

机电专业新技术普及丛书

PLC实用技术

PLC SHIYONG JISHU (三菱)
(MITSUBISHI)

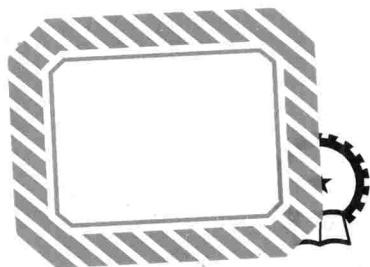
王建 张文凡 张凯 主编



机电专业新技术普及丛书

PLC 实用技术 (三菱)

主 编 王 建 张文凡 张 凯
副主编 李 伟 张 宏 娄志勇
 韩春梅
参 编 王春晖 寇 爽 李迎波
 吴 婧 汤 瑞
主 审 徐洪亮
参 审 宋永昌



机械工业出版社

本书根据企业生产实际,结合典型项目的 PLC、变频器及触摸屏程序,详细介绍了三菱 FX2N 系列 PLC 的实用技术,实例设计紧贴生产一线。主要内容包括:PLC 基础知识,PLC 的基本操作,PLC 的应用基础,步进顺序控制指令的应用,功能指令的应用,FX 系列 PLC、变频器及触摸屏的综合应用等。

本书内容取材于生产一线,实用性强,既可作为机电专业新技术普及用书,也可作为企业培训部门、职业技能鉴定培训机构的教材,还可作为从事 PLC 应用及开发的工程技术人员的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

PLC 实用技术.三菱/王建,张文凡,张凯主编. —北京:机械工业出版社,2012.3

(机电专业新技术普及丛书)

ISBN 978-7-111-37734-4

I. ①P… II. ①王…②张…③张… III. ①plc 技术 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 048495 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:朱 华 责任编辑:王振国

版式设计:石 冉 责任校对:陈延翔

封面设计:路恩中 责任印制:杨 曦

北京市朝阳展望印刷厂印刷

2012 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 12 印张 · 296 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-37734-4

定价:28.00 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

网络服务

社 服 务 中 心:(010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销 售 一 部:(010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销 售 二 部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

丛书编委会

主任：王 建

副主任：楼一光 雷云涛 李 伟 王小涓

委员：张 宏 王智广 李 明 王 灿 伊洪彬 徐洪亮

施利春 杜艳丽 李华雄 焦立卓 吴长有 李红波

何宏伟 张 桦

前 言

FOREWORD

随着经济全球化进程的不断加快,发达国家的制造能力加速向发展中国家转移,我国已成为全球的加工制造基地,但却凸显了我国高技能型人才严重短缺的现实问题,特别是对掌握数控加工技术以及自动化新技术人才的需要越来越多,而很多工人受条件限制,无法到学校接受系统的数控加工技术以及自动化新技术的职业教育;对于离开校园数年、有一定工作经验的人员,也需要进行“充电”,以适应新技术发展的需要。

为解决上述矛盾,本丛书编委会组织一批学术水平高、经验丰富、实践能力强,身处企业、行业一线的专家在充分调研的基础上,结合企业实际需要,共同研究培训目标,编写了这套《机电专业新技术普及丛书》。

本套丛书的编写特色有:

1. 坚持以“以技能为核心,面向青年工人的继续充电、继续提高”为培养方针,把企业和技术工人急需的高新技术进行普及和推广,加快高技能人才的培养,更好地满足企业的用人需求。

2. 更注重实际工作能力和动手技能的培养,内容贴近生产岗位,注重实用,力图实现培训的“短、平、快”,使学员经过培训后能立即胜任本岗位的工作。

3. 在内容上充分体现一个“新”字,即充分反映新知识、新技术、新工艺和新设备,紧跟科技发展的潮流,具有先进性和前瞻性。

4. 以解决实际问题为切入点,尽量采用以图代文、代表代文的编写形式,最大限度降低学习难度,提高读者的学习兴趣。

本套丛书涉及数控技术和电气技术两大领域,是面向有志于学习数控加工、机电一体化以及自动控制实用技术,并从事过相关工作的技术工人的培训用书。适合有一定经验的工人进行自学或转岗培训。

我们希望这套丛书能成为读者的良师益友,能为读者提供有益的帮助!

本书由王建、张文凡、张凯任主编,李伟、张宏、娄志勇、韩春梅任副主编,王春晖、寇爽、李迎波、吴婧、汤瑞参加编写。全书由徐洪亮任主审,宋永昌参审。

由于时间和水平有限,书中难免存在不足之处,敬请广大读者批评指正。

编者

目 录

CONTENT

	前言
1	第一章 PLC 基础知识
1	第一节 PLC 概述
3	第二节 PLC 的内部结构和控制系统
12	第三节 FX 系列 PLC 的编程元件
20	第二章 PLC 的基本操作
20	第一节 FX 系列 PLC 与计算机的连接和通信
23	第二节 FX 系列 PLC 编程器的使用
31	第三节 MELSOFT 系列 GX Developer 编程软件的应用
45	第三章 PLC 的应用基础
46	第一节 FX 系列 PLC 的基本指令
58	第二节 PLC 基本指令的典型应用
77	第三节 PLC 基本指令的综合应用
89	第四章 步进顺序控制指令的应用
89	第一节 顺序控制及状态流程图
99	第二节 运料小车控制电路
101	第三节 电镀自动生产线
104	第四节 利用 PLC 改造组合机床
111	第五章 功能指令的应用
111	第一节 功能指令简介
137	第二节 小车自动寻址控制

139	第三节 步进电动机的正反转控制
142	第四节 搬运机械手的顺序控制
149	第六章 FX 系列 PLC、变频器及触摸屏的综合应用
149	第一节 触摸屏及其基本操作
154	第二节 触摸屏软件的使用
163	第三节 PLC 与变频器的综合应用
172	第四节 PLC、变频器及触摸屏的综合应用
185	参考文献

第一章

PLC 基础知识

第一节 PLC 概述

可编程序控制器 (Programmable Controller) 简称 PC 或 PLC。它是在电器控制技术和计算机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控制装置。目前, PLC 已被广泛应用于各种生产机械和生产过程的自动控制中, 成为一种最重要、最普及、应用场合最多的工业控制装置, 被公认为现代工业自动化的三大支柱 (PLC、机器人、CAD/CAM) 之一。

一、PLC 的特点与应用领域

PLC 技术之所以得到高速发展, 除了工业自动化的客观需要外, 主要是因为它具有许多独特的优点。它较好地解决了工业控制领域中普遍关心的可靠、安全、灵活、方便、经济等问题。它主要有以下特点:

(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; 对 CPU 等重要部件采用良好的导电、导磁材料进行屏蔽, 以减少空间电磁干扰; 对有些模块设置了联锁保护、自诊断电路等。

2) 软件方面: PLC 采用扫描工作方式, 减少了由于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; 当由外界干扰引起故障时, 能立即将当前重要信息加以封存, 禁止任何不稳定的读写操作, 一旦外界环境正常后, 便可恢复到故障发生前的状态, 继续原来的工作。

(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。梯形图与电器控制电路图相似, 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。

许多 PLC 还针对具体问题, 设计了各种专用编程指令及编程方法, 进一步简化了编程。

(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、通信联网等功能。同时，由于 PLC 产品的系列化、模块化，有品种齐全的各种硬件装置供用户选用，可以组成满足各种要求的控制系统。

(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，维修工作量很小；而且 PLC 具有很强的自诊断功能，如果出现故障，可根据 PLC 或编程器提供的故障信息，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。

二、PLC 的应用

目前，在国内外 PLC 已广泛应用于冶金、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，其应用领域也在不断扩大。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 都有拖动步进电动机或伺服电动机的单轴或多轴位置控制模块。这一功能广泛用于各种机械设备，如对各种机床、装配机械、机器人等进行运动控制。

(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 也具有模拟量输入和输出。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 与 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。

三、PLC 的分类

PLC 产品种类繁多，其规格和性能也各不相同。对 PLC 的分类，通常根据其结构形式的不同、功能的差异和 I/O 点数的多少等进行大致分类。

(1) 按结构形式分类 根据 PLC 的结构形式，可将 PLC 分为整体式和模块式两类。

1) 整体式 PLC。整体式 PLC 是将电源、CPU、I/O 接口等部件都集中安装在一个机箱内，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 (又称为主机) 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。模块式 PLC 是将 PLC 各组成部分，分别制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。

还有一些 PLC 将整体式和模块式的特点结合起来，构成所谓叠装式 PLC。叠装式 PLC 的 CPU、电源、I/O 接口等也是各自独立的模块，但它们之间是靠电缆进行连接，并且各模块可以一层层地叠装。这样，不但系统可以灵活配置，还可以将体积制作得更为小巧。

(2) 按功能分类 根据 PLC 所具有的功能不同，可将 PLC 分为低档、中档、高档三类。

1) 低档 PLC。这种 PLC 具有逻辑运算、定时、计数、移位以及自诊断、监控等基本功能，还可以有少量模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、通信等功能。它主要用于逻辑控制、顺序控制或少量模拟量控制的单机控制系统。

2) 中档 PLC。这种 PLC 除具有低档 PLC 的功能外，还具有较强的模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、数制转换、远程 I/O、子程序、通信联网等功能。有些还可以增设中断控制、PID 控制等功能，适用于复杂控制系统。

3) 高档 PLC。这种 PLC 除具有中档机的功能外，还增加了带符号算术运算、矩阵运算、位逻辑运算、平方根运算及其他特殊功能函数的运算、制表及表格传送功能等。高档 PLC 机具有更强的通信联网功能，可用于大规模过程控制或构成分布式网络控制系统，实现工厂自动化。

(3) 按 I/O 点数分类 根据 PLC 的 I/O 点数的多少，可将 PLC 分为小型、中型和大型三类。

1) 小型 PLC。I/O 点数为 256 点以下的为小型 PLC。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 点数为 256 点以上、2048 点以下的为中型 PLC。

3) 大型 PLC。I/O 点数为 2048 点以上的为大型 PLC。其中，I/O 点数超过 8192 点的为超大型 PLC。

在实际中，一般 PLC 功能的强弱与其 I/O 点数的多少是相互关联的，即 PLC 的功能越强，其可配置的 I/O 点数越多。因此，通常我们所说的小型、中型、大型 PLC，除指其 I/O 点数不同外，同时也表示其对应功能为低档、中档、高档。

第二节 PLC 的内部结构和控制系统

一、PLC 的基本组成

PLC 是微机技术和控制技术相结合的产物，是一种以微处理器为核心的用于控制的特殊计算机，因此 PLC 的基本组成与一般的微机系统类似。

1. PLC 的硬件组成

PLC 的硬件主要由中央处理器 (CPU)、存储器、输入单元、输出单元、通信接口、扩展接口电源等部分组成。其中, CPU 是 PLC 的核心, 输入单元与输出单元是连接现场输入/输出设备与 CPU 之间的接口电路, 通信接口用于与编程器、上位计算机等外部设备连接。

对于整体式 PLC, 所有部件都安装在同一机壳内, 其组成框图如图 1-1 所示; 对于模块式 PLC, 各部件独立封装成模块, 各模块通过总线连接, 安装在机架或导轨上, 其组成框图如图 1-2 所示。无论是哪种结构类型的 PLC, 都可根据用户需要进行配置与组合。

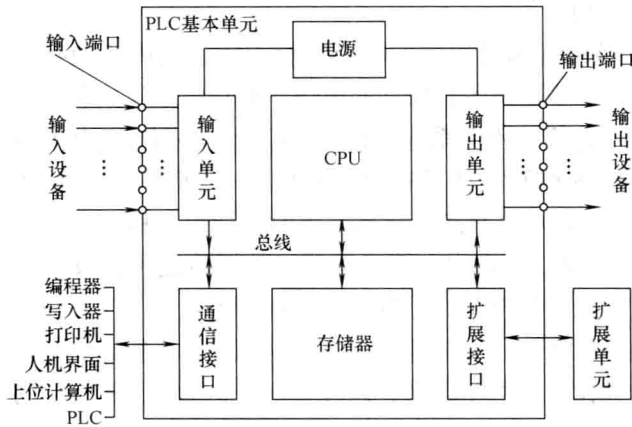


图 1-1 整体式 PLC 组成框图

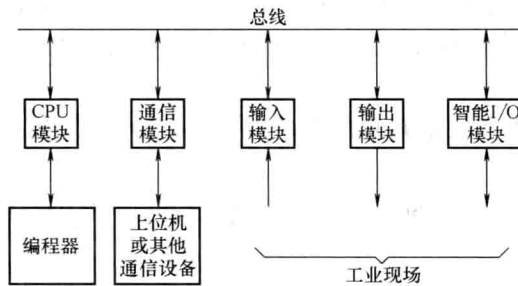


图 1-2 模块式 PLC 组成框图

尽管整体式 PLC 与模块式 PLC 的结构不太一样, 但其各组成部分的功能和作用是一样的, 下面对 PLC 主要各组成部分进行简单介绍。

(1) 中央处理器 (CPU) 同一般的微机一样, CPU 是 PLC 的核心。PLC 中所配置的 CPU 随机型不同而不同, 常用的有三类: 通用微处理器 (如 Z80、8086、80286 等)、单片微处理器 (如 8031、8096 等) 和位片式微处理器 (如 AMD29W 等)。小型 PLC 大多采用 8 位通用微处理器和单片微处理器; 中型 PLC 大多采用 16 位通用微处理器或单片微处理器; 大型 PLC 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、大型 PLC 则大多为双 CPU 系统, 甚至有些 PLC 中多达 8 个 CPU。对于双 CPU 系统, 其中一个为字处理器, 一般采用 8 位或 16 位处理器; 另一个为位处理器, 采用由各厂家设计制造的专用芯片。字处理器为主处理器, 用于执行编

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。位处理器为从处理器，主要用于处理位操作指令和实现 PLC 编程语言向机器语言的转换。位处理器的采用，提高了 PLC 的速度，使 PLC 更好地满足实时控制要求。

(2) 存储器 存储器主要有两种：一种是可读/写操作的随机存储器 RAM，另一种是只读存储器 ROM、PROM、EPROM 和 EEPROM。在 PLC 中，存储器主要用于存放系统程序、用户程序及工作数据。

1) 系统程序。它是由 PLC 的制造厂家编写的，和 PLC 的硬件组成有关，完成系统诊断、命令解释、功能子程序调用管理、逻辑运算、通信及各种参数设定等功能，提供 PLC 运行的平台。系统程序关系到 PLC 的性能，而且在 PLC 使用过程中不会变动，所以是由制造厂家直接固化在只读存储器 ROM、PROM 或 EPROM 中，用户不能访问和修改。

2) 用户程序。它是随 PLC 的控制对象而定的，由用户根据对象生产工艺的控制要求而编制的应用程序。为了便于读出、检查和修改，用户程序一般存于 CMOS 静态 RAM 中，用锂电池作为后备电源，以保证掉电时不会丢失信息。为了防止干扰对 RAM 中程序的破坏，若用户程序正常运行，不需要改变，可将其固化在只读存储器 EPROM 中。现在有许多 PLC 直接采用 EEPROM 作为用户存储器。

3) 工作数据。它是 PLC 运行过程中经常变化、经常存取的一些数据。存放在 RAM 中，以适应随机存取的要求。在 PLC 的工作数据存储区中，设有存放输入/输出继电器、辅助继电器、定时器、计数器等逻辑器件的存储区，这些器件的状态都是由用户程序的初始设置和运行情况而确定的。根据需要，部分数据在掉电时用后备电池维持其现有的状态，这部分在掉电时可保存数据的存储区域称为保持数据区。

由于系统程序及工作数据与用户无直接联系，所以在 PLC 产品样本或使用手册中所列存储器的形式及容量是指用户程序存储器。当 PLC 提供的用户存储器容量不够用时，许多 PLC 还提供有存储器扩展功能。

(3) 输入/输出单元 输入/输出单元通常也称为 I/O 单元或 I/O 模块，是 PLC 与工业生产现场之间的连接部件。PLC 通过输入接口可以检测被控对象的各种数据，以这些数据作为 PLC 对被控制对象进行控制的依据；同时 PLC 又通过输出接口将处理结果送给被控制对象，以实现控制目的。

由于外部输入设备和输出设备所需的信号电平是多种多样的，而 PLC 内部 CPU 处理的信息只能是标准电平，所以 I/O 接口要实现这种转换。I/O 接口一般都具有光电隔离和滤波功能，以提高 PLC 的抗干扰能力。另外，I/O 接口上通常还有状态指示，工作状况直观，便于维护。

PLC 提供了多种操作电平和驱动能力的 I/O 接口，有各种各样功能的 I/O 接口供用户选用。I/O 接口的主要类型有：数字量（开关量）输入、数字量（开关量）输出、模拟量输入、模拟量输出等。

常用的开关量输入接口按其使用的电源不同有三种类型：直流输入型、交流输入型和交/直流输入型，其基本原理电路如图 1-3 所示。

常用的开关量输出接口按输出开关器件不同有三种类型：继电器输出型、晶体管输出型和双向晶闸管输出型，其基本电路如图 1-4 所示。继电器输出型接口可驱动交流或直流负载，但其响应时间长，动作频率低；而晶体管输出型和双向晶闸管输出型接口的响应速度

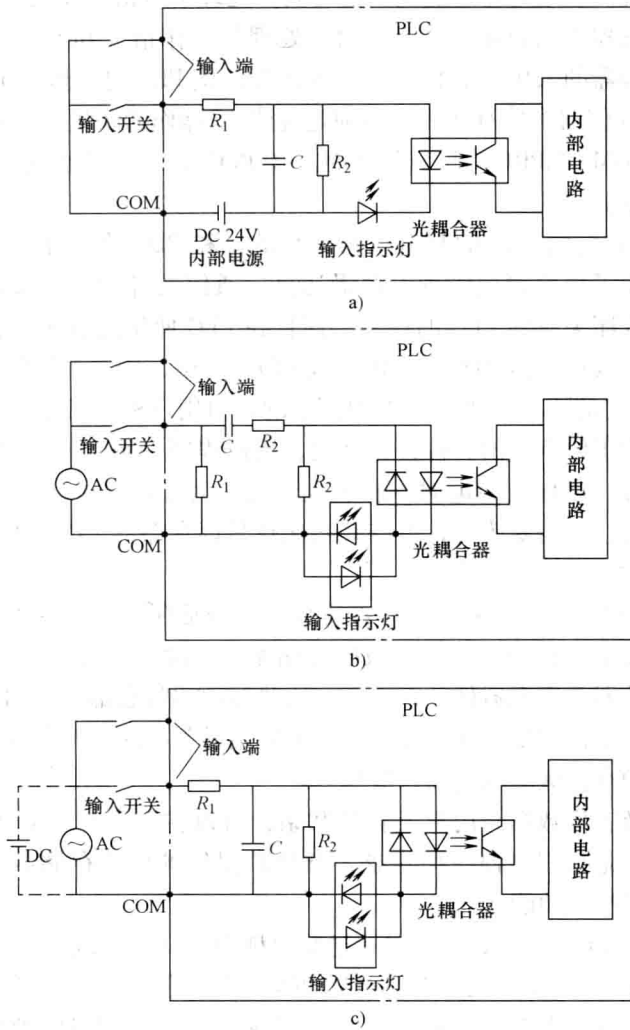


图 1-3 开关量输入接口基本电路

a) 直流输入型 b) 交流输入型 c) 交/直流输入型

快，动作频率高，但前者只能用于驱动直流负载，后者只能用于交流负载。

PLC 的 I/O 接口所能接受的输入信号个数和输出信号个数称为 PLC 输入/输出 (I/O) 点数。I/O 点数是选择 PLC 的重要依据之一。当系统的 I/O 点数不够时，可通过 PLC 的 I/O 扩展接口对系统进行扩展。

(4) 通信接口 PLC 配有各种通信接口，这些通信接口一般都带有通信处理器。PLC 通过这些通信接口可与监视器、打印机、其他 PLC、计算机等设备实现通信。PLC 与打印机连接，可将过程信息、系统参数等输出打印；与监视器连接，可将控制过程图像显示出来；与其他 PLC 连接，可组成多机系统或连成网络，实现更大规模控制。与计算机连接，可组成多级分布式控制系统，实现控制与管理相结合。

远程 I/O 系统也必须配备相应的通信接口模块。

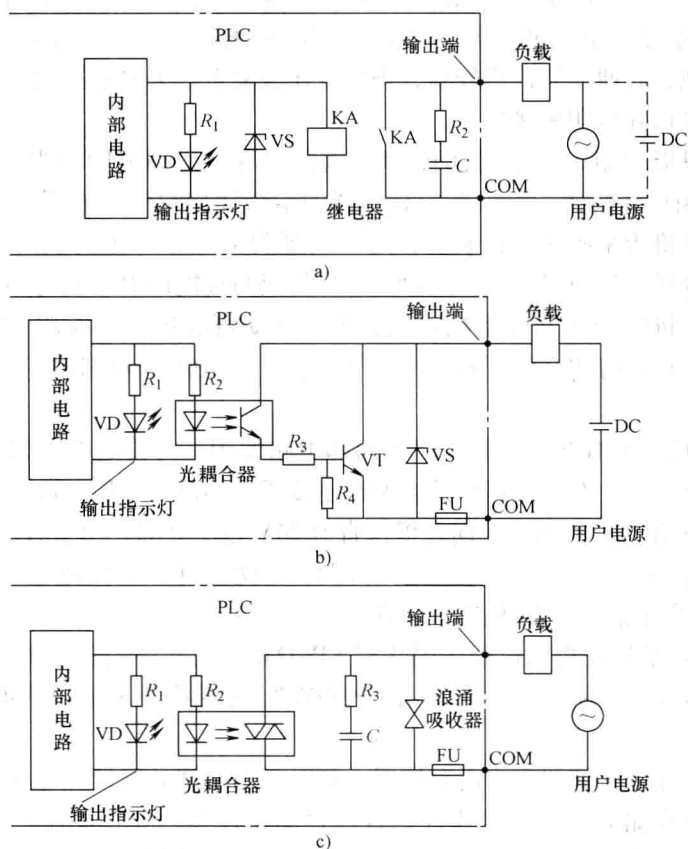


图 1-4 开关量输出接口基本电路

a) 继电器输出型 b) 晶体管输出型 c) 晶间管输出型

(5) 智能接口模块 智能接口模块是一个独立的计算机系统，它有自己的 CPU、系统程序、存储器以及与 PLC 系统总线相连的接口。它作为 PLC 系统的一个模块，通过总线与 PLC 相连，进行数据交换，并在 PLC 的协调管理下独立地进行工作。

PLC 的智能接口模块种类很多，如：高速计数模块、闭环控制模块、运动控制模块、中断控制模块等。

(6) 编程装置 编程装置的作用是编辑、调试、输入用户程序，也可在线监控 PLC 内部状态和参数，与 PLC 进行人机对话。它是开发、应用、维护 PLC 不可缺少的工具。编程装置可以是专用编程器，也可以是配有专用编程软件包的通用计算机系统。专用编程器是由 PLC 厂家生产，专供该厂家生产的某些 PLC 产品使用，它主要由键盘、显示器和外存储器接口等部件组成。专用编程器有简易编程器和智能编程器两类。

简易编程器只能联机编程，而且不能直接输入和编辑梯形图程序，需要将梯形图程序转化为指令表程序才能输入。简易编程器体积小、价格便宜，它可以直接插在 PLC 的编程插座上，或者用专用电缆与 PLC 相连，以方便编程和调试。有些简易编程器带有存储盒，可用来储存用户程序，如三菱的 FX-20P-E 简易编程器。

智能编程器又称为图形编程器,本质上它是一台专用便携式计算机,如三菱的 GP-80FX-E 智能编程器。它既可联机编程,又可脱机编程。它可直接输入和编辑梯形图程序,使用更加直观、方便,但价格较高,操作也比较复杂。大多数智能编程器带有磁盘驱动器,提供录音机接口和打印机接口。

专用编程器只能对指定厂家的几种 PLC 进行编程,使用范围有限,价格较高。同时,由于 PLC 产品不断更新换代,所以专用编程器的生命周期也十分有限。因此,现在的趋势是使用以个人计算机为基础的编程装置,用户只要购买 PLC 厂家提供的编程软件和相应的硬件接口装置。这样,用户只用较少的投资即可得到高性能的 PLC 程序开发系统。

基于个人计算机的程序开发系统功能强大。它既可以编制、修改 PLC 的梯形图程序,又可以监视系统运行、打印文件、系统仿真等。它配备相应的软件还可实现数据采集和分析等许多功能。

(7) 电源 PLC 配有开关电源,以供内部电路使用。与普通电源相比,PLC 电源的稳定性好、抗干扰能力强。对电网提供的电源稳定度要求不高,一般允许电源电压在其额定值 $\pm 15\%$ 的范围内波动。许多 PLC 还向外提供直流 24V 稳压电源,用于对外部传感器供电。

(8) 其他外部设备 除了以上所述的部件和设备外,PLC 还有许多外部设备,如 EPROM 写入器、外存储器、人/机接口装置等。

EPROM 写入器是用来将用户程序固化到 EPROM 存储器中的一种 PLC 外部设备。为了使调试好的用户程序不易丢失,经常用 EPROM 写入器将 PLC 内 RAM 中的程序保存到 EPROM 中。

PLC 内部的半导体存储器称为内存储器。有时可用外部的磁带、磁盘和用半导体存储器制成的存储盒等来存储 PLC 的用户程序,这些存储器件称为外存储器。外存储器一般是通过编程器或其他智能模块提供的接口,实现与内存储器之间相互传送用户程序。

人/机接口装置是用来实现操作人员与 PLC 控制系统的对话。最简单、最普遍的人/机接口装置由安装在控制台上的按钮、转换开关、拨码开关、指示灯、LED 显示器、声光报警器等器件构成。对于 PLC 系统,还可采用半智能型 CRT 人/机接口装置和智能型终端人/机接口装置。半智能型 CRT 人/机接口装置可长期安装在控制台上,通过通信接口接收来自 PLC 的信息并在 CRT 上显示出来;而智能型终端人/机接口装置有自己的微处理器和存储器,能够与操作人员快速交换信息,并通过通信接口与 PLC 相连,也可作为独立的节点接入 PLC 网络。

2. PLC 的软件组成

PLC 的软件由系统程序和用户程序组成。

(1) 系统程序 它由 PLC 制造厂商设计编写,并存入 PLC 的系统存储器中,用户不能直接读写与更改。系统程序一般包括系统诊断程序、输入处理程序、编译程序、信息传送程序、监控程序等。

(2) 用户程序 PLC 的用户程序是用户利用 PLC 的编程语言,根据控制要求编制的程序。在 PLC 的应用中,最重要的是用 PLC 的编程语言来编写用户程序,以实现控制目的。由于 PLC 是专门为工业控制而开发的装置,其主要使用者是广大电气技术人员,为了满足他们的传统习惯和掌握能力,PLC 的主要编程语言采用比计算机语言相对简单、易懂、形象的专用语言。

PLC 编程语言是多种多样的,对于不同生产厂家、不同系列的 PLC 产品采用的编程语言的表达方式也不相同,但基本上可以归纳为两种类型:一种是采用字符表达方式的编程语言,如语句表等;另一种是采用图形符号表达方式编程语言,如梯形图等。

1) 梯形图语言。梯形图语言是在传统电器控制系统中常用的接触器、继电器等图形表达符号的基础上演变而来的。它与电器控制电路图相似,继承了传统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,具有形象、直观、实用的特点。因此,这种编程语言为广大电气技术人员所熟知,是应用最广泛的 PLC 的编程语言,是 PLC 的第一编程语言。

如图 1-5 所示为传统的电器控制电路图与 PLC 梯形图。

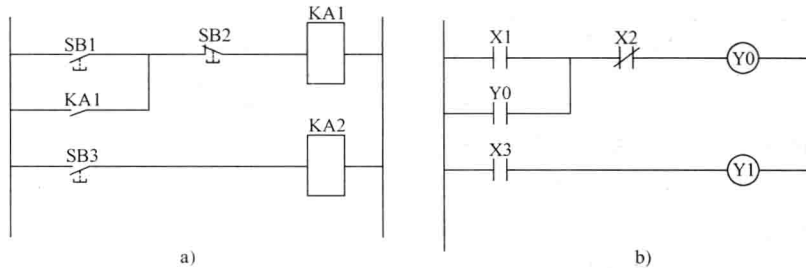


图 1-5 电器控制电路图与 PLC 梯形图

a) 电器控制电路图 b) PLC 梯形图

从图中可看出,两种图基本表达思想是一致的,只是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,是原电器控制电路硬接线无法比拟的。

2) 语句表语言。这种编程语言是一种与汇编语言类似的助记符编程表达方式。在 PLC 应用中,经常采用简易编程器,而这种编程器中没有 CRT 屏幕显示,或没有较大的液晶屏幕显示。因此,就用一系列 PLC 操作命令组成的语句表将梯形图描述出来,再通过简易编程器输入到 PLC 中。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。以下是与图 1-5 所示梯形图对应的 (FX 系列 PLC) 语句表程序。

步序号	指令	数据
0	LD	X1
1	OR	Y0
2	ANI	X2
3	OUT	Y0
4	LD	X3
5	OUT	Y1

可以看出,语句是语句表程序的基本单元,每个语句和微机一样也由地址(步序号)、操作码(指令)和操作数(数据)三部分组成。

FX2 系列 PLC 的指令系统包括 20 条基本指令、2 条步进指令和 87 条功能指令。其常见的基本指令见表 1-1。

表 1-1 FX2 系列 PLC 的基本指令

指 令	助记符功能	指 令	助记符功能
LD	常开触点与左母线连接	MPS	进栈
LDI	常闭触点与左母线连接	MRD	读栈
OUT	输出逻辑运算结果, 驱动输出线圈	MPP	出栈
AND	常开触点	MC	主控(公共触点串联连接)
ANI	常闭触点串联连接	MCR	主控复位
OR	常开触点并联连接	SET	置位(使操作保持)
ORI	常闭触点并联连接	RST	复位(使操作复位或当前数据清零)
ORB	电路块与电路块并联连接	PLS	上升沿产生触发脉冲
ANB	电路块与电路块串联连接	PLF	下降沿产生触发脉冲
NOP	空操作	END	结束(输入、输出处理, 程序回第“0”步)

3) 逻辑图语言。逻辑图是一种类似于数字逻辑电路结构的编程语言, 由与门、或门、非门、定时器、计数器、触发器等逻辑符号组成。有数字电路基础的电气技术人员比较容易掌握, 如图 1-6 所示。

4) 功能表图语言。功能表图语言(又称为 SFC 语言)是一种较新的编程方法, 又称为状态转移图语言。它将一个完整的控制过程分为若干阶段, 各阶段具有不同的动作, 阶段间有一定的转换条件, 转换条件满足时就可实现阶段转移, 上一阶段动作结束, 下一阶段动作开始。使用功能表图的方式来表达一个控制过程, 对于顺序控制系统特别适用。

5) 高级语言。随着 PLC 技术的发展, 为了增强 PLC 的运算、数据处理及通信等功能, 以上编程语言无法很好地满足要求。近年来推出的 PLC, 尤其是大型 PLC, 都可用高级语言, 如 BASIC 语言、C 语言、PASCAL 语言等进行编程。采用高级语言后, 用户可以像使用普通微型计算机一样操作 PLC, 使 PLC 的各种功能得到更好的发挥。

二、PLC 的工作原理

1. 扫描工作原理

当 PLC 运行时, 是通过执行反映控制要求的用户程序来完成控制任务的, 需要执行众多的操作, 但 CPU 不可能同时去执行多个操作, 它只能按分时操作(串行工作)方式, 每一次执行一个操作, 按顺序逐个执行。由于 CPU 的运算处理速度很快, 所以从宏观上来看, PLC 外部出现的结果似乎是同时(并行)完成的。这种串行工作过程称为 PLC 的扫描工作方式。

用扫描工作方式执行用户程序时, 扫描是从第一条程序开始, 在无中断或跳转控制的情况下, 按程序存储顺序的先后, 逐条执行用户程序, 直到程序结束; 然后, 再从头开始扫描执行, 周而复始重复运行。

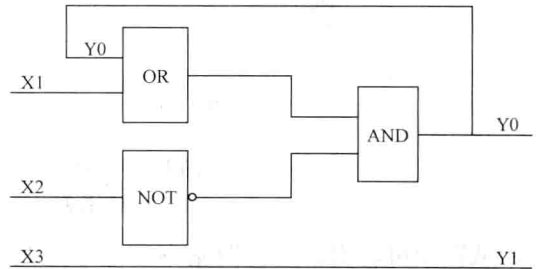


图 1-6 逻辑图语言编程