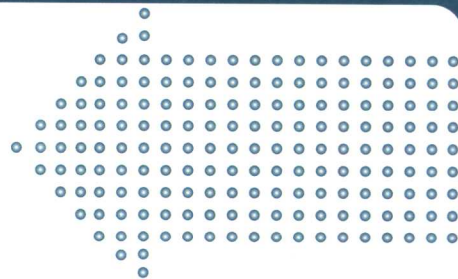
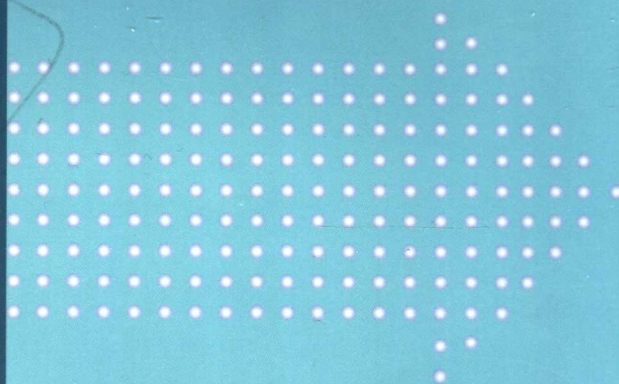
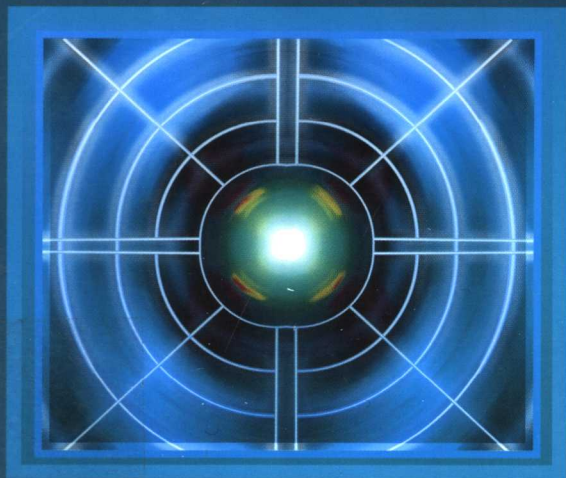


21世纪国家级工程训练中心创新实践规划教材



可编程控制器 应用与实践教程



● 王乐天 编著

上海交通大学出版社

21 世纪国家级工程训练中心创新实践规划教材

可编程控制器应用与实践教程

王乐天 编著

上海交通大学出版社

内 容 简 介

本书较详细介绍三菱电机自动化公司的 FX 系列可编程控制器(PLC)的基本使用方法。包括硬件结构及输入输出与外设接口、编程软件和编写技巧、PLC 的控制方式和 PLC 在工程控制中的应用。同时对 PLC 与计算机通信、PLC 与网络控制及人机接口也作了较详细的介绍,且编制了大量的 PLC 控制的实例及 PLC 在工程控制中的具体应用案例。

本书由浅入深、内容注重实践,通过学习可以让读者在了解 PLC 知识的基础上,开发 PLC 如何对工程控制设计的概念,以及 PLC 在实际应用中应注意的方法,对程序编写技巧能得到有益的帮助,从而提高读者在 PLC 应用控制中的实际设计能力。

该书可作为高等学校机电工程各类学生的教材,也可供从事机电控制的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器应用与实践教程/王乐天编著. —上海:上海交通大学出版社,2007

ISBN978-7-313-04915-5

I. 可... II. 王... III. 可编程序控制器—教材 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 115212 号

可编程控制器应用与实践教程

王乐天 编著

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:韩建民

上海交大印务有限公司印刷 全国新华书店经销

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:8.75 字数:212 千字

2007 年 9 月第 1 版 2007 年 9 月第 1 次印刷

印数:1-3 050

ISBN978-7-313-04915-5/TP·675 定价:15.00 元

版权所有 侵权必究

前 言

可编程序控制器(PLC)是在继电器控制技术、计算机技术和通信技术的基础上发展起来的。PLC 以微处理器为核心,用梯形图形式编写程序进行逻辑控制、定时、计数和算术运算等,通过模拟量和数字量的输入/输出来控制工程电气设备,取代传统电气控制方式。PLC 以其功能强、可靠性高、以梯形图形式与电路图符号表达相近、编程易学、操作简单、使用方便以及体积小、功耗低等突出优点,现已广泛应用于工程控制的各个领域。

PLC 自 20 世纪 60 年代末问世至今,其控制功能已经发生巨大变化,新型 PLC 产品具有更强的逻辑控制、过程控制、运动控制、数据处理和网络通信功能。随着计算机软件不断开发,各种新的计算机界面控制软件产生使 PLC 实际应用有更大的发展空间。

在竞争日益激烈的今天,掌握 PLC 程序设计和硬件接口设计是从事工程控制、研发技术人员必须掌握的一门专业技术。虽然全世界制造 PLC 及其网络产品的公司很多,如日本的三菱、日立、松下、欧姆龙,美国 GE、TI、GM,德国的西门子、AEG 等,他们的硬件结构、编程语言和支持环境也不尽相同,但是他们的工作原理和基本指令却大同小异。为帮助读者在学习 PLC 基础理论的同时,本书着重用实例来介绍、阐述传统电气控制与 PLC 控制之间的优劣、电气原理图与梯形图之间的表达关系。从基本功能、简单编程、特殊功能指令分析与举例,使读者能逐步理解 PLC 硬件和软件结合使用,形成具有独立设计、用 PLC 控制工程项目的能力。本书为了使读者更好地掌握 PLC 应用技术,编写了大量模拟应用实例和工程应用案例,从一些实用的日常生活中所见所闻的例子,既可开阔读者视野,又增强他们学习气氛;既锻炼了设计、编程,又提高了 PLC 应用于现代工程控制的能力。

本书选择日本三菱微型可编程控制器,并以 FX 系列机型为背景,介绍了 PLC 基本使用方法、硬件结构、输入/输出接口电路、编程指令系统、编程技术;以工程应用为实际训练的目标,加强了技术应用和工程实践环节;最后介绍 FX 系列的 PLC 之间的通信和计算机通信网络控制,反映了 PLC 技术动态发展,以满足大专院校相关学生工程实践和工程技术人员实际应用的需要。

全书总共分为五个章节,其中第 1、2 章阐述 PLC 的基础知识;第 3、4 章以 PLC 技术应用实例介绍和工程实践案例的应用;第 5 章介绍 PLC 网络通信知识及应用的方法。本书由王乐天高级工程师负责编写,由刘利副教授主审,陈正航副教授及王显正教授认真审阅了全书,并提出了许多宝贵的意见,在此表示衷心的感谢!

本书在编写和出版的过程中,吕恬生教授给予了悉心指导,我的同事徐季旻、董德礼、徐兆宏也给大力支持和帮助,浙江求是科教设备有限公司为此书提供了许多应用实例,谨在此一并表示衷心的感谢!

由于编者的水平有限,书中错漏恳请广大读者批评指正。

编 者

2007 年 5 月

目 录

第 1 章 PLC 的硬件结构及使用	1
1.1 PLC 硬件的基本配置	1
1.2 PLC 硬件配制及技术规格	3
1.3 FX _{2N} 系列 PLC 的功能模块	6
1.4 FX _{2N} 系列 PLC 软件系统及工作环境	7
1.5 继电器与 PLC 编程控制系统	8
第 2 章 PLC 编程语言及程序设计	11
2.1 PLC 编程语言	11
2.2 FX 系列 PLC 的基本逻辑指令	12
2.3 PLC 编程方式技巧及应用	18
2.4 PLC 功能指令应用	22
2.5 FX-20P-E 编程器使用	27
2.6 编程软件简介和使用	37
第 3 章 PLC 综合技术应用	44
3.1 顺序控制	44
3.2 电动机控制	46
3.3 指令的综合应用	50
3.4 移位指令的应用	58
3.5 传送、交替及子程序调用指令应用	63
3.6 三相步进电机控制	66
3.7 运料小车运动控制	68
第 4 章 工程应用案例	71
4.1 PLC 在自动播种机装置的应用	73
4.2 PLC 在气动蠕动缆索机器人中的应用	81
4.3 PLC 在自动立体仓库物流加工装置的应用	86
4.4 PLC 在大棚种植的自动灌溉装置的应用	98
第 5 章 PLC 通信网络及其应用	104
5.1 PLC 通信技术基础	104
5.2 工业局域网简介	113

5.3 PLC 网络通信应用	122
思考题	125
设计题	126
附录	128

第 1 章 PLC 的硬件结构及使用

可编程控制器(Programmable Logic Controller),简称 PLC。它是一种以微电处理器为基础的通用工业控制装置。它应用广泛、功能性强、使用方便,已成为控制各种机械设备和自动化控制系统的重要工具。在计算机技术、通信技术和继电器控制技术的发展过程中,PLC 不仅取代单纯的继电器逻辑控制,而转变为一个集成的顺序逻辑控制、算术运算和面向用户操作等功能的装置。可编程控制器根据工业环境应用而设计,因此,普及推广 PLC 控制技术对提高我国工业自动化控制水平及生产效率有十分重要的意义。

工业自动化、机电一体化的要求不断提高,PLC 产品经过更新换代,现代的 PLC 具有逻辑控制功能、过程控制功能、运动控制功能、数据处理功能和网络通信功能等,它已成为当今工业自动化系统领域的主要支柱。

1.1 PLC 硬件的基本配置

PLC 的基本结构主要有三部分:中央处理器(CPU)、存储器系统的 ROM 和 RAM 及输入和输出模块(见图 1-1)。系统内部采用总线结构进行数据和指令传输。

输入接口接收外部的开关量信号、模拟信号及各种传感器的检测信号,作为输入信号传递给中央处理器。CPU 根据指令对输入信号进行逻辑判断和数据处理,并将一些数据暂存在存储器 RAM 中,而对处理结果产生的输出信号,通过输出接口控制和驱动外部设备。

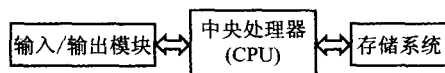


图 1-1 PLC 硬件结构框图

1.1.1 中央处理器(CPU)

CPU 模块相当于人的大脑,它不断地控制、协调整个系统运行,它的主要功能如下:

- * CPU 模块接收、存储用户通过编程器输入或其他输入设备的程序和数据。
- * 以顺序扫描方式接收输入单元的输入变量、状态数据并存入相应的数据存储器。
- * 利用错误校验技术监控存储和通信状态,诊断内部电路的工作状态、电源状态和用户编程中语言错误。
- * 完成数据处理、传输和存储,执行用户程序,并根据数据处理的结果产生相应的内部控制信号,完成用户规定操作动作。
- * 响应外围设备的请求,执行外围设备提出的命令。

1.1.2 存储器

存储器分为随机存取存储器 RAM、只读存储器 ROM、紫外线可擦除可编程只读存储器 EPROM 和电可擦除可编程只读存储器 EEPROM。

(1) RAM 存储器是一种随机存取存储器,CPU 可随时对它进行读写。这种存储器主要

用来存储用户正在调试和修改的程序以及各种暂存的数据、中间变量等。RAM 是中高密度、低功耗、价格便宜的存储器。可用锂电池作为备用电源。一旦交流电停电,用锂电池维持供电,以保持 RAM 内部停电前的数据。

(2) ROM 存储器是一种只能读出,不能写入的存储器。即:电源消失,仍能保持存储的内容,ROM 存储的是 PLC 系统程序。

(3) EPROM 是一种可用紫外线擦除的可编程只读存储器,CPU 只能从中读出但不能写入。EPROM 主要是用来存放 PLC 的操作系统和监控程序。EPROM 具有高密度、低价格的特点,用户要擦除其内容,须将 EPROM 芯片用紫外线照射,EPROM 将内容失去,用户可重新编入新的内容。

(4) EEPROM 存储器是一种电可擦除可编程只读存储器。它既可按字节进行擦除和重新编程,又有整个芯片擦除功能,具有 RAM 的编程灵活性和 ROM 的不易丢失的特性。EEPROM 广泛用于需要在系统里不断刷新的场合。

1.1.3 输入/输出模块

输入/输出模块作为 PLC 向外设进行联系的主要部件,也是与工业生产过程控制直接发生关系的模块。典型数字量 PLC 的输入/输出模块与外部负载连接方式如图1-2所示。

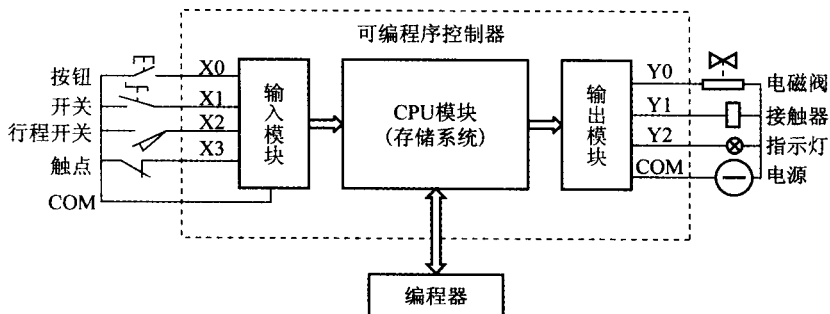


图 1-2 数字量 PLC 的输入/输出与外部负载连接示意图

在实际控制系统中,输入变量是多种多样的,按信号类型可分为数字量和模拟量等。如温度、压力、液位、流量、速度、电压等为模拟量输入信号,而开关、按钮、继电器触点、行程开关等属于数字量信号。

相应输入和输出模块可分为数字量输入(DI)模块、数字量输出(DO)模块、模拟量输入(AI)模块、模拟量输出(AO)模块等。

1.1.4 外部设备

1. 人机接口装置

人机接口是用来实现操作人员与 PLC 控制系统之间的对话和相互作用。如:安装在控制台上的按钮、指示灯、拨码开关、转换开关、LED 数字显示器和声光报警器等。它用来指示 PLC 的 I/O 系统状态的信息。

终端 CRT 是一种“半智能”的人机接口,它可以长期安装在操作台和控制柜的面板上。CRT 分为单色和彩色的,通过通信接口接收来自外部的信息并在 CRT 上显示出来,同时也可

显示操作员按动面板上操作键的工作状况。如:显示模块 FX-10DM-E 通过电缆与 PLC 相连,可以监视操作过程和修改设定的数据参数。

触摸屏被称为“智能”终端,是 PLC 控制系统中较先进的人机接口。它有自己的微处理器,有单色和彩色的,操作员能够直接在触摸屏上操作,快速地与 PLC 交换信息。它通过通信接口,也可以通过本地的通信网络接口与 PLC 相连。GOT-900 系列操作终端通过 RS-232 或 RS-485 接口与 PLC 通信,操作终端上的触摸键可以选择和控制状态画面,按所需求来设置在某种参数条件下的状态的画面。

2. 编程器和编程软件

编程器是 PLC 重要的外部设备,编程器将用户指令通过编程语言送到 PLC 的用户程序存储器。编程器不仅能对程序进行写入、读出、修改,还能对 PLC 的工作进行监控,是用户和 PLC 之间人机对话的媒体。如:FX-10P-E 和 FX-20P-E 两款手持式编程器可以用于现场调试和维修。随着计算机技术的不断进步,手持式编程器有缺欠,只能输入和编辑指令助记符,不能输入梯形图。SWOPC-FXGP/WIN-C 编程软件是 FX 系列的 PLC 汉化软件,可以直接在 Windows 操作系统中操作运行,编程软件进行编程可以使用梯形图和指令表,在 PC 机上方便直观进行程序修改、编辑和调试,因而传统的编程器将逐步被功能强大的编程软件所取代。

1.2 PLC 硬件配置及技术规格

PLC 按结构可分为整体式和模块式两类。整体式 PLC 是将电源、CPU、存储器、输入/输出单元等各功能部件集中在一个机壳内,具有结构紧凑、体积小、价格低的特点;模块式 PLC 是将各个功能部件做成独立模块,如电源模块、CPU 模块、I/O 模块等,然后按需要进行组合。

PLC 按控制规模大小可分小型、中型和大型。其中小型 PLC 的 I/O 点数在 128 点以下,存储容量在 2~4K 以内,中型 PLC 的 I/O 点数在 512 点以下,存储容量在 4~16K 以内,大型 PLC 的 I/O 点数在 8192 点以下,存储容量在 64~128K 以内。它们具有逻辑运算、定时、计数、移位、自诊断和监控等基本功能。

1.2.1 PLC 各部件的主要功能

FX_{2N} 系列 PLC 外形如图 1-3 所示。FX_{2N} 系列 PLC 是目前 FX 系列中功能最强的机型,具有速度快、通信功能强、逻辑选件以及定位控制等特点,能满足从 16~256 个 I/O 点的要求很高的控制系统使用。

1. FX_{2N} 系列 PLC 面板部件

FX_{2N} 系列 PLC 的面板由三部分组成:外部接线端子、指示部分和接口部分。各部分的组成及功能如下:

(1) 外部接线端子:包括 PLC 电源(L、N)、输入用直流电源(24+、COM)、输入端子(X)、输出端子(Y)和机器接地等。它们位于机器两侧可拆卸的端子排上,均有相对应的编号,便于用户对号入座接线。

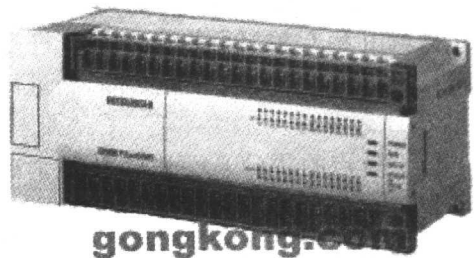


图 1-3 FX_{2N} 系列 PLC 外形图

(2) 指示部分:包括各输入/输出点状态指示、机器电源指示(POWER)、机器运行状态指示(RUN)、用户程序存储器后备电池指示(BATT. V)和程序错误或 CPU 错误指示(PROG-E、CPU-E)等用于反映 I/O 点和机器的状态。

(3) 外设接口部分:主要包括编程器接口、存储器接口、扩展接口和特殊功能模块接口等。在机器面板上,还设置了 PLC 运行模式转换开关 SW(RUN/STOP),RUN 使机器处于运行状态(RUN 指示灯亮),STOP 使机器处于停止运行状态(RUN 指示灯灭)。当机器处于 STOP 状态时,可以进行程序的写入、编辑和修改。接口的作用是完成基本单元同编程器、外部存储器、扩展单元和特殊功能模块的连接。

2. PLC 机器电源

FX_{2N} 系列 PLC 机器电源有两组电源端子,分别用于 PLC 电源的输入和输入回路所用直流电源的供出。其中 L、N 是 PLC 的输入端子,额定电压为 AC 100~220 V(电压允许范围 AC 85~264 V),50/60 Hz;+24 V、COM 是机器为输入回路提供的直流 24 V 电源,其正极在机器内已与输入回路连接。当某输入点给定输入信号时,只需将 COM 通过设备接入对应的输入点,一旦 COM 与对应点接通,该点就为 ON,此时对应输入指示灯就点亮。PLC 的接地端子用于 PLC 的接地保护。

3. I/O 点的类别、编号和使用

I/O 端子是 PLC 与外部输入、输出设备连接的通道。输入端子(X)位于机器的上端,而输出端子(Y)位于机器的下端。虽然 I/O 点的数量、类别随机器的型号不同而不同,但 I/O 点的数量相等及编号规则完全相同。FX 系列 PLC 的 I/O 点编号采用 8 进制,即 000~007、010~017、020~027...,输入点前面加“X”,输出点前面加“Y”。扩展单元和 I/O 扩展模块的 I/O 点编号应紧接着基本单元的 I/O 编号之后,依此分配编号。

I/O 点的作用是将 I/O 设备与 PLC 进行连接,使 PLC 与现场设备构成控制系统,以便从现场通过输入设备(元件)得到信息(输入),或将经过处理后的控制命令通过输出设备(元件)送到现场(输出),从而实现自动控制目的。

输入回路的实现是将 COM 通过输入元件(按钮、转换开关、行程开关、继电器触点、传感器等)连接到对应的输入点上,再通过输入点(X)将信息送到 PLC 内部。一旦某个输入元件状态发生变化,对应输入继电器(X)的状态也就随之变化,PLC 在输入采样阶段即可获得这些信息。

输出回路就是 PLC 的负载驱动回路,通过输出点,将负载和负载电源连接成一个回路,这样负载就由 PLC 输出点的 ON/OFF 进行控制,输出点动作使负载得到驱动。负载电源的规格根据负载的需要和输出点技术规格进行选择。

4. 注意事项

1) I/O 点的共 COM 问题 一般情况下,每个 I/O 点应有两个端子,为减少 I/O 端子个数,PLC 内部已将其中一个 I/O 继电器的端子与公共端 COM 连接。

2) 输出点技术规格 不同的输出类别有不同的技术规格。应根据负载的类别、大小、负载电源的等级、响应时间等选择不同类别的输出形式。

3) 负载和不同负载电源共存的处理 在输出共用一个公共端子 COM 的范围内,必须用同一电压类别和同一电压等级;而不同公共点组可使用不同电压类型和电压等级的负载。输入/输出回路连线如图 1-4 所示。

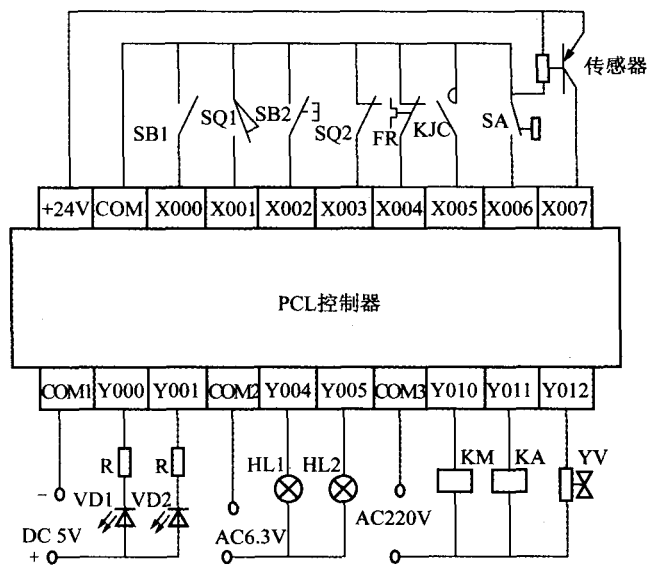


图 1-4 输入与输出回路的连线示意

1.2.2 PLC 的技术指标

FX 系列 PLC 的输入、输出技术指标见表1-1、1-2。

表 1-1 FX 系列 PLC 输入技术指标

输入电压	DC 24 V±10%	
元件号	X0~X7	其余输入点
输入信号电压	DC 24 V±10%	
输入信号电流	DC 24 V 7 mA	DC 24 V 5 mA
输入开关电流 OFF→ON	>4.5 mA	>3.5 mA
输入开关电流 ON→OFF	<1.5 mA	
输入响应时间	10 ms	
可调节输入响应时间	X0~X17 为 0~60 ms(FX _{2N})，其余系列 0~15 ms	
输入信号形式	无电压触点，或 NPN 集电极开路输出晶体管	
输入状态显示	输入 ON 时 LED 灯亮	

表 1-2 FX 系列 PLC 输出技术指标

项 目		继电器输出	晶闸管输出(仅 FX _{2N})	晶体管输出
外部电源		最大 AC 240 V 或 DC 30 V	AC 85 V~242 V	DC 5 V~30 V
最大负载	电阻负载	2A/1 点 8A/COM	0.3A/1 点 0.8A/COM	0.5A/1 点 0.8A/COM
	感性负载	80 VA AC 120/240 V	36 VA AC 240 V	12W DC 24 V
	灯负载	100W	30W	0.9W/DC 24 V(FX _{1S}) 其他系列 1.5W/DC24 V

(续表)

项 目		继电器输出	晶闸管输出(仅 FX _{2N})	晶体管输出
最小负载		电压<DC 5 V 时 2 mA 电压<DC 24 V 时 5 mA(FX _{2N})	2.3 VA AC 240 V	—
响应 时间	OFF→ON	10 ms	1 ms	<0.2 ms;<5 μs(Y0Y1)
	OFF→ON	10 ms	10 ms	<0.2 ms;<5 μs(Y0Y1)
开路漏电源		—	2.4 mA/AC 240 V	0.1 mA/DC 30 V
电路隔离		继电器隔离	光敏晶闸管隔离	光耦合器隔离
输出动作显示		线圈通电时 LED 亮		

1.3 FX_{2N} 系列 PLC 的功能模块

常用 FX_{2N} 系列 PLC 可以由基本单元、扩展单元、特殊功能模块来组成,它的型号及功能如表1-3所示。

表 1-3 常用 FX_{2N} 系列 PLC 基本单元、扩展模块、特殊功能模块一览表

分 类	型 号	输入/输出		备 注
		I	O	
基本单元 (BU)	FX _{2N} —16 M	8	8	后缀:R 继电器输出型 T 晶体管输出型 S 可控硅输出型 有内部电源、CPU、I/O、能独立使用 (FX _{2N} -16 M 和 128 M 无可控硅输出型)
	FX _{2N} —32 M	16	16	
	FX _{2N} —48 M	24	24	
	FX _{2N} —64 M	32	32	
	FX _{2N} —80 M	40	40	
	FX _{2N} —128 M	64	64	
	FX _{2N} —32 ER/ET	16	16	有内部电源、I/O,无 CPU,不能独立使用, 只能与 BU 合并使用
	FX _{2N} —48 ER/ET	24	24	
扩展模块 (EB)	FX _{ON} —8 ER	4	4	无电源、无 CPU 仅提供 I/O,不能独立使用 用,电源由 BU 或 EU 得到
	FX _{ON} —8 EX	8	—	
	FX _{ON} —8 EYR/T	—	8	
	FX _{ON} —16 EX	16	—	
	FX _{2N} —16 EYR/T	—	16	
	FX _{2N} —16 EX	16	—	
扩展功能模块 (SEB)	FX _{2N} —16 EYR/T/S	—	16	FX _{2N} 与 FX ₂ 系列 SEB 连接的转换电缆
	FX _{2N} —CNV—IF	—	—	
	FX _{2N} —4DA	8	—	
	FX _{2N} —4AD	8	—	
	FX _{2N} —4AD—PT	8	—	
	FX _{2N} —4AD—TC	8	—	
	FX _{2N} —1HC	8	—	
	FX _{2N} —1PG	8	—	
特殊功能板	FX _{2N} —232IF	8	—	100 Kpps 脉冲输出模块
	FX _{2N} —8AV—BD	—	—	RS232C 通信接口
	FX _{2N} —422—BD	—	—	容量适配器 RS422 通信板

1.4 FX_{2N} 系列 PLC 软件系统及工作环境

PLC 的软件由系统程序 and 用户程序组成。

1. 系统程序

系统程序包括管理程序、用户指令解释程序以及提供系统调用的专用标准程序模块等。管理程序用于运行管理、存储空间分配管理和系统的自检,控制整个系统的运行;用户指令解释程序是把应用程序(梯形图)的输入翻译成机器语言;标准程序模块是由许多独立的程序块组成,各自能完成不同的功能。系统程序由 PLC 生产厂家提供,并固化在 EPROM 中,用户不能直接读写。

2. 用户程序

用户程序是用户根据控制要求,用 PLC 编程语言,如:梯形图或指令表编制的应用程序。用户通过编程器或 PC 机通信口写入到 PLC 的 RAM 内存中,可以修改和更新。当 PLC 断电时能被锂电池保持。PLC 的编程软元件实际是存储器单元,每个单元都有惟一的地址。为了满足不同的功能,存储器单元作了分区。因此,有不同类型的编程软元件,不同软元件具有不同的功能。FX_{2N} 系列 PLC 性能规格及编程软元件如表1-4所示。

表 1-4 FX_{2N} 系列 PLC 性能规格

项 目		性能规格
运算控制方式		存储程序反复运算
输入输出控制方式		批处理方式(执行 END 指令时成批刷新)
运算处 理速度	基本指令	0.08 μ S/指令
	应用指令	1.52~数百 μ S/指令
程序语言		逻辑梯形图及指令表,可以用步进梯形指令来生成顺序控制指令
程序容量		内存 8 000 步 EEPROM,使用附加存储器盒可以扩展到 16 000 步
指令数	基本、步进指令	基本指令(顺控)共 27 条,步进指令 2 条
	应用指令	128 条
I/O 设置		硬件配置最多 256 点,与用户选择有关;软件可设输入、输出各 256 点
辅助继 电器	通用辅助继电器	500 点, M0~M499
	锁存辅助继电器	2 572 点, M500~M3 071
	特殊辅助继电器	256 点, M8 000~M8 255
	初时化状态继电器	10 点, S0~S9
状态继 电器	通用状态继电器	490 点, S10~S499
	锁存状态继电器	400 点, S500~S899
	信号报警器	100 点, S900~S999
定时器	100 ms 定时器	200 点, T0~T199
	10 ms 定时器	46 点, T200~T245
	1 ms 定时器	4 点, T246~T249
	100 ms 积算定时器	6 点, T250~T255
计数器	16 位通用加计数器	16 位 100 点, C0~C99
	16 位锁存加计数器	16 位 100 点, C100~C199

(续表)

项 目		性能规格
计数器	32 位通用加减计数	32 位 20 点,C200~C219
	32 位锁存加减计数	32 位 15 点,C220~C234
高速计数器	1 相无起动复位输入	6 点,C235~C240
	1 相带起动复位输入	5 点,C241~C245
	2 相双向高速计数器	5 点,C246~C250
	A/B 相高速计数器	5 点,C251~C255
数据寄存器	通用数据寄存器	16 位 200 点,D0~D199
	锁存数据寄存器	16 位 7 800 点,D200~D7999
	文件寄存器	7 000 点,D1000~D7999,以 500 个为单位设置文件寄存器
	特殊寄存器	16 位 256 点,D8000~D8255
	变址寄存器	16 位 16 点,V0~V7,Z0~Z7
跳步指针	跳步和子程序调用	128 点,P0~P127
	中断用	6 点输入中断(I00□~I50□),3 点定时中断(I6~I8),6 点计数器中断
使用 MC 和 MCR 的嵌套层数		8 点,N0~N7
常数	十进制 K	16 位: -32 768~32 767 32 位: -2 147 483 648~2 147 483 647
	十六进制 H	16 位: 0~FFFF 32 位: 0~FFFFFFFF
	浮点数	32 位: $\pm 1.175 \times 10^{-38} \sim \pm 3.403 \times 10^{38}$

1.5 继电器与 PLC 编程控制系统

PLC 控制系统是在继电器控制系统基础上开发起来的,PLC 控制系统以编程的控制方式取代由继电器、接触器和电子元件等组成的逻辑控制系统。继电器控制在各元件之间通过布线来实现连接,如果控制系统较复杂些,继电器控制将增加大量元器件,控制装置将变得庞大且控制电路将较复杂,整个控制系统容易出错。PLC 控制分为硬件和软件两部分。硬件部分:将输入元件通过输入点与 PLC 连接,将输出元件通过输出点与 PLC 连接,构成 PLC 控制系统的硬件系统。软件部分:用 PLC 指令将所需的控制方式转变为 PLC 可接受的程序。图 1-5 为继电器控制与 PLC 控制的电路。

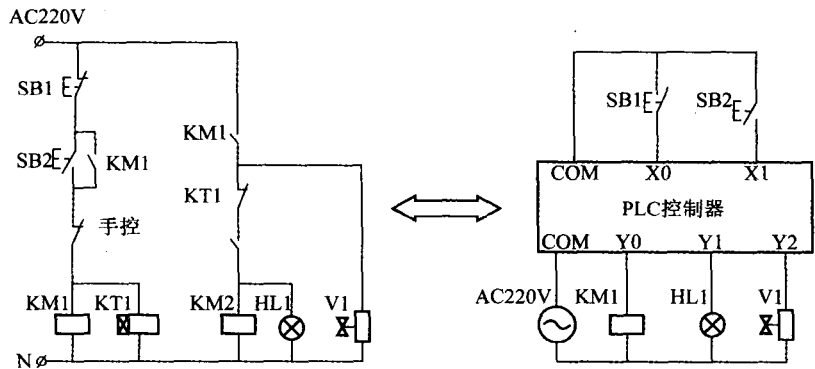


图 1-5 继电器与 PLC 控制的电路

实例：三相异步电动机接触器直接起、停控制电路

1. 接触器控制电路

其电路图如图1-6所示，它由闸刀开关 QS、熔断器 FU、接触器 KM、热继电器 FR 等组成。

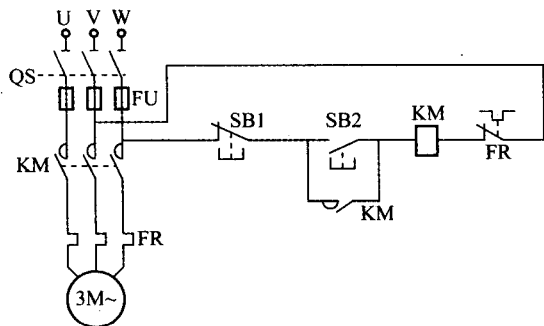


图 1-6 三相异步电动机直接起运控制电路

合上闸刀开关 QS 闭合，为电动机起动作准备。按下启动 SB2 时，交流接触器 KM 线圈吸合通电，主触点 KM 闭合，电动机 M 接通启动运转。与此同时，接触器常开(动合)辅助触点闭合。松开按钮 SB2 时，利用辅助触点 KM 与 SB2 并联，实现 KM 接触器线圈仍然得电，主触点 KM 接通，从而保持主电路通电，使电动机继续运转。依靠接触器辅助触点使其线圈保持通电也称为自保电路。按下停止按钮 SB1，将控制电路断开，接触器 KM 吸合线圈断电，所有触点均复位，主触点断开把主电路电源切断，电动机 M 停止运转。

2. PLC 控制直接起动电路

主回路接线如图1-7(a)所示，其 PLC 控制回路接线图1-7(b)所示。

PLC 控制三相电动机直接起动的工作原理如下：

PLC 控制电路和控制梯形图如图1-7和图1-8所示，起动按钮 SB2，X001 常开(动合)按钮，停止按钮 SB1，X000 是常闭(动断)按钮。在 PLC 控制三相电机直接起动时，按下起动按钮 X001，通过 X000 常闭(动断)触点，接通 PLC 内部继电器 Y000 线圈，Y000 触点闭合。由于 Y000 触点与 X001 触点实现并联连接，在松开 SB2 按钮瞬间，电路通过 Y000 触点与 X000 常闭(动断)触点连接使 Y000 线圈继续导通。外部电源一端接在 COM 和另一端接在外部接触器 KM 线圈，因此，当接通内部继电器 Y000 线圈，外部接触器 KM 线圈得电，接触器 KM 主

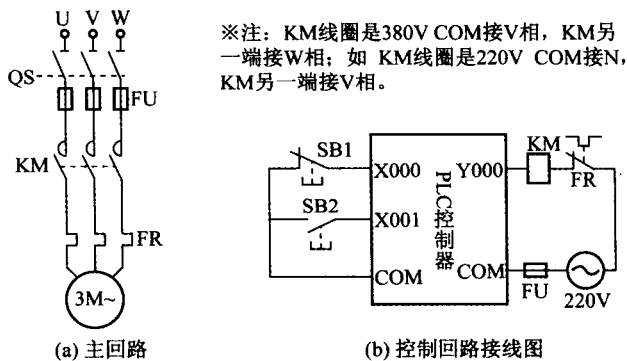


图 1-7 PLC 控制三相电动机直接起动电路

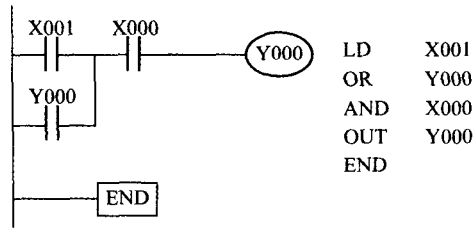


图 1-8 PLC 直接起动电路梯形图及指令表

触点闭合,电动机运转。按下 SB1 停止按钮,X000 常闭动断触点断开,PLC 内部继电器 Y000 线圈不导通,外部接触器 KM 线圈失电,KM 主触点断开,电动机停止运转。

如再次起动,按下 SB2 按钮即可。

第2章 PLC 编程语言及程序设计

2.1 PLC 编程语言

PLC 的用户程序通常是由编程语言的梯形图或指令表编写实现的。编程语言的主要编程元件是由输入继电器(X)、输出继电器(Y)、辅助继电器(M)、定时器(T)、计数器(C)、数据寄存器(D)及特殊功能继电器等。

2.1.1 梯形图

梯形图是一种图形的编程语言。它沿用了传统电器控制系统中的继电器触点、线圈串并联等术语和图形符号,并增加了继电器和接触器控制系统中没有的指令符号。其功能和控制指令已经超越电气控制的范畴。它不仅可实现逻辑运算、算术运算、数据处理,还能实现联网通信功能。与传统的电器符号图不同是,PLC 梯形图使用内部继电器、定时器、计数器等均由软件来实现的。梯形图其形象、直观、易学,适合于顺序、逻辑控制、定时和计数控制等。

PLC 梯形图编程的格式和特点如下:

梯形图中的编程元件沿用继电器的名称,如输入继电器(X)、输出继电器(Y)、辅助继电器(M)等。它们有两种状态:“1”,表示继电器线圈得电,常开(动合)触点闭合,常闭(动断)触点断开。“0”相对于继电器线圈失电,常开(动合)触点断开,常闭(动断)触点闭合。

1) 梯形图绘制按自上而下、从左到右顺序排列。从最左边的母线开始,按一定控制要求和规则连接各个触点,最后以继电器线圈结束。PLC 对梯形图采用扫描方式顺序执行。

2) 梯形图中的继电器触点可以是 PLC 输入点的外部开关(如按钮、行程开关等)触点,也可以是 PLC 内部继电器触点。梯形图中的继电器触点可以在编制用户程序中无限引用。

3) 梯形图中的继电器线圈包括输出继电器、辅助继电器线圈等,其逻辑动作只有在线圈接通之后,才能使对应常开(动合)或常闭(动断)触点动作。梯形图中的触点可任意串并联,而继电器线圈只能并联不能串联。

4) 编程时,应对所使用的元件进行编号,PLC 是按编号来区别编程元件的。同一继电器输出线圈和它的触点要使用同一编号;每个元件的触点使用没有数量限制,但每个元件的线圈在同一程序中不能出现多用途。

5) 一个程序中,若同一编号的线圈用于多处,则称为多线圈输出。多线圈输出会引起误操作,应尽量避免。

2.1.2 编程元件

1. 输入继电器(X)

PLC 的输入端子是接受外部信号的窗口。输入端子与连接的输入继电器是用光电隔离的,其动合(常开)触点和动断(常闭)触点可以无限次使用。输入继电器的编号与输入的编号