

图解机电一体化技术应用丛书

图解

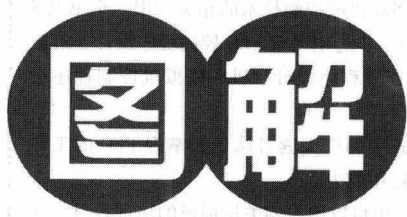
PLC机电控制技术

主编 段有艳



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

— 图解机电一体化技术应用丛书 —



PLC机电控制技术

主 编	段有艳	
副主编	曾谢华	王 旭
参 编	徐 俊	王顺琼
主 审	龙志文	



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内
容
提
要

本书是《图解机电一体化技术应用丛书》之一。

本书以图解的方式由浅入深地介绍了 PLC 机电控制技术的相关知识。全书共 8 章, 内容包括认识 PLC、PLC 基本指令学习、步进电动机 PLC 控制程序设计、液压气动 PLC 控制程序设计、PLC 数据采集与存储程序设计、PLC 模拟量控制程序设计、PLC 数据通信与组态和 PLC 控制实例。

本书旨在以最通俗、最直接有效的方式帮助广大读者认识和掌握 PLC 的工作原理和控制方法, 提高读者对 PLC 的实际运用能力。

本书适合中专、高职高专的学生使用, 也可以用作相关培训班的培训教材, 还可以供机电一体化、自动化、电气等专业的工程技术人员自学使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

图解 PLC 机电控制技术/段有艳主编. —北京: 中国电力出版社, 2009

(图解机电一体化技术应用丛书)

ISBN 978-7-5083-9388-9

I. 图… II. 段… III. ①可编程序控制器—图解②机电系统: 自动控制系统—图解 IV. TM571.6-64 TH-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 156553 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2010 年 1 月第一版 2010 年 1 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 13.75 印张 332 千字

印数 0001—3000 册 定价 28.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

可编程控制器（简称 PLC）是工业自动化设备的主导产品，在工业控制领域显示出突出的控制优势。作为全世界最早生产 PLC 厂家之一的德国 SIEMENS 公司，其产品得到了用户与市场的广泛认可，其中 S7 - 200 小型 PLC 以其结构紧凑，可靠性高，功能全，易于扩展，以及质量、价格等优点在自动控制领域占有重要地位。本书以 SIEMENS 公司 S7 - 200 小型 PLC 为例，紧扣机电设备控制主线，从工程应用的角度出发，列举了大量控制系统中的典型应用实例。

本书共 8 章，第 1 章对 PLC 的基本工作原理、软件开发环境 STEP 7 - Micro/WIN32 和 S7 - 200 仿真软件进行了介绍；第 2 ~ 4 章介绍了对三相异步电动机、步进电动机、液压气动设备的多种控制，采用了先介绍相关编程指令和相关设备的工作原理，再实施控制方案的思路；第 5 ~ 7 章介绍了数据的采集、处理（PID 控制）和传输（数据通信），并对组态软件 WinCC 和文本显示器 TD200 进行了简单的介绍；第 8 章介绍了 PLC 的五个应用实例。为方便读者理解，全书较多地采用了图表的方式进行表述，给出了主电路（或工作示意图）、I/O 接线图、梯形图、语句表。在每章开头增加了导读部分，对该章要学习的内容进行了介绍，帮助读者较好地理解章节的内容。本书中采用了大量实用性较强的实例，所选实例按由浅入深、由简单到复杂的思路展开，循序渐进，很多程序可直接应用于工程实际中。读者通过学习，可以举一反三，实现对钻床、镗床、铣床等常用机床和相关机电设备控制系统的设计和改造。

本书内容紧扣机电设备的控制来展开，力求实用，通俗易懂，突出实践教学环节，适合中专、高职高专学生学习使用，也可用作社会培训班的培训教材，还可以作为机电一体化、自动化、电气工程等专业的工程技术人员的入门参考书。

本书由昆明冶金高等专科学校的段有艳担任主编，负责编制和修订全书

的编写大纲和统稿工作，编写了第2章和第8章；曾谢华担任副主编，编写了第3章和第4章；王旭担任副主编，编写了第5章和第7章；徐俊编写了第6章；王顺琼编写了第1章。龙志文担任主审，给本书提出了很多好建议。本书编写过程中参考了SIEMENS公司的技术资料、上海新奥托公司实训设备相关资料，在此一并表示衷心的感谢！

因本书涉及内容广泛，编者的水平有限，书中难免有不足或疏漏之处，恳请读者批评指正。

编者

2009年7月



前言

第1章 认识 PLC	1
1.1 概述	2
1.1.1 PLC 简介	2
1.1.2 PLC 的外观、结构及工作原理	2
1.1.3 PLC 的操作方法和步骤	6
1.1.4 PLC 的技术性能指标	6
1.1.5 PLC 的应用领域和发展趋势	7
1.2 西门子 S7-200 PLC 集成开发环境	8
1.2.1 STEP 7 - Micro/WIN32 的安装	8
1.2.2 S7-200 PLC 的软件开发环境 STEP 7 - Micro/WIN32	10
1.2.3 PLC 程序的生成及运行	13
1.3 S7-200 PLC 仿真软件介绍	14
1.3.1 S7-200 PLC 仿真软件简介	14
1.3.2 S7-200 PLC 仿真软件的使用	15
思考与练习	16
第2章 PLC 基本指令学习	18
2.1 S7-200 PLC 基本指令	19
2.1.1 概述	19
2.1.2 S7-200 PLC 的编程元件和数据存储	20
2.1.3 基本逻辑指令	22
2.1.4 定时计数指令	24
2.1.5 比较指令	27
2.2 三相电动机启动控制	30
2.2.1 电动机启保停控制	30
2.2.2 电动机正反转控制	32
2.2.3 Y- Δ 减压启动	34
2.2.4 多点启动控制	36
2.3 综合编程实例	38
2.3.1 单速三相异步电动机控制	38
2.3.2 多速三相异步电动机控制	40
思考与练习	46

第 3 章 步进电动机 PLC 控制程序设计	47
3.1 指令学习	48
3.1.1 移位指令.....	48
3.1.2 数据传送指令.....	50
3.1.3 中断指令.....	52
3.1.4 高速计数器指令.....	55
3.1.5 高速脉冲输出指令.....	60
3.2 步进电动机及接线	67
3.2.1 步进电动机的工作原理.....	67
3.2.2 步进电动机的通电方式.....	68
3.2.3 步进电动机的步距角.....	68
3.2.4 步进电动机与 PLC 的连接方式.....	69
3.2.5 步进电动机常用应用及型号.....	70
3.3 三相步进电动机控制实例 1.....	72
3.4 三相步进电动机控制实例 2.....	75
思考与练习.....	79
第 4 章 液压气动 PLC 控制程序设计	81
4.1 液压气动元件基本知识	82
4.1.1 液压或气动元件.....	82
4.1.2 液压气动原理图.....	85
4.1.3 动作关系图和电磁阀功能转换表.....	85
4.2 程序控制类指令	87
4.2.1 步进顺序控制指令.....	87
4.2.2 循环跳转指令.....	89
4.2.3 子程序调用及返回.....	93
4.3 气动 PLC 控制实例	95
4.3.1 单动缸控制.....	95
4.3.2 双动缸控制.....	98
4.3.3 PLC 与气压过程控制.....	102
思考与练习.....	110
第 5 章 PLC 数据采集与存储程序设计	111
5.1 PLC 的新角色	112
5.1.1 PLC 作为数据终端的新角色.....	112
5.1.2 PLC 作为专用数据终端.....	112
5.1.3 PLC 作为兼用数据终端.....	113
5.2 PLC 数据保存及访问	113
5.2.1 S7-200 PLC 的存储区以及数据保存.....	114

第 1 章 绪论
第 2 章 S7-200 的组成、性能及基本指令
第 3 章 S7-200 的寻址方法、数据类型及特殊标志
第 4 章 S7-200 的指令系统
第 5 章 S7-200 的软元件及特殊元件
第 6 章 PLC 模拟量控制程序设计
第 7 章 PLC 数据通信与组态
第 8 章 S7-200 的扩展应用

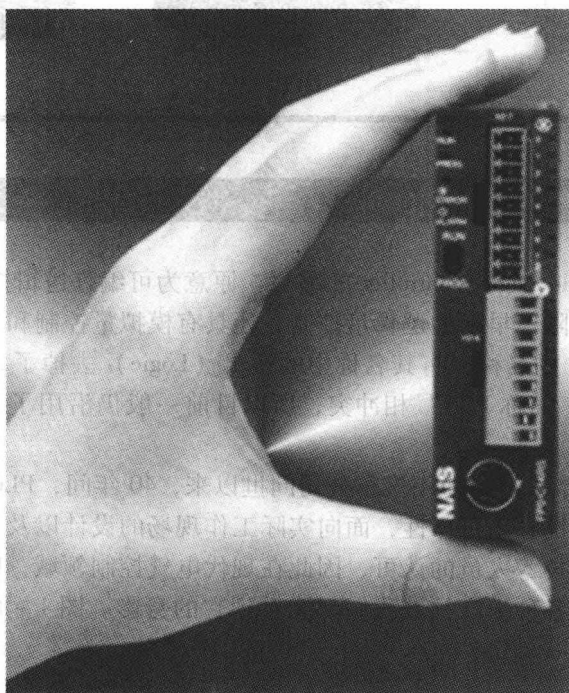
5.2.2 S7-200 的 V 区及其访问	115
5.3 PLC 数据采集	117
5.3.1 PLC 的开关量采集	117
5.3.2 PLC 的模拟量采集	117
5.3.3 PLC 的脉冲量采集	119
5.4 PLC 数据存储	121
5.4.1 PLC 进行定时存储	121
5.4.2 PLC 进行事件存储	123
5.4.3 压缩存储	124
5.4.4 安全存储	124
思考与练习	125
第 6 章 PLC 模拟量控制程序设计	126
6.1 模拟量控制概述	127
6.1.1 PLC 模拟量控制过程	127
6.1.2 PLC 模拟量控制的目的	128
6.1.3 PLC 模拟量控制的要求	128
6.2 PLC 模拟量简单控制	129
6.2.1 用开关量 ON/OFF 比例控制输出	129
6.2.2 比较设定 ON/OFF 输出控制	130
6.3 模拟量 PID 控制	132
6.3.1 PID 控制概述	132
6.3.2 PID 控制参数及整定	133
6.3.3 S7-200 PLC 的 PID 指令	133
6.3.4 S7-200 PLC 的 PID 指令使用	136
6.3.5 S7-200 PLC 的 PID 指令向导	139
6.3.6 S7-200 PLC 的 PID 整定控制面板	141
思考与练习	142
第 7 章 PLC 数据通信与组态	143
7.1 PLC 通信概述	144
7.1.1 PLC 通信联网的意义	144
7.1.2 PLC 通信的类型	145
7.1.3 S7-200 PLC 网络通信配置	149
7.1.4 网络的建立	151
7.2 PLC 通信程序设计	155
7.2.1 S7-200 PLC 网络读写指令	155
7.2.2 S7-200 PLC 的网络读写指令应用实例	156
7.2.3 发送和接收指令	160

第 1 章 绪论
第 2 章 三菱 FX2N 系列 PLC 的组成与指令系统
第 3 章 三菱 FX2N 系列 PLC 的编程方法
第 4 章 三菱 FX2N 系列 PLC 的 I/O 接口
第 5 章 三菱 FX2N 系列 PLC 的通信接口
第 6 章 三菱 FX2N 系列 PLC 的故障诊断
第 7 章 三菱 FX2N 系列 PLC 的应用实例
第 8 章 PLC 控制实训
附录 S7-200 PLC CPU 存储器的范围与特性
参考文献

7.2.4 S7-200 PLC 发送和接收指令应用实例	161
7.3 组态软件简介	164
7.3.1 组态软件概念	164
7.3.2 常用组态软件简介	165
7.3.3 WinCC 的简单组态	167
7.4 人机界面 HMI 简介	170
7.4.1 西门子的人机界面	170
7.4.2 TD200 使用简介	171
思考与练习	176
第 8 章 PLC 控制实训	177
8.1 五星彩灯控制系统	178
8.1.1 实训内容	178
8.1.2 I/O 地址分配	179
8.1.3 PLC 接线图	179
8.1.4 PLC 梯形图控制程序	180
8.2 交通信号灯控制系统	184
8.2.1 实训内容	184
8.2.2 I/O 地址分配	185
8.2.3 PLC 接线图	185
8.2.4 PLC 梯形图控制程序	186
8.3 自动送料控制系统	187
8.3.1 实训内容	187
8.3.2 I/O 地址分配	188
8.3.3 PLC 接线图	188
8.3.4 PLC 梯形图控制程序	189
8.4 八层电梯控制系统	190
8.4.1 实训内容	190
8.4.2 I/O 地址分配	191
8.4.3 PLC 接线图	192
8.4.4 PLC 梯形图控制程序	193
8.5 组合机床控制系统	203
8.5.1 实训内容	203
8.5.2 I/O 地址分配表	205
8.5.3 PLC 接线图	206
8.5.4 PLC 控制状态流程图	207
8.5.5 PLC 梯形图控制程序	207
附录 S7-200 PLC CPU 存储器的范围与特性	210
参考文献	211

第 1 章

认识 PLC

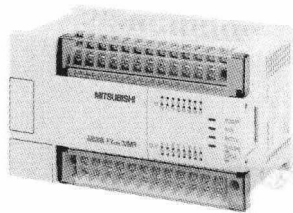


本章导读

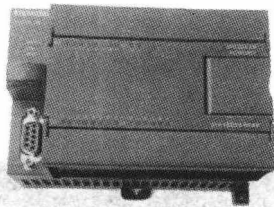
- 了解 PLC 的概念、工作原理、产品介绍、应用领域。
- 熟悉西门子 S7 - 200 PLC 的集成开发环境。
- 掌握西门子 S7 - 200 PLC 仿真软件介绍及使用方法。

1.1

概述



三菱



西门子



国产

1.1.1 PLC 简介

PLC 是 Programmable Logic Controller 的缩写，原意为可编程逻辑控制器。但随着 PLC 技术的发展，其功能不只限于早期的逻辑量控制，还具有模拟量控制和通信等新功能，因此一段时期也使用过“PC”的名称，将其名称中的逻辑 (Logic) 去掉了，但为避免与“个人电脑 (Personal Computer, 简称 PC)”相冲突，所以目前一般仍沿用了“PLC”这一名称，意为“可编程序控制器”。

自从 1968 年第一台 PLC 在通用汽车公司问世以来，40 年间，PLC 技术获得了飞速的发展，其突出的控制灵活性和高可靠性，面向实际工作现场的设计以及易学易用的梯形图编程语言越来越得到了工程技术人员的认可，因此在现代电气控制领域，PLC 成为应用最广泛的控制器，在各行各业、各种生产领域我们都能看到它的身影。图 1-1 是 PLC 在工业控制领域的应用。

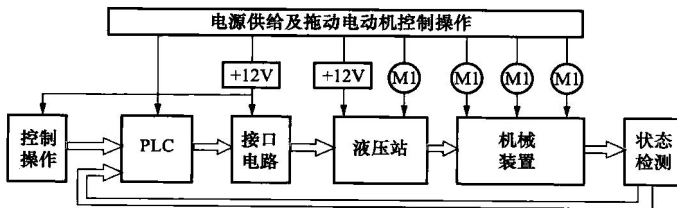


图 1-1 PLC 在工业领域的应用

1.1.2 PLC 的外观、结构及工作原理

1. PLC 的外观

西门子 S7 系列 PLC 的外观如图 1-2 ~ 图 1-4 所示。

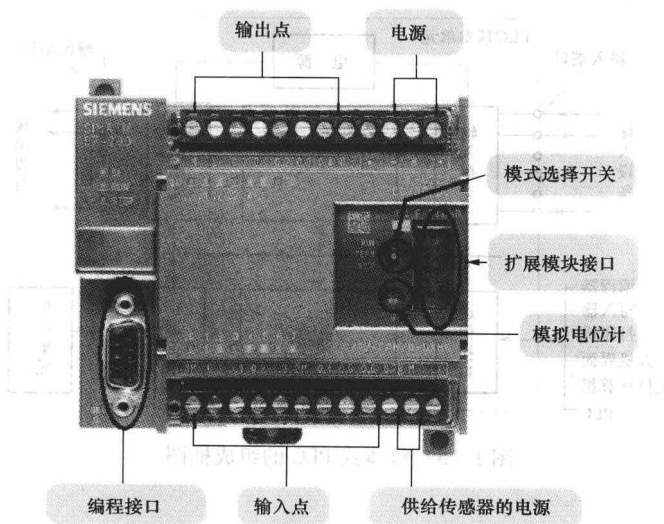


图 1-2 S7-200 PLC 的外观

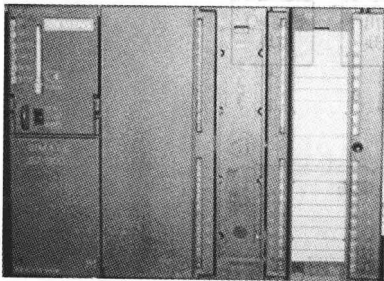


图 1-3 S7-300 PLC 的外观

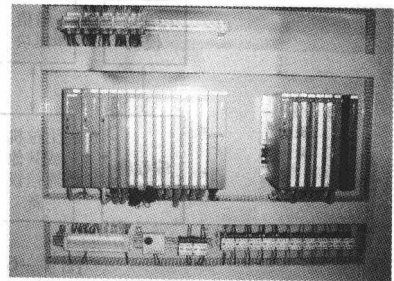


图 1-4 S7-400 PLC 的外观

2. PLC 的结构

PLC 像计算机一样由硬件和软件两大系统组成。PLC 的硬件系统主要由中央处理器 (CPU)、存储器、输入单元、输出单元、通信接口、扩展接口电源等部分组成。其中, CPU 是 PLC 的核心, 输入单元与输出单元是连接现场输入/输出设备与 CPU 之间的接口电路, 通信接口用于与编程器、上位计算机等外设连接, 如图 1-2 所示。PLC 的软件系统由系统程序和用户程序构成, 系统程序由 PLC 的厂家所编制, 用户不能修改, 其作用类似于计算机的操作系统, 用户程序是用户针对具体的控制任务所编写的控制程序, 其作用类似于计算机的应用程序。

PLC 有多种分类方式, 按照控制规模 (即点数) 可以分为小型机、中型机、大型机和超大型机; 按用途可分为通用型和专用型; 从外观上看 PLC 可以分为整体式 (如图 1-5 所示) 和模块式 (如图 1-6 所示)。整体式 PLC 是将所有部件 (包括电源、CPU、存储器、I/O 系统) 都装在同一机壳内, 形成一个基本单元, 其组成框图如图 1-5 所示; 对于模块式 PLC, 上述各部件独立封装成模块, 如电源模块、CPU 模块等, 各模块通过总线连接, 安装在机架或导轨上, 其组成框图如图 1-6 所示。无论是哪种结构类型的 PLC, 都可根据用户需要进行配置与组合。

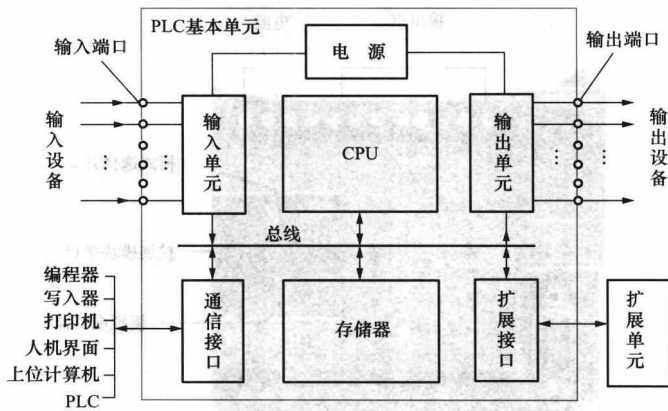


图 1-5 整体式 PLC 的组成框图

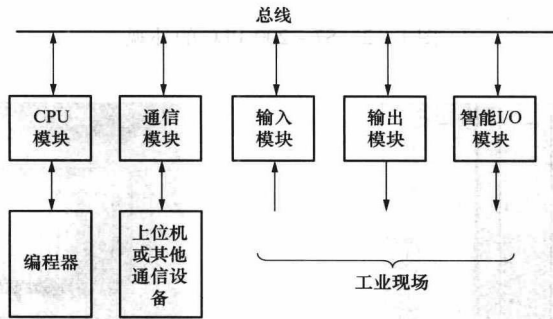


图 1-6 模块式 PLC 的组成框图

3. PLC 的工作原理

为了满足控制的实时性，PLC 采用了循环扫描的工作方式。虽然 PLC 与计算机都是依靠执行存储器中的程序来工作的，但是由于 PLC 应用在工业控制领域，需要准确地捕捉输入以及快速的响应，所以 PLC 采用了循环扫描的方式。

当 PLC 运行时，是通过执行反映控制要求的用户程序来完成控制任务的，需要执行众多的操作，但 CPU 不可能同时去执行多个操作，它只采用按分时操作（串行工作）方式，每次执行一个操作，按顺序逐个执行。由于 CPU 的运算处理速度很快，所以从宏观上来看，PLC 外部出现的结果似乎是同时（并行）完成的。这种串行工作过程称为 PLC 的扫描工作方式。用扫描工作方式执行用户程序时，扫描是从第一条程序开始，在无中断或跳转控制的情况下，按程序存储顺序的先后，逐条执行用户程序，直到程序结束。然后再从头开始扫描执行，周而复始重复运行。

PLC 的一个循环扫描周期经过内部处理、通信服务、输入采样、程序执行和输出刷新五个阶段，如图 1-7 所示。

注意：完成一次扫描所需时间叫做扫描周期。影响扫描速度的主要因素有用户程序的长度和 PLC 产品 CPU 的类型。图 1-8 和图 1-9 所示为 PLC 程序执行过程图解，A、B 为按钮，PL 是继电器的线圈。

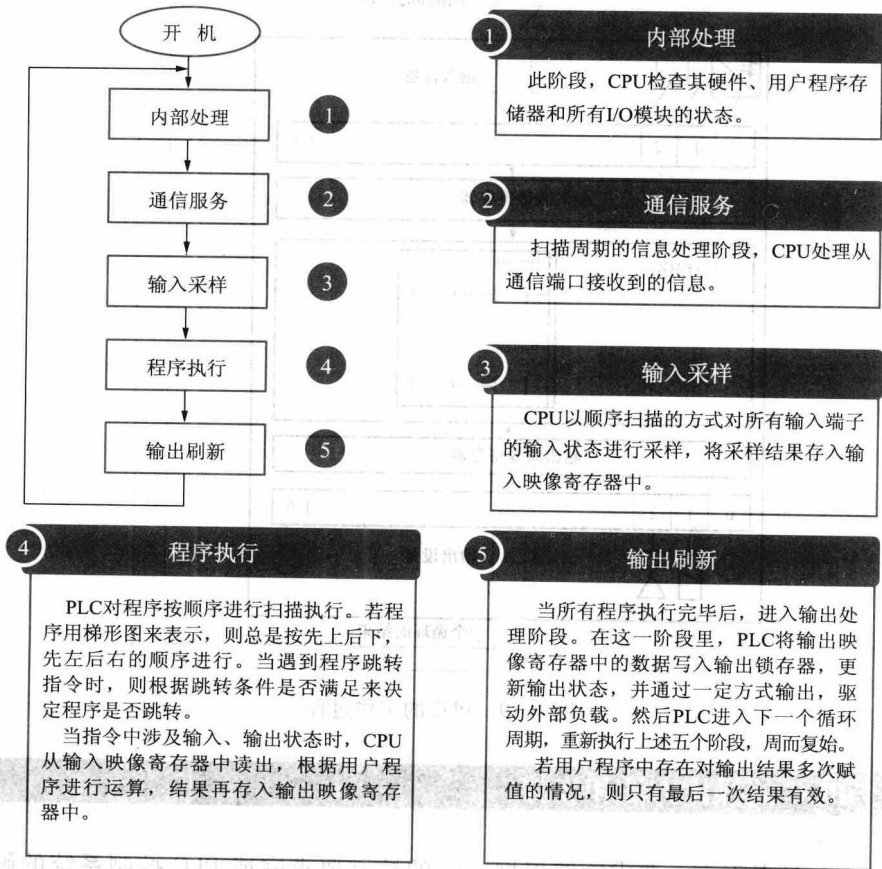


图 1-7 PLC 扫描周期图解

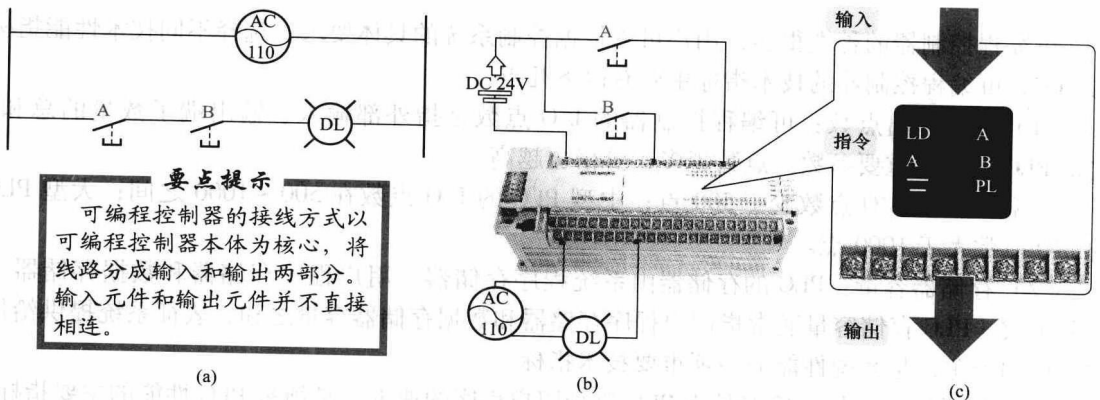


图 1-8 可编程控制器工作原理

(a) 传统继电器控制电路；(b) PLC 接线图；(c) PLC 指令

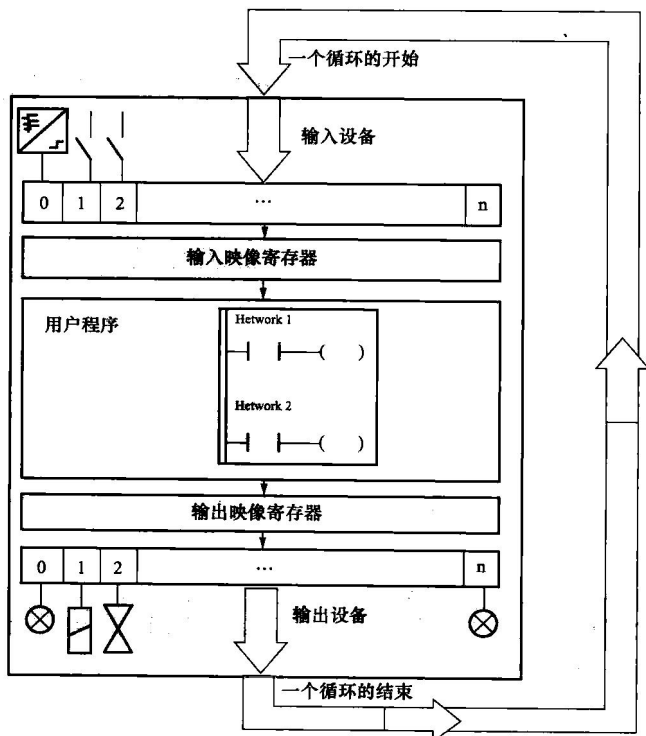


图 1-9 PLC 的工作过程

1.1.3 PLC 的操作方法和步骤

对于广大初学者而言，要求能够根据一定的控制要求完成 PLC 控制系统的硬件连接和控制程序设计。PLC 的操作步骤和方法图解如图 1-10 所示。

1.1.4 PLC 的技术性能指标

可编程控制器的种类很多，用户可以根据控制系统的具体要求，选择不同技术性能指标的 PLC，可编程控制器的技术指标主要有以下几点。

(1) 输入输出点数：可编程控制器的 I/O 点数是指外部输入、输出端子数量的总和。它是 PLC 的一个重要参数。点数越多，价格也越高。

小型 PLC 的 I/O 点数少于 500 点；中型 PLC 的 I/O 点数在 500 ~ 1000 之间；大型 PLC 的 I/O 点数大于 1000 点。

(2) 存储器容量：PLC 的存储器由系统程序存储器、用户程序存储器和数据存储器三部分组成。PLC 存储容量通常指用户程序存储器和数据存储器容量之和，表征系统提供给用户的可用资源，是系统性能的一项重要技术指标。

(3) 扫描速度：扫描速度是指 PLC 执行用户程序的速度，是衡量 PLC 性能的主要指标。一般用扫描 1KB 用户程序所需的时间来衡量扫描速度。影响扫描速度的主要因素是 PLC 产品的类型。

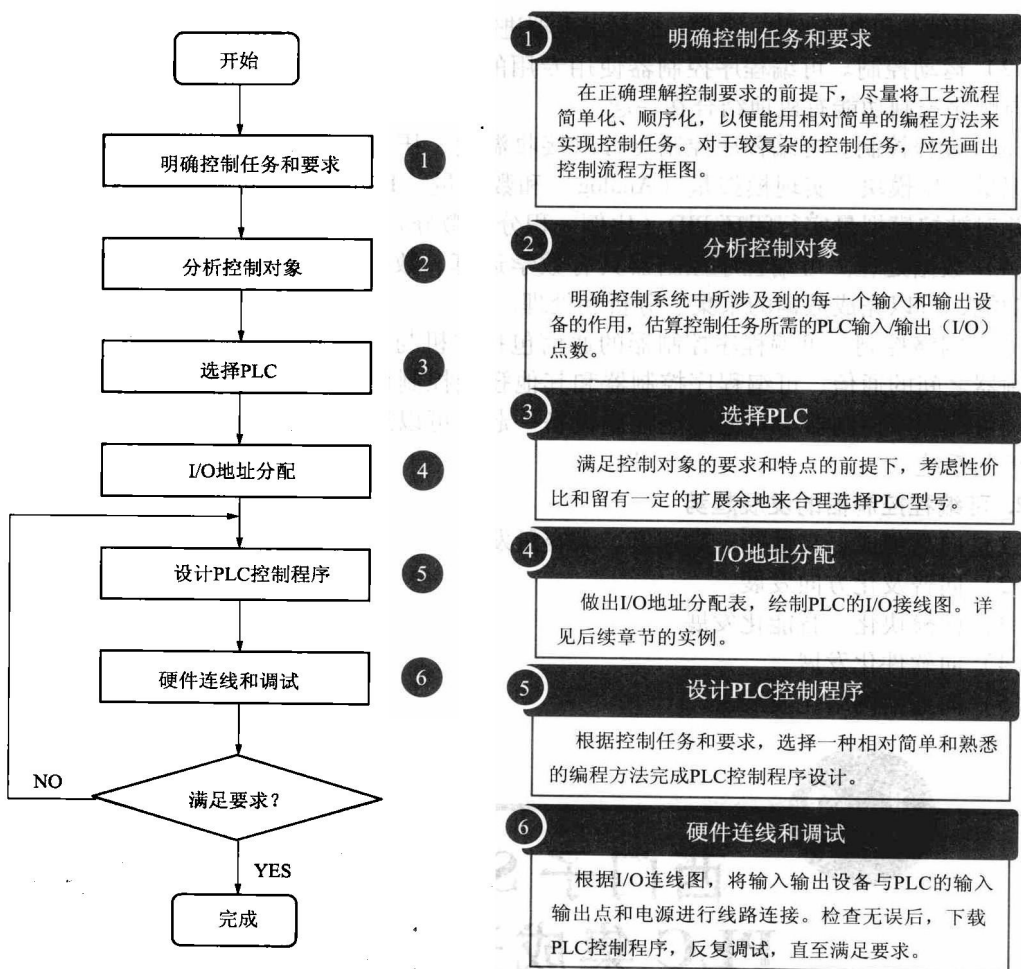


图 1-10 PLC 的操作步骤和方法图解

(4) 指令系统：指令系统是指 PLC 所有指令的总和。可编程控制器的编程指令越多，软件功能就越强，但掌握应用也相对较复杂。用户应根据实际控制要求选择具有合适指令功能的可编程控制器。

(5) 通信功能：通信有 PLC 之间的通信和 PLC 与其他设备之间的通信。通信主要涉及通信模块、通信接口、通信协议和通信指令等内容。PLC 的组网和通信能力也已成为 PLC 产品水平的重要衡量指标之一。

1.1.5 PLC 的应用领域和发展趋势

1. 可编程控制器的应用

目前，可编程控制器已经在各个工业部门得到广泛的应用，随着性价比的不断提高，应用范围还在持续扩大，主要有以下五个方面。

(1) 逻辑控制。可编程序控制器具有“与”、“或”、“非”等逻辑运算的能力，可以实现逻

辑运算,用触点和电路的串、并联,代替继电器进行组合逻辑控制、定时控制与顺序逻辑控制。

(2) 运动控制。可编程序控制器使用专用的运动控制模块,或灵活运用指令,使运动控制与顺序控制功能有机地结合在一起。

(3) 过程控制。可编程序控制器可以接收温度、压力、流量等连续变化的模拟量,通过模拟量 I/O 模块,实现模拟量 (Analog) 和数字量 (Digital) 之间的 A/D 转换和 D/A 转换,并对被控模拟量实行闭环 PID (比例—积分—微分) 控制。

(4) 数据处理。可编程序控制器具有数学运算、数据传送、转换、排序和查表、位操作等功能,可以完成数据的采集、分析和处理。

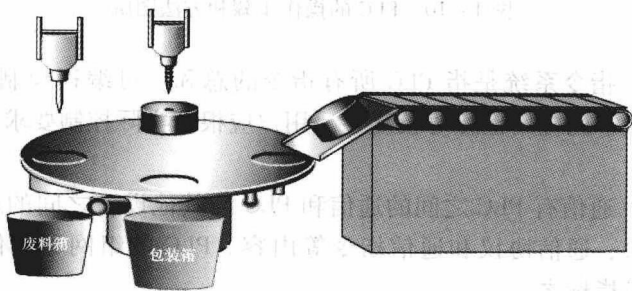
(5) 网络控制。可编程序控制器的通信包括主机与远程 I/O 之间的通信、多台可编程序控制器之间的通信、可编程序控制器和其他智能控制设备 (如计算机、变频器) 之间的通信。可编程序控制器与其他智能控制设备一起,可以组成“集中管理、分散控制”的分布式控制系统。

2. 可编程控制器的发展趋势

- (1) 向高集成、高性能、高速度、大容量发展。
- (2) 向普及化方向发展。
- (3) 向模块化、智能化发展。
- (4) 向软件化发展。
- (5) 向通信网络化发展。

1.2

西门子 S7 - 200 PLC 集成开发环境



1.2.1 STEP 7 - Micro/WIN32 的安装

通过 STEP 7 - Micro/WIN32 编程软件,西门子为用户开发、编辑和监控自己的 PLC 应用程序创造了良好的编程环境,并且提供了 STL、FBD 及梯形图三种程序编辑器,使用户能够进行自由快捷的程序开发,同时 STEP 7 - Micro/WIN32 编程软件既可以在 PC 上运行,也可以在西门子的编程器上运行,方便实用。