

中华人民共和国国家标准

交流高压熔断器 限流式熔断器

GB 15166.2—94

Alternating-current high-voltage fuses
Current-limiting fuses

本标准参照采用国际电工委员会(IEC)出版物 282-1《限流熔断器》(1985 年版)、644《用于电动机回路的高压熔断件规程》(1979 年版)和 787《用于变压器回路的高压熔断件的选择使用导则》(1983 年版)。

1 主题内容与适用范围

本标准规定了交流高压限流式熔断器(以下简称熔断器)的术语,额定值,设计与结构,试验方法,检验规则,标志、包装、运输、贮存,使用导则等内容和要求。

本标准适用于额定电压为 3~63 kV,频率 50 Hz 的交流电力系统户内或户外的熔断器。

2 引用标准

GB 191 包装储运图示标志

GB 311.1 高压输变电设备的绝缘配合

GB 763 交流高压电器在长期工作时的发热

GB 772 高压绝缘子瓷件技术条件

GB 4857.7 运输包装件基本试验 正弦振动(定频)试验方法

GB 5273 高压电器、变压器及套管的接线端子

GB 5465.2 电气设备用图形符号

GB11022 高压开关设备通用技术条件

GB/T 15166.1 交流高压熔断器 术语

GB/T 15166.4 交流高压熔断器 通用试验方法

GB 15166.5 交流高压熔断器 并联电容器外保护用熔断器

3 术语

本标准采用的术语按 GB/T 15166.1 的规定。

4 分类

熔断器分类见表 1。

表 1

保护范围	一般、后备、全范围
安装场所	户内、户外
保护对象	T 型 保护变压器用 M 型 保护电动机用 P 型 保护电压互感器用 C 型 保护电容器用 ¹⁾ G 型 保护对象不指定 ²⁾

注：1) 见 GB 15166.5。

2) 除 T、M、P、C 型以外的保护对象。

5 正常使用条件

熔断器正常使用条件按 GB 11022 第 3 章规定。

若使用条件与 GB 11022 有不同，应由用户与制造厂协商，必须指出低温对弧前时间-电流特性有显著影响，如对此有要求时也应与制造厂协商。

6 额定参数

6.1 额定电压

额定电压及最高电压按表 2 选取。

表 2

kV

额定电压	3	6	10	20	35	63
最高电压	3.5	6.9	11.5	23	40.5	72.5

注：表 2 以外的额定电压值由用户与制造厂协商。

6.2 额定绝缘水平

按 GB 11022 规定。但 1 min 工频耐受电压湿试仅用于户外产品的相对地。

注：对 10 kV、35 kV 级的工频耐受电压值的要求超出 GB 11022 时，可按 10 kV 的对地、相间为 42 kV，隔离断口 48 kV；35 kV 的对地、相间 95 kV，隔离断口 110 kV 的要求。

6.3 额定电流

熔断器底座和熔断件额定电流推荐在表 3 数值中选取。

表 3

A

底座额定电流 ¹⁾	熔断件额定电流 ^{1)、2)}
25	1.6, 3.15, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20, 25
63	31.5, 40, 50, 63
125	80, 100, 125
200	160, 200
400	250, 315, 400

注：1) 不适用于 P 型熔断器；

2) 当表中额定电流系列不够选用时,可在 R20 数系中选取。

6.4 额定短路开断电流

额定短路开断电流在下列数值中选取:

6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20, 25, 31.5, 40, 50, 63, 80, 100 kA。

6.5 额定频率

额定频率为 50 Hz。

6.6 预期瞬态恢复电压(TRV)

预期瞬态恢复电压按表 4 规定。

表 4

额定电压 最高电压 kV	试验方式	基本参数		导出参数				备用参数	
		峰值 电压 U_c kV	峰值 时间 t_s μs	时延 t_d μs	时延参 考电压 U' kV	时延 参考 时间 t' μs	上升率 U_c/t_s kV/ μs	振幅 系数 k	固有频率 f_0 kHz
3	1	6	40	6	2.0	19	0.15	1.4	8.4
3.5	2	6.4	120~160	—	—	—	0.053~0.04	1.5	3.1~3.2
6	1	11.8	49	7	3.9	24	0.24	1.4	6.8
6.9	2	12.7	156~208	—	—	—	0.08~0.06	1.5	2.4~7.8
10	1	19.7	58	9	6.6	28	0.34	1.4	5.8
11.5	2	21	180~240	—	—	—	0.12~ 0.088	1.5	2.1~1.6
20	1	39.4	84	13	13	41	0.47	1.4	3.8
23	2	42.3	264~352	—	—	—	0.16~0.12	1.5	1.4~1.1
35	1	69.5	114	17	23.2	55	0.61	1.4	2.9
40.5	2	74.4	345~460	—	—	—	0.22~0.16	1.5	1.1~8.2
63	1	124	165	8	41	64	0.75	1.4	2
72.5	2	133	504~672	—	—	—	0.265~ 0.199	1.5	1.4~1.9

注: 试验方式 2 的 t_d 、 U' 、 t' 不作规定, 因起始部分对熔断器不重要, 但上升段必须在规定 t_s 允差两线之间。

7 设计和结构

7.1 温升

熔断器除熔体以外的零件、材料及介质的最高允许温度及允许温升按 GB 763 第 3.2 条规定。

注: P 型熔断器不规定温升要求。

7.2 特性曲线、特性值

制造厂应提供下列特性曲线和特性值:

- 弧前时间-电流特性曲线;
- 截止电流特性曲线;
- 最大动作 I^2t 值和弧前 I^2t 值。

7.2.1 弧前时间-电流特性曲线以平均值表示, 电流的允许偏差为 $\pm 20\%$, 时间范围为 0.01 s 到 600 s 及以上。当最小开断电流对应的弧前时间小于 600 s 时, 用虚线引伸到 600 s, 大于 600 s 时应按实际时间(1 h 或 1 h 以上)给出, 见图 1。

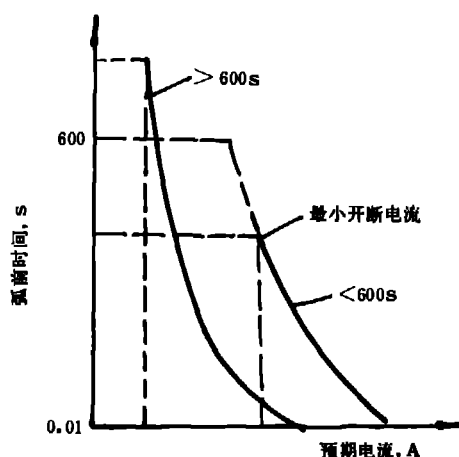


图1 弧前时间-电流特性曲线时间范围要求

7.2.2 弧前时间-电流区域极限和耐受过载特性应满足表5要求。

表5

保护对象	约定不熔化电流	弧前时间-电流区域极限		耐受过载特性
		I_{t10}/I_n	$I_{t0.1}/I_n$	
T型	不规定 ¹⁾	≤ 6	$\geq 7(\frac{I_n}{100})^{0.25}$	在考虑中
M型		当 $I_n \leq 100$ A 时 ≥ 3 当 $I_n > 100$ A 时 ≥ 4	$\leq 20(\frac{I_n}{100})^{0.25}$	见 7.2.3
G型		2)		
P型		在考虑中		在考虑中

注：1) 对约定不熔化电流有要求时由制造厂给出。

2) 当产品的保护对象确定后,如需要有弧前时间-电流区域极限和耐受过载特性要求时,由用户和制造厂协商。

表中： I_n ——熔断件额定电流；

I_{t10} ——熔断件弧前时间为 10 s 时的预期电流(平均值)；

$I_{t0.1}$ ——熔断件弧前时间为 0.1 s 时的预期电流(平均值)。

7.2.3 对 M 型产品在起动频率每小时不超过 6 次、连续起动不超过 2 次的工作条件时,应能耐受电流为 KI_{t10} 、2 000 次和 100 次循环的耐受过载特性。 K 值为小于 1 的系数,与工作条件有关,在 10 s 时确定的 K 值,对 5 s 到 60 s 有效。当不同于此工作条件时,应与制造厂协商。

7.3 开断能力

熔断器应具有以下开断能力：

- 额定最大开断电流 I_1 。
- 接近最大电弧能量的开断电流 I_2 。

c. 最小开断电流 I_3 , 对一般熔断器, 指 1 h 熔化电流, 对后备熔断器, 指最小额定开断电流, 对全范围熔断器, 指熔体熔化电流。

d. 异相接地开断电流 I_4 。

熔断器开断时产生的操作过电压不应超过表 6A 规定。

当熔断件额定电流不大于 3.2 A, 操作过电压持续时间不大于 200 μ s 时 (见图 2), 允许最大操作过电压, 不应超过表 6B 规定。

表 6A

kV

额定电压	最大操作过电压(峰值)
3	12
6	23
10	38
20	75
35	126
63	226

表 6B

kV

额定电压	最大操作过电压(峰值)
3	26
6	36
10	50
20	85

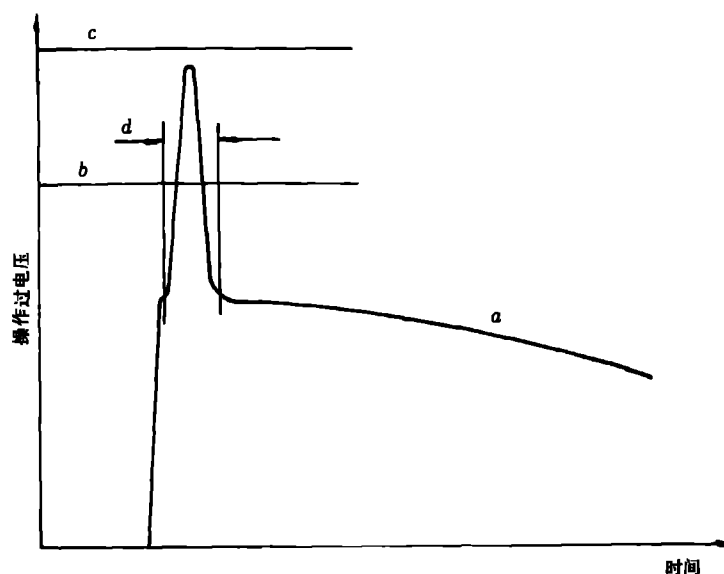


图 2 不大于 3.2A 的额定电流的熔断件允许操作过电压

a—操作过电压曲线, b—操作过电压极限(表 6A),

c—操作过电压极限(表 6B), d—持续时间 200 μ s

7.4 操作装置

熔断器在有电压无电流时,应允许用钩棒、钳及其它类似的特制装置,将熔断件方便地取下和装上(结构允许时)。

7.5 互换性

同一型号的熔断器、熔断件的安装尺寸应一致,并具有互换性。

7.6 指示器和撞击器

熔断件应具有易于观察的、表示熔断的指示装置(P型允许没有)。具有撞击器的熔断件,撞击器应满足表7和图3的规定。

表 7

型式	能量	行 程				最小 承受力	行程的最大 持续时间
		自由行程 <i>OA</i>	工作行程 <i>AB</i>	最小 <i>OB</i>	最大 <i>OC</i>		
	J	mm	mm	mm	mm	N	ms
轻型	0.3 ± 0.25	2	8	10	30	不施加	100
中型	1 ± 0.5	4	16	20	40	20	100
重型	2 ± 1	4	6	10	16	40	100

注:行程的持续时间,对真实试品规定从起弧瞬间到行程*OB*终止的时间间隔,对模型试品规定从施加电压到行程*OB*终止的时间间隔。

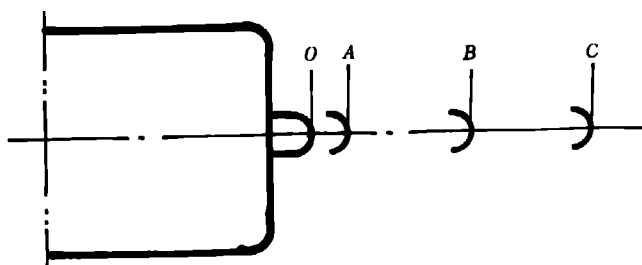


图 3 撞击器行程的不同阶段

OA—自由行程,不规定能量输出;*AB*—工作行程(到达*B*点时必须传递规定的能量);*OB*—最小实际行程;

OC—最大实际行程;*CB*—在承受力的作用下(当适用时)最大允许返回行程

7.7 接地

熔断器的底座上应有供接地用端子,接触面应是防锈金属面并有不小于 M12 紧固件,其附近应标有符合 GB 5465.2 规定的接地符号。

7.8 接线端子

熔断器底座的板状接线端子应符合 GB 5273 的规定。

7.9 结构尺寸

熔断件的结构尺寸推荐按附录 D 选用。

7.10 安装

熔断器允许具有不同安装方式,但均应有防止熔断件松动、保证接触良好的措施。

7.11 绝缘子

熔断器配用的绝缘子应符合 GB 772 的有关规定。

7.12 电晕

P 型熔断器应考虑有防止电晕措施。

8 试验方法

8.1 外形尺寸和外观检查

按产品技术文件和图样规定进行。

8.2 绝缘试验

按 GB/T 15166.4 第 6 条规定进行。

8.3 温升试验

按 GB/T 15166.4 第 7 条规定进行。

8.4 熔断件电阻测量

按 GB/T 15166.4 第 9 条规定进行。

8.5 弧前时间-电流特性试验

按 GB/T 15166.4 第 8 条规定进行,试验点至少应满足表 8 要求和 7.2.1 条规定,且 0.1 s 和 10 s 特性值按表 5 要求,可以使用从开断试验得到的数据。

8.6 M 型耐受过载特性试验

8.6.1 试验回路和试品布置与温升试验相同,按表 5 和 7.2.3 条要求进行。

8.6.2 用电流 KI_{f10} 和电流 $KI_{f10}/6$ 电流允差 $^{+10}_{-0}\%$, 10 s 持续期和间歇期允差 ± 0.5 s。按下列程序进行:

表 8

T 型	M 型	G 型	P 型
约定不熔化电流	约定不熔化电流	约定不熔化电流	不规定
最小开断电流	600 s 熔化电流	2 倍额定电流	
600 s 熔化电流	10 s 熔化电流	10 s 熔化电流	
10 s 熔化电流	0.1 s 熔化电流	0.01 s 熔化电流	
0.1 s 熔化电流	0.01 s 熔化电流		
0.01 s 熔化电流			

试验方式 1:

验证连续起动 2 次工作条件 100 次循环,每一循环为(见图 4):

KI_{f10} 持续 10 s——间歇期 10 s—— KI_{f10} 持续 10 s 转入 $KI_{f10}/6$ 持续 3 560 s——间歇期 10 s——

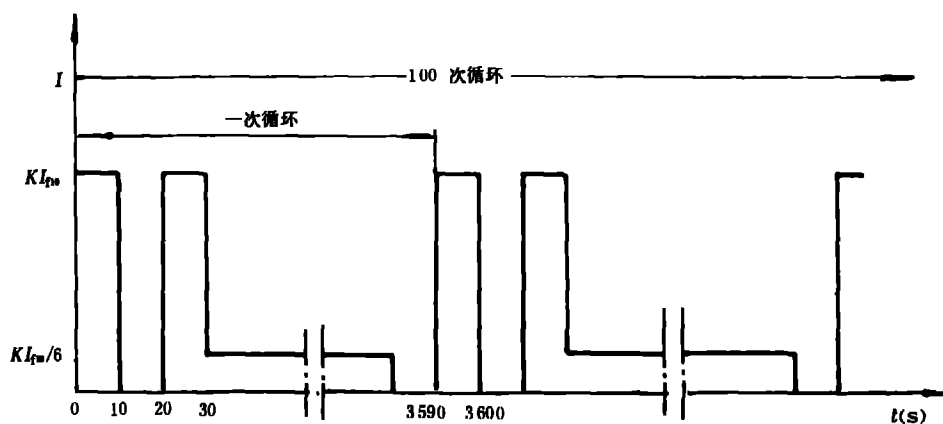


图4 M型试验方式1

试验方式2:

验证1h起动6次工作条件2000次循环,每一次循环为(见图5):

KI_{t0} 持续10s转入 $KI_{t0}/6$ 持续290s——间歇期300s——

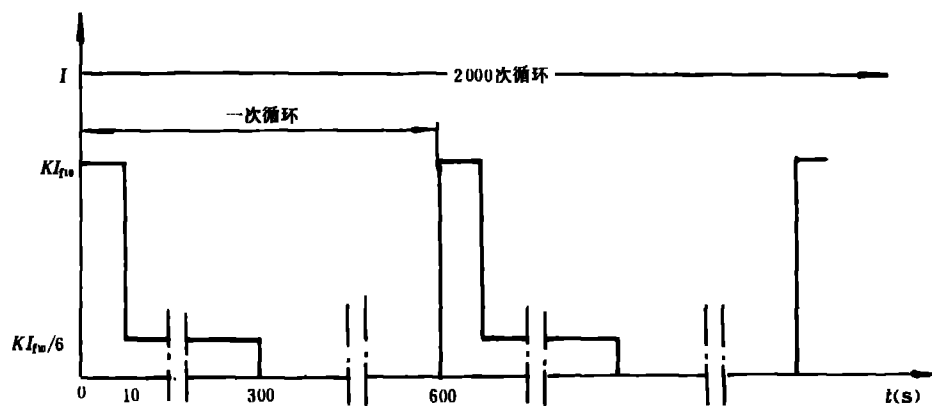
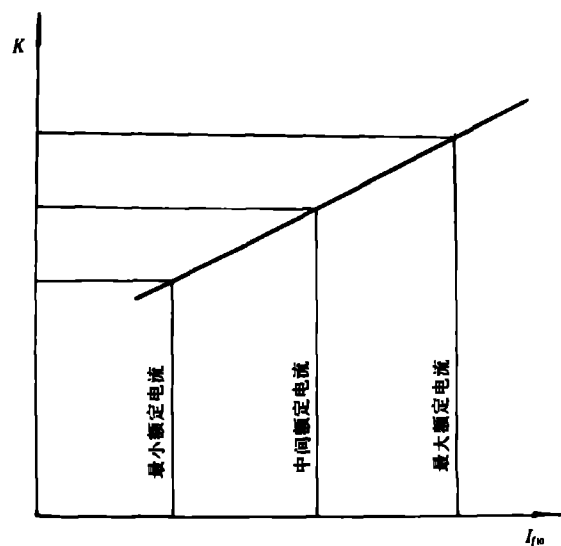


图5 M型试验方式2

8.6.3 试品应取同族系列中最大和最小额定电流的熔断件进行试验,其 K 值可以相同,也可以不同,中间熔断件 K 值按下列原则确定:

- K 值相同,中间额定电流的熔断件认为也适用。
- K 值不同,中间额定电流的熔断件 K 值按图6线性插入法确定。
- 当制造厂给出中间额定电流的熔断件 K 值不同于线性插入法得到的 K 值,则不同 K 值的熔断件均应满足试验要求。

图 6 同族系列中间额定电流熔断件 K 值的确定

8.6.4 按规定程序完成试验后,试品冷却到周围空气温度时所测得试品的电阻值与规定值相比应无明显变化,如有怀疑,对试品通以 KI_{n0} 使其动作,此时弧前时间应在规定的弧前时间-电流特性允差范围内。

8.7 开断试验

8.7.1 试验在单相回路上进行,试品接线按图 7 布置,为防止连接母线的移动,在距熔断器接线端子不小于 0.5 m 处用绝缘件固定,固定后母线可弯置。

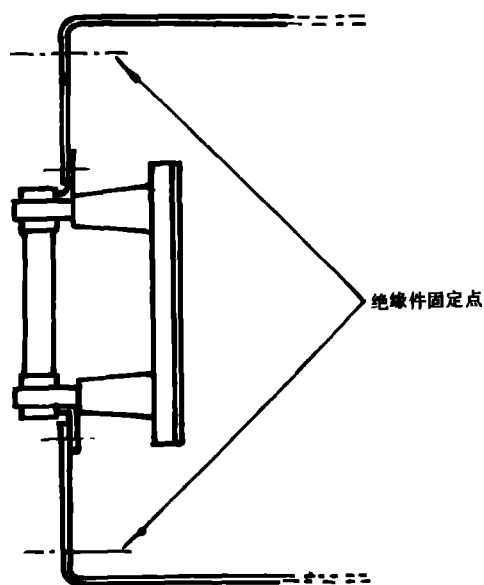
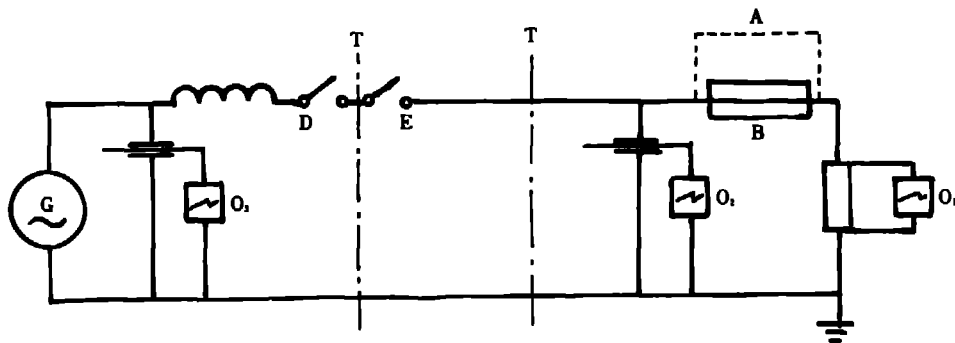
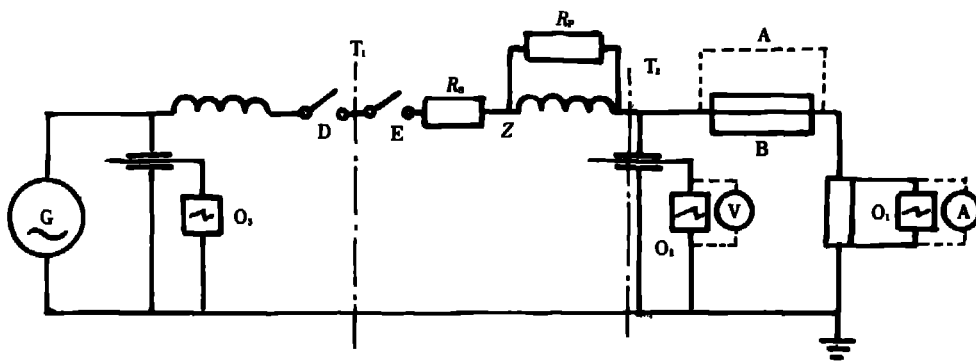


图 7 开断试验的接线布置

8.7.2 试验回路按图 8a、8b。



a 试验方式1、2的典型试验回路



b 试验方式3的典型试验回路

图 8 试验回路

A—金属短路试验用可移去的导体；B—被试熔断器；D—电源保护断路器；E—合闸开关；
 O_1 —电流测量； O_2 —恢复电压测量； O_3 —参考电压测量； T_1 、 T_2 —变压器可能位置；
 Z —可调电抗； R_P —调整并联电阻； R_0 —调整串联电阻

图 8b 中 R_P 为并联电阻，为得到临界阻尼，其值为约 40 倍电抗值，当不能产生临界阻尼时则按式 (1) 求得 R_P 的值：

$$R_P = \frac{1}{2} \cdot \frac{f_0}{f_N} X \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中： f_0 ——回路自然频率；

f_N ——工频；

X ——工频时的回路电抗。

8.7.3 试验回路频率应在 48~52 Hz 范围。

8.7.4 按 7.3 条要求的开断能力应在表 9 规定的试验参数时进行。

表 9

参数	试 验 方 式			
	1	2	3	4
工频恢复电压	$0.87 \times \text{最高电压}^{+5\%}_0$		$\text{最高电压}^{+5\%}_0$	
预期瞬态恢复电压	按 6.6 条		不规定	在考虑中
功率因数	0.07~0.15		0.4~0.6	
预期电流 (交流分量有效值)	$I_1^{+5\%}_0$	I_2	$I_3^{0\%}_{-10\%}$	$0.87I_1$
起弧瞬时电流	不适用	$0.85 \sim 1.06I_2$	不适用	在考虑中
关合相位角	不在电压过零前	电压过零后 $0^\circ \sim 20^\circ$	任意	
电压过零后起弧 瞬间相位角	$40^\circ \sim 65^\circ$ 试验 1 次 $65^\circ \sim 90^\circ$ 试验 2 次	不适用	不适用	
开断后保持电压的时间	$\geq 15 \text{ s}$	$\geq 60 \text{ s}$		
试验次数	3	3	2	

8.7.5 试验方式 2 的预期电流 I_2 可用下列一种方法或其它方法确定。

8.7.5.1 当 I_1 为 150 倍额定电流或以上时用式(2)求出 I_2 ：

$$I_2 = i_1 \sqrt{\frac{i_1}{I_1}} \dots\dots\dots (2)$$

式中： i_1 ——试验方式 1 中熔化瞬间的瞬时电流。

I_1 ——试验方式 1 的预期电流。

8.7.5.2 取相应于时间-电流特性上 0.01 s 弧前时间相应的预期电流值的 3~4 倍为 I_2 。

8.7.6 按试验方式 2 进行试验时,如果同试验方式 1 中某一次或几次的各项要求完全符合,不再重复进行试验方式 1 中这些试验。

8.7.7 当 I_2 高于 I_1 时,应按试验方式 2 的参数进行额定最大开断电流 6 次替代,合闸角从 0° 开始,尽可能等距 30° 分布。

8.7.8 当关合相位角在电压过零后尽可能早关合,仍不能满足试验方式 1 的 $40^\circ \sim 65^\circ$ 起弧要求时,则试验方式 1 的 $65^\circ \sim 90^\circ$ 试验应进行 3 次。

8.7.9 试验方式 3 尽可能按表 9 要求试验(P 型不进行 I_3 试验),当弧前时间较长时,允许用双电源试验方法或两种功率因数试验方法(见附录 A)。

8.7.10 熔断器动作后,按表 9 要求施加工频恢复电压及持续时间,初始 0.5 s 用示波器记录,随后可用电压表监测,当不能保持电压稳定时,允许初始时间以后的电压降低到规定值的 85%。

当熔断器使用于恢复电压小于持续时间 1 s 的场所,允许恢复电压持续时间为 1 s,但必须在试验报告和产品技术文件中明确。

8.7.11 预期瞬态恢复电压应符合 6.6 条表 4 规定。

注：试验方式 1 的 $65^\circ \sim 90^\circ$ 试验可在任何方便的 TRV 回路中进行,若在起弧后 $2 t_3$ 未达到电弧电压峰值,则试验有

效,试验方式 1 可在同一回路上完成,否则应按 6.6 条表 4 规定进行。

8.7.12 熔断件符合下列条件时成为同族系列:

- a. 额定电压、额定开断电流及额定频率应相同;
- b. 所有材料相同(包括填充料及其颗粒度);
- c. 除熔体的截面积及数量外,其余尺寸应相同;
- d. 同一熔断件中所有的主熔体相同;
- e. 熔体沿长度方向的截面积变化规律相同;
- f. 随着额定电流增加,熔体截面尺寸和数量的变化规律必须是单调增加,用减少熔体数来抵消截面积增加或相反做法都是不允许的;
- g. 随着额定电流增大,熔体数增加时,熔体之间距离,熔体与管之间距离必须是单调减少;
- h. 用作熔断器的指示器或撞击器的特殊熔体,除 e、f 以外,对所有熔断件这些熔体应相同。

8.7.13 同族系列熔断件按表 10 要求通过了表 9 规定的开断性能试验,则认为同族系列内任何额定电流熔断件均通过试验。

当 A 或 C 熔断件之一未通过试验时,允许将它剔除,向 B 熔断件方向移动一额定电流规格并进行试验,试验成功,则成为新的同族系列。

当 A 和 C 熔断件均未通过试验,则认为该同族系列未能通过开断能力试验。

表 10

试验方式	试 验 的 熔 断 件		
	A	B	C
1	0		0
2 ¹⁾	0 ²⁾		0
3 ²⁾	0 ³⁾	0 ⁴⁾	0

表中:标有“0”处应试验;

A——同族系列中最小额定电流熔断件;

B——同族系列中在 A 和 C 之间的额定电流熔断件;

C——同族系列中最大额定电流熔断件。

注:1) 预期电流 I_2 根据 A、C 参数按 8.7.5 条规定分别选取。

2) 最小额定电流熔断件,如果有使用熔体来操作撞击器时至少应有二根单独熔体各司其职。

3) 仅在单根主熔体截面积小于熔断件 C 的单根主熔体截面积时进行此项试验。

4) 同族系列中任一熔断件的 I_2/S 值(S 为单根主熔体的截面积)小于熔断件 C 时选择最小 I_2/S 值作为熔断件 A 或 B 进行此项试验。

8.7.14 根据示波图确定预期电流,恢复电压的方法见附录 B。

8.7.15 熔断器在开断试验过程中应满足下列要求:

8.7.15.1 有填料的熔断器不应喷出火焰或粉末,从撞击器或指示器中喷出微量火焰或粉末允许的,但不能导致击穿或喷溅到对地绝缘件上,如怀疑对地绝缘性能有损害,可用 1 min 工频耐受电压校验。

8.7.15.2 熔断器动作后,除了可更换熔断件外,不应有影响正常工作的损坏。

8.7.15.3 装有指示器或撞击器的熔断件,应指示正确,动作可靠。

8.7.15.4 开断时操作过电压不应超过 7.3 条表 6A 或表 6B 规定。

8.7.15.5 截止电流值(如有)不应超出制造厂给出的截止特性。

8.8 指示器试验

在开断试验中指示器动作若符合 7.6 条和 8.7.15.3 条要求,可不单独进行试验。

8.9 撞击器试验

撞击器试验分为动作试验和能量试验两部分。

8.9.1 当同系列或不同电压等级的熔断件使用同一种撞击器时,撞击器的结构和元件应相同,只是某些元件(如电阻丝长度)与电压等级相适应。应选取同系列或电压范围内额定电流最大和/或给定撞击器功耗范围的熔断件作为试品。

8.9.2 熔断件安装在低压回路中,通以不小于弧前时间为 20 min 时所对应的预期电流,并使主熔件熔化,而保持撞击器不动作,随后按下列二种试验方式进行动作试验,使撞击器动作,并按 7.6 条表 7 要求测量行程和持续时间。

方式 a: 试验电流 ≤ 10 A

试验电压不规定

试验次数 3 次

方式 b: 试验电流不规定

试验电压 $\leq 0.075 U_m$ (U_m 为熔断件最高电压)

试验次数 3 次

功率因数任意,当试验方式合并进行时(如有可能)只试验 3 次。

8.9.3 撞击器的能量试验按不同贮能方式进行,对弹簧贮能和爆炸物贮能撞击器分别按下列方式进行:

a. 弹簧贮能撞击器能量试验

在动作试验后测定行程 AB 的 F_A 、 F_B 力(见图 3),并按式(3)计算:

$$\text{能量}(J) = \frac{(F_A + F_B) \times AB}{2000} \dots\dots\dots (3)$$

式中: F_A 、 F_B 的单位为 N, AB 的单位为 mm。

b. 爆炸物贮能撞击器的能量试验

在动作试验方式 a 时用钟摆法测量能量。

撞击器必须对准钟摆重锤平面中心,且与重锤重直。

8.10 骤冷试验(仅对户外产品)

试验回路和试品安装与温升试验相同,试品为同一系列中最大额定电流熔断件,通以额定电流 1 h 后人工淋雨 1 min,降雨量约为 3~10 mm/min,方向与垂直线约成 45°,水温不高于室温,淋雨中试验电流不中断,试验后试品不应有任何可见外部损伤。

8.11 防水试验(仅对户外产品)

试品为同系列中典型的三只熔断件,放入容积为试品体积 10 倍的容器中,注入温度为 70~80℃ 的水(室温为 15~30℃),历时 5 ± 0.5 min,在开始形成的气泡消失后,不应有气泡从试品表面逸出。

8.12 电晕试验

在考虑中。

9 检验规则

产品检验分型式试验和出厂检验两种。

9.1 型式试验

型式试验是验证产品是否符合本标准的试验。进行型式试验的试品应与产品技术条件和图样相符。

9.1.1 在下列情况下熔断器应进行型式试验:

- a. 新产品应进行全部型式试验;
- b. 转厂试制的产品应进行全部型式试验;
- c. 当产品在设计、工艺或使用的材料作重大改变而影响性能时,应作相应项目的型式试验项目;

d. 经常生产的产品,每隔 8~10 年应进行一次型式试验;其中开断试验允许抽取同系列中最大额定电流熔断件进行试验方式 1 的试验。

9.1.2 型式试验项目如下:

- a. 外形尺寸和外观检查;
- b. 绝缘试验;
- c. 熔断件电阻测量;
- d. 温升试验;
- e. 弧前时间-电流特性试验;
- f. 耐受过载特性试验(有此性能的产品);
- g. 开断能力试验;
- h. 撞击器试验(有此装置的产品);
- i. 骤冷试验(户外产品适用);
- j. 防水试验(户外产品适用);
- k. 电晕试验(仅对 35 kV 型熔断器)。

9.2 出厂检验

每台产品必须经出厂检验合格后方能出厂,并附有证明产品合格的文件。出厂检验项目如下:

- a. 外形尺寸和外观检查;
- b. 熔断件电阻测量;
- c. 1 min 工频耐压干试验;
- d. 弧前时间-电流特性抽查试验,抽样方案由制造厂规定;
- e. 撞击器抽查试验(如有),抽查方案由制造厂规定。

10 标志、包装、运输和贮存

10.1 出厂的每台熔断器应有铭牌。

10.1.1 熔断器底座铭牌应标明如下内容:

- a. 制造厂名称或商标;
- b. 熔断器型号、名称;
- c. 额定电压(kV);
- d. 额定电流(A);
- e. 出厂编号;
- f. 制造年月。

10.1.2 熔断件铭牌应标明:

- a. 制造厂名称或商标;
- b. 熔断器型号;
- c. 额定电压(kV);
- d. 额定电流(A);
- e. 额定开断电流(kA);
- f. 最小开断电流(如有)(kA);
- g. 出厂日期。

10.2 熔断器应有包装规范。其包装应能保证产品在运输过程中不致遭到损坏、变形、受潮和腐蚀并适合运输和装卸要求。当用户需要时,对 P 型熔断器按 GB 4857.7 中公路 1 000 km、铁路 3 000 km 运输条件进行振动试验,考核运输过程中熔体是否会损坏。

10.3 包装箱外壁应有下列项目与标志符号:

- a. 产品型号和名称;
- b. 制造厂名称;
- c. 产品数量和重量;
- d. “向上”、“小心轻放”、“怕湿”等标志,并符合 GB 191 标准要求。

10.4 随同产品提供的技术文件有:

- a. 装箱单;
- b. 产品合格证;
- c. 产品安装使用说明书。

10.5 产品应放置在空气流通和相对湿度不高于 85%没有雨水侵入的仓库中。

11 使用导则

见附录 C。

附录 A

用于试验方式 3 的试验方法

(补充件)

A1 双电源试验方法

试品在大部分试验时间内接到低压试验回路中,接近熔体熔化时转换到高压试验回路,下列两种方法可选用。

A1.1 方法 1

- a. 低压试验回路的电压是任意的,电源足以能产生试品所需的稳定电流。
- b. 高压试验回路能预先调节好试验参数符合 8.7.4 条表 9 试验方式 3 的要求。
- c. 从低压电源转换到高压电源的无电流间隙时间不大于 0.2 s,转换后起弧瞬间的时间应足够长,从示波图上检验电流波形应尽可能对称且无明显的衰减。
- d. 如果要求 1 h 试验,允许在 1 h 后至转换到高压回路前增加低压电流,但增加量应不超过 1.15 倍高压电流值(见图 A1)。

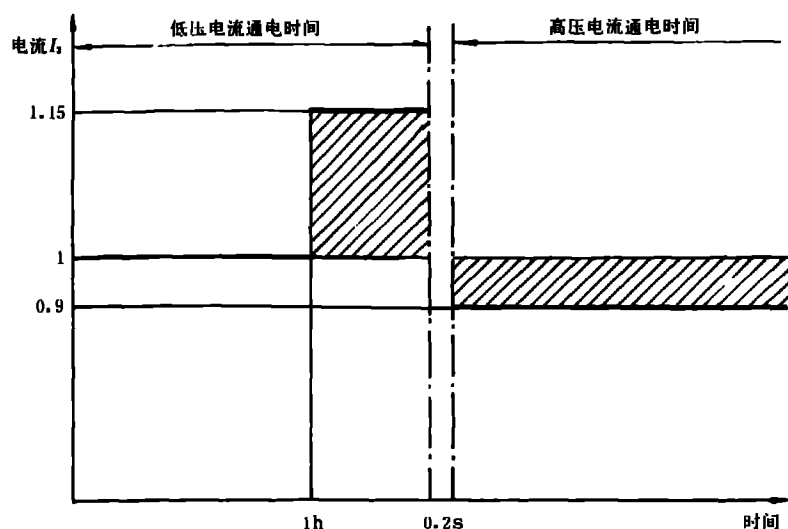


图 A1 双电源试验方法中允许的电流偏差

A1.2 方法 2

- a. 低压和高压电源与 A1.1 条相同。
- b. 用低压预热的电流值等于 1 h 弧前电流,时间至少为 1 h,允许 1 h 后增加电流为起始值的 1.15 倍,并保持到熔断件的主熔体熔化(见图 A1)。
- c. 熔断件(不装撞击器或指示器的元件)的熔体熔化至转换到高压电源的无电流间隙时间为 0.2 s 或更短,在电压重新施加的瞬间,高压电流波形应无显著的不对称。
- d. 高压电流可以等于或低于起始预热电流,但不应低于预热电流的 70%,利用高压电源使熔断器立即重新击穿试品能按正常状态下成功地灭弧,此高压电流可作为制造厂提供的最小开断电流。

A2 双功率因数试验方法

A2.1 试验回路

按图 8b 中 T_1 、 T_2 位置改接为图 A2 回路。

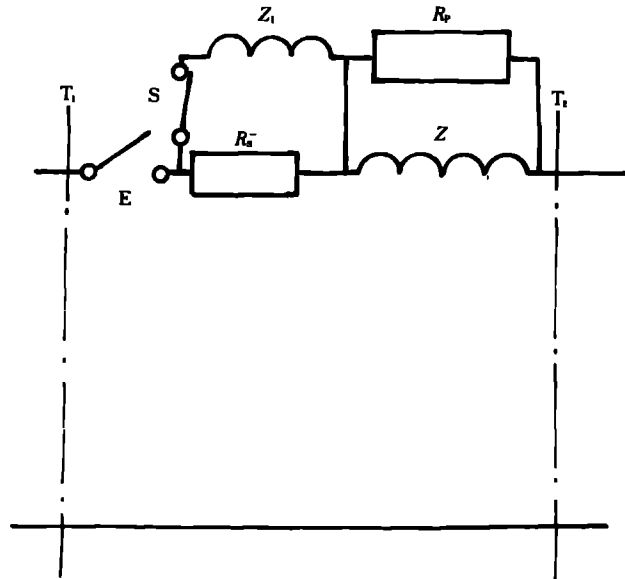


图 A2 双功率因数方法对图 8b 试验回路的修改部分

E—合闸开关, Z_1 —辅助阻抗, S—辅助开关, R_s —串联电阻, R_p —并联电阻, Z—可调阻抗

A2.2 确定阻抗 Z_1

假定 Z_1 的电阻部分和感抗部分之间的比率 R_1/X_{L1} 是已知的, 则感抗 X_{L1} 为:

$$X_{L1} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1 + 2 \times R/R_s}{X_L/R_s - R_1/X_{L1}(1 + R/R_s)} \times R_s \quad \dots\dots\dots (A1)$$

式中: R, R_1 ——分别为 Z 和 Z_1 各自的电阻部分;

X_L, X_{L1} ——分别为 Z 和 Z_1 各自的感抗部分。

当开关操作时不改变电流的绝对值, 但当开关 S 闭合时, 可得到的功率因数 $\cos\varphi$ 为:

$$\cos\varphi = 1 - \frac{1 + R_1/R_s}{1 + R/R_s} \times \frac{1}{(1 + R_1/R_s)^2 + (1 + X_{L1}/R_s)} \cos\varphi_0 \quad \dots\dots\dots (A2)$$

式中: $\cos\varphi_0$ ——当开关 S 打开时回路的功率因数。

注: 与 Z 并联的 R_p ($R_p \approx 40Z$), 在电源频率时对电流和电压是不重要的, 可忽略不计 A2.3 试验程序。

第一步

当试验开始时, 开关 S 是闭合的, 阻抗 Z_1 与电阻 R_s 并联, 整个回路的功率因数 $\cos\varphi$ 是非常低的。

第二步

开关 S 在熔断器起弧前足够长的时间间隔时分开, 使 Z_1 处于开路状态, 此时回路参数应满足 8.7.4 条表 9 的要求, 且电流波形应尽可能对称和电流值无显著变化。

附录 B
根据示波图确定预期电流和恢复电压的方法
(补充件)

B1 对开断试验方式 1 和方式 2, 预期电流应是在校正试验中短路开始后第一个半波时测得的电流交流分量有效值, 见图 B1 和图 B2。

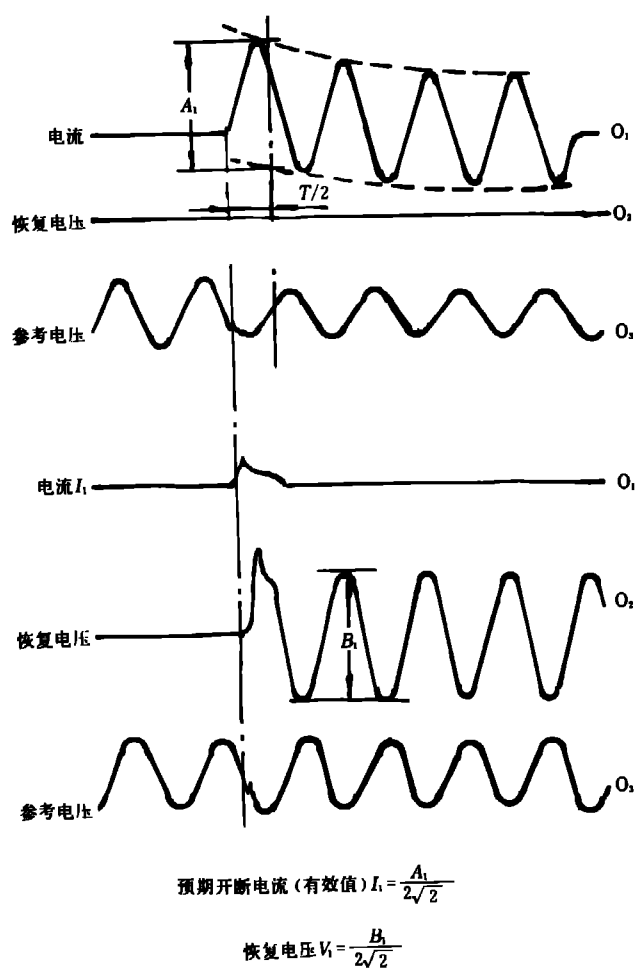


图 B1 开断试验方式 1 的典型示波图

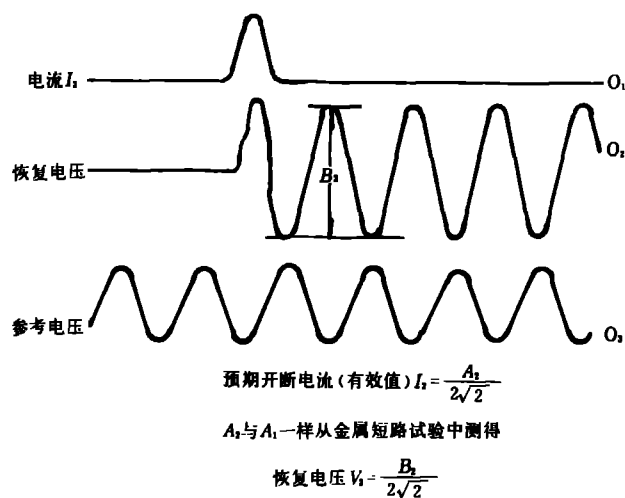


图 B2 开断试验方式 2 的典型示波图

B2 对在开断试验方式 3, 开断电流应是开断试验中起弧瞬间测得的对称电流有效值 (见图 B3), 或为电流表所示值, 开断电流以交流分量有效值表示。

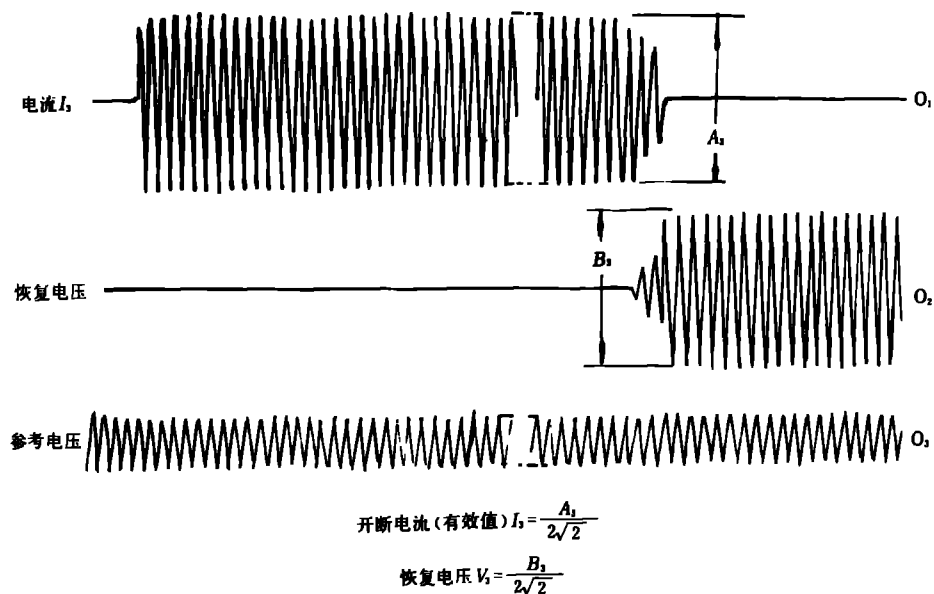


图 B3 开断试验方式 3 的典型示波图说明

B3 工频恢复电压值是在第二个未畸变半波波峰与这波峰之前和随后的半波波峰间的直线之间测得 (见图 B1、图 B2 和图 B3)。

附录 C

使用导则

(补充件)

C1 主题内容

本导则提供对高压限流式熔断器正确选择、运行和维护的方法,以获得最有效的使用目的。

C2 贮存和检查

熔断器在使用前应储存在有保护的箱中,任何受过跌落或其它严重机械冲击的熔断器,在使用前必须检查熔断器底座、熔断件及金属部件有否损伤,测量熔断件的电阻是否符合制造厂提供值。

C3 安装和更换

熔断器应按制造厂提供的使用说明书安装,在安装时必须保证熔断件的指示器或撞击器在正确方向,紧固所有的可调连接件,以防止接触部分在运行时过热。

三相安装的熔断器应保证相间有足够的绝缘距离(一般由制造厂规定)。

在三相回路中一相或二相的熔断件已动作,除非确切知道没有过电流通过未动作的熔断件外,应更换所有三个熔断件。

熔断器件必须在切断电源后,才允许更换,熔断器不允许用来切换空载线路。

如果受到强阳光照射的熔断器,则应考虑阳光照射对熔断器的影响。

C4 额定电压的选择

a. 如用于三相中性点不接地系统或谐振接地系统中,可能会产生异相接地故障(即一个故障在电源侧和一个故障在另相熔断器的负载侧),对于这种故障情况应考虑熔断器的试验电压和开断能力。

b. 在选择熔断器额定电压时必须确认回路的绝缘水平高于熔断器的最大操作过电压值,从操作过电压方面考虑,应避免选用比回路电压更高的额定电压的熔断器。

C5 熔断件额定电流的选择

熔断件的额定电流在一般情况下应大于正常运行电流,其选择规程一般由制造厂提供。

如果熔断件额定电流小于熔断器底座的,则熔断器的应考虑电流额定值就是熔断件额定电流。

选择熔断件的额定电流应注意下列因素:

- 回路的正常和可能过载电流,包括持续谐波;
- 回路中开合变压器、电动机和电容器时的瞬变过程;
- 与其它保护装置的配合;
- 当熔断器在封闭壳体内使用时,应考虑降低额定电流值,以符合温升要求。

C6 选择与配合

C6.1 串联的两个限流熔断器之间的选择与配合

在这种使用情况下,要求后级(分支)熔断器动作时,保持前级(主)熔断器不受影响。对于小故障电流,燃弧时间相对于弧前时间来说小得多,可以比较两个熔断器的弧前时间-电流特性曲线。如果分支熔断器的时间-电流特性曲线位于主熔断器弧前时间-电流特性曲线的左侧,则应保证主熔断器所承受允许电流至少比分支熔断器大 20%,这样的选择是可行的。如果故障电流增加到使分支熔断器小于 0.1 s

时间内熔化,则分支熔断器的燃弧时间必须考虑,并要求主熔断器的弧前 I^2t 值超过分支熔断器动作 I^2t 值到一个合理范围(推荐 40%)。

C6.2 限流熔断器和其它上级或下级保护装置之间的选择和配合

在这种使用情况下,要求与两个熔断器之间的选择相类似,可以通过弧前时间-电流特性曲线的比较来选择,见图 C1。

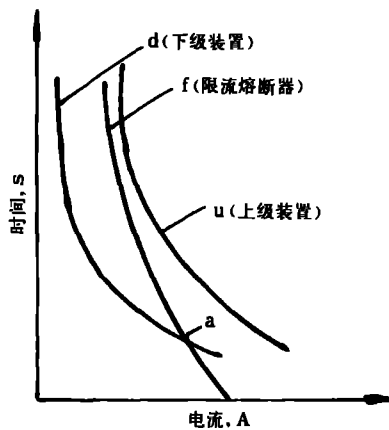


图 C1 限流熔断器和其它保护装置之间的选择和配合

当其它保护装置用作为下级,而熔断器用作为上级时,从图中可看出,总存在着一个故障电流的上限,因为其它保护装置(如断路器或其它非限流熔断器)需要一个动作时间,这个时间是由过流继电器的机械延迟或装置的燃弧时间造成的,而燃弧时间不可能小于半周波,因此曲线 d 将相交曲线 f 的 a 点。

当其它保护装置用作上级,而熔断器用作下级的情况时,曲线 f 和曲线 u 不可能相交,因此只要选择两曲线最接近部分相差 1~3 s 才能满足要求。

C6.3 限流熔断器和直接有关的低开断能力装置之间选择与配合

在这种使用情况下,限流熔断器是在大故障电流下动作的,而低开断能力装置只需在小故障电流出现时才动作,它们是根据两种不同的时间-电流特性曲线来实现的,见图 C2。

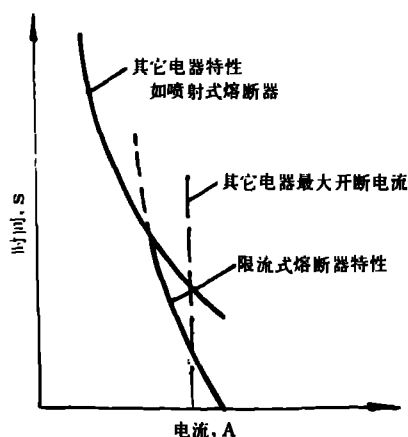


图 C2 熔断器和直接有关装置的配合

典型的实际应用有:

- 喷射式熔断器和限流熔断器串联。
- 限流熔断器与开关(如负荷开关或接触器)的串联。

为了得到正确的配合,必须考虑下列几点:

- a. 以曲线相交点为分界点,使限流熔断器承担大故障电流开断,而其它装置承担正常电流和小故

障电流开断。

b. 如果其它装置不用熔断器撞击器脱扣,则相交点必须大于限流熔断器的最小开断电流。

c. 曲线相交点电流必须小于其它装置的开断能力。

d. 当用限流熔断器开断电路时,其它装置必须具有足够通过短路电流和关合短路电流的能力,这些能力应与限流熔断器截止电流和 I^2t 值相适应。

C7 保护电力变压器熔断器的选择

图 C3 所示为一个典型的变压器回路的保护特性。

为了获得最优保护,在选择熔断器时应考虑下列因素:

C7.1 高压熔断器的时间-电流特性曲线应位于变压器涌流特性 A 的右侧,变压器涌流可取变压器满载电流的 10~12 倍,持续时间为 0.1 s。

C7.2 高压熔断器的额定电流的选择应考虑如下因素:

a. 高压熔断器的额定电流应选择超过变压器的满载电流,即等于变压器的允许过载电流,该过载电流必须考虑到三相不平衡和分接切换等因素引起的电流增加。

b. 如果熔断器安装在一个封闭的箱内,则选择额定电流还需进一步增加,以保护熔断器在封闭箱内不超过规定的温升界限。

c. 如果熔断器安装在周围空气温度可能超过正常使用条件的场所,则选择额定电流也应进一步增加。

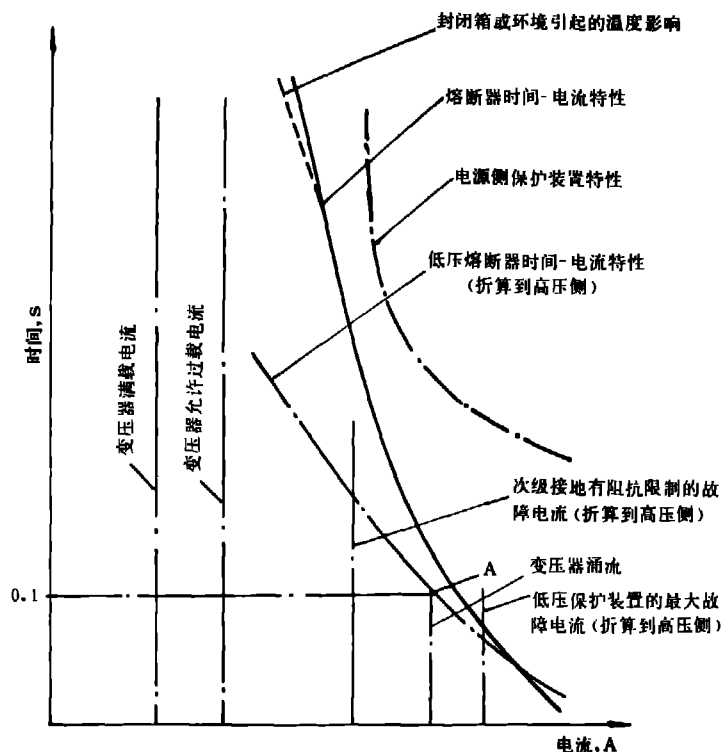


图 C3 变压器回路的保护特性

C7.3 弧前时间-电流特性曲线的 I_{no} 尽可能低,以保证变压器的绕组故障、负载侧故障、电源侧接地故障与电源侧的过流保护装置更好地配合。

C7.4 当故障电流较小时,如在中性点不接地的电力系统中,发生有接地故障电流(见图 C4),应选择最小开断电流尽可能低的熔断器。

因为 X 点对地短路, A、B 相的电容与其将构成一个回路, 使这相熔断器承担了 A、B 两相容性电流 (与负载电流重叠), 其电流为每相正常充电电流的 3 倍, 这个电流可能持续相当长时间才使熔断器动作, 如果熔断器没有撞击器使开关脱扣, 则希望在这种应用条件下可选择一般熔断器或全范围熔断器。

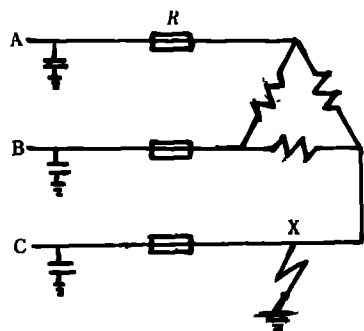


图 C4 电容对地作用的故障电流

C7.5 通过计算或经验知道, 存在故障电流较高的场所, 选用后备熔断器是适当的, 一般考虑选择熔断器的最小开断电流应为变压器额定电流的 4~8 倍。

C8 保护电动机熔断器的选择

图 C5 所示为电动机回路保护特性, 为了合理选择熔断器, 并与其它开关装置的可靠配合, 必须注意下列几点:

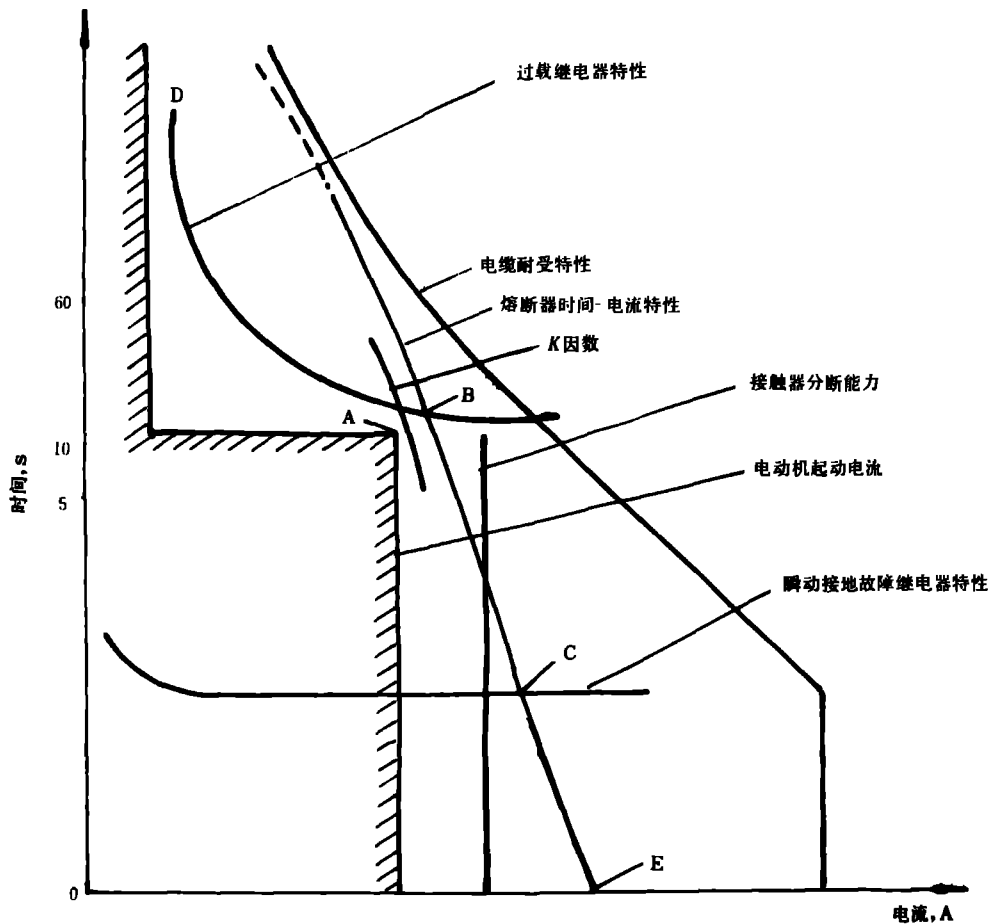


图 C5 电动机回路的保护特性

- a. 熔断器的时间-电流特性曲线乘以适当的 K 值所得到的曲线应位于电动机启动电流点 A 的右侧。
 - b. 熔断器的额定电流选择应高于电动机连续运转电流,以保证熔断器在运行时不致过热。
 - c. 熔断器特性曲线和过载继电器曲线的交点 B 所对应的电流不应超过接触器分断能力。
 - d. 为了实现瞬时保护,则交 B 点移到 C 点,因此必须考虑到接触器可能在高于其分断能力的情况下分断,使接触器有可能在熔断器未分断故障电流前损坏。
 - e. 动作时间为 0.01 s 及以上熔断器最大开断电流时的截止电流值,不应超过接触器允许通过的故障电流值。
 - f. 熔断器的最小开断电流必须小于交点 B 所对应的电流值。如果可能的话,可以低于电动机的启动电流,以保证当继电器保护失败时,熔断器能对电动机在制动时起保护作用。
 - g. 电缆的承受能力曲线全部位于动作特性曲线 DBCE 的右侧,由于电动机启动性质的不同(例如:电动机作频繁启动,且启动时间很长),必须采用高额定电流的熔断器,特性曲线的 BCE 段应向右移动,同时电缆的尺寸必须适当地增加。
- 以上选择方法,尤其适用于直接启动的电动机,对那些应用辅助启动和降低启动电流的场所也可使用。然而当辅助启动时,一般选用较低额定电流的熔断器,但必须考虑熔断器在正常运行条件下的温升,因此熔断器的额定电流值至少应为电动机额定电流的 125%,同时还应考虑到在某些启动方式下,从一种接线转换到另一种接线时,允许有大的暂态电流通过熔断器。

C9 保护电压互感器熔断器的选择

保护电压互感器的熔断器主要用来作为隔离装置,将故障的电压互感器从电力系统中隔离出来。因此熔断器不能确保电压互感器本身不被损坏,而这些熔断器的选择只限于它能承受电压互感器的励磁冲击电流。

保护电压互感器用的熔断器,由于熔体特别细,对电晕作用敏感,尤其是 10 kV 及以上电压等级的电压互感器,这种电晕放电作用使熔体在几个月或几年内腐蚀,最终导致熔断器动作,如果能确保熔断器底座远离接地的金属框架,则这种可能性就可大大降低,尤其应避免在熔断器底座附近使用法兰套管。

附录 D

限流熔断件的类型和尺寸

(参考件)

推荐熔断件按 I、II 和 III 类型设计和制造:

- D1 类型 I (见图 D1) 尺寸见表 D1。
- D2 类型 II (见图 D2) 尺寸见表 D2。
- D3 类型 III (见图 D3) 尺寸见表 D3。

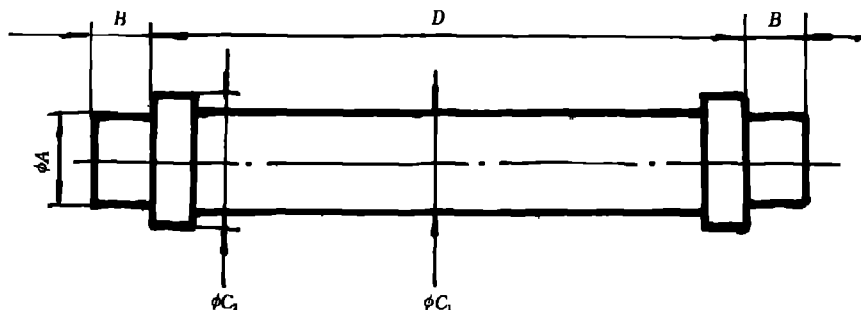


图 D1 类型 I

表 D1

mm

ϕA	B	ϕC_2 最小	ϕC_1 和 ϕC_2 最大	$D \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \end{pmatrix}$
45±1	33 ⁺² ₀	50	88	192
				292
				367
				442
55±0.5	35±1	60	80	537
				450

如有撞击器或指示器应在熔断件的中心线上。

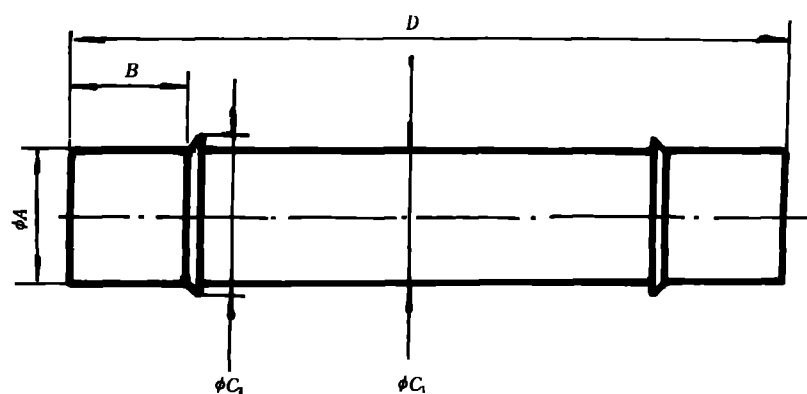


图 D2 类型 I

表 D2

mm

$\phi A \pm 0.5$	$B \begin{pmatrix} +13 \\ 0 \end{pmatrix}$	ϕC_1 最大	ϕC_2 最大	$D \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \end{pmatrix}$
25.4	15	28	28	145
				197
				256
50.8	38	54	55.6	275
				361
				567
				916
63.5	38	67	68	256
				361
76.2	38	80	81	256
				361
				567
				916

如有撞击器或指示器,应在熔断件的中心线上。

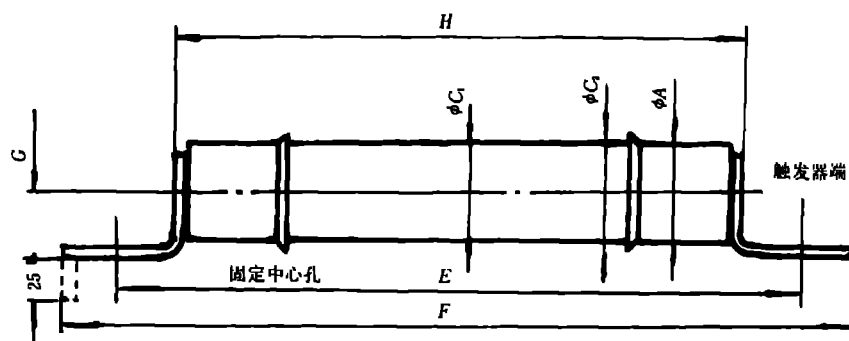


图 D3 类型 III

表 D3

mm

ϕA (最大)	ϕC_1 (最大)	ϕC_2 (最大)	E	$F(-\frac{0}{8})$	H (最大)	G	图形特征
80	80	81	235	259	200	42 ± 2	图 D4a
			305	340	264	42 ± 2	图 D4b
			419	464	369	41 ± 1	图 D4d
82	82	91	235	277	205	不小于 $\phi C_2/2$	图 D4a
			267	309	227		图 D4c
			305	347	269		图 D4b-c
			320	362	280		图 D4c
			400	442	360		图 D4c
			419	464	375		图 D4d
			476	518	436		图 D4c
			553	595	517		图 D4b

按图 D4 在熔断件端子上有一个或两个圆孔或长孔。

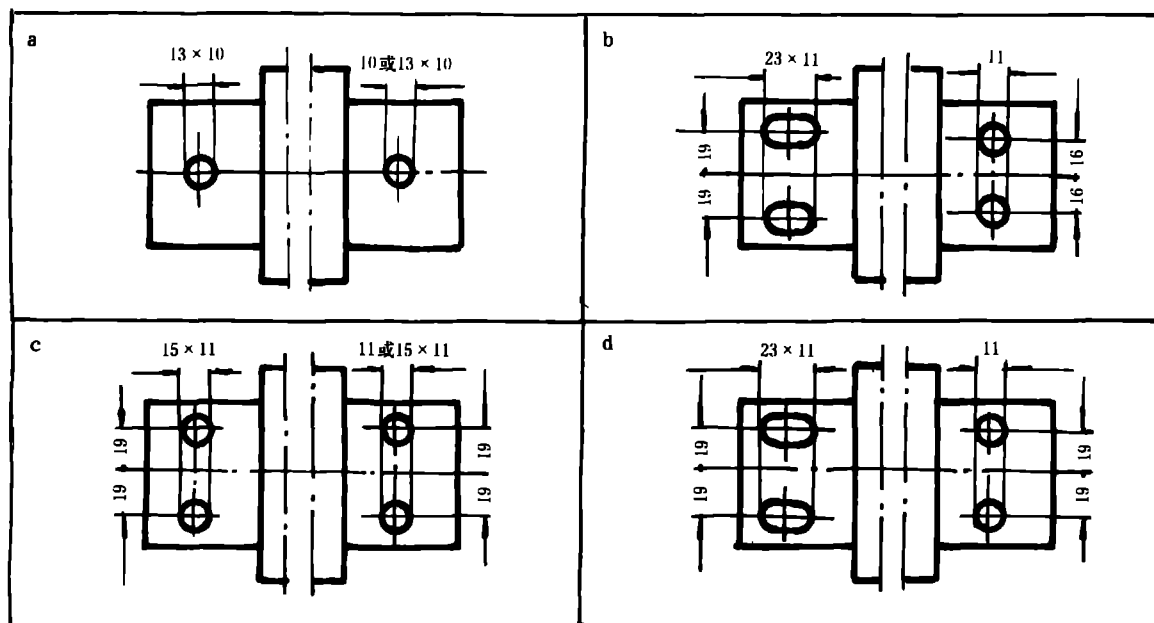


图 D4 熔断器端子安装孔

如有撞击器或指示器应在熔断件的中心线上(在图右侧)。

附加说明:

本标准由中华人民共和国机械电子工业部提出。

本标准由全国高压开关设备标准化技术委员会归口。

本标准由西安高压电器研究所负责起草。

本标准主要起草人侯仲吉、陈福庆、王季梅、朱华、杨卫国。

GB 15166.2—1994《交流高压熔断器 限流式熔断器》第1号修改单

本修改单经国家技术监督局于1998年4月10日以质技监局函〔1998〕008号文批准,自1998年10月1日起实施。

表4中的 f_0 值更改如下:

1. 第2行的“3.1~3.2”更改为“3.1~2.3”。
2. 第4行的“2.4~7.8”更改为“2.4~1.8”。
3. 第10行的“1.1~8.2”更改为“1.1~0.8”。
4. 第12行的“1.4~1.9”更改为“0.74~0.56”。

刊载于1998年第6期《中国标准化》