ICS 29.130.10; 29.130.99
K 43

中华人民共和国国家标准

GB 1985-2004
代替GB 1985-1989,GB/T 13601-1992

高压交流隔离开关和接地开关

High-voltage alternating-current
disconnectors and earthing switches

（IEC 62271-102:2002 High-voltage switchgear and controlgear-Part 102:High-voltage alternating current disconnectors and earthing switches,MOD）

2004-05-14 发布　　2005-02-01 实施

国家质量监督检验检疫总局　发布

目　次

前言 83
1 概述 85
1.1 范围 85
1.2 规范性引用文件 85
2 正常和特殊使用条件 85
3 术语和定义 85
3.1 通用术语 86
3.2 开关设备和控制设备的总装 86
3.3 总装的组成部分 86
3.4 开关装置 86
3.5 开关装置部件 87
3.6 操作 88
3.7 特性参量 89
4 额定值 92
4.1 额定电压（U_r） 92
4.2 额定绝缘水平 92
4.3 额定频率（f_r） 92
4.4 额定电流和温升 92
4.5 额定短时耐受电流（I_K） 93
4.6 额定峰值耐受电流（I_P） 93
4.7 额定短路短持续时间（t_k） 93
4.8 合闸和分闸装置及辅助和控制回路的额定电源电压（U_a） 93
4.9 合闸和分闸装置及辅助回路的额定电源频率 93
4.10 绝缘和/或操作用压缩气源的额定压力 93
4.101 额定短路关合电流 93
4.102 额定接触区 93
4.103 额定端子机械负荷 94
4.104 隔离开关母线转换电流开合能力的额定值 95
4.105 接地开关感应电流开合能力的额定值 95
4.106 隔离开关和接地开关机械寿命的额定值 95
4.107 接地开关电寿命的额定值 95
5 设计和结构 95
5.1 对隔离开关和接地开关中液体的要求 95

5.2 对隔离开关和接地开关中气体的要求 95
5.3 隔离开关和接地开关的接地 96
5.4 辅助和控制设备 96
5.5 动力操作 96
5.6 储能操作 96
5.7 不依赖人力的操作 96
5.8 脱扣器的操作 96
5.9 低压力和高压力闭锁和监视装置 96
5.10 铭牌 96
5.11 联锁装置 97
5.12 位置指示 97
5.13 外壳的防护等级 97
5.14 爬电距离 97
5.15 气体和真空的密封 97
5.16 液体的密封 97
5.17 易燃性 97
5.18 电磁兼容性(EMC) 97
5.101 对接地开关的专门要求 97
5.102 对隔离开关隔离断口的要求 98
5.103 机械强度 98
5.104 隔离开关和接地开关的操作——动触头系统的位置及其指示、信号装置 98
5.105 人力操作需要的最大力 99
5.106 尺寸公差 99
6 型式试验 99
6.1 概述 99
6.2 绝缘试验 100
6.3 无线电干扰电压(r.i.v.)试验 101
6.4 回路电阻的测量 101
6.5 温升试验 101
6.6 短时耐受电流和峰值耐受电流试验 101
6.7 防护等级检验 103
6.8 密封试验 103
6.9 电磁兼容性试验(EMC) 103
6.101 接地开关短路关合能力试验 103
6.102 操作和机械寿命试验 104
6.103 严重冰冻条件下的操作 106
6.104 极限温度下的操作 108
6.105 位置指示装置正确功能试验 108
6.106 母线转换电流开合试验 109
6.107 感应电流开合试验 109
6.108 母线充电电流开合试验 109
7 出厂试验 109
7.1 主回路的绝缘试验 109
7.2 辅助和控制回路的绝缘试验 109
7.3 主回路电阻的测量 109

7.4 密封试验 109
7.5 设计和外观检查 110
7.101 机械操作试验 110
8.隔离开关和接地开关的选用导则 110
8.101 概述 110
8.102 正常运行条件下额定值的选择 110
9 随询问单、标书和订单提供的资料 112
9.101 随询问单和订单提供的资料 112
9.102 随标书提供的资料 114
10 运输、储存、安装、运行和维修规则 115
10.1 运输、储存和安装时的条件 115
10.2 安装 115
10.3 运行 115
10.4 维修 115
11 安全 115
11.1 电气方面 115
11.2 机械方面 115
11.3 热的方面 115
11.4 操作方面 115

附录 A（规范性附录）位置指示装置的设计和试验 122
A.1 概述 122
A.2 正常和特殊使用条件 122
A.3 术语和定义 122
A.4 额定值 122
A.5 设计和结构 123
A.6 型式试验 123
A.7 出厂试验 125
附录 B（规范性附录）隔离开关开合母线转换电流 126
B.1 概述 126
B.2 正常和特殊使用条件 126
B.3 术语和定义 126
B.4 额定值 126
B.5 设计和结构 127
B.6 型式试验 127
附录 C（规范性附录）接地开关开合感应电流 131
C.1 概述 131
C.2 正常和特殊使用条件 131
C.3 术语和定义 131
C.4 额定值 132
C.5 设计和结构 132
C.6 型式试验 133
附录 D（资料性附录）接地开关操作(暂时接近)时最不利的绝缘位置的试验电压 138
附录 E（规范性附录）对气体绝缘和/或金属封闭开关设备中使用的隔离开关和接地开关的特殊要求 139

E.1 概述 139
E.2 正常和特殊使用条件 139
E.3 术语和定义 139
E.4 额定值 140
E.5 设计和结构 140
E.6 型式试验 140
E.7 出厂试验 141
E.8 隔离开关和接地开关的选用导则 142
E.9 随询问单、标书和订单提供的资料 142
E.10 运输、储存、安装、运行和维修规则 142

附录 F（规范性附录）额定电压72.5kV及以上气体绝缘金属封闭开关设备-隔离开关开合母线充电电流的要求 143
F.1 概述 143
F.2 正常和特殊使用条件 143
F.3 术语和定义 143
F.6 型式试验 143
附录 G（资料性附录）变压器中性点接地用隔离开关的额定绝缘水平 150

图1 静触头方向与支承导线平行 116
图2 静触头方向与支承导线垂直 116
图3 额定电压40.5kV及以下隔离开关和接地开关的三相试验布置 117
图4 额定电压72.5kV及以上、具有水平隔离断口的隔离开关和接地开关的单相试验布置 118
图5 额定电压72.5kV及以上、使用软导线、具有垂直隔离断口的单柱式隔离开关(接地开关)的单相试验布置 119
图6 额定电压72.5kV及以上、使用硬导线、具有垂直隔离断口的单柱式隔离开关(接地开关)的单相试验布置 120
图7 双柱式隔离开关施加额定端子机械负荷的例子 121
图8 摺架式隔离开关施加额定端子机械负荷的例子 121
图A.1 位置指示装置 125
图B.1 母线转换电流关合和开断试验的试验回路 130
图C.1 电磁感应电流关合和开断试验的试验回路 136
图C.2 静电感应电流关合和开断试验的试验回路 137
图F.1 试验方式1的试验回路 145
图F.2 典型的电压波形(包含VFT和FT分量) 146
图F.3 试验方式2的试验回路 147
图F.4 试验方式3的试验回路 147

表1 静触头由软导线支承时推荐的接触区 93
表2 静触头由硬导线支承时推荐的接触区 94
表3 推荐的额定端子静态机械负荷 94
表3a 隔离开关的机械寿命分类 95
表4 铭牌内容 96
表5 1min工频耐受电压 101
表6 工频电压试验 109

表B.1 隔离开关的额定母线转换电压 127
表C.1 接地开关的额定感应电流和额定感应电压的标准值 132
表C.2 电磁感应电流开断试验恢复电压的标准值 134
表C.3 静电感应电流关合和开断试验的试验回路的电容(C_1 值) 135
表F.1 关合和开断试验的试验电压 146
表F.2 规定的母线充电电流 147
表F.3 规定的试验次数 148
表G.1 变压器中性点接地用隔离开关的额定绝缘水平 150

前　言

本标准的全部技术内容为强制性。

本标准是根据 IEC 62271－102：2002（第 1 版）《高压交流隔离开关和接地开关》对 GB 1985－1989《交流高压隔离开关和接地开关》进行全面修订的。IEC 62271－102：2002 代替 IEC 60129：1984。

本标准与 IEC 62271－102：2002 的一致性程度为修改采用。

本标准与 IEC 62271－102：2002 的主要差异体现在：

——适用范围，根据我国电网的实际情况，去掉了 IEC 62271－102：2002 中的额定频率 60 Hz；根据我国行业的分工情况，适用的设备的最低电压由 IEC 62271－102：2002 的 1 000 V 改为 3.6 kV；

——额定电压，去掉了与我国电网无关的数值，按照 GB/T 11022－1999 中所列的数值。

——本标准列出的规范性引用文件，均已采用 IEC 标准，但采用程度不同；

——明确接地开关的额定短路持续时间为 2 s；

——修改了隔离开关额定端子静态机械负荷值；

——明确了接地开关机械寿命的额定值；

——在 6.1.1 中，明确操作和机械寿命试验以及 GB/T 11022 中给出的型式试验为强制的型式试验；将 IEC 62271-102：2002 的该条款中列举的“非强制的型式试验”改为“适用时，强制的型式试验”；

——按附录 D，修正了表 5 中额定电压 126 kV、252 kV、363 kV 的耐受电压值；

——对户内隔离开关和接地开关，增加了凝露试验的要求；

——将无线电干扰试验的合格判据改为：在 $1.1U/\sqrt{3}$ 下的无线电干扰电平不得超过 2 000 μV；

——将 IEC 62271－102：2002 的图 5 与图 6 中的图形对调，并明确按图 5 试验时，应施加的额定端子静态机械负荷为水平纵向 F_{a1}；

——在 6.102.3.2 中，按 E.6.102.3，增加了配备联锁的隔离开关和接地开关联锁的验证；

——根据我国需要，修改和补充了额定母线转换电压值；

——根据我国需要，增加了附录 G。

本标准与 IEC 62271-102：2002 的差异，在本标准正文的页边空白处对应于有关修改的条文位置用垂直单线（｜）进行标识。

本标准与 GB 1985－1989 的主要差异有：

——标准体系的差异：我国在等效采用 IEC 60129：1984 时，把 IEC 60129：1984 分成了两个标准，即 GB 1985－1989、GB/T 13601－1992。后来，IEC 又先后出版了 IEC 61128：1992（对应于我国的 JB/T 6462－1992）和 IEC 61129：1992（对应于我国的 JB/T 6461－1992）和 IEC 61259：1994。本标准包含了上述各项标准的内容；

——明确封闭式开关设备中的隔离开关和接地开关属于本标准的范围；

——额定电压按照 GB/T 11022－1999 的规定进行了修改，并根据发展的需要，增加了 800 kV 一

· 档及相关的参数；

——引用和给出的术语大量增加，如M0级、M1级、M2级隔离开关，E0级、E1级、E2级接地开关，并联绝缘体等；

——修改了隔离开关和接地开关的额定端子静态机械负荷、单柱式隔离开关和接地开关的额定接触区、人力操作所需要的力；给出了装有接地刀的水平隔离断口的隔离开关，接地刀临时接近时的1 min工频耐压值；

——增加了外壳的防护等级、爬电距离、易燃性和电磁兼容性等要求，去掉了GB 1985－1989中的对人力操动机构操作件的尺寸要求、互换性等内容；

——修改了操作和机械寿命试验、接地开关电寿命试验的额定值和试验方法；增加了作为状态检查的电压试验，并给出了具体要求；

——增加了试品的分组、确认试品用的资料以及型式试验报告包含的资料等内容；

——增加第8章《隔离开关和接地开关的选用导则》、第9章《随询问单、标书和订单提供的资料》、第11章《安全》；

——增加了附录A、附录B、附录C、附录D、附录E、附录F。

本标准中章、条的编排顺序与IEC 62271－102：2002一致。

本标准应与1999年发布的GB/T 11022一起使用，除非本标准另有规定，本标准执行GB/T 11022的规定。为了简化相同要求的表述，本标准的章、条号与GB/T 11022所用的相同。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。

本标准的附录A、附录B、附录C、附录E和附录F是规范性附录，附录D和附录G是资料性附录。

本标准自实施之日起，同时代替GB 1985－1989、GB/T 13601－1992。

本标准由原中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由全国高压开关设备标准化技术委员会归口。

本标准起草单位及成员：

负责起草单位：沈阳高压开关有限责任公司：杨大锟　沈聿修　傅修恒　张姝　江海　刘伯涛　杨英杰

参加起草单位：西安高压电器研究所：严玉林　王平

中国电力科学研究院高压开关研究所：顾霓鸿　曹荣江

西安西开高压电气股份公司：周尤勋　王宇驰

平顶山天鹰集团有限责任公司：王品珍　刘玉芬

北京北开电气股份有限公司：卢国平　何志猛

抚顺高岳开关有限公司：杨学清

重庆高压开关厂：金志凌　陈昌禄

湖北开关厂：李家兴

国家电力公司东北公司：于波

国家电力公司华东公司：刘兆林

本标准主要起草人：杨大锟　沈聿修　张姝　严玉林　顾霓鸿

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB 1985－1980，GB 1985－1989

——GB/T 13601－1992

高压交流隔离开关和接地开关

1 概述

1.1 范围

本标准适用于设计安装在户内和户外、端子是封闭和敞开的、额定电压 3.6 kV 及以上且运行频率 50 Hz 及以下的交流隔离开关和接地开关。

本标准也适用于这些隔离开关和接地开关的操动机构及其辅助设备。

封闭式开关设备和控制设备中的隔离开关和接地开关的附加要求在 GB 3906、GB 7674 和 IEC 60466 中给出。

注：本标准不包括将熔断器作为其一个组件的隔离开关。

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 311.2 - 2002 绝缘配合 第二部分：高压输变电设备的绝缘配合使用导则（eqv IEC 60071-2：1996）

GB/T 1804 - 2000 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差（eqv ISO 2768 - 1：1989）

GB/T 2900.20-1994 电工术语 高压开关设备（neq IEC 60050）

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

GB 3906 - 1991 3 ~ 35 kV 交流金属封闭开关设备（neq IEC 60298：1990）

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

GB 4208 - 1993 外壳的防护等级（IP 代码）（eqv IEC 60529：1989）

GB/T 5582-1993 高压电力设备外绝缘污秽等级（neq IEC 60815：1986）

GB/T 7354 - XXXX 局部放电测量（idt IEC 60270：2000）

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）

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 14810 - 1993 110 kV 及以上交流高压负荷开关（neq IEC 60265 - 2：1988）

IEC 60466：1987 额定电压 1 kV 以上至 38 kV 交流绝缘封闭开关设备和控制设备

IEC 60865 - 1：1993 短路电流 — 效应的计算 — 第 1 部分：定义和计算方法

2 正常和特殊使用条件

GB/T 11022 的第 2 章适用。

3 术语和定义

GB/T 11022 的第 3 章适用，并作如下补充：

本章包括所需要的定义，其中的大多数参照 GB/T 2900. 20。

3.1

通用术语 general terms

3.1.101

户内开关设备和控制设备 indoor switchgear and controlgear

设计仅安装在建筑物或其它遮蔽物内的开关设备和控制设备，在这些场所可保护开关设备和控制设备免受风、雨、雪、异常沉积的尘埃、异常的凝露、冰和霜等作用。

3.1.102

户外开关设备和控制设备 outdoor switchgear and controlgear

适合于安装在露天的开关设备和控制设备，即能够耐受风、雨、雪、淀积的尘埃、凝露、冰和霜等作用。

3.1.103

（隔离开关或接地开关一个部件的）温升 temperature rise（of a part of a disconnector or earthing switch）

部件温度与周围空气温度之差。

3.1.104

用户 user

使用隔离开关或接地开关的个体或法定团体。

注：用户可以包括隔离开关或接地开关的买主（如电力供应商），也可以包括承包公司、负责安装、维修的人员或操作人员，或其他对隔离开关、接地开关或变电站暂时或长期负责的人员，乃至开关设备的运行人员。

3.2

开关设备和控制设备的总装 assemblies of switchgear and controlgear

没有特别的定义。

3.3

总装的组成部分 parts of assemblies

没有特别的定义。

3.4

开关装置 switching devices

3.4.101

隔离开关 disconnector

GB/T 2900.20 的 3.24 适用，并补充下面的注：

注 1："可忽略的电流"意指这样的电流，像套管、母线、联接线、非常短的电缆的容性电流，断路器上永久性连接的均压阻抗的电流以及电压互感器和分压器的电流。按此定义，额定电压 363 kV 及以下时，不超过 0.5 A 的电流是一个可以忽略的电流；额定电压 550 kV 及以上且电流超过 0.5 A 时，应向制造厂咨询。

"电压无显著变化"是指感应式电压调节装置或断路器被旁路的情况。

注 2：对额定电压 72.5 kV 及以上的隔离开关，可以规定开合母线转换电流的额定性能。

3.4.101.1

M0 级隔离开关 disconnector class M0

具有 1 000 次操作循环的机械寿命，适合输、配电系统中使用且满足本标准一般要求的隔离开关。

3.4.101.2

M1 级隔离开关 disconnector class M1

具有 2 000 次操作循环的延长机械寿命的隔离开关，主要用于隔离开关和同等级的断路器关联操作的场合。

3.4.101.3

M2 级隔离开关 disconnector class M2

具有 10 000 次操作循环的延长机械寿命的隔离开关，主要用于隔离开关和同等级的断路器关联操作的场合。

3.4.102

单柱式隔离开关（接地开关）single-column disconnector（earthing switch）

[GB/T 2900.20 的 3.25]

注：例如摺架式和半摺架式隔离开关。

3.4.103

双柱式隔离开关 double-column disconnector

[GB/T 2900.20 的 3.26]

3.4.104

三柱式隔离开关 three-column disconnector

[GB/T 2900.20 的 3.27]

3.4.105

接地开关 earthing switch

GB/T 2900.20 的 3.28 适用，并作如下补充：

注：额定电压 72.5 kV 及以上的接地开关可具有开合和承载感应电流的额定值。

GB 3804 的 E1 级、E2 级和 E3 级是以负荷开关和隔离负荷开关的电寿命为基础的。作为正常运行方式，这些开关装置有时可能要在短路条件下运行，同时，电寿命可能是“少维护”的衡量方法。

3.4.105.1

E0 级接地开关 earthing switch class E0

适合于输、配电系统中使用的且满足本标准一般要求的接地开关。

3.4.105.2

E1 级接地开关 earthing switch class E1

具有短路关合能力的 E0 级接地开关。

注：该级接地开关能够在额定关合电流下经受两次关合操作。

3.4.105.3

E2 级接地开关 earthing switch class E2

适合于 35 kV 及以下的系统中使用的、具有延长的短路关合操作次数的且需要最少维护的 E1 级接地开关。

注：通过在额定关合电流下的五次关合操作来证明该级接地开关的维护要求可以降低，以及需要最少的维护，如润滑（补气和清洁外表面，如适用）。

3.5

开关装置的部件 parts of switching devices

3.5.101

开关装置的极 pole of a switching device

仅与开关装置主回路的一个电气上独立的导电路径相关的开关装置的一部分，它不包括为所有的极一起安装和操作提供方式的那些部分。

注：如果开关装置只有一极，则称为单极开关装置。如果多于一极，只要这些极可以一起操作，则称为多极（两极、三极等等）开关装置。

3.5.102

（开关装置的）主回路 main circuit (of a switching device)

包含在准备合闸和分闸回路中的开关装置的所有导电部分。

3.5.103

（机械开关装置的）触头 contact (of a mechanical switching device)

[GB/T 2900.20 的 4.1]

3.5.104

主触头 main contact

[GB/T 2900.20 的 4.4]

3.5.105

控制触头 control contact

[GB/T 2900.20 的 4.6]

3.5.106

“a”触头 动合触头（常开触头） “a” contact make contact

[GB/T 2900.20 的 4.8]

3.5.107

“b”触头 动断触头（常闭触头） “b” contact break contact

[GB/T 2900.20 的 4.9]

3.5.108

位置信号装置 position signalling device

隔离开关或接地开关的一个部件，它用辅助能量指示主回路的触头处于分闸位置或处于合闸位置。

3.5.109

端子（作为一个元件） terminal (as a component)

用来把装置和外部导体连接的元件。

3.5.110

（单柱式隔离开关和接地开关的）接触区 contact zone (for single-column disconnectors and earthing switches)

为使静触头能与动触头正确接触，静触头可以占据的位置的空间区域。

3.6

操作 operation

3.6.101

（机械开关装置的）操作 operation (of a mechanical switching device)

[GB/T 2900.20 的 5.1]

3.6.102

（机械开关装置的）操作循环 operation cycle (of a mechanical switching device)

[GB/T 2900.20 的 5.5]

3.6.103

（机械开关装置的）合闸操作 closing operation (of a mechanical switching device)

3.7.102

峰值电流 peak current

电流出现后的瞬态过程中，电流的第一个大半波的峰值。

3.7.103

（隔离开关的）正常电流 normal current（of a disconnector）

在规定的使用和性能条件下，隔离开关的主回路能够连续承载的电流。

3.7.104

短时耐受电流 short-time withstand current

在规定的使用和性能条件下，在规定的短时间内，回路和处于合闸位置的开关装置能够承载的电流。

3.7.105

峰值耐受电流 peak withstand current

在规定的使用和性能条件下，回路和处于合闸位置的开关装置能够耐受的峰值电流。

3.7.106

额定值 rated value

通常由制造厂对在规定的工作条件下的元件、装置或设备所规定的参数值。

3.7.107

绝缘水平 insulation level

在规定的条件下，装置的绝缘设计应耐受的试验电压。

3.7.108

1 min工频耐受电压 one minute power frequency withstand voltage

在规定的试验条件下，隔离开关或接地开关的绝缘耐受的工频正弦交流电压的有效值。

3.7.109

冲击耐受电压 impulse withstand voltage

在规定的试验条件下，隔离开关或接地开关的绝缘耐受的标准冲击电压波的峰值。

注：视波形而定，此术语可以限定为操作冲击耐受电压或雷电冲击耐受电压。

3.7.110

外绝缘 external insulation

大气中的空气间隙以及与空气接触的隔离开关或接地开关的固体绝缘表面，它承受电压的作用并受到大气和其它外部条件（例如污秽、湿气、鸟兽等）的影响。

注：外绝缘可以是气候防护的，也可以是非气候防护的，分别对应于设计用在户外或封闭掩体内。

3.7.111

内绝缘 internal insulation

设备绝缘的内部固体、液体或气体绝缘部分，它不受大气和其它外界条件的影响。

3.7.112

自恢复绝缘 self-restoring insulation

破坏性放电后，能完全恢复其绝缘性能的绝缘。

3.7.113

非自恢复绝缘 non-self-restoring insulation

破坏性放电后，丧失其绝缘性能或不能完全恢复其绝缘性能的绝缘。

注：3.7.112 和 3.7.113 的定义仅适用于绝缘试验期间因施加试验电压而引起放电的情况。但是，在运行中发生

的放电可能引起自恢复绝缘部分或全部丧失其原有的绝缘性能。

3.7.114

并联绝缘体 parallel insulation

指绝缘子布置由两个绝缘子并联，两个绝缘子间的距离可能影响其绝缘强度的情况。

注：对于端子是敞开的隔离开关和接地开关，如果操作（驱动）绝缘子靠近支持绝缘子时，就成为并联绝缘体。

3.7.115

破坏性放电 disruptive discharge

在电压作用下与绝缘失效有关的现象。此时，受试绝缘完全被放电所桥接，使电极间的电压降低到零或接近于零。

注 1：本术语适用于固体、液体和气体介质以及它们的组合体中的放电。

注 2：固体介质中的破坏性放电导致绝缘强度永久性丧失（非自恢复绝缘）；而在液体或气体介质中，绝缘强度的丧失可能仅是暂时的（自恢复绝缘）。

3.7.116

电气间隙 clearance

两个导电部件间的、沿这些导电部件间最短路径的直线距离。

3.7.117

极间电气间隙 clearance between poles

相邻极的任何导电部件的电气间隙。

3.7.118

对地电气间隙 clearance to earth

任何导电部件和任何接地或打算接地的部件间的电气间隙。

3.7.119

触头开距 clearance between open contacts

GB/T 2900.20 的 5.22 适用，并补充下面的注：

注：确定总开距时，应当考虑到各段开距之和。

3.7.120

（机械开关装置一极的）隔离断口 isolating distance（of a pole of a mechanical switching device）

符合对隔离开关所规定的安全要求的断开触头间的电气间隙。

3.7.121

端子机械负荷 mechanical terminal load

作用在每一端子上的外部负荷。

注 1：该外部负荷是隔离开关或接地开关可能承受的机械合力。不包括作用于设备本身上的风力，因为它们不构成端子的外部负荷。

注 2：隔离开关或接地开关可能承受大小、方向和作用点不同的几个机械力。

注 3：通常，按此定义的端子负荷不适用于封闭式开关设备。

3.7.121.1

端子静态机械负荷 static mechanical terminal load

每个端子上的静态机械负荷等于隔离开关或接地开关由软导线或硬导线与该端子连接时，该端子所承受的机械力。

3.7.121.2

端子动态机械负荷 dynamic mechanical terminal load

静态机械负荷和短路条件下电磁力的组合负荷。

3.7.122

开合母线转换电流 bus transfer current switching

不是将负荷开断，而是将负荷从一条母线转移到另一条母线上时隔离开关在有载条件下所进行的开断和关合操作。

3.7.123

开合感应电流 induced current switching

用接地开关开断或关合感性或容性电流的操作，这些电流是由平行的高压线路在已接地的或未接地的线路中所感应的电流。

注：当两条或多条输电线路一起安装在线路杆塔上时，或者两条或多条线路安装在邻近设置的不同杆塔上时，带电的线路将对不带电的线路产生电磁感应和静电感应能量，根据不带电的线路是一端接地或两端接地，在不带电的线路上将流过容性或感性电流。

4 额定值

GB/T 11022 的第 4 章适用，并对额定值列表作如下补充：

k） 额定短路关合电流（仅对接地开关）；

l） 额定接触区（仅对单柱式隔离开关）；

m） 额定端子机械负荷；

而且，对额定电压 72.5 kV 及以上：

n） 隔离开关母线转换电流开合能力的额定值；

o） 接地开关感应电流开合能力的额定值。

4.1 额定电压（U）

GB/T 11022 的 4.1 适用。

4.2 额定绝缘水平

GB/T 11022 的 4.2 适用，并作如下补充：

对于隔离断口与底座平行且与接地开关组合成一体的隔离开关，如果最小间隙下的 1 min 工频耐受电压不低于 6.2.5 中的规定，则认为当接地刀与对面的隔离开关带电部分暂时接近过程中满足了安全要求。

注 1：除了仅配人力操动机构的接地开关操作的短时间内之外，绝缘强度的暂时降低不是安全要求的普遍问题。正因为如此，且不考虑老化，降低的绝缘强度是可以接受的。因为在接地过程中雷电和操作冲击发生的概率很低，所以不要求进行冲击电压试验。

注 2：对仅配人力操动机构的接地开关，如果国家安全规程规定了更高的耐受电压值，则可以由用户与制造厂之间协商。

注 3：如果最小的暂时电气间隙大于 GB/T 311.2 中给出的电气间隙，则不需要试验。

变压器中性点接地用隔离开关的额定绝缘水平参见附录 G。

4.3 额定频率（f_r）

GB/T 11022 的 4.3 适用。

4.4 额定电流和温升

GB/T 11022 的 4.4 适用。本条款一般仅适用于隔离开关。

注：根据隔离开关主电流路径的形状、结构和材料，应考虑集肤效应，因为经验表明，矩形导体在 60 Hz 下运行时的温升与 50 Hz 相比偏差大于 5%。

4.5 额定短时耐受电流（I_k）

GB/T 11022 的 4.5 适用，并作如下补充：

如果接地开关和隔离开关组合成一体，除非另有规定，接地开关的额定短时耐受电流至少应等于隔离开关的规定值。

4.6 额定峰值耐受电流（I_p）

GB/T 11022 的 4.6 适用，并作如下补充：

如果接地开关和隔离开关组合成一体，除非另有规定，接地开关的额定峰值耐受电流至少应等于隔离开关的规定值。

4.7 额定短路持续时间（t_k）

GB/T 11022 的 4.7 适用，并作如下补充：

除非另有规定，接地开关短时耐受电流的额定持续时间为 2s。

4.8 合闸和分闸装置及辅助和控制回路的额定电源电压（U_a）

GB/T 11022 的 4.8 适用。

4.9 合闸和分闸装置及辅助回路的额定电源频率

GB/T 11022 的 4.9 适用。

4.10 绝缘和/或操作用压缩气源的额定压力

GB/T 11022 的 4.10 适用。

4.101 额定短路关合电流

对具有额定短路关合电流的接地开关，应能在任何外施电压直到并包括其额定电压，任何电流直到并包括其额定短路关合电流下关合。

如果接地开关具有额定短路关合电流，它应等于额定峰值耐受电流。

4.102 额定接触区

制造厂应规定接触区的额定值（用 x_r、y_r和 z_r来表示）。表 1 和表 2 中的值仅供参考。额定值应从制造厂获得。接触区也与静触头允许的角度偏移有关。

为使隔离开关或接地开关有正确的功能，用户在确定变电站设计和绝缘子的抗弯强度时，应考虑到运行条件，确保静触头在这些限值内（见 8.102.3）。

表 1 静触头由软导线支承时推荐的接触区

额定电压（U_r） kV	x mm	y mm	$z1$ mm	$z2$ mm
72.5	100	300	200	300
126	100	350	200	300
252	200	500	250	450
363	200	500	300	450
550	200	600	400	500
x = 支承导线纵向位移的总幅度（温度的影响）； y = 水平总偏移（与支承导线垂直方向的偏移）（风的影响）； z = 垂直偏移（温度和冰的影响）。				
注：静触头由软导线固定时，$z1$ 值适用于短跨档，$z2$ 值适用于长跨档。				

表 2　静触头由硬导线支承时推荐的接触区

额定电压（U_r） kV	x mm	y mm	z mm
72.5, 126	100	100	100
252, 363	150	150	150
550	175	175	175
800	200	200	200
x = 支承导线纵向位移的总幅度（温度的影响）； y = 水平总偏移（与支承导线垂直方向的偏移）（风的影响）； z = 垂直偏移（冰的影响）。			

4.103　额定端子机械负荷

额定端子机械负荷应由制造厂规定。

隔离开关和接地开关在承受其额定端子静态机械负荷时应能合闸和分闸。

在最不利的条件下，隔离开关或接地开关的端子允许承受的最大端子静态机械负荷是该隔离开关的额定端子静态机械负荷。

推荐的额定端子静态机械负荷在表 3 中给出。而且将它们作为指南使用。

隔离开关或接地开关的端子允许承受的最大外部动态机械负荷是该隔离开关的额定动态机械负荷。

短路条件下，隔离开关和接地开关应能承受其额定端子动态机械负荷。

隔离开关或接地开关的端子机械负荷的额定值，不仅取决于它的设计，而且取决于它所用的绝缘子的强度。

绝缘子所需的弯曲强度应该计算。计算时应考虑绝缘子上面的端子所处的高度以及作用在绝缘子上的附加力（见 3.7.121 和 8.102.4）。

表 3　推荐的额定端子静态机械负荷

额定电压 （U_r） kV	额定电流 A	双柱式或三柱式隔离开关		单柱式隔离开关		垂直力 F_c[a] N
		水平纵向负荷 F_{a1} 和 F_{a2}	水平横向负荷 F_{b1} 和 F_{b2}	水平纵向负荷 F_{a1} 和 F_{a2}	水平横向负荷 F_{b1} 和 F_{b2}	
		见图 7 N		见图 8 N		
12		500	250			300
40.5	≤1 250	750	400	800	400	500
72.5	≥1 600	750	500	800	500	750
126	≤2 500	1 000	750	1 000	750	1 000
	≥3 150	1 250	750	1 250	750	1 000
252	≤1 600	1 500	1 000	2 000	1 500	1 000
	≥2 000	1 500	1 000	2 000	1 500	1 250

表 3（续）

额定电压 (U_r)	额定电流	双柱式或三柱式隔离开关		单柱式隔离开关		垂直力
		水平纵向负荷 F_{a1} 和 F_{a2}	水平横向负荷 F_{b1} 和 F_{b2}	水平纵向负荷 F_{a1} 和 F_{a2}	水平横向负荷 F_{b1} 和 F_{b2}	F_c[a]
		见图 7		见图 8		
kV	A	N		N		N
363	≤2 500	1 500	1 000	2 000	1 500	1 250
	≥3 150	1 500	1 000	2 000	1 500	1 500
550	≤3 150	2 000	1 500	3 000	2 000	1 500
	4 000	2 000	1 500	4 000	2 000	1 500
800	≤3 150	2 000	1 500	3 000	2 000	1 500
	4 000	2 000	1 500	4 000	2 000	1 500
a F_c 是模拟由连接导线的重量引起的向下的力。软导线的重量已计入纵向或横向力中。						

4.104 隔离开关母线转换电流开合能力的额定值

额定值及所有的其它细节在附录 B 中给出。

本条款适用于额定电压 72.5 kV 及以上的隔离开关。

4.105 接地开关感应电流开合能力的额定值

额定值及所有的其它细节在附录 C 中给出。

本条款适用于额定电压 72.5 kV 及以上的接地开关。

4.106 隔离开关和接地开关机械寿命的额定值

根据制造厂规定的维修方案，隔离开关应能完成表 3a 规定次数的操作。

表 3a 隔离开关的机械寿命分类

等级	隔离开关的类型	操作循环的次数
M0	标准隔离开关（基本的机械寿命）	1 000
M1	与同等级的断路器关联操作的隔离开关（延长的机械寿命）	2 000
M2	与同等级的断路器关联操作的隔离开关（延长的机械寿命）	10 000

接地开关的机械寿命按表 3a。

4.107 接地开关电寿命的额定值

接地开关的电寿命有三个等级：

——无短路关合能力的接地开关定为 **E0** 级；

——具有短路关合能力的接地开关定为 **E1** 级（这种接地开关具有两次关合操作的关合能力）；

——具有五次关合操作的短路关合能力的接地开关定为 **E2** 级。

5 设计和结构

5.1 对隔离开关和接地开关中液体的要求

GB/T 11022 的 5.1 适用。

5.2 对隔离开关和接地开关中气体的要求

GB/T 11022 的 5.2 适用。

5.3 隔离开关和接地开关的接地

GB/T 11022 的 5.3 适用，并作如下补充：

如果金属外壳和操动机构不与隔离开关或接地开关的金属底座安装在一起，并在电气上没有联结时，则金属外壳和操动机构上应提供标有保护接地符号的接地端子。

5.4 辅助和控制设备

GB/T 11022 的 5.4 适用，并见本标准的 5.104。

5.5 动力操作

GB/T 11022 的 5.5 适用，并作如下补充：

本要求也适用于动力操作的、具有额定开合和/或关合电流的隔离开关和接地开关。

配气动或液压操动机构的隔离开关和接地开关，当气（液）源压力在其额定值的 85%和 110%之间时，应能进行合闸和分闸操作。脱扣器的操作见 5.8。

5.6 储能操作

GB/T 11022 的 5.6 适用。

5.7 不依赖人力的操作

GB/T 11022 的 5.7 适用。

5.8 脱扣器的操作

GB/T 11022 的 5.8 适用。

5.9 低压力和高压力闭锁和监视装置

GB/T 11022 的 5.9 适用。

5.10 铭牌

GB/T 11022 的 5.10 适用，并作如下补充：

——隔离开关和接地开关及其操动机构的铭牌应按照表 4 标识；

——在正常运行和安装位置，铭牌应明显可见。

表 4 铭牌内容

	缩写	单位	隔离开关	接地开关[b]	操动机构
制造厂			×	×	×
型号			×	×	×
出厂编号			×	×	×
制造年份			×	×	×
额定电压	U_r	kV	×	×	
额定雷电冲击耐受电压	U_p	kV	×	×	
额定电压 363 kV 及以上的额定操作冲击耐受电压	U_s	kV	×	×	
额定电流	I_r	A	×		
额定短时耐受电流	I_k	kA	×	×	
额定短路持续时间	t_k	s	（×）[a]	（×）[a]	
绝缘和/或操作用的额定充入压力	P_{re}	MPa	×	×	×
辅助回路的额定电源电压	U_a	V			×

表 4（续）

	缩写	单位	隔离开关	接地开关[b]	操动机构
额定端子静态机械负荷	F	N	（×）	（×）	
隔离开关的机械寿命等级	M_r		（×）[c]		
接地开关的电寿命等级	E_r			（×）[c]	
质量 （包括液体）	m	kg	（×）	（×）	（×）
注 1：×表示的值的标识是强制性的。 注 2：（×）表示的值的标识是非强制性的。 注 3：“额定”一词在铭牌上可不出现。					
a 如果 t 不是 1 s 时是强制性的。 b 当接地开关与隔离开关组合为一体时，不要求有单独的铭牌。接地开关的短路额定值与隔离开关不同的情况除外。 c 如果不同于 M0 级或 E0 级，则等级的标识是强制性的。为了避免额外的留空要求，等级可包含在型号中。					

5.11 联锁装置

GB/T 11022 的 5.11 适用。

5.12 位置指示

GB/T 11022 的 5.12 适用（亦见 5.104）。

5.13 外壳的防护等级

GB/T 11022 的 5.13 适用，对二次设备的箱体补充如下：

户外设备的箱体提供的防护等级最低应为 IP3XDW。

户内设备的箱体提供的防护等级最低应为 IP2X。

此外，通常不要求在外壳打开后阻止人员偶然触及危险部位的防护（见 GB/T 11022 第 11 章）。

5.14 爬电距离

GB/T 11022 的 5.14 适用，并作如下补充：

虽然爬电距离可按 GB/T 11022 的 5.14，但对并联绝缘体的两个并联绝缘子之间的距离应予以考虑。

5.15 气体和真空的密封

GB/T 11022 的 5.15 适用。

5.16 液体的密封

GB/T 11022 的 5.16 适用。

5.17 易燃性

GB/T 11022 的 5.17 适用。

5.18 电磁兼容性（EMC）

GB/T 11022 的 5.18 适用。

宁波耐吉科技股份有限公司
资料室
NO: A11-1~3

5.101 对接地开关的专门要求

接地开关可动部件与其底座之间的铜质软连接的截面积应不小于 50 mm^2。

铜质软连接截面积的这个最小值是为了保证机械强度和抗腐蚀性能给出的。

当该软连接用来承载短路电流时，则应进行相应地设计。如果采用其它材料，则应具有等效的截面积。

5.102 对隔离开关隔离断口的要求

为了安全，隔离开关的设计应使得从其一侧的端子到另一侧任一端子不会流过危险的泄漏电流。

当运行中用可靠的接地连接将所有泄漏电流引入地下或所用的绝缘材料能有效地防止污秽时，则这一安全要求已经满足。

注：由于 GB/T 11022 对隔离断口规定了比相对地绝缘更高的耐受试验水平，通常，隔离开关的隔离间隙要比相对地的绝缘距离长。

如果需要长的爬电距离，相对地绝缘距离就会变得比隔离间隙长。对此情况，为使隔离间隙保持低的破坏性放电概率，可能需要使用避雷器或棒状放电器之类的保护装置。

5.103 机械强度

具有额定端子静态机械负荷的隔离开关和接地开关，按制造厂的说明书安装好后，应能承受其额定端子静态和动态机械负荷， 而不损害其可靠性和载流能力。

5.104 隔离开关和接地开关的操作——动触头系统的位置及其指示、信号装置

5.104.1 位置的可靠性

隔离开关和接地开关及其操动机构应这样设计：在重力、风压、振动、合理的撞击作用或其操作系统连杆受到意外碰撞的情况下，均不会脱离其分闸或合闸位置。

为了安全起见，（例如维修时）隔离开关和接地开关应能暂时机械地锁定在分闸和合闸两个位置上。

注：由钩棒操作的隔离开关或接地开关，后一段的要求可不必满足。

5.104.2 对动力操动机构的附加要求

动力操动机构也应该提供人力操作装置。人力操作装置（例如手柄）接到动力操动机构上时应能保证动力操动机构的控制电源安全地断开。

5.104.3 位置指示和位置信号

除非动触头分别到达其合闸或分闸位置，并满足 5.104.1 第一段的要求，否则不应该发出合闸和分闸位置指示和位置信号。

注：“合闸位置”和“分闸位置”的定义见 3.6.110 和 3.6.111。

5.104.3.1 位置指示

位置指示应能识别隔离开关或接地开关的工作位置。对于分闸位置，如果满足下列条件之一，则这个要求已经满足：

——隔离断口或间隙明显可见；

——保证隔离断口或间隙的每一个动触头的位置已由可靠的、看得见的位置指示装置指示。

注：在某些国家，隔离开关的设计应使隔离断口是明显可见的。

动触头和位置指示装置之间的运动链应设计得有足够的机械强度，以满足特定试验（附录 A）的要求。为保证正向驱动操作，位置指示运动链应是连续的机械联结。位置指示装置可用适当的方法直接标示在动力运动链的机械部件上。应力限制装置（如有）不应是位置指示运动链的部件。

如果隔离开关或接地开关的所有极用机械方法组合在一起能够作为一个独立元件进行操作，允许用一个共用的位置指示装置。

5.104.3.2 由辅助触头发出的电气位置信号

只有当隔离开关或接地开关所有极的位置都符合 5.104.3 规定时，才能发出隔离开关或接地开关所有极的共用信号。

如果隔离开关或接地开关的所有极用机械方法组合在一起能够作为一个独立元件进行操作，允许用一个共用的位置指示装置。

5.105 人力操作需要的最大力

下面给出的值通常对电动机操作的隔离开关和接地开关维修用手柄的操作也适用。

注：如适用，这些值包括破冰操作的操作力。

高于正常操作高度的操作高度应由制造厂和用户之间协商。

5.105.1 需要多于一转的操作

需要多于一转（例如操作手柄）操作隔离开关或接地开关所需的力应不大于 60 N，并且在最多为需要的总转数的 10%的转数内，操作力的最大值允许为 120 N。

5.105.2 需要一转以内的操作

需要一转以内（例如摇杆）操作隔离开关或接地开关所需的力应不大于 250 N（见 GB/T 11022 的 5.6.3）。在转动角度最大为 15°的范围内，操作力的最大值允许为 450 N。

5.106 尺寸公差

隔离开关和接地开关的安装尺寸、高压连接和接地连接尺寸的线性和角度尺寸公差，GB/T 1804 适用。

6 型式试验

GB/T 11022 的第 6 章适用，并作如下补充：

6.1 概述

GB/T 11022 的 6.1 适用。

6.1.1 试验的分组

GB/T 11022 的 6.1.1 适用，并将 GB/T 11022 中给出的型式试验作为强制的型式试验，且作如下补充：

强制的型式试验：

——操作和机械寿命试验（6.102）；

适用时，强制的型式试验：

——接地开关短路关合能力试验 （6.101）；

——严重冰冻条件下的操作（6.103）；

——极限温度下的操作（6.104）；

——位置指示装置正确功能试验 （6.105 和附录 A）；

——隔离开关母线转换电流开合能力试验 （6.106 和附录 B）；

——接地开关感应电流开合能力试验 （6.107 和附录 C）；

——金属封闭开关设备中使用的隔离开关的母线充电电流开合能力试验（6.108 和附录 F）。

对于强制的型式试验，至多用 4 台试品；对于适用时强制的型式试验，允许用附加的试品。

6.1.2 确认试品用的资料

GB/T 11022 的 6.1.2 适用。

6.1.3 型式试验报告包含的资料

GB/T 11022 的 6.1.3 适用，并作如下补充（如适用）：

型式试验时所用绝缘子的下列细节是特别重要的，并应在相应的试验报告中给出：

——额定弯曲强度；

——支持绝缘子（和操作绝缘子，适用时）的额定扭转强度；

——元件的高度和数量；

——爬电距离和伞形。

在绝缘试验时，应包括在指示或信号装置能发出分闸位置信号时所对应的最小间隙下的数据。应指明试验时所采用的最小间隙尺寸和最小对地高度尺寸（见 6.2.3）。还应给出最低的绝缘部件对地的距离。

在短路试验时，应包括下列资料：

——被试开关设备与试验回路的其它部分，包括端子静态机械负荷和导体的尺寸，机械和电气连接的细节；

——采用的安装布置方面的资料 ；

——对单柱式隔离开关，静触头与上面导线安装方面的资料 ；

——三极共用一台操动机构的隔离开关或接地开关，操动机构的布置方式；

——短路试验前、后的接触电阻；

——能够接近试品时，试验前、后的触头接触压力。

6.2 绝缘试验

GB/T 11022 的 6.2 适用。

6.2.1 试验时周围的大气条件

GB/T 11022 的 6.2.1 适用。

6.2.2 湿试验程序

GB/T 11022 的 6.2.2 适用。

6.2.3 绝缘试验时隔离开关和接地开关的状态

GB/T 11022 的 6.2.3 适用，并作如下补充：

处于分闸位置的隔离开关或接地开关的绝缘试验，应在指示或信号装置能够发出分闸信号时隔离开关的最小隔离断口或接地开关的最小间隙，或在与 5.104 中规定的锁定布置相一致的最小隔离断口下进行，无论哪种情况，隔离断口或间隙均为最小。

这一要求对独立运行的户内隔离开关和接地开关不适用。

6.2.4 通过试验的判据

GB/T 11022 的 6.2.4 适用，并作如下补充：

如果满足下列条件，则认为隔离开关或接地开关通过了冲击试验：

a） 非自恢复绝缘上不应发生破坏性放电；

b） 如果试验过程中出现破坏性放电，而不能给出任何理由来证明该破坏性放电出现在自恢复绝缘上，则在完成绝缘试验后应对隔离开关或接地开关进行解体检查。如果发现非自恢复绝缘击穿，则认为隔离开关或接地开关没有通过该试验。对每一个试验系列的 15 次冲击，破坏性放电的次数不应超过二次，但后五次冲击中出现的破坏性放电不得超过一次。如果后五次冲击中出现一次破坏性放电，则应增加五次附加的冲击试验来验证，该附加的试验中不应出现破坏性放电。

注 1：如果大气校正因数 K_t 小于 1.00 而大于 0.95，试验时未采用大气校正因数，则允许按照 GB/T 11022 的 6.2.4 中规定的判据。而且，如果在 15 次冲击中外绝缘上发生一次或二次破坏性放电，则应采用合适的校正因数重复进行验证闪络的特殊试验系列，以使外绝缘不出现破坏性放电。

注 2：带有试验套管的 GIS 中的隔离开关或接地开关进行试验时，因试验套管不是隔离开关或接地开关的一部分，故应不考虑和算入试验套管上出现的闪络。

注 3：试验室应使用足够的检测方法，如照片、录像、内部检查等，来确定观察到的破坏性放电的位置。

适用时，应考虑 GB 3906 和 GB 7674 的要求。

6.2.5 试验电压的施加和试验状况

GB/T 11022 的 6.2.5 适用，并作如下补充：

对于隔离断口与底座平行且与接地开关组合成一体的隔离开关，应在接地刀的最不利位置，用表5中给出的工频试验电压进行试验（见4.2）。

在两端均停电后才能操作的隔离开关，这些试验不需进行。

表5 1 min工频耐受电压

额定电压（U_r） kV	试验电压 kV	
	中性点固定接地	中性点不接地
72.5	84	94
126	145	164
252	291	——
363	419	——
550	635	——
800	924	——

注1：解释性的注见附录D。

注2：额定电压较低的隔离开关，这些试验不作要求。

6.2.6 额定电压 U≤252 kV 的隔离开关和接地开关的试验

GB/T 11022 的 6.2.6 适用。

6.2.7 额定电压 Ur>252 kV 的隔离开关和接地开关的试验

GB/T 11022 的 6.2.7 适用。

6.2.8 人工污秽试验和凝露试验

对人工污秽试验，GB/T 11022 的 6.2.8 适用，并作如下补充：

注： 应注意研究并联绝缘体在污秽和降雨条件下的性能（可能需要进行附加的污秽试验）。

户内隔离开关和接地开关应按有关标准进行凝露试验。

6.2.9 局部放电试验

GB/T 11022 的 6.2.9 适用。

6.2.10 辅助和控制回路的试验

GB/T 11022 的 6.2.10 适用。

6.2.11 作为状态检查的电压试验

GB/T 11022 的 6.2.11 适用。

6.3 无线电干扰电压（r.i.v）试验

GB/T 11022 的 6.3 适用，但 $1.1U_r/\sqrt{3}$ 下的无线电干扰电平不得超过 2 000 μV。

6.4 回路电阻的测量

GB/T 11022 的 6.4 适用。

6.5 温升试验

GB/T 11022 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 的 6.6 适用。

6.6.1 隔离开关和接地开关以及试验回路的布置

GB/T 11022 的 6.6.1 适用，并作如下补充：

6.6.1.101 一般试验条件

试验时，隔离开关或接地开关应装上它自己的操动机构，尽量使试验有代表性。

隔离开关为适应母线转换电流开合能力的需要所带的附件和接地开关为适应感应电流开合能力的需要所带的附件，试验时应装上这些附件。

试验应在操动机构和主触头的最不利位置进行。应考虑到 5.104.3 的要求，适用时，还有附录 A。

如果设计要求调整位置指示器或位置信号装置时，应按说明书进行。对绝缘试验和短路试验，这些装置不允许有差异。

如果设计允许有偏差，则在试验前由制造厂事先声明。短时耐受电流和峰值耐受电流试验，应在信号装置整定在使由该信号装置指示的主触头处于最不利状态时的最大或最小规定偏差下进行。这个要求对独立运行的户内隔离开关和接地开关不适用。

总之，绝缘试验、短时耐受电流和峰值耐受电流试验，位置信号装置应采用相同的整定。

注：对绝缘试验，主触头最不利的状态是指出现“分闸”信号时的间隙最小；对短路试验，主触头最不利的状态是指合闸操作期间出现“合闸”信号时的最初位置。

为了使试验结果具有通用性，隔离开关和接地开关应按图 3、图 4、图 5 和图 6 中规定的试验布置进行试验。如果试验中使用软导线，隔离开关和接地开关应施加其额定端子静态机械负荷。

试验布置也应反映电磁力有助于隔离开关或接地开关分闸的最不利情况。对与隔离开关组合的接地开关进行试验时，试验接线应与隔离开关试验时的接线相同。

三极共用一台操动机构的隔离开关或接地开关，试验时，操动机构应安装在离被试极的距离不小于产品相间距离的位置。

不与隔离开关组合的接地开关，应按对隔离开关同样要求的试验布置进行试验。

装在封闭式开关设备中的隔离开关和接地开关，应按相应于 GB 3906 、GB 7674 或 IEC 60466 成套开关设备的元件进行试验。

对单柱式隔离开关，在接触区内触头的垂直位置的选择，应反映静触头由软导线或硬导线支承时表现出的最不利条件。如有怀疑，应在触头处于额定接触区范围内的最高和最低位置进行试验。

全部试验最好用三相进行。如果进行单相试验，试验最好在两相邻极上进行。如果试验在一极上进行，则返回导线离试验极的距离为相间距离。返回导线应与隔离开关或接地开关主电流路径平行且离底座的高度也相同，对于具有立式闸刀的隔离开关和接地开关，返回导线与之等效。返回导线的长度应与图 3 ~ 图 6 所示相当。

6.6.1.102 额定电压 40.5 kV 及以下的隔离开关和接地开关

隔离开关和接地开关应采用图 3 所示的试验布置。

6.6.1.103 额定电压 72.5 kV 及以上的隔离开关和接地开关

具有水平隔离断口的隔离开关和相应的接地开关应采用图 4 给出的单相试验布置；具有垂直隔离断口的单柱式隔离开关和相应的接地开关应采用图 5 和图 6 给出的单相试验布置。

注：由于运行条件的特殊需要，仅在用户和制造厂协商的基础上，其试验布置才允许与这些试验布置有差异。

三相试验布置仿照图 4 到图 6 的单相试验布置同样的通用模式。

6.6.2 试验电流和持续时间

GB/T 11022 的 6.6.2 适用。

6.6.3　在试验过程中隔离开关和接地开关的表现

GB/T 11022 的 6.6.3 适用，并作如下补充：

a）处于合位置的隔离开关，在额定短路持续时间内承受额定峰值耐受电流和额定短时耐受电流时，不应引起：

——隔离开关任何部件的机械损伤；

——触头分离；

——电弧。

在短路试验期间触头系统的状况，应通过记录隔离开关主电流路径两端之间的电压降来证实。

b）接地开关承受额定峰值耐受电流和额定短时耐受电流时，应不产生明显的触头烧损或熔焊。

如果在短时耐受电流和峰值耐受电流试验后出现了触头烧损或触头熔焊，则应进行第二次峰值耐受电流试验，该次试验应在两次试验之间不作任何允许的维修的情况下进行。两次试验之间，允许间隔足够的时间，使触头冷却。在第二次试验之前，应进行空载操作。

第二次试验后，如果接地开关依然保持完好的接地连接，则认为接地开关满足要求。

仅允许触头轻微的熔焊是指接地开关在 4.8 到 4.10 和 5.5、5.6 给定的条件下，对动力操动机构用额定值能够操作；对人力操动机构用 5.105 规定值的 120%能够操作。

6.6.4　试验后隔离开关和接地开关的状态

GB/T 11022 的 6.6.4 适用，并作如下补充：

如果主回路很长（＞126 kV）的隔离开关的回路电阻与试验前相比增加了不止 10%，则可能需要补充进行触头和可动连接上的电阻测量。隔离开关这些部件的任何一个电阻增加不应大于 20%。

对封闭式隔离开关和接地开关，不可能进行全面的目视检查时，下面的状态检查适用：

——对隔离间隙和对地的绝缘强度，GB/T 11022 的 6.2.11 适用；

——对承载电流的能力，见 GB/T 11022 的 4.4.3 的说明 6。

6.7　防护等级检验

GB/T 11022 的 6.7 适用。

6.8　密封试验

GB/T 11022 的 6.8 适用。

6.9　电磁兼容性试验（EMC）

GB/T 11022 的 6.9 适用。

6.101　接地开关短路关合能力试验

6.101.1　一般试验条件

符合 3.4.105.2 定义、具有短路电流关合能力的 E1 级接地开关，不论电压等级如何，应按 GB 3804 的 8.101.10（E1 级）的试验方式 5 的程序，在一个关合试验系列中经受两次关合操作。

符合 3.4.105.3 定义、额定电压 40.5 kV 及以下、具有额定短路关合电流能力的 E2 级接地开关，应按 GB 3804 的 8.101.10（E3 级）的试验方式 5 的程序，经受一个关合试验系列，只是关合操作的次数增加到 5 次。

注：额定电压 72.5 kV 及以上的接地开关，在替代试验方法（如引弧金属丝）可以接受的情况下，GB/T 14810 适用。

6.101.2　关合短路电流时接地开关的性能

具有额定短路关合电流的接地开关，关合短路时的性能应符合下列条件：

操作时，接地开关应既不表现出过度损坏的迹象又不危及操作者。

对充液体的接地开关，不得有火焰外喷，产生的气体以及带有液体的气体允许排出，但不应导致

电击穿和危及操作者。

对其它类型的接地开关，可能损害其绝缘水平的火焰或金属微粒不应喷射到制造厂规定的界限以外，并且不能危及操作者。

6.101.3 关合试验后接地开关的状况

完成规定的操作之后，接地开关的机械部件，包括与电场控制有关的部件（如 GIS 中接地开关的电场控制的电极）和绝缘子应几乎和试验前的状况相同。仅是短路关合性能可能降低。

如有怀疑，GB/T 11022 的 6.2.11 的状态检查适用。

注：仅允许触头轻微的熔焊是指接地开关在 4.8 到 4.10 和 5.5、5.6 中给定的条件下，对动力操动机构用额定值能够操作；对人力操动机构用 5.105 规定值的 120%能够操作。

6.102 操作和机械寿命试验

由一台操动机构操作的三极隔离开关，如适用，端子负荷应同时施加在所有的端子上。

6.102.1 一般试验条件

试验可在试验场所任何方便的周围空气温度下进行。电源电压应在流过全部电流的操动机构的端子上测量。应包括操动机构组成部分的辅助设备。

6.102.2 接触区试验

进行本试验是为了验证静触头在相应于 4.102 规定的额定接触区范围内的各种位置（对应图 1、图 2）下单柱式隔离开关能够满意地操作。处于分闸位置的开关设备，静触头应放置在下列位置（对应图 1、图 2），h 是静触头高出安装平面的最高位置（由制造厂规定）：

a） 在总装配垂直轴上的高度 h 处；

b） 在同一轴上的高度 $h - z_r$ 处；

c） 在高度等于 h 处，并从该轴水平移动+ $y_r/2$；

d） 在高度等于 h 处，并从该轴水平移动- $y_r/2$；

下标 r，表示由制造厂规定的隔离开关接触区的额定值。

处于分闸位置的开关设备，静触头应放置在下列位置，x_r 是静触头沿 x 方向位移的总幅度。

e） 在距离等于+ $x_r/2$；

f） 在距离等于- $x_r/2$。

在每个位置，开关设备应能正确地合闸和分闸。

6.102.3 机械寿命试验

6.102.3.1 试验程序

机械寿命试验应由 1 000 次操作循环组成，并且，如适用，对三极隔离开关或接地开关在图 7、图 8 所示的 F_{a1} 或 F_{a2} 方向施加 50%额定端子静态机械负荷，在主回路中没有电压和电流的情况下进行试验。对具有两个或三个绝缘子柱并且通常是水平隔离断口的隔离开关，50%额定端子静态机械负荷应施加在隔离开关的两侧，而且方向相反。对一个绝缘子柱（操作用绝缘子不计入）的隔离开关和接地开关，端子负荷仅施加在隔离开关或接地开关的一侧上。

在每次操作循环中，都应达到合闸位置和分闸位置。

试验时，控制、辅助触头和位置指示装置（如有）规定的动作应按本标准 5.104 和 GB/T 11022 的 5.4 进行验证。

试验应在装有自身操动机构的隔离开关和接地开关上进行。试验过程中，允许按制造厂的说明书进行润滑，但不得进行机械调整或其它维护。

配动力操动机构的隔离开关或接地开关：

——在额定电源电压和/或压缩气源的额定压力下进行 900 次合 - 分操作循环；

——在规定的最低电源电压和/或压缩气源的最低压力下进行 50 次合 - 分操作循环；

——在规定的最高电源电压和/或压缩气源的最高压力下进行 50 次合 - 分操作循环。

这些操作应以通电的电气元件的温度不超过 GB/T 11022 表 3 中给定的值的速率进行。

在试验开始前，制造厂应规定在试验系列前、后可以用来进行比较的参数，例如：

——动作时间；

——最大的能量消耗；

——仅配人力操动机构的隔离开关的最大操作力；

——辅助触头和位置指示装置（如适用）满意动作的验证。

对人力操作的隔离开关和接地开关，为了便于试验，操作手柄可用外部的动力操作装置代替。在这种情况下，不必改变电源电压。按 5.105 的要求，作为对直接测量的替代方法，操作力可由输入功率并计及操作速率计算出来。

6.102.3.2 成功操作的验证

机械寿命试验程序进行的前、后，应在不施加端子静态机械负荷的条件下进行下列试验系列之一：

——在规定的最低电源电压和/或操作用压力源最低压力下进行五次合 - 分操作循环；

——在规定的操作用压力源最高压力下进行五次合 - 分操作循环（仅对气动或液压操作的隔离开关或接地开关）；

——用人力进行五次合 - 分操作循环（仅对人力操作的隔离开关或接地开关）；

——配备联锁的隔离开关和接地开关，应经受五次操作循环的操作（相关标准另有要求的情况除外）来检查相关联锁的动作情况。在每次操作之前，联锁应置于试图阻止开关装置操作的位置。在进行这些试验时，仅使用正常的操作力，并且不应对开关装置或联锁进行调整。

如果开关装置和联锁能按正确的工作程序工作，且在试验前、后开关装置操作所需的力几乎相同，则认为试验是满意的。

如果开关装置不能操作，则认为联锁是满意的。

在这些操作循环期间，应记录或计算其操作特性，如动作时间、最大的能量消耗。仅配人力操动机构的隔离开关，应记录最大操作力。辅助触头以及位置指示装置（如有）的满意动作应予以验证。

机械寿命试验前、后，按 6.102.3.1 的要求，测量的每个参数与平均值之间的偏差应由制造厂确认，并包含在试验报告中。

试验后，所有零部件（包括触头）都应处于良好状态，并且没有过度的磨损，亦可见 GB/T 11022 的 4.4.3 的说明 6。

机械寿命试验前、后应测量主回路电阻。电阻与试验前的测量值相比，变化应不大于 20%。

对气体绝缘的隔离开关和接地开关，在机械寿命试验前、后应进行密封试验。

因为要考虑周围空气温度的影响，所以应记录该温度。

6.102.4 施加额定端子静态机械负荷时的操作

应在端子上分别施加下列额定端子静态机械负荷的情况下，以额定动力源各进行 20 次操作循环：

——水平纵向负荷按 F_{a1} 或 F_{a2} 方向施加；

——水平横向负荷按 F_{b1} 或 F_{b2} 方向施加，且两者在同一方向；

——F_c 是模拟由连接导线的重量引起的向下的力。软导线的重量已计入纵向或横向力中。

对仅由人力操作的隔离开关和接地开关，操作循环次数可减少到 10 次。

对具有水平隔离断口的隔离开关，负荷应同时施加在两侧。

在试验前和施加上50%额定水平纵向或水平横向端子机械力后，隔离开关可以调整。

在每次操作时，隔离开关或接地开关应正确地合闸和分闸。

为了进行验证，在整个操作循环序列前、后， 6.102.3.2 和机械寿命试验的 6.102.3.1 所要求的相应比较适用。

6.102.5 延长的机械寿命试验

M1 级、**M2** 级隔离开关应进行本条款规定的试验。

对于 GIS 中的隔离开关和接地开关，试验期间外壳不应打开。

频繁操作的隔离开关，例如与断路器关联操作的隔离开关，要求的延长的机械寿命试验应按如下规定进行：

a） 延长的机械寿命试验程序由按照 6.102.1 和 6.102.3.1 进行的合 - 分操作次数组成。

根据运行要求，应进行下列操作循环次数之一：

——2 000（M1 级隔离开关）；

——10 000（M2 级隔离开关）。

在每个 1 000 次操作循环系列之后，或在维修期间，应记录或计算操作特性。

在规定的试验系列之间，允许按制造厂的说明书进行某些维护，如润滑和机械调整。重要的分部件（如触头）不允许更换。

试验期间的维护方案应由制造厂在试验前明确，并记录在试验报告中。

b）在进行整个机械寿命试验程序的前、后，应按 6.102.3.2 中的要求验证操作特性。

还应进行下列试验：

——如果适用，接触区试验（6.102.2）；

——如果适用，施加额定端子静态机械负荷时操作的验证（6.102.4）。

c）此外，在整个试验程序结束之后，应进行下列检查和试验：

——在制造厂给定的操作信号的最短持续时间下满意动作的验证；

——机械行程限位装置的良好状况的验证；

——机械应力限制装置（如有）动作的验证。

d）在整个试验程序结束后，所有部件（包括触头）均应处于良好状态，且没有表现出 GB/T 11022 相关条款中的过度磨损，亦可见 GB/T 11022 的 4.4.3 的说明 6。

6.103 严重冰冻条件下的操作

GB/T 11022 的 2.1.2 e）规定了三个覆冰等级：

——1 级（覆冰 1 mm）；

——10 级（覆冰 10 mm）；

——20 级（覆冰 20 mm）。

按 GB/T 11022 2.1.2 e）的规定，认为 10 mm 覆冰和 20 mm 覆冰是严重冰冻条件的典型情况。

应在装有为适应母线转换电流开合能力（仅对隔离开关）和感应电流开合能力（仅对接地开关）的需要所带的附件的隔离开关和接地开关上进行试验。

6.103.1 引言

冰的形成可能使电力系统的运行发生困难。在某种大气条件下，冰的沉积有时能达到使户外开关设备难以操作的厚度。

大自然产生的覆冰可分为两大类：

a） 透明的冰：通常是由于降雨时通过温度稍低于水的冰点的空气而生成；以及

b） 冰霜：具有白色的外观，例如由大气中的潮气在冷的表面上凝结形成。

6.103.2 适用性

只有在制造厂声称隔离开关和接地开关适合于在严重结冰的条件下操作时才进行本条款规定的试验。下面叙述产生可与自然界中遇到的冰层相比较的透明覆冰的程序，以便能够进行可再现试验。就严重冰冻条件而论，可供选择的冰层厚度分为两级：10mm 和 20mm。

注：隔离开关开合母线转换电流用的转换触头和装到接地开关上的供开合感应电流用的附件，可能在严重冰冻条件下不能履行这些开合性能的操作。

6.103.3 试验布置

a） 受试隔离开关或接地开关的所有部件，连同其操动机构，都应安装在能将温度降至约－10℃的室内，或者如果希望在自然冰冻条件下进行试验，则应安装在室外。试验期间，允许对控制机构的加热元件通电。为了适应现有的试验设施，只要受影响的部件的旋转角度和牵引连杆的弯曲度保持不变，可以缩短支持和操作绝缘子以及其它操作部件的长度来降低总装配的高度。

注：在选择所要求的致冷能力时，必须考虑试验期间用来喷淋受试设备的水的热容量。

b） 如果每极都有独立的操动机构，则三极开关设备可用单极进行试验。在三极开关设备的三个极共用一台操动机构的情况下，必须用完整的三极开关设备进行试验。唯一例外的情况是：如果试验室不能容纳电压高于 72.5 kV 的完整的标准三极开关设备，则可能需要用共用的操动机构来操作单极进行试验。在此情况下，因为关系到操动机构操作三极开关设备的能力，因此，应记录试验程序的准确细节和测量到的转矩，以便评估试验结果。这种单极试验须经用户同意。但是，只要可能，应优先采用不改变安装结构或间距的方法，以便能进行三极试验。

c） 隔离开关和接地开关应分别从分闸位置和合闸位置开始操作进行试验。

d） 试验前，应当用适当的溶剂除去运行中不用润滑的部件上的油或润滑脂的痕迹，因为油或润滑脂的薄膜会阻碍冰的粘附和明显改变试验结果。

e） 为了便于测量冰的厚度，试验期间，应当在能接受到和受试开关设备大致相同降雨量的地方，水平地放置一根长为 1 m、直径为 30 mm 的铜棒或铜管，如果试棒和受试开关设备单位表面积的热容量相差很大，即使同样的喷淋条件，也可能产生差别很大的覆冰。采用短时喷淋和较长时间冷冻交替的方法，可使这些冰层厚度的差别减到最小。

f） 试验布置应使整个开关设备能被人工降雨从上面由垂线到 45° 的各种角度进行喷淋。喷淋中所用的水温应冷却到 0℃ 至 3℃，并且应当在达到试品时仍为液态。

注：作为导则，曾发现，为了使结冰的沉积速度大约 6 mm/h，要求在每平方米面积上每小时喷水 20 L 到 80 L 之间。

g） 经过调整后，在严重冰冻条件下的操作之前，隔离开关和接地开关应经受 7.101 的出厂机械操作试验。

6.103.4 试验程序

6.103.4.1 冰层的形成

应该产生要求厚度为 10 mm 或 20 mm 的固态透明的覆冰。结冰的典型试验程序叙述如下：

a） 将受试隔离开关或接地开关处于分闸或合闸位置，使空气温度降低到 2℃，并开始喷淋预先冷却过的水，连续喷淋至少 1 h，在此期间保持空气温度在 0.5℃到 3℃之间。

b） 将室温降低到-7℃到-3℃范围内，继续喷水。温度变化的速度不是很严格的，因此可用任一种现有制冷设备来实现。

c） 保持室温在-7℃到-3℃范围内，并继续喷水，直到在试棒的上表面能测得规定的冰层厚度为止。应控制水量，使得整个隔离开关或接地开关上覆盖的冰层厚度以大约 6 mm/h 的速率增加。

d） 中断喷水并保持室温在-7℃到-3℃范围内至少 4 h。这样可保证隔离开关或接地开关的所有部件和冰层都具有一个恒定的温度。经过该老化期以后，应检查隔离开关和/或接地开关及其辅助设备的满意动作。

6.103.4.2 操作的检查

对人力操作的隔离开关或接地开关，如果能操作到其最终的合闸位置或分闸位置，并且未遭受以后可能防碍其机械或电气性能的损坏，则认为已满意地完成了试验。对于电动、气动或液压操作的隔离开关或接地开关，如果供给其操动机构额定电压或压力时，在第一次操作时就能达到其最终的合闸位置或分闸位置，并且未遭受以后可能防碍其机械或电气性能的损坏，则认为已满意地完成了试验。

接着的试验将证明隔离开关或接地开关能够耐受其额定电流、额定短时耐受电流和额定峰值耐受电流（如适用）。

——在合闸操作后，立即用一个最高电压 100V 的电池和灯泡线路来检查电接触状况；

——在温度恢复到正常周围空气温度以后，应当测量主电流路径的电阻，应没有明显的变化。

6.104 极限温度下的操作

这些试验仅适用于户外隔离开关和接地开关，并且仅在用户有特殊要求时才进行。

如果开关设备的每极都有单独的操动机构，则可对三极开关设备的单极进行试验。当三极开关设备的三极共用一台操动机构时，应对完整的三极开关设备进行试验。

例外情况：如果试验室不能容纳额定电压高于 72.5 kV 的完整的标准三极开关设备，可能需要用共用的操动机构来操作单极进行试验。此种情况下，因为关系到操动机构操作三极开关设备的能力，因此应纪录试验程序的准确细节和测量到的转矩，以便评估试验结果。这种单极试验须经用户同意。但是，只要可能，应优先采用不改变安装结构或间距的方法，以便能进行三极试验。

从发出“分闸”命令开始直到收到“到达分闸位置”信号为止，或到达实际分闸位置为止所需的时间（取两者中的较长者），应在试验报告中给出。

同样地，应记录到达合闸位置的时间或收到合闸信号的时间。

6.104.1 最低周围空气温度下的操作

处于合闸位置的隔离开关或接地开关，连同它的操动机构和辅助设备应放置在试验室内。温度应降低到相应于隔离开关或接地开关等级（见 GB/T 11022 的 2.1） 的最低周围空气温度，并维持在该温度 12 h。该开关设备应能在最低和最高操作能源下顺利地完成三次操作循环。试验期间，控制机构的加热元件允许通电。

对气体绝缘的隔离开关和接地开关，在最低周围空气温度下操作的前、后，应按 GB/T 11022 的 6.8 进行密封试验。

6.104.2 最高周围空气温度下的操作

处于合闸位置的隔离开关或接地开关，连同它的操动机构和辅助设备应放置在试验室内。温度应升高到最高周围空气温度 40℃（见 GB/T 11022 的 2.1），并维持在该温度经历足以使整个试品和试验室之间达到温度平衡的时间（最少 4 h）。隔离开关或接地开关应能在最低和最高操作能源下顺利地完成三次操作循环。

6.105 位置指示装置正确功能试验

如果用位置指示装置来代替明显可见的隔离断口或间隙时，这些试验适用。

试验要求的细节在附录 A 中给出。

6.106 母线转换电流开合试验

这些试验仅适用于具有额定母线转换电流开合能力的隔离开关。

试验要求的细节在附录 B 中给出。

6.107 感应电流开合试验

这些试验仅适用于具有额定感应电流开合能力的接地开关。

试验要求的细节在附录 C 中给出。

6.108 母线充电电流开合试验

这些试验仅适用于具有额定母线充电电流开合能力的隔离开关。

试验要求的细节在附录 F 中给出。

7 出厂试验

GB/T 11022 的第 7 章适用，并作如下补充：

在出厂试验的列表中补充：

f） 符合 7.101 的机械操作试验。

如果经制造厂和用户之间协商需要提供出厂试验的试验报告，制造厂的质量保证体系已经认证合格，则按其质量手册出具的报告是可以接受的。

7.1 主回路的绝缘试验

GB/T 11022 的 7.1 适用。

如果不满足 GB/T 11022 的第 7 章第 3 段或 7.1 的第 3 段的条件，则下述要求适用：

试验隔离开关时，试验条件应符合表 6 的规定，缩写的说明见 GB/T 11022 的图 2。

表 6 工频电压试验

试验条件序号	隔离开关的位置	电压施加于	接地于
1 [a]	合 闸	AaCc	BbF
2 [a]	合 闸	Bb	AaCcF
3	分 闸	ABC	abcF
4	分 闸	abc	ABCF
5 [b]	分 闸	ABC	接地开关

a 如果极间绝缘是大气压力下的空气，则序号 1 和序号 2 的试验条件可以合并，试验电压施加在连接在一起的主回路的各部分和底座之间。

b 接地开关所处的位置应是接地刀的端部和 ABC 的带电部分之间间隙最短的位置。

试验接地开关时，应在接地开关处于分闸位置时施加试验电压于：

——在相邻且绝缘的端子与接地的底座（例如 A 对 B 与接地的 F）之间；

——在连在一起的所有绝缘的端子和接地的底座（例如 ABC 与接地的 F）之间。

7.2 辅助和控制回路的绝缘试验

GB/T 11022 的 7.2 适用。

7.3 主回路电阻的测量

GB/T 11022 的 7.3 仅适用于隔离开关。

7.4 密封试验

GB/T 11022 的 7.4 适用。

7.5 设计和外观检查

GB/T 11022 的 7.5 适用。

7.101 机械操作试验

操作试验是为了保证隔离开关或接地开关在其操动机构规定的电源电压和气（液）源压力限值范围内，具有规定的操作性能所进行的试验。

试验在主回路上无电压和无电流流过的情况下进行，应验证当其操动机构通电时隔离开关或接地开关能正确地分闸和合闸。

试验应按 6.102.3.2 进行。6.102.3.2 中提到的试验程序只进行一次。

这些试验期间，不应进行调整且操作无误。在每次操作循环中，应到达合闸位置和分闸位置，并且有规定的指示和信号。

试验后，隔离开关或接地开关的部件不应损坏。

额定电压 72.5 kV 及以上的隔离开关和接地开关，出厂机械操作试验可以在分装配上进行。

如果出厂机械操作试验是在单独的组件上进行的，则在交接试验时，机械操作试验应在装配完整的隔离开关上在现场重做。其操作总次数与 6.102.3.2 规定的次数相同。

注：如果操作点和开关设备之间使用了复杂的连接，并且支撑点安置在比较薄弱的支承件上时，这种机械操作试验不能代表变电站的操作条件。

8 隔离开关和接地开关的选用导则

8.101 概述

选择隔离开关和接地开关时，应考虑现场的下列条件和要求：

——正常电流负荷和过负荷情况；

——存在的故障条件；

——由变电站设计得出的端子静态和动态机械负荷；

——与隔离开关或接地开关连接用的导线，或悬挂分离触头用的导线，是硬导线还是软导线；

——环境状况（气候、污秽等）；

——变电站的海拔；

——所要求的操作性能（机械寿命）；

——开合要求（隔离开关开合母线转换电流，接地开关开合感应电流，接地开关的短路关合能力）。

应考虑到整个系统将来可能的发展，隔离开关或接地开关不仅要适合当前的要求，而且要适合将来的要求，选择隔离开关或接地开关时应留有一定的裕度。

8.102 正常运行条件下额定值的选择

如果适用，隔离开关或接地开关应采用第 4 章中给出的所有特性和等级，并和下列条款结合起来考虑。

8.102.1 额定电压和额定绝缘水平的选择

选择隔离开关或接地开关的额定电压至少应等于它们的安装地点的系统最高电压。

隔离开关或接地开关的额定电压应从 GB/T 11022 的 4.1 和 4.2 给出的标准值及其相应的绝缘水平中选取。

应从 GB/T 11022 的表 1、表 2、附录 D 和本标准的附录 G 中选取隔离开关和接地开关的绝缘水

平。对于要求高于这些表中给出的绝缘水平的安装地点的隔离开关或接地开关，应在询问单中规定（见 9.101）。

8.102.2　额定电流的选择

隔离开关的额定电流应当从 GB/T 11022 的 4.4.1 给出的标准值中选取。

应当注意隔离开关没有标准化的持续过电流能力。因此，选择隔离开关时，应使其额定电流适应于运行中可能出现的任何负载电流。在有频繁和严重的间歇过电流的场所，应向制造厂咨询。

注：不言而喻，额定电流是隔离开关除了罕见的使用情况之外能够连续承载的电流。此类情况可能遇到，例如，对于发电机隔离开关，它就可能在电流接近额定电流下处于合闸位置很长时间工作而不进行操作，且周围空气温度较高。在此情况下，应向制造厂咨询。

8.102.3　额定接触区的选择

额定接触区应按 4.102 的要求来选择。

选择额定接触区时，用户应验证在下述附加的约束条件（如适用），在其特定用途时不超过制造厂规定的额定接触区：

——由作用在与工作母线垂直的其它相连的元件上的风力和由设备位移产生的纵向偏移；

——由与工作母线垂直的其它相连的元件上的风力和由设备位移产生的横向偏移；

——由挂在母线上的其它垂直负荷和与母线连接的其它设备的操作所施加的操作负荷产生的垂直偏移。

8.102.4　额定端子机械负荷的选择

额定端子静态和动态机械负荷应按 4.103 的要求和 3.7.121 的定义来选择。在规定额定端子负荷时，用户应考虑最不利的条件。

注：建议按下列条件来计算要求的端子静态机械负荷：

——规定的最低周围空气温度，和

——－10℃＋冰载＋风载，或

——－5℃＋风载（热带地区）。

在计算要求的端子静态和动态机械负荷和要求的绝缘子的强度时，应考虑由与隔离开关或接地开关连接的导线产生的力，包括导线上由风和冰（如适用）产生的力。

8.102.5　72.5 kV 及以上隔离开关母线转换电流开合能力的选择

尽管按隔离开关的定义，仅在开断或关合的电流可忽略时，或在隔离开关每极的端子之间的电压没有显著的变化时，才能开断和关合回路，但在某些使用场合，隔离开关用来将负载从一个母线系统转换到另一个母线系统。即使母线联结处于合闸位置，对于隔离开关，负载转换也可能是更严酷或欠严酷的开合操作，这取决于变电站的尺寸和被转换的电流大小。

如果要求有母线转换电流开合能力，则转换电流和预期恢复电压的数值应从附录 B 给出的值中选取，并在询问单中予以规定（见第 9 章）。

8.102.6　72.5 kV 及以上接地开关感应电流开合能力的选择

接地开关的定义未包括开合能力。当开断或关合的电流可忽略和／或接地开关每极的端子之间的电压很低，以致仅发生可忽略的电弧时，一台标准的接地开关能够从变电站或线路的一个隔离段断开与接通对地的连接。按照隔离开关的定义，认为不超过 0.5 A 的电流是可忽略的电流。

在高电压线路杆塔布置中，有时采用同一线路杆塔上架设多于一个系统的布置。在此情况下，当线路一侧接地或不接地，另一线路与系统连接并可能承载负荷电流时，接地开关必须开合感应电流。接地开关开合的感应电流的大小取决于线路之间的容性、感性耦合因数以及平行系统的电压、负载和长度。

如果要求感应电流开合能力，则应从附录C给出的值中选取，并在询问单中规定（见第9章）。

8.102.7 当地的环境状况

隔离开关和接地开关的正常和特殊使用条件，GB/T 11022的第2章适用。

对于隔离开关和接地开关，在某些地区，由于存在烟尘、化学气体、盐雾等，户内和户外污秽条件是不利的。如果知道这些不利条件，应对隔离开关或接地开关所采用的设计和材料给予特殊考虑。

对通常暴露在大气中的绝缘子，要求的爬电距离应按GB/T 11022的5.14来选择。在污秽大气条件下，绝缘子的性能也取决于人工清洗、自然清洗的频繁程度或采取的其它污秽控制措施。

注：如果已通过试验证明瓷绝缘子的设计满足用户的要求，则可采用小于额定电压和最小爬电比距的乘积确定的爬电距离的公称爬电距离。

对端子敞开的户内开关设备，在盐分沉积严重的沿海地区，额定电压 40.5 kV 以上时，推荐使用户外绝缘的开关设备，因为它通常比特殊的户内绝缘更适合。也可用GIS。

如果隔离开关或接地开关安装处的风压超过700 Pa时，则应在询问单中明确。

如果隔离开关或接地开关装设在预期覆冰厚度超过 1 mm 的环境下，则应在询问单中明确，并考虑6.103的要求。

8.102.8 地震条件

GB/T 11022的2.2.4适用。

8.102.9 使用于高海拔地区

GB/T 11022的2.2.1适用。

8.102.10 额定短时耐受电流和额定短路持续时间的选择

GB/T 11022的4.5和4.7适用。

图4、图5和图6中给出的短路试验的布置是最低要求。因为这些试验布置不能排除存在隔离开关承受较高应力的电站设计的情况。

注：电流和时间之间的关系由公式 $I^2 \cdot t =$ 常数给出。

8.102.11 额定峰值耐受电流和接地开关的额定短路关合电流的选择

选择的隔离开关或接地开关的额定峰值耐受电流应不小于实际系统中出现的故障电流的最大峰值（按系统时间常数的实际值来考虑）。

应考虑GB/T 11022的4.6的规定。

以上所述也适用于接地开关的额定短路关合电流（如适用）。

9 随询问单、标书和订单提供的资料

下列资料是按GB/T 11022的要求规定的。这些资料有助于处理第8章给出的信息。

9.101 随询问单和订单提供的资料

当查询或订购隔离开关或接地开关时，查询者应提供下列详细资料：

a) 系统的详细资料，即标称电压和最高电压、频率、相数及中性点接地的细节。

b) 运行条件，包括最低和最高周围空气温度（后者如果高于正常值）；超过 1 000 m 时的海拔以及可能存在或出现的任何特殊条件，例如，异常的暴露在水蒸气、潮气、烟雾、爆炸性气体、过度的灰尘或含盐的空气中（见8.102.7到8.102.9）。

c) 隔离开关或接地开关的特性。应提供下列资料（如适用）：

——极数；

——安装场所：户内或户外；

——额定电压；

——额定绝缘水平：如果相应于给定的额定电压在不同的绝缘水平中选取时，或者如果要求的绝缘水平是非标准的（见 GB/T 11022 的表 1 、表 2）；对额定电压≥363 kV 的隔离开关和接地开关的操作冲击耐受电压；

——额定频率；

——额定电流（仅对隔离开关）；

——额定峰值耐受电流和额定短时耐受电流；

——额定短路关合电流，如有（仅对接地开关）（3.4.105）；

——短路持续时间的规定值（如果是非标准的）；

——额定端子静态机械负荷和额定端子动态机械负荷（见 4.103）；

——与隔离开关或接地开关连接用的导线，或悬挂分离触头用的导线，是硬导线还是软导线；

——安装条件和高压接线，例如隔离开关和接地开关静触头的悬挂位置；由设备或不由设备提供的支承结构；

——对隔离开关和接地开关所用绝缘子的要求：

——取自 GB/T 5582 的污秽等级，

——伞裙外形（如适用），

——见第 10 项；

注：绝缘子的其它特性由开关设备制造厂负责。

——适用时，要求的接触区；

——适用时，附加的要求：

——人工污秽，

——严重冰冻条件下的操作，

——开合母线转换电流（仅对隔离开关），

——开合感应电流（仅对线路接地开关），

——延长的机械寿命：M1 级或 M2 级，

——短路关合能力：E1 级或 E2 级（仅对接地开关）。

d） 操动机构和相关设备的特性，特别是：

——操作方法：人力的或动力的；

——对不依赖人力的操作：延时时间；

——操作高度高于正常的操作高度；

——动力操作采用的动力源类型（例如压缩气体、直流、交流）及其额定值（压力、电压、频率）；

——辅助触头的数量和型式；

——防护等级（如果高于 5.13 的规定）。

e） 有关压缩气体使用的要求以及压力容器的设计和试验的要求。

f） 需要用户见证的出厂试验和附加的检查

如果订单中有规定，下列检验可要求用户在场的情况下作为发运前的最后检验。这些检验对一个订货合同定购的单元数中的一个单元或其总数的 1%进行抽样试验：

——防腐蚀的涂镀层（油漆、电镀层）厚度；

——电气控制布线检查（如有）；

——附件和文件（安装和使用说明书；储存和运输说明书）；

——动作时间（如适用）。

g） 上面未包括但可能影响投标和订货所涉及的特殊条件的任何其它资料。

9.102 随标书提供的资料

如适用，随标书提供的资料应包括 9.101 中规定的要求，并指明与询问单的细节一致和不一致之处。此外，如有要求，应提供所有说明性的材料和图样以及型式试验证书或报告。

9.102.1 额定值和特性

a） 极数；

b） 安装场所：户内或户外；

c） 额定电压；

d） 额定绝缘水平，尤其是额定操作冲击耐受电压（如适用）；

e） 额定频率；

f） 额定电流（仅对隔离开关）；

g） 额定短时耐受电流和额定峰值耐受电流；

h） 额定短路关合电流（仅对接地开关）；

i） 特殊要求时规定的型式试验；

j） 隔离开关开合母线转换电流的额定值（按照附录 B）；

k） 接地开关开合感应电流的额定值（类别按照附录 C）；

l） 隔离开关的额定机械寿命（等级 M）；

m） 接地开关的额定电寿命（等级 E）。

9.102.2 结构特点

a） 整台隔离开关或接地开关的质量；

b） 空气中的最小间隙：

——极间，

——对地，

——隔离断口（仅对隔离开关）；

c） 单柱式隔离开关和接地开关的额定接触区；

d） 防腐蚀；

e） 具有悬挂式静触头的隔离开关，在触头打开或闭合时要求的反作用力，这些力的大小及其方向由制造厂在技术文件中指明。

9.102.3 隔离开关或接地开关的操动机构及其辅助设备

a） 操动机构的类型；

b） 操动机构的额定电源电压和/或额定压力源压力；

c） 在额定电源电压下操作隔离开关或接地开关所需的电流；在操动机构端子上的最大电流和最高电压；

d） 在额定气源压力下操作隔离开关或接地开关所需的空气量（如适用）；

e） 辅助触头的数量和类型；

f） 定位装置的设计或定位方法的说明；

g） 指示和信号装置的设计。

9.102.4　外形尺寸和其它资料

制造厂应提供隔离开关或接地开关在分闸位置和合闸位置时有关外形尺寸的必要资料，还应提供隔离开关和接地开关的固定尺寸和质量。除非另有规定，隔离开关和接地开关的图样上给出的尺寸公差应为 GB/T 1804 标准化后的公差。

还应给出维修方面的一般资料（见 10.4）。

9.102.5　设备的状态

制造厂应将隔离开关和／或接地开关运输和交付时的组装状态通知用户。

10　运输、储存、安装、运行和维修规则

GB/T 11022 的第 10 章适用。

10.1　运输、储存和安装时的条件

GB/T 11022 的 10.1 适用。

10.2　安装

GB/T 11022 的 10.2 适用，并作如下补充：

只要可行，隔离开关和接地开关应按一个单元包装。

装有多于一个单元或一个元件（绝缘子、传动杆、操动机构和类似元件）的包装箱和板条箱，应清楚地予以标识，并附有箱内所装物品的清单。

10.3　运行

GB/T 11022 的 10.3 适用。

10.4　维修

GB/T 11022 的 10.4 适用，并作如下补充：

具有母线转换电流开合能力的隔离开关，为了估计维修间隔，必须考虑操作次数。

11 安全

GB/T 11022 的第 11 章适用，并作如下补充：

注：术语“技术熟练的人员”和“指派的人员”分别在 IEV 826－09－01 和 IEV 826－09－02 中定义。根据地方安全法规，对“技术熟练的人员”和“指派的人员”的要求可能有差异。

11.1　电气方面

GB/T 11022 的 11.1 适用。

11.2　机械方面

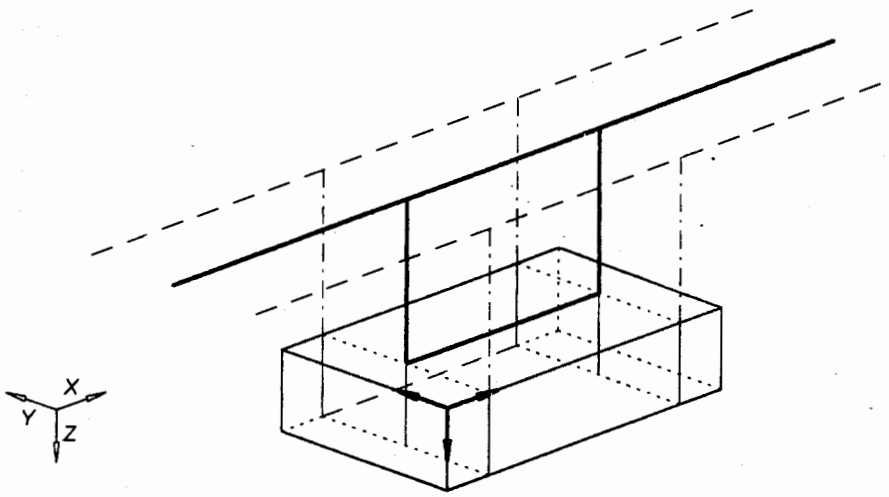
GB/T 11022 的 11.2 适用。

11.3　热的方面

GB/T 11022 的 11.3 适用，5..13 作为补充。

11.4　操作方面

GB/T 11022 的 11.4 适用，5.104 作为补充。



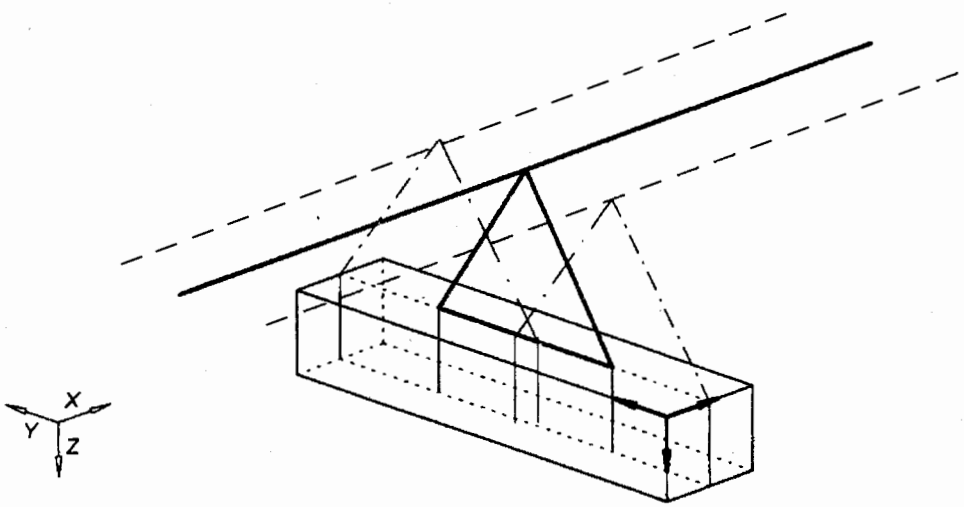
图解：

X ——支承导线的纵向（温度的影响）；

y ——支承导线的横向（风的影响）；

z ——垂直偏移（温度和冰的影响）。

图 1　静触头方向与支承导线平行



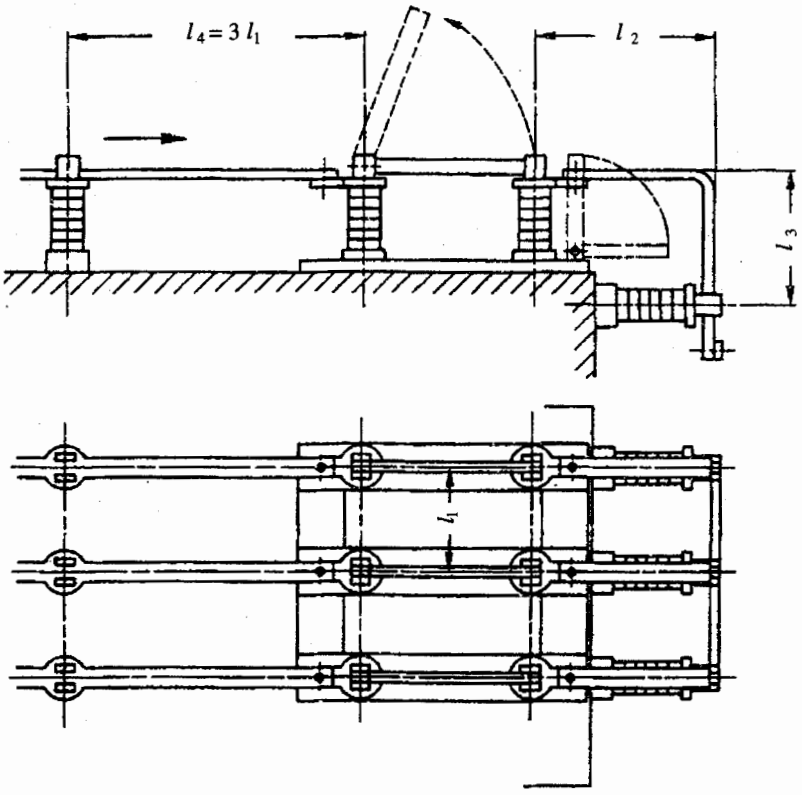
图解：

x —— 支承导线的纵向（温度的影响）；

y —— 支承导线的横向（风的影响）；

z —— 垂直偏移（温度和冰的影响）。

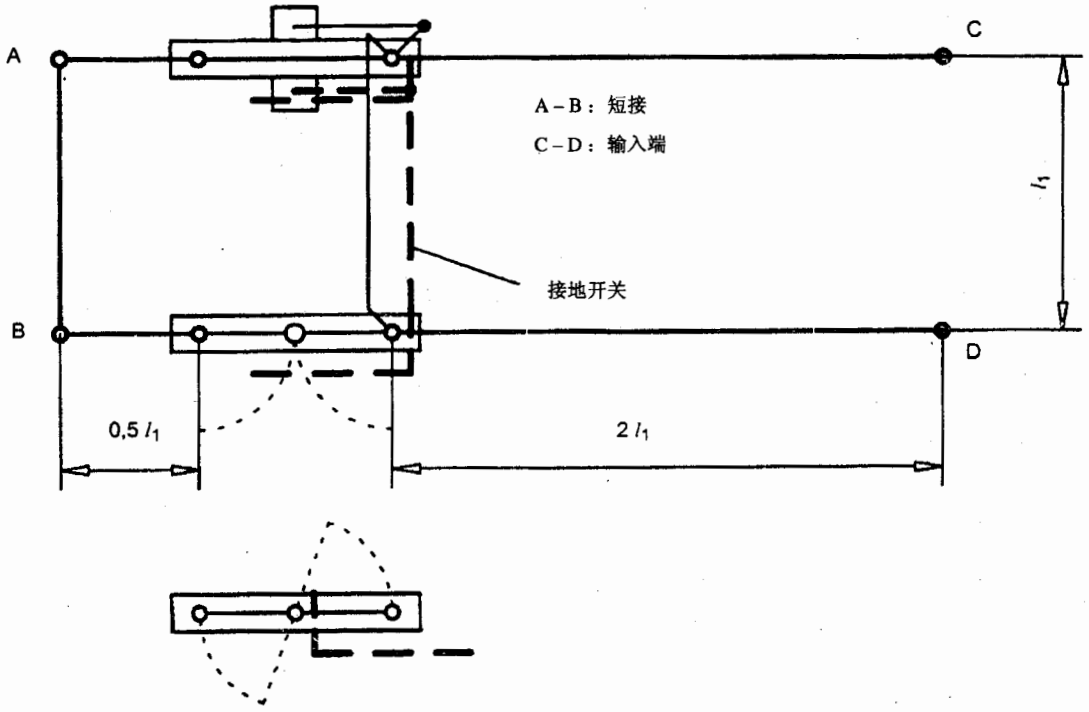
图 2　静触头方向与支承导线垂直



注 1：应注意，不要由于与电源的连接线而引起运行条件下不存在的力。

注 2：距离 l_2 和 l_3 应尽可能地小，但不小于 l_1。

图 3　额定电压 40.5 kV 及以下隔离开关和接地开关的三相试验布置



图解：

l_1——制造厂规定的相邻极间的最小中心距离。

图 4　额定电压 72.5 kV 及以上、具有水平隔离断口的隔离开关和接地开关的单相试验布置

变电站中指定与软导线或硬导线连接的隔离开关应用软导线进行试验。并且，除非另有规定，应按图 4 中给出的尺寸的试验布置，在施加其额定端子静态机械负荷（图 7 中的水平纵向 $\boldsymbol{Fa}_1$）的条件下进行试验。指定仅与硬导线连接的隔离开关，可以用硬导线按与本图相同尺寸的试验布置进行试验。所用导线的尺寸应在试验报告中指明。

与试验布置有关的所有细节是强制性的，这里作为一个例子给出了隔离开关和接地开关试验布置的细节。

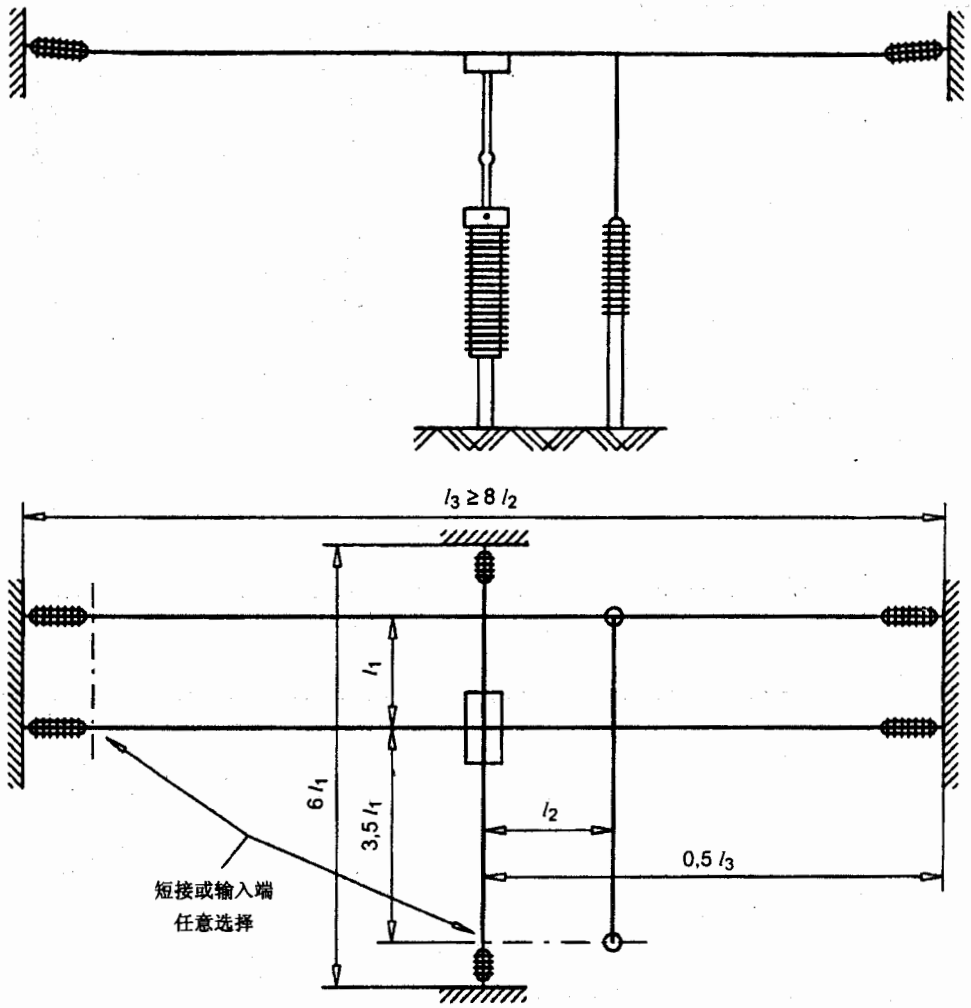
为了试验的标准化，当用软导线进行试验时，且开关设备的额定电流大于 1 250 A、1 s 短路持续时间的短时耐受电流大于 31.5 kA 时，应采用中心线距离为 70 mm±30 mm、没有支撑的两根软导线进行试验。用户要求有支撑的试验布置应由制造厂和用户协商。这样的试验布置以及由制造厂和用户协商的试验布置的任何差异应在试验报告中清楚地说明。额定电压 363 kV 及以上的隔离开关和接地开关一般应用双股导线进行试验。所用的软导线的直径为 32 mm ±3.2 mm。

除被试隔离开关或接地开关坚固地固定在底座上的情况外，应考虑到支承结构的弹性常数（IEC 60865-1）。

试验报告或试验证书中应清楚地提供用于试验的安装布置或者隔离开关固定到底座上记录的细节。

注 1：应注意，试验时不要由于与电源的连接线而引起运行条件下不存在的力，并且，施加的端子静态机械负荷不应 大于开关设备的额定端子静态机械负荷。隔离开关或接地开关在施加 50%额定端子静态机械负荷后，在施加 100%负荷之前可以调整。

注 2：原则上，图 4 也适用于接地导体布置得当的接地开关的试验。



图解：

l_1、l_2——制造厂规定的相邻极间的最小中心距离。

图 5　额定电压 72.5 kV 及以上、使用软导线、具有垂直隔离断口的单柱式隔离开关（接地开关）的单相试验布置

应在施加其额定端子静态机械负荷（图 8 中的水平纵向 F_{a1}）的条件下进行试验。

为了试验的标准化，当用软导线进行试验时，且开关设备的额定电流大于 1 250A、1s 短路持续时间的短时耐受电流大于 31.5 kA 时，应采用中心线距离为 70 mm±30 mm、没有支撑的两根软导线进行试验。其它有支撑的试验布置可由制造厂和用户协商。其差异应在试验报告中说明。额定电压 363 kV 及以上的隔离开关和接地开关，一般应用双股导线进行试验。

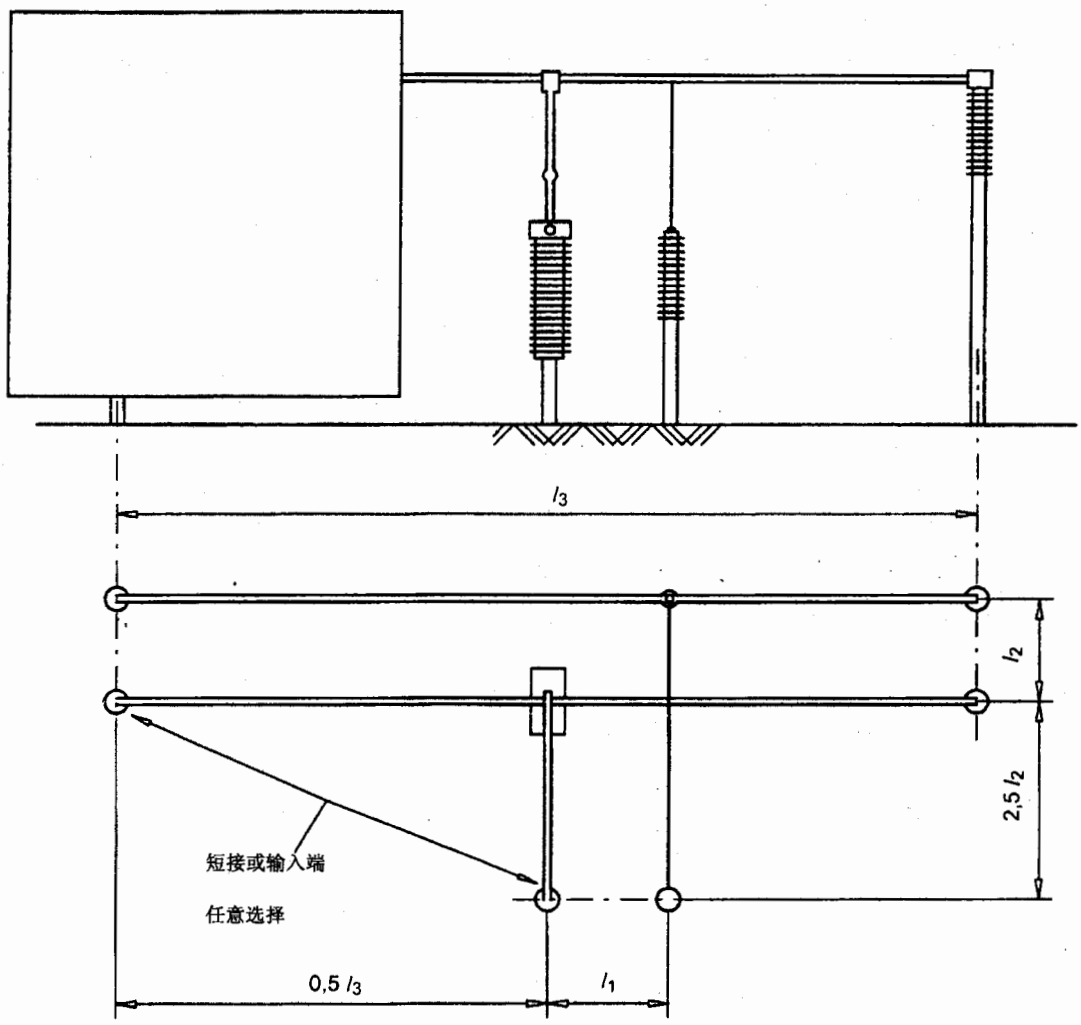
除被试隔离开关或接地开关坚固地固定在底座上的情况外，应考虑到支承结构的弹性常数（IEC 60865-1）。

试验报告或试验证书中应清楚地提供用于试验的安装布置或者隔离开关固定到底座上记录的细节。

注 1：应注意，试验时不要由于与电源的连接线而引起运行条件下不存在的力，并且，施加的端子静态机械负荷不应大于开关设备的额定端子静态机械负荷。

注 2：原则上，图 5 也适用于接地导体布置得当的整体接地开关的试验。

注 3：如果试验布置中，短路侧的下层导线不能支撑，可用被试隔离开关来支撑。结果可能引起较高的端子动态机械负荷。



图解：

l_1、l_2——制造厂规定的相邻极间的最小中心距离。

当 $U_r \leqslant 126$ kV 时，　$l_3 \geqslant 4\,l_1$；

当 $U_r \geqslant 252$ kV 时，　$l_3 = 20$ m ± 2 m。

图 6　额定电压 72.5 kV 及以上、使用硬导线、具有垂直隔离断口的单柱式隔离开关（接地开关）的单相试验布置

除被试隔离开关或接地开关坚固地固定在底座上的情况外，应考虑到支承结构的弹性常数（IEC 60865-1）。

试验报告或试验证书中应清楚地提供用于试验的安装布置或者隔离开关固定到底座上记录的细节。

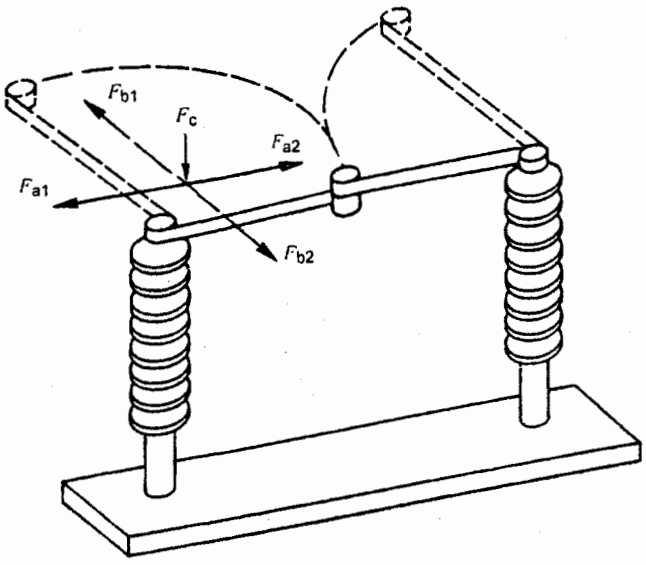
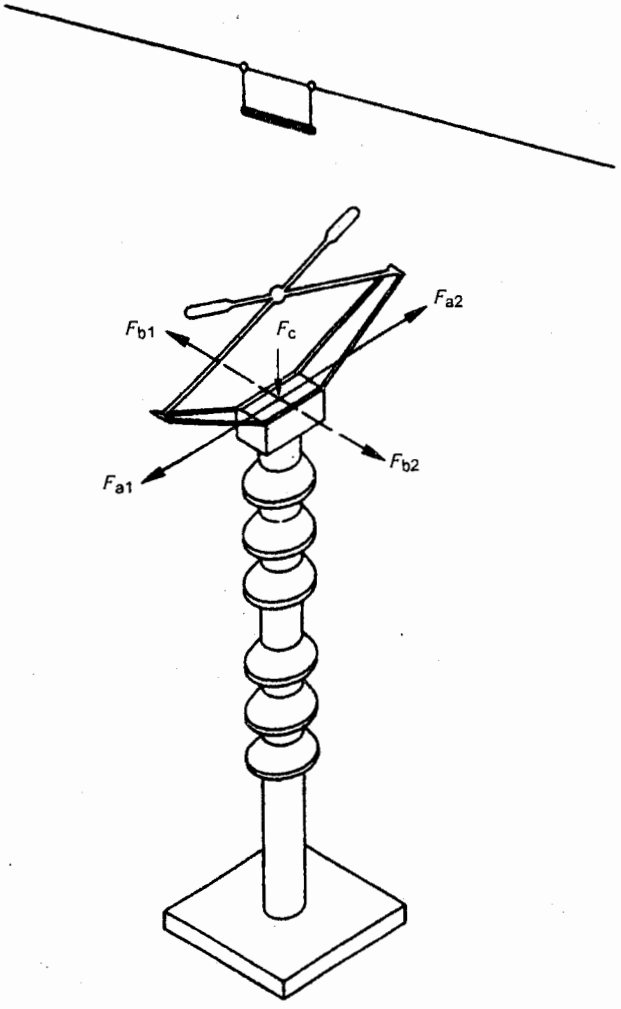


图 7　双柱式隔离开关施加额定端子机械负荷的例子



注：摺架的上方是静触头。

图 8　摺架式隔离开关施加额定端子机械负荷的例子

附 录 A
（规范性附录）
位置指示装置的设计和试验

A.1 概述

本附录适用于用位置指示装置代替可见隔离断口或间隙的交流隔离开关和接地开关。

注：根据5.104.3的规定，如果隔离断口或间隙不可见，可以使用可靠的位置指示装置来指示保证隔离开关的隔离断口或接地开关的间隙的每个动触头的位置。

作为对本标准的补充，GB 3906、GB 3804、GB/T 14810、GB 7674和IEC 60466也接受用可靠的指示装置表示动触头位置来代替可见的隔离断口或间隙。

本附录旨在确定通过机械联结方式与隔离开关或接地开关的动触头连接的位置指示装置的设计要求和必要的型式试验。

为了指示装置可靠，必须满足下面补充的设计和试验要求。

A.2 正常和特殊使用条件

本标准的第2章适用。

A.3 术语和定义

就本附录而言，本标准第3章的定义适用，并作如下补充：

A.3.5.111

动力运动链 power kinematic chain

从（并包括）操动机构直到（并包括）动触头的机械联结系统（图A.1）。

A.3.5.112

位置指示运动链 position indicating kinematic chain

从（并包括）动触头直到（并包括）指示装置的机械联结系统。

A.3.5.113

联结点 connecting point

动力和指示运动链共用部分的点，该点在上游的最高处。

A.3.5.114

解开点 opening point

与动力运动链的联结点最接近的上游方向上的点，动力运动链可在该点解开。

A.3.5.115

应力限制装置 strain limiting device

将传递到开关装置下游侧的转矩限制到一个规定值的装置，它不考虑施加到上游侧的转矩大小。

A.4 额定值

本标准的第4章适用。

A.5 设计和结构

本标准的第5章适用，并作如下补充：

A.5.104.3.1 可靠的位置指示装置

位置指示装置的运动链应设计得具有足够的机械强度，以满足规定的型式试验要求。为了确保正向驱动操作，位置指示运动链应当是连续的机械联结。可通过适当的方法把位置指示装置直接标示在动力运动链的机械部件上。应力限制装置（如果有）不属于位置指示运动链的组成部分。

A.6 型式试验

本标准的第6章适用，并作如下补充：

A.6.105 位置指示装置正确功能试验

除了在本标准第6章中规定的型式试验的试验期间指示装置的正确功能得到验证之外，根据开关装置的类型，设备还应通过A.6.105.1中的一项和A.6.105.2中的试验。

试验时，测量的力/转矩分别是通过解开点从动力运动链的上游部分传递到下游部分的力 F_m 或转矩 T_m。由操动机构施加的力/转矩，是当动力运动链保持在与下列试验位置相对应的位置时进行一次试操作来测量的：

——对隔离开关：动触头被锁定时的合闸位置；

——对接地开关：动触头被锁定时的分闸位置。

对多极开关设备，仅指具有最长动力运动链的极的动触头被锁定。

A.6.105.1 动力运动链的试验

A.6.105.1.1 无应力限制装置、动力操作的隔离开关和接地开关

电动的、液压的和气动的操动机构。

试验应按下面的程序进行（见图A.1）：

——将动力运动链在解开点解开；

——对操动机构施加GB/T 11022的4.8和4.10中给出的110%额定电源电压或110%额定气(液)源压力，产生的力（F_m）或转矩（T_m）是在对操动机构发出分闸或合闸命令后在解开点上测量的；

——隔离开关或接地开关在其相应的试验位置，在解开位置的动力运动链下游的解开点上施加1.5 F_m的力或1.5 T_m的转矩。

试验结果：见A.6.105.3。

注：操动机构本身可被用来提供1.5倍的最大力/转矩。

A.6.105.1.2 无应力限制装置、人力操作的隔离开关和接地开关

试验应按下面的程序进行：

——将隔离开关或接地开关置于试验位置；

——在操动机构操作手柄握紧部位长度的二分之一处施加750 N的力。

试验结果：见A.6.105.3。

注：配相应于A.6.105.1.1和A.6.105.1.2两种类型操动机构的开关装置，在解开点上施加的力/转矩应为最大值。

A.6.105.1.3 有应力限制装置、动力和/或人力操作的隔离开关和接地开关

试验应按下面的程序进行：

——将动力运动链在解开点解开；

——由应力限制装置传递的力 F_m 或转矩 T_m，是在用动力操动机构或用手柄试图操作开关装置，直到应力限制装置动作为止时，在动力运动链上游的解开点上测量的。对操动机构施加 GB/T 11022 的 4.8 和 4.10 中给出的 110 %额定电源电压或 110 %额定气（液）源压力，或在人力操动机构的情况下，在操动机构操作手柄握紧部位长度的二分之一处施加直到使应力限制装置动作的力（最大为 750 N）。

——隔离开关或接地开关在其相应的试验位置，在解开位置的动力运动链下游的解开点上施加 1.5 F_m 的力或 1.5 T_m 的转矩。

试验结果：见 A.6.105.3。

A.6.105.1.4 无应力限制装置、动力和/或人力操作的、由锁扣装置的脱扣器驱动的隔离开关和接地开关

试验应按下面的程序进行：

——将动力运动链在解开点解开；

——操动机构已储存操作能量；

注：操动机构的储能可用人力或动力进行。

——给操动机构施加分闸或合闸命令并在动力运动链的解开点上测量产生的力 F_m 或转矩 T_m。

——隔离开关或接地开关在其相应的试验位置，在解开位置的动力运动链下游的解开点上施加 1.5 F_m 的力或 1.5 T_m 的转矩。

试验结果：见 A.6.105.3。

A.6.105.1.5 有或无应力限制装置、动力和/或人力操作的隔离开关和接地开关

试验应按下面的程序进行：

——将动力运动链在解开点解开；

——对操动机构施加 GB/T 11022 的 4.8 和 4.10 中给出的 110%额定电源电压或 110%额定气(液)源压力，并在动力运动链的解开点上测量传递的力 F_m 或转矩 T_m；

注 1：根据操动机构的类型，在操动机构中的操作能量向动力运动链释放之前，分闸或合闸命令可能使操动机构储存操作能量。

——对人力操动机构，在操作手柄握紧部位长度的二分之一处施加直到 750 N 的力，并在动力运动链的解开点上测量传递的力 F_m*或转矩 T_m*。

注 2：根据操动机构的类型，在操动机构中的操作能量向动力运动链释放之前，人力分闸或合闸操作可能使操动机构储存操作能量。

——隔离开关或接地开关在其相应的试验位置，在解开位置的动力运动链下游的解开点上施加 1.5 F_m*的力或 1.5 T_m*的转矩。当提供动力和人力两种操作时，施加的力或转矩应取两者中的最大值。

试验结果：见 A.6.105.3。

A.6.105.2 位置指示运动链的试验

如果位置指示装置直接标示在动力运动链的机械部件上，则不需要试验。

在运行操作时，如果位置指示运动链部分在动力运动链和位置指示装置之间，并处在能提供等效于 GB 4208 中的 IP2XC 的最低防护等级的外壳内，并且此外壳按 GB/T 11022 的 6.7.2 通过了能量为 2J 的机械撞击试验，则不要求进行补充的试验，但应考虑下面的要点。

撞击应施加到对指示运动链和指示装置的防护来说很可能是最薄弱的外壳的点上。

对所有其它情况，试验应在阻塞位置指示装置而不断开动触头的情况下进行。

试验结果：见 A.6.105.3。

A.6.105.3 试验结果

每一试验通过的条件：

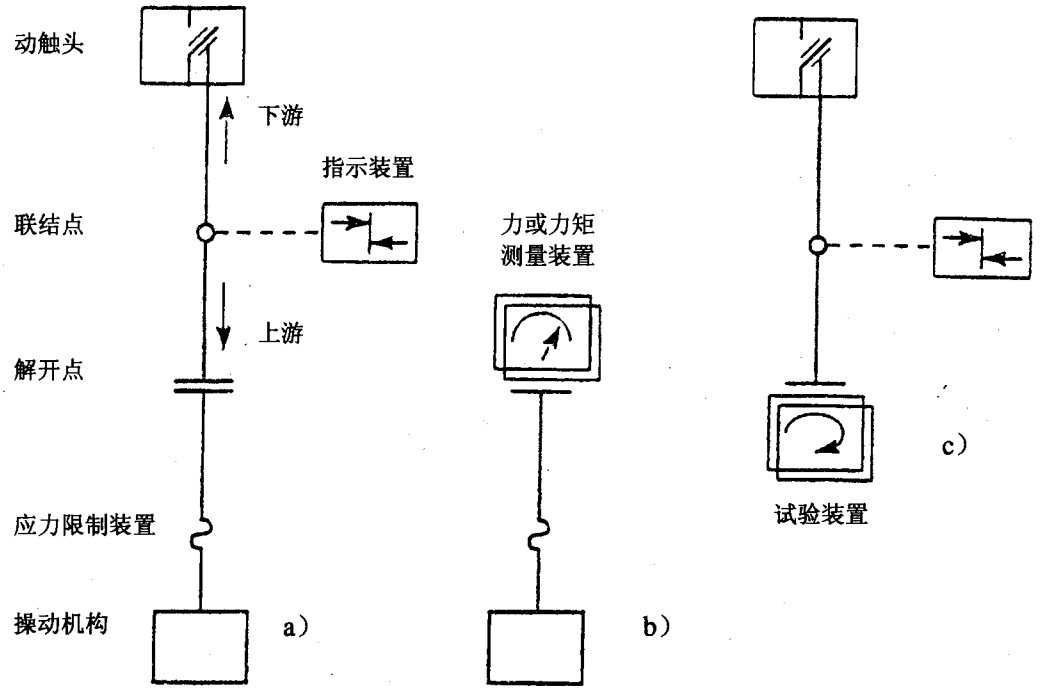
——试验后，位置指示装置能正确地指示动触头的位置；

——位置指示运动链没有永久变形。如果在动力运动链联结点的上游发生变形或断裂，为了完成所要求的操作，允许更换零件。但这种情况应在型式试验报告中记载。

A.7 出厂试验

本标准的第 7 章适用，并作如下补充：

机械操作试验期间，应验证位置指示装置能正确地指示动触头的分闸位置和合闸位置。



图解：

———————— 动力运动链；

---------- 指示运动链。

a） 机械联结原理图；

b） 测量示意图（A.6.105.1.2 除外）；

c） 试验示意图（A.6.105.1.2 除外）。

注：上游是指朝着能源的方向，下游是指朝着触头的方向。

图 A.1 位置指示装置

附　录　B
（规范性附录）
隔离开关开合母线转换电流

B.1　概述

本附录适用于额定电压 72.5 kV 及以上、能够开合母线转换电流的交流隔离开关。

注：额定电压 40.5 kV 及以下的隔离开关也可进行开合母线转换电流，但母线转换电流的额定值和型式试验不属于正常要求。试验可按照用户和制造厂之间的协议进行。

本附录的目的，是为了对用于将负荷电流从一个母线系统转换到另一个母线系统的隔离开关规定这方面的开合要求和试验方法。对这种开合方式，要求隔离开关具有的关合和开断能力取决于转换的负荷值、母线联结位置和被操作的隔离开关之间的环路尺寸。

B.2　正常和特殊使用条件

本标准的第 2 章适用。

B.3　术语和定义

就本附录而言，本标准第 3 章的定义适用，并作如下补充。

B.3.7.124

母线转换电流　bus-transfer current

母线转换电流是指当隔离开关将负荷从一个母线系统转换到另一个母线系统时隔离开关能够开合的电流。

B.3.7.125

母线转换电压　bus-transfer voltage

母线转换电压是指隔离开关开断母线转换电流之后或关合母线转换电流之前出现在隔离开关断口上的工频电压。

B.3.7.126

额定母线转换电流　rated bus-transfer current

额定母线转换电流是指在额定母线转换电压下隔离开关能够开合的最大的母线转换电流。

B.3.7.127

额定母线转换电压　rated bus-transfer voltage

额定母线转换电压是最大的母线转换电压，隔离开关在此电压下应能开合额定母线转换电流。

B.4　额定值

本标准的第 4 章适用，并作如下补充：

用于将负荷从一个母线系统转换到另一个母线系统的隔离开关的补充额定值应从下面选取：

B.4.106.1　**额定母线转换电流**

对于空气绝缘和气体绝缘的隔离开关，其额定母线转换电流值均应是80%的额定电流。不论隔离开关的额定电流多大，额定母线转换电流通常不超过1 600 A。

注：选择最大额定母线转换电流1 600 A作为能够被开合的典型的最大电流，即使隔离开关的额定电流可能很大。选择隔离开关通常是依据短时电流额定值和额定电流值。因此，隔离开关承载的最大的持续电流，可能大大地小于其额定电流。大于80%额定电流或大于1 600 A的额定母线转换电流可由制造厂规定。

B.4.106.2 额定母线转换电压

额定母线转换电压在表B.1中给出。其它的额定母线转换电压可由制造厂规定。

表B.1 隔离开关的额定母线转换电压

额定电压 kV	空气绝缘的隔离开关 V （有效值）	气体绝缘的隔离开关 V（有效值）
72.5 126	100	10，30 [a]
252 363	300	20，100 [a]
550 800	400	40，100 [a]
a 适用于长母线的场合。		

B.5 设计和结构

本标准的第5章适用，并作如下补充。

B.5.10 铭牌

应在具有关合和开断母线转换电流能力的隔离开关的铭牌上标识出额定母线转换电流。

B.6 型式试验

本标准的第6章适用，并作如下补充：

具有关合和开断母线转换电流能力的隔离开关，除本标准第6章规定的试验外，还应经受母线转换条件下的关合和开断试验。

注：对于结构细节的变化，如果制造厂能证明所做的这种变化不影响某项型式试验的结果，则不必重做该项型式试验。如果制造厂能够证明其它隔离开关操作该母线转换电流开合装置的方式和已做过型式试验的隔离开关一样，则意味着一个给定设计的母线转换电流开合装置也可用于其它隔离开关而不必重做该项型式试验。其理由是：隔离开关的母线转换电流开合能力仅取决于试验回路的特性值和隔离开关的操作速度，而与隔离开关的绝缘性能和电流额定值无关。

B.6.106 关合和开断试验

B.6.106.1 被试隔离开关的布置

试验时隔离开关应整体安装在其自身的支架或等价的支架上。其操动机构应按规定的方式进行操作，特别是，如果是动力（电动或气动）操作的，应分别在最低电源电压或最低空气压力下进行操作。

在关合和开断试验之前，应进行空载操作并记录隔离开关操作特性的详细情况，例如，运动速度、合闸时间和分闸时间。

对于气体绝缘的隔离开关，试验应在最小气体密度下进行。

配人力操动机构的隔离开关可以利用动力操作方式进行遥控操作，动力操作的速度应与人力操作

所获得的速度等值。

注 1：应进行试验来验证人力操作的隔离开关在制造厂规定的最低操作速度下是否满意地操作。

应考虑隔离开关两个端子中每一个端子的带电效应。当隔离开关一侧的实际布置不同于另一侧时，试验回路的电源侧应当连接到代表最严酷运行条件的一侧。有怀疑时，50%次数的开断和关合试验将试验回路的电源侧接到隔离开关的一侧进行，而另 50%次数的开断和关合试验将电源接到另一侧进行。

若下列条件不比整台三极隔离开关试验时更有利，则仅需在三极隔离开关的一个极上进行单相试验：

——关合速度；

——开断速度；

——相邻相的影响。

注 2：只要能够证明燃弧时间不可能受相邻相的影响和电弧不可能到达相邻相，则单极试验足以验证隔离开关的关合和开断性能。如果根据单极试验能确定电弧可能到达相邻相，则应当使用专门的隔离开关布置进行三极试验。

B.6.106.2　试验回路和隔离开关的接地

隔离开关的底座应当接地。试验回路应按图 B.1 接地。对于气体绝缘的隔离开关，可能有必要使用一种代替的试验回路（见 B.6.106.6）。

B.6.106.3　试验频率

隔离开关最好应在额定频率下进行试验。然而，为了试验方便，试验可在 50 Hz 或 60 Hz 下进行，并认为两者是等价的。

B.6.106.4　试验电压

试验电压应合理选择，以便在打开的隔离开关端子之间产生所要求的额定母线转换电压（$^{+10}_{0}$%），其值由表 B.1 给出。

试验电压应在电流开断后立即测量。

如 B.6.106.1 的注所述，通常仅要求进行单极试验。如果要求进行三极试验，则每一相的试验电压与平均试验电压相差应不大于 10%。

在开断后，工频恢复电压至少应保持 0.3s。

B.6.106.5　试验电流

试验电流应等于 B.4.106.1 规定的额定母线转换电流（$^{+10}_{0}$%）。试验电流应在隔离开关操作之前测量。

被开断的电流应是衰减很小的对称电流。隔离开关的触头应在闭合回路产生的瞬态电流消失后才分开。

如果进行三极试验，试验电流应是所有三极电流的平均值。每一相的试验电流与试验电流平均值相差不大于 10%。

B.6.106.6　试验回路

可进行现场试验或试验室试验。对于试验室试验，试验回路 A 和试验回路 B（见图 B.1）的功率因数应不超过 0.15。在试验室方便的情况下，可使用两个试验回路中的任一个。

试验回路元件的特性值 $\boldsymbol{U}_{BT}$ 和 $\boldsymbol{Z}_{BT}$ 按提供所要求的试验电流和工频恢复电压来选择。

如果要求进行三极试验，则三相试验回路中的每一相应包括与单相试验回路相同的元件，以便得到合适的试验电压和电流。电源回路的中性点应接地。

注1：可以使用能够提供所要求的试验电流和电压及合适的瞬态恢复电压（TRV）参数的其它试验回路。

注2：对于气体绝缘的隔离开关，开合时对地绝缘通常是不成问题的。有怀疑时，可以用隔离开关的额定极对地电压施加到外壳上进行试验。可以使用单独的电压源。

注3：对于现场试验，试验电流和电压不可能达到所要求的偏差。可按制造厂和用户之间的协议，不考虑这些要求。

由于联接的母线系统的波阻抗影响，预期的TRV波形应呈三角形。然而，为了试验方便，可以采用频率不低于10 kHz，预期振幅系数不小于1.5，具有（1 - cos ）波形的瞬态恢复电压。

注4：控制TRV的元件可加到试验回路中。

注5：试验时，被试隔离开关的电弧电压与试验电压相比将普遍地高，这将引起TRV的明显衰减和电流的相位偏移，使得试验电流在相位上与试验电压几乎同相。因此，TRV上升率和峰值等参数是不明显的，不要求详细规定TRV参数。

B.6.106.7　试验方式

应进行100次关合 - 开断操作循环。

注：100次操作循环验证电寿命是不够的，但将提供触头磨损的迹象。

分闸操作应继合闸操作之后并经过一段延时进行，且两次操作之间的延时应足以使瞬态电流得以消失。

在整个试验过程中，隔离开关不应进行调整。

B.6.106.8　试验过程中隔离开关的表现

隔离开关应在没有过度的机械或电气损伤下成功地完成试验。

在操作过程中，如果不损伤隔离开关的绝缘水平和不危害操作人员或在附近的其他人员，则允许从隔离开关向外喷射火焰或金属微粒。

B.6.106.9　试验后隔离开关的状况

隔离开关的机械功能和绝缘与试验前的状况基本相同。隔离开关应能够承载其额定电流且温升不超过规定值。

只要符合隔离开关的预期操作寿命，允许有机械磨损和由于燃弧而引起的烧蚀痕迹。如果有用于灭弧的材料，其性能可能受损，其数量可能降低到正常水平以下。在绝缘子上可能有由灭弧介质分解而产生的沉淀物。

在分闸位置，隔离开关的隔离性能不应由于绝缘件的劣化而降低到相应于正常磨损和老化的水平以下。

验证上述要求是否满足，试验后对隔离开关进行目视检查和空载操作通常是足够的。有怀疑时，可能需要进行适当的试验予以核实。

如对隔离开关的隔离性能有怀疑，则应按GB/T 11022的6.2.11进行状态检查试验予以验证。

B.6.106.10　型式试验报告

全部型式试验结果都应记录在型式试验报告中，其中应包含证明试验符合本标准的足够数据。型式试验报告还应包括足以确认被试隔离开关的主要部件的资料。

试验报告应包含下述资料：

a）试验的典型示波图或类似的纪录（每10次操作中最后一次的示波图）；

b）试验回路；

c）试验电流；

d）试验电压；

e）工频恢复电压；

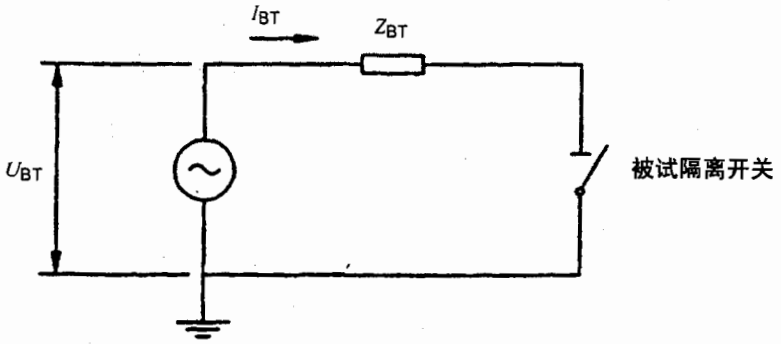
f）预期瞬态恢复电压；

g）燃弧时间；

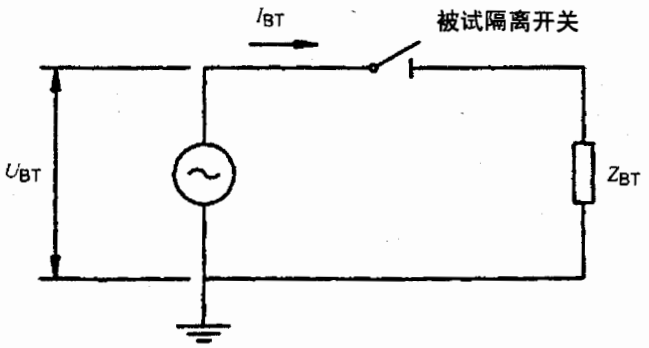
h） 关合和开断操作的次数；

i） 记录试验后触头的状况（见 B.6.106.9）。

应当包括关于隔离开关支承结构的一般资料。如适用，应记录试验期间隔离开关的动作时间和使用的操动机构的类型。



试验回路 A



试验回路 B

图解：

I_{BT} —— 额定母线转换电流 = U_{BT}/Z_{BT}

图 B.1 母线转换电流关合和开断试验的试验回路

附　录　C
（规范性附录）
接地开关开合感应电流

C.1　概述

本附录适用于额定电压 72.5 kV 及以上、能够开合感应电流的交流接地开关。

注：额定电压 40.5 kV 及以下的接地开关偶尔也要求开断和关合感应电流，但感应电流的额定值和型式试验不属于正常要求。试验可按用户和制造厂之间的协议进行。

本附录的目的，是为了将输电线接地用的接地开关的开合要求标准化。在多路架空输电线布置的情况下，不带电并且接地的输电线上可能通过电流，这是由于与相邻带电线路的电容和电感耦合的结果。因此，用于这些线路接地的接地开关应能保证下列运行条件：

——当接地连接线的一端开路，接地开关在线路的另一端操作时开断和关合容性电流；

——当线路的一端接地，接地开关在线路的另一端操作时开断和关合感性电流；

——持续承载容性和感性电流。

C.2　正常和特殊使用条件

本标准的第 2 章适用。

C.3　术语和定义

本标准第 3 章适用，并补充如下。

C.3.4.105.4

A 类接地开关　class A earthing switch

指定在与相邻带电线路长度较短或与相邻带电线路耦合弱的线路中使用的接地开关。

C.3.4.105.5

B 类接地开关　class B earthing switch

指定在与相邻带电线路长度较长或与相邻带电线路耦合强的线路中使用的接地开关。

注：列入 A 类和 B 类、具有关合能力（E1 级和 E2 级）的接地开关将有一个组合等级符号，如 A+E1、B+E2 等。

C.3.7.128

电磁感应电流　electromagnetically induced current

电磁感应电流，是当不带电的输电线路的另一端接地，且通过电流的带电线路与此接地线路平行和邻近，接地开关在不带电的输电线路的一端使线路接地或不接地时，接地开关能够开合的感性电流。

注1：两端接地的不带电线路中的感性电流取决于带电线路中的电流大小和与带电线路的耦合因数，耦合因数由杆塔上的线路布置情况来确定。

注2：当线路另一端接地时，跨接在线路一端且打开的接地开关上的感性电压取决于带电线路中的电流大小、与带电线路的耦合因数（耦合因数由杆塔上的线路布置情况来确定）以及与带电线路邻近的那部分接地线路的长度。

C.3.7.129

静电感应电流 electrostatically induced current

静电感应电流，是当不带电的输电线路的另一端开路，且通电流的带电线路与接地线路平行和邻近，接地开关在不带电的输电线路的一端使线路接地或不接地时，接地开关能够开合的容性电流。

注 1：一端接地的不带电线路中的容性电流取决于带电线路上的电压、与带电线路的耦合因数（耦合因数由杆塔上的线路布置情况来确定）以及接地线路的接地端和开路端之间的长度。

注 2：当线路另一端开路时，跨接在线路一端且打开的接地开关上的容性电压取决于带电线路上的电压和与带电线路的耦合因数，耦合因数由杆塔上的线路布置情况来确定。

C.4 额定值

本标准的第 4 章适用，并作如下补充：

可能要求额定电压 72.5 kV 及以上的接地开关具有感应电流和感应电压的额定值。对这种情况下使用的接地开关，根据开合方式的严酷程度可分为 A 类和 B 类（见 C.3.4.105.4 和 C.3.4.105.5）。

C.4.107.1 额定感应电流

电磁感应电流和静电感应电流的额定值应分别规定。

额定感应电流是在额定感应电压下接地开关能够开合的最大电流。

额定感应电压是最高工频电压，在该电压下接地开关能够开合额定感应电流。

两类接地开关的额定感应电流列于表 C.1 中。

接地开关应能承载额定感应电流（见 C.6.5）。

表 C.1 接地开关的额定感应电流和额定感应电压的标准值

额定电压	电磁耦合				静电耦合			
	额定感应电流 A （有效值）		额定感应电压 kV （有效值）		额定感应电流 A （有效值）		额定感应电压 kV （有效值）	
U_r	类别		类别		类别		类别	
kV	A	B	A	B	A	B	A	B
72.5	50	80	0.5	2	0.4	2	3	6
126	50	80	0.5	2	0.4	2	3	6
252	80	80	1.4	2	1.25	3	5	12
363	80	160	2	10	1.25	18	5	17
550	80	160	2	20	2	25	8	25
800	80	160	2	20	3	25	12	32

注1：A 类接地开关：用于耦合弱或比较短的平行线路。B 类接地开关：用于耦合强或比较长的平行线路。

注2：在某些情况（接地的线路很长一段与带电线路邻近，带电线路上有很大负荷，带电线路的运行电压比接地线路的高……）下，其感应电流和感应电压可能高于表中的值。对于这类情况，额定值应由制造厂和用户协商确定。

注3：对于单相试验和三相试验（见 C.6.107.6），额定感应电压均相应于线对地的值。

C.4.107.2 额定感应电压

电磁感应电压和静电感应电压的额定值应分别规定。

两类接地开关的额定感应电压列于表 C.1 中。

C.5 设计和结构

本标准的第5章适用，并作如下补充。

C.5.10 铭牌

应在具有关合和开断感应电流能力的接地开关的铭牌上标识出类别符号。

C.6 型式试验

本标准的第6章适用，并作如下补充：

具有关合和开断额定感应电流能力的接地开关的型式试验应包括：

——电磁感应电流关合和开断能力试验；

——静电感应电流关合和开断能力试验。

C.6.5 温升试验

一般不要求做试验，因为接地开关的额定短时耐受电流可以用于说明额定感应电流标准值所引起的接地开关的温升很低。有怀疑时，温升试验应根据制造厂和用户之间的协议进行。

如要求试验，GB/T 11022的6.5适用。

C.6.107 关合和开断试验

C.6.107.1 被试接地开关的布置

被试接地开关应完整地装在其自身的支架上或一等价的支架上。其操动机构应以规定的方式操作，特别是如果是电动或气动操作的，应分别在最低电源电压或最低气压下进行操作。

开始进行关合和开断试验前，应进行空载操作并详细记录接地开关的行程、速度、分闸时间和合闸时间等操作特性。

对于气体绝缘的接地开关，试验应在最低气体密度下进行。

具有人力操动机构的接地开关可以采用动力操作方式进行遥控操作，动力操作的速度应与人力操作获得的速度等值。

注1：应进行试验来验证人力操作的接地开关在制造厂规定的最低操作速度下是否满意地操作。

如果下列条件不比整台三极接地开关试验时更有利，则仅需在三极接地开关的一极上进行单相试验：

——关合速度；

——开断速度；

——相邻极的影响或与带电相的邻近程度。

注2：如果能够证明燃弧时间和电弧扩散不可能牵连到相邻带电相，则以单极试验足以验证接地开关的关合和开断性能。如果在单极试验的基础上，确证电弧可以到达相邻带电相，则应使用专门的接地开关布置进行三极试验。

C.6.107.2 试验回路和接地开关的接地

试验回路应通过接地开关的端子接地，通常接地开关的一个端子是接地的。

C.6.107.3 试验频率

接地开关最好在额定频率下进行试验。然而，为了试验方便，试验可以在50 Hz或60 Hz下进行，并认为两者是等价的。

C.6.107.4 试验电压

试验电压应合理选择，使关合前或开断后在接地开关端子间产生合适的工频电压，其值为表C.2所给出的值（$^{+10}_{0}$%）。对于电磁感应电流的开合，试验电压应在电流开断后立即进行测量。对于静电感应电流的开合，试验电压应在接地开关即将关合前进行测量。

如C.6.107.1中所注，通常仅要求进行单极试验。如果要求进行三极试验，则每相的试验电压与平均试验电压相差应不超过10%。

工频试验电压在开断后应至少维持0.3s。

C.6.107.5 试验电流

试验电流应等于表C.1中给出的额定感应电流（$^{+10}_{0}$%）。

被开断的电流应是衰减很小的对称电流。接地开关的触头应在闭合回路产生的瞬态电流消失后才分开。

如果进行三极关合和开断试验，试验电流应按所有三极中电流的平均值度量。每相试验电流与平均试验电流相差应不超过10%。

对于容性电流开断试验，在触头分离前，试验电流的波形应尽可能地接近正弦波。如果总电流的有效值对基波分量有效值之比不超过1.2，则认为此条件已满足。触头分离前，试验电流每工频半波通过零点不得多于一次。

C.6.107.6 试验回路

可以进行现场试验或试验室试验。对于试验室试验，可用电容、电感和电阻组成的集中元件来代替输电线路。

如果要求进行三极试验，三相试验回路中每相的元件要与单相试验回路中的相同，以便产生合适的试验电压和电流。电源回路的中性点应接地。

注1：只要能产生所要求的试验电流和电压以及固有的瞬态恢复电压参数，规定以外的其它试验回路也可采用。

注2：对于现场试验，可能不易使试验电流和电压满足所要求的允差。根据制造厂同用户之间的协议，可以放弃这些要求。应该指出，如果电压互感器接到被开合的接地线路上，开合过程中可能出现铁磁谐振，这取决于互感器的特性和接地线路的长度。

C.6.107.6.1 电磁感应电流关合和开断试验的试验回路

单相试验回路（图C.1）由产生合适的试验电压和试验电流的电源回路构成，回路的功率因数不超过0.15。选择元件 R 和 C，以产生合适的瞬态恢复电压参数。阻尼电阻 R 可以与电容 C 串联或并联。

电源电压（U_L）和电感（L）的值可以按表C.1中给出的值进行计算，以便产生合适的试验电流和工频恢复电压值。

预期瞬态恢复电压波形应具有三角波的形式，这是由于所连输电线的波阻抗造成的。为了试验方便，也可采用具有（1－cos）形式的瞬态恢复电压。可以选择 R 和 C 的值以产生表C.2中规定的合适的瞬态恢复电压参数。

表C.2 电磁感应电流开断试验恢复电压的标准值

额定电压 U_r kV	A类			B类		
	工频恢复电压（$^{+10}_{0}$%） kV（有效值）	TRV峰值（$^{+10}_{0}$%） kV	到达峰值的时间（$^{0}_{-10}$%） μs	工频恢复电压（$^{+10}_{0}$%） kV（有效值）	TRV峰值（$^{+10}_{0}$%） kV	到达峰值的时间（$^{0}_{-10}$%） μs
72.5	0.5	1.1	100	2	4.5	300
126	0.5	1.1	100	2	4.5	300
252	1.4	3.2	200	2	4.5	330
363	2	4.5	325	10	23	1 000
550	2	4.5	325	20	45	2 000
800	2	4.5	325	20	45	2 000

注1：恢复电压对单相或三相试验有效。

注2：预期瞬态恢复电压（TRV）波形可以是三角形或（1－cos）形式（见C.6.107.6.1）。到达峰值的时间对于两种波形均适用。

C.6.107.6.2 静电感应电流关合和开断试验的试验回路

为了试验室试验的方便，可以选用图 C.2 中的试验回路 1 或试验回路 2，因为只要满足回路参数方程式，这些回路均等价。

试验回路的功率因数应不超过 0.15。试验回路 1 中的电源电压（U_c）、电感 L 和电容 C_2 的值可以从表 C.1 中的额定电流和额定电压及表 C.3 中给出的 C_1 值，利用图 C.2 中注明的方程式计算出来。这将产生合适的试验电流和电压值以及合适的涌流频率和试验回路的波阻抗。试验回路 2 中的参数值可以由试验回路 1 导出的值进行计算。

不超过（从隔离开关看去的）容抗[ω（C_1+C_2）=ωC_1']的 10%的电阻（R）可以插接于图 C.2 所示的回路中。然而，所选择的电阻值既不应大于所考虑的输电线的波阻抗，也不应导致接地开关合闸时涌流的非周期性阻尼。

表 C.3 静电感应电流关合和开断试验的试验回路的电容（C 值）

额定电压 U_r kV	试验回路的电容	
	A 类 ±10% μF	B 类 ±10% μF
72.5	0.07	0.27
126	0.07	0.27
252	0.15	0.27
363	0.29	1.18
550	0.35	1.47
800	0.35	1.47

注：C_1 值可以由下式计算：

$$C_1 = (6D) / (\pi Z_0)$$

式中：

D——线路长度，km；

Z_0——线路波阻抗，Ω。

波阻抗的设定值是：

对于额定电压 72.5 kV 至 126 V：425Ω；

对于额定电压 252 kV：380Ω；

对于额定电压 363 kV 至 800 kV：325Ω。

C.6.107.7 试验方式

对于每一个静电感应电流和电磁感应电流关合和开断试验应进行 10 次关合、开断操作循环。

注：10 次操作循环对于验证电寿命是不充分的，但将提供触头磨损的迹象。

分闸操作应继合闸操作之后进行，两次操作之间应有足够的时延，使得任何瞬态电流得以消失。

在整个试验程序进行中，接地开关不应进行检修和调整。

C.6.107.8 试验过程中接地开关的表现

接地开关应在没有过度的机械或电气损伤下成功地完成试验。

在操作过程中，如果不损伤接地开关的绝缘水平和不危害操作人员或在附近的其他人员，允许从接地开关向外喷射火焰或金属微粒。

C.6.107.9 试验后接地开关的状态

接地开关的机械性能和绝缘与试验前的状况基本相同。接地开关应能承受其额定峰值耐受电流和额定短时耐受电流。

只要符合接地开关预期的操作寿命和维修规范，允许有机械磨损和电弧烧蚀的痕迹。如果有用于灭弧的材料，其性能可能受损，其数量可能降低到正常水平之下。在绝缘子上可能有由灭弧介质的分解而产生的沉淀物。

验证上述要求是否满足，试验后对接地开关进行目视检查和空载操作通常是足够的。有怀疑时，可能需要进行适当的试验予以核实。

如果对接地开关断口的绝缘性能有怀疑，则应按 GB/T 11022 的 6.2.11 进行状态检查试验予以验证。

C.6.107.10 型式试验报告

全部型式试验结果应记录在型式试验报告中，其中应包含证明试验符合本标准的足够数据。型式试验报告还应包括足以确认被试接地开关的主要部件的资料。

试验报告应包括下列资料：

a) 典型的示波图或类似的记录；

b) 试验回路；

c) 试验电流；

d) 试验电压；

e) 工频恢复电压；

f) 预期瞬态恢复电压；

g) 燃弧时间；

h) 关合和开断操作的次数；

i) 试验后接地开关的状况。

应当包括关于接地开关支承结构的一般资料。如适用，应记录试验期间接地开关的动作时间和使用的操动机构的类型。

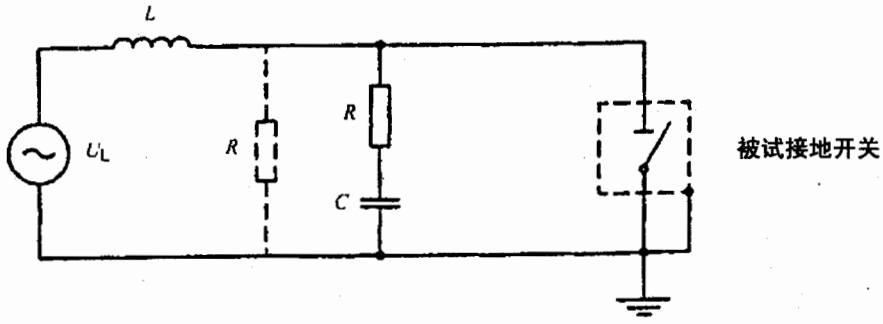
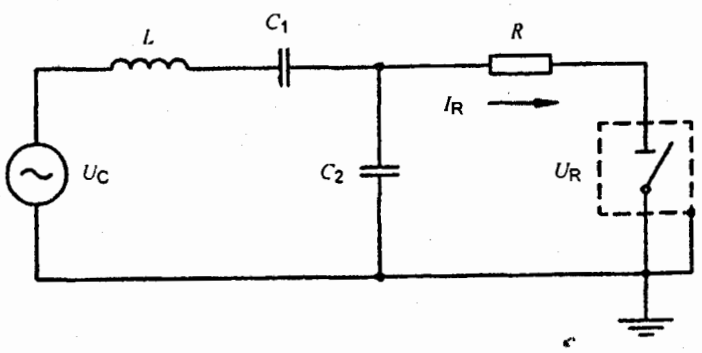
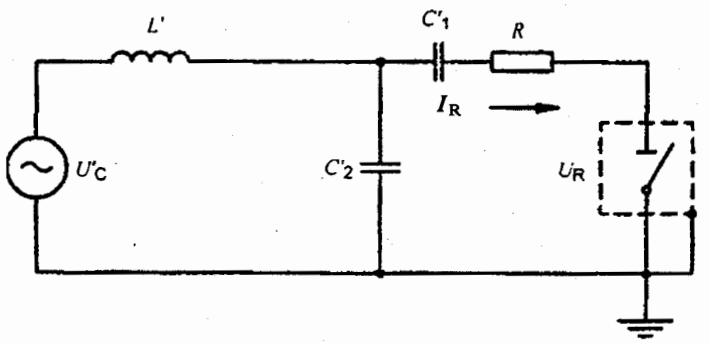


图 C.1 电磁感应电流关合和开断试验的试验回路



试验回路 1



试验回路 2

$$L = Z_0^{\,2} \times C_1 \qquad L' = L \times \left(\frac{C_1}{C_1 + C_2}\right)^2$$

$$U_C = \frac{I_R}{\omega C_1} \qquad U_C' = \left(\frac{C_1}{C_1 + C_2}\right) \times U_C \text{ 或 } U_C' = U_R$$

$$C_2 = C_1\left(\frac{U_C}{U_R} - 1\right) \qquad C_1' = C_1 + C_2 \qquad C_2' = C_2\left(1 + \frac{C_2}{C_1}\right)$$

式中：

Z_0——线路的波阻抗：

——对于额定电压 72.5 kV 至 126 kV，425 Ω；

——对于额定电压 252 kV，380 Ω；

——对于额定电压 363 kV 至 800 kV，325 Ω。

图解：

I_R——表 C.1 规定的额定感应电流；

U_R——表 C.1 规定的额定感应电压；

C_1——表 C.3 给出的试验回路的电容。

图 C.2　静电感应电流关合和开断试验的试验回路

附　录　D
（资料性附录）
接地开关操作（暂时接近）时最不利的绝缘位置的试验电压

为了对暂时接近时的绝缘强度进行标准化，应考虑下列事实：

——额定电压直到并包括 126 kV，系统存在两种型式，一种是中性点固定接地系统，另一种是中性点经消弧线圈接地的谐振接地系统；

——额定电压 252 kV 及以上，中性点固定接地是标准的接地方式；

——额定电压 363 kV 及以上，其工频耐受电压与系统电压的比例和 363 kV 以下的试验电压与系统电压的比例相比是降低了。（在较高等级的操作冲击试验方面已经标准化了）。

因此，对于暂时接近，有理由对较低电压等级的两个不同试验电压（一个对固定接地系统，另一个对谐振接地系统）和对 220 kV 及以上的系统电压仅有的一个试验电压进行标准化。

由于 330 kV 及以上系统的工频耐受电压相对较低，所以 252 kV 的隔离开关和接地开关处于一个独特的位置。一方面它们属于固定接地系统的范围；另一方面它们属于试验电压低于 300 kV 的范围。因此，有必要把要求的绝缘强度与标准化了的工频耐受电压（线对地）或是与额定电压联系起来考虑。

对于线对地耐受电压的固定关系是：对较低的额定电压，给出了过高的值；对较高的额定电压，给出了很低的值。

由于变电站中的安全距离与绝缘试验电压无关而与额定电压有关，因此，暂时接近的绝缘强度也应与额定电压和电网的接地方式有关。而且，应考虑试验电压可能偶尔有变化这个事实，但对于暂时接近的距离不应导致试验电压的改变。

因此，为了标准化，试验电压建议采用下列值：

a） 额定电压直到并包括 126 kV：

——中性点固定接地系统，$2\times U_r/\sqrt{3}$；

——中性点不接地系统，$1.3\times U_r$。

b） 额定电压 252 kV 直到并包括 800 kV，它们一般是固定接地的：

——$2\times U_r/\sqrt{3}$。

在计及以上叙述的细节后，对接地开关的闸刀处于最不利的位置时建议的试验电压在表 5 中给出。

附　录　E
（规范性附录）
对气体绝缘和/或金属封闭开关设备中使用的隔离开关和接地开关的特殊要求

E.1　概述

E.1.1　范围和对象

本附录专门适用于设计用于额定电压 3.6 kV 及以上、运行频率 50 Hz 的气体绝缘和金属封闭开关设备中的交流隔离开关和接地开关。

这里，仅考虑履行隔离开关或接地开关特殊功能的那些元件。如果隔离开关和接地开关被组合到一个隔室或一个壳体中，根据电压等级，GB 3906 或 GB 7674 适用。

E.1.2　规范性引用文件

本标准的 1.2 适用。

E.2　正常和特殊使用条件

本标准的第 2 章适用。

E.3　术语和定义

本标准的第 3 章适用，并作如下补充：

E.3.5.116

套管　bushing

承载一根或多根导体穿过外壳并与其绝缘的元件，包括连接用的附件。（GB 7674－3.7 ）

E.3.7.129

（外壳的）设计温度　design temperature（of the enclosure）

在运行条件下，外壳能达到的最高温度。（GB 7674－3.12）

E.3.7.130

（外壳的）设计压力　design pressure（of the enclosure）

用来决定外壳厚度的压力。（GB 7674－3.13）

E.3.7.131

绝缘介质的额定充入压力（或密度）　rated filling pressure for insulation（or density）

在投运或自动补压前充入总装的供绝缘和/或开合用介质的压力（Pa）（或密度），把它折算到+20℃和 101.3 kPa 标准大气条件下，可以用相对压力或绝对压力表示。（GB/T 11022－3.6.4.1）

E.3.7.132

绝缘介质的最低功能压力（或密度）　minimum functional pressure for insulation（or density）

供绝缘和/或开合用介质的压力（Pa）（或密度），把它折算到+20℃和 101.3 kPa 标准大气条件下，可以用相对压力或绝对压力表示，大于或等于此压力时开关设备和控制设备保持其额定特性，且

在此压力时需要及时补压。（GB/T 11022－3.6.4.5）

E.4 额定值

本标准的第4章适用，并对额定值列表作如下补充：

p）适用时，额定母线充电电流开合能力（见附录F）。

E.4.2 额定绝缘水平

GB/T 11022的4.2适用。

E.4.10 绝缘用压缩气源的额定压力（或密度）

GB/T 11022的4.10适用。

E.5 设计和结构

本标准的第5章适用，并作如下补充：

E.5.3 隔离开关和接地开关的接地

GB/T 11022的5.3、GB 7674的6.2和GB 3906的6.8适用。

如果有供试验用的外部联结穿过接地开关，那么，试验时它需要和接地点隔离，这种外部联结应能耐受额定短路电流。该外部联结拆去时，相应的绝缘水平（DC和AC）由制造厂规定。如果需要，应给出外部接地联结绝缘系统的介质损耗（mW）。

E.5.10 铭牌

本标准的5.10适用，并作如下补充：

应提供下列数据：

——供操作用的额定压力；

——最小气体密度（或压力）；

——外壳的设计压力。

E.5.105 内部故障

适用时，见GB 3906的6.16或GB 7674的6.10。

E.5.106 外壳

适用时，见GB 3906的6.1.1、6.1.2、6.1.6或GB 7674的6.11.1、6.11.2和GB/T 11022的5.15。

E.5.107 压力释放

适用时，见GB 3906的6.1.4或GB 7674的6.13。

E.6 型式试验

本标准的第6章适用，并作如下补充：

E.6.1 概述

构成气体绝缘或金属封闭开关设备和控制设备主回路元件的隔离开关和接地开关，应在其安装和使用的适当条件下，即它们应在气体绝缘或金属封闭开关设备和控制设备中的正常安装状态，装上可能影响其性能的所有相关元件（如联结件、支持件、排气装置等）的情况下，按本附录进行试验以验证其额定特性。

注：在确定哪些相关的元件影响性能时，特别注意短路电流所产生的机械力、电弧生成物的排放、破坏性放电的可能性等方面。应该认识到在某些情况下这种影响可能是微不足道的。

E.6.1.1　试验的分组

本标准的6.1.1适用，并作如下补充：

——隔离开关开合母线充电电流试验（E.6.108）（适用时，强制的型式试验）；

——外壳的压力耐受试验（E.6.109）（O）；

——内部故障电弧试验（E.6.110）（O）。

注：（O）为非强制的型式试验。

E.6.2.9　局部放电试验

GB/T 11022的6.2.9适用。

除非已在GB 3906的7.13和GB 7674（GIS）的7.1.9中规定，否则不要求在整台隔离开关或接地开关上做局部放电试验。但是，当隔离开关或接地开关所用的元件在相关的标准（例如GB/T 4109）中包含了局部放电测量时，制造厂应提出证据表明这些元件通过了按相关标准要求的局部放电试验。局部放电测量见GB/T 7354。

注1：局部放电测量是发现受试设备某些缺陷的一个合适的方法，也是绝缘试验的一个有益的补充。经验表明，在特定的结构中，局部放电可以导致设备（尤其是固体绝缘）的绝缘强度降低。

注2：为测量或发现局部放电，除了GB/T 7354考虑的一种方法外，根据协议也可采用其它方法，例如超高频或声学法。

E.6.6.1.101　短路试验的一般试验条件

GB/T 11022的6.6.1和本标准的6.6.1.101适用。

E.6.102.3　机械寿命试验

配备联锁的隔离开关和接地开关，应经受五次操作循环的操作（相关标准另有要求的情况除外）来检查相关联锁的动作情况。在每次操作之前，联锁应置于试图阻止开关装置操作的位置。在进行这些试验时，仅使用正常的操作力，并且不应对开关装置或联锁进行调整。

如果开关装置和联锁能按正确的工作程序工作，且在试验前、后开关装置操作所需的力几乎相同，则认为试验是满意的。

如果开关装置不能操作，则认为联锁是满意的。

E.6.104　极限温度下的操作

为了验证在极限温度下能满意地工作，应按GB/T 11022的6.8进行密封试验。

E.6.108　隔离开关开合母线充电电流试验

试验要求的细节在附录F中给出。

E.6.109　外壳的压力耐受试验

GB 3906的7.9和GB 7674的7.9适用。

6.110　内部故障电弧试验

GB 3906的7.15和GB 7674的7.11适用。

E.7　出厂试验

本标准的第7章适用，并作如下补充。

E.7.1　主回路的绝缘试验

补充如下：

注：对于密封元件，绝缘试验应在额定充入压力下进行。

E.7.101 机械操作试验

本标准的7.101适用，并作如下补充：

配备联锁的隔离开关和接地开关，应经受五次操作循环的操作来检查相关联锁的动作情况。每次操作之前，应按6.102.3.2和E.6.102.3的规定，分别对每个开关装置进行一次试操作。

试验在主回路中没有电压或电流流过的条件下进行，特别是应该检验在操动机构规定的电源电压和压力源压力极限范围内，开关装置能正确地合闸和分闸。

E.7.102 局部放电测量

GB 3906的8.6和GB 7674的8.4适用。

注1：局部放电测量可用来发现潜在的悬浮物质和制造缺陷。

注2：为测量或发现局部放电，除了GB/T 7354考虑的一种方法外，根据协议也可采用其它方法，例如超高频或声学法。

E.7.103 外壳的压力耐受试验

GB 3906的8.7和GB 7674的8.5适用。

E.8 隔离开关和接地开关的选用导则

本标准的第8章适用。

E.9 随询问单、标书和订单提供的资料

本标准的第9章、GB 3906的第10章或GB 7674的第11章适用，并补充如下资料。

E.9.102.1 额定值和特性

n） 开合母线充电电流的能力。

E.10 运输、储存、安装、运行和维修规则

GB 3906的第11章和GB 7674的第13章适用，并对GB 3906的11.3和GB 7674的13.3作如下补充：

为了维修，气体绝缘开关设备中的隔离开关只有在六氟化硫气体压力不低于其最低功能压力（密度）时，认为才具有其全部的绝缘性能。

附　录　F
（规范性附录）
额定电压 72.5 kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备 — 隔离开关开合母线充电电流的要求

F.1　概述

已经发现，特别是在 550 kV 和更高的系统电压等级上，当气体绝缘金属封闭开关设备的隔离开关开合小的容性电流（例如用隔离开关接通或断开空载的母线（管）段或断路器的并联电容器）时，可能会发生对地破坏性放电。近几年，通过在全世界范围内的调查，搞清了产生这种情况的原因，并对非常快速的瞬态过电压现象——随着气体绝缘金属封闭开关设备的隔离开关履行容性电流开合这种固有的职能时产生的现象的复杂性，有了深刻地了解。由此可以断定：正确的隔离开关设计对避免对地产生破坏性放电是至关重要的。

F.1.1　范围和对象

本附录适用于额定电压 72.5kV 及以上的交流气体绝缘金属封闭隔离开关。

本附录规定了气体绝缘金属封闭隔离开关用于如接通或断开母线段或均压电容器时所出现的小容性电流（空载电流）的试验要求。

注：在同一回路中几台隔离开关同时操作是不合理的，本标准对这种情况不予考虑。

F.2　正常和特殊使用条件

本标准的第 2 章适用。

F.3　术语和定义

对于本附录，下列定义适用。

F.3.7.133

母线充电电流　bus-charging current

接通或断开部分母线系统或类似的容性负载时隔离开关应能开合的电流，用稳态有效值表示。

F.3.7.134

对地瞬态电压（TVE）　transient voltage to earth（TVE）

合闸操作过程中第一次预击穿时出现的对地电压。

F.6　型式试验

对于额定电压 252 kV 及以下的隔离开关，通常不需要进行试验，但也可根据用户和制造厂之间的协议进行。

注：因为额定电压 252 kV 及以下时，在大多数情况下规定的雷电冲击耐受水平（LIWL）和额定电压之比足够高，所以不需要进行试验。

F.6.1 母线充电电流关合和开断的试验方式

确定了三个试验方式：

——试验方式 1：非常短的母线（管）段的开合；

——试验方式 2：在 180° 失步条件下对断路器并联电容器的开合；

——试验方式 3：电流开合能力试验。

注1：试验方式 1 是正常的型式试验且是强制性的。

注2：试验方式 2 是根据用户与制造厂之间的协议，按照本附录进行的特殊型式试验，如果断路器未装设并联电容器，则试验方式 2 是不必要的。

注3：试验方式 3 是根据用户与制造厂之间的协议，按照本附录进行的特殊型式试验。当断开较长的不带电母线或其它已带电部分（如短电缆等）时，仅用于说明隔离开关的电流开断能力。

典型的电流值在表 F.2 中给出。

F.6.2 受试隔离开关的布置

受试隔离开关的操动机构在试验中应按制造厂规定的方式操作，并且，特别是对动力操作的，应在规定的最低电源电压和/或最低压力下操作。

进行关合和开断试验之前，应进行空载操作并记录隔离开关动作特性的详细情况，如：合闸时间和分闸时间。

试验应在受试隔离开关正常运行的最小气体密度下进行。相关的隔室也应处于最小密度。

大多数情况下，隔离开关的结构布置都是不对称的（例如不对称的屏蔽，或动触头/静触头的差别等）。由于这些原因，隔离开关必须在最不利布置的条件下进行试验。对于试验方式 1，最不利的布置认为是能在合闸操作时产生最大预击穿距离的布置。对于试验方式 2 和试验方式 3，认为隔离开关的结构布置不甚重要。

注：同样设计的隔离开关可垂直安装与水平安装均是一种普遍情况。在这种情况下，触头的速度可能变化。然而，对于这些试验，认为与规定速度的偏差不超过±15%是可以接受的。

只要引起的动作速度变化不超过±15%，则仅须对三极操作的隔离开关的一极进行单极试验。

对处于一个外壳内的三极隔离开关，最好进行三相试验。但是，在验证关合和开断性能时，本附录规定的单相试验也能被接受。不参与开合过程的其它两极应在两端接地。

F.6.3 试验频率

隔离开关应优先在额定频率下试验。然而，为了试验方便，可以在 50 Hz 或 60 Hz 下进行试验且认为是等价的。

F.6.4 关合和开断试验的试验电压

在关合和开断试验过程中，开合操作前后的工频电压应至少保持 0.3s。在负载侧有直流预充电电压的情况下（试验方式 1），在合闸操作之前，该直流电压应按规定的数值施加大约 1min。在分闸操作和合闸操作之间，负载侧不应接地，试验回路不应包含能引起已充电荷衰减的元件。

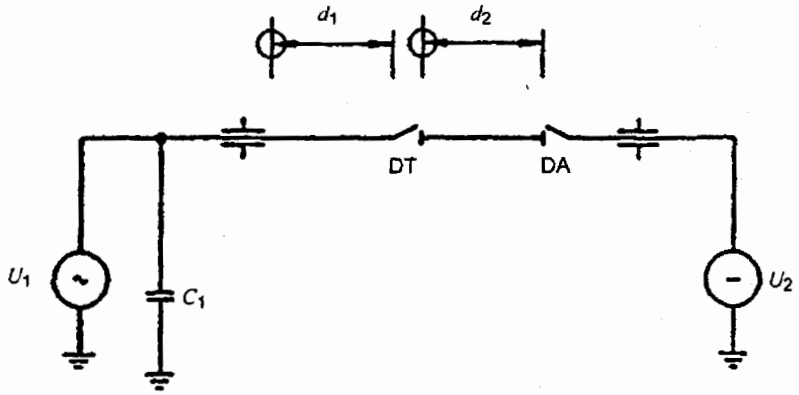
参考图 F.1、图 F.3 和图 F.4，试验布置的电源侧和负载侧的试验电压应按表 F.1 中给出的数值施加。

表 F.1 中的试验电压对隔离开关的开断操作有效。在试验方式 3 的情况下，当隔离开关处于合闸位置时，试验电压可能明显偏高。这是由谐振现象引起的，尤其是如果电源变压器的阻抗高，这对用于交流电压绝缘试验的变压器是正常的。

注：上面提及的电压上升会提高试验条件。它不应超过 10%。

表 F.1　关合和开断试验的试验电压

试验方式	试验电压	
	电源侧　U_1	负载侧　U_2
1	$1.1\times Ur/\sqrt{3}$	用负极性直流电压预充电 $-1.1\times Ur\times\sqrt{2}/\sqrt{3}$
2	$1.1\times Ur/\sqrt{3}$	反相的交流电压 $1.1\times Ur/\sqrt{3}$
3	$Ur/\sqrt{3}$	——
注 1：Ur 是额定电压。 注 2：选取系数 1.1 来考虑这类开合现象固有效应的统计结果，且可以限制表 F.3 中规定的试验操作的次数。因为试验方式 3 仅用来说明隔离开关的开合能力，所以试验电压的这种提高是不必要的。		



图解：

DT——被试隔离开关；

DA——辅助隔离开关。

图 F.1　试验方式 1 的试验回路

F.6.5　关合和开断试验的试验回路

F.6.5.1　开合非常短的母线（管）段，试验方式 1

图 F.1 给出了试验方式 1 的试验回路。负载侧应由长度为 d_2（范围为 3 m ~ 5 m）的母线段表示。与电源侧连接应通过长度 d_1 的另一段母线来实现。为了获得典型的非常快速瞬态（VFT）的条件，比值 d_2/d_1 应在 0.36 ~ 0.52 的范围内。电源侧回路应具有附加的集中电容 C_1，C_1 值的选取应使得隔离开关端子对地电压的峰值满足 F.6.5.1.1 的规定。

在开始合闸操作之前，负载侧应按照表 F.1 中的直流电压进行充电，然后，直流电压由辅助隔离开关 DA 断开。

注：母线长度 d_1 和 d_2 是清楚的，并选取下列距离：

d_1——被试隔离开关（DT）的分闸触头到套管端头的距离；

d_2——被试隔离开关（DT）的分闸触头到辅助隔离开关（DA）的分闸触头的距离。

F.6.5.1.1　瞬态电压值

合闸操作过程中，隔离开关处的电压瞬态用来表征试验回路的特性且在试验条件下保证一致的过电压特性。瞬态电压有两个重要的方面 — 非常快速的瞬态（VFT）现象和快速瞬态（FT）现象。VFT 现象由 F.6.5.1 中描述的回路布置确定。对于某种试验布置，快速瞬态现象的回路响应至少在下列条件下通过直接测量（见 F.6.10）验证一次：

——电源侧试验电压：$U_r/\sqrt{3}$；

——负载侧电压：0（没有预充电）。

对于这些条件，合闸操作过程中第一次预击穿时对地瞬态电压的峰值 u_{TVE} 应不低于 $1.4\times U_r\times\sqrt{2}/\sqrt{3}$（实际上，5%的变化也是可以接受的）且到达峰值的时间应小于 500 ns（图 F.2）。

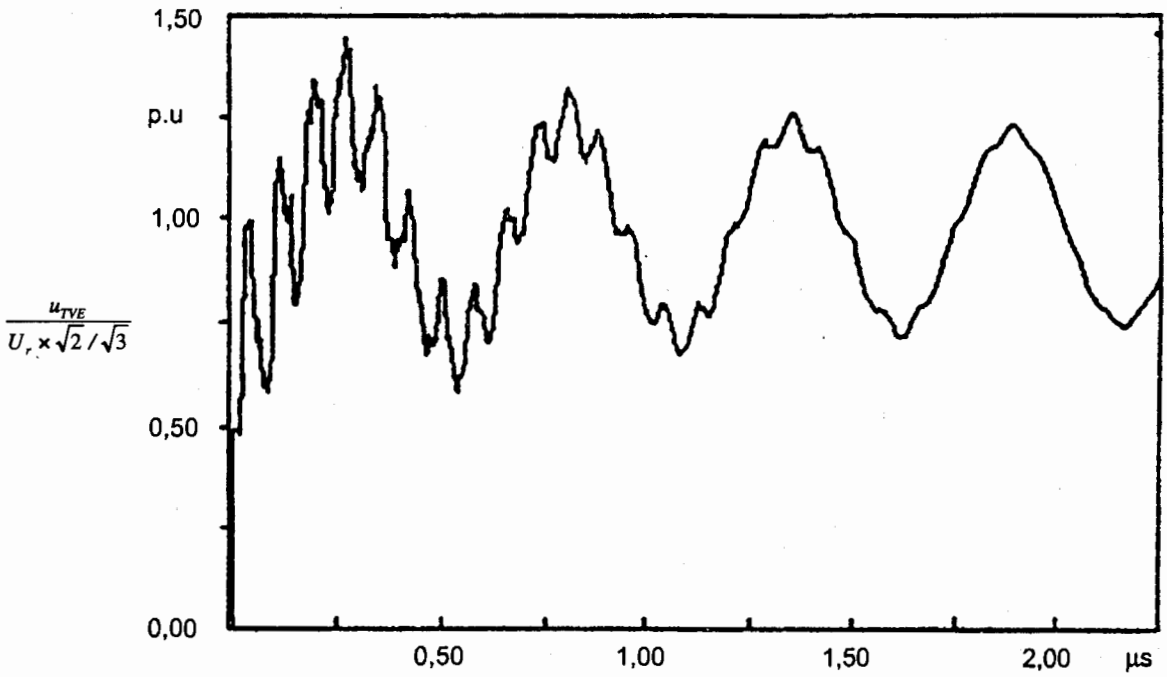


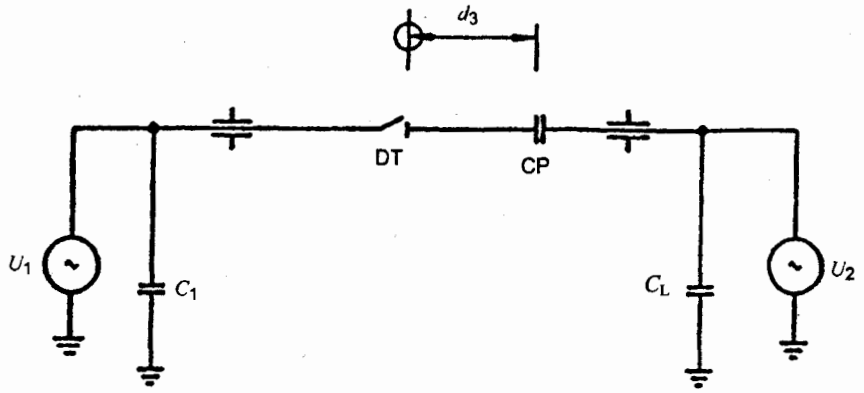
图 F.2　典型的电压波形（包含 VFT 和 FT 分量）

F.6.5.2　失步开合，试验方式 2

图 F.3 给出了失步开合的试验回路。断路器的并联电容 CP 可以用实际断路器的电容，或者用电容值等于或大于实际运行中所用电容的电容器的电容来代替。

应该确定（断路器的）电容器和隔离开关之间可能的最短连接线 d_3。试验回路的其它连接长度不作规定，但应优先用尽可能短的标准元件来实现。

集中电容 C_L（图 F.3）的值应不小于 400 pF。比值 C_1/C_L 应为 4 ~ 6。



图解：

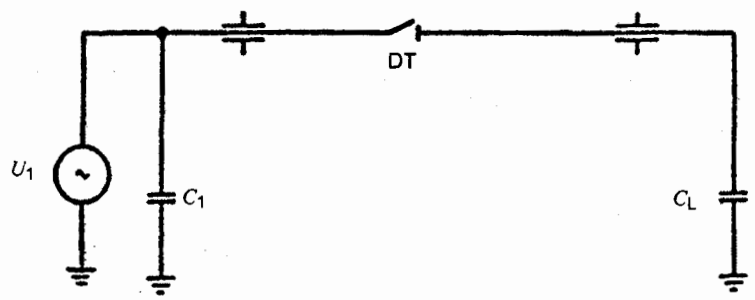
DT——被试隔离开关；

CP——断路器并联电容器或等效电容器。

图 F.3　试验方式 2 的试验回路

F.6.5.3　电流开合能力试验，试验方式 3

图 F.4 所示的试验回路适用。对于这种开合情况，母线段的具体长度是不重要的。在负载侧应增加一个集中电容 C_L，以获得表 F.2 中给出的规定的母线充电电流，偏差为±10%。



图解：

DT——被试隔离开关。

注 1：为了降低因较高电源阻抗引起的谐振效应，可以在电源侧接入一方便数值的集中电容 C_1。

注 2：可能影响瞬态恢复条件的详细试验条件，按照用户与制造厂之间的协议。

图 F.4　试验方式 3 的试验回路

表 F.2　规定的母线充电电流

额定电压 U_r kV（有效值）	72.5	126	252	363	550	800
母线充电电流 A（有效值）	0.1	0.1	0.25	0.5	0.5	0.8
注：实际上，这些值一般是不会超过的。它们适用于 50Hz 和 60Hz。如果实际需要其它更高的数值，则这些数值应由用户和制造厂的协议确定。						

F.6.6 关合和开断试验的实施

在每个试验方式的整个试验系列的试验中隔离开关不应检修和调整。表F.3给出了规定的试验次数。

表F.3 规定的试验次数

试验方式	关合和开断操作的次数	
	标准隔离开关	快速隔离开关 [a]
1	50 [b]	200 [a, c]
2	50	200
3	50	50

a 隔离开关触头分离瞬间的触头分离速度应在1m/s或更高的范围内。

b 在隔离开关最不利的布置不能清楚地确定（参见F.6.2）的情况下，试验方式1应在对面的端子上重复进行。

c 如果试验电压提高（以覆盖统计结果）到下列数值，则试验次数可以减到50次：

——电源侧：$U_r \times 1.2/\sqrt{3}$；

——负载侧（直流电压预充电）：$-U_r \times 1.2 \times \sqrt{2}/\sqrt{3}$。

F.6.7 关合和开断试验过程中隔离开关的表现

隔离开关应成功地完成试验系列而不出现机械的或电气的损伤。

极对地破坏性放电或在三极共箱的情况下的极间破坏性放电都是不允许的。

注：必须用适当的测量或探测装置，以便能够正确地探测到对地或极间的破坏性放电。

F.6.8 试验后的状态

隔离开关的机械功能应与试验前的状态基本上相同。只要隔离开关在分闸位置和合闸位置的绝缘性能不降低，则有电弧烧蚀和绝缘子表面上有分解物沉淀的痕迹是可以接受的。

试验方式1和试验方式2后不需采取特别的行为去验证这一要求。

注：关于试验方式3，适当的验证程序正在考虑中。

F.6.9 型式试验报告

全部型式试验结果应记录在型式试验报告中，其中应包含证明试验符合本标准的足够数据。型式试验报告还应包括足以确认被试隔离开关的主要部件的资料。

其次，试验报告应包含下列资料：

a） 一次关合和一次开断操作的典型示波图；

b） 试验回路；

c） 稳态试验电流（仅对试验方式3）；

d） 试验电压；

e） 瞬态电压特性；

f） 触头运动的典型示波图；

g） 试验过程中的气体压力；

h） 关合和开断操作的次数；

i） 试验后的状态；

j） 故障探测系统的类型；

k） 操动机构的电源电压或压力。

F.6.10 测量要求

通常，试验方式1和试验方式2要求专业化的测量：

——对地瞬态电压 u_{TVE} 的测量；

——试验方式1时，为保证负载侧电压（U_2）在合闸操作起始瞬间满足规定要求所进行的测量。

测量的要求：

——对采用的每一试验回路，TVE验证至少应进行一次。配置变化如不同连接的引线长度、设备的方位等，都认为是试验回路的变化，并应进行附加的测量；

——TVE测量应在距离隔离开关弧触头1 m范围内进行。如果不可能，只要所进行的其它测量（在试验区域内，但在1 m外）至少有一次可以验证计算方法的有效性，则TVE验证可以通过计算机计算；

——应该注意考虑可能的杂散工频骚扰；

——TVE测量应在足够的频带宽度下进行，以便正确地记录VFT分量。

注：VFT的测量正在考虑中。

附 录 G
（资料性附录）
变压器中性点接地用隔离开关的额定绝缘水平

表 G. 1 变压器中性点接地用隔离开关的额定绝缘水平

隔离开关的额定电压（*Ur*） kV	变压器中性点接地方式	雷电冲击全波（1.2 / 50 μs）耐受电压（峰值） kV	1 min 工频耐受电压（有效值）（干试与湿试） kV
40.5		185	80 / 85 [a]
72.5		325	140
126	不固定接地	250	95
252	固定接地	185	85
	不固定接地	400	200
363	固定接地	185	85
	不固定接地	550	230
550	固定接地	185	85
	经小电抗接地	325	140
a 斜线下方的数据为干试耐受电压，斜线上方的数据为湿试耐受电压。			