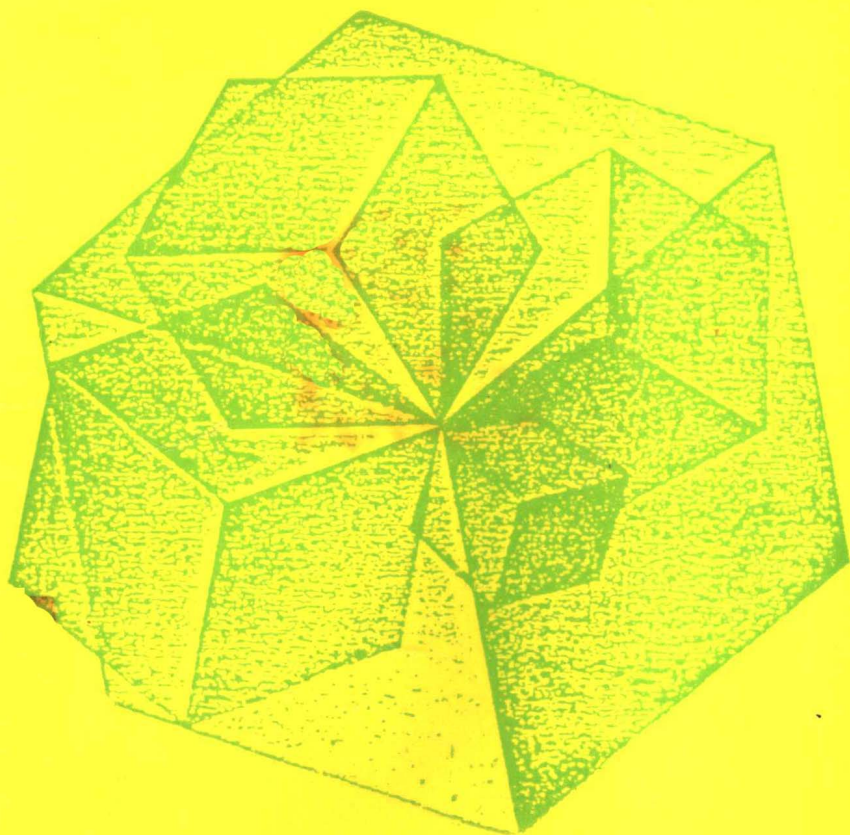


控制基础丛书 1

按程序方式学习
有触点顺序控制

松下电器制造技术研究所 编著



机械工业出版社

控制基础丛书 1

按程序方式学习

有触点顺序控制

松下电器制造技术研究所 编著



机械工业出版社

本书是日本松下电器制造产业公司职工教育的一套教材，一套六本，这是第一本。

全书共八章，第一章到第二章为电子元器件的基本原理部分，讲的浅显易懂，重点突出；第三章到第七章为电路的基本环节部分，是全书的重点，结合元器件组成逻辑、继电器、优先、时间等控制电路；第八章是编者精心编写的应用部分，包括：电路、尺寸、起动、游戏机、计数、往复运动、热风机等实际控制电路。

全套教材为适合职工教育的需要，考虑到职工的知识水平和实际工作，在教材内容的选择与安排上，授课方式上都别具一格。特别是内容的讲授方式按程序方式编写。本书可供广大控制工程的技术人员作在职教育的教材，及其他技术人员初学、自学时阅读。亦可供职工大学，中专校的有关专业的师生作参考书。

制御基礎講座 1 プログラム学習による リレーシーケンス制御

松下電器製造・技術研修所編著

松下電器産業株式会社発行、

科学情報社製作

* * *

控制基础丛书 1 按程序方式学习

有触点顺序控制

松下电器制造技术研究所 编著

郭景新 译 张荫朗 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许可证出字第 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 $850 \times 1168^{1/32}$ · 印张 $6^{1/8}$ · 字数 203 千字

1986 年 12 月北京第一版·1986 年 12 月北京第一次印刷

印数 0,001—2,220 · 定价 1.85 元

*

统一书号：15033·6446

译 者 的 话

随着四个现代化的发展，职工教育已势在必行。在职工教育方面，国外有大量的成功经验，值得我们借鉴。我们翻译了日本松下电器产业公司制造技术研究所编写的控制基础教材 1——《有触点顺序控制》以供选用。

本教材为适合职工教育的需要，考虑到职工的知识水平和实际工作，以及学生的不同来源，在教材内容的选择与安排上，教材的系统性以及授课方式上都别具一格，有独到之处，给人耳目一新之感。

全套教材在内容讲授上采用了新颖的形式——程序教学法。这种教学法使全书构成一个生动的教学环境，相当于录象教学或老师面授。学生如同处于教室之中，像听老师上课一样，以口语语言和问答形式进行讲解，这种形式，生动活泼，读起来感到妙趣横生，引人入胜。

讲解的每一章均按〔学习目标〕、〔学习概要〕、〔学习的展开〕和〔练习题〕的次序编排的。在内容上省去公式推导，完全用比拟说理的方法，给出结论性的公式，概念清楚明确，叙述简洁。

另外，全套教材还大量使用插图和实物照片，选用工厂常用的自动线、运输带和电器设备为例，结合实际以流程图和时序图的手段讲解有关电路的工作原理，使学员不但在理论上有所提高，而且对实际设备也能初步了解，达到学以致用目的。

本书其它方面的特点和阅读时应注意的问题，原著者大都在序言中谈及，兹不赘述。

由于译者水平有限，译文中缺点错误可能不少，望读者批评指正。

译 者

一本可以模拟家庭教师 的程序学习用书

人们常用“投珠与豕”“对牛弹琴”这样的谚语来比喻无论多么珍贵的东西，如果对其全无兴趣或者不愿意去了解，那就不可能发生作用。学习也是这样，如果学生对学习不感兴趣，那么不管多么好的内容，也只能是“投珠与豕”了。

总之，如果没有学习愿望和学习要求的话，是根本不可能完成学业的。

学生从一开始就具有学习的愿望，这当然是最好的了，但是也往往有这样的情况，即有的学生是在开始学习之后，才对学习感到兴趣的。在学校教学过程中，学成者主要是后一种情况。因此，教师们必须循循善诱地激起学生的学习愿望。

程序学习用书以自学为原则，因此，本书只能面向有学习愿望的人。这次，在原来的程序学习用书中又增加了对教育学方面的研究，编写了这本即使在世界范围内也是少有的新形式的程序学习用书。本书取名为“家庭教师模拟形式”。该形式和原来的程序学习书基本相同，所不同的是附有解答栏。除了一般的解答之外，还使用了家庭教师的语言，有时批评，有时表扬，有时站在学生立场上发表同感，恰似在学生周围有几位老师和同学一起上课一样。

这种形式在教育中是属于一种对学生的学习反馈或者效果教育（Knowledge of Results）方法。

东京工业大学名誉教授

神奈川大学教授

末武国弘

编 者 的 话

本控制基础讲座以前由松下电器工学院作为电气基础讲座发行，这次是作为得到好评的程序学习用书的续刊而发行的。

本制造、技术研究所是一个专门对公司内部各制造和技术部门职员进行培训的企业内部教育机关，按照时代的要求或公司的意见，安排培训计划，进行教育训练。

但是，由于本公司的很多学员分散在各个部门，对于规定的课程不能集中进行教育训练，为此我们提供了适用于每个人自学的学习教材，程序学习丛书就是其中的一套教材。

本教材以我所多次使用的讲义为基础，并作了改进，以其独特的程序学习用书的编写方式编辑而成；为了使说明和叙述部分简明易懂，编辑时采用了很多图和照片。

控制技术已成为当今推动生产自动化、省力化以及产品性能先进化的根本，对于从事与这些方面有关工作的人们来说，是非常必要的，我们认为本教材不仅能在本公司内使用，而且也可供广大读者使用，因此决定予以出版。

不足之处，请各位批评指教。

编著者代表

本书的特色和目标

1. 本书由下列各项内容组成:

- ① 学习目标
- ② 学习概要
- ③ 学习的展开
- ④ 练习题

2. 在“学习目标”一项中, 简要地叙述学习的目标。

3. 在“学习概要”一项中, 归纳且简单地叙述了学习的内容。这一项也能用来进行学习的整理和汇总。

4. 在“学习的展开”一项中, 作者按照程序学习的教育方法, 将学习的内容进行展开。在解答栏中, 除了解答以外, 还用效果教育 (Knowledge of Results) 方法, 记载了教育学中使用的“家庭教师的话”, 以提高学生的学习情趣。

5. “练习题”是为了能充分掌握在学习的展开中所学到的东西, 作为扩充内容而设的, 这一项附有详细的解答。

6. 对于感到“学习的展开”的内容过于详细, 或者已在学校里学过一遍的人, 以及在职学习的学生也可以只学“学习概要”和“练习题”二项。

7. 对于在教育机关中集体学习的学生, 可以按照本教材的“学习概要”进行授课。

8. 对于在企业内部教育培训机关中, 进行自学或接受函授教育的学生, 在上课和进行短期集中教学时, 可以按照“学习概要”讲授, 并用“练习题”来检查学习的效果。

使用本书指南

1. 初学者宜从“学习的展开”一项开始学习。

2. “学习的展开”是按照循序渐进的教学方法，象老师讲课那样逐步展开的。

另设有解答栏，请先不看答案栏，待详细阅读内容并仔细思考之后，再将答案填入空白处。

栏 1 →	1. 本书按学习概要，____的展开，练习题等构成。	学习
栏 2 →	2. 在学习____一项中，简单地叙述了学习的内容。	概要
	3. 在学习的____中，是将学习概要及循序渐进的教学方法展开的，以达到通俗易懂的效果。	展开
	4. 在学习的____中，为了巩固所学的知识，作为扩充内容，练习题附有详细的解答。	展开

3. 详阅栏中的内容，在确定了填空答案后把它记在笔记本上。

4. 一栏的解答做完之后，挪开遮盖纸板与解答栏内的答案进行对照，看是否正确。

5. 如果解答无误，再进行下一栏；若不对则重新详细阅读思考，直至能够正确解答为止。

应当注意进度勿求快，要一栏一栏地充分理解后再学习下去，这是很重要的。

6. 最后解答章末的练习题，检查自己是否掌握了学习内容。

什么是有触点顺序控制

顺序控制的历史已经很长了，约在四、五十年前已经达到实用的程度，以后作为自动化的基础，在经济性或操作上的可靠性、安全性等方面都有确实的成效。

如今从和日常生活有密切关系的洗衣机、售货机、电梯，到生产过程的自动化、省力化等方面都应用得非常广泛。

可是顺序控制是怎样的一种控制方法呢？sequence 这个词，按 辞 典 的解释是“继续引起”、“顺序”等意思。

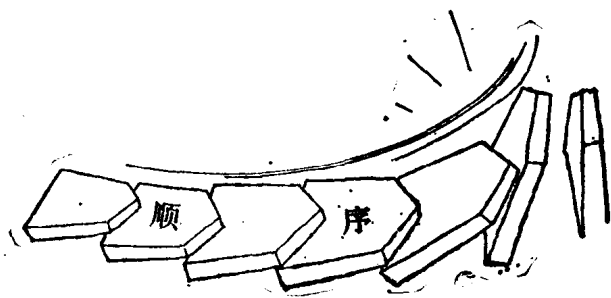
亦即顺序控制 (sequenc control) 是指使作业按顺序进行工作的 控 制 方法。

日本工业标准 (JIS) 的自动控制用词中，其定义为：

顺序控制：按照预先确定的顺序，依次对各阶段进行控制

为了按顺序依次进行正常的工作，必须要记住已确定的工作顺序，和定时地进行下一工序的工作。

为此，尽管有使用机械凸轮的方法，但特指以使用继电器为主组成电路的控制方法称为有触点顺序控制。



目 录

什么是有点顺序控制

第一章 控制和开关	1
第二章 检测元件和执行机构	21
第三章 逻辑电路	45
第四章 继电器的基本电路	59
第五章 主电路和控制电路	87
第六章 优先电路	111
第七章 时间继电器和计数器	131
第八章 应用电路	157
练习题解答	173

第一章 控制和开关

学 习 目 标

1. 以电灯的亮灭为例讲解“控制”。
2. 手动操作开关
 - (1) 根据触点的不同动作状态, 可将开关分为三类。
 - (2) 说明 a 触点和 b 触点动作特点上不相同之处。
 - (3) 分别用图形符号表示触点。
3. 画出使用手动开关的电灯电路原理图, 配线图。

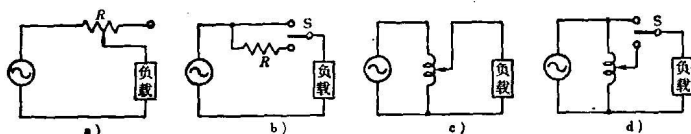


学习概要

1. 控制→为达到某项目的，给予对象以所需的必要操作。（根据 JIS 自动控制用词）

（1）用图 a 的电位器或图 c 有滑动触点的变压器，均可以连续控制，而使用图 b 或图 d 的开关，则不能连续控制。

（2）开关的通—断不连续控制一般称“通—断控制”，也称“二位控制”，这是有触点顺序控制的基础。



2. 手动操作开关…根据触点动作状态的不同，可以将开关分为以下三类。

种类	图形符号		功能要点	有代表性的开关
	a 触点	b 触点		
手动操作 自动复位触点			只在操作期间内，触点接通或分断，抬手后，操作部分和触点的状态就恢复原状	按钮开关
保持型触点（手动触点）			在操作之后，尽管抬起手，操作部分和触点仍保持动作后的状态不变	瞬动开关
操作开关 残留触点			操作之后抬手时，触点继续保持操作后的状态，操作部分恢复到原来的状态	

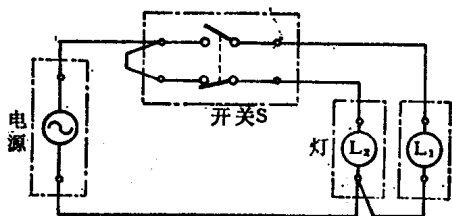
a 触点→“动作”时触点接通，“复位”时触点分断，也称常开触点。

b 触点→“动作”时触点分断，“复位”时触点接通，也称常闭触点。

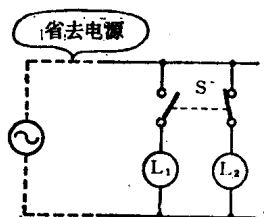
3. 配线图和原理图

(1) 配线图——如图 a 是以元器件的接线关系为核心的线路图，这种线路图在实际配线时，使用起来很方便。

(2) 原理图——如图 b 是用元器件的图形符号，展开画的线路图。当分析检查电路的工作原理或检查电路是否通电时，使用这种电路很方便。



a) 配线图



b) 原理图

4. 原理图的画法

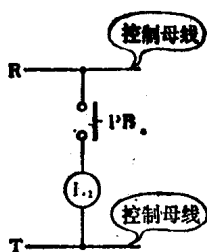
(1) 先在图的上下或左右侧画出电源线，再在电源线之间画上分解的触点图形符号。

(2) 上下画电源线的称做竖向原理图，左右画电源线的称做横向原理图。

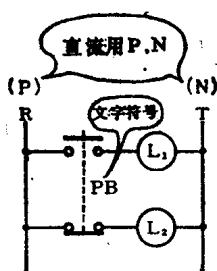
(3) 电源线称做控制母线，交流用 R、T，直流用 P、N 符号表示，以兹区别。

(4) 各元器件均用图形符号表示，要按其动作顺序画。

(5) 各元器件的图形符号是表示未操作的状态，并要写上文字符号。



c) 竖向原理图



d) 横向原理图

学习的展开

1. 读者们, 你们从“控制”这个词联想到一些什么呢?

可能有人会想到采用电子计算机的生产过程自动化, 只有技术和知识都很高超的专家才能胜任。

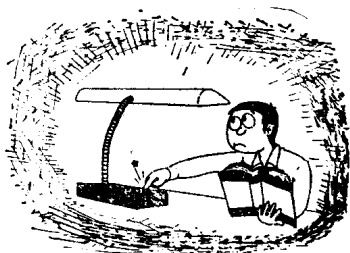
以是否使用了电子计算机为标准去衡量生产过程自动化, 当然也是“控制”领域的问题, 但控制这个词已是日常生活中的常用词。实际上在我们日常生活中也有各种各样的“控制”存在。

好!

开始

2. 例如看书时需要有合适的光亮, 就要操作电源开关点电灯, 睡觉或外出时就要切断电源开关灭灯。

我们在日常生活中经常开关电灯的动作, 也是“控制”。



唷!

这可不清楚。

“驾驶车也是道道地地的控制哟”!

3. 象这样的“控制”领域, 包括从日常生活开关电灯, 到具有复杂功能的生产过程自动化的操作, 其范围非常广泛。

在本章中, 要分析“控制”是怎么回事, 讲解“控制”所必须的电路(控制电路)或组成电路的元件, 从简单电路一步一步的学下去。

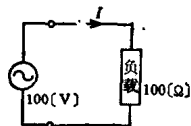
好!

加油!

“要将这种学习热情坚持控制到最后”。

4. 先考虑如下的简单电路。

要使通过负载的电流值为 1 [A]
和 0.5 [A] 怎么办？



做两套电路。

太麻烦！

“麻烦之事能简单地解决，这正是控制有趣味之处”。

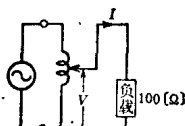
5. 如图，操作具有滑动触点的变压器，改变加到负载上的电压

使 $I = 1\text{ [A]} \rightarrow V =$

(a) _____ [V]

使 $I = 0.5\text{ [A]} \rightarrow V =$

(b) _____ [V]



“你知道吗？欧姆定律是 $V = RI$ ”。

(a) 100

(b) 50

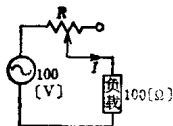
6. 如果电源电压不可变时，如图可以串联可变电阻 R ，操作可变电阻，以达到改变电流的目的。

使 $I = 1\text{ [A]} \rightarrow R =$

(a) _____ [Ω]

使 $I = 0.5\text{ [A]} \rightarrow R =$

(b) _____ [Ω]



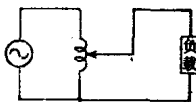
确实

还有这个方法。

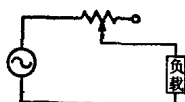
(a) 0

(b) 100

7. 象这样地操作变压器或可变电阻，改变通过负载电流的大小，以达到希望的数值的办法，称做控制。



a)



b)

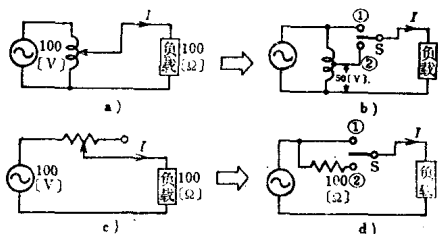
根据 JIS 的自动控制用词，关于控制有如下定义：

“控制就是为了能达到某种目的，给予对象的必要操作”。

“控制是怎么一回事，明白了吧！”

8. 然而预先确定了通过负载的电流为 1[A] 和 0.5[A] 时, 可以用带有滑动触点的变压器或可变电阻去操作控制。也可以用图 b 带 50[V] 中间抽头的变压器或图 d 的 $100\text{[}\Omega\text{]}$ 电阻经开关切换去解决。

象这样, 当开关 S 倒向①侧, 负载通过 (a) 1[A] 的电流, 倒向②侧通过 (b) 0.5[A] 的电流。

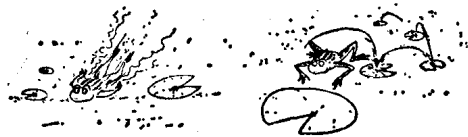


在这里, 如图 a 或图 c 用连续改变电压或电阻值以达到某种目的电流值的方法称做连续控制, 如图 b 或图 d 用开关的方法称断续控制。

9. 象这样的控制, 通过负载电流的例子有如下两种:

(1) 用可变电阻或带有滑动触点的变压器为 (a) 连续控制。

(2) 用开关的“通”、“断”为 (b) 断续控制。



(a) 1
(b) 0.5

确实啊!

“学习如不连续就会造成困难的”。

对, 对!

要连续学习下去!

(a) 连续
(b) 断续

10. 用开关的断续控制, 一般也称“二位控制”, 就是以后要学到的继电器(有触点)顺序控制, 其基础就是“通—断控制”, 比带有滑动触点变压器的连续控制操作简单。

“通”或“断”不会单独出现吗?
“不深入理解学习起来就困难啦”。

11. 以简单电路为例说明了什么是控制,你懂了吗?

在控制中使用了开关的称 (a) 控制,使用可变电阻的控制称连续控制。以后将要学到的有触点顺序控制,基本上是用开关的 (b) 控制。

因此,要学习有触点顺序控制,就必须学习开关。

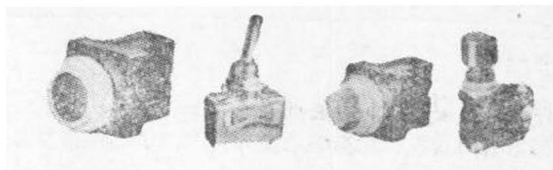
在这一章里,先学习开关的种类、图形符号及用途等。

(a) 通—断 (二位) (断续)

(b) 通—断 (二位) (断续)

“有触点顺序控制的基础是开关啦”。
是,明白了。

12. 开关,如图所示有很多种,更新的产品也不断地被开发出来。

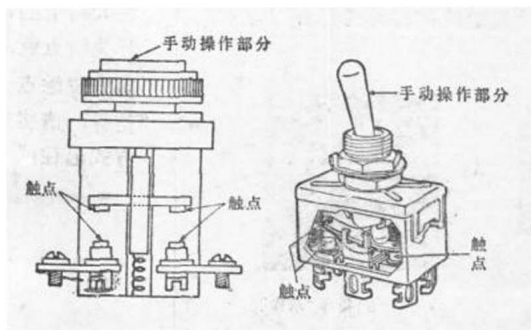


噢!
相当多啊!

13. 这些开关是由按钮或扳把的手动操作部分和通断电路的触点部分组成。

虽然开关的外形或构造上不同,但其基本组成还是一样的。

也就是说,按动按钮或扳动扳把而能使 通断,起到通断电路的电流或电压的作用。



触点

主要是手动操作部分使触点动作。

“是那样”。