

# 实验室工程师知识点分享：电源电路的安全与可靠性设计，建议技术人员必看!

产品名称	实验室工程师知识点分享：电源电路的安全与可靠性设计，建议技术人员必看!
公司名称	深圳市实测通技术服务有限公司
价格	.00/件
规格参数	测试周期:5-7天 寄样地址:深圳宝安 价格费用:电话详谈
公司地址	深圳市罗湖区翠竹街道翠宁社区太宁路145号二单元705
联系电话	17324413130 17324413130

## 产品详情

人们在看现今的消费和工业应用设备时，很容易关注其功能，并理所当然地相信电源系统的可靠性。在诸如机顶盒、数字电视和DVD播放机之类的消费电子产品中，像高清晰度图像和家庭影院质量的音频系统非常吸引消费者的关注，此类功能也提供了竞争优势。

然而，设计工程师必须要考虑的是，内外部电气对系统的威胁会危及到这些带来竞争优势的功能。无论是附近的雷暴、接入电网的大型感性负载的开关，还是来自设备外部的瞬时浪涌电流所造成的威胁都会使该设备发生故障。此外，由于电容器之类的元件或FET已达到使用寿命导致的内部故障电流，如果用户不够小心的话会造成安全危害。大约30%的现场故障是由电气过应力(EOS)引起的。

设计工程师们可通过对电源提供电气保护和保证长期安全运行的方法，协助为客户提供有价值的服务。本文旨在向设计工程师提供如下帮助：识别对电源的电气威胁(闪电和基于系统的浪涌电流和故障电流)；了解可用的电路保护解决方案；使用主要电路保护参数，选择适合的器件。

图1：对电源产生安全威胁的因素

图1中简要介绍了令人关切的电路以及典型的电气威胁，这些威胁有可能在整个工作期间存在于电源中。源于电源系统的威胁包括瞬时电压，诸如闪电和负载切换事件等。由电源电路引起的威胁包括短路事件和过载状况(故障电流)。

在初级端电路上，解决瞬时浪涌电流的典型方法是金属氧化物可变电阻(MOV)。这些器件会将输入浪涌电流钳位在一个电平上，该电平使电源元件能够不受到影响并正常工作。选择MOV的主要标准包括工作电压、能量处理性能和峰值脉冲电流性能。

MOV的工作电压是MOV能正常工作不会击穿(变为导电的)的电压电平。该电压通常是首先要决定的参数，而且很简单。要指定工作电压，设备的线电压则要增加20%，以允许电源系统的电压增长。这样做的目的是保证MOV对系统中的瞬态事件做出反应，而不对临时状况做出反应。

举例来说，假定线电压为120VAC，那么应考虑的最高工作电压参数为 $120\text{VAC} \times 1.20 = 144\text{VAC}$ 。由于MOV通常不会额定为144VAC，因此应选择高于该值的工作电压。所以，对于120VAC的线电压而言，应选择工作电压为150VAC的MOV。

MOV峰值脉冲电流额定值是其能够处理又不改变电气特性的最大瞬态电流值。该参数被指定为一个已知波形值(通常为 $8 \times 20\mu\text{s}$ )并呈图表形式，这样工程师就可以根据峰值脉冲电流、脉冲宽度和脉冲数确定某个特定的MOV预期能承受多少个脉冲。这一点非常重要，因为MOV厂商通常会提供多个系列的MOV，而且峰值脉冲电流特性在选择适合的MOV系列时是关键参数。下面我们通过一个实例来说明此概念。

在该实例中，假设指定浪涌电流为 $8 \times 20\mu\text{s}$ 、3,000A。此外，已确定该应用将要经受住40个这样的瞬变事件。图2所示的是Littelfuse C-III系列MOV 14mm片状可变电阻器的脉冲额定曲线，可用以确定其适用性。

图2：14mm片状可变电阻冲击试验额定曲线

要阅读该图，先要沿着x轴找到脉冲时间(20 $\mu\text{s}$ )，然后向着正的y轴方向继续，直到峰值浪涌电流(3,000A)相交为止。该点然后将位于两条为预期脉冲性能提供边界的曲线之间。在本实例中，该点位于101和102脉冲曲线之间。换言之，14mm的C-III MOV预期能承受10和100个20 $\mu\text{s}$ 持续时间和3,000A峰电流的脉冲。根据产品手册，指定值为40脉冲。

对UltraMOV和LA系列可做同样的分析，数值分别为2~10和1~2脉冲。因此，C-III系列MOV最适合这套特定的标准。其它可考虑的参数是盘形直径、能量性能和引脚间隔。有了这样的信息，工程师即可确定到底哪个MOV最适合正在设计的电源需求。

对于初级电路的安全，如果发生故障电流的情况，用熔丝将流入电源的电流和电源断开。在电路中，熔丝被故意设计成薄弱环节，并在烧焦或冒烟前就将故障电流切断。

所选择的熔丝应该是：在足够低的电平熔断以保护电路，但该电平又要够高，以至于在正常启动期间不会熔断。这就是在另一方面所谓的“讨厌的跳闸”。特别要关注的是浪涌电流。当应用电路被打开，非线性元件(电容器和电感器)开始充电时，就会产生这些电流。这些“脉冲”会比正常工作电流的量大多倍，但通常又很短命(几十到几百微妙)。

选择熔丝的第一步是确定电路的正常工作电流，以及熔丝所在电路区域环境温度。最后，鉴定合格达到UL标准的熔丝还必须将其等级向下再下调25%，方可将其安装到电路上。然后可使用下列方程式：

例如，如果一个电源引入5A的电流，预期温度会达到80℃，那么最小熔丝等级应为：

因为正好有7.02A等级的熔丝，所以使用了仅次于最近等级(比适合的电流强度等级大)的熔丝。在本例中，选定的熔丝等级应为8A。

在选定了电流强度等级后，下一步就要保证熔丝在电源的预期寿命里不会经历令人讨厌的跳闸。要做到这一点，就有必要捕捉到在电源上电时产生的浪涌电流活动的踪迹，并计算出该浪涌电流的能量(也称为 $I^2t$ 值)。这通常会为历时短暂的双指数曲线。人们感兴趣的数据是峰电流和浪涌电流的持续时间。也有必要对电源在其工作寿命中预期要经历的上电周期数进行估计。

具备该项数据后，即可通过将浪涌电流的波形与熔丝厂商提供的数据表或参考材料相比较的方法选择适合的方程式。在本例中，假定浪涌电流确实显示出双指数波形。这样，即可使用下列方程式：

例如，如果浪涌电流脉冲的值为500A，该脉冲的持续时间为120us，且上电周期的预期数为10,000，那么该熔丝的最低I<sup>2</sup>t值为：

现在可将所有信息放到一起。经计算，需要8A等级的熔丝，而且融化I<sup>2</sup>t值至少需要51.72A<sup>2</sup>s。电源供电通常使用玻璃盒装熔丝，Littelfuse的2AG(224/225)系列乃是具有空间效益的选择。细看与8A等级对应的器件参数，I<sup>2</sup>t值为56A<sup>2</sup>s。由于该数值超过上述计算要求，因此该熔丝乃是此项电源供电的适当选择。

有两个额外的考虑，可能适合于某些设计。在第一个示例中，可能有诸如UL 1414之类的规范要求，以保证电源底盘与交流输入的供电绝缘。在本例中，可用高电压气体放电管(GDT)与MOV串联使用，确保需要的绝缘。

第二个考虑是在电源次级端输出保护，减少作用在电源后续电路上的电应力。在已知电路易受瞬态电压影响时则需要这样做。在本例中，在电源的直流输出线路上安装了瞬态电压抑制二极管(引脚安装或表面安装)，这样即可实现分级保护方案并使瞬态电压的量级进一步降低。