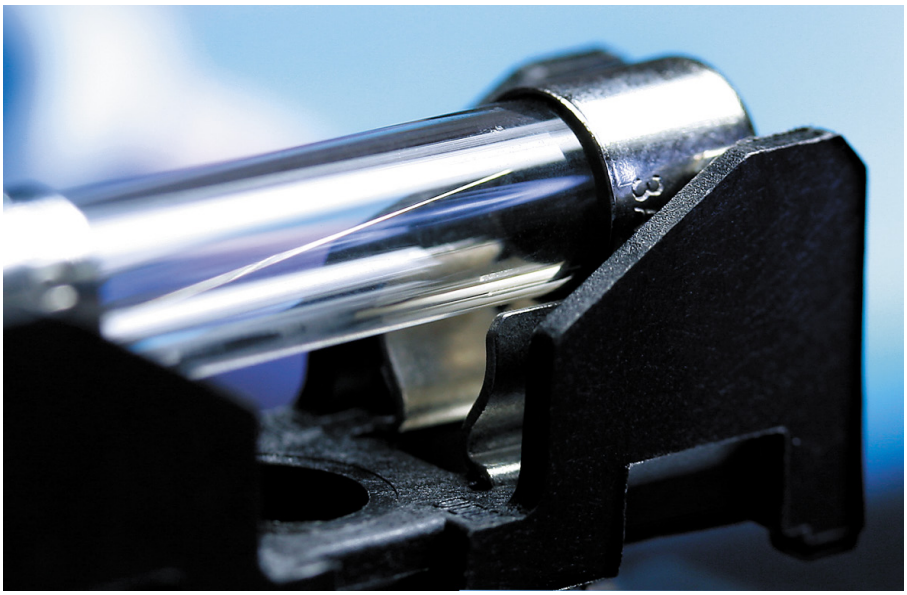
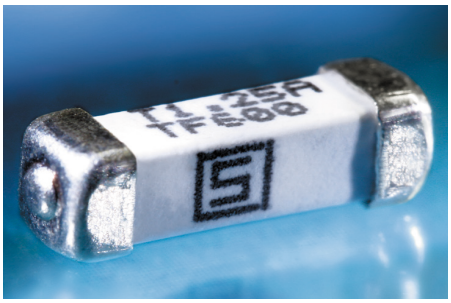
如何选择合适保险丝

保险丝选择要素

电路过流保护很少得到应有的重视。如果选择不合适的保险丝，可能引起设备和装置出现故障，从而导致高昂的更换成本，并引起客户的不满。这篇文章，从技术角度介绍了保险丝和保险丝座的选择要素，帮助读者在进行选择时，能将各种重要的因素都考虑在内。





保险丝的作用是：断开失控的故障电流或过载电流，以避免造成设备过热等严重损害。由于保险丝内设计有熔断材料，因此能有效及时的断开短路电路。

当过载电流达到额定电流的2或3倍时，保险丝的精度将变差，因此保险丝不太适合这些应用场合。此时，有必要采用其他一些过流保护措施，例如电子保护装置、热过载保护器或辅助保险丝。

第一部分介绍了电源接通后的正常工作情况，也是选择保险丝时必须考虑的因素。

第二部分仅在电路中存在容性负载时需要考虑。当电源接通后，由于电容充电过程，会引起超过保险丝额定电流好几倍的浪涌电流。

第三部分介绍了与保险丝座相关的一些重要信息，以及如何选择正确的保险丝和保险丝座组合。

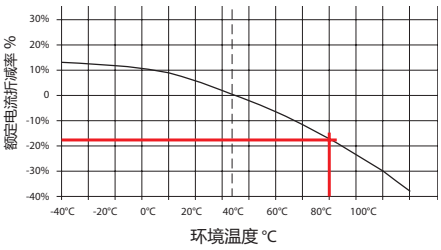


图1：延时型SMD保险丝UMT 250的额定电流折减曲线

第一部分：电源接通后电路正常工作

在正常工作条件下，保险丝需能够承受最大工作电流和最高工作温度。但由于保险丝很少在标准环境温度（23°C）下工作，因此，额定电流不得不折减。以SCHURTER 的延时型SMD保险丝 UMT 250为例。从图1中可以看出，当工作温度为60°C时，该型号保险丝的折减率为17%，即如果在工作温度为60°C，工作电流为1A时，那么，我们便需要选择一只额定电流约为1.25A（1A / 0.83）的保险丝。

保险丝有两种标准依据： IE C60127或UL 248-14。 由于这两项标准的定义有所不同，因此，依据标准IEC 60127的保险丝和依据标准UL 248-14的保险丝不能直接互换： 依据标准IEC 60127的保险丝能够在100%的额定电流下连续工作，而依据标准UL 248-14 的保险丝只能在75%的额定电流下工作。UL 248-14规定，保险丝在额定电流下应至少能够工作4小时（参见表1）。

延时型保险丝的自热效应不如快断型保险丝。这一点可以从典型压降值看出。例如，一只2A的5x20mm延时型玻璃管保险丝的典型压降值为60mV，而同等规格的快断型保险丝的典型压降值则为90mV。这种差别其实很明显：延时型保险丝需要使用更粗的熔丝（熔化热能值I^2t更大，参见第二部分）。此外还应注意，保险丝的温度将在电流热效应的作用下持续上升，直至达到一定温度时，熔丝融化（熔断）并断开电路。

熔断时间表

额定电流In	1.0 x In min.	2.0 x In max.
0.375 A - 5 A	4 h	60 s

表1：一只依据标准UL 248-14的保险丝的熔断时间

所有降温措施，例如通风、散热片、增大焊接表面面积或设计集热槽（参见图2），都会影响保险丝的时间/电流特性，因此应尽量避免。

第二部分：浪涌电流

电源接通后，电容开始充电，电路中会产生浪涌电流（参见图3）。这些浪涌电流的大小可以达到保险丝额定电流的数倍，但通常只持续很短时间。

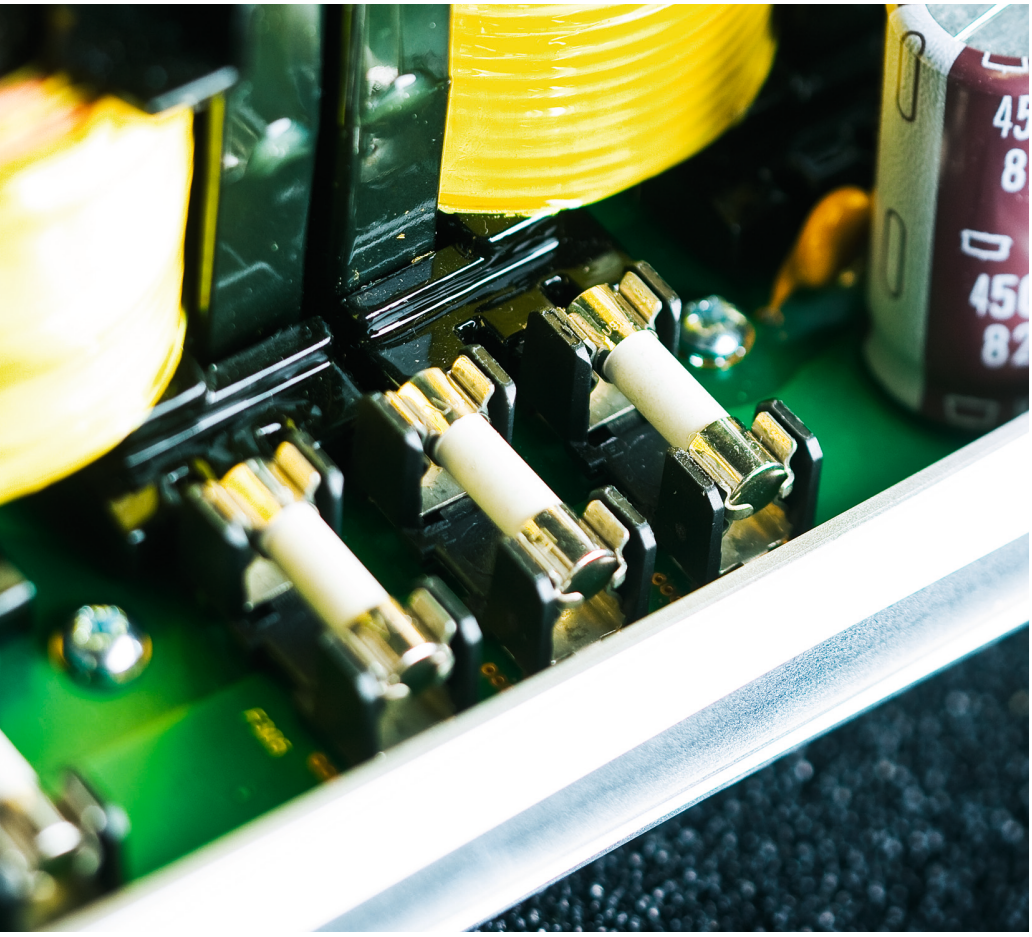


图2：安装在保险丝座内的保险丝在温度方面可互相影响。

电流曲线下方的面积被称为熔化积分或熔化热能值（I^2t）。熔化热能值I2t的定义为：使熔丝温度升高并达到熔断熔丝所需要的热能。该电流曲线通常是一条指数曲线，峰值电流为Ip，在经过一段时间τ后，该点电流已达到37%的峰值

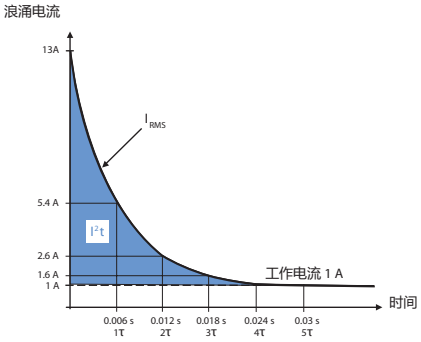


图3：需要对电容进行充电的开关电源电路接通电源时的典型电流曲线

电流。 以延时型SMD保险丝UMT 250（1A）为例，峰值电流Ip = 13 A，τ= 6 ms，我们可以利用以下公式计算出I2t：

$I^2t_{Application} = 0.5 * I_p^2 * \tau$

$I^2t_{Application} = 0.5 * (13\ A)^2 * 6\ ms = 0.507\ A^2s$

除了启动电流的大小以外，还须考虑在设备整个寿命周期内浪涌电流出现的次数，因为我们还需要注意保险丝的提前老化问题。延时型保险丝10000次浪涌电流的系数为0.29（参见表2）。

$I^2t_{min_Fuse_T} = I^2t_{Application}/F$

$I^2t_{min_Fuse_T} = 0.507\ A^2s/0.29 = 1.748\ A^2s$

制造商会在每种型号的保险丝的产品目录中提供保险丝的熔化积分值和额定电流。以依据IEC标准的延时型SMD保险丝UMT 250为例（参见表3），该型号保险丝的额定电流为1A，熔化热能值I2t为2.8 A^2s，这意味着，如果过载电流（短路电流）或浪涌电流超过该数值，则保险丝的熔丝将熔断，并断开电路。在本例中，保险丝的I2t值（2.8 A^2s）高于计算值（1.748 A^2s），因此表明，所选择的保险丝适合该应用场合。

浪涌脉冲可能导致保险丝提前老化，尤其是当经常出现浪涌脉冲时。这可能引起现场故障，我们可以通过计算来防止

选项

订货料号	额定电流 [A]	额定电压 [VAC]	额定电流 [VDC]	分断能力	1倍额定电流下的最大压降. [mV]	1倍额定电流下的典型压降 [mV]	1.25倍额定电流下的典型功率损耗 [mW]	10倍额定电流下的典型熔断值I2t [A²s]	VDE	UL	cULus	PSE JET	CCC	K
3403.0155.xx	0.08	250	125	1)	1300	850	200	0.025	•		•			
3403.0161.xx	0.315	250	125	1)	750	343	500	0.27	•	•	•		•	•
3403.0162.xx	0.4	250	125	1)	700	290	500	0.4	•	•	•		•	•
3403.0163.xx	0.5	250	125	1)	600	257	500	0.54	•	•	•		•	•
3403.0164.xx	0.63	250	125	1)	500	216	500	1.1	•	•	•		•	•
3403.0165.xx	0.8	250	125	1)	400	190	500	1.4	•	•	•		•	•
3403.0166.xx	1	250	125	2)	300	164	500	2.8	•	•	•		•	•
3403.0167.xx	1.25	250	125	2)	300	138	1000	4.5	•	•	•	•	•	•
3403.0168.xx	1.6	250	125	2)	300	124	1000	6.9	•	•	•	•	•	•

表3：UMT250每个额定电流值对应的熔化积分值、电压降、功率损耗

保险丝提前老化。为了得到较大的I2t值，延时型保险丝通常采用一根镀锡熔丝。随着时间的推移，熔丝上的镀锡会逐渐脱落，从而导致保险丝的时间/电流特性发生变化。一般来说，快断型保险丝承受脉冲电流的能力比延时型保险丝更强。但有时候却需要使用延时型保险丝，因为其I2t值比快断型的更高。

第三部分：保险丝和保险丝座组合

5x20mm规格的保险丝广泛应用于各类工业场合，因为该规格的保险丝在全球各地都可以方便的买到，并且可以由终端用户或维修技工进行更换。在这些应用场合，用户通常还需要使用一个保险丝座。和保险丝一样，选择保险丝座时，我们也需要注意IEC标准和UL标准之间的差别。保险丝座必须满足IEC 60127-6安规标准，另外，还需满足额定功率（例如2.5 W / 10A @ 23 °C）、额定电流（例如10A）和额定电压（例如250V）等要求。 依据标准UL 512和CSA C22.2 no. 39的保险丝座则只规定了额定电流（例如16A）和额定电压（例如250 V）。

	延时型	快断型
100 次脉冲	0.5	0.6
10 000 次脉冲	0.29	0.49
1 百万次脉冲	0.19	0.42

表2：延时型和快断型保险丝在不同脉冲次数下的系数

UL标准的额定电流要求通常高于IEC标准，原因如下：
IEC测试使用的是仿真保险丝，例如40 mΩ= 4.0 W /(10 A)2（参见图4）。这个仿真保险丝连同保险丝和保险丝座之间的接触电阻会产生热量。保险丝座必须能够在这种测试条件下承受500小时，且可接触的部件的温度不得超过85 °C。

UL/CSA测试使用的则是一只阻值约为0Ω的镀银管（参见图5）。这意味着只有保险丝和保险丝座之间的接触电阻产生热量，从而使在UL/CSA测试条件下得到的保险丝座能够承受的额定电流值比在IEC测试条件下得到的数值大。由于每一只保险丝都有一定阻值并因此产生热量，所以，IEC测试方法更接近实际情况。UL/CSA实际上只测试了保险丝座本身，并未模拟和实际应用情况有差异。
保险丝标准（IEC 60127-2至4）规定了保险丝的一般电气特性，例如最小/最大熔断时间。保险丝座标准（IEC 60127-6）则规定了一些热特性，例如在额定功率和额定电流下工作500小时的温度条件。因此，客户应自己进行计算。以下方法已经得到了广泛的使用和认可：

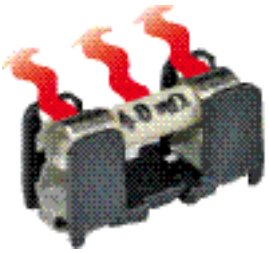


图4：使用仿真保险丝的IEC测试

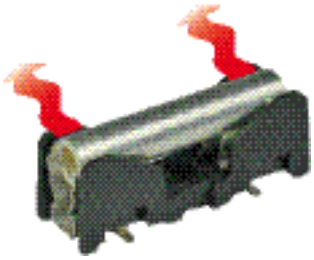


图5：使用银管的UL/CSA测试

例如，我们期望工作电流为5A的保险丝在60°C温度条件下工作。如本文第一部分所述，由于保险丝座温度会升高，因此我们必须考虑温度折减因素。在本例中，标准保险丝的折减率约为20%，这意味着额定电流约为6.3 A（5A / 0.8）。

我们可以根据产品目录上提供的额定电流和典型压降值（在额定电流下保险丝两端的电压）计算出保险丝的功率损耗。例如SPT 5x20, 6.3 A陶瓷保险丝在额定电流下的典型压降值为70 mV。

$P_{Fuse} = I_N * U_{VoltageDrop_typ}$

$P_{Fuse} = 6.3\ A * 70\ mV = 441\ mW$

例如，FPG1保险丝座在10A电流下的额定功率为2.5W，因此，我们必须考虑如图6中所示的折减曲线。当温度为60 °C，额定电流为5A时，采用曲线“I = << In”，因为工作电流为5A，小于IEC标准的容许电流10A。在本例中，最大功率损耗$P_{Fuseholder}$为1.3 W。

依据IEC标准，保险丝和保险丝座之间的接触电阻Rc的最大值为5 mΩ。因此，可以通过以下公式计算出功率损耗：

$P_{Contact} = R_c * I_N^2$

$P_{Contact} = 5\ m\Omega * (6.3\ A)^2 = 198\ mW$

可以利用以下公式判断保险丝和保险丝座的组合是否合适：

$P_{Fuseholder} = 1.3\ W$

$P_{Fuse} + P_{Contact} = 441\ mW + 198\ mW$

$P_{Fuse} + P_{Contact} = 639\ mW$

如果$P_{Fuseholder} > P_{Fuse} + P_{Contact}$，则表明所选择的保险丝座和保险丝组合合适。

本例即是如此。

此外，还有一些工作模式会给保险丝带来额外影响，因此在选择保险丝时需特别注意，这些工作模式包括：电力负荷的变化，保险丝在大于0.7*IN的电流下连续工作500小时以上，以及通风、冷却、热积聚带来的影响等等。即使已经考虑了以上所有选择标准，但为了确保设备和装置安全、可靠运行，您还需要在最恶劣的条件下进行大量测试和试验。

您可以在我们的网站上找到关于保险丝产品的详细介绍: schurter.com/pg01_2

关于 SCHURTER

SCHURTER 一如既往地以创新型思维生产出面向全球市场的电气电子元件。我们的产品既确保了电力供应的清洁与安全，同时又让设备易于使用。我们提供了广泛的标准产品，涵盖了电路保护、接头、EMC 产品、开关和输入系统、电子制造服务及配套的解决方案。此外，SCHURTER 也随时乐意根据客户的特殊应用需求，为客户量身定制除标准产品系列以外的其他服务。SCHURTER 的全球企业和合作伙伴关系网可确保本地服务的卓越品质及产品的按时送达，因此值得您的信赖。此外，SCHURTER AG 近日还凭藉优异的表现，在 ESPRIX 瑞士卓越奖 (ESPRIX Swiss Award) 中荣获最佳大型企业的殊荣。

总部

Division Components
SCHURTER Group

SCHURTER AG
Werkhofstrasse 8-12
PO Box
6002 Lucerne
Switzerland
schurter.com

联系方式

亚太区
电话: +65 6291 2111
info@schurter.com.sg

中国区:
info@schurter.com.cn

欧洲（总部）
电话 +41 41 369 31 11
contact@schurter.ch

美国
电话: +1 707 636 3000
info@schurterinc.com

0165.0676 / 03.15

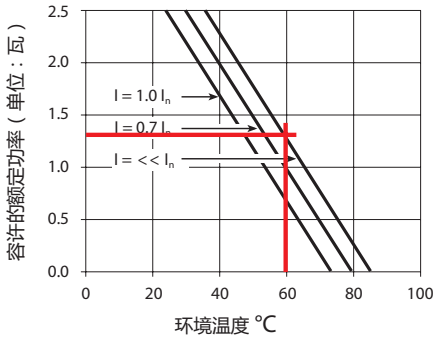


图6：耐冲击保险丝座（例如FPG1）的折减曲线