

# 中华人民共和国国家标准

## 交流高压熔断器 并联电容器外保护用熔断器

GB 15166.5—94

Alternating-current high-voltage fuses  
Fuses for the external protection of shunt power capacitors

本标准参照采用国际电工委员会(IEC)出版物 549《并联电力电容器外保护用高压熔断器》(1976年版)。

### 1 主题内容及适用范围

本标准规定了并联电容器外保护用熔断器(以下简称熔断器)的术语,额定值,设计与结构,试验方法,标志、包装等内容和要求。

本标准适用于额定电压 3~35 kV、频率为 50 Hz 的保护单台或组(套)并联电容器的高压熔断器。

### 2 引用标准

- GB 3983.2 高电压并联电容器
- GB 11022 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 15166.2 交流高压熔断器 限流式熔断器
- GB 15166.3 交流高压熔断器 喷射式熔断器
- GB/T 15166.4 交流高压熔断器 通用试验方法

### 3 术语

本标准采用的术语按 GB/T 15166.1 规定。

### 4 分类

熔断器分类见表 1。

表 1

类 别	喷 射 式	限 流 式
保护对象	单台电容器	电容器组(套)
装置场所	户外	户内

### 5 正常使用条件

周围空气温度按 GB 3983.2 的规定,其余使用条件按 GB 15166.2 或 GB 15166.3 的规定。

### 6 额定值

#### 6.1 额定电压

国家技术监督局 1994-08-12 批准

1995-02-01 实施

额定电压及最高电压按表 2 选取。

表 2

kV

额定电压	3	6	10	15	20	35
最高电压	3.6	7.2	12	17.5	24	40.5

## 6.2 额定绝缘水平

按 GB 11022 规定,没有相间及对地绝缘要求的熔断器只作断口耐压试验。

## 6.3 额定电流

### 6.3.1 熔断器额定电流从下列数值中选取:

12.5,20,25,31.5,50,80,100,200A

6.3.2 熔断件的额定电流由用户和制造厂协商确定。对于保护单台并联电容器用熔断器,推荐按附录 A 的原则选配。

### 6.4 熔断器的额定容性、感性开断电流应在表 3 中选取。开断放电能量由制造厂规定。

表 3

额定容性开断电流 (有效值),A	优先值为熔断器额定电流的 20 倍或 50 倍,其它值由制造厂与用户协商确定
额定感性开断电流 (有效值),kA	3.15,6.3,8,12.5,16,25,31.5,40

## 7 设计与结构要求

### 7.1 熔断器或熔断件电阻值

熔断器或熔断件的电阻值及其误差应符合制造厂规定。

### 7.2 弧前时间-电流特性

7.2.1 熔断器应有稳定的弧前时间-电流特性。特性曲线及其允差范围,限流式熔断器应符合 GB 15166.2 的规定,喷射式熔断器应符合 GB 15166.3 的规定。

#### 7.2.2 弧前时间-电流特性的极限

7.2.2.1 对于具有过载保护特性的保护单台并联电容器用熔断器,其弧前时间-电流特性偏差不应超出允差,相应点亦不得超出表 4 规定的极限,并推荐其约定不熔化电流为 1.1 倍的熔断件额定电流,在此电流下熔断件应保证 4h 不熔断。

表 4

熔断件额定电流倍数	1.5	2.0
熔化时间,s	不大于 75	不大于 7.5

7.2.2.2 对于无过载保护特性的保护单台并联电容器用熔断器,弧前时间-电流特性的极限不规定。

### 7.3 温升

熔断器的零件、材料及介质的最高允许温度及允许温升按 GB 15166.2 或 GB 15166.3 的规定,当周围空气温度按 GB 3983.2 的规定时,其最高允许温度不变,允许温升按相应周围空气温度计算。

### 7.4 开断性能

熔断器应在额定参数下,按规定程序及要求开断容性、感性电流及放电能量。

对于在不同场合使用的熔断器应分别具有表 5 要求的开断性能。

表 5

性 能		组(套)保护熔断器	单台保护熔断器
感性开断 试验	熔断器用于可能流感性电 流处 <sup>1)</sup>	✓	✓
	熔断器用于不大可能流感性 电流处 <sup>2)</sup>	—	—
容性开断试验		3)	✓
放电开断试验		✓	✓

注：1) 这种应用的实例是：

- 电容器组(套)熔断器
- 在没有串联单元的三角形连接组中的单台熔断器
- 在没有串联单元的中性点接地的星形连接组中的单台熔断器

2) 这种应用的实例是：

- 中性点不接地的星形连接组中的单台熔断器
- 有串联单元的电容器组

3) 中性点不接地的星形连接组(套)保护用熔断器须进行容性开断试验。

#### 7.5 耐受放电性能

熔断器按规定程序及要求应能承受第一个半波幅值不低于熔断件额定电流 70 倍的涌流冲击。

#### 7.6 防腐蚀层

熔断器的所有外露金属件应有可靠的防腐蚀措施，其表面应光洁。

#### 7.7 指示装置

熔断器应有明显的熔断指示，且应动作可靠。

#### 7.8 同族系列的主要配合尺寸、安装尺寸应统一，并具有互换性。

#### 7.9 喷射式熔断器的熔断件应由制造厂提供或配用指定的熔断件。

### 8 试验方法

#### 8.1 外观及外形尺寸检查

外观与外形尺寸应符合技术文件与图样要求。

#### 8.2 电阻测量

按 GB/T 15166.4 第 9 条规定进行。

#### 8.3 绝缘试验

按 GB/T 15166.4 第 6 条规定进行。

#### 8.4 温升试验

按 GB/T 15166.4 第 7 条规定进行。

#### 8.5 耐受放电试验

耐受放电试验包括下列两项试验：

a. 对同一熔断件在 10 min 内放电 5 次，放电振荡频率为：

i) 对于额定电流不大于 31.5A 的熔断件为：

$$f(\text{kHz}) = 1.2U_m^{+20\%}$$

ii) 对于额定电流大于 31.5A 的熔断件为：

$$f(\text{kHz}) = 0.8U_m^{+20\%}$$

式中： $U_m$ ——最高电压，以 kV 计。

b. 对同一熔断件在制造厂规定的时间间隔中放电 100 次，放电振荡频率为  $8^{+20\%}$  kHz。

对同族系列熔断器选用具有最大额定电流值和最小额定电流值的熔断件分别进行试验。

试验可在任何合适的电压下进行。

放电电流相邻峰值之比为 0.8~0.95。

金属短路试验应以与试验回路相比阻抗可以忽略的连接导体代替被试熔断器。

调节回路以得到规定的第一个半波电流倍数、振荡频率和衰减量。这一点应以示波图来检验。

试验后熔断件仍应是导通的。

### 8.6 开断试验

#### 8.6.1 感性电流开断试验

感性电流开断试验,对于限流式熔断器按 GB 15166.2 第 8.7.4 条试验方式 1 和方式 2 进行;对于喷射式熔断器按 GB 15166.3 第 7.6.3 条试验方式 1~3 进行。

#### 8.6.2 容性电流开断试验

容性电流开断试验包括小容性电流开断试验和额定容性电流开断试验。

试验在用单台熔断器上进行单相试验,对同族系列的熔断器选用最大额定电流值的熔断件进行。

动作后自动产生绝缘距离的喷射式和限流式熔断器其安装方式应符合设计要求。被试熔断器的两侧应各置一只通电的与试品相同的熔断器以确定喷出的气体是否会引闪络,该闪络可能造成邻近的熔断器动作(见注),其它限流式熔断器可按任何方便的方式安装。

注:当试验条件不具备时,试品两侧可不置通电的熔断器。

试验参数见表 6,小容性电流开断试验回路见图 1,额定容性电流开断试验回路见图 2。

表 6

参 数	试 验 项 目	
	小容性电流开断	额定容性电流开断
工频恢复电压	$U_m^{+5\%}$	
功率因数(超前)	$\leq 0.15$	
预期电流	额定电流的 1.5 倍	额定容性开断电流
电压过零后的接通角	任意	0~20°
试验次数	3 <sup>1)</sup>	3 <sup>1)</sup>

注:1)对喷射式熔断器应在同一载熔件上进行规定开断试验次数。

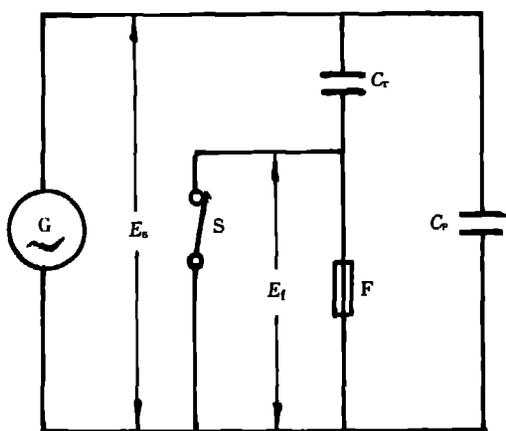


图 1 小容性电流开断试验回路

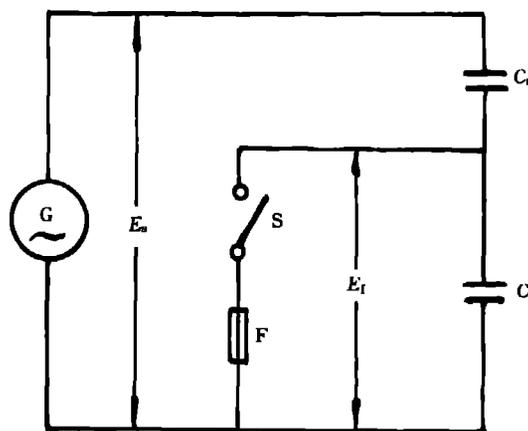


图 2 额定容性电流开断试验回路

G—发电机,  $E_s$ —电源电压;  $E_t$ —恢复电压; F—熔断器; S—开关;  $C_r$ —产生试验电流的电容器;

$C_p$ —相当于与故障电容器并联的电容器,  $C_p$  不小于 300 kvar

电源回路的阻抗应能使开合容性电流所引起的电压变化不超过 10%，功率因数应不超过 0.15(滞后),对地电容应尽可能低。

金属短路试验时被试熔断器用阻抗可以忽略的连接导体来代替调整预期电流,电压  $E_s$ 、 $E_r$  达到规定的工频恢复电压,这应由示波图来检验。

开断电流的波形应尽可能接近正弦波形,电流的有效值与基波分量的有效值之比不超过 1.2,即认为符合条件。

开断电流过零每半周应不超过一次。

试验合格条件为:

开断过程中不发生对地或对相邻电容器的闪络,也不导致相邻熔断器的动作,限流式熔断器动作时喷出的火焰或粉尘的程度按 GB 15166.2 要求。

开断过程中不得发生重击穿,这由示波图来判断。

每次动作后只允许按规定更换再装单元,其它零部件应保持良好状态,不得修理和更换。

熔断器动作后,应能承受工频恢复电压加上电容器上的剩余电荷所造成的直流电压分量,工频恢复电压保持时间,对动作后自动产生隔离间隙的熔断器为 1 s,对其它限流式熔断器为 60 s。

### 8.6.3 放电开断试验

熔断器同族系列中,对限流式熔断器选用最大额定电流值的熔断件进行;对喷射式熔断器选用具有最大燃弧距离的熔断件进行,如有若干相同燃弧距离的熔断件,则选用具有最小额定电流值的熔断件进行(试验接线图见图 3)。

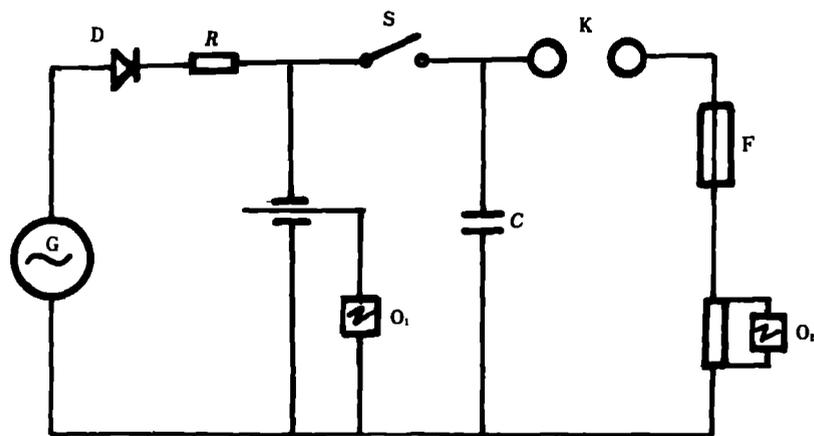


图 3 放电开断试验接线图

D—整流器;F—被试熔断器;R—限流电阻;K—火花球隙;C—电容器;O<sub>1</sub>—电压测量;  
G—电源;O<sub>2</sub>—电流测量;S—开关

试验所用的电容器应用直流充电到下述电压值。

对于限流式熔断器为  $1.82 \sqrt{2} U_m$ ;

对于喷射式熔断器为  $1.10 \sqrt{2} U_m$ 。

电容器的电容应能使储存的能量在上述电压下具有规定的值。

电容器通过被试熔断器放电,回路的振荡频率应与 8.5 条 a 项试验的规定相同。

放电电流相邻峰值之比为 0.8~0.95。

金属短路试验应以阻抗可以忽略的连接导体代替被试熔断器。

调节回路以求得规定的放电能量、振荡频率和衰减量,这一点应以示波图来检验。

熔断器动作后,对于没有明显空气间隙的熔断器应在熔断器两端保留电压 10 min(这就要求用来做试验的电容器没有放电电阻),对于其它熔断器,不要求保持电压。

对于限流式熔断器,放电后应立即测量电容器上的剩余电压,以决定在熔断器上消耗的能量,此剩余电压应记录在试验报告中。

试验合格的条件为熔断器开断过程中和开断后,限流式熔断器应符合 GB 15166.2 的规定;喷射式熔断器应符合 GB 15166.3 的规定。

### 8.7 弧前时间-电流特性试验

弧前时间-电流特性试验按第 7.2.2 条及 GB/T 15166.4 规定进行。

## 9 检验规则

产品检验分型式试验和出厂检验。

### 9.1 型式试验

型式试验是验证产品是否符合标准的试验。进行型式试验的试品应与产品技术文件和图样相符并经出厂检验合格。

#### 9.1.1 在下列情况下熔断器应进行型式试验。

- a. 试制的新产品;
- b. 转厂生产的产品;
- c. 当产品的设计、工艺或使用材料有改变且可能影响产品的性能时;
- d. 不经常生产的产品再次生产时;
- e. 经常生产的产品,每 8~10 年应进行一次温升试验,小容性电流开断试验和具有最大及最小额定电流值的熔断件的弧前时间-电流特性试验。

#### 9.1.2 型式试验项目

- a. 外观及外形尺寸检查;
- b. 熔断器或熔断件电阻测量;
- c. 绝缘试验;
- d. 温升试验;
- e. 耐受放电试验;
- f. 开断试验,包括:感性电流开断、容性电流开断、放电电流开断;
- g. 弧前时间-电流特性试验。

### 9.2 出厂检验

出厂检验项目如下:

- a. 外观及外形尺寸检查;
- b. 熔断器或熔断件电阻测量;
- c. 工频 1 min 耐压试验(仅对有相对地绝缘的产品);
- d. 弧前时间-电流特性检验。

其中:a、b、c 项应逐台进行;d 项为抽样检验,熔断器同族系列中相同额定电流的每批产品中抽取 1%,但不少于 3 台,具有过载保护特性的产品应符合 7.2.2.1 条要求,其它熔断器的检验内容应符合工厂要求。试验均应合格,如有一台不合格,则应加倍抽查,若仍有一台不合格,则判定该批产品为不合格。

## 10 标志与包装

### 10.1 标志

在熔断器和熔断件上必须牢固地明显地标明下列内容:

#### 10.1.1 熔断器

- a. 制造厂名称或商标;
- b. 熔断器型号或代号;

- c. 额定电压,kV;
- d. 额定电流,A;
- e. 制造日期或批号。

#### 10.1.2 熔断件

- a. 所配用的熔断器型号或代号;
- b. 额定电流,A。

#### 10.2 包装

熔断器的包装应保证在运输过程中不受损坏、变形和受潮,包装箱外应有在运输和保管过程中必须注意的明显标志(如向上、防雨、防潮、防震等)。

包装箱内应有合格证、装箱单和使用说明书等随机文件和规定的附件、备件。

使用说明书、随机文件中应包括下列内容:

- a. 熔断件的冷态电阻及电阻允差的百分值;
- b. 耐受放电性能(放电电流第一个半波幅值为熔断件额定电流的倍数);
- c. 放电电流开断性能(能承受而不爆裂的最大能量);
- d. 额定感性开断电流;
- e. 额定容性开断电流;
- f. 绝缘水平;
- g. 在周围空气温度为 20℃时的弧前时间-电流特性及电流允差的百分值。

**附录 A**  
**单台电容器保护用熔断器的选配原则**  
(参考件)

**A1** 熔断器所选择熔断件的额定电流一般为被保护的电容器额定电流的 1.43 倍。

注：通常电容器应能在 1.3 倍额定电流下连续运行，考虑到电容器电容允许达到 1.1 倍额定电容，故电容器中最大允许电流可达到：

$$1.3 \times 1.1 = 1.43 \text{ 倍额定电流}$$

**A2** 熔断件的弧前时间-电流特性应位于被保护的电容器外壳的 10% 爆裂几率曲线之下。图 A1 所示曲线的配合原则可供参考。

**A3** 并联电容器组并联的台数应根据熔断器的放电电流开断参数来确定。

**A4** 在有串联单元的电容器组中，单台并联电容器保护用熔断器的额定电压、绝缘水平和开断参数应与运行条件相适应。

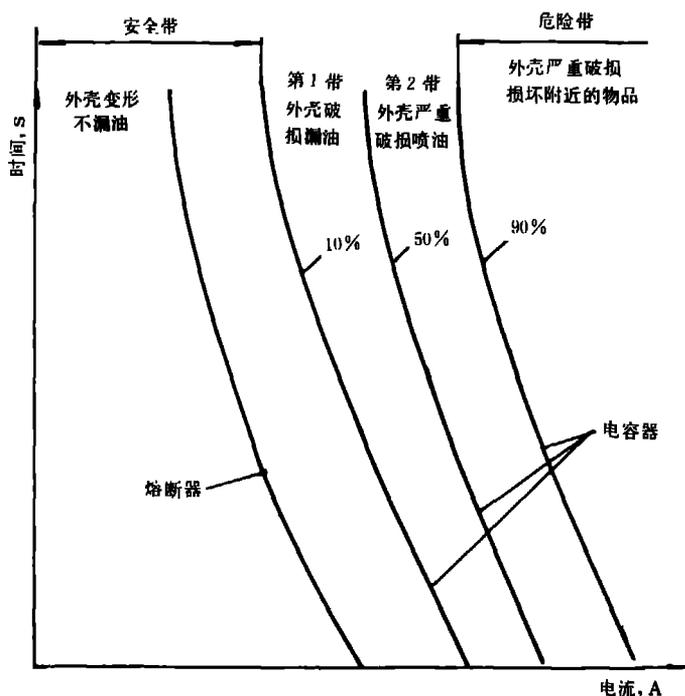


图 A1 电容器外壳的爆裂几率曲线与熔断器弧前时间-电流特性曲线配合

**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、滕俊清、徐国政、李鹏。