

双证融通系列丛书

# 西门子S7 PLC 应用简明教程

李方园 杨帆 等编著



附赠学习光盘



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



双证融通系列丛书

免费提供 DVD 光盘一张

# 西门子 S7 PLC 应用简明教程

李方园 杨帆 等编著



机械工业出版社

“PLC 应用”是目前高职高专电气自动化、机电一体化和楼宇智能化等专业所必学的课程之一。本书选用了西门子公司市场占有率最高、也最常见的 S7-200/300/400 PLC 作为“PLC 应用”课程的实验或实训产品。本书不仅可以锻炼读者的编程技巧，更是创新性地安排了从简单到复杂、从入门到实践的项目，涵盖了 S7 系列 PLC 应用的大部分场合。这些案例经过在实际培训和教学中的讲授，再通过作者创造性的归纳和总结，使得用户能完全模拟和使用本书所有项目。

本书可作为高职高专电气自动化、机电一体化、楼宇智能化等专业的课程教材，也可作为广大电工技术爱好者、求职者、下岗再就业者、职业培训人员的教材。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

西门子 S7 PLC 应用简明教程/李方园, 杨帆等编著. —北京: 机械工业出版社, 2013. 2

(双证融通系列丛书)

ISBN 978-7-111-41181-9

I. ①西… II. ①李…②杨… III. ①plc 技术-教材 IV. ①TM571. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 011957 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: 林春泉 责任编辑: 赵任 版式设计: 霍永明

责任校对: 纪敬 常天培 封面设计: 路恩中 责任印制: 邓博

印刷厂印刷

2013 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 19.5 印张 · 480 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-41181-9

ISBN 978-7-89433-849-5 (光盘)

定价: 48.00 元 (含 1DVD)

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

社服务中心: (010) 88361066 教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010) 68326294 机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010) 88379649 机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010) 88379203 封面防伪标均为盗版

# 序

本套“维修电工培训与电类人才培养”双证融通系列丛书（简称双证融通系列丛书）是在全社会大力推进“工学结合、产学合作”的大环境下推出的。丛书以服务为宗旨，以就业为导向，以提高学生（学员）素质为核心，以培养学生（学员）职业能力为本位，全方位推行产学合作，强调学校（培训机构）与社会的联系，注重理论与实践的结合，将分层化国家职业标准的理念融入课程体系，将国家职业资格标准、行业标准，融入课程标准。

目前，在很多高职院校、应用型本科中都有“电气自动化技术”专业，其对应的第一岗位就是电气设备及其相关产品的设计与维护，对应的考证为维修电工（中高级）。因此，本丛书以目前在各类高校中针对国家职业标准重新修订的“电类人才培养”教学计划为基础，将职业标准融入到课程标准中，并力求使各课程的理论教学、实操训练与国家职业标准的应知、应会相衔接对应，力求做到毕业后零距离上岗。

电类人才的培养目标定位于培养具有良好思想品德和职业道德，具备较为坚实的文化基础知识和电专业基础知识，要求学生能适应电气自动化行业发展的需要，成为电气控制设备和自动化设备的安装、调试与维护的高素质、高技能专业人才。根据这一培养目标制订了教学计划，除了能够做到学历教育与职业资格标准的完全融合外，还具有一定的前瞻性、拓展性，既满足当前岗位要求，又体现未来岗位要求；既确保当前就业能力，又为学生后续可持续发展提供基础和保障；既包含职业资格证书的内容，又保证学历教育的教学内容；既符合教育部门对电气自动化技术专业毕业生的学历培养要求，又符合人力资源和社会保障部对“维修电工中（高）级”职业技能鉴定的要求。

本丛书推出7门“双证融通”课程，每门课程均有电子资源免费下载，它们分别是：

- (1) 电工电子技术简明教程
- (2) 数控机床电气控制简明教程
- (3) AutoCAD 工程绘图简明教程
- (4) 电力电子技术简明教程
- (5) 三菱 PLC 应用简明教程
- (6) 西门子 S7 PLC 应用简明教程
- (7) 变频器应用简明教程

特别感谢宁波市服务型教育重点专业建设项目（电子电气专业）的出版资助，同时也感谢机械工业出版社电工电子分社、浙江工商职业技术学院为丛书的策划与推广提供了必不可少的帮助。

李方园

2012年12月

# 前 言

“PLC 应用”是目前高职高专电气自动化、机电一体化和楼宇智能化等专业所必学的课程之一，在目前的教学或培训中，通常采用西门子或三菱产品作为该课程的实施载体。本书选用了西门子公司市场占有率最高、也最常见的 S7-200/300/400 PLC 作为“PLC 应用”课程的实验或实训产品。

STEP 7 和 SETP 7 Micro/WIN 是西门子公司用于对 PLC 进行组态和编程的标准软件包，它是 SIMATIC 工业软件的一部分，并主要应用在 S7-200/300/400 PLC 上，它具有更广泛的功能。

本书不仅可以锻炼读者的编程技巧，更是创新性地安排了从简单到复杂、从入门到实践的项目，涵盖了 S7 系列 PLC 应用的大部分场合。这些案例经过在实际培训和教学中的讲授，再通过作者创造性的归纳和总结，使得用户能完全模拟和使用本书所有项目。

本书共分 9 讲。第 1 讲介绍了 PLC 概念与 IEC61131-3 标准；第 2 讲阐述了 S7-200 PLC 控制基础，包括梯形图的设计方法、位逻辑、定时器与计数器，以及简单电气控制电路的编程与运行；第 3 讲引入了 S7-200 PLC 仿真软件，并以自动开关门控制进行了实际案例介绍；第 4 讲为 S7-200 PLC 高级编程与应用，内容包括 SCR、CALL、中断、PID、配方、运动控制等；第 5 讲从大中型 PLC 模块化控制系统的角度出发，展现给读者的是 S7-300/400 PLC 控制基础；第 6 讲给出了 S7-300/400 PLC 指令；第 7 讲介绍了 S7-300/400 PLC 的调试与仿真；第 8 讲为 S7-300/400 PLC 模拟量与 PID 控制；第 9 讲则为 S7 系列 PLC 的 PROFIBUS 通信控制。

本书主要由李方园和杨帆编写，胡焕啸、张东升、叶明、陈亚玲、陈贤富、沈阿宝、陈亚珠、李伟庄、章富科、方定桂、刘军毅、吴於等也参与了编写工作。

在本书的编写过程中，得到了西门子公司、宁波钢铁有限公司、常州米高电子科技有限公司等厂家相关人员的帮助和提供的相当多的典型案例和维护经验，还得到了中国传动网为本书提供了最新的项目案例；同时参考和引用了国内外许多专家、学者最新发表的论文和著作等资料，在此一并致谢！

作者  
2012 年 12 月

## 简称与全称

STEP 7	适用 S7-300/400 PLC 的编程软件
STEP 7 Micro/WIN	适用 S7-200 PLC 的编程软件
PG	西门子专用电脑编程器（可以用 PC 代替）
I/O	输入/输出
DI	数字量输入
DO	数字量输出
AI	模拟量输入
AO	模拟量输出
PROFIBUS	一种 IEC 标准的现场总线，由西门子公司率先提出
PLCSIM	一种适用 S7-300/400 PLC 的仿真软件
CPU224 等	西门子 S7-200 PLC 的主机模块
EM231 等	西门子 S7-200 PLC 的扩展模块
CPU313C 等	西门子 S7-300 PLC 的 CPU 模块型号
PS307 等	西门子电源模块（适用 S7-300/400 PLC）
SM321 等	西门子信号模块（适用 S7-300/400 PLC）
DM370 等	西门子占位模块（适用 S7-300/400 PLC）
IM360 等	西门子接口模块（适用 S7-300/400 PLC）
CP340 等	西门子通信模块（适用 S7-300/400 PLC）
6SE7 * * * *	西门子产品订货号
OB/FB/FC	西门子 STEP 7 的软件结构中的组织块/功能块/功能
SFB/SFC	西门子 STEP 7 的软件结构中的系统功能块/系统功能
PID	闭环控制（包括比例 P、积分 I 和微分 D）
GSD	具有 PROFIBUS 通信协议接口的产品的设备数据库文件
LAD/STL/FBD	PLC 的编程方法（梯形图/语句表/功能块）

# 目 录

序	
前言	
简称与全称	
<b>第 1 讲 PLC 概念与 IEC61131-3</b>	
<b>标准</b> .....	1
1.1 PLC 基本知识 .....	2
1.1.1 PLC 的进化与定义 .....	2
1.1.2 PLC 的组成部分 .....	3
1.1.3 PLC 实现控制的过程 .....	6
1.1.4 用户程序 .....	8
1.1.5 PLC 的基本特点 .....	8
1.2 PLC 的基本应用与分类 .....	10
1.2.1 PLC 的基本应用 .....	10
1.2.2 PLC 的基本类型 .....	13
1.2.3 PLC 的品牌及市场占有率 .....	15
1.3 PLC 编程语言标准 IEC 61131-3 .....	15
1.3.1 IEC 61131 的基本情况 .....	15
1.3.2 IEC 61131-3 的软件模型 .....	17
1.3.3 IEC 61131-3 的编程模型 .....	22
1.3.4 IEC 61131-3 的公共元素 .....	23
1.3.5 IEC 61131-3 的数据类型与表示 .....	24
1.3.6 IEC 61131-3 的变量 .....	26
1.3.7 IEC 61131-3 的程序组织单元 .....	27
1.3.8 IEC 61131-3 标准的优势 .....	28
思考与练习 .....	30
<b>第 2 讲 S7-200 PLC 控制基础</b> .....	31
2.1 S7-200 PLC 基础知识 .....	32
2.1.1 西门子 S7-200 PLC 硬件基础 .....	32
2.1.2 编程软件的安装 .....	33
2.1.3 编程环境的项目组成 .....	33
2.1.4 S7-200 PLC 的数据类型 .....	38
2.1.5 直接和间接编址 .....	39
2.1.6 S7-200 PLC 内存地址范围 .....	40
2.2 梯形图的设计方法与 LAD 编辑、 编译 .....	41
2.2.1 根据继电器电路设计梯形图的 方法 .....	41
2.2.2 LAD 编辑与编译 .....	42
2.3 位逻辑、定时器与计数器 .....	46
2.3.1 位逻辑指令 .....	46
2.3.2 定时器 .....	46
2.3.3 计数器 .....	52
2.3.4 特殊存储器标志位 SMBO .....	54
2.4 简单电气控制电路的编程与运行 .....	55
2.4.1 灯控电路的应用 .....	55
2.4.2 增氧泵控制应用 .....	58
2.4.3 电动机正反转控制应用 .....	59
思考与练习 .....	62
<b>第 3 讲 S7-200 PLC 仿真软件及     应用</b> .....	65
3.1 S7-200 PLC 仿真软件的使用 .....	66
3.1.1 PLC 仿真程序使用介绍 .....	66
3.1.2 菜单命令介绍 .....	66
3.2 自动开关门控制 LAD 设计与仿真 .....	71
3.2.1 自动开关门控制概述 .....	71
3.2.2 自动门控制的硬件设计 .....	73
3.2.3 自动门控制的软件设计 .....	73
3.2.4 自动门控制的软件仿真 .....	75
3.3 扩展模块寻址与仿真 .....	76
3.3.1 扩展模块的寻址 .....	76
3.3.2 利用仿真软件进行扩展模块的 增加与删除 .....	76
3.4 模拟量扩展模块及仿真 .....	78
3.4.1 模拟量输入 .....	78
3.4.2 模拟量与数字量的关系 .....	79
3.4.3 西门子模拟量输入/输出模块 .....	80
3.4.4 西门子模拟量输入/输出模块的 仿真 .....	81
3.5 TD200 文本显示与仿真 .....	84
3.5.1 TD200 简介 .....	84
3.5.2 TD200 与 S7-200 CPU 的连接 .....	85
3.5.3 利用仿真软件来模拟 TD200 与 S7-200 PLC 的连接 .....	86
思考与练习 .....	89

<b>第 4 讲 S7-200 PLC 高级编程与应用</b> ...	92	5.3 硬件配置与组态 .....	151
4.1 SCR 指令与顺序控制 .....	93	5.3.1 STEP 7 硬件配置介绍 .....	151
4.1.1 顺序控制设计法基本概念 .....	93	5.3.2 模块的寻址 .....	157
4.1.2 SCR、SCRT 和 SCRE 指令 .....	94	5.4 STEP 7 程序结构 .....	158
4.1.3 西门子 SCR 指令应用举例 .....	94	5.4.1 STEP 7 程序结构的基本原理 .....	158
4.2 子程序与 CALL 指令 .....	96	5.4.2 组织块 .....	159
4.2.1 子程序 .....	96	5.4.3 功能块、功能和数据块 .....	164
4.2.2 CALL 指令 .....	97	5.4.4 用户程序中的调用体系 .....	164
4.3 中断子程序的使用 .....	98	思考与练习 .....	165
4.3.1 中断子程序的类型 .....	98	<b>第 6 讲 S7-300/400 PLC 指令</b> .....	166
4.3.2 中断子程序的相关指令 .....	99	6.1 LAD/FBD/STL 基本指令 .....	167
4.3.3 中断子程序应用一：处理 I/O		6.1.1 STEP 7 位逻辑指令 .....	167
中断 .....	101	6.1.2 STEP 7 数据指令 .....	169
4.3.4 中断子程序应用二：T32 中断		6.2 STL 编程常见指令 .....	173
控制 LED 灯 .....	102	6.2.1 装入指令、传送指令在寻址中的	
4.4 PID 指令与向导 .....	103	编程 .....	173
4.4.1 PID 标准指令 .....	103	6.2.2 比较指令 .....	175
4.4.2 PID 语句的使用 .....	105	6.2.3 数据转换指令 .....	176
4.4.3 PID 向导的使用步骤 .....	107	6.2.4 取反与求补指令 .....	177
4.4.4 PID 向导的使用 .....	107	6.2.5 数学运算指令 .....	177
4.5 配方使用 .....	114	6.2.6 移位与循环移位指令 .....	178
4.5.1 配方的概念 .....	114	6.2.7 字逻辑运算指令 .....	179
4.5.2 饼干配方的 PLC 编程 .....	117	6.2.8 累加器指令 .....	180
4.6 运动控制应用 .....	122	6.2.9 逻辑控制指令 .....	181
4.6.1 运动控制的基本架构 .....	122	6.2.10 程序控制指令 .....	182
4.6.2 脉冲量输入和高速计数器 .....	123	6.2.11 数据块指令 .....	182
4.6.3 西门子 S7-200 PLC 的高速		6.3 LAD/STL 编程举例 .....	182
计数器 .....	126	6.3.1 传送带控制 .....	182
4.6.4 脉冲量输出 .....	128	6.3.2 检测传送带的运动方向 .....	184
思考与练习 .....	129	6.3.3 仓库区库存显示 .....	186
<b>第 5 讲 S7-300/400 PLC 控制基础</b> .....	131	6.3.4 解决算术问题 $MW4 = ((IW0 +$	
5.1 大中型 PLC 模块化控制系统 .....	132	$DBW3) \times 15) / MW0$ .....	187
5.1.1 大中型 PLC 的模块化结构 .....	132	6.3.5 加热炉控制 .....	188
5.1.2 大中型 PLC 系统的配置流程 .....	133	6.4 送料机的 PLC 控制案例 .....	190
5.1.3 西门子 S7-300 PLC .....	134	6.4.1 控制要求 .....	190
5.1.4 西门子 S7-400 PLC .....	136	6.4.2 硬件设计 .....	190
5.1.5 西门子 S7-400 PLC 的电气安装		6.4.3 硬件配置 .....	191
举例 .....	138	6.4.4 软件编程 .....	195
5.2 STEP 7 编程软件介绍 .....	140	思考与练习 .....	197
5.2.1 STEP 7 概述 .....	140	<b>第 7 讲 S7-300/400 PLC 的调试与</b>	
5.2.2 STEP 7 用户权限 .....	144	<b>仿真</b> .....	199
5.2.3 安装 STEP 7 .....	147	7.1 S7-300/400 PLC 的复位与在线诊断 ...	200
5.2.4 STEP 7 的其他编程语言 .....	151		

7.1.1 S7-300 CPU 复位的基本方法 .....	200	8.2.3 模拟量输出转换的数字表达 方式 .....	246
7.1.2 S7-300 PLC 的故障在线诊断 .....	200	8.2.4 FC106 程序块功能 .....	250
7.2 S7-300/400 PLC 远程维护与诊断 .....	204	8.2.5 模拟量控制中常用的浮点数运算 指令介绍 .....	253
7.2.1 概述 .....	204	8.3 恒液位 PID 控制 .....	254
7.2.2 组态 .....	205	8.3.1 控制要求 .....	254
7.3 仿真软件 S7-PLCSIM 的使用 .....	211	8.3.2 PID 控制 .....	254
7.3.1 S7-PLCSIM 仿真软件概述 .....	211	8.3.3 软件编程 .....	257
7.3.2 S7-PLCSIM 的安装 .....	212	思考与练习 .....	261
7.3.3 S7-PLCSIM 的菜单介绍 .....	215	<b>第 9 讲 S7 系列 PLC 的 PROFIBUS</b>	
7.3.4 S7-PLCSIM 使用举例 .....	218	<b>通信控制</b> .....	263
7.3.5 S7-PLCSIM 使用中的问题解答 .....	222	9.1 PROFIBUS 通信控制基础 .....	264
7.4 S7-400 PLC 的 S7 通信仿真 .....	224	9.1.1 工厂自动化网络结构 .....	264
7.4.1 S7-400 PLC 的 S7 通信仿真 概述 .....	224	9.1.2 PROFIBUS 通信概述 .....	264
7.4.2 硬件组态 .....	224	9.1.3 PROFIBUS 硬件 .....	266
7.4.3 网络组态 .....	226	9.1.4 应用 PROFIBUS 的优点 .....	268
7.4.4 编程 .....	227	9.1.5 设备数据库文件 GSD .....	268
7.4.5 PLCSIM 仿真调试 .....	228	9.2 EM277 的通信控制 .....	272
思考与练习 .....	231	9.2.1 EM277 模块概述 .....	272
<b>第 8 讲 S7-300/400 PLC 模拟量与 PID</b>		9.2.2 EM277 作为从站的硬件组态与 软件编程 .....	274
<b>控制</b> .....	232	9.2.3 EM277 模块的软件编程 .....	279
8.1 模拟量输入与输出基础 .....	233	9.3 PROFIBUS-PA/DP 通信控制在化 工厂的应用 .....	280
8.1.1 概况 .....	233	9.3.1 化工厂现场仪表概况 .....	280
8.1.2 S7-300 PLC 模拟量输入/输出 .....	234	9.3.2 某化工厂现场仪表工程 .....	281
8.1.3 西门子 S7-300 PLC 温度模块 .....	236	9.4 ET200 的 PROFIBUS 通信 .....	292
8.1.4 西门子 S7-300 PLC 闭环控制 模块 FM355 .....	237	9.4.1 概述 .....	292
8.1.5 FM355-2 闭环温度控制模块 .....	238	9.4.2 ET200 的应用 .....	295
8.2 模拟量输入/输出及规范化 .....	240	9.4.3 ET200M 的组成与安装 .....	297
8.2.1 液位传感器的接线及其硬件 组态 .....	240	思考与练习 .....	301
8.2.2 实际液位值的工程转换与 FC105 功能 .....	242	<b>参考文献</b> .....	302

# 第 1 讲 PLC 概念与 IEC61131-3 标准

## 【内容提要】

自 1960 年第一台 PLC 问世以来，很快就被应用到汽车制造、机械加工、冶金、矿业和轻工等各个领域。经过长时间的发展和完善，PLC 的编程概念和控制思想已为广大的自动化行业人员所熟悉，这是一个目前任何其他工业控制器（包括 DCS 和 FCS 等）都无法与之相提并论的巨大知识资源。而 IEC61131-3 编程语言标准的出现则为 PLC 的进一步规范发展奠定了基础。传统的 PLC 公司如西门子、三菱、Rockwell、LG、GE 等的编程系统的开发均是以 IEC 61131-3 为基础或与 IEC 61131-3 一致。



应  
知

- ※了解 PLC 产品的历史背景
- ※熟悉 PLC 的定义及其工作原理
- ※掌握 PLC 的基本应用与分类
- ※掌握 IEC 61131-3 的基本标准

- ☆能对 PLC 的各个部分进行区分
- ☆能对 PLC 的应用进行举例说明
- ☆能阐述并例举 IEC 61131-3 标准下的数据类型
- ☆能阐述并例举 IEC 61131-3 标准下的变量



应  
会

## 1.1 PLC 基本知识

### 1.1.1 PLC 的进化与定义

#### 1. PLC 的进化

自上世纪 60 年代第一台 PLC 问世以来，很快就被应用到汽车制造、机械加工、冶金、矿业和轻工等各个领域，并大大地推进了机电一体化进程。

PLC 检测与控制的对象，包括指示灯/照明、电动机、泵控制、按钮/开关、光电开关/传感器等，如图 1-1 所示。

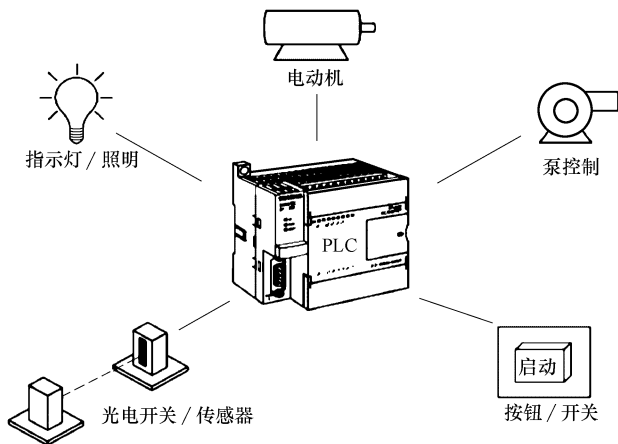


图 1-1 PLC 检测与控制的对象

经过长时间的发展和完善，PLC 的编程概念和控制思想已为广大的自动化行业人员所熟悉，这是目前任何一个其他工业控制器（包括 DCS 和 FCS 等）都无法与之相提并论的巨大知识资源。实践也进一步证明：PLC 系统硬件技术成熟、性能价格比较高、运行稳定可靠、开发过程也简单方便、运行维护成本很低。上述特点造就了 PLC 的旺盛生命力，造就了 PLC 的快速进化。

现在的 PLC 是以微处理器为基础，综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术而发展起来的一种新型工业控制装置，是工业控制的主要手段和重要的基础设备之一，并与机器人、CAD/CAM 并称为工业生产的三大支柱。

PLC 的进化是在继电器控制逻辑基础上，与 3C 技术（Computer, Control, Communication）相结合，不断发展完善的。它从过去的小规模、单机、顺序控制，已经发展到包括过程控制、传动控制、位置控制、通信控制等场合的大部分现代工业控制领域和部分商用、民用控制领域。在通信能力上，由于现场总线的出现，使得一个个独立的 PLC 系统不再是信息孤岛。实时以太网技术也走进了 PLC 厂商的视野，甚至在以太网产品中已经能够支持 PROFIBUS 等现场总线。图 1-2 所示的泵站 PLC 控制就是其中的一例，从现场污水泵、检测仪、电动闸门等经过 PROFIBUS 总线与 PLC 相连，而 PLC 则直接通过以太网与模拟器、监控计算机和打印机相连。

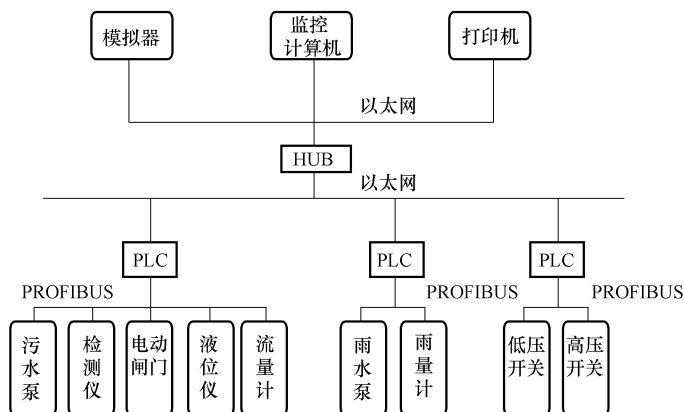


图 1-2 泵站 PLC 控制

以太网应用的另一个意义在于，控制层与管理层的界线不再那么截然分明。随着 PLC 运算能力的不断提高，PLC 在数据交换方面的能力和需求也在不断提高；另一方面由于 IT 技术的飞速发展使得微型高速存储设备的容量越来越大，价格越来越低，而可靠性却越来越有保障。越来越多的 PLC 控制系统已经在使用 64M、128M 甚至更大容量的 Flash 存储设备。

从长远来讲，PLC 的制造商将会根据工业用户的需求集成更多的系统功能，逐渐降低用户的使用难度，缩短开发周期，节约产品开发成本。但是这是一个逐渐发展的过程。就目前技术现状而言，一些复杂的控制要求依然要使用那些“高档”的控制系统，使用相对复杂的编程手段，对工业用户依然要求具备专业的控制技术。

## 2. PLC 的定义

国际电工委员会 IEC 于 1982 年 11 月和 1985 年 1 月颁布了 PLC 标准的第一稿和第二稿，对 PLC 作了如下的定义：“PLC 是一种数字运算操作的电子系统，专为在工业环境下应用而设计。它可采用可程序的存储器，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命令，并通过数字式、模拟式的输入和输出，控制各种类型的机械和生产过程。PLC 及其有关设备，都应以易于与工业控制系统联成一个整体，易于扩充功能的原则而设计”。

### 1.1.2 PLC 的组成部分

#### 1. 组成部分

组成 PLC 的模块是 PLC 的硬件基础，只有弄清所选用的 PLC 都具有哪些模块及其特点，才能正确选用模块，组成一台完整的 PLC（见图 1-3），以满足控制系统对 PLC 的要求。

常见的 PLC 模块有：

(1) CPU 模块 它是 PLC 的硬件核心。PLC 的主要性能，如速度、规模都由它的性能来体现。

如图 1-4 所示，CPU 模块有微处理器系统、系统程序存储器和用户程序存储器，其本质为一台计算机，该计算机负责系统程序的调度、管理、运行和 PLC 的自诊断，负责将用户程序作出编译解释处理以及调度用户目标程序运行的任务。

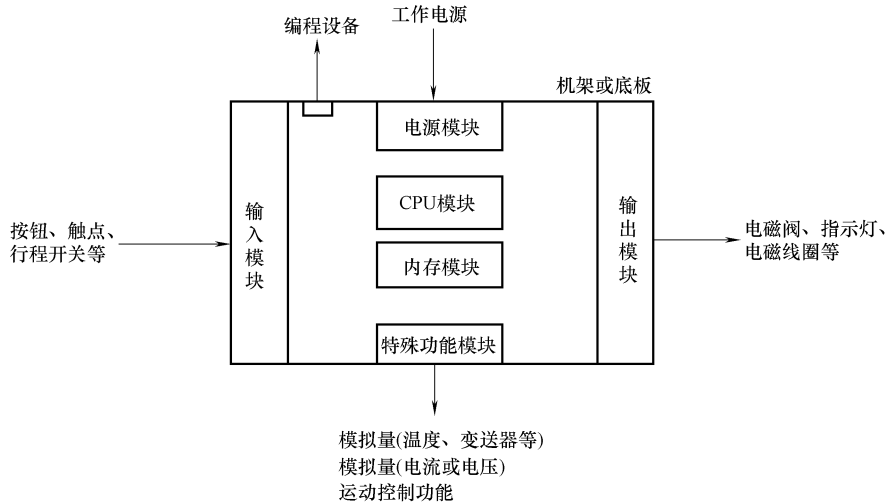


图 1-3 PLC 的组成示意

(2) 电源模块 它为 PLC 运行提供内部工作电源，而且有的还可为输入、输出信号提供电源，电源模块如图 1-5 所示。

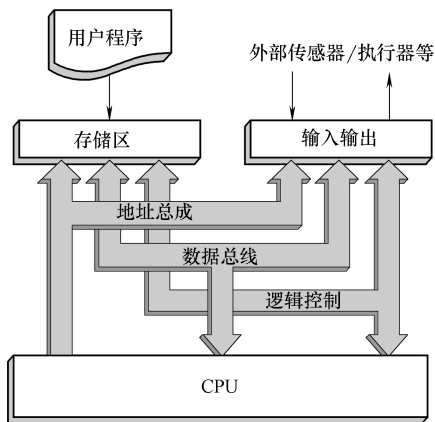


图 1-4 CPU 模块

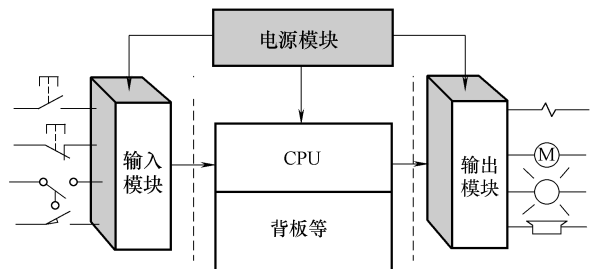


图 1-5 电源模块

PLC 的工作电源一般为交流单相电源，电源电压必须与额定电压相符，如 AC 110V 或 AC 220V，当然也有直流 24V 供电的。PLC 对电源的稳定性要求不高，一般都允许电源电压额定值在  $\pm 15\%$  的范围内波动，有些交流输入电源甚至允许在 AC 85V ~ AC 240V 的范围内。

(3) I/O 模块 它包括输入/输出 (I/O) 电路，并根据类型划分为不同规格的模块，I/O 模块如图 1-6 所示。

#### · 输入部分

PLC 与生产过程相连接的输入通道，输入部分接收来自生产现场的各种信号，如行程开关、热电偶、光电开关、按钮等信号。

#### · 输出部分

PLC 与生产过程相连接的输出通道，输出部分接收 CPU 的处理输出，并转换成被控设

备所能接收的电压、电流信号，以驱动被控设备，如继电器、电磁阀和指示灯等。

(4) 内存模块 它主要存储用户程序，有的还为系统提供辅助的工作内存。在结构上内存模块都是附加于 CPU 模块之中。如图 1-7 所示为西门子 S7-300 PLC 的 MMC 内存模块。

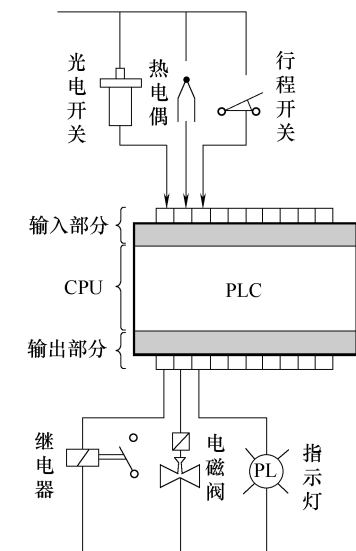


图 1-6 I/O 模块

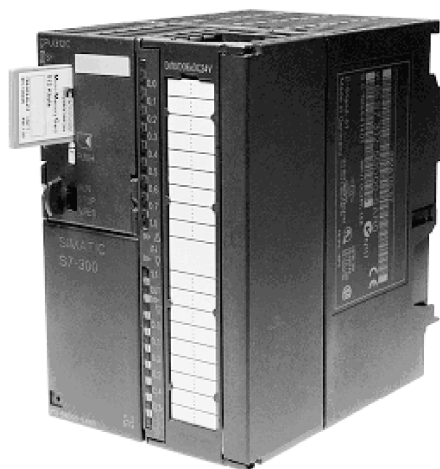


图 1-7 西门子 S7-300 PLC 的 MMC 内存模块

(5) 底板、机架模块 它为 PLC 各模块的安装提供基板，并为模块间的联系提供总线。若干底板间的联系有的用接口模块，有的用总线接口。不同厂家或同一厂家但不同类型的 PLC 都不大相同。如图 1-8 所示为 PLC 的主底板和辅助底板。

## 2. 特殊功能模块

除了常见的模块，PLC 还有特殊的或称智能或称功能模块，如 A-D（模拟-数字）模块、D-A（数字-模拟）模块、高速计数模块、位置控制模块、温度模块等。这些模块有自己的处理器，可对信号作预处理或后处理，以简化 PLC 的 CPU 对复杂的过程控制量的计算。智能模块的种类、特性也大不相同，性能好的 PLC，这些模块种类多，性能也好。

通信模块接入 PLC 后，可使 PLC 与计算机，或 PLC 与 PLC 进行通信，有的还可实现与其他控制部件，如变频器、温控器的通信，或组成局部网络。通信模块代表 PLC 的组网能力，代表着当今 PLC 性能的重要方面。

## 3. PLC 的外部设备

尽管用 PLC 实现对系统的控制可不用外部设备，配置好合适的模块就行了。然而，要对 PLC 编程，要监控 PLC 及其所控制的系统的工作状况，以及存储用户程序、打印数据等，就得使用 PLC 的外部设备。故一种 PLC 的性能如何，与这种 PLC 所具外部设备丰富与否，外部设备好用与否直接相关。

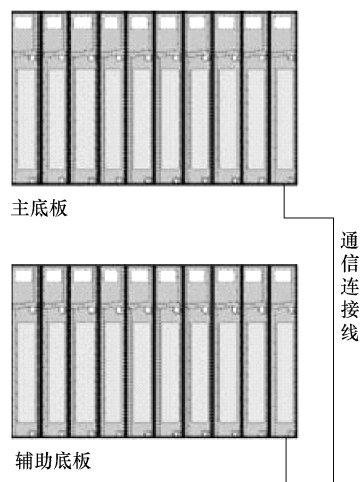


图 1-8 PLC 的主底板和辅助底板

PLC 的外部设备有四大类：

(1) 编程设备 简单的为简易编程器，大多只接受助记符编程，个别的也可用图形编程。复杂一点的有图形编程器，可用梯形图语言编程。有的还有专用的计算机，可用其他高级语言进行编程。编程器除了用于编程，还可对系统作一些设定，以确定 PLC 的控制方式，或工作方式。编程器还可监控 PLC 及 PLC 所控制的系统工作状态，以进行 PLC 用户程序的调试。

(2) 监控设备 小的有数据监视器，可监视数据；大的还可能有图形监视器，可通过画面监视数据。除了不能改变 PLC 的用户程序，编程器能做的它都能做，是使用 PLC 很好的界面。性能好的 PLC，这种外部设备已越来越丰富。

(3) 存储设备 它用于永久性地存储用户数据，使用户程序不丢失。这些设备，如存储卡、存储磁带、软磁盘或只读存储器。而为实现这些存储，相应的就有磁带机、软驱或 ROM 写入器，以及相应的接口部件。各种 PLC 大体都有这方面的配套设施。

(4) 输入/输出设备 它用以接收信号或输出信号，便于与 PLC 进行人机对话。输入的有条码读入器、输入模拟量的电位器等。输出的有打印机、编程器，监控器虽也可对 PLC 输入信息，从 PLC 输出信息，但输入/输出设备实现人机对话更方便，可在现场条件下实现，并便于使用。随着技术的进步，这种设备将更加丰富。

外部设备已发展成为 PLC 系统的不可分割的一个部分。已成为选用 PLC 必须了解的重要方面，所以也应把它列为 PLC 性能的重要内容。

### 1.1.3 PLC 实现控制的过程

PLC 的用户程序，是从头至尾按顺序循环执行的。这一过程称为扫描，而这种处理方式称为循环演算方式。PLC 的循环演算，除中断处理外一直继续下去，直至停止运行为止。PLC 的控制过程如图 1-9 所示。

#### 1. 初始化处理

上电运行或复位时处理一次，并完成如下任务：

- ▶ 复位输入/输出模块；
- ▶ 进行自诊断；
- ▶ 清除数据区；
- ▶ 输入/输出模块的地址分配以及种类登记。

#### 2. 刷新输入映像区

用户程序的演算处理之前，先将输入端口接点状态读入，并以此刷新输入映像区。

#### 3. 用户程序演算处理

将用户程序，从头至尾依次演算处理。

#### 4. 映像区内容输出刷新

用户程序演算处理完毕，将输出映像区内容传送到输出端口刷新输出。

#### 5. END 处理

CPU 模块完成一次扫描后，为进入下一循环，进行如下处理：

- ▶ 自诊断；

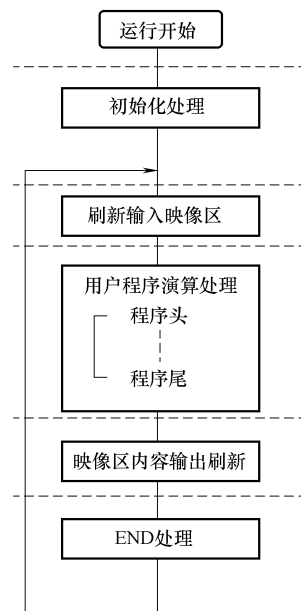


图 1-9 PLC 的控制过程

- ▶ 计数器、定时器更新；
- ▶ 同上位机、通信模块的通信处理；
- ▶ 检查模式设定键状态。

上述只是一个通用性的 PLC 控制过程，对于不同品牌、型号的 PLC 而言，其控制过程还会有所区别。图 1-10 所示为通用 PLC 典型控制流程。

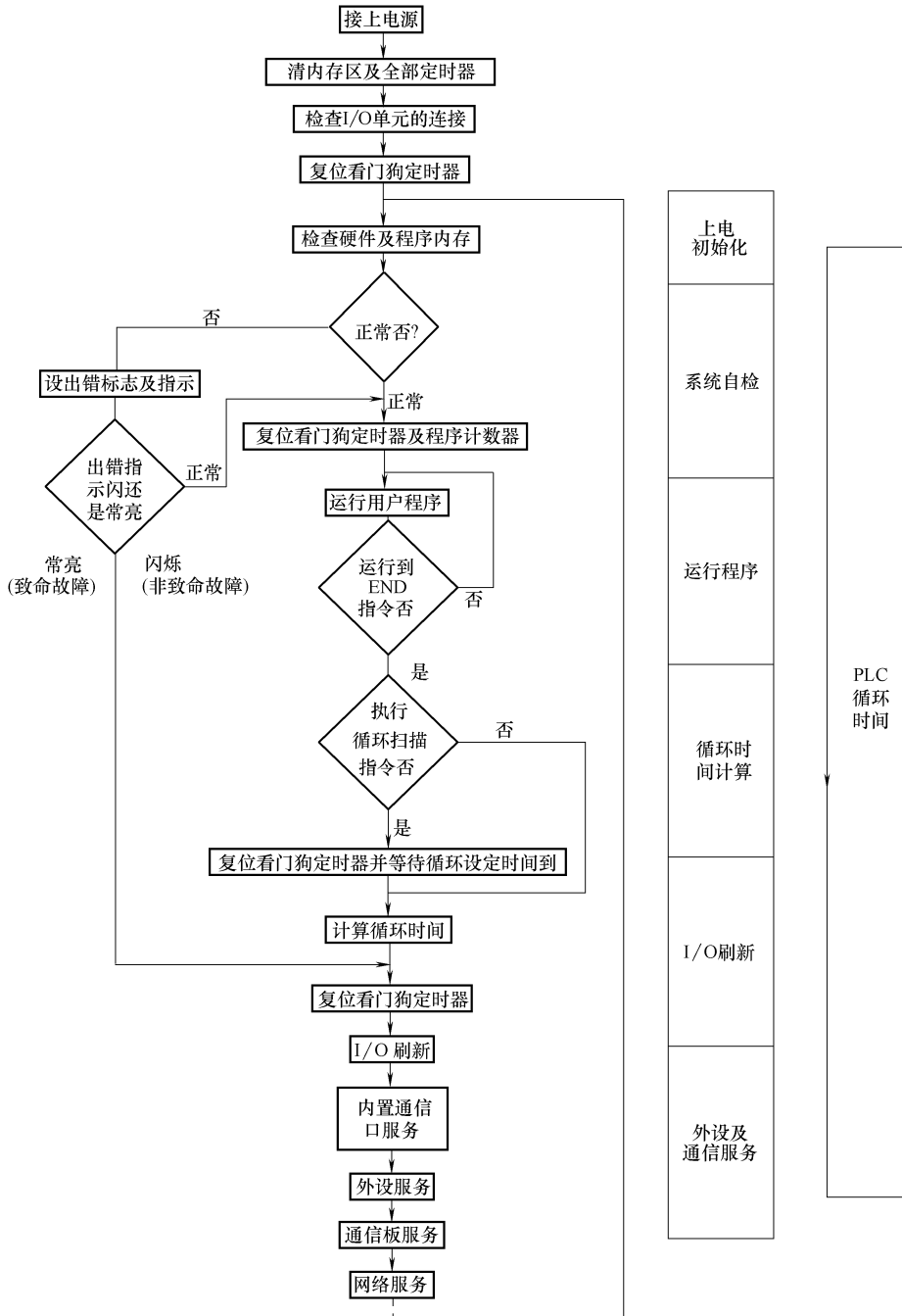


图 1-10 通用 PLC 典型控制流程

图 1-10 所示的流程图反映了信息的时间关系，输入刷新→再运行用户程序→再输出刷新→再输入刷新→再运行用户程序→再输出刷新，永不停止地、循环反复地进行着。

有了这样一个循环演算的过程，用 PLC 实现控制显然是可能的。因为有了输入刷新，可把输入电路监控得到的输入信息存入 PLC 的输入映射区；经运行用户程序，输出映射区将得到变换后的信息；再经输出刷新，输出锁存器将反映输出映射区的状态，并通过输出电路产生相应的输出。又由于这个过程是永不停止地循环反复地进行着，所以输出总是反映输入的变化。只是响应的时间上略有滞后。当然，这个滞后不宜太大，否则，所实现的控制会不那么及时，也就失去了控制的意义。

为此，PLC 的工作速度要快。速度快、执行指令时间短是 PLC 实现控制的基础。事实上，它的速度是很快的，执行一条指令，多的几微秒、几十微秒，少的才零点几微秒，或零点零几微秒，而且这个速度还在不断提高。

### 1.1.4 用户程序

程序由用户需要控制的所有必要因素组成，一般而言，PLC 程序被储存在 CPU 内置 EE-PROM 或外部存储模块中。

用户程序的基本功能说明见表 1-1。

表 1-1 用户程序的基本功能说明

基本功能	演算处理内容
扫描用户程序	每扫描周期内,从头至尾按序反复逐条指令演算处理一次
内部时间中断程序	该中断程序根据参数组中设定的时间常数来执行中断程序
外部中断程序	可迅速响应外部中断信号,立即予以处理,而不必受扫描周期的约束
高速计数中断程序	当使用比较信号时,才执行程序
子程序	只有程序调用时,才执行相应子程序

### 1.1.5 PLC 的基本特点

通过讨论 PLC 的控制原理可以知道，PLC 的输入与输出在物理上是彼此隔开的，其间的联系是靠运行存储于它的内存中的程序实现。它的入出相关，不是靠物理过程，不是用线路，而是靠信息过程，用软逻辑联系。它的工作基础是用好信息。信息不同于物质与能量，有自身的规律。信息便于处理，便于传递，便于存储；信息还可重用，等等。正是由于信息的这些特点，决定了 PLC 的基本特点。

下面介绍 PLC 的 4 个特点，即功能丰富、使用方便、工作可靠、快速有效。

#### 1. 功能丰富

PLC 的功能非常丰富，这主要与它具有丰富的处理信息的指令系统及存储信息的内部器件有关。

1) PLC 的指令多达几十条、几百条，可进行各式各样的逻辑问题的处理，还可进行各种类型数据的运算，凡是普通计算机能做到的，它也都可做到。

2) PLC 的内部器件，即内存中的数据存储区种类繁多、容量宏大、功能完善。以 I/O 继电器为例，可以用以存储入、出点信息的，少的几十、几百，多的可达几千、几万，以至十几万，这意味着它可进行这么多 I/O 点的输入/输出信息变换，进行大规模的控制。PLC 内部的