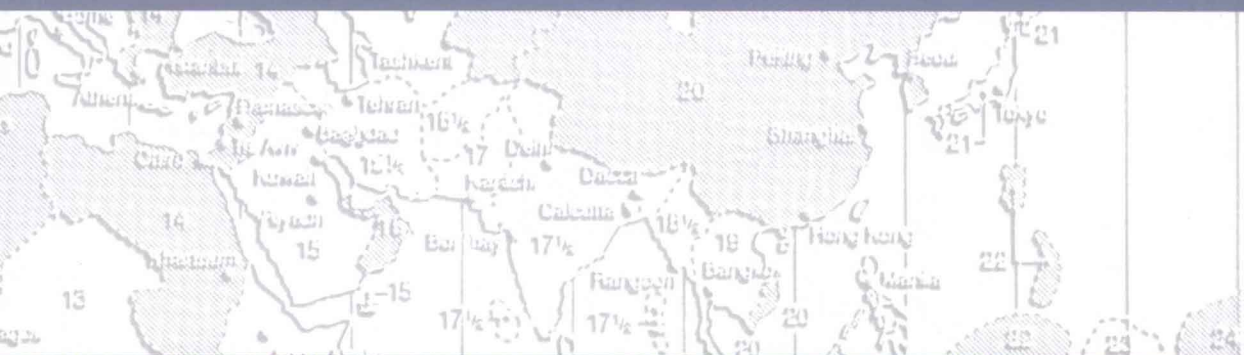




卓越系列 · 21世纪高职高专精品规划教材



可编程控制器原理及应用

(松下FP系列)

PRINCIPLE AND APPLICATION
OF PROGRAMMABLE
LOGIC CONTROLLER

主 编 李 旭

卓越系列 · 21 世纪高职高专精品规划教材

可编程控制器原理及应用

(松下 FP 系列)

Principle and Application of Programmable
Logic Controller

主 编 李 旭

内容提要

本书主要以松下电工公司的产品 FP1/FP0 为背景,介绍 PLC 的硬件结构、工作原理、指令系统、FPWIN-GR 编程软件、程序设计、实际应用等,还介绍了 PLC 的安装与维护、故障诊断与排除以及通信等。另外对新一代的工业控制器——可编程自动化控制器 PAC 也作了简单介绍。

本书适于作为高职高专院校电类、机电类专业的教材,也可供机电类工程技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器原理及应用:松下 FP 系列/李旭主编.

—天津:天津大学出版社,2009.2

(卓越系列)

21 世纪高职高专精品规划教材

ISBN 978-7-5618-2937-0

I. 可… II. 李… III. 可编程序控制器—高等学校:技术学校—教材 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 017049 号

出版发行 天津大学出版社

出版人 杨欢

地址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)

电话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742

网址 www.tjup.com

印刷 廊坊市长虹印刷有限公司

经销 全国各地新华书店

开本 169mm × 239mm

印张 8.5

字数 182 千

版次 2009 年 2 月第 1 版

印次 2009 年 2 月第 1 次

印数 1—3 000

定价 15.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

前 言

可编程控制器(PLC)自上个世纪诞生以来,经过近四十年的发展,产品及技术日臻成熟,已经广泛应用于各个领域。上世纪80年代至90年代中期,是PLC发展最快的时期,年增长率一直保持为30%~40%。PLC是以微处理器为核心,将微型计算机技术、自动控制技术和通信技术融为一体的一种工业控制装置,与CAD/CAM、机器人技术共同称为工业自动化的三个重要支柱。

最初研制开发PLC的动因是为了取代继电器,因此逻辑控制是PLC的强项。近年来,随着PLC技术的发展,运算速度不断加快,功能不断增强,发展成为具有逻辑控制功能、过程控制功能、运动控制功能、数据处理功能、联网通信功能的名副其实的多功能控制器。在世界范围内,PLC的产量及应用居于工业控制装置榜首。

PLC的广泛应用催生了众多版本的PLC教材,但满足高职教育层次,特别是对日本松下FPO/FP1机的相对较少。本教材主要是以上述两种机型为背景,阐述PLC的硬件结构、工作原理、指令系统、实际应用举例等;编程部分涉及的所有程序,都经过了反复推敲,争取做到简洁、实用。本教材还介绍新一代的工业控制器——可编程自动化控制器PAC。第1章~第5章后面配有习题。

作者长期从事PLC理论及实践教学、研究工作,在编写中力求基本概念突出、内容新颖精练并强化实际应用。本书是作者在多年工作中反复总结、提炼的产物,适于作为高职高专院校自动化、机电一体化、应用电子等专业的教材,也可供机电类工程技术人员使用。

限于编者水平有限,书中难免存在错误及不妥之处,敬请读者不吝赐教。

作者 E-mail: LLcommon@126.com

天津机电职业技术学院 李旭

2008年11月

目 录

第1章 可编程控制器概论	(1)
1.1 PLC的产生及定义	(1)
1.2 PLC的特点及应用	(2)
1.3 PLC的分类及发展	(4)
1.4 PLC的基本构成	(7)
1.5 PLC的基本工作原理	(10)
习题	(13)
第2章 FP1、FP0系列PLC的系统构成	(15)
2.1 概述	(15)
2.2 FP1、FP0系列PLC的构成及特性	(18)
2.3 FP1的内部寄存器及I/O配置	(21)
习题	(24)
第3章 指令系统	(25)
3.1 基本指令	(25)
3.2 控制指令	(44)
3.3 比较指令	(49)
3.4 高级指令	(52)
3.5 FP0指令系统简介	(68)
3.6 松下编程软件FPWIN GR简介	(70)
习题	(74)
第4章 编程指导	(76)
4.1 PLC的编程方法	(76)
4.2 PLC的程序设计	(86)
4.3 PLC编程实例	(88)
习题	(108)
第5章 PLC的使用及维护	(111)
5.1 可编程控制器的安装	(111)
5.2 可编程控制器的接线	(112)
5.3 可编程控制器的维护和检修	(114)
5.4 可编程控制器的故障诊断与排除	(114)
5.5 可编程控制器系统的抗干扰能力	(115)
5.6 PLC的通信	(117)

习题	(118)
第 6 章 可编程自动化控制器 PAC	(119)
6.1 PAC 控制技术产生的背景	(119)
6.2 PAC 控制技术的特点及其优势	(119)
6.3 PAC 和 PLC 的比较	(120)
6.4 PAC 控制技术的解决方案及主要产品	(122)
6.5 PAC 技术的发展趋势	(124)
附录 1 特殊内部继电器一览表	(125)
附录 2 特殊数据寄存器一览表	(127)
参考文献	(129)

第1章 可编程控制器概论

可编程控制器(PLC)是以微处理器为核心的一种工业控制装置。现今的 PLC 已将微型计算机技术、自动化技术及通信技术融为一体,与 CAD/CAM 技术、机器人技术合称为工业自动化的三个重要支柱。PLC 具有结构简单、编程简单、抗干扰能力强、运行稳定、可靠性高、通用性强、使用方便等优点,因此在工业、能源、交通、机械加工等各领域广泛应用。

1.1 PLC 的产生及定义

1.1.1 PLC 的产生

我们熟悉的继电-接触器控制是将继电器、接触器等器件及其触点按一定的逻辑关系用导线连接起来,再加上必要的保护元件所组成的系统,是一种专用控制装置。这种控制装置工作稳定、成本低廉、在一定范围内能满足生产的需要,因而在工矿企业中曾经广泛应用,甚至现在有些企业仍在应用。但这种控制装置体积大、能耗大、寿命短,而且采用的是固定接线,使用具有单一性,即一台控制装置只能应用于一种固定程序的设备,一旦程序有变动,就得重新设计、重新配置硬件、重新配线,通用性和灵活性较差,遇到控制复杂、生产任务或工艺发生变化,或需要程序经常变动的情况时,几乎不能使用此种控制装置。

20 世纪 60 年代,世界经济、技术快速发展,汽车制造业竞争激烈。1968 年,美国最大的汽车制造商——通用汽车公司(GM)为适应不断变更的生产工艺,需要一种比继电-接触器控制更可靠、更灵活、功能更齐全的新型控制装置,并为此公开招标。他们从用户角度提出对新型控制装置的具体要求:

- (1) 编程简单,可在现场修改程序;
- (2) 维护方便,最好采用模块式结构;
- (3) 电源输入电压采用交流 115 V,输出为交流 115 V、2 A,能直接驱动继电器、电磁阀;
- (4) 在可靠性、成本、体积方面优于继电器控制柜;
- (5) 能在恶劣的工业环境下工作;
- (6) 用户程序存储量至少能扩展到 4 k 字节;
- (7) 扩展时,原有系统变更小;
- (8) 具有数据通信功能。

美国通用汽车公司要求的新型控制装置,实质上是设想把继电-接触器控制系统

的简单易懂、操作方便、价格便宜等特点与计算机灵活、通用的特点结合起来,用计算机程序来代替硬接线,并把计算机的程序加以简化,便于使用。通用汽车公司勾勒出了可编程控制器的雏形。

1969年,美国数字设备公司(DEC)根据通用汽车公司的要求,研制出了世界上第一台可编程控制器,并在通用公司汽车生产线上应用成功。

PLC是基于电子计算机,且适用于工业现场工作的电控制器。它源于继电-接触器控制装置,但不像继电-接触器控制装置那样通过电路的物理过程实现控制,而主要靠运行存储于PLC内存中的程序进行入出信息变换来实现控制。PLC基于电子计算机,但并不等同于普通计算机。普通计算机进行入出信息变换时,多只考虑信息本身、信息的入出,只要人机界面好就可以了;而PLC还要考虑信息入出的可靠性、实时性以及信息的使用等问题,特别要考虑怎么适应于工业环境,如便于安装、能抗干扰等。

1.1.2 PLC 的定义

早期的可编程控制器是为取代继电-接触控制线路、采用存储程序指令完成顺序控制而设计的。它仅有逻辑运算、定时、计数等顺序控制功能,用于开关量控制,所以通常将可编程控制器称为PLC(Programmable Logic Controller,可编程逻辑控制器)。20世纪70年代,微电子技术迅速发展,可编程控制器采用微处理器之后,又增加了数据的运算、传送和处理等功能,真正成为一种计算机工业控制装置,而且做到了小型化和超小型化。1980年,美国电器制造商协会(NEMA——National Electrical Manufacturers Association)正式将可编程控制器重新命名为PC(Programmable Controller)。但因为个人计算机也简称为PC(Personal Computer),为了避免混淆,人们仍将可编程控制器称为PLC。

1985年1月,国际电工委员会(IEC——International Electro-technical Commission)给出PLC的定义如下:

“可编程控制器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。它采用可编程序的存储器,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命令,并通过数字式或模拟式的输入、输出,控制各种类型的机械设备或生产过程。可编程控制器及其有关的设备,都应按易于工业控制系统连成一个整体、易于扩充功能的原则而设计。”

1.2 PLC 的特点及应用

1.2.1 PLC 的特点

1. 可靠性高,抗干扰能力强

可靠性是电气控制设备的关键性能。PLC是专为工业环境设计的,内部采取了

多层次抗干扰等措施,如硬件的屏蔽、滤波等及软件的故障检测、信息保护和恢复等,保证了 PLC 工作时的可靠性。目前可编程控制器整机平均无故障工作时间一般可达几万甚至几十万小时,一些使用冗余 CPU 的 PLC 的平均无故障工作时间则更长。

与同等规模的继电-接触器系统相比,PLC 系统的电气连接线及开关接点数大大减少,故障也随之大大降低;同时,PLC 带有硬件故障自我检测功能,出现故障时可及时发出警报信息。在应用软件中,用户还可以编入外围器件的故障自诊断程序,使系统中除 PLC 以外的电路及设备也获得故障自诊断保护。因此,整个 PLC 系统具有极高的可靠性。

2. 软件简单、易学

PLC 编程语言易于为工程技术人员接受。大多数 PLC 采用梯形图语言编程。梯形图是一种图形语言,它和常规的继电-接触器控制线路图十分接近,沿用了继电器触点、线圈等术语,并增加了一些新的符号。只用少数的 PLC 开关量逻辑控制指令就可以方便地实现继电器电路的功能,即使不懂计算机原理和汇编语言的电气操作人员也可以方便地使用。这也是 PLC 问世以来能够迅速普及、推广的原因之一。

3. 使用简便

PLC 作为通用工业控制计算机,是面向工矿企业的工控设备。在 PLC 构成的控制系统中,只需在接口接入相应的输入、输出信号,无需放大与转换。当控制要求发生改变时,用户只需发生改变控制程序,而不再需要重新配置硬件。另外,PLC 具有各种扩展单元,可以根据控制系统的要求进行扩展。

4. 维护方便

PLC 体积小、重量轻,便于安装。以超小型 PLC 为例,新近出产的品种底部尺寸小于 100 mm^2 ,重量小于 150 g ,功耗仅数瓦。PLC 还备有自检和监控功能,能动态监视控制程序的执行情况,为现场的调试和维护提供了方便。另外,控制设备外部的接线少,也使得 PLC 维护变得容易。

5. 设计施工周期短

PLC 采用软件编程来实现控制功能,而不同于继电器控制采用硬件接线来实现控制要求,因此,设计、施工周期短;且在系统设计完成以后,现场施工和软件设计、调试可同时进行,从而减少了现场的工作量。

由于 PLC 具备以上特点,因而成为实现机电一体化较理想的控制设备,越来越得到广泛应用。

1.2.2 PLC 的应用

随着微处理器芯片及有关元器件的价格下降,PLC 的价格也随之下降。同时 PLC 的性能却在不断完善,功能也在不断增强,使得 PLC 的应用已经遍布于钢铁、采矿、石油、化工、汽车、电力、纺织、造纸、环保、机械制造等各行业。PLC 的应用主要归纳为以下 5 种类型。

1. 开关量逻辑控制

这是 PLC 最基本也是最广泛的应用。它取代了传统的继电-接触器控制和顺序控制,既可用于单台设备的控制,也可用于多机群控及自动化流水线,如注塑机、印刷机、订书机械、组合机床、磨床、包装生产线、电镀流水线等。

2. 数字、模拟控制

PLC 中配有 A/D 和 D/A 转换模块,可以对模拟量,如速度、温度、压力、流量等,进行处理并转换成数字量;还可以将 CPU 处理后的数字量转换成模拟量,去控制被控对象。

3. 过程控制

过程控制是指对温度、压力、流量等模拟量的闭环控制。PID (Proportional-Integral-Derivative) 调节即为比例-积分-微分调节,是一般闭环控制系统中用得较多的调节方法。大中型 PLC 都有 PID 模块,目前许多小型 PLC 也具有此功能模块。一个具有 PID 模块的 PLC 就具有了闭环控制的功能,可用于过程控制。因为当控制过程中某个变量出现偏差时,PID 控制算法可以计算出正确的输出值,把变量保持在设定值上。PID 处理一般是运行专用的 PID 子程序。过程控制在冶金、化工、热炉控制等场合有非常广泛的应用。

4. 数据处理

现代 PLC 一般具有数据采集、分析及处理的能力。它能进行算术运算,数据传送,数据比较,数据转换、显示、通信等,有的还可以进行浮点运算、函数运算等。数据处理一般用于大型控制系统,如柔性制造系统;也可用于过程控制系统,如造纸、冶金、食品工业中的一些大型控制系统。

5. 通信及联网

现代的 PLC 一般具有通信的功能,可以实现远程 I/O 控制,还可以实现 PLC 之间、PLC 与上级计算机之间的通信,从而实现工厂自动化。随着计算机控制的发展,工厂自动化网络发展得很快,各 PLC 厂商都十分重视 PLC 的通信功能,纷纷推出各自的网络系统。近年生产的 PLC 都具有通信接口,通信非常方便。

1.3 PLC 的分类及发展

1.3.1 PLC 的分类

PLC 有多种分类方式,如可根据点数、结构、用途、生产厂家等进行分类。

1. 根据 I/O 点数分类

1) 小型机

小型机 I/O 点数在 256 以下,一般具有逻辑运算、定时、计数等功能,适于开关量的控制,可实现条件控制、顺序控制等。目前,有些厂家还开发了超小型机,与同样点

数的小型机相比体积更小,但功能更强。

2) 中型机

中型机 I/O 点数在 256 ~ 1 024 之间。除具备小型机的功能外,还增加了模拟量 I/O、算术运算、数据传送、数据通信等功能,可实现既有开关量又有模拟量的控制。

3) 大型机

大型机 I/O 点数在 1 024 以上。大型机功能更加齐全,具有数据运算、模拟调节、联网通信、监视、记录、打印等功能,可实现中断控制、智能控制、远程控制等。

2. 根据结构形式分类

1) 整体式

整体式是将 CPU、I/O、电源等部件集中配置在一起。一般小型机采用整体式结构。

2) 机架模板式

机架模板式是将 CPU、I/O、电源等部件做成独立的模块,通过电缆和设有插槽的机架连接在一起;也可以根据生产的要求,灵活配置不同的模块,构成不同的系统,比如可将各 I/O 模块分散放置于不同的工作站,由通信接口进行通信,由 CPU 集中指挥。一般中、大型机采用此种结构。

1.3.2 PLC 的发展

自 20 世纪 60 年代末问世后,PLC 经历了 70 年代中期的发展,到 70 年代末期已进入成熟阶段。80 年代中后期 PLC 发展更为迅速。1984 年,美国注册生产 PLC 的厂家有 48 个,品种有 150 多种,销售额达 6 亿美元。1982 年,日本有 40 多个厂家生产 PLC,品种有 120 多种。1984 年,欧洲有 60 多个厂家生产 PLC,品种近 200 多种。在技术上,大型 PLC 向大规模、高速度、高性能方向发展,超小型 PLC 比原有的小型机体积更小、价格更低、功能更强;而且在产品的品种上也向系列化方向发展,高、中、低档产品日益齐全。

在近 40 年时间内,各主要 PLC 厂家都已更新或换代过多种系列的产品,大体每 3 ~ 5 年就有换代,年年都有更新,销售额年增长率一直保持为 30% ~ 40%。1993 年 PLC 全球年销售额达 39 亿美元,2000 年销售额达 76 亿美元,几乎都已占了该年整个自动化控制系统产品(含 PLC、DCS、IPC 等)市场份额的一半,已名副其实地成了控制技术的重要支柱。目前全世界有 200 多家生产 300 多种 PLC 产品,主要应用在汽车(23%)、粮食加工(16.4%)、化学/制药(14.6%)、金属/矿山(11.5%)、纸浆/造纸(11.3%)等行业。

我国 PLC 研制、生产和使用的发展也很快。目前,国内 PLC 生产企业约 30 多家,但年产量超过 1 000 台的不到 10 家,在国内的市场份额不到 10%。特别在使用方面,企业在引进一些成套设备的同时,也引进不少 PLC。如上海宝钢第一期工程就引进了 250 台,第二期又引进了 108 台;秦皇岛煤码头第二期和第三期、天津化纤厂、

秦川电站、北京吉普汽车生产线、西安的彩电和冰箱生产线等,也都引进了 PLC。

当今,PLC 已成为工业、农业及其他诸多产业实现自动化、信息化、远程化及智能化的重要电气装置,是提高生产效率、工作效率,确保人身安全、设备安全,增加经济效益、社会效益的重要基础设施。

几种国内常用品牌 PLC 如下。

1. 三菱可编程控制器

日本三菱电机公司生产的可编程控制器主要有 F、F1、F2 系列,FX0、FX2 系列以及 A 系列。F、F1、F2 系列是整体式结构的小型 PLC。FX 系列是继 F、F1、F2 系列之后推出的新产品,兼有整体式 PLC 简单、实用及模块式 PLC 功能强大、组合灵活的优点。A 系列共有 A0J2、A1N、A2N、A3N 和 A3H 几个品种,其中 A0J2 是整体式结构;A1N、A2N、A3N 都是模块式结构;A3H 是超高速 PLC,采用双 CPU 的硬件设计方式。

2. GE 系列可编程控制器

GE 系列可编程控制器是美国通用电气公司(GE 公司)的产品,主要产品系列有 GE-I、GE-I/J、GE-I/P、GE-Ⅲ、GE-Ⅳ几种。除 GE-I/J 采用整体式结构以外,其余全部采用模块式结构。GE-FANUC PLC 主要有 90-30 全系列、90-70 全系列、VerseMax 系列 PLC 等,其中 VersaMax PLC 具有“Six Sigma”品质控制原则、多种诊断功能、灵活的通讯端口、功能强大的处理器、网络接口和特殊模块等功能。

3. 西门子 SIMATIC 系列可编程控制器

德国西门子(SIEMENS)公司最新生产的 SIMATIC 系列可编程控制器主要有 SIMATIC S7-200、S7-300、S7-400 几个系列。S7-200 系列 PLC 可提供 4 个不同的基本型号的 8 种 CPU 供用户使用。该系列的强大功能使其无论在独立运行中或连成网络皆能实现复杂控制功能,因此具有极高的性能/价格比。S7-300 系列是模块化小型 PLC 系统,能满足中等性能要求的应用。该系列是模块化结构设计,各种单独的模块之间可进行广泛组合,以用于扩展。S7-400 系列是模块化、无风扇设计,坚固耐用、容易扩展和广泛的通讯能力、容易实现的分布式结构以及友好的操作界面使 SIMATIC S7-400 成为中、高档性能控制领域中最理想的设备之一。

4. 松下 FP 系列可编程控制器

20 世纪 90 年代日本松下电工公司生产的可编程控制器主要是 FP 系列产品。

FP 系列产品主要有 FP0、FP1、FP2、FP3、FP-X、FP-e、FP-Σ 等。FP1 系列是一种体积小、功能齐全的一体型 PLC,FP0 系列是体积最小、性能优越、价格低廉的超小型 PLC,FP-e 系列是新一代可编程控制器。本书主要以松下机为例介绍 PLC。

5. 欧姆龙(OMRON)可编程控制器

日本欧姆龙公司生产的可编程控制器有微型、小型、中型和大型四大类品种,广泛用于我国工业的各个领域,如能源、交通、机械加工、食品与包装等。中大型机有 C1000H、C2000H、CVM1、CV500/CV1000/CV2000,它们功能全、容量大、速度快,有各

种网络协议,可以实现高速通信;中型机均采用模块式结构,主要有 SYSMAC 系列 C200HX/HG/HE、C200HS/C200H;小型机有 SYSMAC CPM2C、CQM1H、CJ1M 和 SYSMAC C 系列 H 型及 P 型等;微型机的主要代表是 SYSMAC CPM1A、CPM2A、CP1H、CP1L 等。

6. A-B 系列可编程控制器

A-B(Allen-Bradley, 艾伦-布拉德利)是 Rockwell 自动化公司的知名品牌,PLC 产品主要有 SLC 500、SLC 500/1746、PLC-5/1771、MicroLogix 150、MicroLogix 1200、Micro Logix 1000、Controllogix/1756、CompactLogix/1769、ProessLogix 几个大系列。其 PLC 系统以及各种柔性的工业标准化 I/O 接口模块,为用户提供完备的各种控制解决方案;易用的软硬件配置系统,使用户能轻松设计控制系统;高可靠的工业标准化设计,适应各种恶劣工况现场环境;广泛应用于石油、化工、电力、冶金等领域中的工业控制。MicroLogix 150 是 A-B 系列的一种功能强大的小型控制器,可按需要扩展 I/O,与大型控制器相比,成本低,体积小,能满足各种工业应用的需求。它使用罗克韦尔编程软件 RS Logix,具有和 Micro Logix1000、SLC 系列控制器相同的指令集。

1.4 PLC 的基本构成

1.4.1 PLC 的基本结构

PLC 实质上是一种专用计算机,是专为在工业环境下应用而设计的。其内部采用了大规模集成电路构成的微处理器和存储器,它的常用外部设备有编程器、计算机、打印机、EPROM 写入器等。PLC 也可以通过通信接口与上位机及其他 PLC 进行通信。它的基本结构如图 1.1 所示。

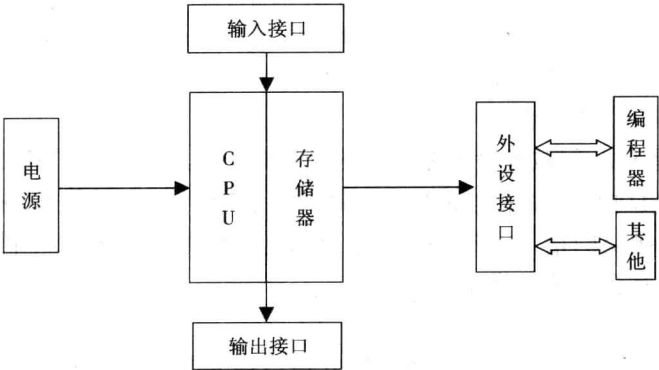


图 1.1 PLC 基本结构图

1.4.2 PLC 的组成及功能

1. 中央处理器 CPU (Central Processing Unit)

CPU 是可编程控制器的核心,主要由运算器、控制器、寄存器及实现它们之间联系的数据、控制及状态总线构成,CPU 单元还包括外围芯片、总线接口及有关电路。CPU 的控制器控制 CPU 工作,由它读取指令、解释指令及执行指令;运算器用于进行数字或逻辑运算,在控制器的指挥下工作;寄存器参与运算,并存储运算的中间结果,它也是在控制器的指挥下工作。

CPU 按 PLC 的系统程序赋予的功能接收并存贮用户程序和数据,用扫描的方式采集由现场输入装置送来的状态或数据,并存入规定的寄存器中,同时诊断电源和 PLC 内部电路的工作状态和编程过程中的语法错误等。进入运行阶段后,从用户程序存储器中逐条读取指令,经分析后再按指令规定的任务产生相应的控制信号,去指挥有关的控制电路。总之,它的主要功能有通过各种总线读取并存储指令、执行指令、刷新输出、处理中断等。

CPU 速度和内存容量是 PLC 的重要参数,它们决定着 PLC 的工作速度、I/O 数量及软件容量等,因此限制着控制规模。

小型 PLC 一般为单 CPU 系统;而中、大型 PLC 多为双 CPU 系统,即在 CPU 模板上装有两个 CPU 芯片,一个用作字处理器(主处理器),一个用作位处理器(从处理器),从而提高了整机的工作速度。

2. 存储器

PLC 的存储器有两种,即系统程序存储器和用户程序存储器。前者用来存储系统管理和监控程序,并对用户程序做翻译处理,这部分内容由厂家固化在 ROM(Read Only Memory)中,用户不能改变。系统程序存储器一般由 PROM(Programmable Read Only Memory)或 EPROM(Electrically Programmable Read Only Memory)构成。后者用来存放用户的程序,可以删改,前边所说的 PLC 内存,指的就是这部分的容量。用户程序存储器一般由 RAM(Random Access Memory)构成。

3. 输入、输出(I/O)部分

I/O 部分是 PLC 与被控设备相连接的接口电路。PLC 提供了各种操作电平与驱动能力的 I/O 模块和各种用途的 I/O 组件,供用户使用。I/O 模块将外部输入信号转换成 CPU 能接受的信号,或将 CPU 输出的信号转换成需要的控制信号去驱动控制对象,以确保整个系统正常工作。

1) 输入部分

为了提高系统的抗干扰能力,各种输入接口均采取了抗干扰措施,如在输入接口设有光电耦合电路,使 PLC 与外部输入信号进行隔离。为了消除信号噪声,在输入接口内还设有多种滤波电路。

2) 输出部分

为了保证工作可靠和提高抗干扰能力,在输出接口也需要采用隔离措施,如光电隔离、电磁隔离、隔离放大器等。

PLC 的输出有三种形式:继电器输出、晶体管输出、晶闸管输出。晶体管输出无触点、寿命长,适用于直流负载;晶闸管输出无触点、寿命长,适用于交流负载;继电器输出有触点、寿命短、频率低,既适用于直流负载,也适用于交流负载。

4. 编程器

编程器是 PLC 的重要外设之一,是 PLC 开发应用、监测运行、检查维护不可缺少的器件。编程器用于编程、对系统作一些设定、监控 PLC 及 PLC 所控制的系统的工作状况,但它不直接参与现场控制运行。编程器一般分为简易编程器和智能编程器(也称图形编程器)。简易编程器由简易键盘、液晶显示器、工作方式选择开关等组成,它只能识别指令表,而不能输入或编辑梯形图程序。

小型 PLC 一般用手持型编程器编程。目前的 PLC 大多采用计算机来编程,计算机内需要安装与 PLC 品牌相应的编程软件;软件内设有各种工具箱,可以方便地画出梯形图,并通过通信接口下传给 PLC。

5. 电源部件

PLC 一般使用 220 V 交流电源供电。电源部件将交流电源转换成直流电源,以供其内部 CPU、存储器等工作的需要。因此,电源部件的好坏直接影响 PLC 的功能和可靠性。目前大部分 PLC 采用开关式稳压电源供电,而把锂电池作为断电时的后备电源。

6. 总线

总线是沟通 PLC 中各个功能模板的信息通道,它的含义不单是各个模板管脚之间的连线,还包括驱动总线的驱动器及保证总线正常工作的控制逻辑电路。不同公司的总线协议是不同的,因而造成 PLC 资源不能共享。

7. 通信联网

依靠先进的工业网络技术可以迅速有效地收集、传送生产和管理数据。因此,网络在自动化系统集成工程中的重要性越来越显著,甚至有人提出“网络就是控制器”的观点。

PLC 具有通信联网的功能,它使 PLC 与 PLC 之间、PLC 与上位计算机以及其他智能设备之间能够交换信息,形成一个统一的整体,实现分散集中控制。多数 PLC 具有 RS-232 接口,还有一些内置支持各自通信协议的接口。

目前,PLC 的通信还未实现互操作性,IEC 规定了多种现场总线标准,PLC 各厂家均有采用。

1.5 PLC 的基本工作原理

1.5.1 PLC 的等效电路

PLC 的等效电路分为三部分,即输入部分、内部控制电路、输出部分,如图 1.2 所示。

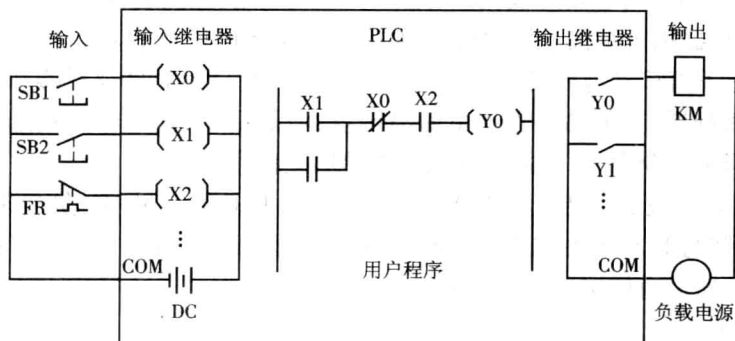


图 1.2 PLC 的等效电路

1. 输入部分

输入部分由外部输入电路、PLC 输入接线端子、输入继电器组成。这部分的作用是收集被控设备的信息和操作命令。输入端子是 PLC 与外部开关(如行程开关、按钮开关等)交换信号的端口。PLC 内部与输入端子连接的输入继电器编号要与接线端子编号一致,输入继电器只能由接到输入端的外部信号来驱动,而不能由内部程序来控制,因此,梯形图中只能有输入继电器的触点,而不能有输入继电器的线圈。输入继电器内部有常开/常闭两种触点供编程时使用,且使用次数不限。

2. 内部控制电路

这部分是由用户根据控制要求编制的程序组成的,其作用是按用户程序的控制要求对输入信息进行运算处理,判断哪些信号需要输出,并将得到的结果输出给负载。

PLC 内部有许多器件,如定时器、计数器、辅助继电器等,但它们与真实器件有很大的差别,一般称它们为“软继电器”。它们都具有用软件实现的常开、常闭触点,且只能在 PLC 内部控制电路中使用。这些器件的工作线圈没有工作电压等级、功耗大小和电磁惯性等问题;触点没有数量限制、机械磨损和电蚀等问题。在不同的指令操作下,其工作状态可以无记忆,也可以有记忆,还可以作脉冲数字元件使用。不同厂家甚至同一厂家的不同型号的 PLC 的元器件的数量、种类都不一样。PLC 内有很多的辅助继电器,其线圈与输出继电器一样,由 PLC 内各元器件的触点驱动。辅助继

电器也称中间继电器,它不对外联系,只供内部编程使用。它的常开/常闭触点使用次数不受限制。但是,这些触点不能直接驱动外部负载,外部负载必须通过输出继电器驱动。

3. 输出部分

输出部分是由输出继电器的外部常开触点、输出接线端子和外部驱动电路组成。其作用是驱动外部负载。输出继电器的外部输出主触点接到 PLC 的输出端子上供外部负载使用,同时还提供 PLC 内部使用的许多对常开和常闭触点,且使用次数不限。输出继电器只能由内部程序控制,而不能由外部信号驱动。驱动外部负载电路的电源必须由外部电源供给。

1.5.2 工作方式

PLC 采用循环扫描的工作方式,也称周期性扫描工作方式。即在系统软件控制下,CPU 顺次扫描各输入点的状态,按用户程序进行运算处理,然后顺序向各输出点发出相应的控制信号。由于 CPU 的执行速度足够快,PLC 扫描用户程序的时间一般只有几十毫秒,所以从外部出现的结果来看似乎是同时完成的。

PLC 与继电-接触器控制工作方式不同。继电-接触器控制在电源接通后,所有符合条件的继电器、接触器等全部动作,属于并行工作方式;PLC 工作时,顺次对各输入点进行周期性扫描,属于串行工作方式,比如当输出线圈接通或关断时,其触点不会立即动作,而是扫描到该点时才能动作。

1.5.3 工作过程

PLC 启动后,先进行初始化,然后进行自检,发现异常后报警或自行处理。之后 PLC 进入工作过程,如图 1.3 所示。

1. 小型 PLC

PLC 的工作过程就是程序执行过程,包括输入采样、程序执行和输出刷新三个阶段,如图 1.4 所示。

1) PLC 输入采样阶段

首先以扫描方式按顺序将所有暂存在输入锁存器中的输入端子的通断状态或输入数据读入,并将其写入各对应的输入状态寄存器中,即刷新输入,随即进入程序执行阶段。

2) PLC 程序执行阶段

CPU 根据用户按控制要求编制好并存于用户存储器中的程序,按指令步序号(或地址号)作周期性循环扫描,如无跳转指令,则从第一条指令开始逐条顺序执行用户程序,直至程序结束。其结果写入输出状态寄存器中,输出状态寄存器中所有的内容随着程序的执行而改变。然后重新返回第一条指令,开始新一轮新的扫描。