

保险丝选用设计规范

CY-WE-农历二〇一八年三月初八

1. 目的

为了使本公司产品设计文件中有关保险丝设计选用的技术要求进一步规范化，特制定本规范。

2. 适用范围

适用于本公司产品设计过程中对保险丝的选用。

3. 规范

3.1 保险丝分类

3.1.1 本公司保险丝目前有功得和 SUN 两家供应商，除定型的客户已承认的机种还用功得的保险丝外，由于采购和成本原因新开发的产品所用保险丝一般选用 SUN。

3.1.2 从熔断速度来讲，保险丝一般分为快速型和慢速型两种，以下以 SUN 为例说明：

3.1.2.1 5G、5GP、5F、5FP、6G、6GP 为快速型，其中：

- a. 5G、5GP、6G 和 6GP 有 UL 认证；
- b. 5F 和 5FP 无 UL 认证；
- c. 5G、5F 和 6G 无引脚；
- d. 5GP、5GP 和 6GP 有引脚。

3.1.2.2 5S、5SP、5T、5TP、6S、6SP 为慢速型，其中：

- a. 5S、5SP、6S 和 6SP 有 UL 认证；
- b. 5T 和 5TP 无 UL 认证；
- c. 5S、5T 和 6S 无引脚；
- d. 5SP、5TP 和 6SP 有引脚。

3.1.3 保险丝还有温度保险丝和过流保护器两种延伸类型，温度保险丝主要用于变压器里作温度保险用，过流保护器主要用于电源电流大于 10A 以上的机种作过流保护用。

3.2 选型

3.2.1 100V-120V 保险丝选用 5G、5GP、5F、5FP、6G、6GP 快速型保险丝，220V-240V 保险丝选用 5S、5SP、5T、5TP、6S、6SP 慢速型保险丝，OEM 机种按客户要求选择。

3.2.2 100V-120V 保险丝一般选值计算原则：

假定放大器的额定输出功率为 W

保险丝的电流计算值为 AI（单位为安培）

保险丝的实际取值为 A（单位为安培）

其经验计算公式为：

$$AI=11W/590+0.8$$

则 A 按保险丝的标称电流的优先取值顺序为

① $A = AI \pm 0.1$

② $AI + 0.1 \leq A \leq AI + 0.4$

3.2.3 220V-240V 保险丝一般选值原则：

保险丝规格电流值以 100V-120V 保险丝取值的 1/2 倍取值。

3.2.3 10A 以上的保险丝无安规认证，此时产品设计可选用过流保护器。

3.3 保险丝的标识

保险丝必须在 PC 板和铁壳上有明确的电流值和电压值标识。

保险管似乎是一种简单的器件，然而要了解其工作机理，必须考虑许多因素，还要考虑安装保险管的环境所产生的影响。

图 1.普通的保险丝

图 1 说明保险管连接到电子电路中的情况。通过调节可变电阻器可得到不同的电流值，图中显示了三个不同的电流值在达到热平衡的情况下，温度沿保险丝方向的变化情况。保险丝的中部最热，当这一点的温度超过其熔点时，保险丝就被熔断，电流终止。

在这个例子中所用的是银质金属丝，其熔点为 960°C ，如果电流增加到稍微超过所示的最大值，金属丝就会熔断，电流中止。用于保险丝的其他典型材料有熔点为 1085°C 的铜、熔点为 420°C 的锌和熔点为 232°C 的锡。

当电流小于熔断电流时，金属丝的电阻会造成发热，产生的热量可由公式 I^2R 来计算，其中 I 是电流、 R 是金属丝的电阻，这就是电路消耗的功率，可以瓦特(watts)来计量，它与电流的平方成正比，因此两倍的电流将使功率消耗增加到 4 倍。

在稳定的温度下，基本的能量平衡等式为：

$$\text{保险丝上的电功率}=\text{热输出}$$

为了简化分析，将保险丝的性能分为三个独立的区域来考虑，但在现实世界中有很广的应用区域和很多保险丝的工作状态，只有很少情况会落在这些离散的区域中。

1. 正常的或稳定的状态

电流低于使保险丝达到熔断温度所需的电流，可承受适度的温度上升，保险管所安装的电路在正常的、无故障的条件下工作。

2. 适度的过载(在保险丝额定值的 2 到 8 倍之间)

电流高于使保险丝的熔断所需的值，保险丝开始发热，温度试图上升到能量平衡公式的值，但无法达到平衡，保险丝先熔断，而后电流中止。在 0.1 秒到 4 小时或更长时间内，保险丝中止过流，这是对过载的正常响应。

3. 高过载(电流大于保险丝额定值的 8 倍，通常由短路造成)

电流大大高于使保险丝升温到熔点所需的电流值，保险丝很快就被加热到熔点，以致于没时间通过传导、对流或辐射来散热，在这种情况下，消耗的电功率等于保险丝熔化所需的能量。这一系统被称作绝热系统(没有热损失)。

时延保险丝

这些保险丝又称为抗浪涌、时间滞后保险丝，也叫做慢熔保险丝，它们经过专门设计，对电子设备开机产生的启动浪涌电流或冲击电流不敏感。快速响应保险丝包含一个简单的金属丝，仅被认为是基本的保险丝。

图 2.启动电流波形

在许多电子电路中都会有启动冲击电流发生，图 2(a.c.)显示了变压器或彩电和计算机显示器中消磁电路的初级磁场电流，图 2(d.c.)显示了白炽灯的启动电流波形。发动机的启动产生启动电流非常普遍，虽然这些趋势比显示出的有更长的持续时间。

这些脉冲的幅度为正常运行电流的 5 倍和 20 倍，持续时间在 0.001 秒和 0.5 秒之间，它们通常是先达到最大值，然后成指数规律衰减到正常运行电流。

这些启动脉冲是很正常的，但如果使用当电流达到额定电流的 5 倍左右时就会快速断路的快速响应保险丝，当启动脉冲来时，保险丝就会断开，造成所谓的“无辜开路”。

启动脉冲的能量可计算出来并与保险丝熔断所需能量相比较，计算公式为 I^2t ，可以安培平方秒(A²Sec)来测量，只要脉冲的能量小于保险丝熔断所需的能量，就可避免“无辜开路”的情况。

采用简单的快速响应保险丝，为了确保其在启动脉冲到来时不会起作用，通常必须选择额定值远大于正常运行电流的保险丝。

因此，对于正常运行电流 2 至 3 倍的低过载，必须用额定值很高的保险丝以使其能经受启动脉冲，不会断开，这就意味着所有相关的元件、导线和印制线必须提高质量以满足这一条件。这种方法会增加成本，同时仍无法对低过载的情况给以令人满意的保护。

我们需要的是能延时(高 I^2t)的保险丝，同时又能很好地响应持续的低过载。延时保险丝本质上是采用高额定值的快速响应保险丝，最简单的方法是采用直径较粗的金属丝同时提高对低过载的响应性能，为了达到这一要求，需要利用所谓的“M”效应。

“M”效应

这一效应是指带有锡球的银质保险丝事实上能在比预期更低的过载时断开，断点位于锡球附近。

图 3.基本时延保险丝

考虑图 3 所示的保险丝有一根熔点为 960℃的银质金属丝，上面带有熔点为 232℃的锡球。要熔化银丝，需要足够的电流使金属丝的温度升至 960℃，然而要熔化锡球只需低很多的电流即可，因为只需将银丝的温度升到 232℃。

一旦锡熔化后，由于表面张力的原因它会保持在原位，固体银丝通过扩散反应会浸入熔化的锡球中，这种效应会增加该点的阻抗，并引起局部温度的上升，反过来又会加速扩散反应的进行。其最后结果是当电流小于熔断普通银丝所需的电流时，造成锡熔化，使保险丝在比这种直径的金属丝所预期的熔断电流更低的电流下断开。

制作时延保险丝，只需简单地放一个比相同额定电流的快速响应保险丝直径更大的金属丝，并利用锡球改善低过载性能以得到可接受的效果。

图 4.“M”效应

图 4 显示了用作保险丝的金属丝带锡球和不带锡球时的性能。由于采用了对数坐标，图上的偏差看起来不是很大，但保险丝加锡球后，能明显加快断开时间。电流为 5 安培时，没有锡球的保险丝需 35 秒才能熔断，而带锡球的只需 6 秒左右即可熔断。

在实际应用中，虽然仍使用锡珠设计进行生产，但不容易实现高速自动装配。为了克服这一缺点，将锡连续涂在金属丝上，“M”效应将在最热的点，即线的中点起作用。这种锡涂层还有增加整个金属丝直径的作用，进一步增加保险丝的 I^2t 。

更进一步的考虑是金属丝的长度会受到 20mm 的保险丝长度的限制，要达到更高的 I^2t 值，需要更大直径的金属丝，但是在低负载的情况下为了产生足够的热量以使锡熔化并产生“M”效应，则需要长度超过 20mm 的金属丝以获得足够高的阻抗。在这种情况下，为获得额外的长度，金属丝以螺旋状(helix)绕在一个衬底上。来自衬底热质的延时对整个保险管的时延也有一定的贡献。采用连续镀锡线能达到普通直金属线 3 到 4 倍的 I^2t 值。

熔断能力

保险丝的熔断能力是指在额定电压下，保险丝能安全断开的最大电流，也是指中断额定值(IR)的短路额定值。

"安全"的定义是指不产生爆炸或火焰损害周围物体或保险丝座。事实上，对主要的短路情况，成功断开保险丝的常识性标准是一旦短路现象消除，只需简单地替换断掉的保险丝，而无须做任何更进一步的修理工作。

但保险丝本身可能会出某些损坏的迹象，例如冒出一些轻烟，保险丝的管壁发生内部破裂，这是正常的，它是在短时间内耗散大量能量的显示。

电流限制

如果保险丝能在电源的四分之一周期内中断故障电流，这种保险丝称为电流限制类保险丝，这就意味着预期的峰值电流永远不会出现，这是一个主要优点，它能限制由过流造成的损坏。

图 5.电流限制

在这种情况下，将永远不会达到预期的故障电流，这将有助于防止系统受到严重短路造成的损坏(图 5)。

保险管填充

当短路的程度变得越来越严重，与保险丝串联的阻抗就变得越小。在实际应用中，保险丝本身更靠近能量源，大多数情况下的能量源是变压器。由于线圈中储存磁场能量，电路的电感量越大，电路中断时，保险丝会吸收更多能量。

在高熔断能力保险丝的设计中，为使电弧尽快消失，保险丝内可填充沙子或相似的材料。

填充物可完成下列功能：

- 填充物可使电弧冷却，沙子可吸收电弧产生的能量。
- 由于不得不在填充物的颗粒之间通过，可增加电弧长度。
- 填充物减少了保险丝中空气的数量，所以当电弧刚形成时，只有很少空气可扩散，且只产生更低的压力，使保险丝失效的可能性更小。
- 填充物可保护保险丝主体不直接暴露在电弧中，虽然如此，保险丝主体仍应尽量结实，常用陶瓷代替玻璃。

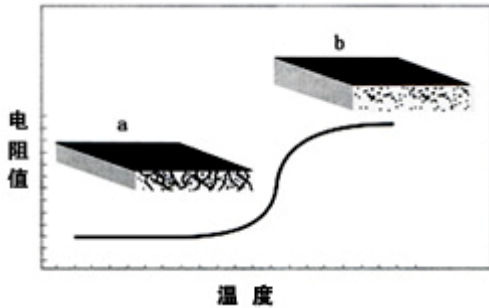
过压

保险管特别是填充沙子的保险管在排除短路的故障电流时，就会发生过压。在对这种现象进行理论分析时，可把它看作是在电流中断的点上出现在保险丝上的后电动势(emf)。

在一个 230 伏的交流系统上，在开路时出现超过 2000 伏的瞬时高压并不罕见，但持续时间很短(几微秒)的这些尖峰可反映到距离很短的金属线上，造成电路中半导体器件的损坏，例如灯的调光器、计算机、彩电和音响设备中的半导体器件。关掉荧光灯时也可造成相似的过压情形。

原理介绍

WH 自复位过流保护器（自恢复保险丝）是由高科技聚合树脂及纳米导电晶粒经特殊工艺加工制成，正常情况下，纳米导电晶体随树脂基链接形成链状导电通路，WH 保护器正常工作；当电路发生短路或者过载时，流经 WH 保护器的大电流使其集温升高，当达到居里温度时，其态密度迅速减小，相变增大，内部的导电链路呈雪崩态变或断裂，WH 保护器呈阶跃式迁到高阻态，电流被迅速夹断，从而对电路进行快速、准确的限制和保护，其微小的电流使 WH 保护器一直处于保护状态，当断电和故障排除后，其集温降低，态密度增大，相变复原，纳米晶体还原成链状导电通路，WH 保护器恢复为正常状态，无需人工更换。



应用范围

- **通讯设备**：程控交换机、用户终端设备、总配线保安单元等。
- **汽车电子**：汽车线束、汽车防盗器、汽车微电机、汽车电子产品等。
- **电器设备**：卫星接收机、安防设备、扬声器、工业自动控制等。
- **电子行业**：电源、镇流器、微电机、火灾报警、仪器仪表等。

产品优点

1. **安装方便**：WH 自复位过流保护器无极性，串联于需要保护的电路即可，不仅应用广泛，而且安全可靠。
2. **重复使用**：切断电源和排除故障后，自动恢复为正常状态，无须人工更换，可重复使用。
3. **无再接通**：故障条件下，不会再次接通故障电路（其它保护电路，双金属片等会反复接通而扩大故障范围）。
4. **提升品质**：能提升客户产品的品质，能大大降低成品的自然损坏率，能大大延长产品的使用寿命。

5. 增加亮点：因为增加了高科技元素，所以能为客户的产品增加新的闪光点，让易损电路不再脆弱。
6. 降低成本：比其它的保护电路减少元件数量，PCB 面积、作业过程损坏。降低不良率售后服务成本。
7. 效率提高：能提升工程师的设计效率和保护的准确度和可靠性。
8. 提升信誉：能提升客户公司的美誉度和产品的市场竞争力。

安装方式

WHPTC 自复保险丝没有极性，阻抗小，安装方便，将其串联关于被保护电器的线路中即可，电源直流或交流均可。

符号说明

符号	说明
I_h	WHPTC 元件在 25℃ 环境温度下的最大的工作电流
I_t	WHPTC 元件在 25℃ 环境温度下启动保护的最小电流
I_{max}	WHPTC 元件能承受最大电流
P_{dmax}	WHPTC 元件工作状态下的消耗功效
V_{max}	WHPTC 元件的最大工作电压
V_{maxi}	WHPTC 元件在阻断状态下所承受的最大电压
R_{max}	WHPTC 元件工作前的初始最小阻值
R_{maxi}	WHPTC 元件未工作前的初始最大阻值

选型指南

1. 列出设备线路上的最大正常工作电流(I)和最大的工作电压(V)
2. 出工作环境温度正常值及范围，按折减率计算正常电流 I_h(详见环境温度与电流值的折减率表)
3. 根据 I、V 值,产品类别及安装方式选择一种"万和"牌自复位过流保护器系列。(参考各规格表)
4. 选出的"万和"牌自复位过流保护器的 I 值必须小于或等于 I_h
5. 用户对我公司产品如有特殊要求，请与我公司联系，我们将根据您的要求进行专项研发，且不收任何附加费用。

环境温度及电流值折减比率表

WH Series	-20 °C	0 °C	25 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	85 °C
WH 600	138%	119%	100%	92%	83%	73%	64%	55%	42%
WH 250	132%	117%	100%	91%	85%	77%	68%	61%	48%
WH 130	136%	119%	100%	92%	81%	72%	63%	54%	40%
WH 60	136%	119%	100%	90%	81%	72%	63%	54%	40%
WH 30	130%	115%	100%	91%	83%	77%	68%	61%	52%
WH 16	132%	120%	100%	96%	88%	80%	71%	61%	47%
WH 6	130%	115%	100%	91%	83%	77%	68%	61%	52%

型号说明

