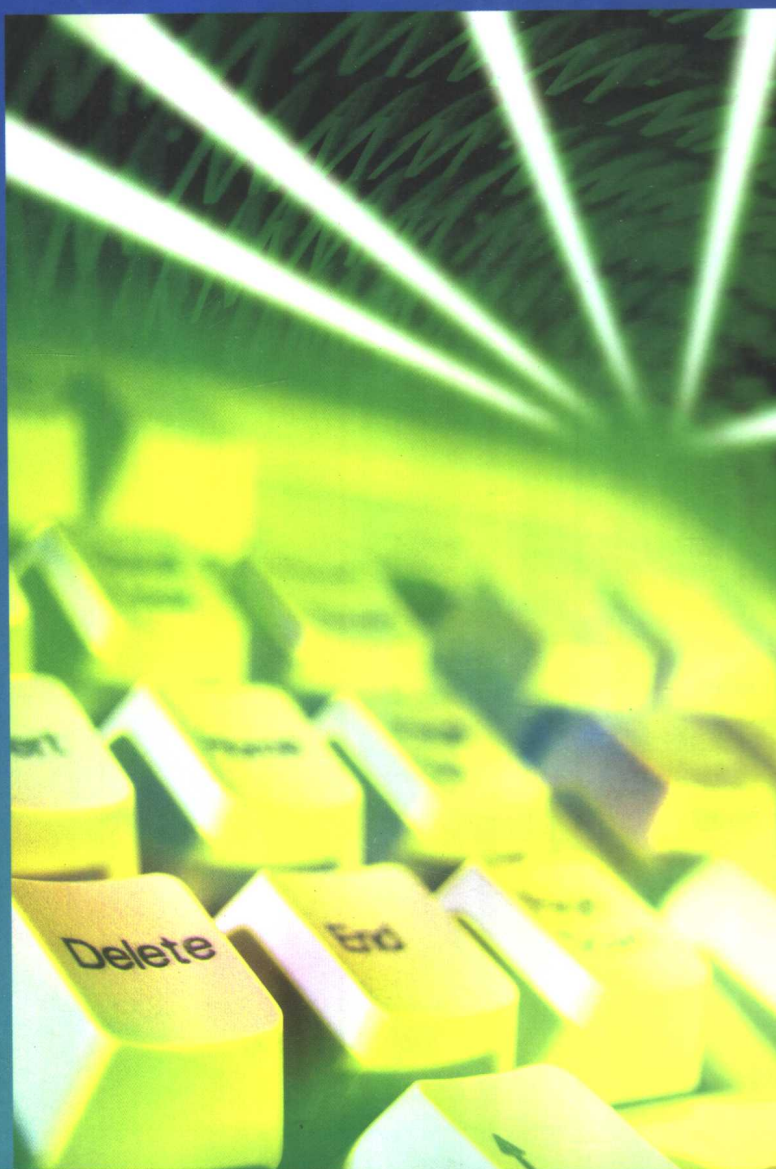


现代工业控制基础

付家才 王秀琴 著

哈尔滨工程大学出版社



现代工业控制基础

付家才 王秀琴 著

哈尔滨工程大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

现代工业控制基础/付家才,王秀琴著. —哈尔滨:哈尔滨
工程大学出版社,2003
ISBN 7-81073-405-9

I. 现… II. ①付…②王… III. 工业-过程控制
IV. TB114.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 104276 号

内 容 简 介

本书针对现代工业对控制的要求,以松下电工近年来推出的 FP 系列 PLC 为样机,结合触摸屏和工业组态软件进行编写,具有内容较新、涉及面广、理论联系实际、实用性强等特点。在介绍 PLC、触摸屏结构、原理、配置、组网及指令系统的基础上,着重阐述其编程方法和设计技巧。同时介绍组态王软件的原理及应用,使 PLC、触摸屏和组态王一起构成现代工业控制系统。

哈 尔 滨 工 程 大 学 出 版 社 出 版 发 行
哈 尔 滨 市 南 通 大 街 145 号 哈 工 程 大 学 11 号 楼
发 行 部 电 话:(0451)2519328 邮 编:150001
新 华 书 店 经 销
哈 尔 滨 工 业 大 学 印 刷 厂 印 刷

*

开本 787mm×1 092mm 1/16 印张 16.5 字数 400 千字

2003 年 5 月第 1 版 2003 年 5 月第 1 次印刷

印数:1—1 000 册

定价:25.00 元

前 言

可编程控制器(简称 PLC)和触摸屏一起作为传统继电接触装置的替代产品已广泛用于现代工业控制的各个领域。由于 PLC 可以通过软件来改变控制过程,而且具有体积小、组装灵活、编程简单、抗干扰能力强及可靠性高等特点,非常适合在现代工业环境中使用。触摸屏作为 PLC 的输入、输出装置,可靠性高、信息量大,与 PLC 一起在现代工业生产过程控制中得到越来越广泛的应用,已成为工业自动化的主要支柱。工业控制组态软件已为工业控制、数据处理提供一个完全意义上的软件平台,允许用户进行功能扩展和发挥,它是一个 ACTIVEX 容器,无需编程即可将第三方控件直接连入组态中,具有强大的报表系统。

本书在编著过程中,结合作者多年的科研成果,力求由浅入深,通俗易懂,理论联系实际,既有设计又有应用实例。

本书内容共分八章,第 1 章 PLC 原理及组成,第 2 章 PLC 编程,第 3 章 PLC 指令系统,第 4 章 FP1 的特殊功能及指令,第 5 章 FP2 机高级单元,第 6 章 FP 系列机的通信系统,第 7 章 FPWIN GR 软件使用,第 8 章应用实例,第 9 章 GTWIN 软件使用,第 10 章组态王。

本书由付家才、王秀琴合著。

由于编著者水平有限,书中疏漏在所难免,恳请读者不吝指正。

作 者

目 录

第 1 章 PLC 原理及组成	1
1.1 概述	1
1.2 PLC 的基本结构	4
1.3 PLC 工作原理	8
1.4 PLC 的分类	10
1.5 FP 系列机的技术性能	11
第 2 章 PLC 编程	19
2.1 PLC 程序设计语言	19
2.2 PLC 编程器	22
第 3 章 PLC 指令系统	27
3.1 基本指令	27
3.2 高级指令	41
第 4 章 FP1 的特殊功能及指令	69
4.1 FP1 的特殊功能	69
4.2 FP1 的高级模块	74
4.3 PID 控制算式	79
第 5 章 FP2 机高级单元	85
5.1 A/D 单元	85
5.2 D/A 单元	90
5.3 脉冲输出单元	93
5.4 位置控制单元	97
第 6 章 FP 系列机的通信系统	118
6.1 通信的基本知识	118
6.2 松下电工的专用通信协议 MEWTOCOL	124
6.3 P-LINK 通信系统	130
6.4 FP 系列机的以太网	138
6.5 远程 I/O 通信系统	144
第 7 章 FPWIN GR 软件使用	150
7.1 简介	150
7.2 参数设置	153
7.3 程序编辑	157
第 8 章 应用实例	170
8.1 基本应用	170
8.2 工业应用	180
第 9 章 GTWIN 软件使用	198

9.1	简介	198
9.2	参数设置	200
9.3	基本操作	205
9.4	设计举例	213
第 10 章	组态王	216
10.1	概述.....	216
10.2	建立一个新工程.....	218
10.3	动画连接.....	228
10.4	报警和事件.....	234
10.5	趋势曲线.....	240
10.6	报表系统.....	245
10.7	控件.....	253

第 1 章 PLC 原理及组成

1.1 概 述

可编程控制器是以微处理器为基础,综合计算机技术、自动化技术和通讯技术而发展起来的一种新型工业控制装置。它将传统的继电器控制技术和现代计算机信息处理两者的优点结合起来,成为工业自动化领域中最重要、应用最多的控制设备。

可编程控制器的起源可以追溯到 20 世纪 60 年代,由美国通用汽车(GM)公司为了适应汽车型号不断翻新的需要而提出来的。1969 年美国 DEC 公司研究出第一台可编程控制器,用于 GM 公司生产线上获得成功。其后日本、德国等相继引入,可编程控制器迅速发展起来。这一时期它主要用于顺序控制,虽然也采用了计算机的设计思想,但实际只能进行逻辑运算,因此称为可编程逻辑控制器(Programmable Controller),简称 PC。但因为 PC 容易和个人计算机(Personal Computer)混淆,所以人们仍习惯地用 PLC 作为可编程控制器的编号。本书中统一采用 PLC 的表示方法。

1.1.1 PLC 的主要功能

随着 PLC 技术的不断发展,目前已能完成以下功能。

(1) 控制功能

条件控制(或称逻辑控制、顺序控制)功能是指用 PLC 的与、或、非指令取代继电器触点串联、并联及其他各种逻辑连接,进行开关控制。

(2) 定时/计数控制功能

定时/计数控制功能就是用 PLC 提供的定时器、计数器指令实现对某种操作的定时或计数控制,以取代时间继电器和计数继电器。

(3) 步进控制功能

步进控制功能就是用步进指令来实现在有多道加工工序的控制中,只有前一道工序完成后,才能进行下道工序操作的控制,以取代由硬件构成的步进控制器。

(4) 数据处理功能

数据处理功能是指 PLC 能进行数据传送、比较、移位、数制转换、算术运算与逻辑运算以及编码和译码等操作。

(5) A/D 与 D/A 转换功能

A/D 与 D/A 转换功能就是通过 A/D、D/A 模块完成对模拟量和数字量之间的转换。

(6) 运动控制功能

运动控制功能是指通过高速计数模块和位置控制模块等进行单轴或多轴控制。

(7) 过程控制功能

过程控制功能是指通过 PLC 的 PID 控制模块实现对温度、压力、速度、流量等物理参数

进行闭环控制。

(8)扩展功能

扩展功能是指通过连接输入/输出扩展单元(即 I/O 扩展单元)模块来增加输入/输出点数,也可通过附加各种智能单元及特殊功能单元来提高 PLC 的控制能力。

(9)远程 I/O 功能

远程 I/O 功能是指通过远程 I/O 单元将分散在远距离的各种输入/输出设备与 PLC 主机相连接,进行远程控制,接收输入信号、传出输出信号。

(10)通讯联网功能

通讯联网功能是指通过 PLC 之间的联网、PLC 与上位计算机的连接等,实现远程 I/O 控制或数据交换,以完成系统规模较大的复杂控制。

(11)监控功能

监控功能是指 PLC 能监视系统各部分运行状态和进程,对系统出现的异常情况进行报警和记录,甚至自动终止运行;也可在线调整、修改控制程序中的定时器、计数器等设定值或强制 I/O 状态。

1.1.2 可编程控制器的主要特点

(1)可靠性高,抗干扰能力强

为保证 PLC 能在工业环境下可靠工作,在设计和生产过程中采取了一系列硬件和软件的抗干扰措施,主要有以下几个方面。

①隔离

这是抗干扰的主要措施之一。PLC 的输入/输出接口电路一般采用光电隔离来传递信号。这种光电隔离措施,使外部电路与内部电路之间避免了电的联系,可有效地抑制外部干扰源对 PLC 的影响,同时防止外部高压串入,减少故障和误动作。

②滤波

这是抗干扰的另一个主要措施。在 PLC 的电源电路和输入/输出电路中设置了多种滤波电路,用以对高频干扰信号进行有效抑制。

③屏蔽

对 PLC 的内部电源还采取了屏蔽、稳压、保护等措施,以减少外界干扰,保证供电质量。另外使输入/输出接口电路的电源彼此独立,以避免电源之间的干扰。

④连锁

内部设置连锁、环境检测与诊断、Watchdog(看门狗)等电路,一旦发现故障或程序循环执行时间超过了警戒时钟 WDT 规定的时间(预示程序进入死循环),立即报警,以保证 CPU 可靠工作。

⑤控制

利用系统软件定期进行系统状态、用户程序、工作环境和故障检测,并采取信息保护和恢复措施。

⑥后备

对用户程序及动态工作数据进行电池后备,以保障停电后有关状态或信息不丢失。

⑦密封

采用密封、防尘、抗震的外壳封装结构,以适应工作现场恶劣环境。

⑧抗干扰

PLC 是以集成电路为基本元件的电子设备,内部处理过程不依赖于机械触点,也是保障可靠性高的主要原因;而采用循环扫描的方式,也提高了抗干扰能力。

通过以上措施,保证了 PLC 能在恶劣环境中可靠地工作,使平均故障时间间隔(MTBF)长,故障修复时间短。目前,MTBF 一般已达到 $(4\sim 5)\times 10^4$ 小时。

(2)功能完善,扩充方便,组合灵活,实用性强

现代 PLC 所具有的功能及其各种扩展单元、智能单元和特殊功能模块,可以方便、灵活地组合成各种不同规模 and 要求的控制系统,以适应各种工业控制的需要。

(3)编程简单,使用方便,控制过程可变,具有很好的柔性

PLC 继承传统继电器控制电路清晰直观的特点,充分考虑电气工人和技术人员的读图习惯,采用面向控制过程和操作者的“自然语言”——梯形图为编程语言,容易学习和掌握。PLC 控制系统采用软件编程来实现控制功能,其外围只需将信号输入设备(按钮、开关等)和接收输出信号执行控制任务的输出设备(如接触器、电磁阀等执行元件)与 PLC 的输入/输出端子相连接,安装简单,工作量少。当生产工艺流程改变或生产线设备更新时,不必改变 PLC 硬件设备,只需修改程序即可,灵活方便,具有很强的“柔性”。

(4)体积小,质量少,功耗低

由于 PLC 是专为工业控制而设计的,其结构紧密、坚固、体积小,易于装入机械设备内部,是实现机电一体化的理想控制设备。

1.1.3 PLC 应用范围

随着微电子技术的快速发展,PLC 的制造成本不断下降,而其功能却大大增强。目前在先进工业国家中 PLC 已成为工业控制的标准设备,应用面几乎覆盖了所有工业企业,诸如钢铁、冶金、采矿、水泥、石油、化工、轻工、电力、机械制造、汽车、装卸、造纸、纺织、环保、交通、建筑、食品、娱乐等各行各业,已跃居现代工业自动化三大支柱(PLC、ROBOT、CAD/CAM)的主导地位。

自从美国研制出世界第一台 PLC 以来,德国、日本等许多国家相继开发出各自的产品,并受到工业界的普遍欢迎。美国著名的商业情报公司——FROST SULLIVAN 公司在 1982 年曾对该国石油、化工、冶金、机械等行业四百多个工厂、企业进行统计调查,结果表明 PLC 在企业中的应用相当普及。PLC 销售额的年增长率超过 20%。

1.1.4 PLC 应用类型

由于 PLC 控制器所具有的功能,使它既可用于开关量控制,又可用于模拟量控制;既可用于单机控制,又可用于组成多级控制系统;既可控制简单系统,又可控制复杂系统。它的应用可大致归纳如下几类。

(1)逻辑控制

逻辑控制是 PLC 最基本、最广泛的应用方面,使 PLC 取代继电器系统和顺序控制器,实现单机控制、多机控制及生产线自动控制,如各种机床、自动电梯、锅炉上料、注塑机械、包装机械、印刷机械、纺织机械、装配生产线、电镀流水线、货物的存取、运输和检测等的控制。

(2)运动控制

运动控制是通过配用 PLC 生产厂家提供的单轴或多轴等位置控制模块、高速计数模块

等来控制步进电机或伺服电机,从而使运动部件能以适当的速度或加速实现平滑的直线运动或圆周运动。可用于精密金属切削机床、成形机械、装配机械、机械手、机器人等设备的控制。

(3)过程控制

过程控制是通过配用 A/D、D/A 转换模块及智能 PID 模块实现对生产过程中温度、压力、流量、速度等连续变化的模拟量进行单回路或多回路闭环调节控制,使这些物理参数保持在设定值上。在各种加热炉、锅炉等的控制以及化工、轻工、食品、制药、建材等许多领域的生产过程中有着广泛的应用。

(4)数据处理

有些 PLC 具有数学运算(包括逻辑运算、函数运算、矩阵运算等)、数据的传输转换、排序、检索和移位以及数制转换、编码、译码等功能,可以完成数据的采集、分析和处理任务。这些数据可以与存储在存储器中的参考值进行比较,也可传送给其他的智能装置,或者输送给打印机打印制表。数据处理一般用于大、中型控制系统,如数控机床、柔性制造系统、过程控制系统、机器人控制系统等。

(5)多级控制

多级控制是指利用 PLC 的网络通讯功能模块及远程 I/O 控制模块可以实现多台 PLC 之间的连接、PLC 与上位计算机的连接,以达到上位计算机与 PLC 之间及 PLC 与 PLC 之间的指令下达、数据交换和数据共享。这种用 PLC 进行分散控制、计算机进行集中管理的方式,能够完成较大规模的复杂控制,甚至实现整个工厂生产的自动化。

1.1.5 PLC 发展趋势

目前 PLC 技术发展总的趋势是系列化、通用化和高性能化,主要表现在以下几个方面。

(1)在系统构成规模上向大、小两个方向发展

发展小型(超小型)化、专用化、模块化、低成本 PLC 以真正替代最小的继电器系统;发展大容量、高速度、多功能、高性能价格比的 PLC,以满足现代化企业中那些大规模、复杂系统自动化的需要。

(2)功能不断增强,各种应用模块不断推出

大力加强过程控制和数据处理功能,提高组网和通信能力,开发多种功能模块,以使各种规模的自动化系统功能更强、更可靠,组成和维护更加灵活方便,使 PLC 应用范围不断扩大。

(3)产品更加规范化、标准化

PLC 厂家在使硬件及编程工具换代频繁、丰富多样、功能提高的同时,日益向 MAP(制造自动化协议)靠拢,并使 PLC 基本部件,如输入/输出模块、接线端子、通讯协议、编程语言和工具等方面的技术规格规范化、标准化,使不同产品间能相互兼容,易于组网,以方便用户真正利用 PLC 来实现工厂生产的自动化。

1.2 PLC 的基本结构

PLC 本质上是一台用于控制的专用计算机,因此它与一般的控制机(如 STD 总线的控

制机)在结构上有很大的相似性。PLC 的主要特点是与控制对象有更强的接口能力,也就是说,它的基本结构主要是围绕着适于过程控制(即过程中数据的采集和控制信号的输出,以及数据的处理)的要求来进行设计的。

图 1-1 画出了通用 PLC 的结构框图。下面对这个框图中各部分的主要功能(作用)作以简单介绍。

1.2.1 中央处理模板(CPU)

(1)CPU

中央处理模板(Central Processing Unit, 简称 CPU)是可编程控制器的核心部件,整个 PLC 的工作过程都是在 CPU 的统一指挥和协调下进行的。它的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,最后再向被控对象送出相应的控制(驱动)信号。它与被控对象之间的联系是通过各种 I/O 接口实现的。

PLC 中的中央处理模板通常是指 PLC 中的主控板,它与一般计算机系统 CPU 概念不同,后者常用 CPU 表示一个中央处理器,即它是一块芯片。事实上,在一个中型或大型 PLC 的中央处理模板上,不仅有 CPU 集成芯片(可能还不止一片),而且还有一定数量的 ROM 或 EPROM(储存系统的操作系统)和 RAM(储存少量的数据或用户程序)。

(2)字处理器和位处理器

在中型或大型规模的 PLC 中常装有两个中央处理器:字处理器和位处理器。其中字处理器是主处理器,它完成字节(byte)指令的处理,并实现各种控制作用(包括对位处理器的控制)。而位处理器是辅助处理器,它主要处理位(bit)信息,其主要特点是它在处理位信息时,速度可以很高。在小型 PLC 中,往往只用一个处理器同时完成这两方面的工作。

(3)CPU 的主要功能

- 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(输入映射区)。
- 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)。

1.2.2 扩充 RAM 和 ROM

限于印刷电路板的面积和为适应不同用户的使用要求,CPU 模板上的 ROM 和 RAM 容量都较小(一般为 1 K~9 K),如果用户程序块比较大,就必须考虑插入扩充的 ROM 或 RAM 板,以增大系统的存储容量。

(1)ROM

根据存储信息的多少和存储方式的不同,所扩充的存储器是不同的。EPROM 可用来

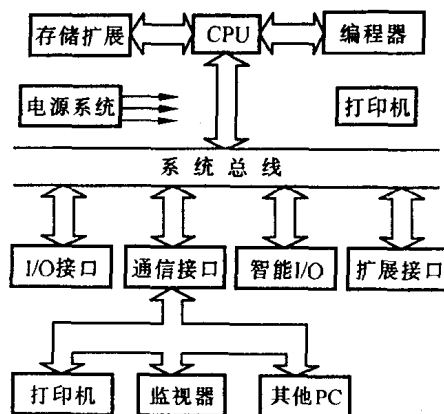


图 1-1 PLC 的结构框图

存储只可读取的静态信息。EEPROM 也是存储用户程序的,一般从 EEPROM 只可读取程序,但由于它可用电流来刷新,因此在一些电路中,系统在运行过程中也可作次数不多的“写入”操作。

(2)RAM

RAM 可用来存储用户既可读又可写的动态信息,在有的 RAM 板上备有可充电的锂电池,因此若系统在运行过程中突然停电时,由锂电池供电的 RAM 中的信息也不会丢失,以保证复电时系统可以从失电状态开始恢复工作。

1.2.3 数字 I/O 接口

数字 I/O 接口主要实现 CPU 模板与 I/O 装置和外设之间的数字信号(开关量)的联系,完成电平转换、电气隔离、串/并型数据转换、码字错误检测及提供具有足够驱动能力的各种数字驱动信号等工作,有时还可提供各种中断和通讯等方面的控制信号。数字 I/O 模板通常配置有相应的 LED(或 LCD)状态显示器,以利于操作人员的监测。

数字 I/O 的输入信号常来自按钮、开关和继电器触点等实际开关量,也可以是各种外设或被控对象送来的数字量。它的数字输出信号主要是以继电器触点或与 TTL 电平兼容的数字电平形式提供的。

1.2.4 模拟 I/O 接口

模拟 I/O 接口实现 PLC 与 I/O 装置之间模拟信号的连接。

(1)模拟输入(I)接口

输入部分主要完成阻抗匹配、I/V 转换、小信号放大、信号滤波以及 A/D 转换等功能,以实现将被控对象送出的模拟量转换成 PLC 易于处理的数字量的作用。

(2)模拟输出(O)接口

输出部分主要完成阻抗匹配、功率放大和波形校正等功能,以便向被控对象提供正常工作所需要的模拟控制(驱动)信号。

(3)光电隔离措施

在一些高精度和高抗干扰的 PLC 系统中,模拟 I/O 接口也需要有光电隔离措施。由于模拟信号的隔离问题远比数字信号困难,因此常在模拟 I/O 接口板上只配置若干具有隔离措施的端口,以降低系统的复杂度和成本。需要指出的是:在模拟 I/O 接口中,模拟信号一般不能用光电耦合器作隔离,因为它不能保证良好的线性度,因此往往采用成本较高的隔离放大器来实现隔离作用。模拟 I/O 接口中的数字逻辑部分可以采用光电隔离器来隔离。

无论是数字 I/O 接口,还是模拟 I/O 接口,通常均应根据实际控制的要求和有关的技术指标来配置和选择不同型号的 I/O 接口。

1.2.5 智能 I/O 接口

智能 I/O 接口板上多设自己的微处理器和控制软件,因此可以独自工作。目前在 PLC 的外围接口板中,以智能模板品种最多。

①高速计数器,可以满足计数频率高达 100 kHz 以上的计数(定时)要求。

②PID 调节器,具有快速 PID 调节器的闭环系统控制模板,以“硬件”方式对控制系统作闭环控制。

③通讯模板,带微处理器的通讯模板,可适应多台 PLC 联网或与外部设备快速进行交换信息的需求。

④转换模板,以 8085 微处理器为核心的 ASCII/BASIC 转换模块可使 PLC 在高级语言 GE/BASIC 的控制下实现与 I/O 作信息传输和读写用户程序等。

⑤其他智能模板,对于一些极特殊的需求,用户也可根据 PLC 提供的总线信号和用户具体要求设计专用的智能模板。

1.2.6 通信接口

通信接口是专用于数据通信的一种智能模块,在 PLC 中使用普遍,因此单列为一种接口。它主要用于实现人机对话(例如在通信接口可连接专用键盘、打印机或显示器等),在一个具有多台 PLC 的复杂系统中,也可利用通信接口互连起来,以构成多机局部网络控制系统,或在计算机与 PLC 之间使用通信接口,实现多级分布式控制系统。

通信接口常有串行接口和并行接口两种,它们都是在专用系统软件的控制下,遵循国际上多种规范的协议来进行工作的,因此用户应根据不同的设备要求,分别选择相应通信方式和配置合适的通信接口模板。

1.2.7 扩展接口

扩展接口有两个含义:一是单纯的 I/O(数字 I/O 或模拟 I/O)功能的扩展,它是为弥补原系统中 I/O 口有限而设置的;另一个含义是 CPU 模板的扩充,它是在原系统中只有一块 CPU 模板而无法满足系统工作要求时使用的。这个接口功能是实现扩充 CPU 模板与系统原 CPU 模板以及扩充 CPU 模板之间(多个 CPU 模板扩充)的相互控制和信息交换。

1.2.8 编程器

编程器是专门用于用户输入和调试应用程序用的。通常有两种形式的编程器:一种是简易的盒式编程器,输入的程序必须以机器码方式(有的也可以图形方式)通过有限的专用键来输入的,显示方式常是 LED(LCD)构成的小屏,适合于现场调试或规模比较小的应用程序的输入和调试;另一种是高档的具有 CRT 显示方式的台式编程器(也称开发系统),输入程序时可以用梯形图,也可以用其他汇编(编程)语言,此时对程序的编辑、存储等都是非常方便的,因此适用于实验研制开发较大规模的应用程序。

1.2.9 电源

PLC 中的电源系统一般有三类:第一类是供 PLC 中 TTL 芯片和集成运放使用的基本电源(+5 V 和 ± 15 V 直流电源);第二类是供输出接口使用的高压大功率电源;第三类是锂电池及其充电电源。考虑到系统的可靠性及光电隔离器的使用,不同类别电源具有不同的地线。此外,根据 PLC 的规模及所允许扩展的接口板数,各种 PLC 的电源种类和容量往往是不同的,用户使用和维修时必须注意到这一点。

1.2.10 总线

总线是沟通 PLC 中各功能模块的信息通道。它的含义并不仅是各模板插脚之间连线,还包括驱动总线的驱动器及其可保证总线正常工作的控制逻辑电路。

1.3 PLC 工作原理

1.3.1 基本工作原理

控制任务的完成是在可编程控制器硬件的支持下,通过执行反映控制要求的用户程序来实现的。这一点是和计算机的工作原理相一致的。因此可编程控制器工作的基本原理是建立在计算机工作原理基础上的。由于早期的可编程控制器是从继电控制系统发展而来的,当时主要完成的任务是开关量的顺序控制。对被控对象控制的实现是有逻辑关系的,并不一定有时间上的先后,因此,单纯像计算机那样工作,把用户程序由头到尾顺序执行,并不能完全体现控制要求。如图 1-2 所示的电器控制系统,当行程开关 X2 动作时,Z1 和 Y1 立即改变接通状态,Z2 在 Z1 之后改变接通状态,如果照程序顺序执行,就可能有 Y1 改变接通状态,而 Z1、Z2 不受影响。查其原因,原来的电器系统工作,各被控电器是并行关系,而改为程序方式控制,各被控电器的动作一律成为时间上的串行。

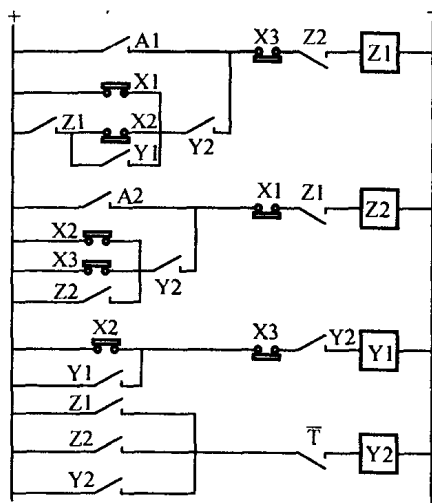


图 1-2 电器控制系统图

1.3.2 巡回扫描原理

在上面的分析中,我们会发现矛盾主要是出在对被控对象控制条件的满足时间与程序顺序执行的不协调上。因此简单地像计算机那样按照程序计数器形成的程序号顺序执行是达不到目的的。在计算机程序中有一种叫做查询方式的结构,是专门查看某一变量条件的满足情况的,并据此决定下一步的操作。现在要查看的已不是某一个变量的条件,而是多个变量的条件,像查询一个变量的条件那样等待查询已不能满足要求,因此我们采用对整个程序巡回执行的工作方式,也称巡回扫描。这就是说用户程序的执行不是从头到尾只执行一遍,而是执行完一次之后,又返回去执行第二次、第三次……直到停机。如果程序的每一条指令执行得足够快,由于整个程序的长度有限,使得执行一次程序所占用的时间足够短,这个时间短到足以保证变量条件不变,那么即使在前一次执行程序时对某一变量的状态没有捕捉到,也能保证在第二次执行时该条件依然存在。

下面继续分析图 1-2。在某次执行程序中,当执行完第二个梯级的有关指令时,行程开关 X2 动作,即常开触点 X2 闭合,常闭触点 X2 断开。随着程序的继续执行,将使延时继电器 Y1 的线圈通电,本来受 X2 影响的继电器还有 Z1 和 Z2,但是这一次执行程序已过,因此它们的状态不变。经一个程序的周期后,程序返回去继续下一次执行,这时各控制变量的状态未变,因此相关继电器 Z1、Z2 就可以依控制变量状态而执行动作。

要使程序巡回扫描一次的时间短,首先和每条指令的执行时间长短有关,其次和程序中

所用指令类型、包含指令条数的多少有关。前者主要和机器的主频(即时钟)的快慢有关,机器选择确定后,它随之确定;后者则和被控系统的复杂程度,以及编程者的水平有关。

1.3.3 工作过程

可编程控制器对用户程序的执行主要按三个扫描过程进行。

(1)第一个过程——输入扫描

在这个过程中,可编程控制器按扫描方式读入该可编程控制器所有端子上的输入信号(可能有的端子上没有输入信号,它也作输入),并将这些输入信号存入输入映象区。在本工作周期的执行和输出过程中,输入映象区内的内容还会随实际信号的变化而变化。

由此可见,一般输入映象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(如2 ms)被刷新一次,以取得更为实时的数据。

可编程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)第二个过程——执行扫描

在执行用户程序的扫描过程中,可编程控制器对用户以梯形图方式(或其他方式)编写的程序按从上到下,从左到右的顺序逐一扫描各指令,然后从输入映象区取出相应的原始数据或从输出映象区读取有关数据,然后做由程序确定的逻辑运算或其他数学运算,随后将运算结果存入确定的输出映象区有关单元,但这个结果在整个程序未执行完毕前还会送到输出端口上。

(3)第三个过程——输出扫描

在执行完用户所有程序后,可编程控制器将输出映象区中的内容同时送入到输出锁存器中(称输出刷新),然后由锁存器经功率放大后去驱动继电器的线圈,最终使输出端子上的信号变为本次工作周期运行结果的实际输出。

1.3.4 PLC 对输入/输出的处理规则

根据上述工作特点,可以总结出 PLC 在 I/O 处理方面遵循以下规则。

- ①输入状态映象寄存器中的数据,取决于与输入端子上各输入端相对应的输入锁存器在上一次刷新期间的状态。
- ②程序执行中所需的输入/输出状态,由输入状态映象寄存器和输出状态映象寄存器读出。
- ③输出状态映象寄存器的内容随程序执行过程中与输出变量有关指令的执行结果而改变。
- ④输出锁存器中的数据,由上一次输出刷新阶段时输出状态映象寄存器的内容决定。
- ⑤输出端子上各输出端的通断状态,由输出锁存器中的内容决定。

1.4 PLC 的分类

PLC 产品的种类众多,型号规格不统一,其类型通常可按以下三种形式分类。

1.4.1 按结构形式分类

PLC 按结构形式的不同可分为整体式和模块式两种。

(1)整体式

整体式是把 PLC 的各组成部分安装在一块或少数几块印刷电路板上,并连同电源一起装在机壳内形成一个单一的整体,称之为主机或基本单元。其特点是简单紧凑、体积较小、价格较低。通常小型、超小型 PLC 常采用这种结构。整体式 PLC 的主机可通过扁平电缆与 I/O 扩展单元、智能单元(如 A/D、D/A 单元)等相连接。

(2)模块式

模块式是把 PLC 的各基本组成部分做成独立的模块,如 CPU 模块(包含存储器)、输入模块、输出模块、电源模块等,然后以搭积木的方式将它们组装在一个具有标准尺寸并带有若干个插槽的架内。通常中型或大型 PLC 常采用这种结构。用户可根据需要灵活方便地将 I/O 扩展单元、A/D 和 D/A 单元、各种智能单元、特殊功能单元、链接单元等模块插入机架底板的插槽中,组合成不同功能的控制系统。这种结构的特点是,对现场的应变能力强,而且系统各部件的插拔形式十分便于维修。

1.4.2 按 I/O 点数和内存容量分类

PLC 按 I/O 点数和内存容量可大致分为超小型机、小型机、中型机、大型机等四类。

(1)超小型机

超小型机的 I/O 点数在 64 以内,内存容量在 256~1000 字节。

(2)小型机

小型机的 I/O 点数在 64~256,内存容量在(1~3.6) K 字节。

(3)中型机

中型机的 I/O 点数在 256~2048,内存容量在(3.6~13) K 字节。

(4)大型机

大型机的 I/O 点数在 2048 以上,内存容量在 13 K 字节以上。

1.4.3 按功能分类

PLC 按所具有功能的不同,可分为高、中、低三档。

(1)低档机

具有逻辑运算、定时、计数、移位及自诊断、监控等基本功能。有些还有少量的模拟量 I/O(即 A/D、D/A 转换)、算术运算、数据传送、远程 I/O 和通讯等功能。一般应用于开关量控制、定时/计数控制、顺序控制及少量模拟量控制等场合。

(2)中档机

中档机除具有低档机的功能外,还有较强的模拟量 I/O、算术运算、数据传送与比较、数

制转换、子程序、远程 I/O 以及通讯联网等功能,有些还设有中断控制、PID 控制等功能。一般应用于既有开关量又有模拟量的较为复杂的控制系统,如过程控制、位置控制等。

(3) 高档机

高档机除具有一般中档机的功能外,还具有较强的数据处理、模拟调节、特殊功能函数运算、监视、记录、打印等功能,以及更强的通讯联网、中断控制、智能控制、过程控制等功能。一般可用于更大规模的过程控制,构成分布式控制系统,形成整个工厂自动化网络。

1.5 FP 系列机的技术性能

1.5.1 FP1 系列机产品的构成

FP1 机是日本松下电工公司生产的小型 PLC 产品,该产品系列有紧凑小巧的 C14 型与 C16 型,还有具有高级处理功能的 C24、C40、C56、C72 型等多种规格。

在大写字母 C 后面的阿拉伯数字是表示该种型号可编程控制器的输入、输出点之和。例如 C24 即表示该种型号的可编程控制器有 24 个点,16 个输入点,8 个输出点,输入和输出点数之和为 24。因为 FP1 系列可编程控制器的输入/输出点数较少,所以 FP1 系列属小型机。

FP1 机是近代一种功能非常强的小型机,在某些功能上甚至能与大型机相媲美。主机控制单元内有高速计数器,可输入频率高达 10 kHz 的脉冲,并同时输入两路脉冲。另外还可输出频率可调的脉冲信号。该机还具有 8 个中断源的中断优先权管理。主机控制单元还配有 RS-232C 接口,可实现 PLC 和 PC 之间的通讯,在 PC 机上的梯形图编程可直接传送到可编程控制器中去。

FP1 的智能单元主要为 A/D、D/A 模块。当需要对模拟量进行测量和控制时,可以连接智能单元。扩展单元为一些扩展 I/O 点数的模块,由 E8~E40 系列组成,利用这些模块最多可以将 I/O 点数扩展至 152 点。

使用 FP1 的 I/O 链接单元(LINK)单元,通过远程 I/O 可实现与主 FP 系统进行 I/O 数据通讯,从而实现一台主控制单元对多台控制单元的控制。

FP1 的组成。

(1) RS232 口(C24、C40、C56 和 C72 等)

利用该口能与 PC 机通讯编程,也连接其他外围设备(如 I.O.P 智能操作板,条形码判读器和串行打印机等)。

(2) 运行监视指示灯

当运行程序时,“RUN”的 LED 亮;

当控制单元终止执行程序时,“PROG”的 LED 亮;

当发生自诊断错误时,“ERR”的 LED 亮;

当检测到异常的情况时或出现“Watchdog”定时故障时,“ALARM”的 LED 亮。

(3) 电池座

为了使控制单元断电时仍能保持有用信息,在控制单元设有蓄电池,电池的寿命一般为 3~6 年。