

干簧开关的操作原理

引言

干簧开关最初于20世纪40年代末由贝尔实验室首次发明，然而直到20世纪40年代干簧传感器和干簧继电器才得以广泛应用。当时，干簧开关是应用于配合步进/转换早期的电子仪器和测试仪器。到了20世纪40年代末期，西电（Western Electric）开始启用干簧继电器作为它们中央办公室电话转驳中心，直到如今它们在这个领域仍被某些地区所使用，干簧开关对电讯科技的发展做出了重要贡献。

这些年来，干簧开关制造商层出不穷，一些制造商垄断市场太久，致使低品质和低可靠性的产品充斥市场。但是，现今大部份制造商已经可以生产高品质和高可靠性的产品了，也正是这一点促成了整个行业的繁荣。

如今干簧开关技术已经广泛的应用于几乎所有行业：测试和测量仪器，医疗电子，电讯，汽车，保安，家电，通用市场等等，其发展程度已经超过以往任何时候，全球的生产也随着需求量增大而不断增长。

干簧开关是一项独特的技术，全密封的特性使得它可以在几乎所有环境下使用。干簧开关的结构虽然简单但是其制作加工过程中却包含了多项工艺。影响到它品质和可靠性的重要因素是玻璃与金属间全密封性，这就要求玻璃与金属一定要有相同线性的热流膨胀系数，否则就会产生裂缝和差劲的封口。无论使用溅镀还是电镀工艺，用于表面的接触材料通常都是铑(rhodium)或者钌(ruthenium)，而且与半导体生产技术类似，这个过程必须要在特别清洁的环境下准确地进行，任何外来的粒子都可能导致品质问题，使产品可靠性下降。

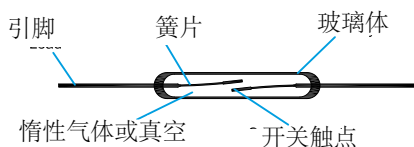
这些年来，干簧开关的尺寸已经由大约50毫米(2寸)发展到细如6毫米(0.24寸)，这些小的尺寸的出现使它能应用到更多领域中，尤其满足了射频和快速时域的需求。

干簧开关的特点

1. 能够切换高达10,000 伏
2. 能够切换高达 5安培
3. 能够切换或者负载低至 10nanoVolts (纳伏) 而没有信号损失
4. 能够切换或者负载低至1femptoAmps(毫微微安)而没有信号损失
5. 能够切换或者负载高达6 GigaHertz(十亿赫兹)而只有少量的信号损失
6. 触点间绝缘为 $10^{15} \Omega$ 。
7. 接触电阻通常为50 milliOhms (毫欧) ($m\Omega$)
8. 在常开的情况下无需耗费任何能源或电力
9. 能够提供双稳态功能。
10. 操作时间范围100 μs 至300 μs 。
11. 能在从-55 $^{\circ}$ C至200 $^{\circ}$ C的极端的温度范围下使用。
12. 能够于各种环境下操作。包括空气中，水中，真空中，油中，燃料中和含尘环境。
13. 能够承受高达200Gs 撞击力
14. 在高达30Gs（高斯）的磁感应强度下能承受50Hz至2000Hz的震荡。
15. 使用寿命长，在 5 伏 10毫安工作条件下，可以操作达十亿次。

干簧开关的基本原理

见图#1所示

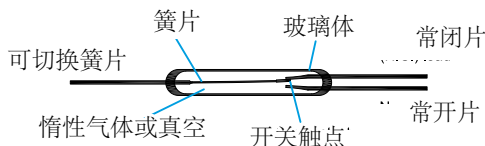


(图#1, 基本的全密封形态 1A (常开) 干簧开关的基本结构与组件。)

干簧开关是由两片干簧片(通常由铁和镍这两种金属所组成的)密封在玻璃管内。玻璃管内的两片干簧片呈交叉状且间隔有一小段空隙。适当的磁场将会使两片干簧片接触。这两片簧片上的触点上镀有层很硬的金属, 通常都是铑和钌, 这层硬金属大大提升了切换次数及产品寿命。而玻璃管内通常注入了氮气或一些等价的惰性气体, 部份干簧开关为了提升其高压性能, 更会把内部做成真空状态。干簧片的作用相当与一个磁通导体。在通过永久磁铁或电磁线圈产生的磁场时, 簧片会产生不同的极性, 当磁力超过簧片本身的弹力时, 这两片簧片会吸合导通电路; 当磁场减弱或消失后, 干簧片由于本身的弹性而释放, 触面就会分开从而打开电路。

以上描述的是1 Form A (常开 (N.O.)或单刀单掷 (SPST) 干簧开关, 另有2 Form A(两个常开开关或双刀单掷 (DPST)), 3 Form A (三个常开开关), 等等。1 Form B

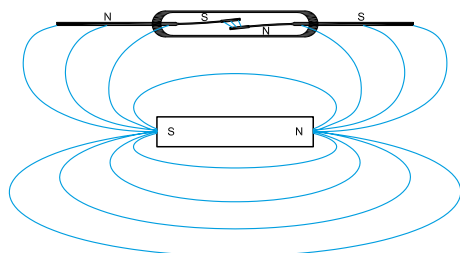
是代表一个常闭开关, 1 Form C (单向双掷 (SPDT)) 是代表一个开关带有一个共用簧片, 一个常开片和一个常闭片(见图#2)。



(图#2, 1 Form C (单刀双掷 (SPDT) 三个簧片的干簧开关之基本结构。)

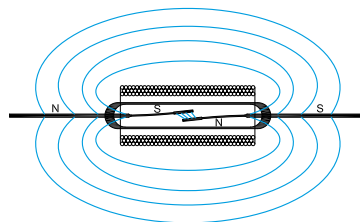
可切换的簧片, 在没有磁场时是与常闭片接触, 当足够强度的磁场产生时, 该簧片会移向常开片, 而常开片与常闭片都是固定不动的。这两固定片与可摆动切换的簧片均为铁磁片, 只是常闭的干簧片触点表面部份是由非磁性的金属熔焊于干簧片上的。置于磁场下时, 两旁位于常开与常闭的固定片具相同极性, 且和可摆动簧片极性相反, 常闭端的非磁性金属会隔离磁通, 因此当常开端与可摆动簧片之间的磁力够大时, 摆动簧片将与常开片接触闭合

通常有两种方式可以令干簧开关的干簧片吸合。1.使用永久性磁铁 (见图#3);



(图#3, 干簧开关在永久磁铁产生的磁场下之基本操作情况, 两簧片呈相反极性, 而在两簧片间产生足够的吸力而互相接触。)

或2: 使用外加线圈 (见图#4)。



(图#4, 将干簧开关放置在线圈中心轴位置, 磁场在这部份是最强的, 两簧片呈相反极性, 在两簧片间产生足够的吸力而互相接触。)

如图所示, 当有一个永久磁铁接近干簧开关时, 此两片簧片会被磁化成可相互吸引的不同极性, 当磁场够大时, 可让两簧片间产生足够的吸引力而互相接触。干簧片都是经过回火处理的, 以便消除剩磁, 所以当磁场退去后, 在干簧片上的磁场随即消失。如果有任何残留的磁力存在于干簧片上, 干簧开关的特性就会改变, 在制造过程中, 适当的制程和退火处理是非常重要的。