

PLC Shixun Jiaocheng

功能扩展板

- 网络通讯功能
- 不正数据输入检测
- 核心处理器等比
- 软件支持

基本单元

内置电源, CPU, 输入输出
— 详细见后

输入端子排

显示模块

可以进行定时器、计数器、数据寄存器
等的软件监视和设定变更的操作。

输出端子排

模拟量位置：2 点

● 基本装备
● 选件

江西人民出版社

PLC

实训教程

PLC Shixun Jiaocheng

肖晓光 黄辉 / 主编

江西人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

PLC 实训教程/肖晓光主编.—南昌:江西人民出版社,2009.9

ISBN 978-7-210-04275-4

I.P… II.肖… III.可编程序控制器—专业学校—教材 IV.TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 168835 号

书 名 PLC 实训教程
作 者 肖晓光 黄 辉
出 版 江西人民出版社
发 行 各地新华书店
印 刷 南昌市印刷九厂
版 次 2009 年 9 月第 1 版第 1 次印刷
开 本 787 毫米×1092 毫米
规 格 16 开
印 张 17
字 数 250 千
国际书号 ISBN 978-7-210-04275-4
定 价 30.00 元

江西人民出版社 地址:南昌市三经路 47 号附 1 号

邮政编码:330006 传真:6898827 电话:6898893(发行部)

网址:www.jxp-ph.com

E-mail:jxp-ph@tom.com web@jxp-ph.com

(赣人版图书凡属印刷、装订错误,请随时向承印厂调换)

编审委员会

主任委员:张醒清

副主任委员:张玉明

委员:徐裕和

杨建华

阮红萍

肖业文

谢赞忠

邓沪东

谢艳平

李宇剑

彭全

龚令根

邓灵波

黄锦文

目 录

第一章 PLC 概述	1
第一节 PLC 的由来	1
第二节 PLC 的定义	2
第三节 PLC 的特点	3
第四节 PLC 的发展阶段	5
第五节 PLC 的分类	6
第六节 PLC 的基本结构	6
第七节 PLC 的工作原理	9
第八节 PLC 的 I/O 系统	12
第九节 可编程控制器的主要性能指标	12
第二章 OMRON 的基本知识	14
第一节 基本 PC 操作的启动模式设置	14
第二节 十四条基本指令	15
第三节 基本指令和操作数据区的关系	15
第四节 CPM1A-40CDR-A 主要性能	16
第五节 OMRON 基本指令和常用指令训练	17
实验一 自锁电路	17
实验二 S/R 置位复位指令	17
实验三 逻辑块指令或装载	18

实验四 逻辑块指令与装载	18
实验五 分支指令行	19
实验六 跳转指令	19
实验七 微分上升和微分下降	20
实验八 保持指令	20
实验九 无条件接通	21
实验十 定时器(0.1 ~ 999.9 秒范围)	21
实验十一 利用秒脉冲和计数器组成的定时器(1 ~ 9999 秒)	21
实验十二 联锁和联锁清除	22
第六节 OMRON 应用实验	22
实验一 全自动洗衣机的控制	22
实验二 三相电动机的顺序控制	27
实验三 步进电机控制	29
实验四 交通灯控制	37
实验五 四层电梯控制	42
实验六 电镀生产线控制	50
实验七 水塔水位自动控制	56
实验八 自控成型机	58
实验九 自动送料装车系统	62
实验十 多种液体自动混合	65
实验十一 自控轧钢机	68
实验十二 邮件分拣机	72
实验十三 铁塔之光	80
实验十四 LED 数码显示控制	87
实训十五 自动售货机模拟实训	88
实训十六 机械手装配搬运流水线	95
实训十七 小车运动控制	105
实训十八 加工中心刀库控制	111
第三章 三菱的基本知识	120

第一节	FX2N 系列 PLC 性能指标	120
第二节	基本指令系统和编程方法	121
第三节	编程器件	123
第四节	FX2N 系列的基本逻辑指令	127
第五节	梯形图的设计与编程方法	130
第六节	编程方法	133
第四章	SWOPC-FXGP/WIN-C(中文版)	137
第一节	SWOPC-FXGP/WIN-C 软件的使用	137
第二节	编程练习	141
第五章	可编程控制器基本指令训练	148
第一节	可编程控制器成套实验设备说明	148
第二节	FX2N 可编程控制器简介	148
第三节	可编程控制器基本指令训练	149
实验一	自锁电路	149
实验二	S/R 置位复位指令	149
实验三	PLS 脉冲指令	150
实验四	移位指令	151
实验五	定时器指令与应用	151
实验六	计数器指令与应用	152
实验七	调步指令 CJ	152
实验八	主控与主控复位指令 MC/MCR	153
实验九	步进指令	153
第四节	实验结论	154
第六章	PLC 应用实验	156
实验一	全自动洗衣机的控制	156
实验二	三相电动机的顺序控制	160
实验三	步进电机控制	163
实验四	交通灯控制	167
实验五	四层电梯控制	171

实验六	电镀生产线控制	178
实验七	水塔水位自动控制	184
实验八	自控成型机	186
实验九	多种液体自动混合	190
实验十	自动送料装车系统	193
实验十一	自控轧钢机	196
实验十二	邮件分拣机	200
实验十三	铁塔之光	206
实验十四	用 DECO 指令实现步进电动机正反转和调速控制	213
实验十五	PLC 对自动售货机系统的控制	217
实验十六	PLC 在隧道射流风机上的应用	222
第七章	PLC—接口单元的应用	231
附录 I	软元件地址的分配	231
附录 II	基本指令一览表	233
附录 III	应用指令一览表	234
附录 IV	特殊辅助继电器、特殊数据寄存器一览	237
第八章	变频器简介	242
第一节	认识变频器的基本结构	242
第二节	操作面板电源连线	246
第三节	变频器操作面板	246
第四节	变频器基本功能参数和操作	251
第五节	变频器出错(报警)及处理(详见变频器调速器使用手册)	263

第一章 PLC 概述

可编程控制器(Programmable Controller)是计算机家族中的一员,是为工业控制应用而设计制造的。早期的可编程控制器称作可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller),简称 PLC,它主要用来代替继电器实现逻辑控制。随着技术的发展,这种装置的功能已经大大超过了逻辑控制的范围,因此,今天这种装置称作可编程控制器,简称 PC。但是为了避免与个人计算机(Personal Computer)的简称混淆,所以将可编程控制器简称 PLC。

第一节 PLC 的由来

在 60 年代,汽车生产流水线的自动控制系统基本上都是由继电器控制装置构成的。当时汽车的每一次改型都直接导致继电器控制装置的重新设计和安装。随着生产的发展,汽车型号更新的周期愈来愈短,这样,继电器控制装置就需要经常地重新设计和安装,十分费时、费工、费料,甚至阻碍了更新周期的缩短。为了改变这一现状,美国通用汽车公司在 1969 年公开招标,要求用新的控制装置取代继电器控制装置,并提出了十项招标指标,即:

1. 编程方便,现场可修改程序;
2. 维修方便,采用模块化结构;
3. 可靠性高于继电器控制装置;
4. 体积小于继电器控制装置;
5. 数据可直接送入管理计算机;
6. 成本可与继电器控制装置竞争;
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、接触器等;

9. 在扩展时,原系统只要进行很小的变更;

10. 用户程序存储器容量至少能扩展到 4K。

1969 年,美国数字设备公司(DEC)研制出第一台 PLC,在美国通用汽车自动装配线上试用,获得了成功。

这种新型的工业控制装置以其简单易懂、操作方便、可靠性高、通用灵活、体积小、使用寿命长等一系列优点,很快地在美国其他工业领域推广应用到 1971 年,已经成功地应用于食品、饮料、冶金、造纸等工业。

这一新型工业控制装置的出现,也受到了世界其他国家的高度重视。1971 年日本从美国引进了这项新技术,很快研制出了日本第一台 PLC。1973 年,西欧国家也研制出它们的第一台 PLC。我国从 1974 年开始研制,于 1977 年开始工业应用。

第二节 PLC 的定义

PLC 问世以来,尽管时间不长,但发展迅速。为了使其生产和发展标准化,美国电气制造商协会 NEMA(National Electrical Manufactory Association) 经过四年的调查工作,于 1984 年首先将其正式命名为 PC(Programmable Controller),并给 PC 作了如下定义:

“PC 是一个数字式的电子装置,它使用了可程序的记忆体储存指令。用来执行诸如逻辑、顺序、计时、计数与演算等功能,并通过数字或类似的输入 / 输出模块,以控制各种机械或工作程序。一部数字电子计算机若是从事执行 PC 之功能者,亦被视为 PC,但不包括鼓式或类似的机械式顺序控制器。”

以后国际电工委员会(IEC)又先后颁布了 PLC 标准的草案第一稿、第二稿,并在 1987 年 2 月通过了对它的定义:

“可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统,专为在工业环境应用而设计的。它采用一类可编程的存储器,用于其内部存储程序、执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数与算术操作等面向用户的指令,并通过数字或模拟式输入 / 输出控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器及其有关外部设备,都按易于与工业控制系统联成一个整体,易于扩充其功能的原则设计。”

总之,可编程控制器是一台计算机,它是专为工业环境应用而设计制造的计算机。它具有丰富的输入 / 输出接口,并且具有较强的驱动能力。但可编程控制器产品并不针对某一具

体工业应用,在实际应用时,其硬件需根据实际需要进行选用配置,其软件需根据控制要求进行设计编制。

第三节 PLC 的特点

一、PLC 的主要特点

(一) 高可靠性

1. 所有的 I/O 接口电路均采用光电隔离,使工业现场的外电路与 PLC 内部电路之间电气上隔离。

2. 各输入端均采用 R-C 滤波器,其滤波时间常数一般为 10~20ms。

3. 各模块均采用屏蔽措施,以防止辐射干扰。

4. 采用性能优良的开关电源。

5. 对采用的器件进行严格的筛选。

6. 良好的自诊断功能,一旦电源或其他软、硬件发生异常情况,CPU 立即采用有效措施,以防止故障扩大。

7. 大型 PLC 还可以采用由双 CPU 构成冗余系统或有三 CPU 构成表决系统,使可靠性更进一步提高。

(二) 丰富的 I/O 接口模块

PLC 针对不同的工业现场信号,如:

- 交流或直流
- 开关量或模拟量
- 电压或电流
- 脉冲或电位
- 强电或弱电等

有相应的 I/O 模块与工业现场的器件或设备,如:

- 按钮
- 行程开关
- 接近开关
- 传感器及变送器

- 电磁线圈
- 控制阀直接连接

另外为了提高操作性能,它还有多种人一机对话的接口模块;为了组成工业局部网络,它还有多种通讯联网的接口模块,等等。

(三) 采用模块化结构

为了适应各种工业控制需要,除了单元式的小型 PLC 以外,绝大多数 PLC 均采用模块化结构。PLC 的各个部件,包括 CPU、电源、I/O 等均采用模块化设计,由机架及电缆将各模块连接起来,系统的规模和功能可根据用户的需要自行组合。

(四) 编程简单易学

PLC 的编程大多采用类似于继电器控制线路的梯形图形式,对使用者来说,不需要具备计算机的专门知识,因此很容易被一般工程技术人员所理解和掌握。

(五) 安装简单,维修方便

PLC 不需要专门的机房,可以在各种工业环境下直接运行。使用时只需将现场的各种设备与 PLC 相应的 I/O 端相连接,即可投入运行。各种模块上均有运行和故障指示装置,便于用户了解运行情况和查找故障。

由于采用模块化结构,因此一旦某模块发生故障,用户可以通过更换模块的方法,使系统迅速恢复运行。

二、PLC 的功能

(一) 逻辑控制

(二) 定时控制

(三) 计数控制

(四) 步进(顺序)控制

(五) PID 控制

(六) 数据控制:PLC 具有数据处理能力

(七) 通信和联网

(八) 其他:PLC 还有许多特殊功能模块,适用于各种特殊控制的要求,如定位控制模块、CRT 模块。

第四节 PLC 的发展阶段

虽然 PLC 问世时间不长,但是随着微处理器的出现,大规模、超大规模集成电路技术的迅速发展和数据通讯技术的不断进步,PLC 也迅速发展,其发展过程大致可分三个阶段:

一、早期的 PLC(60 年代末—70 年代中期)

早期的 PLC 一般称为可编程逻辑控制器。这时的 PLC 多少有点继电器控制装置的替代物的含义,其主要功能只是执行原先由继电器完成的顺序控制、定时等。它在硬件上以准计算机的形式出现,在 I/O 接口电路上作了改进以适应工业控制现场的要求。装置中的器件主要采用分立元件和中小规模集成电路,存储器采用磁芯存储器。另外还采取了一些措施,以提高其抗干扰的能力。在软件编程上,采用广大电气工程技术人員所熟悉的继电器控制线路的方式——梯形图。因此,早期的 PLC 的性能要优于继电器控制装置,其优点包括简单易懂、便于安装、体积小、能耗低、有故障指使、能重复使用等。其中 PLC 特有的编程语言——梯形图一直沿用至今。

二、中期的 PLC(70 年代中期—80 年代中、后期)

在 70 年代,微处理器的出现使 PLC 发生了巨大的变化。美国、日本、德国等一些厂家先后开始采用微处理器作为 PLC 的中央处理单元(CPU)。这样,使 PLC 的功能大大增强。在软件方面,除了保持其原有的逻辑运算、计时、计数等功能以外,还增加了算术运算、数据处理和传送、通讯、自诊断等功能。在硬件方面,除了保持其原有的开关模块以外,还增加了模拟量模块、远程 I/O 模块、各种特殊功能模块。并扩大了存储器的容量,使各种逻辑线圈的数量增加,还提供了一定数量的数据寄存器,使 PLC 的应用范围得以扩大。

三、近期的 PLC(80 年代中、后期至今)

进入 80 年代中、后期,由于超大规模集成电路技术的迅速发展,微处理器的市场价格大幅度下跌,使得各种类型的 PLC 所采用的微处理器的档次普遍提高。而且,为了进一步提高 PLC 的处理速度,各制造厂商还纷纷研制开发了专用逻辑处理芯片。这样使得 PLC 软、硬件功能发生了巨大变化。

第五节 PLC 的分类

(一) 小型 PLC

小型 PLC 的 I/O 点数一般在 128 点以下,其特点是体积小、结构紧凑,整个硬件融为一体,除了开关量 I/O 以外,还可以连接模拟量 I/O 以及其他各种特殊功能模块。它能执行包括逻辑运算、计时、计数、算术运算、数据处理和传送、通讯联网以及各种应用指令。

(二) 中型 PLC

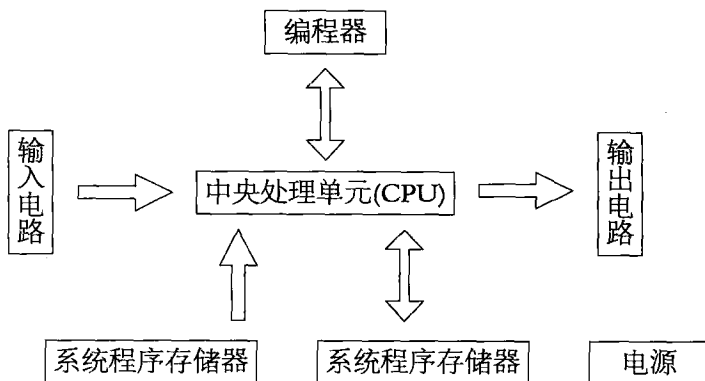
中型 PLC 采用模块化结构,其 I/O 点数一般在 256~1024 点之间。I/O 的处理方式除了采用一般 PLC 通用的扫描处理方式外,还能采用直接处理方式,即在扫描用户程序的过程中,直接读输入,刷新输出。它能连接各种特殊功能模块,通讯联网功能更强,指令系统更丰富,内存容量更大,扫描速度更快。

(三) 大型 PLC

一般 I/O 点数在 1024 点以上的称为大型 PLC。大型 PLC 的软、硬件功能极强。具有极强的自诊断功能。通讯联网功能强,有各种通讯联网的模块,可以构成三级通讯网,实现工厂生产管理自动化。大型 PLC 还可以采用三 CPU 构成表决式系统,使机器的可靠性更高。

第六节 PLC 的基本结构

PLC 实质是一种专用于工业控制的计算机,其硬件结构基本上与微型计算机相同,如图所示:



一、中央处理单元(CPU)

中央处理单元(CPU)是 PLC 的控制中枢。它按照 PLC 系统程序赋予的功能接收并存储从编程器键入的用户程序和数据;检查电源、存储器、I/O 以及警戒定时器的状态,并能诊断用户程序中的语法错误。当 PLC 投入运行时,它首先以扫描的方式接收现场各输入装置的状态和数据,并分别存入 I/O 映象区,然后从用户程序存储器中逐条读取用户程序,经过命令解释后按指令的规定执行逻辑或算数运算的结果送入 I/O 映象区或数据寄存器内。等所有的用户程序执行完毕之后,最后将 I/O 映象区的各输出状态或输出寄存器内的数据传送到相应的输出装置,如此循环运行,直到停止运行。

为了进一步提高 PLC 的可靠性,近年来对大型 PLC 还采用双 CPU 构成冗余系统,或采用三 CPU 的表决式系统。这样,即使某个 CPU 出现故障,整个系统仍能正常运行。

二、存储器

存放系统软件的存储器称为系统程序存储器。

存放应用软件的存储器称为用户程序存储器。

(一) PLC 常用的存储器类型

- RAM (Random Access Memory)

这是一种读 / 写存储器(随机存储器),其存取速度最快,由锂电池支持。

- EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)

这是一种可擦除的只读存储器。在断电情况下,存储器内的所有内容保持不变。(在紫外线连续照射下可擦除存储器内容)

- EEPROM(Electrical Erasable Programmable Read Only Memory)

这是一种电可擦除的只读存储器。使用编程器就能很容易地对其所存储的内容进行修改。

(二) PLC 存储空间的分配

虽然各种 PLC 的 CPU 的最大寻址空间各不相同,但是根据 PLC 的工作原理其存储空间一般包括以下三个区域:

1. 系统程序存储区

在系统程序存储区中存放着相当于计算机操作系统的系统程序。包括监控程序、管理程序、命令解释程序、功能子程序、系统诊断子程序等。由制造厂商将其固化在 EPROM 中,用户不能直接存取。它和硬件一起决定了该 PLC 的性能。

2. 系统 RAM 存储区

系统 RAM 存储区包括 I/O 映象区以及各类软设备,如:

- 逻辑线圈
- 数据寄存器
- 计时器
- 计数器
- 变址寄存器
- 累加器
- 等存储器

(1) I/O 映象区 由于 PLC 投入运行后,只是在输入采样阶段才依次读入各输入状态和数据,在输出刷新阶段才将输出的状态和数据送至相应的外设。因此,它需要一定数量的存储单元(RAM)以存放 I/O 的状态和数据,这些单元称作 I/O 映象区。

一个开关量 I/O 占用存储单元中的一个位(bit),一个模拟量 I/O 占用存储单元中的一个字(16 个 bit)。因此整个 I/O 映象区可看作两个部分组成:

- 开关量 I/O 映象区
- 模拟量 I/O 映象区

(2) 系统软设备存储区

除了 I/O 映象区以外,系统 RAM 存储区还包括 PLC 内部各类软设备(逻辑线圈、计时器、计数器、数据寄存器和累加器等)的存储区。该存储区又分为具有失电保持的存储区域和无失电保持的存储区域,前者在 PLC 断电时,由内部的锂电池供电,数据不会遗失;后者当 PLC 断电时,数据被清零。

a. 逻辑线圈

与开关输出一样,每个逻辑线圈占用系统 RAM 存储区中的一个位,但不能直接驱动外设,只供用户在编程中使用,其作用类似于电器控制线路中的继电器。另外,不同的 PLC 还提供数量不等的特殊逻辑线圈,具有不同的功能。

b. 数据寄存器

与模拟量 I/O 一样,每个数据寄存器占用系统 RAM 存储区中的一个字(16 bits)。另外,PLC 还提供数量不等的特殊数据寄存器,具有不同的功能。

c. 计时器

- 计数器

3. 用户程序存储区

用户程序存储区存放用户编制的用户程序。不同类型的 PLC,其存储容量各不相同。

三、电源

PLC 的电源在整个系统中起着十分重要的作用。如果没有一个良好的、可靠的电源系统是无法正常工作的,因此 PLC 的制造商对电源的设计和制造也十分重视。

一般交流电压波动在 $\pm 10\%$ ($\pm 15\%$) 范围内,可以不采取其他措施而将 PLC 直接连接到交流电网上去。

第七节 PLC 的工作原理

最初研制生产的 PLC 主要用于代替传统的由继电器接触器构成的控制装置,但这两者的运行方式是不相同的:

(1) 继电器控制装置采用硬逻辑并行运行的方式,即如果这个继电器的线圈通电或断电,该继电器所有的触点(包括其常开或常闭触点)在继电器控制线路的哪个位置上都会立即同时动作。

(2) PLC 的 CPU 则采用顺序逻辑扫描用户程序的运行方式,即如果一个输出线圈或逻辑线圈被接通或断开,该线圈的所有触点(包括其常开或常闭触点)不会立即动作,必须等扫描到该触点时才会动作。

为了消除二者之间由于运行方式不同而造成的差异,考虑到继电器控制装置各类触点的动作时间一般在 100ms 以上,而 PLC 扫描用户程序的时间一般均小于 100ms,因此,PLC 采用了一种不同于一般微型计算机的运行方式——扫描技术。这样在对于 I/O 响应要求不高的场合,PLC 与继电器控制装置的处理结果上就没有什么区别了。

一、扫描技术

当 PLC 投入运行后,其工作过程一般分为三个阶段,即输入采样、用户程序执行和输出刷新三个阶段。完成上述三个阶段称作一个扫描周期。在整个运行期间,PLC 的 CPU 以一定的扫描速度重复执行上述三个阶段。