

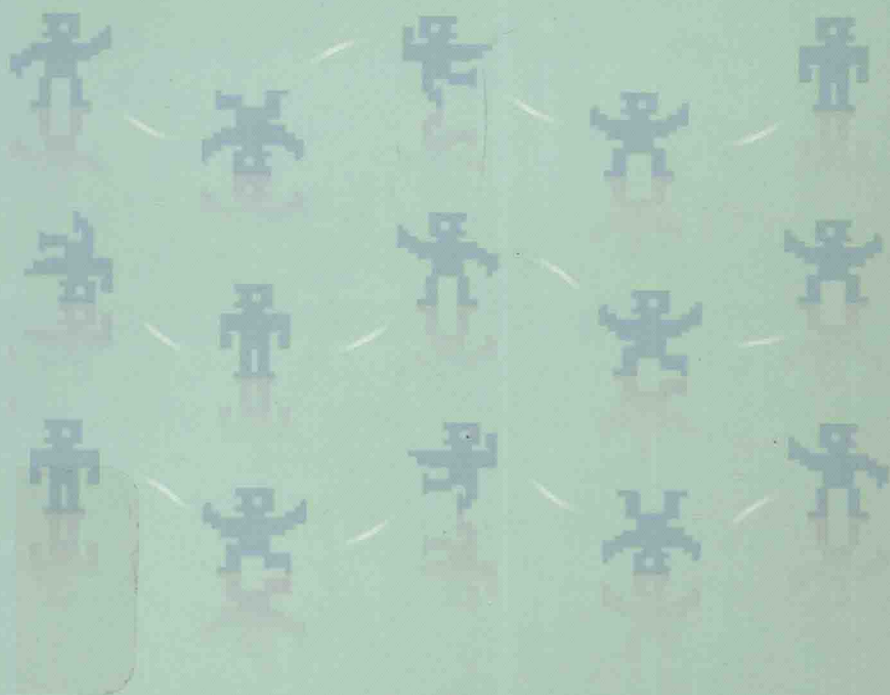
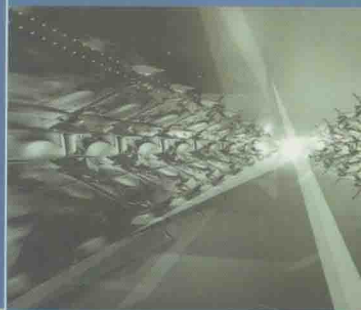


高等职业教育“十二五”规划教材
高职高专自动化类专业系列教材

PLC与控制技术

(西门子版)

李天真 等◎编著



科学出版社



高等职业教育“十二五”规划教材

高职高专自动化类专业系列教材

PLC 与控制技术

(西门子版)

李天真 等 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书按照“项目导向—任务驱动”的模式,以具有工业对象的典型控制类产品(机电一体化柔性生产实训系统)为载体,将理论和实践深度融合,对原有课程体系进行解构和重构,设计了一个大的贯穿项目,包含了七个子项目和一个系统集成项目,系统集成项目和每个子项目按“项目任务说明→基础知识→前导训练→过程详解→技能提高→知识拓展”来设计。通过一个完整系统的“教、学、做”一体化训练后,使读者能根据常见工业控制对象的特点和要求,正确选择控制方案和控制规律,掌握常见传感器件和控制器件的选用和维护知识,熟练地掌握简单工业控制系统的设计、安装和调试方法,达到培养读者实际应用能力的目的。

本书可作为高职高专院校电气自动化、生产过程自动化、工业自动化等控制类专业的教材,也可作为从事控制系统开发和应用的工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

PLC 与控制技术(西门子版)/李天真等编著. —北京:科学出版社, 2010

(高等职业教育“十二五”规划教材·高职高专自动化类专业系列教材)

ISBN 978-7-03-029694-8

I. ①P… II. ①李… III. ①可编程序控制器-高等学校;技术学校-教材 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 238557 号

责任编辑:孙露露·王琪 / 责任校对:刘玉靖
责任印制:吕春珉 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京路局票据印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 2 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2011 年 2 月第一次印刷 印张:19

印数:1—3 000 字数:434 000

定价:29.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈路局票据〉)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62135763-8212

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

前 言

在工业生产过程中存在着大量的开关量顺序控制要求,控制开关量按照逻辑关系进行顺序动作。同时,为了安全有效的运行,还需设置很多互锁、连锁环节。在传统方法中,这些功能是通过继电控制电路完成的。1968年,美国通用汽车公司提出取代继电控制装置的要求;第二年,美国数字公司(DEC)研制出了基于集成电路和电子技术的控制装置,首次将程序化的手段应用于电气控制,这就是第一代可编程控制器(programmable controller, PC)。个人计算机(personal computer, PC)发展起来后,为了方便,也为了反映可编程控制器的功能特点,将可编程控制器定名为 PLC(programmable logic controller)。

20世纪80年代至90年代中期是PLC发展最快的时期。在这个时期,PLC的处理模拟量能力、数字运算能力、人机接口能力和网络能力得到大幅度提高,PLC逐渐进入过程控制领域,在某些应用上取代了在过程控制领域处于统治地位的DCS系统。PLC具有通用性强、使用方便、适应面广、可靠性高、抗干扰能力强、编程简单等特点,在工业自动化控制特别是顺序控制中的地位,在可预见的将来,是无法取代的。

基于这种情况,现代企业急需掌握PLC技术的人员,因此劳动和社会保障部将可编程控制系统设计师列入第七批新职业目录。目前,传统的PLC控制类教材过于理论化,使读者学习后仍不能进行实际PLC控制系统的设计、安装与调试。

本书的编写充分考虑了高职高专的教学特点,同时对照劳动和社会保障部对可编程控制系统设计师的能力要求,按照“项目导向—任务驱动”的模式,以具有工业对象的典型控制类产品(机电一体化柔性生产实训系统)为载体,将理论和实践深度融合,对原有课程体系进行解构和重构,设计了一个大的贯穿项目,包含了七个子项目和一个系统集成项目(第8章),系统集成项目和每个子项目按“项目任务说明→基础知识→前导训练→过程详解→技能提高→知识拓展”来设计。通过一个完整系统的“教、学、做”一体化训练后,让读者能根据常见工业控制对象的特点和要求,正确选择控制方案和控制规律,掌握常见传感器件和控制器件的选用和维护知识,熟练地掌握简单工业控制系统的设计、安装和调试方法。

本书围绕完整的生产控制系统,共分8章,内容包括:落料控制系统的设计、安装与调试;加盖控制系统的设计、安装与调试;顶销控制系统的设计、安装与调试;检测及链条传送控制系统的设计、安装与调试;废成品分拣控制系统的设计、安装与调试;喷涂烘干控制系统的设计、安装与调试;提升及入库控制系统的设计、安装与调试;机电一体化柔性生产控制系统的设计、安装与调试。每个项目都有明确的技能训练目标和知识教学目标,让读者通过完成各个项目来学习PLC控制中主要的操作方法和相关知识,强调对读者综合能力的培养。在每个项目中的“前导训练”部分还穿插有基本的技

能训练项目，用于读者并行的能力训练。

本书是浙江省精品课程“PLC 与控制技术”的配套教材，网址 <http://jpkc.hzvtc.net/plc/> 中有各种教学资源可供下载，教学课件等资源也可到科学出版社网站（www.abook.cn）下载。

本书凝聚了作者多年教学及 PLC 控制系统设计开发的经验，其内容丰富，结构完整，概念清晰，深入浅出，通俗易懂，可读性、可操作性强，可作为高职高专院校电气自动化、生产过程自动化、工业自动化等控制类专业的教材，也可作为从事控制系统开发和应用的工程技术人员的参考书。

本书由李天真、盛强、徐鑫奇、姚晴洲、钱振华、冯显俊、郑巨上、刘海周、楼平共同编写。在编写过程中得到了湖州职业技术学院领导和相关老师、亚龙科技集团的领导和技术人员的支持、关心和帮助，在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，书中难免有疏漏和不足之处，敬请读者批评指正。主编邮箱：litianzhen@hzctv.net。

课程教学目标及学习方法建议

本课程打破传统的学科型教学模式，按照“以职业活动的工作任务为依据，以项目与任务作为能力训练的载体，以‘教、学、做一体化’为训练模式，用任务达成度来考核技能掌握程度”的基本思路，紧紧围绕完成工作任务的需要来选择课程内容，变知识学科本位为职业能力本位，打破传统的以“了解”、“掌握”为特征设定的学科型课程目标，从“项目与职业能力”分析出发，设定职业能力培养目标；变书本知识的传授为动手能力的培养，打破传统知识传授方式的框架，以“工作项目”为主线，创设工作情境，结合职业技能证书考试，培养学生的实践动手能力。

根据培养一般工业企业和流程性工业企业中所急需的国家职业标准（四级）所规定的维修电工、仪表工、总控工、系统工程师、可编程控制系统设计师等人员的工作岗位要求，设计本课程学习目标如下。

1. 能力目标

- 1) 能正确理解、分析控制要求，提出正确的控制方案。
- 2) 能根据控制方案，正确选择传感器、可编程控制器及其他器件。
- 3) 能根据控制方案，正确设计、调试 PLC 程序。
- 4) 能根据控制方案及设计、安装规范，正确进行线路设计与安装。
- 5) 能依据调试规程，对控制系统进行最终调试。
- 6) 能根据 GB/T 18229—2000 等标准，进行技术文档的撰写。

2. 知识目标

- 1) 掌握传感器的分类及主要技术指标。
- 2) 掌握 PLC 的硬件组成及主要技术指标。
- 3) 掌握 PLC 的编程原理及工作特点。
- 4) 掌握 PLC 的各种编程方式并能熟练应用。
- 5) 熟悉常用低压电器的技术特性与指标。

本课程是生产过程自动化等专业中技术性、实践性很强的核心主干课程。通过本课程的学习，学生能够根据常见工业控制对象的特点和要求，正确选择控制方案和控制规律、掌握常见传感器件和控制器件的选用和维护知识，熟练地掌握简单工业控制系统的安装和调试方法。

针对本课程的特点，建议学习方法如下：

1) 用好各章节的学习目标（包括技能训练目标和知识教学目标）和小结，把握各章节的学习重点和教学要求。

2) 由于本课程的实践性较强，在完成各章“前导训练”的基础上，按要求认真完成每章的项目任务。在实训中，注意多问几个为什么，并在“基础知识”模块中寻找解决问题的答案，使理论和实践融为一体，提高动手实践能力和实际工程设计能力。

3) 注重课外的阅读和训练。本课程提供了“技能提高”和“知识拓展”两个模块，在课余时间可认真加以阅读和训练，使自身在原有基础上得到技能和理论上的提升。

4) 学习中注意归纳总结。“PLC 与控制技术”课程内容庞杂，各部分内容相互交叉，工程实践性强。所以，在学习过程中，对每一阶段的学习都应进行归纳总结。这不仅可以帮助学好该课程，更可以培养出的良好的学习习惯。

5) 学习中积极参与讨论。在学习中，要认真对待和参与课堂讨论，勇于表达自己的观点；同时，要倾听其他同学的观点，开阔思路，学会从不同角度思考问题，这样可以对所学知识和技能掌握得更牢固、更深入。

目 录

前言

课程教学目标及学习方法建议

绪论	1
----------	---

第 1 章 落料控制系统的设计、安装与调试	5
-----------------------------	---

1.1 项目任务说明	6
------------------	---

1.1.1 工艺的描述	6
-------------------	---

1.1.2 器件的组成	6
-------------------	---

1.1.3 控制要求分析	7
--------------------	---

1.2 基础知识	7
----------------	---

1.2.1 可程序控制器基础	7
----------------------	---

1.2.2 SIMATIC S7-200 系列 PLC 编程数据的存取	13
---	----

1.2.3 SIMATIC S7-200 系列 PLC 的基本指令	16
---	----

1.2.4 STEP 7-Micro/WIN 软件的使用	22
------------------------------------	----

1.2.5 SIMATIC S7-200 系列 PLC 的 I/O 分配与外部连接	30
---	----

1.3 前导训练	33
----------------	----

1.3.1 电动机正/反转的 PLC 控制	33
-----------------------------	----

1.3.2 落料单元托盘检测与放行	36
-------------------------	----

1.4 过程详解	37
----------------	----

1.4.1 I/O 端口分配	37
----------------------	----

1.4.2 梯形图的设计	37
--------------------	----

1.4.3 控制电路的连接	39
---------------------	----

1.4.4 系统的调试	40
-------------------	----

1.5 技能提高	42
----------------	----

1.6 知识拓展	43
----------------	----

1.6.1 工控网站介绍	43
--------------------	----

1.6.2 SIMATIC S7-200 系列 PLC 系统手册	44
--	----

本章小结	44
------------	----

第 2 章 加盖控制系统的设计、安装与调试	46
-----------------------------	----

2.1 项目任务说明	47
------------------	----

2.1.1 工艺的描述	47
-------------------	----

2.1.2 器件的组成	47
-------------------	----

2.1.3 控制要求分析	48
--------------------	----

2.2 基础知识	48
----------------	----

2.2.1 S 堆栈与顺序控制状态流程图	49
----------------------------	----

2.2.2 步与步进指令	51
--------------------	----

2.2.3 分支状态转移图的处理	53
------------------------	----

2.3 前导训练	56
----------------	----

2.3.1	班级广告灯箱的设计	56
2.3.2	加盖单元托盘、料体与盖子的检测与放行系统设计	57
2.4	过程详解	59
2.4.1	I/O 端口分配	59
2.4.2	状态转移图与梯形图的设计	59
2.4.3	控制电路的连接	64
2.4.4	系统的调试	64
2.5	技能提高	66
2.6	知识拓展	67
2.6.1	立体式自动化停车库系统简述	67
2.6.2	立体式自动化停车库系统的控制方案	69
2.6.3	立体式自动化停车库系统的工作原理及过程	69
2.6.4	立体式自动化停车库系统的设计	70
	本章小结	74
第 3 章	顶销控制系统的设计、安装与调试	75
3.1	项目任务说明	76
3.1.1	工艺的描述	76
3.1.2	器件的组成	76
3.1.3	控制要求分析	77
3.2	基础知识	78
3.2.1	功能指令概述	78
3.2.2	常用的功能指令	80
3.2.3	复杂程序的设计思路与步骤	91
3.2.4	PLC 程序的质量标准与调试方法	92
3.3	前导训练	94
3.3.1	左右运动送料车的 PLC 控制	94
3.3.2	拨销机构顶销系统的设计	96
3.4	过程详解	97
3.4.1	输入/输出端口分配	97
3.4.2	程序的设计	98
3.4.3	PLC 外部电路	106
3.5	技能提高	107
3.6	知识拓展	108
3.6.1	S7-200 系列 PLC 中数的表达形式	108
3.6.2	S7-200 系列 PLC 的其他数据存储区	111
3.6.3	直接寻址与间接寻址	113
	本章小结	114
第 4 章	检测及链条传送控制系统的设计、安装与调试	116
4.1	项目任务	117
4.1.1	工艺的描述	117

4.1.2	器件的组成	117
4.1.3	控制要求分析	118
4.2	基础知识	118
4.2.1	传感器的定义与分类	118
4.2.2	传感器的静态特性	119
4.2.3	传感器的动态特性	121
4.2.4	传感器的选用原则	121
4.2.5	常用传感器介绍	123
4.2.6	传感器接线方式	129
4.3	前导训练	131
4.3.1	金属材料的检测	131
4.3.2	用 PT100 型温度传感器进行温度测量	132
4.3.3	工件颜色检测	134
4.4	过程详解	136
4.4.1	输入/输出端口分配	136
4.4.2	梯形图的设计	137
4.4.3	控制电路的连接	139
4.4.4	系统的调试	139
4.5	技能提高	141
4.5.1	玻璃瓶压盖机控制系统的设计、安装与调试	141
4.5.2	控制规格	142
4.5.3	训练步骤	142
4.6	知识拓展	143
	本章小结	144
第 5 章	废成品分拣控制系统的设计、安装与调试	145
5.1	项目任务说明	146
5.1.1	工艺的描述	146
5.1.2	器件的组成	147
5.1.3	控制要求分析	147
5.2	基础知识	148
5.2.1	气压传动系统的组成	148
5.2.2	气源装置	148
5.2.3	执行元件	150
5.2.4	控制元件	153
5.2.5	常用气动控制回路	160
5.3	前导训练	163
5.4	过程详解	165
5.4.1	废成品分拣气动控制系统设计	165
5.4.2	输入/输出端口分配	165
5.4.3	程序流程图	166

5.4.4	控制电路的连接	166
5.4.5	控制梯形图	166
5.4.6	系统的调试	166
5.5	技能提高	175
5.6	知识拓展	177
	本章小结	179
第6章	喷涂烘干控制系统的设计、安装与调试	180
6.1	项目任务说明	181
6.1.1	工艺的描述	181
6.1.2	器件的组成	181
6.1.3	控制要求分析	182
6.2	基础知识	183
6.2.1	PLC 模拟量闭环控制系统的基本原理	183
6.2.2	S7-200 模拟量扩展模块介绍	183
6.2.3	S7-200 功能指令介绍	190
6.3	前导训练	196
6.3.1	温度测量模块训练	196
6.3.2	升/降温度控制训练	203
6.4	过程详解	205
6.4.1	模拟量模块的选择	205
6.4.2	扩展模块的连接	205
6.4.3	控制程序的设计	205
6.5	技能提高	213
6.6	知识拓展	213
6.6.1	PLC 的 PID 功能介绍	213
6.6.2	相关案例 (恒压供水控制系统)	217
	本章小结	220
第7章	提升及入库控制系统的设计、安装与调试	221
7.1	项目任务说明	222
7.1.1	工艺的描述	222
7.1.2	器件的组成	223
7.1.3	控制要求分析	223
7.2	基础知识	224
7.2.1	步进电动机的结构与工作原理	224
7.2.2	步进电动机的控制方式	228
7.2.3	伺服电动机的结构与工作原理	228
7.2.4	伺服电动机的控制方式	232
7.3	前导训练	235
7.3.1	步进电动机的 PLC 控制	235
7.3.2	伺服电动机的 PLC 控制	239

7.4 过程详解	241
7.4.1 提升及入库控制系统设计	241
7.4.2 输入/输出端口分配	242
7.4.3 程序流程图	243
7.4.4 控制电路的连接	244
7.4.5 PLC 控制梯形图	244
7.4.6 系统的调试	244
7.5 技能提高	255
7.6 步进电动机的选择	256
本章小结	256
第8章 机电一体化柔性生产控制系统的设计、安装与调试	258
8.1 项目任务说明	259
8.1.1 工艺的描述	259
8.1.2 器件的组成	259
8.1.3 控制要求分析	260
8.2 基础知识	261
8.2.1 PLC 通信物理基础	261
8.2.2 西门子 PLC 的通信类型	262
8.3 S7-300 系列 PLC 基础	262
8.3.1 S7-300 硬件基础	263
8.3.2 硬件组态	266
8.3.3 S7-300 指令系统	271
8.4 前导训练	277
8.5 过程详解	282
8.5.1 输入/输出端口分配	282
8.5.2 主/从站参数的设置	283
8.5.3 系统的调试	283
8.5.4 技术文档	284
8.6 技能提高	284
8.7 知识拓展	288
8.7.1 相关国家标准	288
8.7.2 相关案例	288
本章小结	289
参考文献	290

绪 论

1. 机电一体化柔性生产系统的形成和发展

现代科学技术的不断发展,极大地推动了不同学科的交叉与渗透,导致了工程领域的技术革命与改造。在机械工程领域,由于微电子技术和计算机技术的迅速发展及其向机械工业的渗透所形成的机电一体化,使机械工业的技术结构、产品结构、功能与构成、生产方式及管理体系发生了巨大变化,使工业生产由“机械电气化”迈入了“机电一体化”为特征的发展阶段。

机电一体化是指在机构的主功能、动力功能、信息处理功能和控制功能上引进电子技术,将机械装置与电子化设计及软件结合起来所构成的系统的总称。

机电一体化发展至今已成为一门有着自身体系的新型学科,随着科学技术的不断发展,还将被赋予新的内容。但其基本特征可概括为:机电一体化是从系统的观点出发,综合运用机械技术、微电子技术、自动控制技术、计算机技术、信息技术、传感测控技术、电力电子技术、接口技术、信息变换技术以及软件编程技术等群体技术,根据系统功能目标和优化组织目标,合理配置与布局各功能单元,在多功能、高质量、高可靠性、低能耗的意义上实现特定功能价值,并使整个系统最优化的系统工程技术。由此而产生的功能系统,则称为一个机电一体化系统或机电一体化产品。

机电一体化生产系统是现代工业生产的灵魂,任何行业只要进行产品生产就离不开生产设备,而现代化的生产设备也离不开完善的机电一体化控制系统,例如,汽车车身冲压生产线、柔性装配系统、货运仓储控制系统、食品灌注包装流水线等,都是机电一体化柔性生产系统的典型代表。

2. 以 PLC 技术为核心的机电一体化柔性生产系统的发展

20 世纪 60 年代后期,根据当时汽车市场需求和计算机技术的发展,在美国马萨诸塞州的 Bedford Associates,向美国汽车制造业提议开发一种 MODICON (modular digital controller) 取代继电控制盘。其他一些公司也建议以计算机为基础的方案。其核心思想是采用软件编程方法代替继电控制的硬接线方式,并备有生产现场大量使用的输入传感器和输出执行器的接口,以便于进行大规模生产线的流程控制。这就是以后被称为 programmable logic controller (PLC) 的由来。MODICON084 是世界上第一种投入商业生产的 PLC。

20 世纪 70 年代是 PLC 崛起,并首先在汽车工业获得大量应用,在其他产业部门也开始应用的时期。20 世纪 80 年代是它走向成熟,全面采用微电子及微处理器技术,

大量推广应用,并奠定其在工业控制中不可动摇的地位的时期。在此阶段,PLC 销售始终以两位数百分点的速度增长,前六年的增长率超过 35%,后四年稳定发展,年增长率约 12%。20 世纪 90 年代,PLC 又开始了它的第三个发展时期。PLC 的国际标准 IEC 61131 的正式颁布,推动了 PLC 在技术上获得新的突破:

1) 在系统体系结构上,从传统的单机向多 CPU 和分布式及远程控制系统发展;在编程语言上,文本化和图形化的语言多样性,创造了更具表达控制要求、文字处理、通信能力的编程环境。

2) 从应用范围和应用水平上,除了继续发展机械加工自动生产线的控制系统外,更是发展以 PLC 为基础的 DCS 系统、监控和数据采集 (SCADA) 系统、柔性制造系统 (FMS)、紧急停车系统 (ESD)、运动控制系统等,全方位地提高 PLC 的应用范围和水平。

进入 20 世纪 90 年代后期,由于用户对开放性的强烈要求和压力,以及信息技术的大力推动,PLC 不能停留在原有的专用而又封闭的系统概念上坐以待毙,开始进入了其发展的第四阶段。其特征是:在保留 PLC 功能的前提下,采用面向现场总线网络的体系结构,采用开放的通信接口,如以太网、高速串口,采用各种相关的国际工业标准和一系列的事实上的标准,从而使 PLC 和 DCS 这些原来处于不同硬件平台的系统,随着计算机技术、通信技术和编程技术的发展,趋向于建立同一个硬件平台,运用同一个操作系统、同一个编程系统,执行不同的 DCS 和 PLC 功能。这就是真正意义上的 EIC (electricity, instrument, computer) 三电一体化。或者说 DCS 和 PLC 的形态将会变化,而它们的功能依然存在。其中的关键技术应该是嵌入式 PLC 系统及支持现场总线的 I/O (硬件),以及以 IEC 61161-3 为基础的编程系统及强实时 (hard real-time) 操作系统。

在中国,PLC 的发展大约从 1974、1975 年在北京和上海开始,开发采用位片式微处理芯片的可编程顺序控制器,并有所应用,但一直未能形成批量生产。在改革开放刚起步的 1979 年,在当时的机械部仪表局的推动下,开始从美国 MODICON 公司引进 584 的 PLC,并首先在电站的辅机如输煤、除灰除渣、水处理系统以及水泥厂等控制系统中成功应用,从而大大推动了 PLC 在我国工业的大规模运用。

自 1985 年开始,小型 PLC 首先是日本三菱电机公司的 MELSEC-F,通过非政府渠道进入中国市场。不到四年时间,小型 PLC 就形成了大面积的推广应用局面。1990 年以后,Siemens、Allen Bradley 以及其他知名品牌开始大举进入中国市场,占据中、大型 PLC 的较大份额。1995 年后形成了大型 PLC 以欧美为主,中型 PLC 欧美和日本平分秋色,小型 PLC 则以日本为主、Siemens 也步步紧逼的格局。这种格局至今没有很大改变。

3. 以 PLC 技术为核心的机电一体化柔性生产实训控制系统简介

通过广泛细致的企业调研,作者提取了七个应用广泛、控制难度梯次明显、能组合形成完整生产系统的典型生产环节,组成一套机电一体化柔性生产实训控制系统。其外形结构如图 0.1 所示。

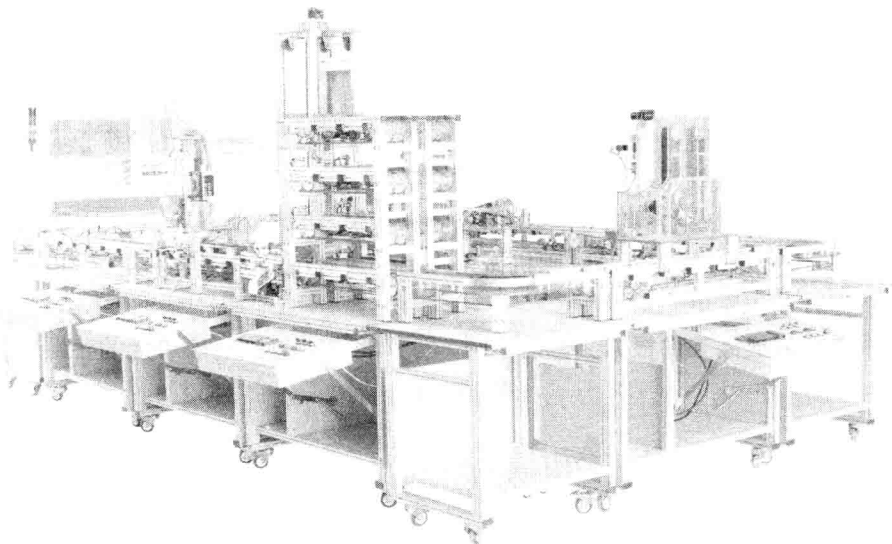


图 0.1 机电一体化柔性生产实训控制系统外形结构

本控制系统以 1 个 S7-300 系列 PLC 作为通信主站，另外 7 个 S7-200 系列 PLC 作为从站，主站和从站之间使用 PROFIBUS-DP 协议进行通信。主站负责采集各从站数据，协调各站运行，并为上位机的监控程序提供数据；7 个从站分别完成对落料单元、喷涂烘干单元、加盖单元、顶销单元、检测单元及链条传送单元、废成品分拣单元提升及入库单元的控制。系统的供电、启停等操作通过各站的操作面板进行控制。各单元简介如下。

(1) 落料单元

传送带将托盘输送到托盘检测位置后，由电动机带动齿轮及传送带使工件下落，当托盘落入工件后，托盘及工件移出落料单元。

(2) 喷涂烘干单元

传送带将托盘及工件送入喷涂室后，通过控制电磁阀，对工件进行喷漆。喷漆后，喷涂室的温度上升，对喷漆工件进行烘干。烘干后，喷涂室两侧电风扇对其吹风降温，降到常温后，托盘及工件送往加盖单元。柔性生产线的第二个工作单元是喷涂烘干单元，由于喷涂烘干单元将涉及模拟量模块及功能指令，根据教学规律，本书将此单元安排在第 6 章讲述。

(3) 加盖单元

传送带将托盘及工件送到加盖单元的托盘及工件检测位置，摆动臂上的电磁铁从支架上吸住盖子，然后摆动到工件一侧，将盖子放置在工件上。传感器检测到盖子加上后通往顶销单元。

(4) 顶销单元

传送带将托盘及工件送到顶销单元的托盘检测位置，电动机带动拨销轮旋转，转动到一定位置后，气缸将拨销轮上的销钉顶入工件，传感器检测有销钉后通往检测及链条

传送单元。

(5) 检测及链条传送单元

传送带将托盘及工件送到检测位置后，检测单元对该位置处的工件进行颜色、盖子、销钉检测。检测后，托盘及工件由链条传送单元输送到废成品分拣单元。

(6) 废成品分拣单元

该单元通过检测的信息将工件分为成品和废品。若为成品，则机械手将工件旋转 90° 后送入提升单元；若为废品，则机械手将工件放到废品输送单元进行剔除。

(7) 提升及入库单元

提升单元将成品工件根据颜色的不同，分别将其放置到仓库单元的各层中。

第 1 章

落料控制系统的设计、安装与调试

技能训练目标

1. 掌握控制要求的分析。
2. 掌握编程软件STEP 7-Micro/WIN的使用方法。
3. 掌握PLC的编程方法。
4. 能按图连接外部电路。
5. 能调试所编程序。

知识教学目标

1. 掌握PLC的基本结构与工作原理。
2. 了解SMTATIC产品及S7-200的基本知识。
3. 掌握基本指令的使用方法。
4. 掌握PLC外部接线图的构成。

