



中华人民共和国国家标准

GB/T 3804—2017
代替 GB/T 3804—2004

3.6 kV~40.5 kV 高压交流负荷开关

High-voltage alternating current switches for rated voltage above 3.6 kV and
less than 40.5 kV

(IEC 62271-103:2011, High-voltage switchgear and controlgear—
Part 103: Switches for rated voltages above 1 kV up to and
including 52 kV, MOD)

2017-09-29 发布

2018-04-01 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	V
1 概述	1
1.1 范围	1
1.2 规范性引用文件	1
2 正常和特殊使用条件	1
3 术语和定义	1
4 额定值	6
4.1 概述	6
4.2 额定电压(U_r)	6
4.3 额定绝缘水平	6
4.4 额定频率(f_r)	6
4.5 额定电流和温升	6
4.6 额定短时耐受电流(I_k)	6
4.7 额定峰值耐受电流(I_p)	6
4.8 额定短路持续时间(t_k)	6
4.9 合闸和分闸装置以及辅助、控制回路的额定电源电压(U_n)	6
4.10 合闸和分闸装置以及辅助回路的额定电源频率	6
4.11 可控压力系统用压缩气源的额定压力	6
4.12 绝缘和/或操作额定充入水平	7
4.101 额定有功负载开断电流(I_{load})	7
4.102 额定闭环开断电流(I_{loop} 和 I_{pptr})	7
4.103 额定电缆充电开断电流(I_{cc})	7
4.104 额定线路充电开断电流(I_{lc})	7
4.105 特殊用途负荷开关的额定单个电容器组开断电流(I_{sb})	7
4.106 特殊用途负荷开关的额定背对背电容器组开断电流(I_{bb})	7
4.107 特殊用途负荷开关的额定背对背电容器组关合涌流(I_{in})	7
4.108 额定接地故障开断电流(I_{ef1})	7
4.109 接地故障条件下的额定电缆充电和线路充电开断电流(I_{ef2})	8
4.110 特殊用途负荷开关的额定电动机开断电流(I_{mot})	8
4.111 额定短路关合电流(I_{ma})	8
4.112 通用负荷开关的额定开断和关合电流	8
4.113 专用负荷开关的额定值	9
4.114 特殊用途负荷开关的额定值	9
4.115 熔断器保护的负荷开关的额定值	9
4.116 通用、专用和特殊用途负荷开关的类型和分级	9
5 设计与结构	9
5.1 对开关设备和控制设备中液体的要求	9

5.2	对开关设备和控制设备中气体的要求	9
5.3	开关设备和控制设备的接地	9
5.4	辅助和控制设备	9
5.5	动力操作	9
5.6	储能操作	10
5.7	不依赖人力或动力的操作(非锁扣的操作)	10
5.8	脱扣器操作	10
5.9	低压力和高压力闭锁以及监测装置	10
5.10	铭牌	10
5.11	联锁装置	12
5.12	位置指示	12
5.13	外壳的防护等级	12
5.14	爬电距离	12
5.15	气体和真空的密封	12
5.16	液体的密封	12
5.17	火灾危险(易燃性)	12
5.18	电磁兼容性(EMC)	12
5.19	X射线发射	12
5.20	腐蚀	12
5.101	关合和开断操作	12
5.102	隔离负荷开关的要求	12
5.103	机械强度	13
5.104	可靠位置	13
5.105	信号用的辅助触头	13
5.106	空载变压器的开断	13
6	型式试验	13
6.1	总则	13
6.2	绝缘试验	14
6.3	无线电干扰电压(r.i.v)试验	15
6.4	回路电阻的测量	15
6.5	温升试验	15
6.6	短时耐受电流和峰值耐受电流试验	15
6.7	防护等级的检验	15
6.8	密封试验	15
6.9	电磁兼容性(EMC)试验	15
6.10	辅助和控制回路的附加试验	15
6.11	真空灭弧室的X射线试验程序	16
6.101	关合和开断试验	16
6.102	机械和环境试验	36
7	出厂试验	43
7.1	概述	43
7.101	机械特性	43

7.102 机械操作试验	44
8 负荷开关的选用导则	44
8.101 概述	44
8.102 影响使用的工况	44
8.103 绝缘配合	44
8.104 负荷开关等级的选择	45
8.105 特殊用途试验	45
9 随询问单、标书和订单提供的资料	45
9.1 随询问单和订单提供的资料	45
9.2 随标书提供的资料	46
10 运输、储存、安装、运行和维护	47
11 安全性	47
12 产品对环境的影响	47
附录 A (规范性附录) 型式试验试验参量的公差	48
附录 B (资料性附录) 本标准与 IEC 62271-103:2011 的技术性差异及其原因	50
附录 C (资料性附录) 本标准与 IEC 62271-103:2011 的章条编号对照	52
图 1 有功负载电流开合试验(试验方式 TD_{load})的三相试验回路	22
图 2 有功负载电流开合试验(试验方式 TD_{load})的单相试验回路	23
图 3 配电线路闭环和并联变压器电流开合试验(试验方式 TD_{loop} 和 TD_{ptr})的三相试验回路	25
图 4 配电线路闭环和并联变压器电流开合试验(试验方式 TD_{loop} 和 TD_{ptr})的单相试验回路	25
图 5 三相和单相容性开合试验的通用试验回路	29
图 6 电容器组电流开断试验的预期 TRV 参数限值	31
图 7 接地故障开断电流试验(试验方式 TD_{ef1})的三相试验回路	32
图 8 接地故障条件下电缆充电开断电流试验(试验方式 TD_{ef2})的三相试验回路	32
图 9 短路关合电流试验(试验方式 TD_{ma})的三相试验回路	33
图 10 短路关合电流试验(试验方式 TD_{ma})的单相试验回路	33
图 11 低温和高温试验的试验顺序	39
图 12 湿度试验	42
表 1 通用负荷开关的额定线路和电缆充电开断电流的优选值	8
表 2 产品信息	10
表 3 通用负荷开关的试验方式——三极操作的负荷开关的三相试验的试验方式	16
表 4 通用负荷开关的试验方式——用于三相系统的逐极操作的三极负荷开关以及单极负荷开关的单相试验	17
表 5 特殊用途负荷开关的试验方式——三极操作负荷开关的三相试验	18
表 6 特殊用途负荷开关的试验方式——逐极操作的三极负荷开关和用于三相系统中的单极负荷开关的单相试验	19
表 7 有功负载电流开断试验中电源回路的 TRV 参数	24
表 8 配电线路闭环开断试验的 TRV 参数	26
表 9 并联电力变压器电流开断试验的 TRV 参数	26

表 10	三相和单相容性开合试验的通用试验回路的参数要求	29
表 11	电容器组电流开断试验的预期恢复电压参数的限值	30
表 A.1	型式试验试验参量的公差	48
表 B.1	本标准与 IEC 62271-103:2011 的技术性差异及其原因	50
表 C.1	本标准与 IEC 62271-103:2011 的章条编号对照情况	52

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 3804—2004《3.6 kV~40.5 kV 高压交流负荷开关》。

本标准与 GB/T 3804—2004 的主要差异有：

- 对全文的章条号进行了重新编排，与 GB/T 11022—2011 保持一致；
- 适用范围，对分闸和合闸操作的特殊要求；
- 在术语和定义中增加了相关内容。例如：中性点有效接地系统、中性点非有效接地系统，根据容性电流开断能力分为 C1 级、C2 级负荷开关，重击穿性能、重燃等；
- 增加了术语 3.7.119 非保持破坏性放电(NSDD)；
- 在第 4 章额定值中给出了通用、专用和特殊用途负荷开关的类型和分级的规定；
- 对第 5 章中表 2 的铭牌的内容进行了修订，对开断空载变压器进行了相关说明；
- 删除了 2004 版中的第 6 章，其内容在相关的条款中明示；
- 第 6 章增加了型式试验有效期的相关要求，对用户特殊要求的特殊型式试验进行了修改；
- 增加了在型式试验开始时，应建立负荷开关的机械特性；
- 明确地规定了短路关合试验的相关要求；
- 表 3、表 4、表 5、表 6 的单个电容器组电流试验方式中的试验电流的系数改为(0.1~0.4)；
- 表 9 注 2 中的振幅系数改为 1.8；
- 在短路关合试验方式中，对短路关合试验应在已在试验方式 TD_{load2} 要求的有功负载情况下进行；
- 对容性回路的试验电压，在中性点有效接地系统时中性点不接地的电容器组的开合的系数改为 1.4；
- 对电源中性点接地的三相试验，重现三芯铠装电缆的容性回路的正序电容由近似等于二倍的零序电容修改为应近似等于三倍的零序电容；
- 第 7 章增加了机械特性的要求；
- 增加了确定公差附录 A。

本标准采用重新起草法修改采用 IEC 62271-103:2011《高压开关设备和控制设备 第 103 部分：额定电压 1 kV 以上、52 kV 及以下的负荷开关》。

本标准与 IEC 62271-103:2011 相比存在技术性差异，这些差异涉及的条款已通过在其外侧页边空白位置的垂直单线(⏏)进行了标识，附录 B 中给出了相应技术性差异及其原因一览表。

本标准对 IEC 62271-103:2011《高压开关设备和控制设备 第 103 部分：额定电压 1 kV 以上、52 kV 及以下的负荷开关》的全部章条编号作了编辑性修改，附录 C 中给出了本标准与 IEC 62271-103:2011 的章条编号对照情况。

本标准应与 GB/T 11022—2011 一起使用，除非本标准另有规定，本标准执行 GB/T 11022—2011 的规定。为了简化相同要求的重复表述，本标准的章、条号与 GB/T 11022—2011 相同。对于这些章、条内容的补充在同一引用标题下给出，而附加的条款从 101 开始编号。

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这些专利的责任。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国高压开关设备标准化技术委员会(SAC/TC 65)归口。

本标准起草单位：西安高压电器研究院有限责任公司、广东电网公司、华仪电气股份有限公司、中国

电力科学研究院、国网电力科学研究院、西电宝鸡电器有限责任公司、机械工业高压电器设备质量检测中心、上海天灵开关厂有限公司、上海电气输配电试验中心有限公司、平高集团有限公司、西安西电开关电气有限公司、北京科锐配电自动化股份有限公司、库柏(宁波)电气有限公司、ABB(中国)有限公司、上海西门子开关有限公司、施耐德电气(中国)有限公司、西门子中压开关技术(无锡)有限公司、北京北开电气股份有限公司、浙江时通电气制造有限公司、武汉市武昌电控设备有限公司、宁波天安(集团)股份有限公司、锦州锦开电器集团有限责任公司、深圳市光辉电器实业有限公司、益和电气集团股份有限公司、河南森源电气股份有限公司、浙江开关厂有限公司、正泰电气股份有限公司、成都旭光电子股份有限公司、西电宝光宝鸡有限责任公司、日升集团有限公司、江苏华冠电器集团有限公司、福建中能电气股份有限公司、扬州新概念电气有限公司、宁波耀华电气科技有限责任公司、青岛特锐德电气股份有限公司、西电三菱电机开关设备有限公司。

本标准主要起草人：田恩文、李端姣、祝存春、吴鸿雁、张实。

本标准参加起草人：樊楚夫、范广伟、付鲁军、陈剑光、陈曦、汤振鹏、雷一勇、候银顺、吴红波、孔祥军、成俊奇、李玉春、张重乐、寇政理、杨英杰、谭燕、罗时聪、丘伟峰、阎关星、王向克、徐晟、王涛新、胡兆明、刘成学、谢建波、傅明海、王俊庄、雷小强、薛忠、乔众、尹弘彦、叶树新、卢德银、沈祥裕、王富敏、林复明、朱佩龙、王冬梅、孔祥冲、刘洋、吕珍梅、舒国标、田志强、党向东、樊建荣、金泰宏、刘俊峰、汪童志、刘坚钢、吕恩林、屈东明、王克业、刘锋、张学民、晏文曲。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB/T 3804—2004, GB 3804—1990, GB 3804—1983。

3.4.103.3

E3 级负荷开关 class E3 general purpose switch

能够执行开断负载电流以及短路关合的高电寿命的通用负荷开关。

注：本级适用于进行频繁开合操作，而且不允许或不能进行检查和更换开合部件的负荷开关。

3.4.103.4

M1 级负荷开关 class M1 switch

具有 1 000 次操作机械寿命的负荷开关。

3.4.103.5

M2 级负荷开关 class M2 switch

具有 5 000 次操作延长的机械寿命的特殊使用场合和频繁操作的负荷开关。

3.4.103.6

C1 级负荷开关 class C1 switch

经过特定的型式试验(试验方式 I_{cc} 、 I_{lc} 、 I_{sb} 和 I_{bh})验证的，在容性电流开断过程中具有低的重击穿概率的负荷开关。

3.4.103.7

C2 级负荷开关 class C2 switch

经过特定的型式试验(试验方式 I_{cc} 、 I_{lc} 、 I_{sb} 和 I_{bh})验证的，在容性电流开断过程中具有非常低的重击穿概率的负荷开关。

3.4.104

专用负荷开关 limited purpose switch

具有额定电流、额定短时耐受电流以及通用负荷开关的一种或几种但不是全部开合能力的负荷开关。

3.4.105

特殊用途负荷开关 special purpose switch

适用于下述一项或多项应用的通用负荷开关或专用负荷开关：

- 开合单个电容器组；
- 开合背对背电容器组；
- 开合稳态和堵转条件下的电动机；
- 开合由并联的大容量电力变压器构成的闭环回路。

3.4.105.1

单个电容器组负荷开关 single capacitor bank switch

用于开合充电电流的特殊用途负荷开关，其开合的充电电流值为直到其额定单个电容器组开断电流。

3.4.105.2

背对背电容器组负荷开关 back-to-back capacitor bank switch

用于开断负荷开关的电源侧接有一个或多个电容器组，且充电电流直到其额定背对背电容器组开断电流的电容器组的特殊用途负荷开关。负荷开关应能够关合直到其额定电容器组关合涌流的相关涌流。

3.4.105.3

电动机负荷开关 motor switch

用于开合在稳态和堵转条件下的电动机的特殊用途负荷开关。

3.7.119

非保持破坏性放电 non-sustained disruptive discharge; NSDD

与电流开断有关的破坏性放电,不会导致工频电流的恢复,或者在容性电流开断的情况下不会导致主负载回路中产生电流。

注 1: NSDD 后的振荡与开关自身电感和寄生的局部并联电容有关。NSDD 也可能涉及附近设备的对地杂散电容。

注 2: 改写 GB/T 1984—2014,定义 3.1.126。

4 额定值

4.1 概述

GB/T 11022—2011 的第 4 章适用,并作如下补充。

4.2 额定电压(U_r)

GB/T 11022—2011 的 4.2 适用。

4.3 额定绝缘水平

GB/T 11022—2011 的 4.3 适用。

4.4 额定频率(f_r)

GB/T 11022—2011 的 4.4 适用。

4.5 额定电流和温升

GB/T 11022—2011 的 4.5 适用。

4.6 额定短时耐受电流(I_k)

GB/T 11022—2011 的 4.6 适用。

4.7 额定峰值耐受电流(I_p)

GB/T 11022—2011 的 4.7 适用。

4.8 额定短路持续时间(t_k)

GB/T 11022—2011 的 4.8 适用。

4.9 合闸和分闸装置以及辅助、控制回路的额定电源电压(U_a)

GB/T 11022—2011 的 4.9 适用。

4.10 合闸和分闸装置以及辅助回路的额定电源频率

GB/T 11022—2011 的 4.10 适用。

4.11 可控压力系统用压缩气源的额定压力

GB/T 11022—2011 的 4.11 适用并作如下补充。

该额定值仅适用于操作装置的动力源。

注: 由于不再生产 40.5 kV 及以下的绝缘或开合的可控压力系统,因此只需考虑操作装置的气源。

4.113 专用负荷开关的额定值

专用负荷开关应该具有额定电流、额定短时耐受电流以及一种或几种,但不是全部通用负荷开关的开合能力。如果规定有其他额定值,其数值应从 R10 系列中选取。

4.114 特殊用途负荷开关的额定值

特殊用途负荷开关应具有额定电流、额定短时耐受电流以及一种或几种通用负荷开关的开合能力。

根据特定的特殊使用场合设计的负荷开关应规定额定值和能力。额定值应从 R10 系列中选取。可以规定一种或几种下述额定值:

- 并联电力变压器开断能力;
- 单个电容器组开断能力;
- 背对背电容器组开断能力和关合涌流;
- 电动机开断能力。

4.115 熔断器保护的负荷开关的额定值

通用、专用和特殊用途负荷开关可由熔断器后备保护。如果是这种情况,负荷开关的短路额定值、短时耐受电流和关合电流选择时可以考虑熔断器在短路电流的持续时间和数值方面的限流效应。

GB/T 16926—2009 可用于此目的。

4.116 通用、专用和特殊用途负荷开关的类型和分级

符合本标准的负荷开关应按类型分为通用、专用和特殊用途。

此外,负荷开关也应按照其分级进行标记:

- 机械寿命(M1 或 M2);
- 电气寿命(E1、E2 或 E3),对通用负荷开关;
- 容性开合(C1 或 C2)。

注:标记按字母顺序排列,例如:C1-E1-M1。

5 设计与结构

5.1 对开关设备和控制设备中液体的要求

GB/T 11022—2011 的 5.1 适用。

5.2 对开关设备和控制设备中气体的要求

GB/T 11022—2011 的 5.2 适用。

5.3 开关设备和控制设备的接地

GB/T 11022—2011 的 5.3 适用。

5.4 辅助和控制设备

GB/T 11022—2011 的 5.4 适用。

5.5 动力操作

GB/T 11022—2011 的 5.5 适用。

5.11 联锁装置

GB/T 11022—2011 的 5.11 适用。

5.12 位置指示

GB/T 11022—2011 的 5.12 适用,并作如下补充。

负荷开关的分闸和合闸位置应该清楚地指示。如果满足下列条件之一就认为达到了此要求:

- a) 每一个断口是可见的;
- b) 每一个动触头的位置通过可靠的指示装置指示。如果负荷开关的所有极连接在一起,可使用共用的指示装置。

5.13 外壳的防护等级

GB/T 11022—2011 的 5.13 适用。

5.14 爬电距离

GB/T 11022—2011 的 5.14 适用于户外设备。对于户内设备没有给出爬电距离的特别要求。

5.15 气体和真空的密封

GB/T 11022—2011 的 5.15 适用。

5.16 液体的密封

GB/T 11022—2011 的 5.16 适用。

5.17 火灾危险(易燃性)

GB/T 11022—2011 的 5.17 适用。

5.18 电磁兼容性(EMC)

GB/T 11022—2011 的 5.18 适用。

5.19 X 射线发射

GB/T 11022—2011 的 5.19 适用。

5.20 腐蚀

GB/T 11022—2011 的 5.20 适用。

5.101 关合和开断操作

所有的负荷开关应设计成能够关合其额定短路关合电流的能力。

所有的负荷开关应设计成能够在规定的恢复电压下开断直到并包括其额定开断电流值的任意电流。

5.102 隔离负荷开关的要求

作为补充,隔离负荷开关的隔离功能应满足 GB/T 1985—2014 中对隔离开关规定的要求。

6.2.10 局部放电试验

GB/T 11022—2011 的 6.2.10 由下述内容替代：

不需要对完整的负荷开关进行局部放电试验。但是，负荷开关的部件应满足其相关的产品标准。

6.3 无线电干扰电压(r.i.v)试验

不要求无线电干扰电压试验。

6.4 回路电阻的测量

GB/T 11022—2011 的 6.4 适用。

6.5 温升试验

GB/T 11022—2011 的 6.5 适用。

6.6 短时耐受电流和峰值耐受电流试验

GB/T 11022—2011 的 6.6 适用并作如下补充。

50 Hz 或 60 Hz 频率下进行峰值系数为 2.6 的短时耐受电流和峰值耐受电流试验涵盖了电网直流时间常数等于或小于 45 ms 的两个频率。

50 Hz 或 60 Hz 频率下进行峰值系数为 2.7 的短时耐受电流和峰值耐受电流试验涵盖了电网直流时间常数大于 45 ms 的两个频率。

6.7 防护等级的检验

GB/T 11022—2011 的 6.7 适用。

6.8 密封试验

GB/T 11022—2011 的 6.8 适用并作如下补充。

机械操作试验前的密封试验不是强制的。

6.9 电磁兼容性(EMC)试验

GB/T 11022—2011 的 6.9 适用。

6.10 辅助和控制回路的附加试验

6.10.1 概述

GB/T 11022—2011 的 6.10.1 适用。

6.10.2 功能试验

GB/T 11022—2011 的 6.10.2 适用并作如下补充：

如果按照 6.10.2.2 在周围空气温度下，机械操作试验在装配着其整个控制单元的完整的负荷开关上进行，应认为涵盖了符合 GB/T 11022—2011 的 6.10.2 的功能试验且不要求附加试验。

6.10.3 接地金属部件的电气连续性试验

GB/T 11022—2011 的 6.10.3 适用。

一次, E3 级应满足要求 a) 和 b) 各 2 次, 第 5 次可随机。

如果由于长的预击穿时间而不能在额定电压下得到要求的额定短路关合电流, 那么有必要在降低的电压下完成试验以得到完全非对称短路电流。

6.101.1.3 关合-开断试验的试验方式

应在试验方式 TD_{load} 、 TD_{loop} 、 TD_{cc} 、 TD_{lc} 、 TD_{cf1} 和 TD_{cf2} 中进行关合-开断操作循环。分闸操作应在合闸操作之后进行, 两个操作之间的时延最少足以使任何瞬时电流衰减。受负荷开关的特征和试验站限制时, 分闸和合闸操作可以分开。合闸和分闸的时间间隔通常不应超过 3 min。为了方便起见, 也可进行分-合闸操作。开断电流应符合 6.101.6.3。

如果试验方式 TD_{load2} 中获得的 TRV 参数等于或严于试验方式 TD_{loop} 要求的 TRV 参数, 在制造厂允许的情况下, 如果对试验方式 TD_{load2} 的 E1 级负荷开关进行 10 次附加操作或 E2 级和 E3 级负荷开关进行 20 次附加操作, 那么不需要进行试验方式 TD_{loop} 。

在下述两种情况下, 试验方式 TD_{load2} 的 TRV 具有相同的峰值和更高的上升率。

——电源侧阻抗等于或大于总阻抗的 20%;

——用提高振幅系数来调整 TRV, 例如在电源阻抗为 15% 的情况下, 为 $\left(\frac{20}{15}\right) \times 1.5$ 。

6.101.2 专用负荷开关的试验方式

除专用负荷开关未规定的或降低了试验值的试验方式外, 应按通用负荷开关规定的试验进行。

6.101.3 特殊用途负荷开关的试验方式

最少应根据表 5(三相试验)和表 6(单相试验)中规定的一个试验对特殊负荷开关进行试验。根据通用负荷开关规定的试验, 除特殊用途负荷开关未规定的试验方式外, 也应按通用负荷开关规定的试验进行。

所有的试验方式都应该进行关合-开断操作循环。分闸操作应在合闸操作后进行, 两个操作之间的时延至少足以使任何瞬时电流衰减。受负荷开关的特征和试验站限制时, 分闸和合闸操作可以分开。合闸和分闸的时间间隔通常不应超过 3 min。为方便起见, 也可进行分-合闸操作。开断电流应符合 6.101.6.3。

对于所有开断试验方式, 触头分离时刻是随机的。

表 5 特殊用途负荷开关的试验方式——三极操作负荷开关的三相试验

试验方式		试验电压	试验电流	操作循环次数
描述	TD			
并联电力变压器回路闭环电流	TD_{pptr}	$0.15 \times U_r$	I_{pptr}	10
单个电容器组电流	TD_{sb2}	U_r	I_{sb}	10^b
	TD_{sbl}		$(0.1 \sim 0.4) I_{sb}$	10^b
背对背电容器组开断电流和关合涌流	TD_{bb2}	U_r	I_{bb}	10^b
	TD_{bb1}		$(0.1 \sim 0.4) I_{bb}$	10^b
电动机电流	TD_{mot}	a	a	a
a 见 GB/T 29489—2013 的 6.114。				
b 在负荷开关被确定为 C2 级负荷开关和在试验系列中发生一次重击穿的情况下, 6.101.8 适用。				

- b) 开断电流；
- c) 回路的功率因数；
- d) 试验回路；
- e) 瞬态恢复电压参数；
- f) 合-分操作循环的次数。

6.101.6.4 短路关合试验的试验电压

6.101.6.4.1 概述

短路关合试验的工频试验电压如表 3 和表 4 所示。任意两相间的试验电压公差在附录 A 中给出。

6.101.6.4.2 替代的合成试验

试验室容量的限制可能很难在额定电压和额定电流下进行直接试验。在这种情况下使用合成关合回路以在一个电源处产生要求的试验电压,另一个电源处产生额定的关合电流。

6.101.6.4.3 降压时的替代试验

在降低的试验电压下可以进行另一个替代的直接试验,通过采取措施来保证试验电压下的预击穿时间不小于固有的额定电压下的预击穿时间。

根据负荷开关的技术,降低电压下的短路关合试验可以采用不同的方法:

- 如果可能,预击穿可由熔丝触发。应在触头(假设三相试验的所有极的)上固定细而硬的熔丝;
- 负荷开关若在气体中开断,可在空气或降低压力的气体中进行短路关合试验。试验电压应按与空气或绝缘气体在额定最小压力下闪络距离差值相同的比率降低。机械性能应在 6.102.1.1 规定的制造厂公差的限值内。

在降低电压的短路关合试验之前应了解额定电压下的平均预击穿时间及其标准偏差。

这些值可以从同型号负荷开关的其他试验方式的峰值电压 $\pm 15^\circ$ 内进行的 10 次关合中计算得出,或者,如果不可能,在 1 A~50 A 范围内的降低的电流(不会导致触头的实质性磨损)下进行额外的关合试验获得。

在降低电压的短路关合试验期间,预击穿时间不应小于上述计算的平均预击穿时间加其 2 倍的标准偏差,以满足 6.101.1.2 描述的要求 a)。

6.101.6.5 短路关合电流

短路关合电流应该用关合电流峰值和关合电流的对称有效值表示。对于通用负荷开关,每一极中电流的对称有效值在 0.2 s 时至少应为额定短时耐受电流的 80%。短路电流的持续时间至少应为 0.2 s。

通用负荷开关应能在低于其额定电压且可能关合完全非对称电流的电压下运行。电压的下限,如果有的话,应由制造厂规定。

应按下述项目来表述短路关合电流的性能:

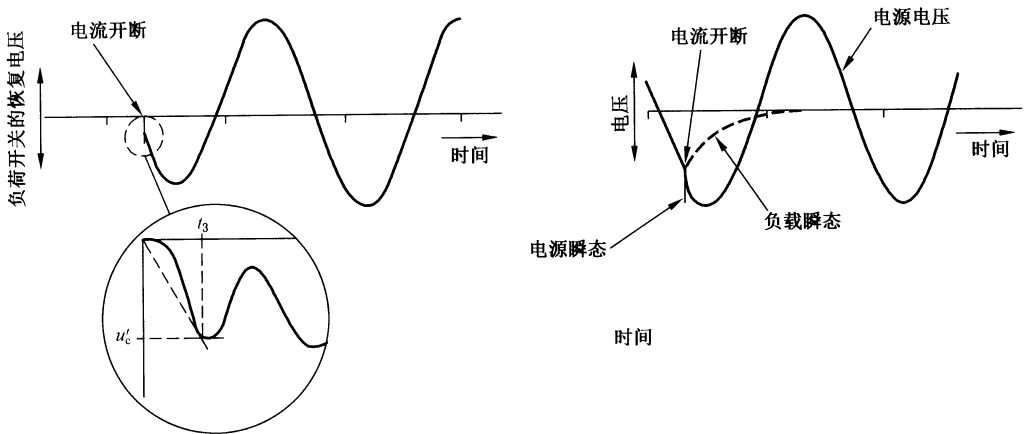
- a) 试验电压;
- b) 用非对称关合的峰值和对称关合的有效值表示的关合电流;
- c) 短路电流的持续时间;
- d) 试验回路;

表 7 有功负载电流开断试验中电源回路的 TRV 参数^a

额定电压 U_r kV	电源回路 TRV 参数	
	峰值电压 ^b U_c kV	时间 ^b t_3 μs
3.6	6.2	40
7.2	12.3	52
12	20.6	61
24	41	88
40.5	69.5	114

^a 端子故障条件下的电源回路 TRV 参数。
^b 用户应注意如果采用了限流电抗器,电源回路的 TRV 可能超出规定值。

注 1: 负荷开关的电源和负载瞬态分量图示如下。电源分量的峰值 u'_c 如图所示,在时间 t_3 时近似等于 15% u_c 。实际的 u'_c 和到达峰值的时间取决于负载回路的功率因数和电源回路的串联阻抗。



u'_c = 负荷开关瞬态恢复电压电源回路分量的峰值。
注 2: 电源回路的串联阻抗应为总阻抗的 $(15 \pm 3)\%$ 且功率因数为 0.15 或更小。负载由电抗和电阻并联组成。负载的 TRV 形式为指数衰减的电压且其峰值决定于负载的功率因数。因此,负载侧的 TRV 完全取决于负载回路而不必作出规定。
注 3: 电源回路的串联阻抗是配电变压器阻抗和远处的电源阻抗的组合。首开极系数 k_{pu} 为 1.5。振幅系数假定为 1.4。

$$u_c = \frac{U_r \sqrt{2}}{\sqrt{3}} \times 1.5 \times 1.4$$

6.101.7.2 闭环回路

6.101.7.2.1 配电线路和并联电力变压器试验回路

配电线路和并联电力变压器试验回路在图 3 和图 4 中进行了规定。

表 9 (续)

额定电压 U_r kV	峰值电压 u_c kV	时间 t_3^a 系数 K
24	3.7	0.63
40.5	6.3	0.82
^a 时间 t_3 按 $t_3 = K \sqrt{\frac{1\,480 + 600I}{6.7I}}$ 计算, 这里 t_3 的单位是微秒, I 是试验电流, 单位为 kA。系数 K 和计算 t_3 的公式是根据已知的瞬态恢复电压频率推导出来的, 其中频率由变压器的低压电流注入法获取的。该频率是电流额定值接近试验电流, 且在强制冷却时额定阻抗为 15% 的电力变压器的典型额定值。		
注 1: 负荷开关断口间的瞬态恢复电压是 $(1 - \cos)$ 形式的且数值为首开极的。 注 2: 按照 GB/T 1984—2014 短路试验方式 T10, 首开极系数 k_{pp} 为 1.5, 振幅系数假定为 1.8。假定两台电力变压器并联且开合其中一台变压器。TRV 主要来自被开合的变压器。这就意味着瞬态恢复电压仅基于一半的稳态恢复电压。 $u_c = \frac{U_r \sqrt{2}}{\sqrt{3}} \times 1.5 \times 1.8 \times \frac{0.15}{2}$		

6.101.7.3 容性回路(试验方式 **TD_{cc}**、**TD_{lc}**、**TD_{sb}** 和 **TD_{bb}**)

6.101.7.3.1 概述

试验通常在试验室进行。但是,也可以进行现场试验。对于现场试验,应采用实际的线路、电缆和电容器组。

对于试验室试验,可以用由电容器、电抗器和电阻等元件组成的人工回路,部分或全部代替线路或电缆。

用 60 Hz 时进行的试验来证明 50 Hz 时的开断性能是有效的。

只要负荷开关断口间的电压在第一个 8.3 ms 期间不小于按 60 Hz 试验时的规定电压,则用 50 Hz 下进行的试验来证明负荷开关在 60 Hz 时的性能是有效的。如果因为瞬间电压高于在 60 Hz 试验时的规定电压而在 8.3 ms 以后出现重击穿,且负荷开关具有非常低的重击穿概率,则试验方式应按对于 60 Hz 试验所规定的试验电压在 60 Hz 下进行。如果没有出现重击穿,则应认为负荷开关通过了试验。

注: 出现重击穿时,表示线路、电缆和电容器组的试验室试验回路不适合于确定可能产生的过电压幅值。它们仅可用来验证开合性能。

应进行三相试验。但是,对于容性电流开合试验也允许进行三极负荷开关的单相试验室试验。试验回路及参数见图 5 及表 10。

6.101.7.3.2 试验电压

三相试验的工频试验电压在表 3 或表 5 中给出。

三极联动负荷开关单相试验的试验电压应等于 $U_r/\sqrt{3}$ 和下列系数之一的乘积。这些系数适用于极间不同期性等于或小于 1/6 周期的负荷开关:

并包括 10 kV 的系统中。对电源中性点接地的三相试验,重现三芯铠装电缆的容性回路的正序电容应近似等于三倍的零序电容。对于电源中性点不接地的三相试验,该要求是不必要的。

如果采用电容器模拟电缆,不超过容抗值 5% 的无感电阻应和电容器串联。更高的值可能会对恢复电压产生不良影响。

6.101.7.3.7 线路充电回路(试验方式 TD_{lc})

为了便于试验室试验,可以使用电容器来模拟线路。对于电源中性点接地的三相试验,容性回路的正序电容大约应为三倍的零序电容。对于电源中性点不接地的三相试验,该要求是不必要的。

如果采用电容器模拟架空线路,不超过容抗值 5% 的无感电阻应和电容器串联。更高的值可能会对恢复电压产生不良影响。

6.101.7.3.8 电容器组回路(试验方式 TD_{sb1} 、 TD_{sb2} 、 TD_{bb1} 和 TD_{bb2})

对于三相试验,应根据负荷开关的使用情况以及电源回路中性点的接地情况,来决定电容器组的中性点绝缘还是接地。

在三相背对背电容器组回路中电容器组 C1 和 C2 都应同样的接地或绝缘。如果 C1 和 C2 都绝缘且电源接地,那么只出现为 1.5 的首开极系数。

6.101.7.3.9 规定 TRV 的试验

如果不能满足 6.101.7.3.3 的要求,那么开合试验可在能满足下述如表 11 中规定并在图 6 中确定的预期恢复电压要求的回路中进行。

表 11 电容器组电流开断试验的预期恢复电压参数的限值

试验方式	恢复电压 ^{a,b} u_c^c			时间 ^a	
				t_2^a ms	
				50 Hz	60 Hz
1	1.98	0.028	t_3^c		
2	1.95	0.070	t_3^c	8.7	7.3
^a 见图 6。 ^b 数值为相应于试验电压的峰值的标么值。 ^c 表 7 中的 t_3。 ^d 预期 TRV 初始部分的峰值 u'_a 应该小于 u_a 且到达峰值的时间 t'_a 应大于 t_a,如图 6 所示。 ^e 预期恢复电压的峰值 u'_c 应大于 u_c 且到达峰值的时间 t'_2 应小于 t_2,如图 6 所示。					

6.101.7.5 短路关合试验的试验回路(试验方式 TD_{ma})

三相试验的试验回路应如图 9 所示。逐极操作的三极负荷开关或用在三相系统中的单极负荷开关的单相试验采用的单相试验回路应如图 10 所示。

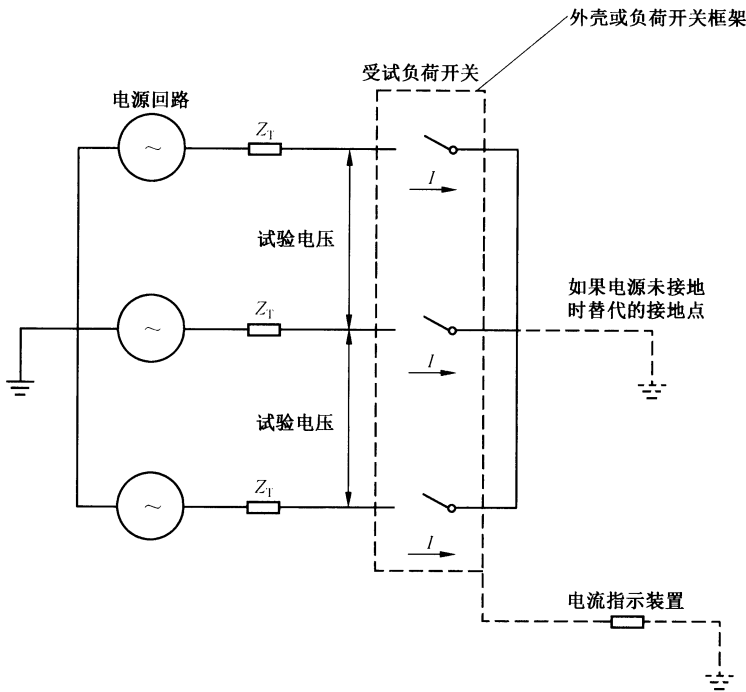


图 9 短路关合电流试验(试验方式 TD_{ma})的三相试验回路

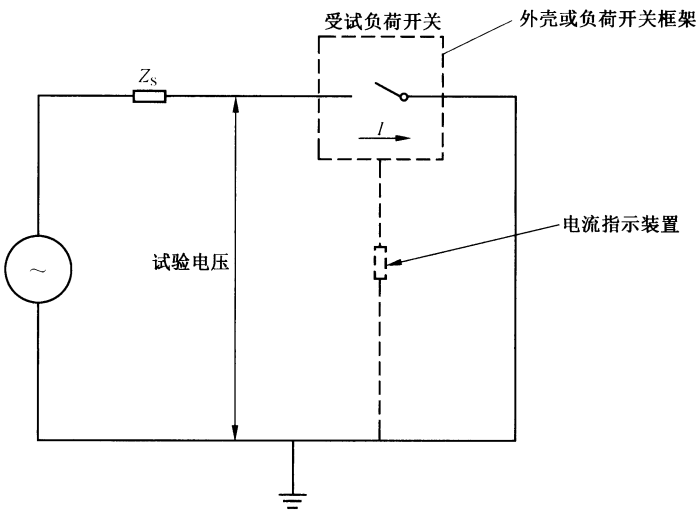


图 10 短路关合电流试验(试验方式 TD_{ma})的单相试验回路

- e) 预期瞬态恢复电压；
- f) 燃弧时间,单位为 ms；
- g) 分闸时间,单位为 ms(如果适用)；
- h) 开断时间,单位为 ms(如果适用)；
- i) 关合时间,单位为 ms(如果适用)；
- j) 试验期间负荷开关的性能,包括(适用时)火焰、气体、油的喷发或 NSDD 的发生等；
- k) 试验后的状态；
- l) 试验期间更新和修理的部件。

6.101.10.2.3 容性电流开合试验

- a) 试验电压,单位为 kV；
- b) 每相的开断电流,单位为 A；
- c) 开断后,相对地电压的峰值,单位为 kV；
 - 1) 负荷开关的电源侧；
 - 2) 负荷开关的负载侧；
- d) 重击穿次数(如果有)；
- e) 分闸时间,单位为 ms(如果适用)；
- f) 开断时间,单位为 ms(如果适用)；
- g) 关合时间,单位为 ms(如果适用)；
- h) 试验期间负荷开关的性能；
- i) 试验后的状态。

6.102 机械和环境试验

6.102.1 机械和环境试验的各项规定

6.102.1.1 机械特性

型式试验前,应建立负荷开关的机械特性,例如,记录空载行程曲线。

机械特性应在操动机构及辅助和控制回路的额定电源电压、操作用的额定功能压力以及为了试验方便,在开断用的额定压力下进行单分操作(O)和单合操作(C)的空载试验来获得。

参考的空载试验中记录的分闸时间和合闸时间应该用作参考的分闸和参考的合闸时间。在和建立参考的机械特性程序采用相同的条件下,这些参考时间的偏差应与制造厂给出的偏差相对应。

并测量回路电阻(应尽可能靠近主触头),并记录。

6.102.1.2 试验时负荷开关的布置

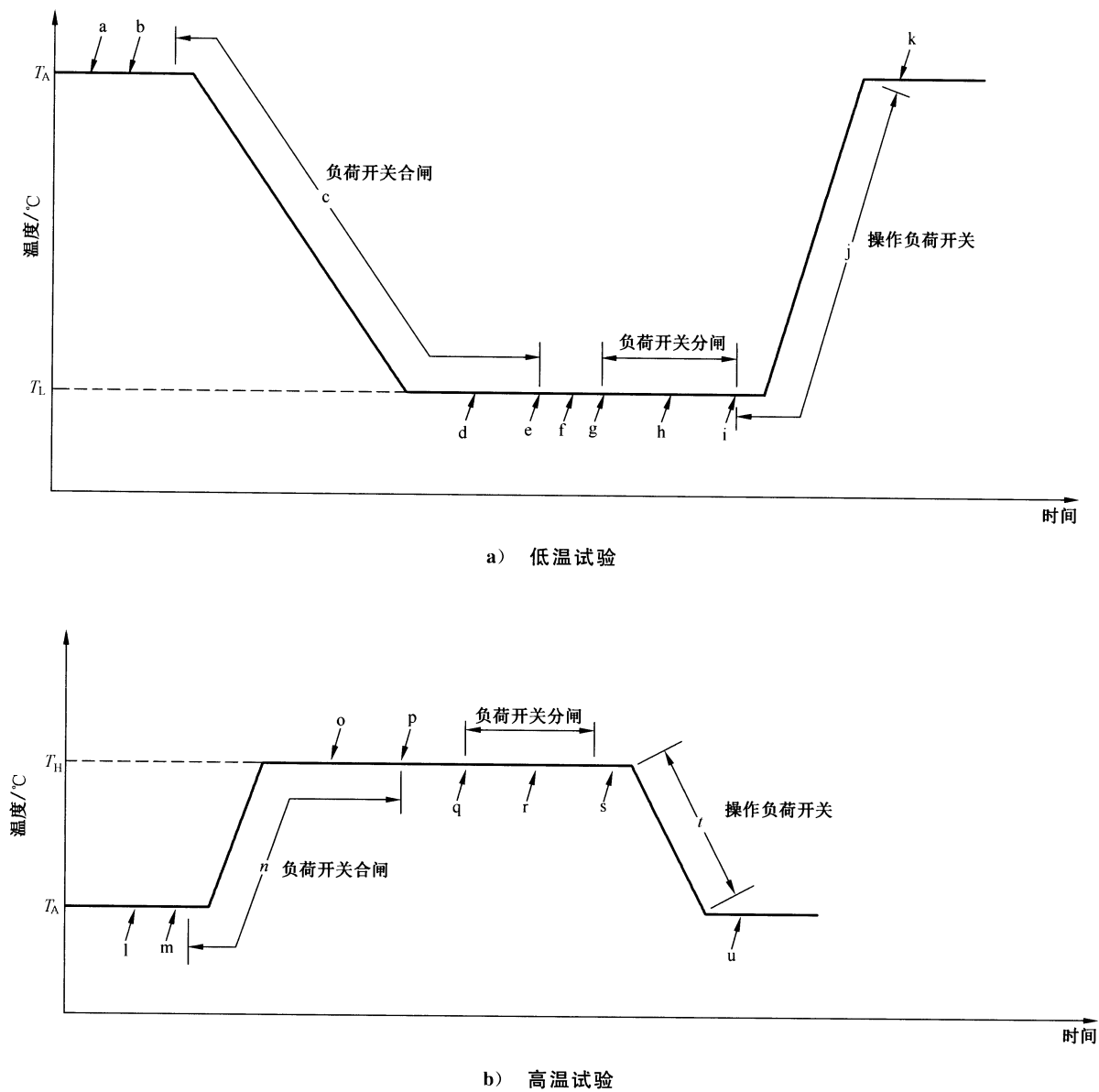
负荷开关及其操动机构应安装在其自己的支架上,以规定的方式进行操作。

除非另有规定,试验可以在任何方便的周围空气温度下进行。

如果适用,操动机构的电源电压应在负荷开关操作过程中在合闸线圈和脱扣线圈的端子上测量。应包括构成操动机构一部分的辅助设备。为了调节外施电压,不应在电源和装置的端子间增加阻抗。

对于人力储能操作的负荷开关,为了试验方便,手柄可以用外部动力装置替代,其操作力应与人力手柄操作时的等效。

每个试验开始时,如果适用,负荷开关应处于其开断用的额定功能压力下。



注：字母 a~u 确定了 6.102.3.3 和 6.102.3.4 规定的试验的作用点。

图 11 低温和高温试验的试验顺序

如果低温试验在高温试验后立即进行，那么低温试验可在完成高温试验的 u) 之后进行。这种情况下可省略 a) 和 b)。

- a) 受试负荷开关应根据制造厂的说明书进行调整。
- b) 在周围空气温度 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ (T_A) 下，按照 6.102.1.3 的规定记录负荷开关的特性和整定值。密封性试验(如果适用)应按照 6.8 进行。
- c) 负荷开关在合闸位置时，按照 GB/T 11022—2011 的 2.2.1、2.2.2 和 2.3.4 给出的等级，将周围空气温度降低到合适的最低周围空气温度 (T_L)。当周围空气温度稳定到 T_L 后，负荷开关应保持在合闸位置 24 h。
- d) 在温度 T_L 下，负荷开关保持合闸位置 24 h 期间，应进行密封试验(如果适用的话)。如果使负荷开关恢复到周围空气温度 T_A ，并处于热稳定状态时，其泄漏率能恢复到原始值，增大的泄

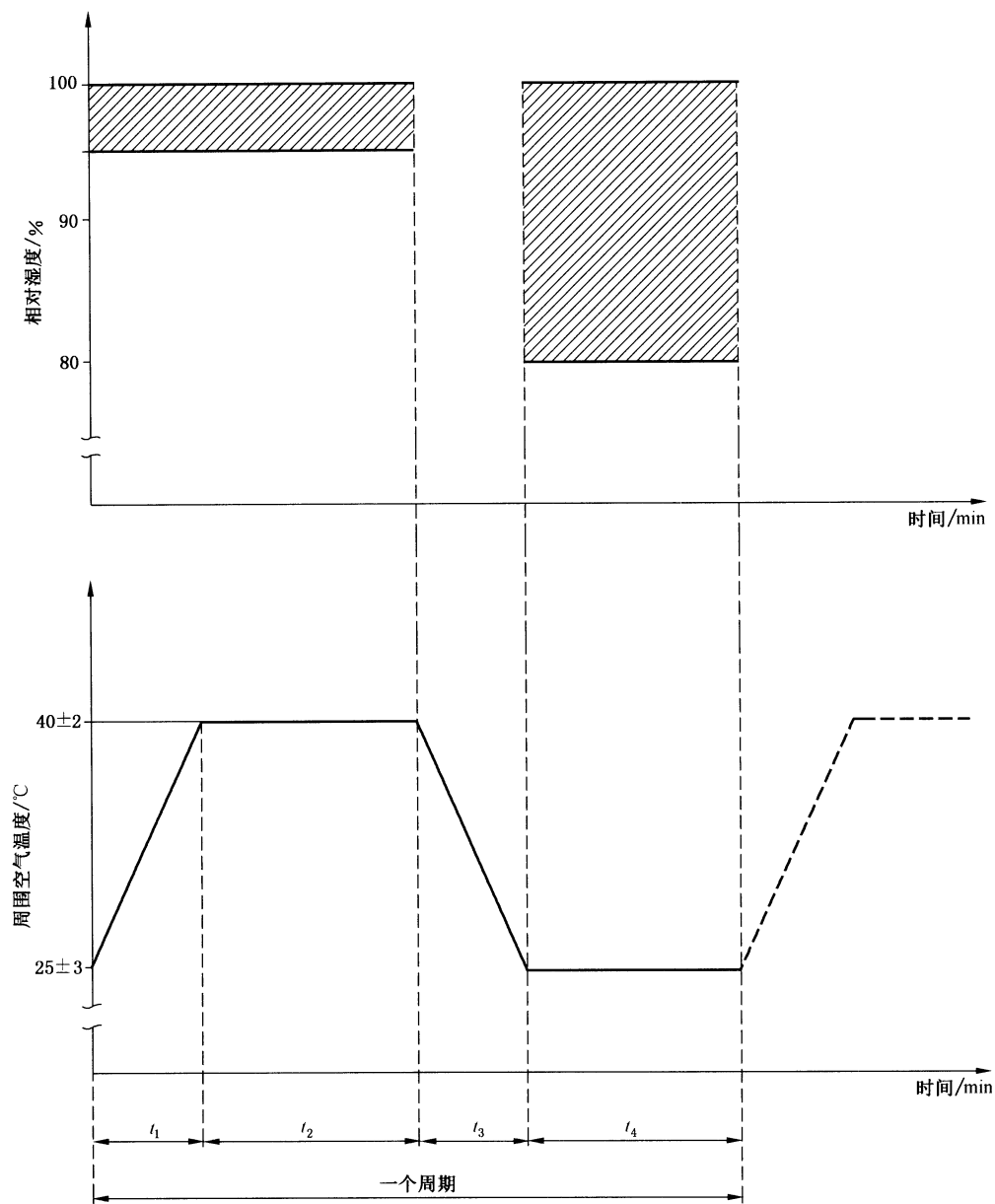


图 12 湿度试验

雾产生的开始,原理上与低空气温度阶段同时开始。然而为了加湿具有高的热时间常数的材料的垂直表面,有必要在低空气温度阶段内延迟开始雾的产生。

试验周期的持续时间取决于试品的热特性,并在高温和低温度阶段均应足够长,以使得所有的绝缘表面变湿和干燥。为了达到这些条件,可以向试验室内直接注入蒸汽或将热水以雾状喷入室内;蒸汽或雾状热水供给热量,或者必要时使用加热器,可以使温度从 25 °C 上升到 40 °C。把试品放在试验室内进行的第一个循环是为了观察和检查这些条件。

注:对于负荷开关的低压元件,通常时间常数小于 10 min,图 12 中给出的时间间隔的持续时间为: $t_1 = 10\text{ min}$ 、 $t_2 = 20\text{ min}$ 、 $t_3 = 10\text{ min}$ 和 $t_4 = 20\text{ min}$ 。

雾可通过连续的或间断的在试验室每立方米的空间内雾化 0.2 L/h~0.4 L/h 的水(电阻特性在下面给出)来获得。喷嘴的直径应小于 10 μm;这样的雾可以通过机械喷雾器获得。喷洒的方向应使得试

8.104 负荷开关等级的选择

8.104.1 通用负荷开关

E1、E2、E3、M1、M2、C1 和 C2 级通用负荷开关的用途和使用场合见 3.4.103。

8.104.2 专用负荷开关

专用负荷开关能力的定义以及 M1、M2、C1 和 C2 级的应用见 3.4.104。

8.104.3 特殊用途负荷开关

特殊用途负荷开关的能力和使用寿命的定义及其等级 E1、E2、E3、M1、M2、C1 和 C2 见 3.4.105。

8.105 特殊用途试验

对于特殊使用情况,试验可根据用户和制造厂之间的协议确定:

- 检验负荷开关关合和开断用户规定的或超出正常型式试验范围的电流的能力的试验;
- 验证负荷开关安装于电缆连接的系统中,应能够耐受通常用于电缆绝缘试验的直流试验电压的试验。确定试验电压时应考虑负荷开关电源侧的交流电压。

9 随询问单、标书和订单提供的资料

9.1 随询问单和订单提供的资料

GB/T 11022—2011 的 9.2 不适用。做了如下修改:

如果要询问或订购负荷开关,询问者应提供下述详细资料:

- a) 系统的详细资料:即标称的和最高的电压、频率、相数以及中性点接地的细节。应该指出负荷开关用在的系统的异常特性(谐波电流、谐振条件及要求的操作次数);
- b) 运行条件包括如果超出正常值的最低和最高周围空气温度;超过 1 000 m 的海拔;以及可能存在或出现的任何特殊工况,例如异常地暴露于水蒸汽或蒸气、潮湿、烟雾、易爆的气体、过量的灰尘或含盐的空气中(见 GB/T 11022—2011 的 2.2、2.3 和 6.2.9 以及本标准的 8.102)。

c) 负荷开关的特性

应提供下列资料:

- 1) 极数;
 - 2) 第 3 章中定义的负荷开关的类型和分级;
 - 3) 户内或户外安装;
 - 4) 额定电压(GB/T 11022—2011 的 4.2);
 - 5) 相应于给定的额定电压的不同绝缘水平之间存在选择时的额定绝缘水平,或者,如果不同于标准的绝缘水平要求的绝缘水平(GB/T 11022—2011 的 4.3);
 - 6) 额定频率(GB/T 11022—2011 的 4.4);
 - 7) 额定电流(GB/T 11022—2011 的 4.5);
 - 8) 额定开断电流;
 - 9) 额定短路关合电流;
 - 10) 如果不同于标准,要求的短路电流持续时间(GB/T 11022—2011 的 4.8);
 - 11) 特殊要求需要进行的型式试验。
- d) 负荷开关的操动机构和相关设备的特性,尤其是:

附 录 A
(规范性附录)
型式试验试验参量的公差

表 A.1 型式试验试验参量的公差

章条	试验类型	试验参量	规定的试验值	试验公差	参考
6.101	关合和开断试验				
6.101.6.1	试验频率	试验频率	额定频率	$\pm 8\%$	
6.101.6.2	开断试验的试验电压	试验电压(相对相的平均值)	如表 3 到表 6 中规定的	$+10\%$ 0%	表 3~表 6
		任意两相之间的试验电压/平均值	1	$\pm 10\%$	
6.101.6.3	开断电流	开断瞬间的直流分量		$\leq 20\%$	
		任意相试验电流的交流分量/平均值	1	$\pm 10\%$	
6.101.6.4	短路关合试验的试验电压	试验电压	U_r	$+10\%$ 0%	
6.101.6.5	短路关合电流	短路关合电流	I_{ma}	$+5\%$ 0%	
		200 ms 后短路电流	I_{end}	$\geq 80\%$	
6.101.7.1	有功负载回路	电源回路的功率因数	≤ 0.2		
		电源阻抗/总阻抗	0.15	0.12~0.18	图 1a)和图 2
		负载的功率因数	0.70	0.65~0.75	图 1a)和图 2
		试验电压	U_r	$+10\%$ 0%	
		有功负载电流	I_{load2}	$+10\%$ 0%	
		有功负载电流	I_{load1}	$+10\%$ -10%	
6.101.7.2	闭环开合试验				
6.101.7.2.1	配电线路开合试验(试验方式 TD _{loop})	功率因数	≤ 0.3		图 3
		闭环电流	I_{loop}	$+10\%$ 0%	
	并联电力变压器开合试验(试验方式 TD _{ppttr})	功率因数	≤ 0.2		图 3
		并联电力变压器闭环回路电流	I_{ppttr}	$+10\%$ 0%	
6.101.7.3	容性电流开合试验	熄弧后 300 ms 开合的电容器的电压衰减		$\leq 10\%$	
		电缆充电电流	I_{cc}	$+10\%$ 0%	
		电缆充电电流	$(0.1-0.4)I_{cc}$		

表 B.1 (续)

本标准章条编号	技术性差异	原因
6.101.1.2	短路关合试验应在已在试验方式 $TD_{load\ 2}$ 要求的 100% 有功负载情况下进行了 10 次关合-开断操作循环的负荷开关上进行	IEC 62271-103:2011 中有误,因为,按照 IEC 的要求:“短路关合试验应在已在试验方式 TD_{load} 要求的 100% 有功负载情况下进行了 10 次关合-开断操作循环的负荷开关上进行。”对表 4 的 E1 级就有矛盾了,表 4 包含了试验方式 TD_{load} 包含了 100% 和 87% 有功负载情况下各进行 5 次
图 1、图 2	对有功负载开合试验中,电源回路的功率因素改为 ≤ 0.15	根据我国的实际情况
表 9	注 2 的振幅系数假定为 1.7,改为 1.8	因注 2 是按照 GB/T 1984—2003 短路试验方式 T10 设定的。而 GB/T 1984—2014 考虑了 S2 级断路器的使用工况
7.1	增加了 7.1 概述	按照 GB/T 1.1 的要求
7.101	增加了 7.101 机械特性	出厂试验增加了负荷开关的机械特性测试,这是产品性能的一个重要参数