



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 14048.4—2020  
代替 GB/T 14048.4—2010

## 低压开关设备和控制设备 第 4-1 部分：接触器和电动机起动器 机电式接触器和电动机起动器 (含电动机保护器)

Low-voltage switchgear and controlgear—Part 4-1: Contactors and motor-starters—  
Electromechanical contactors and motor-starters (Including motor protector)

(IEC 60947-4-1:2018, Low-voltage switchgear and controlgear—  
Part 4-1: Contactors and motor-starters—Electromechanical contactors and  
motor-starters, MOD)

2020-09-29 发布

2021-04-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

前言 .....	I
引言 .....	IV
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义、符号和缩略语 .....	3
4 分类 .....	11
5 接触器和起动器的特性 .....	11
6 产品资料 .....	23
7 正常的使用、安装和运输条件 .....	26
8 结构和性能要求 .....	26
9 试验 .....	46
附录 A (规范性附录) 接触器及相应的过载继电器接线端子的标志和识别 .....	69
附录 B (规范性附录) 特殊试验 .....	71
附录 C (资料性附录) 起动器典型特性 .....	78
附录 D (规范性附录) 提交制造商与用户协议的条款 .....	84
附录 E 空 .....	85
附录 F (规范性附录) 与电源触头相连的辅助触头的要求(镜像触头) .....	86
附录 G (资料性附录) 电动机用开关电器的额定工作电流和额定工作功率 .....	89
附录 H (规范性附录) 电子式过载继电器的扩展功能 .....	94
附录 I (资料性附录) 用于半导体控制电动机负载的 AC-1 接触器 .....	96
附录 J 空 .....	97
附录 K (规范性附录) 确定功能安全应用中所用机电式接触器数据的步骤 .....	98
附录 L (规范性附录) 安全场合(特别是爆炸性环境)用机电式过载保护电器的评定程序 .....	100
附录 M (规范性附录) 光伏(PV)应用中的直流接触器 .....	115
附录 N (规范性附录) 带保护隔离的设备的附加要求和试验 .....	122
附录 O (资料性附录) 负载监测 .....	125
附录 P (规范性附录) MPSD 的短路分断试验 .....	129
附录 Q (规范性附录) 短路条件下同一电路中的 MPSD 与另一短路保护电器间的协调配合 .....	133
参考文献 .....	139

## 前 言

GB/T 14048《低压开关设备和控制设备》由以下部分组成：

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

本部分为 GB/T 14048 的第 4-1 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB/T 14048.4—2010《低压开关设备和控制设备 第 4-1 部分：接触器和电动机起动器 机电式接触器和电动机起动器(含电动机保护器)》。本部分与 GB/T 14048.4—2010 相比，主要技术变化如下：

- 修改了可逆起动器的定义。
- 增加了电动机保护开关电器 MPSD 的相关要求及试验。
- 增加了安全方面相关的一些要求，包括：
  - 一般要求；
  - 受限能源的电路；
  - 电子电路；
  - 安全场所用的机电式过载保护电器的评定程序(见附录 L)。
- 为了适应更高能效等级电机的使用条件，增加高转子堵转电流的相关规定。
- 增加了专用接线附件的要求。

- 增加了吸合功耗的测量。
- 与 IEC 60947-1A2:2014 最新内容保持一致。
- 增加了光伏应用的相关直流要求(见附录 M)。
- 增加了负载监测的内容(见附录 O)。
- 增加了短路情况下 MPSD 和在同一电路中的其他短路保护设备的协调配合(见附录 Q)。
- 删除了原附录 J 电子式过载继电器的通信功能。

本部分使用重新起草法修改采用 IEC 60947-4-1:2018《低压开关设备和控制设备 第 4-1 部分:接触器和电动机起动器 机电式接触器和电动机起动器》。

本部分与 IEC 60947-4-1:2018 的技术性差异及其原因如下:

——关于规范性引用文件,本部分做了具有技术性差异的调整,以适应我国的技术条件,调整的情况集中反映在第 2 章“规范性引用文件”中,具体调整如下:

- 用等同采用国际标准的 GB/T 755—2019 代替了 IEC 60034-1:2017;
- 用等同采用国际标准的 GB/T 21210—2016 代替了 IEC 60034-12:2016;
- 用等同采用国际标准的 GB/T 32891.1 代替了 IEC 60034-30-1;
- 用修改采用国际标准的 GB/T 156 代替了 IEC 60038;
- 用等同采用国际标准的 GB/T 2423.22—2012 代替了 IEC 60068-2-14:2009;
- 用修改采用国际标准的 GB/T 3836.15—2017 代替了 IEC 60079-14;
- 用等同采用国际标准的 GB/T 11021—2014 代替了 IEC 60085:2007;
- 用等同采用国际标准的 GB/T 16895.1—2008 代替了 IEC 60364-1:2005;
- 用等同采用国际标准的 GB/T 16895.32 代替了 IEC 60364-7-712;
- 用等同采用国际标准的 GB/T 14536.1 代替了 IEC 60730-1;
- 用修改采用国际标准的 GB/T 14048.1—2012 代替了 IEC 60947-1:2007+AMD1:2010;
- 用修改采用国际标准的 GB/T 14048.2—2020 代替了 IEC 60947-2:2019;
- 用修改采用国际标准的 GB/T 14048.5—2017 代替了 IEC 60947-5-1:2016;
- 用等同采用国际标准的 GB/T 10194 代替了 IEC 61051-2;
- 用等同采用国际标准的 GB/T 17045—2008 代替了 IEC 61140:2016;
- 用等同采用国际标准的 GB/T 21711.1—2008 代替了 IEC 61810-1;
- 用等同采用国际标准的 GB/T 2828.1—2012 代替了 ISO 2859-1:1999;
- 用修改采用国际标准的 GB/T 2893.2 代替了 ISO 3864-2;
- 增加引用了 GB/T 2423.2—2008;
- 增加引用了 GB/T 3956—2008;
- 增加引用了 GB/T 14048.3—2017;
- 增加引用了 GB 21518。

——交流额定电压 1 140 V 的电器可参照本部分执行。有关电器的性能等要求由制造商和用户协商确定。

——根据 GB/T 156—2017 的规定,在 5.3.1.1.1 中将“230/400 V 或 400 V(50 Hz)”改为“220/380 V 或 380 V(50 Hz)”,删除 277/480 V 或 480 V(60 Hz)的示例。

——依据 GB 21518 最新的修订内容修改了功耗测量的方法。

——表 11 中对于 630 A 以上的符合 AC-3e 使用类别的产品规定了最小试验电流 5 040 A。

——与 8.3.1 的规定保持一致,删除了 9.4.2.7 和 9.4.2.8 的内容。

本部分做了下列编辑性修改:

为与我国标准体系一致,将标准名称改为《低压开关设备和控制设备 第 4-1 部分:接触器和电动机起动器 机电式接触器和电动机起动器(含电动机保护器)》;

——删除了术语和定义的索引。

——分析 IEC 60947:2007/A2:2014 的修改内容之后,由于技术内容无差异,从而删除 5.5、6.3、第 7 章、8.1.2.1、8.2.2.9、8.2.3.2、9.1.2、9.3.2、9.3.3.2.1.1、9.3.3.2.2、9.4.1、H.1、M.7.1、M.9.8、P.3.2、P.4.2、Q.1 对于 IEC 60947:2007/A2:2014 引用;将 IEC 60947:2007/A2:2014 的技术修订内容分别纳入相应条款后,删除了 8.1.2.2、8.1.4、8.2.2.6、8.2.5.3.2、8.3.3、9.2.1、9.3.3.3.1、9.3.3.4.1、9.3.4.2.4 和附录 N 中对于 IEC 60947:2007/A2:2014 引用。

——修改 8.2.5.1 中 SCPD 试验要求(见 9.3.4.2.2 和 9.3.4.2.3)。

——增加了 8.3.3.1 一般要求,同时调整后续两个子条款的编号。

——修改 N.3.1 中 IEC 61140:2016 的引用条款“4.2 和 4.3”为 GB/T 17045—2008 的“4.1 和 4.2”。

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、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)、施耐德电气(中国)有限公司上海分公司、上海良信电器股份有限公司、浙江天正电气股份有限公司、德力西电气有限公司、苏州西门子电器有限公司、上海电器股份有限公司人民电器厂、常安集团有限公司、环宇集团浙江高科股份有限公司、上海诺雅克电气有限公司、浙江人民电器有限公司、苏州万龙电气集团股份有限公司、浙江兆正机电有限公司、上海巢安电气有限公司。

本部分主要起草人:栗惠、郑捷欣、肖体锋、顾怡文、张东进、谢强强、靳海富、李新叶、朱林、乐莺、王旭川、潘如新、王海渊、包志舟、程玉标、张奇建、吴满怀。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:

——GB 14048.4—1993、GB 14048.4—2003、GB/T 14048.4—2010。

## 引 言

本部分包括电动机保护开关电器(MPSD)的相关要求。

MPSD已在市场上应用了很多年。对于带机电式或电子式短路保护的人力操作电动机起动器,本部分规定了最低的安全要求和性能要求。该类产品满足起动器的所有要求,以及GB/T 14048.2—2020所规定的断路器的部分要求(主要是 $I_{cu}$ 和 $I_{cs}$ ),用于对电动机及其控制回路(例如接触器)进行保护。对于GB/T 14048.2—2020所规定的中性极的要求、直流额定值、额定分断电流 $I_u$ 、后备保护、短路脱扣延时、选择性类别、抽出式性能、RCD、重合闸、EMC等方面的要求,MPSD一般不做规定。

目前市场上还有一类产品,满足GB/T 14048.2—2020中附录O的要求,具有本部分规定的电动机过载保护特性,但没有规定起动器的特性(例如AC-3),这类产品不属于本部分的范围。

# 低压开关设备和控制设备

## 第 4-1 部分：接触器和电动机起动器

### 机电式接触器和电动机起动器

#### （含电动机保护器）

## 1 范围

GB/T 14048 的本部分规定了：

- a) 电器的特性。
- b) 以下方面的适用条件：
  - 1) 操作和性能；
  - 2) 介电性能；
  - 3) 防护等级；
  - 4) 结构,包括防止电击、火灾和机械危险的安全措施。
- c) 用于确认电器满足这些条件的试验,以及试验方法。
- d) 产品上或制造商文件中需给出的信息。

本部分也规定了安全场所用机电式过载保护的评估程序,例如保护位于易爆环境中的电机免受外部环境影响(见附录 L)。

本部分适用于：

- 机电式接触器和起动器,包括电动机保护开关电器(MPSD)；
- 接触器式继电器的操动器；
- 接触器或接触器式继电器线圈回路的专用触头；
- 专用配件(如专用接线,专用锁扣配件)。

上述电器连接至配电回路、电动机回路和其他负载回路,额定电压交流不超过 1 000 V<sup>1)</sup>或直流不超过 1 500 V。

本部分不适用于下述电器：

- 直流电动机起动器；

注 1: 直流电动机起动器的要求在下一个修订周期中考虑。

- 接触器的辅助触头和接触器式继电器的触头,有关要求见 GB/T 14048.5—2017；

- 变频调速起动器；

注 2: 对变频调速起动器的附加要求在下一个修订周期中考虑。

- 起动器内置的短路保护电器(除 MPSD 之外),有关要求见 GB/T 14048.2—2020 和 GB/T 14048.3；

- 产品在易爆环境中的使用,有关要求见 GB/T 3836 系列；

- 嵌入式软件设计规则；

- 网络安全方面,有关要求参见 IEC 62443。

## 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

1) 交流额定电压 1 140 V 的电器可参照本部分执行。有关电器的性能等要求由制造商和用户协商确定。

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 156 标准电压(GB/T 156—2017,IEC 60038:2009,MOD)

GB/T 755—2019 旋转电机 定额和性能(IEC 60034-1:2017,IDT)

GB/T 2423.2—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验B:高温(IEC 60068-2-2:2007,IDT)

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

GB/T 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 2893.2 图形符号 安全色和安全标志 第2部分:产品安全标签的设计原则(GB/T 2893.2—2008,ISO 3864-2:2004,MOD)

GB/T 3836.15—2017 爆炸性环境 第15部分:电气装置的设计、选型和安装(IEC 60079-14:2007,MOD)

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

GB/T 10194 电子设备用压敏电阻器 第2部分:分规范 浪涌抑制型压敏电阻器(GB/T 10194—1997,IEC 61051-2:1991,IDT)

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

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

GB/T 14048.2—2020 低压开关设备和控制设备 第2部分:断路器(IEC 60947-2:2019,IDT)

GB/T 14048.3—2017 低压开关设备和控制设备 第3部分:开关、隔离器、隔离开关及熔断器组合电器(IEC 60947-3:2015,IDT)

GB/T 14048.5—2017 低压开关设备和控制设备 第5-1部分:控制电路电器和开关元件 机电式控制电路电器(IEC 60947-5-1:2016,MOD)

GB/T 14536.1 家用和类似用途电自动控制器 第1部分:通用要求(GB/T 14536.1—2008,IEC 60730-1:2003,IDT)

GB/T 16895.1—2008 低压电气装置 第1部分:基本原则、一般特性评估和定义(IEC 60364-1:2005,IDT)

GB/T 16895.32 建筑物电气装置 第7-712部分:特殊装置或场所的要求 太阳能光伏(PV)电源供电系统(GB/T 16895.32—2008,IEC 60364-7-712:2002,IDT)

GB/T 17045—2008 电击防护 装置和设备的通用部分(IEC 61140:2001,IDT)

GB/T 21210—2016 单速三相笼型感应电动机起动性能(IEC 60034-12:2016,IDT)

GB 21518 交流接触器能效限定值及能效等级

GB/T 21711.1—2008 基础机电继电器 第1部分:总则与安全要求(IEC 61810-1:2003,IDT)

GB/T 32891.1 旋转电机 效率分级(IE 代码) 第1部分:电网供电的交流电动机(GB/T 32891.1—2016,IEC 60034-30-1:2014,IDT)

IEC 60715:2017 低压开关设备和控制设备的尺寸 在成套开关设备和控制设备中作电器机械支承的标准安装轨(Dimensions of low-voltage switchgear and controlgear—Standardized mounting on rails for mechanical support of switchgear,controlgear and accessories)

IEC 60947-1:2007/A2:2014 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 61000-6-2 电磁兼容(EMC) 通用标准 工业环境中的抗扰度试验[Electromagnetic compatibility(EMC)—Part 6-2:Generic standards—Immunity standard for industrial environments]

IEC 61439(所有部分) 低压成套开关设备和控制设备(Low-voltage switchgear and controlgear



assemblies)

CISPR 11:2015 工业、科学和医疗设备射频干扰特性限值 and 测量方法 (Industrial, scientific and medical equipment—Radio-frequency disturbance characteristics—Limits and methods of measurement)

CISPR 11:2015/A1:2016 第 1 号修改单 (Amendment 1, 2010)

### 3 术语和定义、符号和缩略语

#### 3.1 一般要求

GB/T 14048.1—2012、IEC 60947-1:2007/A2:2014 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

IEC 和 ISO 的术语数据库可以通过下述网址访问：

——IEC：<http://www.electropedia.org/>；

——ISO：<http://www.iso.org/obp>。

#### 3.2 有关接触器的术语和定义

##### 3.2.1

**(机械式)接触器 (mechanical) contactor**

仅有一个休止位置，能接通、承载和分断正常电路条件(包括过载运行条件)下的电流的一种非手动操作的机械开关电器。

注 1：机械式接触器可根据闭合主触头所需要的力进行命名。

注 2：“非手动操作”指电器可用一个或多个外部能源控制并保持在工作位置上。

注 3：在法国，主触头在休止位置呈闭合状态的接触器通常叫做“rupteur”，该词在英语中无对应同义单词。

注 4：接触器通常用于频繁操作。

注 5：机械式接触器可以提供电气断开(3.4.9)，但是不适用于隔离，除非满足了 8.1.7 规定的附加要求。在这种情况下，设备可以根据 IEC 60417-6169-1 标记“隔离器”。

注 6：改写 IEC 60050-441:2000，定义 441-14-33。

##### 3.2.2

**电磁式接触器 electromagnetic contactor**

由电磁铁产生的力闭合接通主触头或断开分断主触头的接触器。

注：电磁铁可以是电子式控制的。

##### 3.2.3

**气动式接触器 pneumatic contactor**

由压缩空气装置而不用电的方式产生的力闭合接通主触头或断开分断主触头的接触器。

##### 3.2.4

**电气气动接触器 electro-pneumatic contactor**

通过电气阀控制压缩空气装置产生的力闭合接通主触头或断开分断主触头的接触器。

##### 3.2.5

**锁扣接触器 latched contactor**

当操作机构失去能量时，通过锁扣装置使可动部分不能返回至休止位置的接触器。

注 1：锁扣机构的锁扣和释放可用机械的、电磁的、气动的等方法。

注 2：由于有了锁扣机构，锁扣接触器实际上具有第二个休止位置，按接触器的定义严格的讲，不能称之为接触器。

但是，不论在使用方面还是设计方面，锁扣接触器与其他类型的开关电器相比都更接近于接触器，因此，在所适用的场合采用接触器的标准要求较为恰当。

注 3：改写 IEC 60050-441:2000，定义 441-14-34。

### 3.2.6

**真空接触器(或起动器) vacuum contactor(or starter)**

主触头在高度真空的壳体内断开和闭合的接触器(或起动器)。

### 3.2.7

**(接触器的)休止位置 position of rest(of a contactor)**

当接触器的电磁铁或压缩空气装置未施加能量时,接触器可动部件所处的位置。

[IEC 60050-441:2000,定义 441-14-24]

### 3.2.8

**电子控制电磁铁 electronically controlled electromagnet**

线圈由带有有源电子元件的电路激励的电磁铁。

### 3.2.9

**(接触器的)吸持功率 holding power(of a contactor)**

维持电磁铁操作所需的功率。

### 3.2.10

**(接触器的)吸合功率 pick-up power(of a contactor)**

使接触器从断电状态动作至通电状态所需的功率。

## 3.3 有关起动器的术语和定义

### 3.3.1

**电动机起动器 motor starter**

起动和停止电动机所需的所有开关电器与适当的过载保护电器相结合的组合电器。

注: 改写 IEC 60050-441:2000,定义 441-14-38。

### 3.3.2

**直接起动器 direct-on-line starter**

将电路电压直接加到电动机接线端子上的起动器。

[IEC 60050-441:2000,定义 441-14-40]

### 3.3.3

**可逆起动器 reversing starter**

在电动机非运行状态下,反接定子接线使电动机反转的起动器。

注: 电动机运行状态下反接电动机定子接线的应用称为反接制动与反向(见 3.3.24)。

### 3.3.4

**减压起动器 reduced voltage starter**

通过采用多于一级的方式将线电压施加到电动机的端子上或逐步增加施加在电动机端子上的电压的起动器。

#### 3.3.4.1

**星-三角起动器 star-delta starter**

三相感应电动机的定子绕组在起动时接成星形、在运行时改接为三角形的起动器。

注 1: 星-三角起动器不用于反转运行中的电动机,因此使用类别 AC-4 不适用。

注 2: 在星型连接中,线路起动电流和电动机转矩约为三角形连接对应值的三分之一。因此,当需要限制因起动电动机而产生的涌入电流,或驱动设备的起动转矩有限制时,可使用星-三角起动器。见图 C.1 a)和图 C.1 b)。

注 3: 改写 IEC 60050-441:2000,定义 441-14-44。

#### 3.3.4.2

**自耦减压起动器 auto-transformer starter**

用自耦变压器引出一个或多个抽头,实现降低电压来起动电动机的起动器。

注 1: 自耦减压起动器不用于密接通断工作制或反转运行的电动机,因此使用类别 AC-4 不适用。

注 2: 在起动位置,线路电压和电动机转矩相对于额定电压起动时成比例降低,约为(起动电压)/(额定电压)比值的平方。因此,当需要限制因起动电动机而产生的涌入电流,或驱动设备的起动转矩有限制时,可使用自耦减压起动器。见图 C.2 a)和图 C.2 b)。

[IEC 60050-441:2000,定义 441-14-45]

### 3.3.4.3

#### 自耦变压器 auto-transformer

至少有两组绕线具有公共部分的变压器。

[IEC 60050-421:1990,定义 421-01-11]

### 3.3.5

#### 变阻式起动器 rheostatic starter

用一个或多个电阻器来得到电动机起动时的转矩特性和限制电流的起动器。

注 1: 变阻式起动器一般由三个基本部分构成,这些部分可以组合为一个单元提供,也可以是分立的部件在现场连接在一起使用。这三部分包括:

- 定子供电用的机械开关电器(通常装有过载保护电器);
- 接入定子或转子电路的电阻器;
- 循序切除电阻器用的机械开关电器。

注 2: 对于电动机停止状态下反接线双向运行的起动器也适用。

注 3: 改写 IEC 60050-441:2000,定义 441-14-42。

### 3.3.5.1

#### 定子变阻式起动器 rheostatic stator starter

在起动时循序切除预先接在笼型电动机定子电路中的一个或多个电阻器的变阻式起动器。

### 3.3.5.2

#### 转子变阻式起动器 rheostatic rotor starter

在起动时循序切除预先接在绕线式异步电动机转子电路中的一个或多个电阻器的变阻式起动器。

[IEC 60050-441:2000,定义 441-14-43]

### 3.3.6

#### 保护式起动器 protected starter

由起动器、人力操作的开关电器和短路保护电器组成的设备,制造商将其定义为一个单元。

注 1: 保护式起动器可以带外壳,也可以不带外壳。

注 2: 在本部分中,“制造商”指的是任何个人、公司或组织,他们具有如下的基本责任:

- 验证符合相应的标准;
- 根据第 6 章的要求,提供产品的资料。

注 3: 作为单一电器的人力操作的保护式起动器可以是 MPSD。

### 3.3.7

#### 综合式起动器 combination starter

由具有隔离功能的保护式起动器组成。

注 1: 也称为“综合式电动机控制器”。

注 2: 见图 C.3。

### 3.3.8

#### 人力操作起动器 manual starter

闭合主触头的力完全由人力产生的起动器。

[IEC 60050-441:2000,定义 441-14-39]

### 3.3.9

#### 电磁起动器 electromagnetic starter

闭合主触头的力由电磁铁产生的起动器。

3.3.10

**电动机操作起动器 motor-operated starter**

闭合主触头的力由电动机产生的起动器。

3.3.11

**气动起动器 pneumatic starter**

闭合主触头的力由压缩空气装置而不用电的方式产生的起动器。

3.3.12

**电气气动起动器 electro-pneumatic starter**

闭合主触头的力由电气阀控制的压缩空气装置产生的起动器。

3.3.13

**单级起动器 single-step starter**

在断开和闭合位置之间没有中间加速位置的起动器。

注：单级起动器是直接起动器。

3.3.14

**两级起动器 two-step starter**

在断开和闭合位置之间只有一个中间加速位置的起动器。

示例：星-三角起动器是两级起动器。

3.3.15

**$n$  级起动器  $n$ -step starter**

在断开和完全闭合位置之间有 $(n-1)$ 个中间加速位置的起动器。

注：见图 C.4。

示例：三级变阻式起动器有两个电阻用于起动。

[IEC 60050-441:2000, 定义 441-14-41]

3.3.16

**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。

3.3.17

**欠电流继电器(或脱扣器) under-current relay or release**

当通过继电器或脱扣器的电流低于规定值时自动动作的继电器或脱扣器。

3.3.18

**欠电压继电器(或脱扣器) under-voltage relay or release**

当施加于继电器或脱扣器的电压低于规定值时自动动作的继电器或脱扣器。

3.3.19

**(变阻式起动器的)起动时间 starting time(of a rheostatic starter)**

起动时起动电阻或部分起动电阻的载流时间。

注：起动器的起动时间比电动机总的起动时间短,后者还包括转换到闭合位置后接着的一段加速过程。

3.3.20

**(自耦减压起动器的)起动时间 starting time(of an auto-transformer starter)**

起动时自耦变压器的载流时间。

注：起动器的起动时间比电动机总的起动时间短,后者还包括转换到闭合位置后接着的一段加速过程。

3.3.21

**开路转换(自耦减压起动器或星-三角起动器) open transition(with an auto-transformer starter or star-delta starter)**

电路设计成当起动器从一级转换到另一级时,电源被分断后再接通。

注：这种转换不作为附加级。

### 3.3.22

**闭路转换(自耦减压起动器或星-三角起动器) closed transition(with an auto-transformer starter or star-delta starter)**

电路设计成当起动器从一级转换到另一级时,其电源不被分断(即使是瞬间)。

注：这种转换不作为附加级。

### 3.3.23

**密接通断(点动) inching(jogging)**

在很短的时间内多次通断电动机或线圈,使被驱动机构得到小的位移。

### 3.3.24

**反接制动与反向 plugging**

在电动机运行状态下反接电动机的定子接线迅速使电动机停止或反向运行。

### 3.3.25

**保护式开关电器 protected switching device**

由接触器或半导体控制器、过载保护、人力操作开关电器和短路保护电器组成的非电动机负载用设备,制造商将其定义为一个单元。

注 1: 保护式开关电器可以带外壳也可以不带外壳。

注 2: 在本部分中,“制造商”指的是任何个人、公司或组织,他们具有如下的基本责任:

——验证符合相应的标准;

——根据第 6 章的要求,提供产品的资料。

注 3: 人力操作的开关电器和短路保护电器可以是一个的电器,也可以包括过载保护。

### 3.3.26

**综合式开关电器 combination switching device**

由具有隔离功能的保护式开关电器组成的电器。

### 3.3.27

**堵转继电器(或脱扣器) stall relay(or release)**

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,或当继电器或脱扣器接收到的输入信号表明电动机在规定时间内没有旋转,在上述任何一种情况下均会动作的电子式过载继电器或脱扣器。

注 1: 堵转指的是转子在起动过程中被锁定。

注 2: 适当调整电流和起动时间,这种继电器或脱扣器可用于检测起动超时。

### 3.3.28

**阻塞继电器(或脱扣器) jam relay(or release)**

根据相关要求,如果发生过载或操作过程中电流超过规定值达到一定时间,在上述任何一种情况下均会动作的电子式过载继电器或脱扣器。

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

### 3.3.29

**禁止保护时间 inhibit time**

继电器的保护动作被闭锁的一段延时时间(可以调节)。

### 3.3.30

**电动机管理起动器 motor management starter**

带有扩展功能的起动器,具有通信能力。

注: GB/T 21207.2—2014 中规定了用于电动机管理起动器的可互相操作设备的描述。

### 3.3.31

#### 电动机保护开关设备 **motor protective switching device; MPSD**

手动操作的电动机起动器,具有电动机及电路的可复位短路保护功能。

注 1: MPSD 也可用作手动的起动器、保护式起动器或综合起动器。

注 2: MPSD 可用作电动机支路的短路保护设备(SCPD)。

注 3: 在北美,将 MPSD 称为适用于支路导体保护的手动电动机控制器。

### 3.3.32

#### 专用接线配件 **dedicated wiring accessory**

专门用于规定的开关设备或控制设备的预制接线系统。

注 1: 专用接线配件可以内置于开关设备或控制设备,或单独提供。

注 2: 连接排是专用接线配件的典型示例。

### 3.3.33

#### 锁扣件 **latch accessory**

配在接触器上的机械装置,当操作装置断电时其活动部件被禁止返回至休止位置。

注: 锁闭及解锁方式可以是机械式、电磁式、气动式等。

[IEC 60050-441:2000,定义 441-14-34]

## 3.4 有关特性量的术语和定义

### 3.4.1

#### 瞬态恢复电压 **transient recovery voltage; TRV**

在具有显著瞬态特征的时间内的恢复电压。

注 1: 在真空接触器或起动器中,最高瞬态恢复电压可能出现在另一极而不是首先分断的一极。

注 2: 改写 GB/T 14048.1—2012,定义 2.5.34。

### 3.4.2

#### CO 操作 **CO operation**

被试电器接通电路后由 SCPD 分断电路。

### 3.4.3

#### O 操作 **O operation**

被试电器处于闭合位置,(另一电器)接通电路后由 SCPD 分断电路。

注: 接通电路之前 SCPD 通常处于闭合位置;有些情况下,SCPD 一定要闭合电路[见 9.3.4.2.2 b)]。

### 3.4.4

#### $I_{cd}$ 电流 **$I_{cd}$ current**

等于或高于过载继电器和 SCPD 各自的平均时间-电流特性曲线交点所对应电流值的故障电流。

### 3.4.5

#### 复位时间 **resetting time**

断路器(MPSD)过电流脱扣后到其重新达到闭合条件之间经过的时间。

注: 改写 IEC 60947-2:2016,定义 2.19。

### 3.4.6

#### 断路器或 MPSD 的 $I^2t$ 特性 **$I^2t$ characteristic of a circuit-breaker or a MPSD**

与分断时间有关的  $I^2t$  最大值,与预期电流(对于交流为对称有效值)和电压有关,预期电流最大可至相应于额定运行短路分断能力的电流。

注: 改写 IEC 60947-2:2016,定义 2.18。

## 3.4.7

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

$I_i$

使脱扣器无任何人为延时动作的电流额定值。

[IEC 60947-2:2016,定义 2.20]

## 3.4.8

**过载电流整定值** **overload current setting**

$I_r$

可调过载脱扣器的电流整定值。

注：改写 IEC 60947-2:2016,定义 2.21。

## 3.4.9

**(电路的)电气断开** **galvanic opening(of a circuit)**

用于阻止一个电路内部电力和/或信号的电传导的一种防护方式。

注：电气断开可以由诸如开关或接触器来实现。

## 3.4.10

**电隔离** **galvanic separation**

用于阻止交换电力和/或信号的两个电路之间的电传导的一种防护方式。

注：电隔离可以由诸如隔离变压器或光耦合器等器件来获得。

[GB/T 2900.83—2008,定义 151-12-26]

## 3.5 有关安全的术语和定义

## 3.5.1

**非正常工作条件** **abnormal operating condition**

暂时的非正常工作条件,且不是设备本身的单一故障条件。

注1：非正常工作条件可能由设备或人员引起,并可能导致零件、电器或保护设备失效。

注2：本定义用于零件失效风险分析。

## 3.5.2

**可触及部分** **accessible part**

可通过标准试验指触及的部分。

[GB/T 2900.70—2008,定义 442-01-15]

## 3.5.3

**危险带电部分** **hazardous-live-part**

在某些条件下能造成伤害性电击的带电部分。

[GB/T 2900.73—2008,定义 195-06-05]

## 3.5.4

**受限能源** **limited energy source**

其设计和保护方式使得在正常工作条件和单一故障条件下产生的电流均不会引起火灾危险的电源。

## 3.5.5

**保护阻抗** **protective impedance**

连接在危险带电部分和可触及导电部分之间的阻抗,使得在正常工作条件和可能的故障条件下电流均被限制在安全值以内,其功能在设备使用寿命内能够维持。

[IEC 62477-1:2012,定义 3.42]

### 3.5.6

**合理可预见的误使用** **reasonably foreseeable misuse**

容易预测的未按供应商预期方式使用产品或系统。

[ISO/IEC Guide 51:2014, 定义 3.7]

### 3.5.7

**单一故障条件** **single fault condition**

单一保护(非加强保护)或单一元件或设备出现故障的状态。

注: 如果单一故障条件导致一个或多个其他故障, 则所有故障作为单一故障条件考虑。

[IEC Guide 104:2010, 定义 3.8]

## 3.6 符号和缩略语

下列符号和缩略语适用于本文件。

AQL	接收质量限(Acceptable quality level)
EMC	电磁兼容(Electromagnetic compatibility)
SCPD	短路保护电器(Short-circuit protective device)
$\hat{I}$	电子式控制电磁铁吸合电流的最大峰值
$I_c$	接通和分断电流(表 7)
$I_{cs}$	额定运行短路分断能力(5.3.6.2)
$I_{cu}$	额定极限短路分断能力(5.3.6.1)
$I_e$	额定工作电流(5.3.2.5)
$I_{er}$	额定转子工作电流(5.3.2.7)
$I_{es}$	额定定子工作电流(5.3.2.6)
$I_i$	瞬时短路电流整定值
$I_{IT}$	IT 系统的短路试验电流
$I_q$	最大限制短路试验电流
$I_{th}$	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)
$I_{thr}$	约定转子发热电流(5.3.2.4)
$I_{ths}$	约定定子发热电流(5.3.2.3)
$I_u$	额定不间断电流(5.3.2.8)
$P_c$	常规直流控制电磁铁的标称吸持/吸合功率, 或电子式直流控制电磁铁的吸持功率
$P_p$	带独立吸合绕组和吸持绕组的直流控制接触器的吸合功率
“ $r$ ”	最小短路试验电流
$S_h$	交流控制电磁铁的吸持功率
$S_p$	交流控制电磁铁的吸合功率
$T_p$	脱扣时间(表 2)
$U_c$	额定控制电路电压(5.5)
$U_d$	接触器极电压降
$U_e$	额定工作电压(5.3.1.1)
$U_{er}$	额定转子工作电压(5.3.1.1.3)
$U_{es}$	额定定子工作电压(5.3.1.1.2)
$U_i$	额定绝缘电压(5.3.1.2)
$U_{imp}$	额定冲击耐受电压(5.3.1.3)



$U_{ir}$	额定转子绝缘电压(5.3.1.2.3)
$U_{is}$	额定定子绝缘电压(5.3.1.2.2)
$U_r$	工频或直流恢复电压(表 7)
$U_s$	额定控制电源电压(5.5)
$Z$	接触器的极阻抗(5.3.7)

## 4 分类

5.2 中电器的种类和型式均可作为分类的依据。

## 5 接触器和起动器的特性

### 5.1 特性概要

接触器和起动器应根据适用情况规定下列特性：

——电器型式(5.2)；

——主电路的额定值和极限值(5.3)；

注 1：转子变阻式起动器的额定值依据 5.3.1.1.2、5.3.1.1.3、5.3.1.2.2、5.3.1.2.3、5.3.2.3、5.3.2.4、5.3.2.6、5.3.2.7 和 5.3.5.6 规定，但不是所有的列出值均需要规定。

——使用类别(5.4)；

——控制电路(5.5)；

——辅助电路(5.6)；

——继电器和脱扣器的型式和特性(5.7)；

——与短路保护电器的协调配合(5.8)；

——自动转换电器和自动加速控制电器的型式和特性(5.10)；

——两级自耦减压起动器的自耦变压器的型式和特性(5.11)；

——转子变阻式起动器的起动电阻的型式和特性(5.12)；

——制造商和用户之间协议的项目，见附录 D。

对于电子形式的信息交换，如电子目录，IEC 62683-1 规定了电动机起动器、接触器及其配件的关键特性的数据格式。

注 2：对于星-三角起动器，电流指的是三角形连接情况下的电流值；对于两级自耦减压起动器或转子变阻式起动器，指的是闭合位置的电流。

### 5.2 电器的型式

#### 5.2.1 电器的种类

电器的种类如下：

——接触器；

——直接交流起动器；

——星-三角起动器；

——两级自耦减压起动器；

——转子变阻式起动器；

——综合式起动器或保护式起动器。

## 5.2.2 极数

## 5.2.3 电流种类(交流或直流)

## 5.2.4 灭弧介质(空气、油、气体、真空等)

## 5.2.5 电器的操作条件

### 5.2.5.1 操作方式

例如:人力、电磁铁、电动机、气动、电气-气动。

### 5.2.5.2 控制方式

例如:

- 自动式(由指示开关操作或程序控制);
- 非自动式(手操作或按钮操作);
- 半自动式(部分自动式、部分非自动式的控制)。

### 5.2.5.3 特殊型式起动器的转换方式

星-三角起动器、转子变阻式起动器或自耦减压起动器的转换可以是自动式、非自动式或半自动式(见图 C.4 和图 C.5)。

### 5.2.5.4 特殊型式起动器的连接方式

例如:开路转换起动器,闭路转换起动器(见图 C.5)。

## 5.3 主电路的额定值和极限值

### 5.3.1 额定电压

#### 5.3.1.1 额定工作电压( $U_e$ )

##### 5.3.1.1.1 一般要求

GB/T 14048.1—2012 中 4.3.1.1 适用。

根据 GB/T 156,额定工作电压值应以适用于三相系统(星型或三角型连接)的形式表示,如 220/380 V 或 380 V(50 Hz)。当格式为 X/Y V 时,其较低值是相电压有效值,较高值是线电压有效值。当仅标明一个电压值时,该值指的是线电压有效值。

对于额定工作电压为一个范围时,可以采用 X V~Y V 的形式表示。

##### 5.3.1.1.2 额定定子工作电压( $U_{es}$ )

转子变阻式起动器的额定定子工作电压与额定定子工作电流一起确定了定子电路(包括其机械开关电器)的用途,且通断能力、工作制和起动特性与其有关。在任何情况下最大额定工作电压不应超过相应的额定绝缘电压。

注:额定定子工作电压用线电压表示。

##### 5.3.1.1.3 额定转子工作电压( $U_{er}$ )

转子变阻式起动器的额定转子工作电压与额定转子工作电流一起确定了转子电路(包括其机械开

关电器)的用途,且通断能力、工作制和起动特性与其有关。

额定转子工作电压等于当电动机定子端施加额定工作电压,电动机停转且转子开路时在滑环间测得的电压。

接入转子电路的开关电器的额定绝缘电压应至少是打开的滑环间最大电压的 50%。

注:转子中的电应力比定子中的更低、持续时间更短。

额定转子工作电压仅在起动位置短时施加,因此允许额定转子工作电压超过额定转子绝缘电压 100%。

在选择和配置设备时,应考虑到起动器转子电路中的不同带电部件(如开关电器、变阻器、连接件等)之间的最大电压不相同。

### 5.3.1.2 额定绝缘电压( $U_i$ )

#### 5.3.1.2.1 一般要求

GB/T 14048.1—2012 中 4.3.1.2 适用。

#### 5.3.1.2.2 额定定子绝缘电压( $U_{is}$ )

转子变阻式起动器的额定定子绝缘电压是指接在定子电路中的电器及其组成单元的电压值,且与介电性能和爬电距离有关。

除非另有规定,额定定子绝缘电压就是起动器额定定子工作电压的最大值。

#### 5.3.1.2.3 额定转子绝缘电压( $U_{ir}$ )

转子变阻式起动器的额定转子绝缘电压是指接在转子电路中的电器及其组成单元(连接线、电阻器、外壳)的电压值,且与介电性能试验和爬电距离有关。

### 5.3.1.3 额定冲击耐受电压( $U_{imp}$ )

GB/T 14048.1—2012 中 4.3.1.3 适用。

### 5.3.1.4 自耦减压起动器的额定起动电压

自耦减压起动器的额定起动电压是从自耦变压器抽头上得到的已降低的电压。

额定起动电压的优选值为额定工作电压的 50%、65%或 80%。

## 5.3.2 电流或功率

### 5.3.2.1 约定自由空气发热电流( $I_{th}$ )

GB/T 14048.1—2012 中的 4.3.2.1 适用。

### 5.3.2.2 约定封闭发热电流( $I_{the}$ )

GB/T 14048.1—2012 中的 4.3.2.2 适用。

### 5.3.2.3 约定定子发热电流( $I_{ths}$ )

起动器约定定子发热电流可以是自由空气条件下的发热电流  $I_{ths}$ (见 5.3.2.1),或封闭条件下的发热电流  $I_{thes}$ (见 5.3.2.2)。

转子变阻式起动器的定子发热电流是指在 8 h 工作制(见 5.3.4.1)下起动器所能承载的最大电流,在此电流下起动器按 9.3.3.3 试验时,其各部分温升应不超过 8.2.2 规定的极限值。

#### 5.3.2.4 约定转子发热电流( $I_{thr}$ )

起动器约定转子发热电流可以是自由空气条件下的发热电流  $I_{thr}$  (见 5.3.2.1), 或封闭条件下的发热电流  $I_{ther}$  (见 5.3.2.2)。

转子变阻式起动器的转子发热电流是指运行位置时(亦即电阻器切除后), 起动器中载有转子电流的各部分在 8 h 工作制(见 5.3.4.1)下能承载的最大电流, 在此电流下起动器按 9.3.3.3 进行试验, 其温升应不超过 8.2.2 规定的极限值。

注 1: 对于在闭合位置时实际上无电流流过的那些元件(开关电器、连接线、电阻器), 确认在制造商规定的额定工作制(见 5.3.4)下, 积分值  $\int_0^t i^2 dt$  不会导致温升高于 8.2.2 规定的极限值。

注 2: 当起动器内装电阻器时, 考虑其对温升的影响。

#### 5.3.2.5 额定工作电流( $I_c$ )或额定工作功率

接触器或起动器的额定工作电流是在考虑到额定工作电压(见 5.3.1.1)、约定自由空气发热电流或约定封闭发热电流、过载继电器的额定电流、额定频率(见 5.3.3)、额定工作制(见 5.3.4)、使用类别(见 5.4)和外壳防护型式(如有)的情况下, 由制造商作出相应的规定。

对于直接通断单台电动机的电器, 额定工作电流可用额定工作电压条件下所连接的电动机的最大额定输出功率来代替或补充, 制造商应提供电动机功率与电流之间的关系。

注: 附录 G 给出了额定工作电流和额定工作功率之间关系的相关数值。

对于起动器, 额定工作电流( $I_c$ )指起动器在运行位置的电流。

#### 5.3.2.6 额定定子工作电流( $I_{cs}$ )或额定定子工作功率

转子变阻式起动器的额定定子工作电流是在考虑到装入起动器内过载继电器的额定电流、额定定子工作电压(见 5.3.1.1.1)、约定自由空气发热电流或约定封闭发热电流、额定频率(见 5.3.3)、额定工作制(见 5.3.4)、起动特性(见 5.3.5.6)和外壳防护型式(如有)的情况下, 由制造商作出相应的规定。

额定定子工作电流可用额定定子工作电压下, 起动器定子元件所控制的电动机的最大额定输出功率来代替。制造商应提供电动机功率与定子电流之间的关系。

#### 5.3.2.7 额定转子工作电流( $I_{cr}$ )

转子变阻式起动器的额定转子工作电流是在考虑到额定转子工作电压(见 5.3.1.1.2)、约定自由空气发热电流或转子封闭发热电流、额定频率(见 5.3.3)、额定工作制(见 5.3.4)、起动特性(见 5.3.5.6)和外壳防护型式(如有)的情况下, 由制造商作出相应的规定。

额定转子工作电流等于在转子短接、电动机满载运行、定子供以额定电压及额定频率时, 流过转子导体的电流。

当单独规定转子变阻式起动器转子部分的额定值时, 除了规定额定转子工作电流外, 还可以补充规定额定转子工作电压条件下, 起动器的部件(开关电器、连接线、继电器、电阻器)所控制的电动机的最大额定输出功率。此功率主要随预定的疲倒转矩而异, 因而应考虑其起动特性(见 5.3.5.6)。

#### 5.3.2.8 额定不间断电流( $I_u$ )

GB/T 14048.1—2012 中的 4.3.2.4 适用。

### 5.3.3 额定频率

GB/T 14048.1—2012 中的 4.3.3 适用。

### 5.3.4 额定工作制

#### 5.3.4.1 8 h 工作制(连续工作制)

GB/T 14048.1—2012 中的 4.3.4.1 适用,并补充如下要求:

对星-三角起动器、两级自耦减压起动器或转子变阻式起动器,是指起动器的主触头在运行位置上保持闭合时,每一主触头承载一稳定电流且持续足够长时间以使起动器达到热平衡状态,但通电不超过 8 h 的工作制。

#### 5.3.4.2 不间断工作制

GB/T 14048.1—2012 中的 4.3.4.2 适用,并补充如下要求:

对星-三角起动器、两级自耦减压起动器或转子变阻式起动器,是指起动器的主触头在运行位置上保持闭合,承载一稳定电流且持续时间超过 8 h(数星期、数月、数年)也不断开的工作制。

#### 5.3.4.3 断续周期工作制或断续工作制

GB/T 14048.1—2012 的 4.3.4.3 适用,并补充如下要求:

对减压起动器,是指起动器的开关电器的主触头在运行位置保持闭合的时间与无载时间保持一定的比值、且二者都很短,不足以使起动器达到热平衡的工作制。

断续工作制优选的级别为:

——接触器:每小时的循环次数(操作频率)为:1、3、12、30、120、300、1 200;

——起动器:每小时操作循环次数(操作频率)为:1、3、12、30。

操作循环是指一次闭合操作和一次断开操作的完整的工作循环。

对于起动器,一次操作循环包括起动、运转至额定转速和分断电动机电源。

注:对断续工作制下的起动器,过载继电器和电动机之间的热时间常数的不同有可能使热继电器不适用于作为过载保护。对于规定用于断续工作制之设备的过载保护问题,由制造商与用户协商。

#### 5.3.4.4 短时工作制

GB/T 14048.1—2012 中 4.3.4.4 适用。

#### 5.3.4.5 周期工作制

GB/T 14048.1—2012 中 4.3.4.5 适用。

### 5.3.5 正常负载和过载特性

#### 5.3.5.1 一般要求

GB/T 14048.1—2012 中 4.3.5 适用,并补充如下要求。

#### 5.3.5.2 耐受通断电动机过载电流的能力

接触器应满足 8.2.4.4 的规定。

#### 5.3.5.3 额定接通能力

对应不同使用类别(见 5.4)的要求见 8.2.4.1。当接触器或起动器按 8.2.1.1 和 8.2.1.2 的要求操作时,额定接通能力才有效。

#### 5.3.5.4 额定分断能力

对应不同使用类别(见 5.4)的要求见 8.2.4.1。当接触器或起动器按 8.2.1.1 和 8.2.1.2 的要求操作时,额定分断能力才有效。

#### 5.3.5.5 约定操作性能

约定操作性能由 8.2.4.2 中规定的接通和分断操作确定。

#### 5.3.5.6 起动器的起动和停止特性(见图 C.6)

##### 5.3.5.6.1 一般要求

起动器的典型使用条件如下:

- a) 一个旋转方向,断开在正常使用条件下运行的电动机(AC-2、AC-3 和 AC-3e 使用类别)。
- b) 两个旋转方向,但仅当起动器已断开且电动机完全停转以后才能实现在第二个方向的运行(AC-2、AC-3 和 AC-3e 使用类别)。
- c) 一个旋转方向,或如 b) 条件所述两个旋转方向,但具有不频繁点动的可能性,直接起动器通常用于这种使用条件(AC-3 和 AC-3e 使用类别)。
- d) 一个旋转方向且有频繁点动,直接起动器通常用于这种使用条件(AC-4 使用类别)。
- e) 一个或两个旋转方向,但具有不频繁的反接制动来停止电动机的可能性,反接制动(如果有的话)是用转子电阻制动来进行的(具有制动器的可逆起动器),转子变阻式起动器通常用于这种工作条件(AC-2 使用类别)。
- f) 两个旋转方向,但当电动机在一个方向上旋转时,为获得电动机在另一个方向的旋转,分断正常使用条件下电动机电源并反接电动机定子接线使其反转(反接制动与反向),直接可逆起动器通常用于这种工作条件(AC-4 使用类别)。

除非另有规定,起动器是基于与表 7 规定的接通能力相匹配的起动特性而设计的。表 7 中的接通能力包括了大多数标准电动机的暂态或稳态的起动电流。然而,部分大电动机的起动电流可能会在远低于表 7 中规定的功率因数的情况下达到峰值。此时,接触器或起动器的工作电流应相应降低,以不超过接触器或起动器规定的接通能力。

##### 5.3.5.6.2 转子变阻式起动器的起动特性

绕线电动机的定子电路和转子电路的电流及电压应有区别。然而,起动过程中定子和转子电路电流值的变化在正常工作条件下近似地成比例。

转子电路具有下列特征量:

$U_{er}$ ——额定转子工作电压;

$I_{er}$ ——额定转子工作电流;

$Z_r$ ——交流绕线感应电动机转子特性阻抗;

其中, $Z_r = \frac{U_{er}}{\sqrt{3} \times I_{er}}$

$I_1$ ——短接一电阻段前瞬间转子电路的电流值;

$I_2$ ——短接一电阻段后瞬间转子电路的电流值;

$I_m = 1/2(I_1 + I_2)$ ;

$T_e$ ——电动机额定工作转矩;

$t_s$  —— 起动时间；

$k$  —— 起动严酷度，即  $I_m/I_{cr}$ 。

考虑到转子变阻式起动器的不同用途具有不同的起动要求，即不仅要求不同的起动级数和不同的  $I_1$  和  $I_2$  值，而且要求在每一电阻段上有不同的  $I_1$  和  $I_2$  值，因此没有必要列出标准的参数，但应考虑以下因素：

- 对大多数使用场合，根据负载力矩、惯量和起动严酷度要求，2 个到 6 个起动级数就足够了；
- 每段电阻应考虑在驱动机构的起动时间内具有足够承受热的能力，起动时间与负载力矩和负载惯量有关。

#### 5.3.5.6.3 转子变阻式起动器起动特性的接通和分断能力的标准条件

接通和分断能力的标准条件见表 7，该条件适用于高转矩起动（有关机械开关电器的名称见图 C.4）。

表 7 给出的相应 AC-2 使用类别的接通和分断能力的条件是标准条件。

起动器电路应设计成能在断开定子开关电器前（或大致同时）断开所有转子电阻器的开关电器，否则，定子开关电器应符合 AC-3 和 AC-3e 使用类别的要求。

#### 5.3.5.6.4 两级自耦减压起动器的起动特性

除非另有规定，自耦减压起动器特别是自耦变压器应根据在所有工作制（见 5.3.4）下，起动时间不超过 15 s 进行设计。对于快速接连两次起动，在进行再次起动前允许起动器和自耦变压器冷却到周围空气温度，除此之外，每小时操作次数是假定两次起动之间的周期相等。

当起动时间需要超过 15 s 时，由制造商与用户协商。

### 5.3.6 短路特性

#### 5.3.6.1 MPSD 的额定极限短路分断能力 ( $I_{cu}$ )

MPSD 的额定极限短路分断能力由制造商规定，指在 P.3 所规定的条件以及 MPSD 的额定工作电压下的极限短路分断能力值，以预期分断电流值表示，单位为 kA（在交流条件下，以交流分量的有效值 RMS 表示）。

#### 5.3.6.2 MPSD 的额定运行短路分断能力 ( $I_{cs}$ )

MPSD 的额定运行短路分断能力由制造商规定，指在 P.2 所规定的条件以及 MPSD 的额定工作电压  $U_e$  下的运行短路分断能力值，以预期分断电流值表示，单位为 kA，或是以  $I_{cu}$  的百分比表示（如  $I_{cs} = 25\% I_{cu}$ ）。

$I_{cs}$  应至少是  $I_{cu}$  的 25%。

#### 5.3.6.3 额定限制短路电流

GB/T 14048.1—2012 中 A2:2014 中的 4.3.6.4 适用。

### 5.3.7 接触器的极阻抗 ( $Z$ )

极阻抗可由制造商规定，通过测量流经各极的电流所引起的电压降来确定。

## 5.4 使用类别

### 5.4.1 一般要求

GB/T 14048.1—2012 中 4.4 适用，并补充如下要求：

表 1 给出的接触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商和用户协商,但制造商的样本或提供的资料可作为一种协议。

每种使用类别是用表 7 和表 10 给出的电流、电压、功率因数或时间常数和其他数据及本部分规定的试验条件表示其特征的。

对于规定使用类别的接触器和起动器,因其额定接通与分断能力参数直接由表 7 所列的使用类别来确定,故不必单独规定这些参数。

所有使用类别的电压,除了转子变阻式起动器是指定子的额定工作电压以外,其余均指接触器或起动器的额定工作电压。

所有的直接起动器应属于下列使用类别中的一种或多种,即 AC-3、AC-3e、AC-4、AC-7b、AC-8a 和 AC-8b。

所有的星-三角起动器和两级自耦减压起动器属于 AC-3 或 AC-3e 使用类别。

转子变阻式起动器属于 AC-2 使用类别。

#### 5.4.2 根据试验结果选择使用类别

根据试验结果选择使用类别:

- a) 如果接触器或起动器已进行过一种使用类别或其他参数组合(如最高工作电压和电流)的试验,只要下述条件成立可以选用于其他的使用类别,而不必进行试验。这种条件为:由表 7 和表 10 给出的试验电流、电压、功率因数或时间常数、操作循环次数、闭合和断开时间各项参数及所选择使用类别的试验电路不比接触器或起动器已进行试验的使用类别严酷,且已进行过的验证温升试验的电流不低于所选用使用类别在连续工作制下的额定工作电流的最大值。

例如:当已在 AC-4 使用类别下进行过试验的接触器,如在相同的额定工作电压下的 AC-3 的  $I_c$  不高于 AC-4 的  $I_c$  的 1.2 倍,则可按 AC-3 使用类别使用。

- b) 只要满足下述条件,则认为 DC-3 和 DC-5 使用类别的接触器能够接通和分断已试负载以外的负载。这些条件为:

——电压和电流不超过规定的  $U_c$  和  $I_c$  值;

——储存在实际负载中的能量  $J$  等于或小于已试负载中储存的能量  $J_c$ 。

储存在试验电路中的能量值如下:

使用类别	储存能量 $J_c$
DC-3	$0.005\ 25 \times U_c \times I_c$
DC-5	$0.031\ 5 \times U_c \times I_c$

系数 0.005 25 和 0.031 5 由下式得出:

$$J_c = 1/2LI^2$$

式中的时间常数分别代入以下数据:

$2.5 \times 10^{-3}$  s(DC-3)和  $15 \times 10^{-3}$  s(DC-5)

且  $U = 1.05U_c$ ,  $I = 4I_c$ ,  $L$  为试验电路电感(见表 7)。



表 1 使用类别

电流	使用类别代号	附加类别名称	典型用途举例
AC	AC-1	一般用途	无感或微感负载
	AC-2		绕线式感应电动机或电阻式和感应式混合负载,包括中度过载
	AC-3		笼型感应电动机 <sup>d</sup> 的起动、运行中分断、可逆 <sup>a</sup>
	AC-3e <sup>e</sup>		具有更高堵转转子电流的笼型感应电动机 <sup>e</sup> 的起动、运行中分断、可逆 <sup>a</sup>
	AC-4	镇流器 白炽灯	笼型感应电动机 <sup>d</sup> 的起动、反接制动或反向运行、点动
	AC-5a		放电灯
	AC-5b		AC 白炽灯
	AC-6a		变压器
	AC-6b		电容器组
	AC-7a <sup>c</sup>		家用电器和类似用途的低感负载
	AC-7b <sup>c</sup>		家用的电动机负载
	AC-8a		具有手动复位过载脱扣器的密封制冷压缩机中的电动机 <sup>b</sup> 控制
	AC-8b		具有自动复位过载脱扣器的密封制冷压缩机中的电动机 <sup>b</sup> 控制
DC	DC-1	白炽灯	无感或微感负载
	DC-3		并励电动机的起动、反接制动或反向运行、点动、电动机在动态中分断
	DC-5		串励电动机的起动、反接制动或反向运行、点动、电动机在动态中分断
	DC-6		DC 白炽灯

<sup>a</sup> AC-3 使用类别可用于不频繁的点动或在有限的时间内反接制动,例如机械的移动;在有限的时间内操作次数不超过 1 min 内 5 次或 10 min 内 10 次。

<sup>b</sup> 密封制冷压缩机是由压缩机和电动机构成的,这两个装置都装在同一外壳内,无外部传动轴或轴封,电动机在冷却介质中操作。

<sup>c</sup> 使用类别 AC-7a 和 AC-7b 参见 GB/T 17885—2016。

<sup>d</sup> 符合 GB/T 21210—2016 的 N 型和 H 型异步电动机。

<sup>e</sup> 符合 GB/T 21210—2016 的 NE 型和 HE 型异步电动机,具有比 N 型和 H 型更高的堵转转子视在功率和电流,达到符合 GB/T 32891.1 的更高效等级。

## 5.5 控制电路

GB/T 14048.1—2012 中 4.5 适用,并补充如下要求。

当  $U_c$  或  $U_s$  为一个范围时,可以采用 X V~Y V 的形式表示。

对 GB/T 14048.1—2012 中 4.5.1 所列特性补充如下:

——受限源(如果电源符合 8.1.14);

——SELV(PELV)电源(符合 GB/T 14048.1—2012 中附录 N);

——确定控制电路电源特性所需的接触器电磁铁的功耗,由以下参数给出:

- 吸持功率;
- 吸合功率。

注:在美国和加拿大,根据 NFPA 70 和 CSA C22.1 的要求,将控制电路划分为 2 类电源,作为 SELV(PELV)电源的替代或补充。

## 5.6 辅助电路

GB/T 14048.1—2012 中 4.6 适用。

接触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 GB/T 14048.1—2012 中附录 S 的要求。

## 5.7 过载继电器与电动机保护开关电器(MPSD)的继电器和脱扣器特性

注:本部分的以下内容中,根据适用情况,“过载继电器”代表“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规定如下(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);
- 附录 H 中的扩展功能;
- 附录 O 中的负载监测项目。

### 5.7.2 继电器或脱扣器的型式

继电器或脱扣器的型式如下:

- a) 具有分励线圈的脱扣器(分励脱扣)。
- b) 欠压和欠电流动作的继电器或脱扣器。
- c) 过载延时动作继电器或脱扣器,其延时:
  - 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。
- d) 过载瞬时动作继电器或脱扣器。
- e) 短路瞬时动作继电器或脱扣器。

注: MPSD 具有上述 c) 和 e) 中继电器或脱扣器的组合形式。

- f) 堵转继电器或脱扣器。
- g) 其他继电器或脱扣器(如与电动机热保护电器组合的控制继电器)。

### 5.7.3 特性量

特性量如下所示:

- a) 具有分励线圈的脱扣器、欠压(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、电流或电压不平衡以及反相动作的继电器或脱扣器:
  - 额定电压(电流);
  - 额定频率;
  - 工作电压(电流);
  - 动作时间(如适用);
  - 禁止保护时间(如适用)。
- b) 过载继电器和脱扣器(包括 MPSD 的过载功能):

- 标志和电流整定值(见 5.7.4)；
  - 额定频率(如电流互感器式过载继电器),如需要；
  - 时间-电流特性(或电流特性范围),如需要；
  - 根据表 2 分类的脱扣级别或在 8.2.1.5.1 表 3 中 D 列规定的条件下脱扣时间超过 40 s 时的最大脱扣时间；
  - 继电器的类型:热、电磁、电子或无热记忆的电子式(不符合 8.2.1.5.1.2 热记忆试验验证要求的电子式继电器应标志“~~Thm~~”);
  - 复位方式:手动/自动,应标明整定位置；
  - 在  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  或更低温度下,如果等级为 10 A 的过载继电器,其脱扣时间大于 2 min,则标明其脱扣时间[见 8.2.1.5.1.1 c)]。
- c) 具有剩余电流检测继电器的脱扣器：
- 额定电流；
  - 动作电流；
  - 动作时间或者按 GB/T 14048.1—2012 中表 T.1 得到的时间-电流特性；
  - 禁止保护时间(如适用)；
  - 型式名称(见 GB/T 14048.1—2012 中附录 T)。
- d) MPSD 的短路脱扣器：
- 额定工作电流( $I_c$ )或额定工作功率；
  - 额定频率；
  - 电流整定值(或整定范围),如适用。

表 2 过载继电器的脱扣级别

脱扣级别	在 8.2.1.5.1 表 3 中 D 列规定条件下的 脱扣时间 $T_p$ s	在 8.2.1.5.1 表 3 中 D 列规定条件下的用于更严格允差 (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	$0.5 < T_p \leq 5$	$3 < T_p \leq 5$
10A	$2 < T_p \leq 10$	—
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 中给出了脱扣条件。

注 2: 对于转子变阻式起动器,过载继电器通常接在定子电路中。因此,过载继电器不能有效地保护转子电路,特别是电阻器(通常,起动器在故障条件下起动时,电阻器比转子本身和开关电器更易损坏),因此,转子电路的保护由制造商和用户协议确定(见 8.2.1.1.3)。

注 3: 对于两级自耦减压起动器,起动用自耦变压器一般仅在起动时间内使用,如在故障条件下起动时,自耦变压器不能受到过载继电器的有效保护。因此,自耦变压器的保护由制造商和用户协议确定(见 8.2.1.1.4)。

注 4: 考虑到不同的热元件特性和制造误差,可选择  $T_p$  的下限值。

<sup>a</sup> 制造商应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,这些因素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,最好是直接从起动机所带有的数据中获得有关资料。

对具有电流互感器的过载继电器,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。这些曲线应表示继电器从冷态开始(见 5.7.6)的脱扣时间及其至少到继电器配用的电动机满载电流的 8 倍范围内随电流变化的关系,制造商应以适当的方法给出这些曲线通常的误差和得出曲线所用的导体截面[见 9.3.3.2.2 c)]。

注:以对数坐标的横坐标表示电流,纵坐标表示时间,电流用整定电流  $I_r$  的倍数、时间用 s 标注在 IEC 60269-1:2006 中 5.6.1 的标准图纸上,有关表示方法见 IEC 60269-1:2006 的 5.6.1 和图 1、IEC 60269-2:2013 的图 104、图 504 和图 505。

#### 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,且与原先负载无关(即该特性是过载继电器在冷态的条件下做出的)。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 -5 °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 与短路保护器的协调配合

接触器和起动机与 SCPD 的协调配合是由短路保护器(SCPD)的型式、额定值和特性值表征的,SCPD 提供了接触器和起动机器的短路保护。8.2.5.1、8.2.5.2 和 GB/T 14048.1—2012 中 4.8 给出了具体要求。

型式 2 配合的 AC-3e 型起动机器的要求在 8.2.5.3 中给出。

当 MPSD 用作手动起动机且没有相连的接触器时,不需要根据本条款试验。

### 5.9 空

#### 5.10 自动转换电器和自动加速控制电器的型式和特性

##### 5.10.1 型式

自动转换电器和自动加速控制电器的型式如下:

- a) 延时电器,如用作控制电路电器的延时接触器式继电器(见 GB/T 14048.5—2017)、定时限有或无继电器(见 GB/T 21711.1—2008);
- b) 欠电流电器(欠电流继电器);
- c) 自动加速控制用的其他电器:  
——取决于电压的电器;

- 取决于功率的电器；
- 取决于速度的电器。

### 5.10.2 特性

自动转换电器和自动加速控制电器的特性如下：

- a) 延时电器的特性：
  - 额定延时或延时范围(当可调时)；
  - 带有线圈的延时电器的额定电压(当电器的电压不同于起动机电源电压时)。
- b) 欠电流电器的特性：
  - 额定电流(根据制造商声明的发热电流和/或额定短时耐受电流)；
  - 电流整定值或整定范围(当可调时)。
- c) 由制造商和用户协议确定的其他电器的特性。

### 5.11 两级自耦减压起动器的自耦变压器型式和特性

考虑到其起动特性(见 5.3.5.6.3)，起动用自耦变压器应规定如下特性：

- 自耦变压器的额定电压；
- 用于调整起动转矩和电流的抽头数；
- 起动电压，即抽头端子上的电压，该值为自耦变压器额定电压的百分数；
- 在规定时间内承载的电流；
- 额定工作制(见 5.3.4)；
- 冷却方式：油冷却或空气冷却。

自耦变压器可为如下安装方式：

- 装入起动机中，在确定起动机额定值时应考虑其对温升的影响；
- 单独提供，其连接线的尺寸和类型应由变压器制造商和起动机制造商协商。

### 5.12 转子变阻式起动器的起动电阻的型式和特性

考虑到起动特性(见 5.3.5.6.2)，起动电阻应规定如下要求：

- 额定转子绝缘电压( $U_{ir}$ )；
- 电阻值；
- 平均发热电流，由电阻器在规定的时间内能承载的稳定电流值确定；
- 额定工作制(见 5.3.4)；
- 冷却方式：自然空气冷却式、强迫风冷式、油浸式。

电阻器可为如下安装方式：

- 装入起动机中，应限制电阻器的温升，以免引起起动机内其他部件受到损害；
- 单独提供，其连接线的类型和尺寸应由电阻器制造商和起动机制造商协商。

## 6 产品资料

### 6.1 资料内容

#### 6.1.1 铭牌

产品铭牌上的资料内容如下：

- a) 制造商名称或商标；

- b) 产品型号或系列号；
- c) 本部分的标准号,如制造商声称符合本部分。

### 6.1.2 特性、基本额定值和使用类别

特性:

- d) 额定工作电压(见 5.3.1.1);
- e) 接线端子极性(如适用);
- f) 设备额定工作电压下(见 5.3.2.5 和 5.4)的使用类别和额定工作电流(或额定功率);
- g) 额定频率 50/60Hz 或符号  $\equiv$  (IEC 60417-5031), 或其他的额定频率, 例如 16 2/3 Hz、400 Hz;
- h) 额定工作制, 并标明断续周期工作制级别(如有)(见 5.3.4), 按表 10 脚注 d 的规定表明断电时间(如需要);
- i) 开关设备的极阻抗( $Z$ );
- j) 材料声明, 根据 IEC 60947-1:2007/A2:2014 的附录 W。

相关值:

- k) 额定通断能力。如适用, 可用相应的使用类别代替(见表 7 和表 M.2)。

安全性和安装:

- l) 额定绝缘电压(见 5.3.1.2);
- m) 额定冲击耐受电压(见 5.3.1.3);
- n) 外壳防护等级, 按 GB/T 14048.1—2012 中附录 C;
- o) 污染等级(见第 7 章);
- p) 短路特性相关的信息:
  - 对于接触器或起动器: 额定限制短路电流(见 5.3.6)、配合类型(见 8.2.5.1)及 SCPD 的型式、电流额定值和特性;
  - 对于综合式起动器、综合式开关电器、保护式起动器和保护式开关电器: 额定限制短路电流(见 5.3.6)及协调配合类型(见 8.2.5.1);
  - 对于 MPSD, 额定极限短路分断能力( $I_{cu}$ )和额定运行短路分断能力( $I_{cs}$ )(见 8.2.4.7);
- q) 安装地点的最大允许海拔, 如标识可以使用的最高海拔;
- r) 端子连接导线的能力:
  - 将导线插入接线端子之前需要去除的绝缘长度;
  - 可夹紧的最大导线数量;
  - 对于非通用无螺纹型接线端子:
    - “s”或“sol”: 对于声明用于硬实心导线的接线端子;
    - “r”: 对于声明用于(实心或绞合)硬导线的接线端子;
    - “f”: 对于声明用于软导线的接线端子;
- s) 用于连接起动器或接触器组合装置的专用接线配件的标识。

控制电路:

下列控制电路的参数应标在线圈或电器上:

- t) 额定控制电路电压( $U_c$ ), 电流性质和额定频率;
- u) 线圈的吸持功率;

注 1: 吸合功率的相关信息可以在产品说明书等资料中给出。

- v) 额定控制电路电源电压( $U_s$ )、电流性质和额定频率(如有必要)。

对于电子式控制的电磁铁, 可能也需要其他资料, 如控制电路的结构(见 5.5 和 GB/T 14048.1—

2012 及 IEC 60947-1:2007/A2:2014 的附录 U)。

由压缩空气操作的接触器或起动器的供气系统:

w) 压缩空气的额定供气气压和该气压的变化范围(如果不同于 8.2.1.2)。

辅助电路:

x) 辅助电路的额定值(见 5.6)。

过电流继电器和脱扣器:

y) 5.7.2、5.7.5 和 5.7.6 规定的特性;

z) 5.7.3 和 5.7.4 规定的特性。

特定类型接触器和起动器的附加信息:

转子变阻式起动器:

aa) 线路图;

bb) 起动严酷度(见 5.3.5.6.1);

cc) 起动时间(见 5.3.5.6.1)。

自耦减压起动器:

dd) 额定起动电压,即抽头端子上的电压。

注 2: 该值可用起动器额定工作电压的百分比表示。

EMC 性能:

ee) 环境 A 或 B,见 GB/T 14048.1—2012 中 7.3.1;

ff) 特殊要求,例如应用屏蔽导线和绞合的导线。

注 3: 通常的安装条件不使用屏蔽导线和绞合的导线。

## 6.2 标志

GB/T 14048.1—2012 中 5.2 对接触器、起动器和过载继电器适用,并补充如下要求:


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

6.1.1 中的 c) 和 6.1.2 中的 e)、n) (如果防护等级不是 IP00) 及 z) 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。

6.1.2 中 u) 的标识要求参照相关的文件。

注: 在美国和加拿大,表 1 所给出的附加类别名称标志在多极设备上。

MPSD 安装之后,还应在清晰可见的位置处标注如下信息:

——隔离适用性(如适用),符号  为(IEC 60617-S00287“断路器”与 IEC 60417-6169-1 “隔离开关;隔离器”的组合);

——断开和闭合位置的指示,如使用符号(见 GB/T 14048.1—2012 中 7.1.6.1),则分别用  [IEC 60417-5008 中“(电源)断开”]和  [IEC 60417-5007 中“(电源)闭合”]标注。

当安装了 MPSD 时,下列数据应标注在 MPSD 外部清晰可见的地方:

——对于可调脱扣器,额定瞬时短路电流整定值( $I_1$ )范围。

对用于连接起动器或接触器组合装置的专用配件,应在制造商产品手册中给出 6.1.1 c)、6.1.2 l) 中的数据和电流  $I_{th}$  (如适用)。

## 6.3 安装、操作、维修、报废和拆除说明

GB/T 14048.1—2012 中 5.3 适用,并补充如下要求:

说明书中也应包含专用接线配件的内容。

应向用户提供有关电器报废和拆除的附加信息,以防电器出现可预见的危险条件,如由于已储存的

能量、物体的不稳定或掉落等。

对于保护式起动器,制造商也应提供必要的安装和接线说明。

自动复位过载继电器可以实现自动重启,对于带自动复位过载继电器的起动器,其制造商应随起动器一起提供必需的信息,以提醒用户自动重启的可能性。

如果电器的结构设计需要通过非受限能源(见 8.1.14 的规定)的外部电源来驱动,制造商应提供端口的短路保护和过电流保护相关的信息。

对于每一个相关的潜在危险,制造商应提供安全方面的标记、图形符号或提示,例如使用 IEC 60417-5036 的符号。信号语言应符合 GB/T 2893.2 的规定。

注: ISO/IEC 82079-1 中给出了关于编制安全说明的指导。

## 6.4 环境信息

IEC 60947-1:2007/A2:2014 中的 5.4 适用。

注: 即将出版的 IEC TS 63058 中给出了评定开关设备和控制设备环境影响的方法。

## 7 正常的使用、安装和运输条件

GB/T 14048.1—2012 中第 6 章适用,并补充如下要求:

除非制造商另有规定,接触器和起动器的污染等级规定为 3 级,其定义见 GB/T 14048.1—2012 中的 6.1.3.2。但也可规定为其他污染等级,这取决于接触器或起动器所处的影响绝缘的所有因素的微观环境。

当与轨道式安装有关时,应根据 IEC 60715:2017 规定相关要求。

GB/T 14048.1—2012 中附录 Q 的脚注 b 定义了振动的标准条件。

对于海拔 2 000 m 以上的使用,由制造商和使用者协商一致。

## 8 结构和性能要求

### 8.1 结构要求

#### 8.1.1 一般要求

GB/T 14048.1—2012 中 7.1.1 适用,并补充如下要求:

在安装、维护、正常使用条件、非正常使用条件和可合理预见误使用情况下,应采取措施以减少出现人员伤害和财产损失的可能性。本部分的要求即提供了这一类措施。

在正常条件和单一故障条件下,对电子电路可能产生的危险应进行防护。

附录 L 提供了安全场合机电式过载保护功能的风险评定方法。

设备中所用的符合相关产品标准的元件不必进行单独评估。对于当前还没有相关产品标准的元件或组件,应按本部分要求进行试验。

当产品预期和特定的辅助设备和专用接线配件一同使用时,除非可以证明该辅助设备和配件不会影响任何设备的安全性,否则应在安全评估和试验中包含辅助设备和配件。

电器的可触及部分不应有会伤害操作人员的锐边和锐角,尤其是操动装置。

尤其对于替代、或减少有害物的使用、或如果无法提供措施来防止有害物排出且与其接触,应仔细考虑 IEC 60947-1:2007/A2:2014 中的附录 O。

#### 8.1.2 材料

##### 8.1.2.1 一般要求

GB/T 14048.1—2012 中 7.1.2.1 适用,并补充如下要求:



注：火灾危险方面的具体要求参见 IEC TR 63054。

由 8.1.14 中规定的受限能源供电的电路中的绝缘材料部件不必符合本条款要求。

#### 8.1.2.2 灼热丝试验

GB/T 14048.1—2012 中 7.1.2.2 适用,并补充如下要求:

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满足 GB/T 14048.1—2012 中 8.2.1.1.1 规定的灼热丝试验要求,温度为 850 °C。

注:针焰试验(参见 GB/T 5169.5)可以作为确定船用产品阻燃性的替代试验。

#### 8.1.2.3 基于材料可燃性类别的试验

GB/T 14048.1—2012 中 7.1.2.3 适用。

#### 8.1.3 载流部件及其连接

GB/T 14048.1—2012 中 7.1.3 适用。

#### 8.1.4 电气间隙和爬电距离

GB/T 14048.1—2012 中 7.1.4 适用,并补充如下要求:

当使用固体绝缘作为绝缘配合挡板/隔板来满足所要求的爬电距离和电气间隙时,所使用的挡板/隔板的材料应符合 8.1.2.2 中的灼热丝要求或 8.1.2.3 中的可燃性要求。

由 8.1.14 中规定的受限能源供电的电路中的电气间隙和爬电距离不必符合本条款要求。

对于功能绝缘、基本绝缘、附加绝缘和加强绝缘,按 8.1.14 设计的印制接线板(PWB)(包括安装在印制接线板上的元件)上的电气间隙和爬电距离认为已满足这些要求,且不必进行进一步验证。

当 SELV 和 PELV 可触及时,应与其他危险带电部分隔开,相关要求见附录 N(保护性阻抗)和 GB/T 14048.1—2012 中的附录 N。

注:根据风险等级(损伤的严重度及其发生的可能性),危险带电部件在正常使用条件(见第 7 章)或单一故障条件下(见 GB/T 17045—2008 的 4.2 及 GB/T 14048.1—2012 中 7.1.10 和附录 N)认为是无法触及的。如果一些电路只在维修或类似情况下可触及,可按照正常使用条件进行考虑,并仅使用基本绝缘。可参见 GB/T 16842 的要求使用试验试指来确定可触及部分。

#### 8.1.5 操动器

##### 8.1.5.1 绝缘

GB/T 14048.1—2012 中 7.1.5.1 适用。

##### 8.1.5.2 运动方向

GB/T 14048.1—2012 中 7.1.5.2 适用。

##### 8.1.5.3 安装

安装在可拆卸面板或可开启门上的操动器,当装上面板或关上门时,操动器与相应的机构应能正确地连接。

##### 8.1.5.4 防护

在人力操作装置区域应无炽热颗粒喷出的通道或孔。

## 8.1.6 触头位置的指示

### 8.1.6.1 指示方法

对于人力操作的起动器,GB/T 14048.1—2012 中 7.1.6.1 适用。

### 8.1.6.2 用操动器作位置指示

GB/T 14048.1—2012 中 7.1.6.2 适用。

## 8.1.7 具有隔离功能的电器的附加要求

GB/T 14048.1—2012 中的 7.1.7 适用,并补充如下要求:

如果 MPSD 的脱扣位置不是指示的断开位置,则宜清晰可见地显示该位置不是断开位置。具有隔离功能的人力操作的起动器和 MPSD 的主触头位置应根据 9.3.3.2.3 进行试验验证。

具有隔离功能的 MPSD 和人力操作的电动机起动器应配有锁在断开位置的锁定装置。

## 8.1.8 接线端子

### 8.1.8.1 一般要求

GB/T 14048.1—2012 中 7.1.8 适用,并补充如下要求。

### 8.1.8.2 接线端子标识和标志

接线端子的识别和标志应符合 GB/T 14048.1—2012 中 7.1.8.4 以及本部分附录 A 的要求。

## 8.1.9 具有中性极的接触器或起动器的附加要求

GB/T 14048.1—2012 中 7.1.9 适用。

## 8.1.10 保护接地的要求

GB/T 14048.1—2012 中 7.1.10 适用。

## 8.1.11 电器外壳

### 8.1.11.1 设计

GB/T 14048.1—2012 中 7.1.11.1 适用,并补充如下要求:

装在外壳内的起动电阻所产生的热量不应损害壳内的其他电器及材料。

对于综合式起动器,其盖或门应有联锁,当人力操作开关电器未处于打开位置时,盖或门不能打开。但是当人力操作开关电器处于闭合位置时,使用工具可以打开门或盖。

### 8.1.11.2 绝缘

GB/T 14048.1—2012 中 7.1.11.2 适用。

## 8.1.12 封闭式接触器或起动器的防护等级

GB/T 14048.1—2012 中 7.1.12 适用。

## 8.1.13 导线管的拔出、金属导线管的扭转和弯曲

GB/T 14048.1—2012 中 7.1.13 适用。

## 8.1.14 受限能源

## 8.1.14.1 一般要求

采用如下的分隔措施后,受限能源可以作为连接到危险带电部分的电路的二次回路:

- a) 电隔离;
- b) 限流阻抗。

注: NFPA 70 和 CSA C22.1 中定义的 2 类电源与带电隔离的受限能源具有相同的电气输出特性。

## 8.1.14.2 具有电隔离的受限能源

具有电隔离的受限能源中包括一个隔离元件,例如在主回路和受限能源输出之间的变压器。下列要求应满足其中之一:

- a) 输出的固有特性符合表 19 的规定;或
- b) 采用线性或非线性阻抗将输出限定在表 19 规定的范围内。如果使用了正温度系数电器(如 PTC),则该电器应满足 GB/T 14536.1 中规定的相关试验要求;或
- c) 采用调控网络将输出限定在表 19 规定的范围内,在调控网络中有或没有单一故障的情况下均满足要求;或
- d) 使用过电流保护电器,将输出限定在表 20 规定的范围内。

所使用的过电流保护电器应为熔断器或不可调机电式电器。

按 9.2.4 中的试验验证最大可用功率。

在外部电源不带过电流保护电器的情况下,该电源不应超过表 19 中的值。在外部电源带有过电流保护电器的情况下,该电源不应超过表 20 中的值。

表 19 不带过电流保护电器的受限能源限值

输出电压 <sup>a</sup> $U_{oc}$		输出电流 <sup>b,d</sup> $I_{sc}$	最大功率 <sup>c</sup> S VA
V AC	V DC	A	
$\leq 30$ RMS.	$\leq 30$	$\leq 8$	100
—	$30 < U_{oc} \leq 60^e$	$\leq \frac{150}{U_{oc}}$	100

<sup>a</sup>  $U_{oc}$ : 在所有负载电路断开时测得的输出电压。电压是基本正弦交流电和无波纹直流电。对于非正弦交流和波纹高于 10% 峰值电流的直流电,峰值电压应不超过 42.4 V。

<sup>b</sup>  $I_{sc}$ : 带有任意非电容性负载的最大输出电流,包括短路电流。

<sup>c</sup> S(VA): 带有任意非电容性负载的最大输出视在功率,单位为 VA,按 9.2.4 确定。

<sup>d</sup> 如果通过电子电路或正温度系数电器(如 PTC)进行保护,那么在连接负载 5 s 后测量  $I_{sc}$ ;其他情况下在 60 s 后测量。

<sup>e</sup> 在美国,对于连续直流输出或开关频率在 10 Hz~200 Hz 之外的直流输出,其限值为 60 V,对于开关频率为 10 Hz~200 Hz 的直流输出限值是 24.8 V。

表 20 带有过电流保护电器的受限能源限值

输出电压 <sup>a</sup> $U_{oc}$		输出电流 <sup>b,d</sup> $I_{sc}$ A	最大功率 <sup>c,d</sup> S VA	过电流保护电器的 电流额定值 <sup>e</sup> A
V AC	V DC			
$\leq 20$	$\leq 20$	$\leq \frac{1\ 000}{U_{oc}}$	250	$\leq 5.0$
$20 < U_{oc} \leq 30$	$20 < U_{oc} \leq 30^f$			$\leq 100/U_{oc}$
—	$30 < U_{oc} \leq 60^f$			$\leq 100/U_{oc}$

注：对过电流保护电器旁路进行测量的原因是为了确定在过电流保护电器动作时间内可能引起过热的能量大小。

<sup>a</sup>  $U_{oc}$ ：在所有负载电路断开时测得的输出电压。电压是基本正弦交流电和无波纹直流电。对于非正弦交流和波纹高于 10% 峰值电流的直流电，峰值电压应不超过 42.4 V。

<sup>b</sup>  $I_{sc}$ ：带有任意非电容性负载的最大输出电流，包括短路电流，在连接负载 60 s 后测量。

<sup>c</sup> S(VA)：带有任意非电容性负载的最大输出功率，单位为 VA，按 9.2.4 在连接负载 60 s 后测量。

<sup>d</sup> 测量时限流阻抗连接在电路中，过电流保护电器旁路。

<sup>e</sup> 过电流保护电器的电流额定值。当电路电流等于表中规定的额定值的 210% 时，过电流保护电器在 120 s 内分断电路。

<sup>f</sup> 在美国，对于连续直流输出或开关频率在 10 Hz~200 Hz 之外的直流输出，其限值为 60 V，对于开关频率为 10 Hz~200 Hz 的直流输出限值是 24.8 V。

8.1.14.3 带限流阻抗的受限能源

带限流阻抗的受限能源具有下列特性：

- a) 输出电压符合表 21 的规定；
- b) 采用线性或非线性阻抗将输出限定在表 21 规定的范围内，有或没有单一故障的情况下均满足要求。

带限流阻抗的受限能源可以由主电路或电隔离电路（如变压器的二次电路）供电。

表 21 带限流阻抗的受限能源限值

输出电压 <sup>a</sup> $U_{oc}$		输出电流 <sup>b,d</sup> $I_{sc}$ A	最大功率 <sup>c</sup> S VA
V AC	V DC		
$\leq 30$ RMS.	$\leq 30$	0.5	15

<sup>a</sup>  $U_{oc}$ ：在所有负载电路断开时测得的输出电压。电压是基本正弦交流电和无波纹直流电。对于非正弦交流和波纹高于 10% 峰值电流的直流电，峰值电压应不超过 42.4 V。

<sup>b</sup>  $I_{sc}$ ：在受限能源输出两端测得的最大输出电流。

<sup>c</sup> S(VA)：最大输出视在功率，单位为 VA，按 9.2.4 确定。

<sup>d</sup> 施加短路 5 s 后测量  $I_{sc}$ 。

### 8.1.15 电荷储能电路

检修(如更换线圈)、安装或拆卸设备时,带有已存储电荷(电容器)元件的可动部件在拆卸后不应有产生电能危险的风险。

连接到可触及危险带电部分的电容器应在移除电源后 5 s 内放电至低于 0.5 mJ。否则应在产品上提供容易看见的警告提示,标明放电至限值的时间,或如何在接触连接部分之前将电容器放电的推荐方法。

### 8.1.16 故障和非正常条件

除非装置本身可以提供而且在产品安装信息中规定了危险防护措施,否则产品的设计应避免出现可能会导致故障条件或元件失效从而引发危险的动作模式或程序。如适用,本条款的要求也应用于非正常动作条件。

应进行电路分析或试验,确定特定元件(包括绝缘系统)的失效是否会产生危险。

分析中应包括可能会导致下述风险的元件故障或(基本或附加)绝缘失效的情况:

——电击风险;

——劣化引发的着火、颗粒燃烧、或金属熔融风险。

分析或试验应包括元件在短路和开路情况下的影响。除非分析结果明确显示在短路和开路条件下元件失效不会引起电击或火灾危险,否则应进行试验。按 9.2.5 中的试验验证符合性。

对于已根据相关产品标准评估过可靠性的元件,如果其试验条件满足产品的设计条件,即视为满足上述要求,不需要进行进一步验证。

### 8.1.17 端口的短路和过载保护

如果位于电器外部的信号端口或电源端口的电源不符合 8.1.14 中对受限能源的要求,则产品在短路或过载情况下应不存在危险。应按 6.3 规定提供外部过电流保护装置的安装说明。

应通过检查验证符合性,必要时,通过模拟单一故障条件验证。

## 8.2 性能要求

### 8.2.1 动作条件

#### 8.2.1.1 一般要求

##### 8.2.1.1.1 一般条件

GB/T 14048.1—2012 中的 7.2.1.1 适用,并补充如下要求。

综合式起动器或保护式起动器的短路保护电器的要求见相关标准,如果采用断路器作为短路保护电器则符合 GB/T 14048.2—2020 的要求,采用熔断器式组合电器则符合 GB/T 14048.3 的要求,采用 MPSD 则符合本部分的要求。

5.3.5 规定的正常负载和过载特性相关要求见 8.2.4.1、8.2.4.2 和 8.2.4.4。

本要求适用于产品和专用接线配件。

如果  $U_s$  和  $U_c$  之间没有区别,则要求适用于  $U_c$ 。

##### 8.2.1.1.2 一般条件 A

起动器应:

a) 能自由脱扣;

- b) 当电动机运行时或在起动过程中的任何时刻, 起动器所选用的脱扣方法应能使其触头断开;
- c) 起动顺序不正确时应不能起动。

#### 8.2.1.1.3 一般条件 B

装有接触器的起动器, 在周围空气温度(即+20℃)下, 过载继电器(如可调的话)整定在最小和最大值时承载额定满载电流达到热平衡后按 9.3.3.1 试验时, 由于接触器操作引起的冲击不应导致起动器脱扣(动作)。

#### 8.2.1.1.4 一般条件 C

对于变阻式起动器, 过载继电器应连接在定子电路中。如用户要求, 可用特殊布置的方法来防止转子接触器和电阻器过热。

#### 8.2.1.1.5 一般条件 D

对于起动器因起动电阻器或变压器的过热会引起损害的情况, 推荐安装一种合适的电器, 以使在出现过热前自动断开起动器的电源。

#### 8.2.1.1.6 一般条件 E

多极电器中同时接通和分断的动触头, 无论人力还是自动操作, 其连接应保证各极基本上同时闭合和断开。

### 8.2.1.2 接触器和动力操作起动器的动作范围

GB/T 14048.1—2012 中 7.2.1.2, 适用, 并补充如下要求:

对于锁扣接触器, 当对其施加大小为 85%~110% 额定解锁电压的电压值时, 电器应脱扣并完全断开。

#### 8.2.1.3 欠压继电器和脱扣器的动作范围。

GB/T 14048.1—2012 中 7.2.1.3 适用, 并补充: 试验方法见 9.3.3.2.2。

#### 8.2.1.4 分励脱扣器的动作范围

GB/T 14048.1—2012 中 7.2.1.4 适用, 并补充: 试验方法见 9.3.3.2.2。

### 8.2.1.5 电流动作型继电器和脱扣器的动作范围

#### 8.2.1.5.1 过载延时动作继电器各极通电时的动作范围

##### 8.2.1.5.1.1 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 3 的要求:

- a) 通常装在外壳内的过载继电器或起动器, 周围空气温度对应于表 3 规定值, 在 A 倍整定电流时, 从冷态开始在 2 h 内不脱扣, 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 GB/T 755—2019 中 9.3.3 的规定, 对于脱扣级别为 2、3、5 和 10A 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; 对于脱扣级别为 10A 级

的过载继电器,周围空气温度在 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或以下的,制造商可以规定一个较长的脱扣时间,但不大于 $4\text{ min}$ 。

注2: GB/T 755—2019中9.3.3规定:“额定输出不超过 $315\text{ kW}$ 、额定电压不超过 $1\text{ kV}$ 的多相电动机应可以耐受 $1.5$ 倍额定电流,不少于 $2\text{ min}$ 。”

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 $4\text{ min}$ 、 $8\text{ min}$ 、 $12\text{ min}$ 或 $16\text{ min}$ 内脱扣。

e) 从冷态开始,在 $D$ 倍整定电流下,对于适当的脱扣级别和公差带,应在表2给出的极限值内脱扣。

对电流整定值可调的过载继电器,动作极限值对于继电器承载相应最大整定电流和承载相应最小整定电流均应适用。

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3中在 $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下的有关要求,且在其他温度下也在表3限值以内,则认为该过载继电器是有温度补偿的(见图1)。

表3 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	$+40\text{ }^{\circ}\text{C}$
热式有周围空气温度补偿	$c$	$c$	—	—	低于 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}^d$
	1.05	1.3	1.5	—	$-5\text{ }^{\circ}\text{C}$
	1.05	$1.2^b$	1.5	7.2	$+20\text{ }^{\circ}\text{C}$
	1.0	$1.2^b$	1.5	—	$+40\text{ }^{\circ}\text{C}$
	$c$	$c$	—	—	高于 $+40\text{ }^{\circ}\text{C}^d$
电子式 <sup>a</sup>	1.05	$1.2^b$	1.5	7.2	$0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$
<sup>a</sup> 对于整定值在A、B和D的电流整定值,仅在 $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下进行试验。 <sup>b</sup> 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。 <sup>c</sup> 整定电流倍数应由制造商规定。 <sup>d</sup> 温度超过 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的试验方法见9.3.3.2.2。					

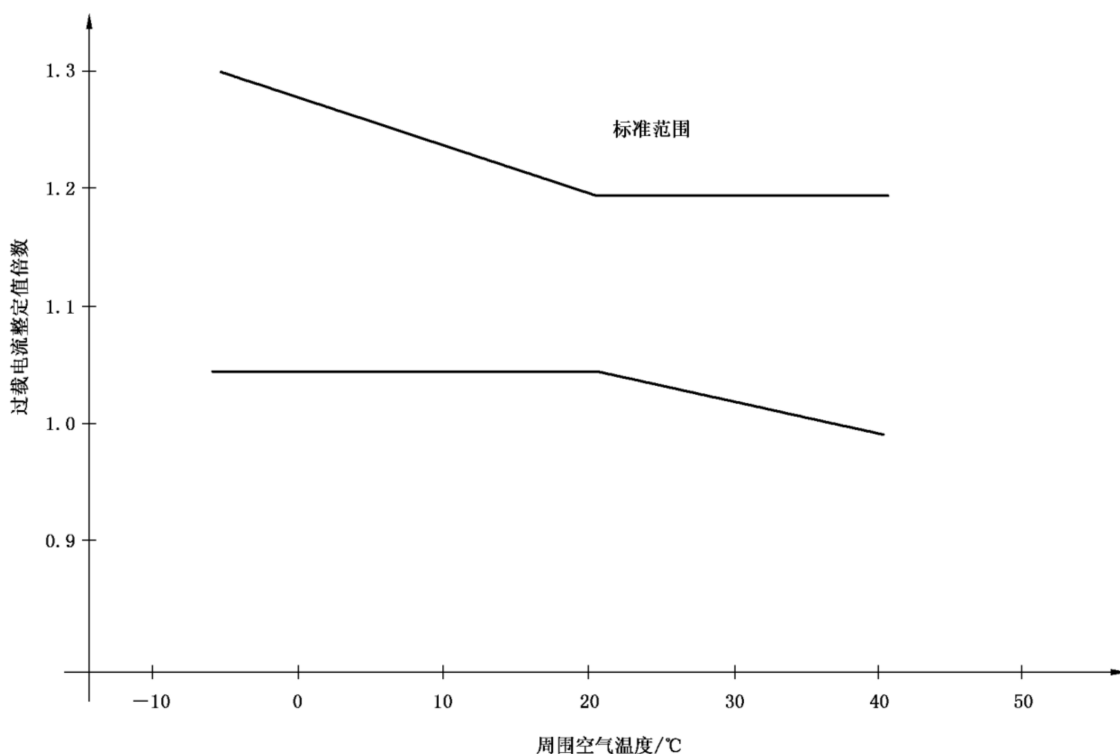


图 1 周围空气温度补偿延时过载继电器的整定电流限值倍数

8.2.1.5.1.2 热记忆试验验证

除非制造商规定产品不包括热记忆, 否则电子式过载继电器应符合下列要求(见图 2):

- 通以电流  $I_e$ , 直到电器达到热平衡;
- 中断电流  $2 \times T_p$  时间(见表 2), 相对公差为  $\pm 10\%$  ( $T_p$  是根据表 3, 在 D 电流下测得的时间);
- 通以电流  $7.2 \times I_e$ ;
- 继电器应在  $50\% T_p$  的时间内脱扣。

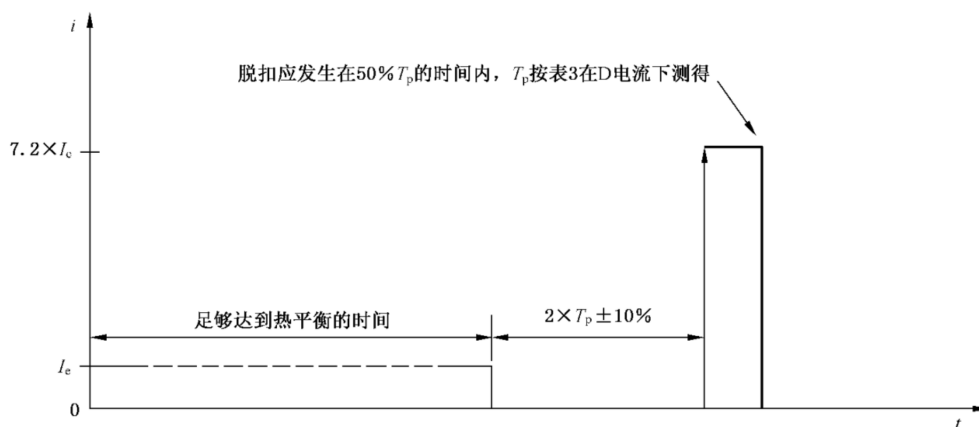


图 2 热记忆试验

8.2.1.5.2 三极延时过载继电器两极通电时动作范围

参见表 4:



装在外壳内的过载继电器或起动器应在外壳内试验。对于三极通电的继电器,在表 4 规定的周围空气温度下,从冷态开始通以 A 倍整定电流,在 2 h 内应不脱扣。

紧接着当两极的电流值增加到 B 倍整定电流(对于断相保护过载继电器或脱扣器,此时两极会承载较高的电流)且第三极不通电时,应在 2 h 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,其特性对于继电器承载相应最大整定电流和承载相应最小整定电流时均应适用。

表 4 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

#### 8.2.1.5.3 过载瞬时动作继电器的动作范围

对于所有的整定电流值,过载瞬时动作继电器在整定电流的 $\pm 10\%$ 误差范围内应能脱扣。

注:本部分中的过载瞬时动作继电器不适用于短路保护。

#### 8.2.1.5.4 欠电流继电器(或脱扣器)的动作范围

##### 8.2.1.5.4.1 欠电流继电器的动作范围

与开关电器配合使用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在 80%~120%的整定时间内断开开关电器,如果动作时间小于 1 s,制造商可以规定不同的允差,但是上限不能大于 1.2 s。

注:允差的规定取决于检测技术。

##### 8.2.1.5.4.2 欠电流继电器自动转换的动作范围

本条款要求适用于:

- 对于从星形到三角形的星-三角起动器;
- 对于从起动到运行位置的自耦减压起动器。

欠电流继电器的最小动作电流应不大于过载继电器实际整定电流的 1.5 倍,该继电器可在起动或星形连接时动作。欠电流继电器应能承受从其最小整定电流至起动位置或星形连接时堵转电流的任何电流值,而承载时间则取决于过载继电器在最大整定电流时的脱扣时间。

##### 8.2.1.5.5 堵转继电器(或脱扣器)的动作范围

在下列情况下,与开关电器一起使用的堵转继电器应在 80%~120%的整定时间(堵转禁止保护时间)内或由制造商规定的精度范围内断开开关电器。

a) 电流检测继电器;电流比整定堵转电流高 20%;

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±10%,那么当电流等于或大于  $100\text{ A} \times 1.2 = 120\text{ A}$  时,继电器应在 5.4 s~6.6 s 的范围内脱扣。

b) 旋转检测继电器;输入信号表明电动机没有旋转。

#### 8.2.1.5.6 阻塞继电器的动作范围

对于与开关电器一起使用的阻塞继电器或脱扣器,如果在起动结束后的运行期间,电流超过 1.2 倍阻塞继电器的整定电流值,那么阻塞继电器或脱扣器应在 80%~120%的整定时间内(阻塞禁止保护时间)或由制造商规定的精度范围内断开开关电器。

#### 8.2.1.5.7 MPSD 的短路脱扣器的动作范围

如果 MPSD 的短路脱扣电流整定值可调,则应在所有电流整定值的脱扣电流的±20%精度范围内脱扣。

### 8.2.2 温升

#### 8.2.2.1 一般要求

GB/T 14048.1—2012 中 7.2.2 适用,试验应在清洁的、新的起动器和接触器上进行。

注 1: 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,电器的触头要进行清洁,可通过非研磨的方法,或者在表 10 规定的条件下,在任意适用的使用类别、任意电压下进行 10 次操作循环。

按 9.3.3.3 规定的条件进行试验时所测得的温升应分别不超过本部分中的表 5 和 GB/T 14048.1—2012 中的 7.2.2.1 和 7.2.2.2 规定的极限值。

如果有电子式控制电磁铁,那么通过电阻的变化测量线圈的温升是不可行的,此时可以采用其他的方法,例如热电偶或其他适用的方法。

表 5 绝缘线圈的温升极限

绝缘材料等级 (根据 GB/T 11021—2014)	电阻法测得的温升极限 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	—

由于自耦减压起动器中的自耦变压器只是断续通电,所以当起动器是按 5.3.4 和 5.3.5.6.4 的要求操作时,允许变压器绕组的最高温升比表 5 的数值增高 15 K。

注 2: 表 5 和 GB/T 14048.1—2012 中 7.2.2.2 给出的温升极限值仅适用于-5℃~+40℃的周围空气温度。

#### 8.2.2.2 接线端子

GB/T 14048.1—2012 中 7.2.2.1 适用。

### 8.2.2.3 易接近部件

GB/T 14048.1—2012 中 7.2.2.2 适用。

### 8.2.2.4 周围空气温度

GB/T 14048.1—2012 中 7.2.2.3 适用。

### 8.2.2.5 主电路

按 9.3.3.3.4 规定进行试验时,接触器或起动器包括与之连接的过电流脱扣器的主电路应能承载下述电流,而其温升不超过 GB/T 14048.1—2012 中 7.2.2.1 规定的极限值:

- a) 8 h 工作制:约定自由空气发热电流(见 5.3.2.1 和 5.3.2.2);
- b) 不间断工作制、断续周期工作制或短时工作制:额定工作电流(见 5.3.2.5)。

### 8.2.2.6 控制电路

GB/T 14048.1—2012 中 7.2.2.5 适用并补充如下。

接触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 GB/T 14048.1—2012 中附录 S 的要求。

### 8.2.2.7 线圈和电磁铁的绕组

#### 8.2.2.7.1 不间断工作制和 8 h 工作制绕组

当主电路通以 8.2.2.5 规定的最大电流时,接触器或起动器线圈的绕组(包括电气-气动接触器或起动器的电气操作阀绕组)应在持续负载和额定频率(当为交流时)下承受最高额定控制电源电压而不超过表 5 和 GB/T 14048.1—2012 中 7.2.2.6 规定的温升极限。

注:根据一些技术方法(例如某些型式的电子式控制电磁铁),当线圈按正常运行连接时,控制电源电压可以不直接施加在线圈绕组上。

#### 8.2.2.7.2 断续周期工作制绕组

当主电路无电流流过时,线圈绕组在额定频率(当为交流时)及最高额定控制电源电压下,按表 6 给出的断续周期工作制进行操作时,其温升不超过表 5 和 GB/T 14048.1—2012 中 7.2.2.6 规定的温升极限。

注:根据一些技术方法(例如某些型式的电子式控制电磁铁),当线圈按正常使用连接时,控制电源电压可以不直接施加在线圈绕组上。

表 6 断续周期工作制的试验循环数

断续周期工作制级别		每一次闭合-断开操作循环 s	线圈通电时间
接触器	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	

### 8.2.2.7.3 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起动器线圈、锁扣接触器的脱扣线圈和供气动接触器或起动器联锁用的电磁阀门线圈。

### 8.2.2.8 辅助电路

GB/T 14048.1—2012 中 7.2.2.7 适用。

### 8.2.2.9 其他部分

GB/T 14048.1—2012 中 7.2.2.8 适用。

## 8.2.3 介电性能

### 8.2.3.1 一般要求

GB/T 14048.1—2012 中 7.2.3 适用,并补充如下要求。

### 8.2.3.2 电路之间的限压元件

接在电路之间的不接地限压元件按如下规定进行介电试验验证。

用于电子元件浪涌保护的限压元件称为“压敏电阻”,其应符合 GB/T 10194 的要求。本条款的目的不是为了减小电气间隙。电器在进行型式试验时,可以断开限压元件。

GB/T 10194 中的如下要求适用:

a) 压敏电阻的优选气候类型:

——最低气温:  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

——最高气温:  $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

制造商应验证压敏电阻适用于其他环境温度(如有)。

b) 压敏电阻的最小额定电压应是压敏电阻所连电路的最大峰值电压的 1.2 倍。

c) 压敏电阻连接至主电路时,应进行 9.4.2.5 的浪涌试验。

注 1: 经过对压敏电阻进行上述验证,可假设不需要使用熔断器保护压敏电阻。

注 2: GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.4.1 项 1) 中给出了各极之间电路断开的可能性,但可能并不适用于常规试验,因为产品已经完成,不适合再将其重新打开和操作。本试验的主要目的是为了识别限压元件的正确操作。

## 8.2.4 正常负载和过载条件下的性能要求

### 8.2.4.1 接通和分断能力

接触器或起动器按 9.3.3.5 所述的试验方法,应能接通和分断表 7 中与使用类别相对应的电流及次数。

通电时间和断电时间应不超过表 7 和表 8 的规定值。

这些性能对应 5.3.5.3 和 5.3.5.4 中的正常负载特性。

MPSD 应在表 7 规定的条件下进行试验,但有如下例外:

——如果过载脱扣器在试验期间脱扣,断电时间可以延长至没有脱扣发生的时间点。

如果短路脱扣器在试验期间脱扣,瞬时短路脱扣器应被禁止。如果瞬时短路电流额定值低于试验电流,且制造商没有给出较低的允差,则试验电流可以减少至额定瞬时短路脱扣器电流整定值( $I_t$ )加

20%。对于可调的瞬时脱扣单元,应将脱扣整定值设置为最大整定值。

表 7 不同使用类别的接通与分断能力的接通和分断条件

使用类别	接通和分断(通断)条件						
	$I_c/I_e$	$U_r/U_e$	$\cos\phi$	$L/R$ ms	通电时间 <sup>b</sup> s	断电时间 s	操作循环次数
AC-1	1.5	1.05	0.8		0.05	f	50
AC-2	4.0 <sup>h</sup>		0.65 <sup>h</sup>				
AC-3 <sup>i</sup>	8.0		a				
AC-3e <sup>i</sup>	8.5						
AC-4 <sup>i</sup>	10.0		0.45				
AC-5a	3.0						
AC-5b	1.5 <sup>c</sup>		c				
AC-6a	j						
AC-6b	1.5 <sup>e</sup>	1.05			l	m	50
AC-8a <sup>k</sup>	6.0		a		0.05	f	
AC-8b <sup>k</sup>							
DC-1	1.5	1.05		1.0	0.05	f	50 <sup>d</sup>
DC-3	4.0			2.5			
DC-5	4.0			15.0			
DC-6	1.5 <sup>c</sup>			c			
使用类别	接通条件 <sup>i</sup>						
	$I/I_e$	$U/U_e$	$\cos\phi$		通电时间 <sup>b</sup>	断电时间	操作循环次数
AC-3	10	1.05 <sup>g</sup>	a		0.05	f	50
AC-3e	12 <sup>n</sup>		o				
AC-4	12		a				
<p><math>I</math>: 接通电流, 接通电流用直流或交流对称有效值表示, 但对交流而言, 接通操作时实际的电流峰值可能会高于对称峰值。</p> <p><math>I_c</math>: 接通和分断电流, 用直流或交流对称有效值表示。</p> <p><math>I_e</math>: 额定工作电流。</p> <p><math>U</math>: 外施电压。</p> <p><math>U_r</math>: 工频或直流恢复电压。</p> <p><math>U_e</math>: 额定工作电压。</p> <p><math>\cos\phi</math>: 试验电路的功率因数。</p> <p><math>L/R</math>: 试验电路的时间常数。</p>							
<p><sup>a</sup> <math>I_e \leq 100 \text{ A}, \cos\phi = 0.45; I_e &gt; 100 \text{ A}, \cos\phi = 0.35</math>。</p> <p><sup>b</sup> 若触头在重新断开之前已经完全闭合到底, 则允许时间小于 0.05 s。为便于试验的进行, 经制造商同意, 可以规定更长的通电时间。</p> <p><sup>c</sup> 试验用白炽灯作为负载。</p>							

表 7 (续)

使用类别	接通和分断(通断)条件						
	$I_c/I_e$	$U_r/U_e$	$\cos\phi$	$L/R$ ms	通电时间 <sup>b</sup> s	断电时间 s	操作循环次数
<p><sup>d</sup> 若未在电器上标志极性,用一种极性做 25 次,另 25 次换为相反极性。</p> <p><sup>e</sup> 负载应由市场上能购买得到的电容器组成,从而可以根据 9.3.3.3.4 计算得到稳定状态的无功电流 <math>I_c</math>。电容性的额定值可由通断电容器试验获得,或以实验或经验的基础加以确定。表 9 中给出了一个参考公式作为指南,这个公式未计及谐波电流产生的热效应,因此,用本公式导出的数值应把温升考虑进去。试验接线端子处的电流应不低于预期电流“<math>r</math>”。可通过分析评估确定。</p> <p><sup>f</sup> 如果制造商同意,表 8 中的最大断电时间可以缩短。</p> <p><sup>g</sup> 对于 <math>U/U_e</math>,允许 <math>\pm 20\%</math> 的误差。</p> <p><sup>h</sup> 所给的值用于定子电路的接触器,对用于转子电路的接触器,试验应通以 4 倍的额定转子工作电流,功率因数为 0.95。</p> <p><sup>i</sup> 使用类别 AC-3、AC-3e 和 AC-4 的接通条件也应予以验证,当制造商同意时,可与接通和分断试验一起进行,此时,接通电流的倍数为 <math>I/I_e</math>,分断电流为 <math>I_c/I_e</math>。25 次操作循环的控制电源电压为额定控制电源电压 <math>U_s</math> 的 110%,另 25 次为 <math>U_s</math> 的 85%。</p> <p><sup>j</sup> 制造商可通过用变压器进行试验验证使用类别 AC-6a 的额定值,或根据表 9 中使用类别 AC-3 的值推算确定。</p> <p><sup>k</sup> 如果由制造商规定,则转子堵转电流/满载电流可以选用较低值。</p> <p><sup>l</sup> 接通时间应足够长以使电流达到稳定。</p> <p><sup>m</sup> 断电时间按表 8。放电电阻的值应根据断电时间结束时电压小于 50 V 的条件确定。</p> <p><sup>n</sup> 作为可选项,可以由制造商在 12 或 13 之间自行选定 <math>I/I_e</math> 的值。此时,功率因数由以下公式导出:  <math>I_c \leq 100 \text{ A}; \cos\phi = 0.1 \times I/I_e - 0.85</math>  <math>I_c &gt; 100 \text{ A}; \cos\phi = 0.1 \times I/I_e - 0.95</math></p> <p><sup>o</sup> 当 <math>I_c \leq 100 \text{ A}</math> 时, <math>\cos\phi = 0.35</math>; <math>I_c &gt; 100 \text{ A}</math> 时, <math>\cos\phi = 0.25</math>。</p>							

表 8 验证额定接通与分断能力时试验电流和断电时间的关系

试验电流 $I$ A	断电时间 s
$I \leq 100$	10
$100 < I \leq 200$	20
$200 < I \leq 300$	30
$300 < I \leq 400$	40
$400 < I \leq 600$	60
$600 < I \leq 800$	80
$800 < I \leq 1\ 000$	100
$1\ 000 < I \leq 1\ 300$	140
$1\ 300 < I \leq 1\ 600$	180
$1\ 600 < I \leq 2\ 500$	240
$2\ 500 < I$	用户和制造商协定

若制造商同意,可缩短断电时间。

表 9 根据 AC-3 额定值确定 AC-6a 和 AC-6b 工作电流

额定工作电流	由使用类别 AC-3 的额定电流确定
$I_c$ (AC-6a)——用于通断冲击电流峰值不大于额定电流 30 倍的变压器	$0.45I_c$ (AC-3)
$I_c$ (AC-6b)——用于通断单独电容器组,电容器安装处的预期短路电流为 $i_k$	$i_k \cdot X^2 / (X-1)^2$ 其中 $X = 13.3 \cdot I_c$ (AC-3) / $i_k$ 且 $i_k > 205I_c$ (AC-3)
工作电流 $I_c$ (AC-6b)的最高冲击电流峰值由下式导出: $I_{pmax} = \frac{U_c \cdot \sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1 + \sqrt{\frac{X_c}{X_L}}}{X_L - X_c}$ 式中: $U_c$ ——额定工作电压; $X_L$ ——电路短路阻抗; $X_c$ ——电容器组的电抗。 本公式有效的条件是:接触器或起动器电源端的电容可忽略不计且电容器没有预充电。	

#### 8.2.4.2 约定操作性能

GB/T 14048.1—2012 中 7.2.4.2 适用,并补充如下要求:

接触器或起动器按 9.3.3.6 所述的试验方法,应能接通和分断表 10 中与使用类别相对应的电流及操作循环次数。MPSD 应在表 10 的相同条件下进行试验,但有如下例外:

如果试验期间过载脱扣器脱扣,断电时间可以延长至没有脱扣发生的时间点。

表 10 不同使用类别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					
	$I_c/I_e$	$U_r/U_c$	$\cos\phi$	通电时间 s	断电时间 s	操作循环次数
AC-1	1.0	1.05	0.80	0.05 <sup>b</sup>	<sup>c</sup>	6 000 <sup>i</sup>
AC-2	2.0	1.05	0.65	0.05 <sup>b</sup>	<sup>c</sup>	6 000 <sup>i</sup>
AC-3, AC-3e	2.0	1.05	<sup>a</sup>	0.05 <sup>b</sup>	<sup>c</sup>	6 000 <sup>i</sup>
AC-4	6.0	1.05	<sup>a</sup>	0.05 <sup>b</sup>	<sup>c</sup>	6 000 <sup>i</sup>
AC-5a	2.0	1.05	0.45	0.05 <sup>b</sup>	<sup>c</sup>	6 000 <sup>i</sup>
AC-5b	1.0 <sup>e</sup>	1.05	<sup>e</sup>	0.05 <sup>b</sup>	60	6 000 <sup>i</sup>
AC-6a	<sup>g</sup>	<sup>g</sup>	<sup>g</sup>	<sup>g</sup>	<sup>g</sup>	<sup>g</sup>
AC-6b	1 <sup>k</sup>	1.05		<sup>l</sup>	<sup>m</sup>	6 000
AC-8a	1.0	1.05	0.80	0.05 <sup>b</sup>	<sup>c</sup>	30 000
AC-8b <sup>h-j</sup>	6.0	1.05	<sup>a</sup>	1	9	5 900
				10	90 <sup>d</sup>	100

表 10 (续)

使用类别	$I_c/I_e$	$U_r/U_e$	$L/R$ ms	通电时间 s	断电时间 s	操作循环次数
DC-1	1.0	1.05	1.0	0.05 <sup>b</sup>	<sup>c</sup>	6 000 <sup>f</sup>
DC-3	2.5	1.05	2.0	0.05 <sup>b</sup>	<sup>c</sup>	6 000 <sup>f</sup>
DC-5	2.5	1.05	7.5	0.05 <sup>b</sup>	<sup>c</sup>	6 000 <sup>f</sup>
DC-6	1.0 <sup>e</sup>	1.05	<sup>e</sup>	0.05 <sup>b</sup>	60	6 000 <sup>f</sup>

$I_c$ : 接通或分断电流。除使用类别 AC-5b、AC-6 或 DC-6 外, 接通电流用直流或交流对称有效值表示, 但对交流而言, 接通操作时实际的电流峰值可能会高于对称峰值。  
 $I_e$ : 额定工作电流。  
 $U_r$ : 工频或直流恢复电压。  
 $U_e$ : 额定工作电压。  
 $\cos\phi$ : 试验电路的功率因数。  
 $L/R$ : 试验电路的时间常数。

<sup>a</sup>  $I_c \leq 100$  A,  $\cos\phi = 0.45$ ;  
 $I_c > 100$  A,  $\cos\phi = 0.35$ 。  
<sup>b</sup> 若触头在重新断开之前已经完全闭合到底, 则允许时间小于 0.05 s。为便于试验的进行, 经制造商同意, 可以规定更长的通电时间。  
<sup>c</sup> 断电时间不应大于表 8 的规定。  
<sup>d</sup> 制造商可以选择任意的断电时间但不大于 200 s。  
<sup>e</sup> 试验用白炽灯作为负载。  
<sup>f</sup> 如果电器上没有标明极性, 用一种极性做 3 000 次操作循环, 另 3 000 次换为相反极性。  
<sup>g</sup> 制造商应通过用变压器进行试验验证使用类别 AC-6a 的额定值, 或根据表 9 中使用类别 AC-3 的值推算确定。  
<sup>h</sup> 使用类别 AC-8b 的试验应与 AC-8a 的试验相伴进行, 试验允许在不同的试品上进行。  
<sup>i</sup> 对于人力操作的开关电器, 有载次数为 1 000 次, 接着进行的无载操作次数为 5 000 次。  
<sup>j</sup> 如果由制造商规定, 则  $I_c/I_e$  (转子堵转电流/满载电流) 可以选用较低值。  
<sup>k</sup> 负载应由市场上能购买得到的电容器组成, 从而可以根据 9.3.3.3.4 计算得到稳定状态的无功电流  $I_e$ 。电容性的额定值可由通断电容器试验获得, 或以试验或经验的基础加以确定。表 9 中给出了一个参考公式作为指南, 这个公式未计及谐波电流产生的热效应, 因此, 用本公式导出的数值应把温升考虑进去。试验接线端子处的电流应不低于预期电流“ $r$ ”。可通过分析评估确定。  
<sup>l</sup> 接通时间应足够长以使电流达到稳定。  
<sup>m</sup> 断电时间按表 8。放电电阻的值应根据断电时间结束时电压小于 50 V 的条件确定。

### 8.2.4.3 寿命

#### 8.2.4.3.1 机械寿命

GB/T 14048.1—2012 中 7.2.4.3.1 适用, 并补充如下要求:

接触器或起动器的机械寿命作为特殊试验可由制造商自行验证。该试验的推荐方法见附录 B。

#### 8.2.4.3.2 电寿命

GB/T 14048.1—2012 中 7.2.4.3.2 适用, 并补充如下要求:

接触器或起动器的电寿命作为特殊试验可由制造商自行验证。该试验的推荐方法见附录 B。



#### 8.2.4.4 接触器耐受过载电流的能力

使用类别为 AC-3、AC-3e 或 AC-4 的接触器,应能承受表 11 给出的过载电流,试验方法见 9.3.5。

表 11 耐受过载电流要求

额定工作电流 A	试验电流 <sup>c</sup>	通电时间 <sup>a</sup> s
≤630	$8 \times I_{e,max} / AC-3$ $8 \times I_{e,max} / AC-3e$	10
>630	$6 \times I_{e,max} / AC-3^b$ $6 \times I_{e,max} / AC-3e^b$	10

<sup>a</sup> 对于带有过载保护等级 20 及以上的起动器,接触器的选择应由制造商和用户达成一致。  
<sup>b</sup> 最小值为 5 040 A。  
<sup>c</sup> 只要试验值不超过  $I^2 t$ ,本试验也涵盖电流更低且试验时间更长的工作制。

注:出于协调配合的目的,尤其是对于 AC-3e,可以使用更高的过载倍数(见 B.4)。

#### 8.2.4.5 线圈功耗

接触器电磁铁的功耗指给线圈供电以完成吸持和吸合动作所消耗的功率。

当给定了电磁铁的功耗时,应根据 9.3.3.2.1.2 进行试验。

#### 8.2.4.6 极阻抗

当给定了极阻抗时,应根据 9.3.3.2.1.3 进行试验。

#### 8.2.4.7 短路条件下的 MPSD 通断能力

GB/T 14048.1—2012 中 7.2.5 适用,并补充如下要求:

MPSD 接通、承载和分断短路电流的能力通过下述值规定:

——额定极限短路分断能力  $I_{cu}$ (见 5.3.6.1);

——额定运行短路分断能力  $I_{cs}$ (见 5.3.6.2)。

短路试验应按照附录 P 的规定进行。

注: MPSD 不能与自己协调配合。因此,不需要为其规定额定限制短路电流或承受试验电流“ $r$ ”。

#### 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(额定限制短路电流)

用短路保护电器(SCPD 或 MPSD)作为后备保护的接触器和起动器、综合式起动器、综合式开关电器、保护式起动器和保护式开关电器,其额定限制短路电流性能应根据 9.3.4 所述短路试验方法进行验证。如果综合式起动器、综合式开关电器、保护式起动器和保护式开关电器满足 8.2.4.7 的要求,则该电器可以视为 MPSD。在这种情况下不需要进行协调配合试验,除非该电器组合了另外的开关电器。

应在如下条件下进行试验:

a) 表 13 或表 14 所示预期电流(试验电流“ $r$ ”),以及;

b) 额定限制短路电流  $I_q$ (仅当  $I_q$  大于预期电流“ $r$ ”时,才进行  $I_q$  电流试验)。

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。

协调配合类型(保护型式)有如下两种,“1”或“2”。试验方法见 9.3.4.2.2 和 9.3.4.2.3。

“1”型协调配合,要求接触器或起动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,要求接触器或起动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。允许触头熔焊,但制造商应指明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。

这些试验仅用于交流电动机的应用。

### 8.2.5.2 起动器和 SCPD 在交点电流上的协调配合

起动器和 SCPD 在交点电流上的协调配合为特殊试验,验证方法见附录 B 的 B.4。

### 8.2.5.3 AC-3e 类起动器和带瞬时脱扣器的断路器之间的协调配合试验

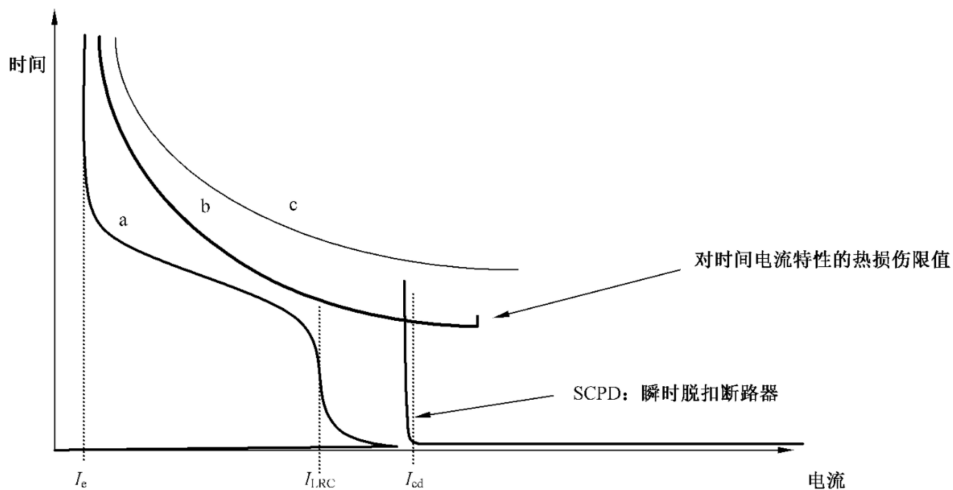
#### 8.2.5.3.1 一般要求

对于使用类别 AC-3e、与带瞬时脱扣器的断路器实现“2”型协调配合的起动器,应进行 8.2.5.3.2 中的协调配合试验。

本试验用于验证 AC-3e 类起动器与带瞬时脱扣器的断路器的协调配合,在短路故障电流低于 SCPD 动作电流的条件下,起动器的过载保护使接触器动作。试验的模拟故障电流  $I_{cd}$  比 SCPD 的动作电流略高。

为实现协调配合,制造商可根据 6.1.2 中 p) 项给出的相应 SCPD 的特性确定  $I_{cd}$ ,功率因数见 GB/T 14048.1—2012 表 16。图 3 所示为断路器作为 SCPD 的协调配合示意。如果得出的  $I_{cd}$  低于或等于 AC-3e 的通断试验电流时,不必进行本试验。

注:NE 或 HE 设计的异步电动机有更高的涌入电流,这意味着需要更高的 SCPD 脱扣电流整定值。因此,接触器要在高于表 7 中通断能力电流值的条件下验证分断能力。



说明:

- a——电动机典型起动电流。
- b——过载继电器自冷态起的时间-电流特性。
- c——符合 9.3.5 的接触器的耐受能力的时间-电流特性。

图 3 起动器(与断路器)协调配合特性

### 8.2.5.3.2 AC-3e 协调配合试验程序

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.5 的试验条件适用,并补充如下要求:

——试验程序:接触器或起动器应断开试验电流( $I_{cd}$ ),操作循环次数见表 15。电路中不接入 SCPD。

表 15  $I_{cd}$ 的试验条件

	$U_r/U_e$	$\cos\phi$	通电时间 <sup>b</sup> s	断电时间 s	操作次数
$I_{cd}$	1.05	<sup>a</sup>	0.05	<sup>c</sup>	3
注:在下一版中,本表格将移至 9.3.4 的最后,因此编号不同于本部分其他表格。					
<sup>a</sup> 根据 GB/T 14048.1—2012 中表 16 选择功率因数。 <sup>b</sup> 若触头在重新断开之前已经完全闭合到底,则允许时间小于 0.05 s。 <sup>c</sup> 见表 8。					

——在  $I_{cd}$  试验中和试验后接触器或起动器的性能:

- a) 在试验中,不应有永久电弧、极间闪络,接地电路(见 9.3.3.5.2)中的可熔元件不应熔断以及触头不应熔焊。
- b) 试验后:
  - 1) 采用适当的控制方法,接触器或起动器的触头应正确动作。
  - 2) 接触器或起动器的介电性能应通过介电试验验证,试验电压为两倍于  $I_{cd}$  试验额定工作电压  $U_e$  的正弦试验电压,最小值为 1 000 V。试验电压应按 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.4.1 的 4) 规定的要求施加 60 s。

注:对于已经根据 GB/T 14048.1—2012 的要求进行过型式试验的电器,不必再重复进行 60 s 的试验。

### 8.2.5.4 MPSD 和其他短路保护电器的协调配合

MPSD 和其他短路保护电器的协调配合见附录 Q。

## 8.3 电磁兼容性(EMC)

### 8.3.1 一般要求

GB/T 14048.1—2012 中 7.3.1 适用,并补充如下要求:

不需要进行工频磁场试验,因为电器通常就是在这种磁场中运行的。抗扰度通过成功完成操作性试验(见 9.3.3.5 和 9.3.3.6)得以验证。

此类电器对控制电源的电压跌落和短时中断存在固有的敏感,应在 8.2.1.2 规定的极限值内作出反应,在 9.3.3.2 规定的动作限值试验中验证。

本部分规定的抗扰度试验水平基于 GB/T 14048.1,对应 IEC 61000-6-2 中定义的严酷工业环境。对于 IEC 61000-6-5 中定义的室外高压变电站,可能需要更高抗扰度试验水平。

### 8.3.2 抗扰度

#### 8.3.2.1 无电子线路的电器

GB/T 14048.1—2012 中 7.3.2.1 适用。

## 8.3.2.2 具有电子线路的电器

GB/T 14048.1—2012 中 7.3.2.2 适用,并补充如下要求:  
根据表 12 规定的性能判据确定试验结果。

表 12 抗扰度试验规定的验收判据

项目	验收判据		
	A	B	C
一般要求	在规定限值内的正常性能	功能或性能出现暂时性降低或丧失,但可自行恢复	功能或性能出现暂时性降低或丧失,但需要人为介入或系统复位使其恢复,不应有任何零件(元件)的损坏
电源和控制电路的动作	无误动作: ——接触器保持在预期位置; ——过载继电器不应脱扣	瞬间的误动作,但不足以引起脱扣。 不准许触头误接通或分断。 能自行恢复	过载继电器脱扣。 触头误接通或分断。 不能自行恢复
显示器和辅助电路的动作	可见的显示器信息没有变化。 仅有 LED 灯亮度的轻微波动或字符的漂移。 辅助触头无误动作	暂时的可见变化,例如不期望的 LED 发光。 不准许辅助触头误接通或分断	永久丧失显示信息。 不准许辅助触头误接通或分断
信息处理和感应功能	与外部设备进行通信和数据交换 无误动作或错误信息	由于外部影响临时干扰通信,但可自行恢复	信息的错误处理。 数据和(或)信息丢失。 不能自行恢复

## 8.3.3 发射

## 8.3.3.1 一般要求

环境 B 所要求的严酷度等级包含了环境 A 的要求。  
适用本部分的电器不会产生有影响的谐波,因此不需进行谐波试验。

## 8.3.3.2 无电子线路的电器

GB/T 14048.1—2012 中 7.3.3.1 适用,并补充如下要求:  
仅包含如二极管、可调电阻、电阻器或电容器等元件的电器不需进行试验(如浪涌抑制器)。

## 8.3.3.3 具有电子线路的电器

GB/T 14048.1—2012 中 7.3.3.2 适用。  
注:时间不超过 200 ms 的一次性高频发射骚扰不需要进行进一步的验证试验。

## 9 试验

## 9.1 试验分类

## 9.1.1 一般要求

GB/T 14048.1—2012 中 8.1.1 适用。

如果  $U_s$  和  $U_c$  之间没有区别,则要求适用于  $U_c$ 。如果  $U_c$  为范围值,则试验要求中的  $U_c$  指其上限值。

### 9.1.2 型式试验

型式试验用于验证各种类型的接触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) 额定接通和分断能力(见 9.3.3.5);
- d) 转换能力及反向能力(如适用)(见 9.3.3.5);
- e) 约定操作性能(见 9.3.3.6);
- f) 动作条件及动作范围(见 9.3.3.1 和 9.3.3.2);
- g) 接触器耐受过载电流能力(见 9.3.5);
- h) 短路条件下的性能(见 9.3.4);
- i) 接线端子的机械性能(见 GB/T 14048.1—2012 及 IEC 60947-1:2007/A2:2014 中 8.2.4);
- j) 设备的防护等级(见 GB/T 14048.1—2012 中附录 C);
- k) 电磁兼容(EMC)试验(如适用)(见 9.4)。

### 9.1.3 常规试验

不进行抽样试验(见 9.1.4)时,GB/T 14048.1—2012 中 8.1.3 适用。

接触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)。

对于单独提供的接线专用配件,仅介电试验适用。

### 9.1.4 抽样试验

接触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)。

GB/T 14048.1—2012 中 8.1.4 适用,并补充如下要求:

制造商可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 的表 2-A“正常检验一次抽样方案”中规定的下列要求:

- 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  $R_e = 1$ (如有一台产品不合格,则整批全部试验)。

对每一特定批,应定期进行抽样。

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

电气间隙抽样试验按照 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.4.3 的规定进行。

### 9.1.5 特殊试验

#### 9.1.5.1 一般要求

制造商自行决定是否进行特殊试验。

特殊试验包括:

- 环境试验,按 9.1.5.2。
- 机械寿命试验、电寿命试验,按 B.2 和 B.3。试验结果可用来获取功能安全应用所需的数据(见附录 K)。
- 验证起动器和 SCPD 在交点电流处的协调配合试验(见 B.4)。

### 9.1.5.2 环境试验

GB/T 14048.1—2012 及 IEC 60947-1:2007/A2:2014 中附录 Q 适用,并补充如下要求。

GB/T 14048.1—2012 及 IEC 60947-1:2007/A2:2014 中表 Q.1 要求的操作性能,可用 9.3.6.2 进行验证。

振动试验应在设备处于断开和闭合位置时进行。试验过程中过载继电器不应脱扣。为了检查主触头和辅助触头的性能,可以在任意电流/电压值下进行试验。

冲击试验应在设备处于断开位置时进行。

对于高温试验,试验期间设备应处于闭合位置(见 GB/T 2423.2—2008 中 5.3.3)。对于环境类别 A、B 和 C,试验时各极可以不通电,对于环境类别 D、E 和 F,应在 AC-3 最大额定电流下进行试验,但实际试验时可限制在 100 A。在最后 1 h 内,接触器应动作 5 次。在整个试验过程中,过载继电器可以脱扣。

对于低温试验,应选择试验 Ad 而不是试验 Ab,冷却期间接触器应处于断开位置。应在最后 1 h 内通电。对于环境类别 A、B 和 C,试验时各极可以不通电,对于环境类别 D、E 和 F,应在 AC-3 最大额定电流下进行试验,但实际试验时可限制在 100 A。在最后 1 h 内,接触器应动作 5 次。在整个试验过程中,过载继电器不应脱扣。

在湿热试验中,对于环境类别 A、B 和 C,试验时各电极可以不通电,对于环境类别 D、E 和 F,在第一个循环电器应通以 AC-3 的最大额定电流,第二个循环不通电。实际试验时电流可限制在 100 A。温升达到稳定后,在第一个循环的前 2 h 以及第二个循环的后 2 h 期间,接触器应动作 5 次。只有当根据其温升要求允许脱扣时过载继电器才能脱扣。

如与制造商达成一致,恢复时间可以缩短。

如与制造商达成一致,盐雾试验后可清洗产品。

## 9.2 验证结构要求

### 9.2.1 一般要求

GB/T 14048.1—2012 中 8.2 适用,并补充如下要求:

当采用圆铜导线进行端子的机械性能和电气性能试验时,应采用符合 GB/T 3956—2008 规定的铜线。

### 9.2.2 无螺纹型接线端子的电气性能

GB/T 14048.1—2012 中 8.2.4.7 适用,并作如下修改:

试品数最少是 4。

导体的插入和拆除应按制造商说明进行。

图 4 所示为试验布置。如果测量点无法定位在接触点的 10 mm 范围内,所测得的压降应减去理想测量点和实际测量点之间的电压差。应在稳定的温度下以合适的测量方式在一个试品上确定导体部分内的电压差。测量方式和结果应记录在试验报告中。试验电流为  $I_{th}$ 。

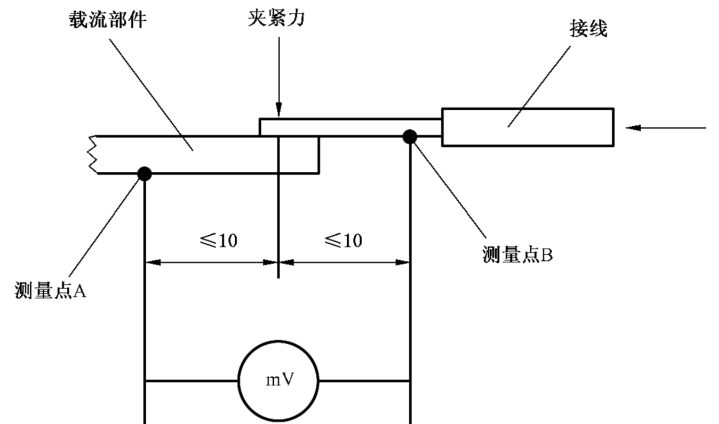


图 4 夹紧端子的电压降测量

注 1: 通常 IEC 60947-4-1 的产品可以配备多种不同型式的接线(绞合、实心、软线等),因此同一接线端子可以进行足够的试验次数。

注 2: 导体截面积大于  $10 \text{ mm}^2$  的特定试验正在考虑中。

注 3: 试品上可配有孔或类似的结构,便于提供接线端子上的电压降测量点。

### 9.2.3 无螺纹型接线端子的老化试验

GB/T 14048.1—2012 中 8.2.4.8 适用,并作如下修改:

试验应在装配了夹紧件的电器上进行。

试验电流为  $I_{th}$ 。

注: 试品上可配有孔或类似的结构,便于提供接线端子上的电压降测量点。

### 9.2.4 受限能源的试验

受限能源电路应按下列要求试验,设备在正常工作条件下工作。

如果需要采用过电流保护电器以满足受限能源的要求,则应将该电器短路。

设备在正常工作条件下工作,将一个可变电阻负载连接至受试部件,调节可变电阻以获取要求的受限能源。如需要则作进一步调节以使受限能源保持 8.1.14 中规定的一段时间。

将一可变电阻连接至受试电路并进行调节,根据适用情况达到表 19、表 20 或表 21 中规定的视在功率限值。如需要则作进一步调节,根据适用情况,使视在功率保持在表 19、表 20 或表 21 规定的限值范围内。

经过规定的时间后,如果测得的视在功率没有超过表 19、表 20 或表 21 规定的限值,则试验通过。

如果需要采用过电流保护电器以满足受限能源的要求,则该电流回路中至少一个保护电器的电流额定值不应超过表 20 的限值。

这些试验应在按照 5.5 列出的制造商规定的动作参数所组成的最不利的条件下进行。

### 9.2.5 元件故障

#### 9.2.5.1 一般要求

经由 8.1.16 电路分析确定的元件故障,应在带有能产生较严酷条件的负载的产品上进行试验。

注: 允许主功能出现失效。

在下列条件下不要求进行试验:

- 当电路分析结果表明,没有其他元件或电路会因另一元件处于开路或短路失效模式而产生过载;
- 电路中的元件由符合 8.1.14 的受限能源供电;
- 已在短路试验期间完成了同等试验的电力半导体设备;
- 已进行过评估且评估结果为无故障的元件,评估时考虑了元件的失效模式和元件所在电路的条件。

### 9.2.5.2 元件故障试验

每一个经分析确定的元件应在开路或短路失效模式下(选更严峻的一种)进行元件故障试验。

注 1: 元件故障试验仅对会影响试验结果的电路部分进行,该电路完全激励并处于工作状态。

试验期间,不应有火焰或熔融金属喷出,也不应点燃棉花。可熔元件不应断开。

电容器或二极管等元件处于短路或者开路状态。对于没有专用外壳的电器,应提供大小为 1.5 倍于电器(或按制造商声明到不同尺寸)的金属外壳或金属丝笼(笼上用棉花覆盖),模拟电器周围可能的接地部件。对于带专用外壳的电器,应在所有开孔处覆盖棉花。外部专用外壳或金属丝笼(当提供时)以及任何接地或外露的不带电金属部件应通过可熔元件 F 连接至供电电路,具体要求见 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.4.1.2 d) 的规定。

注 2: 封闭设备的定义见 GB/T 14048.1—2012 中附录 C。

## 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产品上进行。

注 1: 经制造商同意允许,可以在同一台产品上进行多于一个的程序试验或全部程序试验,但对于下列同一程序中的各项试验,需要按顺序在同一台产品上进行。

注 2: 程序试验中的下列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。试验项目为:

- 爬电距离验证[见 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.4.1 的项 7)];
- 接线端子的机械和电气性能(见 GB/T 14048.1—2012 中 8.2.4);
- 外壳防护等级(见 GB/T 14048.1—2012 中附录 C)。

程序试验按下述规定进行:

#### a) 程序试验 1

- 1) 温升验证(见 9.3.3.3);
- 2) 动作条件及动作范围验证(见 9.3.3.1 和 9.3.3.2);
- 3) 介电性能验证(见 9.3.3.4)。

#### b) 程序试验 2

- 1) 额定接通和分断能力验证(如适用,包括相应的转换能力和反向能力)(见 9.3.3.5);
- 2) 约定操作性能验证(见 9.3.3.6)。

#### c) 程序试验 3

短路条件下的性能验证(见 9.3.4)。

#### d) 程序试验 4(仅适用于接触器)

耐受过载电流能力验证(见 9.3.5)。

#### e) 程序试验 5

- 1) 接线端子机械和电气性能验证(见 GB/T 14048.1—2012 中 8.2.4 以及本部分的 9.2.2 和 9.2.3);



2) 封闭式接触器和起动器的外壳防护等级验证(见 GB/T 14048.1—2012 中附录 C)。每一项试验均不应失败。

### 9.3.2 一般试验条件

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.2 适用,并补充如下要求:

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。

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按制造商的规定,或者如果没有规定的话,应按 GB/T 14048.1—2012 中表 4 的规定。

除非另有规定,MPSD 的试验在给定尺寸和类似结构的最大额定电流条件下进行,且视为代表了该尺寸和结构的所有额定电流的情况。

注:“类似结构”指的是相关变化不会对产品性能产生不利影响。例如,除电流检测方式(如双金属)和灭弧室等以外,载流部件没有变化。

用于不接地或阻抗接地系统(IT)的 MPSD 应根据 P.4 试验。

### 9.3.3 空载、正常负载和过载条件下的性能

#### 9.3.3.1 动作条件

按 8.2.1.1.2 的要求验证接触器、过载继电器和起动器的动作性能。

应验证起动器对于接触器动作的抗冲击性。试验时,起动器按 8.2.2 的要求通电并达到稳定温度后,接触器按正常操作顺序操作 3 次,每次操作之间没有人为的停顿,起动器不应因接触器的动作而脱扣。

若过载继电器带有组合式的停止和复位操作机构,当接触器闭合时,应能操动复位机构使接触器释放。若过载继电器带有单一的复位或者是停止和复位二者分离的操作机构,当接触器闭合时,操动复位机构至复位位置,则脱扣机构应能动作使接触器释放。这种试验的目的是验证当复位机构保持在复位位置时,过载脱扣动作不应失效。

对于变阻式转子起动器,应验证延时继电器的时间整定值和其他用于控制起动速率的电器的刻度在制造商规定的范围内。

应验证每一级起动电阻值与规定值的差异在±10%以内。

应验证转子开关电器以正确顺序切除各级电阻。

对于两级自耦减压起动器,应验证其抽头的开路电压符合设计值,以及在起动位置和运行位置上两级自耦减压起动器的电动机接线端子上的电压相序的正确性。

#### 9.3.3.2 动作范围

##### 9.3.3.2.1 动力操作的装置

###### 9.3.3.2.1.1 一般要求

接触器和起动器应验证其性能符合 8.2.1.2 的要求。

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.2.1 的释放试验要求适用。

###### 9.3.3.2.1.2 线圈功耗

###### 9.3.3.2.1.2.1 一般要求

需要确定接触器电磁线圈供电所需的电源特性,包括吸持功率和吸合功率。

同一壳架接触器具有不同额定控制电源电压( $U_s$ )、不同主电路额定工作电流( $I_c$ )时:

- a) 额定控制电源电压规格数量小于 5 时,应抽取最大额定控制电源电压、(主回路)最小额定工作电流的接触器进行测试;
- b) 额定控制电源电压规格数量大于或等于 5 时,任意抽取 5 个额定控制电源电压规格,对应每个电压规格选取(主回路)最小额定工作电流的接触器进行测试。

同一壳架接触器的额定控制电源电压为一个范围时,应按下列方式进行试验,并取最大值作为该宽电压规格的吸持功率:

- a) 当额定控制电源电压范围的上限值为下限值的 2 倍及以上时,分别在电压范围的上限值和下限值进行测试;
- b) 当额定控制电源电压范围的上限值为下限值的 2 倍以下时,在电压范围的上限值进行测试。

试验应在周围空气温度 $(23\pm 3)^\circ\text{C}$ 时进行。试验时,主电路和辅助电路中都不带负载。在电磁铁上施以额定控制电路电源电压  $U_s$  和额定频率。对于给定的线圈,如果声明了电压范围,则试验应分别在相应频率的最大电压下进行。

对于交流控制的电磁铁,应按有效值测量方法进行测量,测量值带宽至少从 0 kHz~10 kHz。对于直流控制的电磁铁,以平均值作为测量值。对于交流和直流控制的电磁铁,功率值的测量不确定性应小于 5%。

对于电子式控制的电磁铁,测量的带宽最少从 0 kHz~100 kHz,但不小于电子式控制开关额定值的 10 倍。

吸持功率实测数据按四舍五入法取小数点后一位。

交流控制电磁铁的被测规格的吸持功率均不应大于 GB 21518 相应的吸持功率,直流控制电磁铁的被测规格的吸持功率不应大于制造商的声明值。

所有被测规格的吸合功率均不应大于制造商的声明值。

#### 9.3.3.2.1.2.2 传统式和电子式控制电磁铁的吸持功率

线圈通电并达到稳定温度后测量线圈的电流  $I_{(i)}$ 。

吸持功耗通过下列公式定义:

对于交流控制电磁铁: $S_{h(i)} = U_{s(i)} \times I_{(i)}$  (VA)

对于直流控制电磁铁: $P_{c(i)} = U_{s(i)} \times I_{(i)}$  (W)

对于电子式的交流和直流控制的电磁铁,交流额定值和直流额定值均宜测量。

注:考虑到功率因数,交流控制电磁铁的功耗单位也可以是 W。

#### 9.3.3.2.1.2.3 带有独立吸合与吸持绕组的直流控制电磁铁或交流控制电磁铁的吸合功率

应在测量吸持电流(见 9.3.3.2.1.2.2)后立即测量吸合电流。

应在电磁铁断电、接触器保持在断开位置并重新通电后,立即测量线圈电流  $I_{(i)}$  所对应的电流  $\hat{I}_{(i)}$ 。

对于交流和直流控制电磁铁的吸合功耗通过下列公式计算:

$S_{p(i)} = U_s \times \hat{I}_{(i)}$  (VA)

对于直流控制的接触器,考虑到非线性分量的影响,功耗以 VA 来表示总视在功率,但也可以用 W 表示。

注 1:除非制造商在产品资料中另有说明,直流的传统式控制电磁铁的吸合功率等于吸持功率。

注 2:根据带有独立的吸合与吸持绕组的接触器设计,在进行短时测量时要注意不能烧毁线圈(电磁铁通电时间小于 1 s;或者如果大于 1 s 时,为制造商公开的吸合时间的两倍)。

#### 9.3.3.2.1.2.4 电子式控制电磁铁的吸合功率

吸合功耗测量正在考虑中。

### 9.3.3.2.1.3 极阻抗

应在 8.2.2.1 给出的条件下,按 9.3.3.3.4 规定的试验确定极阻抗。

应在接触器或起动器的线路接线端子和负载接线端子(含接线端子)之间测量电压降  $U_d$ ,最好同时测量温升(见图 5),并在产品测试温升过程中达到热平衡状态时测量电压降  $U_d$ 。

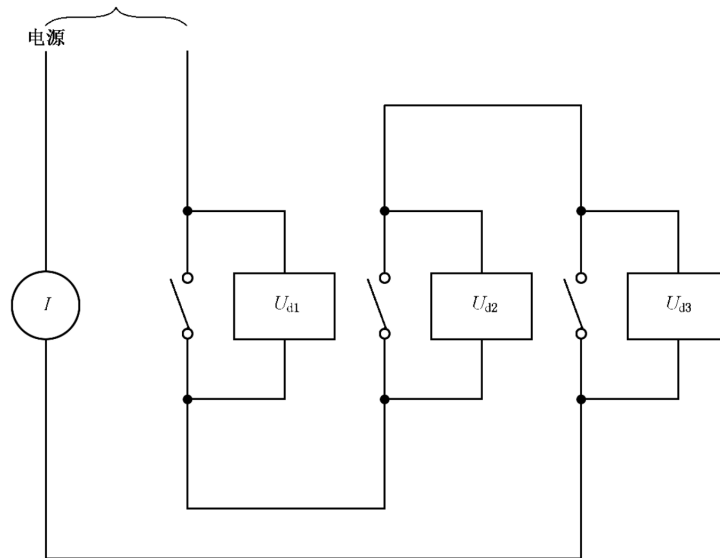


图 5 3 极接触器的极阻抗测量示例

每极阻抗通过如下公式定义:

$$Z = U_d / I_{th} \quad (\Omega)$$

宜注意不使电压降测量显著影响温升或阻抗。

注:接触器或起动器极数无论多少,测量方法是一样的。

### 9.3.3.2.2 继电器和脱扣器

继电器和脱扣器的动作范围按如下要求验证:

#### a) 欠电压继电器和脱扣器的动作

应根据 8.2.1.3 的要求验证欠电压继电器和脱扣器。如果与开关电器配合使用,则脱扣器应接至其所适用的具有最大额定电流值的开关电器。

##### 1) 释放电压

电压应在约 30 s 内从额定控制电路电源电压降到 0 V。

进行下限值试验时,不预热脱扣器线圈。如果额定控制电路电源电压为一个范围,则在该范围内的最大电压下进行试验。当连接至开关电器时,在主电路无电流时进行下限值试验。

对于上限值试验,脱扣器施加额定控制电路电源电压,主电路通以额定电流,达到稳定温度后开始进行。该试验可与 9.3.3.3 中温升试验结合进行。如果额定控制电路电源电压为一个范围,则在该范围内的最小额定控制电路电源电压下进行试验。

##### 2) 连接至开关电器时的动作范围试验

在实验室室温下,主电路断开,施加 35% 最高额定控制电源电压,操作开关电器的操动器,开关电器不应闭合。当电压上升到最低控制电源电压的 85% 时,操作开关电器的操动器,开关电器应闭合。

3) 过电压条件下的性能

当连接至开关电器时,在主电路无电流时进行试验。施加 110% 额定电源电压持续 30 min,或至温度达到热平衡且不影响其功能为止。试验根据上面的 2) 的要求进行验证。

b) 分励脱扣器的动作

应根据 8.2.1.4 的要求在环境温度下验证分励脱扣器。当连接至开关电器,脱扣器应接至其所适用的具有最大额定电流值的开关电器。

如果额定控制电路电源电压为一个范围,则应在最低额定控制电路电源电压的 70% 和最高额定控制电压的 110% 下进行试验。

c) 热过载继电器、电子式过载继电器和过载延时动作继电器

过载继电器和起动机应根据下述电流值,按 GB/T 14048.1—2012 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 2)的过载继电器,以及 10、20、30 和 40 级别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 2)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 的要求动作。

8.2.1.5.1 中规定的特性应在  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$  下验证。任何超过  $-5\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +40\text{ }^{\circ}\text{C}$  范围而规定的时间-电流特性应在最低和最高温度下进行验证。但是,对于具有周围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 3 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 3 规定的  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  和/或  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$  的极限值,那么在  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  和/或  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$  下的特性不需要进行验证。

对于电子式过载继电器,8.2.1.5.1.2 的热记忆试验验证应在  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$  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,对于整定电流可调的继电器,各极的所有不同组合仅需按 8.2.1.5.2 的规定进行最大和最小电流整定值的试验。

d) 过载瞬时动作继电器

每一继电器均应分别进行试验。通过继电器的电流应以能够准确读数的速度增长,试验电流值应符合 8.2.1.5.3 的规定。

e) 短路脱扣器

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.2 适用,并补充如下要求:

按温升试验(8.2.2)测量环境空气温度。任意独立的脱扣器应按正常使用条件安装。整个 MPSD 应按 8.2.2 安装。

对于带有可调短路脱扣器的 MPSD,试验应在下列条件下进行:

——最小电流整定值;和

——最大电流整定值。

在每种条件下,使用额定工作电流  $I_n$  相应的导线。

对于脱扣特性与接线端子温度无关的试验(如电子式过载脱扣器、磁脱扣器),连接相关的参数(型式、截面积、长度)可以与 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.3.4 的要求有差异。

试验可以在任意适宜的电压下进行。

应在短路电流整定值的 80% 和 120% 下验证短路脱扣器的动作。试验电流应对称。

当试验电流等于短路电流整定值的 80% 时,脱扣器应不动作,电流保持 0.2 s。

当试验电流等于短路电流整定值的 120% 时,脱扣器应在 0.2 s 内动作。

对于带有电子式过电流脱扣器的 MPSD,短路脱扣器的动作可以在每一极上单独进行一次试

验来验证。

对于带有电磁式过电流脱扣器的 MPSD,多极短路脱扣器的动作应对每两极串联的组合进行一次试验来验证。此外,短路脱扣器的动作应在每一个极上单独进行一次试验,在制造商声明的单极电流值或 120%的短路电流整定值(如果没有声明单极电流值时)下,脱扣器应在 0.2 s 内动作。

f) 欠电流继电器

根据 8.2.1.5.4.1 的规定验证动作范围。

g) 自动转换中的欠电流继电器

根据 8.2.1.5.4.2 的规定验证动作范围。

h) 堵转继电器

根据 8.2.1.5.5 的规定验证动作范围。

对于电流检测堵转继电器,应在最小和最大整定电流下,以及最小和最大堵转禁止保护时间下进行验证(4 个整定值)。

带有旋转检测的堵转继电器,应在最小和最大堵转禁止保护时间下进行验证。可以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。

i) 阻塞继电器

根据 8.2.1.5.6 的规定验证动作范围。

对于电流检测阻塞继电器,应在最小和最大整定电流下,以及最小和最大阻塞禁止保护时间下进行验证(4 个整定值)。

对于 4 个整定值中的每一个整定值,应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。根据 8.2.1.5.6 中给出的要求,阻塞继电器应脱扣。

### 9.3.3.2.3 人力操作起动器和适用于隔离的 MPSD 的主触头位置验证

对于人力操作的起动器和适用于隔离的 MPSD,应按 GB/T 14048.1—2012 中 8.2.5 验证主触头位置指示的有效性。

### 9.3.3.3 温升试验

#### 9.3.3.3.1 周围空气温度

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.3.1 适用并补充如下:

试验中,周围空气温度应在 +10 °C ~ +40 °C 之间,其变化应不超过 10 K。在试验的最后四分之一时间或最后一小时内(两者取较小值),温度变化应不超过 3 K,如果需要应持续进行试验,直到满足条件为止。

#### 9.3.3.3.2 部件温度的测量

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.3.2 适用。

#### 9.3.3.3.3 部件的温升

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.3.3 适用。

#### 9.3.3.3.4 主电路的温升试验

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.3.4 适用,并补充如下要求。主电路按 8.2.2.4 的规定通电。

通常通电的辅助电路通以其最大额定工作电流(见 5.6),控制电路施加额定电压。

起动器应装有符合 5.7.4 的过载继电器。电流整定值的选择规定如下:

——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。

试验时,过载继电器的电流整定值应调整至最接近其最大刻度。

注 1: 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耗散的功率不小于其他任何可能出现的接触器和继电器的组合情况。在过载继电器受这些值的影响可忽略的情况下(即电子式过载继电器),试验电流应是起动器的最大工作电流。

对于使用类别 AC-6b 的设备,温升试验的试验电流应等于 1.35 倍的  $I_c$ (额定电容电流)。 $I_c$ 应按下式计算:

——对于单相额定值: $I_c = Q(\text{var})/U_c$ ,其中  $U_c$  是最小额定电压;

——对于三相额定值: $I_c = Q(\text{var})/(U_c \times \sqrt{3})$ ,其中  $U_c$  是最小额定电压。

注 2: 此计算公式基于电容公差(15%)和谐波效应形成的热因数。

试验所用导线截面积基于 1.35 倍  $I_c$ (额定电容电流)选择。

#### 9.3.3.3.5 控制电路的温升

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.3.5 适用,并补充如下要求:

温升试验在 9.3.3.3.4 的试验时同时进行。

#### 9.3.3.3.6 线圈和电磁铁绕组的温升

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.3.6 适用,并补充如下要求:

对于相同的接触器,根据 9.3.3.2.1.2.2 确定的具有最高吸持功耗测量值的给定频率的交流或直流线圈可视为能够代表所有线圈的典型线圈,并用于温升试验:

- a) 不间断或 8 h 工作制的接触器和起动器的电磁铁绕组,仅按 8.2.2.7.1 的规定进行试验,试验过程中主电路通以相应的额定电流,温升值在 9.3.3.3.4 的试验中进行测量;
- b) 断续周期工作制的接触器或起动器的电磁铁绕组,除了应按上述方法进行试验外,还应根据其工作制的级别按 8.2.2.7.2 的规定进行试验,试验时主电路不通电;
- c) 特殊额定值(短时工作制或周期工作制)的绕组应按 8.2.2.7.3 的规定,在主电路不通电时进行试验。

#### 9.3.3.3.7 辅助电路的温升

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.3.7 适用,并补充如下要求:

温升试验在 9.3.3.3.4 的试验时同时进行。

#### 9.3.3.3.8 转子变阻式起动器的起动电阻器的温升

起动器在其工作制(见 5.3.4)下工作,并符合其起动特性(见 5.3.5.6.2)时,起动电阻器的温升应不超过 GB/T 14048.1—2012 中表 3 规定的极限值。

通过电阻器每一段的电流应是在起动器额定状态(见 5.3.4 和 5.3.5.6.2)下,即被控电动机在最大起动转矩及起动时间内所对应的等效发热电流,允许用  $I_m$ 。

起动操作循环应按每小时的起动次数均匀间隔。

壳体及通风口气流的温升应不超过 GB/T 14048.1—2012 中表 3 规定的极限值。

注：对电动机输出功率和转子电压及电流的每一组合的起动电阻器的性能进行试验是不现实的，只要做足够数目的试验，用内插法或推论来证明符合本部分即可。

### 9.3.3.3.9 两级自耦减压起动器的自耦变压器的温升

当起动器在额定工作制(见 5.3.4)工作时，自耦变压器的温升不应超过 GB/T 14048.1—2012 中表 3 的规定值，且不应超过表 5 规定值 15 K(见 8.2.2)。

通过自耦变压器各个绕组的电流等于在起动器额定状态(见 5.3.5.6.3)下，被控电动机在起动时间内最大起动电流的等效发热电流，以下条件满足时，可认为达到此条件：起动时间内自耦变压器的输出电流等于 5.3.5.6.3 中规定的最大起动电流与下式的乘积：

$$0.8 \times \frac{\text{起动电压}}{U_e} \quad (\text{见 } 5.3.1.4)$$

起动操作循环应按每小时的起动次数均匀间隔(见 5.3.4.3)。

在连续两次起动(见 5.3.4.3)的情况下，自耦变压器的温升允许超过 8.2.2 规定的最大值，但自耦变压器不应有损坏。

自耦变压器有几个抽头时，试验应在变压器消耗功率最大的抽头上进行。试验时间应足够长以使温升达到稳定值。

为了便于进行本试验，本部分推荐采用星形连接的阻抗代替电动机。

### 9.3.3.4 介电性能

#### 9.3.3.4.1 型式试验

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.4.1 适用，并补充如下要求：

——在 1) 的末尾加入以下内容：

在电器正常操作过程中或设备调节当中有可能被人触及的表面，以及可能被标准试指触及的表面都应包覆金属箔。

在通断和短路试验之后的工频耐受试验不应覆盖金属箔。

——在 2)b) 的第二段之后加入以下内容：

如果接触器或起动器电路中的电器已进行过  $U_{imp}$  试验，且试验电压低于 GB/T 14048.1—2012 中 7.2.3.1 和 8.3.3.4.2 的规定，那么根据制造商的说明，试验时该电路可以断开。

——在 2)c)ii) 后面加入下面的内容：

正常接入主电路的控制电路断开的话[根据 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.4.1 中 2)b) 的规定]，保持主触头闭合的方法应在试验报告中说明。

——将 3)c) 中的全部内容修订为：

根据上述 2)c) 的项①、②、③的规定，试验电压应施加 60 s。

注：对于已经根据 GB/T 14048.1—2012 的要求进行过型式试验的电器，不必再重复进行 60 s 的试验。

——将 6)“直流耐受电压的验证”内容改为：

用于直流的电器应在直流试验电压下进行验证。

——在 8) 的末尾加入：

对于适用于隔离的电器，应在每一极的触头处于打开位置，且试验电压为  $1.1U_e$  时测量泄漏电流，该电流不应超过 0.5 mA。

不作隔离用的电器[见 GB/T 14048.1—2012 的 8.3.3.4.1 中 2)c)iv)]，不需要进行断开触头间冲击耐受电压的试验。

### 9.3.3.5 接通和分断能力

#### 9.3.3.5.1 一般试验条件

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.5 适用,并补充如下要求:

在表 7 中所述的操作条件下进行试验时,不应出现故障[见 9.3.3.5.5f)]。

对于单独的 AC-3、AC-3e 和 AC-4 接通试验,控制电源电压对于全部工作循环的一半为  $110\%U_s$ ,另一半为  $85\%U_s$ 。对于其他的通断试验,控制电源电压为  $100\%U_s$ 。

主电路的接线应与接触器或起动器在相应使用类别下正常工作时相同,导线截面积见 GB/T 14048.1—2012 中的表 9、表 10 和表 11。如果需要,或是为了方便,控制及辅助电路,特别是接触器或起动器的电磁线圈,可以由一独立的电源供电,此电源应提供与正常使用条件规定的相同种类的电流及相同的电压。

进行额定接通和分断能力试验时,允许将起动器中的过载继电器和 SCPD 短接。

#### 9.3.3.5.2 试验电路

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.5.2 适用。

#### 9.3.3.5.3 瞬态恢复电压的特性

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.5.3 适用于使用类别 AC-2、AC-3、AC-3e、AC-4、AC-8a 和 AC-8b(见表 7)。

单独进行(AC-3、AC-3e 和 AC-4 使用类别)接通能力试验时,不需要调整参数  $\gamma$  和振荡频率  $f$ 。

#### 9.3.3.5.4 空

#### 9.3.3.5.5 额定接通和分断能力

如果装在起动器内的接触器已单独满足下述 a)项相应使用类别的要求,则起动器不需进行本试验:

##### a) 接触器的额定接通和分断能力

接触器应能够接通和分断表 7 中给出的相应使用类别及操作循环次数的电流,可逆接触器同时见 d)项要求。

使用类别 AC-3、AC-3e 和 AC-4 的接触器,先进行 50 次单独的接通操作,紧接着进行 50 次通断操作。

##### b) 直接起动器和双向起动器(AC-3 和 AC-3e)以及转子变阻式起动器的定子开关电器(AC-2)的额定接通和分断能力

起动器应能接通和分断表 7 中给出的相应使用类别和操作次数的电流。

使用类别 AC-3 和 AC-3e 的起动器先进行 50 次单独的接通操作,紧接着进行 50 次通断操作。

##### c) 星-三角起动器(AC-3 和 AC-3e)和两级自耦减压起动器(AC-3 和 AC-3e)的额定接通和分断能力及转换能力

起动器应能接通和分断表 7 中给出的相应使用类别的电流。

在起动和运行位置(对星-三角起动器为星形和三角形位置)应首先各进行 50 次单独的接通操作,电流由其他开关电器分断。

然后起动器再进行 50 次接通和分断操作,每个操作循环应包括下列顺序:

——在起动或星形位置接通电流;

——在起动或星形位置分断电流;



- 在运行或三角形位置接通电流；
- 在运行或三角形位置分断电流；
- 断电时间。

负载电路应像电动机绕组一样连接到起动器上,起动器额定工作电流( $I_e$ )为运行或三角形位置时的电流。

注:对于星-三角起动器,由于电源阻抗对变比有显著的影响,因此在星形和三角形接法时测量试验电流是很重要的。

当变压器有多于一个的输出电压时,应接在最大起动电压的抽头上。

起动位置和运行位置的通电时间及断电时间应符合表 7 的规定。

- d) 反接制动与反向或密接通断(点动)的直接起动器的额定接通和分断能力(AC-4)起动器应能够接通和分断表 7 给出的电流。

先进行 50 次的单独接通操作,紧接着进行 50 次的通断操作。

负载电路应像电动机绕组一样连接到起动器上。

对于装有 2 台接触器的起动器,2 台接触器 A 和 B 应像正常使用时一样接线,50 次操作的每一循环包括:

闭合 A——断开 A——闭合 B——断开 B——断电时间

从“断开 A”到“闭合 B”的转换应如正常控制系统所允许的一样快。

正常状态下装有的机械联锁或电气联锁装置均应使用。

如果反向电路的构成使得 2 台接触器可能同时通电,则需进行 10 次附加的 2 台接触器同时通电的操作程序。

- e) 转子变阻式起动器转子开关电器的额定接通和分断能力

验证 AC-2 使用类别的转子开关电器的接通和分断能力应按 9.3.3.5.5b) 项的规定进行,其中  $I_e = I_{er}$  (即起动器设计时考虑的最大额定转子工作电流),  $U_e = U_{er}$  (额定转子工作电压),  $U/U_e = 0.8$ , 功率因数为 0.95。试验时起动电阻可不接入,对于有两个以上起动级的起动器,试验应对每一开关电器依次进行。由于 2 个以上起动级的起动器中的转子开关电器并不在转子全电压下分断和接通,试验电压可按下述比例降低:

$$\frac{\text{切换的起动电阻}}{\text{全部起动电阻}}$$

当起动器的接线为定子开关电器先于转子开关电器分断电路时,不需验证分断能力。

对于已经满足上述相应要求的转子开关电器,不需进行本试验。

- f) 接触器或起动器进行接通和分断能力、转换和反向试验过程中及试验后的性能

在 9.3.3.5 规定的接通和分断能力试验及 9.3.3.6.1 至 9.3.3.6.6 规定的约定操作性能验证试验过程中,应不发生持续燃弧、相间飞弧、接地回路中的熔断体熔断(见 9.3.3.5.2)或触头熔焊。

当接触器或起动器由适用的控制方法进行操作时,触头应能够动作。

### 9.3.3.6 约定操作性能

#### 9.3.3.6.1 一般要求

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.6 适用,并补充如下要求:

约定操作性能试验的目的是验证接触器或起动器是否符合表 10 规定的要求。

接触器或起动器主电路的接线应在相应使用类别下正常工作时相同,导线截面积见 GB/T 14048.1—2012 中的表 9、表 10 和表 11。

试验时允许将起动器内装的过载继电器和 SCPD 短接。

试验线路见 9.3.3.5.2,负载根据 9.3.3.5.3 的规定进行调整。

控制电压为额定控制电源电压的 100%。

如果起动器内的接触器已单独满足 9.3.3.6.1 相应使用类别的规定,则起动器不需要进行本试验。

#### 9.3.3.6.2 接触器的约定操作性能

接触器应能够接通和分断表 10 中相应使用类别及次数的电流(见 9.3.3.6.5)。

#### 9.3.3.6.3 直接起动器和双向起动器(AC-3、AC-3e)及变阻式转子起动器的定子开关电器(AC-2)约定操作性能

起动器应能够接通和分断表 10 中相应使用类别及次数的电流。

#### 9.3.3.6.4 星-三角起动器(AC-3、AC-3e)和两级自耦减压起动器(AC-3、AC-3e)的约定操作性能

起动器应能够接通和分断表 10 中相应使用类别及次数的电流。

除 50 次单独接通试验不做外,试验程序按 9.3.3.5.5c)的规定。

#### 9.3.3.6.5 反接制动或频繁点动的直接起动器的约定操作性能

起动器应能够接通和分断表 10 中相应使用类别及次数的电流。

除 50 次单独接通操作以及 10 次附加的同时通电的试验不做外,试验程序按 9.3.3.5.5d)的规定。

#### 9.3.3.6.6 转子变阻式起动器转子开关电器的约定操作性能

转子开关电器的约定操作性能验证按 9.3.3.6.1 中规定的表 10 中 AC-2 使用类别的要求进行。

试验程序按 9.3.3.5.5e)的规定。

#### 9.3.3.6.7 接触器或起动器在约定操作性能试验过程中及试验后性能

应满足 9.3.3.5.5f)的要求,并且根据 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.4.1 中 4)的要求进行工频耐压试验。

对于适用于隔离的电器,应在每一极的触头处于打开位置,且试验电压为  $1.1U_n$  时测量泄漏电流,该电流不应超过 2 mA。

带有镜像触头的电器,应进行 F.7.3 的附加试验。

### 9.3.4 短路条件下的性能

#### 9.3.4.1 短路试验的一般条件

##### 9.3.4.1.1 短路试验的一般要求

本试验是验证接触器或起动器是否符合 8.2.5.1 的规定。有关试验程序、试验顺序、试后条件及协调配合的类型见 9.3.4.1 和 9.3.4.2。

MPSD 的短路试验要求按 8.2.4.7。

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.4.1.1 适用,并作如下修改:

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,则应在制造商规定的最小外壳中进行附加试验。对于仅用于自由空气的电器,应提供信息标明不适用于单独的外壳。

注:单独外壳的尺寸仅能容纳一个电器(起动器等)。

单独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。

封闭式固定和可移动组件按照 IEC 61439-1 进行试验。

#### 9.3.4.1.2 短路试验电路

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.4.1.2 适用,并补充如下要求:

对于“1”型协调配合,用长度为 1.2 m~1.8 m、截面积为 6 mm<sup>2</sup> 的硬线替代熔断体 F 和电阻 R<sub>L</sub>,接至中性点。若制造商同意,可接至某一相。

注:这一较大尺寸的导线并非作为探测器,而是建立一种判定允许损坏程度的“接地”条件。

#### 9.3.4.1.3 试验电路的功率因数

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.4.1.3 适用。

如表 14 适用,可参见该表中的功率因数。

#### 9.3.4.1.4 试验电路的时间常数

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.4.1.4 适用。

#### 9.3.4.1.5 试验电路的调整

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.4.1.5 适用。

#### 9.3.4.1.6 试验程序

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.4.1.6 适用,并补充如下要求:

接触器或起动器连同其相应的 SCPD,综合式起动器、综合式开关电器、保护式起动器或保护式开关电器按相应使用类别下的正常使用情况安装和接线,导线截面积见 GB/T 14048.1—2012 中的表 9、表 10 和表 11。试验时,主电路每一相采用最长为 2.4 m 的电缆(相应于起动器的额定工作电流选用)连接。

如果 SCPD 与起动器是分离的,则采用上述电缆(总长不超过 2.4 m)将其连接至起动器。

三相试验结果对单相使用的情况亦有效。

#### 9.3.4.1.7 空

#### 9.3.4.1.8 记录波形图的说明

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.4.1.8 适用。

### 9.3.4.2 接触器、起动器、综合式起动器、综合式开关电器、保护式起动器和保护式开关电器的限制短路电流

#### 9.3.4.2.1 限制短路电流试验的一般要求

接触器或起动器和相应的 SCPD,以及综合式起动器、综合式开关电器、保护式起动器或保护式开关电器应进行 9.3.4.2.2 和 9.3.4.2.3 规定的试验,所进行的试验应包括电动机的最大电流  $I_c$  和最大的  $U_c$  的情况。

对于电磁操作的接触器或起动器,电磁铁用单独的电源在额定控制电源电压( $U_c$ )下保持闭合,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,则试验时应根据规定的协调配合及选择性的类型,将断路器调整到最大整定值进行。

进行试验时,所有外壳的开孔均应像正常运行时一样闭合,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。

对于“1”型协调配合,在 9.3.4.2.2 和 9.3.4.2.3 的试验中的每一次 O 或 CO 操作均允许使用新试品。

对于“2”型协调配合,预期电流“*r*”(见 9.3.4.2.2)试验中 O-CO 应使用同一台试品,电流  $I_q$ (见 9.3.4.2.2)试验中 O-CO 使用另一台试品。

经制造商同意,电流“*r*”和电流  $I_q$  试验允许在同一台试品上进行。

### 9.3.4.2.2 预期电流“*r*”试验

制造商可自行决定将电路调整到按表 13 或表 14(推荐)中规定的与额定工作电流  $I_e$  对应的预期试验电流。产品通过按照表 13 或表 14 参数进行的试验均可认为符合本部分。

将接触器或起动器及其相应的 SCPD、综合式起动器、综合式开关电器、保护式起动器或保护式开关电器接入电路,按下述操作顺序进行试验:

- a) 所有开关电器在试验之前闭合,SCPD 进行一次分断操作(“O”操作);
- b) SCPD 的一次分断操作应由接触器或起动器接通短路电流(“CO”操作)。

表 13 相应于额定工作电流的预期试验电流“*r*”

额定工作电流 $I_e^a$ A	预期电流“ <i>r</i> ” kA
$I_e \leq 16$	1
$16 < I_e \leq 63$	3
$63 < I_e \leq 125$	5
$125 < I_e \leq 315$	10
$315 < I_e \leq 630$	18
$630 < I_e \leq 1\ 000$	30
$1\ 000 < I_e \leq 1\ 600$	42
$1\ 600 < I_e$	由用户与制造商协商

<sup>a</sup> 如果接触器或起动器规定了多个电动机使用类别(AC-2、AC-3、AC-3e 或 AC-4)的额定值,则根据 AC-3 使用类别的额定工作电流确定预期电流“*r*”。如果没有规定电动机使用类别的额定值,预期电流“*r*”可由制造商和用户协商一致。

表 14 相应于额定工作电流的预期试验电流“*r*”(协调表)

额定工作电流 $I_e^{a,c}$ A	预期电流“ <i>r</i> ” kA <sup>f</sup>	功率因数
$I_e \leq 12$	1	0.7~0.8
$12 < I_e \leq 50^b$	3	0.7~0.8
$50 < I_e \leq 100^c$	5	0.7~0.8
$100 < I_e \leq 250^d$	10	0.5~0.7
$250 < I_e \leq 500$	18	0.2~0.3
$500 < I_e \leq 800$	30	0.2~0.3
$800 < I_e \leq 1\ 300$	42	0.2~0.3

表 14 (续)

额定工作电流 $I_c^{a,c}$ A	预期电流“ $r$ ” kA <sup>f</sup>	功率因数
$1\ 300 < I_c$	制造商和用户达成一致	0.2~0.3
注：表 14 用于与 UL 60947-4-1 相协调，且等同于 UL 60947-4-1。		
<p><sup>a</sup> 如果接触器或起动器规定了多个电动机使用类别(AC-2、AC-3、AC-3e 或 AC-4)的额定值，则根据 AC-3 使用类别的额定工作电流确定预期电流“<math>r</math>”。如果没有规定电动机使用类别的额定值，预期电流“<math>r</math>”可由制造商和用户协商一致。</p> <p><sup>b</sup> 在 690 V 及以上时：<math>12 &lt; I_c \leq 63</math>。</p> <p><sup>c</sup> 在 690 V 及以上时：<math>63 &lt; I_c \leq 125</math>。</p> <p><sup>d</sup> 在 690 V 及以上时：<math>125 &lt; I_c \leq 250</math>。</p> <p><sup>e</sup> 在北美，额定工作电流可以标为“电动机满载电流”。</p> <p><sup>f</sup> 在北美，预期电流“<math>r</math>”可以称为“标准故障电流”。</p>		

#### 9.3.4.2.3 额定限制短路电流 $I_q$ 试验

注：仅当  $I_q$  电流比“ $r$ ”电流大时进行本试验。

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峰值允通电流( $I_p$ )和最大允通能量( $I^2t$ )选取。

将接触器或起动器及其相应的 SCPD、综合式起动器、综合式开关电器、保护式起动器或保护式开关电器接入电路。

按下述操作顺序进行试验：

- 所有开关电器在试验之前闭合，SCPD 进行一次分断操作(“O”操作)；
- SCPD 的一次分断操作应由接触器或起动器接通短路电流(“CO”操作)；
- 对于综合式起动器或保护式起动器，如果 SCPD 中开关电器的短路分断能力或额定限制短路电流低于综合式起动器或保护式起动器的额定限制短路电流，则应进行下述附加试验：SCPD 的一次分断操作应由开关电器(开关或断路器)接通短路电流(“CO”操作)，接触器或起动器已经闭合。该试验可在新试品(起动器及其 SCPD)上进行，也可经制造商同意，在第一个试品上进行。经过该项试验的试品，仅需满足 9.3.4.2.4a)~g)的要求。

#### 9.3.4.2.4 试验结果的判别

根据规定的协调配合类型，若满足下述条件，则认为接触器、起动器或综合式起动器、综合式开关电器、保护式起动器或保护式开关电器通过了“ $r$ ”电流和  $I_q$  电流试验(如适用)。

两种配合类型(所有电器)：

- 由 SCPD、综合式起动器或综合式开关电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。
- 外部绝缘基座不应有使带电体安装整体受到破坏性的碎裂。

两种配合类型(仅综合式起动器、综合式开关电器、保护式起动器或保护式开关电器)：

- e) 断路器或开关电器应能够通过其操作机构手动打开。
- f) SCPD的任何一端都没有从其固定装置完全分离至外露的导体部件上。
- g) 如果断路器的额定极限短路分断能力比综合式起动器、综合式开关电器、保护式起动器或保护式开关电器规定的额定限制短路电流小,断路器应进行下述脱扣试验:
  - 1) 带瞬态脱扣继电器或脱扣器的断路器,试验在脱扣电流的 120%下进行;
  - 2) 带有过载继电器或脱扣器的断路器,试验在断路器额定电流的 250%下进行。

“1”型协调配合(所有电器):

- h) 壳体外的零件应未击穿,而接触器或过载继电器受到损坏是允许的。每一次操作之后,允许除 MPSPD 之外的起动器不能够继续操作。为此,应检查起动器,必要时使接触器或过载继电器和断路器的脱扣器复位,对于熔断器保护,则更换全部熔断体。

“1”型协调配合(仅适用于综合式起动器和保护式起动器):

- i) 根据 GB/T 14048.1—2012 的 8.3.3.4.1 中 4) 的规定,每一次操作(对于“r”电流和  $I_q$  电流)后,在进行试验的完整单元(SCPD 及接触器或起动器,且是更换零件之前)上用介电试验验证绝缘强度,工频耐受电压为  $2U_n$  且不小于 1 000 V,试验电压施加在电源输入端子上,开关电器或断路器处于断开位置,电压施加在:
  - 每一极和所有接至起动器支架的各极之间;
  - 连接在一起的所有各极的带电体和起动器支架之间;
  - 连接在一起的电源端的进线端和连接在一起的另一端接线端子之间。
 对于适用于隔离的电器,应在每一极的触头处于打开位置,且试验电压为  $1.1U_n$  时测量泄漏电流,该电流不应超过 6 mA。

“2”型协调配合(所有电器):

- j) 如果容易分离(如按制造商的说明,对接触器线圈通电几次或移动操作机构或使用螺丝旋具等工具分离熔焊的触头)且无明显变形[符合 d) 和 i) 的要求,不损坏接触器的绝缘]的话,则除 MPSPD 之外的接触器或起动器的触头熔焊是允许的,除此之外,过载继电器或其他部件不应损坏,在试验过程中除了当熔断器保护时应更换全部熔断体外不准许更换其他零件;如果出现上述触头熔焊的情况,电器的功能应在表 10 中相应使用类别的试验条件下进行 10 次操作循环的验证。
- k) 短路试验前及试验后,均应根据 5.7.5 的规定,在过载继电器的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。
- l) 根据 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.4.1 中 4) 的规定,对于接触器、起动器、综合式起动器、综合式开关电器、保护式起动器和保护式开关电器,用介电试验验证绝缘强度,工频耐受电压为  $2U_n$  且不小于 1 000 V。
 

对于综合式起动器、综合式开关电器、保护式起动器或保护式开关电器,应按 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.4.1 中 3) 的规定,在电器的主电极两端进行附加试验,开关电器或断路器的触头断开而起动器的触头闭合。试验电压应施加 60 s。

对于适用于隔离的电器,应在每一极的触头处于打开位置,且试验电压为  $1.1U_n$  时测量泄漏电流,该电流不应超过 2 mA。

如果有熔断体,则将熔断体短路。

### 9.3.5 接触器耐受过载电流能力试验

接触器应按 9.3.2 的规定安装、接线和操作。

接触器的各极同时按 8.2.4.4 规定的过载电流和持续时间进行本试验,本试验在室温下以任意方便的电压进行。

试验后,接触器应与试前条件基本一致,通过目视检查进行验证。

注:本试验计算出的  $I^2t$  值(焦耳积分)不能用于估计短路条件下接触器的性能。

### 9.3.6 常规试验和抽样试验

#### 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 9.3.3.2 规定的验证动作范围试验可在常温下及单独的过载继电器上进行,但可能需要对常温条件进行校正。

如果电器是单独进行试验的,那么这些电器的组合应进行介电试验和其他相关的动作试验。如果该组合中装入了已进行过试验的连接系统或附件,那么不必进行额外的介电试验。

#### 9.3.6.2 动作及动作范围

对于电磁、气动和电气-气动接触器或起动机,动作范围验证试验按 8.2.1.2 的规定进行。

对于人力操作的起动机,应进行试验验证起动机正常工作性能。MPSD 的手动操作应按 9.3.6.4 验证。

注 1:进行本试验时可不必达到热平衡,这可采用串联电阻或降低电压范围的方法进行补偿。

应验证过载继电器的刻度,对于过载延时动作继电器,各极可通以同一整定电流倍数的电流,以验证脱扣时间(在规定范围内)与制造商提供的曲线一致,对于电磁式瞬时过载继电器,试验在 1.1 倍的电流整定值下进行。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 8.2.1.5.4、8.2.1.5.5 和 8.2.1.5.6)。

注 2:对于过载延时动作继电器,当其延时由液体阻尼器实现时,可在阻尼器空时按制造商规定的电流整定值的百分比进行验证,且能够用特殊试验证明其正确。

#### 9.3.6.3 介电试验

##### 9.3.6.3.1 一般要求

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.4.2 适用,并补充如下要求:

对于变阻式转子起动机,转子开关电器的各极应按正常使用情况通过起动电阻连接,因此介电试验电压仅需施加在转子电路和起动机支架之间。

无需使用金属箔。

注:允许进行 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.4.2 的组合试验。

##### 9.3.6.3.2 带有限压元件的电器的常规工频试验

由制造商自行决定对带有限压元件的电器按程序 a)~b)进行试验:

###### a) 施加试验电压

试验应按照 GB/T 14048.1—2012 的 8.3.3.4.2 中 2) 进行。试验电压值应为  $U_V$ (限压元件的最大工作电压)的有效值,或直流时限压元件的  $U_V$  最大值,公差为  $-10\%$ 。

合格判据:试验装置的过电流继电器不应脱扣(脱扣下限值)。

###### b) 验证限压元件功能

试验应按照 GB/T 14048.1—2012 的 8.3.3.4.2 中 2) 进行。试验电压值应由制造商选择,使得所产生的电流介于试验装置的脱扣上限与下限之间。

合格判据:电流应处于 a) 和 b) 之间,限压元件不应损坏。

注:本试验的主要目的是检查限压元件能否正常工作。

### 9.3.6.4 MPSD 的机械动作试验

除了脱扣器动作的需要之外,应在主电路中没有电流时进行以下试验。试验过程中不得进行任何调整,动作应满足要求。

应进行以下试验:

——两次闭合-断开操作;

——两次自由脱扣操作。

注: GB/T 14048.1—2012 的 2.4.23 中规定了自由脱扣机械开关电器的定义。

### 9.3.6.5 MPSD 短路脱扣器校准验证

瞬时短路脱扣器的校准验证试验时,应在 9.3.3.2.2 的 e) 规定的电流条件下检查脱扣器的动作和不动作,不要求测量分断时间。

试验时,对串联的两极(带有脱扣器的各极所有可能的组合)通以试验电流,或对每个带有脱扣器的极通以试验电流。

施加一个缓慢上升的试验电流,从一个低于下限值的值开始直至 MPSD 脱扣,确定脱扣等级。脱扣应发生在试验电流的上下限之间。

## 9.4 EMC 试验

### 9.4.1 一般要求

GB/T 14048.1—2012 中的 8.4 以及本部分的 9.4.2 和 9.4.3 适用,并补充如下要求:

对于带有相似控制电子元件、框架尺寸相近的一系列接触器或起动器,仅需在制造商指定的一个典型试品上试验。

试验报告及说明书中应包括任何为符合标准要求而应采取的特殊措施,例如使用屏蔽线或特殊的电缆,如果为了符合抗扰度或辐射试验的要求,接触器或起动器使用了辅助电器,应在报告及说明书中说明。

试品应处于断开或闭合中较为不利的位置,操作时应通以额定电源控制电压。

### 9.4.2 抗扰度

按表 16 进行试验,具体的要求见 9.4.2.1 至 9.4.2.7。

如果在 EMC 试验中,试品需要连接导线,导线的截面积和类型可任意选取但应符合制造商的规定。

表 16 EMC 抗扰度试验

试验类型	所要求的试验水平
静电放电抗扰度	GB/T 14048.1—2012 中表 23 规定的相应试验水平适用
射频电磁场辐射抗扰度	GB/T 14048.1—2012 中表 23 规定的相应试验水平适用
电快速瞬变/脉冲群抗扰度 <sup>a</sup>	GB/T 14048.1—2012 中表 23 规定的相应试验水平适用
浪涌抗扰度(1.2/50 $\mu$ s~8/20 $\mu$ s)	GB/T 14048.1—2012 中表 23 规定的相应试验水平适用
射频场传导骚扰抗扰度 <sup>b,c</sup>	GB/T 14048.1—2012 中表 23 规定的相应试验水平适用 <sup>d</sup>
电源谐波	9.4.2.7

<sup>a</sup> 试验过程中接触器至少操作一次,过载继电器应通以 0.9 倍的整定电流但不超过 100 A。  
<sup>b</sup> 仅适用于电缆接口,根据制造商性能规范,电缆长度可以超过 3 m。  
<sup>c</sup> 试验水平也可以定义为 150  $\Omega$  负载的等效电流。  
<sup>d</sup> 对国际电信联盟(ITU)广播频段(47 MHz~68 MHz),试验水平应为 3 V。



#### 9.4.2.1 试验过程和试后电器的性能

产品性能的验收判据应按表 12。试验后,应在环境温度下验证 9.3.6.2 规定的动作范围。

#### 9.4.2.2 静电放电

GB/T 14048.1—2012 中 8.4.1.2.2 适用,并补充如下要求:

静电放电应仅适用于正常使用时可触及的部分。电源接线端子和 IP00 的设备(开放式框架或底座单元)不需要进行试验。对于后者,制造商应提供关于如何降低静电放电危害可能性的说明。

接触器或起动器应符合表 12 中验收判据 B。

#### 9.4.2.3 射频电磁场辐射

GB/T 14048.1—2012 中 8.4.1.2.3 适用,并补充如下要求:

接触器或起动器应符合表 12 中验收判据 A。

#### 9.4.2.4 射频场感应的传导骚扰

GB/T 14048.1—2012 中 8.4.1.2.6 适用,并补充如下要求:

试验仅适用于带有总长度可能超过 3 m 的接口电缆(按制造商的功能规范)的端口。

电器应符合表 12 中验收判据 A。

#### 9.4.2.5 电快速瞬变脉冲群

GB/T 14048.1—2012 中 8.4.1.2.4 适用,并补充如下要求:

用于连接长度超过 3 m 导线的控制电路和辅助电路用接线端子应进行该试验。

试验期间,接触器应至少动作一次,过载继电器通以 0.9 倍但不超过 100 A 的整定电流。

接触器或起动器应符合表 12 中验收判据 B。

#### 9.4.2.6 浪涌(1.2/50 $\mu$ s~8/20 $\mu$ s)

GB/T 14048.1—2012 中 8.4.1.2.5 适用,并补充如下要求:

接触器或起动器应符合表 12 中验收判据 B。

#### 9.4.2.7 电源谐波

对于带有电子式过载脱扣器的 MPSPD,为了避免在 0.9 倍整定电流、持续时间为 10 倍脱扣时间的情况下误脱扣,应在不低于五次谐波(50%基波分量)的条件下验证真 RMS 响应,验证方法如下:

——按 GB/T 14048.2—2020 中 F.4.1 的试验;

——通过模拟验证,应证明所用模型的有效性;或

——通过设计评定,即确认计算和设计规则的正确应用,包括使用适当的安全裕度。

对于其他电器,正在考虑 GB/T 14048.2—2020 中 F.4.1 的谐波试验要求。

注:电流波形不对称会产生极大的不平衡,特别是接入网络中的功率半导体发生失效的情况下,由此可能会影响电子式过载保护的电流检测功能,因此需要进行真 RMS 测量。

### 9.4.3 发射

#### 9.4.3.1 射频传导发射试验

试验描述、试验方法及试验布置见 CISPR 11:2015。

应从一系列具有不同额定功率的接触器或起动器中选取该范围中最大额定功率和最小额定功率的

两个电器作为试品进行试验。

发射水平不应超过表 17 规定的限值。

表 17 (电源端子)射频传导发射骚扰电压限值

频带 MHz	环境 A	环境 B
0.15~0.5	79 dB( $\mu$ V)准峰值 66 dB( $\mu$ V)平均值	66 dB( $\mu$ V)~56 dB( $\mu$ V)准峰值 56 dB( $\mu$ V)~46 dB( $\mu$ V)平均值 (随频率的对数降低)
0.5~5.0	73 dB( $\mu$ V)准峰值 60 dB( $\mu$ V)平均值	56 dB( $\mu$ V)准峰值 46 dB( $\mu$ V)平均值
5.0~30	73 dB( $\mu$ V)准峰值 60 dB( $\mu$ V)平均值	60 dB( $\mu$ V)准峰值 50 dB( $\mu$ V)平均值

注：主输入端的限值按 CISPR 11:2015 和 A1:2016 中 1 组设备的要求,总额定功率低于 20 kVA。

#### 9.4.3.2 射频辐射发射试验

试验叙述、试验方法及试验布置见 CISPR 11:2015。

当控制电路和辅助电路包含有基波开关频率高于 9 kHz 的元件时(例如开关电源等),应进行本试验。

电器的发射不应超过表 18 规定的限值。

表 18 辐射发射试验限值

频带 MHz	环境 A <sup>a</sup> 准峰值 dB( $\mu$ V)			环境 B <sup>a</sup> 准峰值 dB( $\mu$ V)	
	30 m 处	10 m 处	3 m 处	10 m 处	3 m 处
30~230	30	40	50	30	40
230~1 000	37	47	57	37	47

<sup>a</sup> 对于小型设备,试验可以仅在 3 m 距离处进行[台式或落地式设备,其整体(连同电缆)可以放入直径为 1.2 m、距离接地平面 1.5 m 的圆柱形试验区域内]。

## 附录 A

(规范性附录)

## 接触器及相应的过载继电器接线端子的标志和识别

## A.1 总则

GB/T 14048.1—2012 的附录 L 适用,并补充如下要求。

## A.2 主电路接线端子的标志和识别

主电路的接线端子应由如图 A.1 所示的单个数字和字母数字的体系来标志。

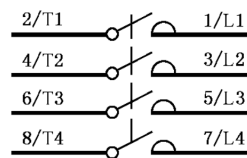


图 A.1 主电路

注:现在使用的两种可交换的标志方法即 1—2 和 L1—T1 将逐步由上述新方法代替。  
作为可选方法,接线端子可由电器提供的接线图识别。

## A.3 过载继电器接线端子的标志与识别

过载继电器主电路的接线端子应与接触器主电路接线端子的标志方式一致(见 A.1)。图 A.2 中给出了相应示例。

过载继电器的辅助电路的接线端子应与具有规定功能的接触器的辅助电路接线端子的标志方式一致(见 GB/T 14048.1—2012 中 L.3.2)。

顺序号规定为 9;如果要求有第二个顺序号可用数字 0。

示例：

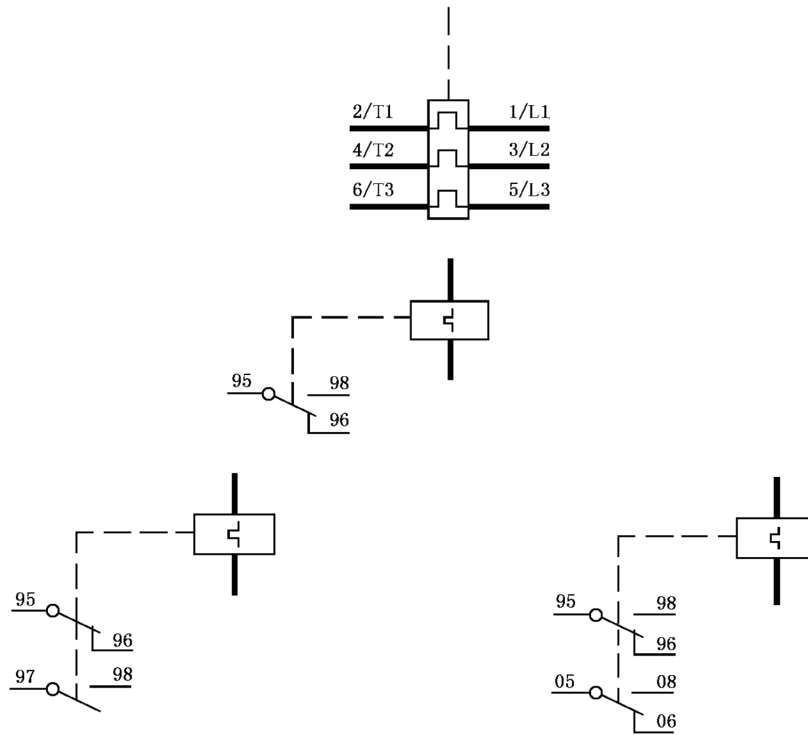


图 A.2 过载继电器

作为可选方法,接线端子可由电器提供的接线图识别。

**附 录 B**  
(规范性附录)  
**特 殊 试 验**

**B.1 总则**

特殊试验按制造商的规定进行。

**B.2 机械寿命****B.2.1 总则**

接触器或起动器的机械寿命用其在需要维修或更换零件(包括电子式控制电磁铁的电子元件和任意机械零件)前所能承受的无载操作循环次数来表示;但 B.2.2.1 和 B.2.2.3 规定的按制造商说明进行的正常维修(包括更换触头)是允许的。

注:本方法与附录 K 存在数值获取方式上的差异。

推荐的机械寿命次数为(万次):

0.1,0.3,1,3,10,30,100,300 和 1 000。

**B.2.2 机械寿命的验证****B.2.2.1 接触器或起动器的试验条件**

接触器或起动器应按正常使用条件安装,特别是应如正常使用情况一样接好导线。

试验时主电路不通电,如果规定在正常使用中需要润滑,则在试验前可以加润滑剂。

**B.2.2.2 操作条件**

控制电磁铁的线圈应施加额定电压,对于交流,应为额定频率的额定电压。

如果有电阻或阻抗与线圈串联,不管操作时短接与否,应如正常操作时一样将这些元件接入一起进行试验。

气动与电气-气动的接触器或起动器应供以额定气压的压缩空气。

手动起动器应按正常使用一样操作。

**B.2.2.3 试验程序**

接触器或起动器机械寿命的试验程序如下:

- a) 试验在断续周期工作制相应级别所规定的操作频率下进行。但是,如果制造商认为使用更高操作频率时仍能满足所要求的条件,可以提高操作频率。
- b) 对于电磁式和电气-气动接触器和起动器,控制线圈的通电时间应大于接触器或起动器的动作时间,且线圈的不通电时间应足够长,以使接触器或起动器停留到两个极端位置。  
 进行的操作次数应不少于具体产品标准规定的无载操作循环次数。  
 若机械联锁连同其接触器在起动器上进行过相应的机械寿命试验,则起动器的机械寿命试验允许不带机械联锁在其各组元件上单独进行。
- c) 对于带有分励线圈或欠电压脱扣器的接触器或起动器,至少 10% 的断开操作次数应由这些脱

扣器完成。

- d) 每进行 B.2.1 规定的全部操作次数的 1/10 后,继续试验前允许:
  - 在不拆开的情况下,清理整台产品;
  - 对制造商规定在正常使用时需要润滑的零件加润滑剂;
  - 若触头的开距和压力可调整,则允许调整这些参数。
- e) 这种维修不包括任何零部件的更换。
- f) 对于星-三角起动器,在闭合星形连接到闭合三角形连接期间产生延时的内装电器,如果是可调的,应调整到最小值。
- g) 对于转子变阻式起动器,在转子开关电器闭合期间产生延时的内装电器如果是可调的,应调整到最小值。
- h) 对于自耦减压起动器,在起动位置闭合到运行位置闭合期间产生延时的内装电器,如果是可调的,应调整到最小值。

#### B.2.2.4 试验结果的评定

机械寿命试验后,接触器或起动器应仍能满足室温下 9.3.6.2 和 9.3.6.3 所规定的操作要求。任何时间继电器或用于自动控制的电器仍能操作。

#### B.2.2.5 接触器或起动器试验结果的统计分析

接触器或起动器的机械寿命由制造商规定,对试验结果进行统计分析以验证。

对小批生产的接触器或起动器,B.2.2.6 和 B.2.2.7 规定的试验方法不适用。

但是,对于小批生产且与原始设计仅有细微变化的接触器或起动器,其细微的变化不影响产品的特性,制造商可根据类似的设计经验、分析、材料的特性以及大批相同设计的产品的试验分析结果来确定机械寿命。

机械寿命试验由制造商根据具体情况(例如根据生产产量或约定发热电流)在下列两种方法中任选一种。

注:本试验不作为用户分批生产或大批生产的合格试验。

#### B.2.2.6 单八制试验

8 台接触器或起动器应一直试到指定的机械寿命。

如果不合格的台数不超过 2 台,则认为试验合格。

#### B.2.2.7 双三制试验

3 台接触器或起动器应一直试到指定的机械寿命。

如果都合格,则认为试验合格;如果有一台以上不合格,则认为试验不合格;如果有一台不合格,则再试 3 台,一直试到指定的机械寿命,若不再有不合格,则认为试验合格。在任何情况下只要总共有 2 台或更多台不合格,则认为试验不合格。

#### B.2.2.8 其他方法

也可以采用 GB/T 2828.1—2012 规定的其他方法。最大接收质量限应为 10%。选定的试验方法应在试验报告中说明。也可采用 IEC 61649 中规定的方法。

注:单八制和双三制试验在 GB/T 2828.1—2012 中均有规定(见表 10-C-2 和表 10-D-2)。这两种试验方法的确定客观上是基于对接触器或起动器有限数量的试验结果采用基本相同的统计特性(接收质量限:10%)。

### B.3 电寿命

#### B.3.1 总则

接触器和起动器的电寿命用相应于表 B.1 所规定的条件下,不修理或不更换任何零部件所能承受的有载操作次数来表示。

对于星—三角起动器、两级自耦减压起动器和转子变阻式起动器,操作在不同使用条件下变化很大,因此很难确定适当的试验条件标准值。但是推荐制造商规定确定条件下的起动器寿命,这个电寿命可从相应的起动器部件的试验结果中估算出。

对于使用类别 AC-3、AC-3e 和 AC-4,试验电路应由电感和电阻组成,以便给出表 B.1 规定的电流、电压和功率因数。特别是使用类别 AC-4,应采用接通和分断能力试验的电路,见 9.3.3.5.2。

在所有情况下,操作速度应由制造商选择。

当试验电流和试验电压在下列偏差范围内时,试验有效:

- 电流 $\pm 5\%$ ;
- 电压 $\pm 5\%$ 。

试验应在符合 B.2.2.1 和 B.2.2.2 规定条件的接触器或起动器上进行,如适用,可采用 B.2.2.3 的试验程序,但不准许更换触头。

对于起动器,如果配备的接触器已通过了等效的电寿命试验,起动器可不必重复进行该试验。

表 B.1 验证有载操作循环次数——不同使用类别下的接通和分断条件

使用类别	额定工作电流 A	接通			分断		
		$I/I_e$	$U/U_e$	$\cos\phi^a$	$I_c/I_e$	$U_r/U_e$	$\cos\phi^a$
AC-1	全部值	1	1	0.95	1	1	0.95
AC-2	全部值	2.5	1	0.65	2.5	1	0.65
AC-3、 AC-3e	$I_e \leq 17$	6	1	0.65	1	0.17	0.65
	$I_e > 17$	6	1	0.35	1	0.17	0.35
AC-4	$I_e \leq 17$	6	1	0.65	6	1	0.65
	$I_e > 17$	6	1	0.35	6	1	0.35
		$I/I_e$	$U/U_e$	$L/R^b$ ms	$I_c/I_e$	$U_r/U_e$	$L/R^b$ ms
DC-1	全部值	1	1	1	1	1	1
DC-3	全部值	2.5	1	2	2.5	1	2
DC-5	全部值	2.5	1	7.5	2.5	1	7.5
<p><math>I_e</math>: 额定工作电流。  <math>U_e</math>: 额定工作电压。  <math>I</math>: 接通电流。            交流接通电流用有效值表示,但对称电流的峰值在相应的电路功率因数下可能会呈现出较高值。  <math>U</math>: 外施电压。  <math>U_r</math>: 工频或直流恢复电压。  <math>I_c</math>: 分断电流。</p>							
<p><sup>a</sup> <math>\cos\phi</math> 的误差为<math>\pm 0.05</math>。  <sup>b</sup> <math>L/R</math> 的误差为<math>\pm 15\%</math>。</p>							

### B.3.2 试验结果

试验后,接触器或起动器在环境温度下应能满足 9.3.6.2 规定的动作条件,并能承受 GB/T 14048.1—2012 的 8.3.3.4.1 中 4)b)规定的介电试验,施加方法见 GB/T 14048.1—2012 的 8.3.3.4.1 中 4)的规定,试验电压仅施加在以下部位:

- 连接在一起的所有极和接触器或起动器的框架之间;
- 每一极和连接至接触器或起动器框架的所有其他极之间。

### B.3.3 接触器或起动器试验结果的统计分析

#### B.3.3.1 总则

接触器或起动器的电寿命由制造商指定,通过试验结果的统计分析验证。制造商可以选择 B.3.3.2, B.3.3.3 和 B.3.3.4 所规定的最合适的方法,例如根据计划的生产量或根据约定发热电流。

对于小批量生产的接触器或起动器,B.3.3.2 和 B.3.3.3 所描述的试验不适用。然而,对于小批量生产的接触器或起动器,如果与原始设计只有细微的变化,其细微的变化不影响产品的特性,那么制造商可根据类似的设计经验、分析、材料的特性以及大批相同设计的产品的试验分析结果来确定电寿命。

注:本试验不作为用户分批生产或大批生产的合格试验。

#### B.3.3.2 单八制试验

8 台接触器或起动器应一直试到指定的电寿命。如果不合格的台数不超过 2 台,则认为试验合格。

#### B.3.3.3 双三制试验

3 台接触器或起动器应一直试到指定的电寿命。如果都合格则认为试验合格,如果有一台以上不合格,则认为试验不合格。如果有一台不合格,则再试 3 台,一直试到指定的电寿命,若不再有不合格,则认为试验合格。在任何情况下只要总共有 2 台或更多台不合格,则认为试验不合格。

#### B.3.3.4 其他试验方法

可以采用 GB/T 2828.1—2012 规定的其他方法。最大接收质量限应为 10%。选定的试验方法应在试验报告中说明。

注:单八和双三制试验在 GB/T 2828.1—2012 中都有规定(见表 10-C-2 和表 10-D-2)。选用这两种试验方法是为了可以采用基本相同的统计特性,对有限数量的接触器或起动器进行试验(接收质量限:10%)。

## B.4 起动器和相应的 SCPD 在交点电流的协调配合

### B.4.1 总则和定义

#### B.4.1.1 总则

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 B.4.2 特殊试验中规定的直接法验证,对于“2”型协调配合,也可用 B.4.5 中规定的间接法验证。

#### B.4.1.2 术语和定义

##### B.4.1.2.1 交点电流 $I_{co}$

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



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

#### B.4.1.2.2 接触器/起动器时间-电流特性耐受能力

接触器/起动器随时间变化能承受的电流的曲线。

#### B.4.2 用直接法验证交点电流的协调配合的试验条件

起动器及相应的 SCPD 应像正常使用一样安装和接线，所有试验均自冷态开始。

#### B.4.3 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 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.5.2 的规定。试验电流为：

- $0.75I_{co}^{0}_{-5\%}$ ；和
- $1.25I_{co}^{+5\%}_{0}$ 。

试验电路的功率因数应符合表 7 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 9.3.4.2 试验中所使用的 SCPD 相同的额定值及特性。

若开关电器是接触器，其线圈应由一独立的电源供电，该电源电压为接触器线圈的额定控制电源电压，连接方式应使过载继电器动作时接触器断开。

#### B.4.4 试验程序及试验结果

##### B.4.4.1 试验程序

起动器和 SCPD 保持闭合，由另外的接通电器接通符合 B.4.3 规定的试验电流，任何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，使过载继电器和断路器的脱扣器复位，或当至少有一相熔断器熔断时，更换全部熔断器。

##### B.4.4.2 试验结果

B.4.3 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。

B.4.3 中较大电流试验后，SCPD 应在起动器之前动作，起动器应满足 9.3.4.2.3 中制造商规定的相应协调配合类型的条件。

#### B.4.5 用间接法验证交点电流的协调配合特性

当验证交点电流的协调配合特性满足下述条件时，间接法可由一曲线图[见图 B.1a)和图 B.1b)]得出结论：

- 由制造商提供自冷态起动的过载继电器/脱扣器的时间-电流特性，应能指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。
- $I_{cd}$ (见 B.4.5.1)应大于  $I_{co}$ 。
- 接触器时间-电流耐受特性(见 B.4.5.2)在电流小于  $I_{co}$  时应位于过载继电器时间-电流特性(自冷态起动)的上方。

B.4.5.1 电流  $I_{cd}$  试验

9.3.4.1 适用,并补充如下规定:

——试验程序:接触器或起动器应能按表 B.2 规定的条件和操作次数接通和分断试验电流  $I_{cd}$ ,进行试验时电路中不接入 SCPD。

表 B.2 试验条件

	$U_r/U_c$	$\cos\phi$	通电时间(见注 2) s	断电时间 s	操作次数
$I_{cd}$	1.05	见注 1	0.05	见注 3	3

注 1: 功率因数的选择见 GB/T 14048.1—2012 中表 16。  
注 2: 若触头在重新断开之前已经完全闭合到底,则允许时间小于 0.05 s。  
注 3: 见表 8。

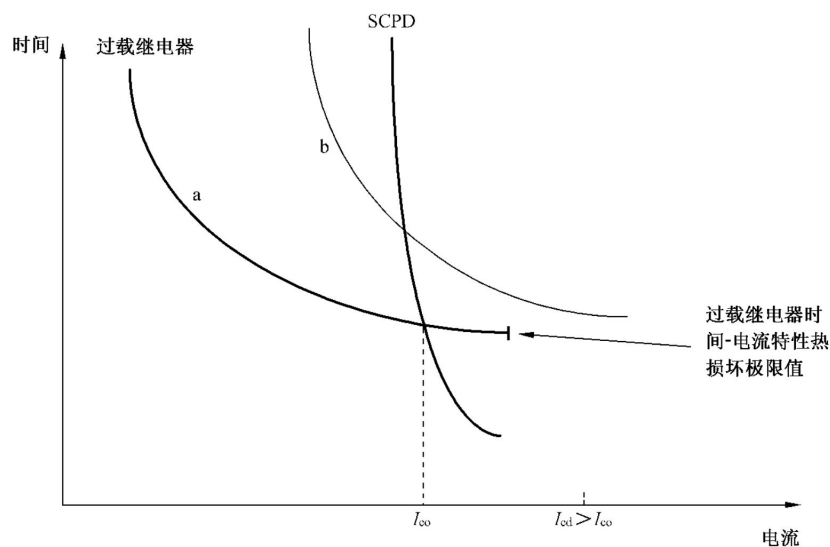
—— $I_{cd}$  电流试验过程及试后接触器或起动器的性能:

- 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) 试验后性能:
  - 1) 当接触器或起动器由适当的控制方式进行操作时,触头应能正确动作;
  - 2) 接触器或起动器应通过介电性能试验,试验电压实际上为正弦,电压值为  $2U_c$  但不小于 1 000 V。试验电压按 GB/T 14048.1—2012 的 8.3.3.4.1 中 2)c)i) 和 2)c)ii) 的规定施加。

B.4.5.2 接触器/起动器的时间-电流特性耐受能力

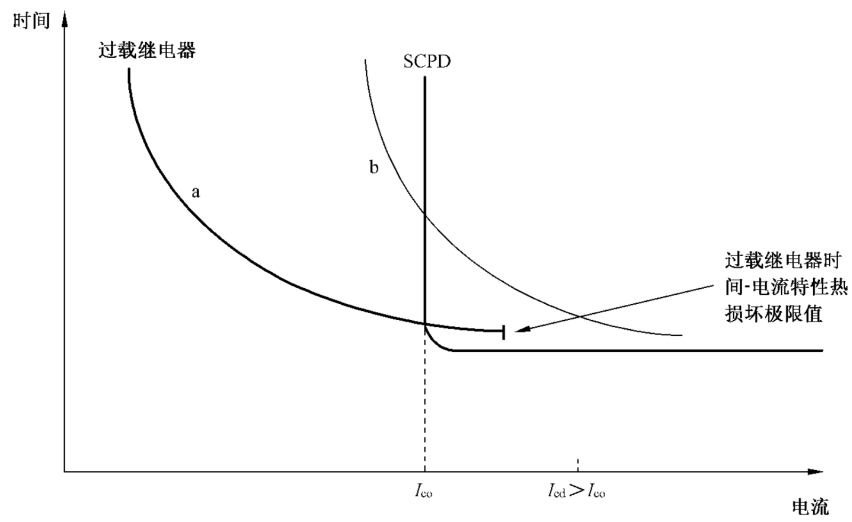
该特性由制造商确定,而数值是根据 9.3.5 规定的试验获得,并综合过载电流及其耐受时间(见 8.2.4.4)确定了至少至  $I_{co}$  的特性。

该特性对在室温下开始的过载电流是有效的。接触器在这样两个过载试验之间所需的最小冷却时间由制造商确定。



a) 与熔断器配合

图 B.1 时间-电流耐受特性图例



b) 与断路器配合

说明：

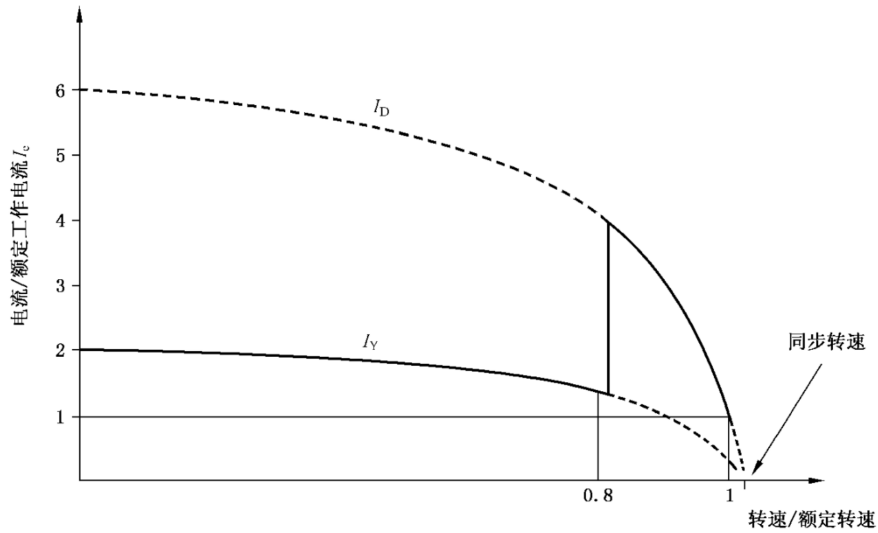
a——自冷态起的过载继电器时间-电流特性平均曲线；

b——接触器时间-电流特性耐受能力。

图 B.1 (续)

附录 C  
(资料性附录)  
起动机典型特性

本附录给出了起动器的典型特性及配置示例,如图 C.1~图 C.6 所示。

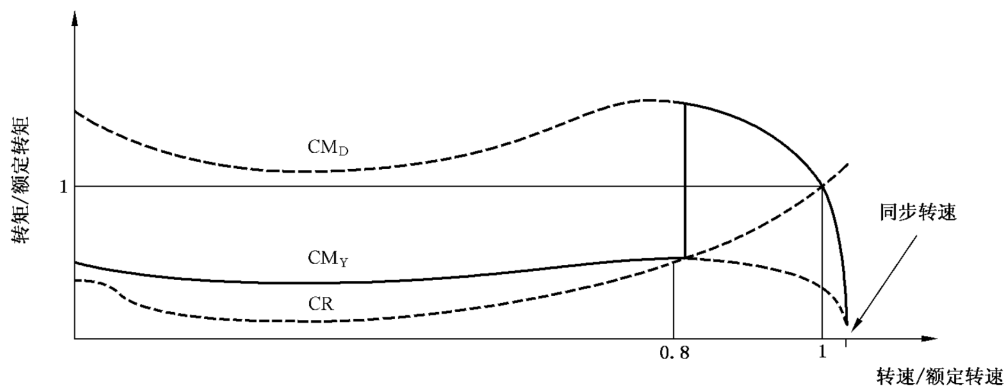


说明:

$I_Y$  —— 星形连接时的电流;

$I_D$  —— 三角形连接时的电流。

a) 星-三角起动时的典型电流



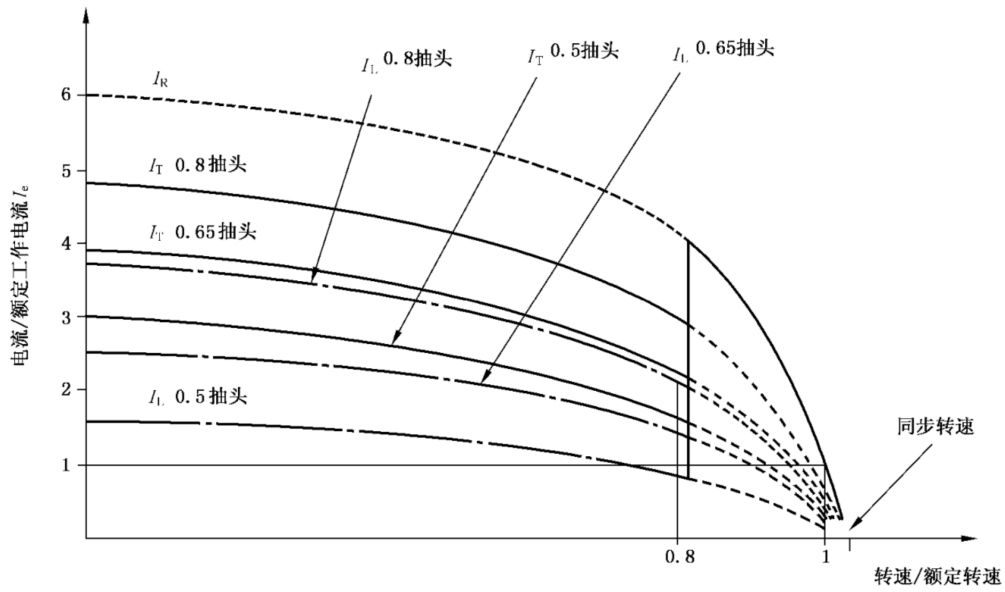
说明:

CM —— 电动机转矩;

CR —— 负载转矩。

b) 星-三角起动时的典型转矩

图 C.1 星-三角起动时电流和转矩的典型曲线



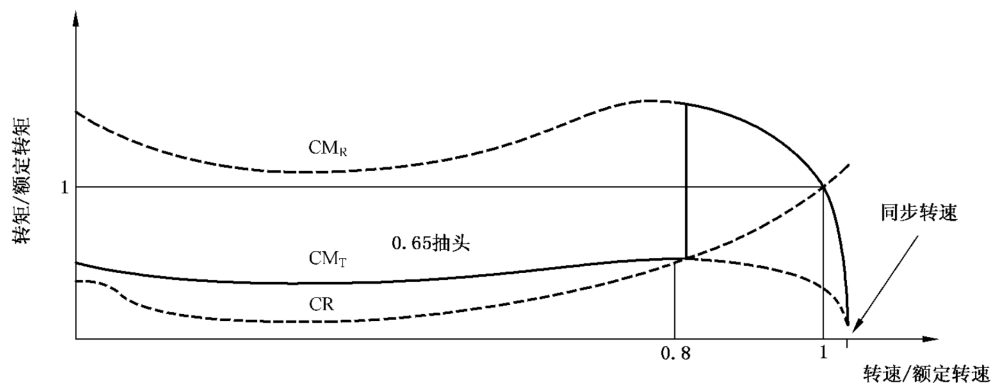
a) 自耦减压起动时的典型电流

说明：

$I_R$  —— 额定电压下的电动机电流；

$I_T$  —— 减压后的电动机电流；

$I_L$  —— 减压后的线路电流。



b) 自耦减压起动时的典型转矩

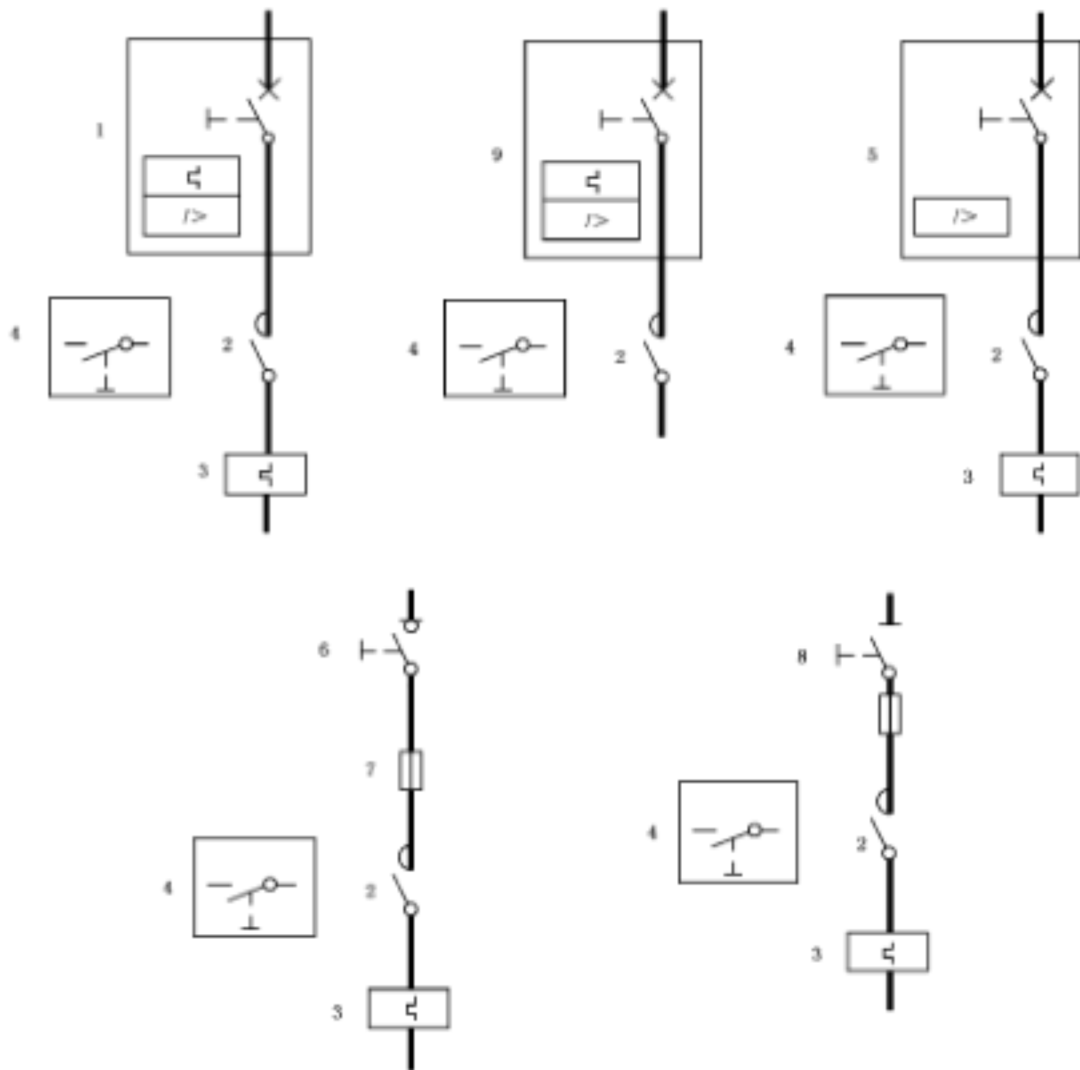
说明：

CR —— 负载转矩；

$CM_R$  —— 额定电压下的电动机转矩；

$CM_T$  —— 减压后的电动机转矩。

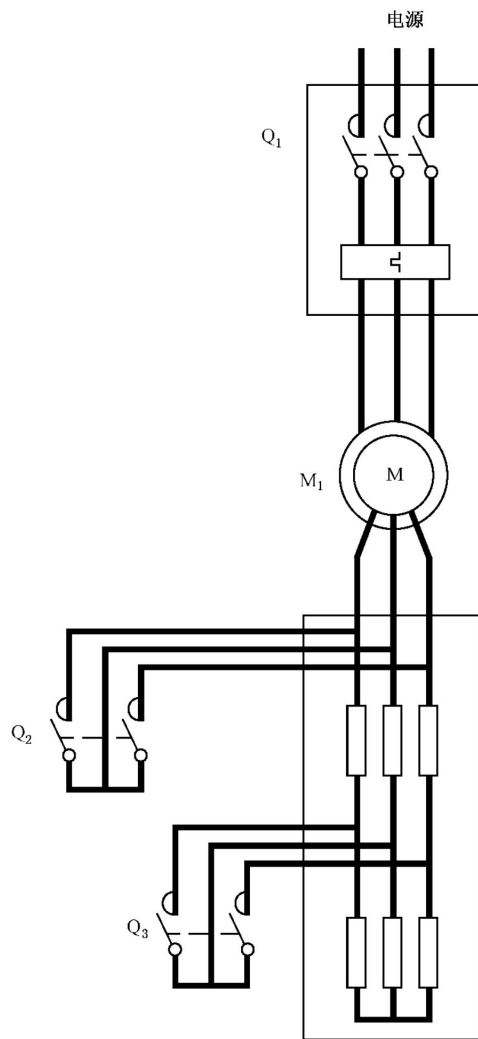
图 C.2 自耦减压起动时的典型电流和转矩曲线



说明：

- 1——符合 GB/T 14048.2—2020 的断路器；
- 2——接触器；
- 3——过载继电器；
- 4——控制开关；
- 5——仅磁力脱扣的断路器；
- 6——隔离开关；
- 7——熔断器；
- 8——隔离器熔断器组；
- 9——电动机保护开关电器(MPSD)。

图 C.3 保护式起动器、综合式起动器、保护式开关电器和综合式开关电器的典型配置

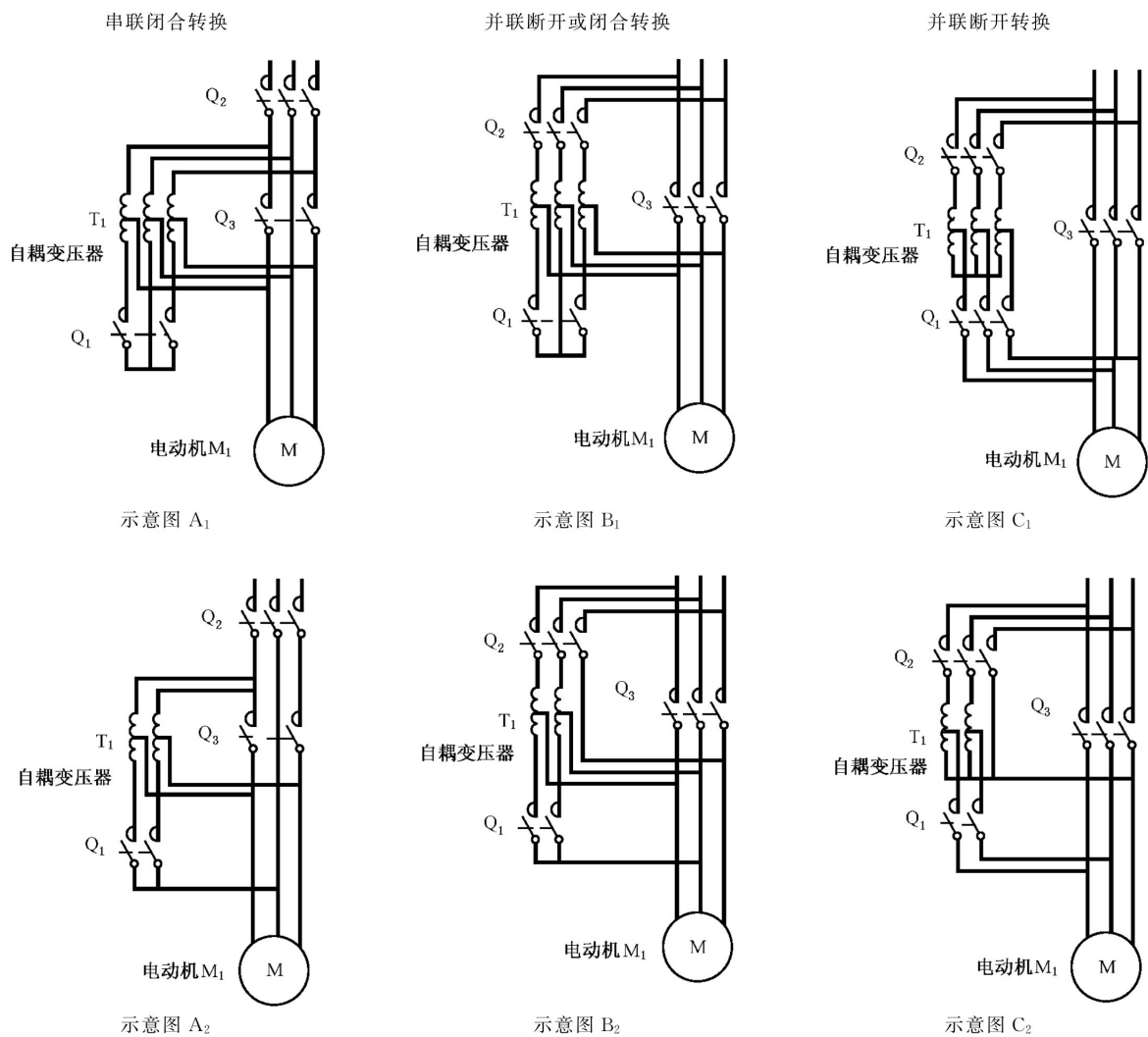


机械开关电器的位置：

机械开关电器	起动器位置			
	停止	起动		
		第 1 级	第 2 级	第 3 级
Q <sub>1</sub>	O	C	C	C
Q <sub>2</sub>	O	O	O	C
Q <sub>3</sub>	O	O	C	C

O —— 机械开关电器断开；  
 C —— 机械开关电器闭合；  
 Q —— 接触器；  
 M —— 电动机。

图 C.4 三级起动且只有一个旋转方向的转子变阻式起动器的三相线路图示例  
 (所有机械开关电器均为接触器)



触头动作顺序			
触头	起动	转换	运行
Q <sub>1</sub>	C	O	O
Q <sub>2</sub>	C	C	C
Q <sub>3</sub>	O	O	C

C: 触头闭合  
O: 触头断开

触头动作顺序				
触头	起动	转换		运行
		开路	闭路	
		1	2	
Q <sub>1</sub>	C	O	O	O
Q <sub>2</sub>	C	O	C	C
Q <sub>3</sub>	O	O	O	C

对于断开转换, Q<sub>1</sub> 和 Q<sub>2</sub> 可以是同一个机械开关电器的触头

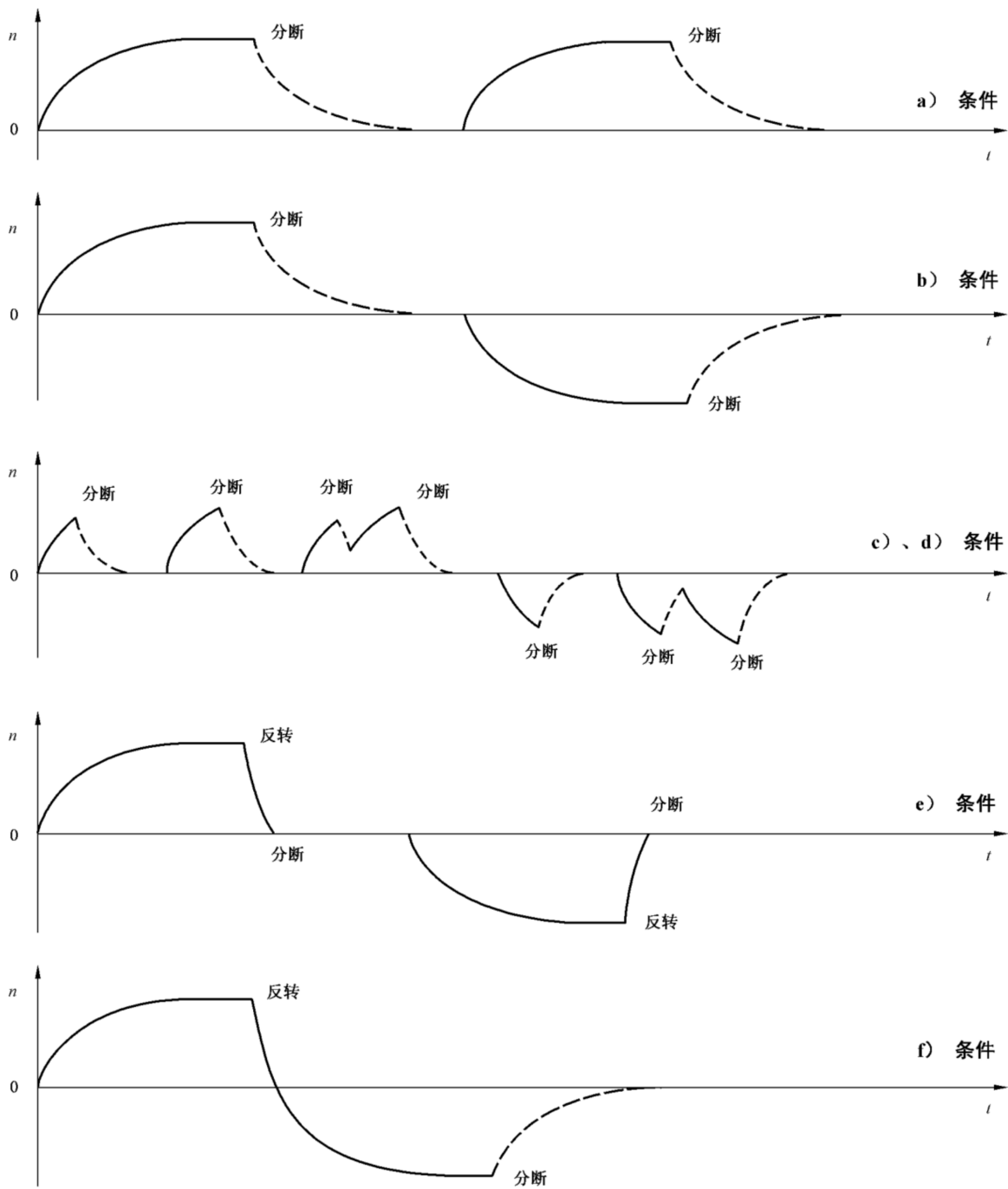
触头动作顺序			
触头	起动	转换	运行
Q <sub>1</sub>	C	O	O
Q <sub>2</sub>	C	O	O
Q <sub>3</sub>	O	O	C

Q<sub>1</sub> 和 Q<sub>2</sub> 可以是同一个机械开关电器的触头

注: 以上所用图形符号适用于所有机械开关电器都是接触器的情况。

图 C.5 用自耦减压起动器起动交流感应电动机的典型方式及其示意图





注：曲线的虚线部分对应于电动机不通电的时间段。

图 C.6 对应于 5.3.5.6.1 的条件 a)、b)、c)、d)、e)、f) 的速度/时间曲线示例

## 附录 D

(规范性附录)

## 提交制造商与用户协议的条款

注：就本附录而言：

——“协议”包括非常广泛的内容；

——“用户”包括试验站。

GB/T 14048.1—2012 中附录 J 与本部分有关的条款均适用，并补充如下：

本部分的条款号	项 目
5.3.4.3 注	间断工作制起动器的过载保护
5.3.5.6.4	起动时间超过 15 s 的自耦减压起动器的两次连续起动之间的时间间隔
5.4	表 1 规定的使用类别以外的使用类别
5.7.2	过载瞬时动作继电器或脱扣器以及 5.7.2e) 规定的继电器或脱扣器的特殊用途
5.7.3	转子变阻式起动器转子线路的保护
5.7.3	自耦减压起动器自耦变压器的保护
5.7.5	过载继电器时间—电流特性的偏差(由制造商说明)
5.10.2	自动加速控制装置的特性
5.11, 5.12	连接线的性质和尺寸： a) 自耦减压起动器与自耦变压器之间，若自耦变压器是分开提供的； b) 转子变阻式起动器和电阻器之间，若电阻器是分开提供的。 a) 及 b) 的协议将按具体情况在起动器制造商、变压器制造商或电阻器制造商之间作出结论
8.2.2.7.3	特殊规格绕组的额定值(由制造商确定)
表 7	在接通和分断试验期间进行接通时的接通条件的验证(与制造商协商)
表 11	脚注 <sup>a</sup>
表 13	$I_c > 1\,600\text{ A}$ 的电器的限制短路电流试验的预期电流“ $r$ ”的值

附 录 E  
空

附录 F  
(规范性附录)

与电源触头相连的辅助触头的要求(镜像触头)

F.1 范围和目的

F.1.1 范围

本附录适用于与接触器的电源触头机械连接的辅助触头,为避免与 GB/T 14048.5—2017 附录 L 中的机械连接的触头元件相混淆,故称其为镜像触头。但是,一个给定的辅助触头应既符合本附录中镜像触头的要求,也应符合 GB/T 14048.5—2017 附录 L 中的机械连接的触头的要求。

注 1: 镜像触头的典型应用就是,在电机控制电路中,镜像触头可以可靠地监测接触器的状态。但是,也不能过分的依赖镜像触头而将其作为确保安全功能完整性的措施。

注 2: 镜像触头以前被称为肯定安全触头、强制触头、连接触头或肯定驱动触头。

注 3: “机械连接”的含义也适用于可由用户安装的附加触头模块。

F.1.2 目的

本附录规定了一些附加要求(定义、要求和试验),可用于描述镜像触头所要求的设计特性、标志和性能。

F.2 定义

下列定义适用于本附录。

F.2.1

**镜像触头 mirror contact**

在 F.7 规定的条件下,不能与接通主触头同时处于闭合位置的分断辅助触头。

注: 一台接触器可以有一个以上的镜像触头。

F.3 特性

所有镜像触头也应符合 GB/T 14048.5—2017 中规定的相关要求。

F.4 产品资料

GB/T 14048.5—2017 中第 5 章适用,并补充如下要求:

镜像触头应能清楚地识别:

- 在接触器本体上可以识别;
- 在制造商的手册中可以识别;
- 两者都可以识别。

用符号表示镜像触头时,应如图 F.1 所示(IEC 60617-S01462:2003)。



图 F.1 镜像触头

### F.5 正常的使用、安装和运输条件

没有补充的要求。

### F.6 结构和性能要求

GB/T 14048.5—2017 中第 7 章适用,并补充如下要求:

任何一个主触头闭合时,镜像触头不应闭合。

### F.7 试验

#### F.7.1 一般要求

GB/T 14048.5—2017 中第 8 章适用,并补充如下要求:

试验应根据 F.7.2 和 F.7.3 进行。

#### F.7.2 在新产品上的试验

对每一个镜像触头,应在  $m$  个产品上进行试验,这里的  $m$  指的是主触头数。

注:根据产品结构,所需的试品数  $m$  可以基于工程判断将数量减至最少,同时考虑最不利的情况。

每一个主触头的每一个镜像触头都应采用新产品进行试验。

应在新产品上,在清洁的条件下进行试验。试验步骤如下:

- a) 为了模拟一个主电极发生熔焊,应将一个主触头保持在闭合位置,例如可通过焊接或粘贴的方式将每个触点连在一起(例如,对于双断触头,可以通过焊接将两对触点分别焊在一起)。焊接或粘贴的厚度不应使触头之间的距离发生显著变化,而且所采用的方法应在试验报告中说明。
- b) 线圈不带电操作时,应在镜像触头两端施加冲击试验电压,海平面处为 2.5 kV(根据表 F.1 进行修正,表 F.1 是根据 GB/T 14048.1—2012 中表 12 计算所得)。不应有破坏性放电。

表 F.1 不同海拔处的试验电压

海平面	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
2.5 kV	2.37 kV	2.37 kV	2.29 kV	2.12 kV

注:按照 IEC 60664-1:2007 的图 A.1、图 A.2 和图 A.3(GB/T 14048.1—2012 中表 13 由此得出),该试验确保了一个 0.5 mm 的最小气隙。

- c) 作为 b) 的替代方法,当线圈不带电操作时,应通过直接方法测量触头间的气隙;气隙应大于 0.5 mm。如果有两个或更多的触头气隙,那么触头气隙的和应大于 0.5 mm。

在每一个焊接的主触头试品上重复进行试验顺序 a)、b)和 c), 试验应通过。

#### F.7.3 约定操作性能试验后的试验(在表 10 中定义)

根据 9.3.3.6 进行过约定操作性能试验之后, 在电磁铁通电时, 应验证镜像触头能够承受其额定绝缘电压  $U_i$ 。

## 附录 G (资料性附录)

### 电动机用开关电器的额定工作电流和额定工作功率

#### G.1 总则

表 G.1 中给出的数值是额定工作电流和额定工作功率之间关系的指导性数值。当需要向用户提供关于产品的资料时,应考虑该数值。

本附录的内容适用于所有类型的电动机用开关电器。

本附录的图与 IEC 一致,所以可作为制造商规定的所有产品资料的基础。

表 G.1 给出的数值是在相应的额定工作功率下,电动机典型的额定工作电流。NE 和 HE 形式电动机偏差在 $\pm 5\%$ 以内。

如果产品符合这些规定的值,那么该产品就能够接通和分断大部分现有的电动机。

这些数值对于开关电器的设计给出了一致的指导。

#### G.2 额定工作功率和额定工作电流

根据表 G.1,额定工作功率与不同电压下的额定工作电流有关。

额定工作电流的指导性数值是以四极鼠笼电动机在 400 V、1 500 r/min、50 Hz 的条件下为基础而确定的。其他电压下的额定工作电流是根据 400 V 时确定的值计算而得。

表 G.1 电动机的额定工作功率和额定工作电流

额定工作功率		不同电压下的额定工作电流的指导性数值												
		110 V~120 V A	200 V A	208 V A	230 V A	220 V~240 V A	380 V~415 V A	400 V A	440 V~480 V A	500 V A	550 V~600 V A	690 V A		
0.06	—	—	—	—	0.35	—	—	—	—	—	—	—	—	0.12
0.09	—	—	—	—	0.52	—	—	—	—	—	—	—	—	0.17
0.12	—	—	—	—	0.70	—	—	—	—	—	—	—	—	0.23
0.18	—	—	—	—	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	0.35
0.25	—	—	—	—	1.5	—	—	—	—	—	—	—	—	0.49
0.37	—	—	—	—	1.9	—	—	—	—	—	—	—	—	0.64
—	1/2	4.4	2.5	2.4	—	2.2	1.3	—	1.1	—	0.9	—	—	—
0.55	—	—	—	—	2.6	—	—	—	—	1.5	—	—	—	0.87
—	3/4	6.4	3.7	3.5	—	3.2	1.8	—	1.6	—	1.3	—	—	—
—	1	8.4	4.8	4.6	—	4.2	2.3	—	2.1	—	1.7	—	—	—
0.75	—	—	—	—	3.3	—	—	—	—	1.9	—	—	—	1.1
1.1	—	—	—	—	4.7	—	—	—	—	2.7	—	—	—	1.6
—	1-1/2	12.0	6.9	6.6	—	6.0	3.3	—	3.0	—	2.4	—	—	—
—	2	13.6	7.8	7.5	—	6.8	4.3	—	3.4	—	2.7	—	—	—
1.5	—	—	—	—	6.3	—	—	—	—	3.6	—	—	—	2.1
2.2	—	—	—	—	8.5	—	—	—	—	4.9	—	—	—	2.8
—	3	19.2	11.0	10.6	—	9.6	6.1	—	4.8	—	3.9	—	—	—
3.0	—	—	—	—	11.3	—	—	—	—	6.5	—	—	—	3.8
4	—	—	—	—	15	—	—	—	—	8.5	—	—	—	4.9
—	5	30.4	17.5	16.7	—	15.2	9.7	—	7.6	—	6.1	—	—	—
5.5	—	—	—	—	20	—	—	—	—	11.5	—	—	—	6.7
—	7-1/2	44.0	25.3	24.2	—	22.0	14.0	—	11.0	—	9.0	—	—	—
—	10	56.0	32.2	30.8	—	28.0	18.0	—	14.0	—	11.0	—	—	—
7.5	—	—	—	—	27	—	—	—	—	15.5	—	—	—	8.9



表 G.1 (续)

额定工作功率		不同电压下的额定工作电流的指导性数值											
		110 V~120 V A	200 V A	208 V A	230 V A	220 V~240 V A	380 V~415 V A	400 V A	440 V~480 V A	500 V A	550 V~600 V A	690 V A	
11	—	—	—	—	38.0	—	—	—	22.0	—	—	12.8	
—	15	84	46.2	—	—	42.0	—	—	—	—	17.0	—	
—	20	108	59.4	—	—	54.0	—	—	—	—	22.0	—	
15	—	—	—	51	—	—	—	—	29	—	—	17	
18.5	—	—	—	61	—	—	—	—	35	—	—	21	
—	25	136	74.8	—	68	44	—	34	—	—	27	—	
22	—	—	—	72	—	—	—	—	41	—	—	24	
—	30	160	88	—	80	51	—	40	—	—	32	—	
—	40	208	114	—	104	66	—	52	—	—	41	—	
30	—	—	—	96	—	—	—	—	55	—	—	32	
37	—	—	—	115	—	—	—	—	66	—	—	39	
—	50	260	143	—	130	83	—	65	—	—	52	—	
—	60	—	169	—	154	103	—	77	—	—	62	—	
45	—	—	—	140	—	—	—	—	80	—	—	47	
55	—	—	—	169	—	—	—	—	97	—	—	57	
—	75	—	211	—	192	128	—	96	—	—	77	—	
—	100	—	273	—	248	165	—	124	—	—	99	—	
75	—	—	—	230	—	—	—	—	132	—	—	77	
90	—	—	—	278	—	—	—	—	160	—	—	93	
—	125	—	343	—	312	208	—	156	—	—	125	—	
110	—	—	—	340	—	—	—	—	195	—	—	113	

表 G.1 (续)

额定工作功率		不同电压下的额定工作电流的指导性数值										
		110 V~120 V A	200 V A	208 V A	230 V A	220 V~240 V A	380 V~415 V A	400 V A	440 V~480 V A	500 V A	550 V~600 V A	690 V A
—	150	—	414	396	—	360	240	—	180	—	144	—
132	—	—	—	400	—	—	—	230	—	184	—	134
—	200	—	552	528	—	480	320	—	240	—	192	—
150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
160	—	—	—	487	—	—	—	280	—	224	—	162
185	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	250	—	—	—	604	403	—	—	302	—	242	—
200	—	—	—	609	—	—	—	350	—	280	—	203
220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	300	—	—	—	722	482	—	—	361	—	289	—
250	—	—	—	748	—	—	—	430	—	344	—	250
280	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	350	—	—	—	828	560	—	—	414	—	336	—
—	400	—	—	—	954	636	—	—	477	—	382	—
300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
315	—	—	—	940	—	—	—	540	—	432	—	313
—	450	—	—	—	1 030	—	—	—	515	—	412	—
335	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
355	—	—	—	1 061	—	—	—	610	—	488	—	354
—	500	—	—	—	1 180	786	—	—	590	—	472	—
375	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
400	—	—	—	1 200	—	—	—	690	—	552	—	400
425	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
450	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 G.1 (续)

额定工作功率		不同电压下的额定工作电流的指示性数值																			
		110 V~120 V A	200 V A	208 V A	230 V A	220 V~240 V A	380 V~415 V A	440 V~480 V A	500 V A	550 V~600 V A	690 V A										
kW <sup>a</sup>	hp <sup>b</sup>																				
475	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
500	—	—	—	—	1 478	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
530	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
560	—	—	—	—	1 652	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
630	—	—	—	—	1 844	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
670	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
710	—	—	—	—	2 070	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
750	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
800	—	—	—	—	2 340	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
850	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
900	—	—	—	—	2 640	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
950	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 000	—	—	—	—	2 910	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

<sup>a</sup> 根据 GB/T 4772.1—1999, 优先选用额定值(优先数系)。

<sup>b</sup> 根据 UL 508:2013, 选择马力和电流值(60 Hz)。

**附 录 H**  
(规范性附录)  
**电子式过载继电器的扩展功能**

### H.1 一般要求

GB/T 14048.1—2012 的附录 T 适用,并补充如下要求:

电子式过载继电器的嵌入式能效管理系统的负载监测指示器相关要求见附录 O。

### H.2 定义

#### H.2.1

**具有控制功能的电子式过载继电器** **electronic overload relay with control functions**

通过其输入和输出控制电动机操作的多极电子式过载继电器。

注:控制功能示例:反转控制、双速控制、星-三角控制等。

#### H.2.2

**具有欠压重起功能的电子式过载继电器** **electronic overload relay with under-voltage restarting function**

当施加到主电路或控制电路的电压降至预定值之下时动作、并在电压恢复时自动复位(有或无延时)的电子式过载继电器。

#### H.2.3

**具有主电路欠压重起功能的电子式过载继电器** **electronic overload relay with main circuit under-voltage restarting function**

具有仅用于监测主电路的欠压重起功能的电子式过载继电器。

#### H.2.4

**具有控制电路欠压重起功能的电子式过载继电器** **electronic overload relay with control circuit under-voltage restarting function**

具有仅用于监测控制电路的欠压重起功能的电子式过载继电器。

注:自动重起功能可以禁止。

### H.3 控制功能的动作范围

#### H.3.1 一般要求

制造商产品手册中应规定动作时间顺序、输入及输出的交互作用和动作范围。

对于欠压重起功能功能,制造商产品手册中应规定电压跌落时间及检测的范围和公差、电压恢复后重起延时时间的范围和公差。

#### H.3.2 具有主电路欠压重起功能的电子式过载继电器的限值

当主电路中发生欠压或失压时,电子式过载继电器动作。下列要求适用:

- a) 如果电压在 T1(即刻复位的断电时间)时间内恢复,电子式过载继电器应控制起动器电路立即恢复至运行状态;

b) 如果电压在 T1 和 T2(延时复位的断电时间)时间之间恢复,电子式过载继电器应复位至起动顺序;

c) 如果电压在 T2 时间之后恢复,电子式过载继电器不应自动复位。

T1、T2 可调,且 T2 大于 T1。

制造商应规定电压阈值及时间整定值的公差,但不超过 $\pm 10\%$ 。如果时间整定值低于 1 s,制造商应注明公差。

#### H.4 控制功能试验

控制功能应根据 H.3 验证,每一个控制功能宜至少验证 3 次。

对于重起功能,电压跌落的检测时间和重起延时应根据 H.3 验证。

附录 I  
(资料性附录)

用于半导体控制电动机负载的 AC-1 接触器

接触器常与半导体控制器、起动器或驱动器一起使用。此时的接触器不用于接通或分断系统规定电压下的电动机负载电流。

此时接触器用于承载控制器电源侧或负载侧的电动机电流,半导体控制器关断状态下在控制器与电源和/或负载之间形成电断开。还可以用于旁路控制器,一般是为了在加速条件下减少热损耗。在这种情况下要控制接触器并将其连锁,以防止有负载电流存在时接触器被打开或闭合。

当满足上述条件时,可根据 AC-1 使用类别选择接触器。

附 录 J  
空

## 附录 K (规范性附录)

### 确定功能安全应用中所用机电式接触器数据的步骤

#### K.1 总则

IEC 60947-1:2007/A2:2014 的附录 K 适用,并补充如下要求。

#### K.2 试验要求

机械寿命应根据 B.2.2.1~B.2.2.4 确定。对于无接通分断电流的使用,机械寿命适用。除非制造商另有规定,电气寿命应根据 B.3.1~B.3.2 的使用类别 AC-3、AC-3e 确定。试验条件应符合第 7 章的规定。

#### K.3 失效模式的特点

表 K.1 给出了接触器的典型失效模式。

表 K.1 接触器的失效模式

失效模式	常开接触器的特点
断开失效	线圈断电后仍有电流存在
闭合失效	在线圈通电后,一个或多个极上没有电流
极间短路	极间绝缘失效
极与任一相邻部件间短路	与任一相邻部件间绝缘失效

#### K.4 接触器的失效率

除了 IEC 60947-1:2007/A2:2014 中 K.5 列出的数据外,接触器的典型失效率由表 K.2 给出。一个接触器的硬件容错通常为 0。

注:在 IEC 62061 中,硬件容错  $N$  是指  $N+1$  个故障时可能导致功能无法使用。

表 K.2 常开接触器典型的失效率

失效模式	与 AC-3 使用类别的常开接触器电寿命试验结果相关的典型的失效率 $F^a$	与常开接触器机械寿命试验结果相关的典型的失效率 $F^a$
断开失效 <sup>b</sup>	73%	50%
闭合失效	25%	50%
极间短路	1%	0%



表 K.2 (续)

失效模式	与 AC-3 使用类别的常开接触器电寿命试验结果相关的典型的失效率 $F^a$	与常开接触器机械寿命试验结果相关的典型的失效率 $F^a$
极与任何相邻件之间短路(例如辅助部件、接地端子或板、线圈)	1%	0%
<p>注：如果接触器的工作模式会产生一种不安全的状态，这种不安全状态是由失效率大于 40% 的失效模式引起的，那么该系统就需要一个诊断功能和适当的故障保护功能。</p>		
<p><sup>a</sup> 该典型值是通过在不同的接触器上做试验得出的。  <sup>b</sup> 如果提供适当的故障保护功能的话，带镜像触头的接触器子系统的诊断范围可达 99%。</p>		

## 附录 L

### (规范性附录)

#### 安全场合(特别是爆炸性环境)用机电式过载保护电器的评定程序

#### L.1 应用和目的

##### L.1.1 应用

本评定规定可选,由制造商自行决定是否采用。

机电式过载保护功能仅是电机驱动系统中附加的风险降低措施。此外,可以使用基于热感应元件(参见 GB/T 14048.16)的热保护。

##### L.1.2 目的

本附录规定了实现在安全场合使用“机电式过载保护”功能单元所需达到的最低 SIL 1 或同等性能而应进行的相关程序。机电式过载保护是完整安全功能中的一部分。对于低要求应用场合,主要通过在产品整个生命周期内使用质量管理体系将系统性故障降至最少。

本附录不涉及系统层面的整体安全功能评估。

注 1: 在欧洲,EN 50495 适用。

注 2: 典型的例子是为处于爆炸性环境(参见 IEC 60079-7 保护类型“e”)中的电动机进行过载保护。

注 3: 质量体系 ISO/IEC 80079-34 适用。

#### L.2 术语和定义、缩略语

下列术语和定义、缩略语适用于本附录。

##### L.2.1 术语和定义

###### L.2.1.1

**安全状态 safe state**

使 EUC 达到安全的安全电器的状态。

注: 在本附录中,安全状态是电动机负载电路分断的状态。

###### L.2.1.2

**硬件容错 hardware fault tolerance; HFT**

安全设备在出现故障时继续执行要求功能的能力。

###### L.2.1.3

**SIL-能力 SIL-capability**

符合 GB/T 20438.2 和 GB/T 20438.3 规定的适用于 SIL 1、SIL 2 或 SIL 3 相应要求的功能单元特性。

[IEC 60079-29-3:2014, 3.15]

###### L.2.1.4

**系统性失效 systematic failure**

原因确定的失效,只有对设计或制造过程、操作规程、文档或其他相关因素进行修改后,才有可能消除这种失效。

注 1: 仅修正性维护而不加修改,通常无法消除失效原因。

注 2: 通过模拟失效原因可以引出系统失效。

注 3: 系统性失效原因可包括以下情况中的人为错误:

——安全要求规范;

——硬件的设计、制造、安装、运行。

注 4: 改写 GB/T 20438.4—2017,定义 3.6.6。

#### L.2.1.5

##### 机电式过载保护 **electromechanical overload protection**

通过热/机械检测使电动机负载电路中断,从而在由于特定的过载条件引起温度过高的情况下保护旋转电机。

注: 机电式过载保护通常由热过载继电器或电动机保护开关电器(MPSD)提供。

#### L.2.1.6

##### 安全性能等级 **safety integrity level; SIL**

一系列安全性能量值的离散等级(四个可能的等级之一)。安全性能等级 4 是最高的,安全性能等级 1 是最低的。

注: 改写 GB/T 20438.4—2017,定义 3.5.8。

#### L.2.1.7

##### 风险优先数 **risk priority number; RPN**

定量确定危害性的方法之一。

[GB/T 7826—2012,5.3.2]

### L.2.2 缩略语

HFT	硬件容错(Hardware Fault Tolerance)
EUC	受控设备(Equipment Under Control)
FMEA	失效模式影响分析(Failure Mode Effect Analysis)
RPN	风险优先数(Risk Priority Number)
MPSD	电动机保护开关电器(Motor Protective Switching Device)
SIL	安全性能等级(Safety Integrity Level)
FRU	现场可更换单元(Field Replaceable Unit)
FTA	故障树分析(Fault Tree Analysis)

### L.3 程序

#### L.3.1 一般要求

本程序包括评定并减少 L.3.2 中列出的机电式过载保护的每一子功能的失效风险。风险评定应识别出每一子功能的失效模式及其表现,并规定减少风险的措施。

在本程序中,应考虑到本产品或类似产品的一切使用经历、意外事故、事件或故障记录。

机电式过载保护的安全功能包含下列子功能:

——持续检测电动机电流;

——将检测到的电流和基于电动机电流的整定电流作比较,并检测热过载电流;

——在检测到热过载电流时操作脱扣系统,从而断开电动机负载电路。

在机电式过载保护的规定环境条件和动作条件下,安全功能应可靠执行。

注: MPSD 的磁脱扣功能不属于安全功能。

### L.3.2 安全设计流程

安全设计流程可以按图 L.1 所示。其中的每一项都应完成。需要不断迭代以尽可能降低危险风险。

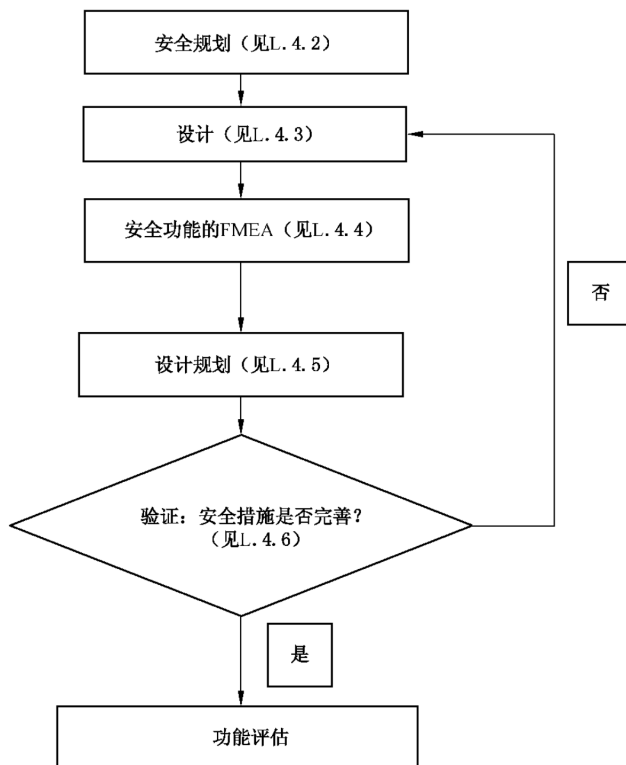


图 L.1 安全设计流程

## L.4 要求

### L.4.1 一般要求

已经过安全场合使用评定的现有设计假定为符合本附录的基本安全原则,不需要再次评估。

### L.4.2 安全规划

#### L.4.2.1 一般要求

技术性能相关的安全规划包含下列项目:

- 产品研发和使用生命周期内以及产品改进相关的活动。
- 用于记录和保留与热过载保护器的功能安全相关的程序和资源:
  - 危害识别和风险评定的结果;
  - 完成和保持热过载保护功能安全所必需的程序。
- 验证规划(L.4.2.2)。

#### L.4.2.2 验证规划

验证规划包括下列项目:

- 选择验证策略和技术；
- 选择验证活动；
- 合格判据；
- 评估验证结果；
- 功能评定；
- 失效时采取的措施,以满足合格判据。

验证规划中宜说明具有热过载保护功能的电器是否要进行常规试验、型式试验和/或抽样试验以及需要进行的特殊试验。

### L.4.3 设计

#### L.4.3.1 特性

机电式过载保护的特性应通过下列项目描述：

- 5.7.3 b)；
- 最低 SIL-能力,即 SIL 1；
- 使用寿命；
- 环境条件。

#### L.4.3.2 功能设计

过载保护功能宜分解在功能模块中。宜创建上层图表,突出系统必需的所有功能。有关分解的详细内容取决于失效模式分析本身(见图 L.2 和图 L.3)。

至少,功能模块示意图中宜至少包含下列内容：

- 功能模块中的故障,该故障会导致过载保护无效；
- 所有贴上标签的输入和输出以及标识,其引用到了每个功能模块。

### L.4.4 安全功能的失效模式和影响分析

#### L.4.4.1 一般要求

原则上,机电式过载保护功能经由可靠的机电式部件实现,没有磨损的影响。因此概率性的确定方法不适用。

按照已经证明的使用原则使用,同时在全生命周期内应用质量管理体系来避免系统性失效。如果按照本文件来研发设备,则认为热过载保护是一种已经被证明的技术。但是根据失效模式和影响分析(FMEA)的结果,可能需要采取额外的措施。

根据经验,随机失效的失效率对于故障排除而言足够低,因此可以忽略不计,不要求计算。

潜在的主要失效风险是由机电应力产生。降低这类简单结构的失效风险的方法是使用基于工程知识、现场经验和事故报告来设计的知名元件。因此,下面的分析重点在于系统性故障。

#### L.4.4.2 失效模式和影响分析

FMEA 分析是指通过系统性地检查引起元件失效的所有可能原因,然后确定这些失效对于过载保护的性能和安全的影响。

FMEA 分析常以相关工程师召开会议的形式开展。依次对每个元件分析后得出一系列失效模式、成因和后果(从局部层面和整个系统层面)、检测程序和建议。如果依照建议采取行动,则将这些行动作为补救措施进行记录。

可以使用任意已经证实的方法(如 FMEA 或 FTA、马尔可夫法或佩特里法),而表 L.1、表 L.2 和

表 L.3 中给出的示例则适用于分析机电式过载保护功能。

#### L.4.5 设计规划

设计规划中应提供能够处理错误规范、实施或修改方面的措施。

#### L.4.6 验证

在进行安全设计流程(见 L.3.2)期间,根据验证规划(见 L.4.2.2),应在每个设计阶段后检查并记录该设计阶段是否已达到规定的要求。可通过评定、分析、检查、复审和/或试验来完成验证。

注:以下为可用于进行验证的示例:

- 1) 复审各阶段的文件;
- 2) 设计复审;
- 3) 功能试验。

#### L.4.7 功能评定

当验证(见 L.4.6)结果为满足所有规定要求时,即认为已达到 SIL 能力最低等级 SIL 1。

### L.5 文档

#### L.5.1 技术安全文档

此类文档应包含以下信息:

- 试验报告或对引起安全功能失效的故障分析或对与已鉴定合格的示例符合性分析;
- 风险评定。

根据风险评定采取决策的相关文件。

#### L.5.2 安全说明

机电式过载保护制造商应在说明书中单独进行安全方面的说明。安全说明中应包含符合 GB/T 3836.15—2017 的信息,以及安全相关系统的设计与操作的必要信息,如:

- 对电器及其安全功能的描述;
- 安装、校准、运行和使用相关的安全说明,包括所有要求的检查程序;
- 接口的标称值(电压、电流、功率等);
- 关联保护类型(如相关);
- 基于系统结构的安全等级(如 SIL 能力);
- 硬件容错(HFT);
- 安全状态和断电条件;
- 安全功能接口;
- 环境条件和工作条件;
- 动作范围;
- 使用寿命。

### L.6 示例

#### L.6.1 架构描述

图 L.2 和图 L.3 分别对热过载继电器和 MPSD 进行了分解。也可见 IEC 61508-6:2010 的附录 B。

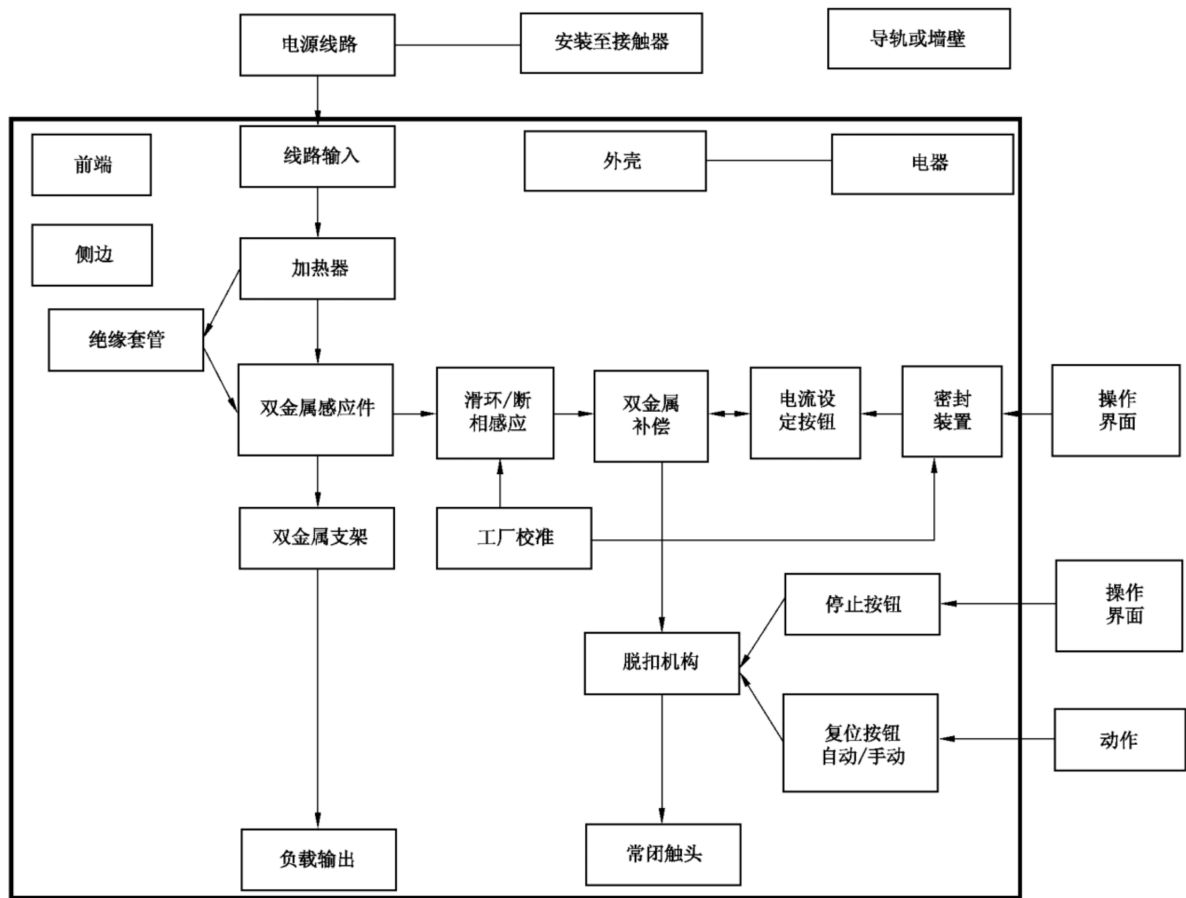


图 L.2 热过载继电器的典型结构

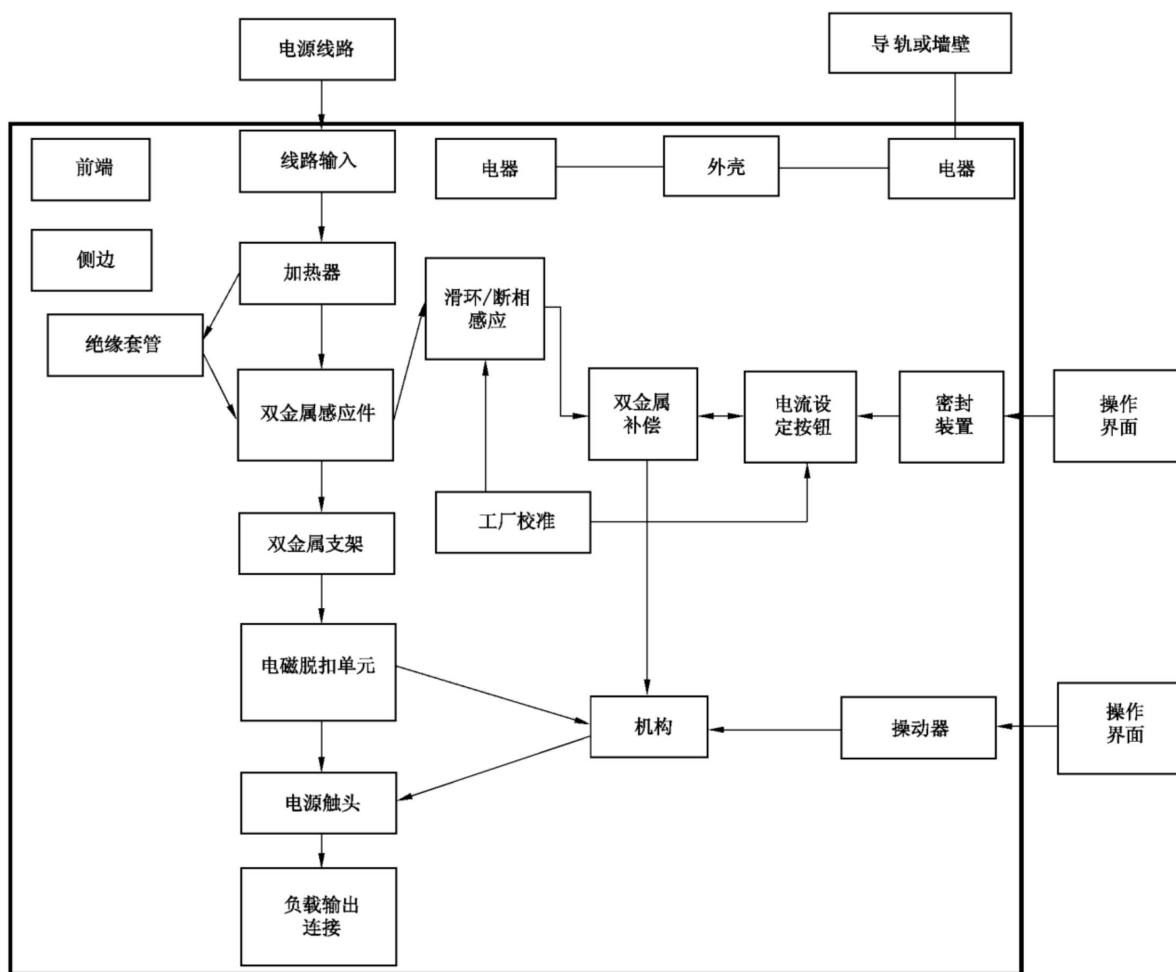


图 L.3 MPSD 的典型结构

L.6.2 FMEA

表 L.1、表 L.2 和表 L.3 给出的示例适用于分析机电式过载保护功能。

表 L.1 严酷度

等级	关键度	失效模式
1~4	无关紧要	次要性能的失效模式,产品性能方面没有明显的退化
5~7	中等重要	可能会对某个人员造成伤害或引起系统故障的失效模式,通常在短期内可逆或可修复
8,9	重要	可能会对多个人员造成伤害或引起大范围损坏的失效模式,通常在长时间内可逆或可修复
10	关键	可能导致人员伤亡的失效模式,通常是不可逆的



表 L.2 发生率

等级	定性方法 失效可能性
1	失效发生的可能性极小。在以往设计中,对于类似的功能采用类似的零件,没有发生失效
2、3	低失效率,在以往设计中,使用过具有类似功能的类似零件
4~6	中等失效率,在以往设计中,使用过具有类似功能的类似零件
7、8	频繁失效率,在以往设计中,使用过具有相似功能的零件或电器
9	极可能发生失效,几乎可以肯定有极大比例发生失效
10	肯定发生失效

表 L.3 检测等级

等级	检测	元件故障检测	系统故障检测
1	几乎肯定检测到	几乎肯定会在设计控制时检测出潜在的成因/机制和后续的失效模式	主动式检测,隔离 FRU(现场可更换单元),直观指示或报告
2	极高几率检测到	极大可能在设计控制时检测出潜在的成因/机制和后续的失效模式	隔离 FRU(现场可更换单元),直观指示或报告
3	高几率检测到	较大可能在设计控制时检测出潜在的成因/机制和后续的失效模式	隔离 FRU(现场可更换单元),标准试验设备
4	中高几率检测到	中高几率在设计控制时检测出潜在的成因/机制和后续的失效模式	隔离 FRU(现场可更换单元),专用试验设备
5	中等几率检测到	中等几率在设计控制时检测出潜在的成因/机制和后续的失效模式	隔离非 FRU,直观指示或报告
6	低几率检测到	较低几率在设计控制时检测出潜在的成因/机制和后续的失效模式	隔离非 FRU,标准试验设备
7	极低几率检测到	极低几率在设计控制时检测出潜在的成因/机制和后续的失效模式	隔离非 FRU,专用试验设备
8	不太可能检测到	不太可能在设计控制时检测出潜在的成因/机制和后续的失效模式	无法检测,无隔离或错误的隔离
9	极不可能检测到	极不可能在设计控制时检测出潜在的成因/机制和后续的失效模式	无法检测,不适用
10	绝对不可能检测到	在设计控制时不会或不能检测出潜在的成因/机制和后续的失效模式	有危害的行动,不适用

表 L.4 是关于如何根据 RPN 确定下一步行动的示例。

表 L.4 结论

RPN	初始	R1	R2	最终	行动
1~40	52	51	0	0	无行动
41~60	2	0	0	0	宜采取降低 RPN 的行动
61~1 000	1	0	0	0	不合格,强制采取降低 RPN 的行动

表 L.5 是对热过载继电器进行 FMEA 分析的示例。

表 L.5 热过载继电器的失效模式和影响分析示例

项目	零件描述	潜在失效模式	安全功能失效的潜在影响	SEV <sup>a</sup>	失效的潜在成因	OC <sup>b</sup>	现有条件			状态/采取的行动	结果1			结果2			最终结果			
							补偿失效的规定	DETC <sup>d</sup>	RP <sup>d</sup>		SEVC	OC	DETC	RP	SEVC	OC	DETC	RP	SEVC	
感应系统(电流引起双金属片弯曲)																				
1	线路输入连接或电源连接	一个或多个接线端子的不良连接	端子和外壳的温升引起误脱扣	1	错误的拧紧力矩	1	受控的安全应用场合	2	2		0									
2				1	不良连接(焊接、钎焊、压接...),线缆损坏等	5	型式试验、质量体系	5	25		0									
3				1	腐蚀	1	型式试验、质量体系	4	4		0									
4		一相断开	误脱扣	1	不良连接(焊接、钎焊、压接...),线缆损坏等	5	常规试验、质量体系	5	25		0									
5	加热元件、绝缘套管、感应双金属片	没有弯曲	没有脱扣	5	双金属片选择错误、材料错误、加热元件错误、焊接错误...	1	常规试验、质量体系	1	5		0									
6		弯曲不足	没有脱扣或延迟脱扣	5	双金属片选择错误、材料错误、加热元件错误...	2	脱扣常规试验、质量体系	5	50			5	1	2	10					
											加入流程中									
											对于脱扣性能,补充抽样试验									

表 L.5 (续)

项 目	零件描述	潜在失效模式	安全功能失效 的潜在影响	SEV <sup>a</sup>	失效的 潜在成因	OC <sup>b</sup>	现有条件		建议的行动	状态/采取 的行动	结果 1			结果 2			最终结果			
							补偿失效 的规定	DETC <sup>d</sup>			SEV	OC	REP	REP	REP	REP	REP	REP	REP	REP
7		弯曲过度	误脱扣	1	双金属片选 择错误、材料 错误、加热元 件错误...	2	脱扣常规试 验、质量体系	5	10			0								
8		弯曲方向错误	没有脱扣	5	双金属片安 装错误	1	常规试验、 质量体系	1	5			0								
9	双金属片 支架	双金属片没有 弯曲	没有脱扣	5	未正确固定	1	常规试验、 质量体系	1	5			0								
10		弯曲不足	没有脱扣或延 迟脱扣	5	未正确固定	2	脱扣常规试 验、质量体系	5	50	加入流程中	5	1	2	10						
11		弯曲过度	误脱扣	1	未正确固定	2	脱扣常规试 验、质量体系	4	8			0								
12		弯曲方向错误	没有脱扣	5	没有定位保 障设计	1	常规试验、 质量体系	1	5			0								
13	负载输出 连接	一个或多个接 线端子的不 良连接	端子和外壳的 升温导致误脱 扣。感应双金 属片弯曲度 增加	1	错误的力矩	1	受控的安全 应用场合	2	2			0								

表 L.5 (续)

项 目	零件描述	潜在失效模式	安全功能失效的潜在影响	S E V <sup>a</sup>	失效的 潜在成因	O C C <sup>b</sup>	现有条件		状态/采取 的行动	结果 1			结果 2			最终结果						
							补 偿 失 效 的 规 定	D E T <sup>c</sup> N <sup>d</sup>		R P N <sup>d</sup>	S E V	O C C	D E T	R P N	S E V	O C C	D E T	R P N				
14		断开	误脱扣	1	焊接不良、电 线受损等	1	常规试验、 质量体系	5	5		0											
15	滑环和缺 相控制臂	没有检测到 过流	没有脱扣	5	滑环损坏	1	常规试验、 质量体系	1	5		0											
16		没有检测到 过流	没有脱扣	5	滑环卡住	2	常规试验、 质量体系	1	10		0											
17		没有检测到 过流	没有脱扣	5	滑环错位	3		5	75	更改设计	5	1	1	5								
18		没有检测到 过流	没有脱扣	5	滑环熔化/材 料错误	1	质量体系	5	25		0											
19		没有检测到或晚 检测到过流	没有脱扣	5	滑环熔化/材 料错误	1	质量体系	5	25		0											
20	滑环和缺 相控制臂	没有检测到 缺相	没有脱扣	5	滑环损坏	1		5	25		0											
21		没有检测到 缺相	没有脱扣	5	滑环卡住	2		1	10		0											
22		没有检测到 缺相	没有脱扣	5	滑环错位	3	质量体系	5	75	更好的固定； 检测到错误 的装配	5	1	1	5								

表 L.5 (续)

定 工	作功率不	同电压下的流	指导性数压下 值同电影响	SEV <sup>a</sup>	S 压下值 同电成因	OC <sup>b</sup>	现有条件	状态/采取 值行动	结果 1			结果 2			最终结果			
									SEV	OC	REP	SEV	OC	REP	SEV	OC	REP	SEV
23		没有检测到/晚 检测到缺相	没有脱扣/延 迟脱扣	5	滑环熔化/材 料错误	1	补偿压 下值规定 质量体系				0							
24	双金属片 补偿	没有弯曲	无温度补偿/ 没有早或晚 脱扣	5	双金属片 错误	1					0							
25		弯曲不足	早脱扣	1	双金属片或 造型错误	1					0							
26		弯曲过度	晚脱扣	5	双金属片或 造型错误	1					0							
27		弯曲方向错误	早脱扣	1	双金属片或 定位错误	1					0							
28	电流设定 按钮	电流设置错误	早/晚/没有 脱扣	5	印刷错误	5					5	2	2	20				
29		电流设置错误	早/晚/没有 脱扣	5	外心校准 错误	5					5	2	1	10				
30		设置有变更	早/晚/没有 脱扣	5	摩擦力不足	3					0							
31				5	由于老化而 压去摩擦力	5					5	2	2	20				

表 L.5 (项)

目 录	件描述潜	在失效模式安	全功能的效模	SEV <sup>a</sup>	S	效模影	OC <sup>b</sup>	有条结描		果最 1			果最 2			终成果最		
								影在失因补	OC <sup>b</sup>	偿模效	DETC <sup>c</sup>	DRPNT	SEVC	任方感	DRPNT	SEVC	任方感	DRPNT
32	应系	统电条流引	起/双/金条 属片	5	5	弯曲统线	2		2	20								
属片路																		
33	属片输入	连接态采或 流源	金条属片	5	5	一描个多	1		1	5								
34				5	5	端子	1		1	5								
35			金条属片/双 属片	5	5	不良和外壳	3		1	15								
36	温升/误脱 扣错	连接态采或 流源	金条拧紧	1	1	不良和外壳	1		3	3								
37	扣错力状/ 矩状拧紧	受控用力状拧 紧式安	场拧紧	5	5	扣错合焊杆 个多	1		5	25								
38				5	5	不良和外压 弯缆	1		5	25								
39	损坏连接	连接态采或 流源	等输金条温升	5	5	连接型试	1		4	5								
40			弯验项/或等质	1	1	件描个多	1		1	1								
41				1	1	量体	4		5	20								
42				1	1	连接个多	1		1	1								
43				1	1	连腐个多	3		5	15								



表 L.5 (续)

项 目	零件描述	潜在失效模式	安全功能失效 的潜在影响	SEV <sup>a</sup>	失效的 潜在成因	OCC <sup>b</sup>	现有条件		建议的行动	状态/采取 的行动	结果 1			结果 2			最终结果		
							SEV <sup>a</sup>	OCC <sup>b</sup>			DET <sup>c</sup>	RPN <sup>d</sup>	SEV <sup>a</sup>	OCC <sup>b</sup>	DET <sup>c</sup>	RPN <sup>d</sup>	SEV <sup>a</sup>	OCC <sup>b</sup>	DET <sup>c</sup>
53				5	运输损坏	3	补偿失效 的规定	1	15			0							
54		机械失效	早脱扣、没有 脱扣或晚脱扣	5	材料性能 损失	1	适宜的包装 设计和跌落 试验	5	25			0							

<sup>a</sup> SEV: 严酷度值(见表 L.1)。

<sup>b</sup> OCC: 发生率值(见表 L.2)。

<sup>c</sup> DET: 检测等级值(见表 L.3)。

<sup>d</sup> RPN 由 SEV×OCC×DET 计算得出。



**附录 M**  
(规范性附录)  
**光伏(PV)应用中的直流接触器**

**M.1 应用**

由于光伏应用的特殊特性,需要使用具有特定性能的设备。本附录给出了这类应用相关的性能要求。

注:本附录中使用缩略语“PV”(光伏)。

**M.2 目的**

本附录适用于预期用于 GB/T 16895.32 中规定的光伏(PV)系统的直流接触器(以下称为“光伏接触器”),额定电压最大至直流 1 500 V。

应用于光伏的接触器预期为光伏组件和半导体开关电器间的电路提供电断开。其目的是形成电隔离。因此在正常工作条件下,接触器承载满载电流、通断低电流(如泄漏电流)。而在非正常工作条件下,接触器应能接通和分断满载电流。

光伏系统中的接触器所处的电气条件、环境条件和工作条件不同于现有标准中的一般条件,相关要求体现了这些使用条件。

本附录的目的是规定:

- 光伏应用中直流侧与半导体控制器一起使用的接触器相关要求;
- 验证产品性能是否符合 PV 应用及光伏环境中预期寿命的相关试验。

**M.3 定义**

下列定义适用于本附录。

**M.3.1**

**临界负载电流 critical load current**

$I_{crit}$

在使用条件范围内燃弧时间明显延长的分断电流。

注 1:该现象在 PV 应用中尤为关键,电弧电流引起低磁场,从而产生缓慢移动的电弧。

注 2:改写 GB/T 14048.1—2012,定义 2.5.16。

**M.3.2**

**额定约定通断电流 rated conventional switching current**

$I_{sc1}$

接触器接通和分断的额定电流,该电流通过半导体控制在一个较低的水平上,与额定工作电压、额定频率和额定工作制有关。

注:该电流通常低于  $I_c$ 。

**M.4 分类**

第 4 章适用。

## M.5 特性

### M.5.1 一般要求

第 5 章适用,并补充下列要求。

### M.5.2 额定冲击耐受电压

PV 接触器的额定冲击耐受电压( $U_{imp}$ )应符合表 M.1。

表 M.1 PV 接触器的额定冲击耐受电压等级

额定工作电压最大值/V	额定冲击耐受电压/V
100	800
150	1 500
300	2 500
600	4 000
1 000	6 000
1 500	8 000

注：上述值基于 GB/T 16895.32 中过电压类别 II 的相关要求。

### M.5.3 使用类别

使用类别定义了预期用途,见表 M.2。

使用类别表征为以额定工作电流和额定工作电压的倍数来表示的电流值与电压值,以及电路的时间常数。表 M.4 中给出了对应表 M.2 中所列用途的接通和分断条件。

表 M.2 使用类别

使用类别	典型用途
DC-PV3	承载满载电流,在低电流时接通和断开光伏电路
DC-PV4	接通和断开可能出现较大过电流的电路,该电路中的几个支路并联连接至同一个半导体开关电器

## M.6 产品信息

6.2 适用,并补充如下要求:

对于不仅仅用于 PV 装置的接触器,其适用于 PV 的额定值应与其他额定值作明显区分。PV 接触器上应标志“IEC 60947-4-1 附录 M”。额定约定通断电流  $I_{sc1}$  应标志在接触器上。

PV 接触器的下列信息应按 6.2 条件标志:

- 必要时,每一额定值时的各极串联连接的方法及图示;
- 符合 M.7.2 的操作特性;
- 电流方向(如果设备是单向的)。

制造商的已发布信息中应提供下列资料:

- 与光伏发电机和负载的连接,如适用;
- 室内或室外使用的适用性。

## M.7 正常的使用、安装和运输条件

### M.7.1 一般要求

第7章适用,且 GB/T 14048.1—2012 中 6.1.1 由以下内容代替。

### M.7.2 周围空气温度

设备应能在表 M.3 中的周围空气温度条件下按制造商规定的发热电流额定值动作。

表 M.3 周围空气温度条件

环境分类	最高周围空气温度,无降容	最小周围空气温度	备注
无外壳	+40 °C	-5 °C	可以提供最高至+70 °C的较高周围空气温度下降容的相关指导。同时也可提供在低于-5 °C条件下操作的相关指导
有外壳-室外	+40 °C(没有太阳影响)	-25 °C	当带有外壳的设备经受 1.2 kW/m <sup>2</sup> 的太阳辐射以及最大周围空气温度时适用的额定值。 对于安装在具有高于最高周围空气温度和/或低于最低周围空气温度位置处的有外壳设备,可以提供降容相关的指导

对不具有外壳的设备,周围空气温度是指在其周围的温度,对于具有外壳的设备,则是指外壳周围的温度。

### M.7.3 海拔

6.1.2 的 q)适用。

海拔至 4 000 m 的相关要求正在考虑中。

## M.8 结构和性能要求

### M.8.1 结构要求

8.1 适用,并作如下修改:

最小额定冲击电压应符合表 M.1。

### M.8.2 性能要求

#### M.8.2.1 一般要求

8.2 适用,并作如下修改:

最小额定冲击电压应符合表 M.1。

#### M.8.2.2 接通和分断能力

对于要求的使用类别,接触器或起动器应能够在表 M.4 规定的条件下无故障地接通和分断电流。

表 M.4 额定接通和分断能力验证——DC-PV 使用类别的接通和分断条件

使用类别	$I_c/I_e$	$U/U_e$	$L/R$ ms	通电时间 <sup>b</sup> s	断电时间 s	操作循环次数 <sup>a</sup>
DC-PV3	1.5	1.05	1	0.05	<sup>c</sup>	50
DC-PV4	4	1.05	1	0.05	<sup>c</sup>	50

<sup>a</sup> 如果电器上没有标明极性,则在一个极性上进行 25 次操作循环,在相反极性上进行 25 次操作循环。  
<sup>b</sup> 只要触头在重新断开前已充分闭合,则时间可以少于 0.05 s。  
<sup>c</sup> 经制造商同意,可以减少表 8 中的最大断电时间。

### M.8.2.3 约定操作性能

GB/T 14048.1—2012 中 7.2.4.2 适用,并补充如下要求:

对于要求的使用类别,接触器或起动器应能够在表 M.5 中规定的约定条件下无故障地接通和分断电流。

表 M.5 约定操作性能——DC-PV 使用类别的接通和分断条件

使用类别	$I_c/I_{sc1}$ <sup>a</sup>	$U/U_e$	$L/R$ ms	通电时间 <sup>c</sup> s	断电时间 s	操作循环次数 <sup>b</sup>
DC-PV3	1	1.05	1	0.05	<sup>d</sup>	6 000
DC-PV4	1	1.05	1	0.05	<sup>d</sup>	6 000

<sup>a</sup>  $I_{sc1}$  应由制造商规定。  
<sup>b</sup> 如果电器上没有标明极性,则在一个极性上进行 3 000 次操作循环,在相反极性上进行 3 000 次操作循环。  
<sup>c</sup> 只要触头在重新断开前已充分闭合,则时间可以少于 0.05 s。  
<sup>d</sup> 经制造商同意,可以减少表 8 中的最大断电时间。

### M.8.2.4 临界负载电流特性

电器主电路应能按 M.9.7 接通和分断其临界负载电流。

### M.8.3 电磁兼容性(EMC)

8.3 适用。

## M.9 试验

### M.9.1 一般要求

第 9 章适用,并对型式试验及其程序作如下修改:

每一个试验程序都在新的试品上进行。

注:经制造商同意,可以在一个试品上进行一个以上的试验程序或所有试验程序,但要按照每个试品的试验顺序进行。

在所有试验中,应按制造商的说明连接 PV 接触器的极。

## M.9.2 型式试验

应按表 M.6 所列程序进行型式试验。

表 M.6 试验程序总体方案

程序	试验
接通和分断能力、约定操作性能(见 M.9.3)	验证额定接通和分断能力 验证约定操作性能 接触器运行状况及其状态
热循环试验(见 M.9.4)	热循环测试 机械动作 温升验证 验证动作和动作范围 按 M.9.6 进行介电试验
气候试验(见 M.9.5)	气候试验
临界负载电流试验(见 M.9.7)	临界负载电流试验 接触器运行状况及其状态
机械性能(见 M.9.8)、封闭式接触器的防护等级(见 M.9.9)	机械性能 验证封闭式接触器的防护等级
EMC(见 M.9.10)	EMC 试验
电气间隙和爬电距离(见 M.9.11)	测量电气间隙和爬电距离

## M.9.3 接通和分断能力以及约定操作性能

9.3.1 中试验程序 2、M.8.2.2 和 M.8.2.3 的要求适用。接触器在约定操作性能试验期间的运行状况及试验后的状态应按 9.3.3.6.7 验证。

## M.9.4 热循环试验

PV 接触器应按 GB/T 2423.22—2012 中试验 Nb 承受温度循环,试验共 50 个循环,每个循环包括  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  条件下 1 h 和之后的  $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$  条件下 1 h。温度变化率应为  $1\text{ K/min}$ 。在 50 个循环结束时,电器应恢复到  $(25\pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$  的室温持续至少 3 h。

随后,电器应进行:

- 目视检查,以确认零件上没有影响正常操作和保护功能的变形或损坏;
- 一次断开和闭合操作,以确认机械动作正常;
- 9.3.1 中的试验程序 1。

## M.9.5 气候试验

PV 接触器应进行 GB/T 14048.1—2012 及 IEC 60947-1:2007/A2:2014 的附录 Q 中规定的 B 类气候试验“温度和湿度环境”。由于干热试验和低温试验已被 M.9.4 涵盖,因此不需要进行。

当 IEC 60947-1/A2:2014 的表 Q.1 要求验证操作性能时,应按 9.3.6.2 中试验进行验证。

M.9.6 介电试验

9.3.3.4 适用,并作如下修改:

验证冲击耐受电压的试验电压应按表 M.1,并根据 GB/T 14048.1—2012 中表 12 进行海拔修正。

M.9.7 临界负载电流试验

M.9.7.1 试验电路

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.5.2 适用。

试验电路的时间常数应为 1 ms。

M.9.7.2 临界负载电流的确定

试验应在制造商指定的最大直流工作电压( $U_{cmax}$ )下进行。

可由制造商决定使用更大的时间常数。在所有确定临界电流的试验中,宜使用相同的时间常数值。在这种情况下,宜在试验报告中予以说明。

对每一次试验电流,应断开 PV 接触器 5 次。从 4 A 开始以两倍于前一个电流的方式逐步升高且最大至  $I_c$ ,直至确定最大燃弧时间。如果在这段电流范围内,没有出现电弧熄灭时间峰值,则不存在临界负载电流。如果出现了燃弧时间最大值,该值相应的即为临界负载电流(见图 M.1)。试验电流应在标称值的±10%以内。可由制造商决定是否对每一次电流使用新的试品。

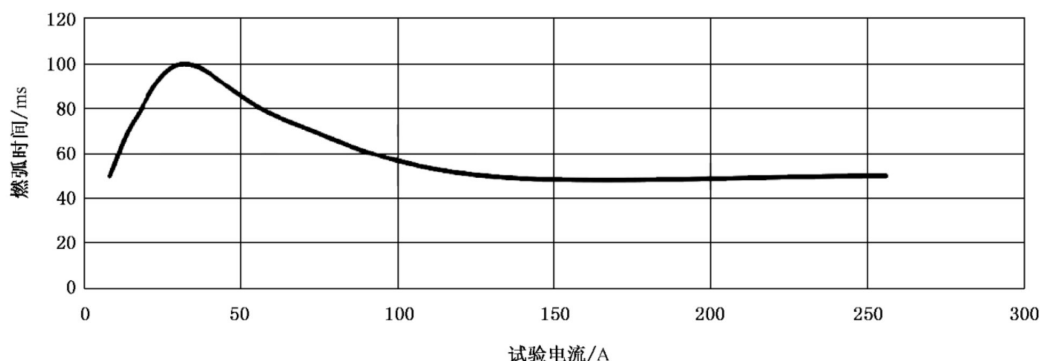


图 M.1 临界电流

在每个循环期间,PV 接触器应闭合足够长的一段时间以达到满载电流,但不超过 2 s。每小时的操作循环次数应符合表 M.7。

表 M.7 与临界负载电流对应的操作循环次数

使用类别	产品额定电流 A	每小时操作循环次数
DC-PV3 和 DC-PV4	$I_c \leq 315$	120
	$315 < I_c \leq 630$	60
	$630 < I_c \leq 2\ 500$	20
	$I_c > 2\ 500$	10

如果制造商规定了电流方向,则应按极性和电源/负载标志所示的指定电流方向进行试验;如果没

有规定,则应在正向进行 5 个循环,再反向进行 5 个循环。

### M.9.7.3 临界负载电流

应记录试验中的燃弧时间,且不应超过 1 000 ms。

当以同一个电流方向进行所有操作循环时,为每一个试验电流计算每个方向的平均燃弧时间。

$I_{crit}$  是对应于最大平均燃弧时间的电流。如果在不超过额定电流值的范围内未能识别出临界负载电流,则不必进行临界负载电流性能试验。

### M.9.7.4 临界负载电流性能

9.3.3.6 中要求适用,并作如下修改:

可使用 M.9.7.2 中的同一个试品进行试验。适用时,试验电源应按发电机-负载和极性标志进行连接。对于具有两个电流方向的接触器,电源的连接方式应能够为其提供按 M.9.7.2 和表 M.8 所确定的临界负载电流下的最长燃弧时间。

表 M.8 临界负载电流性能

使用类别	$I$	$U/U_e$	$L/R$ ms	通电时间 s	断电时间 s	操作循环次数
DC-PV3	$I_{crit}$	1.05	1	0.05	<sup>a</sup>	100
DC-PV4	$I_{crit}$	1.05	1	0.05	<sup>a</sup>	100

<sup>a</sup> 见表 M.7。

接触器在临界负载电流性能试验期间的运行状况及试后的状态应按 9.3.3.6.7 进行验证。

### M.9.8 机械性能

接线端子的机械性能应按照 9.2.2 和 GB/T 14048.1—2012 中 8.2.4 进行验证。

### M.9.9 封闭式接触器的防护等级

封闭式接触器和起动器的防护等级应按照 GB/T 14048.1—2012 的附录 C 进行验证。

### M.9.10 EMC

电磁兼容性应按 9.4 进行验证。

### M.9.11 电气间隙和爬电距离

应测量电气间隙和爬电距离,以验证与 8.1.4(见 GB/T 14048.1—2012 中附录 G 中关于电气间隙和爬电距离的测量指南)的一致性。

## 附 录 N

(规范性附录)

### 带保护隔离的设备的附加要求和试验

#### N.1 一般要求

本附录是 GB/T 14048.1—2012 中附录 N 的附加要求。本附录为达到保护性隔离所考虑的方法是基于在 SELV(PELV)电路与其他电路之间采用双重绝缘(或加强绝缘)。

注: 双重绝缘也可用于在设备外壳外部可以触及的一些部件(如 HMI 的附件)。

#### N.2 定义

GB/T 14048.1—2012 中 N.2 界定的以及下列定义适用于本附录。

##### N.2.1

##### **接触电流 touch current**

当人或动物触及电气装置或电气设备的一个或多个可触及部分时,通过其躯体的电流。

[GB/T 2900.71—2008,826-11-12]

#### N.3 要求

##### N.3.1 保护式阻抗的试验方法

保护式阻抗的布置方式应使得在正常条件和单一故障条件下(分别按照 GB/T 17045—2008 的 4.1 和 4.2)出现的接触电流和放电能量受到限制。

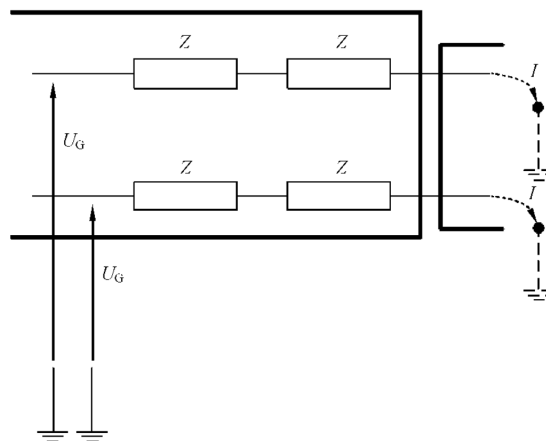
保护式阻抗应能耐受所连接电路的冲击电压和暂时过电压。

按 N.3.2 检查与接触电流限定要求的一致性。

应通过计算和/或测量确定电压和电容,从而验证与放电能量限值 0.5 mJ 的一致性。

图 N.1 为构建保护式阻抗的示例。





说明：

$Z$  —— 阻抗；

$U_G$  —— 危险电压，接地或未接地；

$I$  —— 接触电流。

注 1：为了在单一故障条件下提供防护，使用公式  $I=U_G/Z$ 。

注 2：本图基于 IEC 62477-1:2012 中 A.2 重绘。

图 N.1 通过保护式阻抗提供防护

### N.3.2 测量接触电流

受试设备应在绝缘且不接地的状态下进行装配，并应在额定电压下工作。在此条件下，应根据图 N.2 所示试验电路测量可接触部分和地之间的接触电流。

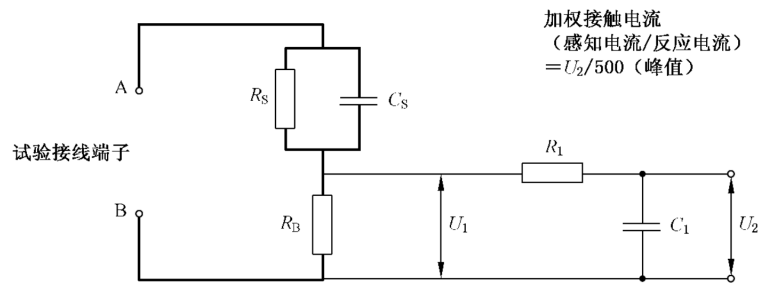
对于连接到中性点接地系统的设备，试验地点输电干线的中性点应直接接地。

对于连接到中性点接地系统或阻抗接地系统的设备，试验电路主电路的中性点应直接接地。

允许以下接触电流最大值（交流值的最大频率 100 Hz）：

- a) 正常工作条件下，同时可接触的导电部分之间流经的稳态电流不超过交流或直流 0.5 mA；
- b) 在单一故障条件下，不超过交流 3.5 mA 或直流 10 mA。

如图 N.2 所示，测量电压  $U_2$  后，将  $U_2$  除以 500 计算得到电流值。



伏特计或示波器(RMS 或峰值读数)

输入电阻: $>1\text{ M}\Omega$ ;

输出电容: $<200\text{ pF}$ ;

频率范围:15 Hz~1 MHz(适用的最高频率)。

说明:

$R_S$  ——1 500  $\Omega$ ;

$R_B$  ——500  $\Omega$ ;

$R_1$  ——10 k $\Omega$ ;

$C_S$  ——0.22  $\mu\text{F}$ ;

$C_1$  ——0.022  $\mu\text{F}$ 。

注: 图中所测试验电路基于 IEC 60990:2016 中图 4 重绘。

图 N.2 测量仪器

考虑到待测量参数的所有情况(交流、直流、电源频率、高频、谐波含量),电气测量仪器应有足够的带宽,确保读数准确。如果要测量 RMS 值,测量仪器应给出正确的非正弦波和正弦波的真有效值读数。

**附录 O**  
(资料性附录)  
**负载监测**

**O.1 一般要求**

为了对交流电动机驱动系统(例如泵、压缩机)实施能效(EE)措施或进行资产管理,需要基于电源情况进行负载监测。

有功功率或相电流的突然变化或偏移的检测可以作为负载监测的一个应用示例。

**O.2 负载监测项目**

表 O.1 给出了用于能效分析或资产管理的一系列监测项目的最低要求。

表 O.1 中规定的准确度和可重复度适用于完整的监测链,包括外部传感器(如果有)。

由制造商决定是否选用表 O.1 中列出的监测项目。

**表 O.1 交流监测项目和要求**

项目名称	定义	单位 <sup>a</sup>	符号	最小范围	准确度 <sup>c</sup>	可重复度 <sup>d</sup>
x 相电流	配电系统中流经 x 相的电流值	A	$I_x$	$0.4 \times I_e \sim 0.7 \times I_e$	±25%	2%
				$0.7 \times I_e \sim 1.1 \times I_e$	±10%	2%
线电压	相间电压	V	$U_{pg}$	$0.9 \times U_e \sim 1.1 \times U_e$	±5%	2%
相电压	多相系统中某一相到中性点之间的电压	V	$V_{pN}$	$0.9 \times U_e / \sqrt{3}$ $-1.1 \times U_e / \sqrt{3}$	±5%	2%
总有功功率	配电系统中所有相的有功功率之和	W	$P$	$PF \geq 0.9$	±20%	3%
总视在功率	配电系统中所有相的视在功率之和	VA	$S$	—	±25%	3%
电流不平衡 <sup>b</sup>	任意相与平均电流的最大电流偏差和平均电流之比	%	$I_{imb}$	70%~130%	±10 点 <sup>e</sup>	±2 点 <sup>e</sup>
功率因数	在周期性条件下,有功功率 $P$ 的绝对值与视在功率 $S$ 的比值 $\lambda = \frac{ P }{S}$	无单位	$PF$ (IEC 60050 系列中的 $\lambda$ )	0.5~1	±0.3 <sup>f</sup>	±0.04 <sup>f</sup>

注 1: 除非制造商另有规定,否则认为具有周围空气温度补偿效应。如果没有温度补偿,则由制造商规定基准周围空气温度。

注 2: 可以根据节能增效等级 X 至 Y 的精度域 2(将准确度和可重复度结合为“精度”)确定性能。

表 O.1 (续)

项目名称	定义	单位 <sup>a</sup>	符号	最小范围	准确度 <sup>c</sup>	可重复度 <sup>d</sup>
	<sup>a</sup> 绝对值或每单位(与基准值的比值,如电流的 FLA)。 <sup>b</sup> 见 IEC 60947-1:2007/A2:2014 的附录 T。 <sup>c</sup> 准确度由测量值的系统性误差表征(ISO 3534-2:2006 的 3.3.3)。 <sup>d</sup> 可重复度表示测量误差的随机部分,是一个变量参数,以相同条件下的测量离差表征。该值宜和时间窗或测量次数(见 O.3)一同声明。 <sup>e</sup> “点”表示测量的绝对偏差,用百分比表示。例如,如果测得的不平衡值是 8%,那么相应的可重复度是 6%~10%。 <sup>f</sup> PF 没有单位,因此用测量值的绝对偏差表示限值。					

刷新间隔是一项通用规定,宜不超过 1 min,可为每一个监测项目单独规定刷新间隔。测量的最小带宽宜不超过基波频率的七次谐波。

表 O.1 中的准确度值和可重复度值为最小范围,不能用于描述电动机过载保护的精度。

### O.3 不确定度

测量的不确定度包括系统性误差和随机误差,这两项误差均参考了用测量仪器测得的约定真值,该仪器的精度通常比受试设备精确 10 倍。

系统性误差量化了测量的准确度,即平均测量值和真值之间的接近程度。在给定条件下,系统性误差是由对测量结果有固定影响的因素引起的,如温度影响导致测量环节校准不准确。

随机误差是由对测量结果的影响不可预期的因素引起的,如在测量环节中出现在不同部分中的噪声、测量算法上的缺陷、串扰和其他电磁兼容性问题等。随机误差量化了测量的精度或可重复度,即各重复测量结果互相之间的接近程度。最常用的统计指标是标准偏差  $\sigma$ ,可以根据相同条件下的一系列  $N$  个测量结果估算得到:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}, \text{其中 } \bar{x} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{n=1}^N x_i$$

对于负载监测(特别是能效评估)来说,不考虑单次测量的系统性误差,因为其目的在于探测趋势或检查进程变化的影响。例如,某人可能想要检查能效措施或进程变化对于平均功耗的影响,如图 O.1 所示。

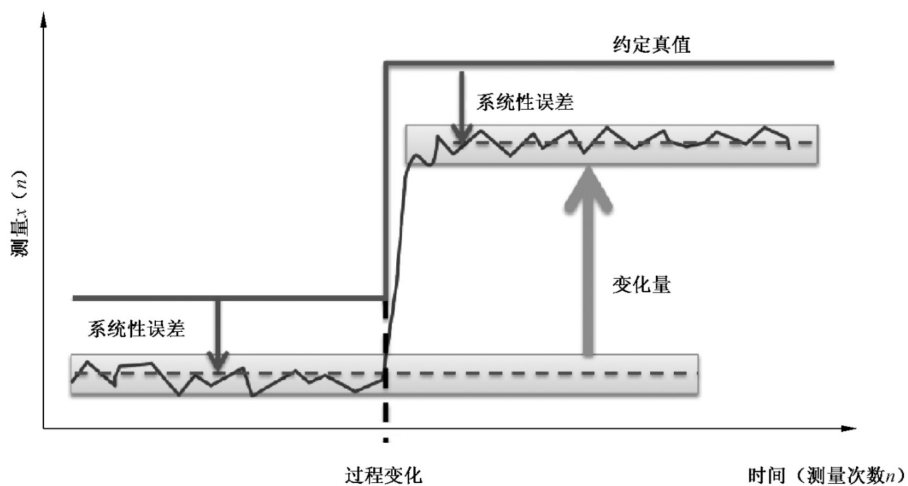


图 O.1 过程变化的示例

系统性误差对于确定变化趋势没有过多影响：一旦相关影响明显大于随机误差时，会立即在测量结果上显现出来，而且变化将得到很好的量化。对于非典型的情况，可能需要计算平均值。

积分或求均值的过程是为了减少随机误差，从而只有系统性误差影响比较大。因此，无论测量设备的不确定度(准确度和精度)如何，都可以很容易地检测到这些积分/平均值的改变和趋势。

#### O.4 试验

##### O.4.1 常规试验

不要求进行常规试验。

##### O.4.2 型式试验

###### O.4.2.1 一般要求

以下方法可用于监测项目的验证(见表 O.2)：

- 通过测量验证；
- 通过模拟验证，使用必须证明其有效性的模型；
- 通过设计评定验证，即确认计算和设计规则的正确使用，包括安全裕度的合理使用。

表 O.2 监测项目的验证方法

项目	基波	谐波	未试验的相
x 相电流	测量	测量 模拟 设计评定	测量 模拟 设计评定
线电压	测量	测量 模拟 设计评定	测量 模拟 设计评定
相电压	测量	测量 模拟 设计评定	测量 模拟 设计评定

表 O.2 (续)

项目	基波	谐波	未试验的相
总有功功率	测量	测量 模拟 设计评定	不适用
总视在功率	测量	测量 模拟 设计评定	不适用
电流不平衡	测量	不适用	不适用
总功率因数	测量	测量 模拟 设计评定	不适用

#### O.4.2.2 试验条件

当产品仅有唯一的额定值时,可选用一个试品。对于一个系列的产品,宜选择最大额定值和最小额定值的产品进行试验。

试验应在表 O.3 中规定的条件下进行。

表 O.3 验证条件

项目	值
电流	最小值(见表 O.1) <sup>a</sup>
电压	最小值(见表 O.1) <sup>a</sup>
功率因数	0.7 IND
频率	50 Hz 或 60 Hz
环境温度 <sup>b</sup>	23 °C

<sup>a</sup> 当制造商规定的范围和表 O.1 的不一致时,应按最小额定电压/电流值进行试验。  
<sup>b</sup> 当没有温度补偿时,环境温度应由制造商规定。

表 O.4 中给出了试验验证的谐波水平。

表 O.4 谐波水平

谐波	电压/%	电流/%
5 次	12	12
7 次	10	10

注: 谐波用基波值的百分比表示。

#### O.4.2.3 试验判据

特性评估是一种统计的方法。相关细节见 O.3。评定被测指标值的可重复度的包含因子等于 2。

**附 录 P**  
(规范性附录)  
**MPSD 的短路分断试验**

### P.1 一般试验条件

除了在单独外壳中进行试验的情况之外,对于 MPSD 的短路分断能力试验,应按照制造商规定的布置方式和距离,在 MPSD 周围放置金属丝网,以模拟所有可能发生击穿的外部现象。应在试验报告中说明详细的信息,包括试验中金属丝网至 MPSD 的距离。此外,预期用于单独外壳中的 MPSD 应在制造商规定的最小外壳中进行试验。

如果 MPSD 配有可调短路脱扣器,则脱扣器的设置应符合每个试验程序的规定。

对于额定电流不超过 630 A 的 MPSD,试验用电缆的最大长度为 75 cm、横截面根据约定发热电流(见 GB/T 14048.1—2012 中表 9 和表 10)确定,试验用电缆应包括以下两段:

- 供电侧约 50 cm;
- 负载侧约 25 cm。

操作程序应为 P.2、P.3 和 P.4 中规定的试验程序。

用下列符号来定义操作程序:

O:表示一次分断操作;

CO:表示断开时间后的一次接通操作、接着一次分断操作;

$t$ :表示两次连续的短路操作之间的时间间隔,应尽可能短但不少于 3 min,以使 MPSD 复位。 $t$  的实际值应在试验报告中说明。

最大复位时间应为 15 min,或是由制造商规定的一段更长时间,在此期间 MPSD 不应被替换。在复位时间内,重新闭合 MPSD 应至少间隔 1 min。

试验期间的  $I^2t$ (见 GB/T 14048.1—2012 中 2.5.18)最大值应记录在试验报告中。

短路试验期间的 MPSD 运行状况应符合 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.4.1.7,试验结果的解释应符合 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.4.1.8。

短路试验后,应按 9.3.4.2.4 验证其结果。

### P.2 额定运行短路分断能力

#### P.2.1 一般要求

应按顺序进行下列试验程序:

- 额定运行短路分断能力(P.2.2);
- 验证操作性能(P.2.3);
- 验证介电耐受性(P.2.4);
- 验证温升(P.2.5);
- 验证过载脱扣器(P.2.6)。

#### P.2.2 额定运行短路分断能力的试验

在 9.3.4.1 和 P.1 的一般条件下进行短路试验,预期试验电流值等于制造商按 5.3.6.2 声明的额定运行短路分断能力  $I_{cs}$ 。

对应于试验电流的功率因数应按照 GB/T 14048.1—2012 中表 16。

操作顺序应为：

O— $t$ —CO— $t$ —CO

$t$  表示两次连续的短路操作之间的时间间隔,应为 3 min 或为 MPSD 的复位时间。 $t$  的实际值应在试验报告中说明。

### P.2.3 验证操作性能

按 P.2.2 进行试验后,应按 9.3.3.6 验证操作性能,但应在与 P.2.2 中试验所采用的同一额定工作电压下进行,并且操作次数应为表 10 中有载操作的 5%。

试验后,应按 P.2.4 验证介电耐受性。

### P.2.4 验证介电耐受性

#### P.2.4.1 一般要求

试验应在 MPSD 保持前一试验的安装方式时进行。如果无法实现,则可以断开 MPSD 的连接并从试验电路中移出,但应采取措施确保这不会影响试验结果。

#### P.2.4.2 试验电压

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.4.1 的 3)b)适用。

试验电压应是  $2U_e$ ,其最小值为 1 000 V RMS,或如果不能施加交流电流时为直流 1 415 V。 $U_e$  等于前一个通断和/或短路试验电压值。

#### P.2.4.3 试验电压的施加

应按 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.4.1 的 2)c)i)、ii)和 iii),在每个极的接线端子进线和出线之间施加试验电压 60 s,且 MPSD 为断开状态。不要求使用 GB/T 14048.1—2012 的 8.3.3.4.1 项 1)中规定的金属箔。对于本文件,试验时可以断开带有接至主电路的固态电器的电路。正常操作位置包括跳闸位置(如果有的话)。

对于适用于隔离的 MPSD,应按 9.3.3.4.1 中第四项测量泄漏电流,泄漏电流不应超过 2 mA。

#### P.2.4.4 合格判据

GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.4.1 的 3)d)适用。

### P.2.5 验证温升

按 P.2.4 试验后,应按 9.3.3.3 验证主接线端子处的温升。温升应不超过 GB/T 14048.1—2012 中表 2 的规定值加 15 K,但不超过 80 K。

### P.2.6 验证过载脱扣器

过载脱扣器的操作应按 9.3.4.2.4 中 k)进行验证。

## P.3 额定极限短路分断能力

### P.3.1 一般要求

当  $I_{cs} = I_{cu}$  时,不需要进行本试验程序,但在试验程序 P.2 中还应额外进行以下验证:

——在试验程序开始时验证 P.3.2;

——在试验程序结束时验证 P.3.5。



应按顺序进行下列试验程序：

- 验证过载脱扣器(P.3.2)；
- 额定极限短路分断能力试验(P.3.3)；
- 验证介电耐受性(P.3.4)；
- 验证过载脱扣器(P.3.5)。

在下列情况下,需要在新的试品上以适用的额定工作电压  $U_n$  最高值进行反向连接的附加试验：

- 产品上没有给出如何将线路负载相连接至接线端子的相关信息,如标志 L 和 T;或
- 制造商声明反向连接适用。

### P.3.2 验证过载脱扣器

过载脱扣器的动作应在整定电流的两倍值条件下验证。试验电压为任意合适的电压。

对于受环境温度影响的脱扣器,如果环境温度不同于基准温度,则应根据制造商的温度/电流资料校正试验电流。

对于脱扣特性不受接线端子温度影响的试验(例如电子式过载脱扣器、磁式脱扣器),接线情况(型式、截面、长度)可能与 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.3.3.4 的要求不同。接线宜与试验电流和感应热应力相匹配。

动作时间应不超过制造商在基准温度下规定的两倍整定电流对应的动作时间的最大值。

注：3 个极都要进行本试验,以避免在断相条件下脱扣。

### P.3.3 额定极限短路分断能力试验

按 P.3.2 试验后,在 9.4.3.1 和 P.1 的一般条件下进行短路分断能力试验,试验预期电流等于制造商所声明的额定极限短路分断能力。

操作顺序为：

O—t—CO

### P.3.4 验证介电耐受性

按 P.3.3 试验后,应按 P.2.4 验证介电耐受性。对于适用于隔离的 MPSD,泄漏电流应不超过 6 mA。

### P.3.5 验证过载脱扣器

按 P.3.4 试验后,应按 P.3.2 验证过载脱扣器的动作,但试验电流应为整定电流的 2.5 倍。

动作时间应不超过制造商在基准温度下规定的两倍整定电流对应的动作时间的最大值。

注：3 个极都要进行本试验,以避免在断相条件下脱扣。

## P.4 IT 系统 MPSD 的试验

注：本试验包括了当 MPSD 的一侧存在一次故障的同时发生了二次接地故障的情况,MPSD 连接到所有带电部件与地面隔离或者其中一点通过阻抗接地的电气装置上。

### P.4.1 一般要求

本试验应适用于 IT 系统中的多极 MPSD,并按 GB/T 16895.1—2008 进行。试验包括下列程序：

- 单极短路(P.4.2)；
- 验证介电耐受性(P.4.3)；
- 验证过载脱扣器(P.4.4)。

在 P.4.5 中给出了 MPSD 的附加标志。

### P.4.2 单极短路

在 9.3.4.1 和 P.1 中的一般条件下,短路试验在多极 MPSD 的单极上进行,试验电流  $I_{IT}$  等于短路脱扣器最大脱扣电流整定值的 1.2 倍,但不低于 500 A 且不超过 50 kA。

注 1: 由于 MPSD 的阻抗及其接线的原因,可能不得不提高试验电路的预期电流,以确保试验电流超过实际的短时脱扣电流或瞬时脱扣电流。

注 2: 可以要求更高的  $I_{IT}$  值,由制造商试验和声明。

考虑到 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.2.2.3 的 a) 中规定的恢复电压要求,试验电压应为对应于适用于 IT 系统的 MPSD 最大额定工作电压的相对相电压。功率因数应符合 GB/T 14048.1—2012 的表 16。当  $I_{IT}=50$  kA 时,应将短时脱扣电流或瞬时脱扣电流整定值调整到  $(50/1.2)$ kA 以下最接近该数值的整定值。

试验电路应符合 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.4.1.2 和 GB/T 14048.1—2012 中图 9,电源 S 由三相电源中的两相导出,可熔元件 F 与剩余的相连。其余的一个或几个极也应通过易熔元件 F 连接到这个相。

应分别在每个极上依次进行下列操作顺序:

O—t—CO

### P.4.3 验证介电耐受性

介电耐受性应按 P.2.4 验证,但对于适用于隔离的 MPSD,泄漏电流应不超过 6 mA。

### P.4.4 验证过载脱扣器

过载脱扣器的动作应按 9.3.4.2.4 中 k) 验证,但试验电流应是整定电流的 2.5 倍。

动作时间应不超过制造商在基准温度下对单极规定的两倍整定电流对应的动作时间的最大值。

### P.4.5 标志

对于所有额定电压值均已按照本附录进行过试验或相关要求被这些试验涵盖的 MPSD,不需要附加标志。

对于所有额定电压值均未按照本附录进行过试验或相关要求未被这些试验涵盖的 MPSD,应使用符号 ~~ⓧ~~ (IEC 60417-6363“不适用于 IT 系统”)标识,且该标志应紧跟在 MPSD 的上述额定电压值之后(参见示例 1)。

如果 MPSD 还未按照本附录进行过试验,只要符号 ~~ⓧ~~ 的位置明确无误地覆盖所有额定电压(见示例 2),则可使用该标记。

示例 1:

690 V ~~ⓧ~~

示例 2:

415 V  
500 V  
690 V } ~~ⓧ~~

## 附录 Q (规范性附录)

### 短路条件下同一电路中的 MPSD 与另一短路保护电器间的协调配合

#### Q.1 应用

为了确保短路条件下同一电路中的 MPSD( $C_1$ )与另一个短路保护电器(SCPD)间的协调配合,需要考虑这两个电器作为组合时其中每一个的特性和运行状况。

注: SCPD 中可以带有附加保护装置,例如过载脱扣。

SCPD 可以由一个(或一组)熔断器——见图 Q.1——或一个断路器( $C_2$ )(见图 Q.2~图 Q.5)组成。

由于电器的阻抗并不总是可以忽略不计的,当不得不参考这两个串联电器在动作时的运行状况时,可能无法充分进行两个电器的各个动作特性间的对比。宜考虑这一情况。对于短路电流,宜参考  $I^2t$  而不是时间。

根据设施中所采用的电力分布方式或是由于单个  $C_1$  的短路分断能力可能不足以满足应用,经常将  $C_1$  与另一个 SCPD 串联连接,在这种情况下,SCPD 可以安装在远离  $C_1$  的位置。SCPD 可以保护为多个 MPSD  $C_1$  或单个 MPSD 供电的主馈线。

对于此类应用,用户或指定权威方可能应单独基于理论研究来决策如何更好地实现最优协调水平。本附录预期用于为该决策提供指导,以及 MPSD 制造商宜向期望用户提供的信息类型。

本附录也给出了预期用途所需试验的相关要求。

术语“协调配合”包括了对选择性(见 GB/T 14048.1—2012 中 2.5.23 和 GB/T 14048.2—2020 中 2.17.2、2.17.3)的考虑。

通常可以通过理论研究(见 Q.5)来考虑选择性。

在考虑 SCPD 的短路分断能力时,可根据期望判据参考额定极限短路分断能力( $I_{cu}$ )或额定运行短路分断能力( $I_{cs}$ )。

#### Q.2 目的

本附录给出了同一电路中的 MPSD 与另一短路保护设备间的协调配合的选择性相关要求及指导。附录的目的是规定:

- MPSD 与另一 SCPD 间协调配合的一般要求;
- 预期用于验证是否满足协调配合条件的试验方法(如需要)。

#### Q.3 MPSD 与另一 SCPD 间协调配合的一般要求

##### Q.3.1 一般考虑

理想情况下,协调配合宜如此:使单独的 MPSD( $C_1$ )在所有过电流值下都会动作,过电流最大至其额定短路分断能力  $I_{cu}$  的极限值。

注:如果安装点处的预期故障电流值小于  $C_1$  的额定运行短路分断能力,则可以假定 SCPD 在电路中仅作后备保护以外的用途。

实际上,有以下考虑:

- a) 如果选择性极限电流  $I_s$ (见 GB/T 14048.2—2020 中 2.17.4)过小,会使选择性有不必要的损失风险;

- b) 如果安装点处的预期故障电流值高于  $C_1$  的额定运行短路分断能力,应选择使  $C_1$  运行状况符合 Q.3.2 的 SCPD。

SCPD 应尽可能置于  $C_1$  的电源侧。如果 SCPD 位于负载侧,需使  $C_1$  和 SCPD 间的连接布置将短路风险降至最低。

### Q.3.2 $C_1$ 与另一 SCPD 组合时的运行状况

对于不超过该组合的短路分断能力(含短路分断能力)的所有过电流值, $C_1$  应符合 GB/T 14048.1—2012 中 7.2.5 的要求,而组合应符合 8.2.1.5.7 中要求。

未在短路保护电器组合上进行过电流协调配合试验时(GB/T 14048.1—2012 中 2.5.22),制造商应提供以下信息(通常是曲线):

- 最大截断(允通)峰值电流(GB/T 14048.1—2012 中 2.5.19)是预期电流(对称 RMS)的函数;
- $I^2t$  特性。

可在附录 P 的相关试验中验证与上述信息的一致性。

## Q.4 关联 SCPD 的型式和特性

根据要求,MPSD 制造商应提供与  $C_1$  配合的 SCPD 类型和特性相关信息,以及该组合在规定工作电压下所适用的最大预期短路电流。

应在试验报告中说明用于本附录中任意试验的 SCPD 的详细信息,即制造商名称、牌号、额定电压、额定电流和短路分断能力。

最大限制短路电流(GB/T 14048.1—2012 中 2.5.29)应不超过 SCPD 的额定极限短路分断能力或(对于没有额定极限短路分断能力的情况)SCPD 的额定运行短路分断能力。

如果关联的 SCPD 是断路器,应满足 GB/T 14048.2—2020 或其他相关标准的要求。如果关联的 SCPD 是熔断器,应满足适用的熔断器标准。

## Q.5 验证选择性

### Q.5.1 一般要求

通常可以只进行理论研究考虑选择性,即比较  $C_1$  和关联 SCPD 的动作特性,例如当关联 SCPD 为带人为延时的断路器( $C_2$ )时。

$C_1$  和 SCPD 的制造商都应提供动作特性相关的充足资料,从而为每一组组合单独确定  $I_s$ 。

在特定情况下,需要对组合进行  $I_s$  条件下的试验,例如:

- 当  $C_1$  为限流型,且  $C_2$  不带人为延时功能;
- 当 SCPD 的断开时间小于半个周波。

选择性可以是局部选择性(见图 Q.4)或直到  $C_1$  的额定短路分断能力  $I_{cu}$  的全选择性。对于全选择性, $C_2$  的不脱扣特性或熔断器的弧前特性应位于  $C_1$  的脱扣(断开时间)特性之上。

图 Q.2 和图 Q.3 给出了全选择性的图示。

### Q.5.2 通过理论研究考虑选择性

#### Q.5.2.1 过载带的选择性

根据使用断路器还是熔断器作为 SCPD,考虑了以下两种情况:

- a) MPSD( $C_1$ )和断路器( $C_2$ )串联:通过比较特性确定选择性;  
通过比较时间-电流特性来验证延时过电流带内的选择性。在时间轴和电流轴上将特性分离,

确保该区域内  $C_1$  对于  $C_2$  有选择地动作。宜考虑适用于特性的公差。根据本文件要求,制造商资料中宜包含公差带信息,或另外的合适公差。

b) MPSD( $C_1$ )和作为 SCPD 的熔断器:通过比较特性确定选择性。

通过比较时间-电流特性来确定过载带内的选择性。在时间轴和电流轴上将特性分离,确保该区域内  $C_1$  对于熔断器有选择地动作。宜考虑适用于特性的公差。根据本文件要求,制造商资料中宜包含公差带信息,或另外的合适公差。

### Q.5.2.2 确定故障电流(短路)带的选择性

根据时间-电流特性确定故障电流(短路)带(见图 Q.2)中 MPSD 和断路器之间的选择性,仅限于  $C_2$  带有电子式脱扣器,且具备延时短路脱扣功能的情况。

a) MPSD( $C_1$ )和断路器( $C_2$ )串联:根据峰值允通电流确定选择性;

如果  $C_2$  的瞬时脱扣取决于电磁效应(即,热/磁式或仅磁式的断路器)或者带有瞬时脱扣器的电子式脱扣单元,故障电流带中两个断路器间的最低选择性水平可按下列方法确定:

以在  $C_1$  的峰值允通电流小于  $C_2$  的瞬时短路整定电流( $I_i$ )峰值时的故障电流水平确定选择性,考虑公差。

注 1: 选择性计算示例:

$C_2 = 800 \text{ A MCCB}; I_i = 8 \text{ kA RMS} \sim 12 \text{ kA RMS}$ (整定  $10 \text{ kA} \pm 2 \text{ kA}$ );  $C_1 = 125 \text{ A MCCB}$ 。

$C_2$  的最小脱扣水平为  $8 \times 1.414 = \text{峰值 } 11.3 \text{ kA}$ 。

由于  $C_1$  的电流限制,根据试验资料,在  $15 \text{ kA RMS}$  预期电流下的  $C_1$  允通电流峰值是  $11 \text{ kA}$ 。

因此,系统对至少  $15 \text{ kA RMS}$  预期电流具有选择性。

注 2: 通过此方法获得的选择性限制会偏低,在大多数情况下,通过试验确定的实际限值远高于该值。

b) MPSD( $C_1$ )和作为 SCPD 的熔断器。

根据  $I^2t$  特性确定故障电流(短路)带(图 Q.1)的选择性。选择性极限电流  $I_s$  是最大值,在该值下断路器的允通  $I^2t$  低于熔断器的弧前  $I^2t$ 。当前缺少曲线时,使用制造商提供的熔断器弧前  $I^2t$  值。

### Q.5.2.3 特定安装条件下确定选择性限制电流

可以用表格、图形或软件多媒体形式提供选择性极限电流的相关资料。就本文件而言,通过理论研究或试验获取的资料将基于进线设备( $C_2$ )的预期故障电流水平,并假设配合设备位于附近。实际上,选择性限值会受到两个电器间阻抗的影响。因此在实际情况中,取下游 MPSD 处的预期故障电流将得出更精确的选择性限值。

### Q.5.3 通过试验确定选择性

图 Q.5 所示为试验电路图示例,其中:

—— $C_1$  是 MPSD;

—— $C_1$  和  $C_2$  的整定值调整到最大瞬时整定值,如适用。

可由制造商自行决定是否采用其他脱扣器整定值进行试验。这些试验中的脱扣器整定值应记录在试验报告中。

使用的连接线缆应按 9.3.4.1 和 P.1 中要求,但整段线缆可按适用的情况分配在  $C_1$  和  $C_2$  的供电侧和负载侧之间。

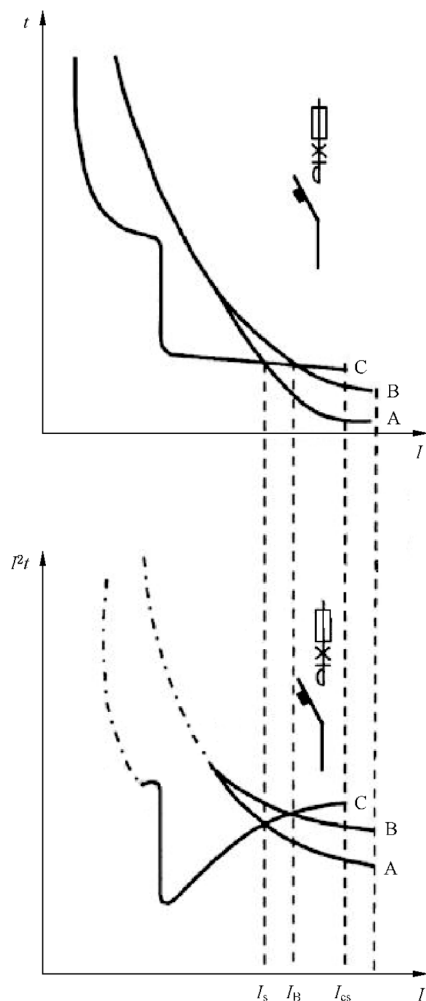
试验应为一次 O—t—CO 操作,CO 操作通过闭合下游电器  $C_1$  进行。如果下游电器是熔断器,该操作应为闭合  $C_2$ 。

试验在制造商声明的具有选择性的  $C_1$  和  $C_2$  组合的预期电流水平下进行。

试验结论如下:

——GB/T 14048.1—2012 中 8.3.4.1.7 适用。

- 每一次操作期间,  $C_1$  应动作而  $C_2$  不脱扣。如果  $C_2$  的触头在操作时暂时分离, 从开始短路到  $C_2$  触头结束分离的这段时间应小于或等于 30 ms。实际数值应标注在试验报告中。
- 此外, 应验证  $C_2$  触头能够通过正常操作装置断开。



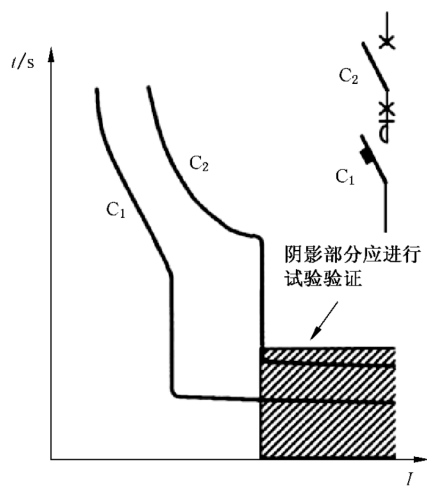
说明:

- $I$  ——预期短路电流;
- $I_{cs}$  ——额定运行短路分断能力(5.3.6.1);
- $I_s$  ——选择性极限电流(GB/T 14048.2—2020 中 2.17.4);
- $I_B$  ——交接电流(GB/T 14048.2—2020 中 2.17.6);
- A ——熔断器弧前特性;
- B ——熔断器动作特性;
- C ——MPSD 动作特性(分断的时间-电流特性和  $I^2t$ /电流)。

注 1: A 是下限值; B 和 C 是上限值。

注 2: 点划线表示了  $I^2t$  的非绝热区。

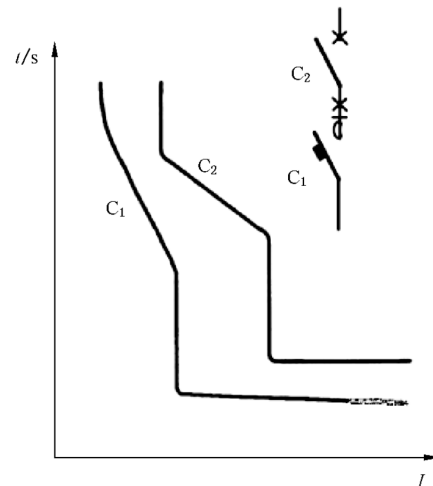
图 Q.1 MPSD 和熔断器或以熔断器为后备保护之间的过电流协调配合: 动作特性



说明：

- C<sub>1</sub>——限流 MPSD(分断时间特性)；
  - C<sub>2</sub>——不限电流断路器(脱扣特性)。
- 未包含  $I_{cu}$ (或  $I_{cs}$ ) 值。

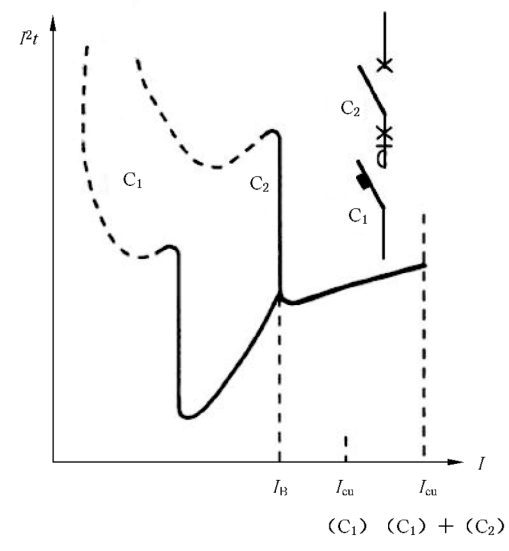
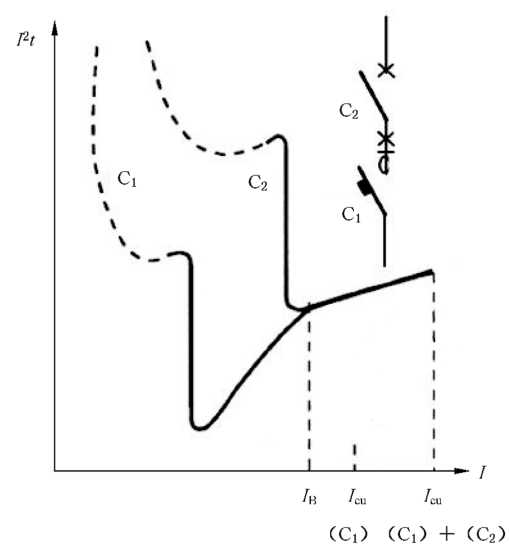
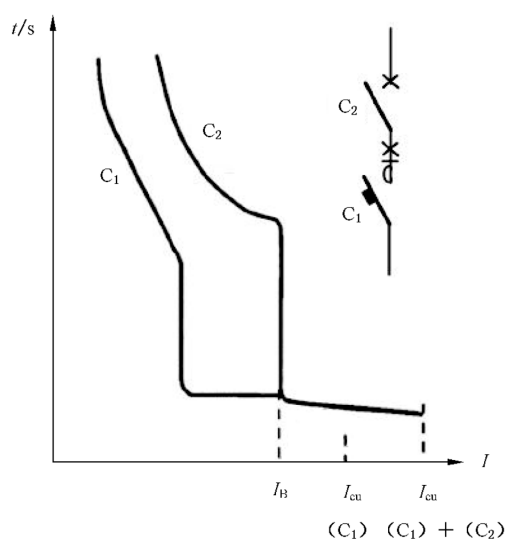
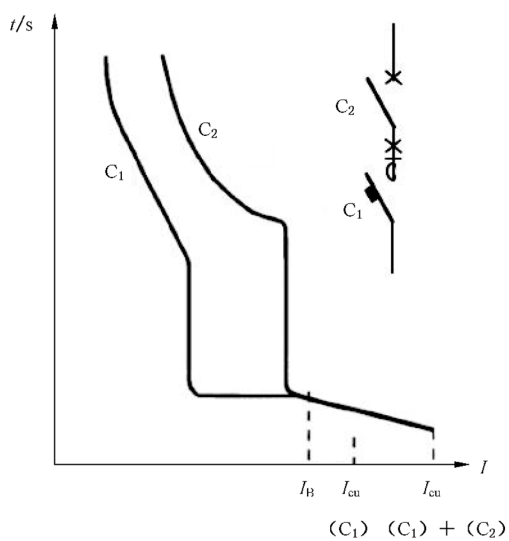
图 Q.2 MPSD 和断路器间的全选择性——情况 1



说明：

- C<sub>1</sub>——限流 MPSD(分断时间特性)；
  - C<sub>2</sub>——短时主动延时断路器(脱扣特性)。
- 未包含  $I_{cu}$ (或  $I_{cs}$ ) 值。

图 Q.3 MPSD 和断路器间的全选择性——情况 2



说明：  
 C<sub>1</sub>——不限流 MPSD/断路器；  
 C<sub>2</sub>——限流断路器；  
 I<sub>B</sub>——交接电流。  
 注 1：适用时，由 C<sub>2</sub> 恢复供电。  
 注 2：I<sub>cu</sub>(C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub>) ≤ I<sub>cu</sub>(C<sub>2</sub>)。  
 注 3：I > I<sub>B</sub> 的曲线(黑体表示)为通过试验获得的装置的数据。

说明：  
 C<sub>1</sub>——不限流 MPSD/断路器；  
 C<sub>2</sub>——限流断路器；  
 I<sub>B</sub>——交接电流。  
 注 1：适用时，由 C<sub>2</sub> 恢复供电。  
 注 2：I<sub>cu</sub>(C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub>) ≤ I<sub>cu</sub>(C<sub>2</sub>)。  
 注 3：I > I<sub>B</sub> 的曲线(黑体表示)为通过试验获得的组合装置的数据。

图 Q.4 以断路器为后备保护:动作特性——情况 1 图 Q.5 以断路器为后备保护:动作特性——情况 2



## 参 考 文 献

- [1] GB/T 1094.1—2013 电力变压器 第1部分:总则(IEC 60076-1:2011,MOD)
- [2] GB/T 2900.13—2008 电工术语 可信性与服务质量(IEC 60050-191:1990,IDT)
- [3] GB/T 2900.70—2008 电工术语 电器附件(IEC 60050-442:1998,IDT)
- [4] GB/T 2900.71—2008 电工术语 电气装置(IEC 60050-826:2004,IDT)
- [5] GB/T 2900.73—2008 电工术语 接地与电击防护(IEC 60050-195:1998,MOD)
- [6] GB/T 2900.83—2008 电工术语 电的和磁的器件(IEC 60050-151:2001,IDT)
- [7] GB/T 2900.95—2015 电工术语 变压器、调压器和电抗器(IEC 60050-421:1990,NEQ)
- [8] GB/T 3369.1—2008 过程控制系统用模拟信号 第1部分:直流电流信号(IEC 60381-1:1982,IDT)
- [9] GB/T 4772.1—1999 旋转电机尺寸和输出功率等级 第1部分:机座号56~400和凸缘号55~1080(IEC 60072-1:1991,IDT)
- [10] GB/T 5169.5 电工电子产品着火危险试验 第5部分:试验火焰 针焰试验方法 装置、确认试验方法和导则
- [11] GB/T 7826—2012 系统可靠性分析技术 失效模式和影响分析(FMEA)程序(IEC 60812:2006,IDT)
- [12] GB/T 13539.1—2015 低压熔断器 第1部分:基本要求(IEC 60269-1:2009,IDT)
- [13] GB/T 13539.2—2015 低压熔断器 第2部分:专职人员使用的熔断器的补充要求(主要用于工业的熔断器)标准化熔断器系统示例 A 至 K(IEC 60269-2:2013,IDT)
- [14] GB/T 14048.16—2016 低压开关设备和控制设备 第8部分:旋转电机用装入式热保护(PTC)控制单元(IEC 60947-8:2011,IDT)
- [15] GB/T 16499—2017 电工电子安全出版物的编写及基础安全出版物和多专业共用安全出版物的应用导则(IEC Guide 104:2010,NEQ)
- [16] GB/T 16842—2016 外壳对人和设备的防护 检验用试具(IEC 61032:1997,IDT)
- [17] GB/T 16935.1—2008 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分:原理、要求和试验(IEC 60664-1:2007,IDT)
- [18] GB/T 17885—2016 家用及类似用途机电式接触器(IEC 61095:2009,IDT)
- [19] GB/T 20438.2—2017 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全 第2部分:电气/电子/可编程电子安全相关系统的要求(IEC 61508-2:2010,IDT)
- [20] GB/T 20438.3—2017 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全 第3部分:软件要求(IEC 61508-3:2010,IDT)
- [21] GB/T 20438.4—2017 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全 第4部分:定义和缩略语(IEC 61508-4:2010,IDT)
- [22] GB/T 20438.6—2017 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全 第6部分:GB/T 20438.2 和 GB/T 20438.3 的应用指南(IEC 61508-6:2010,IDT)
- [23] GB/T 21207.2—2014 低压开关设备和控制设备 入网工业设备描述 第2部分:起动器和类似设备的根设备描述(IEC 61915-2:2011,IDT)
- [24] GB/T 34987—2017 威布尔分析(IEC 61649:2008,IDT)
- [25] IEC 60079(all parts) Explosive atmospheres
- [26] IEC 60079-7 Explosive atmospheres—Part 7:Equipment protection by increased safety “e”
- [27] IEC 60079-29-3 Explosive atmospheres—Part 29-3:Gas detectors—Guidance on functional safety of fixed gas detection systems

- [28] IEC 60417 Graphical symbols for use on equipment(available at <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)
- [29] IEC 60990:2016 Methods of measurement of touch current and protective conductor current
- [30] IEC 61000-6-5 Electromagnetic compatibility(EMC)—Part 6-5:Generic standards—Immunity for equipment used in power station and substation environment
- [31] IEC 60050-441:1984 International Electrotechnical Vocabulary (IEV)—Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses
- [32] IEC 62061 Safety of machinery—Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems
- [33] IEC 62443(all parts) Security for industrial automation and control systems
- [34] IEC 62477-1:2012 Safety requirements for power electronic converter systems and equipment—Part 1:General
- [35] IEC 62683-1 Low-voltage switchgear and controlgear—Product data and properties for information exchange—Part 1:Catalogue data
- [36] IEC TR 63054 Low-voltage switchgear and controlgear—Fire risk analysis and risk reduction measures
- [37] IEC TS 63058 Environmental aspects for low-voltage switchgear and controlgear and their assemblies 2
- [38] ISO/IEC 80079-34 Explosive atmospheres—Part 34:Application of quality systems for equipment manufacture
- [39] ISO/IEC 82079-1 Preparation of instructions for use—Structuring, content and presentation—Part 1:General principles and detailed requirements
- [40] ISO/IEC Guide 51:2014 Safety aspects—Guideline for their inclusion in standards
- [41] ISO 3534-2:2006 Statistics—Vocabulary and symbols—Part 2:Applied statistics
- [42] CSA C22.1 Canadian Electrical Code
- [43] EN 50495 Safety devices required for the safe functioning of equipment with respect to explosion risks
- [44] NFPA 70 National Electrical Code®
- [45] PROFIEnergy profile test specification V1.1:2014
- [46] UL 508:2013 Industrial control equipment
- [47] UL 60947-1 Low-voltage switchgear and controlgear—Part 1:General rules
- [48] UL 60947-4-1 Low-voltage switchgear and controlgear—Part 4-1:Contactors and motorstarters—Electromechanical contactors and motor-starters
-



中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
低 压 开 关 设 备 和 控 制 设 备  
第 4-1 部 分：接 触 器 和 电 动 机 起 动 器  
机 电 式 接 触 器 和 电 动 机 起 动 器  
(含 电 动 机 保 护 器)

GB/T 14048.4—2020

\*

中 国 标 准 出 版 社 出 版 发 行  
北 京 市 朝 阳 区 和 平 里 西 街 甲 2 号 (100029)  
北 京 市 西 城 区 三 里 河 北 街 16 号 (100045)

网 址：www.spc.org.cn

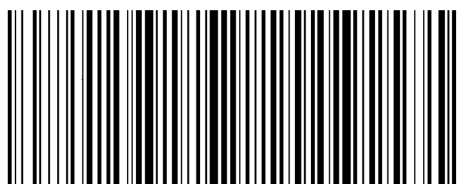
服 务 热 线：400-168-0010

2020 年 9 月 第 一 版

\*

书 号：155066 · 1-65572

版 权 专 有 侵 权 必 究



GB/T 14048.4—2020