

西门子 S7-200 PLC 应用技术

编著 张文涛

参编 周海君 崔 健 张赛昆 刘玉娟



北京航空航天大学出版社

西门子 S7 - 200 PLC

应用技术

编 著 张文涛
参 编 周海君 崔 健
张赛昆 刘玉娟

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书采用项目教学法,通过典型的西门子小型 PLC——S7-200 PLC 在 13 个训练项目中的应用,侧重讲解 PLC 控制技术在工业产品设计生产中的应用方法。每个项目都力求与现场实际控制要求接轨,在项目中引入工程意识。本书还通过采用图纸、实际设计分析方法等内容,帮助读者更进一步地熟悉工业设计工艺和要求。

本书内容包括认识 PLC、电动机控制、抢答器控制、十字路口交通信号灯控制、通风机监视、液体混合装置控制、广告灯光控制、工业机械控制、运料小车运动控制、PID 测量与控制、过程监控系统、网络通信技术认识、小型自动化综合应用等十三大部分。

本书以理论实践一体化教学为指导,配以多个工程案例,可作为普通高校、高职高专自动化类专业 PLC 教学实训一体化教材,也可供从事 PLC 应用系统设计、调试和维护的工程技术人员自学参考或作为培训教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

西门子 S7-200 PLC 应用技术/张文涛等编著. —北京:北京航空航天大学出版社,2010.1
ISBN 978-7-81124-831-9

I. 西… II. 张… III. 可编程序控制器 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 116192 号

© 2009,北京航空航天大学出版社,版权所有。

未经本书出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式或手段复制本书内容。
侵权必究。

西门子 S7-200 PLC 应用技术

编 著 张文涛

参 编 周海君 崔 健 张赛昆 刘玉娟

责任编辑 胡 敏

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100191) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail: bhpess@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:21.5 字数:550 千字

2010 年 1 月第 1 版 2010 年 1 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-81124-831-9 定价:36.00 元

前 言

随着小型自动化技术的飞速发展,可编程序控制器(PLC)这一通用工业自动控制装置被广泛应用,它具有高可靠性、可灵活地扩充配置、易于编程、便于使用维护等优点。

德国西门子公司 S7-200 系列 PLC 是小型 PLC 产品,应用范围广泛,通过各种小型自动化产品搭配,可以实现各种现场解决方案。S7-200 系列 PLC 在国内具有较高的市场占有率。

本书主要以西门子 S7-200 CPU 为主机,配以各种外围设备,以“北京电子科技职业技术学院——西门子先进自动化技术联合示范实验中心”及“北京电子科技职业技术学院——西门子小型自动化培训中心”实训设备为平台,按照北京市机电技术创新团队分工进行开发,依托北京加工制造类实训基地机电及自动化专业组进行研究,开发过程基于学习领域、适用于理论实践一体化课程教学。

本书采用了大量的原创图片和资料,由张文涛统一设计并主编、统稿。其中项目一、项目四、项目十由张文涛编写,项目二、项目三由刘玉娟编写,项目五、项目六由张赛昆编写,项目七~项目九由崔健编写,项目十一~项目十三由周海君编写。上述编者均来自北京电子科技职业学院自动化工程学院。在整书的编写过程中得到了西门子(中国)有限公司工业自动化与驱动技术集团的帮助和支持,并提出了许多宝贵意见和建议,在此向他们表示衷心的感谢。

本书获得“北京市职业院校教师素质提高工程”经费资助。

由于编者水平有限,对于书中存在的错误与不妥之处,恳请广大读者不吝指正。

作者邮箱:office.zwt@gmail.com

编 者

2009 年 9 月

目 录

项目一 认识 PLC	1
1.1 任务一 自动化控制技术概述	1
1.1.1 自动化技术的发展和趋势	1
1.1.2 自动化控制系统的分类	3
1.1.3 自动化控制系统的设计和实施	5
1.2 任务二 PLC 技术概述	6
1.2.1 PLC 的发展历史和定义	6
1.2.2 西门子 PLC 的发展过程	8
1.3 任务三 利用 PLC 完成设计任务	10
1.3.1 完成逻辑控制任务的要点	10
1.3.2 完成逻辑控制任务的方法	10
1.4 任务四 PLC 的硬件结构	12
1.5 任务五 认识西门子 S7-200 PLC	14
1.5.1 西门子 PLC 产品系列	14
1.5.2 西门子 S7-200 PLC 产品	14
1.5.3 西门子 S7-200 使用入门	16
项目二 电动机控制	58
2.1 任务一 电气设备启动—保持—停止控制	58
2.1.1 任务概述	58
2.1.2 知识准备	59
2.1.3 任务分析	59
2.1.4 任务实施	60
2.1.5 PLC 的等效电路	62
2.1.6 测 试	62
2.1.7 总 结	63
2.2 任务二 电动机正反转控制	64
2.2.1 任务概述	64
2.2.2 任务分析	65
2.2.3 任务实施	66
2.2.4 测 试	67
2.2.5 训练任务	68
2.3 任务三 多台电动机顺序启停控制	70
2.3.1 任务概述	70
2.3.2 任务分析	70



2.3.3 任务实施	71
2.3.4 测试	72
2.3.5 训练任务	73
项目三 抢答器控制	76
3.1 任务一 带有抢答按钮和组内指示灯抢答器控制	76
3.1.1 任务概述	76
3.1.2 知识准备	77
3.1.3 任务分析	77
3.1.4 任务实施	77
3.1.5 测试	79
3.2 任务二 带有抢答按钮和组号显示数码管的抢答器控制	81
3.2.1 任务概述	81
3.2.2 任务分析	81
3.2.3 知识准备	81
3.2.4 任务实施	82
3.2.5 测试	85
3.2.6 训练任务	89
项目四 十字路口交通信号灯控制	90
4.1 任务一 绿灯平光显示十字路口交通信号灯控制	90
4.1.1 任务概述	90
4.1.2 知识准备	91
4.1.3 任务分析	97
4.1.4 任务实施	98
4.1.5 测试	101
4.1.6 总结分析	102
4.1.7 训练任务	102
4.2 任务二 绿灯后段闪烁显示十字路口交通信号灯控制	104
4.2.1 任务概述	104
4.2.2 任务分析	104
4.2.3 任务实施	106
4.2.4 测试	109
4.2.5 总结分析	110
4.3 任务三 绿灯倒计时显示十字路口交通信号灯控制	110
4.3.1 任务概述	111
4.3.2 任务分析	111
4.3.3 知识准备	112
4.3.4 任务实施	113
4.3.5 总结分析	114

项目五 通风机监视	115
5.1 任务一 通风机监视控制	115
5.1.1 任务概述	115
5.1.2 任务分析	115
5.1.3 知识准备	116
5.1.4 任务实施	122
5.1.5 测 试	125
5.1.6 总 结	129
5.1.7 训练任务	129
项目六 液体混合装置控制	131
6.1 任务一 液体混合装置控制方法入门	131
6.1.1 任务概述	131
6.1.2 任务分析	131
6.1.3 知识准备	132
6.1.4 任务实施	136
6.1.5 测 试	137
6.1.6 总 结	138
6.2 任务二 液体混合装置控制	139
6.2.1 任务概述	139
6.2.2 任务分析	139
6.2.3 任务实施	141
6.2.4 测 试	143
6.2.5 总 结	147
6.2.6 训练任务	148
项目七 广告灯光控制	149
7.1 任务一 广告牌灯箱控制	149
7.1.1 任务概述	149
7.1.2 任务分析	150
7.1.3 知识准备	151
7.1.4 任务实施	156
7.1.5 测 试	157
7.1.6 总 结	157
7.2 任务二 五色彩环霓虹灯控制	160
7.2.1 任务概述	160
7.2.2 任务分析	161
7.2.3 任务实施	162
7.2.4 测 试	165
7.2.5 总 结	169
7.2.6 训练任务	169



项目八 工业机械控制	171
8.1 任务一 液压动力滑台控制	171
8.1.1 任务概述	171
8.1.2 任务分析	172
8.1.3 知识准备	172
8.1.4 任务实施	181
8.1.5 测试	184
8.1.6 总结	185
8.2 任务二 气动机械手搬物控制	185
8.2.1 任务概述	185
8.2.2 任务分析	185
8.2.3 任务实施	186
8.2.4 测试	192
8.2.5 总结分析	197
8.2.6 训练任务	197
项目九 运料小车运行控制	200
9.1 任务一 电动机运行控制	200
9.1.1 任务概述	200
9.1.2 任务分析	200
9.1.3 知识准备	200
9.1.4 任务实施	203
9.1.5 测试	206
9.1.6 总结	208
9.2 任务二 运料小车控制	209
9.2.1 任务概述	209
9.2.2 任务分析	210
9.2.3 任务实施	210
9.2.4 测试	215
9.2.5 总结分析	220
9.2.6 训练任务	220
项目十 PID 测量与控制	222
10.1 任务一 使用 TD 200C 文本控制器实现 PID 监控	222
10.1.1 任务概述	222
10.1.2 知识准备	223
10.1.3 任务分析	229
10.1.4 任务实施	229
10.2 任务二 水箱水位控制	251
10.2.1 任务概述	251
10.2.2 任务分析	252

10.2.3	任务实施	252
10.2.4	总结分析	253
项目十一	过程监控系统	254
11.1	任务一 水泵启停控制	254
11.1.1	任务概述	254
11.1.2	任务分析	255
11.1.3	知识准备	255
11.1.4	任务实施	268
11.1.5	测 试	278
11.1.6	总结分析	279
11.1.7	训练任务	279
11.2	任务二 电动机星-三角转换控制	279
11.2.1	任务概述	279
11.2.2	任务分析	280
11.2.3	任务实施	281
11.2.4	测 试	286
11.2.5	总结分析	286
11.2.6	训练任务	286
11.3	任务三 变频恒压供水控制	287
11.3.1	任务概述	287
11.3.2	任务分析	288
11.3.3	任务实施	291
11.3.4	测 试	298
11.3.5	总结分析	299
11.3.6	训练任务	299
项目十二	网络通信技术认识	301
12.1	任务一 PLC 点对点通信	301
12.1.1	任务概述	301
12.1.2	任务分析	302
12.1.3	知识准备	303
12.1.4	任务实施	305
12.1.5	测 试	309
12.1.6	总结分析	309
12.1.7	训练任务	310
12.2	任务二 PLC 以太网通信	310
12.2.1	任务概述	310
12.2.2	控制要求	310
12.2.3	任务分析	311
12.2.4	任务实施	311



12.2.5 测试	321
12.2.6 总结分析	321
12.2.7 训练任务	321
项目十三 小型自动化综合应用	322
13.1 项目概述	322
13.2 系统分析	324
13.3 项目实施	325
13.4 总结分析	332
参考文献	333

项目一 认识 PLC

学习目标

了解自动化技术的发展历史；
了解 PLC 的发展过程；
了解 PLC 的硬件结构；
学习西门子 S7-200 PLC 的基本使用方法。

1.1 任务一 自动化控制技术概述

1.1.1 自动化技术的发展和趋势

在人类发展的历史上,自动化技术一直是人们不断追求、不断研究的一门技术,早在公元前 120 年,Heron of Alexandria 就已经发明了气动的炉灶火焰温度控制器,而电锯自动控制技术更被前人应用于原始的机床上。历史上的自动控制系统如图 1.1 所示。

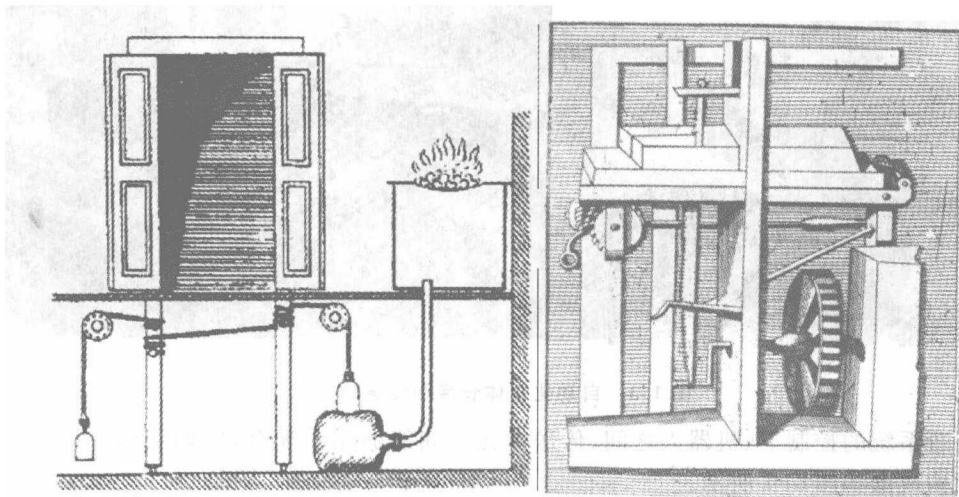


图 1.1 历史上的自动控制系统

随着时代的发展和科技的进步,自动化技术被广泛地应用于工业化生产中,以汽车生产为例,汽车制造业已经由最早的手工作坊式加工,完全转变为今天的全自动化汽车加工、装配、仓储一条龙生产模式。图 1.2 中展示的是德国一条汽车车体制造生产线。在这条生产线上,共有约 1000 部机器人、200 个传送单元、1600 个控制器。在系统正常工作下,每日可生产 1000~1400 部汽车车体。图 1.3 所示为自动化立体仓库和传送单元。

控制如此庞大而复杂的一套系统,需要利用计算机集成制造系统来实现控制功能,在计算

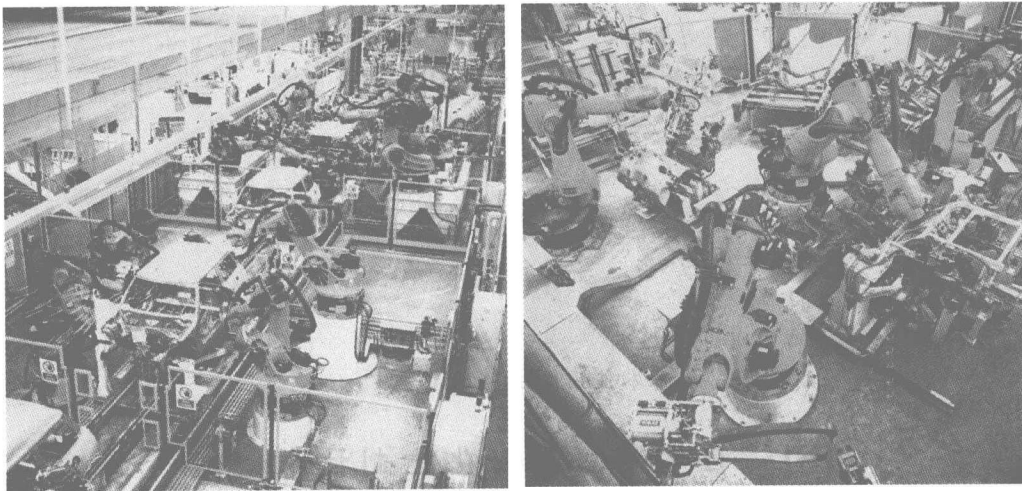


图 1.2 自动化汽车车体生产线

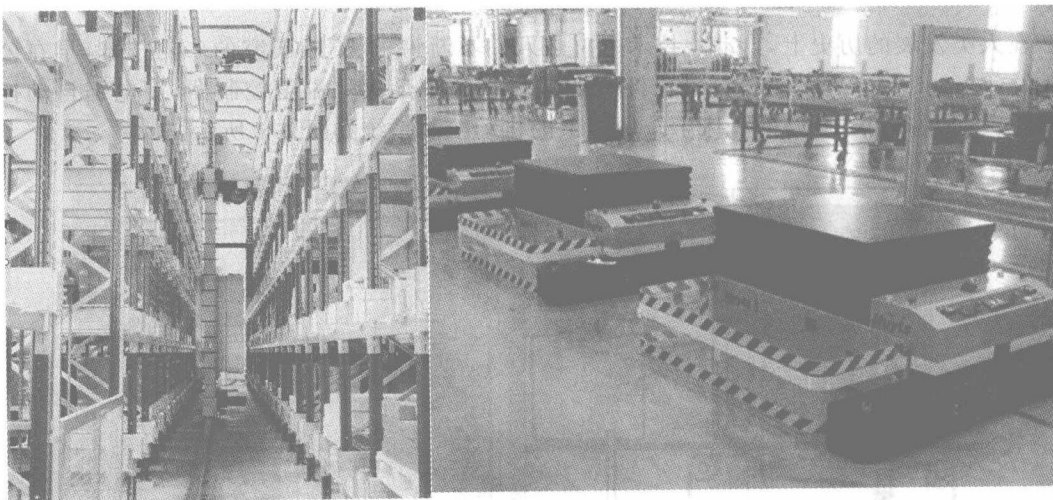


图 1.3 自动化立体仓库和传送单元

机集成制造系统的控制下,机器人之间、传送单元之间能够相互配合,协调工作。计算机集成制造系统构成图如图 1.4 所示。

💡 **提示:** 计算机集成制造系统的英文简称 CIM - SYSTEM, 其中 CIM 是英文 Computer Integrated Manufacturing 的缩写。

应用自动化系统可以带来更多的便利,其优点是:

- 可减少额外成本。
- 高精度。

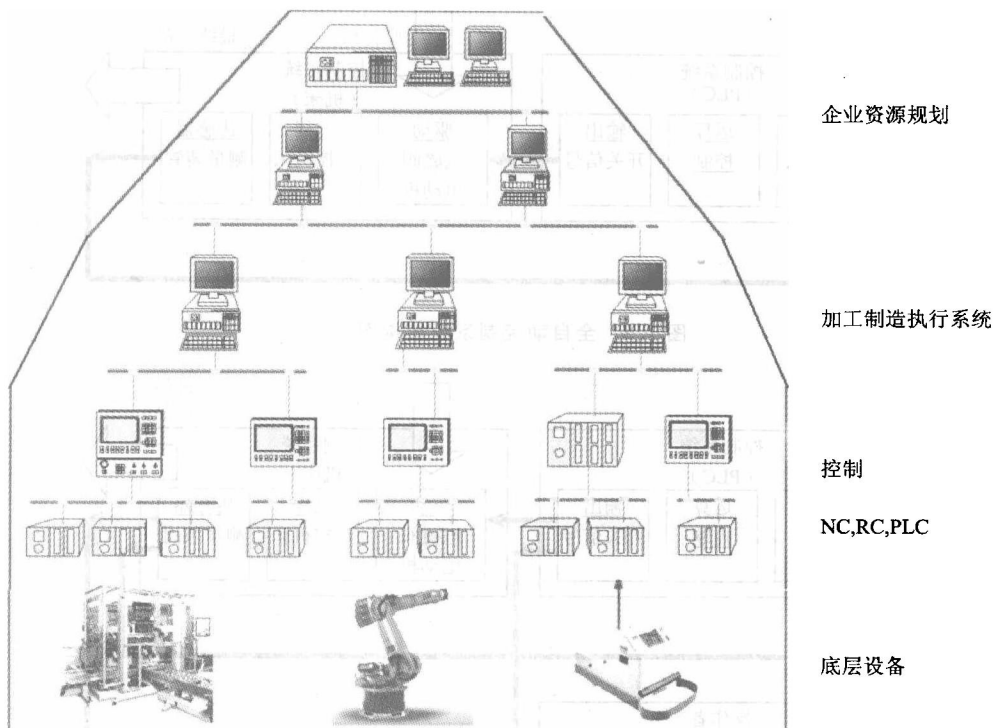


图 1.4 计算机集成制造系统构成图

- 高可靠性。
- 安全环保。
- 加速新技术应用速度。
- 促进能源、原材料和企业人力资源合理利用。

提示：图 1.4 中，NC 是英文 Numerical Control 的缩写，意为数控；RC 是英文 Robot Control 的缩写，意为机器人控制；PLC 是 Programmable Logic Control 的缩写，意为可编程序逻辑控制。

1.1.2 自动化控制系统的分类

1. 控制系统的操作模式

自动化控制系统的操作模式可以分为以下两种。

(1) 全自动模式

在该模式的控制下，自动化系统可以实现全自动化工作，效率高，生产的产品精度高。全自动控制系统结构如图 1.5 所示。

(2) 手动+自动模式

在该模式的控制下，自动化系统可以实现人工操作与自动控制的结合，系统可以在操作者控制下实现系统工作过程自动化控制。手动+自动控制系统结构如图 1.6 所示。

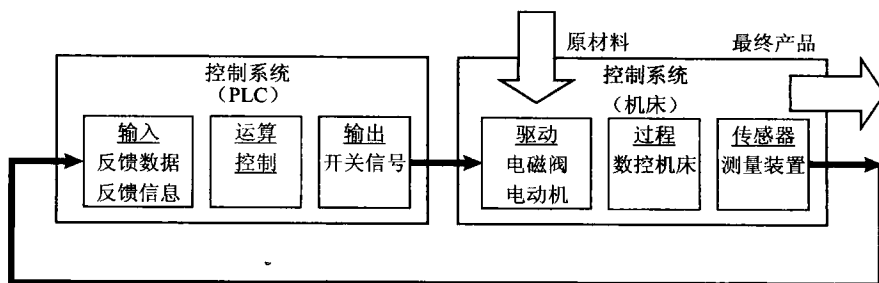


图 1.5 全自动控制系统结构图

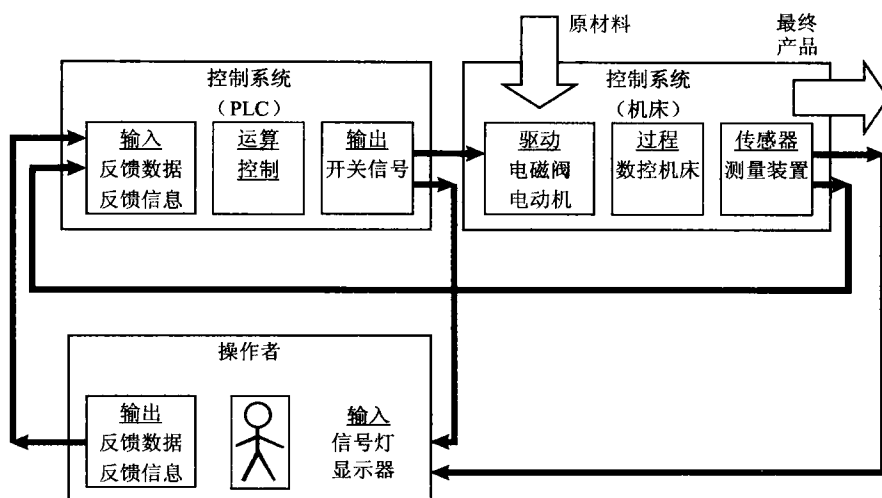


图 1.6 手动+自动控制系统结构图

在现场自动控制系统中,无论系统如何复杂,功能如何强大,手工操作方式仍然是不可缺少的控制方式,可以用于设置系统工作方式或者在紧急情况下控制系统。

2. 控制系统的分类

在工业现场中,存在各种各样的控制系统,并相应地利用各种不同的控制器来满足控制系统的要求。自动化控制系统可以分为两大类。

① 用于满足特殊要求的控制器,典型应用有以下几种:

- 数控系统(Numerical Control System)、机器人控制系统(Robot Control System)等,在这些系统中,控制器被用来在绝对坐标系和相对坐标系中控制多个伺服电动机。
- 嵌入式系统(Embedded System),主要用于完成特殊的控制任务,例如伺服电动机控制器,测量反馈设备控制器等。

② 用于满足相对普遍性任务要求的控制器,典型应用主要有以下几种:

- 可编程序控制器 PLC(Programmable Logic Controller),被用来控制各种技术环节,特别是可以工作在恶劣的现场环境中。
- 基于 PC 的工控 PC 控制系统(PC-based System),嵌入式系统控制器应用于高端的操作面板 HMI (Human Machine Interface)、数据运算和存储(Data Base)等设备上。

在实际的工作环境中,各种控制器是混合在一起应用的,例如:

- 数控系统 NC/机器人控制系统 RC 中,也有 PLC 设备用于控制机床刀库或机器人单元。
- 高端工控 PC 控制系统,伺服驱动器控制系统集成了 PLC 用于提高系统实用性和应用过程中的柔性。

表 1.1 列出了各种应用场合中控制器的典型应用。

表 1.1 控制器应用行业分析

应用行业	应用场合	典型控制器
机械行业	机床、仓储、抓取、传送、印刷、机械和包装机械等	NC、PLC 和 PC
化工行业	冶炼、奶制品和提纯	PLC 和 PC
交通系统	铁路、地铁和邮政	PLC、PC 和嵌入式系统
通信行业	电话网和宽带数据网	PC 和嵌入式系统
建筑行业	电梯、空调和能源管理	PLC 和嵌入式系统
消费市场	洗碗机、烤箱、洗衣机和娱乐电器	PLC 和嵌入式系统
仪表行业	测量仪器和医药器械	嵌入式系统

1.1.3 自动化控制系统的设计和实施

1. 设计和实施流程

在自动化控制系统的设计和实施过程中,涉及的对象主要有客户、系统集成制造商和自动化设备供应商三方。系统的设计和实施过程如图 1.7 所示。

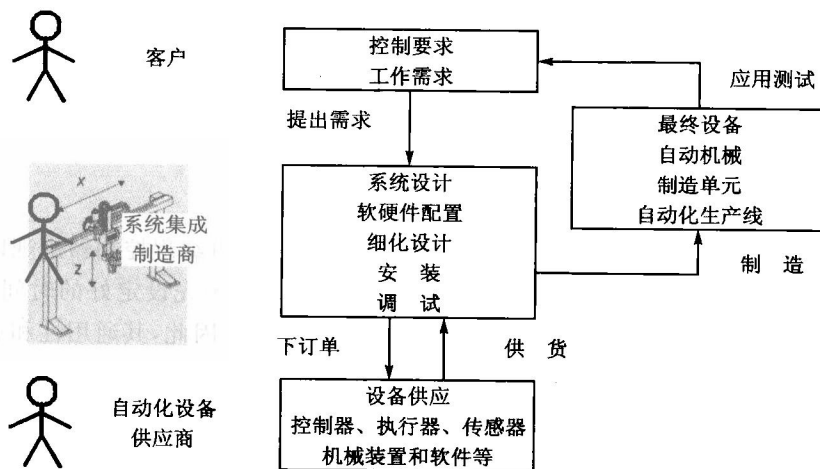


图 1.7 自动化控制系统设计实施流程图

2. 设计方法

作为一个自动化控制系统设计工程师,需要和客户进行深入的沟通和充分的讨论,以得到自动化控制系统的控制要求和工作要求。自动化控制系统的具体设计过程如图 1.8 所示。一



个自动化控制系统工程师的具体任务是：

- ① 分析一个任务(确定总体任务、分解任务)。
- ② 描述一个任务和相关的子任务,对任务进行细化。
- ③ 选择控制媒介。
- ④ 设计控制方案控制算法。
- ⑤ 执行方案。
- ⑥ 验证方案(测试整个系统)。

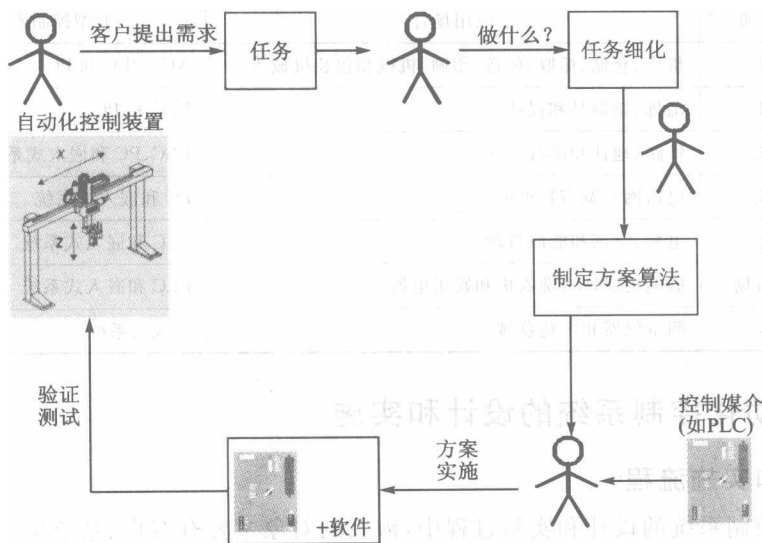


图 1.8 自动化控制系统设计方法

1.2 任务二 PLC 技术概述

1.2.1 PLC 的发展历史和定义

可编程控制器的历史可以追溯到 20 世纪的 60 年代末,在可编程控制器出现以前,继电器控制在工业控制领域占主导地位,由此构成的控制系统都是按预先设定好的时间或条件顺序地工作,若要改变控制的顺序就必须改变控制系统的硬件接线,因此,其通用性和灵活性较差。

20 世纪的 60 年代,计算机技术开始应用于工业控制领域。由于价格高、输入/输出电路不匹配、编程难度大以及难以适应恶劣工业环境等原因,所以未能在工业控制领域获得推广。

1968 年,美国最大的汽车制造商——通用汽车公司(GM)为了适应生产工艺不断更新的需要,要求寻找一种比继电器更可靠、功能更齐全、响应速度更快的新型工业控制器,并从用户角度提出了新一代控制器应具备的 10 大条件,由此引起了开发热潮。主要内容是:

- ① 编程方便,可现场修改程序。
- ② 维修方便,采用插件式结构。
- ③ 可靠性高于继电器控制装置。



- ④ 体积小于继电器控制盘。
- ⑤ 数据可直接送入管理计算机。
- ⑥ 成本可与继电器控制盘竞争。
- ⑦ 输入可为工业电。
- ⑧ 输出可为工业电,电流要求在 2 A 以上,可直接驱动接触器等。
- ⑨ 扩展时原系统改变最少。
- ⑩ 用户存储器大于 4 KB。

这些条件实际上提出将继电器控制的简单易懂、使用方便、价格低的优点与计算机的功能完善、灵活性、通用性好的优点结合起来,将继电器控制的硬接线逻辑转变为计算机的软件逻辑编程的设想。

1969 年,美国数字设备公司(DEC 公司)研制出了第一台可编程控制器 PDP-14,在美国通用汽车公司的生产线上试用成功,并取得了满意的效果,可编程控制器自此诞生。

可编程器的出现,立即引起了各国的注意。日本于 1971 年引进可编程控制器技术;德国于 1973 年引进可编程控制器技术;中国于 1973 年开始研制可编程控制器,1977 年应用到生产线上。

可编程控制器从诞生到现在,经历了四次换代,如表 1.2 所列。

表 1.2 可编程控制器的发展历程

代 次	器 件	功 能
第一代	1 位微处理器	逻辑控制功能
第二代	8 位微处理器及存储器	产品系列化
第三代	高性能 8 位微处理器及位片式微处理器	处理速度提高,向多功能及联网通信发展
第四代	16 位、32 位微处理器及高性能位片式微处理器	逻辑、运动、数据处理、联网功能等名副其实的多功能

从可编程控制器发展历史可知,可编程控制器功能不断变化,其名称演变经历了如下过程:早期产品名称为“Programmable Logic Controller”(可编程逻辑控制器),简称 PLC,主要替代传统的继电器接触控制系统。随着微处理器技术的发展,可编程控制器的功能也不断地增加,因而,“可编程逻辑控制器”这个名称不能描述其多功能的特点。

1980 年,美国电气制造商协会 NEMA(National Electrical Manufacturers Association)给它一个新的名称“Programmable Controller”,简称 PC。然而 PC 这一简写名称在我国早已成为个人计算机(Personal Computer)的代名词。为了避免造成名词术语混乱,国内仍沿用早期的简写名称 PLC 来表示可编程控制器,但此 PLC 并不意味只具有逻辑功能。在德国可编程控制器被称为 SPS。

因为可编程控制器一直在发展中,所以直到目前为止还未能对其下最后的定义。美国 NEMA 在 1980 年给可编程控制器作了如下的定义:“可编程控制器是一个数字式的电子装置,它使用了可编程序记忆以存储指令,用来执行诸如逻辑、顺序、计时、计数和演算等功能,并通过数字或模拟的输入和输出,以控制各种机械或生产过程。一部数字电子计算机若是用来执行 PLC 之功能者,亦被视同为 PLC,但不包括鼓式或机械式顺序控制器。”

国际电工委员会 IEC 专门为可编程控制器下了严格定义,于 1982 年 11 月颁布了可编程