

自动化技术入门

谢寿炽 何 辉 编著

煤炭工业出版社

自动化技术入门

谢寿炽 何 辉 编著

煤炭工业出版社

内 容 说 明

本书是一本介绍自动化技术的通俗读物。它综合自动控制的原理与实践,深入浅出地介绍了自动控制的部件和系统。本书分为五章,从基本定义开始,到传感器、控制器和执行器,分章加以阐述。最后一章则介绍如何正确对待实现自动化的几个关系的问题。自动化的题材复杂,涉及许多技术领域。本书言简意赅,内容明白易懂,便于自学,所举各例简易可行,切实好用。书后还附有若干常用元、部件的型号性能目录,使读者既能建立正确的概念,为今后深入学习打下基础,又能具备一定的能力,在进行技术革新时应用这些知识。

本书适合工厂矿山的机电工人及初学者阅读,也可供有关技术人员参考。

责任编辑:陈锦忠

自动化技术入门

谢寿炽 何 辉 编著

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安徒门外和平里北街21号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $4^{1/2}$ 插页 1

字数96千字 印数1—3,300

1986年11月第1版 1986年11月第1次印刷

书号15035·2776 定价0.70元

前 言

随着机械化程度的提高和科学技术知识的传播，许多工厂矿山都在技术改造上迈向新的高度——实现自动化。

但是，究竟什么叫做“自动化”和怎样实现自动化，则是很多人都想知道的。这本书就是要用较通俗的语言向读者介绍有关自动化方面的基础知识。希望大家读过这本书以后，不仅能掌握基本的原理，并能参考书中所举各例，结合本单位的实际情况开展自动化革新活动，而且也能建立正确的概念，为以后深入学习自动控制的有关书籍打下基础。

现在，自动控制已经不仅仅是简单的机械装置和继电器电路的组合，而是包括了电子学、通讯原理和计算机技术在内的很多新的技术。因此，要想在这不长的篇幅里讲清所有这些技术却是一件十分困难的任务。所以我们要求读者最好具备有电工学方面的基础，也要粗懂一点无线电电子学，更需有一定的知识面。

但是，这本书也不是“电路集锦”或是“手册”，不可能把各种实例都罗列出来，不可能给出各种元件、部件的规格和性能。在读者设计或装配调整自动化系统的时候，还需要参考有关的手册和样本。

正因为自动化包罗了不少领域的技术，加之作者才疏学浅，所以错误的地方一定难免，我们恳切欢迎各位读者批评指正。

本书承中国矿院研究生部朱建铭教授审阅，谨此表示感谢。

目 录

第一章 基本概念	1
一、什么叫自动化	1
二、机械化和自动化	6
三、远距离控制	8
四、程序控制	9
五、自动控制和自动调节	13
六、开环和闭环系统	15
七、遥测与监控	17
八、自动化的主要组成部分	18
九、逻辑关系	21
第二章 开关和传感器	26
一、定义和分类	26
二、手动开关和行程开关	28
三、转换开关和琴键开关	31
四、无触点行程开关	36
五、变阻式传感器	38
六、变感式传感器	41
七、变容式传感器	43
八、热敏、光敏、压敏、磁敏、气敏传感器	46
九、连续变化和开关状态	53
第三章 控制器	55
一、放大器	55
二、晶体管开关	60
三、继电器	64

四、门电路	67
五、延时电路	72
六、程控电路	76
七、计数电路	80
八、给定器和调节器	87
第四章 执行器	91
一、交流接触器	91
二、晶闸管	94
三、电动机	98
四、电磁铁	104
五、自整角机	107
六、讯响器	108
第五章 实现自动化的几个问题	112
一、机与电	112
二、繁与简	115
三、无触点与有触点	118
四、煤矿自动化的特点	120
五、关于安装调试	123
附 录	125
参考文献	137

第一章 基本概念

一、什么叫自动化

“自动化”这个名词已经被很多人挂在嘴边。可是，到底什么叫自动化呢？

“自动化”只是一种通俗的说法。从科学技术的角度来讲，很难明确地下一个定义。这里，主要是因为“化”字不明确和不严格所造成。按照一般习惯，“化”字意味着一种改变。例如，从手工劳动到机械化。同时，也意味着一定的程度。例如，照明和动力都使用电力的“电气化”等等。

至于“自动”两字倒是容易弄懂的。过去，往往把“自动”当做是“手动”的反义词。或者说，不是由手去直接操作的就可以叫“自动”了。当然，如果有一个操作是用脚踏的，也还是当做“手动”一样。因为无论用手或用脚，都是直接达到操作目的的。但是，如果当你走到一扇门前，你的脚踏到了地板下的一个开关，于是通过一套电——机的机构，使这扇门打开了，那么这种“自动门”虽也是脚踏的操作，却算是“自动”的。因为你没有用手或脚直接去做开门的动作，而是那一套自动装置感知到了你已经走到门前，打算进屋，并且在你没有动手去开门以前，这套自动装置替你完成了开门的动作。所以可以说这扇门是自动地打开的。于是，“自动”的含意包括了“非直接”的意思。

在一个宽敞的厂房里，工件在流水线上移动着，每到一

“站”，就有几支机械手过来，焊的焊，钻的钻。甚至于到了组装工序，也是由机器人来完成装配。这当然是一幅高度自动化的生产线的景象。一个矿井的提升绞车不用司机操作，就能根据井底煤仓是不是有煤，井口煤仓是不是已经装满自动地开动或停止。这样的情况，人们也会称它是“绞车自动化”。那么，夜晚，当你下班回来，推开房门，刚刚要迈腿进屋的时候，房间里的灯自动地亮了。这能不能也叫做自动化呢？在这里，直接的动作是推门，不是开灯。但是，通过固定在门上的一根绳子牵动了灯的开关，灯就跟着亮了。按照前面的解释，这也可以通俗地称做是自动化，当然，这并不是很严格的和科学的。

从上面举的几个例子可以看出，虽然都是“自动”的，但是“化”的程度和水平是不一样的。有的简单，有的复杂；有的水平高，有的水平低。这些年来，科学技术发展得很快，自动化的范围和功能就扩大了。除了代替人的眼、耳、鼻来感知一些信息，代替人的手脚去执行某个动作以外，还逐渐代替了人的记忆、逻辑和思维功能。这就从“体力”扩展到了“脑力”。电子计算机不正是人类脑力的“替身”吗？

但是“自动化”总是有个范围，有个限制的，不可能绝对和完全彻底。这一点，对于搞“自动化”、用“自动化”的人来说，是应当明了的。

在科学技术书籍中，我们常常遇到的名词是“自动控制”“自动调节”“自动控制系统”及“遥控”“群控”等等。

所谓“自动控制”是指在没有人直接参加的情况下，由自动装置对控制信号进行测量、传递（和计算），并用来控

制被控对象。

有时需要计算，有时不需要，有时只是简单的逻辑关系，有时则需做一般或复杂的数学运算。

还是用前面的例子来说明吧！图 1-1 是推门开灯的示意图。推门是一个“控制信号”，随着门愈开愈大，这个“信号”被拉线和弹簧测量，变换并传递到拉线开关上，然后把灯点亮，达到控制的目的。如果用方框图来表示，就象图 1-2 所画的那样。

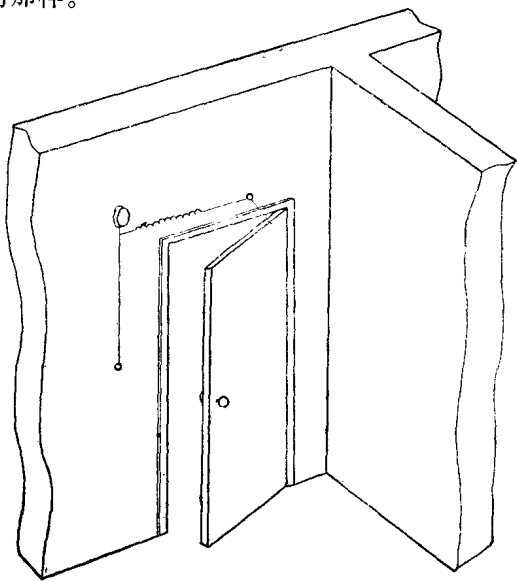


图 1-1

聪明的读者会说，这个自动开灯的方法有缺点。因为下一次再开门灯就会灭掉。是的。

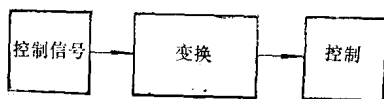


图 1-2

怎么办呢？改进方法留给读者去思考。当你读完这本书的时候，一定会有好多个改进方案的。

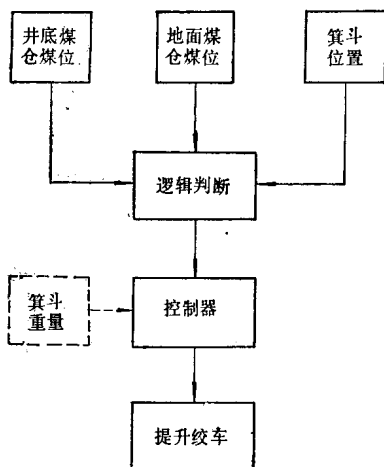


图 1-3

至于提升绞车的自动控制，那就复杂得多了。图 1-3 的实线部分是一种方案的方框图。在这里，井下和地面煤仓的煤位以及箕斗位置这三者是基本的控制信号，对它们进行简单的逻辑判断来决定提升与否。例如，井下煤仓里有煤，地面煤仓又没装满，就可以决定提升。箕斗位置的信号则决定绞车开动的方向。经过这一番逻辑运算，把命

令送到控制器，按要求方向开动绞车。

假如考虑到煤的块度不一、干湿不等，以致每次提升的重量并不一样，而同时又要求每次都按照最合理的速度提升的话，那么就需要把重量因素考虑进去。一种办法是使箕斗在井下称重，使它每次都正好装载到规定重量，然后才开动绞车。这时每次开动的速度是完全一样的，就象图 1-3 中画的实线部分那样。另一种办法则是称重后将重量信号送到调节器，决定在这种重量下应有的速度图，再去控制绞车。这时，图 1-3 的实线方框图里需加入虚线方框这部分。

当然，一个自动化车间就更加复杂了，它需要根据产品

的种类、加工过程和要求，来设计自动控制系统和自动控制装置。

讲到自动控制系统，则更是多种多样的。从不同角度可以有不同的分类方法。例如可以从控制的步骤来分，分为恒值控制系统，程序控制系统，以及随动系统。从控制的阶段来分，有连续的控制系统和不连续的控制系统。连续的控制系统里又有线性与非线性控制系统之分和常系数与变系数控制系统之分。从控制电路来分，可以分为单回路与多回路，或开环系统、闭环系统、复合系统等等。若从功能角度，则有一般的自动调节系统和最优值调节系统以及更先进的自适应调节系统等。上面罗列了一大堆名词，这里就不一一解释和举例。读者可以顾名思义，并从而体会到给自动化下个确切的定义是何等不易了。

我们还常常遇到其它一些和自动化有关的名词。工业自动化，这是指生产机械化的更高阶段，是工业现代化的标志之一。它包括初级的局部自动化，高级的综合自动化和更高级的企业管理自动化。

群控，应该是指用计算机来控制一个车间。它是一种高级的控制系统，并不是把许多机器的开关都集中到一个桌子上来，由一个人控制。

同样，遥控也是一种高级的控制系统。它是自动控制与通讯（有线或无线）的结合，也不是把操作开关拉到距离机器几米、几十米或几百米的地方就算是遥控了。（这样的方式不妨叫做远距离控制）。遥控（制）、遥测（量）、遥信（号）和遥调（节）统称“运动”，有时也叫“三遥”或“四遥”，它是自动控制技术的一个先进的分支。

在我们谈到自动化的时候，还往往把检测也包括在里

面。也就是现在常说的“监控”。这就是把工业生产各环节的状态或数据传送到一个地点，以便于集中监视。高级的集中监控系统使用计算机，把数据储存起来并按预定程序加以处理。出现问题不但能立即报警，而且能自动发出指示，排除故障或者提出几种解决方案供人们选择。

总之，自动化包括的内容是很多的，范围也很广。不论是低级的还是高级的自动化都涉及到许许多多的技术领域，诸如机械原理、电工学、电机、电子、液压、气压以及化工、材料、工艺、计算技术等等。所以规模较大的自动控制系统需要许多专门技术人才合作才能实现得了。但是，“万里长征始于足下”，就让我们从头学起，从头做起吧！

二、机械化和自动化

一方面，机械化是自动化的基础。或者说，必须先有机械化，才能实现自动化。这是因为被控制的对象差不多都是机械装置，或是由机械装置完成的某一个动作。如果没有机械装置就等于失去了控制对象或达不到控制目的。

另一方面，我们也可以说机械化就是自动化，是自动化的方法之一。这就是说可以用机械的方法来实现自动化。

不要以为一提到自动化就必须有电源开关、电子线路等等。尤其在早期的自动装置中有很多都是用机械的方法做成的。甚至人们很难在机械化和自动化中间明确地划出一条分界线，来区别哪几个动作是机械化而另外哪几个动作是自动化。所以，不要小看一些凸轮、连杆之类的东西，它们参加到一个机械设备上来以后，就能把这台设备提高到自动化的水平。

尽管近几十年来电器、电子技术发展极快，自动控制也

因此而迅速发展，载人的或遥控的宇宙飞船都能在月球上着陆，还能准确地返回地面。这里面包含了很高级的自动控制技术。但是，直到现在，仍然有许多用机械方法来实现自动化的设备。例如包装糖果、饮料，印刷装订书籍以及大量生产一些标准零件的设备上还是采用许多由凸轮、连杆等机械方式实现的自动控制。这类装置使用的效果一直很好。

用机械方法完成检测、转换、运算、执行等自动控制的过程，有着很大的优点：首先，机械动作明显易见，安装调试和检修都比较容易。其次，它的动作比较强而有力，往往能直接操作控制对象。最后，它不用电源。这在有些没有电源的地方，或是在象煤矿这样有瓦斯煤尘爆炸危险的地方，这个优点就更显得突出。

在工厂矿山的技术革新中也有不少是直接利用机械方法实现的自动控制。譬如煤矿井下的自动风门可以用机车的力量通过杠杆或钢丝绳来实现。地面厕所水箱水位自动控制也是机械式的自动化的一个例子。

当然，用机械方法实现自动化也有缺点，因为它占的空间比较大，而动作范围也有限，尤其不容易实现远距离的控制。还有，就是当被检测的信号或控制信号本身很微弱的时候，机械方式的灵敏度和分辨率就都嫌不够了。

在机械方法和电的方法以外，还有气压的或液压的方法用以实现自动化。这在一些化工厂、机床和机械制造工业里都有采用。它们比起纯粹的机械方式要显得特别灵活，也可以传送一定的距离，还可以在不大的体积之内进行逻辑运算。（譬如一种叫射流元件的东西）。而气压、液压的信号都能比较容易地被“放大”。像气缸、油压千斤顶等甚至可以产生足够的力量去完成预定的动作。当然，用气压或液压

完成自动控制需要有供气或供液的装置，就象电的自动控制系统需要电源一样。

虽然本书主要不是讲机械，但是机械原理在自动化里是少不了的基本功。实际上很多比较复杂的自动控制装置都是机和电结合起来，相互取长补短的。这一点是必须强调指出的。

三、远距离控制

正如前面说过的，这里所讲的远距离控制并不是指高级的遥控，只不过是控制不太远的机械装置。远距离控制的好处是人不必跑过去，而且在目标分散的时候集中起来控制几个目标就更省力气。譬如在山上贮水池旁的值班室里可以同时控制附近几个水源井的水泵。又如各水源井水泵的功率不大，电源又都经过值班室供给，那么把各台电动机的开关放在值班室就行了。合上哪个开关，哪台水泵就向贮水池供水（相当于图1-4中的a）。当然，这是指最简单的情况，就是说无论什么时候每个水源井都有水，不必了解水位情况，而且水泵开动之前也不需要灌水，不需要开、闭阀门等等操作程序，只要开泵就能供水。但是，如果电源在山下，就没必要把电源拉到山上再送到山下了。这时可以在水泵旁边装设磁力启动器，把控制磁力启动器的线路拉到山上并且把控制按钮（或者是开关）装在山上的值班室，那么，在值班室按动按钮（或搬动开关）就可以控制山下的各台水泵了。（相当于图1-4中的b）。

当被控制的设备离得比较远时，控制线上也会产生相当大的电压降。这时可以用开关控制比较小的继电器，然后用继电器的触点再去控制磁力启动器，开动大的电动机（图1-4

中的c)。这样做，由于控制线上的电流很小，电压降就很小，比较可靠也比较经济。

为了节约敷设控制线的投资，只用两根线（或者借用电话线，甚至借用低压供电线）通往几处，用载波的方法分别控制各台设备（或者再加上一些监视信号等等），这样就可以算得上是遥控遥信系统了。

从上面举的例子可以看出，远距离控制就是在不太远的地方一对一地控制一些机械的动作。这种方式简易可行，在厂矿技术革新中常常被采用。

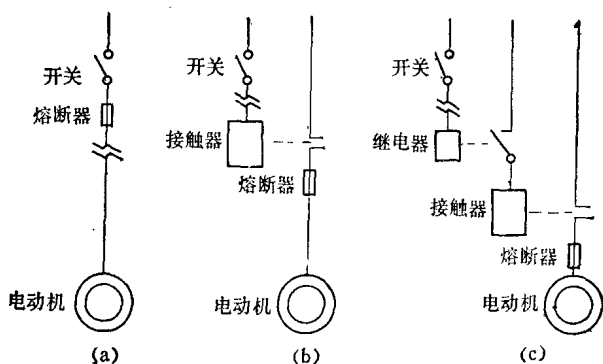


图 1-4

四、程序控制

这也是一种简易可行的自动化。它的特点是能使一些机械按照事先规定的顺序依次开动或停止。比较典型的例子就是城市里的霓虹灯广告。把五颜六色的霓虹灯按照排好的顺序一部分一部分地点亮，就组成了变化的图面和文字。

实现这种控制的办法很简单。就以三个灯顺序点亮做例子来说吧，在图1-5所画的情况时，三个灯都不亮。因为三个簧片都在金属圆盘的缺口处，电路都不通。三个圆盘由电动机带动顺时针方向转动。在转了 90° 以后，A盘的簧片与金属盘接触，A灯亮了，B、C还都没亮。再继续转 90° ，则B也亮了，这时A还没灭。再转 90° ，A、B、C都亮了。再转 90° ，就回到了起始位置，三个灯都灭了。这三个圆盘固定在同一个轴上，由一个小电动机带着转动。改变电机的转速，三个灯依次点亮的快慢就不一样。改变圆盘的缺口长短就能改变亮灯时间的长短。如果把三个盘的相对位置改动，那么三个灯点亮的早晚就不一样。总而言之，设计缺口的大小和位置，就能构成一套控制顺序。加多圆盘就能加多控制对象。这也就是一台程序控制器。

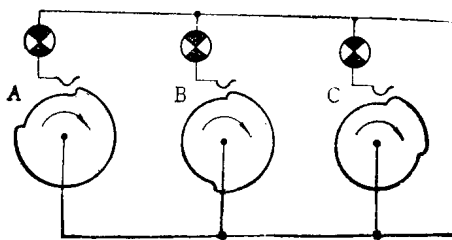


图 1-5

但是有一点必须考虑。圆盘转一周就是一个循环。倘若电机继续带动圆盘转动，就又会开始第二个循环，而多数的自动控制是不会象广告灯那样无数次的重复循环的。所以在转到一周时，需让小电机自动停止。下次需要时再让小电机

启动。这就要多加一个圆盘和一些控制电路才行(参看图1-6)。按下按钮AN, 接通小电机电源, 电机转动, 圆盘Z的触点接通。所以松开按钮, 电机仍继续转。等转到一周时, 圆盘Z的触点断开, 电机就停转了。下次启动时需重新按AN, 电机又会带动圆盘转动一周, 然后又自动停止。

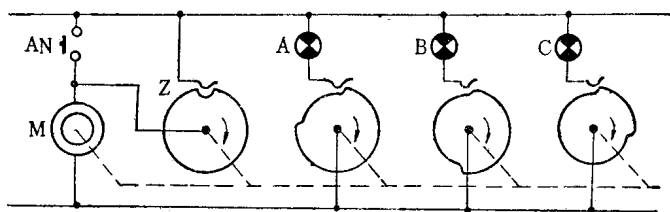


图 1-6

为了使这样的装置更可靠的工作, 实际上往往不用图1-5上画出的簧片和金属圆盘的办法, 而可以用绝缘的圆盘和开关(或簧片触点)。它的示意图如图1-7。但是不管是哪种构造, 从电路原理上, 它们都可以画成图1-8的样子。这里, 三个箭头代表的是活动触头, 它们同时向右方移动, 黑色粗线代表导电部分。对照图1-5读者自己就可以很容易地

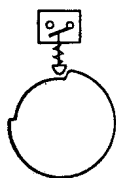


图 1-7

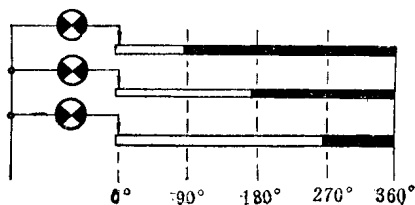


图 1-8