

电子电工技术入门

与提高丛书

蔡杏山 主编

图解 西门子

S7-300/400 PLC 技术

快速入门与提高

TUJIE XIMENZI
S7-300/400PLC JISHU
KUAISU RUMEN YU TIGAO



化学工业出版社

电子电工技术入门
与提高丛书

蔡杏山 主编

图解 西门子

S7-300/400PLC技术 快速入门与提高

藏书章
TUIJIE XIMENZI
S7-300/400PLC JISHU
KUAISU RUMEN YU TIGAO



化学工业出版社

·北京·

本书是《电子电工入门与提高丛书》中的一种，以图文并茂的形式介绍了西门子 S7-300/400 PLC 技术相关知识，内容包括：PLC 组成与原理、S7-300PLC 的硬件系统、S7-400PLC 的硬件系统、STEP7 快速入门与应用系统的开发、编程基础、基本指令及使用、高级指令及使用、块与块编程、顺序控制与 S7-Graph 编程等内容。

本书基础起点低、内容由浅入深、语言通俗易懂，可供 PLC 技术人员学习 S7-300/400 PLC 技术使用，也可供职业院校相关专业师生学习使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

图解西门子 S7-300/400PLC 技术快速入门与提高 / 蔡杏山主编. —北京：化学工业出版社，2012.10
(电子电工技术入门与提高丛书)
ISBN 978-7-122-15253-4

I. ①图… II. ①蔡… III. ①PLC 技术 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 208542 号

责任编辑：李军亮

文字编辑：云 雷

责任校对：徐贞珍

装帧设计：尹琳琳

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印 刷：北京永鑫印刷有限责任公司

装 订：三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 16½ 字数 403 千字 2013 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：48.00 元

版权所有 违者必究

S7-300/400 PLC 是西门子公司生产的可编程控制器, S7-300 PLC 为中型机, S7-400 PLC 为大型机, 它们属于模块式结构的 PLC (S7-200 PLC 为整体式结构), 主要由电源模块、CPU 模块、接口模块、数字量输入输出模块、模拟量输入输出模块、通信模块和功能模块等组成, 一个完整的 S7-300/400 PLC 系统必须要有电源模块和 CPU 模块, 其他模块可根据控制需要来选择。虽然 S7-300 PLC 和 S7-400 PLC 的硬件模块不能相互通用, 但两者的指令系统基本相同, 且都采用 STEP7 软件来编程, 相对于 S7-300 PLC 来说, S7-400 PLC 功能更全、处理数据和扩展能力更强。

本书共分 10 章, 各章内容简介如下:

第 1 章 概述 本章主要介绍了 PLC 的定义、分类、特点和西门子 S7 系列 PLC, 另外还将 PLC 控制与继电器控制进行比较, 以便读者能迅速了解 PLC 控制。

第 2 章 PLC 组成与原理 本章主要介绍了 PLC 的基本组成单元、PLC 的工作方式和 PLC 执行用户程序的基本过程。

第 3 章 S7-300 PLC 的硬件系统 本章首先介绍了 S7-300 PLC 的硬件组成、安装与地址分配, 然后对 S7-300 PLC 的 CPU 模块、数字量 I/O 模块、电源模块和其他模块进行了说明。

第 4 章 S7-400 PLC 的硬件系统 本章首先介绍了 S7-400 PLC 的硬件组成、安装与地址分配, 然后对 S7-400 PLC 的机架、CPU 模块、数字量 I/O 模块、电源模块和其他模块进行了说明。

第 5 章 STEP7 快速入门与应用系统的开发 本章首先介绍了 STEP7 及其仿真组件 S7-PLCSIM 的使用, 然后以一个实例来说明 S7-300/400 PLC 应用系统的开发过程。

第 6 章 编程基础 本章主要介绍了 S7-300/400 PLC 可使用的几种编程语言和 S7-300/400 CPU 的存储区, 并对数制和数据类型进行了说明。

第 7 章 基本指令及使用 基本指令是最常用的指令, 它包括位逻辑指令、计数器指令和定时器指令, 本章首先对这些指令进行了说明, 然后介绍了用基本指令编写的常用控制电路的梯形图, 最后以三个实例进一步巩固基本指令的使用学习。

第 8 章 高级指令及使用 高级指令主要用于数据运算和特殊处理。本章主要介绍了比较指令、转换指令、跳转指令、整数运算指令、浮点数运算指令、传送指令、移位指令、循环指令、状态位指令和字逻辑指令。

第 9 章 块与块编程 S7-300/400 PLC 的用户程序都是写在块中的, 本章首先介绍了用户程序结构及各种块的特点, 然后以实例的方式介绍功能、功能块和常用组织块的编程方法, 最后对 DB 调用指令和程序控制指令进行了说明。

第 10 章 顺序控制与 S7-Graph 编程 S7-Graph 是 STEP7 的一个可选组件, 用于编写顺序功能图程序。本章主要介绍了三种顺序控制方式及常规编程方法、S7-Graph 的使用, 最后以剪板机控制为例说明如何使用 S7-Graph 开发一个完整的顺序控制系统。

S7-300/400 PLC 技术属于高级电气控制技术, 学习该技术并不需要读者具有 S7-200

PLC 基础,即使您未学过任何型号的 PLC,只要认真阅读本书,就能轻松掌握 S7-300/400 PLC 技术。如果读者希望轻松快速掌握更多的技术,可以关注我们以前和后续推出图书,有关图书信息可登录我们的学习辅导网站 www.eTV100.com 了解,读者在学习过程中遇到问题也可在该网站向我们提问。

本书由蔡杏山主编,蔡玉山、詹春华、何慧、黄晓玲、蔡春霞、邓艳姣、黄勇、刘凌云、邵永亮、刘元能、何彬、朱球辉、何宗昌、蔡任英、万四香、邵永明、李清荣、刘海峰等参与了部分章节的编写工作。

由于编者水平有限,书中的不足和疏漏之处在所难免,望广大读者和同仁予以批评指正。

编 者

第 1 章

概述

1

- 1.1 PLC 简介 / 1
 - 1.1.1 PLC 的定义 / 1
 - 1.1.2 PLC 的分类 / 1
 - 1.1.3 PLC 的特点 / 2
 - 1.1.4 西门子 S7 系列 PLC 简介 / 3
- 1.2 PLC 控制与继电器控制比较 / 3
 - 1.2.1 继电器正转控制线路 / 3
 - 1.2.2 PLC 正转控制线路 / 4
 - 1.2.3 PLC 控制、继电器控制和单片机控制的比较 / 5

第 2 章

PLC 的组成与原理

6

- 2.1 PLC 的基本组成 / 6
 - 2.1.1 PLC 的组成方框图 / 6
 - 2.1.2 PLC 组成单元功能说明 / 6
- 2.2 PLC 的工作原理 / 9
 - 2.2.1 PLC 的工作方式 / 9
 - 2.2.2 PLC 执行用户程序的过程 / 10

第 3 章

S7-300 PLC 的硬件系统

12

- 3.1 S7-300 PLC 的硬件组成、安装与地址分配 / 12
 - 3.1.1 S7-300 PLC 的硬件组成 / 12
 - 3.1.2 S7-300 PLC 硬件安装与接线 / 12
 - 3.1.3 单机架与多机架 S7-300 PLC 硬件系统 / 14
 - 3.1.4 S7-300 PLC I/O 模块的地址分配 / 16

- 3.2 CPU 模块 / 18
 - 3.2.1 分类 / 18
 - 3.2.2 操作面板说明 / 20
- 3.3 数字量 I/O 模块 / 21
 - 3.3.1 数字量输入模块 SM321 / 21
 - 3.3.2 数字量输出模块 SM322 / 23
 - 3.3.3 数字量输入输出模块 SM323/SM327 / 24
- 3.4 电源模块 / 28
 - 3.4.1 面板与接线 / 28
 - 3.4.2 技术指标 / 30
- 3.5 其他模块 / 30
 - 3.5.1 模拟量模块 / 30
 - 3.5.2 通信模块 / 31
 - 3.5.3 功能模块 / 33
 - 3.5.4 特殊模块 / 35

第 4 章

S7-400 PLC 的硬件系统



36

- 4.1 S7-400 PLC 的硬件组成、安装与地址分配 / 36
 - 4.1.1 S7-400 PLC 硬件组成 / 36
 - 4.1.2 S7-400 PLC 硬件安装与接线 / 36
 - 4.1.3 单机架与多机架 S7-400 PLC 硬件系统 / 39
 - 4.1.4 S7-400 PLC I/O 模块的地址分配 / 42
- 4.2 机架与 CPU 模块 / 44
 - 4.2.1 机架 / 44
 - 4.2.2 CPU 模块 / 50
- 4.3 数字量模块 / 54
 - 4.3.1 数字量输入模块 SM421 / 54
 - 4.3.2 数字量输出模块 SM422 / 54
- 4.4 电源模块 / 57
 - 4.4.1 面板介绍 / 58
 - 4.4.2 主要参数 / 59
- 4.5 其他模块 / 60
 - 4.5.1 模拟量模块 / 60
 - 4.5.2 功能模块 / 60
 - 4.5.3 通信模块 / 61

- 5.1 STEP7 快速入门 / 64
 - 5.1.1 STEP 7 的安装与卸载 / 64
 - 5.1.2 STEP 7 的启动与新建项目 / 68
 - 5.1.3 组态 (配置) 硬件 / 70
 - 5.1.4 编写程序 / 76
 - 5.1.5 定义符号地址 / 81
 - 5.1.6 程序的下载与上传 / 84
- 5.2 S7-PLCSIM 仿真组件的使用 / 87
 - 5.2.1 S7-PLCSIM 的安装 / 88
 - 5.2.2 S7-PLCSIM 的启动及常用对象 / 90
 - 5.2.3 仿真程序 / 91
 - 5.2.4 在线监视程序 / 95
- 5.3 S7-300/400PLC 应用系统的开发流程及举例 / 98
 - 5.3.1 S7-300/400 PLC 应用系统的开发流程 / 98
 - 5.3.2 S7-300/400 PLC 应用系统的开发举例 / 98

- 6.1 编程语言 / 104
 - 6.1.1 梯形图 (LAD) / 104
 - 6.1.2 功能块图 (FBD) / 105
 - 6.1.3 语句表 (STL) / 105
 - 6.1.4 其他编程语言 / 105
- 6.2 数制与数据类型 / 106
 - 6.2.1 数制 / 106
 - 6.2.2 数据类型 / 108
- 6.3 S7-300/400 CPU 的存储区 / 109
 - 6.3.1 装载存储区 / 109
 - 6.3.2 工作存储区 / 109
 - 6.3.3 系统存储区 / 110

- 7.1 位逻辑指令 / 114
 - 7.1.1 概述 / 114
 - 7.1.2 触点指令 / 114
 - 7.1.3 线圈指令 / 115
 - 7.1.4 触发器指令 / 116
 - 7.1.5 地址边沿检测指令 / 116
- 7.2 计数器指令 / 117
 - 7.2.1 概述 / 117
 - 7.2.2 双向计数器 (S_CUD) / 118
 - 7.2.3 升值计数器 (S_CU) / 118
 - 7.2.4 降值计数器 (S_CD) / 119
 - 7.2.5 设置计数器值 (SC) / 119
 - 7.2.6 升值计数器线圈 (CU) / 120
 - 7.2.7 降值计数器线圈 (CD) / 120
- 7.3 定时器指令 / 120
 - 7.3.1 概述 / 120
 - 7.3.2 脉冲 S5 定时器 (S_PULSE) / 121
 - 7.3.3 扩展脉冲 S5 定时器 (S_PEXT) / 122
 - 7.3.4 接通延时 S5 定时器 (S_ODT) / 123
 - 7.3.5 保持接通延时 S5 定时器 (S_ODTS) / 124
 - 7.3.6 断开延时 S5 定时器 (S_OFFDT) / 125
 - 7.3.7 脉冲定时线圈 (SP) / 125
 - 7.3.8 扩展脉冲定时线圈 (SE) / 126
 - 7.3.9 接通延时定时器线圈 (SD) / 126
 - 7.3.10 保持接通延时定时器线圈 (SS) / 127
 - 7.3.11 断开延时定时器线圈 (SF) / 127
- 7.4 常用控制电路及梯形图 / 127
 - 7.4.1 启动、自锁和停止控制线路与梯形图 / 127
 - 7.4.2 正、反转联锁控制线路与梯形图 / 129
 - 7.4.3 多地控制线路与梯形图 / 130
 - 7.4.4 定时控制线路与梯形图 / 131
 - 7.4.5 长定时控制线路与梯形图 / 133
 - 7.4.6 多重输出控制线路与梯形图 / 134
 - 7.4.7 过载报警控制线路与梯形图 / 135

7.4.8 闪烁控制线路与梯形图 / 136

7.5 基本指令应用实例 / 136

7.5.1 喷泉控制 / 136

7.5.2 交通信号灯控制 / 140

7.5.3 多级传送带控制 / 143

第 8 章

高级指令及使用



147

8.1 比较指令 / 147

8.1.1 概述 / 147

8.1.2 指令详解 / 147

8.2 转换指令 / 151

8.2.1 概述 / 151

8.2.2 指令详解 / 151

8.3 跳转指令 / 155

8.3.1 概述 / 155

8.3.2 指令详解 / 155

8.4 整数运算指令 / 156

8.4.1 概述 / 156

8.4.2 指令详解 / 156

8.5 浮点数(实数)运算指令 / 158

8.5.1 概述 / 158

8.5.2 指令详解 / 158

8.6 传送指令 / 160

8.6.1 概述 / 160

8.6.2 指令详解 / 160

8.7 移位和循环指令 / 161

8.7.1 概述 / 161

8.7.2 指令详解 / 161

8.8 状态位指令 / 163

8.8.1 概述 / 163

8.8.2 指令详解 / 164

8.9 字逻辑指令 / 165

8.9.1 概述 / 165

8.9.2 指令详解 / 166

- 9.1 概述 / 168
 - 9.1.1 三种编程方式 / 168
 - 9.1.2 用户程序的块结构 / 169
- 9.2 功能编程 / 170
 - 9.2.1 不带参数传递的功能编程 / 170
 - 9.2.2 带参数传递的功能编程 / 172
 - 9.2.3 库功能编程 / 178
 - 9.2.4 系统功能 (SFC) 编程 / 178
- 9.3 功能块编程 / 182
 - 9.3.1 不带参数传递的功能块编程 / 182
 - 9.3.2 带参数传递的功能块编程 / 187
 - 9.3.3 使用多重背景的功能块编程 / 191
- 9.4 组织块编程 / 195
 - 9.4.1 组织块与中断 / 195
 - 9.4.2 程序循环组织块 (OB1) / 197
 - 9.4.3 时间中断组织块编程 / 198
 - 9.4.4 延时中断组织块编程 / 204
 - 9.4.5 循环中断组织块编程 / 207
 - 9.4.6 硬件中断组织块编程 / 211
- 9.5 DB 调用指令和程序控制指令 / 215
 - 9.5.1 DB 调用指令 / 215
 - 9.5.2 程序控制指令 / 216

- 10.1 三种顺序控制方式及常规编程 / 217
 - 10.1.1 顺序控制与顺序功能图 / 217
 - 10.1.2 单序列顺序控制方式及编程 / 218
 - 10.1.3 选择序列顺序控制方式及编程 / 219
 - 10.1.4 并行序列顺序控制方式及编程 / 220
- 10.2 S7-Graph 的使用 / 221
 - 10.2.1 S7-Graph 的启动与窗口说明 / 221
 - 10.2.2 单序列顺序功能图的编写 / 225

- 10.2.3 选择序列和并行序列顺序功能图的编写 / 231
- 10.2.4 永久性指令 / 233
- 10.2.5 步的互锁与监控 / 235
- 10.2.6 步的动作命令 / 237
- 10.2.7 S7-Graph 功能块参数 / 240
- 10.3 剪板机的顺序控制实例 / 243
 - 10.3.1 控制要求 / 243
 - 10.3.2 确定 I/O 设备, 并为其分配合适的 I/O 端子 / 244
 - 10.3.3 绘制控制线路图 / 244
 - 10.3.4 画出顺序功能图 / 244
 - 10.3.5 编写控制程序 / 245

附录一 S7-300/400 PLC 的系统功能块 / 249

附录二 S7-300/400 PLC 的系统功能 / 250

第 1 章

概述

1.1 PLC 简介

1.1.1 PLC 的定义

PLC 是英文 **Programmable Logic Controller** 的缩写，意为可程序逻辑控制器。世界上第一台 PLC 于 1969 年由美国数字设备公司（DEC）研制成功，随着技术的发展，PLC 的功能大大增强，不仅限于逻辑控制，因此美国电气制造协会 NEMA 于 1980 年对它进行重命名，称为可编程控制器（Programmable Controller），简称 PC，但由于 PC 容易和个人计算机 PC（Personal Computer）混淆，故人们仍习惯将 PLC 当作可编程控制器的缩写。

PLC 的定义

由于可程序控制器一直在发展中，至今尚未对其下最后的定义。国际电工学会（IEC）对 PLC 最新定义为：

可编程控制器是一种数字运算操作电子系统，专为在工业环境下应用而设计，它采用了可程序的存储器，用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令，并通过数字的、模拟的输入和输出，控制各种类型的机械或生产过程，可编程控制器及其有关的外围设备，都应按易于与工业控制系统形成一个整体、易于扩充其功能的原则设计。

1.1.2 PLC 的分类

PLC 的种类很多，下面按结构形式、控制规模和实现功能对 PLC 进行分类。

（1）按结构形式分类

按硬件的结构形式不同，PLC 可分为整体式和模块式。

整体式 PLC 又称箱式 PLC，图 1-1 是一种常见的整体式 PLC，其外形像一个长方形的箱体，这种 PLC 的 CPU、存储器、I/O 接口等都安装在一个箱体内。整体式 PLC 的结构简单、体积小、价格低。小型 PLC 一般采用整体式结构。

模块式 PLC 又称组合式 PLC，其外形如图 1-2 所示，它有一个总线基板，基板上有很多总线插槽，其中由 CPU、存储器和电源构成的一个模块通常固定安装在某个插槽中，其他功能模块可安装在其他不同的插槽内。模块式 PLC 配置灵活，可通过增减模块来组成不同规模的系统，安装维修方便，但价格较贵。大、中型 PLC 一般采用模块式结构。

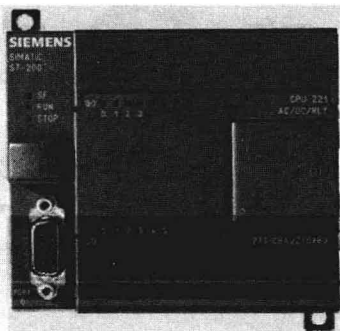


图 1-1 整体式 PLC

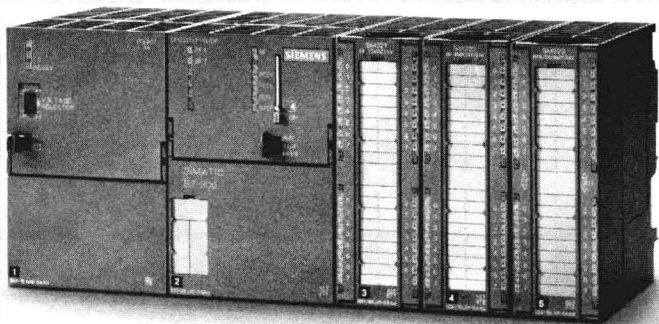


图 1-2 模块式 PLC

(2) 按控制规模分类

I/O 点数（输入/输出端子数量）是衡量 PLC 控制规模的重要参数，根据 I/O 点数多少，可将 PLC 分为小型、中型和大型三类。

① 小型 PLC 其 I/O 点数小于 256 点，采用 8 位或 16 位单 CPU，用户存储器容量 4K 字以下。

② 中型 PLC 其 I/O 点数在 256 点~2048 点之间，采用双 CPU，用户存储器容量 2~8K。

③ 大型 PLC 其 I/O 点数大于 2048 点，采用 16 位、32 位多 CPU，用户存储器容量 8~16K。

(3) 按功能分类

根据 PLC 的功能强弱不同，可将 PLC 分为低档、中档、高档三类。

① 低档 PLC 具有逻辑运算、定时、计数、移位以及自诊断、监控等基本功能，有些还有少量模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、通信等功能。低档 PLC 主要用于逻辑控制、顺序控制或少量模拟量控制的单机控制系统。

② 中档 PLC 除具有低档 PLC 的功能外，还具有较强的模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、数制转换、远程 I/O、子程序、通信联网等功能，有些还增设有中断控制、PID 控制等功能。中档 PLC 适用于比较复杂的控制系统。

③ 高档 PLC 除了具有中档机的功能外，还增加了带符号算术运算、矩阵运算、位逻辑运算、平方根运算及其他特殊功能函数的运算、制表及表格传送功能等。高档 PLC 机具有很强的通信联网功能，一般用于大规模过程控制或构成分布式网络控制系统，实现工厂控制自动化。

1.1.3 PLC 的特点

PLC 是一种专为工业应用而设计的控制器，它主要有以下特点。

(1) 可靠性高，抗干扰能力强

为了适应工业应用要求，PLC 从硬件和软件方面采用了大量的技术措施，以便能在恶劣环境下长时间可靠运行，现在大多数 PLC 的平均无故障运行时间可达几十万小时。

(2) 通用性强，控制程序可变，使用方便

PLC 可利用齐全的各种硬件装置来组成各种控制系统，用户不必自己再设计和制作硬件装置。用户在硬件确定以后，在生产工艺流程改变或生产设备更新的情况下，无需大量改变 PLC 的硬件设备，只需更改程序就可以满足要求。

(3) 功能强, 适应范围广

现代 PLC 不仅有逻辑运算、计时、计数、顺序控制等功能, 还具有数字和模拟量的输入输出、功率驱动、通信、人机对话、自检、记录显示等功能, 既可控制一台生产机械、一条生产线, 又可控制一个生产过程。

(4) 编程简单, 易用易学

目前大多数 PLC 采用梯形图编程方式, 梯形图语言的编程元件符号和表达方式与继电器控制电路原理图非常接近, 这样使大多数工厂企业电气技术人员非常容易接受和掌握。

(5) 系统设计、调试和维修方便

PLC 用软件来取代继电器控制系统中大量的中间继电器、时间继电器、计数器等器件, 使控制柜的设计安装接线工作量大为减少。另外, PLC 的用户程序可以通过电脑在实验室仿真调试, 减少了现场的调试工作量。此外, 由于 PLC 结构模块化及很强的自我诊断能力, 维修也极为方便。

1.1.4 西门子 S7 系列 PLC 简介

SIMATIC S7 系列 PLC 是西门子公司生产的可编程控制器, 它包括智能逻辑控制器 (LOGO!)、小型机 (S7-200、S7-1200 系列) 和中大型机 (S7-300 和 S7-400 系列)。S7 系列 PLC 如图 1-3 所示, 从左至右, PLC 性能逐渐增强, 即 LOGO! 性能较弱, 而 S7-400 性能最强。

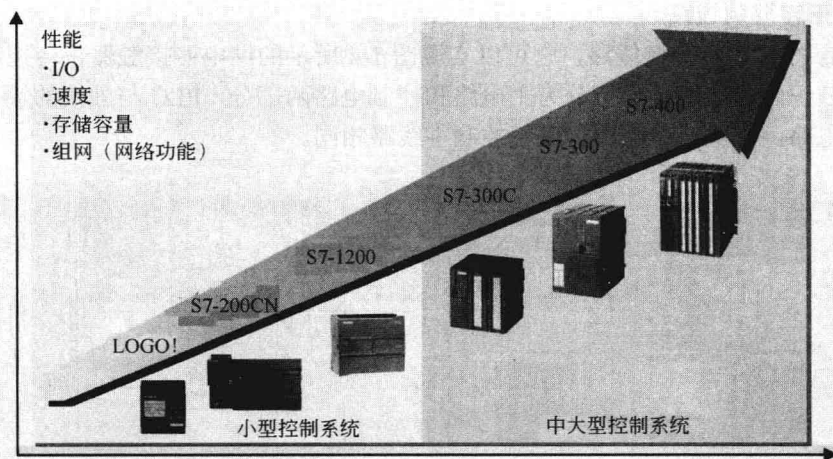


图 1-3 S7 系列 PLC

1.2 PLC 控制与继电器控制比较

PLC 控制是在继电器控制基础上发展起来的, 为了让读者能初步了解 PLC 的控制方式, 本节以电动机正转控制为例对两种控制系统进行比较。

1.2.1 继电器正转控制线路

图 1-4 是一种常见的继电器正转控制线路, 可以对电动机进行正转和停转控制, 右图为

主电路，左图为控制电路。

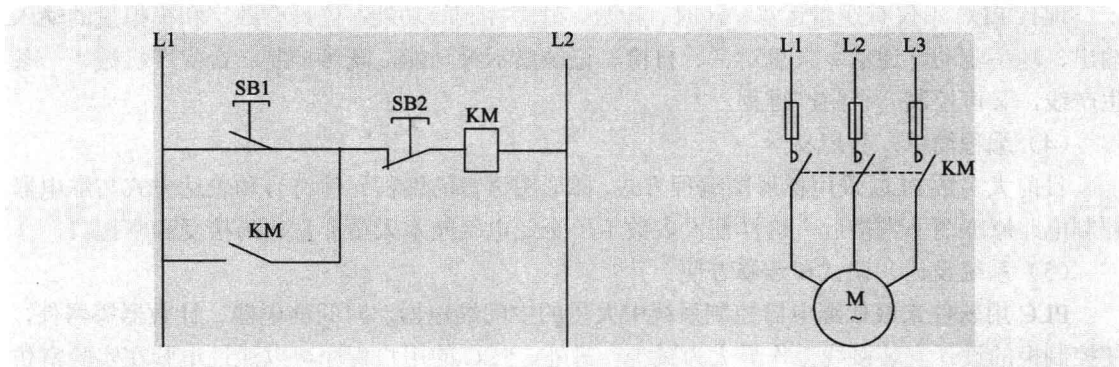


图 1-4 继电器正转控制线路

电路原理说明如下：

按下启动按钮 SB1，接触器 KM 线圈得电，主电路中的 KM 主触点闭合，电动机得电运转，与此同时，控制电路中的 KM 常开自锁触点也闭合，锁定 KM 线圈得电（即 SB1 断开后 KM 线圈仍可得电）。

按下停止按钮 SB2，接触器 KM 线圈失电，KM 主触点断开，电动机失电停转，同时 KM 常开自锁触点也断开，解除自锁（即 SB2 闭合后 KM 线圈无法得电）。

1.2.2 PLC 正转控制线路

图 1-5 是 PLC 正转控制线路，它可以实现图 1-4 所示的继电器接触器正转控制线路相同的功能。PLC 正转控制线路也可分为主电路和控制电路两部分，PLC 与外接的输入、输出部件构成控制电路，主电路与继电器正转控制主线路相同。

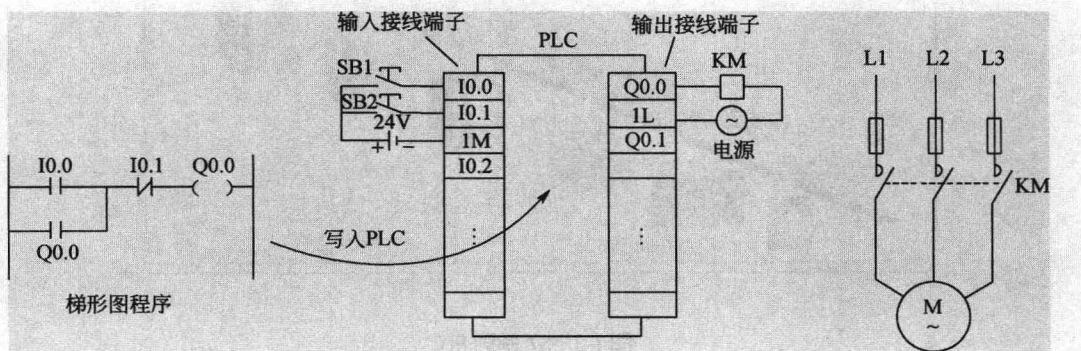


图 1-5 PLC 正转控制线路

在组建 PLC 控制系统时，先要进行硬件连接，再编写控制程序。PLC 正转控制线路的硬件接线如图 1-4 所示，PLC 输入端子连接 SB1（启动）、SB2（停止）按钮和电源，输出端子连接接触器线圈 KM 和电源。PLC 硬件连接完成后，再在电脑中使用 PLC 编程软件编写图示的梯形图程序，然后通过电脑与 PLC 之间的连接线将程序写入 PLC。

PLC 软、硬件准备好后就可以操作运行。操作运行过程说明如下：

按下启动按钮 SB1，24V 电源、SB1 与 PLC 端子 I0.0、I0.1 之间的内部电路构成回路，

有电流流过 I0.0、1M 端子间的电路, PLC 内部程序运行, 运行结果使 PLC 的 Q0.0、1L 端子之间的内部电路导通, 接触器线圈 KM 得电, 主电路中的 KM 主触点闭合, 电动机运转, 松开 SB1 后, 内部程序维持 Q0.0、1L 端子之间的内部电路导通, 让 KM 线圈继续得电(自锁)。

按下停止按钮 SB2, PLC 端子 I0.1、1M 之间的内部电路与 24V 电源、SB2 构成回路, 有电流流过 I0.1、1M 端子间的电路, PLC 内部程序运行, 运行结果使 PLC 的 Q0.0、1L 端子之间的内部电路断开, 接触器线圈 KM 失电, 主电路中的 KM 主触点断开, 电动机停转, 松开 SB2 后, 内部程序让 Q0.0、1L 端子之间的内部电路维持断开状态。

1.2.3 PLC 控制、继电器控制和单片机控制的比较

PLC 控制与继电器控制相比, 具有改变程序就能变换控制功能的优点, 但在简单控制时成本较高, 另外, 利用单片机也可以实现控制。PLC、继电器和单片机控制系统比较见表 1-1。

表 1-1 PLC、继电器和单片机控制系统的比较

比较内容	PLC 控制系统	继电器控制系统	单片机控制系统
功能	用程序可以实现各种复杂控制	用大量继电器布线逻辑实现顺序控制	用程序实现各种复杂控制、功能最强
改变控制内容	修改程序较简单容易	改变硬件接线、工作量大	修改程序, 技术难度大
可靠性	平均无故障工作时间长	受机械触点寿命限制	一般比 PLC 差
工作方式	顺序扫描	顺序控制	中断处理, 响应最快
接口	直接与生产设备相连	直接与生产设备相连	要设计专门的接口
环境适应性	可适应一般工业生产现场环境	环境差, 会降低可靠性和寿命	要求有较好的环境, 如机房, 实验室、办公室
抗干扰	一般不用专门考虑抗干扰问题	能抗一般电磁干扰	要专门设计抗干扰措施; 否则易受干扰影响
维护	现场检查, 维修方便	定期更换继电器、维修费时	技术难度较高
系统开发	设计容易、安装简单、调试周期短	图样多, 安装接线工作量大, 调试周期长	系统设计复杂, 调试技术难度大, 需要有系统的计算机知识
通用性	较好, 适应面广	一般是专用	要进行软、硬件技术改造才能作其他用
硬件成本	比单片机控制系统高	少于 30 个继电器时成本较低	一般比 PLC 低