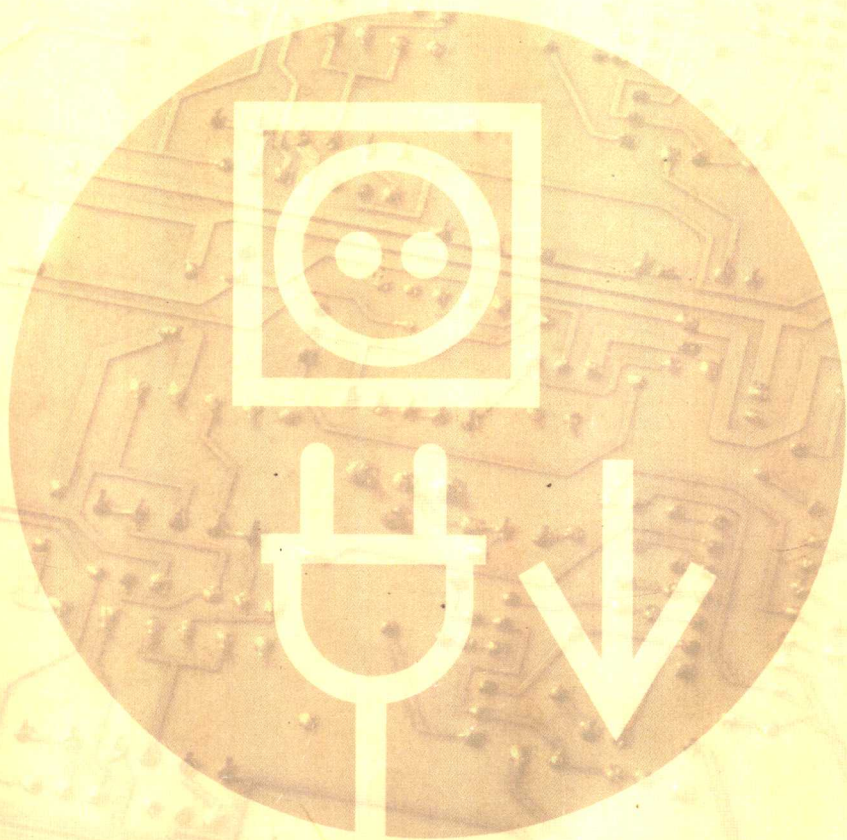


全国高等职业院校电工类专业教材

QUANGUO GAODENG ZHIYE JISHU YUANXIAO DIANGONGLEI ZHUANYE JIAOCAI

可编程控制技术

KEBIANCHENG KONGZHI JISHU



1.6



中国劳动社会保障出版社

全国高等职业技术院校电工类专业教材

可编程控制技术

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

可编程控制技术/肖明耀编写. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2004
ISBN 7-5045-4282-2

I. 可… II. 肖… III. 可编程序控制 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 016523 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

北京兴达印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 11.25 印张 281 千字

2004 年 5 月第 1 版 2004 年 8 月第 2 次印刷

印数: 3000 册

定价: 19.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64911190

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

前言

为贯彻落实《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》，推进高等职业技术教育更好地适应经济结构调整、科技进步和劳动力市场的需要，推动高等职业技术学院实施职业资格证书制度，加快高技能人才的培养，劳动和社会保障部教材办公室在充分调研和论证的基础上，组织编写了高等职业技术学院系列教材。从 2004 年起，陆续推出数控类、电工类、模具设计与制造、电子商务、电子类、烹饪类专业教材，并将根据需要不断开发新的教材，逐步建立起覆盖高等职业技术学院主要专业的教材体系。

在高等职业技术学院系列教材的编写过程中，我们始终坚持了以下几个原则：一是坚持高技能人才的培养方向，从职业（岗位）分析入手，强调教材的实用性；二是紧密结合高职院校、技师学院、高级技校的教学实际情况，同时，坚持以国家职业资格标准为依据，力求使教材内容覆盖职业技能鉴定的各项要求；三是突出教材的时代感，力求较多地引进新知识、新技术、新工艺、新方法等方面的内容，较全面地反映行业的技术发展趋势；四是打破传统的教材编写模式，树立以学生为主体的教学理念，力求教材编写有所创新，使教材易教易学，为师生所乐用。

电工类专业教材主要包括《电工基础》《电子技术》《工程制图》《电气测量》《电气管理知识》《数控技术》《单片机原理与接口技术》《可编程控制技术》《工厂电气控制技术》《自动控制技术》《工厂变配电技术》《电机原理与维修》《变频技术》《高级维修电工基本技能训练》《高级维修电工专业技能训练》《高级维修电工综合技能训练》《高级电工技能训练》《电气设备安装技术》《高电压技术（2005 年出版）》等，可供高职院校、技师学院、高级技校电气维修、企业供电等专业使用。教材的编写参照了《维修电工》以及其他相关的国家职业标准，有些教材还配套出版了习题册。

在上述教材编写过程中，我们得到有关省市劳动和社会保障部门、教育部门，以及高等职业院校、技师学院、高级技校的大力支持，在此表示衷心的感谢。同时，我们恳切希望广大读者对教材提出宝贵的意见和建议，以便修订时加以完善。

劳动和社会保障部教材办公室

2004 年 2 月

简介

本书为全国高等职业技术学院电气维修专业教材，供各类高职院校、技师学院、高级技校相关专业使用。主要内容有：可编程控制器概论、基本指令及应用、梯形图程序设计、步进顺控指令及其应用、功能指令及其应用和可编程控制器的应用设计等，并在书后附有相关实训。

本书也可用于高级技术人才培养。

本书由肖明耀编写，王国海审稿。

目 录

第一章 可编程控制器概论	(1)
§ 1—1 绪论	(1)
§ 1—2 可编程控制器的组成和工作原理	(4)
§ 1—3 三菱 FX 可编程控制器	(8)
习题	(14)
第二章 基本指令及应用	(15)
§ 2—1 基本逻辑指令	(15)
§ 2—2 基本指令应用	(20)
习题	(25)
第三章 梯形图程序设计	(26)
§ 3—1 直接设计法	(26)
§ 3—2 逻辑设计法	(31)
§ 3—3 状态表设计法	(34)
习题	(40)
第四章 步进顺控指令及其应用	(42)
§ 4—1 顺序控制及状态流程图	(42)
§ 4—2 步进顺控指令及其编程方法	(45)
习题	(54)
第五章 功能指令及其应用	(56)
§ 5—1 功能指令概述	(56)
§ 5—2 功能指令及其应用	(58)
§ 5—3 程序流控制指令及其应用	(62)
§ 5—4 传送比较指令及其应用	(67)
§ 5—5 四则运算和逻辑运算指令及其应用	(73)
§ 5—6 移位控制指令及其应用	(77)
§ 5—7 数据处理指令及其应用	(84)
§ 5—8 高速计数指令及其应用	(86)
§ 5—9 方便指令及其应用	(92)

§ 5—10 PLC 接口技术	(95)
§ 5—11 FX 特殊功能模块	(105)
习题.....	(118)
第六章 可编程控制器的应用设计	(119)
§ 6—1 PLC 系统设计的基本内容和步骤	(119)
§ 6—2 PLC 电梯控制系统	(121)
习题.....	(135)
实训	(136)
实训一 FX 系列 PLC 硬件认识及使用	(136)
实训二 FX 系列 PLC 软元件及其研究	(140)
实训三 FX 简易编程器的使用	(145)
实训四 基本指令应用.....	(150)
实训五 编程软件及其应用.....	(151)
实训六 电动机控制.....	(154)
实训七 主控和多重输出指令的应用.....	(156)
实训八 三速电动机控制.....	(157)
实训九 卧式车床控制.....	(158)
实训十 顺序启动与停止控制.....	(162)
实训十一 电梯指层显示.....	(163)
实训十二 组合机床控制.....	(164)
实训十三 步进顺控程序到状态流程图的反变换.....	(167)
实训十四 数据比较、传送、处理类指令的应用.....	(169)
实训十五 移位循环控制.....	(170)
实训十六 程序流控制指令的应用.....	(171)
实训十七 小车运行控制.....	(173)
实训十八 全自动洗衣机.....	(174)

§ 1—1 绪 论

一、自动控制装置的发展

在工业生产的电气控制和过程控制中,包含着大量的开关量控制和模拟量控制。开关量控制如电动机的启动停止、阀门的开闭、电子器件的置位复位等;模拟量控制如温度控制、压力控制、流量控制等。

早期的开关量控制和模拟量控制主要通过继电器、接触器或分立元件的电子线路来实现,它取代了手动控制方式,并成为工业控制的主流。这就是最早的自动控制,并为日后各种控制设备的产生奠定了基础。

随着工业的发展和科技的进步,人们对控制及控制设备提出了许多新的要求,要求设备更经济、可靠、通用、灵活和可变,固定接线方式的继电接触控制难以满足这些要求。

自动控制理论、数字电子技术、集成制造技术的不断发展和完善,特别是计算机技术的发展和运用,使自动控制装置不断发展和完善。电气传动自动控制装置的发展可以分为以下几个阶段:

1. 继电器、接触器控制系统

继电器、接触器控制系统产生于 20 世纪 20 年代,简称继电接触控制系统。它由继电器、接触器和保护元件等组成,通过电气元件之间的固定接线构成控制电路,实现专项的控制任务。继电接触控制系统具有简单、经济的优点,适用于动作简单、控制规模小的控制。但其体积大、耗电多、接线复杂、可靠性差、维修困难、难于适应经常变更的控制要求。

2. 板式、转鼓形顺序控制器

顺序控制器 SC (Sequence Controller) 产生于 20 世纪 60 年代,直接从继电接触控制系统演变而来,并首次采用了程序的思想。顺序控制是以预先规定好的时间或条件为依据,按照预先规定好的动作次序,对控制过程顺序地进行开关量的控制。

板式顺序控制器,由固定位置的电子元件排成矩阵电路,控制程序通过元件间连线的改变来实现,程序的运行通过在不同时间接通不同的电路来实现。改变矩阵板的连线就可以改变控制程序,使用方便。

转鼓形顺序控制器,通过转鼓在不同时间接通不同的电路来实现顺序控制。

顺序控制器的特点是:通用性、灵活性强,通过程序变更可以很容易地适应经常变更的控制要求,可实现大型、复杂的控制。缺点是:程序的变更是通过硬件和连线的不同设置来实现的,本质上与继电接触控制系统是一致的。

3. 可编程逻辑控制器

可编程逻辑控制器 PLC (Programmable Logic Controller) 产生于 1969 年, 是继电接触控制技术、计算机技术、微电子技术相结合的产物, 具备逻辑控制、定时、计数等功能, 并取代了继电接触控制系统。

可编程逻辑控制器采用计算机顺序执行存储程序的原理, 编程语言采用直观的类似继电接触控制电路图的梯形图语言, 便于一般的技术工人学习和使用。控制程序的更改可以通过改变存储器中的应用软件来实现。由于软件的变更极易实现, 从而在控制上有了质的变化, 其通用性、灵活性进一步加强。

4. 微处理器工业控制单元

微处理器工业控制单元 ICU (Industrial Control Unit) 产生于 20 世纪 70 年代, 是依据步进式、逻辑式顺序控制器的工作原理而开发的, 专门应用于工业逻辑控制的计算机单元, 并以此为核心组成可编程顺序控制器。它将原来顺序控制器的程序设计和执行改为用计算机软件来实现, 成为一种新型的工业控制装置。

5. 可编程控制器

可编程控制器 PC (Programmable Controller) 产生于 20 世纪 80 年代, 由可编程逻辑控制器发展而来, 采用中央处理器 CPU, 不但继承了原有可编程逻辑控制器的功能, 而且具有数据转换、数据运算、逻辑运算、顺序控制、数据通信等更为强大的功能。其系统结构灵活、指令丰富、扩展方便, 不但可以完成开关量的控制, 而且可以实现各种模拟量的复杂控制。它具有专业工业控制机和通用计算机可靠性高、通用性强、适应性广的优点, 发展迅速, 是目前工业自动控制应用最广的控制设备。

为了与个人计算机 PC (Personal Computer) 相区别, 人们通常把现代的可编程控制器仍称为 PLC。

6. 计算机控制

(1) 工业控制机 工业控制机是计算机技术与可编程控制技术直接结合制造而成的独立产品, 具有控制器、控制面板和显示器, 可独立完成编辑程序、调试程序、执行控制等任务。其使用方便、灵活, 但成本相对较高。

(2) 分布式计算机控制系统 分布式计算机控制系统 DCCS (Distributed Computer Control System) 是近年来计算机通信技术和网络技术相结合的产品。它包含多台相对独立的计算机控制系统, 分散布置, 并行工作, 协同或独立地完成控制任务。分布式计算机控制系统提高了控制系统的可靠性和灵活性, 成本相对较低, 是当前工厂大规模自动控制系统的主要形式, 发展迅速、应用广泛。

二、可编程控制器的发展与应用

1. 可编程控制器的产生

可编程逻辑控制器产生于 1969 年, 最初只具备逻辑控制、定时、计数等功能, 主要是用来取代继电接触器控制系统。

可编程控制器采用了类似继电接触控制电路图的梯形图语言, 采用了计算机顺序执行存储程序的原理, 并采用了微电子设计和制造技术, 是继电接触控制技术与计算机技术、微电子技术相结合的产物。

2. 可编程控制器的发展

可编程控制器随着计算机技术和微电子技术的发展而发展,随着微处理器的进步而进步,从1位机发展到8位机,进一步发展到16位机、32位机,并且实现了多处理器多通道处理。此外,通信技术、网络技术使可编程控制器得到了更为广阔的应用。

可编程控制器的硬件正向体积小、容量大、速度高、集成度高、模块化、网络化的方向发展。可编程控制器的软件正向着简单易行、使用方便、功能加强、便于进行模拟和数字控制、便于网络通信、便于实现复杂或分散控制任务的方向发展。

3. 可编程控制器的特点

(1) 可靠性高,抗干扰能力强 可编程控制器专为工业控制而设计,除了对元件进行严格的筛选和老化处理外,在硬件和软件两个方面还采用了隔离、滤波、屏蔽、故障自动诊断和自动恢复等措施,使可编程控制器具有很强的抗干扰性,其平均无故障时间达到 $(3\sim 5)\times 10^4$ h以上。

(2) 编程简单、易于使用 可编程控制器采用的是面向技术工人、面向控制过程的梯形图语言。梯形图语言与继电器接触控制电路图相似,形象直观、简单易学,一般的电气技术人员、工人都可以在短时间内学会,软件编程简单。

可编程控制器通过程序实现控制,当控制要求发生改变时,只要修改程序即可。由于可编程控制器产品已经标准化、系列化、模块化,因而能灵活方便地进行系统配置,组成规模不同、功能各异的控制系统。既可以单机控制,也可以联网群控;既可以现场控制,也可以远距离控制。

(3) 配套齐全,功能完善,适用性强 目前的可编程控制器已经形成了大、中、小各种规模的系列产品,可以适应各种规模的工业自动控制需要。现代的PLC具有完善的数字量D(Digital)和模拟量A(Analog)的输入输出、逻辑和算术运算、定时、计数、顺序控制、通信、自检等功能,加上各类数模转换、模数转换、定位控制、高速计数等功能模块,友好的人机界面(数据存储单元)和网络通信技术的发展,使设备控制水平大大提高。其接口功能强大,可以方便地与各种不同的现场控制设备顺利连接,组成应用系统。

(4) 体积小,质量小,能耗低 超小型PLC底部尺寸小于 100 cm^2 ,质量小于200克,功耗仅数瓦。由于其体积小,故很容易装入机械内部,实现机电一体化。

(5) 系统设计、制造工作量小,维护方便 PLC用软件程序取代接线逻辑,大大减少了控制设备的外部接线,使控制系统设计的工作量减小、制造周期缩短、设备维护方便。

4. 可编程控制器的分类

可编程控制器按照输入I(Input)和输出O(Output)点数的多少可以分为五种类型,见表1—1。这种分类不是固定不变的,它会随着可编程控制器的发展而改变。

表 1—1 可编程控制器分类表

类型	I/O 点数	存储器容量 (KB)	实际机型
超小型	< 64	< 2	三菱 FX ₀ 、松下 FP0
小型	64~128	2~4	FX _{2N} 、C60P
中型	128~512	4~16	三菱 A 系列
大型	512~8 192	16~64	西门子 SU—135
超大型	> 8 192	64~128	西门子 SU—155

可编程控制器按结构可以分为整体式和模块式两种。整体式又称为箱体式或单元式。整体式可编程控制器是将 CPU、I/O、电源等部件集中装在一个机箱内，结构紧凑，体积小、价格低。一般小型可编程控制器均采用这种结构，它由不同 I/O 点数的基本单元和扩展单元组成。基本单元内有 CPU、I/O 和电源，扩展单元内只有 I/O 和电源。基本单元与扩展单元通过扁平电缆连接。整体式可编程控制器通过配备模拟量模块、位置控制模块、数据通信模块等，扩展其特殊功能。

模块式结构将可编程控制器分成若干个单独的模块，如 CPU、I/O、电源模块和各种功能模块。模块式可编程控制器由框架或底板与各种模块组成，模块插在框架或底板的插座上。模块式结构配置灵活、装配简便，便于扩展和维修。一般中、大型可编程控制器都采用模块式结构，部分小型可编程控制器也采用模块式结构。

将整体式结构与模块式结构结合起来的可编程控制器，称为混合式或叠装式可编程控制器。它除了配有基本单元、扩展单元外，还有扩展模块和特殊功能模块，配置更加灵活，适用性更强。

5. 可编程控制器的应用

可编程控制器已经广泛应用于机械、电子、冶金、化工、电力、轻工、汽车装配等各行业。应用可编程控制器的领域主要包括：

- (1) 开关量控制 如逻辑、定时、计数、顺序控制等。
- (2) 模拟量控制 如温度、压力、流量、液位、速度、电流和电压等过程控制。
- (3) 数据处理与监控 如利用可编程控制器的四则运算指令对生产过程的数据进行处理，构成监控系统。
- (4) 建立工业控制网络 如利用多台可编程控制器或通过一台计算机与多台可编程控制器联网组成分布式控制系统，实现各种复杂的控制任务。

§ 1—2 可编程控制器的组成和工作原理

一、可编程控制器的组成

可编程控制器主要由中央处理单元 (CPU)、存储器、输入/输出单元(I/O)、电源和编程器等部分组成。其结构如图 1—1 所示。

1. 中央处理单元

可编程控制器中的 CPU 主要采用通用微处理器 (如 8086、80286、80386 等)、单片机 (如 8031、8096) 等。三菱 FX₂ 系列的微处理器是 16 位的 8096 单片机。CPU 通过数据总线、地址总线和控制总线与存储单元、输入输出接口电路等相连接。CPU 的主要功能是：

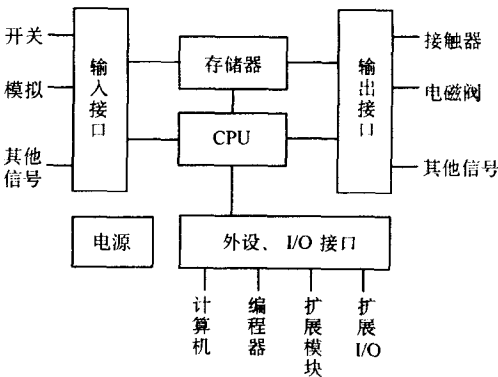


图 1—1 可编程控制器的结构

(1) 从存储器中读取指令 CPU 在地址总线中给出地址, 在控制总线中给出读命令, 从数据总线中读出存储单元中的指令, 存入 CPU 的指令寄存器。

(2) 执行指令 对存放在指令寄存器中的指令进行译码, 识别并执行指令规定的操作, 如算术运算或逻辑运算, 并将结果输出到有关部分。

(3) 顺序取指令 CPU 执行完一条指令后, 能自动生成下一条指令的地址, 以便取出和执行下一条指令。

(4) 处理中断 CPU 除顺序执行程序外, 还能接受内部或外部发来的中断请求, 并进行中断处理, 处理完成后返回, 继续顺序执行程序。

2. 存储器

存储器是具有记忆功能的半导体电路, 用来存储系统程序、用户程序、逻辑变量、系统组态等信息。

可编程控制器配有系统存储器和用户存储器。系统存储器存放系统管理程序, 用户存储器存放用户设计编辑的应用程序。

常用的存储器有随机存储器 RAM 和只读存储器 ROM。

随机存储器主要存放用户程序和系统参数。当可编程控制器处于编程工作状态时, 用编程器或编程软件设计、编辑的程序和参数存放在 RAM 中; 当切换到运行方式时, CPU 从 RAM 中取指令并执行。程序执行过程中产生的中间结果也在 RAM 中暂时存放。

EPROM 是紫外线擦除可编程只读存储器; EEPROM 也可以写作 E²PROM, 是电可擦除可编程只读存储器。只读存储器可以用来存放系统程序, PLC 失电后再加电, 系统程序内容不变且重新执行。只读存储器也可以用于固化用户程序和一些重要参数, 以免因偶然操作失误而造成程序和数据的损失或破坏。

3. 输入/输出单元

实际生产中信号电平是多样的, 外部执行机构所需的电平也不同, 而可编程控制器的 CPU 所处理的信号只能是标准电平, 因此通过输入/输出单元实现这些信号电平的转换。可编程控制器的输入/输出单元实际上是 PLC 与被控对象之间传送信号的接口部件。

输入/输出单元有良好的电隔离和滤波作用。接到 PLC 输入端的输入器件是各种开关、操作按钮、选择开关、传感器等。通过接口电路将这些开关信号转换为 CPU 能够识别和处理的信号, 并送入输入映像存储器。运行时 CPU 从输入映像存储器中读取输入的信息并进行处理, 将处理结果存放到输出映像存储器。输入/输出映像寄存器由相应的输入/输出触发器组成, 输出接口将其弱电控制信号转换为现场所需要的强电信号输出, 驱动显示灯、电磁阀、继电器、接触器等各种被控设备的执行元件。

(1) 输入接口电路 为了防止各种干扰信号和高电压信号进入 PLC, 现场输入接口电路一般由 RC 滤波器消除输入端的抖动和外部噪声干扰, 由光电耦合电路进行隔离。光电耦合电路由发光二极管和光电三极管组成。

通常 PLC 的输入可以是直流、交流或交直流。输入电路电源可以由外部提供, 也可以由 PLC 内部提供。采用外部电源的直流、交流输入电路如图 1—2 所示。对于图 1—2a 所示的直流输入电路, 当输入开关闭合时, 其一次电路接通, 发光二极管对外显示, 同时光电耦合器中的发光二极管使三极管导通, 信号进入内部电路。此输入端对应的位由 0 变为 1, 即输入映像存储器的对应位由 0 变为 1。

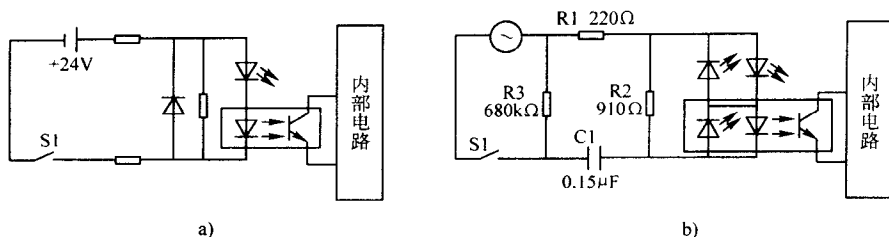


图 1—2 输入接口电路
a) 直流输入电路 b) 交流输入电路

(2) 输出接口电路 PLC 的输出有三种形式：继电器输出、晶体管输出、晶闸管输出。图 1—3 给出了 PLC 的输出电路图。每种输出都采用了电气隔离技术，电源由外部提供，输出电流一般为 0.5~2 A，输出电流的额定值与负载的性质有关。

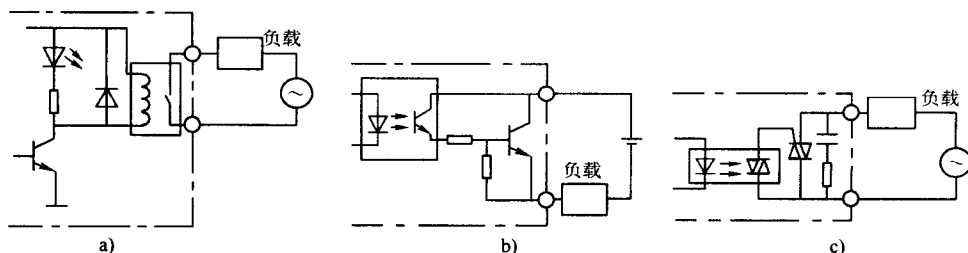


图 1—3 输出接口电路
a) 继电器输出 b) 晶体管输出 c) 晶闸管输出

继电器输出最常用。当 CPU 有输出时，根据输出映像区对应位的状态，接通或断开输出电路中的继电器线圈，使继电器的触点闭合或断开，通过该触点控制外部负载电路的通断。继电器输出利用继电器的线圈和触点实现了 PLC 的内部电路与外部负载的电气隔离。

晶体管输出是通过光电耦合器使晶体管饱和或截止来控制外部负载电路的通断，并同时 PLC 内部电路和输出晶体管电路进行电气隔离。

晶闸管输出采用了光触发型双向晶闸管，通过它进行 PLC 内部电路和驱动电路的电气隔离。

为了避免 PLC 受瞬间大电流的作用而损坏，必须采取保护措施：一是在输入、输出的公共端接熔断器；二是采用保护电路，对直流感性负载用续流二极管，对交流感性负载用阻容吸收回路。

由于 PLC 的输入端和输出端是靠光电耦合的，在电气上是完全隔离的，输出信号不会反馈到输入端，也不会产生地线干扰和其他串扰，所以 PLC 具有很高的可靠性和极强的抗干扰能力。

4. 电源

PLC 的电源一般采用交流 220 V 市电，电源部件将交流电转换为 PLC 工作所需的直流电，使 PLC 正常工作。小型 PLC 将电源和 CPU 等单元合为一体，中、大型 PLC 有专用的电源模块。部分 PLC 的电源部分提供 24 V 直流输出，用于对外部的传感器供电，最大输出电流约为 500 mA。

5. 编程器

编程器是 PLC 最重要的外围设备。利用编程器可将用户程序送入 PLC 的存储器, 可用编程器检查、修改、调试程序, 还可监视程序的运行及 PLC 的工作状态。小型 PLC 常用简易型便携式编程器或手持式编程器。利用个人计算机, 添加适当的硬件接口电缆和编程软件, 也可以对 PLC 编程。计算机编程可以直接显示梯形图、读出程序、写入程序、监控程序运行等。

二、工作原理

PLC 采用循环扫描的工作方式, 其扫描过程如图 1—4 所示。这个过程一般包括五个阶段: 内部处理、通信操作、输入处理、执行程序、输出处理。当 PLC 方式开关置于运行 (RUN) 时, 执行所有阶段; 当 PLC 方式开关置于停止 (STOP) 时, 不执行后三个阶段, 此时可进行通信操作, 对 PLC 编程等。对于不同的 PLC, 扫描过程中各步执行的顺序不同, 由 PLC 内部的系统程序决定。进行一次全过程扫描所需的时间称为扫描周期。

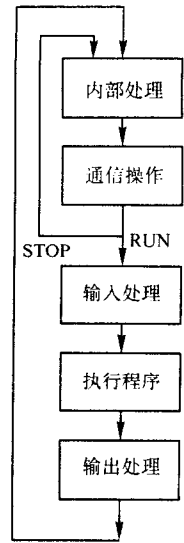


图 1—4 PLC 的扫描过程

1. 内部处理

CPU 检查主机硬件和所有的输入模块、输出模块, 在运行模式下, 还要检查用户程序存储器。如果发现异常, 则停止并显示错误; 如果自诊断正常, 则继续向下扫描。

2. 通信操作

在通信操作阶段, CPU 自检并处理各通信端口接收到的信息, 完成数据通信任务。即检查是否有计算机、编程器的通信请求, 若有则进行相应的处理。

3. 输入处理

输入处理又称为输入采样。在此阶段, 顺序读入所有输入点的通断状态, 并将读入的信息存入输入映像寄存器, 输入映像寄存器被刷新。程序执行时, 输入映像寄存器与外界隔离, 即使外界信号变化, 其内容也保持不变。

4. 执行程序

用户程序在 PLC 中是顺序存放的。在这一阶段, CPU 根据 PLC 用户程序从第一条指令开始顺序取指令并执行, 直到执行最后一条指令后结束。执行指令时, 从输入映像寄存器读取各输入点的状态, 执行指令对各数据进行算术运算或逻辑运算, 然后将运算结果送输出映像寄存器, 输出映像寄存器的内容会随着程序的运行而改变。

5. 输出处理

程序执行完毕后, 将输出映像寄存器的状态转存到输出锁存器, 集中对输出点进行刷新, 通过隔离电路, 驱动功率放大器, 使输出点向外界输出控制信号, 驱动外部负载。

PLC 循环扫描的工作方式, 说明 PLC 是“串行”工作的, 这和继电接触控制系统“并行”工作有质的区别。PLC 的串行工作方式避免了继电接触控制的触点竞争问题。

由于 PLC 采用循环扫描工作方式, 在程序执行阶段, 输入的变化不会影响输入映像寄存器的内容, 输出映像区的输出信号要等到执行程序结束后才会被送到输出锁存器。由此可以看出, 改变全部的输入、输出状态需要一个扫描周期, 即输入、输出状态保持一个扫描周期。

扫描周期是 PLC 的重要指标之一, 小型 PLC 的扫描周期一般为十几毫秒到几十毫秒。

扫描周期的长短取决于扫描速度和用户程序的长短。选择高速 CPU 可以提高扫描速度，合理地设计程序也可以缩短扫描周期。

§ 1—3 三菱 FX 可编程控制器

一、三菱小型可编程控制器

三菱小型可编程控制器分为 F、F₁、F₂、FX₀、FX_{0N}、FX_{2C}、FX_{2N}等几个系列。其中 F 系列为早期产品；FX₂ 系列为 1991 年推出的产品，使用 16 位微处理器和一个专用的逻辑处理器，执行速度是每步 0.48 μs，是目前运行速度最快的小型 PLC 之一。

FX₀ 为超小型 PLC，FX_{0N}为超小型的标准 PLC。FX_{2C}为加强型的小型 PLC，尺寸小，性能高，基本单元采用插件式，维护性能好。

三菱小型可编程控制器的基本性能见表 1—2。

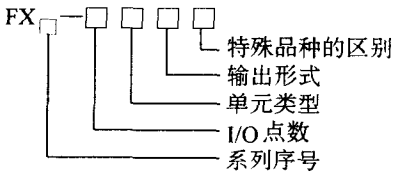
表 1—2 三菱小型可编程控制器的基本性能

性能 \ 型号	F ₁	FX ₀	FX _{0N}	FX _{2N}	FX _{2C}
最大 I/O 点数	120	30	128	256	256
基本 / 功能	22/87	22/35	22/38	22/96	22/96
执行速度 (μs/步)	12	1.6~3.6	1.6~3.6	0.48	0.48
程序容量 (步)	1 000	800	2 000	8 000	8 000
数据寄存器 (点)	64	61	514	8 272	8 272
文件寄存器 (点)	—	—	1 500	7 000	7 000
定时 / 计数器	32/32	51/21	51/64	256/256	256/256
中断源	—	4	4	15	15
状态元件	40	64	118	1 000	1 000
辅助继电器	272	569	569	3 328	3 328
高速计数器	1	5	5	21	21

二、FX 系列可编程控制器的系统配置

1. FX 系列可编程控制器的型号命名方式

FX 系列可编程控制器型号命名的基本格式



系列序号：0、2、0N、2N、2C。

I/O 点数：14~256。

的辅助继电器，如定时时钟、进位/借位标志、启停控制、单步运行等继电器，它们能对编程提供许多方便。PLC 内的辅助继电器与输出继电器一样，由 PLC 内各软元件驱动，它的常开触点和常闭触点在 PLC 编程时可以无限地自由使用。但这些触点不能直接驱动外部负载，外部负载必须由输出继电器来驱动。

(1) 通用辅助继电器 M0~M499 通用辅助继电器共 500 点，其元件地址按十进制编号 M0~M499。

(2) 断电保持辅助继电器 M500~M1023 不少控制系统要求保持断电瞬间的状态，断电保持辅助继电器可以用于此场合，它由 PLC 内的锂电池供电。断电保持辅助继电器共有 524 点，按十进制编号 M500~M1023。

(3) 特殊辅助继电器 M8000~M8255 PLC 内有 256 点特殊辅助继电器，这些特殊辅助继电器各自具有特定的功能。通常分为两大类。

1) 只能利用其触点的特殊辅助继电器，线圈由 PLC 驱动，用户使用其触点。

M8000 为运行监控继电器，PLC 运行时导通。

M8002 为运行开始瞬间初始化脉冲特殊辅助继电器。

M8011 为产生 10 ms 时钟脉冲特殊辅助继电器。

M8012 为产生 100 ms 时钟脉冲特殊辅助继电器。

2) 可驱动线圈的特殊辅助继电器，用户驱动后，PLC 可作特定动作。

M8030 为锂电池电压指示特殊辅助继电器。

M8034 为禁止全部输出特殊辅助继电器。

M8039 为定时扫描特殊辅助继电器。

4. 状态元件

状态元件 S 在步进顺控编程中是重要的软元件，它与步进顺控指令 STL 组合使用。通常有下面五种类型：

(1) 初始状态 S0~S9。

(2) 回零状态 S10~S19。

(3) 通用状态 S20~S499。

(4) 保持状态 S500~S899。

(5) 报警状态 S900~S999。

各状态元件的常开触点和常闭触点在 PLC 内可以自由使用，使用次数不限。不作步进顺控指令时，状态元件可以作辅助继电器使用。

5. 定时器

定时器在 PLC 中的作用相当于时间继电器，它包含一点设定值寄存器、一点当前值寄存器以及输出触点。这三者使用同一个地址编号，但使用场合不同，其所指也不同。定时器是根据时钟脉冲的累计计时的，时钟脉冲有 1 ms、10 ms、100 ms 三种。当所计时钟脉冲达到设定值时，其输出触点动作。

定时器地址编号和设定值如下：

(1) 通用定时器 T0~T245 100 ms 定时器 T0~T199 共 200 点，设定值为 0.1~3276.7 s；10 ms 定时器 T200~T245 共 46 点，设定值为 0.01~327.67 s。

图 1—5 所示为通用定时器工作原理图。当驱动定时线圈 T0 的输入 X1 接通时，T0 对