

工艺与材料

根据负载类型选择继电器触点材料与触点保护电路

陈 之

(厦门宏发电声股份有限公司, 福建 厦门, 362021)

摘要: 文章介绍了不同类型负载, 继电器触点材料, 及不同类型负载所适用的触点材料, 继电器触点保护电路。

关键词: 负载类型; 继电器触点材料; 触点保护电路

Doi 10.3969/j.issn.1000-6133.2010.04.005

中图分类号: TM58 文献标识码: A 文章编号: 1000-6133(2010)04-0022-06

引 言

随着工业自动化、汽车电子、信息产业、家用电器产品的快速发展, 对电磁继电器 (以下简称继电器) 的发展提出了更高的性能要求, 对继电器的需求量迅速增加。随着市场竞争的日益激烈, 原材料的价格持续上涨, 继电器制造商面临严峻的挑战。只有了解市场, 提供市场所需要的适合产品, 加上良好的售前、售后服务, 才能开拓更大的市场。本文主要针对不同类型负载, 介绍适合的触点材料及相应的触点保护电路, 以求对继电器的应用提供帮助。

1 继电器工作原理简介

继电器是一种当输入量 (电、磁、声、光、热) 达到一定值时, 输出量将发生跳跃式变化的自动控制器件。

其输入输出特性为: 输入量 x 从零连续增加达到动作值 x_x , 输出量立刻从 $y = 0$ 跳跃到 $y = y_m$, 即常开触点 (NO) 从断到通。一旦触点闭合, 输入量 x 继续增大, 输出量 y 将不再起变化。当输入量 x 从某一大于 x_x 值下降到 x_f , 输出量立刻从 $y = y_m$ 跳跃到 $y = 0$ 继电器常开触点 (NO) 断开 (如图 1)。

我们把继电器的这种特性叫做继电特性, 也叫继电器的输入-输出特性。

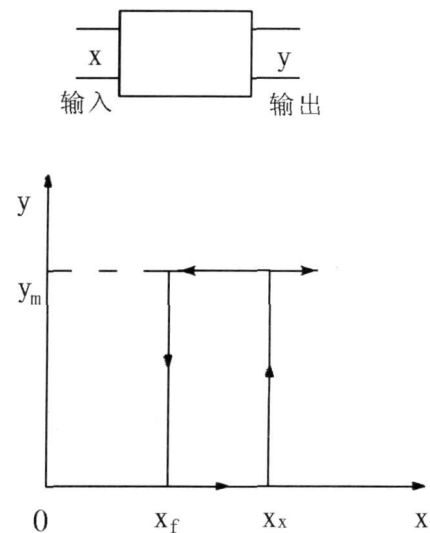


图 1 继电器的继电特性 (常开型)

继电器工作原理以图 2 所示结构为例进行说明: 当线圈引出脚两端加上电压或电流, 线圈的激磁电流产生磁通, 磁通通过铁心、轭铁、衔铁和工作气隙组成的磁路, 并在工作气隙产生电磁吸力。当激磁电流上升达到某一值时, 电磁吸力矩将克服动簧的反力矩使衔铁转动, 带动推动卡推动动簧, 实现触点闭合; 当激磁电流减小到一定值时, 动簧反力矩大

于电磁吸力矩, 衔铁回到初始状态, 触点断开。继电器的结构与机能如下图 2 与表 1 所示:

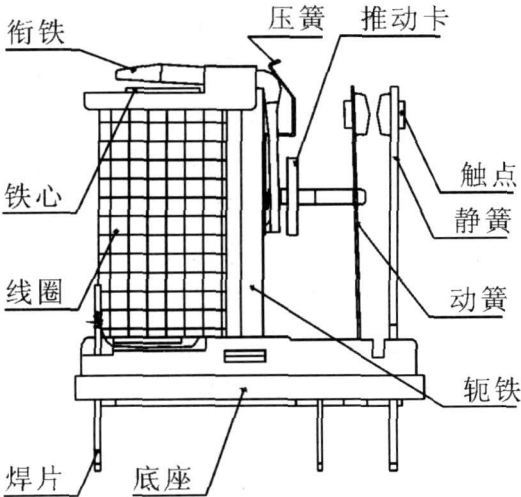


图 2

2 几种典型负载类型

由于继电器的输入 - 输出特性, 作为自动控制元件, 其银合金触点是接触系统控制负载的执行部位 (请见图 2)。继电器触点的标称额定电流负载能力, 一般只是以纯阻性负载为标准, 但用户在实际使用中往往不单纯是阻性负载, 经常需要控制如: 灯载、感性、电机或容性负载等。因此, 了解不同负载的电流特点, 对正确选择继电器的额定负载和其触点材料至关重要。

现介绍几种典型负载的电流特性:

灯载: 以白炽灯为例, 由于白炽灯钨丝冷态电阻很小, 接通瞬间的浪涌电流会高达稳态电流 15 倍, 电流波形如图 3:

表1 继电器结构与机能

机 能	输入 —————> 交换 (A) —————> 交换 (B) —————> 机械开关 —————> 输出						
能量转换	电能 —————> 磁能 —————> 机械能 —————> 电能						
继电器零件	线圈 引出线	+	铁芯 轭铁 衔铁	+	触点 组 簧片组合 推 动 卡	复原簧片	触 点 引出端

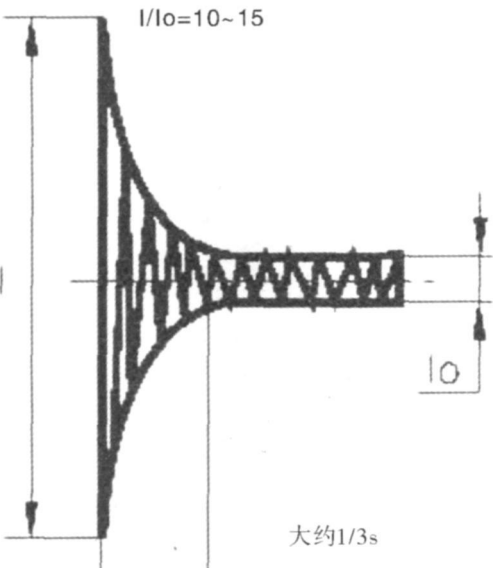


图 3 白炽灯电流波形图
(I 电流, S 秒, 以下相同)

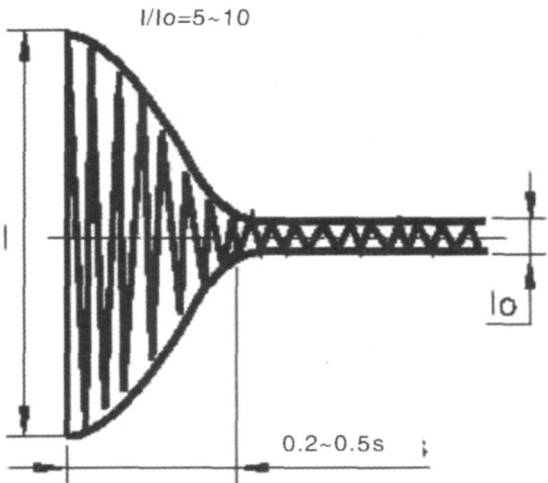


图 4 电动机电流波形图

如此大的浪涌电流会使触点材料迅速烧蚀, 故经常出现的失效现象为触点瞬间粘连, 即 "熔焊" 事故。

电机负载: 电动机静止时输入阻抗很小, 启动瞬间浪涌电流很大。电流注入后, 电流和磁场相互作用产生转矩。当电动机启动后, 产生内部电动势, 致

使触点电流减小, 关断时, 触点间出现反电势, 常常会引起拉弧, 造成触点烧蚀, 电流波形如图 4

感性负载: 电感器、扼流圈、电磁铁、接触器线圈等都是感性负载。电感器、扼流圈接通瞬间, 电磁线圈有抑制电流上升的功能, 不会出现浪涌电流; 电磁铁、接触器线圈接通瞬间会出现浪涌电流; 但这四种负载关断时, 贮存在线圈中的电磁能均是通过触点间燃弧消耗掉, 易出现触点烧蚀, 金属材料转移、粘接失效。电流波形, 如图 5 所示。

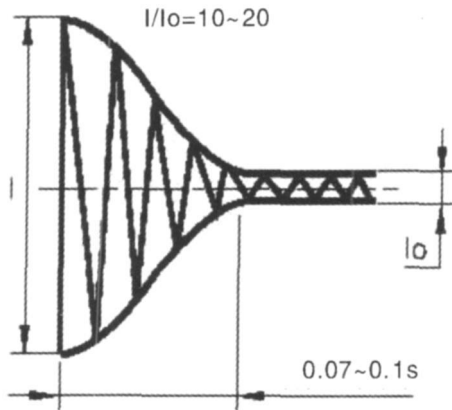


图 5 感性负载电流波形图

容性负载: 容性电路的充电电流非常大, 一般是稳态电流 20~ 40 倍。电容器类似短路, 其电流仅受线路电阻的限制。应注意, 并不是只有电容器才是容性负载, 但有时用户并未意识这一点, 如较长的传输线、消除磁干扰的滤波器、电源等也都是强容性负载。容性负载电流波形, 如图 6 所示:

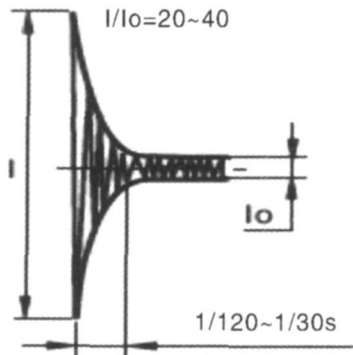


图 6 容性负载电流波形

直流负载: 直流负载比交流负载难断开, 因为交流电压波形存在过零点, 此时输入电能为零, 电弧无法维持燃烧而熄灭。而直流电压没有过零点, 触

点开断瞬间, 即产生电弧, 且由于外加电压持续保持, 只有电弧被拉长, 不能自持而熄灭。电弧热能会使触点严重烧损。同时直流电流总是朝一个方向流动, 会引起触点材料转移加剧。故直流负载继电器触点间隙一般设计较大, 也经常采用触点灭弧措施。

低电平负载: 低电平一般指开路电压为 10~ 100mV; 触点转换电流为微安级。由于负载能量太弱, 无法使触点表面的有机膜在切换负载时消除, 同时接触电阻与放电电弧产生的热量, 使有机物分解, 在触点表面生成黑色异物 (氧化物、炭化物), 导致触点接触不良。表 2 显示了有代表性负载冲击电流的特点:

表 2 不同类型负载冲击电流特点

负载的种类	冲击电流
阻性负载	稳态电流的 1 倍
电机负载	稳态电流的 5~ 10 倍
电容负载	稳态电流的 20~ 40 倍
变压器负载	稳态电流的 5~ 15 倍
螺线管负载	稳态电流的 10~ 20 倍
白炽灯负载	稳态电流的 10~ 15 倍
水银灯负荷	稳态电流的 3 倍
钠等负荷	稳态电流的 1~ 3 倍

从表 2 中可以看出, 以阻性负载为标准的继电器标称额定负载 (电流), 如果控制非阻性负载, 则应根据负载的电流特点, 降额选用。

3 触点材料与适用的负载类型

触点材料是电流传输与转换过程中重要材料之一, 只要是电接触部位, 都必不可少的用到它。当某一规格的继电器设计定型后, 为了提高继电器的工作可靠性与寿命, 就必须根据负载类型选择适合的触点材料, 这一点尤为重要。

下面介绍目前继电器行业广泛使用的几种触点材料的特性:

AgNi

银镍合金是应用较为广泛的环保材料, 具有导电率、导热率好, 具有很高的耐烧蚀性, 比较适合控制阻性负载。但其抗浪涌电流能力较差, 如果电路中存在浪涌电流, 则极易导致触点发生瞬间粘连失

效。图 7 是某一规格的功率继电器常开 (NO) 触点粘连无法断开的形貌, 及触点接触面留下的点状熔池痕迹 (图 8):

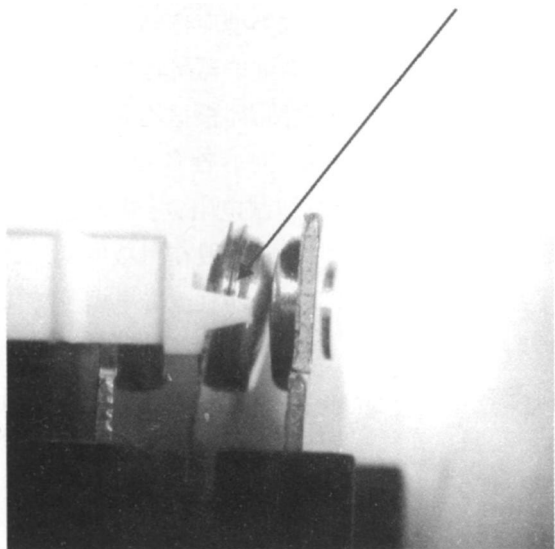


图 7 触点粘连形貌

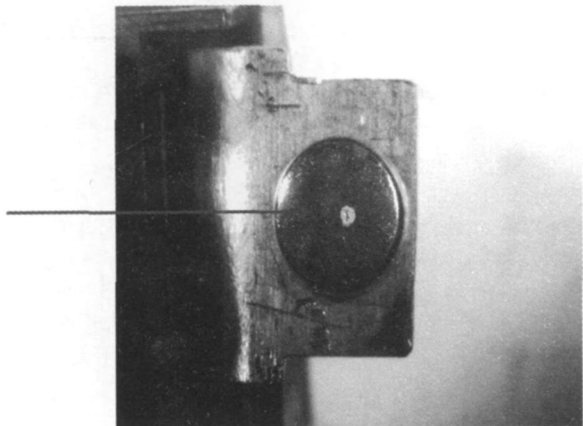


图 8 触点接触面留下的熔池痕迹

其另外一个弱点是: 如控制有浪涌电流的直流负载, 则易发生触点材料转移失效, 一般表现为阳极凸 (如图 9 所示), 阴极凹陷:

适用负载类型: 阻性负载, 5A 下的感性负载。一般额定电流小于 12A, 浪涌电流小于 25A。AgCdO: 迄今为止, AgCdO 材料依然被认为是综合性能较佳的材料。加之其特有的良好的加工性能和低成本, 得到了广泛的应用。银与氧化镉是互不相溶的两种物质, 氧化镉有良好的灭弧作用。银氧化镉合金具有良好的抗电磨损和抗熔焊性, 接触电阻低而稳定。主要应用于中大功率继电器、接触器、空气断路器。



图 9

适用负载类型: 阻性负载、电机负载和感性负载。一般额定电流应小于 30A, 浪涌电流应小于 50A。

AgSnO₂:

银氧化锡合金是环保材料。氧化锡具有较高的熔点和沸点, 使合金具有较高的抗金属转移和抗熔焊特性。由于环保方面的要求, 近年来对 AgSnO₂ 材料的研究工作明显加强, 在 AgSnO₂ 成份、工艺、材料物理性能、电器使用性能等方面都取得了积极进展。AgSnO₂ 材料电性能与 AgCdO 相当。目前已是可替代 AgCdO 的新型环保材料。但由于 SnO₂ 的高硬度, 故 AgSnO₂ 材料存在两点不足:

a 与 AgCdO 相比, 其接触电阻较大, 温升较高;

b、由于 SnO₂ 的高硬度, 使得 AgSnO₂ 的成型困难。

适用负载类型: 灯负载、感性负载和容性负载。非常好的抗浪涌电流能力 (可达 120A)。如果控制汽车闪光灯 (直流冲击负载), 则应采用特殊 Ag/SnO₂ (Ag/SnO₂ + 其它金属元素) 材料, 接线时还应采用公共端子接电源正极的方式, 如下图 10 所示:



图 10

银合金 + 镀金 (或覆金): 上述触点材料均

可以进行表面镀金 (或覆金), 其目的是触点表面保护, 镀金层在空气中耐腐蚀性能较好。如果切换信号负载, 则应选择双触点结构, 其接触可靠性会更高。

注意: 双触点结构只能提高接触可靠性, 不能提高触点负载能力。

另外, 小型继电器镀金 (或覆金) 触点, 如果长期处于闭合状态, 则易发生触点无法断开的 "冷焊" 事故。

适用负载类型: 低电平负载或从 10mW (5V / 2mA) 到 1.5W (24V / 62.5mA) 负载。

Ag

纯银材料具有很高的导电性、导热性、易加工性和易焊接性。适用 5 安培以下小功率继电器、小容量低压电器、定时器触点, 以及交流接触器的辅助触点等。目前继电器行业已较少采用纯银材料, 而各

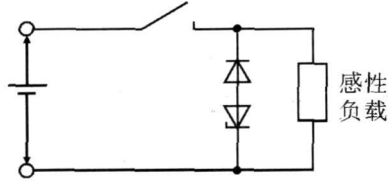
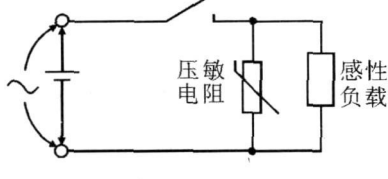
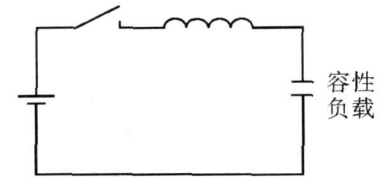
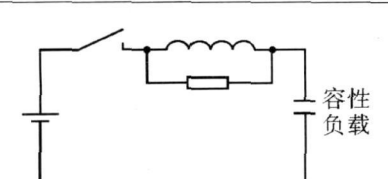
种银合金材料得到广泛应用。

4 触点保护电路

上面介绍了不同负载类型应选择相应的触点材料。同时为了更好的提高继电器触点接触系统的寿命, 还应设计触点保护电路, 即根据不同性质的负载设计不同的灭弧电路, 如: 对容性负载, 可在触点与负载之间串联一个瞬态抑制电阻, 可减少通过触点的瞬态电流; 对于感性负载, 一般在负载的两端并联一个反向保护二极管。在启动直流继电器等感性负载时, 必须采用二极管等吸收浪涌, 保护触点。切断这些感应负荷时, 会引起数十到数百伏的反向电压, 会使触点受到很大损害, 电耐久性会明显缩短。通过触点保护元件或保护电路, 可以降低反向电压, 但如果使用不正确反而会产生负效果。

表 3 是触点保护电路的典型例子

电 路 例 子		适用性		属性	元件的选择方法
		AC	DC		
电阻 + 电容 (CR) 方式		Δ	✓	- 适用于电源电压为 24 ~ 48V 时。 - 负载为继电器、接触器时释放时间会变长。 - 负载为计时器时, 漏电流穿过 CR 流动, 引起误动作。 - 用于 AC 电压使用时, 负载的阻抗应比 CR 的阻抗小很多。	选用电容 C、电阻 R 的优选值: C: 触点电流 1A 对应 0.5 ~ 1 (μF) R: 触点电压 1V 对应 0.5 ~ 1 (Ω) 由于负载的性质或者继电器特性的差异, 优选值也有一定差异, 请进行试验确认。 电容 C 在触点离开时起到控制放电的效果, 电阻 R 在下次接通时起到限制电流的效果。 电容 C 的耐压一般为 200 ~ 300V, 或负载电压的两倍以上。 使用于交流电路请使用交流电容器 (无极性)。
		✓	✓	- 适用于电源电压为 100 ~ 200V 时。 - 负载为继电器、接触器时释放时间会变长。	
二极管方式		×	✓	- 在感性负载两端并联二极管, 可以降低反向电压。 - 释放时间比 CR 方式变得更长。	选用能反向击穿电压至少为电路电压 10 倍, 正向电流的至少为电路最大电流的二极管。 在电子电路中电路电压不太高时, 也可以选用反向击穿电压为电路电压 2 ~ 3 倍的二极管。

电 路 例 子		适用性		属性	元件的选择方法
		AC	DC		
二极管 + 稳压二极管方式		×	√	在二极管方式里加入稳压二极管, 可以加快释放时间。	选用与电源电压相近的稳压二极管。
压敏电阻方式		√	√	- 降低触点间较高电压。 - 负载为继电器、接触器时释放时间也较长。 - 电源电压为 24 ~ 48V 时, 压敏电阻并联在触点端较好。 - 电源电压为 100 ~ 200V 时, 压敏电阻并联在负载端较好。 - 降低触点间较高的电流。	选用限制电压 V_c 为电源电压峰值 1.5 倍的压敏电阻。如果限制电压 V_c 过高, 限制反向电压的效果将不理想。需要在实际使用中进行试验确认。
电感方式		√	√		
电感 + 电阻方式		√	√		

注: “√”:好; “×”:不好; “Δ”注意。

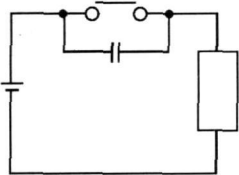


图 11

两种触点保护效果不好的保护电路, 如图 11 12 截断时, 对电弧抑制效果虽然非常好, 但由于触点开路时在电容 C 上储存了能量, 所以触点接入时有电容 C 的短路电流流过, 易使触点产生瞬间粘连失效。

截断时, 对电弧抑制效果虽然非常好, 但在触点接入时, 由于存在较大的电容 C 充电电流流入, 使

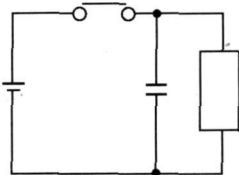


图 12

触点更容易瞬间粘连失效。

安装注意事项: 实际安装二极管、C - R、压敏电阻等保护元件时, 必须在负载或触点的旁边安装, 如果距离过远, 则保护的效果将会不理想。推荐在 50cm 以内安装。