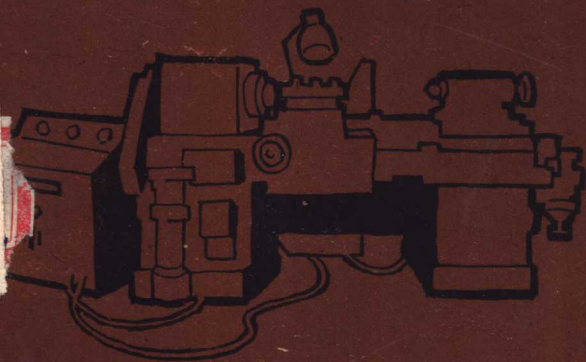




現代科学技术知識

自动化元件及其应用

上海科学技术出版社



內 容 提 要

自动化是发展生产力的一个有力手段。随着技术革新和技术革命运动的开展，自动化技术将更为热烈地投入这个运动的广大群众所关心。本书的目的是要把自动化的一些基本知识介绍给具有初中文化水平的工人、技术人员和干部。书中首先谈了自动化的意义和种类，接着简要地介绍了比较常用的自动化技术中的三类基本元件，包括双金属片、温差热电偶等感受元件17种，水银接触器、继电器等变换元件12种和液压缸、齿轮伺服发动机等执行元件7种，最后并列举了六个实例，说明这些元件在生产实际上的应用。本书文字通俗，插图较多，是一本介绍自动化技术一般知识的普及读物。

现代科学技术知识

自动化元件及其应用

王耀武 謝韵謨 严得道 編著

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

上海市书刊出版业营业登记证出091号

新华书店上海发行所发行 各地新华书店经售

上海市印刷六厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 1 12/32 字数 31,000

1960年7月第1版 1960年7月第1次印刷

印数 1—50,000

统一书号：13119·376

定 价：(七)0.12元

目 录

一、自动化的意义	1
二、自动化的种类	3
三、自动化元件的作用	5
四、感受元件	9
五、变换元件	23
六、执行元件	34
七、自动化元件应用实例	38

一、自动化的意义

自动化是一门新型的、迅速发展中的技术，它与我们的劳动、生产和日常生活有着密切的关系。随着工农业生产的迅速发展，生产速度和产品质量的不断提高，以及人民生活水平的日益增长，自动化的地位亦越来越重要了。

什么是自动化呢？简单地說来就是：用机器和仪表代替人的劳动，使人们在生产或操作过程中不需直接参加操作，而只作监督和维持的工作。所以在生产部门中实行自动化，除了可以使人从繁重的体力劳动中解放出来，改善劳动条件以外，由于自动机构代替了人的操作，消除了人的生理条件的限制和人为的因素影响，可以使生产速度和质量大大提高，从而可以提高劳动生产率，降低产品成本。事实上，由于科学技术的迅速发展，机器和设备的运转速度不断提高，因此对产品质量和生产过程中的要求——如尺寸、速度、温度、压力、湿度等的控制也愈来愈严格了，假使不采用生产自动化，这样复杂而精密的调节，依靠人的眼睛、耳朵和双手是很难完成的。

一 在社会主义的条件下，自动化不仅是一个技术问题，而且是一个社会政治问题。在资本主义社会，自动化技术被资本家用作剥削工人的工具，并为工人招致严重的失业；而在社会主义社会，自动化可以根本改变劳动性质，促进工人文化技术水平的提高，改善劳动条件。随着自动化生产的进一步发展，工人就逐渐由直接制造者转为生产的指挥者和管理者，使工人逐渐执行着技术员、工程师和管理人员的工作，因此也就

將逐步消除体力劳动和腦力劳动的重大差別。所以生产自动化是社会主义工业化的主要趋向，是由社会主义过渡到共产主义的主要技术环节。在我国社会主义建設中，由于党的正确领导以及苏联和其他兄弟国家的无私帮助，在各种生产部門中，例如机器制造、冶金、紡織、电力、化工、建筑及交通运输等工业，都在不同程度上采用了自动化技术。为了加速我国社会主义經濟建設，我国广大工人和农民正在党的领导下，掀起了一个以机械化、半机械化、自动化、半自动化为中心的技术革新、技术革命运动。由于贯彻了自力更生、土洋并举的方针，在各行各业中，机械化和自动化由低到高地迅速发展着，从手工操作到实现半机械化、机械化，以至实现半自动化和自动化；从自动化工段以至自动化車間等。

在生产中实现机械化和自动化，是发展生产力的一个有力手段，而自动化又是机械化的更高阶段，是现代化大生产的重要技术基础。所以掌握自动化的基本技术知識，將有助于我們从低到高地迅速提高生产效率，多快好省地进行社会主义建設。

二、自动化的种类

自动化的设备和种类很多,有的非常复杂,也有的比较简单。譬如发电厂自动控制恒定的电压、機車車輛的自动調配、多級火箭的航行、人造卫星的发射和苏联制造汽車活塞的自动化工厂——它从鋁块熔化开始,一直到制成产品、分批包裝都是自动的——等,它們的結構和原理都很复杂。另外,如金屬切削机床中簡單的自动切削、蒸汽机速度的自动調节、机器的温度調节和日常生活中所用的抽水馬桶水箱的水量控制等的自动化設備和原理,却是比較簡單的。不过不論怎样复杂的自动化設備,它們的控制对象总不外乎是尺寸、位移、速度、温度、流量、压力、液面、湿度、比重、濃度、硬度、电压、光强和声音等各种物理量和化学量。如机械制造业中自动測量和自动調节零件加工的尺寸,在仿型机床上自动控制刀具按一定方向位移,蒸汽机速度自动調节平衡,以及在紡織工厂和暖气工程中温湿度的自动控制等,都是控制这些物理量和化学量的例子。所謂复杂的自动化,也只是綜合地精確控制各种有关的物理量和化学量而已。

自动操縱和控制的对象既然这么繁多,那么自动控制的應用范围也一定非常广泛,它主要可以分为下列四方面:

(1)工业部門:机械制造、冶金、化学和紡織等工业的自动生产过程等。

(2)运输工业:飞机的自动駕駛仪和轉速調节,輪船的鍋爐系統控制和自动駕駛仪,汽車自动冷却系統和自动离合

器以及铁路运输機車車輛的自动調節和自动电閘等。

(3) 民用：家用卫生設備、电冰箱、无綫电和自动电梯、暖气通风設備等。

(4) 軍事技术：炮的瞄准、探照灯控制、導彈和雷达搜索等。

在工业中，根据自动化的程度和范围可分为生产过程自动化、工艺过程自动化和單机自动化三种。生产过程自动化，是指从原料进厂一直到制成产品、包装出厂的整个过程都是自动化的。如以机械制造业来講，那么生产过程自动化就是从原料开始，經過制成毛坯、机械加工、热处理、檢驗，一直到成品包装为止的整个过程都是自动的。我們通常所說的自动工厂就是生产过程完全自动化的工厂。工艺过程自动化是指几台甚至几十台机器，根据工艺过程連接起来連續自动，并相互联鎖，它是生产过程自动化的一部分。在机械制造中的自动錢就是属于工艺过程自动化；化学工业中的連續化学过程的自动控制也属于工艺过程自动化。至于單机自动化，那是指單台机器的自动化。目前大搞机械化、自动化的技术革命运动中大量地改装的一些自动化机器，如自动車床等，大多属于單机自动化。

三、自动化元件的作用

自动控制的对象虽然这么繁多,应用范围又如此广泛,但自动化的基本元件却只分为三类——感受元件、变换元件和执行元件。

人操纵机器和控制生产过程,主要是依靠动作灵巧的双手、观察生产过程变化的眼睛和反应灵敏的大脑。既然自动化就是用机器代人劳动,那么自动的机器和设备也必须配备着“眼睛”、“大脑”和“手足”,而自动化设备中的感受元件、变换元件和执行元件就是它的“眼睛”、“大脑”和“手足”。

现在举两个例子来说明:

例一 抽水马桶水箱液面的自动控制(图1)。

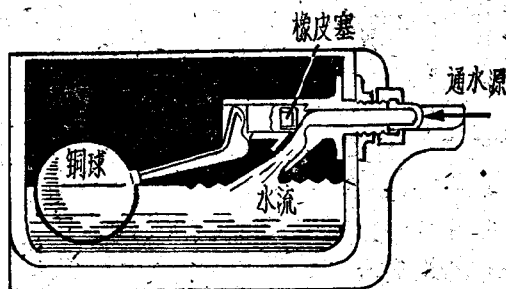


图1

抽水马桶的水箱,能使箱内水位保持一定的高度。当水箱内水位下降时,感受元件——铜球——跟着下降,这样就发

生了一个位置变化,我們把这个变化說为“感受元件发出了一个位移信号”;这个信号傳遞給变换元件——机械杠杆,它把感受元件的信号放大或改变方向,这样就控制了执行元件——閥門的橡皮塞,因此就即刻放水,使水位开始升高,銅球跟着上升,发生与上述相反的动作,直到水位恢复原来水平,把閥門关闭使放水停止。这一系列过程不需要人看管,而都是自动完成的。这是一个簡單的自动控制过程。

例二 电爐爐温的自动控制(图2)。

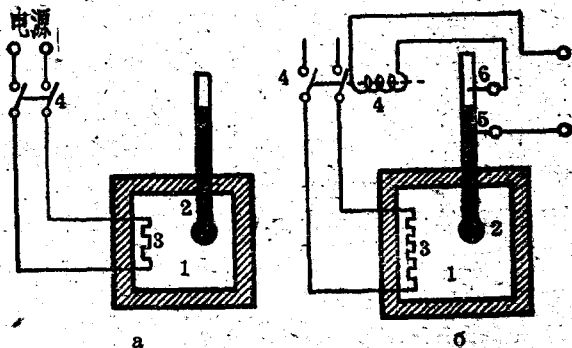


图2

为了說明自动控制,先来討論一下人工控制的例子(見图2a)。图中1为爐子,2为溫度計,3为电阻加热絲(加热絲的作用与家用的电熨斗一样,当插上电源后就发热了,而当脫开电源后就慢慢冷却下来),4为閉合和脫开电源的开关。

为了控制一定的温度——如要求把温度控制在 500°C ,工入用溫度計2来測量温度,倘若温度高于 500°C ,就必须將开关4拉去,电热絲3就冷却下来;倘若爐子温度低于 500°C ,那么操作工人重又合上开关4,使电热絲3的温度再度升高,这

样总使爐子温度保持在規定值。由此可見，在人工控制中完成了三項任务：

(1) 感受温度；

(2) 將感受的温度和規定温度比較，并將它們的差数变換为操縱开关的能量(就是由大腦指令手动作)；

(3) 合上或拉开开关。

上述任务除了第一項已由溫度計完成外，其他兩項都是由人工来完成的。怎样用自动化裝置来代替呢？图 26 就是实现这个目的的簡單結構綫路图。图中 1、2 和 3 与图 2a 相同， Ψ 已經換为电磁式吸鉄开关。电磁吸鉄是当綫圈里有电流流通时发生作用，电磁鉄將开关吸开。当綫圈中没有电流时，电磁鉄就失去了吸力，因此开关就合上。此外，溫度計 2 中还接引出兩根導綫，以 5 及 6 作为接点。当爐子 1 的温度高于規定温度时，溫度計中水銀柱上升，由于水銀是导体，所以当它上升到与接点 6 接触时，电磁吸鉄开关的綫圈的电路接通，因此把开关 4 吸开，使电阻絲 3 的电源断开，电阻絲停止发热，爐温逐渐下降。当爐温低于規定的数值时，溫度計中水銀柱低于接点 6，因此綫圈 4 里的电流就没有了，开关就回到閉合位置，电阻絲 3 又通电流，使得温度重新增加。自动控制就是这样进行着。在这个自动控制系统里可以很明显看出，溫度計是感受元件，接点 5、6 和吸鉄开关的綫圈起着变換元件的作用，而开关 4 就是执行元件。

从上面两个例子中，可以了解元件分类的大致面貌。不过，我們不能过于机械地把所有自动化系統划成三个簡單的元件，往往在簡單的自动化系統中只有其中两个元件，而在复杂的自动化系統中，为了完成一种特殊作用，系統中將不是三个簡單的元件，而是好多个元件的組合。同时还需注意的是，

同样一种元件在这系统中起着变换元件的作用，而在另一系统中起着感受元件或执行元件的作用，所以下面所介绍的感受元件、变换元件和执行元件中的有关构件，只是它们作为这种元件应用得较广而已，至于在具体的系统中应用时，应该分析它们的作用后再决定是属于哪种元件。

目前在大多数的自动化设备中，以电气元件用得最多，这是由于电能容易变成其他的能量形式——如热能、光能、机械能和化学能等等，并且它便于传输和控制，用在自动化设备中很是灵敏和准确。除了电气元件以外，还应用了机械、液压、气压以及其他能量形式的元件。现在来谈谈自动化系统中常用的自动化元件。

四、感 受 元 件

我們在上节中已經知道,在自动化生产过程中,控制的对象是多种多样的,除上面討論过的液面高度和温度以外,还有轉速、速度、压力、湿度和濃度等的物理量和化学量。这种被控制的物理量和化学量在自动化技术中称为控制参数,对各种参数进行控制就必须要有各种型式的感受元件。所謂感受元件就是能感受外界的被控制参数,并把它反应成另一种(电的、机械的、气压或液压的)信号。能起这种作用的元件种类很多,現把一些常用的感受元件介紹如下。

1. 双金屬片(图3) 它是用两种具有不同热膨胀系数的金屬片——如銅片与鉄片——鉚合在一起,受热后銅的膨胀系数大,所以伸長得多;而鉄的膨胀系数小,所以伸長得少,

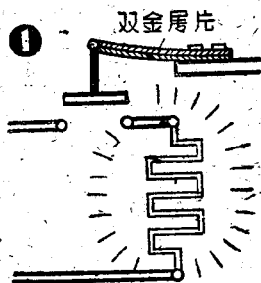


图3

因而双金屬片向鉄片方面弯曲,温度越高,弯曲得越厉害,冷却时的弯曲相反。人們利用这一特点制成各种控制温度的構件。如温度高,弯曲大,因而触头断开,电路不通;温度下降,

触头閉合,电路通。电路的“通”与“不通”直接控制其他器件,它就起了温度的感受元件的作用。

2. 温差热电偶(图4) 两种不同金属的两端接触组成温差电偶,一端插入爐內受热,一端留在爐外冷却,由于兩端有很大的温差,在金属片中发生了电动势,利用灵敏的电表就可以测量出它的电动势,由此就可以得知爐內温度的高低;或者直接把电动势送到变换元件(一般为放大器),从而进一步控制动作。它的优点是发生的电动势与温度成正比,可以用在逐步调节的場合中,而且能耐高温达 1000°C 以上,所以一般测量高温都用它来作感受元件。

3. 炭精感受器(图5) 它主要用来测量大的应力和压力(从 $10 \sim 1000$ 仟克)。簡單的炭精感受器设备是由石墨盤堆成的圓柱体,兩端裝有接触圓盤和支架裝置。图中 F 是外

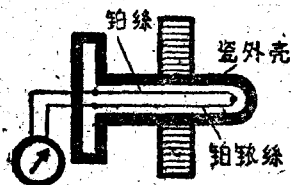


图4

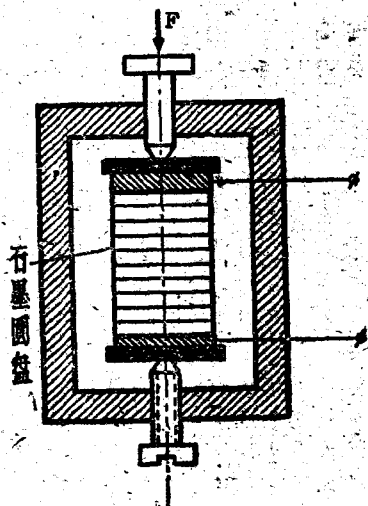


图5

力，因为石墨盤表面凹凸不平，盤与盤之間接触得松弛与紧密，就会大大地影响石墨圓柱間的电阻。当感受器受到压力，圓盤就压得紧些，接触得好些，电阻就减少了；压力越大，电阻越小。它利用炭精电阻随外压改变的特性，完成其感受作用。

4. 彈簧式压力計(图6) 这是一种用薄壁无縫銅管压扁成的空心扁形管，它被弯曲成弧形的彈簧。在空心管中充满着压缩空气或压力油液，当空心管中气压或液压增加时，管壁受力膨脹，使圓弧曲率半徑增大，拉动連杆使指針移动，其值与压力成正比。利用这一特点可以控制其他元件，从而完成压力变换的任务。

5. 綫紋管(图7) 用很薄的无縫金屬筒压成折綫式的圓柱形，它与手风琴的风箱很相似。当管内压力发生变化时，管壁的长度会随着变化；象日常生活中用到的气压表就利用

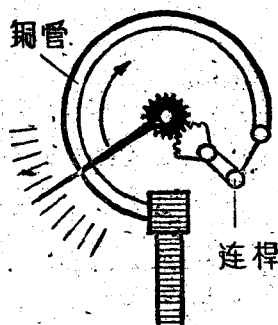


图6

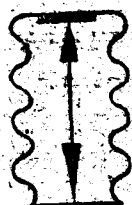


图7

它制成，另外还可用它来控制电冰箱的恒温(图8)。当电冰箱温度太低时，綫紋管內的气体体积缩小，因而管形缩小，使电开关触点断开，被电动机拖动的冷气机停止工作，等到冰箱温度又上升时，綫紋管又膨脹，把开关接通，冷气机又开始工

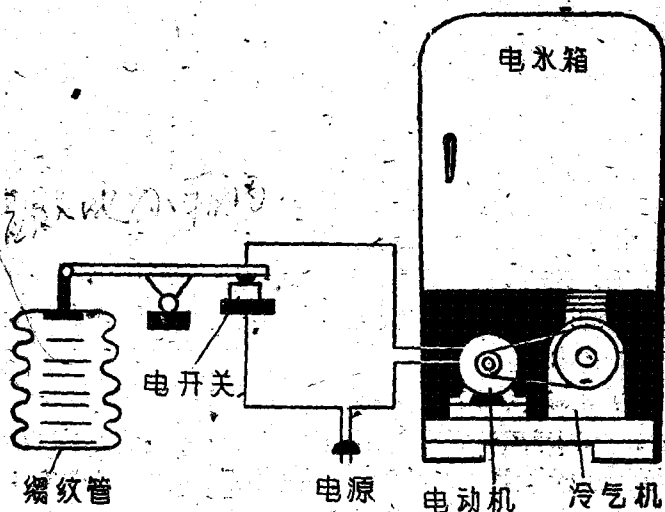


图 8

作,这样就可以使电冰箱内保持一定的温度。

6. 应变电阻(图 9) 用电阻系数很大的合金镍铬材料或其他合金材料,拉成直径小于0.04毫米的细丝,再把它弯成如图 9 的形状粘在薄纸上,这就成了应变电阻。当应变电阻

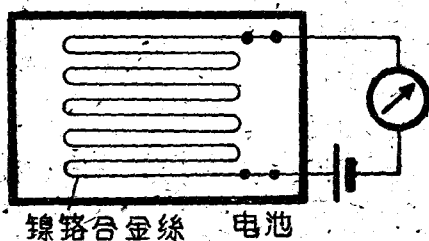


图 9

有微小的弯曲或拉長等变形时,电阻值就会发生相应的变化。人們利用这种特性把它粘附在被測机件的表面(图10),当机件受力发生微小变形时,电阻就随着变形,我們測量电阻值的变化值,就可以測得机件受力情况。把这种电阻粘附在桥梁的梁架上,如有超重車輛通过桥梁时,梁架就发生过度变形,电阻值就起相应的变化,再經变换元件等控制,可以发出信号,警告駕駛者車輛超重,不能过桥,否則要发生危險。

7. 压电体(图11) 用一定的方法从石英的單晶体中切割出薄片来,这片特殊的石英如果受到一定方向的压力,就在

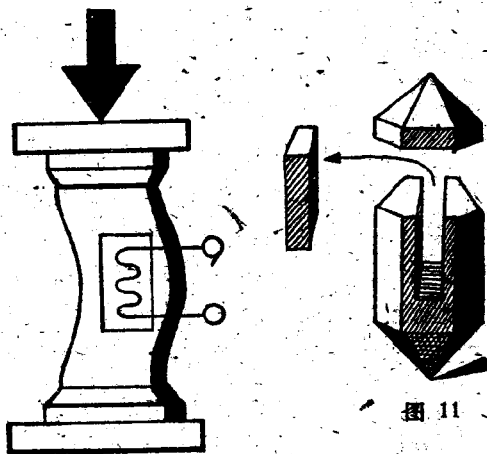


图 10

图 11

兩面現出不同极性的正負电荷(图12), 这电压的大小与压力成正比,測量电压的大小就可以知道压力的大小,所以它能起与应变电阻相同的控制作用。

8. 电触头(图13) 它是利用杠杆的放大作用, 在被測工件 1 太大时,支杆 2 上升,杠杆 5 被彈簧拉下,与电路 4 通;

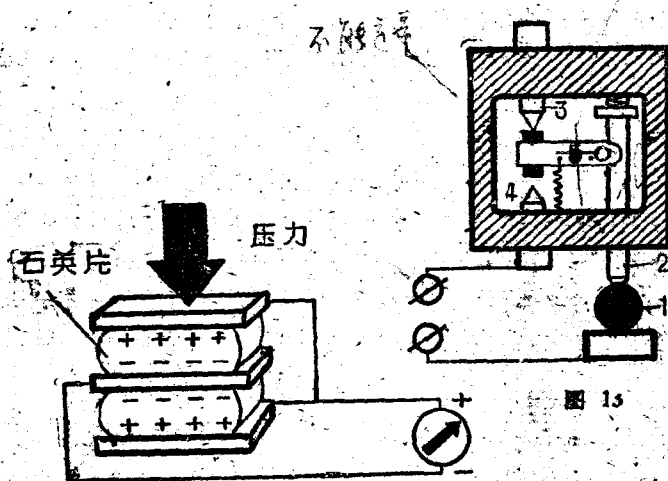


图 12

工件 1 太小时, 动作相反, 与电路 3 通。这设备由于应用了杠杆放大的原理, 所以可以测出很微小的尺寸(0.001 毫米)的变化, 这种电触头已广泛地应用在工业的自动检验中。

9. 电感式测微计(图14) 在一个很小的「型铁芯」上, 用很细的漆包线绕上几万圈, 并在下面放一个衔铁, 然后用弹

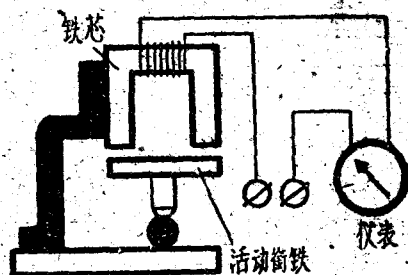


图 14