



中华人民共和国国家标准

GB 3906—2006
代替 GB 3906—1991

3.6 kV~40.5 kV 交流金属封闭 开关设备和控制设备

Alternating-current metal-enclosed switchgear and controlgear for
rated voltages above 3.6 kV and up to and including 40.5 kV

(IEC 62271-200:2003 Alternating-current metal-enclosed
switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and
up to and including 52 kV, MOD)

2006-08-25 发布

2007-03-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

目 次

前言	VII
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	2
3 术语和定义	2
4 额定值	6
4.1 额定电压(U_r)	6
4.2 额定绝缘水平	7
4.3 额定频率(f_r)	7
4.4 额定电流和温升	7
4.5 额定短时耐受电流(I_k)	7
4.6 额定峰值耐受电流(I_p)	7
4.7 额定短路持续时间(t_k)	7
4.8 合、分闸装置和辅助、控制回路的额定电源电压(U_s)	7
4.9 合、分闸装置和辅助回路的额定电源频率	7
4.10 绝缘和/或操作用压缩气源的额定压力	7
4.101 额定充入水平(充流体隔室的)	7
5 设计和结构	7
5.1 对开关设备和控制设备中液体的要求	8
5.2 对开关设备和控制设备中气体的要求	8
5.3 接地	8
5.4 辅助设备和控制设备	9
5.5 动力操作	9
5.6 储能操作	9
5.7 不依赖人力的操作	9
5.8 脱扣器的操作	9
5.9 低压力闭锁、高压闭锁和监视装置	9
5.10 铭牌	9
5.11 联锁装置	9
5.12 位置指示	10
5.13 外壳的防护等级	11
5.14 爬电距离	11
5.15 气体和真空的密封	11
5.16 液体的密封	11
5.17 易燃性	11
5.18 电磁兼容性(EMC)	11
5.101 内部故障	11

5.102	外壳	11
5.103	隔室	13
5.104	可移开部件	14
5.105	电缆绝缘试验的规定	15
5.106	防腐蚀要求	15
6	型式试验	15
6.1	概述	15
6.2	绝缘试验	16
6.3	无线电干扰电压(r. i. v.)试验	19
6.4	回路电阻的测量	19
6.5	温升试验	19
6.6	短时耐受电流和峰值耐受电流试验	19
6.7	防护等级检验	21
6.8	密封试验	21
6.9	电磁兼容性试验(EMC)	21
6.10	辅助和控制回路的附加试验	21
6.101	关合和开断能力的验证	21
6.102	机械操作和机械特性测量试验	22
6.103	充气隔室的压力耐受试验和气体状态测量	22
6.104	非金属隔板和活门的试验	22
6.105	气候防护试验	23
6.106	内部电弧试验	23
6.107	耐受腐蚀试验	24
7	出厂试验	24
7.1	主回路的绝缘试验	24
7.2	辅助和控制回路的绝缘试验	24
7.3	主回路电阻的测量	24
7.4	密封试验	25
7.5	设计检查和外观检查	25
7.101	局部放电测量	25
7.102	机械操作和机械特性测量试验	25
7.103	充气隔室的压力试验和气体状态测量	25
7.104	电气、气动和液压辅助装置的试验	25
7.105	现场安装后的试验	25
7.106	现场充流体后的流体状态测量	26
8	金属封闭开关设备和控制设备的选用导则	26
9	应随订货单、投标书和询问单一起提供的资料	31
9.101	应随订货单和询问单一起提供的资料	31
9.102	投标时应提供的资料	32
10	运输、储存、安装、运行和维护规则	32
10.1	运输、储存和安装时的条件	32
10.2	安装	32
10.3	运行	32

10.4 维护	33
11 安全性	33
11.101 程序	33
11.102 内部电弧方面	33
附录 A(规范性附录) 内部故障——在内部故障电弧条件下金属封闭开关设备和控制设备试验的方法	34
A.1 概述	34
A.2 可触及性的类型	34
A.3 试验布置	35
A.3.1 概述	35
A.3.2 空间模拟	35
A.3.3 指示器(用于评估气体的热效应)	36
A.4 施加的电压和电流	37
A.4.1 概述	37
A.4.2 电压	37
A.4.3 电流	37
A.4.4 频率	38
A.4.5 试验持续时间	38
A.5 试验程序	38
A.5.1 电源回路	38
A.5.2 电弧的引燃	38
A.6 合格判据	39
A.7 试验报告	39
A.8 等级的命名	40
附录 B(规范性附录) 局部放电测量	46
B.1 总则	46
B.2 适用性	46
B.3 试验回路和测量仪器	46
B.4 试验程序	47
B.5 最大允许的局部放电量	47
附录 C(规范性附录) 用于严酷气候条件下的 3.6 kV~40.5 kV 交流金属封闭开关设备和控制设备的附加要求	49
C.1 适用范围	49
C.2 适用对象	49
C.3 凝露和污秽运行条件下的严酷程度	49
C.4 金属封闭开关设备和控制设备的分类	49
C.4.1 0类设计	49
C.4.2 1类设计	49
C.4.3 2类设计	50
C.5 分类程序	50
C.6 试验设备及有关要求	50
C.6.1 气候试验室	50
C.6.2 控制设备	51

C. 6.3 测量设备	51
C. 7 试验设备的选择和布置	51
C. 7.1 设备的选择	51
C. 7.2 设备的布置	51
C. 8 穿透性试验	51
C. 8.1 参考性测量	51
C. 8.2 污秽处理	52
C. 8.3 诊断程序	52
C. 8.4 评定	52
C. 9 1级老化试验	52
C. 9.1 试验程序 A	53
C. 9.2 试验程序 B	53
C. 10 2级老化试验	53
C. 11 老化试验后的诊断程序	54
C. 11.1 试验程序 A 后	54
C. 11.2 试验程序 B 后	54
C. 11.3 评定	54
C. 12 泄漏电流的测量	54
C. 13 严酷气候条件对长期工作电流的影响	54
附录 D(规范性附录) 根据短时持续电流的热效应计算裸导体横截面积的方法	61
附录 E(资料性附录) 解释性的注解	62
E. 1 与 GB 3906—1991 相比,分类的变化	62
E. 2 ANSI 定义的金屬铠装	64
E. 3 按照本标准的定义,GB 3906—1991 定义的铠装式的类型	64
E. 4 模块式熔断——负荷开关型的示例	65
图 A. 1 垂直指示器安装框架	40
图 A. 2 水平指示器	41
图 A. 3 指示器的位置	41
图 A. 4 A 类可触及性的试验室模拟和指示器位置,功能单元高度在 1.5 m 及以上	42
图 A. 5 B 类可触及性的试验室模拟和指示器位置,功能单元在 2 m 以上	43
图 A. 6 B 类可触及性的试验室模拟和指示器位置,功能单元在 2 m 以下	44
图 A. 7 柱上安装开关设备架空连线时的试验布置	45
图 B. 1 局部放电试验回路(三相布置)	48
图 B. 2 局部放电试验回路(中性点不接地系统)	48
图 C. 1 分类程序流程图	55
图 C. 2 污秽处理的可能布置	55
图 C. 3 穿透性试验 参考性测量(设备带电)(r. h)-相对湿度	56
图 C. 4 穿透性试验 污秽处理(设备不带电)	57
图 C. 5 1 级老化试验—试验程序 A(见 C. 9. 1) (r. h)-相对湿度	57
图 C. 6 1 级老化试验—试验程序 B(见 C. 9. 2) (r. h)-相对湿度	58
图 C. 7 按程序 A 或 B 后的工频湿耐压试验	58
图 C. 8 泄漏电流测量:布置方式 1	59

图 C.9 泄漏电流测量:布置方式 2	59
图 C.10 泄漏电流测量:布置方式 3	60
图 C.11 泄漏电流测量:布置方式 4	60
表 1 铭牌参数	9
表 2 内部故障的部位、原因及降低内部故障概率的措施举例	28
表 3 金属封闭开关设备和控制设备的技术要求、额定值和可选试验	29
表 B.1 试验回路和程序	47
表 C.1 泄漏电流测量	54
表 E.1 GB 3906—1991 和 IEEE 关于金属铠装定义的比较	62
表 E.2 在内部电弧情况下有关人员安全的分类	62
参考文献	66

前 言

本标准的全部技术内容为强制性的。

本标准修改采用 IEC 62271-200:2003《额定电压 1 kV 以上 52 kV 及以下交流金属封闭开关设备和控制设备》(第一版,即 IEC 60298 的第四版)。本标准与 IEC 62271-200:2003 的主要差异如下:

- 按 GB/T 1.1—2000 的规定,对标准的语言表述和格式做了修改;
- 适用的电压范围,由 1 kV 以上 52 kV 及以下改为 3.6 kV~40.5 kV,并按照 GB/T 11022(或 GB 156)的规定修改其中与额定电压及其系列值相关的内容;
- 根据我国的电网实际,适用的频率范围由 60 Hz 及以下改为 50 Hz 及以下,并删除了与 60 Hz 相关的内容;
- 删除了国际标准的前言,增加了本标准的前言;
- 删除了 5.10 的表 1 中的“说明书”一项,该内容对我国不适用;
- 删除了 5.104 的注 1 及其内容,该内容对国家标准不适用。相应的注 2 改为注;
- 联锁方面增加了下述内容:接地开关不论任何情况都应与隔离开关联锁,优先采用机械联锁(本版的 5.11 中的部分内容);
- 根据我国的具体实际,增加了型式试验周期和型式试验报告有效期的要求(本版的 6.1);
- 将“湿试验程序”由“不适用”改为“按 GB/T 11022 的 6.2.2 的规定”(本版的 6.2.2);
- 出厂试验中增加了“出厂试验报告应随产品一起出厂”的规定(本版的第 7 章);
- 根据我国的具体实际,在强制性型式试验、出厂试验的机械操作试验中增加了“机械特性测量”试验(本版的 6.102、7.102),还在适用时的强制性型式试验和出厂试验中分别增加了“充气隔室的气体状态测量”项目(本版的 6.103、7.103);
- 为了方便使用,将 IEC 60932:1988《用于严酷气候条件下的 1 kV~72.5 kV 交流金属封闭开关设备和控制设备的附加要求》的内容作为附录 C 列入本标准,同时将适用电压范围由 1 kV~72.5 kV 改为 3.6 kV~40.5 kV。另考虑到我国的具体环境状况,还在 C.4.3 的 2 类设计的注 3 中增加了 2 类设计的爬电比距的推荐值;
- 删除了“参考资料”中的 IEC 60724:2000《1 kV 和 3 kV 电缆的短路温度限值》,增加了相关内容的附录 D;
- 由于本标准 5.4 和 6.10 引用的对应内容尚未包含在国标 GB/T 11022—1999(eqv IEC 60694:1996)中,本标准直接引用 IEC 60694:2002 的 5.4 和 6.10,同时将 IEC 60694:2002 增加到了第 2 章的规范性引用文件中。

本标准代替 GB 3906—1991《3~35 kV 交流金属封闭开关设备》。本标准与 GB 3906—1991 相比,主要变化如下:

- 将术语“金属封闭开关设备”修改为“金属封闭开关设备和控制设备”(1991 年版的 3.1,本版的 3.102);
- 增加了金属封闭开关设备和控制设备新的分类方法(本版的 3.131 和附录 E),删除了旧的分类方法(1991 年版的 3.1);
- 增加了“丧失运行连续性类别”概念(本版的 3.131),并增加了相关的内容;
- 增加了“隔室类别”概念(本版的 3.107),并增加了相关的内容;
- 增加了“隔板等级”概念(本版的 3.109),并增加了相关的内容;

- 增加了“内部电弧级开关设备和控制设备(IAC)”概念(本版的 3.132),并增加了相关的试验内容;
- 增加了“电磁兼容性”的相关要求和试验(本版的 5.18 和 6.9);
- 将“充气体隔室”修改为“充流体隔室”(1991年版的 3.6 和本版的 3.108);并增加了相关的要求和试验(本版的 5.103.2);
- 增加了防腐蚀要求(本版的 5.106)和相关的验证试验(本版的 6.107);
- “评价内部故障电弧效应的试验”和“电磁兼容性试验(EMC)”作为强制性的型式试验项目;选用的型式试验项目中增加了“电缆试验回路的绝缘试验”(本版的 6.1);
- 增加了“作为状态检查的电压试验”(本版的 6.2.11);
- 增加了“电缆绝缘试验的规定”(本版的 6.2.101);
- 增加了“外壳的防护等级不低于 IP2X”要求(本版的 6.7);
- 增加了“辅助和控制回路的附加试验”(本版的 6.10);
- 增加了“关合和开断试验”项目的具体内容(本版的 6.101 的 b)项);
- 型式试验项目中删除“操作振动试验”内容(1991年版的 7.11 和附录 G);
- “雷电冲击电压试验”的合格判据中增加了更合理的要求(本版的 6.2.4);
- 删除了“充气隔室零表压 5 min 的耐压试验”(1991年版的 7.1.9);
- 增加了“开关设备的选用导则”(本版的第 8 章);
- 本标准对 GB/T 11022—1999 中已有规定的内容直接加以引用而不再重复(1991年版中的附录 C 和附录 H 等);
- 删除了 GB 3906—1991 的附录 D,其内容已包括在本标准的 7.105 中。

本标准应与 GB/T 11022—1999 一起使用,本标准的章节编号基本与 GB/T 11022—1999 对应,对本标准新增加的内容在同一章节下从 101 开始编号。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D 为规范性附录,附录 E 为资料性附录。

本标准自实施之日起,同时代替 GB 3906—1991。

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。

本标准由全国高压开关设备标准化技术委员会负责解释。

本标准起草单位及成员:

负责单位:西安高压电器研究所;赵伯楠、李鹏、付朝娃、田恩文、严玉林。

参加单位:电力科学研究院高压开关研究所;袁大陆、崔景春;

北京北开电气股份有限公司;卢国平、茅建生;

天水长城开关厂;于庆瑞、孙壮丽;

北京科锐配电自动化技术有限公司;张重乐;

杭州欣美成套电器制造有限公司;丁心宝;

宁波耐吉集团有限公司;沈忠威;

宁波天安(集团)股份有限公司;刘清春;

陕西宝光集团有限公司;王典杰;

汕头正超电气有限公司;陈一卫;

上海通用电气广电有限公司;陈海文;

天宇电气股份有限公司福州第一开关厂;陈雅瑞;

温州市开元电气有限公司;王金方;

西电三菱电机开关设备有限公司：王志清；

上海森隆源电气有限公司：王庆福、夏阜；

金华电力开关有限公司：叶树新。

本标准主要起草人：李鹏、付朝娃、田恩文、严玉林、赵伯楠。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：GB 3906—1983、GB 3906—1991。

3.6 kV~40.5 kV 交流金属封闭 开关设备和控制设备

1 概述

1.1 范围

本标准规定了工厂装配的、额定电压为 3.6 kV~40.5 kV、户内或户外安装的、频率为 50 Hz 及以下的交流金属封闭开关设备和控制设备的各项技术要求。外壳内可能装有固定式或可移开式的元件，并可能充有绝缘和/或开断用流体(液体或气体)。

注 1: 本标准主要是针对三相系统,但也可用于单相或两相系统。

根据以下几点,本标准将金属封闭开关设备和控制设备划分为若干类。

- 维修开关设备和控制设备时,电网运行的连续性;
- 设备维修的需要和方便性。

注 2: 设备的安全性取决于产品的设计、使用、调整、配合、安装和运行。

对于具有充气隔室的金属封闭开关设备和控制设备,设计压力不超过 0.3 MPa(相对压力)时本标准适用。

注 3: 设计压力超过 0.3 MPa(相对压力)的充气隔室应按 GB 7674 进行设计和试验。

特殊用途的金属封闭开关设备和控制设备,例如用于易燃性气体、矿井中或船舶上,可能需要增加相应的技术要求。

装于金属封闭开关设备和控制设备中的各元件应按照各自标准的规定进行设计和试验。考虑到各个元件在成套开关设备和控制设备中的安装情况,本标准对单个元件的标准作了补充。

本标准不排除在同一外壳中使用其他设备,此时应考虑设备对成套开关设备和控制设备造成的影响。

注 4: 具有绝缘外壳的成套开关设备和控制设备按 IEC 60466:1987 的规定;

注 5: 额定电压 40.5 kV 以上的空气绝缘的金属封闭开关设备和控制设备,如果满足 GB/T 11022—1999 规定的绝缘水平,本标准也适用。

1.2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注明日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注明日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 1408.1—1999 固体绝缘材料电气强度试验方法 工频下的试验(eqv IEC 60243-1:1988)

GB 1984—2003 高压交流断路器(IEC 62271-100:2001 MOD)

GB 1985—2004 高压交流隔离开关和接地开关(IEC 62271-102:2002 MOD)

GB/T 2423.17—1993 电工电子产品基本环境试验规程 第 17 部分 试验 Ka: 盐雾试验方法(eqv IEC 60068-2-11:1981)

GB/T 2900.20—1994 电工术语 高压开关设备(neq IEC 60050(441)、IEC 60056 等)

GB 3804—2004 3.6 kV~40.5 kV 高压交流负荷开关(IEC 60265-1:1998 MOD)

GB 4208—1993 外壳防护等级(IP 代码)(eqv IEC 60529:1989)

GB/T 7354—2003 局部放电测量(IEC 60270:2000 IDT)

GB/T 8905—1996 六氟化硫电器设备中气体管理和检验导则(neq IEC 60480:1974)

GB/T 11022—1999 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求(eqv IEC 60694:1996)

- GB/T 14808—2001 高压交流接触器和基于接触器的电动机起动器(eqv IEC 60470:1999)
GB 16926—1997 交流高压负荷开关——熔断器组合电器(eqv IEC 60420:1990)
GB/T 16927.1—1997 高电压试验技术 第一部分 一般试验要求(eqv IEC 60060-1:1989)
IEC 60466:1987 1 kV~38 kV 交流绝缘封闭开关设备和控制设备
IEC 60694:2002 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求
IEC 60909-0:2001 三相交流系统中的短路电流 第0部分 电流的计算
IEC 61634:1995 高压交流断路器——高压开关设备和控制设备中六氟化硫的使用与处理
ISO/IEC 导则 51:1999 安全性方面——适用于标准内容的导则

2 正常和特殊使用条件

按 GB/T 11022—1999 中第 2 章的规定,并做如下补充:

除本标准中另有规定外,金属封闭开关设备和控制设备是按正常使用条件设计的。

3 术语和定义

GB/T 2900.20—1994 和 GB/T 11022—1999 规定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.101

开关设备和控制设备 **switchgear and controlgear**

开关装置与相关控制、测量、保护和调节设备的组合、以及与相关的辅件、外壳和支持件及其内部连接所构成的设备的总称。

3.102

金属封闭开关设备和控制设备 **metal-enclosed switchgear and controlgear**

除外部连接外,全部装配完成并封闭在接地金属外壳内的开关设备和控制设备。

3.103

功能单元(总装的) **functional unit(of an assembly)**

功能单元是金属封闭开关设备和控制设备的一部分,包括为满足单一功能的主回路和辅助回路的所有元件。

注:功能单元可以根据预定的功能来区分,例如:进线单元,出线单元等。

3.104

多层 **multi-tier**

两个或多个功能单元垂直布置在一个外壳内。

3.105

运输单元 **transport unit**

不需拆开便可以运输的金属封闭开关设备和控制设备的一部分。

3.106

外壳 **enclosure**

金属封闭开关设备和控制设备的一部分,它能够规定防护等级,以保护内部设备不受外界影响,防止人员接近或触及带电部分,防止人员触及运动部分。

3.107

隔室 **compartment**

金属封闭开关设备和控制设备的一部分,除内部连接、控制或通风所必要的开孔外,其余均封闭。

隔室分为四种类型,其中三种可以打开,称为可触及隔室(见 3.107.1 到 3.107.3),一种不能打开,称为不可触及隔室(见 3.107.4)。

注:隔室可以按内部安装的主要元件来进一步划分,见 5.103.1。

3.107.1

联锁控制的可触及隔室 interlock-controlled accessible compartment

内部装有高压部件,按制造厂的规定,可以打开进行正常操作和/或维护,触及受开关设备和控制设备总体设计控制的隔室。

注:安装、扩展和修理等不是正常的维护。

3.107.2

基于程序的可触及隔室 procedure-based accessible compartment

内部装有高压部件,按制造厂的规定,可以打开进行正常操作和/或维护,触及受适当的程序结合锁具控制的隔室。

注:安装、扩展和修理等不是正常的维护。

3.107.3

基于工具的可触及隔室 tool-based accessible compartment

内部装有高压部件,可以打开,但不是为了进行正常操作和维护,需要专用程序和工具才能打开的隔室。

3.107.4

不可触及隔室 unaccessible compartment

内部装有高压元件,不可以打开的隔室。打开会破坏隔室的完整性。隔室有不可打开的明显警示。

3.108

隔板 partition

金属封闭开关设备和控制设备的一个部件,它将一个隔室与另一个隔室隔开。

3.109

隔板的等级 partition class

根据隔离带电部分所用的是金属隔板还是非金属隔板,将其分类如下:

3.109.1

PM级隔板 partition class PM

在打开的隔室和主回路的带电部件之间,金属封闭开关设备和控制设备具有的连续并接地的金属隔板和/或活门(如果适用时)。

3.109.2

PI级隔板 partition class PI

在打开的隔室和主回路的带电部件之间,金属封闭开关设备和控制设备具有的一个或多个非金属隔板和/或活门。

3.110

活门 shutter

金属封闭开关设备和控制设备的一种部件,它具有两个可以转换的位置,一个位置是允许可移开部件的触头或隔离开关的动触头与固定触头接合,在另一个位置,它成为外壳或隔板的一部分,遮住固定触头。

3.111

分隔(导体的) segregation(of conductors)

将接地的金属板插在导体之间的一种导体布置,这使得破坏性放电只能对地发生。

注:分隔可以建立在导体之间,也可以建立在开关装置打开的触头之间。

3.112

套管 bushing

能使一根或多根导体穿过外壳或隔板并使导体与外壳或隔板绝缘的一种构件,包括固定用的附件。

3. 113

元件 component

金属封闭开关设备和控制设备主回路和接地回路中,具有特定功能的基本部件(例如,断路器、隔离开关、负荷开关、熔断器、互感器、套管、母线)。

3. 114

主回路(总装的) main circuit(of an assembly)

金属封闭开关设备和控制设备中传送电能回路中的所有导电部分。

3. 115

接地回路 earthing circuit

每个接地装置或接地点到设备用于与外部接地系统相连的端子间的连接。

3. 116

辅助回路 auxiliary circuit

金属封闭开关设备和控制设备中用于控制、测量、信号指示和调节回路(非主回路)的所有导电部分。

注:金属封闭开关设备和控制设备的辅助回路包括开关装置的控制和辅助回路。

3. 117

压力释放装置 pressure relief device

用于限制充流体隔室压力的装置。

3. 118

充流体隔室 fluid-filled compartment

金属封闭开关设备和控制设备的一种隔室,其中充有绝缘和/或开断用流体,即气体(不是周围空气)或液体。

3. 118. 1

充气隔室 gas-filled compartment

见 GB/T 11022—1999 的 3. 6. 5. 1。

3. 118. 2

充液体隔室 liquid-filled compartment

金属封闭开关设备和控制设备的一种隔室,其中充有液体,内部的压力为大气压力,或其压力由下列系统之一保持:

- 可控压力系统;
- 封闭压力系统;
- 密封压力系统。

压力系统参见 GB/T 11022—1999 的 3. 6. 6。

3. 119

相对压力 relative pressure

相对于标准大气压力 101. 3 kPa 的压力。

3. 120

最低功能水平(充流体隔室的) minimum functional level(of fluid-filled compartments)

气体压力值[相对压力,用 Pa(或密度)表示]或液体的质量,在此值及以上时,才能保证金属封闭开关设备和控制设备的额定值。

3. 121

设计水平(充流体隔室的) design level (of fluid-filled compartments)

是指用于确定充气隔室设计的气体压力值[相对压力,用 Pa(或密度)表示]或充液隔室设计的液体

质量。

3. 122

设计温度(充流体隔室的) design temperature(of fluid -filled compartments)

在运行条件下,充流体隔室的气体或液体所能达到的最高温度。

3. 123

周围空气温度(金属封闭开关设备和控制设备的) ambient air temperature(of metal-enclosed switchgear and controlgear)

在规定的条件下测得的金属封闭开关设备和控制设备外壳周围的空气温度。

3. 124

可移开部件 removable part

金属封闭开关设备和控制设备中能够被完全移出并能被替换的连接到主回路的部件,即使功能单元的主回路带电也不例外。

3. 125

可抽出部件 withdrawable part

金属封闭开关设备和控制设备的可移开部件,它可以移到使打开的触头之间形成一个隔离断口或分离,此时仍与外壳保持机械联系。

3. 126

工作位置(接通位置) service position(connected position)

为完成预定的功能,可移开部件处于完全接通的位置。

3. 127

接地位置 earthing position

可移开部件的位置或隔离开关的状态,此时,开关装置的合闸操作,使主回路短路并接地。

3. 128

试验位置(可抽出部件的) test position(of a withdrawable part)

可抽出部件的位置,在此位置,主回路形成一个隔离断口或分隔,辅助回路是接通的。

3. 129

隔离位置(可抽出部件的) disconnected position (of a withdrawable part)

可抽出部件的位置,在此位置,可抽出部件回路中形成一个隔离断口或分隔,但可抽出部件仍与外壳保持机械联系。

注:在高压金属封闭开关设备和控制设备中,辅助回路可以不断开。

3. 130

移开位置(可移开部件的) removed position(of a removable part)

可移开部件的位置,可移开部件在外壳外面,且与外壳脱离了机械和电气联系。

3. 131

运行连续性的丧失类别 loss of service continuity category (LSC)

根据主回路隔室打开时其他隔室和/或功能单元是否可继续带电划分的设备类别。

注1: LSC类别描述了当需要触及主回路隔室时开关设备和控制设备可以继续带电运行的范围。打开装有带电设备的主回路隔室的范围取决于多种因素(见 8.2)。

注2: LSC类别不规定开关设备和控制设备的可靠性类别(见 8.2)。

3. 131. 1

LSC2 类开关设备和控制设备 category LSC2 switchgear and controlgear

有可触及隔室的金属封闭开关设备和控制设备。打开功能单元的任意一个可触及隔室,所有其他功能单元仍旧可以继续带电正常运行的金属封闭开关设备和控制设备。一种例外的情况是:打开单母

线开关设备和控制设备的母线隔室时,不能连续运行。

单母线开关设备和控制设备的母线隔室除外。

又可划分两个分类:

LSC2B:打开功能单元的其他可触及隔室,该功能单元的电缆隔室仍旧可以带电的 LSC2 类金属封闭开关设备和控制设备。

LSC2A:除 LSC2B 外的 LSC2 类金属封闭开关设备和控制设备。

3. 131. 2

LSC1 类开关设备和控制设备 category LSC1 switchgear and controlgear

除 LSC2 类外的金属封闭开关设备和控制设备。

3. 132

内部电弧级开关设备和控制设备(IAC) internal arc classified switchgear and controlgear(IAC)

经试验验证能满足在内部电弧情况下保护人员规定要求的金属封闭开关设备和控制设备。

注:其他内容参考附录 A。

3. 133

防护等级 degree of protection

外壳以及适用时的隔板或活门提供的、防止接近危险部件、防止固体外物进入和/或防止水的浸入,并由标准试验方法验证过的保护程度。

3. 134

额定值 rated value

一般由制造厂对元件、装置、设备按规定的运行条件所指定的量值。

注:具体的额定值见第 4 章。

3. 135

破坏性放电 disruptive discharge

在电场作用下伴随绝缘破坏而产生的一种现象,此时放电完全跨接了被试绝缘,使电极之间的电压降到零或接近于零。

注 1:该术语适用于在固体、液体和气体介质以及其组合中的放电;

注 2:固体介质中的破坏性放电,会导致永久地丧失绝缘强度(非自恢复绝缘);而在液体和气体介质中可能仅是暂时丧失绝缘强度(自恢复绝缘);

注 3:破坏性放电发生在气体或液体介质中时,叫做“火花放电”;破坏性放电发生在气体或液体介质中的固体介质表面时,叫做“闪络”;破坏性放电贯穿于固体介质时,叫做“击穿”。

4 额定值

金属封闭开关设备和控制设备的额定值如下:

- a) 额定电压(U_r)和相数;
- b) 额定绝缘水平;
- c) 额定频率(f_r);
- d) 额定电流(I_r)(主回路的);
- e) 额定短时耐受电流(I_k)(主回路的和接地回路的),如果适用;
- f) 额定峰值耐受电流(I_p)(主回路的和接地回路的),如果适用;
- g) 额定短路持续时间(t_k)(主回路的和接地回路的),如果适用;
- h) 金属封闭开关设备和控制设备中各元件(包括它们的操动装置和辅助设备)的额定值;
- i) 额定充入水平(充流体隔室的)。

4. 1 额定电压(U_r)

按 GB/T 11022—1999 中 4.1 和 4.1.1 的规定。

注:对于金属封闭开关设备和控制设备的各组成元件,可按其有关标准具有各自的额定电压值。

4.2 额定绝缘水平

按 GB/T 11022—1999 中 4.2 的规定。

4.3 额定频率(f_n)

按 GB/T 11022—1999 中 4.3 的规定,并做如下补充:

金属封闭开关设备和控制设备的标准值为 50 Hz。

4.4 额定电流和温升

4.4.1 额定电流(I_r)

按 GB/T 11022—1999 中 4.4.1 的规定,并做如下补充:

金属封闭开关设备和控制设备的某些主回路(如母线、配电线路等)可以有不同的额定电流值。

4.4.2 温升

按 GB/T 11022—1999 中 4.4.2 的规定,并做如下补充:

金属封闭开关设备和控制设备中各元件的温升不包含在 GB/T 11022—1999 所规定的范围内,而是按照它们各自的技术条件,则其温升不得超过该元件标准规定的限值。

当考虑母线的最高允许温度或温升时,应根据工作情况,接触头、连接及与绝缘材料接触的金属部件的最高允许温度或温升确定。

可触及的外壳和盖板的温升不应超过 30 K。对可触及而在正常运行时毋需触及的外壳和盖板,如果公众不可触及,则其温升极限可增加 10 K。

4.5 额定短时耐受电流(I_k)

按 GB/T 11022—1999 中 4.5 的规定,并做如下补充:

对接地回路也应规定额定短时耐受电流,其数值可以与主回路的不同。

4.6 额定峰值耐受电流(I_p)

按 GB/T 11022—1999 中 4.6 的规定,并做如下补充:

对接地回路也应规定额定峰值耐受电流,其数值可以与主回路的不同。

注:原则上,主回路的额定短时耐受电流和额定峰值耐受电流不能超过串联于该回路中最薄弱元件的相应额定值。

但每一个回路或隔室都可以采用限制短路电流的器件,例如,使用限流熔断器、电抗器等。

4.7 额定短路持续时间(t_k)

按 GB/T 11022—1999 中 4.7 的规定,并做如下补充:

对接地回路也应规定额定短路持续时间,其数值可以与主回路的不同。

4.8 合、分闸装置和辅助、控制回路的额定电源电压(U_n)

按 GB/T 11022—1999 中 4.8 的规定。

4.9 合、分闸装置和辅助回路的额定电源频率

按 GB/T 11022—1999 中 4.9 的规定。

4.10 绝缘和/或操作用压缩气源的额定压力

按 GB/T 11022—1999 中 4.10 的规定。

4.101 额定充入水平(充流体隔室的)

制造厂规定的在投入运行前充入隔室的充气压力[相对于 20℃和 101.3 kPa 大气条件,用 MPa(相对压力)或密度表示]或充入液体的质量。

5 设计和结构

金属封闭开关设备和控制设备的设计应使得正常运行、检查、维护操作和主回路是否带电状态的确定,包括通常的相序检查、连接电缆的接地、电缆故障的定位、连接电缆或其他器件的电压试验以及消除危险的静电电荷均能够安全地进行。

类型、额定值和结构相同的所有可移开部件和元件在机械上和电气上应有互换性。

当这些可移开部件和元件以及隔室的设计在机械上允许互换时,可以安装相同或较大额定电流和绝缘水平的可移开部件和元件,以代替相同或者较小额定电流和绝缘水平的可移开部件和元件。这通常不适用于限流装置。

注: 配装较高额定值的可移开部件或元件并不是必须提高功能单元的能力,或意味着功能单元能够运行在可移开部件或元件的额定值。

装于外壳内的各种元件都应满足各自的技术要求。

主回路有限流熔断器时,开关设备和控制设备制造厂可以规定熔断的短路电流。

5.1 对开关设备和控制设备中液体的要求

按 GB/T 11022—1999 中 5.1 的规定。

5.2 对开关设备和控制设备中气体的要求

按 GB/T 11022—1999 中 5.2 的规定,并做如下补充:

可使用满足 GB/T 8905—1996 规定的 SF₆ 气体。

注: 六氟化硫的处理见 IEC 61634:1995。

5.3 接地

接地回路的短时耐受电流值取决于使用设备的系统中性点的接地类型。

注 1: 对用于中性点直接接地系统的设备,接地回路的短时耐受电流最大值可达到主回路的额定短时耐受电流。

注 2: 对用于中性点非直接接地系统的设备,接地回路的短时耐受电流最大值可达到主回路的额定短时耐受电流的 87%(异相接地故障情况下的短路)。

接地回路通常设计成只能耐受一次短路故障。

5.3.1 主回路的接地

为了确保维护时的人员安全,规定或需要触及的主回路中的所有部件都应能事先接地,这不包括与开关设备和控制设备分离后变成可触及的可移开部件。

5.3.2 外壳的接地

按 GB/T 11022—1999 中 5.3 的规定,并做如下补充:

在最后安装时,应通过接地导体将运输单元相互连接,相邻运输单元之间的该连接应能承受接地回路的额定短时耐受电流和峰值耐受电流。

注 1: 一般地,如果延伸到金属封闭开关设备和控制设备的整个长度的接地导体具有足够的截面积,则认为完全可以满足上述要求。

如果接地导体是铜质的,则在规定的接地故障条件下,当额定短路持续时间为 1 s 时,其中的电流密度不超过 200 A/mm²;当额定短路持续时间 3 s 时,其中的电流密度不超过 125 A/mm²。且其截面不得小于 30 mm²。接地导体的末端应有合适的端子以便与设备的接地系统相连接。如果接地导体不是铜质的,则应满足等效的热效应和机械效应要求。

注 2: 导体横截面积的计算方法参考附录 D。

每个功能单元的外壳都应连接到这个接地导体。固定在外壳上的小部件,只要直径不超过 12.5 mm,就不需要连接到这个接地导体,例如:螺母。除主回路和辅助回路外的所有要接地的金属零件都应直接或通过金属构件连接到接地导体。

通过框架、盖板、门、隔板或其他构件间的电气连续性确保功能单元内部相互之间的接地连接(例如:通过螺钉或焊接方法固定)。高电压隔室的门应采用适当的方法连接到框架。

注 3: 外壳和门见 5.102。

5.3.3 接地装置的接地

当接地连接必须承受全部的三相短路电流值(如短路连接用于接地装置情况下)时,这些连接应选用相应的尺寸。

5.3.4 可抽出部件和可移开部件的接地

可抽出部件应接地的金属部分在试验位置和隔离位置以及所有的中间位置时均应保持接地。在所

有位置,接地连接的载流能力不应小于对外壳的要求值(见 5.102.1)。

插入时,通常接地的可移开部件的金属部分应在主回路的可移开部件与固定触头接触之前接地。

如果可抽出部件或可移开部件包括将主回路接地的其他接地装置,则应认为工作位置的接地连接是接地回路的一部分,具有相关的额定值(见 4.5、4.6 和 4.7)。

5.4 辅助设备和控制设备

按 IEC 60694:2002 中 5.4 的规定。

5.5 动力操作

按 GB/T 11022—1999 中 5.5 的规定。

5.6 储能操作

按 GB/T 11022—1999 中 5.6 的规定。

5.7 不依赖人力的操作

按 GB/T 11022—1999 中 5.7 的规定。

5.8 脱扣器的操作

按 GB/T 11022—1999 中 5.8 的规定。

5.9 低压力闭锁、高压力闭锁和监视装置

按 GB/T 11022—1999 中 5.9 的规定。

5.10 铭牌

按 GB/T 11022—1999 中 5.10 的规定,并做如下补充:

金属封闭开关设备和控制设备的铭牌应耐久清晰、易识别,铭牌应包括表 1 规定的内容:

在正常运行期间,应能看清楚各功能单元的铭牌。若有可移开部件,它应有标明所属功能单元有关数据的单独铭牌,但仅要求在移开位置时能看清这些铭牌。

5.11 联锁装置

按 GB/T 11022—1999 中 5.11 的规定。并做如下补充:

为了防护和便于操作,设备的不同元件间应装设联锁。在设计时,应优先考虑机械联锁。下列规定对主回路是强制性的:

a) 具有可移开部件的金属封闭开关设备和控制设备

断路器、负荷开关或接触器只有处于分闸位置时才能抽出或插入。

断路器、负荷开关或接触器只有处在在工作位置、隔离位置、移开位置、试验位置或接地位置时才能操作。

断路器、负荷开关或接触器只有在与自动分闸相关的辅助回路都已接通时才可以在工作位置合闸。相反地,断路器在工作位置处于合闸状态时辅助回路不能断开。

表 1 铭牌参数

项 目	缩写	单位	a	条件:仅当需要时才标注
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
制造厂			×	
型号			×	
出厂编号			×	
制造年月			×	
适用的标准			×	
额定电压	U_r	kV	×	
额定频率	f_r	Hz	×	

表 1 (续)

项 目	缩写	单位	a	条件:仅当需要时才标注
额定雷电冲击耐受电压	U_p	kV	×	
额定短时工频耐受电压	U_d	kV	×	
额定电流	I_r	A	×	
额定短时耐受电流(主回路和接地回路的)	I_k	kA	×	
额定峰值耐受电流(主回路和接地回路的)	I_p	kA	Y	不是额定短时耐受电流的 2.5 倍时
额定短路持续时间(主回路和接地回路的)	t_k	s	×	
绝缘用的额定充入水平	p_{re}	MPa 或 kg	(×)	
绝缘用的报警水平	p_{ae}	MPa 或 kg	(×)	
绝缘用的最低功能水平	P_{me}	MPa 或 kg	(×)	
内部电弧试验特征	内部电弧等级	IAC	(×)	
	可触及的种类(代码)		A(F,L,R), B(F,L,R), C	(×)
	电弧试验的电流		kA	(×)
	电弧试验电流的持续时间		s	(×)
注 1: 栏(2)中的缩写可以用来代替栏(1)中的术语。				
注 2: 采用栏(1)中的术语时,“额定”一词可以不出现。				
^a ×表示这些数值的标记是强制性的; (×)表示这些数值的标记是根据适用的情况; Y表示这些数值的标记是根据栏(5)的条件。				

b) 装有隔离开关的金属封闭开关设备和控制设备

应装设联锁以防止在规定条件(见 GB 1985—2004)以外操作隔离开关。只有相关的断路器、负荷开关或接触器在分闸位置时才能操作隔离开关。

注 1: 在双母线系统,若母线切换时不中断电流,则上述规定可以不考虑。

只有相关的隔离开关处于合闸位置、分闸位置或接地位置(如果有)时,断路器、负荷开关或接触器才能操作。

附加或替代联锁的规定,应根据制造厂与用户的协议。制造厂应提供与联锁的特性和功能相关的所有必要的资料。

接地开关与相关的隔离开关之间应加装联锁。

对于那些因操作不正确而可能引起损坏、或在检修时用于建立隔离断口的主回路元件,应装设锁定装置(例如,加装挂锁)。

如果回路通过与接地开关串联的主开关装置(断路器、负荷开关或接触器)接地,则接地开关应与主开关装置联锁。且应采取措​​施以防主开关装置意外分闸,例如:通过断开脱扣回路或阻塞机械脱扣。

注 2: 除接地开关外,也可能是隔离开关处于接地位置。

如果有非机械联锁,则设计应使得在没有辅助电源时不会出现不适宜情况。但是,对于紧急控制,制造厂可给出没有联锁设施、手动操作的其他方法。在这种情况下,制造厂应明确地指明该设施,并规定操作程序。

5.12 位置指示

按 GB/T 11022—1999 中 5.12 的规定。

5.13 外壳的防护等级

按 GB/T 11022—1999 中 5.13 的规定。

5.14 爬电距离

按 GB/T 11022—1999 中 5.14 的规定。

5.15 气体和真空的密封

按 GB/T 11022—1999 中 5.15 的规定。并做如下补充：
见 5.103.2.3。

5.16 液体的密封

按 GB/T 11022—1999 中 5.16 的规定。并做如下补充：
见 5.103.2.3。

5.17 易燃性

按 GB/T 11022—1999 中 5.17 的规定。

5.18 电磁兼容性(EMC)

按 GB/T 11022—1999 中 5.18 的规定。

5.101 内部故障

满足本标准要求和设计的金属封闭开关设备和控制设备,原则上能够防止内部故障的出现。

用户也应根据电网特征、运行程序和使用条件(见 8.3)进行适当的选择。

如果按照制造厂的说明书安装、运行和维护开关设备,则在其整个使用期间出现内部电弧的概率是很小的,但不应完全忽视。

因产品缺陷、异常的使用条件或者误操作引起的外壳内部的故障可能导致内部电弧,如果现场有人员,会造成伤害。

经验表明:故障很可能出现在外壳内部的某些位置。第 8 章的表 2 列出了容易出现内部故障的部位、故障起因以及减小内部故障概率的措施。

可以采用其他措施使在内部电弧情况下对人员提供尽可能高等级的保护。这些措施的目的在于限制内部故障的对外影响。

例如以下措施:

——利用光传感器、压力传感器、热传感器或者母线差动保护快速切除故障,缩短故障时间;

——采用适当的熔断器与开关装置组合来限制允通电流和故障持续时间;

——利用快速传感、快速合闸装置(灭弧器)将电弧快速转移到金属短接回路快速消除电弧;

——遥控;

——压力释放装置;

——仅当前门关闭时,才把可抽出部件从工作位置移开到其他位置或由其他位置移到工作位置。

可用附录 A 的试验来检验设备在内部电弧情况下对人员提供规定防护等级的设计效果。成功通过试验验证的设计归为 IAC 类。

5.102 外壳

5.102.1 总则

除符合 5.102.4 的观察窗外,外壳应是金属的。只要金属隔板或活门完全封闭了高压部件,外壳也可以是绝缘材料的。金属封闭开关设备和控制设备安装完成后,其外壳至少要满足 GB/T 11022—1999 表 6 中的 IP2X 防护等级。为了确保防护,还应符合下述条件:

从外壳的金属件到规定的接地点通过 30 A(DC)时,其电压降最大为 3 V。地板表面,虽然不是金属的,但可认为是外壳的一部分。安装说明书中应给出为了获取地板表面提供的防护等级所采取的方法。

安装房间的墙壁不能作为外壳的一部分。

界定不可触及及隔室的外壳部件应清楚地标明且不可拆除。

外壳的水平表面,例如顶板,通常设计成不支撑人员和除总装部件外的其他设备。如果制造厂声明在运行或维护时有必要站在开关设备和控制设备或在其上行走时,则相关的区域应设计成可以承载运行人员的重量而不出现过度变形并仍能适于运行。在这种情况下,设备上那些不能安全地站立或行走的区域,例如压力释放板,应清晰地标明。

5.102.2 盖板和门

作为外壳一部分的盖板和门应是金属的,如果高压部件由打算接地的金属隔板或活门封闭,盖板和门也可以是绝缘材料的。

当作为外壳一部分的盖板和门关闭后,应具有与外壳相同的防护等级。

盖板和门不应使用网状的金属编制物、拉制的金属及类似的材料制成。当盖板或门上有通风通道、通风口或观察窗时,参见 5.102.4 和 5.102.5。

根据高压隔室的可触及类型,把盖板和门分成两类:

a) 导致触及基于工具的可触及及隔室的盖板或门

在正常运行和维护时不需要打开的盖板(固定盖板)或门。若不使用工具,此类盖板和门应不能打开、拆下或移开;

注 1: 仅在采取了预防措施确保电气安全后方可打开这些盖板。

注 2: 应注意,作为维护程序的一部分,在门或盖板打开、主回路中没有电压/电流时,才能操作开关装置(如果需要)。

b) 导致触及及联锁控制的可触及及隔室或基于程序的可触及及隔室的盖板或门

按制造厂的规定,日常工作和/或日常维护需要触及的隔室,应有盖板和门。这些盖板和门应不需要工具就能打开或移开,并有下列特征:

——联锁控制的可触及及隔室

这些隔室应配有联锁装置以便使隔室里可触及的主回路部件在不带电且接地时或在隔离位置且相应的活门关闭后才可能打开该隔室;

——基于程序的可触及及隔室

这些隔室应有上锁措施,例如挂锁。

注 3: 用户应提出适当的程序以保证基于程序的可触及及隔室仅在隔室中可触及的主回路部件不带电且接地、或在隔离位置时且相应的活门关闭后才可能打开该隔室。该程序可以由设备的制造商或用户的安全规范规定。

5.102.3 作为外壳一部分的隔板或活门

如果可移开部件处于 3.127 到 3.130 规定的任意一个位置时隔板或活门都成为外壳的一部分,则它们应是金属的并接地且能提供对外壳规定的防护等级。

注 1: 如果在从 3.127 到 3.130 定义的任意一个位置可触及,且在从 3.126 到 3.130 定义的所有位置没有可以关闭的门,则隔板或活门应成为外壳的一部分。

注 2: 如果在从 3.126 到 3.130 定义的所有位置提供了能够关闭的门,则认为门后的隔板或活门不是外壳的一部分。

5.102.4 观察窗

观察窗至少应达到对外壳规定的防护等级。

观察窗应该使用机械强度与外壳相近的透明板遮盖。同时,应有足够的电气间隙或静电屏蔽等措施(例如,在观察窗的内侧加一个适当的接地金属编织网),防止形成危险的静电电荷。

主回路带电部分与观察窗的可触及表面之间的绝缘,应能耐受 GB/T 11022—1999 中 4.2 规定的对地和极间的试验电压。

5.102.5 通风通道、通风口

通风通道和通风口的布置或防护,应使它具有与外壳相同的防护等级。通风通道和通风口可以使用网状编制物或类似的材料制造,但应具有足够的机械强度。

通风通道和通风口的布置,应考虑到在压力作用下排出的气体或蒸汽不致危及到操作人员。

5.103 隔室

5.103.1 概述

隔室应以其中的主要元件来命名,例如,断路器隔室,母线隔室,电缆隔室等。

当电缆终端和其他主要元件——断路器、母线等在同一隔室时,则命名应首先考虑其他主要元件。

注:隔室可以根据所封闭的几个元件进一步划分,例如,电缆/CT隔室等。

隔室可以是各种形式的,例如:

- 充液隔室;
- 充气隔室;
- 固体绝缘隔室。

只要满足 IEC 60466:1987 中规定的条件,单独嵌入在固体绝缘材料中的主要元件可以被看成隔室。

隔室间相互连接所必须的开孔应该用套管或其他等效方法加以封闭。

母线隔室可以延伸到几个功能单元而不采用套管或其他等效方法。但是,对于 LSC2 类开关设备和控制设备,每组母线应有独立的隔室,例如,双母线系统中以及可开合或隔离的母线段。

5.103.2 充流体(气体或液体)隔室

5.103.2.1 概述

隔室应能承受运行中的正常压力和瞬态压力。

当充气隔室在运行中长期持续承受压力时,它们所处的特殊的运行条件与压缩空气容器和类似的压力容器是不同的,这些不同的条件是:

- 充气隔室通常充以非常干燥、稳定、惰性的无腐蚀性气体。由于维持这些气体的压力波动很小,所采取的措施是开关设备和控制设备运行的基础,且隔室的内壁不会遭受腐蚀,故在确定隔室的设计时,不需要考虑这些因素;
- 设计压力小于或等于 0.3 MPa(相对压力)。

对户外设备,制造厂应考虑气候条件的影响。见 GB/T 11022—1999 的第 2 章。

5.103.2.2 设计

应根据流体的性质、本标准定义的设计温度和设计水平(如果适用)来设计充流体隔室。

充流体隔室的设计温度通常是在周围空气温度上升时导体中流过额定电流引起流体温度升高到的上限值。对于户外设备,应考虑其他可能的影响,例如太阳辐射。外壳的设计压力应不小于外壳在设计温度时内部能达到的压力的上限值。

对于充流体隔室,应考虑产生内部故障(见 5.101)的可能性以及下列因素:

- 隔室壁或隔板两边可能的全部压力差,包括正常充气或维护时抽真空过程中可能出现的压力差。
- 具有不同运行压力的相邻隔室间发生泄漏事件时引起的压力。

5.103.2.3 密封

制造厂应规定充流体隔室所采用的压力系统和允许泄漏率(按 GB/T 11022—1999 中 5.15 和 5.16 的规定)。

为了能够进入封闭压力系统的或可控压力系统的充流体隔室,如果用户要求,制造厂应规定透过隔板的允许泄漏量。

最低功能水平超过 0.1 MPa(相对压力)的充气隔室,当压力(+20℃时)下降到低于最低功能水平时,应给出指示(见 3.120)。

充气隔室与充液体隔室(例如电缆盒、电压互感器)之间的隔板,不应出现影响两种介质绝缘性能的任何泄漏。

5.103.2.4 充流体隔室的压力释放

当有压力释放装置或设计时,它们应这样布置:当操作者进行正常操作时,如果在压力作用下有气体或蒸汽逸出,应使操作者遭受到的危险降低到可接受的程度。压力释放装置在低于1.3倍设计压力时不应动作。压力释放装置可能是设计的薄弱区域(例如:隔室的)或自爆装置(例如:爆破盘)。

5.103.3 隔板和活门

5.103.3.1 概述

隔板和活门至少应达到 GB/T 11022—1999 中表 6 规定的 IP2X 防护等级。

当相邻隔室为常规气压时,隔板应能够提供机械防护(如果适用)。

应采用套管或其他等效方法使导体穿过隔板以满足要求的 IP 等级。

金属封闭开关设备和控制设备外壳上和隔室隔板上的开口(通过它可移开部件或可抽出部件和固定触头啮合)应采用在正常运行中操作的自动活门以便在 3.126 到 3.130 定义的所有位置确保对人员的防护。应采取措​​施确保活门的可靠动作,例如,通过机械驱动,此时活门的运动是由可移开部件或可抽出部件的运动正向驱动。

并不是在任何情况下从打开的隔室都能很容易地确定活门的状态(例如,电缆隔室打开但活门却在断路器隔室)。在这种情况下,可能需要进入第二个隔室或用可靠的指示装置或观察窗来确定活门的状态。

如果为了维护或试验需要打开活门触及一组或多组固定触头,则应有措施使每组活门能独立地锁定在关闭位置。如果维护或试验时,为了使活门保持在打开位置而使得活门不能自动关闭,则只有在活门恢复了自动动作功能后,开关装置才能够推回到工作位置。活门自动动作功能可以通过将开关装置推回到工作位置来恢复。

另外,插入临时隔板可能防止暴露带电的固定触头(见 10.4)。

对于 PM 级,打开的隔室和主回路带电部件之间的隔板和活门应是金属的。否则,就是 PI 级(见 3.109)。

5.103.3.2 金属隔板和活门

金属隔板和活门或它们的金属部件应连接到功能单元的接地点,且能够在承载 30 A(DC)电流时到规定接地点的电压降不超过 3 V。

根据 IP2X 的防护等级,金属隔板和关闭的活门中的间隙不应超过 12.5 mm。

5.103.3.3 非金属隔板和活门

全部或部分由绝缘材料制成的隔板和活门应满足下述要求:

- a) 主回路带电部分和绝缘隔板、活门的可触及的表面之间的绝缘,应能耐受 GB/T 11022—1999 中 4.2 规定的对地和极间试验电压;
- b) 绝缘材料同样应耐受项 a) 中规定的工频试验电压。GB/T 1408.1—1999 所规定的试验方法适用;
- c) 主回路带电部分和绝缘隔板、活门的内表面之间,至少应能耐受 150% 的设备额定电压;
- d) 如果通过绝缘表面的连续路径或通过被小的气体或液体间隙截断的路径而在绝缘的隔板和活门的可触及表面产生泄漏电流,在规定的试验条件(见 6.104.2)下,此泄漏电流不应超过 0.5 mA。

5.104 可移开部件

用以在高压导体之间形成隔离断口的可移开部件应符合 GB 1985—2004 的规定,但机械操作试验(见 6.102 和 7.102)除外。该隔离装置只用于维护。

如果可移开部件打算用做隔离开关,或者与仅用于维护目的可移开部件相比,打算更加频繁地移开或更换,则试验应包括机械操作试验,并符合 GB 1985—2004 的规定。

应能判定隔离开关或接地开关的操作位置,如果满足下列条件之一,则认为满足此要求:

- 隔离断口是可见的；
- 可抽出部件相对于固定部分的位置是清晰可见的，并且可以清楚辨别完全接通和完全断开位置；
- 可抽出部件的位置由可靠的指示器指示。

注：参见 GB 1985—2004。

任何可移开部件与固定部分的连接，在正常运行条件下，特别是在短路时，不会由于可能出现的作用而被意外地打开。

对 IAC 级开关设备和控制设备，在内部电弧情况下，可抽出部件推进到工作位置或由工作位置抽出都不应降低规定的防护等级。例如，可以通过仅在用于保护人员安全的盖板和门关闭时才能操作来实现。也可以采用防护水平等效的其他措施。所用设计的有效性应由试验验证（见 A.1）。

5.105 电缆绝缘试验的规定

绝缘试验时，如果电缆不能与金属封闭开关设备和控制设备断开，那些仍然和电缆连接的部件应能按照相关的电缆标准要求耐受制造厂规定的电缆试验电压。也就是说，当隔离断口一侧带有正常的系统对地电压时，在隔离断口的另一侧连接的电缆上进行试验。

见 6.2.101 规定的绝缘试验。

注：应注意这样一个事实，在某些情况下，金属封闭开关设备和控制设备的隔离断口的一侧施加电缆试验电压而另一侧仍然带电时，隔离断口之间的实际电压已经接近或超过其额定工频试验电压，断口之间的绝缘没有了安全裕度。

5.106 防腐蚀要求

在金属封闭开关设备和控制设备运行期间，应采取措施防止对设备的腐蚀。外壳的所有螺栓和螺钉都应易于拆卸。特别是对于具有充气隔室的设备，因为可能导致丧失密封性，接触的不同材料间的电镀腐蚀应予以考虑。考虑到螺栓和螺钉的腐蚀应保证接地回路的电气连续性。

6 型式试验

6.1 概述

按 GB/T 11022—1999 第 6 章的规定，并做如下补充：

装在金属封闭开关设备和控制设备内的元件，如果它们的技术要求超出 GB/T 11022—1999 的规定，则应符合各自的技术要求，并按这些要求进行试验，还应考虑到下述规定：

由于元件的类型、额定参数和它们的组合具有多样性，实际上不可能对金属封闭开关设备和控制设备的所有方案都进行型式试验，所以，型式试验只能在典型的功能单元上进行。任何一种具体布置方案的性能可用可比布置方案的试验数据来验证。

注：具有代表性的功能单元，可以采取一种可扩展单元的形式。必要时，可以由两个或者三个这样的单元拼装在一起。

包含有机绝缘材料的金属封闭开关设备和控制设备，除按下述规定进行试验外，还应按制造厂和用户之间的协议进行补充试验（如果有）。

型式试验的试品应与正式生产产品的图样和技术条件相符合，下列情况下，金属封闭开关设备和控制设备应进行型式试验：

- a) 新试制的产品，应进行全部型式试验；
- b) 转厂及异地生产的产品，应进行全部型式试验；
- c) 当产品的设计、工艺或生产条件及使用的材料发生重大改变而影响到产品性能时，应做相应的型式试验；
- d) 正常生产的产品每隔八年应进行一次温升试验、机械操作试验、短时耐受电流和峰值耐受电流试验以及关合和开断试验；

- e) 不经常生产的产品(停产三年以上),再次生产时应进行 d)规定的试验;
- f) 对系列产品或派生产品,应进行相关的型式试验,部分试验项目可引用相应的有效试验报告。

型式试验和验证项目包括:

——强制的型式试验:

- a) 绝缘试验(6.2);
- b) 温升试验和回路电阻的测量(6.5和6.4);
- c) 短时耐受电流和峰值耐受电流试验(6.6);
- d) 关合和开断能力的验证(6.101);
- e) 机械操作和机械特性测量试验(6.102);
- f) 防护等级检验(6.7.1);
- g) 辅助和控制回路的附加试验(6.10)。

——适用时,强制的型式试验:

- h) 非金属隔板和活门的试验(6.104);
- i) 充气隔室的压力耐受试验和气体状态测量(6.103);
- j) 密封试验(6.8);
- k) 内部电弧试验(对 IAC 级开关设备和控制设备)(6.106);
- l) 电磁兼容性试验(EMC)(6.9)。

——选用的型式试验(根据制造厂和用户之间的协议):

- m) 气候防护试验(6.105);
- n) 机械撞击试验(6.7.2);
- o) 局部放电试验(6.2.9);
- p) 人工污秽试验(6.2.8);
- q) 电缆试验回路的绝缘试验(6.2.101);
- r) 耐受腐蚀试验(6.107)。

型式试验可能有损于被试部件以后的正常使用,所以,如果没有制造厂和用户之间的协议,型式试验的试品不应投入使用。

6.1.1 试验的分组

按 GB/T 11022—1999 中 6.1.1 的规定,并做下述修改:

强制的型式试验项 k)和项 l)除外)最多在四台试品上完成。

6.1.2 确认试品用的资料

按 GB/T 11022—1999 中 6.1.2 的规定。

6.1.3 型式试验报告包括的资料

按 GB/T 11022—1999 中 6.1.3 的规定。

6.2 绝缘试验

按 GB/T 11022—1999 中 6.2 的规定。

6.2.1 试验时周围的大气条件

按 GB/T 11022—1999 中 6.2.1 的规定。

6.2.2 湿试验程序

户外金属封闭开关设备和控制设备进行湿绝缘试验时,按 GB/T 11022—1999 的 6.2.2 的规定。

6.2.3 绝缘试验时开关设备和控制设备的状态

按 GB/T 11022—1999 的 6.2.3 的规定,并做如下补充:

对用流体(液体和气体)绝缘的金属封闭开关设备和控制设备,进行绝缘试验时制造厂规定的绝缘流体应充至其最低功能水平。

6.2.4 通过试验的判据

——按 GB/T 11022—1999 的 6.2.4 的规定。但是,其中 b) 项的第一段替换为:

若满足下列条件,则开关设备和控制设备通过了雷电冲击电压试验:

- a) 非自恢复绝缘未发生破坏性放电;
- b) 对每一个试验系列的 15 次冲击试验,破坏性放电应不超过两次,且最后五次冲击中破坏性放电应不超过一次。如果最后五次冲击试验中有一次破坏性放电,则应施加附加的五次试验验证且不应出现击穿。只要整个试验过程中放电总次数不超过两次,可以重复增加五次试验。这会导致每系列试验的次数最多达到 25 次。

注:对充流体隔室进行试验时,若试验套管不是开关设备和控制设备的一部分,则不考虑试验套管上出现的闪络。

6.2.5 试验电压的施加和试验条件

GB/T 11022—1999 的 6.2.5 不适用。

由于设计方案种类很多,要对主回路试验做出具体的规定是不现实的,但原则上应包括下列试验:

a) 对地和相间

试验电压值按 6.2.6 的规定。主回路的每相导体应依次与试验电源的高压接线端连接。主回路的其他导体和辅助回路应与接地导体或框架相连,并与试验电源的接地端子相连接。

如果各相导体是分离的,那么,仅进行对地试验。

应在所有的开关装置(接地开关除外)处于合闸位置,且所有的可移开部件处于工作位置的条件下进行绝缘试验。并应注意下述可能的情况,即在开关装置处于分闸位置或可移开部件处于隔离位置、移开位置、试验位置或接地位置时,可能引起更为不利的电场条件时,试验应在该条件下重复进行。当可移开部件处于隔离位置、试验位置或移开位置时,其本身不进行这些耐压试验。

对这些试验,例如电流互感器、电缆终端和过流脱扣/指示器这些装置应按正常工作情况装设。如果不能确定最不利的情况,则需在其他布置方式重复试验。

为了检验是否符合本标准 5.102.4 和 5.103.3.3 的项 a) 的要求,对操作和维护时可能触及的绝缘材料的观察窗、绝缘隔板和活门的可触及表面,在其绝缘强度最不利的位置覆盖一块接地的圆形或方形金属箔,其面积尽可能大些,但不超过 100 cm²,当不能确定何处为最不利位置时,试验应在几个不同的位置重复进行。为便于试验,根据制造厂和用户的协议,可同时用几个金属箔,或用更大的金属箔覆盖于绝缘材料的可触及表面。

b) 隔离断口之间

主回路的各隔离断口应施以 6.2.6 所规定的试验电压,按 GB/T 11022—1999 的 6.2.5.2 规定的试验程序进行试验。

隔离断口可以是:

——打开的隔离开关;

——由可抽出或可移开的开关装置连接的主回路的两个部分之间的断口。

如果在隔离位置,有一个接地的金属活门插在被分开的触头之间形成一个分离,则在接地的金属活门与带电部分之间的距离仅应耐受对地的试验电压。

如果在隔离位置,固定部分与可抽出部件之间没有接地的金属活门或隔板,则应按下述要求施加规定的断口之间的试验电压:

——若可抽出部件的主回路导电部分可以被意外地触及,则试验电压应施加在固定触头与动触头之间;

——若可抽出部件的主回路导电部分不可能被意外地触及,则试验电压应施加在两侧的固定触头之间。如果可能,试验时可抽出部件的开关装置处于合闸位置;如果该开关装置在隔离位置不能合闸,则应在可抽出部件处在试验位置、其开关装置处于合闸位置时重复进行该试验。

c) 补充试验

为了检验是否符合 5.103.3.3 的项 c) 规定的要求,应按上述 a) 的规定,用一接地的金属箔覆盖于绝缘板或活门朝向带电体的表面,在主回路带电部分与绝缘隔板、活门内表面之间进行工频耐压试验,试验电压为 150% 的额定电压,时间为 1 min。

6.2.6 金属封闭开关设备和控制设备的试验

试验时,施加 GB/T 11022—1999 表 1 规定的试验电压,对地和相间试验电压从栏(2)和栏(4)中选取,隔离断口间的试验电压应从栏(3)和栏(5)中选取。

6.2.6.1 工频电压试验

开关设备和控制设备应按照 GB/T 16927.1—1997 的规定承受短时工频耐受电压试验。对每一试验条件,升到试验电压并保持 1 min。

只进行工频电压干试验。

互感器、电力变压器或熔断器可以用能够再现高压连接电场分布情况的模拟品代替。过电压保护元件可以断开或移开。

进行工频电压试验时,试验变压器的一端应与金属封闭开关设备和控制设备的外壳相连并接地。但当按 6.2.5 的项 b) 进行试验时,电源的中点或另一中间抽头接地并与外壳相连,以使得在任一带电部分和外壳之间的电压不超过 6.2.5 的项 a) 规定的试验电压值。

如果不能这样,经制造厂同意,试验变压器的一端可以接地,必要时,外壳应与地绝缘。

6.2.6.2 雷电冲击电压试验

开关设备和控制设备只进行干燥状态下的雷电冲击电压试验。试验按 GB/T 16927.1—1997 中程序 B 的规定进行,应采用 1.2/50 μ s 标准雷电冲击试验电压,对每一试验条件和正、负极性施加其额定耐受电压连续 15 次。

互感器、电力变压器或熔断器可以由可再现高压连接电场分布情况的模拟品代替。

过电压保护元件应断开或移开,电流互感器二次应短路并接地、也允许低变比的电流互感器一次侧短接。

进行雷电冲击电压试验时,冲击发生器的接地端子应与金属封闭开关设备和控制设备的外壳相连。但是,当按 6.2.5 的项 b) 进行试验时,若有必要,可使外壳与地绝缘,以使带电部分和外壳之间的电压不超过 6.2.5 项 a) 规定的试验电压值。

6.2.7 额定电压 245 kV 以上开关设备和控制设备的试验

不适用。

6.2.8 人工污秽试验

按制造厂和用户之间的协议,在凝露和污秽方面,使用条件严于本标准规定的正常使用条件的金属封闭开关设备和控制设备可按附录 C 进行试验。

6.2.9 局部放电试验

按附录 B 的规定,并做如下补充:

该试验按制造厂和用户之间的协议进行。

若进行该试验,应在雷电冲击电压试验和工频电压试验后进行,互感器、电力变压器或熔断器可以用能够再现高压连接电场分布情况的模拟品代替。

注 1: 当成套设备由常规元件(例如:互感器、套管)组合而成,且这些元件可按各自标准的规定单独试验时,本试验的目的是检查这些元件在成套设备中的布置;

注 2: 试验可以在成套设备或分装上进行。注意测量不要受到外部局部放电的影响。

6.2.10 辅助和控制回路的试验

按 GB/T 11022—1999 中 6.2.10 的规定。

电流互感器的二次绕组应短路并与地隔离,电压互感器的二次绕组应开路。

限压装置(如果有)应断开。

6.2.11 作为状态检查的电压试验

按 GB/T 11022—1999 中 6.2.11 的规定。

6.2.101 电缆试验回路的试验

为了在开关设备和控制设备运行时能够进行电缆的绝缘试验(见 5.105),应进行附加的工频耐受电压型式试验,以确认相关的隔离断口在另一侧仍然带电时耐受电缆试验电压的能力。

试验电压值按制造厂和用户之间的协议。

注:协议的试验电压值的选取应保证在金属封闭开关设备和控制设备的隔离断口的一侧施加例如直流电缆试验电压另一侧仍然带电时,隔离断口之间最终的电压和隔离断口的额定工频试验电压间具有安全裕度。

6.3 无线电干扰电压(r. i. v.)试验

不适用。

6.4 回路电阻的测量

6.4.1 主回路

按 GB/T 11022—1999 中 6.4.1 的规定,并做如下补充:

成套金属封闭开关设备和控制设备主回路两端之间的电阻值,它表明电流通路的正常状况。该电阻的测量值供出厂试验参考(见 7.3)。

6.4.2 辅助回路

按 GB/T 11022—1999 中 6.4.2 的规定。

6.5 温升试验

按 GB/T 11022—1999 中 6.5 的规定,并做如下补充:

如果设计具有多种元件或布置方案时,试验应在最苛刻条件的那些元件和布置方案上进行。具有代表性的功能单元应尽量按正常使用条件来安装,包括所有常规的外壳、隔板、活门等,并且在进行试验时应将盖板和门关闭。

应在规定的相数下,通以额定电流进行温升试验,电流从母线的一端流向与电缆连接的末端。

对单个功能单元进行试验时,其相邻的单元应通以电流,该电流所产生的功率损耗应与额定情况下相同。如果无法在实际条件下进行试验,则允许以加热或隔热的方法来模拟其等价条件。

如果外壳内还安装有其他的主要功能元件,它们应承载这样的电流,该电流产生的功率损耗与额定条件相对应。功率损耗相同的其他等效程序也可以接受。

各元件的温升,应以外壳外面的周围空气温度作为基准折算,各元件的温升不应超过各自标准的规定。如果周围空气温度不稳定,可在相同的环境条件下,取一个相同的外壳的表面温度作为试验时的环境温度。

6.5.1 受试金属封闭开关设备和控制设备的状态

按 GB/T 11022—1999 中 6.5.1 的规定。

6.5.2 设备的布置

按 GB/T 11022—1999 中 6.5.2 的规定。

6.5.3 温度和温升的测量

按 GB/T 11022—1999 中 6.5.3 的规定。

6.5.4 周围空气温度

按 GB/T 11022—1999 中 6.5.4 的规定。

6.5.5 辅助设备和控制设备的温升试验

按 GB/T 11022—1999 中 6.5.5 的规定。

6.5.6 温升试验的解释

按 GB/T 11022—1999 中 6.5.6 的规定。

6.6 短时耐受电流和峰值耐受电流试验

按 GB/T 11022—1999 中 6.6 的规定,并做如下补充:

a) 主回路试验

应在预定的安装和使用条件下对金属封闭开关设备和控制设备的主回路进行试验以验证其承受额定短时耐受电流和额定峰值耐受电流的能力,即将主回路同所有影响其性能或改变短路电流的附属元件一起装在金属封闭开关设备和控制设备内进行试验。

对这些试验,认为到辅助装置(例如电压互感器、辅助变压器、避雷器、脉冲电容器、电压检测装置和类似装置)的短连接线不是主回路的一部分。

短时耐受电流试验应进行额定相数的试验。电流互感器和脱扣装置应按正常运行条件装设,但脱扣器不得动作。

没有限流装置的设备可在任一方便的电压下试验;有限流装置的设备应在开关设备和控制设备的额定电压下试验。若在施加的电压下产生的峰值电流和热效应大于或等于额定电压下的值,也可用其他的试验电压。

对于包含限流装置的设备,预期电流(峰值、有效值和持续时间)不应小于额定值。

如果装有带自脱扣的断路器,其脱扣值应整定到最大值。

如果装有限流熔断器,应按其规定的最大额定电流值装设熔体。

试验后,外壳内部的元件和导体,不应出现任何影响主回路良好运行的变形和损坏。

b) 接地回路试验

应对金属封闭开关设备和控制设备的接地导体、接地连接和接地装置进行试验来验证其耐受额定短时耐受电流和峰值耐受电流的能力。即它们应同有可能影响其性能或改变短路电流的所有附属元件一起装在金属封闭开关设备和控制设备上进行试验。

接地装置的短时耐受电流试验应进行额定相数的试验。为了验证接地装置和接地点之间连接回路的性能,需要进一步进行单相试验。

当有可移开接地装置时,应在接地故障条件下,对固定部分与可移开部件之间的接地连接进行试验。其接地故障电流应在固定部分的接地导体和可移开部件的接地点之间流过。如果开关设备和控制设备中的接地装置能在除正常工作位置外的另一位置进行操作,例如,在双母线开关设备和控制设备中,试验还应在另一位置进行。

试验后,允许接地导体、接地连接或接地装置有某些变形或损坏,但必须维持接地回路的连续性。

外观检查应足以判定是否已经保证了回路的连续性。

如果对某个接地连接的连续性有怀疑,则应从该接地连接到提供的接地点通以 30 A(DC)来验证,电压降应不超过 3 V。

6.6.1 开关设备和控制设备以及试验回路的布置

按 GB/T 11022—1999 中 6.6.1 的规定,并做如下补充:

被试设备的布置应能获得最严酷的条件:未支撑母线的最大长度、设备内连接和导体的布置。在开关设备和控制设备包含有双母线系统和/或多层设计的情况下,则试验应在开关装置处于最严酷的位置上进行。

到开关设备和控制设备端子连接的布置应避免端子承受不实际的应力或支撑。端子和开关设备和控制设备两侧导体的最近的支撑点之间的距离应符合制造厂的说明书,且应考虑到上述要求。

开关装置应处于合闸位置并装有洁净的新触头。

每次试验前应对机械性开关装置进行空载操作,除接地开关外,还应进行主回路电阻的测量。

试验报告中应注明试验的布置。

6.6.2 试验电流和持续时间

按 GB/T 11022—1999 中 6.6.2 的规定。

6.6.3 试验中开关设备和控制设备的表现

按 GB/T 11022—1999 中 6.6.3 的规定。

6.6.4 试验后开关设备和控制设备的状态

按 GB/T 11022—1999 中 6.6.4 的规定。

6.7 防护等级检验

6.7.1 IP 代码的检验

按 GB/T 11022—1999 中 6.7.1 的规定,并做如下补充:

金属封闭开关设备和控制设备的隔板、活门和外壳提供的防护等级最低应为 GB 4208—1993 中的 IP2X。更高的防护等级可以按照 GB 4208—1993 的规定。

6.7.2 机械撞击试验

按 GB/T 11022—1999 中 6.7.2 的规定。

6.8 密封试验

按 GB/T 11022—1999 中 6.8 的规定。

6.9 电磁兼容性试验(EMC)

除无线电干扰电压试验外,按 GB/T 11022—1999 中 6.9 的规定。

6.10 辅助和控制回路的附加试验

按 IEC 60694:2002 的 6.10.1、6.10.2 和 6.10.4 到 6.10.7 的规定。

6.10.3 接地金属部件的电气连续行试验

IEC 60694:2002 的 6.10.3 不适用。

如果证明设计是充分合理的,则通常不需要进行该试验。

但是,如果有怀疑,外壳的金属部件和/或金属隔板和活门以及它们的金属部件到提供的接地点应在 30 A(DC)的条件下进行试验,电压降应不超过 3 V。

6.10.1 关合和开断能力的验证

金属封闭开关设备和控制设备主回路中的开关装置和接地回路中的接地开关应按照相关标准并在适当的安装和使用条件下进行试验以验证其额定的关合和开断能力,即其安装条件应在金属封闭开关设备和控制设备中的正常安装条件一样并在可能影响性能的相关附件(例如连接线、支撑件、通风设备等)的所有布置方式下进行试验。如果开关装置已经在安装条件更加严酷的金属封闭开关设备和控制设备中进行了试验,则不需要进行这些试验。

注:在判定何种附件可能影响到开关装置的性能时,应特别注意短路引起的机械力、电弧生成物的排出以及破坏性放电的可能性等。应认识到,在某些情况下这些影响可以完全忽略。

当多层结构的几层隔室不完全相同但又采用相同的开关装置时,则应按照相关标准的适当要求在每一层隔室重复下述试验/试验方式。

如果开关装置已经按照它们相关的标准在金属封闭开关设备的外壳内进行了短路性能试验,则不再需要进一步试验。

包含单层或多层设计和/或双母线系统的开关设备和控制设备,对用于验证它们的额定关合和开断能力以覆盖运行中可能出现的各种情况的试验程序需要特别加以重视。

因为不可能覆盖开关装置所有可能的布置和设计,应按照下述试验程序,根据开关装置的具体特征和位置来准确地确定试验组合:

- a) 应在开关装置其中一个隔室中完成整个关合和开断电流试验系列。如果其他隔室的结构类似,且用于该隔室的开关装置完全相同,则上述试验对这些隔室也有效。
- b) 如果隔室结构不相似但采用完全相同的开关装置,则应根据相关标准的要求,在其他每一个隔室中重复进行下述试验/试验方式:

——GB 1984—2003 的试验方式 T100s、T100a 和临界电流试验(如果有),适用时,应考虑该标准 6.103.4 对试验连接布置的要求;

——GB 1985—2004 的 E1 级或 E2 级短路关合操作(适用时);

——GB 3804—2004 的试验方式 1, 10 次 CO 操作;

根据 E1 级、E2 级或 E3 级, 进行试验方式 5, 除非该负荷开关没有额定短路关合能力(适用时);

——GB 16926—1997 的试验方式 TD_{ISC} 、 TD_{TWmax} 和 $TD_{Itransfer}$;

——按照 GB/T 14808—2001 的 6.106 对 SCPD 进行的配合验证。

- c) 如果某个隔室设计采用多种类型或设计的开关装置时, 对每一种情况都应按照上述项 a) 以及适用时的项 b) 中的要求进行全部试验。

6.102 机械操作和机械特性测量试验

6.102.1 开关装置和可移开部件

开关装置及可抽出部件应按相关的技术要求操作 50 次, 可移开部件应插入和移开各 25 次, 以验证其操作性能良好。

如果可抽出或可移开部件要用做隔离开关, 则试验应符合 GB 1985—2004 的规定。

对分体式开关装置(例如断路器、负荷开关、隔离开关、接地开关等), 机械操作试验的操作次数和合格判据按该开关装置技术条件和相关标准的规定进行。

6.102.2 联锁

联锁装置应处于防止开关装置操作和可移开部件插入或抽出的位置。对开关装置试操作 50 次、对可移开部件应插入和抽出各 25 次的试操作。进行试验时, 只应施加正常的操作力, 不允许对开关装置、可移开部件及联锁装置进行调整。对手力操动装置, 应使用正常的操作手柄进行试验。

如果满足下列条件, 则认为联锁通过了试验:

- a) 开关装置不能被操作;
- b) 可移开部件的插入与抽出完全被阻止;
- c) 开关装置、可移开部件及联锁装置工作情况良好, 并且试验前后操作力基本相同。

6.102.3 机械特性测量试验

主回路和接地回路中所装的开关装置在规定的操作条件下的机械特性应符合开关装置各自技术条件的要求。

6.103 充气隔室的压力耐受试验和气体状态测量

6.103.1 具有压力释放装置的充气隔室的压力耐受试验

充气隔室的每种设计应按下述程序承受压力试验:

——应将相对压力升高到设计压力的 1.3 倍并保持 1 min。压力释放装置不应动作。

——然后将压力升高到设计压力的 3 倍。低于此压力时, 压力释放装置可能动作, 只要符合制造厂的设计, 这是可以接受的。此打开压力释放装置的压力应记录在型式试验报告中。试验后, 隔室可能变形, 但不应破裂。

注: 由于有压力释放装置或在隔壁上有专门的压力释放区域, 隔室可能耐受不到 3 倍的设计压力。

6.103.2 没有压力释放装置的充气隔室的压力耐受试验

充气隔室的每种设计都应按下述程序承受压力试验:

——应升高相对压力到隔室设计压力的 3 倍并持续 1 min。试验后, 隔室可能变形, 但不应破裂。

6.103.3 充气隔室的气体状态测量试验

应测量充气隔室的气体状态, 并符合其相关标准和制造厂的技术要求。

6.104 非金属隔板和活门的试验

本规定仅适用于用于防止(直接或间接)接触带电部件的隔板和活门。如果这些隔板上安装有套管, 试验应在适当的条件下进行, 即套管的一次部分应断开且接地。

全部或部分由绝缘材料制成的非金属隔板和活门应按下述规定进行试验:

6.104.1 绝缘试验

- a) 主回路带电部件与绝缘隔板和活门的可触及表面之间的绝缘应能耐受 GB/T 1102—1999 的 4.2 中规定的对地和极间试验电压。试验方法见 6.2.5 的项 a)。
- b) 绝缘材料的典型样品应耐受项 a) 中的工频试验电压。试验方法按照 GB/T 1408.1—1999 的规定。
- c) 主回路带电部件和绝缘的隔板和活门面向这些带电部件的内表面间的绝缘应在 150% 的设备额定电压下进行试验并保持 1 min。对于该试验,隔板或活门的内表面应通过位于最严酷点的至少 100 cm² 的导电层接地。试验方法应按 6.2.5 项 a) 的规定。

6.104.2 泄漏电流测量

当金属封闭开关设备和控制设备中有绝缘隔板或活门时,为了验证是否满足 5.103.3.3 项 d) 规定的要求,应进行下列试验:

试验可按下述两种方法的任一种,主回路的一相接地,另外两相连接到电压等于金属封闭开关设备和控制设备额定电压的工频三相电源上;或者将主回路的带电部分连接在一起接到电压等于额定电压的单相电源上。对于三相试验,应在各相依次接地的不同情况下测量三次,对于单相试验则只需测量一次。

应将金属箔置于能防止触及带电部分的可触及的绝缘表面上的最不利的位置,若难于决定何处最不利,则试验应在不同的位置重复进行。

金属箔应接近于圆形或方形,其表面积应尽可能大,但不得超过 100 cm²,金属封闭开关设备和控制设备的外壳和框架应接地。应在干燥的、洁净的绝缘体上测量经过金属箔流到地的泄漏电流。

如果测得的泄漏电流值超过 0.5 mA,则绝缘表面不能提供本标准所要求的防护。

根据 5.103.3.3 项 d) 的规定,通过绝缘表面的电流路径如果被小的气隙或油隙隔断,则这些间隙应短接。但是,如果这些间隙是为了避免泄漏电流从带电部分流往绝缘隔板和各活门的可触及部分而设置的,则这些间隙应能耐受 GB/T 11022—1999 中 4.2 所规定的对地和相间试验电压。

如果接地金属部件布置适当,且能保证泄漏电流不会流经绝缘隔板和活门的可触及部分,则可不测量泄漏电流。

6.105 气候防护试验

当制造厂和用户一致同意时,可对用于户外的金属封闭开关设备和控制设备进行气候防护试验。推荐的方法见 GB/T 11022—1999 的附录 C。

6.106 内部电弧试验

本试验适用于在出现内部电弧的情况下,在人员防护方面被认定为 IAC 级的金属封闭开关设备和控制设备。应按照附录 A 的规定,在有代表性功能单元上对包含主回路部件的每一个隔室进行试验(见 A.3)。

被经过型式试验的限流熔断器保护的隔室应在安装能够产生最大截止电流(允通电流)的熔断器时进行试验。电流实际流过的时间受熔断器的控制。把受试隔室称为“熔断器保护的隔室”。本试验应在设备的额定电压下进行。

注:用恰当的限流熔断器和开关装置的组合能够限制短路电流并缩小故障持续时间。已有大量文件说明此类试验中传递的电弧能量不能通过 I^2t 来预测。存在限流熔断器的情况下,最大电弧能量可能出现在电流值小于最大开断电流时。此外,限流装置通过烟火信号把电流转换到限流熔断器,在评估采用这些限流装置的设计时,必须考虑该装置的使用效果。

所有可能在试验的预期持续时间结束之前自动使回路脱扣的装置(如保护继电器),在试验期间不应动作。如果隔室和功能单元配有通过其他方法(例如,把电流切换到金属短接回路)限制电弧持续时间的装置,则这些装置在试验期间不应动作,除非要对它们进行试验。在这种情况下,开关设备和控制设备的隔室可以在该装置工作的情况下进行试验。但是,应按照电弧的实际持续时间考核该隔室。试

验电流的持续时间应为主回路的额定短路持续时间。

本试验包括在外壳或元件内的空气或其他绝缘流体(液体或气体)中出现故障导致电弧的情况,该元件的外壳在门或盖板处于正常运行条件要求的位置时成为外壳的一部分(见 A.1)。

试验程序也包括这样的特定情况:故障发生在金属封闭开关设备和控制设备现场安装所用的固体绝缘件中,该固体绝缘不包括经过型式试验的预装绝缘件(见 A.5.2)。

只要最初的试验更严酷且在下述方面能够认为和已经过试验的那台类似,则某个具体金属封闭开关设备和控制设备的功能单元的试验结果的有效性可以推广到另一台(见 6.1):

- 尺寸;
- 外壳的结构和强度;
- 隔板的工艺;
- 压力释放装置(如果有)的性能;
- 绝缘系统。

6.107 耐腐蚀试验

对于户外设备,或者用户的要求,应按本条款进行腐蚀验证试验。

6.107.1 试验程序

金属封闭开关设备和控制设备应按 GB/T 2423.17—1993 规定的方法进行环境试验 Ka(盐雾),试验的持续时间为 168 h。

此外,对于具有油漆表面的设备,还应按 ISO 3231 进行耐受包含二氧化硫的湿大气试验。

6.107.2 通过试验的判据

试验后,总装的拆卸不应受到影响。腐蚀(如果有)的程度应在试验报告中指明。如果是油漆的表面,不应观察到劣化的迹象。

7 出厂试验

应在制造厂内对每一个运输单元进行出厂试验,以保证出厂产品与通过型式试验的产品一致。出厂试验报告应随产品一起出厂。

按 GB/T 11022—1999 第 7 章的规定,并增加下述出厂试验项目:

- 机械操作和机械特性测量试验(7.102);
- 电气、气动和液压辅助装置的试验(7.104);
- 充气隔室的压力试验(如果适用)和气体状态测量(7.103);
- 局部放电测量(按制造厂与用户之间协议)(7.101);
- 现场安装后的试验(7.105);
- 现场充流体后的流体状态检查(7.106)。

注:额定值和结构相同的元件,可能有必要验证其互换性(见第 5 章)。

7.1 主回路的绝缘试验

按 GB/T 11022—1999 中 7.1 的规定,并做如下补充:

工频电压试验按 6.2.6.1 的规定进行。试验电压从 GB/T 11022—1999 表 1 栏(2)中选取。试验时,应依次将主回路每一相的导体与试验电源的高压端连接,同时,其他各相导体接地,并保证主回路的连通(例如,通过合上开关装置或其他方法)。

对于充气隔室,试验应在充以额定充入压力(或密度)的绝缘气体下进行(见 4.101)。

7.2 辅助和控制回路的绝缘试验

按 GB/T 11022—1999 中 7.2 的规定。

7.3 主回路电阻的测量

GB/T 11022—1999 不适用。本试验根据制造厂和用户间的协议进行,试验时应测量主回路每一

相的直流压降或电阻,且测量条件应尽可能与相应的型式试验的条件一致。可用型式试验的测量值确定出厂试验电阻值的限值。

7.4 密封试验

按 GB/T 11022—1999 中 7.4 的规定。

7.5 设计检查和外观检查

按 GB/T 11022—1999 中 7.5 的规定。

7.101 局部放电测量

本试验根据制造厂和用户之间的协议进行。

局部放电测量适宜于作为出厂试验,以检测材料和制造上可能出现的缺陷,特别是对于采用有机绝缘材料的。推荐对充流体隔室进行该试验。

如果进行本试验,试验程序按附录 B 的规定。

7.102 机械操作和机械特性测量试验

7.102.1 机械操作试验

机械操作试验是为了证明开关装置和可移开部件能完成预定的操作,且机械联锁工作正常。

试验时主回路不通电,应对开关装置在其操动装置规定的操作电源电压和压力极限范围内的分、合动作的正确性进行验证。

每一个开关装置和每一个可移开部件应按 6.102 的规定进行试验,但把 50 次操作和试操作改为每个方向上的 5 次操作和 5 次试操作。

7.102.2 机械特性测量

机械特性测量按 6.102.3 的规定。

7.103 充气隔室的压力试验和气体状态测量

7.103.1 充气隔室的压力试验

应对制造好的所有充气隔室进行压力试验,每一隔室应能承受 1.3 倍设计压力 1 min。

该试验不适用于额定充气压力为 0.05 MPa(相对压力)及以下的密封隔室。

试验后,隔室不应出现可能影响开关设备运行的损坏或变形。

7.103.2 充气隔室的气体状态测量

应测量充气隔室中的气体状态,并应符合制造厂的技术要求。

7.104 电气、气动和液压辅助装置的试验

具有预定操作顺序的控制装置与电气、气动及其他联锁一起,应在辅助电源最不利的限值下,按规定的使用和操作条件连续试验 5 次。试验中不得调整。

如果辅助装置能正常地进行操作,试验后,它们应仍处于良好的工作状态,试验前后的操作力基本相同,则认为通过了试验。

7.105 现场安装后的试验

金属封闭开关设备和控制设备在安装后,应进行试验,以检验操作的正确性。

对于在现场装配的部件和在现场充气的充气隔室,建议进行下列试验:

a) 主回路的电压试验

如果制造厂和用户之间达成协议,现场安装后,按照 7.1 规定的出厂试验方式对金属封闭开关设备和控制设备的主回路进行干燥状态下的工频电压试验。

工频试验电压应为 7.1 中规定值的 80%,依次对主回路的每一相施加电压,其余相接地。试验时,试验变压器的一个端子和金属封闭开关设备和控制设备的外壳相连并接地。

如果用现场安装后的电压试验代替制造厂的出厂试验,则应施加全部的工频试验电压。

注:除非现场试验电压的频率足够高而不会导致电压互感器铁芯饱和,否则,现场试验期间电压互感器应给予断开。

b) 密封试验

按 7.4 的规定。

- c) 现场充流体后的流体状态测量
按 7.106 的规定。

7.106 现场充流体后的流体状态测量

应确定充流体隔室中的流体状态,并应符合制造厂的技术要求。

8 金属封闭开关设备和控制设备的选用导则

随着技术的进步和功能要求的扩展,金属封闭开关设备和控制设备的结构可能多种多样。金属封闭开关设备和控制设备的选择,主要包括确定运行设备的功能要求和最能满足这些要求的内部划分形式。GB 3906—1991 和目前的一些其他实际情况相比较,分类变化的说明见附录 E。

此类要求应考虑到适用的法规和用户的安全规程。

表 3 给出了选定开关设备和控制设备应考虑的主要内容。

8.1 额定值的选择

对给定的运行方式,选用金属封闭开关设备和控制设备时,其中各元件的额定值应满足在正常负载条件以及故障条件下的要求。金属封闭开关设备和控制设备总装的额定值可以与元件的额定值不同。

额定值的选择应符合本标准的规定,并考虑到系统的特点及其未来发展。额定值的清单列于第 4 章。

也应考虑其他参数,例如,当地的大气和气候条件,以及在海拔超过 1 000 m 的使用。

应计算出金属封闭开关设备和控制设备在系统中安装地点的故障电流,以确定故障引起的负荷。这方面可参考 IEC 60909-0:2001。

8.2 设计和结构的选择

8.2.1 概述

金属封闭开关设备和控制设备通常根据其绝缘方式(例如:空气绝缘或气体绝缘)以及是固定式或可抽出式来确定。各个元件可抽出或移开的程度主要取决于维护的要求(如果有)和/或试验的规定。

随着少维护开关装置的发展,人们对某些部件承受电弧烧蚀的关注程度降低了。但是,仍然需要触及一些一次性元件(如熔断器),需要进行电缆的临时检查和试验。也可能需要进行机械部件的润滑和调整,因此,一些设计把可触及的机械部件置于高压隔室之外。

维护需要触及的范围和/或是否可以容许整个开关设备和控制设备停运可能决定了用户是选择空气绝缘的还是流体绝缘的,是选择固定式的还是可抽出式的。如果要求少维护,则应选用少维护的元件。固定式的总装,尤其是采用了少维护元件的总装是一种终生节约成本的方案。

不论是固定式还是可抽出式,在主回路隔室打开时,开关设备和控制设备的安全运行要求工作部件应与所有的电源隔离并接地。因此,用于隔离的开关装置应能确保安全并防止再次接通。

8.2.2 隔室的结构和可触及性

本标准中所定义的内部划分形式是在尝试解决运行连续性和可维护性之间的矛盾。在不同结构形式能够提供的可维护性方面,本条款给出了一些导则。

注 1: 在进行 10.4 指出的某些维护时,如果为了防止偶然触及带电部件,要求临时插入隔板。

注 2: 如果用户采用了其他的维护程序,例如设置安全距离和/或设置和使用临时隔板,这些就超出了本标准的范围。

开关设备和控制设备的完整描述应包括隔室的列表和类型(例如,母线隔室、断路器隔室等)、每个隔室的可触及性类型以及型式(可抽出型/非可抽出型)。

有四种类型隔室,其中三种隔室用户可触及,一种隔室用户不可触及。

可触及隔室:下面规定了三种控制可触及隔室打开的方法:

——首先是通过联锁来保证在打开隔室之前内部的所有带电部件不带电并接地,称为“联锁控制的可触及隔室”;

——其次是依赖于用户的程序和锁来保证安全,隔室提供有挂锁或等效的设施,称为“基于程序的可触及隔室”;

——第三种是不具有确保打开前内在性能的电气安全。需要工具才能打开的隔室,称为“基于工具的可触及隔室”。

前两种可触及隔室对用户皆适用,并可进行日常操作和维护。打开这两种类型可触及隔室的盖板和/或活门不需要工具。

如果隔室需要工具才能打开,通常应明确地指出用户应采取其他措施来保证安全,并尽可能保证性能的完好,例如:绝缘状态等。

不可触及隔室:用户不可触及,且打开隔室可能损坏隔室的完整性。应在隔室上标明“不可打开”或通过某个特征实现,例如:完全焊接的 GIS 箱壳。

8.2.3 开关设备的运行连续性

金属封闭开关设备和控制设备意图提供一定的防护水平,以防止人员触及危险部件,防止固体外物进入设备。采用适当的传感器和辅助装置,也可能对对地绝缘失效提供防护。

对于开关设备和控制设备,运行连续性的丧失类别(LSC)规定了当打开主回路的一个隔室时其他隔室和/或功能单元可以保持带电的范围。

LSC1类:此类别在维护(如果需要)期间不能提供连续性运行,且在触及外壳内部之前,可能需要将开关设备和控制设备从系统上断开,并使其处于不带电状态。

LSC2类:在触及开关设备和控制设备内部的隔室期间,此类别给电网提供了最高的连续性运行。

LSC2类还可以细分为两类:

LSC2A:当触及一个功能单元的元件时,开关设备和控制设备的其他功能单元可以继续运行。

可抽出型 LSC2A 类示例:实际上,这意味着功能单元的进线高压电缆必须不带电并接地,且回路应从母线上隔离并分开(物理上和电气上)。母线可保持带电。此处用术语分开而不用分离是为了避免区分绝缘的隔板和活门和金属的隔板和活门(见 8.2.4)。

LSC2B:除上述运行连续性类别 LSC2A 外的,在 LSC2B 类中,功能单元的可触及的高压进线电缆可以保持带电。这意味着另有一处隔离和分开,即在开关装置和电缆之间。

可抽出型 LSC2B 类示例:如果 LSC2B 类开关设备和控制设备的每个功能单元的主开关装置安装在自己的可触及隔室内,则不需要使相应的电缆连接不带电就可以维护该主开关装置。所以,本例中的 LSC2B 类开关设备和控制设备的每个功能单元最少需要三个隔室:

——每一台主开关装置的隔室;

——连接到主开关装置一侧的元件的隔室,如馈电回路;

——连接到主开关装置另一侧的元件的隔室,如母线。在多于一组母线的场合,每组母线应有一个独立的隔室。

8.2.4 隔板的等级

隔板划分为两个等级,PM(3.109.1)和 PI(3.109.2)。

选择隔板等级时不需要考虑在相邻隔室出现内部电弧时对人员提供防护,见 A.1,也可见 8.3。

PM 级:打开的隔室被接地的金属隔板和/或活门包围。只要打开隔室的元件和相邻隔室的元件间已经隔离(3.111 的定义),则打开的隔室中可以有或没有活门,见 5.103.3.1。

此要求的目的是在打开的隔室中没有电场且周围的隔室中不可能出现电场变化。

注:除活门改变位置的影响之外,该等级考虑到了打开的隔室不会因带电部件而有电场,且也不可能影响到带电部件周围的电场分布。

8.3 内部电弧等级的选择

选择金属封闭开关设备和控制设备时,为了对操作人员以及一般公众(适用时)提供可接受的保护水平,应考虑发生内部故障的可能性。

通过降低危险至可接受的水平可以达到此防护的目的。根据 ISO/IEC 导则 51,危险是危害出现的概率和危害的严酷度的组合(见 ISO/IEC 导则 51 的第 5 章关于安全性的定义)。

因此,有关内部电弧方面,选择合适的设备应受到获取可接受危险水平的程序的制约。此程序在ISO/IEC 导则 51 的第 6 章中规定。该程序以用户在降低危险中所起的作用为前提。

作为导则,表 2 列出经验表明的最容易产生故障的部位、产生内部故障的原因以及降低内部故障发生概率的可能措施。如有必要,用户应履行那些适用于安装、交付使用、运行和维护的要求。

也可以采取其他措施来提供在内部电弧情况下对人员更高的防护。这些措施是为了限制此类事件的外部影响。

下面是这些措施的例子:

- 通过光传感器、压力传感器、热传感器或者母线差动保护触发的快速故障排除;
- 选用适当的熔断器与开关装置组合来限制允通电流和故障时间;
- 通过快速传感器及快速合闸装置(灭弧器)把电弧转移到金属短接回路上来消除电弧;
- 遥控;
- 压力释放装置;
- 仅当前门关闭时才允许可抽出部件移入和退出运行位置。

5.102.3 考虑了活门在 3.127 到 3.130 的位置关闭时成为外壳一部分这一现实。从 3.126 移动到 3.128 的位置(以及反过来)时,没有检验状态的变化。

在可抽出部件沿轨道推进和抽出过程中可能出现故障。虽然这也是一种可能,但是由于关闭活门改变了电场,所以没有必要考虑此类故障。十分常见的故障是由于插头和/或活门的损坏或变形导致在推进过程中的对地闪络。

确定 IAC 级开关设备和控制设备时,必须考虑以下几点:

- 不是所有的开关设备都是 IAC 级;
- 不是所有的开关设备都是可抽出式的;
- 不是所有的开关设备都装有在从 3.126 到 3.128 的所有位置都能够关闭的门。

表 2 内部故障的部位、原因及降低内部故障概率的措施举例

易发生内部故障的部位(1)	内部故障可能发生的原因(2)	预防措施举例(3)
电缆室	设计不当	选择合适的尺寸、使用合适的材料。
	错误安装	避免电缆交叉连接,在现场进行质量检查;合适的力矩。
	固体或流体绝缘损坏(缺陷或泄漏)	工艺检查和/或现场绝缘试验,定期检查液面。
隔离开关、负荷开关、接地开关	误操作	加连锁(见 5.11),延时再分闸;不依赖人力操作;负荷开关和接地开关的关合能力,人员培训。
螺栓连接和触头	腐蚀	使用防腐的覆盖层和/或油脂;采用电镀。如有可能则加以封闭。
	装配不当	采用适当的方法检查工艺。正确的力矩。适当上锁。
互感器	铁磁谐振	采用适当的回路设计,以避免此类现象的影响。
	电压互感器的低压侧短路	通过适当的措施,如保护盖、低压熔断器,以避免短路。
断路器	维护不良	按规定定期进行维护;人员培训。
所有的部位	工作人员的失误	用遮栏限制人员接近;用绝缘包裹带电部分;人员培训。
	电场作用下的老化	出厂做局部放电试验。
	污染、潮气、灰尘和小动物等的进入	采取措施保证达到规定的使用条件(见第 2 章);采用充气隔室。
	过电压	防雷保护;合适的绝缘配合;现场进行绝缘试验。

在内部故障方面,怎样选择开关设备,可以采用下述判据:

- 在产生的危险可以不计的场合:没有必要选择 IAC 级金属封闭开关设备和控制设备。
- 在需要考虑产生的危险时:只能使用 IAC 级金属封闭开关设备和控制设备。

对第二种情况,选择时应考虑可预见的最大短路电流及其持续时间,并与被试设备的额定值进行比较。另外,还应根据制造厂的安装说明书(见第 10 章)。尤其重要的是内部电弧期间人员的位置。根据试验的布置,制造厂应指明开关设备和控制设备的那一侧是可触及的,用户应严格遵守说明书。人员进入未标明为可触及的区域可能会受到伤害。

在 A.1 中规定的正常运行条件下,IAC 级提供了经过试验检验的对人员的保护水平。这只涉及这一条件下的人员防护,既不涉及到维护状态下的人员防护,也不涉及到运行的连续性。

金属封闭开关设备和控制设备的技术要求、额定值和可选试验见表 3。

表 3 金属封闭开关设备和控制设备的技术要求、额定值和可选试验

资 料	本标准的条款号	适用时,用户提出的要求
系统的特点(不是设备的额定值)		
电压/kV		
频率/Hz		
相数		
中性点接地的类型		
开关设备的特性		
极数		
类别——户内,户外(或特殊使用条件)	2	
隔室的名称: 母线 主开关 电缆 电流互感器(CT) 电压互感器(PT)等	3.107(见 5.103.1)	母线隔室: 主开关隔室: 电缆隔室: CT 隔室: PT 隔室: 电缆/CT 隔室: 主开关/CT 隔室: 其他隔室(状态):
隔室的类型(指明每个高压隔室的类型),适用时: 联锁控制的可触及隔室 基于程序的可触及隔室 基于工具的可触及隔室 不可触及的隔室	3.107.1 3.107.2 3.107.3 3.107.4	
隔板等级: PM 级 PI 级	3.109.1 3.109.2	
可抽出/不可抽出式(主开关装置的类型)	3.125	(可抽出/不可抽出):
运行连续性的丧失类别(LSC) LSC2B LSC2A LSC1	3.131.1 3.131.1 3.131.2	

表 3 (续)

资 料	本标准的条款号	适用时,用户提出的要求
额定电压 U_n /kV 3.6;7.2;12;24;40.5 等 以及相数:1,2 或 3	4.1	
额定绝缘水平: 短时工频耐受电压 U_d 雷电冲击耐受电压 U_p	4.2	(通用值/隔离断口) a) / b) /
额定频率 f_n	4.3	
额定电流 I_n 进线 母线 馈线	4.4	a) b) c)
额定短时耐受电流 I_k 主回路(进线/母线/馈线) 接地回路	4.5	a) b)
额定峰值耐受电流 I_p 主回路(进线/母线/馈线) 接地回路	4.6	a) b)
额定短路持续时间 t_k 主回路(进线/母线/馈线) 接地回路	4.7	a) b)
合闸和分闸装置以及辅助和控制回路的额定电源电压 U_c a) 合闸和脱扣 b) 指示 c) 控制	4.8	a) b) c)
合闸和分闸装置以及辅助回路的额定频率	4.9	
低压力闭锁和高压力闭锁装置(规定的要求,例如,低压力指示的闭锁等)	5.9	
联锁装置(按 5.11 规定的任何附加要求)	5.11	
外壳的防护等级(如果不是 IP2X): 门关闭时 门打开时	5.13(见 5.102.1 和 5.102.3)	a) b)
人工污秽试验	6.2.8	附加的凝露和污秽要求
局部放电试验	6.2.9	试验值与制造厂协商
电缆试验回路的绝缘试验	6.2.101	试验值与制造厂协商
气候防护试验	6.105	适用时,协商
局部放电测量	7.101	试验值与制造厂协商

表 3 (续)

资 料	本标准的条款号	适用时,用户提出的要求
内部故障 IAC 开关设备/控制设备可触及性的类别(A和B,规定每一类别对应的侧面) A 仅限于授权的人员 B 未受限制的可触及性(包括公众) C 受设施的限制不可接触的可触及性 以 kA 表示的试验值和持续时间(s)	6.106 A.2 也可见 A.8 中的例子 A.3	Y/N 正面 F; 侧面 L; 后面 R;
其他资料: 例如,电缆试验的特殊要求。		

9 应随订货单、投标书和询问单一起提供的资料

9.101 应随订货单和询问单一起提供的资料

在询问或订购一套金属封闭开关设备和控制设备时,询问者应提供下列资料:

1) 系统的特征:

额定电压、频率、系统中性点接地方式。

2) 不同于本标准规定的使用条件(见第2章):

最高和最低周围空气温度,所有超越正常的运行条件或影响设备良好运行的条件,例如:异常地暴露于蒸汽、潮气、烟雾、易爆气体、过量的灰尘或盐雾中、热辐射(如日照)、转运设备的外部原因引起的其他振动危险和地震危险。

3) 设备及其元件的特性:

- a) 户内设备或户外设备;
- b) 相数;
- c) 母线组数,以单线图表示;
- d) 额定电压;
- e) 额定频率;
- f) 额定绝缘水平;
- g) 母线和馈电回路的额定电流;
- h) 额定短时耐受电流(I_k);
- i) 额定短路持续时间(若不是 1 s);
- j) 额定峰值耐受电流(若不是 $2.5I_k$);
- k) 元件的额定值;
- l) 外壳和隔板的防护等级;
- m) 回路图;
- n) 金属封闭开关设备和控制设备的类型(例如:LSC1、LSC2);
- o) 如果要求,各隔室的名称和类别的描述;
- p) 隔板和活门的等级(PM 或 PI);
- q) 当适用时,IAC 级(如果要求),以及对应的 I_k, I_p, t 和 F、L、R、A、B、C。

4) 操动装置的特性

- a) 操动装置的类型;
- b) 额定电源电压(如果有);

- c) 额定电源频率(如果有);
- d) 额定气源压力(如果有);
- e) 特殊的联锁要求。

除这些项目外,查询者应指出可能影响到投标和订货的每一种情况,例如,特殊的装配和安装条件、外部高压引线的位置、有关压力容器的规程和电缆试验要求。

如果要求进行特殊的型式试验,应提供有关资料。

9.102 投标时应提供的资料

如果适用,制造厂应采用文字叙述加图形的方式给出下列资料:

- 1) 9.101 中的第 3)项所列举的额定值和特性;
- 2) 按要求,提供型式试验证书或报告;
- 3) 结构特征,例如:
 - a) 最重运输单元的质量;
 - b) 设备的外形尺寸;
 - c) 外部连线的布置;
 - d) 运输和安装的工具;
 - e) 安装规程;
 - f) 各隔室的名称和类别;
 - g) 可触及的侧面;
 - h) 运行和维护说明书;
 - i) 气体压力系统或液体压力系统的类型;
 - j) 额定充入水平和最低功能水平;
 - k) 不同隔室的液体体积,或液体或气体的质量;
 - l) 液体状态或气体状态的技术要求。
- 4) 操动装置的特性
 - a) 9.101 的第 4)项所列举的类型和额定值;
 - b) 操作电流或操作功率;
 - c) 动作时间;
 - d) 操作时的耗气量。
- 5) 用户应订购的推荐的备件清单。

10 运输、储存、安装、运行和维护规则

按 GB/T 11022—1999 第 10 章的规定。

10.1 运输、储存和安装时的条件

按 GB/T 11022—1999 中 10.1 的规定。

10.2 安装

按 GB/T 11022—1999 中 10.2 的规定,并在 10.2.3 的第 1 段后新增加下面内容:

对于 IAC 级开关设备和控制设备,应提供适应设备内部电弧情况的安全安装条件的导则。实际安装条件造成的危害应根据试验样品在内部电弧试验期间的安装条件(见 A.3)进行评估。认为这些条件是最低允许条件。认为试验覆盖了所有欠严的条件和/或提供更大空间的条件。

但是,如果用户认为危险没有关系,则开关设备和控制设备的安装可以不受制造厂指出的约束条件的限制。

10.3 运行

按 GB/T 11022—1999 中 10.3 的规定。

10.4 维护

按 GB/T 11022—1999 中 10.4 的规定,并做如下补充:

如果为了维护需要插入临时隔板来防止偶然触及带电部件,则:

——制造厂应提供所需的隔板或其方案;

——制造厂应给出维护程序和隔板使用的建议;

——按照制造厂的指导安装完后,防护等级应达到 GB 4208—1993 规定的 IP2X;

——这些隔板应满足 5.103.3 的要求;

——隔板及其支撑应有足够的机械强度以防偶然触及带电部件。

注:仅用做机械防护的隔板和支撑件不受本标准的约束。

运行中发生短路故障后应检查接地回路是否有潜在的损坏,如果需要,可全部或部分更换。

11 安全性

按 GB/T 11022—1999 第 11 章的规定,并做如下补充:

11.101 程序

用户应提出适当的程序,以保证基于程序的可触及隔室仅在可触及隔室中的主回路部件不带电并接地或者处于抽出位置且相应的活门关闭时才能打开。该程序可以由设备的制造商或用户的安全规程规定。

11.102 内部电弧方面

就人员防护而言,在内部电弧情况下,金属封闭开关设备和控制设备的正确性能不只是设备本身设计的问题,也与设备的状态和运行规程有关,示例见 8.3。

对户内设备,由于金属封闭开关设备和控制设备内部故障产生的电弧可能会导致开关设备安装房间内的过压力。其影响不在本标准的范围内,但设备设计时应予以考虑。

附录 A
(规范性附录)
内部故障——

在内部故障电弧条件下金属封闭开关设备和控制设备试验的方法

A.1 概述

本附录适用于 IAC 级金属封闭开关设备和控制设备。本等级目的是在金属封闭开关设备和控制设备处于正常工作位置且内部出现电弧事件时,为正常运行条件的设备附近的人员提供了经过试验的保护水平。

对于本附录,正常运行条件意味着要求金属封闭开关设备和控制设备能够进行操作,例如,高压开关装置的分闸或合闸、接通或断开可抽出部件、读取测量仪器和设备的监控等等。因此,如果进行此类操作中的任何一种,所有盖板都得移开和/或所有门都得打开,在进行下述试验时应移开盖板和/或门。

不认为移开或更换运行元件(例如高压熔断器或任何其他可移开元件)以及要求的维护工作属于正常操作。

金属封闭开关设备和控制设备内的内部故障可能发生在多处且可能引起多种物理现象。例如,外壳内绝缘流体中电弧产生的电弧能量可以引起内部过压力和局部过热,进而对设备产生机械的和热的应力。此外,涉及到的材料可能产生热的分解物,可能向外壳外部释放出气体或蒸汽。

内部电弧等级 IAC 允许内部的过压力作用到盖板、门、观察窗、通风口等。它还考虑了电弧或弧根对外壳的热效应以及排出的热气体和灼热粒子,但是不会损坏在正常运行条件下不会触及的内部隔板 and 活门。

注:本标准不包括隔室间内部电弧的影响。

下述内部电弧试验用来验证在内部电弧情况下设计在人员防护方面的有效性。它不包括可能导致危害的所有效应,例如在故障后可能存在的潜在有毒气体。从此观点出发,要求在重新进入开关设备室内之前应立即排风和进一步通风。

内部电弧后火灾的蔓延对金属封闭开关设备和控制设备周围的可燃材料或设备造成的危害不包括在本试验内。

A.2 可触及性的类型

a) 非柱上安装的金属封闭开关设备和控制设备:

在设备现场,可能需要区分金属封闭开关设备和控制设备的两种可触及类型:

——A 类可触及性:仅限于授权的人员;

——B 类可触及性:不受限制的可触及性,包括一般公众的。

对应于这两类可触及性,A.3 规定了两种不同的试验条件。

金属封闭开关设备和控制设备外壳的不同侧面可以具有不同的可触及性类型。

采用下述代码表示外壳的不同侧面(见 A.7 和 A.8):

F:前面

L:侧面

R:后面

前面应由制造厂明确规定。

b) 柱上安装的金属封闭开关设备和控制设备:

——C 类可触及性:接触不到的设备限定的可触及性

设备的最低允许高度应由制造厂规定。

A.3 试验布置

A.3.1 概述

应观测下述几点：

- 试验样品应装配完整。只要模型的体积及外部材料和元件的一样，且不影响主回路和接地回路，则内部元件允许使用模型。
- 应对装有主回路元件的功能单元的每个隔室进行试验。在开关设备和控制设备由可扩展的（模块）独立单元组成时，试品应由和运行情况一样连接在一起的两个单元构成。试验至少应在靠近指示器的开关设备和控制设备末端的所有隔室中进行。但是，如果相邻单元的连接侧和构成开关板的末端侧之间强度存在巨大差异（由制造厂声明的），则应采用三个单元，且在中间单元的不同隔室上应重复进行试验。

注：独立单元是可以包含在单独的公共外壳内的一个或多个水平和垂直布置（层）的功能单元的总装。

- 对柱上安装的设备，试验样品应安装在制造厂规定的运行时的最低高度。如果有控制箱和/或与柱基的电气/机械联系，也都应安装。
- 如果试验样品需要接地，则应在规定的点接地。
- 试验应在事先没有经受过电弧的隔室中进行，或者，如果承受过电弧，则应在不影响试验结果的条件下进行。
- 对于充流体（不是 SF₆）的隔室，试验应在充有额定充入条件（±10%）的原始流体上进行。允许在额定充入条件（±10%）下用空气替代 SF₆。

注：如果用空气替代 SF₆ 进行试验，压力增高会不同。

A.3.2 空间模拟

a) 户内使用的金属封闭开关设备和控制设备

试验小室应由地板、天花板和互相垂直两堵墙壁组成。还应有模拟电缆进入的通道和/或排气管道。

天花板：

除非制造厂规定了更大的最小间距，否则，天花板应距试验样品上部 600 mm±100 mm。但是，天花板距地面最小 2 m。本规定适用于高度小于 1.5 m 的试验样品。

为了评估安装条件的判据，制造厂可以在与天花板较小的间距时进行附加的试验。

侧面的墙壁：

侧面的墙壁应距试验样品侧面 100 mm±30 mm。只要能够证明墙壁不会妨碍或限制试验样品侧面板的任何永久变形，则间距可以选取得更小。

为了评估安装条件的判据，制造厂可以在与侧面的墙壁较大的间距时进行附加的试验。

后面的墙壁：

根据可触及性的类型，后面的墙壁应位于下述位置：

1) 不可触及的后面板：

除非制造厂规定了更大的间距，试验样品的后面板距离该墙壁 100 mm±30 mm。只要能够证明墙壁不会妨碍或限制试验样品后面板的任何永久变形，则间距可以选取得更小。

只要满足两个附加的条件（见 A.6 的判据 1），认为靠墙壁较近的试验布置是有效的。

如果不能实现这些条件，或制造厂要求直接验证靠墙安装的设计，应在与墙壁没有间距的情况下进行特定的试验。但是，此试验的有效性不能推广到任何的其他安装条件。

如果在大于制造厂规定的与后墙壁距离的间距进行试验，则该间距应为安装说明书规定的最小允许间距。说明书还应包括关于防止人员进入这些区域所采取措施的职责方面的导则。

2) 可触及的后面板:

试验样品的后面板距离墙壁的标准距离为 800^{+100}_0 mm。

为了验证开关设备和控制设备在缩小的空间里(例如:证明在后板不可触及的布置中设备靠近墙壁是合理的)能够正确运行,应在较小的间距下进行附加的试验。

如果在大于制造厂规定的与后墙壁距离的间距进行试验,则该间距应为安装说明书规定的最小允许间距。

特殊情况下,排气管道的使用:

如果制造厂声明设计需要用电缆进入通道和/或其他所有的排气管道来排出内部电弧期间产生的气体,则制造厂应规定其最小截面尺寸、位置和输出特性(挡板或网格及其特征)。应模拟这些排气管道进行试验。排气管道开口的末端距受试开关设备和控制设备至少 2 m,以防止对试验结果造成不利影响。

注:本标准不包括开关设备和控制设备室外热气的可能影响。

b) 户外使用的金属封闭开关设备和控制设备

如果对所有侧面(F、L、R)都规定了可触及性,则墙壁和天花板都不需要。如果必要,如上所述,应模拟电缆进入通道。

从内部电弧的观点出发,对于同样的可触及性要求,认为通过了试验的户内使用的金属封闭开关设备和控制设备可以用于户外。

在户外使用的开关设备和控制设备打算用于高于开关设备和控制设备 1.5 m 以下的遮板(例如,用于防雨)底下的场合,应考虑相应的天花板。

A.3.3 指示器(用于评估气体的热效应)

A.3.3.1 概述

指示器是切边不朝向试验样品的一块黑布。

根据可触及性的条件,指示器应采用黑色的印花棉布(棉纤维大约 150 g/m^2)或者黑色的棉麻混纺布(大约 40 g/m^2)。

应注意观察垂直布置的指示器不应互相点燃。这可以通过把它们固定在一个深度为 $2 \times 30 \text{ mm}$ ($0, -3 \text{ mm}$)的钢板框架中实现,见图 A.1。

对于水平指示器,应注意灼热粒子不应积聚。如果指示器的安装不用框架就可以满足这一要求。见图 A.2。

指示器的尺寸应为 $150 \text{ mm} \times 150 \text{ mm} (+15 \text{ mm}, 0 \text{ mm})$ 。

A.3.3.2 指示器的布置

指示器应安装在安装架上,布置在可触及的每一个侧面,与每一侧面的距离取决于可触及性的类型。

考虑到从受试表面喷出热气体的角度可能达到 45° ,安装架每个边的长度应大于试验样品的长度。这意味着:对 B 类可触及性,安装架应比受试单元长 100 mm;对 A 类可触及性,安装架应比受试单元长 300 mm,只要不受到试验室模拟布置中的墙壁位置的限制。

注:在任何情况下,垂直安装的指示器到开关设备和控制设备的距离应从外壳的表面量起,不考虑凸出的元件(例如手柄、电器的框架等等)。如果开关设备的表面不规则,应根据可触及性的类型,在上述距离安装指示器,以尽可能实际地模拟人员通常在设备前所处的位置。

a) A 类可触及性(授权的人员)

应使用黑色印花棉布(棉纤维大约 150 g/m^2)作为指示器。

指示器应垂直安装在金属封闭开关设备和控制设备的所有可触及的侧面,距离地面的高度为 2 m,且均匀分布在方格盘上,并占方格盘面积的 $40\% \sim 50\%$ (见图 A.3 和图 A.4)。

指示器到开关设备和控制设备的距离为 $300 \text{ mm} \pm 15 \text{ mm}$ 。

应按图 A.3 和 A.4 的规定布置 2 m 高的水平指示器,该指示器伸出开关设备和控制设备 300 mm 到 800 mm。如果天花板位于地面上 2 m 处(见 A.3.2 的 a)),则不需要水平指示器。指示器应均匀分布在方格盘上,并占方格盘面积的 40%~50%(见图 A.3 和图 A.4)。

b) B类可触及性(一般公众)

应使用黑色的棉麻混纺布(大约 40 g/m²)作为指示器。

指示器应垂直安装在金属封闭开关设备和控制设备的所有可触及的侧面,距离地面的高度为 2 m。如果样品的实际高度低于 1.9 m,则垂直指示器应比样品高 100 mm。

指示器应均匀分布在方格盘上,并占方格盘面积的 40%~50%(见图 A.3 和图 A.5)。

指示器距开关设备 100 mm±5 mm。

还应按图 A.5 所示,在规定的高度布置水平指示器,该指示器伸出开关设备和控制设备 100 mm 到 800 mm。如果样品的高度低于 2 m,则指示器应直接放在上盖板上,面对可触及的面,应放置在距离 100 mm±5 mm 处(见图 A.6)。指示器应均匀分布在方格盘上,并占方格盘面积的 40%~50%(见图 A.5 和图 A.6)。

c) 特殊的可触及性条件

应使用黑色的棉麻混纺布(大约 40 g/m²)作为指示器。

不论开关设备和控制设备有多高,如果要求在设备正常运行时人员能够站在上面站立或行走,则应按图 A.6 的规定把水平指示器布置在上可触及面上方。

d) C类可触及性——柱上安装的设备

应使用黑色的棉麻混纺布(大约 40 g/m²)作为指示器。

指示器应水平布置在 2 m 高的位置,覆盖以柱为中心 3 m 见方的区域。应均匀分布在方格盘上,并占方格盘面积的 40%~50%(见图 A.7)。

A.4 施加的电压和电流

A.4.1 概述

应对金属封闭开关设备和控制设备进行三相试验(对于三相系统)。试验期间施加的短路电流为额定短时耐受电流。如果制造厂有规定,也可以低于该值。

在给定电压、电流和持续时间下进行的试验通常对所有较低的电压、电流和持续时间值有效。

注:较小的电流可能会影响压力释放装置的动作和烧穿特性。对于比试验电流小的短路电流,解释试验结果时应加以注意。

A.4.2 电压

试验回路的外施电压应等于金属封闭开关设备和控制设备的额定电压。但当试验站的能力达不到时,如果满足下列条件,也可以选取较低的电压值:

- a) 通过数字记录装置测量得到的实际电流有效值符合 A.4.3 的规定;
- b) 已经引燃电弧的所有相都不会提前熄灭。

A.4.3 电流

A.4.3.1 交流分量

金属封闭开关设备和控制设备内部电弧试验短路电流值的偏差应为⁺⁵%。如果施加额定电压,该偏差值适合于预期电流;

该电流应维持恒定。如试验站的能力做不到这样,则应延长试验,直到电流交流分量积分值等于规定值,其允许偏差为⁺¹⁰%。在这种情况下,至少在开始三个半波内电流应等于规定值,而在试验结束时的电流应不小于规定值的 50%。

A.4.3.2 峰值电流

选择合闸瞬间应使得流过一个边相电流的预期峰值(允许偏差为⁺⁵%)等于 A.4.3.1 规定的交流

分量有效值的 2.5 倍,这使得电流的大半波出现在另一个边相。如果电压低于额定电压,通过被试金属封闭开关设备和控制设备的短路电流峰值应不低于预期峰值电流的 90%。

注:对其他较高的电网直流时间常数,额定值为交流分量有效值的 2.7 倍。

在引燃两相电弧的情况下,选择的合闸瞬间应使得产生最大可能的直流分量。

A.4.4 频率

当额定频率为 50 Hz 时,试验开始时的频率应在 48 Hz~52 Hz 之间。当在其他额定频率时,偏离额定值不应超过 $\pm 10\%$ 。

当快速动作的保护装置依赖于频率动作时,试验应在这些装置的额定频率的 $\pm 10\%$ 范围内进行。

A.4.5 试验持续时间

制造厂应规定试验持续时间。标准推荐 1 s、0.5 s 和 0.1 s。

注:当电流值不是试验中使用的电流时,一般来说,不可能计算该电流的允许电弧持续时间。试验过程中的最高压力通常不会在较短的燃弧时间内降低,所以,不存在随着试验电流的减小,电弧允许持续时间增加的这样一个通用法则。

A.5 试验程序

A.5.1 电源回路

除对具有分相的且分相的隔室间互不影响的开关设备和控制设备的试验外,如果适用,电源回路应是三相的。电源回路的中性点既可以绝缘也可以通过阻抗接地,这样使得最大接地电流小于 100 A。在这种情况下,回路的布置包括了所有的中性点情况。

注:中性点直接接地的内部故障的严酷程度较低。

当对分相的开关设备和控制设备的部件进行试验时,电源应是单相的,并一端接地。试验电流为

A.4.3.1 规定的三相电流值。

注意不要因接线改变了试验条件。

送电的方向应如下:

——对于电缆隔室:从母线供电,通过主开关装置。

——对于母线隔室:电源的接线不应使受试的隔室打开。如果母线隔室对整个开关板是公共的,且隔板安装在功能单元间形成了独立的母线隔室,则电源应通过隔板或者通过位于开关板一个末端的主开关装置供电。

——对于主开关装置隔室:从母线供电,主开关装置处于合闸位置。

——对于包含几个主回路元件的隔室:通过一组合适的进线套管供电,除接地开关(如果有,应处于分闸位置)外,所有的开关装置都处于合闸位置。

A.5.2 电弧的引燃

用直径大约为 0.5 mm 的金属线在所有的相间引燃电弧。对于分相导体,在一相和地之间引燃。

引燃点应位于受试隔室内距电源最远的可触及位置。

在带电部件采用固体绝缘包覆的功能单元内,电弧应在相邻的两相间引燃,电流值为额定值的 87%。对于分相导体,在一相和地之间的下述位置引燃:

a) 在绝缘包覆部件的绝缘之间的间隙或连接表面;

b) 如果没有采用预装的绝缘件,通过在现场制造的绝缘连接上打孔。

除 b) 的情况外,不应对固体绝缘打孔。电源回路应是三相的以使故障能够发展为三相故障(如果适用)。

对于通过插入式连接器连接的电缆隔室,不论连接有屏蔽还是没有屏蔽,或者是现场制作的固体绝缘,受试的两相应装有未绝缘的接入连接,且第三相装有运行中所用插入式连接器,且能够带电。

注:经验证明故障一般不会发展成三相故障;因此,选择安装第三相并不关键。

在所有的相间故障情况下,试验电流应按照 A.4.3 确定的三相电源回路的相对相故障电流。除非发展成三相故障,否则,就意味着实际的电流值降到了内部电弧耐受电流规定值的 87%。

在直接接地电力系统中(非悬浮中性点),或在有接地故障保护的电力系统中,单一的相对地短路电流通常小于两相故障电流,且会被迅速切断。对仅为这种限定用途设计的高压开关设备和控制设备,相应地也可以接受除上述规定的两相试验外的试验。单相对地引燃电弧,其他相带电以使得电弧发展为三相。试验时施加规定的内部故障耐受电流单相值。

A.6 合格判据

如果满足下述判据,就是 IAC 级金属封闭开关设备和控制设备(按照相关的可触及性类型):

判据 1:

安全的门和盖板没有打开。只要没有部件到达每一侧指示器或墙壁的位置(不管哪个是最近的),变形是可以接受的。试验后,开关设备和控制设备没有必要满足其规定的 IP 代码。

把这一合格判据推广到比受试设备(见 A.3.2 的 a))更靠近墙壁的设施,应满足两个附加条件:

- 永久的变形小于预期到墙壁的距离;
- 排出的气体没有直接朝向墙壁。

判据 2:

在试验规定的时间内外壳没有开裂。

喷射出的小件单个质量不超过 60 g 是可以接受的。

判据 3:

电弧在高度不超过 2 m 的可触及面上没有形成孔洞。

判据 4:

热气体没有点燃指示器。

如果有证据证明点燃是由灼热粒子而不是热气体所引起的,试验期间开始的燃烧,可以认为满足了评估的判据。实验室可以采用高速摄影机、摄像或任何其他适合的方法获得的照片可以作为证据。

不包括油漆和粘贴物的燃烧导致的指示器的燃烧。

判据 5:

外壳仍旧和接地点相连。外观检查通常足以判定是否满足。如有怀疑,应检查接地连接的连续性,见 6.6 的 b)。

A.7 试验报告

试验报告中应给出下述资料:

- 标明试验单元主要尺寸的图纸,试验单元的额定值及描述,机械强度的细节,压力释放板的布置以及金属封闭开关设备和控制设备与地面和/或墙壁的固定方法。对于柱上安装的金属封闭开关设备和控制设备,应给出柱子的特征以及固定到柱子上的方法;
- 试验连接的布置;
- 内部故障的引燃方法和引燃点;
- 根据可触及性的类型(A、B 或 C)、侧面(F、L 和 R)和设备条件,给出试验布置草图(模拟室、试验样品和指示器的安装架)。
- 施加的电压和频率;
- 对于预期电流和试验电流:
 - a) 前三个半波期间交流分量的有效值;
 - b) 最高的峰值;
 - c) 在实际的试验持续时间内交流分量的平均值;

d) 试验的持续时间。

- 表明电压和电流的示波图；
- 试验结果的判定,包括按 A.6 得到的观察记录；
- 试验前后的试验样品的照片；
- 其他相关的说明。

A.8 等级的命名

试验验证为 IAC 级时,根据 6.106,对金属封闭开关设备和控制设备命名如下:

- 总的:IAC 级(英文内部电弧等级的缩写)；
- 可触及性:A、B 或 C(按照 A.2)；
- 试验值:试验电流(单位为 kA)、持续时间(单位为 s)。

这一命名应包括在铭牌中(见 5.10)。

示例 1:一台金属封闭开关设备试验的故障电流为 12.5 kA(有效值),持续时间 0.5 s,打算安装在公众可触及的场所,试验时指示器位于前面、侧面及后面,命名如下:

IAC 级 BFLR

内部电弧:12.5 kA 0.5 s

示例 2:一台金属封闭开关设备试验的故障电流为 16 kA(有效值),持续时间 1 s,打算安装在下述条件下:

前面:公众可触及性

后面:限于操作人员

侧面:不可触及

命名如下:

IAC 级 BF-AR

内部电弧:16 kA 1 s

单位为毫米

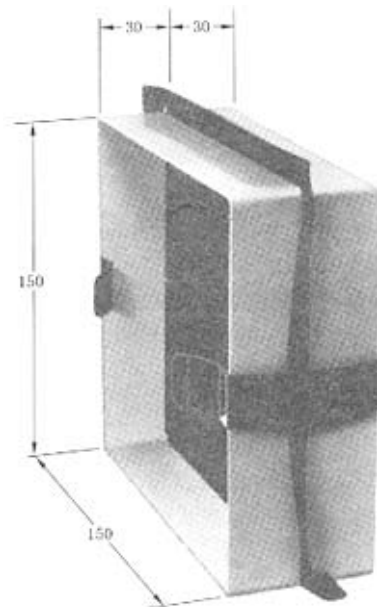


图 A.1 垂直指示器安装框架

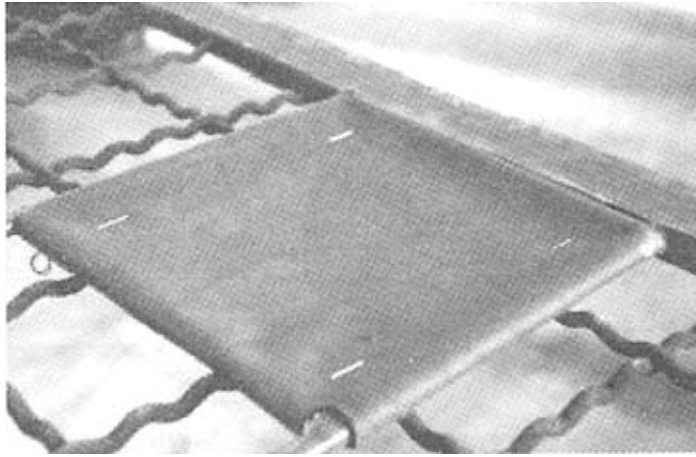


图 A.2 水平指示器

A 类可触及性		B 类可触及性	
$h \geq 2 m$	$h < 2 m$	$h \geq 2 m$	$h < 2 m$

图中：

i ——指示器的位置；

h ——设备的高度。

图 A.3 指示器的位置

单位为毫米

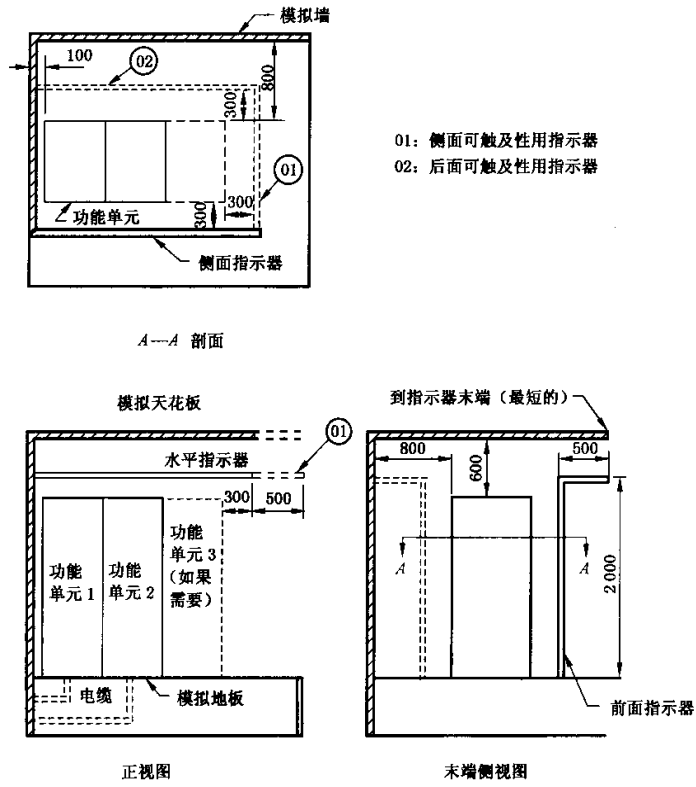


图 A.4 A 类可触及性的试验室模拟和指示器位置, 功能单元高度在 1.5 m 及以上

单位为毫米

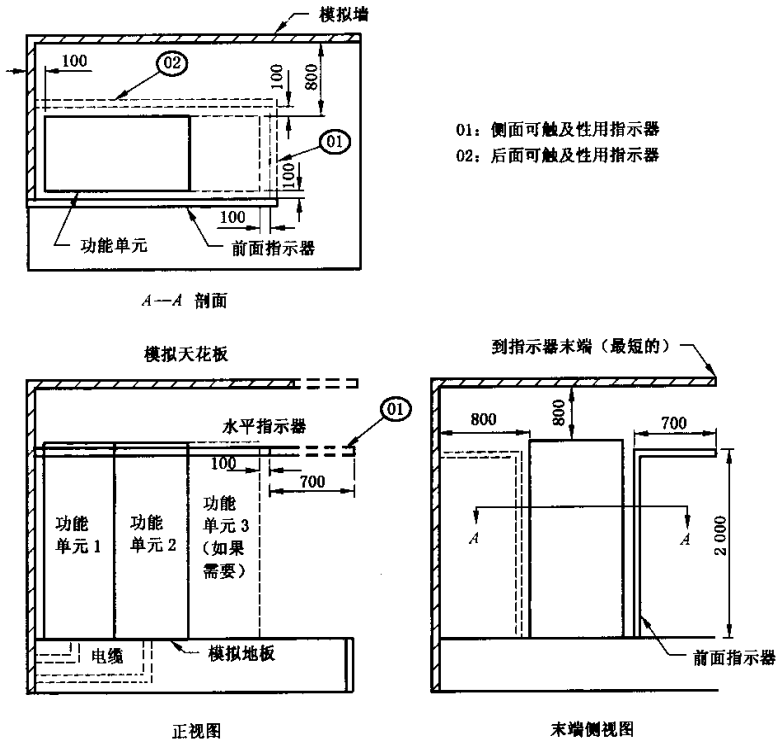
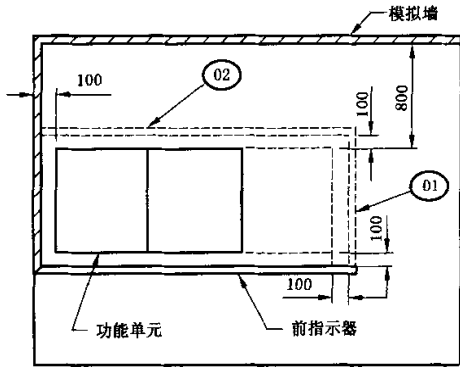


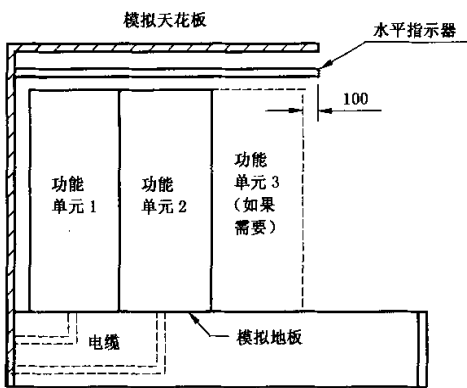
图 A.5 B类可触及性的试验室模拟和指示器位置,功能单元在2 m以上

单位为毫米

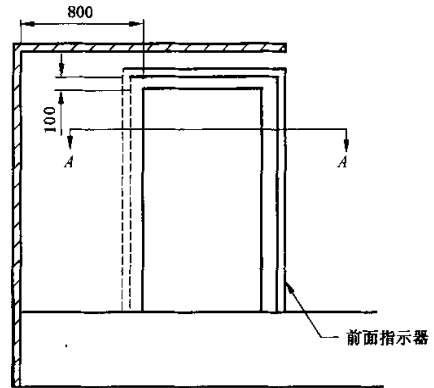


A—A 剖面

01: 侧面可触及性指示器
02: 后面可触及性指示器



正视图



末端侧视图

图 A.6 B类可触及性的试验室模拟和指示器位置,功能单元在 2 m 以下

单位为毫米

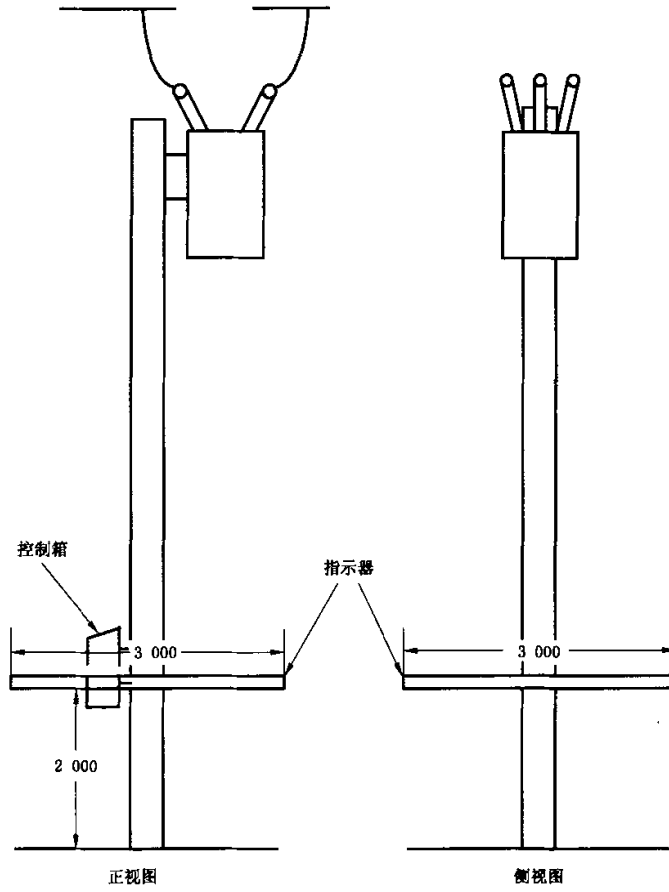


图 A.7 柱上安装开关设备架空连线时的试验布置

附录 B

(规范性附录)

局部放电测量

B.1 总则

局部放电测量是适宜检测被测设备某些缺陷的一种方法,同时也是对绝缘试验的有效补充。经验表明,在某些特定结构中,局部放电可以导致绝缘的介质强度逐渐下降,固体绝缘和充流体隔室尤其如此。

另一方面,由于金属封闭开关设备和控制设备中所使用的绝缘系统的复杂性,尚不可能在局部放电测量结果和设备的预期寿命间建立一种可靠的关系。

B.2 适用性

局部放电测量适用于使用有机绝缘材料的金属封闭开关设备和控制设备,并推荐用于充流体隔室。

由于设计的多样化,不可能对试品提出通用的技术要求。一般地,试品应包括与设备的完整装配中具有相同的电场强度的总装和部装。

注 1: 优先选择完整装配的试品。对完整的开关设备设计,特别是各种带电部件和连接件是嵌入固体绝缘内的,试验必须在装配完整的试品上进行。

注 2: 由常规元件组合的设计中(例如:互感器、套管),可根据其有关的标准对这些元件单独试验,而本局部放电的目的是检验这些元件在装配中的布置。

由于技术和经济上的原因,建议局部放电试验与必要的绝缘试验在同一总装或部装上进行。

注 3: 此试验可在一些总装或部装上进行。必须注意测量不要受到外部局部放电的影响。

出厂试验也可以在元件上进行。

决定局部放电试验必要性的判据是:

- 1) 实际的运行经验,包括整个生产期间的试验结果;
- 2) 固体绝缘最高电场区域的电场强度值;
- 3) 设备中主绝缘部分的绝缘材料类型。

B.3 试验回路和测量仪器

局部放电测量试验应符合 GB/T 7354—2003 的规定。

三相设备的试验既可在单相试验回路中进行,也可在三相试验回路中进行(见表 B.1)。

a) 单相试验回路

程序 A

是一种通用方法,适用于中性点接地或不接地系统中运行的设备。

测量局部放电量时,依次将每相接到试验电源上,其余两相和所有工作时接地的部件都接地。

程序 B

仅适用中性点接地系统中运行的设备。

测量局部放电量时,应采用两个试验布置。

首先,应在 $1.1U_r$ (U_r 是额定电压) 试验电压下进行测量,依次将每相接到试验电源上,其余两相接地。测量时必须将在正常运行中接地的所有金属部件与地脱开或绝缘起来。

再将试验电压降至 $1.1U_r/\sqrt{3}$ 下进行附加测量。在测量过程中,运行中接地的部件都接地,且三相并联接到试验电压源上。

b) 三相试验回路

如果有合适的试验设备,局部放电试验可按三相布置进行。

在此情况下,推荐使用三个耦合电容器按图 B.1 连接。可用一个放电检测器依次接到三个测量阻抗上。为了给检测器在三相布置的一个测量位置上定标,将已知电量的短时电流脉冲一方面依次注入到每一相和地之间,另一方面注入到其他两相和地之间。则给出的最小偏转刻度,用来确定放电量。

当设计的设备用于中性点非直接接地系统时,应进行附加试验(仅作为型式试验)。试验时,试验样品的每一相和电源的对应相应依次接地(见图 B.2)。

B.4 试验程序

按照试验回路(见表 B.1),外施工频电压至少升高到 $1.3U_r$ 或 $1.3U_r/\sqrt{3}$ 的预加值,且在此值下至少保持 10 s^* 。不考虑在此期间产生的局部放电。

然后,根据试验回路,连续地将电压降到 $1.1U_r$ 或 $1.1U_r/\sqrt{3}$,且在此电压下测量局部放电量(见表 B.1)。

考虑到实际背景噪音水平,应尽可能记录局部放电的起始电压和熄灭电压以作为补充资料。

通常,应在开关装置处于闭合位置时对其总装或部装进行试验。由于局部放电可能会导致隔离开关断口间的绝缘老化,因此,在隔离开关分闸的情况下,应补充进行局部放电测量。

对充流体设备,试验应在最低功能水平或额定充入水平下进行,不管那种更严酷。出厂试验应在额定充入水平下进行。

B.5 最大允许的局部放电量

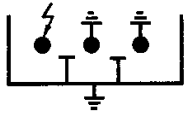
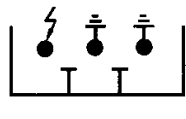
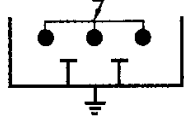
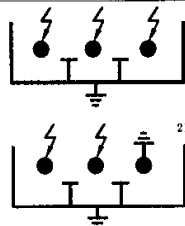
推荐的局部放电参量为视在电荷量,一般用皮库(pC)表示。

在 $1.1U_r$ 或 $1.1U_r/\sqrt{3}$ 电压下的最大允许局部放电量,由制造厂和用户商定。

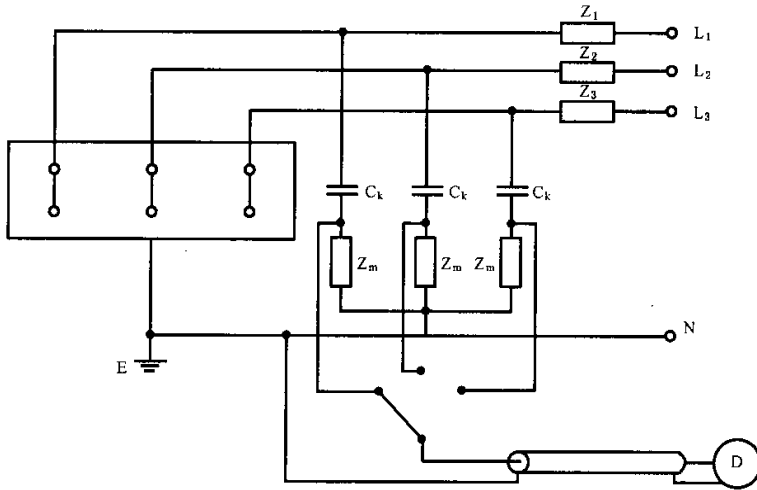
固体绝缘的可接受限值:在 $1.1U_r$ (相间电压)(在 $1.1U_r/\sqrt{3}$ 相对地电压)下应为 10 pC ,而对于中性点非直接接地系统,在 $1.1U_r$ 相对地电压下为 100 pC 。

注:在进一步取得可靠数据之前,可以规定局部放电量的限值。金属封闭开关设备和控制设备的元件可能采用一种或多种不同的技术(例如:固体、液体或气体绝缘),每种具有不同的要求。对整体、部分或总装规定通用的最大可接受的局部放电水平还很难,且有争议。目前,这些值由制造厂确定,或在验收试验时由制造和用户协商确定。

表 B.1 试验回路和程序

	单相试验			三相试验
	程序 A	程序 B		
电源连接到	依次连接到每相	依次连接到每相	同时连接到三相	三相(图 B.1)
接地连接的元件	其他相和工作时接地的所有部件	其他两相	工作时接地的所有部件	工作时接地的所有部件
最低预施电压	$1.3U_r$	$1.3U_r$	$1.3U_r/\sqrt{3}$	$1.3U_r^{1)}$
试验电压	$1.1U_r$	$1.1U_r$	$1.1U_r/\sqrt{3}$	$1.1U_r^{1)}$
基本接线图				
1) 相间电压; 2) 中性点不接地系统的补充试验(仅作为型式试验)。				

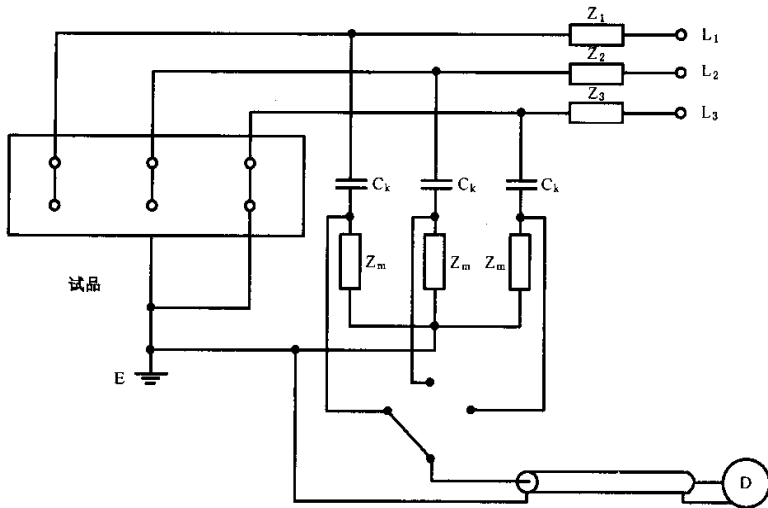
* 局部放电试验也可在工频电压试验后降低电压进行。



图中：

- N——中性点连接线；
- E——接地连接线；
- L_1 、 L_2 、 L_3 ——三相电源连接端；
- Z_1 、 Z_2 、 Z_3 ——试验回路阻抗；
- C_k ——耦合电容器；
- Z_m ——测量阻抗；
- D——局部放电检测仪。

图 B.1 局部放电试验回路(三相布置)



图中：

- E——接地连接线；
- L_1 、 L_2 、 L_3 ——三相电源连接端；
- Z_1 、 Z_2 、 Z_3 ——试验回路阻抗；
- C_k ——耦合电容器；
- Z_m ——测量阻抗；
- D——局部放电检测仪。

图 B.2 局部放电试验回路(中性点不接地系统)

附 录 C

(规范性附录)

用于严酷气候条件下的 3.6 kV~40.5 kV 交流金属封闭开关设备和控制设备的附加要求

C.1 适用范围

本附录适用于按照本标准的规定并在凝露和污秽方面比正常使用条件更严酷的使用条件中使用的户内金属封闭开关设备和控制设备,但气体绝缘的金属封闭开关设备和控制设备除外。

注:虽然像机构、联锁和外壳等机械部件的特性也很重要,但在本附录中详细规定的试验主要是研究电气绝缘性能。

C.2 适用对象

本附录提出了凝露和污秽两方面严酷使用条件的两个等级的定义。确定了金属封闭开关设备和控制设备在规定条件下性能的试验程序,以便得出它们在这些严酷使用条件下能否适应的结论。

C.3 凝露和污秽运行条件下的严酷程度

安装在建筑物或房子内的户内设备,通常能免遭户外气候条件的危害,但可能要承受由于温度快速变化引起的凝露以及建筑物内环境的污染。

金属封闭开关设备和控制设备周围的凝露和污秽使用条件分类如下:

C_0 :通常不出现凝露(每年不超过两次);

C_1 :凝露不频繁(每月不超过两次);

C_h :凝露频繁(每月超过两次);

P_0 :无污秽;

P_1 :轻度污秽;

P_h :严重污秽;

注1: P_0 认为是不现实的;

注2:对于包含有腐蚀性沉积物使用条件,应向制造厂询问。

考虑到设备特别受到湿度和污秽联合作用的情况,三个使用条件的严酷等级定义如下:

0级: C_0P_1

1级: C_1P_1 或 C_0P_h

2级: C_1P_h 或 C_hP_1 或 C_hP_h 。

C.4 金属封闭开关设备和控制设备的分类

定义了0类、1类、2类三个设计类别。实质上它们对应于C.3所述的使用条件严酷度的三个等级。按照这些设计类别,设备使用的典型实例如下:

C.4.1 0类设计

设备用于温度可控制的地点,可以周期性地加温或冷却。建筑物或房屋提供防护使设备免受户外气候条件变化的影响。采取预防措施,使沉积物减到最少。

C.4.2 1类设计

存在两种可能性:

1) 设备用于没有温度控制的地点。建筑物或房屋提供防护使设备免受户外气候条件变化的影响,但不能排除凝露。采取预防措施,使沉积物减到最少。

2) 设备装于温度可控制的地点,装设地点无专门预防措施使沉积物减到最少,或设备处在极接近于尘源的地方。

C.4.3 2类设计

存在三种可能性:

1) 设备用于没有温度控制的地点。建筑物或房屋提供防护使设备免受户外气候条件变化的影响,但凝露不能排除。装设地点无专门预防措施使沉积物减到最少,或设备处在极接近于尘源的地方。

2) 设备用于没有温度控制的地点。建筑物或房屋使设备免受户外气候变化影响的防护很少,以致凝露可能频繁出现。采取预防措施使沉积物减到最少。

3) 设备用于没有温度控制的地点。建筑物或房屋使设备免受户外气候变化影响的防护很少,以致凝露可能频繁出现。装设地点无专门的预防措施使沉积物出现减到最少,或设备处在极接近尘源的地方。

注1:通过选择金属封闭开关设备和控制设备合适的防护等级可使设备外壳内沉积物的数量减到最少,或对金属封闭开关设备和控制设备采取加热、通风等措施,使凝露不易产生,也可选用1类设计或2类设计的金属封闭开关设备和控制设备来满足特殊使用环境条件的要求;

注2:对于在严酷气候条件下,需要选用按1类设计或2类设计的金属封闭开关设备和控制设备,也可通过改变装设地点的气候条件,例如装设空调、去湿设备和加强建筑物的防尘等措施,使得0类设计的产品可以适用,在某些情况下,可能更为安全可靠、经济合理。

注3:对于12 kV金属封闭开关设备和控制设备,其相间和相对地间的爬电比距推荐下列数值:按照1类设计的设备,电瓷—14 mm/kV、有机绝缘—16 mm/kV;按照2类设计的设备,电瓷—18 mm/kV、有机绝缘—20 mm/kV。若由于设计、工艺、材料改变,也可不按上述规定的条件进行设计。对于40.5 kV的金属封闭开关设备和控制设备,其爬电比距正在考虑中。

C.5 分类程序

对于按本标准规定的正常使用条件,不要求作附加试验,符合本标准的金属封闭开关设备和控制设备应认为属于0类设计。

通过试验来验证设备满足1类设计或2类设计的严酷使用条件下的性能。

进行老化试验的必要性可以预先进行穿透性试验来判定。如果成功地通过此项试验,则设备可直接地归为2类设计。

如果穿透性试验被省略或没有通过,则按1类设计的金属封闭开关设备和控制设备将按照C.9的规定承受1级老化试验。按2类设计的金属封闭开关设备和控制设备将按照C.10的规定承受2级老化试验。

穿透性试验由一周期性变化的气候周期组成,在这周期中应进行相关的测量。然后设备暴露在温度周期变化的盐雾中,继之按照第C.8.3规定的诊断程序在接着的气候周期期间进行。

1级和2级的老化试验要求重复采用同一气候周期并继之进行C.11中规定的诊断程序。除了2级老化试验采用多个气候周期外,2级老化试验等同于1级老化试验。

穿透性试验所选用的参数(温度、湿度、污秽)足以代表2类设计定义的使用条件;即频繁的凝露和严重的污秽导致外壳内绝缘件的表面电导约 $10\ \mu\text{S}$ 。

分类程序按图C.1所示的流程图进行。

C.6 试验设备及有关要求

C.6.1 气候试验室

气候试验室要求有足够的容积以便容纳被试设备。设备装于气候试验室多孔的基架上。离地面高度不小于0.5 m。气候试验室的容积应是被试设备体积的(5~15)倍。被试设备外壳壁及顶部与试验室墙壁及天花板的距离以及与喷雾器之间的距离应大于相间距离且不小于0.15 m(见图C.2a)。然

而,对于试验程序 A(见 C.9.1),试验室墙壁与被试设备外壳之间的距离最好不小于 1.5 m。

此外,需要有一个能穿渗透性试验和试验程序 B(见 C.9.2)所要求的水滴大小和送给率向试验室喷射盐污的雾化云的方法。

由于某些试验程序中使用的污秽(盐雾)对试验室内的某些器材及其与功能有关的重要部分功能有潜在危害,在用这些腐蚀性材料进行试验时,建议采用聚乙烯薄膜罩将设备罩上(见图 C.2b)。

C.6.2 控制设备

为了产生至少 20℃至 50℃范围的周期性温度变化,需要控制温度以及能快速地改变温度。控制温度的偏差小于±2℃,保持温差±2℃的公差也是重要的。

对湿度也需要从低于 80%到高于 95%的相对湿度范围内进行相当好的控制。

为了获得上述这些结果,要求有向气候试验室注入蒸气云的设备以便同时增加温度和湿度,还要求有注入冷的干燥空气的设备以便进行逆过程。

为了保持整个试验室的状态是均匀一致的,要求采取一些空气循环的措施,还要求有能对试验室进行干燥加热的装置。

C.6.3 测量设备

要求提供一个或几个高压电源以便在进行某些试验时能对被试设备施加电压,为此,电源应能在气候周期性变化过程中保持额定电压偏差为 0~—5%。

为了施加诊断试验电压(其值至少达到被试设备的额定电压的 3 倍)。要求电源的短路容量至少 1 A。这个电源应有保护装置,在闪络或击穿放电的情况下,其动作时间小于 0.1 s。

如果适用,按照本标准附录 B 的规定采取措施对被试单元的每相进行局部放电测量。

如果适用,还要采取措施测量被试单元的每相的泄漏电流的有功分量(R)的有效值。金属封闭开关设备和控制设备的主回路应连接到电压等于额定电压且一相接地的三相电源上,或者最好是连接到电压等于额定电压的单相电源上,主回路的带电部分相互联结在一起(见 C.12 的规定)。

C.7 试验设备的选择和布置

C.7.1 设备的选择

试验应该在一个完全装配好的配有其全部元件并与运行状态一致的典型功能单元上进行。被试功能单元及其元件应是新的干净的。

注:对于各相分装的开关设备和控制设备允许进行单相单元试验。

C.7.2 设备的布置

被试设备应置于 C.6.1 中所述的气候试验室中,并使其处于正常位置。功能单元的试验布置不应比正常运行布置有利,特别是关于外部连接应是如此。

设备的连接应使得功能单元根据所选择试验程序的要求能以三相电源对其施加额定电压。

考虑到泄漏电流的检测,金属封闭开关设备和控制设备的接地部分应连接到保护导体上,如果适用,金属封闭开关设备和控制设备应与地绝缘(见 C.12)。

C.8 穿透性试验

这项试验是用来检查设备的外壳防止污秽和凝露侵袭的效应,以便能估计被试设备暴露于严酷气候条件下的这种效果。

采取的方法是将被试设备置于盐雾环境中承受温度和湿度周期性变化。

用比较试验系列的前、后在同一条件下的局部放电及泄漏电流来评价封闭绝缘的污染程度。

C.8.1 参考性测量

置于气候试验室中的功能单元(见 C.6.1)应施加额定电压,并按下列规定承受一个气候周期(见图 C.3)。

气候试验室内的温度应在 3 h 内从 $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 上升到 $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。温度在 $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 保持 2 h, 然后在 1 h 内降到 $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 。最高温度和最低温度之差应保持在 $15^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 内。然后温度在 $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 保持 2 h。

温度周期性变化过程中的初始相对湿度为 95% 并保持 4.5 h。然后相对湿度在 0.5 h 内降到 80% 并保持 2.5 h。最后, 相对湿度应在 0.5 h 升高到 95%。

注: 某些气候试验室降低温度至 25°C 时伴随有干燥效应, 以致此时的湿度降低到规定值的 80% 以下。在这种情况下应延长周期时间使湿度在周期结束前上升到规定值。

在整个气候周期中, 应对被试单元的每相进行局部放电及泄漏电流的有功分量(R)有效值的测量, 最好是连续地进行记录。若无连续记录装置, 记录局部放电及泄漏电流的时间间隔应不超过 1 min; 对于循环中的每一分钟, 平均值是以该 1 分钟的值前面两个值和后面两个值进行平均计算而得。将这些综合平均值绘成局部放电及泄漏电流随时间变化的曲线图。

C.8.2 污秽处理

对被试品不施加电压。

暴露试验室, 气候试验室或聚乙烯薄膜室内的温度根据情况需在 1 h 内由周围空气温度上升到 $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 并保持此温度 1 h。然后切除热源, 设备承受来自喷雾装置的盐溶液的喷淋, 盐溶液的浓度为 $5 \text{ kg}/\text{m}^3$ 。喷雾的流量率应是 1 m^3 实验室容积为 $0.3 \text{ L}/\text{h} \sim 0.5 \text{ L}/\text{h}$ 。喷雾 1 h 后停止喷雾。这个穿透性试验周期应重复进行 8 次(见图 C.4)。

C.8.3 诊断程序

污秽处理后, 去掉保护罩(如果有), 被试功能单元再次带电, 然后按 C.8.1 的规定再进行 6 个试验循环。在这些循环的最后一个循环中, 按 C.8.1 的规定测量局部放电和泄漏电流。

紧接着最后一个气候周期, 温度保持在 $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, 相对湿度保持在 95%。进行单相工频电压试验: 一相施 $U_r/\sqrt{3}$ 的电压, U_r 是设备的额定电压, 其余两相接地并连接到设备的保护导体上。电压一直升到设备的额定工频耐受电压(电压上升率为 $0.5 \text{ kV}/\text{s} \sim 0.7 \text{ kV}/\text{s}$) 并在此值下保持 30 s。试验应连续地依次在三相上重复进行, 两次试验之间的时间间隔应根据实际情况尽量短。

C.8.4 评定

应对穿透性试验开始和结束时测量周期的每分钟所测得的综合平均值进行比较。计算每一最终测量值与相应的每一起始测量值之比, 从而确定出泄漏电流和局部放电水平的最大比值。

如果局部放电之比及泄漏电流之比均未超过 2, 而且在绝缘试验中未出现闪络或击穿, 则设备就可以定义为 2 类设计, 无需作进一步的试验。

然而, 应检查被试设备及其元件的功能特性不应受到影响, 应记录腐蚀性程度(如果有)。

注 1: 目前提出比值为 2, 但为了验证这个值的有效性, 需作进一步研究;

注 2: 如果局部放电或泄漏电流记录的起始值非常低, 则可采用较高的比值;

注 3: 验证机械性能的附加试验由用户同制造厂协商进行。

如果被试设备不满足关于局部放电及泄漏电流的上述判据, 但绝缘试验中未出现闪络或击穿, 则设备可以按照下述规定分类:

- a) 已通过 C.9 规定的 1 级老化试验后的设备, 定义为 1 类设计;
- b) 已通过 C.10 规定的 2 级老化试验后的设备, 定义为 2 类设计。

如果在绝缘试验中出现闪络或击穿, 则设备被定义为 0 类设计。

C.9 1 级老化试验

1 级老化试验的目的是验证设备是否满足 1 类设计的要求。

按照 C.7 规定选择被试设备及进行试验准备。

进行老化试验过程中, 建议监测泄漏电流以收集关于设备性能的资料。

对于这些老化试验,提出了两个试验程序。在进一步实践期间,认为这二个程序是等价的。

C.9.1 试验程序 A

功能单元及其元件应该是新的和干净的,绝缘零部件不再进行任何表面处理。

功能单元置于气候试验室,在两个为期 9 天的完全相同的试验周期中按下列规定多次反复承受 2 h 湿热循环试验(见图 C.5)。

气候试验室的相对湿度保持在 95% 以上,其温度在 40 min 内由 $30^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 上升到 $50^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。这些条件维持 20 min,然后温度在 40 min 内下降到 $30^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$,此时不规定湿度值。随后温度在 $30^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 保持 20 min,在这整个期间的相对湿度保持在 80% 以上。此外,高低温度之差应保持在 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 范围以内。

为了使温度升高,可以直接向气候试验室注入蒸汽云(包括悬浮状的细水珠);温度 30°C 增加到 50°C 是注入蒸汽云产生热交换的结果。注入的没有蒸汽的干燥空气可以使温度降低。 $30^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 到 $50^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的温度变化调节可以通过相继地喷入蒸汽云和随后注入冷的干燥空气到试验室中而获得。

时间为 9 天的试验周期,按照以下规定分配时间:

在起初 7 天,对被试设备施加其额定电压,承受 84 个湿热循环试验。7 天试验后,停止试验 2 天,温度保持在最后一个湿热循环结束时的 30°C 。去掉蒸汽和冷空气源,停止施加电压,打开功能单元的门。

在中断试验两天的最后数小时,对操动装置和功能单元的门进行机械操作。应对动作时间、触头速度、联锁动作等的变化进行记录。

完成两个 9 天的试验周期后,应按照 C.11.1 规定的诊断程序对被试设备的性能进行评定。

C.9.2 试验程序 B

功能单元的绝缘零部件应采用不损伤绝缘材料的合适方法清洗干净(即用温水和磷酸三钠)。

对被试功能单元施加额定电压,并按照以下程序多次反复进行周期为 12 h 的温度—湿度试验循环(见图 C.6)。

气候试验室或聚乙烯薄膜室的温度根据情况按约 $10^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 的温度变化率从 $30^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 至 $50^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 进行周期性变化。此外,高低温之间的温度差应保持在 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 范围内。

在 t_1 及 t_3 的 2 h 温度过渡期间,不规定相对湿度值,但在 t_2 的 2 h 期间,湿度应在 80% 以下而且温度维持在 $50^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。在 t_4 的 6 h 期间,湿度应在 95% 以上而且温度维持在 $30^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 。

采用连续喷盐水溶液雾和加热的方法获得温度和湿度的变化。盐水溶液由不含矿物的水每立方米加入 0.176 kg 盐(氯化钠)获得。合成湿度应是这样,即在试验室收集到的水的电阻率在 20°C 时应近似等于 $30 \Omega\text{m}$ 。喷盐溶液雾的流量率应是每立方米试验室容积 0.3 L/h~0.5 L/h。雾滴直径应在 $5 \mu\text{m}$ ~ $10 \mu\text{m}$ 范围内。

注:根据试验室的设备,时间 t_1 及 t_3 可能不得不缩短,但此时时间 t_2 及 t_4 应延长,以保持 $t_1+t_2+t_3+t_4$ 等于常数。

被试功能单元应承受 10 个相同的温度—湿度循环。

完成这 10 个循环后,应按照 C.11.2 所规定的诊断程序对被试设备的性能进行评定。

C.10 2 级老化试验

2 级老化试验的目的是验证设备是否满足 2 类设计的要求。

2 级老化试验按照程序 A 或程序 B 组成更多的气候循环试验。

按程序 A,总的试验持续时间是由 5 个周期为 9 天的相同的试验循环组成,接着就是进行 C.11.1 规定的诊断程序。

按程序 B,总的试验持续时间是由 20 个相同的温度—湿度循环组成,接着进行 C.11.2 规定的诊断程序。

注:对于按照程序 A 已成功地通过 1 级老化试验的设备,允许继续进行 3 个周期为 9 天的相同的试验循环。然而,

1级老化试验后进行诊断程序之前,试验程序B要求进行清理,按照刚叙述的程序A方式继续进行试验是不可能的。

C.11 老化试验后的诊断程序

老化试验结束后,被试设备应按照下列规定进行绝缘试验:

C.11.1 试验程序A后

被试品首先承受1min额定工频干耐受电压试验。

然后,气候试验室的温度增高到 $30^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$,湿度近似到95%。在试品不施加电压条件下经3h后,进行以下绝缘试验(见图C.7)

对一相施加 $U_r/\sqrt{3}$ 的电压(U_r 是设备的额定电压),其他两相接地并且连接到设备的保护导体上。1h后,电压升到 $\sqrt{3}U_r$ (电压上升率为 $0.5\text{ kV/s} \sim 0.7\text{ kV/s}$)并保持30s,应连续依次地在其他两相上重复此试验,试验间隔应尽可能短。

C.11.2 试验程序B后

整个被试品用不含矿物的水清洗净,然后在试验室不施加电压下干燥20h;此时试验室温度为 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$,相对湿度小于80%。

按照C.11.1规定的条件,被试设备应承受工频干、湿耐受电压试验。

C.11.3 评定

如果满足下列条件,则被试品通过了1类设计或2类设计所规定的老化试验:

- a) 按照程序A或程序B进行气候试验循环中未出现电击穿或闪络;
- b) 在诊断程序中未出现电击穿或闪络;
- c) 试品的功能特性,即动作时间、触头速度、联锁动作等无明显变化。机械零部件的腐蚀程度(如果有)应记录在试验报告中。

C.12 泄漏电流的测量

在相间及相对地间具有大电容的设备中,泄漏电流的无功分量的幅值可能很大。在与绝缘的体积电导及表面电导有关的泄漏电流幅值中,仅仅泄漏电流的有功部分是有用的。因此仅要求一种测量泄漏电流有功部分的方法,但详细综述合适的测量技术已超出本文的范围。

试验回路内测量装置的布置对于泄漏电流的有效值的测量是关键。图C.8至图C.11表示了4种布置方式,下面的表C.1概述了它们的特点。

表 C.1 泄漏电流测量

	图 C.8(布置方式 1)	图 C.9(布置方式 2)	图 C.10(布置方式 3)	图 C.11(布置方式 4)
电压负荷与运行时的相同	是	非	非	是
适于老化试验时的监测	非	非	非	是
适于诊断程序	非	是	是	是
相间电压负荷	是	是	是	是
指示相间电流	非	非	非	是
测量装置与绝缘子并联	是	是	是	非

C.13 严酷气候条件对长期工作电流的影响

在严酷气候条件下使用的金属封闭开关设备和控制设备,由于污秽、凝露、老化等不良影响,其长期工作电流负荷应降低到额定负荷的90%。

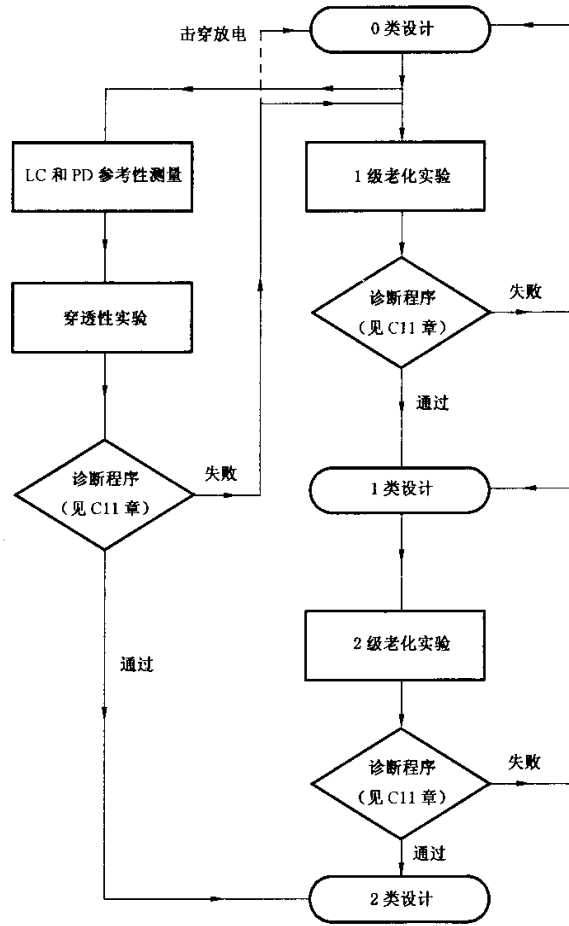
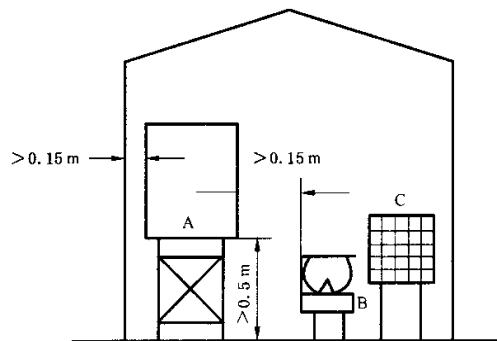


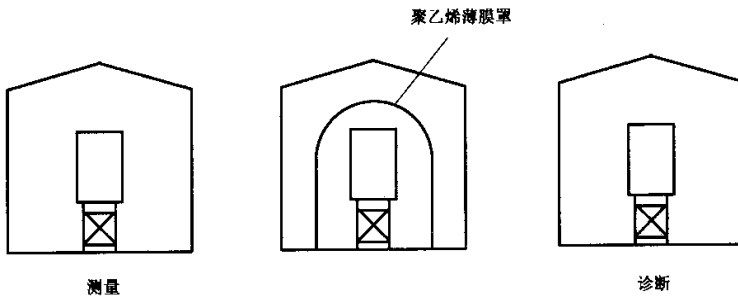
图 C.1 分类程序流程图



A——试品；B——喷雾装置；C——加热装置。

a) 气候试验室

图 C.2 污秽处理的可能布置



b)
图 C.2 (续)

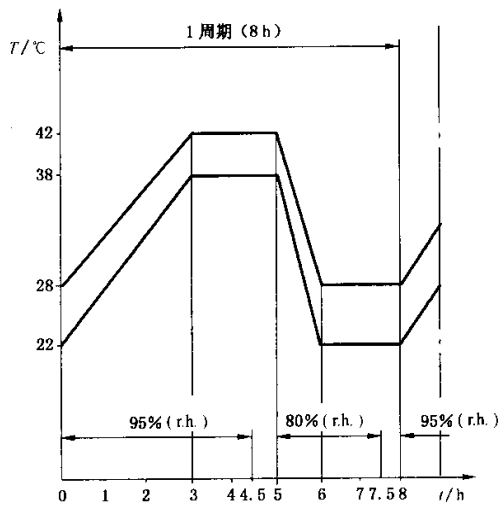


图 C.3 穿透性试验 参考性测量(设备带电)(r.h)-相对湿度

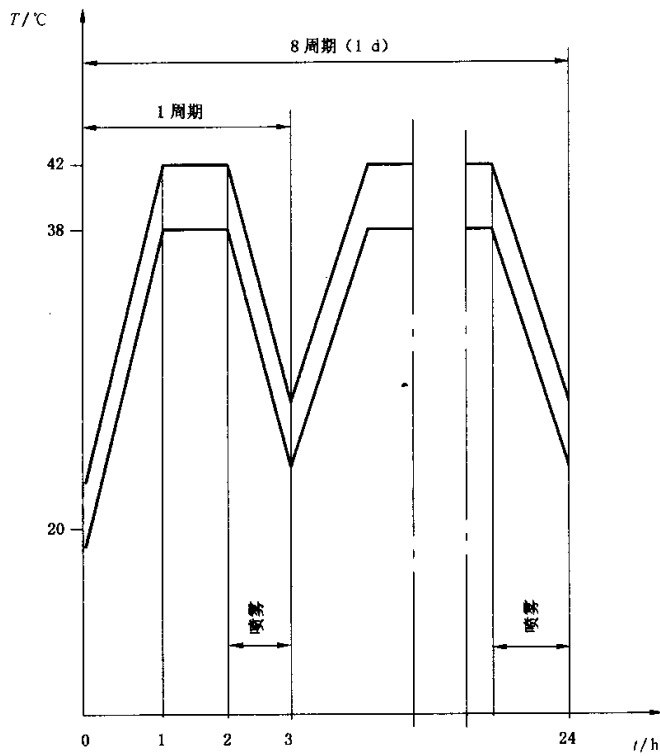


图 C.4 穿透性试验 污秽处理(设备不带电)

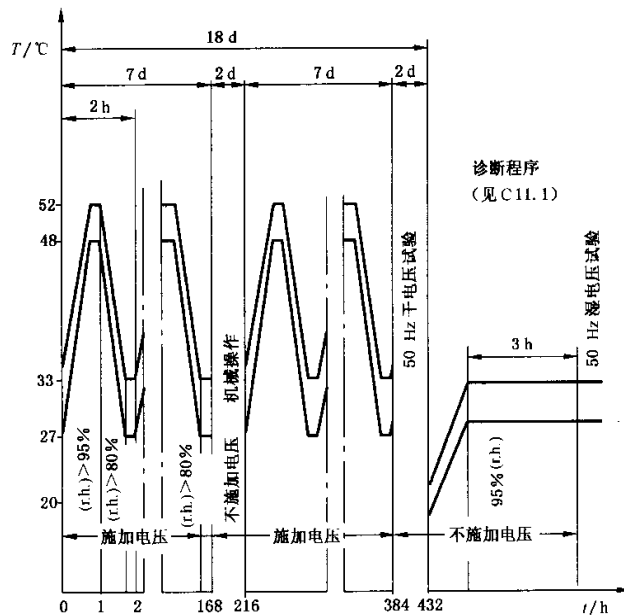


图 C.5 1级老化试验—试验程序 A(见 C.9.1) (r.h)-相对湿度

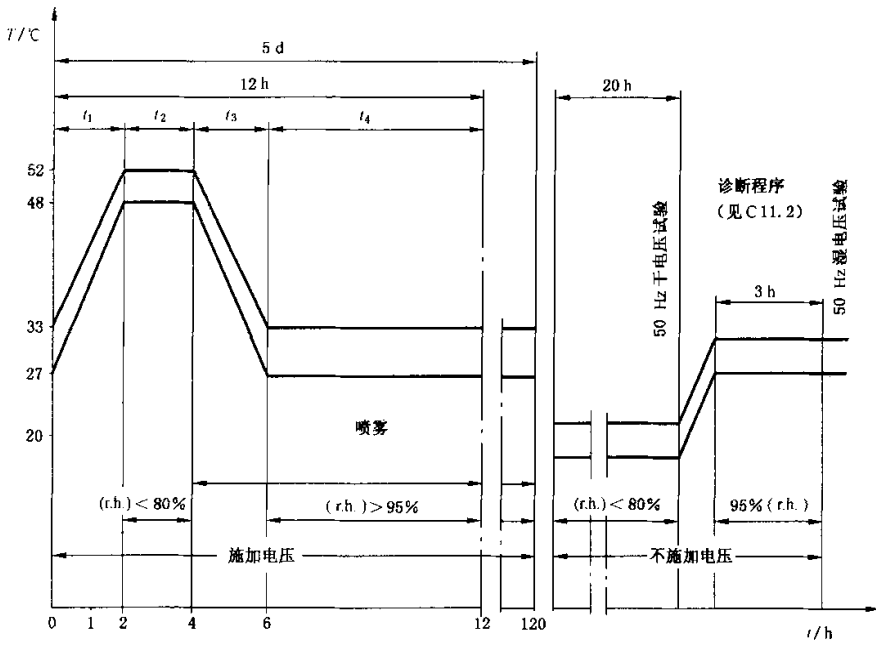


图 C.6 1级老化试验—试验程序 B(见 C.9.2) (r.h)-相对湿度

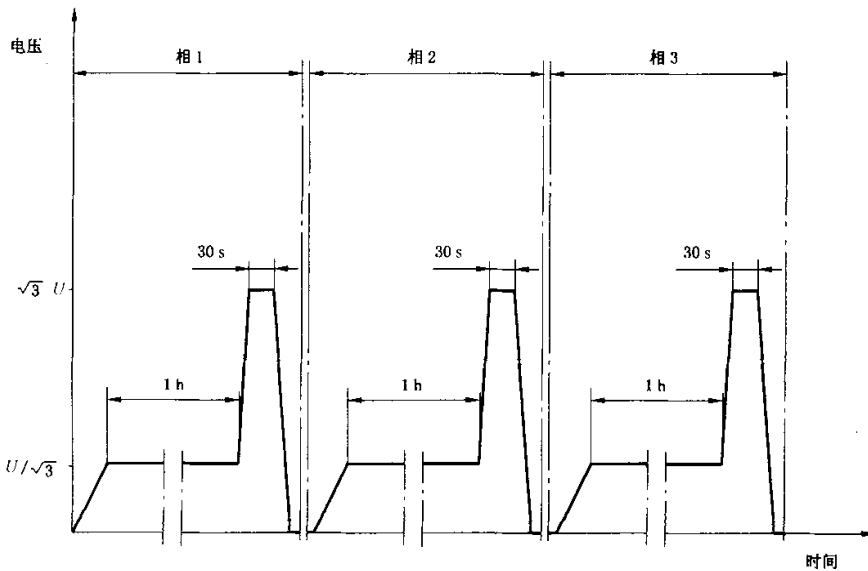
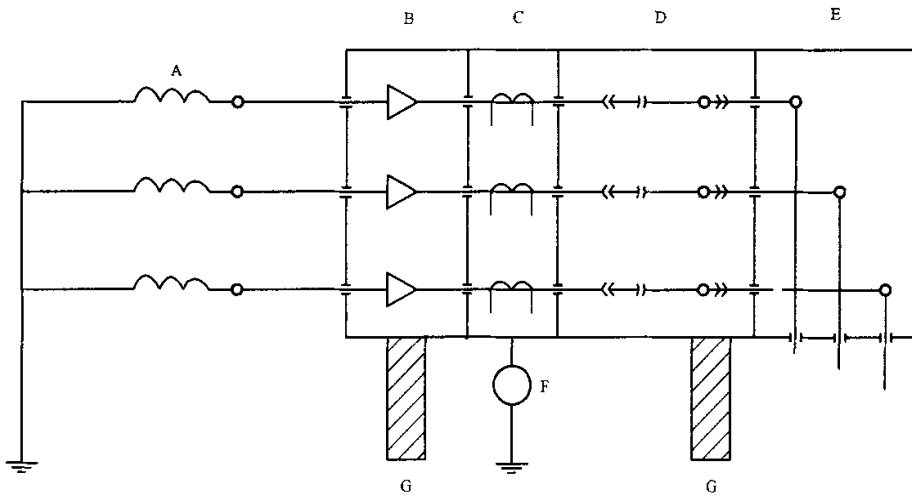
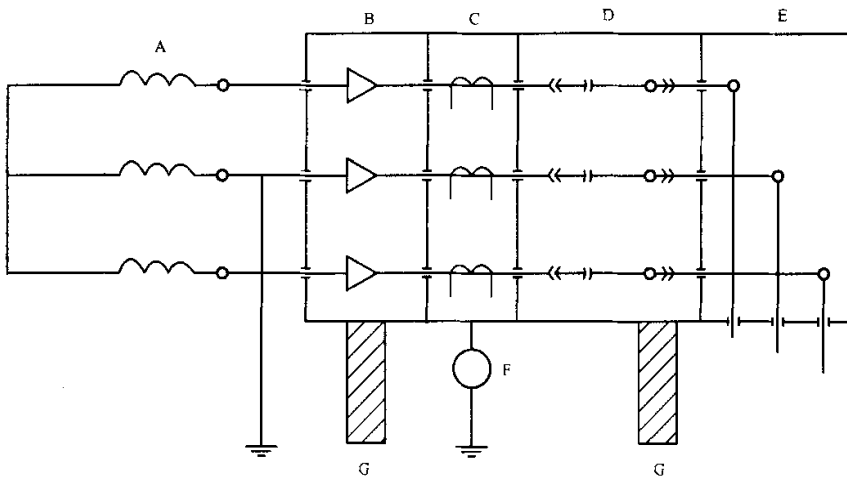


图 C.7 按程序 A 或 B 后的工频湿耐压试验



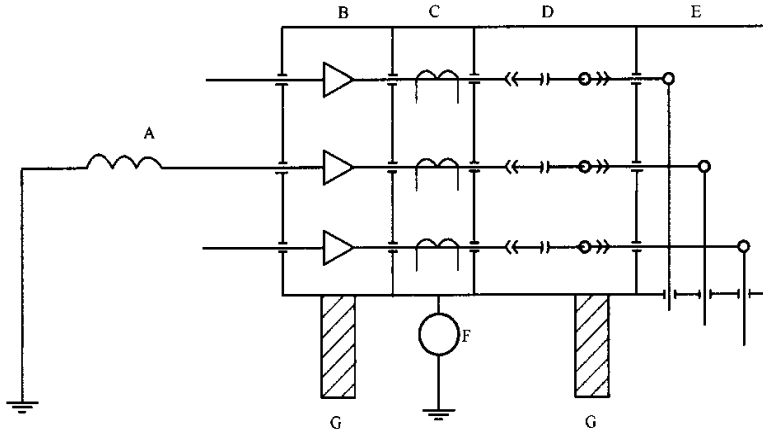
- A—电源变压器；
- B—电缆盒；
- C—电流互感器；
- D—断路器(已合闸)；
- E—母线排；
- F—测量装置；
- G—支柱绝缘子。

图 C.8 泄漏电流测量:布置方式 1



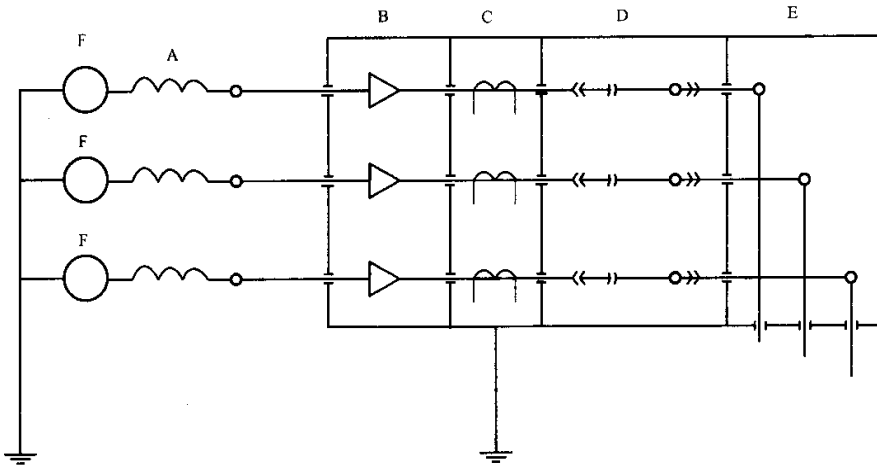
- | | |
|-------------|----------|
| A—电源变压器； | E—母线排； |
| B—电缆盒； | F—测量装置； |
| C—电流互感器； | G—支柱绝缘子。 |
| D—断路器(已合闸)； | |

图 C.9 泄漏电流测量:布置方式 2



- | | |
|--------------|-----------|
| A——电源变压器； | E——母线排； |
| B——电缆盒； | F——测量装置； |
| C——电流互感器； | G——支柱绝缘子。 |
| D——断路器(已合闸)； | |

图 C. 10 泄漏电流测量: 布置方式 3



- | | |
|-----------|--------------|
| A——电源变压器； | D——断路器(已合闸)； |
| B——电缆盒； | E——母线排； |
| C——电流互感器； | F——测量装置。 |

图 C. 11 泄漏电流测量: 布置方式 4

附 录 D
(规范性附录)

根据短时持续电流的热效应计算裸导体横截面积的方法

下面的公式可用以计算承受电流持续时间为 0.2 s~5 s 的热效应的裸导体横截面积:

$$S = \frac{I}{a} \sqrt{\frac{t}{\Delta\theta}}$$

式中:

S ——导体横截面积,单位为平方毫米(mm^2);

I ——电流有效值,单位为安(A);

a ——以 $\frac{\text{A}}{\text{mm}^2} \left(\frac{\text{s}}{\text{K}}\right)^{\frac{1}{2}}$ 表示,并按下列规定取值:

铜——13;

铝——8.5;

铁——4.5;

铅——2.5。

t ——电流通过时间,单位为秒(s);

$\Delta\theta$ ——温升,单位为开(K);对裸导体一般取 180 K;如果时间超过 2 s 但小于 5 s, $\Delta\theta$ 值可增加到 215 K。

本式考虑了温度升高并非严格的绝热过程。

附录 E
(资料性附录)
解释性的注解

E.1 与 GB 3906—1991 相比,分类的变化

与 GB 3906—1991(下称“前版标准”)和其他现行实践相比,分类的变化的解释如下:

前版标准定义了三类:

- 金属铠装式;
- 间隔式;
- 箱式。

这一分类方法不够充分,理由如下:

——前版标准主要围绕可抽出式的空气绝缘外壳而编写的。现在的趋势朝着固定式和 GIS 方向发展,需要本标准代表这些设备。

——前版标准对开关设备和控制设备的分类是以三种设计为基础,这三种设计具有三种不同的功能水平,而不是以设备自身功能为基础。

本标准根据设备向维护者提供的具体功能进行分类。也就是说,根据当进入一个隔室时,能够维持开关设备和控制设备某级运行连续性的能力进行分类。

发现“箱型”包括了多种设备,在要求的运行连续性水平方面,每种都有明显的和流行的市场需求。

IEC 和 IEEE 定义的差异使得协调较难。

表 E.1 GB 3906—1991 和 IEEE 关于金属铠装定义的比较

GB 3906—1991	IEEE C 37.20.2
至少三个隔室	至少三个隔室
允许固定的 CB	仅允许可抽出的 CB
允许裸导体	一次导体被绝缘材料包裹
	变压器熔断器可移开部件 PT 和 CPT 有各自的隔室
	主母线隔板(每个面)
CB—断路器;PT—电压互感器;CPT—控制用变压器。	

本版标准提到的这一点,是基于功能而不是设计或结构特性。

特别是,推荐的新分类方法是根据当进入一个隔室时,能够维持开关设备和控制设备某级运行连续性的能力进行分类。另外,引入了在内部电弧情况下有关人员安全的分类。主要内容见表 E.2。

表 E.2 在内部电弧情况下有关人员安全的分类

隔室的可触及类型		性能
操作人员可触及的隔室	基于联锁的可触及隔室 正常操作和维护可以打开该隔室	没有打开工具——仅当高压部件不带电并接地时通过联锁才可触及
	基于程序的可触及隔室 正常操作和维护可以打开该隔室	没有打开工具——仅当高压部件不带电并接地时通过操作规程结合锁具才可触及

表 E.2 (续)

隔室的可触及类型		性能
特殊的可触及隔室	基于工具的可触及隔室 用户可以打开该隔室,但不是用于正常操作和维护	打开需要工具。对于触及程序没有特别规定 维护工作可能需要特殊的程序
不可触及隔室	用户不能打开(不打算打开)	打开会毁坏隔室,或对用户有清晰的指示。触及性不相关
按打开可触及隔室时丧失的运行连续性,开关设备的分类		性能
LSC1		需要全部或部分断开其他功能单元
LSC2	LSC2A	其他功能单元可以带电
	LSC2B	其他功能单元和所有的电缆隔室可以带电
按带电部件和打开的可触及隔室之间的隔板的性能, 开关设备的分类		性能
PM		带电部件和打开的隔室之间的隔板和活门是金属的——保持金属封闭状态
PI		在带电部件和打开的隔室之间的金属隔板/活门里有绝缘覆盖的不连续点
按正常运行期间发生内部故障时的机械、电气和火灾情况, 开关设备的分类		性能
IAC		部件没有飞出,没有点燃布料,外壳保持接地

实际上,开关设备和控制设备运行连续性丧失恰当的分类是:LSC1、LSC1-PM、LSC1-PI、LSC2A-PM、LSC2A-PI、LSC2B-PM、LSC2B-PI。详细内容和示例如下:

LSC: LSC代表当有一个打开的主回路隔室时的运行连续性丧失水平,也就是母线/电缆隔室保持带电的程度,但不需要其中流过电流。

LSC1: 1表示除打开的主回路隔室的功能单元外**,至少有一个功能单元不能连续运行。

LSC2: 2表示除打开的主回路隔室的功能单元外**,其他所有的功能单元都能连续运行。

LSC2A: A表示打开功能单元的主回路隔室,该功能单元不能连续运行。满足下列条件就是这一类:

- a) 每两个功能单元间有一块隔板;
- b) 最少两个隔室,且每个功能单元最少一个断点。

LSC2B: B表示打开功能单元的主回路隔室,该功能单元的其他隔室可以连续运行。满足下列条件就是这一类:

- a) 每两个功能单元间有一块隔板;
- b) 最少三个隔室,且每个功能单元最少两个断点。

LSC1-PM: PM表示隔板和活门是金属的。

LSC2B-PI: PI表示至少一个隔板或活门是非金属的。

** 如果打开的是单母线系统中的母线隔室,则该段母线上的所有功能单元的隔室打开。

按照本标准,推荐采用从整体到部分的方法来规定或描述一个金属封闭开关设备和控制设备。

功能性:

——需要哪种模式的(功能单元的类型、固定式或移开式、需要的结构和隔室、维护的需求)?

运行连续性和可触及性条件:

——需要打开哪个隔室?

——哪个隔室必须是可触及的(如果有)(3.107)?

——需要控制的、基于程序的或基于工具的可触及性吗?

——一个隔室打开时,其他功能单元可能的运行连续性(继续输送电能的可能性)(LSC1/2)?

——电缆可能继续带电吗?(LS2A/B)

——需要打开的隔室中没有电场吗?(PM/PI级)

E.2 ANSI 定义的金屬铠装

按照本标准,ANSI 定义的金屬铠装开关设备是 LSC2B-M 级金属封闭开关设备和控制设备,用下列主要的附加要求表示其特点:

——主开关装置是可抽出式部件,且配有自校准和自耦合的一次隔离装置和可断开的辅助和控制回路;

——电压互感器和控制用电源变压器具有独立的隔室。这些隔室由接地的金属封闭且无需打开。水平方向相邻的功能单元间的母线隔室是分开的;

——尤其是可抽出部件(或其一部分)的前面应有金属隔板,以保证在断开位置且打开门时,不会暴露高压部件;

——主回路导体和连接线全部用阻燃的绝缘材料包裹;

——采用下列任意一种方法安装机械联锁,以防人员受到来自储能的可抽出部件意外释放能量的伤害:

a) 隔室中安装联锁,防止当储能机构储能时将开关装置从隔室中完全抽出;

b) 有合适的装置,防止在合闸功能阻塞以前将开关装置从隔室中完全抽出;

c) 有机构,使得从隔室中抽出开关装置期间或之前自动释放储存的能量。如果开关装置离开接通位置之前已释放掉储存的能量,需要附加的电气联锁以防再次储能。

——有锁定措施,以防可抽出开关装置移到接通位置;

——除了短的连接线(如互感器端子上的)外,用接地金属隔板将辅助回路和高压部件隔开;

——所有电压互感器的主回路中有限流熔断器。保护互感器的主回路熔断器应这样安装,在触及之前熔断器必须与高压回路隔离。高压回路隔离后,规定电压互感器的低压回路隔离或自动接地。对高压绕组和/或熔断器的隔离操作期间接地作出规定以消除静电电荷。

E.3 按照本标准的定义,GB 3906—1991 定义的铠装式的类型

对下述通用设计,只要满足相关的特性和要求,GB 3906—1991 的分类和新的分类有以下关系:

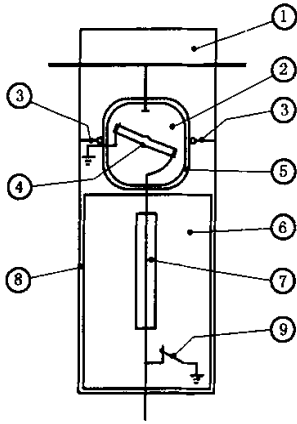
GB 3906—1991 的有可抽出断路器和金属活门的金属铠装式是现在的 LSC2B-PM 类。

GB 3906—1991 的有可抽出断路器和绝缘活门的金属铠装式是现在的 LSC2B-PI 类。

GB 3906—1991 的有可抽出断路器的间隔式是现在的 LSC2B-PI 类。

GB 3906—1991 的其他间隔式或箱式是现在的 LSC1、LSC2A-PI 或 LSC2B-PI 类,具体根据结构情况决定。

E.4 模块式熔断——负荷开关型的示例



图中:

- 1——母线隔室;
- 2——充气隔室;
- 3——金属隔板;
- 4——负荷隔离开关/隔离开关(位于隔离位置并接地);
- 5——绝缘外壳;
- 6——熔断器/电缆隔室;
- 7——熔断器;
- 8——与接地开关联锁的门;
- 9——与负荷隔离开关/隔离开关联锁的接地开关。

隔 室	母线室	熔断器/电缆	负荷开关
模式(固定式/抽出式)	固定式	固定式	固定式
可触及类型(联锁控制的/基于程序的/基于工具的/不可触及)	基于工具的	联锁控制的	不可触及

正常运行和维护需要触及熔断器/电缆隔室(即更换熔断件),所以应是联锁控制的或基于程序的可触及隔室。此例中是联锁控制的可触及隔室。

		可以继续带电的开关设备和控制设备部分	
		对应功能单元的电缆	其他所有单元
打算打开的隔室	熔断器/电缆隔室	不可以	可以
	母线隔室负荷	没关系;单母线设备(见 3.131.1)	没关系;单母线设备(见 3.131.1)
	开关隔室	没关系;不可触及	没关系;不可触及

打开功能单元的熔断器/电缆隔室,其他功能单元都可以继续保持带电,可以连续运行。但是,熔断器隔室的电缆不能继续保持带电。

打开的熔断器/电缆隔室和带电母线之间的金属隔板中有断点。也就是负荷开关隔室的绝缘隔板。新的分类是 LSC2A-PI;过去的分类是间隔式。

参 考 文 献

下列出版物作为资料列入本标准：

GB/T 4109—1999 高压套管技术条件(eqv IEC 60137:1995)

GB 7674—1997 72.5 kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备(eqv IEC 60517:1990)

EN 50187:1996 1 kV~52 kV 交流开关设备和控制设备的充气隔室

IEEE C37.20.7:2001 中压金属封闭开关设备内部电弧故障试验 IEEE 导则
