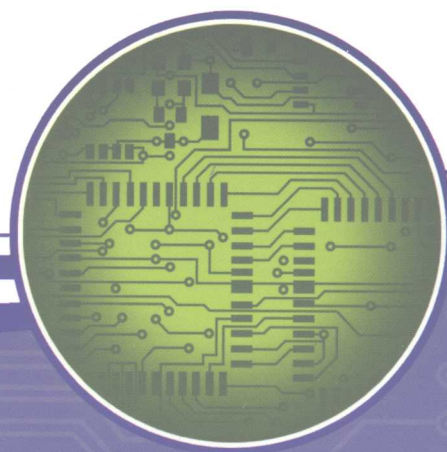


可编程序控制器原理与应用丛书

可编程序控制器原理 及逻辑控制

● 李胜多 张 还 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

TP332.3
272
12

可编程序控制器原理与应用丛书

可编程序控制器原理 及逻辑控制

● 李胜多 张 还 刘晓红 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 简 介

本书是《可编程序控制器原理与应用丛书》之一。本书较系统地介绍了控制领域中广泛使用的一类控制技术——逻辑控制。紧密结合编者多年的教学与工程实践的经验,结合可编程序控制器的应用实际,内容全面、实用,内容注重理论联系实际、深入浅出、循序渐进的原则,力求向读者介绍逻辑控制和可编程序控制器的基础知识,突出应用性和实践性,使读者学习后能自如地运用可编程序控制器等设计程序控制系统。本书以三菱FX_{2N}系列机型为重点,重点讲述了逻辑与可编程序控制器的概念,继电器逻辑控制技术,PLC的结构、工作原理和编程规则,详细介绍了系统的指令系统和编程方式,并通过大量的、有针对性的工程实例,介绍可编程序控制器设计的基本原则、选型及维护的基本方法,并给出了典型的设计实例,且各章均配有习题,方便读者练习。

本书可作为高等学校本科自动化、电气工程、计算机应用、机械制造、电子信息、机电一体化及相关专业的教材,也可供工程技术人员自学或作为培训教材使用,是可编程序控制器用户的一本实用性与实践性较强的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

可编程序控制器原理及逻辑控制 / 李胜多, 张还编著. —北京: 中国电力出版社, 2008

(可编程序控制器原理与应用丛书)

ISBN 978-7-5083-7461-1

I. 可… II. ①李… ②张… III. ①可编程序控制器—理论 ②可编程序控制器—逻辑控制
IV. TP332.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第107892号

责任编辑: 王杏芸

责任校对: 闫秀英

责任印制: 郭华清

书 名: 可编程序控制器原理及逻辑控制

出版发行: 中国电力出版社

地址: 北京市三里河路6号 邮政编码: 100044

电话: (010) 68362602 传真: (010) 68316497

印 刷: 汇鑫印务有限公司

开本尺寸: 185mm × 233mm 印 张: 15.25 字 数: 322千字

书 号: ISBN 978-7-5083-7461-1

版 次: 2008年10月北京第1版

印 次: 2008年10月第1次印刷

印 数: 0001—3000册

定 价: 25.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前 言

近年来,以微处理器为核心的可编程序控制器(PLC)得到了迅猛的发展。PLC是一种工业自动控制的通用装置。由于其自身具有控制功能强、模块化结构、编程简单、使用灵活方便、可靠性高、性价比高等优点,可以进行复杂的生产过程控制,已经成为现代工业生产自动化的三大支柱之一,而且随着集成电路的发展和网络时代的到来,PLC必将有更大的发展空间。

本书从应用的角度出发,将知识点作了较为合理的整合。教学内容由浅入深、通俗易懂、理论联系实际,可作为高等学校本科自动化、电气工程、计算机应用、机械制造、电子信息、机电一体化及相关专业的教材,也可供工程技术人员自学或作为培训教材使用,是可编程序控制器用户的一本实用性与实践性较强的参考书。

《可编程序控制器原理及逻辑控制》是《可编程序控制器原理与应用丛书》的基础篇。全书以三菱FX_{2N}系列机型为例,分为8章,主要介绍了逻辑与可编程序控制器的基础知识、可编程序控制器的硬件系统、继电器逻辑控制技术、可编程序控制器的编程语言与指令系统、可编程序控制器的程序设计、编程工具及其使用、可编程序控制器的应用、可编程序控制器的使用与维护。

本书由青岛农业大学的李胜多主编,参加编写的还有青岛农业大学的张还、刘晓红,全书由李胜多统稿。本书在编写过程中,还得到了西安交通大学的徐敏老师、广州通信学院的黄绪波老师、青岛农业大学的实验员王振钢、迪尔集团有限公司的助理工程师杨海强、北京凯德建业科技有限公司青岛分公司的助理工程师刘伟、上海延峰江森座椅有限公司烟台分公司的助理工程师宋小伟、山东达驰电气股份有限公司的马其超、青岛农业大学的实验员袁本海和王学伟的热心指导和帮助,在此向他们表示衷心的感谢。

限于作者水平,书中难免有不足和错误之处,恳请广大读者及同行批评指正。

编 者
2008年5月

目 录

前 言

第一章 绪论	1
第一节 逻辑与可编程序控制器的基本概念	1
第二节 可编程序控制器	2
第三节 逻辑与可编程序控制技术国内外发展及应用概况	9
第二章 可编程序控制器的硬件系统	11
第一节 FX 系列机型尺寸、电源及 CPU	11
第二节 可编程序控制器的存储区分配	17
第三节 数字量 I/O 接口电路	18
第四节 高速计数模块	20
第五节 模拟量输入输出模块	22
第六节 定位控制模块	26
第七节 通信与网络单元	29
第八节 FX _{3U} 系列的可编程序控制器	32
第三章 继电器逻辑控制技术	34
第一节 继电器逻辑控制电路	34
第二节 典型的继电器逻辑控制电路	35
第四章 可编程序控制器的编程语言与指令系统	41
第一节 编程语言概述	41
第二节 FX _{2N} 系列 PLC 的编程软件	45
第三节 基本逻辑指令	59
第四节 功能指令	66
第五章 可编程序控制器的程序设计	107
第一节 梯形图的基本电路	107
第二节 经验设计法	115
第三节 继电器电路转换为梯形图的方法	118
第四节 逻辑设计法	121
第五节 顺序控制设计法	124
第六节 顺序控制梯形图的编程方式	128

第六章 编程工具及其使用.....	147
第一节 SWOPC-FXGP/WIN-C 编程软件简介.....	147
第二节 SWOPC-FXGP/WIN-C 的操作界面与基本操作.....	148
第三节 FX-20P 型编程器及其使用	175
第七章 可编程序控制器的应用.....	193
第一节 可编程序控制器的应用设计.....	193
第二节 可编程序控制器的应用举例.....	196
第八章 可编程序控制器的使用与维护.....	209
第一节 可编程序控制器的安装与接线.....	209
第二节 可编程序控制器的试运行与调试.....	212
第三节 可编程序控制器的维护和检修.....	216
附录	219
附录 A 一般规格.....	219
附录 B 电源规格 1.....	220
附录 C 电源规格 2.....	221
附录 D 电源规格 3.....	221
附录 E 规格概况	222
附录 F 性能规格	223
附录 G FX 系列指令一览表.....	225
附录 H FX 系列 PLC 的内部软继电器及编号	230
附录 I FX _{2N} 系列 PLC 的错码一览表.....	231
参考文献	235

第一章 绪 论

第一节 逻辑与可编程序控制器的基本概念

逻辑与可编程序控制技术作为自动控制领域中的众多控制技术中的一种,自从它问世以来,便受到了控制界的认同。近 40 多年来,这种技术已经发展成为现代自动化技术的一个重要支柱。

一、逻辑与可编程序控制技术的基本概念

在工业生产中,绝大部分控制问题是关于电动机的启动/停止、电磁阀的开启/闭合、电磁离合器的离合等一些开关量的控制的。实现这些控制,一般是通过继电器、晶闸管、接触器等器件的接通(ON)或断开(OFF)来实现的,而最终的控制往往又是在对象行程开关、按钮、接触器触点、接近开关、继电器触点等开关量状态的检测后,按照预先规定好的一种处理规则来实行的。这就是逻辑控制或称程序控制,即逻辑控制是指对生产过程运行状态进行检测后,按照预先编制好的操作规则,对输入状态进行逻辑运算、计数、定时,然后得出结果,根据结果作出控制决策,进而控制执行机构动作,最后完成开关量控制的生产过程的自动控制。逻辑控制中的一个重要问题是采用预先编制好的操作规则,这些操作规则又称为“程序”,所以逻辑控制又称为“程序控制”。

以前的逻辑控制主要是用继电器、接触器作为主要控制装置来构成逻辑控制系统,所以也可以称为继电器逻辑控制或继电器接触控制。这种控制系统的特征是其控制程序以元器件的某种连接方式来体现。所以必须改变系统的连接方式,才能修改控制程序。这种控制系统已经不能适应时代的需求。随着计算机技术的发展,可编程序控制技术诞生了。这种技术的控制程序是通过软件形式体现的,所以只要改写软件程序,重新存入可编程序控制器的用户存储器中,就可以实现改变控制程序的目的。

二、逻辑控制的特点和控制要素

1. 逻辑控制的特点

逻辑控制的输入、输出信号,主要是开关量 ON 或 OFF 的信号。而先进的可编程序控制器,其输入、输出信号除了开关量信号外,还涉及如温度、流量、压力、速度、加速度以及大量的数据信息。但是对开关量信号的处理,仍是逻辑控制系统的主要任务。本教材

也主要是以对开关量控制的研究作为主要内容的。

2. 逻辑控制的控制要素

在逻辑控制过程中包含了两个控制要素：一是按照生产工艺要求预先确定的顺序，根据输入信号或延时、计数等中间信号来控制前一步动作和后一步动作的转换；二是在每一步中按照各工序预先确定好的要求，准确地控制执行机构完成规定的动作，即逻辑控制过程中包含的两个控制要素：动作的转换和动作的执行。

第二节 可编程序控制器

一、可编程序控制器的概念

可编程序控制器 (Programmable Controller) 简称 PC 或 PLC。为了与个人计算机的 PC 相区别，习惯上用 PLC 表示。可编程序控制器是在继电器逻辑控制的基础上发展而来的，随着微电子技术、计算机技术、自动控制技术和通信技术的发展而形成的一代新型工业控制装置，目前，可编程序控制器已成为现代工业自动化的三大支柱 (PLC、机器人、CAD/CAM) 之一。

国际电工委员会 (IEC) 于 1987 年颁布了可编程序控制器标准草案第三稿，并且在草案中对可编程序控制器做了如下定义：“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，并通过数字式和模拟式的输入和输出，控制各种类型的机械或生产过程。可编程序控制器及其有关外围设备，都应按易于与工业系统联成一个整体，易于扩充其功能的原则设计。”

从定义中可以看出，可编程序控制器能够直接应用于工业环境，它必须具有很强的抗干扰能力、广阔的应用范围和很强的适应能力。同时，它是通过软件方式来实现“可编程序”的，与传统继电器接触控制装置中通过硬件或硬接线的变更来改变控制规则有着本质的区别。定义还强调了可编程序控制器是“数字运算操作的电子系统”，所以它也是一种计算机，它采用“面向用户的指令”，因此具有编程方便的特点。

二、可编程序控制器的分类

可编程序控制器的产品种类繁多，其功能、产地、结构、规模也各不相同，对于其分类，一般按照两种分类方法来分类。

1. 根据硬件结构形式分类

根据硬件结构的不同，可编程序控制器分为整体式、模块式和叠装式三类。

(1) 整体式 PLC。整体式 PLC 又称为单元式 PLC 或箱体式 PLC。它是把电源、CPU、I/O 接口等部件都集中装在一个箱体内，它具有结构紧凑、体积小、重量轻、价格低的优

点。整体式 PLC 又分为基本单元（又称主机）和扩展单元。两者的区别是，前者内部有 CPU 模块，而后者没有 CPU 模块。当扩展规模时，只需用扁平电缆将基本单元和一定数量的扩展单元连接起来即可。这种类型 PLC 的典型产品有：三菱公司的 F1、F2、FX2 系列 PLC，OMRON 公司的 P 系列等。

(2) 模块式 PLC。模块式 PLC 是由机架和模块组成，可根据需要选配不同的模块，如 CPU 模块、I/O 模块、电源模块以及各种功能模块，只需将模块插入模块插座上即可。这种结构配置非常灵活方便，通常大型、中型 PLC 多采用此种结构。模块式 PLC 的典型产品有：A-B 公司的 PLC-5 系列，SIEMENS 公司的 S5-115U、S5-135U、S5-155U 及 S7 系列等。

(3) 叠装式 PLC。叠装式 PLC 的 CPU、电源、I/O 接口等也是独立的模块，它们之间通过电缆进行连接，且各模块一层层地叠装，具有整体式和模块式共同的特点。这样系统配置灵活，体积小巧。

2. 根据 I/O 点数分类

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

(1) 小型 PLC。I/O 点数小于 256 点为小型 PLC。

(2) 中型 PLC。I/O 点数大于 256 点、小于 2048 点的为中型 PLC。

(3) 大型 PLC。I/O 点数大于 2048 点的为大型 PLC。

最近几年，随着 PLC 通信和联网功能的发展，PLC 的结构也越来越复杂，这里就不再阐述，在以后的学习和实践中，要对这方面的问题多加关注。

三、现代可编程序控制器的主要特点及发展趋势

由于现代生产是复杂多样的，对控制的要求也不尽相同。除了工业自动化的客观需要外，它还解决了工业控制中的可靠、安全、方便、灵活等问题。可编程序控制器技术得以高速发展，主要因为它具有以下独特的特点。

1. 可靠性高，抗干扰能力强

这是用户选择控制装置的首要条件。可靠性高、抗干扰能力强是 PLC 最重要的特点。因为可编程序控制器在硬件方面、软件设计上采取了抗干扰和对故障进行诊断的各种措施，如屏蔽、隔离、滤波、对故障的诊断、对程序的后备电池进行保护等等，使它可以直接用于工业现场，并且可以无故障工作达几十万个小时，这一点使它拥有了众多的用户。

2. 编程简单方便，易于使用

目前，大多数 PLC 采用的编程语言是梯形图语言，梯形图与继电器控制线路图极为相似，形象、直观，工程技术人员很容易掌握。最近几年，又发展了顺控流程图语言（Sequential Function Chart，SFC），也称功能图，使得编程更容易，深受电气技术人员的欢迎。同时，PLC 的编程器和编程软件的操作和使用也很简单，使得 PLC 得以普及和推广。

3. 系统设计、安装简单, 调试方便

由于 PLC 用软件 (即程序) 代替了传统继电器控制系统的硬件接线, 所以控制柜的设计安装、接线工作量大大减少, 并且设计人员在实验室就能进行模拟调试。PLC 产品齐全, 用户构建系统时, 设计、安装、调试都极其容易, 与一般控制系统相比, 大大缩短了周期。

4. 适应性、灵活性强, 应用范围广

现在可编程序控制器产品品种齐全, 大多采用模块式的硬件结构, 这样使用起来组合和扩展就更加方便。为满足系统控制的不同要求, 用户可根据需要灵活选用, 并且可根据不同的需求通过更新软件来实现, 故其适应性极强。它广泛应用于机械制造、化工、石化、医疗、电力、纺织、轻工、冶金、建材、煤炭、食品等各生产线中。

5. 体积小、重量轻, 维修方便

可编程序控制器的结构紧凑、体积小, 具有自诊断功能, 它能及时显示故障代码, 工作人员可以通过它查出故障原因, 所以排除故障比较顺利、简单。

6. 功能完善

除了能实现基本的逻辑控制、定时、计数、算术运算等功能外, 现在不少 PLC 产品还具有点位控制、PID 控制、过程控制、数据处理以及通信联网等功能, 已经远远超越了开关量控制的概念。

由于具有上述特点, 可编程序控制器的应用范围将越来越广泛。

四、可编程序控制器的基本结构及技术指标

1. 可编程序控制器的基本结构

可编程序控制器实质上是一种工业控制专用计算机。按照计算机组成的理论, 它实际上是由硬件和软件两部分组成的。可编程序控制器硬件主要由中央处理单元、输入接口、输出接口、电源等组成, 其基本结构框图如图 1-1 所示; 而软件主要包括系统软件 and 用户软件。

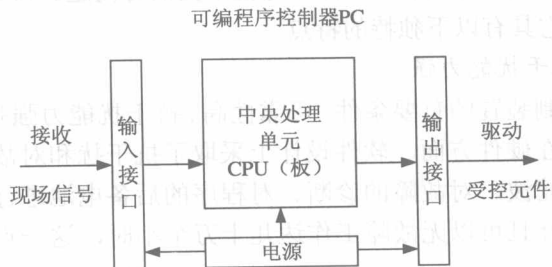


图 1-1 PLC 的基本结构示意图

(1) 中央处理单元 (Central Process Unit, CPU)。中央处理单元主要由微处理器和存储器组成, 是 PLC 的核心部分。它的功能是: 用扫描的方式读取现场输入装置的状态或数据, 并存入输入映像寄存器, 同时, 诊断电源、PLC 工作状态和程序的语法错误等, 经诊断无误后, 运行用户程序存储器中的用户程序, 得到运算结构, 并存储到输出映像寄存器;

最后将输出映像寄存器中的内容通过输出接口去驱动外部执行结构。存储器是用于存放系统程序、用户程序和工作数据的。

(2) I/O 接口。CPU 是通过输入/输出接口与外围设备连接的。输入接口用于采集控制现场输入信号,并转换成 CPU 能够接收的信号,对其进行滤波、电平转换、隔离、放大等;输出接口用于将 CPU 的输出信号转换成驱动执行机构的控制信号(包括开关量或模拟量),并对输出信号进行功率放大,隔离 PLC 内部电路和外部执行机构等。根据输出形式不同,输出接口通常有 3 种类型:继电器式、晶体管式和晶闸管式。

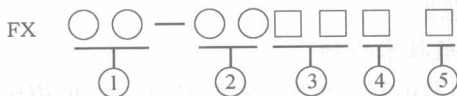
(3) 电源模块。主要用途是为 PLC 提供工作电源。一般为 220V 交流电源,有的还为输入电路提供 24V 的直流电源。而外部执行机构的电源一般由用户提供。

(4) PLC 的外围设备。外围设备主要有编程设备、监控设备、存储设备、输入/输出设备等。编程设备主要用于编制用户程序,对系统参数进行设置或监控 PLC 的运行状态等。有简易编程器和智能图形编程器,近年来普及普通的个人计算机配以专门的编程软件,通过屏幕对话方式进行程序编制。监控设备分数据监视器和图形监视器,通过数据或图形监控系统的运行情况。存储设备有存储卡、存储磁带、软磁盘或只读存储器,用于存储用户程序或数据。输入/输出设备用于接收信号或输出信号,如条码读入器、打印机等。

(5) PLC 的通信联网。现在几乎所有的 PLC 产品都具有通信联网功能,它具有通信接口,通过双绞线、同轴电缆或光缆实现 PLC 与 PLC 之间、PLC 与上位计算机以及其他智能设备之间的联网。

2. FX 系列 PLC 型号的命名

三菱 FX 系列小型可编程序控制器有 FX₀、FX₂、FX_{0N}、FX_{0S}、FX_{2C}、FX_{2N}、FX_{2NC}、FX_{1N}、FX_{1S} 等系列。其型号命名的基本格式为:



①系列序号,即 0、2、ON、OS、2C、2NC、1N、1S。

②输入输出的总点数。

③单元区别。

M: 基本单元。

E: 输入输出混合扩展单元及扩展模块。

EX: 输入专用扩展模块。

EY: 输出专用扩展模块。

④输出形式。

R: 继电器输出。

T: 晶体管输出。

S: 晶闸管输出。

⑤特殊类型的区别。

D: DC 电源, DC 输入。

A1: AC 电源, AC 输入 (AC 100~120V) 或 AC 输入模块。

H: 大电流输出扩展模块。

V: 立式端子排的扩展模式。

C: 接插口输入输出方式。

F: 输入滤波器 1ms 的扩展模块。

L: TTL 输入型模块。

S: 独立端子 (无公共端) 扩展模块。

3. FX 系列 PLC 主要性能指标

(1) 输入/输出点数。输入/输出点数是指可编程序控制器外部输入、输出端子数总和。I/O 点数越多, 外部可接的输入设备和输出设备就越多, 控制规模就越大。

(2) 扫描速度。一般以执行 1000 步指令所需的时间来衡量, 单位为毫秒/千步。

(3) 存储器容量。可编程序控制器的存储器分为 3 部分: 系统程序存储器、用户程序存储器和数据存储器。程序指令是按“步”存放的, 一“步”占用两个字节。如存储容量为 1000 步的可编程序控制器, 其存储容量为 2KB。

(4) 编程语言。可编程序控制器采用的编程语言有梯形图、助记符、功能模块图等。不同的 PLC, 其编程语言可能也不相同。

(5) 指令功能。编程指令的功能越强、数量越多, PLC 的控制能力就越强, 用户编程也就越简单和方便, 越容易实现复杂的控制任务。

另外, 可编程序控制器的可扩展性、可靠性、联网功能的扩展等性能指标在选择可编程序控制器时也是必须注意的。

4. FX 系列 PLC 的一般技术指标

FX 系列可编程序控制器由基本单元、扩展单元、扩展模块及特殊功能单元构成。基本单元 (Basic Unit) 是 PLC 的主要部分, 由 CPU、输入/输出及电源组成。扩展单元 (Extension Unit) 一般用于扩展可编程序控制器输入/输出点数。扩展模块 (Extension Module) 内部没有电源, 用来改变可编程序控制器输入/输出点数比例。FX 系列主要有 FX_{0S}、FX_{0N}、FX_{1N}、FX_{2N} 等, FX 系列 PLC 主要产品的性能比较, 如表 1-1 所示。

表 1-1 FX 系列 PLC 主要产品的性能比较

型号	I/O 点数	基本指令执行时间	功能指令	模拟模块量	通信
FX _{0S}	10~30	1.6~3.6μs	50	无	无
FX _{0N}	24~128	1.6~3.6μs	55	有	较强
FX _{1N}	14~128	0.55~0.7μs	177	有	较强
FX _{2N}	16~256	0.08μs	298	有	强

FX 系列 PLC 的环境指标要求如表 1-2 所示。

表 1-2 FX 系列 PLC 的环境指标

环境温度	使用温度 0~55℃, 储存温度-20~70℃
环境湿度	使用时 35%~85%RH (无凝露)
防震性能	JISC0911 标准, 10~55Hz, 0.5mm (最大 2G), 3 轴方向各 2 次 (但用 DIN 导轨安装时为 0.5G)
抗冲击性能	JISC0912 标准, 10G, 3 轴方向各 3 次
抗噪声能力	用噪声模拟器产生电压为 1000 伏 (峰-峰值)、脉宽 1μs、30~100Hz 的噪声
绝缘耐压	AC 1500V, 1min (接地端与其他端子间)
绝缘电阻	5MΩ以上 (DC 500V 兆欧表测量, 接地端与其他端子间)
接地电阻	第三种接地, 如接地有困难, 可以不接
使用环境	无腐蚀性气体, 无尘埃

FX 系列 PLC 对输入信号的技术要求如表 1-3 所示。

表 1-3 FX 系列 PLC 的输入技术指标

输入端 项目	X0~X3 (FX _{0S})	X4~X17 (FX _{0S}) X0~X7 (FX _{0N} 、 FX _{1S} 、FX _{1N} 、FX _{2N})	X10~ (FX _{0N} 、 FX _{1S} 、FX _{1N} 、 FX _{2N})	X0~X3 (FX _{0S})	X4~X17 (FX _{0S})
输入电压	DC 24V±10%			DC12V±10%	
输入电流	8.5mA	7mA	5mA	9mA	10mA
输入阻抗	2.7kΩ	3.3kΩ	4.3kΩ	1kΩ	1.2kΩ
输入 ON 电流	4.5mA 以上	4.5mA 以上	3.5mA 以上	4.5mA 以上	4.5mA 以上
输入 OFF 电流	1.5mA 以下	1.5mA 以下	1.5mA 以下	1.5mA 以下	1.5mA 以下
输入响应时间	约 10ms, 其中: FX _{0S} 、FX _{1N} 的 X0~X17 和 FX _{0N} 的 X0~X7 为 0~15ms 可变, FX _{2N} 的 X0~X17 为 0~60ms 可变				
输入信号形式	无电压触点或 NPN 集电极开路晶体管				
电路隔离	光电耦合器隔离				
输入状态显示	输入 ON 时 LED 灯亮				

FX 系列 PLC 对输出信号的技术要求如表 1-4 所示。

表 1-4 FX 系列 PLC 的输出技术指标

项 目	继电器输入	晶闸管输出	晶体管输出
外部电源	AC 250V 或 DC 30V 以下	AC 85~240V	DC 5~30V
最大电阻负载	2A/1 点、8A/4 点、8A/8 点	0.3A/点、0.8A/4 点 (1A/1 点、2A/4 点)	0.5A/1 点、0.8A/4 点 (0.1A/1 点、0.4A/4 点) (1A/1 点、2A/4 点) (0.3A/1 点、1.6A/16 点)
最大感性负载	80VA	15VA/AC 100V、30VA/AC 200V	12W/DC 24V
最大灯负载	100W	30W	1.5W/DC 24V

续表

项 目	继电器输入	晶闸管输出	晶体管输出
开路漏电流	—	1mA/AC 100V 2mA/AC 200V	0.1mA 以下
响应时间	约 10ms	ON: 1ms; OFF: 10ms	ON: <0.2ms, OFF: <0.2ms 大电流 OFF 为 0.4ms 以下
电路隔离	继电器隔离	光电晶闸管隔离	光电耦合器隔离
输出动作显示	输出 ON 时 LED 亮		

五、可编程序控制器的基本工作原理

可编程序控制器与继电器逻辑控制电路相类似，都是根据现场的输入和系统的控制要求来实现控制的。所不同的是，继电器逻辑控制是根据逻辑电路的组合和电路器件并行运行的方式来实现控制要求，而可编程序控制器是通过执行用户程序来完成控制任务的。所以从某种程度上讲，可编程序控制器也是一种计算机控制系统，但是它们的工作方式不同。

可编程序控制器工作模式有两种：运行（RUN）和停止（STOP）。当处于运行模式时，PLC 通过执行用户程序来实现控制功能，为了使 PLC 的输出能够及时地响应随时变化的输入信号，不断地重复执行，直到 PLC 停机或者是切换到停止模式。PLC 的这种周而复始的循环工作方式称为循环扫描工作方式。每一个循环即为一个扫描周期。每一个扫描周期均分为内部诊断、输入采样、执行用户程序、输出刷新、通信服务 5 个阶段。当处于停止工作模式时，PLC 只进行内部处理和通信服务等内容，如图 1-2 所示。下面对每个阶段分别进行介绍。



图 1-2 扫描过程

1. 内部诊断

上电后，PLC 对 CPU、存储器、I/O 接口、时间监视器 WDT 等进行检查，如果发现异常，就需要停止 PLC 的运行。确认无误后，PLC 才能进行其他操作。

2. 输入采样

在输入采样阶段，PLC 对所有外部输入电路的接通/断开状态进行采集，并把各状态存入输入映像寄存器，然后进入程序执行阶段，这时即使外部输入状态发生变化，输入映像寄存器的内容也不会改变，在下一个扫描周期再采样，如图 1-3 所示（只画出了扫描过程中的三个阶段）。

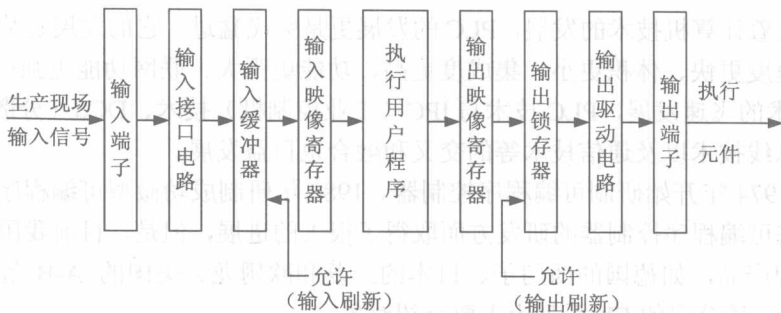


图 1-3 扫描过程示意图

3. 执行用户程序

先从输入映像寄存器中读入输入状态，并读入内部辅助继电器、定时器、计数器的状态，然后执行程序进行逻辑运算，并将运算结果存入输出映像寄存器。

4. 输出刷新

在程序执行完成以后，进入输出刷新阶段，将输出映像寄存器中所有输出继电器的状态输出到输出锁存器，驱动所有外部输出电路。

5. 通信服务

配有网络的 PLC，在通信服务阶段，进行 PLC 之间以及 PLC 与计算机之间的信息交换，如响应编程器的命令、更新编程器的显示内容等等。

从以上分析可见，PLC 输入信号发生变化的时刻到 PLC 输出端对该输入变化产生响应的时刻之间的时间间隔为 PLC 的输入/输出响应滞后。这种响应滞后是由 PLC 扫描工作方式所决定的，主要与 PLC 输入接口的滤波环节、输出接口中驱动器件的动作时间和用户程序的设计有关。滞后时间是设计 PLC 控制系统时应注意的一个方面。

第三节 逻辑与可编程序控制技术国内外发展及应用概况

在 20 世纪 20 年代，继电接触器被广泛用于开关量的控制系统中。但对于规模较大、控制较为复杂的系统，这种控制就不能满足需要了。并且，继电接触器控制系统的触点接触可靠性差，电路的通用性、灵活性很差，维修不方便等等，所以它的发展受到了极大的制约。20 世纪 60 年代电子数字计算机诞生了，它的通用性和灵活性极强，在继电器接触控制系统与计算机之间寻求一种综合两者优势的技术的需求，就显得非常迫切。1968 年，通用公司提出了研制可编程序控制器的设想。1969 年，美国数据设备公司（DEC）研制出了世界上第一台可编程逻辑控制器 PLC（Programmable Logic Controller）。此后，美国、日本以及欧洲各厂商在这方面展开了强劲的角逐。1971 年，日本日立公司研制出了日本第一台 PLC。1973 年，西门子（SIEMENS）公司在欧洲研制出了第一台 PLC。20 世纪 80

年代以来,随着计算机技术的发展,PLC的发展更是突飞猛进。它的发展趋势主要体现在以下几点:速度更快、体积更小、集成度更高、功能更强大、联网功能更强……。同时,随着PLC技术的飞速发展,PLC技术与IPC(工业控制机)技术、DCS(分散控制系统)技术、现场总线技术以及通信技术等的交叉和融合也日益发展。

我国自1974年开始研制可编程序控制器。1980年研制成功微型可编程序控制器。近年来,我国在可编程序控制器的研发方面取得了很大的进展,但是,目前我国使用的主要是国外的品牌产品,如德国的西门子、日本的三菱和欧姆龙、美国的A-B等公司生产的PLC。本书以三菱公司的FX系列为主要介绍对象。

思考题

1. 什么叫逻辑控制?
2. PLC主要由哪几部分构成?各部分有什么作用?
3. 简述可编程序控制器的概念。
4. 简述可编程序控制器的工作原理。
5. 与一般的计算机控制系统相比,可编程序控制器有什么独特的优势?
6. 与继电器控制系统相比,可编程序控制器有些什么优点?
7. 可编程序控制器的主要特点是什么?
8. 根据你了解的情况,请谈谈我国在可编程序控制技术方面的优势和与国际现状的差距,并提出你的建议。

第二章 可编程序控制器的硬件系统

第一节 FX 系列机型尺寸、电源及 CPU

一、各部分的名称

各部分的名称如图 2-1 所示。

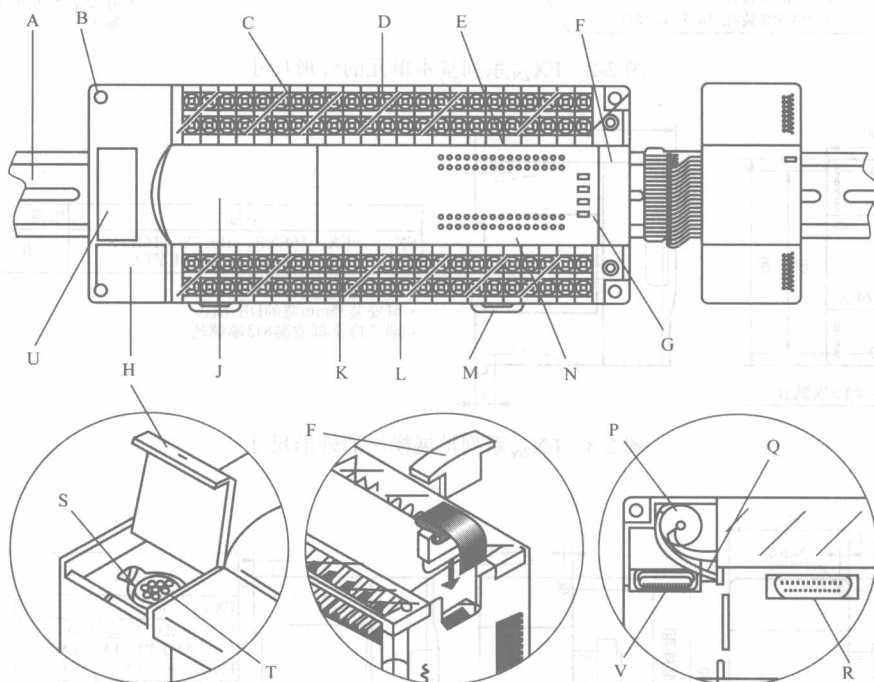


图 2-1 三菱 FX 系列的 PLC 各部分的名称

A—35mm 宽 DIN 导轨；B—安装孔四个（32 点以下者两个）；C—电源，辅助电源，输入信号用的装卸式端子台；D—输入盖板（FX_{2N}-16M 除外）；E—输入指示灯；F—扩展单元，扩展模块，特殊单元，特殊模块，接线插座；G—动作指示灯 [Power—电源指示；Run—运行指示灯；Batt.v—电池电压下降指示；Prog-e—出错指示闪烁（程序出错）；CPU-e—出错指示灯点亮（CPU 出错）]；H—外围设备接线插座，盖板；J—面盖板；K—输出信号用的装卸式端子台；L—输出盖板；M—DIN 导轨装卸用卡子；N—输出指示灯；P—锂电池；Q—锂电池连接插座；R—另选存储器滤波器安装插座；S—内置 RUN/STOP 开关；T—编程设备，数据存储单元接线插座；U—面板盖；V—功能扩展板安装插座