



典型生产线原理、安装与调试

(西门子PLC版本)

■ 主 编 章国华 苏 东



北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



典型生产线原理、安装与调试

主 编	章国华	苏 东
副主编	余峰浩	王洪荣
参 编	朱艳兰	熊再荣
	卢冬梅	李秉玉
主 审	黄邦彦	

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

本教材主要阐述典型自动生产线装备的基本结构、工作原理和工作过程。在内容编排上力求采用项目教学的方法介绍本装备所涉及的技术,以使学生在知识的学习和综合应用、PLC 的编程和组网能力、设备的安装与调试等方面能收到较好的效果。

本书适合作为高等院校机电一体化、电气自动化等专业的教材,也可供相应工程技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

典型生产线原理、安装与调试/章国华,苏东主编. —北京:北京理工大学出版社,2009.4

ISBN 978-7-5640-2028-6

I. 典… II. ①章…②苏… III. 自动生产线 IV. TP278

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 022589 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 保定市中华美凯印刷有限公司

开 本 / 787 毫米×960 毫米 1/16

印 张 / 20.5

字 数 / 405 千字

版 次 / 2009 年 4 月第 1 版 2009 年 4 月第 1 次印刷

印 数 / 1~2000 册

定 价 / 39.00 元

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

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、信号变换技术和计算机自动控制技术等多种技术进行有机地结合，并应用到实际中的综合技术。现代化的自动生产设备几乎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。基于这些突出优点，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，培养掌握机电一体化控制技术、PLC 应用技术及 PLC 网络技术的技术人才，成为当务之急。

工业控制领域中的自动化生产设备可谓千差万别，但其控制原理、结构原理都是一样的。在我国，很多院校都选择了上海英集斯公司研制的 MPS 教学设备作为培训学习用设备。MPS 虽是教学设备，但其组成机构、控制元件都是工业用器件，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，便于实践教学。

为此，我们和上海英集斯公司的苏东和王洪荣两位工程师一起将几年来各个学校用 MPS 进行教学的成功经验总结出来，编纂此书，以供各学校教学时参考。

本书主要阐述 MPS 型自动生产线设备的基本结构、工作原理和工作过程，全书共三篇。

第一篇简单介绍了机电一体化的基本概念、MPS 教学系统及 PLC 系统，着重介绍西门子公司 S7-300PLC，通过其硬件结构、编程指令和 STEP 7 软件的操作而熟悉该系列 PLC。作为传感器的基础知识，这里只介绍我们所能用到的传感器的内容，并且侧重于传感器的具体应用。

第二篇首先围绕着 MPS 教学设备，通过剖析 MPS 系统中各个组成单元的结构形式来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各种元器件在实际中的应用；接下来介绍 MPS 系统中各组成单元联机通信、协调工作的原理及实现方法；最后介绍各型 PLC 系统的网络总线通信。

第三篇介绍了 MicroFMS 教学系统的操作步骤。

在使用本教材时，应注重师生互动，以培养学生良好的主动学习精神；更要注重培养学生的实践能力。学以致用是本书的特点，书中各单元的内容有多有少、有难有易，教师在教学活动中可灵活选用和安排。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，边讲边练，教学直接在 MPS 实训室中进行，这样更容易将理论教学与实践教学有机地结合在一起，实现教、学、做一体化。由于学习内容不同于传统的实验，而是任务式的教学内容，因此在本书中只给出了具体的目标及基本的方式或建议，然后由学生通过实践完全自主地实现具体的过程，从而达到规定的教学目标。教师在教学活动的后期，只起指导和答疑的作



用，而且最好是有问才有“答”，以给学生留出充分思考的余地。

MicroFMS 和 MPS 所涉及的气动技术、PLC 技术、组态技术以及传感器技术，可以在各个学校已有课程的基础上，以本教材为主，结合实验设备所需的知识内容展开教学。

本书适合作为高等院校机电一体化技术、电气自动化等专业的教材，也可供相应工程技术人员参考。

在编写的过程中，编者力求采用项目教学的方法介绍自动生产线设备所涉及的技术，使学生在知识的学习和综合应用、PLC 的编程和组网能力以及设备的安装与调试等方面都能收到较好的效果。

本书由章国华、苏东任主编，余峰浩、王洪荣任副主编，朱艳兰、熊再荣、卢冬梅、李秉玉参加编写，黄邦彦主审。

鉴于时间仓促和编者水平有限，书中难免有错误及不当之处，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第一篇 基 础 篇

第一章 MPS 自动生产线实训设备概述.....	2
1.1 机电一体化技术	2
1.1.1 机电一体化技术的基本概念	2
1.1.2 机电一体化的分类	3
1.2 MPS 教学系统简介	3
1.2.1 概述	3
1.2.2 MPS 的基本组成	4
1.2.3 MPS 的基本功能	4
1.2.4 MPS 的公共模块和器件	8
1.2.5 MPS 的发展	10
第二章 自动生产线实训设备基础知识	11
2.1 气压传动控制技术初步知识	11
2.1.1 气压传动概述	11
2.1.2 气动元件	13
2.1.3 电气气动控制	22
2.2 S7-300 基础知识	24
2.2.1 S7-300 硬件系统简介	24
2.2.2 S7-300 PLC 存储区	25
2.2.3 S7-300 PLC 中央处理单元 CPU 模块	27
2.2.4 编程语言	30
2.2.5 SETP 7 编程软件	47
2.2.6 系统设计	64
2.3 FluidSIM-P 4.2 应用软件介绍	78
2.3.1 FluidSIM-P 软件的特点	78
2.3.2 FluidSIM-P 软件的操作步骤及菜单介绍	79
2.4 传感器技术基础	86



2.4.1 传感技术概述	86
2.4.2 电感式接近开关	88
2.4.3 电容式接近开关	89
2.4.4 光电式接近开关	90
第三章 MPS 的 PLC 网络控制方案	94
3.1 S7-200 之间的 PPI 通信	94
3.2 S7-300 与 S7-200 之间的 Profibus-DP 通信	101

第二篇 MPS 篇

第四章 供料单元的结构与控制	112
4.1 供料单元的结构	112
4.1.1 供料单元的功能	112
4.1.2 供料单元的结构组成	112
4.1.3 气动控制回路	114
4.2 供料单元的 PLC 控制及编程	114
4.2.1 PLC 的 I/O 接线	114
4.2.2 供料单元的编程要点	115
4.2.3 气动控制回路分析及仿真	116
4.2.4 供料单元的本地控制和网络控制	117
4.3 实验操作训练	117
第五章 检测单元的结构与控制	119
5.1 检测单元的结构	119
5.1.1 检测单元的功能	119
5.1.2 检测单元的结构组成	119
5.1.3 气动控制回路	120
5.2 检测单元的 PLC 控制及编程	121
5.2.1 PLC 的 I/O 接线	121
5.2.2 检测单元的编程要点	121
5.2.3 气动控制回路分析及仿真	122
5.2.4 检测单元的参考本地控制程序	123
5.3 实验操作训练	140
第六章 加工单元的结构与控制	143
6.1 加工单元的结构	143



6.1.1	加工单元的功能	143
6.1.2	加工单元的结构组成	143
6.1.3	气动控制回路	144
6.2	加工单元的 PLC 控制及编程	145
6.2.1	PLC 的 I/O 接线	145
6.2.2	加工单元的编程要点	146
6.2.3	气动控制回路分析及仿真	146
6.2.4	加工单元的装配图和参考控制程序	148
6.3	实验操作训练	156
第七章	操作手单元的结构与控制	159
7.1	操作手单元的结构	159
7.1.1	操作手单元的功能	159
7.1.2	操作手单元的结构组成	159
7.1.3	气动控制回路	160
7.2	操作手单元的 PLC 控制及编程	161
7.2.1	PLC 的 I/O 接线	161
7.2.2	操作手单元的编程要点	162
7.2.3	气动控制回路分析及仿真	162
7.2.4	操作手单元的装配图和参考本地控制程序	164
7.3	实验操作训练	172
第八章	分拣单元的结构与控制	174
8.1	分拣单元的结构	174
8.1.1	分拣单元的功能	174
8.1.2	分拣单元的结构组成	174
8.1.3	气动控制回路	175
8.2	分拣单元的 PLC 控制及编程	175
8.2.1	PLC 的 I/O 接线	175
8.2.2	分拣单元的编程要点	176
8.2.3	气动控制回路分析及仿真	177
8.2.4	分拣单元的装配图和参考本地控制程序	178
8.3	西门子 MM420 变频器	180
8.3.1	MM420 变频器简介	180
8.3.2	MM420 变频器的 BOP 操作面板	182
8.3.3	MM420 变频器的参数设置	184



8.4	实验操作训练	185
第九章	上料检测单元的结构与控制	187
9.1	上料检测单元的结构	187
9.1.1	上料检测单元的功能	187
9.1.2	上料检测单元的结构组成	187
9.1.3	气动控制回路	188
9.2	上料检测单元的 PLC 控制及编程	188
9.2.1	PLC 的 I/O 接线	188
9.2.2	上料检测单元的编程要点	189
9.2.3	气动控制回路分析及仿真	190
9.2.4	上料检测单元的参考本地控制程序	190
第十章	安装单元的结构与控制	208
10.1	安装单元的结构	208
10.1.1	安装单元的功能	208
10.1.2	安装单元的结构组成	208
10.1.3	气动控制回路	209
10.2	安装单元的 PLC 控制及编程	210
10.2.1	PLC 的 I/O 接线	210
10.2.2	安装单元的编程要点	211
10.2.3	气动控制回路分析及仿真	211
10.2.4	安装单元的本地控制程序	213
10.3	实验操作训练	220
第十一章	安装搬运单元的结构与控制	222
11.1	安装搬运单元的结构	222
11.1.1	安装搬运单元的功能	222
11.1.2	安装搬运单元的结构组成	222
11.1.3	气动控制回路	223
11.2	安装搬运单元的 PLC 控制及编程	224
11.2.1	PLC 的 I/O 接线	224
11.2.2	安装搬运单元的编程要点	225
11.2.3	气动控制回路分析及仿真	225
11.2.4	安装搬运单元的装配图和参考本地控制程序	227
11.3	实验操作训练	235



第十二章 搬运单元的结构与控制	237
12.1 搬运单元的结构	237
12.1.1 搬运单元的功能	237
12.1.2 搬运单元的结构组成	237
12.1.3 气动控制回路	237
12.2 搬运单元的 PLC 控制及编程	238
12.2.1 PLC 的 I/O 接线	238
12.2.2 搬运单元的编程要点	239
12.2.3 气动控制回路分析及仿真	240
12.2.4 搬运单元的参考本地控制	241
12.3 实验操作训练	246
第十三章 立体存储单元的结构与控制	248
13.1 立体存储单元的结构	248
13.1.1 立体存储单元的功能	248
13.1.2 立体存储单元的结构组成	248
13.1.3 气动控制回路	249
13.2 立体存储单元的 PLC 控制及编程	250
13.2.1 PLC 的 I/O 接线	250
13.2.2 立体存储单元的编程要点	250
13.2.3 气动控制回路分析及仿真	251
13.2.4 立体存储单元的装配图和参考本地控制程序	252
13.3 实验操作训练	264
13.4 立体存储单元的步进电机及其驱动器	265
13.5 S7-200 PLC 的脉冲输出功能	269
13.6 使用位控向导编程	271
第十四章 MPS 的整体控制	279
14.1 两个相邻工作单元之间的联机控制技术	279
14.1.1 通信 I/O 接口设计	280
14.1.2 控制程序的编写	281
14.2 三个相邻工作单元之间的联机控制技术	284
14.3 多个相邻工作单元之间的联机控制技术	285
14.3.1 多个工作单元之间的联机控制技术	285
14.3.2 通信 I/O 接口技术	286
14.3.3 控制程序的编写	287



第三篇 MicroFMS 篇

第十五章 小型柔性制造系统单元的结构与控制	292
15.1 小型柔性制造系统简介	292
15.2 小型柔性制造系统结构	293
15.3 小型柔性制造系统控制技术	294
15.4 导航小车 (AGV)	297
15.5 FMS 软件说明	300
15.6 FMS 软件操作	310
参考文献	315

第一篇

基础篇

- 第一章 MPS 自动生产线实训设备概述
- 第二章 自动生产线实训设备基础知识
- 第三章 MPS 的 PLC 网络控制方案

第一章

MPS 自动生产线实训设备概述

纸上得来终觉浅，绝知此事要躬行。

——陆游

1.1 机电一体化技术

1.1.1 机电一体化技术的基本概念

机电一体化技术是以大规模集成电路和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为基础，将机械技术、电力电子技术、微电子技术、信息技术、传感测试技术、接口技术等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，合理配置布局驱动系统、控制系统、传感检测系统、信息的传输与接收系统、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，达到预期的功能。因此，机电一体化技术是在高性能、高质量、高可靠性的意义上的实现特定功能的系统工程。

机电一体化的主要技术特征有：

- (1) 机械技术、电子技术和信息技术的功能交互，以机械系统的微型计算机控制的形式出现。
- (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) 控制功能采用电力电子技术、微电子技术、计算机控制技术来实现，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,设计思想与制造技术紧密联系在一起,二者是并行发展的。

1.1.2 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了电子控制设备,实现了高性能和多功能的系统,如数控机床、机器人、发动机控制系统和自动洗衣机等。

(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、自动售货机和电子电动机等。

(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,如石英钟、电子计算机、电子秤、电子交换机和电子计费等。

(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、激光测量机和超声波缝纫机等。

1.2 MPS 教学系统简介

1.2.1 概述

模块化生产培训系统 (Modular Production training System, MPS) 是由上海英集斯自动化技术有限公司研制的教学设备。MPS 体现了机电一体化技术的实际应用。

MPS 是一套开放式的设备,用户可以根据自己的需要选择设备组成单元的数量、类型。目前最多可由 9 个单元组成,一个单元亦可自成一个独立的控制系统,而由多个单元组成的生产系统可以体现自动生产线的控制特点。

在由多个 MPS 工作单元组成的系统中,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)、电力电子技术、传感器应用技术、PLC 控制技术、组态控制技术和信息技术等。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,使学生处在一个非常接近于实际的教学设备环境中。学生在学习过程中可以很自然地将理论应用到实际,实现理论与实践的完美结合,从而缩短理论教学与实际应用之间的距离。



1.2.2 MPS 的基本组成

多个单元组成的 MPS 系统可以较为真实地模拟出一个自动生产加工流水线的工作过程。如图 1-1 所示。

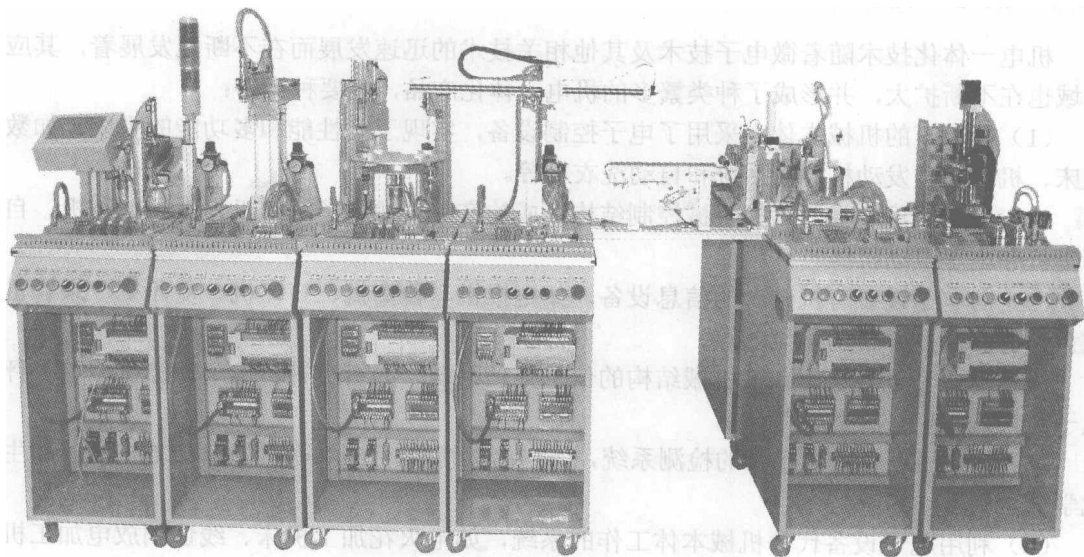


图 1-1 多单元组成的 MPS 系统

其中，每个工作单元都可以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和电机驱动机构，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、物体的材质和物体的高度等。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（上海英集斯公司主要使用三菱公司的 FX2N 系列 PLC、西门子的 S7-200 系列 PLC 和 S7-300 系列 PLC）。MPS 设备的硬件结构是相对固定的，但学生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。

1.2.3 MPS 的基本功能

MPS 设备给学生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,学生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。

MPS系统中每个单元都具有最基本的功能,学生可在这些基本功能的基础上进行流程编排设计。

图1-2为上料检测单元。

功能简介:完成整个系统的上料工作,将工件输出,判断出其颜色,并将其信息发给后一站。此站可配合触摸屏或组态控制作为整个系统的主站。

PLC主机:西门子S7系列。

扩展模块:PPI、MPI、Profibus网络。

组成模块:回转料斗、提升装置、光电识别组件。

图1-3为供料单元。

功能简介:为加工过程逐一提供加工工件。由双作用气缸从料仓中逐一推出工件,转换模块上的真空吸盘将工件吸起,在旋转缸的驱动下将工件移动至下一个工作站的传输位置。

PLC主机:西门子S7系列。

扩展模块:PPI、MPI、Profibus网络。

组成模块:真空组件、旋转模块、供料模块。

图1-4为检测单元。

功能简介:检测加工工件的各种特性,如颜色、材质、高度等。

PLC主机:西门子S7系列。

扩展模块:PPI、MPI、Profibus网络。

组成模块:工件高度检测模块、提升模块、工件材质及颜色识别组件。

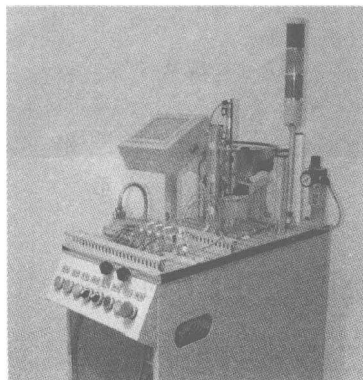


图1-2 上料检测单元

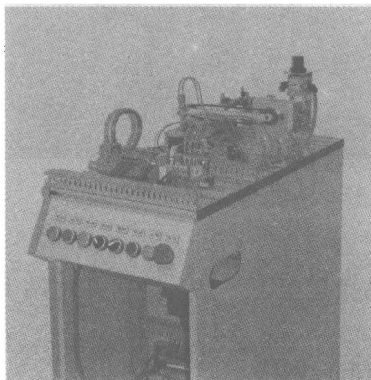


图1-3 供料单元

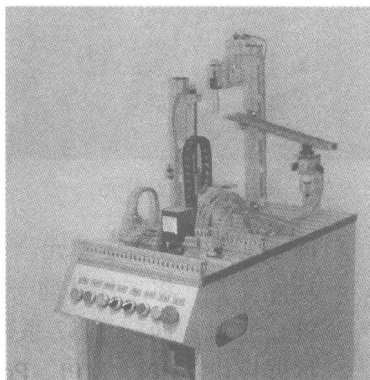


图1-4 检测单元



图 1-5 为加工单元。

功能简介：工件将在旋转平台上被检测及加工。通过具有四个工位的加工旋转平台，进行加工模拟，并进行加工质量的模拟检测。

PLC 主机：西门子 S7 系列。

扩展模块：PPI、MPI、Profibus 网络。

组成模块：旋转平台、模拟钻孔模块、模拟检测组件。

图 1-6 为搬运单元。

功能简介：该搬运单元由无杆气缸、椭圆形活塞气缸和夹爪等部件组成，通过移动、上下伸缩、抓取等动作，将前一单元上的工件传入下一执行单元。

PLC 主机：西门子 S7 系列。

扩展模块：PPI、MPI、Profibus 网络。

组成模块：提升模块、气动夹爪组件、直线运动无杆缸。

图 1-7 为安装单元。

功能简介：该单元提供两色小工件，气缸将料仓中的两色小工件交替推出，由真空吸盘吸取，通过转臂输入到大工件的空腔中。

PLC 主机：西门子 S7 系列。

扩展模块：PPI、MPI、Profibus 网络。

组成模块：送料模块、旋转模块、真空组件。

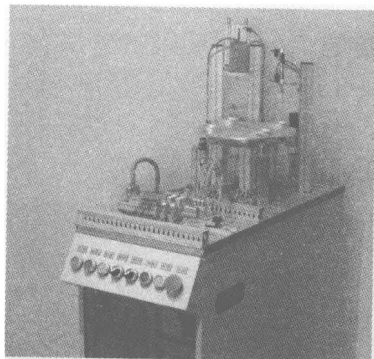


图 1-5 加工单元

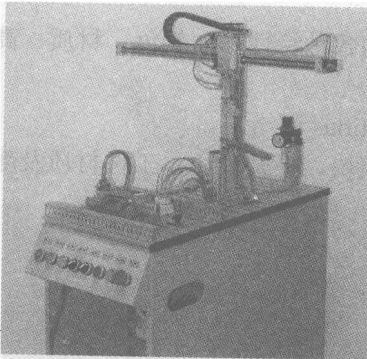


图 1-6 搬运单元

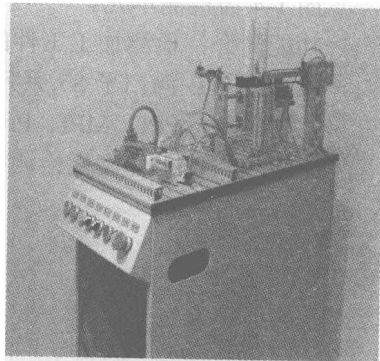


图 1-7 安装单元

图 1-8 为安装搬运单元。

功能简介：将工件从前一站搬运至下一站，并可在本站上完成大、小工件的组装。

PLC 主机：西门子 S7 系列。

扩展模块：PPI、MPI、Profibus 网络。

组成模块：直线转旋转运动模块、气动夹爪装置。