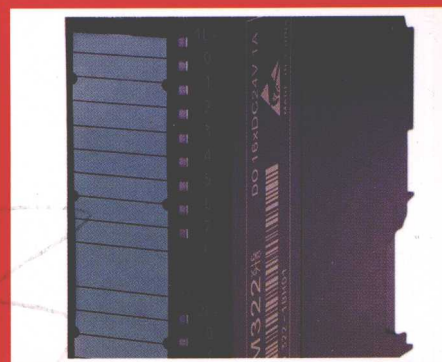
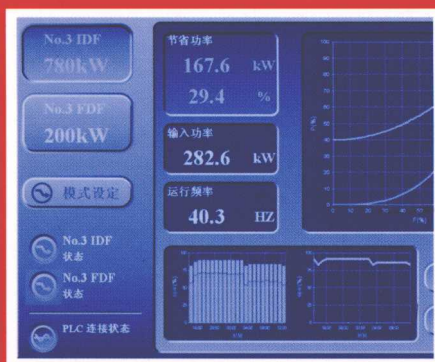


PLC与变频器丛书

西门子 S7-200/300 系列 PLC 入门

赵 嵬 汤嘉立 郎文林 编著



精选实物图、原理图、梯形图，配合案例深入浅出，带您快速入门

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



电子工业出版社

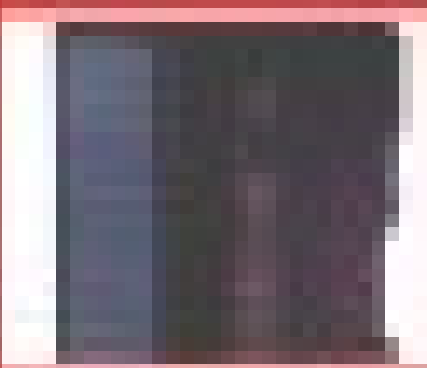
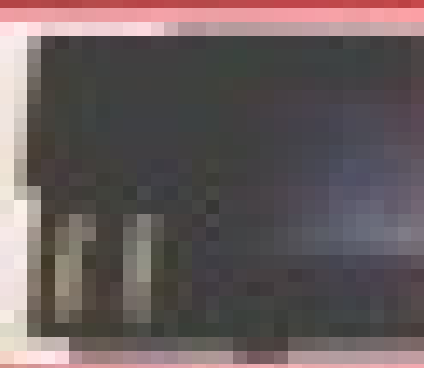
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

速学
速用

PLC与变频器应用丛书

西门子S7-200/300 系列PLC入门

◎ 西门子PLC应用案例解密



PLC应用案例解密 第1卷 西门子PLC应用案例解密 第1卷 西门子PLC应用案例解密

PLC应用案例解密 第1卷

主编 李平 副主编 李平 李平
李平 李平 李平 李平 李平 李平



PLC 与变频器丛书

西门子 S7 - 200/300 系列 PLC 入门

赵 菟 汤嘉立 郎文林 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书通过大量的实物图、原理图、梯形图等精选图片,由浅入深地介绍了德国西门子 S7-200/S7-300/S7-400 可编程逻辑控制器(PLC)的基础知识。然后以德国西门子 S7-200/S7-300 可编程逻辑控制器(PLC)为侧重对象,图文并茂地讲解了 PLC 的指令系统与基本程序、PLC 的程序设计及应用、编程软件 STEP 7、程序的移植与应用等知识。同时,在上述实用基础知识的基础上,又配以机床自动控制系统实例、模拟量控制系统实例以及网络通信系统应用实例等内容。

本书图文并茂、语言简单易懂,采用实用性和针对性强的实例,堪称一本简单、实用的典型入门书籍。

本书既可作为电气控制领域技术人员的自学入门教材,也可作为高职高专院校、成人高校、本科院校的电气工程、自动化、机电一体化、计算机应用等专业师生的入门参考书。

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

西门子 S7-200/300 系列 PLC 入门 / 赵崑, 汤嘉立, 郎文林编著. —北京:电子工业出版社, 2011. 4
(PLC 与变频器丛书)
ISBN 978-7-121-12992-6

I. ①西… II. ①赵… ②汤… ③郎… III. ①可编程序控制器 - 基本知识 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 029203 号

策划编辑:王敬栋(wangjd@phei.com.cn)

责任编辑:周宏敏

印 刷:北京中新伟业印刷有限公司

装 订:

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

开 本:787×1092 1/16 印张:15.5 字数:397 千字

印 次:2011 年 4 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:38.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@s@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

行业背景

可编程序逻辑控制器(PLC)是一种数位运算操作的电子系统,专为在工业环境中应用而设计的。它具有体积小、重量轻、能耗低、可靠性高、抗干扰能力强、功能完善、适用性强、系统的设计和建造工作量小、维护方便、易学易用等特点,在国内外已广泛应用于钢铁、石油、化工、电力、建材、机械制造、汽车、轻纺、交通运输、环保及文化娱乐等各个行业。本书不能涵盖上述诸多内容,只能讲解十分简单的知识内容,引领读者入门。

关于本书

本书以看图说话的形式,讲解了很多精选的实物图、梯形图,由浅入深地介绍了德国西门子可编程逻辑控制器(PLC)基础知识。然后以 S7 - 200/ S7 - 300 可编程逻辑控制器(PLC)为对象,图文并茂地讲解了 PLC 的基础知识及实例等内容。使读者可以轻松、有趣、有效地学会西门子 PLC 的基础知识、编程方法、实际应用。寓学于乐,轻松掌握!

本书内容

本书共分为 9 章,内容涵盖 SIMATIC S7 系列可编程控制器基本知识介绍、S7 - 200/ S7 - 300 的指令系统与基本程序、S7 - 200/ S7 - 300 程序设计及应用、编程软件 STEP 7、程序的移植与应用,以及典型实例应用机床自动控制系统实例、模拟量控制系统应用实例、网络通信系统应用实例等方面。具体内容如下:

第 1 章 可编程控制器(PLC)概述

- PLC 结构
- PLC 的基本工作原理及性能指标
- PLC 的应用及与继电器控制的比较
- PLC 分类介绍

第 2 章 SIMATIC S7 系列可编程控制器

- SIMATIC S7 系列 PLC 简介
- SIMATIC S7 - 200/ S7 - 300 系列 PLC 及其系统配置
- SIMATIC S7 - 200/ S7 - 300 系列 PLC 的内部资源

第 3 章 SIMATIC S7 - 200/ S7 - 300 的指令系统与基本程序

- SIMATIC S7 - 200/ S7 - 300 系列 PLC 的指令系统
- 基本指令及其应用
- 功能指令及其应用

第 4 章 SIMATIC S7 - 200/300 程序设计及应用

- 电动机控制程序及应用
- 小型系统控制程序及应用
- 机床控制程序及应用
- 第5章 SIMATIC S7 - 200 的编程软件(STEP 7)
 - STEP 7 - Micro/WIN 32 系统概述
 - S7 - 200 与计算机的连接与通信
 - STEP 7 - Micro/WIN 32 编程软件功能
 - STEP 7 - Micro/WIN 32 编程及运行
- 第6章 程序的移植与应用
 - 从继电器逻辑电路到 PLC 的梯形图
 - 不同机种、型号 PLC 控制程序的移植
 - 梯形图程序的移植
 - 端口的连接
- 第7章 机床自动控制系统实例
 - 机床控制系统 PLC 设计原理
 - 内圆磨床自动控制系统
 - 机床数控滑台 PLC 控制
- 第8章 模拟量控制系统应用实例
 - 模拟量控制变频器
 - PID 控制
 - FUZZY - PI 温度控制
- 第9章 网络通信系统应用实例
 - 网络通信的知识简介
 - PLC 网络系统连接方式介绍
 - 网络通信系统实例设计
 - S7 - 300 与 S7 - 200 自由无线通信应用

适合的读者

- 电气控制技术爱好者
- 电气控制领域技术人员
- 高校电气工程、自动化、机电一体化、计算机应用等专业师生

参与编写人员

本书由赵崑、汤嘉立、郎文林编著,参与编写的还有严雨、王亮、李若谷、韩敏、王东锋、刘洋洋、严安国、何世兰、姚宗旭、李式琦、张为平。

虽然本书在编写过程中,经过作者多次认真审校及修改,但由于作者水平有限、时间仓促,书中错误和疏漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正。欢迎广大读者访问网站 <http://www.coronabook.com>, 提出您的宝贵建议和意见。

目 录

第 1 章 可编程控制器 (PLC) 概述	1
1.1 PLC 结构	1
1.1.1 硬件组成	2
1.1.2 软件组成	3
1.2 PLC 的基本工作原理及性能指标	5
1.2.1 PLC 的基本工作原理	5
1.2.2 PLC 的主要性能指标	6
1.3 PLC 的应用及与继电器控制的比较	7
1.3.1 PLC 的应用	7
1.3.2 PLC 与继电器控制的比较	8
1.4 PLC 分类介绍	9
1.4.1 按控制规模分类比较	9
1.4.2 按生产厂家分类比较	10
1.4.3 按结构划分类比较	10
1.5 小结	11
第 2 章 SIMATIC S7 系列可编程控制器	12
2.1 SIMATIC S7 系列 PLC 简介	12
2.1.1 SIMATIC S7-200 简介	13
2.1.2 SIMATIC S7-300 简介	13
2.1.3 SIMATIC S7-400 简介	18
2.2 SIMATIC S7-200 系列 PLC 及其系统配置	20
2.2.1 SIMATIC S7-200 系列结构特点	20
2.2.2 S7-200 PLC 与编程工具的连接	22
2.2.3 CPU 模块及技术指标	22
2.2.4 CPU 模块端子连接	25
2.2.5 S7-200 扩展模块及技术指标	30
2.2.6 S7-200 CPU 的扩展能力	33
2.2.7 工作模式及选用	34
2.3 SIMATIC S7-200 系列 PLC 的内部资源	35
2.3.1 控制逻辑的执行方式	35
2.3.2 数据类型和数值表示	36
2.3.3 寻址方式	36
2.3.4 数据存储及元件	38
2.4 SIMATIC S7-300 系列 PLC 及其系统配置	40
2.4.1 SIMATIC S7-300 系列结构特点	40

2.4.2	CPU 模块及技术指标	41
2.4.3	S7-300 扩展模块及技术指标	43
2.4.4	S7-300 CPU 的扩展能力	46
2.4.5	工作模式及选用	46
2.5	SIMATIC S7-300 系列 PLC 的内部资源	48
2.5.1	寻址方式	48
2.5.2	存储器	49
2.5.3	CPU 中的寄存器	50
2.6	小结	51
第 3 章	SIMATIC S7-200/S7-300 的指令系统与基本程序	52
3.1	SIMATIC S7-200/S7-300 系列 PLC 的指令系统	52
3.1.1	S7-200/S7-300 指令编程的一般规范	52
3.1.2	指令编程使用技巧	53
3.2	基本指令及其应用	54
3.2.1	位逻辑指令及应用	54
3.2.2	逻辑堆栈指令	58
3.2.3	比较指令	60
3.2.4	定时器指令	61
3.2.5	计数器指令	66
3.3	功能指令及其应用	69
3.3.1	数据传送和交换指令	69
3.3.2	移位和循环指令	73
3.3.3	数学运算指令	76
3.3.4	数字功能指令	83
3.3.5	增 1/减 1 计数指令	85
3.3.6	逻辑运算指令	86
3.3.7	表功能指令	89
3.3.8	数据转换指令	92
3.3.9	程序控制指令	95
3.4	小结	98
第 4 章	SIMATIC S7-200/300 程序设计及应用	99
4.1	电动机控制程序及应用	99
4.1.1	三相异步电动机自由运转控制程序	99
4.1.2	三相异步电动机启动控制程序	106
4.1.3	三相异步电动机制动控制程序	110
4.1.4	三相异步电动机速度控制	116
4.1.5	步进电动机控制程序	118
4.2	小型系统控制程序及应用	121
4.2.1	灯光控制程序	121
4.2.2	物料控制程序	128

4.3	机床控制程序及应用	145
4.3.1	常用机床的数控程序流程	145
4.3.2	常用机床的数控改造程序	146
4.4	小结	150
第5章	SIMATIC S7-200 的编程软件 (STEP 7)	151
5.1	STEP 7 - Micro/WIN 32 系统概述	151
5.1.1	系统要求	151
5.1.2	软件安装	151
5.2	S7-200 与计算机的连接与通信	152
5.2.1	硬件连接	152
5.2.2	参数设置	152
5.2.3	建立在线联系	153
5.2.4	建立修改 PLC 通信参数	154
5.3	STEP 7 - Micro/WIN 32 编程软件功能	154
5.3.1	功能简介	154
5.3.2	窗口组件	155
5.3.3	系统组态	155
5.4	STEP 7 - Micro/WIN 32 编程及运行	157
5.4.1	程序文件操作	158
5.4.2	编辑程序	159
5.4.3	程序调试	164
5.4.4	运行监视	166
5.5	小结	168
第6章	程序的移植与应用	169
6.1	从继电器逻辑电路到 PLC 的梯形图	169
6.2	不同机种、型号 PLC 控制程序的移植	170
6.2.1	不同机种寻址方式的比照	171
6.2.2	不同机种同类指令的比照	171
6.3	梯形图程序的移植	172
6.4	端口的连接	173
6.4.1	通信端口的连接	173
6.4.2	I/O 端子的连接	174
6.5	小结	174
第7章	机床自动控制系统实例	175
7.1	机床控制系统 PLC 设计原理	175
7.1.1	程序设计步骤	175
7.1.2	程序设计方法	175
7.2	内圆磨床自动控制系统	178
7.2.1	磨床控制系统工艺流程	179
7.2.2	电气控制系统 PLC 程序设计	180

7.2.3	自控系统 PLC 程序说明	182
7.3	机床数控滑台 PLC 控制	185
7.3.1	数控滑台的机构和 PLC 控制方法	185
7.3.2	PLC 软件控制逻辑	187
7.3.3	伺服控制驱动和接口	191
7.3.4	系统效果	191
7.4	小结	191
第 8 章	模拟量控制系统应用实例	192
8.1	模拟量控制变频器	192
8.1.1	模拟量信号介绍	192
8.1.2	系统控制方法	194
8.1.3	PLC 梯形图设计	195
8.2	PID 控制	197
8.2.1	PID 控制方法	198
8.2.2	S7-200 PID 控制指令与介绍	198
8.2.3	PID 应用实例	199
8.3	FUZZY-PI 温度控制	201
8.3.1	控制方案的选择	202
8.3.2	控制系统设计	202
8.3.3	PLC 编程的实现	206
8.3.4	FUZZY-PI 控制效果	207
8.4	小结	208
第 9 章	网络通信系统应用实例	209
9.1	网络通信知识简介	209
9.2	PLC 网络系统连接方式介绍	210
9.2.1	PLC 网络系统的上位连接	213
9.2.2	PLC 网络系统的下位连接	213
9.2.3	PLC 网络系统的同位连接	215
9.3	网络通信系统实例	216
9.3.1	无人抄表系统设计原理	216
9.3.2	设计过程及方法	216
9.3.3	设计工作流程	217
9.3.4	系统配置及网络架构	218
9.3.5	相关程序设计及说明	219
9.4	S7-300 与 S7-200 自由口无线通信应用	220
9.4.1	项目背景介绍	220
9.4.2	系统硬件及网络结构	220
9.4.3	通信功能的实现	221
9.4.4	项目实施	232
9.5	小结	232

附录 A	233
表 A.1 西门子 S7-200 系列 CPU 规格	233
表 A.2 西门子 S7-200 系列 CPU 电源规范	235
表 A.3 西门子 S7-200 系列 CPU 数字量输入值	236
表 A.4 西门子 S7-200 系列 CPU 数字量输出值	237

第 1 章 可编程控制器 (PLC) 概述

本章要点:

- ★ PLC 的结构: 软件结构和硬件结构
- ★ PLC 的基本工作原理与应用
- ★ PLC 与继电器逻辑电路的比较
- ★ PLC 的性能指标与典型 PLC 产品

可编程序控制器 (Programmable Controller) 简称 PC, 是一种专为工业应用而设计的数字式电子控制装置。早期它主要用于开关逻辑控制, 因此也称为可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller), 简称 PLC。由于 PC 与个人计算机容易混淆, 故现在通常简称可编程序控制器为 PLC。

PLC 是在继电器控制和计算机技术的基础上, 逐渐发展成以微处理器为核心, 综合微电子技术、自动化技术、计算机技术、通信技术发展起来的一种新型工业自动控制装置。目前已在工业、交通运输、农业、商业等领域得到了广泛应用, 成为各行业的通用控制核心器件。

PLC 种类繁多, 不同厂家的产品各自有相应的特点。但作为工业标准设备, 在具有一定区别的同时, 也具有一定的共性。

本章以图解的形式主要介绍可编程序控制器 (PLC) 的基本组成、工作原理及应用领域, 并简要介绍几种典型的可编程逻辑控制器 (PLC), 使读者掌握 PLC 应用的基本知识, 为今后运用 PLC 解决实际生产问题打下基础。

1.1 PLC 结构

PLC 是一种在计算机与继电器控制复合技术下可以编程以进行程序控制的器件。由于是以中央处理器 (CPU) 为核心并与输入/输出 (I/O) 设备相连接而作为工业控制特殊用途的计算机, 因此它的基本组成部分与通用的微机类似, 可分为硬件与软件两大部分。PLC 实物如图 1.1 所示。



图 1.1 S7-200 PLC 实物图

1.1.1 硬件组成

虽然 PLC 种类繁多,但其核心结构基本相同,主要由中央处理单元 (CPU)、存储器、输入/输出接口、编程器、电源、扩展接口、通信接口、智能 I/O 接口、智能单元等组成。一般认为中央处理单元、存储器、输入/输出接口为其基本组成。如图 1.2 所示为 PLC 基本结构框图。

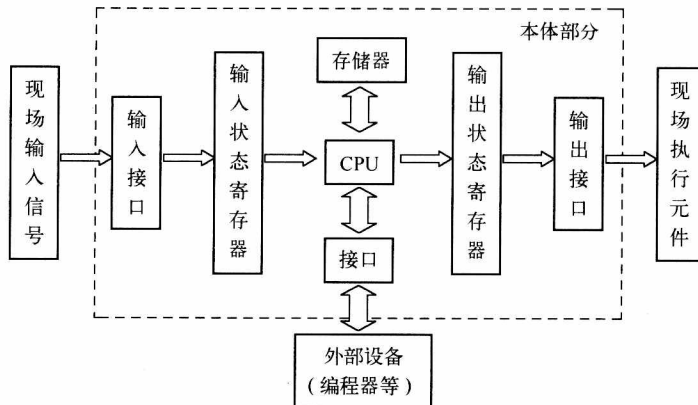


图 1.2 PLC 基本结构框图

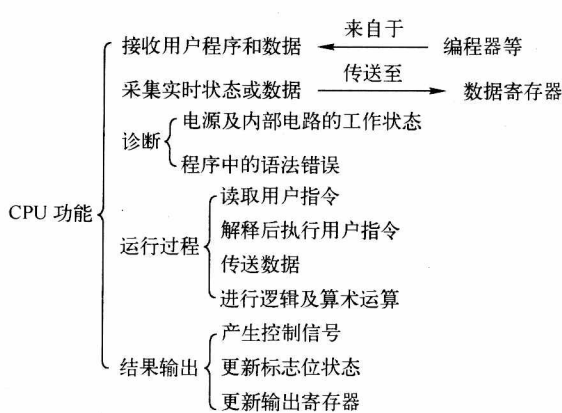


图 1.3 CPU 功能图

程序存储区和数据存储器。

存储器组成及各组成功能、特点如表 1.1 所示。

表 1.1 存储器组成及功能

存储器类别	类型	功能	读写权限	备注
系统程序存储器	ROM ¹ EPROM ²	存放监控程序、解释程序、故障自诊断程序、标准子程序库等系统程序	出厂前设置,用户不能直接操作	是决定 PLC 性能的关键
用户存储器	用户程序存储器	存放用户程序	通过编程器等输入,经 CPU 存放用户程序	常采用低功耗的 CMOS - RAM 及锂电池供电的掉电保持技术,以提高运行可靠性
	变量(数据)存储器	存放内部逻辑变量	由 CPU 读出数据或更新有关内容	PLC 的内存容量,即是对用户程序存储器而言的,以字(16 位/字)为单位来表示

1. 掩膜只读存储器,存储内容在其制造过程中确定,不允许再改写。
2. 可擦除可编程只读存储器,存储内容可由用户用编程器写入,可在紫外线灯的照射下擦除,允许反复多次擦除和写入。
3. 随机存取存储器,可进行读/写操作。

结构图分析

1. 中央处理单元 (CPU)

与通用计算机一样, CPU 是 PLC 的运算、控制中心,用来实现逻辑运算、算术运算,并对全机进行控制。按照 PLC 中的系统程序赋予的功能,完成如图 1.3 所示的功能任务。

2. 存储器

PLC 配有系统程序存储器和用户存储器。前者用于存放系统管理程序,用户不能直接存取和修改;后者一般分为用户程序存储区和数据存储器。

3. 输入/输出接口

输入/输出接口是与工业现场装置之间的连接部件,是 PLC 的重要组成部分。与微机的 I/O 接口工作于弱电的情况不同,PLC 的 I/O 接口是按强电要求设计的,即其输入接口可以接受强电信号,其输出接口可以直接和强电设备相连接。

输入/输出接口的类型如图 1.4 所示。

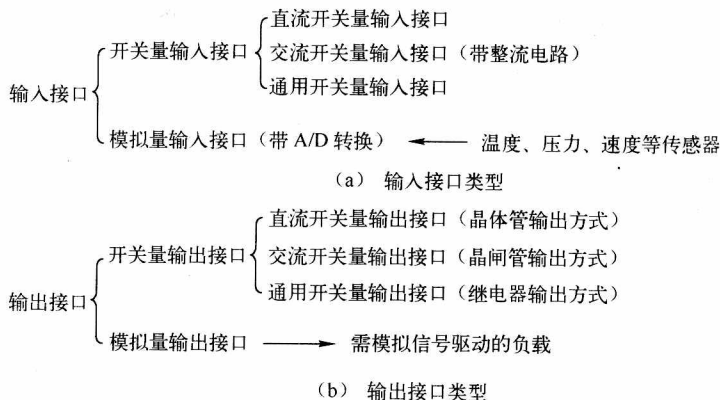


图 1.4 输入/输出接口的类型

分类图分析

对于小型 PLC,厂家通常将 I/O 部分装在 PLC 的本体部分;而对于中、大型 PLC,各厂家通常都将 I/O 部分做成可供选取、扩充的模块组件,用户可根据自己的需要选取不同功能、不同点数(1 点相当于微机 I/O 接口的 1 位)的 I/O 组件来组成自己的控制系统。

1.1.2 软件组成

1. PLC 的软件结构

可编程序控制器软件部分由系统程序和用户程序两大部分组成。系统程序由 PLC 制造商固化在系统程序存储器中,用以控制可编程序控制器本身的运作;用户程序则是由使用者编制并输入用户程序存储器(区)的,用来控制外部对象的运作。PLC 的软件结构如图 1.5 所示。

用户程序即应用程序,是可编程控制器的使用者针对具体控制对象编制的程序。根据不同控制要求编制不同的程序,相当于改变可编程控制器的用途,也相当于对继电器控制设备的硬接线线路进行重设计和重接线,这就是所谓的“可编程序”。程序既可由编程器方便地送入 PLC 内部的存储器中,也能通过编程器方便地读出、检查与修改。

参与 PLC 应用程序编制的是其内部代表编程器件的存储器,俗称“软继电器”,或称编程“软元件”。PLC 中设有大量的编程“软元件”,这些“软元件”依编程功能分为输入继电器、输出继电器、定时器、计数器等。由于“软继电器”实质为存储单元,取用它们的常开、常闭触点实质上为读取存储单元的状态,所以可以认为一个继电器带有无数多个常开、

常闭触点。

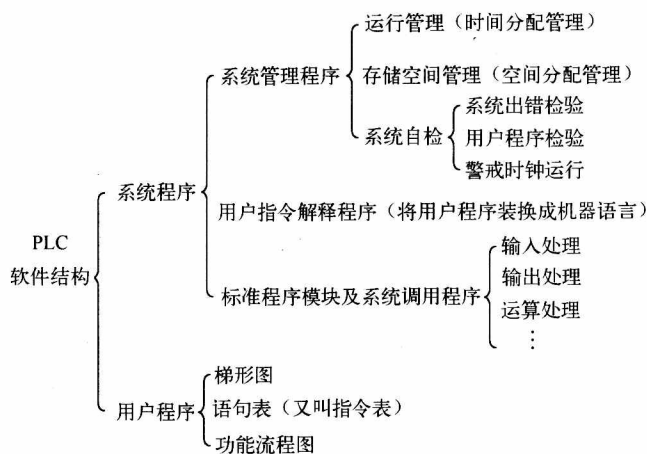


图 1.5 PLC 的软件结构

注：图中梯形图、语句表和流程图是用户程序的不同形式，并不是不同功能的程序分类。

2. PLC 的编程语言

PLC 为用户提供了完整的编程语言，以适应编制用户程序的需要。PLC 提供的编程语言通常有三种：梯形图、语句表（又叫指令表）和功能流程图，各语言的性能特点如表 1.2 所示。

表 1.2 编程语言的性能特点

编程语言	形式	特点	适应场合
梯形图	类似传统的继电器控制原理图	直观、形象，对于熟悉继电器-接触器控制系统的人来说，易于接受	比较简单的控制功能编程，主要用于中小型 PLC
语句表	类似计算机汇编语言的指令表	编程方便，编程设备简单，对于熟悉汇编语言的编程者，特别易于接受	同上
功能流程图	类似于计算机常用的程序框图	构思容易，可将一个长程序进行分解，且能使用户看到机器的工作状态	有些大型或中型 PLC 可直接用功能流程图进行编程

上述几种编程语言中，最常用的是梯形图和语句表。下面以 SIMATIC S7-200 系列 PLC 为例来介绍梯形图和语句表编程的一般规则，图 1.6 为三相异步电动机 Y- Δ 降压启动的控制程序。

梯形图分析

梯形图是 PLC 形象化的编程方式，其左右两侧母线并不接任何电源，因而图中各支路也没有真实的电流流过。但为了方便，常用“有电流”或“得电”等来形象地描述用户程序解算中满足输出线圈的动作条件。

因 PLC 在解算用户逻辑时，是按照梯形图从上到下、从左到右的先后顺序逐行进行处理的，所以由梯形图编写指令程序时，应遵循从上到下、从左到右的顺序。

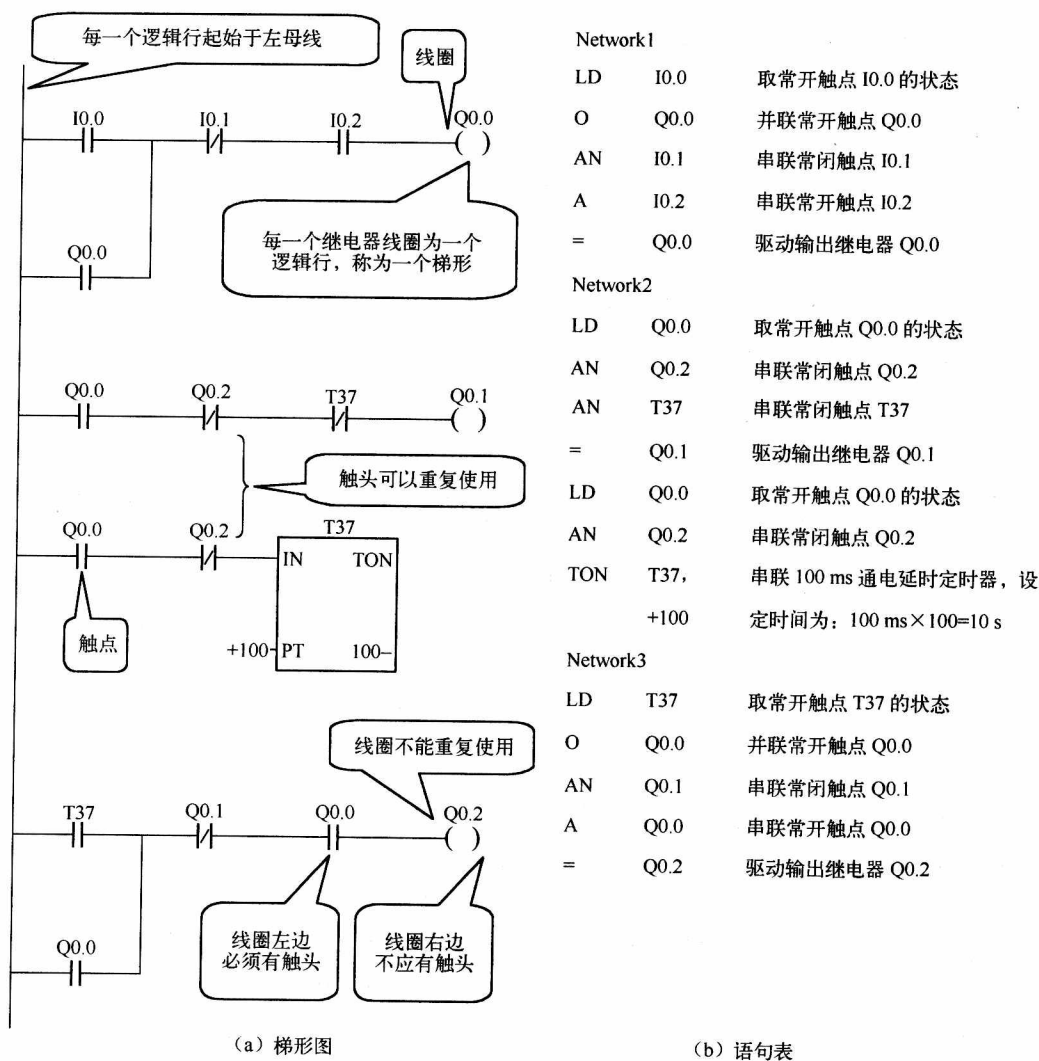


图 1.6 Y-Δ 降压启动的控制程序

1.2 PLC 的基本工作原理及性能指标

1.1 节简单地介绍了 PLC 的硬件和软件知识, 本小节简单介绍一下 PLC 的基本工作原理以及相关指标。在后续的章节中还将详细讲解。

1.2.1 PLC 的基本工作原理

PLC 有两种基本的工作状态, 即运行 (RUN) 状态与停止 (STOP) 状态。运行状态时, PLC 通过反映控制要求的用户程序来实现控制功能。为了使 PLC 的输出能及时地响应随时可能变化的输入信号, 用户程序不是只执行一次, 而是反复不断地重复执行, 直至 PLC 停机或切换到 STOP 工作状态。

PLC 工作的全过程可用如图 1.7 所示的流程框图来表示。整个过程可分为三部分: 上电处理、扫描过程和出错处理。

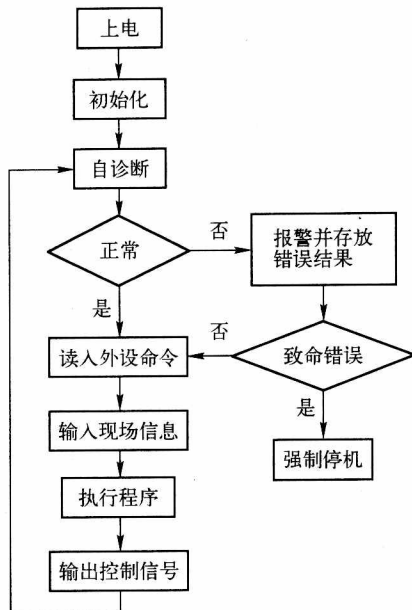


图 1.7 PLC 工作过程的流程图

流程图分析

PLC 每次上电以后，都有一个初始化的过程。该过程对各输入/输出点、存储器和 CPU 等进行复位。

整个扫描过程分为自诊断、读入外设命令、输入现场信息、执行程序 and 输出控制信号五步。上述过程执行完后，又重新开始，反复地执行。每执行一遍所需的时间称为扫描周期。PLC 的扫描周期通常为十几毫秒到几十毫秒。PLC 扫描周期的长短取决于扫描速度和用户程序的大小，扫描速度越快，用户程序越小，扫描周期越短；反之，则扫描周期越长。

可编程序控制器的读入外设命令、执行用户程序和输出控制信号过程的原理如图 1.8 所示。

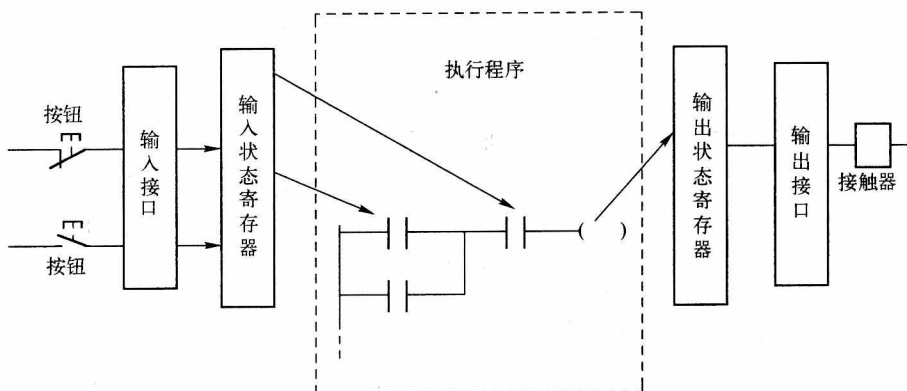


图 1.8 PLC 工作过程原理图

1.2.2 PLC 的主要性能指标

1. 描述 PLC 性能的术语

描述 PLC 性能时，经常用到位、数字、字节及字等术语。