



全国高等职业教育规划教材

# S7-300 PLC、变频器 与触摸屏综合应用教程

侍寿永 主编

- 以工业典型应用为主线，按教学做一体化原则编写。
- 通过实例讲解，通俗易懂，且项目易于操作和实现。
- 知识点层层递进，融会贯通，便于教学和读者自学。
- 图文并茂，强调实用，注重入门和应用能力的培养。



电子课件下载网址 [www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com)



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

全国高等职业教育规划教材

# S7-300 PLC、变频器与触摸屏 综合应用教程

主 编 侍寿永

副主编 居海清 于建明 史宜巧

参 编 王 玲 吴会琴 薛 岚 毕洁廷

主 审 成建生

机械工业出版社

本书介绍了西门子 S7-300 PLC、G120 变频器、TP177B 触摸屏的基本知识及其综合应用。通过大量实例和实训项目,通俗易懂地介绍了 S7-300 PLC 的编程、仿真及应用,变频器多种功能参数的设置及调试,组态软件 WinCC flexible 的常用元件组态技术,以及它们的综合应用。

本书对每个实训项目均配有电路原理图、控制程序及调试步骤,并且项目容易操作与实现,旨在让读者通过对本书的学习,能尽快地掌握工控设备的基本知识及综合应用技能。

本书可作为高等职业院校电气自动化、机电一体化等相关专业及技术培训的教材,也可作为工程技术人员自学或参考用书。

本书配套授课电子课件,需要的教师可登录 [www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com) 免费注册、审核通过后下载,或联系编辑索取(QQ: 1239258369, 电话: 010-88379739)。

## 图书在版编目(CIP)数据

S7-300 PLC、变频器与触摸屏综合应用教程 / 侍寿永主编. —北京: 机械工业出版社, 2015.7

全国高等职业教育规划教材

ISBN 978-7-111-50552-5

I. ①S… II. ①侍… III. ①plc 技术—高等职业教育—教材②变频器—高等职业教育—教材③触摸屏—高等职业教育—教材 IV. ①TM571.6  
②TN773③TP334.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 133873 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 王颖 责任编辑: 王颖

责任校对: 张艳霞 责任印制: 李洋

三河市宏达印刷有限公司印刷

2015 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·18.25 印张·449 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-50552-5

定价: 39.90 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线: (010) 88379833

机工官网: [www.cmpbook.com](http://www.cmpbook.com)

读者购书热线: (010) 88379649

机工官博: [weibo.com/cmp1952](http://weibo.com/cmp1952)

教育服务网: [www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com)

封面无防伪标均为盗版

金书网: [www.golden-book.com](http://www.golden-book.com)

# 前 言

PLC 已成为自动化控制领域不可或缺的设备之一，它常常与传感器、变频器、人机界面等设备配合使用，构造成功能齐全、操作简单方便的自动控制系统。为此，编者结合多年的工程经验及电气自动化的教学经验，并在企业技术人员大力支持下编写了本书，旨在使学生或具有一定电气控制基础知识的工程技术人员能较快地掌握西门子 S7-300 PLC、G120 变频器和 TP177B 触摸屏综合应用技术。

本书共分为 3 篇，分别介绍了西门子 S7-300 PLC、G120 变频器、TP177B 触摸屏的应用。

在第 1 篇中，重点介绍了 S7-300 PLC 的基本指令、功能指令、功能块与组织块、模拟量与脉冲量、网络通信（MPI、PROFIBUS-DP、PROFINET）相关编程及应用等。

在第 2 篇中，重点介绍了 G120 变频器的面板及操作，调试软件 STARTER 的应用，开关量的输入与输出，模拟量的输入与输出，PROFINET 网络通信等功能的参数设置及 PLC 与变频器的联机调试。

在第 3 篇中，重点介绍了 WinCC flexible 组态软件的使用，TP177B 触摸屏的按钮、开关、指示灯、域（文本域、IO 域、符号 IO 域、图形 IO 域）、图形对象（滚动条、棒图、量表）等元件的组态技术及与 PLC 和变频器的综合应用。

为了便于教学和自学，并能激发读者的学习热情，本书中的实例和实训项目均较为简单，且易于操作和实现。为了巩固、提高和检阅读者所学知识，各章均配有习题与思考。

本书是按照项目教学的思路进行编排的，具备一定实验条件的院校可以按照编排的顺序进行教学。本书电子教学资料包中提供了很多项目参考程序、参考资料和应用软件，为不具备实验条件的学生或工程技术人员自学提供方便，本书除变频器知识外，都可以使用仿真软件进行对项目的模拟调试，可在机械工业出版社教材服务网（[www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com)）下载。

本书的编写得到了淮安信息职业技术学院领导和电气工程系领导的关心和支持，同时，朱静、崔秦州、秦德良三位高级工程师在本书编写中给予了许多的帮助并提供了很好的建议，在此表示衷心的感谢。

本书由淮安信息职业技术学院侍寿永担任主编，居海清、于建明、史宜巧担任副主编，王玲、吴会琴、薛岚、毕洁廷参编，成建生担任主审。侍寿永编写本书的第 1、2、3、4、5、8、9、11、12 章，居海清、于建明、史宜巧共同编写第 6 章和第 10 章，王玲和吴会琴共同编写第 7 章，薛岚、毕洁廷编写附录。

由于篇幅限制，还有一些应用知识没有涉及，如 S7-300 PLC 的顺序功能图语言 Graph 的应用、PID 闭环控制、触摸屏的报警与趋势视图组态等。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免有疏漏之处，恳请读者批评指正。

编 者

# 目 录

前言

## 第 1 篇 西门子 S7-300 PLC 的编程及应用

第 1 章 S7-300 PLC 基本指令的编程及应用	1
1.1 PLC 简介	1
1.1.1 PLC 的定义及特点	1
1.1.2 PLC 的分类及应用	2
1.1.3 PLC 的结构与工作过程	3
1.1.4 PLC 的编程语言	5
1.1.5 S7-300 PLC 的硬件模块	6
1.1.6 用户存储区及状态字	9
1.1.7 编程及仿真软件	11
1.2 实训 1 软件安装及项目创建	16
1.2.1 实训目的	16
1.2.2 实训任务	16
1.2.3 实训步骤	16
1.2.4 实训拓展	21
1.3 位逻辑指令	21
1.3.1 触点指令	21
1.3.2 输出指令	22
1.3.3 电路块指令	23
1.3.4 异或和同或指令	24
1.3.5 取反指令	24
1.3.6 置复位和触发器指令	25
1.3.7 检测指令	26
1.3.8 存储指令	27
1.3.9 RLO 的置位和复位指令	27
1.4 实训 2 电动机连续运行的 PLC 控制	27
1.4.1 实训目的	27
1.4.2 实训任务	27
1.4.3 实训步骤	28
1.4.4 实训拓展	33
1.5 定时器及计数器指令	34

1.5.1	定时器指令	34
1.5.2	计数器指令	41
1.6	实训 3 电动机Y/ $\Delta$ 起动的 PLC 控制	44
1.6.1	实训目的	44
1.6.2	实训任务	45
1.6.3	实训步骤	45
1.6.4	实训拓展	48
1.7	习题与思考	48
<b>第 2 章</b>	<b>S7-300 PLC 功能指令的编程及应用</b>	<b>50</b>
2.1	数据类型	50
2.1.1	基本数据类型	50
2.1.2	复杂数据类型	52
2.1.3	参数数据类型	53
2.2	数据处理指令	53
2.2.1	传送指令	53
2.2.2	比较指令	55
2.2.3	转换指令	56
2.2.4	移位指令	58
2.3	实训 4 交通灯的 PLC 控制	61
2.3.1	实训目的	61
2.3.2	实训任务	61
2.3.3	实训步骤	61
2.3.4	实训拓展	66
2.4	数学运算指令	66
2.4.1	算术运算指令	66
2.4.2	逻辑运算指令	70
2.5	实训 5 60s 倒计时的 PLC 控制	72
2.5.1	实训目的	72
2.5.2	实训任务	72
2.5.3	实训步骤	72
2.5.4	实训拓展	76
2.6	控制指令	76
2.6.1	逻辑控制指令	76
2.6.2	程序控制指令	79
2.6.3	主控继电器指令	79
2.7	累加器及数据块指令	80
2.7.1	累加器指令	80
2.7.2	数据块指令	80
2.8	实训 6 闪光频率的 PLC 控制	81

2.8.1 实训目的	81
2.8.2 实训任务	81
2.8.3 实训步骤	81
2.8.4 实训拓展	83
2.9 习题与思考	83
<b>第3章 S7-300 PLC 功能块与组织块的编程及应用</b>	<b>85</b>
3.1 功能和功能块	85
3.1.1 功能	86
3.1.2 功能块	88
3.1.3 功能与功能块的区别	91
3.2 系统功能和系统功能块	92
3.3 实训7 多级分频器的 PLC 控制	96
3.3.1 实训目的	96
3.3.2 实训任务	96
3.3.3 实训步骤	96
3.3.4 实训拓展	100
3.4 组织块	100
3.4.1 循环执行组织块	101
3.4.2 起动组织块	101
3.4.3 定期执行组织块	102
3.4.4 事件驱动组织块	106
3.5 实训8 电动机轮体的 PLC 控制	111
3.5.1 实训目的	111
3.5.2 实训任务	111
3.5.3 实训步骤	111
3.5.4 实训拓展	114
3.6 习题与思考	114
<b>第4章 S7-300 PLC 模拟量与脉冲量的编程及应用</b>	<b>116</b>
4.1 模拟量	116
4.1.1 模拟量模块类型	116
4.1.2 模拟量模块的地址分配	116
4.1.3 模拟量模块的组态	116
4.1.4 模拟值的表示	119
4.2 实训9 炉箱温度的 PLC 控制	121
4.2.1 实训目的	121
4.2.2 实训任务	121
4.2.3 实训步骤	122
4.2.4 实训拓展	125
4.3 高速脉冲	125

4.3.1	高速脉冲输入	127
4.3.2	高速脉冲输出	133
4.4	实训 10 步进电动机的 PLC 控制	136
4.4.1	实训目的	136
4.4.2	实训任务	136
4.4.3	实训步骤	136
4.4.4	实训拓展	139
4.5	习题与思考	140
<b>第 5 章</b>	<b>S7-300 PLC 网络通信的编程及应用</b>	<b>141</b>
5.1	MPI 通信	141
5.1.1	MPI 通信网络的组建	141
5.1.2	全局数据的 MPI 通信	143
5.1.3	无组态的 MPI 通信	147
5.1.4	有组态的 MPI 通信	150
5.2	实训 11 两台电动机的异地起停控制	152
5.2.1	实训目的	152
5.2.2	实训任务	153
5.2.3	实训步骤	153
5.2.4	实训拓展	156
5.3	PROFIBUS 通信	156
5.3.1	PROFIBUS-DP 通信网络的组建	156
5.3.2	S7-300 与远程 I/O 模块的 PROFIBUS-DP 通信	157
5.3.3	S7-300 与 S7-200 的 PROFIBUS-DP 通信	159
5.3.4	S7-300 与 S7-300 的 PROFIBUS-DP 通信	161
5.4	实训 12 两台电动机运行状态的异地监控	166
5.4.1	实训目的	166
5.4.2	实训任务	166
5.4.3	实训步骤	166
5.4.4	实训拓展	169
5.5	PROFINET 通信	169
5.5.1	PROFINET 通信网络的组建	170
5.5.2	采用 S5 通信协议的 PROFINET 通信	171
5.5.3	采用 S7 通信协议的 PROFINET 通信	174
5.6	实训 13 两台电动机的同向运行控制	178
5.6.1	实训目的	178
5.6.2	实训任务	178
5.6.3	实训步骤	178
5.6.4	实训拓展	182
5.7	习题与思考	182



## 第 2 篇 西门子 G120 变频器的应用

第 6 章 G120 变频器的面板操作及调试软件应用	184
6.1 变频器简介	184
6.1.1 变频器的定义及作用	184
6.1.2 变频器的组成及分类	184
6.1.3 变频器的工作原理	185
6.1.4 变频器的应用场所	186
6.2 西门子 G120 变频器	186
6.2.1 G120 变频器的端子介绍	187
6.2.2 G120 变频器的操作面板	188
6.2.3 G120 变频器的面板操作	190
6.2.4 G120 变频器的快速调试	191
6.3 实训 14 面板控制电动机的运行	192
6.3.1 实训目的	192
6.3.2 实训任务	192
6.3.3 实训步骤	192
6.3.4 实训拓展	193
6.4 调试软件 STARTER 的应用	193
6.4.1 创建项目	193
6.4.2 查找节点	193
6.4.3 参数修改	194
6.4.4 在线调试	195
6.5 实训 15 使用软件在线控制电动机的运行	196
6.5.1 实训目的	196
6.5.2 实训任务	196
6.5.3 实训步骤	196
6.5.4 实训拓展	197
6.6 习题与思考	197
第 7 章 G120 变频器的数字量应用	198
7.1 数字量输入	198
7.1.1 端子及连接	198
7.1.2 预定义接口宏	199
7.1.3 指令源和设定值源	200
7.1.4 固定频率运行	200
7.2 实训 16 电动机的七段速运行控制	203
7.2.1 实训目的	203
7.2.2 实训任务	203
7.2.3 实训步骤	203

7.2.4 实训拓展·····	205
7.3 数字量输出·····	205
7.3.1 端子及连接·····	205
7.3.2 相关参数·····	205
7.3.3 数字量输出应用·····	206
7.4 实训 17 电动机的工变频运行控制·····	206
7.4.1 实训目的·····	206
7.4.2 实训任务·····	206
7.4.3 实训步骤·····	206
7.4.4 实训拓展·····	208
7.5 习题与思考·····	208
<b>第 8 章 G120 变频器的模拟量应用·····</b>	<b>210</b>
8.1 模拟量输入·····	210
8.1.1 端子及连接·····	210
8.1.2 相关参数·····	210
8.1.3 预定义宏·····	211
8.2 实训 18 电位器调速的电动机运行控制·····	212
8.2.1 实训目的·····	212
8.2.2 实训任务·····	212
8.2.3 实训步骤·····	212
8.2.4 实训拓展·····	213
8.3 模拟量输出·····	213
8.3.1 端子及连接·····	213
8.3.2 相关参数·····	213
8.4 实训 19 电动机运行速度的实时监测·····	214
8.4.1 实训目的·····	214
8.4.2 实训任务·····	214
8.4.3 实训步骤·····	215
8.4.4 实训拓展·····	217
8.5 习题与思考·····	217
<b>第 9 章 G120 变频器的 PROFINET 网络通信应用·····</b>	<b>218</b>
9.1 PROFINET 网络通信应用·····	218
9.1.1 硬件组态·····	218
9.1.2 参数设置·····	220
9.1.3 控制字设置·····	222
9.1.4 软件编程·····	222
9.1.5 下载调试·····	223
9.2 实训 20 基于 PROFINET 网络的电动机运行控制·····	223
9.2.1 实训目的·····	223

9.2.2 实训任务	224
9.2.3 实训步骤	224
9.2.4 实训拓展	226
9.3 习题与思考	226

### 第3篇 西门子 TP177B 触摸屏的应用

<b>第10章 按钮及指示灯的组态</b>	227
10.1 HMI 简介	227
10.1.1 人机界面	227
10.1.2 组态软件	229
10.1.3 创建项目	231
10.1.4 通信连接	232
10.1.5 生成变量	233
10.1.6 生成画面	234
10.1.7 项目模拟	235
10.1.8 项目传送	235
10.2 按钮的组态	237
10.2.1 文本按钮	237
10.2.2 图形按钮	238
10.2.3 按钮的其他应用	239
10.3 开关的组态	241
10.3.1 切换开关	241
10.3.2 文本切换开关	242
10.3.3 图形切换开关	243
10.4 指示灯的组态	243
10.5 实训 21 电动机的点动和连动运行控制	244
10.5.1 实训目的	244
10.5.2 实训任务	244
10.5.3 实训步骤	244
10.5.4 实训拓展	247
10.6 习题与思考	247
<b>第11章 域的组态</b>	248
11.1 域的组态	248
11.1.1 文本域	248
11.1.2 I/O 域	249
11.1.3 符号 I/O 域	251
11.1.4 图形 I/O 域	253
11.1.5 日期时间域	254
11.2 实训 22 电动机的三段速运行控制	255

11.2.1 实训目的	255
11.2.2 实训任务	255
11.2.3 实训步骤	255
11.2.4 实训拓展	260
11.3 习题与思考	260
<b>第 12 章 图形对象及动画的组态</b>	<b>262</b>
12.1 图形对象的组态	262
12.1.1 滚动条	262
12.1.2 棒图	264
12.1.3 量表	266
12.2 动画的组态	269
12.3 实训 23 电动机的速度在线监控	269
12.3.1 实训目的	269
12.3.2 实训任务	270
12.3.3 实训步骤	270
12.3.4 实训拓展	273
12.4 习题与思考	273
<b>附录 S7-300 PLC 的指令一览表</b>	<b>274</b>
<b>参考文献</b>	<b>279</b>

# 第 1 篇 西门子 S7-300 PLC 的编程及应用

可编程序控制器（PLC）在工业控制领域中应用较广，本篇以西门子 S7-300 PLC 作为讲授对象，重点讲述 PLC 的基础知识及工作原理，STEP 7 编程软件和 PLCSIM 仿真软件的应用，S7-300 PLC 的基本指令、功能指令、功能块与组织块、模拟量与脉冲量以及网络通信等方面的编程及应用。

## 第 1 章 S7-300 PLC 基本指令的编程及应用

### 1.1 PLC 简介

#### 1.1.1 PLC 的定义及特点

PLC 是可编程序逻辑控制器的英文（Programmable Logic Controller）缩写，随着科技的不断发展，现已远远超出逻辑控制功能，应称之为可编程序控制器 PC，为了与个人计算机（Personal Computer）相区别，故仍将可编程序控制器简称为 PLC。几款常见的 PLC 外形如图 1-1 所示。

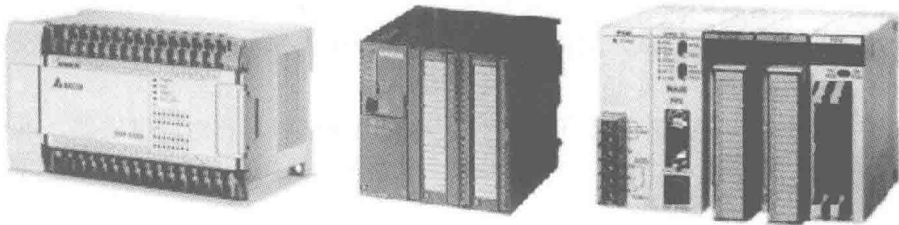


图 1-1 几款常见的 PLC 外形

#### 1. PLC 的定义

由于传统的继电器——接触器组成的控制系统存在设备体积大，调试维护工作量大，通用性、灵活性差，可靠性低，且不具备数据通信功能等诸多缺点，已不能满足工业发展的要求。1968 年，美国通用汽车制造公司（GM）提出把计算机的完备功能、灵活及通用等优点和继电器控制系统的简单易懂、操作方便、价格便宜等优点结合起来，制成一种适合于工业环境的通用控制装置的设计。1969 年，美国数字设备公司（GEC）根据通用汽车的要求首先研制成功第一台可编程序控制器，并在通用汽车公司的自动装置线上试用成功，从而开创了工业控制的新局面。

1985 年国际电子委员会（IEC）对 PLC 作了如下定义：“可编程序控制器是一种数字运

算操作的电子系统，专为工业环境下应用而设计。它作为可编程序的存储器，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指令，并通过数字式、模拟式的输入和输出，控制各种类型的机械或生产过程。可编程序控制器及其有关设备，都应按易于使工业控制系统形成一个整体，易于扩充其功能的原则设计。”

## 2. PLC 的特点

### (1) 编程简单，容易掌握

梯形图是使用最多的 PLC 编程语言，其电路符号和表达式与继电器电路原理图相似，梯形图语言形象直观，易学易懂，熟悉继电器电路图的电气技术人员很快就能学会用梯形图语言，并用来编制用户程序。

### (2) 功能强，性价比高

PLC 内有成百上千个可供用户使用的编程元件，有很强的功能，可以实现非常复杂的控制功能。与相同功能的继电器控制系统相比，具有很高的性价比。

### (3) 硬件配套齐全，用户使用方便，适应性强

PLC 产品已经标准化、系列化和模块化，配备有品种齐全的各种硬件装置供用户选用，用户能灵活方便地进行系统配置，组成不同功能、不同规模的系统。硬件配置确定后，可以通过修改用户程序，方便快速地适应工艺条件的变化。

### (4) 可靠性高，抗干扰能力强

传统的继电器控制系统使用了大量的中间继电器、时间继电器。由于触点接触不良，容易出现故障。PLC 用软件代替大量的中间继电器和时间继电器，PLC 外部只剩下与输入和输出有关的少量硬件元件，因触点接触不良造成的故障大为减少。

### (5) 系统的设计、安装、调试及维护工作量少

由于 PLC 采用了软件来取代继电器控制系统中大量的中间继电器、时间继电器等器件，控制柜的设计、安装和接线工作量大为减少。同时，PLC 的用户程序可以先模拟调试通过后再到生产现场进行联机调试，这样可减少现场的调试工作量，缩短设计、调试周期。

### (6) 体积小、重量轻、功耗低

复杂的控制系统使用 PLC 后，可以减少大量的中间继电器和时间继电器，PLC 的体积较小，且结构紧凑、坚固、重量轻、功耗低。并且由于 PLC 的抗干扰能力强，易于装入设备内部，是实现机电一体的理想控制设备。

## 1.1.2 PLC 的分类及应用

### 1. PLC 的分类

PLC 发展很快，类型很多，可以从不同的角度进行分类。

#### 1) 按控制规模分：微型、小型、中型和大型。

微型 PLC 的 I/O 点数一般在 64 点以下，其特点是体积小、结构紧凑、重量轻和以开关量控制为主，有些产品具有少量模拟量信号处理能力。

小型 PLC 的 I/O 点数一般在 256 点以下，除开关量 I/O 外，一般都有模拟量控制功能和高速控制功能。有的产品还有多种特殊功能模板或智能模块，有较强的通信能力。

中型 PLC 的 I/O 点数一般在 1024 点以下，指令系统更丰富，内存容量更大，一般都有可供选择的系列化特殊功能模板，有较强的通信能力。

大型 PLC 的 I/O 点数一般在 1024 点以上，软、硬件功能极强，运算和控制功能丰富。具有多种自诊断功能，一般都有多种网络功能，有的还可以采用多 CPU 结构，具有冗余能力等。

2) 按结构特点分：整体式、模块式。

整体式 PLC 多为微型、小型，特点是将电源、CPU、存储器、I/O 接口等部件都集中装在一个机箱内，结构紧凑、体积小、价格低和安装简单，输入/输出点数通常为 10~60 点。

模块式 PLC 是将 CPU、输入和输出单元、电源单元以及各种功能单元集成一体。各模块结构上相互独立，构成系统时，则根据要求搭配组合，灵活性强。

3) 按控制性能分：低档机、中档机和高档机。

低档 PLC 具有基本的控制功能和一般运算能力，工作速度比较低，能带的输入和输出模块数量比较少，输入和输出模块的种类也比较少。

中档 PLC 具有较强的控制功能和较强的运算能力，它不仅能完成一般的逻辑运算，也能完成比较复杂数据运算，工作速度比较快。

高档 PLC 具有强大的控制功能和较强的数据运算能力，能带的输入和输出模块数量很多，输入和输出模块的种类也很全面。这类 PLC 不仅能完成中等规模的控制工程，也可以完成规模很大的控制任务。在联网中一般作为主站使用。

## 2. PLC 的应用

### (1) 数字量控制

PLC 用“与”“或”“非”等逻辑控制指令来实现触点和电路的串、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) 运动量控制

PLC 使用专用的运动控制模块，对直线运行或圆周运动的位置、速度和加速度进行控制，可以实现单轴、双轴、三轴和多轴位置控制。

### (3) 闭环过程控制

过程控制是指对温度、压力和流量等连续变化的模拟量的闭环控制。PLC 通过模拟量 I/O 模块，实现模拟量和数字量之间的相互转换，并对模拟量实行闭环的 PID 控制。

### (4) 数据处理

现代的 PLC 具有数学运算、数据传送、转换、排序、查表和位操作等功能，可以完成数据的采集、分析与处理。

### (5) 通信联网

PLC 可以实现 PLC 与外设、PLC 与 PLC、PLC 与其他工业控制设备、PLC 与上位机、PLC 与工业网络设备之间通信，实现远程的 I/O 控制。

## 1.1.3 PLC 的结构与工作过程

### 1. PLC 的组成

PLC 一般由 CPU（中央处理器）、存储器和输入/输出模块三部分组成，PLC 的结构框图如图 1-2 所示。

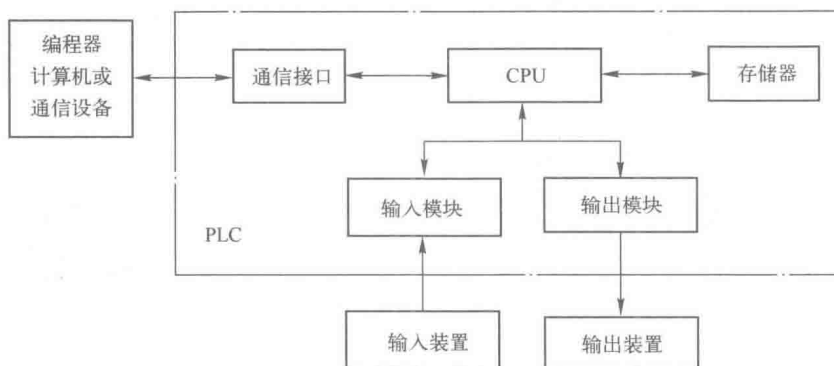


图 1-2 PLC 的结构框图

### (1) CPU

CPU 的功能是完成 PLC 内所有的控制和监视操作。中央处理器一般由控制器、运算器和寄存器组成。CPU 通过控制总线、地址总线和数据总线与存储器、输入/输出接口电路连接。

### (2) 存储器

在 PLC 中有两种存储器：系统程序存储器和系统存储器。

系统程序存储器是用来存放由 PLC 生产厂家编写好的系统程序，并固化在 ROM 内，用户不能直接更改。存储器中的程序负责解释和编译用户编写的程序、监控 I/O 口的状态、对 PLC 进行自诊断、扫描 PLC 中的用户程序等。用户程序存储器是用来存放用户根据控制要求而编制的应用程序。目前大多数 PLC 采用可随时读写的快闪存储器（Flash）作为用户程序存储器，它不需要后备电池，掉电时数据也不会丢失。

系统存储器属于随机存储器（RAM），主要用于存储中间计算结果和数据、系统管理，主要包括 I/O 状态存储器和数据存储器。

### (3) 输入/输出接口

PLC 的输入/输出接口是 PLC 与工业现场设备相连接的端口。PLC 的输入和输出信号可以是开关量或模拟量，其接口是 PLC 内部弱电信号和工业现场强电信号联系的桥梁。接口主要起到隔离保护作用（电隔离电路使工业现场和 PLC 内部进行隔离）和信号调整作用（把不同的信号调整成 CPU 可以处理的信号）。

## 2. PLC 的工作过程

PLC 是采用循环扫描的工作方式，其工作过程主要分为三个阶段：输入采样阶段、程序执行阶段和输出刷新阶段，PLC 的工作过程如图 1-3 所示。

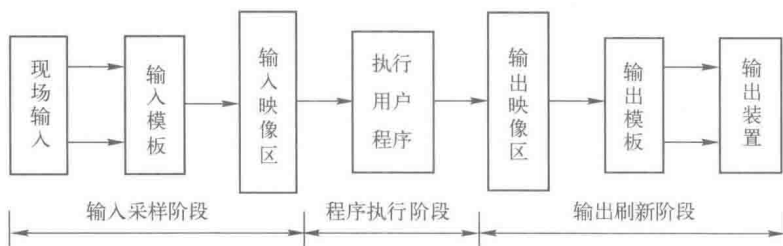


图 1-3 PLC 的工作过程



### (1) 输入采样阶段

PLC 在开始执行程序之前，首先按顺序将所有输入端子信号读入到寄存输入状态的输入映像区中存储，这一过程称为采样。PLC 在运行程序时，所需要的输入信号不是取现时输入端子上的信息，而是取输入映像寄存器中的信息。在本工作周期内这个采样结果的内容不会改变，只有到下一个输入采样阶段才会被刷新。

### (2) 程序执行阶段

PLC 按顺序进行扫描，即从上到下、从左到右地扫描每条指令，并分别从输入映像寄存器、输出映像寄存器以及辅助继电器中获得所需的数据进行运算和处理。再将程序执行的结果写入到输出映像寄存器中保存。但这个结果在全部程序未被执行完毕之前不会送到输出端子上。

### (3) 输出刷新阶段

在执行完用户所有程序后，PLC 将输出映像区中的内容送到寄存输出状态的输出锁存器中进行输出，驱动用户设备。

PLC 重复执行上述 3 个阶段，每重复一次的时间称为一个扫描周期。PLC 在一个工作周期中，输入采样阶段和输出刷新阶段的时间一般为毫秒级，而程序执行时间因用户程序的长度而不同，一般容量为 1KB 的程序扫描时间为 10ms 左右。

## 1.1.4 PLC 的编程语言

PLC 有 5 种编程语言：梯形图 (Ladder Diagram, LD)、语句表 (Statement List, STL)、功能块图 (Function Block Diagram, FBD)、顺序功能图 (Sequential Function Chart, SFC)、结构文本 (Structured Text, ST)。最常用的是梯形图和语句表。

### 1. 梯形图

梯形图是使用最多的 PLC 图形编程语言。梯形图与继电器控制系统的电路图相似，具有直观易懂的优点，很容易被工程技术人员所熟悉和掌握。梯形图程序设计语言具有以下特点：

- 1) 梯形图由触点、线圈和用方框表示的功能块组成。
- 2) 梯形图中触点只有常开和常闭，触点可以是 PLC 输入点接的开关也可以是 PLC 内部继电器的触点或内部寄存器、计数器等状态。
- 3) 梯形图中的触点可以任意串、并联，但线圈只能并联不能串联。
- 4) 内部继电器、寄存器等均不能直接控制外部负载，只能作中间结果使用。
- 5) PLC 是按循环扫描事件，沿梯形图先后顺序执行，在同一扫描周期中的结果留在输出状态寄存器中，所以输出点的值在用户程序中当作条件使用。

### 2. 语句表

语句表是使用助记符来书写程序的，又称为指令表，类似于汇编语言，但比汇编语言通俗易懂，属于 PLC 的基本编程语言。它具有以下特点：

- 1) 利用助记符号表示操作功能，容易记忆，便于掌握。
- 2) 在编程设备的键盘上就可以进行程序设计，便于操作。
- 3) 一般 PLC 程序的梯形图和语句表可以互相转换。
- 4) 部分梯形图及另外几种编程语言无法表达的 PLC 程序，必须使用语句表才能编程。