

“国家中等职业教育改革发展示范学校”项目建设校本系列教材

PLC及变频器 应用技术

PLC JI BIANPINQI
YINGYONG JISHU

主编 陈玉楼



郑州大学出版社

PLC 及变频器应用技术

主 编 陈玉楼
副主编 侯艳丽

郑州大学出版社
· 郑州 ·

图书在版编目(CIP)数据

PLC 及变频器应用技术/陈玉楼主编. —郑州: 郑州大学出版社, 2014. 6
“国家中等职业教育改革发展示范学校”项目建设校本系列教材
ISBN 978 - 7 - 5645 - 1472 - 3

I. ①P… II. ①陈… III. ①PLC 技术 - 中等专业学校 - 教材
②变频器 - 中等专业学校 - 教材 IV. ①TM571.6②TN773

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 113329 号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路 40 号

出版人: 王 锋

全国新华书店经销

郑州市诚丰印刷有限公司印制

开本: 787 mm × 1 092 mm 1/16

印张: 19.25

字数: 459 千字

版次: 2014 年 6 月第 1 版

邮政编码: 450052

发行电话: 0371 - 66966070

印次: 2014 年 6 月第 1 次印刷

书号: ISBN 978 - 7 - 5645 - 1472 - 3 定价: 31.00 元

本书如有印装质量问题, 由本社负责调换

作者名单

主 编 陈玉楼

副主编 侯艳丽

编 委 (按姓氏笔画顺序)

文顺女 申配锋 陈玉楼 侯艳丽

前 言

随着计算机技术的高速发展,我们结合 PLC 控制、变频器技术、触摸屏技术在现代科技领域中的广泛应用,以及各企业对机电一体化专业人才的需求,特此编写了适合高职高专机电类及相关专业使用的一体化教材《PLC 及变频器应用技术》一书。本教材分两部分,共六章。

第一部分侧重于 PLC 基础知识的掌握、使用方法及训练项目,包括三章内容。

第二部分侧重于变频器基础知识的掌握、训练项目及 PLC 与变频器间的通信,包括三章内容。

本书特点:

第一,在编写思想上,遵循“以坚实的理论为指导,结合技能训练,培养手脑并用、全面发展的技能人才”。

第二,在选择内容上,结合本校的实训设备以及当今职业院校学生的特点,以“系统性、直观性、循序渐进”的方法为中心,在知识介绍的过程中插入较多图片,使学生在学习中能够将复杂问题简单化,抽象问题直观具体化,达到理想的学习效果。

第三,在训练项目上,每个项目均按照任务要求、选用器件、电路连接、操作步骤、运行调试、项目评价、项目拓展、知识链接来进行编写,环环紧扣,使学生在训练过程中做到心中有数,并培养其独立创新的意识。

本书由陈玉楼主编,侯艳丽任副主编,文顺女、申配锋参与了编写。具体编写分工为:陈玉楼编写了第一章、第四章及序言,并进行本书的总监督指导工作,侯艳丽编写了第二章、第五章,申配锋编写了第三章,文顺女编写了第六章。

由于时间仓促及编者水平有限,书中错误和不足之处在所难免,肯请读者提出批评和建议。

编者
2013. 12

目 录

第一章 PLC 基础知识	1
任务一 认识 PLC	1
任务二 PLC 的分类与特点	4
任务三 PLC 的结构与工作原理	7
第二章 FX 系列 PLC 的使用知识	19
任务一 FX 系列 PLC 与计算机的连接和通信	19
任务二 编程软件的安装与使用	22
任务三 FX 系列 PLC 的编程语言	37
第三章 PLC 训练项目	40
项目一 三相交流异步电动机点动控制	40
任务一 电路设计与绘制	42
任务二 接线图绘制	43
任务三 安装电路	44
任务四 程序设计	55
任务五 调试	55
项目二 三相异步电动机连续运行控制电路	64
任务一 电路设计与绘制	65
任务二 接线图绘制	66
任务三 安装电路	67
任务四 程序设计	72
任务五 调试	72
项目三 三相异步电机连锁正反转控制	78
任务一 电路设计与绘制	80
任务二 接线图绘制	81
任务三 安装电路	81
任务四 程序设计	85

任务五 调试	86
项目四 三相异步电机正反转 Y - Δ 降压启动控制	91
任务一 电路设计与绘制	93
任务二 接线图绘制	94
任务三 安装电路	94
任务四 程序设计	98
任务五 调试	98
项目五 四节传送带的模拟	105
任务一 电路设计与绘制	106
任务二 安装电路	107
任务三 程序设计	110
任务四 调试	114
项目六 自动配料系统的模拟	117
任务一 电路设计与绘制	118
任务二 安装电路	120
任务三 程序设计	123
任务四 调试	125
项目七 轧钢机控制系统模拟	126
任务一 电路设计与绘制	128
任务二 安装电路	129
任务三 程序设计	132
任务四 调试	134
项目八 机械手控制的模拟	139
任务一 电路设计与绘制	141
任务二 安装电路	142
任务三 程序设计	143
任务四 调试	145
项目九 十字路口交通灯控制的模拟	151
任务一 电路设计与绘制	152
任务二 安装电路	154
任务三 程序设计	155
任务四 调试	157
第四章 变频器基础知识	163
任务一 认识变频器	163

任务二 变频器工作原理	169
第五章 变频器训练项目	176
项目一 变频器操作面板的使用	176
任务一 熟悉变频器操作面板	176
任务二 变频器基本功能参数的设定	182
项目二 变频器外部端子点动控制	187
项目三 变频器控制电动机正反转	192
项目四 变频器多段速调速选择	198
项目五 变频器无级调速	204
项目六 外部模拟量(电压/电流)方式的变频调速控制	210
项目七 基于 PLC 变频器外部端子的电机正反转控制	215
任务一 电路的设计与绘制	217
任务二 电路连接	218
任务三 变频器功能参数设定	220
任务四 PLC 程序设计	221
任务五 运行调试	225
项目八 基于 PLC 数字量方式多段速控制	230
任务一 电路的设计与绘制	232
任务二 电路连接	234
任务三 变频器功能参数设定	235
任务四 PLC 程序设计	236
任务五 运行调试	240
第六章 PLC 与变频器的通信控制	243
项目一 基于通信方式的电动机正、反、停控制	243
任务一 电路的设计与绘制	245
任务二 电路连接	246
任务三 变频器功能参数设定	248
任务四 PLC 程序设计	249
任务五 运行调试	250
项目二 基于通信方式的频率、电流、电压控制	257
任务一 电路的设计与绘制	260
任务二 电路连接	261
任务三 变频器功能参数设定	263
任务四 PLC 程序设计	264

任务五 触摸屏画面设计	266
任务六 运行调试	276
项目三 基于通信方式的写入频率控制	280
任务一 电路的设计与绘制	282
任务二 电路连接	283
任务三 变频器功能参数设定	285
任务四 PLC 程序设计	286
任务五 触摸屏画面设计	292
任务六 运行调试	293
附录	296
参考文献	298

第一章 PLC 基础知识

【本章知识简介】

PLC 是一种可编程逻辑控制器,主要应用在工业自动化控制领域,在各行各业应用十分广泛,是现代工业自动化的三大支柱之一,它编程简单、方便使用、功能完善、通用性强、设计安装简单维护方便、可靠性高、抗干扰能力强、体积小、重量轻、能耗低、结构紧凑,是机电一体化的理想设备。

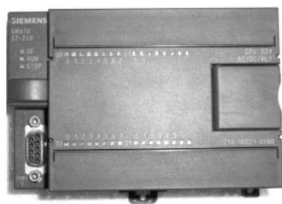
【应知应会目标】

- (1) 了解 PLC 的功能及应用。
- (2) 了解 PLC 的分类。
- (3) 了解 PLC 的结构及工作原理。

任务一 认识 PLC

一、实物展示各种 PLC 外形图

各种 PLC 外形如图 1-1 ①~⑬所示。



①SIEMENS S7 200



②SIEMENS S7 300

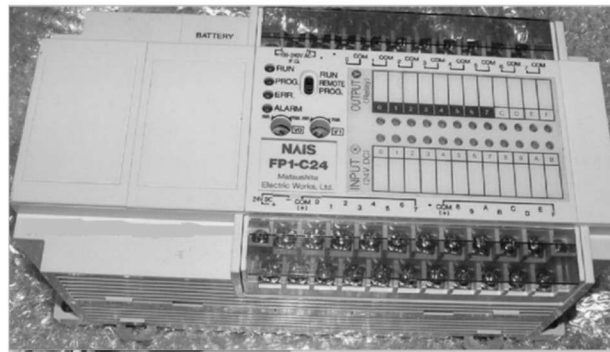
图 1-1



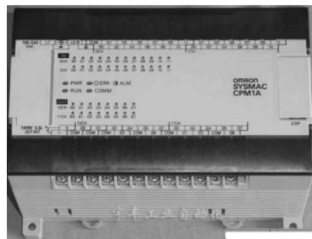
③SIEMENS S7 300



④SIEMENS S7 400



⑤松下FP1-C24



⑥欧姆龙PLC



⑦Q plc

图 1-1



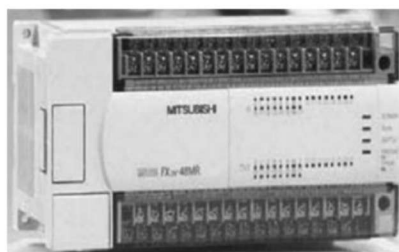
⑧A PLC



⑨fx3UC



⑩fx3U



⑪2N



⑫和利时



⑬深圳三菱

图 1-1 PLC 外形图

二、什么是 PLC

1969年,被称为可编程的逻辑控制器,简称 PLC(programmable logic controller)。20世纪70年代后期,随着微电子技术和计算机技术的迅猛发展,称其为可编程控制器,简

称 PC(programmable controller) 。但由于 PC 容易和个人计算机(personal computer) 相混淆,故人们仍习惯地用 PLC 作为可编程控制器的缩写。

可编程序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。它采用了可编程序的存储器,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的指令,并通过数字的、模拟的输入和输出,控制各种类型的机械运动或生产过程。

三、PLC 的产生历史

(1) 1968 年,美国最大的汽车制造厂家通用汽车公司(GM 公司) 提出设想。

(2) 1969 年,美国数字设备公司研制出了世界上第一台 PLC,型号为 PDP - 14。

(3) 第一代:从第一台可编程控制器诞生到 20 世纪 70 年代初期。其特点是:CPU 由中小规模集成电路组成,存储器为磁芯存储器。

(4) 第二代:20 世纪 70 年代初期到 70 年代末期。其特点是:CPU 采用微处理器,存储器采用 EPROM。

(5) 第三代:20 世纪 70 年代末期到 80 年代中期。其特点是:CPU 采用 8 位和 16 位微处理器,有些还采用多微处理器结构,存储器采用 EPROM、EAROM、CMOSRAM 等。

(6) 第四代:20 世纪 80 年代中期到 20 世纪 90 年代中期。PLC 全面使用 8 位、16 位微处理芯片的位片式芯片,处理速度也达到 $1 \mu\text{s}/\text{步}$ 。

(7) 第五代:20 世纪 90 年代中期至今。PLC 使用 16 位和 32 位的微处理器芯片,有的已使用 RISC 芯片。

四、可编程控制器的发展趋势

(1) 向高速度、大存储容量方向发展。CPU 处理速度进一步加快,存储容量进一步扩大。

(2) 控制系统将分散化。分散控制、集中管理的原则。

五、可编程控制器的应用

可编程控制器的应用十分广泛,制造业、建筑与环保业、医疗保健业、食品工业、交通业、农业与渔业等均涉及到。具体使用的环节为开关量的逻辑控制、模拟量控制、运动控制模块、过程控制、数据处理、大型控制网络等。

任务二 PLC 的分类与特点

PLC 产品种类繁多,其规格和性能也各不相同。对 PLC 的分类,通常根据其结构形式的不同、功能的差异和 I/O 点数的多少等进行大致分类。

一、按结构形式分类

根据 PLC 的结构形式,可将 PLC 分为整体式和模块式两类。

(1) 整体式 PLC。整体式 PLC 是将电源、CPU、I/O 接口等部件都集中装在一个机箱内,具有结构紧凑、体积小、价格低的特点。小型 PLC 一般采用这种整体式结构。整体式 PLC 由不同 I/O 点数的基本单元(又称主机)和扩展单元组成。基本单元内有 CPU、I/O 接口、与 I/O 扩展单元相连的扩展口,以及与编程器或 EPROM 写入器相连的接口等。扩展单元内只有 I/O 和电源等,没有 CPU。基本单元和扩展单元之间一般用扁平电缆连接。整体式 PLC 一般还可配备特殊功能单元,如模拟量单元、位置控制单元等,使其功能得以扩展。

(2) 模块式 PLC。模块式 PLC 是将 PLC 各组成部分,分别做成若干个单独的模块,如 CPU 模块、I/O 模块、电源模块(有的含在 CPU 模块中)以及各种功能模块。模块式 PLC 由框架或基板和各种模块组成。模块装在框架或基板的插座上。这种模块式 PLC 的特点是配置灵活,可根据需要选配不同规模的系统,而且装配方便,便于扩展和维修。大、中型 PLC 一般采用模块式结构。

还有一些 PLC 将整体式和模块式的特点结合起来,构成所谓叠装式 PLC。叠装式 PLC 其 CPU、电源、I/O 接口等也是各自独立的模块,但它们之间是靠电缆进行连接,并且各模块可以一层层地叠装。这样,不但系统可以灵活配置,还可做得体积小巧。

二、按功能分类

根据 PLC 所具有的功能不同,可将 PLC 分为低档、中档、高档三类。

(1) 低档 PLC。具有逻辑运算、定时、计数、移位以及自诊断、监控等基本功能,还可有少量模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、通信等功能。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 PLC。除具有低档 PLC 的功能外,还具有较强的模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、数制转换、远程 I/O、子程序、通信联网等功能。有些还可增设中断控制、PID 控制等功能,适用于复杂控制系统。

(3) 高档 PLC。除具有中档机的功能外,还增加了带符号算术运算、矩阵运算、位逻辑运算、平方根运算及其他特殊功能函数的运算、制表及表格传送功能等。高档 PLC 机具有更强的通信联网功能,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。

三、按 I/O 点数分类

根据 PLC 的 I/O 点数的多少,可将 PLC 分为小型、中型和大型三类。

(1) 小型 PLC——I/O 点数 < 256 点;单 CPU、8 位或 16 位处理器、用户存储器容量在 4 kB 以下。

如: GE - I 型	美国通用电气(GE) 公司
TI100	美国德州仪器公司
F、F1、F2	日本三菱电气公司
C20 C40	日本立石公司(欧姆龙)
S7 - 200	德国西门子公司



EX20 EX40 日本东芝公司
SR - 20/21 中外合资无锡华光电子工业有限公司

(2) 中型 PLC——I/O 点数 256 ~ 2048 点; 双 CPU, 用户存储器容量为 2 ~ 8 kB。

如: S7 - 300 德国西门子公司
SR - 400 中外合资无锡华光电子工业有限公司
SU - 5、SU - 6 德国西门子公司
C - 500 日本立石公司
GE - III GE 公司

(3) 大型 PLC——I/O 点数 > 2048 点; 多 CPU, 16 位、32 位处理器, 用户存储器容量为 8 ~ 16 kB。

如: S7 - 400 德国西门子公司
GE - IV GE 公司
C - 2000 立石公司
K3 三菱公司等

四、可编程控制器的主要功能

PLC 系统一般由以下基本功能构成: 多种控制功能; 数据采集、存储与处理功能; 输入/输出接口调理功能; 通信联网功能。

(1) 多种控制功能。逻辑控制: PLC 具有与、或、非、异或和触发器等逻辑运算功能, 可以代替继电器进行开关量控制。

定时控制: 它为用户提供了若干个电子定时器, 用户可自行设定: 接通延时、关断延时和定时脉冲等方式。

计数控制: 用脉冲控制可以实现加、减计数模式, 可以连接码盘进行位置检测。

顺序控制: 在前道工序完成之后, 就转入下一道工序, 使一台 PLC 可作为多部步进控制器使用。

(2) 数据采集、存储与处理功能数学运算功能。

基本算术: 加、减、乘、除。

扩展算术: 平方根、三角函数和浮点运算。

比较: 大于、小于和等于。

数据处理: 选择、组织、规格化、移动和先入先出。

模拟数据处理: PID、积分和滤波。

(3) 输入/输出接口调理功能: 具有 A/D、D/A 转换功能, 通过 I/O 模块完成对模拟量的控制和调节。位数和精度可以根据用户要求选择。具有温度测量接口, 直接连接各种电阻或电偶。

(4) 通信、联网功能: 现代 PLC 大多数都采用了通信、网络技术, 有 RS232 或 RS485 接口, 可进行远程 I/O 控制, 多台 PLC 可彼此间联网、通信, 外部器件与一台或多台可编程控制器的信号处理单元之间, 实现程序和数据交换, 如程序转移、数据文档转移、监视和诊断。

五、可编程控制器的主要特点

(1) 可靠性高。PLC 的 MTBF 一般在 40 000 ~ 50 000 h 以上, 西门子、ABB、松下等小型 PLC 可达 10 万 h 以上, 而且均有完善的自诊断功能, 判断故障迅速, 便于维护。

(2) 模块化组合灵活 可编程控制器是系列化产品, 通常采用模块结构来完成不同的任务组合。I/O 为 8 ~ 8192 点, 有多种机型、多种功能模板可灵活组合, 结构形式也是多样的。

(3) 功能强。PLC 应用微电子技术和微计算机, 简单形式都具有逻辑、定时、计数等顺序控制功能。基本形式再加上模拟 I/O、基本算术运算、通信能力等。复杂形式除了具有基本形式的功能外, 还具有扩展的计算能力、多级终端机制、智能 I/O、PID 调节、过程监视、网络通信能力、远程 I/O、多处理器和高速数据处理能力。

(4) 编程方便。PLC 适用针对工业控制的梯形图、功能块图、指令表和顺序功能表图 (SFC) 编程, 不需要太多的计算机编程知识。新的编程工作站配有综合的软件工具包, 可在任何兼容的个人计算机上编程。

(5) 适应工业环境。PLC 的技术条件能在一般高温、振动、冲击和粉尘等恶劣环境下工作, 能在强电磁干扰环境下可靠工作。这是 PLC 产品的市场生存价值。

(6) 安装、维修简单。与计算机系统相比, PLC 安装不需要特殊机房和严格的屏蔽。使用时只要各种器件连接无误, 系统便可工作, 各个模块上设有运行和故障指示装置, 便于查找故障, 大多数模块可以带电插拔, 模块可更换, 使用户可以在最短的时间内查出故障, 并排除, 最大限度地压缩故障停机时间, 使生产迅速恢复。然后再对故障模块进行修复, 这对大规模生产场合尤为适宜。一些 PLC 外壳由可在不良工作环境下工作的合金组成, 结构简单, 上面带有散热槽, 在高温下, 该外壳不像塑料制品那样变形, 还可抗无线电频率 (RF 高频) 电磁干扰、防火等。

(7) 运行速度快。随着微处理器的应用, PLC 的运行速度增快, 使它更符合处理高速度复杂的控制任务, 它与微型计算机之间的差别不是很明显。

(8) 总价格低。PLC 的重量、体积、功耗和硬件价格一直在降低, 虽然软件价格占的比重有所增加, 但是各厂商为了竞争也相应地降低了价格。另外, 采用 PLC 还可以大大缩短设计、编程和投产周期, 使总价格进一步降低。

任务三 PLC 的结构与工作原理

字串可编程控制器的外部结构前面已有照片展示, 可以看到外部有电源接口、输入/输出接口、通信接口等, 其内部构造如何? 不同的 PLC 有不同的结构与组成, 但基本结构是相似的, 都有 CPU、存储器 (ROM/RAM)、输入接口电路、输出接口电路、模拟量输入接口电路、模拟量输出接口电路、电源电路、通信接口等。图 1-2 为一个简单的 PLC 内部结构照片, 从中看到其中的 CPU、串口、ROM/RAM、I/O 接口等。

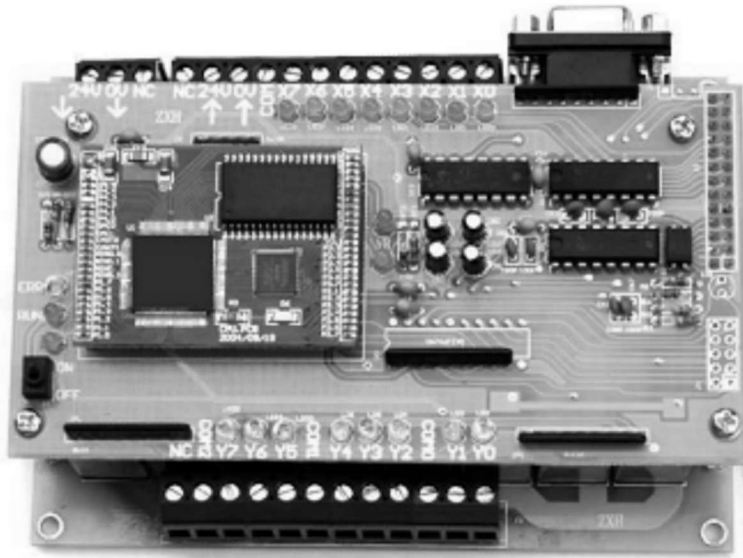


图 1-2 内部结构

一、PLC 基本结构

如图 1-3 为三菱 FX2N-48 外部结构图,图 1-4 为其硬件构成图。

1. 中央处理单元(CPU)

(1) PLC 常用的 CPU 有以下三类:

通用微处理器(如 Z80、8086、80286 等),中型 PLC 采用(16 位机)。

单片微处理器(如 8031、8096 等),小型 PLC 采用(8 位机)。

多片式微处理器(如 AMD29W 等),大型 PLC 采用(32 位机)。

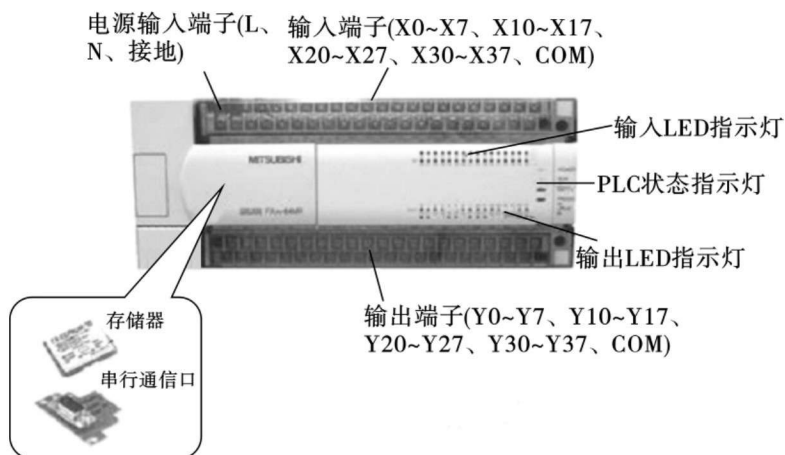


图 1-3 三菱 FX2N-48 外部结构