

全国高职高专“十二五”规划教材

可编程控制器模块化教程

主 编 黄巧荣
副主编 梁 刚



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

全国高职高专“十二五”规划教材

可编程控制器模块化教程

主 编 黄巧荣

副主编 梁 刚

常州大学图书馆
藏书章



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书以三菱FX_{2N}系列PLC为例,以目前较新的三菱编程软件GX为载体,按照工作任务式的教学方法组织编写,内容包括6个模块,分别为:PLC基本指令及经验编程法、顺控指令与编程软件GX的SFC编程、三菱PLC功能指令、三菱PLC的程序流程控制指令、可编程控制器的特殊功能模块、可编程控制器通信技术。在内容安排上每个模块均先介绍相关知识,在相关知识部分,每条指令都配有具体实例来说明应用方法,随后对相关知识进行任务实施,真正做到融教、学、做于一体。

本书可以作为高职高专电气自动化技术、生产过程自动化技术、机电一体化技术或相关专业的理论与实训的一体化教材,也可作为PLC用户的培训教材及工程技术人员的参考书。

本书配有电子教案,读者可以从中国水利水电出版社网站和万水书苑免费下载,网址为:<http://www.waterpub.com.cn/softdown/>和<http://www.wsbookshow.com>。

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器模块化教程 / 黄巧荣主编. — 北京 :
中国水利水电出版社, 2014.2
全国高职高专“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5170-1694-6

I. ①可… II. ①黄… III. ①可编程序控制器—高等
职业教育—教材 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第015085号

策划编辑: 张未梅 责任编辑: 张玉玲 加工编辑: 李 燕 封面设计: 李 佳

书 名	全国高职高专“十二五”规划教材 可编程控制器模块化教程
作 者	主 编 黄巧荣 副主编 梁 刚
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)、82562819 (万水)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市铭浩彩色印装有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 11.25印张 280千字
版 次	2014年2月第1版 2014年2月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	24.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换
版权所有·侵权必究

前 言

本人在十多年的 PLC 理论教学与实践中,经常会遇到这样的问题:

(1) 在顶岗实习经验交流会上真正到工厂实习过的学生都会给学校提建议,建议学校所教的软件及时更新,做到与工厂同步。但每年到选教材的时候会发现教材中介绍的软件都是过时的。

(2) 每次在给学生进行实验实训考核时总有学生对老师打的分数不满意,弄得师生间关系不愉快。

(3) 每次布置编程作业,学生都希望能在宿舍仿真调试后再交作业,以保证作业的正确率。但目前市面上的教材基本没有讲仿真功能。

为了解决这些问题,南宁学院机电学院组织本市同类院校的老师编写了本书,同时满足了以上要求。

本书和其他高职高专同类教材相比,具有以下特点:

- 以目前三菱 PLC 较新版的编程软件 GX 为载体讲解各指令和具体实例,介绍 GX 如何才能具有仿真功能以及如何仿真,这为没有 PLC 实物的学习者提供了极大便利。
- 每个模块均先介绍相关知识,在相关知识部分,每条指令都配有具体实例来说明应用方法,然后对相关知识进行任务实施,真正做到融教、学、做于一体。
- 每个任务实施中都设置了考核标准,利于教师对学生进行考评,也利于学生有针对性地练习,提高技能。
- 书中实例都是经过教学验证的程序。

本书由黄巧荣任主编,广西农业职业技术学院的梁刚任副主编,另外参与部分编写工作的还有南宁学院的李光平、辛华健和唐月夏。

在本书编排过程中,广西职业技术学院的黄月英老师提出了宝贵意见,唐月夏和辛华健老师对本书初稿指出了大量错误,在此表示衷心感谢。

本书在编写过程中,参考了有关资料和文献,在此向相关的作者表示衷心感谢,由于编者水平有限,书中难免有错漏之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2013 年 12 月

目 录

前言	
模块一 PLC 基本指令及经验编程法	1
工作任务 1 三菱 FX _{2N} 系列 PLC 编程环境认识	1
一、PLC 简介	1
二、PLC 的组成	4
三、PLC 的工作原理	11
四、FX _{2N} 的结构特点及产品构成	11
工作任务 2 三相异步电动机单向启动、保持、停止的 PLC 控制	13
一、FX _{2N} 系列 PLC 的外部配线	13
二、FX _{2N} 系列 PLC 编程器件及功能	15
三、三菱 PLC 基本指令 (LD、LDI、OUT、AND、ANI、OR、ORI)	17
四、GX Developer 编程软件的使用	18
任务实施——三相异步电动机启、保、停电路的 PLC 改造	35
知识拓展 关于热继电器与停止按钮在 PLC 控制电路的相关知识	37
工作任务 3 电机单向点动与连动的 PLC 控制	39
一、FX _{2N} 系列 PLC 编程器件 (M) 及功能	39
二、仿真软件 GX Simulator 6cn 的使用	40
三、可编程控制器梯形图编程规则	44
任务实施——三相异步电动机点动、连动电路的 PLC 改造	46
知识拓展 基本逻辑指令的经验编程法简介	48
工作任务 4 三相异步电动机正反转的 PLC 控制	51
一、三菱 PLC 基本指令 (LDP、ANDP、ORP、ORB、ANB、MPS、MRD、MPP、SET、RST、ZRST)	51
二、三菱 PLC 编程器件 (定时器和计数器)	55
任务实施——三相异步电动机正反转的 PLC 控制	58
知识拓展 三菱 PLC 高速计数器简介	61
工作任务 5 运料小车的往返运行控制	64
三菱 PLC 基本指令 (MC、MCR、INV、PLS、PLF、NOP、END)	64
任务实施——运料小车的往返运行控制	66
知识拓展 定时器的长延时控制与振荡电路	68
工作任务 6 三相异步电动机自动控制 Y-Δ 降压启动电路	70
任务实施——自动控制 Y-Δ 降压启动电路的 PLC 改造	70
知识拓展 接近开关与 PLC 接连相关知识	73
习题一	74

模块二 顺控指令与编程软件 GX 的 SFC 编程	76
工作任务 1 单流程步进顺序控制编程	76
一、顺序功能图的编程思想及顺序转移图	76
二、FX _{2N} 系列 PLC 步进指令应用规则	78
三、顺序功能图 (SFC) 的种类	80
四、编程软件 GX 的 SFC 编程	81
任务实施——单流程顺序功能图的流水灯控制	89
工作任务 2 条件分支顺序功能图的绘制	90
条件分支顺序功能图的绘制步骤	91
任务实施——条件分支顺序功能图的流水灯控制	93
工作任务 3 并行流程的顺序功能图的绘制	95
并行流程顺序功能图的绘制步骤	95
任务实施——并行流程顺序功能图的交通灯控制	97
习题二	100
模块三 三菱 PLC 功能指令	103
工作任务 1 运料小车多工位控制	103
一、数据类软元件及存储器	103
二、功能指令的表达形式、使用要素	105
三、传送与比较指令	108
任务实施——传送指令和比较功能指令的应用	113
工作任务 2 循环灯与步进电机脉冲控制	115
循环与移位类指令	115
任务实施——循环灯的移位指令控制	118
工作任务 3 单按钮控制三台电机的启停与多工位运料小车的控制	120
数据处理类指令	121
任务实施——编码指令和解码指令的应用	125
习题三	127
模块四 三菱 PLC 的程序流程控制指令	128
工作任务 1 三台电机的循环运行控制	128
主控指令及主控复位指令 (MC、MCR)	128
任务实施——电机顺序启动的主控与传送指令控制	129
工作任务 2 跳转指令和程序流程指令应用	131
一、条件跳转指令 CJ	131
二、子程序调用与返回指令 (CALL SRET)	132
任务实施——跳转指令与子程序调用指令的应用	133
知识拓展 程序循环指令和中断指令	135
习题四	138
模块五 可编程控制器的特殊功能模块	139
工作任务 1 模拟量输入 FX _{2N} -4AD 模块应用	139

一、特殊功能模块的类型及使用	139
二、模拟量输入模块 FX _{2N} -4AD	141
任务实施——FX _{2N} -4AD 模块与 PLC 主机连接设置	144
工作任务 2 模拟量输出模块 FX _{2N} -4DA 的应用	147
模拟量输出模块 FX _{2N} -4DA 的应用	147
任务实施——FX _{2N} -4DA 模块与 PLC 主机连接的设置	150
习题五	152
模块六 可编程控制器通信技术	153
工作任务 1 可编程控制器的组网	153
一、网络通信的基本知识	153
二、FX _{2N} 系列通信用硬件及通信形式	157
任务实施——PLC 的组网	160
习题六	162
附录 1 FX 系列 PLC 特殊元件	163
附录 2 FX 系列 PLC 指令系统	167
参考文献	171

模块一 PLC 基本指令及经验编程法

工作任务 1 三菱 FX_{2N} 系列 PLC 编程环境认识

能力目标

能够对编程软件 GX 与仿真软件进行正确安装。

知识目标

了解 PLC 的基本原理；认识 FX_{2N}-48MR 的外部结构的。

相关知识

一、PLC 简介

1. PLC 的定义

可编程控制器 (PLC) 是以自动控制技术、微计算机技术和通信技术为基础发展起来的新一代工业控制装置，是一种专为工业环境应用设计的数字运算操作的电子系统。它采用一类可编程的存储器，用于其内部存储程序、执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数与算术操作等面向用户的指令，并通过数字或模拟式输入/输出控制各种类型的机械生产过程。PLC 是工业控制的核心部分。早期的可编程控制器主要用来替代继电器实现逻辑控制；随着技术的发展，这种采用微型计算机技术的工业控制装置的功能已经大大超过了逻辑控制的范围。现在这种装置已称作可编程控制器，简称 PC。但为了避免与个人计算机 (Personal Computer) 的简称混淆，故将可编程控制器简称为 PLC。

2. 可编程控制器 (PLC) 的基本功能

(1) 逻辑控制功能。逻辑控制是 PLC 最基本的应用。它可以取代传统继电器控制装置，也可取代顺序控制和程序控制。逻辑控制功能实际上就是位处理功能，在 PLC 中一个逻辑位的状态可以无限次地使用，逻辑关系的变更和修改也十分方便。

(2) 闭环校制功能。PLC 具有 D/A 转换、A/D 转换、算术运算以及 PID 运算等功能。可以方便地完成对模拟量的处理。

(3) 定时控制功能。PLC 中有许多可供用户使用的定时器，定时器的设定值可以在编程时设定，也可在运行过程中根据需要进行修改，使用方便灵活。

(4) 计数控制功能。这是 PLC 最基本的功能之一。PLC 为用户提供了许多计数器。计数器的设定值可以在编程时设定，也可在运行过程中根据需要进行修改，PLC 据此可完成对某个工作过程的计数控制。

(5) 数据处理功能。PLC 可以实现算术运算、数据比较、数据传送、移位、数据转换、译码、编码等操作。有的还可实现开方、PID 运算、浮点运算等操作。

(6) 步进控制功能。PLC 为用户提供了若干个状态器, 可以实现由时间、计数或其他逻辑信号为转移条件的步进控制, 即在一道工序完成以后, 在转移条件满足时, 自动进行下一道工序。大部分 PLC 都有专用的步进控制指令, 应用步进指令编程十分方便。

(7) 通信联网功能。有些 PLC 采用通信技术, 可以进行多台 PLC 之间的同位链接、PLC 与计算机之间的通信等。利用 PLC 之间的同位连接, 可以把数十台 PLC 用同级或分级的方式连成网络, 采用 PLC 和计算机之间的通信连接, 可以用计算机作上位机, 下面连接数十台 PLC 作为现场控制。

(8) 监控功能。PLC 设置了较强的监控功能, 操作人员利用编程器或监视器可对 PLC 的运行状态进行监视。

(9) 停电记忆功能。PLC 内部的部分存储器所使用的 RAM 设置了停电保持器件 (如备用电池等) 以保证断电后这部分存储器中的信息不会丢失。

(10) 故障诊断功能。PLC 对系统组成、某些硬件状态及指令的合法性进行自诊断, 发现异常情况发出报警并显示错误类型。

3. PLC 的特点

(1) 可靠性高、抗干扰能力强。可靠性高、抗干扰能力强是 PLC 最重要的特点之一。PLC 的平均无故障时间可达几十万个小时, 之所以有这么高的可靠性, 是由于它采用了一系列的硬件和软件的抗干扰措施。

1) 硬件方面 I/O 通道采用光电隔离, 有效地抑制了外部干扰源对 PLC 的影响, 对供电电源及线路采用多种形式的滤波, 从而消除或抑制了高频干扰; PLC 作为专为工业控制而设计的电子装置, 选用的电子器件一般是工业级的, 有的甚至是军用级的。

2) 软件方面 PLC 采用扫描工作方式, 减少了外界环境干扰引起的故障。在 PLC 系统程序中设有故障检测和自诊断程序, 能对系统硬件电路等故障实现检测和判断。

(2) 编程简单、使用方便。目前, 大多数 PLC 采用的编程语言是梯形图语言, 它是一种面向生产、面向用户的编程语言。梯形图与电器控制线路图相似, 形象、直观、不需要掌握计算机知识、很容易让广大工程技术人员掌握。当生产流程需要改变时, 可以现场改变程序, 使用方便、灵活; 同时, PLC 编程器的操作和使用也很简单。这也是 PLC 获得普及和推广的主要原因之一。

(3) 功能完善、通用性强。现代 PLC 不仅具有逻辑运算、定时、计数、顺序控制等功能, 而且还具有 A/D 和 D/A 转换、数值运算、数据处理、PID 控制、通信联网等许多功能。

(4) 设计安装简单、维护方便。由于 PLC 用软件代替了传统电气控制系统的硬件控制柜的设计, 安装接线工作量大为减少。PLC 的用户程序大部分可在实验室进行模拟调试, 缩短了应用设计和调试周期。在维修方面, 由于 PLC 的故障率极低, 而且 PLC 具有很强的自诊断功能, 如出现故障, 可根据 PLC 上的指示或编程器上提供的故障信息迅速查明原因, 维修极为方便。

(5) 体积小、重量轻、能耗低。由于 PLC 采用了集成电路, 其结构紧凑、体积小、能耗低, 因而是实现机电一体化的理想控制设备。

(6) 速度较慢, 价格较高。PLC 的速度与单片机等计算机相比相对较慢, 单片机两次执行程序的时间间隔可以是 ms 级甚至 μs 级, 一般 PLC 两次执行程序的时间间隔是 10ms 级。PLC 的一般输入点在输入信号频率超过十几赫兹后就很难正常工作, 为此, PLC 设有高速输入点, 可以输入数千赫的开关信号。

4. PLC 的分类

(1) 按 I/O 点数分类。

所谓 I/O 点数就是输入输出位数的俗称。I/O 点数是选择 PLC 的重要依据。一般分为三类:

1) 小型 PLC。小型 PLC 的 I/O 点数一般在 128 点以下,其特点是体积小、结构紧凑,整个硬件融为一体,除了开关量 I/O 以外,还可以连接模拟量 I/O 以及其他各种特殊功能模块。它能执行包括逻辑运算、计时、计数、算术运算、数据处理和传送、通信联网以及各种应用指令。

2) 中型 PLC。中型 PLC 采用模块化结构,其 I/O 点数一般在 256~1024 点之间。I/O 的处理方式除了采用一般 PLC 通用的扫描处理方式外,还能采用直接处理方式,即在扫描用户程序的过程中,直接读输入,刷新输出。它能联接各种特殊功能模块,通信联网功能更强,指令系统更丰富,内存容量更大,扫描速度更快。

3) 大型 PLC。一般 I/O 点数在 1024 点以上的称为大型 PLC。大型 PLC 的软、硬件功能极强。具有极强的自诊断功能。通信联网功能强,有各种通信联网的模块,可以构成三级通信网,实现工厂生产管理自动化。大型 PLC 还可以采用三 CPU 构成的表决式系统,使机器的可靠性更高。

(2) 按结构形式分类。

可编程逻辑控制器按结构分为整体型和模块型两类。

1) 整体式 PLC。是将电源、CPU、I/O 接口等部件都集中装在一个机箱内,具有结构紧凑、体积小、价格低的特点。小型 PLC 一般采用这种整体式结构。整体式 PLC 由不同 I/O 点数的基本单元(又称主机)和扩展单元组成。基本单元内有 CPU、I/O 接口、与 I/O 扩展单元相连的扩展口,以及与编程器或 EPROM 写入器相连的接口等。扩展单元内只有 I/O 和电源等,没有 CPU。基本单元和扩展单元之间一般用扁平电缆连接。整体式 PLC 一般还可配备特殊功能单元,如模拟量单元、位置控制单元等,使其功能得以扩展。

2) 模块式 PLC。将 PLC 各组成部分分别作成若干个单独的模块,如 CPU 模块、I/O 模块、电源模块(有的含在 CPU 模块中)以及各种功能模块。模块式 PLC 由框架或基板和各种模块组成。模块装在框架或基板的插座上。这种模块式 PLC 的特点是配置灵活,可根据需要选配不同规模的系统,而且装配方便,便于扩展和维修。大、中型 PLC 一般采用模块式结构。

5. PLC 的应用领域

目前,PLC 在国内外已广泛应用于钢铁、石油、化工、电力、建材、机械制造、汽车、轻纺、交通运输、环保及文化娱乐等各个行业。使用情况大致可归纳为如下几类。

(1) 开关量的逻辑控制。

这是 PLC 最基本、最广泛的应用领域,它取代传统的继电器电路,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。如注塑机、印刷机、订书机械、组合机床、磨床、包装生产线、电镀流水线等。

(2) 模拟量控制。

在工业生产过程当中,有许多连续变化的量,如温度、压力、流量、液位和速度等都是模拟量。为了使可编程控制器处理模拟量,必须实现模拟量(Analog)和数字量(Digital)之间的 A/D 转换及 D/A 转换。PLC 厂家都生产配套的 A/D 和 D/A 转换模块,使可编程控制器用于模拟量控制。

(3) 运动控制。

PLC 可以用于圆周运动或直线运动的控制。从控制机构配置来说,早期直接用于开关量

I/O 模块连接位置传感器和执行机构,现在一般使用专用的运动控制模块。如可驱动步进电机或伺服电机的单轴或多轴位置控制模块。世界上各主要 PLC 厂家的产品几乎都有运动控制功能,广泛用于各种机械、机床、机器人、电梯等场合。

(4) 过程控制。

过程控制是指对温度、压力、流量等模拟量的闭环控制。作为工业控制计算机,PLC 能编制各种各样的控制算法程序,完成闭环控制。PID 调节是一般闭环控制系统中用得较多的调节方法。大中型 PLC 都有 PID 模块,目前许多小型 PLC 也具有此功能模块。PID 处理一般是运行专用的 PID 子程序。过程控制在冶金、化工、热处理、锅炉控制等场合有非常广泛的应用。

(5) 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、数据转换、排序、查表、位操作等功能,可以完成数据的采集、分析及处理。这些数据可以与存储在存储器中的参考值比较,完成一定的控制操作,也可以利用通信功能传送到别的智能装置,或将它们打印制表。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。

(6) 通信及联网。

PLC 通信含 PLC 间的通信及 PLC 与其他智能设备间的通信。随着计算机控制的发展,工厂自动化网络发展得很快,各 PLC 厂商都十分重视 PLC 的通信功能,纷纷推出各自的网络系统。新近生产的 PLC 都具有顺序控制,通信非常方便。

二、PLC 的组成

PLC 的组成为硬件组成和软件组成两部分。

1. PLC 的硬件组成

PLC 主要由中央处理器(CPU)、存储器(RAM、EPROM)、I/O、电源、扩展接口和编程器接口等几部分组成,其结构框图如图 1-1 所示。

(1) 中央处理器(CPU)。

CPU 是 PLC 的核心部件之一,它的主要功能有:①采集输入信号;②执行用户程序;③刷新系统输出;④执行管理和诊断程序;⑤与外界通信。

(2) 存储器。

存储器是保存系统程序、用户程序、中间运算结果的器件,据其在系统中的作用,可将它们分为下列 4 种:系统程序存储器、用户程序存储器、数据表存储器、高速暂存存储器。

1) 系统程序存储器。系统程序存储器用来存放 PLC 的监控程序,可分为:系统管理程序、命令解释程序、故障检测、诊断程序、通信程序。系统程序由 PLC 厂家设计,并固化在 ROM / PROM / EPROM 存储器中,用户不必对它作细致的了解,更不能改变它。

2) 用户程序存储器。用户程序存储器用来存放用户编制的控制程序。PLC 术语中讲的存储器容量及型式就指的是用户程序存储器。常用的用户存储器型式有:EPROM、E²PROM、带掉电保护的 RAM 等。

3) 数据表存储器(I/O 映像存储器)。数据表存储器用来存放开关量 I/O 状态表,定时器、计算器的预置值表,模拟量 I/O 数值等。

4) 高速暂存存储器。高速暂存存储器主要存放运算的中间结果,统计数据、故障诊断的标志位等。

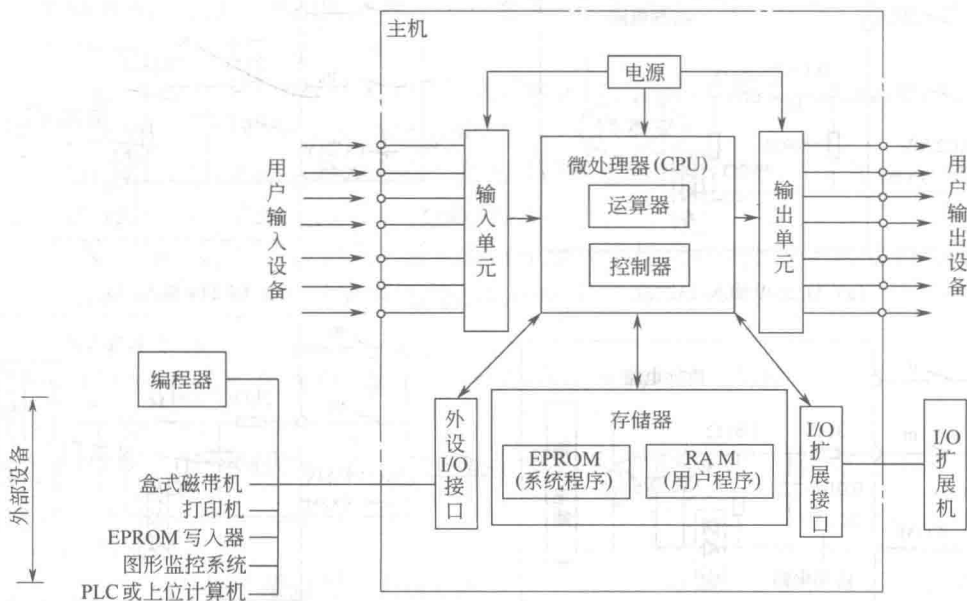


图 1-1 单元式 PLC 结构框图

(3) I/O 部分。

PLC 的 I/O 部分，因用户的需求不同有各种不同的组合方式，通常以模块的形式供应，一般可分为：

①开关量 I/O 模块；②模拟量 I/O 模块；③数字量 I/O 模块（包括 TTL 电平 I/O 模块、拨码开关输入模块、LED/LCD/CRT 显示控制模块、打印机控制模块）④高速计数模块；⑤精确定时模块；⑥快速响应模块；⑦中断控制模块；⑧PID 调节模块；⑨位置控制模块；⑩轴向定位模块；⑪通信模块。

1) 开关量 I/O 模块（部分）。

开关量输入模块（部分）的作用是接收现场设备的状态信号、控制命令等，如限位开关、操作按钮等，并且将此开关量信号转换成 CPU 能接收和处理的数字量信号。

开关量输出模块（部分）的作用是将经过 CPU 处理过的结果转换成开关量信号送到被控设备的控制回路去，以驱动阀门执行器、电动机的启动器和灯光显示等设备。

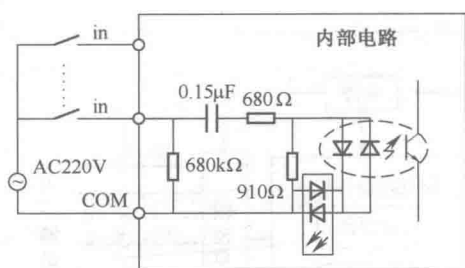
开关量 I/O 模块（部分）的信号仅有通、断两种状态，各 I/O 点的通/断状态用发光二极管在面板上显示。输入电压等级通常有 DC（5V、12V、24V、48V）或 AC（24V、120V、220V）等。

每个模块可能有 4、8、12、16、24、32、64 点，外部引线连接在模块面板的接线端子上，有些模块使用插座型端子板，在不拆去外部连线的情况下，可迅速地更换模块，便于安装、检修。

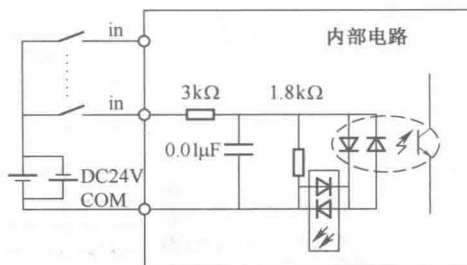
①开关量输入模块。

按与外部接线对电源的要求不同，开关量输入模块可分为 AC 输入，DC 输入，无压接点输入，AC/DC 输入等几种形式，参见图 1-2。每个输入点均有滤波网络、LED 显示器、光电隔离管。

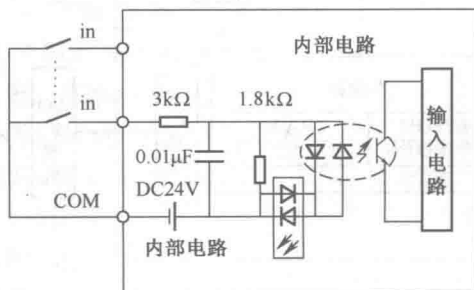
从图 1-2 (c) 中可以看出无压接点输入是开关触点直接接在公共点和输入端，不另外接电源，电源由内部电路提供。



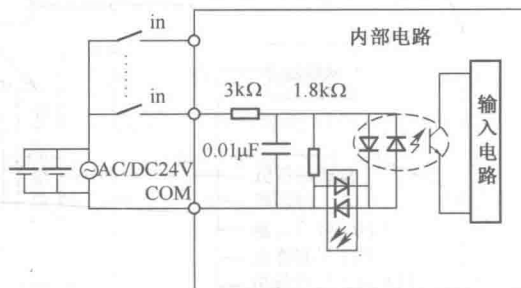
(a) AC220V 输入(IA222)



(b) DC24V 输入(ID212)



(c) 无压接点输入(ID001)



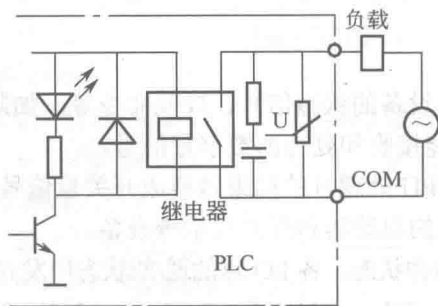
(d) AC/DC24V 输入(ID212)

图 1-2 开关量的几种输入形式

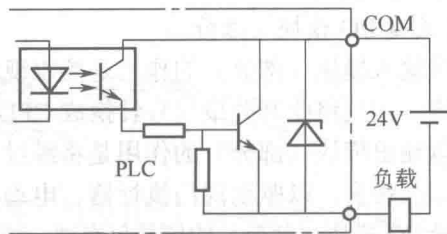
②开关量输出模块。

开关量输出通常有 3 种形式：继电器输出、晶体管输出、可控硅输出。

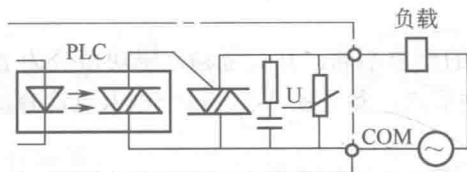
每个输出点均有 LED 发光管、隔离元件（光电管/继电器）、功率驱动元件和输出保护电路，见图 1-3。



(a) 继电器型



(b) 晶体管型



(c) 可控硅型

图 1-3 开关量输出电路

如图 1-3 (a) 所示为继电器输出电路, 继电器同时起隔离和功放的作用; 与触点并联的 R、C 和压敏电阻在触点断开时起消弧作用。

如图 1-3 (b) 所示为晶体管输出电路, 大功率晶体管的饱和导通/截止相当于触点的通/断; 稳压管用来抑制过电压, 起保护晶体管作用。

如图 1-3 (c) 所示为可控硅输出电路, 光电可控硅起隔离、功放作用; R、C 和压敏电阻用来抑制 SSR 关断时产生的过电压和外部浪涌电流。

输出模块最大通断电流的能力大小依次为继电器、可控硅、晶体管。而通断响应时间的快慢则刚好相反。使用时应据以上特性选择不同的输出型式。

2) 模拟量 I/O 模块。

模拟量 I/O 模块常用的有 A/D、D/A、热电偶/热电阻输入等几种模块。

3) 数字量 I/O 模块。

常用的有 TTL 电平 I/O 模块、拨码开关输入模块、LED/LCD/CRT 显示控制模块、打印机控制模块等。

4) 高速计数模块。

高速计数模块是工控中最常用的智能模块之一, 过程控制中有些脉冲变量 (如旋转编码器、数字码盘、电子开关等输出的信号) 的变化速度很高 (可达几十 kHz、几 MHz), 已小于 PLC 的扫描周期, 对这类脉冲信号若用程序中的计数器计数, 因受扫描周期的限制, 会丢失部分脉冲信号。因此使用智能的高速计数模块, 可使计数过程脱离 PLC 而独立工作, 这一过程与 PLC 的扫描过程无关, 可准确计数。

5) 精确定时模块。

精确定时模块是智能模块, 能脱离 PLC 进行精确的定时, 定时时间到后会给出信号让 PLC 检测。

6) 快速响应模块。

PLC 的输入/输出量之间存在着因扫描工作方式而引起的延迟, 最大延迟时间可达 2 个扫描周期, 这使 PLC 对很窄的输入脉冲难以监控。快速响应模块则可检测到窄脉冲, 它的输出与 PLC 的扫描工作无关, 而由输入信号直接控制, 同时它的输出还受用户程序的控制。

7) 中断控制模块。

它适用于要求快速响应的控制系统, 接收到中断信号后, 暂停正在运行的 PLC 用户程序, 运行相应的中断子程序, 执行完后再返回来继续运行用户程序。

8) PID 调节模块。

过程控制常采用 PID 控制方式, PID 调节模块是一种智能模块, 它可脱离 PLC 独立执行 PID 调节功能, 实际上可看成 1 台或多台 PID 调节器, PID 参数可调。

9) 位置控制模块。

位置控制模块是用来控制物体的位置、速度、加速度的智能模块, 可以控制直线运动 (单轴)、平面运动 (双轴), 甚至更复杂的运动 (多轴)。

位置控制一般采用闭环控制, 常用的驱动装置是伺服电机或步进电机、模块从参数传感器得到当前物体所处的位置、速度/加速度, 并与设定值进行比较, 比较的结果再用来控制驱动装置, 使物体快进、慢进、快退、慢退、加速、减速、停止等, 实现定位控制。

10) 轴向定位模块。

轴向定位模块是一种能准确地检测出高速旋转转轴的角度位置, 并根据不同的角度位置

控制开关 ON/OFF (可以多个开关)。

11) 通信模块。

通信模块大多是带 CPU 的智能模块,用来实现 PLC 与上位机、下位机或同级的其他智能控制设备通信,常用通信接口标准有 RS-232C、RS-422、RS-485、Profibus、以太网等几种。

(4) 电源。

电源是 PLC 最重要的部分之一,是正常工作的首要条件。当电网有强烈波动遭强干扰时,输出电压要保持平稳。因此在 PLC 的电源中要加入许多稳压抗扰措施,如浪涌吸收器、隔离变压器、开关电源技术等。

(5) 扩展接口。

扩展接口是用于连接扩展单元的接口,当 PLC 的基本单元的 I/O 点数不能满足要求的时候,可通过扩展接口连接扩展单元以增加系统的 I/O 点数。

(6) 编程工具。

编程工具是一种人机对话设备,用户用它来输入、检查、修改、调试 PLC 的用户程序,它还可用来监视 PLC 的运行情况。

PLC 投入正常运行后,通常不要编程工具一起投入运行,因此,编程器都是独立设计的,而且是专用的,PLC 生产厂家提供的专用编程器只能用于自己厂生产的某些型号的 PLC。专用编程器分为简易编程器和图形编程器。

1) 简易编程器。

它类似于计算器,上面有命令键、数字键、功能键及 LED 显示器/LCD 显示屏。使用时可直接插在 PLC 的编程器插座上,也可用电缆与 PLC 相连。调试完毕后,或取下或将它安在 PLC 上一起投入运行。用简易的编程器输入程序时,先将梯形图程序转换为指令表程序,再用键盘将指令程序写入 PLC。

2) 图形编程器。

常用的图形编程器是液晶显示图形编程器(手持式的),它有一个大型的点阵式液晶显示屏。除具有简易型的功能外,还具有可以直接打入和编辑梯形图程序,使用起来更方便,直观。但它的价格较高,操作也较复杂。也有用 CRT 作显示器的台式图形编程器,它实质是一台专用计算机,它的功能更强,使用更方便,但价格也十分昂贵。

3) 用专用编程软件在个人计算机(PC)上实现编程功能

随着 PC 的日益普及,最新发展趋势是使用专用的编程软件,在通用的 PC 上实现图形编程器的功能。一般的 PC 添置一套专用的“编程软件”后就可进行编制、修改 PLC 的梯形图程序,存贮、打印程序文件(清单),与 PLC 联机调试及系统仿真等。并且用户程序可在 PC、PLC 之间互传。具有以上功能后,PLC 的程序(特别是大型程序)编程、调试就显得十分方便和轻松。

2. PLC 的软件组成和编程语言

在 PLC 中软件分为两大部分,即系统程序和用户程序。

(1) 系统程序。

系统程序是 PLC 工作的基础,采用汇编语言编写,在 PLC 出厂时就已经固化于 ROM 型系统程序存储器中,不需要用户干预。系统程序分为系统监控程序和解释程序。

系统监控程序用于监视并控制 PLC 的工作,如诊断 PLC 系统工作是否正常,对 PLC 各模块的工作进行控制,与外设交换信息。根据用户的设定使 PLC 处在编制用户程序的状态或

者处在运行用户程序状态等，解释程序用于把用户程序解释成微处理器能够执行的程序。

当 PLC 处于运行方式时，系统监控程序启动解释程序，解释程序将用户利用梯形图或语句表编制的用户程序编译成处理器可以执行的指令组成的程序，处理器执行这些处理后的程序来完成用户的控制任务。与此同时，系统监控程序对这一过程进行并控制，如发现异常立即进行报警并做出相应的处理。

(2) 用户程序。

用户程序又称应用程序，是用户为完成某一特定任务而利用 PLC 的编程语言而编制的程序。用户程序通过编程器输入到 PLC 的用户存储器中，通过 PLC 的运行而完成这一特定的任务。

(3) 编程语言。

各种型号的 PLC 都有自己的编程语言，至今为止还没有一种能够适合所有可编程控制的通用编程语言。但由于各国可编程控制器的发展过程有类似之处，可编程控制器的编程语言及编程工具都大体差不多。一般常见的有如下几种编程语言。

1) 梯形图 (LD)。

梯形图是使用得最多的 PLC 图形编程语言。梯形图与继电器控制系统的电路图很相似，直观易懂，很容易被工厂熟悉继电器控制的电气人员掌握，特别适用于开关量逻辑控制。

如图 1-4 所示，梯形图由触点、线圈和应用指令等组成。在分析梯形图中的逻辑关系时，为了借用继电器电路图的分析方法，可以想像左右两侧垂直母线之间有一个左正右负的直流电源电压 (有时省略了右侧的垂直母线)，可编程控制器中参与逻辑组合的元件看成和继电器一样具有常开、常闭触点及线圈，且线圈的得电失电将导致触点的相应动作，再用母线代替电源线，用能量流概念来代替继电器电路中的电流概念，使用绘制继电器电路图类似的思路绘出梯形图。

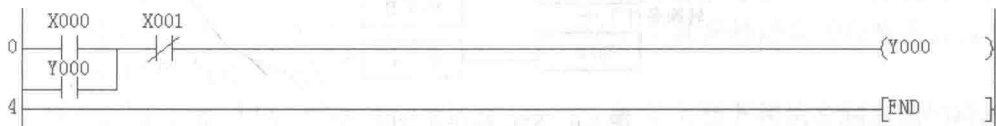


图 1-4 梯形图程序

当图 1-4 中 X0 触点接通，有一个假想的“能流” (Power flow) 流过 Y0 的线圈。Y0 线圈得电后它相应的常开触点闭合自锁。利用能流这一概念，可以帮助我们更好地理解和分析梯形图，能流只能从左向右流动。需要说明的是，PLC 中的继电器编程元件不是实际物理元件，而是计算机存储器中一定的位，它的所谓接通不过是相应存储单元置 1 而已。

表 1-1 给出了继电器电路图中部分符号和三菱公司 PLC 梯形图符号的对照关系。除了图形符号外，梯形图中也有文字符号。图 1-4 梯形图中第一行第一个常开触点边标示的 X000 即是文字符号 (即为编程元件的地址)。和继电器电路中一样，文字符号相同的图形符号即是属于同一元件的。

表 1-1 继电器电路图符号与梯形图符号对照表

符号名称	继电器电路符号	梯形图符号
常开触点		
常闭触点		
线圈		

2) 指令表 (IL)。

PLC 的指令是一种与微机的汇编语言中的指令相似的助记符表达式，由指令组成的程序叫作指令表 (Instruction List) 程序。指令表程序较难阅读，其中的逻辑关系很难一眼看出，所以在设计时一般使用梯形图语言。如果使用手持式编程器，必须将梯形图转换成指令表后再写入 PLC。在用户程序存储器中，指令按步序号顺序排列。编程语言如下图 1-5 所示。

0	LD	X000
1	OR	Y000
2	ANI	X001
3	OUT	Y000
4	END	

图 1-5 指令表编程语言

3) 顺序功能图 (SFC)。

这是一种位于其他编程语言之上的图形语言，用来编制顺序控制程序，在后面的内容中将作详细介绍。顺序功能图提供了一种组织程序的图形方法，在顺序功能图中可以用别的语言嵌套编程。步、转换和动作是顺序功能图中的三种主要元件 (见图 1-6)。顺序功能图用来描述开关量控制系统的功能，根据它可以很容易地画出顺序控制梯形图程序。

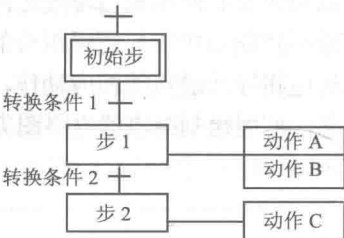


图 1-6 SFC 顺序功能图

4) 功能块图 (FBD)。

这是一种类似于数字逻辑门电路的编程语言，有数字电路基础的人很容易掌握。该编程语言用类似与门、或门的方框来表示逻辑运算关系，方框的左侧为逻辑运算的输入变量，右侧为输出变量，输入、输出端的小圆圈表示“非”运算，方框被“导线”连接在一起，信号自左向右流动。图 1-7 中的控制逻辑与图 1-4 中的相同。有的微型 PLC 模块 (如西门子公司的“LOGO!”逻辑模块) 使用功能块图语言，除此之外，国内很少有人使用功能块图语言。

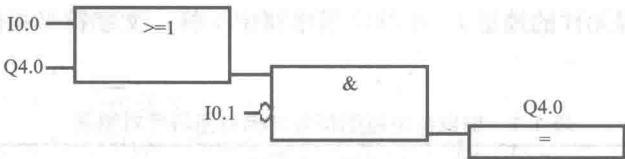


图 1-7 功能块图 (FBD) 编程语言

5) 结构文本 (ST)。

结构文本 (ST) 是为 IEC61131-3 标准创建的一种专用的高级编程语言。与梯形图相比，它能实现复杂的数学运算，编写的程序非常简洁和紧凑。结构化文本语言是用结构化的描述文