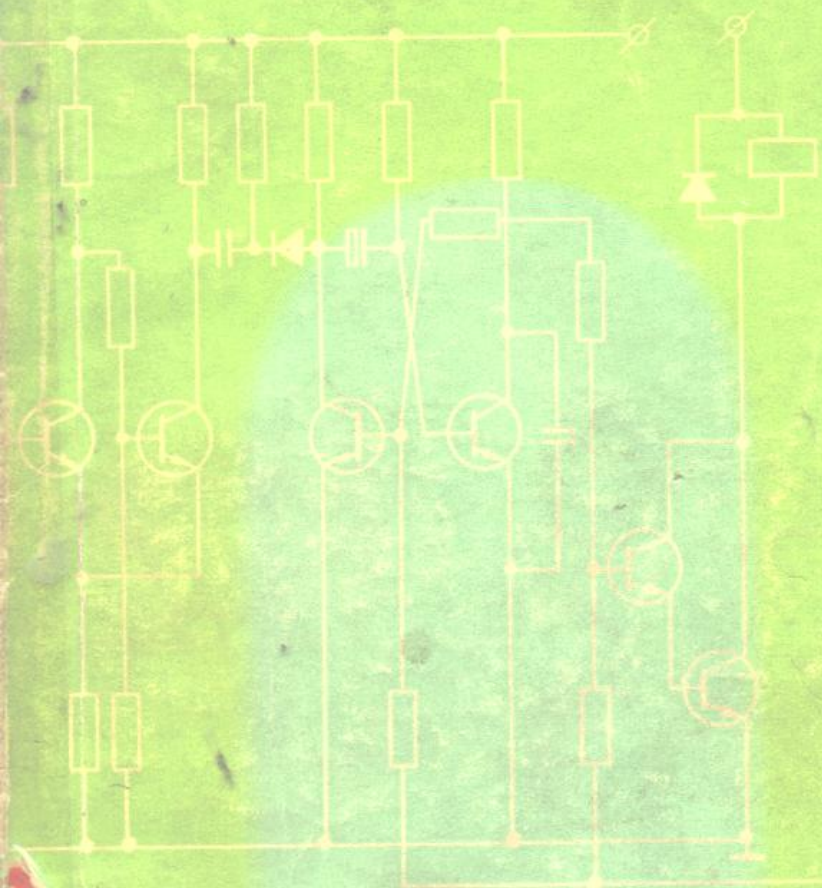


继电器及其应用



JIDIANJI JIQI YINGYONG

上海科学技术出版社

73.2264
115

继电器及其应用

上海无线电八厂
哈尔滨工业大学 编

上海科学技术出版社

继 电 器 及 其 应 用

上海无线电八厂
哈尔滨工业大学 编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 上海群众印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 1.1 插页 1 字数 239,000

1978 年 10 月第 1 版 1978 年 10 月第 1 次印刷

印数 1—120,000

书号: 15119·1945 定价: 0.90 元

前 言

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，继电器行业的广大工人和技术人员以阶级斗争为纲，坚持独立自主、自力更生的方针，发扬艰苦奋斗的革命精神，促使我国继电器生产不断得到发展，不但研制了许多使用在重要场合下、技术要求很高的各式继电元件，而且也生产了数以万计的各种不同类型的小型 and 超小型继电器，为大搞技术革新、技术革命以及工业自动化提供了一定的条件。

本书以常见的普通电磁继电器为例，在简单介绍了继电器的一般工作原理后，着重说明了它在工业自动化领域中的各种应用，例如在电力拖动系统、程序控制系统、自动调节系统、自动检测系统以及电话交换系统中的应用。书中对目前大量使用的半导体继电器，舌簧管及舌簧继电器的应用情况也作了介绍。在书的最后对继电器的选择与维修也作了一点说明。

参加本书组织、编写的有上海无线电八厂汤言林同志、王力人同志，哈尔滨工业大学 721 教研室李汾同志、孟庆龙同志、张博文同志、费鸿俊同志、舒文豪同志。本书的初稿曾提交上无八厂部分工人师傅和技术人员审阅。在本书编写过程中，上无八厂党委给予了热情的支持和指导，对本书的问世起了很大的作用。在本书定稿过程中，许多单位的同志对本稿提供了宝贵意见，对此表示衷心感谢。

由于编者的水平限制，书中可能存在错误之处，希望读者给予批评指正。

“继电器及其应用”编写组

1977 年 11 月

33961

目 录

第一章 继电器的职能与特点	1
第一节 继电器与生产过程自动化	1
第二节 继电器的构成及其控制作用	3
第三节 继电器的特点与规律	12
第四节 对继电器的基本技术要求	16
第二章 继电器的接点、反力与电磁系统	18
第一节 继电器的接点系统	18
第二节 继电器的反力特性	36
第三节 继电器的电磁系统	42
第三章 特种继电器及其控制作用	63
第一节 舌簧管及舌簧继电器	63
第二节 磁电式继电器	80
第三节 极化继电器	86
第四节 磁保持继电器	101
第四章 半导体继电器的工作原理	104
第一节 半导体继电器的构成与特点	104
第二节 半导体继电器实际电路举例	112
第三节 阻容式半导体时间继电器	117
第四节 计数式半导体时间继电器	135
第五章 继电器在电力拖动中的应用	137
第一节 电力拖动的基本概念	137
第二节 控制装置中采用的基本控制方式	139
第三节 交流接触器对电动机启停的控制作用	143
第四节 接触器与继电器对电动机的联锁控制作用	150

第五节	继电器按变化参量对电动机所起的控制作用·····	157
第六节	继电器对电动机的保护控制作用·····	168
第六章	继电器在程序控制系统中的应用·····	175
第一节	程序控制的基本概念与特点·····	175
第二节	继电器在插销板式通用程序控制器中的应用·····	181
第三节	继电器在穿孔带式通用程序控制器中的应用·····	198
第四节	继电器在通用逻辑程序控制器中的应用·····	206
第七章	继电器在自动调节与自动检测系统中的应用·····	223
第一节	继电器在自动调节系统中的应用·····	223
第二节	继电器在自动检测系统中的应用·····	241
第八章	继电器在电话交换机中的应用·····	255
第一节	电话交换机的基本概念·····	255
第二节	继电器在共电式交换机中的应用·····	256
第三节	继电器在步进制交换机中的应用·····	260
第四节	继电器在准电子交换机中的应用·····	275
第九章	继电器的选择与维修·····	281
第一节	选择与维修的意义及原则·····	281
第二节	继电器的使用条件·····	282
第三节	继电器的主要技术条件·····	285
第四节	继电器的选择·····	286
第五节	继电器的代用与参数换算·····	290
第六节	继电器的可靠性与故障规律·····	298
第七节	继电器的常见故障·····	301
第八节	继电器维修的基本事项·····	303
附录	·····	305
附录一	低压电器产品型号说明·····	305
附录二	无线电设备中的继电器型号命名及标注方法·····	311
附录三	继电器分类及常用国产继电器主要技术参数·····	316
附录四	国产电磁铁及接触器数据·····	338

第一章 继电器的职能与特点

第一节 继电器与生产过程自动化

大家对于“开关”是十分熟悉的，我们在日常生活里就经常用到它。例如电灯、收音机、电风扇里就装有各种“拉线开关”、“按钮开关”、“拨动开关”等，它们几乎每天都要被我们操作若干次。对于这些开关的作用大家也是非常清楚的。所谓开关，就是“开”、“关”电路！你将开关“打开”，它所控制的电路就与电源“接通”，电灯就亮了，电风扇就会转动起来。你再将开关“关掉”，电路就被切断，电灯就熄灭，电风扇也就停了下来。

然而，实际生产甚至日常生活中的许多用电问题，往往复杂得多。例如一台电动机的启动与停止，可以用一个刀开关去控制。但对于一台大型龙门刨床或一台轧钢机，为了完成复杂的工作过程，就要用上十多台、几十台甚至上百台电动机。这么多的电机如果都用刀开关并由人去直接控制，实际上是不可能的。为此，就需要一种不需人去直接操作，但可根据生产过程中反映出来的各种信号而自动切换电路的“开关”，以弥补上述手动开关的不足。这类开关就称为“自动操作开关”或“自动电器”。自动电器的种类很多。例如在电力系统中有用来开关高压线路的高压空气断路器、油断路器、隔离开关以及用作系统保护的多种继电器等；在工矿企业中有用来控制各种电路与用电设备的低压自动空气断路器（又称自动

开关)、接触器、继电器等。可以说,凡是发电与用电的地方,都离不开各种类型与功能的电器。特别是其中的继电器,在工矿企业、交通运输、农田水利以及国防、空间技术等方面作为自动、远动、遥控、遥测等的基本自动化元件,得到十分广泛的应用。

提起继电器你也许会感到有些生疏,其实它在电路里的“开关”作用,或者更广义地说是“控制”作用,却是经常见到的。例如,每当汽车转弯的时候,它头上的一只“眼睛”——指示灯就忽闪忽闪地亮着,这就是继电器在起作用。无轨电车头上的控制箱里,总是噼里啪啦地响着,那是许多继电器(当然里面还有其他的自动电器)在繁忙地工作,控制着电车的快慢与起停。你拿起电话机拨上一个号码,很快就和你要通话的对方接通了。这是谁的作用呢?继电器!就拿我们经常使用的日光灯来说吧,那里的启动器其实就是一只继电器哩!我们还知道,现代工业的最大特点,就是生产过程的高度电气化与自动化。这种现代化生产,可以不断提高劳动生产率,改进产品质量,降低产品成本,可以使人们从大量繁重的体力劳动中解放出来。这种生产上的自动化,不能光靠机械装置去完成,必须更多地借助于各种电气的自动装置来实现。在这些自动装置中,继电器以及其他各种电器元件占据重要的地位,发挥着积极的作用。例如,在容量为 100 门的自动电话交换机中,就要用上百只继电器,如容量为 1000 门时继电器就要用到数千甚至上万只。我们每打一次电话,交换机中就有几十甚至几百只继电器在工作,接通我们所指定的对象。一台大型龙门刨床,为要实现工作物按不同速度自动前进与后退,刀架自动走刀、进刀与退刀,就要用上几十只继电器。生产高度自动化的车间或工厂,从原料进去到成品出来只需少数人照管,主

要是借助于各种自动装置,而其中继电器是不可缺少的元件。至于在国防、空间技术领域里,继电器的应用也十分突出。无论是坦克、军舰、飞机,还是导弹、人造卫星与宇宙飞船,在它们的地面或空中控制系统中,都要用上一定数量的各种类型的继电器。例如,飞机的起落、驾驶、火力控制、照明与取暖等方面所用的继电器,通常就达几十种、数百只之多。可见,继电器与生产过程自动化是不可分割的。

解放前,我国在帝国主义、封建主义、官僚资本主义的反动统治下,劳动人民处于水深火热之中,生产力的发展极度缓慢,各项工业尤为贫乏,当然就更谈不上什么继电器的生产和使用。解放后在优越的社会主义制度下,各项建设事业都得到迅速发展,电器工业也从无到有、从少到多在飞速前进。继电器的生产同样得到很大发展。广大工农兵群众和知识分子在毛主席的革命路线指引下,坚持“独立自主,自力更生”的方针,广泛采用各种先进技术与工艺,大搞技术改造与技术革新,从改造老设备到创制新产品,从单机自动化到多机群控,从油田勘测开采到农田基本建设,从原子弹、氢弹爆炸到人造卫星上天,以及让卫星按预定计划安全准确地返回地面(即所谓卫星回收)等,取得一个又一个的胜利。同时继电器专业工厂也如雨后春笋,遍地开花。生产的品种数以万计,产品的质量和数量也有很大提高,在社会主义建设中正发挥越来越大的作用。

第二节 继电器的构成及其控制作用

继电器既然在生产中起着如此重要的作用,那末它又是怎样构成、怎样实现其各种不同的控制作用的呢?“人民,只

有人民,才是创造世界历史的动力”。劳动人民通过长期的生产斗争与科学实验,利用自然界的各种物理现象,创造了各种不同结构与功用的继电器,在人类征服自然的斗争中作出了巨大的贡献。

很早以前,人们就根据电磁感应现象做成了电磁式继电器,用来满足通讯的需要。以后又经过不断变革与创新,使它得到迅速的发展,成为当代继电器中数量最多、应用最广的一种。这类继电器的典型结构型式如图 1-1a 所示,它主要由铁心、线圈、动静接点、衔铁、返回弹簧等构成。其动作原理并不复杂。只要在它的线圈两端加上一定的电压,线圈中就会

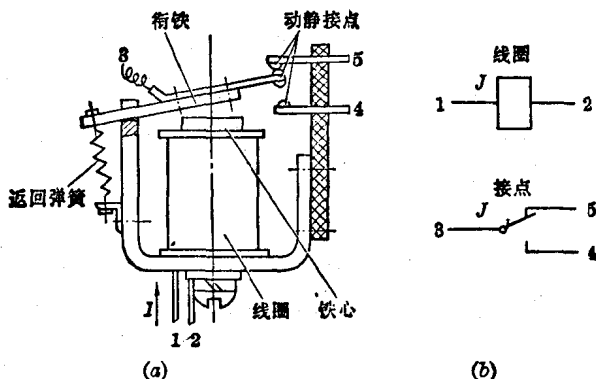


图 1-1 电磁式继电器的典型结构与代表符号
a—结构图; b—代表符号*

* 线圈未通电时处于断开状态的动静接点,称为“常开接点”;反之,则称为“常闭接点”。一个动接点同时与一个静接点常闭而与另一静接点常开,就称它们为“转换接点”。在一个继电器中,可以具有一对或数对常开接点或常闭接点(两者也可同时具有),也可具有一组或数组转换接点。在电磁式继电器中,一般只设有一个线圈,但有的也设有二个或二个以上彼此独立的线圈。为了在电路中能清楚又简便地将继电器表示出来,通常都以一定的符号来代表,属于同一个继电器的线圈与接点,用同一拼音字母标注。

流过一定的电流，铁心中就将产生一定的磁通并被磁化具有磁性，动铁心（即衔铁）就会在电磁吸力的作用下克服返回弹簧的拉力吸向静铁心，从而带动动接点与静接点闭合或分开。线圈断电后，电磁吸力消失，衔铁以及动接点就会在返回弹簧的作用下返回原来位置，动静接点亦恢复到原来的状态。

在使用中，如果以一定方式将继电器线圈接入某种输入回路作为接受某种信号之用，而将其接点接入某种输出回路作为输出信号之用，就可对被控对象实现各种不同的控制作用。例如按图 1-2 的方式联接，继电器 J 就可根据人的旨意（通过按钮），使线圈得电并闭合其常开接点，从而使显示与报警回路接通（其中的显示灯与电铃即为被控对象），发出显示与报警信号。如果按图 1-3 的方式联接，继电器就能起到对水位超过规定高度的自动报警与显示。因为随着水箱水位的升高，浮子 A 也升高。

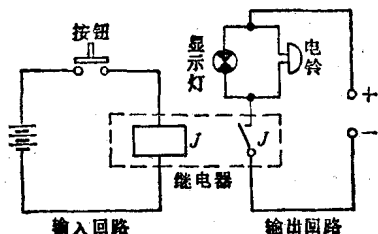


图 1-2 继电器用作手动控制
显示与报警

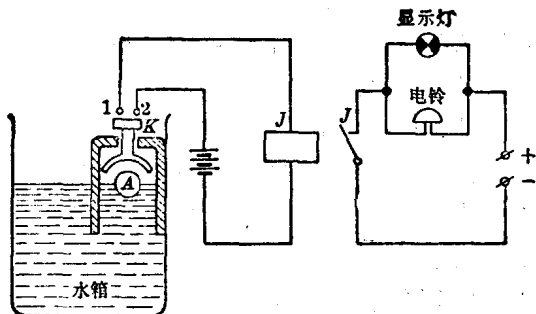


图 1-3 继电器用作自动控制显示与报警

到一定高度后, A 就推动金属触块 K 使 1、2 两点接通, 继电器 J 动作, 从而使显示与报警回路接通并发出信号。

从这里我们可以清楚地看到, 由于电磁式继电器采用了这样的工作原理与结构型式, 当它以一定的方式去控制生产过程时, 就可实现手动开关电器(如刀开关)难于实现的控制作用, 以满足生产过程中提出的更多、更复杂的控制要求。例如:

(1) 由于它用电磁吸力代替了人力, 就能做到快速而有效地切换电路, 保证了工作的可靠性; 就可不需人去直接操作被控对象, 保证了操作者的安全; 就可不受人的体力限制, 大大提高操作频率(单位时间内的操作次数), 有利于缩短被控对象的工作周期, 提高生产效率。

(2) 由于它用铁心线圈来接受信号, 就可实现远距离控制, 可以用较小的输入回路功率来控制较大的输出回路功率, 可以用生产过程中反映出来的信号来控制生产过程本身, 为实现生产过程自动化提供了条件。

(3) 由于它可以采用多对接点, 可实现对多个对象的集中控制、多点控制与联锁控制。

所有这些, 说明从刀开关到继电器, 从手动电器到自动电器, 是电器领域里的一次大变革, 一次质的飞跃。

随着生产的发展, 生产规模日益庞大, 工艺过程越趋复杂, 要求反应的信号越来越多, 要求的各种控制也越来越复杂, 于是各种各样的继电器与其他自动电器就相应产生了。

例如, 人们将电磁式继电器的铁心线圈参数加以适当的变革, 就构成了能反应电压或电流等信号的电磁式电压或电流继电器。图 1-4 所示就是电压继电器用作过电压保护的例子。这里, 继电器的线圈是并接在某种电源设备的输出端上

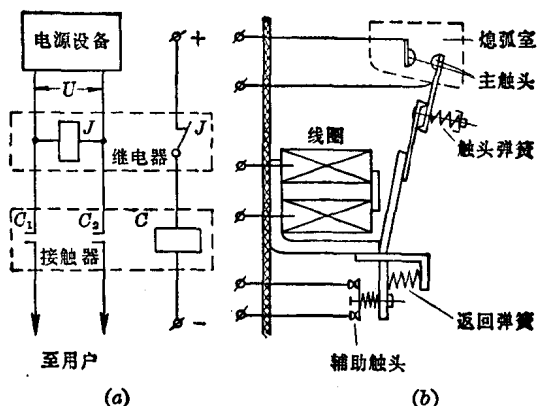


图 1-4 电磁式电压继电器用作过电压保护
a—过电压保护；b—直流接触器

的，并且它产生动作所需要的电压大小事先已由我们设计与调整到正好等于某一电压值 U 。这样，当电源设备的输出电压等于或超过 U 时，继电器就会动作，常闭接点打开，同时将另一个电磁式电器——接触器（这是一种切换电路能力较强的电器，动作原理与电磁式继电器相同）切断，从而将用户与电源设备切断，达到保护用户免受过高电压破坏的作用。如果用户要求的是电流不能超过某一规定值 I ，我们可用电流继电器来进行保护，如图 1-5 所示。此时，继电器线圈是串接在用户电路里的，并且只在规定的电流 I 下动作。显然，这两种继电器如果同时使用（一个并接、一个串接），就可同时起到对电压与电流的保护作用。

如果在电磁式电压继电器的线圈与

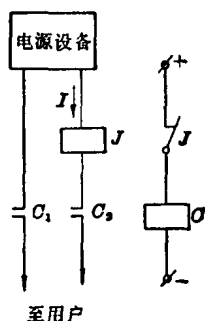


图 1-5 电磁式电流继电器用作过电流保护

铁心中间放置一个短路铜套(或短路线圈),就可使衔铁在线圈接到信号或信号消失后不能立即吸合或释放,而需要经过一定的时间后才能动作。这种继电器称为电磁式时间继电器,其结构原理与符号如图1-6a、b所示。在需要延时动作或按一定时间顺序工作的场合,这种元件是必不可少的。例如在图1-4中,虽然电源电压超过了用户的规定值,但在很短时间内就能恢复正常。此时就可不必将电路切断,以保证用户正常用电。为此目的,就可采用时间继电器来控制,如图1-6c所示。在正常情况下,时间继电器JS通过电压继电器的常闭接点 J_2 与控制回路电源接通,它的接点JS闭合。当

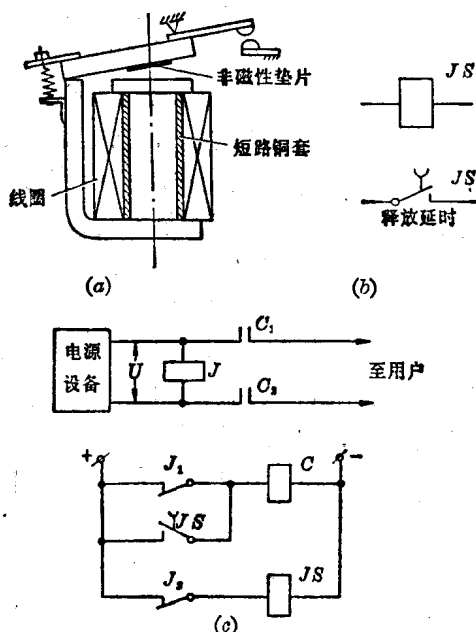


图1-6 电磁式时间继电器的结构及其控制作用

a—结构原理图; b—符号; c—控制线路

电源设备的电压超过规定值时, J 动作, J_1 、 J_2 同时断开, 但因接点 JS 延时释放, 所以接触器 C 仍在一定时间内保持吸合, 不致使用户断电。如果在这段时间内电压恢复正常, 则 J 释放, J_1 闭合, C 自然不会释放。如果电压在规定的时间内没有恢复正常, 则 J_1 与 J_2 始终断开, 同时 JS 接点又已打开, 故 C 断电, 用户电路就被切断了。调节非磁性垫片的厚度与返回弹簧的松紧, 可以在一定范围内调节延时的大小, 以满足用户对延时的不同需要。不过这种时间继电器的延时范围较小, 最大不过十几秒, 所以当需要长延时控制时, 需采用其他种类的时间继电器(见附录)。

利用线圈与舌簧管构成的舌簧继电器, 也是一种特殊的电磁式继电器, 如图 1-7 所示。当线圈通电后, 由导磁材料做成、充当着接点作用的舌簧片被磁化, 其自由端分别形成北极(N)与南极(S)而相互吸引, 使被控电路接通。线圈断电后, 舌簧片在本身弹力的作用下分开, 将电路切断, 所以用它也可实现上述一般电磁式继电器同样的控制作用。由于它具有灵敏度高、动作速度快、结构非常简单、体积很小、因接触点密封在保护气体中而寿命很长等优点, 故在各种自动控制系统中得到越来越广泛的应用。

利用电磁感应原理, 还可以构成能反应各种不同信号的

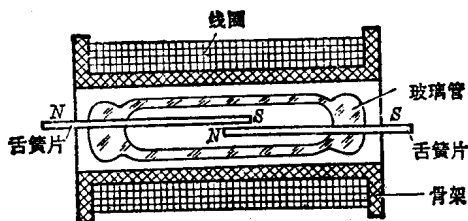


图 1-7 舌簧继电器

继电器。例如，可以构成能反应电流方向即极性的极化继电器(有永久磁铁参加工作)、脉冲继电器；能反应微弱电流、具有高灵敏度的磁电式继电器(与磁电式仪表相似)；能反应电流频率的频率继电器、谐振继电器；以及能反应功率、阻抗等电量的继电器等。它们在生产实际中都有不同的控制作用。

生产过程中的信号，不仅有电的，而且还有非电的。因此人们又根据各种原理，创造了许多能反应各种非电量信号的继电器。

例如，将两种热膨胀系数显著不同的金属片复合在一起形成双金属片，可做能反应温度或热量的温度继电器与热继电器。图 1-8a 所示就是双金属片温度继电器的结构原理及其在简单的恒温控制中所起的作用。温度继电器安装在加热装置的附近。合上刀开关后，加热装置与电源接通，开始加热。当温度升高到一定值时，碟形双金属片 6 就会由于下层

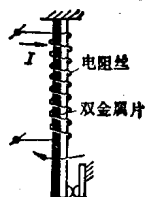
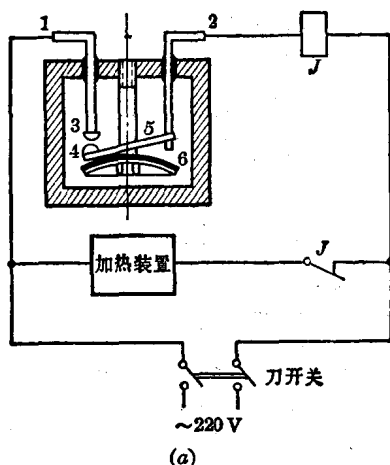


图 1-8 双金属片继电器

a—温度继电器及其控制作用；b—热继电器示意图

金属膨胀伸长、上层金属膨胀伸长小而产生向上弯曲的力。到一定程度时,就使这个簧片上的动接点4与静接点3闭合,从而使继电器 J 的线圈与电源接通,其常闭接点断开,使加热装置停止加热。温度降低到一定值后,碟形双金属片逐渐恢复原状,接点3、4就在弹簧片5的作用下断开,从而使 J 断电, J 接点闭合,使加热装置重新继续加热。这样,就可使温度维持在一定的范围内。当双金属片利用电流的热效应来工作时,就可构成能反应电流信号的热继电器,其原理如图1-8b所示。它被广泛用来作为电动机的过流保护。由于双金属片受热变形到使接点动作需要一定的时间,因此用它可构成双金属片延时继电器。

如果图1-7所示的舌簧管不用线圈而用永久磁铁(即通常我们所说的磁钢)来驱动(如图1-9),并将永磁体固定在某种生产机械上,就可用来反应位置、转角、速度、压力、流速等机械量。可见,它的适应范围与用途是非常广的。



图1-9 永磁驱动的舌簧管

此外,还可利用光电、压电、静电感应、化学反应等原理做成能反应其他非电量的各种继电器,如光电继电器、速度继电器、压力继电器等。

随着电子技术的兴起,又为上述各类继电器的发展开辟了新的途径。近几年来,利用晶体管构成的各种无接点继电器及其他半导体电器日益增多,它们与有接点的继电器配合使用,取长补短,更显出其优越性,成了有、无接点电器发展中