

负载转换和开关保护

干簧开关的接触特性是取决于开关的尺寸、干簧片之间空隙的大小或安匝数级别、触点材料及玻璃管内气体等因素。在特定的负荷下操作，为了令开关的寿命更长，一些预防措施是必要的。

因为一个干簧开关只是一个带可动零件的机械式的装置，干簧片的磨损可能会缩减它的寿命。

如果切换无负荷或负荷电压低过5V@10mA时，开关的磨损程度是很小，甚至无磨损，这时它可以操作超过十亿次。如果负荷电压达到10V，开关的磨损程度就会相对地增加，磨损程度取决于开关切换多少的电流。一般而言，切换电压是10V 和电流是10mA，预期的开关寿命可以操作五千万次到两亿次，在同样的环境下，如果希望开关更长寿而又不能减低实际需要切换的负荷，那么含水银的干簧开关可能是最佳选择，这种开关含少量的水银，因此在任何时候干簧片之间都是没有净金属传送的，这种含水银的开关，在10mA下转换上百伏的电压也可达数十亿次。

通常我们建议切换直流负荷，我们的所有开关寿命测试数据也都是在这种情况下获得的，同时应该要注意避免带有导向或蔓延的功率因素。

当开关打开时，负荷带有整体的净电感会对开关带来巨大破坏，因为开关打开过程是十分快的，在公式#1内的 di/dt 会变得非常大而且开关会承受电弧放电。

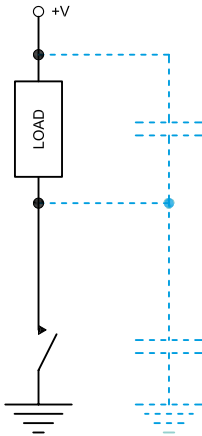
$$L \frac{di}{dt} + i R = V \quad \text{公式\#1}$$

开关有整体的净电容性负载时，开关闭合会有电流涌入，从而导致开关损毁并甚至令干簧片互相黏住，具体情况取决于总电容负载，现时电压和串联的电阻值。

钨丝灯泡对干簧开关而言是一个非常普遍的切换负载，尤其是在汽车工业中，由于钨丝是冷的，一旦开灯有电流流入时，钨丝内的电阻会急速地提升来减低电流。一般的电流冲击是10 到20次，之后会进入稳定期。如要确定电流流入的多少，冷钨丝电阻是很重要的，加配一些串联电阻到同一个线路内可以令开关寿命得到显著的改善。

电容与电感负载

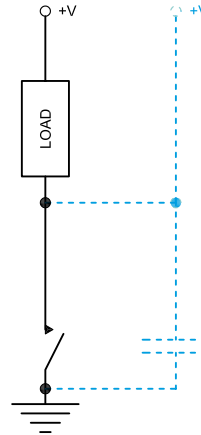
当切换任何电压和电流时，寄生电容有一定的代表性，当切换既定的电压和电流时，首50ns(50x10⁻⁹秒)是最重要的，因为这是电弧放电期(见图#46)。如果线路上的寄生电容数量较大(取决于切换的电压量)，这时更大的电弧有可能会发生，因此会缩减开关的寿命。当切换任何较大的电压时，放置电流探针于线路中来查看首50纳秒确实的切换情况往往是一个明智的方法。整体来说，当切换电压超过50伏时，50pF(10⁻¹² 法拉)或更多的电容会对开关预期寿命产生显著的影响。如果干簧开关的操作是线控，这条线的作用可以相当于一长条的电容，防护物和其它电容性的组件都能为涌入的电流提供电容。



(图#46, 当寄生电容切换为恒流输出电压, 开关闭合时可能会有电流大量涌入从而造成开关寿命明显缩短。)

共享电压模式也是要注意一个方面, 它对干簧开关的寿命也有很大影响。在不同的线路和环境下共享电压模式可以对寄生电容产生影响并非预期性的减低干簧开关寿命。(见图#47) 重申一遍, 一只快速的电流探针可以在首50ns 探测到惊人的切换电压和电流, 这个值与电路的本身实际负荷无关。当有线路电压存在或接近敏感线路就应十分小心。这些电压在线路上可能连接成电路, 从而影响到您所要求达到的产品使用寿命。

干簧开关的使用寿命缩短通常都被归因于开关本身的问题, 而实际情况是可能是线路上预料之外的情况所造成的。

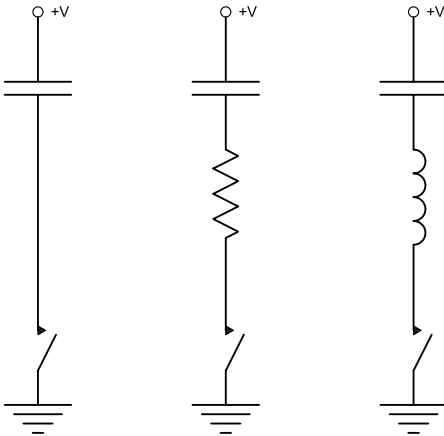


(图#47, 共享电压模式令寄生电容充电并切换流经过触点, 这会急速地减低干簧开关的寿命的, 因此避免这种情况是十分重要的。)

电路保护

在以上情况中，可以加设电路保护以减低切换时的金属转移。

图#48 所显示的是一个非常典型的电路，电容有时可能只有几Pf（皮法），这种情况可以从mf（毫发）范围内的寄生电容或实际电容性的元件上找原因。电路内的电容器会储存电荷，它本身的性质决定了它倾向于尽可能快的释放所有电荷。在电路没有加设一些电阻或阻抗时，这种现象是不可避免的。



(图#48, 直接切换电容时, 突然流入的高电流会迅速的损坏开关。加设电阻或感应器可以减低突入电流并降低开关的损耗。)

公式#2 和公式#3 陈述了一个电容电路的电压和电流, 而公式#3 是陈述电容性的放电比率。

$$R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{c} = V \quad \text{公式\#2}$$

$$i = -\frac{V}{R} e^{-t/RC} \quad \text{公式\#3}$$

R: 电路电阻

q: 充电

t: 时间

c: 电容

i: 电流

v: 电压

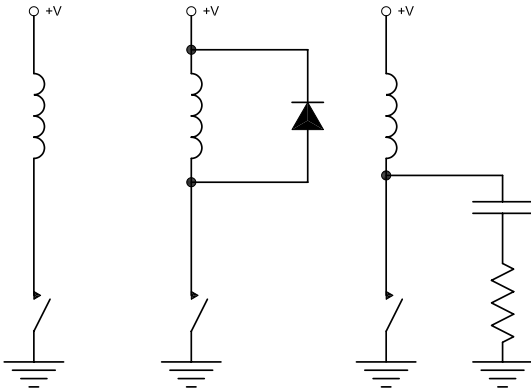
当干簧开关触点闭合时，应尽量避免或降低突入电流。如果您的电路容许干簧开关线路内直接加设串联电阻，那是最佳的选择。在图#48 中电阻值越大越好，在电路上使用感应器或加上电感，也同样有效。感应器能在阻止最初的电流流入以减小突入电流。此时有一点需要留意的，一定要小心计算一个平衡点，不可配用太多的电感，以防影响到开关效能及在开关打开时会产生的其它问题。

切换电感负载如继电器，螺线管，线圈计算器，小型马达或电感电路等都需要防护电路去延长干簧开关的寿命(见图#49)。公式#1 描述感应性的关系。一旦电流流过电感器，它会倾向维持这个电流，如果这电流突然间终结，公式#1内的di/dt可以变得很大，这净效应可以由大的电流流经过开关造成。在开关打时，电弧放电会随之而起，如果这电弧放电持续产生则会造成开关破裂。很多时候可通过加设RC 网络和二极管遏抑器令双方互相抑制(见图#49)。

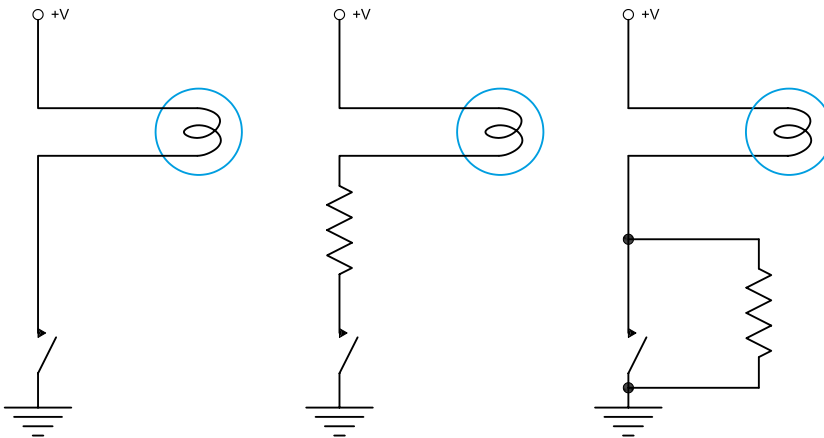
突入电流负荷

当电灯负荷刚启动时也会产生非常高的突入电流。目前典型的钨丝是用在小型的电灯泡内，当灯泡启动时，会承受到比通常操作电流高10倍的突入电流(见图#50)。在电灯内加设一连串电阻可以有效地减低突入电流并在延长干簧开关的寿命起到重要作用。

另外一个方案，如图#50 所示，是加设一组并联的电阻器穿开关。于这情况下，微量的电流会流经过灯丝来维持热度和高阻值，这电流是平衡的，此时灯丝不会有发强光的现象出现。现在当干簧开关被激活时，开关电流会接近它的稳态电流。



(图#49，突然开放一个带有电感器的电路会产生一道很大的逆电压，加设一个同线圈并列的二极管可以减低这电压，一个穿过开关RC网络也能起到同样的作用。)



(图#50，由于钨丝本身是冷的，当电灯第一次开启时会有一道非常高的突入电流产生，加设连串电阻可以减低突入电流。如在开关加设一组并联的电阻器，这样可以容许一道微量电流流动，加热电灯泡的乌丝，当开关闭合时，由于乌丝是热的，这样就不会引发突入电流了。)