 职业教育示范性规划教材



# PLC技术与应用 (三菱机型)


---

## ——项目教程



纪青松 唐莹 编著

 电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

本书配有  
电子教案 

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

职业教育示范性规划教材

# PLC 技术与应用 (三菱机型) —— 项目教程

纪青松 唐莹 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

## 内 容 简 介

本书以三菱 FX2N 系列 PLC 为样机,在系统介绍 PLC 软、硬件的基础上,通过具体控制项目介绍 PLC 控制系统的设计、安装和调试。本书运用编程软件 FXGPWIN 编写程序,项目之间遵循由简单到复杂的原则,每一个项目的“程序编写”环节都分步骤编写,更加有利于读者对程序的理解;另外,在具体项目顺序及任务的安排上,将 PLC 基本逻辑指令的学习贯穿于项目之中,从而保证了各项任务学习内容的针对性和多项任务完成后所涉及的知识相对系统性。

本书可作为职业院校相关专业的教材,也可作为电气工程师及爱好者自学和参考用书。

为了方便教师教学,本书还配有电子教学参考资料包(包括教学指南、电子教案、习题答案),详见前言。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

PLC 技术与应用(三菱机型)项目教程/纪青松,唐莹编著. —北京:电子工业出版社,2013.1

职业教育示范性规划教材

ISBN 978-7-121-19303-3

I. ①P… II. ①纪…②唐… III. ①plc 技术—中等专业学校—教材 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 304021 号

策划编辑:靳 平

责任编辑:康 霞

印 刷:涿州市京南印刷厂

装 订:涿州市京南印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1 092 1/16 印张:10 字数:256 千字

印 次:2013 年 1 月第 1 次印刷

定 价:22.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 [zltz@phei.com.cn](mailto:zltz@phei.com.cn), 盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

服务热线:(010) 88258888。

# 职业教育示范性规划教材

## 编 审 委 员 会

主 任：程 周

副主任：过幼南 李乃夫

委 员：（按姓氏笔画排序）

王国玉 王秋菊 王晨炳

王增茂 刘海燕 纪青松

张 艳 张京林 李山兵

李中民 沈柏民 杨 俊

陈杰菁 陈恩平 周 烨

赵俊生 唐 莹 黄宗放

# 出版说明

为进一步贯彻教育部《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020）》的重要精神，确保职业教育教学改革顺利进行，全面提高教育教学质量，保证精品教材走进课堂，我们遵循职业教育的发展规律，本着“着力推进教育与产业、学校与企业、专业设置与职业岗位、课程教材与职业标准、教学过程与生产过程的深度对接”的出版理念，经过课程改革专家、行业企业专家、教研部门专家和教学一线骨干教师的共同努力，开发了这套职业教育示范性规划教材。

本套教材采用项目教学和任务驱动教学法的编写模式，遵循真正项目教学的内涵，将基本知识和技能实训融合为一体，且具有如下鲜明的特色：

## （1）面向职业岗位，兼顾技能鉴定

本系列教材以就业为导向，根据行业专家对专业所涵盖职业岗位群的工作任务和职业能力进行分析，以本专业共同具备的岗位职业能力为依据，遵循学生认知规律，紧密结合职业资格证书中的技能要求，确定课程的项目模块和教材内容。

## （2）注重基础，贴近实际

在项目的选取和编制上充分考虑了技能要求和知识体系，从生活、生产实际引入相关知识，编排学习内容。项目模块下分解设计成若干任务，任务主要以工作岗位群中的典型实例提炼后进行设置，注重在技能训练过程中加深对专业知识、技能的理解和应用，培养学生的综合职业能力。

## （3）形式生动，易于接受

充分利用实物照片、示意图、表格等代替枯燥的文字叙述，力求内容表达生动活泼、浅显易懂。丰富的栏目设计可加强理论知识与实际生活生产的联系，提高了学生学习的兴趣。

## （4）强大的编写队伍

行业专家、职业教育专家、一线骨干教师，特别是“双师型”教师加入编写队伍，为教材的研发、编写奠定了坚实的基础，使本系列教材符合职业教育的培养目标和特点，具有很高的权威性。

## （5）配套丰富的数字化资源

为方便教学过程，根据每门课程的内容特点，对教材配备相应的电子教学课件、习题答案与指导、教学素材资源、教学网站支持等立体化教学资源。

职业教育肩负着服务社会经济和促进学生全面发展的重任。职业教育改革与发展的过程，也是课程不断改革与发展的历程。每一次课程改革都推动着职业教育的进一步发展，从而使职业教育培养的人才规格更适应和贴近社会需求。相信本系列教材的出版对于职业教育教学改革与发展会起到积极的推动作用，也欢迎各位职教专家和老师对我们的教材提出宝贵的建议，联系邮箱：[jinping@phei.com.cn](mailto:jinping@phei.com.cn)。

电子工业出版社



# 前 言

可编程序控制器（PLC）是 20 世纪 60 年代发展起来的一种以微处理器为基础的通用工业控制装置，是自动化系统中的关键设备，广泛应用于机电一体化、工业自动化控制等领域。它具有功能强大、环境适应性好、编程简单、使用方便等优点。目前在中等职业学校的机电、电气类专业，PLC 应用技术已被列为重要的专业课程。

PLC 技术是一门实践性很强的技术，目前有关 PLC 的教材大多偏重理论，对于实践应用的介绍较少，不利于中等职业学校学生或初学者学习。本书精选了在实际生产中典型的案例，以项目为引领，任务为驱动，通过对案例的原理分析、电路安装、程序分析、调试运行等步骤，详细介绍了如何应用 PLC 技术实现对工业要求的控制。尤其在程序设计上，编者独具匠心，分别采用了梯形图、指令，以及 SFC 等编程方法，并且针对中职学生的特点，在程序编写上采用分步编写的方式，这样更利于学生阅读程序，从而更容易掌握程序的编写。

本书分为九个项目。项目一为 PLC 概述，介绍了 PLC 的特点、分类、组成、原理及应用；项目二介绍了运用编程软件 FXGPWIN 编写梯形图及 SFC 的方法；项目三至项目九均为生产实际中的典型案例，每个项目都按照“列输入/输出分配表—安装电路—编写程序—向 PLC 传入程序—调试运行”等步骤进行，通过每一个完整运用 PLC 设计项目的流程，让读者能较为熟练地掌握 PLC 控制系统的设计、安装和调试的方法。项目之间遵循由简单到复杂的原则，每一个项目的“程序编写”环节都分步骤编写，更有利于读者对程序的理解；另外，在具体项目安排的顺序及任务的安排上，将 PLC 基本逻辑指令的学习贯穿于项目之中，从而保证了各项任务学习内容的针对性和多项任务完成后所涉及的知识的相对系统性。

本教材计划学时数为 72 学时，参考学时表如下，各学校可根据具体情况进行调整。

项 目	教 学 内 容	课 时
项目一	可编程序控制器（PLC）概述	4
项目二	编程方法简介	8
项目三	PLC 控制工位呼叫单元	6
项目四	PLC 控制物料报警系统	8
项目五	PLC 控制密码锁装置	6
项目六	PLC 控制电动机运行的典型实例	12
项目七	电镀槽生产线的 PLC 控制	6
项目八	PLC 控制物料传送与分拣系统	8
项目九	柔性加工系统的设计	14

本书由纪青松负责全书的统稿工作，参加编写的还有唐莹、丁明云、朱延、史旭。在编著过程中，参阅了大量相关的书籍和资料，另外在编写中得到了程周老师、李乃夫老师、过幼南老师的指导，他们对本书的课程体系及项目内容的选择都提出了宝贵的意见，在此表示衷心的感谢。

由于编写时间仓促，加之编著者水平有限，书中难免存在不妥甚至错误之处，敬请广大读者批评指正。

为了方便教师教学，本书还配有电子教学参考资料包（包括教学指南、电子教案、习题答案），请有此需要的教师登录华信教育资源网（<http://www.hxedu.com.cn>）下载。

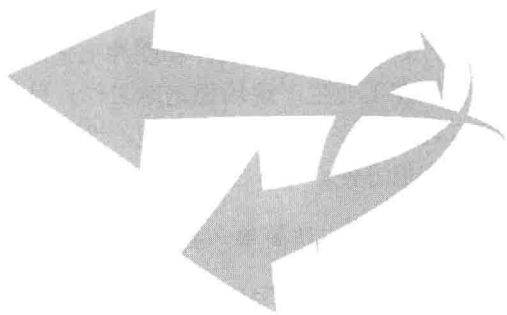
编著者

# 目 录

项目一 可编程序控制器 (PLC) 概述	1
任务一 可编程序控制器的定义和特点	1
任务二 可编程序控制器的分类及应用	2
任务三 可编程序控制器的组成及其作用	4
任务四 可编程序控制器的工作原理	7
项目二 编程方法简介	9
任务一 FXGP/WIN-C 软件及使用	9
任务二 学习梯形图及输入方法	11
任务三 学习顺序功能图 SFC 及其输入方法	20
项目三 PLC 控制工位呼叫单元	31
任务一 PLC 控制单个工位呼叫单元	31
任务二 PLC 控制多个工位呼叫单元	40
任务三 项目拓展	44
项目四 PLC 控制物料报警系统	48
任务一 学习辅助继电器	48
任务二 学习定时器	51
任务三 PLC 控制物料报警系统	60
项目五 PLC 控制密码锁装置	67
任务一 学习计数指令	67
任务二 PLC 控制密码锁装置	71
任务三 拓展项目	77
项目六 PLC 控制电动机运行的典型实例	80
任务一 接触器联锁电动机正/反转运行 PLC 控制	80
任务二 双重联锁电动机正/反转运行 PLC 控制	87
任务三 PLC 控制电动机 Y— $\Delta$ 降压启动运行	90
项目七 电镀槽生产线的 PLC 控制	96
任务一 认识行程开关	96
任务二 PLC 控制运料小车往返运行	99
任务三 电镀槽生产线系统设计	105

项目八 PLC 控制物料传送与分拣系统	110
任务一 学习传感器	110
任务二 物料传送机构的 PLC 控制	112
任务三 物料分拣机构的程序设计	116
项目九 柔性加工系统的设计	124
任务一 认识柔性制造系统	124
任务二 PLC 控制定量加工系统	125
任务三 PLC 控制配套加工系统	130
附录 A 常用电器设备图形符号及文字符号	144
附录 B FX2N 系列 PLC 的指令系统表	146
附录 C 三菱 FX 系列 PLC 的基本指令符号	147
参考文献	149





# 项目一 可编程序控制器（PLC）概述

可编程序控制器是在继电器控制技术和计算机控制技术的基础上开发出来的，并逐渐发展成为以微处理器为核心，把自动化技术、计算机技术、通信技术融为一体的新型工业自动控制装置。可编程序控制器虽然出现的时间还不是很长，但其发展的势头锐不可当，几乎每年都推出不少新品种。下面做一些简单介绍。

## 任务一 可编程序控制器的定义和特点

### 一、可编程序控制器的定义

可编程序控制器，是以微处理器为基础，综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术而发展起来的一种新型、通用的自动控制装置。为了和个人计算机区分，把可编程序控制器缩写为 PLC。

可编程序控制器一直在发展中，因此到目前为止，尚未对其下最后定义。

### 二、可编程序控制器的特点

工业生产是复杂多变的，而可编程序控制器之所以能够实现各种控制要求，是因为它具有以下特点。

#### 1. 通用性强，使用方便

可编程序控制器全是系列化生产的，不同的系列都有各自的系列化产品。它的硬件结构基本上是模块式的。用户可以根据控制要求的需要灵活选用合适的 PLC 产品。

#### 2. 功能强，适应面广

PLC 的功能很强大，除了基本的逻辑、计数、定时、顺序控制功能外，还具有各种扩展单元以实现点位控制、数字控制等控制要求。

### 3. 可靠性高，抗干扰能力强

PLC 生产厂商在软件和硬件上采用了屏蔽、滤波、光电隔离等一系列抗干扰措施，使其能够在工业生产现场稳定地工作。目前，一般 PLC 的平均无故障时间约达 5 万小时。另外，PLC 还具有完善的自诊断功能，维修人员可以通过这个功能准确、迅速地查找和判断，使得维修工作很方便。

### 4. 编程方法简单，容易掌握

PLC 的程序编写通常采用梯形图语言，该方法与继电器电路十分相似，直观易懂，不需要专门的计算机知识，更便于广大编程技术人员掌握。近年来，PLC 编程又生成了顺序控制流程图语言（Sequential Function Chart），简称功能图，使编程更加简洁方便。

### 5. 体积小，重量轻，功耗低

PLC 结构紧密，体积小，很容易装入机械设备内部，是专为工业控制而设计的。基于以上几个特点，使得 PLC 的应用范围非常广泛。

## 任务二 可编程序控制器的分类及应用

随着计算机技术、电子技术、通信技术的飞速发展，目前，PLC 种类繁多，型号各异。PLC 一般可按容量、结构形式及功能进行分类。

### 一、可编程序控制器的分类

#### 1. 按容量分类

PLC 的容量主要是指 PLC 的输入/输出（I/O）点数。按 I/O 总点数可分为小型、中型和大型三类。

##### 1) 小型 PLC

小型 PLC 的 I/O 点数为 256 点以下，其中 I/O 点数小于 64 点的为超小型或微型 PLC。

##### 2) 中型 PLC

I/O 点数在 256~2048 点之间的为中型 PLC。

##### 3) 大型 PLC

I/O 点数超过 2048 点的为大型 PLC，其中 I/O 点数超过 8192 点的为超大型 PLC。

这种分类界限并不是固定不变的，它会随着 PLC 的后期发展而变化。

#### 2. 按结构形式分类

按结构形式的不同，PLC 主要可分为模块式和整体式。

##### 1) 模块式 PLC

模块式结构的 PLC 由一些标准模块单元组成，如电源模块、输入模块、输出模块、CPU 模块等。其配置很灵活，装配方便，利于扩展和维修。模块式 PLC 由用户自行选择所需要的模块，安插在机架或基板上。目前，小型、中型及大型的 PLC 常采用这种模块化结构。

## 2) 整体式 PLC

整体式结构又称为箱式结构,它的特点是将电源模块、CPU 模块、输入模块及输出模块等基本部件紧凑地安装在一个机箱内,构成一个整体,组成一个基本单元(主机)或扩展单元。各单元的输入点与输出点的比例是固定的,有的 PLC 有全输入型和全输出型的扩展单元。这种机构的体积很小,成本较低,安装也方便,微型 PLC 采用这种结构形式的比较多。

## 3. 按功能分类

按功能不同,PLC 可以分为低档、中档及高档三类。

### 1) 低档机

低档机通常具有逻辑运算、计时、计数、移位、自诊断、监控等基本功能,还可能具有少量的模拟量输入/输出、算术运算、数据传送与比较、远程 I/O、通信等功能。

### 2) 中档机

除具有低档机的功能外,还具有较强的模拟量输入/输出、算术运算、数据传送与比较、数据转换、远程 I/O、子程序、通信联网等功能,另外还可能增设中端控制、PID 控制等功能。

### 3) 高档机

除具有中档机的功能外,还有符号运算(32 位双精度加、减、乘、除及比较)、矩阵运算、位逻辑运算(置位、清除、右移、左移)、平方根运算及其他特殊功能函数的运算,以及表格传送及表格功能等。另外,高档机还具有更强的通信联网功能,可用于大规模过程控制,构成全 PLC 的分布式控制系统或整个工厂的自动化网络。

## 二、可编程序控制器的应用

目前,PLC 在国内外已广泛应用于钢铁、化工、电力、石油、汽车、建材、交通运输、环保等各个行业,同时在冶金、化工、锅炉控制等场合都有非常广泛的应用。

随着 PLC 功能的日益完善,以及性价比的不断提高,PLC 的应用大致可以分为以下几类。

### 1) 开关量逻辑控制

开关量逻辑控制有时又称为顺序控制,这是 PLC 最基本、也是目前应用最广泛的领域,它取代了传统的继电-接触器控制电路,能够实现逻辑控制、顺序控制,既可用于单台设备的控制,也可用于多机群控及自动化流水线,如磨床、电镀流水线等,也可广泛用于各种机械、机器人、电梯等。

### 2) 运动控制

PLC 可以用于圆周运动或直线运动的控制。目前 PLC 制造商已提供了拖动步进电动机或伺服电动机的单轴或多轴位置控制模块。在多数情况下,PLC 把描述目标位置的数据送给模块,模块移动一轴或数轴到目标位置,当每个轴移动时,位置控制模块保持适当的速度和加速度,确保运动平滑。

### 3) 过程控制

过程控制是指对温度、压力、流量等连续变化模拟量的闭环控制,所以有时又称为闭环过程控制。PLC 通过模拟量 I/O 模块,实现模拟量和数字量之间的 A/D、D/A 转换,并对模拟量进行闭环 PID 控制。当控制过程中某个变量出现偏差时,PID 控制算法会计算出正确的输出,把变量保持在设定值上。PID 算法一旦适应了工艺,就会不管工艺的混乱而保持设定值。

#### 4) 数据处理

现代 PLC 具有数学运算（含矩阵运算、函数运算、逻辑运算）、数据传送、排序、查表、位操作等功能，可以完成数据的采集、分析及处理。这些数据可以通过通信接口传送到其他智能装置上。数据处理一般用于大型控制系统，如无人控制的柔性制造系统，也可用于过程控制系统，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 相互之间、PLC 与上位机、PLC 与其他智能设备之间的通信。随着计算机控制的发展，工厂自动化网络发展很快，各 PLC 厂商都十分重视 PLC 的通信功能，以满足工厂自动化系统发展的需要。

## 任务三 可编程序控制器的组成及其作用

### 一、可编程序控制器的基本组成

可编程序控制器的种类虽然繁多，且性能各异，但在硬件组成的原理上，几乎所有的可编程序控制器都具有相同或相似的结构。其实质上是一种工业控制计算机，采用了典型的计算机结构，只不过它比一般的计算机具有更强的与工业过程相连接的接口和更直接的适应于控制要求的编程语言，所以可编程序控制器与计算机的组成十分相似。

#### 1. PLC 的硬件组成

从硬件结构上看，PLC 也有中央处理器（CPU）、存储器、输入/输出接口电路、电源、编程器，以及一些扩展模块，如图 1-1 所示。

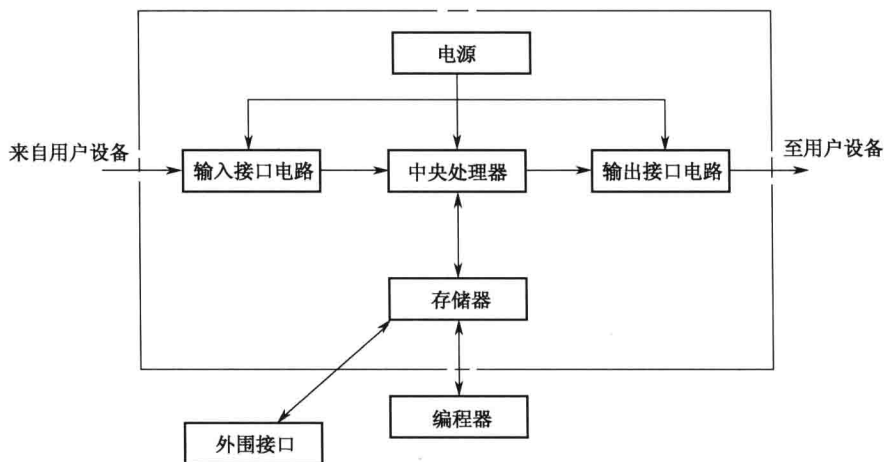


图 1-1 PLC 的硬件组成图

#### 2. PLC 的软件组成

仅有硬件是不能构成 PLC 的，还需要软件系统的支持来共同构成 PLC。PLC 的软件系统由系统程序和用户程序两大部分组成。

### 1) 系统程序

系统程序由 PLC 的制造企业编制, 固化在 PROM 或 EPROM 中, 安装在 PLC 上, 随产品提供给用户, 用于控制 PLC 本身的运行。系统程序包括系统管理程序、用户指令解释程序和供系统调用的标准程序模块等。

由于通过改进系统程序可以在不改变硬件系统的情况下大大改善 PLC 的性能, 因此系统程序也在不断升级和完善。

### 2) 用户程序

用户程序是根据生产过程控制的要求由用户使用制造企业提供的编程语言自行编制的应用程序。用户程序包括开关量逻辑控制程序、模拟量运算程序、闭环控制程序和操作站系统应用程序等, 它是用梯形图或某种 PLC 指令的助记符编制而成的, 可以是梯形图、指令表、高级语言、汇编语言等, 其助记符形式随 PLC 的型号而略有不同。用户程序是线性地存储在监控程序指定的存储区内的, 它的最大容量也是由监控程序限制的。

## 二、各组成部分的作用

### 1. 中央处理器

PLC 的中央处理器与一般的计算机控制系统一样, 是整个系统的核心。它的主要任务如下。

(1) 控制从编程器输入的用户程序和数据的接收与存储。

(2) 用扫描的方式通过输入/输出单元接收现场的状态或数据, 并存入输入映象存储器或数据存储器中。

(3) 诊断电源、PLC 内部电路的工作故障和编程中的语法错误等。

(4) PLC 进入运行状态后, 从存储器逐条读取用户指令, 经过命令解释后按指令规定的任务进行数据传送、逻辑或算术运算等。

(5) 根据运算结果, 更新有关标志位的状态和输出映象存储器的内容, 再经输出单元实现输出控制、制表打印或数据通信等功能。

PLC 中采用的 CPU 随机型的不同而有所不同, 通常有通用处理器 (如 8086、80286 等)、单片机芯片 (如 8031、8096 等)、位片式微处理器 (如 AMD-2900 等) 3 种。随着芯片技术的不断发展, PLC 所用的 CPU 芯片也越来越高档。

### 2. 存储器

存储器是具有记忆功能的半导体电路, 用于存储系统程序、用户程序、逻辑变量、系统组态等信息。PLC 配有系统存储器和用户存储器。

#### 1) 系统存储器

系统存储器用于存放系统管理程序, 用户存储器用于存放用户设计、编辑的应用程序, 并固化在 ROM 内, 用户不能直接更改。系统程序质量的好坏, 很大程度上决定了 PLC 的性能, 其内容主要包括三个部分。第一部分为系统管理程序, 它主要控制 PLC 的运行; 第二部分为用户指令解释程序, 将 PLC 的编程语言变为机器语言指令, 再由 CPU 执行这些指令; 第三部分为标准程序模块与系统调用, 它包括许多不同功能的子程序及其调用管理程序。PLC 的具体工作都是由这部分程序来完成的。

## 2) 用户存储器

用户存储器的容量和内部器件数是反映 PLC 性能的重要指标之一，它包括用户程序存储器（程序区）和用户功能存储器（数据区）两部分。用户程序存储器用来存放用户针对具体控制任务用规定的 PLC 编程语言编写的各种用户程序。用户程序存储器根据所选用的存储器单元类型的不同，可以是 RAM（有掉电保护）、EPROM 或 EEPROM 存储器，其内容可以由用户任意修改或增删，而用户功能存储器是用来存放（记忆）用户程序中使用的 ON/OFF 状态、数值数据等的。

## 3. 输入/输出单元

实际生产中的电平是多样的，外部执行机构所需的电平也不同，而 PLC 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。PLC 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。

### 1) 输入接口电路

为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，由光电耦合器（由发光二极管和光电三极管组成）进行隔离。输入接口用来接收和采集两种类型的输入信号，一类是由按钮、选择开关、光电开关、行程开关等开关量输入信号；另一类是由电位器、测速发电机和各种变送器等模拟量输入信号。

### 2) 输出接口电路

输出接口用来连接被控对象中的各种执行元件，如电磁阀、接触器、指示灯等，而 PLC 的输出有继电器输出、晶体管输出和晶闸管输出 3 种形式。

## 4. 电源

PLC 的电源分为外部电源、内部电源和后备电源。外部电源用于驱动 PLC 的负载和传递现场信号，同一台 PLC 的外部电源可以是一个规格，也可以是多个规格。常见的外部电源有交流 220V、110V，直流 100V、48V、24V 等。内部电源是 PLC 的工作电源，有时也作为现场输入信号的电源。它的性能好坏直接影响到 PLC 的可靠性。而后备电源在停机或突然断电时，可以保证 RAM 中的信息不丢失。

## 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 的存储器中，可用编程器检查、修改、调试程序，还可监控程序的运行及 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路和编程软件也可以对 PLC 进行编程，同时后者还可以直接显示梯形图、读出程序、写入程序、监控程序运行等。

## 6. 外围接口

### 1) 扩展接口

扩展接口用于将扩展单元与基本单元相连，从而使 PLC 的配置更加灵活。

### 2) 通信接口

为了实现“人与机”或“机与机”之间的对话，PLC 配有多种通信接口。PLC 通过相应的通信接口可以与监视器、打印机及其他 PLC 或计算机相连。

## 3) 智能 I/O 口

为了满足更加复杂的控制功能的需要, PLC 配有多种智能 I/O 接口。

## 任务四 可编程序控制器的工作原理

可编程序控制器是一种工业控制计算机, 它的工作原理是建立在计算机工作原理的基础上的, 即将它的工作原理简单表述为在系统程序的管理下, 通过运行应用程序, 对控制要求进行处理和判断, 并通过执行用户程序来实现控制任务。

早期的 PLC 主要用于代替传统的由继电器、接触器构成的控制装置, 但这两者的运行方式是不同的。

(1) 继电器控制装置采用硬逻辑并行运行的方式, 即如果这个继电器的线圈通电或断电, 该继电器所有的触点 (包括其常开或常闭触点) 无论在继电器控制电路的哪个位置上都会立即同时动作。

(2) PLC 的 CPU 则采用顺序逻辑扫描用户程序的运行方式, 即如果一个输出线圈或逻辑线圈被接通或断开, 该线圈的所有触点 (包括其常开或常闭触点) 不会立即动作, 必须等扫描到该触点时才会动作。

为了消除二者之间由于运行方式不同而造成的差异, 考虑继电器控制装置各类触点的动作时间一般在 100ms 以上, 而 PLC 扫描用户程序的时间一般均小于 100ms, 因此, PLC 采用了一种不同于一般微型计算机的运行方式——扫描技术。这样在对于 I/O 响应要求不高的场合, PLC 与继电器控制装置的处理在结果上就没有什么区别了。

### (3) 扫描技术

循环扫描的工作方式是 PLC 的一大特点, 针对工业控制采用这种工作方式使 PLC 具有一些优于其他各种控制器的特点。

当 PLC 运行后, 其工作过程一般分为三个阶段, 即输入采样、程序执行和输出刷新三个阶段, 完成上述三个阶段称为一个扫描周期。在整个运行期间, PLC 的 CPU 以一定的扫描速度重复执行上述三个阶段, 如图 1-2 所示。

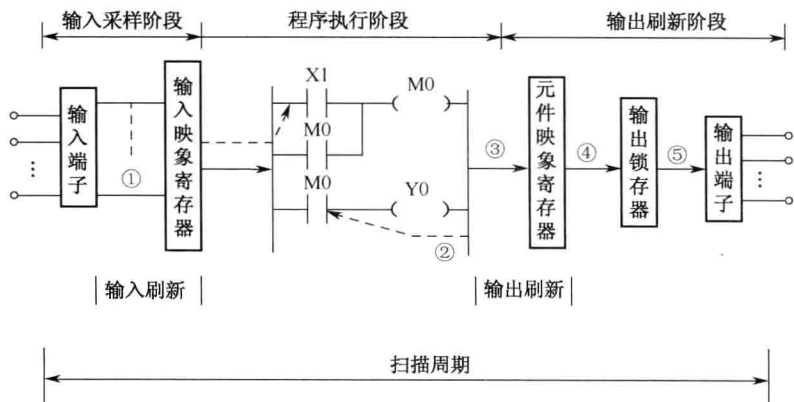


图 1-2 PLC 的扫描过程图

### 1) 输入采样阶段

PLC 将各输入状态存入对应的输入映像寄存器中, 此时输入映像寄存器被刷新, 接着进入

程序执行阶段。在程序执行阶段或输出刷新阶段，输入元件映像寄存器与外界隔绝，必须等到下一个工作周期的输入刷新阶段才能被读入。

### 2) 程序执行阶段

程序执行阶段又称程序处理阶段，PLC 根据最新读入的输入信号，以先左后右、先上后下的顺序逐行扫描，执行一次程序，然后进行相应的运算，将结果存入元件映像寄存器中。对于元件映像寄存器来说，每一个元件（输出“软继电器”的状态）会随着程序执行过程而变化。当最后一条控制程序执行完毕后，PLC 将转入输出刷新阶段。

### 3) 输出刷新阶段

当程序中所有指令执行完毕后，PLC 将输出状态寄存器中所有输出继电器的状态（接通/断开），依次送到输出锁存电路，并通过一定的输出方式输出，驱动外部负载。

综上所述，外部信号的输入通过 PLC 扫描由“输入传送”来完成，此时带来了“逻辑滞后”的问题。影响滞后的主要因素有输入电路、输出电路的响应时间，PLC 中 CPU 的运算速度及程序设计结构等。一般工业设备是允许 I/O 响应滞后的，但对于某些需要 I/O 快速响应的设备则应采取相应措施，如硬件设计上采用快速响应模块、高速计数模块等，在软件设计上采用不同中断处理措施，优化设计程序。



## 课后思考题

### 一、填空题

- (1) PLC 的基本结构由\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_组成。
- (2) PLC 的存储器包括\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
- (3) 为了提高 PLC 的抗干扰能力，输入/输出接口电路均采用\_\_\_\_\_电路；输出接口电路有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_三种输出方式，以适用于不同负载的控制要求。其中高速、大功率的交流负载，应选用\_\_\_\_\_输出的输出接口电路。

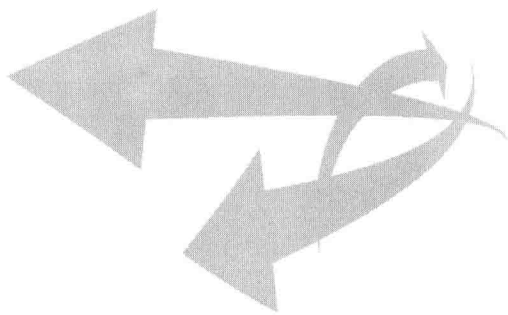
### 二、选择题

- (1) PLC 控制系统能取代继电-接触器控制系统的（ ）部分。
  - A. 整体
  - B. 主电路
  - C. 控制电路
  - D. 接触器
- (2) 一般对 PLC 进行分类时，I/O 点数为（ ）点时，可以看做是大型 PLC。
  - A. 2048
  - B. 512
  - C. 256
  - D. 128
- (3)（ ）是 PLC 的核心。
  - A. 存储器
  - B. CPU
  - C. 输入/输出单元
  - D. 通信接口电路
- (4) PLC 每次扫描用户程序之前都可执行（ ）。
  - A. 输入取样
  - B. 输出刷新
  - C. 自诊断
  - D. 与编程器等通信

### 三、简答题

- (1) 可编程序控制器的定义是什么？
- (2) PLC 有哪些主要特点？
- (3) PLC 是如何分类的？





## 项目二 编程方法简介

### 项目要求

了解 PLC 的编程语言。

学习利用编程软件 FXGPWIN 编写梯形图及状态图。

FX 系列 PLC 编程软件适用于 FX0、FX0N、FX2N 等多种机型，能够进行梯形图、SFC 及指令表编程；能通过计算机将程序传入 PLC 中，或从 PLC 中读取程序。

### 任务一 FXGP/WIN-C 软件及使用

#### 一、软件的启动

该软件的启动通常采用两种方式，一是双击桌面上的 FXGP/WIN-C 编程软件的快捷图标；二是单击桌面“开始”→“程序”→“MELSEC-F FX Applications”→“FXGP/WIN-C”，打开 FXGP/WIN-C 编程软件即可，如图 2-1 所示。

#### 二、程序编译（见任务二、任务三）

#### 三、程序上传

(1) 单击菜单栏中“PLC”中的“端口设置”，弹出如图 2-2 所示的对话框，选择相应的串行口后，单击“确认”按钮。

(2) 单击菜单栏中“PLC”中的“读入程序”，弹出如图 2-3 所示的对话框，选择相应的 PLC 类型后，单击“确认”按钮，即 PLC 的程序被上传到编程软件中。