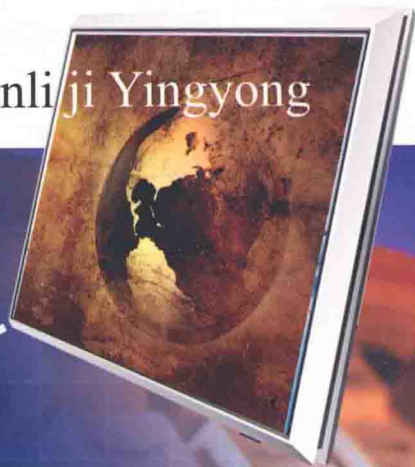


# 可编程序控制器原理及应用

赵晓玲 主编

吴庚申 主审

Kebianchengxu Kongzhiqi Yuanliji Yingyong



大连海事大学出版社

# 可编程序控制器原理及应用

赵晓玲 主编  
吴庚申 主审

大连海事大学出版社

© 赵晓玲 2011

图书在版编目(CIP)数据

可编程序控制器原理及应用 / 赵晓玲主编. —大连: 大连海事大学出版社, 2011. 9  
ISBN 978-7-5632-2624-5

I. ①可… II. ①赵… III. ①可编程序控制器—高等职业教育—教材 IV. ①TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 193345 号

大连海事大学出版社出版

地址: 大连市凌海路1号 邮编: 116026 电话: 0411-84728394 传真: 0411-84727996

<http://www.dmupress.com> E-mail: [cbs@dmupress.com](mailto:cbs@dmupress.com)

大连天骄彩色印刷有限公司印装 大连海事大学出版社发行

2011年9月第1版 2011年9月第1次印刷

幅面尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 12.5

字数: 309 千 印数: 1 ~ 2000 册

责任编辑: 史洪源 版式设计: 海韵

封面设计: 王艳 责任校对: 高炯

ISBN 978-7-5632-2624-5 定价: 25.00 元

# 前 言

可编程序控制器具有编程简单灵活、维护维修方便、可靠性高等特点,这使得它在工业控制领域中的应用越来越普遍,包括在船舶自动控制领域中的应用。目前它已广泛应用于船舶主机遥控系统、集中监视报警系统、船舶电站以及锅炉控制、分油机控制等很多重要系统中。随着可编程序控制器网络技术的不断发展,它在船舶自动控制系统中将发挥更大作用。

本书以船舶常用的西门子公司可编程序控制器产品为例,主要介绍可编程序控制器的基本概念、编程技巧、网络知识、编程器使用以及可编程序控制器的维护保养等知识,主要为大专院校轮机工程技术、船舶电子电气技术、船舶工程技术等专业学生,或为船舶轮机员、船舶电子员、修造船厂船舶电气相关技术人员提供一种高效的参考工具。

全书共分七章,内容包括可编程序控制器的产生与发展、原理与结构、可编程序控制器硬件构成、软件编程、用户程序编程、网络通信以及可编程序控制器的日常维护和故障排除等。本书在编写过程中,参考了许多著作,翻阅了部分实船资料。

本书由青岛远洋船员职业学院组织编写,其中第一、二章由赵晓玲编写,第三、四章由孙红英、盛进路编写,第五、六章由贾小平、盛进路编写,第七章由付君、盛进路编写。本书由赵晓玲主编,吴庚申教授主审并提出了许多宝贵修改意见,在此表示衷心感谢。

由于作者水平有限,书中存在不足之处,敬请批评指正。

编 者  
2011年6月

# 目 录

第 1 章 概述 .....	(1)
1.1 可编程序控制器的产生及发展 .....	(1)
1.2 可编程序控制器的定义及特点 .....	(3)
1.3 可编程序控制器分类 .....	(4)
1.4 可编程序控制器的功能 .....	(5)
1.5 可编程序控制器的结构 .....	(6)
1.6 可编程序控制器工作原理 .....	(10)
1.7 可编程序控制器的编程语言 .....	(12)
第 2 章 西门子 S7 系列可编程序控制器硬件 .....	(14)
2.1 SIMATIC S7-300 PLC 系统结构 .....	(14)
2.2 S7-300 模块安排 .....	(22)
第 3 章 STEP 7 编程环境 .....	(26)
3.1 STEP 7 应用程序 .....	(26)
3.2 启动 SIMATIC 管理器并创建一个项目 .....	(27)
3.3 设置 PG/PC .....	(30)
3.4 硬件组态 .....	(31)
3.5 用户编程 .....	(34)
3.6 下载、上传用户程序及运行监视 .....	(42)
3.7 S7-PLCSIM 的应用 .....	(44)
第 4 章 S7-300/400 软件编程 .....	(47)
4.1 程序编制基础知识 .....	(47)
4.2 S7-300/400 基本编程指令 .....	(52)
4.3 程序实例 .....	(88)
4.4 S7-300 模拟量控制指令 .....	(93)
第 5 章 用户程序结构 .....	(98)
5.1 概述 .....	(98)
5.2 结构化编程 .....	(99)
第 6 章 PLC 控制系统的设计和维护 .....	(107)
6.1 PLC 控制系统的设计调试步骤和设计举例 .....	(107)
6.2 PLC 系统的故障诊断 .....	(116)
6.3 S7 系列 PLC 的模板安装与系统维护 .....	(120)
第 7 章 可编程序控制器网络通信与工业以太网 .....	(128)
7.1 通信与网络概述 .....	(128)
7.2 SIMATIC S7-300 的网络通信 .....	(132)
7.3 工业以太网 .....	(140)

7.4 西门子工业以太网 .....	(149)
7.5 西门子公司工业以太网交换机 .....	(157)
7.6 S7-300/400 的以太网解决方案 .....	(166)
附录 指令字母表 .....	(189)
参考文献 .....	(193)

# 第1章 概述

可编程序控制器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发展起来的一种通用的工业自动控制装置。它具有体积小、功能强、灵活通用与维护方便等一系列的优点。特别是它的高可靠性和较强的适应恶劣环境的能力,使得它在冶金、化工、交通、电力等工业领域获得了广泛的应用,成为现代工业控制的三大支柱之一。

## 1.1 可编程序控制器的产生及发展

### 1.1.1 可编程序控制器的产生

可编程序控制器问世前,工业控制领域中是以继电器控制占主导地位。继电器控制系统的明显缺点是体积大、耗电多、可靠性差、寿命短、运行速度不高,尤其是对生产工艺多变的系统适应性更差。如果生产任务和工艺发生变化,就必须重新设计,并改变硬件结构,造成时间和资金的严重浪费。

1968年,美国通用汽车公司为适应生产工艺的不断更新和汽车产品不断变化的需要,公开提出汽车生产流水线控制系统的10项技术要求,并在社会上公开招标。这10项技术要求是:

- (1)编程简单方便,可在现场修改程序;
- (2)硬件维护方便,最好是插件式结构;
- (3)可靠性高于继电器控制;
- (4)体积小于继电器控制柜;
- (5)可将数据直接送入管理计算机;
- (6)在成本上可与继电器控制设备竞争;
- (7)输入可以是交流115V;
- (8)输出为交流115V,2A以上,能直接驱动电磁阀;
- (9)在扩展时原有系统只需很小改动;
- (10)用户程序存储器容量至少可扩展到4KB。

1969年,美国数据设备公司(DEC)研制出能满足上述10条要求的可编程序控制器样机,安装在美国底特律市通用汽车公司(GM)的汽车装配线上,并获得成功应用,诞生了世界上第一台可编程序控制器(Programmable Logic Controller, PLC)。

### 1.1.2 可编程序控制器的发展

可编程序控制器的发展大体可分为以下几个阶段:

#### (1)第一阶段

可编程序控制器初问世,功能简单,只有逻辑运算、定时、计数等功能,硬件方面以分离元件为主,存储器采用磁芯存储器,存储容量为1~2KB,每台PLC只能取代200~300个继电

器,可靠性略高于继电器接触器系统,也没有成型的编程语言。

## (2) 第二阶段

集成电路技术的发展及微处理器的产生,使 PLC 的技术得到较大的发展。PLC 具有逻辑运算、计时、计数、数值计算、数据处理、计算机接口、模拟量控制等功能。软件上开发出自诊断程序,可靠性进一步提高,系统开始向国际化、系列化发展;结构上开始有模块式和整体式区分,整机功能也从专用型向通用型过渡。

## (3) 第三阶段

单片计算机的出现、半导体存储器进入工业化生产以及大规模集成电路的使用,推进了 PLC 的进一步发展,使其演变成专用的工业计算机。此时,PLC 的体积进一步缩小,可靠性大幅度提高,成本大幅度下降,功能方面增加了通信、远程输入输出(I/O)等。此时的 PLC 向两个方向发展:一方面为大型化、模块化和多功能;另一方面为整体结构的小型化、低成本。

在这一阶段,PLC 的软件方面出现了面向过程的梯形图及语句表。

## (4) 第四阶段

计算机技术的飞速发展及超大规模集成电路、门阵列电路的使用,促使 PLC 完全计算机化,PLC 开始全面使用 8 位或 16 位微处理器芯片,其处理速度也达到  $1 \mu\text{s}/\text{步}$ 。此时,PLC 在功能上增加了高速计数、中断、A/D 转换、D/A 转换及 PID 等,可满足过程控制的要求,同时其联网能力也有所增强。在软件方面,在梯形图和语句表基本标准化的基础上,又创立了 SFC(顺序流程图)语言,并开发了基于个人微机的编程软件。

在此期间,国际电工委员会(IEC)发表了 PLC 标准草案,PLC 开始向标准化、系列化发展。

## (5) 第五阶段

RISC(精简指令集计算机)芯片在计算机行业大量使用,表面粘装技术和工艺已成熟,这些使 PLC 整机的体积大大缩小,PLC 开始大量使用 16 位和 32 位微处理器芯片,有的 PLC 已使用 RISC 芯片。CPU 芯片也向专用化发展,系统程序中的逻辑运算等标准化功能已用超大规模门阵列电路固化。最小的 PLC 只有 8 个 I/O 点,最大的 PLC 有 32 K 个以上的 I/O 点。PLC 都可以与计算机进行联网通信,最快的 PLC 处理一步程序仅需几十纳秒。软件上使用容错技术;硬件上使用多 CPU 技术。200 ~ 300 步以上的高级指令的出现,使 PLC 具有强大的数值运算、函数运算和大批量数据处理能力,并开发出各种智能化模块。以 LCD(液晶显示器)为显示设备的人机智能接口得到普遍应用,高级 PLC 已发展到触摸式屏幕。在 PLC 编程中大量使用个人电脑、笔记本电脑做编程器,编程软件功能强大。

### 1.1.3 可编程序控制器的发展趋势

随着微处理器技术的发展,可编程序控制器也得到了迅速发展,其技术和产品日趋完善。它不仅以其良好的性能满足了工业生产的广泛需要,而且将通信技术和信息处理技术融为一体,其功能日趋完善。今后它一方面将向超小型、专用化和低价格方向发展,另一方面向高速多功能和分布式自动化网络方向发展。

#### (1) CPU 处理速度进一步加快

目前 PLC 的 CPU 与微型计算机的 CPU 相比,还处在比较落后的地步,最高的也仅仅处在 80486 一级。将来会全部使用 64 位 RISC 芯片,实现多 CPU 并行处理或分时处理或分任务处理,实现各种模块智能化,且部分系统程序用门阵列电路固化。这样 PLC 执行指令的速度将达到纳秒级。

## (2) 控制系统分散化

根据分散控制、集中管理的原则,PLC 控制系统的 I/O 模块将直接安装在控制现场,通过通信电缆或光纤与主 CPU 进行数据通信。这样使控制更有效,系统更可靠。

## (3) 可靠性进一步提高

随着 PLC 进入过程控制领域,对于 PLC 可靠性的要求进一步提高。硬件冗余的容错技术将进一步得到应用,不仅会有 CPU 单元冗余、通信单元冗余、电源单元冗余、I/O 单元冗余,而且整个系统都会实现冗余。

## (4) 控制与管理功能一体化

为了满足现代化大生产的控制与管理的需要,PLC 将广泛采用计算机信息处理技术、网络通信技术和图形显示技术,使 PLC 系统的生产控制功能和信息管理功能融为一体。

# 1.2 可编程序控制器的定义及特点

## 1.2.1 可编程序控制器定义

由于 PLC 在不断发展,因此对它下一个确切的定义是困难的。

1980 年美国电气制造商协会(National Electric Manufacturer Association, NEMA)对 PLC 下的定义如下:

PLC 是一种数字式的电子装置。它使用可编程序的存储器来存储指令,实现逻辑运算、计数、计时和算术运算等功能,用于对各种机械或生产过程进行控制。

1982 年,国际电工委员会(International Electrical Committee, IEC)颁布了 PLC 标准草案,1985 年提交了第二版,1987 年的第三版对 PLC 作了如下定义:PLC 是一种专门为在工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子装置。它采用可以编制程序的存储器,用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序运算、计时、计数和算术运算等操作的指令,并能通过数字式或模拟式的输入和输出,控制各种类型的机械或生产过程。PLC 及其有关的外围设备都应按照易于与工业控制系统形成一个整体、易于扩展其功能的原则而设计。

上述的定义表明:PLC 是一种能直接应用于工业环境的数字电子装置,它有与其他顺序控制装置不同的特点。

## 1.2.2 可编程序控制器特点

### (1) 软硬件功能强

PLC 的功能非常强大,其内部具备很多功能,如时序、计算器、主控继电器、移位寄存器及中间寄存器等,能够方便地实现延时、锁存、比较、跳转和强制 I/O 等功能。PLC 不仅可进行逻辑运算、算术运算、数据转换以及顺序控制,而且可以实现模拟运算、显示、监控、打印及报表生成等功能,并具有完善的输入输出系统。PLC 能够适应各种形式的开关量和模拟量的输入、输出控制,还可以与其他计算机系统、控制设备共同组成分布式控制系统,实现成组数据传送、矩阵运算、闭环控制、排序与查表、函数运算及快速中断等功能。PLC 的编程语言丰富,可分为梯形图语言、语句表、控制系统流程图等多种。特别是梯形图,直观方便,类似于继电器接触器电路图,很适合电气工程技术人員使用。

## (2) 使用维护方便

PLC 不需要像计算机控制系统那样在输入输出接口上做大量的工作。PLC 输入输出接口是已经按不同需求做好的,可直接与控制现场的设备相连接的接口。输入接口可以与各种开关、传感器连接;输出接口具有较强的驱动能力,可以直接与继电器、接触器、电磁阀等连接。不论是输入接口或输出接口,使用都很简单。PLC 具有很强的监控功能,利用编程器、监视器或触摸屏等人机界面可对 PLC 的运行状态、内部数据进行监视或修改,从而增加了调试工作的透明度。PLC 控制系统的维护也非常简单,只要利用其自诊断功能和监控功能,就可以迅速查找到故障并及时给予排除。

## (3) 运行稳定可靠

因为 PLC 采用了微电子技术,大量的开关动作由无触点的半导体电路来完成,同时还采用了屏蔽、滤波、隔离等抗干扰措施,所以其平均无故障时间在 2 万小时以上。特别是在制造工艺上加强了抗干扰措施,例如输入输出都采用光电隔离,能有效地隔离 PLC 内部电路与输入输出电路之间的联系,从而避免了由输入输出通道串入的干扰信号引起的误动作。PLC 还采取了屏蔽、输入延时滤波等软、硬件措施,有效地防止了空间电磁干扰,特别对高频传导干扰信号具有良好的抑制作用。所有这一切措施,都有效地保证了 PLC 在恶劣环境下能正常稳定地运行。

PLC 的接线十分简单,只需将输入设备(按钮、开关等)与 PLC 输入端子连接;接收输出信号执行控制功能的执行元件(接触器、电磁阀等)与 PLC 输出端子连接即可,工作量相对要少得多。

# 1.3 可编程序控制器分类

PLC 的种类很多,其实现的功能、内存容量、控制规模、外形等方面均存在较大差异。因此,PLC 的分类没有严格的统一标准,可以按照结构形式、控制规模、实现的功能等进行分类。

## 1.3.1 按结构分类

PLC 按照其硬件的结构形式可以分为整体式和组合式,整体式 PLC 外观上是一个箱体,又称箱体式 PLC。组合式 PLC 在硬件构成上具有较高灵活性,由各种模块组成,可进行组合以构成不同控制规模和功能的 PLC,也称模块式 PLC。

### (1) 整体式 PLC

整体式 PLC 的 CPU、存储器、输入输出都安装在同一机体内,如西门子(SIEMENS)公司 S5-90 U、S7-200 等,欧姆龙(OMRON)公司的 C20 P、C40 P,松下电工的 FP0、FP1 等产品。这种结构的特点是结构简单、体积小、价格低、输入输出点数固定、实现的功能和控制规模固定,但灵活性较低。

### (2) 组合式 PLC

组合式(模块式)PLC 采用总线结构,即在一块总线底板上有若干个总线槽(或采用总线连接器),每个总线槽上安装一个或数个模块,不同模块实现不同功能。PLC 的 CPU 和存储器设计在一个模块上,有时电源也放在这个模块上,该模块一般被称为 CPU 模块,在总线上的位置是固定的。其他还有输入输出、智能、通信等模块,根据控制规模、实现的功能不同进行选择,并安排在总线槽中。组合式 PLC 的特点是系统构成的灵活性较高,可构成不同控制规模

和功能的 PLC,维护维修方便,但价格相对较高。

### 1.3.2 按控制规模分类

PLC 的控制规模主要是指开关量的输入输出点数及模拟量的输入输出路数,但主要以开关量的点数计数。模拟量的路数可折算成开关量的点数,一般一路模拟量相当于 8~16 点开关量。根据 I/O 控制点数的不同,PLC 大致可分为超小型、小型、中型、大型及超大型。具体划分如表 1-1 所示。

表 1-1 PLC 按规模分类表

类 型	I/O 点数	存储器容量(KB)	机 型
超小型	64 以下	1~2	西门子 S7-200、S5-90 U,三菱 F10 等
小型	64~128	2~4	西门子 S5-100 U,三菱 F40、F60 等
中型	128~512	4~16	西门子 S7-300、S5-115 U,三菱 K 系列等
大型	512~8 192	16~64	西门子 S5-135 U、S7-400,三菱 A 系列等
超大型	大于 8 192	64~128	西门子 S5-155 U,A-B 公司 PLC-3 等

目前世界上生产 PLC 的厂家较多,较有影响的公司有德国西门子(SIEMENS)公司、美国罗克韦尔(ROCKWELL)公司、日本欧姆龙(OMRON)公司、三菱公司、松下电工等数十家公司。

西门子公司机型有两大类:S5 系列及 S7 系列,其中 S7 系列为 S5 系列的改进型。S5 系列机型包括 S5-90 U、S5-95 U、S5-115 U、S5-135 U 以及 S5-155 U,其中 S5-155 U 为超大型机,控制点数超过 6 000 点,模拟量 300 多路。近期推出的 S7 系列,包括 S2-200、S7-300、S7-400。

欧姆龙公司的产品有 CMP1 A 型、CMP2 A 型、P 型、H 型、CQM1 型、CV 型、CS1 型等,其中大、中、小、超小型各具特色。

美国罗克韦尔公司兼并阿兰德—布兰德利(A-B)公司,生产 PLC-5 系列及 SLC-500 型机。

日本三菱公司早期小型机产品 F1 在国内使用较多,后来它又推出 FX2 机,中大型机为 A 系列。

## 1.4 可编程序控制器的功能

### 1.4.1 开关量的开环控制

开关量的开环控制是 PLC 的最基本的控制功能,包括时序、组合、延时、计数、计时等。PLC 控制的输入输出点数可以不受限制,少则十点几十点,多则成千上万点,并可通过联网来实现控制。

### 1.4.2 模拟量的闭环控制

对于模拟量的闭环控制系统,除了要有开关量的输入输出点以实现某种顺序或逻辑控制外,还要有模拟量的输入输出点,以便采样输入和调节输出,实现过程控制中的 PID 调节或模糊控制调节,形成闭环系统。这类 PLC 系统能实现对温度、流量、压力、位移、速度等参量的连续调节与控制。目前除大型、中型 PLC 具有此功能外,一些公司的小型机也具有这种功能,如 OMRON 公司的 CQM1 机和松下电工的 FP1 机就具有这样的功能。

### 1.4.3 数字量的智能控制

利用 PLC 能实现接收和输出高速脉冲的功能,而这个功能在实际中用途很大。在配备相应的传感器(如旋转编码器)或脉冲伺服装置(如环形分配器、功放、步进电机)后,PLC 控制系统就能实现数字量的智能控制。较高级的 PLC 还专门开发了数字控制模块、运动单元模块等,可实现曲线插补功能。最近新出现的运动控制单元,还提供了数字控制技术的编程语言,为 PLC 进行数字量控制提供了更多方便。

### 1.4.4 数字采集与监控

因为 PLC 在控制现场实现控制,所以把控制现场的数据采集下来,做进一步分析研究是很重要的。对于这种应用,目前较普遍采用的方法是 PLC 加上触摸屏,这样既可随时观察采集下来的数据又能及时进行统计分析。有的 PLC 本身就具有数据记录单元,如 OMRON 公司的 C200 H $\alpha$ 。此时可利用一般的便携计算机的存储卡插入到该单元中保存采集到的数据。

PLC 的另一个特点是自检信号多,利用这个特点,PLC 控制系统可实现自诊断式的监控,以减少系统的故障,提高平均累计无故障运行时间,同时还可减少故障修复时间,提高系统的可靠性。

### 1.4.5 联网、通信及集散控制

PLC 的联网、通信能力很强,可实现 PLC 与 PLC、PLC 与上位计算机之间的联网和通信,由上位计算机来实现对 PLC 的管理和编程。PLC 也能与智能仪表、智能执行装置(如变频器等)进行联网和通信,互相交换数据并实施 PLC 对其的控制。

利用 PLC 的强大联网通信功能,把 PLC 分布到控制现场,实现各 PLC 控制站间的通信以及上、下层间的通信,从而实现分散控制集中管理的目的。

## 1.5 可编程序控制器的结构

### 1.5.1 基本结构

可编程序控制器实质上是一种专用的计算机控制系统,它具有比一般计算机更强的与工业过程相连的接口,具有更适用于控制要求的编程语言。因此,可编程序控制器与一般的计算机控制系统一样,也具有中央处理单元(CPU)、存储器、输入输出模块(I/O)等部分。PLC 结构框图如图 1-1 所示。

#### (1) 中央处理单元(CPU)

可编程序控制器中常用的 CPU 主要采用通用微处理器、单片机和双极型微处理器。通用微处理器如 INTEL 公司的 8080、8086、80286、80386 等,单片机如 8031、8096 等,位片式微处理器如 AM2900、AM2901、AM2903 等。可编程序控制器的档次越高,CPU 的位数越多,运算速度越快,功能指令也越强。

PLC 的硬件是一种模块式的结构。其核心部件是中央处理模块。整个可编程序控制器的工作过程都是在 CPU 的统一指挥和协调下进行的。其主要任务是按一定的规律或要求读入被控对象的各种工作状态,然后根据用户所编制的应用程序的要求去处理有关数据,最后再向被控制对象送出相应的控制信号。它与被控对象之间的联系是通过各种 I/O (Input/Output) 接口实现的。

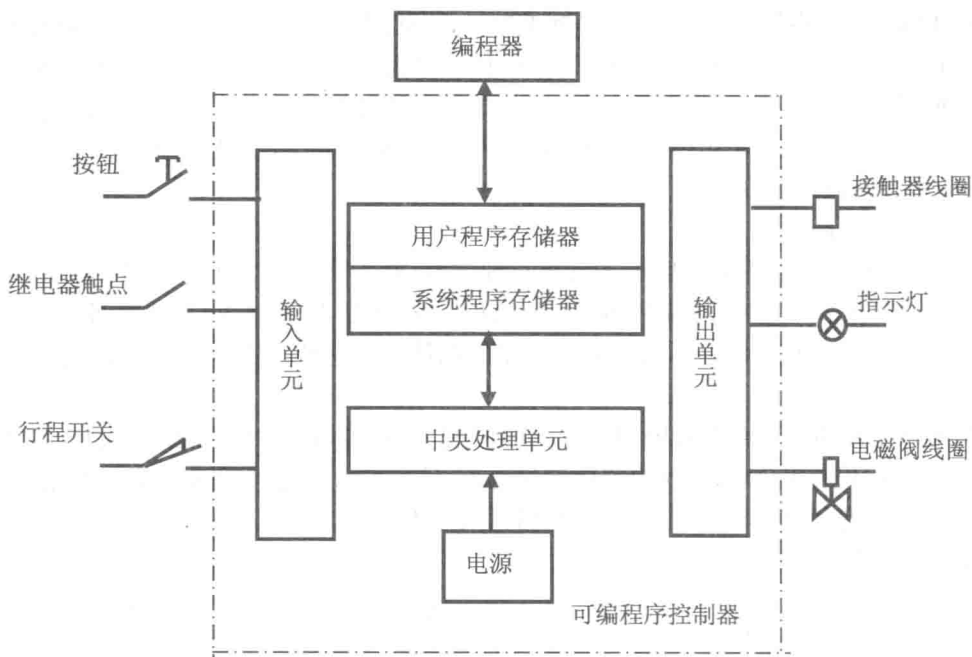


图 1-1 PLC 结构框图

可编程序控制器中的中央处理模块与一般计算机系统中的 CPU 的概念不同,后者常用 CPU 表示一个中央处理器,即它是一块集成芯片。在一个中型或大型可编程序控制器的中央处理模块里,不仅有 CPU 集成芯片(可能不止一片),而且还有一定数量的 EPROM(存储系统的操作系统)和 RAM(存储少量的数据或用户程序)。

可编程序控制器的 CPU 模块完成下述各项工作:

- ①接收用户从编程器输入的用户程序,并将它们存入用户存储区;
- ②用扫描方式接收源自被控对象的状态信号,并存入相应的数据区(输入映像区);
- ③用户程序的语法错误检查,并给出错误信息;
- ④系统状态及电源系统的监测;
- ⑤执行用户程序,完成各种数据的处理、传输和存储等功能;
- ⑥根据数据处理的结果,刷新输出状态表,以实现对各种外部设备的实时控制和其他辅助工作(如显示和打印等)。

## (2) 存储器

可编程序控制器的存储器分为两种:系统存储器和用户存储器。系统存储器存放系统管理程序,用户存储器存储用户程序。

常用的存储器有 RAM 和 EPROM、EEPROM。RAM 是一种可进行读写操作的随机存储器,存放用户程序,生成用户数据区,存放在 RAM 中的用户程序可以方便地修改,为防止 RAM 中存放的程序和数据在掉电时丢失,可用锂电池作后备电源。EPROM 和 EEPROM 都是只读存储器,往往用这些类型存储器固化系统管理程序和用户程序。

## (3) 输入输出单元(I/O 单元)

实际生产过程中的信号电平多种多样,外部执行机构所需的电平也千差万别,而可编程序

控制器的 CPU 所处理的信号电平只能是标准电平,因此需要通过输入输出单元实现这些电平的转换。I/O 单元实际上是 PLC 与被控对象间传递输入输出信号的接口部件。I/O 单元有良好的光电隔离和滤波作用。接到 PLC 输入接口的输入器件是各种开关、按钮、传感器等。PLC 的各种输出控制器件往往是电磁阀、接触器、继电器,而继电器有交流型和直流型、高压型和低压型、电压型和电流型之分。

### ①输入接口电路

各种 PLC 的输入电路大都相同,通常有三种类型:第一种是直流(12~24 V)输入,第二种是交流(100~120 V)、(200~240 V)输入,第三种是交直流(12~24 V)输入。外界输入器件可以是无源触点或者有源传感器的集电极开路的晶体管。这些外部输入器件是通过 PLC 输入端子与 PLC 相连的。

PLC 输入电路由光电耦合器隔离,并设有 RC 滤波器,可以消除输入触点的抖动和外部噪声干扰。当输入开关闭合时,一次电路中流过电流,输入指示灯亮,光电耦合器被激励,三极管从截止状态变为饱和导通状态,这是一个数据输入过程。

图 1-2 是一个直流输入端内部接线图。

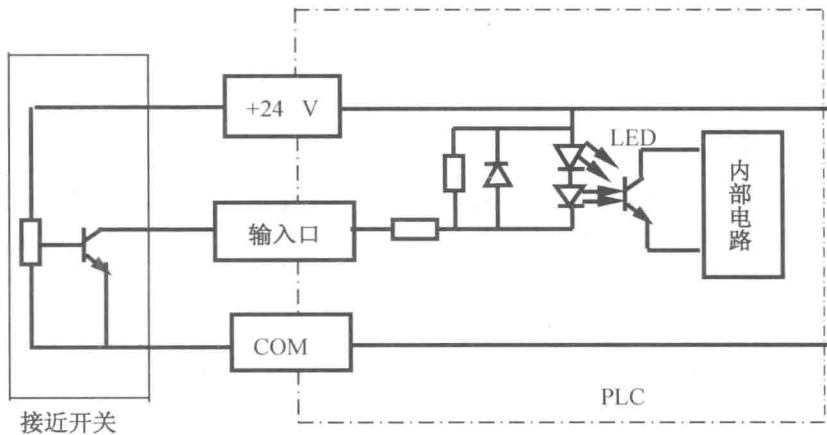


图 1-2 直流输入接线图

### ②输出接口电路

PLC 的输出有三种形式:继电器输出、晶体管输出、晶闸管输出。图 1-3~图 1-5 给出了 PLC 的输出电路图。

继电器输出型最常用。当 CPU 有输出时,接通或断开输出电路中继电器的线圈,继电器的接点闭合或断开,通过该接点控制外部负载电路的通断。很显然,继电器输出是利用了继电器的接点和线圈将 PLC 的内部电路与外部负载进行了电气隔离。

晶体管输出型是通过光耦使晶体管截止或饱和以控制外部负载电路,并同时 PLC 内部电路和输出晶体管电路进行了电气隔离。

双向晶闸管输出型,采用了光触发型双向晶闸管。

三种输出形式以继电器型响应最慢。

输出电路的负载电源由外部提供。负载电流一般不超过 2 A。实际应用中,输出电流额定值与负载性质有关。

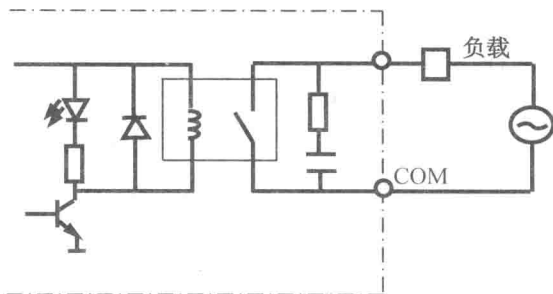


图 1-3 继电器输出电路

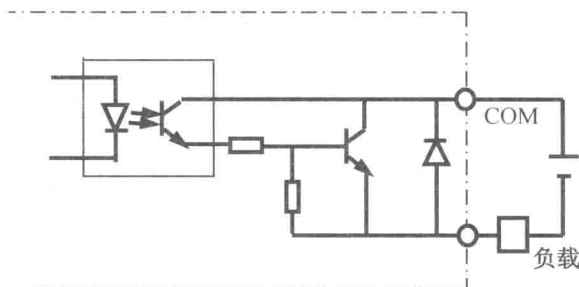


图 1-4 晶体管输出电路

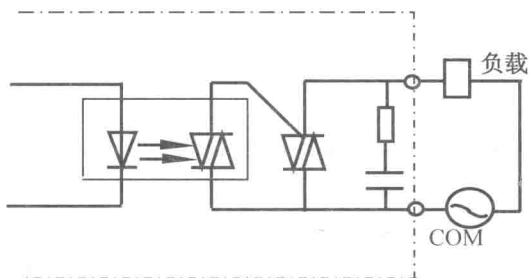


图 1-5 晶闸管输出电路

通常,PLC 的制造厂商为用户提供多种用途的 I/O 单元。从数据类型上看有开关量和模拟量,从电压等级上看有直流和交流,从速度上看有低速和高速,从点数上看有多种类型,从距离上看可分为本地 I/O 和远程 I/O。远程 I/O 单元通过电缆与 CPU 单元连接,可放在距 CPU 单元数百米远的地方。

### ③电源

可编程序控制器的电源有的选用市电,也有很大一部分用直流 24 V 供电。PLC 内有一个稳压电源用于对 PLC 的 CPU 单元和 I/O 单元供电,而小型的 PLC 电源往往和 CPU 合为一体,中大型 PLC 都有专门的电源模块。此外,根据可编程序控制器的规模及所允许扩展接口板数,各种可编程序控制器的电源种类和容量往往是不同的,用户使用和维修时应该注意这一点。

### ④编程器

编程器是 PLC 的最重要的外围设备,分为简易型和智能型。小型 PLC 常使用简易型编程器,大中型 PLC 多用智能型。目前,还有一种经常采用的方法:在个人计算机上接入适当硬

件,安装软件包,即可用个人计算机对 PLC 编程。

编程器的工作方式有两种,即编程工作方式和监控工作方式。

编程工作方式的主要功能是输入新的控制程序,或者对已有的程序进行编辑。所谓输入程序就是将指令逐条送入可编程序控制器的存储器中。程序的输入可以按图形的形式或者将指令一条条地输入。

对已有程序的编辑是利用编辑键对要修改的内容进行增添、更改、插入或删除等。

监控工作方式是对运行中的可编程序控制器的工作状态进行监视和跟踪。一般可以对某一线圈或触点的工作状态进行监视,也可以对成组的工作状态进行监视,当然还可以跟踪某一器件在不同时间的工作状态。除搜索、监视、跟踪外,还可以对一些器件进行操作。因为这一切都是控制器处在运行状态下进行的,所以编程器的监控工作方式对可编程序控制器中新输入程序的调试与试运行是非常有用和方便的。

以上是 PLC 的重要组成部分。除此之外,PLC 往往还包括以下部分,在需要时选用。

#### a. 通信接口

实现“人—机—过程”或“机—机”之间的对话,通过通信接口可以与监视器、打印机、其他可编程序控制器和计算机等相连接。

当与打印机相连接时,可将过程信息、系统参数等输出打印;当与监视器相连接时,可将过程图像显示出来。它既可以显示静态图像,也可以显示动态图像。它与其他可编程序控制器相连接时,可组成多级控制系统,实现过程控制、数据采集等功能。

使用通信接口,使可编程序控制器与外围设备的连接能力进一步加强,从而也丰富了可编程序控制器的各种功能。

#### b. 智能 I/O

为满足更加复杂控制功能的需要,可编程序控制器配有许多智能 I/O 接口。为满足模拟量闭环控制的需要,配有闭环控制模板。为了对频率超过 100 Hz 的脉冲进行计数和处理,配有高速计数模板,还有其他一些智能模板。所有这些智能模板都带有各自的处理器系统。

使用智能 I/O 接口,可编程序控制器不仅可用于顺序控制,而且可用于闭环控制等一些复杂的控制场合。

可编程序控制器的总线多为基板形式。无论电源模板、CPU 模板、各种输入输出模板都可插入这个基板上的相应位置,基板上各相应位置之间通过印刷电路板实现电气连接。

## 1.6 可编程序控制器工作原理

### 1.6.1 I/O 映像区

在介绍可编程序控制器的工作原理之前,我们必须先了解输入映像区和输出映像区的概念。

在可编程序控制器系统中,决定被控制变量状态的逻辑关系组成因素多来自于生产系统现场。在程序执行之前将现场全部有关信息采集到可编程序控制器中来,存放在系统准备好的一定区域——随机存储器 RAM 的某一地址区,称为输入映像区。执行用户程序所需现场信息都在输入映像区取用,而不直接到外设去取。因为这种方式是集中采集现场信息,虽然从理论上分析每个信息被采集的时间仍有先后差异,但它已很小,所以可以认为采集到的信息是

同时的。同样对被控制对象的控制信息,也不采用形成一个就去输出改变一个的控制方法,而是先把它们存放在随机存储器 RAM 的某特定区域,称为输出映像区。当用户程序执行结束后,将所存被控对象的控制信息集中输出,改变被控对象的状态。上述输入映像区、输出映像区集中在一起就是所称的 I/O(输入/输出)映像区。映像区的大小随系统的输入、输出信息多少,即输入、输出点数确定。

I/O 映像区的建立,使系统工作变成一个采样控制系统,我们称之为数字采样控制系统。虽然它不像硬件逻辑系统那样,能随时反映控制器件工作状态变化对系统的控制作用,但在采样时刻则基本符合实际工作状态,只要采样周期  $T$  足够小,采样频率足够高,我们就可以认为这样的采样系统足够符合实际系统的工作状态。

I/O 映像区的建立,使可编程序控制器工作时只和内存有关地址单元内所存信息状态发生关系,而系统输出也只会给内存某一地址单元设定一种状态,因此,这时的控制系统已经远离了实际控制对象,这一点为系统的标准化生产、大规模生产创造了条件。

### 1.6.2 可编程序控制器的工作原理

可编程序控制器采用循环扫描的工作方式。其工作过程主要分为输入采样、程序执行、输出刷新,一直循环扫描工作,工作过程如图 1-6 所示。

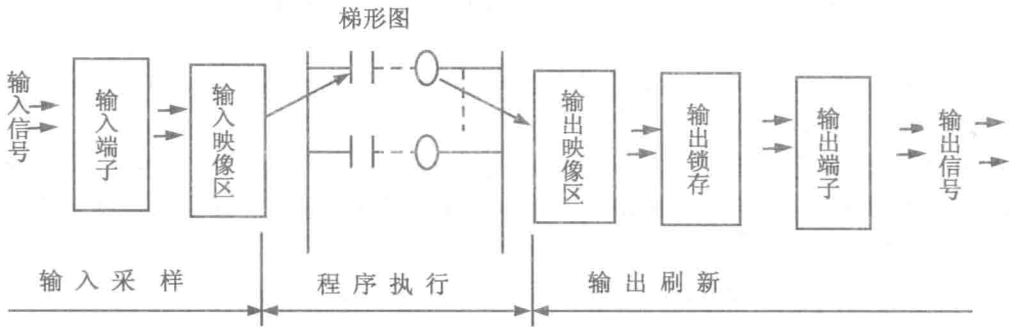


图 1-6 PLC 工作过程

#### (1) 输入扫描

又称输入采样。在这个过程中,可编程序控制器按扫描方式读入该可编程序控制器所有端子上的输入信号(可能有的端子上并没有接输入信号,它也作输入),并将这些输入信号存入输入映像区。在本工作周期的执行和输出过程中,输入映像区内的内容不会随实际信号的变化而变化。

由此可见,一般输入映像区中的内容只有在输入扫描阶段才会被刷新,但在有些可编程序控制器中,这个区内的内容在程序执行过程中也允许每隔一定的时间定时被刷新一次,以取得更为实时的数据。

可编程序控制器在输入扫描过程中一般都以固定的顺序(例如从最小号到最大号)进行扫描,但在一些可编程序控制器中可由用户确定可变的扫描顺序。例如在一个具有大量输入端口的可编程序控制器系统中,可将输入端口分成若干组,每次扫描仅输入其中一组或几组端口的信号,以减少用户程序的执行时间(即减少扫描周期),这样做的不良后果是输入信号的实时性较差。

#### (2) 执行扫描