

# 中华人民共和国国家标准

GB 13539.1—2015/IEC 60269-1:2009  
代替 GB 13539.1—2008

## 低压熔断器 第 1 部分：基本要求

Low-voltage fuses—Part 1: General requirements

(IEC 60269-1:2009, IDT)

2015-09-11 发布

2016-10-01 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

## 目 次

前言 .....	III
1 总则 .....	1
1.1 范围和目的 .....	1
1.2 规范性引用文件 .....	1
2 术语和定义 .....	2
2.1 熔断器和它的部件 .....	3
2.2 一般术语 .....	4
2.3 特性量 .....	6
3 正常工作条件 .....	9
3.1 周围空气温度( $T_a$ ) .....	9
3.2 海拔 .....	9
3.3 大气条件 .....	9
3.4 电压 .....	9
3.5 电流 .....	9
3.6 频率、功率因数与时间常数 .....	10
3.7 安装条件 .....	10
3.8 使用类别 .....	10
3.9 熔断体的选择性 .....	10
4 分类 .....	10
5 熔断器特性 .....	10
5.1 特性综述 .....	10
5.2 额定电压 .....	11
5.3 额定电流 .....	11
5.4 额定频率(见 6.1 和 6.2) .....	12
5.5 熔断体的额定耗散功率和熔断器支持件的额定接受耗散功率 .....	12
5.6 时间-电流特性极限 .....	12
5.7 分断范围和分断能力 .....	14
5.8 截断电流与 $I^2t$ 特性 .....	15
6 标志 .....	15
6.1 熔断器支持件标志 .....	15
6.2 熔断体标志 .....	15
6.3 标志符号 .....	16
7 设计的标准条件 .....	16
7.1 机械设计 .....	16
7.2 绝缘性能和隔离适用性 .....	16
7.3 温升、熔断体的耗散功率以及熔断器支持件的接受耗散功率 .....	17

7.4	动作	18
7.5	分断能力	18
7.6	截断电流特性	18
7.7	$I^2t$ 特性	19
7.8	熔断体的过电流选择性	19
7.9	防电击保护	19
7.10	耐热性	21
7.11	机械强度	21
7.12	耐腐蚀性	21
7.13	耐非正常的热和火	22
7.14	电磁兼容性	22
8	试验	22
8.1	总则	22
8.2	绝缘性能和隔离适用性验证	27
8.3	温升与耗散功率验证	29
8.4	动作验证	31
8.5	分断能力验证	34
8.6	截断电流特性验证	39
8.7	$I^2t$ 特性和过电流选择性验证	39
8.8	外壳防护等级验证	39
8.9	耐热性验证	39
8.10	触头不变坏验证	40
8.11	机械试验及其他试验	40
附录 A (资料性附录)	短路功率因数的测量	51
附录 B (资料性附录)	“gG”, “gM”, “gD”和“gN”熔断体弧前 $I^2t$ 值和降低电压下的熔断 $I^2t$ 值的计算	53
附录 C (资料性附录)	截断电流-时间特性的计算	54
附录 D (资料性附录)	周围温度和环境的改变对熔断体性能的影响	57
附录 E (规范性附录)	具有连接外部铜导线的无螺纹型接线端子的熔断器底座的特殊要求	58
	参考文献	64

## 前 言

本部分中 5.7.2 额定分断能力、7.2 绝缘性能和隔离适用性、7.5 分断能力、7.9 防电击保护、8.2 绝缘性能和隔离适用性验证、8.5 分断能力验证为强制性条款,其余为推荐性。

GB 13539《低压熔断器》目前包括以下 6 个部分:

- 第 1 部分:基本要求;
- 第 2 部分:专职人员使用的熔断器的补充要求(主要用于工业的熔断器) 标准化熔断器系统示例 A 至 K;
- 第 3 部分:非熟练人员使用的熔断器的补充要求(主要用于家用和类似用途的熔断器) 标准化熔断器系统示例 A 至 F;
- 第 4 部分:半导体设备保护用熔断体的补充要求;
- 第 5 部分:低压熔断器应用指南;
- 第 6 部分:太阳能光伏系统保护用熔断体的补充要求。

本部分为 GB 13539 的第 1 部分;GB 13539 的第 2、3、4 及 6 部分在本部分称为下续部分标准。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB 13539.1—2008《低压熔断器 第 1 部分:基本要求》。本部分与 GB 13539.1—2008 的主要区别:

- 表 13“同一熔断器系列中最大与最小额定电流之间的其他额定电流熔断体试验和被试熔断体数量一览表”中增加一个 g 熔断体试品。原约定不熔断电流试验和额定电流试验用同一个试品进行试验,现改为各用一个试品进行试验;
- 8.2.3“隔离适用性验证”中原文第一句改为“电气间隙和爬电距离应通过尺寸测量和电压试验进行验证。”;
- 表 21“直流熔断器的分断能力试验参数”的时间常数栏中,原为“15 ms~20 ms”,现改为:“预期电流 20 kA 以上时:15 ms~20 ms;预期电流 20 kA 及以下时: $0.5(I)^{0.3}$  ms,允差 $^{+20}_{0}\%$ (I 以 A 为单位)”;
- 增加附录 E(规范性附录)“具有连接外部铜导线的无螺纹型接线端子的熔断器底座的特殊要求”。

本部分使用翻译法等同采用 IEC 60269-1:2009《低压熔断器 第 1 部分:基本要求》。

与本部分中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下:

- GB/T 156—2007 标准电压(IEC 60038:2002,MOD);
- GB 4208—2008 外壳防护等级(IP 代码)(IEC 60529:2001,IDT);
- GB/T 4687—2007 纸、纸板、纸浆及相关术语(ISO 4046:2002,MOD);
- GB/T 13539.2—2015 低压熔断器 第 2 部分:专职人员使用的熔断器的补充要求(主要用于工业的熔断器) 标准化熔断器系统示例 A 至 K(IEC 60269-2:2013,IDT);
- GB 13539.3—2008 低压熔断器 第 3 部分:非熟练人员使用的熔断器的补充要求(主要用于家用和类似用途的熔断器) 标准化熔断器系统示例 A 至 F(IEC 60269-3:2006,IDT);
- GB/T 13539.4—2009 低压熔断器 第 4 部分:半导体设备保护用熔断体的补充要求(IEC 60269-4:2006,IDT);
- GB/T 13539.5—2013 低压熔断器 第 5 部分:低压熔断器应用指南(IEC 60269-5:2010, IDT);

GB 13539.1—2015/IEC 60269-1:2009

——GB 16895.6—2000 建筑物电气装置 第5部分:电气设备的选择和安装 第52章:布线系统(idt IEC 60364-5-52:1993);

——GB/T 16935.1—2008 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分:原理、要求和试验(IEC 60664-1:2007,IDT)。

本部分做了下列编辑性修改:

——删除表、图及2.1.12下的编辑性注释;

——参考文献IEC 60127 英文为“用于小型熔断器的管式熔断器”,与现有IEC版本不符,英文改为“IEC 60127 小型熔断器”;

——考虑到国情,本部分在1.1中加注了关于交流1140 V熔断器的说明。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国熔断器标准化技术委员会(SAC/TC 340)归口。

本部分负责起草单位:上海电器科学研究所、上海电科电器科技有限公司。

本部分参加起草单位:上海电器陶瓷厂有限公司、宁波开关电器制造有限公司、库柏西安熔断器有限公司、浙江正泰电器股份有限公司、浙江西熔电气有限公司、人民电器集团有限公司、苏州电器科学研究所股份有限公司、美尔森电气保护系统(上海)有限公司、苏州市南光电器有限公司、温州三实电器有限公司、西安西整熔断器厂、好利来(中国)电子科技股份有限公司、上海电器设备检测所、上海西门子线路保护系统有限公司。

本部分主要起草人:吴庆云、季慧玉。

本部分参加起草人:林海鸥、张寅、张懿、李传上、李振飞、李全安、胡德霖、贾炜、李建国、黄旭雄、刘双库、赖文辉、周纲、易颖、梁利娟、张丽丽。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:

——GB 13539.1—1992、GB 13539.1—2002、GB 13539.1—2008。

# 低压熔断器

## 第 1 部分:基本要求

### 1 总则

#### 1.1 范围和目的

GB 13539 的本部分适用于装有额定分断能力不小于 6 kA 的封闭式限流熔断体的熔断器。该熔断器作为保护标称电压不超过 1 000 V 的交流工频电路或标称电压不超过 1 500 V 的直流电路用。<sup>1)</sup>

本部分的下续部分标准里包括了那些应用在特殊条件下的熔断器的补充要求。

IEC 60947-3《低压开关设备和控制设备 第 3 部分:开关、隔离器、隔离开关及熔断器组合电器》中使用的熔断体亦应符合本部分要求。

注 1: 对于“a”熔断体,其直流性能(见 2.2.4)的细节宜由用户与制造厂协商。

注 2: 对某些特殊用途的熔断器,如电力机车用熔断器或高频电路用熔断器,使用本部分时须作修正和补充,如有需要可单独另订标准。

注 3: 本部分不适用于小型熔断器,小型熔断器的标准为 IEC 60127。

本部分的目的是规定熔断器或熔断器部件(熔断器底座、载熔件、熔断体)的特性,如果它们具有互换性(包括尺寸等),它们就可以由具有相同特性的熔断器或熔断器部件来互换。为此目的,本部分特别涉及到下述方面:

——熔断器特性:

- 额定值;
- 绝缘;
- 正常使用下的温升;
- 耗散功率和接受耗散功率;
- 时间/电流特性;
- 分断能力;
- 截断电流特性和  $I^2t$  特性。

——为验证熔断器特性的型式试验。

——熔断器标志。

#### 1.2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本使用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 321—2005 优先数和优先数系(ISO 3:1973, IDT)

GB/T 16839.1—1997 热电偶 第 1 部分:分度表(idt IEC 60584-1:1995)

IEC 60038:1983 IEC 标准电压(IEC standard voltages)

IEC 60050-441:1984 国际电工词汇(IEV) 第 441 章:开关设备、控制设备和熔断器(International Electrotechnical Vocabulary(IEV)—Chapter 441:Switchgear, controlgear and fuses)

修改单 1(2000) (Amendment 1)(2000)

1) 交流额定电压 1 140 V 的熔断器可参照本部分执行。有关熔断器的性能等要求由制造厂和用户协商确定。

IEC 60269-2 低压熔断器 第2部分:专业人员使用的熔断器的补充要求(主要用于工业的熔断器) 标准化熔断器系统示例 A 至 I(Low-voltage fuses—Part 2:Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons(fuses mainly for industrial application)—Examples of standardized systems of fuses A to I)

IEC 60269-3 低压熔断器 第3部分:非熟练人员使用的熔断器的补充要求(主要用于家用和类似用途的熔断器) 标准化熔断器系统示例 A 至 F(Low-voltage fuses—Part 3:Supplementary requirements for fuses for use by unskilled persons(fuses mainly for household or similar application)—Examples of standardized systems of fuses A to F)

IEC 60269-4 低压熔断器 第4部分:半导体设备保护用熔断体的补充要求(Low-voltage fuses—Part 4:Supplementary requirements for fuses-links for the protection of semiconductor devices)

IEC 60269-5 低压熔断器 第5部分:低压熔断器应用指南(Low-voltage fuses—Part 5:Guidance for the application of low-voltage fuses)

IEC 60364-3:1993 建筑物的电气设施 第3部分:一般特性的评定(Electrical installations of buildings—Part 3:Assessment of general characteristics)

IEC 60364-5-52:2001 建筑物的电气设施 第5-52部分:电气设备的选择和安装 布线系统(Electrical installations of buildings—Part 5-52:Selection and erection of electrical equipment—Wiring system)

IEC 60529:1989 由外壳提供的防护等级(IP代码)[Degrees of protection provided by enclosures (Code IP)]

IEC 60617 简图用图形符号(Graphical symbols for diagrams)

IEC 60664-1:2002 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分:原理、要求和试验(Insulation coordination for equipment within low-voltage systems—Part 1:Principles, requirements and tests)

IEC 60695-2-10:2000 着火危险试验 第2-10部分:基于灼热/发热丝的试验方法 灼热丝设备及通用试验程序(Fire hazard testing—Part 2-10:Glowing/hot-wire based test methods—Glow-wire apparatus and common test procedure)

IEC 60695-2-11:2000 着火危险试验 第2-11部分:基于灼热/发热丝的试验方法 最终产物的灼热丝易燃性试验(Fire hazard testing—Part 2-11:Glowing/hot-wire based test methods—Glow-wire flammability test method for end-products)

IEC 60695-2-12:2000 着火危险试验 第2-12部分:基于灼热/发热丝的试验方法 材料的灼热丝易燃性试验(Fire hazard testing—Part 2-12:Glowing/hot-wire based test methods—Glow-wire flammability test method for materials)

IEC 60695-2-13:2000 着火危险试验 第2-13部分:基于灼热/发热丝的试验方法 材料的灼热丝起燃性试验(Fire hazard testing—Part 2-13:Glowing/hot-wire based test methods—Glow-wire ignitability test method for materials)

ISO 478:1974 纸张 用于 ISO-A 系列的未经修整的标准尺寸 ISO 第一值域(Paper—Untrimmed stock sizes for the ISO-A Series—ISO primary range)

ISO 593:1974 纸张 用于 ISO-A 系列的未经修整的标准尺寸 ISO 补充值域(Paper—Untrimmed stock sizes for the ISO-A Series—ISO supplementary range)

ISO 4046:1978 纸张、纸板、纸浆和有关术语 词汇 双语版(Paper, board, pulp and related terms—Vocabulary—Bilingual edition)

## 2 术语和定义

注:熔断器一般定义亦可见 IEC 60050-441。

下列术语和定义适用于本文件。

## 2.1 熔断器和它的部件

### 2.1.1

#### 熔断器 fuse

当电流超过规定值足够长的时间,通过熔断一个或几个成比例的特殊设计的熔体分断此电流,由此断开其所接入的电路的装置。熔断器由形成完整装置的所有部件组成。

[IEV 441-18-01]

### 2.1.2

#### 熔断器支持件 fuse-holder

熔断器底座及载熔件的组合。

注:若无需作明确区分,本部分中术语“熔断器支持件”表示熔断器底座和/或载熔件。

[IEV 441-18-14]

#### 2.1.2.1

##### 熔断器底座(熔断器支架) fuse-base(fuse-mount)

熔断器的固定部件,带有触头、接线端子。

[IEV 441-18-02]

注:适当时罩子可作为熔断器底座的一部分。

#### 2.1.2.2

##### 载熔件 fuse-carrier

熔断器可运动部件,作载运熔断体之用。

[IEV 441-18-13]

### 2.1.3

#### 熔断体 fuse-link

带有熔体的熔断器部件,在熔断器熔断后可以更换。

[IEV 441-18-09]

### 2.1.4

#### 熔断器触头 fuse-contact

保证熔断体与相应的熔断器支持件之间的电路连续性的两个或两个以上导电部件。

### 2.1.5

#### 熔体 fuse-element

当电流超过规定值经过规定的时间条件下熔化的熔断体部件。

[IEV 441-18-08]

注:熔断体可包含几个并联的熔体。

### 2.1.6

#### 指示装置(指示器) indicating device(indicator)

指示熔断器是否动作的熔断器部件。

[IEV 441-18-17]

### 2.1.7

#### 撞击器 striker

熔断体的机械装置。当熔断器动作时释放所需的能量,以促使其他装置或者指示器动作,或者提供互锁。

[IEV 441-18-18]



2.1.8

**接线端子 terminal**

与外部电路进行电连接的熔断器的导电部分。

注：接线端子可按照所要连接的电路种类来区分（如主接线端子、接地端子等），也可按照结构来区分（如螺钉型接线端子、插入式接线端子等）。

2.1.9

**模拟熔断体 dummy fuse-link**

具有规定耗散功率和尺寸的试验用的熔断体。

2.1.10

**试验底座 test rig**

规定的试验用的熔断器底座。

2.1.11

**标准限位件 gauge-piece**

用以达到某种程度非互换性的熔断器底座的附件。

2.1.12

**铰链载熔件 linked fuse-carrier**

机械上与熔断器底座铰链的载熔件，给予熔断体一个确定的插入和拔出动作。

2.2 一般术语

2.2.1

**封闭式熔断体 enclosed fuse-link**

熔体被完全封闭，在额定值范围内熔断时，不会产生任何有害的外部效应（如由于燃弧而释出气体或喷出火焰或金属颗粒）的熔断体。

[IEV 441-18-12]

2.2.2

**限流熔断体 current-limiting fuse-link**

在规定电流范围内，由于熔断体的熔断，使电流被限制得显著低于预期电流峰值的熔断体。

[IEV 441-18-10]

2.2.3

“g”熔断体（全范围分断能力熔断体，以前称一般用途熔断体） “g”fuse-link (full-range breaking-capacity fuse-link, formerly general purpose fuse-link)

在规定条件下，能分断使熔体熔化的电流至额定分断能力之间的所有电流的限流熔断体。

2.2.4

“a”熔断体（部分范围分断能力熔断体，以前称后备熔断体） “a”fuse-link (partial-range breaking-capacity fuse-link, formerly back-up fuse-link)

在规定条件下，能分断示于熔断体熔断时间-电流特性曲线上的最小电流（图2中 $k_2 I_n$ ）至额定分断能力之间的所有电流的限流熔断体。

注：“a”熔断体通常作短路保护用。需要对小于 $k_2 I_n$ 的过电流进行保护时，“a”熔断体须与其他可分断这种小过电流的合适的开关电器一起使用。

2.2.5 温度

2.2.5.1

**周围空气温度 ambient air temperature**

$T_a$

该温度是距熔断器或熔断器外壳（如有）约1 m处的周围空气温度。

## 2.2.5.2

流体环境温度 **fluid environment temperature**

$T_e$

该温度是冷却熔断器部件(触头、接线端子等)的流体温度。若熔断器部件装在外壳中,则  $T_e$  为周围空气温度  $T_a$  和与熔断器部件(触头、接线端子等)接触的内部流体的温升(相对于周围空气温度)  $\Delta T_e$  之和。若熔断器部件不装在外壳中,则认为  $T_e$  等于  $T_a$ 。

## 2.2.5.3

熔断器部件温度 **fuse-component temperature**

$T$

熔断器部件(触头、接线端子等)温度  $T$  是有关部件的温度。

## 2.2.6

过电流选择性 **overcurrent discrimination**

两个或两个以上过电流保护装置之间的相关特性配合。当在给定范围内出现过电流时,指定在这个范围动作的装置动作,而其他装置不动作。

## 2.2.7

熔断器系统 **fuse-system**

在熔断体形状、触头型式等方面遵循相同物理设计原则的熔断器族。

## 2.2.8

尺码 **size**

熔断器系统中规定的一组熔断器尺寸,每一尺码包括给定的额定电流范围,该范围中熔断器的尺寸保持不变。

## 2.2.9

同一熔断体系列 **homogeneous series of fuse-links**

给定尺码内的熔断体类别,仅特性稍有差别,对于某一给定的试验,只要试验其中一个或少数几个特定的熔断体就可代表整个同一熔断体系列。

注:同一熔断体系的特性可有差异并且应验证。这些特性的差异验证的细节规定于相关的试验中(见表 12 和表 13)。

[IEV 441-18-34, 经修改]

## 2.2.10

(熔断体的)使用类别 **utilization category** (of a fuse-link)

规定要求的综合。这些要求与熔断体得以实现其保护目的的条件有关,并代表实际应用的一组特性(见 5.7.1)。

## 2.2.11

专职人员使用的熔断器(以前称工业用熔断器) **fuses for use by authorized persons** (formerly called fuses for industrial application)

仅由专职人员可以接近并仅由专职人员更换的熔断器。

注 1: 不必采取结构上的措施来保证非互换性和防止偶然触及带电部分。

注 2: 专职人员应按 IEC 60364-3 中 BA4“受指导人员”<sup>2)</sup> 和 BA5“熟练人员”<sup>3)</sup> 类别所规定的意义来理解。

## 2.2.12

非熟练人员使用的熔断器(以前称家用或类似用途熔断器) **fuse for use by unskilled persons** (for-

2) 受指导人员:在熟练人员指导或监护下能避免触电的人员(如操作、维护人员)。

3) 熟练人员:具有技术知识或足够运行经验,能避免触电危险的人员(工程师和技术人员)。

merly called fuses for domestic and similar)

非熟练人员可以接近并能由非熟练人员更换的熔断器。

注：对这类熔断器，应有防止直接接触及带电部分的保护，如有需要，可要求非互换性。

### 2.2.13

**非互换性 non-interchangeability**

对形状和(或)尺寸加以限制，以免因疏忽在特定的熔断器底座上使用了电气性能不同于预定保护等级的熔断体。

[IEV 441-18-33]

## 2.3 特性量

### 2.3.1

**额定值 rating**

用于设计特性值的通用术语，同时它定义了工作条件，该工作条件作为试验和设备设计的依据。

[IEV 441-18-36]

注：低压熔断器通常规定的额定值：电压、电流、分断能力、耗散功率和接受耗散功率、频率（如适用）。在交流情况下，额定电压和额定电流为对称有效值；在直流情况下，当纹波存在时，额定电压为平均值，额定电流为有效值。如没其他规定，上述规定适用于任何电压和电流值。

### 2.3.2

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

假定电路内的熔断器每个极由阻抗可忽略不计的导线所取代时电路所流过的电流。

对于交流，预期电流指交流分量的有效值。

注：预期电流是熔断器分断能力和特性[如  $I^2t$  和截断电流特性(见 8.5.7)]的参照量。

[IEV 441-17-01, 经修改]

### 2.3.3

**门限 gate**

熔断器的极限值；在此极限范围内，可获得熔断器的特性，如时间-电流特性。

### 2.3.4

**熔断器的分断能力 breaking capacity of a fuse**

在规定的使用和性能条件下，熔断器在规定电压下能够分断的预期电流值。

[IEV 441-17-08, 经修改]

### 2.3.5

**分断范围 breaking range**

熔断体的分断能力得到保证的预期电流值范围。

### 2.3.6

**截断电流 cut-off current**

熔断体分断期间电流达到的最大瞬时值，由此阻止电流达到最大值。

### 2.3.7

**截断电流特性 cut-off current characteristic**

**允通电流特性 let-through current characteristic**

在规定的熔断条件下，作为预期电流函数的截断电流曲线。

注：在交流情况下，截断电流是任何非对称程度下所能达到的最大值；在直流情况下，截断电流是在规定的时间常数下所达到的最大值。

[IEV 441-17-14]

## 2.3.8

(熔断器支持件的)峰值耐受电流 **peak withstand current**(of a fuse-holder)

熔断器支持件所能承受的截断电流值。

注: 峰值耐受电流不小于与熔断器支持件配用的任何熔断体的最大截断电流值。

## 2.3.9

弧前时间 **pre-arcing time**

熔化时间 **melting time**

从一个足够分断熔体的电流出现至电弧产生的瞬间之间的时间间隔。

[IEV 441-18-21]

## 2.3.10

燃弧时间 **arcing time**

熔断器中电弧产生的瞬间至电弧最终熄灭之间的时间间隔。

[IEV 441-17-37, 经修改]

## 2.3.11

熔断时间 **operating time**

弧前时间和燃弧时间之和。

[IEV 441-18-22]

## 2.3.12

焦耳积分 **joule integral**

$I^2t$

在给定时间间隔内电流平方的积分:

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

注 1: 弧前  $I^2t$  是熔断器弧前时间内的  $I^2t$  积分。

注 2: 熔断  $I^2t$  是熔断器熔断时间内的  $I^2t$  积分。

注 3: 在由熔断器保护的电路中,  $1 \Omega$  电阻释放的能量的焦耳值等于以  $A^2s$  表示的熔断  $I^2t$  值。

[IEV 441-18-23]

## 2.3.13

$I^2t$  特性  **$I^2t$  characteristic**

在规定的动作条件下作为预期电流函数的  $I^2t$  (弧前和/或熔断  $I^2t$ ) 曲线。

## 2.3.14

$I^2t$  带  **$I^2t$  zone**

在规定的条件下最小弧前  $I^2t$  特性和最大熔断  $I^2t$  特性所包容的范围。

## 2.3.15

熔断体额定电流 **rated current of a fuse-link**

$I_n$

在规定条件下, 熔断体能够长期承载而不使性能降低的电流。

## 2.3.16

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

在规定的熔断条件下, 作为预期电流函数的时间(如弧前时间或熔断时间)曲线。

[IEV 441-17-13]

注: 时间大于  $0.1 s$  时, 实际上弧前时间与熔断时间的差异可不计。

2.3.17

**时间-电流带 time-current zone**

在规定的条件下,最小弧前时间-电流特性和最大熔断时间-电流特性所包容的范围。

2.3.18

**约定不熔断电流 conventional non-fusing current**

$I_{nf}$

在规定时间(约定时间)内熔断体能承载而不熔化的规定电流值。

[IEV 441-18-27]

2.3.19

**约定熔断电流 conventional fusing current**

$I_f$

在规定时间(约定时间)内,引起熔断体熔断的规定电流值。

[IEV 441-18-28]

2.3.20

**“a”熔断体的过载曲线 overload curve of an “a”fuse-link**

“a”熔断体能够承载电流而特性不变坏的时间曲线(见 8.4.3.4 和图 2)。

2.3.21

**(熔断体内的)耗散功率 power dissipation(in a fuse-link)**

熔断体在规定的使用 and 性能条件下承载规定的电流时释放的功率。

注:规定的使用 and 性能条件通常包括稳态温度条件到达后的电流恒定有效值。

[IEV 441-18-38,经修改]

2.3.22

**(熔断器底座或熔断器支持件的)接受耗散功率 acceptable power dissipation (of a fuse-base or a fuse-holder)**

熔断器底座或熔断器支持件在规定的使用 and 性能条件下能接受的熔断体内的耗散功率规定值。

[IEV 441-18-39]

2.3.23

**恢复电压 recovery voltage**

电流分断后出现在熔断器一极接线端子间的电压。

注:恢复电压可以认为有两个连续的时间阶段。第一个阶段存在瞬态电压(见 2.3.23.1),接着第二阶段仅存在工频或直流恢复电压(见 2.3.23.2)。

[IEV 441-17-25,经修改]

2.3.23.1

**瞬态恢复电压 transient recovery voltage; TRV**

在具有明显瞬态特性时间阶段内的恢复电压。

注 1:根据电路和熔断器的特性,瞬态恢复电压可以是振荡的和非振荡的,或二者兼有,它包括多相电路的中性点位移。

注 2:除非另有规定,在三相电路中瞬态恢复电压是指首先分断一极的瞬态恢复电压,因为此电压一般比出现在其他二极的电压高。

[IEV 441-17-26]

2.3.23.2

**工频或直流恢复电压 power-frequency or d.c. recovery voltage**

在瞬态电压消失之后的恢复电压。

[IEV 441-17-27, 经修改]

注:工频或直流恢复电压可用额定电压的百分比来表示。

#### 2.3.24

**熔断器的电弧电压 arc voltage of a fuse**

燃弧期间熔断器接线端子间出现的电压瞬时值。

[IEV 441-18-30]

#### 2.3.25

**(熔断器的)隔离距离 isolating distance (for a fuse)**

熔断器底座触头之间或任何连接于此触头的导电部件之间的最短距离,该距离在带熔断体的或载熔件移去的熔断器上测得。

[IEV 441-18-06]

### 3 正常工作条件

符合本部分的熔断器,若在以下条件下使用,被认为能正常工作,不需要进一步验证。除非第8章另有规定,下列条件也作为试验条件。

#### 3.1 周围空气温度( $T_a$ )

周围空气温度  $T_a$ (见 2.2.5.1)不超过 40 °C,24 h 测得的平均值不超过 35 °C,一年内测得的平均值低于该值。

周围空气温度最低值为 -5 °C。

注 1:提供的时间-电流特性在周围空气温度 20 °C 条件下作出。这些时间-电流特性也近似适用于温度为 30 °C。

注 2:若温度条件明显不同于上述温度,宜从动作、温升等方面加以考虑,见附录 D。

#### 3.2 海拔

安装地点的海拔不超过 2 000 m。

#### 3.3 大气条件

空气是干净的,其相对湿度在最高温度为 40 °C 时不超过 50%。

在较低温度下可以有较高的相对湿度,例如,在 20 °C 时,相对湿度可达 90%。

在这些条件下,由于温度变化,可能偶然发生中等凝露。

注:若熔断器在不同于 3.1,3.2 和 3.3 规定条件下使用,尤其是在无防护的户外条件使用,应与制造厂协商;若熔断器使用在有盐雾或不正常的工业沉积物的场所,亦应与制造厂协商。

#### 3.4 电压

系统电压的最大值不超过熔断器额定电压的 110%;对于从交流整流的直流电压,其脉动引起的变化应不大于 110%额定电压的平均值的 5%或不低于 9%。

对额定电压为 690 V 的熔断器,最大系统电压不应超过熔断器额定电压的 105%。

注:应注意若熔断体在大大低于额定电压下熔断,熔断器的指示装置或撞击器可能不动作(见 8.4.3.6)。

#### 3.5 电流

承载和分断的电流在 7.4 和 7.5 中规定的范围内。

### 3.6 频率、功率因数与时间常数

#### 3.6.1 频率

对于交流,频率等于熔断体的额定频率。

#### 3.6.2 功率因数

对于交流,功率因数不低于表 20 中相应于预期电流的数值。

#### 3.6.3 时间常数

对于直流,时间常数符合表 21 规定。

某些使用场合可能发现时间常数超出表 21 规定的范围。对此,应使用经试验符合所要求的时间常数并有相应标记的熔断体。

### 3.7 安装条件

按制造厂说明书安装熔断器。

如熔断器可能遇到非正常振动和冲击使用情况,应与制造厂协商。

### 3.8 使用类别

使用类别(如“gG”)按 5.7.1 规定。

### 3.9 熔断体的选择性

时间大于 0.1 s 的选择性极限见表 2 与表 3。

对于“gG”和“gM”熔断体,弧前  $I^2t$  值见表 7; 熔断  $I^2t$  值由后续部分标准规定。其他分断范围和使用类别的值见后续部分标准。

## 4 分类

熔断器分类按第 5 章和后续部分标准规定。

## 5 熔断器特性

### 5.1 特性综述

熔断器的特性应由下列适合的条款来规定。

#### 5.1.1 熔断器支持件

- a) 额定电压(见 5.2);
- b) 额定电流(见 5.3.2);
- c) 电流种类,如果适用额定频率(见 5.4);
- d) 额定接受耗散功率(见 5.5);
- e) 尺寸或尺码;

- f) 极数(如果不止一个极);
- g) 峰值耐受电流。

### 5.1.2 熔断体

- a) 额定电压(见 5.2);
- b) 额定电流(见 5.3.1);
- c) 电流种类,如果适用额定频率(见 5.4);
- d) 额定耗散功率(见 5.5);
- e) 时间-电流特性(见 5.6);
- f) 分断范围(见 5.7.1);
- g) 额定分断能力(见 5.7.2);
- h) 截断电流特性(见 5.8.1);
- i)  $I^2t$  特性(见 5.8.2);
- j) 尺寸或尺码。

### 5.1.3 完整熔断器

防护等级应按照 IEC 60529 的规定。

## 5.2 额定电压

对于交流,额定电压标准值由表 1 给出。

表 1 交流熔断器额定电压标准值

单位为伏

系列 I	系列 II
	120*
	208
230*	240
	277*
400*	415
500	480*
690*	600

带星号的值是根据 IEC 60038 的标准化值,同时表中其他值亦可使用。

对于直流,额定电压优选值如下:110\*, 125\*, 220\*, 250\*, 440\*, 460, 500, 600\*, 750 V。

注:熔断体的额定电压可以不同于装入该熔断体的熔断器支持件的额定电压。熔断器的额定电压是部件(熔断器支持件、熔断体)的额定电压的最低值。

## 5.3 额定电流

### 5.3.1 熔断体的额定电流

熔断体的额定电流以安培表示,应从下列数值中选用:



2,4,6,8,10,12,16,20,25,32,40,50,63,80,100,125,160,200,250,315,400,500,630,800,1 000, 1 250

注 1: 当需要较高或较低值时,宜按 GB/T 321—2005 中 R10 系列选取。

注 2: 此外,当需要选取一中间值时,宜按 GB/T 321—2005 中 R20 系列选取。

### 5.3.2 熔断器支持件的额定电流

除非下续部分标准另有规定,熔断器支持件的额定电流(以安培表示)应从熔断体的额定电流系列中选取。对于“gG”和“aM”熔断器,熔断器支持件的额定电流以配用熔断体的最大额定电流表示。

### 5.4 额定频率(见 6.1 和 6.2)

未标明额定频率意味着熔断器符合本部分对频率规定的条件,即频率仅在 45 Hz~62 Hz 之间。

### 5.5 熔断体的额定耗散功率和熔断器支持件的额定接受耗散功率

若下续部分标准没有规定,熔断体的额定耗散功率由制造厂规定。在规定的试验条件下,熔断体的耗散功率不应超过该规定值。

若下续部分标准没有规定,熔断器支持件的额定接受耗散功率由制造厂规定。额定接受耗散功率是在规定试验条件下,不超过规定的温升、熔断器支持件能承受的最大耗散功率。

### 5.6 时间-电流特性极限

时间-电流特性极限是以周围空气温度( $T_a$ )+20 °C为基础。

#### 5.6.1 时间-电流特性、时间-电流带

时间-电流特性、时间-电流带与熔断体的结构有关。对于给定的熔断体,它们取决于周围空气温度以及冷却条件。

注: 若周围空气温度与 3.1 规定的温度范围有偏差,应与制造厂协商。

对于不符合下续部分标准规定的标准时间-电流带的熔断体,制造厂应能提供以下特性(以及它们的偏差):

——弧前和熔断时间-电流特性;

或

——时间-电流带。

注: 对于弧前时间小于 0.1 s 者,制造厂应能提供  $I^2t$  特性以及它们的偏差(见 5.8.2)。

对于弧前时间大于 0.1 s 者,时间-电流特性应以电流为横坐标,以时间为纵坐标,两个坐标轴均应采用对数刻度。

对数刻度为十进制,横坐标与纵坐标之比为 2:1。然而因为在美国长期确定的习惯,故 1:1 比例作为另一个选择标准。图样应表示在符合 ISO 478 或 ISO 593 的 A3 或 A4 纸上。

十进制尺寸应从下列系列中选取:

2 cm,4 cm,8 cm,16 cm 和 2.8 cm,5.6 cm,11.2 cm。

注: 作为推荐,尽可能采用优先值 2.8 cm(纵坐标)和 5.6 cm(横坐标)。

#### 5.6.2 约定时间和约定电流

约定时间和约定电流见表 2。对于“gD”和“gN”熔断体,约定时间和约定电流见 IEC 60269-2 中熔断器系统 H。

表 2 “gG”和“gM”熔断体的约定时间和约定电流

“gG”额定电流 $I_n$ “gM” <sup>b</sup> 特性电流 $I_{ch}$ A	约定时间 h	约定电流	
		$I_{nt}$	$I_f$
$I_n < 16$	1	<sup>a</sup>	<sup>a</sup>
$16 \leq I_n \leq 63$	1		
$63 < I_n \leq 160$	2	$1.25I_n$	$1.6I_n$
$160 < I_n \leq 400$	3		
$400 < I_n$	4		

<sup>a</sup> 额定电流小于 16 A 的熔断体值在后续部分标准中规定。  
<sup>b</sup> 关于“gM”熔断体,见 5.7.1。

## 5.6.3 门限

“gG”和“gM”熔断体的门限值列于表 3。

表 3 “gG”和“gM”熔断体规定弧前时间的门限值<sup>a</sup>

单位为安培

1	2	3	4	5
$I_n$ 用于“gG” $I_{ch}$ 用于“gM” <sup>b</sup>	$I_{min}(10\text{ s})^c$	$I_{max}(5\text{ s})$	$I_{min}(0.1\text{ s})$	$I_{max}(0.1\text{ s})$
16	33	65	85	150
20	42	85	110	200
25	52	110	150	260
32	75	150	200	350
40	95	190	260	450
50	125	250	350	610
63	160	320	450	820
80	215	425	610	1 100
100	290	580	820	1 450
125	355	715	1 100	1 910
160	460	950	1 450	2 590
200	610	1 250	1 910	3 420
250	750	1 650	2 590	4 500
315	1 050	2 200	3 420	6 000
400	1 420	2 840	4 500	8 060
500	1 780	3 800	6 000	10 600
630	2 200	5 100	8 060	14 140
800	3 060	7 000	10 600	19 000

表 3 (续)

单位为安培

1	2	3	4	5
$I_n$ 用于“gG” $I_{ch}$ 用于“gM” <sup>b</sup>	$I_{min}(10\text{ s})^c$	$I_{max}(5\text{ s})$	$I_{min}(0.1\text{ s})$	$I_{max}(0.1\text{ s})$
1 000 1 250	4 000 5 000	9 500 13 000	14 140 19 000	24 000 35 000

<sup>a</sup> 额定电流小于 16 A 的熔断器值在后续部分标准中规定。  
<sup>b</sup> 关于“gM”熔断体,见 5.7.1。  
<sup>c</sup>  $I_{min}(10\text{ s})$ 是弧前时间不小于 10 s 的电流的最小值。

“aM”熔断器时间-电流特性的标准门限见表 4 和图 3,特性的基准周围空气温度为 20 °C。标准化的系数  $k$  为  $k_0=1.5$ 、 $k_1=4$  和  $k_2=6.3$ 。

表 4 “aM”熔断体(全额定电流)的门限

	$4I_n$	$6.3I_n$	$8I_n$	$10I_n$	$12.5I_n$	$19I_n$
$t_{熔断}$	—	60 s	—	—	0.5 s	0.10 s
$t_{弧前}$	60 s	—	0.5 s	0.2 s	—	—

“gD”和“gN”熔断体门限值见 IEC 60269-2 中熔断器系统 H。

## 5.7 分断范围和分断能力

### 5.7.1 分断范围与使用类别

第一个字母应表示分断范围:

- “g”熔断体(全范围分断能力熔断体);
- “a”熔断体(部分范围分断能力熔断体)。

第二个字母应表示使用类别。该字母准确地规定时间-电流特性、约定时间和约定电流以及门限。

例如:

- “gG”表示一般用途全范围分断能力的熔断体;
- “gM”表示保护电动机电路全范围分断能力的熔断体;
- “aM”表示保护电动机电路的部分范围分断能力的熔断体;
- “gD”表示全范围分断能力延时熔断体;
- “gN”表示全范围分断能力非延时熔断体。

注 1: 目前,只要特性能满足承受电动机起动电流,“gG”熔断体常用来保护电动机电路。

注 2: “gM”熔断体用两个电流值来说明其特性。第一个值  $I_n$  表示熔断体和熔断器支持件的额定电流;第二个值  $I_{ch}$  表示如表 2、表 3、表 7 中门限所规定的熔断体的时间-电流特性。

上述的两个额定值由表明用途的一个字母加以分隔。

例如  $I_n M I_{ch}$  表示用以保护电动机电路并且具有 G 特性的熔断器。第一个值  $I_n$  表示整个熔断器的最大连续电流;第二个值  $I_{ch}$  表示熔断体的 G 特性。

注 3: “aM”熔断体用一个电流值  $I_n$  和 8.4.3.3.1 和图 2 中所规定的时间-电流特性来说明其特性。

### 5.7.2 额定分断能力

额定电压下熔断体的额定分断能力由制造厂规定。额定分断能力的最小值由后续部分标准规定。

## 5.8 截断电流与 $I^2t$ 特性

截断电流值和  $I^2t$  特性值应考虑制造公差并应参照后续部分标准所规定的使用条件,例如电压、频率和功率因数。

### 5.8.1 截断电流特性

截断电流特性应代表使用中可能出现的电流的最大瞬时值(见 8.6.1 和附录 C)。

除非后续部分标准已作规定,否则,如果需要截断电流特性,制造厂应给出,并按图 4 的例子以双对数表示。其中预期电流为横坐标。

### 5.8.2 $I^2t$ 特性

制造厂应提供弧前时间小于 0.1 s 至相应于额定分断能力的弧前  $I^2t$  特性。它们应代表在使用中可能遇到的作为预期电流函数的最小值。

制造厂应提供弧前时间小于 0.1 s、以规定的电压为参数的熔断  $I^2t$  特性。它们应代表在实际使用中可能遇到的作为预期电流函数的最大值。

若以图表示,  $I^2t$  特性应以预期电流为横坐标,以  $I^2t$  值为纵坐标。横、纵坐标均应采用对数刻度(对数刻度见 5.6.1)。

## 6 标志

标志应清晰,持久。通过目测和下述试验进行验证。

用手拿一块浸透水的棉布擦标志 5 s,接着再用手拿一块浸透脂族己烷溶剂的棉布擦 5 s。

注:推荐使用脂族己烷溶剂,溶剂的芳香剂的容积含量最大为 0.1%,贝壳松脂丁醇值约为 29,初沸点约为 65 °C,干点约为 69 °C,密度约为 0.68 g/cm<sup>3</sup>。

### 6.1 熔断器支持件标志

下列信息应标志在所有熔断器支持件上:

- 制造厂名称或易识别的商标;
- 制造厂的识别标记,借此能获得 5.1.1 所列的全部特性;
- 额定电压;
- 额定电流;
- 电流种类和(适用时)额定频率。

注:标有交流额定值的熔断器支持件亦可用于直流。假如熔断器支持件由一可移去的载熔件和可移去的熔断器底座组成,为了识别的目的,二者宜分别标志。

### 6.2 熔断体标志

除了实行有困难的小熔断体以外,下列信息应标志在所有熔断体上:

- 制造厂名称或易识别的商标;
- 制造厂的识别标记,借此能获得 5.1.2 所列的全部特性;
- 额定电压;
- 额定电流(“gM”型见 5.7.1);
- 分断范围,适用时(见 5.7.1)使用类别(字母编码);
- 电流种类和(适用时)额定频率(见 5.4)。

注:如果本熔断体提供在交流和直流中使用,熔断体的交流和直流额定值宜分别标志。

对小熔断体,标志上述规定的所有熔断体信息有困难时,商标、制造厂的识别标记、额定电压、额定

电流应被标志。

### 6.3 标志符号

电流种类和频率,使用符号根据 IEC 60417。

注:额定电流和额定电压可以如下标志:

$$10 \text{ A } 500 \text{ V} \quad \text{或} \quad 10/500 \quad \text{或} \quad \frac{10}{500}$$

## 7 设计标准条件

### 7.1 机械设计

#### 7.1.1 熔断体的更换

熔断体应具有足够的机械强度,触头应可靠固定。应能方便安全地更换熔断体。

#### 7.1.2 包括接线端子的连接

固定连接在使用和动作条件下应能维持必要的接触压力。

除非金属部件的弹性足以补偿绝缘材料可能产生的收缩或变形,在连接时接触压力不应通过绝缘材料来传递(陶瓷或性能不比陶瓷逊色的其他绝缘材料除外)。如有必要,试验在下续部分标准中规定。

接线端子在连接螺钉拧紧时应不会转动或移位并且导体不会移动。夹紧导体的部件应是金属的,其形状应不会损坏导体。

在规定的安装条件下,接线端子应容易接近(如有罩子,在拆下罩子后)。

注:无螺纹型接线端子的要求在附录 E 中规定。

#### 7.1.3 熔断器触头

熔断器的触头应保证在使用和动作条件下,特别是在 7.5 规定的条件下,具有必要的接触压力。

触头应能保证在相应于 7.5 条件下动作时所产生的电磁力不会伤害以下部件之间的电气连接:

- a) 熔断器底座和载熔件;
- b) 载熔件和熔断体;
- c) 熔断体和熔断器底座,如适用,或任何其他支撑物。

熔断器触头的结构和材料应保证在正常的安装和使用条件下,通过下述情况:

- a) 经过反复装拆以后;
- b) 长期不装拆地使用后(见 8.10)。

能维持良好的接触。

铜合金的熔断器触头应不发生龟裂。

这些要求根据 8.10 及 8.11.2.1 和下续部分标准第 8 章的试验来验证。

#### 7.1.4 标准限位件结构

标准限位件(如有)应能经受住使用时产生的正常应力。

#### 7.1.5 熔断体的机械强度

熔断体应具有足够的机械强度,触头应可靠固定。

### 7.2 绝缘性能和隔离适用性

熔断器在正常使用时所承受的电压下不应失去其绝缘性能。当熔断器在正常断开位置,熔断体保

持在载熔件内时,或当熔断体和(适当时)载熔件移去时,熔断器应适用于隔离。适用的过电压类别在下续部分标准中规定。

若熔断器通过 8.2 的绝缘性能和隔离适用性的验证,则认为熔断器符合上述要求。

最小爬电距离、电气间隙以及通过绝缘材料或密封填料的距离应符合下续部分标准的规定值。

### 7.3 温升、熔断体的耗散功率以及熔断器支持件的接受耗散功率

熔断器支持件应设计合理,在标准使用条件下,能持续通过与其配用的熔断体的额定电流而不超过:

——表 5 规定的温升值(在制造厂或下续部分标准规定的熔断器支持件额定接受耗散功率条件下)。

熔断体应设计合理,在标准使用条件下能持续通过额定电流而不超过:

——制造厂或下续部分标准规定的熔断体额定耗散功率。

特别在下列情况下,温升不应超过表 5 规定的极限值:

——熔断体的额定电流等于与其配用的熔断器支持件的额定电流;

——熔断体的耗散功率等于熔断器支持件的额定接受耗散功率。

以上要求由 8.3 的试验来验证。

表 5 触头和接线端子的温升极限  $\Delta T = (T - T_a)$

			温升 K	
			不封闭的 <sup>a</sup>	封闭的 <sup>b</sup>
触头 <sup>g,i</sup>	弹簧加载	裸铜	40	45
		裸黄铜	45	50
		镀锡	55 <sup>f</sup>	60 <sup>f</sup>
		镀镍	70 <sup>c,e,h</sup>	75 <sup>c,e,h</sup>
		镀银	c	c
	螺栓紧固	裸铜	55	60
		裸黄铜	60	65
		镀锡	65 <sup>f</sup>	65 <sup>f</sup>
		镀镍	80 <sup>c,e,h</sup>	85 <sup>c,e,h</sup>
		镀银	c	c
接线端子		裸铜	55	60
		裸黄铜	60	65
		镀锡	65	65
		镀银或镀镍	70 <sup>d</sup>	70 <sup>d</sup>

<sup>a</sup> 当  $T_e$  等于  $T_a$  时(见 2.2.5)。  
<sup>b</sup> 适用于  $\Delta T_e$  在 10 K~30 K 之间的情况( $10 \text{ K} \leq \Delta T_e \leq 30 \text{ K}$ ),周围空气温度  $T_a$  应不超过 40 °C。  
<sup>c</sup> 仅以不损坏相邻部件为限。  
<sup>d</sup> 温升极限的确定是考虑使用聚氯乙烯绝缘导体。  
<sup>e</sup> 此值不适用于在下续部分标准中对触头材料和截面积有规定的熔断器系统。  
<sup>f</sup> 若经过验证,触头不变坏试验的实际温度并没有损害触头,此极限值可超过。  
<sup>g</sup> 对某些很小的熔断器,测量温度有可能损坏该熔断器时,表中的规定值不适用。要通过 8.10 的试验对触头是否变坏进行验证。  
<sup>h</sup> 若使用镀镍触头,因其电阻较大,在触头设计中要采取某些措施,如采用较高的触头压力。  
<sup>i</sup> 触头不变坏试验见 8.10。

#### 7.4 动作

熔断体应设计合理,并当装在适当试验装置中且在额定频率和周围空气温度为 $(20\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 时:

——熔断体应能持续承载不大于其额定电流的任何电流;

——熔断体应能承受正常使用时可能发生的过载(见 8.4.3.4)。

对于“g”熔断体,在约定时间内:

——当熔断体承载不大于约定不熔断电流( $I_{nf}$ )的任何电流时,熔断体不熔断;

——当熔断体承载等于或大于约定熔断电流( $I_f$ )的任何电流时,熔断体熔断。

注:时间-电流带(如有)要加以考虑。

对于“a”熔断体:

——当熔断体承载不大于 $k_1 I_n$ 的电流时,在过载曲线(见图 2)所示的相应时间内熔断体不熔断;

——当熔断体承载的电流在 $k_1 I_n$ 和 $k_2 I_n$ 之间,其熔体可以熔化,只要弧前时间大于弧前时间-电流特性所指定的值;

——当熔断体承载的电流超过 $k_2 I_n$ ,在包括燃弧时间在内的时间-电流带范围内,熔断体熔断。

8.4.3.3 中所测得的时间-电流值应在制造厂所提供的时间-电流带范围内。

若熔断体通过 8.4 中所规定的试验,则认为熔断体符合以上要求。

#### 7.5 分断能力

在额定频率和电压不超过 8.5 所规定的恢复电压下,熔断器应能分断其预期电流在以下电流范围内的任何电流:

——对“g”熔断体,电流为 $I_f$ ;

——对“a”熔断体,电流为 $k_2 I_n$ ;和

——在交流情况,功率因数不低于表 20 所示的相应于预期电流值的额定分断能力;

——在直流情况,时间常数不大于表 21 所示的相应于预期电流值的额定分断能力。

在 8.5 所规定的试验电路中,熔断体熔断时的电弧电压应不超过表 6 中所规定的值。

注:若熔断体使用于系统电压比熔断体额定电压低的电路中,应考虑电弧电压,该值应不超过表 6 中相应于系统电压的电弧电压值。

表 6 最大电弧电压

单位为伏

熔断体的额定电压 $U_n$	最大电弧电压,峰值	
适用于交流和直流	60 及 60 以下	1 000
	61~300	2 000
	301~690	2 500
	691~800	3 000
	801~1 000	3 500
仅适用于直流	1 001~1 200	3 500
	1 201~1 500	5 000

注:对于额定电流小于 16 A 的熔断体,其最大电弧电压本部分不作规定,在考虑中。

若熔断器通过 8.5 所规定的试验,则认为熔断器符合上述要求。

#### 7.6 截断电流特性

若下续部分标准未另作规定,按 8.6 规定所测得的截断电流值应小于或等于制造厂所提供的截断电流特性的相应值(见 5.8.1)。

注:作为实际弧前时间函数的截断电流特性见附录 C。

7.7  $I^2t$  特性

按 8.7 验证的弧前  $I^2t$  值,应不小于制造厂按 5.8.2 所规定的  $I^2t$  特性,并应在用于“gG”和“gM”熔断体的表 7 所规定的范围内。对小于 0.01 s 的弧前时间,若需要,在下续部分标准里给出  $I^2t$  值的极限范围。对“gD”和“gN”熔断体,此值见 IEC 60269-2 中熔断器系统 H。

按 8.7 验证的熔断  $I^2t$  值,应小于或等于制造厂按 5.8.2 所规定的  $I^2t$  特性或下续部分标准规定的  $I^2t$  特性。

表 7 “gG”和“gM”熔断体 0.01 s 的弧前  $I^2t$  值

$I_n$ 用于“gG” $I_{ch}$ 用于“gM” <sup>a</sup> A	$I^2t_{min}$ $10^3 \times (A^2s)$	$I^2t_{max}$ $10^3 \times (A^2s)$
16	0.3	1.0
20	0.5	1.8
25	1.0	3.0
32	1.8	5.0
40	3.0	9.0
50	5.0	16.0
63	9.0	27.0
80	16.0	46.0
100	27.0	86.0
125	46.0	140.0
160	86.0	250.0
200	140.0	400.0
250	250.0	760.0
315	400.0	1 300.0
400	760.0	2 250.0
500	1 300.0	3 800.0
630	2 250.0	7 500.0
800	3 800.0	13 600.0
1 000	7 840.0	25 000.0
1 250	13 700.0	47 000.0

<sup>a</sup> 对于“gM”,见 5.7.1。

## 7.8 熔断体的过电流选择性

过电流选择性的要求与熔断器系统、额定电压和熔断器的使用有关;有关要求可在下续部分标准里规定。

## 7.9 防电击保护

对于人身防电击保护,应考虑熔断器的下列三种情况:

- 当完整熔断器(包括熔断器底座、熔断体,有时还包括标准限位件、载熔件和正常使用条件下成为熔断器组成部分的外壳)正确地装配、安装并接好线时;
- 更换熔断体时;
- 当熔断体和载熔件(如有)取走后。



额定冲击耐受电压见表 8,数值按熔断器的额定电压和过电压类别(在下续部分标准中规定)选择。这些要求在下续部分标准中规定。也可见 8.8。

表 8 额定冲击耐受电压

熔断器额定电压 (直至及包括) V	额定冲击耐受电压 $U_{imp}$ (1.2/50 $\mu$ s) kV			
	过电压类别			
	IV	III	II	I
230	4	2.5	1.5	0.8
400	6	4	2.5	1.5
690	8	6	4	2.5
1 000	12	8	6	4

## 7.9.1 电气间隙和爬电距离

为了降低由过电压引起的击穿放电的风险,电气间隙应不小于表 9 规定值。

表 9 空气中最小电气间隙

额定冲击耐受电压 $U_{imp}$ kV	最小电气间隙 mm
	非均匀电场条件
0.8	0.8
1.5	0.8
2.5	1.5
4.0	3.0
6.0	5.5
8.0	8.0
12.0	14.0

注:空气中最小电气间隙是以 1.2/50  $\mu$ s 冲击电压为基础,其气压为 80 kPa,相当于海拔 2 000 m 处正常大气压。

爬电距离见表 10,数值按熔断器的材料组别(见 IEC 60664-1 中 2.7.1.3 规定)和额定电压选择。

表 10 最小爬电距离

熔断器额定电压 (直至及包括) V	承受长期应力的设备的爬电距离 mm		
	材料组别 I	材料组别 II	材料组别 III
	230	3.2	3.6
400	5	5.6	6.3
690	8	9	10
1 000	12.5	14	16

### 7.9.2 适用于隔离的熔断器的泄漏电流

对适用于隔离且额定电压大于 50 V 的熔断器,泄漏电流应在触头处在断开位置的每极上进行测量。

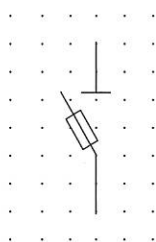
试验电压为 1.1 倍额定电压,测得的泄漏电流不应超过:

- 对于新的熔断器,每极 0.5 mA;
- 对于经过 8.5 试验的熔断器,每极 2 mA。

### 7.9.3 具有铰链载熔件且适用于隔离的熔断器补充结构要求

熔断器支持件应标志 IEC 60617-S00369 符号。

注 1: 符号 IEC 60617-S00369(以前为 IEC 60617-7 中的符号 07-21-08):



当熔断器处于断开位置,熔断体保持在载熔件内时,熔断器触头之间的隔离距离应符合隔离功能。通过载熔件的位置提供断开位置的指示。

按 8.2 验证本要求。

当制造厂为了将熔断器锁定在隔离位置而规定了锁定装置时,锁定装置仅能在此隔离位置锁定。熔断器应设计成载熔件保持附在熔断器底座上,并且给出一个断开位置和上锁(如合适)的正确指示。

注 2: 特殊使用场合允许锁定在闭合位置。

对含有连至主极的电子电路的熔断器,在进行介电试验时允许将电子电路拆开。

### 7.10 耐热性

熔断器所有部件应足以耐受正常使用时产生的热。

若下续部分标准未另作规定,8.9 和 8.10 的试验合格则认为耐热性符合要求。

### 7.11 机械强度

熔断器所有部件应足以耐受正常使用时产生的机械应力。

若下续部分标准未另作规定,8.3~8.5 和 8.11.1 的试验合格则认为机械强度符合要求。

### 7.12 耐腐蚀性

熔断器的所有金属部件应能耐受正常使用时产生的腐蚀影响。

#### 7.12.1 耐锈性

铁制部件的保护应满足相关试验的要求。

若下续部分标准未另作规定,8.2.2.3.2 和 8.11.2.3 的试验合格则认为耐锈性符合要求。

#### 7.12.2 耐应力腐蚀龟裂

熔断器的载流部件应足以耐受应力腐蚀龟裂。有关试验在 8.2.2.3.2 和 8.11.2.1 中规定。

### 7.13 耐非正常的热和火

熔断器的所有部件应足以耐受非正常的热和火,试验在 8.11.2.2 中规定。

### 7.14 电磁兼容性

在本部分范围内的熔断器对一般的电磁干扰不敏感,故抗干扰试验不作要求。

熔断器产生的较大的电磁干扰局限于分断瞬间,只要在型式试验分断时产生的最大电弧电压符合 7.5 的要求,认为电磁兼容性亦得到满足。

## 8 试验

### 8.1 总则

#### 8.1.1 试验种类

本章规定的试验是型式试验,制造厂应进行该试验。

如果在这些试验中的某一个试验失败,制造厂能提出证据,说明此失败对本型式的熔断器来说并非典型,而是由于试品的个别缺陷所致,则相关的试验应进行重试。但这不适用于分断能力试验。

如果用户和制造厂同意,验收试验可以从型式试验中选取。

型式试验是为了验证特定的熔断器或具有同一熔断体系列(见 8.1.5.2)的熔断器符合所规定的特性,在正常的使用条件下或在特定的条件下能正常工作。

通过型式试验,则认为所有同一结构的熔断器都符合本部分要求。

如果熔断器任何零部件的修改引起对已经进行的某项型式试验的结果产生不利的影 响,该项型式试验应重新进行。

#### 8.1.2 周围空气温度( $T_a$ )

周围空气温度的测量装置应有防护,以避免通风和热辐射的影响。测量装置放置在离熔断器约 1 m 处,其高度等于熔断器中心的高度。每次试验开始时,熔断器的温度应接近于周围空气温度。

#### 8.1.3 熔断器的状态

供试验的熔断器应清洁、干燥。

#### 8.1.4 熔断器的布置与尺寸

除防护等级试验外(见 8.8),熔断器应安装在无通风的自然空气中。除另有规定外,应按正常工作位置(如垂直安装位置)安装在绝缘材料上。此绝缘材料应有足够的刚性以承受所遇到的力,而对被试熔断器不施加外加负荷。

熔断体应象正常使用时那样安装,或者安装在其熔断器支持件上,或者安装在下续部分标准规定的试验底座上。

试验前应测量规定的外形尺寸,其结果应符合制造厂有关数据资料或下续部分标准规定的尺寸。

#### 8.1.5 熔断体的试验

除非下续部分标准另有规定,应按规定的电流种类和额定频率(对于交流)对熔断体进行试验。

##### 8.1.5.1 完整试验

试验开始前,应在周围空气温度为 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 下测量所有试品的内阻  $R$ ,测量电流不超过  $0.1I_n$ ,

R 值应记录在试验报告中。

完整试验汇总见表 11。

8.1.5.2 同一熔断体系列的试验

不同额定电流的熔断体构成同一熔断体系列的条件规定如下：

- 它们外壳的形状和结构完全相同,并且外壳的尺寸也完全相同(熔体除外)。仅熔断体的触头不同时,此条件也满足。在这种情况下,在可能产生最不利的试验结果的熔断体上进行试验；
- 它们具有相同的灭弧介质和相同的填充程度；
- 它们的熔体材料完全相同,熔体的长度和形状应该相同；
- 注：例如,熔体可由不同厚度的材料用同一设备制成。
- 熔体的截面(沿熔体长度方向截面可能是变化的)和熔体数分别不应超过最大额定电流熔断体的熔体截面和熔体数；
- 相邻熔体之间以及熔体与熔管内表面之间的最小距离不得小于最大额定电流熔断体中相应的距离；
- 它们可与给定的熔断器支持件一起使用,或它们不准备与熔断器支持件一起使用,但同一系列中所有额定电流的熔断体布置相同；
- 对于温升试验,熔断体的  $RI_{n,0.2}^{0.2}$  值应不超过同一熔断体系列中最大额定电流熔断体的相应值。电阻 R 的测量应按 8.1.5.1 中的规定；
- 对于分断能力试验,额定分断能力不得大于同一熔断体系列中最大额定电流熔断体的额定分断能力,否则较大额定分断能力的熔断体中的最大额定电流熔断体应进行 No.1 和 No.2 试验。

对于同一熔断体系列：

- 最大额定电流的熔断体应按表 11 进行完整试验；
- 最小额定电流的熔断体仅须按表 12 进行试验；
- 最大与最小额定电流之间的其他额定电流熔断体应按表 13 进行试验。

表 11 熔断体完整试验和被试熔断体数量一览表

试验项目及 相应条款	试 品 数 量																							
	“g”熔断体													“a”熔断体										
	1	1	1	1	1	1	3	3	1	3	1	1	1	3	1	1	1	1	3	3	1	4	3	3
8.1.4 尺寸	×	×	×															×	×	×				
8.1.5.1 电阻	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
8.3 温升、耗散功率	×																	×						
8.4.3.1a) 约定不熔断电流	×																							
8.4.3.1b) 约定熔断电流	×																							
8.4.3.2 额定电流		×																						
8.4.3.3 时间-电流特性、门限																								
“g”熔断体门限																								
a) $I_{min}$ (10 s)															×									

表 11 (续)

试验项目及 相应条款	试 品 数 量																								
	“g”熔断体												“a”熔断体												
	1	1	1	1	1	1	3	3	1	3	1	1	1	1	3	1	1	1	1	3	3	1	4	3	3
b) $I_{max}$ (5 s)																									
c) $I_{min}$ (0.1 s)																									
d) $I_{max}$ (0.1 s)																									
“a”熔断体门限																									
8.4.3.4 过载																									
8.4.3.5 约定电缆过载保护																									
8.4.3.6 指示装置 <sup>c</sup>																									
撞击器 <sup>c</sup>																									
8.5 No.5 分断能力 <sup>a</sup>																									
8.5 No.4 分断能力 <sup>a</sup>																									
8.5 No.3 分断能力 <sup>a</sup>																									
8.5 No.2 分断能力 <sup>b</sup>																									
8.5 No.1 分断能力 <sup>b</sup>																									
8.6 截断电流特性 <sup>d</sup>																									
8.7 $I^2t$ 特性 <sup>d</sup>																									
8.8 防护等级 <sup>d</sup>																									
8.9 耐热性 <sup>d</sup>																									
8.10 触头不变坏 <sup>d</sup>																									
8.11.1 机械强度 <sup>d</sup>																									
8.11.2.1 耐应力腐蚀龟裂 <sup>d,e</sup>																									
8.11.2.2 耐非正常热和火 <sup>d</sup>																									
8.11.2.3 耐锈性 <sup>d</sup>																									

<sup>a</sup> 若周围空气温度在 15 °C ~ 25 °C 之间,对时间-电流特性同样有效(见 8.4.3.3)。对装在试验底座上试验的熔断体,试验可按 8.4.3.3 中 3a),4a)和 5a)进行。

<sup>b</sup> 对截断电流和  $I^2t$  特性(见 8.6 和 8.7)同样有效。

<sup>c</sup> 仅对带有指示装置或撞击器的熔断体。

<sup>d</sup> 8.6~8.11 的试验可能与下续部分标准中所规定的熔断器系统有关。试品数量取决于熔断器系统和材料。

<sup>e</sup> 适合于载流部件由含铜量在 83%以下的轧制铜合金制成的熔断体。

表 12 同一熔断体系列中最小额定电流熔断体的试验和被试熔断体数量一览表

试验项目及 相应条款	试 品 数 量																		
	“g”熔断体											“a”熔断体							
	1	1	1	1	1	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1	3	1	3	4
8.1.4 尺寸	×	×	×												×	×	×		
8.1.5.1 电阻	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
8.4.3.1a) 约定不熔断电流					×														
8.4.3.1b) 约定熔断电流					×														
8.4.3.2 额定电流				×															
8.4.3.3.1 时间-电流特性 No.3a <sup>d</sup>	×														×				
No.4a <sup>d</sup>		×													×				
No.5a <sup>d</sup>			×													×			
8.4.3.3.2 “g”熔断体门限																			
a) $I_{min}$ (10 s)												×							
b) $I_{max}$ (5 s)													×						
c) $I_{min}$ (0.1 s)														×					
d) $I_{max}$ (0.1 s)															×				
“a” 熔断体门限																			×
8.4.3.4 过载													×						×
8.4.3.5 约定电缆过载保护												×							
8.4.3.6 指示装置 <sup>c</sup>									×									×	
撞击器 <sup>c</sup>									×	×								×	×
8.5 No.1 分断能力 <sup>a</sup>									×									×	
8.6 截断电流特性 <sup>b</sup>																			
8.7 $I^2t$ 特性 <sup>b</sup>																			
8.8 防护等级 <sup>b</sup>																			
8.9 耐热性 <sup>b</sup>																			
8.10 触头不变坏 <sup>b</sup>																			
8.11.1 机械强度 <sup>b</sup>																			
8.11.2.2 耐非正常热和火 <sup>b</sup>																			
8.11.2.3 耐锈性 <sup>b</sup>																			

<sup>a</sup> 对截断电流和  $I^2t$  特性同样有效(见 8.6 和 8.7)。

<sup>b</sup> 8.6~8.11 的试验可能与下续部分标准所规定的熔断器系统有关。试品数量取决于熔断器系统和材料。

<sup>c</sup> 仅对带有指示装置或撞击器的熔断体。

<sup>d</sup> “gD”, “gG”, “gM”熔断体除外, 因为结合门限验证所进行的试验已满足要求(见 8.4.3.3.2)。

表 13 同一熔断体系中最大与最小额定电流之间的其他额定  
电流熔断体试验和被试熔断体数量一览表

试验项目及相应条款	试品数量											
	“g”熔断体								“a”熔断体			
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	
8.1.4 尺寸	×		×							×		×
8.1.5.1 电阻	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
8.4.3.1a) 约定不熔断电流		×										
8.4.3.2 额定电流	×											
8.4.3.3.1 时间-电流特性 No.4a <sup>a</sup>			×							×		
8.4.3.3.2 “g”熔断体门限												
a) $I_{min}$ (10 s)						×						
b) $I_{max}$ (5 s)								×				
c) $I_{min}$ (0.1 s)									×			
d) $I_{max}$ (0.1 s)										×		
“a”熔断体门限											×	×
8.4.3.5 约定电缆过载保护试验												
注：表 13 的试验可在降低的电压下进行。												
<sup>a</sup> “gD”, “gG”, “gM”熔断体除外, 因为结合门限验证所进行的试验已满足要求 (见 8.4.3.3.2)。												

8.1.6 熔断器支持件的试验

熔断器支持件应按表 14 进行试验。

表 14 熔断器支持件的完整试验和被试熔断器支持件数量一览表

试验项目及相应条款	试品数量			
	1	1	3	3
8.1.4 尺寸	×		×	×
8.2 绝缘性能和隔离适用性	×			
8.3 温升和接受耗散功率		×		
8.5 峰值耐受电流		×		
8.8 防护等级	×			
8.9 耐热性		×		

表 14 (续)

试验项目及相应条款	试品数量			
	1	1	3	3
8.10 触头不变坏				×
8.11.1 机械强度	×	×	×	×
8.11.2.1 耐应力腐蚀龟裂 <sup>a</sup>			×	
8.11.2.2 耐非正常热与火	×			
8.11.2.3 耐锈性		×		
注: 下述部分标准中提到的特殊熔断器系统可能需要附加的试验。试品数量与系统和材料有关。				
<sup>a</sup> 适合于载流部件由含铜量在 83% 以下的轧制铜合金制成的熔断器支持件。				

## 8.2 绝缘性能和隔离适用性验证

### 8.2.1 熔断器支持件的布置

除 8.1.4 规定外, 熔断器支持件应装上该熔断器支持件所配用的最大尺寸的熔断体。

若熔断器底座本身作为绝缘件, 金属零件都应根据制造厂规定的熔断器安装条件装在其固定点上, 还应将这些零件看作是电器框架的一部分。除非制造厂另有规定, 熔断器底座应装在金属板上。

若熔断体可以带电更换, 则在正常更换中可能被触及的熔断体表面、更换熔断体的装置的表面或载熔件(如有)的表面都被看作是熔断器的组成部分。因此, 如果这些表面是绝缘材料制成, 在试验时这些表面应包以金属箔, 并与电器框架相连; 如果是金属材料制成, 这些表面应直接与框架相连接。

若制造厂配备附加的绝缘物, 如隔板, 则试验时这些绝缘物应装在位置上。

为了验证隔离适用性, 熔断器应处于正常断开位置, 熔断体保持在载熔件内, 或移去熔断体和载熔件(如适用)。

### 8.2.2 绝缘性能验证

#### 8.2.2.1 试验电压施加点

验证绝缘性能的试验电压应施加在:

- 带电部件和框架之间。熔断体和更换熔断体的装置或载熔件(如有)应装上;
- 接线端子之间。当熔断器处在正常断开位置, 熔断体保持在载熔件内时; 或当熔断体和更换熔断体的装置或载熔件(如有)移去时;
- 不同极的带电部件之间(对多极熔断器支持件)。应装上与熔断器支持件配用的最大尺寸的熔断体和更换熔断体的装置或载熔件(如有);
- 熔断体熔断后电位不同的带电部件之间(对多极熔断器支持件)。只装上载熔件或更换熔断体的装置, 不装熔断体。

#### 8.2.2.2 试验电压值

试验电压值见表 15, 它是熔断器支持件额定电压的函数。



表 15 试验电压

单位为伏

熔断器支持件的额定电压 $U_n$		交流试验电压(有效值)	直流试验电压
适用于交流和直流	60 及 60 以下	1 000	1 415
	61~300	1 500	2 120
	301~690	1 890	2 670
	691~800	2 000	2 830
	801~1 000	2 200	3 110
仅适用于直流	1 001~1 500	—	3 820

## 8.2.2.3 试验方法

8.2.2.3.1 试验电压应逐渐增加,并按表 15 规定的值维持 1 min。

注:在整定有关开路试验电压时,试验电压源的短路电流至少为 0.1 A。

8.2.2.3.2 熔断器支持件应置于潮湿的大气条件下。

潮湿处理应在潮湿箱中进行。箱中空气的相对湿度维持在 91%~95%之间。

安放试品处的空气温度应保持在 20 °C~30 °C 中的任一温度  $T$ ,温度的变化不超过 2 K。试品放入潮湿箱之前,其温度不应与上述温度  $T$  相差 +2 K。

试品应在潮湿箱中存放 48 h。

潮湿处理后,挥干凝露产生的水滴,应立即测量 8.2.2.1 中规定的各点之间的绝缘电阻。施加约 500 V 的直流电压进行测量。

## 8.2.3 隔离适用性验证

电气间隙和爬电距离应通过尺寸测量和电压试验进行验证。

## 8.2.3.1 试验电压的施加点

验证隔离适用性的试验电压应施加在接线端子之间,此时移去熔断体和更换熔断体的装置或载熔件(如有);或设备处于正常断开位置,此时熔断体保持在载熔件内。

## 8.2.3.2 试验电压值

验证额定冲击耐受电压的试验电压见表 16。

表 16 验证隔离适用性的跨接各极的试验电压

额定冲击 耐受电压 $U_{imp}$ kV	试验电压和相应海拔				
	$U_{1.2/50}$ kV				
	海平面	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
0.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5
1.5	2.3	2.3	2.2	2.2	2
2.5	3.5	3.5	3.4	3.2	3
4.0	6.2	6.0	5.8	5.6	5

表 16 (续)

额定冲击 耐受电压 $U_{imp}$ kV	试验电压和相应海拔				
	$U_{1.2/50}$ kV				
	海平面	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
6.0	9.8	9.6	9.3	9.0	8
8.0	12.3	12.1	11.7	11.1	10
12.0	18.5	18.1	17.5	16.7	15

### 8.2.3.3 试验方法

根据表 16 的 1.2/50  $\mu$ s 冲击电压每一极性施加 5 次,最小时间间隔为 1 s。

### 8.2.4 试验结果的判别

8.2.4.1 在施加根据表 15 规定的试验电压的整个过程中,不应出现绝缘击穿或闪络。不伴有电压降的辉光放电可以忽略。

冲击电压试验期间不应出现击穿放电。

8.2.4.2 按 8.2.2.3.2 规定测得的绝缘电阻应不小于 1 M $\Omega$ 。

## 8.3 温升与耗散功率验证

### 8.3.1 熔断器的布置

除非制造厂另有规定,用一个熔断器进行试验。

熔断器应按 8.1.4 规定安装在自然空气中,以确保试验结果不受特定安装条件的影响。

试验应在周围空气温度(20 $\pm$ 5) $^{\circ}$ C 下进行。

每一单个熔断器每一边连接线的长度应不小于 1 m。若有必要或希望几个熔断器一起进行试验,熔断器可串联。这样串联的熔断器接线端子之间连接线总长度为 2 m 左右。电缆应尽可能直。

除非下续部分标准另有规定,截面积按表 17 选取。对额定电流 400 A 及以下者,应采用黑色单芯聚氯乙烯(PVC)绝缘的铜导体作为连接线;对额定电流为 500 A~800 A 者,可采用黑色单芯 PVC 绝缘的铜导体或裸铜排为连接线;对于更大额定电流者,仅可采用涂黑色无光漆的铜排。接线端子与电缆的固定螺钉的拧紧力矩在下续部分标准中规定。

### 8.3.2 温升的测量

表 5 规定的熔断器触头及接线端子的温升应以最合适的测量仪器测定,测量仪器不应显著影响熔断器部件的温度。所采用的测量方法应在试验报告中说明。

### 8.3.3 熔断体耗散功率的测量

熔断体应安装在熔断器支持件或按下续部分标准规定的试验底座上。试验布置按 8.3.1 规定。

测得的耗散功率应以瓦特表示。应在熔断体上选择能测出最大值的测量点。测量点在下续部分标准中规定。

8.3.4 试验方法

试验(8.3.4.1 和 8.3.4.2)应继续到温度稳定,且温升明显不超过规定的极限为止。当温升变化每小时不超过 1 K 时,即可认为温度已稳定。测量应在试验的最后 1/4 h 内进行。试验可在降低的电压下进行。

8.3.4.1 熔断器支持件的温升

温升试验应在交流下进行,试验用的熔断体应为:在熔断器支持件的额定电流下,其耗散功率等于熔断器支持件的额定接受耗散功率;或用后续部分标准中规定的模拟熔断体进行试验。试验电流应等于熔断器支持件的额定电流。

8.3.4.2 熔断体的耗散功率

试验应通以熔断体的额定电流,在交流下进行。

表 17 8.3 和 8.4 试验中铜连接导体的截面积

额定电流 A	截面积 mm <sup>2</sup> 或 mm×mm
2	1
4	1
6	1
8	1.5
10	1.5
12	1.5
16	2.5
20	2.5
25	4
32	6
40	10
50	10
63	16
80	25
100	35
125	50
160	70
200	95
250	120
315	185
400	240
500	2×150 或 2×(30×5) <sup>a</sup>
630	2×185 或 2×(40×5) <sup>a</sup>
800	2×240 或 2×(50×5) <sup>a</sup>
1 000	2×(60×5) <sup>a</sup>
1 250	2×(80×5) <sup>a</sup>

<sup>a</sup> 用于与铜排连接的熔断器的推荐导线截面。所使用的连接导体的型式与布置应在试验报告中写明。对于涂黑色无光漆的铜排,同极性的两个并联铜排间的距离应大约为 5 mm。

注：表 17 中的值和表 5 中规定的温升极限应看作为一种约定，它适合于 8.3.4 所规定的温升试验。按某一安装条件使用或试验的熔断器，其连接线的型式、性质与配置可能与试验条件不同。因此，另一个温升极限可能需要被规定或被认可。

### 8.3.5 试验结果的判别

温升不得超过表 5 所规定的数值。

熔断体的耗散功率不得超过其额定耗散功率或下续部分标准所规定的数值。熔断器支持件的接受耗散功率不应小于预定要装于该熔断器支持件上的熔断体的额定耗散功率或下续部分标准中所规定的数值。

试验后熔断器应处于完好的工作状态。尤其是，熔断器支持件的绝缘部件在冷却至周围空气温度后应能耐受 8.2 中规定的试验电压（见表 15）。此外，还应没有妨碍它们正确动作的变形。

## 8.4 动作验证

### 8.4.1 熔断器的布置

试验布置按 8.1.4 规定。

连接导体的长度与截面积应符合 8.3.1 规定，并按熔断体的额定电流来选取，见表 17。

### 8.4.2 周围空气温度

试验时周围空气温度应为  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 。

### 8.4.3 试验方法和试验结果的判别

#### 8.4.3.1 约定不熔断电流与约定熔断电流验证

下列试验允许在降低的电压下进行：

- 熔断体承载约定不熔断电流 ( $I_{nr}$ )，在表 2 规定的约定时间内不应熔断；
- 熔断体冷却至周围空气温度后承载约定熔断电流 ( $I_f$ )，在表 2 规定的约定时间内熔断。

#### 8.4.3.2 “g”熔断体的额定电流验证

进行下述试验以验证熔断体的额定电流。熔断器按 8.4.1 规定安装。试验允许在降低的电压下进行。

用一个熔断体进行脉冲试验，试验持续 100 h。试验期间熔断体周期性地通电。每个试验周期包括一个约定时间的通电和 0.1 倍约定时间的断电。试验电流等于熔断体额定电流的 1.05 倍。试验后熔断体不应改变其特性，可用 8.4.3.1a) 的试验来验证。

#### 8.4.3.3 时间-电流特性和门限验证

##### 8.4.3.3.1 时间-电流特性

时间-电流特性可用 8.5 试验示波图的数据来验证。

验证时确定下列时间：

- 从电路接通瞬间至电压测量装置指示出电弧出现瞬间；
- 从电路接通瞬间至电路完全断开的瞬间。

对应于横坐标预期电流测出的弧前时间和熔断时间应在制造厂所提供的时间-电流带之内或在下

续部分标准所规定的时间-电流带之内。

考虑到对于同一熔断体系列的熔断体(见 8.1.5.2),8.5 的完整试验仅在最大额定电流的熔断体上进行,对于较小额定电流的熔断体仅需验证弧前时间。在此情况下,应在周围空气温度为 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 和仅在下列预期电流下,进行补充试验。

——对于“g”熔断体[但“gD”、“gG”和“gM”除外,因为结合门限验证(见 8.4.3.3.2)进行的试验已满足要求]:

试验 3a) 10~20 倍熔断体额定电流之间;

试验 4a) 5~8 倍熔断体额定电流之间;

试验 5a) 2.5~4 倍熔断体额定电流之间;

——对于“a”熔断体:

试验 3a)  $5k_2 \sim 8k_2$  倍熔断体额定电流之间;

试验 4a)  $2k_2 \sim 3k_2$  倍熔断体额定电流之间;

试验 5a)  $1k_2 \sim 1.5k_2$  倍熔断体额定电流之间(见图 2)。

这些补充试验可在降低的电压下进行,在此情况下,若弧前时间超过 0.02 s,则试验时测得的电流应认为是预期电流。

#### 8.4.3.3.2 门限验证

下述试验可在降低的电压下进行。除了上述试验外,对于“gG”和“gM”熔断体还需验证下列各项。

- a) 熔断体承受表 3 第 2 栏的电流 10 s,熔断体不应熔断;
- b) 熔断体承受表 3 第 3 栏的电流,熔断体应在 5 s 内熔断;
- c) 熔断体承受表 3 第 4 栏的电流 0.1 s,熔断体不应熔断;
- d) 熔断体承受表 3 第 5 栏的电流,熔断体应在 0.1 s 内熔断。

“aM”熔断体除了 8.4.3.3.1 试验外,还应符合下述试验。下述试验可在降低的电压下进行。

- e) 熔断体承受表 4 第 2 栏的电流 60 s,熔断体不应熔断;
- f) 熔断体承受表 4 第 3 栏的电流,熔断体应在 60 s 内熔断;
- g) 熔断体承受表 4 第 5 栏的电流 0.2 s,熔断体不应熔断;
- h) 熔断体承受表 4 第 7 栏的电流,熔断体应在 0.10 s 内熔断。

注:试验 f) 和 g) 可分别结合分断能力试验 No.4 和 No.5 一起进行验证。

上述“aM”熔断器试验应在表 18 中规定的截面积的导体上进行。

表 18 “aM”熔断器试验用铜导体截面积

额定电流 A	截面积 mm <sup>2</sup> 或 mm×mm
2	1.5
4	1.5
6	1.5
8	2.5
10	2.5
12	2.5
16	4
20	6

表 18 (续)

额定电流 A	截面积 mm <sup>2</sup> 或 mm×mm
25	10
32	16
40	25
50	25
63	35
80	50
100	70
125	95
160	120
200	185
250	240
315	2×150 或 2×(30×5)
400	2×185 或 2×(40×5)
500	2×240 或 2×(50×5)
630	2×(60×5)
800	2×(80×5)
1 000	2×(100×5)
1 250	2×(100×5)

#### 8.4.3.4 过载

试验布置与温升试验的布置相同(见 8.3.1), 试品为 3 只。熔断体必须承受 50 次脉冲, 每个脉冲的持续时间与试验电流均相同。

“g”熔断体的试验电流应为制造厂规定的最小弧前时间-电流特性上对应于弧前时间 5 s 时的电流的 0.8 倍。每个脉冲的持续时间为 5 s; 脉冲时间间隔应为表 2 规定的约定时间的 20%。

“a”熔断体的试验电流应等于  $k_1 I_n \pm 2\%$ ; 脉冲持续时间应为制造厂规定的过载曲线上与  $k_1 I_n$  相对应的的时间; 脉冲时间间隔应为 30 倍脉冲持续时间。

本试验可在降低的电压下进行。

注: 若制造厂同意, 脉冲时间间隔可以缩短。

熔断体冷却到周围空气温度后, 应通以过载试验时的电流。当该电流通过时, 熔断体的弧前时间应在制造厂提供的时间-电流带以内。

#### 8.4.3.5 约定电缆过载保护试验(仅对“gG”熔断体)

为了验证熔断体能保护电缆过载, 一个熔断体进行下述的约定试验。如 8.4.1 规定, 熔断体安装在合适的熔断器支持件或试验底座上, 但试验连接导体采用 PVC 绝缘铜导线, 导体截面积按表 19 规定选取。熔断器及其连接导体必须用熔断体的额定电流预热, 预热时间等于约定时间。

随后试验电流增至  $1.45 I_z$  ( $I_z$  在表 19 中规定), 熔断体应在小于约定时间内熔断。

注: 若  $1.45 I_z$  大于约定熔断电流, 则不需要进行此试验。

本试验可在降低的电压下进行。

表 19 用于 8.4.3.5 试验表

熔断体的 $I_n$ A	铜导体的标称截面积 $\text{mm}^2$	$I_z^a$ A
12	1	15
16	1.5	19.5
20 和 25	2.5	27
32	4	36
40	6	46
50 和 63	10	63
80	16	85
100	25	112
125	35	138
160	50	168
200	70	213
250	120	299
315	185	392
400	240	461

<sup>a</sup> 双芯负载导线载流能力  $I_z$  (见 IEC 60364-5-52 的表 A.52-2)。

#### 8.4.3.6 指示装置和撞击器(如有)的动作

指示装置正确动作的验证与分断能力验证(见 8.5.5)结合进行。

撞击器(如有)动作的验证还应以下列电流在另外一个试样上进行:

——对于“g”熔断体,为  $I_4$  (见表 20 和表 21);

——对于“a”熔断体,为  $2k_1 I_n$  (见图 2);

恢复电压为:

——对于额定电压不超过 500 V 的为 20 V;

——对于额定电压超过 500 V 的为  $0.04U_n$ 。

恢复电压值可超出 10%。

所有试验中撞击器在以下恢复电压时都应动作:

——至少 20 V。

如果在这些试验的某一项试验中指示装置或撞击器失败,若制造厂能提供证据说明此失败对本型式熔断器来说并非典型,而是由于个别试样缺陷所致,试验才可不被否定。

### 8.5 分断能力验证

#### 8.5.1 熔断器的布置

试验布置按 8.1.4 的规定。

在接线装置的平面上,沿熔断器接线端子连线的方向,在完整熔断器每边安装长度约 0.2 m 的适当导体。在此距离内,应刚性地固定这些导体。超出此距离,应将导体朝后弯成直角。若使用后续部分标

准中规定的试验底座,可认为布置符合要求。

### 8.5.2 试验电路的特性

试验电路示于图 5。

试验电路应为单相电路,即一只熔断器应在基于其额定电压的某一电压下进行试验。

注:单相试验被认为已给出足够的数,亦可用于三相电路。

试验电路的电源应有足够的功率以验证规定的特性。

电源应以断路器或其他合适的电器 D 来保护;串联的可调电阻器 R 和可调电抗器 L 应可调节试验回路的特性,电路应以合适的电器 C 来接通。

试验参数示于表 20 和表 21 中。

——对于交流:

若熔断器的额定频率为 50 Hz 或 60 Hz,或者未标明额定频率(见 5.4),则应在 45 Hz~62 Hz 范围内进行试验;若额定频率为某一其他值,则试验应在该频率下进行,频率的允差为 $\pm 20\%$ 。

对于 No.1 和 No.2 试验,电抗器 L 应为空心电抗器。

电路断开后第一个全半波内的工频恢复电压的峰值及以后相继的 5 个峰值应等于对应表 20 规定的有效值的峰值。

——对于直流:

分断能力试验应在直流下进行。试验电路应为电感性并串有用以调节预期电流的串联电阻。

可用合适的电感线圈串并联得到所需的电感值。只要在试验时不饱和,电感线圈可以有铁芯。时间常数应在表 21 所规定的范围内。

电弧最终熄灭后 100 ms 时间内直流恢复电压的平均值应不小于表 21 规定的值。

### 8.5.3 测量仪器

电流波形必须用接至适当测量装置端子上的示波器中的一个测量电路  $O_1$  来记录。示波器的另一个测量电路  $O_2$  应视情况可通过电阻器或变压器在整定试验时与电源接线端子连接,而在以后试验时与熔断器接线端子连接。

No.1 和 No.2 试验时的电弧电压应用有适当灵敏度和频率响应的测量电路(传感器、传输装置和记录仪器)进行测量。如示波器能满足上述要求,即可使用。

### 8.5.4 试验电路的整定

试验电路(见图 5)应该用与试验电路的阻抗相比其阻抗可忽略的临时连接导体 A 代替被试熔断器来进行整定。

电阻器 R 和电抗器 L 应调整到在规定的瞬间可以达到所要求的电流值,及:

——在交流情况下,工频恢复电压所要求的功率因数。对 690 V 熔断器,工频恢复电压为额定电压的  $105^{+5}\%$ ;对全部其他熔断器,工频恢复电压为额定电压的  $110^{+5}\%$ 。功率因数由附录 A 规定的方法之一或其他能给出更准确的方法来确定;

——在直流情况下,恢复电压平均值等于被试熔断器额定电压的  $115^{+5}\%$  时所要求的时间常数。



表 20 交流熔断器的分断能力试验参数

		按 8.5.5.1 规定的试验				
		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
工频恢复电压		额定电压的 $105^{+5}_0\%$ ，用于 690 V 额定电压熔断器 <sup>a</sup> 额定电压的 $110^{+5}_0\%$ ，用于其他额定电压熔断器 <sup>a</sup>				
预期试验电流	对“g”熔断体	$I_1$	$I_2$	$I_3 = 3.2I_f$	$I_4 = 2.0I_f$	$I_5 = 1.25I_f$
	对“a”熔断体			$I_3 = 2.5k_2 I_n$	$I_4 = 1.6k_2 I_n$	$I_5 = k_2 I_n$
电流允差		$+10^{+0}_0\%$	不适用	$\pm 20\%$		$+20^{+0}_0\%$
功率因数		预期电流 20 kA 及以下时： 0.2~0.3； 预期电流 20 kA 以上时： 0.1~0.2	预期电流 20 kA 及以下时： 0.2~0.3； 预期电流 20 kA 以上时： 0.1~0.2		0.3~0.5 <sup>b</sup>	
电压过零后的接通角		不适用	$0^{+20}_0\%$		不作规定	
电压过零后的电弧始燃角 <sup>c</sup>		一次试验： 40°~65°； 另二次试验： 65°~90°	不适用			不适用

<sup>a</sup> 若制造厂同意，正允差可以超过。

<sup>b</sup> 若制造厂同意，允许功率因数低于 0.3。

<sup>c</sup> 若满足电压过零后电弧始燃角在 40°和 65°之间有困难，则试验应在电压过零后  $0^{+10}_0\%$  的闭合相角下进行。若此时电压过零后电弧始燃角大于 65°，则认为此试验可代替始燃角为 40°~65°试验的要求。若此时电压过零后电弧始燃角小于 40°，则应按表中规定的始燃角进行三次试验。

$I_1$ ：表示额定分断能力的电流（见 5.7）。

$I_2$ ：试验时电弧能量近似为最大的电流。

注：若开始燃弧时电流的瞬时值达到预期电流（交流分量有效值）的  $0.60\sqrt{2} \sim 0.75\sqrt{2}$  倍，则认为电弧能量为最大的条件能得到满足。

作为实用指南， $I_2$  值可能处在对应于半个周波的弧前时间的电流（对称有效值）的 3~4 倍之间。

$I_3$ 、 $I_4$ 、 $I_5$ ：验证熔断器在小过电流范围内是否能可靠动作的试验电流。

$I_f$ ：对应于表 2 中约定时间的约定熔断电流（见 8.4.3.1）。

$k_2$ ：见图 2 和图 3。

表 21 直流熔断器的分断能力试验参数

	按 8.5.5.1 规定的试验				
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
恢复电压的平均值 <sup>a</sup>	额定电压的 $115^{+5}_{-9}\%$ <sup>b</sup>				
预期试验电流	$I_1$	$I_2$	$I_3 = 3.2I_f$	$I_4 = 2.0I_f$	$I_5 = 1.25I_f$
电流允差	$+10\%$ <sup>b</sup>	不适用	$\pm 20\%$	$+20\%$	
时间常数 <sup>b</sup>	预期电流 20 kA 以上时: 15 ms~20 ms; 预期电流 20 kA 及以下时: $0.5(I)^{0.3}$ ms, 允差 $+20\%$ <sup>b</sup> ( $I$ 以 A 为单位)				

<sup>a</sup> 此允差包括纹波。  
<sup>b</sup> 若制造厂同意此值可以超过。  
 $I_1$ : 表示额定分断能力的电流(见 5.7)。  
 $I_2$ : 试验时电弧能量近似为最大的电流。  
注: 若开始燃弧时电流达到预期电流的 0.5~0.8 倍, 则认为电弧能量为最大的条件能得到满足。  
 $I_3, I_4, I_5$ : 验证熔断器在小过电流范围内是否能可靠动作的试验电流。  
 $I_f$ : 对应于表 2 中约定时间的约定熔断电流(见 8.4.3.1)。

电流波形上相应于  $0.632I$  点的横坐标  $OA$ [见图 7a)] 代表时间常数值。

当使用铁芯电抗器时, 由于铁芯中有剩磁, 上述方法可能给出错误的结果。在此情况下, 电抗器可通过一串联电阻器在要求的试验电流下激磁, 然后电抗器通过试验电路短路以测量电流降至  $0.368I$  所需的时间, 电抗器短路后电源必须立即脱离。

只要能保证试验电路中电压和电流的比例, 试验电路可在低电压下整定。

应通过电器 D 的闭合使电路处于准备试验状态。电器 D 的延时应调节到在它断开之前, 回路电流大致达到稳定。然后闭合电器 C, 电流波形由测量电路  $O_1$  记录; 电器 C 闭合前和电器 D 断开后的电压波形由测量电路  $O_2$  记录。

应按附录 A 中的举例, 从示波图上算出电流值。

## 8.5.5 试验方法

8.5.5.1 为验证熔断体是否满足 7.5 的要求, 若下续部分标准未另作规定, 对于交流, 必须按表 20 规定的参数进行下述的 No.1~No.5 的试验; 对于直流必须按表 21 规定的参数进行下述的 No.1~No.5 的试验(见 8.5.2)。

No.1 和 No.2 试验:

对于每一项试验, 所需试品相继进行试验。

对于交流, 若 No.1 试验时, No.2 试验的要求在一次或多次试验中得到了满足, 则这些试验可作为 No.2 试验的一部分, 无需重复。

对于直流, 若 No.1 试验时, 在电流等于或大于  $0.5I_1$  时出现电弧, 则无需进行 No.2 试验。

对于交流, 若符合 No.2 试验要求的预期电流大于额定分断能力, 则 No.1 和 No.2 试验应以电流  $I_1$  在 6 只试品上, 在 6 个不同的接通角下进行试验, 每次试验时接通角相差约  $30^\circ$ 。

为验证熔断器支持件的峰值耐受电流, No.1 试验应在熔断器底座和熔断体(见 8.1.6)配齐的情况下(若有载熔件, 则应装上)进行。这些试验的电弧始燃角应在电压过零后  $65^\circ$  和  $90^\circ$  之间。

No.3~No.5 试验:

对其中的每一试验,当进行交流试验时,可以在相对于电压过零的任一瞬间接通电路。

若试验设备不允许电流在全电压下维持所要求的时间,可以用大致等于试验电流值的电流在低电压下预热熔断器。在此情况下,必须在产生电弧之前转换到 8.5.2 所规定的试验电路中去,并且转换时间  $t_1$  (无电流的时间间隔)不得超过 0.2 s,电流重新出现和开始燃弧之间的时间间隔不得小于  $3t_1$ 。

8.5.5.2 对于三次 No.2 试验中的一次和 No.4 试验,恢复电压应保持在:

——对额定值 690 V 的熔断器为  $100^{+10}_0\%$ ;对全部其他熔断器为  $100^{+15}_0\%$ ;

——对于直流,额定电压的  $100^{+20}_0\%$ ,

时间至少为:

——熔管或填料中不含有有机材料的熔断体熔断后,30 s;

——其他熔断体熔断后,5 min。若转换时间(无电压的时间间隔)不超过 0.1 s,允许 15 s 后转换到其他电源上去。

对于其他所有试验,熔断体熔断后,恢复电压应按上述规定的数值保持 15 s。

熔断体熔断后,至少 6 min,最多 10 min (若熔断体的熔管或填料不含有机材料,制造厂同意,时间可以更短)必须测量熔断体触头间的电阻值(见 8.5.8)并作记录。

#### 8.5.6 周围空气温度

若试验结果也将用以验证时间-电流特性(见 8.4.3.3),则分断能力试验应在  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$  的周围空气温度下进行。

若不能得到上述的温度范围,则允许在  $-5^\circ\text{C} \sim +40^\circ\text{C}$  的周围空气温度下进行分断能力试验。但在此情况下,表 20 和表 21 中的 No.4 和 No.5 试验都应在  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$  的周围空气温度下用低电压重复进行,以验证弧前时间-电流特性。

#### 8.5.7 示波图的分析

图 6 和图 7 用举例的方式提供了在不同的情况下分析示波图的方法。

恢复电压应从被试熔断器的示波图上确定,对于交流,按图 6b)和图 6c)计算;对于直流按图 7b)和图 7c)计算。

交流恢复电压应在第二个不受影响的半波峰值和连接它的上一个半波峰值和下一个半波峰值的直线之间测量。

直流恢复电压应测量电弧最终熄灭后在 100 ms 内的平均值。

为了确定预期电流值,需将整定电路时得到的电流波形[交流为图 6a);直流为图 7a)]与分断试验时所得的电流波形[交流为图 6b)和图 6c);直流为图 7b)和图 7c)]相比较。

对于交流,预期电流值是整定曲线中对应于开始燃弧瞬间的交流分量有效值。

若电路接通至开始燃弧的时间间隔小于半个波,则预期电流值应在经过半个波时间后进行测量。

对于直流,若不发生截流,则预期电流值应从整定示波图上相应于开始燃弧瞬间测得。若有纹波,应作出有效值曲线,该曲线上相应于开始燃弧瞬间的电流作为预期电流。

若发生截流,则预期电流值是整定示波图上的最大稳定值。若有纹波,应作出有效值曲线,该曲线的最大值作为预期电流。

#### 8.5.8 试验结果的判别

在 No.1 试验和 No.2 试验中,熔断体熔断时出现的电弧电压不得超过 7.5(表 6)规定的数值。

熔断体熔断时还应无外部效应或对完整熔断器的部件造成超过以下规定的损坏。

不应有持续燃弧、飞弧或危及周围的任何火焰喷出。

熔断后熔断器的零部件(除了那些准备在每次熔断后进行更换者外)不应发生妨碍它们继续使用的损坏。

熔断体不应损坏到使其更换困难或者危及操作者的程度。只要熔断体从载熔件或试验底座取出之前保持为一整体,熔断体及其部件可以改变颜色或者出现裂缝。

每次试验(见 8.5.5.2)后,熔断体触头间的电阻用大约为 500 V 的直流电压测量至少应等于:

——对于额定电压不超过 250 V 的熔断体,50 000  $\Omega$ ;

——对于其他所有情况,100 000  $\Omega$ 。

## 8.6 截断电流特性验证

### 8.6.1 试验方法

若制造厂已规定截断电流特性,则该特性应结合 No.1 试验(见 8.5)的预期电流进行验证,有关数值应从示波图中求得。

### 8.6.2 试验结果的判别

测得的数值不得超过制造厂规定的数值(见 5.8.1)。

## 8.7 $I^2t$ 特性和过电流选择性验证

### 8.7.1 试验方法

制造厂提出的  $I^2t$  特性应以分断能力试验结果验证之,或基于测量值(考虑到使用条件)计算得出(见附录 B)。

### 8.7.2 试验结果的判别

测得的熔断  $I^2t$  值不得超过制造厂规定的值或下续部分标准中规定的值。弧前  $I^2t$  值应不小于制造厂规定的最小弧前  $I^2t$  或弧前  $I^2t$  值应处于表 7 中规定的极限范围内(见 5.8.2 和附录 B)。

利用分断能力试验得到的熔断  $I^2t$  值按 B.3 中公式可计算其他电压下的熔断  $I^2t$  值。

### 8.7.3 熔断体在 0.01 s 时一致性验证

以  $I_2$  试验得到的弧前  $I^2t$  值和 0.1 s 时弧前  $I^2t$  值确定是否符合表 7 的规定。

对于同一熔断体系列较小额定电流的熔断体, $I_2$  试验的弧前  $I^2t$  值可按附录 B 中的公式计算。

### 8.7.4 过电流选择性验证

用时间-电流特性和弧前及熔断  $I^2t$  值验证熔断体的选择性。

注:在大多数情况下,“gG”和(或)“gM”熔断器间的选择性发生在弧前时间大于 0.01 s 的预期电流值上。符合表 7 规定的弧前  $I^2t$  值,可认为当弧前时间大于 0.01 s 时额定电流之比为 1.6:1 的熔断器间的选择性可得到保证。

## 8.8 外壳防护等级验证

若熔断器装在外壳中,则规定于 5.1.3 的外壳防护等级应按 IEC 60529 规定的条件进行验证。

## 8.9 耐热性验证

若下续部分标准未另作规定,耐热性应由所有的熔断试验的结果来判定。特别是按 8.3~8.5 和

8.10 的试验结果来判定。

### 8.10 触头不变坏验证

借助于代表严酷使用条件的试验,来验证长期运行中不受扰动的触头性能不变坏。

#### 8.10.1 熔断器的布置

此试验应在三个试品上进行。试品在试验电路中的安排要互相不受影响。试验布置和模拟熔断体应与验证温升与耗散功率时相同(见 8.1.4,8.3.1,8.3.4.1)。

试品配有准备用于该熔断器支持件的最大额定电流的标准模拟熔断体(见下续部分标准)。

#### 8.10.2 试验方法

试验循环包括与约定时间有关的通电时间与断电时间。通电时间的试验电流与断电时间在下续部分标准中规定。

试品先进行 250 个循环试验。若此试验结果符合要求,则试验结束。若试验结果超出规定的范围,则试验继续进行到 750 个循环。

循环试验开始前,当稳定状态条件达到时,应在额定电流下测量下续部分标准规定的温升和(或)触头的电压降。250 个循环后(如果需要在 750 个循环后)重复测量。

若熔断器太小,在触头处测量不能得出可靠的结果,则在接线端子上测得的数据可作为试验的判据。

#### 8.10.3 试验结果的判别

250 个循环以后,如需要 750 个循环以后,测得的值应不超过下续部分标准中规定的极限值。

### 8.11 机械试验及其他试验

#### 8.11.1 机械强度

若下续部分标准中未另作规定,熔断器及其部件的机械性能应结合正常使用和安装以及分断能力试验(见 8.5)结果来判定。

#### 8.11.2 其他试验

##### 8.11.2.1 耐应力腐蚀龟裂验证

为了验证含铜量少于 83% 的轧制铜合金载流部件不发生应力腐蚀龟裂,应进行以下试验:

把三个试品浸在适当的溶液中 10 min,去掉所有的油脂。熔断体应单独进行试验,而熔断器支持件仅与完整的熔断器一起进行试验。

试品应放在温度为  $(30 \pm 10)^\circ\text{C}$  试验箱中 4 h。

然后,试品放在底部盛有 pH 值为 10~11 的氯化氨溶液的试验箱中 8 h。

对于 1 L 氯化氨溶液,可按下法获得合适的 pH 值:

107 g 氯化氨(分析用  $\text{NH}_4\text{Cl}$ )以 0.75 L 的蒸馏水混合并加入 30% 的氢氧化钠(用分析试剂级  $\text{NaOH}$  和蒸馏水做成)至总容积为 1 L,pH 值不变。必须用玻璃电极测量 pH 值。

试验箱容积与溶液体积之比应为 20 : 1。

用干布揩去蓝色薄膜后,用肉眼应看不见试品的裂纹,熔断体的触头端帽用手应不能移去。

### 8.11.2.2 耐非正常的热和火验证

若下续部分标准中未另作规定,则按以下规定:不是用来将载流部件保持在应有位置上的绝缘材料(陶瓷除外)部件(即使它们与载流部件相接触)按 8.11.2.2.5 的 a)项进行试验。

注:作为熔断器一个部件的外壳应像熔断器一样进行试验,在其余情况下外壳试验应按 IEC 60529 规定进行。

用以保持载流部件和接地电路部件(如有)在应有位置上的绝缘材料(陶瓷除外)部件按 8.11.2.2.5 的 b)项进行试验。

#### 8.11.2.2.1 试验的一般说明

本试验为保证:

- 规定的灼热丝环通电加热到有关设备规定的温度后不引起绝缘材料部件的点燃;
- 通电加热的灼热丝在一定条件下可能点燃绝缘材料部件,但燃烧时间有限,没有由于火焰或燃烧粒子或从样品上掉下的灼热微粒造成火的蔓延。

试验在一个试品上进行,若对试验结果有怀疑,则应在另外两个试品上再重复进行试验。

#### 8.11.2.2.2 试验装置描述

灼热丝是由镍-铬(80/20)丝组成的特殊的环,在环成型时,要小心防止尖端处形成小裂纹。

采用有包皮的细线热电偶来测量灼热丝的温度。热电偶的外径为 0.5 mm,其中有铬镍线和铝镍线,两线的焊接点在包皮的内部。

带有热电偶的灼热丝如图 8 所示。

包皮金属至少要耐温 960 °C 以上,热电偶放在钻于灼热丝端部的直径为 0.6 mm 的槽孔中,如图 8 中放大图 Z 所示。热电势应符合 GB/T 16839.1,该标准中给出的特性实际是线性的。除非可靠的参考温度由其他方法取得(如用补偿箱的方法),冷联接应保持在融化的冰中。测量热电偶电动势的仪器应为 0.5 级。

灼热丝由电加热,加热顶端至温度 960 °C 所需的电流在 120 A~150 A 之间。

试验装置应设计成能使灼热丝保持在水平面并施加 1 N 力到试品上,当灼热丝和试品在水平方向相对运动越过至少 7 mm 距离的范围内,1 N 力仍应保持。

将一块约 10 mm 厚的白松木板盖以一层薄纸,放在灼热丝与试品的试验位置以下 200 mm 处。

薄纸由 ISO 4046 中 6.86 规定,如一般作为包装精巧物品的薄、软且有相当韧性的纸,它的单位重量在 12 g/m<sup>2</sup>~30 g/m<sup>2</sup> 之间。

试验装置举例如图 9 所示。

#### 8.11.2.2.3 预处理

试品在温度 15 °C~35 °C 之间及相对湿度 35%~75%之间的大气中处理 24 h 后开始试验。

#### 8.11.2.2.4 试验程序

试验装置放在基本不通风的暗室中,以便可以看见试验时发生的火焰。

试验开始前,将热电偶校正至 960 °C 温度。这是由在灼热丝端部的上表面安放一张纯度为 99.8%、0.06 mm 厚,2 mm<sup>2</sup> 的银箔来实现的。

灼热丝通电加热,当银箔熔化时温度达到 960 °C,若干时间以后必须重复校正以补偿热电偶和连接线中的蚀变。必须注意保证热电偶能跟随灼热丝顶部由于热伸长而引起的运动。

试品的安装应使与灼热丝端部接触的表面是垂直的。灼热丝的端部施加于试品在正常使用中容易

受到热应力作用的部位。

灼热丝的端部接触在截面最薄处,但离开试品上边缘不大于 15 mm,这适用于正常使用时承受热应力的部分未作详细规定的情况。

灼热丝的端部应尽量接触在平的表面上,而不接触在槽、冲落孔、窄槽或尖的边缘。

灼热丝通电加热到规定的温度,由校准过的热电偶进行测量。必须注意确保开始试验前,至少 60 s 内此温度与加热的电流保持恒定,并且在此时间内或校准时试品不受热辐射的影响,例如保证有足够的距离或使用适当的屏幕。

然后使灼热丝的端部与试品相接触并按规定加力,在此期间保持加热电流。此期间后,灼热丝与试品缓慢地分开,要避免试品再被加热或能影响试验结果的空气流通。

当灼热丝端部压及试品时,进入试品的灼热丝端部的运动将被机械地限制至 7 mm。

每次试验后,需要清理灼热丝端部任何残留的绝缘材料,例如用刷子清理。

#### 8.11.2.2.5 严酷度

- a) 灼热丝端部的温度以及它施加在试品上的持续时间应分别为:  $(650 \pm 10)^\circ\text{C}$  和  $(30 \pm 1)\text{s}$ ;
  - b) 灼热丝端部的温度以及它施加在试品上的持续时间应分别为:  $(960 \pm 10)^\circ\text{C}$  和  $(30 \pm 1)\text{s}$ 。
- 其他的试验温度由下续部分标准规定。

注: 这些数值宜根据 IEC 60695-2-10 至 13 中严酷度表选择。

#### 8.11.2.2.6 观察与测量

对试品施加灼热丝时和以后的 30 s 内,应观察试品、试品周围的部件和放在试品下方的薄纸。记录试品起燃时间和在灼热丝施加期间或施加后的火焰熄灭时间。

测量并记录最高的火焰高度。起火时,可能产生高的火焰,时间约 1 s,这种火焰不计在内。

火焰的高度是指当灼热丝施加在试品上时,由灼热丝上边缘至可见火焰顶部的垂直距离。

试品符合下列情况之一可以认为经受住灼热丝试验:

- 无可见火焰和无持续灼热发光; 或
- 灼热丝移去后火焰或灼热发光在 30 s 内熄灭。

薄纸不应起火或松木板不应烧焦。

#### 8.11.2.3 耐锈性验证

把要验证的部件浸在适当的去油脂剂中 10 min 将油脂去除,然后把部件浸在温度  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$  的 10% 氯化氨溶液中 10 min。

不烘干,但要挥干水滴,然后把部件放在温度为  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 、空气湿度达到饱和的箱子内 10 min。

部件在温度  $(100 \pm 5)^\circ\text{C}$  的烘箱中干燥 10 min 后,其表面应无锈迹出现。

尖锐边缘上的锈斑和可擦掉的黄色薄膜可忽略不计。

对于小弹簧和受磨损的非易近部件,一层油脂可提供足够的防锈保护。这些部件仅在对油脂层的保护是否有效感到怀疑时才进行本试验,并且试验是在不擦去油脂的情况下进行。

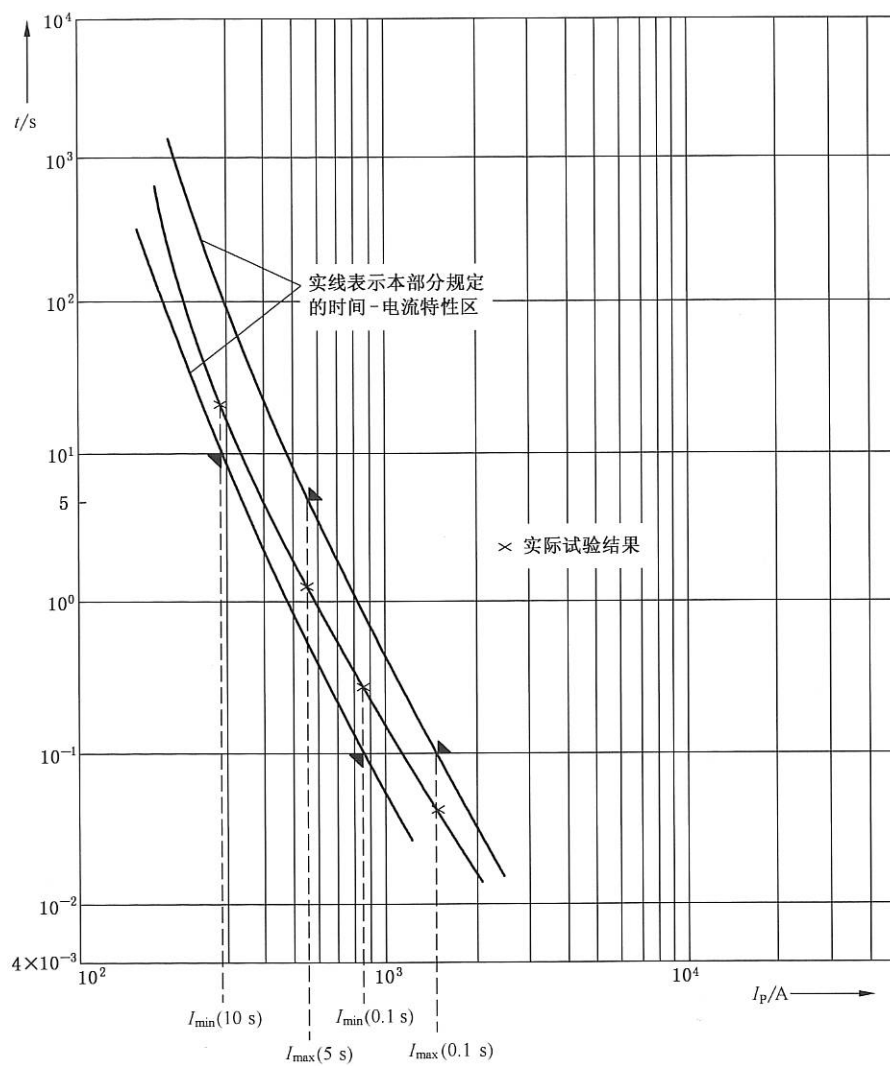
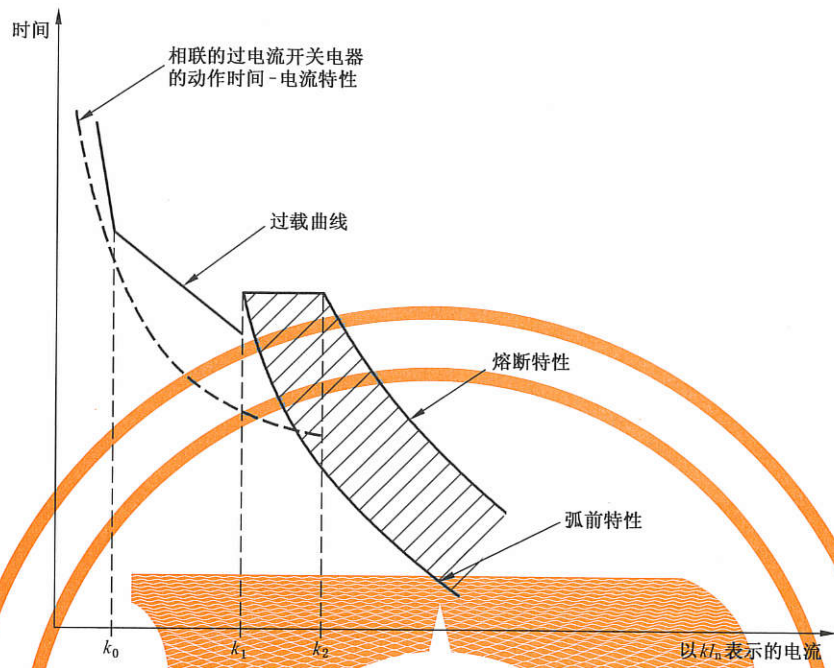


图 1 用“门限”电流试验结果验证时间-电流特性方法的图例





$k_0 I_n$  与  $k_1 I_n$  之间对应于  $I^2 t$  为常数值时的过载曲线。

图 2 “a”熔断体的过载曲线和时间-电流特性

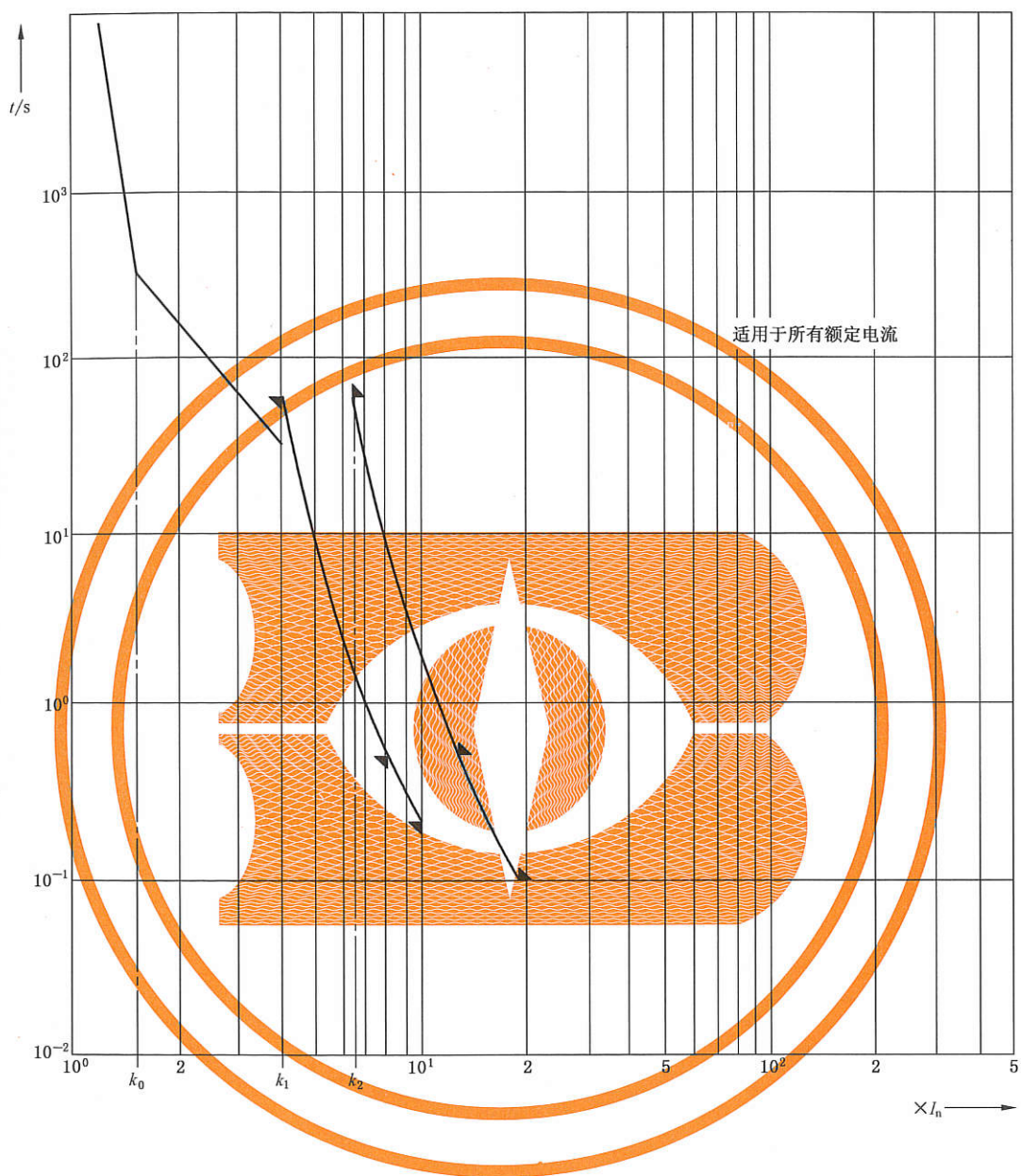
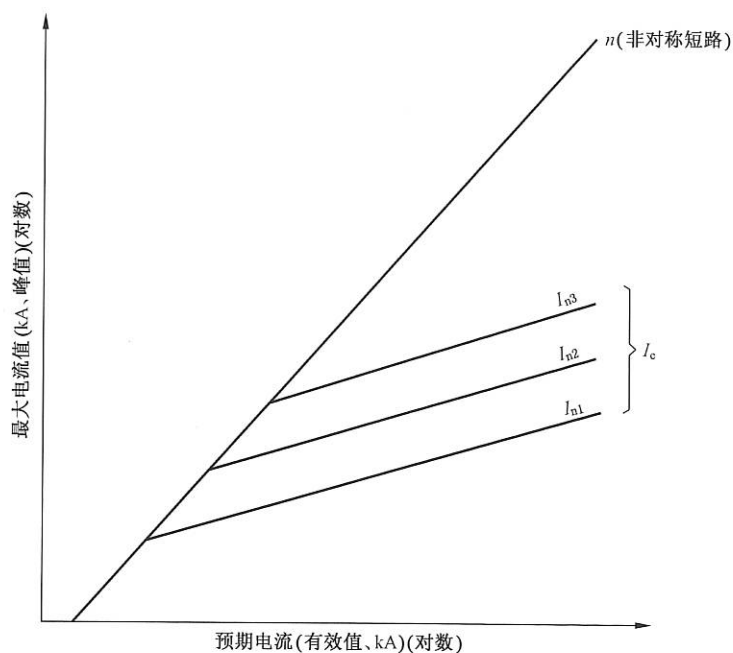


图 3 aM 熔断器时间-电流带



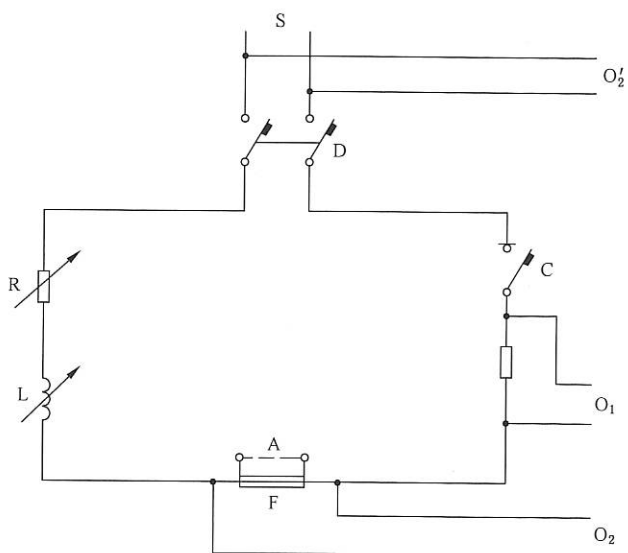
说明:

$I_{n1}$ 、 $I_{n2}$ 、 $I_{n3}$  —— 熔断体的额定电流;

$I_c$  —— 截断电流的最大值;

$n$  —— 与功率因数数值有关的系数。

图 4 一系列交流熔断体的截断电流特性的一般表示法



说明:

A —— 整定试验用的可拆连接;

C —— 闭合电路用的电器;

D —— 保护电源用断路器或其他电器;

F —— 被试熔断器;

L —— 可调电抗器;

$O_1$  —— 记录电流的测量电路;

$O_2$  —— 试验时记录电压的测量电路;

$O'_2$  —— 整定时记录电压的测量电路;

R —— 可调电阻器;

S —— 电源。

图 5 分断能力试验用的典型电路图(见 8.5)

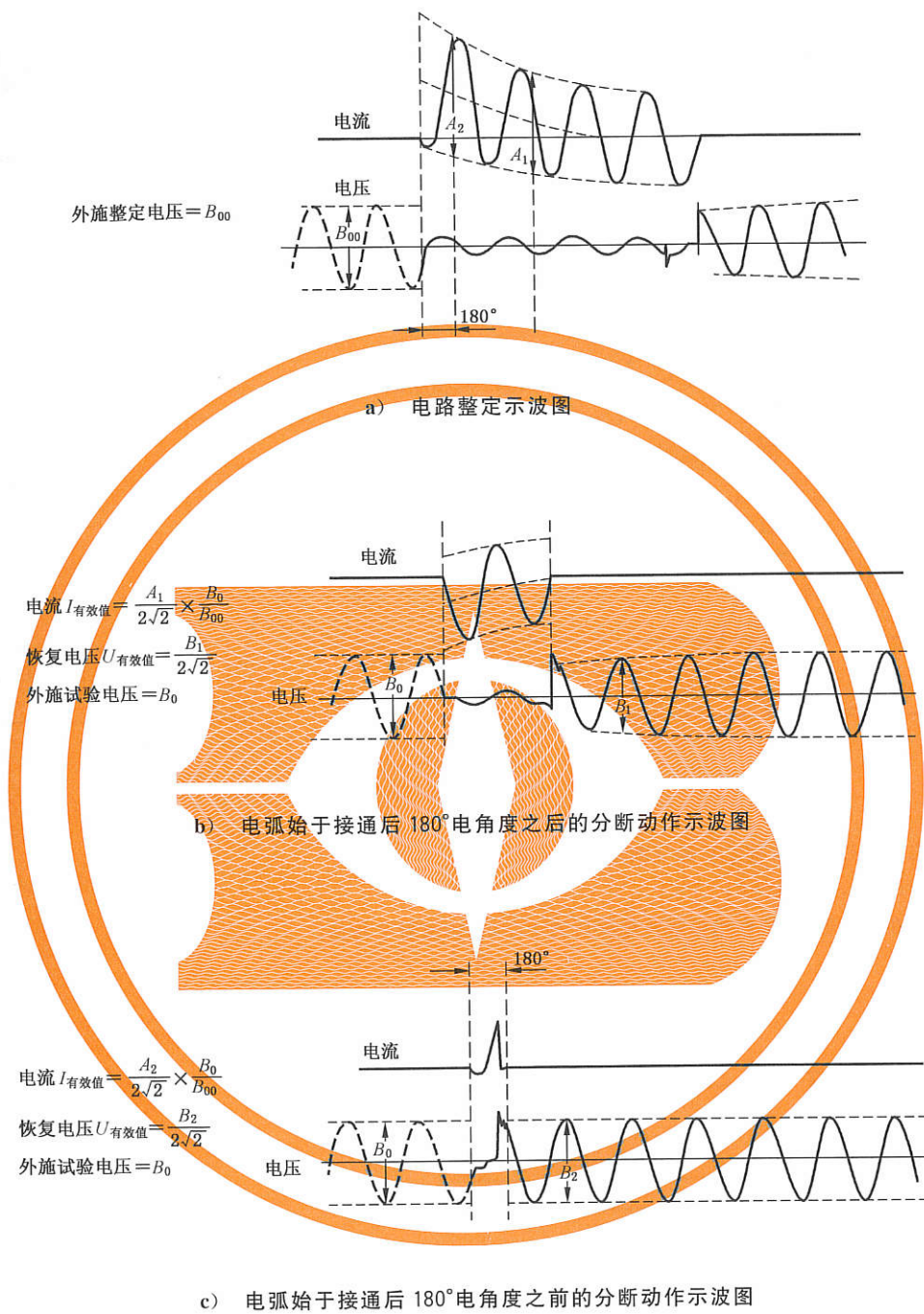
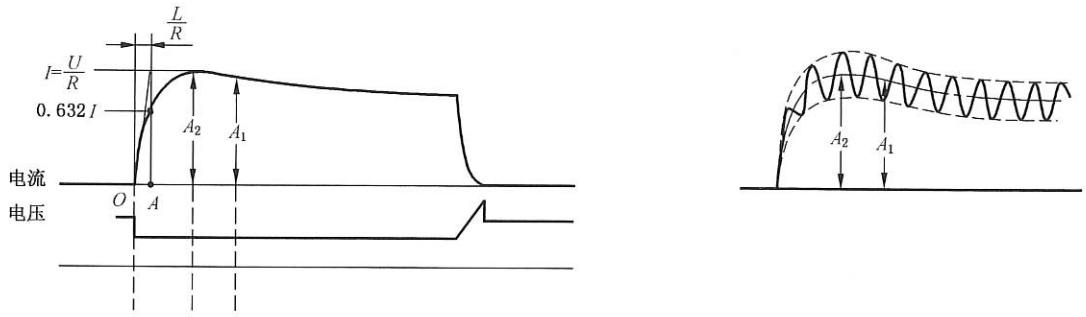


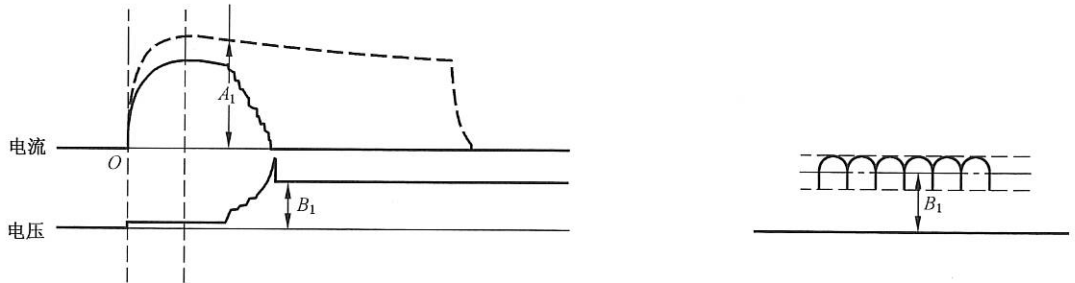
图 6 交流分断能力试验所得示波图的说明(见 8.5.7)



电路整定示波图

当存在纹波时,应测量有效值曲线上  $0.632I$ 、 $A_1$  和  $A_2$  的相应值。

a)

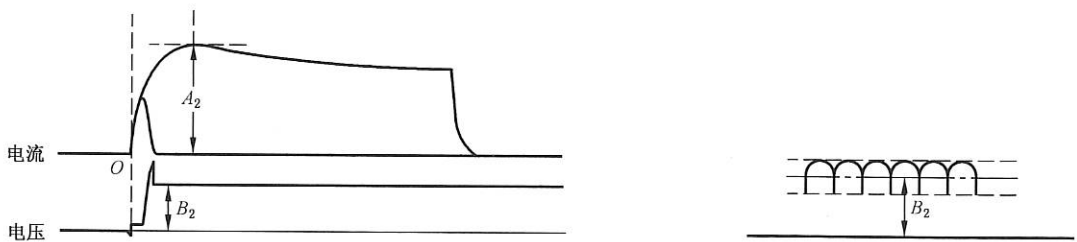


电弧始于电流通过其最大值之后的分断动作示波图

在电压  $U=B_1$  下, 电流  $I=A_1$

当电压不存在稳定值时,应在电弧最终熄灭后的 100 ms 内测量平均值。

b)



电弧始于电流通过其最大值之前的分断动作示波图

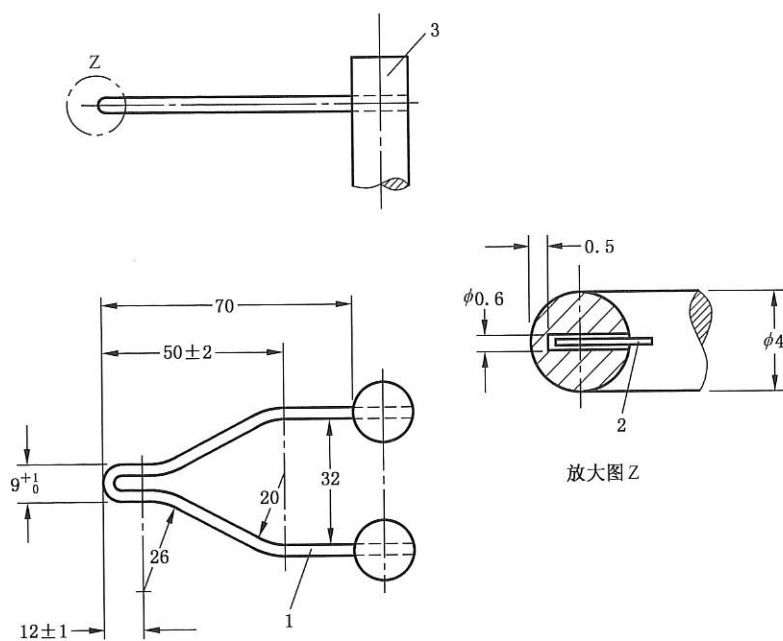
在电压  $U=B_2$  下, 电流  $I=A_2$

当电压不存在稳定值时,应在电弧最终熄灭后的 100 ms 内测量平均值。

c)

图 7 直流分断能力试验所得示波图的说明(见 8.5.7)

单位为毫米



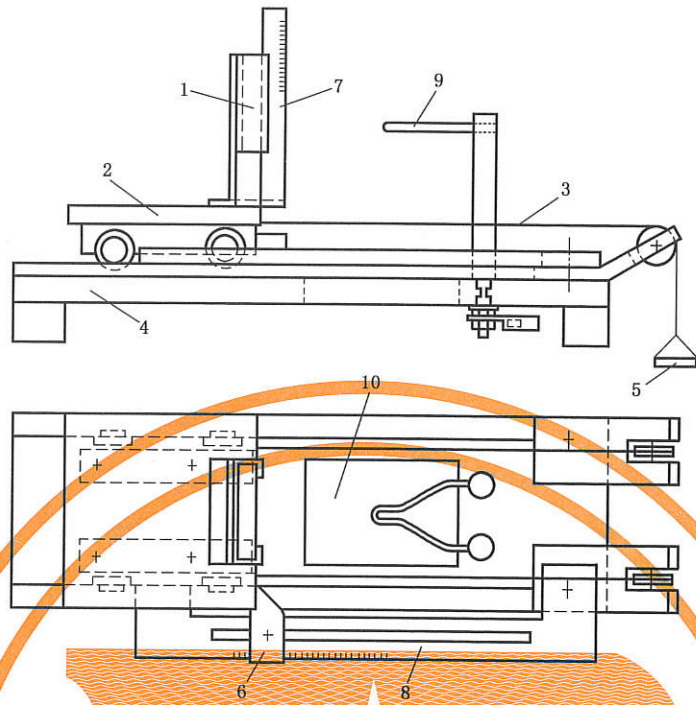
说明:

1——灼热丝硬焊在柱子上;

2——热电偶;

3——柱。

图 8 灼热丝和热电偶的位置



说明：

- 1 —— 夹子位置；
- 2 —— 小车；
- 3 —— 拉紧绳索；
- 4 —— 底板；
- 5 —— 重物；

- 6 —— 可调整定挡；
- 7 —— 测量火焰的标尺；
- 8 —— 测量穿透的标尺；
- 9 —— 灼热丝(图8)；
- 10 —— 粒子从样品上落下的底板开孔。

图9 试验装置(举例)

附 录 A  
(资料性附录)  
短路功率因数的测量

没有哪种方法能精确地测量短路功率因数,但就本部分而言,可采用下列三个方法中较合适的一个来足够精确地测定试验回路的功率因数。

**方法 1:按回路常数计算**

功率因数可以利用角  $\phi$  的余弦来计算,  $\phi = \arctan X/R$ ,  $X$  和  $R$  分别为短路时试验回路中的电抗和电阻。

由于现象的瞬变性质,没有精确测定  $X$  和  $R$  的方法。但为了满足本部分的要求,可采用下列方法来确定  $X$  和  $R$ 。

试验回路的  $R$  用直流测量。若回路中包含变压器,则  $R$  值可根据分别测得的初级回路的电阻  $R_1$  和次级回路的电阻  $R_2$ ,由下式求得:

$$R = R_2 + R_1 r^2$$

式中  $r$  是变压器的变比。

$X$  可按下式计算:

$$\sqrt{R^2 + X^2} = E/I$$

比值  $E/I$  (回路阻抗)可从图 A.1 中的示波图求得。

**方法 2:按直流分量确定**

角  $\phi$  可以从短路瞬间和电弧开始瞬间之间非对称电流波形的直流分量曲线来确定。

1) 直流分量公式为:

$$i_d = I_{d0} e^{-Rt/L}$$

式中:

$i_d$  ——任一瞬间的直流分量值;

$I_{d0}$  ——直流分量的初始值;

$L/R$  ——回路的时间常数,单位为秒(s);

$t$  —— $i_d$  和  $I_{d0}$  间的时间间隔,单位为秒(s);

$e$  ——自然对数的底。

时间常数  $L/R$  可以从上式确定如下:

- a) 测量短路瞬间  $I_{d0}$  值和电弧出现前任何其他瞬间  $t$  的  $i_d$  值;
  - b)  $i_d$  除以  $I_{d0}$  得出  $e^{-Rt/L}$ ;
  - c) 从  $e^{-x}$  值的表确定相应于  $i_d/I_{d0}$  之比的一  $x$  值;
  - d)  $x$  值代表  $Rt/L$ ,  $x$  除以  $t$  即可求得  $R/L$ 。于是可求得  $L/R$ 。
- 2)  $\phi$  角从下式确定:

$$\phi = \arctan \omega L/R$$

式中  $\omega$  是实际频率的  $2\pi$  倍。

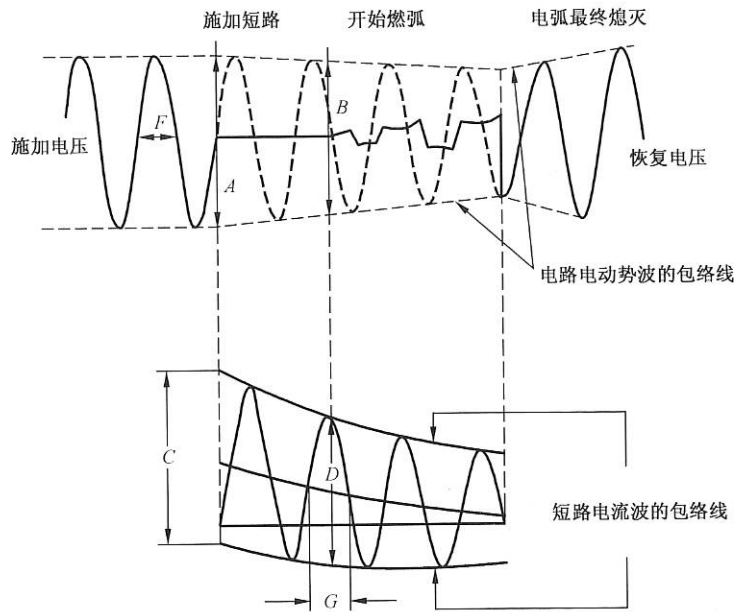
用电流互感器测量电流时不应采用此方法。

**方法 3:用指示发电机测定**

当指示发电机与试验发电机同轴使用时,示波图上指示发电机的电压在相位上可首先与试验发电机的电压比较,然后与试验发电机的电流比较。

根据指示发电机和主发电机电压的相角差和指示发电机的电压与试验发电机电流的相角差就可以求出试验发电机电压与电流间的相角,由此即可求出功率因数。





$$\text{电路阻抗} = \frac{E}{I} = \frac{B}{D} = \frac{A}{C} \times \frac{F}{G}$$

式中：

$E$  —— 燃弧开始时的电路电动势  $= \frac{B}{2\sqrt{2}}$ ，单位为伏特(V)；

$I$  —— 分断电流  $= \frac{D}{2\sqrt{2}}$ ，单位为安培(A)；

$A$  —— 两倍外施电压峰值，单位为伏特(V)；

$C$  —— 在短路开始时电流波形对称分量峰值的两倍，单位为安培(A)；

$F$  —— 外施电压波形的半波时间，单位为秒(s)；

$G$  —— 燃弧开始时电流波形的半波时间，单位为秒(s)。

图 A.1 电路阻抗的测定(用于按方法 1 计算功率因数)

## 附录 B

(资料性附录)

“gG”、“gM”、“gD”和“gN”熔断体弧前  $I^2t$  值和降低电压下的熔断  $I^2t$  值的计算B.1 0.01 s 的弧前  $I^2t$  值的计算

0.01 s 的弧前  $I^2t$  值是 0.1 s 的弧前  $I^2t$  值和试验 No.2 时弧前  $I^2t$  测量值的函数,可用下列公式近似计算:

$$I^2t_{(0.01\text{ s})} = F \sqrt{I^2t_{(0.1\text{ s})} \times I^2t_{(\text{试验No.2})}}$$

$F=0.7$  用于“gG”和“gM”熔断体;

$F=0.6$  用于“gD”熔断体;

$F=1.0$  用于“gN”熔断体。

系数  $F$  修正在此时间区内的时间-电流特性曲线的曲率。

B.2 试验 No.2 条件下弧前  $I^2t$  值的计算

对技术要求没规定直接试验的同一熔断体系列中较小额定电流的熔断体,试验 No.2 条件下的弧前  $I^2t$  值可用下式计算:

$$(I^2t)_2 = (I^2t)_1 \times (A_2/A_1)_2$$

式中:

$(I^2t)_2$ ——试验 No.2 条件下较小额定电流的熔断体的弧前  $I^2t$ ;

$(I^2t)_1$ ——分断能力试验中在试验 No.2 条件下测得的最大额定电流熔断体的弧前  $I^2t$ ;

$A_2$  ——较小额定电流熔断体的熔体的最小截面积;

$A_1$  ——最大额定电流熔断体的熔体的最小截面积。

此计算值可用以计算 0.01 s 的  $I^2t$  值(见 B.1)。

B.3 降低电压下的熔断  $I^2t$  值的计算

使用下式可估算较低电压(小于表 20 中试验 No.1 和试验 No.2 测得的电压)下的熔断  $I^2t$  值:

$$\text{降低电压 } V_r \text{ 下的熔断 } I^2t = \left\{ \frac{\text{试验电压 } V_t \text{ 下的熔断 } I^2t}{\text{弧前 } I^2t} \right\}^{V_r/V_t} \times \text{弧前 } I^2t$$

## 附录 C

(资料性附录)

## 截断电流-时间特性的计算

## 序言

本部分 7.6 规定的截断电流特性是预期电流的函数。

利用下述方法可以计算作为实际弧前时间函数的截断电流特性。

对于每一种熔断体,结果将是不同的,因此,为了能充分互换,计算基以本部分允许的最大  $I^2t$  值。还应当指出的是:下述方法求得的是弧前时间中的峰值电流,而对于许多熔断器(特别是保护半导体的)在燃弧时间内电流在继续上升,因此下述方法求得的值稍微偏低,与回路条件有关。

尽管如此,下述方法还是一种相当好的近似方法,用户需要时(例如为研究触头熔焊)能用此方法计算这些特性曲线。

## C.1 前言

截断电流特性是预期电流的函数,其定义规定于 2.3.7,此特性是 5.8.1 和图 4 的主题,试验规定于 8.6。

提供这种特性不是强制的。

此外,此特性给出的数据一般是不精确的,特别是在限流开始的区间(对于对称动作,弧前时间约 5 ms;对于非对称动作,弧前时间为 10 ms 及以下)。

用户用熔断器来保护承受幅值大时间短的电流(如短路分断前熔断器允许通过的电流)有困难的电器(例如接触器)时,需要准确知道熔断器分断时电流能达到的最大瞬时值,以便熔断器和其他电器能最经济地配合使用。

对于这种使用目的,能准确给出作为实际弧前时间函数的截断电流特性可提供较为有用的数据。

## C.2 定义

作为实际弧前时间函数的截断电流特性:

表示对称动作状态下截断电流作为实际弧前时间函数的特性曲线。

## C.3 特性

若截断电流特性表示为实际弧前时间的函数,截断电流特性应按对称接通电流计算并按图 C.1 所示以双对数形式表示,以电流为横坐标,以时间为纵坐标。

## C.4 试验条件

相应于给定弧前时间的截断电流也与短路的不对称程度有关。由于特性曲线的数目与接通条件一样多,所以需要进行许多次的试验。

对于给定的熔断体,在给定的动作时间范围内,对于每一截断电流值, $I^2t$  值与短路电流的不对称程度近似无关。

这种性质使下列顺序成为可能：

- 1) 测量在对称动作状态下作为实际弧前时间函数的截断电流特性；
- 2) 计算相应于任何不对称度的截断电流特性。

### C.5 根据测量值进行的计算

试验特性给出作为弧前时间函数的截断电流。

因短路为对称的，从上述值很容易地计算出焦耳积分的预期短路电流。

符号意义如下：

$\omega$ ：角频率；

$I_p$ ：预期短路电流；

$I_{ps}$ ：对称状态下的预期短路电流；

$I_{pa}$ ：非对称状态下的预期短路电流；

$I_c$ ：截断电流；

$\phi$ ：相对于电压的电流相位角；

$\Psi$ ：相对于电压自然过零的闭合相角；

$R, L$ ：电阻和电感，对称条件；

$t_s$ ：对称状态下弧前时间；

$t_a$ ：非对称状态下弧前时间。

对称状态下：

$$(1) \quad I_c = I_{ps} \sqrt{2} \sin \omega t_s$$

$$(2) \quad \int I_c^2 dt = 2I_{ps}^2 \int_0^{t_s} \sin^2 \omega t dt$$

按定义： $\Psi = 0$

计算与  $R, L, \phi$  无关。

非对称状态下：

$$(3) \quad I_c = I_{pa} \sqrt{2} [\sin(\omega t_a + \Psi - \phi)] - e^{-\frac{R t_a}{L}} \sin(\Psi - \phi)$$

$$(4) \quad \int I^2 dt = 2I_{pa}^2 \int_0^{t_a} [\sin(\omega t + \Psi - \phi) - e^{-\frac{R t}{L}} \sin(\Psi - \phi)]^2 dt$$

假定截断电流和焦耳积分在两种条件下一样：

$$I_{ps} \sqrt{2} \sin \omega t_s \approx I_{pa} \sqrt{2} [\sin(\omega t_a + \Psi - \phi) - e^{-\frac{R t_a}{L}} \sin(\Psi - \phi)]$$

$$2I_{ps}^2 \int_0^{t_s} \sin^2 \omega t dt \approx 2I_{pa}^2 \int_0^{t_a} [\sin(\omega t + \Psi - \phi) - e^{-\frac{R t}{L}} \sin(\Psi - \phi)]^2 dt$$

若已知 7 个值，就能算出其他 2 个值。

从试验和计算获得的截断电流值和焦耳积分有可能计算出对应于非对称状态的弧前时间和预期短路电流。

对于弧前时间为 1 ms~5 ms，此假设近似正确。

对于弧前时间小于 1 ms，给定截断电流作为预期短路电流函数的特性可给出准确的数据。

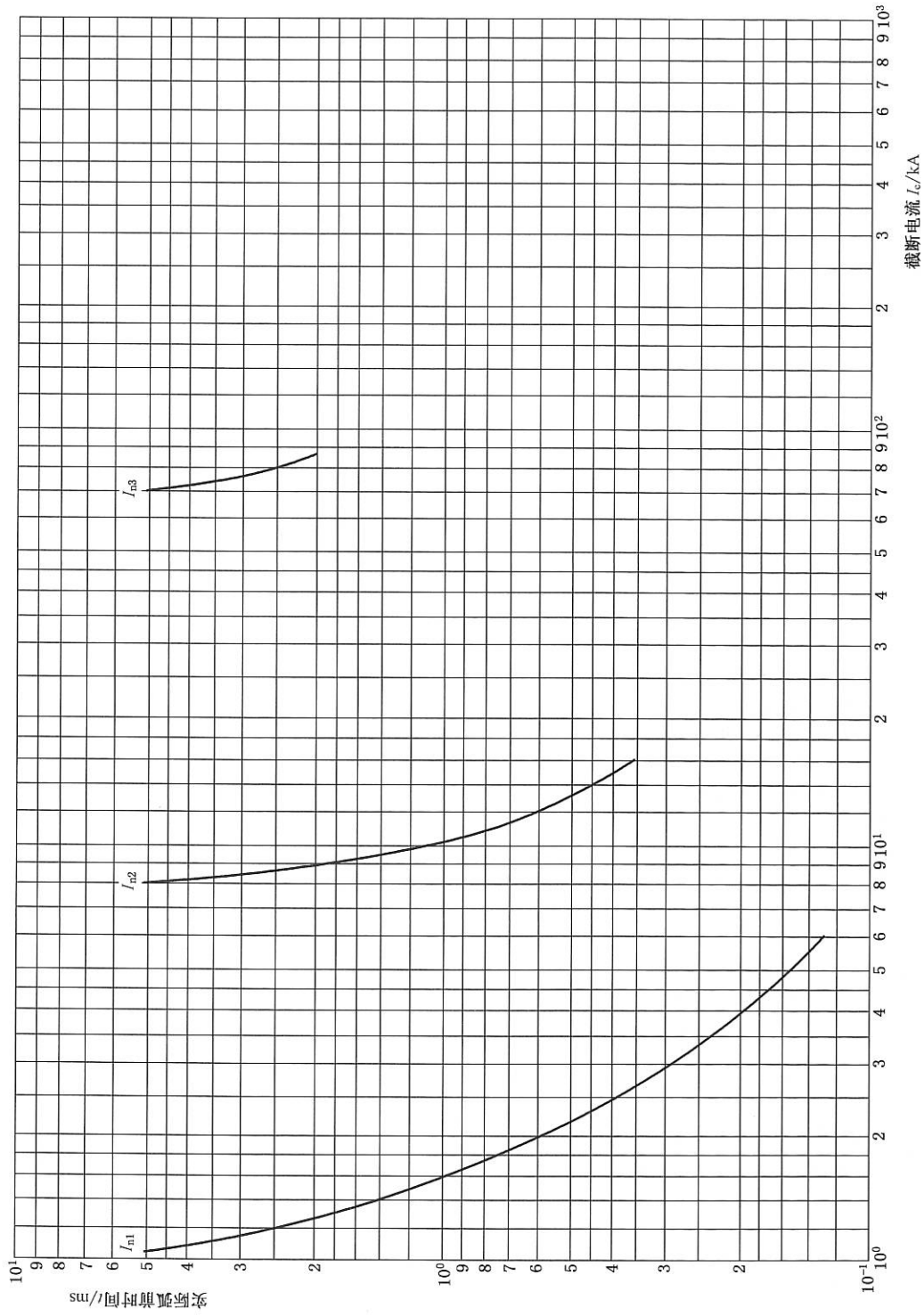


图 C.1 作为实际弧前时间函数的截断电流特性

## 附录 D

(资料性附录)

## 周围温度和环境的改变对熔断体性能的影响

## D.1 周围温度升高的影响

## D.1.1 对电流额定值的影响

在平均周围温度高于 3.1 规定值下长期满载工作的熔断体可能需要降低电流的额定值,在考虑了所有环境情况之后制造厂和用户对降容系数应取得一致的意见。

## D.1.2 对温升的影响

平均周围温度的升高引起较小的温升增加。

D.1.3 对约定熔断电流和约定不熔断电流( $I_f$  和  $I_{nf}$ )的影响

平均周围温度的增加,使约定熔断和不熔断电流( $I_f$  和  $I_{nf}$ )减小,但通常减小不多。

## D.1.4 由于电动机起动使熔断体周围温度增加的影响

由于电动机起动而引起的熔断体周围平均温度的增加不需要将熔断体降容使用。

## D.2 周围空气温度降低的影响

周围空气温度下降低于 3.1 规定值时,允许增大电流额定值,但也可能引起约定熔断电流、约定不熔断电流以及小过电流时的弧前时间的增加。增加的幅度取决于实际的温度和熔断体的设计,在这种情况下应与制造厂协商。

## D.3 安装条件的影响

不同的安装条件如:

- a) 装在箱中或开启式安装;
- b) 安装面的性质;
- c) 安装在箱中的熔断器数量;
- d) 连接导线的截面和绝缘。

都会影响熔断器的工作条件,应予以考虑。

附录 E  
(规范性附录)

具有连接外部铜导线的无螺纹型接线端子的熔断器底座的特殊要求

E.1 范围

本附录适用于 1.1 范围内的具有无螺纹接线端子的熔断器底座,无螺纹接线端子的电流不超过 63 A,主要用于连接截面积至 16 mm<sup>2</sup> 的非经加工(见 E.2.6)的铜导线。

在本附录中,无螺纹接线端子称为接线端子,而铜导线称为导线。

E.2 术语和定义

作为第 2 章的补充,下列定义适用:

E.2.1

夹紧装置 **clamping units**

导线的机械夹紧和电气连接所必须的接线端子部件,包括为保证正确的接触压力所必须的部件。

E.2.2

无螺纹型接线端子 **screwless-type terminal**

导线的连接和随后的拆卸直接或间接地通过弹簧、楔形块或类似器件经夹紧装置实现的接线端子。

注:示例见图 E.2。

E.2.3

通用接线端子 **universal terminal**

用于连接和拆卸所有型式导线(硬导线和软导线)的接线端子。

E.2.4

非通用接线端子 **non-universal terminal**

仅用于连接和拆卸某种导线[例如,仅用于硬实心导线或仅用于硬(实心或绞合)导线]的接线端子。

E.2.5

推入接线式接线端子 **push-wire terminal**

非通用接线端子,其连接通过推入硬(实心或绞合)导线来实现。

E.2.6

非经加工导线 **unprepared conductor**

切开并剥去插入至接线端子的一定长度上的绝缘的导线。

注 1:为插入接线端子而整形或为加强端部而拧线丝的导线认为是非经加工导线。

注 2:术语“非经加工导线”指导线未经导线线丝的焊接、使用电缆接头、弯成小圆环等加工处理,但包括导体插入接线端子前的重新整形或为增加软导线端部强度而拧紧导线。

E.6 标志

除了第 6 章以外,下列要求适用:

- 通用接线端子:  
——无标志。

- 非通用接线端子：

- 声明用于硬实心导线的接线端子应标志字母“s”或“sol”；
- 声明用于硬(实心或绞合)导线的接线端子应标志字母“r”；
- 声明用于软导线的接线端子应标志字母“f”。

标志宜位于熔断器底座上,或位于最小的包装单元上或在技术资料中标明。

在熔断器底座上应有合适的标志指示导线插入接线端子前应剥去的绝缘长度。制造厂也应在其技术文件中提供关于可夹紧的最多导线数量的资料。

## E.7 设计标准条件

第7章适用,但有以下修正。

### E.7.1 包括接线端子的固定连接

接线端子应能承受当设备用于预定的用途时所产生的机械负荷。导线的连接或拆卸应采用下列方法来完成：

- 采用一般用途的工具或与接线端子构成整体的合适的装置来打开接线端子并帮助导线的插入或拔出(例如,对通用接线端子)；

或,对硬导线：

- 采用简单的插入的方法。拆卸导线时,应除了拉导线外还必须对导线有一个操作。

通用接线端子应能连接硬性(实心或绞合)和软性的非经加工导线。

非通用接线端子应能连接制造厂声明的型式的导线。

通过直观检查和 E.8.1 和 E.8.2 的试验来检验是否符合要求。

### E.7.2 可连接导线的尺寸

可连接导线的尺寸如表 E.1 所示。

连接这些导线的的能力应通过直观检查和 E.8.1 和 E.8.2 的试验来检验。

表 E.1 可连接的导线

可连接的导线及其理论直径				
公制				
硬导线			软导线	
	实心导线	绞合导线		
mm <sup>2</sup>	φ/mm	φ/mm	mm <sup>2</sup>	φ/mm
1.5	1.5	1.7	1.5	1.8
2.5	1.9	2.2	2.5	2.3
4.0	2.4	2.7	4.0	2.9
			6.0	3.9
			10	5.1
			16	6.3

注：最大硬导线和软导线的直径依据 IEC 60228(2004)表 1。



### E.7.3 可连接的截面积

被夹紧的标称截面积如表 E.2 的规定。

表 E.2 可连接于接线端子的铜导线的截面积

额定电流 A	被夹紧的标称截面积 mm <sup>2</sup>
≤16	1.5~4
>16~32	4~10
>32~63	6~16

通过直观检查和 E.8.1 和 E.8.2 的试验来检验是否符合要求。

### E.7.4 导线的插入和拆卸

导线的插入和拆卸应按制造厂的说明书来操作。

通过直观检查来检验是否符合要求。

### E.7.5 接线端子设计和结构

接线端子的设计和结构应符合下列要求：

- 单独地夹紧每根导线；
- 在连接或拆卸的过程中，能同时或分别地连接或拆卸导线；
- 避免不适当地插入导线。

应可以可靠地夹紧规定的最大值及以下的任何数量的导线。

通过直观检查和 E.8.1 和 E.8.2 的试验来检验是否符合要求。

### E.7.6 抗老化

接线端子应能抗老化。

通过直观检查和 E.8.3 的试验来检验是否符合要求。

## E.8 试验

### E.8.1 接线端子的可靠性试验

#### E.8.1.1 无螺纹系统的可靠性

用符合表 E.2 的截面积的铜导线对新的试品各极的 3 个接线端子进行试验。导线的型式应按 E.7.1。用最小直径的导线连接并随后拆卸 5 次，接着再用最大直径的导线试验 5 次。

除了第 5 次以外，每次试验应使用新的导线。第 5 次试验时把第 4 次插入使用过的导线在同样的位置夹紧。在插入接线端子前，应把硬绞合导线的股线重新整形，并把软导线的线丝拧紧以增加端部强度。

对每次插入，应该把导线尽可能地推入到接线端子中，或把导线这样插入使得其显而易见具有适当的连接。

在每次插入后,插入的导线绕着其轴线在夹紧区域的水平面转过 90°,接着把导线拆卸。  
在这些试验后,接线端子不应损坏至影响其继续使用。

### E.8.1.2 连接的可靠性试验

新试品各极的 3 个接线端子连接符合表 E.2 的型式和截面积的新铜导线。

导线的型式应按 E.7.1。

在插入接线端子前,硬绞合导线和软导线的股线应重新整形,并应把软导线的线丝拧紧以增加端部强度。

如果是通用接线端子,应不过度用力就可以把导线连接到接线端子中。如果是推入接线式接线端子,用手施加必要的力。

把导线尽可能地推入到接线端子中,或把导线这样插入使得其显而易见具有适当的连接。

在试验后,应没有导线的线丝脱落至接线端子外面。

### E.8.2 连接外部导线的接线端子的可靠性试验:机械强度

拉出试验时,新试品各极的 3 个接线端子连接符合表 E.2 的型式及最小截面积和最大截面积的新导线。

在插入接线端子前,硬绞合导线和软导线的股线应重新整形,并应把软导线的线丝拧紧以增加端部强度。

然后,对每根导线施加表 E.3 规定值的拉力。施加拉力时不能用冲击力,时间为 1 min,方向为导线的轴线方向。

表 E.3 拉力

截面积 mm <sup>2</sup>	拉力 N
1.5	40
2.5	50
4.0	60
6.0	80
10	90
16	100

在试验过程中,导线不应滑出接线端子。

### E.8.3 循环试验

用符合表 17 截面积的新的铜导线进行试验。

试验在新的试品(一个试品为一极)上进行,试品的数量按接线端子的型式规定如下:

——用于硬(实心 and 绞合)导线和软导线的通用接线端子:每种导线 3 个试品(总共 9 个试品);

——专门用于实心导线的非通用接线端子:3 个试品;

——用于硬(实心 and 绞合)导线的通用接线端子:每种导线 3 个试品(6 个试品);

注:关于硬导线,宜使用实心导线(如果所在国家没有实心导线,可使用绞合导线)。

——专门用于软导线的非通用接线端子:3 个试品。

如图 E.1 规定那样,把具有表 17 规定截面积的导线按正常使用串联连接到 3 个试品中的每个试品。

试品上应有一个孔(或等效的措施)以便测量接线端子上的电压降。

整个试验装置,包括导线,放置在一个初始温度保持在 $(20\pm 2)^\circ\text{C}$ 的加热箱中。

为了在下列所有的电压降试验完成以前避免试验装置的任何移动,建议各极固定在一个公共支架上。

除了在冷却期间以外,对电路通以相应于熔断器底座额定电流的试验电流。

然后,试品承受 192 个温度循环,每个循环约 1 h,具体要求如下:

在约 20 min 的时间内使箱内空气温度升高到  $40^\circ\text{C}$ ,温度保持在该温度值 $\pm 5^\circ\text{C}$ 的范围内约 10 min。

然后,把试品在约 20 min 内冷却到约  $30^\circ\text{C}$  的温度,允许采用强迫冷却。试品保持在该温度约 10 min。如果为测量电压降需要时,允许再降低至 $(20\pm 2)^\circ\text{C}$  的温度。

在第 192 个循环结束时,在每个接线端子上通以标称电流测得的最大电压降不应超过下列两个值中的较小值:

—— $22.5\text{ mV}$ ;

——或第 24 个循环后测得值的 1.5 倍。

应尽可能地在接近接线端子的接触部位进行测量。

如果测量点不能位于接近接触点的部位,则应从测得的电压降中减去理想测量点和实际测量点之间部分导线内的电压降。

加热箱的温度必须在至少离试品 50 mm 的距离处测量。

试验后,不采用附加的放大手段,通过正常的或校正的视力用肉眼检查,应没有明显的削弱继续使用的变化,例如裂缝、变形或类似的变化。

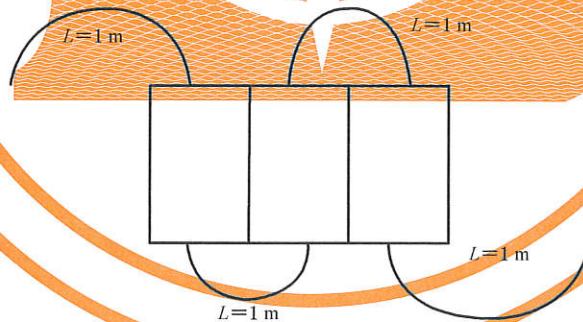
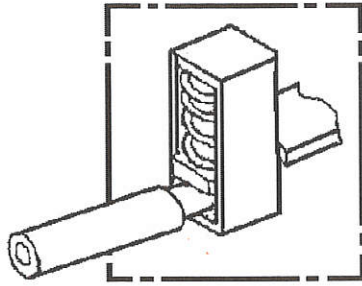
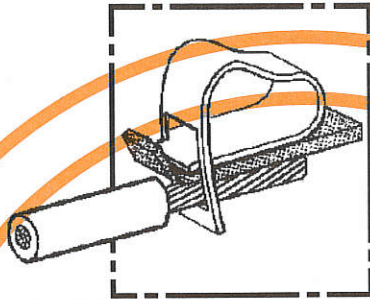


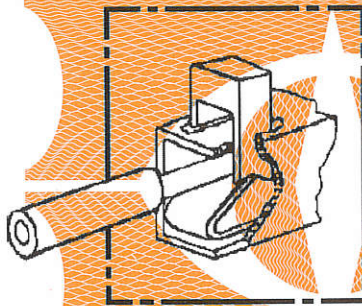
图 E.1 试品连接



采用间接压力的  
接线端子



采用直接压力的  
接线端子



采用驱动元件的  
接线端子

图 E.2 接线端子举例

参 考 文 献

- [1] IEC 60127 Miniature fuses
  - [2] IEC 60947-3:1998 Low-voltage switchgear and controlgear—Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units
  - [3] IEC 60417 Graphical symbols for use on equipment
-

中华人民共和国  
国家标准  
低压熔断器

第1部分:基本要求

GB 13539.1—2015/IEC 60269-1:2009

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238  
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

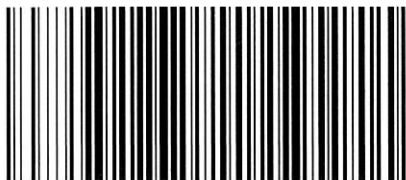
\*

开本 880×1230 1/16 印张 4.5 字数 127 千字  
2015年10月第一版 2015年10月第一次印刷

\*

书号:155066·1-51358 定价 60.00 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)68510107



GB 13539.1-2015