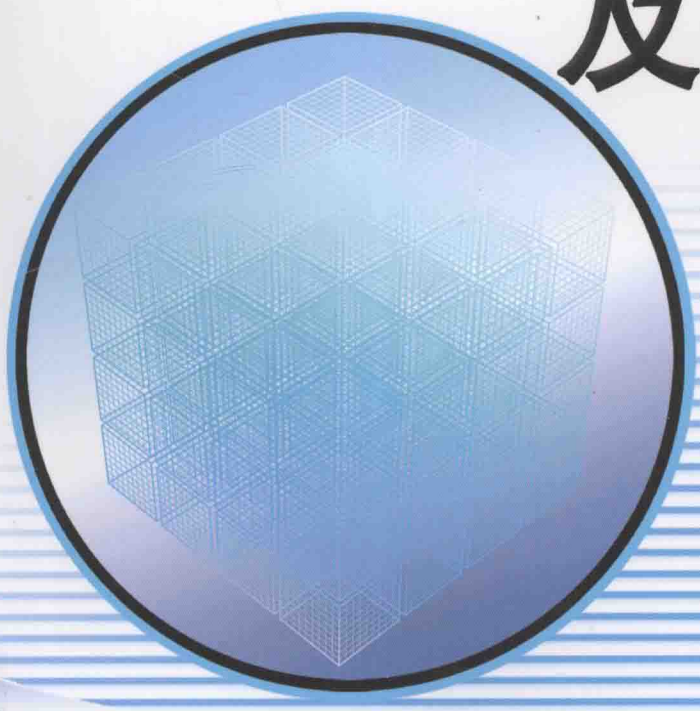
职业教育机电类规划教材

可编程序控制器及其应用



李建兴 主编

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

职业教育机电类规划教材

可编程序控制器及其应用

主编　李建兴
参编　曹建荣　王本轶
主审　邱公伟

机 械 工 业 出 版 社

本书从工程应用的角度出发，系统地介绍了可编程序控制器（PLC）的工作原理、特点和硬件结构。介绍了国内使用较多的三菱 F1、F2、FX2、FX0、FX0N 系列和立石公司 C 系列 PLC 的性能指标和硬件组成，详细介绍 F1、C 系列 P 型机的指令系统及应用。为了加强读者对 PLC 的综合应用能力，还着重介绍 PLC 程序设计方法与技巧，以及 PLC 控制系统的设计、安装、调试、维护以及通信，提出许多实用的提高 PLC 系统可靠性和降低系统硬件费用的方法，并举出 PLC 在典型逻辑控制系统中的应用实例。书中还介绍了 PLC 在模拟量过程控制系统中的应用。

编写本书时力求由浅入深、通俗易懂、注重应用，适用于职业院校机电类专业师生使用，也可作为相关专业工程技术人员的培训教材和自学参考书。

图书在版编目（CIP）数据

可编程序控制器及其应用 / 李建兴主编 . —北京：机械工业出版社，1999.10（2010.8 重印）

职业教育机电类规划教材

ISBN 978-7-111-06916-4

Ⅰ. 可… Ⅱ. 李… Ⅲ. 程序控制器 – 职业教育 – 教材 Ⅳ. TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2000）第 68988 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

责任编辑：王 娟 贡克勤 版式设计：张世琴 责任校对：李汝庚

封面设计：方 芬 责任印制：李 妍

北京交通印务实业公司印刷

2010 年 8 月第 1 版 · 第 13 次印刷

184mm × 260mm · 10.25 印张 · 248 千字

标准书号：ISBN 978-7-111-06916-4

定价：18.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

社服务中心：（010）88361066

销 售 一 部：（010）68326294

销 售 二 部：（010）88379649

读者服务部：（010）68993821

网络服务

门户网：http://www.cmpbook.com

教材网：http://www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

前　言

本书是根据机械部电类专业教学委员会审定的《可编程序控制器及其应用》教学大纲组织编写的“九五”规划教材。

可编程序控制器简称 PLC，是以微处理器为核心的工业自动控制通用装置。它具有控制功能强、可靠性高、使用灵活方便、易于扩展、通用性强等一系列优点，不仅可以取代继电器控制系统，还可以进行复杂的生产过程控制和应用于工厂自动化网络，被誉为现代工业生产自动化的三大支柱之一。因此，学习和掌握 PLC 应用技术已成为工程技术人员的紧迫任务。

编写本书时力求由浅入深、通俗易懂、理论联系实际、注重应用，适用于职业院校机电类等专业教学，也可作为工业自动化专业工程技术人员的培训教材和自学参考书。

书中从应用的角度出发，系统地介绍了 PLC 的硬件组成、工作原理和性能指标，以国内使用较多的日本三菱公司 F1 系列和立石公司 C 系列 PLC 为样机，详细介绍了其指令系统及应用、PLC 程序设计的方法与技巧、设计 PLC 控制系统时应注意的若干问题。为了适应新的发展需要，本书还介绍了 PLC 在模拟量过程控制系统中的应用。

全书共分六章。第一章 PLC 的基础知识、第二章常用 PLC 及指令系统、第三章 PLC 程序设计、第四章 PLC 控制系统设计、第五章 PLC 在逻辑控制系统中的应用实例、第六章 PLC 在模拟量控制系统中的应用，书后附有编程器的使用说明。每章后附有习题，供读者练习与上机实践。书中标有 * 号的章节可根据教学的要求和学时选用或供应用时参考。

本书由福建高级工业专门学校李建兴主编。参加编写的有山东建筑工程学院曹建荣（第一章、第二章）、中原机械工业学校王本轶（第五章、附录），其它内容由李建兴编写。

本书由福州大学邱公伟教授主审。参加讨论和审稿的有许豫、杨卫平、张华、项毅、葛晓、魏远良、金德军等。他们对本书的编审工作提出了许多宝贵的建议，在此表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，书中难免有不足和错误之处，恳请读者批评指正。

编　者

目　录

前　言

第一章　可编程序控制器基础知识 …… 1

第一节　可编程序控制器概述 …… 1

第二节　PLC 控制系统与继电器控制系统的比较 …… 3

第三节　可编程序控制器的基本组成 …… 6

第四节　可编程序控制器的基本工作原理 …… 13

第五节　可编程序控制器的特点及分类 …… 15

习　题 …… 18

第二章　常用可编程序控制器及基本指令系统 …… 19

第一节　常用可编程序控制器及其性能 …… 19

第二节　F1 系列可编程序控制器软继电器的功能及编号 …… 29

第三节　F1 系列可编程序控制器的指令及其使用 …… 34

第四节　C 系列 P 型可编程序控制器及其指令系统 …… 43

习　题 …… 55

第三章　可编程序控制器程序设计 …… 57

第一节　梯形图的特点及设计规则 …… 57

第二节　典型单元梯形图程序分析 …… 59

第三节　PLC 程序设计方法 …… 63

第四节　顺序控制设计法中功能表图的绘制 …… 67

第五节　顺序控制设计法中梯形图的编程方式 …… 72

第六节　有关程序设计的说明 …… 80

习　题 …… 81

第四章　可编程序控制器控制系统设计 …… 84

第一节　PLC 控制系统设计的步骤和内容 …… 84

第二节　PLC 的选择 …… 86

第三节　减少 I/O 点数的措施 …… 90

第四节　PLC 应用中应注意的若干问题 …… 94

第五节　PLC 控制系统对安装的要求 …… 97

第六节　PLC 的维护和故障诊断 …… 99

习　题 …… 100

第五章　PLC 在逻辑控制系统中的应用实例 …… 102

第一节　PLC 在机床中的应用 …… 102

第二节　PLC 在生产线中的应用 …… 105

第三节　PLC 在机械手中的应用 …… 107

第四节　PLC 在电梯控制中的应用 …… 112

第六章　PLC 在模拟量控制系统中的应用 …… 124

第一节　模拟量控制系统简介 …… 124

第二节　F1 系列 PLC 的特殊功能指令 …… 125

第三节　模拟量单元 F2-6A-E 及 A/D、D/A 功能指令 …… 132

第四节　模拟量单元 F2-6A-E 的设置及调整 …… 134

第五节　模拟量信号滤波的 PLC 程序设计 …… 138

第六节　PLC 在模拟量控制系统中的应用 …… 141

附　录　编程器的使用 …… 145

附录 A　三菱 F1-20P-E 编程器及其使用 …… 145

附录 B　立石 3G2A6-PRO15-E 编程器及其使用 …… 151

参考文献 …… 158

第一章　可编程序控制器基础知识

第一节　可编程序控制器概述

一、可编程序控制器的定义

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。目前已被广泛应用于各种生产机械和生产过程的自动控制中。

由于可编程序控制器一直在发展变化中，因此到目前为止，尚未对其下最后定义。国际电工委员会（IEC）于1982年11月颁布了可编程序控制器标准草案第一稿，1985年1月发表了第二稿，1987年2月颁布了第三稿。在第三稿草案中，对可编程序控制器定义如下："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，在其内部存储和执行逻辑运算、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"。

近年来，可编程序控制器技术发展很快，几乎每年都推出不少新品种，可编程序控制器发展到今天，其功能已超出了上述可编程序控制器定义的范围。

二、可编程序控制器的产生与发展

在可编程序控制器出现前，在工业电气控制领域中，继电器控制占主导地位，应用广泛。但是继电器控制系统有体积大、在复杂系统中可靠性低、查找和排除故障困难等缺点。特别是由于它接线复杂，若要改变其控制方案就必须改变接线，因此很麻烦，对生产工艺变化的适应性差。

1968年美国通用汽车公司（G.M），为了适应汽车型号不断更新，生产工艺不断变化的需要，实现小批量，多品种生产，希望能设计一种新型工业控制器，它能做到尽可能减少重新设计和更换继电器控制系统及接线，降低成本，缩短周期。于是设想把计算机的功能强大、灵活、通用性好等优点与继电器控制系统的简单易懂、价格便宜等优点结合起来，制成一种通用控制装置，而且这种装置用面向控制过程、面向问题的"自然语言"进行编程，使不熟悉计算机的电气技术人员也能很快掌握使用。

根据美国通用汽车公司的要求，1969年美国数字设备公司（DEC）研制成功了世界上第一台可编程序控制器，并用在通用汽车公司的生产线上，并取得很好的效果。从此这项技术迅速发展起来。

早期的可编程序控制器仅有逻辑运算、定时、计数等一些功能，主要用来取代传统的继电器控制。因此，通常将其称为可编程序逻辑控制器（Programmable Logic Controller），简称PLC。70年代以来随着微电子技术和计算机技术的发展，微处理器技术应用到PLC中，

使 PLC 不仅具有逻辑控制功能，还增加了算术运算、数据传送和数据处理等功能。因此，现在被称为可编程序控制器（Programmabl Cobtroller）简称 PC。为了不与个人计算机（Prsonal Computer）的简称 PC 相混淆，常常还将可编程序控制器简称为 PLC（虽然为早期的名称）。PC 和 PLC 两个简称现在都有使用，本书使用 PLC。

进入 80 年代以来，随着大规模、超大规模集成电路等微电子技术迅速发展，16 位和 32 位微处理器应用于 PLC 中，使 PLC 得到迅速发展，不仅控制功能增强，功耗、体积更小，成本下降，可靠性提高，编程和故障检测更加灵活方便，而且具有通信和联网、数据处理和图像显示等功能。目前，PLC 已成为工业控制的标准设备，成为现代工业自动化的三大技术支柱（PLC、机器人、CAD/CAM）之一。

自从 1969 年美国研制出世界上第一台 PLC 以后，日本、德国、法国等国家也相继研制了各自的 PLC，并得到了迅速的发展。各个国家生产的 PLC 各有特色，如日本主要发展中小型 PLC，特别是小型 PLC，其性能先进、结构紧凑、价格便宜，在世界市场上占有重要地位。

目前，世界上著名的 PLC 生产厂家主要有美国的 A-B（Allen-bradly）、GE（General Electric），日本的三菱电机（Mitsubishi Electric）、欧姆龙（OMRON），德国的 AEG、西门子（Siemens），法国的 TE（Telemecanique）等公司。

在 70 年代末和 80 年代初，我国由于进口国外成套设备、专用设备，引进了不少国外的 PLC。此后，在传统设备改造和新设备设计中，PLC 的应用逐年增多，取得良好效果。近年 PLC 在我国的应用越来越广泛。目前，我国不少科研单位和工厂也在研制和生产 PLC。如辽宁无线电二厂引进德国西门子技术生产 S1-101U、S5-115U 系列 PLC；与日本合资的无锡华光电子公司生产的 SR-20、SU-516、SG-8 等型号的 PLC；上海香岛机电制造公司生产的 ACMY-S 系列 PLC 等。

三、可编程序控制器的应用领域

目前，PLC 在国内外已广泛用于冶金、水泥、石油、化工、机械制造、汽车、轻工等行业。按应用类型来划分，PLC 的应用大致可分为以下几个领域。

1. 逻辑控制

利用 PLC 最基本的逻辑运算、定时、计数等功能进行逻辑控制，可以取代传统的继电器控制，可用于单机控制、多机群控制、生产自动线控制等，例如：机床，注塑机、印刷机、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，也是最广泛的应用领域。

2. 位置控制

较高档次的 PLC 都有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，PLC 把描述目标位置的数据传送给位置控制模块，模块控制一轴或数轴移动到目标位置。当每个轴移动时，由位置控制模块控制轴保持适当的速度和加速度，确保运行平滑。

位置控制的编程可用 PLC 的语言完成，由编程器输入。操作人员用手动方式把轴移到每个目标位置，位置控制模块就得到了位置和运动参数，然后通过编辑程序来改变速度和加速度等参数，使运动平滑。位置控制模块特别适用于机床控制。

3. 过程控制

大、中型 PLC 具有多路模拟量输入输出和 PID 控制，有的小型 PLC 也带有模拟量输入

输出。因此，PLC 可以用于模拟量控制，具有 PID 控制能力的 PLC 可构成闭环控制系统，用于过程控制。如美国一家炼金公司用 PLC 控制炼金的全部过程。该控制系统有 30 个 PID 模拟调节回路、450 个模拟量、1000 个开关量输入。所有的报警功能、PID 调节功能和顺序控制功能都由 PLC 完成。

4．监控系统

PLC 有较强的监控功能。它能记忆某些异常情况或发生异常情况时自动中止运行。利用 PLC 组成监控系统，可进行数据采集与处理，监控生产过程。在监控系统中，操作人员通过监控命令可以监控有关部分的运行状态；可以调整计时、计数等设定值，为调试和维护提供了方便。PLC 还可连接打印机，对程序和数据进行硬拷贝。

5．集散控制

随着计算机控制技术的发展，国外近几年兴起了工厂自动化网络系统，PLC 与 PLC 之间，PLC 与上位机（Host Computer）之间联网起来，通过光缆传送信息，构成多级分布式控制系统（集散控制系统）。

第二节　PLC 控制系统与继电器控制系统的比较

一、可编程序控制器系统的等效电路

为了更好地理解可编程序控制器系统的等效电路，下面通过一个例子来说明。图 1-1 所示是一个三相异步电动机单向旋转电路。

在此电路中，输入信号是通过按钮 SB1、SB2 和热继电器 FR 的常闭辅助触点发出。输出信号是由交流接触器 KM 线圈发出的，KM 线圈得电，电动机旋转；KM 线圈失电，电动机停转。输入和输出信号之间的逻辑关系是由三相异步电动机单向旋转控制电路实现的。三相异步电动机是被控对象。

图 1-1 中，当 SB2 按下后发出起动信号，KM 线圈得电，KM 常开主触点闭合，电动机得电起动运转，同时 KM 辅助触点闭合，与 SB2 形成“或”的逻辑关系，即使松开 SB2，KM 线圈也不会断电，电动机也不断电，从而起动旋转起来。因此，KM 辅助触点也称自锁触点。电路中 SB1 与 KM 辅助触点是逻辑“与”的关系，当按下 SB1 时，KM 线圈断电，KM 常开触点断开，电动机停转；SB1 与热继电器 FR 的常闭辅助触点是“与”的逻辑关系，当电动机过载时，热继电器动作，FR 的常闭辅助触点断开，KM 线圈断电，电动机停转，起保护电动机的作用。

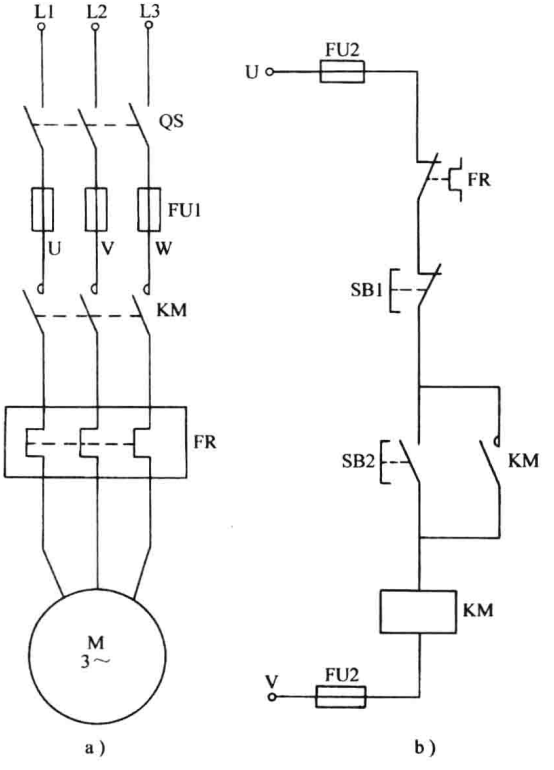


图 1-1　三相异步电动机单向旋转电路

a）主电路　b）控制电路

从上面的例子可知，任何一个继电器控制系统，都由输入、输出和逻辑控制三个基本部分组成，其框图如图 1-2 所示。其中输入部分是指各种开关信息（如按钮、限位开关等）；逻辑控制部分是按照控制要求设计的，由若干继电器及触点构成的有一定逻辑功能的控制电路（图 1-1 中电路很简单，没有用继电器，只是由硬接线和交流接触器的辅助触点构成逻辑控制电路）；输出部分是指各种执行元件，如：接触器、电磁阀、指示灯等。继电器控制系统是根据被控对象发出的各种开关信息和操作指令，由逻辑控制电路按规定的动作要求决定执行什么动作或动作的顺序，然后驱动执行元件实现各种操作。由于逻辑控制电路是用硬接线将许多继电器按某种固定方式连接起来，所以其逻辑功能不能灵活改变，并且接线复杂，故障点多。

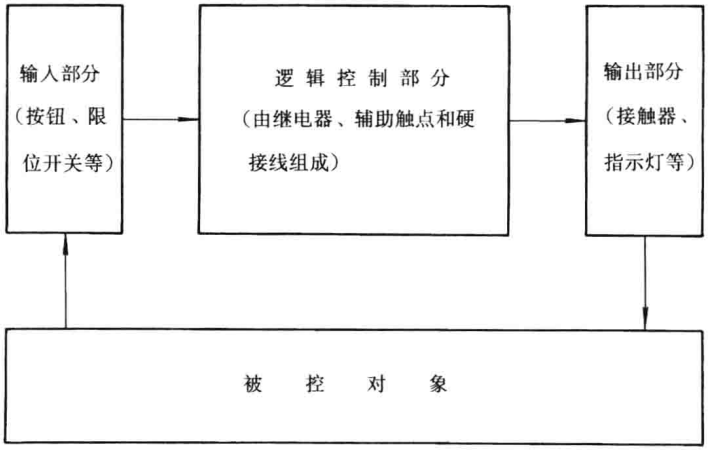


图 1-2　继电器控制系统的组成

若图 1-1 电路用 PLC 来实现，其主电路与图 1-1a 所示相同，控制电路如图 1-3 所示。

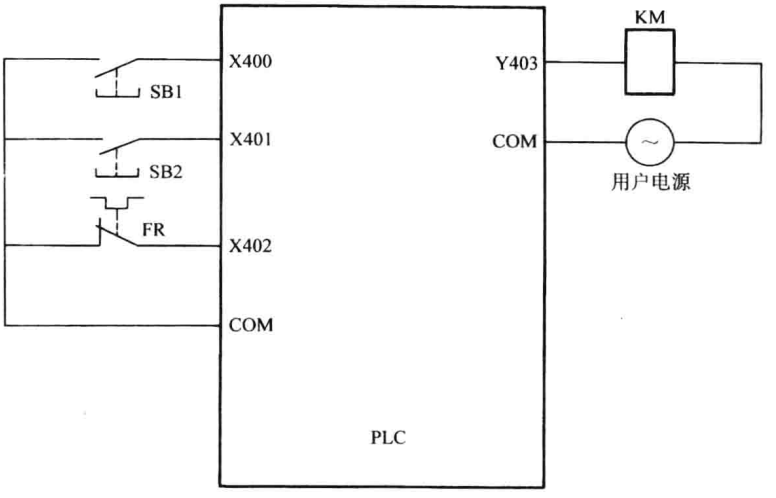


图 1-3　PLC 控制电路

图 1-3 中 X400、X401、X402 为 PLC 输入端，Y430 为 PLC 输出端。PLC 接收输入端信号后，通过执行存储的用户程序来实现输入信号和输出信号之间的逻辑关系，并根据逻辑运算的结果通过输出端来完成所要求的控制任务。

从图 1-3 电路可知，任何一个可编程序控制器控制系统也是由输入、输出和逻辑控制三部分组成，其框图如图 1-4 所示。

从图中可以看出，PLC 控制系统的输入和输出部分与传统的继电器控制系统基本相同，但其逻辑控制部分是采用 PLC，由用户程序代替了继电器控制电路，使其不仅能实现逻辑

运算，还具有数值运算及过程控制等复杂控制功能。由于 PLC 采用软件实现控制功能，因此可以灵活、方便地通过改变用户程序以实现控制功能的改变，从根本上解决了继电器控制系统控制电路难以改变逻辑关系的问题。

为了进一步了解 PLC 控制系统到底代替了继电器控制系统的哪一部分，图 1-5 所示画出了 PLC 控制系统的等效电路。

PLC 等效电路图中的继电器并不是实际的继电器，它实质上是存储器中的每一位触发器。该位触发器为“1”态，相当于继电器接通；该位触发器为“0”态，则相当于继电器断开。因此，这些继电器在 PLC 中也称“软继电器”。在程序中，其线圈一般用 —○— 表示，继电器常开触点一般用 ┤├ 表示，继电器常闭触点一般用 ┤/├ 表示。

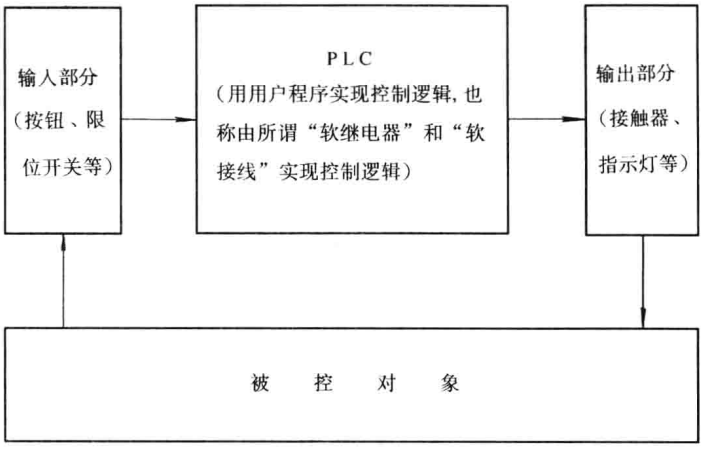


图 1-4 PLC 控制系统的组成

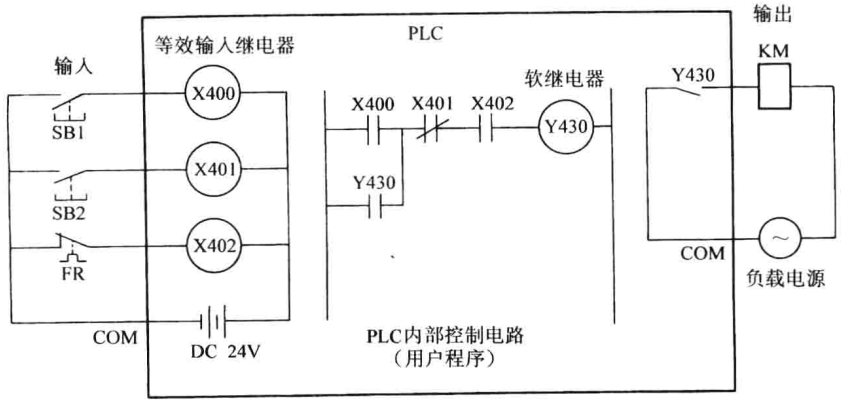


图 1-5 PLC 控制系统等效电路图

二、可编程序控制器系统与继电器控制系统的比较

由于可编程序控制器采用了计算机控制技术，因此与传统的继电器控制系统相比，有许多不同，主要有以下几个方面：

1）从控制方法上来看，继电器控制系统控制逻辑采用硬接线控制逻辑，利用继电器机械触点的串联或并联及时间继电器的延时动作等组合成控制逻辑，其连线多且复杂，体积大、功耗大，系统构成后，想再改变或增加功能比较困难。另外，继电器的触点数量有限，因此，继电器控制系统的灵活性和扩展性受到很大限制。而 PLC 中采用了计算机控制技术，其控制逻辑以程序方式存储在内存中，要改变控制逻辑只需改变程序，因而很容易改变或增加系统功能，系统连线少、体积小、功耗小，而且 PLC 中采用所谓“软继电器”，这些软继电器实质上是存储器中的每一位触发器，触发器的状态可取用任意次数，因此每只软继电器

的触点数是无限制的，从而使 PLC 系统有很好的灵活性和扩展性。

2）从工作方式上来看，在继电器控制电路中，当电源接通时，电路中所有继电器都处于受制约状态，即该吸合的继电器都同时吸合，不该吸合的继电器受某种条件限制而不能吸合，这种工作方式称为并行工作方式。而在 PLC 控制系统中由于其控制逻辑以程序方式存储在内存中，程序按一定顺序循环执行，因此，各软继电器都处于周期性循环扫描接通状态，受同一条件制约的各个继电器的动作次序决定于程序扫描顺序，这种工作方式称为串行工作方式。

3）从控制速度上来看，继电器控制系统依靠机械触点的动作实现控制，工作频率低，机械触点还会出现抖动问题。而 PLC 采用程序指令控制半导体电路来实现控制，指令执行时间在微秒级，速度极快，且不会出现触点抖动问题。

4）从定时和计数方式上来看，继电器控制系统采用时间继电器的延时动作进行时间控制，时间继电器有空气阻尼式、电磁式、半导体式等，其延时时间易受环境温度和温度变化的影响，定时精度不高。PLC 采用半导体集成电路作定时器，时钟脉冲由晶体振荡器产生，精度高，定时范围宽，用户可根据需要在程序中设定定时值，定时时间修改方便，不受环境的影响。另外，PLC 能实现计数功能，而继电器控制系统一般不具备计数功能。

5）从可靠性和可维护性上来看，由于继电器控制系统使用了大量的机械触点，连线多，触点开闭时会产生电弧，并有机械磨损，寿命短，可靠性和可维护性较差；而 PLC 采用微电子技术，大量的开关动作由无触点的半导体电路来完成，它体积小，寿命长，可靠性高，PLC 还有自检功能，能查出自身的故障，随时显示给操作人员，并能动态地监视控制程序的执行情况，为现场调试和维护提供了方便。

第三节　可编程序控制器的基本组成

一、可编程序控制器的硬件组成及各部分的作用

从 PLC 的定义可知，PLC 实际上就是一种工业控制计算机，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。因此，PLC 与计算机控制系统的组成十分相似，也是由中央处理器（CPU）、存储器、输入输出（I/O）接口、电源等组成，如图 1-6 所示。

下面结合图 1-6 说明 PLC 各部分的组成及作用。

（一）中央处理单元（CPU）

CPU 是整个 PLC 系统的核心，PLC 中所采用的 CPU 随机型不同而有所不同，常有三种：通用微处理器（如 Z80、8086、80286 等），单片微处理器芯片（如 8131、8096 等），位片式微处理器（如 AMD29W 等）。在小型 PLC 中，大多采用 8 位通用微处理器和单片微处理器芯片；在中型 PLC 中，大多采用 16 位通用微处理器或单片微处理器芯片；在大型 PLC 中，大多采用高速位片式微处理器。

目前，小型 PLC 为单 CPU 系统，而中型和大型 PLC 常采用双 CPU，甚至最多用到 8 个 CPU 的系统。对于双 CPU 系统，一般一个是字处理器，一个是位处理器。字处理器执行编程器接口功能，监视内部定时器，监视扫描时间，处理字节指令以及对系统总线和位处理器进行控制等。位处理器也称布尔处理机是由各厂家设计制造的专用芯片，它不仅使 PLC

增加了功能，提高了速度，也加强了 PLC 的保密性能。PLC 中位处理器的主要作用有两个，一是直接处理一些位指令，从而提高了位指令的处理速度，减少了位指令对字处理器的压力；二是将 PLC 的面向工程技术人员的语言（如梯形图）转换成机器语言。

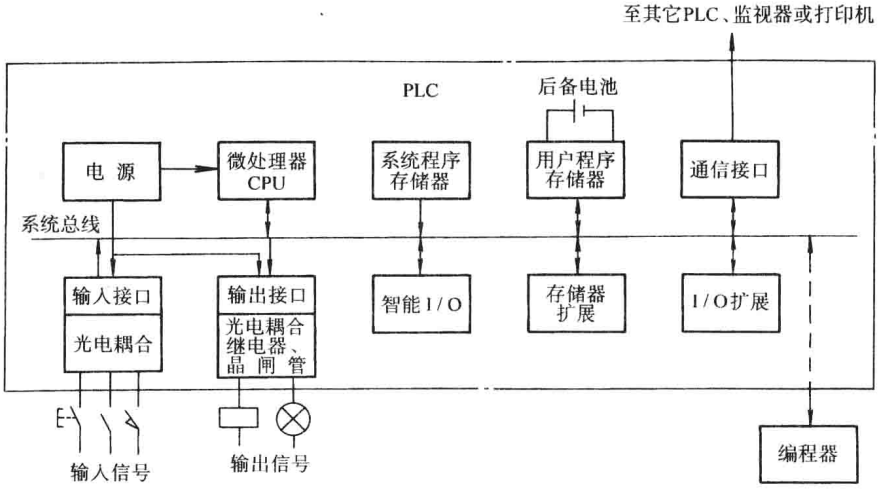


图 1-6　PLC 的硬件组成

在 PLC 控制系统中，CPU 按 PLC 系统程序赋予的功能，指挥 PLC 有条不紊地进行工作，其主要作用有：

1）接收并存储从编程器输入的用户程序和数据。

2）诊断电源、PLC 内部电路的工作故障和编程中的语法错误等。

3）通过 I/O 部件接收现场的状态或数据并存入输入映象寄存器或数据寄存器中。

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，根据运算的结果，更新有关标志位的状态和输出映象寄存器的内容，再经输出部件实现输出控制、制表打印或数据通信等功能。

（二）存储器

PLC 的存储器有两种，一种是可进行读/写操作的随机存储器 RAM；另一种为只读存储器 ROM、PROM、EPROM、EEPROM。PLC 中的 RAM 用来存储用户编制的程序或用户数据，存于 RAM 中的程序可随意修改。RAM 通常是 CMOS 型的，耗电很少，为了保证掉电时，不会丢失存储的各种信息，可用锂电池或用大电容作备用电源。当用户程序确定不变后，可将其固化在只读存储器中。现在许多 PLC 直接采用 EEPROM 作为用户程序存储器。PLC 的系统程序是由 PLC 生产厂家设计提供，出厂时已固化在各种只读存储器中，不能由用户直接存取、修改。因此，在 PLC 产品样本或使用手册中所列的存储器形式及容量是对用户存储器而言。

PLC 中已提供了一定容量的存储器供用户使用，若不够用，大多数 PLC 还提供了存储器扩展功能。

（三）输入/输出（I/O）接口

输入/输出接口是 PLC 与工业生产现场被控对象之间的连接部件。输入/输出接口有数字量（包括开关量）输入/输出和模拟量输入/输出两种形式。数字量输入/输出接口的作用是将外部控制现场的数字信号与 PLC 内部信号的电平相互转换；而模拟量输入/输出接口的

作用是将外部控制现场的模拟信号与 PLC 内部的数字信号相互转换。输入/输出接口一般都具有光电隔离和滤波，其作用是把 PLC 与外部电路隔离开，以提高 PLC 的抗干扰能力。

通常 PLC 的开关量输入接口按使用的电源不同有三种类型：直流 12～24V 输入接口、交流 100～120V 或 200～240V 输入接口、交直流（AC/DC）12～24V 输入接口。输入开关可以是无源触点或传感器的集电极开路晶体管。PLC 开关量输出接口按输出开关器件的种类不同常有三种形式：一是继电器输出型，CPU 输出时接通或断开继电器的线圈，继电器的触点闭合或断开，通过继电器触点控制外部电路的通断；另一种是晶体管输出型，通过光耦合使开关晶体管截止或饱和导通以控制外部电路；第三种是双向晶闸管输出型，采用的是光触发型双向晶闸管。按照负载使用电源不同，分为直流输出接口、交流输出接口和交直流输出接口。

下面简单介绍常见的开关量输入/输出接口电路。

1. 开关量输入接口

（1）直流输入接口

其原理图如图 1-7 所示，由于各个输入端口的输入电路都相同，图中只画出了一个输入端口的输入电路。COM 为它们的公共端子。

当输入端的开关接通时，光耦合器导通，输入信号送入 PLC 内部，同时 LED 输入指示灯亮，指示输入端接通。

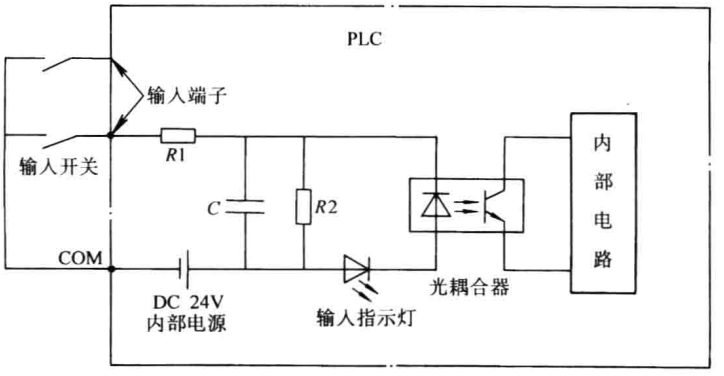


图 1-7　直流输入接口电路

（2）交流/直流输入接口

其原理图如图 1-8 所示，其内部电路结构与直流输入接口基本相同，所不同的是外接电源除直流电源外，还可用 12～24V 交流电源。

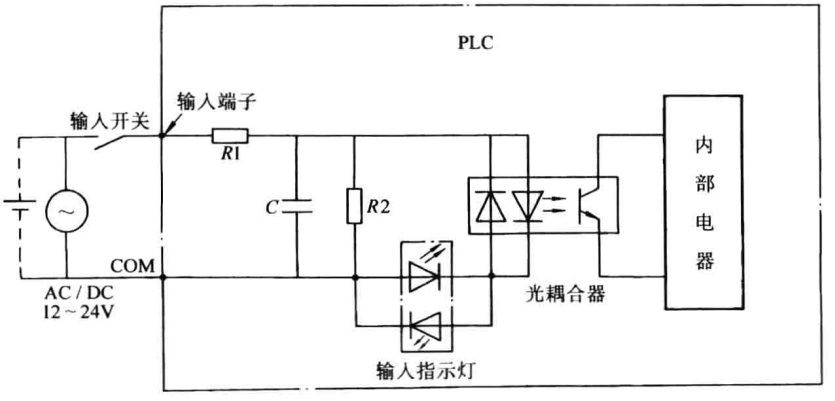


图 1-8　交流/直流输入接口电路

（3）交流输入接口

其原理图如图 1-9 所示，为减少高频信号串入，电路中设有高频去耦电路。

2. 开关量输出接口

在开关量输出接口中，晶体管输出型的接口只能带直流负载，属于直流输出接口。晶闸管输出型的接口只能带交流负载，属于交流输出接口。继电器输出型的接口可带直流负载，也可带交流负载，属于交直流输出接口。

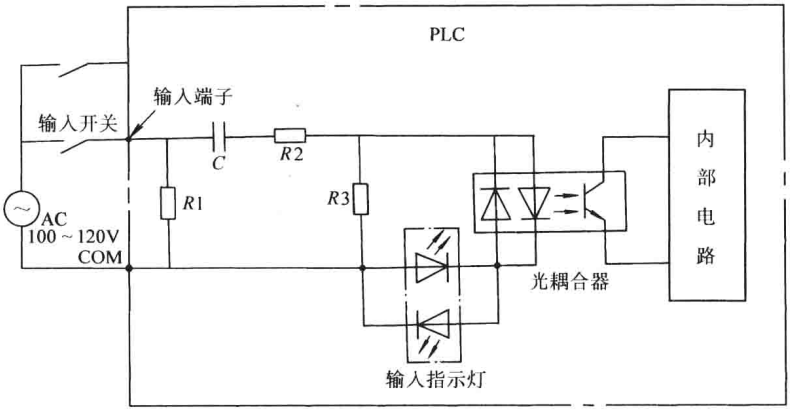


图 1-9　交流输入接口电路

（1）直流输出接口（晶体管输出型）

其原理图如图 1-10 所示，图中只画出了一个输出端的输出电路，各个输出端所对应的输出电路均相同。

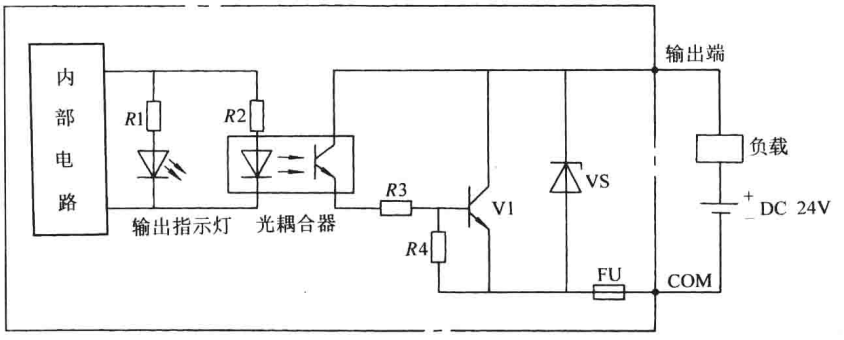


图 1-10　晶体管输出接口电路

PLC 的输出由用户程序决定。当需要某一输出端产生输出时，由 CPU 控制，将输出信号经光电耦合器输出，使晶体管导通，相应的负载接通，同时输出指示灯亮，指示该路输出端有输出。负载所需直流电源由用户提供。

（2）交流输出接口（晶闸管输出型）

其原理图如图 1-11 所示，图中只画出了一个输出端的输出电路。在输出回路中设有阻容过压保护和浪涌吸收器，可承受严重的瞬时干扰。

当需要某一输出端产生输出时，由 CPU 控制，将输出信号经光耦合器使输出回路中的双向晶闸管导通，相应的负载接通，同时输出指示灯亮，指示该路输出端有输出。负载所需交流电源由用户提供。

（3）交/直流输出接口（继电器输出型）

其原理图如图 1-12 所示，当需要某一输出端产生输出时，由 CPU 控制，将输出信号输出，接通输出继电器线圈，输出继电器的触点闭合，使外部负载电路接通，同时输出指示灯亮，指示该路输出端有输出。负载所需交直流电源由用户提供。

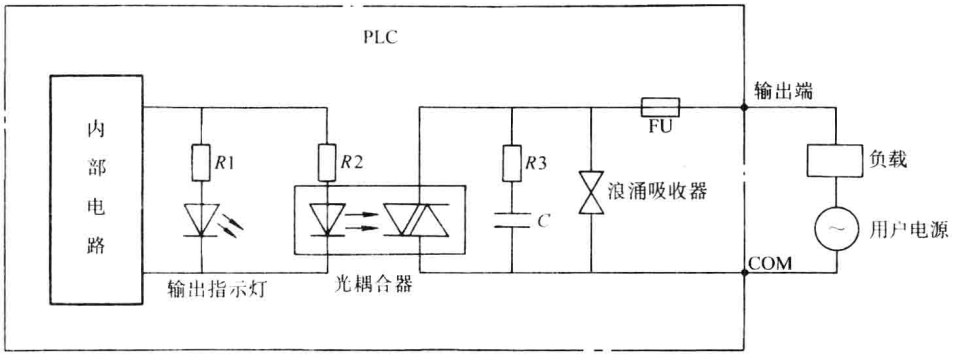


图 1-11　晶闸管输出接口电路

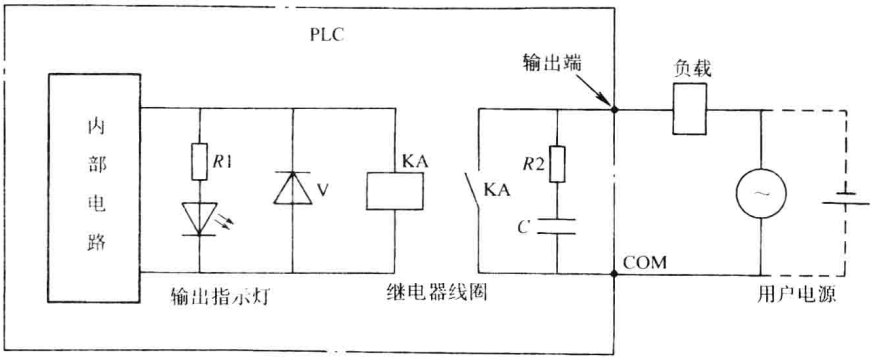


图 1-12　继电器输出接口电路

上面介绍了几种开关量的输入/输出接口的电路。由于 PLC 种类很多，各 PLC 生产厂家采用的输入/输出接口电路会有所不同，但基本原理大同小异，相差不大。

为了满足工业上更加复杂的控制需要，PLC 还配有许多智能 I/O 接口。如为满足位置调节需要配有位置闭环控制模块；为了对高频脉冲计数和处理配有高速计数模块等。通过智能 I/O 接口，用户可方便地构成各种工业控制系统。

在 PLC 中，其开关量输入信号端个数和输出信号端个数称为 PLC 的输入/输出（I/O）点数。如：PLC 有 24 个信号输入端，则称其输入点数为 24；若有 16 个信号输出端，则称其输出点数为 16。也称此 PLC 有 24 点输入和 16 点输出。

当一个 PLC 基本单元的 I/O 点数不够用时，可利用 PLC 的 I/O 扩展接口对系统进行扩展，扩展接口就是用于连接 PLC 基本单元与扩展单元的。

（四）通信接口

PLC 还有各种通信接口，PLC 通过这些通信接口可与监视器、打印机、其它的 PLC 或计算机相连。PLC 与打印机相连可将过程信息，系统参数等输出打印。当与监视器相连时可将控制过程图像显示出来。当 PLC 与 PLC 相连时，可组成多机系统或连成网络，实现更大规模控制。当 PLC 与计算机相连时，可组成多级控制系统，实现控制与管理相结合的综

合系统。

（五）编程器

编程器主要由键盘、显示器、工作方式选择开关和外存储器接插口等部件组成。编程器的作用是用来编写、输入、调试用户程序，也可在线监视 PLC 的工作状况。

编程器有简易型和智能型两类。简易型编程器只能联机编程，且往往需将梯形图转化为机器语言助记符后才能送入。智能编程器又称图形编程器，它即可联机编程，又可脱机编程，具有 LCD 或 CRT 图形显示功能，可直接输入梯形图和通过屏幕对话，但价格较贵。

简易型编程器和智能编程器都属于专用编程器，即为某一生产厂家或某一系列的 PLC 专用的。

现在也可在个人计算机上添加适当的硬件接口，利用生产厂家提供的编程软件包就可将计算机作为编程器使用，而且还可在计算机实现模拟调试。

（六）电源

PLC 的工作电源一般为单相交流电源（通常为交流 110/220V），也有用直流 24V 供电的。PLC 对电源的稳定度要求不高，一般允许电源电压在其额定值 ±15% 的范围内波动。PLC 中都有一个稳压电源。有的 PLC 电源与 CPU 合为一体；有的 PLC，特别是大中型 PLC，备有电源模块；有些 PLC 电源部分还提供 24V DC 稳压输出，用于对外部传感器供电。

（七）其它部件

PLC 还配有盒式磁带机，EPROM 写入器等其它外围设备。

二、可编程序控制器软件的组成

PLC 的软件由系统程序和用户程序组成。

（一）系统程序

PLC 的系统程序一般包括系统诊断程序、键盘输入处理程序、翻译程序、信息传送程序、监控程序等。

1. 诊断程序

PLC 加电后，首先由诊断程序检查 PLC 各部件工作是否正常，并将检查结果显示给操作人员。

2. 键盘输入处理程序

用来解释执行用户从键盘上发出的命令，将用户输入的程序送到 RAM 中。读出并显示 RAM 中的内容。

3. 翻译程序

将用户使用 PLC 编程语言编写的控制程序变换成由微机指令组成的程序，然后再执行，还能对用户程序进行语法检查。

4. 信息传送程序

将 RAM 中的用户程序送到外存储器，例如 EPROM 或盒式磁带，或将外存储器中的内容传送到 RAM。

5. 监控程序

相当于总控程序。根据用户的需要调用相应的内部程序。例如，用户通过面板的选择开关选择了程序（PROGRAM）工作方式，则总控程序就调用“键盘输入处理程序”，将用户

从键盘上输入的程序送到 RAM 中。

PLC 系统软件是由 PLC 的制造厂家编写的，并由制造厂家写入 ROM 中，用户不能直接读写。

（二）用户程序

PLC 的用户程序是用户利用 PLC 的编程语言，根据用户的不同控制要求编制的控制程序，这相当于设计继电器控制系统硬接线的控制电路图。程序由编程器送入到 PLC 内部的存储器中，能方便地读出、检查和修改。

PLC 编程语言是多种多样的，不同的 PLC 厂家，不同系列的 PLC 采用的表达方式也不相同，但基本上可归纳为字符表达方式（即用文字符号来表达程序，如语句表）和图符表达方式（即用图形符号来表达程序，如梯形图）这两大类。也有将这两种方式结合起来用来表示 PLC 的程序。下面分别介绍几种常见的 PLC 编程语言。

1. 梯形图

梯形图编程语言与继电器电气控制原理图相似，具有形象、直观、实用的特点，这种编程语言继承传统继电器控制逻辑中使用的框架结构、逻辑运算方式和输入输出形式，使得程序直观易读，因而应用最为广泛。如图 1-13 所示，同样的控制功能由传统的继电器控制电路实现和用 PLC 梯形图实现的比较。

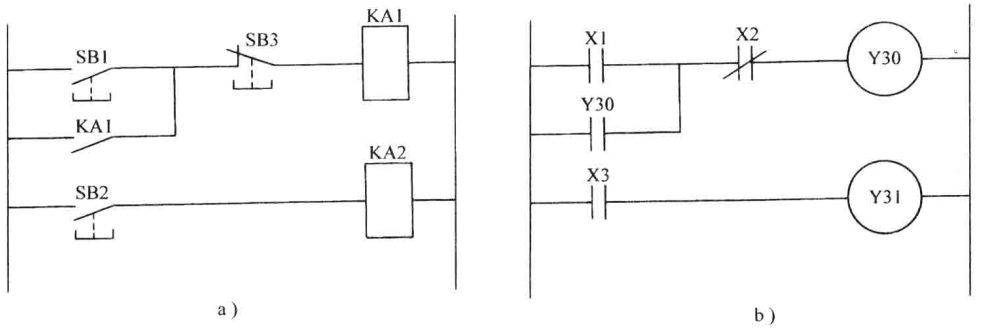


图 1-13　继电器控制电路图与梯形图

a）继电器控制电路图　b）PLC 梯形图

从图中可看出两种图基本表示的思想是一致的，具体表达方式有一定区别。PLC 的梯形图使用的是内部继电器、定时/计数器等，都是由软件来实现的，使用方便，修改灵活，是原继电器控制电路硬接线无法比拟的。

2. 语句表

这种编程语言是一种与汇编语言类似的助记符编程方式。虽然各个 PLC 生产厂家的语句表形式不尽相同，但基本功能相差无几。下面六行指令是以三菱 F1 系列 PLC 语句表编程语言对图 1-13 梯形图的编程。

步序号	指令	数据
000	LD	X1
001	OR	Y30
002	ANI	X2
003	OUT	Y30