

PLC

应用系统设计

刘继修 编著

福建科学技术出版社
FUJIAN SCIENCE & TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

PLC 应用系统设计

刘继修 编著

福建科学技术出版社
FUJIAN SCIENCE & TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

PLC 应用系统设计/刘继修编著. —福州: 福建科学技术出版社, 2007. 12

ISBN 978-7-5335-3074-7

I. P… II. 刘… III. 可编程序控制器—程序设计
IV. TS332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 148616 号

书 名	PLC 应用系统设计
编 著	刘继修
出版发行	福建科学技术出版社 (福州市东水路 76 号, 邮编 350001)
网 址	www.fjstp.com
经 销	各地新华书店
排 版	福建科学技术出版社排版室
印 刷	福州德安彩色印刷有限公司
开 本	787 毫米×1092 毫米 1/16
印 张	15.25
字 数	376 千字
版 次	2007 年 12 月第 1 版
印 次	2007 年 12 月第 1 次印刷
印 数	1—4 000
书 号	ISBN 978-7-5335-3074-7
定 价	22.80 元

书中如有印装质量问题, 可直接向本社调换

前 言

可编程序控制器 (PLC) 是在继电器控制技术和计算机控制技术的基础上开发出来, 并逐渐发展成为以微处理器为核心, 把自动化技术、计算机技术、通信技术融为一体的新型工业自动控制装置。早期的 PLC 在功能上只能进行逻辑控制、顺序控制、定时、计数等。随着微电子技术、大规模集成电路及微型计算机技术的发展, 新技术被应用到 PLC 产品中, 使 PLC 不仅具有逻辑控制功能, 而且还增加了数据处理、回路调节、图形监视、网络通信等功能, 成为具备计算机功能的一种通用工业自动控制装置, 进一步扩大了其应用领域。目前, PLC 已广泛应用于各种生产机械和生产过程的自动控制, 成为工业控制的标准设备, 被称为现代工业自动化的三大技术支柱 (PLC 技术、机器人、CAD/CAM) 之一。

PLC 的应用已在工控领域中占主导地位, 为适应 PLC 技术的迅速发展及应用面广的需要, 同时也为了满足广大自动化工程技术人员和大专院校相关专业学生的学习要求, 我们查阅了大量相关最新资料与产品用户手册, 并结合多年教学与工程实践经验编写了这本书。本书以三菱 (MITSUBISHI) 公司的 FX_{2N} 系列 PLC 为主要介绍对象, 兼顾其他公司的主导产品, 着重介绍 PLC 的基本结构和工作原理、控制系统的设计方法及其在工控领域中的实际应用, 以期对从事 PLC 控制系统设计和应用的工程技术人员有所指导和帮助。

全书共分为两篇, 原理篇介绍 PLC 的基本结构与工作原理、三菱 FX_{2N} 系列 PLC 的硬件配置、指令系统和编程工具的使用、PLC 控制系统硬件与软件的设计方法、PLC 的人机界面与网络通信技术等。应用篇则以实例为主, 介绍 PLC 在电气传动与机床电气控制方面、开关量逻辑控制方面、生产过程连续控制方面、网络通信及现场总线等方面的具体应用。

本书由刘继修主编, 并编写第一章至第六章、第八章和第九章; 王秀梅、吴春旺、王存记为副主编, 共同编写第七章。全书由刘继修统稿。

在本书的编写过程中, 参考了三菱电机、欧姆龙、西门子、AB、MODICON、GE-FANUC 等公司的资料, 以及相关的书籍、报刊, 在此一并向原作者表示衷心感谢!

由于编写时间仓促, 加之作者水平有限, 错误及不当之处在所难免, 恳请广大读者批评指正。

编者

2007 年 4 月

目 录

原理篇

第一章 PLC 概述	(1)
第一节 PLC 的分类与常用系统	(1)
一、PLC 的分类	(1)
二、常用 PLC 系统	(2)
第二节 PLC 的组成与原理	(5)
一、PLC 的硬件组成	(5)
二、PLC 的内存分配	(10)
三、PLC 的工作原理	(12)
四、PLC 的性能指标	(16)
五、PLC 的编程语言	(17)
第二章 三菱 FX _{2N} 系列微型 PLC	(20)
第一节 三菱 FX _{2N} 系列 PLC 的硬件系统	(20)
一、FX _{2N} 系列 PLC 的系统构成及性能指标	(20)
二、扩展设备的配置	(22)
三、输入、输出接口电路	(23)
四、PLC 内部编程器件	(25)
第二节 FX _{2N} 系列 PLC 的指令系统	(28)
一、基本指令	(28)
二、步进指令	(35)
三、应用指令	(36)
第三节 三菱编程软件 FXGPWIN	(55)
一、FXGPWIN 简介	(55)
二、编程软件的操作	(57)
三、选项菜单的使用	(60)
第三章 PLC 硬件系统设计	(62)
第一节 PLC 控制系统	(62)
一、PLC 控制系统设计的内容与步骤	(62)
二、PLC 控制系统类型	(64)
三、PLC 控制系统的运行方式	(65)

四、PLC 控制系统硬件配置	(66)
第二节 PLC 控制系统的可靠性设计	(70)
一、环境技术条件设计	(71)
二、PLC 控制系统的抗干扰设计	(72)
三、供电系统设计	(74)
四、冗余系统与热备用系统	(77)
五、电缆设计与敷设	(77)
第三节 设计文件的编制	(78)
一、工艺控制流程图	(79)
二、系统硬件配置图	(81)
三、输入/输出信号定义一览表	(81)
四、控制柜图	(82)
五、电缆图	(83)
六、设备材料表与设计说明书	(84)
第四章 PLC 程序设计	(85)
第一节 编程方法与规则	(85)
一、程序设计的步骤	(85)
二、梯形图编程	(86)
第二节 PLC 应用程序的设计方法	(90)
一、经验设计法	(90)
二、继电器控制电路移植法	(91)
三、逻辑设计方法	(97)
第三节 顺序控制的设计与编程	(101)
一、顺序控制及其描述方式	(101)
二、顺序功能图设计法	(107)
三、佩特利网设计法	(116)
四、顺序控制系统编程示例	(119)
第五章 PLC 的人机界面与网络通信	(124)
第一节 PLC 的人机界面	(124)
一、什么是人机界面	(124)
二、使用 GT Designer 设计 GOT 画面	(125)
第二节 PLC 的网络通信	(134)
一、网络通信的基本概念	(134)
二、工业控制局域网与现场总线	(141)

应用篇

第六章 PLC 在电力系统、电气传动及机床控制中的应用	(150)
一、PLC 在输电线路自动重合闸控制中的应用	(150)
二、PLC 在内桥接线备用电源自动投切中的应用	(152)
三、PLC 在高压离心风机控制中的应用	(153)
四、PLC 在自耦变压器控制多台电动机中的应用	(156)
五、PLC 在多机系统自动切换控制中的应用	(158)
六、用 PLC 实现电机速度的测量	(159)
七、PLC 控制取水井电动机的无线遥控系统	(162)
八、PLC 在工业自动小车控制中的应用	(164)
九、PLC 在电镀专用行车控制中的应用	(166)
十、PLC 在桥式起重机检测控制中的应用	(169)
十一、卧式镗铣床电气控制系统的 PLC 改造	(173)
十二、PLC 在数控加工中心刀具库控制中的应用	(175)
第七章 PLC 在开关量逻辑控制中的应用	(179)
一、PLC 在光源机械上泡机械手控制中的应用	(179)
二、PLC 在砂处理生产线上的应用	(181)
三、PLC 在机器人施釉生产线控制中的应用	(185)
四、PLC 用于生产过程的连锁报警控制	(187)
五、PLC 在谷物烘干机自动控制中的应用	(190)
六、PLC 在水处理设备电气控制系统中的应用	(191)
七、PLC 在高压造型自动线改造中的应用	(194)
第八章 PLC 在模拟量控制中的应用	(198)
一、PLC 实现模拟量检测与控制的方法	(198)
二、PLC 实现模拟量输入信号滤波的程序设计	(201)
三、F1 系列 PLC 实现物理量处理的方法	(203)
四、PLC 在温度监测与控制系统中的应用	(206)
五、PLC 在双参量随动控制系统中的应用	(208)
六、PLC 在轴承滚针分选机控制中的应用	(211)
七、PLC 在柔性制造系统托盘交换控制中的应用	(213)
八、卷烟包装机的 PLC 控制系统设计	(215)
第九章 PLC 在网络通信及现场总线中的应用	(219)
一、用 VISUAL BASIC 实现上位机和 PLC 的通信	(219)
二、基于 PLC 与变频器通信的实现	(222)

三、用 S7-200 控制的多变频器系统通讯部分的设计与实现	(224)
四、基于 PROFIBUS 现场总线的伞齿轮精密热模锻生产线控制系统	(226)
五、基于 CC-Link 的炉窑网络控制系统	(230)
六、海况实时分布式仿真系统.....	(231)

原理篇

第一章 PLC 概述

可编程序控制器（简称 PC 或 PLC）是以微处理器为核心，把自动化技术、计算机技术、通信技术融为一体的新型工业自动控制装置，广泛应用于各种生产机械和生产过程的自动控制中，成为工业控制的标准设备。

第一节 PLC 的分类与常用系统

一、PLC 的分类

（一）按结构形式分类

（1）整体式 PLC，又称单元式或箱体式 PLC。它将电源、CPU、存储器及 I/O 等各个功能部分集成在一个机壳内。其特点是结构紧凑、体积小、价格低。小型 PLC 多采用这种结构。

（2）模块式 PLC，又称积木式 PLC。它是将构成 PLC 的各个部分按功能做成独立模块，如电源模块、CPU 模块、I/O 模块、各种功能模块等，然后安装在同一底板或框架上。其特点是配置灵活、装配维护方便。一般大、中型 PLC 多采用这种结构形式。

（二）按 I/O 点数和存储容量分类

通常 PLC 可分为小、中、大型三个等级。

（1）小型 PLC，其 I/O 点数在 256 点以下，存储器容量 2K 步，可用于逻辑控制、定时、计数、顺序控制等场合。部分小型 PLC 还带有模拟量处理、数据通信处理和算术运算功能，其应用范围更广。

（2）中型 PLC，其 I/O 点数为 256~2048 点，存储容量达 2~8K 步，具有逻辑运算、算术运算、数据传送、中断、数据通信、模拟量处理等功能，用于开关量、数字量与模拟量混合控制的较复杂控制系统。

（3）大型 PLC，I/O 点数在 2048 点以上，存储容量达 8K 步以上，具有数据运算、模拟调节、联网通信、监视纪录、打印等功能，能进行中断、智能控制、远程控制。可用于大规模过程控制，也可构成分布式或控制网络以及整个工厂自动化网络控制。

另外，还有将 I/O 点数在 64 点以下的 PLC 称为超小型或微型 PLC，当然以上点数划分并无严格界限。

（三）按功能分类

（1）低档机，具备微型、小型 PLC 功能，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) 中档机, 除具有低档机功能外, 还有较强的模拟量处理、数值运算、数据处理、远程 I/O 及联网通信等功能。有些还增设中断控制、PID 控制等功能, 适用于复杂控制系统。

(3) 高档机, 除具有中档机功能外, 还增设有带符号算术运算、矩阵运算、位逻辑运算、平方根运算以及其他特殊功能运算和制表、表格传送等功能。高档机具有更强的通信联网能力, 可用于大规模过程控制或构成分布式网络控制系统, 实现工厂自动化。

二、常用 PLC 系统

(一) 西门子公司的 SIMATIC PLC

德国的西门子 (SIEMENS) 公司的 PLC 产品, 在自动化各个领域都得到广泛应用, 有适用于起重机械或各种气候条件的坚固型 PLC, 有适用于狭小空间具有高处理性能的密集型 PLC, 还有运行速度极快且有优异的扩展能力的 PLC 机型, 可配置种类繁多的输入/输出模块、智能模块、编程器、软件、过程通讯和显示部件等, 因此在逻辑控制、运动控制、过程控制以及工厂全集成自动化系统中均得到了广泛的应用。

(1) SIMATIC S5 系列 PLC。该系列产品包括: S5-90U 与 S5-95U, 微型 PLC, 整体式结构; S5-100U 小型 PLC, 模板式结构; S5-115U 中型 PLC, 模板式结构; S5-135U 大型 PLC, 模板式结构; S5-155U, 大型高档次 PLC, 模板式结构; S5-155H, 大型高档次 PLC。

(2) S7 系列 PLC。该系列产品包括 S7-200、S7-300、S7-400 三大类。S7-200 系列为小型号 PLC, 整体式结构; S7-300 系列为中型 PLC, 模块式结构; S7-400 系列为大型 PLC, 模块式结构, 被称为功能最强大的 PLC。

(3) SIMATIC 的网络与监控系统。该系列产品包括: SINEC H1, 标准的以太网; SINEC L1, 速度较低的廉价网络; SINEC L2, 介于 L1 和 H1 之间的局域网, 可连接所有的自动化控制场合的过程控制单元; COROS LS-B, 功能强大的图形 HMI 系统。WINCC 是基于 Windows 95 与 Windows NT 的过程监控系统软件, 具有高度的开放性和灵活的系统结构, 能集成到自动化系统和管理网络中去, 提供大量的组态工具。

(二) A-B 公司的 PLC

Allen-Bradley 公司 (简称 A-B 公司) 是美国最大的可编程序控制器、工业计算机和通信系统的制造商之一。

(1) SLC-500 系列。该系列产品包括: SLC-500 型, 模块式结构, I/O 点数 20~72; SLC-5/01 型, 模块式结构, I/O 点数 4~256; SLC-5/02 型, 模块式结构, I/O 点数 4~480。

(2) PLC-2 系列。该系列是 A-B 公司原来的 PLC 产品, 可经过通信模块上网, 配备了增强的指令系统, 可以处理那些通常要求大型 PLC 才能完成的复杂控制过程。

(3) PLC-3 系列。该系列也是 A-B 公司原来的 PLC 产品, 可经过通信模块上网, 是一种大型模块式 PLC。支持多处理器运行, 为大规模工业应用而设计, 具有 8192 个过程 I/O 控制点, 最大模拟量 I/O 达 4096 路。

(4) PLC-5 系列。该系列是 A-B 公司当前主推的 PLC 产品, 是一类从中型到大型模块式结构的 PLC, 提供从 PLC-5/10 至 PLC-5/60L 共 12 种处理器模块供选择, 支持的 I/O 点数为 256~3072。PLC-5 系列中的 PLC-5/250 可编程序控制器是该系列中最大的、功能最强

的可编程序控制器。

(5) Micro Logix1000 微型 PLC。该系列属微型可编程序控制器,其 I/O 数有 16 点和 32 点两种。

(6) 通信网络。A-B 公司的三级通信网络将控制系统中的设备有机地结合为一个整体,过程控制数据与信息可以在可编程序控制器、人机接口、变频器和集散控制系统 (DCS) 之间交换传递。最上面一层网络是信息网 (以太网),用来连接数据高速公路和厂区的通信网络;中间一层是控制网络 (DH, ControlNet),又叫过程网,用来实现 PLC 与计算机之间的通信;最下面一层是设备网络 (R I/O, DeviceNet),用来实现 PLC 与现场设备之间的通信。

(三) 三菱公司的 PLC

三菱公司 (MITSUBISHI) 是日本生产 PLC 产品的主要厂家之一,其代表性的 PLC 主要有 F 系列 (F, F1, F2) 系列、FX 系列 (FX₀, FX₁, FX₂, FX_{2N}, FX_{3UC}) 和 A 系列、QnA 系列、Q 系列等。F、FX 系列是小型 PLC, I/O 点数最大 256 点;A 系列、QnA 系列、Q 系列为大中型 PLC,具有丰富的网络功能,其 I/O 点数最大可达到 8192 点。

(1) F1、F2 和 FX₂、FX_{2N} 系列 PLC。继 F 系列之后,该公司又推出了功能更强的 F1、F2 系列和 FX₂、FX_{2N} 等系列 PLC 产品。F、F1 和 F2 等系列都是小型整体式结构;FX₂ 系列和 FX_{2N} 系列是小型高性能整体式 PLC,FX_{2N} 是 FX 系列中功能最强、速度最高的微型可编程序控制器;FX₀ 系列是近年推出的体积微小的 PLC;新推出的 FX_{3UC} 系列 PLC,其基本功能得到了大幅提升。FX 系列 PLC 可使用简易编程器 FX-10P-E 和 FX-20P-E,以及智能编程器 A6GPPE 和 A6PHPE 进行编程。

(2) A 系列 PLC。该系列产品是新型的带有智能接口的 PLC,包括 A0J2、A1、A2、A3 系列及 A2A、A3A 系列等,其中 A0J2 系列为单元式结构,A1、A2、A3、A2A、A3A 系列为模块结构。

(3) AnS 系列 PLC。A2AS CPU (S1/S30) 是一种经济、高性能的微型模块式可编程序控制器,使用三菱的顺序控制专用芯片 (MSP),其执行速度和功能可以与大型可编程序控制器相媲美。该系列有 8 种 CPU 可以供选择,具有 50 余种特殊功能模块,如高速计数模块、模拟量输入/输出模块、单轴/双轴/3 轴位置控制模块、计算机通信模块、MODBUS 通信模块、网络模块和以太网网络模块等。

(4) Q 系列 PLC。该系列产品为大中型 PLC QnA (Q2A、Q3A、Q4A)。大部分 A 系列模块都可与之兼用,将 A 系列程序转换后亦可用于 QnA 系列。MELSEC Q 系列达到了所有 PLC 中的最高性能。

(5) 三菱 PLC 通信网络。三菱可编程序控制器可以组成多级通信网络,A₁U、A₂AS 等可编程序控制器可以连接工厂级的以太网或 MAP (IEEE802.4) 网络。

(四) OMRON 公司的 PLC

欧姆龙 (OMRON) 公司的 SYSMAC C 系列的 PLC 产品广泛用于材料处理、食品加工和包装、机械加工、自动化制造和过程控制等行业。欧姆龙公司的 PLC 有微型、小型、中型和大型四大类十多个型号及相关配套产品。其产品特点突出,一是梯形图与语句表并重,配置的指令系统较强,特别是提供功能指令,使用户在使用的方便性及开发复杂控制系统的能力方面都优于欧美小型 PLC 产品;二是欧姆龙为 PLC 配置的通信系统便宜、简单、实用,降低了整个 PLC 网络的造价。

(1) 微型 PLC。该系列产品主要以 SYSMAC CPM1A 为代表，包括 CPM1A/2A/2C 系列、SRM1 系列等。

(2) 小型 PLC。该系列产品分 SYSMAC CQM1 和 SYSMAC C..H/C..P (其中..表示细分省略，如 C40P、C60P) 两大类。CQM1 拥有较好的性价比，其指令与 C 系列 PLC 基本兼容。

(3) 中型 PLC。该系列产品包括：C200HS/C200H、SYSMAC C200HX/HG/HE 和 CS1、CS1D 系列以及 CJ1、CJ1M 系列。CS1 系列通过以太网接口可用 E-mail 进行远程访问。CJ1 系列以高速、超小型和无间隙的信息传送优势，将机器的性能提高到最大限度。

(4) 大型 PLC。该系列产品包括：C1000H、C2000H、CVM1 和 CV500/CV1000/CV2000。

(5) 通信网络。控制器链接网络是一种点对点的计算机网络，采用双绞线电缆，由个人计算机上的控制器链接支持版和 C200HX/HG/HE 或 CV 系列上的控制器链接单元组成。CompoBus/D 是符合 Device Net 标准的多主控总线，CompoBus/S 是高速 ON/OFF 总线。

(五) GE Fanuc 公司的 PLC

(1) 90-30 系列 PLC。该系列 (简称 90-30) 用于取代继电器控制系统和中型自动化控制系统通过 Genius LAN 连接 90-30 系列的 I/O 机架、Field control 现场控制模块、Genius I/O 模块等，可以构成功能极强的控制系统。

(2) 90-70 系列 PLC。该系列是大型高性能可编程序控制器，其机架总线采用开放的 VME 总线结构，可以安装超过 300 家公司的 VME 标准模块。Ligicmaster90-70 编程软件用于对 90-70 系列可编程序控制器编程和组态。

(六) 常用 PLC 技术指标比较

常用可编程序控制器的基本技术指标列于表 1-1。

表 1-1 常用可编程序控制器基本技术指标

公司名称	型 号	最大开 关量 I/O 点数	最大模 拟量 I/O 点数	扫描速度 (毫秒/千步)	程序存 储容量 (B)	数据存 储容量 (B)	高级 语言	运动 控制	PID 功能
GE	GE ONE/E	112	24	12	1.7K		✓		
	GE-90 20/211	28		18	1K	256			
	GE-90 30/311	80	96	18	3K	512			✓
	GE-90 30/331	512	192	0.4	8K	2K	✓		✓
	GE-90 90/771	2048	1024	0.4	256K	16	✓	✓	✓
	GE-90 90/781	12K	4K	0.4	256K	16K	✓	✓	✓
三菱	F1	120		12	1K			✓	
	FX ₂	256		0.74	8K			✓	
	A1S	256		1	8K	128		✓	
	A2C	512		1.25	8K	3308		✓	
	A3M	2048		0.2	30K			✓	✓
	A3A	2048		0.15	60K		✓	✓	✓

续表

公司名称	型 号	最大开 关量 I/O 点数	最大模 拟量 I/O 点数	扫描速度 (毫秒/千步)	程序存 储容量 (B)	数据存 储容量 (B)	高级 语言	运动 控制	PID 功能
欧姆龙	C20H	140	36	0.75	2.8K	2K		✓	✓
	C40H	160	36	0.75	2.8K	2K		✓	✓
	C200H	384	40	0.75	6.9K	2K		✓	✓
	C500	512	64	5	6.6K	512		✓	✓
	C1000H	1024	64	0.4	32K	4K		✓	✓
	C2000H	2048	64	0.4	32K	66K		✓	✓
西门子	S7-200	64	20	0.8	4K	2K	✓		✓
	S7-300	512	64	0.3	24K		✓		✓
	S5-100U	256	32	1.6	20K	20K	✓		✓
	S5-115U	2048	128	18	42K	42K	✓	✓	✓
	S5-135U	2048	192	1.4	64K	64K	✓	✓	✓
	S5-155U	10 000	384	1.4	2M	2M	✓	✓	✓
TE	TSX47-30	512	32	0.4	56K		✓	✓	✓
	TSX47-40	1042	32	0.5	112K		✓	✓	✓
	TSX67-40	2048	128	0.5	224K		✓	✓	✓
	TSX87-40	2048	256	0.32	352K		✓	✓	✓
	TSX107-40	2048	256	0.32	352K		✓	✓	✓
西屋	PC-1100	128	16	7	3.5K	1796			✓
	PC-503	256	32	2	10K	2K			✓
	PC-700	512	64	7	8K	1796	✓		✓
	HPPC-1700	8192	512	1	224K	32K			✓

注：“✓”表示具有相应的功能。

第二节 PLC 的组成与原理

一、PLC 的硬件组成

PLC 的组成与一般的微机类似，主要由中央处理单元（CPU）、存储单元、输入/输出单元、输入/输出扩展接口、外围设备接口以及电源等部分组成。其中 CPU 是 PLC 的核心，I/O 部件是连接现场设备与 CPU 之间的接口电路，通信接口用于与编程器和上位机连接。对于整体式 PLC，所有部件都装在同一机壳内；对于模块式 PLC，各功能部件独立封装，称为模块或模板，各模块通过总线连接，安装在机架或导轨上。

无论哪种结构类型的 PLC，都可根据用户的需要进行配置与组合。例如欧姆龙整体式 C 系列 P 型机，由 CPU 单元、扩展 I/O 单元组成，I/O 点数在 20 点~120 点范围内有多种组合方式，用户可以优选最适合自己的一种配置。模块式 PLC 则在 I/O 配置上更方便、更灵活。装有 CPU 模块的机架，称为基本机架，其他为扩展机架。不同厂家生产的不同系列产品在每个机架上可插放的模块数是不同的，一般为 3~10 块。可扩展的机架数也不同，一般为 2~8 个机架。基本机架和扩展机架之间的距离不宜太长，一般不超过 10m。一些 PLC 系统还具有远程 I/O 单元，可以联网应用。

模块式 PLC 的结构框图如图 1-1 所示，整体式 PLC 的结构框图如图 1-2 所示，尽管结构不太一样，但各部分的功能作用是相同的。

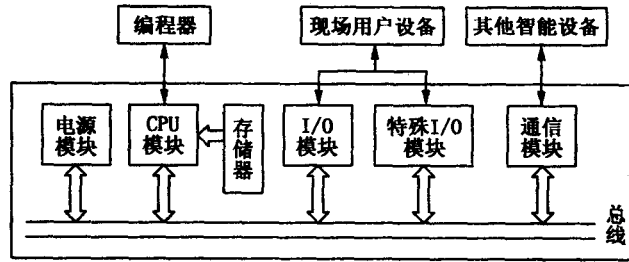


图 1-1 模块式 PLC 系统配置结构图

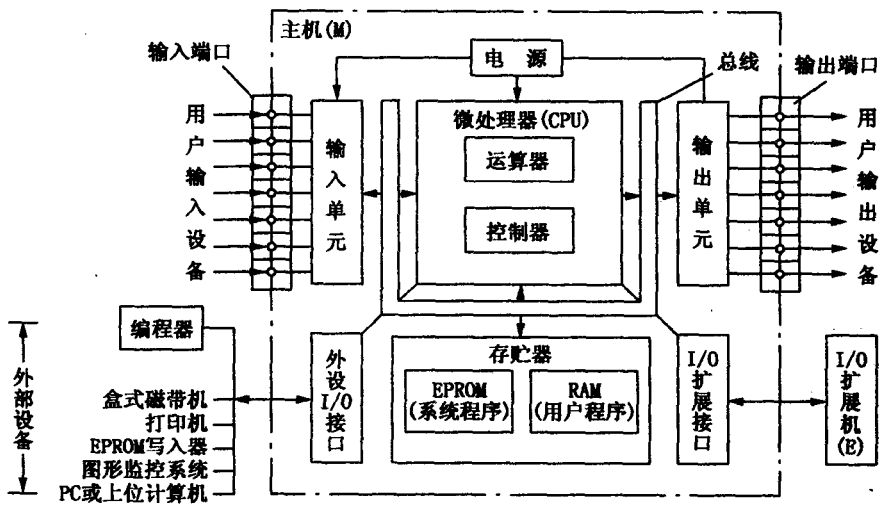


图 1-2 整体式 PLC 的结构框图

(一) CPU

CPU 在 PLC 控制系统中主要完成以下任务：按照生产厂家预先编好的系统程序（也可称作操作系统）接收并存储从编程器键入的用户程序和数据；在执行系统程序时，按照预编的指令序列用扫描的方式接收现场输入装置的状态或数据，并存入用户存储器的输入状态表或数据寄存器中；诊断电源、PLC 内部各电路状态和用户编程中的语法错误；进入运行状态后，从存储器逐条读取用户程序，经过命令解释后按指令规定的任务产生相应的控制信号，去控制有关的控制门电路，分时、分渠道地执行数据的存取、传送、组合、比较和变换等工作，完成用户程序中规定的运算任务；根据运算结果更新有关标志位和输出状态寄存器表的内容，最后根据输出状态寄存器表的内容，实现输出控制、打印或数据通信等外部功能。

CPU 的位数越多，处理信息量越大，PLC 的运算速度也越快，指令功能与 PLC 功能也就越强。例如，三菱公司的 FX₂ 系列 PLC 属于小型 PLC，其微处理器是 16 位 8096 单片机；A-B 公司的 PLC-5 型 PLC、西屋公司的 HPPC-1500 型 PLC 和西门子公司的 S5-150U

型 PLC 属于大型 PLC，都采用双极型位片式微处理器 AMD-2900 高速芯片。

一般的中型可编程序控制器多为双处理器系统，一个是字处理器，多为 8 位或 16 位的处理器，如欧姆龙 C200H 用的是摩托罗拉的 MC68B09CP，这是一种增强型的 8 位微处理器；另一个 CPU 是位处理器，也称布尔处理器。在双处理器的 CPU 模块中，字处理器是主处理器，由它处理字节操作指令，控制系统总线、内部计数器、内部定时器，监视扫描时间，统一管理编程接口，同时协调位处理器及输入输出。位处理器也称从处理器，其作用是处理位操作指令和在机器操作系统的管理下实现 PLC 编程语言向机器语言的转换，加快 PLC 的工作处理速度。

（二）存储器

PLC 主机内部配有两种不同类型的存储器。

（1）系统存储器（ROM 区），用于固化 PLC 生产厂家编写的各种系统工作程序。这些程序相当于单片机的监控程序或个人计算机的操作系统，在很大程度上决定该种 PLC 的性能与质量，用户无法更改或调用，中小型 PLC 多使用 EPROM 或 PROM 来存放，大型 PLC 多使用熔丝快速 ROM 存放。

（2）用户存储器（RAM 区），又分为程序存储区、数据存储区和位存储区。程序存储区主要用来存储通过编程器输入的用户程序。数据存储区存放中间运算结果、计数器和计时器的当前值以及系统运行必要的初始值。位存储区存放输入、输出继电器、辅助继电器触点映象、定时器接点、计数器线圈、计数器接点、复位线圈等。

（三）输入/输出部件

输入/输出部件通常称为 I/O 单元或 I/O 模块，PLC 通过 I/O 单元与工业生产过程现场相联系。通过 I/O 接口可以检测被控对象或被控生产过程的各种参数，以这些现场数据作为 PLC 对被控对象进行控制的信息依据。同时 PLC 又通过 I/O 接口将处理结果送给被控设备或工业生产过程，以实现控制。

本地 I/O 又称为并行 I/O，用多芯电缆（一般用扁平电缆）实现扩展 I/O 框架与 CPU 框架之间的通信，扁平电缆可以多达数十根导线，信息是并行传送的，这种通信方式实际是总线通信的扩展，其优点是数据传输速度快，在某些情况下可以同步刷新 CPU 模块中的 I/O 映象表。

远程 I/O 又称为串行 I/O，用于远距离分布式框架系统，一般只需要 4 芯电缆来连接各框架，但是大多数系统需要专用的 I/O 驱动器模块和接收器模块，未完成框架之间的串行通信。

过程变量按信号类型划分可分为开关量、模拟量和脉冲量等，相应输入/输出模块可分为数字量输入（DI）模块、数字量输出（DO）模块、模拟量输入（AI）模块、模拟量输出（AO）模块等。

（四）智能接口模块

智能接口模块是一个独立的计算机系统，有自己的 CPU、系统程序、存储器、外界过程与控制器系统总线相连的接口环节以及一些特殊组成部分。智能接口模块是可编程序控制器系统的一个模板，所以它与控制器的 CPU 模板通过系统总线相连接，进行数据交换，并在 CPU 模块的协调管理下独立地进行工作。智能接口模块的种类很多，如高速计数模块、PID 调节过程控制模块、运动控制模块、数字位置译码模块、阀门控制模块，中断控制模块、智能存储模块、智能 I/O 模块以及 PLC 间互连的通信处理模块。

1. 高速计数模块

图 1-3 是西门子公司的高速计数模块的结构，该模块由 CPU8085 协调管理模板的工作，系统程序存储在 EPROM 中。AM9513 为计数器，包含了 5 个独立的 16 位高速计数器，每个计数器通过 3 个端口与外界发生联系，即计数输入 (IN)、计数输出 (OUT)、使能或禁止计数的控制 (GATE)。这三个端口的信息都可以是来自模块内、外部过程或计数器之间的相互作用。由于 5 个独立的计数器可以串联工作，所以它的计数范围可达 $2^{80} \approx 10^{24}$ ，它的最高计数频率为 2MHz。模板内有两个频率发生器，可作为计数器的输入计数信号。为了提高抗干扰能力，增加可靠性，在模板内部结构与外部过程之间加入了光电隔离。

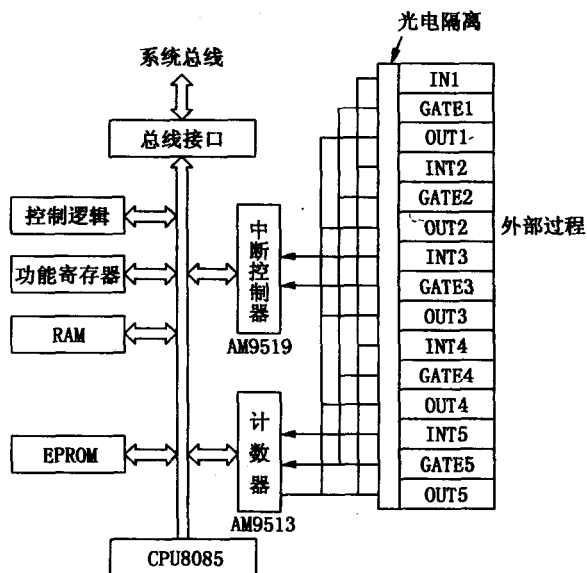


图 1-3 高速计数模板结构图

AM9519 芯片是中断控制器，实现用户程序中的中断结构。功能寄存器由完成模板工作方式、中断、报警、输出等寄存器组成，其中工作方式寄存器是用户可以用软件编程来设置、确定模板工作方式的，即选择确定计数信息的特征。西门子高速计数模块的工作方式有 18 种，常用的有：二进制或 BCD 码计数方式；上升沿或下降沿计数；内部信号或外部信号计数；门控信息是边沿触发或电平触发；计数是向上计数或向下计数，即加计数或减计数。

存储器 RAM，主要存放用户程序及数据。高速计数模块通过总线接口与控制器的系统总线相连，由此进行信息交换。

2. 闭环控制模块

随着工业生产过程的需要和可编程序控制器及大规模集成电路芯片的迅速发展，可编程序控制器不仅对模拟量处理功能逐渐加强，而且闭环控制功能亦不断完善。其方法有两种：一是利用模拟量输入输出接口硬件的支持，通过一定的控制软件由可编程序控制器 CPU 来实现；二是利用硬件软件一起开发，形成独立的智能模板来实现控制。

3. 运动控制模块

这类模块一般用来控制物体的位置、速度和加速度，可以控制直线运动或旋转运动，也可以控制单轴或多轴运动。它们使运动控制与 PLC 的顺序控制功能有机地结合在一起，被广泛应用在机床、装配机械等场合。位置控制一般采用闭环控制，用伺服电机做驱动装置。如果用步进电机做驱动装置，既可采用开环控制，也可以采用闭环控制。西门子的 S7-300 可编程序控制器的 FM351 单元模块就是一种专为运动系统设计的定位控制模块，模块从位置传感器得到当前的位置值，并与给定值相比较，比较的结果用来控制伺服电机或步进电机的驱动装置。

4. 通信模块

PLC 的通信模块一般在框架内占有指定的槽，它们大多带微处理器，用来完成与别的

PLC、其他智能控制设备或主计算机之间的通信。通信遵循通信协议，对于 CRT 显示器和打印机，一般用 ASCII 码进行通信。远程 I/O 系统也必须配备通信接口模块。

西门子的 S7-300 可编程序控制器有不同性能级别的多种通信处理器模块可供选用。其中，CP340、CP341 适合点对点的通信连接，支持多种通信接口和协议，RS232C (V.24)，20mA TTY，RS422/485 (X.27)。CP342.5 用于现场总线 Profibus-DP 模式的通信，CP343-5 用于现场总线 Profibus-FMS 模式的通信，CP343-1 用于工业以太网通信模式，CP343-1TCP 还支持 TCP/IP 通信协议的通信模式。

(五) 外部设备

1. 人/机接口装置

人/机接口装置又称操作员接口，用来实现操作人员与 PLC 控制系统之间的对话。人机接口的最简单和最普通的形式，是由安装在控制台上的按钮、转换开关、拨码开关、指示灯、LED 数字显示器和声光报警器等元件组成，用来指示 PLC 的 I/O 系统状态及各种信息；第二种是加固的“半智能”型 CRT 接口；第三种是用于 PLC 控制系统的最高级、最复杂的“智能”终端，有自己的微处理器和存储器，能够与操作人员快速地交换信息，并通过通信接口与 PLC 相连。

2. 外存储器

PLC 的 CPU 模块内的半导体存储器称内存储器，或简称为内存。有时用磁带和磁盘来存储 PLC 的用户程序。磁带和磁盘称为外存储器。储存在它们里面的信息可以长期保存。如果存放在 PLC RAM 内的程序丢失，可以重新装入保存在磁带或磁盘中的程序。盒式磁带录音机和磁盘驱动器可能在编程器系统之内，也可能是单独的装置，由编程器或其他智能模块提供接口。在离线开发用户程序的编程装置中，外存储器特别有用。

3. EPROM 写入器

EPROM 写入器用来把用户程序写入到 EPROM 中去，它提供了一个非易失性的用户程序的保存方法，存放在 EPROM 中的程序在没有电源的情况下也不会丢失。同一 PLC 系统的各种不同应用场合的用户程序可以分别写入到几片 EPROM 中，在改变系统的工作方式时只需要更换 EPROM 就可以了。

4. 编程装置和编程软件

PLC 是以顺序执行存储器中的程序来完成其控制功能的。根据生产工艺要求编制出的控制程序，通过一定方式输入到 PLC，并经过调试修改后成为可执行的控制程序。编程装置的主要任务就是编辑程序、调试程序和监控程序的执行，还可以在线测试 PLC 的内部状态和参数，与 PLC 进行人机对话。因此，编程装置是开发、应用、监控运行和检查维护 PLC 不可缺少的设备。编程装置可以是专用编程器，也可以是配有专用编程软件包的通用计算机系统。专用编程器由 PLC 生产厂家提供，只能用于某一生产厂家的某些 PLC 产品。专用编程器一般有简易编程器和图形编程器两种。

(六) 电源部件

PLC 配有开关式稳压电源，供内部电路使用，有的 PLC 电源与 CPU 合为一体，有的 PLC 特别是大中型 PLC，备有电源模块，例如 S7-300PLC 配有专用电源模块 PS307。与普通电源相比，PLC 电源稳定性好、抗干扰能力强。有些机型还向外提供 DC24V 的稳压电源，用于对外部传感器供电，这就避免了由于电源污染或不合格电源产品而引起的故障。