



中华人民共和国国家标准

GB/T 15166.3—2008

代替 GB 15166.3—1994, 部分代替 GB/T 15166.4—1994

高压交流熔断器 第3部分:喷射熔断器

High-voltage alternating-current fuses—
Part 3: Expulsion fuses

(IEC 60282-2:1995 High-voltage fuses—Part 2:
Expulsion fuses, MOD)

2008-09-24 发布

2009-08-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言 III

1 概述 1

1.1 范围 1

1.2 规范性引用文件 1

2 正常和特殊使用条件 1

2.1 正常使用条件 1

2.2 特殊使用条件 3

3 术语和定义 3

4 额定值 11

4.1 概述 11

4.2 额定电压 11

4.3 额定电流 11

4.4 额定频率 12

4.5 额定开断能力 12

4.6 额定绝缘水平(熔断器或熔断器底座的) 12

5 设计、结构和性能 12

5.1 使用的标准条件 12

5.2 性能的标准条件 12

5.3 时间-电流特性 14

5.4 温度和温升 15

5.5 电磁兼容性 15

5.6 机械要求 15

5.7 铭牌 15

6 型式试验 16

6.1 进行试验的条件 16

6.2 型式试验项目和试验报告 16

6.3 所有型式试验的共同试验要求 17

6.4 绝缘试验 17

6.5 温升试验 18

6.6 开断试验 19

6.7 时间-电流特性试验 21

6.8 机械试验 22

6.9 人工污秽试验 22

7 出厂试验 23

8 验收试验 23

9 询问单、标书和订单 23

10 选用导则 23

10.1 目的 23

10.2	概述	23
10.3	选用	23
10.4	运行	24
10.5	本部分未涉及的特殊要求的资料	24
附录 A (资料性附录)	开断试验数值选用的理由	30
附录 B (资料性附录)	具有内灭弧管并且用于配电用熔丝断流器和开式熔丝断流器中的 熔断件的典型尺寸	31
附录 C (资料性附录)	熔断器的操作杆	33

前 言

GB/T 15166《高压交流熔断器》共分为以下几部分：

- 交流高压熔断器 术语；
- 高压交流熔断器 第2部分：限流熔断器；
- 高压交流熔断器 第3部分：喷射熔断器；
- 高压交流熔断器 第4部分：并联电容器外保护用熔断器；
- 高压交流熔断器 第5部分：用于电动机回路的高压熔断器的熔断件选用导则；
- 高压交流熔断器 第6部分：用于变压器回路的高压熔断器的熔断件的选用导则；
- 高压交流熔断器 第7部分：电压互感器保护用熔断器的选用导则。

本部分是 GB/T 15166 的第3部分。

本部分修改采用 IEC 60282-2:1995(第2版)《高压熔断器 第2部分：喷射式熔断器》及其第1号修改单:1997 和第2号修改单:1999。

本部分与 IEC 60282-2:1995 的主要差别是：

- 适用范围：根据我国电网的实际情况，去掉了 IEC 60282-2:1995 中额定频率 60 Hz 的有关内容；根据我国行业的分工情况，适用的电力系统中标称电压值由 IEC 60282-2 的 1 000 V 改为 3 kV；
- 术语中增加了“(熔断件的)熔化速率”等术语，去掉了与我国熔断器不符的术语“配电用熔丝断流器、开式熔丝断流器、开式熔丝熔断件”，而在附录 B 中加以说明；
- 额定电压：去掉了与我国电网无关的额定电压数值，按照 GB/T 11022(或 GB/T 156)中所列的电压给出；
- 额定绝缘水平。按 GB/T 11022 中的相关内容选用；
- 将“识别标志”中的“仅为户内而设计的”文字内容删去；
- 型式试验中增加机械试验的相关规定。
- 增加了“出厂试验”一章的内容；

本部分代替 GB 15166.3—1994《交流高压熔断器 喷射式熔断器》和部分代替 GB/T 15166.4—1994《交流高压熔断器 通用试验方法》。

本部分与 GB 15166.3—1994 的主要差别有：

- 标准体系的差别：本部分中包含了原 GB/T 15166.4—1994《交流高压熔断器 通用试验方法》的适用部分，此次修订后，该系列标准将与 IEC 标准一一对应，原 GB/T 15166.4—1994 将被取代；
- 按瞬态恢复电压(TRV)，将喷射式熔断器分成三个等级；
- 增加了“验收试验”一章的内容，以适应经济贸易的发展；
- 术语中增加了“熔断件的速率标识及熔化速率”等术语；
- 型式试验中增加了“人工污秽试验”和“无线电干扰试验”等；去掉了“外观与尺寸检查”、“接触性能检查”和“开合空载变压器电流试验”；
- 型式试验中“开断试验”开断次数增加了；并明确规定：在任何试验期间开断的任何失败，都是该额定电流熔断件试验方式 1～方式 5 的失败；
- 型式试验中“机械试验”的方式及次数与 GB 15166.3—1994 有所不同，并增加了“熔断件的机械试验”；并明确规定了：任何机械损伤都是该三个熔断器机械试验的失败；

——增加了铭牌的要求；

——增加了“选用导则”一章的内容。

本部分的附录 A、附录 B 和附录 C 都是资料性附录。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国高压开关设备标准化技术委员会(SAC/TC 65)归口并负责解释。

本部分负责起草单位：西安高压电器研究所。

本部分参加起草单位：西安熔断器制造公司、浙江日升电器制造有限公司、西安振力熔断器有限责任公司、西安翰德电力电器制造有限公司、河南省电力公司、机械工业高压电器产品质量检测中心(沈阳)、施耐德(北京)中压电器有限公司、太原第一开关厂、湛江高压电器有限公司、温州伏尔特电器有限公司、上海电器陶瓷厂有限公司。

本部分主要起草人：焦秋忠、田恩文、吴鸿雁、严玉林。

本部分参加起草人员：焦秋忠、沙维华、樊楚夫、冯武俊、赵建伟、张建国、朱海军、石维坚、杨文波、居华、邹亚民、彭江、杨英杰、刘凤勇、程长酉、李上保、林松权、林海鸥、钱勇杰。

顾问单位：西安交通大学电器工程学院 王季梅。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

—GB 15166.3—1994；

——GB/T 15166.4—1994。

高压交流熔断器

第3部分:喷射熔断器

1 概述

1.1 范围

本部分适用于标称电压 3 kV 及以上、频率为 50 Hz 交流电力系统中的户内或户外喷射式熔断器。

按照不同的瞬态恢复电压(TRV),喷射式熔断器分成 A 级、B 级和 C 级。

本部分仅涉及熔断器的性能,每只熔断器均按本部分通过试验的熔断器底座、载熔件和熔断件的规定组合构成。其他组合的性能不包含在本部分之内。

本部分也适用于电流自然零点开断的非喷射式熔断器。

注 1:关于熔断器等级选用的特殊资料见第 3 章和第 10 章。

注 2:用于电容器外保护和变压器回路的熔断器分别见 GB/T 15166.4—2008 和 GB/T 15166.6—2008。

注 3:本部分不包括负载开合和故障关合能力。

注 4:本部分不涉及有关开断故障电流时的声光效应和炽热气体的排放。

1.2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 15166 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,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部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB 311.1—1997 高压输变电设备的绝缘配合(neq IEC 60071-1:1993)

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

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

GB/T 2900.20—1994 电工术语 高压开关设备(neq IEC 60050:1984)

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

GB/T 4585—2004 交流系统用高压绝缘子的人工污秽试验(IEC 60507:1991,IDT)

GB/T 5582—1993 高压电力设备外绝缘污秽等级(neq IEC 60507:1991)

GB/T 11021—2007 电气绝缘 耐热性分级(IEC 60085:2004,IDT)

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 15166.1—1994 交流高压熔断器 术语

GB/T 15166.4—2008 并联电力电容器外保护用高压熔断器(IEC 60549:1976,MOD)

GB/T 15166.6—2008 变压器回路用高压熔断器熔断件的选用导则[IEC 60787:1983 及其第 1 号修改单(1985),MOD]

GB/T 16927.1—1997 高电压试验技术 第 1 部分:一般试验要求(eqv IEC 60060-1:1989)

2 正常和特殊使用条件

2.1 正常使用条件

满足本部分的熔断器设计用于下述条件:

- a) 最高周围空气温度为 40 ℃,且在 24 h 内的平均温度不超过 35 ℃。总的日光照射不超过 1.1 kW/m²。

最低周围空气温度对“—5 户内”级为—5 ℃;对“—15 户内或户外”级为—15 ℃;对“—25 户内或户外”级为—25 ℃ 和对“—40 户外”级为—40 ℃。

注 1:应当注意,时间-电流特性可能会受到周围空气温度变化的影响。

- b) 污秽等级不低于 GB/T 5582 中的Ⅱ级。
- c) 对户内装置,可能出现的凝露。
- d) 对户外装置,风压不超过 700 Pa(相应于风速 34 m/s)。
- e) 海拔不超过 1 000 m。

注 2: 如果要求熔断器用在 1 000 m 及以上处,规定的额定绝缘水平应该用表 1 中相应的校正因数乘以其标准绝缘水平来确定,或者采用适当的过电压限制装置来降低过电压。

注 3: 海拔超过 1 000 m 时,设备的额定电流和表 2 中规定的温升可以分别用表 3 第(2)栏和第(3)栏中给出的相应因数来校正。对于任何一种使用情况,只能选用第(2)栏和第(3)栏中的一个校正因数而不是两个。

表 1 绝缘水平的海拔校正因数

海 拔/ m	额定绝缘水平的校正因数
1 000	1.00
1 500	1.06
2 000	1.13
2 500	1.20
3 000	1.28

注: 对于中间的海拔,可用线性插值法求得。

表 2 组件和材料的温度及温升限值

组件或材料	最 大 值	
	温度/ ℃	温升/ K
A. 空气中的触头		
1. 用弹簧压紧的触头(铜和铜合金)		
— 裸的	75	35
— 镀银或镍的	105	65
— 镀锡的	95	55
— 其他镀层	*	
2. 用螺栓或其他等效方法联接(铜、铜合金和铝合金)		
— 裸的	90	50
— 镀锡的	105	65
— 镀银或镍的	115	75
— 其他镀层	*	
B. 油中的触头(铝合金)		
1. 用弹簧压紧的触头		
— 裸的	80	40
— 镀银、锡或镍的	90	50
— 其他镀层	*	
2. 用螺栓联接		
— 裸的	80	40
— 镀银、锡或镍的	100	60
— 其他镀层	*	
C. 空气中用螺栓紧固的接线端子		
— 裸的	90	50
— 镀银、锡或镍的	105	65

表 2 (续)

组件或材料	最大值	
	温度/ ℃	温升/ K
——其他镀层	a	
D. 作为弹簧的金属部件	b	
E. 用作绝缘的材料和同下列等级绝缘接触的金属部件 ^c	90	50
——Y级(对未浸渍的材料)	100	60
——A级(对浸在油中或浸渍过的材料)	120	80
——E级	130	90
——B级	155	115
——F级	100	60
漆:油基的	120	80
合成的	180	140
——H级	d	
——其他级	90	50
	100	60
F. 油 ^{e,f}		
G. 除触头和弹簧以外与油接触的任何金属部件和绝缘材料		
a 如果制造厂采用本表中未列出的镀层,则应考虑这些材料特性。		
b 温度或温升不应达到损害金属弹性的数值。		
c 按照 GB/T 11022—1999 分级。		
d 要求仅限于不对周围部件产生任何损伤。		
e 在油的上部。		
f 当采用低闪点油时,对蒸发和氧化问题应给予特别考虑。		

表 3 温升的海拔校正因数

最高海拔/ m	额定电流的校正因数	温升的校正因数
(1)	(2)	(3)
1 000	1.00	1.00
1 500	0.99	0.98
3 000	0.96	0.92
注:对于中间的海拔,可用线性插值法求得。		

2.2 特殊使用条件

经用户和制造厂协商,高压熔断器可以用在不同于 2.1 给出的条件下。
对于任一特殊使用条件,都必须同制造厂协商。

3 术语和定义

GB/T 2900.20 和 GB/T 15166.1 中确立的以及下列术语和定义适用于本部分。

3.1 电气特性

3.1.1

额定值 rated value

[GB/T 15166.1 的 3.1]

3.1.2

额定参数 **rating**

一组额定值和运行条件。

3.1.3

预期电流(电路的并与熔断器有关的) **prospective current (of a circuit and with respect to a fuse)**

[GB/T 15166.1 的 3.2]

3.1.4

预期峰值电流 **prospective peak current**

[GB/T 15166.1 的 3.3]

3.1.5

预期开断电流 **prospective breaking current**

[GB/T 15166.1 的 3.4]

3.1.6

开断能力 **breaking capacity**

[GB/T 15166.1 的 3.6]

3.1.7

弧前时间(熔化时间) **pre-arcing time (melting time)**

[GB/T 15166.1 的 3.11]

3.1.8

燃弧时间 **arcing time**

[GB/T 15166.1 的 3.12]

3.1.9

动作时间(全开断时间) **operating time (total clearing time)**

[GB/T 15166.1 的 3.13]

3.1.10

焦耳积分 **Joule integral**

$I^2 t$

[GB/T 15166.1 的 3.14]

3.1.11

有效时间 **virtual time**

[GB/T 15166.1 的 3.15]

3.1.12

时间-电流特性 **time-current characteristic**

[GB/T 15166.1 的 3.16]

3.1.13

恢复电压 **recovery voltage**

[GB/T 15166.1 的 3.18]

3.1.14

瞬态恢复电压 **transient recovery voltage**

缩写为 TRV

[GB/T 15166.1 的 3.27]

3.1.15

工频恢复电压 **power frequency recovery voltage**

[GB/T 15166.1 的 3.28]

3.1.16

预期瞬态恢复电压(回路的) **prospective transient recovery voltage (of a circuit)**

[GB/T 15166.1 的 3.29]

3.2 熔断器及其组件(见图 1)

3.2.1

熔断器 **fuse**

当电流超过给定值足够时间时,通过熔化一个或几个特殊设计的和比例的组件,开断电流以分开其所接入回路的装置。熔断器一词包括了构成完整装置的所有部件。

3.2.2

端子 **terminal**

[GB/T 15166.1 的 2.13]

3.2.3

熔断器底座 **fuse-base**

[GB/T 15166.1 的 2.20]

3.2.4

熔断器底座触头 **fuse-base contact**

[GB/T 15166.1 的 2.21]

3.2.5

载熔件 **fuse-carrier**

[GB/T 15166.1 的 2.17]

3.2.6

载熔件触头 **fuse-carrier contact**

[GB/T 15166.1 的 2.18]

3.2.7

熔断器支持件 **fuse-holder**

熔断器底座及其熔断器装件的组合。

3.2.8

熔断件 **fuse-link**

[GB/T 15166.1 的 2.15]

3.2.9

熔断件触头 **fuse-link contact**

[GB/T 15166.1 的 2.19]

3.2.10

熔体 **fuse-element**

[GB/T 15166.1 的 2.14]

3.2.11

可更换的熔断件 **renewable fuse-link**

[GB/T 15166.1 的 2.27]

3.2.12

再装单元 **refill unit**

[GB/T 15166.1 的 2.26]

3.3 附加术语

3.3.1

喷射式熔断器 **expulsion fuse**

喷射式熔断器是由电弧产生的气体的喷射效应使电弧熄灭的熔断器。

[GB/T 15166.1 的 2.3]

3.3.2

跌落式熔断器 **drop-out fuse**

[GB/T 15166.1 的 2.6]

3.3.3

同族系列(熔断件的) **homogeneous series (of fuse-links)**

[GB/T 15166.1 的 2.10]

3.3.4

断口距离(熔断器的) **isolating distance (for a fuse)**

[GB/T 15166.1 的 2.22]

3.3.5

熔断件的互换性 **interchangeability of fuse-links**

不同制造厂生产的喷射式熔断件,在尺寸和弧前时间-电流特性方面的兼容性,应使得这些熔断件可以用在其他制造厂的载熔件中,其弧前时间-电流特性无明显变化。

注:应当注意,由选定的熔断件和选定的载熔件构成的组合件的保护性能,只能用在此特定的组合件上进行的性能试验来确定。

3.4

熔断器的分级 **classification of a fuse**

对于一给定的额定参数,按照喷射式熔断器在试验方式 1、方式 2、方式 3 和方式 4 试验时符合下列表中 TRV 要求的能力,他们被定为三个等级(选用导则见附录 A 并参见 10.3.4):

- a) A 级——表 4 和表 9;
- b) B 级——表 5 和表 10;
- c) C 级——表 6、表 7、表 8 和表 10。

注:用于确定 TRV 的参数在图 6 和图 7 中描述。

3.5

熔断件的速率标识及熔化速率 **speed designation and melting speed of fuse-links (for expulsion fuses)**

速率标识说明了对应于两个规定的弧前时间[例如 0.1 s 和 300 s(或 600 s)]时的弧前电流值之比,用字母 K 或 T 表示。

表 4 试验方式 1、方式 2 和方式 3 的瞬态恢复电压标准值
A 级熔断器用两参数表示——在额定电压下试验

额定电压 U_n / kV	TRV(峰值) u_c / kV	时间 t_3 / μ s	时延 t_d / μ s	电压 u' / kV	时间 t' / μ s	上升速度 $(u_c/t_3)/$ $(\text{kV}/\mu\text{s})$
3.6	6.6	85	13	2.2	41	0.08
7.2	13.2	122	18	4.4	59	0.11
12	22.1	164	25	7.4	79	0.13

表 4 (续)

额定电压 U_r / kV	TRV(峰值) u_c / kV	时间 t_3 / μs	时延 t_d / μs	电压 u' / kV	时间 t' / μs	上升速度 $(u_c/t_3)/$ $(\text{kV}/\mu\text{s})$
24	44.1	238	36	14.7	115	0.19
40.5	74.5	291	44	24.8	141	0.26
$u_c = 1.3 \times \sqrt{2} \times U_r$ $u' = 1/3 \times u_c$ $t_d = 0.15 \times t_3$ $t' = (1/3 + 0.15) \times t_3$ 注：其他额定电压的参数用内插法求得。						

表 5 试验方式 1、方式 2 和方式 3 的瞬态恢复电压标准值
B 级熔断器用两参数表示——在额定电压下试验

额定电压 U_r / kV	TRV(峰值) u_c / kV	时间 t_3 / μs	时延 t_d / μs	电压 u' / kV	时间 t' / μs	上升速度 $(u_c/t_3)/$ $(\text{kV}/\mu\text{s})$
3.6	7.1	54	8	2.4	26	0.13
7.2	14.3	86	13	4.8	42	0.17
12	23.8	121	18	7.9	58	0.20
24	47.5	192	29	15.8	93	0.25
40.5	80.2	272	41	26.7	131	0.29
72.5	144	401	20	47.8	154	0.36
126	244	570	29	81.2	219	0.43
$u_c = 1.4 \times \sqrt{2} \times U_r$ $U_r \leq 40.5 \text{ kV}$ $U_r > 40.5 \text{ kV}$ $u' = 1/3 \times u_c$ $t' = (1/3 + 0.15) \times t_3$ $t' = (1/3 + 0.05) \times t_3$ $t_d = 0.15 \times t_3$ $t_d = 0.05 \times t_3$ 注：其他额定电压的参数用内插法求得。						

表 6 试验方式 1 的瞬态恢复电压标准值
C 级熔断器用两参数表示——在额定电压下试验

额定电压 U_r / kV	TRV(峰值) u_c / kV	时间 t_3 / μs	时延 t_d / μs	电压 u' / kV	时间 t' / μs	上升速度 $(u_c/t_3)/$ $(\text{kV}/\mu\text{s})$
3.6	7.1	40	6	2.4	19	0.18
7.2	14.3	49	7	4.8	24	0.29
12	23.8	61	9	7.9	30	0.39
24	47.5	86	13	15.8	42	0.55
40.5	80.2	115	17	26.7	55	0.70
72.5	144	164	8	47.8	63	0.88
126	244	245	12	81.2	94	0.99
$u_c = 1.4 \times \sqrt{2} \times U_r$ $U_r \leq 40.5 \text{ kV}$ $U_r > 40.5 \text{ kV}$ $u' = 1/3 \times u_c$ $t' = (1/3 + 0.15) \times t_3$ $t' = (1/3 + 0.05) \times t_3$ $t_d = 0.15 \times t_3$ $t_d = 0.05 \times t_3$ 注：其他额定电压的参数用内插法求得。						

表 7 试验方式 2 的瞬态恢复电压标准值
C 级熔断器用两参数表示——在额定电压下试验

额定电压 U_r / kV	TRV(峰值) u_c / kV	时间 t_3 / μs	时延 t_d / μs	电压 u' / kV	时间 t' / μs	上升速度 $(u_c/t_3)/$ $(\text{kV}/\mu\text{s})$
3.6	7.6	17	3	2.5	9	0.44
7.2	15.3	21	4	5.1	11	0.71
12	25.5	26	5	8.5	14	0.96
24	50.9	37	7	17	20	1.37
40.5	85.9	49	10	28.6	26	1.75
72.5	154	71	14	51.3	38	2.17
126	261	106	21	87.0	56	2.47
$u_c = 1.5 \times \sqrt{2} \times U_r$ $t_d = 0.20 \times t_3$ $u' = 1/3 \times u_c$ $t' = (1/3 + 0.20) \times t_3$ 注：其他额定电压的参数用内插法求得。						

表 8 试验方式 3 的瞬态恢复电压标准值
C 级熔断器用两参数表示——在额定电压下试验

额定电压 U_r / kV	TRV(峰值) u_c / kV	时间 t_3 / μs	时延 t_d / μs	电压 u' / kV	时间 t' / μs	上升速度 $(u_c/t_3)/$ $(\text{kV}/\mu\text{s})$
3.6	7.6	9	2	2.5	5	0.87
7.2	15.3	11	2	5.1	6	1.44
12	25.5	13	3	8.5	7	1.97
24	50.9	18	4	17.0	10	2.79
40.5	85.9	25	5	28.6	13	3.49
72.5	154	35	7	51.3	19	4.34
126	261	53	11	87.0	28	4.95
$u_c = 1.5 \times \sqrt{2} \times U_r$ $t_d = 0.15 \times t_3$ $u' = 1/3 \times u_c$ $t' = (1/3 + 0.20) \times t_3$ 注：其他额定电压的参数用内插法求得。						

表 9 试验方式 4 的瞬态恢复电压标准值
A 级熔断器用两参数表示——在额定电压下试验

额定电压 U_r / kV	TRV(峰值) u_c / kV	时间 t_3 / μs	时延 t_d / μs	电压 u' / kV	时间 t' / μs	上升速度 $(u_c/t_3)/$ $(\text{kV}/\mu\text{s})$
3.6	6.4	10	2	2.1	5	0.63
7.2	13.7	13	2	4.6	6	1.03

表 9 (续)

额定电压 U_r / kV	TRV(峰值) u_c / kV	时间 t_3 / μs	时延 t_d / μs	电压 u' / kV	时间 t' / μs	上升速度 (u_c/t_3) / $(\text{kV}/\mu\text{s})$
12	25.5	16	2	8.5	8	1.58
24	50.9	26	4	17.0	12	1.97
40.5	91.6	49	7	30.5	23.7	1.87
$u_c = AF \times \sqrt{2} \times U_r$ $t_d = 0.15 \times t_3$ AF = 幅值系数 $u' = 1/3 \times u_c$ $t' = (1/3 + 0.15) \times t_3$ $3.6 \text{ kV} \leq U_r < 7.2 \text{ kV}$ $AF = 1.25$; $7.2 \text{ kV} \leq U_r < 12 \text{ kV}$ $AF = 1.35$ $12 \text{ kV} \leq U_r < 40.5 \text{ kV}$ $AF = 1.50$; $U_r \geq 40.5 \text{ kV}$ $AF = 1.60$ 注: 其他额定电压的参数用内插法求得。						

表 10 试验方式 4 的瞬态恢复电压标准值
B 级和 C 级熔断器用两参数表示——在额定电压下试验

额定电压 U_r / kV	TRV(峰值) u_c / kV	时间 t_3 / μs	时延 t_d / μs	电压 u' / kV	时间 t' / μs	上升速度 (u_c/t_3) / $(\text{kV}/\mu\text{s})$
3.6	7.6	12	2	2.2	6	0.53
7.2	15.0	18	3	5.0	9	0.85
12	27.2	23	3	9.1	11	1.17
24	54.3	34	5	18.1	16	1.61
40.5	91.6	45	7	30.5	22	2.04
72.5	164	61	9	54.7	30	2.68
126	278	81	12	92.8	39	3.42
$u_c = AF \times \sqrt{2} \times U_r$ $t_d = 0.15 \times t_3$ $u' = 1/3 \times u_c$ $t' = (1/3 + 0.15) \times t_3$ $3.6 \text{ kV} \leq U_r < 7.2 \text{ kV}$ $AF = 1.39$; $7.2 \text{ kV} \leq U_r < 12 \text{ kV}$ $AF = 1.47$; $12 \text{ kV} \leq U_r \leq 126 \text{ kV}$ $AF = 1.60$ 。 注: 其他额定电压的参数用内插法求得。						

0.1 s 的预期电流与 300 s 或 600 s 的预期电流之比值称作熔断件的熔化速率。
“K”型:弧前时间-电流特性符合表 11 的快速熔断件,其熔化速率为 6~8,见表 11;
“T”型:弧前时间-电流特性符合表 12 的慢速熔断件,其熔化速率为 10~13,见表 12。

表 11 弧前时间-电流特性的限值“K”型熔断件

	熔化电流/A						
	额定 电流	300 s 或 600 s ^a		10 s		0.1 s	
		最小	最大	最小	最大	最小	最大
优选值	6.3	12.0	14.4	13.5	20.5	72	86
	10	19.5	23.4	22.4	34	128	154
	16	31.0	37.2	37.0	55	215	258
	25	50	60	60	90	350	420
	40	80	96	96	146	565	680
	63	128	153	159	237	918	1 100
	100	200	240	258	388	1 520	1 820
	160	310	372	430	650	2 470	2 970
	200	480	576	760	1 150	3 880	4 650
中间值	8	15	18	18	27	97	116
	12.5	25	30	29.5	44	166	199
	20	39	47	48	71	273	328
	31.5	63	76	77.5	115	447	546
	50	101	121	126	188	719	862
	80	160	192	205	307	1 180	1 420
a 300 s 用于额定电流 100 A 及以下的熔断件;600 s 用于额定电流超过 100 A 的熔断件。							

表 12 弧前时间-电流特性的限值“T”型熔断件

	熔化电流/A						
	额定 电流	300 s 或 600 s ^a		10 s		0.1 s	
		最小	最大	最小	最大	最小	最大
优选值	6.3	12.0	14.4	15.3	23.0	120	144
	10	19.5	23.4	26.5	40.0	224	269
	16	31.0	37.2	44.5	67.0	388	466
	25	50	60	73.5	109	635	762
	40	80	96	120	178	1 040	1 240
	63	128	153	195	291	1 650	1 975
	100	200	240	319	475	2 620	3 150
	160	310	372	520	775	4 000	4 800
	200	480	576	850	1 275	6 250	7 470
中间值	8	15.0	18.0	20.5	31.0	166	199
	12.5	25.0	30.0	34.5	52.0	296	355
	20	39.0	47.0	57.0	85.0	496	595
	31.5	63	76	93	138	812	975
	50	101	121	152	226	1 310	1 570
	80	160	192	248	370	2 080	2 500
a 300 s 用于额定电流 100 A 及以下的熔断件;600 s 用于额定电流超过 100 A 的熔断件。							

4 额定值

4.1 概述

按照 3.4,熔断器的额定值和分级是基于其设计和结构所规定的工作条件。这些额定值如下:

- a) 熔断器(完整的)
 - 1) 额定电压(U_n);
 - 2) 额定电流(I_n);
 - 3) 额定频率;
 - 4) 额定开断能力;
 - 5) 额定绝缘水平;
 - 6) 额定瞬态恢复电压(或等级)。
- b) 熔断器底座
 - 1) 额定电压(U_n);
 - 2) 额定电流(I_n);
 - 3) 额定绝缘水平。
- c) 载熔件
 - 1) 额定电压(U_n);
 - 2) 额定电流(I_n);
 - 3) 额定频率;
 - 4) 额定开断能力;
 - 5) 额定瞬态恢复电压(或等级)。
- d) 熔断件
 - 1) 额定电压(U_n);
 - 2) 额定电流(I_n);
 - 3) 速率标识。

4.2 额定电压

设计熔断器底座、载熔件或熔断件时采用的电压,由它确定试验条件。

额定电压必须从表 13 给出的电压中选取。

注:额定电压等于设备的最高电压。

表 13 额定电压

额定电压/kV	3.6	7.2	12	24	40.5	72.5	126
---------	-----	-----	----	----	------	------	-----

4.3 额定电流

4.3.1 概述

额定电流是设计熔断器、熔断器底座、载熔件或熔断件时采用的电流,由它确定试验条件。

额定电流应当从 R10 优先数系中选取。

注: R10 数系由数 1,1.25,1.6,2,2.5,3.15,4,5,6.3,8 和它们与 10 的乘积组成。

4.3.2 熔断器(完整的)

熔断器的额定电流应当等于其中的熔断件的额定电流。

4.3.3 熔断器底座

熔断器底座规定的额定电流是指,一个新的、干净的熔断器底座,装有设计用于该特定熔断器底座且具有相同额定电流的载熔件和熔断件,并且接到具有某一规定导体截面和长度的电路中,在周围空气

温度不高于 40℃时,能够连续承载而不超过规定温度和温升的最大电流。

熔断器底座的额定电流的优选值(A)是:50,100,200,315,400,630。

4.3.4 载熔件

载熔件规定的额定电流是指,一个新的装有同样额定电流熔断件的载熔件,当它装在制造厂规定的熔断器底座上,且周围空气温度不高于 40℃时,它能连续承载而不超过规定温度和温升的最大电流。

4.3.5 熔断件

熔断件规定的额定电流是指,一个新的熔断件,当它被装在熔断器底座上或装在制造厂规定的载熔件内,在周围空气温度不高于 40℃时,能连续承载而不超过规定温度和温升的最大电流。

对“K”型和“T”型的熔断件,推荐采用下列额定值:

- a) 优先的额定值(A):6.3,10,16,25,40,63,100,160,200;
- b) 中间的额定值(A):8,12.5,31.5,50,80,125;
- c) 6.3 A 以下额定值(A):1,2,3.15,4,5。

4.4 额定频率

额定频率的标准值是 50 Hz。

4.5 额定开断能力

给熔断器和载熔件规定的额定开断能力是指,按本部分试验时所规定的,以 kA 有效值表示的开断电流对称分量的最大值。

开断电流值应从 R10 数系中选取。

注:R10 数系包括 1,1.25,1.6,2,2.5,3.15,4,5,6.3,8 以及它们与 10 的乘积。

4.6 额定绝缘水平(熔断器或熔断器底座的)

与电压耐受能力相关的表征熔断器或熔断器底座绝缘的电压值(工频和冲击)。

一个熔断器或熔断器底座的额定绝缘水平,用对地、极间和加在移去熔断件的底座两端的额定雷电冲击电压和额定工频耐受电压来确定。对于设计具有隔离特性的熔断器或熔断件,断口距离间的额定绝缘水平也应加以规定。额定绝缘水平也可选用比相应于熔断器或熔断器底座额定电压的绝缘水平更高的数值。

额定绝缘水平在 GB/T 11022—1999 中 4.2 给定的数值中选取。

其耐受电压值适用于 GB 311.1—1997 中规定的标准参考大气(温度、压力和湿度)条件。对于特殊使用条件,见 GB/T 11022—1999 的 2.2。

应当确定,熔断器用于户内和/或户外。

5 设计、结构和性能

5.1 使用的标准条件

不管直流分量的大小,熔断器应能正确地开断任何预期电流值,只要:

- 交流分量不大于额定开断能力;
- 预期瞬态恢复电压及其上升速率不高于表 4~表 10 中关于 A 级、B 级或 C 级规定的数值;
- 工频恢复电压不大于表 14 中规定的数值(对特殊条件见 10.3.3 和 10.3.4);
- 对额定频率为 50 Hz 的熔断器,频率在 48 Hz 和 62 Hz 之间;
- 功率因数不低于表 14 和表 15 中规定的数值。

当用在电压低于熔断器额定电压的系统中时,以 kA 表示的开断能力不应低于额定开断能力。

5.2 性能的标准条件

按照 5.1 中指出的使用条件,熔断器的性能应当如下:

表 14 试验参数

参 数	级 别	试验方式									
		1		2		3		4		5	
工频恢复电压	A~C	额定电压 $U_r^{+5\%}_{-0\%}$ ^e									
预期瞬态恢复电压特性	A	表 4		表 4		表 4		表 9		g	
	B	表 5		表 5		表 5		表 10			
	C	表 6		表 7		表 8		表 10			
预期电流 (交流分量的有效值)	A~C	$I_1^{+5\%}_{-0\%}$ ^e		I_2 $0.6I_1 \sim 0.8I_1$		I_3 $0.2I_1 \sim 0.3I_1$		I_4 $400\text{ A} \sim 500\text{ A}$ ^{a,b}		I_5 $2.7I_r \sim 3.3I_r$ ^{a,i}	
功率因数	A	低于 0.15						见表 15		0.6~0.8	
	B	低于 0.10									
	C	低于 0.10									
相对于电压零角度的合闸相角(电度) ⁱ	A~C	第 1 次试验: -5~+15; 第 2 次试验: 85~105; 第 3 次试验: 130~150。				对所有试验 85~105		随机的			
开断电路后工频恢复电压的持续时间 ^k	A~C 跌落式	不小于跌落时间或 0.5 s, 无论哪个较大。									
	A~C 非跌落式	10 min ^h						1 min			
熔断件的额定电流 ^f	A~C	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
试验次数	A~C	3	3	3	3	1	1	2	2	2	2
更换载熔件前的试验次数 ^c	A~C	3	3	3	3	2		4			
载熔件数	A~C	1	1	1	1	1		1			
最多底座数 ^d	A~C	1	1	1	1	1		1			
a 当受试验室试验的限制, 难以获得上述试验电流值时, 可以用相应于动作时间不小于 2 s 的较高电流值进行试验。 b 假如此值小于试验方式 5 的值, 试验方式 4 不需进行。 c 每次试验后, 熔断件和跌落式熔断器的释压帽(如果采用的话)应予以更换。任何通常可在现场更换的排气控制器件, 应按下列规定更换: 试验方式 1 和方式 2: 每次试验后更换; 试验方式 3、方式 4 和方式 5: 每一试验系列后更换。 d 在试验报告中应当注明熔断器底座的总数。 e 当熔断器预定仅用于三相电路中时, 制造厂可以选用其一为 87%U_r 和 100%I_1 的试验方式和另一为 100%U_r 和 87%I_1 的试验方式代替 100%U_r 和 100%I_1 的试验方式。 电压和电流的公差与表 14 中列出的相同。 f “最小”和“最大”表示一同族系列中的最小和最大额定电流。											

表 14 (续)

参 数	级 别	试验方式				
		1	2	3	4	5
g 此试验电路的瞬态恢复电压应当是临界阻尼的。用一数值大约等于工频电抗值 40 倍的电阻同负载电抗并联,通常足以使电路达到临界阻尼。但是,如果这一数值不能产生临界阻尼,则为了获得临界阻尼,可以减小电阻。为了试验的方便,在制造厂同意的情况下,也可采用振荡的 TRV。在下列情况下可以获得临界阻尼: $R = \frac{f_0 \cdot X}{2f_n}$ 式中: f_0——无阻尼时试验回路的固有频率; f_n——工频; X——工频时回路的电抗。 h 如果在开断电路以后随即监测通过熔断器的泄漏电流,则在泄漏电流已小于 1 mA 持续 2 min 后可将恢复电压去掉。 i 列出的试验次序是优选的。 j I_5 的最小值是 15 A。 k 如果受试验站的限制,难以在规定的时间内维持全部的恢复电压,试验电路可以切换到辅助电源(可以提供至少 1 A 电流)维持剩余的规定时间。这样的切换不能使电流中断时间超过 10 s,影响该切换的任何必需的回路开断不应超过 0.5 s。						

- a) 动作期间不应发生闪络。熔断器制造厂在其文件中和包装上应有一个警告:在熔断器动作过程中,存在热气体和热粒子喷射的可能性。
- b) 在熔断器动作后,熔断器的各组件,除了那些每次动作后需要更换的以外,皆应基本上处于动作前的同样状态。对喷射熔断器而言,其载熔件内腔的腐蚀例外。在预定每次动作后要更换的组件换成新的以后,熔断器应能在额定电压下承载它的额定电流。
- 在动作以后,任何机械方面的损伤不应影响到跌落功能(如果适用),同时也不应妨碍取出和更换载熔件。
- 然而,对于熔断器中采用紧固的可更换的熔断件的组件,允许有轻微的损伤,只要这一损伤不妨碍熔体的更换、降低熔断器的开断能力、改变它的动作特性或者增加正常工作条件下的温升。这些通常是通过目测检查熔断器进行验证。
- c) 在动作以后,熔断器接线端子间的耐压性能可以仅用工频恢复电压考核(见第 6 章)。
- d) 在跌落式熔断器动作期间,上触头可能出现小的电弧烧蚀点,这种情况是可以接受的。弧前时间应当处于制造厂提供的时间-电流特性的限值以内。

表 15 试验方式 4 中回路功率因数的数值

熔断器 级别	熔断器的额定电压范围 U_n / kV					
	3.6	7.2	12	24	40.5	72.5 和 126
A	0.6~0.7	0.5~0.6	0.35~0.45	0.35~0.45	0.2~0.3	—
B 和 C	0.6~0.7	0.4~0.5	0.1~0.2	0.1~0.2	0.1~0.2	0.1~0.2

5.3 时间-电流特性

熔断件的时间-电流特性取决于对装在制造厂规定的底座内新的和没有通过电的熔断件施加的电流。

除非另有规定,时间-电流特性应认为是在周围空气温度 20 °C 时适用。

制造厂应当从 6.7 规定的时间-电流特性型式试验中确定的数值作出可供使用的曲线。

- a) 时间-电流特性应以电流作横坐标和以时间作纵坐标表示。
- b) 两坐标轴都应采用对数刻度。对数刻度的基长(一个 10 的尺寸)比率应是 2 : 1,且横坐标的尺寸较长,比例为 1 : 1(5.6 cm)也是认可的。
- c) 当采用比例 2 : 1 时,应画在尺寸为 A3 或 A4 的纸上。
- d) 每个 10 的尺寸应从下列数系中选取:2 cm、4 cm、8 cm、16 cm 和 2.8 cm、5.6 cm、11.2 cm。推荐尽可能采用 2.8 cm 和 5.6 cm 这两个值。

曲线应当标明:

- 弧前时间或动作时间;
- 至少在 0.01 s~300 s 或 600 s(视熔断件额定电流而定)范围内的时间和预期对称电流有效值之间的关系;
- 曲线所适用的熔断件的类型、额定值和速率标识;
- 如果曲线表示的是时间和电流的最小值,则由试验获得的实际点应当处于曲线右侧电流值的 0%~20% 距离之内。如果曲线表示的是时间和电流的平均值,则由试验获得的实际点应当是处于曲线两侧电流值的 10% 范围之内。上述公差的适用范围是 0.01 s~300 s 或 600 s(视熔断器额定电流而定)。

5.3.1 “K”型和“T”型熔断件的弧前时间-电流特性

制造厂提供的最大和最小弧前时间-电流特性应当处于表 11 和表 12 给出的区域之内。

5.4 温度和温升

熔断器底座、载熔件和熔断件应当持续地承载它们的额定电流而不超过表 2 中规定的温度和温升限值。即使熔断件的额定电流等于预定装入此熔断件的载熔件的额定电流时,也不应超过这些限值。

对于在试验期间温度不易测量的熔断件零件,例如熔断器的小灭弧管,应通过目测检查其恶化情况进行判定。

5.5 电磁兼容性

本部分范围内的熔断器对电磁干扰是不敏感的,所以不需要进行抗扰性试验。熔断器产生的电磁干扰对无线电干扰或操作电压的影响都有限。在额定电压低于 126 kV 的熔断器中,前者被认为可以忽略。后者的影响仅限于熔断器动作的瞬间。而且,因为对于非限流式熔断器,在动作期间产生的过电压很小,所以一般认为不需要做发射试验。

5.6 机械要求

5.6.1 熔断器底座和载熔件

当按 6.8.1 试验时,熔断器应能保持在可操作的状态下。

5.6.2 熔断件

5.6.2.1 静态强度

当按照 6.8.2.1 试验时,熔断件应能耐受规定的抗张(拉)强度而在机械和电气特性方面不发生变化。

5.6.2.2 动态强度

当按照 6.8.2.2 试验时,熔断件应能耐受 20 次操作而在机械和电气特性方面不发生变化。

5.7 铭牌

熔断器应当用标识注明。

铭牌应字迹清晰、经久耐用,在熔断件、载熔件和熔断器底座上最少应标明:

在所有情况下,表示额定值的数字后注明表示单位的符号。

- a) 在熔断器底座上:
 - 制造厂名或商标;
 - 产品的型号(如果有的话);
 - 额定绝缘水平;
 - 额定电压(U_r);
 - 额定电流(I_r)。
- b) 在载熔件上:
 - 制造厂名或商标;
 - 额定电压(U_r);
 - 额定电流(I_r);
 - 额定开断能力和 TRV 等级;
 - 额定频率。
- c) 在熔断件上:
 - 制造厂名或商标;
 - 产品的型号(如果有的话);
 - 额定电流(I_r)和速率标识(如有的话);
 - 额定电压(U_r)。

6 型式试验

6.1 进行试验的条件

型式试验是为了统一验证一种特定设计类型的熔断器是否符合规定的特性,并且在正常运行条件或特殊规定条件下满意地动作所进行的试验。型式试验在样品上进行,以验证同一型号所有熔断器的规定特性。

如果结构的改变可能影响到性能,这些试验应当重做。

为了试验的方便,并且事先取得制造厂同意,可将试验规定值特别是公差,修改得使试验条件更加严酷。当公差没有规定时,应当在不比规定值严酷程度低的数值下进行试验。上限值应取得制造厂的同意,不要求进行高于规定额定值数值的型式试验。

如果验收试验的条件比最初型式试验的条件更严酷时,制造厂仅限于额定值。

6.2 型式试验项目和试验报告

6.2.1 型式试验项目

为了完善设计或做了影响性能的修改以后需进行的型式试验如下:

- 绝缘试验;
- 温升试验;
- 开断试验;
- 时间-电流特性试验;
- 无线电干扰试验(额定电压 126 kV 及以上的熔断器的);
- 机械试验(熔断器底座和熔断件的);
- 人工污秽试验(适用时)。

6.2.2 试验报告

所有型式试验的结果都应记载在包含必要的的数据以证明符合本部分要求的试验报告中。

试验报告应注明制造厂名、熔断器底座、载熔件和熔断件的参考型号以及任何规定的、可能影响熔断器性能的详细资料。这些数据应当足以使试验室对熔断器作出明确的鉴别和组装。

试验布置的详细情况,包括金具的位置,也应注明。

如果试验报告不包括给定型号熔断器所有开断试验的 5 个试验方式时,就应在报告的前面清楚地加以说明。

6.3 所有型式试验的共同试验要求

除非另有规定,下列内容是共同的试验要求。

6.3.1 受试熔断器的状况

熔断器应当是新的、干净的并处于良好状况,且应按照制造厂的说明书进行装配和作好记录。

6.3.2 熔断器的安装

受试熔断器应安装在尽可能接近正常使用条件或制造厂说明书规定的条件下,并且处于设计的正常使用位置和装有接地金属件。

连接线的布置应不减少正常电气间隙。

6.4 绝缘试验

6.4.1 试验要求

绝缘试验的要求按 GB/T 11022—1999 中 6.2 的规定进行,并附加下列要求:

a) 安装

对多极布置的熔断器,极间距离应为制造厂规定的最小值。

b) 连接

应当采用把裸导体接到每一接线端子上来实现电气连接。这些导体应当从熔断器接线端子以大致垂直于熔断件的直线引出,并且无支撑的距离至少等于熔断器的断口距离。

6.4.2 冲击和工频试验时试验电压的施加

参考图 2 所示熔断器三极布置时的接线图,4.6 中规定的试验电压应当按表 16 的方式施加:

a) 对地和极间施加额定耐受电压

1) 在接线端子和带有熔断件并装配完好处在闭合位置的载熔件的所有接地金属部件之间,表 16 中的试验状态 1~状态 3 适用。

2) 在每个接线端子和带有已装好的熔断件及处于分开位置的载熔件的所有接地金属部件之间。表 16 中的试验状态 4~状态 9 适用。

b) 在接线端子之间的断口距离上施加额定耐受电压:

——对跌落式熔断器,载熔件应处于跌落位置;

——对其他类型,熔体应从底座上移去。

表 16 中的试验状态 4~状态 9 适用。

注:对于单极和双极熔断器,仅考虑图 2 和表 16 中适用的符号。

6.4.3 试验电压

采用的试验电压应当是 4.6 中选出的并按 GB/T 16927.1 进行过大气条件校正的适当电压。

6.4.4 雷电冲击电压干试

熔断器应经受雷电冲击电压干试。

试验应按 GB/T 16927.1 采用 1.2/50 μ s 正、负极性的标准雷电冲击电压进行。

按照 GB/T 16927.1 中的程序,可以采用下列程序之一:

——程序 B,对每一试验状态和每一极性进行 15 次连续冲击。

——程序 C,对每一试验状态和每一极性进行 3 次连续冲击。

如果击穿放电次数满足 GB/T 16927.1 规定的要求,则认为熔断器成功地通过试验。

表 16 绝缘试验^a

试验状态	熔断器	加压部位(见图 2)	接地部位
1	合	Aa	BCbcF
2	合	Bb	ACacF
3	合	Cc	ABabF
4	分	A	BCabcF [*]
5	分	B	ACabcF [*]
6	分	C	ABabcF [*]
7	分	a	ABCbcF [*]
8	分	b	ABCacF [*]
9	分	c	ABCabF [*]
注 1: (*)当加到分开的熔断器上的试验电压高于对地试验电压时,必须将熔断器底座 F 和接线端子(被加压接线端子对面的接线端子除外)适当地加以绝缘。			
注 2: 如果边极相对于中间极和底座的布置是对称的,则试验状态 3、状态 6 和状态 9 可以省去。如果每极接线端子的布置相当于底座是对称的,则试验状态 7、状态 8 和状态 9 可以省去。			
^a 当对移去熔断件的底座进行试验时,加压的接线端子对面的接线端子是接地的。			

6.4.5 工频电压干试

熔断器应经受 GB/T 16927.1 规定的 1 min 工频电压干试。
如果出现闪络或击穿,则认为熔断器试验失败。

6.4.6 工频电压湿试

户外熔断器应当在 GB/T 16927.1 规定的相同条件下,经受工频电压湿试验。

6.4.7 额定电压 126 kV 及以上熔断器的无线电干扰电压试验

此试验应当按 GB/T 11022 进行。

6.5 温升试验

6.5.1 试验要求

温升试验应按 6.3 的规定在一台单极熔断器上进行,试验电流等于熔断器底座或载熔件的额定电流,同时附加下述要求。
被试的熔断件应为最大额定电流的,即和载熔件相同额定电流的熔断件。

6.5.2 设备的布置

试验应在除了受试品发热所产生的气流以外基本上没有空气流动的封闭室内进行。
熔断器应当装在制造厂规定的方向以内最不利的位置上,并且用如下裸铜导体和试验回路连接。
——每根导体应当是大约 1 m 长,安装在平行于熔断器安装平面内,但它们可在此平面内的任何方向。导体的截面积列于表 17 中。

表 17 用作温升试验的导体截面积

熔断器的额定电流/ A	裸铜导体的截面积/ mm ²
$I_r \leq 25$	20~30
$25 < I_r \leq 63$	40~60
$63 < I_r \leq 200$	120~160
$200 < I_r \leq 400$	250~350
$400 < I_r \leq 630$	500~600
注: 对额定电流小于或等于 200 A 的熔断器,如果在接线端子和接到其上并离开它 1 m 处导体上一点的温差小于或等于 5 K,则允许采用较小的导体。	

不需要提供正常的间距。

试验应在 48 Hz~62 Hz 之间的频率下进行。每次试验进行的时间应足以使温升达到稳定值(实际上,当 1 h 内温升的变化不超过 1 K 时,就认为已达到这一条件)。

6.5.3 温度和温升的测量

必须采取预防措施,以减小由于在熔断器温度和周围空气温度改变之间存在时延而引起的变化和误差。

对已规定限值的不同部件的温度,应当用任何适当类型的热电偶或温度计进行测量。这些测量器件应安放在最热的可接近点处并保证良好的导热性。

用温度计或热电偶测量时,应采用下列预防措施:

- 温度计的球泡或热电偶应当受到保护(干燥、清洁的羊毛等)不受外界影响,但保护的面积与受试电器的散热面积相比应可忽略。
- 应保证在温度计或热电偶和受试部件的表面之间有良好的导热性。
- 当球泡式温度计用于存在变化磁场的场所时,推荐采用优于水银温度计的酒精温度计,因为前者在此条件下较易受到影响。

6.5.4 周围空气温度

周围空气温度是熔断器周围空气的平均温度(对于有外壳的熔断器,它是外壳外面的空气)。这一温度应在试验的最后 1/4 周期内用至少三个温度计、热电偶或其他温度检测装置进行测量,这些测温装置应均匀地分布在熔断器周围、距离它约 1 m 和大约处在它的载流部件的平均高度处。温度计或热电偶应受到保护以防气流作用和不应有的热影响。

为了避免由于温度快速变化引起的指示误差,温度计或热电偶可放进油量约半升的小油罐中。

在试验的最后 1/4 周期内,周围空气温度的变化在 1 h 内应不超过 1 K。如果由于试验室的温度条件不能达到该要求时,则可用一不通电流的相同熔断器置于同样条件下的温度,代替周围空气温度。

在试验期间,周围空气温度应在 10 °C~40 °C 之间,在此范围内的周围空气温度,不需对温升值进行修正。

6.6 开断试验

6.6.1 试验要求

试验要求应按 6.3 的规定并增加下述要求:

6.6.1.1 试验概述

试验应用单相交流电流进行开断试验。

试验应按表 4~表 10 和表 14、表 15 适用的部分进行并应包括下列 5 种试验方式:

试验方式 1:额定开断能力的验证(I_1);

试验方式 2 和方式 3:在下列两个故障电流范围内开断能力的验证(I_2 和 I_3);

试验方式 2:从 $0.6I_1 \sim 0.8I_1$;

试验方式 3:从 $0.2I_1 \sim 0.3I_1$;

试验方式 4 和方式 5:当要求熔断器在较小故障电流下动作时开断能力的验证(I_4 和 I_5);

试验方式 4:从 400 A~500 A;

试验方式 5:从 $2.7I_r \sim 3.3I_r$,且最小值为 15 A(I_r 是熔断件的额定电流)。

如果熔断器规定只用于三相电路,则试验方式 1 可用下列方式代替:

- 在电压为 $87\%U_r$,和电流(I_1)下的试验方式 1;
- 在电压为 U_r ,和电流为 $87\%I_1$ 下的试验方式 1。

注: $87\%U_r$ 表示相电压乘上首开极系数 1.5, $87\%I_1$ 表示一个熔断器开断异相接地故障,或开断三相不接地故障时第二相熔断器开断的电流。

无需对同族系列所有额定电流的熔断件或再装单元进行开断试验。应满足的要求见 6.6.3.1 和应

进行的试验见表 14(适用时)。

6.6.1.2 试验回路的特性

用来控制电流和功率因数的回路元件应当按图 3 所示串联布置。

试验回路的工频,对额定频率为 50 Hz 的熔断器应在 48 Hz~62 Hz 之间。

试验回路的特性在表 4~表 10 和表 14、表 15 中规定。

如果常规的单相试验回路,在按图 3 所示接地时不能获得规定的预期 TRV,则为了获得规定的 TRV,试验室可以将电路在任一必需的点接地。在所有情况下,试验室应当对实际试验电路进行记录,并且必要时对回路中的接地点作出说明。

6.6.1.3 试验样品

在进行熔断器试验时,应采用同一熔断器制造厂的或规定的熔断件、熔体或再装单元。

在进行可更换的熔断器试验时,在动作后仅应更换熔断件、再装单元或其他部件。但是,正如表 14 所规定(当适用时),可以采用新的载熔件和熔断器底座。

当同一载熔件同时用作同族系列的最小和最大额定电流的试验时(例如试验方式 3),试验次序应当是从此系列的最低到最高额定电流。

任何设计同熔断器一起使用的附件都应装到试验样品上。因修改和/或添加某些附件而构成的新的组合器件,应当经受全部型式试验。下面列出一些例子:

- 压力释放帽;
- 可选的排气控制器件;
- 单排气喷射式熔断器使用的电弧缩短杆。

6.6.1.4 设备布置

对试验方式 1 和方式 2,试验接线应如图 4 所示,在距熔断器底座接线端子距离(d)处牢固地进行支撑,以防止因试验导体移动在熔断器底座上产生过度的机械应力。

在动作期间喷射电离气体的熔断器(例如喷射式熔断器)应当这样安装,即在实际工作条件通常存在的处于地电位或线路电位的任何附近的金属器件(例如三相熔断器组的另外两个熔断器),在短路试验时加以模拟。

当熔断器用在外壳中时,要求检验在外壳内熔断器的特有性能和外壳的结构完整性。在这些情况下,可能需要进行三相短路试验。

6.6.2 试验程序

6.6.2.1 试验回路的校正

受试的熔断器或熔断件 B 应当用一与试验回路的阻抗相比其阻抗可以忽略的连接件 A 代替,如图 3 所示。

回路应调节到给出规定的预期电流,这可以通过示波图进行验证。

6.6.2.2 试验方法

将连接件 A 移去并用受试的熔断器或熔断件 B 代替。

在满足表 14 规定条件的瞬间将合闸开关 E 合上。

TRV 参数按表 4~表 10 中相应的规定确定。

熔断器动作后,熔断器两端保持恢复电压的时间应符合表 14 的规定。

6.6.2.3 示波图的说明(见图 5)

对试验方式 1~方式 4,在校正试验回路时[见图 5a)],预期电流应是短路开始后半个周期内测得的电流的交流分量有效值。

对试验方式 5,开断电流应是在开断试验中[见图 5b)]起弧瞬时测得的对称电流有效值。

工频恢复电压的数值用从第二个不受影响的半波波峰到由其前后两半波波峰连成的直线之间的距离确定。

6.6.3 同族系列熔断器的开断试验

6.6.3.1 同族系列熔断件的特性

如果熔断件的特性符合下列条件,就认为它们构成同族系列:

- 1) 额定电压、额定开断能力和额定频率应相同。
- 2) 所有材料也应相同。
- 3) 除了熔体的横截面和个数以外,所有尺寸应相同。
- 4) 支配单个熔体沿长度的任何截面变化的规律应相同。
- 5) 主熔体在厚度、宽度、直径和个数方面的所有改变应当是随额定电流单调变化的¹⁾。

当确定是否构成同族系列时,下述情况可以忽略不计:

- 1) 与熔体并联用以减轻熔体伸长应变的任何拉紧线。
- 2) 用以在熔断器支持件接线端子之间构成电路的导体(例如在某些类型喷射式熔断器中使用的熔断件的弹性尾部)的材料和尺寸。
- 3) 熔断件主熔体的长度(只要长度的变化是单调的)。
- 4) 喷射式熔断件熔体的材料(只要材料的改变是在同一通用种类内,例如锡和锡合金,银和银合金,铜和铜合金)。

对具有内灭弧管的熔断器中的熔断件,当为实施表 14 中试验方式 1、方式 2 和方式 3 而确定同族性时,较小直径的灭弧管的尺寸不予考虑。

6.6.3.2 试验要求

在表 14 和表 15 中,给出了同族设计系列的最小和最大额定电流的试验要求。

6.6.4 开断试验结果的说明

如果按适用的表 4~表 10 和表 14、表 15 进行试验的结果满足 5.2 要求,则应认为,在同族系列内任一额定电流的熔断件都符合本部分的开断要求。

如果一个熔断件没有按 5.2 完成一个或多个试验方式,则该熔断件应从同族系列中剔除。但不一定需要将任何其他额定电流的熔断件也剔除。

在任何试验期间开断的任何失败(对跌落式熔断器而言,跌落或向隔离位置运动的任何失败),都是该额定电流熔断件试验方式 1~方式 5 的失败。

对 TRV 为 A 级的跌落式熔断器,燃弧时间超过 100 ms 被认为是由于外部燃弧而失败。对 TRV 为 B 级和 C 级的熔断器,这一时间可以稍长。

在试验后,如果对熔断器底座接线端子间的绝缘耐受能力有怀疑,可进行工频电压干试,其值按 GB/T 11022—1999 中 4.2 给出的适用值的 80%。

6.7 时间-电流特性试验

6.7.1 试验要求

试验要求应按 6.3 规定并满足下列要求:

6.7.1.1 周围空气温度

时间-电流特性应在 15℃和 30℃之间的任一周围空气温度下进行验证。

在每次试验开始时,熔断器应大致处于周围空气温度。

6.7.1.2 设备布置

试验应在单极熔断器上进行,并且设备布置与 6.5 的温升试验相同。

6.7.2 试验程序

时间-电流特性试验应按下述程序进行:

6.7.2.1 动作时间-电流特性试验

动作时间-电流特性试验应在额定电压下进行,试验回路 with 6.6 的开断试验相同。

1) 单调函数:当变量的方向给定时,在相同方向连续变化的函数。

动作时间-电流特性曲线应表征弧前时间(弧前试验时的电流下)和公差加上最长燃弧时间所确定的最大值。最长燃弧时间应按本条款规定的动作时间-电流特性试验确定。如果燃弧时间是在额定电压下试验获取的,则到达动作时间所采用的方法直接适用。

6.7.2.2 弧前时间-电流特性试验

弧前时间-电流特性试验可在任何方便的电压下进行,试验回路的布置应使得流过熔断器的电流基本上保持恒定。

可以采用从开断试验中获取的时间-电流数据。

6.7.2.3 时间范围

试验应在 0.01 s~300 s 或 600 s 的时间范围内进行。

6.7.2.4 电流的测量

在时间-电流特性试验时通过熔断器的电流应当用电流表、示波器或其他适合的仪器测量。

6.7.2.5 时间的确定

时间的确定可通过任何适当的方法进行。

6.7.2.6 试验电流

为了验证弧前时间-电流特性,应采用制造厂提供的曲线上在时间为 0.1 s、10 s 和 300 s(或 600 s)时的电流最小值。

此电流施加的时间应足以使熔断件熔化,或者就 300 s(或 600 s)电流而言,施加时间足以允许检验试验结果。

6.7.2.7 试验结果

获得的弧前时间应处于制造厂提供的曲线和公差的限值以内。

6.7.2.8 燃弧时间和动作时间的验证

必要时(例如,在说明开断试验结果时),燃弧和全部开断时间都应从开断试验示波图上进行验证。

6.8 机械试验

试验应在 10 °C~40 °C 之间的温度下进行。

6.8.1 熔断器底座和载熔件的机械试验

三个熔断器各应合、分 200 次。应按制造厂正常装拆的规定进行安装和操作熔断器。在操作结束时,熔断器应处于可操作的状态而在绝缘子和机械性能等方面无任何损伤故障(例如:裂缝或金属件松动等)。任何损伤故障情况的出现,都是该三个熔断器此项试验的失败。

载熔件内应装上高额定电流的熔断件或模拟连接件,以使熔断件不承受像熔断器底座和载熔件那样相同的寿命试验。

6.8.2 熔断件的机械试验

6.8.2.1 静态拉力试验

应在一台能施加规定的 60 N 轴向拉力的机械装置上对一个熔断件进行试验。

拉力应当逐渐地、无突然动作地施加。

如果在加上全部负荷并经过最短 30 min 时间以后,没有发现破损(例如连接件断裂、松动、脱落,或者组件明显伸长),则认为熔断件通过了试验。

6.8.2.2 动态试验

熔断件应装在符合制造厂规定的正常使用情况安装完好的熔断器上。

按照制造厂的操作说明熔断器应合、分 20 次。

操作后,通过目测观察来验证熔断器,应无损伤(例如组件的断裂、伸长、连接件的松动或脱落)。

6.9 人工污秽试验

绝缘子的爬电距离符合 GB/T 11022—1999 的 5.14 规定,则无需进行人工污秽试验。

如果爬电距离不满足要求,应当按 GB/T 4585 用额定电压和 GB/T 11022—1999 中 5.14 给出的应用系数进行人工污秽试验。

7 出厂试验

产品出厂试验项目至少包括以下项目：

- a) 外观与尺寸检验；
- b) 工频耐受电压试验；
- c) 接触性能检查；
- d) (对跌落式熔断器)载熔件的跌落试验抽检(用细金属丝代替熔断件在规定的安装角度位置将其剪断,载熔件自由跌落到正常位置。),抽检方案由制造厂规定；
- e) 熔断件静拉力抽检,抽检方案由制造厂规定；
- f) 时间-电流特性抽检,抽检方案由制造厂规定,选取与弧前时间相对应的预期电流进行试验,验证结果必须符合制造厂提供的弧前时间-电流特性曲线。

8 验收试验

如果在用户和制造厂之间达成协议进行验收试验时,则这些试验一般应从出厂试验中选取,此外,可以要求进一步试验或检验,例如:尺寸检验、熔断件电阻的测量等。

9 询问单、标书和订单

制造厂至少应提供下列资料：

- a) 熔断件的时间-电流特性；
- b) 使用说明书,必要时注明熔断器的安装角度；
- c) 产品合格证；
- d) 装箱单。

10 选用导则

10.1 目的

本条的目的是提出选用、操作和维修方面的建议,以帮助获得喷射式及类似熔断器的满意性能。

10.2 概述

回路中的熔断器始终处于良好状态,用以保护同它相连的电路和设备免遭在其额定值限值内的过电流的损害。熔断器性能的好坏,不仅取决于制造的精确性,而且取决于使用的正确性和安装后得到的维护。如果使用和维护不当,则可能使贵重设备遭到严重损坏。例如,过长时间保持在分开位置的跌落式载熔件可能在其内部零件内积有水和污秽,这可能导致它们的动作特性恶化。在这方面,本部分不涉及由于动作的危险性而应避免导致关合故障和开合负载的操作程序。

应该强调,任何时候在处理或维修靠近带电设备或导体的熔断器时,应坚持执行规定的安全规则。

完全从应用的角度来看,某一给定熔断器的额定值(电流、电压、开断能力等)应看作是在使用中不得超过的最大值(见 6.1)。

10.3 选用

10.3.1 安装

熔断器应安装在制造厂规定的位置。对于多极布置的熔断器,当极间距离不为结构所固定时,各极应安装得使间隙不小于制造厂规定的数值。

由于在动作期间噪音很大和喷射炽热气体(这是某些类型熔断器所固有的),所以在选择喷射式熔断器的安装场所时应谨慎从事。

当熔断器用于外壳中时,熔断器的喷弧距离和绝缘距离等因素由用户和制造厂之间协商解决。

10.3.2 熔断件额定电流的选择

选择熔断件的额定电流时,应适当考虑到下列参数：

- a) 电路的正常电流和允许的过载电流(包括持续的谐波);
- b) 和操作变压器、电动机或电容器这类设备有关的电路中的瞬态现象;
- c) 同其他保护装置(如果有的话)的配合;
- d) 熔断器的外壳或其他可能影响熔断件温度的冷却条件的改变。

熔断件的额定电流通常是大于正常工作电流。选择的方法通常由制造厂提供。

如果熔断件的额定电流小于熔断器底座或载熔件的额定电流,则熔断器的实际额定电流是熔断件的额定电流。

额定电流是参照熔断器在自由空气中试验时的温升确定的。

当熔断器用于外壳中时,为了满足本部分中规定的最大温度的要求,可能需要降低额定电流。所以,随着外壳类型的不同,熔断器可能有许多不同的额定电流。对于短弧前时间的熔断器,通常用在预先选定的外壳中时,时间-电流特性受熔断器装在这些外壳中的影响很小。

当熔断器承载的电流超过额定电流且通流时间大于制造厂推荐值时,它可能会恶化从而影响其时间-电流特性。

适用时,更详细的内容,对变压器保护见 GB/T 15166.6,对电容器保护见 GB/T 15166.4。

10.3.3 熔断器底座额定电压的选择

熔断器底座的额定电压应不小于多相或单相系统的最高运行电压。

注1:成功地完成了绝缘耐压试验并不保证熔断器具有隔离断口,熔断器在分开时总是发生对地而不是隔离断口间闪络。

注2:对每一额定电压,允许选用比4.6中给出的绝缘水平更高的绝缘水平。

10.3.4 熔断器等级的选择

A 级

通常这种熔断器适用于保护装在由架空线或电缆构成的配电系统中并且距主变电站很远的小变压器和作为改善功率因数和控制电压的小电容器组。它们也适宜作为这种系统分段点处的保护装置。其用来说明 TRV 条件的 TRV 试验参数具有比 B 级熔断器较低的 u_c 和较长的 t_3 值。

B 级

通常这种熔断器适用于保护主配电站变压器、非常靠近主电站的变压器和并联电容器组以及从这一电站引出的供电线路。TRV 条件比 A 级熔断器使用的条件较严酷,所以,它规定有较严酷的 TRV 试验参数。

C 级

这种熔断器用于基本上没有其他并联负荷接到变压器上(这一情况很少发生)时保护变压器、电容器组以及主配电站中或非常靠近主配电站的供电线路。TRV 条件的严酷性和断路器经受的相似。

10.3.5 额定绝缘水平的选择

见 GB/T 11022—1999 的 4.2。

10.3.6 处置

适用时,熔断器制造厂应提供考虑到环境因素时关于熔断器布置的资料。

用户有责任考虑或者满足涉及到布置的所有严于国家标准的地方规定。

10.4 运行

除非确实已知没有过电流流过未熔化的熔断件,否则,在三相电路的一相或两相的熔断器动作时,建议将三相熔断器的熔断件全部换掉。

10.5 本部分未涉及的特殊要求的资料

有关熔断器使用的特殊条件的分级,列出下面一些要求仅供参考:

- 火花试验;
- 熔断件的机械强度;

- 熔断件电阻的测量；
- 机械操作后分和合跌落式熔断器机械力的验证；
- 在预热以后弧前时间-电流特性的验证；
- 涌流耐受试验。

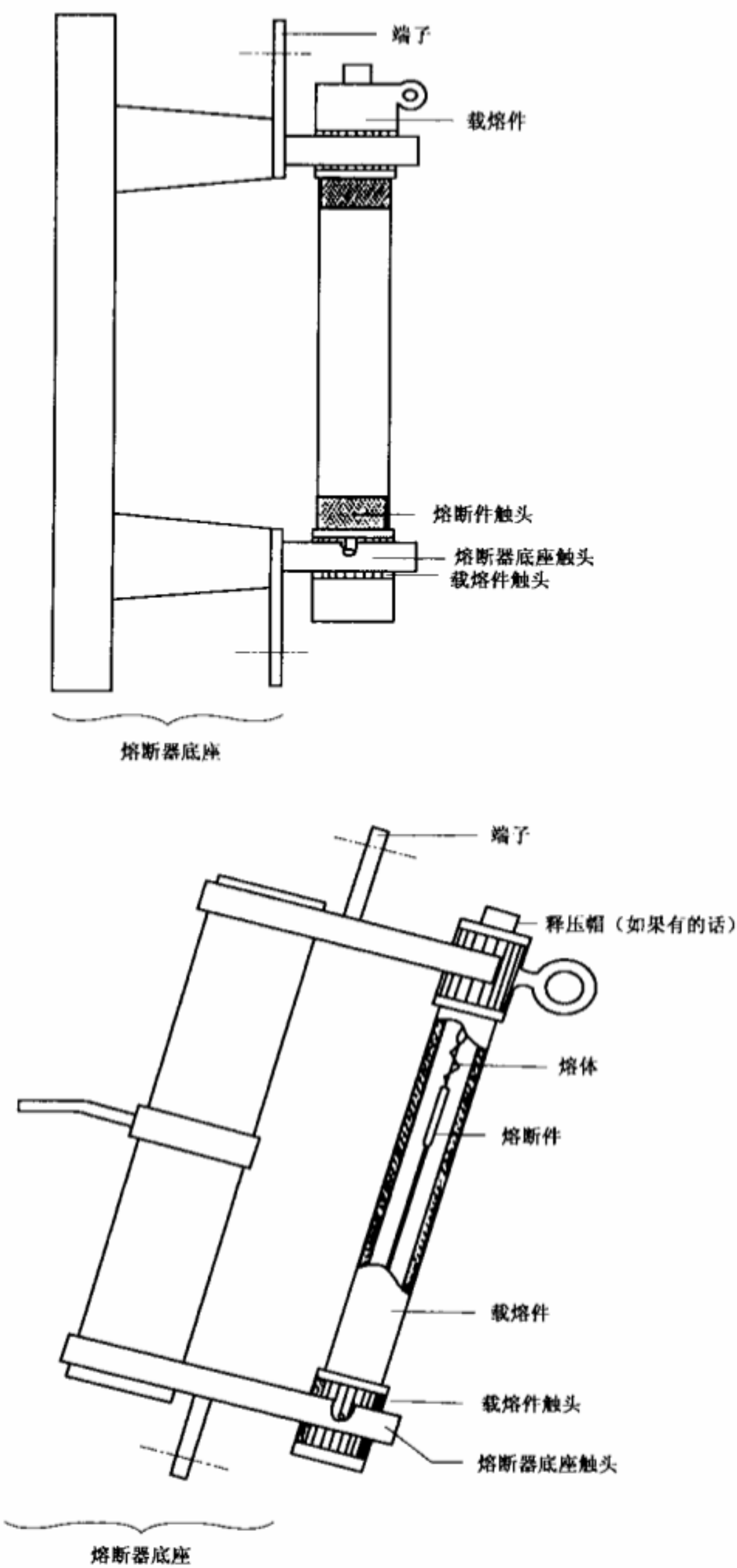


图 1 喷射式熔断器的术语

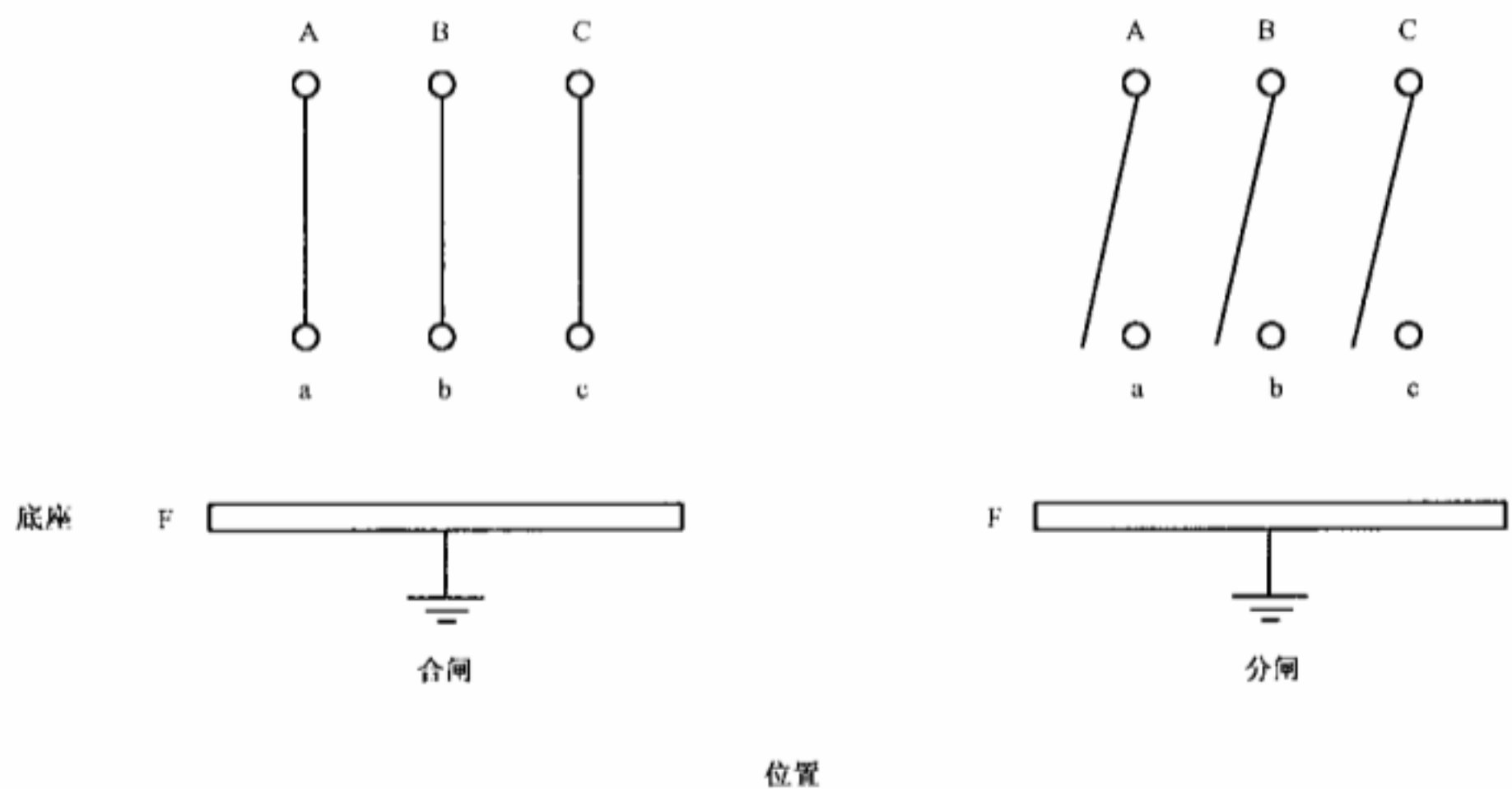
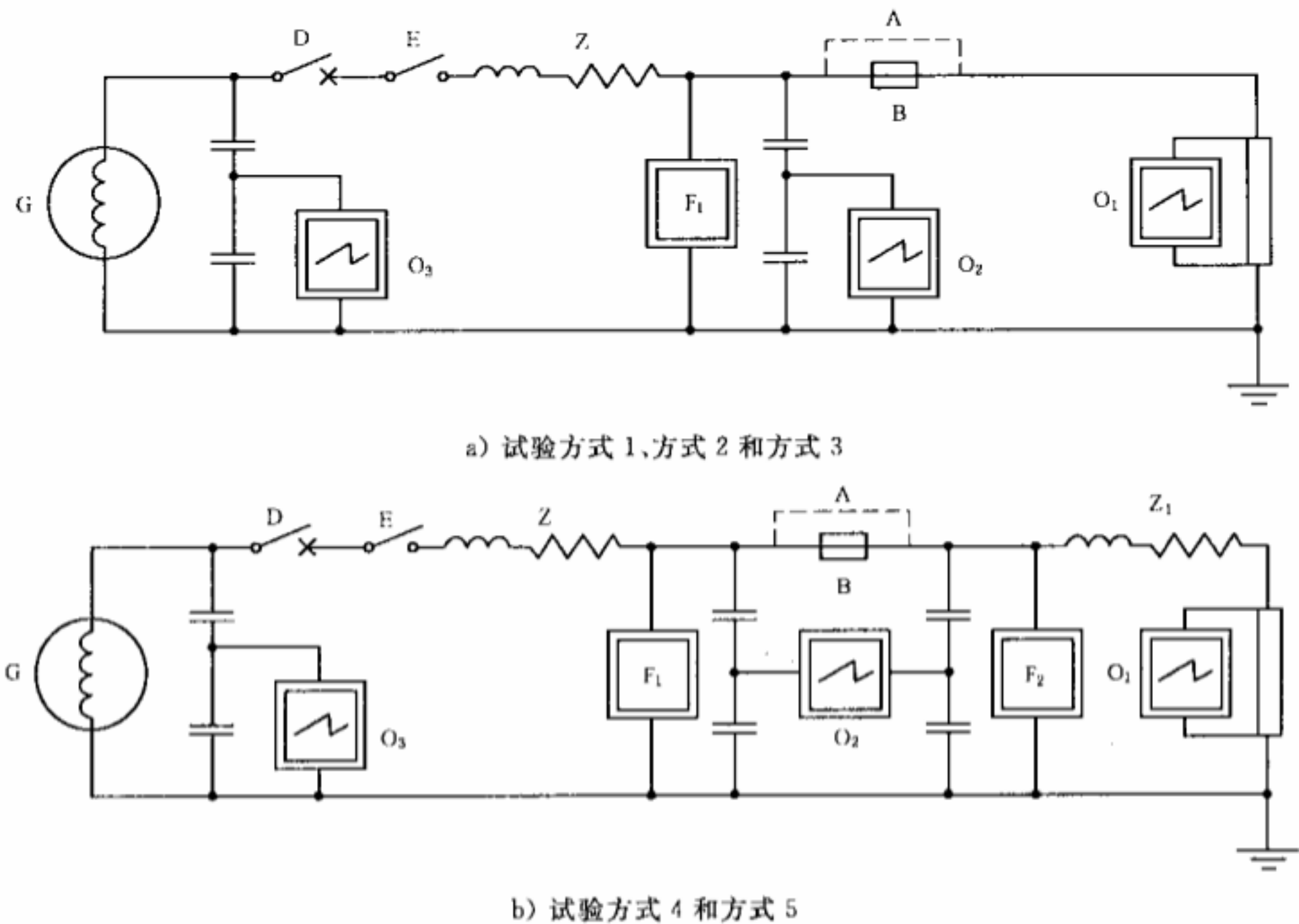


图 2 三极熔断器的连接图



- | | |
|--|--|
| A 用作校正试验的可移开连接件； | G——试验电压； |
| B——受试熔断器； | O ₁ 电流测量； |
| D——保护电源的断路器； | O ₂ ——恢复电压测量； |
| E——合闸开关； | O ₃ ——参考电压测量； |
| F ₁ 电源的瞬态恢复电压控制装置(所有试验方式)； | Z——电源侧的可调阻抗(所有试验方式)； |
| F ₂ ——故障时的瞬态恢复电压控制装置(试验方式 4 和方式 5)； | Z ₁ ——负载侧的可调阻抗(试验方式 4 和方式 5)； |
| | 或二次接线端子短路的变压器。 |

注：对额定电压低于 40.5 kV 的熔断器，电阻和电容当在 F₁ 中接成并联，对任何额定电压的熔断器，电阻和电容当在 F₂ 中接成并联。

图 3 开断试验的典型线路图

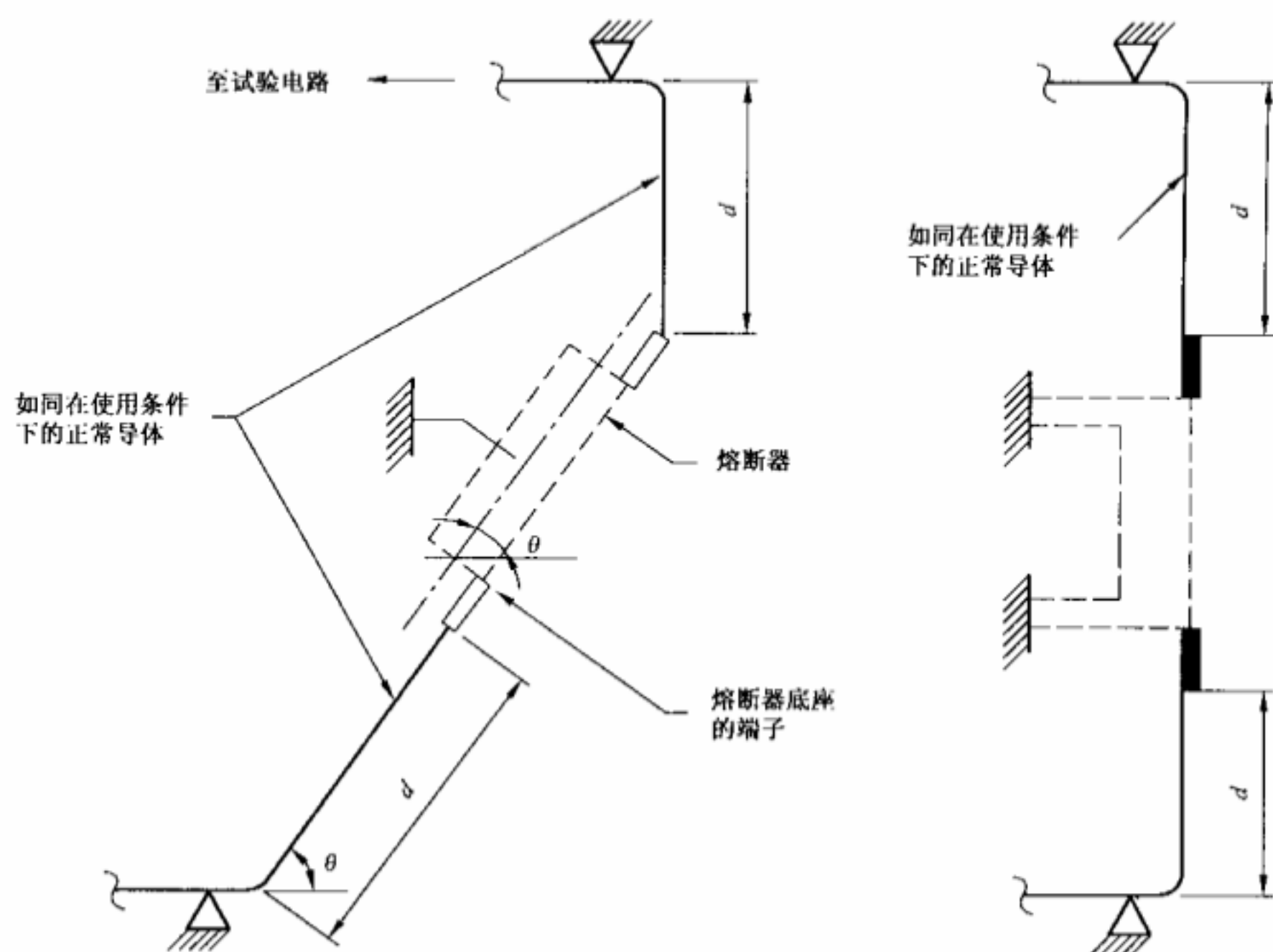
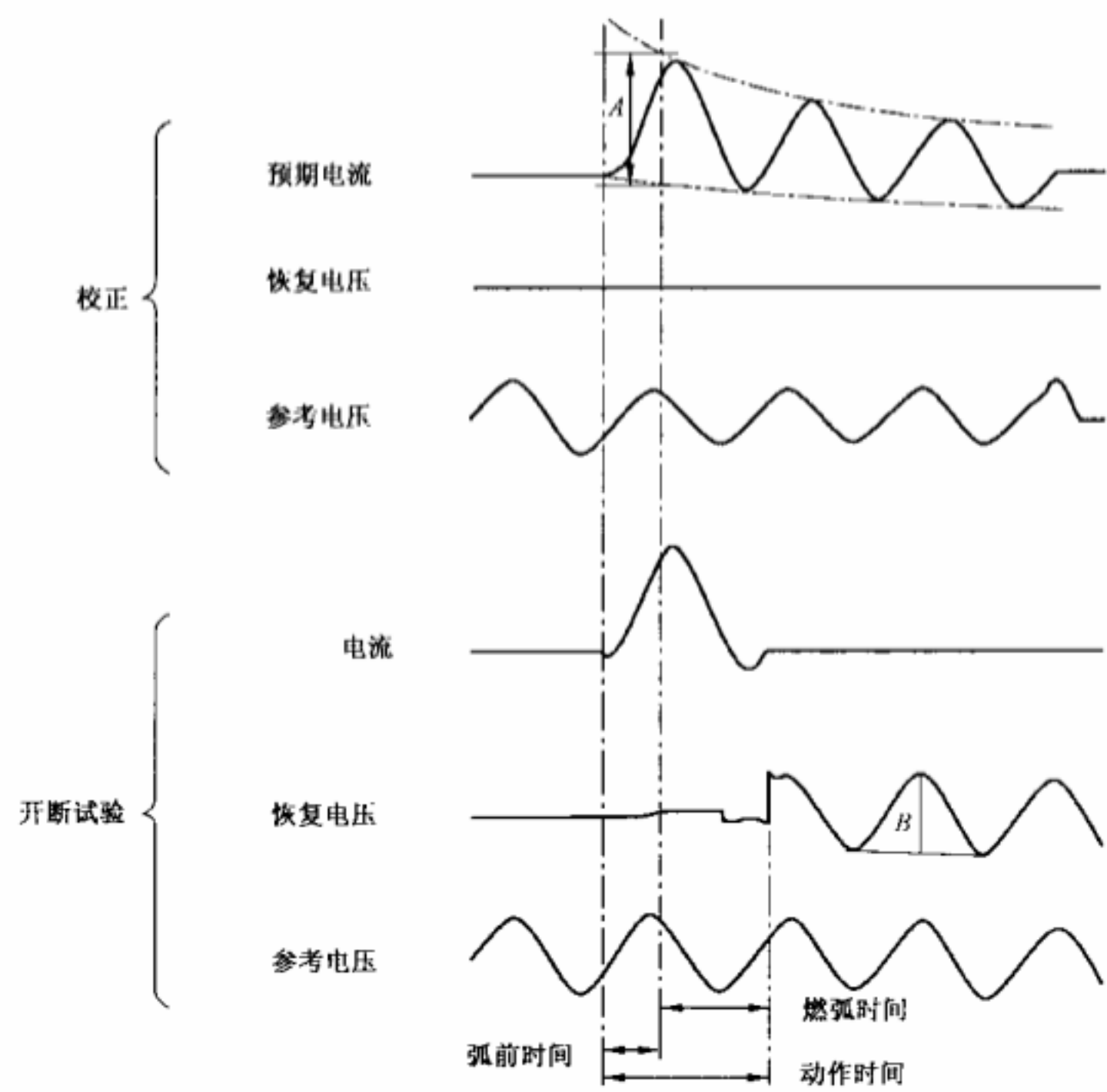
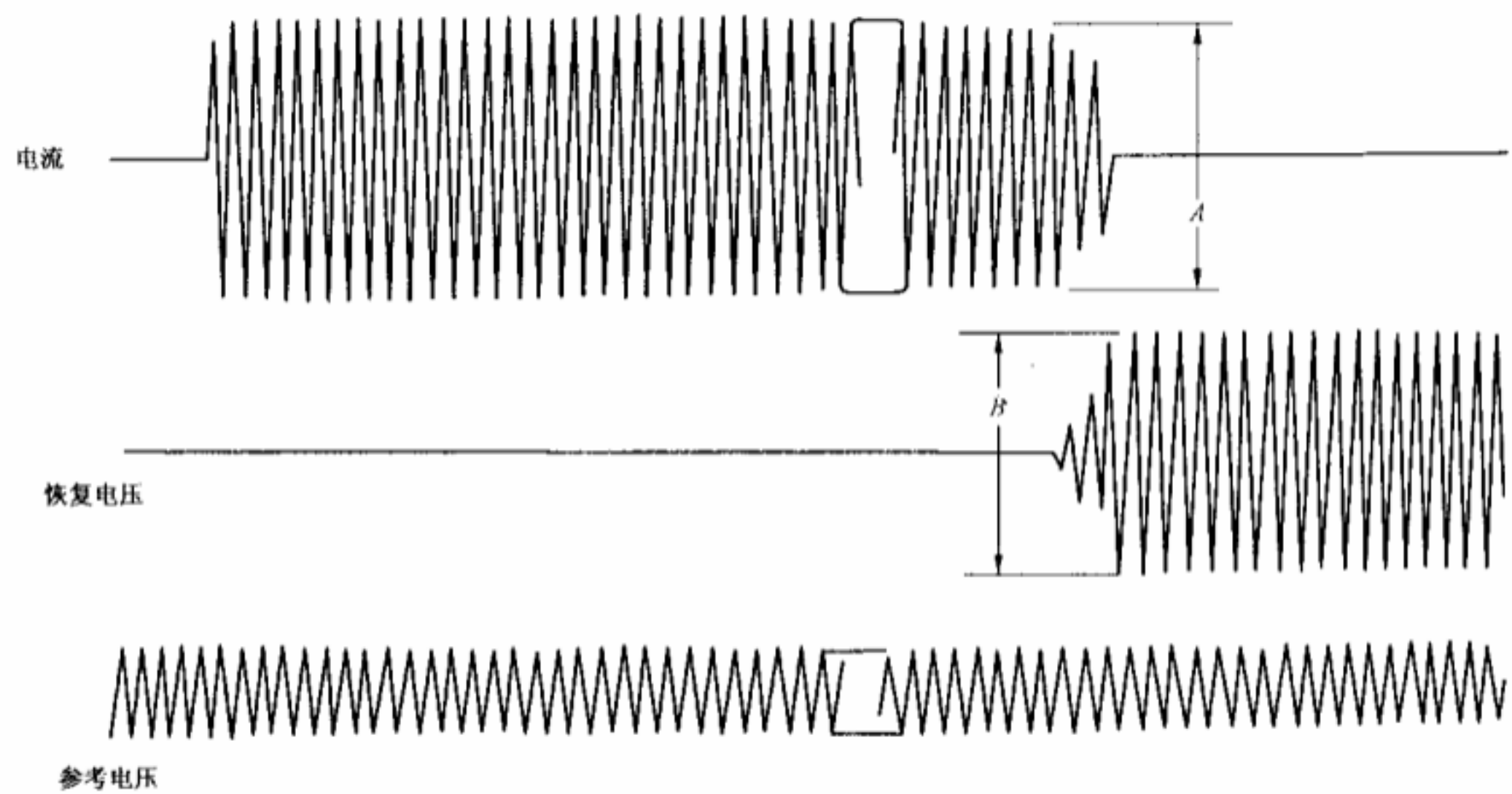


图 4 开断试验时设备的布置



a) 试验方式 1、方式 2、方式 3



b) 试验方式 5

预期开断电流的交流分量有效值 $I = \frac{A}{2\sqrt{2}}$

工频恢复电压 $U = \frac{B}{2\sqrt{2}}$

图 5 开断试验示波图的说明

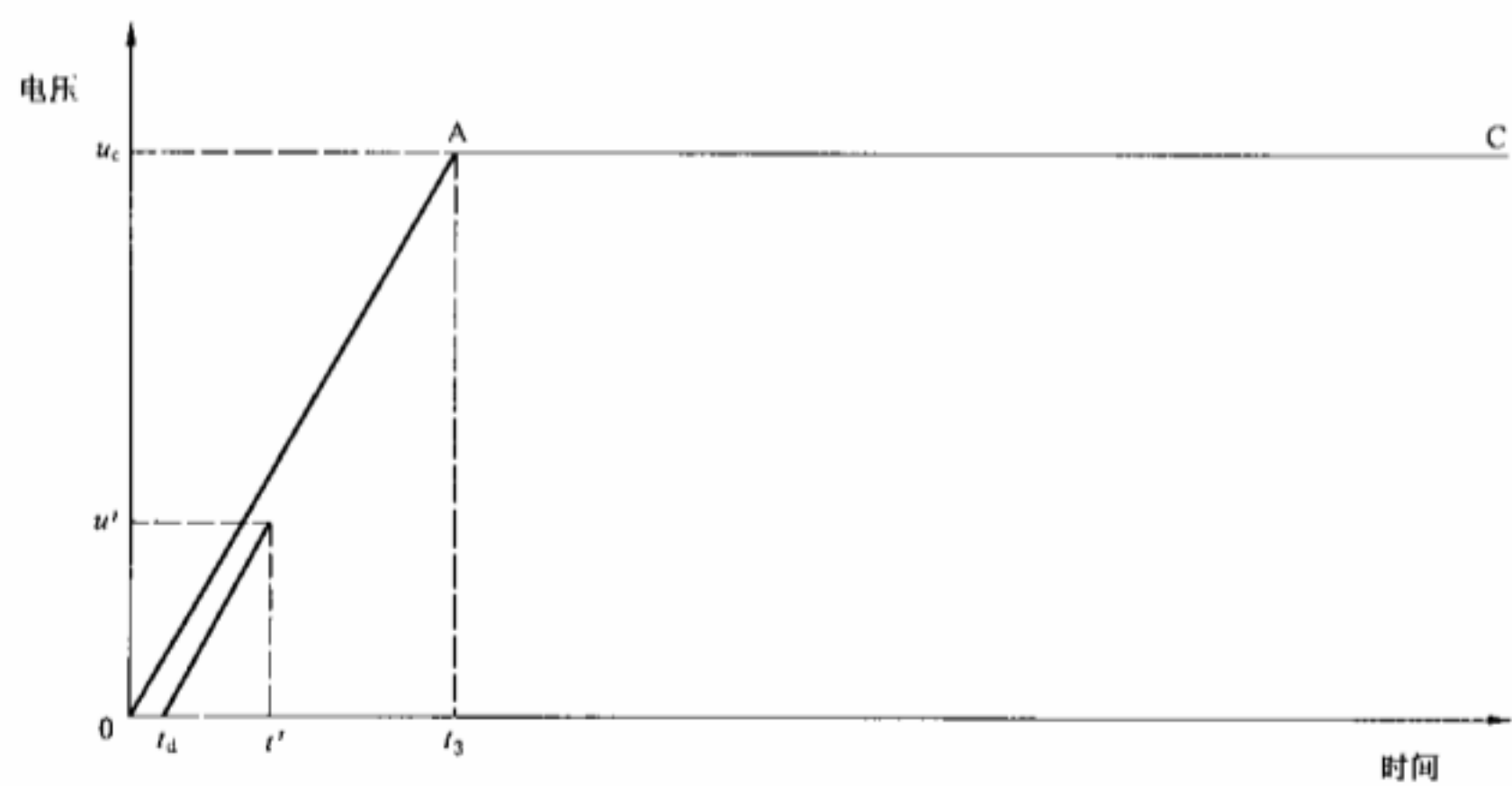


图 6 用两参数参考线和时延线表示的规定 TRV

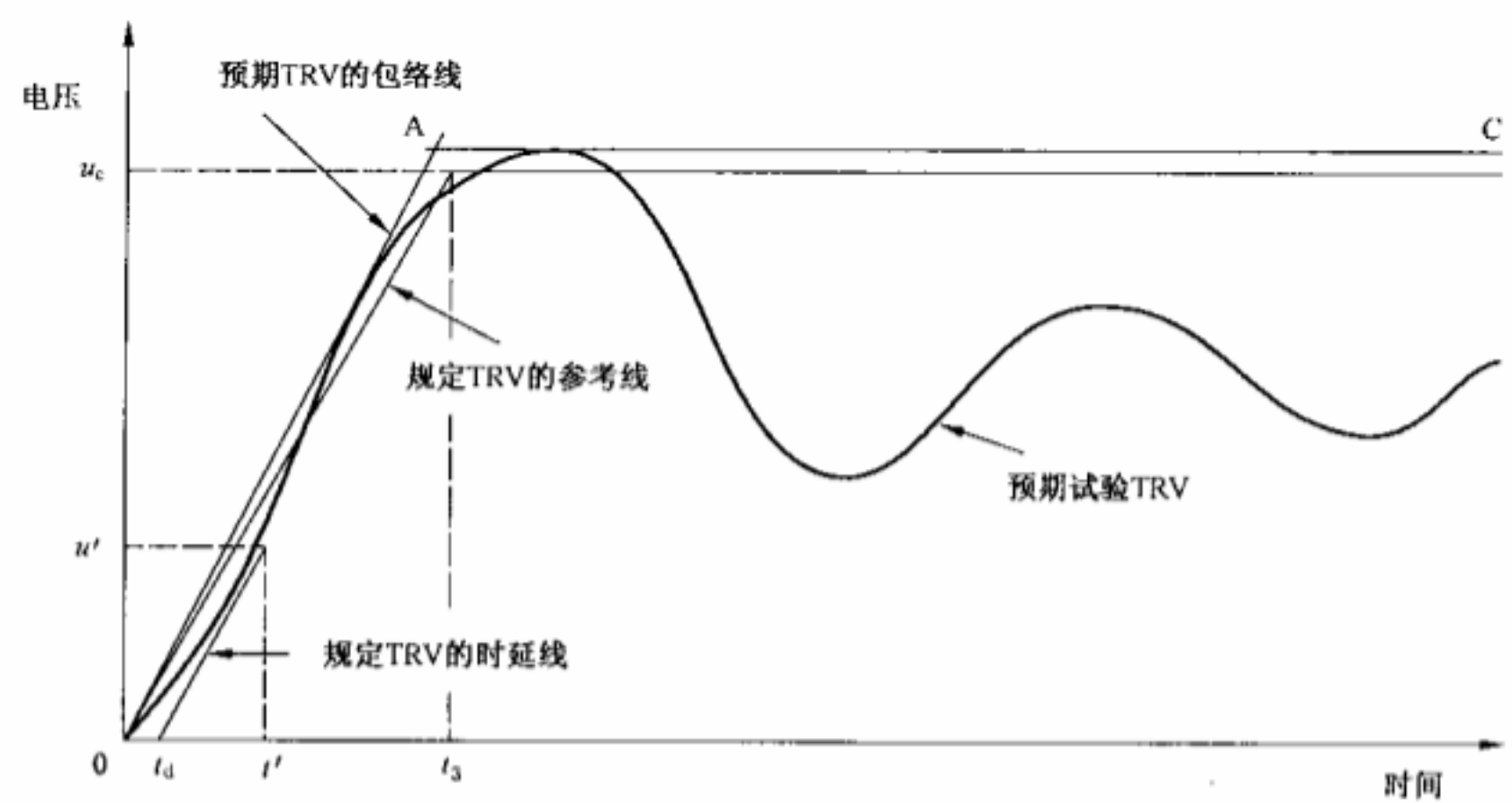


图 7 能满足型式试验期间所遇情况的两参数包络线表示的预期试验 TRV 举例

附录 A

(资料性附录)

开断试验数值选用的理由

A.1 短路试验电流值选用的理由

A.1.1 试验方式 1

在任何喷射式熔断器中,开断电路期间耗散的能量与预期开断电流的数值近似成正比地增加,所以,100%额定开断能力的试验是必需的。

对初始设计仅用于三相系统中的熔断器,和对限流熔断器允许的一样,其试验条件可以减轻。

因此,喷射式熔断器可以允许采用在 87%额定电压和 100%额定预期开断电流下试验以及在 100%额定电压和 87%额定预期开断电流下试验。以这种方式试验的熔断器可以用于单相电路中,只要:

- 单相电路的电压不大于熔断器额定电压的 87%,或者
- 单相电路的预期故障电流不大于熔断器额定开断电流的 87%。

A.1.2 试验方式 2

虽然耗散的能量小于试验方式 1,但因开断电流的数值稍为减少而相应的燃弧时间较长,一般认为可能引起灭弧材料较大的烧蚀。所以,试验方式 2 仍然保留,但允许的试验电流带加宽到 I_1 的 60%~80%。

A.1.3 试验方式 3

保留在 I_1 的 20%~30%之间的数值进行试验是因为怀疑内部气体压力的下降(与试验方式 1 和方式 2 比较)将使灭弧较为困难。

A.1.4 试验方式 4

不管额定电流大小都在电流数值为 400 A~500 A 进行试验,是基于两个理由:

- a) 对于具有内部灭弧管包围着熔体的喷射式熔断器,根据经验,约 500 A 的电流将使内管炸裂而使外管必须产生足够的气体压力去灭弧的最小电流范围。
- b) 500 A 是对柱上变压器二次接线端子短路电流计算得的大致平均值,因此,它是一种特别严重的故障条件。理想地说,试验方式 4 包含的试验电流范围应覆盖所有可能的变压器规格。但是,如果试验要求如此扩大,将使试验程序不必要地复杂。

A.1.5 试验方式 5

为证明在低过载电流条件下能安全地开断,认为在(或者靠近)熔断件最小熔化电流下的试验是必需的。表 14 中列出的 $2.7\sim 3.3I_t$ 数值可以给出 10 s 数量级的熔化时间,在某些情况下,这可能需要采用复杂的两部分试验。因此,当受试验站限制难以进行这一试验时,同意减轻为采用能使熔体在不少于 2 s 内熔化的试验电流(见表 14 的注 1)。

A.2 TRV 数值选择的理由

A 级和 B 级熔断器的 TRV:

实践发现规定的 u_c 和 t_3 数值能很好地和实际电网的参数一致。对试验方式 1、方式 2 和方式 3,当 $U_r > 40.5$ kV 时,规定的 t_d 值($0.15t_3$)是基于并联阻尼 TRV 的网络,当 $U_r \leq 40.5$ kV 时,规定的 t_d 值($0.05t_3$)是基于串联阻尼 TRV 的网络。

C 级熔断器的 TRV:

对试验方式 1、方式 2 和方式 3,规定的 u_c 和 t_3 数值是基于现行开关设备国家标准中给出的数值。这些数值同样地用于断路器(GB 1984)和负荷开关(GB 3804)中。

也曾讨论过较短的 t_3 值,即较高的固有频率。但是,最后决定,在本部分纳入这些数值之前,需要得到更多的有关实际电网数据的资料。

附 录 B
(资料性附录)

具有内灭弧管并且用于配电用熔丝断流器和开式熔丝断流器中的熔断件的典型尺寸

B.1 定义

B.1.1 配电用熔丝断流器 **distribution fuse-cutout**

由一个熔断器底座、一个衬有熄弧材料的载熔件以及有一个弹性尾部和一个小直径熄弧管包围着熔体的熔断件构成的跌落式熔断器。

B.1.2 开式熔丝断流器 **open-link cutout**

不采用载熔件且其熔断器底座直接装有一开式熔断件或隔离刀的喷射式熔断器。

B.1.3 开式熔丝熔断件 **open-link fuse-link**

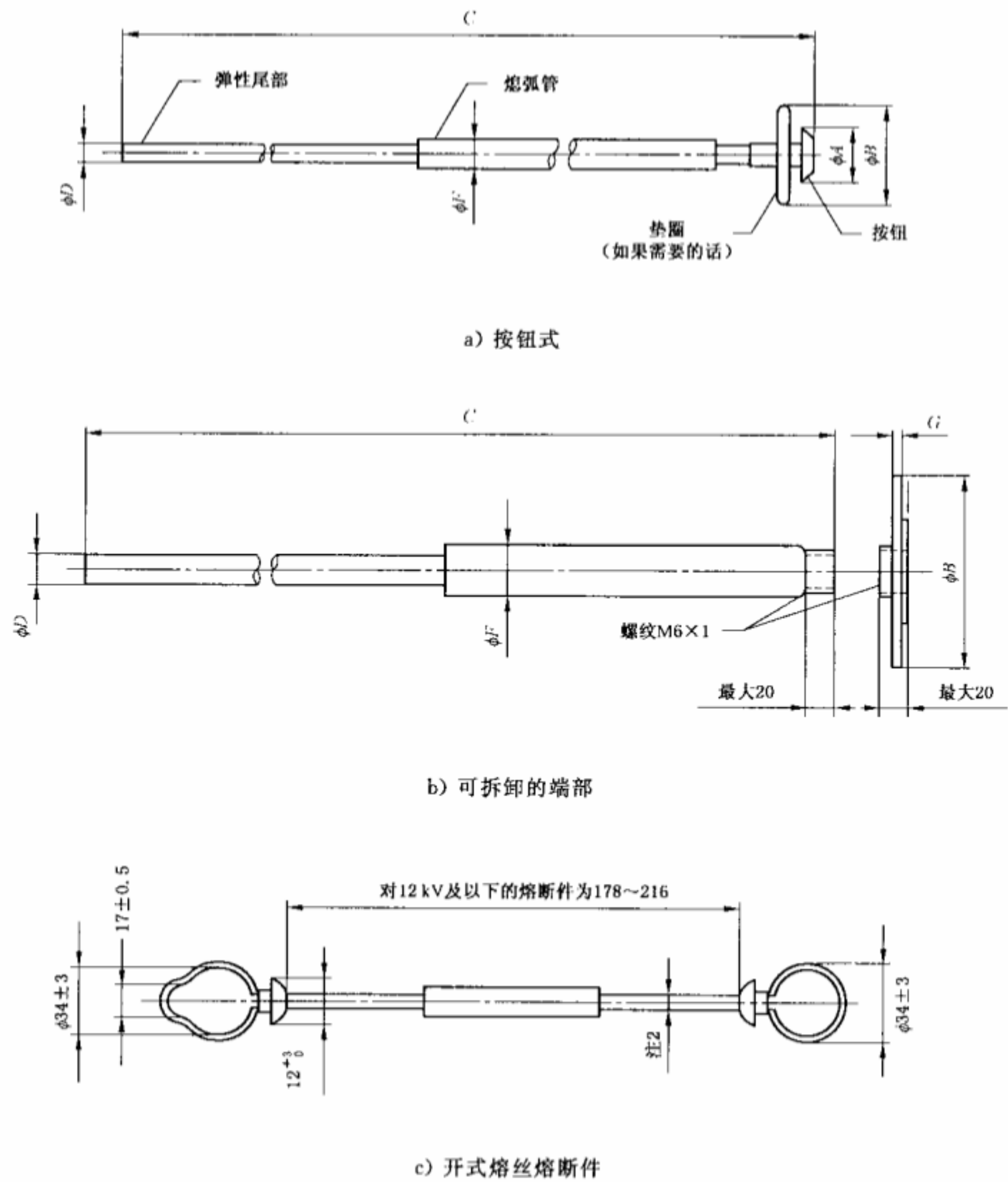
一个可更换的部件或组件,它由熔体和熔管、连同为限制和帮助灭弧的必要零件以及直接将其连接到开式熔丝断流器熔断器底座的熔断器夹子中的零件组成[见图 B.1c)]。

B.2 尺寸

本附录是具有内灭弧管且用于配电用断流和开式熔丝断流器和开式熔丝断流器走向熔断件尺寸标准化的第一步。它仅收集了各现行国家标准列出的某些类型和尺寸并进行了分类,不包括具有其他尺寸的熔断器,因为后者没有正式标准化。

期望本附录给出的资料将使被通报的国家努力对熔断件的标准化作出贡献,并将鼓励他们减少类型数。同时希望完善此附录,以获得世界范围的标准化,使某些类型熔断器中使用的熔断件的尺寸具有互换性。

这些类型熔断器的载熔件的尺寸应当是这样,它将容纳的相应额定值的熔断件具有图 B.1 中给出的尺寸。



额定电流/ A	尺寸/mm				
	A	B	C	D(最大)	F(最大)
1~50	12.5±0.2	19±0.3	注 1	5.0	注 3
63~100	19±0.3	不适用	注 1	8.0	注 3
140~200	25±0.4	不适用	注 1	9.5	注 3

注 1: 12 kV 及其以下开式熔丝熔断件的最小长度是 510 mm。

注 2: 对电流从 1 A~50 A 最大为 4.4 mm,对电流从 63 A~100 A 最大为 6.8 mm。

注 3: 形状和尺寸应使得熔断件可顺利地进入具有下列内径的载熔件:

—— 对额定电流 1 A~50 A 的开式熔丝熔断件为 7.9 mm,对从 63 A~100 A 的为 11.1 mm,对从 140 A~200 A 的为 17.5 mm。

图 B.1 具有内灭弧管且用于配电用熔丝断流器和开式熔丝断流器中的熔断件的典型尺寸

附 录 C
(资料性附录)
熔断器的操作杆

C.1 操作杆

操作杆应当用轻型材料制造。它们的外表应加工得能耐受操作和在正常使用时遇到的一般磨损。操作杆和操作杆段的最大允许长度应当适于使用。可以将几个长杆永久性地或不用工具而能快速地连接的方法获得所需的杆长。永久性的连接应当具有平滑的外形并优先采用。

任何两个准备连在一起使用的短杆,当单独使用又太短时,应当用链条作永久性地连接以防它们被单独使用。链条应整个地隐藏在接头内。

操作杆应有平滑的外表并装一手柄。手柄和杆的粘接应有足够的强度,以耐受在操作杆正常使用期间所受到的扭力和张力负荷。

包括连接件(例如短杆和连接链)的完整的操作杆的质量应不超过 2.8 kg,但不包括操作插口。

C.2 操作插口

操作插口应适合于和操作杆挂连。

C.3 操作杆和操作插口的试验

通常进行绝缘、弯曲、扭转和疲劳型式试验。为确认可继续使用的维护检验,典型的仅需进行绝缘耐受能力试验以及外观检查。
