

**高压开关设备的共用订货
技术 导 则**
**Common specifications for HV switchgear
enquiries and orders**
DL/T 593—1996

前 言

迄今为止,我国目前采用的是 GB11022—89《高压开关设备通用技术条件》,它基于 IEC pub 694—1980《高压开关设备和控制设备标准的共用条款》。电力运行部门没有单独的“通用订货技术导则”。

自 1984 年电力工业部成立高压开关设备标准化技术委员会以来,适于我国运行条件的“通用订货技术导则”已逐渐形成,它散见于各个开关设备的订货技术导则中。目前,已有必要将它们集中起来形成独立的一个行业标准,便于引用。

国际上,IEC pub 694—1980 正在修订中。

国标 GB11022—89 也在考虑如何修订。

为了集中反应运行条件的需要,等效采用 IEC pub 694,特制定本标准,它是推荐性的。本标准在 1995 年 8 月由电力工业部高压开关设备标准化技术委员会第十二次年会讨论通过,由电力工业部电技 [1996] 440 号文批准颁发执行。

本标准的附录 A、附录 B 都是标准的附录。

本标准由电力工业部电力科学研究院高压开关研究所提出。

本标准由电力工业部高压开关设备标准化技术委员会归口。

本标准由电力工业部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 1996 年 7 月首次发布。

本标准委托电力工业部高压开关设备标准化技术委员会秘书处负责解释。

IEC/ISO 前言

1. IEC 有关技术问题上的正式决议或协议是由各技术委员会代表了对这些问题特别关切的所有国家委员会提出的,它们尽可能表达出对涉及的问题在国际上的一致意见。

2. 这些决议或协议以推荐标准的形式供国际上使用,它在此意义上为各国家委员会所接受。

3. 为了促进国际上的统一,IEC 希望所有国家委员会在其本国条件许可的范围内,采用 IEC 推荐标准的内容作为他们的国家规则。IEC 推荐的标准和相应的国家规则之间的任何分歧,应尽可能地在国家规则中明确指出。

序

本标准是由 IEC 第 17 技术委员会(开关设备和控制设备)的 17A 分技术委员会(高压开关设备和控制设备)制订的。

本标准各草案都在 1977 年莫斯科会议上讨论过,作为会议的结果,各草案都按加速程序分发,并于 1978 年 10 月作为 17A(中办)129、130 文件及 131 文件提交各国家委员会按“六个月法”批准。

下列国家的国家委员会都投票明确赞成 17A(中办)129 文件:

澳大利亚	法 国	南 非(共和国)
奥 地 利	德 国	西 班 牙
比 利 时	意 大 利	瑞 典
加 拿 大	日 本	瑞 士
中 国	荷 兰	土 耳 其
丹 麦	挪 威	英 国
芬 兰	波 兰	美 国

下列国家的国家委员会都投票明确赞成 17A(中办)130 文件:

澳大利亚	德 国	瑞 典
奥 地 利	意 大 利	瑞 士
比 利 时	日 本	土 耳 其
加 拿 大	荷 兰	前 苏 联
中 国	挪 威	英 国
丹 麦	波 兰	美 国
芬 兰	南 非(共和国)	
法 国	西 班 牙	

下列国家的国家委员会都投票明确赞成 17A(中办)131 文件:

澳大利亚	法 国	南 非(共和国)
奥 地 利	德 国	西 班 牙
比 利 时	意 大 利	瑞 典
加 拿 大	日 本	瑞 士
中 国	荷 兰	土 耳 其
丹 麦	挪 威	前 苏 联
芬 兰	波 兰	英 国

美国国家委员会对 17A(中办)131 文件投了反对票, 因为第 6.5.2 条短时耐受电流试验没有考虑美国的现实情况。

其余草案都于 1979 年悉尼会议上讨论过。作为这次会议的结果, 1979 年 11 月把 17A(中办)136 文件送交各国家委员会按“六个月法”批准。

下列国家的国家委员会都投票明确赞成本 17A(C.O.)136 文件的出版物。

澳大利亚	芬 兰	波 兰
奥 地 利	法 国	南 非(共和国)
比 利 时	德 国	西 班 牙
巴 西	意 大 利	瑞 典
加 拿 大	荷 兰	瑞 士
中 国	新 西 兰	土 耳 其
丹 麦	挪 威	

美国国家委员会对 17A(中办)136 文件投了反对票, 因为一些共同要求的概念已经涉及到非普通生产领域内, 也因为在美国采用它将会影响某些重要电力系统的可靠性。

本标准中引用的其它 IEC 出版物有:

IEC—38 IEC 标准电压

IEC—50(441) IEC 441 章: 开关设备和控制设备 [考虑用 50(443)代替]

IEC—59 IEC 标准电流额定值

IEC—60—1 高电压试验技术 第一部分: 一般定义和试验要求

IEC—71—1 绝缘配合 第一部分: 名词、定义原则和规则

- IEC—71—2 绝缘配合 第二部分：使用导则
IEC—71—3 绝缘配合 第三部分：相间绝缘配合，包括原理、规则和使用导则
IEC—85 电机和电器绝缘材料在运行中的热稳定性分级推荐标准
IEC—117—1 推荐的图形符号：图形符号 第一部分：电流种类、配电系统、连接方式和电路元件
IEC—270 局部放电测量
IEC—296 变压器和开关设备的新绝缘油规程
IEC—376 新六氟化硫的技术规程和验收
IEC—480 从电气设备中取出六氟化硫(SF₆)的检验导则
IEC—507 交流电力系统用高压绝缘子的人工污秽试验
IEC—233 电气设备用空心绝缘子的试验
IEC—273 标称电压 1000V 以上系统中户内户外支柱绝缘子的尺寸
IEC—815 污秽条件下绝缘子的选用导则
本标准引用的 C.I.S.P.R 出版物有：
No16 C.I.S.P.R 规程：无线电干扰测量仪器和测量方法

中华人民共和国电力行业标准

高压开关设备的共用订货技术导则

DL/T 593—1996
eqv IEC 694: 1980

Common specifications for HV switchgear enquiries and orders

中华人民共和国电力工业部 1996-07-16 批准

1996-11-01 实施

1 范围

本标准规定了高压开关设备的使用条件、额定值、设计与结构、试验等方面的通用技术要求。本标准适用于户内和户外电压在 3.6kV 及以上、50Hz 的交流开关设备。

除电力工业部高压开关设备标准化技术委员会另有规定的特殊产品类型外，本标准适用于各种高压开关设备。

超出本标准的要求应在相应标准中补充。

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本标准的条文。在标准出版时，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。

- GB156—93 标准电压
GB311.1—2—83 高压输变电设备的绝缘配合
GB763—90 交流高压电器在长期工作时的发热
GB2706—89 交流高压电器动、热稳定试验方法
GB2900.1—82 电工名词术语 基本名词术语
GB2900.19—82 电工术语 高电压试验技术和绝缘配合
GB2900.20—94 电工术语 高压开关设备

- GB3309—89 高压开关设备常温下的机械试验
- GB4585.2—91 交流系统用高压绝缘子人工污秽试验方法 固体层法
- GB7354—87 局部放电测量
- GB11022—89 高压开关设备通用技术条件
- GB/T13540—92 高压开关设备抗地震性能试验
- DL/T404—91 户内交流高压开关柜订货技术条件

3 正常和特殊使用条件

除非另有规定，高压开关设备与其形成一个整体的操动机构和辅助装置要在 3.1 列出的正常使用条件下的额定特性时使用。

如实际使用条件不同，则产品设计应满足用户提出的任何特殊要求，或者协商解决，见 3.2。

注：也应采取适当措施以保证其他元件，例如继电器在此条件下能正确工作。

3.1 正常使用条件

3.1.1 户内开关设备

a)周围空气温度：最高 40℃；24h 平均值不超过 35℃；最低-15℃^{1]}，-25℃。

注：允许在-35℃时储运。

b)海拔^{2]}：1000m，3000m。

c)周围空气没有明显的尘埃、烟、腐蚀性或可燃性气体、水蒸气或盐的污染。

d)湿度：

——日相对湿度平均值不大于 95%；

——日水蒸气压力平均值不大于 2.2×10^{-3} MPa；

——月相对湿度平均值不大于 90%；

——月水蒸气压力平均值不大于 1.8×10^{-3} MPa；

——日温差不大于 15K。

在这些条件下偶尔会产生凝露，因此应采取注 2、注 3 的措施之一以维持设备的正常运行。

注：

1.在高湿度期内产生温度急降时可能出现凝露。

2.为使产品能耐受湿度和偶尔凝露的影响，例如绝缘击穿或金属部件腐蚀，可采用按此条件设计和试验的户内开关设备，或使用户外型开关设备。

3.如不采用凝露型设备，则必须考虑改善环境的措施，如采用特殊设计的建筑物或小室，进行适当的通风吸潮或加热，或采用空调、消湿措施以防止凝露^{3]}。

e)一般地，对尺寸较小的产品不考虑地震的耐受能力^{4]}。如有必要，按下列条件考虑其耐受能力试验。

采用正弦共振拍波试验方法，激振 5 次，每次 5 波，间隔 2s。

地震烈度和水平加速度分级：

地震烈度：8 度，9 度。

水平加速度：0.15g，0.3g(g 为地心引力加速度)。

f)户内开关设备的公称爬电比距如表 1 所示^{5]}。

采用说明：

1] IEC 规定为-5℃。

2] IEC 规定为 1000m 及以下。

3] IEC pub 694 中没有这一句话。但为了明确 IEC 规定的含义，特增加了这一句说明，其意义是明确指出，户内开关设备在运行中的任何条件下，其元件上不得出现凝露。如

有凝露的可能则必须采取注 2、注 3 的措施之一。IEC 规定中也没有日温差。

4] 此处以下为本标准新增内容。

5] 根据中国情况新增内容。

公称爬电比距为外绝缘爬电距离与其额定电压(即最高电压)之比, 单位 mm/kV。

实际的爬电比距要求为最小公称爬电比距值乘以应用系数 a, a 值见表 2。

表 1 户内开关设备外绝缘最小公称爬电比距要求

污秽等级	污秽导电率 μs		等 值 盐 密 mg/cm		最小公称爬电比 距 mm/kV	
	范围	参考值	范围	参考值	瓷质材 料	有机材 料
I	5~10	7	0.01~0.02	0.015	14	16
II	12~16	14	0.02~0.04	0.03	18	20

注: 根据实验室试验的经验, 表列最小公称爬电比距值允许减小(例如, 对特殊型式的耐污绝缘子)。

表 2 最小公称爬电比距的应用系数

绝 缘 的 应 用		应 用 系 数 a
相对地		1
相 间		$\sqrt{3}$
断路器断口间	3.6~252(245)kV	1.0
	363~550kV	1.2
隔离断口间(包括起联络作用的断路器断口和起隔离作用的负荷开关断口)	3.6~252(245)kV	1.15
	363~550kV	1.2

g)单纯以空气作为绝缘介质的开关柜, 柜内各相导体的相间与对地净距必须符合表 3 的要求。

h)无线电干扰电压在 $1.1 \frac{U}{\sqrt{3}}$ 下的无线电干扰电压不得超过 500 μV, U 为产品的额定电压。

表 3 开关柜内各相导体的相间与对地净距(海拔不超过 1000m 时) mm

额定电压(即最高电压)kV	7.2	12(11.5)	24	40.5
1.导体至接地间净距	100	125	200	300
2.不同相的导体之间净距	100	125	180	300
3.导体至无孔遮栏间净距	130	155	210	330
4.导体至网状遮栏间净距	200	225	280	400

注: 海拔超过 1000m 时本表所列 1、2 项值应按每升高 100m 增大 1%进行修正; 3~4 项之值应分别增加 1 或 2 项值的修正值。

3.1.2 户外开关设备

a)周围空气温度:

1)最高: 40℃(24h 平均值不超过 35℃)。

2)最低: -35°C , -45°C ^{1]}。

采用说明:

1] IEC 规定为 -25°C 、 -40°C 。这不符合中国地域情况,且 IEC 无日温差规定。GB11022 为 -30°C 、 -40°C 。

注: SF₆断路器可根据产品使用压力和液化温度适当提高周围空气温度最低值。

3)日温差: 25K, 32K。

b)海拔: 同 3.1.1 b)。

c)公称爬电比距值:

—— I 级污秽地区的对地爬电比距不得小于 16mm/kV;

—— II 级污秽地区的对地爬电比距不得小于 20mm/kV;

—— III 级污秽地区的对地爬电比距不得小于 25mm/kV;

—— IV 级污秽地区的对地爬电比距不得小于 31mm/kV。

实际的爬电比距为上述公称爬电比距值乘以应用系数 a , a 值见表 2。

d)覆冰:

——1 级的覆冰层厚度不超过 1mm;

——10 级的覆冰层厚度不超过 10mm;

——20 级的覆冰层厚度不超过 20mm。

e)风压不超过 700Pa(相应于 34m/s 的风速)。

f)应该考虑有凝露或雨、温度突变以及阳光辐射的影响。阳光辐射强度以 $0.1\text{W}/\text{cm}^2$ 为依据。

注: 这并不意味着,户外设备在上述辐射强度下仍能通过额定电流而温升不超过规定值。如有必要,应采取加屋顶或强迫通风等措施。

g)耐受地震的能力^{1]}与 3.1.1 e 相同。

h)无线电干扰电压与 3.1.1h 相同。

3.2 特殊使用条件

经制造厂同用户协商,高压开关设备可在与 3.1 正常使用条件不同的条件下使用。对任何特殊使用条件由制造厂与用户协定。

注:

1.对内绝缘,任何海拔的绝缘特性均相等,不必采取特别措施。外绝缘和内绝缘的定义参阅 GB 311.3 出版物。

2.对低压辅助设备,如海拔低于 2000m,则不必采取特别措施。

4 定义与额定值

4.1 定义^{2]}

本标准所用通用名词术语的定义可参阅 GB2900.1、GB2900.19 和 GB2900.20。

4.2 额定值

开关设备及其操动机构和辅助设备的共用额定值应从下列项中选取:

a)额定电压(即最高电压)^{3]};

b)额定绝缘水平;

采用说明:

1] IEC pub 694 无此要求。

2] IEC 系引用 IEC50(441)出版物 [正在考虑由制定中的 IEC50(443)出版物代替]。

3] IEC 的规定值中只有“额定电压”一词。我们过去沿用习惯中有“最高电压”一词。

据本标委会 1994 年年会提出，暂定写法为“额定电压(即最高电压)”，作为过渡。待大家通用后，再去掉“最高电压”一词。

表 4 开关设备的额定绝缘水平¹⁾

额定电压 kV (1)	额定雷电冲击耐受电压 kV 峰值				1min 工频耐受电压 kV 峰值				额定操作冲击耐受电压 kV 峰值			
	相对地 (2)	相间 (3)	断路器断口 (4)	隔离断口 (5)	相对地 (6)	相间 (7)	断路器断口 (8)	隔离断口 (9)	相对地 (10)	相间 (1)	断路器断口 (12)	隔 断 (1)
3.6	40	40	40	46	25	25	25	27				
7.2	60	60	60	70	32	32	32	36				
12	75(60)	75(60)	75(60)	85(70)	42(28)	42(28)	42(28)	49(35)				
(24)	125	125	125	145	65	65	65	79				
40.5	185	185	185	215	95	95	95	118				
72.5	325	325	325	375	155	155	155	197				
	350	350										
126 (123)	450	450	450	520	200	200	200	225				
	550	550	550	630	230	230	230	265				
252 (245)	850	850	850	950	360	360	360	415				
	950	950	950	1050	395	395	395	460				
363	1050	1050	1050(+205)	1050(+205)	460	460	520	520	850	1300	950	950
											850 (+295)	850 (+295)
550	1425	1425	1425 (+315)	1425 (+315)	630	630	790	790	1050	1675	1175	1175
											1050 (+450)	1050 (+450)
550	1550	1550	1550 (+315)	1550 (+315)	630	630	790	790	1050	1675	1175	1175
											1050 (+450)	1050 (+450)
550	1550	1550	1550 (+315)	1550 (+315)	680	680	790	790	1175	1800	1175	1175
											1050 (+450)	1050 (+450)
550	1675	1675	1675 (+315)	1675 (+315)	740	740	790	790	1175	1800	1175	1175
											1050 (+450)	1050 (+450)

注：

1.我国额定电压(即最高电压)与 IEC 的电压标准级别稍有不同：在本表中，国标值放在前面，IEC 标准值列于括号中：一切型式试验取较高值为基础核算其试验条件。

2.额定电压 3.6~550kV 中，相对的额定雷电冲击耐受电压值均取自 GB311.1；其“相间”值等于“相对地”值。

3.根据电力工业部高压开关设备标准化技术委员会第九次年会(山东曲阜)的决定,凡对地雷电冲击与工频耐受电压值与 GB311—64 相同时,其断路器断口间的耐压水平与对地相同,不再考虑反相电压的作用。

4.根据 GB7674—84 《72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备》,取用其表 1、表 2 以确定 72.5~550kV 的确定绝缘水平,但对下列数值作出修正:

——额定电压为 72.5kV 级的(6)~(9)项根据标委会八、九次年会意见确定,将 140kV、160kV 并为 155kV;

——额定电压为 126kV 级的(6)~(9)项根据 GB311.1,将 185kV 改为 200kV。

5.隔离断口包括隔离开关断口,以及有隔离作用的负荷开关和起联络作用的断路器断口:

项(5)3.6~72.5kV 级数值取自 IEC694 表 1 项⑤;

项(9)3.6~72.5kV 级数值为其项(6)加反相相电压有效值;

项(9)126kV 级较其项(8)高 25kV(根据 GB7674)。

6.根据国标 GB311.1 补充了下列数值:

——363kV1min 工频对地——510kV;

——550kV1min 工频对地——740kV。

7.根据 IEC pub 694 表III补充了 126(123kV)第二档较高的耐压水平值。

8.当 12kV 系统中性点为有效接地时,绝缘水平采用括号中的数值。

采用说明

1]本表是根据我国电力行业标准提出。

c)额定频率;

d)额定电流;

e)额定短时耐受电流;

f)额定峰值耐受电流;

g)额定短路持续时间;

h)合闸、分闸机构及辅助回路的额定电源电压;

i)合闸、分闸机构及辅助回路的额定电源频率;

j)操作压缩气源的额定压力。

注:可能需要其它额定特性,它们将在有关产品标准中规定之。

4.2.1 额定电压(即最高电压)

额定电压表示开关设备所在电力系统的最高电压。

额定电压标准值如下(kV):

3.6, 7.2, 12, 24, 40.5, 72.5, 126(123), 252(245), 363, 550, 800, 1200

4.2.2 额定绝缘水平

额定绝缘水平应从表 4 给出的值中选取。表 4 中的耐受电压值适用于 GB311 标准规定的标准参考大气条件(温度、压力和湿度)。

4.2.3 额定频率

三相开关设备的额定频率标准值为 50Hz。

4.2.4 额定电流温升

4.2.4.1 额定电流

开关额定电流是开关在规定使用和性能条件下能持续通过的电流有效值。

额定电流值应从 R10 数系中选取,见 GB762。

注：暂时工作制或间断工作制的电流额定值均按制造厂和用户间的协议而定。

4.2.4.2 温升

周围空气温度不超过 40℃时，在各试验条款规定条件下(见 6.3.7)，开关任何部分的温升不应超过表 5 规定的温升极限。

注：在本标准中，按照下列定义使用术语“触头”和“连接”。

“触头”：两个或两个以上导体，在其接触时用来建立回路连续性(通电)，且由于其操作时的相对运动，实现开断或关合回路或(在用铰链的触头或滑动的触头情况下)维护回路连续性(通电)。

“连接”(螺栓的或类似的)：两个或两个以上导体在用螺钉、螺栓或类似的办法固定在一起时保证回路持久的连续性(通电)。

表 5 高压开关不同部件、材料和介质的温度和温升极限

部件、材料及绝缘介质的性质 (见注 1、2、3)	最 大 值	
	温度 °C	周围空气温度不超过 40℃ 时的温升 K
1.触头(见注 4)		
裸铜和裸铜合金		
——在空气中	75	35
——在 SF ₆ 中	80	50
——在油中	80	40
镀银的或镀镍的(见注 5)		
——在空气中	105	65
——在 SF ₆ 中	105	65
——在油中	90	50
镀锡的(见注 5 和 6)		
——在空气中	90	50
——在 SF ₆ 中	90	50
——在油中	90	50
2.螺栓或类似的连接(见注 7)		
裸铜、裸铜合金或裸铝合金		
——在空气中	90	50
——在 SF ₆ 中	105	65
——在油中	100	60
镀银或镀镍的		
——在空气中	115	75
——在 SF ₆ 中	115	75
——在油中	100	60
镀锡的		
——在空气中	105	65
——在 SF ₆ 中	105	65
——在油中	100	60
3.用裸金属或镀以其它镀层材料制成的各种其它触头或连接	(见注 8)	(见注 8)
4.用螺钉或螺栓与外部导体连接的接线端子(见注 9)		

——裸的	90	50
——镀银、镍或锡的	105	65
——其它镀层	(见注 8)	(见注 8)
5.油开关的油(见注 10 和 11)	90	50
6.用作弹簧的金属零件	(见注 12)	(见注 12)
7.用作绝缘的材料和与下列等级绝缘接触的金属材料(见注 13)		
——Y(非浸渍材料)	90	50
——A(浸在油中的或浸渍过的材料)	100	60
——E	120	80
——B	130	90
——F	155	115
——瓷漆: 油基	100	60
合成	120	80
——H	180	140
——C	(见注 14)	(见注 14)
8.除触头外, 与油接触的任何金属件或绝缘件	100	60

注:

1.相同部件按其功能可属于本表的几个不同类型。在这情况下所考虑的允许最高温度和温升值均为有关类型中的最低值。

2.对真空开关, 温度和温升极限值均不适用于在真空中的各种部件, 而其余部件均不应超过本表中的温度和温升值。

3.应注意保证不使周围绝缘材料受到损害。

4.当触头各部件具有不同镀层时, 允许温度和温升为本表中较低值的部件的温度和温升。

5.根据每种设备的有关技术规程, 在进行:

- a)关合和开断试验后(如必要的话);
- b)短时耐受电流试验后;
- c)机械寿命试验后。

有镀层触头的质量应该良好, 使接触区仍有镀层存在。否则, 应按裸触头考虑。

6.对熔断器的触头, 温升应符合高压熔断器的 GB5166—94《交流高压熔断器》的规定。

7.连接的各部件具有不同镀层时, 允许温度和温升以本表中温度和温升规定值较高者为准。

8.当使用本表以外的材料时, 尤其是为了确定最大允许温升, 应该考虑其性质。

9.即使与接线端子相连的是裸导体, 此温度和温升值仍是有效的。

10.在油的上层部位。

11.当采用低燃点油时, 应特别注意气化和氧化的问题。

12.温度不应达到使材料弹性受损的数值。

13.绝缘材料分级如下:

Y 级: 由非浸渍的棉、丝及纸等材料或由它们构成的复合物构成的绝缘, 如凭经验或验收试验证实能在 Y 级温度下运行的其它材料, 则可包括在本级内。

A 级: 经适当浸渍、涂覆的或浸在绝缘介质(如油)中的棉、丝及纸等材料或其复合物

构成的绝缘。如凭经验或验收试验证实能在 A 级温度下运行的其它材料或其复合物，则可包括在本级内。

E 级：凭经验或验收试验证实能在 E 级温度下运行的材料或其复合物构成的绝缘。

B 级：由用适当粘合剂的云母、玻璃纤维、石棉等材料或其复合物构成的绝缘。如凭经验或验收试验证实能在 B 级温度下运行的其它材料或其复合物，不一定是无机材料，则可包括在本级内。

F 级：由用适当粘合剂的云母、玻璃纤维、石棉等材料或其复合物构成的绝缘。如凭经验或验收试验证实能在 F 级温度下运行的其它材料或其复合物，不一定是无机材料则可包括在本级内。

H 级：由硅橡胶和用硅环氧树脂作粘合剂的云母、玻璃纤维、石棉等材料或其复合物组成的绝缘。如凭经验或验收试验证实能在 H 级温度下运行的其它材料或其复合物，则可包括在本级内。

C 级：由有或没有无机粘合剂的云母、瓷、玻璃和石英等材料或其复合物组成的绝缘。如凭经验或验收试验证实能在 H 级温度极限以上运行的其它材料或其复合物，则可包括在本级内。本级内某种特定材料或其复合物的温度极限，应按其物理、化学和电气特性而定。

14. 仅以不致损害周围部件为限。

4.2.5 额定短时耐受(热稳定)电流

在规定的使用和性能条件下，在额定短路持续时间内，机械开关在关合位置时能承载的电流有效值。

额定短时耐受电流的标准值应从 R10 数系中选取，且应与机械开关的任何其它短路额定值不矛盾。

注：R10 数系包括：1、1.25、1.6、2、2.5、3.15、4、5、6.3、8 各数及其与 10^n 之乘积。

4.2.6 额定峰值耐受(动稳定)电流

在规定的使用和性能条件下，机械开关在合闸位置时能承载的额定短时耐受电流第一个大半波的电流峰值。其后短时耐受电流持续时间不应小于 0.3s。

额定峰值耐受电流标准值等于 2.5 倍额定短时耐受电流。

注：按照电力系统特性和开关设备的操作特点，可能要求高于 2.5 倍额定短时耐受电流的值，例如，当系统直流分量的衰减时间常数大于 45ms，或发电机、开关等，其倍数由产品技术条件作出规定。

4.2.7 额定短路持续时间

机械开关在合闸位置时能承载额定短时耐受电流的时间间隔。

220kV 及以上机械开关的额定短路持续时间为 2s；110kV 及以下为 4s，负荷开关为 2s 或 4s^{1]}。

采用说明：

1] 根据我国电力行业标准提出。

2] 根据我国实际情况提出，取消了 IEC 的其它电压等级。

4.2.8 合闸和分闸机构及辅助回路的额定电源电压

合闸和分闸机构和辅助回路的电源电压应理解为，电器在操作时在其本身回路端子上测得的电压，如有必要，还包括制造厂提供或要求的与开关串接的辅助电阻或附件，但不包括联接到电源的导线。

额定电源电压从下列标准值选取^{2]}。

直流电压(V)：(24)、(48)110、220。

交流电压(V)：三相、三线或四线制系统为 220/380；单相、二线制系统为 220。

注：

1.括号内的数值尽量少用。

2.保护与测量用互感器次极电压不受本标准约束。

操动机构在 85%~110%额定值之间任一电源电压下应能使开关合闸和分闸。脱扣器的操作见 5.7 条。

注：对断路器，当额定短路关合电流小于 50kA，直流动力电源电压的范围为 80%~110%。

4.2.9 操动机构和辅助回路的额定电源频率

额定电源频率标准值为 50Hz。

4.2.10 操作用压缩气源的额定压力(表压)

额定压力标准值为：

0.5、1.0、1.5、2.0、2.5、3.0、4.0MPa。

除非制造厂另有规定，当压缩气体压力在 85%~110%额定压力之间时，气动操动机构应能使开关合闸和分闸。

5 设计与结构

5.1 对开关设备中液体介质的要求

当主回路不带电和接地时，应能易于将充液式开关充放液体介质。

5.1.1 和 5.1.2 的要求并不适用于控制装置使用的油。

5.1.1 液面

应备有检验液面装置，即使在运行时，也应具有正确运行所允许的液面上、下限的标志，并便于观察监视。

5.1.2 液体质量

充液式开关设备所用的液体介质应符合制造厂说明书的规定。

对充油式开关设备，新变压器油应符合 GB2536—90《变压器油的规定》。新断路器专用油(开关油)应符合中国石油化工总公司的专业标准 ZBE38002—88《断路器油质量标准的要求》。

5.2 对开关设备中的气体介质的要求

制造厂应规定开关设备所用气体的类型、数量、质量和密度，且给用户提供更更换气体并保持其要求的数量和质量所必须的指导性文件。

对充 SF₆ 开关设备，新 SF₆ 应遵守 GB8905—88《六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则》的规定。

5.3 开关的接地

每种开关的构架应具有一个装有夹紧螺钉的可靠的接地端子，用来在规定故障条件下接到接地导体，压紧螺钉直径至少为 12mm。连接点应标以“接地”符号。

5.4 辅助设备

辅助开关及辅助回路应能承载其所控制的回路电流，应由制造厂规定该回路的特征。当无此规定时，应能长期承载至少 10A 电流，且温升不超过规定极限。

辅助开关应能关合、开断所控制的回路电流。在辅助开关与外部设备相连时，应由制造厂提供详细说明。当无此规定时，它们在回路时间常数不低于 20ms 的直流 220V 下至少应能关合和开断 2A 电流。

与主触头联动的辅助开关均应向两个方向可靠运动。

装在开关构架上的辅助开关，应具有适当保护以防止来自主回路意外燃弧的损害。

规定户外使用的辅助回路端子和辅助开关的绝缘，应具有适当的不漏电和不吸潮特性。

除非有关国家标准中另有规定，控制和辅助设备应该用接地金属隔板同主回路隔开。

除了在仪用互感器、脱扣线圈、辅助触头等接线端子上的短连接线之外，辅助回路的接线也要用接地金属隔板(例如管子)或用绝缘隔板(例如管子)同主回路隔开。

设备运行时，需要注意的辅助回路的低压熔断器、接线端子和其它辅助电器，应不暴露

5.5 分闸操作¹⁾

采用说明：

1] 5.5~5.7 条为本标准改写的内容。

5.5.1 分闸机构的设计应保证技术条件所要求的时间参量特性。在所规定的分闸动作过程中，开关行程应平稳。在下述规定的动力源参数下限时，开关应能顺利地规定动作，并保持额定开断性能；在下述规定的动力源参数上限时，开关应能空载分闸而不产生影响其正常工作的机械损伤：

- a)以电动机或压缩空气作为分闸动力源时，在 4.2.8 和 4.2.10 规定的动力源参数下；
- b)液压操动机构的动作压力范围由产品技术条件作出规定。

5.5.2 分闸脱扣器的操作见 5.7。

5.5.3 如果制造厂规定了分闸时间额定值范围，则不得超出其范围。

5.6 合闸操作

5.6.1 合闸机构的设计应保证技术条件所要求的时间参量特性。在所规定的合闸动作过程中，开关行程平稳，无卡涩。在 4.2.8 和 4.2.10 规定的动力源参数下限时，它应能关合其额定短路关合电流(当有此功能时)；在 4.2.8 和 4.2.10 规定的动力源参数上限时，它应能空载合闸而不产生影响其正常工作的机械损伤。

5.6.2 如果制造厂规定了最大关合时间，则不得超过；如果实际合闸时间小于最大值，在合闸后应保证合闸行程，且不应因冲撞而引起机械损伤。

5.6.3 各类合闸能源只有在其参数能保证预期的合闸操作循环的情况下动触头才能从分闸位置运动。

5.6.4 合闸能源有：① 电磁线圈动力合闸；② 贮气筒气压源合闸；③ 蓄压筒液体贮能合闸；④ 弹簧(或重锤)贮能合闸；⑤ 人力贮能；⑥ 电动机贮能。

注：

- 1.如贮气筒也作为灭弧用气源，其压力不受 4.2.8 和 4.2.10 的限制；
- 2.采用弹簧(或重锤)贮能时应标明手柄的运动方向，开关上应有是否已经贮能的标志；
- 3.电动机贮能用的电动机的额定电压可以与合闸机构的额定电压不一致。

5.6.5 合闸脱扣器的操作见 5.7。

5.7 脱扣器的操作

5.7.1 并联合闸脱扣器应能在其交流额定电压的 85%~110% 范围内，或直流额定电压的 80%~110% 或 85%~110% 范围内正确动作，实现合闸。

5.7.2 并联分闸脱扣器应能在其额定电源电压的 65%~120% 范围内正确动作，实现分闸。当电源电压低至其额定值的 30%(或更低)时，不应脱扣，当装有多个分别作用的分闸脱扣器时，任一个分闸脱扣器的缺陷不得影响其它分闸脱扣器的功能。

5.7.3 欠压脱扣器

当脱扣器端子电压降到额定电压的 35% 以下时(即使缓慢的下降)，欠压脱扣器应动作使开关分闸；另一方面，在其端子电压超过额定电压的 70% 时，欠压脱扣器不应动作。

在脱扣器端子电压等于或大于额定电压的 85% 或 80% 时，开关应能可靠合闸，低于 35% 时，开关应不能合闸。

5.7.4 并联脱扣器的电容器贮能操作

当采用由主回路通过与开关组装在一起的整流器-电容器组向电容器充电作为并联脱扣器的操作能源时，在主回路电源从整流器-电容器组端子上断开后，经过 5s，电容器组的贮能仍足够操作并联脱扣器。在断开整流器-电容器组前，其端电压应取为该系统运行中所允许的最低电压水平。

5.8 低气压、高气压连锁装置和其它连锁装置

5.8.1 当装有低气压或高气压连锁装置时，它应能按有关规程要求，在制造厂注明的合适压力极限范围内动作。

5.8.2 其它连锁装置包括应具有防止误分、误合断路器；防止带负荷分、合隔离开关；防止带电(挂)合接地线(接地开关)；防止带接地线(接地开关)合断路器(隔离开关)；以及防止误入带电间隔等。

5.9 高压开关设备操动机构用操动工具的运动方向

操动机构用操动工具运动方向应有明显标志，推荐运动方向见表 6。

表 6 操动工具的运动方向

操动工具名称	运动方式	运动方向，操动工具的相互位置	
		合闸时	分闸时
手柄，手轮，单、双臂杠杆	转动	顺时针	逆时针
手柄，杠杆	线性运动 垂直方向	向上↑	向下↓
两个上、下排列的按钮	按、拉	上面	下面
两个水平排列的按钮，拉线	按、拉	右面	左面

注：1.运动方向应由面对操动机构的运行人员方位确定。

2.本表以外的情况按 GB4205 规定。

5.10 铭牌

开关设备及其操动机构应装设标有有关标准规定的必要数据的铭牌。

对户外开关设备，铭牌应该是耐风雨的和防腐蚀的。

如开关设备由几个独立的相组成，每相都应有一个铭牌。

对同开关整装在一起的操动机构，可只用一个组合的铭牌，如操动机构是可移的，则应有单独的铭牌。

6 型式试验

各型式试验都是为验证开关设备及其操动机构和辅助设备的特性是否能达到定型生产的要求。

型式试验为：

——绝缘试验，包括雷电和操作冲击试验、工频耐压试验、人工污秽试验(包括凝露试验)、局部放电试验及辅助和控制回路的工频耐压试验(见 6.1)；

——无线电干扰电压试验(见 6.2)；

——温升试验(见 6.3)；

——主回路电阻测量(见 6.4)；

——短时耐受电流和峰值耐受电流试验(见 6.5)；

——噪声测试(见 6.6)¹⁾；

——电晕(见 6.7)；

——覆冰试验(见 6.8)；

- 防误操作功能检验(见 6.9);
- 防护等级检验(见 6.10);
- 压力容器的泄漏率检验(见 6.11);
- 内电弧试验(见 6.12);
- 电磁兼容检验(见 6.13);
- 机械冲击和运输颠簸检验(见 6.14);
- 地震试验(见 6.15)。

上述各项试验原则上应在整装的开关设备(充以规定压力、规定类型和数量的液或气体),在其操动机构及辅助设备上进行。在某种情况下允许作单相或部分断口试验时,则在有关条款中指出。

采用说明:

1] 该条及以下 10 种检验为本标准新增的内容。

所有型式试验结果应记入型式试验报告中。报告应包括足够数据以证明试品符合本规程规定,且包括能确认受试开关设备的主要零部件的足够资料。

型式试验报告中应包括开关的支持构架或开关作其组成部分的封闭开关设备的一般资料。

如若可行,型式试验报告还应记录试验时所用操动机构的有关资料,以及进行试验时的环境状况等。

受试开关设备的所有主要细节应确实与该型的图纸相符。

可能需要附加的型式试验将在有关标准中规定。

6.1 绝缘试验

6.1.1 试验时的周围空气条件

关于标准参考大气条件和大气校正因数 K_t 参见 GB311.2。

对湿试和人工污秽试验不使用湿度校正因数。

对以大气中的外绝缘为主的开关设备应使用大气校正因数 K_t 。

对有内绝缘和外绝缘的开关设备,如果大气校正因数在 0.95~1.05,应使用大气校正因数。然而,为避免内绝缘受到过电压,当已确定外绝缘性能满意时,则可不用大气校正因数。当大气校正因数超出 0.95~1.05 的范围时,绝缘试验的细节应遵照制造厂和用户间的协议进行。

对仅有内绝缘的开关设备,周围空气条件并无影响,且不必使用大气校正因数 K_t 。

6.1.2 湿试程序

户外开关设备的外绝缘应在 GB311.2 规定的试验程序下承受湿耐压试验。

注:淋湿体积极大的开关设备的方法正在考虑中。

6.1.3 绝缘试验时开关设备的条件

绝缘试验应在如运行时那样整装的开关设备上进行;应该仔细地擦净绝缘部件的外表面。

试验时,开关设备应按制造厂规定的最小电气间隙和高度安装。

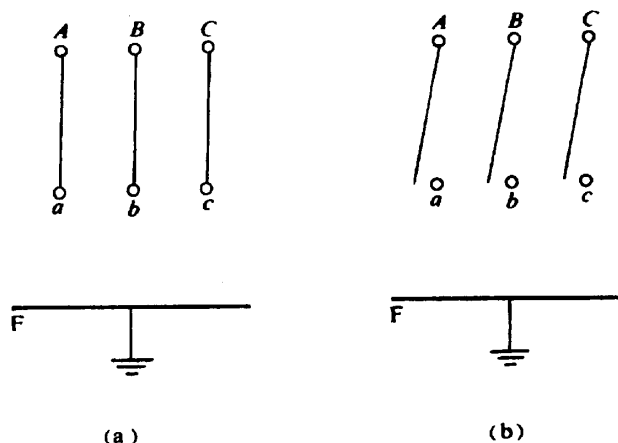


图 1 三相开关连接图
(a)合闸位置；(b)分闸位置
F—基座

如果设备试验时的对地安装高度低于运行中的安装高度，则试验应认为是满意的。

如开关设备相间距离不是由设计本身所固定时，试验时相间距离应该是制造厂规定的最小值。然而，为了避免仅因试验而需要安装大型三相开关设备，人工污秽和无线电干扰试验可在单相设备上进行；如果相间最小距离足以保证相间不发生闪络，则所有其它绝缘试验可在单相设备上进行。

当制造厂说明了在运行中需使用附加绝缘如带有隔栅时，则试验中也应使用这种附加绝缘。

如果为了系统保护需要用弧角或环，则在试验时可以把它移去或增大它们的间隙。如需要它们用来改善电场分布，则试验时仍应保留在原有位置上。

对采用压缩气体作为绝缘的开关设备，绝缘试验应在最小运行密度下进行。

最小运行密度可表示为参考温度 10℃时的压力。如试验时温度不同于 20℃，则须把压力调到相应于最小运行密度之值。应注明试验时气体压力和温度并记录在试验报告中。

注：注意，在装有真空开关的开关设备作绝缘试验时，应采取预防措施以保证可能发生的 X 射线辐射值处在我国有关辐射安全水平限值以内。

6.1.4 试验电压的施加和试验条件

施加试验电压的方式分为两种：一般方式和特殊方式。当相对地、相间和断口间的耐压水平相同时，用一般方式；当断口间和相间的耐压值高于相对地时用特殊方式。

6.1.4.1 一般方式

对图 1 所示的三相端子按照表 7 加压。

表 7 一般方式的耐压试验

试验条件	开关设备位置	电压施加部位	接地部位
1	合闸	Aa	BCbcF
2	合闸	Bb	ACacF
3	合闸	Cc	ABabF
4	分闸	A	BCabcF
5	分闸	B	ACabcF
6	分闸	C	ABabcF
7	分闸	a	ABCbcF
8	分闸	b	ABCacF

9	分闸	<i>c</i>	ABCabF
---	----	----------	--------

如果开关三极中两个边相的结构相对于中相及基座架 F 是对称时,可省去试验 3、6、9。
如果每极的两个端子相对于其基座架是对称时,可省去试验 7、8、9。

6.1.4.2 特殊方式

当断口间的耐压要求高于相对地时可采用以下的方式耐压。

a) 优选方式

优选方式因试验电压性质分为下述两种。

1) 1min 工频耐压试验

此法采用两个互为失步状态(反相)下的工频电源以得到所要求的试验电压值。两个电源电压的分配遵守 6.1.7 的规定。加压方式见表 8。

表 8 端子间的工频耐压试验

试验条件	电压施加部位	接地部位
1	<i>A</i> 和 <i>a</i>	BCbcF
2	<i>B</i> 和 <i>b</i>	ACacF
3	<i>C</i> 和 <i>c</i>	ABabF

注: 如果两个边相的结构相对于中相及基座架是对称的,可省去试验 3。

2) 冲击电压试验

以相对地的额定冲击耐压值为主,将它加在一个端子上。为达到所要求的试验电压值,应将补差电压施加在另一个端子上;补差电压由另一个反极性电源提供,它可以是一个冲击电压源,也可以是一个工频电压源(其峰值应等于补差电压值)。其它各相的端子均接地。

为考虑冲击电压对工频电压波形的影响(因电容耦合关系引起的),必需满足下列条件:

工频电压波形的下降程度不能过大,在冲击电压波形处于幅值瞬间测得的工频端子的对地试验电压实际值应不小于上述补差值(误差不大于 5%)。为达到这一要求,对雷电冲击试

验而言,可将工频电压幅值升高到 $U \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$ (不得超过);对操作冲击试验而言,可升高到

$1.2U \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$, U 是该产品的额定电压值,即其最高电压。

在工频侧端子上并接一适当电容可大大减小上述的工频电压下降程度。冲击加压方式见表 9。

表 9 断口间的冲击耐压试验

试验条件	大部分电压	补足的电压部分	接地部位
	电压施加部位		
1	<i>A</i>	<i>a</i>	BbCcF
2	<i>B</i>	<i>b</i>	AaCcF
3	<i>C</i>	<i>c</i>	AaBbF
4	<i>a</i>	<i>A</i>	BbCcF
5	<i>b</i>	<i>B</i>	AaCcF
6	<i>c</i>	<i>C</i>	AaBbF

注: 如果边相对于中相及基座架对称,可省去试验 3、6。如果各极的断口端子相对于基座架对称,可省去试验 4、5、6。

b)代用方式

如果只有一个高压源进行断口耐压试验,这时,冲击电压和工频电压下的耐压试验都用同一个方法:将所要求的电压 U_t 全加在一个端子与地之间,另一端子接地。如果此时作用在开关设备支持绝缘子上的电压份额超过了它的对地耐受电压额定值,可将基座框架的电压固定在 U_f 上(对地),并使 U_t-U_f 处在对地耐受电压额定值的 90%~100% 范围内。

6.1.5 试验电压

在 6.1.6 和 6.1.7 中和有关标准规定的试验所用额定耐受电压应该与 4.2.2 一致。

6.1.6 雷电冲击电压试验和操作冲击电压试验的注意事项

开关设备应该承受雷电冲击电压试验。试验应按 GB311.1,用标准冲击波 1.2/50 和正负极性的电压进行。该试验只进行干试(所有电压等级)。当采用代用方法对 40.5kV 及以下进行试验时,以及对 252(245)kV 及以下其它常规式开关设备进行试验时,用不着严格固定基座架的对地电压,甚至可将它对地绝缘。

额定电压 363kV 及以上开关设备应该承受操作冲击电压试验。试验按 GB311.1 规定的标准操作冲击波 250/2500,采用正、负两极性电压进行。只对户外开关设备进行湿试验。

对起隔离作用的断口(隔离断口)进行操作冲击试验时,应采用 6.1.4.2 a)优选方法。

对开关设备断口间的操作冲击试验只进行干试。按照表 4(11)列的电压以 6.1.4.2 a)优选方法加压。试验中两个端部上各施加试验电压的 1/2,即尽可能使两个端部上的电压份额是平衡的(任何其它的份额分配下,试验条件偏严),如果两个端部上施加电压的波形不一样,或(和)大小也不一样,应将两端部上的电压互换,重复进行试验。

对每一个试验条件和每种极性,都应在额定耐受电压下连续进行 15 次雷电冲击电压试验或操作冲击试验。如果在每 15 次冲击电压中自恢复绝缘上发生破坏性放电次数不超过 2 次,而非自恢复绝缘上不发生破坏性放电,则应认为通过了试验。

如果已经证明某一种极性的试验能给出最不利的试验结果,则允许只进行此极性的试验。

6.1.7 工频耐压试验的注意事项

a)对额定电压 $U \leq 252(245)$ kV 的设备进行工频耐压试验时的注意事项:

——试验是均匀升压,达到额定值停留 1min。

——试验环境条件:干试;对户外,还要增加湿试。

——在优选方式下试验时,两个端子上各承受的电压份额均不得小于相对地额定耐受水

平的 $\frac{1}{3}$ 。

——在代用方式下试验时,对 72.5kV 及以下的 GIS 及任何电压其它常规式开关设备而言,用不着严格固定基座架的对地电压 U_f ,甚至可将基座架对地绝缘起来。

注:由于 252(245)kV 级开关设备的工频湿试结果分散性很大,可以 250/2500 μ s 波形、幅值为工频额定耐受电压幅值的 1.55 倍的操作冲击电压进行湿试取代之。

b)对额定电压 $U \geq 363$ kV 的开关设备进行工频耐压试验时的注意事项:

试验是均匀升压,达到额定值后停留 1min。只进行干试。只用上述的优选方式进行试验。在征得制造厂同意后也可用代用方式。不管哪种方式,任一端子对基座架的电压份额均不得高于额定工频耐受电压水平。

6.1.8 人工污秽试验和凝露试验

6.1.8.1 人工污秽试验

人工污秽试验在于阐明外绝缘在典型污秽条件下的运行性能。

这些试验只适用于户外开关设备,且只按制造厂同用户的协议进行。除非另有规定,试

品为处于合闸位置的一个单相，但对接地开关试验时它应处于分闸位置。

人工污秽试验条件按制造厂同用户的协议确定，污秽度的标准应从相应标准中选取。试验方法应按 GB4585.2 进行。

6.1.8.2 凝露试验^{1]}

某些户内开关设备(如开关柜类)应进行凝露试验，电压等级 12~40.5kV。

12kV 级产品的工频 1min 耐受电压为 42kV(中性点非有效接地时)或 28kV(中性点有效接地时)，40.5kV 级为 95kV。

户内开关柜元件的人工污秽耐受值及其相应的最小公称爬电比距见表 1、表 2。它们分为 I、II 级：

I 级适用于凝露及轻度污秽的场所；

II 级适用于凝露及严重污秽的场所。

凝露试验按电力行业标准 DL/T539—93《户内交流高压开关柜和元部件凝露及污秽试验技术条件》的规定进行。

6.1.9 局部放电试验

如若需要，各种局部放电试验均在有关标准中规定。对局部放电测量，见 GB7354—87。

6.1.10 辅助回路和控制回路试验

开关设备的辅助回路和控制回路应承受工频耐压试验，加压 1min。

a)将辅助回路和控制回路联结成一个整体，在它和底座之间加压。

采用说明：

1] 根据我国情况增加的内容。

b)如果控制回路和辅助回路可分成几个部分，在运行中，它们之间可能处在相互绝缘的状态下，在试验时，应将被试部分隔离，将其它各部分互联并与底座相连，试验电压加在这两部分之间。

试验电压应为 2000V，如果每次试验不发生破坏性放电，则应认为通过了试验。

通常，用于辅助回路和控制回路中的电动机和其它装置的试验电压应与这些回路的试验电压相同。如果这些装置已按合适的规程作过试验，则在此试验时可不接上。

注：要是辅助回路和控制回路中使用了电子元件，则按制造厂同用户的协议可采用不同试验程序和耐压值。操动机构的各类线圈(电动机绕组和接触器线圈除外，电流线圈由产品技术条件规定)的匝间绝缘应能承受表 10 所规定的交流试验电压 1min，试验时用提高频率的方法将电压施加于线圈端子上，或在被试线圈中感应以工频电压，但必须保证线圈温升不超过表 11 规定的数值。

表 10 操动机构各类线圈耐压要求

线圈种类	直流线圈	交流线圈
交流试验电压	2.5 倍额定电压	3.5 倍额定电压

表 11 辅助回路和控制回路元件的温升

序号	元件名称及其绝缘等级	短期工作允许温升 K
1	电磁铁的线圈其绝缘为：Y 级	50
	A 级	65
	E 级	80
	B 级	90
	F 级	115
	H 级	140

2	C 级绝缘制件	>140
3	联锁触头和端钮的接触部分	40
4	电动机绕组	按有关专业标准

6.1.11 型式试验后作为状态检验的工频试验电压值^{1]}

当型式试验(关合和开断试验,机械/电气耐久性试验)后,以及在经过运输、运行后,对开关设备的绝缘不能以目视证实足够可靠时,则应按 6.1.7 在干条件下按下列原则对开关绝缘施以下列工频电压值进行工频耐压试验。

试验时的耐压值:原则上,状态检验的工频试验电压值为原耐压水平的 80%(但真空类产品断口耐压水平仍为原额定水平)。

(1)当对断口或对地绝缘分别进行单独的状态检验试验时,工频试验电压为原额定水平的 80%。

(2)当对断口及对地绝缘同时耐压进行状态检验试验时,工频试验电压值为断口间原耐压水平的 80%。

注:

1.降低试验电压是由于考虑到老化、损耗和正常劣化后,给正常额定耐受电压值以安全裕度及顾及到闪络电压的统计特性。

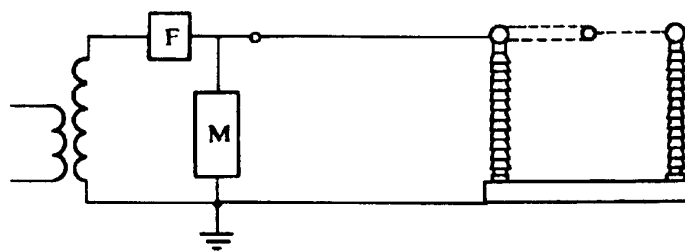
2.对某些类型的设备,有关设备的标准可规定其状态检验试验是强制性的。

3.上述断口既包括起隔离作用的断口,也包括不起隔离作用的断口。

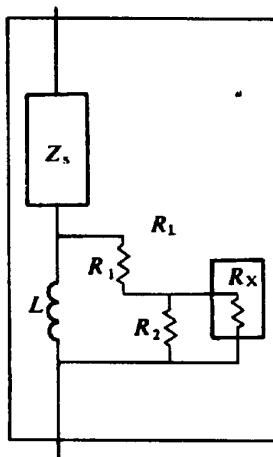
采用说明:

1] 根据 IEC 文件新增内容。

6.2 无线电干扰电压试验



(a)



(b)

图 2 开关无线电干扰试验的试验回路

(a)无线电干扰试验的接线；(b)M 的展开图

F—滤波器；M—测量回路中的阻抗元件； R_L —被测装置的电阻
 R_x 与 R_2 并联，再与 R_1 相串形成的等值电阻； Z_s —可以是电容器，
 也可以是由电容器和电抗器串联组成的阻抗； L —产生工频电流用的电感
 (为在测量频率下补偿杂散电容用)

这些试验只适用于额定电压 126kV 及以上的开关设备，当有关标准规定有此要求时，就进行这项试验。

试验电压应按下述要求施加：

a)合闸位置时，在接线端子和接地底座之间。

b)分闸位置时，在一个接线端子和连接到接地底座的其它接线端子之间，如开关不对称，连接应该互换，并重复进行测试。

箱、罐、底座和其它正常接地的部件均应接地。邻近开关设备、试验回路以及测量回路的接地的或不接地的物体，可能会影响测试结果，应注意避免。

开关设备应是干燥而洁净的，且在接近试验室相同的温度下进行试验。在本试验前 2h 内，被试品不应承受其它绝缘试验。

试验连接线及其末端应不成为高于下列指定值的无线电干扰源。

测量回路见图 2；测量回路的参数见国际无线电干扰委员会 18-2 出版物《无线电干扰测量仪器和测量方法》。测量回路频率最好调到 0.5MHz 的 10% 偏差范围内，也可采用 0.5~2MHz 内的其它频率，应记下测量频率。测量结果以 μV 表示。如果测量回路的阻抗与国际无线电干扰委员会的规定不符时，它应处在 30~600 Ω 之间，且在各种情况下的相角应不超

过 20° 。假设测量电压与电阻成正比,可由计算确定出相应于 $300\ \Omega$ 的等值无线电干扰电压。但被试元件的电容很大时,不能按此法进行,因为误差太大。因此,当开关设备的套管法兰接地时(例如接地箱壳式断路器),推荐使用 $300\ \Omega$ 电阻作为测量阻抗。

滤波器 F 在测试频率下应呈现为高阻抗,就不会形成高压对地的旁路元件(从开关设备看过去)。这个滤波器还可以降低试验回路中由高压变压器产生的或从外界电源偶然进入的高频电流。在测量频率下,此阻抗以 $10000\sim 20000\ \Omega$ 为宜。

由外界电场以及处在全电压下的高压试验变压器产生的背景干扰电平比受试开关设备规定的无线电干扰电平应至少低 6dB ,最好低 10dB 。

绝缘子上的纤维和灰尘可能影响无线电干扰电平测量值,故允许在测量前以干净布擦拭绝缘子。试验时的大气条件应予以记录。高的相对湿度可能影响测试记录,因此测量时的相对湿度不宜超过 80% 。

试验程序如下:

把电压 $1.1U/\sqrt{3}$ 施加到开关设备上,至少保持 5min , U 为开关设备额定电压。而后逐步降低到 $0.3U/\sqrt{3}$,再逐步升到初始值,最后再逐步降到 $0.3U/\sqrt{3}$ 。在此过程中的每一步停顿时间内,应进行一次无线电干扰测量,并应将最后一轮降压中记录的无线电干扰电平对外施电压画成曲线。该曲线就是开关设备的无线电干扰特性。试验中的电压每步变动级差幅度约为 $0.1U/\sqrt{3}$ 。

如果在 $1.1U/\sqrt{3}$ 时无线电干扰电压不超过 $500\ \mu\text{V}$,应认为断路器设备通过了试验。

其余参见 GB11604—89《高压电器设备无线电干扰测量方法》。

6.3 温升试验

温升试验按 GB763—90 的规定进行。

6.3.1 受试开关的条件

除非另有规定,主回路的温升试验应在触头清洁的、新的开关上进行,试验时开关应处于合闸位置。如果开关主回路处在液(或气)体中,试前的液(气)压力(或密度)应处于运行中允许的最低值下。

6.3.2 设备的布置

试验在户内,无风(被试品本身发热引起的气流除外),风速不超过 0.5m/s 。进行试验时,除辅助设备外,开关及其辅件在各个主要方面都应该安装得像运行时一样,包括各部分的外罩,并应防止外界冷、热的影响。

当开关可按制造厂说明书装在不同位置时,温升试验应在最不利位置上进行。

这些试验原则上应该在三相开关上进行,但只要其它相或单元的影响可忽略不计,可只试一个单相,或一个单元。对额定电流不超过 630A 的三相开关,可将各相串接后进行试验。

试验特别大的开关时,由于其对地绝缘对温升无明显影响,则允许降低绝缘物的高度。试验时的连线既明显不得从开关散出热量,亦不得从外部传入热量。离接线端子 1m 处临时连线上的温度与接线端子处的温度之差应不超过 5K 。临时连接线的类型和尺寸应记入试验报告中。

注:为使温升试验更具有重复性,临时连接线的类型和尺寸可在有关标准中规定。

除了上述情况外,三相开关应该在三相回路中作温升试验。

温升试验应在 6.3.7 规定的电流下进行,电流波应是正弦形。

除了直流辅助设备外,各种开关均应在额定频率下进行试验,容许偏差为 $+2\%$ 和 -5% ,

试验频率应记入试验报告中。

试验时的通流时间应长到足以使温升达到稳定值。这个条件通常在 3h 内的温升增加不超过 2K 时即可。一般，通流时间为设备的热时间常数的 5 倍以上时，也可认为已满足这一要求¹⁾。

除了要求测量热时间常数的情况外，可用较大电流预热回路以缩短整个试验时间。

采用说明：

1] 根据中国现有设备情况仍维持 3h 内上升不超过 2K 的规定。

6.3.3 温度和温升的测量

应采取预防措施以减少因开关温度和周围空气温度变化间的时间延滞所引起的变动量和误差。

对线圈，应采用电阻法测量温升。只在不能采用电阻法时才允许采用其它方法。

除线圈外，其它部件的温度可采用任何适当型式的热电偶或温度计进行测量，温度计或热电偶应放在可触及的最热点上。当需要计算热时间常数时，应在全部试验中按一定规律的时间间隔记录温升值。

浸在液体介质中的组件的表面温度，应仅用紧贴于该组件表面的热电偶来测量。液体介质本身的温度应在其上层测量。

使用温度计或热电偶测量时，需注意以下几点：

a) 温度计或热电偶球端应包扎起来(用洁净的干呢绒等)，以防外界冷却。然而，包扎面积与受试设备的散热面积相比应是可忽略不计的。

b) 应该确证温度计和热电偶与受试部件表面之间在试验中具有良好传热性。

c) 采用有球形端温度计，在变动的磁场中测温时，最好采用酒精温度计以免交变磁场影响测试结果(与水银温度计相比较)。

6.3.4 周围空气温度

周围空气温度是开关周围空气(对封闭开关设备，是指壳外空气)的平均温度。在试验最后 1/4 时期内，应该至少使用 3 只温度计、热电偶或其它温度检测装置测出周围空气温度，温度计应均匀布置在离开开关 1m 处，处于开关载流部件平均高度的四周。温度计或热电偶应加保护以防空气流和热的过度影响。

为了避免由于温度剧变而导致指示错误，可把温度计或热电偶放在充有约 0.5L 油的小罐中。

在试验最后 1/4 时期内，周围空气温度的变化每小时应不超过 1K。如果因试验室不利的温度条件而达不到此要求时，则可取在同一周围空气条件但无电流通过的另一完全相同开关的温度代替周围空气温度。这外加的开关不应受到过度的热辐射。

试验时的周围空气温度应高于+10℃，低于+40℃。在此范围内，不需校正温升值。

6.3.5 辅助设备的温升试验

试验是在规定电源(交流或直流)下进行，对交流电源，在其额定频率下(容许偏差为+2%，-5%)进行。

辅助设备应在其额定电源电压或额定电流下进行试验。交流电源电压应该是正弦形的。

连续在额定值下工作的线圈，试验的时间区段应长到使温升达到恒定值。通常在 1h 的温升增加不超过 1K 时，就已达到此条件。

对只有在开关操作时才通电的回路，应该在下列条件下进行试验：

a) 当开关具有操作终了时切断辅助回路的自动开断装置时，则该回路应通电 10 次，每次持续时间为 1s，或等于自动开断装置动作前的通电时间，各次通电瞬间的时间间隔为 10s。如果开关结构不容许间隔 10s，可采用可能的最低值。

b)当开关没有在操作终了时切断辅助回路的自动开断装置时,则在辅助回路冷却后应进行一次通电时间为 15s 的附加试验。

6.3.6 温升试验的解释

有规定温升极限的开关设备或辅助设备各部件的温升,均不应超过表 5 所列各值。否则应该认为开关未通过试验。当各弧触头都是裸铜触头且都同主触头分开而并联时,各主触头温升均不应超过表 5 的规定,而弧触头的温升以不损坏周围部件和不损伤弧触头的弹性为限。如果怀疑因灭弧触头的导流作用影响到主触头的温升时,应将弧触头对主触头绝缘,然后对主触头重复进行第二次试验,试验中的温升不得超过表 5 的规定。当各弧触头都是裸铜触头且都同主触头分开而并联时,各主触头和弧触头的温升均不应超过表 5 的规定。如果线圈绝缘是用几种不同绝缘材料组成的,则线圈的容许温升应取温升极限最低的绝缘材料的数值。如果开关同其他设备(例如整流器、电动机、低压开关等)装在一起,则这几种设备的温升应不超过相应标准规定的限值。

6.3.7 温升试验电流^{1]}

对户外式开关设备主回路的温升试验电流应高于其额定值 20%,对户内开关设备——提高 10%。

6.4 主回路电阻的测量^{2]}

测量目的是检验出厂设备(出厂试验)是否与型式试验的样品一致。

通以 100A 直流,测出每相出线端子间的电压降或电阻。

直流电压降或电阻的测量应在开关温升试验前,在当时的周围空气温度下进行一次,在温升试验后且开关已冷却到当时的周围空气温度时再进行一次,这两次测试的电阻值之差应不大于试前值的 20%。

型式试验报告中应记载所测直流电压降或电阻值以及试验时的通用条件(电流、周围空气温度、测量点等)。

其余规定见 GB763—90。

采用说明:

1] 根据我国运行经验提出。

2] 为便于试验,根据我国情况仍然采用 100A 直流压降法测主回路电阻。

6.5 短时耐受电流和峰值耐受电流试验

主回路和有时也包括开关的接地回路应进行本试验,以验证其承载额定峰值耐受电流和额定短时耐受电流的能力。

试验应该在容许偏差为±10%的额定频率下,在任何合适的电压下进行,并可在任何方便的周围空气温度下开始试验。

6.5.1 开关和试验回路的布置

开关应该安装在其自身的支架上或在相似支架上且装有其自身的操动机构,尽量使试验有代表性。开关应该处于合闸位置且装有干净的新触头。

每次试验前开关应进行一次空载操作,并测其主回路电阻(对接地开关可以不测)。

试验可以在三相或单相上进行。单相试验时,应注意下列各点:

——对三相开关,在相邻两相上进行试验;

——对分相开关,既可在相邻两相上,也可在按相间距离处加设返回导体的单相上进行。

如未规定相间距离,应按制造厂指定的最小相间距离加设返回导体。

——在额定电压为 126kV 及以上时,除非有关标准另有规定,可不考虑返回导体的影响。但返回导体与被试单相导体中心线的距离不得小于制造厂规定的最小距离。

接到开关接线端子的连接线布置,不应影响这些端子的试验应力。在开关两侧,接线端

子和最近支持件之间的距离应符合制造厂说明书的规定。

试验布置应记入试验报告中。

6.5.2 试验电流和持续时间

试验电流的交流分量原则上应等于开关额定短时耐受电流的交流分量。峰值电流(对三相回路,为任一边相电流中的最大值)应不小于额定峰值耐受电流,且未经制造厂同意应不超过 5%。

三相试验时,各相中的电流与三相电流平均值之差不得大于 10%(以平均值为基准)。

试验电流 I_t 的持续时间 t_t 原则上应等于短路的额定持续时间 t 。 $I_t^2 t_t$ 值应该用附录 A 给出的决定 I_t 的方法或其它等效方法从示波图上确定。试验时的 $I_t^2 t_t$ 值应不小于额定值 $I^2 t$, 未经制造厂同意,不得超过此值的 10%。

如试验站在按规定持续时间的试验中得不到上述规定的试验电流峰值和有效值时,则允许如下变动:

a)如果试验站的短路电流衰减太大,以致按附录 A 求得的电流达不到额定值,允许以较低的试验电流有效值进行试验,而适当增加试验时间,只要峰值电流不小于规定值,时间不大于 5s 即可。

b)如为了取得所需电流峰值,可加大电流有效值(高于额定值)而减少试验持续时间。

c)如果 a)和 b)都不实用,则允许将峰值耐受电流试验和短时耐受电流试验分别进行:

——对峰值耐受电流试验,施加短路电流的持续时间应不小于 0.3s;

——对短时耐受电流试验,施加短路电流的持续时间应等于额定持续时间。

6.5.3 试验时开关的状况

所有开关应能承载额定峰值耐受电流和额定短时耐受电流而不致损伤任何部件或使触头分离。

一般承认,试验时开关载流的和相邻部件的温升可以超过表 5 的规定。但达到的最高温度应以相邻部件不引起明显损伤为限。

6.5.4 试验后的开关状况

试品应无明显损坏,应能正常操作,应能承受额定电流而温升不超过表 5 的规定,能耐受规定的试验电压。

如试品具有关合额定短路关合电流和(或)开断额定短路开断电流的能力时,触头状况应不致在任何关合和(或)开断电流直至其额定值时显著影响其性能。

紧接试验后,立即进行空载操作,目视检查触头是否符合这些要求。

其余规定见 GB2706—89。

采用说明:

1] ~4] 本标准补加的内容。

6.6 噪声水平¹⁾

对某些开关设备,在开关设备进行操作时应测定噪声水平。

噪声水平对户外设备不得超过 110dB;对户内设备不超过 90dB(A 声级)。

噪声水平的测点应在距声源 2m、对地高 1.5m 处测取。

如果采用消声装置,则开关设备的开断与关合试验应在加装消声器后进行。

6.7 电晕²⁾

任何开关设备在分(或合)状态下,于晴天夜晚应无可见电晕(当承受额定电压长期运行时)。如果处在高海拔地区,如电晕现象严重可使用更高一级电压的产品。

6.8 覆冰试验³⁾

覆冰厚度分为 1、10、20mm 三级,对 1mm 覆冰免除试验要求。

详见 GB/T13601—92 高压开关设备严重冰冻条件下的操作试验。

6.9 防误操作功能检验⁴⁾

“五防”内容如 5.8.2 所示。除去五防之外的其它防误功能由产品技术条件作出规定。相应防误元件的功能考核由产品技术条件及相应元件行业标准作出规定。

6.10 防护等级检验¹⁾

为防止人体接近高压开关柜的高压带电部分和触及运动部分的防护等级分类见表 12。

表 12 开关柜防护等级分类

防护等级	能防止物体接近带电部分和触及运动部分
IP2X	能阻挡手指或直径大于 12mm、长度不超过 80mm 的物体进入
IP3X	能阻挡直径或厚度大于 2.5mm 的工具、金属丝等物体进入
IP4X	能阻挡直径大于 1.0mm 的金属丝或厚度大于 1.0mm 的窄条等物体进入
IP5X	能防止影响设备安全运行的大量尘埃进入,但不能完全防止一般的灰尘进入

任何开关柜体应按其技术条件指定的防护等级进行检验。检验方法如下:

防护等级用表 13 规定的工具进行检验。

对 IP2X: $\phi 12_{-0}^{+0.05}$ mm 的球体不能通过外壳或隔板上的开孔;用标准金属试指检验时,应满足本条 a)、b)的要求。

对 IP3X: $\phi 2.5_{-0}^{+0.05}$ mm 的直钢丝不能通过外壳或隔板上的开孔;用 $\phi 2.5_{-0.05}^{+0}$ mm 的直钢丝检验时,应满足本条 a)、b)两项的要求。

对 IP4X: $\phi 1.0_{-0}^{+0.05}$ mm 的直钢丝不能通过外壳或隔板上的开孔;用 $\phi 1.0_{-0.05}^{+0}$ mm 的直钢丝检验时,应满足本条 a)、b)两项的要求。

当工具能够插入时,应满足

a)不能因检验工具插入,使得带电部分绝缘强度降至额定绝缘水平以下;

b)不能触及外壳内的运动部分。

仅当有疑问才按本条进行检验。

表 13 防护等级检验用的工具

防护等级	检 验 工 具
IP2X	标准金属试指(见图 3)及 $\phi 12_{-0}^{+0.05}$ mm 的刚性球体
IP3X	$\phi 2.5_{-0}^{+0.05}$ mm 和 $\phi 2.5_{-0.05}^{+0}$ mm 有足够刚性的直钢丝
IP4X	$\phi 1.0_{-0}^{+0.05}$ mm 和 $\phi 1.0_{-0.05}^{+0}$ mm 有足够刚性的直钢丝

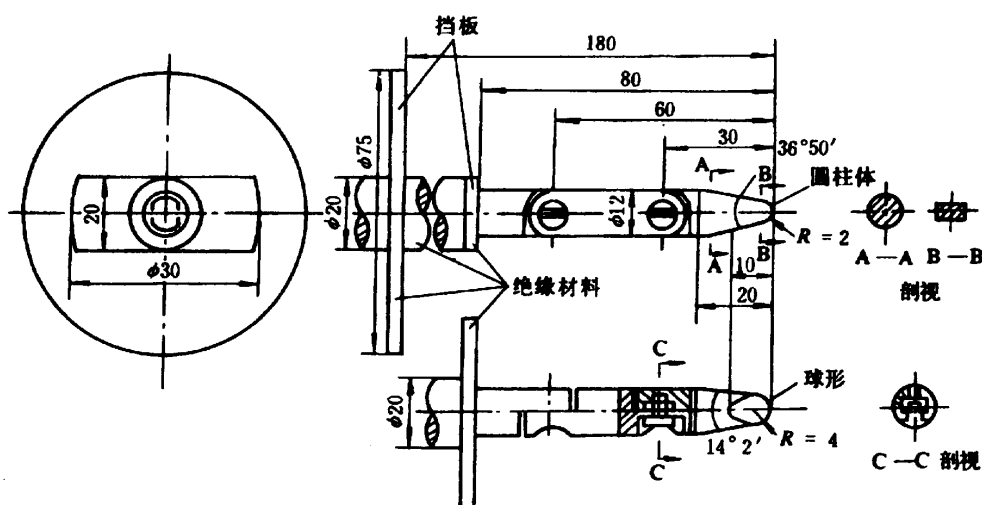


图 3 标准金属试指

- 注：1.本图的两个连接点都可以转动 90° ，但只能向一个同样的方向转 90° 。
 2.尺寸单位 mm。
 3.偏差：角度为 $\pm 5^\circ$ ；线性尺寸，25mm 以下为 -0.05，25mm 以上为 ± 0.2 。

采用说明：

1]、2] 本标准补加的内容。

6.11 压力容器的泄漏率检验^{2]}

关于充 SF₆、N₂ 等充气设备年泄漏率的一般规定：

a) 新品及运行中的 3.6~550kV、工作气压 0.3~0.6MPa(表压)的 SF₆、GIS SF₆ 气体年泄漏率不得超过 1%。

b) 充 SF₆ 开关柜，当投运之初的柜内水气含量不超过 1000 μL/L 时(20℃)，其 SF₆ 年泄漏率不得超过 1%；当投运之初的柜内水气含量不超过 500 μL/L 时(20℃)，其 SF₆ 年泄漏率不得超过 2%；但 SF₆ 环网柜的泄漏率在运行中仍不得超过 1%。

c) 充 N₂ 柜的年气体泄漏率(新品和运行中)不得大于 2%，加装足量吸附剂后的年泄漏率可放宽到不大于 3%。

对上述设备应按其技术条件要求测定其泄漏率。

充 SF₆ 的设备在现场测试年泄漏率时可采用局部包垫法，即将法兰接口等外侧用塑料膜包扎后历时 5h 以上，根据膜内 SF₆ 含量核算；亦可采用其它方法。参见 GB11023—89《高压开关设备六氟化硫气体密封试验导则》。

采用说明：

1] 本标准补加的内容。

6.12 内电弧试验^{1]}

6.12.1 当金属封闭式高压开关设备(包括 GIS、各式开关柜以及箱式变电站等)因内部故障而产生电弧时，将伴随着各种物理现象。例如电弧产生的能量会引起外壳内部的过高压力和局部过热，造成开关设备的机械应力和热应力，甚至能使内部的某些材料产生热分解物，并向外扩散，它们对人体可能有害。热和应力作用在壳体上导致壳体及其组件破损、飞逸，伤及周围的人和设备，或使电弧蔓延，造成群伤，事故扩大。

6.12.2 内电弧试验的引弧点应选择在那些一旦发生电弧时，对内部压力和温度上升的耐受

能力最差区域中，或者电弧极易向外扩散处，即以被试品结构而定。

在任何情况下，应注意下列各点：

a)每一次试验应在原先未作过电弧试验的试品上进行。如试品已经作过内电弧试验，则应修复，使其不影响试验的严重程度。

b)试品应完整地装配和布置，包括应装配保护装置，如压力释放、短路装置等。这些装置由制造厂提供用以限制或转移电弧效应。

c)试品中的介质应为厂家指定的额定状态。

6.12.3 单相外壳可进行单相试验，三相外壳应进行三相试验。

6.12.4 试验电压原则上应为额定电压，如满足下列条件，则试验所施的电压可以低于试品额定电压。

a)弧电流实际上为正弦波；

b)电弧在预定的短路持续时期中，不会早灭。

6.12.5 短路电流应满足下列要求：

a)短路电流中的交流分量应为预期值(等于其热稳定电流值)。在试验开始时的误差为0~+10%。在交流分量平均值不低于规定的短路电流值的条件下，在第一段保护动作时限内(一般为0.1s)，偏差应在±10%之内；在第二段保护动作时限内，电流不低于规定值的80%。

注：如试验设备不容许如此作，在保证相同的 I^2t 条件下，试验时间可以延长，但不应大于20%。

b)对短路电流中的直流分量不作规定。

6.12.6 试验电流的频率为48~52Hz。

6.12.7 试验持续时间额定值按短路电流分级：

对GIS(72.5kV及以上)：40kA及以上时——0.1~0.3s；

40kA以下——0.3~0.5s。

对其它柜体——0.5~1.0s。

也可以根据制造与用户协议进行，但不得低于上述数值。

6.12.8 供电电路中连接试验用的导体不得影响试验条件。对内电弧电流的引入方向应选择能形成最严重效应的方向。

6.12.9 电弧应使用适当直径的金属线来引燃，一般可用0.5mm直径金属导线，并应适当地选择引燃地点，使内部压力最为严重。通常，若在距电流引入点和压力释放装置(如果有的话)最远的隔板附近引燃电弧，就能达到这一目的。

注：不应采用在固体绝缘物上穿孔的方法引燃电弧。

6.12.10 试验中应记录下列各量：

电流波形及其持续时间；

电弧电压波形；

试品中(若GIS试品由一个以上隔室组成，则为每一隔室中)一点或几点的压力。

如有可能，还有：

压力释放(压力释放装置动作，或外壳穿孔)瞬间。

有些现象例如压力释放、外壳穿孔和外部效应，应用适当方法加以观察和记录，例如摄影机、光度检测器等。

6.12.11 试验后的评价可参考下列各点：

a)对GIS，如在试验时，除了恰当的压力释放装置在下列时限内：

对40kA及以上——0.1s；在40kA以下——0.2s

没有其它外部效应，且气体或蒸气在压力下逸出，其逸出方向对正在执行正常操作任务的人员无危险，则认为试品能满足要求。

- 在 0.3s 内切除 40kA 及以上, 以及在 0.5s 内切除小于 40kA 的电流, 外壳不应破碎。
- b)对开关柜的短路电流持续时间为 0.5~1s, 其试验评价见 DL/T404—91 附录 A。
- c)对其它产品判据按其技术条件判定。

采用说明:

1] ~3] 本标准补加的内容。

6.13 电磁兼容性考核^{1]}

正在考虑中。

6.14 机械冲击和运输颠簸试验^{2]}

对开关设备或其元、部件进行运输颠簸试验时, 将按规定包装完好的开关设备(或其组件, 元、部件)置于空载的运输卡车尾部, 在三级路面上以不低于 30~40km/h 连续行驶 200km, 产品及包装应能完好无损, 元件不得变形、脱落、变位, 且部件配合良好, 操作性能应维持不变, 密封良好。也可用其它等价试验方法(如专用试验台)考核。

金属封闭开关设备的外壳应有一定的机械强度以便承受外力机械冲击, 其考核方法见附录 B。

6.15 地震试验^{3]}

252kV 及以上产品应进行地震试验, 126kV 及以下产品应进行计算校核。试验方法按 GB/T13540—92 进行, 试验要求见 3.1.1e。

7 出厂试验

出厂试验是为了检测材料和结构上的缺陷, 并不损伤试品的性能和可靠性。每台设备出厂都应进行这些试验。根据协议, 任一项出厂试验均可在现场进行。

本标准规定的出厂试验项目包括:

- a)结构检查;
- b)机械操作和机械特性;
- c)主回路的工频电压干试, 按 7.1;
- d)控制回路和辅助回路的电压试验, 按 7.2;
- e)主回路电阻测量, 按 7.3。

可能需要增加的出厂试验项目, 应在有关产品标准中予以规定。

除非制造厂同用户另有协议, 正常情况下不需要出厂试验的试验报告。

7.1 结构检查

产品应符合正式的图样和技术条件。

7.2 机械操作和机械特性

机械操作和机械特性试验按产品标准和 GB3309—89 进行。

7.3 主回路的工频耐受电压干试验

试验应该按 GB311—83(试验电压见 4.2.2 表 4)和本标准 6.1.1 规定, 在新的、洁净和干的整台开关设备上或开关分离相上进行。

当开关设备在装运前不是整体总装时, 则对所有可运输的总装和主要绝缘组件, 如套管、绝缘子和操作杆等, 都应分开进行试验。这时, 试验电压按制造厂同用户的协议确定。如考虑试验对有机绝缘件的积累影响, 试验电压可降为标准值的 80%。

试验电压的施加由有关标准规定。试验电压应升到规定耐受电压值并维持 1min, 如不发生破坏性放电, 应认为开关设备通过了试验。

7.4 辅助回路和控制回路的耐压试验

这些试验应在 6.1.10 所述的同样条件下进行。为便于试验, 经制造厂同用户协议, 持续

时间一般可降到 1s。

7.5 主回路电阻的测量

出厂试验时,主回路每相的直流压降或电阻应该在与型式试验尽量相同的周围空气温度和测量点条件下进行测量,试验电流应在前述规定范围内,测到的电阻应不超过 $1.2R_u$ (R_u 等于温升试验前测到的电阻)。

8 运行开关的选用导则

由有关开关设备标准中规定。

9 与订货单、标书和询问单一起提供的资料

由有关开关设备标准中规定。

10 运输、贮存、安装及维护规则

运输、贮存、安装及运行中的维护均应按制造厂说明书的规定进行。

运输、贮存说明书应在交货前适当时间提供,而安装和维护说明书至迟应在交货时提供。

本标准不可能详尽地包括各型开关的安装和维护细节,但应提供下述资料。

特别强调,所有开关设备均应在出厂前进行总装,然后拆卸装箱发运^[1]。

10.1 运输、贮存和安装时的条件

如果在运输、贮存及安装时不能保证合同规定的温度和湿度条件,则制造厂同用户应订立专门协议。为了在运输、贮存、安装中和通电前保护绝缘,防止例如由于雨、雪或凝露而吸潮,应采取特别措施,应给出合适的规定。

采用说明:

[1] 本标准补加的内容。

10.2 安装

对每台开关设备,制造厂所提供的安装说明书至少应包括下列各条。

10.2.1 开箱和吊运

为开箱和安全吊运所需的资料,包括吊运所需的任何专用提升和定位装置的详细说明。

10.2.2 总装

当开关设备拆开运输时,所有部件都要清楚地加以标记,应随同开关设备一起提供这些部件的组装示意图。

10.2.3 上位

开关设备、操动机构和辅助设备位置说明书应包括关于位置和基础的详尽资料,以便能完成现场准备工作。

这些说明书也应指出:

- 包括灭弧和绝缘液体介质的开关设备总质量;
- 灭弧和绝缘液体介质的质量;
- 单独吊运的设备最重要部件的质量(单件质量超过 100kg 时);
- 开关设备在操作中所施加于基础上的作用力^[1]。

采用说明:

[1] ~ [2] 本标准补加的内容。

10.2.4 连接

说明书应包括下列资料:

- a)导体的连接，包括防止开关设备上的过热和产生不必要的应力以及提供合适的绝缘间距所必须的建议；
- b)辅助回路的连接；
- c)如有的话，液体或气体供给系统的连接资料，包括管道尺寸及其布置；
- d)接地连接；
- e)不同材质的过渡连接要求，例如铜-铝²⁾。

10.2.5 安装竣工检验

制造厂应提供设备已经安装且所有连接都已完成之后的检查和试验说明书。

注：应特别说明开关设备安装后并不立即投入使用的注意事项。

10.3 维护

制造厂应提供用户必须遵循的维护说明，并指出设备不检修的操作次数、运行时间间隔或其它合适的判据，在完成操作次数和运行时间间隔后，应对开关设备的某些部件进行维护。

制造厂提供的说明书应包括下列各项。

10.3.1 主回路

应给出：触头的检查、调整和更新；对具有额定短路关合或开断电流的开关设备来说，还包括其弧触头允许的烧伤程度、主回路电阻值、分闸和合闸时间、开断时间、不同期性及其容许偏差。

10.3.2 绝缘或灭弧用的液体或气体介质

制造厂应对下列项目提出建议：取样、试验、干燥和注入程序，质量及抗污性，介质用量的指示。

注：如有安全要求，应列入说明书中。

10.3.3 操动机构

应提供操动机构的维护程序、调整值及容许偏差。

10.3.4 辅助回路、辅助设备

说明书应指出辅助回路的辅助设备的哪些部件须进行检查。

10.3.5 轴承

说明书应指出须检查哪些轴承。

10.3.6 连接

制造厂应指出哪些连接须加以检查。

10.3.7 气动和液动系统

制造厂应指出哪些气动和液动元件须加以检查。

10.3.8 润滑

制造厂应指出对润滑油和润滑脂的质量要求。

10.3.9 污染和腐蚀

制造厂应给出清洁和防腐蚀方法的有关说明。

10.3.10 备件和材料

制造厂应给出备件和材料清单，用户可按所列备件和材料进行贮备。

10.3.11 专用工具

如有拆装、检修专用工具，制造厂应提供专用工具清单。

附录 A

在给定持续时间的短路时，短时电流等价有效值的确定
应使用图 A 所示方法来确定短时电流。

将试验的总时间 t_1 用垂直线由 0~10 分为 10 等分，在这些垂直线上测量电流的交流分

量有效值。

这些值用 Z_0, Z_1, \dots, Z_{10} 表示。

其中： $Z = X / \sqrt{2}$ ， X =电流的交流分量峰值，时间为 t_t 的电流等价有效值 Z 由下式给出

$$Z = \sqrt{1/30 [Z_0^2 + 4(Z_1^2 + Z_3^2 + Z_5^2 + Z_7^2 + Z_9^2) + 2(Z_2^2 + Z_4^2 + Z_6^2 + Z_8^2) + Z_{10}^2]}$$

由 CC' 表示的电流的直流分量未计入。

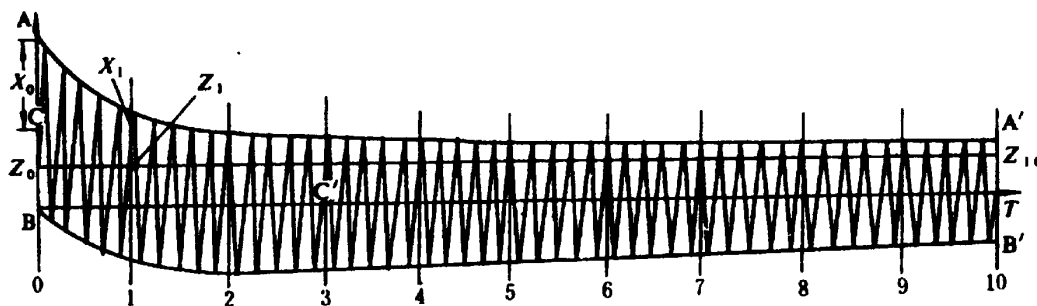


图 A 短时电流的确定

AA'
 BB' } — 电流波包络线;

CC' — 电流波形的零线在任何瞬间与正常零线的偏移;

$Z_0 Z_{10}$ — 电流交流分量在任何瞬间从正常零线测得的有效值(忽略直流分量);

X_0 — 短路起始瞬间电流交流分量的峰值;

X_1 — 在时间 t 时电流交流分量的峰值;

BT — 短路持续时间

附录 B

金属封闭开关设备外壳的机械强度试验

金属封闭开关设备外壳的机械强度应当用冲击试验来核定，试验的目的主要是检验外壳有可能出现的最薄弱的构件(例如观察窗)的机械强度。在冲击试验时，打击应加在外壳很可能是最薄弱的点上，每个受试点打击三次。除制造厂和用户之间另有协议外，应使用 $2N \cdot m$ 的冲击能量(对户外的金属封闭开关设备由用户和制造厂之间协商)。

用于冲击的锤头，具有一个洛氏硬度 R100、半径 10mm 的聚酰胺半球面。推荐采用图 B 所示的弹簧冲击试验器。

试验后，外壳应无裂缝，表面几乎无损伤。

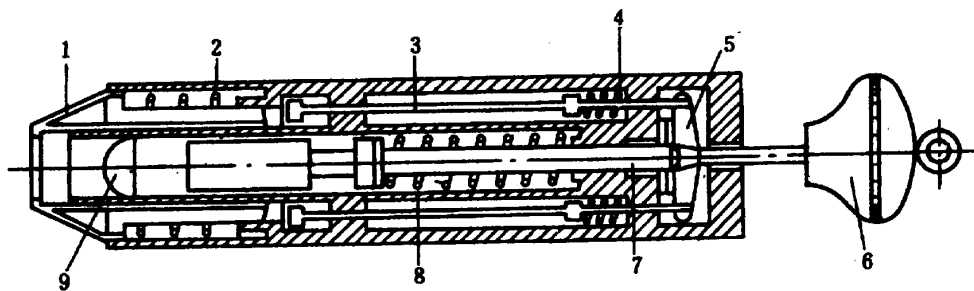


图 B 弹簧冲击试验器

- 1—脱扣锥体；2—锤体弹簧；3—脱扣杆；
4—脱扣器机构弹簧；5—脱扣爪；6—击发旋钮；
7—锤轴；8—锤弹簧；9—锤头