

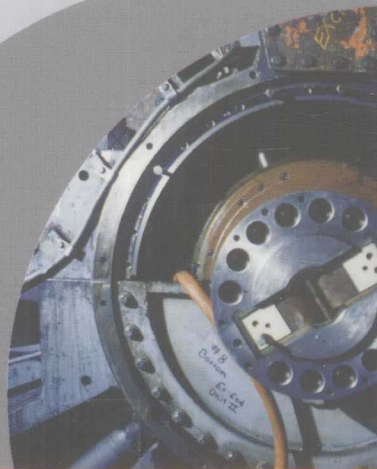
JIXIE ZHIZAO XINJISHU JINENG XUNLIAN CONGSHU

机械制造新技术技能训练丛书

# 机械制造装备 控制技术

(德) Schmid, Dietmar 等编著

■ 陈楠 成佳林 译



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



机械制造新技术技能训练丛书

# 机械制造装备控制技术

(德) Schmid, Dietmar 等编著

陈楠 成佳林 译



机械工业出版社

TH16/241

本书主要由以下几部分组成：①开环控制、闭环控制、控制管理(概念阐述)；②开环控制技术基础(机械、电气、气动、电子、液压、二进制、数字、电气设备存储编程等方式的控制技术和驱动技术)；③传感器技术；④闭环控制技术；⑤数控技术；⑥机器人技术；⑦装配和拆卸；⑧制造技术中的计算机应用；⑨质量管理；⑩设备维护；⑪商业运作；⑫工作组织和劳动保护；⑬信息和通信技术。

本书侧重于实践，涵盖了机电一体化领域中的全部必要内容。主要面向在开环和闭环控制技术结合信息和通信技术的知识领域中学习、进修的读者。

本书既适合于想要在自己领域中深入学习的技术人员，同时又适合于职业学校或高等专科学校中从事教学、实践的学生和教师，以及希望把实践学习作为补充的高校学生。本书也可供控制系统的维护人员以及质量管理人员参考。

Steuern und Regeln für Maschinenbau und Mechatronik

Original ISBN: 978-3-8085-1009-4

Copyright 2003

Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan  
Gruiten (Germany) Authorized Simplified Chinese Edition is published by CMP.  
All Rights Reserved.

本书中文简体版由德国 Europa 出版社授权机械工业出版社独家出版发行。  
版权所有，侵权必究。

北京市版权局著作权合同登记号：01-2004-6519

## 图书在版编目(CIP)数据

机械制造装备控制技术/(德)施密特(Schmid), 等编著;  
陈楠, 成佳林译. —北京: 机械工业出版社, 2010.9  
(机械制造新技术技能训练丛书)  
ISBN 978-7-111-30848-5

I. ①机… II. ①施…②陈…③成… III. ①机械制  
造—工艺装备—控制系统 IV. ①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 102811 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)  
策划编辑: 徐 巍 责任编辑: 郑 铨 责任校对: 陈延翔  
封面设计: 路恩中 责任印制: 乔 宇  
北京铭成印刷有限公司印刷  
2010 年 11 月第 1 版第 1 次印刷  
184mm×260mm·28.25 印张·697 千字  
标准书号: ISBN 978-7-111-30848-5  
定价: 69.80 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010)88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010)68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010)88379649

读者服务部: (010)68993821

封面无防伪标均为盗版

## 第9版序

本书包括机械、气动、液压、电子技术、电气技术以及通信及计算机技术等知识基础，并突出了当前的热点学科——机电一体化技术。第9版在原有的基础上补充了装配技术、设备维护以及劳动保护等部分，并适当加入了欧盟机械标准的相关部分，从而涵盖了机电一体化领域中的全部必要内容。

本书侧重于实践，主要面向在开环和闭环控制技术结合信息和通信技术的知识领域中学习、进修的读者。

本书既适合于想要在自己领域中深入学习的技术人员，同时又适合于职业学校或高等专科学校中从事教学、实践的学生和教师，以及希望把实践学习作为补充的高校学生。本书也可供控制系统的维护人员以及质量管理人员参考。

本书主要由以下内容组成：

- 1) 开环控制、闭环控制、控制管理。
- 2) 开环控制技术基础(机械、电气、气动、电子、液压、二进制、数字、存储编程等方式的控制技术和驱动技术)。
- 3) 传感器技术。
- 4) 闭环控制技术。
- 5) 数控技术。
- 6) 机器人技术。
- 7) 装配和拆卸。
- 8) 制造技术中的计算机应用。
- 9) 质量管理。
- 10) 设备维护。
- 11) 商业运作。
- 12) 工作组织和劳动保护。
- 13) 信息和通信技术。

每章内容又进一步分为各个小节，教学中可按照实际需要的顺序讲解，并可在本书的内容基础上根据情况选择重点的讲解内容。

本书的作者是在相关技术领域中具有多年实际经验的工程师和教师。在此，作者和出版社对于本书改版过程中得到的读者建议和改进意见表示衷心的感谢。

Dietmer Schmid

2003

# 目 录

## 第9版序

1 开环控制、闭环控制、控制管理 .....	1
1.1 开环控制和开环控制器 .....	1
1.1.1 模拟控制器、二进制控制器和数字控制器 .....	1
复习和深化 .....	3
1.1.2 组合逻辑控制和流程逻辑控制 .....	3
1.1.3 连接程序控制器和存储器编程控制器 .....	4
1.2 闭环控制和闭环控制器 .....	5
1.3 控制管理和控制管理系统 .....	6
复习和深化 .....	6
2 开环控制技术基础 .....	7
2.1 机械控制 .....	7
2.1.1 概论 .....	7
2.1.2 可调变速器 .....	8
2.1.2.1 有级式可调变速器 .....	8
2.1.2.2 无级式可调变速器 .....	9
2.1.3 非匀速传动的变速器 .....	12
2.1.4 带间歇运动的变速器 .....	14
复习和深化 .....	15
2.2 电气控制 .....	15
2.2.1 电气接触式控制的部件 .....	15
复习和深化 .....	26
2.2.2 电气触点控制的电路图 .....	27
2.2.3 电气触点控制的基本电路 .....	27
复习和深化 .....	30
2.2.4 流程控制 .....	31
2.2.4.1 流程图和状态图 .....	32
2.2.4.2 用于流程控制的功能图 .....	32
复习和深化 .....	36
2.2.5 电子器件 .....	36
2.2.6 电动执行装置 .....	40
2.2.6.1 电磁铁和离合器 .....	41
2.2.6.2 电网驱动的交流电动机(AC-电动机) .....	41
复习和深化 .....	48

2.2.6.3 带有电子整流器的交流驱动电动机	48
2.2.6.4 直流电动机驱动	53
复习和深化	55
2.2.6.5 步进电动机驱动	56
复习和深化	56
2.3 气动控制	57
2.3.1 气动技术的特点	57
2.3.2 气动装置的结构	58
2.3.3 压缩空气制备装置	60
2.3.3.1 压缩机(压缩泵)	60
2.3.3.2 压缩空气的分配	63
2.3.3.3 压缩空气的气源调节装置	65
复习和深化	66
2.3.4 驱动回路	66
2.3.4.1 气动马达	67
2.3.4.2 旋转驱动装置和摆动驱动装置	70
2.3.4.3 压缩空气的气缸	70
2.3.4.4 气缸特征参数	73
复习和深化	76
2.3.5 阀和基本控制装置	76
2.3.5.1 阀的表示方法	76
2.3.5.2 换向阀	78
2.3.5.3 流量阀	81
2.3.5.4 截止阀	82
2.3.5.5 调压阀和断流阀	84
复习和深化	85
2.3.6 回路图的结构	85
2.3.7 功能图	87
2.3.7.1 行程图	88
2.3.7.2 状态图	88
2.3.8 比例阀技术	91
2.3.8.1 比例-调压阀	92
2.3.8.2 比例-换向阀	92
复习和深化	94
2.3.9 气动控制系统举例	95
复习和深化	97
2.3.10 电动-气动控制系统	98
2.3.11 液压-气动控制系统	102
复习和深化	105

2.4 液压控制系统 .....	105
2.4.1 概述 .....	105
2.4.2 液压系统的物理原理 .....	106
复习和深化 .....	109
2.4.3 液压油 .....	109
2.4.4 液压控制系统的结构 .....	110
2.4.5 液压泵 .....	111
2.4.5.1 齿轮泵 .....	112
2.4.5.2 螺杆泵 .....	113
2.4.5.3 叶片泵 .....	113
2.4.5.4 活塞泵 .....	114
复习和深化 .....	116
2.4.6 液压蓄能器 .....	116
2.4.7 驱动元件 .....	118
复习和深化 .....	122
2.4.8 液压阀 .....	122
2.4.8.1 压力阀 .....	123
复习和深化 .....	126
2.4.8.2 换向阀 .....	127
2.4.8.3 截止阀 .....	128
复习和深化 .....	129
2.4.8.4 流量阀 .....	129
2.4.8.5 连续阀 .....	132
2.4.8.6 比例阀技术 .....	133
2.4.8.7 伺服阀 .....	140
2.4.9 液压控制系统举例 .....	142
复习和深化 .....	143
2.5 二进制控制系统和数字控制系统 .....	144
2.5.1 二进制码 .....	144
2.5.2 BCD 码 .....	145
复习和深化 .....	145
2.5.3 二进制组合 .....	146
2.5.4 开关代数 .....	149
2.5.5 组合式控制 .....	150
复习和深化 .....	152
2.5.6 组合式控制的练习 .....	152
复习和深化 .....	156
2.5.7 流程控制 .....	157
复习和深化 .....	163

2.5.8 数字存储器 .....	163
复习和深化 .....	168
2.6 电气设备的危险和保护措施 .....	169
复习和深化 .....	170
2.7 电磁兼容性(EMV) .....	171
2.8 存储式可编程控制器(SPS) .....	173
2.8.1 结构及工作原理 .....	173
2.8.2 编程 .....	176
2.8.2.1 编程语言 .....	176
2.8.2.2 程序结构 .....	177
复习和深化 .....	180
2.8.3 基本功能 .....	180
2.8.3.1 二进制组合 .....	180
2.8.3.2 SR/RS-存储器功能 .....	184
2.8.3.3 连接器和分配器 .....	185
2.8.3.4 脉冲沿的检测 .....	186
2.8.4 时间功能 .....	187
2.8.5 计数功能 .....	188
2.8.6 流程控制 .....	190
2.8.6.1 分类与表示 .....	190
2.8.6.2 流程控制系统举例 .....	191
2.8.6.3 基于流程语言的编程 .....	194
复习和深化 .....	196
<b>3 传感器技术 .....</b>	<b>197</b>
3.1 模拟传感器 .....	197
3.1.1 用于测量位移、角度、距离和厚度的传感器 .....	197
3.1.2 速度传感器 .....	204
3.1.3 用于测量应变、力、转矩和压力的传感器 .....	205
3.1.4 加速度传感器 .....	208
3.1.5 温度传感器 .....	209
复习和深化 .....	210
3.2 二进制传感器 .....	211
复习和深化 .....	213
3.3 数字传感器 .....	213
3.3.1 递增式位移传感器 .....	213
3.3.2 编码标尺和角度编码 .....	215
复习和深化 .....	217
<b>4 闭环控制技术 .....</b>	<b>218</b>
4.1 基本概念 .....	218



4.2	闭环控制的类型 .....	219
4.3	闭环控制回路中的环节 .....	221
4.3.1	无滞后的比例环节(P环节) .....	221
4.3.2	单级滞后的比例环节( $PT_1$ 环节) .....	222
4.3.3	双级滞后的比例环节( $PT_2$ 环节)和振荡环节 .....	224
4.3.4	积分环节(I环节) .....	226
4.3.5	微分环节(D环节) .....	228
4.3.6	滞后环节( $T_1$ 环节) .....	228
	复习和深化 .....	230
4.3.7	多个环节的协同工作 .....	231
4.4	控制器和闭环控制回路 .....	232
4.4.1	开关控制器 .....	232
4.4.2	模拟控制器 .....	233
4.4.3	数字控制器(软件控制器) .....	235
4.4.3.1	数字化和信号采集 .....	235
4.4.3.2	控制算法 .....	237
	复习和深化 .....	239
4.4.4	带P环节的控制系統 .....	239
4.4.5	带I环节的控制系統 .....	241
4.4.6	控制器的调节 .....	243
4.5	数控机床的位置控制 .....	244
4.5.1	级联控制 .....	244
4.5.2	速度预调 .....	245
4.5.3	模拟和数字转速控制回路 .....	246
<b>5</b>	<b>数控技术(NC技术)</b> .....	<b>248</b>
5.1	数控机床和数控加工中心 .....	248
5.1.1	刀具和夹具 .....	249
5.1.1.1	回转刀盘 .....	249
5.1.1.2	刀库 .....	250
5.1.1.3	刀具编码 .....	251
5.1.1.4	刀具预调 .....	252
5.1.1.5	夹具 .....	253
5.1.2	柔性制造系统(FFS) .....	254
5.2	数字控制 .....	256
5.2.1	绪论和概况 .....	256
5.2.2	插值法 .....	258
5.2.3	误差补偿 .....	259
5.2.4	运动引导和轨迹图 .....	261
5.2.5	空间概念和坐标系变换 .....	262

5.2.6 人机通信 .....	263
复习和深化 .....	264
5.2.7 坐标系和运动方向 .....	264
5.2.8 零点、参考点 .....	266
5.2.8.1 零点 .....	267
5.2.8.2 参考点 .....	267
5.2.9 操作符号和运行方式 .....	269
5.3 数控机床的编程 .....	271
5.3.1 组织方式 .....	271
5.3.2 尺寸标注图 .....	272
5.3.3 程序结构 .....	274
5.3.4 绝对坐标编程和相对坐标编程 .....	277
5.3.5 插值方法 .....	277
5.3.6 刀具修正 .....	279
5.3.6.1 铣削时的刀具修正 .....	279
5.3.6.2 车削时的刀具修正 .....	281
5.3.7 参考点的移置 .....	283
5.3.8 子程序和工作循环 .....	286
<b>6 机器人技术 .....</b>	<b>289</b>
6.1 分类 .....	290
6.2 机器人的运动学构造 .....	291
复习和深化 .....	294
6.3 机器人的驱动 .....	294
6.4 机械爪 .....	295
6.5 机器人编程 .....	296
6.5.1 编程方法 .....	296
6.5.2 坐标系统 .....	299
复习和深化 .....	301
6.6 机器人的控制 .....	301
6.6.1 运动的产生 .....	301
6.6.2 轴的定位多义性问题 .....	302
6.6.3 插值 .....	303
6.6.4 磨光和晃动 .....	304
6.6.5 机器人的传感器应用 .....	306
6.7 保护措施 .....	309
复习和深化 .....	310
<b>7 装配和拆卸 .....</b>	<b>311</b>
7.1 基本概念 .....	311
7.2 材料流 .....	314

7.2.1	库存	314
7.2.2	缓冲区	315
7.2.3	料仓	316
7.2.4	工件库	317
	复习和深化	318
7.2.5	传送系统	318
7.3	装配中的连接方式	322
7.3.1	螺栓联接	322
7.3.2	变形连接	322
7.3.3	粘接	324
7.3.4	焊接和钎焊	324
7.3.5	组合连接	326
7.3.6	热胀冷缩连接	327
7.4	装配场所	328
7.4.1	手工装配	328
7.4.2	机械装配	329
7.5	装配的组织	330
7.5.1	拓扑结构	330
7.5.2	装配流程	330
	复习和深化	332
8	制造技术中的计算机应用	333
8.1	计算机辅助设计(CAD)	333
8.1.1	CAD 软件	335
8.1.2	系统内部的几何特征描述	335
8.1.3	制图技术	337
8.2	计算机辅助制造规划(CAP)	341
8.3	计算机辅助制造(CAM)	342
8.4	CAD/CAM 组合	343
8.5	生产规划和控制系统(PPS)	346
8.6	坐标测量技术	346
8.7	运行数据采集(BDE)	348
9	质量管理	350
9.1	质量	350
9.1.1	质量特征	350
9.1.2	误差	351
9.2	质量管理的目标	352
9.3	TQM-全面质量管理	353
9.4	质量环和质量金字塔	353
9.5	质量管理体系的结构和组成部分	354

9.5.1	结构组织 .....	354
9.5.2	流程组织 .....	354
9.5.3	质量管理手册 .....	355
9.5.4	DIN ISO 9000—9003 质量标准体系 .....	356
9.5.5	认证 .....	356
9.6	质量保障的统计学指导 .....	358
9.6.1	过程分析 .....	359
9.6.2	质量控制卡 .....	361
9.6.3	机床性能和工艺性 .....	362
	复习和深化 .....	363
10	设备维护 .....	364
10.1	概念 .....	364
	复习和深化 .....	366
10.2	保养 .....	366
10.3	检查 .....	369
10.4	维修 .....	370
10.5	调试 .....	371
10.6	故障排查 .....	372
10.7	修理 .....	372
	复习和深化 .....	374
11	商业运作 .....	375
11.1	管理任务 .....	375
11.2	流程管理 .....	376
11.3	产品数据管理 .....	378
11.4	流程链的组织方法 .....	379
11.5	项目管理 .....	382
11.6	信息管理 .....	383
	复习和深化 .....	385
11.7	规划工具 .....	385
11.8	主持工作 .....	391
11.9	演示 .....	392
	11.9.1 演示内容和视觉表达形式 .....	393
	11.9.2 使用 Powerpoint 制作演示文件 .....	394
12	工作组织和劳动保护 .....	396
12.1	以人为本 .....	396
12.2	工作场所的组织 .....	397
12.3	工作负担 .....	401
	12.3.1 劳动方式造成的工作负担 .....	401
	12.3.2 工作组织造成的工作负担 .....	402

复习和深化 .....	404
12.4 欧盟机械标准 .....	404
12.4.1 安全、健康保护 .....	405
12.4.2 标识和使用说明书 .....	407
12.5 欧盟安全标准 .....	408
复习和深化 .....	409
<b>13 信息和通信技术</b> .....	<b>410</b>
13.1 计算机技术 .....	410
13.1.1 PC 设备的组成结构 .....	410
13.1.2 面向对象的软件 .....	413
13.1.3 数据交换 .....	416
复习和深化 .....	420
13.2 通信技术 .....	421
13.2.1 ISDN .....	421
复习和深化 .....	423
13.2.2 局域网通信 .....	424
13.2.3 因特网和企业内网 .....	425
复习和深化 .....	427
13.2.4 局域网(LAN) .....	428
13.2.4.1 以太网 .....	429
13.2.4.2 ATM 网络 .....	430
复习和深化 .....	430
13.2.5 现场总线系统 .....	431
13.2.5.1 CAN 总线 .....	431
13.2.5.2 PROFIBUS、PROFIBUS-DP .....	432
13.2.5.3 致动器传感器接口(AS-I) .....	433
13.2.5.4 内部总线 S .....	434
复习和深化 .....	435
13.2.6 串口(V.24) .....	435
复习和深化 .....	437

# 1

## 开环控制、闭环控制、控制管理

为了使机器和设备能自动运行，需要装有开环控制、闭环控制以及控制管理等技术设备。这些设备一般由机械式、电动、气动或液动驱动装置和控制元件组成。应用计算机后，人们还可以控制一些比较复杂的加工装置和生产设备。目前，即使在最小的控制组件中，微处理器和微型计算机也是随处可见的控制装置。关于开环控制技术的一些重要概念参见 DIN 19237 以及 ICE 1131、ICE 1131 标准；关于闭环控制技术参见 DIN 19226 标准。

### 1.1 开环控制和开环控制器

开环控制是一个通过控制信号对设备或者仪器进行影响的过程。开环控制的特征在于信号的传输路径是开环的。

控制信号由控制装置产生，并作用于设备或者机器上。整个过程为开环控制，即控制过程中没有进行连续地采集和修正(图 1-1)。例如，在进给控制中，机台通过一个驱动装置驱动，调节信号给进给电动机提供电压  $U_m$ 。进给电动机与工作台一起构成受控系统，控制量为机台的行程  $s$ 。

开环控制器指的是在开环控制过程中起控制作用的全部设备。在功能图中，用方块和作用线来表示某个控制器元件，用箭头表示控制信号的传递方向。

#### 1.1.1 模拟控制器、二进制控制器和数字控制器

按照描述信号的方法不同，可将控制器分为模拟控制器、二进制控制器以及数字控制器。

模拟控制器是通过一个持续不断作用的信号进行控制的。此时的控制量是一个模拟信号。

例：机床的运动周期通过凸轮进行控制

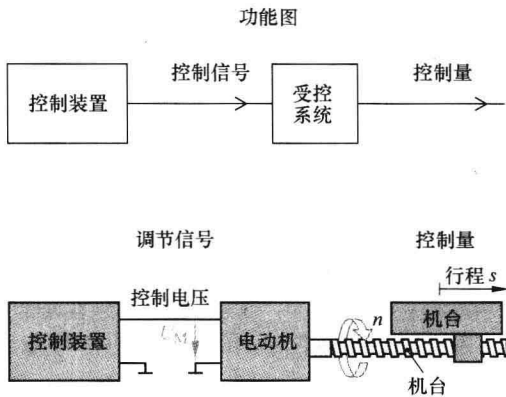


图 1-1 控制器原理(以某个进给装置为例)

(图 1-2), 控制量为机台的行程。根据机台的行程和变速器的变速比可换算某机台行程所对应的凸轮半径。凸轮半径的控制量是模拟量, 凸轮转动时改变路程  $s$ , 使机台向前或者向后运动。

此模拟控制器的主要元件包括: 凸轮、变速器、阀门、电动机、模拟传感器和运算放大器。

二进制控制器主要是通过二进制信号进行控制的。

二进制信号包括两个不同的值或者状态, 例如“开”和“关”、“黑”和“白”、“导通电流”和“切断电流”, 或者最简单的“0”和“1”。绝大部分通过开关信号进行控制的控制器均属于二进制控制器。

例: 磨床的进给工作台采用二进制控制器控制, 保证其始终向前和向后运动(图 1-3)。通过一个转换开关可产生正的电动机电压, 使工作台向右运动。工作台上固定有两个凸块, 当凸块 2 碰到转换开关时, 则产生一个负的电动机电压, 使工作台向左运动, 直到凸块 1 碰到转换开关再重新反向运动。

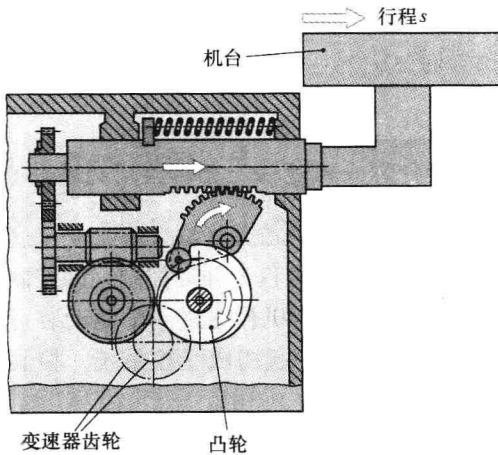


图 1-2 机床工作台的模拟控制器

二进制控制器的主要元件包括: 继电器、开关阀门、二极管以及二进制的开关电路。

数字控制器是通过数字信号进行控制的。

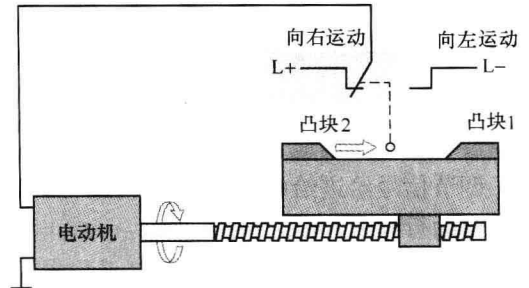


图 1-3 驱动进给装置(往返)的二进制控制器

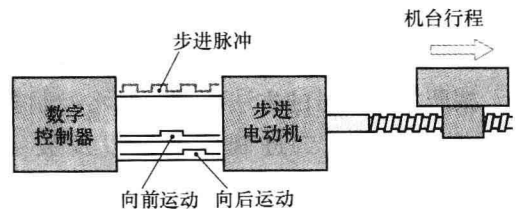


图 1-4 控制步进电动机进给的数字控制器

通常把经二进制编译(编码)的信号作为控制信号。数字编码是最简单的编码方法, 此时, 控制器产生一定数量的脉冲, 脉冲数与控制量相对应, 并由脉冲接收器计数。

例：进给工作台采用数字控制器控制，保证其沿着一个数字信号确定的路径向前和向后周期运动。数字控制器生成一定数量正负交替的脉冲，用于控制步进电动机向右旋转或向左旋转(图 1-4)。脉冲数和其决定的行驶路径可在一个预选开关上调整(图 1-5)。每个脉冲都会令步进电动机精确地转动某一个角度，电动机的最小旋转角度对应于工作台可执行的最小步进行程，也对应于预选开关上最小数位数字变化 1 所产生的控制量。选择不同的变速器、步进电动机和主轴螺距，可获得不同大小的步进行程。和模拟控制装置不同，数字控制器的调节量和控制量是不连续的。

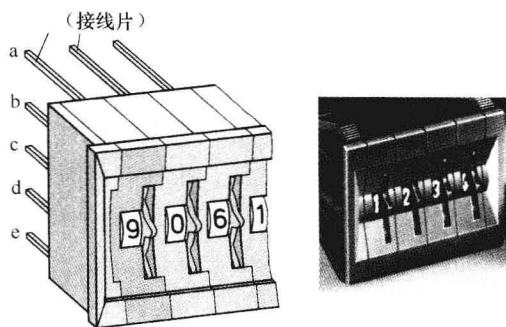


图 1-5 预选开关

数字控制器的主要元件包括：编码器、微处理器、微型计算机、数字存储器、数字传感器系统，以及数字网络。

## 复习和深化

1. 模拟控制器有哪些特征？请举出几个模拟控制器实例。
2. 模拟控制器由哪些主要元件组成？
3. 二进制控制器和数字控制器有什么区别？
4. 二进制控制器由哪些主要元件组成？
5. 为什么要使用预选开关？

### 1.1.2 组合逻辑控制和流程逻辑控制

根据处理信号时采用方法的不同，可将开环控制系统分为组合逻辑控制(组合控制)和流程逻辑控制(顺序控制)。

使用组合逻辑控制时，控制信号通过多个信号的组合进行控制。

例如，当安全门关闭并且卡盘夹紧工件后，车床才被允许运转(图 1-6)。

组合逻辑控制器是在逻辑代数知识的基础上开发的，属于二进制控制器的一种。控制作用的表达方法有逻辑式、接触图、功能表以及流程图等。

使用流程逻辑控制器时，整个控制过程是分步骤触发的。其中某个步骤到下个步骤之间的切换，通过时间相关或者过程相关的控制器来实现。

在时间相关的流程逻辑控制器中，通过一个时钟脉冲发生器、开关时钟或时间继电器对流程进行控制。时间相关的顺序控制器的一个简单的例子就是对采用星形-三角形联结的交流电动机起动电路进行自动控制。首先，采用星

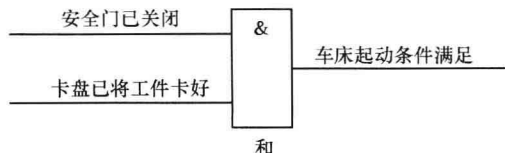


图 1-6 组合逻辑控制举例



形联结的电动机在中高速起动,然后在预设的一段时间间隔之后自动转换为三角形联结,为正常驱动做好准备(图 1-7)。可用流程图表示以上控制流程。

在过程相关的流程逻辑控制器中,一个步骤往下一步骤的切换是过程自行判断触发的。例如,在交流电动机的起动电路中采用一个判断电动机是否“达到空载转速”的传感器。当电动机达到空载转速时,星形电路即自动切换为三角形电路(图 1-8)。过程相关的流程逻辑控制可用程序流程图(DIN-IEC 1131)或者状态图(VDI 3260)表示。

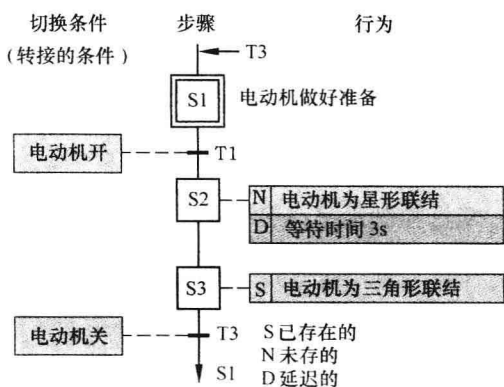


图 1-7 时间相关的起动电路控制流程

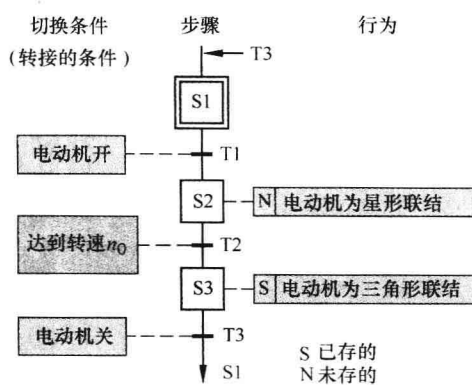


图 1-8 过程相关的起动电路流程

一般优先选择采用过程相关的流程逻辑控制装置。这是因为时间相关的流程逻辑控制装置在发生故障时,会使流程中断或者完成功能的速度变慢。

例如,当电动机的负载突然变大时,过程相关的流程逻辑控制装置可将交流电动机自动跳转到星形电路,并在电动机再次达到足够转速后切换到三角形电路。

### 1.1.3 连接程序控制器和存储器编程控制器

根据实现控制程序所采用方法的不同,可将控制器分为连接程序控制器(VPS)和存储器程序控制器(SPS)(表 1-1)。

表 1-1 控制程序的实现

类别		举例
连接程序控制器	固定的程序	继电器控制器
	不可编程	带插头的程序控制器
存储器编程控制器	可更换程序	带有 EPROM <sup>①</sup> 的 SPS
	可自由编程	带有 EEPROM <sup>②</sup> 或者 RAM <sup>③</sup> 的 SPS

① EPROM, Erasable Programmable Read Only Memory = 可擦可编程只读存储器。

② EEPROM, Electrically EPROM = 电可擦可编程只读存储器。

③ RAM, Random Access Memory = 随机存储器。

**连接程序控制器(VPS)通过导线的连接实现程序流程。**

当预计控制程序不会再做修改时,就可将此控制器的内部程序固定,作为不可编程控制器使用。以后若需要对程序进行更改,则需要更换程序插件(需采用另外的导线连接方式)来实现。