



北京市高等教育精品教材立项项目

模块化生产加工系统 应用技术



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

刘增辉 主编
朱运力 主审

北京市高等教育精品教材立项项目

模块化生产加工系统 应用技术

刘增辉 主编

朱运力 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

MPS (模块化生产加工系统) 是德国 FESTO 公司出品的教学设备, 它是一套机电一体化的模拟生产设备。本书围绕着 MPS 设备介绍了机电一体化技术的实际应用, 同时介绍了 SIMATIC S7-300 PLC 的硬、软件知识及其应用技术。在本书中突出了理论与实践相结合, 突出了对学生能力的培养, 同时也体现了围绕着 MPS 设备开展教学活动的基本思路。

全书共分 12 章, 以实现 MPS 的控制为主线, 通过剖析 MPS 的结构重点介绍机电一体化技术的应用、PLC 的编程与应用, 同时融合进去一些生产工艺基本知识、安全生产的基本知识、设备调试的基本知识等。第 11 章的内容重点放在对学生综合能力的培养上, 在综合应用知识方面、在各方面能力的培养上给学生提供了较大的空间, 建议将第 11 章的内容安排为综合设计任务。

本书适合作为高职高专院校机电类专业教材或参考书使用。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

模块化生产加工系统应用技术/刘增辉主编. —北京: 电子工业出版社, 2005.7

北京市高等教育精品教材立项项目

ISBN 7-121-01361-4

I. 模… II. 刘… III. 机电一体化—模块化—加工—高等学校: 技术学校—教材 IV. TH-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 068169 号

责任编辑: 程超群 特约编辑: 王宝祥

印 刷: 北京天宇星印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 14 字数: 358 千字

版 次: 2005 年 7 月第 1 版

印 数: 5 000 册 定价: 20.00 元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系。联系电话: (010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

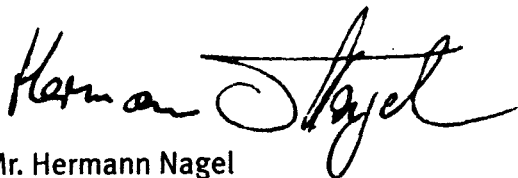
序

德国 FESTO（费斯托）公司成立于 1925 年，是世界气动行业中著名的跨国公司，并于 1993 年 12 月在上海成立了费斯托（中国）有限公司。费斯托公司的气动产品在很多领域中都有着广泛的应用，除了气动产品之外，费斯托公司还生产多种教学培训设备，以满足职业技术培训的需要。

MPS（模块化生产加工系统）是费斯托（FESTO）公司出品的教学培训设备，是国际技能大赛——World Skills Competition（也被人们称做“职业技能奥林匹克竞赛”）机电一体化竞赛的官方竞赛设备。在 2004 年 11 月由中国机电一体化技术应用协会举办的“第一届中国青年机电一体化竞赛”中，竞赛设备也采用的是德国 FESTO 公司的 MPS 设备。

MPS 设备是一套模块化的、执行机构以气动机构为主的、以机电技术应用、PLC 控制技术应用为目的的生产模拟设备。MPS 设备可以模拟出包括多种生产环节的生产过程，通过 MPS 设备可以使受培训人员得到全面的职业技术培训，为他们的职业生涯打下良好的基础。可以说 MPS 设备在职业技术教育和企业生产一线之间架起了一座桥梁。因此，中国的很多院校都购买了费斯托公司出品的 MPS 教学设备。

虽然费斯托公司具有良好的技术支持及售后服务，也有相应的配套培训教材，但是由于受中国国情的限制及中国现阶段教育特点的影响，各院校也还是很需要既能符合中国的教育特点、符合中国的国情，又能适应现代教育改革方向的与 MPS 教学设备配套的教材。本书正是符合这一要求的教材，本书的编著者具有多年使用 MPS 设备进行教学的成功经验，并取得了很好的教学效果。现在，我们将本书推荐给大家，衷心地希望本书能对各院校的教学起到很好的帮助作用，同时也希望本书能使 MPS 设备在教学中发挥出更大的作用。



Mr. Hermann Nagel
Festo Didactic GmbH & Co. KG

前 言

机电一体化技术是将机械技术、电工电子技术、微电子技术、信息技术、传感测试技术、接口技术、信号变换技术等多种技术进行有机地结合，并综合应用到实际中的综合技术。现代化的自动生产设备几乎可以说都是机电一体化的设备。可编程控制器（PLC）是一种具有很强的抗干扰能力、高的可靠性、高的性能价格比且编程简单的控制设备。基于它的突出优点，它被广泛地应用到了工业控制领域及其他诸多的领域中。因此，培养掌握机电技术、掌握 PLC 技术的技术人才就成为了当务之需。

工业控制领域中的自动化生产设备可谓是千差万别，在我国的很多院校中都选择了德国 FESTO 公司出品的 MPS 教学设备作为培训学习用设备。MPS 虽是教学设备，但是其组成机构都是工业用器件，同时 MPS 又能模拟出与实际生产过程相接近的控制环境，具有结构简单、直观且实用的特点，便于实现教学。但是如何能使 MPS 设备在教学中发挥出更大的作用，是摆在我们面前的一个难题。

现在，我们将几年来利用 MPS 进行教学的成功经验总结出来介绍给大家，供同行们参考。

本书共分 12 章，第 0 章（即绪论）简单介绍了机电一体化的基本概念、MPS 教学系统及 SIMATIC S7-300 PLC；第 1~2 章简单介绍了 SIMATIC S7-300 PLC 的硬件基本结构及其配套软件包 STEP 7 V5.1 的基本使用；第 3 章介绍了 STEP 7 提供的梯形逻辑语言（LAD）；第 4~5 章介绍了学习 MPS 系统的主要预备知识：气动技术及传感器技术的基础知识；第 6~10 章围绕着 MPS 教学设备，通过剖析 MPS 各个组成单元的结构形式介绍机电一体化技术的实际应用，并结合 MPS 教学设备的特点循序渐进地介绍 PLC 在实际中的应用技术，同时自然地融合进去一些生产工艺基本知识、安全生产的基本知识、设备调试的基本知识等。第 11 章的内容给学生在知识的综合应用上、在各方面能力的提高上提供了空间。根据具体的教学情况，第 11 章的内容可以安排为学生的毕业设计内容。

在使用本教材时，应该注意师生互动，以培养学生良好的主动学习精神；更要注意培养学生的实践能力。“学训一体”是本教材的特点，教材中的“学生活动”体现了这一点。根据实际情况，“学生活动”的内容有多有少，有难有易，教师在教学中可灵活掌握学生活动的时间。在教学中，对能进行操作的内容，宜采用讲练结合的教学方法，随讲随练，教学设备（PLC、MPS）最好安放在教室中（我们把这种教室称为专业教室），这样做可以很容易地将理论教学与实践教学有机地结合在一起。“学生活动”是本书的特色，“学生活动”不同于传统的实验，它是一种任务式的教学内容；在“学生活动”中，只给出了具体的目标及基本的方法或建议，然后由学生通过实践完全自主地实现具体的过程，达到规定的目标。教师在活动中，只起指导和答疑的作用，而且最好是有问才“答”（讲），以给学生留出充分思考的余地。

使用本教材进行教学，可以使学生在知识的学习上，在知识的综合应用能力上，在 PLC（S7-300）的编程能力方面，在生产设备的安装与调试的能力方面，在培养安全生产意识及塌实认真的工作作风方面，在培养与他人的合作精神与合作能力方面，都会收到较好的效果。

本教材为 2003 年北京市高等教育精品教材建设项目立项教材。

在本教材的编写过程中得到了 FESTO 公司的大力支持，在此表示感谢。

本书由刘增辉主编，朱运力主审，参与编写工作的还有周国烛、马红麟、李惠芳、张玫、李雪梅、叶海蓉、吴方、黄蓉、赖英旭等同志。在本教材的编写中，虽经反复推敲、多次修改，但限于作者水平，仍难免会有错误及不当之处，恳请读者批评指正。可通过 E-mail 与我们联系：liuzenghui@dky.edu.cn。

编 者

2005 年 5 月

目 录

第 0 章 绪论	1
0.1 机电一体化技术的基本概念	1
0.1.1 机电一体化技术的基本概念	1
0.1.2 机电一体化的主要技术特征	1
0.1.3 机电一体化的分类	1
0.2 MPS 教学系统简介	2
0.2.1 概述	2
0.2.2 MPS 的基本组成及基本功能	2
0.3 SIMATIC S7-300 PLC 简介	3
0.3.1 CPU 简介	4
0.3.2 S7-300 PLC 的程序设计软件	5
第 1 章 SIMATIC S7-300 PLC 硬件系统简介	6
1.1 概述	6
1.2 S7-300 PLC 的结构	6
1.2.1 单机架 PLC 的结构	7
1.2.2 多机架 PLC 的结构	7
1.3 S7-300 的模板地址	8
1.3.1 数字量模板地址的构成与表示	8
1.3.2 模拟量模板地址	9
1.3.3 CPU 314 IFM 集成 I/O 的编址	9
1.4 CPU 工作模式	10
1.5 信号模板简介	11
1.5.1 SM323 数字量模板	12
1.5.2 SM334 模拟量模板	13
1.6 学生活动: 观察 S7-314 PLC 的结构	14
第 2 章 STEP 7 V5.1 基础	15
2.1 概述	15
2.2 STEP 7 的安装与授权	16
2.2.1 授权的安装	16
2.2.2 授权的取出	17
2.2.3 STEP 7 的安装与卸载	17
2.3 结构化编程环境	18
2.4 STEP 7 的操作	21
2.4.1 STEP 7 的启动	21
2.4.2 SIMATIC Manager	21

2.5	项目结构与创建操作	24
2.5.1	概述	24
2.5.2	项目结构	25
2.5.3	创建项目 (Project)	25
2.5.4	插入程序块	35
2.5.5	符号表 (Symbols)	35
2.5.6	学生活动	37
2.6	程序块编辑方法	38
2.6.1	程序录入方法	38
2.6.2	编程语言的选择	39
2.6.3	程序编辑器	41
2.6.4	编程区域和程序元素表的使用	44
2.7	程序的上载与下载操作	47
2.7.1	程序的下载	48
2.7.2	程序的上载	50
第 3 章	梯形逻辑语言 (LAD)	52
3.1	概述	52
3.1.1	梯形逻辑语言 (LAD)	52
3.1.2	梯形逻辑语言 (LAD) 的基本知识	52
3.2	位逻辑指令	57
3.2.1	概述	57
3.2.2	常开接点 (Normally Open Contact)	57
3.2.3	常闭接点 (Normally Closed Contact)	57
3.2.4	输出线圈 (Output Coil)	58
3.2.5	中间输出 (Midline Output)	59
3.2.6	信号流取反 (Invert Power Flow)	60
3.2.7	置位线圈 (Set Coil)	61
3.2.8	复位线圈 (Reset Coil)	61
3.2.9	置位复位触发器 (SR, Set-Reset Flip Flop)	62
3.2.10	复位置位触发器 (RS, Reset-Set Flip Flop)	63
3.2.11	RLO 上升沿检测 (Positive RLO Edge Detection)	64
3.2.12	RLO 下降沿检测 (Negative RLO Edge Detection)	65
3.2.13	地址上升沿检测 (POS, Address Positive Edge Detection)	65
3.2.14	地址下降沿检测 (NEG, Address Negative Edge Detection)	66
3.2.15	学生活动	67
3.3	比较指令	67
3.3.1	概述	67
3.3.2	整数比较 (CMP ? I, Compare Integer)	68
3.3.3	双整数比较 (CMP ? D, Compare Double Integer)	69
3.3.4	实数比较 (CMP ? R, Compare Real)	70

3.3.5	学生活动	71
3.4	计数器指令	72
3.4.1	概述	72
3.4.2	加-减计数器 (S_CUD, Up-Down Counter)	73
3.4.3	减计数器 (S_CD, Down Counter)	74
3.4.4	加计数器 (S_CU, Up Counter)	75
3.4.5	学生活动	77
3.5	定时器指令	77
3.5.1	概述	77
3.5.2	脉冲 S5 定时器 (S_PULSE, Pulse S5 Timer)	79
3.5.3	延时脉冲 S5 定时器 (S_PEXT, Extended Pulse S5 Timer)	81
3.5.4	延时接通 S5 定时器 (S_ODT, On-Delay S5 Timer)	82
3.5.5	保持型延时接通 S5 定时器 (S_ODTS, Retentive On-Delay S5 Timer)	84
3.5.6	延时断开 S5 定时器 (S_OFFDT, Off-Delay S5 Timer)	85
3.5.7	定时器的正确选择	87
3.5.8	学生活动	87
3.6	赋值指令	88
第 4 章	气动技术基础	90
4.1	基础知识	90
4.1.1	气源基本知识	90
4.1.2	气源设备	91
4.2	气动元件	92
4.2.1	气动执行元件	92
4.2.2	气动控制元件	98
4.3	气动回路简介	105
4.3.1	操作回路	105
4.3.2	安全保护回路	106
4.3.3	速度控制回路	106
4.3.4	位置控制回路	106
4.3.5	同步控制回路	107
第 5 章	传感器技术基础	108
5.1	传感技术概述	108
5.1.1	传感器的基本概念	108
5.1.2	传感器的基本分类	109
5.2	电感式接近开关	110
5.2.1	电涡流效应	110
5.2.2	电感式接近开关的基本工作原理	111
5.2.3	电感式接近开关的分类	111
5.2.4	电感式接近开关的图形符号	112
5.2.5	电感式接近开关的技术术语与主要技术指标	113

5.3	电容式接近开关	114
5.3.1	电容式接近开关的基本工作原理	114
5.3.2	电容式接近开关的图形符号	114
5.4	光电式接近开关	114
5.4.1	光电效应	114
5.4.2	光电式接近开关	115
5.4.3	光电式接近开关的图形符号	116
第 6 章	供料单元的结构与控制	117
6.1	供料单元的结构	117
6.1.1	供料单元的功能	117
6.1.2	供料单元的结构组成	117
6.1.3	气动控制回路	126
6.1.4	电气通信接口地址	126
6.1.5	供料单元的主要技术数据	127
6.1.6	学生活动: 观察了解供料单元的 PLC 的 I/O 接口情况	127
6.2	供料单元的 PLC 控制及编程	128
6.2.1	摆动气缸的控制	128
6.2.2	学生活动: 上机调试摆动气缸的自动/手动控制程序	133
6.2.3	供料单元的手动单循环控制	135
6.2.4	学生活动: 上机调试供料单元的手动控制程序	137
6.2.5	供料单元的自动连续运行控制	137
6.2.6	学生活动: 上机调试供料单元的自动控制程序	139
第 7 章	检测单元的结构	141
7.1	检测单元的结构	141
7.1.1	检测单元的功能	141
7.1.2	检测单元的结构组成	141
7.1.3	学生活动: 观察了解检测单元的气动控制回路	146
7.1.4	检测单元的主要技术数据	147
7.1.5	学生活动: 观察了解检测单元 PLC 的 I/O 接口情况	147
7.2	检测单元的 PLC 控制及编程	148
7.2.1	升降气缸的控制	148
7.2.2	学生活动: 上机调试升降气缸的自动/手动控制程序	149
7.2.3	检测单元的手动单循环控制	150
7.2.4	学生活动: 上机调试检测单元的手动单循环控制程序	152
7.2.5	检测单元的自动连续运行控制	154
7.2.6	学生活动: 上机调试检测单元的自动控制程序	155
第 8 章	加工单元的结构	158
8.1	加工单元的结构	158
8.1.1	加工单元的基本功能	158
8.1.2	加工单元的基本结构	158

8.1.3	加工单元的主要技术数据	161
8.1.4	学生活动: 观察了解加工单元的气动控制回路	161
8.1.5	学生活动: 观察了解加工单元 PLC 的 I/O 接口情况	162
8.2	加工单元的 PLC 控制及编程	163
8.2.1	加工单元的手动单循环控制	163
8.2.2	学生活动: 上机调试加工单元的手动控制程序	165
8.2.3	加工单元的自动连续运行控制	167
8.2.4	学生活动: 上机调试加工单元的自动控制程序	168
第 9 章	操作手单元的结构	171
9.1	操作手单元的结构	171
9.1.1	操作手单元的基本功能	171
9.1.2	操作手单元的基本结构	171
9.1.3	操作手单元的主要技术数据	172
9.1.4	学生活动: 观察了解操作手单元的气动控制回路	172
9.1.5	学生活动: 观察了解操作手单元 PLC 的 I/O 接口情况	173
9.2	操作手单元的 PLC 控制及编程	174
9.2.1	操作手单元的手动单循环控制	174
9.2.2	学生活动: 上机调试操作手单元手动控制程序	177
9.2.3	操作手单元的自动连续运行控制	177
9.2.4	学生活动: 上机调试操作手单元自动控制程序	180
第 10 章	分拣单元的结构	182
10.1	分拣单元的结构	182
10.1.1	分拣单元的基本功能	182
10.1.2	分拣单元的基本结构	182
10.1.3	分拣单元的主要技术数据	186
10.1.4	学生活动: 观察了解分拣单元的气动控制回路	186
10.1.5	学生活动: 观察了解分拣单元 PLC 的 I/O 接口情况	186
10.2	分拣单元的 PLC 控制及编程	187
10.2.1	分拣单元的手动单循环控制	187
10.2.2	学生活动: 上机调试分拣单元的手动控制程序	188
10.2.3	分拣单元的自动连续运行控制	190
10.2.4	学生活动: 上机调试分拣单元的自动控制程序	192
第 11 章	MPS 的整体控制	194
11.1	两个相邻工作单元之间的联机控制技术	194
11.1.1	通信 I/O 接口设计	194
11.1.2	控制程序的编写	195
11.2	三个相邻工作单元之间的联机控制技术	198
11.2.1	通信 I/O 接口设计	198
11.2.2	控制程序的编写	199
11.3	四个工作单元之间的联机控制技术	200

11.3.1 通信 I/O 接口设计	200
11.3.2 控制程序的编写	202
11.4 五个工作单元之间的联机控制技术	203
附录 A 常用气动图形符号	204
附录 B STEP 7 LAD 编程语言常用指令	206
参考文献	210

第0章 绪 论

0.1 机电一体化技术的基本概念

0.1.1 机电一体化技术的基本概念

机电一体化技术是在以大规模集成电路和微型计算机为代表的微电子技术高度发展并向传统机械工业领域迅速渗透、机械电子技术高度结合的现代工业的基础上,将机械技术、电工电子技术、微电子技术、信息技术、传感测试技术、信号变换技术、接口技术、软件编程技术等多种技术有机地结合并综合应用的技术。

在综合应用这些技术时,要根据系统的功能目标和优化组织结构的目标,合理配置布局驱动机构、控制机构、传感检测机构、信息的接收、传输与处理机构、执行机构等,并使它们在微处理单元的控制下协调有序地工作,有机地融合在一起,达到物质与能量的有序运动。因此,机电一体化技术是在高性能、高质量、高可靠性、低能耗的意义上实现特定功能价值的系统工程。

体现机电一体化技术应用的功能系统就称为机电一体化系统或机电一体化产品。

0.1.2 机电一体化的主要技术特征

机电一体化技术的主要特征有:

(1) 机械技术、电子技术和信息技术的彼此功能交互,大多以机械系统的高级微机控制的形式出现。

(2) 在一个具体的物理单元中,在不同子系统空间上的集成。

(3) 机电一体化系统的控制功能的智能化。越来越先进的控制功能取代了许多操作人员的推理和判断。

(4) 柔性化使得机电一体化产品能够灵活地满足各种要求,适应各种环境。

(5) 采用微处理器控制的系统,易于增加或改变功能,而无需增加硬件成本。

(6) 控制功能采用电子技术、微电子技术、微机控制技术来实现,因此,对用户来说,机电一体化系统的内部运行机制是隐蔽的。

(7) 在机电一体化技术中,设计思想方法与制造技术紧密联系在一起,它们是并行发展的。

0.1.3 机电一体化的分类

机电一体化技术随着微电子技术及其他相关技术的迅速发展而在不断地发展着,其应用领域也在不断扩大,并形成了种类繁多的机电一体化产品,主要种类有:

(1) 在原有的机械本体上采用电子控制设备实现高性能和多功能的系统,如数控机床、机器人、发动机控制系统、自动洗衣机等。

(2) 用电子设备局部置换机械控制结构形成的产品,如电子缝纫机、电子打印机、自动售货机、电子电动机、无整流子电动机等。

(3) 与电子设备有机结合的信息设备, 如电报机、传真机、打印机、复印机、录音机、磁盘存储器及办公自动化设备等。

(4) 用电子设备全面置换机械结构的信息处理系统, 如石英电子表、电子计算机、电子秤、电子交换机、电子计费等。

(5) 与电子设备有机结合的检测系统, 如自动探伤机、形状识别装置、CT 扫描仪和生物化学分析仪等。

(6) 利用电子设备代替机械本体工作的系统, 如电火花加工机床、线切割放电加工机、激光测量机、超声波缝纫机等。

0.2 MPS 教学系统简介

0.2.1 概述

模块化生产加工系统 (MPS, Modular Production System) 是由德国 FESTO 公司出品的教学设备。MPS 体现了机电一体化技术的实际应用。MPS 设备是一套开放式的设备, 用户可根据自己的需要选择设备组成单元的数量、类型, 最多可由 9 个单元组成, 最少时一个单元即可自成一个独立的控制系统。由多个单元组成的系统可以体现出自动生产线的控制特点。

MPS 设备一般用 PLC (Programmable Logic Controller, 可编程序逻辑控制器) 控制。PLC 是专为工业过程控制而设计的控制设备, 在工业控制领域中应用非常广泛。

在由 5 个单元组成的 MPS 系统中, 综合应用了多种技术知识, 如气动控制技术、机械技术 (机械传动、机械连接等)、电工电子技术、传感器应用技术、PLC 控制技术等。利用该系统, 可以模拟一个与实际生产情况十分接近的控制过程, 使学习者在一个非常接近于实际的教学设备环境, 使学习者在学习过程中很自然地就将理论应用到了实际中, 实现了理论与实践的完美结合, 从而缩短了理论教学与实际应用之间的距离。

0.2.2 MPS 的基本组成及基本功能

5 个单元组成的 MPS 系统可以较为真实地模拟出一条自动生产加工流水线的工作过程。

1. 基本组成

MPS 由供料单元、检测单元、加工单元、操作手单元和分拣单元等 5 个单元组成, 如图 0-1 所示。其中, 每个工作单元都可自成一个独立的系统, 同时也都是一个机电一体化的系统。各个单元的执行机构主要是气动执行机构, 这些执行机构的运动位置都可以通过安装在其上面的传感器的信号来判断。

在 MPS 设备上应用了多种类型的传感器, 分别用于判断物体的运动位置、物体的通过状态、物体的颜色及材质等。传感器技术是机电一体化技术中的关键技术之一, 是现代工业实现高度自动化的前提之一。

在控制方面, MPS 设备采用 PLC 进行控制, 用户可根据需要选择不同厂家的 PLC。MPS 设备的硬件结构是相对固定的, 但学习者可以根据自己对设备的理解、对生产加工工艺的理解, 编写一定的生产工艺过程, 然后再通过编写 PLC 控制程序实现该工艺过程, 从而实

现对 MPS 设备的控制。

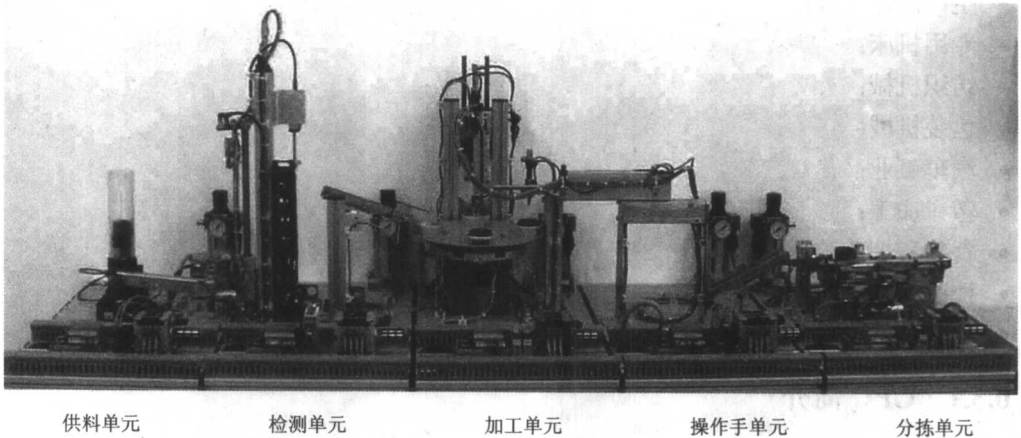


图 0-1 MPS 的 5 个组成单元

2. 基本功能

MPS 设备给学习者提供了一个半开放式的学习环境，虽然各个组成单元的结构已经固定，但是，设备的各个执行机构按照什么样的动作顺序执行、各个单元之间如何配合、最终使 MPS 模拟一个什么样的生产加工控制过程、MPS 作为一条自动生产流水线具有怎样的操作运行模式等，学习者都可根据自己的理解，运用所学理论知识，设计出 PLC 控制程序，使 MPS 设备实现一个最符合实际的自动控制过程。

但 MPS 设备的每个单元都具有最基本的功能，学习者只能在这些基本功能的基础上进行设计与发挥。

各个单元的基本功能如下。

(1) 供料单元的基本功能：按照需要将放置在料仓中的待加工工件（毛坯料）自动地取出，并将其传送到第二个工作单元——检测单元。

(2) 检测单元的基本功能：将供料单元送来的待加工工件进行颜色及材质的识别，并进行高度检测，将符合要求的工件通过上滑槽分流到下一个工作单元——加工单元；将不符合要求的工件从下滑槽剔除。

(3) 加工单元的基本功能：将检测单元传送过来的待加工工件进行模拟钻孔加工，并可以对加工结果进行检测。

(4) 操作手单元的基本功能。将加工单元加工后的工件从加工单元取走，取出的工件可以有两个流向：对符合要求的工件，送往下一个单元——分拣单元；对不符合要求的工件，则放到本单元的滑槽中剔除。

(5) 分拣单元的基本功能：可以将上一单元传送过来的工件按颜色或材质的不同，分别从不同的滑槽分流。

0.3 SIMATIC S7-300 PLC 简介

SIMATIC S7-300 PLC 属于模块化中小型 PLC 系统，可以满足中等性能要求的应用。它采用模块化、无排风扇的结构，易于布置安装，可自由扩展，便于用户掌握使用。

SIMATIC S7-300 的应用领域广泛，主要包括：

- 生产制造工程；
- 专用机床；
- 纺织机械；
- 包装机械；
- 汽车工业；
- 塑料加工；
- 食品和烟草工业；
- 楼宇自动化；
- 电器制造工业及相关产业等。

0.3.1 CPU 简介

S7-300 CPU 具有以下突出的特点：

(1) S7-300 CPU 是一种体积小、功能强大的 CPU。S7-300 为用户提供了丰富的功能模块，大范围的集成功能使得它的功能非常强劲，可以很好地满足和适应自动控制任务的需要。它所提供的丰富的、具有许多方便功能的 I/O 扩展模块，使用户完全可以根据实际应用的需要选择合适的模块，而当任务规模扩大时，又可以使用附加模块随时对 PLC 进行扩展。

SIMATIC S7-300 具有多种可供选择的 CPU，如带集成 I/O 接口的 CPU、集成通信接口的 CPU，因此它可以满足特殊应用。集成有多点接口（MPI）的 CPU，可以很容易地利用多点接口建立一个小型网络，而不需要附加任何硬件或软件；带有集成的 PROFIBUS-DP 接口的 CPU，利用 PROFIBUS-DP 接口可以很方便地组成一个工业控制网络，满足现场数据通信的要求。集成的 PID 控制器可作为参数化的连续作用的控制器或作为阶跃作用的控制器，可方便地应用于压力、温度或流量的控制。

(2) S7-300 CPU 具有良好的安全性。所有的 CPU 都装有安全系统，它可以可靠地保护整个数据库，通过一个钥匙开关可以防止越权存取数据和偶然性的错误操作；还可以通过口令保护整个程序或各个程序块。

如果确实需要保护数据的安全，可以将用户数据存储在存储卡内，储存在存储卡内的数据不会因断电而丢失。

(3) 模块化的结构。S7-300 PLC 采用模块化的结构，这种结构可以使用户根据当时的实际需要随时进行扩展。

S7-300 PLC 为用户提供了丰富的扩展模块，使它能很好地适配于各种类型的应用场合，主要有信号模板、功能模板、通信处理器模板、接口模板、空位模板等。

① 信号模板。其种类很多，有各种类型的数字量和模拟量的 I/O 模板，几乎包括了适用于各种类型信号的模板；还有具有中断处理能力和诊断功能的数字量和模拟量模板，可用于危险区域的数字量和模拟量模板。

② 功能模板。功能模板是专为实现某些特殊的功能而设计的模板，包括计数/测量功能，各种类型的定位控制、凸轮控制和闭环控制等功能。

③ 通信处理器。通信处理器用于连接网络和点对点连接。

④ 接口模板。接口模板用于多机架配置的 SIMATIC S7-300 PLC 的机架之间的连接。

⑤ 空位模板。空位模板用于备用槽，其重要作用是用来保留尚未参数化的信号模板所用的槽。当用信号模板替代它时，无须改变硬件设计（如整个配置的地址分配）。

0.3.2 S7-300 PLC 的程序设计软件

STEP 7 软件包或 STEP 7-Lite 软件包是对 S7-300 编程的基本环境，利用它们能以简单的方式、友好的用户界面使用 S7-300 的全部功能。该工程软件还包含自动化项目中所有阶段（从项目组态到调试、测试以及服务）的功能。

1. STEP 7-Lite

STEP 7-Lite 是一种低成本、高效率的软件，使用 SIMATIC S7-300 可以完成独立的应用。STEP 7-Lite 的特点是能非常迅速地进入编程和简单的项目处理。它不能和辅助的 SIMATIC 软件包（如工程工具）一起使用。但是，用 STEP 7-Lite 编写的程序可以由 STEP 7 进行处理。

2. STEP 7

STEP 7 是一个功能很强大的软件，使用 STEP 7 可完成较大或较复杂的项目。例如，需要用高级语言或图形化语言（参见“工程工具”）进行编程或需要使用功能以及通信模块的场合。STEP 7 与辅助的 SIMATIC 软件包（如工程工具）兼容。

3. 工程工具

工程工具是 SIMATIC 的辅助编程软件，是一种以面向任务的方式、以友好的用户界面对自动化系统进行编程的高级语言。它不是用户编程所必需的，用户可以根据需要选择使用。

SIMATIC 提供的用于编程的工程工具有：

- S7-SCL（结构化语言）——一种基于 PASCAL 的高级语言，用于 SIMATIC S7/C7 控制器的编程。
- S7-GRAPH——对顺序控制进行图形组态，用于 SIMATIC S7/C7 控制器的编程。
- S7-HiGraph——使用状态图对顺序或异步的生产过程进行图形化描述，用于 SIMATIC S7/C7 控制器的编程。
- CFC（连续功能图）——通过复杂功能的图形化内部连接生成工艺规划，用于 SIMATIC S7 控制器的编程。

工程工具特别适用于解决较大的、复杂的控制任务的场合，但相应地它需要较高等级的 CPU 作为支持。

CPU 与工程工具的关系如下：

（1）所有的 CPU 均能使用 STL、LAD 和 FBD 基本语言进行编程。

（2）如需使用 S7-SCL 高级语言，建议选择 CPU 313C、CPU 314 或更高等级的 CPU。如果需使用图形化语言（S7-GRAPH、S7-HiGraph 和 CFC），建议选择 CPU 314 或更高等级的 CPU。