

1、如何选择贴片保险丝

贴片保险丝主要应用于数码相机、笔记本、手机等电子产品。。从传统的玻璃管保险丝，到微型保险丝、贴片保险丝，由于产品工艺上的差异，它们的选型的侧重点也略有不同。

贴片保险丝的选择涉及下列因素：

- (1)电路正常工作电流。通过保险丝的工作电流不应超过保险丝额定电流的 75%。
- (2)脉冲、冲击电流、浪涌电流、启动电流和电路瞬变值。贴片保险丝尤其关注这一点，由于体积小带来的工艺方面的原因，贴片保险丝的抗冲击能力远小于同样额定电流的玻璃管保险丝或其他体积较大的保险丝。
- (3)电路的过载电流大小及过载电流存在的最短和最长时间。通常需要使用示波器测试和理论计算相结合判断过载电流大小。对保险丝的基本要求是不该断的时候不能断（比如在出现浪涌电流的时候），该断的时候一定要在适当的时间内断（比如出现需要切断的过载电流的时候）。
- (4)电阻。贴片保险丝的电阻对某些电路有一定的影响：若将内阻过大的保险丝安装在某些电路中，它将影响电路的系统参数，使得电路不能正常工作。
- (5)保险丝的环境温度。贴片保险丝应用于便携式设备时，要适当考虑保险丝的温升，也就是考虑保险丝额定电流的折减。保险丝工作时的环境温度应在规定的工作温度范围之内，当保险丝周围的环境温度超过 25℃时，应参照温度折减曲线降级使用。
- (6)施加在保险丝上的外加电压。通常贴片保险丝应用于便携式设备，电路工作电压一般都不高，只要贴片保险丝的额定电压高于电路工作电压，就可以放心选用。
- (7)产品的认证。例如出口到北美，一定需要有 UL 或 CSA 认证。目前出口到欧洲的产品还需要符合欧盟的 RoHS 指令，也就是通常提到的 SGS 等环保认证。

下面把保险丝选型中常见的参数和术语作一些说明。

正常工作电流：在 25℃条件下运行，保险丝的电流额定值通常要减少 25%以避免有害熔断。大多数传统的保险丝其采用的材料具有较低的熔化温度。因此，保险丝对环境温度的变化比较敏感。例如在 25℃环境温度下，一个电流额定值为 1A 的保险丝通常不能在稳态电流大于 0.75A 的电路中正常工作。

电压额定值：保险丝的电压额定值必须等于或大于有效的电路电压。一般贴片保险丝的标准电压额定值系列为 24V、32V、48V、63V、125V。

电阻：保险丝的电阻在整个电路中并不十分重要。但对于安培数小于 1 的保险丝的电阻会有零点几个欧姆，所以在低电压电路中采用保险丝时应考虑这个问题。大部分的保险丝是用正温度系数材料制成，所以也有冷电阻和热电阻之分。

环境温度：保险丝是温度敏感元件。保险丝的电流承载能力，其实验是在环境温度为25℃情况下进行的。环境温度越高，保险丝的工作温度就越高，保险丝的电流承载能力就越低，寿命也就越短。相反，在相对较低的温度下会延长保险丝的寿命。

熔断额定容量：也称为分断容量。熔断额定容量是保险丝在额定电压下能够确实熔断的最大许可电流。短路时，保险丝中会多次通过比正常工作电流大的瞬间过载电流。安全运行时要求保险丝保持完整的状态（无爆裂或断裂）。

公称熔化热能：就是指熔化熔断部件所需的能量，用 I^2t 表示，读为“安培平方秒”。一般在权威认证机构，都要进行熔化热能测试：给保险丝施加一个电流增量并测量融化发生的时间，如果在约 0.008 秒或更长的时间内不发生融化，那么就增加脉冲电流的强度。重复进行实验直到保险丝的熔断时间在 0.008 秒以内。这一测试的目的是确保所产生的热能没有足够的时间从保险丝部件通过热传导跑掉，也就是说，全部热能用于熔断保险丝。

因此，选用贴片保险丝时，要考虑正常工作电流、故障电流、 I^2t 值、环境温度、内阻和额定值折减。

2、保险丝定义和作用

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到一定的高度和一定的时间，自身熔断，切断电流，从而起到保护电路安全运行的作用。

3、保险丝的工作原理

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： $Q=0.24I^2RT$ ，依此公式我们不难看出保险丝的简单的工作原理了。

当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，积聚的热量就会越来越多，由于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。

4、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。

5、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或被电压击穿，而危害电路。

6、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。

7、何为慢速保险丝

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甚至几十倍正常工作电流，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，冲击电流或浪涌电流。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有效的保护。解决上述问题，使用慢速保险丝较为适当。因为慢速保险丝的熔体经特殊材料加工而成，具有吸收能量的作用，调整能量吸收量就能使它既可以抗住冲击电流又能对过载提供保护。

8、怎样理解保险丝的分断能力

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、保险丝标记无法辨认等现象。

9、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，在一定的温度下长时间作用，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。这就是通常所说的保险丝老化。老化的保险丝使用在电路中是非常危险的，因此，我们在使用保险丝时都应该注意保险丝的温升。同样，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。

正确选择一个贴片保险丝产品所需要的参数如下：

最大稳态工作电流
最大工作温度
最大瞬态脉冲电流的波形
所需耐受脉冲电流的次数
过载电流和在该电流下的熔断时间
应用中可能出现的最大故障电流
最大工作电压
封装尺寸
安规认证标准
参数的定义

(1)工作温度和温度折减

贴片保险丝产品的工作范围是 -55°C 至 $+125^{\circ}\text{C}$ 。保险丝产品规格书里的熔断特性等电气性能指标是在室温($+25^{\circ}\text{C}$)下测试的。如果保险丝不是工作在 $+25^{\circ}\text{C}$ 环境之下,那么在选型的时候须参考厂家给出的温度折减曲线来对保险丝进行温度折减

(2)工作电压 (Operating Voltage) 和额定电压 (Rated Voltage)

保险丝的最大工作电压应该在额定电压之内,但不能超过额定电压。保险丝的额定电压是和分断能力相关的安全指标。在这个电压下,保险丝可以安全截断不大于标称分断能力的电流。

(3)分断能力 (Interrupting Rating)

分断能力的定义是在额定电压下的保险丝可以安全分断的最大电流。保险丝产品的分断电流是一个安全参数,它必须达到或者大于电路中的最大故障电流。这样,保险丝才会安全熔断,不产生燃烧、飞弧、爆炸等不安全现象。

(4)工作电流 (Operating Current) 和额定电流 (Rated Current, I_n)

工作电流是电路在稳定工作状态下的最大电流。按照国际标准,保险丝产品在额定电流条件下工作,必须大于4小时不会断开(在环境温度 $+25^{\circ}\text{C}$ 条件下)。为了保证保险丝长期稳定工作,工作电流值需要小于75%的保险丝额定电流。

(5)脉冲电流的热熔值 (I_2t) 与脉冲折减 (Pulse Derating)

大部分电路由于有储能器件,如电容或者电感的存在,在接通或者关闭电源的时候,都会有较大的脉冲电流。另外在某些电路中因为其他元件或者外部因素的缘故,如电磁感应,也能产生瞬时脉冲。在绝大多数情况下,用户都希望保险丝可以耐受多次脉冲冲击而不会引起熔断。

选型流程

选项参数中的第 1、2 项是稳态参数，第 3-6 项为瞬态参数，

稳态参数

(1)保险丝额定电流值 (I_n) \geq 工作电流 (I) /75%。

(2)依据工作温度，确定温度折减系数 (K)，满足稳态参数要求的保险丝电流值的计算公式：
 $I_n \geq I/75\%/K$

瞬态参数

(3)计算脉冲电流 I_{2t} ，复杂或非典型的波形可以用数字示波器的数据做积分计算；或者用简化算法，用可以完全覆盖脉冲波形的典型脉冲波形做近似计算。

(4)脉冲折减，依据所需耐受脉冲次数，从表 2 查找脉冲折减系数。

(5)如果脉冲发生时环境温度会大于室温，需要做相应的温度折减。

(6)确定可耐受脉冲次数的保险丝最小的电流值。

安规或者电路保护规定

(7)确定可以满足安规认证或者保护性能要求，例如受保护 IC 的最大 I_{2t} 耐受值，保证电缆不会过热的最大电流和时间等，的最大保险丝规格。

选择满足设计规范的保险丝

以上第 2、6 步的结果中较大的保险丝额定电流值决定了设计窗口的下限，第 7 步确定了上限。选择的保险丝规格须落在这个设计窗口内。

测试验证

以上计算得到的选项规格，需要经过实际电路测试验证，特别是要模拟实际使用的环境，按照脉冲耐受次数的要求做全寿命测试。

范例：

以下通过一个实际案例说明上述的选型流程

电路参数：

- 1、最大稳态工作电流： $I=0.6A$
- 2、工作温度： $+65^{\circ}C$
- 3、最大瞬态脉冲电流的波形为正弦波，最大电流 $I_p = 45.5A$ ，脉冲宽度 $t = 120 \mu Sec$
- 4、所需耐受脉冲电流的次数：100,000 次
- 5、过载电流和在该电流下的熔断时间： $I=10A$ ，60Sec
- 6、应用中可能出现的最大故障电流：50A
- 7、最大工作电压：12V
- 8、封装尺寸：1206

9、安规认证标准：UL Recognized

稳态参数计算：

满足稳态参数要求的保险丝最小的额定电流为： $I_n \geq I / 0.75$ （电流折减系数） / K （温度折减系数） $=0.6 / 75\% / 90\% = 0.89A$ 。这样额定电流大于或等于 1A 的保险丝可以满足稳态参数的要求。

瞬态参数计算：

I_{2t} 计算：

参见表一的公式计算脉冲电流的热熔值。同时需考虑到环境温度对脉冲耐受能力的影响。

脉冲电流的热熔值：

$$I_{p2t} = 0.5 \times (45.52A)^2 \times 120 \mu Sec = 0.1243A^2Sec$$

该应用要求保险丝在+65° C 条件下，须耐受 100,000 次脉冲。这样需要同时考虑脉冲折减和温度折减。

$$I_{f2t} \geq I_{p2t} / P \text{ (脉冲折减)} / K \text{ (温度折减)} = 0.1243 / 20\% / 90\% = 0.69A^2Sec$$

保护性能要求：

保险丝需要在 10A 电流情况下，60 秒钟内熔断。

贴片保险丝常见问题问答

1、为什么有时候贴片式保险丝会变得电阻很大而不断

我们知道管状保险丝的动作原理是：过电流使得熔体上的热平衡被打破，熔体温度上升到该金属材料的熔点时，熔体的中间部分从固体变为液体，由于悬空在管中的金属材料的表面张力及重力使熔体的液体部分向两端拉开距离和向下垂落，电压引起的飞弧又使得熔体温度继续上升，进一步飞弧和进一步拉开距离，直至电路被完全切断。

对应贴片式的保险丝来说，其动作原理也是一样的，但是由于结构状态的不同，金属熔体的周围都被其基体部分的高分子材料或陶瓷材料所紧紧围贴着，即使是已经熔化的金属也无法向两端收缩，只能依靠向周围材料的扩散渗透或被吸收，如果在这个过程中过电流消失了（例如瞬间脉冲现象），而扩散或吸收的过程尚在进行过程中，此时就会造成电阻变大而熔体没有完全熔断的现象。

再来看看这种现象的后果：由于此时过电流已经消失，并没有对电路造成不良影响，虽然此时的保险丝没有完全被熔断，但熔体的容量已经减弱，再次经受过电流时就会较快被熔断，保证对电路的保护作用；如果第二次过电流依然是瞬间脉冲，则会造成电阻再次变大而依然没完全熔断，熔体的容量也再次减弱；总之，贴片保险丝出现电阻变大而不完全熔断现象并不影响它对电路的保护功能，只要过电流持续时间一长，它就会被完全熔断。相反地如果经受了过电流而没有任何变化，则有可能保险丝的保护功能有问题了。

再对比管状保险丝来看，慢断型保险丝的熔体由两种以上的金属材料复合而成，在承受过电流时同样有一个不同材料间互相扩散渗透的过程，所以它会具有耐脉冲的能力，也有机会发生电阻变大的现象。

2、为什么保险丝常在开机时或刚接通电源时断开

大部分电路在刚接通电源时都会产生一个瞬间浪涌电流，在容性或感性电路中这种浪涌电流往往比正常稳态电流要大好多倍，甚至几十倍，如果在该电路中使用的保险丝的耐浪涌能力不够强的话，保险丝就会被大能量的浪涌所冲断。如果这个浪涌电流的持续时间很短，所释放出来的能量不足以冲断保险丝时，保险丝就不会断，只受到一定程度的损伤，经过一定次数的浪涌冲击才会被冲断。

与此相类似的是：部分接插部件在整机工作状态时进行热插拔也会产生较大的脉冲电流，这时候的保险丝如果耐脉冲能力不够强时也会常被脉冲所冲断。

要避免保险丝被浪涌或脉冲电流所冲断而无法正常工作，就需要我们选用正确的保险丝品种，根据被保护电路中产生浪涌或脉冲的可能情况，来选择合适的保险丝类别，例如耐浪涌保险丝或慢熔断保险丝。保险丝的熔化热能指标 I^2t 的大小代表了它耐浪涌的能力，慢熔断保险丝的熔化热能值要比同规格的快熔断保险丝大很多倍。

3、保险丝的额定电压有什么意义

由于保险丝本身的电阻值很小，而且我们希望越小越好，保险丝两端的电压降很小，比保险丝的额定电压要小很多很多，所以在保险丝正常工作时，额定电压并没有什么实际意义。而保险丝的额定电压的真正意义在于它的安全性能上。

保险丝作为一个安全元件，必须保证它在正常工作时、保护动作过程中及熔体熔断后的任何时段内都是绝对安全的，在熔体的熔断过程中和熔体熔断后，保险丝的额定电压就具有非常重要的意义了。

保险丝熔断时的不安全因素来自过电流所释放的能量，而该能量的大小取决于电流和电压的乘积，保证保险丝安全性的最大电流就是额定分断能力、最大电压就是额定电压，如果保险丝的额定电压小于电路电压的话，就有可能产生不安全现象，所以必须使用额定电压大于或等于电路最大电压的保险丝。

同样地，在保险丝熔断以后，电路电压就直接加在保险丝两端，此时保险丝的额定电压就是它的耐压，也就是它能够承受的最大电压，只有当保险丝的额定电压大于或等于电路电压的时候才能保证不被击穿，不会持续拉弧或再次导通。

所以我们在选用保险丝时必须保证保险丝的额定电压要大于或等于被保护电路的最大电压，这样才能保证保险丝足够的安全性能。

4、什么是保险丝的分断能力

保险丝作为一个安全元件，除了它的性能要求以外，还必须具备严格的安全要求，保险丝的分断能力就是反映保险丝安全性能的一个重要指标，它的具体含义就是：保险丝在分断电路的过程中能够承受而不出现任何不安全现象的最大短路电流，这里的不安全现象包括---持续飞弧、冒烟、喷射、飞溅、燃烧、爆炸等。

管状保险丝根据其分断能力的大小可分为高分断（1500A）、低分断（35A 或 10In）、增强分断（150A）等类型，片式保险丝的分断能力一般都在 30-60A，这个指标往往被使用者忽视或误解，或跟保险丝的熔断特性相混淆，正确理解保险丝的分断能力应该是：在被保护电路发生短路时的极端最大电流不能超过保险丝的额定分断能力，否则有可能出现某些不安全的现象，不能保证该电路的绝对安全。

保险丝的分断能力是保险丝主要的安全指标之一，而熔断特性则是保险丝主要的性能指标之一，两者各具完全不同的含义和要求。

5、如何选择保险丝的熔断特性和额定电流

熔断特性是保险丝最主要的电气性能指标，保险丝对电路的保护性能都是通过熔断特性来体现的。应用于不同性质电路的保险丝也具有各种不同的熔断特性，例如：用于保护敏感或贵重元器件的保险丝必须是特别快速熔断的；在一般纯阻性电路中的保险丝需要快速熔断的；在经常有脉冲等瞬间过电流或浪涌电流的电路中的保险丝就需要有较强的抗浪涌能力；在开关整机时会有很大浪涌电流的电路中的保险丝就一定是慢熔断类型的；使用中会经常有热插拔动作的电路保护也需要有较强的抗浪涌能力的保险丝；还有一些保险丝具有特慢速熔断特性的或称为长延时的则能抵抗特别大的浪涌电流的冲击。大部分的保险丝生产厂都会同时提供几种不同熔断特性的保险丝，以提供给客户选用。

产品名称中的快熔断或慢熔断都是相对的，也只是定性的，并不具体反映保险丝实际的动作速度，所以我们不能仅凭名义上的熔断特性来选择保险丝，正确地选择应该参考保险丝制造商提供的保险丝的“时间-电流特性曲线”，该曲线反映了每个规格保险丝在不同电流条件下的实际熔断时间平均值，从中我们可以比较准确地判别保险丝的熔断特性，从而选出符合要求的保险丝品种。

同样地，保险丝的额定电流也只是一个识别的名称，并不能真实反映它的实际熔断电流和熔断时间，在选择保险丝的额定电流时，也需要参考该保险丝的“时间-电流特性曲线”，通过该保险丝的特性跟电路保护的实际情况需要进行配比，才能选出正确的符合要求的额定电流规格的保险丝。

6、环境温度对保险丝的性能有什么影响

我们都知道保险丝的动作原理是：当保险丝在电路中承受负载电流时，电能转化的热能使熔体的温度从环境温度逐渐上升，同时保险丝也会通过连接条件散热，当工作电流正常时，发热和散热达到平衡，熔体温度会维持在一个固定的水平上下，而一旦电路出现故障，电流变大发热增加，熔体上的热平衡打破温度会持续上升，达到熔体材料的熔点时就开始熔断过程。所以电流保险丝动作的真正原因是过电流所散发的热量。

既然保险丝动作直接由热量引起，所以环境温度就一定对保险丝的性能有影响。这里的环境温度除了指电子电气设备所在的周围室内或室外温度外，更重要的是指在设备工作时保险丝在机器内部所处小环境周围的温度，因为那将更加直接影响到保险丝的性能，一般大气环境温度最高不会超过 500C，但机内小环境温度甚至可能超过 100C，这对保险丝性能的影响会很大。环境温度越高，保险丝熔断越快，也就是说它的规格实际上降低了。

由于保险丝性能受到工作环境温度的影响，所以我们在选用保险丝的时候还必须考虑到它的实际工作温度，保险丝制造商应该提供产品在高温条件下的折减曲线，这种曲线能够告诉客户在什么温度下保险丝的额定电流将被折减到百分之多少。使用者可以根据电路实际要求选择合适的保险丝品种规格，并根据保险丝在设备中小环境的温度情况加以适当的折减考虑。

7、慢熔断保险丝与快熔断在性能和应用有什么不同

慢熔断保险丝与快熔断保险丝的最主要区别在于它对瞬间脉冲电流的承受能力，也就是说它可以抵抗开关机时浪涌电流的冲击而不动作，从而保证设备的正常运作，因此慢熔断型保险丝往往又被称为耐浪涌保险丝。从技术层面上来说，慢熔断保险丝具有较大的熔化热能值 I^2t ，保险丝熔断所需要的能量较大，所以对于同样额定电流的保险丝来说，慢熔断比快熔断耐脉冲的能力要强很多。

由于慢熔断保险丝的 I^2t 比同规格的快熔断保险丝要大，所以在电路发生过电流时的熔断时间也会比快熔断的要慢一些，那么会不会像有些人担心的保护性能差了呢？我们说不会！因为一旦电路出现故障，过电流就不会自行消失，持续过电流的能量会大大超过保险丝的 I^2t ，无论何种保险丝都会被熔断，慢熔断和快熔断之间的时间差异对其保护要求来说不是很重要的，只有在被保护电路中有敏感器件需要保护的情况下，慢熔断才会对保护性能有所影响。

由于以上这些差异，慢熔断保险丝和快熔断保险丝会被应用在不同的电路中：纯阻性电路（没有或很少浪涌）或需要保护 IC 等敏感贵重器件的电路中必须采用快熔断保险丝；而容性或感性电路（开关机时有浪涌）、电源输入/输出部分最好采用慢熔断保险丝；除了保护 IC 的电路外，大部分使用快熔断保险丝的场所都能够改用慢熔断保险丝，使其提高抗脉冲能力；反之在使用慢熔断保险丝的地方若改用快熔断保险丝，则往往会造成开机即断，保险丝无法正常工作的现象。

此外，由于慢熔断保险丝的价格比快熔断保险丝要高出不少，经济考量也成为选用时的一个间接因素。

8、怎么样才使保险丝能承受多次瞬间脉冲的冲击

我们知道保险丝的熔断是熔体被过电流释放的热能所熔化而造成的，而能够熔断保险丝的能量就是保险丝的熔化热能值 I^2t ，理论上说，只要保险丝熔化所需要的能量大于瞬间脉冲电流所释放的能量，保险丝就不会被冲断，也就是保险丝可以抵抗这种脉冲的冲击，一般慢熔断型保险丝都具备这种特性。

那么抵抗过一次瞬间脉冲的保险丝有没有发生什么变化呢？那就要看它受脉冲的伤害有多大了，如果该脉冲能量远小于保险丝熔化热能，保险丝受到的冲击很小，那么保险丝就可以接受许许多多冲击而不被冲断，反之如果脉冲能量接近保险丝熔化热能，保险丝被冲击一次受到的损伤很大，那么它就可能受不起第二次的冲击了，也就是说：保险丝在经受每一次脉冲的冲击后都会受到一定程度的损伤，即它的耐脉冲能力有所减弱或 I^2t 有所降低，减弱或降低的程度跟脉冲的能量成正比。

我们要使保险丝能够承受多次瞬间脉冲的冲击，必须要在保险丝的 I^2t 和脉冲能量间放足够的余量，不同的电器产品由于使用寿命和开关频率不同，需要承受脉冲的次数也不同，所以保险丝的供应商应该提供相应的参考数据，即对应不同脉冲次数，需要选择保险丝的 I^2t 对脉冲能量的不同倍数。

9、一次性保险丝和可恢复保险丝的异同

可恢复保险丝本质上是正温度系数热敏电阻，它是通过 PTC 材料的电阻值对温度的正相关及在居里温度点时的突变而起到电路保护作用的，这一点原理跟保险丝完全不同。

我们先来看看这两种产品的相同点：它们都可用来做电路的过电流保护，其使用的不少领域和场合有类似，还有一部分场合这两种产品都可以使用，还可以互相替换，例如在过流保护要求不太高的电池保护应用中这两类产品都能各领风骚；在对某些 IC 等重要器件保护应用中，或电源的输入/输出端就只有一次性保险丝才有可能胜任其保护功能，这些部位对阻抗要求也较高；而一些必须避免因过热而烧坏产品的场合，或者是经常需要热插拔操作的接口过流保护，则是 PTC 的最佳用武之地；然而在更大多数的场合里，这两类产品还是有很多很多的差异，甚至根本不可能互相替代，它们的主要区别或差异可以通过下表内容来体现：

由于有共同点和差异的存在，使得这两类产品能够在市场上长期共存，各得其所。

10、相同额定电流的不同品牌保险丝一定能够直接替换吗

保险丝在电路中的作用包括两个方面：在电路发生故障产生过电流时应能在规定时间范围内动作，保护电路及人身安全；与此同时，当电路中有非故障的瞬时过电流时又不能随意动作，保证电路持续正常工作，这些功能是通过选择合适的保险丝的熔断特性及合适的额定电流规格来实现的，而在选择时的依据则是保险丝制造商提供的技术资料，包括“时间-电流特性曲线”和“时间-能量特性曲线”等。

正如我们前面所述，保险丝的熔断特性和额定电流都仅仅是一种名称，并不能真实反映其实际的熔断电流、熔断时间和熔化热能，不同品牌产品中存在着一定的差异性，例如同样是慢熔断产品，A 品牌可能比 B 品牌略快一点，但肯定会比 A 品牌自身的快熔断产品要慢；虽然在业内有一些基本的共识，也有公认的标准，但这些标准数据范围是相当宽的，像上述 A 品牌产品在标准要求中比较偏于下限，而 B 品牌产品比较偏于上限，两者都能符合标准要求，但毕竟两者之间还是存在一定差异，因此我们在进行保险丝替换时，除了要确认额定电流一样外，最好还要通过特性曲线来识别两者之间的差异性有多大，避免出现因性能差异而造成的失误或损失。

简单直接替换有可能造成保护性能不足或者保险丝非正常熔断而整机无法工作的后果，其中出现后者的机率较多。

11、有哪些因素会影响保险丝性能

如前所述，温度对保险丝的性能有很直接的影响，那么除了保险丝在电路中小环境温度外，还有很多因素都会影响到保险丝熔体上的温度的变化，这些都会影响到保险丝的性能，下面我们列举其中常见的部分：

---保险丝的内阻：初始内阻增大或保险丝老化后的内阻增大都会导致保险丝散热条件的变化，从而使保险丝的熔断时间变快；

---保险丝的连接：保险丝在电路中的可靠连接是保证保险丝性能的重要环节，如果连接部位接触电阻增大，其后果跟内阻增大一样；

---周围散热条件：保险丝跟发热元件间的距离、电路中元器件排列疏密程度、连接导线或PC板上走线的截面积和长度都有关。

除此之外，对保险丝技术参数熔断特性、额定电流、额定电压、分断能力等选用不当，肯定也将影响保险丝正常发挥其应起的作用。

对于小规格保险丝来说，如果其本身内阻较大，而工作电压很低的时候，有时会出现没有电流输出的现象，这并不是保险丝有问题，而是外界其他因素而引起的。

12、什么样的保险丝才是好的保险丝

一个优质的或合适的保险丝至少应该符合三项要求：该断的时候要断，不该断的时候不能断，断的过程中必须保证安全。

保险丝的第一功能是保护功能，也就是在需要保护的时候保险丝应该起到作用，这也是我们选择保险丝时需要首先考虑的。一般情况下保险丝的额定电流一定要大于电路正常工作电流，且拥有一定的过载能力，但如果余量过大，将会降低或削弱其保护功能，保险丝应该动作的时候不动作，造成被保护的元器件损坏甚至更严重的危险后果。设计人员选用保险丝时的主要参考工具是保险丝制造商提供的产品规格书中的“时间-电流特性曲线”。由于曲线上所反映的熔断时间都是在正常大气条件下的，必要时我们还需要适当考虑环境温度等的影响。选择恰当熔断特性的保险丝品种和恰当的额定电流规格才能满足保险丝的保护功能。

保险丝的第二功能是承载功能，也就是平常所说的耐脉冲能力，这是我们选择保险丝时必须同时考虑的重要参数。在保险丝使用的过程中，出现正常电流波动或瞬间脉冲的机会大大多于故障过电流，所以在某种意义上来说，这方面的考虑对保险丝的使用来说显得格外重要和更具有实际意义。只要保险丝的熔化热能值 I^2t 大于电路脉冲的能量，保险丝就能够承受，“时间-熔化热能曲线”是提供给设计人员选用保险丝时的耐脉冲能力的工具（也可以采用电流-熔化热能曲线的形式），更进一步看，保险丝在经受脉冲冲击时即使不熔断也会受到

一定的损伤，换句话说，此时保险丝的 I^2t 就会减小，也就是耐脉冲的能力降低了，所以在选择保险丝时还必须考虑这个衰减的因素，通常的简易计算需要放 3-5 倍的余量来保证保险丝有足够的耐脉冲能力。保险丝的耐脉冲能力和它的保护性能是有矛盾的，在这两个方面我们必须求得一个合理的平衡，寻找最佳的结合点。选择有恰当熔化热能值的保险丝品种规格和放大足够并合理的安全余量才能满足保险丝的承载功能（耐脉冲能力）。

保险丝的第三功能是安全功能。优质可靠的保险丝应该在其动作前，动作中和动作后都能保证安全性，即安全地导通和安全地熔断。能够保证保险丝这项要求的主要技术指标就是分断能力。分断能力是保险丝能够安全地切断电路的最大电流，一般情况下是指短路电流。就是保险丝在遇到短路电流时必须能够绝对安全地分断电路，即在分断过程中不发生任何不安全的因素，如持续拉弧、多次导通、破碎、飞溅、燃烧、以至爆炸等。每一种保险丝的分断能力都必须大于等于被保护电路的最大短路电流。保险丝的额定电压决定了它的耐压，也是保险丝安全性能的另一个指标，只能使用在工作电压小于等于保险丝额定电压的电路中。世界各国和各地区对安全元件都进行安全认证，保险丝的安全认证对于它的安全功能来说也是必不可少的。选择具有足够分断能力和额定电压的，并获得必要的应用地区的安全认证的保险丝品种，才能满足保险丝的安全功能。

综上所述，适当的熔断特性和额定电流；足够而合理的熔化热能值；以及合适的分断能力、额定电压和安全认证是保证保险丝主要功能的必要条件，只有在具备了这三个条件的基础上，同时协调好保护性能和耐脉冲能力之间的制约，求得最合理的平衡，我们才有可能做出判断：这样的保险丝才是优质可靠的保险丝。

13、如何形象简易的描述 FA-HI-SB 的区别

FA: Fast Acting 快速熔断动作保险丝

HI: High Inrush 抗高脉冲保险丝

SB: Slow Blow 慢速熔断动作保险丝

三者的最大的区别在于能量级别，也就是承受脉冲能力的强弱。

形象一点来说，FA 就像塑料袋，有一定的容量，充气进去，满了之后再充就会爆开。

HI 就像小气球，有较大的容量，充气进去之后还可以膨胀，承受气压，但是气压过高，最后也会爆开。

SB 就像大气球，有很大的容量，充气进去之后还可以承受比 HI 更高的气压，达到一定量之后才会爆开。

这里可以将气压理解为脉冲电流。

14、为何规定保险丝的 DCR 测量需在小于等于 10% 的负载和环境温度 25℃ 条件下进行

保险丝的内电阻是反映它自身在电路中消耗功率的指标，电阻值越大则消耗功率越多。对保险丝来说检测该指标的参数有两个：电压降或冷电阻。

电压降指的是：在保险丝额定电流条件下，熔体达到热平衡后的电压降读数。测量时必须对保险丝加以额定电流，而且必须在读数稳定后，大概需要几分钟的时间，比较麻烦和费时。

冷电阻指的是：在基本没有负载条件下冷态的电阻值读数，简便快速。

所以在检测保险丝时常采用冷电阻法，小于或等于 10%的负载代表了它基本上不加负载和没有发热的条件，所以也没有热平衡的过程，而环境温度本身就对保险丝的性能有一定的影响，保险丝所有的性能指标都是在正常大气条件下的参数，也就是在 25℃条件下的参数。如果在上述以外条件下测量的保险丝的冷电阻有可能会会有误差。

15、生产过程中遇到保险丝异常熔断时怎么办

保险丝生产厂和整机客户经常碰到的令人十分头痛的问题---客户在装配生产过程中出现的保险丝异常熔断，也就是说在客户生产过程中某些通电的测试或检验环节中，偶尔会发现有一定比例的保险丝被烧断，而更换另一个保险丝后又一切正常，那么这是否说明这一批次保险丝的质量一致性不好？使用这批保险丝能不能保证这批整机的开机质量？更换后的保险丝能不能经受实际使用时多次开关机器的浪涌电流冲击？我们面对这种情况时该如何考虑和处理呢？

保险丝作为对于电流敏感的元件，它的功能就是对过电流做出判断：流过不被允许的故障过电流时熔断是保险丝应该起到的保护功能；而对于类似瞬时脉冲这类非故障过电流时，保险丝应该能够承受足够的次数，以保证整机的正常使用。上述测试或检验时的电流一般不会超过正常使用时的开机脉冲，通电次数也不会超过 10 次，保险丝绝对不应该动作，而一旦发生异常熔断肯定是有问题存在，若不及时查出异常熔断的原因，仅靠简单地更换保险丝或加大保险丝容量都是不能令人放心的。

我们首先需要检查发生问题工序的实际操作情况：如果是手工操作的要排除动作过程中是否有造成短路的可能性；如果是机器操作的则要检查实际输出电流有没有超出保险丝可以承受的限度；有少部分问题是可以是在工序分析时就予以解决的。在确认操作工序没有问题后再作进一步的深入分析。

我们必须从过电流和保险丝两方面同时分别加以考虑：

整机客户需要检查整机电路脉冲电流的大小和有没有异常。在分析问题时要考虑两点：一是选型当时计算有没有差错，由于开机脉冲的随机性而没有抓到最大脉冲波形、计算时没有考虑到保险丝熔化热能值的分布范围、考虑多次冲击的老化余量不够等都可能造成选型时的欠缺；二是生产过程中的电路状况有没有发生变化，由于机种变化带来的电路结构上的变化、电路中部分元器件的规格更改或品牌更改、电容电感开关等元件的参数变化等也都可能引起电路脉冲波形的变化；保险丝制造厂的应用工程师需要配合客户进行电路技术分析和抓测实际脉冲能量，逐一排除各项变化，双方一起进行分析评估。

保险丝制造厂需要检查和检测保险丝的熔化热能值的大小有没有异常。在分析问题时也要从两个角度考虑：一是这批次保险丝的熔化热能值符合产品规格要求，但由于产品参数的批次间分布有可能令该批产品的熔化热能值较小，与试生产或以往生产时使用的其他批次产品有较明显的差距；二是这批次保险丝的熔化热能值已经超出产品规格要求，或由于产品单体间的离散性偏大致使部分产品的熔化热能值小于规格范围；除了保险丝制造厂对生产和检验原始记录和失效样品进行分析外，整机客户也需要提供现场数据配合进行分析。

只有通过供需双方一起努力，找到保险丝异常熔断的真正原因后，才能采取对症下药的有效措施解决问题，并防止类似问题的再次发生，使保险丝真正起到既能保证需要时及时熔断，又不会因异常熔断造成麻烦甚至影响生产和使用。

16、能不能认为慢熔断保险丝的保护性能不如快熔断保险丝

有人以为当电路中遇到故障电流时保险丝的动作越快越好，其保护功能越强，从这个意义上来说，慢熔断保险丝的保护性能不如快熔断保险丝，那么这种说法对吗？

确实，当同样过电流负载条件下，慢熔断保险丝的动作速度要比快熔断保险丝来得慢一些，但这并不是它的反应速度慢，而是它熔断需要的能量更大，也可以说它不光是具有对过电流的反应，还具有对过电流类别或能量大小的判别能力，动作过程中所延缓的时间可以看作是慢熔断保险丝对过电流作判断的时间。一般说过电流可分为两大类：浪涌和故障。浪涌过电流大都是由于电路开关时的充放电或周围电路的影响所引起的，脉冲峰值大而持续时间短，所释放的能量往往不大，慢熔断保险丝可以承受这样的过电流冲击而不导致熔断动作；而故障过电流则是持续性的，即使峰值不一定很高其能量也要大大超过浪涌过电流，慢熔断保险丝照例是会迅速反应而熔断动作的，所以从这个角度来看，慢熔断保险丝的动作速度略慢不仅不影响它的保护功能，反而增强了它的保护功能，避免了误动作的机会，可以在更广泛的场合应用，对多种电路起到保护作用。

相反，快熔断保险丝由于更小的能量就可使其动作熔断，虽然动作速度快，但其原因场合受到一点限制，特别是在容性或感性电路中，若在浪涌电流比较明显的电路中使用快熔断保险丝，往往由于脉冲电流致使保险丝误动作，而导致电器根本无法启动和使用，其保护性能再强也是没有意义的。

17、保险丝的分断能力在实际应用中有什么意义

保险丝的分断能力是一项安全指标，跟它的电气性能没有什么关系，因而往往容易被制造者或使用者所忽视，甚至还有些人不知道保险丝还有分断能力这样一个技术指标。

保险丝作为一个安全元件，需要任何时候都保证电路安全以及电路中其他零部件的安全，那么首先能够要保证自身在任何情况下都是足够安全的，特别是在保险丝的动作过程中不能发生任何不安全的因素，这些因素包括持续拉弧、再次导通、燃烧、飞溅和爆炸等。分断能力就是反映保险丝这种保证能力的指标之一。

分断能力的参数单位是安培，其含义就是保险丝能够安全地分断电路的最大电流，也就

是说:只要电路中的过电流不超过保险丝的分断能力,该保险丝就能够保证安全地切断电流,不发生任何不安全的现象;反之保险丝虽然能够切断电路电流,但不一定能够保证绝对安全,所以分断能力不是一个可有可无的指标。

为了保证保险丝的安全性,我们在选用保险丝时,除了需要考虑电流容量、熔断特性、抗脉冲能力及老化速度、阻抗及功耗、温度折减等必要性能参数外,还需要同时考虑分断能力、额定电压及安全认证等安全指标。

就欧洲规格的小型管状保险丝来说,同样外形和同样尺寸的保险丝还有低分断保险丝和高分断保险丝之分,低分断保险丝的分断能力规定为额定电流的 10 倍或 35 安培,从两者中选较大者,高分断保险丝的分断能力则高达 1500 安培;而北美规格管状保险丝没有高低分断的品种之分,它规定的分断能力指标要高得多;125V 条件下的 10000 安培,和 250V 条件下的 35-1500 安培(视保险丝额定电流规格而定)。而表面贴装型的片式保险丝的分断能力往往在 50 安培上下。

18、保险电阻能起到保险丝的作用吗

电阻的负载有一定的限度,也就是说如果流经电阻的电流超过限度时会把它烧坏,使电阻呈现开路状态,从这个意义上来说,电阻具有类似保险丝的功能---即电路过流时能够切断电流,好像能起到保险丝的作用,因此有一部分厂商为了降低成本把原设计中的保险丝换成廉价的保险电阻,形式上给客户增加一点安全感。

但是保险电阻真的能够替代保险丝而起到相同的作用吗?答案显然是否!

我们知道好的保险丝必须同时具备三项功能:保护功能、承载功能和安全功能,而保险电阻在这三方面都不可能发挥良好的功能。

保护功能包括过载保护和短路保护,即当电路出现不被允许的过电流直至极限的短路过电流时,保险丝必须在所规定的时间范围内动作,从而起到保护电路或部件的作用,而保险电阻的起动时间和动作持续时间等技术参数都不可能做到保险丝那样准确,过载电流保护无法得到保证,只能对短路电流起到一点作用。

保险丝的承载功能是有熔化热能值来加以保证的,使得保险丝能够承受必要开关次数的一定能量的脉冲冲击,我们在选用时需要加以计算和评估,而保险电阻本身没有类似的技术指标,用得小了会被脉冲冲断、用得大了就更没有保护功能。

至于安全功能,保险丝是通过额定电压、分断能力等指标来保证的,尤其要通过权威的第三方安规认证来保证,但保险电阻本身不是安全元件,也不需要安全认证,其安全性就可想而知,本来保护功能就不足,而且在烧断过程中难以保证不产生危及周围的不安全现象。

综上所述,保险电阻虽然具有过流烧断的动作,但并不能真正起到保险丝相同的作用。在大部分应用中为了降低成本而用保险电阻来替换保险丝的做法不一定是合适的。