

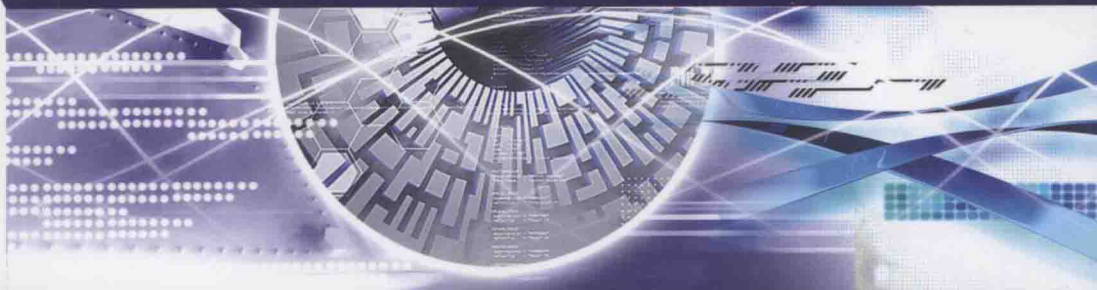


高等职业教育“十二五”创新型规划教材

- 借鉴国外职业教育的先进教学模式
- 顺应现代职业教育制度的改革趋势
- 以能力为主、应用为本的职业导向的内容体系
- 基于岗位技能，面向操作过程的编写思路
- 应用类课程与国家职业认证挂钩

可编程控制器PLC实训

KEBIANCHENG KONGZHIQI PLC SHIXUN



■ 主 编 李 迅

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

高等职业教育“十二五”创新型规划教材

可编程控制器 PLC 实训

李 迅 主 编

高静敏 副主编



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书共选取了具有代表性的21个项目,被划分为7个模块,包括基本顺序指令、基本功能指令、基本控制指令、顺序功能图编程、高级指令模块、西门子与三菱 PLC、综合实训模块。根据学生认知规律,每个项目分为学习目标、项目描述、相关知识点、项目实施、项目拓展、思考与练习6个环节,主要以较为成熟的松下 PLC 为研究对象,同时兼顾西门子与三菱 PLC 的使用,使学生了解不同品牌 PLC 的异同性,举一反三。

本书可作为高职高专机电类、电气类专业教材,也可作为工程技术人员学习 PLC 控制的参考书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器 PLC 实训/李迅主编. —北京:北京理工大学出版社, 2011.8

ISBN 978-7-5640-4972-0

I. ①可… II. ①李… 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(2011)第 162907 号

出版发行/北京理工大学出版社

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京高岭印刷有限公司

开 本/710毫米×1000毫米 1/16

印 张/12.5

字 数/237千字

版 次/2011年8月第1版 2011年8月第1次印刷

印 数/1~4000册

责任校对/周瑞红

定 价/28.00元

责任印制/王美丽

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前言

随着计算机等技术在电气控制技术中的应用,可编程序控制器(PLC)技术迅猛发展,各生产厂家不断推出许多功能强大的新型 PLC 产品和各种特殊功能模块与通信联网器件。当今的 PLC 作为集微机技术(Computer)、自动化控制技术(Control)与通信技术(Communicate)“3C”技术于一体的工业控制通用机,在各个行业得到了广泛应用。

PLC 应用技术是机电类、电气类专业核心课程之一,本书结合高等职业学院学生的特点,从生产实际与工程应用角度出发,将传统的理论知识体系与具体应用相结合,以具体化的工作项目为载体,使学生逐步掌握基本原理、分析方法、实用技术,以及系统初步设计能力。

本书采用项目导向,任务驱动教学法,打破传统的以传授知识为主的教学理念,建立以解决问题、完成任务为主的多维互动式的教学理念,使学生处于积极的学习状态。本书共选取基本顺序指令、基本功能指令、基本控制指令、顺序功能图编程、高级指令模块、西门子与三菱 PLC、综合实训模块 7 个模块,21 个具有应用代表性的项目。每个项目分为学习目标、项目描述、相关知识点、项目实施、项目拓展、思考与练习等几个环节,内容循序渐进,符合学生认知规律,以较为成熟的松下 PLC 为研究对象,同时兼顾西门子与三菱 PLC 的使用,使学生了解不同品牌 PLC 的异同性,举一反三。

本书按 72 授课学时编写,应全部在实训室完成,可作为高职高专院校机电类、电气类专业教材,也可作为工程技术人员学习 PLC 控制的参考书。

本书由李迅主编,负责模块一、三、四、六的编写,高静敏为副主编,负责模块二、五、七及附录的编写。在编写过程中受到北京理工大学出版社编辑的大力支持,在此深表感谢。

由于时间仓促,加之编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,敬请读者批评指正。编者电子信箱 lixun78@163.com。

编 者

模块一 PLC 基本顺序指令	1
项目一 了解 PLC	1
项目二 三相异步电动机运行控制	13
项目三 异地控制与顺序控制	28
项目四 自动门控制程序	35
模块二 PLC 基本功能指令	42
项目一 三相交流异步电动机的Y- Δ 启动控制	42
项目二 交通灯控制系统	48
项目三 密码锁控制	54
项目四 彩灯控制	60
项目五 行车方向控制	66
模块三 PLC 基本控制指令	72
项目一 多台电动机启动控制	72
项目二 自动往返送料小车控制	79
模块四 顺序功能图编程	89
项目一 冲床的 PLC 控制	89
项目二 机械手控制系统	95
项目三 剪板机的 PLC 控制	101
模块五 高级指令模块	107
项目一 数码显示控制	107
项目二 算术运算模块	110
模块六 西门子与三菱 PLC	116
项目一 西门子 PLC 在洗衣机控制中的应用	116
项目二 三菱 PLC	135
模块七 综合实训模块	147
项目一 电梯控制	147
项目二 自动机械手控制	152

项目三 自动售货机的电气控制 162

模拟题一 167

模拟题二 169

附录一 常用特殊内部继电器列表 171

附录二 通用高级指令列表 173

参考文献 191

项目一 了解 PLC

PLC 是可编程序控制器的简称,是这门课要掌握的对象,也是电气自动化及自动控制领域中应用非常广泛的一颗明星。本项目引领大家由外观到结构,从产生到发展,逐步深入,使大家认识、了解与熟悉 PLC,并通过与其他控制器件横向比较,加深对 PLC 的认识,为灵活应用 PLC 打下良好基础。

1.1 学习目标

1. 了解 PLC 概念、产生、特点与应用。
2. 掌握 PLC 内部结构、分类及工作原理。
3. 熟悉 PLC 内部软继电器编号及功能。
4. 了解 PLC 性能指标,能根据要求选择合适的型号。
5. 了解梯形图、指令表等常用编程语言。
6. 熟悉 PLC 控制系统构成及系统开发过程。

1.2 项目描述

根据教材、参考书、网络信息,以及对现有 PLC 实训设备的观察,学生分组,主要解决以下问题:

- (1) What—PLC 是什么,即 PLC 的定义、功能、分类与应用;
- (2) When—PLC 什么时间产生,又如何发展起来的;
- (3) Why—PLC 为什么有这样的功能,即 PLC 的内部结构和工作原理;
- (4) How—如何选择合适的 PLC,设计控制系统;
- (5) Who—掌握了这门知识,我们可以从事哪种职业,成为什么样的人。

1.3 相关知识点

PLC 是在继电器控制技术、计算机技术和现代通信技术的基础上逐步发展起来的一项先进的控制技术。在现代工业发展中 PLC 技术、CAD/CAM 技术和机器人技术并称为现代工业自动化的三大支柱。它主要以微处理器为核心,用编写的

程序进行逻辑控制、定时、计数和算术运算等，并通过数字量和模拟量的输入/输出（I/O）来控制各种生产过程。

1.3.1 PLC 产生与发展

1946 年，世界上第一台电子计算机 ENIAC（埃尼阿克）在美国宣告诞生，后来，随着计算机技术的发展，人们一直试图将计算机应用与工业控制结合在一起。但由于计算机技术本身的复杂性，编程难度高、难以适应恶劣的工业环境以及价格昂贵等原因，未能在工业控制中广泛应用。当时的工业控制，主要还是以继电 - 接触器组成控制系统。这种系统存在一些缺陷，如，系统的能耗较多；工艺流程的更新需要大量的人力物力；因系统是通过各种硬件接线的逻辑控制来实现系统的运行，导致机械触点较多，系统运行的可靠性较差等。

到了 20 世纪 60 年代以后，美国汽车制造业为适应市场需求不断更新汽车型号，要求及时改变相应的加工生产线。而汽车生产流水线基本上都是采用传统的继电器 - 接触器控制，所以整个系统就必须重新设计和配置。汽车生产流水线的更换越来越频繁，原有的继电器 - 接触器控制系统就经常需要重新设计安装，这不但造成极大的浪费，而且新系统的接线也非常费时，从而延长了汽车的设计生产周期。在这种情况下，采用传统的继电器 - 接触器控制就显出许多不足。

1968 年，美国最大的汽车制造商——通用汽车制造公司（GM），为适应汽车型号的不断翻新，试图寻找一种新型的工业控制器，以尽可能减少重新设计和更换继电器控制系统的硬件及接线、减少时间，降低成本。因而设想把计算机的完备功能、灵活及通用等优点和继电器控制系统的简单易懂、操作方便、价格便宜等优点结合起来，制成一种适合于工业环境的通用控制装置，并把计算机的编程方法和程序输入方式加以简化。

针对上述设想，通用汽车公司提出了这种新型控制器所必须具备的十大条件（有名的“GM10 条”）：

- （1）编程简单，可在现场修改程序；
- （2）维护方便，最好是插件式；
- （3）可靠性高于继电器控制柜；
- （4）体积小于继电器控制柜；
- （5）可将数据直接送入管理计算机；
- （6）在成本上可与继电器控制柜竞争；
- （7）输入可以是交流 115 V（注：美国电网电压是 110 V）；
- （8）输出可以是交流 115 V、2 A 以上，可直接驱动电磁阀；
- （9）在扩展时，原有系统只需要很小的变更；
- （10）用户程序存储器容量至少能扩展到 4 KB。

1969年,美国数字设备公司(GEC)首先研制成功第一台可编程序控制器,并在通用汽车公司的自动装配线上试用成功,从而开创了工业控制的新局面。

1971年,日本从美国引进了这项新技术,很快研制出了日本第一台可编程序控制器DSC-8。1973年,西欧国家也研制出了他们的第一台可编程序控制器。我国从1974年开始研制,1977年开始工业应用。早期的可编程序控制器是为取代继电器控制线路、存储程序指令、完成顺序控制而设计的,主要用于:逻辑运算、计时和计数等顺序控制,均属开关量控制。所以,通常称为可编程序逻辑控制器(PLC—Programmable Logic Controller)。进入20世纪70年代,随着微电子技术的发展,PLC采用了通用微处理器,这种控制器就不再局限于当初的逻辑运算了,功能不断增强。因此,实际上应称之为PC—可编程序控制器。因为容易与PC—Personal Computer混淆,所以至今我们仍然沿用以前的简称PLC。

随着大规模和超大规模集成电路等微电子技术的发展,PLC在概念、设计、性能、价格以及应用等方面都有了新的突破,不仅控制功能增强,功耗和体积减小,成本下降,可靠性提高,编程和故障检测更为灵活方便,而且随着远程I/O和通信网络、数据处理以及图像显示的发展,PLC及其网络被公认为现代工业自动化三大支柱(PLC、机器人、CAD/CAM)之一。从近年的统计数据看,在世界范围内,PLC产品的产量、销售、用量高居各种工业控制装置榜首,而且市场需求量一直在逐年上升。

关于PLC的培训情况,目前,PLC相关课程已成为“自动化”、“机械制造及自动化”、“电气自动化”和“机电一体化”等专业的主干课程。设置相关专业的学校包括从清华大学、浙江大学这样的国内一流院校,到各种职业培训机构,而涉及的专业外延更加广泛,有不少学校已经将此课程开发为优质课程或精品课程。

1.3.2 PLC 定义与特点

1987年国际电工委员会(IEC)颁布的可编程控制器标准草案中对PLC作了如下的定义:“可编程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。它采用了可编程序的存储器,用来在其内部存储程序、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。可编程控制器及其有关外围设备,都应按易于与工业控制系统联成一个整体,易于扩充其功能的原则设计”。

PLC是在继电器-接触器控制系统基础上发展起来的,融合了电子技术、计算机技术、通信技术等先进要素,具有其他控制系统没有的优点,所以应用越来越广泛。

1. 可靠性高,抗干扰能力强

高可靠性是电气控制设备的关键性能。为了适应恶劣的工业环境,PLC生产

厂家在软硬件方面采用了多种措施提高其可靠性。硬件方面, PLC 利用现代大规模集成电路技术, 采用严格的生产工艺制造, 内部电路采取了先进的抗干扰技术, 可靠性大大提高。例如三菱公司生产的 F 系列 PLC 平均无故障时间高达 30 万小时。一些使用双 CPU 的 PLC 的平均无故障工作时间则更长。从 PLC 的机外电路来说, 使用 PLC 构成控制系统, 和同等规模的继电接触器系统相比, 电气接线及开关接点已减少到数百甚至数千分之一, 故障也就大大降低。为了增强可靠性, 有的 PLC 采用了双 CPU, 可靠性提高了一倍。此外, PLC 带有硬件故障自我检测功能, 出现故障时可及时发出警报信息。在应用软件中, 应用者还可以编入外围器件的故障自诊断程序, 使系统中除 PLC 以外的电路及设备也获得故障自诊断保护。这样, 整个系统具有极高的可靠性也就不奇怪了。

2. 配套齐全, 功能完善, 适用性强

PLC 发展到今天, 已经形成了大、中、小各种规模的系列化产品。可以用于各种规模的工业控制场合。除了逻辑处理功能以外, 现代 PLC 大多具有完善的数据运算能力, 可用于各种数字控制领域。近年来 PLC 的功能单元大量涌现, 使 PLC 渗透到了位置控制、温度控制、CNC 等各种工业控制中。加上 PLC 通信能力的增强及人机界面技术的发展, 使用 PLC 组成各种控制系统变得非常容易。

3. 易学易用, 深受工程技术人员欢迎

PLC 作为通用工业控制计算机, 是面向工矿企业的工控设备。它接口容易, 编程语言易于为工程技术人员接受。梯形图语言的图形符号与表达方式和继电器电路图相当接近, 只用 PLC 的少量开关量逻辑控制指令就可以方便地实现继电器电路的功能。为不熟悉电子电路、不懂计算机原理和汇编语言的人使用计算机从事工业控制打开了方便之门。

4. 系统的设计、建造工作量小, 维护方便, 容易改造

PLC 用存储逻辑代替接线逻辑, 大大减少了控制设备外部的接线, 在外部设备安装的同时, 进行实验室系统的开发, 使控制系统设计及建造的周期大为缩短, 同时维护也变得容易起来。更重要的是使同一设备经过改变程序改变生产过程成为可能。这很适合多品种、小批量的生产场合。

5. 体积小, 质量轻, 能耗低

以超小型 PLC 为例, 新近出产的品种底部尺寸小于 100 mm, 质量小于 150 g, 功耗仅数瓦。由于体积小很容易装入机械内部, 是实现机电一体化的理想控制设备。

1.3.3 PLC 应用

目前, 在国内外 PLC 已广泛应用冶金、石油、化工、建材、机械制造、电力、汽车、轻工、环保及文化娱乐等各行各业, 随着 PLC 性能价格比的不断提高, 其

应用领域不断扩大。从应用类型看, PLC 的应用大致可归纳为以下几个方面。

(1) 开关量逻辑控制: 利用 PLC 最基本的逻辑运算、定时、计数等功能实现逻辑控制, 可以取代传统的继电器控制, 用于单机控制、多机群控制、生产自动线控制等, 例如: 机床、注塑机、印刷机械、装配生产线、电镀流水线及电梯的控制等。这是 PLC 最基本的应用, 也是 PLC 最广泛的应用领域。

(2) 运动控制: 大多数 PLC 都有拖动步进电机或伺服电机的单轴或多轴位置控制模块。

(3) 过程控制: 大、中型 PLC 都具有多路模拟量 I/O 模块和 PID 控制功能, 有的小型 PLC 也具有模拟量输入输出。所以 PLC 可实现模拟量控制, 而且具有 PID 控制功能的 PLC 可构成闭环控制, 用于过程控制。这一功能已广泛用于锅炉、反应堆、水处理、酿酒以及闭环位置控制和速度控制等方面。

(4) 数据处理: 现代的 PLC 都具有数学运算、数据传送、转换、排序和查表等功能, 可进行数据的采集、分析和处理, 同时可通过通信接口将这些数据传送给其他智能装置, 如计算机数值控制 (CNC) 设备, 进行处理。

(5) 通信联网: PLC 的通信包括 PLC、PLC 与上位计算机、PLC 与其他智能设备之间的通信, PLC 系统与通用计算机可直接或通过通信处理单元、通信转换单元相连构成网络, 以实现信息的交换, 并可构成“集中管理、分散控制”的多级分布式控制系统, 满足工厂自动化 (FA) 系统发展的需要。

1.3.4 PLC 编程语言

PLC 是一台计算机, 用户要想使 PLC 实现特定的功能要求, 就要用程序与之交流。借助厂家提供的编程软件和指令, 用户可以利用微机或手持式编程器, 采用某种编程语言编制程序。PLC 支持的编程语言有多种, 有梯形图语言、语句表语言、逻辑功能图语言, 但应用最广的是梯形图语言 LAD。它有以下特点。

(1) 它是一种图形语言, 沿用传统控制图中的继电器触点、线圈、串联等术语和一些图形符号构成, 左右的竖线称为左右母线。

(2) 梯形图中接点 (触点) 只有常开和常闭, 接点可以是 PLC 输入输出的接点也可以是 PLC 内部继电器的接点或内部寄存器、计数器等状态。

(3) 梯形图中的接点可以任意串、并联, 但线圈只能并联不能串联。

(4) 内部继电器、计数器、寄存器等均不能直接控制外部负载, 只能作中间结果供 CPU 内部使用。

(5) PLC 是按循环扫描事件, 沿梯形图先后顺序执行, 在同一扫描周期中的结果留在输出状态暂存器中所以输出点的值在用户程序中可以做条件使用。

语句表语言, 类似于汇编语言, 由操作符和操作对象组成, 操作符指明指令的功能, 操作对象指明对谁的操作。

逻辑功能图语言，沿用数字电子中所学的逻辑框图来表达，一般一个运算框表示一个功能，左边画输入、右边画输出。

1.3.5 PLC 内部结构

PLC 是一台专为工业环境开发的计算机，具有计算机的五大组成部分：运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备。其中，运算器和控制器集成到一个芯片上，即中央控制器 CPU。

1. CPU

CPU 是 PLC 的核心，起神经中枢的作用，每套 PLC 至少有一个 CPU，它按 PLC 的系统程序赋予的功能接收并存储用户程序和数据，用扫描的方式采集由现场输入装置送来的状态或数据，并存入输入映像寄存器中，同时，诊断电源和 PLC 内部电路的工作状态和编程过程中的语法错误等。进入运行后，从用户程序存储器中逐条读取指令，经分析后再按指令规定的任务产生相应的控制信号，去指挥有关的控制电路，并按指令的规定将逻辑或算术运算的结果存入输出映像寄存器或数据寄存器内。等所有的用户程序执行完毕之后，最后将输出映像寄存器的各输出状态或输出寄存器内的数据传送到相应的输出装置，如此循环运行，直到停止运行。CPU 主要有控制器、运算器和寄存器组成。控制器控制 CPU 工作，由它读取指令、解释指令及执行指令。运算器用于进行数字或逻辑运算，在控制器指挥下工作。寄存器参与运算，并存储运算的中间结果，它也是在控制器指挥下工作。CPU 速度是 PLC 的重要参数，决定着 PLC 的工作速度。

2. 存储器

PLC 软件系统由系统程序和用户程序两部分组成。系统程序包括监控程序、编译程序、诊断程序等，主要用于管理全机、将程序语言翻译成机器语言，诊断机器故障。系统软件相当于个人计算机的操作系统，由 PLC 厂家提供并已固化在 ROM 中，用户不能直接存取和干预。

用户程序是用户根据现场控制要求，用 PLC 的程序语言编制的应用程序，用来实现各种控制。FPWIN GR 编程软件是松下开发的，专门用于松下可编程控制器组态和编程的标准软件包，也是本课程开发用户程序主要使用的编程软件，同时它可以进行逻辑程序执行结果的在线监控。

可编程控制器使用以下物理存储器：

(1) 随机存取存储器 (RAM)：用户可以用编程装置读出 RAM 的内容，也可以将信息写入 RAM，因此，RAM 又叫读写存储器，它是易失性的存储器，它的电源中断后，存储的信息将会丢失。一般用户程序连同相关的逻辑变量及 PLC 工作单元存在 RAM 中。RAM 的工作速度高，价格便宜，改写方便。在关断可编程控制器的外部电源后，可用锂电池保存在 RAM 中的用户程序和某些数据，锂

电池可用2~5年,需要更换锂电池时,由可编程控制器发出信号,通知用户。

(2) 只读存储器 (ROM): ROM 的内容只能读出,不能由用户写入。它是非易失性的,它的电源消失后,仍能保存储存的内容。ROM 一般用来存放可编程控制器的系统程序。

(3) 可电擦除可编程的只读存储器 (EEPROM): 它是非易失性的,但是可以用编程装置对它编程,兼有 ROM 的非易失性和 RAM 的随机存取的优点,但是将信息写入它需要的时间比 RAM 长得多。现在部分 PLC 使用 EEPROM 来存放用户程序和需要长期保存的重要数据,具体配置可查看相关型号说明书。

3. I/O 模块

I/O 模块是 PLC 与电气回路的接口,输入模块将电信号变换成数字信号进入 PLC 系统,输出模块相反。其输入寄存器反映输入信号状态,输出寄存器暂存输出点状态。I/O 分为开关量输入 (DI), 开关量输出 (DO), 模拟量输入 (AI), 模拟量输出 (AO) 等模块。

常用的 I/O 分类如下:

开关量: 按电压水平分,有 220 V AC、110 V AC、24 V DC,按隔离方式分,有继电器隔离和晶体管隔离。

模拟量: 按信号类型分,有电流型 (4~20 mA, 0~20 mA)、电压型 (0~10 V, 0~5 V, -10~10 V) 等,按精度分,有 12 bit, 14 bit, 16 bit 等。

由于 PLC 输入输出均为小信号,为了提高 PLC 可靠性,输入输出部分采用了光电耦合器。光电耦合器是以光为媒介传输电信号的一种电—光—电转换器件。它由发光源和受光器两部分组成。把发光源和受光器组装在同一密闭的壳体内,彼此间用透明绝缘体隔离。发光源的引脚为输入端,受光器的引脚为输出端,常见的发光源为发光二极管,受光器为光敏二极管、光敏三极管等,如图 1-1 所示。

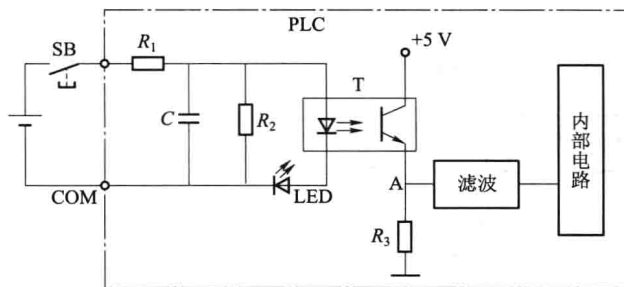


图 1-1 PLC 的输入电路

在光电耦合器输入端加电信号使发光源发光,光的强度取决于激励电流的大小,此光照射到封装在一起的受光器上后,因光电效应而产生了与输入信号成比例关系的光电流,由受光器输出端引出,这样就实现了电—光—电的转换。以输入端为例,通过光的隔离,使外部信号影响内部电路,反之,内部电路不能

影响外部信号，从而提高了输入信号的准确性。

4. 电源模块

PLC 电源用于为 PLC 各模块的集成电路提供工作电源。同时，有的还为输入电路提供 24 V 的工作电源。电源输入类型有：交流电源（220 V AC 或 110 V AC），直流电源（常用的为 24 V DC）。

5. 底板或机架

大多数模块式 PLC 使用底板或机架，其作用是：电气上，实现各模块间的联系，使 CPU 能访问底板上的所有模块；机械上，实现各模块间的连接，使各模块构成一个整体。

6. PLC 系统的其他设备

编程设备：编程器是 PLC 开发应用、监测运行、检查维护不可缺少的器件，用于编程、对系统作一些设定、监控 PLC 及 PLC 所控制的系统的工作状况，但它不直接参与现场控制运行。小型 PLC 一般有手持型编程器，目前一般由计算机（运行编程软件）充当编程器，也就是我们系统的上位机。

人机界面：最简单的人机界面是指示灯和按钮，目前液晶屏（或触摸屏）式的一体式操作员终端应用越来越广泛，由计算机（运行组态软件）充当人机界面非常普及。

7. PLC 的通信联网

依靠先进的工业网络技术可以迅速有效地收集、传送生产和管理数据。因此，网络在自动化系统集成工程中的重要性越来越显著，甚至有人提出“网络就是控制器”的观点说法。PLC 具有通信联网的功能，它使 PLC 与 PLC 之间、PLC 与上位计算机以及其他智能设备之间能够交换信息，形成一个统一的整体，实现分散集中控制（DCS）。多数 PLC 具有 RS-232 接口，还有一些内置有支持各自通信协议的接口。PLC 的通信现在主要采用通过多点接口（MPI）的数据通信、PROFIBUS 或工业以太网进行联网。

1.3.6 PLC 分类

PLC 生产厂家很多，每个厂家的型号也很多，我们可以从以下 3 个角度对各种 PLC 进行归纳总结。

（1）从结构上分，PLC 分为固定式（整体式）和组合式（模块式）两种。固定式 PLC 包括 CPU 板、I/O 板、显示面板、内存块、电源等，这些元素组合成一个不可拆卸的整体。模块式 PLC 包括 CPU 模块、I/O 模块、内存、电源模块、底板或机架，这些模块可以按照一定规则组合配置。

（2）按 I/O 点数、内存大小和功能强弱来分，PLC 分为大型、中型和小型 PLC。

小型 PLC——I/O 点数 < 256 点；单 CPU，8 位或 16 位处理器，用户存储器容量 4 K 字以下；

中型 PLC——I/O 点数 256 ~ 2 048 点；双 CPU，用户存储器容量 2 ~ 8 K；

大型 PLC——I/O 点数 > 2 048 点；多 CPU，16 位、32 位处理器，用户存储器容量 8 ~ 16 K。

(3) 按流派分，世界上 PLC 产品可按地域分成三大流派：一个流派是美国产品，一个流派是欧洲产品，一个流派是日本产品。美国和欧洲以大中型 PLC 而闻名，而日本则以小型 PLC 著称。目前，PLC 主要的生产厂家有美国 A-B 公司，GE 公司，德国的西门子，日本的松下、三菱、欧姆龙等。

1.3.7 PLC 工作原理——循环扫描

当 PLC 投入运行后，其工作过程一般分为 5 个阶段：自检、通信、输入采样、用户程序执行和输出刷新，完成上述 5 个阶段称作一个扫描周期。自检即检查各部件是否工作正常，这部分工作是由厂家编写的系统程序完成的。通信即 PLC 与上位机或其他联网设备传递信息的过程。在整个运行期间，PLC 的 CPU 以一定的扫描速度重复执行上述过程。

1. 输入采样阶段

在输入采样阶段，PLC 以扫描方式依次地读入所有输入状态和数据，并将它们存入 I/O 映像区中的相应单元内。输入采样结束后，转入用户程序执行和输出刷新阶段。在这两个阶段中，即使输入状态和数据发生变化，I/O 映像区中的相应单元的状态和数据也不会改变。因此，如果输入是脉冲信号，则该脉冲信号的宽度必须大于一个扫描周期，才能保证在任何情况下，该输入均能被读入。

2. 用户程序执行阶段

在用户程序执行阶段，PLC 总是按由上而下的顺序依次地扫描用户程序（梯形图）。在扫描每一条梯形图时，又总是先扫描梯形图左边的由各触点构成的控制线路，并按先左后右、先上后下的顺序对由触点构成的控制线路进行逻辑运算，然后根据逻辑运算的结果，刷新该逻辑线圈在系统 RAM 存储区中对应位的状态；或者刷新该输出线圈在 I/O 映像区中对应位的状态；或者确定是否要执行该梯形图所规定的特殊功能指令。

即：在用户程序执行过程中，只有输入点在 I/O 映像区内的状态和数据不会发生变化，而其他输出点和软设备在 I/O 映像区或系统 RAM 存储区内的状态和数据都有可能发生变化，而且排在上面的梯形图，其程序执行结果会对排在下面的凡是用到这些线圈或数据的梯形图起作用；相反，排在下面的梯形图，其被刷新的逻辑线圈的状态或数据只能到下一个扫描周期才能对排在其上面的程序起作用，这就有一定的滞后性。为了解决这个问题，有的 PLC 支持立即 I/O 指令，即

在程序执行的过程中可以读取外部信号，而不是读取 I/O 映像区内的数据，就如同在程序和外部信号之间建立了一条绿色通道。

3. 输出刷新阶段

当扫描用户程序结束后，PLC 就进入输出刷新阶段。在此期间，CPU 按照 I/O 映像区内对应的状态和数据刷新所有的输出锁存电路，再经输出电路驱动相应的外设。这时，才是 PLC 的真正输出。

由于各部分执行时间不固定，扫描周期也不确定，基本上是 ms 级。PLC 执行速度越快，扫描周期越短，输出对输入的变化反应就更快，控制更准确。

1.3.8 PLC 内部寄存器

以松下 FP1 - C40 为例，PLC 输入输出及内部寄存器表如表 1 - 1 所示（不同型号略有不同）。

表 1 - 1 松下 PLC 输入/输出及内部寄存器表

符号	编 号	功 能
X	X0 ~ X12F	输入继电器
Y	Y0 ~ Y12F	输出继电器
R	R0 ~ R62F	内部通用继电器
	R9000 ~ R903F	特殊继电器
T	T0 ~ T99	定时器
C	C100 ~ C143	计数器
WX	WX0 ~ WX12	“字”输入继电器
WY	WY0 ~ WY12	“字”输出继电器
WR	WR0 ~ WR62	通用“字”继电器
	WR900 ~ WR903	专用“字”继电器
DT	DT0 ~ DT8999	通用数据寄存器
	DT9000 ~ DT9067	专用数据寄存器
SV	SV0 ~ SV143	设定值寄存器
EV	EV0 ~ EV143	经过值寄存器
IX		索引寄存器
IY		索引寄存器
K		十进制常数寄存器
H		十六进制常数寄存器

(1) 寄存器地址用十进制数表示, 位址用十六进制数表示, 如 X120 即 WX12 寄存器中的第 0 号位, X12F 即 WX12 中第 F 位, 用图表示如下:

地址: WX12

位址:

X12F	X12E															X121	X120
0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0		

(2) 由表中所示 X0 ~ X12F、Y0 ~ Y12F 可见, FP1 - C40 的最大可扩展输入/输出点数为 $13 \times 16 = 208$ (点), 即输入、输出总共能扩展为 416 点。但是受外部接线端子及主机驱动能力限制, 一般只能扩展到 100 ~ 120 点, 其余可作内部继电器使用。

(3) 数据寄存 DT、定时器 T、计数器 C 的编号均为十进制数。

(4) 特殊内部继电器 R9000 ~ R903F 及特殊数据寄存器 DT9000 ~ DT9069, 如 R901A—“>”的标志位, R901C—1 秒钟时钟脉冲继电器等位将在后续课程中专门讲解。

(5) 内部继电器 R, 可分为保持型和非保持型。FP1 - C40 默认值是: R0 ~ R9F 为非保持型, R100 ~ R62F 为保持型。若想改变其分配方式, 可通过改变系统寄存器 N0.7 的值达到理想分配数 (N0.7 默认值为 K10)。

(6) 定时器/计数器。定时器/计数器的指令符号是 TM/CT, 与它的接点 T/C 一一对应, 且每个定时器/计数器编号都有一组同编号的寄存器 SV、EV。

默认设置如表 1-2 所示。

表 1-2 定时器/计数器默认设置表

类型	定时器/计数器指令号	预置值区 SV	经过值区 EV	定时器/计数器接点
非保持型	TM0 ~ TM 99	SV0 ~ SV99	EV0 ~ EV99	T0 ~ T99
保持型	CT100 ~ CT143	SV100 ~ SV143	EV100 ~ EV143	C100 ~ C143

定时器/计数器编号是统一编排的, 二者共 144 点。出厂时按定时器在前, 计数器在后编号, 默认值是 T0 ~ T99, C100 ~ C143, 即 100 个定时器 44 个计数器。编程时可根据实际需要改变系统寄存器 N0.5 中的设定值而改变其编号分配, 但定时器/计数器总数不能改变。如若将 N0.5 中的值设为 K50, 则定时器/计数器编号分配为 T0 ~ T49 (50 个)、C50 ~ C143 (94 个)。系统寄存器 N0.6 是指定定时器/计数器保持区首地址的, 一般情况将 N0.6 与 N0.5 设置为相同数值, 所以定时器为非保持型, 计数器为保持型, 当然也可通过改变 N0.6 的设定值改变定时器/计数器的保持/非保持类型。