抗。 | |

图 K.1 验证电子式剩余电流保护过载继电器动作特性的试验电路

参 考 文 献

- [1] GB/T 4365—2003 电工术语 电磁兼容(IEC 60050-161:1990, IDT)
- [2] GB/T 5465.2—2008 电气设备用图形符号 第2部分:图形符号(IEC 60417 DB:2007, IDT)
- [3] GB/T 15969.2—2008 可编程序控制器 第2部分:设备要求和测试(IEC 61131-2:2007, IDT)
- [4] 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)
- [5] GB/T 17626.11—2008 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验(IEC 61000-4-11:2004, IDT)
- [6] IEC 60050-441:1984 International Electrotechnical Vocabulary (IEV)—Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses
- [7] IEC 60146 (all parts) Semiconductor convertors—General requirements and line commutated convertors
- [8] IEC 60255 (all parts) Measuring relays and protection equipment
- [9] IEC 60947-5 (all parts) Low-voltage switchgear and controlgear—Part 5-1: Control circuit devices and switching elements
- [10] IEC/TR 61000-2-1:1990 Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 2: Environment—Section 1: Description of the environment—Electromagnetic environment for low-frequency conducted disturbances and signalling in public power supply systems
- [11] IEC 61000-3-2:2005 Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 3-2: Limits—Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)
Amendment 1 (2008)
Amendment 2 (2009)
- [12] IEC 61000-4-2:2008 Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4-2: Testing and measurement techniques—Electrostatic discharge immunity test
- [13] IEC 61000-4-3:2006 Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4-3: Testing and measurement techniques—Radiated radio-frequency electromagnetic field immunity test
Amendment 1 (2007)
Amendment 2 (2010)
- [14] IEC 61000-4-4:2004 Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4-4: Testing and measurement techniques—Electrical fast transient/burst immunity test
Amendment 1 (2010)
- [15] IEC 61000-4-6:2008 Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4-6: Testing and measurement techniques—Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields
-

GB/T 14048.6-2016/IEC 60947-4-2:2011

中华人民共和国
国家标准
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)

GB/T 14048.6—2016/IEC 60947-4-2:2011

*

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 5.25 字数 160 千字
2016年9月第一版 2016年9月第一次印刷

*

书号:155066·1-54892 定价 69.00 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 14048.6-2016