



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

主编 廖常初

可编程序控制器 应用技术

(第五版)



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

可编程序控制器应用技术

(第五版)

廖常初 主 编

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书介绍了 PLC(可编程序控制器)的工作原理、特点和硬件结构,以三菱的 FX 系列为例,介绍了 PLC 的编程元件与指令系统、梯形图的经验设计法、根据继电器电路图设计梯形图的方法、以顺序功能图为基础的顺序控制设计法和 3 种顺序控制编程方法,这些设计方法很容易被初学者掌握,用它们可以得心应手地设计出任意复杂的开关量控制系统的梯形图。

本书还介绍了 PLC 控制系统的设计和调试方法,PLC 的型号选择与硬件配置的确定,提高 PLC 控制系统可靠性和降低硬件费用的方法,PLC 在模拟量闭环控制中的应用等内容。介绍了 FX 系列的 3 种通信协议和通信的编程实例。书中附有习题、部分习题答案和实验指导书。

本书为普通高等教育“十一·五”国家级规划教材,主要作为大专院校电类及机电一体化等专业的教材,也可以供工程技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

可编程序控制器应用技术/廖常初主编. —5 版. 重庆:
重庆大学出版社,2007. 8

ISBN 978-7-5624-2649-3

I. 可... II. 廖... III. 可编程序控制器 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 097051 号

可编程序控制器应用技术

(第五版)

廖常初 主 编

责任编辑:梁 涛 姚正坤 版式设计:梁 涛
责任校对:邹 忌 责任印制:张 策

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A 区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(市场营销部)

全国新华书店经销

重庆科情印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:14 字数:349 千

1992 年 7 月第 1 版 2007 年 8 月第 5 版 2007 年 8 月第 17 次印刷

印数:92 001—97 000

ISBN 978-7-5624-2649-3 定价:22.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

第五版前言

根据 PLC 的发展动向和国内 PLC 应用的深入发展,对本书做了以下的补充和修改:

第一,仍然以目前应用面广、容易入门的三菱公司的 FX 系列 PLC 为主要讲授对象。

第二,介绍了三菱第三代微型 PLC FX_{3U} 和 FX_{3UC} 的功能,以及为 FX_{3U} 和 FX_{3UC} 新增的应用指令。

第三,删除了仿 STL 指令的编程方法,调整了编程方法中的例程,使之更便于教学。

第四,因为在网上很容易下载 FX 系列的中文编程手册,可以在编程手册中查阅应用指令的详细信息,所以删除了使用应用指令的一些细节,重点介绍了应用指令的基本功能。对某些很少使用的应用指令只作简单的介绍。

第五,为了使读者加深对应用指令的理解,增加了大量的应用指令编程实例。

第六,增加了对计算机链接通信协议、PLC 间简易链接通信协议和并联链接通信协议的详细介绍,给出了编程实例。

第七,删除了当前已经使用得不多的手持式编程器的内容,增加了对编程软件的介绍。介绍了程序中不能显示中文注释的解决方法。

第八,增加了定时器计数器应用实验、应用指令编程实验、子程序与中断程序实验和外部修改定时器设定值实验。增强了顺序控制编程方法的实验。

本书的重点是第 4 章和第 5 章中介绍的开关量控制系统的梯形图设计方法,特别是以顺序功能图为基础的顺序控制设计法。第 5 章介绍了 3 种根据顺序功能图设计梯形图的方法。教学实践表明,它们很容易被初学者接受和掌握,用它们可以得心应手地设计出任意复杂的控制系统(包括有多种工作方式的系统)的梯形图。

本书由廖常初主编,周林、侯世英、李远树、郑连清、郑群英、廖亮、罗盛波、关朝旺、范占华、陈晓东、王云杰等参加了编写工作。重庆大学王明渝教授和西华大学郑萍教授审阅了本书,提出了很多宝贵的意见,谨在此表示衷心的感谢。

因作者水平有限,书中难免有错漏之处,恳请读者批评指正。

作者电子邮箱地址:liaosun@cqu.edu.cn。

重庆大学电气工程学院 廖常初

2007 年 4 月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 PLC 的历史与发展	1
1.2 PLC 的基本结构	2
1.3 PLC 的特点与应用领域	4
习题	6
第 2 章 PLC 的硬件与工作原理	7
2.1 PLC 的物理结构	7
2.2 CPU 模块	8
2.3 开关量 I/O 模块	9
2.4 PLC 的工作原理	11
2.5 FX 系列 PLC 性能简介	16
2.6 模拟量输入模块与模拟量输出模块	22
2.7 高速计数器模块与运动控制模块	25
2.8 编程设备与人机界面	26
习题	28
第 3 章 PLC 的编程语言与指令系统	29
3.1 PLC 的编程语言概述	29
3.2 FX 系列 PLC 梯形图中的编程元件	32
3.3 FX 系列 PLC 的基本逻辑指令	43
习题	49
第 4 章 梯形图程序的设计方法	52
4.1 梯形图的基本电路	52
4.2 梯形图的经验设计法	55
4.3 根据继电器电路图设计梯形图的方法	58
4.4 顺序控制设计法与顺序功能图	62
习题	70
第 5 章 顺序控制梯形图的编程方法	72
5.1 使用 STL 指令的编程方法	73
5.2 使用起保停电路的编程方法	79
5.3 以转换为中心的编程方法	86

5.4	各种编程方法的比较	90
5.5	具有多种工作方式的系统的编程方法	91
	习题	96
第 6 章	FX 系列 PLC 的应用指令	98
6.1	应用指令概述	98
6.2	程序流向控制指令	102
6.3	比较、传送与数据变换指令	108
6.4	算术运算与字逻辑运算指令	111
6.5	循环移位与移位指令	113
6.6	数据处理指令	116
6.7	高速处理指令	118
6.8	方便指令	122
6.9	外部 I/O 设备指令	125
6.10	外部设备(SER)指令	127
6.11	浮点数运算指令	129
6.12	时钟运算指令	132
6.13	其他指令	133
6.14	FX3U 与 FX3UC 系列新增的指令	134
	习题	138
第 7 章	PLC 的通信与工业自动化通信网络	140
7.1	概述	140
7.2	计算机通信的国际标准	142
7.3	FX 系列 PLC 的通信功能与通信模块	146
7.4	计算机链接通信协议	149
7.5	并联链接通信协议与 N:N 链接通信协议	154
7.6	无协议通信方式与 RS 通信指令	157
	习题	159
第 8 章	模拟量模块应用与 PID 闭环控制	160
8.1	模拟量模块的使用方法	160
8.2	PLC 在模拟量闭环控制中的应用	165
	习题	172
第 9 章	PLC 在工业应用中的若干问题	173
9.1	PLC 的型号选择与硬件配置的确定	173
9.2	PLC 控制系统的设计调试步骤	177
9.3	降低 PLC 控制系统硬件费用的方法	179
9.4	提高 PLC 控制系统可靠性的措施	181
	习题	186

第10章 PLC 编程软件的使用方法	187
10.1 程序的生成与编辑	187
10.2 PLC 的在线操作	193
10.3 程序监控与参数设置	194
附录	197
附录 I 实验指导书	197
附录 II 部分习题参考答案	205
附录 III FX 系列应用指令简表	208
参考文献	212

第 1 章

概 述

可编程序控制器(programmable controller)简称为 PC,在办公自动化和工业自动化中广泛使用的个人计算机(personal computer)也简称为 PC,为了避免混淆,现在一般将可编程序控制器简称为 PLC(programmable logic controller),本书亦将可编程序控制器简称为 PLC。现代的 PLC 是以微处理器为基础的新型工业控制装置,是将计算机技术应用于工业控制领域的通用产品。1985 年,国际电工委员会(IEC)的 PLC 标准草案第三稿对 PLC 做了如下定义:“PLC 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的指令,并通过数字式、模拟式的输入和输出,控制各种类型的机械或生产过程。PLC 及其有关设备,都应按易于使工业控制系统形成一个整体,易于扩充其功能的原则设计。”

PLC 从诞生至今,得到了异常迅猛的发展,已经成为当代工业自动化的主要支柱之一。

1.1 PLC 的历史与发展

多年来,人们用电磁继电器控制顺序型的设备和生产过程。复杂的系统可能使用成百上千个各式各样的继电器,它们由密如蛛网的成千上万根导线用很复杂的方式连接起来,执行相当复杂的控制任务。作为单台装置,继电器本身是比较可靠的,但是对于复杂的控制系统,如果某一个继电器损坏,甚至某一个继电器的某一对触点接触不良,都会影响整个系统的正常运行。查找和排除故障往往非常困难,有时可能会花费大量的时间。继电器本身并不太贵,但是控制柜内部的安装、接线工作量极大,因此整个控制柜的价格相当高。如果工艺要求发生变化,控制柜内的元件和接线需要做相应的变动,这种改造的工期长、费用高,以至于有的用户宁愿扔掉旧的控制柜,另外制作一台新的控制柜。

现代社会要求制造业对市场需求做出迅速的反应,生产出小批量、多品种、多规格、低成本和高质量的产品,老式的继电器控制系统已经成为实现这一目标的巨大障碍。显然,需要寻求一种新的控制装置来取代老式的继电器控制系统,使电气控制系统的工作更加可靠、更容易维修、更能适应经常变动的工艺条件。

1968 年,美国最大的汽车制造厂家——通用汽车公司(GM)提出了研制 PLC 的基本设想,即:

- ①能用于工业现场;
- ②能改变其控制“逻辑”,而不需要变动组成它的元件和修改内部接线;
- ③出现故障时,易于诊断和维修。

1969 年,美国数字设备公司(DEC)研制出了世界上第一台 PLC。限于当时的元器件条件和计算机技术的发展水平,早期的 PLC 主要由分立元件和中小规模集成电路组成。它简化了计算机的内部电路,为了适应工业现场环境,对接口电路做了一些改进。

20 世纪 70 年代初期出现了微处理器,它的体积小、功能强、价格便宜,很快被用于 PLC,使 PLC 的功能增强、工作速度加快、体积减小、可靠性提高、成本下降。PLC 还借鉴微型计算机的高级语言,采用极易为工厂电气人员掌握的梯形图编程语言。现代 PLC 不仅能实现对开关量的逻辑控制,还具有数学运算、数据处理、运动控制、模拟量 PID 控制、通信联网等功能,PLC 已经广泛地应用在不同的工业部门和民用领域。

PLC 已经成了我国电气控制的标准设备,在各行各业得到了非常广泛的应用。了解 PLC 的工作原理,具备设计、调试和维护 PLC 控制系统的能力,已经成为现代工业对电气技术人员和工科学生的基本要求。

我国有不少厂家研制和生产过 PLC,近年来国产 PLC 有了很大的发展,但是目前我国使用的 PLC 主要还是国外品牌的产品。

在全世界上百个 PLC 制造厂中,有几家举足轻重的公司。它们是德国的西门子(Siemens)公司,美国 Rockwell 自动化公司所属的 A-B(Allen & Bradley)公司,GE-Fanuc 公司,法国的施耐德(Schneider)公司,日本的三菱公司和欧姆龙公司。

本书以三菱公司的 FX_{1S},FX_{1N},FX_{2N} 和 FX_{2NC} 系列小型 PLC 为主要讲授对象。三菱的 FX 系列 PLC 不仅功能强、应用范围广,可以满足大多数用户的需要,而且其性能价格比高,因此在我国占有很大的市场份额。

<http://www.mitsubishielectric-automation.cn/index/index.asp> 是三菱电机自动化(上海)有限公司的网站,在该网站可以下载三菱自动化产品的大量样本和手册等资料,例如 FX 系列 PLC(包括最新的 FX_{3U} 和 FX_{3UC} 系列)的中文编程手册、使用手册、通信用户手册、特殊功能模块用户手册和手持式编程器操作手册等。

1.2 PLC 的基本结构

PLC 主要由 CPU 模块、输入模块、输出模块和编程设备组成(见图 1.1)。

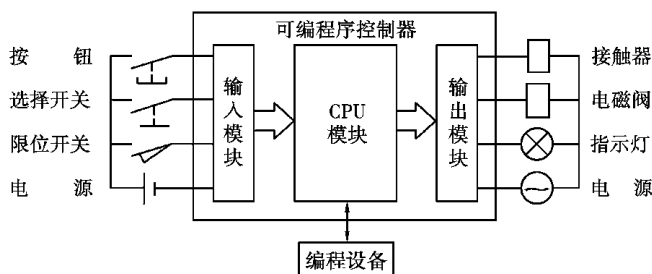


图 1.1 PLC 控制系统示意图

PLC 实际上是一种工业控制计算机,它的硬件结构与其他微机控制装置相似。PLC 主要由 CPU 模块(中央处理单元)、存储器、输入/输出模块(简称为 I/O 模块)、编程设备和电源五大部分组成。

1.2.1 CPU 模块

CPU 模块又叫中央处理单元或控制器,它主要由微处理器(CPU)和存储器组成。

CPU 的作用类似于人的大脑和心脏。它采用扫描方式工作,每一次扫描要完成以下工作:

- ①输入处理。将现场的开关量输入信号读入输入映像寄存器。
- ②程序执行。逐条执行用户程序,完成数据的存取、传送和处理工作,并根据运算结果更新各有关映像寄存器的内容。
- ③输出处理。将输出映像寄存器的内容送给输出模块,去控制外部负载。

1.2.2 I/O 模块

I/O 模块是系统的眼、耳、手、脚,是联系外部现场和 CPU 模块的桥梁。输入模块用来接收和采集输入信号,输入信号有两类:一类是从按钮、选择开关、数字拨码开关、限位开关、接近开关、光电开关、压力继电器等来的开关量输入信号;另一类是由电位器、热电偶、测速发电机、各种变送器提供的连续变化的模拟量输入信号。

PLC 通过输出模块控制接触器、电磁阀、电磁铁、调节阀、调速装置等执行器,PLC 控制的另一类外部负载是指示灯、数字显示装置和报警装置等。

CPU 模块的工作电压一般是 5 V,而 PLC 的输入/输出信号电压一般较高,例如直流 24 V 和交流 220 V。从外部引入的尖峰电压和干扰噪声可能损坏 CPU 模块中的元器件,或者使 PLC 不能正常工作,所以 CPU 模块不能直接与外部输入/输出装置相连。I/O 模块除了传递信号外,还有电平转换与噪声隔离的作用。

1.2.3 编程设备与电源

编程设备用来生成、检查和修改用户程序,还可以用来监视用户程序的执行情况。手持式编程器一般不能直接输入和编辑梯形图,只能输入和编辑指令表程序,因此又叫做指令编程器。它的体积小,携带方便,一般用来给小型 PLC 编程,或者用于现场调试和维护。

现在的趋势是用计算机和编程软件来取代手持式编程器。使用编程软件可以直接生成和编辑梯形图或指令表程序,实现不同编程语言之间的相互转换。程序被编译后下载到 PLC,也可以将 PLC 中的程序上传到计算机。可以对程序存盘或打印,通过网络,还可以实现远程编程和传送。

PLC 一般使用 220 V 交流电源。PLC 内部的直流稳压电源为各模块内的元件提供直流电压。某些 PLC 可以为输入电路和外部电子检测装置(例如接近开关和光电开关)提供 24 V 直流电源。驱动现场执行机构的直流电源一般由用户提供。

1.3 PLC 的特点与应用领域

1.3.1 PLC 的特点

(1) 编程方法简单易学

考虑到企业中一般电气技术人员和技术工人的传统读图习惯,PLC 配备了他们易于接受和掌握的梯形图语言。梯形图语言的电路符号和表达方式与继电器电路原理图相当接近,只用 PLC 的 20 几条开关量逻辑控制指令就可以实现继电器电路的功能。通过阅读 PLC 的使用手册或接受短期培训,电气技术人员或电气技术工人只需要几天时间就可以熟悉梯形图语言,并用来编制用户程序。编程设备的操作和使用也很简单,上述特点是 PLC 近年来得到迅速普及的原因之一。

(2) 硬件配套齐全,用户使用方便

PLC 配备有品种齐全的各种硬件装置供用户选用,用户不必自己设计和制作硬件装置。用户在硬件方面的设计工作,只是确定 PLC 的硬件配置和设计外部接线图而已。PLC 的安装接线也很方便,各种外部接线都有相应的接线端子。

PLC 的输出端可以直接与 AC 220 V 或 DC 24 V 的强电信号相接,它还具有较强的带负载能力,可以直接驱动一般的电磁阀和交流接触器的线圈。

(3) 通用性和适应性强

由于 PLC 的系列化和模块化,硬件配置相当灵活,可以组成能满足各种控制要求的控制系统。硬件配置确定后,可以通过修改用户程序,方便快速地适应工艺条件的变化。

(4) 可靠性高,抗干扰能力强

传统的继电器控制系统使用了大量的中间继电器、时间继电器。由于触点接触不良,容易出现故障。PLC 用软件代替中间继电器和时间继电器,只剩下与输入和输出有关的少量硬件元件,接线可以减少到继电器控制系统的十分之一到百分之一,因此触点接触不良造成的故障大为减少。

绝大多数用户都将可靠性作为选择控制装置的首要条件。PLC 使用了一系列硬件和软件抗干扰措施,具有很强的抗干扰能力,平均无故障时间达到数万小时以上,可以直接用于有强烈干扰的工业生产现场,PLC 已被广大用户公认为最可靠的工业控制设备之一。事实上,在 PLC 控制系统中发生的故障,绝大部分都是由 PLC 外部的开关、传感器和执行元件引起的。

(5) 系统的设计、安装、调试工作量少

PLC 用软件功能取代了继电器控制系统中大量的中间继电器、时间继电器、计数器等器件,使控制柜的设计、安装、接线工作量大大减少。

PLC 的梯形图程序一般采用顺序控制设计法。这种编程方法很有规律,容易掌握。对于复杂的控制系统,设计梯形图所花的时间比设计继电器系统电路图花的时间要少得多。

PLC 的用户程序可以在实验室模拟调试,输入信号用小开关和按钮来模拟,输出信号的状态可以观察 PLC 上有关的发光二极管,调试好后再将 PLC 安装在现场统调。调试过程中发现的问题一般通过修改程序就可以解决,调试花费的时间比继电器系统少得多。

(6) 维修工作量小,维修方便

PLC 的故障率很低,并且有完善的诊断和显示功能。PLC 或外部的输入装置和执行机构发生故障时,可以根据 PLC 上的发光二极管或编程设备提供的信息迅速地查明故障的原因,用更换模块的方法可以迅速地排除 PLC 的故障。

(7) 体积小,能耗低

控制系统使用 PLC 后,可以减少大量的中间继电器和时间继电器,小型 PLC 的体积仅相当于几个继电器的大小,因此开关柜的体积比原来的小。PLC 控制系统的安装和接线的工作量比继电器控制系统的工作量小得多。由于体积小,PLC 很容易装入机械设备内部,是实现机电一体化的理想的控制设备。

1.3.2 PLC 的应用领域

目前,PLC 已经广泛地应用在不同的工业部门,随着 PLC 性能价格比的不断提高,过去许多使用专用计算机控制设备的场合也可以使用 PLC。PLC 的应用范围不断扩大,主要有以下几个方面:

(1) 开关量逻辑控制

这是 PLC 最基本和最广泛的应用。PLC 的输入信号和输出信号都是只有通/断状态的开关量信号,这种控制与继电器控制最为接近,可以用价格较低、仅有开关量控制功能的 PLC 作为继电器控制系统的替代物。开关量逻辑控制可以用于单台设备,也可以用于自动生产线,例如机床电气控制,冲压、铸造机械、运输带、包装机械的控制,电梯的控制,化工系统中各种泵和电磁阀的控制,冶金系统的高炉上料系统、轧机、连铸机、飞剪的控制,电镀生产线、啤酒灌装生产线、汽车装配生产线、电视机和收音机生产线的控制等。

(2) 运动控制

PLC 可以用于对直线运动或圆周运动的位置、速度和加速度进行控制,使运动控制和顺序控制有机地结合在一起。大中型 PLC 使用专用的运动控制模块,小型 PLC 集成了运动控制功能。PLC 的运动控制功能广泛地用于各种机械,例如金属切削机床、金属成形机械、装配机械、机器人、电梯等。

(3) 闭环过程控制

过程控制是指对温度、压力、流量等连续变化的模拟量的闭环控制。PLC 通过模拟量 I/O 模块,实现模拟量(analog)和数字量(digital)之间的 A/D 转换和 D/A 转换,并对模拟量进行闭环 PID 控制。现代的 PLC 大都有 PID 闭环控制功能,PID 闭环控制可以用 PID 指令或专用的 PID 模块来实现,PLC 的 PID 控制功能已经广泛地应用于塑料挤压成形机、加热炉、热处理炉、锅炉等设备,以及轻工、化工、机械、冶金、电力、建材等行业。

(4) 数据处理

现代的 PLC 具有数学运算(包括整数运算、浮点数运算、函数运算和逻辑运算)、数据传送、转换、排序和查表、位操作等功能,可以完成数据的采集、分析和处理。这些数据可以与储存在存储器中的参考值比较,也可以用通信功能传送到别的智能装置,或者将它们打印制表。数据处理一般用于大型控制系统,例如无人柔性制造系统;也可以用于过程控制系统,例如造纸、冶金、食品工业中的一些大型控制系统。

(5) 通信联网

PLC 的通信包括 PLC 之间的通信、PLC 和其他智能控制设备之间的通信。随着计算机控制的发展,近年来工厂自动化通信网络发展得很快,各著名的 PLC 生产厂商都推出了自己的网络系统。

并不是所有的 PLC 都具有上述全部功能,有些小型 PLC 只具有上述的部分功能,但是价格较低。

习 题

- 1.1 PLC 由哪几部分组成? 各有什么作用?
- 1.2 PLC 有哪些主要特点?
- 1.3 PLC 可以用在哪些领域?

第 2 章

PLC 的硬件与工作原理

2.1 PLC 的物理结构

根据硬件结构的不同,可以将 PLC 分为整体式和模块式。

(1) 整体式 PLC

整体式 PLC 的体积小、价格低,小型 PLC 一般采用整体式结构,如图 2.1 所示。整体式 PLC 提供多种不同 I/O 点数的基本单元和扩展单元供用户选用,基本单元内有 CPU 模块、I/O 模块和电源,扩展单元内只有 I/O 模块和电源,基本单元和扩展单元之间用扁平电缆连接。选择不同的基本单元和扩展单元,可以满足用户的不同需要。

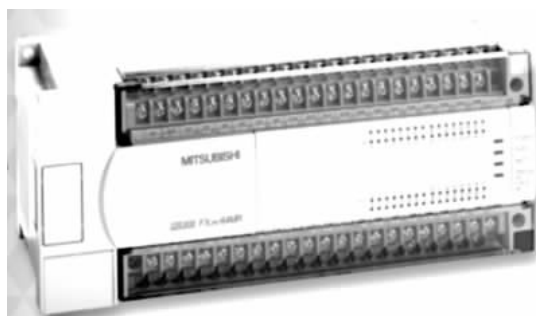


图 2.1 整体式 PLC

整体式 PLC 一般配备有许多专用的特殊功能单元和模块,例如模拟量 I/O 模块、位置控制单元、高速计数器模块等,使 PLC 的功能得到扩展。

三菱的 FX_{2N} 系列 PLC 的基本单元、扩展单元和扩展模块高度和深度相同,但是宽度不同。它们不用基板,仅用扁平电缆连接,紧密拼装后组成一个整齐的长方体(见图 2.2),输入、输出点数的配置相当灵活。

(2) 模块式 PLC

模块式 PLC 用搭积木的方式组成系统,它由机架和模块组成。模块插在模块插座上,后者焊在机架的总线连接板上。PLC 厂家备有不同槽数的机架供用户选用,如果一个机架容纳

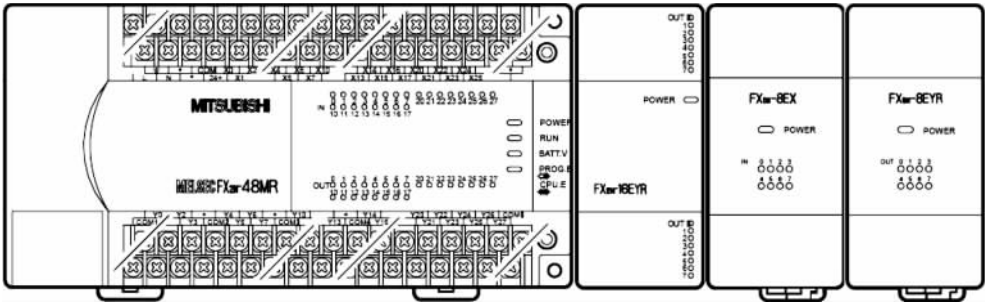


图 2.2 FX_{2N}系列 PLC

不下所有的模块,可以增设一个或数个扩展机架,各机架之间用接口模块和通信电缆相连。三菱的 Q 系列 PLC 将机架称为基板。

用户可以选用不同档次的 CPU 模块、品种繁多的 I/O 模块和特殊功能模块,硬件配置的选择余地较大,维修时更换模块也很方便。模块式 PLC 的价格较高,大、中型 PLC 一般采用模块式结构。

2.2 CPU 模块

在控制系统中,CPU 模块不断地采集输入信号,执行用户程序,刷新系统的输出。

虽然 CPU 模块有这样重要的作用,但它是一个无名英雄,被深深地埋藏在控制柜内,没有引起大家的注意。

(1) 微处理器

CPU 模块主要由 CPU 芯片和存储器组成,PLC 使用以下几类 CPU 芯片:

- ①通用微处理器。例如 Intel 公司的 8086,80186 到 Pentium 系列芯片;
- ②单片微处理器(单片机)。例如 Intel 公司的 MCS51/96 系列单片机;
- ③位片式微处理器。例如 AMD 2900 系列位片式微处理器;
- ④专用的微处理器。

(2) 存储器

PLC 的存储器分为系统程序存储器和用户程序存储器。系统程序相当于个人计算机的操作系统,它使 PLC 具有基本的功能,能够完成 PLC 设计者规定的各种工作。系统程序由 PLC 生产厂家设计并固化在 ROM 内,用户不能读取。PLC 的用户程序由用户设计,它决定了 PLC 的输入信号与输出信号之间的具体关系。用户程序存储器的容量一般以字(每个字由 16 位二进制数组成)为单位,三菱的 FX 系列 PLC 的用户程序存储器以步为单位。小型 PLC 的用户程序存储器容量为几千字,大型 PLC 的用户程序存储器容量可达数百 K 字,甚至数 M(兆)字。

PLC 可能使用以下几种存储器:

1)随机存取存储器(RAM) 可以用编程软件读出 RAM 中的用户程序或数据,也可以将用户程序和运行时的数据写入 RAM,因此 RAM 又叫读/写存储器。它是易失性的存储器,将它的电源断开后,储存的信息将会丢失。

RAM 的工作速度快、价格低、改写方便。在关断 PLC 的外部电源后,用锂电池保存 RAM 中的用户程序和某些数据(例如计数器的计数值)。锂电池可以用 2~5 年,需要更换锂电池时由 PLC 发出信号,通知用户。现在部分 PLC 仍然用 RAM 来储存用户程序。

2) 只读存储器(ROM) ROM 的内容只能读出,不能写入。它是非易失的,它的电源消失后,仍能保存储存的内容。

3) 可电擦除的 EPROM (EEPROM 或 E²PROM) 它是非易失性的,但是可以用编程器对它编程,兼有 ROM 的非易失性和 RAM 的随机存取优点,但是写入信息所需的时间比 RAM 长。EEPROM 用来存放用户程序,有的 PLC 将 EEPROM 作为基本配置,有的 PLC 将 EEPROM 作为可选件。

2.3 开关量 I/O 模块

开关量 I/O 模块的输入、输出信号仅有接通和断开两种状态。电压等级一般为直流 24 V 和交流 220 V。

各 I/O 点的通/断状态用发光二极管显示在面板上,外部 I/O 接线一般接在模块面板的接线端子上。一般使用可拆装的插座型端子板,在不拆去端子板上的外部连线的情况下,可以迅速地更换模块。

2.3.1 输入模块

图 2.3 是 FX_{1N} 和 FX_{2N} 系列的直流输入模块的内部电路和外部接线图。图中只画出了一个输入点的详细电路,COM 是各输入点的公共端。外部输入触点接在 COM 端和输入端子之间,不需要外接输入电源。输入端子的编号与梯形图中输入继电器的编号相同。

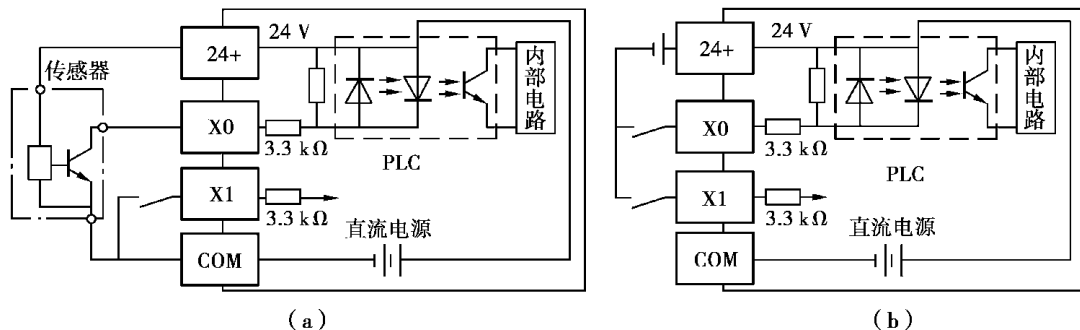


图 2.3 直流输入电路

虚线框中的光电耦合器是输入电路的关键元件,它的原边是两个反并联的发光二极管,副边是一个光敏三极管。当图 2.3 中外接的晶体管饱和导通或外接触点接通时,光电耦合器中的发光二极管发光,光敏三极管饱和导通,信号经内部电路传送给 CPU 模块。

PLC 可以为接近开关、光电开关等传感器提供直流 24 V 电源(如图 2.3(a)所示),注意图中传感器的输出晶体管是集电极开路的 NPN 管。

图 2.3(b)是直流输入电路的另一种接法,但是需要外接直流电源。

图 2.4 是 FX_{2N} 的交流输入电路,因为光电耦合器中有两个反并联的发光二极管,这个电路可以接收交流输入信号。

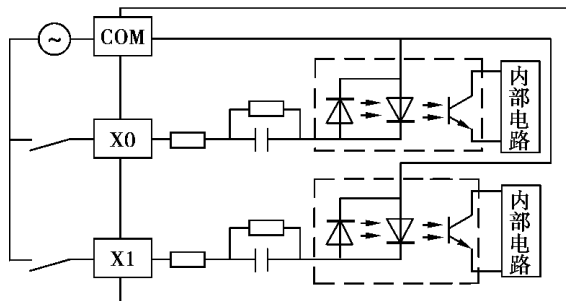


图 2.4 交流输入电路

2.3.2 输出模块

输出模块的功率放大元件有驱动直流负载的大功率晶体管和场效应管、驱动交流负载的双向晶闸管和小型继电器,后者可以驱动交流负载或直流负载。输出电流的范围为 0.3 ~ 2 A,与模块的类型有关。负载电源由外部现场提供。

输出电流的额定值与负载的性质有关,例如继电器型输出模块可以驱动 2 A 的电阻性负载,但却只能驱动 80 VA/220 V 的电感性负载和 100 W 的白炽灯。额定负载电流还与温度有关,温度升高时额定负载电流减小,有的 PLC 提供了有关的曲线。

图 2.5 是继电器输出电路,继电器同时起隔离和功率放大作用。它的线圈电流仅有几十毫安,每路只给用户一对常开触点。与触点并联的 RC 串联电路用来消除触点断开时产生的电弧。

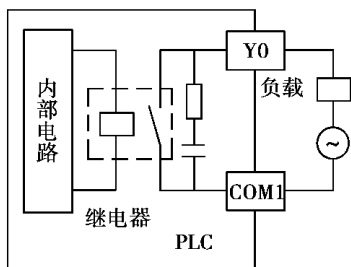


图 2.5 继电器输出电路

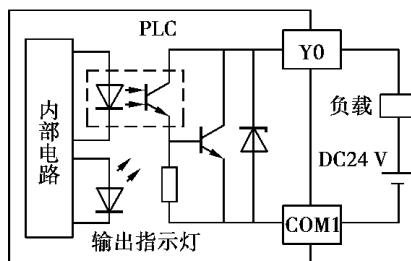


图 2.6 晶体管输出电路

图 2.6 是晶体管输出电路,输出信号经 I/O 总线送给输出锁存器,再经光电耦合器送给晶体管,它的饱和导通和截止状态相当于触点的接通和断开。图中的稳压管用来抑制过电压,以保护晶体管。晶体管电路的延迟时间很小(<1 ms)。

双向晶闸管输出电路仅用于 FX_{2N} 的扩展模块和扩展单元,它只能用于驱动额定电压 220 V 的交流负载,双向晶闸管两端并联有 RC 吸收电路和压敏电阻,用来抑制晶闸管的关断过电压和外部的浪涌电压。

双向晶闸管由关断变为导通的延迟时间小于 1 ms,由导通变为关断的延迟时间小于 10 ms。当晶闸管的负载电流过小时,晶闸管不能导通,遇到这种情况时可以在负载两端并联电阻。