

9

DL/T 486—2000

交流高压隔离开关和接地
开关订货技术条件

目 次

前言..... 277

1 范围 278

2 引用标准 278

3 定义 279

4 额定值 282

5 设计和结构 286

6 型式试验 292

7 出厂试验 304

8 选用导则 306

9 查询投标与订货 307

10 包装、运输、储存（保管）、维护与备品 309

11 安全要求..... 309

附录 A（标准的附录） 开关位置指示系统的设计和试验..... 310

附录 B（标准的附录） 隔离开关开、合母线转换电流的试验 313

附录 C（标准的附录） 接地开关开、合感应电流的试验 317

前 言

由原能源部于 1992 年 8 月 12 日批准,并于 1993 年 2 月 1 日起实施的电力行业标准 DL/T 486—1992《交流高压隔离开关订货技术条件》已实施多年。近年来,技术上的进步和运行经验的积累已给若干标准的相关规定带来许多变化。为此,经电力行业高压开关设备标准化技术委员会第 15 次年会提出了修订计划。修订工作由中国电力科学研究院负责,参加单位有华北电力集团公司、华东电力集团公司、清华大学、湖南省电力公司、重庆高压开关厂、沈阳高压开关有限责任公司。

本标准等效 IEC60129:1984《交流高压隔离开关和接地开关》和第一号修订(1992)、第二号修订(1996)。正常和特殊使用环境条件,还应符合 DL/T593—1996《高压开关设备的共用订货技术导则》中第 3 章的规定。

本标准从生效之日起同时代替 DL/T486—1992。

本标准的附录 A、B 和 C 都是标准的附录。

本标准由中国电力科学研究院高压开关研究所提出。

本标准由电力行业高压开关设备标准化技术委员会归口。

本标准由中国电力科学研究院负责起草。

本标准主要起草人:曹荣江、顾霓鸿。

本标准 1987 年首次发布,1992 年第一次修订,2000 年第二次修订。

本标准委托电力行业高压开关设备标准化技术委员会负责解释。

交流高压隔离开关和接地开关
订货技术条件

DL/T 486—2000

eqv IEC 60129: 1984

代替 DL/T 486—1992

Specifications for HV AC disconnectors and earthing switches

1 范围

本标准适用于额定电压 3.6kV~550kV, 频率 50Hz 的户内、户外用隔离开关和接地开关 (不论其接线端子是封闭的, 还是处在大气中), 也适用于它们的操动机构和辅助装置。

当隔离开关和接地开关处于其他装置内部时, 例如开关柜、GIS 等, 其附加要求由相关标准作出补充规定。

正常和特殊使用环境条件应符合 DL/T 593—1996 中 3 的规定。

注

1. 超出本标准的要求由用户和制造厂协商解决。
2. 当熔断器和隔离开关组合在一起成为一个整体装置时, 其技术要求另定。
3. 本标准不适用于有火灾、爆炸危险、化学腐蚀及频繁的剧烈振动的场所。

2 引用标准

下列标准所包含的条文, 通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时, 所示版本均为有效。所有标准都会被修订, 使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 762—1996	标准电流
GB/T 2900.1—1992	电工术语 基本术语
GB/T 2900.19—1994	电工术语 高电压试验技术和绝缘配合
GB/T 2900.20—1994	电工术语 高压开关设备
GB/T 3309—1989	高压开关设备常温下的机械试验
GB/T 3804—1990	3kV~63kV 交流高压负荷开关
GB/T 5273—1985	变压器、高压电器和套管的接线端子
GB/T 7354—1987	局部放电测量
GB/T 11022—1999	高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求
DL/T 402—1999	交流高压断路器订货技术条件
DL/T 539—1993	户内交流高压开关柜和元部件凝露及污秽试验技术条件
DL/T 593—1996	高压开关设备的共用订货技术导则

3 定义

本标准所用通用名词术语的定义可参阅 GB/T 2900.1、GB/T 2900.19 和 GB/T 2900.20。

下面列出一些常用定义，并作若干补充。

3.101 通用定义

3.101.1 高压开关设备 high-voltage switchgear (GB/T2900.20—1994 中 3.2)

3.101.2 户内高压开关设备 indoor high-voltage switchgear (GB/T2900.20—1994 中 3.3)

3.101.3 户外高压开关设备 outdoor high-voltage switchgear (GB/T 2900.20—1994 中 3.4)

3.101.4 周围空气温度 ambient air temperature (GB/T 2900.20—1994 中 2.39)

3.101.5 温升 (隔离开关或接地开关部件的) temperature rise (of a part of a disconnectors or earthing switches)

指某部件温度与其周围空气温度之间的温差。

3.102 装置

3.102.1 隔离开关 disconnector (GB/T 2900.20—1994 中 3.24)

除采用 GB/T 2900.20 定义外，并加以下的注。

注：所谓回路电流“很小”系指流经下列元件的电流：套管、母线、连接线、很短的一段电缆、断路器的并联均压电容等形成的电容性电流，以及 TV 和分压器的电流。当额定电压在 363kV 及以下时，只要这种电流不超过 0.5A 可忽略不计；当额定电压在 550kV 时，可忽略不计的小电流值应征得制造厂的同意。

所谓“电压没有显著变化”系指诸如感应式调压器或断路器的旁路电压。

当额定电压在 40.5kV 及以上时，有可能要求隔离开关具有母线转换电流的操作功能 (见本标准附录 B “隔离开关开、合母线转换电流的试验”)。

3.102.1.1 M0级隔离开关¹⁾ disconnector class M0

用于输电系统中额定电压 126kV 及以上的隔离开关、接地开关或额定电流 2000A 及以上的隔离开关及其操动机构，机械操作稳定性试验次数为 1000 次，其性能能满足本标准中的一般要求。

3.102.1.2 M1级隔离开关 disconnector class M1

用于配电系统中额定电压 126kV 及以下的隔离开关、接地开关或额定电流 2000A 以下的隔离开关及其操动机构，机械操作稳定性试验次数为 2000 次，其余与 M0 级相同。

3.102.1.3 M2级隔离开关 disconnector class M2

机械操作稳定性试验次数为 10000 次，其余与 M0 及 M1 级相同。

3.102.2 单柱式隔离开关 single-column disconnector (GB/T 2900.20—1994 中 3.25)

3.102.3 双柱式隔离开关 double-column disconnector (GB/T 2900.20—1994 中 3.26)

3.102.4 三柱式隔离开关 three-column disconnector (GB/T 2900.20—1994 中 3.27)

3.102.5 接地开关 earthing switch (GB/T 2900.20—1994 中 3.28)

此外，对 40.5kV 及以上电压等级的接地开关可能要求它具有开合感应电流的额定值。

3.102.5.1 E0 级接地开关 earthing switch class E0

采用说明：

1) 根据我国专业标准提出。

符合输、配电系统一般要求的常用类型。

3.102.5.2 E1 级接地开关 earthing switch class E1

能关合短路电流的接地开关。

3.102.5.3 E2 级接地开关 earthing switch class E2

用于 40.5kV 及以下配电系统中而维护工作量最少的接地开关。所谓“最少”指诸如润滑、补充 SF₆、清洗外表面等。

这级接地开关能作到连续关合 5 次仍能保持“少维护”特性。

3.103 部件术语

3.103.1 开关设备的极 pole of a switchgear (GB/T 2900.20—1994 中 2.23)

3.103.2 开关设备的主回路 main circuit (GB/T 2900.20—1994 中 2.24)

3.103.3 开关设备的控制回路 control circuit (GB/T 2900.20—1994 中 2.25)

3.103.4 开关设备的辅助回路 auxiliary circuit (GB/T 2900.20—1994 中 2.26)

3.103.5 开关的触头 contact (GB/T 2900.20—1994 中 4.1)

3.103.6 主触头 main contact (GB/T 2900.20—1994 中 4.4)

3.103.7 控制触头 control contact (GB/T 2900.20—1994 中 4.6)

3.103.8 辅助触头 auxiliary contact (GB/T 2900.20—1994 中 4.7)

3.103.9 辅助开关 auxiliary switch (GB/T 2900.20—1994 中 4.28)

3.103.10 动合触头 [常开触头]; a 触头 make contact, a-contact (GB/T 2900.20—1994 中 4.8)

3.103.11 动断触头 [常闭触头]; b 触头 break contact, b-contact (GB/T 2900.20—1994 中 4.9)

3.103.12 位置指示器 position indicating device (GB/T 2900.20—1994 中 4.40)

3.103.13 位置信号装置 position signalling device

隔离开关或接地开关的一个组成部分, 它应能给出一个信号 (通常是传给远离开关的地方), 以指明主回路触头的位置 (是分或合位置)。

3.103.14 (接线) 端子 terminal

隔离开关或接地开关的一个组成部分, 通过它与外部导线相连。

3.103.15 接触区 (对单柱式隔离开关) contact zone (GB/T 2900.20—1994 中 4.13)

3.104 操作术语

3.104.1 操作 operation (GB/T 2900.20—1994 中 5.1)

3.104.2 操作循环 operating cycle (GB/T 2900.20—1994 中 5.5)

3.104.3 合 (闸) 操作 closing operation (GB/T 2900.20—1994 中 5.3)

3.104.4 分 (闸) 操作 opening operation (GB/T 2900.20—1994 中 5.2)

3.104.5 肯定驱动 (程序式) 操作 positively driven operation

按照预定要求对机械装置辅助触头所设计的一种操作程序, 使辅助触头与主触头的状态 (分闸状态, 或合闸状态) 相对应 (IEC441—16—12)。

3.104.6 人 (手) 力操作 dependent manual operation (GB/T 2900.20—1994 中 5.9)

3.104.7 动力操作 dependent power operation (GB/T 2900.20—1994 中 5.10)

3.104.8 贮能操作 stored energy operation (GB/T 2900.20—1994 中 5.11)

3.104.9 人 (手) 力贮能操作 independent manual operation (GB/T 2900.20—1994 中

5.12)

3.104.10 合(闸)位置 closed position (GB/T 2900.20—1994 中 5.32)

注:所谓预定连续性系指在此位置下触头能承载额定电流,以及指定时限的额定短路电流。

3.104.11 分(闸)位置 (open position) (GB/T 2900.20—1994 中 5.33)

3.104.12 联锁装置 interlocking device (GB/T 2900.20—1994 中 4.25)

3.105 特性参量术语

3.105.1 峰值关合电流 (接地开关的) peak making current of an earthing switch (GB/T 2900.20—1994 中 6.10)

3.105.2 峰值电流 peak current (GB/T 2900.20—1994 中 6.5)

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

按照使用条件确定的隔离开关主回路所能持续承载的电流值。

3.105.4 额定短时耐受电流、额定热稳定电流 rated short-time withstand current (GB/T 2900.20—1994 中 6.64)

3.105.5 额定峰值耐受电流、额定动稳定电流 rated peak withstand current (GB/T 2900.20—1994 中 6.65)

3.105.6 额定值 rated value (GB/T 2900.20—1994 中 6.1)

3.105.7 耐受参量峰值 peak withstand value

某种时变量(波)的最高值(相对于其基准零线之值,不论其值为正或负)。

3.105.8 绝缘水平 insulation level

在某种条件下,对设备绝缘所设计的耐压能力。

3.105.9 1min工频耐受电压 1min power frequency withstand voltage (GB/T 2900.19—1994 中 3.33,但作用时间限定为 1min)

3.105.10 冲击耐受电压 impulse withstand voltage

隔离开关或接地开关在指定条件下能承受的标准波形的冲击电压峰值。

注:由于波形不同,可分为操作冲击与雷电冲击两类。

3.105.11 外绝缘 external insulation (GB/T 2900.19—1994 中 3.24 修改而成)

指开关设备暴露在大气中部分的空间距离或设备固体绝缘的表面与大气接触部分,它承受电压作用,并受到诸如污秽、潮气、鸟兽虫害的影响。

注:外绝缘可具有(或不具有)保护措施,使不受外界大气条件的影响,并可从防护措施的外(或内)部进行操作。

3.105.12 内绝缘 internal insulation

指开关设备在其防护装置外壳内的绝缘部分,它可以是固体、液体或气体,以保护开关设备不受外在大气条件的影响。

3.105.13 自恢复绝缘 self-restoring insulation (GB/T 2900.19—1994 中 3.28)

3.105.14 非自恢复绝缘 non-self-restoring insulation (GB/T 2900.19—1994 中 3.29)

注:上述 3.105.13 及 3.105.14 两项定义仅适用于进行耐压试验中在试验电压作用下的情况。在运行中的击穿放电常导致开关设备自恢复绝缘部分全部丧失(或部分丧失)其原有绝缘性能。

3.105.15 并联绝缘体 parallel insulation

指两个绝缘体并联,但间距小到足以影响其绝缘性能时的情况。例如为驱动隔离开关(接地开关)动触头所用的拉杆绝缘体即属此类。

3.105.16 破坏性放电 disruptive discharge (GB/T 2900.19—1994 中 4.4)

3.105.17 电气间隙 clearance (GB/T 2900.20—1994 中 2.35)

3.105.18 极间电气间隙 clearance between poles (GB/T 2900.20—1994 中 2.36)

3.105.19 对地间隙 clearance to earth (GB/T 2900.20—1994 中 2.37)

3.105.20 触头开距 clearance between open contacts (gap) (GB/T 2900.20—1994 中 5.22)

注：当有必要确定总的触头开距时，可将各串联触头开距相加。

3.105.21 隔离距离（开关装置一极的）insulating distance () of a pole of a switching device () (GB/T 2900.20—1994 中 2.38)

3.105.22 接线座（接线端子）的机械负载 mechanical terminal load

每个接线座上承受的外部机械作用力，它等于作用在隔离开关（或接地开关）上机械力的总合力。

注：隔离开关或接地开关可能承受几种作用力，其大小、作用点和力的方向均不相同。

3.105.22.1 接线座的静态机械负载 static mechanical terminal load

由软（或硬）引线施加在装置某一接线座上的机械作用力。

3.105.22.2 接线座的静态机械负载额定值 rated static mechanical terminal load

在最不利情况下由 3.105.22.1 所确定的负载最大允许值。所谓最不利情况由用户提出。

注：建议按下列情况分类计算作用在设备基座处的静态机械负载。

—— -25℃ 或 -40℃；或

—— -10℃，加上冰负载和风力负载；或

—— -5℃，加上风力负载（热带条件）。

3.105.22.3 接线座的动态机械负载 dynamic mechanical terminal load

由 3.105.22.1 与短路电流流过产生的电磁力所组合的机械负载。

3.105.22.4 接线座的额定动态机械负载 rated dynamic mechanical terminal load

每个接线座上能承受的动态机械负载最大值。

3.106 开、合母线转换电流 bus-transfer current switching

由隔离开关开、合并联母线段内的电流，使电流从一段母线转移到另一段母线中。

3.107 开、合感应电流 induced current switching

由接地开关开、合的经由并行高压线路向已接地的或未接地的另一高压线路所产生的容性或感性感应电流。

注：同杆多回路或多回路距离较近时，带电的回路将向已停电的回路产生电磁感应和静电感应，根据已停电线路的接地状况（一端接地或两端接地），接地开关所开、合的电流可以是电容性的或电感性的。

4 额定值

除 DL/T 593—1996 中 4.2 中的参数外，增加下列各量：

额定短路关合电流（仅适用于接地开关）

额定接触区（仅适用于单柱式隔离开关）

额定端部机械负载

手力操作时最大操作力的额定值

隔离开关开、合母线转换电流额定值

接地开关开、合感应电流的额定值

4.1 额定电压 (U_r)

按 DL/T 593—1996 中 4.2.1 的规定。

4.2 额定绝缘水平

按 DL/T 593—1996 中 4.2.2 及表 3 要求，并作如下补充：

如果与底座平行的隔离开关断口带有组合在一起的接地开关，当接地开关的动刀接触到对面的带电的隔离开关端子时，在此过程中所形成的带电部位与接地动刀之间出现的最短距离下，其 1min 工频耐受电压不得低于 6.2.5 中规定的水平。

注：用手力操作接地开关的动刀进行合闸的短暂过程中，其对地绝缘可能下降。由于时间不长，这种暂时性的下降是可以接受的，在此短暂时间内可不考虑雷电的影响，因此，可以不进行雷电冲击耐压试验。如果用户对手力操动型接地开关有更高的绝缘要求，由双方协商确定其绝缘水平。

4.3 额定频率 (f_r)

按 DL/T 593—1996 中 4.2.3 的规定执行。

4.4 额定电流及其温升

对隔离开关，按 DL/T 593—1996 中 4.2.4.1 及 4.2.4.2 的规定执行。

4.5 额定短时耐受电流 (I_k)

按 DL/T 593—1996 中 4.2.5 的规定执行，并增加下列要求：

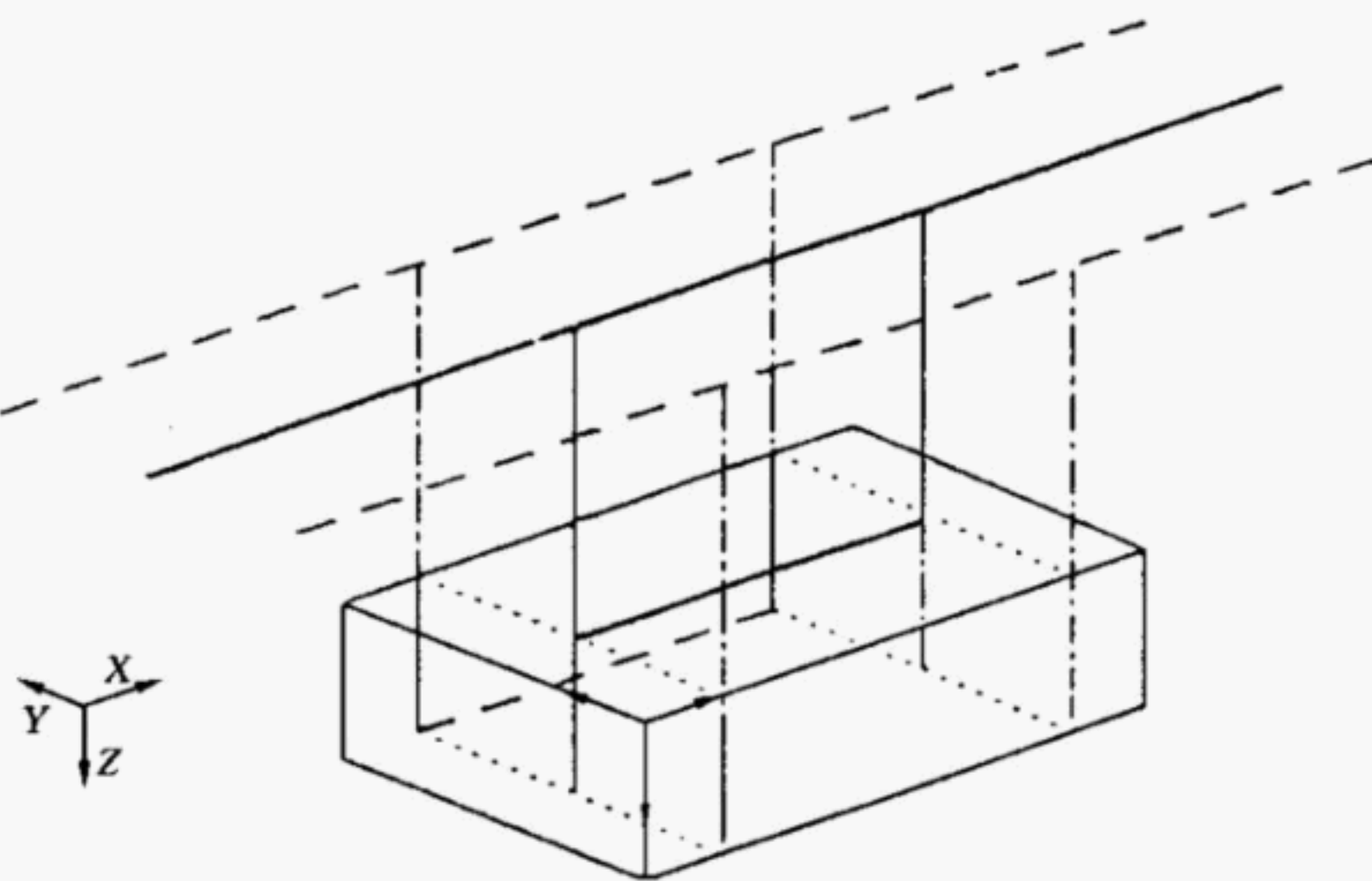
当接地开关与隔离开关组合在一起作为一个单元设备时，接地开关的 I_k （除非另有规定外）至少应等于隔离开关的 I_k 值。

4.6 额定峰值耐受电流 (I_p)

按 DL/T 593—1996 中 4.2.6 的规定执行，并增加下列要求：

当接地开关与隔离开关组合在一起作为一个单元设备时，接地开关的 I_p （除非另有规定外）至少应等于隔离开关的 I_p 值。

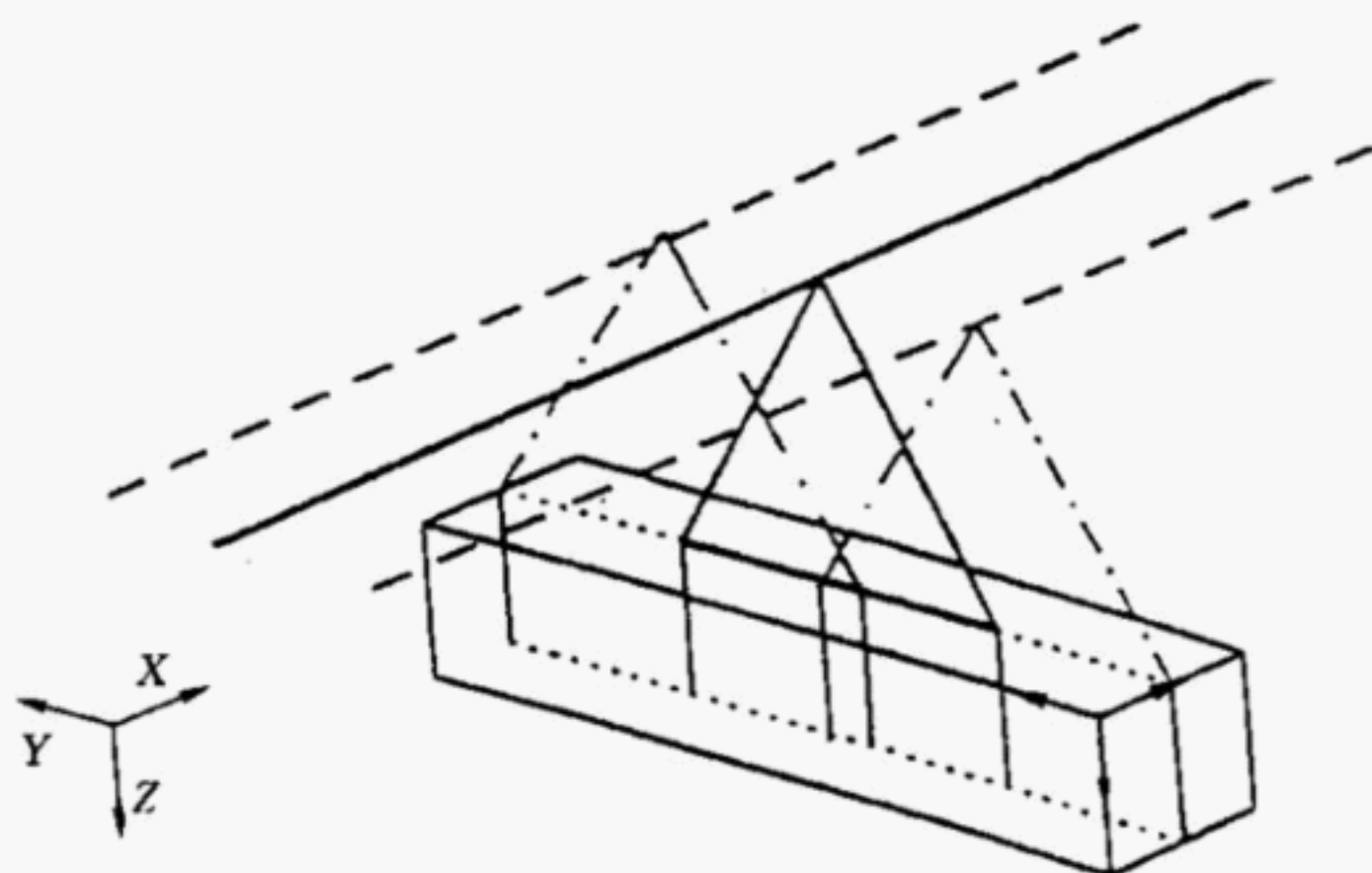
4.7 额定短路持续时间 (t_k)



X—与导线走向平行（受温度影响）；Y—与导线走向在水平面上垂直（受风影响）；Z—与导线走向垂直（上、下方向，受温度和冰的影响）

图1 静触头的方向与导线平行

应符合 DL/T 593—1996 中 4.2.7 的规定；但接地开关的额定短路持续时间可以为配用



X—与导线走向平行（受温度影响）；Y—与导线走向在水平面上垂直（受风影响）；Z—与导线走向垂直（上、下方向，受温度和冰的影响）

图2 静触头的方向与导线垂直（水平面上）

用作绝缘时的压力值标准另定。

4.101 额定短路关合电流

当指定接地开关具有关合短路电流的额定值后，它应能在任何作用电压，直到其额定电压下均能关合任何电流值，直到关合额定短路关合电流值。

如果接地开关具有额定短路关合电流值，它应等于其额定峰值耐受电流。

4.102 额定接触区

单柱式隔离开关和接地开关操作时应能保证达到由制造厂指定的额定接触区。

单柱式隔离开关的允许接触区（见图1和图2）。单柱式隔离开关的静触头固定在软母线或硬母线上的接触区（ X_r 、 Y_r 、 Z_r ）变化范围推荐值如表1所示。

表1 单柱式隔离开关的允许接触区

额定电压 kV	Y_r (y方向)		Z_r (z方向)			X_r (x方向)	
	m		m			m	
	软母线	硬母线	软母线		硬母线	软母线	硬母线
			Z_1	Z_2			
72.5	0.3	0.1	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1
126	0.35	0.1	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1
252	0.5	0.15	0.25	0.45	0.15	0.2	0.15
363	0.5	0.15	0.3	0.45	0.15	0.2	0.15
550	0.6	0.175	0.4	0.5	0.175	0.2	0.175
注：x是沿导线的方向；y与导线走向成垂直的水平方向；z是上、下方向。 Z_1 是短跨越值， Z_2 是长跨越值。							

4.103 接线座的机械负载额定值^{1]}

接线座的机械负载额定值见表2，它是由产品在运行条件下所能遇见的机械负荷最大值，包括引线拉力、风力、短路电流形成的电动力（在额定峰值时耐受电流作用下）、冰载、冰

采用说明：

1] 根据我国条件提出，本项规定作了修改。

隔离开关相应数值的一半，但不得小于 $2s_0$ 。

4.8 合闸和分闸机构及辅助回路的额定电源电压（ U_a ）

按DL/T 593—1996中4.2.8的规定执行。

4.9 操动机构和辅助回路电源的额定频率

按DL/T 593—1996中4.2.9的规定执行。

4.10 绝缘或操作用压缩气源的压力额定值

操作用气源压力额定值应符合DL/T 593—1996中4.2.10的规定。

载后的风负荷。应根据产品在具体工作条件下的情况选定上述各种力中的一种或数种同时作用，通过计算以确定所要求的额定负载。

在确定端部机械负荷后应根据绝缘子的高度及其他作用力的性质（作用点、作用方向、同时性、作用时间的长短等）通过计算核算绝缘子上所承受的最大力矩（通常这是在绝缘子的基部）。绝缘子承受机械应力的安全系数取为：静态力2.5~2.75, 动态力1.7, 参阅3.105.22及8.102.3。接线端子静态机械负荷的试验方法见6.109。

在隔离开关和接地开关端子上作用有额定静态端部机械负荷条件下它应能可靠地实现分、合操作。

表 2 接线座的机械负载额定值

额定电压 kV		额定电流 A	水平拉力 N		垂直力（向上下） F_{iv} N
			纵向 F_{thA}	横向 F_{thB}	
12			500	250	300
40.5~72.5		≤1250	750	400	500
		≥1600	750	500	750
126		≤2000	1000	750	750
		≥3150	1250	750	1000
252~363	单柱式	1250~3150	2000	1500	1000
	多柱式	1250~3150	1500	1000	1000
550	单柱式	2500~4000	3000	2000	1500
	多柱式	2500~4000	2000	1500	1500

注：用户的要求超过本表规定值时可由制造与使用双方另定。

隔离开关和接地开关应能承受其额定动态端部机械负载（在通过短路电流时）的作用。

4.104 手力操作隔离开关或接地开关的最大作用力

下述要求为推荐值，它们也同样适用于对电动机驱动产品进行手力操作（检修时）的情况。

4.104.1 手柄操作（不止一转的操作）

操作手柄作用力不应超过 60N，在最多为总转数的 10% 转数内，操作力峰值允许为 120N。户内手柄和单臂横杆长不大于 500mm，双臂总长不大于 750mm，户外手柄总长不大于 1000mm。

4.104.2 摇杆操作

摇杆作用力不应超过 250N；在摆动角度最大为 15°范围内的瞬间作用力不应超过 450N。

4.105 隔离开关开、合母线转换电流额定值

详见附录 B。

4.106 接地开关开、合感应电流额定值

详见附录 C。

4.107 隔离开关开、合小电流的额定值

所谓小电流系指小的电容性电流（如开合短母线）或小的电感性电流（如开、合电压互感器），其数值待定，通常不大于 2.0A。

5 设计和结构

5.1 隔离开关和接地开关所用液体介质的要求

应符合 DL/T 593—1996 中 5.1 的规定。

5.2 隔离开关和接地开关所用气体介质的要求

应符合 DL/T 593—1996 中 5.2 的规定。

5.3 隔离开关和接地开关的接地

应符合 DL/T 593—1996 中 5.3 的规定，并增加下述要求。

当金属外壳和操动机构与隔离开关（或接地开关）本体的金属底座没有组装在一起，并在电气上不相连接时，前者应带有可供接地用的专用接地端子。

5.4 辅助装置和控制装置¹⁾

应符合 DL/T 593—1996 中 5.4 的规定。此外，它们尚应满足下列要求。

a) 辅助回路应满足下列要求：

——能长期承载 10A 而温升不超过 DL/T 593—1996 表 4 的规定值；

——控制柜二次线截面积不得小于 2.5mm^2 ；

——额定短时耐受电流：100A，30ms；

——满足 DL/T 593—1996 中 6.1.10 的耐压试验要求。

b) 辅助触头应能适应所在的环境条件：

能完成开断与关合操作，并能与主回路的操作达到预期的时间配合关系。它们至少应能开断与关合 2A 的电流（在回路的时间常数不低于 20ms 的 220Vd.c 回路中），如有特殊要求，按用户要求进行。

c) 辅助开关的电气与机械耐久性（寿命）应与开关设备相对应。

d) 辅助开关触点（触头）的对数（正在使用的、备用的）由制造厂指明，但应满足用户提出的要求。

e) 与开关设备主回路触头动作联动的辅助开关应能在两个方向驱动。

f) 与开关设备主支架（基座）装在一起的辅助和控制元件应有防护因主回路的破坏性放电影响的措施。

g) 辅助和控制回路的连线（除通向表用互感器、分闸线圈、辅助触点等所用的一小段连线外）应与主回路隔离开（将这些连线放在接地的金属管道中或分装于若干绝缘管件中）。

h) 当有必要处理辅助元件时，即使主回路带电，也应能接近辅助元件。

i) 控制和辅助回路元件应符合各自有关的标准。

注：在选用直流回路中的绝缘物和确定其中电气间隙的大小时有可能要求加大距离（较之常规方式）（银层在直流下发生迁移）。

5.5 动力操作

利用外能源操作时，操动装置应能完成指定的开断与关合功能（当其外能源的电压或压力处在厂家规定的下限时，参阅 DL/T 593—1996 中 4.2.8 及 4.2.10），这里所说的操动装置应包含中间控制继电器和接触器等。厂家应指明分、合闸时间的上、下限值，并应通过试验，试验值不得超过厂家规定的范围。

采用说明：

1) 根据电力行业要求改写。

除因检修而需要慢速操作外，主触头的运动方式应符合预先设计提出的要求。开关设备主触头位置（在失压或打压时）应保持不变。隔离开关或接地开关应具有规定的开断与关合功能（它可能是隔离开关开、合母线转换电流或接地开关关合短路）。

如用液动或气动操作时，当压力处在额定值的 85%～110% 之间应能完成所有合闸和分闸操作。失压脱扣器的操作见 5.8。

5.6 贮能合闸

贮能合闸的操动装置应能完成指定的开断与关合功能，厂家应指明分、合闸时间的上、下限值，产品的分、合闸时间不得超过所指定的范围。

除因检修而需要慢速操作外，主触头的运动方式应符合预先设计提出的要求（应注意对液压机构要确保失压后打压不能再启动）。

当使用储气罐和蓄压筒（装置）时，压力运行范围是额定值的 85%～110%。

如采用压缩机打压，其运行限值由制造厂确定。

当使用弹簧储能时，在弹簧（或重锤）尚未达到完全储能状态时，主触头不应动作。

如使用手力弹簧储能，应标明手力运动方向，并有专用装置（在开关本体上）表明储能已经到位，操作力不得大于 200N。如使用电动机储能，则电动机电源电压允许波动范围为 85%～110%，频率为 50Hz。

5.7 不依赖人力的操动

当直接操作接地开关时，如有可能合在短路上，应有措施使接地开关不要自行断开，接地开关应被锁定在合闸位置，直到短路状态已不复存在为止。

5.8 脱扣器的操作

按 DL/T 593—1996 中 5.7 的规定执行。

5.9 高、低气压联锁，其他联锁

按 DL/T 593—1996 中 5.8 的规定执行。

5.10 操动机构用操动工具的运动方向¹⁾

按 DL/T 593—1996 中 5.9 的规定执行。

5.11 铭牌

5.11.1 按 DL/T 593—1996 中 5.10 要求，并按表 3 各项目陈述。

铭牌应使运行人员易于观察（当设备在运行中）。

表 3 铭 牌

项 目	代 号	单 位	隔离开关	接地开关 ³⁾	操动机构
制造单位			×	×	×
型类			×	×	×
制造年、月和编号			×	×	
额定电压	U_r	kV	×	×	
额定雷电冲击耐受水平 ¹⁾	U_p	kV	×	×	
额定操作冲击水平 ⁵⁾	U_s	kV	×	×	
额定电流	I_r	A	×		
额定短时耐受电流	I_k	kA	×	×	
额定短路时间	t	s	(×) ²⁾	(×) ²⁾	
压缩气体（液体）的额定压力	P_r	MPa	(×)	(×)	(×)

采用说明：

1) 按我国要求提出。

续表

项 目	代 号	单 位	隔离开关	接地开关 ³⁾	操动机构
辅助回路额定电压 (交、直流)	U_a	V			×
端部静态额定机械负载	F	N	(×)	(×)	
机械稳定性级别	M_r		(×) ⁴⁾		
电寿命级次	E_r			(×) ⁴⁾	
质量 (包括液体) (300kg 以上时)	m	kg	(×)	(×)	(×)
注：铭牌上可省去“额定”二字。 ×—必须标明的项目； (×)—选用项目。 1) $U \geq 72.5\text{kV}$ 时必须标明； 2) 如 $t \neq 1\text{s}$ 必须注明； 3) 当接地开关与隔离开关组合在一起，可以不装设单独的铭牌 (当有开、合感应电流的能力时除外)； 4) 也可在“型类”中标明级别； 5) 额定电压在 363kV 及以上。					

5.11.2 操动机构中的线圈上应有铭牌，其上应标明：

额定电压及电流性质 (交、直流)；导线牌号及规格；匝数；温度为 20℃ 时的直流电阻值。

5.12 开关分、合闸位置指示装置

如主回路触头不可见，应装设其位置指示器。当有需要就地操作时，应能很方便地在操作地点辨识指示器的指示。

位置指示器的标识颜色应符合电力安全规程的规定：即不论开关设备的背景颜色如何，以红色表示合闸位置，以绿色表示分闸位置。

5.13 外壳 (柜体) 和防护级别¹⁾

按 DL/T 593—1996 中 6.10 要求，并增加下列规定：

机构箱和控制柜应能防锈、防裂、防止变形，户外金属件应有防腐蚀措施，如采用热镀锌件、不锈钢材料等。

户外机构箱和控制柜的防护级别不得低于 IP3X；户内不得低于 IP2X。

户外机构箱和控制柜本体在结构上应满足 DL/T 593—1996 中 5.8.2 及 6.9 的要求。

防护级别的规定见表 4。

表 4 防 护 级 别

防护级别	外界固体物进入柜体的限定条件	接触危险部件的防护限定条件
IP1XB	φ50mm 及以上物体不能进入	φ12mm，长 80mm 的试指不能接触到危险部件
IP2X	φ12.5mm 及以上物体不能进入	φ12mm，长 80mm 的试指不能接触到危险部件
IP2XC	φ12.5mm 及以上物体不能进入	φ2.5mm，100mm 长的试指不能接触到危险部件
IP2XD	φ12.5mm 及以上物体不能进入	φ1.0mm，100mm 长的试验导线不能接触到危险部件
IP3X	φ2.5mm 及以上物体不能进入	φ2.5mm，100mm 长的试棒不能接触到危险部件
IP3XD	φ2.5mm 及以上物体不能进入	φ1.0mm，100mm 长的试验导线不能接触到危险部件
IP4X	φ1.0mm 及以上物体不能进入	φ1.0mm，100mm 长的试验导线不能接触到危险部件
IP5X	能防止影响设备安全运行的相当数量的尘埃进入，但不能防止一切尘埃进入	φ1.0mm，100mm 长的试验导线不能接触到危险部件
注：如果仅具有“接触危险部件的防护限定条件”，将特性序号的第一个字母换为 X。		

采用说明：

1] 根据我国要求增加了有关内容。

5.14 爬电比距

按 DL/T 593—1996 中表 2 的规定执行。

对“并联绝缘体”，即使爬电比距已能满足上述要求，尚应考虑这两个并联绝缘子的间距。

5.15 气密封性

气密封性指用以操动用的零表压大气以外的气体密封性。详情可参阅 DL/T 402—1999 附录 E “密封的技术要求和试验”。

5.15.1 压力可控的气密封体

以每日所需补气量或每日压力下降表示其密封质量，其指标由制造厂指定。

5.15.2 封闭型气密封体

对这种密封体的气密性要求由制造厂指定，但应考虑便于自外部观测和维护工作量极少。通常以泄漏比表示，例如，每年 1%、3% 或其他经过论证的数值。在确定泄漏特性时应考虑日温差及内部含水量变化的影响，并应采取措施，使内部不致出现凝露。

所谓的泄漏特性系指“常温”下的状况，常温即进行泄漏测定时的自然环境周围空气温度，既非最高，也非最低 [由厂家指定：如 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，否则应进行温度换算]。

补气措施应不妨碍产品的正常运行（带电运行时）。

对封闭型压力装置应设有压力指示装置。

对那些泄漏几乎可以忽略的“全密封型”装置也可以用不补气的安全使用年限表示其密封性，使用年限分为 20 年、30 年。

5.16 液密封性

下述规定适用于灭弧介质和绝缘介质（液体的压力值不限）。

5.16.1 压力可控的液密封体

以每日所需补液量或每日液压下降值表示其密封质量，其指标由制造厂指定。

5.16.2 封闭型液密封体

其密封性表示方法和标准由制造厂指定。

5.17 阻燃性

隔离开关和接地开关及其部件、附件的材质应经过精心挑选和设计，使能防止因产品在过热或偶尔发生的火花作用下起火燃烧，材料自身应有阻燃性。

5.18 电磁兼容性

其要求正在考虑中。

5.19 一般结构要求

5.19.1 隔离开关和接地开关应结构简单，性能可靠，易于安装和调整，便于维护和检修，金属件（包括连锁元件）均应防锈、防腐蚀，各螺纹连接部分应防止松动，接地刀应拆装方便。对户外露铁件（铸件除外）应经热镀锌或更可靠的防锈处理。

5.19.2 隔离开关与其配用的接地开关之间应有可靠的机械联锁，并应具有实现电气联锁的条件。不带接地开关的隔离开关应具有与携带型接地线联锁的机构。隔离开关与相应的断路器之间应有可靠的连锁装置。开关柜（固定式及手车式）应带有防止带负荷开（合）隔离开关、拉（合）手车，防止带电挂接地线，防止带接地线合隔离开关的连锁装置。

在风压、重力、地震或操动机构与隔离开关（接地开关）本体之间的连杆被外力撞击时，隔离开关（接地开关）的结构应能防止从原有位置松脱（从合闸位置断开或从分闸位置

转为合闸位置)。

5.19.3 接地螺钉应符合下列规定:

a) 户外隔离开关本体或单独供货的接地开关(接地器)的底座上应装设直径不小于 $\phi 12\text{mm}$ 的接地螺钉;户内隔离开关本体或单独供货的接地开关(接地器)的底座上以及隔离开关操动机构底座(或外壳)上应装设直径不小于 $\phi 8\text{mm}$ 的接地螺钉。

b) 每极一个底座的隔离开关,各极应分别装设接地螺钉。

c) 接地接触面应平整、光洁,并涂以防锈涂料。连接截面应满足热稳定要求,但钢接地线的截面不得小于 $(25 \times 4) \text{mm}^2$ 。

d) 接地的接触面应标出接地符号。

5.19.4 接地开关和接地开关的接线端子应符合 GB/T 5273 的有关规定,其铜铝过渡接头由制造厂配套供应。

5.19.5 隔离开关和接地开关需要经常润滑的摩擦部分应根据需要设置专门的润滑孔或润滑装置。寒冷地区应采用防冻润滑剂。在型式试验中不允许涂抹润滑剂。户外传动和转动部件要求密封(如需要润滑应设有专用孔眼)。

5.19.6 同型号(同厂)产品的安装尺寸应一致,零部件应具有互换性。

5.19.7 252kV及以上电压等级的隔离开关应能就地进行电动操作,也能进行远方遥控操作。

5.19.8 隔离开关带电部分及其传动部分的结构应能防止鸟类作巢。

5.19.9 接地开关的旋转轴与底座之间的铜质软连接的截面积应不小于 50mm^2 ,并与其热稳定电流相匹配。

5.19.10 隔离开关触头的触指结构应有防尘措施,对户外型应有自清洗能力。

5.19.11 制造厂应给出隔离开关对基础形成的作用力及刚度、强度和结构要求。

5.19.12 由同一操动机构操动的两极或三极隔离开关,各极主闸刀的合闸不同期性应能方便地调整,在合闸终了时应保证接触可靠。合闸不同期性应在产品说明书(技术条件)中作出规定。

5.19.13 产品应考虑凝露、雨、温度骤变及日照的影响;操动机构箱应能防寒、防潮、防热、防尘和防止异物进入。

5.19.14 手力操动机构的终点位置应有坚固的定位和限位装置,且在分、合闸位置应能将操作柄锁住。手力摇杆及操动杆的对地高度应使操作人员便于操作。

本条规定同样适用于以电动机(或其他能源)驱动的产品进行手力操作(检修时)的情况。

5.19.15 当操动机构处于任何动作位置时,均应能取下(或打开)操动机构的箱门,以便检查、修理辅助开关和接线端子。

在操动机构箱内应装设分、合闸按钮。

户外电动操动机构箱内应(能)装设刀开关、保护熔断器或保护用开关装置。

5.101 接地开关的特殊要求

接地开关可动部件与其支架之间的铜质软连接截面不得小于 50mm^2 。如采用其他材料,对其等值截面积应作出规定。

注:这一规定是为了保证这一连接线的机械强度和抗腐蚀。

5.102 隔离开关的绝缘距离

制造厂应提供各电压等级隔离开关带电部位的最小对地距离和断口间距离（指空气中的净空间距）。

为了安全，隔离开关的设计应使其两极间不得出现危险的泄漏电流。当能将两个极上可能产生的泄漏电流分别通过可靠的接地引入地下或其绝缘支持物能有效地防止污秽作用时，可认为它已能满足本条要求（后者的检验方法正在考虑中）。

5.103 机械强度

按照制造厂规定安装到位的产品应能承受其额定动态的和静态的端子机械负载（包含由风及短路电流引起的作用力），而不致影响其可靠性和载流能力。

在机械稳定性试验和短路电流作用下的考核时，都应考虑安装方式带来的影响。

5.104 操作动触头系统的位置及其指示、信号装置和辅助触点

5.104.1 触头位置的固定性

隔离开关和接地开关及其操动机构应保证其动触头位置的固定性，在重力、风压、振动、适当的冲击力作用下或操动机构的连杆受到意外的碰撞等，均不致使其脱离原定位置（分闸状态或合闸状态）。

隔离开关和接地开关应能机械地闭锁在分闸或合闸位置。

注：由钩棒操作的隔离开关和接地开关不必符合本规定。

5.104.2 对动力操动机构的附加要求

动力式操动机构也应备有手力操作装置。当接入手力操动装置时，例如，接上摇把（手柄），操动机构的动力源应能自动断开。

5.104.3 辅助触点的数目

126kV 及以上电压级隔离开关的操动机构辅助触点数目除能满足本身要求外，尚应备有一定数目的备用辅助触点。

5.104.4 位置指示

位置指示应能识别隔离开关或接地开关的触头位置。

满足下列条件之一者认为已能满足本条件要求：

- 两极触头之间的间距可见，即动触头可见，它就是指示装置；
- 能保证触头绝缘间距的两极位置应有可靠的位置指示装置。

对后者，动触头部分与其位置指示器之间的机械环节应设计牢固，并满足附录 A 所规定的试验。

如果具有限位装置，它应是一个单独的环节，而不是这个机械装置的相连元件。

当隔离开关或接地开关的各极连成一体，能作为一个单元进行操作时，允许使用一个共同的位置指示装置。

5.104.5 指示触头位置发出信号的辅助触点

a) 当动触头已达到正常合闸位置，即已到达能承受额定电流、额定峰值耐受电流、额定短时耐受电流作用的位置时，信号系统才能发出“合闸位置”信号。此时，尚应满足 5.104.1 的要求。

b) 只有当动触头已分离到能保证额定绝缘水平的间距并满足 5.104.1 的要求时，才能发出“分闸位置”的信号。

c) 当各极共用一个信号系统时，只有当各极触头都已达到上述 a)、b) 中位置时，信号系统才能发出相应的信号。

注：当隔离开关或接地开关的各极在机械上联成一个整体作为一个单元操作时，允许采用共用的位置信号装置。

6 型式试验

6.1 总的要求

应符合 DL/T 593—1996 中 6 的一般要求。

6.1.1 型式试验项目

——绝缘试验：包括雷电和操作冲击试验、工频耐压、人工污秽试验（包括凝露试验）、局部放电检测、辅助回路和控制回路试验（见 DL/T 593—1996 中 6.1 及本标准 6.2）；

——无线电干扰电压测量和电晕试验（6.3）；

——温升试验（6.5）；

——主回路电阻测量（6.4）；

——短时耐受电流和峰值耐受电流试验（6.6）；

——防护等级检验（6.7）；

——密封性检验（6.8）；

——电磁兼容试验（6.9）；

——地震试验（6.10）；

——接地开关关合短路试验（6.101）；

——机械操作和机械稳定性试验（6.102）；

——接线端子静态机械负荷试验（6.109）；

——冰载条件下的操作试验（6.103）；

——在极端周围空气温度下的操作试验（6.104）；

——开关位置指示装置功能检验（6.105 及附录 A）；

——隔离开关开、合母线转换电流试验（6.106 及附录 B）；

——接地开关开、合感应电流试验（6.107 及附录 C）；

——防误操作功能（闭锁及连锁性能）试验（6.108）；^{1]}

——隔离开关开合小的电容性电流和电感性电流的试验（6.110）；

——淋雨试验（6.111）。

由于在上述试验中增加了 6.103 及 6.104 两项试验，操作次数增加了，允许采用两台产品进行型式试验。

在一种型类上进行型式试验的结果如何引用到不同额定电流或电压值的其他型类的产品上，由专用的简化试验方法作出具体规定。^{2]}

6.1.2 试验样品的认证

样品应与图纸相符，组装完好，并经测试，其动作特性参数在预期范围内。

6.1.3 关于型式试验报告的内容

除 DL/T 593—1996 中第 6 章 6 的一般规定外，关于所用的绝缘子补充下列要求：

——抗弯强度额定值；

采用说明：

1] 根据我国电力行业要求增加。

2] 根据我国情况修改。

——支持绝缘子抗扭强度额定值（如果采用绝缘子作为操动元件，也要求给出其抗扭强度额定值）；

——绝缘子的数目和高度；

——爬电距离及绝缘子表面伞形尺寸；

——带电部件的对地最短距离；

——在进行绝缘试验时，应采用触头分闸位置指示装置（及位置信号装置）所导致的最短动、静触头间距，并应指明试验中所采用的对地高度最小值和最小间距（参阅 6.2.3）；

——在短路试验中应注明下列各点：

·被试开关通往试验回路的具体连接方式（电的和机械的），并将端子上承受的静态负载和连接导线的尺寸记录下来；

·产品的支架布置；

·对单柱式隔离开关静触头与上面导线的固定方式；

·隔离开关（接地开关）的三极共用一个操动机构时的布置方式。

6.2 绝缘试验

按 DL/T 593—1996 中 6.1 的规定执行。

6.2.1 试验时的周围空气条件

按 DL/T 593—1996 中 6.1.1 的规定执行。

6.2.2 湿试程序

按 DL/T 593—1996 中 6.1.2 的规定执行。

6.2.3 绝缘试验时的开关条件

按 DL/T 593—1996 中 6.1.3 的规定执行。

对处于“分闸”位置的隔离开关和接地开关，在其触头位置指示装置或信号装置能发出分闸信号的条件下，应在其触头间距为最小时进行绝缘耐压试验或在与闭锁装置相应的最小触头间距下（见 5.104）进行试验。

这一要求对由钩棒操作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

a) 1min 工频耐受电压试验

试验过程中没有击穿可认为通过了试验。

b) 冲击试验¹⁾

以雷电冲击波或操作冲击波对每个极，以不同极性的电压施加 15 次进行试验，在自恢复绝缘体上放电不超过 2 次，且在非自恢复绝缘上没有放电，可认为通过了试验。

如认为某极性下的试验条件更严，可只进行这一极性下的试验。

某些绝缘材料在试验中可能保持一定的电荷，因此，在反极性试验时应注意采取措施以消除电荷积累的影响，例如，在下一极性试验之前，以反极性电压（至少为额定试验值的 50%）施加 3 次即可。

其他注意事项见 DL/T 593—1996 中 6.1.6 的规定。

6.2.5 试验电压的施加和试验条件

按 DL/T 593—1996 中 6.1.4、6.1.5 及 4.2.2 和表 3 的规定执行。

采用说明：

1) 本标准不采用 0/3 和 1/12 试验法。

对与其底座平行的隔离断口组装在一起的分闸位置的接地开关进行试验时，应在各接线端子之间和各相端子（分别）对基座之间施加如表 5 所示的 1min 工频试验电压。此时接地刀应处在对绝缘间距为最不利的位置上。

表 5 接地开关的 1min 工频试验电压（当系统中性点直接接地或经消弧线圈接地时）

额定电压 U_r kV	试验电压 kV		额定电压 U_r kV	试验电压 kV	
	中性点直接接地	中性点经消弧线圈接地		中性点直接接地	中性点经消弧线圈接地
72.5	84	94	363	418	—
126	142	160			
252	283	—	550	635	—

6.2.6 $U_r \leq 252\text{kV}$ 隔离开关和接地开关的试验

试验电压见 DL/T 593—1996 中 4.2.2 及其表 4 的规定。

6.2.6.1 1min 工频耐压试验

按 DL/T 593—1996 中 6.1.7a 的规定进行。

6.2.6.2 雷电冲击波耐压试验

只进行干试验。冲击波为 $1.2/50\mu\text{s}$ ，正、负极性分别进行。

当以代用法对 $U_r \leq 40.5\text{kV}$ 的 GIS 和所有电压级的常规产品的隔离断口进行试验时，外壳（基座）支架的对地电压 U_p 毋需严加控制，它甚至可以对地绝缘。

6.2.7 $U_r \geq 363$ (362) kV 隔离开关和接地开关的试验

当开关在合闸位置，按 DL/T 593—1996 表 7 的 1、2、3 进行试验；当开关在分闸位置，按 DL/T 593—1996 表 10、表 11 进行试验。此外，尚应按下述方法进行“相—相”（相间）操作冲击试验，试验电压见 DL/T 593—1996 表 4。

6.2.7.1 1min 工频耐压试验

均匀升压至要求值，停留 1min。

仅进行干耐压试验。

对隔离断口进行试验时应优先采用 DL/T 593—1996 中 6.1.4.2a) “优选方式”进行试验。如经用户、制造双方协商同意，也可以采用 DL/T 593—1996 中 6.1.4.2b) 的代用法。

不论采用哪一种方法，开关端子的对地电压均不得超过其相对地绝缘水平额定值。

6.2.7.2 操作冲击水平耐压试验

采用的标准波为 $250/2500\mu\text{s}$ ，对正、负极性分别进行。

对户外式尚应进行湿试。

对隔离断口进行的试验应采用 DL/T 593—1996 中 6.1.4.2a) 的优选法。

对相间进行试验时只进行干试，采用 DL/T 593—1996 中 6.1.4.2a) 的优选法时，按 DL/T 593—1996 表 4 (11) 中所列值确定试验电压，每个端子上施加的电压为此值之半。

在实际试验中尽量保持两个端子上施加的电压份额，他们之间如果不平衡，试验结果偏严。如果两个端子的电压彼此的波形和幅值不一样，即使能通过，也应将两端子上的电压互换位置，重复试验。

6.2.7.3 雷电冲击波试验

只进行干试，波形 $1.2/50\mu\text{s}$ ，正、负极性均应进行。

6.2.8 人工污秽试验和凝露试验

按 DL/T 593—1996 中 6.1.8 的规定进行。

6.2.9 局部放电检测

对整组的隔离开关和接地开关不要求进行局放检测。如果隔离开关和接地开关的某些组件具有局放特性，而这些组件的相关标准又要求局放检测，则厂方应出具局放检测合格证明，表明该元件已通过相关检验。局放检测方法见 GB/T 7354。

6.2.10 辅助和控制回路试验

见 DL/T 593—1996 中 6.1.10。

6.2.11 状态检验电压

按 DL/T 593—1996 中 6.1.11 的规定进行。

6.2.12 隔离开关和接地开关的辅助回路、控制回路及其电磁线圈匝间绝缘的试验按 DL/T 593—1996 中 6.1.10 的规定进行。

6.3 无线电干扰电压测量和电晕试验

本试验是 252kV 及以上产品的必作项目，见 DL/T 593—1996 中 6.2，但干扰电压不得大于 $2000\mu\text{V}$ ，对外绝缘为大气的产品进行本试验时应对试验电压按大气条件修正。252kV 及以上电压级产品的带电部分（不论分、合闸位置）在额定电压下的晴天夜晚应无可见电晕。

6.4 主回路电阻测量

在隔离开关的机械稳定性试验前、后应测量主回路电阻。

按 DL/T 593—1996 中 6.4 的规定进行。

6.5 温升试验

在隔离开关的机械稳定性试验前、后应进行其主回路的温升试验。

按 DL/T 593—1996 中 6.3 的规定执行。

6.6 短时耐受电流和峰值耐受电流试验（动、热稳定试验）

按 DL/T 593—1996 中 6.5 的规定进行，并增加如下内容。

6.6.1 试品的安装和试验回路

按 DL/T 593—1996 中 6.5.1 的规定进行。

6.6.1.1 概述

对隔离开关和接地开关均应进行本项试验。额定短时耐受电流和额定峰值耐受电流试验，原则上应联合进行。试验时开关处于合闸位置。对使用的电压和周围空气温度不作规定。对具有开、合母线转换电流的隔离开关和能开、合感应电流的接地开关进行本试验时应带上相应的附属元件。

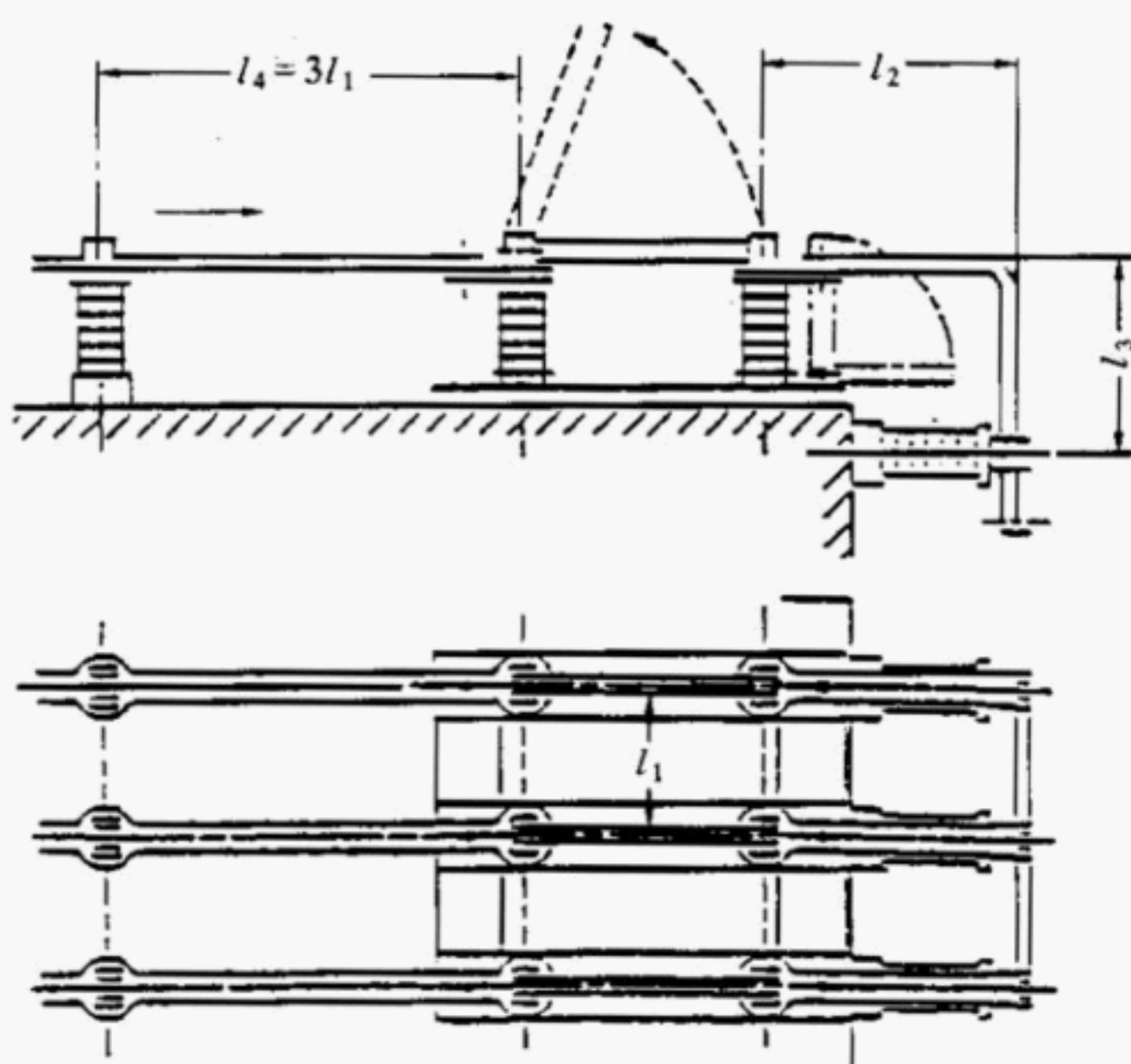
每次试验前要空载操作一次（分—合），并测其主回路电阻（对接地开关可以不测）。

试验时，开关应安装在自己的底座上（或与之等价的支持结构上），使用自己的操动机构。

自开关上引出和引入的连接导线应使试验结果能代表运行中的实际情况，可采用图 3、图 4、图 5、图 6 所示的安装与接线规定，如与此不符，应在试验报告中明确标出。

为使试验结果符合运行情况，与软连接相连的隔离开关与接地开关在试验中应承受额定端部负载。如它们是与硬母线相连，则应在试验报告中注明导体尺寸。

对隔离开关和对未与隔离开关组装在一起的接地开关进行本项试验时，其安装方式应使



注：应注意，从试验接线通到电源去的接线端不要引入在实际运行中不存在的任何应力。

图3 电压40.5kV及以下，
额定峰值耐受电流不超过100kA
的三极隔离开关的试验接线和布置方式

对双柱式或三柱式隔离开关，其返回导线应与隔离开关平行；当底座平面与隔离开关平行时，返回导线离底座的高度与隔离开关相同；返回导线的中线与隔离开关的中线间距应是制造厂推荐的极间距离最小值；返回导线的长度至少应等于隔离开关与电源连接线的总长度（进线端和出线端的总长加上隔离开关本身的长度）。详情参阅图3～图6。

对不与隔离开关组装在一起的接地开关进行单极试验时，从接地开关通过去的返回导线应与接地刀平行，使它能代表正常运行中的短路状态，其要求与上述对隔离开关的要求相同。

在试验连线上应有一段不加支撑，这一段的长度至少应等于接地开关的正常开距。

对与隔离开关组装在一起的接地开关进行试验时，按图3～图6进行。

对三相接地开关共用一个机构时，操动机构的安装位置应使机构对被试极的间距应不小于被试隔离开关的极间距离。

对单柱式隔离开关，在接触区内的接触位置应选为能代表最不利的情况。如不能确证，就应该在最高接触位与最低接触位下分别进行试验。

6.6.1.2 40.5kV 及以下的隔离开关和接地开关

应优先选用三极试验，试验的典型示例见图3，它用于峰值电流不大于100kA的场所。其中 $l_4 = 3l_1$ ， l_2 和 l_3 应尽可能的小，但不得小于 l_1 。

图3原则上也可用于单极试验。为了模拟出作用在隔离开关上的电动力，也可以采用等价的返回导线布置。

6.6.1.3 72.5kV 及以上的隔离开关和接地开关

其单相试验接线与布置示例见图4（水平绝缘断口距离）、图5（软连接线、单柱式、垂直开距）；对采用硬导线连接而又是垂直开距的产品见图6。

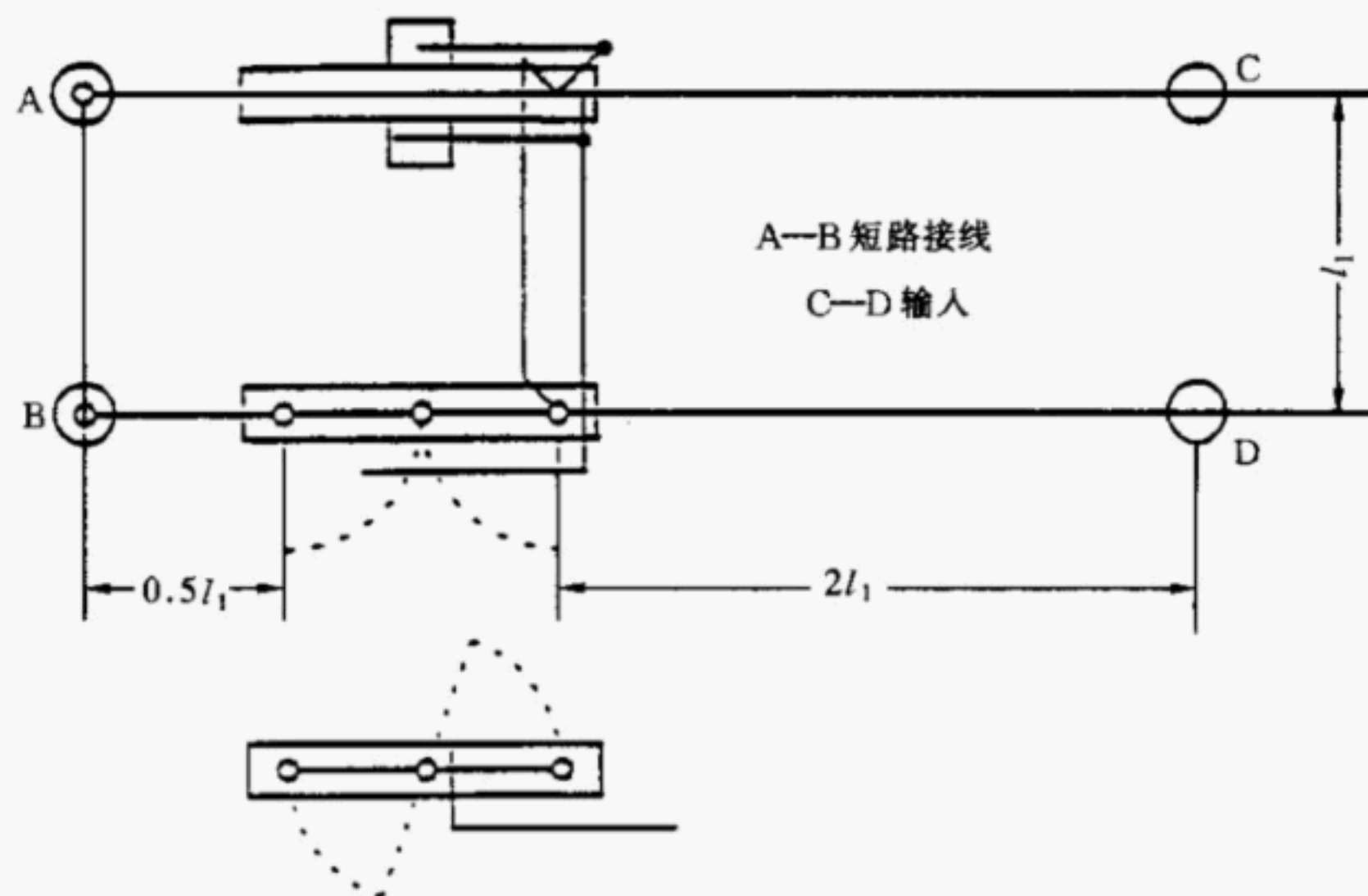
注：只有用户与制造双方有特别需要而有共同协议外，必须遵守上述关于试验布置的规定。

电动力方向正好有利于动、静触头相互分离的最不利情况。被试开关处在合闸位置时，它应处于最先发出合闸信号（或指示）的位置上。

对与隔离开关组装在一起的接地开关进行试验时，其试验接线应采用试验隔离开关时的接线，应注意使通流电动力处在有可能导致接地开关脱离合闸位置的方向上，但应与实际使用情况相符。

试验可以在单极，或三极上进行。作单极试验时，应采用下列规定：对三极共底座的隔离开关或接地开关的试验应在相邻的两极上进行。

对分极式——对各电压等级产品均可在推荐的最小极中心距的相邻两极上进行，也可在带有返回导线的单极上进行（按照下述返回导线的有关规定条件下）。



l_1 —由制造厂指定的邻相间（从相中心线算起）最小距离

注

1. 不论隔离开关在变电所中的实际连接是软连接或是硬母线连接，在试验中均采用软连接；除特殊注明者外，均应按图中所注尺寸由专用装置施加额定静态端子机械负载。对此试验接线的要求细节是强制性的，此处所列为—示例。
2. 当采用软连接，且额定电流超过 1250A 时，应采用两根软连线，其间距为 $90 + 10\text{mm}$ ，不另加间隔支撑。如采用其他接线及布置应由制造与用户商定。
3. 应注意，通到电源去的连接线不要引入在实际运行中不存在的附加作用力，其端子承受的机械拉力不得超过额定端部静态负载。
4. 原则上，图 4 也可用于对其接地开关的试验（此时接地导线的连接应布置得当）。
5. 拟用于硬母线连接的隔离开关可采用由制造和用户双方协商同意的按同样尺寸的硬母线连接进行试验。
6. 在试验时应将试品基座结构的弹性常数影响考虑在内（如隔离开关或接地开关对基座连接是固定式者除外）。

图 4 隔离断口呈水平方向的额定电压 72.5kV 及以上隔离开关和接地开关的单相试验接线与布置

6.6.2 试验电流及其持续时间

按 DL/T 593—1996 中 6.5.2 的规定执行。

6.6.3 试验中的表现

应符合 DL/T 593—1996 中 6.5.3 的规定，并增加下列规定：

- a) 在合闸状态下经过 6.6 的两种试验后：
 - 隔离开关的任何部分不得有机械损伤；
 - 触头不得分离，不得出现电弧（“打火”）。

触头系统的表现应记录在案（应记下其触头处的压降）。

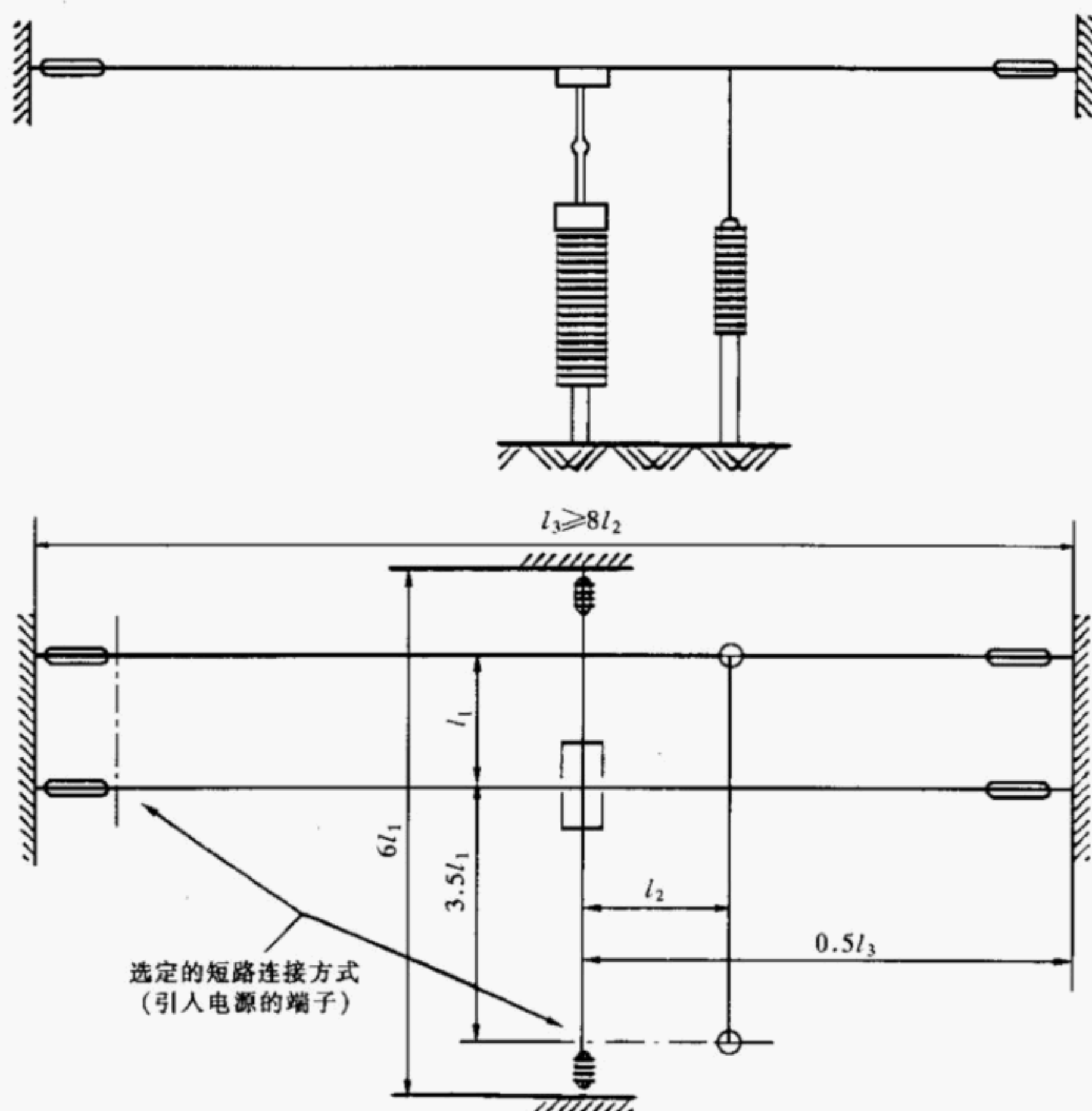
- b) 对接地开关不应有显著的熔焊。

注：允许轻微熔焊系指在 4.8、4.10、5.5、5.6 所规定的 100% 额定值下仍能操作。

6.6.4 试验之后的状态

应符合 DL/T 593—1996 中 6.5.4 的规定。当被试品处于封闭状态无法看清时，可用下法检验：

- 对其隔离断口和对地绝缘强度按 DL/T 593—1996 中 6.1.11 的规定进行“状态检验”。



注:

1. 当采用软连接, 且额定电流超过 1250A 时, 应采用两根软连线, 其间距为 $90 + 10\text{mm}$, 不另加间隔支撑。
2. 应注意, 通到电源去的连接线不要引入在实际运行中不存在的附加作用力, 其端子上承受的机械拉力不得超过额定端部静态负载。
3. 原则上, 图 5 也可用于对其接地开关的试验 (此时接地导线的连接方式应布置得当)。
4. 在试验时应将试品基座结构的弹性常数影响考虑在内 (如隔离开关或接地开关对基座的连接是固定式者除外)。
5. 在专用试验装置中如果短路侧的下层以下导线缺少支撑件, 可用隔离开关作为其支撑件 (这对端子将引起更大的动态机械负载)。

图 5 额定电压 72.5kV 及以上、使用软导线、断口呈垂直方向的单柱式隔离开关
(接地开关) 进行试验的单极布置和接线方式

——对其载流能力按 DL/T 593—1996 中 4.2.4.2 表 5 注 5 和 6.4 的规定检验。

6.7 防护等级检验

按 DL/T 593—1996 中 6.10 及本标准 5.13 的规定检验。

6.8 密封性检验

按 DL/T 593—1996 中 6.11 和 DL/T 402—1999 附录 E 的规定检验。

6.9 电磁兼容性试验

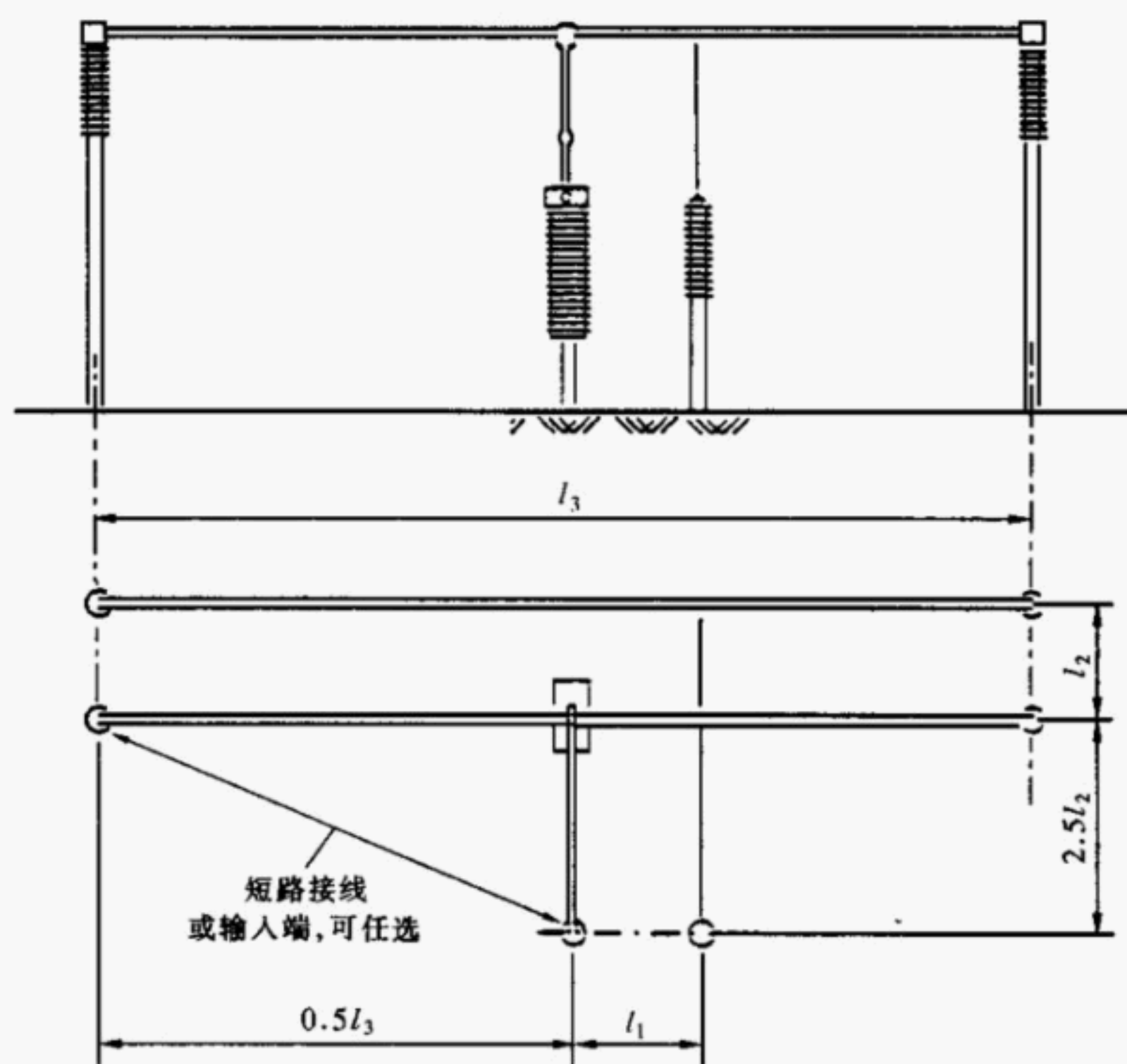
按 GB/T 11022—1999 中 6.9 “电磁兼容试验” 考核。

6.10 地震试验

按 DL/T 593—1996 中 6.15 的规定进行。

6.11 隔离开关用支持绝缘子的抗弯、抗扭试验

- a) 支柱绝缘子和转动柱绝缘子均应按相应标准进行型式试验、出厂试验和抽查试验。



当 $U_r \leq 126\text{kV}$ 时, $l_3 \geq 4l_1$

当 $U_r \geq 252\text{kV}$ 时, $l_3 \leq 20\text{m}$ ($\pm 10\%$)

注: 在试验时应将试品基座结构的弹性常数影响考虑在内 (如隔离开关或接地开关对基座的连接是固定式者除外)。

图6 对额定电压 72.5kV 及以上、具有垂直隔离断口、以硬母线连接
的单柱式隔离开关 (接地开关) 进行单相试验的连线和布置

b) 对隔离开关支持绝缘子柱应进行整体的抗弯试验。

c) 对支持绝缘子柱进行抗弯和抗扭试验的安全系数不得小于 2.5~2.75。

6.101 接地开关关合短路试验

具有额定短路关合能力的 E1 级接地开关应进行两次关合短路的试验, 两次关合试验之间的时间间隔为 3min。其中一次的关合短路电流值应达到额定值, 另一次允许稍有下降, 但不得小于额定值的 90%, 试验方为有效, 其余按 GB 3804—1990 中 6.5 的规定进行。

对 40.5kV 及以下且被指定具有关合短路能力的 E2 级接地开关, 应进行 5 次关合短路的试验。其中有 4 次的关合短路电流应达到额定值, 另一次允许稍有下降, 但不得小于额定值的 90%。

关合时, 其表现不应非常“沉重”, 且不得危及操作人员的安全; 如产品是密闭型, 不得外喷火焰; 如容器内有绝缘气体或液体, 外喷物质不得引起对地和相间击穿。

对其他型式产品而言, 火焰及外喷金属粒子等能损害接地开关绝缘水平的物质不得飞溅至厂家指定的区域以外。

试后接地开关仍应保持原状, 其关合短路的能力可能已受到严重损害, 但仍应能在额定电压 (气压、液压) 下进行操作。

如有必要, 试后可进行 DL/T 593—1996 中 6.1.11 所规定的状态检验。

注: 在本项试验报告中应包含表征下列特性的示波图: 每相电压、电流和时间。

6.102 机械操作和机械稳定性试验

6.102.1 试验条件的一般规定

对隔离开关进行机械稳定性试验时,对单相操动机构进行单相操作试验;当三相共用一个机构时,应进行三相操作试验。

如无特殊规定,试验可在就地周围空气温度下进行,操动机构的电压应在额定通流状态下于端子处测出。操动机构应装好所有附属件,在操动机构端子与其电源出线端子间不得故意加入带有阻抗的元件(例如,调压用的装置——调压器)。

6.102.2 接触区试验

为按图1、图2检查单柱式隔离开关的操作应进行本项试验,按4.102的要求检查接触区的变化是否处在指定区域内。试验时使开关处于分闸位置,静触头放在下述各位置处(按照图1、图2), h 为静触头处于(在安装平面内)最高位(由制造厂指定)时的值:

- a) 在组装件垂直轴上高度为 h 处;
- b) 轴面与a)同,但高度为 $h - Z_r$;
- c) 高度仍为 h ,但在水平方向移位 $+ Y_r/2$;
- d) 高度仍为 h ,但在水平方向移位 $- Y_r/2$;

再使开关处于分闸位置,将静触头置于下述各位置上,设 X_r 为静触头在 X 方向的最大偏移量:

- e) 在距离为 $+ X_r/2$ 处;
- f) 在距离为 $- X_r/2$ 处。

在上述的各个位置上进行分、合操作,均应正确可靠。

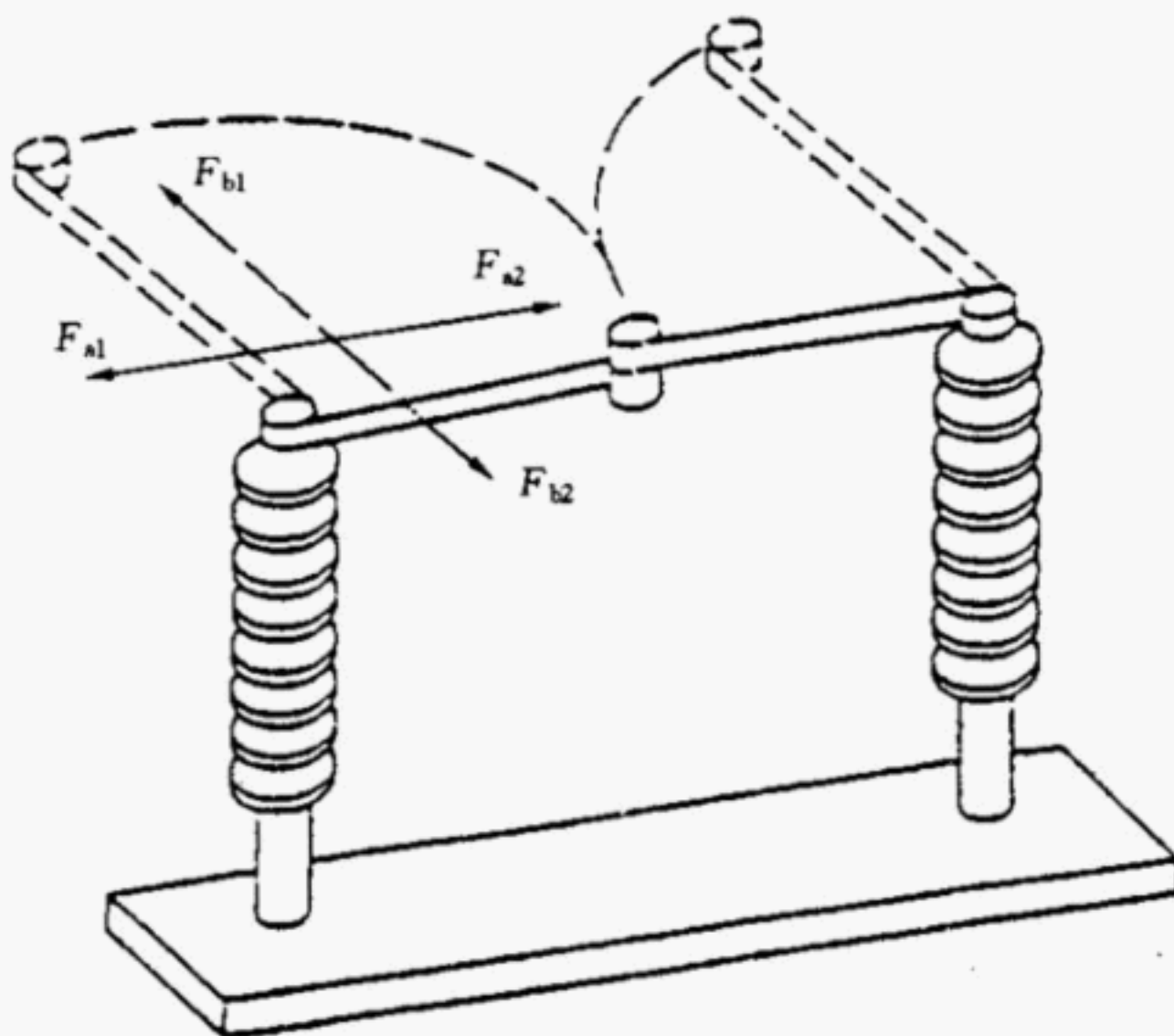


图7 对双柱式隔离开关进行试验时施加额定端部应力示例

6.102.3 机械稳定性试验

机械稳定性试验为1000次“分—合”操作(其三极端部的静态机械负载为表2中 F_{thA} 和 F_{thB} 合力额定值的25%),负载加在三极隔离开关(或接地开关)端部的 F_{a1} 方向(见图7和图8),主回路中应既无电压,也无电流。

对具有两个绝缘柱或三个绝缘柱的开关,且触头间距为水平方向,则应将静态负载加在两边的绝缘柱上。

试验时,在加上端部负载后,临试验前才允许调整。对只有一个绝缘柱的隔离开关(不计入操作用绝缘子),则将静态负载加在绝缘柱的“单一方向”上。对接地开关也是如此。在试验进程中,

所有辅助开关和控制用触头以及位置指示元件均应动作正常。

试验时,应配用本体的操动机构,连同所有附属元件、辅助开关等。试验中只允许按厂家指定的方式施加润滑,但不得调整。

对动力式隔离开关或接地开关进行试验时:

- | | | |
|-----------------|-----|-------|
| 在操动机构额定电压(或压力)下 | 合—分 | 900次; |
| 在操动机构最低电压(或压力)下 | 合—分 | 50次; |

在操动机构最高电压（或压力）下 合一分 50 次。

多次分、合试验的频度以其通电各元件的温度不要超过 DL/T 593—1996 表 5 中的相应规定为宜。

对人力操动的隔离开关或接地开关试验时，可用动力源装置代替手柄以节省人力。

注：根据输入功率及操作速度可通过计算求出作用力矩以代替直接测量法。

试验后，开关设备各元件包括触头均应完好，没有过度磨损情况（参见 DL/T 593—1996 表 5 中注 5）。

在进行上述所有试验程序的前、后，在开关端部没有负载下进行下述机械操作检验：

在操动机构的最低电压（压力）下“合一分”5 次。

在操动机构的最高电压（压力）下“合一分”5 次（仅对用气体或液体操动的隔离开关或接地开关才作这种试验）。

对手动隔离开关或接地开关以手力“分、合”5 次。

在这些“分—合”试验中，应记录诸如操作时间、控制回路的消耗、最大操作力等数据，也可以计算确定。控制和辅助触点，以及分、合位置指示装置也应正确工作。

在机械稳定性试验前、后测得的上述参数相差值应处在制造厂的指定范围内。

6.102.4 在端部承受额定静态机械负载下的操作检验

如无其他规定，以表 2 中 F_{thA} 和 F_{thB} 的合力的 $\frac{1}{2}$ 作用在 F_{a1} 方向上“合一分”操作 25 次（见图 7）。其试后要求见 6.102.3 中的规定。

6.102.5 机械加强型隔离开关¹⁾

对具有“机械加强型”的隔离开关应进行本试验。

与断路器相配合的隔离开关操作次数较多，应属“机械加强型”，其试验要求如下：

a) 操作次数分级：

——M1 级 2000 次“分—合”（适用于与常规式断路器配用的隔离开关）；

——M2 级 10000 次“分—合”（适用于与特殊用途的断路器相配用的隔离开关）。

对这类隔离开关每经过 1000 次“分—合”（或经过指定的维修周期），应记录（或计算出某些重要特性参数）。

在这个试验系列进行中，每经过一定次数的试验后（一个系列），可按厂家规定增加润滑或一定的机械调整，但不得更换零部件。这类工作应按事先计划的方案进行，并记录在案（试验报告中）。

b) 在整个试验前、后应记录其操作特性数据（见 6.102.3）。

此外，增加下列测试项目：测量主回路电阻。还有：

——按 6.102.2 的规定检验接触区（有需要时）；

——按 6.102.4 的规定检验其操作。

c) 在整个试验进程之后，应进行下述检验：

——在制造厂指定的最短操作信号（指令）下应能正确动作；

——行程限位性能正常（分与合）；

——机械过载（应变）限制装置应正常（如果有时）。

采用说明：

1) 取消本条“注”。

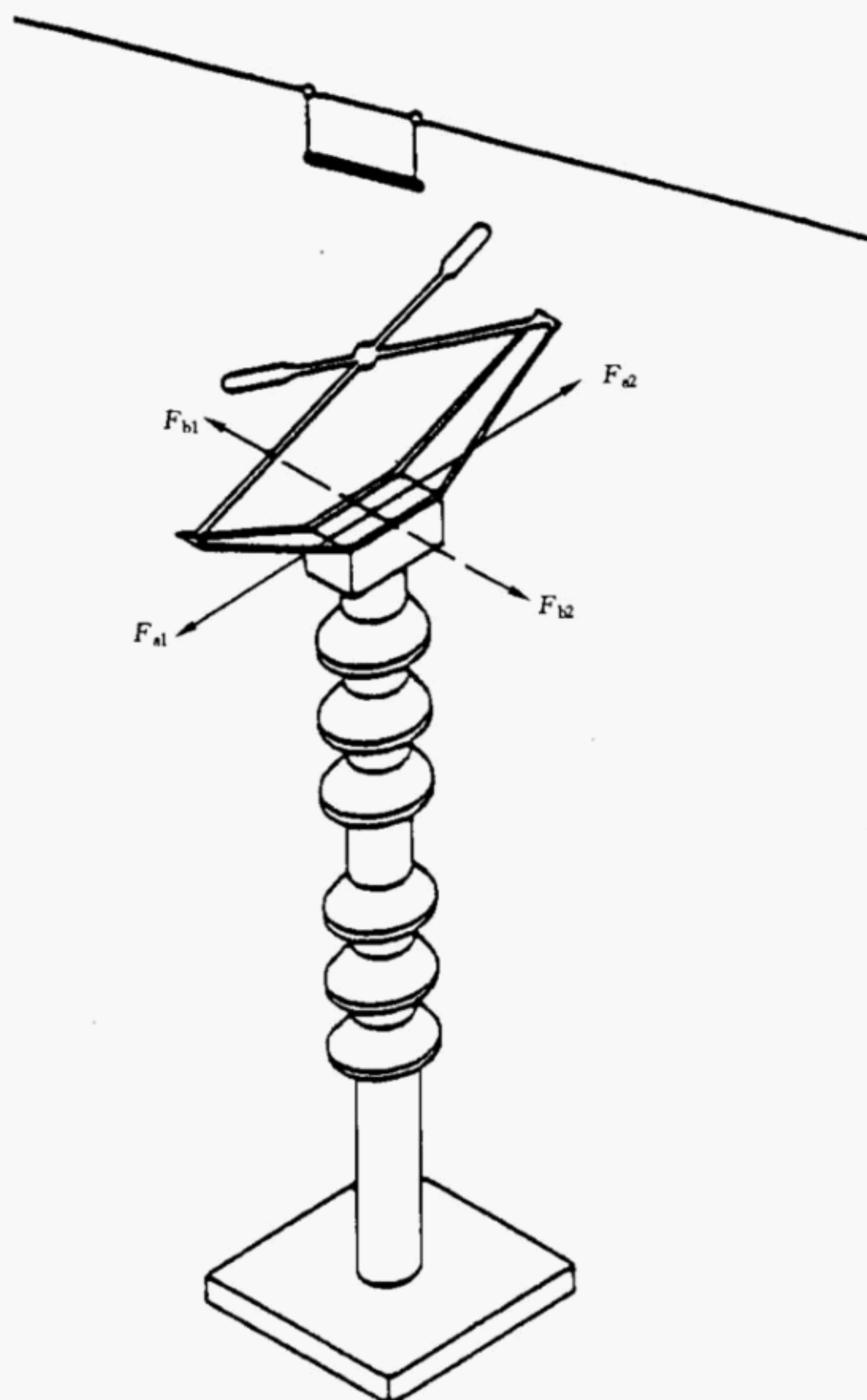


图8 对拆架式（剪刀伸缩式）隔离开关进行
试验时施加额定端部应力示例

d) 在整个试验进程后，所有部件，包括触头状态完好，无过度磨损（见 DL/T 593—1996 表 5 注 5 的规定）。

e) 对动力操动机构而言，操作完成后的动力消耗应无明显增加；对手动机构而言，操作完成后的分、合闸力（矩）比试验前测得的相应值不得超过 20%。

其余检验要求见 6.102.3 的规定。

6.103 冰载条件下的操作试验¹⁾

对制造厂指定能适应冰载条件下运行的产品应进行本试验，具有开、合母线转换电流的隔离开关及具有开、合感应电流的接地开关的必需附属件应随此进行整体试验。

覆冰分为两类：由雨水降凝形成的“白冰”或由雾凇凝结的松散的“冰凇”。本规定只对“白冰”进行检验。白冰分二级：冰厚 10mm 或 20mm。冰层厚 1mm 时免试。

采用说明：

1) 对文字进行简化，技术要求与 IEC 60129 中 6.103 的规定相同。

a) 整体组装, 包括操动机构及附属件, 置于能致冷达 -10°C 的室中 (也可在室外自然冰冻条件下进行)。试验时, 允许投入操动机构的加热装置以维持其操作。

试验时可省去一些支持件 (降低产品高度使有关试验室便于进行试验), 但不得影响有关部件转动角的大小及所有机械特性。

b) 三极开关各极有独立的操动机构时, 可只试单相, 三极共用一个操动机构时, 只能采用三相试验, 但在 126kV 及以上, 这类产品较大, 试验间太小时, 有可能不得不对“三极共用一个操动机构的产品”只进行单相试验。这种情况下应详细记录试验程序和测定操作力矩, 以便据此试验结果计算出三相试验的情况。

在任何情况下, 应尽可能模拟真实的支座结构及极间距离进行三相试验。

c) 对隔离开关或接地开关进行操作试验时, 应分别从“合到分”及从“分到合”进行。

d) 应清除开关表面附着的多余的油脂及润滑剂, 这些附着物对试验结果影响很大。

e) 为测量冰厚, 用长 1m 、 $\phi 30\text{mm}$ 铜棒 (或管), 在试验处水平放置。如果试棒上每单位面积的比热容量与被试品相差很大, 在同一个喷水情况下的覆冰厚度会有很大差异。因此, 试验时, 缩短喷水周期, 但加长各次淋雨之间的时间间隔, 有可能降低这一差异。

f) 试验时, 雨滴应从上向下与垂直轴成 45° 角的方向自各个方向射向被试品, 水温 $0\sim 3^{\circ}\text{C}$ 之间, 到达被试品时应为液态。

注: 经验表明, 每平方米降雨面积每小时用水 $20\text{l}\sim 80\text{l}$ 可致冰厚 6mm 。

试验进程如下:

g) 致冰。按上述办法 (见 f), 致白冰厚 10mm (或 20mm)。

被试品在合 (或分) 位置, 将周围空气温度降至 2°C , 喷射预冷却水至少 1h , 使周围空气温度达到 $(0.5\sim 3)^{\circ}\text{C}$ 之后, 降低试验室温度至 $(-7\sim -3)^{\circ}\text{C}$ (喷水不停), 温度变化率并不很重要, 视冷却装置的能力而定。

保持室温为 $(-7\sim -3)^{\circ}\text{C}$, 继续喷水, 待试棒上层冰厚达到预期程度。调整喷水量继续喷水, 使被试品上上下下按 6mm/h 的速度凝冰到指定程度 (“白冰”)。然后, 停止喷水, 保持室温为 $(-7\sim -3)^{\circ}\text{C}$ 至少 4h (这样, 可认为, 被试品的各个部件的温度已稳定地处于恒定温度下)。然后进行操作检验 (包括产品的各项附属元件在内)。

h) 操作检验。

对手力操动产品, 进行手力操作, 如产品能顺利分、合, 且没有能影响其将来运行的电的、机械的损伤时, 可认为产品已通过了试验。

对电动、气动或液压操动, 当操动能源在额定电压 (气压、液压) 下, 操动机构能顺利操动其分与合, 且没有能影响其将来运行的电的、机械的损伤时, 可认为产品通过了试验。

试后, 室温恢复正常环境温度下, 开关的接触状况 (测其接触电阻) 应无显著变化。

6.104 在极端周围空气温度下的操作试验¹⁾

仅户外式要求进行这项试验。试验时, 操作装置的能源为额定值。

如三相装置中各相操动机构分离, 可只进行单相试验; 如果三相共用一个机构, 应进行三相试验。但是, 通常在 126kV 及以上, 对三相共用一个机构的产品不得不只进行单相试验, 这是因为产品太大而大多数试验室空间太小所致。但必须模拟好基座结构和间距, 如有可能, 还是应该进行三相考核。

采用说明:

1) 文字予以简化。

a) 最低温度下的操作检验

隔离开关或接地开关处在合闸位置, 连同其操动机构和附属装置都放在试验小室中, 降低室温至指定值并维持在最低周围空气温度下 (按 DL/T 593—1996 中 3.1.2a 所规定的级别), 时间应足够, 温度稳定后, “分—合” 10 次。

操作应顺利。试验时可以按产品规定投入控制装置的加热器。

b) 在最高温度下的操作检验

开关处于“合”位, 连同其操动机构、附属组件在一起, 置于试验小室中, 升温至 40℃, 维持足够长的时间使温度达到平衡后 (最少为 4h), 应能顺利“分、合” 10 次。

6.105 开关位置指示装置功能检验

当具有开关触头位置指示器时, 应进行这种试验, 详见附录 A。

6.106 隔离开关开、合母线转换电流的试验

详见附录 B。

6.107 接地开关开、合感应电流试验

详见附录 C。

6.108 防误操作功能试验¹⁾

按 DL/T 593—1996 中 5.8.2 及 6.9 的规定进行, 并应符合本标准 5.19.2 规定的要求。

6.109 接线端子静态机械负荷试验

隔离开关接线座 (端子) 的静态机械负荷试验方法按 DL/T 402—1999 中 6.101.6 的规定进行。试验分为两组:

第一组:

根据表 2, 先求出 F_{thA} 和 F_{thB} 的合力 F_{shA} , 按照 DL/T 402—1999 图 18 中的方向 A_1 、 A_2 分别对其两个端子进行水平方向的拉力试验。

第二组:

根据表 2 中的垂直力 F_{tv} , 按照 DL/T 402—1999 图 18 中的方向 C_1 、 C_2 分别对其端子进行上、下两个方向的垂直拉力试验。

6.110 隔离开关开合小的电容性电流和电感性电流的试验

试验方法正在考虑中。

6.111 淋雨试验

对户外隔离开关的操动机构 (箱) 进行淋雨试验时, 从试品的四个方面与水平面成 45° 角连续降雨 24h, 雨量 (3~10) mm/min, 试后机构 (箱) 内不应有带水痕迹, 绝缘不低于 (2~5) MΩ。

7 出厂试验

出厂的产品均应在厂中组装完好后进行外观检查和相应特性数据的测试, 然后拆卸装箱出厂。测试数据记录在出厂文件中。出厂试验项目是:

a) 结构检查;

b) 机械操作和机械特性;

采用说明:

1) 按本国情况增设。

- c) 主回路绝缘试验;
- d) 控制和辅助回路的绝缘试验;
- e) 主回路电阻测量;
- f) 密封性检验。

7.1 主回路绝缘试验

按 DL/T 593—1996 中 7.3 的规定进行。

对 252kV 及以上的隔离开关和接地开关, 当其绝缘仅由固体实心的绝缘子及常温大气压力下的空气组成时, 可校核其绝缘净空间距 (带电体之间、带电体对地等) 以确定其绝缘是否能满足 1min 工频耐压的要求, 从而省去 1min 工频耐压试验。这些绝缘尺寸及其偏移范围应先由制造厂作出规定。

对隔离开关试验时的加压方式见表 6 (其中符号含义见 DL/T 593—1996 图 1)。

表 6 1min 工频耐受电压试验

试验条件编号	隔离开关位置	施压部位	接地部位
1*)	合	AaCc	BaF
2*)	合	Bb	AaCcF
3	分	ABC	abcF
4	分	abc	ABCF
5**)	分	ABC	接地开关
*) 如果极间绝缘是大气压的空气, 试验 1、2 可合并, 将三相带电部位连在一起, 电压加在端部与地之间。 **) 隔离开关所处的位置应使接地刀的端部距 ABC 带电处的距离为最短。			

试验接地开关加压时, 接地开关应处于“分”的位置:

- 基座接地, 电压加在绝缘的端子之间;
- 基座接地, 所有绝缘的端子连在一起, 在其间加压。

7.2 辅助和控制回路的绝缘试验

按 DL/T 593—1996 中 6.1.10 的规定进行试验。

7.3 主回路电阻测量

按 DL/T 593—1996 中 6.4 的规定进行。

7.4 密封性检验

按 DL/T 593—1996 中 6.11 的规定检验。

7.5 结构检查

按 DL/T 593—1996 中 7.1 的规定检查。

7.101 机械操作试验

本试验在于显示隔离开关或接地开关在操动机构赋能后的操作特性是否符合技术条件的规定 (当其操动机构的压力、电压处在指定的变化范围内时), 进行试验时开关主回路上既无电流, 也无电压。

这种试验按 6.102.3 的规定进行 (在机械稳定性型式试验前、后所进行的机械操作试验)。试验时不得调整, 分与合操作应顺利到位, 相应装置应发出信号或指示。试后元件不得损坏。

7.102 抽查试验

下列检验项目是按订货合同要求, 在发运前当用户在场时进行的操作试验 (发运前的最

后检验), 此试验选择 1% 的件数进行, 但不得少于一台 (三极):

- 防腐蚀;
- 电气控制 (如果有) 及操作速度检验;
- 上述“出厂试验项目”;
- 附件及技术文件 (安装和运行维护说明书、储存及运输规定);
- 对 363kV 及以上电压级的产品应进行操作冲击耐压试验;
- 绝缘子的抗弯、抗扭试验 (整柱):

试验必须整组进行 (单相操作时为一极); 抗弯试验应从四个相互垂直的方向分别进行; 抗扭试验分别按顺时针和逆时针两个方向进行。

8 选用导则

8.101 选用隔离开关和接地开关时应考虑的运行条件

- 正常载流和过流情况 (电力负荷变化);
- 现在和将来的短路电流;
- 由变电所设计所引起的端子上的静态和动态机械负载;
- 当地的气象条件和污秽情况;
- 变电所的海拔;
- 所要求的操作性能 (是否要求机械耐久性能力);
- 开、合条件 (母线转换电流、感应电流、接地开关的关合能力等)。

选用时也应考虑到可预见的将来的实际需要, 要有预见性, 但不得无限地扩大参数。

8.102 在正常使用条件下选定的额定参数

隔离开关和接地开关的额定参数见本标准第 4 章。

8.102.1 选定额定电压及其额定绝缘水平

其额定电压至少应等于所在位置系统的最高电压 (安装位置处的系统), 其数值见 DL/T 593—1996 中 4.2.1 和 4.2.2 及表 4。如用户要求更高的绝缘水平在订货时说明。

8.102.2 选定额定电流¹⁾

根据 GB/T 762—1996 按 R10 系列选取。必须注明, 对隔离开关不规定长期持续的过载能力, 即使按照 DL/T 593—1996 中 6.3.7 提高了温升试验电流值, 也不得将它视为过载能力。

如在运行中出现间歇性的过电流 (超过额定值), 应与制造厂磋商。

注: 所说额定电流系指隔离开关在运行中能长期承载的电流, 但是, 以下这些情况必须与制造厂协商: 发电机回路中的隔离开关, 它长期承载接近于其额定值的电流而又不操作 (总是在合闸位置), 或者, 周围空气温度总是很高。

8.102.3 选定额定接线端的机械负载

根据本标准表 2 选定机械负载的额定值, 这是接线端子所承受的综合力。这被分为两部分: 纵向水平力 F_{thA} 和横向水平力 F_{thB} , 以其合力进行水平纵向拉力试验。另一部分为垂直方向 (上、下) 的力 F_{tv} , 以此进行垂直方向的试验, 详见 6.109。

8.102.4 对 40.5kV 及以上隔离开关选定其母线转换电流的开、合能力

按附录 B 进行, 用户应提供相应的要求 (见本标准第 9 章)。

采用说明:

1) 根据我国电力行业标准的要求提出。

8.102.5 对 40.5kV 及以上接地开关选定感应电流的开、合能力

接地开关有可能开、合“可忽略的小电流”，按照对隔离开关的定义，所谓“可忽略的小电流”系指电流不大于 0.5A（550kV 接地开关除外）。根据用户需要，此电流可增至 2A，试验方法待定。

开、合感应电流按附录 C 进行，用户应事先提出相应的要求（见本标准第 9 章）。

8.102.6 地域性小气候和污秽

产品使用的通用环境条件见 DL/T 593—1996 的第 3 章。

户内、户外的隔离开关和接地开关应按其周围空气温度分类，产品（不论户内、户外）因受诸如烟尘、化学性烟雾、含盐的降水等等，在设计和选材时都应将这些因素考虑在内。产品外绝缘泄漏比距的选定见 DL/T 593—1996 中的 3.1.1f 及 3.1.2c。用于海边 72.5kV 及以上的户内隔离开关和接地开关，其处在大气中的部分均应采用户外型绝缘（其上可能遭受盐雾危害）。40.5kV 及以下户内型产品，根据污秽和凝露情况，选用规定的不同泄漏比距以满足其特殊要求。

如使用地点风压超过 700Pa，用户应事先提出要求。

如使用地点有覆冰的可能，用户应提出冰厚，分为 10mm，20mm 两级（1mm 及以下不用提出），见 6.103。

8.102.7 地震性能要求

按 DL/T 593—1996 中 3.1.1e) 的规定执行。

8.102.8 海拔

一般地区为 1000m 及以下，如超过此值，用户应事先提出。

8.102.9 额定短时耐受电流及其额定持续时间

按 DL/T 593—1996 中 4.2.5 及 4.2.7 的规定执行。

注：电流与时间的关系可按 $I^2 t = \text{常数}$ 计，但 t 不得大于 5s。

8.102.10 额定峰值耐受电流及额定短路关合电流的选定

按 DL/T 593—1996 中 4.2.6 的规定选取，隔离开关和接地开关的额定峰值耐受电流应不小于所在系统中可能发生的短路电流的最大峰值。

9 查询投标与订货

9.101 查询与订货

用户应提出：

- 1) 电力系统特点——标称电压、最高电压、频率、相数、中性点状况。
- 2) 运行环境条件，如最高、最低周围空气温度、海拔或任何其他特殊条件，如：暴露在蒸气中、潮气中、烟雾中、有爆炸性的气体中、过多的污秽中或盐雾中。
- 3) 给出下列各特性要求。
 - a) 相数（极数）；
 - b) 户内、户外；
 - c) 额定电压；
 - d) 额定绝缘水平；
 - 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；

- h) 额定短路关合电流 (仅对接地开关);
- i) 短路持续时间 (如果与额定值不同时);
- j) 额定静态和动态端部机械负载;
- k) 安装条件、高压接头方式 (如悬挂式)、支持结构;
- l) 所用绝缘子要求:
 - 防污级别;
 - 伞裙形态;
- m) 所需的接触区;
- n) 按特殊需要进行的型式试验:
 - 人工污秽试验;
 - 冰载条件下的操作试验;
 - 隔离开关开、合母线转换电流的试验;
 - 接地开关开、合感应电流的试验;
 - 加强型机械稳定性试验: M1 级、M2 级。
- 4) 操动机构特性及其附属装置, 特别是:
 - a) 操动方法: 人力手动还是外力操动;
 - b) 动力: 压缩空气, 直流、交流, 及其额定值 (压力、电压、频率);
 - c) 辅助触点型式与对数;
 - d) 外壳防护级别。
- 5) 采用压力容器时的设计与试验。
- 6) 其他重要因素 (能影响开关性能者)。

9.102 投标

各要求与 9.101 相对应, 并增加下列内容。

9.102.1 说明书和图纸

9.102.2 额定参量及特性

- a) 极数;
- b) 户内、户外;
- c) 额定电压;
- d) 额定绝缘水平;
- e) 额定频率;
- f) 额定电流 (只对隔离开关);
- g) 额定短时耐受电流及其持续时间额定值;
- h) 额定短路关合电流 (只对接地开关);
- i) 应特殊要求进行的型式试验;
- j) 按照附录 B 需要的母线转换电流开、合能力 (隔离开关的);
- k) 按照附录 C 需要的感应电流开、合能力 (接地开关的);
- l) 开、合小电感电流和小电容电流的能力 (需要时)。

9.102.3 型式试验

按需要提供试验报告。

9.102.4 结构问题

a) 隔离开关和接地开关的总质量。

b) 在空气中的最小间距：

——极间；

——对地；

——安全隔离间距（隔离开关的断口绝缘）。

c) 对单柱式隔离开关、接地开关提出接触区要求。

d) 防腐蚀要求。

e) 对具有静触头的隔离开关提出合闸和分闸时的反作用力，文件中由制造厂指明其数值和作用方向。

9.102.5 操动机构和其他附属件

a) 操动机构型式；

b) 操动机构能源的额定值（电压、气压、液压）；

c) 在 b) 额定值下的电流消耗；操动能源回路端部的最大电流与最高电压；

d) 在额定压力下操动时的耗气量（压缩空气型）；

e) 辅助触点型式、触点数目（对）；

f) 位置保持装置的方式和设计；

g) 指示和信号装置其他要求。

9.102.6 外形尺寸和其他要求

制造厂应给出隔离开关和接地开关在分、合位置下的外形尺寸及其对基础的设计要求。

制造厂应给出运行维护需知和必要的备品备件。

9.102.7 组件说明

制造厂应向用户说明运输、发货的组件情况。

10 包装、运输、储存（保管）、维护与备品

应符合 DL/T 593—1996 中第 10 章的规定，但增加下列要求：

——运输包装时，应尽可能整体组装发运，最好就是一件；各种包装应能确保各零部件在运输过程中不致损坏、变形、受潮和腐蚀。

——包装箱上应有在运输、保管过程中必须注意项目的明显标志和符号（如上部位置、怕湿、防震的明显标志，以及吊装位置指示）。

——出厂的每组（极）隔离开关和接地开关的本体和每台操动机构均应附有产品合格证明书、装箱单和安装使用说明书，以及出厂测试、试验数据。产品说明书中制造厂应标明诸如安装方式、极间中心距离、极对地距离、断口间距等。操动机构的说明书也可包括在隔离开关本体的说明书内；对能开、合母线转换电流的隔离开关应指明开、合次数与检修周期。

——操动机构中的二次回路线圈、隔离开关的触头接触片应有一定数量的备品随同产品发运。其他诸如专用工具、备品、备件也应随同产品发运。

11 安全要求

应符合 GB/T 11022—1999 中第 11 章的规定，但增加如下内容。

11.1 电气方面

增加 EMC 试验（见 6.9）。

11.2 机械方面

11.3 热方面

可接触部件的最高温度。

11.4 操作方面

检查位置指示和信号装置。

附录 A

(标准的附录)

开关位置指示系统的设计和试验

A1 概述

本附录用于带有开关触头位置(分、合)指示的交流隔离开关及接地开关。开关位置指示的作用是用以指示开关触头的位置(当其断口间距或空间距离无法用肉眼监视时)。

注:根据 5.104.3,当开关触头位置不可见时,应采用位置指示系统以准确指示开关动触头的位置,使其断口距离(或间距)已达安全距离。

本附录的目的是阐述与开关动触头以机械方式相连的位置指示系统的设计与试验要求,使之可靠。

A2 正常和特殊使用条件

应符合 DL/T 593—1996 中第 3 章的要求。

A3 定义

除本标准第 3 章外,补充下列定义术语。

将机械式开关动触头位置指示系统(以下简称为“位置指示系统”)分解为图 A1 所示的各个部分,其中由操动机构通过机械联系——“连接点”去操动动触头,同时带动动触头位置指示器(以下简称“指示器”),在这个体系中,从动触头通过“连接点”与“指示器”相连的这一部分统称为“下游段”;从操动机构到连接点统称为“上游段”。

A3.103.12.1 机械式开关位置指示系统,简称“指示系统” power kinematic chain

图 A1 的动力部分,它包括从操动机构——断开点——连接点——动触头这个体系(但不包括动触头位置指示器)。

A3.103.12.2 动触头位置指示装置(简称“指示装置”) position indicating kinematic chain.

图 A1 中由动触头通过连接点到指示器的全部机械体系。

A3.103.12.3 开关位置指示系统的连接点(简称“连接点”) connecting point

指动触头与指示器、操动机构的共同连接元件。

A3.103.12.4 断开点 opening point

从“连接点”到操动机构的这一环节中,离连接点最近的可自操动机构断开的“点”叫“断开点”。

A3.103.12.5 应力限制装置 strain limiting device

一种限制装置,通过它使由动力源传输过来的力矩(通向下游装置)能被限制到不超过某一限值(不论从动力源传过来的力矩有多大)。

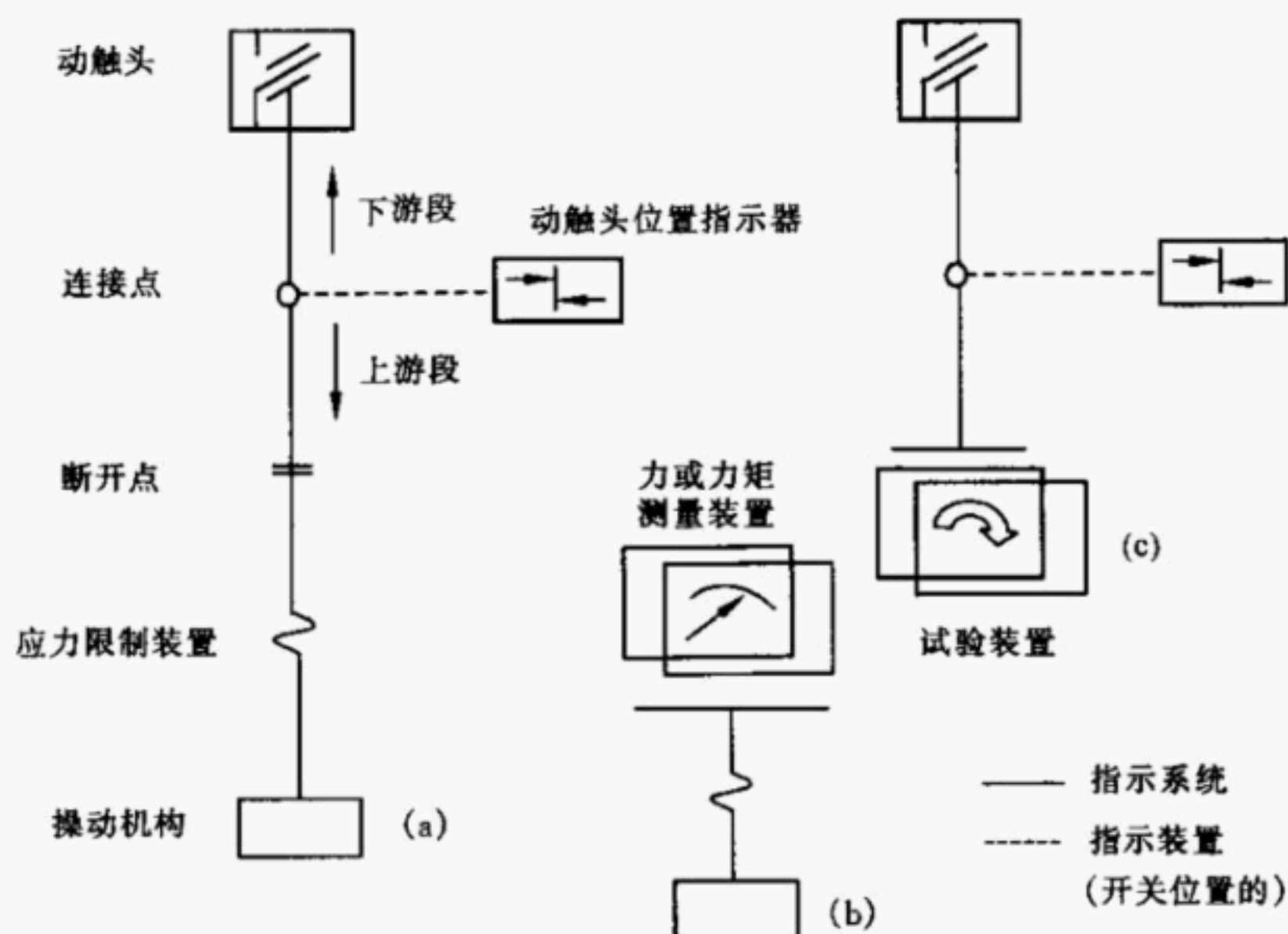


图 A1 机械式开关位置指示系统

(a) 机构连接原理图；(b) 测量相（除去 A6.105.1.2）；

(c) 试验相（除去 A6.105.1.2）

注：“上游”指通向能源侧，“下游”通向动触头

A4 额定值

见本标准第 4 章。

A5 设计与结构

见本标准第 5 章，增设下列各条。

A5.104.3.1 开关位置指示系统的可靠性

开关位置指示系统应牢固坚实，有足够的机械强度，能满足有关型式试验的要求。其指示装置应能机械地直接指示动触头所处的位置，并保证“分闸位置”处于“正偏差”上（保证断口距离总是大于所要求的最低值）。指示器应能直接标注在其移动件上。如有动作限位装置，它应是动触头位置指示装置之外的另一个独立的部件。

A6 型式试验

见本标准第 6 章，增设下列各条。

A6.105 开关位置指示系统的动作检验

除应能满足第 6 章中提出的要求外（其动作正确性应得到满足），尚应根据其型类以满足 A6.105.1 或 A6.105.2 的要求。

开关应在下列状态之一下进行检验：

- 对隔离开关，处于合闸位置，动触头已闭锁；
- 对接地开关，处于分闸位置，动触头已闭锁；
- 对多极开关设备，仅闭锁指示系统中行程最长的那一极的动触头。

在开关动作时（作用在断开点处）所列出的（或施加的）力 F_m 或力矩 T_m 是指：对隔

离开关是指欲使其分闸而言；对接地开关是指欲使其合闸而言。

A6.105.1 机械式位置指示系统的试验

A6.105.1.1 动力式隔离开关和接地开关

对电动、液动、气动式操动机构，按下列程序进行试验（见图 A1）：

——将开关位置指示系统自图 A1 中的“断开点”断开；

——向操动机构施加电压（为额定值的 110%）或压力（为额定压力值），其数值见 DL/T 593—1996 中 4.2.8 和 4.2.10。然后向操动机构发出分闸（或合闸）指令，在“断开点”测出力 F_m （或力矩 T_m ）；

——在“断开点”下游处向断开点施加 $1.5F_m$ （或 $1.5T_m$ ）的作用力（或力矩）；隔离开关或接地开关处在其相关试验位置上。

试验结果判断见 A6.105.3。

注：可采用它自己的操动机构用以产生上述 $1.5F_m$ （或 $1.5T_m$ ）。

A6.105.1.2 对人力操作的隔离开关和接地开关（无应力限制装置时），试验进程如下：

——将被试品安装就位；

——在操动机构操动手柄一半处（一半长度）施加 750N 的力。

试验结果判断见 A6.105.3。

注：如开关既能手动又能动力式操作，则在“断开点”施加的力（或力矩）是上述 A6.105.1.1 和 A6.105.1.2 中最大的那一作用力（矩）。

A6.105.1.3 对非动力/手动式操作的隔离开关和接地开关（有应力限制装置时）

试验程序如下：

——将位置指示系统自“断开点”处断开；

——当企图操作开关时，使用动力或机构施加作用力或手动，直到应力限制装置动作。从断开点自上游处测出由应力限位装置传出的力 F_m （或力矩 T_m ）。如使用动力式机构，施加的电压为额定值的 110% 或额定压力值，见 DL/T 593—1996 中 4.2.8 和 4.2.10。如系手动，手力增加到使应力限位装置动作（但不得超过 750N），着力点为操作手柄长度的一半处；

——在位置指示系统断开点的下游处向断开点施加 $1.5F_m$ （或 $1.5T_m$ ），隔离开关和接地开关处于相关的试验位置上。

试验结果判断见 A6.105.3。

A6.105.1.4 储能操作式隔离开关和接地开关（依靠锁紧装置释放起动）

试验程序如下：

——将位置指示系统自“断开点”处断开；

——将储能机构储能；

注：向操动机构储能可用手动也可动力式储能；

——向机构发出分（或合）指令，自断开点测出力 F_m （或力矩 T_m ）；

——在位置指示系统断开点的下游处向断开点施加 $1.5F_m$ （或 $1.5T_m$ ），隔离开关和接地开关处于相关的试验位置上。

试验结果判断见 A6.105.3。

A6.105.1.5 对非动力式/手动操作的隔离开关和接地开关

试验程序如下：

——将位置指示系统自“断开点”处断开；

——向操动机构施加 110% 的额定电压 (或额定气压), 有关数值见 DL/T 593—1996 中 4.2.8 和 4.2.10, 自断开点处测出其传送力 F_m (或力矩 T_m);

注: 根据不同的机构型式, 其分 (或合) 闸指令可首先传至操动机构的储能处 (当它去释放位置指示系统之前)。

——对手力操动机构, 在手柄紧握长度的一半处施加手力 (最大不超过 750N), 自断开点测出操动机构传过来的力 F_m^* (或 T_m^*);

注: 根据不同的机构型式, 手动分 (或合) 操作可能是先对操动机构储能, 然后才去释放位置指示系统。

——在位置指示系统 “断开点” 的下游处向 “断开点” 施加 $1.5F_m^*$ (或 $1.5T_m^*$), 对既能动力式操作又能手动时, 看哪一个力更大, 即取用较大的值; 隔离开关和接地开关处于相关的试验位置上。

试验结果判断见 A6.105.3。

A6.105.2 开关位置指示装置的试验

如果开关位置指示装置的指示是直接标注在机械式开关位置指示系统的机械部件上, 则不需要进行任何试验。

如果图 A1 中由 “动触头——连接点——指示器” 这一部分处于封闭体内, 当最低防护级别为 IP2XC, 并通过了能量为 2J 的冲击试验, 在能满足下述要求时, 不需要再进行试验。2J 的打击点应是整个系统的最薄弱处 (对指示系统而言的外壳最薄弱点)。

在所有其他情况下, 应将位置指示器 (indicating device) 闭锁 (代替原来的动触头闭锁) 后进行试验。

试验结果判断见 A6.105.3。

A6.105.3 试验结果判断

如符合下列情况可认为已通过了试验:

——试后, 位置指示器仍能正确指示动触头位置;

——在开关位置指示装置各环节上不得出现永久性的变形; 如在 “上游” 段出现变形或裂缝, 允许更换元件使能完成预定动作 (指示), 但这应在试验报告中注明。

A7 出厂试验

按本标准第 7 章, 并作如下补充:

在机械操作试验中, 应确证开关位置指示装置能准确无误地指明开关动触头的最终位置。

附 录 B

(标准的附录)

隔离开关开、合母线转换电流的试验

B1 概述

本附录阐明额定电压 40.5kV 及以上交流高压隔离开关开、合母线转换电流的有关规定。

注: 对电压低于 40.5kV 的交流隔离开关也有可能需要进行开合母线转换电流的试验, 但是, 一般地, 它们毋需进行开、合母线转换电流的型式试验, 也不必赋与额定值, 其试验可按用户与制造双方

的协议进行。

B2 正常和特殊使用环境条件

应符合 DL/T 593—1996 中第 3 章的规定。

B3 名词术语定义

见本标准第 3 章，并补充下列各点。

B3.106.1 母线转换电流 bus-transfer current

用隔离开关将一个母线中的负荷电流转换到另一条母线时的开、合电流值。

B3.106.2 母线转换电压 bus-transfer voltage

是隔离开关开断母线转换电流后出现在其断口上的工频恢复电压。

B3.106.3 额定母线转换电流 rated bus-transfer current

在额定母线转换电压下隔离开关所能开、合的最大母线转换电流值。

B3.106.4 额定母线转换电压 rated bus-transfer voltage

隔离开关开合额定母线转换电流后出现在其断口上的母线转换电压最大值。

B4 额定值

见本标准第 4 章，并增加如下内容。

B4.106.1 额定母线转换电流

以空气为绝缘和 GIS 中的隔离开关的母线转换电流额定值均为其额定电流的 80%，但不超过 1600A。

注：计算表明，不论额定电流上升到何种水平，作为母线转换操作时的开、合电流上限定为 1600A 是足够了。如有超过，可由制造厂与用户协商另定。

B4.106.2 额定母线转换电压

其值见表 B1，如不同于此，可由制造者指明。

表 B1 隔离开关的额定母线转换电压¹⁾

额定电压 kV	以空气为绝缘的隔离开关 V	GIS 的隔离开关 V
40.5 72.5 126	100	30
252 363	300	100
550	400	100

B5 设计和结构

见本标准第 5 章，增加以下各项。

B5.10 铭牌

对具有开、合母线转换电流能力的产品而言，铭牌上应注明其额定母线转换电流值。

B6 型式试验

见本标准第 6 章，但补充如下规定。对具有开、合母线转换电流的隔离开关应进行本试验。

B6.106 开、合试验

B1.106.1 试品布置

被试隔离开关应完整地装在自己的底座上，也可以安装在等价的基座上。当操动机构是

采用说明：

1) 根据我国情况提出。

电动的时，应为允许的最低电压；如系气（液）动的，应为允许的最低气（液）压。

开、合试验前应先进行空载分、合数次，并将诸如行程速度，分、合闸时间等参数记录下来。

对 GIS 中隔离开关试验时应在最低 SF_6 密度下进行。

对手动隔离开关进行开、合试验可以远方动力操作，但应使操作速度与用手力时相同。

注：手力式操动机构下的试验应使行程速度为厂家指定的最低值下进行。

试验中应注意被试品两个端部中，哪一个端部是电源侧。如果隔离开关的两个端部在“物理布置”上不一样，则电源应通向对开、合最不利的那个端子上。如果不能确知究竟哪一个端子接电源侧最为不利，则在一部分试验中电源首先加在某个端子上，而在另一部分试验中，电源应通向另一个端子。

在三相隔离开关中，如能确知任一极的工作条件都与其他极一致，可以只试验一个极（作为其代表），这时候应考虑下列各因素是否一致：

- 关合速度；
- 开断速度；
- 邻相的影响。

注：如能确知，开、合所产生的“燃弧时间”和“弧区”的大小在各相间彼此无关，互不影响，可只进行单相试验。如果在单相试验中发现试验中产生的电弧能影响到邻相，则应进行三相试验。

B6.106.2 试品（隔离开关）和试验回路的接地

隔离开关的底座应接地。试验回路的接地见图 B1。对 GIS 中的隔离开关的试验接地见 B6.106.6。

B6.106.3 试验频率

试验频率为额定频率。

B6.106.4 试验电压

采用表 B1 中的值，误差 $+10\% \sim -0\%$ ；电压的测量应紧接在电流被开断后。

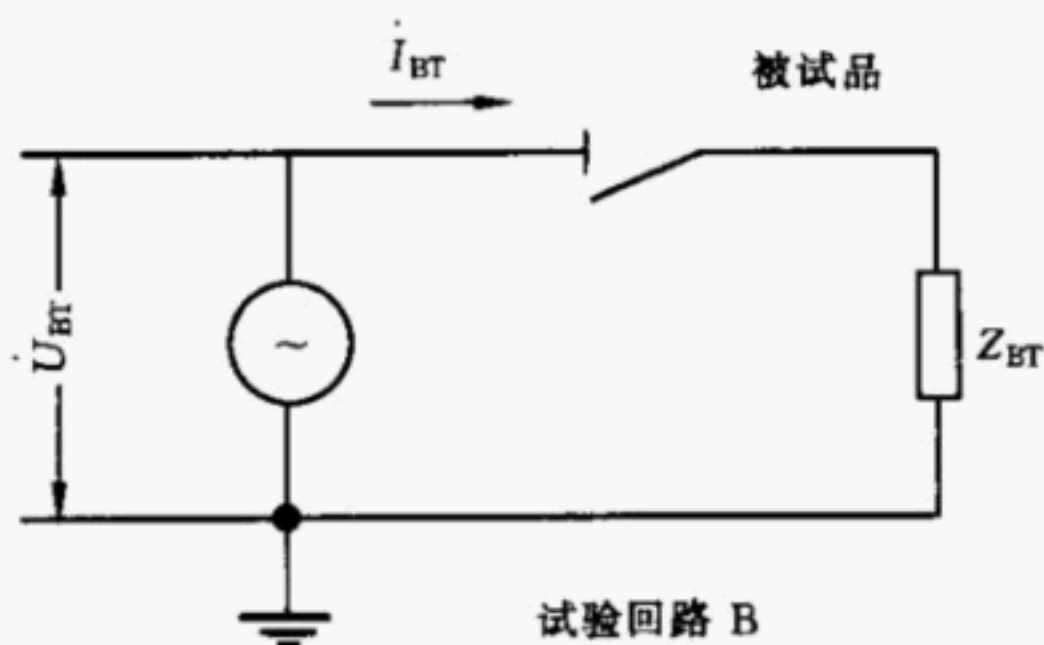
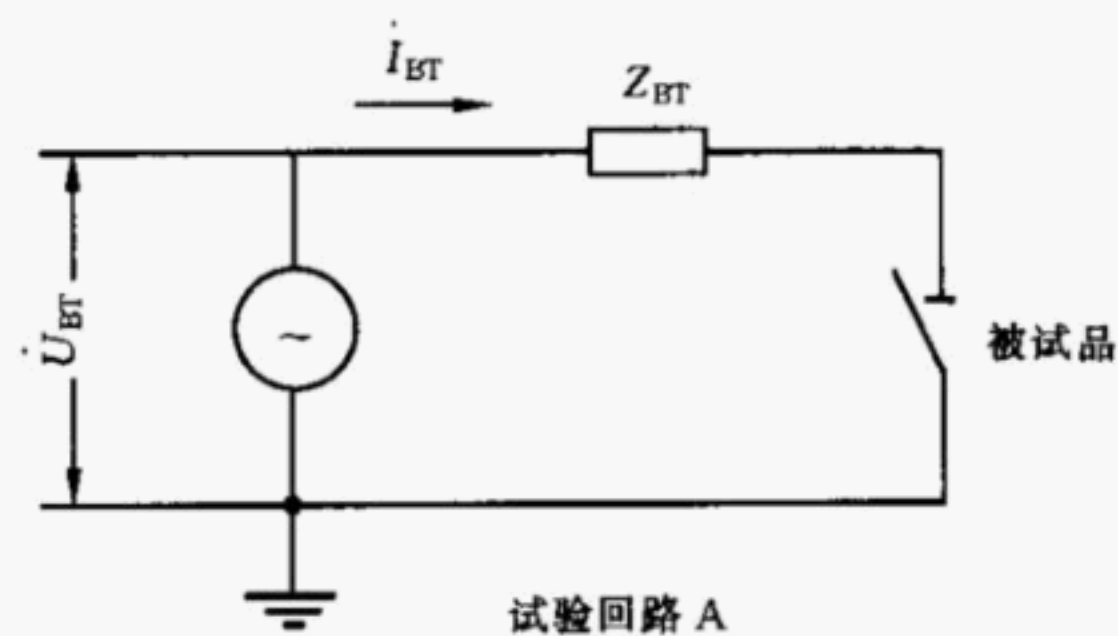
如 B6.106.1 所示，一般地只需进行单极试验。如需要进行三极试验，则每相电压与三相电压算术平均值之差不得大于 10% 。

试验中开断后的工频恢复电压至少应能保持 0.3s 。

B6.106.5 试验电流

试验电流值见 B4.106.1，其偏差不得超过 $+10\% \sim -0\%$ 。试验电流的测量应在隔离开关操作之前，此电流应为对称，且衰减小到可以略去不计。在关合之后，应等待由于关合导致的暂态过程已结束之后才能进行开断操作。

如进行三相试验，则以三相电流的算术平均值作为其开断电流值，且每相中的电流



$$I_{BT} = \text{额定母线转换电流值} = U_{BT} / Z_{BT}$$

图 B1 隔离开关关合与开断母线转换电流的试验回路

与三相算术平均值之差不得大于 10%。

B6.106.6 试验回路

试验可在运行现场进行,也可以在试验室中进行。在试验室中进行时,使用如图 B1 所示的回路 A 和 B,其功率因数不得超过 0.15。回路 A 或 B 的选用由试验室按其方便自定。回路中 U_{BT} 和 Z_{BT} 的选定在于得到所要求的母线转换电流和母线转换电压。如果进行三相试验,则组成三相的每相回路的元件与单相时相同,以便获得与单相试验相同的电流和恢复电压。此时电源侧中性点应接地。

注:

1. 也可用其他的回路,但应产生相同的电流和恢复电压,TRV 参数也应该一样。
2. 对 GIS 的隔离开关而言,在试验进程中,它的对地绝缘一般不存在什么问题。但如果有所怀疑,也可以使用相对地电压,加在外壳上。此时应单独使用另一个电压源。
3. 在运行现场试验时,很难保证试验电流和电压所要求的精确度(指电流和电压的偏移程度),可由用户与制造厂双方议定其要求。

所要求的 TRV 波形应是三角形,这是由于所连接的母线系统波阻抗的影响所致。为了试验上的方便,只要能满足 TRV 波形为 $(1 - \cos\varphi)$ 形态,且频率不低于 10kHz,峰值系数不小于 1.5 即可。

注:

4. 对试验回路可另加元件以调整到所要求的 TRV。
5. 在试验中,典型情况是:操作隔离开关产生的电弧电压占电源电压的相当大部分,它导致 TRV 的衰减大增,使回路中的电流、电压相位差变小,甚至使它们同相位。因此,TRV(上升率和峰值系数)的原定参数的意义越来越小,可以不去管它。

B6.106.7 试验方式

应进行“合一开”100 次。

注:对所有类型而言,包括 GIS 中,都为 100 次,这不足以表征其电寿命,但可表明其电腐蚀状态。

“开断”操作应在“关合”操作所导致的暂态过程已经结束后进行,试验进程中不得进行中间检修。

B6.106.8 试验中的表现

试验应顺利通过,不得产生电的和机械的损伤,因出现电弧而产生的金属质点外溅和弧焰(这是允许的)不得损伤其外绝缘,也不得伤害操作者的人身安全。

B6.106.9 试验判断

试后,产品的绝缘及其机械功能应与试验前一样。它应能承载额定电流,且温升不超过原标准规定的水平。只要隔离开关的原定机械寿命保持不变,由此试验所产生的机械磨损及电弧腐蚀是允许的。灭弧用的元件的材质(如果有的话)可能受到伤害,其“数量”可能减少到低于正常水平,由电弧作用的灭弧介质分解物也可能沉积在绝缘子的外表面上。隔离开关在分闸位置下的隔离绝缘水平应不低于其在正常运行中因老化影响后的绝缘水平。一般地,试后肉眼检查及空载操作检验即可判断出上述各点是否能够满足要求。如有疑虑,应经过相应的试验检查确定。如对某绝缘特性发生疑虑,可按 DL/T 593—1996 中 6.1.11 检验。

B6.106.10 型式试验报告

它应包括下列各项:

- 1) 典型示波图或相关记录;
- 2) 试验回路;

- 3) 试验电流;
- 4) 试验电压;
- 5) 工频恢复电压;
- 6) 预期的 TRV;
- 7) 燃弧时间;
- 8) 合和分多少次;
- 9) 如果使用分闸线圈, 应记录下受电瞬间。

试验时使用的隔离开关基座的状况也应记录在案。应记录试验时使用的操动机构类型及操作时间(分、合闸时间, 如果有的话)。

附录 C

(标准的附录)

接地开关开、合感应电流的试验

C1 概述

本附录适用于 40.5kV 及以上电压等级具有开、合感应性电流能力的接地开关。

注: 对电压低于 40.5kV 的接地开关有时也有必要开、合感应性电流, 但一般对它们不要求进行这类型式试验。如有要求, 可由用户与制造双方协商确定其试验。

在多回并联架空线路中的某一回或几回线路自运行中断开后, 由于它与带电回路间的电磁感应和静电感应, 在已停电的回路上将产生感应电压及感应电流, 此时对接地开关可能产生下述工况:

- 1) 当被断开的回路已自一端断开接地而去操作另一端的接地开关时, 它将开断与关合电容电流;
- 2) 当被断开的回路已自一端接地而去操作另一端的接地开关时, 它将开、合感应性电流;
- 3) 它将连续承载电容性电流和电感性电流。

C2 正常和特殊使用环境条件

见 DL/T 593—1996 之第 3 章。

C3 定义术语

见本标准之第 3 章, 并增加下列各项。

C3.102.5.4 A 类接地开关 earthing switch class A

A 类接地开关用于线路间耦合线路距离较短或耦合联系较弱的场所。

C3.102.5.5 B 类接地开关 earthing switch class B

B 类接地开关用于线路间耦合段距离较长或耦合联系较强的场所。

C3.107.1 电磁感应电流 electromagnetically induced current

见 C1 中的 2)。

注:

1. 感应性电流与其旁并行线路中的电流及其间的耦合系数有关。耦合系数由他们(各个导线)在空间的几何位置确定。

2. 当停电的线路一端接地，而另一端的接地开关断开时，跨接在此接地开关上的感应性电压与其旁并行线路中的电流、其间的耦合系数、耦合线段长度有关。此耦合系数由这些回路导线在空间的几何位置确定。

C3.107.2 静电感应电流（电容性电流）electrostatically induced current

见 C1 中的 1)。

注：

1. 当停电线路只有一端接地时，容性电流与其旁带电并行线路的电压、其间的耦合系数以及耦合部分的线长有关。其耦合系数由它们导线间的几何位置确定。
2. 跨接在停电线路一端接地开关分闸断口上的容性电压（另一端的接地开关在分的位置）与其旁带电线路的电压、其间的耦合系数有关。耦合系数由它们导线在空间的几何位置确定。

C3.107.3 额定感应电流 rated induced current

由接地开关在额定感应电压下能开、合的最大感应性电流。

C3.107.4 额定感应电压 rated induced voltage

指接地开关在开、合额定感应电流后能承受的最大工频电压值。

C4 额定值

采用本标准第 4 章，此外补充如下：

40.5kV 及以上的接地开关有可能要求赋以开、合感应性电流及其电压的额定值。根据所要求的特性，接地开关可分为 A 类和 B 类（见本附录 C3.102.5.4 及 C3.102.5.5）。

C4.107.1 额定感应电流

A 类和 B 类的电磁感应电流和静电感应电流的额定值分别如表 C1。接地开关应能长期承载此额定电流（见本标准 6.5）。

C4.107.2 额定感应电压

见表 C1。

表 C1 接地开关开、合感应电流的额定参数

额定电压 U_r	电磁感应性				静电感应性			
	额定感性电流 A (有效)		额定感性电压 kV (有效)		额定电容性电流 A (有效)		额定电容性电压 kV (有效)	
	A 类	B 类	A 类	B 类	A 类	B 类	A 类	B 类
40.5	50	100	0.5	4	0.4	2	3	6
72.5	50	100	0.5	4	0.4	2	3	6
126	50	100	0.5	6	0.4	5	3	6
252	80	160	1.4	15	1.25	10	5	15
363	80	200	2	22	1.25	18	5	22
550	80	200	2	25	1.6	25; 50	8	25; 50

注：

1. A 类：用于耦合关系较弱或较短的平行线段；
B 类：用于耦合关系较强或长的平行线段。
2. 有时候，平行线段很长，或相邻带电线路电流很大，或带电线路的额定电压高于接地线段的额定电压，这些情况下的感应电流参数将高于表中所列之值。这时候应由制造与用户双方共同协商试验条件。
3. 本表所列数值系指“线—地”的数值，对单相和三相都一样（见 C6.105.6）。

C5 设计和结构

见本标准第 5 章，并增加下述内容。

C5.10 铭牌

具有开、合感应电流能力的接地开关应在其铭牌上标明是 A 类还是 B 类。

C6 型式试验

见本标准 6，并增加如下内容：

具有操作感应电流能力的接地开关应包含下述型式试验：

- 能开、合电磁感应电流的试验；
- 能开、合静电感应（电容性）电流的试验。

C6.5 温升试验

对这类电流一般不要求进行温升试验。如有怀疑，由用户与制造双方协商确定如何进行这种试验。

如果进行试验，参阅本标准 6.5。

C6.105 开断与关合试验

C6.105.1 试品布置

试品应组装完好，采用自己的底座，也可以采用等价的底座，其操动机构按预定方式操作；如系动力操作（电动、气动、液动），则操作应在最低操作电（气、液）压下进行。

临试前，空载操作若干次，并记录下其操作特性数据，如行程、速度、分闸及合闸时间等。

对用于 GIS 中的接地开关，试验应在最低气体密度下进行。用手力操动的接地开关可改用电动力自远方操作，但应保持操作速度与手力操作时基本一致。

注：应通过试验确证，手力操作式接地开关按厂家指定的最低操作速度操作时，接地开关应能顺利地实现开、合功能。

对三极接地开关只进行单极单相试验。如果在下列各个特性参数上单相试验的条件较轻，则应进行三相、三极试验如：

- 关合速度；
- 开断速度；
- 对相邻带电相或对相邻极的影响。

注：例如，通过单极单相试验可查明，开、合产生的电弧及其弧焰区域是否会波及（影响）到相邻相或其他带电体。如果影响存在，那就应按实际的布置（包括其他相邻元件）进行三极三相试验。

C6.105.2 试验回路和接地开关的接地

试验回路可利用接地开关的接地端接地。

C6.105.3 试验电源频率

50Hz。

C6.105.4 试验电压

按表 C2 选定试验电压（它出现在接地开关端子上——关合前以及开断后）。对电磁感应性电流，应在电流开断后紧接着测出其电压；对电容性电流，应在临关合之前测出其电压。

如 C6.105.1 所示，一般只需进行单相试验即可。如果进行三相试验，则每相电压与三相

电压平均值之差不得大于 10%。

开断后的工频恢复电压应至少维持 0.3s。

C6.105.5 试验电流

按表 C1 选定试验电流，误差不得超出 +10%~0，电流波形应对称，几乎无衰减。关合后，应稍停片刻，待关合后的暂态过程已衰减完毕，然后进行开断操作试验。

如进行三相开、合试验，则试验电流值是三相的平均值，每相的电流值与三相平均值之差不得超过 10%。

在接地开关开断之前，所开断的容性电流波形应尽量为正弦波（当基波分量与全波有效值之比不超过 1:1.2 时，即可认为满足），电流波每工频半波内的过零点不得多于 1 次。

C6.105.6 试验回路

试验既可在运行现场进行，也可以在试验室中进行。在试验室中进行时，可用集中参数的电感、电容和电阻代替架空线路。如果采用三相试验，则每相的元件应与单相试验时一致，以便产生相同的电流与电压。电源侧回路应接地。

注

1. 也可以采用本附录以外的其他回路，但所产生的电流、电压与 TRV 应与本附录所列者一样。
2. 在现场试验中，所要求的试验电流和电压可能超过允许的误差，可由用户与制造双方协定。但必须注意，所采用的电源，如果是通过电压变压器向“接地线段”供电，在操作时，电压互感器与接地长线之间可能发生铁磁谐振。

C6.105.6.1 开、合电磁感应电流的试验回路

单相试验回路见图 C1，其功率因数不得大于 0.15，选择 R 、 C 之值以得到适当的 TRV。其阻尼电阻既可与 C 并联，也可串联。

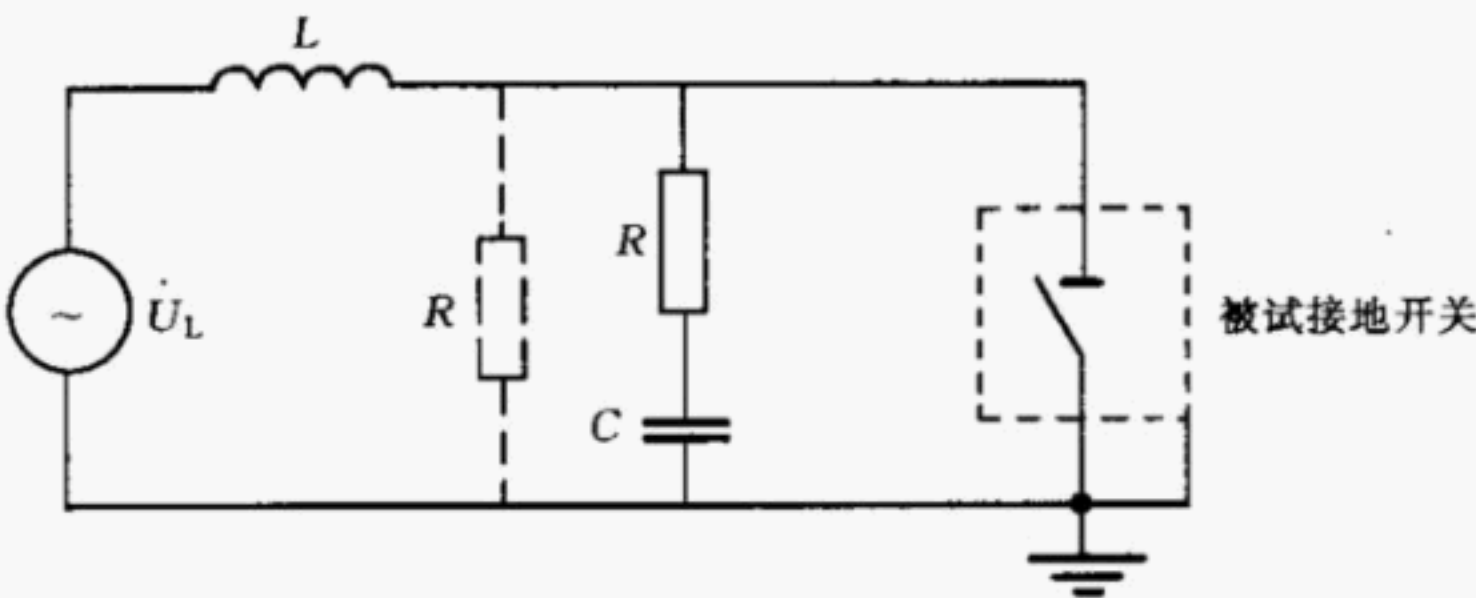


图 C1 电磁感应电流的开、合试验回路

根据表 C1 的要求由所需电流、电压求出 U_L 及 L 值，以便产生所要求的电流和工频恢复电压。

所产生的 TRV 波形应为三角形波（由于接入的架空线路波阻抗影响所致）。为便于试验，TRV 为 $(1 - \cos\varphi)$ 波形也可。可按表 C2 选择适当的 R 、 C 值，以得到所要求的 TRV 波形。

表 C2 开断电磁感应电流的 TRV 标准特性参数

额定电压 U_r kV	A 类			B 类		
	工频恢复电压 (0~10)% kV (有效)	TRV 峰值 (0~10)% kV	达到峰值的时间 (-10~0)% μs	工频恢复电压 (0~10)% kV (有效)	TRV 峰值 (0~10)% kV	达到峰值的时间 (-10~0)% μs
40.5	0.5	1.1	100	4	9	400
72.5	0.5	1.1	100	4	9	400
126	0.5	1.1	100	6	14	600

续表

额定电压 U_r kV	A类			B类		
	工频恢复电压 (0~10)% kV (有效)	TRV 峰值 (0~10)% kV	达到峰值的时间 (-10~0)% μs	工频恢复电压 (0~10)% kV (有效)	TRV 峰值 (0~10)% kV	达到峰值的时间 (-10~0)% μs
252	1.4	3.2	200	15	34	1100
363	2	4.5	325	22	49	1300
550	2	4.5	325	25	57	1600

注：1. TRV 对单相、三相都一样；
2. TRV 可能是三角形，或 $(1 - \cos\varphi)$ 形。其到达峰值的时间对两者要求相同。

C6.105.6.2 开、合静电感应电流的试验回路

在试验室中的试验可采用图 C2 的回路 I (或 II)，视其方便而定，两者都能满足要求。试验回路的功率因数不得超过 0.15。回路 I 的电源电压 U_c 、电感 L 和电容 C_2 可由表 C3 的 C_1 值及表 C1 的额定电流、电压值用图 C2 中的公式算出。由此可得出所要求的试验电流、电压、涌流频率和试验回路的波阻抗。

根据对回路 I 推算出的参数可算出回路 II 的各参量。

在图 C2 中可加入一个电阻 R ，其数值不得超过 $\omega(C_1 + C_2)$ 或 $\omega C'_1$ 的 10%。所选定的 R 值既不得大于所代表的架空输电线的冲击波阻抗，也不得因此导致关合涌流成为非周期性质。

表 C3 开、合静电感应性 (电容性) 电流的回路电容 C_1 值

额定电压 kV	C_1 值 μF		额定电压 kV	C_1 值 μF	
	A类	B类		A类	B类
40.5	0.07	0.27	252	0.15	0.80
72.5	0.07	0.27	363	0.29	1.18
126	0.07	0.40	550	0.29	1.47

注： C_1 可由下式算出：

$$C_1 = \frac{6D}{\pi Z_0};$$
式中： D —并行线段长度，km；
 Z_0 —线路的冲击波阻， Ω 。 Z_0 值是：
(40.5~126) kV 425 Ω ；
252kV 380 Ω ；
(363~550) kV 325 Ω 。

C6.105.7 试验方式

在静电感应电流和电磁感应电流下各“开、合”10次。

注：10次“开、合”并非表明其开断寿命，只能表明其触头的耐用能力 (电腐蚀)。

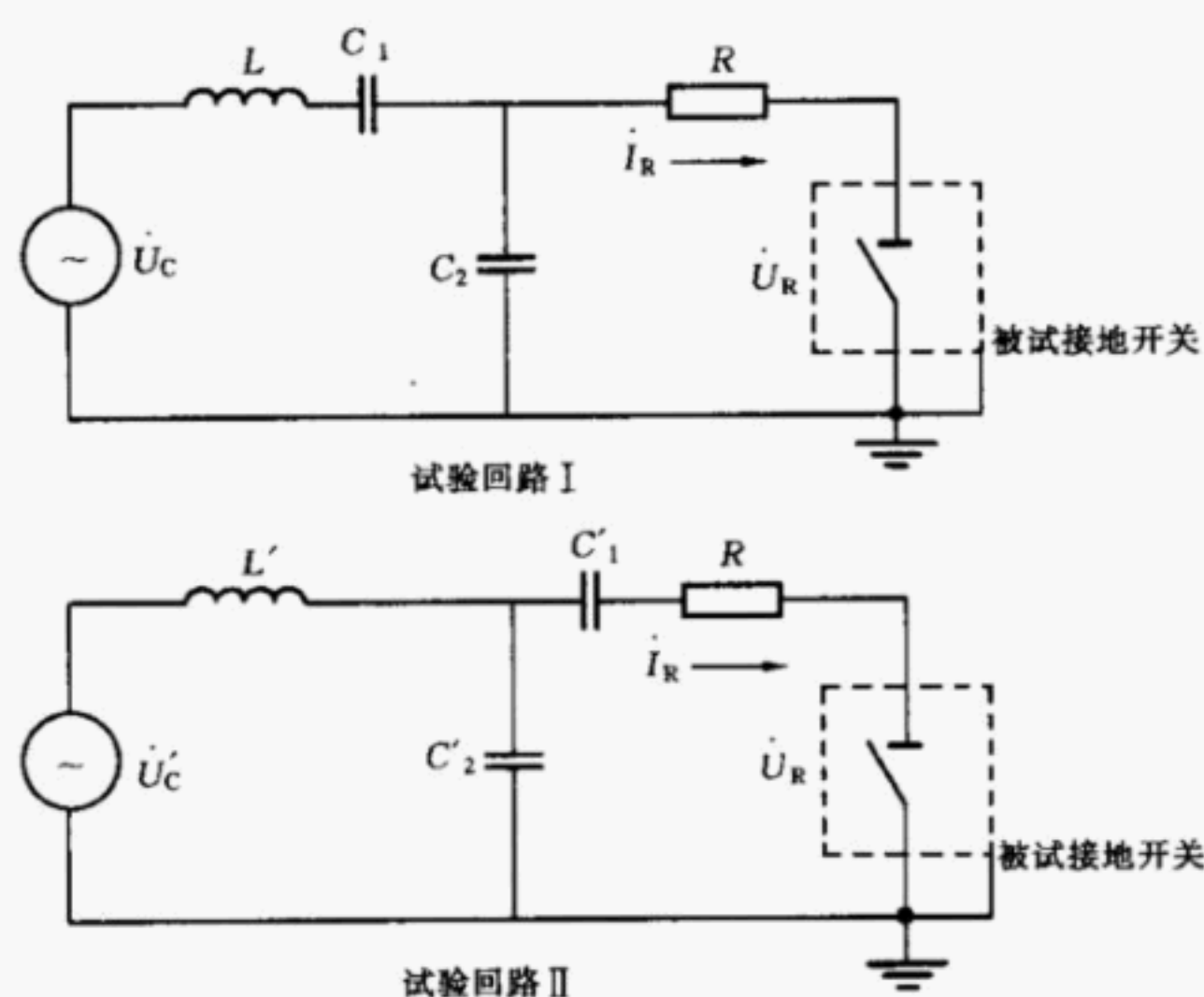
在关合后应稍待片刻再行开断操作，使关合后的暂态过程应已完全消除。

“开、合”试验进程中对接地开关不得检修。

C6.105.8 接地开关在试验中的表现

应开、合顺利，不应有过度的电的和机械的损伤。

在开断时允许外喷弧焰或金属粒子，但不得影响其绝缘水平，也不得危及操作人员的人身安全。



$$L = Z_0^2 C_1; \quad L' = L \left(\frac{C_1}{C_1 + C_2} \right)^2$$

$$U_C = \frac{I_R}{\omega C_1}; \quad U'_C = \left(\frac{C_1}{C_1 + C_2} \right) U_C; \quad \text{或 } U'_C = U_R$$

$$C_2 = C_1 \left(\frac{U_C}{U_R} - 1 \right); \quad C'_1 = C_1 + C_2; \quad C'_2 = C_2 \left(1 + \frac{C_2}{C_1} \right)$$

式中 Z_0 —冲击波阻抗 (见表 C3);

I_R —由表 C1 中查出的感应电流额定值;

U_R —由表 C1 中查出的感应电压额定值;

C_1 —由表 C3 查出的试验回路电容。

图 C2 静电感应电流开、合试验回路

C6.105.9 试后评估

试验后, 接地开关的机械性能和绝缘应与试前一样。它仍应能承载其额定峰值耐受电流及额定短时耐受电流。其因开、合电弧引起的腐蚀和机械老化不得影响接地开关的操作寿命。为灭弧而设立的“灭弧元件”的材质可能受到损伤, 或其数量减少到低于正常水平。由电弧导致的“灭弧介质”可能外喷而沉积到绝缘件的表面上。

试后目检及空载操作可对上述各点作出判断。如果仍有疑虑, 可按 DL/T 593—1996 中 6.1.11 进行检验。

C6.105.10 型式试验报告

型式试验报告应包含下列各项:

- 典型开、合过程示波图或类似记录;
- 试验回路;
- 试验电流;
- 试验电压;
- 恢复电压 (工频);
- 预期的 TRV;
- 燃弧时间;

——“开、合”次数；

——如有分闸线圈应给出受电瞬间。

报告中应注明基础的说明。如果有的话，在报告中给出接地开关的操作时间特性参量和给出操动机构的型类。
