



中华人民共和国国家标准

GB/T 15166.4—2008

代替 GB 15166.5—1994, 部分代替 GB/T 15166.4—1994

高压交流熔断器 第4部分： 并联电容器外保护用熔断器

High-voltage alternating-current fuses—

Part 4: Fuses for external protection of shunt power capacitors

(IEC 60549:1976 High-voltage fuses

for the external protection of shunt power capacitors, 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

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4部分。

本部分修改采用 IEC 60549:1976《并联电力电容器外保护用高压熔断器》。本部分与 IEC 60549:1976 的主要差异是：

- 适用范围：根据我国电网的实际情况，去掉了 IEC 60549:1976 中额定频率 60 Hz 的有关内容，根据我国行业的分工情况，适用的系统标称电压由 IEC 60282-1 及 IEC 60282-2 的 1 000 V 改为 3 kV；
- 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 156)中所列的电压给出；
- 给出了时间-电流特性的要求；
- 增加了“放电开断试验”中电容器的储存能量限值的规定；
- 增加了“出厂试验”一章的内容；
- 增加了第8章 验收试验；
- 增加了第9章 选用导则；
- 增加了第11章 安全性。

本部分代替 GB 15166.5—1994《交流高压熔断器 并联电容器外保护用熔断器》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 15166.5—1994 和 GB/T 15166.4—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；
- 额定电压改为：3.6 kV 及以上；
- 设计与结构，增加了铭牌的要求；
- 型式试验；
- 增加了第8章 验收试验；
- 增加了第9章 选用导则；
- 删除了 GB 15166.5—1994 附录 A，其内容表述在“选用导则”中；
- 增加了第11章 安全性。

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：吴鸿雁、严玉林、田恩文。

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 15166.5—1994；

——GB/T 15166.4 -1994。

高压交流熔断器 第4部分： 并联电容器外保护用熔断器

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 的交流电力系统中的保护单台或组(套)并联电容器的高压熔断器。

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/T 15166.1 交流高压熔断器 术语(GB/T 15166.1—1994, neq IEC 60291:1969)

GB/T 15166.2—2008 高压交流熔断器 第2部分:限流熔断器(IEC 60282-1:2005, MOD)

GB/T 15166.3—2008 高压交流熔断器 第3部分:喷射熔断器(IEC 60282-2:1995, MOD)

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 11024.1—2001 标称电压 1 kV 以上交流电力系统用并联电容器 第1部分:总则-性能、试验和定额-安全要求-安装和运行导则(cqv IEC 60871-1:1997)

GB/T 11024.3—2001 标称电压 1 kV 以上交流电力系统用并联电容器 第3部分:并联电容器和并联电容器组的保护(eqv IEC 60871-3:1996)

2 正常使用条件

周围空气温度按 GB/T 11024.1—2001 的规定,其余使用条件按 GB/T 15166.2—2008 或 GB/T 15166.3—2008 的规定。

3 术语和分类

3.1 术语

GB/T 15166.1 中确立的以及下列术语和定义适用于本部分。

3.1.1

电容器元件(或元件) **capacitor element(or element)**

由电介质隔开的电极构成的电容器的一个不可分的部件。

3.1.2

电容器单元(或单元) **capacitor unit(or unit)**

由一个或几个电容器元件装于单个容器中并有接线端子引出的组装体。

3.1.3

电容器组(或组) **capacitor bank(or bank)**

电气上连接在一起的一组电容器单元。

3.1.4

电容器 **capacitor**

在本部分中,当不必特别强调“电容器单元”或“电容器组”两词的不同含义时的用语。

3.1.5

电容器设备 capacitor equipment

一个或多个电容器组及其附件。

3.1.6

组保护 bank protection

电容器组或其部件的所有保护设备的统称,内部熔丝除外。

3.1.7

单元熔断器 unit fuse

用来保护组成电容器组一部分的电容器单元的熔断器。

3.1.8

线路熔断器 line fuse

用来接到系统给定点的电容器的总保护的熔断器。

3.1.9

再装单元 refill unit

动作后能够将熔断件恢复到原来状态的一组更换部件。

3.1.10

容性开断电流 capacitive breaking current

在规定的使用和性能条件下,包括电容器单元或电容器组回路分闸的电流。

3.1.11

额定容性开断电流 rated capacitive breaking current

在本部分所规定的使用和性能条件下,熔断器能开断的最大容性开断电流。

3.2 分类

熔断器分类见表1。

表1 熔断器分类

按型式	喷射、限流等
按保护对象	单台电容器、电容器组(套)
按安装场所	户外、户内

4 额定值

4.1 额定电压

额定电压(kV),从下列数值中选取:

3.6,7.2,12,24,40.5,72.5,126。

4.2 额定绝缘水平

按 GB/T 11022—1999 的规定,没有极间及对地绝缘要求的熔断件只规定断口绝缘水平。

4.3 额定电流

4.3.1 熔断器的额定电流(A),从下列数值中选取:

12.5,16,20,25,31.5,40,50,63,80,100,125,160,200。

4.3.2 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 9.3.2 的原则选配。

4.3.3 熔断器的额定容性、感性开断电流应从表2中选取。耐受放电电流由制造厂规定。

表 2 熔断器的额定容性、感性开断电流数值

额定容性开断电流(有效值)	对限流熔断器,优先值为熔断件同族系列中的最大电流额定值的 20 倍或 50 倍,其他值由制造厂与用户协商确定。
	对喷射熔断器,优先值为可更换熔断件制造厂所推荐的最大再装单元的额定电流的 20 倍或 50 倍,其他值由制造厂与用户协商确定。
额定感性开断电流 ^a (有效值)/kA	3,15,4,5,6,3,8,10,12,5,16,20,25,31,5,40,50,63。
^a 见表 4 的说明。	

5 设计、结构与性能

5.1 概述

熔断器是与电容器单元串接的、用来隔离其故障的单元。因而,熔断器的电流和电压范围取决于熔断器所接的电容器和电容器组特性以及供电回路的参数。

外部熔断器动作通常由下列两个因数决定:

- a) 部分或全部电容器故障引起的工频故障电流。
- b) 来自与故障并联的任何单元的放电能量。

本部分给出了分别检验这些因数的方法。

这些要求,对于无重击穿的开关设备开合的电容器都是有效的。如果存在重击穿的开关设备,应与制造厂协商。

5.2 熔断器或熔断件电阻值

熔断器或熔断件的电阻值及其允差应符合制造厂的规定。

5.3 弧前时间-电流特性

5.3.1 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:限流熔断器应符合 GB/T 15166.2—2008 的规定;喷射熔断器应符合 GB/T 15166.3—2008 的规定。

5.3.2 弧前时间-电流特性的极限

5.3.2.1 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 3 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 4 h 不熔断。

表 3 具有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

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

5.3.2.2 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。

5.4 温度与温升

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/T 15166.2—2008 或 GB/T 15166.3—2008 的规定,当周围空气温度按 GB/T 11024.1—2001 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。

5.5 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、感性电流及放电电流。

对于在不同场合使用的熔断器应分别具有表 4 要求的开断性能。

5.6 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。

表 4 开断性能

性 能		组(套)保护熔断器	单台保护熔断器
感性开断 试验	熔断器用于可能流过感性电流处 ^a	√	√
	熔断器用于不大可能流过感性电流处 ^b	—	—
容性开断试验		c	√
放电开断试验		√	√
^a 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不接地的星形连接组中的单台熔断器。 ^b 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。 ^c 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。			

5.7 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。

5.8 指示装置

熔断器应有明显的熔断指示,且应动作可靠。

5.9 尺寸要求

同族系列的主要配合尺寸、安装尺寸应统一,并具有互换性。

5.10 熔断件的选取

喷射熔断器的熔断件应按 GB/T 15166.3—2008 的规定选取。由制造厂提供或配用指定的熔断件。

5.11 铭牌

铭牌应字迹清晰、经久耐用,且在熔断器和熔断件上标明:

- a) 制造厂的名称或商标;
- b) 熔断器型号;
- c) 额定电压,kV;
- d) 额定电流,Λ;
- e) 制造日期或批号。

6 型式试验

6.1 概述

进行型式试验是为了检验某一类型或特殊设计的熔断器,在正常性能条件下或在特殊规定条件下,是否符合规定的特性和功能。型式试验是在样品上进行以检验同一类型所有熔断器的规定特性。

仅当设计的改变可能影响性能时,才应重复这些试验。

为了便于进行试验,在制造厂事先同意的情况下,为试验规定的各值(特别是允差)可能改变使得试验条件较为严酷。当未规定允差时,型式试验应在不比规定值轻松的数值下进行,上限值须经制造厂同意。

经常生产的产品,每 8 年应进行一次温升试验、小容性电流开断试验和具有最大额定电流及最小额定电流值的熔断件的弧前时间-电流特性试验。

6.2 型式试验项目

在完成一种设计或作了影响性能的改动之后,其型式试验项目如下:

- 绝缘试验;
- 温升试验;
- 开断试验(包括:感性电流开断、容性电流开断、放电电流开断);
- 时间-电流特性试验;
- 耐受放电试验。

6.3 所有型式试验的共用试验要求

所有型式试验的结果应记录在型式试验报告中,包含必须的数据以检验是否符合本部分。

除非另有规定,下列各项应是共用试验要求。

6.3.1 受试装置的状态

装置应是新的、干净的且处于良好状况。

熔断件须在熔断件制造厂所规定的熔断器底座上试验。

在一系列可更换熔断件内作一种试验方式的试验时,只更换熔断件、再装单元及正常可更换的部件。对其它试验方式的试验,须使用新的熔断件。

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。

除非另有规定,连接线的布置不应减少正常电气间隙。

6.4 绝缘试验

限流熔断器按 GB/T 15166.2—2008 中 6.4 的规定进行;喷射熔断器按 GB/T 15166.3—2008 中 6.4 的规定进行。

6.5 温升试验

限流熔断器按 GB/T 15166.2—2008 中 6.5 的规定进行;喷射熔断器按 GB/T 15166.3—2008 中 6.5 的规定进行。

6.6 开断试验

6.6.1 感性电流开断试验

感性电流开断试验:限流熔断器按 GB/T 15166.2—2008 中 6.6.1.1 的试验方式 1 和试验方式 2 进行;喷射熔断器按 GB/T 15166.3—2008 中 6.6.1.1 的试验方式 1~试验方式 3 进行。

6.6.2 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。

6.6.2.1 试验概述

试验应在单只熔断器上进行单相试验;对同族系列的熔断件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熔断器或限流熔断器的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起闪络,(该闪络可能造成邻近的熔断器动作),其他限流熔断器可按任何方便的方式安装。

6.6.2.2 试验回路

试验参数见表 5,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。

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_f 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波应不超过一次。

表 5 试验参数

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	$U_r +5\%$	
功率因数(超前)	≤ 0.15	
预期电流	额定电流的 1.5 倍	额定容性开断电流
电压过零后的起弧相角	任意	$0^\circ \sim 20^\circ$
试验次数	3 ^a	3 ^a
^a 对喷射熔断器应在同一载熔件上进行规定开断试验次数。		

6.6.2.3 试验合格的条件

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,限流熔断器动作时喷出的火焰或粉尘的程度应符合 GB/T 15166.2—2008 的要求。

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,其他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,对其他限流熔断器为 60 s。

6.6.3 放电开断试验

6.6.3.1 试验概述

熔断器同族系列中,对限流熔断器用最大额定电流值熔断件进行;对喷射熔断器须在具有最大燃弧距离的熔断件上进行,如有若干相同燃弧距离的熔断件,则须在具有最小额定电流值的熔断件进行。

6.6.3.2 试验回路

试验所用的电容器应用直流充电到下述电压值:

——限流熔断器为 $1.82\sqrt{2} U_r$;

——喷射熔断器为 $1.10\sqrt{2} U_r$ 。

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。限流熔断器其开断放电能量为 40 kJ,喷射熔断器其开断放电能量为 15 kJ(更详细的内容见 GB/T 11024.3—2001 的 5.3.1)。

电容器通过被试熔断器放电,回路的振荡频率应与 6.8.2a)项试验的规定相同。放电电流的相邻峰值之比为 0.8~0.85。

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。

试验接线图见图 3。

6.6.3.3 试验要求

应按制造厂的规定进行安装,不应发生对地或对相邻电容器单元闪络。

限流熔断件不应喷出火焰或粉末,只要不引起对地击穿或明显的泄漏电流,允许从触发器或指示装置处喷出微弱的火焰。

熔断器动作后,除了须更换的部件以外,熔断器的各部件应基本与试验前状态相同,但喷射熔断器的管内壁的烧蚀除外。

对限流熔断器,动作后熔断件应能整件卸下。

在试验后,熔断器的部件可能损坏,应更换使熔断器恢复到运行状态。

动作后,熔断器接线端子间应能耐受 $2.0\sqrt{2}U_r$ 的瞬态电压。

6.6.3.4 试验合格的条件

熔断器动作后,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(这就要求用做试验的电容器没有放电电阻),对于其他熔断器,不要求保持电压。

限流熔断器,放电后应立即测量电容器上的剩余电压,以确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。

熔断器开断过程中和开断后,限流熔断器应符合 GB/T 15166.2—2008 规定;喷射熔断器应符合 GB 15166.3—2008 规定。

6.7 弧前时间-电流特性试验

弧前时间-电流特性试验按 5.3.2 及 GB/T 15166.2—2008 或 GB/T 15166.3—2008 的规定进行。

6.8 耐受放电试验

6.8.1 试验要求

同族系列熔断器应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,同族系列中任一熔断件的试验失败都是整个同族系列熔断件该项试验的失败。

试验后熔断件仍应是导通的。

试验可在任何合适的电压下进行。

放电电流见 5.6,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、振荡频率和衰减量。这一点应以示波图来检验。

6.8.2 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:

1) 额定电流不大于 31.5 A 的熔断件为:

$$f(\text{kHz}) = 1.2U_r^{+20}_{-0}\%$$

2) 额定电流大于 31.5 A 的熔断件为:

$$f(\text{kHz}) = 0.8U_r^{+20}_{-0}\%$$

式中:

U_r ——额定电压,kV。

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:

$$f(\text{kHz}) = 8^{+20}_{-0}\%$$

7 出厂试验

出厂试验项目如下:

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

其中:a)项、b)项、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 5.3.2.1 的要求,其它熔断器的检验内容应符合制造厂要求。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。

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,则这些试验一般应从出厂试验中选取。

9 选用导则

9.1 目的

本条款的目的是提出使用、操作、维护等方面的建议,以便获得熔断器的满意性能。

9.2 概述

回路中的熔断器始终处于良好状态,以保护回路和与它相连接的设备在其额定值限值以内免受损坏。熔断器工作的好坏,不仅取决于其制造的精确性,而且还取决于其安装后使用的正确性和受到的维护。如果使用和维护不当,可能会使昂贵的设备遭到严重的损坏。

高压熔断件至少应受到与设备的其他精密制造的元件(例如继电器)同等程度的重视。熔断件在使用前应储存在其有保护的包装箱中。跌落过或受过严重机械撞击的熔断件,在使用前应当检查。检查应包括熔断器外壳和金属部件损伤的检查以及电阻检验。标称电阻值通常可从熔断器制造厂得到。

如果在正常安装和使用条件期间熔断件承受来自一个或几个方向严酷的机械负荷(例如撞击、振动等等),则应验证熔断件能耐受这些负荷而不损伤或劣化。验证熔断件机械耐受能力的实际试验可以按用户和熔断器制造厂的协议进行。

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。

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。

当操作或维护靠近带电设备或导体的熔断器时,要特别强调应始终遵守规定的安全规程。

9.3 使用

9.3.1 安装

熔断器应按照制造厂的说明书安装。对多极布置的熔断器,当极间距离不是通过结构件固定时,各级应安装得使极间距离不小于制造厂规定的数值。

9.3.2 熔断件额定电流的选择

熔断件的额定电流通常高于正常使用电流。推荐的选配原则是:

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 1: 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: $1.3 \times 1.1 = 1.43$ 倍额定电流。

注 2: 当熔断器安装处的空气温度超过 40℃ 时,推荐与制造厂商量。

9.3.3 熔断器底座的选择

在制造厂规定的额定电流下熔断器底座的功率承受能力,应不低于设计装在该熔断器底座上任何一个熔断件的最大功率耗散。

9.3.4 熔断器最小开断电流的选择

由于考虑到当一个或多个电容器元件击穿时电流增加不大,可能需要很低的最小开断电流值。而在熔断件仅用作线路保护的情况下(这里独立单元各自用其他措施保护),则可以采用最小开断电流值适当较高的熔断件。

由于单元故障引起的流过故障单元的电流以及由于与故障单元并联的单元内的储能放电引起的电流,与电容器组的排列和电源内部连接有关,可能不足以使熔断器动作,要一直到故障单元中多个串联元件损坏后才能动作,为保证熔断器能够动作并且彻底隔离出故障单元,熔断器的额定值应按其在只流过故障单元的工频过电流时就能动作来确定。

对喷射熔断器,与故障电容器相并联的电容器的总储存能量应小于熔断器承担而不爆炸的能量,并且应小于故障电容器爆炸所需的能量;对限流熔断器,熔断器可能通过的能量应小于故障电容器爆炸所需的能量。适用时,更详细的内容按 GB/T 15166.2—2008 及 GB/T 15166.3—2008 的规定。

9.3.5 熔断件额定电压的选择

选择熔断件的额定电压应考虑到下列情况:

- 如果用在三相中性点直接接地的系统中或中性点通过阻抗或电阻接地的系统中,则熔断件的电压额定值至少应等于最高线电压;
- 如果用在单相系统中,则熔断件的电压额定值至少应等于最高单相回路电压的 115%;
- 如果用在三相中性点绝缘或谐振接地系统中,则应考虑到可能产生的异相接地故障(即一个故障在电源侧和另一个故障在另一相熔断器的负载侧)。如果此系统的最高线电压高于熔断件电压额定值的 0.87 倍,则有必要选用更高额定电压等级的熔断件。

9.3.6 熔断器的弧前时间-电流特性

正如 9.3.2 中所述,熔断器的额定电流虽然重要,却仅是在给定的使用条件下选择熔断器所需考虑的诸多因素之一。

选择熔断器时,最重要的因素是弧前时间-电流特性。这一因素之所以重要是由于它关系到:

- a) 熔断器瞬态涌流的耐受能力;
- b) 同其它相关的保护装置的配合;
- c) 提供给相关的馈电线路的保护水平。

当选择最佳的熔断件时,建议向熔断器制造厂咨询和将时间-电流特性进行比较。

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 4 所示曲线的配合原则可供参考。

9.4 运行

9.4.1 熔断件在使用位置的锁定

应特别注意检查熔断件在使用位置的可靠锁定。

9.4.2 熔断件的更换

建议在断开负荷的情况下取下和插入熔断件。

在三相回路的一相或两相的熔断件已动作后,建议将三相熔断件全部更换,除非确知未熔化的熔断件中没有流过过电流。

9.5 处理

适用时,制造厂应预先考虑到环境方面的因素,提供有关熔断器的处理办法的资料。

考虑和符合所有相关处理的地方法规是用户的责任。

10 运输和储存

GB/T 11022—1999 的第 10 章适用,并作如下补充:

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。

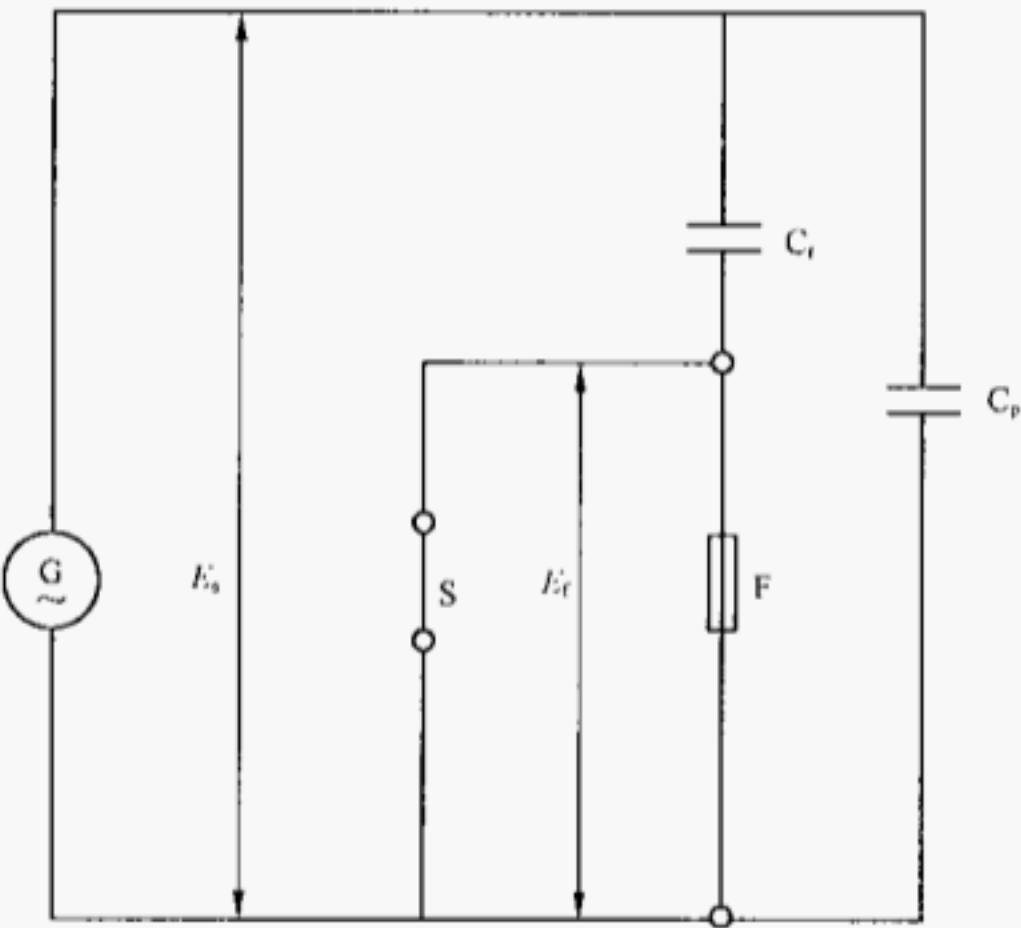
使用说明书、随机文件中应包括下列内容:

- a) 熔断件的冷态电阻及电阻允差的百分值;
- b) 绝缘水平;
- c) 额定感性开断电流;
- d) 额定容性开断电流;
- e) 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;
- f) 放电电流开断性能(能够承受而不爆裂的电容器最大能量);
- g) 耐受放电性能(放电电流第一个半波峰值为熔断件额定电流的倍数)。

11 安全性

GB/T 11022—1999 的第 11 章适用,并做如下补充:

任何已知的化学危害和环境危害应在使用说明书中明确。



- G——发电机；

E_s ——恢复电压；

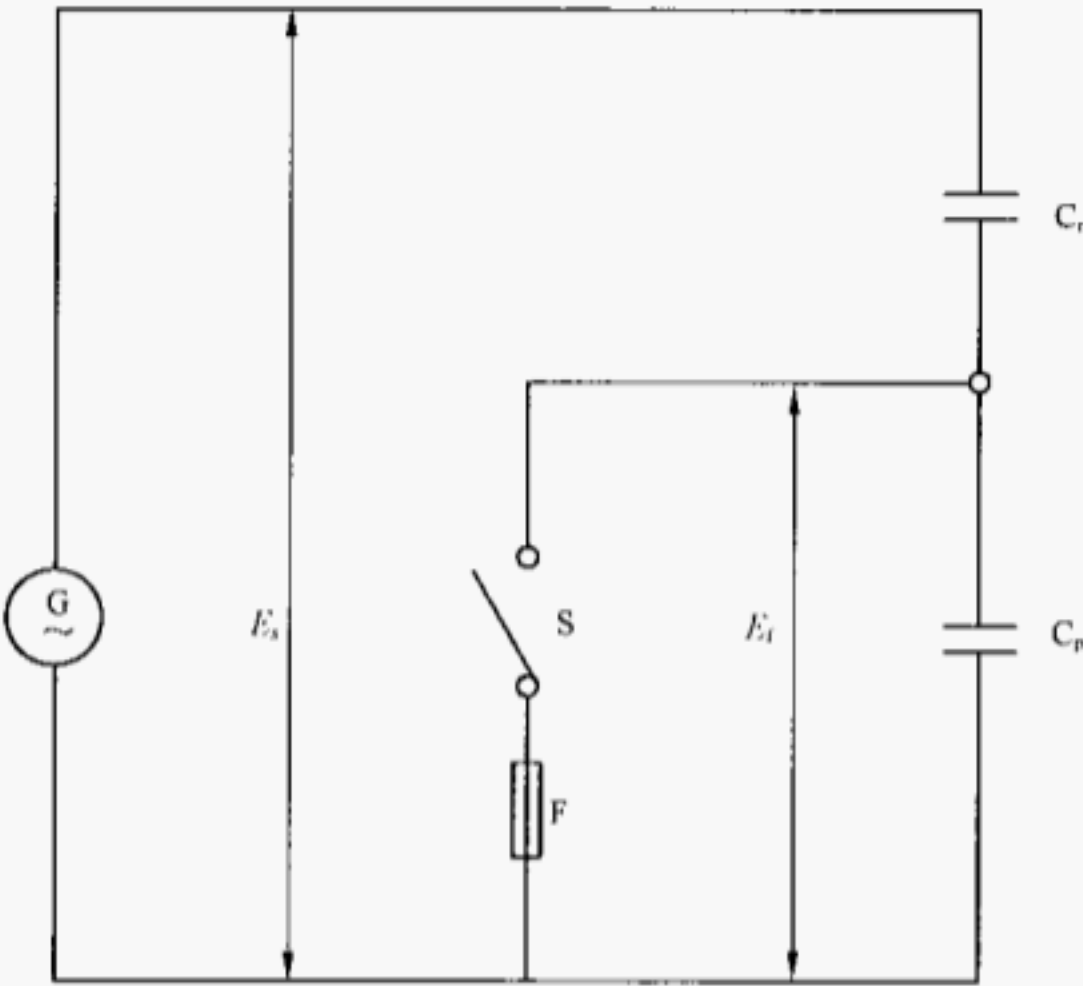
S 开关；

C_p ——相当于与故障电容器并联的电容器， C_p 值不小于 300 kVar，经验表明， C_p 值对熔断器的容性电流开断特性的影响不是关键性的，因此仅规定了最小值。
- E_s ——电源电压；

F——熔断器；

C_t ——产生试验电流的电容器；

图 1 小容性电流开断试验回路



- G——发电机；

E_s ——恢复电压；

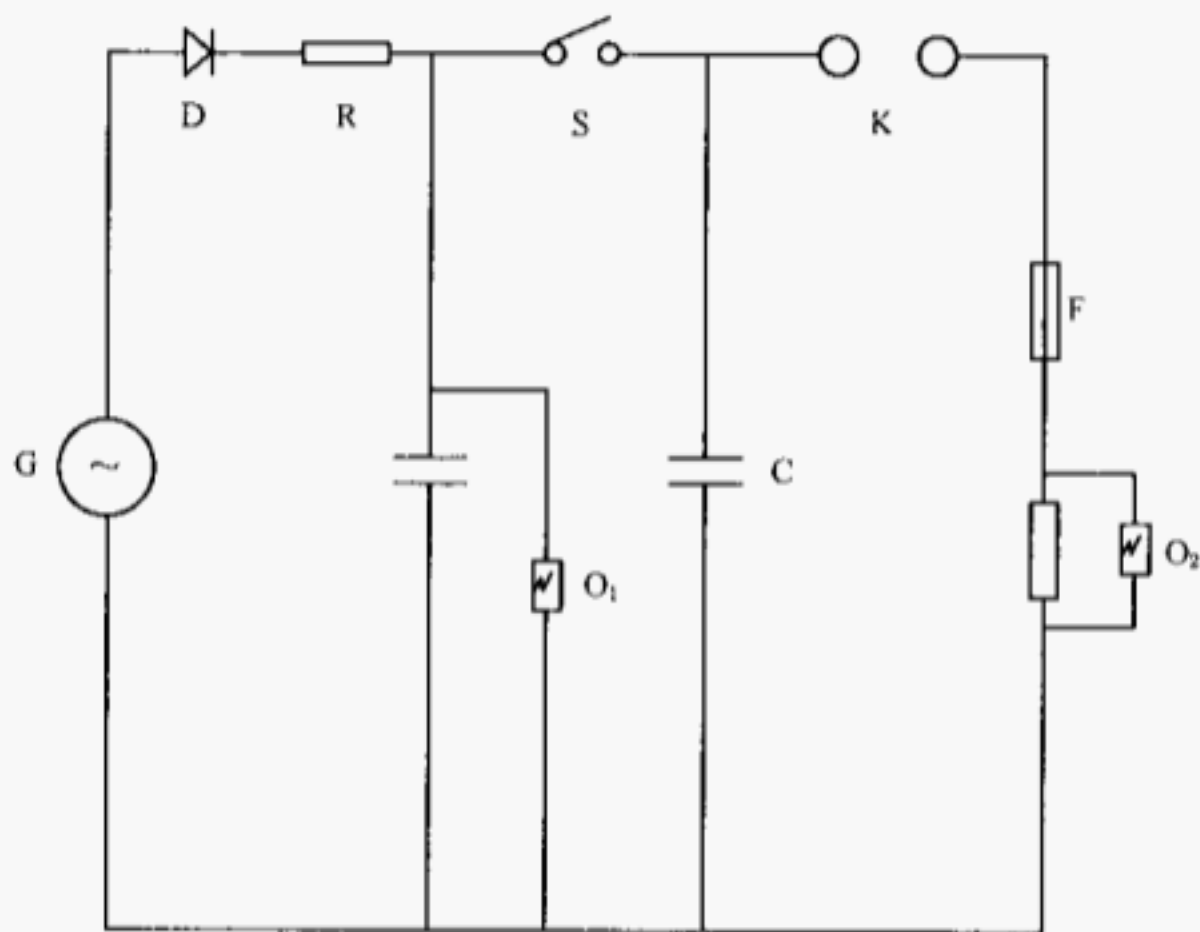
S——开关；

C_p ——相当于与故障电容器并联的电容器， C_p 值不小于 300 kvar，经验表明， C_p 值对熔断器的容性电流开断特性的影响不是关键性的，因此仅规定了最小值。
- E_s ——电源电压；

F——熔断器；

C_t ——产生试验电流的电容器；

图 2 额定容性电流开断试验回路



- D——整流器；
- R——限流电阻；
- C——电容器；
- G——电源；
- S——开关；
- F——被试熔断器；
- K——点火球隙；
- O₁——电压测量；
- O₂——电流测量。

图 3 放电开断试验接线图

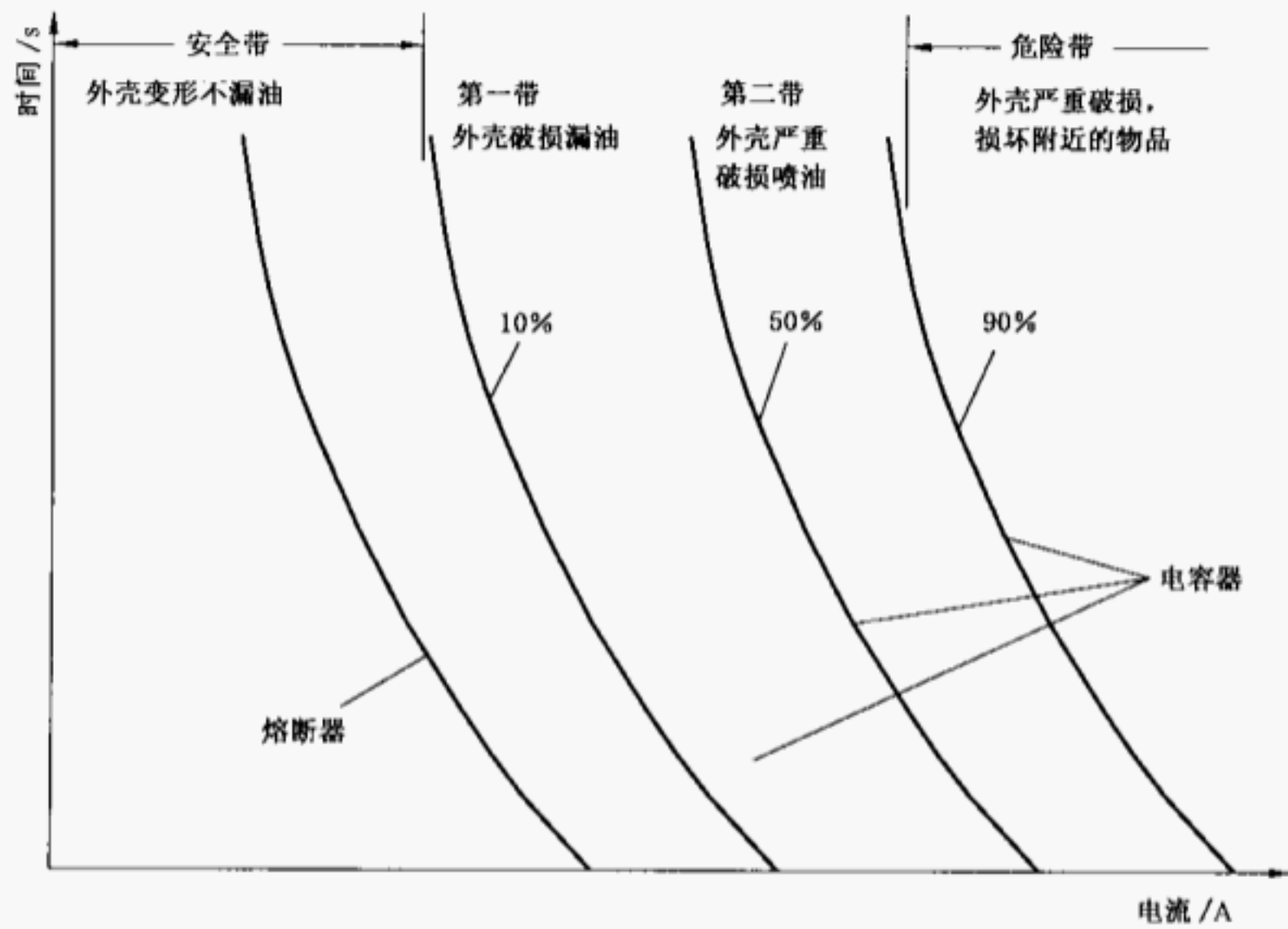


图 4 电容器外壳的爆裂几率曲线与熔断器弧前时间-电流特性曲线配合