ICS 29.120.40
CCS K 64

中华人民共和国国家标准

GB/T 9536.1—2024
代替 GB/T 9536—2012

电气和电子设备用机电开关
第 1 部分:总规范

Electromechanical switches for use in electrical and electronic equipment—Part 1:Generic specification

(IEC 61020-1:2019,MOD)

2024-05-28 发布　　2024-12-01 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 …… Ⅲ
引言 …… Ⅵ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义及单位和符号 …… 3
3.1　术语和定义 …… 3
3.2　单位和符号 …… 5
4　试验和测量程序 …… 6
4.1　总要求 …… 6
4.2　标准大气条件 …… 6
4.3　一般检查 …… 6
4.4　电阻测量 …… 13
4.5　耐电压 …… 19
4.6　发热 …… 20
4.7　动态应力 …… 21
4.8　机械强度 …… 24
4.9　机械耐久性 …… 27
4.10　电气耐久性 …… 28
4.11　过载 …… 35
4.12　环境试验 …… 36
4.13　锡焊 …… 52
4.14　面板密封件 …… 55
4.15　罩壳密封件 …… 58
4.16　耐液体-在清洁剂中浸渍(标志) …… 60
4.17　着火危险 …… 60
4.18　电容 …… 60
4.19　照明 …… 61
4.20　表面安装开关的锡焊 …… 62
4.21　机械强度(表面安装开关) …… 66
5　优选值 …… 69
6　标志 …… 69
参考文献 …… 70

图 1　操作力和扭矩的测量方向 …… 9
图 2　详细规范规定的测量点示例 …… 11
图 3　触头弹跳试验电路 …… 13
图 4　触头弹跳的典型波形 …… 13
图 5　低电压和电流法(直流) …… 15
图 6　低电压和电流法(交流) …… 15
图 7　规定电流法(直流) …… 17
图 8　规定电流法(交流) …… 17
图 9　4.8.1 的力和扭矩应用 …… 25
图 10　一个循环的组成 …… 44
图 11　试验程序循环的组成 …… 50
图 12　潜水密封试验箱 …… 58

表 1　安装螺钉的扭矩值 …… 26
表 2　气候序列 …… 37
表 3　剩余循环 …… 37
表 4　H_2S 的浓度 …… 46
表 5　试验温度 …… 46
表 6　试验持续时间 …… 46
表 7　SO_2 的浓度 …… 48
表 8　试验温度 …… 48
表 9　试验持续时间 …… 48
表 10　可焊性、焊槽法:试验严酷等级(持续时间和温度) …… 53

前　言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第 1 部分:标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 GB/T 9536《电气和电子设备用机电开关》的第 1 部分。GB/T 9536 已经发布了以下部分:

——第 1 部分:总规范(GB/T 9536.1—2024);
——第 2 部分:旋转开关分规范(GB/T 17209—1998);
——第 2-1 部分:旋转开关分规范　第一篇　空白详细规范(GB/T 17210—1998);
——第 3 部分:成列直插封装式开关分规范(GB/T 15461—1995);
——第 3-1 部分:成列直插封装式开关空白详细规范(GB/T 15462—1995);
——第 4 部分:钮子(倒扳)开关分规范(GB/T 18496—2001);
——第 4-1 部分:钮子(倒扳)开关　空白详细规范(GB/T 18496.2—2005);
——第 5 部分:按钮开关分规范(GB/T 16514—1996);
——第 5-1 部分:按钮开关　空白详细规范(GB/T 16514.2—2005);
——第 6 部分:微动开关分规范(GB/T 13419—1998);
——第 6-1 部分:微动开关分规范　第 1 篇:空白详细规范(GB/T 13420—1998)。

本文件代替 GB/T 9536—2012《电子设备用机电开关　第 1 部分:总规范》,与 GB/T 9536—2012 相比,除结构调整和编辑性改动外,主要技术变化如下:

——删除了质量评定程序(见 2012 年版的第 3 章);
——增加了“触头断开(间隙)”“触头组”“双向”“单向”“瞬动”的术语和定义(见 3.1.6、3.1.7、3.1.10、3.1.21、3.1.22);
——更改了“(开关的)极”术语名称,统一了特定词汇(见 3.1.20,2012 年版的 2.3.14);
——增加了按钮开关等术语和定义,统一了通用名称(见 3.1.27、3.1.28、3.1.29);
——增加了恢复力(见 4.3.6.3);
——增加了行程(操动件的移动)(见 4.3.6.4);
——将“介电强度”更改为“耐电压”(见 4.5,2012 年版的 4.5);
——增加了“以及具有 GB/T 15092.1—2020 中表 4 规定截面积中间值的最小长度”[见 4.6.2f)];
——增加了“单极开关应在电源相线 L 侧分断试验电路”[见 4.11.2.2b)];
——增加了盐雾(见 4.12.10);
——增加了包装上的标志(见 6.2);
——增加了一些与 GB/T 15092.1—2020 相关的引用(见 4.3.2.1、4.6.2、4.10.1.2、4.11.2.2、4.12.4.2、5.2);
——删除了最小导线长度和腐蚀试验推荐方法(见 2012 年版表 1 和表 3);
——增加了气候序列(见表 2)、剩余循环(见表 3)、H_2S 的浓度(见表 4)、试验温度(见表 5)、试验持续时间(见表 6)、SO_2 的浓度(见表 7)、试验温度(见表 8)、试验持续时间(见表 9);
——增加了操作力和扭矩的测量方向(见图 1)、详细规范规定的测量点示例(见图 2)、低电压和电流法(直流)(见图 5)、低电压和电流法(交流)(见图 6)、规定电流法(直流)(见图 7)、规定电流法(交流)(见图 8)、一个循环的组成(见图 10)、试验程序循环的组成(见图 11)。

本文件修改采用 IEC 61020-1:2019《电气和电子设备用机电开关　第 1 部分:总规范》。

本文件与 IEC 61020-1:2019 的技术差异及其原因如下。

——关于规范性引用文件,本文件做了具有技术性差异的调整,以适应我国的技术条件,具体调整如下:

- 用 GB/T 2423.1 代替 IEC 60068-2-1(见 4.12.3.2、4.21.3.2);
- 用 GB/T 2423.2 代替 IEC 60068-2-2(见 4.12.2.2);
- 用 GB/T 2423.3 代替 IEC 60068-2-78(见 4.12.4.2);
- 用 GB/T 2423.5 代替 IEC 60068-2-27(见 4.7.1.2);
- 用 GB/T 2423.10 代替 IEC 60068-2-6(见 4.7.2.2);
- 用 GB/T 2423.16 代替 IEC 60068-2-10(见 4.12.7.2);
- 用 GB/T 2423.17 代替 IEC 60068-2-11(见 4.12.10.2);
- 用 GB/T 2423.19 代替 IEC 60068-2-42(见 4.12.8.3.2);
- 用 GB/T 2423.20 代替 IEC 60068-2-43(见 4.12.8.2.2);
- 用 GB/T 2423.21 代替 IEC 60068-2-13(见 4.5.2.2);
- 用 GB/T 2423.22 代替 IEC 60068-2-14(见 4.12.6.2);
- 用 GB/T 2423.23 代替 IEC 60068-2-17(见 4.15.2.2、4.15.3.2);
- 用 GB/T 2423.30 代替 IEC 60068-2-45(见 4.16.2);
- 用 GB/T 2423.52 代替 IEC 60068-2-77(见 4.21.4.2);
- 用 GB/T 2423.60 代替 IEC 60068-2-21(见 4.8.3.2、4.8.4.2、4.21.1.2);
- 用 GB/T 2424.11 代替 IEC 60068-2-49(见 4.12.8.3.2);
- 用 GB/T 2424.12 代替 IEC 60068-2-46(见 4.12.8.2.2);
- 用 GB/T 4208 代替 IEC 60529(见 4.12.9.3、4.14.2.2、4.14.3.2、4.14.4.2、4.14.5.2);
- 用 GB/T 4728.13 代替 IEC 60617 database(见 3.2);
- 用 GB/T 4798.3 代替 IEC 60721-3-3(见表 4、表 7);
- 用 GB/T 15092.1—2020 代替 IEC 61058-1:2016(见 4.3.2.1、4.6.2、4.10.1.2、4.11.2.2、5.2)。

——增加了“触头断开(间隙)”“触头组”“双向”“单向”“瞬动”的术语和定义,与 GB/T 15092.1—2020 中要求协调一致。

——增加了 4.6.2f)导线尺寸要求,与 GB/T 15092.1—2020 中第 16 章规定一致。

——在 4.11.1.2c)中,将 IEC 61020-1:2019 中“断开”时间“75^{+5}_{0}%”改为“75^{0}_{-5}%”,与 GB/T 9536—2012 保持一致。

——在 4.11.2.2b)“单极开关应在电源相线 L 侧分断试验电路”中,增加了“在电源相线 L 侧”,与 GB/T 9536—2012 保持一致。

——4.12.4 稳态湿热中温度和相对湿度的严酷等级,改为与 GB/T 15092.1—2020 中 14.3c)一致。主要考虑我国部分地区为湿热带气候,并且我国电工电子产品均采用(40±2) ℃进行防潮试验,这与 IEC 标准规定的“在 20 ℃~30 ℃间任一合适的温度值(t)”是不同的。

本文件做了下列编辑性改动:

——涉及 ISO 公制螺纹处均改为我国国家标准螺纹;

——标准附图按我国制图标准作个别改动;

——在第 2 章中,补充中图 7、图 8 中规范性引用的 IEC 60051-1;

——在 4.5.1.2a)中,将“交流峰值试验电压”改为“交流方均根值试验电压”;

——在 4.12.2.2 中,改为“……在测试其高温储存性能时”,IEC 61020-1:2019 此处为“low temperature”,疑为笔误;

——参考文献中,补充了资料性引用的 GB/T 15092(所有部分)、GB/T 16915(所有部分)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电器工业协会提出。

本文件由全国电器附件标准化技术委员会(SAC/TC 67)归口。

本文件起草单位:上海电动工具研究所(集团)有限公司、苏州华之杰电讯股份有限公司、浙江佳奔电子有限公司、浙江中讯电子有限公司、法德电器有限公司、东南电子股份有限公司、常州云杰电器有限公司、德丰电创科技股份有限公司、温州市永良机械技术研究所、红波按钮制造有限公司、中认尚动(上海)检测技术有限公司、乐清市汇洋机电有限公司、瑞安市华通器具开关有限公司。

本文件主要起草人:张玮昌、陈平、陆亚洲、倪圣珑、郑建中、周金龙、仇文奎、储云跃、潘华林、陈乃昶、陈洪、沈利萍、吴世清、卢剑峰、孙良忠、严群华、徐玉男。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为:

——1998 年首次发布为 GB/T 9536—1988,1995 年第一次修订,2012 年第二次修订;

——本次为第三次修订。

引　言

GB/T 9536《电气和电子设备用机电开关》是电气和电子设备用机电开关领域产品按照 IEC 电子元器件质量评定体系(IECQ)评定质量的基础性标准,适用于电气和电子设备用的按钮开关、旋转开关、微动开关、钮子(倒扳)开关、成列直插封装式开关和其他机电开关。

在 IEC 48C 分技术委员会相关工作并入 IEC 23J 分技术委员会后,23J 分技术委员会于 2009 年首次发布 IEC 61020-1(Ed.2.0):2009《电气和电子设备用机电开关　第 1 部分:总规范》,2019 年推出 IEC 61020-1(Ed.3.0),该文件与 IEC 61020-1(Ed.2.0):2009 相比,在内容及格式上进行了较大的技术性修订,协调了与 IEC 61058 新版标准的对应关系。

GB/T 9536《电气和电子设备用机电开关》拟由以下部分构成。

——第 1 部分:总规范。目的在于确立适用于电气和电子设备用机电开关评定质量的总规范。

——第 2 部分:旋转开关分规范。目的在于确立适用于电气和电子设备用机电开关中的旋转开关的分规范。

——第 2-1 部分:旋转开关分规范　第一篇　空白详细规范。目的在于确立适用于电气和电子设备用机电开关中的旋转开关的空白详细规范。

——第 3 部分:成列直插封装式开关分规范。目的在于确立适用于电气和电子设备用机电开关中的成列直插封装式开关的分规范。

——第 3-1 部分:成列直插封装式开关空白详细规范。目的在于确立适用于电气和电子设备用机电开关中的成列直插封装式开关的空白详细规范。

——第 4 部分:钮子(倒扳)开关分规范。目的在于确立适用于电气和电子设备用机电开关中的钮子(倒扳)开关的分规范。

——第 4-1 部分:钮子(倒扳)开关　空白详细规范。目的在于确立适用于电气和电子设备用机电开关中的钮子(倒扳)开关的空白详细规范。

——第 5 部分:按钮开关分规范。目的在于确立适用于电气和电子设备用机电开关中的按钮开关的分规范。

——第 5-1 部分:按钮开关　空白详细规范。目的在于确立适用于电气和电子设备用机电开关中的按钮开关的空白详细规范。

——第 6 部分:微动开关分规范。目的在于确立适用于电气和电子设备用机电开关中的微动开关的分规范。

——第 6-1 部分:微动开关分规范　第 1 篇:空白详细规范。目的在于确立适用于电气和电子设备用机电开关中的微动开关的空白详细规范。

电气和电子设备用机电开关
第1部分:总规范

1 范围

本文件规定了术语、符号、测试方法和其他必要的信息,以保持机电开关详细规范的一致性。

本文件适用于电气和电子设备用的机电开关。

本文件涵盖的开关:

a) 借助导电部件(触头)的机械运动来断开、接通或转换电路连接的装置;

b) 最大额定电压为480 V;

c) 最大额定电流为63 A。

本文件不适用于供信息处理系统使用的键盘和辅助键盘。本文件适用于机电琴键(按键)开关。

开关系列将在对应本文件的详细规范中描述。

本文件是一个性能标准,旨在描述评估方法,以更好地阐明开关的功能。

注1:家用和类似用途固定式电气装置的开关,其安全要求在GB/T 16915(所有部分)中给出。

注2:器具开关,其安全要求在GB/T 15092(所有部分)中给出。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 2421—2020 环境试验 概述和指南(IEC 60068-1:2013,IDT)

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验A:低温(GB/T 2423.1—2008,IEC 60068-2-1:2007,IDT)

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

GB/T 2423.3 环境试验 第2部分:试验方法 试验Cab:恒定湿热试验(GB/T 2423.3—2016,IEC 60068-2-78:2012,IDT)

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 2423.5 环境试验 第2部分:试验方法 试验Ea和导则:冲击(GB/T 2423.5—2019,IEC 60068-2-27:2008,IDT)

GB/T 2423.10 环境试验 第2部分:试验方法 试验Fc:振动(正弦)(GB/T 2423.10—2019,IEC 60068-2-6:2007,IDT)

GB/T 2423.16 环境试验 第2部分:试验方法 试验J和导则:长霉(GB/T 2423.16—2022,IEC 60068-2-10:2018,IDT)

GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Ka:盐雾(GB/T 2423.17—2008,IEC 60068-2-11:1981,IDT)

GB/T 2423.19 环境试验 第2部分:试验方法 试验Kc:接触点和连接件的二氧化硫试验

(GB/T 2423.19—2013,IEC 60068-2-42:2003,IDT)

GB/T 2423.20 环境试验 第2部分:试验方法 试验Kd:接触点和连接件的硫化氢试验(GB/T 2423.20—2014,IEC 60068-2-43:2003,IDT)

GB/T 2423.21 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验M:低气压(GB/T 2423.21—2008,IEC 60068-2-13:1983,IDT)

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

GB/T 2423.23 环境试验 第2部分:试验方法 试验Q:密封(GB/T 2423.23—2013,IEC 60068-2-17:1994,IDT)

GB/T 2423.30 环境试验 第2部分:试验方法 试验XA和导则:在清洗剂中浸渍(GB/T 2423.30—2013,IEC 60068-2-45:1980+A1:1993,MOD)

GB/T 2423.34—2012 环境试验 第2部分:试验方法 试验Z/AD:温度/湿度组合循环试验(IEC 60068-2-38:2009,IDT)

GB/T 2423.37—2006 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验L:沙尘试验(IEC 60068-2-68:1994,IDT)

GB/T 2423.45—1997 环境试验 第2部分:试验方法 试验Z/ABDM:气候顺序(IEC 60068-2-61:1991,IDT)

GB/T 2423.52 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验77:结构强度与撞击(GB/T 2423.52—2003,IEC 60068-2-77:1999,IDT)

GB/T 2423.60 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验U:引出端及整体安装件强度(GB/T 2423.60—2008,IEC 60068-2-21:2006,IDT)

GB/T 2424.11 环境试验 第2部分:试验方法 试验Kc:接触点和连接件的二氧化硫试验导则(GB/T 2424.11—2013,IEC 60068-2-49:1983,IDT)

GB/T 2424.12 环境试验 第2部分:试验方法 试验Kd:接触点和连接件的硫化氢试验导则(GB/T 2424.12—2014,IEC 60068-2-46:1982,IDT)

GB/T 4208 外壳防护等级(IP代码)(GB/T 4208—2017,IEC 60529:2013,IDT)

GB/T 4728.13 电气简图用图形符号 第13部分:模拟元件(GB/T 4728.13—2022,IEC 60617 database,IDT)

GB/T 4798.3 环境条件分类 环境参数组分类及其严酷程度分级 第3部分:有气候防护场所固定使用(GB/T 4798.3—2023,IEC60721-3-3:2019,IDT)

GB/T 15092.1—2020 器具开关 第1部分:通用要求(IEC 61058-1:2016,MOD)

GB/T 15092.101—2020 器具开关 第1-1部分:机械开关要求(IEC 61058-1-1:2016,MOD)

ISO 80000-1,量纲和单位 第1部分:总则(Quantities and units—Part 1:General)

注:GB 3100—1993 国际单位制及其应用(ISO 1000:1992,MOD)

IEC 60027(所有部分) 电工技术用文字符号(Letter symbols to be used in electrical technology)

IEC 60050-581 国际电工词汇 第581部分:电子设备用机电元件(International Electrotechnical Vocabulary—Part 581:Electromechanical components for electronic equipment)

IEC60051-1 直接作用模拟指示电测量仪表及其附件 第1部分:定义和通用要求(Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories—Part 1:Definitions and general requirements common to all parts)

IEC 60068-2-20:2008 环境试验 第2-20部分:试验方法 试验T:带引线装置的可焊性和耐焊接热的试验方法(Environmental testing—Part 2-20:Tests—Test T:Test methods for solderability and resistance to soldering heat of devices with leads)

注：GB/T 2423.28—2005 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验T：锡焊(IEC 60068-2-20：1979，IDT)

IEC 60068-2-58：2015 环境试验 第2-58部分：试验方法 试验Td：表面安装装置的可焊性、耐金属溶解性和焊接热的试验方法[Environmental testing—Part 2-58：Tests—Test Td：Test methods for solderability，resistance to dissolution of metallization and to soldering heat of surface mounting devices(SMD)]

IEC 60068-2-58：2015/AMD1：2017

3 术语和定义及单位和符号

3.1 术语和定义

IEC 60050-581界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

ISO和IEC用于维护标准化的术语数据库见以下网址：

——IEC电子媒体：http://www.electropedia.org；

——ISO在线浏览平台：http://www.iso.org/obp。

注1：某一具体的开关分门类使用的特定术语在适用的详细规范中进行定义。一组结构类似的开关使用的特定术语在详细规范中进行定义。

注2：以下术语适用于所有机电开关。如果本文件的定义与IEC 60050中定义一致，则IEC 60050相关定义的编号作为源信息提供(在括号中给出IEC 60050相应定义的编号)。

3.1.1

类别温度范围 category temperature range

所设计的开关连续工作的环境温度范围。

3.1.2

电气间隙 clearance

两个导电部分之间最短的空间距离。

3.1.3

触头弹跳 contact bounce

在触头接触传递后可能出现的，并且由开关机构引起的，闭合触头的断续和随机的断开以及断开触头的断续和随机的闭合。

3.1.4

触头弹跳时间 contact bounce time

从两个配对触头首次闭合或两个闭合触头首次断开这一瞬时至触头弹跳全部停止这一瞬时，所测得的时间间隔。

3.1.5

触头振动 contact disturbance

由诸如冲击和振动这样外部影响引起的断开触头断续的和随机的闭合和/或闭合触头的断续和随机的断开。

3.1.6

触头断开(间隙) contact separation(gap)

在触头断开时，配对触头间的距离。

3.1.7

触头组 contact set

所有功能与开关同一极对应的一组触头。

3.1.8

爬电距离　creepage distance

两个导电部分之间，沿着绝缘材料表面的最短距离。

[来源：IEC 60050-151：2001，151-15-50，有修改]

3.1.9

详细规范　detail specification

由制造厂和/或所有相关方商定的开关参数声明，包括额定值、测试条件和性能判定。

3.1.10

双向　double throw

一种触头组合的术语，这种触头组合所包括的每个触头组是一组“接通-分断”的触头。

注：在 GB/T 9536—2012 中“double throw”为双掷，本文件为“双向”，与 GB/T 15092.1—2020 统一。

3.1.11

负载比　duty cycle

一个循环中通电(ON)时间与每个循环总时间的比率。

例如：通电时间 30%。

3.1.12

电气负载　electrical load

连接到电路以使一定电流通过试样开关的元件。

注：元件的例子是电阻器、线圈和电容器。

3.1.13

机电开关　electromechanical switches

通过导电部分(触头)的机械运动来断开、闭合或转换电路连接的开关。

3.1.14

自锁　latch

当开关的操作按钮被按下时，用于将按钮保持在该位置的锁定机构。

3.1.15

下限类别温度　lower category temperature

所设计的开关能连续工作的最低环境温度。

3.1.16

安装轴套　mounting bushing

用于将开关安装到设备上且同时也用作承座的开关上的部件。

3.1.17

操作循环　operating cycle

相继从一个位置到另一个位置，经过所有其他位置(如有)，再返回到初始位置的连续操作。

[来源：IEC 60050-441：2000，441-16-02]

3.1.18

操作　operation

触点从一个位置到相邻位置的移动。

3.1.19

运行试验　operation test

在模拟实际使用状态下，在连接电气负载的情况下操作开关的测试。

3.1.20

〈开关的〉极　pole〈of a switch〉

专门与一条电气上独立的开关导电路径相关联的开关部分。

注 1：那些用来将所有各极安装在一起和一起动作的部件不包括在极的定义中。

注 2：开关若只有一个极，则称为“单极”；若多于一个极，同时这些极又以一起动作的方式结合起来的，则称为“多极”(2 极、3 极等)。

3.1.21

单向　single throw

一种触头组合的术语，这种触头组合所包括的每个触头组是一个单独的触头对。

注：在 GB/T 9536—2012 中“single throw”为单掷，本文件为“单向”，与 GB/T 15092.1—2020 统一。

3.1.22

瞬动　snap-action

一种开关动作的类型，在该类型动作中，触头运动的速度与操动机构的运动速度无关。

3.1.23

额定电流　rated current

在规定的操作条件下，由制造厂指定的电流。

3.1.24

额定电压　rated voltage

在规定的操作条件下，由制造厂指定的电压。

3.1.25

恢复力　returning force

当操作力被移除时，自动返回机构使操动件返回到操作前的位置所具有的力。

3.1.26

倒扳开关　lever switch

操动件是杠杆，将杠杆扳到(倒向)一个或多个指定位置上来改变接触状态的开关。

3.1.27

按钮开关　push-button switch

操动件是按钮，按压按钮来改变接触状态的开关。

3.1.28

跷板开关　rocker switch

操动件是外观低矮的杠杆(摇杆)，将摇杆跷向一个或多个指定位置上来改变接触状态的开关。

3.1.29

旋转开关　rotary switch

操动件是一根轴或芯轴，将轴旋转到一个或多个指定位置上来改变接触状态的开关。

注：操动件的旋转可能在任一方向上不受限制或受到限制。

3.1.30

滑动开关　slide switch

操动件是推拉手柄，将推拉手柄横向位移来改变接触状态的开关。

3.1.31

表面安装开关　surface mounting switch

一种由端子和开关框架部件组成，适合于表面安装在印制线路板上的小尺寸开关。

3.1.32

上限类别温度　upper category temperature

所设计的开关能连续工作的最高环境温度。

3.2　单位和符号

单位、图形符号和文字符号应尽可能分别符合 ISO 80000-1、GB/T 4728.13 和 IEC 60027(所有部

分)的要求。

某一具体的开关分门类使用的特定图形符号和文字符号,应由适用的详细规范进行定义。一组结构类似的开关所特有的图形符号和文字符号,应在详细规范中进行定义。当需要额外的单位或符号时,这些单位和符号应尽可能按上述文件的规则进行定义。

4 试验和测量程序

4.1 总要求

4.1.1 试验和测量程序总要求

详细规范应包含若干表格,以表明要进行的试验和每项试验或每个试验组前后要进行的测量,以及进行这些试验的顺序。初始测量和最后测量的测量条件应是相同的。当按某一顺序进行试验时,则一项试验的最后测量可作为随后试验的初始测量。

如果任何质量评定体系中的国家标准包括的试验方法与上述规范规定的试验方法不同,则应完整地叙述这些试验方法。

本文件规定的所有试验方法,并不是对所有类型的开关都适用。详细规范将规定其指定类型开关所适用的试验方法。

必要时,详细规范应规定补充的试验方法和/或试验方法的细则。

除非详细规范另有规定,试验顺序应按本文件规定。

4.1.2 偏差

除非另有规定,开关参数的实际值(例如试验电压、试验电流、试验作用力或试验扭矩)应在开关规定值的5%以内。

4.1.3 预处理

除非试验方法另有规定,在试验之前或试验期间,开关不应进行诸如清洁处理的任何特殊准备。

4.1.4 安装

当试验方法中规定安装方式时,开关应按其正常安装方式进行刚性安装,并按详细规范的规定进行连接。安装方法和用于安装的材料不应对开关的电气或机械性能产生不利影响。

4.2 标准大气条件

标准大气条件应符合GB/T 2421—2020中第4章的规定。

4.3 一般检查

4.3.1 目测检查

4.3.1.1 方法

目测检查应采用下列方法中的一种:

a) 采用裸眼(在最有利视距和适当照明条件下,正常视力能力、正常色差分辨);

b) 如有规定,采用放大镜。

除非详细规范中明确要求,对本文件来讲,不准许采用特殊方法,例如使用偏振光(用于观察材料的内部张力)或其他指示器(来观察内部材料裂纹或毛孔)。

4.3.1.2 检查项目

应在不放大情况下检查下列项目：

a） 根据第 6 章的标志；

b） 整体外观；

c） 工艺。

4.3.1.3 要求

标志应正确和清晰。开关应以仔细和熟练的方式来制造。

4.3.1.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行本试验时，应规定以下信息：

a） 测试的细节；

b） 检查的项目；

c） 可接受性(结果)；

d） 放大镜的倍率，如有规定；

e） 与标准测试方法的任何偏离。

4.3.2 尺寸

4.3.2.1 方法

尺寸测量应采用适当测量设备进行，例如：

a） 使用卡尺、千分尺和刻度盘式规；

b） 使用带有适当线性放大倍率的测量投影仪；

c） 使用测量显微镜。

应采用下列细则：

a） 应测量规定的外形尺寸、细节尺寸及依据 GB/T 15092.1—2020 中的附录 I 进行电气间隙和爬电距离的测量；

b） 测量设备(千分尺、卡尺、光学比较仪等)的精度和分辨率应与被测量的尺寸相匹配。

4.3.2.2 要求

尺寸应在详细规范规定的限值内。

4.3.2.3 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行本条试验时，应规定以下信息：

a） 需要检查的项目；

b） 测量细节，如果适用；

c） 测量设备的类型和精度及分辨率；

d） 可接受性(结果)；

e） 与标准测试方法的任何偏离。

4.3.3 规检尺寸

4.3.3.1 方法

详细规范中规定的适合测量的尺寸，应使用详细规范中规定的量规或尺寸规进行检查。

4.3.3.2 要求

开关应符合规定的测量。

4.3.3.3 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行本条试验时，应规定以下信息：

a) 需要检查的项目；
b) 测量细节，如果适用；
c) 测量设备的类型和精度及分辨率；
d) 可接受性(结果)；
e) 与标准测试方法的任何偏离。

4.3.4 质量

4.3.4.1 方法

质量检查应使用适当的测量设备进行，例如使用天平。

应采用下列细则：

a) 测量设备的精度和分辨率应与被测量的质量相匹配；
b) 测量应包括详细规范中规定的所有可拆卸部件(安装硬件等)。

4.3.4.2 要求

质量应在详细规范规定的限值内。

4.3.4.3 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行本条试验时，应规定以下信息：

a) 需要检查的项目；
b) 测量细节，如果适用；
c) 测量设备的类型和精度及分辨率；
d) 可接受性(结果)；
e) 与标准测试方法的任何偏离。

4.3.5 功能操作

4.3.5.1 目的

测试的目的是评估所有开关操作的正常功能。

4.3.5.2 方法

对于编码开关，每一开关电路应连接到最大电流 150 mA 并提供电流指示的监测电路。除编码开关外，试验装置可采用接触电阻测试来检查开关电路。

应检查所有机械棘爪、闩锁、自锁、互锁和自复位机构的正确功能。

应在额定电压和/或额定电流下检查所有电气的非开关操作(如指示灯电路或螺线管)的正常功能。

4.3.5.3 要求

开关的功能操作，包括触头操作的顺序，应符合详细规范规定的要求。

4.3.6 操作特性

4.3.6.1 操作力

4.3.6.1.1 目的

本测试的目的是测量将开关的操动部件从任意一个位置移动到下一个位置的力。

4.3.6.1.2 试样的制备

试样应按详细规范的规定制备。

应使用详细规范中规定的固定装置将试样刚性安装在金属板上。金属板应足够坚固，能够承受施加的力。金属板的长度和宽度应超过试样的轮廓。

4.3.6.1.3 方法

操作力应按详细规范规定的施力方向和施力点施加于操作部分(见图 1)。除非另有规定，否则应施加操作力直至操作部分从第一个稳定平衡位置行进到它的下一个稳定平衡位置或一个停止位置，并且开关已经实现电气切换或已经达到规定的触头接触电阻。应测量并记录将操作部分移动到下一个稳定位置或停止位置所需的最大力。开关在操动件还没有到达第二个稳定平衡位置(瞬间的位置)，应测量并记录将操动件移动到操作位置所需的力。

如果适用，应在两个方向上测量操作力。每个方向测量次数应按详细规范中的规定。

其他机械操作特性的测量方法应在详细规范中规定。测量其他操作特性的方法，例如温度、标准大气压等应由详细规范规定。

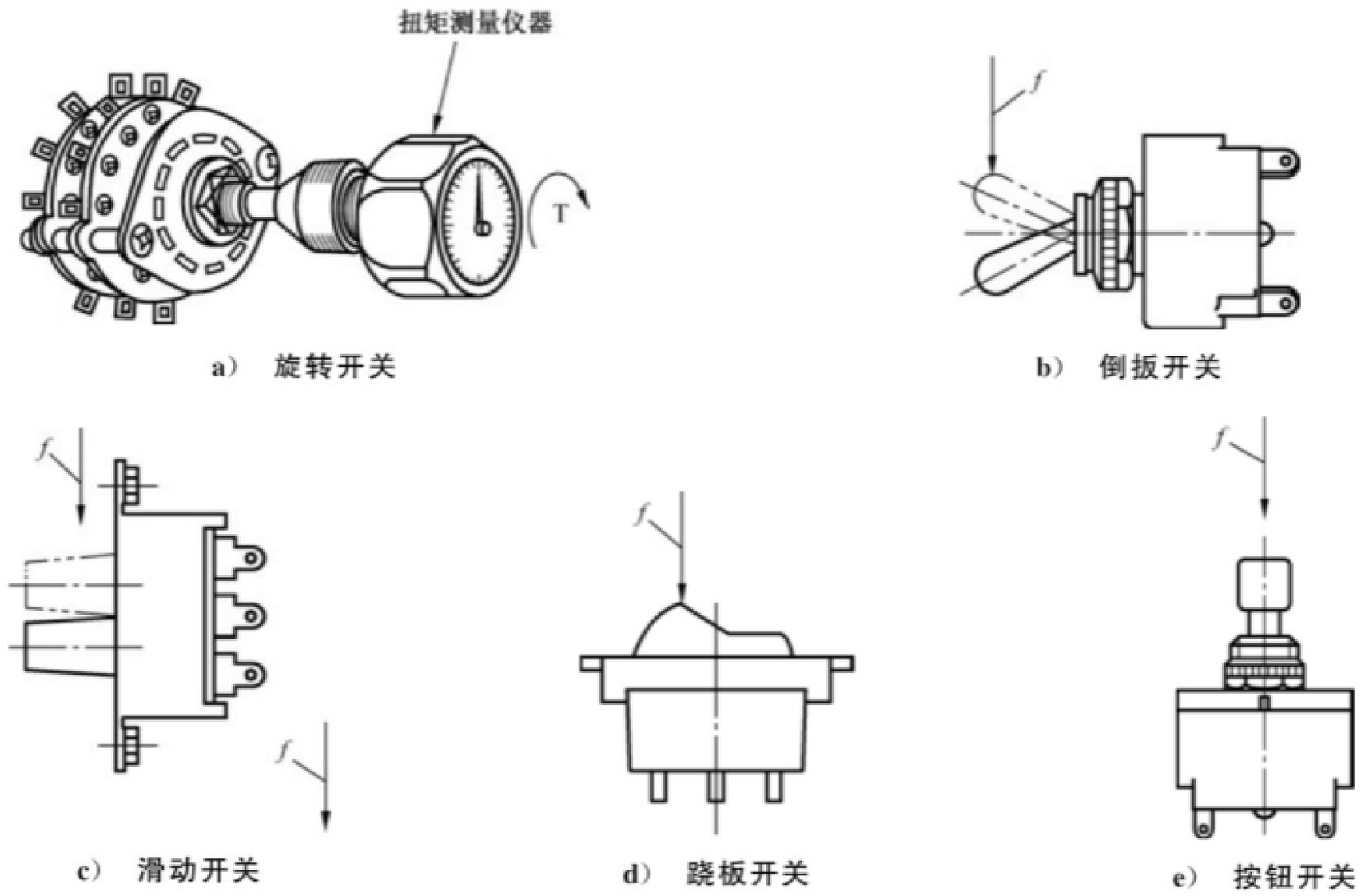

图 1 操作力和扭矩的测量方向

4.3.6.1.4 要求

所有测量值应在详细规范规定的限值内。

4.3.6.1.5 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行本条试验时，应规定以下信息：

a） 试样的制备；

b） 测量次数；

c） 施加操作力的点和方向；

d） 操作力增加的速率或操作速度；

e） 操作力容许的最小值和最大值；

f） 测量系统的种类；

g） 系统操动部分顶端的形状；

h） 正常环境温度以外的温度，如果适用；

i） 与标准测试方法的任何偏离。

4.3.6.2 操作扭矩

4.3.6.2.1 目的

本试验的目的是测量将开关的操动部分从一个稳定位置移动到开关电气切换的下一个位置的最大扭矩。

4.3.6.2.2 试样的制备

试样应按照详细规范的规定进行制备。

应使用详细规范中规定的固定装置将试样刚性地安装在金属板上。金属板应足够坚固，能够承受施加的扭矩。金属板的长度和宽度应超过试样的轮廓范围。

4.3.6.2.3 方法

应按照规定的方向将扭矩施加到操作主轴上[见图 1a)]。除非另有规定，否则应施加扭矩，直至操动件从第一个稳定平衡位置移动到其下一个稳定平衡位置或停止位置，并且开关已经电气切换或已经达到规定的触头接触电阻。应测量和记录移动操动部件至下一个稳定位置或停止位置所需的最大扭矩。在开关操动件还没有到达第二个稳定平衡位置（瞬间位置）情况下，应测量和记录旋转或转动操动件至下一个操作位置所需的扭矩。

如果适用，应在两个方向上测量操作扭矩。每个方向测量次数应按详细规范中的规定。

其他机械操作特性的测量方法应在详细规范中规定。测量其他操作特性的方法，例如温度、空气压力等应由详细规范规定。

4.3.6.2.4 要求

所有测量值应在详细规范规定的限值内。

4.3.6.2.5 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行本条试验时，应规定以下信息：

a） 试样的制备；

b） 测量次数；

c） 操作的方向；

d） 扭矩增加的速率或旋转速度；

e） 扭矩容许的最小值和最大值；

f） 测量系统的种类；

g） 系统操动部分顶端的形状；

h） 正常环境温度以外的温度，如果适用；

i） 与标准测试方法的任何偏离。

4.3.6.3 恢复力

4.3.6.3.1 目的

本试验的目的是测量自动复位开关的操作部分返回到静止位置（初始位置）的恢复力。

4.3.6.3.2 方法

试样应在正常使用条件下安装在金属板上。

除非详细规范中另有规定，否则按钮开关或跷板开关的（试验安装的）金属板应设置成水平位置[见图 1d）和图 1e）]。

按钮开关或跷板开关以外的开关，应安装在垂直位置的安装板上[见图 1b）和图 1c）]。

无论是否使用旋钮或其他类似部件进行试验，均应依据详细规范执行。

试验应按如下方式进行。

a） 除非详细规范中另有规定，否则操作力应施加在试样的正常操作部分，并持续操作到其操作极限。

b） 在逐渐释放操作力并使操作部件从操作极限返回到初始位置的过程中，应分别在 1）和 2）中进行以下测量和/或检查（见图 2）。

1） 使操作部分从极限位置回到初始位置的恢复力，应是在详细规范中规定的点处测量的。

2） 检查操作部分是否已正确返回到初始停止位置。

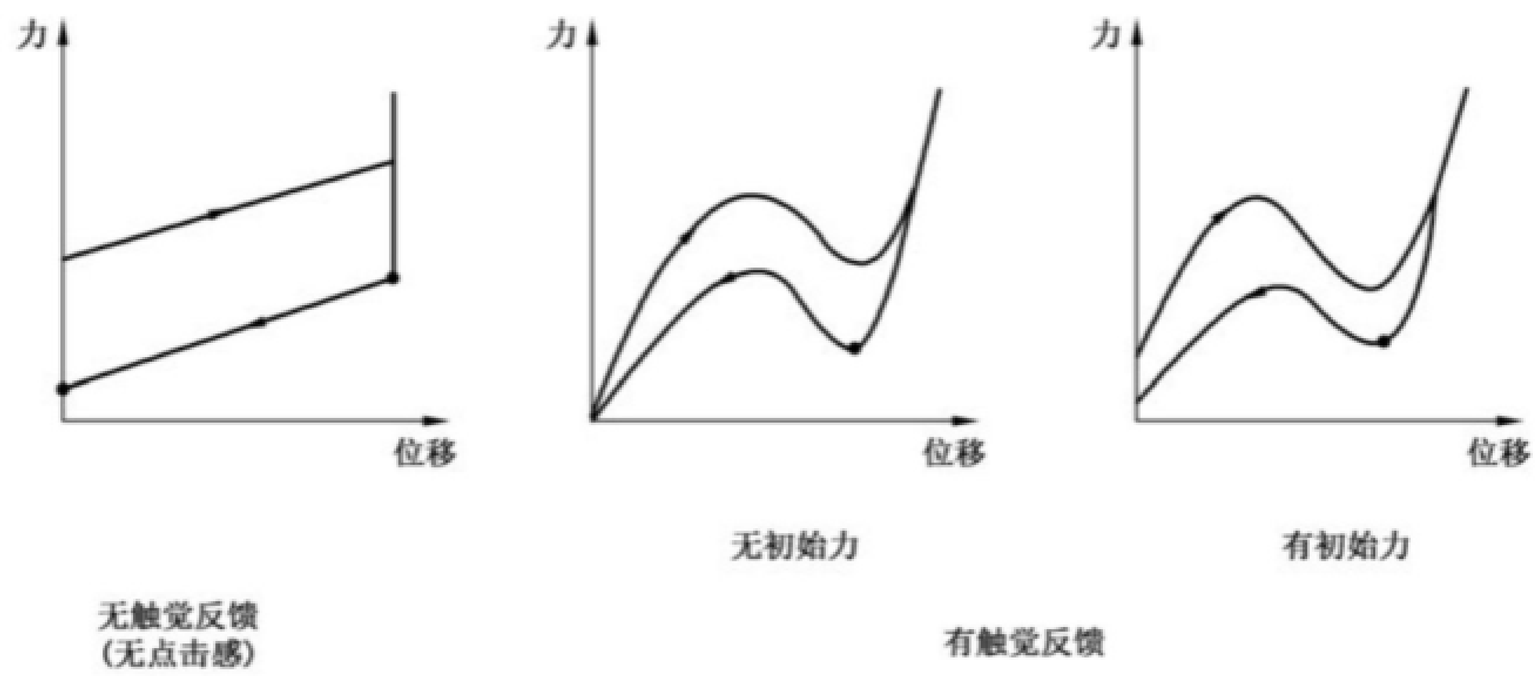

图 2 详细规范规定的测量点示例

4.3.6.3.3 详细规范规定的项目

详细规范中应规定以下信息：

a） 安装方向（如有规定）；

b） 有或没有旋钮等；

c） 施加力的位置和方向（如有规定）；

d) 恢复力的测量点；
e) 与标准测试方法的任何偏离。

4.3.6.4 行程(操动件的移动)

4.3.6.4.1 目的

本测试的目的是测量从初始位置到操作极限位置的行程。

4.3.6.4.2 方法

应在正常使用条件下安装试样，并通过 a)或 b)的方法测量行程：

a) 对于行程以角度表示的开关：逐渐移动操作部件，在详细规范中规定的停止位置之间测量角度；
b) 对于操作范围表示为距离的开关：逐渐移动操作部件，测量详细规范中规定停止位置之间的距离。

4.3.6.4.3 详细规范规定的项目

详细规范中应规定以下信息：

a) 试验方法 4.3.6.4.2a)或 b)；
b) 行程的类型；
c) 测量点(如有规定)；
d) 测量次数(如有规定)；
e) 与标准测试方法的任何偏离。

4.3.7 触头弹跳

4.3.7.1 目的

测量的目的是在触头接触转换后，确定触头由开关机构引起的、闭合触头断续的和随机的断开以及断开触头断续的和随机的闭合的持续时间。由于开关触头的运动引起动态效应，电子逻辑电路可能会产生虚假数据。

4.3.7.2 方法

开关应按 4.1.4 的规定安装。

如图 3 所示的试验电路或等效电路，用于检测触头弹跳。直流试验电压和试验电流的数值应在详细规范中规定，但不应超过 10 V 直流开路电压和 100 mA 试验电流。

电路中使用的检测和显示装置(示波器或同等设备)，其频带宽度应不小于 1 MHz，最小时基精度为±5%；除非另有规定，否则应能够在触头接触转换前显示静止接触状态。

开关应按详细规范中规定的速率以恒定速度驱动。当触头接触弹跳受到操作力和/或操动特性的影响时，应在详细规范中规定力和操作特性的限定范围。

触头弹跳的持续时间应为触头闭合和触头断开的 5 次连续测量中出现的最大测量值。为此测试时，当触头间的电压降至少是开路电压的 90%时，触头被认为是断开的。当触头间电压降不大于开路电压 10%时，触头被认为是闭合的。当触头闭合时，在 10%限值之内的电压变化是由于动态触头接触电阻的变化引起的。触头弹跳时间是从首次闭合(或断开)的瞬间到触头保持闭合(或断开)时的瞬间所测得的持续时间。应在详细规范中规定检测和显示装置的电阻值和输入阻抗值。见图 3 和图 4。

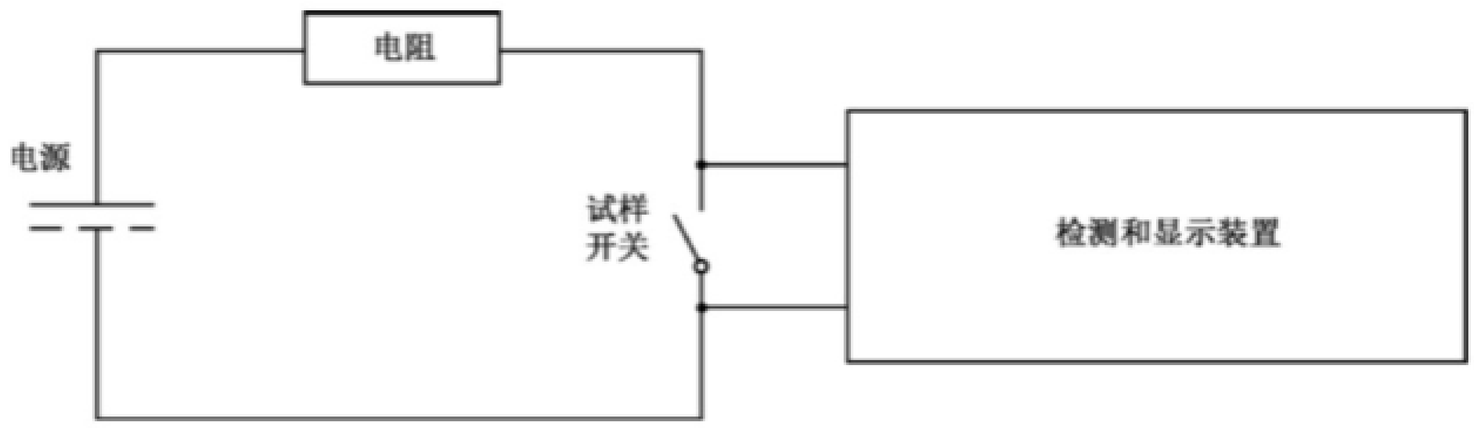

图 3　触头弹跳试验电路

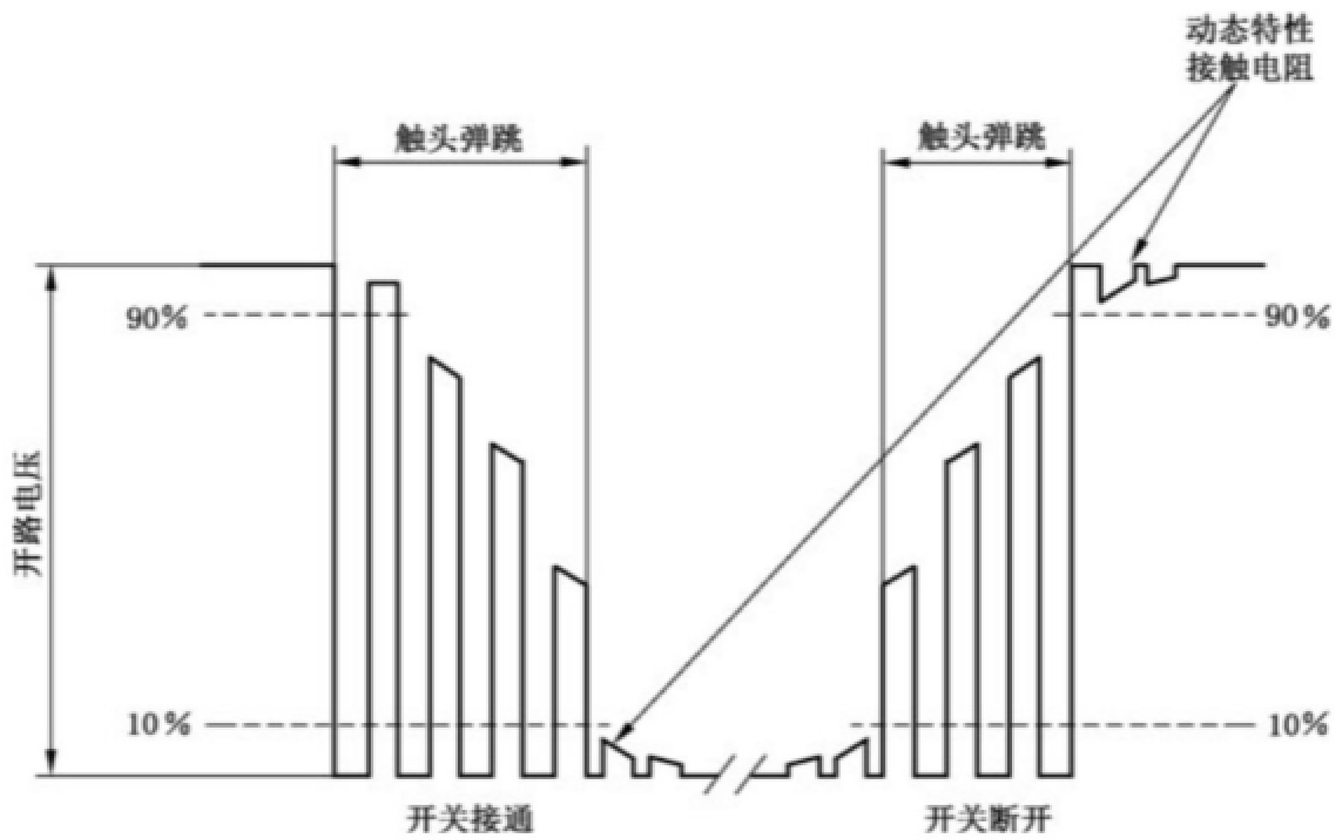

图 4　触头弹跳的典型波形

4.3.7.3　要求

触头弹跳的持续时间应在详细规范规定的限值内。

4.3.7.4　详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a）　试样的制备；

b）　操作速度；

c）　施加操作力的点和方向；

d）　试验电压和电流；

e）　与标准测试方法的任何偏离。

4.4　电阻测量

4.4.1　接触电阻-毫伏法

4.4.1.1　目的

测量的目的是在对触头材料没有电气影响的电压下，确定包括开关端头在内的导电开关电路的总电阻。

4.4.1.2 方法

测量应按如下方式进行。

a) 测量可用交流电进行，或者最好用直流电进行。对于交流电测量，频率不应超过 2 kHz，测试电路见图 6。关于直流电测量，测试电路见图 5。

b) 测量仪器的精度应确保总误差不超过 1%。

c) 接触电阻通常应来源于在详细规范规定的点处(用于连接配线至接触点的区域之间)测量的电压降。

d) 施加测量电压时，不应操作触头。在测量过程中，应避免对被测触头施加异常压力，避免测试电缆移动。

e) 如果无法直接接触详细规范中规定的连接点，则应从测量值中减去所用电缆或电线的电阻，并应记录校正的接触电阻值。

f) 应依据详细规范选择要测量的触头。

g) 测试电流和电压：为了预防触头上的绝缘膜击穿，测量电路的开路电压不应超过直流 20 mV 或交流峰值 20 mV。试验电流不应超过交流或直流 100 mA。

h) 应在每个开关电路上进行一次测量循环。

   其中，一个直流电测量循环包括：

   ——电压的施加；

   ——一个方向流过的电流测量；

   ——一个相反方向流过的电流测量；

   ——电源电压的断开。

   一个交流电测量循环包括：

   ——电压的施加；

   ——测量接通；

   ——电源电压的断开。

   除非另有规定，否则在之前的试验结束和本次试验施加电压之间，所形成的触头接触不应受到干扰。

i) 当接触电阻取决于操作力时，应在详细规范规定的操作力下测量接触电阻。

4.4.1.3 要求

接触电阻应在详细规范规定的限值内。

直流电下的接触电阻测量值应为正向和反向电流下得到的两个读数的平均值。

使用公式(1)将确保计算的电阻始终正确：

$$R = \frac{|V_{mf} - V_{mr}|}{|I_f| + |I_r|} \quad \cdots\cdots (1)$$

注：在公式中包括电压测量值的符号。

式中：

R ——电阻；

V_{mf} ——测量的正向电压；

V_{mr} ——测量的反向电压；

I_f ——正向电流；

I_r ——反向电流。

与标准试验程序的任何偏差都宜在试验报告中明确说明。

4.4.1.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a） 测量点；

b） 要测量的接触次数；

c） 接触电阻允许的限值；

d） 在测量之前，试样是否在没有电流的情况下承受了 20 个循环操作；

e） 测量仪器的精度（如有规定）；

f） 试验用的电源电压；

g） 试验频率（如有规定）；

h） 开路时的最大试验电压（如与 4.4.1.2 不同）；

i） 与标准测试方法的任何偏离。

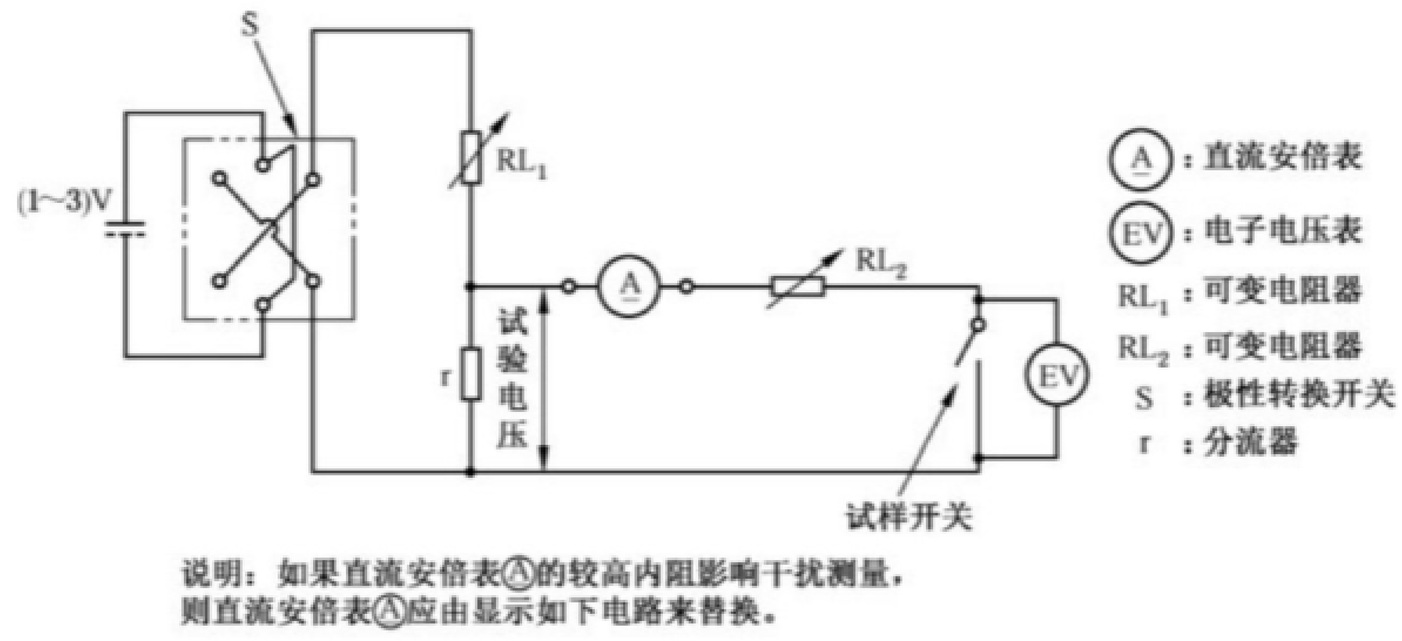

图 5 低电压和电流法（直流）

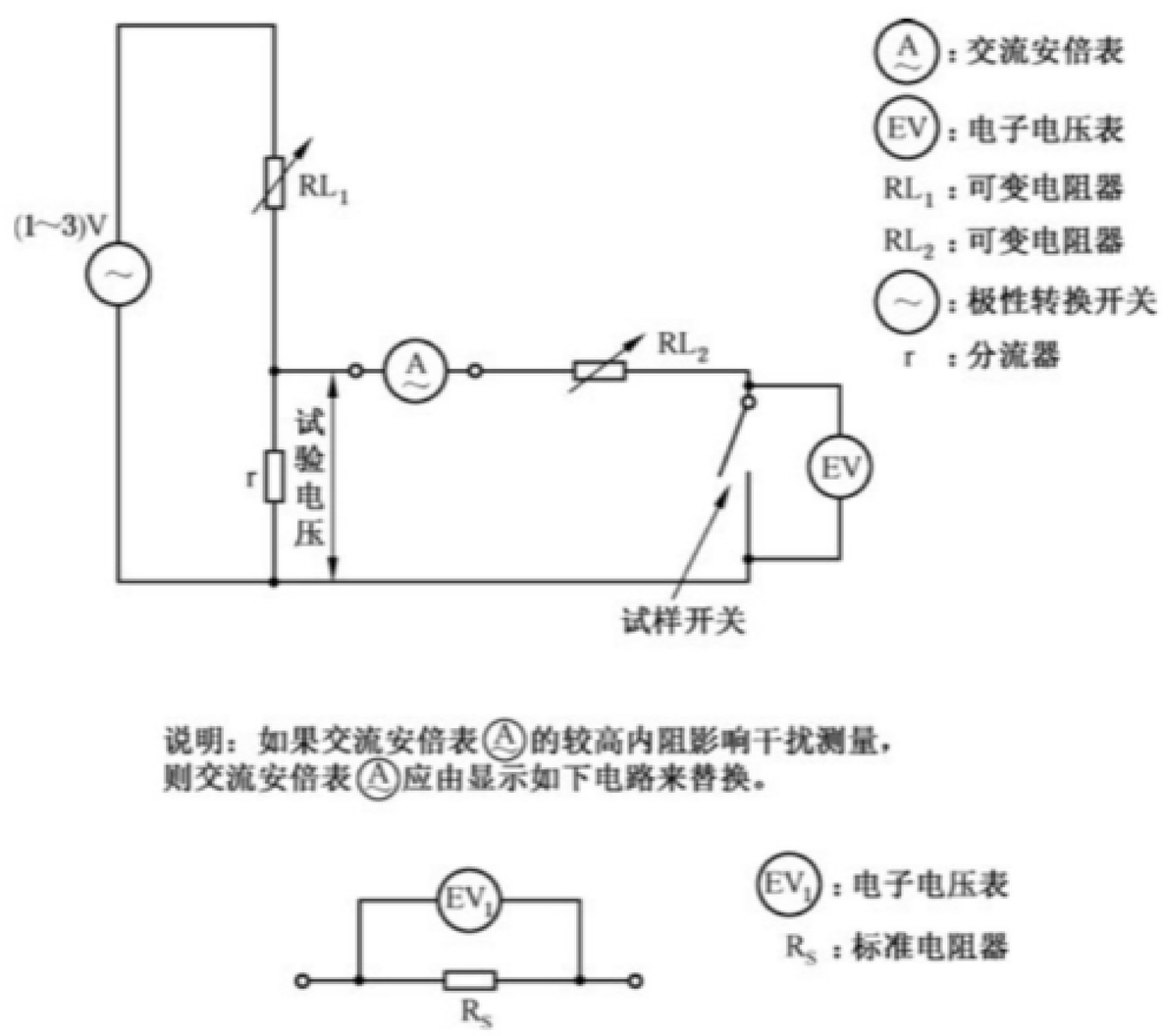

图 6 低电压和电流法（交流）

4.4.2 接触电阻-规定电流

4.4.2.1 目的

测量的目的是在电压高于触头材料熔化电压情况下，测量包括开关端头在内的导电开关电路的总电阻。

4.4.2.2 方法

测量应按如下方式进行。

a) 测量可用交流电进行，或者最好用直流电进行。对于交流电测量，频率不应超过 2 kHz，测试电路见图 8。关于直流电测量，测试电路见图 7。
b) 测量仪器的精度应确保总误差不超过 1%。
c) 接触电阻通常应来源于在详细规范规定的点处(用于连接配线至接触点的区域之间)测量的电压降。
d) 施加测量电压时，不应操作触头。在测量过程中，应避免对被测触头施加异常压力，避免测试电缆移动。
e) 如果无法直接接触详细规范中规定的连接点，则应从测量值中减去所用电缆或电线的电阻，并应记录校正的接触电阻值。
f) 应依据详细规范选择要测量的触头。
g) 试验电流和电压：应使用详细规范中规定的额定交流电或直流电测量接触电阻。电源的开路电压应至少为直流 1 V 或交流峰值 1 V。接触电阻应按公式(1)计算。
h) 应在施加试验电流后 1 min 内对单个触点进行测量。
i) 应在每个开关电路上进行一次测量循环。

   其中，一个直流电测量循环包括：

   ——电压的施加；
   ——一个方向流过的电流测量；
   ——一个相反方向流过的电流测量；
   ——电源电压的断开。

   一个交流电测量循环包括：

   ——电压的施加；
   ——测量接通；
   ——电源电压的断开。

   除非另有规定，否则在之前的试验结束和本次试验施加电压之间，所形成的触头接触不应受到干扰。
j) 当接触电阻取决于操作力时，应在详细规范规定的操作力下测量接触电阻。

4.4.2.3 要求

接触电阻应在详细规范规定的限值内。

4.4.2.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a) 测量点；
b) 要测量的接触次数；

c) 测量电流；
d) 接触电阻允许的限值；
e) 测量仪器的精度(如有规定)；
f) 试验用的电源电压；
g) 试验频率(如有规定)；
h) 开路时的最大试验电压(如与 4.4.1.2 不同)；
i) 与标准测试方法的任何偏离。

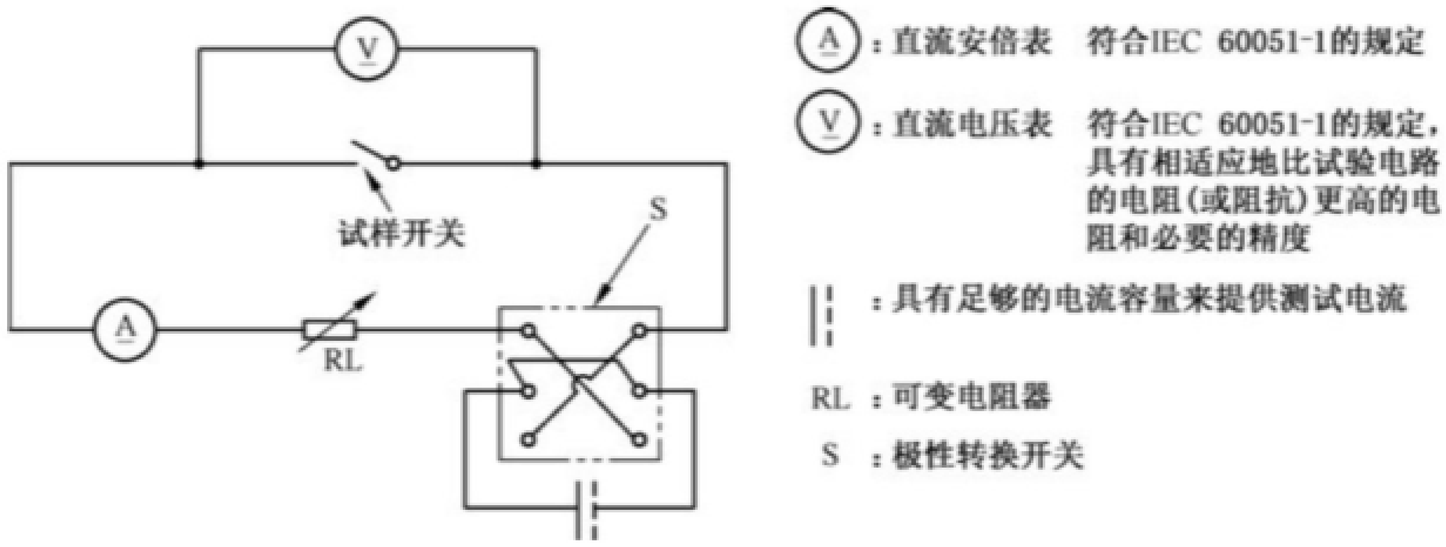

图 7 规定电流法(直流)

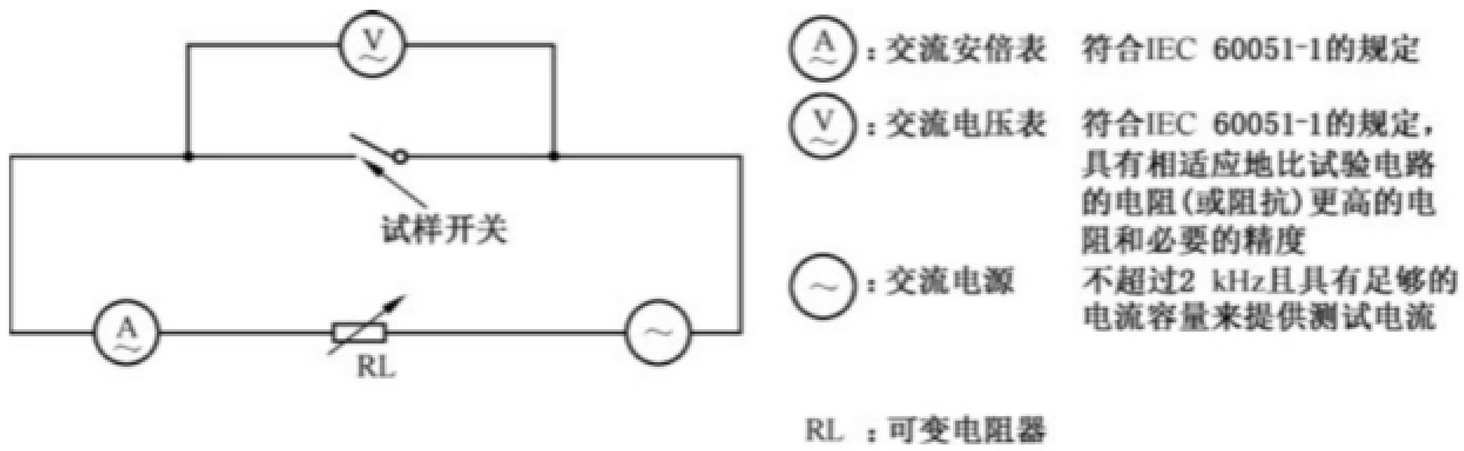

图 8 规定电流法(交流)

4.4.3 操动件与安装套管(表面)之间的电阻

4.4.3.1 目的

测量的目的是确定开关操动件的导电部分与安装套管之间的总电阻。

4.4.3.2 方法

测量按如下方式进行。

a) 应在开关操动件和安装套管上的适当外部点之间进行连接。在电阻测量过程中，操动件应没有外力施加。
b) 在测试之前，可对操动件进行一个完整循环操作。
c) 试验期间的驱动应限制在将操动件置于下一个读取位置所需的最大位移范围内。
d) 旋转开关的电阻测量，应选择尽可能远的两个驱动位置中的每一个位置上进行；倒扳开关的电阻测量；应在每个正常驱动位置上进行；或者按照详细规范规定进行。
e) 应在每个操动件测试位置上进行一次电阻测量。
f) 电阻应按照 4.4.2 的要求进行测量，试验电压小于 15 V，测试电流在 10 A～25 A。

g） 应在安装套管上表面适当点与开关操动件的导电部分(或用于电磁干扰的屏蔽,如果适用)之间进行电压降的测量。

4.4.3.3 要求

操动件电阻应在详细规范规定的限值内。

4.4.3.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时,应提供以下信息:

a） 操动件的测量位置,如果 4.4.3.2 中另有规定;

b） 最大允许的电阻;

c） 与标准测试方法的任何偏离。

4.4.4 绝缘电阻

4.4.4.1 目的

本试验的目的是确定机电元件的绝缘电阻。

4.4.4.2 方法

步骤如下。

a） 绝缘电阻应采用直流电压 100 V±15 V、250 V±25 V 或 500 V±50 V 的闭路电路,如使用绝缘电阻测试仪、高电阻电桥或其他合适的测量装置进行测量。

b） 只有当获得稳定的读数时,才能测量绝缘电阻。如果未达到稳定状态,应在施加电压后 60 s±5 s 内记录绝缘电阻读数。

c） 应测量绝缘电阻。

——端子和接地金属部件之间。

——相互绝缘电路的相邻端子之间。

——同一开关电路的所有未连接的端子之间。

根据制造商的选择,为了缩短试验时间,端子可组合在一起进行试验。如果端子组合在一起试验出现失败时,则应对每个端子进行单独测试以进行验收。

——带电部件和可触及非带电金属部件间,和/或带电金属部件和绝缘操作部件之间。

d） 应在每个操动件位置上进行测量,最多不超过 6 个位置。

e） 对于具有多于 6 极、6 个开关薄片或 6 个开关单元的开关,以及具有多于 6 个操作位置的开关,详细规范可以规定开关测量的减少。

4.4.4.3 要求

绝缘电阻应在详细规范规定的限值内。

4.4.4.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时,应提供以下信息:

a） 待测试的测量点;

b） 试验电压值;

c） 绝缘电阻的最小值;

d) 特殊的制备、安装等(如有规定);

e) 试验的次数(如多于 1 次);

f) 与标准测试方法的任何偏离。

4.5 耐电压

4.5.1 标准大气条件下的耐电压

4.5.1.1 目的

本试验的目的是确定部件承受以规定方式施加的规定试验电压的能力。

4.5.1.2 方法

步骤如下:

本试验的电源应在连接规定负载的情况下,能够将试验电压逐步从 0 V 逐渐升高到规定的试验电压(方均根值或直流电压),并且从规定电压逐步下降到 0 V。

当试验电压为 1 000 V 或以上时,电源容量应为 500 VA 或以上。

a) 应施加直流试验电压或交流方均根值试验电压 5 s。如果使用交流试验电压,其电源频率应为 50 Hz~60 Hz,并且具有近似正弦波的波形。试验电压的施加速率不应超过 500 V/s。

b) 试验电压应施加在下列任何测量位置上。

——端子和接地金属部件之间。

——相互绝缘电路的相邻端子之间。

——同一开关电路的所有未连接的端子之间。

根据制造商的选择,为了缩短试验时间,端子可组合在一起进行试验。如果端子组合在一起试验出现失败时,则应对每个端子进行单独测试以进行验收。

——带电部件和可触及非带电金属部件间,和/或带电金属部件和绝缘操作部件之间。

c) 详细规范中应规定试验电压。

d) 应通过任何适当的方法测量泄漏电流。

e) 应在每个操动件位置上进行试验。

4.5.1.3 要求

试验期间,开关应承受试验耐电压的施加而不会出现闪络、火花放电或击穿。泄漏电流要求应在详细规范规定的限值内。除非详细规范中另有规定,否则最大允许泄漏电流应为 2 mA。

4.5.1.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时,应提供以下信息:

a) 测量点;

b) 试验电压的数值和电源种类;

c) 待测试触头;

d) 最大允许泄漏电流,如果不同于 2 mA;

e) 特殊的制备、安装等(如有规定);

f) 与标准测试方法的任何偏离。

4.5.2 低气压下的耐电压

4.5.2.1 目的

测试的目的是确定在模拟海拔条件下承受电压应力时绝缘耐击穿的能力。

4.5.2.2 方法

步骤如下。

a) 如有必要，应在详细规范中规定预处理。
b) 初始测量应按照详细规范的规定进行。
c) 试验应在符合 GB/T 2423.21 试验 M 要求的一个密封试验箱内进行。试验箱内的内部空气压力应保持在 8 kPa(1±5%)(海拔约 17 600 m)4 h，除非另有规定。试验箱应穿过箱壁适当配备电气连接。
d) 除非另有规定，否则额定电压高于 42 V 的开关，试验电压应为 400 V 交流方均根值。

4.5.2.3 要求

试验期间，开关应能承受试验电压的施加而不会出现闪络、火花放电或击穿。泄漏电流要求应在详细规范规定的限值内。

4.5.2.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a) 试样安装和接线方法；
b) 严酷条件(压力)；
c) 初始测量；
d) 测量要求；
e) 暴露时间，如有必要；
f) 最大泄漏电流；
g) 与标准测试方法的任何偏离。

4.6 发热

4.6.1 目的

测量的目的是确定额定电流下开关端子的温升。

4.6.2 方法

应根据 GB/T 15092.1—2020 中第 16 章进行测量，下列规定适用。

a) 开关应安装在平坦的水平绝缘表面上。
b) 温度感温装置应为热电偶，该热电偶应放置于端子上并尽可能靠近开关的基座。
c) 发热试验应在电气耐久性试验之前和/或电气耐久性测试之后立即进行。
d) 电气耐久性试验前的试验电流应为开关最大额定电流的 1.06 倍。电气耐久性试验后的试验电流为额定电流。

   在耐久性试验前：

   ——最高环境温度为 55 ℃的开关在 25 ℃±10 ℃下进行试验；

   ——其他开关在其最高环境温度下进行测试，耐久性试验后，所有开关均在 25 ℃±10 ℃下进

行试验。

e) 试验持续时间为 1 h，每隔 5 min 读一次读数，连续 3 次读数表明温度变化不超过±2 ℃时，可结束试验。

f) 导线尺寸应与电气耐久性试验时使用导线尺寸相同，以及具有 GB/T 15092.1—2020 中表 4 规定截面积中间值的最小长度。

4.6.3 要求

4.6.3.1 在电气耐久性试验前

端子温升不应超过 45 K。

4.6.3.2 在电耐久性试验后

端子温升不应超过 55 K。

4.6.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a) 导线尺寸；

b) 试样接线和端子类型；

c) 试样安装；

d) 温度感温装置的放置、分度号(规格)和特性；

e) 电流，交流或直流；

f) 试样数量，如有必要；

g) 电气耐久性试验前和/或后的测量；

h) 与标准测试方法的任何偏离。

4.7 动态应力

4.7.1 冲击

4.7.1.1 目的

本试验的目的是确定元件承受规定严酷等级冲击的能力。

4.7.1.2 方法

应按照 GB/T 2423.5 试验 Ea 进行试验，以下细节应适用。

a) 初始测量应按照详细规范的规定进行。

b) 开关应通过其正常安装方式进行安装。

c) 除非另有规定，否则冲击脉冲应为半正弦脉冲，其峰值加速度为 490 m/s^2(50g)，脉冲宽度为 11 ms。

d) 应在开关的 3 个相互垂直的轴线的每个方向上施加 3 次冲击脉冲，共计 18 次冲击脉冲。

e) 当详细规范中有规定时，应根据触头骚动试验(见 4.7.3)监测开关的触头骚动。

f) 试验后，应目测开关有无破裂、变形、移位或零件松动。在分组顺序试验后，应对开关进行功能操作试验(见 4.3.5)。

4.7.1.3 要求

当详细规范中有规定时，断开触头的闭合或闭合触头的断开不应超过详细规范规定值。试验后，不

应有损害开关电气或机械操作的损坏。

4.7.1.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a) 安装试样和相关电缆/导线束的方法，包括从接头到第一个夹具的电缆无支撑长度；
b) 脉冲形状；
c) 试验严酷度(加速度等级和持续时间)；
d) 冲击的轴线和方向；
e) 触头骚动持续时间的限值；
f) 接触电阻的最大值，如有必要；
g) 待检查的操作特性；
h) 与标准测试方法的任何偏离。

4.7.2 振动

4.7.2.1 目的

本试验的目的是确定元件承受规定严酷等级的正弦振动能力。

4.7.2.2 方法

应依据 GB/T 2423.10 试验 Fc 进行试验，以下细节适用。

a) 初始测量应按详细规范规定进行。
b) 开关应通过其正常安装方式进行安装。
c) 详细规范应规定频率范围和振幅。
d) 每个轴向的持续时间应为 12 个扫频循环。
e) 振动频率应在频率范围的极限值之间成对数方式变化。整个频率范围应从最低频率扫频到最高频率，然后返回到最低频率。
f) 当详细规范中有规定时，应依据触头骚动试验(见 4.7.3)监测开关的触头骚动。
g) 试验结束后，应对开关进行目测检查，看是否有破裂、变形、移位或松动的部件。在分组顺序试验后，应对开关进行功能操作试验(见 4.3.5)。
h) 对于带导线的开关，导线也应与开关固定在一起。
i) 如果开关是固定在印刷线路板上的，则应将试样焊接在印刷线路板上，相关组件应直接或通过安装夹具固定在振动台上。
j) 如果详细规范规定了操作试验或试验期间的电气负载，则应进行操作试验或在试验期间连接电气负载。

4.7.2.3 要求

当详细规范中有规定时，断开触头的闭合或闭合触头的断开不应超过详细规范中规定的值。试验后，不应有损害开关电气或机械操作的损坏。

4.7.2.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a) 安装试样和相关电缆/导线束的方法，包括从接头到第一个夹具的电缆无支撑长度；

b) 试验严酷度(频率范围、振幅位移、加速度等级、持续时间);
c) 触头骚动持续时间、断开触点的闭合时间或闭合触点的断开时间的限值;
d) 如果需要,接触电阻的最大值;
e) 待检查的操作特性;
f) 与标准测试方法的任何偏离。

4.7.3 触头骚动

4.7.3.1 目的

本试验的目的是确定特定动态条件下的触头骚动。

4.7.3.2 方法

按以下方式进行检测。

a) 开关应通过其正常安装方式进行安装。
b) 应在动态条件下确定触头骚动。当元件承受碰撞、冲击、振动或加速度试验时,应确定闭合触头的断开和/或断开触头的闭合的持续时间。应在相关试验和/或详细规范规定的时间内施加触头骚动监测。如详细规范中所规定的,触头可单独地监测,或一组或多组触头进行监测。当分组进行监测时,闭合触头可串联连接,断开触头可并联连接。
   如果在分组检测触头时显示故障,则随后允许进行单个触头检测。
c) 应在动态应力试验期间连续监测开关。
d) 应使用不超过 100 mA 的直流电进行测量,电源的开路电压不应超过 10 V。
e) 当闭合触头两端电压高于电源开路电压 50%时,认为闭合触头受到干扰。当断开触头两端电压降至电源开路电压 50%以下时,认为断开触头受到干扰。在触头骚动被认为是(开关)电路电阻变化的情况下,这种变化应在详细规范中规定。
f) 试验设备应具有以下特性:
   ——能够提供最大 10 V 100 mA 的直流电;
   ——能够检测超过开路电压 50%的电压变化(电压升高或电压降低)。

4.7.3.3 要求

触头骚动的持续时间应不得超过详细规范中规定的值。除非详细规范中另有规定,否则优选值为 1 μs、10 μs、100 μs、1 ms 和 10 ms。

4.7.3.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时,应提供以下信息:

a) 试样安装和接线的方法;
b) 监测周期,如果与相关测试方法中规定的不同;
c) 要监控的触头和其操作条件;
d) 触头骚动持续时间的限值;
e) 接触电阻的变化,如果需要;
f) 施加在试样上的电流和电压的大小;
g) 与标准测试方法的任何偏离。

4.8 机械强度

4.8.1 操动件强度

4.8.1.1 目的

测试的目的是使用静态压力确定开关操动件的机械强度。

4.8.1.2 方法

以下项目应作为初始测量：

——目测检查(4.3.1)；

——功能操作(4.3.5)；

——接触电阻(4.4.1 和 4.4.2)；

——绝缘电阻(4.4.4)；

——耐电压(4.5.1)；

——操作特性(4.3.6)。

开关应通过其正常安装方式进行安装。详细规范应规定要施加的力或扭矩以及施加力的方向。施加力方向如图 9 所示。

应将力或扭矩平稳地增加到规定值，然后保持 1 min，应将规定的力依次连续地施加到每个开关上。如果开关操动件不能用手很容易地抓握，则可省略 F_5、F_6、T_1 和 T_2 施力试验。如果开关操动件有免于某个方向上力的作用的保护，则这个方向上的施力试验可省略。例如，对于与面板齐平的跷板开关操动件，可省略 F_1 和 F_2 的施力试验。

试验结束后，应对开关进行外观检查，看是否有断裂、变形、移位或松动的部件。

分组顺序试验完成后，应进行下列最终测量：

——功能操作(4.3.5)；

——接触电阻(4.4.1 和 4.4.2)；

——绝缘电阻(4.4.4)；

——耐电压(4.5.1)；

——操作特性(4.3.6)。

4.8.1.3 要求

试验后，不应有损害开关电气和/或机械操作的损坏。

4.8.1.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a) 初始测量的项目；

b) 试样的安装方法；

c) 施加的力或扭矩的速度或特性；

d) 施力点和方向；

e) 推力、拉力或扭矩的保持时间；

f) 最终测量的项目；

g) 与标准测试方法的任何偏离。

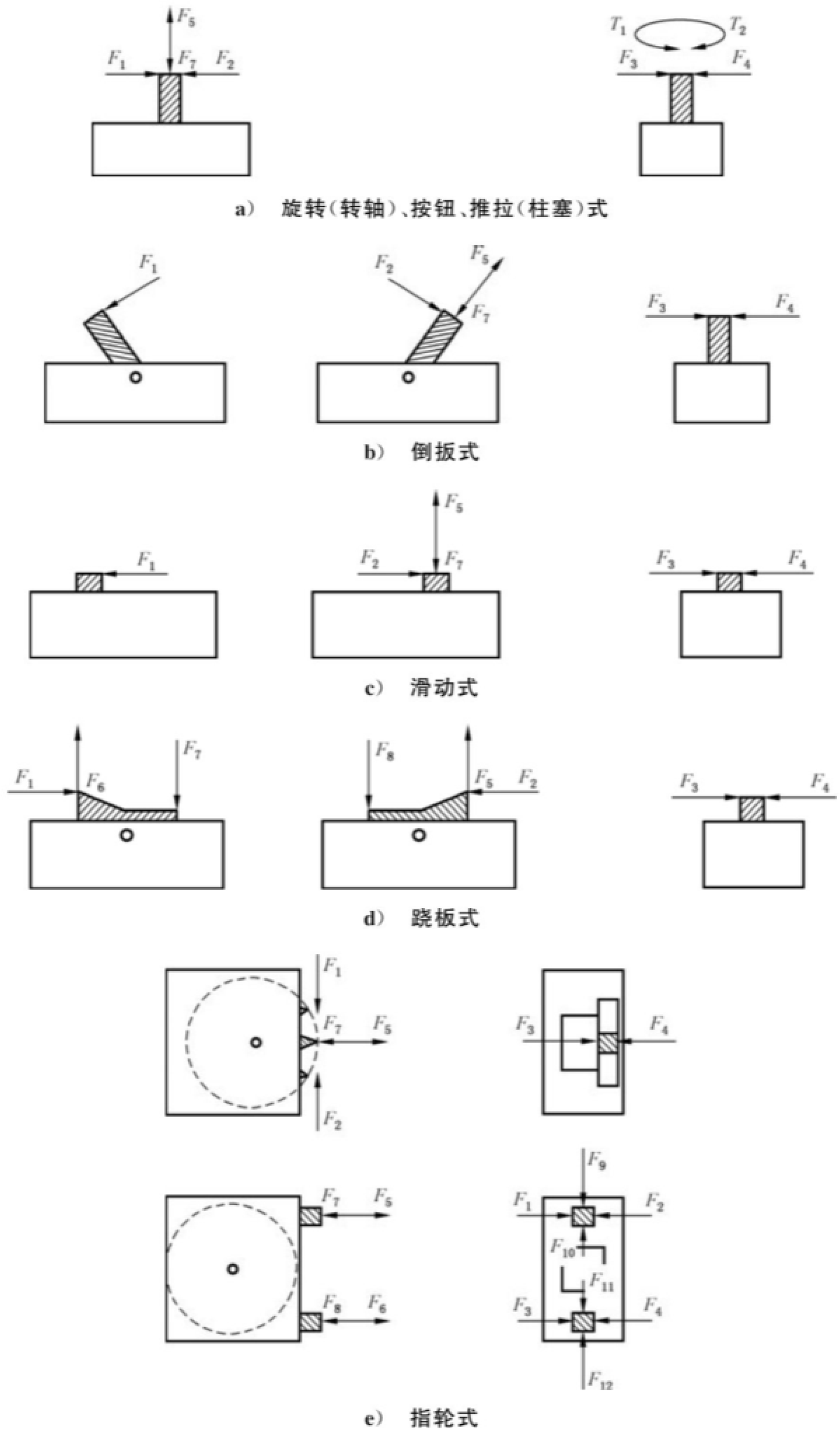

图 9　4.8.1 的力和扭矩应用

4.8.2　安装轴套强度

4.8.2.1　目的

测试的目的是确定带有螺纹安装轴套的开关承受正常安装时所施加的力的能力。

4.8.2.2 方法

开关应使用其正常安装方式或规定的安装工具(如有),通过金属板上适当尺寸的孔进行安装。安装螺母的拧紧扭矩应等于详细规范中规定的安装扭矩的125%,扭矩应保持1 min,然后松开。螺母应进行5次拧紧和松开。

4.8.2.3 要求

试验后,不应出现会损害开关正常操作的机械损伤。

4.8.3 螺钉安装强度

4.8.3.1 目的

测试的目的是确定通过螺钉安装的开关承受正常安装时所施加力的能力。

4.8.3.2 方法

应按GB/T 2423.60中试验Ud及严酷等级1的规定进行试验,采用下列规定:

a) 该试验应适用于规定用于安装开关的螺钉,如果没有规定螺钉,则应选择可用于安装开关的最大螺钉;
b) 根据严酷等级,应施加表1中的扭矩值,历时10 s~15 s;
c) 试验结束后,应对开关进行外观检查,看是否有断裂、变形、移位或松动的部件。

表1 安装螺钉的扭矩值

公称螺纹直径 mm	2.6	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0
扭矩 N·m	0.4	0.5	0.8	1.2	2.0	2.5

4.8.3.3 要求

试验后,不应出现会影响正常操作的机械损伤。

4.8.4 端头强度

4.8.4.1 目的

本试验的目的是验证元件端头是否能够承受正常装配或手动操作过程中可能施加的应力的能力。

4.8.4.2 方法

应按GB/T 2423.60中试验U的规定进行试验,采用下列规定:

a) 开关应通过其正常安装方式进行安装;
b) GB/T 2423.60中试验Ua1(拉力)和试验Ua2(推力)应适用于所有端子,详细规范中可能规定了补充试验;
c) 试验结束后,应对开关进行外观检查,看是否有断裂、变形、移位或松动的部件。

4.8.4.3 要求

试验后,不应出现会损害开关正常操作的机械损伤。

4.8.4.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a) 适用的试验；

b) 试样的制备和安装方法；

c) 试验条件，诸如力值、弯曲次数等；

d) 与标准测试方法的任何偏离。

4.9 机械耐久性

4.9.1 机械耐久性——标准大气条件

4.9.1.1 目的

测试的目的是通过开关额定机械寿命，评估其在 0 ℃～55 ℃类别温度范围内的正常机械功能，以及在极端温度下不能评定其额定驱动性能的开关(如成列插入式开关)所具有的正常机械功能。

4.9.1.2 方法

以下项目应作为初始测量：

——目测检查(4.3.1)；

——功能操作(4.3.5)；

——接触电阻(4.4.1 和 4.4.2)；

——绝缘电阻(4.4.4)；

——耐电压(4.5.1)；

——操作特性(4.3.6)。

试验按如下方式进行。

a) 开关应按照详细规范中的规定进行连接。试验设备的布置应仅施加开关操作所需的力。不应对试样施加过大的操作力。

注：GB/T 15092.1—2020 表 2 中给出了试验电路，它们能在适用的情况下使用。

b) 试样应根据详细规范的要求进行机械操作耐久性试验(不加电气负载)。

c) 应以正常方式操作试样，详细规范应规定操作循环次数和驱动频率。

d) 分组顺序试验完成后，开关应进行以下试验：

——目测检查(4.3.1)；

——功能操作(4.3.5)；

——操作特性(4.3.6)。

如果适用，还应对开关进行以下测试：

——电阻测量(4.4)；

——耐电压(4.5.1)；

——密封(4.14 和 4.15)。

4.9.1.3 要求

试验后，不应有损害开关机械或电气操作的损伤。当详细规范规定时，试验后的操作特性与规定值最大偏差可为 20%。

4.9.1.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a) 试样的制备，包括要使用的电缆/导线束类型；
b) 试样安装；
c) 操作的次数、频率和速度；
d) 最终测量要求；
e) 初始测量项目；
f) 面板密封特性(如适用)；
g) 与标准测试方法的任何偏离。

4.9.2 机械耐久性——类别温度范围

4.9.2.1 目的

测试的目的是通过开关额定机械寿命，确定其在类别温度范围内的正常机械功能，当开关的类别温度范围不在 0 ℃～55 ℃时，本试验适用。

4.9.2.2 方法

除以下细节外，应按照 4.9.1.2 进行试验：

试样一半(操作循环)应在下限类别温度下进行试验，剩下一半(操作循环)应在上限类别温度下进行试验。

以下项目应作为最终测量：

——除了 6.2 标志外的目测检查(4.3.1)；
——接触电阻(4.4.1 和 4.4.2)；
——从操动部件到安装轴套的电阻(如果适用)；
——绝缘电阻(4.4.4)；
——操作特性(4.3.6)；
——面板密封(如适用)(4.14)。

4.9.2.3 要求

试验后，不应有损害开关机械或电气操作的损伤。

4.9.2.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a) 试样的制备，包括要使用的电缆/导线束类型；
b) 试样安装；
c) 操作的次数、频率和速度；
d) 最终测量要求；
e) 初始测量项目；
f) 面板密封特性(如适用)；
g) 与标准测试方法的任何偏离。

4.10 电气耐久性

4.10.1 电气耐久性——标准大气条件

4.10.1.1 目的

4.10.1.2 中试验的目的是通过开关在标准大气条件下的额定电气寿命，确定其正常控制开关电气

负载(大于 6 V 或 0.5 A 电气负载)额定功率的能力,4.10.2～4.10.4 规定了额定值 6 V 和 0.5 A 以上开关的附加试验。

对于额定值低于 6 V 或 0.5 A 的开关,可以选择根据逻辑负载(TTL)试验(见 4.10.5)或选择低电平耐久性试验(见 4.10 6)进行的测试。

4.10.1.2 方法

以下项目应作为初始测量:

——目测检查(4.3.1);

——功能操作(4.3.5);

——接触电阻(4.4.1 和 4.4.2);

——绝缘电阻(4.4.4);

——耐电压(4.5.1);

——操作特性(4.3.6)。

试验按如下方式进行。

a) 开关应按照详细规范中的规定进行连接。试验设备的布置应仅施加开关操作所需的力。不应对试样施加过大的操作力。

注:在适用的情况下,能使用 GB/T 15092.1—2020 中表 2 给出的试验电路。

b) 开关应按照详细规范的规定加载。

注:负载如 GB/T 15092.1—2020 中表 102 和/或表 103 所规定。

c) 开关应按其正常安装方式进行安装。当安全要求必须满足时,金属安装板和金属试验操动件应电气接地。

d) 开关应按照详细规范规定的循环次数进行试验。

e) 驱动操作频率应由详细规范规定。

f) 除非另有规定,否则每个电气负载的负载比应至少接通 25%。

g) 对已进行了过载试验的开关,应用在过载试验中已经试验过的同一组触头进行试验。

h) 开关应在大于 6 V 和 0.5 A 的规定电气负载额定值下进行试验。如果较低电压下的伏·安数不大于较高电压下的伏·安数,则在最高额定电压下的电气耐久性试验可代表在相同频率的较低电压下进行的试验。如果额定交流电阻性电流不大于额定交流电感性电流,则交流电感性负载下的电气耐久性试验可以代表交流电阻性负载下的试验。

i) 除非另有规定,否则交流电压的标称频率应为 50 Hz～60 Hz。

j) 对双掷开关,试样试验的一半应在试验负载连接至一路触头的情况下进行试验,而试样其余试验应在电气负载连接至另一路触头时进行试验。对于多极开关,应同时测试所有极。

k) 电源应具有足够的容量,以在开关闭合后提供所需的试验电流,同时在开关端头保持所需要的试验电压。

l) 除非另有规定,否则开关应连接在电源的高电压侧和电气负载之间的试验电路中。

m) 应为开关的每一极提供分离的和独立的电气负载。

n) 当有规定时,应连续监测开关,以确定是否有任何触头未能按正确顺序断开(“粘结”)或闭合(“未接触”)其各自的电路。监控电路不应对电气负载或开关触头的电感元件进行分流。监测装置应提供触头转换动作的记录,或在开关未能断开或闭合电路时自动停止试验。详细规范应规定触头故障的最多次数。

粘结和/或未接触的优选值为:

——0 次粘结或脱开;

——每 10^6 次循环有 1 次粘结或未接触;

——每 10^5 次循环有 1 次粘结或未接触；
——每 10^4 次循环有 1 次粘结或未接触；
——每 1 000 次循环有 1 次粘结或未接触；
——每 1 000 次循环有 5 次粘结和/或未接触；
——每 1 000 次循环有 10 次粘结和/或未接触；
——无触头监测。

o） 连接导线的规格应与其额定值相适配。
应使用 GB/T 15092.1—2020 中表 4 给出的配线规格值。

p） 分组顺序试验完成后，开关应进行以下试验：
——接触电阻-规定电流试验(4.4.2)；
——功能操作试验(4.3.5)；
——耐电压试验(4.5.1)；
——除标志外的目测检查(4.3.1)；
——绝缘电阻(4.4.4)；
——操作特性(4.3.6)。

4.10.1.3 要求

当有规定时，开关在试验过程中不应有超过允许范围的粘结和/或未接触。试验后，不应有损害开关机械或电气操作的损伤。

4.10.1.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a） 试样的制备，包括要使用的电缆/导线束的类型和规格；
b） 试样安装；
c） 负载类型；
d） 如果适用，交流或直流电压值，谐波失真度和峰值系数；
e） 电流值；
f） 大气压力，如果不是标准大气压；
g） 操作的次数、速度和频率；
h） 使用的最终测量和试验要求；
i） 机械辅助附件；
j） 初始测量；
k） 触头粘结或未接触的次数(如适用)；
l） 与标准测试方法的任何偏离。

4.10.2 电气耐久性——上限类别温度

4.10.2.1 目的

试验的目的是通过开关在标准大气条件下的额定电气寿命，确定其上限类别温度对开关正常控制电气负载的额定功率(大于 6 V 和 0.5 A 电气负载)的能力的影响。

4.10.2.2 方法

试验应按照 4.10.1 的规定进行，但试验过程中开关应处于对它规定的上限类别温度下。

4.10.2.3 要求

当有规定时，开关在试验过程中不应有超过允许次数的粘结和/或未接触。试验后，不应有损害开关机械或电气操作的损伤。

4.10.2.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a) 试样的制备，包括要使用的电缆/导线束的类型；
b) 试样安装；
c) 负载类型；
d) 如果适用，交流或直流电压值，谐波失真度和峰值系数；
e) 电流值；
f) 大气压力，如果不是标准大气压；
g) 操作的次数、速度和频率；
h) 使用的最终测量和试验要求；
i) 机械辅助附件；
j) 初始测量；
k) 触头粘结或未接触的次数(如适用)；
l) 试验过程中试验箱内的温度；
m) 与标准测试方法的任何偏离。

4.10.3 电气耐久性——类别温度范围

4.10.3.1 目的

试验的目的是通过开关在标准大气条件下的额定电气寿命，确定其类别温度范围对开关正常控制电气负载的额定功率(大于 6 V 和 0.5 A 电气负载)的能力的影响。

4.10.3.2 方法

应按照 4.10.1 中的规定进行试验，但试验期间，应按照以下顺序进行规定的操作循环：

——标准大气条件下进行 80%的操作循环；
——下限类别温度下进行 10%的操作循环；
——上限类别温度下进行 10%的操作循环。

4.10.3.3 要求

当有规定时，开关在试验过程中不应有超过允许次数的粘结和/或未接触。试验后，不应有损害开关机械或电气操作的损伤。

4.10.3.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a) 试样的制备，包括要使用的电缆/导线束的类型；
b) 试样安装；
c) 负载类型；
d) 如果适用，交流或直流电压值，谐波失真度和峰值系数；

e) 电流值；
f) 大气压力，如果不是标准大气压；
g) 操作的次数、速度和频率；
h) 使用的最终测量和试验要求；
i) 机械辅助附件；
j) 初始测量；
k) 触头粘结或未接触的次数(如适用)；
l) 下限类别温度；
m) 上限类别温度；
n) 与标准测试方法的任何偏离。

4.10.4 电气耐久性——低气压

4.10.4.1 目的

试验的目的是通过开关的额定电气寿命，确定其降低的空气压力对开关正常控制电气负载的额定功率(大于 6 V 和 0.5 A 电气负载)的能力的影响。

4.10.4.2 方法

应按照 4.10.1.2 的规定进行试验，但试验期间，开关应经受与对开关规定的额定海拔高度相当的降低的空气压力的作用。

初始和最终测量，应为目视检查(4.3.1)、功能操作(4.3.5)和标准大气条件下的耐电压(4.5.1)。

4.10.4.3 要求

当有规定时，开关在试验过程中不应有超过允许次数的粘结和/或未接触。试验后，不应有损害开关机械或电气操作的损伤。

4.10.4.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：
a) 试样的制备，包括要使用的电缆/导线束的类型；
b) 试样安装；
c) 负载类型；
d) 如果适用，交流或直流电压值，谐波失真度和峰值系数；
e) 电流值；
f) 大气压力，如果不是标准大气压；
g) 操作的次数、速度和频率；
h) 使用的最终测量和试验要求；
i) 机械辅助附件；
j) 初始测量；
k) 触头粘结或未接触的次数(如适用)；
l) 试验期间低气压的值；
m) 与标准测试方法的任何偏离。

4.10.5 逻辑负载(TTL)

4.10.5.1 目的

测试的目的是确定开关正常控制某一规定的逻辑电平电气负载的能力,该电气负载超过触头材料的熔化电压(大约 0.4 V),并低于电弧电压和电弧电流(大约 6 V 和 0.5 A)。应假定应用电路有初始缓冲的 10 ms 时间以排除任何的触头弹跳。

4.10.5.2 方法

试验按如下方式进行。

a) 开关应通过其正常安装方式进行安装。

b) 每对试样的触头应用直流(5±0.5) V、(10±1) mA 的电阻性负载进行试验。在每对触头的每次闭合和每次断开过程中,应使用不会改变触头规定试验参数的装置对触头进行监测。监测装置应记录触头的正常断开和闭合,或在触头故障时停止试验。

——闭合期间的监测:

应监测每个触头静态闭合不少于 50%的触头电压降。在触头闭合后最初的 10 ms 内不应对触头进行监测,以排除任何的触头弹跳。触头电压降等于或高于 2.1 V 即应构成触头“未接触”(未正常闭合电路)。

——断开期间的监测:

应监测每个触头断开不少于 50%的触头电压降。在触头断开后最初的 10 ms 内不应对触头进行监测,以排除任何的触头弹跳。触头电压降低于 4.5 V 即应构成触头“粘结”(未正常断开电路)。

c) 详细规范应规定触头故障的最多次数。粘结和/或未接触的推荐值如下:

——0 次粘结或未接触;

——每 10^6 次循环有 1 次粘结或未接触;

——每 10^5 次循环有 1 次粘结或未接触。

d) 除非另有规定,否则试验应在标准大气条件下进行。

e) 操作循环次数应符合详细规范的规定。

f) 试验电压、试验电流和监测仅适用于 TTL 逻辑电路,其他值可由其他类型的电子逻辑电路的详细规范指定。

4.10.5.3 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时,应提供以下信息:

a) 试样的制备,包括要使用的电缆/导线束的类型;

b) 试样安装;

c) 负载类型;

d) 如果适用,交流或直流电压值,谐波失真度和峰值系数;

e) 电流值;

f) 大气压力,如果不是标准大气压;

g) 操作的次数、速度和频率;

h) 使用的最终测量和试验要求;

i) 机械辅助附件;

j) 初始测量;

k) 触头粘结或未接触的次数(如适用);

l) 与标准测试方法的任何偏离。

4.10.6 低电平耐久性试验

4.10.6.1 目的

测试的目的是确定开关正常控制特定低电平电气负载的能力,该负载小于触头材料的软化电压(大约 80 mV),应假定应用电路有起始缓冲的 10 ms 时间以排除任何的触头弹跳。

4.10.6.2 方法

试验按如下方式进行。

a) 开关应通过其正常安装方式进行安装。

b) 每对试样触头应使用最高 20 mV、最大 10 mA 的电阻性负载进行试验。在每对触头的每次闭合和每次断开过程中,应使用不会改变触头规定试验参数的装置对触头进行监测。监测装置应记录触头的正常断开和闭合,或在触点故障时停止测试。

——闭合期间的监测:

应监测每个触头静态闭合不少于 50%的触头电压降。在触头闭合后最初的 10 ms 内不应对触头进行监测,以排除任何的触头弹跳。触头电压降等于或高于 2.1 V 即应构成触头“未接触”(未正常闭合电路)。

——断开期间的监测:

应监测每个触头断开不少于 50%的触头电压降。在触头断开后最初的 10 ms 内不应对触头进行监测,以排除任何的触头弹跳。触头电压降低于 4.5 V 即应构成触头“粘结”(未正常断开电路)。

c) 详细规范应规定触头故障的最多次数。粘结和/或未接触的推荐值如下:

——0 次粘结或未接触;

——每 10^6 次循环有 1 次粘结或未接触;

——每 10^5 次循环有 1 次粘结或未接触。

d) 除非另有规定,否则试验应在标准大气条件下进行。

e) 操作循环次数应符合详细规范的规定。

4.10.6.3 要求

试验过程中,开关应按正确的顺序断开和闭合每个切换电路。

4.10.6.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时,应提供以下信息:

a) 试样的制备,包括要使用的电缆/导线束的类型;

b) 试样安装;

c) 负载类型;

d) 如果适用,交流或直流电压值,谐波失真度和峰值系数;

e) 电流值;

f) 大气压力,如果不是标准大气压;

g) 操作的次数、速度和频率;

h) 使用的最终测量和试验要求;

i) 机械辅助附件；
j) 初始测量；
k) 触头粘结或未接触的次数(如适用)；
l) 触头间的电压；
m) 与标准测试方法的任何偏离。

4.11 过载

4.11.1 电气过载

4.11.1.1 目的

本试验的目的是确定具有规定电气过载电流的触头的性能。

4.11.1.2 方法

试验应按如下方式进行。

a) 4.10.1.2 中 a)、c)、e)、f)、i)、j)、k)、l)、m)和 o)的要求适用。
b) 应在经受过 4.10.1～4.10.4 试验的相同触头上进行试验。
c) 开关应承受 100 次操作循环。
   除了堵转试验、电容性和模拟灯泡负载试验外，只要在设计允许的范围内，开关应按下列速率操作：
   ——如果额定电流不大于 10 A，则为每分钟 30 次操作；
   ——如果额定电流大于 10 A 但小于 25 A，则为每分钟 15 次操作；
   ——如果额定电流等于或大于 25 A，则为每分钟 7.5 次操作。
   每个操作循环中，“接通”时间为 25^{+5}_{0}%，“断开”时间为 75^{0}_{-5}%。
d) 所使用的负载按 4.10.1 的试验规定，然后将电压升至 1.15 倍额定电压，从而增加了过载试验电流。
e) 在试验过程中，应持续监测开关，以确定开关是否未能断开或闭合各自电路或多向开关电路。
f) 操作速度应由详细规范规定。

4.11.1.3 要求

试验过程中，开关应依次断开或闭合其各自单独的转换电路。

4.11.1.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a) 试样的制备；
b) 电缆导线的类型和规格；
c) 要施加的最小或最大电压；
d) 待施加的电流；
e) 大气压力，如果不是标准大气压；
f) 最终测量要求；
g) 初始测量；
h) 操作速度；
i) 与标准测试方法的任何偏离。

4.11.2 电容负载切换

4.11.2.1 目的

测试的目的是确定拟用作主电源开关的开关接通和分断能力，该试验也适用于高峰值浪涌电流的模拟。

4.11.2.2 方法

试验按如下方式进行：

a) 开关应通过其正常安装方式进行安装；
b) 试验电路应为 GB/T 15092.1—2020 中图 8 或图 9 给出的电路，单极开关应在电源相线 L 侧分断试验电路；
c) 当规定了开关额定浪涌电流值时，应使用 GB/T 15092.1—2020 图 8 或图 9 中给出的值；
d) 负载电路元件应确保负载电流控制在其规定值的±10%范围内；
e) 电源阻抗应足够小以致不会影响试验结果；
f) 除非详细规范中另有规定，否则开关应承受总计 10 000 次操作循环的考核。负载比大约是 50%。循环速率应为每分钟 7 次操作循环；
g) 为了获得随机负载条件，开关的闭合不应与电源频率同步；
h) 分组顺序试验结束后，开关应承受介电强度试验(见 4.5.1)，但试验电压应降至相应试验电压的 75%，并进行功能操作试验(见 4.3.5)；
i) 如果详细规范中没有规定，试验电压应为 250 V AC。
j) 试验峰值电流应为额定电流的 8 倍、16 倍或 32 倍。

4.11.2.3 要求

试验后，不应有损害开关机械或电气操作的损伤。

4.11.2.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a) 试样的制备；
b) 待施加的电压；
c) 试验电流(应不大于试样的正常额定电流)；
d) 浪涌电流；
e) 要求的循环次数，如果不同于 10 000 次；
f) 初始和最终测量要求；
g) 附加要求(如有)；
h) 与标准测试方法的任何偏离。

4.12 环境试验

4.12.1 气候序列

4.12.1.1 目的

测试的目的是确定非散热开关(温升小于 5 K)在不降低其性能的情况下承受规定环境中暴露的能力。

4.12.1.2 方法

试验顺序应按照 GB/T 2423.45 中试验 Z/ABDM 气候序列进行，不同步骤的严酷等级和中间测量应按照详细规范的规定进行。

初始测量应按如下方式进行：

——目测检查(4.3.1)；

——功能操作(4.3.5)；

——接触电阻(4.4.1 或 4.4.2)；

——绝缘电阻(4.4.4)；

——耐电压(4.5.1)；

——操作特性(4.3.6)。

应按照表 2 中规定的顺序对同一试样进行试验。每次试验结束与下一次试验开始之间的间隔不应超过 3 d，其中试验 2 与试验 3 之间的间隔除外，试验 2 和试验 3 之间的间隔(包括恢复时间在内)不应超过 2 h。

除非另有规定，否则应在该序列试验的开始和结束时进行测量。

表 2 气候序列

试验顺序	试验类型	试验描述
1	高温	试验应按照 4.12.2.2 进行，具体如下： 温度：详细规范规定的最高温度； 时间：16 h
2	交变湿热 (12 h+12 h 循环)	应根据 4.12.5.2.2 进行试验，如下所示： 应在每个循环 24 h 且无电气负载的情况下进行试验
3	低温	试验应按照 4.12.3.2 进行，具体如下： 该试验应在没有电气负载的情况下进行 2 h
4	低气压	试验应按照 4.5.2 进行，如下所示： 该试验仅在详细规范规定的空气压力低于 86 kPa 的情况时进行
5	交变湿热 (12 h+12 h 循环)	应根据 4.12.5.2.2 和表 3 规定的剩余循环次数进行。该试验应在没有电气负载的情况下进行

表 3 剩余循环

气候类别	-/-/04	-/-/10	-/-/21	-/-/56
剩余循环	0	0	1	5
注：GB/T 2421—2020 中的附录 A 定义了气候类别，GB/T 2423.45—1997 中的 8.2.5 描述了剩余循环。				

在分组试验顺序完成后，开关应进行以下试验：

——目测检查试验(4.3.1)；

——功能操作试验(4.3.5)；

——操作特性试验(4.3.6)；

——接触电阻(4.4.1 或 4.4.2)；

——绝缘电阻试验(4.4.4)；

——耐电压(4.5.1)。

4.12.1.3 要求

试验后，不应有损害开关正常操作的损伤。

4.12.1.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a) 试样的制备；
b) 调节方法；
c) 试验的严酷等级和中间测量；
d) 初始和最终测量要求；
e) 接触电阻的测量方法；
f) 附加要求(如有)；
g) 与标准测试方法的任何偏离。

4.12.2 高温

4.12.2.1 目的

测试的目的是确定开关在高温条件下使用或储存的能力。在本试验中，试样不用于评估操作能力或耐温度变化的能力。

4.12.2.2 方法

应按照 GB/T 2423.2 的要求进行试验，下列细则是适用的。在测试其高温储存性能时，应使用最小包装单位包装的试样。

a) 预处理符合详细规范。
b) 应进行下列初始测量：
   ——目测检查(4.3.1)；
   ——功能操作(4.3.5)；
   ——接触电阻(4.4.1 或 4.4.2)；
   ——绝缘电阻(4.4.4)；
   ——耐电压(4.5.1)；
   ——操作特性(4.3.6)。
c) 根据详细规范，将试验温度设置为下列值之一：
   ——155 ℃±2 ℃；
   ——125 ℃±2 ℃；
   ——100 ℃±2 ℃；
   ——85 ℃±2 ℃；
   ——70 ℃±2 ℃；
   ——55 ℃±2 ℃；
   ——40 ℃±2 ℃。

注：根据试验箱的大小，如果难以保持±2 ℃的容差，则在 100 ℃～200 ℃的温度范围内允许±5 ℃的容差。

d) 根据详细规范的规定，将试验时间设置为下列值之一：
   ——2 h；
   ——16 h；

——72 h；

——96 h。

e） 后处理符合详细规范。

f） 应进行下列最终测量：

——目测检查(4.3.1)；

——功能操作(4.3.5)；

——接触电阻(4.4.1 或 4.4.2)；

——绝缘电阻(4.4.4)；

——耐电压(4.5.1)；

——操作特性(4.3.6)。

4.12.2.3 要求

试验后，不应有损害开关机械或电气操作的损伤。

4.12.2.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a） 预处理；

b） 初始测量；

c） 被测样品的状况；

d） 温度和试验时间；

e） 试验过程中带/不带负载的测量；

f） 后处理；

g） 最终测量；

h） 与标准测试方法的任何偏离。

4.12.3 低温

4.12.3.1 目的

测试的目的是确定开关在低温条件下使用或储存的能力。

注：本试验不用于评定耐温度变化的能力。

4.12.3.2 方法

应按照 GB/T 2423.1 的要求进行试验，下列细则是适用的。

在测试其低温储存性能时，应使用最小包装单位包装的试样。

a） 预处理符合详细规范。

b） 应进行下列初始测量：

——目测检查(4.3.1)；

——功能操作(4.3.5)；

——接触电阻(4.4.1 或 4.4.2)；

——绝缘电阻(4.4.4)；

——耐电压(4.5.1)；

——操作特性(4.3.6)。

c) 根据详细规范，将试验温度设置为下列值之一：

——65 ℃±3 ℃；

——55 ℃±3 ℃；

——40 ℃±3 ℃；

——25 ℃±3 ℃；

——10 ℃±3 ℃。

d) 根据详细规范的规定，将试验时间设置为下列值之一：

——2 h；

——16 h；

——72 h；

——96 h。

e) 后处理符合详细规范。

f) 应进行下列最终测量：

——目测检查(4.3.1)；

——功能操作(4.3.5)；

——接触电阻(4.4.1 或 4.4.2)；

——绝缘电阻(4.4.4)；

——耐电压(4.5.1)；

——操作特性(4.3.6)。

4.12.3.3 要求

试验后，不应有损害开关机械或电气操作的损伤。

4.12.3.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a) 预处理；

b) 初始测量；

c) 被测样品的状况；

d) 温度和试验时间；

e) 试验过程中带/不带负载的测量；

f) 后处理；

g) 最终测量；

h) 与标准测试方法的任何偏离。

4.12.4 稳态湿热

4.12.4.1 目的

本试验的目的是确定元件承受高温和高相对湿度规定条件的能力。

4.12.4.2 方法

试验按如下方式进行：

a) 初始测量

当详细规范要求时，应在预处理后立即在标准大气条件下进行规定的初始测量；

b） 调节

应根据 GB/T 2423.3 的试验箱，使用规定的温度和相对湿度的严酷等级，进行稳态湿热试验，其中规定的温度和相对湿度的严酷等级应与 GB/T 15092.1—2020 中 14.3c）一致；

c） 极化电压

当详细规范中有规定时，应在试验调节过程中对其中两个试样施加极化电压，这些试样应用导线进行连接；交替的端头应连接在一起，形成两组：

——在 1 号试样上，应在第一组端头与连接到基座（壳体）和/或安装板的第二组端头之间施加极化电压；

——在 2 号试样上，应在第二组端头与连接到基座（壳体）和/或安装板的第一组端头之间施加极化电压；

——对于旋转开关，极化电压的施加点应符合详细规范的规定。

d） 最终测量

除非另有规定，否则该测量应在稳态湿热停止（恢复）后 30 min 内完成。

4.12.4.3 要求

试验后，不应有损害开关正常操作的损伤。

4.12.4.4 详细规范规定的项目

应规定下列细节：

a） 初始测量；

b） 极化电压和施加点；

c） 安装方法；

d） 预处理的条件；

e） 严酷等级（持续时间）；

f） 电气负载的条件（如适用）；

g） 试验期间的测量项目和持续时间（如适用）；

h） 去除表面水分的步骤（如适用）；

i） 恢复条件（如果与 4.12.2.2 不同）；

j） 最终测量；

k） 附加要求（如有）；

l） 与标准测试方法的任何偏离。

4.12.5 湿热循环

4.12.5.1 温度湿度组合（循环）

4.12.5.1.1 目的

测试的目的是通过加速试验来确定试样是否在高温和/或高湿度和/或低温条件下的性能劣化降低。

4.12.5.1.2 方法

应按照 GB/T 2423.34 的要求进行试验，采用下列细节。

a） 预处理符合详细规范。

b） 应进行下列初始测量：

——目测检查（4.3.1）；

——功能操作(4.3.5)；
——接触电阻(4.4.1 或 4.4.2)；
——绝缘电阻(4.4.4)；
——耐电压(4.5.1)；
——操作特性(4.3.6)。

c) 试样的安装方法应符合详细规范，试验循环期间的电气负载和测量应符合详细规范。
d) 试验包括 10 个 24 h 的循环。
e) 后处理应符合详细规范。
f) 应进行下列最终测量：
——目测检查(4.3.1)；
——功能操作(4.3.5)；
——接触电阻(4.4.1 或 4.4.2)；
——绝缘电阻(4.4.4)；
——耐电压(4.5.1)；
——操作特性(4.3.6)。

最终测量条件应符合 GB/T 2423.34—2012 中的 6.4(最终测量)。

4.12.5.1.3 要求

试验后，不应有损害开关机械或电气操作的损伤。

4.12.5.1.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a) 安装方法；
b) 严酷等级(如果不同于 10 个 24 h 的循环)；
c) 电气负载的条件；
d) 预处理(如果不同于标准预干燥条件)；
e) 初始测量；
f) 试验期间的测量条件(如适用)；
g) 后处理；
h) 最终测量条件(试验后的测量项目和顺序)；
i) 最终测量；
j) 与标准测试方法的任何偏离。

4.12.5.2 湿热循环(12 h＋12 h 循环)

4.12.5.2.1 目的

当温度在高湿度下反复变化时，本试验的目的是确定在试样表面出现凝露的条件下使用或储存的适宜性。

4.12.5.2.2 方法

应按照 GB/T 2423.4 的要求进行试验，采用以下细节。

a) 应进行下列初始测量：
——目测检查(4.3.1)；

——功能操作(4.3.5)；
——接触电阻(4.4.1 或 4.4.2)；
——绝缘电阻(4.4.4)；
——耐电压(4.5.1)；
——操作特性(4.3.6)。

b) 试样的安装方法应符合详细规范的要求，施加负载和/或测量的部分可在详细规范中定义。
c) 试验条件应符合 GB/T 2423.4—2008 中第 5 章规定，并在详细规范中进行了说明。
d) 后处理应符合详细规范。
e) 应进行下列最终测量：
——目测检查(4.3.1)；
——功能操作(4.3.5)；
——接触电阻(4.4.1 或 4.4.2)；
——绝缘电阻(4.4.4)；
——耐电压(4.5.1)；
——操作特性(4.3.6)。

4.12.5.2.3 要求

试验后，不应有损害开关机械或电气操作的损伤。

4.12.5.2.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：
a) 安装方法；
b) 严酷等级(上限温度和循环)；
c) 电气负载的条件；
d) 初始测量；
e) 温度和湿度的条件；
f) 试验期间的测量条件(如适用)；
g) 后处理；
h) 最终测量；
i) 与标准测试方法的任何偏离。

4.12.6 温度快速变化

4.12.6.1 目的

本试验的目的是确定元件承受在诸如储存、运输和使用过程中可能发生的周围空气温度快速变化的能力。

4.12.6.2 方法

试验应按如下方式进行。
a) 初始测量：当详细规范要求时，应在预处理后立即在标准大气条件下进行规定的初始测量。
b) 调节：本试验应按照 GB/T 2423.22 的要求进行，高温和低温的暴露时间和循环次数应符合详细规范的规定。
c) 试验应在没有电气负载的情况下进行。

d) 低温应为下限类别温度(TA)。

e) 高温应为上限类别温度(TB)。

f) 应进行 5 次循环(见图 10)。

g) 每次暴露的持续时间(t_1)应为 30 min。

h) 高低温转换时间的持续时间(t_2)应最大为 3 min。

i) 试验结束后,应对开关进行目测检查,看是否有损伤。序列试验完成后,应对开关进行功能操作试验(见 4.3.5)。

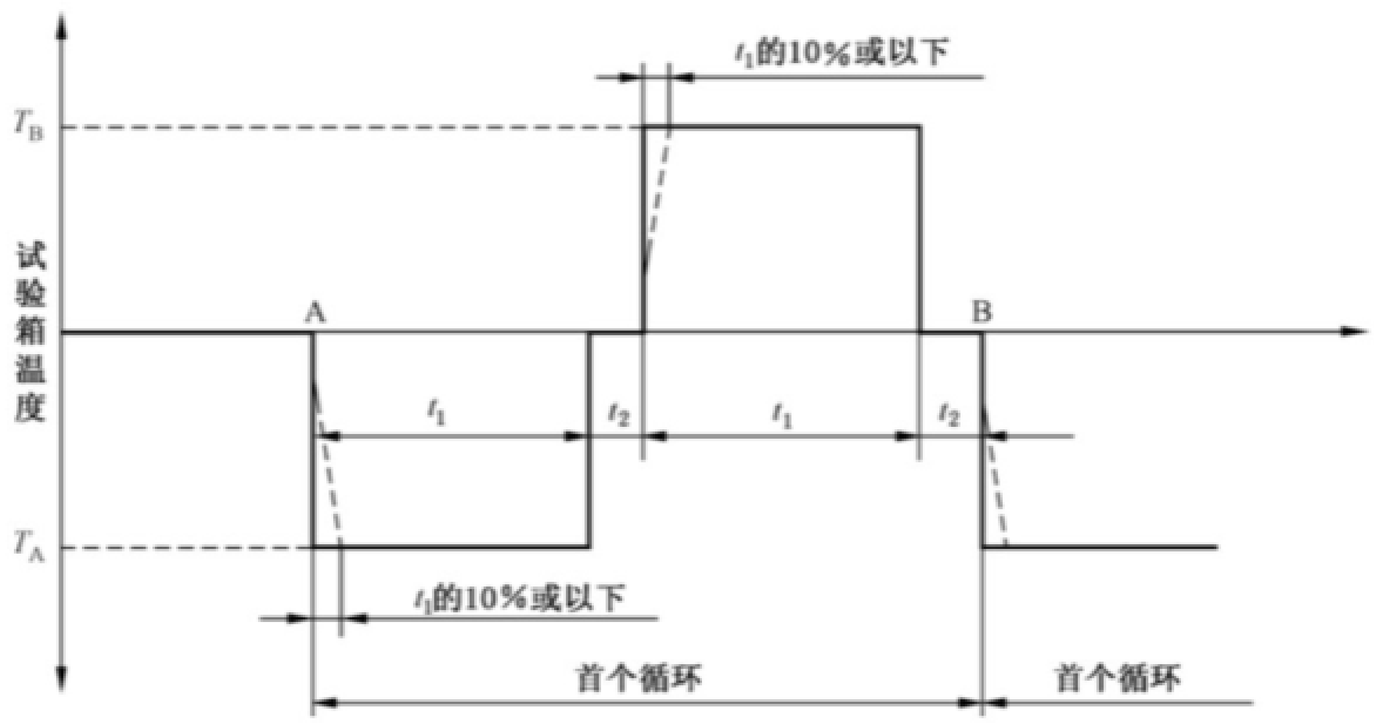

图 10 一个循环的组成

4.12.6.3 要求

试验后,不应有损害开关机械或电气操作的损伤。

4.12.6.4 详细规范规定的项目

应规定下列细节:

a) 初始测量;

b) 暴露时间、循环次数和转换时间;

c) 附加要求(如有);

d) 安装方法(如有规定);

e) 预处理条件(如有规定);

f) 最终测量;

g) 与标准测试方法的任何偏离。

4.12.7 长霉(耐霉菌)

4.12.7.1 目的

测试的目的是通过 28 d 的短时间暴露来评估长霉的程度,以确定是否已经使用防霉材料。

4.12.7.2 方法

本试验应按照 GB/T 2423.16 的要求进行,试验的持续时间应在详细规范中说明,以下细节适用:

a) 试样应配备其正常的附件,并按详细规范的规定进行安装;

b) 除非详细规范中另有规定,否则预处理应至少为 1 h;

c) 应在绝缘材料的代表性样品上进行试验；
d) 试验持续时间应为 28 d；
e) 试验后，应目测检查试样是否有霉菌生长。

4.12.7.3 替代方法

对生产零件所使用的绝缘材料，可借助已确立的真菌试验程序预先评定霉菌污染破坏的损害性。

4.12.7.4 要求

试验后，除非另有规定，否则长霉的程度应评定为 0 级或 1 级。

4.12.7.5 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：
a) 试样安装和接线方法；
b) 暴露时间；
c) 预处理时间；
d) 测量要求；
e) 与标准测试方法的任何偏离。

4.12.8 工业大气腐蚀

4.12.8.1 目的

试验的目的是通过加速方法评估被二氧化硫和/或硫化氢污染的大气对开关的腐蚀影响。

4.12.8.2 硫化氢(H_2S)

4.12.8.2.1 目的

本试验的目的是确定硫化氢大气对由以下材料组成的触头的影响：
a) 银或银合金；
b) 表面被另一种材料覆盖的银；
c) 银或银合金覆盖的其他金属。

4.12.8.2.2 方法

初始测量如下，测量顺序为规定次序：
——绝缘电阻(4.4.4)；
——耐电压(4.5.1)；
——接触电阻(4.4.1 或 4.4.2)。
应按照 GB/T 2423.20 和 GB/T 2424.12 进行试验，以下细节适用。
a) 试样应按照详细规范进行制备和安装。
b) 当详细规范要求时，应按照预先对试验规定的次数操作试样。
c) 在有若干试样情况下，建议将试样分为两组，每组条件不同。
d) 端子处理：为了进行试验，应对试样的端子进行耐腐蚀处理(预锡焊、导线接线等)，以便在测量接触电阻时不受硫化的影响。但当对端子进行锡焊时，注意不要对试样造成损伤。
e) 接线：应小心进行试样的端子接线，不应对端子施加过大的应力。
f) 导线：用于可拉动的导线应经过耐硫化氢腐蚀的处理，并具有低电阻。

g) 试样不应接触除其支撑部件以外的任何东西。

h) 试样应放置在试验箱中且不应阻碍气体流向其他试样。

i) 试验过程中，试样产生的腐蚀产物不应分散到其他试样上。

j) 试验条件如下：

——H_2S 浓度如表 4 所示；

——试验温度如表 5 所示；

——试验的相对湿度应为(75±5)%；

——试验持续时间如表 6 所示；

——试验后，试样应在标准条件下放置 1 h～2 h。

表 4 H_2S 的浓度

H_2S 浓度 10^{-6} 体积分数	
严酷等级 1[a]	最大 0.1
严酷等级 2[b]	最大 1
[a] GB/T 4798.3 中 3C1 等级。 [b] GB/T 4798.3 中 3C2 等级。	

表 5 试验温度

试验温度 ℃	容差 ℃
25	±2
40	

表 6 试验持续时间

试验持续时间 h	容差 h
96(4 d)	±4
240(10 d)	±8
500(约 21 d)	$^{+24}_{0}$

k) 试验期间的触头条件(断开或闭合)应符合规范规定。

l) 最终测量：试验后，开关应按照以下顺序进行：

——目测检查(4.3.1)，特别注意金属暴露部分的裂纹、剥落和点蚀；

——接触电阻(4.4.1 或 4.4.2)；

——绝缘电阻(4.4.4)；

——耐电压(4.5.1)；

——操作特性(4.3.6)。

注：在获得足够的经验后，将来能增加其他方法。

宜避免试样和试验设备上出现冷凝现象。

试样从试验箱中取出后，直到测量结束，不宜给予其振动和冲击。

4.12.8.2.3 要求

试验后，不应有损害开关机械或电气操作的损坏伤。

4.12.8.2.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a) 试样的制备和安装方法；
b) 试样的预处理(如果需要)；
c) 污染气体的严酷等级、类型、浓度和温度；
d) 初始测量；
e) 要求；
f) 暴露时间；
g) 最终测量；
h) 与标准测试方法的任何偏离。

4.12.8.3 二氧化硫(SO_2)

4.12.8.3.1 目的

本试验的目的是确定暴露在被二氧化硫污染的大气中对贵金属或镀贵金属的触头接触电阻的影响。

4.12.8.3.2 方法

初始测量如下，按规定顺序进行：

——绝缘电阻(4.4.4)；
——耐电压(4.5.1)；
——接触电阻(4.4.1 或 4.4.2)。

应按照 GB/T 2423.19 和 GB/T 2424.11 进行试验，以下细节适用。

a) 试样应按照详细规范进行制备和安装。
b) 当详细规范要求时，应按照试验前规定的次数操作试样。
c) 如果有几个试样，建议将试样分为两组，每组条件不同。
d) 端子处理：为了进行试验，应对试样的端子进行耐腐蚀处理(预锡焊、导线接线等)，以便在测量接触电阻期间不受硫化的影响。但当对端子进行锡焊时，注意不要对试样造成损伤。
e) 接线：应小心进行试样的端子接线，不应对端子施加过大的应力。
f) 导线：用于可拉动的导线应经过耐硫化氢腐蚀的处理，并具有低电阻。
g) 试样不应接触除其支撑部件以外的任何东西。
h) 试样应放置在试验箱中且不应阻碍气体流向其他试样。
i) 试验过程中，试样产生的腐蚀产物不应分散到其他试样上。
j) 试验条件如下：
   ——SO_2浓度如表 7 所示；
   ——试验温度如表 8 所示；
   ——试验的相对湿度应为(75±5)%；
   ——试验持续时间如表 9 所示；
   ——试验后，试样应在标准条件下放置 1 h～2 h；

表 7　SO_2的浓度

SO_2的浓度 10^{-6}体积分数	
严酷等级 1[a]	最大 1
严酷等级 2[b]	最大 10
[a] GB/T 4798.3 中 3C1 等级。 [b] GB/T 4798.3 中 3C2 等级。	

表 8　试验温度

试验温度 ℃	容差 ℃
25	±2
40	

表 9　试验持续时间

试验持续时间 h	容差 h
96(4 d)	±4
240(10 d)	±8
500(约 21 d)	$^{+24}_{0}$

k)　试验期间的触头条件(断开或闭合)应符合规范规定。

l)　最终测量:试验后,开关应按照以下顺序进行:

——目测检查(4.3.1),特别注意金属暴露部分的裂纹、剥落和点蚀;

——接触电阻(4.4.1 或 4.4.2);

——绝缘电阻(4.4.4);

——耐电压(4.5.1);

——操作特性(4.3.6)。

注:在获得足够的经验后,将来能增加其他方法。

宜避免试样和试验设备上出现冷凝现象。

试样从试验箱中取出后,直到测量结束,不宜给予其振动和冲击。

4.12.8.3.3　要求

试验后,不应有损害开关机械或电气操作的损坏伤。

4.12.8.3.4　详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时,应提供以下信息:

a)　试样的制备和安装方法;

b) 试样的预处理(如果需要);
c) 污染气体的严酷等级、类型、浓度和温度;
d) 初始测量;
e) 要求;
f) 暴露时间;
g) 最终测量;
h) 与标准测试方法的任何偏离。

4.12.9 沙尘

4.12.9.1 目的

测试的目的是确定开关承受干燥的、充满灰尘和沙子的空气环境影响的能力。

4.12.9.2 方法

试验方法如下(也可见 GB/T 2423.37)。

a) 初始测量:应测量操作特性(4.3.6)和详细规范中规定的 4.3、4.4 的其他特性。
b) 试验设备:应如此设计试验箱的长度、截面和配置,以避免在试样前侧沙尘剧烈地流动,同样在试样后侧也应尽可能限制这样剧烈沙尘流动,以便达到空气沙层中固体颗粒的均匀分布。
c) 气候试验箱应配备控制装置,用于在整个试验过程中将样品周围的灰尘密度(建议使用不透明度光电感应器系统)、气流速度、相对湿度和温度保持在规定的范围内。
d) 用于试验的灰尘和沙子应为具有以下特性的磨料:
   ——小于 150 μm,质量分数为 100%~99%;
   ——小于 105 μm,质量分数为 86%~76%;
   ——小于 75 μm,质量分数为 70%~60%;
   ——小于 40 μm,质量分数为 46%~35%;
   ——小于 20 μm,质量分数为 30%~20%;
   ——小于 10 μm,质量分数为 19%~11%;
   ——小于 5 μm,质量分数为 11%~5%;
   ——小于 2 μm,质量分数为 5%~1.5%;
   ——颗粒应含有 97%~99%(按质量分数)的 SiO_2。

注:上述微粒类似于 GB/T 2423.37—2006 中 6.1.4.1 规定的沙尘粗糙度中变量 2 级的微粒。

e) 试样相对于气流的位置数量和方向应符合详细规范的规定;
f) 试验程序:详细规范应规定要执行的循环次数。每次循环持续 2 h,并且由 4 个步骤组成。
   步骤 1:
   在 30 min 内试验箱应稳定在以下限值内:
   ——温度:(30±3) ℃;
   ——相对湿度:<25%;
   ——气流速度:详细规范应规定 3 m/s~10 m/s 的速度值,推荐速度为(3.0±0.3) m/s;
   ——颗粒浓度:(5±1.5) g/m³。
   步骤 2:
   上述条件保持 30 min。开关应每小时运行 50 次循环。
   步骤 3:
   在 30 min 内温度应达到(65±5) ℃,其他参数保持不变。

步骤 4：

新的试验条件应保持 30 min。开关应每小时操作 50 次循环。

除非另有规定，否则每个位置应执行一个循环。在两次连续循环之间，温度应在最多 2 h 内降至(30±3) ℃。见图 11。

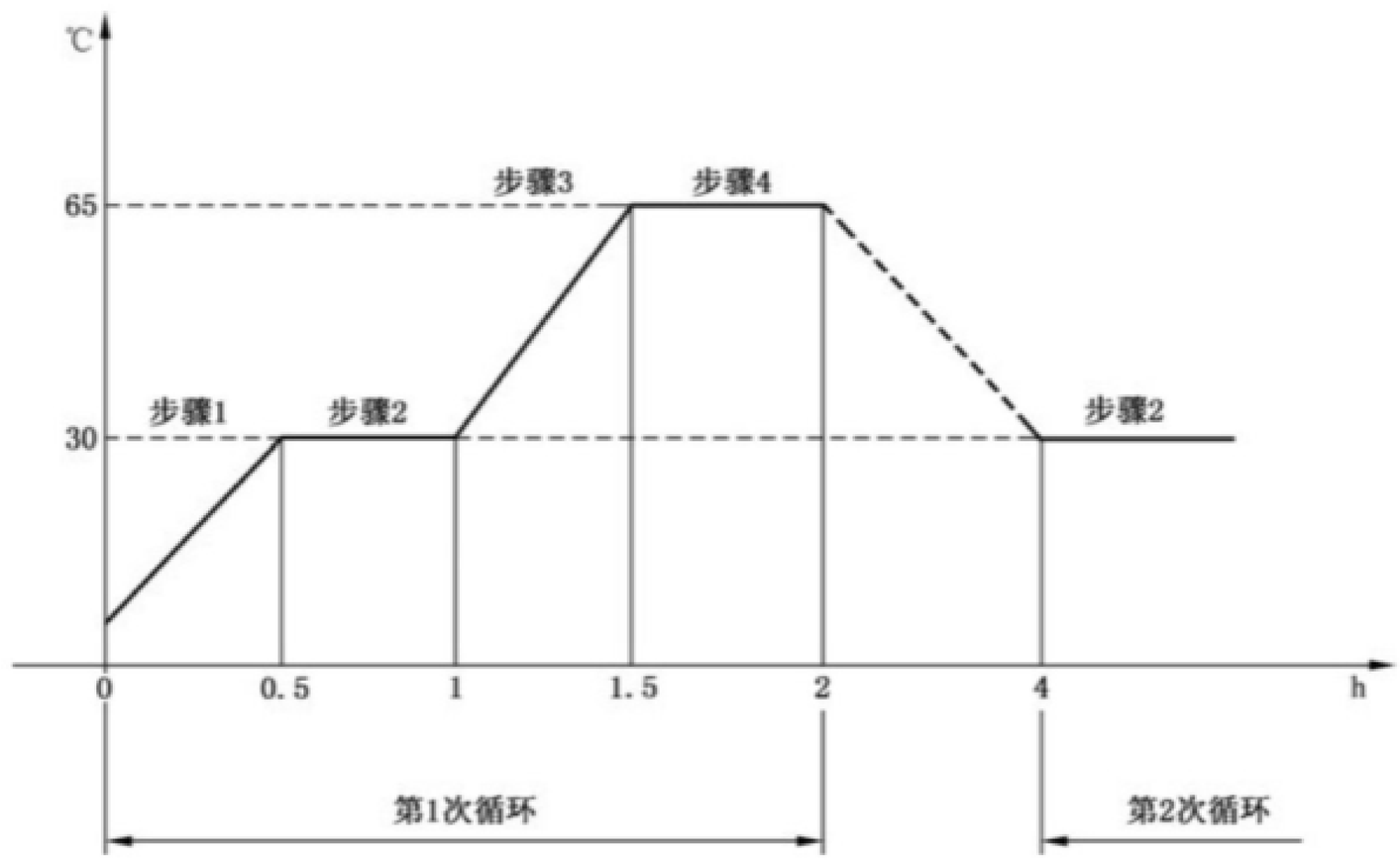

图 11　试验程序循环的组成

g）恢复：试验结束后，为了预防潮气的影响，应通过抖动、擦拭或刷掉的方式清除试样上的沙尘，但不应使用吹风机或吸尘装置来清除渗入试样中的沙尘。

应允许试样恢复直至达到室温状态。

h）试验后，应对开关进行操作特性试验(见 4.3.6)。应检查开关是否有灰尘和沙子进入。其他测量应按照详细规范的规定进行。

4.12.9.3　要求

试验后，不应有损害开关机械和/或电气操作的损伤，开关应符合 GB/T 4208 中规定的适用的 IP 等级。

4.12.9.4　详细规范规定的项目

应规定以下细节：

a）试样的安装方法和接线说明；

b）试样条件：配置或未配置的保护盖板；

c）位置数量和试样方向；

d）初始和最终测量；

e）气流速度；

f）循环次数；

g）试验过程中试样在试验箱中的方向和布局(如有规定)；

h）与标准测试方法的任何偏离。

4.12.10　盐雾

4.12.10.1　目的

测试的目的是确定开关在含盐气体中使用时的影响。

注：本试验不用于确定电气性能。

4.12.10.2 方法

应根据 GB/T 2423.17 进行试验。

a) 预处理符合详细规范。

b) 初始测量应为目测检查(4.3.1)和操作特性(4.3.6)，符合详细规范。

c) 盐水浓度按质量分数为 5%±1%，35 ℃±2 ℃时 pH 值为 6.5～7.2。

d) 试样周围的试验温度为 35 ℃±2 ℃。

e) 试样的安装方法符合详细规范。

f) 根据详细规范的规定，将试验时间设置为以下值之一：

- 48 h±4 h；
- 96 h±4 h。

g) 在喷淋时间结束后，应使用温度不高于 35 ℃的水仔细清洗试样，以去除含盐分黏着物，除非详细规范另有规定。在这种情况下，可使用柔软的刷子。清洗过后，试样应在标准条件下放置 1 h～2 h。

h) 最终测量应为目测检查(4.3.1)和操作特性(4.3.6)。

4.12.10.3 要求

试验后，外表无明显异常，无过度腐蚀。

4.12.10.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a) 试样的安装方法和状态；

b) 预处理的条件；

c) 初始测量；

d) 试验持续时间；

e) 后处理的条件；

f) 最终测量；

g) 与标准测试方法的任何偏离。

4.12.11 接触电阻稳定性

4.12.11.1 目的

试验的目的是当开关驱动期间可能会发生有一持续长间隔时间时，确定老化对开关触头接触电阻稳定性的影响。通过长期暴露于上限类别温度来模拟老化的影响。该试验通常被认为适用于电源电压不超过 mV 级使用的开关，并且在驱动期间有一持续长间隔时间。

4.12.11.2 方法

开关应按照以下要求进行测试。

a) 预处理

开关应按照 4.9(机械耐久性)进行试验。以下细节适用：

——开关应通过其正常安装方式进行安装；

——除非详细规范另有规定，否则操作循环次数应为额定机械操作次数的 10%；

——驱动频率应由详细规范规定。

b） 调节

开关应依据 4.12.1.3(干热)进行试验。以下细节适用：

——严酷度，试验期间的温度应为开关规定的上限类别温度。根据详细规范的规定，暴露时间应为 100 h、200 h、500 h、1 000 h 或 2 000 h；

——必要时，详细规范应规定特定条件，以确保这些条件适用于断开的开关触头和闭合的开关触头；

——在温度暴露期间，闭合的开关触头不应受到干扰，开关不应被驱动，也不应受到任何诸如振动或冲击这样显著的动态应力。

c） 最终测量

在调节之后和最终测量之前，闭合的开关触头不应受到开关驱动或动态应力的干扰。试验结束后，应按照 4.4.1(接触电阻-毫伏法)的规定测量所有闭合的开关触头。然后按要求驱动开关，以闭合在调节过程中断开的开关触头，接着应按 4.4.1 测量所有闭合触头。

4.12.11.3 要求

试验后，每次接触电阻测量值应在详细规范规定的限值内。

4.12.11.4 详细规范规定的项目

应说明以下细节：

a） 初始测量；

b） 驱动频率；

c） 操作循环次数；

d） 严酷度；

e） 开关触头的位置；

f） 最终测量；

g） 与标准测试方法的任何偏离。

4.13 锡焊

4.13.1 可焊性、润湿、焊槽法

4.13.1.1 目的

本测试的目的是确定端头上需要被焊料润湿的区域的可锡焊性。

4.13.1.2 方法

试验应按类似于 GB/T 2423.28 试验 Ta 进行。以下细节适用。

a） 除非详细规范中另有规定，否则在进行可焊性试验前，不应对端头进行清洁或脱脂。应注意不要接触或以其他方式污染待试验的端头。

b） 应采用方法 1(焊槽)。当由于开关外形不适于采用方法 1 时，如果已经完成最后精细加工，则应将端子作为一个零件进行试验，或者应使用方法 2 进行试验。

浸入持续时间和温度应按表 10 选择。

表 10　可焊性、焊槽法：试验严酷等级（持续时间和温度）

焊料合金成分[b]	严酷等级[c]					
	(215±3) ℃		(235±5) ℃		(245±5) ℃	(250±5) ℃
	(3±0.3) s	(10±1) s	(2±0.2) s	(5±0.5) s	(3±0.3) s	(3±0.3) s
SnPb	×[a]	×[a]	×[a]	×[a]		
Sn96.5Ag3.0Cu0.5					×[a]	
Sn99.3Cu0.7						×[a]

注：焊料合金成分仅用于试验用途。焊料合金由 Ag 质量分数为 3.0%～4.0%、Cu 质量分数为 0.5%～1.0%及剩余为 Sn 的焊锡组成，能代替 Sn96.5Ag3.0Cu0.5。焊料合金 Cu 质量分数为 0.45%～0.9%及剩余为 Sn 的焊锡组成，能代替 Sn99.3Cu0.7。

[a] "×"意为适用。

[b] 参考 IEC 61190-1-3:2017 中 3.1 以确定焊料合金成分。

[c] 表中列出的基本无铅焊料合金代表了目前无铅锡焊过程中首选的成分。如果使用与此不同的焊料合金，则应验证给定的严酷等级是否适用。

c)　老化 1 a(蒸汽中 1 h)。

d)　除非另有规定，否则端子应浸入距离开关本体或安装表面 2.5 mm 以内。

e)　拟安装在印刷电路板上的开关端子，可使用厚度为(1.5±0.5) mm 的绝缘材料隔热板进行试验，隔热板上有适合端头尺寸的孔。如果使用隔热板，端头应浸入一定深度，使隔热板几乎触及到焊料表面。

f)　试验后，应使用 10 倍放大镜对端子进行检查。

4.13.1.3　要求

试验后，浸渍过的端子可锡焊表面应覆盖 95%光滑、明亮的焊料涂层。任何针孔或空隙不应超过浸渍面积的 5%，且不应集中在一个区域。

4.13.1.4　详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a)　试样制备；

b)　加速老化方法，如果与 1a 不同；

c)　浸入深度，如果不使用隔热板；

d)　与标准测试方法的任何偏离。

4.13.2　可焊性、润湿、烙铁法

4.13.2.1　目的

本测试的目的是确定端头上需要被焊料润湿的区域的可锡焊性。

4.13.2.2　方法

试验应按 GB/T 2423.28 试验 Ta 进行。以下细节适用：

a)　除非详细规范中另有规定，否则应采用烙铁头温度为 350 ℃的方法 2；

b） 老化 1a(蒸汽中 1 h),GB/T 2423.28 应适用。

4.13.2.3 要求

焊料应润湿端子,且端子上不应形成液滴。

4.13.2.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时,应提供以下信息:

a） 试样制备;

b） 加速老化方法,如果与 1a 不同;

c） 烙铁的尺寸(A 或 B);

d） 与标准测试方法的任何偏离。

4.13.3 可焊性、去湿性

4.13.3.1 目的

本测试的目的是确定在特定条件下,当与熔融焊料接触时,元件端头保持被焊料覆盖的能力。

4.13.3.2 方法

试验应按 GB/T 2423.28 试验 Ta 要求进行。以下细节适用。

a） 应按照规定制备试样,以便在进行去湿性试验之前进行润湿试验。应注意不要接触或以其他方式污染待试验的端头。

b） 所使用的浸渍深度和焊剂应符合去湿性试验前进行的润湿试验的规定。根据 GB/T 2423.28 的规定,去湿性试验应包括 2 次浸入,每次 5 s。

4.13.3.3 要求

浸渍过的端子可锡焊表面应覆盖 95%的光滑、明亮的焊料涂层。任何缺陷(脱湿区域)不应集中在一个区域。

4.13.3.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时,应规定与标准试验方法的任何偏差。

4.13.4 耐锡焊热、焊槽法

4.13.4.1 目的

本试验的目的是确定试样承受锡焊产生的热应力的能力。

4.13.4.2 方法

试验应按 GB/T 2423.28 试验 Tb 要求进行。以下细节适用。

a） 试样制备:除非详细规范中另有规定,否则应使用 GB/T 2423.28 中规定的绝缘材料隔热板。

b） 在使用散热装置代替隔热板的情况下,双面印刷板应使用 1.6 mm 板厚和两个侧面都为 35 μm 铜层。印制板的长和宽应至少比试样轮廓每个方向长度长 15 mm。孔型应适合端头。应使用无凸台的平孔。导电图形应由均匀分布的导体组成,并且金属应覆盖印刷板每一侧面积的大约 50%。如果要使用不同的散热装置,应在详细规范中规定其细节。

c） 对于无铅焊料合金,方法 1 应适用于 260 ℃的焊槽温度和(10±1) s 的浸渍时间。

d） 浸渍时间应为 5 s 或 10 s，详见详细规范。

4.13.4.3 要求

不应有损害正常运行的损伤。

4.13.4.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a） 试样的制备、使用的隔热板及其细节（如有必要）；

b） 浸渍时间；

c） 浸入深度，如果与 GB/T 2423.28 的 5.2 不同；

d） 与标准测试方法的任何偏离。

4.13.5 耐锡焊热、烙铁法

4.13.5.1 目的

本试验的目的是确定试样承受锡焊产生的热应力的能力。

4.13.5.2 方法

试验应按类似于 GB/T 2423.28 试验 Tb 方法 2 进行，但以下情况除外：

a） 加速老化：与 4.13.2.2b）相同；

b） 烙铁法，与 4.13.2.2a）相同；

c） 施加烙铁头的持续时间应为（5±1）s 或（10±1）s，详见详细规范。

4.13.5.3 要求

不应有损害正常运行的损伤。

4.13.5.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a） 初始测量；

b） 待实施的试验方法；

c） 浸入深度，如果与离开开关基座 2.0 mm～2.5 mm 不同；

d） 浸渍时间；

e） 是否不使用隔热板以及散热装置的详细信息（如果需要）；

f） 锡焊烙铁的尺寸（A 或 B）；

g） 试验区域与开关基座体的距离或特定散热装置的使用；

h） 最终测量；

i） 与标准测试方法的任何偏离。

4.14 面板密封件

4.14.1 总则

安装在面板或墙壁上的切口中的开关，可能需要提供防止液体渗入的密封件。面板密封件试验提供了一种确定开关保持面板或外壳所需密封类别的能力的方法。面板密封件试验不用对开关机构的密封性（如果有的话）进行评价。

4.14.2 防滴水

4.14.2.1 目的

测试的目的是确定开关面板密封件在倾斜至 15°时保护外壳不滴水的能力。

4.14.2.2 方法

试验应按照 GB/T 4208 中 IP 02 的规定进行，以下细节适用：

a) 开关应通过其正常安装方式安装在面板上；

b) 试验应在面板的正面进行。

4.14.2.3 要求

试验期间，不应有水透过开关的面板密封件进入。

4.14.2.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a) 安装方法(如有规定)；

b) 初始测量的项目；

c) 水量(如果与 4.14.2.2 不同)；

d) 恢复；

e) 最终测量；

f) 与标准测试方法的任何偏离。

4.14.3 防溅水

4.14.3.1 目的

测试的目的是确定开关面板密封件保护外壳免受喷洒水或溅水影响的能力。

4.14.3.2 方法

试验应按照 GB/T 4208 中 IP X4 的规定进行，以下细节适用：

a) 开关应通过其正常安装方式安装在面板上；

b) 试验应在面板的正面进行。

4.14.3.3 要求

试验期间，不应有水透过开关的面板密封件进入。

4.14.3.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a) 试样的安装(如果与 4.14.3.2 不同)；

b) 试验方法；

c) 初始测量；

d) 水流总量；

e) 水压和试验持续时间(如有必要)；

f) 最终测量；

g） 与标准测试方法的任何偏离。

4.14.4 浸水

4.14.4.1 目的

测试的目的是确定开关面板密封件在水中保护外壳免于浸水的能力。

4.14.4.2 方法

试验应按照 GB/T 4208 中 IP X7 的规定进行，以下细节适用：

a） 开关应通过其正常安装方式安装在防水外壳的壁上；

b） 开关面板密封件应在水面以下至少 1 m 处；

c） 带动态密封件的开关应经受 25 次操作循环；

d） 试验结束后，应打开封闭开关的本体，以检查是否有水泄漏进入开关本体；

e） 作为替代方法，可在(10±0.5) kPa 的空气压力下对开关进行潜水试验(见 4.14.5)。

4.14.4.3 要求

试验期间，不应有水透过开关的面板密封件进入。

4.14.4.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a） 试样的安装(如果与 4.14.4.2 不同)；

b） 试验方法；

c） 初始测量；

d） 水的温度(如有规定)；

e） 浸水试验过程中的动态试验；

f） 最终测量；

g） 与标准测试方法的任何偏离。

4.14.5 潜水

4.14.5.1 目的

测试的目的是确定开关面板密封件在潜水时保护外壳免于浸水的能力。

4.14.5.2 方法

试验应按照 GB/T 4208 中 IP X8 的规定进行，以下细节适用。

a） 安装前，应将易于拆卸的面板密封件从开关上拆下，然后重新装配。

b） 开关应通过其正常安装方式安装在如图 12 所示的试验箱的侧面。试验箱应充分密封，以承受试验压力而不发生泄漏。试验箱应能够施加、调节、保持和测量所要求的空气压力。试验箱应具有从开关的正面、侧面或背面驱动试验开关的装置。图 12 为典型试验箱示意图。

c） 试验箱应充满新鲜自来水，水位应高于开关(150±50) mm。然后应以大约 1 kPa/min 的速率逐渐增加试验箱的内部压力，直至到达到所要求的空气压力。

d） 除非另有规定，否则试验箱内的空气压力与外部空气压力之间的差值应为(105±5) kPa。推荐使用以下值：

——(10±0.5) kPa；
——(20±1) kPa；
——(45±1) kPa；
——(350±10) kPa。

e) 规定的压差应保持 30 min，在此期间，带动态密封件的开关应驱动 25 次操作循环。

f) 试验结束后，应打开封闭开关的本体，以检查是否有水泄漏进入开关本体。对于只有安装密封件的开关，仅检查是否有水泄漏通过安装密封件。

4.14.5.3 要求

试验期间，不应有水透过开关的面板密封件进入。

4.14.5.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a) 试验箱内外的压差(如有规定)；
b) 初始测量；
c) 潜水试验过程中的动态试验；
d) 最终测量；
e) 与标准测试方法的任何偏离。

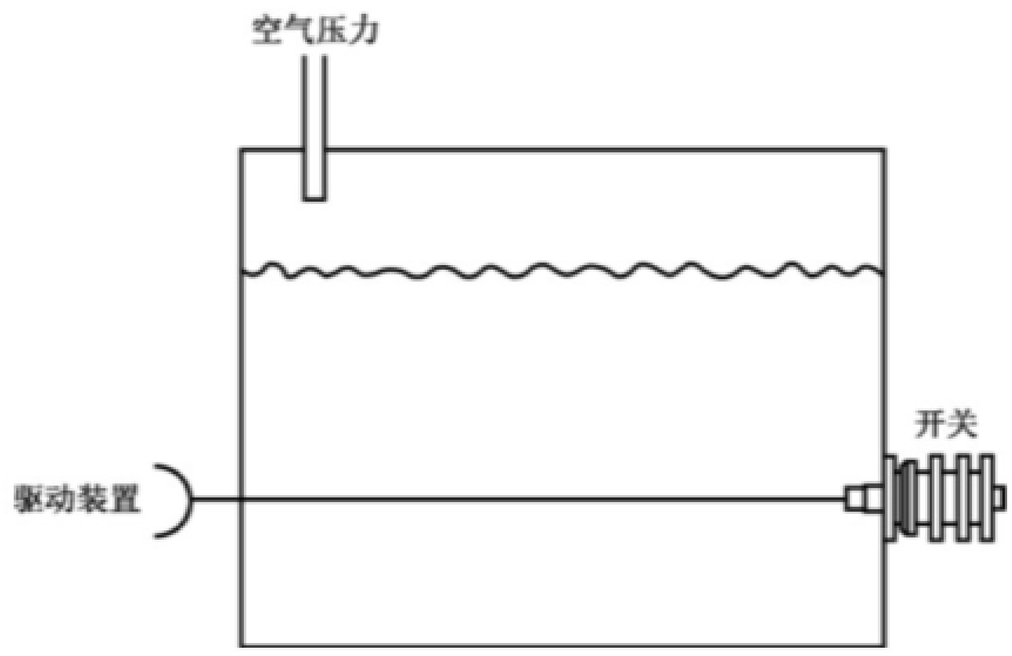

图 12 潜水密封试验箱

4.15 罩壳密封件

4.15.1 总则

为了保护开关触头和转换机构，开关可具有罩壳密封件，以防止污物或湿气进入，或保持恒定的内部压力。罩壳密封试验将提供某种方式，以确定开关罩壳提供特定密封类别的能力。

4.15.2 水密性浸渍

4.15.2.1 目的

测试的目的是确定开关罩壳在水中浸渍期间保护内部机构的能力。

4.15.2.2 方法

应按照 GB/T 2423.23 中试验 Qf 进行试验，以下细节适用：

a) 试验应在 14.7 kPa 的压差或 1.50 m 的水位下进行；
b) 试验持续时间应为 10 min；
c) 从开关内排出的稳定气泡流应视为试验失败，但允许出现因开关表面截留空气而产生的气泡；
d) 试验后，应打开开关并检查是否进水。

4.15.2.3 要求

试验过程中，不准许从开关内排出稳定的气泡流。当试验后打开开关时，开关罩壳内不应有水进入。

4.15.2.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：
a) 安装方法；
b) 水柱高度；
c) 浸渍时间；
d) 恢复的条件(如不同于 4.15.2.2)；
e) 初始测量；
f) 最终测量(如不同于 4.15.2.2)；
g) 与标准测试方法的任何偏离。

4.15.3 弹性密封件或气密密封件

4.15.3.1 目的

测试的目的是确定开关罩壳通过弹性密封件或气密密封件保护内部开关机构免受气体进入的能力。

4.15.3.2 方法

应按照 GB/T 2423.23 中试验 Qk 进行试验，以下细节和例外情况适用。
a) 质谱检漏仪应通过任何合适的方式连接到开关的内腔，诸如抽真空管，并且在开关内部形成真空。然后通过用氦气包围开关，使开关处于氦气环境中。如果开关中存在缺陷，则取决于缺陷大小的气体量，将通过缺陷吸入并进入质谱检漏仪进行测量。
b) 试验后，开关将充满干燥的空气或已知的气体。应拆除与内部开关腔的连接，并通过诸如锡焊或熔焊的适当方式密封入口。然后应用水密性浸渍试验(见 4.15.2)检查开关是否存在严重泄漏。

4.15.3.3 要求

试验期间，弹性密封件的泄漏率不应超过 1×10^{-4} kPa·cm^3/s(1×10^{-6} atm·cc/s)，气密密封件的泄漏率不应超过 1×10^{-6} kPa·cm^3/s(1×10^{-8} atm·cc/s)。

4.15.3.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：
a) 试验方法(如有必要)；
b) 试验持续时间；
c) 从试验箱中取出后在正常条件下的放置时间；

d) 初始测量；
e) 最终测量(如有必要)；
f) 与标准测试方法的任何偏离。

4.16 耐液体-在清洁剂中浸渍(标志)

4.16.1 目的

测试的目的是确定用于安装在印制电路板上的开关上的标志，承受清洁剂的有害影响的能力。

4.16.2 方法

应按照 GB/T 2423.30 中试验 XA 进行试验，以下细节适用。

a) 详细规范应规定要使用的(清洁)溶剂。当规定了一种以上的(清洁)溶剂时，对每种溶剂应使用单独试验样品进行试验。
b) 除非另有规定，否则溶剂温度应为 23 ℃～28 ℃。
c) 除非另有规定，否则应采用调节方法 1。
d) 用脱脂棉擦拭。
e) 试验后，应对标志进行目测检查。

4.16.3 要求

试验后，标志应清晰可辨。

4.16.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a) 要使用的(清洁)溶剂；
b) 与标准测试方法的任何偏离。

4.17 着火危险

空白。

4.18 电容

4.18.1 目的

本测试的目的是确定机电部件中导电元件之间的电容量。

4.18.2 方法

试验按如下方式进行。

a) 试样制备：试样应根据详细规范进行制备和安装。
b) 应在构成开关电路一部分但无电气连接的单个端头，与一个端头以及连接到框架或接地金属部件的所有其他端头之间进行测量。
c) 电容应在详细规范规定的频率下进行测量，使用合适的测试装置，例如确保±5%精度的电容电桥。测量频率优先值为 1 kHz±200 Hz 或 1 MHz±200 kHz。
d) 施加的交流电压应尽可能低，以防止测量误差。

4.18.3 要求

电容应在详细规范规定的限值内。

4.18.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a） 试样安装；

b） 待测触头组合；

c） 测量的频率值；

d） 电容的最大允许值；

e） 与标准测试方法的任何偏离。

4.19 照明

4.19.1 色度

4.19.1.1 目的

测试的目的是确定照明开关的白炽显示发出的光的颜色。

4.19.1.2 方法

按照以下方法之一进行试验：

a） 分光光度计和平板：应使用分光光度计、具有与成型滤光片相同密度和厚度的平板材料以及必要的校准滤光片测量色度；

b） 分光辐射计：应使用分光辐射计、照明开关、指定色温的校准灯和必要的校准滤光片测量色度；

c） 光学比较仪：应通过比色器、已知色度并具有所需的上限值和下限值的滤光片以及规定色温的校准光源，确定色度在规定的限值内。

4.19.1.3 要求

每种颜色的色度应在详细规范规定限值内。

4.19.1.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a） 试验方法[4.19.1.2a)，b)或 c)]；

b） 与标准测试方法的任何偏离。

4.19.2 透光率

4.19.2.1 目的

测试的目的是确定通过照明开关的半透明显示传输的光量。

4.19.2.2 方法

按照以下方法之一进行试验。

a） 光度计：应使用校准的光电光度计在完全黑暗的环境中进行测量。所有读数应为点读数，并应取平均值。如果(照明开关)图形符号材料不是照明系统的重要组成部分，则可在不插入图形符号的情况下进行亮度测量。点读数的数量和位置应由详细规范规定。

b） 色度计：应使用色度计通过分光光度分析进行测量。

4.19.2.3 要求

透光率应在详细规范规定的限值内。

4.19.2.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a） 试验方法；

b） 测量点的位置和数量；

c） 与标准测试方法的任何偏离。

4.19.3 照明表面温度

4.19.3.1 目的

测试的目的是确定照明显示可触及表面的温度。

4.19.3.2 方法

试验按照以下要求进行：

a） 开关应通过其正常安装方法进行安装，并进行定向，以使照明源垂直位于照明表面下方；

b） 每个照明源应在其最大额定电压下运行；

c） 开关的每一极应承载其最大额定电流；

d） 2 h 后，应通过适当的方式测量显示中心的温度；

e） 试验应在静止的空气中进行。

4.19.3.3 要求

温升应在详细规范规定的限值内。

4.19.3.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a） 光源的最大额定电压；

b） 光源的最大额定电流；

c） 与标准测试方法的任何偏离。

4.20 表面安装开关的锡焊

4.20.1 可焊性、焊槽法（表面安装开关）

4.20.1.1 目的

测试的目的是确定开关端头的可焊性。

4.20.1.2 方法

试验应按照 IEC 60068-2-58 中试验 Td 进行，以下细节适用：

a） 当详细规范中规定加速老化时，应使用 GB/T 2423.28 中的一种方法；

b） 如果相关规范规定了预热，则应在试样浸入锡焊槽之前立即施加规定的持续时间和温度；

c） 开关试样应根据 IEC 60068-2-58:2015 中表 3 给出的温度和持续时间进行试验。

注：该试验方法用于评价去湿，严酷等级改为（260±5）℃，持续（5±0.5）s。

4.20.1.3 要求

在恢复后，应用放大倍数为 10 倍～25 倍的放大镜观察试样开关外观，以评价其锡焊表面。应观察锡焊部分是否有针孔或不湿润等缺陷，或者这些缺陷是否集中在一个区域。如果详细规范中有规定，应测量电气性能和机械性能。

4.20.1.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a) 样品的制备，室温下浸入中性有机溶剂中；
b) 初始测量；
c) 加速老化方法和条件；
d) 浸入熔化焊料中的持续时间和浸入深度；
e) 试验印制线路板的说明；
f) 隔热绝缘材料的尺寸(如果适用)；
g) 恢复条件；
h) 最终测量；
i) 与标准测试方法的任何偏离。

4.20.2 可焊性、回流法(表面安装开关)

4.20.2.1 目的

本测试的目的是确定开关端头的可焊性。

4.20.2.2 方法

试验应按照 IEC 60068-2-58 试验 Td 的回流法进行，以下细节适用：

a) 加速老化与 4.20.1.2a)相同；
b) 应根据 IEC 60068-2-58:2015 中图 2 和表 5 给出的温度和持续时间，在回流加热箱中试验试样开关。

4.20.2.3 要求

在恢复后，应用放大倍数为 10 倍～25 倍的放大镜观察试样开关外观，以评价其锡焊表面。应观察锡焊部分是否有针孔或不湿润等缺陷，或者这些缺陷是否集中在一个区域。如果详细规范中有规定，应测量电气性能和机械性能。

4.20.2.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a) 样品的制备，室温下浸入中性有机溶剂中；
b) 初始测量；
c) 加速老化方法和条件；
d) 浸入熔化焊料中的持续时间和浸入深度；
e) 试验印制线路板的说明；
f) 隔热绝缘材料的尺寸(如果适用)；
g) 恢复条件；

h) 最终测量；

i) 与标准测试方法的任何偏离。

4.20.3 可焊性、烙铁法(表面安装开关)

4.20.3.1 目的

本测试的目的是确定开关端头的可焊性，该方法应适用于不能按 4.20.1(焊槽法)或 4.20.2(回流法)进行试验的开关。

4.20.3.2 方法

试验应按类似于 GB/T 2423.28 试验 Ta 方法 2 的规定进行，但以下情况除外。

a) 加速老化与 4.20.1.2a)相同。

b) 锡焊用烙铁应如下：

——烙铁头温度(烙铁头温度应在详细规范中规定)：(260±5) ℃(试验开始时)；

——烙铁头直径：2 mm～3 mm；

——烙铁露出部分长度：12 mm，在大约 5 mm 的长度上减小为楔形；

——锡焊烙铁的容量：15 W，无需温度调节；

——温度调节：需要具有温度调节功能的烙铁。

c) 施加烙铁头的持续时间应为(3±0.3) s。

4.20.3.3 要求

在恢复后，应使用放大倍数为 10 倍～25 倍的放大镜观察试样开关外观，以评价其锡焊表面。应观察锡焊部分是否有针孔或不湿润等缺陷，或者这些缺陷是否集中在一个区域。如果详细规范中有规定，应测量电气性能和机械性能。

4.20.3.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a) 样品的制备，室温下浸入中性有机溶剂中；

b) 初始测量；

c) 加速老化方法和条件；

d) 浸入熔化焊料中的持续时间和浸入深度；

e) 试验印制线路板的说明；

f) 隔热绝缘材料的尺寸(如果适用)；

g) 恢复条件；

h) 使用烙铁头的方法，如需要；

i) 最终测量；

j) 与标准测试方法的任何偏离。

4.20.4 耐锡焊热、焊槽法(表面安装开关)

4.20.4.1 目的

本测试的目的是测定开关端头承受锡焊热的能力。

4.20.4.2 方法

试验应按照 IEC 60068-2-58 中试验 Td 的规定进行，以下细节适用：

a) 加速老化：与 4.20.1.2a)相同；
b) 预热：与 4.20.1.2b)相同；
c) 应依据 IEC 60068-2-58：2015 中表 6 给出的温度和持续时间的焊料对试样进行锡焊。

4.20.4.3 要求

不应有损害正常运行的损伤。

4.20.4.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：
a) 样品的制备，室温下浸入中性有机溶剂中；
b) 初始测量；
c) 加速老化方法和条件；
d) 浸入熔化焊料中的持续时间和浸入深度；
e) 试验印制线路板的说明；
f) 隔热绝缘材料的尺寸(如果适用)；
g) 恢复条件；
h) 最终测量；
i) 与标准测试方法的任何偏离。

4.20.5 耐锡焊热、回流法(表面安装开关)

4.20.5.1 目的

本测试的目的是测定开关端头承受锡焊热的能力。

4.20.5.2 方法

试验应按照 IEC 60068-2-58 中试验 Td 回流法的规定进行，以下细节适用：
a) 加速老化：与 4.20.1.2a)相同；
b) 应根据 IEC 60068-2-58：2015 中图 4 和表 7 给出的温度和持续时间，在回流加热箱中试验试样开关。

4.20.5.3 要求

不应有损害正常运行的损伤。

4.20.5.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：
a) 样品的制备，室温下浸入中性有机溶剂中；
b) 初始测量；
c) 加速老化方法和条件；
d) 浸入熔化焊料中的持续时间和浸入深度；
e) 试验印制线路板的说明；
f) 隔热绝缘材料的尺寸(如果适用)；
g) 恢复条件；
h) 最终测量；

i) 与标准测试方法的任何偏离。

4.20.6 耐锡焊热、烙铁法(表面安装开关)

4.20.6.1 目的

本测试的目的是测定开关端头承受锡焊热的能力,该方法应适用于不能按 4.20.4(焊槽法)或 4.20.5(回流法)进行试验的开关。

4.20.6.2 方法

试验应按类似于 GB/T 2423.28 中试验 Tb 方法 2 的规定进行,但以下情况除外:

a) 加速老化:与 4.20.1.2a)相同;

b) 烙铁与 4.20.3.2b)相同,只是锡焊用烙铁头温度应为(300±5) ℃;

c) 使用烙铁头的持续时间应为(5±0.3) s。

4.20.6.3 要求

不应有损害正常运行的损伤。

4.20.6.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时,应提供以下信息:

a) 样品的制备,室温下浸入中性有机溶剂中;

b) 初始测量;

c) 加速老化方法和条件;

d) 浸入熔化焊料中的持续时间和浸入深度;

e) 试验印制线路板的说明;

f) 隔热绝缘材料的尺寸(如果适用);

g) 恢复的条件;

h) 使用烙铁头的方法,如需要;

i) 最终测量;

j) 与标准测试方法的任何偏离。

4.21 机械强度(表面安装开关)

4.21.1 基板弯曲(表面安装开关)

4.21.1.1 目的

测试的目的是确定在安装开关的印制线路板上施加弯曲力时,开关本体和端子部分的坚固性。

4.21.1.2 方法

应按照 GB/T 2423.60 中试验 Ue1 的规定进行试验,以下细节适用。

a) 对于预热,应在(150±10) ℃的温度下将安装有试样开关的印制线路板加热 60 s～120 s。在预热处理后,应立即使用回流箱或蒸汽状态锡焊炉中的任意一种进行锡焊。在峰值温度时锡焊温度和时间应符合 IEC 60068-2-58 中规定的温度分布曲线。

b) 弯曲工具应以半径 230 mm 弯曲成型。

c) 弯曲速度应大约为 1 mm/s。

d) 弯曲深度(D)应为 1 mm、2 mm、3 mm 或 4 mm。除非详细规范中另有规定,否则弯曲深度应为 3 mm。

4.21.1.3 要求

使用放大倍率 10 倍～25 倍的放大镜,观察锡焊区域和本体是否有诸如裂纹和断裂等异常情况。如果详细规范中有规定,应测量电气性能和/或机械性能。

在电气性能和/或机械性能没有异常结果情况下,在锡焊区域出现的诸如裂纹和断裂等异常可忽略。

4.21.1.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时,应提供以下信息:

a) 试验印制线路板的说明;
b) 预热和锡焊,如果不同于标准测试方法;
c) 预处理;
d) 初始测量;
e) 弯曲深度,如果不同于 3 mm;
f) 最终测量;
g) 与标准测试方法的任何偏离。

4.21.2 拉出和推出(表面安装开关)

4.21.2.1 目的

本试验的目的是确定开关本体和端子部分的坚固性,以及当对安装在印制线路板上的开关施加拉力或推力时,它们对印制线路板的结合的强度,本试验适用于安装在硬质基板上的表面安装开关。

4.21.2.2 方法

应按照 GB/T 2423.60 中试验 Ue2 的规定进行试验,以下细节适用:

a) 预热和锡焊应按 4.21.1.2a)描述;
b) 推力(5±1) N 或拉力(5±1) N 应施加(10±1) s;
c) 为了恢复,试样开关应在标准大气中放置 1 h～2 h。

4.21.2.3 要求

使用放大倍率 10 倍～25 倍的放大镜,观察锡焊区域和本体是否有诸如裂纹和断裂等异常情况。如果详细规范中有规定,应测量电气性能和/或机械性能。

在电气性能和/或机械性能没有异常结果情况下,在锡焊区域出现的诸如裂纹和断裂等异常可忽略。

4.21.2.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时,应提供以下信息:

a) 试验印制线路板的说明;
b) 预热和锡焊,如果不同于标准测试方法;
c) 预处理;
d) 初始测量;

e) 拉力或推力；
f) 最终测量；
g) 与标准测试方法的任何偏离。

4.21.3 切变(表面安装开关)

4.21.3.1 目的

本测试的目的是确定当载荷叠加到安装在印制线路板上的开关侧端时，开关主体和端子部分的坚固性。

4.21.3.2 方法

试验应按照 GB/T 2423.1 中试验 Ue3 的规定进行，以下细节适用：
a) 预热和锡焊应按 4.21.1.2a)描述；
b) 5N 推力应施加(10±1) s；
c) 为了恢复，试样开关应在标准大气中放置 1 h～2 h。

4.21.3.3 要求

使用放大倍率 10 倍～25 倍的放大镜，观察锡焊区域和本体是否有诸如裂纹和断裂等异常情况。如果详细规范中有规定，应测量电气性能和/或机械性能。

在电气性能和/或机械性能没有异常结果情况下，在锡焊区域出现的诸如裂纹和断裂等异常可忽略。

4.21.3.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：
a) 试验印制线路板的说明；
b) 预热和锡焊，如果不同于标准测试方法；
c) 预处理；
d) 初始测量；
e) 推力；
f) 最终测量；
g) 与标准测试方法的任何偏离。

4.21.4 本体强度(表面安装开关)

4.21.4.1 目的

本试验的目的是确定当试样开关安装在印制线路板上时和安装之后，开关承受外力的能力。

4.21.4.2 方法

应按照 GB/T 2423.52 中方法 1 的规定进行试验，以下细节适用。
a) 载荷应为(10±1) N、(20±2) N 或(30±3) N 中的任何一个值，并应在详细规范中进行规定。除非详细规范中另有规定，否则(10±1) N 应适用。
b) 为了恢复，试样开关应在标准大气中放置 1 h～2 h。

4.21.4.3 要求

使用放大倍率 10 倍～25 倍的放大镜，观察本体是否有诸如裂纹和断裂等异常情况。如果详细规

范中有规定，应测量电气性能和/或机械性能。

4.21.4.4 详细规范规定的项目

当详细规范要求进行此试验时，应提供以下信息：

a) 预处理；

b) 初始测量；

c) 载荷压力；

d) 最终测量；

e) 与标准测试方法的任何偏离。

5 优选值

5.1 总则

详细规范可规定适用于整个分门类的额定值和极限值、特性、公差、要求和尺寸的任何优选值。

5.2 电气间隙和爬电距离

详细规范应规定功能绝缘(工作绝缘)在规定空气压力下的最小间隙和爬电距离或最小介电强度试验电压。对于基本绝缘、附加绝缘或加强绝缘，应根据 GB/T 15092.1—2020 中第 20 章规定最小电气间隙和爬电距离[包括触头断开(间隙)]。

6 标志

6.1 开关本体上的标志

在空间允许的情况下，在满足国家或合同标志要求(例如安全要求)后，每个开关应标记以下信息：

a) 制造商名称或商标；

b) 识别数字标记；

c) 详细规范规定的端子标记；

d) 日期代码。

注：例如，见 IEC 60062:2016 中第 8 章。

开关可使用其他标志，前提是这些标志不能模糊或混淆所要求的标志。当条件不准许在开关上进行完整标记时，应按上述优先顺序进行标志。任何不能在开关上标出的所需标志，应标志在开关最小包装单元上。

6.2 包装上的标志

开关规范中规定的项目，包括以下项目 a)～d)，应在每个最小包装单元的易见位置进行永久性标志，但可省略 c)或 d)：

a) 制造商名称或商标；

b) 数量；

c) 生产批号；

d) 日期代码。

注：例如，见 IEC 60062:2016 中第 8 章。

参 考 文 献

[1] GB/T 1182 产品几何技术规范(GPS) 几何公差 形状、方向、位置和跳动公差标注(GB/T 1182—2018,ISO 1101:2017,MOD)

[2] GB/T 5095(所有部分) 电子设备用机电元件 基本试验规程及测量方法[IEC 60512(所有部分)]

[3] GB/T 5169.16 电工电子产品着火危险试验 第16部分:试验火焰50 W水平与垂直火焰试验方法(GB/T 5169.16—2017,IEC 60695-11-10:2013,IDT)

[4] GB/T 5169.22 电工电子产品着火危险试验 第22部分:试验火焰50 W火焰 装置和确认试验方法(GB/T 5169.22—2015,IEC 60695-11-4:2011,IDT)

[5] GB/T 15092(所有部分) 器具开关[IEC 61058(所有部分)]

[6] GB/T 16915(所有部分) 家用和类似用途固定式电气装置的开关[IEC 60669(所有部分)]

[7] GB/T 16935.1 低压供电系统内设备的绝缘配合 第1部分:原理、要求和试验(GB/T 16935.1—2008,IEC 60664-1:2007,IDT)

[8] GB/T 19001 质量管理体系 要求(GB/T 19001—2016,ISO 9001:2015,IDT)

[9] GB/T 27050.1 合格评定 供方的符合性声明 第1部分:通用要求(GB/T 27050.1—2006,ISO/IEC 17050-1:2004,IDT)

[10] GB/T 27050.2 合格评定 供方的符合性声明 第2部分:支持性文件(GB/T 27050.2—2006,ISO/IEC 17050-2:2004,IDT)

[11] GB/T 27060 合格评定 良好操作规范(GB/T 27060—2006,ISO/IEC Guide 60:2004,IDT)

[12] IEC 60062:2016 Marking codes for resistors and capacitors

[13] IEC 60065,Audio video and similar electronic apparatus—Safety requirements

[14] IEC 60068-3-13 Environmental testing—Part 3-13:Supporting documentation and guidance on Test T—Soldering

[15] IEC 61190-1-3 Attachment materials for electronic assembly—Part 1-3:Requirements for electronic grade solder alloys and fluxed and non-fluxed solid solder for electronic soldering applications

[16] ISO 129-1 Technical product documentation(TPD)—Presentation of dimensions and tolerances—Part 1:General principles

[17] ISO 286-1 Geometrical product specifications(GPS)—ISO code system for tolerances on linear sizes—Part 1:Basis of tolerances,deviations and fits