ICS 29.120.40
K 31

中华人民共和国国家标准

GB/T 14048.5—2017
代替 GB/T 14048.5—2008

低压开关设备和控制设备 第5-1部分：控制电路电器和开关元件　机电式控制电路电器

Low-voltage switchgear and controlgear—Part 5-1: Control circuit devices and switching element—Electromechanical control circuit devices

(IEC 60947-5-1:2016, MOD)

2017-11-01 发布　　2018-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会　发布

目　　次

前言 …… Ⅲ
1　概述 …… 1
2　术语和定义 …… 4
3　分类 …… 11
4　特性 …… 11
5　产品的有关资料 …… 15
6　正常使用、安装和运输的条件 …… 17
7　结构和性能要求 …… 19
8　试验 …… 26
附录A（规范性附录）　某些使用类别的电气额定值（见3.1） …… 41
附录B（规范性附录）　直流触头的感性试验负载举例 …… 43
附录C（规范性附录）　特殊试验——耐久性试验 …… 45
附录D　空 …… 48
附录E（规范性附录）　涉及制造商与用户的协议条款 …… 49
附录F（规范性附录）　封装绝缘的Ⅱ类控制电路电器的要求和试验 …… 50
附录G（规范性附录）　具有整体连接电缆的控制电路电器的附加要求 …… 54
附录H（规范性附录）　用于控制电路电器的半导体开关元件的附加要求 …… 56
附录J（规范性附录）　指示灯和指示塔的特殊要求 …… 61
附录K（规范性附录）　直接断开操作的控制开关的特殊要求 …… 66
附录L（规范性附录）　机械联锁触头元件的特殊要求 …… 71
附录M（规范性附录）　控制电路电器的接线端子标志、特有编号和特有字符 …… 74
附录N（规范性附录）　确定功能安全应用中控制电路的机电式设备可靠性数据的步骤 …… 78
参考文献 …… 80

前　言

《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　具有机械锁闩功能的电气紧急制动装置；

——第5-6部分：控制电路电器和开关元件　接近传感器和开关放大器的DC接口(NAMUR)；

——第5-7部分：控制电路电器和开关元件　用于带模拟输出的接近设备的要求；

——第5-8部分：控制电路电器和开关元件　三位使能开关；

——第5-9部分：控制电路电器和开关元件　流量开关；

——第6-1部分：多功能电器　转换开关电器；

——第6-2部分：多功能电器(设备)　控制与保护开关电器(设备)(CPS)；

——第7-1部分：辅助器件　铜导体的接线端子排；

——第7-2部分：辅助器件　铜导体的保护导体接线端子排；

——第7-3部分：辅助器件　熔断器接线端子排的安全要求；

——第8部分：旋转电机用装入式热保护(PTC)控制单元。

本部分是《低压开关设备和控制设备》的第5-1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 14048.5—2008《低压开关设备和控制设备　第5-1部分：控制电路电器和开关元件 机电式控制电路电器》。

本部分与GB/T 14048.5—2008相比，主要技术变化如下：

——删除了与通断操作过电压相关的特性要求(见2008年版的4.9)；

——增加了触头元件极性相关的要求(见4.10)；

——增加了制造商应提供的资料内容[见5.1 o)～5.1 p)]；

——修改了接线端子、紧急制动等方面的标志要求(见5.2.1～5.2.4，2008年版的5.2.1～5.2.4)；

——增加了灼热丝试验和基于可燃性类别的试验要求(见7.1.2.2、7.1.2.3)；

——修改了电气间隙和爬电距离的要求，并直接引用IEC 60947-1中相应条款(见7.1.4，2008年版的7.1.3)；

——增加了最大恢复时间相关的要求(见7.2.8)；

——修改了抗扰度相关要求(见7.3.2，2008年版的7.3)；

——增加了可进行的特殊试验的种类，包括湿热、盐雾、振动与冲击试验等(见8.1.5)；

——增加了无螺纹型夹紧件的电气特性和老化试验的要求(见 8.2.4.7～8.2.4.8)；

——增加了运动式旋转开关的转速要求(见 8.3.2.1)；

——修改了试验电路和试验参数中对预期电流调节的要求(见 8.3.4.3，2008 年版的 8.3.4.3)；

——增加了 EMC 试验(见 8.4)；

——增加了图 10“在夹紧件或接线端子触点上的电压降测量”(见 8.4.4)；

——删除了附录 D“控制电路电器的电气间隙和爬电距离”并留空；

——修改了对拉出试验中的电缆拉力的规定(见 G.8.2.2，2008 年版的 G.8.1.1)；

——修改了带半导体开关元件的控制电路电器的电磁兼容性能验证试验和抗扰度试验的一般要求(见 H.8.7.1～H.8.7.2，2008 年版的 H.8.7.1～H.8.7.2)；

——删除了镜片颜色相关的要求(见附录 J)；

——增加了控制电路电器的接线端子标志、特有编号和特有字符的规定(见附录 M)；

——增加了“确定功能安全性应用中控制电路的机电式设备可靠性数据的步骤规定(见附录 N)”。

本部分使用重新起草法修改采用 IEC 60947-5-1:2016《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》。

本部分与 IEC 60947-5-1:2016 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：

- 增加了国家标准 GB/T 14048.1—2012《低压开关设备和控制设备　第 1 部分：总则》。

——在 7.1.2.1“一般要求”中修改了材料耐湿性能要求，改为按 GB/T 14048.1—2012 中附录 K 的规定执行。由于 IEC 60947-5-1:2016 未提出具体要求，仅写了“需要特别注意”，无法满足我国实际试验验证需要，因此修改此要求；

——在第 8 章“试验”中有关材料的内容增加了条款 8.2.1.2“耐湿性能试验”。因为本部分已在 7.1.2.1修改了材料耐湿性能具体要求，因此增加此内容。

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、厦门宏发开关设备有限公司、上海良信电器股份有限公司、欧姆龙自动化(中国)有限公司、上海电器股份有限公司人民电器厂、上海天逸电器股份有限公司、施耐德电气(中国)有限公司上海分公司、苏州西门子电器有限公司、德力西电气有限公司、华通机电股份有限公司、苏州电器科学研究院股份有限公司、人民电器集团有限公司、常安集团有限公司。

本部分主要起草人：张丽丽、栗惠、肖体锋、曹永、李遇春、崔玉兰、郑艳、陈晓、王逸虚、朱林、李新叶、高文乐、张洁、包志舟、王旭川。

本部分所替代标准的历次版本发布情况为：

——GB 14048.5—1993，GB 14048.5—2001，GB/T 14048.5—2008。

低压开关设备和控制设备 第5-1部分：控制电路电器和开关元件　机电式控制电路电器

1　概述

1.1　范围和目的

《低压开关设备和控制设备》的本部分适用于在开关设备和控制设备中作控制、信号指示、联锁等用途的控制电路电器和开关元件。

本部分适用于额定电压交流不超过1 000 V(频率不超过1 000 Hz)或直流不超过600 V的控制电路电器。

对于工作电压低于交流或直流100 V的控制电路电器，见4.3.2.2。

本部分适用于下列规定型式的控制电路电器：

——人力操作控制开关，例如：按钮、旋转开关、脚踏开关等；

——电磁操作控制开关，具有延时或瞬时动作，例如：接触器式继电器；

——指示开关，例如：压力开关、温敏开关(热敏开关)、程控器等。

——位置开关，例如：由机器或机械的一部分操控的控制开关；

——有关的控制电路电器，例如：指示灯等。

注1：控制电路电器包括控制开关和相关的电器，如指示灯。

注2：控制开关包括开关元件及操动系统。

注3：开关元件可以是触头元件或半导体元件。

本部分也适用于与其他电器(其主电路符合其他标准)相关联的规定型式的开关元件，如：

——开关电器(例如：接触器、断路器等)的辅助触头，该触头并不仅仅用于对开关电器线圈的控制；

——外壳门上的联锁触头；

——旋转开关的控制电路触头；

——过载继电器的控制电路触头。

接触器式继电器除符合本部分规定的使用类别外，还应符合IEC 60947-4-1：2009＋A1：2012的有关要求及试验。

本部分不包括GB/T 14598或IEC 61810系列标准中涉及的继电器或家用及类似用途的自动电气控制器件。

指示灯、按钮等的颜色要求见GB/T 4025—2010，也可见国际照明委员会(CIE)出版的CIE S 0004/E—2001。

本部分的目的是规定：

a)　控制电路电器的特性；

b)　有关下列内容的电气和机械要求：

　　1)　需执行的各种工作制；

　　2)　额定性能和标志的含义；

　　3)　验证额定性能的试验。

c)　控制电路电器应满足以下有关功能要求：

1） 环境条件，包括封闭式装置的环境条件；

2） 介电性能；

3） 接线端子。

1.2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 2423.4—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Db 交变湿热(12 h+12 h循环)(IEC 60068-2-30：2005，IDT)

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

GB/T 4025—2010 人机界面标志标识的基本和安全规则 指示器和操作器件的编码规则(IEC 60073：2002，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 17464—2012 连接器件 电气铜导线 螺纹型和无螺纹型夹紧件的安全要求 适用于0.2 mm^2以上至35 mm^2(包括)导线的夹紧件的通用要求和特殊要求(IEC 60999-1：1999，IDT)

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

IEC 60068-2-6：2007 环境试验 第2部分：试验 试验Fc：振动(正弦)[Environmental testing—Part 2-6：Tests—Test Fc：Vibration (sinusoidal)]

IEC 60068-2-27：2008 环境试验 第2部分：试验-试验Ea和导则：冲击(Environmental testing—Part 2-27：Tests—Test Ea and guidance：Shock)

IEC 60417-DB：2002 设备用图形符号(Graphical symbols for use on equipment)

IEC 60617-DB：2012 图表用图形符号(Graphical symbols for diagrams)

IEC 60695-2-10：2013 电工电子产品着火危险试验 第2-10部分：灼热丝/热丝基本试验方法 灼热丝装置和通用试验方法(Fire hazad testing—Part 2-10：Glowing/hot-wire based test methods—Glow-wire apparatus and common test procedure)

IEC 60695-2-11：2014 电工电子产品着火危险试验 第2-11部分：灼热丝/热丝基本试验方法 成品的灼热丝可燃性试验方法(Fire hazard testing—Part 2-11：Glowing/hot-wire based test methods—Glow-wire flammability test method for end-products (GWEPT))

IEC 60695-2-12：2010 电工电子产品着火危险试验 第12部分：灼热丝/热丝基本试验方法 材料的灼热丝可燃性指数(GWFI)试验方法(Fire hazard testing—Part 2-12：Glowing/hot-wire based test methods—Glow-wire flammability index (GWFI) test method for materials)

IEC 60695-2-12：2010/A1：2014 第1号修改单(Amendment 1，2014)

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

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

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

IEC 60947-4-1：2009 低压开关设备和控制设备 第4-1部分：接触器和电动机起动器 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)

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

IEC 60947-5-5：1997 低压开关设备和控制设备 第5-5部分：控制电路电器和开关元件 具有机

械锁闩功能的电气紧急制动装置(Low-voltage switchgear and controlgear—Part 5-5: Control circuit devices and switching elements—Electrical emergency stop device with mechanical latching function)

IEC 60947-5-5:1997/A1:2005 第 1 号修改单(Amendment 1,2005)

IEC 60947-5-5:1997/A2:2016 第 2 号修改单(Amendment 2,2016)

IEC 61000-3-2 电磁兼容(EMC) 第 3-2 部分:限值 谐波电流发射限值(设备每相输入电流≤16 A)(Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 3-2: Limits—Limits for harmonic current emissions (equipment input current≤16 A per phase))

IEC 61000-3-3 电磁兼容(EMC) 第 3-3 部分:限值 对每相额定电流≤6A 且无条件接入的设备在公用低压供电系统中产生的电压变化、电压波动和闪烁的限制(Electromagnetic compatibility (EMC) —Part 3-3: Limits—Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current ≤16 A per phase and not subject to conditional connection)

IEC 61000-4-2:2008 电磁兼容(EMC) 第 4-2 部分:试验和测量技术-静电放电抗扰度试验(Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4-2: Testing and measurement techniques—Electrostatic discharge immunity test)

IEC 61000-4-3:2006 电磁兼容(EMC) 第 4-3 部分:试验和测量技术-射频场感应的传导骚扰抗扰度试验(Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4-3: Testing and measurement techniques—Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test)

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

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

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

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

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

IEC 61000-4-8:2009 电磁兼容(EMC) 第 4-8 部分:试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验(Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4-8: Testing and measurement techniques—Power frequency magnetic field immunity test)

IEC 61000-4-13:2002 电磁兼容(EMC) 第 4-13 部分:试验和测量技术 交流电源端口谐波、谐间波及电网信号的低频抗扰度试验(Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4-13: Testing and measurement techniques—Harmonics and interharmonics including mains signalling at a.c. power port, low frequency immunity tests)

IEC 61000-4-13:2002/A1:2009 第 1 号修改单(Amendment 1,2009)

IEC 61000-4-13:2002/A2:2015 第 2 号修改单(Amendment 2,2015)

IEC 61140:2016 电击防护 装置和设备的通用部分(Protection against electric shock—Common aspects for installation and equipment)

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

CIE S 004/E—2001 照明信号颜色(Colours of Light Signals)

2 术语和定义

IEC 60947-1:2007+A1:2010+A2:2014 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

2.1 基本术语和定义

2.1.1

控制电路电器 control circuit device

在开关设备和控制设备中用于控制、信号指示、联锁等的电器装置。

注:控制电路电器可以包括涉及其他标准中的相关电器,例如仪器、电位器、继电器等,以及作上述用途的辅助电器。

2.1.2

(控制电路和辅助电路的)控制开关 control switch(for control and auxiliary circuit)

用来控制开关设备或控制设备的操作(包括发出信号、电气联锁等)的一种机械开关电器。

注 1:控制开关可由具有共同操动系统的一个或多个触头元件组成。

注 2:控制开关可以包括半导体元件或触头元件(见 2.3.2 和 2.3.3)。

注 3:改写 IEC 60050-441:1984,定义 441-14-46。

2.1.3

适用于隔离的控制开关 control switch suitable for isolation

在断开位置符合隔离功能规定要求的控制开关(见 IEC 60947-1:2007 中 2.1.19 和 7.1.7)。

注:该控制开关对在被控设备上工作的人员提供较高的安全等级。因此当开关操作失误时,例如:在触头断开不充分的情况下,则必须依靠操作人员的判断进行手动操作使其达到安全位置。

2.1.4

控制站 control station

安装在同一面板或在同一外壳内的一个或多个控制开关的组合。

注:控制站的面板或外壳也可包含关联设备,例如:电位器、信号灯、仪器等。

[IEC 60050-441:1984,定义 441-12-08]

2.2 控制开关

2.2.1

自动控制开关 automatic control switches

注:自动控制开关是靠自动控制进行操作(见 IEC 60947-1:2007 中 2.4.5)。这种开关也可称为指示开关(见 IEC 60947-1:2007 中 2.2.18)。

2.2.1.1

瞬时接触器式继电器 instantaneous contactor relay

无任何故意延时动作的接触器式继电器。

注:除非另有规定,接触器式继电器一般是指瞬时接触器式继电器。

[IEC 60050-441:1984,定义 IEV 441-14-36]

2.2.1.2

延时接触器式继电器 time-delay contactor relay

具有规定延时特性的接触器式继电器。

注 1:延时可为通电延时(*e*-延时)或断电延时(*d*-延时)或通电断电均延时。

注 2:延时接触器式继电器也可装有瞬时触头元件。

注 3：改写 IEC 60050-441:1984，定义 441-14-37。

2.2.1.3

位置开关　position switch

在机器的运动部件到达预定位置时操作操动系统的一种指示开关。

[IEC 60050-441:1984，定义 IEV 441-14-49]

2.2.1.4

程序器　programmer

起始后，按预定程序操作的具有多开关元件的控制开关。

2.2.2

人力操作控制开关　manually operated control switches

注：人力操作控制开关是由人力控制进行操作的(见 IEC 60947-1:2007 中 2.4.4)。

2.2.2.1

按钮　push-button

具有用人体的一部分(一般为用手指或手掌)施力而操作操动器并具有储能(弹簧)复位的控制开关。

[IEC 60050-441:1984，定义 441-14-53]

2.2.2.2

拉钮　pull-button

具有用手拉操作的操动器和具有储能(弹簧)复位的控制开关。

2.2.2.3

按—拉钮　push-pull button

具有先用手按操作和后用手拉返回至其初始位置(或相反操作)的操动器的控制开关。

注：按钮的结构形式还有“按－按钮”或“按—转钮”或其他组合形式。

2.2.2.4

旋钮　rotary button

具有靠人力旋转操动器的按钮式开关元件的组合(也可参见 2.2.2.15～2.2.2.18)。

示例：选择开关。

注：旋转式按钮可有两个以上位置，可以有或没有复位弹簧。

2.2.2.5

锁扣式按钮　latched push-button

具有复位弹簧的按钮，但是它保持在操动位置上直到锁扣被另一动作释放为止。

注：锁扣可由同一按钮或相邻按钮的下一次操动(诸如按、转等)来释放或用电磁铁操作来释放等。

2.2.2.6

定位式按钮　locked push-button

用另一操作保证其在一个或几个位置上的按钮。

注：可用旋转钮、旋转钥匙、操作手杆等方法定位。

2.2.2.7

钥匙操作式按钮　key-operated push-button

仅在钥匙保持在插入位置时才能操作的按钮。

注：钥匙可在任何位置拔出。

2.2.2.8

延时复位按钮　time-delay push-button

在操作力去除后，经过一预定时间间隔，触头才回复至起始位置的按钮。

2.2.2.9

延时动作按钮　delayed action push-button

施加在钮上的力保持一预定时间间隔后，才发生开关动作的按钮。

2.2.2.10

指示灯式按钮　illuminated push-button

钮中装有一信号灯的按钮。

2.2.2.11

罩盖防护式按钮　covered push-button

有防护盖或罩保护以防止意外操作的按钮。

2.2.2.12

定向防护式按钮　shrouded push-button

在一定方向提供保护以防止意外操作的按钮。

2.2.2.13

自由式按钮　free push-button

操动器可无限制地绕其轴旋转的按钮。

2.2.2.14

导向式按钮　guided push-button

其操动器不可绕其轴旋转的按钮。

注：导向式按钮举例：具有键槽形、正方形或长方形的操动器。

2.2.2.15

旋转控制开关　rotary control switch

旋转开关(简称)　rotary switch(abbreviation)

具有旋转操作操动器的控制开关。

2.2.2.16

钥匙操作旋转开关　key-operated rotary switch

用钥匙作为操动器的旋转开关。

注：钥匙在任何位置均可拔出。

2.2.2.17

有限运动式旋转开关　limited movement rotary switch

操动器的转动角受限制的旋转开关。

2.2.2.18

单向运动式旋转开关　unidirectional movement rotary switch

操动系统只允许在一个方向转动的旋转开关。

2.2.2.19

操纵杆　joy stick

具有用操作柄或操作杆所组成的操动器的控制开关，当其处于某一位置时，操作柄或操作杆与面板或外壳间成一直角向外伸出，且用角位移法进行操作。

注1：操作杆随着杆朝不同方向位移可有两个以上的位置，从而有别于操作触头元件。这一操纵杆称为操纵杆式选择开关。

注2：操作柄或操作杆可有或无复位弹簧。

2.2.2.20

摇杆　wobble stick

作任何方向位移都可操作所有触头元件的操纵杆。

2.2.2.21

脚踏开关　foot switch(pedal)

具有用脚施加力操作操动器的控制开关。

注：改写 IEC 60050-441:1984,定义 441-14-52。

2.3　控制开关部件

2.3.1

开关元件　switch element

开关元件可以是半导体元件(见 2.3.2)或触头元件(见 2.3.3)。

2.3.2

半导体元件　semiconductor element

利用控制半导体的导电可控性来接通和分断电路电流的一种元件。

2.3.3

触头元件　contact element

控制开关中用于闭合和断开单一电路所需的固定的和可动的、使电路接通和断开的部件。

注 1：触头元件和操动系统可组成一个不可分割的单元,但是通常一个或多个触头元件可与一个或多个操动系统组合在一起,操动系统可以是不同的。

注 2：有关各种触头元件的定义在 2.3.3.1～2.3.3.10 中给出。

注 3：上述定义不包括控制线圈和磁系统。

下列是有关控制开关单一触头元件的定义：

2.3.3.1

单断点触头元件　single gap contact element

仅由一个触点闭合或断开其电路的触头元件。

注：见图 4a)和图 4c)。

2.3.3.2

双断点触头元件　double single gap contact element

由串联的两个触点闭合或断开其电路的触头元件。

注：见图 4b)、图 4d)和图 4c)。

2.3.3.3

接通(常开)触头元件　make-contact element (normally open)

当控制开关被操动时闭合一个电路的触头元件。

2.3.3.4

分断(常闭)触头元件　break-contact element (normally closed)

当控制开关被操动时断开一个电路的触头元件。

2.3.3.5

转换触头元件　change-over contact elements

由一个接通触头元件和一个分断触头元件组成的触头元件。

注：见图 4 c)、图 4 d)和图 4 c)。

2.3.3.6

脉冲(瞬时)触头元件　pulse(fleeting) contact element

操动器从一个位置转换至另一个位置期间,在其行程的某一段内断开或闭合电路的触头元件。

2.3.3.7

电气上分开的触头元件　electrically separated contact elements

属于同一控制开关的触头元件,彼此间有足够的绝缘距离,以使它们能接到电气上分开的电路中。

电气上分开的电路可以是极性相同的也可以是极性相反的。

注：改写 IEC 60050-441:1984，定义 441-15-24。

2.3.3.8

非从动(快速)触头元件　independent (snap) action contact element

触头运动的速度基本上与操动器的运动速度无关的人控或自控的控制电器的触头元件。

2.3.3.9

从动触头元件　dependent action contact element

触头运动的速度取决于操作器运动速度的人力控制或自动控制的控制电器触头元件。

2.3.3.10

触头单元　contact unit

一个触头元件或同一操动系统操作的类似单元组合的触头元件组。

2.3.4

钮　button

按钮的操动器的外端，操动力施加于其上。

2.3.4.1

平钮　flush-button

其初始位置与相邻固定面基本上是同一水平，而操作时低于该固定面的钮。

2.3.4.2

凹钮　recessed button

其初始位置和操作位置都低于相邻固定面的钮。

2.3.4.3

凸钮　extended button

其初始位置和操作位置都高于相邻固定面的钮。

2.3.4.4

蘑菇钮　mushroom button

伸出端有一扩大直径的钮。

2.3.5

定位机构　locating mechanism

〈旋转开关〉使操动器和/或触头元件保持在其位置上的操动系统的部件。

注：其他电器(如带两位置或紧急制动功能的按钮)也可由此功能。

2.3.6

终端停挡　end stop

限制运动部件行程的器件。

注：终端停挡既可对操动器也可对触头元件起限位作用。

2.4　控制开关的操作

2.4.1　接触器式继电器的动作

2.4.1.1

***e*-延时　*e*-delay**

〈触头元件〉在接触器式继电器的电磁线圈通电后，其触头元件的动作延时。

示例：延时闭合接通触头(闭合延时)。

注：术语“*e*-延时”和“*d*-延时”均可适用于各种触头元件（见 2.3.3）。

2.4.1.2

d-延时　d-delay

〈触头元件〉在接触器式继电器的电磁线圈断电后，其触头元件的动作延时。

例如：延时断开接通触头(断开延时)。

注：术语"e-延时"和"d-延时"均可适用于各种触头元件（见 2.3.3）。

2.4.1.3

固定延时　fixed delay

〈触头元件〉延时值为不可调节的接触器式继电器的触头元件的动作。

2.4.1.4

可调延时　adjustable delay

〈触头元件〉在接触器式继电器安装后，其触头元件的动作延时可以调节至不同数值。

2.4.2　指示开关的操作

2.4.2.1

操动量　actuating quantity

决定指示开关操作或不操作的物理量值。

2.4.2.2

动作值　operating value

足以引起指示开关动作的操动量值。

2.4.2.3

返回值　return value

使得已经动作的指示开关，返回到其休止位置而必须重新确立的操动量值。

2.4.2.4

差值　different value

动作值和返回值之间的差值。

2.4.3　旋转开关的操作

2.4.3.1

(旋转开关的)肯定位置　definite position (of a rotary switch)

只要操动力矩不超过一定值，定位机构使旋转开关进入指定位置并维持在该位置。

2.4.3.2

休止位置　position of rest

定位机构借助所储存能量使旋转开关返回至一稳定的(肯定的)位置上，并保持在该位置。

2.4.3.3

过渡位置　transit position

系一确定位置，在此位置上定位机构在操作瞬间产生预定的标记变化，但此位置操动器不能自行停留。

2.4.3.4

偏位　biased position

系旋转开关的确定位置，在此位置上操动器受拉力阻止停留，以防止其利用贮能(例如，借助弹簧)从停留位置返回到休止位置。

注：在一个偏位转移到邻近的休止位置期间，旋转开关可以经过一个或几个过渡位置。

2.4.3.5

锁扣位置　latched position

系一偏位，在此位置上返回机构被锁扣装置锁住。

注：锁扣装置可用人力释放或用其他方法释放。

2.4.3.6

锁定位置　locked position

系一确定位置，用其他动作来确保旋转开关在此位置上。

注：锁定可以用转动钥匙，操作控制杆等获得。

2.4.3.7

操作图　operating diagram

旋转开关的触头元件按预定顺序操动而动作的表示图。

2.4.4　机械操作的控制开关的操作

2.4.4.1

操动器的预行程　pre-travel of the actuator

不引起触头元件行程的操动器的最大行程。

注：见图2中尺寸 a。

2.4.4.2

操动器的超行程　over-travel of the actuator

所有触头均达到其闭合(断开)位置后的操动器的行程。

2.4.4.3

直接传动　direct drive

操动器与触头元件之间的连接使操动器无任何预行程。

2.4.4.4

肯定传动　positive drive

操动器与触头元件之间的连接使施加在操动器上的力直接传递至触头元件上。

2.4.4.5

有限传动　limited drive

操动器与触头元件之间的连接使力传递至触头元件上是有限的。

2.4.4.6

最小起动力(或力矩)　minimum starting force (or moment)

操动器预行程起动力(或力矩)的最小值。

2.4.4.7

最小操动力(或力矩)　minimum actuating force (or moment)

施加在操动器上的能使所有触头达到其闭合(或断开)位置的力(或力矩)的最小值。

2.4.4.8

触头元件的预行程　pre-travel of the contact element

在触头接通(分断)前触头元件内产生的相对运动。

注：见图2中尺寸 b。

2.4.4.9

触头元件的超行程　over-travel of the contact element

在触头已达到其接通(分断)位置后触头元件内产生的相对运动。

注：见图2中尺寸 d。

2.4.4.10

弹跳时间　bounce time

对于用于闭合(断开)电路的触头,弹跳时间指触头电路第一次闭合(断开)的瞬间到电路最终被闭合(断开)的瞬间的时间间隔。

注:改写 IEC 60050-444:2002,定义 444-05-04。

3　分类

3.1　触头元件

触头元件可按下列分类:

a)　使用类别(见 4.4);

b)　与使用类别相关的电器额定值(见附录 A);

c)　下列字母型式之一(见图 4):

1)　型式 A——单断点接通触头元件;

2)　型式 B——单断点分断触头元件;

3)　型式 C——单断点三端子的通断转换触头元件;

4)　型式 X——双断点接通触头元件;

5)　型式 Y——双断点分断触头元件;

6)　型式 Z——双断点四端子的通断转换触头元件。

d)　c)中没有包括的其他型式。

注 1:就图 4c)而言,两个动触头元件为电气上分开的(见 2.3.3.7)。

注 2:先通后断(闭合重叠的)转换触头元件(当动触头从一位置运动到另一位置中的某一段行程内两个电路都被闭合)与先断后通(无闭合重叠)的转换触头元件(当动触头从一位置运动到另一位置中的某一段行程内两个电路都被断开)是有区别的。除非另有规定,一般转换触头元件是指先断后通者。

3.2　控制开关

控制开关可以按触头元件以及操动系统的性质进行分类,如:按钮,型式 X。

3.3　控制电路电器

控制电路电器可以按控制开关和相连的控制电路设备进行分类,如:带指示灯的按钮。

3.4　延时开关元件

延时开关元件可以按开关元件实现延时的方法进行分类,如:电延时、磁延时、机械延时或气动延时。

3.5　控制开关的安装

控制开关的安装可以按安装孔的尺寸进行分类,如:D 12、D 16、D 22、D 30(见 6.3.1)。

4　特性

4.1　特性概述

4.1.1　一般要求

控制电路电器和开关元件的特性应在下列项目中选择合适的项目进行规定:

——电器的型式(见 4.2);
——开关元件的额定值和极限值(见 4.3);
——开关元件的使用类别(见 4.4);
——正常负载特性和非正常负载特性(见 4.3.6)。

4.1.2 控制开关的操作

控制开关的主要用途是通断表 1 指定的各种使用类别的负载。
对于其他用途,例如:通断钨丝灯、小电动机等,本部分不作具体规定,但在 4.3.6.2 中作了说明。

4.1.2.1 正常条件下操作

控制开关的正常条件下操作是指对表 1 中的使用类别进行闭合、保持和断开电路,也可以参见表 4。

4.1.2.2 非正常条件下操作

非正常条件下操作是指如电磁铁虽然已被激磁,但不能闭合的情况,参见表 5。
控制开关应能分断该使用条件下的电流。

4.2 控制电路电器或开关元件的型式

4.2.1 控制电路电器的种类

控制电路电器的种类:
——人力操作控制开关,例如:按钮,旋转开关,脚踏开关等;
——电磁操作控制开关(延时动作或瞬时动作),例如:接触器式继电器;
——指示开关,例如:压力开关,温敏开关(热敏开关),程序器等;
——位置开关;
——有关的控制电路电器,例如:指示灯等。

4.2.2 开关元件的种类

开关元件的种类:
——开关电器(例如:接触器,断路器等)的辅助触头,该类触头不仅仅用于对开关电器线圈的控制;
——外壳门的联锁触头;
——旋转开关的控制电路触头;
——过载继电器的控制电路触头。

4.2.3 极数

应规定极数。

4.2.4 电流种类

电流种类:
——交流;
——直流。

4.2.5 灭弧介质

灭弧介质:

——空气；
——油；
——气体；
——真空等。

4.2.6 操作条件

4.2.6.1 操作方式

操作方式：
——人力操作；
——电磁操作；
——气动操作；
——电控-气动操作。

4.2.6.2 控制方式

控制方式：
——自动；
——非自动；
——半自动。

4.3 开关元件的额定值和极限值

4.3.1 一般要求

控制电路电器的开关元件额定值应按 4.3.2～4.3.6 的规定，但不必规定所有列出值。

4.3.2 （开关元件的）额定电压

4.3.2.1 一般要求

开关元件的额定电压应按 4.3.2.2～4.3.2.4 的规定。

4.3.2.2 额定工作电压（U_e）

IEC 60947-1:2007 中 4.3.1.1 适用，并补充下列要求。

对于三相电路，额定工作电压 U_e 用线电压有效值表示。

注：开关元件可用若干额定工作电压和额定工作电流的组合来表示。

本部分涉及的控制开关一般不推荐用于很低的电压，而且也不适合这样的用途。因此，对于用于较低的工作电压时（例如低于交流或直流 100 V），建议征询制造商的意见。

4.3.2.3 额定绝缘电压（U_i）

IEC 60947-1:2007 中 4.3.1.2 适用。

4.3.2.4 额定冲击耐受电压（U_{imp}）

IEC 60947-1:2007 中 4.3.1.3 适用。

4.3.3 电流

4.3.3.1 约定自由空气发热电流(I_{th})

IEC 60947-1:2007 中 4.3.2.1 适用。

4.3.3.2 约定封闭发热电流(I_{the})

IEC 60947-1:2007 中 4.3.2.2 适用。

4.3.3.3 额定工作电流(I_e)

IEC 60947-1:2007 中 4.3.2.3 第一段适用。

4.3.4 额定频率

IEC 60947-1:2007 中 4.3.3 适用。

4.3.5 空白

4.3.6 正常和非正常的负载特性

4.3.6.1 正常条件下开关元件的额定接通和分断能力及其特性

开关元件应满足表 4 中规定的使用类别和额定操作电压的要求。

注：对于已规定使用类别的开关元件，无需再单独规定其接通和分断能力。

用于通断小电动机和钨丝灯负载的开关元件应按 IEC 60947-4-1:2009+A1:2012 的规定确定其使用类别，并还应符合其相应要求。

4.3.6.2 非正常条件下接通和分断能力

开关元件应符合表 5 中规定的使用类别的要求。

注：非正常使用条件示例：电磁铁不动作，开关元件不得不分断接通电流。

4.3.7 短路特性

4.3.7.1 额定限制短路电流

IEC 60947-1:2007 中 4.3.6.4 适用。

4.4 开关元件的使用类别

表 1 中规定的使用类别认为是标准使用类别，其他型式的使用类别应以制造商和用户的协议为准。但是，制造商的样本或说明书中给出的信息可构成协议。

表 1 开关元件的使用类别

电流种类	使用类别	典 型 用 途
交流	AC-12	控制电阻性负载和光电耦合隔离的固态负载
	AC-13	控制有变压器隔离的固态负载
	AC-14	控制小容量电磁式负载(≤72 VA)
	AC-15	控制交流电磁式负载(>72 VA)

表 1（续）

电流种类	使用类别	典 型 用 途
直流	DC-12	控制电阻性负载和光电耦合隔离的固态负载
	DC-13	控制电磁铁
	DC-14	控制电路中有经济电阻的电磁式负载

4.5 空白

4.6 空白

4.7 空白

4.8 空白

4.9 空白

4.10 电气上分开的触头元件

制造商应规定控制电路电器的触头元件电气上是否分开（见 2.3.3.7）。除非制造商另有说明，电气上分开的触头元件应当视为是相反的极性。

4.11 指示开关的操动量

指示开关的操动量的动作值和返回值取决于操动量的正常上升值和正常下降值。除非另有规定，操动量的变化率应是有规律的，并且不能在小于 10 s 内达到动作值（或返回值）。

动作值和返回值两者都可以为固定值，或其中一个为可调，或者均为可调（或两者之差值可调）。

如适用，制造商应指明耐受值，该值可以是大于最高整定动作值的最大值，或是小于最低整定返回值的最小值。耐受值指在该值下操作不得损坏指示开关或改变其特性。

4.12 具有两个或多个触头元件的指示开关

具有两个或两个以上不可单独调节的触头元件的指示开关，对于每个触头元件来讲，可有不同的动作值和返回值。

具有两个或两个以上的可单独调节的触头元件的指示开关可被认为是指示开关的组合。

5 产品的有关资料

5.1 资料的内容

制造商应提供有关识别资料和基本额定值及使用类别资料。

识别资料如下：

a) 制造商厂名或商标；

b) 型号或系列号，由此可从制造商或其产品样本或按附录 A 的选择来获得关于开关元件（或整个控制开关）的有关资料；

c) 本标准号（如果制造商声明是符合该标准的话）。

基本额定值和使用类别资料如下：

d) 额定工作电压(见 4.3.2.2);

e) 控制电路电器额定工作电压下的使用类别和额定工作电流;

f) 额定绝缘电压(见 4.3.2.3);

g) 额定冲击耐受电压(见 4.3.2.4);

h) 空白;

i) IP 等级(对封闭式控制电路电器)(见 IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 5.1 和附录 C);

j) 污染等级(见 6.1.3.2);

k) 短路保护电器的型式和最大额定值(见 8.3.4.3);

l) 限制短路电流;

m) 适用于隔离,如适用,应引用 IEC 60617-DB:2012 中 S00288 符号;

n) 相同极性触头元件的指示;

o) 导线插入端子前应剥掉的绝缘的长度;

p) 对于非通用的无螺纹型接线端子:

——“s”或“sol”代表单根硬导线的接线端子;

——“r”代表刚性(单根或绞和)导线的接线端子;

——“f”代表软导线的接线端子。

5.2 标志

5.2.1 一般要求

5.1 a)和 5.1 b)的标志应标在控制电路电器的铭牌上,以便从制造商获得完整的资料。

5.1 n)的标志应标在控制电路电器的铭牌上,以确保安装时布线正确。

标志应是不易磨灭的和易于识别的,并且标志不应标在螺钉及可移动的垫圈上。

只要空间允许,5.1 c)~5.1 m)和 5.1 o)的参数应标在铭牌或控制电路电器上,或包含在制造商公布的文件中。

非通用无螺纹型接线端子的标识“s”“sol”“r”或“f”应标在电器上,或者,如果空间不够,应在最小包装或产品技术资料里注明。

5.2.2 接线端子的识别和标志

IEC 60947-1:2007 中 7.1.8.4 适用,并增加附录 M 中规定的附加要求。

5.2.3 功能标志

操动器可用刻上符号的形式来识别。如果在停止钮的操动器上刻有或标有符号,那么该符号应为圆形或椭圆形(以椭圆零表示)。圆形符号或椭圆形符号只能用于停止钮。

如果空间足以确保标识清晰,则还可用字母或文字的形式作为标志。在其余情况下,识别标志应标在每个操动器周围或靠近它的固定标签上。

符号应符合 IEC 60417-DB:2002。

5.2.4 紧急制动

带有机械式锁闩功能的紧急制动装置的操动器形状与颜色、背景颜色和开闩方向应符合 IEC 60947-5-5:1997+A2:2016 的要求。

5.2.5 操作图

5.2.5.1 一般要求

旋转开关可以有多个触头元件和多个操动器位置，因此，制造商需要指明操动器位置与相关的触头元件位置之间的关系。

建议以操作图的形式来说明上述关系，其示例见图1，并附注说明。

5.2.5.2 位置指示和触头位置

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 7.1.6.1 适用，并补充以下要求：

位置指示应清楚，有关内容或符号应不易磨灭和易于识别。

5.2.5.3 操作图的接线端子标记

就操作图而言，接线端子的标记应清楚识别。也可参见附录 M。

5.2.6 延时标志

对于延时接触器式继电器，如果它为固定延时，则标志应包括延时值，如果它为可调延时，则标志应包括延时范围。

在具有一个以上的延时触头元件的情况下，应指明在触头元件第一次延时后每个触头元件的动作与下一个动作之间的相对延时。

如果两个或两个以上的触头元件带有可调延时，则应指明它们是否单独可调。

对于每个延时触头元件，制造商应按 2.4.1.1 或 2.4.1.2 指明其延时特性。

5.3 安装、操作和维修说明

IEC 60947-1:2007+A1:2010+A2:2014 中 5.3 适用。

5.4 附加资料

对于某些型式的控制电路电器所需的附加资料，按附录 J 和附录 K 的有关规定进行补充。

这类附加资料应由制造商提供，可用接线图或说明书的形式与控制电路电器一起提供。

6 正常使用、安装和运输的条件

IEC 60947-1:2007+A1:2010+A2:2014 中第 6 章适用，并补充下列条款：

6.1.3.2 污染等级

除非制造商另有规定，控制电路电器一般安装在污染等级 3 的环境条件。其他污染等级也可适用，这取决于电器所处的微观环境。

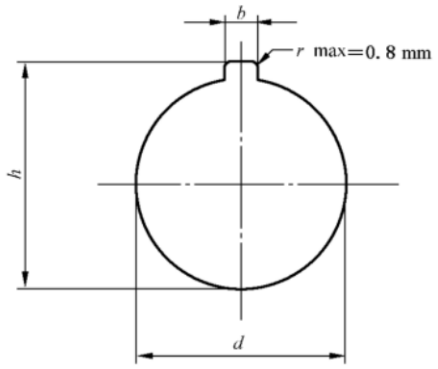
6.3.1 单孔安装电器的安装

单孔安装的按钮和指示灯应安置在控制板的圆孔中，控制板上可有一个矩形键槽。

各尺寸要求见表 2。

表 2　安装孔直径和键槽尺寸(如有)

尺寸	安装孔径 d mm	键槽(如有)	
		高度 h mm	宽度 b mm
D 30	$30.5^{+0.5}_{0}$	$33.0^{+0.5}_{0}$	$4.8^{+0.2}_{0}$
D 22	$22.3^{+0.4}_{0}$	$24.1^{+0.4}_{0}$	$3.2^{+0.2}_{0}$
D 16	$16.2^{+0.2}_{0}$	$17.9^{+0.2}_{0}$	$1.7^{+0.2}_{0}$
D 12	$12.1^{+0.2}_{0}$	$13.8^{+0.2}_{0}$	$1.7^{+0.2}_{0}$



6.3.1.1　键槽的位置(如有)

键的标准位置是正上方位置(即 12 点钟的位置),且与表 3 中尺寸 b 有关。

6.3.1.2　控制板的厚度范围

对制造商规定的有或没有密封垫圈的电器,应能安装在 1 mm～6 mm 间任何厚度的控制板上,必要时可用垫片。

注:密封垫圈是非标准的。

6.3.1.3　电器组

当一组 6.3.1 所列尺寸的电器并排安装在控制板上时,同排安装孔中心线之间距离 a 和各排的中心线间的距离 b,除制造商另有规定外,都不得小于表 3 中给定的数值。

表 3　安装孔中心之间最小距离优先值

尺寸	a mm	b mm
D 30	50	65
D 22	30	50
D 16	25	25
D 12	20	20

距离 a 和距离 b 可以互相调换。

这些数值旨在指导开发设计;然而,当需要安装不同制造商的电器时,用户应选用可互换的电器,并在电器安装和接好线时确保电气间隙和爬电距离。

注:根据电器制造商的规定,某些电器的安装距离可以小于表 3 中所列之值,这取决于电器的设计要求、连接方式、标记等。此外,某些形式的电器可能会要求比表 3 所列值更大的距离。

7 结构和性能要求

7.1 结构要求

7.1.1 一般要求

除 IEC 60947-1:2007+A1:2010+A2:2014 中 7.1.2、7.1.3、7.1.7、7.1.9 和 7.1.13 外,IEC 60947-1:2007+ A1:2010+A2:2014 中 7.1 适用,并补充下列条款:

7.1.2 材料

7.1.2.1 一般要求

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 7.1.2.1 适用,并补充下列要求:

材料的耐湿性能要求按 GB/T 14048.1—2012 中附录 K 的规定,应对某些绝缘材料提供抗潮保护。

7.1.2.2 灼热丝试验

材料的验证试验可按下述适当的方式进行:

a) 在电器上进行试验;

b) 在从电器上取下的部件上进行试验;

c) 在具有适当厚度的相同材料的任意部件上进行试验;

d) 提供绝缘材料供应商出具的满足 IEC 60695-2-12:2010+A1:2014 要求的数据。

电器的材料应具有相应的耐非正常热和火的能力。制造商应说明采用上述哪种试验,a)、b)、c)或 d)。

如果具有相同截面积的同一种材料已满足 GB/T 14048.1—2012 中 8.2.1 规定的试验要求,则可不必重复进行这些试验。

在电器上进行的材料试验应采用 IEC 60695-2-10:2013 和 IEC 60695-2-11:2014 规定的成品的灼热丝试验方法进行试验。

试验应按照 IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 8.2.1.1.1 和表 6 中规定的试验条件进行。

注:对于 IEC 60695-2-11:2014 所规定的质量小于 2 g 的材料部件和小部件,无需进行其他试验。

7.1.2.3 基于可燃性类别的试验

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

7.1.3 载流部件及其连接

载流部件应具有适合其预定用途所需的机械强度和载流能力。

除非金属部件中有足够的弹性来补偿绝缘材料任何可能发生的收缩和变形,电气连接的接触压力不应通过绝缘材料来传递,但陶瓷或性能更适应的其他材料除外。

7.1.4 电气间隙和爬电距离

IEC 60947-1:2007+A2:2014 中 7.1.4 适用。

7.1.5.3 操动力(或力矩)

操作操动器所需的力(或力矩)应与指定的用途相适合,应考虑操动器的尺寸、外壳或控制板的型式、安装的环境条件以及其指定用途。

7.1.5.4 （旋转开关的）旋转极限

当使用限位运动或单向动作的操动器时，这些操动器应配有能够承受5倍于实际最大操动力矩的强有力的限位装置。

7.1.5.5 紧急制动

操动器应完全锁扣在操动位置，且控制触头断开。锁扣装置应由另一动作（例如：拉、旋转或用钥匙）来释放。

注：紧急制动装置的附加要求见IEC 60947-5-5:1997+A1:2005+A2:2016。

7.1.7 适用于隔离的控制开关的条件

适用于隔离的控制开关应以人力操作且具有肯定断开操作（见附录K），在断开位置上应符合隔离功能要求（见IEC 60947-1:2007+A1:2010+A2:2014中2.1.19和7.1.7）。

在没有施加操动力时，适用于隔离的控制开关应能在断开位置上保持断开。

当触头元件处于断开位置时，为避免误操作，应有能够防止适用于隔离的控制开关动作的措施。这些可以用挂锁或只能用特殊工具或钥匙来释放的锁扣装置来实现。

7.1.8 接线端子

接线端子的要求应按照8.2.4中的试验进行验证。

7.1.14 Ⅱ类控制电路电器

Ⅱ类控制电路电器不提供保护接地功能（见IEC 61140:2016）。

封装隔离的Ⅱ类控制电路电器，见附录F。

7.1.15 具有整体连接电缆的控制开关的要求

见附录G。

7.2 性能要求

IEC 60947-1:2007+A1:2010+A2:2014中7.2.1.1和7.2.2适用，并补充下列条款：

7.2.1.2 接触器式继电器的操作范围

接触器式继电器的操作范围应符合IEC 60947-4-1:2009+A1:2014。

7.2.3 介电性能

IEC 60947-1:2007+A1:2010+A2:2014中7.2.3适用，并补充下列要求。

对于封装绝缘的Ⅱ类控制电路电器，见附录F。

7.2.4 正常和非正常负载条件下的接通和分断能力

7.2.4.1 接通和分断能力

开关元件的接通和分断能力应按如下规定：

a） 正常条件下的接通和分断能力

开关元件应能在表4中规定的使用类别和指定的操作循环次数条件下以及8.3.3.5.3规定的条件

下无故障地接通和分断电流。

b) 非正常条件下的接通和分断能力

开关元件应能在 8.3.3.5.4 和表 5 中规定的使用类别及操作循环次数条件下无故障地接通和分断电流。

7.2.4.2 空白

7.2.4.3 耐久性

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 7.2.4.3 适用,并补充下列要求:

a) 机械耐久性

如有必要,控制电路电器的机械耐久性可由制造商规定用特殊试验来验证,试验按附录 C 要求进行。

b) 电气耐久性

如有必要,控制电路电器的电气耐久性可由制造商规定用特殊试验来验证,试验按附录 C 要求进行。

7.2.5 限制短路电流

开关元件应能承受在 8.3.4 规定条件下由短路电流引起的应力。

7.2.6 空白

7.2.7 适用于隔离的控制开关的附加要求

适用于隔离的控制开关应根据 IEC 60947-1:2007+A1:2010+A2:2014 中 8.3.3.4 的要求进行试验,试验电压值应根据制造商规定的额定冲击耐受电压(U_{imp})在 IEC 60947-1:2007 的表 14 中选定。

适用于隔离的控制开关的其他补充要求正在考虑中。

7.2.8 最大恢复时间

对于具有电子线路的设备,制造商应为其规定最大恢复时间和测量方法。

7.3 电磁兼容(EMC)

7.3.1 一般要求

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 7.3.1 适用,并补充下列要求:

被试控制电路电器应具有能代表该型式的所有必要设计要求,并处于干净的新环境中。

EMC 试验应在额定工作电压 U_e 下进行,如果给定的额定工作电压为一个范围,则试验应在代表最严酷条件的电压下进行。

不允许在一个试验周期内或之后维修或替换零件。

通常规定两种环境:A 和 B。本部分涉及的产品预期用于环境 A 中。

具有电子线路的接触器式继电器应符合 IEC 60947-4-1:2009 中 8.3.2.2 的要求。

7.3.2 抗扰度

7.3.2.1 无电子线路电器的抗扰度

IEC 60947-1:2007 中 7.3.2.1 适用。

7.3.2.2 具有电子线路电器的抗扰度

IEC 60947-1:2007 中 7.3.2.2 适用。

试验应按照 8.4 进行。

7.3.2.3 合格判据

表 7 中给出了合格判据。

7.3.2.4 静电放电

IEC 61000-4-2:2008 和表 8 中规定了要求。

7.3.2.5 射频电磁场辐射抗扰度试验

IEC 61000-4-3:2006+A1:2007+A2:2010 和表 8 中规定了要求。

假如在最严酷条件下的方向已知,那么试验仅需在此方向上进行。否则,被试电器将在三个相互垂直的方向上进行试验。

7.3.2.6 电快速瞬变/脉冲群抗扰度试验

IEC 61000-4-4:2012 和表 8 中规定了要求。

7.3.2.7 电涌抗扰度试验

IEC 61000-4-5:2014 和表 8 中规定了要求。

7.3.2.8 射频场感应的传导抗扰度试验

IEC 61000-4-6:2013 和表 8 中规定了要求。

7.3.2.9 工频磁场抗扰度试验

IEC 61000-4-8:2009 和表 8 中规定了要求。

7.3.2.10 电压骤降和中断抗扰度试验

GB/T 17626.11—2008 和表 8 中规定了要求。

7.3.2.11 电源谐波抗扰度试验

IEC 61000-4-13:2002+A1:2009+A2:2015 和表 8 中规定了要求。

7.3.3 发射

7.3.3.1 无电子线路电器的发射

IEC 60947-1:2007+A1:2010+A2:2014 中 7.3.3.1 适用。

7.3.3.2 具有电子线路电器的发射

7.3.3.2.1 高频发射极限

具有电子线路的控制电路可以产生连续的电磁干扰信号。

这种干扰不应超过 CISPR 11:2015 中对环境 A 规定的极限。试验仅当控制电路或辅助电路中含

有超过 9 kHz 基本开关频率的电子元件时才进行。

7.3.3.2.2 低频发射极限

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 7.3.3.2.2 适用。

注：这些要求不适用于不与公共电网相连的电器。

7.3.3.2.3 测量条件

每一次测量都应在既定的且可再生的条件下进行。

CISPR 11:2015 中规定了试验、试验方法和装置的要求，而本部分中对实际进行试验时所需的要求做了部分修改或补充。

预期由公共电网供电的控制电路电器属于 IEC 61000-3-2 和 IEC 61000-3-3 的范畴，其低频发射的要求也应符合 IEC 61000-3-2 和 IEC 61000-3-3 中的规定。

表 4 开关元件在对应使用类别的正常条件下验证接通和分断能力

使用类别	接通[a]			分断[a]			最小通电时间	操作顺序、操作次数及操作频率			
	I/I_e	U/U_e		I/I_e	U/U_e						
AC			cosφ			cosφ	周波(在 50 Hz 或 60 Hz 时)	顺序[d,e]			
								1	2	3	4
AC-12	1	1	0.9	1	1	0.9	2	50	10	990	5 000
AC-13	2	1	0.65	1	1	0.65	2[b]				
AC-14	6	1	0.3	1	1	0.3	2[b]				
AC-15	10	1	0.3	1	1	0.3	2[b]				
DC			$T_{0.95}$ ms			$T_{0.95}$ ms	时间 ms				
DC-12	1	1	1	1	1	1	25	50	10	990	5 000
DC-13	1	1	$6\times P$[c]	1	1	$6\times P$[c]	$T_{0.95}$				
DC-14	10	1	15	1	1	15	25[b]				

I_e 额定工作电流　　I 接通或分断的电流

U_e 额定工作电压　　U 接通前的电压

$P=U_e\times I_e$ 稳态功率消耗(W)　　$T_{0.95}$ 达到 95%稳态电流的时间(ms)

注：试验的意图见 8.3.3.5.2。

[a] 试验量的允差见 8.3.2.2。

[b] 两次通电时间(接通和分断)至少为 2 个周波(或对 DC-14 为 25 ms)。

[c] "$6\times P$"值来自经验值，代表大多数直流电磁铁负载的上限为 $P=50$ W，即 $6\times P=300$ ms 的经验关系中求得。

对于功率消耗大于 50 W 的负载，可假定由较小的负载并联组成。

因此，不论功率消耗值多少，300 ms 可作为上限值。

对于半导体开关电器，最大时间常数应为 60 ms，即 $T_{0.95}=180$ ms(3×时间常数)。

[d] 所有使用类别的试验应按给定顺序进行。

[e] 对于下列顺序，操作频率应为：

——顺序 1：每分钟 6 次操作循环，试验电压升至 $U_e\times 1.1$，试验电流 I_e 在 U_e 时首先设定；

——顺序 2：在确保触头闭合和断开的情况下尽可能快；

——顺序 3：每分钟 60 次操作循环；

——顺序 4：每分钟 6 次操作循环。

表 5　开关元件在对应使用类别的非正常条件下验证接通和分断能力

使用类别	接通[a]			分断[a]			最小通电时间	接通和分断操作	
	I/I_e	U/U_e		I/I_e	U/U_e			操作循环次数	每分钟操作循环数
AC			$\cos\phi$			$\cos\phi$	循环次数(在 50 Hz 或 60 Hz 时)		
AC-12	—	—	—	—	—	—	—	—	—
AC-13[b]	10	1.1	0.65	1.1	1.1	0.65	2[c]	10	6
AC-14	6	1.1	0.7	6	1.1	0.7	2	10	6
AC-15	10	1.1	0.3	10	1.1	0.3	2	10	6
DC			$T_{0.95}$ ms			$T_{0.95}$ ms	时间 ms		
DC-12	—	—	—	—	—	—	—	—	—
DC-13[d]	—	—	—	—	—	—	—	—	—
DC-14	10	1.1	15	10	1.1	15	25[c]	10	6

I_e　额定工作电流　　I　接通或分断的电流

U_e　额定工作电压　　U　接通前的电压

$P=U_e\times I_e$　稳态功率消耗(W)　　$T_{0.95}$　达到 95%稳态电流的时间(ms)

注：非正常条件是模拟被堵不能闭合的电磁铁，见 8.3.3.5.3。

[a] 试验量的允差见 8.3.2.2。

[b] 对于半导体开关电器，应使用制造商规定的过载保护电器验证非正常条件。

[c] 两次持续时间(接通和分断)至少为 2 个循环(或对 DC-14 为 25 ms)。

[d] 正常条件下的试验包括异常条件下 DC-13 的试验。

表 6　灼热丝试验条件

试 验 部 件	试 验 条 件
质量低于 2 g 的部件(见 IEC 60695-2-11:2014 中 3.14)	无需试验[a]
符合 IEC 60695-2-11:2014 中 3.15 规定的小部件	无需试验[a]
用于固定载流部件的绝缘材料部件	灼热丝试验温度 750 ℃
所有其他部件	灼热丝试验温度 650 ℃[b]

[a] 无需进行替代试验。

[b] 如果能证明火灾剩余风险是可接受的，那么灼热丝试验温度能减少至 550 ℃。

表 7　抗扰度的合格判据

项目	合格判据 （试验中的性能标准）		
	A	B	C
整体性能	操作特性没有明显变化。 如预期操作[a]	性能的暂时衰退或损失可以自恢复[b]	性能的暂时衰退或损失，需操作者干预或系统复位
显示器和信号元件的动作	可视信息无变化。 视觉或听觉信号源仅有轻微光亮或声音密度波动，或是字符轻微位移或听觉信号源的频率轻微变化	暂时的可见变化或信息缺失。 非预期的视觉或听觉信号	停机，显示器永久损坏，或信息错误。 未许可的操作模式。 不能自恢复
信息处理和传感功能	且与外部设备的通信和数据交换不受干扰并符合规范	通信暂时受到干扰，且可以检测到并能自恢复	信息处理错误。 数据和/或信息未被检测到丢失。 通信错误。 不能自恢复

[a] 当传导射频可能引起故障时，制造商应在说明书中规定操作频率和带宽。

[b] 恢复时间应不超过在电源端子处通电起动电器时能够测得的最大起动时间（最大恢复时间见 7.2.8）。

表 8　抗扰度试验

试验类型	基本标准	试验水平		合格判据
静电放电抗扰度试验	IEC 61000-4-2:2008	8 kV/ 空气放电　或 4kV/接触放电		B[k]
射频电磁场辐射抗扰度试验 80 MHz 至 1 GHz	IEC 61000-4-3:2006 +A1:2007+A2:2010	10 V/m		A
射频电磁场辐射抗扰度试验 1.4 GHz 至 2 GHz	IEC 61000-4-3:2006 +A1:2007+A2:2010	3 V/m		A
射频电磁场辐射抗扰度试验 2 GHz 至 2.7 GHz	IEC 61000-4-3:2006 +A1:2007+A2:2010	1 V/m		A
电快速瞬变/脉冲群抗扰度试验（带电容耦合夹）	IEC 61000-4-4:2012	2 kV/5 kHz 对电源端[a] 1 kV/5 kHz 对信号端[b]		B[k]
浪涌抗扰度试验 （1.2/50 μs 至 8/20 μs）[c]	IEC 61000-4-5:2014	2 kV（线对地） 1 kV（线对线）		B
射频传导抗扰度试验 （150 kHz 至 80 MHz）	IEC 61000-4-6:2013	10 V		A
工频磁场抗扰度试验[d]	IEC 61000-4-8:2009	30A/m		A
电压暂降抗扰度试验[h]	GB/T 17626.11—2008	2 类[e,f] 0%　持续时间 0.5 周期	3 类[e,f] 0%　持续时间 0.5 周期	B[k,l]
		2 类[e,f] 0%　持续时间 1 周期	3 类[e,f] 0%　持续时间 1 周期	B
		2 类[e,f,g] 70%　持续时间 25/30 周期	3 类[e,f,g] 40%　持续时间 10/12 周期 70%　持续时间 25/30 周期 80%　持续时间 250/300 周期	C

表 8(续)

试验类型	基本标准	试 验 水 平		合格判据
短时中断抗扰度试验[h]	GB/T 17626.11—2008	2 类[e,f,g] 0% 持续时间 250/300 周期	3 类[e,f,g] 0% 持续时间 250/300 周期	C
电源谐波抗扰度	IEC61000-4-13:2012+A1:2009+A2:2015	无要求[i]		

[a] 电源端:在该点处连接承载电子电路或开关元件或相关设备动作所需基本电力的导线或电缆。

[b] 信号端:在该点处,承载传递数据或信号用信息的导线或电缆连接至电子电路或开关元件。

[c] 当二次线路(与主交流电路隔离)不受瞬态过电压影响时,不适用于超低压交流端口(≤30 V)和超低压直流输入/输出端口(≤60 V)。

[d] 仅适用于含有易受工频磁场影响元件的电器。

[e] 类别 2 一般适用于工业环境的公共耦合点和内部耦合点。

类别 3 仅适用于工业环境中的内部耦合点。在连接有下列设备时应认为是这类环境:大部分负荷经换流器供电;现场有焊接设备;频繁启动的大型电动机或变化迅速的负荷。

制造商应规定适用类别。

[f] 给定的百分比指的是额定工作电压的百分比,例如 0%表示 0 V。

[g] 在斜杠(/)前的数值对应 50 Hz 的试验,斜杠之后的数值对应 60 Hz 的试验。

[h] 仅适用于交流设备。

[i] 要求待制定。

[k] 为了保持系统的功能正常(比如自动或流程处理),对于直流电器,开关元件的状态变化应不超过 1 ms,或对于交流电器,该变化应不超过电源频率的半个周期。

[l] 对于功耗超过 750 mW 的电器,开关元件的恢复时间可能超过半个周期,但应小于最大恢复时间。

8 试验

8.1 试验种类

8.1.1 一般要求

IEC 60947-1:2007 中 8.1.1 适用。

8.1.2 型式试验

型式试验是为了验证控制电路电器的设计是否符合本部分的要求。

型式试验包括以下验证试验:

a) 温升(见 8.3.3.3);

b) 介电性能(见 8.3.3.4);

c) 正常条件下开关元件的接通与分断能力(见 8.3.3.5.3);

d) 非正常条件下开关元件的接通和分断能力(见 8.3.3.5.4);

e) 限制短路电流性能(见 8.3.4);

f) 结构要求(见 8.2);

g) 控制电路电器外壳防护等级(见 8.3.1);

h) EMC 试验，若适用(见 8.4)。

8.1.3 常规试验

常规试验由制造商负责进行，通常限于机械上的检验和机械操作的验证。

在附录 F 的某些情况中，要补充检验介电试验。

试验时，介电试验按 8.3.3.4 进行并作以下补充：要求施加电压的最小持续时间减为 1 s，金属箔与外接端子可不必连接。

可根据需要对控制开关和控制电路电器的常规试验进行补充规定，可采用适当的抽样方案。

8.1.4 抽样试验

如果经工程或统计分析表明无必要每台产品试验，则可采用抽样试验。

具有延时功能的电器应采用抽样试验验证其延时特性，延时时间或延时时间范围应符合制造商的规定。

注：按照 IEC 60947-1:2007 中 8.3.3.4.3 的电气间隙的抽样验证试验正在考虑中。

8.1.5 特殊试验

特殊试验根据制造商和用户的协议进行。

耐久性验证见附录 C。如需获得功能安全应用的相关数据，试验应根据附录 N 进行。

进行机械耐久性和电气耐久性试验用符合 8.3.2.1 要求的机构来操作的操动器进行。

如需验证湿热，盐雾，振动与冲击的环境条件，试验应根据 GB/T 14048.1—2012 中附录 Q 进行。

调节程序和试验在有电源端子时应在断开或不通电状态下进行。试验后电器应符合 7.2.1.2 或 7.1.5.3中规定的要求。

当主电器配有辅助电器时，应与主电器一同进行试验来验证其性能。

8.2 验证结构要求

8.2.1 材料

8.2.1.1 抗非正常热和火试验

8.2.1.1.1 灼热丝试验(在设备上进行)

IEC 60947-1:2007 中 8.2.1.1.1 适用，并补充下列要求：

7.1.2.2 中规定的条件和表 6 适用。

8.2.1.1.2 火焰试验、电热丝引燃试验和电弧引燃试验(在材料上进行)

GB/T 14048.1—2012 中 8.2.1.1.2 适用。

8.2.1.2 耐湿性能试验

控制电路电器的耐湿性能试验按 GB/T 14048.1—2012 附录 K 进行。

8.2.2 电器的结构

GB/T 14048.1—2012 中 8.2.2 适用。

8.2.3 电器的外壳

IEC 60947-1:2007 中 8.2.3 适用。

8.2.4 端子的机械和电气性能

8.2.4.1 试验一般条件

IEC 60947-1:2007+A2:2014 中 8.2.4.1 适用。

8.2.4.2 接线端子的机械强度试验

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 8.2.4.2 适用。

8.2.4.3 导线的偶然松动和损坏试验(弯曲试验)

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 8.2.4.3 适用。

8.2.4.4 拉出试验

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 8.2.4.4 适用。

8.2.4.5 具有最大横截面积的非预制圆铜导线的接入能力试验

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 8.2.4.5 适用。

8.2.4.7 无螺纹型夹紧件的电气特性

当使用了按 GB/T 17464—2012 认定合格的接线端子,且接线端子在电器中的工作条件按照接线端子制造商的规定,则无需进行本试验。

注 1:连接装置的部件说明见 IEC 60947-1:2007+A1:2010 中图 D.8。

IEC 60947-1:2007+A1:2010+A2:2014 中 8.2.4.7 适用,并作如下更改:

——试验应在带有夹紧件的连接装置上进行;

——试品数量至少为 8;

——试验应为一个单 8 试验:八个夹紧件应按规定的电压降试验,如果试验失败的夹紧件数量不超过 2 个,则认为试验通过。

注 2:单 8 试验的说明见 C.1.2.2。

应按制造商说明进行导线插入和分断。

图 10 中给出了合理的试验布置。如果无法在触头的 10 毫米范围内放置测量点,则理想测量点和实际测量点间的电压差应从测得的压降中减去。应在稳定的温度时通过恰当的测量方式对一个试品测量导线内的电压差。测量方式和结果应在试验报告中记录。

试验电流应符合表 9 规定。

电压降不应超过 15 mV。

提供的电器样品可以带孔或者相同安排的提供接线端口电压降的测量接入点。

注 3:通常,根据本标准装配产品包含很多不同种类的电线(绞合的、坚硬的、柔性的),这可能会导致对相同的接线端子需要进行足够的试验。

8.2.4.8 无螺纹型夹紧件的老化试验

当使用了按 GB/T 17464—2012 认定合格的接线端子,且接线端子在电器中的工作条件按照接线端子制造商的规定,则无需进行本试验。

IEC 60947-1:2007+A1:2010+A2:2014 中 8.2.4.8 适用,并作如下更改。

试验应在带有夹紧件的连接装置上进行。

根据表 9 确定试验电流。

对于温度循环的最高温度应为 40 ℃。

最大电压降应不超过以下两个数值中的较小值：

——22.5 mV；或

——第 24 个周期后测量值的 1.5 倍。

提供的电器样品可以带孔或者相同安排的提供接线端口电压降的测量接入点。

8.2.5 验证操动力(或力矩)

如 7.1.5.3 有要求，最小操动力(或力矩)按 8.3.1 的试验程序Ⅴ验证，其性能应符合 7.1.5.3 的要求。

8.2.6 验证(旋转开关的)旋转极限

当 7.1.5.4 规定本试验，旋转极限应按 8.3.1 的试验程序Ⅵ验证，试验样品应根据制造商的说明书安装。

操作力矩应测量 5 次，并记录最大值，将 5 倍于最大值的力矩值施加到操动器上，力的方向对应于限位装置方向。该力矩施加 10 s。

如果限位装置没有移动、松动或妨碍操动器的正常操作，则试验通过。

8.2.7 金属导管的拉出试验、扭转试验和弯曲试验

IEC 60947-1:2007 中 8.2.7 适用。

8.3 性能

8.3.1 试验程序

在有代表性的试品上进行下列试验类型和试验程序：

——试验程序Ⅰ(试品 1 号)

NO.1 试验—接触器式继电器的动作极限(8.3.3.2)，如适用

NO.2 试验—温升(8.3.3.3)

NO.3 试验—介电性能(见 8.3.3.4)

NO.4 试验—接线端子的机械性能和电气性能(8.2.4)

——试验程序Ⅱ(试品 2 号)

NO.1 试验—正常条件下开关元件接通与分断能力(见 8.3.3.5.3)

NO.2 试验—验证介电性能[见 8.3.3.5.6 b)]

——试验程序Ⅲ(试品 3 号)

NO.1 试验—非正常条件下开关元件接通与分断能力(见 8.3.3.5.4)

NO.2 试验—验证介电性能[见 8.3.3.5.6 b)]

——试验程序Ⅳ(试品 4 号)

NO.1 试验—限制短路电流性能(见 8.3.4)

NO.2 试验—验证介电性能[见 8.3.3.5.6 b)]

——试验程序Ⅴ(试品 5 号)

NO.1 试验—控制电路电器外壳防护等级(IEC 60947-1:2007+A2:2014 中附录 C)

NO.2 试验—验证操动力或力矩(8.2.5)

——试验程序Ⅵ(试品 6 号)

NO.1 试验—测量电气间隙和爬电距离，如适用(IEC 60947-1:2007+A2:2014 中 7.1.4)

NO.2 试验—验证旋转开关的旋转极限(8.2.6)

上述试验中不得有任何一项失败。

若制造商要求，可在一个试品上进行一个以上或所有的试验程序，但仍应按对每个试品所规定的顺序进行。

对于以封装绝缘的Ⅱ类控制电路电器，需要(多个)额外试品(见附录 F)。

对于电缆整体连接的控制电路电器，需要一个额外试品(见附录 G)。

8.3.2 一般试验条件

8.3.2.1 一般要求

IEC 60947-1:2007+A2:2014 中 8.3.2.1 适用并补充下列要求。

试验时，操动器采用符合 8.3.2.1 a)线性运动要求的机构操作，而对于旋转开关，该机构应符合 8.3.2.1 b)或 8.3.2.1 c)：

a) 对于按钮和/或相关的控制开关，操作机构应在操动器的运动方向上对其施加操动力(或力矩)；

按照制造商说明，操作机构的操动力(或力矩)或操动行程应符合下列条件之一：

——施加在操动器上的最大操动力(或力矩)不得超过触头元件最大超行程所要求的操动力(或力矩)的 1.5 倍；

——触头元件的超行程应在为其设计的固有超行程的 50%～80%之间。

除非制造商在试验报告中另有说明，在开闭操作的瞬间，操作机构的速度应在 0.05 m/s～0.15 m/s范围内，该速度在操作机构接触操动器处测量。

操动机构和操动器之间的机械联接应有足够的空隙(无效运动)以避免操动机构阻碍操动器的自由运动。

b) 对可在两个方向完整旋转的开关，一个操作循环包括操动器在顺时针方向上的一个完整动作或在逆时针方向上的一个完整动作。对这种开关，操作循环总次数的约 3/4 应在顺时针方向进行，其余次数在逆时针方向上进行。操作时，除非制造商在试验报告中另有说明，旋转开关的角速度应在 0.5 r/s～1 r/s 范围之间；

c) 除非制造商在试验报告中另有说明，受限制的运动式旋转开关应以 1 r/s～4 r/s 之间的速度动作。

8.3.2.2 试验参数

IEC 60947-1:2007+A2:2014 中 8.3.2.2 适用，8.3.2.2.3 除外。

8.3.2.3 试验结果的评定

在每项试验之后应按适合该试验的验证方法来检验控制电路电器的状态。

当控制电路电器满足每一项适用的试验和/或试验程序的要求，则认为该电器符合本部分要求。

8.3.2.4 试验报告

IEC 60947-1:2007 中 8.3.2.4 适用。

8.3.3 空载、正常负载和非正常条件下的性能

8.3.3.1 动作

IEC 60947-1:2007 中 8.3.3.1 适用。

8.3.3.2 接触器式继电器的动作范围

接触器式继电器的动作范围应符合适用于接触器的标准(见 IEC 60947-4-1:2009+A1:2014)。

8.3.3.3 温升

IEC 60947-1:2007+A1:2010+A2:2014 中 8.3.3.3 适用,并补充下列要求。

控制电路电器的所有开关元件都应进行试验,所有可能同时闭合的开关元件应一起进行试验。对于组成操动系统中一部分且不能保持在闭合位置的开关元件,无需进行本试验。

注:当控制电路电器具有几个位置且每个位置都处于闭合状态,则这几个位置都需要进行温升试验。

从一个接线端子到另一个接线端子的临时连接线的最小长度应为 1 m。

8.3.3.4 介电性能

IEC 60947-1:2007+A1:2010+A2:2014 中 8.3.3.4 适用,并补充下列要求。

对于封装绝缘的Ⅱ类控制电路电器,见附录 F。

8.3.3.4.1 型式试验

IEC 60947-1:2007+A1:2010+A2:2014 中 8.3.3.4.1 适用,并补充下列要求。

在 3)c)的第二段后加上如下内容:

控制电路电器应能耐受施加于下列部位的试验电压:

——开关元件的带电部件与控制开关接地部件之间;

——开关元件的带电部件与可能会在使用时接触到的控制开关表面(导电的或以金属箔导电的)之间;

——电气上分开的开关元件的带电部件之间。

8.3.3.5 接通与分断能力

8.3.3.5.1 一般要求

应按 8.3.2.1 规定的一般要求进行接通与分断能力的验证试验。

8.3.3.5.2 试验电路和连接

本试验在单极元件或具有多个同一结构与动作的极的电器上进行。

除非制造商另有规定,相邻触头认为是反极性的。

C 和 Za 型式的转换触头是同极性的,Zb 型式的转换触头是反极性的。

单极元件或具有同极性的多极电器应按图 5 所示的电路连接。所有未经试验的相邻触头元件不能连接。

C 和 Za 型式的转换触头在常开和常闭位置上应单独进行试验,连接方式见图 5。

反极性的触头元件应按图 6 所示连接,未经试验的相邻反极性触头元件应共同连接到电源,如图 6 所示。

Zb 型式的转换触头的常开和常闭位置应单独进行试验,但相反位置的两端应连接至电源,如图 6 所示为相邻的反极性触头。

如果接通和分断操作要求不同的参数时,图 7 所示的电路将代表图 5、图 6 中的负载 L_d。

对于交流试验:

如需要获得规定的功率因数，负载应是与电阻器串联的空芯电抗器，电抗器被电阻器分流的功率是总消耗功率的3%(见图7)。

对于直流试验：

为了获得规定的稳定电流，试验电流应在图9所示范围内从零上升到稳态值。附录B中给出铁芯负载的示例作为指南。

试验电压和试验电流应按表4和表5的规定。所用试验电路应在试验报告中说明。

8.3.3.5.3 正常条件下开关元件的接通与分断能力

本试验的目的是用来验证控制电路电器根据使用类别来执行预期工作的能力。

试验负载按表4设置，并按下列顺序进行6 050次操作循环：

——50次操作循环在1.1倍U_e下进行，间隔10 s；

——10次操作循环应尽可能快地进行，但应确保触头完全闭合和断开；

——990次操作循环，间隔为1 s；

——5 000次循环，间隔为10 s(或是由制造商确定的较短间隔)。

当由于电器自身结构而无法快速循环时，如过载继电器触头，试验的操作间隔为10 s，或电器允许的最快速度。

对于开关电器(如接触器、断路器)的辅助触头，其操作循环次数应与验证开关电器约定工作性能所需的次数(见有关产品标准)相同。

8.3.3.5.4 非正常条件下开关元件的接通和分断能力

本试验的目的是验证控制电路电器接通和分断具有电磁式负载相关电流的能力。负载值和操作顺序按表5中规定。

8.3.3.5.5 空白

8.3.3.5.6 结果判定

应全部满足下列验收标准：

a) 在进行8.3.3.5.3和8.3.3.5.4中试验时，应无电气或机械上的故障、无触头熔焊或持续燃弧、熔丝不应熔断。

b) 在8.3.3.5.3和8.3.3.5.4试验后，电器应能承受2 U_e但不低于1 000 V的工频试验电压，该电压按8.3.3.4.1施加。

8.3.4 限制短路电流性能

8.3.4.1 短路试验的基本条件

开关元件应是干净的新元件，并按正常的使用方式安装。

8.3.4.2 试验程序

试验前，开关元件应在空载或电流不超过额定电流的任意电流的条件下进行几次操作。

带有两个接线端子的触头元件试验时，操动器应处于被试开关元件试验时所对应的闭合位置。

被试触头元件应在如图8所示的单相电路中串联短路保护电器(SCPD)、负载阻抗和一个独立的开关电器。试验参数按8.3.4.3中要求。

试验时用一单独的接通开关接通电流，且该电流应保持到SCPD动作。

试验应在同一触头元件上进行3次，每次试验后应更换或复位SCPD。各试验间的间隔时间应不少于3分钟。实际间隔时间应在试验报告中注明。

对于转换触头元件，上述试验应单独在常闭和常开触头上进行。

注：对于同时带有两个接线端子和转换触头元件的控制开关，两种类型的试验都要进行。

独立的控制电路电器可用于每个触头元件。

8.3.4.3 试验电路和试验参数

开关元件应与短路保护电器串联，该短路保护电器的型号和额定值由制造商规定；并应串联一个用于闭合电路的开关电器。

试验电路负载阻抗为串联的空芯电抗器与电阻器，并调节至预期电流1 000 A或另一个由制造商规定的不小于100 A的数值，功率因数为0.5～0.7，电压为额定工作电压。开路电压为开关元件额定工作电压最大值的1.1倍。

开关元件应接至电缆长为1 m的电路，该电缆的截面应与开关元件工作电流相对应。

8.3.4.4 开关元件的试后条件

应全部满足下列验收标准：

a) 短路试验后开关元件应能用正常的操动系统打开；

b) 试验后，开关元件应能承受2 U_e 但不低于1 000 V的工频试验电压，该电压按8.3.3.4.1施加。

8.4 EMC试验

8.4.1 一般要求

仅含有无源元件的控制电路电器无需试验。

IEC 60947-1:2007+A1:2010+A2:2014中8.3.2.1和IEC 60947-1:2007+A1:2010中8.3.2.4适用，并补充下列要求：

——预期安装于面板孔上的控制电路电器应安装在方形的接地金属板中心；

预期安装于表面或标准轨上的控制电路电器，应直接安装在方形的接地金属板或固定在方形接地金属板的标准轨上。

预期安装于金属外壳内的控制电路电器应安装在具有最小尺寸的接地金属外壳或方形接地金属板上，二者中取较严酷者。

——方形金属板的尺寸应为(300±50)mm，厚度为1.5 $^{0.5}$ mm；

——如果其他横向标准未作规定，连接导线的长度应为2 $^{0.1}$ m。如果连接导线长度并非2 m，应在试验报告中注明该长度；

——对于不含集成缆线的控制电路电器，使用的缆线或电线的类型应由制造商规定并记录在试验报告中；

——试品应处于“导通”状态或“截止”状态，两者中取较严酷者。试验状态应记录在试验报告中；

——对于根据相同原理和设计制造的、并采用同类型元件的一系列控制电路电器，可以对其中具有代表性的试品进行试验。

8.4.2 抗扰性试验

8.4.2.1 静电放电

试验应根据IEC 61000-4-2:2008和7.3.2.4进行，并在每个测量点重复10次，最小脉冲时间间隔为

1 s。

8.4.2.2 射频电磁场辐射

试验应根据 IEC 61000-4-3:2006+A1:2007+A2:2010 和 7.3.2.5 进行。

8.4.2.3 电快速瞬变/脉冲群

试验应根据 IEC 61000-4-4:2012 和 7.3.2.6 进行,所有连接导线放置在电容耦合夹上。

注:电容耦合是最优试验方法,因为它能模拟在正常的应用时由于平行电线导致的干扰。

8.4.2.4 浪涌

试验时应使用 IEC 61000-4-5:2014 的方法。优先选择电容耦合方式。

浪涌应施加于:

a) 预期连接至电源的接线端子之间;

b) 每个输出端子和预期连接至电源的每个接线端子之间。

试验电压值按表 8,但不应超过相应的 U_{imp} 值,该 U_{imp} 值由制造商根据 IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 7.2.3 给出。

重复率为每分钟一次浪涌,五次正脉冲和五次负脉冲。

8.4.2.5 射频场感应的传导骚扰

试验应根据 IEC 61000-4-6:2013 和 7.3.2.8 进行。

8.4.2.6 工频磁场

试验应根据 IEC 61000-4-8:2009 和 7.3.2.9 进行。

8.4.2.7 电压骤降和中断

试验应根据 GB/T 17626.11—2008 和 7.3.2.10 进行。

8.4.2.8 电源谐波

试验水平待制定。

8.4.3 发射试验

试验应根据 CISPR 11:2015 中的 1 组、A 类和 7.3.3 进行。

这些极限值用于工业环境(环境 A)中专用的控制电路电器。

当这些极限值用于环境 B(低压公共网络,如家庭内、商务和轻工业场所/建筑)时,电器应符合环境 B 的试验水平,或者在使用说明中加入符合 IEC 60947-1:2007+A2:2014 中 5.3 的公告。

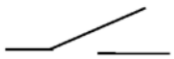
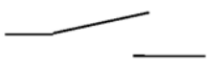
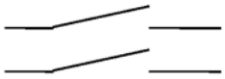
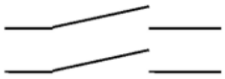
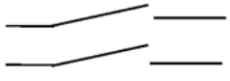
8.4.4 试验结果和试验报告

试验结果应记录在综合试验报告中。试验报告应包括试验的目的、结果和其他所有的相关信息。试验报告应定义控制电路电器试验中的相关信息,包括连接导线的布置,以及必要的辅助设备是否适用。与试验计划的任何偏差都应提及。

注:试验计划的内容在相应的标准(IEC 61000 系列)中给出。

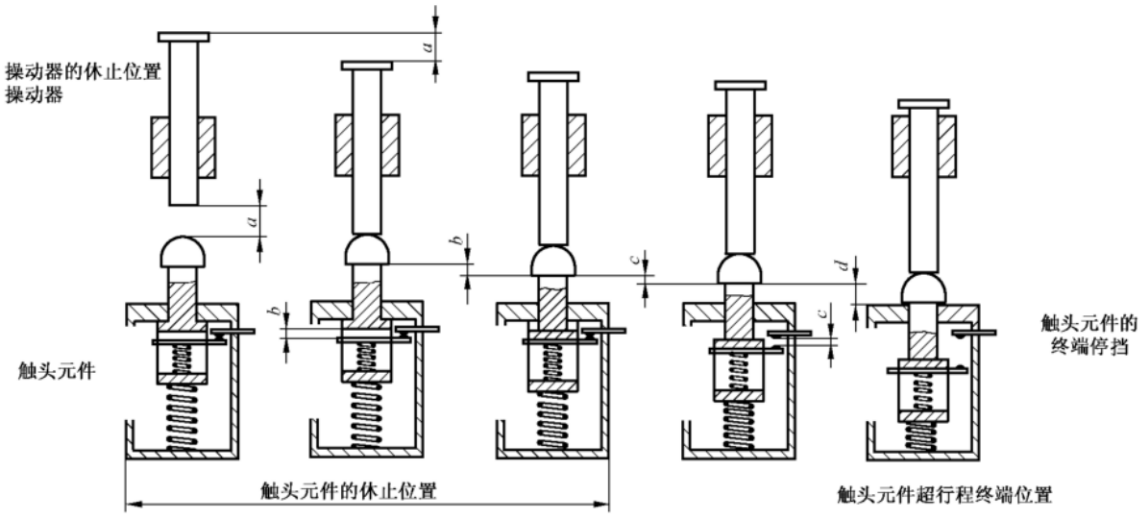
表 9　无螺纹型夹紧件的电气性能和老化试验电流值

导线尺寸 mm^2	试验电流 A	
	对于最小截面积	对于最大截面积
0.2	1	产品声明的 I_{th} 或 I_{the}
0.34	2	
0.5	3	
0.75	6	
1.0	8	
1.5	12	
2.5	20	
4.0	25	

示例编号	触头元件的布置	操动器位置 1	2	3	4	5	
1		×					仅在操动器 1 号位置上闭合的触头元件
2			×		×	×	在操动器 2、4、5 号位置上闭合的触头元件
3			×				具有 3 个接线端子的用作转换触头元件的双触头元件
					×		
4				×			在操动器 2 和 3 位置间脉冲(短暂)触头闭合的触头元件
5		×		×	×	×	在操动器 3 和 4 位置间脉冲(短暂)触头断开的触头元件
6					×	×	在操动器 4 和 5 位置间保持接触的触头元件
7		×					在操动器 1 和 2 位置间带有先闭合后断开触头的双触头元件
			×				
8		×					在操动器 1 和 2 位置间带有先断开后闭合触头的双触头元件[a]
			×				
9A 9B		×		×			触头元件 B 比触头元件 A 先闭合后断开的操作
		×		×			

[a] 如果时间间隔与电路条件有关，可用先断开后闭合的触头元件来分断一个电路中的电流，之后再接通另一电路中的电流。

图 1　绘制旋转开关操作图的建议方法示例



说明：

a ——操动器的预行程；

b ——触头元件的预行程；

c ——最小触头间隙；

d ——触头元件的超行程；

$b+c+d$ ——触头元件的总行程；

$a+b+c+d+e^{*}$ ——操动器的总行程。

* **注**：由于触头元件和操动器间可能出现弹性联接(例：见图 3)，操动器的超行程可能超过触头元件的超行程长度 e。

图 2　按钮的操作

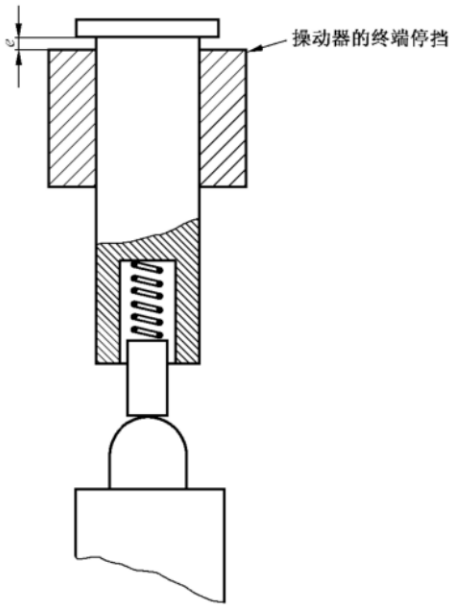
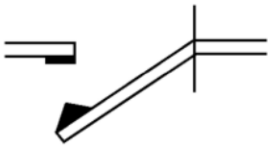
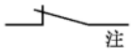
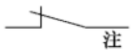
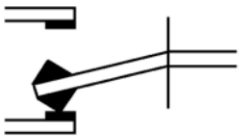
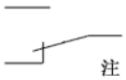
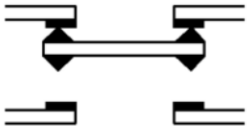
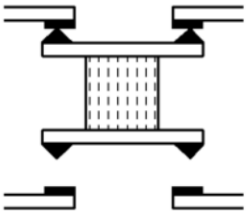
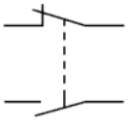
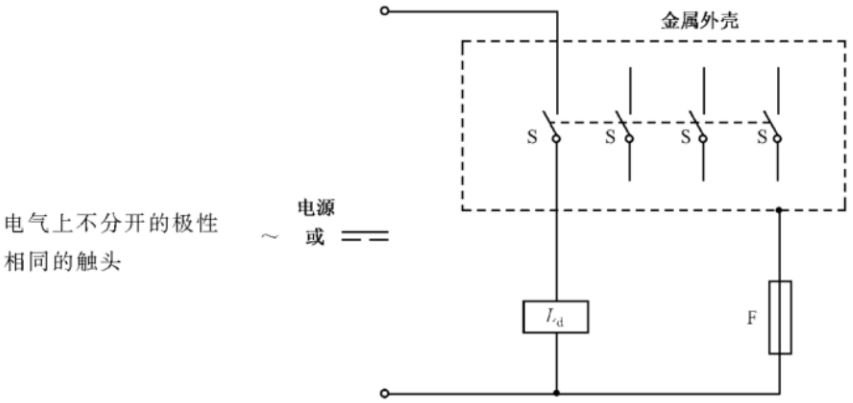


图 3　操动器超行程和触头元件超行程之间的偏差 e

图　号	图	符　号	型　式	说　明
1a)			A	具有两个接线端子的单断点触头元件
			B	
1b)			X	具有两个接线端子的双断点触头元件
			Y	
1c)			C	具有三个接线端子的单断点转换触头元件
1d)			Za	具有四个接线端子的双断点转换触头元件 注：触头具有相同极性
1e)			Zb	具有四个接线端子的双断点转换触头元件 （两个动触头是电气上分开的） 注：电气上分开的多触头结构也包含在 Zb 中

注：符号符合 IEC 60617-DB:2012。

图 4　触头元件示例（示意图）



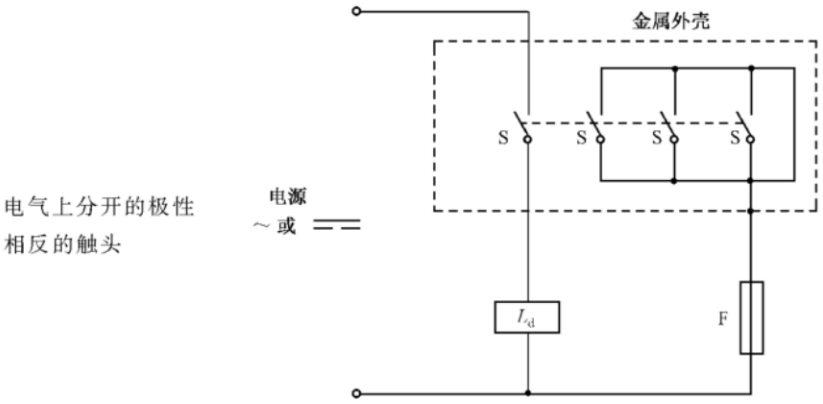
说明：

L_d——负载，按图 7 要求；

F ——熔断器或隔离测量设备；

S ——触头元件(常开 NO 或常闭 NC 功能)。

图 5 同极性触头且电气上不分开的多极控制开关的试验电路



说明：

L_d——负载，按图 7 要求；

F ——熔断器或隔离测量设备；

S ——触头元件(常开 NO 或常闭 NC 功能)。

图 6 反极性触头且电气上分开的多极控制开关的试验电路

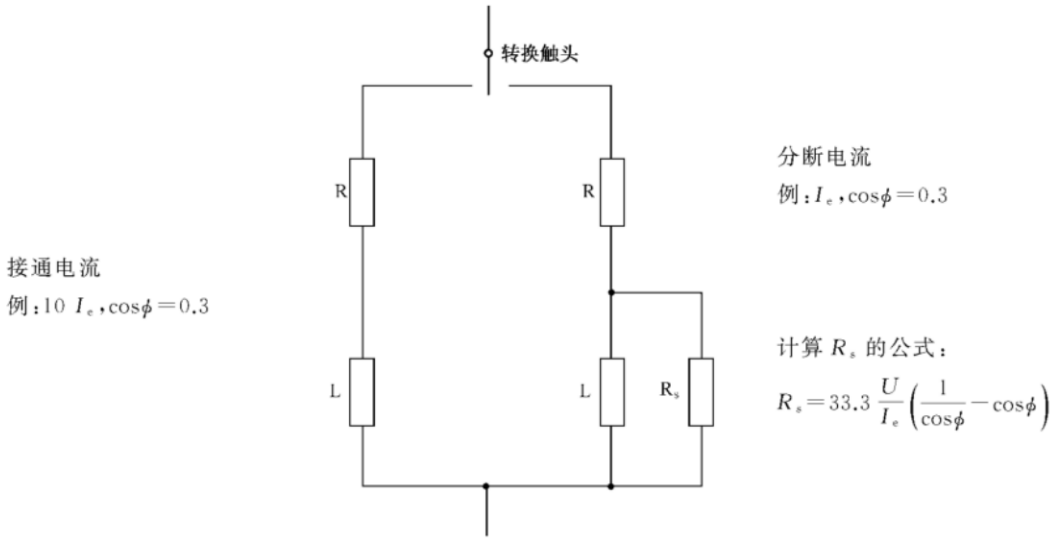
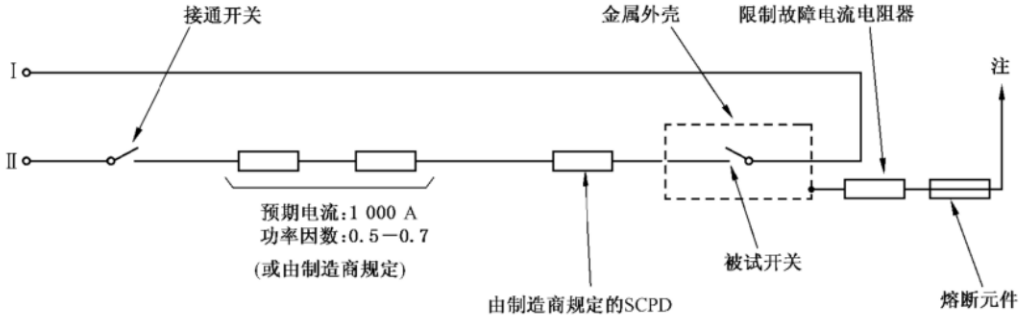


图 7　当试验条件要求接通电流和分断电流具有不同值和/或功率因数(时间常数)时负载 L_d 的详图



注：在连续试验中可交替连至Ⅰ或Ⅱ。

图 8　限制短路电流试验电路(见 8.3.4.2)

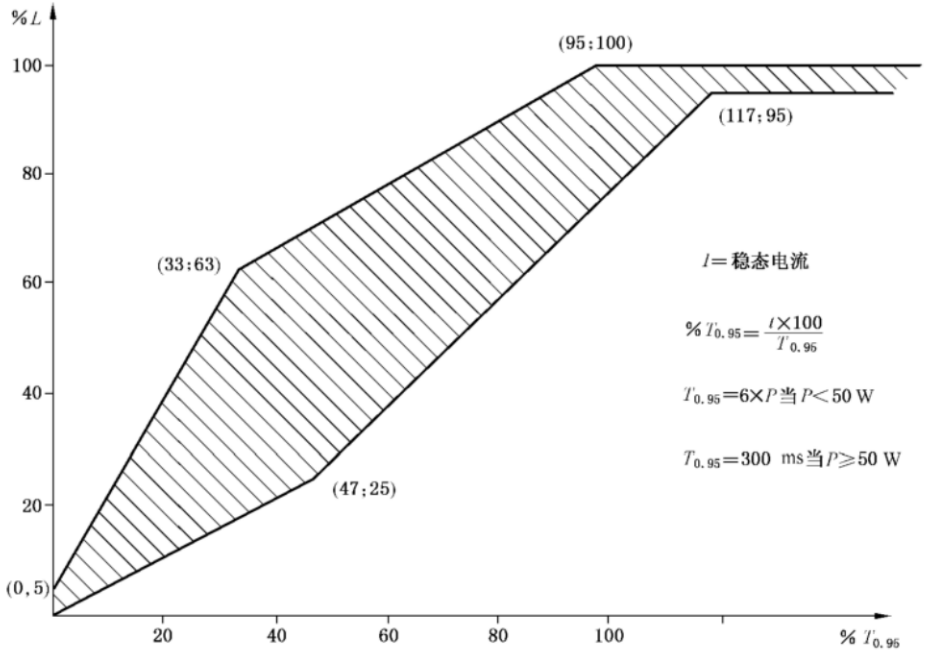


图 9　直流试验负载的电流/时间限值(见 8.3.3.5.3)

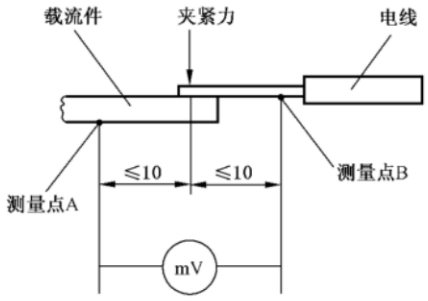


图 10　在夹紧件或接线端子触点上的电压降测量

附 录 A
（规范性附录）
某些使用类别的电气额定值（见 3.1）

某些使用类别的电气额定值见表 A.1～表 A.3。

表 A.1 某些使用类别的触头名义额定值举例

名义额定值[a]	使用类别	约定封闭发热电流 I_{the} A	不同额定工作电压 U_e 下的额定工作电流 I_e A						额定控制容量[b] VA	
AC			120 V	240 V	380 V	480 V	500 V	600 V	接通	分断
A 150	AC-15	10	6	—	—	—	—	—	7 200	720
A 300	AC-15	10	6	3	—	—	—	—	7 200	720
A 600	AC-15	10	6	3	1.9	1.5	1.4	1.2	7 200	720
B 150	AC-15	5	3	—	—	—	—	—	3 600	360
B 300	AC-15	5	3	1.5		—	—	—	3 600	360
B 600	AC-15	5	3	1.5	0.95	0.75	0.72	0.6	3 600	360
C 150	AC-15	2.5	1.5	—	—	—	—	—	1 800	180
C 300	AC-15	2.5	1.5	0.75	—	—	—	—	1 800	180
C 600	AC-15	2.5	1.5	0.75	0.47	0.375	0.35	0.3	1 800	180
D 150	AC-14	1.0	0.6	—	—	—	—	—	432	72
D 300	AC-14	1.0	0.6	0.3	—	—	—	—	432	72
E 150	AC-14	0.5	0.3	—	—		—	—	216	36
DC			125 V	250 V		400 V	500 V	600 V		
N 150	DC-13	10	2.2	—		—	—	—	275	275
N 300	DC-13	10	2.2	1.1		—	—	—	275	275
N 600	DC-13	10	2.2	1.1		0.63	0.55	0.4	275	275
P 150	DC-13	5	1.1	—		—	—	—	138	138
P 300	DC-13	5	1.1	0.55		—	—	—	138	138
P 600	DC-13	5	1.1	0.55		0.31	0.27	0.2	138	138
Q 150	DC-13	2.5	0.55	—		—	—	—	69	69
Q 300	DC-13	2.5	0.55	0.27		—	—	—	69	69
Q 600	DC-13	2.5	0.55	0.27		0.15	0.13	0.1	69	69
R 150	DC-13	1.0	0.22	—		—	—	—	28	28
R 300	DC-13	1.0	0.22	0.11		—	—	—	28	28

[a] 字母表示约定封闭发热电流且区分交流或直流；例如 B 表示交流 5 A。额定绝缘电压 U_i 不得小于字母后的数字。

[b] 额定分断容量 B(VA)为额定工作电流 I_e(A)和额定工作电压 U_e(V)之积，$B=U_e \cdot I_e$。

表 A.2　用于 50 Hz 和/或 60 Hz 的半导体开关元件额定值举例[a]

开关元件额定值	额定工作电流 I_e A	额定接通电流 A				最小操作电流 A	最大截止状态电流 mA
		AC 15	AC 14	AC 13	AC 12		
SA	10	100	60	20	10	0.1	15
SB	5	50	30	10	5	0.1	15
SC	2	20	12	4	2	0.05	10
SD	1	10	6	2	1	0.05	10
SE	0.5	5	3	1	0.5	0.01	10
SF	0.25	2.5	1.5	0.5	0.25	0.01	5
SG	0.1	1	0.6	0.2	0.1	0.01	3

[a] 额定工作电压由制造商规定。

表 A.3　用于直流的半导体开关元件额定值举例[a]

开关元件额定值	额定工作电流 I_e A	额定接通电流 A			最大截止状态电流 mA
		DC 14	DC 13	DC 12	
SN	10	100	10	10	5
SP	5	50	5	5	4
SQ	2	20	2	2	4
SR	1	10	1	1	2
SS	0.5	5	0.5	0.5	2
ST	0.25	2.5	0.25	0.25	1
SU	0.1	1	0.1	0.1	0.4
SV	0.05	0.5	0.05	0.05	0.2

[a] 额定工作电压由制造商规定。

附 录 B
（规范性附录）
直流触头的感性试验负载举例

B.1 总则

控制电路中的直流感性负载通常是电磁驱动式继电器、接触器和额定功率等于或小于 50 W 的螺管式线圈。这些负载对控制电路电器触头的影响取决于负载电感所储存的能量，电感中的能量与电感中电流的平均上升率或电感的贮能时间有关。

根据经验，功率至 50 W 的感性负载达到其稳定电流值的 95% 所需的贮能时间（$T_{0.95}$）基本上为 6 ms/W或以下。

B.2 结构

下述感性试验负载可作为直流控制电路中触头试验用负载：

感性负载的磁路是由 2 块铁芯（直径 44.5 mm，长 158.7 mm）和两块磁轭（25.4 mm×63.5 mm×152.4 mm）构成，两块铁芯的端部用螺栓固定在磁轭上，螺栓的中心距离为 101.6 mm（见图 B.1）。铁芯和磁轭应具有 13.3 μΩ/cm～19.9 μΩ/cm 的电阻系数（例如符合美国钢铁学会标准 AISI 1010，1015，1018 或 116 要求的冷加工低碳钢）。在铁芯的一端，铁芯与磁轭之间应放置一块非磁性垫片，该垫片的厚度可在 0.127 mm～0.762 mm 之间调整。在铁芯具有非磁性垫片的一端，应采用非磁性螺栓来紧固磁轭，而另一端应采用钢制螺栓。

在其中一个铁芯周围装上如图 B.1 所示的线圈，当线圈通以试验电压时，线圈中的电流可采用串联电阻的方式调节，其值见表 B.1。

调整垫片厚度的目的是为了使线圈中电流能在图 9 规定的范围内从零达到其稳态电流值的 95%。如果电流曲线低于最小时间极限，则应增加磁轭的横截面积；如果电流曲线高于最大时间极限，则应减小磁轭的横截面积。

单位为 mm

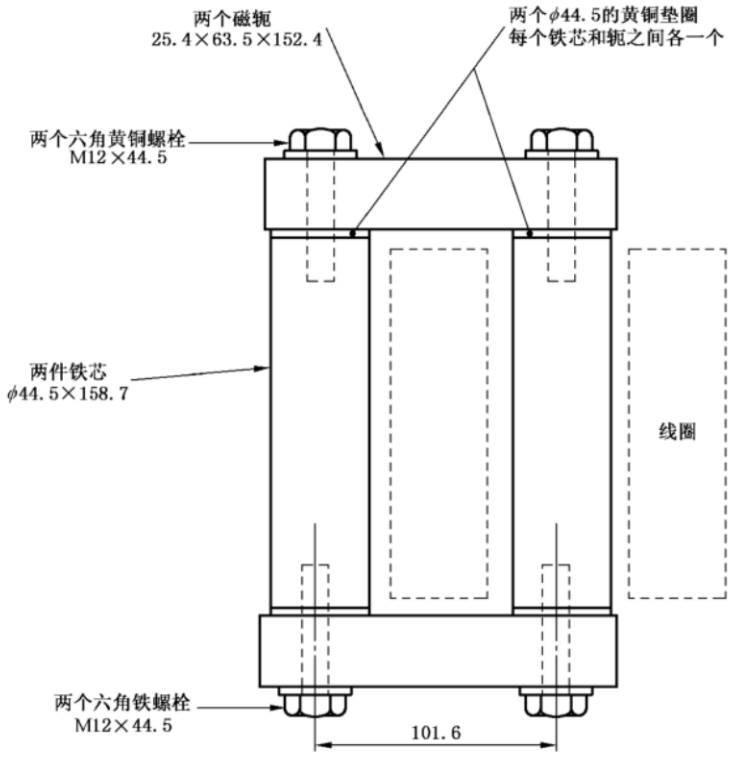


图 B.1　直流触头负载的结构尺寸

表 B.1　直流负载

线圈结构					
试验电压 V	线圈匝数	线圈横截面积 mm^2	线圈电阻 近似值 Ω	具有串联 电阻时的 电流极限值 A	在试验电压 下的瓦特数 W
125	700	0.52	74	1.1	138
250	14 000	0.26	295	0.55	138
600	33 400	0.10	1 680	0.20	120

附 录 C
（规范性附录）
特殊试验——耐久性试验

C.1 总则

C.1.1 耐久性能

本附录所涉及的耐久性试验(见 7.2.4.3)由制造商规定，如制造商规定了机械和/或电气耐久性，则其值分别按 C.2 和/或 C.3 所规定的特殊试验进行验证。

注：两种耐久性能也适用于整个控制电路电器。

两种耐久性能以操作循环次数表示(见 C.2.1 和/或 C.3.1)。

任何一种耐久性所规定的操作循环次数可选择下列值：0.01、0.03、0.1、0.3、1、3、10、30 或 100 百万次。

C.1.2 试验程序

C.1.2.1 一般要求

每个试验均在 8.3.2.1 规定的一般条件下，以等于或高于制造商规定的值进行，电器的可动部件应达到制造商规定的两个方向的最大操作位置。

试验结果按单 8(见 C.1.2.2)或双 3(见 C.1.2.3)试验方法统计分析来验证。

制造商可以根据相似设计的产品按经验规定机械耐久性。

注：单 8 和双 3 试验方法由 IEC 60410(见表 X-C-2 和 X-D-2)给出。这两种试验客观地反映了控制电路电器在相同的统计特性下试验极限数(验收水平 10%)，具有 10%验收水平的其他方法也可采用。

C.1.2.2 单 8 试验

用 8 个控制电路电器进行规定的操作循环次数试验。

如有不超过 2 个试品失败，试验认为通过。

C.1.2.3 双 3 试验

用 3 个控制电路电器进行规定的操作循环次数试验。

若试品没有失败则认为试验通过。若有 1 个以上试品失败则认为试验失败。如果仅 1 个试品失败，则应增加 3 个试品进行所规定的操作循环次数试验，如没有故障，则试验通过。

C.1.3 故障判别

在 C.2.2 和 C.3.2 的试验过程中，不应有电气和/或机构故障，试验后，开关元件应能通过 8.3.3.4 规定的介电试验，试验电压为 $2U_e$ 但不少于 1 000 V。

C.2 机械耐久性

C.2.1 一般要求

控制电路电器机械耐久性能用电器的无载操作循环次数来规定，试验中应有 90%的被试电器在不

需维修或更换任何零件的情况下达到或超过该操作循环次数。

C.2.2 试验程序

试验按 C.1.2 进行。

试验期间，应按制造商规定在任何电压和电流下定期检查触头，不应有故障(见 C.1.3)。

C.3 电气耐久性试验

C.3.1 一般要求

控制电路电器电气耐久性能用电器的负载操作循环次数来规定，试验中应有 90%的被试电器在不需维修或更换任何零件的情况下达到或超过该操作循环次数。

C.3.2 试验程序

C.3.2.1 一般要求

电气耐久性应在表 C.1 规定的条件下，交流按 C.3.2.2 或直流按 C.3.2.3 进行。

表 C.1 用于电气耐久性试验的接通与分断条件 %

电流种类	使用类别	接通			分断		
交流	AC-15	I	U	$\cos\phi$	I	U	$\cos\phi$
		$10I_e$	U_e	0.7 [a]	I_e	U_e	0.4 [a]
直流 [b]	DC-13	I	U	$T_{0.95}$	I	U	$T_{0.95}$
		I_e	U_e	$6\times P$ [c]	I_e	U_e	$6\times P$ [c]

I_e 额定工作电流　　I 接通或分断电流

U_e 额定工作电压　　U 电压

$P=U_e\times I_e$ 稳态功率损耗，W

$T_{0.95}$ 直流电流从零达到 95%稳态电流的时间，ms

[a] 所指的功率因数是约定值，仅适用于模拟线圈电路电气特性的试验电路，应注意到，对于功率因数为 0.4 的电路，在试验电路中采用分流电阻是用来模拟实际电磁铁涡流损耗的阻尼效应。

[b] 对于开关电器配有经济电阻的直流电磁负载，额定工作电流至少应等于浪涌电流的最大值。

[c] $6\times P$ 是经验值，从大多数直流电磁铁负载中得出，上限为 $P=50$ W。对于功率大于 50 W 的负载可认为由几个小负载并联组成，因此 $6\times P=300$ ms 是上限值，与功率损耗无关。

每个机械操作循环应包括一次试验电流的分断。操作循环的通电时间应不小于操作循环周期的 10%，也不大于周期的 50%，如果采用图 C.1 的试验电路，则通以 10 I_e 不应引起过热。

另外，这些试验可在控制电路电器使用的实际负载上进行。

C.3.2.2 交流试验

所采用的电路应如图 C.1 所示，并包括如下要求：

——接通电路，由空芯电抗器与电阻器串联组成，功率因数为 0.7，输出电流为 10 I_e；

——分断电路，由空芯电抗器与电阻器串联组成，并在整个阻抗上并联一个能分流约为3%分断电流 I_e 的电阻器，以便获得功率因数为0.4。

如果触头元件的弹跳时间小于3 ms，则试验可采用图C.2所示的简化电路。

采用的试验电路应在试验报告中记录。

C.3.2.3 直流试验

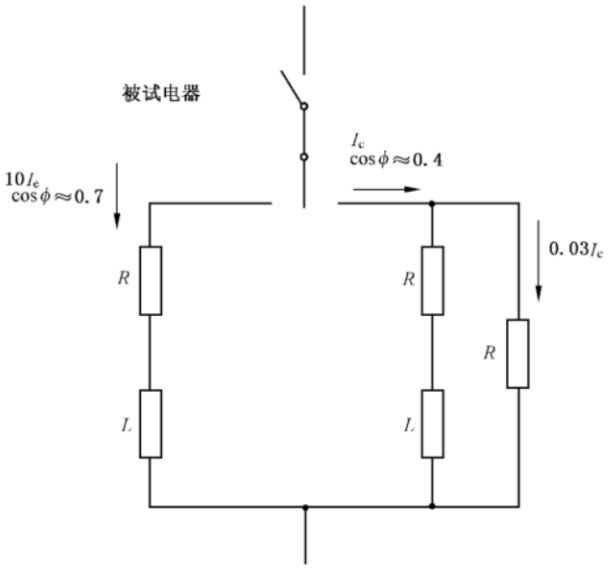
电路组成如下：

a) 空芯电抗器串联电阻器

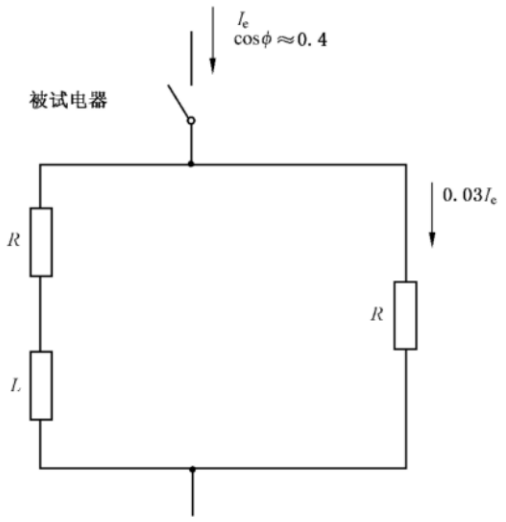
在试验电路的两端联接一个电阻来模拟涡流的阻尼效应；通过电阻器的电流应是试验电流的1%；或

b) 铁芯电抗器，如有必要可串联一个电阻器来获得表C.1所规定的 $T_{0.95}$。

直流电流从零到达95%稳态电流的时间应等于表C.1给出值，误差±10%，应采用示波器验证，而达到63%稳态电流的时间应是表C.1给出值的1/3，误差±20%。



图C.1 标准电路(见C.3.2.2)



图C.2 简化电路(见C.3.2.2)

附 录 D
空

附 录 E
（规范性附录）
涉及制造商与用户的协议条款

注：本附录中：

——“协议”包括非常广泛的内容；

——“用户”包括试验站。

IEC 60947-1:2007 的附录 J 中与本部分有关的条款适用，并补充下列要求：

表 E.1 涉及制造商与用户的补充协议条款

本部分条款号	条款内容
5.2.5	操作图中旋转开关操动器的位置与相应的触头元件位置的关系(由制造商规定)。
5.2.6	接触器式继电器具有可调延时的触头元件的延时特性(由制造商规定)。
K.6.1.1	直接断开操作的位置开关联接导体的选取。
8.3.1	仅在一个样品上进行试验程序(在制造商要求时进行)。
8.3.4.3	限制短路电流试验： ——如果预期电流不是 1 000 A，调整试验电路(由制造商规定)； ——试验电路功率因数低于 0.5(由制造商规定)

附 录 F
（规范性附录）
封装绝缘的Ⅱ类控制电路电器的要求和试验

F.1 总则

本附录规定了采用封装绝缘的符合 IEC 61140:2016 的Ⅱ类控制电路电器或电器部件的结构要求和试验。

所有未封装部件的电气间隙和爬电距离应符合 7.1.4 的规定值的 2 倍。

F.2 术语

下列术语适用于本附录。

F.2.1

封装 encapsulation

将所有的元件、导体和整体固定电缆接头用适当的方法，如：埋入或罐装方法，封装在一个绝缘复合物中的工艺方法。

F.2.1.1

埋入式 embedding

将复合物浇铸到模压壳中的电器部件上，将其全部封装，在复合物固化后将被封装的电器部件从模压壳中取出的工艺方法。

F.2.1.2

罐装式 potting

将模压壳保持在被封装电器部件上的工艺方法。

F.2.2

复合物 compound

固化时需要或不需要填充物和/或附加物的热固性、热塑性、催化凝固的和弹塑性材料。

F.2.3

复合物的温度范围 temperature range of the compound

IEC 60947-1:2007+A2:2014 中 6.1.1 规定的周围温度范围。

F.5 标志

符合本附录的控制电路电器应标有以下符号：⊡

该符号为 60417-5172。

F.7 结构和性能要求

F.7.1 复合物的选择

复合物的选择应使封装的控制电器能满足 F.8 规定的试验要求。

F.7.2 复合物的附着力

复合物的附着力应能充分防止在复合物和所有被封装部件之间进入湿气，以及防止任何被封装的电缆端头的移动，如有的话。

按 F.8.1.2.5 和 F.8.1.2.2 试验要求验证。

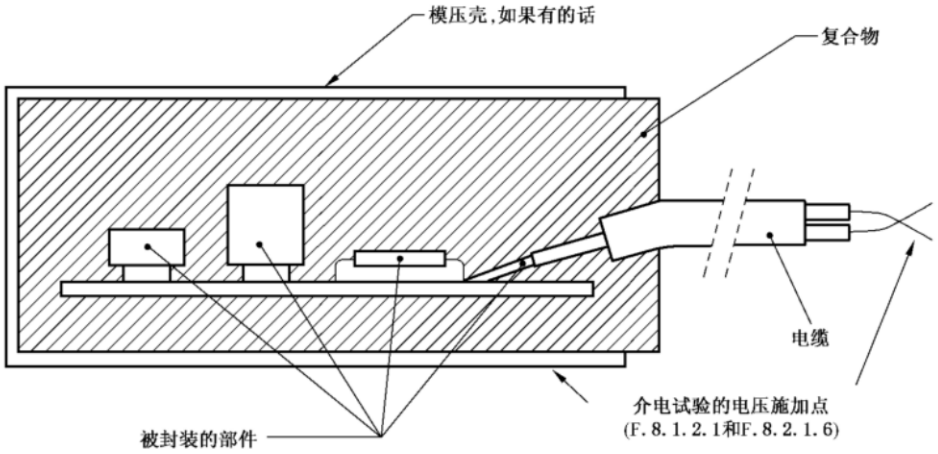


图 F.1 封装绝缘

F.7.3 介电性能

7.2.3 适用，并作如下变更。

对于冲击耐受电压的验证，试验电压 U_{imp} 应为 IEC 60947-1：2007 中表 H.1 第一栏对应于最大额定工作电压的较高一档过电压类别的电压值。

对于工频耐受电压的验证，试验电压按 IEC 60947-1：2007＋A2：2014 中表 12A 的规定值再加1 000 V。

F.8 试验

F.8.1 试验种类

F.8.1.1 一般要求

IEC 60947-1：2007 中 8.1.1 适用。

F.8.1.2 型式试验

下列 6 个试验的程序应在 3 个试品上按规定顺序进行。

F.8.1.2.1 新试品的介电试验

IEC 60947-1：2007＋A1：2010＋A2：2014 中 8.3.3.4 适用，但试验电压应施加在电缆剥离并绞合在一起的端头或短接端子与封装电器的表面（或表面金属薄膜）的任意一点之间（见图 F.1），绝缘不应被击穿。

F.8.1.2.2 电缆试验(如适用)

具有整体连接电缆的控制电路电器应符合附录 G 的要求。

F.8.1.2.3 温度快速变化试验

按 GB/T 2423.22:2012 试验 Na 进行,试验值如下:

——T_A 和 T_B 是由 F.2.3 规定的最低和最高温度;

——转换时间 t_2:2 min～3 min;

——周期数:5;

——暴露时间 t_1:3 h。

试验后,试品没有明显的损坏。[1)]

F.8.1.2.4 冲击试验

试验按下列进行(见图 F.2),试品放在刚性支座上。

在封装电器的最大表面或最长轴线(对于圆柱形)的中心附近施加 3 次 0.5 J 的冲击力。

用 0.25 kg 的钢球从 0.20 m 的高度下落进行冲击。

如果在规定的冲击能量下,支座在碰撞下位移小于 0.1 mm,则认为具有足够的刚性。

试验后,试品没有明显的损坏。[2)]

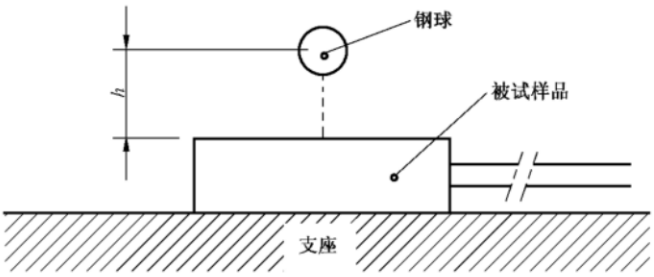


图 F.2 试验器具

F.8.1.2.5 湿热,循环

试验按 GB/T 2423.4—2008 试验 Db 进行,试验值如下:

——上限温度:55 ℃;

——周期数:6。

试验报告中应列出所用的变量:变量 1 或变量 2 。

试验后,没有明显的损坏。[3)]

---

1) 在按 F.8.1.2.3、F.8.1.2.4 和 F.8.1.2.5 试验后,模压复合物(见 F.1)上允许有不影响 F.8.1.2.6 最终试验结果的小裂痕,如有的话。

2) F.8.1.2.3、F.8.1.2.4 和 F.8.1.2.5 试验后,模压复合物(见 F.1),允许有不影响 F.8.1.2.6 最终试验结果的小裂痕,如有的话。

3) F.8.1.2.3、F.8.1.2.4 和 F.8.1.2.5 试验后,模压复合物(见 F.1),允许有不影响 F.8.1.2.6 最终试验结果的小裂痕,如有的话。

F.8.1.2.6 应力后介电试验

F.8.1.2.5 试验后，应验证介电特性，重复 8.3.3.4 规定的试验，试验电压为工频耐受电压，施加 5 s。试验结果的判别按 8.3.3.4 的规定，泄漏电流在 1.1 U_i 时不应超过 2 mA。

F.8.1.3 常规试验

8.1.3 适用且应进行介电试验。

附 录 G
（规范性附录）
具有整体连接电缆的控制电路电器的附加要求

G.1 一般要求

本附录给出了适用于具有与其他元件和/或电源进行电气连接的整体连接电缆的控制电路电器的附加要求。

这些与控制电路电器的整体连接的电缆不能被用户拆除。本附录规定了电缆、电缆固定件、电缆密封端口的结构和性能要求。

G.2 术语和定义

下列术语和定义适用于本附录。

G.2.1

具有电缆连接的控制电路电器 cable connected control circuit device

具有与其他设备和/或电源电气连接的整体连接电缆的控制电路电器。

G.2.2

电缆端口的密封方式 cable entrance sealing means

在电缆和电器外壳之间为电缆提供所需的保护以免损坏，并提供外壳和电缆所需的密封要求的密封方法。

G.2.3

电缆固定件 cable anchorage

防止机械应力对电缆端头影响以保证电缆与电器之间的电气连接的部件。

G.7 结构和性能要求

G.7.1 结构要求

G.7.1.1 电缆材料

控制电路电器应具有满足相应的电压、电流、温度值和环境条件的柔软电缆。

注：提供的电缆长度可按有关产品标准的规定。

G.7.1.2 电缆固定件

电缆固定件应使施加到电缆上的力不能传递到电器内部的电气连接部件上。

将控制电路电器的电缆插入和拉出时不应损坏电器的电缆连接或电器内部部件损坏。

G.7.1.3 电缆端口的密封方式

控制电路电器的电缆端口的密封措施应提供电器所需的防护等级（见 IEC 60947-1：2007＋A1：2010＋A2：2014 中附录 C）。

注：密封方式可为电器封装所固有的。

G.7.2 性能要求

电缆和电缆端口的密封方式应能承受 G.8 的试验。

G.8 试验

G.8.1 一般要求

本试验的目的是验证在加工处理和安装过程中的电缆端口的完整性，一旦安装，控制电路电器和电缆应保持相对固定。

G.8.2 型式试验

G.8.2.1 一般要求

下列 4 个试验程序应在 1 只选定试品上按规定顺序进行。

G.8.2.2 拉出试验

沿着电缆引线的轴线施到绝缘外壳上一个稳定的拉力，持续 1 min。

IEC 60947-1:2007+A1:2010 中 8.2.4.4 适用。

当电缆由不止一根单线组成时，电缆拉力由单根导线的拉力和导线数量相乘决定。最大拉力应不超过 160 N。

示例：一根电缆有三根导线，每根的横截面积为 0.5 mm^2，由 IEC 60947-1:2007+A1:2010 中表 5 可知每根导线拉力为 50 N，则电缆的拉力为 60 N。

G.8.2.3 扭转试验

电缆应承受一个 0.1 N·m 的力矩或施加力矩使电缆 360 ℃旋转，力矩在离控制电路电器的电缆端口 100 mm 处顺时针施加 1 min，然后逆时针施加 1 min。

G.8.2.4 推入试验

沿着电缆引线的轴线上尽量靠近电缆端口处施加一个推力。

该力慢慢增加到 20 N，每次施力 1 min，间隔 1 min。

试验后，电缆端口密封件没有明显的损坏，电缆没有明显的移位。

G.8.2.5 弯曲试验

电缆应用下列方法承载和弯曲：

a) 电缆进口轴线处于铅垂位置，在离电缆端口 1 m 电缆处，悬挂一个 3 kg 的物体；

b) 倾斜控制电路电器，使电缆弯曲 90°，在该位置保持 1 min；

c) 相对铅垂线相反方向倾斜控制电路电器 90°，使电缆弯曲 90°，在该位置保持 1 min。

G.8.3 结果判别

电缆、电缆密封件、电缆端口或控制电路电器的电气连接件不应有损坏，目测并验证其是否满足规定的 IP 要求。

附 录 H
（规范性附录）
用于控制电路电器的半导体开关元件的附加要求

H.1 总则

本附录适用于开关设备和控制设备中用作控制、信号、联锁的带有半导体开关元件的控制电路电器，这些电器也应符合本部分的相关要求。

本附录的目的是规定本部分中未包括的半导体开关元件的附加要求。

H.2 术语和定义

下列术语和定义适用于本附录。

H.2.1

电压降 Voltage drop

U_d

半导体开关元件在规定条件下承受工作电流时，在其两端测量的电压。

H.2.2

最小工作电流 minimum operational current

I_m

维持半导体开关元件处于导通状态所需的电流。

H.2.3

截止状态电流 OFF—state current

I_r

半导体开关元件处于截止时流过负载电路的电流。

H.3 分类

H.3.1 半导体开关元件的分类

半导体开关元件可按下列方式分类：

a) 按使用类别分（见 4.4 和 H.4.2）；

b) 按相应使用类别的电气额定值分（见附录 A）。

H.4 特性

H.4.1 额定电压

H.4.1.1 额定工作电压（U_e）

4.3.1.1 适用。

H.4.1.2 工作电压

工作电压用单一值或一个范围来规定，当规定一个范围时，应包括 U_e 的所有允差，被称为 U_B，图 H.1 显示了 U_e 和 U_B 之间的关系。

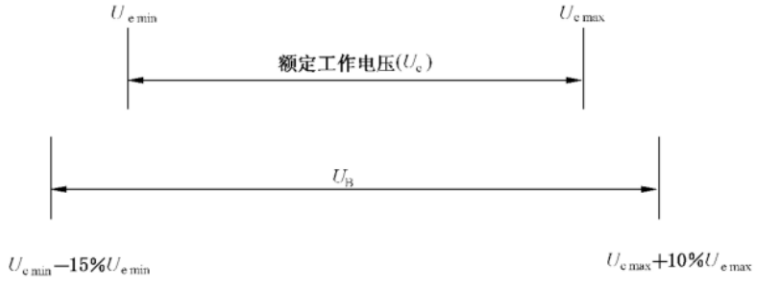


图 H.1 U_e 与 U_B 之间的关系

H.4.2 使用类别

表 1 中给出了标准的使用类别，其他的使用类别由制造商与用户协商，但制造商的样本或说明书中指定该协议。

H.5 产品资料

资料的内容：

5.1 适用，并补充下列要求：

基本额定值和使用范围

a) 电压降(见 H.7.1.1)；

b) 最小工作电流(见 H.7.1.2)；

c) 截止状态电流(见 H.7.1.3)；

d) 接通和分断能力(见 H.7.2.1)；

e) 限制短路电流(见 H.7.3)；

f) 电磁兼容性能，EMC(见 H.7.4)。

H.7 结构和性能要求

H.7.1 性能要求

7.2 适用，并补充下列条款：

H.7.1.1 电压降(U_d)

半导体开关元件在导通状态时，在元件两端测量其电压降，该值应由制造商规定并按 H.8.2 验证。

H.7.1.2 最小工作电流(I_m)

该值由制造商规定，按 H.8.3 进行验证。

注：在表 A.2 和表 A.3 中，对最小工作电流作了规定。

H.7.1.3 截止状态电流(I_r)

除非在有关产品标准中另有规定,在截止状态流过负载的最大电流(I_r)应符合表 A.2 和表 A.3 所规定值,截止状态电流按 H.8.4 进行验证。

H.7.2 正常和非正常条件下的接通能力

H.7.2.1 接通和分断能力

4.3.6 适用。

H.7.3 限制短路电流

半导体开关元件在 H.8.6 条件下应能承受短路电流的应力影响。

H.7.4 电磁兼容性能(EMC)

7.3 适用。

H.8 试验

H.8.1 型式试验

8.1.2 适用并补充如下:

a) 电压降(见 H.8.2);
b) 截止状态电流(见 H.8.4);
c) 接通和分断能力(见 H.8.5);
d) 短路电流条件下的性能(见 H.8.6);
e) 验证电磁兼容性能(见 H.8.7);
f) 冲击耐压试验(见 8.3.3.4)。

H.8.2 电压降(U_d)

在周围环境温度为 23 ℃±5 ℃,额定频率下,开关元件处于 ON 状态,电流在 I_m 和 I_e 范围内测量输出端的电压降,测量按图 H.2 进行,开关 S 处于闭合,负载为电阻性,R2 调节到在电源电压 U_e 下获得试验电流。

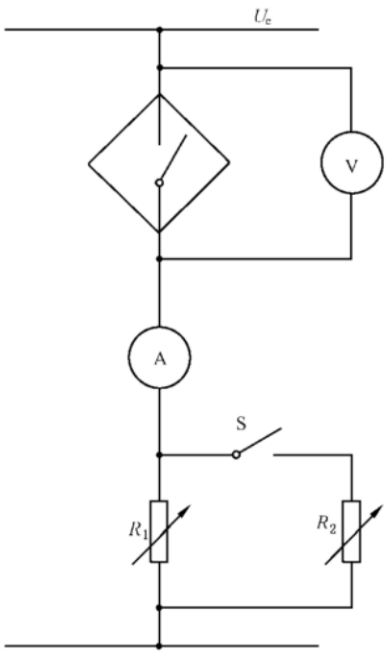
测量的电压降不应超过 H.7.1.1 所规定的值。

H.8.3 最小工作电流(I_m)

开关元件连接到图 H.2 的试验电路中进行试验,在电源电压 U_e 作用下,开关断开,开关元件处于导通状态,调节电阻负载 R_1 至获得 I_m 电流,测量值应符合 H.7.1.2。

H.8.4 截止状态电流(I_r)

电路如图 H.2,S 开关闭合,当电路中接入最高电源电压(U_e)时,调节负载 R_2 至获得额定工作电流 I_e,开关元件断开,测量截止状态电流,电流应符合 H.7.1.3。



说明：

R_1——电阻性负载；

R_2——电阻性负载；

V ——高阻抗电压表，0.2 MΩ/V；

A ——电流表；

S ——开关。

交流为有效值。

直流为平均值。

图 H.2　验证电压降、最小操作电流、截止状态电流的试验电路举例

（见 H.8.2、H.8.3 和 H.8.4）

H.8.5　接通和分断能力

8.3.3.5 适用。

H.8.6　短路电流条件下的性能

H.8.6.1　试验电路和试验程序

被试电器应是新的并按正常的使用方式在自由空气中安装，用一根总长为 2 m，与开关元件工作电流相对应的电缆将其连接到试验电路中（见图 H.3）。

短路保护电器（SCPD）应是制造商规定型号和额定值，如果开关元件本身具有短路保护，则 SCPD 可省去。

负载 R、L 应选择为在额定工作电压（U_e）时通过开关元件的电流等于额定工作电流，功率因数或 $T_{0.95}$ 符合表 5 的规定。在额定工作电压（U_e）下，电源 S 应调至预期短路电流 1 000A，或是另一个不低于 100A 的值（若制造商有规定）（见 8.3.4.3），电源电路中有空心电抗器与电阻器串联，提供 0.5～0.7 的功率因数，电抗器不必并联阻尼负载，开路电压为开关元件最大额定工作电压的 1.1 倍。

试验随机闭合“SC”开关 3 次，试验电流维持到 SCPD 动作，或对具有自保护的元件，电流维持 30 min，每次试验后，SPCD 应复位或更换，3 次试验的每个间隔应不小于 3 min，试验实际间隔时间应在试验报告中列出。

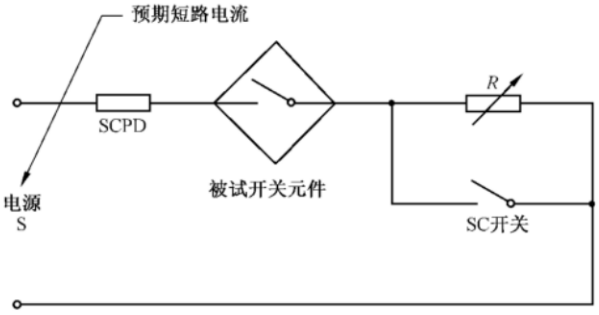


图 H.3　短路试验(见 H.8.6.1)

H.8.6.2　开关元件的试后条件

8.3.4.4 适用。

H.8.7　验证电磁兼容性能

H.8.7.1　一般要求

8.4.1 适用，并补充下列要求。

试验在下列情况下进行：

a)　开关元件为导通(ON)状态；

b)　开关元件为截止(OFF)状态。

H.8.7.2　抗扰度

8.4.2 适用，并补充下列要求：

H.8.7.2.4　浪涌

8.4.2.4 适用，并补充下列要求：

试验中开关元件通电。

H.8.7.3　发射

试验按 CISPR 11:2015 中第 1 组 A 级和 IEC 60947-1:2007＋A1:2010＋A2:2014 中 7.3.3.2 的要求在最恶劣的情况下进行。这些规定仅对用于工业环境 A 的开关元件提出的。当它们用于民用环境 B 中，在使用说明书中应写明以下的告示。

告　示
本产品为环境 A 级产品。在民用环境下，本产品可能会引起射频干扰，在此情况下请用户采取适当的措施。

附 录 J
（规范性附录）
指示灯和指示塔的特殊要求

J.1 总则

本附录适用于符合本部分相关要求的指示灯和指示塔。

本附录给出了适用于指示灯的附加要求，以及用于产品设计和性能所要求的定义和术语。

J.2 术语和定义

下列术语和定义适用于本附录。

J.2.1

指示灯 indicator light

用亮信息或暗信息来提供光信号的灯。

J.2.2

指示灯的镜片 lens of an indicator light

指示灯上可拆卸或不可拆卸的可见部分，它是外表透明或半透明的器件。

J.2.3

企口 bezel

镜片的固定装置。

J.2.4

内装降压装置的指示灯 indicator light with built-in voltage-reducing device

本身有一个用来向灯的端子提供与指示灯额定工作电压不同的电压的装置（如变压器、电阻器等）的指示灯。

J.2.5

指示塔 indicating tower

由一个或多个能发出光或声信号的元件构成的组合件。

注：也可接入其他元件，如网络接口元件。

J.3 分类

指示灯按下列分类：

——额定功率；

——颜色；

——安装孔直径；

——连接方式；

——电流的种类和频率，如有的话（如内装变压器的指示灯）；

——灯座的型式；

——光源的种类（如白炽灯、LED）。

J.4 特性

J.4.1 指示灯的额定工作电压

指示灯的额定工作电压由制造商规定。该值确定指示灯的用途。

J.4.2 指示灯的额定发热功率

指示灯的额定发热功率是指在规定的温升试验条件下，指示灯所产生的最大功率。

注：由于指示灯的功率对温升有影响，可根据安装条件来限制其功率；指示灯制造商可以指定两个额定功率（见J.8.3.3.3）：

——安装在钢板上指示灯的额定功率；

——安装在绝缘外壳内指示灯的额定功率。

J.4.3 灯的额定值

灯的额定值由制造商规定，指示灯在该值下运行所产生的温度不会损坏指示灯的部件。

注1：额定功率和电压值可在定型设计时确定。

注2：假定灯在额定电压下消耗的功率不高于指示灯的额定功率。

J.5 产品资料

5.1 a)、5.1 b)和下列要求适用：

c) 下列标志应出现在指示灯上；

1) 指示灯的额定电压；

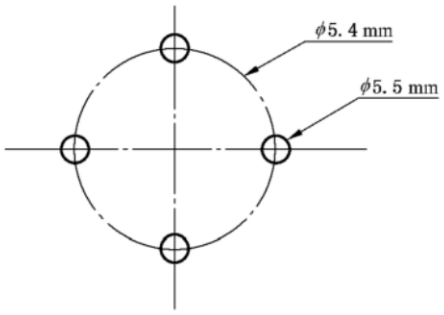
2) 灯的额定电压（若不同于指示灯的额定电压）；

3) 灯的额定功率或其型号标志或LED的额定电流。

J.6 正常工作、安装和运输的条件

第6章适用。

指示塔座的推荐安装尺寸见图J.1。



图J.1 指示塔座的安装尺寸

J.7 结构和性能要求

第7章的有关内容适用，并补充下列条款：

J.7.1.12 内装变压器的指示灯

变压器应有分离的线圈。

如果指示灯通过 8.3.3.4.1 的试验，则认为满足该要求。

J.7.2.1.6 指示灯的工作范围

指示灯接线端之间电源电压的极限范围应为指示灯额定工作电压的 1.1 倍。内装变压器的指示灯应验证这一要求，试验按 J.8.3.4 进行。

J.7.2.5.1 内装变压器式指示灯的短路耐受能力

变压器应能持久地耐受住其二次线圈的短路。如果指示灯通过了 J.8.3.4 的试验，则可认为指示灯的变压器满足此要求。

J.8 试验

J.8.3 指示灯及指示塔的试验

本试验为型式试验，本附录中没有附加试验(常规试验或特殊试验)。

J.8.3.3.3、J.8.3.3.4、J.8.3.4 和 J.8.4 的每项试验都应在新的试品上进行，并按试验要求进行安装。

J.8.3.3.3 温升试验

温升试验应进行下列试验：

a) 如果指示灯只有相同的额定发热功率(见 J.4.2)，与安装条件无关，则试验只要在绝缘外壳内进行；

b) 如果指示灯的额定功率及发热与安装条件有关(见 J.4.2)，则指示灯应进行下述两项试验：

——安装在一块钢板上试验；

——安装在绝缘外壳内试验。

c) 安装在钢板上的试验；

五个装有绿色镜片的指示灯按图 J.2 所示固定在一块厚 2 mm、涂上无光泽黑漆的钢板上。

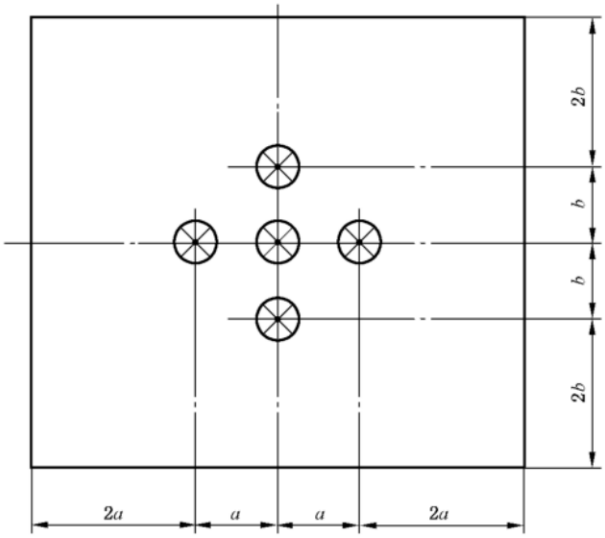


图 J.2 温升试验示意图

尺寸 a 和 b 如下：

1） 对作为按钮系列组成部分的指示灯，按 6.3.1.3 的规定；

2） 对其他用途的指示灯，按制造商的规定。但采用的数值应记录在试验报表中。

指示灯应装上制造商规定的灯、内装器件（如有的话），例如：变压器、电阻器等。导线的尺寸应符合 8.3.3.3 的规定。

试验时，钢板应垂直地放在桌子上，指示灯施加其额定工作电压。试验应持续进行至指示灯达到稳定温度。

d） 安装在绝缘外壳内的试验；

把指示灯安装在绝缘外壳内重复进行 c）所述的试验，绝缘材料如采用 2 mm 厚酚醛塑料层压纸板，绝缘外壳前面板的尺寸与钢板的尺寸相同，其深度为 110 mm。指示灯装有制造商规定使用型号的灯，并按要求安装，指示灯施加其额定工作电压。

试验应持续进行至指示灯达到稳定温度。

e） 试后结果判定；

在 c）和 d）每项试验结束时应测量下述几处的温度：

——指示灯的本体；

——指示灯的接线端；

——镜片易近的部分。

f） 对于指示塔，5 个可视信号元件的组件应安装在铅垂位置，上三个信号元件，或如果大于三个，由制造商规定最大数目，应安装制造商规定的最大功率的信号元件灯，并施加额定电压，温度到达稳态后，测量塔顶的温度和整个塔中心元件镜片上的温度。

有关部分的温升不应超过 IEC 60947-1：2007 中 7.2.2 规定的极限值。

J.8.3.3.4 介电试验

8.3.3.4 适用。

J.8.3.3.4.3 内装变压器指示灯的试验

应进行下述两个附加的介电性能试验，试验时间均为 1 min。

——在变压器一次线圈和二次线圈之间，试验电压值按 8.3.3.4 的规定；

——在变压器的二次线圈和指示灯的底座之间，其试验电压为 1 000 V。

J.8.3.4 短路试验（如有的话，在内装变压器上进行）

该试验应在下列条件下进行：

——一次线圈电压：1.1 U_e；

——周围空气温度：20 ℃ ± 5 ℃；

——试验持续时间：1 h。

变压器的二次侧应用一阻抗可忽略不计的导体短接。

在试验结束且线圈冷却到周围温度后，变压器应能耐受 J.8.3.3.4.3 规定的介电性能试验。

J.8.4 冲击和振动

J.8.4.1 一般要求

只为指示塔进行冲击和振动试验。指示灯无需试验。

J.8.4.2 直接安装

J.8.4.2.1 一般要求

按制造商的规定安装由五个信号元件组成的指示塔，且无延伸杆，上面三个元件通以额定电压。

试验按下列要求进行。

J.8.4.2.2 冲击

试验按 IEC 60068-2-27:2008 进行，并补充下列要求。

沿三个相互垂直轴的每个方向施加 6 次冲击(总共 36 次冲击)：

——脉冲波形：半正弦；

——峰值加速度：$15g_n$；

——脉冲持续时间：11 ms。

J.8.4.2.3 振动

试验按 IEC 60068-2-6:2007 进行，并补充下列要求。

沿三个相互垂直轴：

——频率范围：10 Hz～55 Hz；

——振幅：0.5 mm；

——扫频周期持续时间：5 min；

——共振频率或 55 Hz 频率时间：三个轴的每一轴为 30 min(总共 90 min)。

J.8.4.3 间接支撑安装

在产品资料中，若允许其他安装方式(如杆安装)，则制造商应规定满足 J.8.4.4 要求的冲击和振动试验的严酷等级。

J.8.4.4 结果判据

试验后，不应有可见的损坏，信号也不应减弱。

J.8.5 指示塔的防护等级

若制造商规定了防护等级，试验按 IEC 60947-1:2007＋A1:2010 中附录 C 的要求进行，所有可拆装的部件按正常工作方式安装。

附 录 K
（规范性附录）
直接断开操作的控制开关的特殊要求

K.1 总则

本附录适用于直接断开操作的控制开关。

所有直接断开操作的控制开关也应符合本部分的有关要求，如果适用，也应符合附录 F、附录 G、附录 H 和/或附录 J 的要求。

本附录给出了适用于直接断开操作的控制开关的附加要求，以及用于设计和性能所要求的定义和术语。

K.2 术语和定义

下列术语和定义适用于本附录。

K.2.1

直接断开操作的控制开关 control swich with direct opening action

具有一个或多个分断触头元件的控制开关，分断触头元件借助于一个无弹性的部件与开关的操动器相连，当对操动器施加制造商规定的力使其移动一直接断开行程时，会使所有的分断触头断开。

K.2.2

（触头元件的）直接断开操作 direct opening action（of a contact element）

开关的操动器通过无弹性部件（即不采用弹簧）做规定的动作直接使触头分离。

K.2.3

直接断开行程 direct opening travel

从操动器的操动起始位置到断开触头的直接断开操作完成时位置的最小行程。

K.2.4

直接断开力（或力矩） direct opening force（or moment）

施加到用于直接断开操作的操动器上的操动力，对旋转开关而言为操动力矩。

K.3 分类

具有直接断开操作的控制开关可分下列两种型式：

——类型 1：仅有一个触头元件，该触头元件是直接断开的分断触头元件；

——类型 2：具有一个或多个分断触头元件，有可能的话，还具有一个或多个接通触头元件和/或一个或多个转换触头元件。所有的分断触头元件，包括转换触头元件的分断部件，应是直接断开的分断触头元件。

K.4 特性

下列附加特性适用：

K.4.3.1.2 额定绝缘电压

最小额定绝缘电压值应为 250 V。

K.4.3.2.1 约定发热电流

最小约定发热电流为 2.5 A。

K.4.4 开关元件的使用类别

使用类别应为 AC-15 和/或 DC-13。

除了 AC-15 和/或 DC-13，也允许其他根据表 1 的使用类别(例如 AC-14 或 DC-12)。

K.5 产品资料

第 5 章适用，并补充下列要求：

K.5.2 标志

K.5.2.7 直接断开操作

每一直接断开操作的触头元件应在外部标有不易磨灭且易于辨认的标志符号：⊖。

K.5.2.8 电气上分开的转换触头元件

具有四端子的转换触头元件应按图 4 规定标有不易磨灭且易于辨认的标志 Za 或 Zb。

K.5.4 附加资料

K.5.4.1 操动器行程和操作力

制造商应规定以下内容：

a) 最小直接断开行程；

b) 所有分断触头完成直接断开操作所需的最小力；

c) 最大行程，包括超出最小行程位置的行程(包括超行程)；

d) 最大操作速度(仅对限位开关)；

e) 最大操作频率(仅对限位开关)。

这些内容应出现在标志、电路图或制造商的其他说明书上。

注 1：见 K.7.1.5.3。

注 2：对于类型 2 的控制开关可以在小于制造商规定的直接断开行程时断开。

K.5.4.2 短路保护

短路保护电器的型号应在开关铭牌上或安装说明书上规定。

K.6 正常工作、安装和运输条件

第 6 章适用，并补充下列要求：

K.6.1.1 周围空气温度

IEC 60947-1:2007+A2:2014 中 6.1.1 适用，但对具有直接断开操作的位置开关，其周围空气温度

的上限值应为+70 ℃、下限值为−25 ℃，24 h 周期内所测的平均温度应不超过+35 ℃。

注：如需要的话，可以根据制造商和用户的协议来选择连接导体(见 IEC 60947-1:2007 中表 2 的脚注 b)。

K.7 结构和性能要求

第 7 章适用，并补充如下要求：

K.7.1.4.3.1 操动系统的强度

操动系统应能通过 K.8.3.7 规定的试验，以验证其具有足够的强度。

K.7.1.4.3.2 断开操作的确定性

直接断开操作的控制开关应能通过 K.8.3.4、K.8.3.5(对具有直接断开操作的位置开关而言)和 K.8.3.7的试验而不产生任何变形，以致使触头间的额定冲击耐受电压降低。

K.7.1.4.5 钢丝操作的控制开关的自动断开

用钢丝直接断开操作的控制开关，在其钢丝或固定端出现故障时应能自动返回至断开位置。

K.7.1.4.6 直接断开操作的条件(见 IEC 60947-1:2007 中 2.4.10)

对其运动能使触头分开的部件应施加一确定的驱动力，该力由施加于操动器作用点的操动力通过无弹性部分(即不采用弹簧)传递给动触头。

K.7.1.4.6.1 触头元件的形式

具有直接断开操作的控制开关应提供非从动触头元件或从动触头元件。

分断触头元件在电气上应是相互分开的，并应与操作的接通触头元件在电气上分开。

当控制开关具有 C 型或 Za 型转换触头元件时[见图 4c)和图 4d)]，它只能采用一个触头元件(接通或分断)作为直接断开触头元件。对具有 Zb 型的转换触头元件的控制开关，接通和分断触头元件均可用作直接断开触头元件。

K.7.1.5.3 操动器的行程指示方式

为了便于确定开关操动器与外部操作方式的关系，如凸轮，开关应提供标志操动器取得直接断开操作的最小行程的方法，如用在操动器止动销上提供标志[见 K.5.4.1a)、注 1]。

K.8 试验

第 8 章和附录 C 适用，并补充如下要求：

K.8.3.1 试验程序

8.3.1 适用，并补充如下要求：

——试验程序Ⅶ(试品 7 号)—直接断开操作的位置开关的机械操作：

No.1 试验：极限温度下的机械操作(见 K.8.3.5)；

No.2 试验：直接断开操作的验证(见 K.8.3.6)；

——试验程序Ⅷ(试品 8 号)；

——操动系统强度验证(见 K.8.3.7)。

K.8.3.4 限制短路电流性能

8.3.4 适用，并补充如下：

K.8.3.4.2.1 限制短路电流的验证

试验应按 8.3.4.2 的要求进行，但由直接断开触头元件接通电流，而不是用附加的开关电器。试验在 3 个电器上进行，每个电器由单相电路中的同一触头元件接通电流 3 次。

对类型 2 的控制开关，接通触头元件可任选。

K.8.3.4.4.1 试后控制开关的操作能力

每次试验后，断开触头元件应施加制造商规定的力经过直接断开行程断开[见 K.5.4.1 中 a)和 b)]。

在断开触头间隙施加 2 500 V 的冲击试验电压来验证触头元件的断开位置。

K.8.3.5 位置开关在极限温度下的机械操作验证

本试验只适用于其直接断开操作的位置开关，位置开关在+70℃的条件下放置 8 h。

在放置 8 h 后的相同的温度下，触头应承受最大工作电流 10 min，然后按 K.5.4.1b)由制造商规定的操作力操作触头 10 次。

上述试验还应在−25 ℃条件下放置和重复进行，但触头不通电流。

试验结束后，触头的断开位置应按 K.8.3.6 的要求验证。

K.8.3.6 直接断开操作的验证

当位置开关处于按 K.5.4.1a)规定的直接断开行程时，触头间隙应能耐受 2 500 V 的冲击电压。

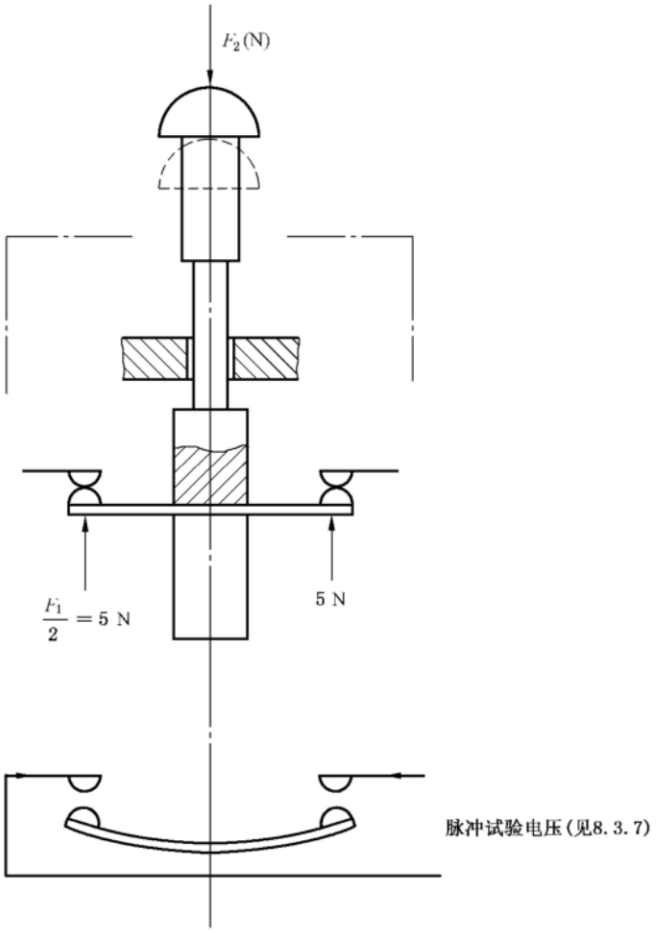
对适用于隔离的位置开关，其冲击耐受电压值应根据制造商规定的额定冲击耐受电压 U_{imp}，在 IEC 60947-1:2007 表 14 中选取。

K.8.3.7 操动系统强度的验证

在已闭合的分断触头上施加 10 N 的力 F_1(见图 K.1)，用一个由制造商规定的大于 F_1 的力(或力矩)F_2 施加到操动器上，使其达到直接断开行程。

在试验后，操动系统和/或触头仍应能正常操作，并能承受按 K.8.3.6 规定的冲击试验电压。

对适用于隔离的位置开关，其冲击耐受电压值应根据制造商规定的额定冲击耐受电压 U_{imp}，在 IEC 60947-1:2007 表 14 中选取。



说明：

F_1 = 所需操作力 = 10 N

F_2 = 制造商规定的力(力矩)

图 K.1　验证操作系统的强度

附 录 L
（规范性附录）
机械联锁触头元件的特殊要求

L.1 一般要求

本附录适用于包含在控制电路电器内、由内部提供操作力的机械联锁辅助触头元件，如接触器式继电器。

本附录中不涉及辅助触头和主触头之间的连接。

注 1：机械联锁触头元件的典型用途如机器控制电路中的自监测。

注 2：机械联锁触头元件通常称为压力触头、肯定动作触头或联锁触头。如法国为“压力触头”，德国为“强制接通触头”。

注 3：外部操动的控制电路电器（如：按钮或限位开关）没有最大极限操动力限制[见 L.8.4a)2)]，因此它们不能具有机械联锁触头元件，像这种电器，通常使用具有“直接断开操作”的触头来满足安全要求（见附录 K）。

注 4：机械联锁也适用于由用户安装的额外的触头单元。

本附录提供的附加要求（定义，要求和试验）适用于规定机械联锁触头元件所要求的设计特性、标志和性能。

L.2 术语和定义

下列术语和定义适用于本附录。

L.2.1

机械联锁触头元件 mechanically linked contact elements

由 n 个接通触头元件和 m 个分断触头元件组合而成，它们设计成在 L.8.4 规定的条件下，不能同时处于闭合位置。

注 1：一个控制电路电器可以有多组机械联锁触头元件。

注 2：见 L.7.1.9。

L.3 分类

第 3 章适用。

L.4 特性

所有机械联锁触头元件都应符合本部分规定的有关要求。

L.5 产品的有关资料

第 5 章适用并补充如下：

L.5.2.7 机械联锁触头元件的识别和标志

机械联锁触头元件标志应清楚地标在：

——控制电路电器本身；

——或工厂说明书；

——或以上两者。

在电路图中，机械联锁用一对平行线与每个机械联锁触头符号上的实心圆相连接来表示，如图 L.1 所示。

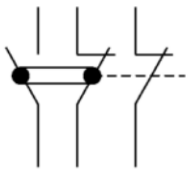


图 L.1　NO 触头与 NC 触头机械联锁，与 NC 触头不联锁的表示举例

如果表示具有多个或全部机械联锁触头的电器，应用图 L.2 所示的符号。

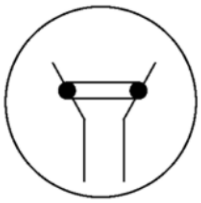


图 L.2　具有多个机械联锁触头的电器的符号

L.6　正常使用和安装条件

第 6 章适用。

L.7　结构和性能要求

第 7 章适用，并补充下列条款。

L.7.1.9　机械联锁触头元件的要求

当 n 个接通触头中任何触头元件闭合时，m 个分断触头元件都不应闭合。

当 m 个分断触头中任何触头元件闭合时，n 个接通触头元件都不应闭合。

L.8　试验

第 8 章适用，并补充下列条款。

L.8.4　机械联锁触头元件的特殊试验

本特殊试验应在$(m+n)$个样品上进行，m 是指分断触头元件的数量，n 是指接通触头元件的数量。

各项试验用不同的试品。

试验应在新的清洁的试品上进行，试验程序如下：

a)　分断触头试验：

1） 分断触头每个触头应用任何方式都要使其处于闭合位置(如双端触头,应粘接两个触头),粘接方式的厚度应使触头间的距离不减小并如果增加的话不超过 0.02 mm;

2） 操作线圈通以 110%额定电压施加操动力;

3） 施加力的同时,在每个接通触头两端施加 2.5 kV 的脉冲试验电压(海平面,1.2/50 μs,按 IEC 60947-1:2007 中表 12 进行修正),不应击穿放电。

注 1:本试验确保 IEC 60947-1:2007 表 13 规定的 0.6 mm 的最小间隙。

b） 接通触头试验:

1） 操作线圈通过额定电压施加操动力;

2） 接通触头每个触头应用任何方式都要使其处于闭合位置(如双端触头,应粘接两个触头),粘接方式的厚度应使触头间的距离不减小并如果增加的话不超过 0.02 mm;

3） 通过切断操作线圈电源施加操动力;

4） 操作线圈切断电源时,在每个分断触头两端施加 2.5 kV 的脉冲试验电压(海平面,1.2/50 μs,按 IEC 60947-1:2007 中表 12 进行修正),不应击穿放电。

注 2:本试验确保 IEC 60947-1:2007 中表 13 规定的 0.6 mm 最小间隙。

附 录 M
（规范性附录）
控制电路电器的接线端子标志、特有编号和特有字符

M.1 范围

本附录适用于具有接线端子标志的控制开关和接触器式继电器，但不考虑这些电器的结构。

当本部分中对接线端子标志有要求或该标志属于常规惯例时使用本附录。

M.2 接线端子标志的规则

M.2.1 一般要求

符合本附录要求的接线端子标志原则上为两位数字的编号。

M.2.2 功能数

IEC 60947-1:2007 中 L.3.2.1 适用。

M.2.3 顺序数

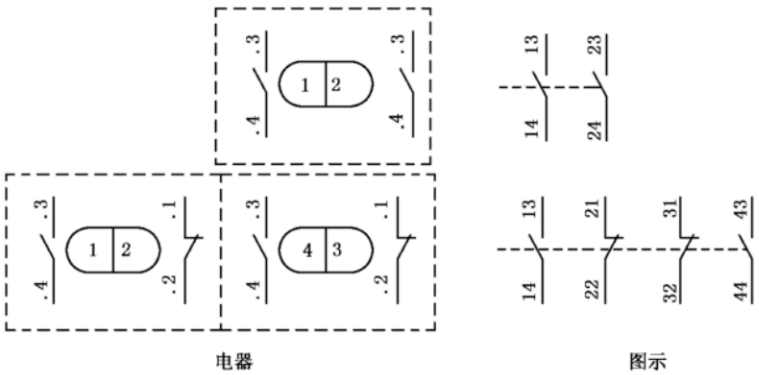
十位数为升序数字，且与接触功能无关。

同一触头的接线端子标志相同的顺序数。

对于有 10 个触头元件的接触器式继电器，顺序数用 0 代替 10。

如果制造商或用户明确给出了顺序数，则接线端子标志中可以省略该数字。

示例：对于控制开关

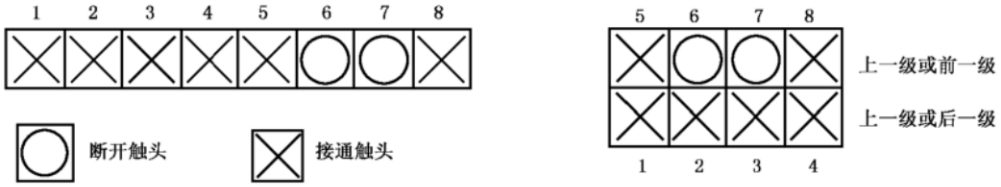


注：示例中功能数之前的小数点仅用来显示数位关系，不需要在实际中使用。

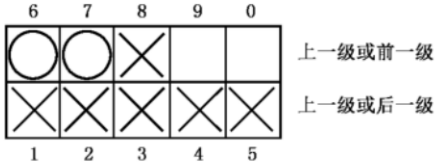
M.2.4 编号方法

电器上的触头接线端子应从左到右依次编号；对于具有多级接线端子的电器，应从最接近安装水平处的一级端子开始，依次编号。

示例：具有各种不同结构类型、但有相同特有编号 62E 的接触器式继电器的触头。



规定的编号方法不允许触头系列中存在空白的单元格。



M.3 特有编号和特有字母

M.3.1 一般要求

根据本附录，控制开关触头元件的数量以及型号用特有编号来表示。接触器式继电器的触头的特有编号后还带有一个特有字符。

M.3.2 特有编号

特有编号的第一个数字表示已接通触头元件的数量，第二个数字表示已断开触头元件的数量。第三个数字（如有）应表明控制开关中转换触头元件的数量。

M.3.3 特有字符

特有字符表示接触器式继电器触头元件的相互位置和接线端子标志。

M.5 定义了特有字符 E 表示的接触器式继电器布置。

M.6 给出了由特有字符 X、Y 或 Z 表示的允许偏差相关资料。

对于新设计，使用特有字符 E 表示布置为佳。

M.4 接线端子编号顺序

对于有相同特有编号的控制开关，接线端子最佳标志见表 M.1。

允许与编码系统存在偏差。

控制开关触头元件的位置无需与表 M.1 中图示一一对应。

表 M.1 控制开关图

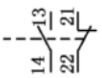
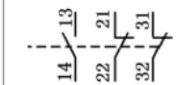
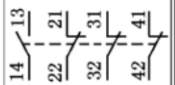
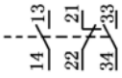
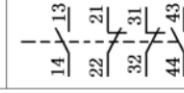
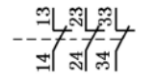
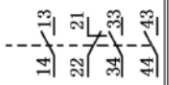
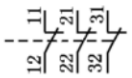
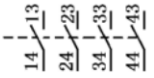
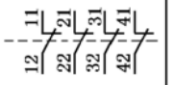
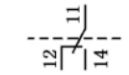
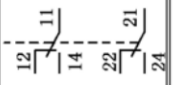
特有编号	触头元件	特有编号	触头元件	特有编号	触头元件	特有编号	触头元件	特有编号	触头元件
10		11		12		13		01	
20		21		22				02	

表 M.1（续）

特有编号	触头元件	特有编号	触头元件	特有编号	触头元件	特有编号	触头元件	特有编号	触头元件
30		31						03	
40								04	
001									
002									

M.5 特有编号 E 表示的接触器式继电器

对于具有相同特有编号和相同标识字符 E 的与结构不相关的接触器式继电器，电器中的各触头元件顺序按表 M.2 中图示。

因此顺序编号成为了位置编号，使得设备中接触器式继电器的触头元件接线端子仅通过计数触头即可被快速找到。

表 M.2 标识符 E 规定的接触器式继电器的图

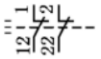
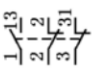
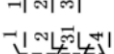
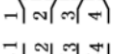
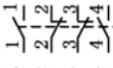
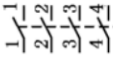
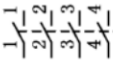
特有编号	线圈	触头元件	特有编号	触头元件	特有编号	触头元件
10E			01E		02E	
20E			11E		12E	
30E			21E		22E	
40E			31E		32E	
50E			41E		42E	
60E			51E		62E	
80E			71E		82E	
100E			91E			

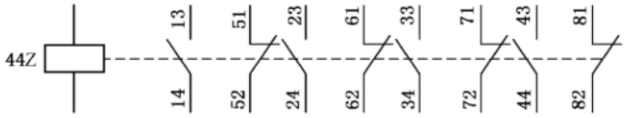
表 M.2(续)

特有编号	线圈	触头元件	特有编号	触头元件	特有编号	触头元件
03E			04E		05E	
13E			14E			
23E						
33E			44E		55E	
53E						
73E			64E			

M.6 特有字符 X、Y 或 Z 表示的接触器式继电器

M.6.1 特有字符 Z 规定的接触器式继电器

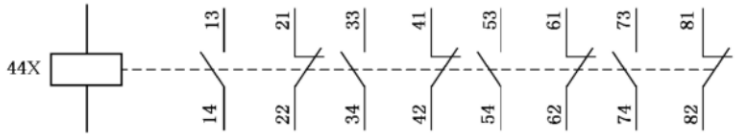
如果电器中触头元件的位置(非接线端子标志)与 M.5 中规定的不同,该电器应以特有字符 Z 而非特有字符 E 来表示。



M.6.2 特有字符 X 表示的接触器式继电器

如果电器中触头元件的位置和端子标志与 M.5 中规定的不同,应由标特有字符 X 而非标识符 E 来规定。

该类电器同时应符合 M.2 和 M.3 的要求。



M.6.3 特有字符 Y 表示的接触器式继电器

由符合表 M.3 的由触头元件和接线端子标志构成的电器应由特有字符来表示,Y 而非特有字符 E。

表 M.3 特有字符 Y 规定的接触器式继电器图

42Y	(31E+11)	33Y	(22E+11)	44Y	(22E+22)
		53Y	(31E+22)		

附 录 N
（规范性附录）
确定功能安全应用中控制电路的机电式设备可靠性数据的步骤

N.1 一般要求

N.1.1 概况

由制造商决定本附录中规定的数据是否为可选。

N.1.2 范围和目的

IEC 60947-1:2007/A2:2014 中 K.1.2 适用于以下内容：

本附录仅规定了控制电路电器中机电式触点的预期用途。

示例：常闭触头预期用于断开电路。

N.1.3 一般要求

IEC 60947-1:2007/A2:2014 中 K.1.3 适用。

N.2 术语、定义和符号

IEC 60947-1:2007/A2:2014 中 K.2 适用。

N.3 基于耐久性试验结果的方法

N.3.1 一般方法

IEC 60947-1:2007/A2:2014 中 K.3.1 适用。

N.3.2 试验要求

N.3.2.1 一般要求

试验环境应符合第 6 章中要求。

每次试验应在 8.3.2.1 规定的一般条件下进行，可由制造商确定速率是否等于或大于该要求。根据制造厂建议，电器的活动部件在两个方向上均应达到最大操作位置。

N.3.2.2 机械耐久性

以空载操作循环次数定义控制电路电器的机械耐久性。机械耐久性适用于无接通电流或无分断电流的使用类别。

试验时，触头应在制造商选择的任何电压和电流下定期检查，且应全部通过。

N.3.2.3 电气耐久性

以有载的操作循环次数定义控制电路电器的电气耐久性。

除非制造商另有规定，电气耐久性应按 C.3.2 中要求确定，使用类别为 AC-15 和/或 DC-13。

N.3.3 试品数

IEC 60947-1:2007/A2:2014 中 K.3.3 适用，并补充下列要求：

应根据工程判断在一系列具有相同基本设计且结构无重大差别的电器中选择试品。

示例：若一系列电器(如接触器)中使用了一种辅助触头，则只需选择代表该壳架的一台接触器的一组触头进行试验。

N.3.4 失效模式的特点

IEC 60947-1:2007/A2:2014 中 K.3.4 适用。

N.3.5 威布尔模型

IEC 60947-1:2007/A2:2014 中 K.3.5 适用。

N.3.6 使用寿命和失效率上限

IEC 60947-1:2007/A2:2014 中 K.3.6 适用。

N.3.7 可靠性数据

IEC 60947-1:2007/A2:2014 中 K.3.7 适用。

N.4 数据资料

IEC 60947-1:2007/A2:2014 中 K.4 适用。

N.5 示例

IEC 60947-1:2007/A2:2014 中 K.5 适用。

参 考 文 献

[1] GB/T 14598（所有部分） 量度继电器和保护装置

[2] IEC 60050-441：1984，International Electrotechnical Vocabulary—Part 441：Switchgear，controlgear and fuses

[3] IEC 60050-441：1984/AMD1：2000

[4] IEC 60050-444：2002，International Electrotechnical Vocabulary—Part 444：Elementary relays

[5] IEC 60410，Sampling plans and procedures for inspection by attributes

[6] IEC 61000（所有部分），Electromagnetic compatibility（EMC）

[7] IEC 61810（所有部分），Electromechanical elementary relays

中华人民共和国
国家标准
低压开关设备和控制设备
第5-1部分：控制电路电器和
开关元件　机电式控制电路电器
GB/T 14048.5—2017
*
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
2017年11月第一版
*
书号：155066·1-57486

版权专有　侵权必究

GB/T 14048.5-2017