

保险丝的基本知识

何谓保险丝其作用是什么？

保险丝也被称为熔断器，IEC127 标准将它定义为“熔断体（fuse-link）”。它是一种安装在电路中，保证电路安全运行的电器元件。保险丝的作用是：当电路发生故障或异常时，伴随着电流不断升高，并且升高的电流有可能损坏电路中的某些重要器件或贵重器件，也有可能烧毁电路甚至造成火灾。若电路中正确地安置了保险丝，那么，保险丝就会在电流异常升高到一定的高度和一定的时候，自身熔断切断电流，从而起到保护电路安全运行的作用。

最早的保险丝于一百多年前由爱迪生发明，由于当时的工业技术不发达白炽灯很贵重，所以，最初是将它用来保护价格昂贵的白炽灯。

保险丝的工作原理是怎样的？

我们都知道，当电流流过导体时，因导体存在一定的电阻，所以导体将会发热。且发热量遵循着这个公式： $Q=0.24I^2RT$ ；其中 Q 是发热量， 0.24 是一个常数， I 是流过导体的电流， R 是导体的电阻， T 是电流流过导体的时间；依此公式我们不难看出保险丝的简单的工作原理了。

一旦制作保险丝的材料及其形状确定了，其电阻 R 就相对确定了（若不考虑它的电阻温度系数）。当电流流过它时，它就会发热，随着时间的增加其发热量也在增加。电流与电阻的大小确定了产生热量的速度，保险丝的构造与其安装的状况确定了热量耗散的速度，若产生热量的速度小于热量耗散的速度时，保险丝是不会熔断的。若产生热量的速度等于热量耗散的速度时，在相当长的时间内它也不会熔断。若产生热量的速度大于热量耗散的速度时，那么产生的热量就会越来越多。又因为它有一定比热及质量，其热量的增加就表现在温度的升高上，当温度升高到保险丝的熔点以上时保险丝就发生了熔断。这就是保险丝的工作原理。

从这个原理中应该知道，在设计制造保险丝时必须认真地研究所选材料的物理特性，并确保它们有一致几何尺寸。因为这些因素对保险丝能否正常工作起到了至关重要的作用。同样，您在使用它的时候，一定要正确地安装它。

保险丝的构造如何？各有什么功效？又有什么要求？

一般保险丝由三个部分组成：一是熔体部分，它是保险丝的核心，熔断时起到切断电流的作用，同一类、同一规格保险丝的熔体，材质要相同、几何尺寸要相同、电阻值尽可能地小且要一致，最重要的是熔断特性要一致；二是电极部分，通常有两个，它是熔体与电路联接的重要部件，它必须有良好的导电性，不应产生明显的安装接触电阻；三是支架部分，保险丝的熔体一般都纤细柔软的，支架的作用就是将熔体固定并使三个部分成为刚性的整体便于安装、使用，它必须有良好的机械强度、绝缘性、耐热性和阻燃性，在使用中不应产生断裂、变形、燃烧及短路等现象；电力电路及大功率设备所使用的保险丝，不仅有一般保险丝的三个部分，而且还有灭弧装置，因为这类保险丝

所保护的电路不仅工作电流较大，而且当熔体发生熔断时其两端的电压也很高，往往会出现熔体已熔化（熔断）甚至已汽化，但是电流并没有切断，其原因就是在熔断的一瞬间在电压及电流的作用下，保险丝的两电极之间发生拉弧现象。这个灭弧装置必须有很强的绝缘性与很好的导热性，且呈负电性。石英砂就是常用的灭弧材料。

另外，还有一些保险丝有熔断指示装置，它的作用就是当保险丝动作（熔断）后其本身发生一定的外观变化，易于被维修人员发现，例如：发光、变色、弹出固体指示器等。

保险丝有哪些种类？

按保护形式分，可分为：过电流保护与过热保护。用于过电流保护的保险丝就是平常说的保险丝（也叫限流保险丝）。用于过热保护的保险丝一般被称为“温度保险丝”。温度保险丝又分为低熔点合金形与感温触发形还有记忆合金形等等。温度保险丝是防止发热电器或易发热电器温度过高而进行保护的，例如：电吹风、电熨斗、电饭锅、电炉、变压器、电动机等等；它响应于用电电器温升的升高，不会理会电路的工作电流大小。其工作原理不同于“限流保险丝”。

按使用范围分，可分为：电力保险丝、机床保险丝、电器仪表保险丝（电子保险丝）、汽车保险丝。

按体积分，可分为：大型、中型、小型及微型。

按额定电压分，可分为：高压保险丝、低压保险丝和安全电压保险丝。

按分断能力分，可分为：高、低分断能力保险丝。

按形状分，可分为：平头管状保险丝（又可分为内焊保险丝与外焊保险丝）、尖头管状保险丝、铡刀式保险丝、螺旋式保险丝、插片式保险丝、平板式保险丝、裹敷式保险丝、贴片式保险丝。

按熔断速度分，可分为：特慢速保险丝（一般用 TT 表示）、慢速保险丝（一般用 T 表示）、中速保险丝（一般用 M 表示）、快速保险丝（一般用 F 表示）、特快速保险丝（一般用 FF 表示）。

按标准分，可分为：欧规保险丝（VDE）、美规保险丝（UL）、日规保险丝（PSE）。

慢速保险丝是怎样一回事？

慢速保险丝也叫延时保险丝，它的延时特性表现在电路出现非故障脉冲电流时保持完好而能对长时间的过载提供保护。有些电路在开关瞬间的电流大于几倍正常工作电流，尽管这种电流峰值很高，但是它出现的时间很短，我们称它为脉冲电流也有称它为冲击电流或叫它为浪涌电流。普通的保险丝是承受不了这种电流的，这样的电路中若使用的是普通保险丝恐怕就无法正常开机了，若使用更大规格的保险丝，那么当电路过载时又得不到保护。延时保险丝的熔体经特殊加工而成，它具有吸收能量的作用，调整能量吸收量就能使它即可以抗住冲击电流又能对过载提供保护。标准对延时特性都有规定，若标准的规定特性无法满足要求时，可与制造商联系以得到解决。

保险丝的额定电流是否就是使保险丝熔断的电流？

不是。应该仅将它看成是一种规格的标称，而流过保险丝的电流大到何种地步、何时熔断这在保险丝产品标准中对它有详细的规定，

又因标准的不同而规定有所不同。保险丝有一个“熔断系数”其值大于“1”（一般在 1.1 至 1.5 之间），它是“常规不熔断电流”与“额定电流”的比值。由此可以看出，即使流过保险丝的电流大于它的额定电流而未超过常规不熔断电流，保险丝也不应该发生熔断现象。

如何理解保险丝的额定电压？

保险丝熔断与否取决于流过它的电流的大小，与电路的工作电压无关。保险丝的额定电压是从安全使用保险丝角度提出的，它是保险丝处于安全工作状态所安置的电路的最高工作电压。这说明保险丝只能安置在工作电压小于等于保险丝额定电压的电路中。只有这样保险丝才能安全有效地工作，否则，在保险丝熔断时将会出现持续飞弧和被电压击穿而危害电路的现象。

保险丝的电压降说明了什么？

保险丝的电压降是保险丝在额定电流条件下，其两端的电压降。它反映了保险丝的内阻，其值不应过大。若将内阻（电压降）过大的保险丝安装在电路中，它将影响电路的系统参数，使得电路不能正常工作。标准对电压降不仅有其值的上限规定，而且对其一致性也作了规定。

研究保险丝的温升有何意义？

保险丝的温升是指保险丝中流过 1.1 倍（110%）额定电流时，保险丝的温度上升值，即实测温度减去环境温度的值。UL 标准将其上限规定在 75℃。因为保险丝的熔体对温度较为敏感，在一定高的温度长时间的作用下，它的熔点及阻抗将发生变化，这种变化会影响保险丝的准确性。这就是通常说的保险丝老化。老化的保险丝使用于电路中是非常危险的，所以，我们在制作和使用保险丝时都应该注重保险丝的温升。同理，我们也应该注意到，即使经过长时间使用的保险丝未发生熔断，它也有可能已经老化了，此时最好进行更换。

保险丝的分断能力是什么意思？

当介于常规不熔断电流与相关标准规定的额定分断能力（的电流）之间的电流作用于保险丝时，保险丝应能满意地动作，而且不会危及周围环境。保险丝被安置的电路的预期故障电流必须小于标准规定的额定分断能力电流，否则，当故障发生保险丝熔断时会出现持续飞弧、引燃、保险丝烧毁、连同接触件一起熔融、保险丝标记无法辨认等现象。当然，劣质保险丝的分断能力达不到标准规定的要求，使用时同样会发生上述的危害。

保险丝的选用

为便于用户针对所需保护的元件、电路或设备选用合适的保险丝管，特制定本指南。保险丝管的选用可依以下流程：

需考虑因素根据整机所需的安全认证决定保险丝管的安全认证，在此保险丝管可初步决定为 IEC 规格或 UL 规格。

- 1、 设计时电路中空间的限制。
- 2、 安装方式。

额定电压应大于等于有效的电路电压，分断能力应大于电路中的最大故障电流。整机开关时电路中是否存在起动电流，起动电流在某些电路中是正常的，这种场合应使用延时型和中等延时型保险丝管。

保险丝管必须切断的电流及持续时间（该条件由设计人员依具体电路的保护需求而定）。参考相应型号的 I-T 曲线，取满足要求的最大额定电流作为上限值 A1。

- 1, 通过保险丝管的稳定电流（依具体电路而定）。
- 2, IEC 规格及 UL 规格保险丝的额定电流的差别，详见“稳定电流”。
- 3, 环境温度对保险丝管承载能力的影响，详见“环境温度”。
- 4, 脉冲（冲击电流，浪涌电流，起动电流及电流瞬变值）对保险丝管寿命的影响，详见“脉冲”。
- 5, 起动电流及持续时间与相应型号的 I—T 曲线比较。

综合考虑以上五个因素后，选出满足要求的最小额定电流作为下限 A2。

综合考虑以上因素后，选出最合适的型号及额定电流。

当 $A1 > A2$ 时，则选额定电流为 A2 的相应型号保险丝管。

当 $A1 \leq A2$ 时，则选额定电流为 A1 的相应型号保险丝管。

样品应在实际电路中试运行

保险丝选用流程：

开始 → 安全认证 → 形状尺寸 → 额定电压 → 分断能力 → 初步选择型号 → 决定额定电流上限 A1 → 决定额定电流下限 A2 → 具体的型号及电流 → 测试 → 结束。

稳态电流

在实际应用中和实验室之间有不同的条件如：

- A、有时使用保险丝盒；
- B、电路中的电线横截面积；
- C、保险丝管夹的接触电阻，等。

考虑到以上因素，故在 25℃ 条件下所选用的保险丝管应满足如下条件才可使得保险丝管持续可靠地工作：

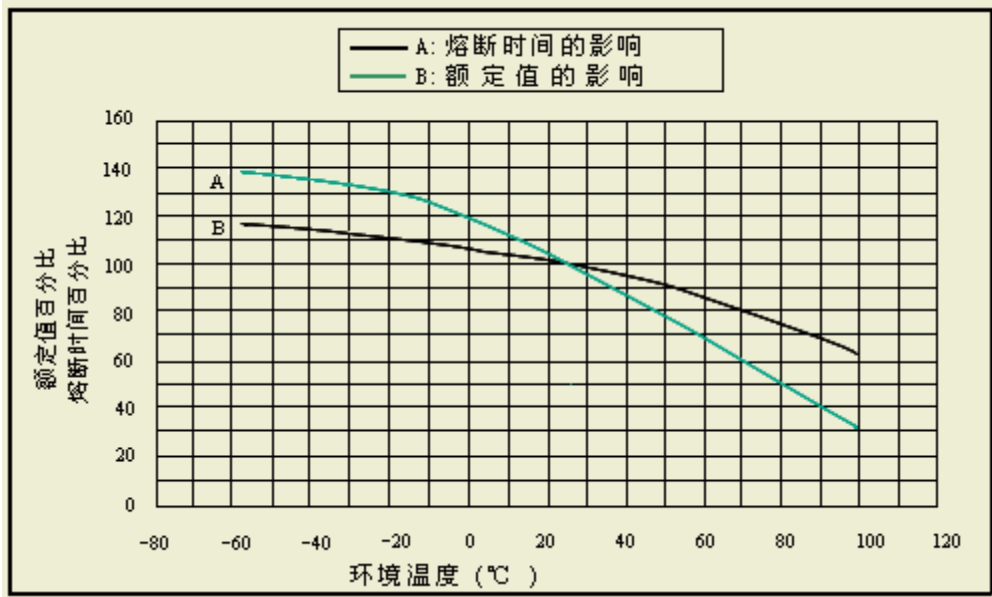
IEC 规格：保险丝管的额定电流 $I_n = \text{稳态电流} / 0.9$

UL 规格：保险丝管的额定电流 $I_n = \text{稳态电流} / 0.75$

环境温度

保险丝管的电流承载能力测试是在环境温度 25℃ 条件下进行的，而保险丝管的电流承载能力是受环境温度影响的，环境温度越高，保险丝管的寿命越短，承载能力就越低。所以选用保险丝管时应考虑保险丝管周边的环境温度，环境温度对各类保险丝管承载能力的影响如下图所示：

(II) 表示环境温度对快速熔断型及绕线型保险丝管承载能力及 $5I_n$ 熔断时间的影响



脉冲

脉冲产生热循环，从而产生机械疲劳影响保险丝管寿命。设计时应使脉冲 I²T 远远小于保险丝管标称熔化热能 I²T。保险丝管寿命（可承受的脉冲循环次数）与 U（U=脉冲 I²T 值与保险丝管 I²T 值之比率）的关系参照表 1。本目录提供的各种规格的保险丝管熔化热能 I²T 可供参考，表 2 提供各种典型脉冲波形的 I²T 值近似计算公式：

可承受脉冲次数	U(比率)
100,000 次	20%
10,000 次	30%
1,000 次	40%

注：脉冲间隔时间必须足够长才可使前一脉冲产生的热量散失。

波形	I ² T 值计算公式	波形	I ² T 值计算公式
 矩形波	$i_a^2 t_a$	 正弦波	$(1/2) i_a^2 t_a$
 梯形波	$(1/3)(i_a^2 + i_a i_b + i_b^2) t_a$	 变形波	$(1/5) i_a^2 t_a$
 三角形波	$(1/3) i_a^2 t_a$	 充、放电波	$(1/2) i_a^2 t_a$

表 2

可恢复保险丝常识

聚合物自复保险丝的工作原理是什么？

聚合物自复保险丝由聚合物基体及使其导电的碳黑粒子组成。由于聚

合物自复保险丝为导体，其上会有电流通过。当有过电流通过聚合物自复保险丝时，产生的热量（为 I^2R ）将使其膨胀。从而碳黑粒子将分开、聚合物自复保险丝的电阻将上升。这将促使聚合物自复保险丝更快的产生热、膨胀得更大，进一步使电阻升高。当温度达到 125°C 时，电阻变化显著，从而使电流明显减小。此时流过聚合物自复保险丝的小电流足以使其保持在这个温度和处于高阻状态。当故障清除后，聚合物自复保险丝收缩至原来的形状重新将碳黑粒子联结起来，从而降低电阻至具有规定的保持电流这个水平。上述过程可循环多次。

Rmin, Rmax 与 Rlmax 的区别？

Rmin 为 ANDU 公司提供的聚合物自复保险丝规定具有的最低电阻，这个电阻决定了聚合物自复保险丝最低的动作电流。Rmax 为 ANDU 公司提供的聚合物自复保险丝规定具有的最高电阻。Rlmax 为聚合物自复保险丝动作后应该达到的最大电阻，其阻值决定了聚合物自复保险丝最大保持电流。当聚合物自复保险丝动作以后，由 ANDU 公司提供的电阻其阻值（大于或等于 Rmin 而小于或等于 Rmax）将上升至小于或等于 Rlmax

聚合物自复保险丝上会有多大电压降？

这依赖于具体电路。一般来讲，如果知道电阻和平衡状态的电流，电压降便可以计算出来。对于聚合物自复保险丝的最大电压降采用阻值 Rlmax 进行计算；典型压降可以采用阻值 Rmax 或者在 Rmax 未提供的情况下采用 Rmin 与 Rlmax 的平均值。如果 Iop 为正常工作电流，Rps 为聚合物自复保险丝的电阻 (Rlmax、(Rmax 或 (Rmin + Rlmax) /2))，则电路中聚合物自复保险丝上的电压降为： $V_{\text{drop}} = I_{\text{op}} \times R_{\text{ps}}$

可以将聚合物自复保险丝串联起来应用吗？

这样无实际意义。因为总有一个会最先动作，其它的对电路起不到保护作用。

聚合物自复保险丝动作状态的电阻如何计算？

聚合物自复保险丝动作状态的电阻依赖于具体的种类及其上的电压与功率。可用如下公式计算： $R_t = V^2/P_d$

在最大电压与冲击电流下聚合物自复保险丝能动作多少次？

每种聚合物自复保险丝都有一特定的工作电压、承受特定的冲击电流。UL 规定聚合物自复保险丝必须在动作 6,000 次后仍能表现出 PTC 效应。对应用于通讯设备上的 SN/SF 聚合物自复保险丝规定了在最大电压下，少则十几次多达上百次动作后其各种性能参数仍在原有范围内。设计师们应该认识到这一点：聚合物自复保险丝是用来进行保护的，而不是用在将其不停的动作动作视为正常工作状态的场合。

聚合物自复保险丝动作后多快能复原？

聚合物自复保险丝动作后复原到其低电阻状态所用时间受如下因素的影响：聚合物自复保险丝的种类；如何被贴装或固定；环境温度；动作的内因与持续的时间。一般说来，尽管有许多会在几秒钟内复原，但是大多数聚合物自复保险丝会在几分钟内复原。

聚合物自复保险丝在动作状态下能停留多长时间而不损坏？

UL 规定聚合物自复保险丝必须在最大电压下停留 1000 小时而不丧失

其 PTC 特性。聚合物自复保险丝在动作状态下所处的时间愈长愈有可能其电阻值不能复原，由此可能不会符合其初始定义。每种聚合物自复保险丝所能停留的时间随故障事件和类型而不同。

聚合物自复保险丝能按阻值进行分档吗？

我们有些聚合物自复保险丝是按阻值进行分档然后提供给用户的。主要应用于通讯领域的聚合物自复保险丝，例如 SF250，SD250 和 SF600。

对聚合物自复保险丝进行封装有何影响？

一般说来，尽管有些用户成功地对聚合物自复保险丝进行了封装，还是不提倡。在封装时一定要注意材料的选择与弯曲封装的方法。如果封装材料太硬将不允许聚合物自复保险丝按设计要求进行膨胀，从而使其不能按设计要求进行工作。即使封装材料软，聚合物自复保险丝的传热特性也会受到影响，使聚合物自复保险丝与设计要求的表现不同。

压力对聚合物自复保险丝有何影响？

压力会影响聚合物自复保险丝的电性能。如果在动作过程中压力太大限制了聚合物自复保险丝的膨胀，聚合物自复保险丝便不会按规定的进行动作。

由一个样品的外表如何确定聚合物自复保险丝的种类？

绝大多数聚合物自复保险丝会印有商标标识与型号。在产品说明书中列出了各种标准聚合物自复保险丝产品型号。

聚合物自复保险丝工作的最高环境温度是多少？

对处于工作状态下的聚合物自复保险丝依赖于产品种类。对于我们的大多数产品来说，这个范围可达 85° C，有些可高达 125° C（如 SN/SF），也有低至 70° C 的（LP-CW）。在非工作状态下的聚合物自复保险丝有些能耐较短时间的回流焊温度（LP-SM，LP-MSM，SD）。

聚合物自复保险丝可以自复吗？怎样自复？有多快？

可以，一旦过失事件被清除，聚合物自复保险丝有机会冷却，它便会自复。冷却使得碳黑粒子接触、重新联结，从而降低电阻。通常，使聚合物自复保险丝冷却的方法是切断被保护设备的能量供应，切断过失电流从而允许聚合物自复保险丝冷却。聚合物自复保险丝应该与同样能够自复的双金属器件区分开来。即使过失事件没有被清除，典型的双金属器件也会自复，从而在过失事件与可能损坏设备的被保护状态之间转换。聚合物自复保险丝则会一直处于高阻状态直到过失事件被清除。聚合物自复保险丝自复到低阻状态需要的时间依赖于大量因素：聚合物自复保险丝的种类；如何被贴装或固定；环境温度；动作的内因与持续的时间。一般说来，尽管有许多会在几秒钟内复原，但是大多数聚合物自复保险丝会在几分钟内复原。

聚合物自复保险丝能够进行状态转变吗？怎样才能保持状态不变？

故障事件未被排除时，聚合物自复保险丝不会在正常与动作状态间进行转变。聚合物自复保险丝动作时，其电阻从低到高，在高阻状态时，微量的故障电流依然存在。这种小的故障电流足以使其保持在高阻状态。当故障被清除时，聚合物自复保险丝才能被冷却回到低阻状态。

IH 与 IT 的区别是什么？为什么会有不同？

I_H 为静止空气中不触发电阻突越的最高电流（依产品不同温度可从 20° C 到 25° C），即在室温下的最高工作电流。I_T 为静止空气中聚合物自复保险丝动作时的最小电流（依产品不同温度可从 20° C 到 25° C），即室温下的最小故障电流。对大多数我们的产品来说，I_T 与 I_H 之比为 2: 1，对某些产品也可能低至 1.7: 1，还有些则可能高达 3: 1。材料和生产方法的不同以及动作后电阻的变化将决定这个比值。

聚合物自复保险丝什么情况下自复？

聚合物自复保险丝自复是电流、电压和温度的函数。聚合物自复保险丝经常会在温度低至 90° C 以下时开始自复（可以这样讲低于聚 80° C 合物自复保险丝已经自复了）

聚合物自复保险丝与普通保险丝以及其它电路保护装置的区别在哪里？聚合物自复保险丝怎样与可承载过压装置一起保护电路？

聚合物自复保险丝与普通保险丝最明显的区别在于其可自复的特性。尽管两者都能提供过流保护，但是聚合物自复保险丝可以提供很多次过流保护而普通保险丝一旦熔断，必须更换以使电路正常工作。聚合物自复保险丝的表现有些类似于时间延迟保险丝，两者都需将自身的散热考虑进去，但是聚合物自复保险丝不象时间延迟保险丝按照 I²t 进行散热，因为聚合物自复保险丝在开始阶段并没有工作。聚合物自复保险丝与双金属片的区别不在于可自复性，双金属片当故障仍然存在时便可自复。当其动作时产生较大的电压并将可能损坏设备的故障重新接通。聚合物自复保险丝会一直处于高电阻状态直至故障被排除。聚合物自复保险丝与陶瓷自复保险丝的区别在于它们的初始电阻，对故障的反应时间以及尺寸大小。两者都属自复型，但与具有相同保持电流的陶瓷自复保险丝相比，聚合物自复保险丝由于尺寸更小其动作更快。聚合物自复保险丝与可承载过压装置联合使用通常应用于通讯领域。对于许多故障事件，可控硅、气体放电管或二极管等可承载过压装置能够提供保护。聚合物自复保险丝在某些故障事件中可以保护这些过压保护装置，当然聚合物自复保险丝还可以提供过流保护。

聚合物自复保险丝动作时要膨胀，自复时是否会回到原来的状态？

处于动作状态的聚合物自复保险丝要膨胀，冷却自复后会回到原来的大小和形状。其电阻值尽管不会回到原来的值但会回到一个符合其定义的值。

聚合物自复保险丝最高能达到多少温度？

聚合物自复保险丝表面最高温度可达 150° C，但是典型表面温度是 110° C。