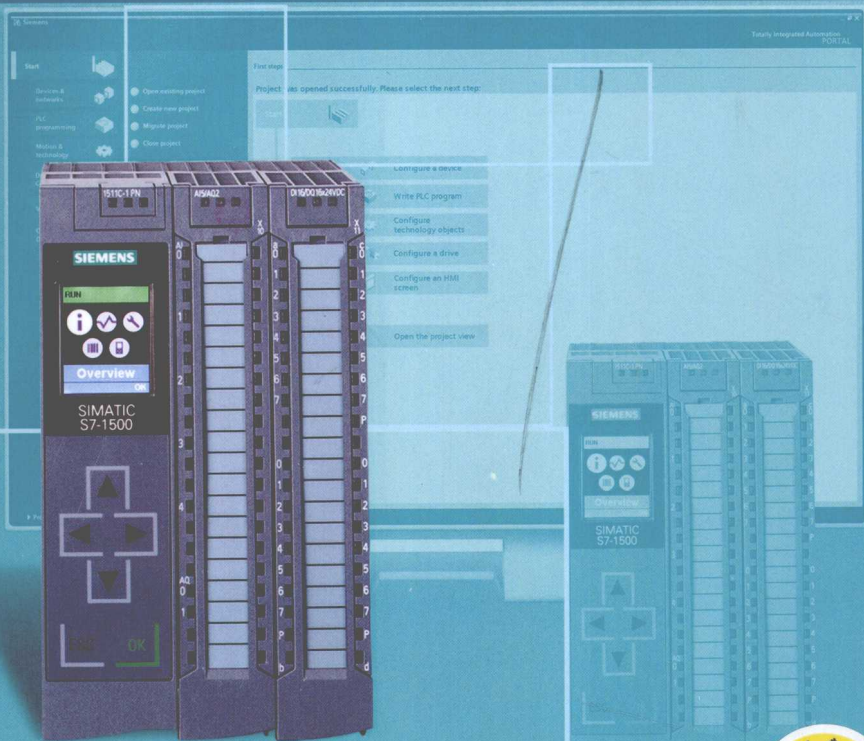




S7-1500 PLC

项目设计与实践

刘长青 主编



附光盘

- 用于 Windows 7 的 TIA Portal STEP7 专业版 V13 SP1 软件 + TIA Portal WinCC 专业版 V13 SP1 软件
- 配套例程 + 例程视频演示 + 电子手册 + 电子课件



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

西门子工业自动化系列教材

S7 - 1500 PLC 项目设计与实践

刘长青 主编
席巍 李军 李明海 参编
陈瑞阳 主审

机械工业出版社

本书以一个自动灌装生产线控制项目为例,按照项目设计的步骤,循序渐进,引导读者由浅入深地掌握 S7-1500 PLC 的硬件组态、软件编程、软硬件调试、上位监控系统及网络通信等内容。在 S7-1500 PLC 的硬件和软件介绍中,既兼顾没有 S7 系列 PLC 基础的工程人员,也突出与 S7 系列其他 PLC 不同的地方,使具有 S7 系列 PLC 基础的工程人员快速掌握 S7-1500 PLC。本书对 S7-1500 PLC 的工艺功能、系统诊断、高级语言编程和网页访问等内容也单独成章进行了介绍,并配有实例,旨在全新展示 S7-1500 PLC 的强大功能。章节中穿插的控制任务,在附录中有参考程序,以指导读者理论与实践相结合。

本书既可作为高等院校机电类和自动化类相关课程的教材,也可作为工业自动化领域工程技术人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

S7-1500 PLC 项目设计与实践/刘长青主编. —北京:机械工业出版社, 2016. 4

西门子工业自动化系列教材

ISBN 978-7-111-53535-5

I. ①S… II. ①刘… III. ①plc 技术-教材 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 077766 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: 时 静

责任编辑: 时 静

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

2016 年 6 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm × 260mm · 27.75 印张 · 690 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-53535-5

ISBN 978-7-89386-027-0

定价: 79.00 元 (含 2 DVD)

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

读者购书热线: (010) 88379649

机工官博: weibo.com/cmp1952

教育服务网: www.cmpedu.com

封面防伪标均为盗版

金书网: www.golden-book.com

前 言

可编程序控制器（简称 PLC）是一种通用工业自动控制设备，在机械制造、化工、冶金、电子、纺织、食品及建筑等领域的工业自动化系统中发挥着关键作用。随着计算机、信息及网络通信等技术的不断进步，工业生产对今后的 PLC 发展也提出了更高的要求。2012 年 11 月 29 日，西门子全新的 SIMATIC S7 - 1500 控制器在德国正式亮相。该控制器是西门子公司专为中高端设备和工厂自动化设计的新一代 PLC，集成了运动控制、工业信息安全和故障安全功能，并提供基于以太网的 PROFINET 作为主要的通信网络，极短的系统响应时间可大大提高生产效率，与全集成自动化 Portal 软件可实现无缝集成，创造出最佳工程效益，符合今后 PLC 的发展方向。

TIA Portal（博途）是西门子最新的全集成自动化软件平台，它将硬件组态、软件编程、网络配置以及上位监控等功能集成在一起，使用起来非常方便快捷。S7 - 1500 PLC 的高性能借助该软件平台得到了充分的发挥。

本书应用 Portal 软件平台，介绍了 S7 - 1500 PLC 的硬件配置、软件编程、网络配置、上位监控系统组态及诊断调试等内容，全书贯穿一个具体的应用实例，使读者边学边实践，循序渐进，逐步掌握 S7 - 1500 PLC 的应用。

本书中所介绍的实例均在 Windows 7 及 TIA Portal V 13 SP1（STEP 7 Professional、WinCC Professional 和 Startdrive Standalone）软件环境下调试运行通过。附录中给出自动灌装系统控制任务实例的主要参考程序，以帮助读者理论与实践相结合。

本书在编写过程中力求语言简洁、通俗易懂、主次分明、实例丰富、图文并茂、实用性强，既适用于高等院校机电及自动化类专业的学生，也适用于初学 S7 - 1500 PLC 的工程人员。

全书共 10 章，由北京联合大学机电学院的刘长青主编，席巍、李军、李明海参编，陈瑞阳主审。其中，刘长青负责第 1~5、9、10 章和附录的编写及全书的统稿，席巍负责第 6 章的编写，李军负责第 7 章的编写，李明海负责第 8 章的编写，演示项目由刘长青、席巍、李军和李明海共同完成。本书在编写过程中得到西门子公司元娜女士及其他工作人员的热情支持和大力帮助，在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，书中难免出现不妥之处，恳请广大读者提出宝贵意见。

编 者

目 录

前言	
第 1 章 S7-1500 PLC 系统概述	1
1.1 西门子工业自动化 TIA 简介	1
1.2 可编程控制器基础	1
1.2.1 PLC 概述	1
1.2.2 结构组成	3
1.2.3 工作原理	6
1.3 S7-1500 PLC 系统	9
1.3.1 S7-1500 PLC 产品概述	9
1.3.2 S7-1500 PLC 组成	9
1.3.3 S7-1500 PLC 产品新功能	9
1.4 工业自动化发展趋势	10
第 2 章 S7-1500 PLC 硬件及软件平台	12
2.1 硬件系统组成	12
2.1.1 电源模块	12
2.1.2 CPU 模块及附件	13
2.1.3 信号模块	15
2.1.4 通信模块和工艺模块	18
2.1.5 分布式模块	20
2.1.6 安全模块	22
2.2 硬件安装	23
2.2.1 硬件配置	23
2.2.2 硬件安装	24
2.3 Portal 软件平台	26
2.3.1 软件版本及安装	27
2.3.2 软件界面及使用	29
第 3 章 S7-1500 PLC 项目设计	31
3.1 工业自动化项目设计流程	31
3.1.1 确定任务及设计要求	31
3.1.2 制定电气控制方案	31
3.1.3 控制系统硬件设计	31
3.1.4 软件程序设计	33
3.1.5 上位监控组态	33
3.1.6 联机调试	33

3.1.7 项目归档	33
3.2 自动灌装生产线项目实例	33
任务1 自动灌装生产线整体方案设计	36
3.3 新建 TIA 项目	36
任务2 创建自动灌装生产线项目	37
第4章 S7-1500 PLC 硬件系统设计	38
4.1 信号分析	38
4.2 模块选型及硬件组态	38
4.2.1 组态模块类型	39
4.2.2 配置模块参数	42
4.2.3 建立 PC 与 PLC 的连接	50
4.2.4 CPU 存储器复位	51
4.2.5 下载硬件组态	53
4.3 I/O 分配	55
4.4 硬件接线	56
任务3 自动灌装生产线项目硬件设计	58
第5章 S7-1500 PLC 软件程序设计	59
5.1 S7-1500 PLC 编程基础	59
5.1.1 数制及编码	59
5.1.2 基本数据类型	61
5.1.3 复合数据类型	66
5.1.4 其他数据类型	69
5.1.5 S7-1500 PLC 存储区	72
5.1.6 寻址方式	73
5.1.7 编程语言	77
5.2 变量表与符号寻址	79
5.2.1 变量表	79
5.2.2 定义全局符号	80
任务4 定义全局符号	82
5.3 监控表与设备测试	82
5.3.1 监控表	82
5.3.2 I/O 设备测试	84
任务5 I/O 设备测试	86
5.4 程序块及程序结构	86
5.4.1 程序块类型	86
5.4.2 程序结构形式	87
5.4.3 自动灌装生产线项目程序结构	87
5.5 程序块的创建、编辑及调试	88
5.5.1 新建用户程序块	88

5.5.2	程序块的属性	89
5.5.3	程序块的编辑	91
5.5.4	程序块的调用	92
5.5.5	编程语言的切换	93
5.5.6	程序块的编译	94
5.5.7	程序块的下载及监视	95
5.6	位逻辑运算指令与开关量控制	95
5.6.1	触点、取反 RLO 与输出指令	96
5.6.2	置位/复位指令	97
5.6.3	边沿检测指令	100
任务 6	点动控制程序设计	103
任务 7	模式选择、生产线运行和急停处理程序设计	103
5.7	定时器操作指令与时间控制	104
5.7.1	SIMATIC 定时器指令	104
5.7.2	IEC 定时器指令	109
任务 8	自动灌装程序设计	115
5.8	计数操作指令与计数统计	115
5.8.1	SIMATIC 计数器指令	115
5.8.2	IEC 计数器指令	119
任务 9	计数统计程序设计	121
5.9	移动操作指令	121
任务 10	复位统计数据程序设计	124
5.10	比较器操作指令	124
任务 11	故障处理程序设计	126
5.11	数学函数指令	126
任务 12	数学运算程序设计	128
5.12	转换操作指令	128
5.13	其他指令	130
5.14	用户数据块	136
5.14.1	用户数据块的创建	136
5.14.2	数据块编辑器	137
5.14.3	变量的值	139
5.14.4	数组及结构变量的声明	141
5.14.5	数据块的属性	142
5.14.6	数据块的访问及应用	144
任务 13	使用数据块进行数据存储	146
5.15	FC/FB 与参数化编程	146
5.15.1	块接口的布局	147
5.15.2	参数化程序设计	149

5.15.3	修改接口参数	153
5.15.4	设置块的调用环境进行程序调试	154
任务 14	报警程序设计	156
5.16	组织块	156
5.16.1	组织块的类型与优先级	156
5.16.2	循环程序组织块	157
5.16.3	启动组织块	157
5.16.4	中断组织块	158
5.16.5	错误组织块	161
5.16.6	组织块的启动信息	161
任务 15	初始化程序设计	163
5.17	模拟量处理	163
5.17.1	模拟量模块的接线	163
5.17.2	模拟量模块的参数设置	168
5.17.3	模拟量转换的数值表达方式	173
5.17.4	模拟量值的规范化	174
5.17.5	使用循环中断	177
任务 16	模拟量采集程序设计	178
第 6 章	上位监控系统设计	179
6.1	上位监控系统概述	179
6.1.1	HMI 的主要任务	179
6.1.2	HMI 项目设计方法	180
6.1.3	西门子上位监控设备	180
6.1.4	WinCC (TIA Portal) 简介	186
6.2	建立一个 WinCC Advanced 项目	186
6.2.1	直接生成 HMI 设备	187
6.2.2	使用 HMI 设备向导生成 HMI 设备	188
6.2.3	WinCC Advanced 项目组态界面	191
6.3	TP 700 Comfort 触摸屏的通信连接	193
6.3.1	TP 700 Comfort 触摸屏的硬件连接	193
6.3.2	设置 TP 700 Comfort 触摸屏通信参数	194
6.3.3	下载 HMI 组态	199
任务 17	建立自动灌装生产线监控项目及通信连接	201
6.4	定义变量	201
6.4.1	变量的分类	201
6.4.2	变量的数据类型	201
6.4.3	编辑变量	202
任务 18	组态自动灌装生产线监控项目所需变量	207
6.5	创建画面及画面管理	207

6.5.1	设计画面结构与布局	207
6.5.2	创建画面	208
6.5.3	画面管理	209
任务 19	创建及管理自动灌装生产线上位监控画面	217
6.6	组态监控画面	217
6.6.1	组态初始画面	217
6.6.2	组态运行画面	220
6.6.3	组态参数设置画面	240
6.6.4	组态趋势视图画面	247
任务 20	组态自动灌装生产线上位监控画面	250
6.7	报警	250
6.7.1	报警的概念	250
6.7.2	组态报警	254
6.7.3	显示报警信息	255
任务 21	组态自动灌装生产线报警画面	258
6.8	用户管理	258
6.8.1	用户管理的概念	258
6.8.2	用户管理的组态	259
6.8.3	用户管理的使用	261
任务 22	组态自动灌装生产线用户管理画面	264
6.9	WinCC Advanced 项目的仿真调试	264
6.9.1	HMI 的离线仿真调试	264
6.9.2	HMI 的在线仿真调试	266
第 7 章	网络通信	270
7.1	S7-1500 通信简介	270
7.1.1	通信接口	270
7.1.2	通信服务	271
7.2	PROFIBUS 通信	276
7.2.1	PROFIBUS 的通信协议	276
7.2.2	PROFIBUS-DP 的应用	277
7.2.3	PROFIBUS-DP 网络的主站与从站	277
7.2.4	PROFIBUS-DP 接口	279
7.2.5	PROFIBUS 网络的参数分配	279
7.2.6	PROFIBUS 网络诊断	286
7.2.7	等时同步模式的 PROFIBUS 网络	288
7.3	PROFINET 通信	290
7.3.1	PROFINET 简介	290
7.3.2	构建 PROFINET 网络	293
7.3.3	PROFINET 网络的参数分配	296

7.3.4	PROFINET 网络诊断	304
7.3.5	连接其他总线系统	313
任务 23 使用 ET200SP 实现自动灌装生产线项目		316
7.4	开放式通信	316
7.4.1	开放式通信的协议	316
7.4.2	开放式通信的指令	317
7.4.3	建立 TCP、ISO-on-TCP、UDP 和 ISO 协议的开放式通信	318
7.4.4	建立 Modbus TCP 协议的开放式通信	321
7.4.5	通过电子邮件建立通信	322
7.4.6	通过 FTP 建立通信	322
7.4.7	建立和终止开放式通信	324
7.5	S7-1500 CPU 与 G120 通信	324
7.5.1	SINAMICS G120 简介	324
7.5.2	S7-1500 与 SINAMICS G120 的 PROFIBUS 通信	328
7.5.3	S7-1500 与 SINAMICS G120 的 PROFINET 通信	335
任务 24 实现 S7-1500 CPU 与 G120 的通信		344
第 8 章 工艺功能		345
8.1	PID 控制	345
8.1.1	PID 指令	345
8.1.2	PID 组态	348
8.1.3	PID 调试	351
8.2	运动控制	354
8.2.1	运动控制简介	354
8.2.2	运动控制举例	357
第 9 章 系统诊断		367
9.1	系统诊断概述	367
9.2	系统诊断的显示	367
9.2.1	设备上的系统诊断显示	368
9.2.2	使用 Portal 软件 (STEP 7)	369
9.3	通过用户程序进行系统诊断	372
9.3.1	采用过程映像输入进行系统诊断	372
9.3.2	使用指令	375
9.4	轨迹和逻辑分析器功能	377
任务 25 自动灌装生产线项目故障检测		379
第 10 章 S7-1500 PLC 的其他功能		380
10.1	SCL 编程语言	380
10.1.1	SCL 程序编辑器	380
10.1.2	SCL 指令及应用	380
任务 26 自动灌装生产线项目成品重量存储		388

10.2	GRAPH 与顺序控制	388
10.2.1	顺序控制简介	388
10.2.2	顺序控制程序块	389
10.2.3	GRAPH 函数块的程序编辑器	390
10.2.4	顺控器视图和单步视图	391
10.2.5	块接口及参数	397
10.2.6	GRAPH 程序设计	398
任务 27	自动灌装生产线项目顺序控制	403
10.3	基于 Web 服务器的网页访问	403
10.3.1	Web 服务器功能的参数设置	404
10.3.2	Web 服务器的信息显示	405
任务 28	自动灌装生产线项目的网页访问	406
附录	自动灌装生产线项目参考程序	407
任务 6	点动控制程序设计	407
任务 7	模式选择、生产线运行和急停处理程序设计	408
任务 8	自动灌装程序设计	410
任务 9	计数统计程序设计	412
任务 10	复位统计数据程序设计	413
任务 11	故障处理程序设计	414
任务 12	数学运算程序设计	418
任务 13	使用数据块进行数据存储	419
任务 14	报警程序设计	422
任务 15	初始化程序设计	423
任务 16	模拟量采集程序设计	425
任务 20	组态自动灌装生产线上位监控画面	425
任务 26	自动灌装生产线项目成品重量存储	428
任务 27	自动灌装生产线项目顺序控制	429
参考文献	434

第 1 章 S7 - 1500 PLC 系统概述

1.1 西门子工业自动化 TIA 简介

工业自动化技术作为现代制造领域中最重要技术之一，在机械制造、化工、冶金、电子、纺织、食品及建筑等领域的工业自动化系统中发挥着关键作用。无论是高速、大批量制造企业还是追求灵活、柔性和定制化企业，都必须依靠自动化技术的应用。虽然自动化系统本身并不直接创造效益，但它可提高生产效率、产品质量以及生产过程的安全性，减少生产过程的损耗。

随着技术的发展，现代工业生产对工业自动化系统的可靠性、复杂性、功能的完善性、人机界面的友好性、数据分析、管理的快速性以及系统安装、调试、运行与维护的方便性，都提出了越来越高的需求。而传统的自动化系统以生产设备为核心，生产设备之间缺乏信息资源的共享和生产过程的统一管理，已无法满足现代工业生产的诸多要求。1996 年，西门子自动化与驱动集团提出了“全集成自动化”即 TIA (Totally Integrated Automation) 的概念，也就是用一种系统完成原来由多种系统搭配起来才能完成的所有功能。全集成自动化集统一性和开放性于一身。应用这种解决方案，可以大大简化系统的结构，减少了大量接口部件，可以克服上位机和工业控制器之间、连续控制和逻辑控制之间、集中与分散之间的界限。

全集成自动化的统一性体现在使用统一的数据库管理、统一的组态和编程以及统一的通信。西门子各工业软件都是从一个全局共享的统一的数据库中获得数据。这种统一的数据库，统一数据管理机制，所有的系统信息都存储于一个数据库中而且只需输入一次，不仅可以减少数据的重复输入，节约人力、财力，更重要的是，它还可以降低出错率，提高系统诊断效率，大大增强了系统的整体性和信息的准确性，从而为工厂的安全稳定运行提供技术保障。在全集成自动化中，所有的西门子工业软件都可以互相配合，实现了高度统一和高度集成，组态和编程工具只需从全部列表中选择相应的项，即可实现对控制器进行编程、组态 HMI，定义通信连接或实现动作控制等操作。全集成自动化还实现了从现场级、控制级到管理级协调一致的通信。

全集成自动化的开放性体现在标准化开放式的系统结构。西门子产品上集成有以太网接口，使以太网进入现场级，从而实现元件自动化，并可连接所有类型的现场设备，也可连接支持 Internet 的办公系统和新型自动化系统。

1.2 可编程控制器基础

1.2.1 PLC 概述

PLC 即可编程控制器，最初缩写为 PC (Programmable Controller)，为与个人计算机相区别，缩写改为 PLC (Programmable Logic Controller)。第一台 PLC 是美国数字设备公司于

1969 年在美国通用汽车公司提出取代继电器控制装置的背景下研制出来的。它是一种嵌入了继电器、定时器（即时间继电器）及计数器等功能，专为工业环境下的应用而设计，且用于控制生产设备和工作过程的特殊计算机。

随着计算机技术的发展，PLC 在模拟量处理能力、数字运算能力、人机接口能力和网络能力方面得到了大幅度提高，在某些应用上取代了在过程控制领域处于统治地位的 DCS 系统。由于 PLC 是一种专为工业环境应用而设计的特殊计算机，因此具有可靠性高、抗干扰能力强的特点，同时具有稳定可靠、价格便宜、功能齐全、应用灵活方便且操作维护方便的优点，这是它能在工业控制中已得到广泛持久应用的根本原因。

目前，生产 PLC 的厂家及品牌繁多，在我国应用较多的国外 PLC 厂家及主流品牌见表 1-1。

表 1-1 常用国外 PLC 及其生产厂家

生产厂家	产品型号
日本欧姆龙 (OMRON) 公司	C 系列
日本三菱 (MITSUBISHI) 公司	FX 系列, Q 系列
美国罗克韦尔 (ROCKWELL) 国际公司	MicroLogix1500、SLC-500, CompactLogix、ControlLogix 系列
美国通用电气 (GE) 公司	90-70 系列
德国西门子 (SIEMENS) 公司	S7 系列

西门子 S7-200、S7-300、S7-400 PLC 外观如图 1-1 所示。

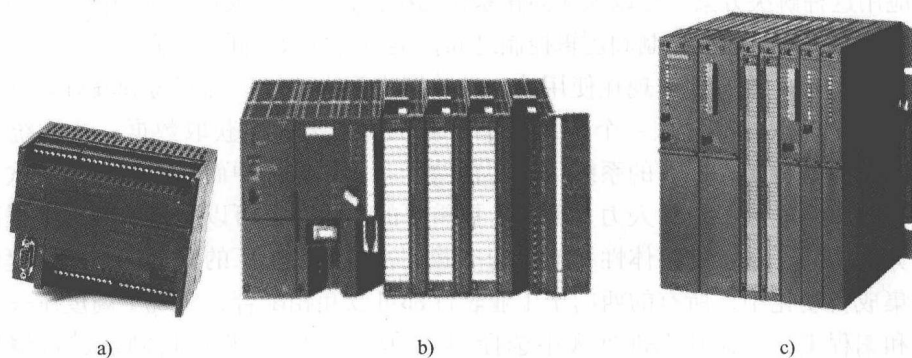


图 1-1 西门子 S7-200、S7-300、S7-400 PLC 外观

a) S7-200 SMART b) S7-300 c) S7-400

为满足工业控制要求，PLC 的生产制造商不断推出形式多样的具有不同性能和内部资源的 PLC。在对 PLC 进行分类时，通常采用以下两种方法：

(1) 按照 PLC 的输入/输出点数、存储器容量和功能分类，可将 PLC 分为小型机、中型机和大型机

小型 PLC 的功能一般以开关量控制为主，其输入/输出总点数一般在 256 点以下，用户存储器容量在 4 KB 以下。现在的高性能小型 PLC 还具有一定的通信能力和少量的模拟量处理能力。这类 PLC 的特点是价格低廉，体积小，适用于单机或小规模生产过程的控制。例如，西门子的 S7-200 系列和新型的 S7-1200 系列 PLC 都属于小型机。

中型 PLC 的输入/输出总点数在 256 ~ 1024 点之间，用户存储器容量为 2 ~ 64 KB。中型

PLC 不仅具有开关量和模拟量的控制功能，还具有更强的数字计算能力，它的网络通信功能和模拟量处理能力更强大。中型机的指令比小型机更丰富，适用于复杂的逻辑控制系统以及连续生产过程的过程控制场合。例如，西门子的 S7 - 300 系列 PLC 属于中型机。

大型 PLC 的输入/输出总点数在 1024 点以上，用户存储器容量为 32 KB ~ 几 MB。大型 PLC 的性能已经与工业控制计算机相当，它具有非常完善的指令系统，具有齐全的中断控制、过程控制、智能控制和远程控制功能，网络通信功能十分强大，向上可与上位监控机通信，向下可与下位计算机、PLC、数控机床、机器人等通信。适用于大规模过程控制、分布式控制系统和工厂自动化网络。例如，西门子的 S7 - 400 系列 PLC 属于大型机，而西门子新推出的 S7 - 1500 系列 PLC 则属于中、大型 PLC。

以上划分没有一个十分严格的界限，随着 PLC 技术的飞速发展，某些小型 PLC 也具有中型或大型 PLC 的功能，这也是 PLC 的发展趋势。

(2) 根据 PLC 结构形式的不同，PLC 主要可分为整体式和模块式两类

整体式结构的特点是将 PLC 的基本部件，如 CPU、输入/输出部件、电源等集中于一体，装在一个标准机壳内，构成 PLC 的一个基本单元（主机）。为了扩展输入输出点数，主机上设有标准端口，通过扩展电缆可与扩展模块相连，以构成 PLC 不同的配置。整体式结构的 PLC 体积小，成本低，安装方便。一般小型 PLC 为整体式结构。

模块式结构的 PLC 由一些独立的标准模块构成，如 CPU 模块、输入模块、输出模块、电源模块、通信模块和各种功能模块等。用户可根据控制要求选用不同档次的 CPU 和各种模块，将这些模块插在机架或基板上，构成需要的 PLC 系统。模块式结构的 PLC，配置灵活，装配和维修方便，便于功能扩展。中大型 PLC 通常采用这种结构。

1.2.2 结构组成

PLC 是一种以微处理器为核心的专用于工业控制的特殊计算机，其硬件配置与一般微型微计算机类似。虽然 PLC 的具体结构多种多样，但其基本结构相同，即主要由中央处理单元（CPU）、存储单元、输入单元、输出单元、电源、通信接口、I/O 扩展接口及编程器等部分构成。整体式 PLC 的结构形式如图 1-2 所示。模块式 PLC 的结构形式如图 1-3 所示。

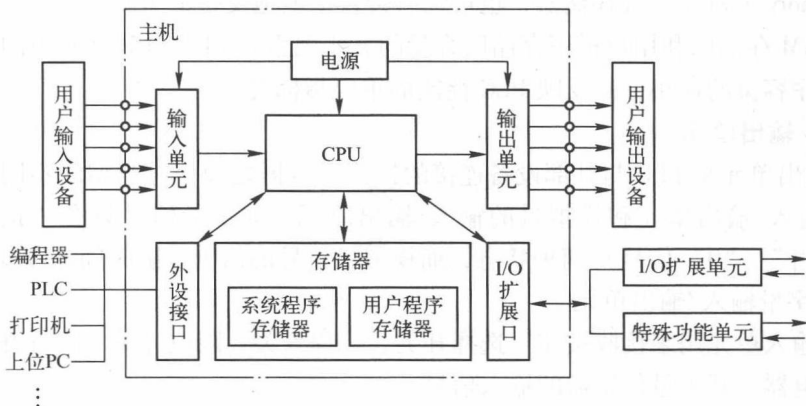


图 1-2 整体式 PLC 的结构组成

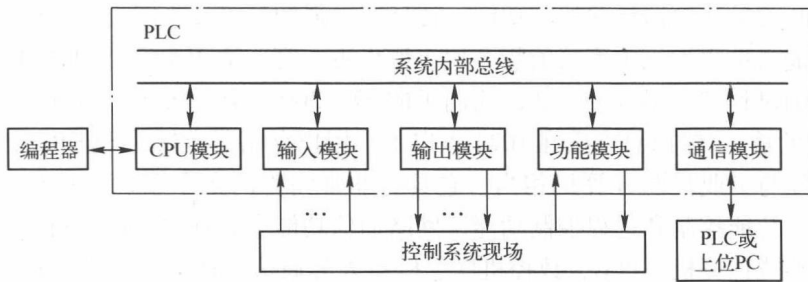


图 1-3 模块式 PLC 的结构组成

1. 中央处理单元 (CPU)

与一般的计算机控制系统相同，CPU 是 PLC 的控制中枢。PLC 在 CPU 的控制下有条不紊地协调工作，实现对现场各个设备的控制。CPU 的主要任务如下：

- 1) 接收与存储用户程序和数据。
- 2) 以扫描的方式通过输入单元接收现场的状态或数据，并存入相应的数据区。
- 3) 诊断 PLC 的硬件故障和编程中的语法错误等。
- 4) 执行用户程序，完成各种数据的处理、传送和存储等功能。
- 5) 根据数据处理的结果，通过输出单元实现输出控制、制表打印或数据通信等功能。

2. 存储器

PLC 的存储空间一般可分为 3 个区域：系统程序存储区、系统 RAM 存储区和用户程序存储区。

系统程序存储区用来存放由 PLC 生产厂家编写的操作系统，包括监控程序、功能子程序、管理程序以及系统诊断程序等，并固化在 ROM 内。它使 PLC 具有基本的智能，能够完成 PLC 设计者规定的各项工作。

系统 RAM 存储区包括 I/O 映像区、计数器、定时器以及数据存储器等，用于存储输入/输出状态、逻辑运算结果和数据处理结果等。

用户程序存储区用于存放用户自行编制的用户程序。该区一般采用 EPROM、E²PROM 或 Flash Memory（闪存）等存储器，也可以有带备用电池支持的 RAM。

系统 RAM 存储区和用户程序存储区容量的大小关系到 PLC 内部可使用的存储资源的多少和用户程序容量的大小，是反映 PLC 性能的重要指标之一。

3. 输入/输出单元

输入/输出单元是 PLC 与外部设备连接的接口。根据处理信号类型的不同，分为数字量（开关量）输入/输出单元和模拟量的输入/输出单元。数字量信号只有“接通”（“1”信号）和“断开”（“0”信号）两种状态，而模拟量信号的值则是随时间连续变化的量。

(1) 数字量输入/输出单元

数字量输入单元用来接收按钮、选择开关、行程开关、限位开关、接近开关、光电开关以及压力继电器等开关量传感器的输入信号。

数字量输出单元用来控制接触器、继电器、电磁阀、指示灯、数字显示装置和报警装置等输出设备。

常见的开关量输入单元有直流输入单元和交流输入单元。图 1-4 所示为开关量直流输

入单位的典型电路，图 1-5 所示为开关量交流输入单位的典型电路。图 1-4 和图 1-5 中点划线框中的部分为 PLC 内部电路，框外为用户接线。从图 1-4 和图 1-5 中可以看到直流和交流输入电路中均采用光耦合器件将现场与 PLC 内部在电气上隔离开。当输入开关闭合时，光耦合器中的发光二极管发光，光耦合晶体管从截止状态变为饱和导通状态，从而使 PLC 的输入数据发生改变，同时输入指示灯 LED 亮。

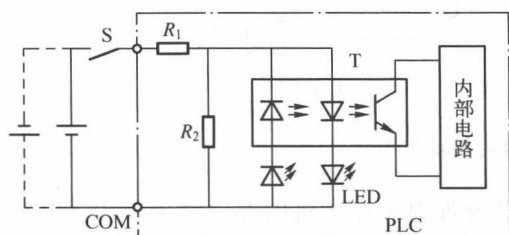


图 1-4 开关量直流输入单元

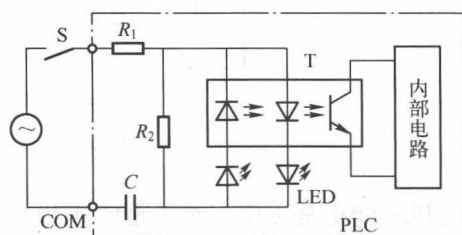


图 1-5 开关量交流输入单元

图 1-4 和图 1-5 中电路是对应于一个输入点的电路，同类的各点电路内部结构相同，每点分输入端和公共端（COM），输入端接输入设备，公共端接电源一极。

常见的开关量输出单元有晶体管输出型、双向晶闸管输出型和继电器输出型。图 1-6 所示为晶体管输出型的典型电路，图 1-7 所示为双向晶闸管输出型的典型电路，图 1-8 所示为继电器输出型的典型电路。图中点划线框中的电路是 PLC 的内部电路，框外是 PLC 输出点的驱动负载电路，各种输出电路均带有输出指示灯 LED。晶体管型和双向晶闸管型为无触点输出方式，它们可靠性高，响应速度快，寿命长，但是负载能力有限。晶体管型适用于高频小功率直流负载，双向晶闸管型适用于高速大功率交流负载。继电器型为有触点输出方式，既可带直流负载又可带交流负载，电压适用范围宽，导通压降小，承受瞬时过电压和过电流的能力较强，但动作速度较慢，寿命较短，适用于低频大功率直流或交流负载。

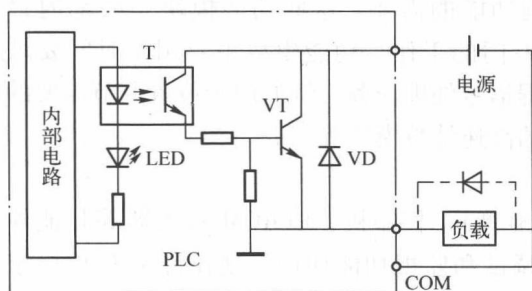


图 1-6 开关量晶体管输出单元

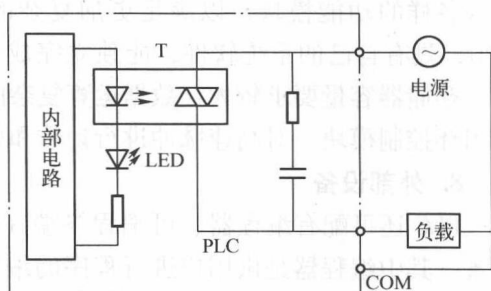


图 1-7 开关量双向晶闸管输出单元

(2) 模拟量输入/输出单元

模拟量输入单元用来接收压力、流量、液位、温度以及转速等各种模拟量传感器提供的连续变化的输入信号。常见的模拟量输入信号有电压型、电流型、热电阻型和热电偶型等。

模拟量输出单元用来控制电动调节阀、变频器等执行设备，进行温度、流量、压力及速度等 PID 回路调节，可实现闭环控制。常见的模拟量输出信号有电压型和电流型。

4. 电源

PLC 配有一个专用的开关式稳压电源，将交流电源转换为 PLC 内部电路所需的直流电

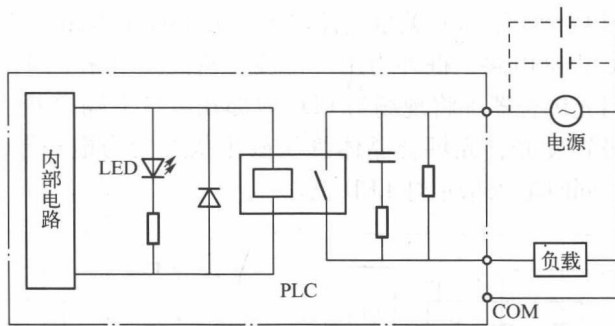


图 1-8 开关量继电器输出单元

源，使 PLC 能正常工作。对于整体式 PLC，电源部件封装在主机内部，对于模块式 PLC，电源部件一般采用单独的电源模块。

此外，传送现场信号或驱动现场执行机构的负载电源需另外配置。

5. I/O 扩展接口

I/O 扩展接口用于将扩展单元与主机或 CPU 模块相连，以增加 I/O 点数或增加特殊功能，使 PLC 的配置更加灵活。

6. 通信接口

PLC 配有多种通信接口，通过这些通信接口，可以与编程器、监控设备或其他的 PLC 相连接。当与编程器相连时，可以编辑和下载程序；当与监控设备相连时，可以实现对现场运行情况的上位监控；当与其他 PLC 相连时，可以组成多机系统或联成网络，实现更大规模的控制。

7. 智能单元

为了增强 PLC 的功能，扩大其应用领域，减轻 CPU 的数据处理负担，PLC 厂家开发了各种各样的功能模块，以满足更加复杂的控制功能的需要。这些功能模块一般都内置了 CPU，具有自己的系统软件，能独立完成一项专门的工作。功能模块主要用于时间要求苛刻、存储器容量要求较大、数据运算复杂的过程信号处理任务，例如用于位置调节需要的位置闭环控制模块、对高速脉冲进行计数和处理的高速计数模块等。

8. 外部设备

PLC 还可配有编程器、可编程终端（触摸屏等）、打印机、EPROM 写入器等其他外部设备。其中编程器是供用户进行程序的编写、调试和监视功能使用，现在许多 PLC 厂家为自己的产品设计了计算机辅助编程软件，安装在 PC 上，再配备相应的接口和电缆，则该 PC 就可以作为编程器使用。

1.2.3 工作原理

尽管 PLC 是在继电器控制系统基础上产生的，其基本结构又与微型计算机大致相同，但是其工作过程却与二者有较大差异。PLC 的工作特点是采用循环扫描方式，理解和掌握 PLC 的循环扫描工作方式对于学习 PLC 是十分重要的。

PLC 一个循环扫描工作过程主要包括 CPU 自检、通信处理、读取输入、执行程序 and 刷新输出 5 个阶段，如图 1-9 所示。整个过程扫描一次所需的时间称为扫描周期。