



## 高压熔断器

西安高压电器研究所有限责任公司 西安五环特种熔断器有限公司 焦秋忠 李正平 王晋川 阅读次数: 0

熔断器以其优异的保护性能成为配电设备及线路过载和短路电流故障的首选保护电器。它开断的短路电流大并能非常显著地遏制其幅值,尤其是它具有速断功能,这些都是其它保护电器不可比拟的。

特别是熔断器与负荷开关、接触器等配合使用,可替代价格昂贵的断路器,它的限流作用可大大降低变电站等供电设备的投资成本。随着人们对其认识的提高,它的市场占有率也越来越大,各类环网柜的大量使用就是一个很好的例证。

然而,熔断器虽然是一种结构简单、保护可靠、成本低廉的保护电器,但如果使用不当,将会导致误动或不动,丧失其优异的保护特性,造成本来可以避免的损失。因此,有必要正确地认识和使用熔断器。

不管哪一种类型的熔断器,也不管其保护对象是什么,它们的工作原理都是一样的:人为地在电路中设置一个最薄弱的发热元件,称作熔体或熔丝。当流过的电流超过一定数值时,熔体发热熔化,产生电弧,在周围灭弧介质作用下,熄弧熔断,开断电路,保护其它电器设备。

### 1 高压喷射式熔断器

绝大多数跌落式熔断器属于喷射式熔断器。现在也有一种限流跌落式熔断器。它们主要用来作为配电变压器、电力线路等的短路和过负荷保护,也被称为跌落保险。

不管何种型号的跌落式熔断器,它们都是由最基本的几个部件组成:上下静触头、载熔件(包括复合熔管、熔断件、上下动触头)、绝缘子(包括瓷绝缘子和复合硅橡胶绝缘子)和安装板等。只是其形状各异,因而型号也不尽相同。其灭弧原理都一样,熔断件放在复合熔管内,此管由产气管(现一般为钢纸管)和外保护管(环氧玻璃丝布)复合而成。当变压器或线路发生故障时,熔断件中流过的电流变大,熔体受热熔化,产生电弧,电弧高温使熔管内部产气材料分解出大量气体,沿熔管内部纵向排出,使电弧在电流自然零点熄灭。所以,不会出现截流,过电压较低。

喷射式熔断器的分类有多种,以安装形式来分、以保护的對象来分、以所用的熔断件种类来分、以其排气结构来分等。我们根据各种类型熔断器的型式试验中的主要项目——开断试验,以开断时的排气结构来分,可将其分为四类:单端排气、双端排气、逐级排气和双端封闭式四种结构。

单端排气式结构的熔断器最早多为国外生产,近几年我国也开始生产,正逐渐打开市场。它的熔管上端用上动触头封住,只留下端敞开排气,其优点是兼顾开断大、小电流。缺点是成本较高,开断大电流时,对安装板和上下静触头等部位造成非常大的冲击力。如果材质不过关,这些部位很容易变形或损坏。还有一种国内早已生产现在还在使用的BRW型并联电容器单台保护用高压熔断器,它也是单端排气结构,由复合熔管、小灭弧管、熔断件、外拉簧、安装板及动作指示牌构成。

双端排气式结构的产品在我国很多地方现在仍在大量使用着,如RW3、RW7型等。这些产品的优点是结构简单、成本较低,开断大电流时很好。缺点是开断小过载电流时灭弧管内压力不足,不能开断20%额定短路开断电流以下的小故障电流。我们对其进行技术改造后,将其开断电流的上限提高到12.5 kA,开断下限为15 A,增加的成本不到1%。由于是双端敞开排气,在开断大电流时,几乎对上下触头和安装板没有冲击力,触头也几乎无烧损。

逐级排气式结构的产品有RW5、RW10、RW11和IPRW1型等。在上动触头内装有释压帽,内嵌有金属薄膜片(释压片)。开断大电流时,释压帽内薄膜片破裂,形成双端排气;开断小电流时,膜片不破裂,单端排气,在灭弧管内形成较高的压力,吹弧力量较强,故能兼顾开断大、小电流。

双端封闭式结构的产品主要由国外厂家生产，这种产品在熔管下端装有吸收喷出电弧能量的燃烧微粒收集器，里面有迷宫线圈等。这种产品能保证更安全地运行，为环保型产品。并拓宽了产品的使用范围，使其可用于箱变及柜体内。缺点是成本太高，价格较贵。

以上除双端排气结构使用环形熔断件外，其它结构的产品基本上都使用钮扣式熔断件，有的在熔断件上附带有小灭弧管。

跌落式熔断器的多功能组合体有如下几种：(1)与避雷器的组合，这样不但能开断短路或过载电流，也能使高压电器设备及线路免受大气过电压及操作过电压的损害。(2)与小型负荷开关的组合。合分负荷电流的灭弧室用产气材料制成板式或管式，有的用小型真空灭弧室。(3)将(1)和(2)项组成带金属氧化物避雷器及切负荷装置的跌落式熔断器。(4)与隔离开关组成熔断器式隔离开关。(5)将限流熔断器改造成跌落式结构，提高开断容量。(6)与氧化锌等非线性电阻并联，限制熔断器的过电压，还可将部分短路电流转移到此电阻上，减少灭弧管中承受的电弧能量。

目前，跌落式熔断器在运行方面遇到的主要问题有：熔断件的时间-电流特性不稳定，随着运行环境、温度的变化，造成配合失误、越级跳闸等现象；不能稳定开断小电流，常常造成事故；熔管质量差，发生变形、起层现象，变形严重的导致误跌落；上下触头接触不好，接触压力不够，引起触头过热、烧损，有的还导致熔管烧损碳化，造成不跌落。

针对以上情况，首先要选择性能好的、通过国家有关检测部门型式试验的合格产品，其次要正确地选择和使用这些产品。

根据不同的保护对象，选择相应的型号及相应时间-电流特性的熔断件，还要考虑上下级配合等各方面的因素，准确选择具体的参数。

安装角度也很重要，正确地安装才能保证其正常的跌落。

不能正常开断小电流的现象，一般是因为小灭弧管不合格，还有就是小灭弧管没有粘合好，长时间的运行、振动造成小灭弧管脱落。如果使用的是未经改造的老式产品，那就根本不能开断小过载电流。

复合熔管的产气材质选择。目前来看，钢纸管产气性能比较好，机械强度高，抗冲击，韧性好，开断故障电流时消耗少，寿命长，不易碳化。桑皮管产气差，受潮变形严重，机械强度和耐热性能低。聚氯乙烯管灭弧能力差，耐热能力低，碳化严重。

跌落式熔断器触头接触不良的原因很多，如经常用来合分负载线路，在合分过程中，熔断器触头间产生电弧，烧损触头，引起接触不良。这种操作还可能引起其它事故。因此，尽可能避免这种操作。另外，其保证触头接触压力的弹性材料（如弹簧等），在常温下正常，但长期运行时发热，出现疲劳，有的失去弹性，影响接触。还有就是选用的熔断件伸缩率较大，尤其是低熔点熔断件，长期运行受热伸长，载熔件中原本应张紧的熔断件弹出板（或扭簧）释放，活动关节变松，使载熔件失去自锁作用，从而影响熔断器的接触压力。

目前，我国跌落式熔断器与过去相比，保护特性和可靠性都有很大提高。老式熔断器存在的问题已得到解决。今后，要开发新的、更多功能的熔断器，如具有重合闸功能的熔断器，三相联动结构的跌落式熔断器等。在电压等级上再上一个台阶，如推出新型的110 kV熔断器。进一步提高熔断件的防腐能力和制造水平，保证其时间-电流特性的稳定。开发各种速率的熔断件，满足供电系统保护配合的要求。

## 2 高压限流式熔断器

不管何种型号的限流熔断器，其外形结构基本相同，灭弧原理也一样。它的基本结构都是由熔管（瓷管或环氧玻璃纤维管）、绕于柱式骨架上的熔体（熔丝）、灭弧介质（填料）和指示触发器等组成，并用金属端帽分别在管的两端密封。其中熔体、熔管和灭弧介质（石英砂）对限流熔断器来说最为关键。它的撞击机构（触发器）有四种：弹簧式、炸药式、鼓膜式和温控式。其灭弧原理主要是靠石英砂的强烈冷却作用，在短路电流达到最大值之前就将其切断。它的开断能力极大，开断时间极短。也正是由于电弧电流被强迫过零，所以容易产生过电压。

它的保护对象较多，如变压器、电动机、电压互感器、电容器和配电线路等。

限流熔断器按其开断电流范围来分，分为三类：一类是后备熔断器——能开断从额定最小开断电流到额定最大开断电流的电流；另一类是通用熔断器——能开断从一小时内动作的电流到额定最大开断电流的电流；还有一类为全范围保护熔断器——能开断从熔体熔化电流到额定最大开断电流的电流。

石英砂的低过载电流分断性能很差，这一直是难以解决的问题之一。为提高限流熔断器的低过载电流分断性能，达到不同的保护范围，采取改变熔体结构或与别的不同种类的熔断器组合等许多有效措施。下面所述的几种结构就是这样来实现的。

第一，由限流式和喷射式组成的高压全范围熔断器。限流式熔断器因石英砂具有限流作用，开断大故障电流的能力很强，而开断低过载电流比较困难。喷射式熔断器对低过载电流的开断性能较强，而大故障电流的开断较为困难。将两者优点结合起来就可组成全范围熔断器，其喷射式部分采用一种小喷射管，管材由产气材料做成，喷出的电弧靠石英砂等灭弧介质吸收。

第二，由限流式和真空式组成的全范围熔断器。真空熔断器的特点是对大电流不能起限流作用，而对小电流易于开断。两者组合起来即可达到全范围的保护。

第三，熔体由两种不同熔点的金属串联构成的全范围熔断器。这种熔断器的熔体是由在带状银熔体中间串入一种熔点较低的金属（如金硅合金等）构成，其外面套有产气的辅助灭弧管。低熔点金属部分用以开断小电流，银熔体部分用以限制和开断大电流。这将使得整个熔断器从最小熔化电流到额定最大开断电流都能可靠地开断。

第四，采用冶金效应点改善限流熔断器低过载故障电流的开断性能。它是在一般限流式熔断器的带状银熔体的表面敷置低熔点金属小球（如锡珠等），这样，利用冶金效应使熔体在较小过载电流时熔断，开断低过载电流，而利用一般限流式熔断器开断大的短路电流。

第五，这种全范围限流熔断器是利用机械力将流过过载电流的熔体的狭颈强行拉开，在石英砂中有效地熄灭电弧。达到开断小过载电流的目的。具体结构是，用一个可运动的杆取代星形骨架的一个支臂，绕在动杆上的熔体有特殊的狭颈，以便杆运动时机械断开。其附近的砂子不会受到挤压。动杆靠气体发生器产生的气体推动。过载电流使得主熔体的电阻不断增加，直至超过副熔体的电阻。使电流转移到副熔体上，引起副熔体熔化，点燃气体发生器，产生高压气体，通过执行器推动动杆，将狭颈处产生的过载电流电弧拉长，在石英砂中冷却过零熄灭。

第六，这是一种特殊结构的SF<sub>6</sub>全范围熔断器。其灭弧原理与上述几种结构不同，它以SF<sub>6</sub>气体作为灭弧介质。当故障电流引起熔体熔化而产生电弧时，电弧受磁场作用，在SF<sub>6</sub>气体中被旋转、拉长和冷却直至电流过零时熄灭。不管故障电流大小，只要能导致电弧产生，它便以此方式熄弧。

第七，并联炸开式隔离区的限流器。它是将装有炸药的主母线与高压限流熔断器并联，在控制、检测系统（包括传感器和触发器等）下运行。当系统发生短路故障时，传感器将检测的短路信号传至控制器，控制器对此进行分析处理，若超过整定值，就发出触发电火信号，触发器点火，主母线炸开，形成隔离区，此时电路并未断开，故障电流转移至并联的限流熔断器上，由限流熔断器完成开断任务。这种产品的名称有很多种，结构、原理大致相同，国内已有几个厂家生产，其额定电流大，单只最大的可达5000 A，一般用于发电机、电厂分支母线及大型厂用变压器的保护。

值得一提的是，现在有许多故障限流器已不在熔断器的概念范围内，它们在正常情况下为低阻抗，故障情况下为高阻抗。这些限流器的种类有超导型、电力电子型、聚合物PTC（正温度系数）电阻型等等。

限流熔断器的正确选择与使用特别重要，基本参数和型号的选择，保护特性与保护对象的配合等各方面情况均要考虑，有些参数的选择是经验性的，有些是要准确计算的。此外，还要确保熔断器的正确安装与维护等。

目前，变压器保护用熔断器单只额定电流均在500 A以下，对较大容量的变压器保护还得用断路器。因此，还需要开发更大额定电流的熔断器及一些功能多、成本低的经济型产品。特别是进一步提高生产工艺水平，制造出特性曲线稳定、误差小的优质产品，确保电力系统安全可靠地运行。

来源：《农村电气化》

[编读往来](#) | [会员服务](#) | [我要发布](#) | [站点导航](#) | [网站地图](#)

©中国农村电气化信息网 版权所有

指导部门：原国家经济贸易委员会电力司

主办单位：农村电气化期刊社(中国电力企业联合会农电分会、中国电机工程学会农村电气化分会)

北京天衡可再生能源有限责任公司

承办单位：北京天衡可再生能源有限责任公司



联系方式： 电话：010-87581178 传真：010-87581052