

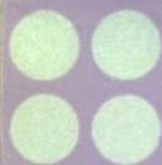
实用电子自控装置

丁家泰 主编 郑广斌 张志远 副主编

费耕 宋雅亭 编写



劳动人事出版社



73-76
103

实用电子自控装置

丁家泰 主编 郑广斌 张志远 副主编

费耕 宋雅亭 编写

劳动人事出版社

DT91/20

内 容 简 介

本书首先扼要给出了电子电路的基础知识，然后重点介绍了三十多种较有代表性的实用电子自控装置，在进行原理分析的同时，还对元件的选择、装置的调试等做了说明。

本书内容丰富，通俗易懂，实用性较强。可供工业生产部门的初级技术人员和电子技术爱好者学习参考。

实用电子自控装置

丁家泰 主编 郑广斌 张志远 副主编

费耕 宋雅亭 编写

责任编辑：金龄

劳动人事出版社出版

（北京市和平里中街12号）

北京北苑印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 32开本 6.375印张 140千字

1989年7月北京第1版 1989年9月北京第1次印刷

印数：8000册

ISBN 7-5045-0391-6/TN·012 定价：3.30元

前 言

随着我国城乡经济体制改革的深化，科学技术的作用日益显得重要，组织广大职工努力学习科学技术是工业生产部门的一项重要工作。职工们学习电子技术，并尽快用于技术革新与技术改造，搞些实用电子控制装置，在生产上会起到很大的作用。为此，我们编写了这本书，奉献给工业战线的广大职工，期望能为他们在向电子技术的进军中搭桥铺路。

为了使初学者更好地掌握实用自控装置中所用到的电子技术，本书首先介绍了有关的基础知识，文字力求通俗易懂，文图并茂，尽量避免较难的数学推导和计算。接着介绍了一些对初学者较为实用的知识，如“制做电路板及印刷线路板”、“选用继电器”等。本书的后半部分，收集了一定数量、较有代表性的实用电子自控装置应用制做实例，对每个实例的介绍力求翔实，不仅进行原理分析，而且对元件的选择、制做时应注意的问题等也做了说明。本书还介绍了工业自控仪表、集成电路、霍尔元件、集成稳压器及位移传感器等内容，供读者制做电子自控装置时参考选用。

总之，我们力求将此书写成一本实用性较强的读物，使具有初中以上文化程度的读者读后能懂，懂后能做，做了能用，用了有效，并能举一反三。

在本书的编写过程中，吴树庚、王树林等同志给予了许多帮助，在此深表谢意。

由于我们水平有限，书中的错误和不妥之处，敬希批评
指正。

编 者

1988年12月

目 录

第一章 自动控制基本知识	1
第一节 “老三样”	1
一、传感器	1
二、控制器	3
三、执行机构	6
第二节 电子元件	8
一、电阻、电容、电感	8
二、单向导电的二极管	28
三、晶体三极管	37
四、可控硅	52
五、运算放大器	61
六、数字集成电路简介	69
第三节 晶体管开关和门电路	73
一、用开关发送信息	73
二、晶体管可以做开关元件	74
三、从电灯的控制开关谈起	76
四、用二极管和三极管组成门电路	77
第四节 晶体管触发器	80
一、双稳态触发器	80
二、无稳态触发器	84
三、单稳态触发器	86
第二章 自动调节仪表简介	90
第三章 实用自控做基本知识	94
第一节 如何设计制做线路板	94

一、元件布局的设计	94
二、用穿线法制做线路板	95
三、用腐蚀方法制做印刷线路板	96
四、用刀刻法制做印刷线路板	97
第二节 小型变压器的参数计算与查表	98
一、电源变压器的参数计算与查表	98
二、整流变压器的计算	107
第三节 简易自控装置的电源与三端集成稳压器	108
一、可调式三端集成稳压器W317	109
二、可调式三端集成稳压器W337	112
第四节 简易自控装置中所用的继电器	114
一、电磁式继电器的原理、选用及估算	114
二、舌簧管与舌簧继电器	117
第四章 机械量的自控元件与装置	120
一、称重装料自动控制装置	120
二、皮带运输机自动保护报警装置	124
三、冲床安全自动保护装置	129
四、生产线运行自动监控器	131
五、霍尔元件与霍尔传感器	132
六、直线位移传感器	134
第五章 液位监测与自控装置	137
一、定量装液简易自控装置	137
二、冷凝塔断水报警器	138
三、电热蒸馏水器的缺水保安装置	138
四、六点水位自动监视器	141
五、简易水塔自动抽水控制器	144
六、“双控”自动上水装置	145
七、可控硅液位控制器	148
八、油液位自控装置	150

九、用电接点压力表组成的液位自控装置	150
第六章 温度简易自控元件与装置	155
一、简易恒温控制器	155
二、带有报警功能的电孵化恒温控制器	158
三、电孵化机自动调湿装置	161
四、简易显影液恒温控制器	163
第七章 以时间量控制的自控装置	167
一、搅拌器正反转自动控制装置	167
二、远红外烘箱定时自控装置	169
三、广告灯自动控制装置	172
四、交流点焊机时间自控装置	175
第八章 其他实用自控装置及电路	180
一、锅炉自动给煤装置	180
二、电磁振动台调压电路	182
三、土壤湿度自动调节电路	183
四、用计算器为油印机自动计数	185
五、交流电焊机空载节能装置	186
六、高效充电机	187
七、三相半波可控硅调节充电机	189
八、电容式电动机断相保护装置	191
九、蓄电池充电自控电路	194

第一章 自动控制基本知识

第一节 “老三样”

一提起电子自动控制，许多读者马上会想起那些红绿灯不停闪动着的大型控制屏、星罗棋布的电子元件和密如蛛网的信号传输线，感到十分神秘。的确，在生产高度自动化的工厂、矿山里，电子自动控制真是离不开上述这些东西。然而，这些东西并不神秘，深入了解后就会发现，不管多么复杂的控制系统，一般都不外乎由三个基本部分组成，这三部分就是传感器、控制器和执行机构。不仅如此，由图 1-1 可见，自动控制系统的原理与我们人体的动作原理还有不少相似的地方呢！

一、传感器

电子线路的功能是对电信号进行加工，然而被控制系统给出的信号却往往都是非电性质的，例如温度、光照、压力、位移等等。因此，在“加工”之前，必须把非电量的信号转变为相应的电信号。传感器就是执行这一任务的器件。它如同人的眼、耳、鼻、舌、身等器官一样，充当了复杂的测量、控制系统的入口。因此，传感器性能的好坏，直接影响整个控制系统的性能。由于它能将不同的物理量进行变换，故有人又把它称做变换器或变送器。

传感器的种类按变换的性质分为两类：一类称为参量变

3910356

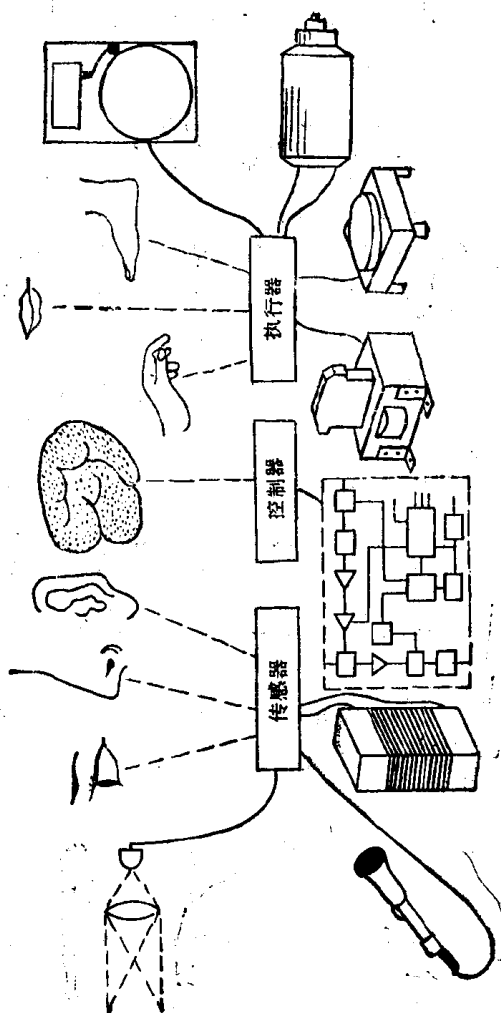


图 1-1

换器，一类称为发电变换器。参量变换器的特征是，当非电量变化时，传感元件的电阻或者电容、电感发生相应的变化；而发电变换器则是对应着一定的非电量有相应的电动势产生。象热敏电阻属于参量变换器，光电池就属于发电变换器。

传感器按被转换的非电量来分，有温度传感器、光电传感器、测力传感器、位移传感器、湿度传感器、成分分析传感器等等。有意思的是，在为数众多的传感器中，有许多和我们人体器官的功能十分相似，如对光照十分敏感的半导体光敏元件有点象人的眼睛；而对温度十分敏感的热敏电阻与人的皮肤功能相似；能辨别气味的半导体嗅敏元件当之无愧地就是自控装置的“鼻子”了。

就现代工业来说，生产装置本身的各个环节是相互关联的，它们需要协调动作，而且各环节的控制手段和过程非常复杂，由于被控对象特性复杂，参数、变量很多，变化速度很快，以及系统的不确定性，仅仅依靠人直接参与控制已很困难。另外，某些生产过程危害人身安全，无法实现人参与现场控制。因此，借助于各种自动化装置实现自动控制已是必然的趋势。正因为有了各种功能的传感器，人们才可以根据需要，方便地把它安装在各个生产环节上，代替我们的感觉器官。它们总是忠于职守、兢兢业业、日复一日、年复一年地工作在第一线，不断地传递信息，汇报生产环节的情况。图1-2和图1-3是几种传感元件的外形示意图。

二、控制器

传感器把非电量信号转换成电信号之后，传送给控制器。控制器是由电子元件组成的。它根据人们预先规定的功能，分析传感器送来的信号，发出不同的指令，使执行机构

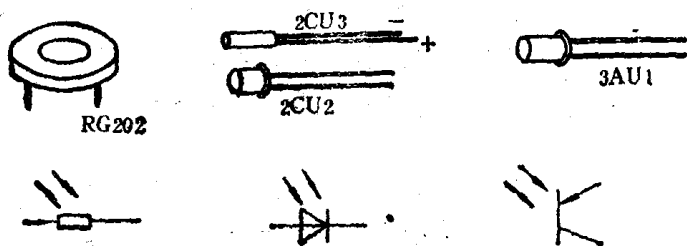


图 1-2

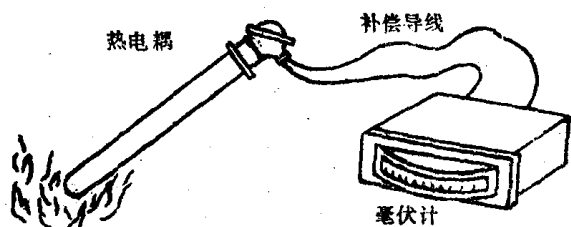


图 1-9

做相应的动作。它有点象人的大脑。比如人在生活和工作时，眼、耳、鼻、舌等感觉器官把感觉到的周围环境中的多种信息转换成生物电，通过神经送至大脑，大脑对接收到的信号进行分析、判断，发出指令，控制人体的喉、四肢等器官做出相应的动作。因此，我们可以说大脑是人的“控制器”。

控制器就其控制方式大致可分为以下几种。

1. 直接控制

直接控制是电子自动控制中最简单的一种。所谓直接控制，是将传感器传送来的电信号，通过信号放大电路进行放大，直接驱动和控制执行器动作。例如，有些宾馆卫生间的

自来水开关，就是采用直接控制。当洗手时，由于手挡住了光，使光敏元件产生的电信号发生变化，它被放大电路放大后，可以直接驱动电磁阀供水。图1-4是该控制系统的示意图。

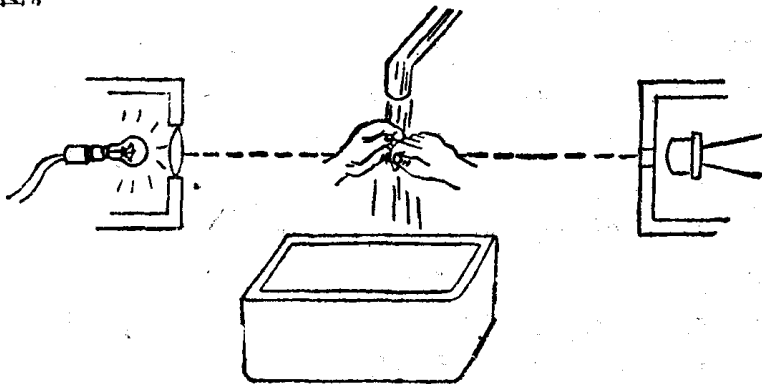


图 1-4

2. 延时控制

延时控制也是简易自动控制装置中一种常见的控制方式。延时控制是根据对控制的要求，选定适当的延时进行控制。例如，在自动电梯中，关门、平层自动减速等都采用了延时自动控制。由于延时控制应用很广，所以专门生产了各种延时继电器和延时元件。采用延时自动控制装置，有时可以不用传感器，使自控装置的结构大为简化。一系列延时控制装置有序地组合起来，可以实现程序控制。

3. 程序控制

程序控制是按照设备或工艺顺序的要求，人为设定动作程序，使设备或生产工艺有条不紊地起动、停车。这种控制方式应用得很多，平常我们说的“集中控制”就是程序控制在“唱主角”。如几条皮带运输机的起动、停车，数控机床、自

动包装乃至节日循环闪亮的彩灯等，都是通过采用不同方式的程序控制来实现的。

4. 平衡控制

平衡控制是使某一个量或几个量达到自动平衡。在现实生活中要求某一个量或几个量维持在某一范围的例子很多，如锅炉的水位、电冰箱的温度等等。平衡控制只是根据被控量是否维持在规定的范围内而做出相应的控制。

5. 智能控制

所谓智能控制就是电子计算机控制。因为电子计算机具有运算和逻辑判断能力，所以它可以根据输入的信息进行逻辑判断，根据结果，按不同的方式去执行。当然，计算机的这些功能都是程序编制人员事先安排的。例如，用计算机诊断病人的病情，人们研制了一个“病情诊断”软件，并把它输入计算机。病人看病时，输入病人的症状或化验参数，便可由计算机诊断病人的病情，并开出相应的处方。

三、执行机构

如前所述，应用电子技术进行自动控制时，首先是利用传感器将非电量信号转换成电信号，再经控制器进行比较、放大，或者是计数、译码、程序分配，最后带动显示仪表和执行部件，以完成自动控制的全过程。通常，我们把显示仪表和执行部件称为执行机构。

温度、湿度等项物理量的测定，最后都要通过仪表显示出来，最常用的仪表是磁电式显示仪表，微安表、毫安表、毫伏计、比率计等都属于这一类。如图1-5所示。

温度、湿度、水分、电压、时间等项物理量的测定结果，如果用数码管显示，则读数迅速、直观，而且没有读数误差。常用的数码管有辉光数码管和荧光数码管。

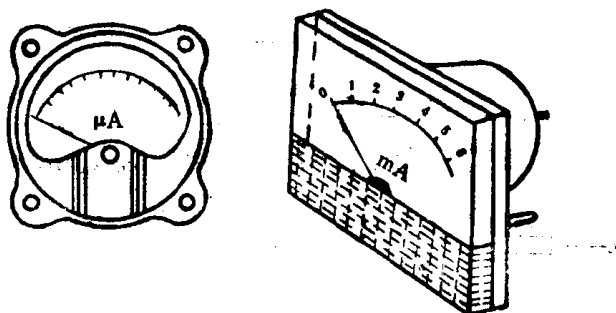


图 1-5

在许多自动保护控制线路中，当温度、压力、料位、液位上升或降低到一定值时，要发出音响或接通指示灯，以引起操作人员注意，及时采取调整措施。用来产生音响的报讯器可以是电铃、讯响器、扬声器等等。

电子线路的电信号要通过驱动器变成执行机构的动作，最简单的就是带动吸合电流较小的灵敏继电器，再由它的触点去控制讯响器、指示灯及其它执行机构。

灵敏继电器吸合电流不大，一般都小于20mA，触点的负载能力也不高，切断电流的能力小。如果执行机构是吸合电流达数安培的电磁阀或牵引电磁铁，或者是用的交流电源，上述灵敏继电器就无能为力了。这时需要在中间串接一只触点负荷较大的继电器，这种继电器就是中间继电器。让电子开关控制灵敏继电器的线圈，灵敏继电器的触点去控制中间继电器的线圈，中间继电器的触点再去控制电磁阀等执行机构，如图1-6所示。

在自动控制中，有时要把数字量（脉冲信号）转换成角度、座标等模拟量，使自动控制不但能控制执行器的开和

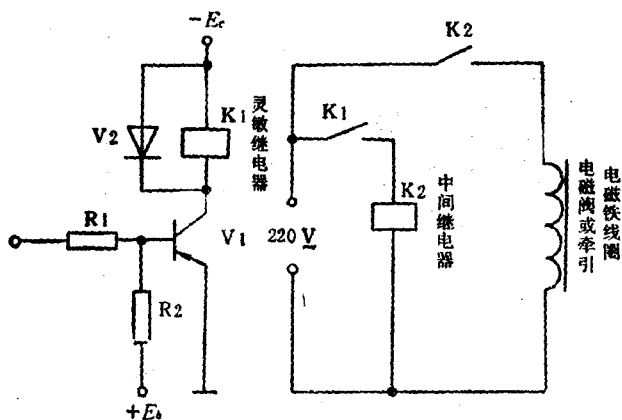


图 1-8

关，还能控制输出量的大小。常用的执行机构是步进电机，它接收一个脉冲，就转动一个固定的角度，所以步进电机又称脉冲电机。

第二节 电子元件

一、电阻、电容、电感

(一) 电阻器

水流过管子时要受到阻力。管子粗些、短些，阻力小，就流得畅快；管子细些、长些，阻力大，就流得不畅快。同样，电流通过导体时也受到一定的阻力，这个阻力叫做电阻，用符号 R 表示，它的单位是欧姆（ Ω ），简称欧。有时为了方便，还用千欧（ $k\Omega$ ，简写成 k ）和兆欧（ $M\Omega$ ，简写成 M ）。它们之间的换算关系是

$$1\text{k}\Omega = 1000\Omega$$

$$1\text{M}\Omega = 1000\text{k}\Omega = 1000000\Omega$$

导体的电阻大小与导体的材料、长度、截面积及温度等有关。导体的长度愈长，截面积愈小，电阻就愈大；反之，导体的长度愈短，截面积愈大，电阻就愈小。对于截面均匀的导体，电阻值 R 可表示为

$$R = \rho L / S (\Omega)$$

式中 ρ ——导体材料的电阻率， $\Omega \cdot \text{cm}$ ；

L ——导体的长度， cm ；

S ——导体的截面积， cm^2 。

电阻器的主要用途是：稳定和调节电路中的电流和电压，组成分流器和分压器，调节时间常数以及作为电路中的匹配元件或消耗电能的负载。

电阻器一般可分成固定电阻器、电位器以及敏感电阻器三大类。固定电阻器又可分为合金型电阻器、薄膜型电阻器、合成型电阻器。电位器可分为接触式电位器（通常大量应用的电位器属此类）和非接触式电位器（如光电电位器、磁敏电位器等）。

线绕电阻器的额定功率系列定为：0.05, 0.125, 0.25, 0.5, 1, 2, 4, 8, 10, 16, 25, 40, 50, 75, 100, 150, 250, 500W。

非线绕电阻器的额定功率系列规定为：0.05, 0.125, 0.25, 0.5, 1, 2, 5, 10, 25, 50, 100W。

普通电阻器的标称阻值系列和相应的允许偏差如表1-1所示，表列数值可乘以 10^n ，其中 n 为正整数或负整数。

精密电阻器的允许偏差系列如下： $\pm 2\%$ ， $\pm 1\%$ ， $\pm 0.5\%$ ， $\pm 0.2\%$ ， $\pm 0.1\%$ ， $\pm 0.05\%$ ， $\pm 0.02\%$ ， $\pm 0.01\%$ ，