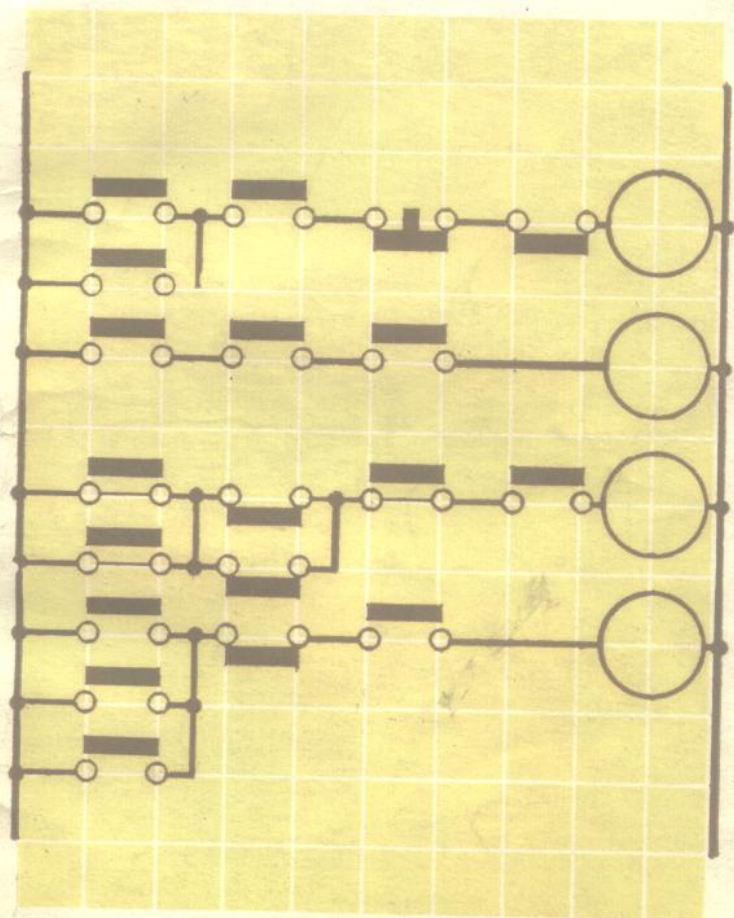


顺序控制器入门

〔日〕武居文雄、近藤贞雄 编



机械工业出版社

顺序控制器入门

〔日〕武居文雄、近藤贞雄 编

丁尚瑾 寿瑞苹 张志贤 译
王凤翔 刘晓侦 孙桂云

夏纪寅 审校



机械工业出版社

顺序控制器是一种便于各行各业实现自动化的通用电子装置。

本书是介绍顺序控制器的普及读物。书的前半部分主要谈顺序控制器的结构原理,后半部分重点介绍顺序控制器的应用技术。考虑到实用性,编写时采用了较丰富的实际资料。为了使读者理解,在书的开始部分还概要地论述了有关顺序控制器的基础知识。

本书可供从事自动化工作的工人、技术人员阅读。

解说シーケンスコントローラ

武居文雄 近藤贞雄共编

株式会社オーム社

昭和50年9月10日第1版第3刷发行

*

顺序控制器入门

丁尚瑾 寿瑞莘 张志贤 译
王凤翔 刘晓侦 孙桂云

夏纪寅 审校

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业登记证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092 1/32·印张 6·字数 130 千字

1981年11月北京第一版·1981年11月北京第一次印刷

印数 0,001—7,200·定价 0.57 元

*

科技新书目: 11—99

统一书号: 15033·5177

译者的话

顺序控制器是一种自动控制装置，能自动控制开关量。它的特点是原理简单、易于采用、操作方便，是一种便于各行各业实现自动化的通用电子装置。它与过去广泛使用的继电器盘和近代采用的复杂的电子计算机相比，具有设备简单、通用性强、变更程序容易等独特优点。因而得到迅速发展。

本书是介绍顺序控制器的普及性读物。对顺序控制器的基础知识、结构原理、设计及其应用等均作了较全面的介绍。是一本有关顺序控制器的较好的入门书。

在翻译过程中，删除了与全书内容关系不很密切的部分照片。为了便于读者理解，对个别图表加了必要的文字说明。

本书由下列同志翻译：第一、二、三章，丁尚瑾同志；第四章，寿瑞莘同志；第五章，张志贤同志；第六章，王凤翔同志；第七章，刘晓侦同志；第八章，孙桂云同志。全书审校由夏纪寅同志负责。

由于水平有限，文中难免存在缺点错误，请读者批评指正。

译者

原 序

六年前，美国已开始使用具有存储部件的顺序控制器，并将其制成产品。由于采用较新的原理，实用性强，所以获得了迅速地发展。因而比以前扩大了应用范围，顺序控制面目为之一新。

这里所说的顺序控制器指的是可编程序逻辑控制器 (Programable logic controller)，它采用了新的电子技术成就，是为顺序控制专门设计的一种装置。

顺序控制装置最基本的功能是肩负着工业设备神经系统的作用，可是直到现在仍是以使用继电器盘为主，即使也能采用半导体逻辑元件和电子计算机，但从顺序控制的应用角度来看，由于它们使用复杂，所以阻碍着广泛地应用。

而顺序控制器是采用了新的技术，适合应用于顺序控制而制成的一种装置。它的基本设计思想概述如下：

(1) 控制装置主要的硬件是标准的、通用的。因而不需要每次另行设计。

(2) 参照实际应用对象，将顺序控制内容作成软件，写入顺序控制器。写入时又采用了最便于表示顺序控制程序的形式。

(3) 控制装置和被控制对象连接方便。

顺序控制器对使用者来说，是一种无触点设备。维护简单，而且容易改变程序。另一方面从制造厂的角度来看，不需要根据用户的定货要求专门设计机器，适合于批量生产。

IV

这就是为什么自从在美国开始使用以来，其它国家都广泛采用的原因。

本书主要是为设备现代化而辛勤工作的生产第一线技术人员和渴望掌握最新技术的工科大学生而编写的。书的前半部分主要谈装置的组成；而后半部分重点谈应用技术。执笔时较多地采用了丰富的实际资料。除考虑实用外，书的开始部分概要地论述了顺序控制基础，力求对读者在理解上有所帮助。

倘若本书对热心于技术进步的各位读者有所得益，则作者将会感到不胜愉快。

武居文雄

1975年6月2日

目 录

第一章 顺序控制器概述.....	1
1.1 什么叫作顺序控制器.....	1
1.2 顺序控制.....	3
1.3 顺序控制装置的各种形式.....	5
1.4 顺序控制器出现的背景.....	7
第二章 顺序控制的基础知识.....	11
2.1 顺序控制的元件.....	11
2.2 顺序控制的表达方法.....	15
2.3 各种顺序控制方式的比较.....	20
2.4 各种顺序控制器的应用范围.....	22
第三章 二极管矩阵方式的顺序控制器.....	24
3.1 二极管矩阵方式的优点.....	24
3.2 逻辑处理的原理.....	26
3.3 二极管矩阵方式的结构.....	34
3.4 顺序控制的设计.....	40
第四章 存储程序方式的顺序控制器.....	49
4.1 存储程序方式概况.....	49
4.2 存储程序方式的原理.....	52
4.3 顺序控制的逻辑处理方法.....	54
4.4 顺序控制的表达方法.....	59
第五章 存储程序式顺序控制器的构造.....	64
5.1 程序的输入.....	64
5.2 程序指令、装置号、数据.....	68

V

5.3	程序指令及其功能	71
5.4	装置号和输入、输出点	82
5.5	程序的写入和检查	83
5.6	存储程序式顺序控制器的构造	84
5.7	中央运算单元	85
5.8	输入、输出单元	100
5.9	电源单元	107
第六章	顺序控制器在应用中的设计步骤	109
6.1	顺序控制器的应用	109
6.2	顺序控制器的选择和规格的检查	116
6.3	顺序控制器与外部设备(与控制对象的接口)	127
6.4	顺序控制器与外部配线	139
6.5	程序的设计及其输入	146
6.6	控制器与可靠性	154
第七章	顺序控制器的应用举例	160
7.1	在水泥、矿业、食品、谷物等运输线上的应用	160
7.2	在制造氯乙烯、聚苯乙烯薄膜工程方面的应用	162
7.3	在化学工业、水厂等所用的砂过滤器方面的应用	165
7.4	在肥皂制造工程方面的应用	169
7.5	在烧结设备方面的应用	170
7.6	其它	172
第八章	顺序控制器的发展方向	174
8.1	应用电子计算机进行远距离控制	174
8.2	顺序控制器展望	182

第一章 顺序控制器概述

1.1 什么叫作顺序控制器

顺序控制器即顺序控制的装置，而本书所论述的是“可编程逻辑顺序控制器”，也就是“根据程序来决定控制内容并专门用于进行顺序控制而设计的控制装置”。本书就其背景、功能、构造、应用等方面加以叙述。

那么，顺序控制器究竟是个什么装置呢？图 1.1 所示的就是其中一例。在图 1.1 中，输入部分是检测顺序控制器所控制的生产过程状态的部件，例如和限位开关等相连接的部分。而输出部分则是顺序控制器对生产过程进行控制的部件，例如和电磁离合器或电磁阀等相连接的部分。

这时，如在生产过程方面有变化，限位开关 A 就动作。这种变化信号由输入部分传递到顺序控制器的运算控制部分，与存储在存储部分的预定的控制程序相对照，从而决定出必要的控制。这个结果作为控制信号传送到输出部分时，就使电磁阀 E 进行关闭的动作。这里，顺序控制的内容作为程序预先已存储在存储部分，但要存储程序时，或者要变更程序内容时，就要连接上“逻辑输入器”这种专用装置，使顺序控制器按顺序控制图来进行操作。

从上述内容可以看出，如果把顺序控制器和过去的装置相比较，有如下两点不同之处：

(1) 即使进行各种不同的顺序控制, 硬件*的主要部分也完全是一样的, 控制内容的变化取决于程序的改变。

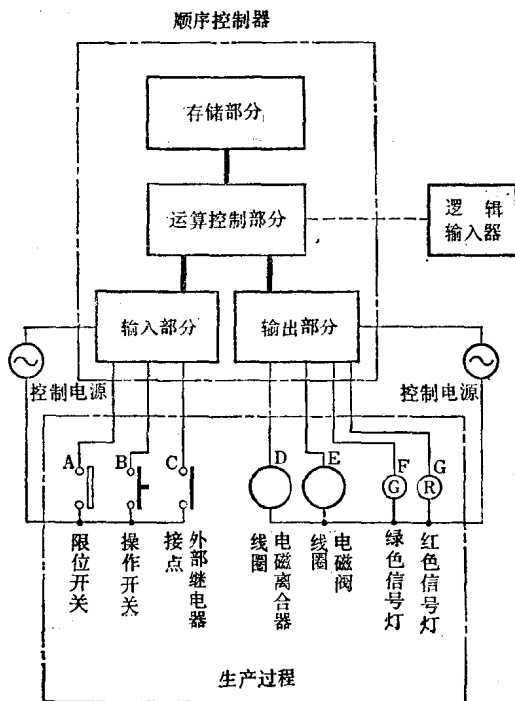


图1.1 利用顺序控制器进行控制的概况

(2) 这是一种纯粹为顺序控制专门设计的装置。因而, 它只集中了顺序控制方面最常用的功能, 这一点和只是按程序进行控制的电子计算机是不一样的。

* 硬件指具体的实物, 这里指顺序控制器的元器件、电路板、线路、机箱等实物——译注。

1.2 顺序控制

怎样用顺序控制器来进行顺序控制呢？顺序控制与反馈控制是两个相并列的自动控制概念。反馈控制是定量的控制，即保持已很确定的生产过程中某种定量的值；而顺序控制是定性的控制，即可以根据生产过程所确定的命令去控制开-关(ON-OFF)动作。

一般说来，顺序控制由下列三要素构成。

〔1〕顺次控制*

顾名思义，顺次控制应具有按顺次地进行控制的功能，但顺次控制仅局限地体现顺序控制，仅指生产过程中的机器按确定的顺次连续不断地进行开和关的功能。

图 1.2 的例子就说明，只要时间继电器一动作，泵就工作；而水位继电器 L1 动作时，泵就停止。象这样的动作就是顺次控制。

〔2〕限时控制

限时控制具有这样的功能，即当生产过程中的某个机器进行一个动作之后，经过规定的时间后才能使下一个机器进行开关。例如，按照生产过程中机器动作所规定的时间，借助于时间继电器的定时开合，使机器的动作按次序一个接一个地不断进行，就是限时控制。

在图 1.2 的例子中，时间继电器起定时器作用，由它的动作而引起泵的运转，也是限时控制。

〔3〕条件控制

* 顺次控制（原文顺序制御）和顺序控制（原文シーケンス制御）是不同的概念。顺次控制有人称步进顺序控制，与下面的“限时控制”、“条件控制”同为顺序控制三种主要功能之一。为了不致混淆，译为“顺次控制”——译注。

条件控制具有在生产过程中某个机器正在动作，而使别的机器不能动作的功能。通常称作“连锁”，一般用于防止

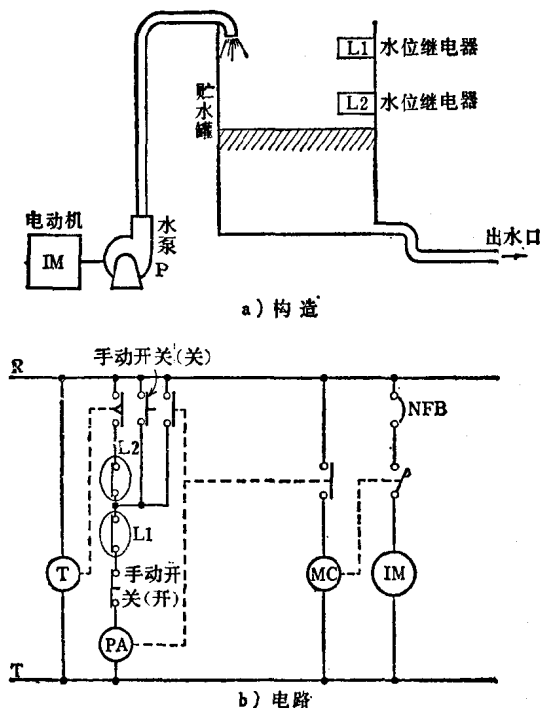


图1.2 顺次控制的一例

注：T的触点在某时闭合后，经过规定时间释放。

生产过程中的误动作和确保安全。

在图1.2的例子中，当水位继电器L2动作时，使泵不能运转的功能就是条件控制。

在实际的控制装置中，各类功能单独使用的例子是很少的，它们经常复杂地组合起来使用。所以，作为顺序控制

器，要求具有把上述三种功能进行巧妙处理的能力。

此外，在实际的控制装置中，还经常要求具有一些辅助功能。下面列出几个具有代表性的例子：

计数：当某个机器的动作次数已达到规定值时，促使别的机器动作的功能。

指示：把某个机器的动作状态向操作者指示的功能。通常由控制的输出使红绿灯信号或发光二极管发亮。

警报：根据某个机器的动作，向操作者发出警报信号的功能。通常由控制的输出使蜂鸣器或铃发声，或使警报装置动作。

顺序控制器如不具备以上的辅助功能，就必须具有能很容易地与其他地方设置的辅助装置相连接的条件。

1.3 顺序控制装置的各种形式

顺序控制器从 1950 年开始使用以来，应用日益广泛，也越来越复杂。为了了解顺序控制的发展概况，我们简单地叙述一下过去所使用的几种顺序控制装置。

〔1〕机械控制装置

这是使用机械机构来带动机器进行操作的装置。如在一个轴上安装几个凸轮，轴一旋转，凸轮就使阀门开关，由于阀门控制着空气管的开关，就使和空气管另一端连接的机器按顺次地操作。由于在这种控制方法中，机械机构与机器是直接相连的，所以不可能控制很多机器，所以只限于用在简单的机器上。但是，利用流体力学的原理来控制气流的方向，而不使用电气方式的方法正在研究利用，所以，可以设想将来机械控制也能应用于复杂的机器。

〔2〕电磁继电器

一提起顺序控制，就会很快联想到继电器控制盘，这说

明电磁继电器的使用是非常广泛的。由于电磁继电器具有扩大触点数、使触点转换、并使触点开关电流容量增加的功能，所以，把几个这样的继电器组合起来，对输入电信号进行逻辑判断，就能组成作为控制输出并发出电信号的装置。这样，在电磁继电器的控制中，表示生产过程状态的信号也都需要换成电信号，生产过程操作的前提是用螺管线圈或电动机等来进行电操作。因此，生产过程的电操作的方便程度促进了电磁继电器控制，也可以说，由于电磁继电器控制的不断进步，使电操作在越来越多的方面得到应用。

另外，在电磁继电器控制中，为了使其具有限时控制要素，在电磁继电器线圈上使用了与电容器并联的延时继电器和利用电动机旋转的时间继电器。而对电磁继电器本身，也在小型化和提高可靠性方面不断进行研究。

〔3〕半导体逻辑元件

随着半导体元件的发展，为了使过去的用继电器进行的逻辑判断无触点化，从而出现了利用半导体逻辑元件的方式。这种方式是把二极管、晶体管、集成电路等安装在印刷电路板上，使之成为逻辑元件的组合单元，再把很多块印刷电路板组合起来构成顺序控制装置。作为基本的逻辑元件有输入的放大、反相、比较（逻辑与、逻辑或等）、限时动作，另外还有触发器、移位寄存器等。这种方式，也是把输入的电信号在装置内进行逻辑判断，再将控制信号输出到生产过程中去的方式。

〔4〕电子计算机

电子计算机是把输入电信号的状态存储下来，由存储电路中的程序进行逻辑判断，然后再把输出电信号进行输出的方式。所以，只要把输入认为是表示生产过程状态的电信

号，再将结果输出到生产过程的操作装置中去，就能进行生产过程的顺序控制。然而，电子计算机的比较判断能力不仅能进行顺序控制，还具有高速的计算能力。所以，至今还没有使用通用电子计算机仅仅用于顺序控制的例子，一般都和其他的计算控制组合起来使用。

用电子计算机进行顺序控制的时候，控制内容是采用计算机上使用的程序语言来表达的。

1.4 顺序控制器出现的背景

上面把出现顺序控制器以前的顺控装置作了概要说明。那么，顺序控制器是为了改善这些装置的哪些方面而进行研制的呢？它的出现具有什么技术背景呢？下面就这几个问题进行叙述。

〔1〕硬件的标准化

随着自动化程度的不断提高，需要顺序控制装置也更加多样化和复杂化。如果采用电磁继电器或逻辑元件，就需要每次把继电器盘或逻辑电路板的复杂连线图画出来，而且还必须对不同的盘和板进行不同的组合联线，并且每次都要制作内容不同的盘和板，这样自然会阻碍工厂生产的发展，这是很清楚的。另外，控制内容的变更必然导致硬件*内容的改变，这就会在生产管理上引起很多问题。

从这个问题出发，迫切希望将顺序控制装置的硬件标准化，好把统一的产品送到工厂的生产线上，并针对使用者的各种要求，用软件**来进行处理。顺序控制器就是作为把

* 硬件指具体的实物，这里指继电器盘和电路板——译注。

** 电子计算机、顺序控制器等用存储程序方式工作的机器中所使用的各种程序称为软件——译注。

这种希望变成具体化的产品而研制出来的，实践证明这种方式优点超过了预想的效果。

本来，所谓顺序控制装置就是一种使工厂设备的综合运转方式具体化的装置，所以，当工厂全部机器的规格已经确定，而相互关系还不确定时，顺序控制装置也就确定不下来。因此，在实际上，一般都要把决定顺序控制装置的规格放在最后。过去一般都是先设计控制装置，然后在此基础上再制作顺序控制装置的硬件，所以造成很多重复劳动。

而出现了顺序控制器以后，情况就不一样了。由于硬件是标准产品，所以，只要设备的要求一确定，就可以分头进行制备了*，一直到决定控制内容的软件和设备进行组合试验都完成，就成为完整的装置。

所以，称赞这种方法可以一举解决过去的工程不平衡的问题，一点也不夸张。

〔2〕电子化

促使多电机控制装置不断进步的原因，在很大程度上是因为受到电子化的推动。所谓电子化，通常是指装置的半导体化、无触点化和计算机化等方式的应用，而顺序控制器也可以说是由于这些方面的技术进步而产生的成果。

在顺序控制的逻辑判断中，逻辑元件已积累了不少半导体化的实践经验。而在控制输出电路中，则采用“三端双向可控硅开关元件”等的电气用半导体元件，从而促进了无触点化。因此，顺序控制器的半导体化、无触点化在某种意义上来说是一种必然的结果。

〔3〕计算机方式和专用设计

* 一边设计制造设备，一边选择合适的顺序控制器并准备软件——译注。

在生产过程的控制方面采用了电子计算机方式，是由于控制生产过程用的电子计算机的不断发展，并逐步提高其实用程度的结果，而关于在顺序控制的领域中应用这种方式的情况在第 1.3 节中已叙述过了。

在这里必须指出的是，顺序控制器主要是在原理上采用计算机方式，而不是把所谓通用计算机直接拿来使用，它始终是为顺序控制专门设计的装置，正是由于专用设计的硬件，它具有如下的优点：

(a) 使用方便

尽管作控制用的电子计算机也能使用于顺序控制，但有很多不便之处。例如，拿程序方法来说，把普通的计算机程序，用于顺序控制就不是最好的方法，它在使用方便和直接看懂的程度上远不及顺序控制器的专用程序。另外，从控制输出来说，也不像顺序控制器那样，能够把输出控制信号直接控制开关动作，而必须在计算机之外，在输出部分设置继电器盘。

(b) 功能简单

作控制用的电子计算机是以计算控制为主而设计的，为计算方面所需的许多功能，顺序控制器却用不上。对于顺序控制来说，其他无用的功能也很多，因此硬件复杂。从这方面来看，远不如顺序控制器简单。

(c) 耐环境性

作控制用的电子计算机在设计时，通常考虑设置在空调设施完备的计算机室内。而顺序控制器的设计是考虑到要能在生产现场的恶劣环境中使用，大部分是经过现场试验的。这样的产品在使用环境方面就很少要求有什么苛刻条件。

〔4〕 维修方便