

当利用摆锤测量能量时,该测量应在试验 a)期间按下述进行:

推荐使用 GB/T 3808 中所述的摆锤和 GB/T 1843 规定的较小冲击能量和冲击速度。特别是,用作试验中型和重型撞击器的机器应是 $4\text{ N}\cdot\text{m}$ (4 J) 型;试验轻型撞击器的机器应是 $0.5\text{ N}\cdot\text{m}$ (0.5 J) 型。

试验机的锤头应有一尺寸足够的、平的钢表面,且垂直于撞击器的行程方向,其最小维氏硬度为 HV 235。

在经过其规定的自由行程以后,撞击器应撞击静止悬挂的锤头的平的表面,撞击器的行程应对准机器的碰撞中心,并应垂直于由此撞击中心和摆锤振荡轴所确定的平面。

6.8.4.3 耐受力的试验

对于重型和中型撞击器,最小耐受力应在已做过动作试验 a)和 b)的三个样品上进行试验。这一试验包括在撞击器的轴心施加等于额定最小耐受力的静力并检验其剩余行程不小于规定的最小实际行程 OB(见图 10)。

6.9 电磁兼容性(EMC)

本部分范围内的熔断器对电磁干扰是不敏感的,所以没有必要进行抗干扰试验。熔断器可能产生的任何电磁干扰仅限于它的动作瞬间。只要在型式试验期间动作电压的值不超过本部分表 4 和表 5 中给出的值,就不需要对电磁兼容性作另外的试验。

7 特殊试验

7.1 概述

进行特殊试验是为了检验某一类型或特殊设计的熔断器是否符合规定的特性和在特殊条件下是否具有满意的性能。试验在样品上进行以检验同一类型所有熔断器的规定特性。

这些试验仅在结构变动可能改变性能时才应重复进行。

为了便于试验,在取得制造厂事先同意的情况下,试验的规定值,特别是允差,可以改变以使得试验条件更加严酷。

除非另有规定,试验应按照 6.3 中规定的试验要求和下述要求进行。

7.2 特殊试验项目

根据用户和制造厂之间的协议,对某些类型的熔断器或特殊使用情况,进行下列试验:

- 热冲击试验(对用于户外的熔断器);
- 不用于外壳中的熔断器的功率耗散试验(其他类型的熔断器把此试验作为型式试验);
- 用于户外的熔断器的防水(潮气浸入)试验;
- 后备熔断器和用于负荷开关——熔断器组合电器中的熔断器的弧前温升试验;
- 用于负荷开关——熔断器组合电器中的后备熔断器的燃弧持续时间耐受试验;
- 油密封试验。

所有试验的结果都应记录在包含能证明符合本部分所必需的数据的试验报告中。

7.3 热冲击试验

7.3.1 试验样品

熔断器底座应按受试熔断件制造厂的规定。

注:如果有几种电流额定值,其不同处仅在其熔体,则试验最高功率耗散的熔断件已足够。

7.3.2 设备的布置

熔断器应按制造厂规定的技术条件安装,并用符合表 8 规定尺寸的裸铜导体与试验回路连接。

7.3.3 试验方法

熔断器先承受制造厂和用户协议选择的并且不超过额定电流的电流值 1 h。然后用不高于室温的、与垂线成大约 45° 和降雨率大约每分钟 3 mm 的人工雨喷淋熔断器。这一喷淋应在试验电流仍然存

在的情况下保持 1 min。

熔断器不应有任何损坏的可见外部迹象。

7.4 不打算在外壳中使用的熔断器的功率耗散试验

这些试验应在 6.5 规定的条件下进行。

7.5 防水(潮气浸入)试验

7.5.1 试验条件

防水(潮气浸入)性的验证是将试验样品浸没在带潮湿剂的热水槽中进行。水的体积至少应是试验样品体积的 10 倍。

7.5.2 试验样品

试验样品是代表该类型的熔断件。应试验三个熔断件。

7.5.3 试验方法

每个试验样品(在室温为 15 °C 和 35 °C 之间的情况下)都应浸没在水温为 70 °C 和 80 °C 之间的槽中历时 5_{-1}^{+0} min。

在开始浸没产生的气泡消失以后,应没有气泡从样品表面冒出。

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

7.6.1 概述

要求适当的试验是为了熔断器制造厂能向开关设备制造厂或最终用户提供必要的的数据。

7.6.2 弧前温升试验

目的是确定在任何弧前电流值下,熔断器上任何点所达到的最高温度。

对每个同族系列,具有最高电流额定值的熔断器都应进行试验。

除了必须将测量用的传感器以与熔断器外壳密切接触的方式安放在其垂直中心外,熔断器应按 6.5 中进行温升试验那样安装。

用一能导致熔化时间为 20 min 的电流使熔断器经受弧前熔化试验,这相应于通常达到最高外壳温度的条件。实际上,只要能给出熔化时间在 15 min~25 min 范围内的试验即可。应记录测得的最高温度,通常,它将在熔断器真正熔化瞬时以后隔某一短时出现。

在熔断器装有热动作撞击器的情况下,试验电流应在撞击器动作时刻断开,并且应记录所达到的最高温度。

在这些试验系列期间,熔断器必须如 5.1.3 中规定的那样,在物理上应保持完整和没有损伤。

7.6.3 燃弧持续时间的耐受试验

此耐受时间至少应为 0.1 s。

如果按照本部分的 6.6 进行的熔断器试验方式 3 试验期间已获得这一数值时,试验方式 3 的数值可以提交作为性能合格的证据。

如果提交的试验方式 3 的燃弧持续时间小于 0.1 s 时,那么,应当按照本部分的 6.6 对试验方式 3 做如下两次补充试验(试验中对 TRV 不作要求):

——试验电流能给出燃弧时间至少为 0.1 s;

——试验电流的数值大于 3.1.20 中规定的熔断器的最小开断电流的 70%。

如果已经查明,在起弧以前,在电流低于 I_3 的情况下,熔断器撞击器的热脱扣器能动作,那么,燃弧持续时间试验不需进行。

7.7 油密封试验

设计用于浸在油中的限流熔断器的熔断件应按下述要求进行试验。

如果几个电流额定值的不同仅限于所包含的熔断件,试验最大功率耗散的熔断件就已足够。

熔断件应浸没在压力为 7×10^4 N/m² 的绝缘油中。熔断件应通以其额定电流 2 h,且油的温度应升高(必要时采用辅助加热)到 75 °C 和 85 °C 之间并保持在此范围内 2 h。

如果按照附录 E 进行试验的熔断件的最高使用温度(MAT)高于 85 ℃,则油的温度应升高到至少等于熔断件规定的 MAT。流过熔断件的电流应为在此温度下的最大允许连续电流 I_{encl} (见附录 F)。

应切断电流,辅助的加热应隔离且对油冷却,或者允许其在任何方便的时间内变凉到 15 ℃ 到 30 ℃。

这样的循环应进行 6 次并把熔断件从油中取出,进行外部清洁并打开检查灭弧介质,应无油浸入的迹象。

8 出厂试验

出厂试验应至少包括下述项目:

- a) 外形尺寸和外观检查;
- b) 绝缘试验(仅进行额定工频电压干耐受试验)(按 6.4.5);
- c) 熔断件电阻测量(按 6.5);
- d) 撞击器(如果有)动作的抽查试验,至少应对每批撞击器进行抽查试验,抽查方案应在产品文件中明确规定。

9 选用导则

9.1 目的

本章的目的是提出关于使用、运行和维护方面的建议以帮助获得高压限流熔断器的满意性能。制造厂应参考本选用导则编制其文件。

9.2 概述

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

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

如果在正常安装和使用条件期间熔断件承受来自一个或几个方向严酷的机械负荷(例如撞击、振动等),则应验证熔断件能耐受这些负荷而不损伤或恶化。验证熔断件机械耐受能力的实际试验可以按用户和熔断器与开关设备制造厂的协议进行。对负荷开关——熔断器组合电器见 GB 16926。

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

9.3 使用

9.3.1 安装

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

应当注意,当熔断件承受严重的太阳辐射作用时,或者用于外壳内并使得熔断件的周围温度超过 40 ℃,这些熔断件在某些方面的性能可能受到很大的影响。取决于熔断器的设计,影响到的方面可能包括电流额定值、时间-电流特性和电流开断能力。为此应用,某些类型的熔断器(例如,某些有机熔断器)必须进行特殊设计和试验。对熔断器额定电流的影响在 9.3.2 和附录 F 中讨论。时间-电流特性的变化也涵盖在 9.3.2 中。打算用于环境温度超过 40 ℃ 的某些熔断件的附加试验要求在附录 E 中讨论。

9.3.2 熔断件额定电流的选择

熔断件的额定电流通常高于正常使用电流。推荐选择的建议一般由制造厂提供。

如果熔断件的电流额定值小于熔断器底座的电流额定值,则熔断器的有效电流额定值是熔断件的

电流额定值。

选择熔断件的额定电流时,应考虑下列参数:

- a) 回路的正常电流和可能的过载电流(包括持续的谐波在内);
- b) 与开合变压器、电动机或电容器这类设备有关的回路中的瞬态现象;
- c) 与其他保护装置的配合(如果有)。

熔断件制造厂规定的额定电流是基于许多因素。

一个因素是按照本部分的 6.5 在温升试验时确定的熔断件触头的温升,试验是在大气中或油中以单相进行。

连接线、放置方向、周围温度和安装方式的条件都有规定。不管试验期间周围温度如何(它可以是在+10℃和+40℃之间的任何值),都认为温升试验的结果对直到使用的周围温度为40℃是有效的。

将熔断件封闭起来以及三极熔断器组中靠近的其他两个熔断件都对运行温度有不利的影响。

制造厂可以利用下述准则确定额定电流,即除了满足温升限值以外,还必须保证有足够的裕度以防止熔体的恶化。因此,不能设想,仅仅因未超过本部分表3中列出的最大允许温升,熔断件在使用中就能保持良好状态。这一点特别适用于较低额定电流的情况,并且也适用于同族系列的最高电流额定值。

对一给定使用情况选用的熔断件额定电流,往往由使用中连续电流不同的其他因素确定(见GB/T 15166.6)。然而,如果使用中的连续电流是决定性因素,那么,对下列条件的影响必须予以注意(特别是,如果熔断器用在外壳中,见附录F):

- a) 熔断件周围的介质的温度;
- b) 连接线的类型和尺寸;
- c) 熔断件放置方向;
- d) 熔断件的外壳;
- e) 太阳辐射的影响;
- f) 强迫冷却的影响。

如果熔断件的额定电流选择不当,可能导致下列后果:

- a) 熔体恶化;
- b) 触头恶化;
- c) 外壳恶化。

此外,如果与熔断件制造厂发表的资料比较,某些条件可能使时间-电流特性在长时间的一端可能向左移动(见GB/T 15166.6—2008的图1),因而最小熔化电流可能有较低的数值。然而,应注意到,最小开断电流值通常是不变的或甚至可能增大,因此,熔断件提供的低过载电流保护性能可能受到不利的影响。应用户要求,可能要提供包含这类情况的时间-电流数据。

因为熔断件及其外壳构成一个相互影响的系统,并且每一组件可能由不同的制造厂供应,所以,取得足够的对允许正确应用有用的数据是非常重要的。

熔断件在特制的熔断器外壳中使用的适用性是熔断器外壳(FEP)供应者的责任,推荐用户按照FEP制造厂的说明书。否则,认为选择的合理与否是用户的责任。

9.3.3 按照类别(见3.3.2)和最小开断电流的选择

9.3.3.1 概述

选择熔断件时,应使其最小开断电流值适合于相关的具体应用情况。应强调指出,在某些情况下,使用最小开断电流值太高的熔断件可能导致熔断件的破坏性故障和随后的损坏。

9.3.3.2 用于符合GB 16926的负荷开关——熔断器组合电器中的熔断件

最小开断电流仅需低到足以保证与组合电器的负荷开关正确配合(见GB 16926)。对于此种用途通常采用后备熔断器。

9.3.3.3 用于单独保护变压器或配电线路的熔断件(见 GB/T 15166.6)

- a) 当在能用计算或使用经验表明不可能出现低故障水平的场合应用时,可采用合适的后备熔断器。在此情况下,必须保证,熔断件的额定最小开断电流是小于低压保护装置上游可能出现的最小短路电流。这种用途使用的熔断器额定最小开断电流的典型值是在变压器额定电流的 4 倍~8 倍范围之内;
- b) 当经验或计算表明有可能在系统中出现很低过载电流值(即低于大约 4 倍熔断器额定电流)的场合应用时,应采用通用或全范围熔断器。如果在过电流可以低到熔断器的最小熔化电流以及用于外壳中必须降低熔断器额定值的场合使用时,特别推荐采用全范围熔断器。

9.3.3.4 与喷射熔断件组合用以提供短路保护的熔断件

最小开断电流仅需低于串联组合的交接电流。随着这种组合设计的不同,额定最小开断电流值变化很大。对这一使用情况,通常采用后备熔断器。

9.3.3.5 用作电动机回路保护的熔断件(见 GB/T 15166.5)

通常,最小开断电流仅需低到足以保证与开关装置的过电流继电器正确配合。当要求更大的安全性时,熔断件的最小开断电流至少低到被保护电动机的转子堵转电流。对这一使用情况,通常采用后备熔断器。

9.3.3.6 用作电容器保护的熔断件(见 GB/T 15166.4)

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

9.3.4 熔断件额定电压的选择

选择熔断件的额定电压应考虑到下列情况:

- 如果用在三相中性点固定接地的系统中或中性点通过阻抗或电阻接地的系统中,则熔断件的电压额定值至少应等于最高线电压;
- 如果用在单相系统中,则熔断件的电压额定值至少应等于最高单相回路电压的 115%;
- 如果用在三相中性点绝缘或谐振接地系统中,则应考虑到可能产生的异相接地故障(即一个故障在电源侧和另一个故障在另一相熔断器的负载侧)。如果此系统的最高线电压高于熔断器电压额定值的 0.87 倍,则有必要对所有使用的熔断器至少在此较高值水平下进行试验。

在单相对地故障情况下开断容性电流的可能性也应加以考虑。如果熔断件用在这样的电网系统中而相关的负荷开关又不带撞击器脱扣装置,则可以根据制造厂和用户间的协议,按 GB 3804 的适用试验条件进行试验。试验电流应根据与受试熔断件有关的以及在接地故障期间健全相和故障相中电流的数值达成协议。

9.3.5 额定绝缘水平的选择

表 2 规定了额定雷电冲击耐受电压的数值。

选择系列 1 还是系列 2 应考虑到遭受雷电和操作过电压的程度、系统中性点接地的类型以及过电压保护装置(如果有)的类型。

按照系列 1 设计的设备适用于如下的设施:

- a) 在不与架空线连接的系统和工业设施中:
 - 1) 该系统的中性点直接接地,或通过一与消弧线圈阻抗相比很小的阻抗接地。通常不要求装设过电压保护装置(例如避雷器)。
 - 2) 该系统的中性点通过消弧线圈接地,和在特殊系统(例如大范围的电缆网络,它可能要求装有能将电缆电容放电的避雷器)中提供了充分的过电压保护。
- b) 在通过变压器连接到架空线上的系统和工业设施中,并且此时在变压器低压端子和地之间,在熔断器的变压器侧和尽可能靠近变压器端子间,每相至少有 $0.05 \mu\text{F}$ 的电缆或附加电容。

这包括下列情况：

- 1) 系统的中性点直接接地,或通过一与消弧线圈阻抗相比很小的阻抗接地(可能要求用避雷器作为过电压保护);
- 2) 系统的中性点通过消弧线圈接地并且用避雷器提供了充分的过电压保护。
- c) 在直接与架空线连接的系统和工业设施中:
 - 1) 系统的中性点直接接地,或通过一与消弧线圈阻抗相比很小的阻抗接地,并且根据过电压幅值和频率出现的概率不同,用火花间隙和避雷器提供了充分的过电压保护;
 - 2) 系统的中性点通过消弧线圈接地并且用避雷器提供了充分的过电压保护。

在所有其他情况下,或安全性要求很高时,应当采用按系列 2 设计的设备。

注:在采用系列 1 额定雷电冲击耐受电压的情况下,关于表 5 中规定的最大动作电压可能必须取得制造厂和用户之间的同意。

9.3.6 高压熔断器的时间-电流特性

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

选择熔断器特别相关的因素是时间-电流特性。这一因素之所以重要是由于它关系到:

- a) 熔断器瞬态涌流(例如变压器的励磁涌流、电动机的起动电流)的耐受能力;
- b) 同其他相关的保护装置(例如上游的断路器继电器、下游的低压熔断器、电动机启动器的继电器)的配合;
- c) 提供给相关的馈电线路、变压器、电动机控制回路等的保护水平。

GB/T 15166.5 和 GB/T 15166.6 分别对电动机控制和配电变压器用途的首选特性给出了一些导则。但是,由于目前各国习惯和保护观点的广泛差异,还不能将高压熔断器的时间-电流特性标准化。因此,额定值相同但型号或制造厂不同的熔断件的特性之间会有很大的差异。

所以,对于给定的用途,当选择最佳的熔断件时,建议向熔断器制造厂咨询和将时间-电流特性进行比较。

9.3.7 并联熔断器

相同类型和额定值的单个熔断件可以由用户并联以获得比一个单独的熔断件更高的电流额定值。在此情况下,应注意到如下方面:

- a) 应咨询熔断器制造厂以确定给定设计的熔断器的适用性;
- b) 组合后的电流额定值通常在某种程度上小于单个熔断器电流额定值之和,例如,因为热效应;
- c) 组合后的 I^2t 值在动作期间近似等于单个熔断件的 $n^2 \times I^2t$, 这里, n 是并联的熔断件的数量;
- d) 组合后的截断电流值在动作期间近似等于单个熔断件在预期电流为 I_p/n 时截断电流的 n 倍, 这里, I_p 是组合后的预期电流值, n 是并联的熔断件的数量;
- e) 除非有制造厂的建议,必须假定熔断器的并联组合的最大开断电流不大于单个熔断器的最大开断电流,且组合的最小开断电流不应小于相同给定类型的单个熔断件的 n 倍, 这里, n 是并联的熔断件的数量。

9.4 运行

9.4.1 熔断件在使用位置的锁定

应特别注意检查熔断件在使用位置的可靠锁定。

9.4.2 熔断件的更换

建议在断开负荷的情况下取下和插入熔断件。

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

9.5 处理

适用时,制造厂应预先考虑到环境方面的因素,提供有关熔断器的处理办法的资料。
考虑和符合所有相关处理的地方法规是用户的责任。

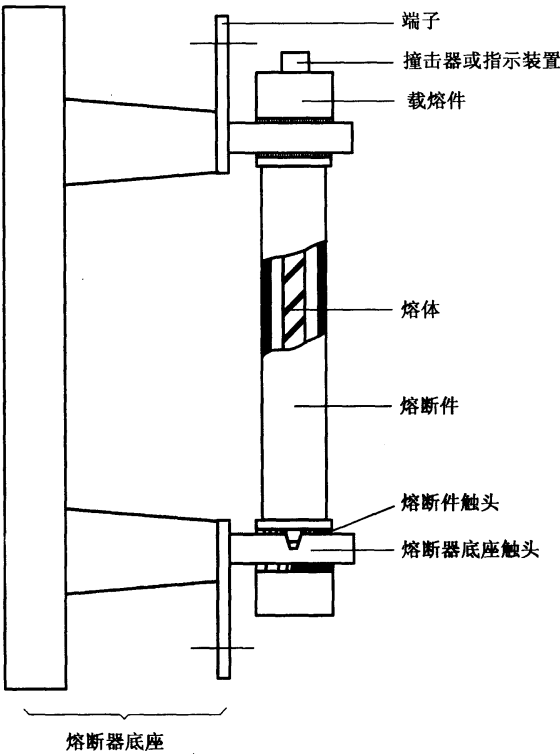


图 1 术语

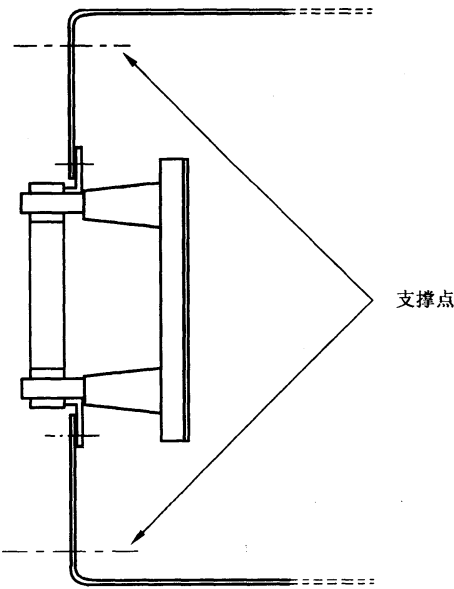


图 2 开断试验——设备的布置

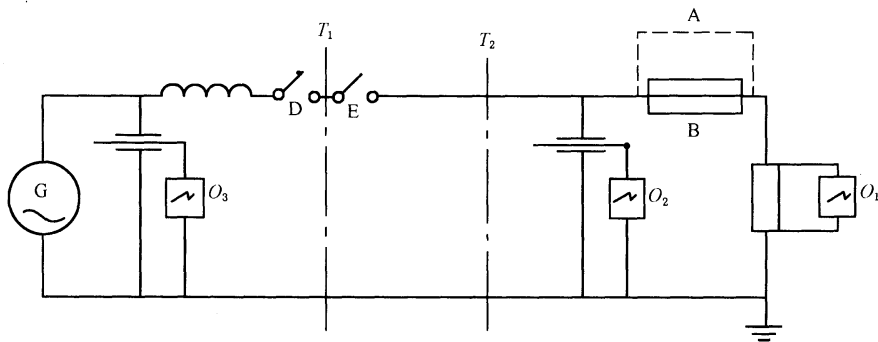
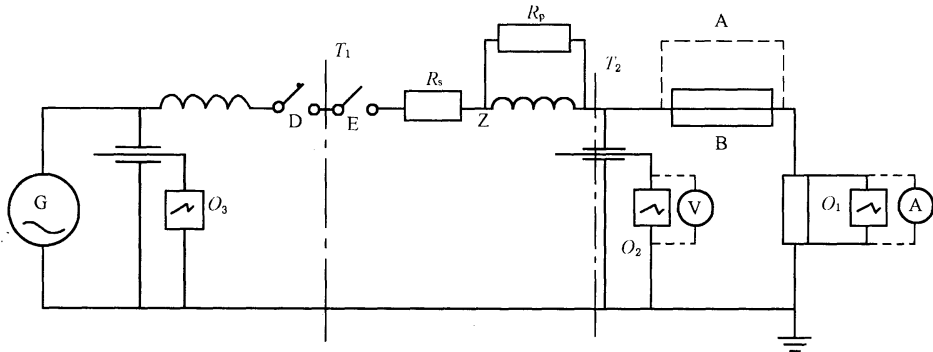
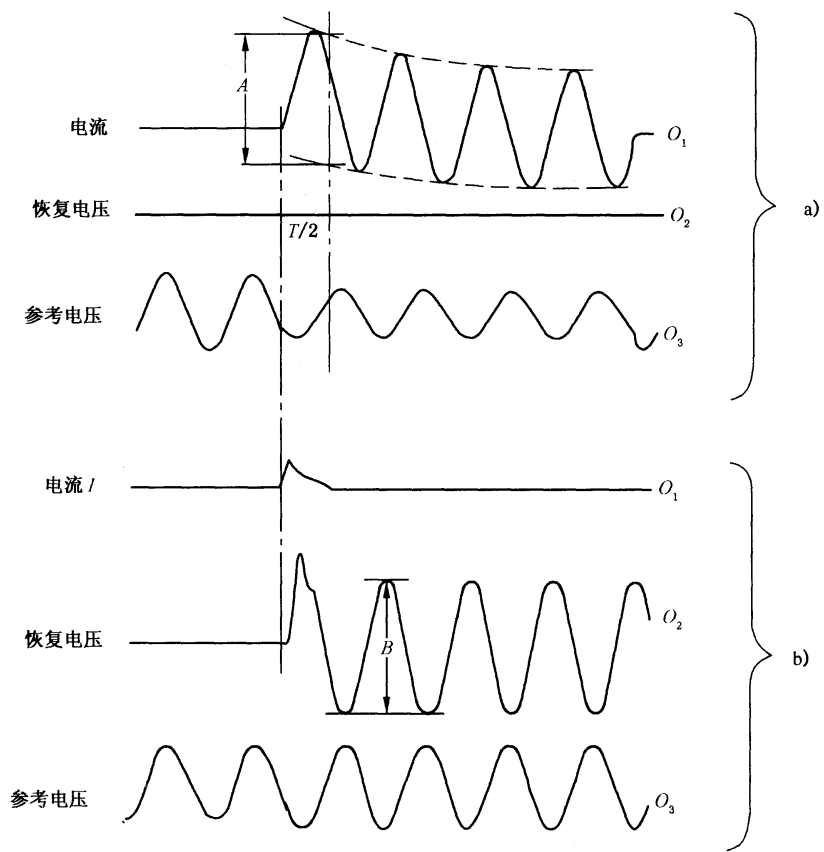


图 3 开断试验——试验方式 1 和试验方式 2 的典型回路图



- 图解：
- | | |
|------------------|---------------------------|
| A——用于校正试验的可移开连接； | O_3 ——参考电压测量； |
| B——受试熔断器； | T_1 、 T_2 ——变压器的可能位置； |
| D——保护电源的断路器； | Z——可调节的阻抗； |
| E——合闸开关； | R_p ——可调节的并联电阻； |
| O_1 ——电流测量； | R_s ——可调节的串联电阻。 |
| O_2 ——恢复电压测量； | |

图 4 开断试验——试验方式 3 的典型回路图



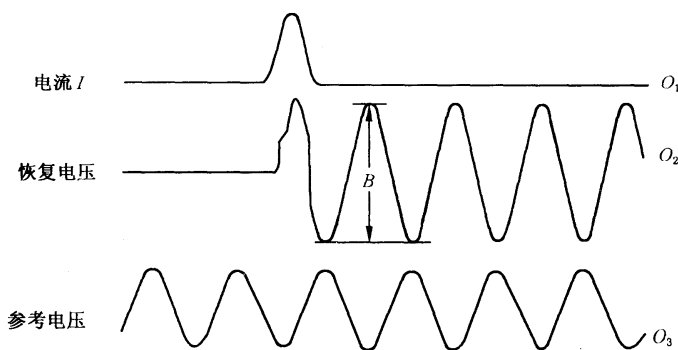
- a) 校正试验
- b) 开断试验

预期开断电流交流分量有效值 $I = \frac{A}{2\sqrt{2}}$

恢复电压 $V = \frac{B}{2\sqrt{2}}$

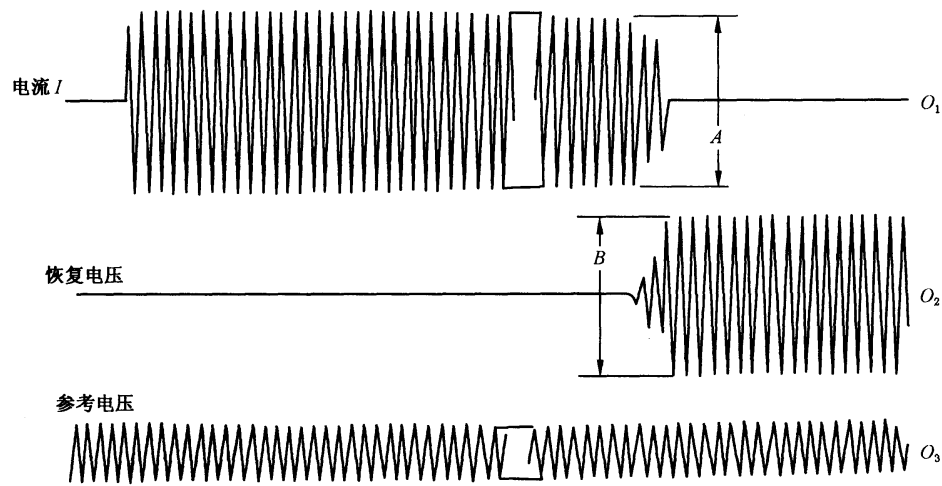
注：图 5、图 6 和图 7 仅为了图解说明；电流波形没有按照相同的比例来画。

图 5 开断试验——试验方式 1 示波图的解释



图解：
 O_1 ——电流测量；
 O_2 ——恢复电压测量；
 O_3 ——参考电压测量。
注：校正轨迹如图 5 中的 a)。

图 6 开断试验——试验方式 2 示波图的解释



图解：

- O_1 ——电流测量；
- O_2 ——恢复电压测量；
- O_3 ——参考电压测量。

图 7 开断试验——试验方式 3 示波图的解释

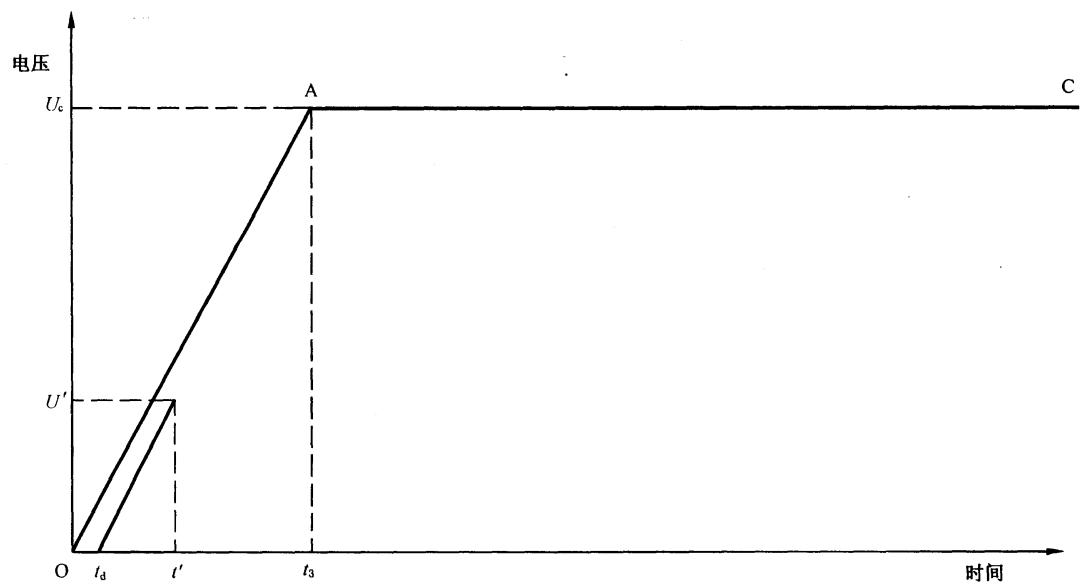


图 8 用两参数参考线和时延线表示规定的 TRV

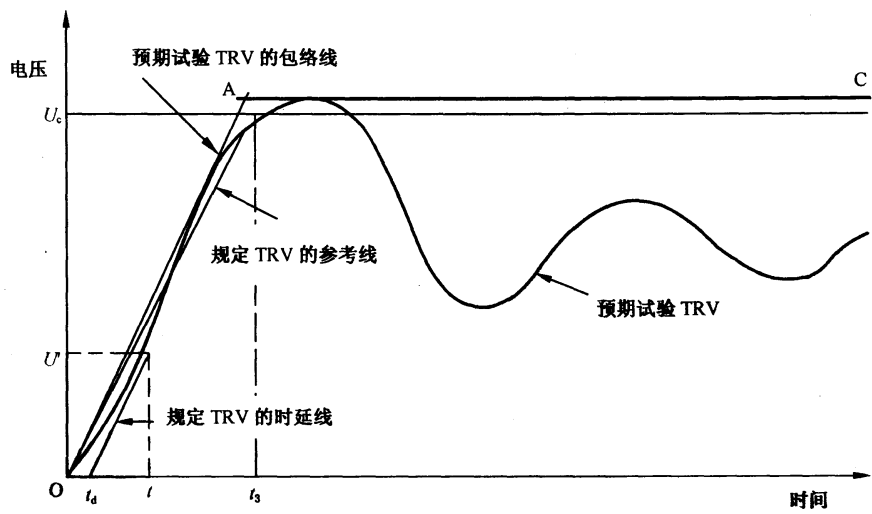
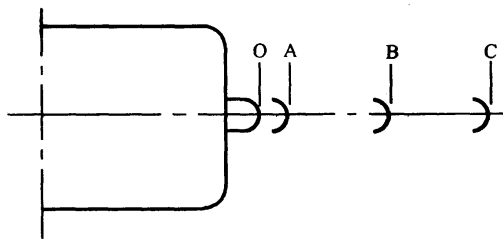
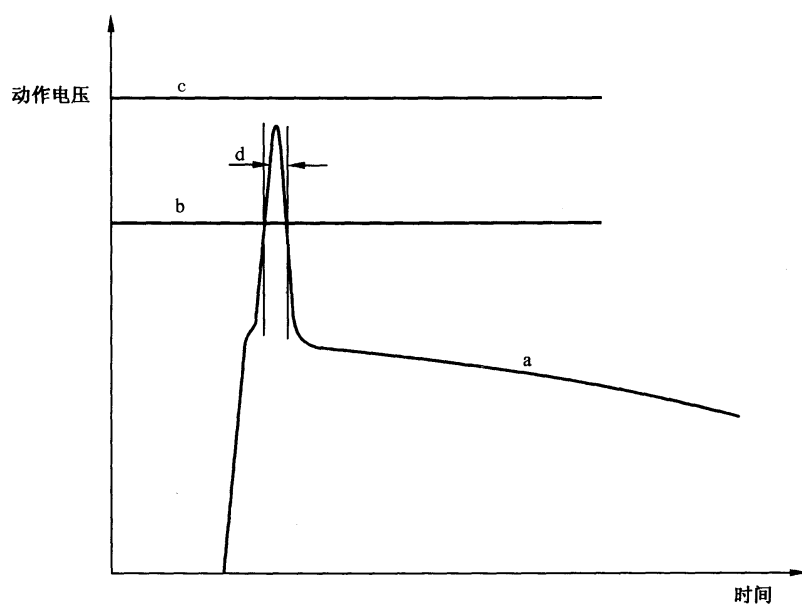


图 9 满足型式试验条件的 TRV 两参数参考线的示例



图解：
OA——自由行程；
AB——必须释放能量的行程；
OB——最小实际行程；
OC——最大实际行程；
CB——外力作用下的最大允许返回行程(适用时)。

图 10 撞击器行程的变化过程



图解：

- a——动作电压曲线；
- b——动作电压限值(表 4)；
- c——动作电压限值(表 5)；
- d—— $\leq 200 \mu\text{s}$ 。

图 11 小额定电流值的熔断件的允许动作电压(表 5)

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

A.1 引言

瞬态恢复电压波可以表现为振荡和非振荡的多种不同的形式。

当电压波接近单频阻尼振荡波时,包络线由两个连续的线段组成。包络线应尽可能接近地反映瞬态恢复电压的实际形状。这里叙述的方法在大多数实际情况下可以足够近似地达到这一目的。

注:不过,当建议的方法将导致参数十分明显地比振荡和非振荡的由瞬态恢复电压曲线确定的参数较为严酷时,可能出现某些问题。这样的问题应按例外处理,并因而应在制造厂和用户或试验室之间达成协议。

A.2 包络线的绘制

下列方法用作绘制构成预期瞬态恢复电压曲线包络线的线段:

- a) 通过原点 O 的第一线段,和曲线相切而不与曲线相交。
在曲线的起始部分凹面向左的情况下,切点经常是在第一峰值的附近(见图 A.1,OA 段);
如果像指数情况下那样,凹面向右情况下,则切点在原点(见图 A.2,OA 段)。
 - b) 第二段线段是在最高峰值处和曲线相切的水平线段(见图 A.1 和图 A.2,AC 段)。
- 于是,得到了两参数包络线 O、A、C。

A.3 参数的确定

按定义,代表性参数是构成包络线的线段交点的坐标。

在图 A.1 和图 A.2 中所示的两参数 u_c 和 t_3 ,即是交点 A 的坐标。

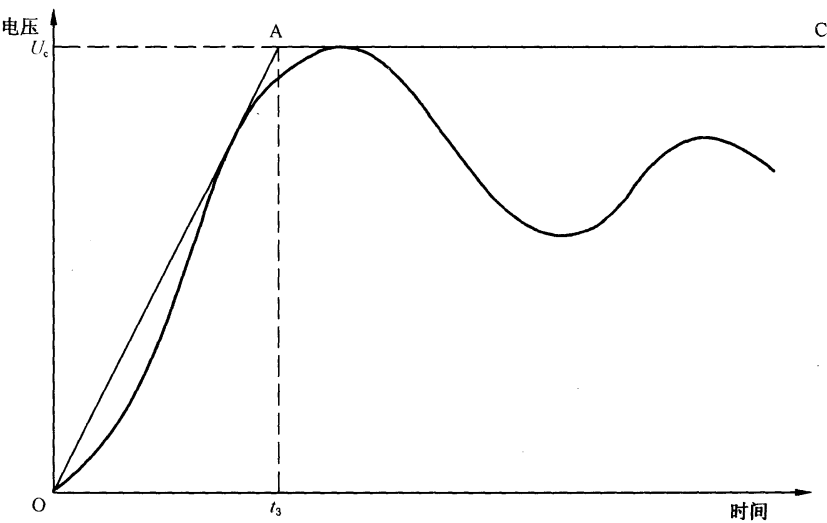


图 A.1 起始部分凹向左边的 TRV 两参数参考线的示例

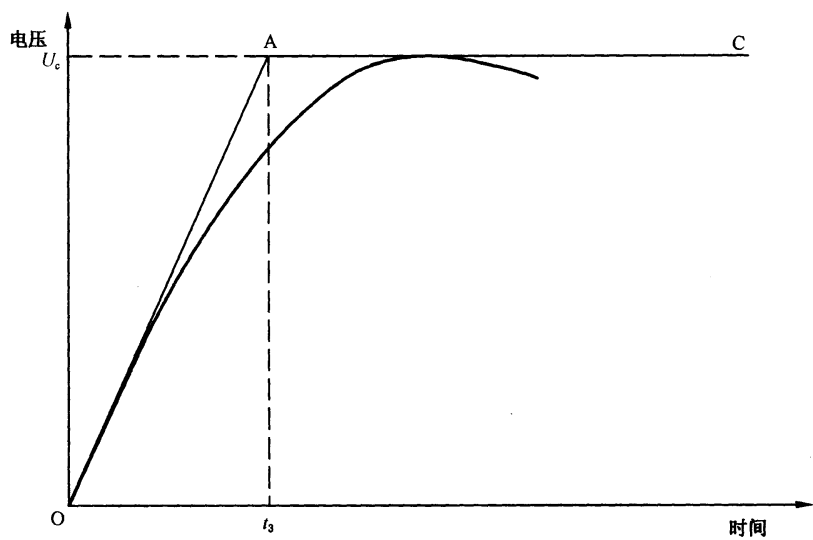


图 A.2 指数型 TRV 两参数参考线的示例

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

高压熔断器在所有正常使用条件下必须满意地动作和开断回路而不产生过高的操作电压。所以,本部分中规定的开断试验应当尽可能地重现正常使用中所遇到的最严酷的条件。因为熔断器和断路器用在同一电网中,所以,逻辑上应采用 GB 1984—2003 中对断路器规定的相同预期 TRV 值。然而,仔细的研究表明,由于断路器或熔断器开断回路所采用的原理不同,这些值不适用于熔断器的试验。

如同断路器一样,熔断器在电流过零后可能在恢复电压中产生瞬态过程,但是,它也产生很高的电弧电压,此电弧电压可能取决于由 TRV 条件所确定的回路特性。所以,必须考虑这些试验回路参数的两种根本不同的影响:对电弧电压的影响和对瞬态恢复电压的影响。

在燃弧期间电压峰值过高,或者熄弧后电压因本身过高或产生重击穿,都可能使熔断器开断失败。所以,试验应当证明没有这两类失败情况发生。

已经查明,在相应于本部分表 9 中试验方式 1、试验方式 2 和试验方式 3 的三种预期开断电流 I_1 、 I_2 和 I_3 下试验熔断器是必要的。由于在 I_3 下试验通常反映的是在小过载电流下的性能,所以,必须用和 I_1 和 I_2 (有时它们彼此相差很大) 试验去反映预期短路电流整个范围的性能。通常,随着电流额定值、额定最大开断电流和特定熔断器设计的不同, I_2 在 0.2% 和 100% I_1 之间变化。预期开断电流的范围很宽,而且其每一个都同无穷多种 TRV 条件相联系,但它们仅能在考虑到限流熔断器性能的经验性知识的情况下用两个试验电流来反映。基于熔断器技术的目前知识和经验根据,下列事实应加以考虑。

在熔断器燃弧期间,它吸收了相当多的能量,以致由于回路电感和电容引起的瞬态电压振荡通常被完全阻尼掉。惟一的例外可能出现在熔断后的最初几个微秒期间,此时电弧正在形成。在此期间,电弧还处于较冷的环境中和靠能量吸收的阻尼效应可能很小,如果电弧电压很陡地上升到高于电源电压幅值的电压,则将产生高峰值的瞬态电压。

但是,在现今市场上的大多数熔断器设计中,电弧电压并不以这一方式上升,因而通常不产生过高的电弧电压。

此外,如果紧接着在电流过零之前或之后,发生从电弧电压到回路电动势的跃变或电流的截断,则瞬态过程将仅出现在恢复电压中。因为在已熔断的熔断件中存在热电弧分解物的剩余电导,所以不会发生严重的截流,而唯一必须考虑的情况仅是电压跃变。

因为在燃弧期间熔断器吸收大量的能量,所以可以认为,功率因数将从其原来的值向 1 移动。因此,实际的电流零点比在同一回路中无任何电弧电压时的电流零点更接近电压零点。在由 I_1 确定的很大电流的情况下,在电流过零时实际上没有电压跃变,因而也不产生恢复电压的瞬变过程。

但是,对 I_2 通常小于 I_1 的试验方式 2 而言,功率因数的移动不太显著,而在电流过零时回路的电动势值足以产生电压跃变和可观的瞬态过程。 I_2 的值是故意选择得可产生使功率因数移动最小的条件,以便最大电压跃变可能在此试验电流而不是在 I_1 时产生。在电流过零后的最初几个毫秒期间,由于热量散失和瞬态电压的时间常数相比要慢,所以,电弧的热分解物仍然处于导电状态且电导下降。在熔断器试验时,这一电导对恢复电压中的瞬态过程产生附加的阻尼作用。但是,阻尼量与回路的特性阻抗 $\sqrt{L/C} = 2\pi f_0 L$ 成正比。结果是具有较高固有频率 f_0 的瞬态过程要比具有较低固有频率的瞬态过程更有效地受到阻尼。所以,这些较低频率的瞬态过程维持时间较长,并且由于它们是叠加在工频恢复电压之上,因而可能使已熔断了的熔断件承受极高的电压作用,特别是如果在达到工频恢复电压峰值时瞬态过程仍然存在,则更是如此。由于这一极高的电压作用引起的重击穿可能会导致开断失败,所以试验技术要求必须考虑到这一情况。

上述见解可以归纳如下:

除了在熔断后的最初几个毫秒期间以外,熔断器的电弧电压不会受到回路的 TRV 条件的明显影响。

在实际恢复电压中是否产生瞬态过程取决于开断电流的大小。在试验方式 2 的试验电流 I_2 时,希望产生最高的瞬态过程,并且具有最低固有频率的瞬态过程更为不利。如果试验电流 I_1 远高于 I_2 ,则通常不产生瞬态过程。

由于希望熔断器和断路器的 TRV 特性相同,所以决定采用 GB 1984—2003 中规定的标准值。但是,考虑到上述因素,对试验作出了下列决定:

试验方式 1:由于在实际恢复电压中不产生瞬态过程,和预期 TRV 条件无关,所以不作规定。对 TRV 条件影响峰值电弧电压的例外情况已单独处理。

试验方式 2:由于已表明低频瞬态过程较为不利,所以从 GB 1984—2003 中规定的回路参数推导出了可能产生典型低频预期 TRV 的适用值(本部分的表 10)。在假定其为单频振荡的情况下,这些值是 GB 1984—2003 中相应电压最低频率的 $1/4$ 到 $1/3$ 。此外,峰值电压的数值是按幅值系数 1.5 求得而不是按本部分的表 6 中的 1.4 求得。

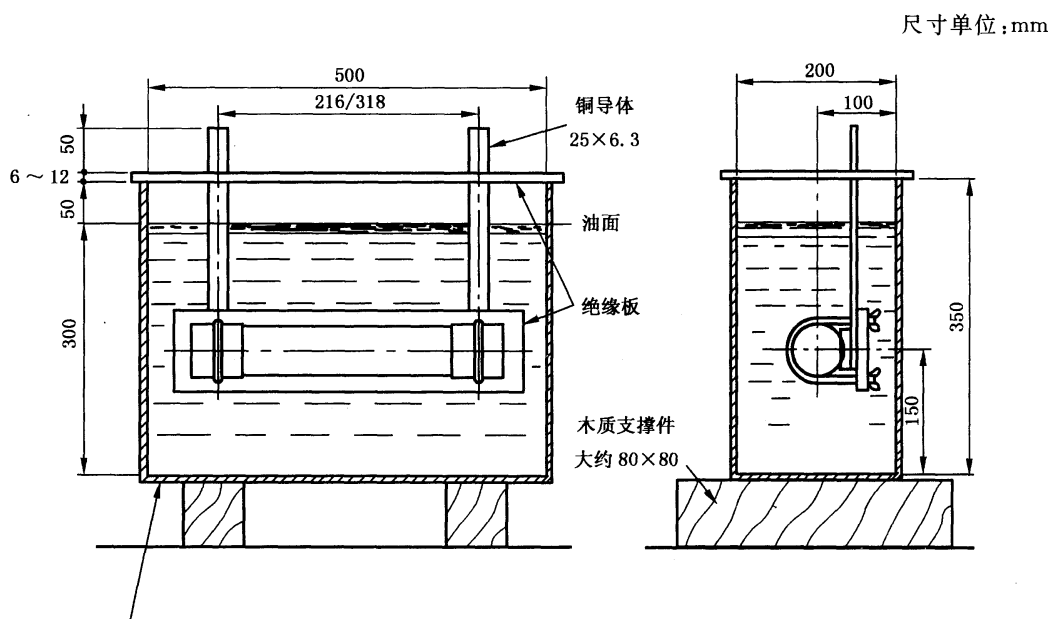
试验方式 3:本部分未规定 TRV 条件;代替 6.6.1.2 的规定是电阻器应并联到回路电抗的两端,以使振荡的瞬态过程受到完全的抑制。但是,经验表明,当电阻器是规定值时,这一抑制有时是不能实现的,特别是在固有频率很低的回路中更是如此。所以,这些值被修改为,不管试验回路的固有频率多大,应保证至少达到临界阻尼。

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

图 C.1 给出了直径为 63.5 mm、长度从 256 mm~361 mm 以及电流额定值从 63 A~200 A 的熔断件试验布置的典型例子。

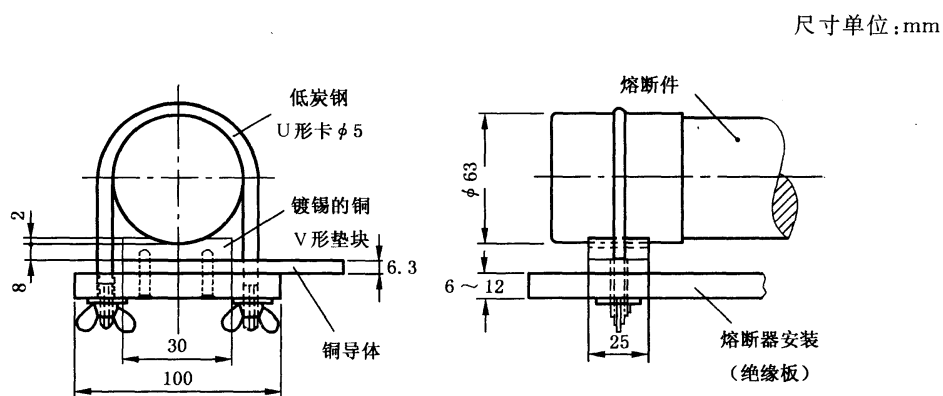


标称容量:30 L

材料:2 mm~3 mm 低碳钢

表面处理:内部和外部皆覆锌或镀锌

图 C.1 油密封熔断器温升试验用的试验箱



注：这一布置方式也可用于开断能力试验。必要时，可以进行适当的加固，且熔断件可以移动使其到箱壳的绝缘距离相等。

图 C.2 熔断件在箱中夹紧布置的明细图

附 录 D
(资料性附录)

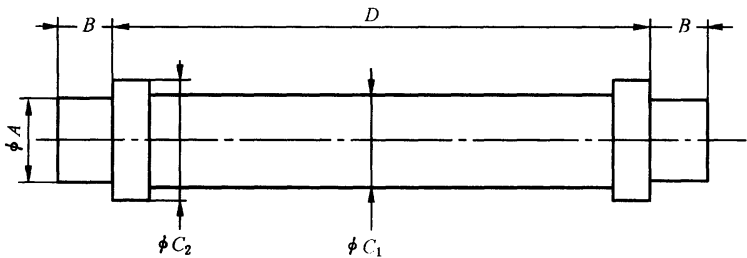
现行各国标准中规定的限流熔断件的类型和尺寸

本附录是向限流熔断件尺寸标准化迈出的第一步。它收集和加以分类的仅是在各个现行国家标准中规定的类型和尺寸。具有其他尺寸的其他现行实践没有包括在内,其原因很简单,即它们尚未正式标准化。

希望本附录将不断向各国报告致力于熔断件标准化的努力情况,并鼓励它们减少类型数。同时希望第二步将更新和完善本附录,使得提供的限流熔断件尺寸互换性达到世界范围的标准化。

在得到进一步资料以前,按照下列表 D. 1 和图 D. 1、表 D. 2 和图 D. 2、表 D. 3 和图 D. 3 中表示的尺寸数据,规定了三类(I 类、II 类和 III 类)熔断器。

尺寸单位:mm



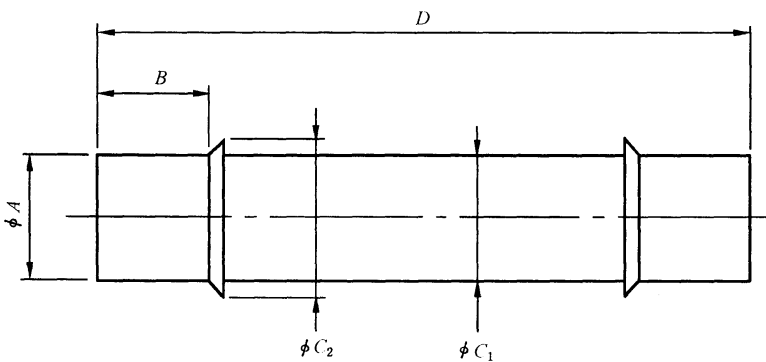
注:如果有撞击器或指示器,应位于熔断件的中心线上。

图 D. 1 I 类限流熔断器的熔断件

表 D. 1 I 类限流熔断器的熔断件的尺寸

ϕA	B	ϕC_2 (最小)	ϕC_1 和 ϕC_2 (最大)	D_{-1}^0
45 ± 1	33^{+2}_0	50	88	192
				292
				367
				442
				537
55 ± 0.5	35 ± 1	60	80	450

尺寸单位:mm



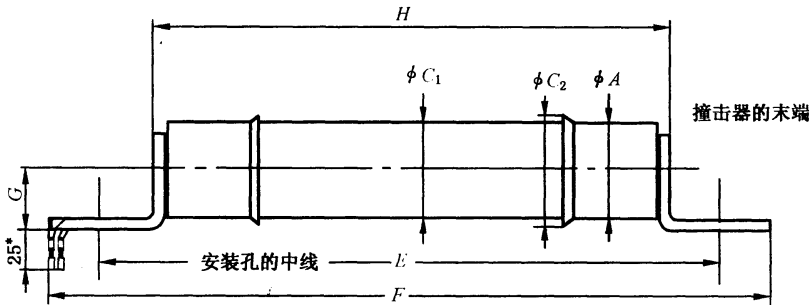
注:如果有撞击器或指示器,应位于熔断件的中心线上。

图 D. 2 II 类限流熔断器的熔断件

表 D.2 Ⅱ类限流熔断器的熔断件的尺寸

$\phi A \pm 0.5$	B^{+13}_0	ϕC_1 (最大)	ϕC_2 (最大)	D_{-4}^0
25.4	15	28	28	145
				197
				256
50.8	38	54	55.6	275
				361
				567
				916
63.5	38	67	68	256
				361
76.2	38	80	81	256
				361
				567
				916

尺寸单位:mm



注：如果有撞击器或指示器,应位于熔断件的中心线上(在该图的右侧)。

* 仅适用于 D 中的末端。

图 D.3 Ⅲ类限流熔断器的熔断件

表 D.3 Ⅲ类限流熔断器的熔断件的尺寸

ϕA (最大)	ϕC_1 (最大)	ϕC_2 (最大)	E	F_{-8}^0	H (最大)	G	末端
80	80	81	235	259	200	42 ± 2	图 D. 4A
			305	340	264	42 ± 2	图 D. 4B
			419	464	369	41 ± 2	图 D. 4D
82	82	91	235	277	205	不小于	图 D. 4A
			267	309	227	$\phi C_2 / 2$	图 D. 4C
			305	347	269		图 D. 4B-C
			320	362	280		图 D. 4C
			400	442	360		图 D. 4C
			419	464	375		图 D. 4D
			476	518	436		图 D. 4C
			553	595	517		图 D. 4B

按图 D. 4,熔断器末端开一个或两个圆孔或一个长孔。

尺寸单位:mm

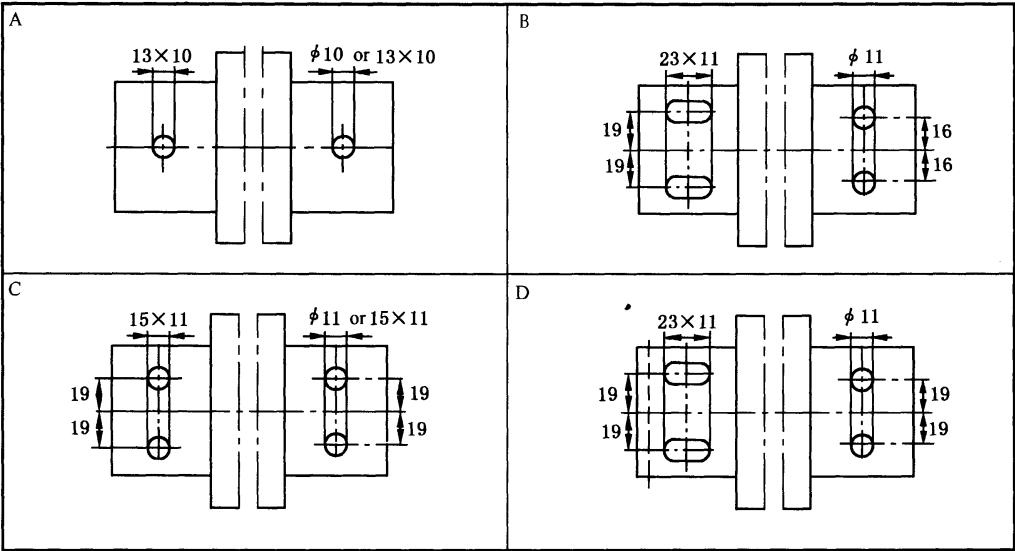


图 D. 4 熔断器末端开孔示例

附 录 E

(规范性附录)

用于环境温度超过 40 ℃ 某些类型的熔断件的要求

E.1 本附录涉及的熔断件的类型

E.1.1 概述

本附录仅涉及某些类型的熔断件。其他类型的熔断件,尽管用于环境温度超过 40 ℃ 的场合,在结构、应用和运行经历方面从本附录的这些要求中剔除一部分或者全部。

E.1.2 涵盖的熔断件

- a) 3.3.10 定义的有机类的后备熔断件和通用熔断件;
- b) 所有类型的全范围熔断件。

E.1.3 剔除的熔断件

- a) 没有划分为有机类的后备熔断件和通用熔断件从 MAT 开断试验要求中剔除;
- b) 仅用于撞击器脱扣的开关设备中的有机熔断件从 MAT 开断试验要求中剔除;
- c) 设计仅用于除了熔断器自身外没有明显热源的设备(例如,GB 16926 涵盖的负荷开关——熔断器组合电器或类似应用场合中的熔断件)中的有机后备熔断件从 MAT 开断试验要求中剔除。

E.2 简介

正如 2.1 中给出的正常使用条件规定了最大的周围温度为 40 ℃。但是,某些类型的熔断件使用的环境温度明显超过这一限值。应用事例包括用于变压器箱壳以及能够产生显著热量的其他设备内,以及强烈的阳光照射或高的环境温度的场合。本附录列出了所涉及到的特定类型的熔断件以及用于此类场合的熔断器所适用的特殊要求。如果用于此类场合的熔断件需要按照本附录进行试验,规定熔断器的最高使用温度见 E.3。在该温度时进行此类试验。如果已知特定用途的最高温度,可以选择经过适当试验的熔断器(也就是说,MAT 等于或高于运行预期的最高温度的熔断器)。

对于某些应用场合,应该注意的是:MAT 可能仅出现在异常条件下,例如变压器过载或者设备故障期间。在这种情况下,尽管可以给熔断器规定合适的 MAT,也可能不适用于在此温度下连续运行而不超过表 3 中规定的最高温度。事实上,某些类型的 MAT 数值可能高于表 3 中规定的最高温度。

本附录中涉及的熔断器对于某些使用条件可能需要降容(见附录 F 并向制造厂咨询在环境温度超过 40 ℃ 时熔断器降容方面的信息)。

E.3 最高使用温度(MAT)

这是由制造厂对熔断件规定的温度。它是与熔断件接触的周围介质的最高温度,说明了熔断件能够承受且不损伤其开断故障电流的能力。它仅适用于设计用于环境温度超过 40 ℃ 的熔断器。

E.4 优选的 MAT 额定值

对设计用于超过 40 ℃ 的熔断件,制造厂应提供关于 MAT 数值的信息。这些数值应该从 R20 数系 45、50、56、63、71、80、90、112、125、140 等中选取。优选的值为 71 ℃、112 ℃ 和 140 ℃。

E.5 特殊使用条件

本附录中的要求是为了涵盖下述使用条件。它们和附录 F(讨论关于环境温度超过 40 ℃ 时的降

容)中涉及的那些条件一样。

- a) 安装于户外且熔断件周围空气自由流动的熔断器。相关的熔断件的额定 MAT 根据使熔断器冷却的空气温度确定；
- b) 安装于较大外壳内且熔断件周围空气相对自由流动的熔断器。相关的熔断件的额定 MAT 根据使熔断器冷却的外壳内的空气温度确定；
- c) 安装于相对较小的外壳或罐体内的熔断件(见 F.2.3)。重要的是应注意到相关的熔断件的额定 MAT 根据使其冷却的外壳或罐体外的空气或液体确定；

注：不同于空气的其他气体也可以用来冷却，例如 SF₆。

- d) 安装于较大外壳内且熔断件周围液体相对自由流动的熔断器。相关的熔断件的额定 MAT 根据使熔断器冷却的外壳内的液体温度确定。

E.6 附加的开断试验要求

E.6.1 试验要求

开断试验要求应按照 6.3、6.6.1 以及下述规定。

除非本附录中另有规定，应进行下述试验作为对 6.6 中规定的试验的补充。

注：按照 6.6 在环境温度低于 40 °C 的情况下进行的试验是必要的，这是因为，对于某些熔断器的设计以及开断性能的某些方面，在较低的温度下进行试验可能更严酷。在升高的温度下进行试验是必要的，这是因为，对于其他的设计以及开断性能的其他方面，在升高温度下的试验可能更严酷。

- a) 试验方式 1：

不要求附加的试验。

注：认为试验方式 1 的试验不需要，因为升高温度时的试验失败通常与升高的元件温度有关，且试验方式 2 的试验(预计产生最大电弧能量)专门用来产生更高的温度。

- b) 试验方式 2：

对于有机的后备、有机的通用以及有机的全范围熔断器，3 次试验方式 2 的试验作为表 9 中规定的那些试验的补充，且应在制造厂规定的熔断器的最高周围温度(MAT)下进行。该附加的试验仅适用同族系列中的最大电流额定值。

- c) 试验方式 3：

有机后备熔断器：对于有机后备熔断器，如果在 6.6.1.1 中规定的试验方式 3 且在周围温度低于 40 °C 的情况下进行试验获取的熔化时间大于 100 s，则应在熔断器的 MAT 下进行两次附加的试验方式 3 的试验。该附加的试验仅适用于熔化时间超过 100 s 的同族系列中的最大电流额定值。

所有的通用熔断器：不要求附加的试验(例外见 9.3.2)。

所有的全范围熔断器：表 9 中规定的试验由 E.6.3 中规定的试验所取代。

E.6.2 试验程序

试验程序应按照 6.6.2、6.6.3 以及下述规定。

在大多数情况下，本附录中涉及的升高的温度试验可以在试样置于稳定的热环境中进行，例如温度可控的烘箱，温度设定到制造厂给出的额定值(MAT)。一旦熔断器达到了稳定温度，在后续试验期间，使空气循环的风扇应关掉。如果设计仅用于充油外壳中的熔断器进行试验时，为了方便起见，处于空气中(见 6.6.1.5.2)的使空气循环的风扇可以不关掉。

通常，如果按照附录 E 进行试验，熔断件可以不按照运行中使用的实际设备安装(例如，如果烘箱用来产生 MAT 时)。在这种情况下，熔断件的安装应尽可能模拟运行条件，已经认识到熔断器安装的所有方面(例如元件的接地)可能不能完全满足 6.3 和 6.6 的所有要求。但是，认为这样是可以接受的，因为附录 E 的试验是对 6.6 中试验的补充。

如果要求按照本附录进行试验的熔断件设计用于小的外壳或罐体(见 E.5 的 c)项)内,则应该在适当的小的外壳(形成一个熔断器外壳,FEP)模拟运行条件。如果熔断件/FEP 规定的 MAT 大于 40 °C,则熔断器和外壳的组合应安装在烘箱或一个更大的外壳内以允许冷却 FEP 的周围介质(例如,空气或油)具有等于或大于规定的 MAT 的温度。可以采用上述的辅助加热。一般地,如果熔断件已经在等效的或更严酷的条件下进行了试验,单独的 FEP 不需要进行试验。

E.6.3 全范围熔断器:试验方式 3 的试验

对于设计用于环境温度超过 40 °C 的全范围熔断器,试验方式 3 应在能够模拟此类应用的加热的外壳中进行试验,如 E.6.2 所述。

选择的试验电流 I_3 应是能够再现熔断器用于制造厂规定的最高使用温度(MAT)下引起熔断件熔化的较低的电流值。试验布置和确定电流 I_3 的方法的详细情况在 E.7 中给出。

然后进行如 6.6.3.1 的 c)项或 d)项中规定的两部开断试验。高电压试验电流 I_3 根据 E.7 描述的热试验确定。只要最终的弧前时间不小于 1 h,在整个熔化阶段低压电源可以设定到高于 I_3 的电流值以避免过长的试验时间。

1 h 以后,低压电流可以提高到高于初始值 15%来缩短熔化时间。

E.7 全范围熔断器: I_3 电流的确定

该程序可以由制造厂进行。

应该用三个样品来确定 I_3 的数值。每个样品都应置于如 E.6.2 中规定的稳定的热环境中,温度设定到制造厂给出的额定 MAT。

一旦熔断件本身达到稳定的温度后给熔断器施加电流。如果熔断件的温度再次达到稳定值,再一次提高电流值。重复该过程直到熔断器动作。如果温升的提高不超过 2%或者 1 K/h,则认为温度已经达到稳定。

电流提高的幅值通常不做规定,但是,典型的数值在 5%~10%范围内。

然后确定三只熔断器中每只熔断器不熔化的最大电流值。 I_3 定义为这三个数值中的最低值的 0.9 倍。引入 0.9 是考虑了制造偏差,以至于 I_3 试验在电流稍高于制造厂规定的额定最高使用温度(MAT)的条件下能够使熔断件熔化的最低电流的情况下进行。

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

F.1 目的

本附录的目的是当熔断器周围的温度超过 40 °C 时,对降低熔断器发热额定值的方法提供导则。在非封闭场所周围温度较高或在外壳中使用时可能出现这一情况。因此,给出的方法针对下列情况:

- a) 在周围空气温度超过 40 °C 中使用时额定值的降低;
- b) 在较大的外壳中使用时额定值的降低;
- c) 在较小的外壳中使用时额定值的降低;
- d) 在熔断件周围是油的外壳中使用时额定值的降低。

此外,方法 e)可以用来代替上述方法 a)、b)、c)和 d)。

注:在某些国家采用其他降低额定值的方法,见参考文献。

F.2 概述

本部分的 9.3.2 给出了关于熔断件额定电流选取方法的导则,并建议,由于外壳的使用,对于熔断件和外壳的特定组合,可能要求确定一新的最大允许连续电流(I_{encl})。它还进一步建议,熔断件在外壳中使用的适用性是熔断器外壳(FEP)供应者的责任。

注:FEP的意思是将熔断器组装在外壳中。

功率耗散试验(见 6.5)的结果,加上外壳温升的确定方法,将使 FEP 制造厂有可能在试验验证之前估计出 FEP 可以承载的最大允许连续电流。

许多高压熔断件是用于变压器回路中,对这种用途,GB/T 15166.6—2008 给出了熔断件选择方法的导则。正如 GB/T 15166.6—2008 的 4a)所述,这些熔断件应在时间-电流特性的 0.1 s 区域内有相对大的动作电流。为了满足这一要求,熔断件的额定电流通常是超过回路的满负荷电流,所以,采用本附录确定的额定值降低通常已经满足要求。

由于下列的原因之一或其他原因需要降低熔断件的额定值:

- 将内部热点的温度限制到不致引起恶化的数值。这一数值取决于具体的熔断件设计。
- 保证触头的温度不超过本部分表 3 中给出的最大值。

这些要求中首要的往往是确定熔断件的额定值。然而,当冷却变得较受限制因而电流额定值的降低增大时,从熔体到熔管外部的温度差减少。这导致从由熔体热点温度确定的最大负载电流转向由触头温度确定的最大负载电流。

F.2.1 在周围空气温度超过 40 °C 中使用时额定值的降低

基于环绕熔断件的周围温度超过 40 °C 时熔断件的额定电流不再适用的假设,图 F.1 提供了作为周围温度函数的需要降低额定值的百分率。每一曲线对应于表 3 中规定的触头和端子的最大温度值。

应当强调的是,这一降低额定值的方法是基于表 3 的最大温度限值而不是按本部分的 6.5 进行温升试验时所得到的实际温度。这样,就适当地考虑了其最高温升低于表 3 中允许的最大值时确定熔断件的额定值。它特别适用于较小的额定值,也能同样地适用于较大的额定值。这一方法考虑到了熔断件内的其他因素(特别是热点温度),并且通常将使得额定值降低因数偏于安全。从图 F.1 求得的值可用在从熔断件制造厂不能得到更准确资料的场合。如果可以获得这样的资料,则采用的额定值降低因数可不致过分降低。

F.2.2 在较大的外壳中使用时额定值的降低

在这一类中,典型的方法是通过对流使熔断件散热良好的三相盒式外壳。虽然不一定用金属制造,但对非屏蔽金属型外壳,到盒侧面(和隔板,如果有)的间隙,由于电气原因,应和在非遮盖的金属外壳中紧靠熔断件周围介质所要求的间隙一致。

对于这种外壳,图 F.1 可用来帮助确定熔断件在一给定的外壳中使用时 I_{encl} 值。如果熔断器周围的介质温度是已知的,那么,图 F.1 可用来验证 I_{encl} 是否正确。但是,需克服的困难是,熔断件所产生的热量对外壳内的温度具有直接的影响。

IEC 60890 给出了计算外壳内空气温度的方法,同一原理可适用于包含有高压熔断件的外壳。

下面,研究图 F.2 中所示的例子,并假定 100 A 的熔断件在额定电流下的功率耗散为 85 W。

注:实际功率耗散值是按 6.5.3 从熔断件制造厂获得。

填写图 F.3 中所示的表(IEC 60890 给出了程序的全部说明)。

填好的表见图 F.4,并且假定 I_{encl} 值为 80 A。第一段的计算结果为有效冷却表面 A_e 。常数 K 、 d 、 x 和 c 是从 IEC 60890 获得。有效功率耗散 P 需要作一些说明:

必须假定一个 I_{encl} 值并求得相应的功率耗散。作为此例的初始假定,假定了 I_{encl} 值为 80 A,得出功率耗散 $(80/100^2) \times 85 = 54.4 \text{ (W)}$ 。在上端外壳的总温升求得为 37.5 K。

如果现在用图 F.1 来查在周围温度为 $40 + 37.5 = 77.5 \text{ }^\circ\text{C}$ 下螺栓紧固的触头($105 \text{ }^\circ\text{C}$)的额定值降低因数,则可查得额定值降低因数为 65%。因此,选用额定电流 100 A 超过了额定电流 \times 额定值降低因数[即 $100 \times 0.65 = 65 \text{ (A)}$],所以认为 I_{encl} 值为 80 A 用是过大的。

这一计算现在必须采用一个较低的电流重复进行,因此假定为 70 A,此时功率耗散 $(70/100)^2 \times 85 = 41.6 \text{ (W)}$ 。这导致外壳上端的温升为 30.3 K。现在假如我们用周围温度 $(40 + 30.3) = 70.3 \text{ }^\circ\text{C}$ 查图 F.1,则可查得额定值降低因数为 73%。这样,允许的额定值 $0.73 \times 100 = 73 \text{ (A)}$,超过了建议的 I_{encl} 值 70 A,所以,认为后者是可接受的。

此例说明如何利用图 F.1 和 IEC 60890 中的资料估计 FEP 可接受的 I_{encl} 值。当外壳内具有能产生很大功率耗散的其他配件或连接线时,那么,这些功率耗散应加到熔断件的功率耗散上。

F.2.3 在较小的外壳或罐中使用时额定值的降低

在熔断件额定值降低场合所见到的罐的主要特性是:

- 典型的罐是一单相外壳。
- 在熔断件的外表面和罐内壁之间的距离较小,典型的为熔断件直径的 10%~25%。
- 由于空间狭窄,对流冷却不太显著,而辐射和传导可能起主要作用。熔断件和罐构成一整体装配,并且额定值的降低量往往是取决于此装配体所能耐受的最大功率耗散。
- 随着罐的结构和使用材料的不同,在某些情况下,罐内部的温度可能对额定值降低是决定性的因素。

由于罐和熔断件的相互作用很密切,这一组合体额定值的降低量通常只能通过测量确定。

F.2.4 在熔断件周围是油的外壳中使用时额定值的降低

设计在油中使用的熔断件的额定电流,是用设计模拟试验条件(见 6.5.1.2)的、比较受限制的条件下的试验确定。因此,在外壳内的额定值降低(如果有)通常是最小的。但是,当外部周围温度超过 $40 \text{ }^\circ\text{C}$ 时,仍应适当地考虑。

F.2.5 总结

以上的 F.2.1~F.2.4 提供了一个估计的方法,它不能替代 FEP 制造厂进行的实际试验。如果 FEP 制造厂进行了试验,那么,这些试验结果应使采用本附录作出的任何估计作废。

F.2.6 确定额定值降低量的替代方法

如果 FEP 制造厂或实际用户有可能在装设相应熔断器的设备上进行试验,则可以采用下列方法确定 FEP 的 I_{encl} 值。

- a) 从熔断器制造厂取得的在本部分规定的正常试验条件(见 6.5.3)下熔断器额定电流(I_r)时的功率耗散(W_r ,以 W 计)值。
根据此值计算熔断件的最大允许热态电阻(W_r/I_r^2)。
- b) 像在使用中那样,将三个熔断器装成一组,施加逐渐增大的试验电流直到:
- 1) 热态电阻(将每个熔断件两端的电压降除以电流求得)达到上面在 1)中算得的值,或
 - 2) 在熔断器触头和端子上的温升达到 4.7 中规定的允许限值。
- c) 熔断件的 I_{encl} 值将是下列两值中较低的一个:
- 1) 由最大允许热态电阻得到的值;
 - 2) 由 4.7 中规定的相应最大温升得到的值。

还应注意,本附录处理的是关于相关的和/或被保护的设 备(例如变压器和电动机)的连续满负荷电流的要求。在循环过载下的使用,应按制造厂和用户间的协议。

温度限值			
最大温度/℃	介质	接触型式	表面处理
75	空气	弹簧触头	裸的
80	油	弹簧触头	裸的
		螺栓触头	裸的
90	空气	螺栓触头	裸的
		螺栓连接的端子	裸的
	油	弹簧触头	银、锡或镍
95	空气	弹簧触头	锡
100	油	螺栓触头	银、锡或镍
105	空气	弹簧触头	银或镍
		螺栓触头	锡
		螺栓连接的端子	银、锡或镍
115	空气	螺栓触头	银或镍

图 F.1 额定值降低的曲线

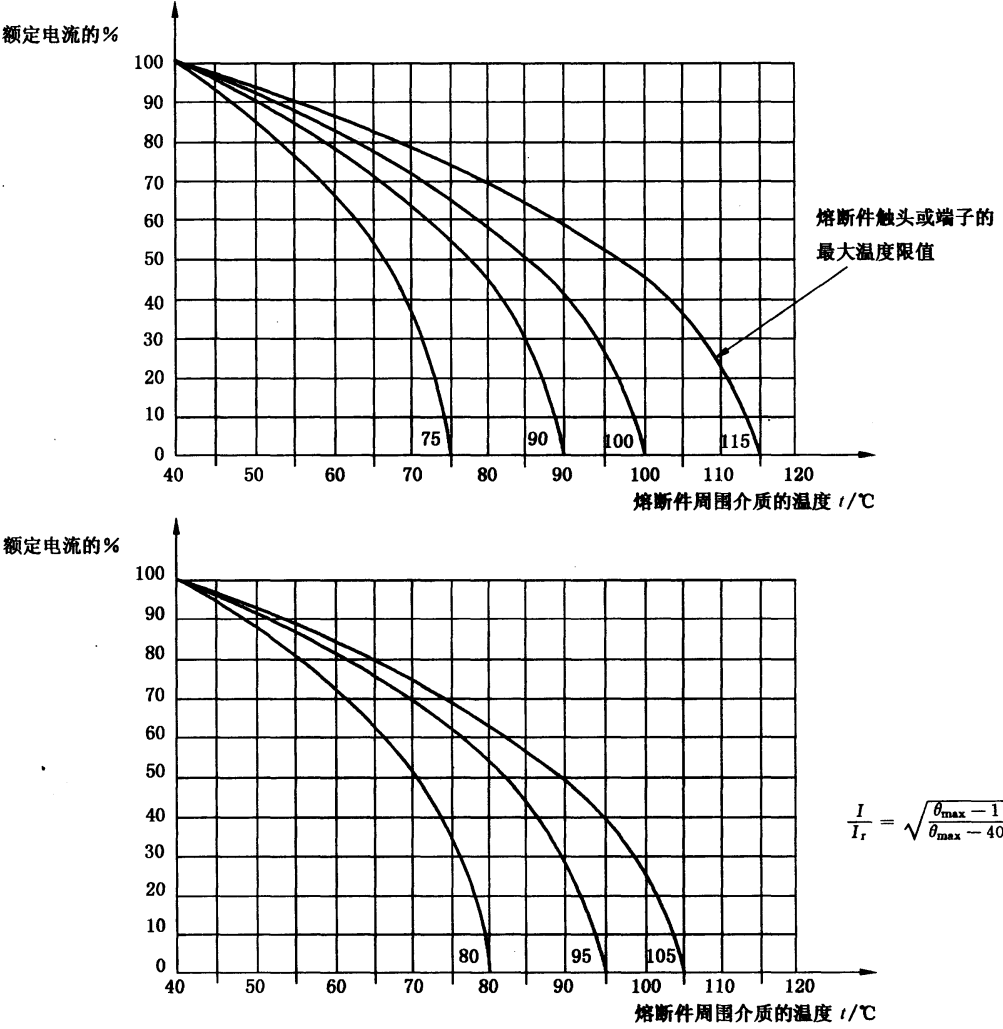


图 F.1 (续)

尺寸单位:mm

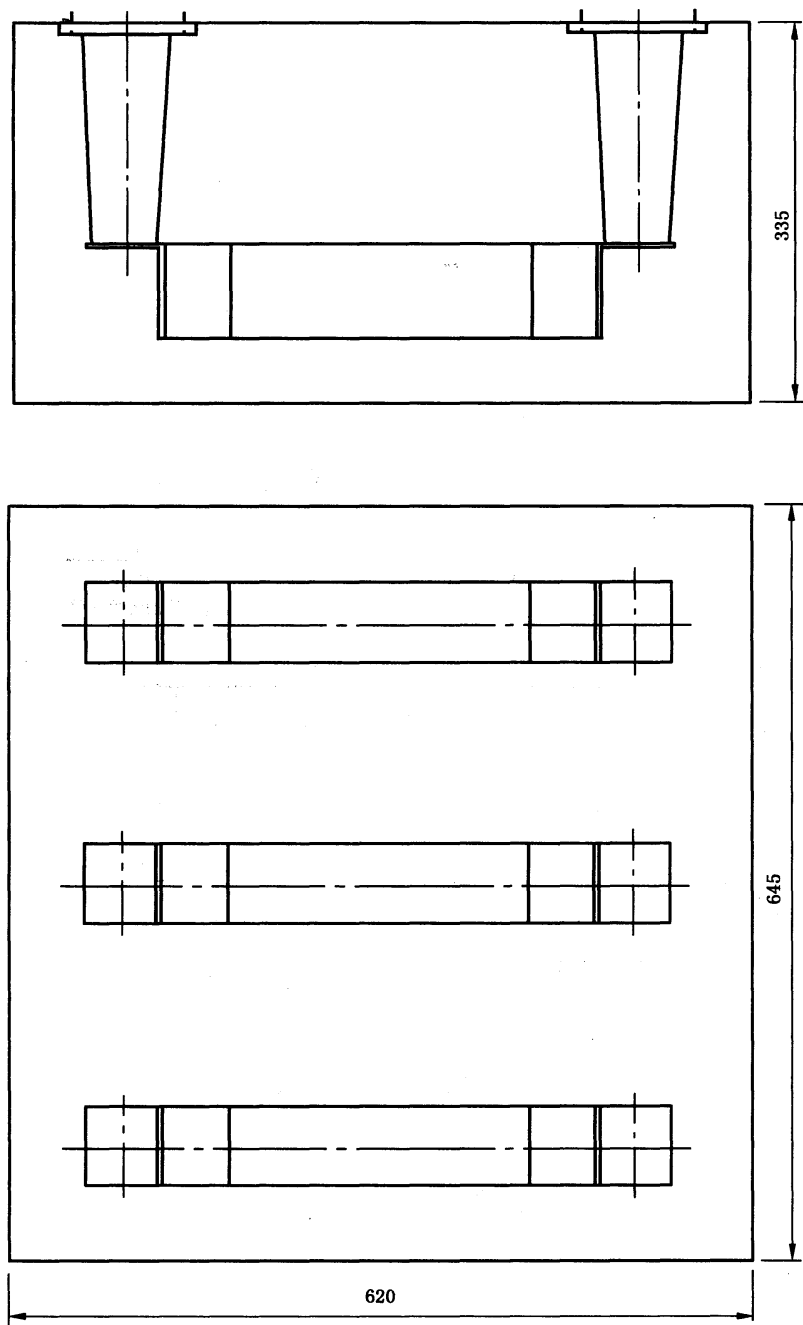


图 F.2 示例:尺寸

外壳内空气温升的计算					
客户/工厂 仅仅是例子(见图 2)					
外壳类型					
温升的相关尺寸			设施的类型:		
			通风口: 有/无		
			水平隔板的数量:		
等效的冷却面积		尺寸	A_o	按照表Ⅲ确定的表面系数 b	$A_o \times b$ (栏 3) × (栏 4)
		m × m	m ²		m ²
		2	3	4	5
	顶部				
	正面				
	后面				
	左侧面				
	右侧面				
$A_{\text{总}} = \sum(A_o \times b) = \text{总值}$					

有效的冷却面积 $A_{\text{总}}$	
超过 1.25 m ²	不超过 1.25 m ²
$f = \frac{h^{1.35}}{A_{\text{总}}}$ (见 IEC 60890:1987 的 5.2.3)	$g = \frac{h}{w}$ (见 IEC 60890:1987 的 5.2.3)

空气入口打开/cm ²		
外壳常数 k		
水平隔板的系数 d		
有效的功率损耗 P/W		
$P^x = P^{0.804}$		
$\Delta t_{0.5} = k \cdot d \cdot P^x$		
温度分布系数 c		
$\Delta t_{1.0} = c \cdot \Delta t_{0.5}$		

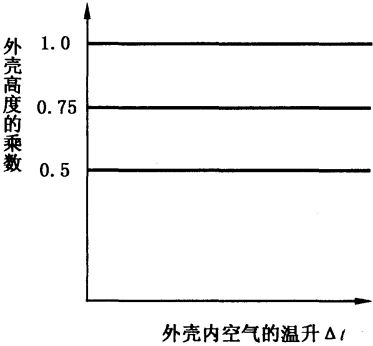
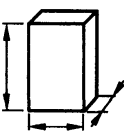


图 F.3 选自 IEC 60890

外壳内空气温升的计算					
客户/工厂 仅仅是例子(见图 2)					
外壳类型 3 相					
温升的相关尺寸 高度 620 mm 宽度 645 mm 深度 335 mm			设施的类型:		
			通风口: 有/无 无		
			水平隔板的数量: 无		
等效的冷却面积		尺寸	A_o	按照表Ⅲ确定的 表面系数 b	$A_o \times b$ (栏 3)×(栏 4)
		$m \times m$	m^2		m^2
		2	3	4	5
	顶部	0.645×0.335	0.246	1.4	0.302 4
	正面	0.645×0.620	0.400	0.9	0.360 0
	后面	0.645×0.620	0.400	0.9	0.360 0
	左侧面	0.335×0.620	0.208	0.9	0.186 9
	右侧面	0.335×0.620	0.208	0.9	0.186 9
	$A_e - \sum(A_o \times b) = \text{总值}$				1.396
有效的冷却面积 A_e					
超过 1.25 m^2			不超过 1.25 m^2		
$f = \frac{h^{1.35}}{A_e}$ (见 IEC 60890:1987 的 5.2.3) $\frac{0.620^{1.35}}{0.645 \times 0.335} = 2.43$			$g = \frac{h}{w}$ (见 IEC 60890:1987 的 5.2.3)		

空气入口打开/cm ²	—	—
外壳常数 k	0.48	0.48
水平隔板的系数 d	1	1
有效的功率损耗 P/W	$54.4 \times 3 = 163$	$41.6 \times 3 = 124.8$
$P^x = P^{0.804}$	60.1	48.5
$\Delta t_{0.5} = k \cdot d \cdot P^x$	28.85	23.3
温度分布系数 c	1.3	1.3
$\Delta t_{1.0} = c \cdot \Delta t_{0.5}$	37.5	30.3
	80 A 时	70 A 时

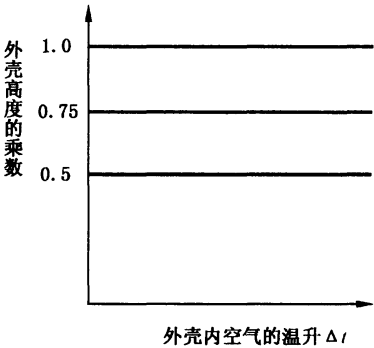


图 F.4 应用的实例

附录 G

(资料性附录)

确定 I_t 试验有效性的判据

G.1 简介

要求 I_t 试验的熔断器是那些熔断器内部在不同的电流水平、单元的不同的串联部分履行大多数开断职能的熔断器。如果大电流试验(试验方式 1 和试验方式 2)以及小电流试验(试验方式 3)没有涵盖熔断单元的不同部分电流开断的转换区域,则 I_t 试验用来验证没有电流不能被或者独立的不同段或者两者的组合开断。因为熔断器设计的多样性,确定此类试验有效性也不存在一个简单的规则,因此,本附录给出了哪些努力验证 I_t 试验有效性的一般导则来说明计划做的试验的确达到了目的。

G.2 开断过程

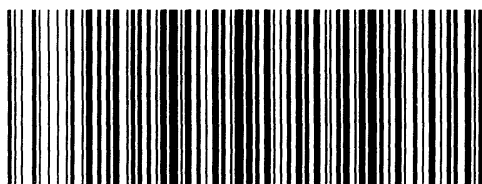
可能最简单的 I_t 现象的图示就是熔断件由限流段(具有限制能力的带子)和喷射段(单元在套筒中)串联组成。在大电流时,仅带子熔化并起弧(所有的限制全部同时熔化),而在小电流时,仅喷射段熔化和起弧。对于此类设计,两个串联段的熔化时间-电流特性(TCC)会在某个中间电流处交叉,此处小电流段和至少大电流段的一个限制节熔化并起弧。这样一个交叉电流通常可以相对简单地确定,且如果 TCC 曲线相互交叉在一个较大的角度就很容易确定。该交叉电流就是熔断器的 I_t 电流。试验在两个电流水平下进行,稍高于和稍低于该 I_t 电流,以验证熔断件的小电流段必须开断的最高电流(而不需要来自大电流段的帮助)和大电流段必须开断的最小电流(而不需要来自小电流段的帮助)。

因此,有理由假设大电流段可以开断大于 I_t 的所有电流,小电流段能够开断小于 I_t 的所有电流。如果每一试验电流产生的电弧仅出现在相关的段,则与标准的符合性得到了验证。这可以通过诸如物理检查(打开熔断件)、X-射线检查或者等效的方法来确定。

上述简单的图解说明了所有熔断器可以遵循的基本原理。但是,很多熔断器的设计不符合这一简单程序。串联熔断件的熔化 TCC 可能交叉的角度太小以致于不存在一个明显的 I_t 值,而是一个大于任何一个电流值 $\pm 20\%$ 的交叉区域。对于其他设计,熔化的 TCC 可能实际上根本不交叉,因此,有可能是一段对于所有的电流都熔化,而另一段却履行着大多数开断职能。对于存在很多单元并联的某些设计,大电流段中的电流值开始熔化且参与开断过程可能显著低于与 TCC 曲线交点相对应的明显的“交叉”值。

参 考 文 献

IEC 60890:1987 对低压开关设备和控制设备经过部分型式试验的组件用外推法估计温升的方法。



GB/T 15166.2-2008

版权专有 侵权必究

*

书号:155066·1-35161

定价: 40.00 元