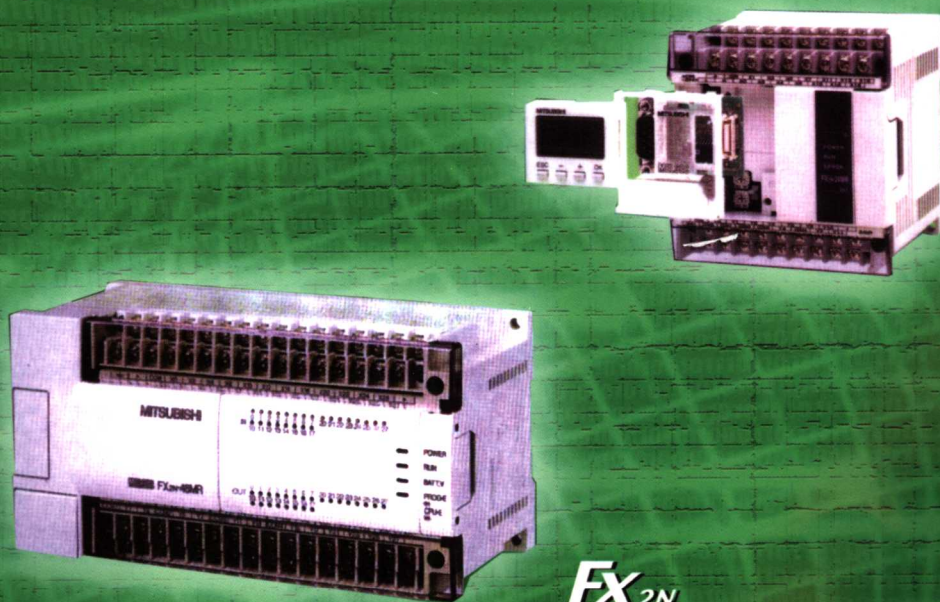


可编程控制器系列书

可编程控制器 原理及应用

第三版

钟肇新 范建东 编著



华南理工大学出版社

可编程控制器系列书

可编程控制器 原理及应用

(第三版)

钟肇新 范建东 编著

华南理工大学出版社

·广州·

内 容 简 介

可编程控制器是继单片机、STD 总线后微机控制技术应用的又一里程碑。由于其极高的可靠性及应用极为方便,国内外正在迅速普及应用,并高速发展。它早已突破纯粹开关量控制的局限而进入到过程控制、位置控制、通信网络、图形工作站等领域,成为机电控制及过程控制不可缺少的核心控制部件。

本书介绍了可编程控制器的来源、现状及发展,并以当前国外最具代表性的可编程控制器——三菱 FX_{2N} 系列(FX_{2N}, FX_{2NC}, FX_{1N}, FX_{1S})为例,全面论述了可编程控制器的构成原理、硬软件结构、元件、指令系统等,以及可编程控制器控制系统的设计及编程方法,包括开关量控制、模拟量控制、位置控制、数据 I/O、通信、网络等方面的内容,并附有习题及实例。

本书主要作为电气控制、机电一体化专业的大学本科生的教材,对于机电行业的广大技术人员、技术工人也是一本更新知识结构及新技术应用的入门教材。本书取材于国外最新技术资料,对有关方面的研究生和国产化可编程控制器的设计人员也是一本极好的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

可编程控制器原理及应用/钟肇新, 范建东编著. —3 版. —广州: 华南理工大学出版社, 2003.5 (2006.4 重印)

(可编程控制器系列书)

ISBN 7-5623-0298-7

I. 可… II. ①钟… ②范… III. 可编程序控制器 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 003629 号

总 发 行: 华南理工大学出版社 (广州五山华南理工大学 17 号楼, 邮编 510640)

发行部电话: 020-87113487 87110964 87111048 (传真)

E-mail: scutcl3@scut.edu.cn

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

责任编辑: 詹志青

印 刷 者: 广东省阳江市教育印务公司

开 本: 787×1092 1/16 印张: 20 字数: 500 千

版 次: 2006 年 4 月第 3 版第 22 次印刷

定 价: 32.00 元

版权所有 盗版必究

第三版前言

本书前两版在阐述 PLC 的指令系统时,是以 FX2 系列可编程控制器为目标机型的。近年来,可编程控制器技术进步神速。FX2 逐步退出市场,取而代之的是 FX_{2N}、FX_{2NC}、FX_{1N}、FX_{1S}等型号的新机型。这些型号的控制器的性能较 FX2 有了很大的提高。除速度更快、体积更小外,主要表现在可用资源(包括软元件数量及指令数量)的大大增加。因此,许多读者要求刷新本书。为了与时俱进及满足读者的要求,我们搜集新资料,对原书作了大规模的修订。

第三版以日本三菱公司 FX_{2N} 系列小型 PLC 为目标机型。说明可编程控制器的原理、应用及编程方法。指令系统部分主要源于三菱公司《PROGAMMING MANUAL II》及《FX 特殊功能模块手册》。第 1 章重写;第 2 至第 5 章大修订,改动较大及新增的内容主要有:软元件说明,基本逻辑指令部分的脉冲式触点指令,功能指令部分的功能指令通则、实数处理、点位控制、实时时钟、触点式比较指令等;第 6 章模拟量处理部分重写并补充新的程序例;第 7 章、第 8 章删除,补以特殊模块技术数据;附录部分增补了新的特殊软元件。全书补充的许多例子。实际上全书内容都刷新了。

由于地理阻隔,本次再版刷新没能再次与彭侃先生合作。征得彭先生同意,署名按实际情况作了调整,谢谢彭先生的大度。

因水平有限,书中难免有错漏之处,敬请广大读者批评指正。

钟肇荣*
2003.1.18

* 封面署名“钟肇新”为“钟肇荣”先生的笔名。

前 言

微机技术已经并继续在改变世界。以微机技术为基础的可编程控制器也正在改变着工厂自动控制的面貌。近 20 年来随着科学技术的迅猛发展,可编程控制器以其可靠性极高、能经受恶劣环境的考验、使用极方便的巨大优越性,迅速占领工业自控领域,成为工业自动控制的首选产品,与机器人、CAD/CAM 并称为工业生产自动化的三大支柱。

当前,在我国广大工矿企业中与技术改造相配合,正在兴起广泛应用可编程控制器的热潮。其发展之势恰如数年前个人计算机在我国迅速推广一样,方兴未艾,如火如荼。

广大工程技术人员已经认识到可编程控制器的巨大优越性,许多人通过对进口设备、生产线的分析解剖认识可编程控制器,还有许多人自己设计可编程控制器控制系统,取得良好成果后更引发深入了解可编程控制器的兴趣。

但是国外进口设备上的可编程控制器型号多样,技术资料不全,国内销售单位提供的资料甚少而且往往是原文的,这就造成可编程控制器推广应用的困难。许多单位在办培训班时遇到的最大困难往往是缺乏教材。教学单位更是为实验装置的配置而烦恼。

有感于此,我们查阅了大量国内外可编程控制器的资料,选择了当今最新、最具特色、极有代表性的日本三菱 FX2 系列超小型可编程控制器作为目标机型,全面叙述了可编程控制器的原理、应用及编程方法(其中指令系统部分转译自三菱电机公司《FX - SERIES PROGRAMMABLE CONTROLLER HANDY MANUAL》)。FX2 系列有多种模块,功能齐全,性能价格比极高,是各院校购置实验装置较佳的选择。掌握一种型号的可编程控制器后,在使用其他型号的可编程控制器时也可触类旁通,相互参照。

本书的编写得到了上海工业自动化仪表研究所高级工程师彭瑜同志的大力帮助,承蒙允许,本书中引用了他的有关文章。伟恒升企业公司提供大量原始资料,范建东工程师直接参与了许多基础工作。另外,本书出版过程中得到华南理工大学自动化系王斯竹同志的大力支持,在此一并表示衷心感谢。

因水平有限,书中难免有错漏之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

1991 年 7 月于广州

目 录

1 概述	1
2 可编程控制器工作原理及结构特点	5
2.1 工作原理	5
2.2 可编程控制器的构成	6
2.3 可编程控制器的结构特点	36
2.4 可编程控制器的一般技术指标	39
习题 2	42
3 基本逻辑指令	43
3.1 逻辑取及输出线圈(LD/LDI/OUT)	44
3.2 触点串联(AND/ANI)	46
3.3 触点并联(OR/ORI)	47
3.4 串联电路块的并联(ORB)	48
3.5 并联电路块的串联(ANB)	49
3.6 多重输出电路(MPS/MRD/MPP)	50
3.7 主控触点(MC/MCR)	52
3.8 自保持与解除(SET/RST)	54
3.9 计数器、定时器(OUT/RST)	55
3.10 脉冲输出(PLS/RLF)	56
3.11 脉冲式触点指令(LDP/LDF/ANP/ANF/ORP/ORF)	57
3.12 逻辑运算结果取反(INV)	59
3.13 空操作指令(NOP)	59
3.14 程序结束指令(END)	61
3.15 编程注意事项	61
3.16 编程实例	62
习题 3	71
4 步进顺控指令	74
4.1 状态转移图	74
4.2 编程方法	79
4.3 状态的详细动作	87
4.4 操作方式	88
习题 4	94
5 功能指令	95
5.1 功能指令通则	96
5.2 程序流控制(FNC00~FNC09)	104

5.3	传送和比较(FNC10~FNC19)	117
5.4	四则运算及逻辑运算(FNC20~FNC29)	123
5.5	循环移位与移位(FNC30~FNC39)	131
5.6	数据处理(FNC40~FNC49)	137
5.7	高速处理(FNC50~FNC59)	143
5.8	方便指令(FNC60~FNC69)	158
5.9	外部 I/O 设备(FNC70~FNC79)	169
5.10	FX _{2N} 系列外部设备(FNC80~FNC89)	182
5.11	实数处理(FNC110~FNC147)	202
5.12	点位控制功能(FNC150~FNC159)	209
5.13	实时时钟处理(FNC160~FNC169)	224
5.14	外围设备(FNC170~FNC179)	230
5.15	触点式比较指令(FNC220~FNC249)	232
5.16	补充说明	236
	习题 5	240
6	可编程控制器的特殊扩展模块	242
6.1	模拟量处理	242
6.2	其他特殊功能单元	260
附录	FX _{2N} 系列的特殊软元件	295

1 概述

可编程控制器(Programmable Controller)缩写为 PC,为了与个人计算机的 PC(Personal Computer)相区别,有时在 PC 中人为地增加了 L(Logical)而写成 PLC。

自 1969 年第一台可编程控制器面世以来,经历了 30 多年的发展,可编程控制器已经成为一种最重要、最普及、应用场合最多的工业控制器。

1969 年美国的 DEC 公司制成了第一台可编程控制器,投入通用汽车公司的生产线控制中,取得了极满意的效果,从此开创了可编程控制器的新纪元。

1971 年日本开始生产可编程控制器;1973 年欧洲开始生产可编程控制器;1974 年我国也开始研制可编程控制器。随着微电子技术、计算技术、通信技术、容错控制技术、数字控制技术的飞速发展,可编程控制器的数量、型号、品种以异乎寻常的速度发展。

目前,可编程控制器的生产厂家众多,产品型号、规格不可胜数,但主要分为欧、日、美三大块。在中国市场上,欧洲的代表是西门子、日本的代表是三菱和欧姆龙、美国的代表是 AB 与 GE。各大公司在中国均推出自己的从微型到大型的系列化产品。令人感到遗憾的是,国产 PLC 始终没有突破性的发展,占有市场份额很小。

目前,在中国市场上最具竞争力的西门子、三菱公司,所推出的 PLC 均为从大到小全系列的产品,可以满足各种各样的要求。

三菱公司的产品有:

Q 系列	} 为模块式大型 PLC,最大容量为 8K 点;
QnA 系列	
AnS 系列	
A 系列	

FX 系列 为小型 PLC,单元式,单机最大容量为 256 点。

西门子公司产品有:

S7-200 微型 PLC,单机最大容量为 256 点;

S7-300 小到中型 PLC 单机最大容量为 1K 点;

S7-400 大到超大型 PLC,单机可组态点数过万点。

可编程控制器 30 多年来发展迅速,因而国际电工委员会(IEC)专门为其制定了一个标准——IEC1131 标准。该标准分五个部分。我国参照 IEC1131 于 1995 年也为可编程控制器制定了国家标准——GB/T15969。

GB/T15969 基本上采用了 IEC1131 标准的前四部分:

GB/T15969.1—1995 可编程序控制器 第 1 部分:通用信息;

GB/T15969.2—1995 可编程序控制器 第 2 部分:设备特性;

GB/T15969.3—1995 可编程序控制器 第 3 部分:编程语言;

GB/T15969.4—1995 可编程序控制器 第 4 部分:用户导则。

其主题内容与适用范围为:

(1)第1部分:通用信息(Programmable controllers Part 1:General information) (GB/T 15969.1—1995)

本标准规定了可编程序控制器及其有关外围设备所用术语的定义。

本标准适用于可编程序控制器及其有关的外围设备,如编程和调试工具(PADT)、试验装置(TE)和人-机接口(MMI)等。

本标准适用于由可编程序控制器及其有关外围设备组成的控制系统。

(2)第2部分:设备特性(Programmable controllers Part 2:Equipment characteristics) (GB/T 15969.2—1995)

本标准规定了适用于可编程序控制器及其有关外围设备的工作条件、结构特性、一般安全性及试验的一般要求。

本标准规定了可编程序控制器及其有关外围设备在装置要求及测试验证方面的定义。

规定了可编程序控制器及有关外围设备适应受控机械或过程所必须进行的试验方法和步骤。

规定了PLC制造厂需要提供的资料。

本标准适用于可编程序控制器及其有关的外围设备(如编程和调试工具(PADT),试验装置(TE)和人-机接口(MMIS)等)。适用于可编程序控制器及其有关的外围设备组成的控制系统。

本标准覆盖的装置适用于过电压类型2、在额定电网供电电压不超过1000V(AC)(50/60Hz)或1500V(DC)的用于机械或工业过程控制和普通的低电压设施中。

(3)第3部分:编程语言(Programmable controllers Part 3: Programming languages) (GB/T 15969.3—1995)

本标准规定了可编程序控制器(PLC)编程语言的语法和语义。

本标准规定的PLC编程语言有文本语言(指令表(IL)语言和结构文本(ST)语言),图形语言(梯形图(LD)语言和功能块图(FBD)语言)。

本标准还描述了可编程序控制器与自动化系统其他部件之间便于通信的特征。

本标准适用于可编程序控制器所用编程语言的打印表示和显示表示,表示所用字符为GB1988字符集字符。在本标准中定义的语言元素允许用图形和半图形表示。但这种表示不在本标准中定义。

本标准定义的编程语言元素可以用在交互式的编程环境中,这种环境的详细说明超出了本标准的范围;但是这种环境应该能够以本标准规定的格式产生文字或图形程序文件。

程序输入、测试、监视、操作系统等功能在GB/T 15969.1中规定。

(4)第4部分:用户导则(Programmable controllers part 4:User guidelines)(GB/T 15969.4—1995)

本标准规定了生产厂家及用户在使用可编程序控制器及其外围设备时所应遵循的准则。

本标准适用于可编程序控制器及其有关外围设备,如编程和调试工具(PADTS)、试验装置(TE)和人-机接口(MMI)等。

本标准适用于在过电压范畴2、额定电网电压不超过交流1000V(50/60Hz)或直流1500V的低电压设施中、用于控制机械和工业过程的装置。

可编程序控制器及其有关外围设备可视为控制系统的部件,可以封闭式装置或开放式装置的形式提供。因此,本导则只涉及自控系统的界面,而不涉及自控系统本身。

可编程序控制器(PLC)——一种用于工业环境的数字式电子系统。这种系统用可编程的存储器作面向用户指令的内部寄存器,完成规定的功能,如逻辑、顺序、定时、计数、运算等,通过数字或模拟的输入、输出,控制各种类型的机械或过程,可编程控制器及其外围设备的设计,使它能够非常方便地集成到工业控制系统中,并能很容易地达到人们所期望的目标,可简称为 PLC 或可编。

至于可编程控制器的应用范围,今天只用一句话就可以概括了——可编程控制器,无所不在。

伴随着微电子技术、控制技术与信息技术的不断发展,可编程控制器也在不断地发展。可编程控制器的发展趋势主要体现在以下几个方面:

1. 速度更快,体积更小

尽管可编程控制器的体积已经很小,但由于微电子技术的发展,电子电路的集成度越来越高,电路板的制作及元件焊、贴技术不断改进,因而可编程控制器的外形尺寸仍在不断缩小,以便装入任何机器的细小空间中。在体积缩小的同时,芯片的运算速度却越来越高。可编程控制器是以循环扫描的方式工作的。衡量可编程控制器速度高低的一个重要指标是指令执行速度。目前大型可编程控制器基本逻辑指令的执行速度可高达 34 ns(纳秒)。速度提高就缩短了扫描周期,增强了控制的实时性,更能保证高精度要求的产品质量。

2. 工业控制技术的集成

现代工业要求为其生产控制与生产管理提供一种统一的解决方案,因而各大 PLC 厂商均努力提高全面解决问题的能力。有的厂商提出了全集成自动化(Totally Integrated Automation)的概念。即是把原先分离的工业控制(PLC 与工控机)、人机界面、传感器/执行器、上位机监控、DCS、SCADA 等系统统一在同一个自动化环境中,以利于接驳,利于通信,上行下达全无障碍。为此,各大厂商必须以 PLC 为核心,向下延伸到远程 I/O、现场设备、步进/伺服系统等。向上扩展到人机界面、上位机、图形监控软件、通信等。而同级、向下、向上的联系则通过网络来解决。近年来在这方面的发展极其迅速。有实力的厂商自身配套能力极强,可以为客户提供统一、完善的解决方案。

3. 开放性及与主流计算机的结合

所谓开放性,体现在制定标准后各合作厂商按标准生产的设备经测试合格后均可直接挂上网,通信畅通无阻,例如,PROFIBUS、CC-Link 都是标准公开的现场总线。世界上有众多的厂商按标准生产控制设备,使得组态控制系统时有丰富的选择性。

如前所述,PLC 生产厂家众多。各家都有专用的 MPU 和机器码,要制定统一的标准,目前尚有困难。尽管各 PLC 厂商都在尽力采用最新技术,不断推陈出新,但世界主流计算机的发展速度极为惊人,PLC 有被抛离主流计算机发展潮流的现实危险。几年前甚至有些专家预言,PLC 由于自身的局限性,会从辉煌的顶点逐渐回落。尽管这些预言迄今尚未应验,但这却是鞭策 PLC 厂商寻求解决办法的动力。近年推出的以 PC 为基的 PLC 就是解决上面问题的尝试。解决方案有软件方式的也有硬件方式的。所谓以 PC 为基的 PLC,实际是把主流计算机与 PLC 合二为一。例如,在 PLC 的 CPU 模块旁边加插 Windows CPU 或在主流计算机总线上插上 PLC 的 CPU 板。这样做的目的是:①跟上主流计算机发展的潮

流。②将生产控制与生产管理合二为一。也就是迎合了上面所说的全集成自动化的概念,将数据处理、通信、控制程序统一起来了。这样的好处是显而易见的。PC 为基的 PLC 保留了 PLC 固有的简单易用、高可靠性的特点,又结合了主流计算机强大的数据处理能力,现场生产数据又直接可在机上读到,生产计划调度、配方管理等是一竿子到底。生产数据可以存入大容量硬盘中,克服了 PLC 存储容量较小的缺点。主流计算机的通信能力极强(例如支持 WEB 服务器等),又扩展了 PLC 的编程语言(例如 VB、VC++……)大大提高了 PLC 的品位。

4. 仿真软件开发

为了缩短安装调试工期,各大厂商均推出自己的模拟/虚拟 PLC 软件,即仿真的调试环境,在用户程序写完后即可将程序下载(Down load)到模拟/虚拟的 PLC 中。虚拟的 PLC 可代替实际硬件 PLC 运行,程序运行情况的监控方式与真实硬件 PLC 的监控方式完全相同。有了这种工具,可实现无硬件设备调试,调试可以在办公/实验室完成,大大缩短现场调试工期。

5. 实现远程服务

以 Intranet/Internet 为平台,可通过电话线或无线实现全球化的远程服务,少数高水平专家可为全球用户提供技术支援及服务。

2 可编程控制器工作原理及结构特点

2.1 工作原理

可编程控制器是一种工业控制计算机,其核心就是一台计算机。但由于有接口器件及监控软件的包围,因此,其外形不像计算机,操作使用方法、编程语言甚至工作原理都与计算机有所不同。另一方面,作为继电控制盘的替代物,由于其核心为计算机芯片,因此与继电器控制逻辑的工作原理也有很大区别。我们通过一个电路实例来说明这个问题。

例 2-1 有 2 个开关 X1、X2,其中任何一个接通都将立即点亮红灯,2s 钟后点亮绿灯。

解 为解决以上问题,我们选用 2 个按钮开关、2 个常开继电器及 1 个具有延时 2s 后闭合触点的时间继电器,构成图 2-1 的电路。

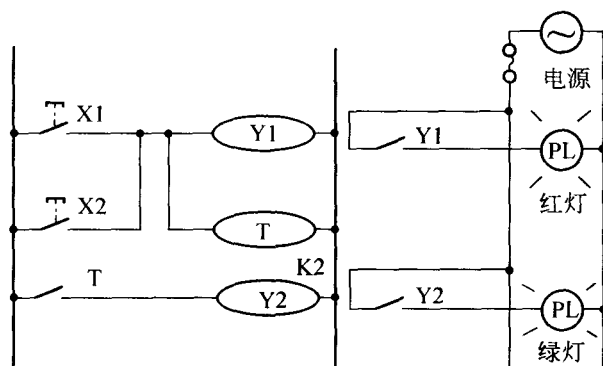


图 2-1

继电器电路工作过程:如图 2-1 电路所示,当 X1 或 X2 任一按钮按下后,线圈 Y1 接通,Y1 触点同时接通,时间继电器线圈 T 开始计时。此时,T 触点因时间未到,因此未接通。一旦时间到,T 触点接通,则 Y2 线圈接通,同时 Y2 触点接通,整个过程完成。

可编程控制器的工作过程:先读入 X1、X2 触点信息,然后对 X1、X2 状态进行逻辑运算,若逻辑条件满足,Y1 线圈接通,此时外触点 Y1 接通,外电路形成回路,红灯亮;在定时时间未到时,T 触点接通的条件不满足,因此 Y2 线圈不通电,绿灯不亮;在到 T 时间后,Y2 线圈才接通,Y2 触点接通,绿灯亮。

由上例可见,整个工作过程需要读入开关状态、逻辑运算、输出运算结果共三步。输入的是给定量或反馈量,输出的是被控量。因为计算机每一瞬间只能做一件事,因此工作的次序是:输入→第一步运算→第二步运算……最后一步运算→输出。这种工作方式就称为扫描工作方式。从输入到输出的整个执行时间称为扫描周期。

可编程控制器的工作过程如图 2-2 所示,说明如下:

1. 输入处理

程序执行前,可编程控制器的全部输入端子的通/断状态读入输入映像寄存器。

在程序执行中,即使输入状态变化,输入映像寄存器的内容也不变,直到下一扫描周期的输入处理阶段才读入这变化。另外,输入触点从通(ON)→断(OFF)[或从断(OFF)→通(ON)]变化到处于确定状态止,输入滤波器还有一响应延迟时间(约 10ms)。

2. 程序处理

对应用户程序存储器所存的指令,从输入映像寄存器和其他软元件的映像寄存器中将有关软元件的通/断状态读出,从 0 步开始顺序运算,每次结果都写入有关的映像寄存器,因此,各软元件(X 除外)的映像寄存器的内容随着程序的执行在不断变化。

输出继电器的内部触点的动作由输出映像寄存器的内容决定。

3. 输出处理

全部指令执行完毕,将输出 Y 的映像寄存器的通/断状态向输出锁存寄存器传送,成为可编程控制器的实际输出。

可编程控制器内的外部输出触点对输出软元件的动作有一个响应时间,即要有一个延迟才动作。

以上的方式称为成批输入/输出方式(或刷新方式)。

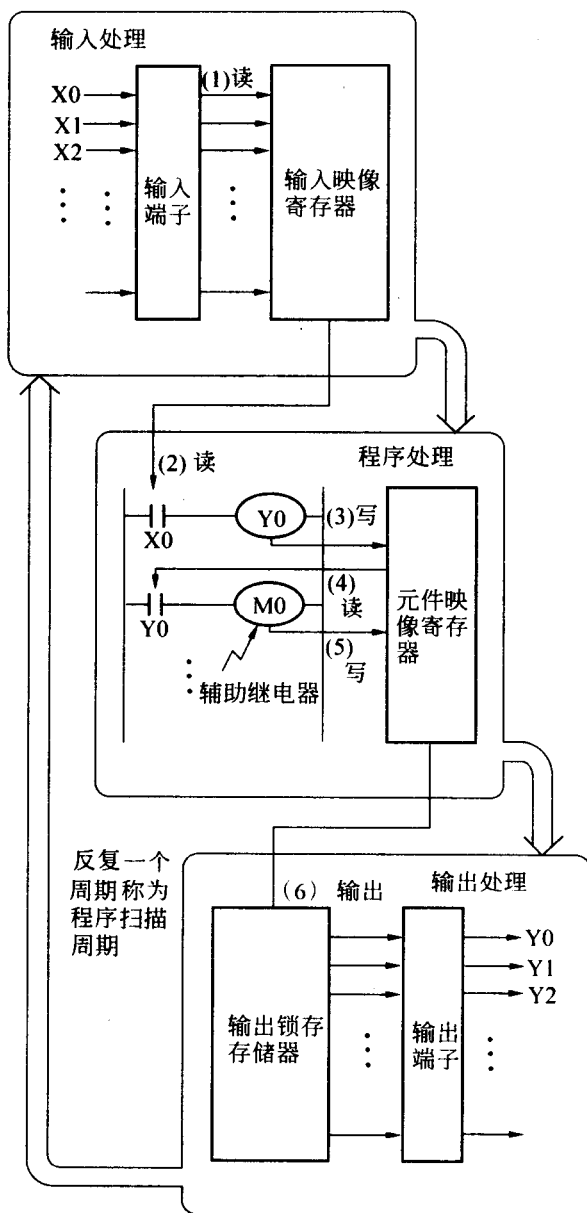


图 2-2 可编程控制器的工作过程

2.2 可编程控制器的构成

可编程控制器有各种不同的结构,为了简化问题,下面以小型可编程控制器为例。

可编程控制器的核心是一台单板机,在单板机外围配置了相应的接口电路(硬件),在单板机中配置了监控程序(软件)。下面介绍硬件及软件的构成及作用。

2.2.1 硬件

可编程控制器的基本结构如图 2-3 所示。

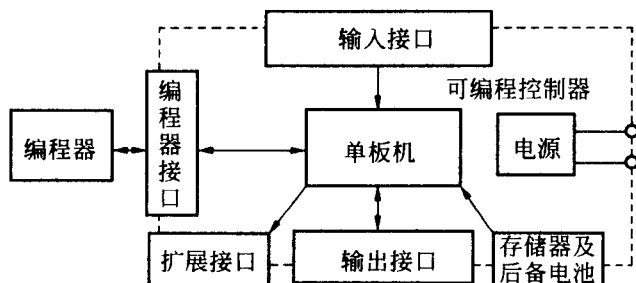


图 2-3 可编程控制器的基本结构

2.2.1.1 单板机

可编程控制器中的单板机即为 CPU 板。它包括一台基本计算机必需的部件：中央处理器 CPU，存储器 RAM、ROM，并行接口 PIO，串行接口 SIO，时钟 CTC。它的作用是对整个可编程控制器的工作进行控制。它的工作分两部分：一部分是对系统进行管理，如自诊断、查错、信息传送时钟、计数刷新等；另一部分就是根据用户程序执行输入输出操作、程序解释执行操作等。

单板机中 CPU 芯片随机型不同而有所不同。例如，F1、F2 系列为 8031，K 系列为 8085，A 系列为 8086，A 系列的高速系统 A3H 中包含一片 80286 及另一片 48 位三菱专用逻辑处理芯片。对可编程控制器运算速度要求越高、信息处理量越大，则 CPU 的位数也越多、速度也越快。随着超大规模集成电路制造水平的提高，将来的发展趋势是可控编程控制器的芯片越来越高档。在 FX_{2N} 系列中，大部分芯片都是采用表面封装技术的芯片。CPU 板有两片超大规模集成电路（双 CPU），因此，FX_{2N} 无论在速度、集成度等方面都极高。

单板机中的存储器主要用于存储系统监控程序及系统工作区间，并且用于生成用户环境。其容量的大小取决于系统的工作能力及系统程序的质量。

串行接口和并行接口是用于 CPU 与接口器件交换信息的，它的数量取决于系统规模的大小。

单板机中的定时器/计数器是用于产生系统时钟及用户时钟信息的。这里我们要注意，在一台单板机中，CTC 的数量是很有限的，但经过系统监控程序的处理，可以产生几十个甚至数百个相对独立的计数器和定时器。

可编程控制器的用户程序及参数的存储器有三种类型。一种是 RAM，通常都是 CMOS 型的，耗电极微。在可编程控制器中通常都用锂电池作后备，这样在失电时不会损坏程序，在调试时就很方便了。为了防止偶然操作失误而损坏程序，还可采用 EPROM 或 EEPROM，在程序调试完成后就可以固化。但 EPROM 的缺点是写入时必须用专用的写入器，擦除时要用专用的擦除器，这对于用户是很不方便的。因此，最近的发展是采用电可擦除只

读存储器 EEPROM, 它的写入和擦除只需编程器即可, 而不再需要其他的装置。

2.2.1.2 输入接口电路

输入输出信号分为开关量、模拟量及数字量。为简单起见, 这里仅阐述开关量信号, 模拟量信号和数字量信号留待有关章节叙述。

可编程控制器的一个重要特点就是所有的输入输出信号全部都经过了隔离, 无论任何形式的输入输出最终都是经过光电耦合口或继电器将信号传入/送出 PLC。

通常输入有两种形式。一种是直流输入, 其输入器件可以是无源触点或传感器的集电极开路晶体管。它又进一步分为源型(共[+]端)和漏型(共[-]端); 另一种是交流输入, 这实际上是将交流信号经整流、限流后再通过光耦传入 CPU。

图 2-4 所示是 FX 系列 PLC 的输入电路(包括 RUN 输入)的例子。此例为直流源型, 它包括如下几个部分的内容:

1. 输入端子

当电流通过输入端子时, 输入信号接通。公共端为[+]的是源型; 公共端为[-]的是漏型。对于源型机, 将[S/S]端与[0V]相连; 对于漏型机, 将[S/S]端与[24V]连接。输入信号为 ON 时输入指示灯亮。所有输入的公共端是[S/S]端子(而不是接地端)。

2. 输入电路

输入电路的 1 次电路与 2 次电路用光电耦合器隔离。2 次电路设有 RC 滤波器, 这是为防止由于输入触点的颤振、输入线混入的噪声引起误动作而设计的。因此, 外部输入从 ON→OFF 或 OFF→ON 变化时, PLC 内部有约 10ms 的响应滞后。

3. 输入灵敏度

PLC 的输入电流为 DC 24V 7mA。引起输入动作的最小电流为 2.5~3mA, 但为了确实启动, 必须取 4.5mA 以上。为了确实切断, 必须取 1.5mA 以下。

4. 传感器用外部电路

PLC 的输入电流是由 PLC 内部的 DC 24V 电源供给的, 因此, 光电开关等传感器用外部电源驱动时, 该外部电源须为 DC 24V ± 4V, 传感器的输出晶体管须为 PNP 集电极开路型(对于源型)或 NPN 集电极开路型(对于漏型)。

FX 系列 PLC 的输入规格见表 2-1。

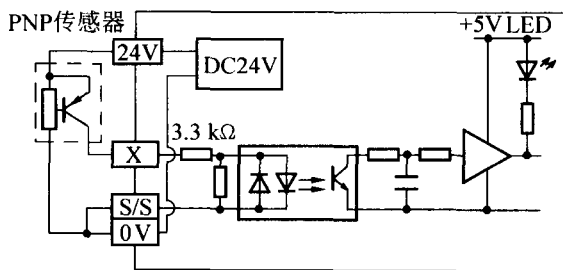


图 2-4 FX 系列 PLC 输入电路

表 2-1 FX 系列 PLC 的输入规格

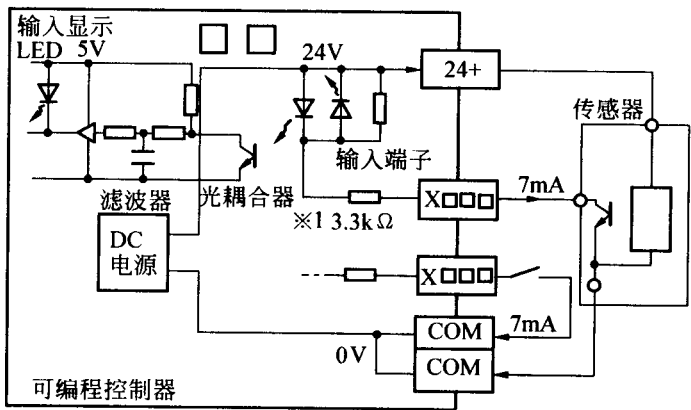
项 目	DC 输入(基本单元)	DC 输入(扩展单元)
机 型	(AC 电源型) FX _{2N} 基本单元	扩展模块(FX _{0N} , FX _{2N} 用) 扩展单元 FX _{2N} 用

(续表 2-1)

项 目	DC 输入(基本单元)	DC 输入(扩展单元)
输入电路组成		
输入信号电压	DC (24 ± 2.4) V	DC (24 ± 2.4) V
输入信号电流	7mA/DC24V(X010 以后 5mA/DC24V)	5mA/DC24V
输入 ON 电流	4.5mA 以上(X010 以后 3.5mA/DC24V)	3.5mA 以上
输入 OFF 电流	1.5mA 以下(X010 以后 1.5mA/DC24V)	1.5mA 以上
输入应答时间	约 10ms X000 ~ X017 内含数字滤波器,可在 20 ~ 60ms内转换,但最小 50μs	约 10ms
输入信号形式	接点输入或 NPN 开路集电极晶体管	
输入电路绝缘	光耦合绝缘	
输入动作表示	输入连接时 LED 灯亮	

* 1. X010 以后是 4.3kΩ; * 2. 16MX000 ~ X007

外部传感器可以由另外电源供电,也可以由 PLC 的 DC24V 电源供电,如图 2-5 所示。



※1 X010以后是4.3kΩ

图 2-5

2.2.1.3 输出接口电路

输出通常有三种形式:一种是继电器输出型,CPU 接通继电器的线圈,继而吸合触点,而触点与外线路构成回路;另一种是晶体管输出,它是通过光耦合使开关晶体管通断以控制外电路;再一种就是可控硅输出型,这里的可控硅是采用光触发型的。

1. 公共点

输出端子有两种接法:一种输出是各自独立的(无公共点);另一种为每 4~8 个输出点构成一组,共用一个公共点。在输出共用一个公共端子范围内,必须用同一电压类型和同一电压等级,但不同的公共点组可使用不同电压类型和等级(如 AC 200 V、AC 100 V、DC 24 V 等)的负载。各输出公共点之间是相互隔离的。

2. 电路隔离

继电器输出型是利用输出继电器的触点和线圈,将 PLC 的内部电路与外部负载电路进行电气隔离;SSR 输出型是在 PLC 的内部电路与输出元件(三端双向可控硅开关元件)之间用光电晶闸管进行隔离;晶体管输出型是在 PLC 的内部电路与输出晶体管之间用光电耦合器进行隔离。

3. 响应时间

继电器型响应时间最长,从输出继电器的线圈通电或断电到输出触点 ON 或 OFF 的响应时间均为 10 ms。SSR 型和晶体管型的响应时间都很短,SSR 型从光电晶闸管驱动(或断开)到输出三端双向可控硅开关元件 ON(或 OFF)的时间为 1 ms 以下,晶体管型从光电耦合器动作(或关断)到晶体管 ON(或 OFF)的时间为 0.2 ms 以下(在 24 V 20 mA 时)。

4. 输出电流

FX 系列 PLC 输出接口电路如图 2-6 所示。

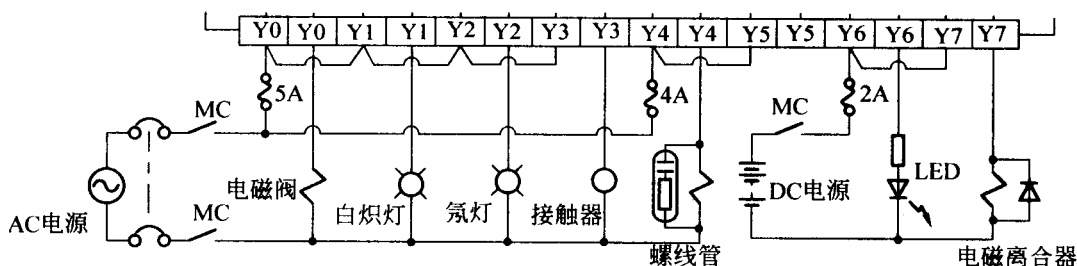


图 2-6 FX 系列 PLC 输出接口电路

继电器型在 AC 250 V 以下电路电压时可驱动负载为:纯电阻负载 2A/1 点;感性负载 80 V·A 以下(AC 100 V 或 AC 200 V);灯负载 100 W 以下(AC 100 V 或 AC 200 V)。

感性负载时,容量越大,触点寿命就越短。另外,根据输出触点的不同,直流感性负载启闭时,要将该负载与并联分流二极管连接,最大电压要在 DC 30 V 以下。

SSR 型每点的输出电流最大为 0.3 A。但是,为了防止温度上升,每 4 点的总电流必须在 0.8 A 以下(1 点平均 0.2 A)。浪涌电流大的负载,开关次数频繁时,电流有效值要取 0.2 A 以下。

晶体管型每个输出点可有 0.5 A 电流。但是,因有温度上升的限制,每 4 点输出总电流不得大于 0.8 A(1 点平均 0.2 A)。因为输出晶体管的通态电压降约为 1.5 V,所以驱动半导