



中华人民共和国国家标准

GB/T 15166.2—2008
部分代替 GB 15166.2—1994, 部分代替 GB/T 15166.4—1994

高压交流熔断器 第2部分：限流熔断器

High-voltage alternating-current fuses—
Part 2: Current-limiting fuses

(IEC 60282-1:2005 High-voltage fuses—
Part 1: Current-limiting 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
中国国家标准化管理委员会

发布

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
高压交流熔断器

第 2 部分：限流熔断器

GB/T 15166.2—2008

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街 16 号
邮政编码：100045

网址 www.spc.net.cn

电话：68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 4 字数 114 千字

2009 年 2 月第一版 2009 年 2 月第一次印刷

*

书号：155066·1-35161 定价 40.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话：(010)68533533

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 其他使用条件	1
2.3 特殊使用条件	2
2.4 环境中的表现	2
3 术语和定义	2
3.1 电气特性	2
3.2 熔断器及其组件	4
3.3 附加术语	5
4 额定值和特性	7
4.1 概述	7
4.2 额定电压	7
4.3 额定绝缘水平(熔断器底座的)	7
4.4 额定频率	8
4.5 熔断器底座的额定电流	8
4.6 熔断件的额定电流	8
4.7 温升限值	8
4.8 额定开断能力	10
4.9 动作电压的极限	10
4.10 额定瞬态恢复电压(额定 TRV)	10
4.11 时间-电流特性	11
4.12 截止特性	12
4.13 I^2t 特性	12
4.14 撞击器的机械特性	12
4.15 用于符合 GB 16926 的负荷开关——熔断器组合电器中的后备熔断器的特殊要求	12
5 设计、结构和性能	13
5.1 关于熔断器动作的一般要求	13
5.2 识别标记	14
5.3 尺寸	14
6 型式试验	14
6.1 试验条件	14
6.2 型式试验项目	14
6.3 所有型式试验的共同试验要求	15
6.4 绝缘试验	15

6.5	温升试验和功率耗散测量	16
6.6	开断试验	18
6.7	时间-电流特性试验	25
6.8	撞击器的试验	26
6.9	电磁兼容性(EMC)	27
7	特殊试验	27
7.1	概述	27
7.2	特殊试验项目	27
7.3	热冲击试验	27
7.4	不打算在外壳中使用的熔断器的功率耗散试验	28
7.5	防水(潮气浸入)试验	28
7.6	用在负荷开关——熔断器组合电器(符合 GB 16926)中的后备熔断器的试验	28
7.7	油密封试验	28
8	出厂试验	29
9	选用导则	29
9.1	目的	29
9.2	概述	29
9.3	使用	29
9.4	运行	32
9.5	处理	33
附录 A (规范性附录)	绘制回路预期瞬态恢复电压包络线和确定代表性参数的方法	39
附录 B (资料性附录)	试验(方式 1、方式 2 和方式 3)瞬态恢复电压值选择的原因	41
附录 C (资料性附录)	开关设备用油密封熔断件温升试验时的优选布置	43
附录 D (资料性附录)	现行各国标准中规定的限流熔断件的类型和尺寸	44
附录 E (规范性附录)	用于环境温度超过 40 °C 某些类型的熔断件的要求	47
附录 F (资料性附录)	熔断器的周围环境温度超过 40 °C 时降低额定值的方法	50
附录 G (资料性附录)	确定 I_t 试验有效性的判据	57
参考文献		58

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2部分。

本部分修改采用 IEC 60282-1:2005《高压熔断器 第1部分：限流熔断器》(第6版)。本部分与 IEC 60282-1:2005 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 60282-1:2005 中额定频率 60 Hz 的有关内容；根据我国行业的分工情况，适用的系统最低电压由 IEC 60282-1 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；
- 增加了“出厂试验”一章的具体内容。

本部分部分代替 GB 15166.2—1994《交流高压熔断器 限流式熔断器》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 15166.2—1994 和 GB/T 15166.4—1994 主要差异有：

- 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；
- 明确了本部分不适用的场合，如撞击器和开关装置的配合；
- 使用条件，由于熔断器对环境温度的敏感性，没有完全引用 GB/T 11022，而将 IEC 60282-1 的内容全部列出；
- 术语中增加了“(熔断器底座的)隔离距离”、“外绝缘”、“自恢复绝缘”、“有机熔断件”和“周围温度”等；
- 额定参数，电流按照 IEC 标准增加了 R10 和 R20 数系中的参数；还增加了“全范围熔断器的最高使用温度”等特性参数；
- 设计与结构，增加了铭牌的要求；
- 型式试验，增加了全范围熔断器的交接电流开断能力试验、油密封性试验；去掉了 GB 15166.2—1994 中的指示器试验、骤冷试验(仅对户外产品)、防水试验(仅对户外产品)和电晕试验；明确了限流熔断器不需要进行电磁兼容性(EMC)试验；
- 增加了“特殊试验”一章的内容；
- 增加了“选用导则”一章的内容；
- 增加了附录 E 和附录 G 的内容。

本部分的附录 A 和附录 E 是规范性附录，附录 B、附录 C、附录 D、附录 F 和附录 G 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、温州伏尔特电器有限公司、太原第一开关厂、湛江高压电器有限公司、上海电器陶瓷厂有限公司。

本部分主要起草人:田恩文、严玉林、吴鸿雁。

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、程长西、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 15166.2—1994;

——GB/T 15166.4—1994。

高压交流熔断器

第2部分:限流熔断器

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和户外用的所有类型的高压限流熔断器。

某些熔断器的熔断件装有指示装置或撞击器。这些熔断器属于本部分的范围,但撞击器同开关装置脱扣机构组合后的正确动作不在本部分的范围内,见 GB 16926。

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 1843—1996 塑料悬臂梁冲击试验方法(eqv ISO 180—1993)

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

GB/T 2900.19—1994 电工术语 高电压试验技术和绝缘配合(neq IEC 60071-1:1993)

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 3808—2002 摆锤式冲击试验机的检验(ISO 148-2:1998,MOD)

GB/T 5582—1993 高压电力设备外绝缘污秽等级(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 交流高压熔断器 术语(GB/T 15166.1—1994,neq IEC 60291:1969)

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

GB/T 15166.5—2008 高压交流熔断器 电动机回路用高压熔断件的技术要求(IEC 60644:1979,MOD)

GB/T 15166.6—2008 高压交流熔断器 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 号修订(1985),MOD]

GB 16926—1997 高压交流负荷开关 熔断器组合电器(eqv IEC 60420:1990)

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

2 正常和特殊使用条件

2.1 正常使用条件

GB/T 11022 适用。

2.2 其他使用条件

需要用于环境温度(见 3.3.11)超过 40 ℃ 的熔断件在本部分的附录 E 中阐述。

2.3 特殊使用条件

根据制造厂和用户的协议,高压熔断器可以用在不同于 2.1 中给出的正常工作条件。对任何特殊使用条件,都应向制造厂咨询。

2.4 环境中的表现

满足本部分的熔断器在正常运行条件下是惰性装置,这也是 5.1.3 不得出现明显的外部喷射的要求。因此,认为限流熔断器在运行和动作时对环境是安全的装置。

3 术语和定义

GB/T 2900.19 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

对元件、装置、设备或系统规定的运行条件而设定的、用于技术要求的量值。

[GB/T 15166.1 的 3.1,修改过]

注:例如,通常对熔断器规定的额定值有:电压、电流和开断电流。

3.1.2

额定参数 rating

一组额定值和运行条件。

[IEV 441-18-36]

3.1.3

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

当熔断器用一阻抗可忽略的导体代替时在回路中流过的电流。

[GB/T 15166.1 的 3.2,修改过]

注:预期电流的表示和计算的方法,见 6.6.2.1 和 6.6.2.2。

3.1.4

预期峰值电流 prospective peak current

在电流开始后的瞬态期间预期电流的峰值。

[GB/T 15166.1 的 3.3,修改过]

注:此定义假定电流是用理想开关装置(即阻抗从无穷大瞬时转变为零)接通的。对于电流能流经几个不同路径的回路(例如多相回路),此定义进一步假定,在所有极中电流是同时接通的,即使仅考虑一极中的电流也是如此。

3.1.5

预期开断电流 prospective breaking current

对应于开断过程起始瞬间所求得预期电流。

[GB/T 15166.1 的 3.4,修改过]

注:对于熔断器,这一瞬间通常定义为在开断过程中的起弧时刻。在 6.6.2.3 中给出了关于起弧瞬间的惯例。

3.1.6

开断能力 breaking capacity

在规定的使用和性能条件下,熔断器在规定的电压下所能开断的预期电流值。

[GB/T 15166.1 的 3.6,修改过]

3.1.7

截止电流 cut-off current

允通电流 let-through current

在熔断器的开断期间达到的最大瞬时电流值。

[GB/T 15166.1 的 3.5, 修改过]

注: 当熔断器在未达到回路预期峰值电流的情况下动作时, 这一概念特别重要。

3.1.8

弧前时间 pre-arcing time

熔化时间 melting current

从电流大到足以引起开断的电流开始到起弧瞬间为止的时间间隔。

[GB/T 15166.1 的 3.11, 修改过]

3.1.9

燃弧时间 arcing time

从熔断器中起弧瞬间起到此熔断器中电弧最终熄灭瞬间止的时间间隔。

[GB/T 15166.1 的 3.12, 修改过]

3.1.10

动作时间 operating time

全开断时间 total breaking current

弧前时间和燃弧时间之和。

[GB/T 15166.1 的 3.13]

3.1.11

焦耳积分 Joule integral

I^2t 在给定的时间间隔 $t_0 - t_1$ 内电流平方的积分:

$$I^2t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 dt$$

注1: 弧前 I^2t 是在熔断器弧前时间内的 I^2t 积分。

注2: 动作 I^2t 是在熔断器动作时间内的 I^2t 积分。

注3: 在用熔断器保护的回路中, 以焦耳表示的在 $1\ \Omega$ 电阻中释放的能量, 等于以 $A^2 \times s$ 表示的动作 I^2t 值。

[GB/T 15166.1 的 3.14, 修改过]

3.1.12

有效时间 virtual time

焦耳积分值除以预期电流值的平方。

[GB/T 15166.1 的 3.15, 修改过]

注: 通常对熔断件规定的有效时间值是弧前时间和动作时间值。

3.1.13

时间-电流特性 time-current characteristic

在规定的动作条件下, 给出的将时间(例如弧前时间或动作时间)作为预期电流的函数的曲线。

[GB/T 15166.1 的 3.16, 修改过]

3.1.14

截止(电流)特性 cut-off(current)characteristics

允通(电流)特性 let-through characteristics

在规定的动作条件下, 给出的将截止电流作为预期电流的函数的曲线。

[GB/T 15166.1 的 3.17, 修改过]

注: 就交流而言, 截止电流值是在无论何种不对称程度时所能达到的最大值。就直流而言, 截止电流值是与规定的时间常数有关的所达到的最大值。

3.1.15

恢复电压 recovery voltage

电流开断后出现在熔断器端子间的电压。

[GB/T 15166.1 的 3.18, 修改过]

注：此电压可按两个连续的时间间隔考虑，其一为瞬态电压存在期间和随后的工频或稳态恢复电压存在期间。

3.1.16

瞬态恢复电压 (TRV) transient recovery voltage

在具有显著瞬态特征时间内的恢复电压。

[GB/T 15166.1 的 3.27, 修改过]

注1：取决于回路和熔断器的特性，瞬态恢复电压可以是振荡的、非振荡的或两者的组合。它包括多相回路中性点的电压偏移。

注2：除非另有规定，在三相回路中的瞬态恢复电压是指首先开断的熔断器两端的电压，因为这一电压通常高于另外两个熔断器端子间出现的电压。

3.1.17

工频恢复电压 power frequency recovery voltage

瞬态电压消失后的恢复电压。

[GB/T 15166.1 的 3.28]

3.1.18

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

用理想开关装置开断预期对称电流之后的瞬态恢复电压。

[GB/T 15166.1 的 3.29, 修改过]

注：此定义假定，获得预期瞬态恢复电压的熔断器以理想开关装置[即在电流真正零(即在“自然零”)瞬间阻抗从零瞬时转变成无穷大]代替。对于电流能流经几个不同路径的回路，例如多相回路，此定义进一步假定，仅在所考虑的极中用理想开关装置开断电流。

3.1.19

动作电压 operating voltage

在熔断器动作期间，其端子间出现的最大电压瞬时值。

[GB/T 15166.1 的 3.30, 修改过]

注：动作电压可以是电弧电压，或者是在瞬态恢复电压期间可能出现的电压。

3.1.20

最小开断电流 minimum breaking current

在规定的使用和性能条件下，熔断件在规定的电压下所能开断的最小预期电流值。

[GB/T 15166.1 的 3.9]

3.1.21

(熔断件的)功率耗散 power dissipation (of fuse-link)

在规定的使用和性能条件下，承载规定电流时熔断件中释放的功率。

[GB/T 15166.1 的 3.31]

注：规定的使用和性能条件通常包括在达到稳定温度条件以前恒定的电流值(有效值)。

3.2 熔断器及其组件

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。

[GB/T 15166.1 的 2.1, 修改过]

3.2.2

端子 terminal

供与外部回路作电气连接的熔断器的导电部件。

[GB/T 15166.1 的 2.13]

注：端子可以按照打算使用它们的回路种类进行区分（如主接线端子、接地端子等），也可按其结构进行区分（如螺栓连接端子、插头连接端子等）。

3.2.3

熔断器底座(熔断器底架) fuse-mount(fuse-base)

装有触头和端子的熔断器的固定部件。

[GB/T 15166.1 的 2.20]

注：熔断器底座一词包括绝缘必需的所有部件(见图 1)。

3.2.4

熔断器底座触头 contact of the fuse-mount

设计与熔断件触头或载熔体触头相接合的熔断器底座的接触片(见图 1)。

[GB/T 15166.1 的 2.21, 修改过]

3.2.5

熔断件 fuse-link

熔断器动作后需要更换的熔断器的部件(包含熔体)(见图 1)。

[GB/T 15166.1 的 2.15]

3.2.6

熔断件的触头 contact of the fuse-link

设计与熔断器底座触头相接合的载熔件的接触片(见图 1)。

[GB/T 15166.1 的 2.19, 修改过]

3.2.7

熔体 fuse-element

设计在超过某一规定值的电流的作用下经规定时间熔化的熔断件的一个部件(见图 1)。

[GB/T 15166.1 的 2.14, 修改过]

3.2.8

指示装置;指示器 indicator

供指示熔断器是否已动作的熔断器的一个部件(见图 1)。

[GB/T 15166.1 的 2.23]

3.2.9

撞击器 striker

构成熔断件部件的机械装置,当熔断器动作时,它释放出使其他电器或指示器动作或提供连锁所要求的能量。

[GB/T 15166.1 的 2.24, 修改过]

3.3 附加术语

3.3.1

限流熔断器 current-limiting fuse

在规定的电流范围内且在它的动作期间和动作结束之前,将电流限制到远低于预期电流峰值的熔断器。

[GB/T 15166.1 的 2.2, 修改过]

3.3.2

分类 classes

按照限流熔断器所能使用的范围,可分为三类:

- 后备熔断器;
- 通用熔断器;
- 全范围熔断器。

见 9.3.3。

3.3.3

后备熔断器 back-up fuse

在规定的使用和性能条件下,能开断从额定最大开断电流一直到额定最小开断电流的所有电流的限流熔断器。

[GB/T 15166.1 的 2.8]

3.3.4

通用熔断器 general-purpose fuse

在规定的使用和性能条件下,能开断从额定最大开断电流一直到能使熔体在 1 h 或更长时间内熔化的电流的所有电流的限流熔断器。

[GB/T 15166.1 的 2.7]

3.3.5

全范围熔断器 full-range fuse

在规定的使用和性能条件下,能开断使熔体熔化直到其额定最大开断电流的所有电流的限流熔断器(见 6.6.1.1,试验方式 3)。

[GB/T 15166.1 的 2.9]

3.3.6

(熔断器底座的)隔离距离 isolating distance(for a fuse-mount)

取下熔断器的熔断件或载熔件后,熔断器底座触头间或与之相连的任何导电部件间测得的最短距离。

[GB/T 15166.1 的 2.22,修改过]

3.3.7

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

仅在某种特性方面相互偏离的熔断件系列,即对于一给定的试验,可用该系列一个或降低数量的特定熔断件进行试验作为同族系列所有熔断件的代表(见 6.6.4.1)。

[GB/T 15166.1 的 2.10,修改过]

3.3.8

外绝缘 external insulation

承受电压作用并受大气和其他外界条件例如污秽、温度、鸟和虫等影响的大气中的距离以及与大气相接触的设备固体绝缘的表面。

[GB/T 2900.19 的 3.24,修改过]

3.3.9

自恢复绝缘 self-restoring insulation

破坏性放电后完全恢复其绝缘性能的绝缘。

[GB/T 2900.19 的 3.28]

3.3.10

有机熔断件 organic fuse-link

包含明显比例的有机(例如,碳基的)材料的熔断件,在熔断器动作后可能导致过大的泄漏电流。如果制造厂确定设计中有机的或其他材料的位置和数量可以导致过大的动作后泄漏电流和击穿,则制造厂应称该熔断件为“有机的”。

3.3.11

周围温度 surrounding temperature

周围温度是指熔断件周围的气体或液体介质的温度。

4 额定值和特性**4.1 概述**

a) 熔断器底座的额定值

- 1) 额定电压(4.2);
- 2) 额定电流(4.5);
- 3) 额定绝缘水平(工频和雷电冲击耐受电压)(4.3)。

b) 熔断件的额定值

- 1) 额定电压(4.2);
- 2) 额定电流(4.6);
- 3) 额定最大开断电流(4.8.1);
- 4) 额定频率(4.4);
- 5) 后备熔断器的额定最小开断电流和分类(4.8.2);
- 6) 额定 TRV(4.10)。

c) 熔断器的特性

- 1) 温升限值(4.7)。

d) 熔断件的特性

- 1) 分类(3.2.2 和 4.8.2);
- 2) 动作电压(4.9);
- 3) 时间-电流特性(4.11);
- 4) 截止特性(4.12);
- 5) I^2t 特性(4.13);
- 6) 撞击器的机械特性(4.14);
- 7) 全范围熔断器的最高使用温度(见附录 E)。

4.2 额定电压

在熔断器底座或熔断件型号中使用的电压,由它确定试验条件。

注:此额定电压等于设备的最高电压(见第9章)。

熔断器的额定电压应从表1给出的电压中选取。

表1 额定电压

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

4.3 额定绝缘水平(熔断器底座的)

与电压耐受能力相关的表征熔断器底座绝缘的电压值(工频和冲击)(见第9章)。

对熔断器底座认可两类绝缘耐受水平。它们定名为“系列1”和“系列2”,并分别与不同的使用严酷性以及绝缘试验时不同的试验电压值有关(见9.3.5)。

熔断器底座的额定绝缘水平应从表 2 中选取。

表 2 中的温度、压力和湿度的标准参考大气条件分别为 25 ℃、101.3 kPa (1 013 mbar) 以及 11 g/m³。

应该声明熔断器是户内还是户外使用。

表 2 熔断器底座的额定绝缘水平(按 GB/T 11022 修改)

熔断器的 额定电压/ kV	额定雷电冲击耐受电压(负极性和正极性)/kV				额定 1 min 工频耐受电压 (干试和湿试)/ kV(有效值)	
	系列 1 (峰值)		系列 2 (峰值)			
	对地和极间	熔断器底座的 隔离断口间 ^a	对地和极间	熔断器底座的 隔离断口间 ^a	对地和极间	熔断器底座的 隔离断口间 ^a
3.6	20	23	40	46	10	12
7.2	40	46	60	70	20	25
12	60	70	75	85	28	32
24	95	110	125	145	50	60
40.5	180	200	190	220	85	110
72.5	325	375	350	385	140	160

^a 隔离断口的绝缘水平应仅对规定有隔离性能的熔断器底座要求。

4.4 额定频率

额定频率的标准值是 50 Hz。

4.5 熔断器底座的额定电流

给熔断器底座规定的电流,在不高于 40 ℃ 的周围温度空气下,当设计用于特定的熔断器底座(用某一规定尺寸和长度的导体接到回路中)且电流额定值与其相同的熔断件装上时,一个新的、干净的熔断器底座将能连续地承载此电流而不超过规定的温升。

熔断器底座的额定电流(单位:A)应从下列数值中选取:

10,25,63,100,200,400,630,1 000。

4.6 熔断件的额定电流

给熔断件规定的电流,在不高于 40 ℃ 的周围空气温度下,将其安装在制造厂规定的熔断器底座(用某一规定尺寸和长度的导体接到回路中)上时,一个新的、干净的熔断件能够连续地承载此电流而不超过规定的温升(见第 9 章)。

熔断件的额定电流(单位:A)应从 R10 系列中选取。特殊情况下,熔断件额定电流的附加数值可以从 R20 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。R 20 数系包括 1,1.12,1.25,1.4,1.6,1.8,2,2.24,2.5,2.8,3.15,3.55,4,4.5,5,5.6,6,3,7.1,8,9 以及它们与 10 的乘积。

4.7 温升限值

熔断件和熔断器底座应能连续地承载额定电流而不超过表 3 中给出的温升限值。

注: 对用于外壳中的熔断器,见 6.5.3,9.3.2 和附录 F。

如果相接合的触头表面有不同镀层,允许的温度和温升应按下述规定:

- a) 对螺栓紧固的触头和端子,采用表 3 中允许最高值的部件的值;
- b) 对弹簧压接的触头,采用表 3 中允许最低值的部件的值。

表 3 部件和材料的温度和温升限值

部件、材料	最大值	
	温度/℃	温升/K
A 在空气中的触头：		
1 弹簧压接的触头(铜和铜合金)		
——裸的	75	35
——镀银的或镀镍的	105	65
——镀锡的	95	55
——其他镀层 ^a		
2 螺栓紧固的触头或等效的(铜、铜合金和铝合金)：		
——裸的		
——镀锡的	90	50
——镀银的或镀镍的	105	65
——其他镀层 ^a	115	75
B 在油中的触头(铜或铜合金)：		
1 弹簧压接的触头		
——裸的	80	40
——镀银的,镀锡或镍的	90	50
——其他镀层 ^a		
2 螺栓紧固的触头		
——裸的	80	40
——镀银的,镀锡或镍的	100	60
——其他镀层 ^a		
C 在空气中用螺栓紧固的端子：		
——裸的	90	50
——镀银和,镀镍或锡的	105	65
——其他镀层 ^a		
D 作为弹簧的金属部件 ^b		
E 用作绝缘的材料和与下列等级的绝缘 ^c 接触的金属部件：		
Y 级(对未浸渍的材料)	90	50
A 级(对浸在油中的材料)	100	60
E 级	120	80
B 级	130	90
F 级	155	115
漆：油基的	100	60
合成的	120	80
H 级	180	140
其他级 ^d		
F 油 ^{e,f}	90	50
G 除触头和弹簧以外所有与油接触的金属或绝缘材料部件	100	60
^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 5582 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。		

4.8 额定开断能力

4.8.1 额定最大开断电流

对熔断器规定的开断能力值。

熔断件的最大开断电流(单位:kA)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。

4.8.2 额定最小开断电流和类别

制造厂应明确熔断器的类别,并对后备熔断器明确规定其最小开断电流。对于通用熔断器也应明确额定最小开断电流。

4.9 动作电压的极限

所有试验方式中动作期间的动作电压不应超过表 4 和表 5 中给出的数值。

如有要求,制造厂应明确开断试验中确定的动作电压的最大值(见 6.6)。

表 4 最大允许动作电压

额定电压/kV	3.6	7.2	12	24	40.5	72.5
最大动作电压/kV	12	23	38	75	126	226

表 5 小额定电流的熔断件的最大允许动作电压(≤3.15 A)

额定电压/kV	3.6	7.2	12	24	40.5	72.5
最大动作电压 ^a /kV	26	36	50	85	待定	待定

^a 动作电压在不超过 200 μs 的持续时间内可能超过表 4 中给出的数值,但不应超过本表中给出的限值(见图 11)。

本表中规定的动作电压仅允许和系列 2 的额定雷电冲击耐受电压相关(见表 2)。

4.10 额定瞬态恢复电压(额定 TRV)

4.10.1 概述

与额定最大开断电流(相应于 4.8.1)有关的额定瞬态恢复电压是参考电压,它构成即使在短路情况下熔断器也能开断回路的预期瞬态恢复电压的上限。

额定 TRV 的标准值规定在表 6 中。用于熔断器的额定最大开断电流。

表 6 中给出的数值是预期值并考虑了恢复电压的衰减。

对于单相系统或当熔断器在比较严酷条件的场合使用时,应根据制造厂和用户之间的协议选取数值。

相应于额定最大开断电流的额定瞬态恢复电压用作开断电流等于额定值时的试验(带有 6.6.1.2.2 中给出的偏差)。对于开断电流小于额定值时的试验,另外规定了瞬态恢复电压值(见 6.6.1.2.3)。

表 6 额定 TRV 的标准值

额定电压	基本参数		导出值			
	峰值电压	时间	时延 ^a	电压 ^b	时间 ^c	上升率
U_r	u_c	t_3	t_d	u'	t'	u_c/t_3
kV	kV	μs	μs	kV	ms	kV/μs
3.6	6.2	40	6	2.06	19.4	0.154
7.2	12.4	52	7.8	4.1	25	0.238
12	20.6	60	9	6.9	29	0.345
24	41	88	13.2	13.8	42.5	0.47
40.5	69	115	17.2	23	55.5	0.60
72.5	124	168	8.4	41.5	64	0.74

表 6 (续)

额定电压	基本参数		导出值			
	峰值电压	时间	时延 ^a	电压 ^b	时间 ^c	上升率
U_r	u_c	t_3	t_d	u'	t'	u_c/t_3
kV	kV	μs	μs	kV	ms	kV/ μs
$u_c = 1.4 \times 1.5 \times \sqrt{\frac{2}{3}} U_r$ ^a 对于 $U_r \leq 40.5 \text{ kV}$: $t_d = 0.15 t_3$ 对于 $U_r \geq 72.5 \text{ kV}$: $t_d = 0.05 t_3$ ^b $u' = 1/3 u_c$ ^c 对于 $U_r \leq 40.5 \text{ kV}$: $t' = (0.15 + \frac{1}{3}) t_3$ 对于 $U_r \geq 72.5 \text{ kV}$: $t' = (0.05 + \frac{1}{3}) t_3$						

4. 10. 2 TRV 的表述方法

瞬态恢复电压的波形随实际回路的布置而变化。

对于本部分范围所包括的熔断器，瞬态恢复电压近似于阻尼的单频振荡。用两参数(参考线)法规定的两根线组成的包络线，可足以描述这一波形(见附录 A)。

在熔断器电源侧的局部电容的影响下，TRV 最初几微秒期间会产生一较慢的电压上升率。这可用引入时延的方法加以表述。

这一表示方法既适用于额定瞬态恢复电压，又适用于其他规定的用两参数参考线连同时延线表示的瞬态恢复电压。

4. 10. 3 额定 TRV 的表示方法

下列参数用作表示额定 TRV(见图 8)：

—— u_c ：以千伏表示的 TRV 峰值电压；

—— t_3 ：以微秒表示的到达电压 u_c 的时间。

时延线平行于第一段参考线，它从时间轴上额定时延 t_d 处开始上升到规定的电压 u' (时间坐标为 t')处终止。

4. 11 时间-电流特性

熔断件的时间-电流特性，是在制造厂规定的熔断器底座中装入新的和无载的熔断件通以电流求得的，熔断器底座用 6. 5. 1. 2 中规定的尺寸和长度的导体连接到试验回路中。

除非另有规定，应认为时间-电流特性在周围空气温度 20 ℃ 的情况下适用。

制造厂应根据 6. 7. 2 中规定的时间-电流特性试验确定的数据作出曲线。

时间-电流特性应以电流作横坐标和时间作纵坐标来表示。

两个坐标轴上应采用对数刻度。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。

特性应画在标准的 A3 和 A4 纸上。

每个 10 的尺寸(单位:cm)应从下列数系中选取：

2, 4, 8, 16, 和 2. 8, 5. 6, 11. 2。

注：推荐尽可能采用 2. 8 和 5. 6 这两个值。

曲线应当表明：

——视在弧前时间和预期电流之间的关系；

——电流的基准值，可以是平均值或最小值。如果采用平均电流值，则容差应不超过±20%。如果采用最小值，则容差应不超过+50%；

——曲线数据适用的熔断件的型号和额定值；

——时间范围按 6.7.2.2 中的规定。对后备熔断器,如果最小开断电流对应的时间小于 600 s,则应从最小开断电流到 600 s 画一虚线。

为了在熔断器之间或熔断器与其他保护装置之间的配合,相关的时间电流特性可以在低到 0.1 s 的期间应用。

当较高的故障电流使得熔断器在低于 0.1 s 的时间内动作时,可以采用相关的弧前 I^2t 和动作 I^2t 数据(见 3.1.11 的注 1 和注 2)。

4.12 截止特性

制造厂应指出相应于每个预期开断电流的截止上限值,在规定条件下直到熔断器的额定最大开断电流;此上限值的确定是作为在 6.6 中规定的开断型式试验的一部分进行。

应该说明该特性是适用于 50 Hz 还是 60 Hz。

4.13 I^2t 特性

制造厂应对预期电流具有截止特性的熔断器得出动作 I^2t 和弧前 I^2t 值。

规定的动作 I^2t 值应是在使用中可能经受的最高值。这些值和本部分的试验条件,例如电压、频率和功率因数的数值有关。

规定的弧前 I^2t 值应是在使用中可能经受的最低值。

I^2t 值可以用简单的表格或图形(即直方图)形式表示,也可用预期电流作横坐标和 I^2t 作纵坐标的曲线图表示,后者的两个刻度应是对数的并按 4.11 中规定的优选尺寸。

由 6.6 中规定的开断型式试验的一部分所确定的 I^2t 值,应不大于(对动作 I^2t)或小于(对弧前 I^2t)制造厂所规定的值。

4.14 撞击器的机械特性

撞击器可以用其行程的 A 和 B 两点(见图 12)间能释放到机械开关装置或信号装置上的能量和最小耐受力来分类。耐受力是在加有静态外力时防止撞击器在动作后返回到小于最小实际行程 OB 的特性。

撞击器的机械特性在表 7 中给出。

表 7 撞击器的机械特性

类 型	机械特性						
	能量	数值		实际行程		最小耐受力	行程的最长持续时间(见注)
		自由行程(OA) ^a	必须释放能量的进展行程(AB) ^a	最小(OB) ^a	最大(OC) ^a		
		mm	mm	mm	mm		
轻型	0.3±0.25	2	8	10	30	不适用	100
中型	1±0.5	4	16	20	40	20	100
重型	2±1	4	6	10	16	40	100
注:行程持续时间,对实际熔断件定义为从燃弧开始至达到行程 OB 的时间。对模拟熔断器,它是从施加电压起至达到行程 OB 时止的时间。							
^a 见图 10。							

4.15 用于符合 GB 16926 的负荷开关——熔断器组合电器中的后备熔断器的特殊要求

4.15.1 概述

对这样的用途,必须保证做到:

- a) 当熔断器装在其使用环境中时,在弧前时间(即在实际熔断器刚好熔化之前)内,应能耐受低于最小开断电流的电流,而对自身无热损伤或它的周围环境无影响;

- b) 在电流刚低于熔断器最小开断电流时,熔断器无损伤的电弧耐受时间(见 5.1.3)应长于联用的负荷开关的脱扣时间。

4.15.2 弧前条件下的最高外壳温度

对于打算用在符合 GB 16926 的、撞击器脱扣的负荷开关——熔断器组合电器中的后备熔断器,熔断器制造厂应规定超过最小熔化电流的任何电流可以达到的最高外壳温度以及相应的电流值。

确定这些温度和电流值的程序在 7.6.2 中给出。在同族系列的情况下,只需在具有最高电流额定值的熔断器上进行试验。

4.15.3 最长的电弧耐受时间

电弧耐受时间是指从开始燃弧到出现熔断器外部损伤的时间。熔断器制造厂应提供在 70% 到 100% 额定最小开断电流的情况下,有关最长电弧耐受时间的资料。

此时间最短应为 0.1 s。试验程序在 7.6.3 中给出。

5 设计、结构和性能

5.1 关于熔断器动作的一般要求

5.1.1 概述

如果用在运行电压低于熔断器额定电压的系统中时,最大开断电流不小于额定最大开断电流。

当限流熔断器用在电压低于其额定电压的系统中时,应考虑熔断器在动作期间产生的和绝缘水平有关的动作电压。

关于熔断器耐受每个可能的时间/电流组合而不恶化到引起过早动作或破坏的能力而言,目前,在电流低于在 6.6 开断试验中规定的电流范围内检验熔断器性能的试验尚未作出规定(见第 9 章)。

5.1.2 使用的标准条件

不管直流分量的大小,熔断器都应能正确地开断任何数值的预期电流,只要:

- 交流分量不小于额定最小开断电流且不大于额定最大开断电流;
- 工频恢复电压不大于表 9 中的规定值(对于特殊情况,见 9.3.4);
- 预期瞬态恢复电压在用 6.6.1.2 中规定的试验所表示的限值以内;
- 频率在 48 Hz 和 62 Hz 之间;
- 功率因数不小于用表 9 中规定的试验所表示的值;
- 当预期 TRV 曲线通过时延线并且不再次同它相交时,不超过由 6.6.1.2 中规定参数的参考线。

注:关于预期 TRV 特性,时间 t_3 对熔断器(除了那些在电弧起始后紧接着出现很高电弧电压峰值的熔断器之外,见 6.6.1.2.1)的性能是不重要的。

5.1.3 性能的标准条件

按照 5.1.2 中列出的使用条件,熔断器的性能应为:

- a) 充粉剂的熔断件不应喷出火焰或粉末,不过只要不引起击穿或明显的对地漏电,可允许从撞击器或指示器喷出微量火焰;
- b) 在熔断器动作后,熔断器的组件(除规定在每次动作后须更换的以外)皆应处于原来状态。在动作后,应能整体地取出熔断件;
- c) 当熔断件装有指示器或撞击器时:
 - 1) 指示器不必遵从特定的要求,但应目视可见且完全动作;
 - 2) 撞击器应符合 4.14 中规定的要求并且应完全动作;
- d) 熔断器的动作不应产生高于 4.9 中规定的动作电压;
- e) 对应于每个预期开断电流值的截止电流值应不超过制造厂给出的截止特性所对应的值;
- f) 在动作以后,熔断器应能耐受其端子间的工频恢复电压。

5.2 识别标记

应把下面所给出的识别标记持久地标记在熔断件和熔断器底座上。

在所有情况下,表示额定值的数字后面都应跟写表示其单位的符号。

注:当熔断件的实际尺寸很小以致不可能容纳下面所列的标记时,可以采用其他办法。

a) 在熔断器底座上

- 制造厂的名称或商标;
- 额定电压;
- 额定电流。

b) 在熔断件上

- 制造厂的名称或商标;
- 产品型号;
- 额定电压;
- 额定电流;
- 额定最大开断电流;
- 类别(后备、通用、全范围);
- 额定最小开断电流(仅对后备熔断器);
- 最高使用温度(对设计用在周围环境温度超过 40 °C 且按照附录 E 试验的熔断件);
- 撞击器的类型(轻型、中型或重型),如果有;
- 撞击器的位置(如果适用)。

如果熔断件和熔断器底座设计用于户外或在油中使用,适用时,这一标志也应在两者上标明,除非信息已包括在型号或识别代码中。

5.3 尺寸

附录 D 中列出了一批在各个国家的现行标准中规定的型号和尺寸及其分类方式。

6 型式试验

6.1 试验条件

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。

在装有撞击器的熔断件上进行的型式试验,对不装撞击器的熔断件同样是有有效的。

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)可以改变得使试验条件较为严酷。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。

本部分中规定的试验,原则上都是型式试验,而对验收试验未给出抽样方法。

如果用户希望进行验收试验,则在制造厂和用户达成协议后,这些试验应从型式试验中选取。

对已取得型式试验报告的熔断器进行试验时,制造厂对用户责任仅限于严酷性最低的规定值而不是在型式试验中获取的值。例如,虽然开断试验可能在 103% 的规定工频恢复电压下进行,然而,制造厂对超过规定工频恢复电压 100% 的任何性能数字不负有责任。

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应进行的型式试验如下:

- 绝缘试验(仅对熔断器底座);
- 温升试验和功率耗散测量;
- 开断试验;

——时间-电流特性试验；

——撞击器的试验。

6.3 所有型式试验的共同试验要求

6.3.1 概述

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,下列各项应是共同试验要求。

6.3.2 受试装置的状态

装置应是新的、干净的且处于良好状况。在进行型式试验前(绝缘和油密封试验除外)应当用不超过10%额定电流的电流测量每个熔断件的电阻,电阻应连同进行测量的周围空气温度一起计入报告中。

6.3.3 熔断器的安装

受试熔断器应按照设计的正常使用位置安装在坚固而又接地的金属框架上。

除非另有规定,连接线的布置不应减少正常间隙。

6.4 绝缘试验

6.4.1 试验要求

绝缘试验的要求应按6.3和下述规定:

注:无论是在未使用还是在运行状态,熔断件都不能作为单独装置进行试验。

6.4.1.1 试验布置

对于多极布置的熔断器,当极间距离不是由其结构固定时,为了进行试验,制造厂必须提供规定的最小极间距离。

6.4.1.2 电气连接

应当采用裸导体接到每一端子上实现电气连接。这些导体应从熔断器的端子以大体平行于熔断件的直线引出,其无支撑的距离至少应等于熔断器的隔离距离。

6.4.2 冲击和工频试验时试验电压的施加

应当用冲击电压发生器和一点接地的工频电源的一个输出端子,将表2中对受试熔断器规定的试验电压逐次地加在:

a) 端子和所有可接地的金属部件之间:

- 1) 熔断器(包括熔断件)已装配完好准备投入运行时;
- 2) 取掉熔断件时。

注1:对多极布置的熔断器:

——接在一起的所有极的所有带电部件和可接地的金属部件之间。

——每极的端子和可接地的金属部件之间,此时其他极所有带电部件也与可接地的金属部件连接。

b) 端子之间:这些试验仅在熔断器底座上进行。

如果对熔断器未规定隔离特性,则可接地的金属部件应接地。如果对熔断器规定了隔离特性,则可接地的金属部件应对地绝缘或接到电源的中性点上。

注2:对多极布置的熔断器,相对两侧的接线端子应各自连接在一起。

6.4.3 试验期间的大气条件

试验应尽可能在接近GB/T 16927.1—1997的4.4.1规定的标准大气条件下进行。

如果没有其他规定,GB/T 16927.1—1997的4.4.2.1和4.4.2.2给出的空气密度和空气湿度的修正因数可用于熔断器。

6.4.4 雷电冲击电压干试验

熔断器应经受符合GB/T 16927.1—1997的第6章中1.2/50冲击的雷电冲击电压干试验。

在表2中规定的额定雷电冲击耐受电压下的15次连续冲击,应按下述施加:

- 对 6.4.2a) 项的所有试验条件, 以额定耐受电压加到对地和极间;
- 如果对熔断器底座未规定隔离特性, 则对 6.4.2b) 项的试验条件, 以额定耐受电压加到对地和极间;
- 如果对熔断器底座规定了隔离特性, 则对 6.4.2b) 项的试验条件, 以额定耐受电压加到隔离断口的两端。

如果对每一试验条件, 自恢复绝缘上的对地、极间或端子之间的破坏性放电不超过 2 次, 而非自恢复绝缘上不发生破坏性放电, 则应认为熔断器已成功地通过了试验。

熔断器应在正极性和负极性电压下均能通过规定的试验, 但是, 如果有证据表明哪一极性时的击穿电压较低, 则仅在该极性下试验已足够。

6.4.5 工频电压干试验

熔断器应经受 GB/T 16927.1 中规定的 1 min 工频电压干试验。

试验回路(具有电压调节装置的变压器)应具有至少 0.2 A 的短路电流。并允许在大约 1/10 的规定电压下检查电流的数值。

额定 1 min 工频耐受电压试验的规定值列于表 2 中。试验应当在下列各值下进行:

- 对 6.4.2a) 项的所有试验条件, 以额定耐受电压加到对地和极间;
- 如果对熔断器底座未规定隔离特性, 则对 6.4.2b) 项的试验条件, 以额定耐受电压加到对地和极间;
- 如果对熔断器底座规定了隔离特性, 则对 6.4.2b) 项的试验条件, 以额定耐受电压加到隔离断口的两端。

如果出现闪络或击穿, 则认为熔断器试验失败。

6.4.6 工频电压湿试验

户外熔断器应在与 6.4.5 中规定的相同条件下(持续时间除外, 其持续时间为 1 min)经受工频电压湿试验。然而, 如果在外自恢复绝缘上出现破坏性放电, 则此试验应在相同试验条件下重复进行, 如果不再发生破坏性放电, 则认为熔断器已成功地通过了这一试验。

在这些试验期间, 熔断器应经受与垂直线成 45°角的人工淋雨, 其试验程序应符合 GB/T 16927.1—1997 中 4.5 的规定。

6.5 温升试验和功率耗散测量

6.5.1 试验要求

温升试验和功率耗散测量应在一个熔断器上按 6.3 的规定和下述要求进行。

6.5.1.1 试验样品

熔断器底座应符合受试熔断件的制造厂的规定。

熔断件应是用于该熔断器底座中电流额定值最大的。

6.5.1.2 设备的布置

试验应在基本上无空气流动的封闭房间内进行, 由受试装置的热量引起的空气流动除外。

在空气中的熔断器应安装在制造厂说明书内规定的的最不利的位置, 并且用裸铜导体与试验回路按如下连接: 每根导体应是大约 1 m 长, 它们安装在平行于熔断器安装面的平面内, 但可以在此平面内的任何方向。表 8 中给出了导体的截面。

在开关设备中使用的油密封熔断件应在设计用来模拟使用条件的充油的外壳中进行试验。此外壳的容积应大约是受试熔断件体积的 30 倍。熔断件浸入油中时, 应使油均匀地分布在熔断件的周围。附录 C 按照附录 D 中的表 D.2 和图 D.2 给出了一个不大于 200 A 的熔断件优先选用的试验布置的例子。外壳外的试验导体应按上述布置, 其截面在表 8 中给出。

表 8 与试验回路的电气连接——导体截面

熔断件的电流额定值/ A	裸铜导体的截面/ mm ²
≤25	20~30
>25, ≤63	40~60
>63, ≤200	120~160
>200, ≤400	250~350
>400, ≤630	500~600
>630, ≤1 000	800~1 000

注 1: 以 MCM(1 000 圆密尔)表示的等效面积可用上面第 2 栏中的数字乘以 2 求得。

注 2: 对于并联的熔断件,所考虑的电流额定值是制造厂规定的总电流。

不需维持正常的间隙距离。

试验应在 48 Hz 和 62 Hz 之间的频率下用熔断件的额定电流进行,每一试验进行的时间应足以使温度上升达到恒定值(实际上,当温升的增加不超过 1 K/h 时,就认为已达到这一条件)。

熔断器各部件的温升不应超过第 4 章中规定的值。

6.5.2 温度的测量

6.5.2.1 熔断器部件的温度

对于规定了限值的各部件的温度应当用例如热电偶、温度计或接触元件这类装置来测定,它们应放置和固定在可接近的最热部位以提供良好的热传导。需要计算热时间常数时,应在整个试验期间以有规则的时间间隔记录温升。

浸在液体介质中的元件表面温度只应采用紧贴在此元件表面上的热电偶进行测量。液体介质本身的温度应按下述方法测量,即靠近装置(也就是说在使装置冷却的介质中)。

用温度计或热电偶测量时,应采取下述预防措施:

- a) 应当保护温度计的球泡或热电偶(用干燥、清洁的羊毛,等等)不受外界的影响。但是,保护的面积同受试电器的散热面积相比应可忽略;
- b) 应当保证在温度计或热电偶和受试部件的表面之间具有良好的热传导性;
- c) 当球泡温度计用于存在变化的磁场之处时,推荐使用优于水银温度计的酒精温度计,因为在这些条件下前者较易受影响。

6.5.2.2 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(对封闭的熔断器,是指外壳外部的空气)。它是在最后 1/4 试验期间利用至少 3 个温度计、热电偶或其他温度检测装置测得的,这些测温装置均匀地分布在熔断器周围(距离熔断器约 1 m 并约为熔断器载流部件平均高度处)。温度计或热电偶应受到保护以避免气流作用和热的过度影响。

为了避免因温度迅速变化引起的指示误差,可以将温度计或热电偶放进一油量约半升的小油瓶中。

在最后 1/4 试验期间,周围空气温度的变化,在 1 h 内应不超过 1 K。如果因为试验室的温度条件不利而不能达到该要求时,则可取一个同样的熔断器在相同条件(但没有电流)下的温度代替周围空气温度。此辅助熔断器不应受到过量的热作用。

在试验期间,周围空气温度应在 +10 ℃ 和 +40 ℃ 之间。当周围空气温度在此范围内时,温升值不需修正。

6.5.3 功率耗散的测量

功率耗散以瓦表示。

需要用在外壳中的熔断器可能需要降低额定(见 9.3.2 和附录 F)。为了便于这一降低,应按下述进行功率耗散的测量:

- a) 功率散耗的测量可在温升试验期间进行。应当测量两个值,一个是在熔断件额定电流的 50% 时、第二个是在 100% 时测得。电压应在熔断件触头上与配对的接触片触点尽可能靠近处进行测量。测量应在功率耗散(即温度)已达到相应于所考虑的电流值的稳态值时进行;

注:此要求仅适用于需要用在外壳中使用的熔断器。对其他熔断器,见 7.4。

- b) 将熔断器装进其设备的开关设备制造厂和用户可以把功率耗散值考虑在内来确定装进其设备的不同类型熔断器的额定值降低因数。功率耗散值并非确定额定值降低因数的唯一参数。

6.6 开断试验

6.6.1 试验要求

开断试验要求应如 6.3 的规定和下述要求。

6.6.1.1 试验概述

试验应按照表 9 中给出的程序进行,至少应包含三个试验方式,这些试验方式给出了整个动作电流范围内最严酷的开断条件:

试验方式 1:额定最大开断电流 I_1 时动作的验证。

试验方式 2:预期电流 I_2 时动作的验证,在此电流下,当回路电感中储存的能量很高时出现限流作用。

试验方式 3:电流 I_3 时动作的验证:

- 对后备熔断器, I_3 是额定最小开断电流;
- 对通用熔断器, I_3 是 1 h 或更长时间的熔化电流;
- 对全范围熔断器, I_3 是熔断件的额定电流。这是为了考虑有可能严重地降低额定值,使得熔断器的最小熔化电流下降到接近其额定电流。

试验 I_1 :对具有交接电流的熔断件(见 6.6.1.3)。

对于在同一外壳内兼有不同熄弧机理的熔断器(例如限流式元件和喷射式元件的串联),当开断方式是从一种熄弧机理向另一种熄弧机理转变时,除上述试验方式 1、试验方式 2 和试验方式 3 以外,可能需要增加验证在电流 I_1 范围内正确动作的附加试验。因为熔断器的设计多种多样,对所有的设计规定准确的试验要求是不可能的。因此,在电流转移区域,通过 I_1 开断试验确认影响正常电流开断正确动作的开断机理是熔断器制造厂的责任。用于评估满足该要求的典型判据在附录 G 中讨论。

表 9 开断试验——参数

参数	试验方式		
	1	2	3
工频恢复电压	$(0.87 \times \text{额定电压})^{+5\%}$		额定电压 $^{+5\%}$
预期 TRV 特性	见 6.6.1.2		不规定
功率因数	0.07~0.15 ^a		0.4~0.6
预期电流(交流分量有效值)	$I_1^{+5\%}$	I_2	$I_3 - 10\%^b$
起弧时的瞬时电流	不适用	$0.85I_2 \sim 1.06I_2$	不适用
关合角	不在电压零点之前	电压零点之后 $0^\circ \sim 20^\circ$	随机
电压零点之后的起弧相角	第一次试验: $40^\circ \sim 65^\circ$ 后两次试验: $65^\circ \sim 90^\circ$ ^c	不适用	不适用

表 9 (续)

参数	试验方式		
	1	2	3
开断后电压的持续时间	不少于 15 s	不少于 60 s 或 5 min ^d	
试验次数	3	3	3
<p>^a 制造厂同意时,不用下限。</p> <p>^b 受试验站条件的限制不能保持电流恒定时,只要起弧时电流在试验方式 3 规定的容差之内,则电流容差可以在不大于总熔化时间 20%的期间内任一方向超出。</p> <p>^c 由于动作条件能对熔断器产生变化很大的负荷,且因开断试验原则上是打算产生这一电流的主要关于电弧能量以及热的和机械作用的最严酷条件,所以当进行所提出的三次试验时,至少有一次实际上达到了这些条件。</p> <p>^d 对于有机熔断件,在下述特定情况下开断后保持电压的时间不应小于 5 min:</p> <p>——试验方式 2:对于后备熔断器、通用熔断器和全范围熔断器;</p> <p>——试验方式 3:对于通用熔断器和全范围熔断器。</p> <p>该较长的电压保持时间仅适用于同族系列中最大的电流额定值,且不适用于专门用于撞击器脱扣的负荷开关——熔断器组合电器中的熔断器。</p>			

对于用于周围温度超过 40℃的熔断件的附加开断试验要求见附录 E。

I_1 、 I_2 和 I_3 的值是电流交流分量的有效值。

如果在按试验方式 2 进行的试验中,试验方式 1 的要求已由一个或几个试验完全满足,则这些试验作为试验方式 1 的一部分不必重复。

在极为例外的情况下,电流 I_2 可能高于额定最大开断电流 I_1 。此时试验方式 1 和试验方式 2 应以合闸相角相互间大致差 30°均匀分布的 6 次额定最大开断电流试验代替[除了合闸相角和起弧瞬时电流值以外,应使用试验方式 2 的参数(见表 9)]。

如果在试验方式 1 中,即使在最早允许角度下合闸,也不可能在比电压过零后 65°合闸更早地起弧,则具有电压过零后 40°~65°起弧要求的一次试验可用电压过零后从 65°~90°起弧的一次附加试验代替(使总的次数达到三次)。

没有必要对同族系列中的所有电流额定值的熔断件都进行开断试验,应满足的要求和进行的试验见 6.6.4。

同样,一个同族系列也可能无需开断试验,只要用在较高和较低额定电压熔断件相互有关的同族系列的试验结果之间进行内插即可获得认可;关于应满足的要求见 6.6.5。

注:作为导则,符合要求的电流 I_2 的值可以用下列方法之一确定:

a) 如果在试验方式 1 中,在对称故障开始的条件下,进行了一次电流等于或大于 150 倍电流额定值的试验,则可按下述公式计算:

$$I_2 = i_1 \sqrt{\frac{i_1}{I_1}}$$

式中:

I_2 ——试验方式 2 的预期电流;

i_1 ——试验方式 1 中熔化瞬间的电流瞬时值;

I_1 ——试验方式 1 的预期电流。

b) 在时间-电流特性上弧前时间为半周期所对应电流的 3 倍和 4 倍之间选取(见 6.7 和 4.11)。如果时间-电流特性曲线存在有效时间小于半周期的部分,则优先使用在此时间-电流特性曲线上弧前时间为 0.08 倍正常半周期所对应的电流。

6.6.1.2 试验回路的特性

6.6.1.2.1 概述

开断试验应以单相交流和单个熔断器进行。

如果受试验站的限制不能在规定的时间内保持全部的恢复电压,试验回路可以切换到辅助电源。这样的切换应在电流开断后 10 s 之内完成。影响到回路切换的所有必要的回路开断应不超过 0.2 s。该辅助电源在剩余规定的持续时间内保持规定的恢复电压的情况下能够提供至少 1 A 的电流。在电压保持阶段熔断器的任何击穿(即流过熔断器的泄漏电流达到 1 A 或更多)都应认为熔断器开断失败。可以通过任何方便的方法监测电流。一个可接受的方法是使保护辅助电源的断路器脱扣。

用来调节电流和功率因数的回路元件相互间以及和熔断器间都应串联(如图 3 和图 4 所示)。不应使用易饱和的电抗器。

试验回路的频率应在 48 Hz 和 62 Hz 之间。

示波图上不应观察到工频恢复电压的畸变。当某些畸变不可避免时,它不应使得开路电压高于 6.6.1.1 中所规定的相应于试验方式 1 和试验方式 2 所要求的恢复电压的 107%。

试验方式 1、试验方式 2 和 I_t 时的动作电压应当用适当频率响应的测量系统进行测量。对于试验方式 3,这一测量系统可用球隙或等效响应的装置代替。

因为通过保护设备的并联路径可能降低熔断器的负荷,所以用于试验回路中的动作电压保护设备,在熔断器正常开断期间不应出现火花放电。

试验回路的预期瞬态恢复电压波形应满足下列两点要求:

- a) 其包络线在任何时刻都不低于规定的参考线。

注:着重指出,包络线可以超过规定参考线的程度要得到制造厂的同意(见 6.1 的第 4 段)。

- b) 它的起始部分不应与规定的时延线(如果有)相交。

这些要求在图 9 中表示。

各试验方式规定的参考线和时延线的标准值如下。

6.6.1.2.2 试验方式 1 的 TRV

原则上,试验是用 4.9 中规定的 TRV 标准值进行。然而,正如附录 B 中所述,除了起弧后立即出现最高电弧电压的情况以外,限流熔断器对 TRV 特性是不敏感的。所以,为了试验的方便,试验可按下述进行。

用任一方便的预期 TRV 和在电压过零后从 $65^\circ \sim 90^\circ$ 起弧的情况下进行第一次试验。如果在本次试验中,在起弧后 $2 t_3$ 的时间内未到达电弧电压最高峰值,则此试验是有效的,并且试验方式 1 可在同一回路中完成。否则,回路应变为提供的 TRV 的包络线在任何时刻都不低于 4.9 中规定的参考线并且起始部分不与规定的时延线相交。试验方式 1 的所有试验都应在该新的回路中进行。

6.6.1.2.3 试验方式 2 的 TRV

试验应当用表 10 中规定的预期 TRV 值进行(见附录 B)。

试验回路的预期 TRV 波形应满足下列要求:

- a) 其最高峰值不应小于规定的参数 u_c ;
- b) 其包络线的上升段应处于 t_3 允差规定的两根线之间。

注 1: 因为 TRV 波形的起始部分对熔断器的性能不重要(见附录 B),所以未规定时延线。

注 2: 特别是对试验电流 I_2 较小的熔断器,可能难以获得规定的时间值。在此情况下如果征得制造厂的同意,可以采用较大的 t_3 值并应在试验报告中说明。

表 10 试验方式 2 的 TRV

额定电压	基本参数		上升率
	峰值电压	时间	
U_r	u_c^a	t_3	u_c/t_3
kV	kV	μs	kV/ μs
3.6	6.6	120~160	0.055~0.041
7.2	13.2	156~208	0.084~0.063
12	22	180~240	0.122~0.091
24	44	264~352	0.167~0.125
40.5	74	345~460	0.214~0.160
72.5	133	504~672	0.265~0.199
$a \ u_c = 1.5 \times 1.5 \times \sqrt{\frac{2}{3}} U_r$			

6.6.1.2.4 试验方式 3 的 TRV

TRV 特性不作规定；回路的电抗（它可以是变压器的电抗，或者是变压器和电抗器的电抗）应并联一数值等于大约 40 倍电抗值的电阻 R_p 。但是，如果这一数值还未能导致临界阻尼，则应减小电阻以获得临界阻尼（见附录 B）。

可在下列条件下得到临界阻尼：

$$R = \frac{1}{2} \frac{f_0}{f_N} X$$

式中：

f_0 ——无附加阻尼的回路固有频率；

f_N ——工频；

X ——回路的工频电抗。

6.6.1.3 I_t 试验（对于具有交接电流的熔断件）

通常，在下述两个数值下应进行至少两次试验：

$$I_{t1} = 1.2 I_t (\pm 0.05 I_t) \text{ 以及}$$

$$I_{t2} = 0.8 I_t (\pm 0.05 I_t)$$

这里， I_t 是熔断器制造厂提供的交接电流值。

如果知道这些数值并没代表所给定的熔断器设计最严酷的条件，熔断器制造厂可以提供其他的 I_{t1} 和 I_{t2} 。

试验时采用的参数取决于交接电流 I_t 的值，应如下述：

I_t 在短路电流（限流）范围内：所有试验条件如表 9 所示以及适合的试验电流；

I_t 在低过电流范围内（即低于 12 倍额定电流）：功率因数和工频恢复电压按试验方式 3 的规定；

I_t 在中间电流范围内：

——工频恢复电压：额定电压 $^{+5\%}_0$ ；

——功率因数：

如果交接电流 I_t 在 12 和 25 倍额定电流 I_r 之间：0.3 到 0.4 滞后；

如果交接电流 I_t 在 25 倍额定电流 I_r 和 I_2 之间：0.2 到 0.3 滞后；

——TRV：由熔断器制造厂规定，在必要的试验电流的基础上，再现熔断件所适用的场合回路的典型数值。关于 TRV 参数的适当数值，可以根据用于类似场所的其他开关装置的试验标准获得。

该试验应在开断职能由一个开断机理向另一个开断机理交接的上升和下降的电流区域内进行。试验电流由制造厂提供。用于评估满足本要求的典型判据在附录 G 中讨论。

6.6.1.4 试验样品

熔断件应按熔断件制造厂的规定装在熔断器底座中进行试验。

6.6.1.5 设备的布置

6.6.1.5.1 用于空气中的熔断器

对于试验方式 1 和试验方式 2,为了重现在运行中可能出现的电磁力,导体应按图 2 所示布置。为防止导体的任何移动对熔断器底座造成过度的机械应力,应将导体在一定距离处固定,如果绝缘子的高度超过 0.50 m,其距离应等于绝缘子的高度;如果绝缘子的高度不超过 0.50 m,其距离应为 0.50 m。弯角应位于紧靠支撑点之后。对试验方式 3 没有规定布置方式。除了已知水平布置比较严酷,熔断器在此情况下应水平地试验以外,所有熔断器都应处于垂直位置进行试验。

6.6.1.5.2 用于充油外壳中的熔断器

试验方式 1 和试验方式 2 可以在空气中或在充油外壳中进行,对试验方式 3 和 I_t 试验,熔断件应在充油外壳中进行试验并采用适合于此外壳的试验导体布置方式。该充油外壳可以和用于温升试验的一样(必要时适当加固),但应将熔断件移到对外壳有相等绝缘距离处并采用适当的熔断器触头。

6.6.1.5.3 用于环境温度超过 40 °C 的熔断件

某些类型的全范围熔断件设计成能在周围环境温度超过 40 °C 时开断电流(例如在变压器箱壳中或在受到了太阳照射的外壳中的熔断器)。在此情况下,试验方式 3 应在设计成模拟此类使用情况的、加热的外壳中进行。

当熔断件在制造厂规定的最高环境温度(最高使用温度)下使用时,试验电流 I_3 用来表示能引起熔断件熔化的最小电流。试验布置的详细情况和确定 I_3 的方法在附录 E 中给出。

6.6.2 试验程序

6.6.2.1 试验回路的校正

应当如图 3 和图 4 所示,将受试熔断器或熔断件用一阻抗可忽略不计的连接件代替。

回路应调整到能给出规定的预期电流。这一点应当用示波图或类似记录验证。

注:对试验方式 3 的直接试验,可不必进行试验回路的校正,而且试验时,可用电流表代替示波图测量电流。

6.6.2.2 试验方法

拆除连接件 A 并用受试熔断器或熔断件 B 代替。

在能够达到表 9 中规定条件的瞬间合上合闸开关 E。

对试验方式(1、2、3)和 I_t ,应测量动作电压。对试验方式 1 和试验方式 2 应确定截止电流。

在试验方式 3 中,可以用电流表的测量代替或补充示波图或类似测量系统。

在熔断器动作后,恢复电压在熔断器两端保持的时间应符合表 9 的规定。最初几个周期应当用示波器或类似系统记录,而其余的可以用电压表观察。

在此期间,工频电压可能低于规定的最小值。

6.6.2.3 示波图的解释

对试验方式 1 和试验方式 2,预期开断电流应是在校正试验中短路开始后半周波时测得的电流的交流分量有效值(见图 5 和图 6)。

对试验方式 3 和 I_t 试验,预期开断电流应是在开断试验中起弧瞬间测得的对称电流有效值(见图 7)。

工频恢复电压值是在第二个未畸变的半波波峰和连接其前后两个半波波峰间所作直线之间测得(见图 5、图 6 和图 7)。

6.6.2.4 用于试验的参数

进行试验所用的参数在表 9 中给出。

如果进行试验的条件比规定条件更严酷且试验成功,则该试验有效。

6.6.3 试验方式 3 的替代试验方法

试验方式 3 可以在整个试验期间都采用单个高压电源进行(像在试验方式 1 和试验方式 2 中那样)。

然而,当弧前时间很长和/或受到试验站容量的限制时,试验方式 3 可以作为两部分试验进行。试验的第一部分,电流用低压电源供给;试验的第二部分,包括熔断器开断电流时刻在内,电流用高压电源供给。

也可采用单个高压电源进行两部分试验,此时,对弧前期间这一部分,功率因数数值较低。在此情况下,必须在起弧之前,转变为正确的功率因数。

6.6.3.1 回路的要求

回路的要求如下:

- a) 一个低压电源,它能产生所要求的电流以流过受试熔断器,并在试验期间保持电流恒定。
- b) 一个如 6.6.1.2 中描述的高压电源。

高压电流的数值是 6.6.1.1 中规定的电流 I_3 。

- c) 在试验期间所要求的时刻,能够手动或自动地从低压电源切换到高压电源。

电流中断的时间间隔应不超过 0.2 s。在转换到高压电源的瞬间,电流应无明显的不对称性。

通常,切换应在至少还有一个熔体承载电流时进行。对于多熔体的熔断器,正如在熔断器两端产生逐级增大的电压所表明的,这将处于熔体正在逐个熔化的时期。

- d) 在征得制造厂的同意后,允许将切换延迟到所有熔体(但不包括撞击器的熔体,如果装有)熔化以后。所有在 c) 中给出的其他参数仍然适用。

当熔体何时开始熔化难以检测或弧前电流值不得不远远大于试验方式 3 选用的电流值(见 6.6.3.2)时,这个做法是有价值的。

但是,由于这一方法对熔断器要比方法 c) 更严酷,所以,在试验失败情况下允许采用方法 c) 重复试验方式 3 的试验,这是因为后者比较接近实际使用情况。

6.6.3.2 试验方式 3 的燃弧前试验电流值

这些数值如下:

- a) 对后备熔断器的试验,当弧前时间小于 1 h 时,低压电源应调整到 I_3 的值并在整个试验期间保持在此值。
- b) 对通用熔断器,当要求熔化的最短时间为 1 h 时,低压电源的电流调到 I_3 ,但在 1 h 后,它可以增大到 $1.15I_3$ 以促使熔化。
- c) 对那些要求 I_3 的值等于熔断器额定电流的全范围熔断器,只要总的弧前时间不小于 1 h,为了避免不必要的长试验时间,在整个试验的低压部分期间低压电源可以调到高于 I_3 的值。但是,在弧前期间,低压电流不应超过 I_3 的 142%。

经过 1 h 以后,为了促使熔化,低压电流可以增大到 $1.15I_3$ 。

如果这样高的电流值还使得试验时间嫌长,只要获得了至少 1 h 的熔化时间,允许将熔断件装在一散热受到限制的外壳中。

当采用这样的外壳仍不能实现在合适的时间内熔化时,那么,可以采用附录 E 中给出的试验方法。

6.6.4 同族系列熔断件的开断试验

6.6.4.1 同族系列熔断件的特征

当熔断件的特性符合下列条件时,就认为它们构成了一个同族系列:

- a) 额定电压、最大开断电流和频率应相同;
- b) 所有材料(包括填充材料及其颗粒分布)均应相同;
- c) 除了下面从 d) 项~h) 项列举的横截面和熔体数以外,熔断件的所有尺寸均应相同;
- d) 在任一熔断件中,所有主熔体均应一样;

- e) 控制单个熔体横截面沿其长度变化的规律应相同；
- f) 所有在厚度、宽度和数量方面的变化都应对于额定电流是单调的¹⁾。因此,不允许用减少熔体数量的方法来平衡截面的增大,反之亦然；
- g) 在各单个熔体之间距离(如果有)的变化以及在熔体和熔断器外筒之间距离(如果有)的变化,都应相对于额定电流是单调的；
- h) 用作指示器或撞击器的特殊熔体是上述 e) 项和 f) 项的例外,但这一熔体对所有熔断件应相同。

6.6.4.2 试验要求

在熔断件的一个同族系列中,开断试验仅需按表 11 进行。

表 11 同族系列熔断件的开断试验要求

试验方式	受试熔断件(X 表示必须进行的试验)		
	A	B	C
1	X		X
2 ^a	X ^c		X
3 ^b	X ^d	X ^d	X

^a 熔断件 A 和熔断件 C 的试验电流 I_2 应分别按熔断件 A 和熔断件 C 的电流额定值选择。

^b 最小额定电流值的熔断件,除了用作使撞击器动作的熔体(如果有)以外,至少应包含两个单个的主熔体。

^c 仅当单个熔体的横截面小于熔断件 C 单个熔体的横截面时,才要求进行此项试验。

^d 仅当熔断件 A 和熔断件 B 的 I_3/s 比值小于熔断件 C 的 I_3/s 比值时,才要求进行此项试验。在此情况下,试验方式 3 应选取具有最低 I_3/s 比值的熔断件进行试验。

表 11 中的符号表示下列意义：

- A——最小额定电流值的熔断件。
- B——额定电流值在 A 和 C 之间的任何熔断件。
- C——最大额定电流值的熔断件。
- s——每一单个主熔体的横截面。

6.6.4.3 开断试验的解释

如果按照表 11 进行试验的结果满足 6.1.3 的要求,则应认为在同族系列内的任何电流额定值的熔断件均符合本部分的开断要求。

如果某一熔断件没有按照 6.1.3 满意地完成一个或多个试验系列,则该熔断件应从同族系列中剔除,但是这样的失败并不一定需要排除任何其他电流额定值的熔断件。

制造厂应当对同族系列中所有适用的电流额定值的熔断件取得适用的最小开断电流值。这些值应基于在该系列的熔断件 C 上进行试验方式 3 的开断试验。对同一同族系列中其他电流额定值的最小开断电流值可以用计算确定。每一主熔体的电流密度(I_3/s 比值)应等于或大于熔断件 C 的电流密度。

6.6.5 用内插法认定熔断件的同族系列

如果不同电压额定值 U_x 和 U_z 的两个同族系列 X 和 Z 已成功地通过了试验,只要满足下列条件,则中间电压额定值 U_y 的第三个同族系列原则上不必试验：

- a) 额定电压 U_z 不大于 $2U_x$ ；
- b) Y 的电流额定值不超出与已通过试验的 X 和 Z 系列的共同的电流额定值范围；
- c) 在额定电压 U_x 和 U_z 下的额定最大开断电流相同；或者,如果它们不同,则认为只有较低的值

1) 单调函数:当变量的方向给定时,以同一方向连续变化的函数。

适用于 U_Y ;

- d) 在额定电压 U_X 和 U_Z 下,相同电流额定值的熔断件的额定最小开断电流相同;或者,如果它们不同,则认为只有较高的值适用于 U_Y ;
- e) 额定频率相同;
- f) 所有材料相同;
- g) 除了熔断件和熔体的长度以外,所有尺寸皆相同;
- h) 对每一电流额定值,单个熔体数及其横截面均相同;当内插中间电压额定值的熔体长度时,用每单位长度变化数表示的横截面控制的变化规律也应保持不变;
- i) 熔体的长度相应于已试验过的电压额定值的熔体线性地进行内插。

6.6.6 不同长度熔断件同族系列的认定

为了满足不同类型熔断器——负荷开关或熔断器底座的安装尺寸,有时需要有一种可用于两种或更多种不同外管长度的熔断件设计。原则上,如果最短的一种结构已完全通过试验,那么,只要符合下列要求,就认为没有必要去试验另一较长外管的结构。

只要符合下列准则,基于按 6.6.2 和 6.6.3 对一给定同族系列所做的试验而标明的开断特性和额定参数,对外管长度较长的另一同族系列是有效的。

- a) 额定电压相同时,熔断器的每个未试验过的同族系列的外管长度,不超过 1.6 倍试验过的同族系列的外管长度。主熔体的卷绕节距可以加长,但它们的长度应和在此系列中试验过的熔断器的相同;
- b) 除了外管长度以外,未试验过的一批应符合 6.6.4.1 中的所有项目;
- c) 未试验过的一批的最大额定电流不大于试验过的一批的最大额定电流,并且未试验过一批的最小额定电流不小于试验过的一批的最小额定电流。

6.7 时间-电流特性试验

6.7.1 试验要求

时间-电流试验的要求应按 6.3 的规定和下述要求。

6.7.1.1 周围空气温度

时间-电流特性应在 15 °C 和 30 °C 之间的任何周围空气温度下进行验证。

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 设备的布置

应当采用与温升试验相同的设备布置(见 6.5.1.2)(如果试验是单独进行),或者与开断试验相同(见 6.6.1.5)的设备布置进行试验。

6.7.2 试验程序

时间-电流试验应按如下程序进行。

6.7.2.1 弧前时间-电流试验

弧前时间-电流试验可以在任何方便的电压下,用可使通过熔断器的电流基本上保持恒定值的试验回路进行。

可以采用开断试验中获得的时间-电流数据。

6.7.2.2 时间范围

试验应在下列时间范围内进行:

——后备熔断器:从 0.01 s~600 s;

——通用熔断器和全范围熔断器:从 0.01 s~1 h。对于全范围熔断器,时间范围最好超过 1 h。

6.7.2.3 电流的测量

在时间-电流试验期间,应当用电流表、示波器或其他适用的仪器测量通过熔断器的电流。

6.7.2.4 时间的确定

当用示波器记录时间时,弧前时间应是视在的或实际的时间,随所选用的方法而定。

6.8 撞击器的试验

6.8.1 概述

这些试验目的是为了验证即使在电流或电压值较低的使用条件下,撞击器也能释放出表 7 中规定的能量。在 6.8.3 中的试验的目的也是为了证明撞击器的动作足够快,以保证撞击器脱扣的熔断器组合电器的正确动作。

用弹簧驱动的撞击器的能量,可以在动作试验期间利用摆锤进行验证,也可在力-行程特性试验后(见 6.8.4.2)进行测量。用炸药驱动的撞击器的能量,应在动作试验过程中利用摆锤进行测量。

中型和重型(见表 7)撞击器的耐受力应在动作试验后进行试验。

6.8.2 受试的撞击器

用作撞击器试验的熔断件,应采用所给类型撞击器的一批熔断器中电流额定值和/或功率耗散最大的。

如果撞击器(包括一个撞击器和串联的电阻线)对给定的一批(或多批)熔断件是共用的²⁾,则为了检验整批(或多批)撞击器的性能,仅需在任何电压额定值的一个熔断件上进行试验。只要电阻线的长度大致正比于熔断件的额定电压,并采用同样撞击器的试验结果可适用于其他电压额定值的熔断件。

6.8.3 动作试验

首先,将用作撞击器试验的熔断件置于低压回路中并施加能引起主熔体熔化的电流。电压应低到足以使熔断件的撞击器回路完好无损。试验电流的数值应使弧前时间不小于 20 min。

注:以上规定的动作试验的准备部分可能不适用于带附加热继电器的撞击器。撞击器过早的热脱扣可能妨碍规定的试验顺利持续进行。有关这一情况的合适的试验要求还未做出规定。

然后,在主熔体已熔断的熔断件上无人延时时地进行试验 a) 和试验 b):

试验 a): 试验电流 $\leq 10 \text{ A}$

试验电压: 不规定

试验 b): 试验电压 $\leq 0.075 U_r$

试验电流: 不规定

此处, U_r 是熔断件的额定电压。

试验回路的功率因数可以为任何方便的值。

三个样品应按试验 a) 试验,三个样品按试验 b) 试验。

如果将试验 a) 和试验 b) 合并是可行的,则总共只需试验三个样品。

6.8.4 试验性能

6.8.4.1 概述

对试验 a) 和试验 b),撞击器的行程,在实际行程期间的能量输出和耐受力都应在表 7 中规定的限值之内。

对试验 b),应当测量行程的持续时间并且它不超过表 7 中的规定值。

6.8.4.2 能量的试验

当从力-行程特性测量能量时,该测量应在动作试验后按下述进行:图 10 中所示的进展行程 AB 的始端和末端的弹簧力分别为 F_A 和 F_B ,它们都应在一个样品上测得并用下式计算能量:

$$\text{能量(J)} = \frac{(\vec{F}_A + \vec{F}_B) \times AB}{2\ 000}$$

式中: F_A 和 F_B 以牛顿表示, AB 以毫米表示。

2) 撞击器以及电阻线的材料和横截面,在所有不同情况下皆应完全一样,仅仅电阻线的长度可以不同。