



PLC应用技术项目教程

(三菱FX_{2N})



高职高专机电类专业课改教材

PLC 应用技术项目教程

(三菱 FX_{2N})

主编 李锁牢

参编 李正伟 崔慧娟 党世红



西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书采用“项目导向、任务驱动、理实一体”的模式编写,遵循“以能力培养为核心,以技能训练为主线,以理论知识为支撑”的原则,突出 PLC 的实际应用,每个任务来源于实际生产的典型案例,重点介绍三菱 PLC 的工作原理和应用技术。

全书包括 6 个项目,分别是 PLC 的认识、PLC 的编程元件和基本逻辑指令、PLC 步进顺控指令及其应用、PLC 功能指令及其应用、PLC 模拟量控制和 PLC 通信模块等内容,在每个项目中又选取若干个典型任务。通过学习和训练,读者不仅能够掌握电气控制的基本知识和 PLC 指令系统,而且还能够掌握完成一个实际 PLC 控制系统的编程、安装和调试方法。

本书可作为高等职业技术学院和各类职业学校的机电、电气、电子类专业的教材,也可供相关工程技术人员参考使用。

本书配有电子教案,需要者可在出版社网站下载。

图书在版编目(CIP)数据

PLC 应用技术项目教程:三菱 FX_{2N}/李锁牢主编. —西安:西安电子科技大学出版社,2013.2
高职高专机电类专业课改教材

ISBN 978-7-5606-2976-6

I. ① P… II. ① 李… III. ① PLC 技术—高等职业教育—教材

IV. ① TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 016229 号

策 划 秦志峰

责任编辑 秦志峰

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西光大印务有限责任公司

版 次 2013 年 2 月第 1 版 2013 年 2 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 12

字 数 281 千字

印 数 1~3000 册

定 价 20.00 元

ISBN 978 - 7 - 5606 - 2976 - 6/TM • 0085

XDUP 3268001-1

如有印装问题可调换

前 言

可编程序控制器(PLC)是以微处理器为核心的通用工业自动化装置,它将传统的继电器控制技术与计算机技术、通信技术融为一体,代表了电气工程技术的先进水平。PLC 具有结构简单、功能完善、性能稳定、可靠性高、灵活通用、易于编程、使用方便、性价比高优点,因此,近年来在工业自动控制、机电一体化、改造传统产业等方面得到了广泛的应用,并被誉为现代工业生产自动化的三大支柱之一。目前,在高等职业院校的机电、电气类专业,PLC 技术已被列为重要的专业课程内容。

本书以教育部职业教育有关文件精神为指导,以培养学生 PLC 应用能力为核心,依据维修电工职业岗位的人才培养目标、专业知识结构和能力结构的教學要求,并结合编者多年的教学改革经验,采用“项目导向、任务驱动、理实一体”的编写模式,突出学生 PLC 应用能力的培养,按照任务教学的方式组织本书内容。全书包括 6 个项目,分别是 PLC 的认识、PLC 的编程元件和基本逻辑指令、PLC 步进顺控指令及其应用、PLC 功能指令及其应用、PLC 模拟量控制和 PLC 通信模块等内容。本书具有以下特点:

1. 教材编写理念先进,遵循“以能力培养为核心,以技能训练为主线,以理论知识为支撑”的编写思想,采用“项目导向、任务驱动、理实一体”的编写模式,以典型工作任务为载体,将理论知识融入学生需完成的实际任务中,力求把理论知识和实践技能有机融合,学以致用,从而激发学生的学习兴趣。

2. 在内容选取上,以“管用、适用、够用”为原则,基本按照“任务引入—任务分析—相关知识—任务实施—知识拓展”这一顺序进行编排。任务选取具有针对性、实用性和可操作性。

3. 内容安排恰当,由浅入深,由简单到复杂,由单一到综合,循序渐进,符合学生的认知规律;知识结构清晰,重点突出,图文并茂,文字精练,全书内容紧密结合维修电工职业技能鉴定应试的相关知识。

4. 符合本门课程教学及专业培养目标的要求,突出高职特色,强调基础、注重能力、突出应用,项目任务清晰合理,便于实施理实一体化教学和学生自学。

本书由咸阳职业技术学院李锁牢担任主编,负责全书的大纲拟订以及统稿工作。其中,项目一和项目二由李锁牢编写,项目三由咸阳职业技术学院党世红编写,项目四由江苏昆山登云科技职业学院李正伟编写,项目五和项目六由咸阳职业技术学院崔慧娟编写。

由于时间仓促和编者的水平有限,书中难免有不足之处,敬请广大读者批评和指正。

编 者
2012 年 9 月

目 录

项目一 PLC 的认识.....	1
一、PLC 的产生与定义	1
二、PLC 的特点、应用和分类	3
三、PLC 的基本组成及工作原理	7
四、PLC 的主要性能指标	13
五、PLC 产品简介	14
六、三菱 FX 系列 PLC 简介	15
七、编程软件 GX Developer 简介	22
习题	32
项目二 PLC 的编程元件和基本逻辑指令	33
任务一 PLC——三相异步电动机启停控制	33
任务二 PLC——楼梯照明控制程序设计	43
任务三 PLC——3 台电动机顺序启动控制程序设计	49
任务四 PLC——产品出入库数量监控程序设计	57
任务五 PLC——电动机单按钮启停控制程序设计	62
任务六 PLC——电动机 Y- Δ 降压启动控制程序设计	68
基本指令应用实训一 电动机正、反转的 PLC 控制	75
基本指令应用实训二 工作台自动往返的 PLC 控制	79
基本指令应用实训三 抢答器系统设计	84
基本指令应用实训四 十字路口交通灯控制	87
基本指令应用实训五 彩灯点亮的 PLC 控制	89
基本指令应用实训六 数码管循环点亮的 PLC 控制	92
习题	94
项目三 PLC 步进顺控指令及其应用	97
任务一 自动送料小车的运行控制	97
任务二 自动门控制程序设计	108
任务三 按钮式人行横道交通灯控制程序设计	114
步进顺控指令应用实训一 机械手的 PLC 控制	121
步进顺控指令应用实训二 组合钻床的 PLC 控制	123
习题	127

项目四 PLC 功能指令及其应用	129
任务一 自动送料小车控制	129
任务二 统计学生成绩系统设计	136
任务三 彩灯闪烁电路控制	139
任务四 计件包装系统控制	143
任务五 运输带的点动与连续混合控制	145
功能指令应用实训 花式喷泉系统设计	149
习题	152
项目五 PLC 模拟量控制	153
任务 水箱自动恒温控制系统	153
习题	160
项目六 PLC 通信模块	161
任务 三菱 FX _{2N} 系列 PLC 的 N:N 网络设置	161
习题	166
附录 A 三菱 FX _{2N} 系列 PLC 基本指令总表	167
附录 B 三菱 FX _{2N} 系列 PLC 功能指令总表	170
附录 C 三菱 FX _{2N} 系列 PLC 的特殊辅助继电器	179
参考文献	185



项目一

PLC 的认识

可编程序控制器(简称 PLC)是以微处理器为基础,综合了计算机技术、半导体技术、数字技术和网络通信技术发展起来的一种通用工业自动化控制装置。它具有体积小、功能强、程序设计简单、灵活通用、维护方便等一系列的优点,在机械、冶金、能源、化工、石油、交通、电力等领域中得到了越来越广泛的应用。PLC 技术已经成为工业自动化控制三大技术(PLC 技术、机器人、计算机辅助设计与分析)支柱之一。

本项目主要介绍 PLC 的产生、定义、特点、分类、基本结构、工作原理以及编程软件的使用等。

学习目标

知识目标

- (1) 了解 PLC 的产生、发展、特点和分类;
- (2) 掌握 PLC 的结构、原理及应用;
- (3) 掌握 GX Developer 编程软件的使用方法。

技能目标

- (1) 初步具有 PLC 的选型能力;
- (2) 能够认识 PLC 的硬件结构;
- (3) 会安装编程软件,并利用编程软件对 PLC 程序进行录入、编辑和调试等操作。

一、PLC 的产生与定义

(一) PLC 的产生

在可编程序控制器问世以前,工业控制领域中是以继电器控制占主导地位的。我们比较熟悉的继电器控制电路,能完成各种逻辑控制,实现弱电对强电的控制,因而得到了广泛的应用。但是继电器控制系统存在很多缺点,如设备体积大、开关动作慢、功能少、接线复杂、触点易损坏、改接麻烦、灵活性较差、可靠性低、故障检修困难且不方便等。此外,继电器控制系统对生产工艺多变的系统适应性差,一旦生产任务和工艺发生变化,就必须重新设计,并要改变硬件结构。现代社会制造工业竞争激烈,产品更新换代频繁,迫



切需要一种新的更先进的“柔性”的控制系统来取代传统的继电器控制系统。

20 世纪 60 年代,随着电子技术和计算机技术的发展,先后出现了用晶体管和中小规模集成电路构成的逻辑控制系统以及用小型计算机取代继电器控制系统,但由于小型计算机价格高昂,对恶劣的工业环境难以适应,其输入/输出信号与被控电路不匹配,再加上控制程序的编制困难,不像现在的梯形图那样易于被操作人员掌握,这一“瓶颈”阻碍了其进一步发展和推广应用。

1968 年,美国通用汽车公司(GM 公司)为了在每次汽车改型或改变工艺流程时不改动原有继电器柜内的接线,以便降低成本,缩短开发周期,提出了研制新型逻辑顺序控制装置,并提出了 10 项招标技术指标。其主要内容如下:

- (1) 编程简单,可在现场修改和调试程序;
- (2) 价格便宜,性价比高于继电器控制系统;
- (3) 可靠性高于继电器控制系统;
- (4) 体积小于继电器控制柜的体积,且能耗少;
- (5) 能与计算机系统数据通信;
- (6) 输入量是交流 115 V 电压信号(美国电网电压是 110 V);
- (7) 输出量是交流 115 V 电压信号、输出电流在 2 A 以上,能直接驱动电磁阀等;
- (8) 具有灵活的扩展能力;
- (9) 硬件维护方便,采用插入式模块结构;
- (10) 用户存储器容量至少在 4 KB 以上。

新要求的核心思想:用程序代替硬接线,输入/输出电平可与外部装置直接相联,且结构易于扩展。这就是 PLC 的雏形。

在这种思想的指导下,1969 年美国数字设备公司(DEC)研制出世界上第一台 PLC(PDP-14),并在 GM 公司汽车生产线上应用成功,这标志着 PLC 的诞生。

1969 年,美国研制出世界第一台 PLC(PDP-14);

1971 年,日本研制出第一台 PLC(DCS-8);

1973 年,德国研制出第一台 PLC;

1974 年,中国研制出第一台 PLC。

(二) PLC 的定义

PLC 在早期是一种开关逻辑控制装置,实际只能进行逻辑控制,所以被称为可编程序逻辑控制器(Programmable Logic Controller),简称 PLC。

随着计算机技术和通信技术的发展,PLC 采用微处理器作为其控制核心,它的功能已不再局限于逻辑控制的范畴。因此,1980 年美国电气制造协会(NEMA)将其命名为 Programmable Controller(PC),但为了避免与个人计算机(Personal Computer)的简称 PC 混淆,习惯上仍将其称为 PLC。

随着可编程控制器的不断发展,其定义也在不断变化。国际电工委员会(IEC)曾于 1982 年 11 月颁布了可编程控制器标准草案第一稿,1985 年 1 月发表了第二稿,1987 年 2 月又颁布了第三稿。1987 年颁布可编程控制器的定义:“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。它采用可编程序的存储器,用来在其内部存储



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”。

事实上，由于可编程控制技术的迅猛发展，许多新产品的功能已超出了上述定义。

(三) PLC 的发展方向

(1) 从技术上看，PLC 会向运算速度更快、存储容量更大、功能更广、性能更稳定、性价比更高的方向发展。

(2) 从规模上看，PLC 会进一步向超小型和超大型两个方向发展。一是朝着小型化、简易、廉价化方向发展，其体积减小，价格降低，可靠性不断提高；二是朝着大型化、标准化、系列化、智能化、高速化、大容量化、网络化方向发展，这将使 PLC 功能更强，可靠性更高，使用更方便，适用面更广。大型的 PLC 一般为多微处理器系统，有较大的存储能力和功能强劲的输入/输出接口。

(3) 从配套性上看，PLC 产品会向品种更丰富、规格更齐备的方向发展。

(4) 从标准上看，PLC 的通用信息、设备特性、编程语言等向 IEC1131 标准的方向发展。

(5) 从网络通信的角度看，PLC 将向网络化和通信的简便化方向发展。

二、PLC 的特点、应用和分类

(一) 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 的主要特点之一。在 PLC 内部有许多软继电器、软接点和软接线，控制功能主要由软件实现，外部硬件大大减少，同时还设置许多抗干扰措施，如屏蔽、滤波、隔离、故障诊断及自动恢复等，这些措施大大地提高了 PLC 的可靠性和抗干扰能力。从 PLC 的机外电路来说，使用 PLC 构成控制系统与同等规模的继电器接触器系统相比，电气接线及开关接点已减少到其数百分之一甚至数千分之一，这样故障率也就大大降低。

此外，PLC 采用的是循环扫描的工作方式，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。在一些高档的 PLC 中，还采用了双 CPU 模板并行工作的方式，即使其中一个 CPU 出现故障，系统也能正常工作，保证了系统极高的可靠性。例如三菱公司生产的 FX 系列 PLC 平均无故障工作时间高达 30 万小时，一些使用冗余 CPU 的 PLC 的平均无故障工作时间则更长。

2. 编程简单，使用方便

目前，PLC 都采用梯形图语言编程。梯形图语言和继电器接触器控制电路基本设计原理类似，形象直观、易学易懂，电气工程师和具有一定基础的技术操作人员都可以在短时间内学会，使用起来得心应手，当生产流程需要改变时，可以现场改变程序，使用方便、灵活。



例如, 小型三相异步电动机启停控制电路如图 1-1 所示。

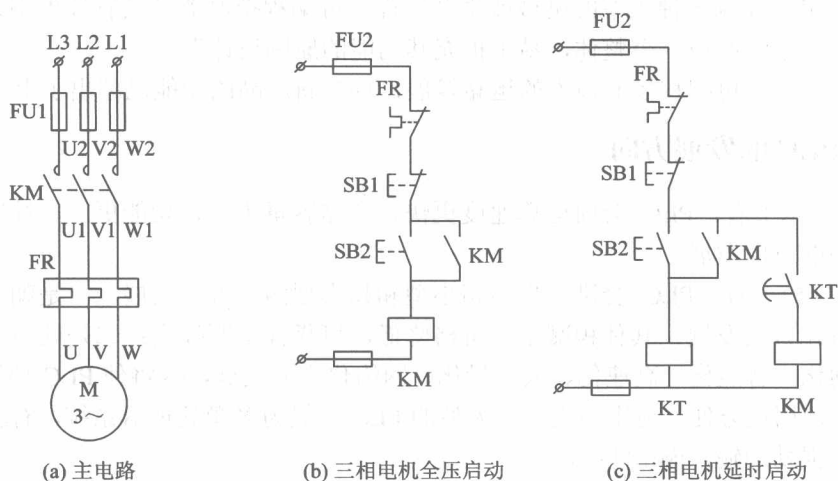


图 1-1 三相异步电机启停控制电路

从实例中看出, 继电器控制器的特点有:

- (1) 一旦控制要求改变, 继电器控制系统必须重新配线安装。
- (2) 大型的继电器控制电路接线更加复杂, 而且体积庞大。
- (3) 机械触点易损坏, 因而系统的可靠性较差, 检修工作相当困难。

若采用可编程控制器对三相电机进行直接启动和延时启动, 工作将变得轻松愉快, 硬件接线则更加简单清晰。用户只需要将输入设备如启动按钮 SB2、停止按钮 SB1、热继电器 FR 接到 PLC 的输入端口, 输出设备如接触器线圈 KM 接到 PLC 的输出端口, 再接上电源, 然后输入程序就可以了。图 1-2 所示为 PLC 控制电动机启停的硬件接线图。

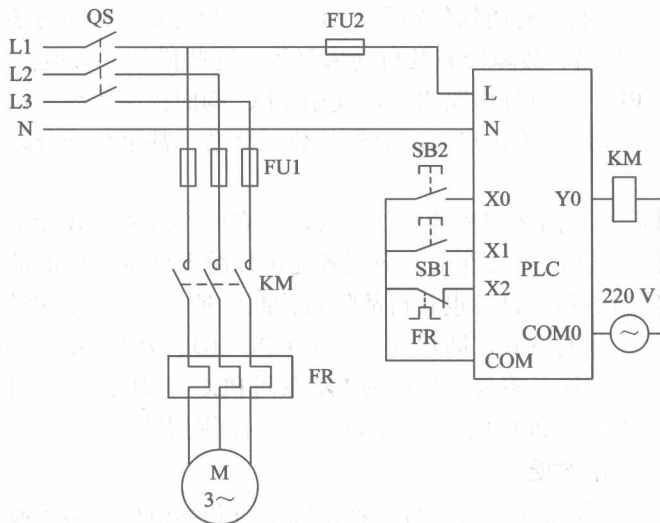


图 1-2 三相异步电动机的 PLC 控制硬件接线图



可以看出,两种方式启停电机的硬件接线图完全相同。

电动机直接启动的 PLC 控制程序图如图 1-3 所示。

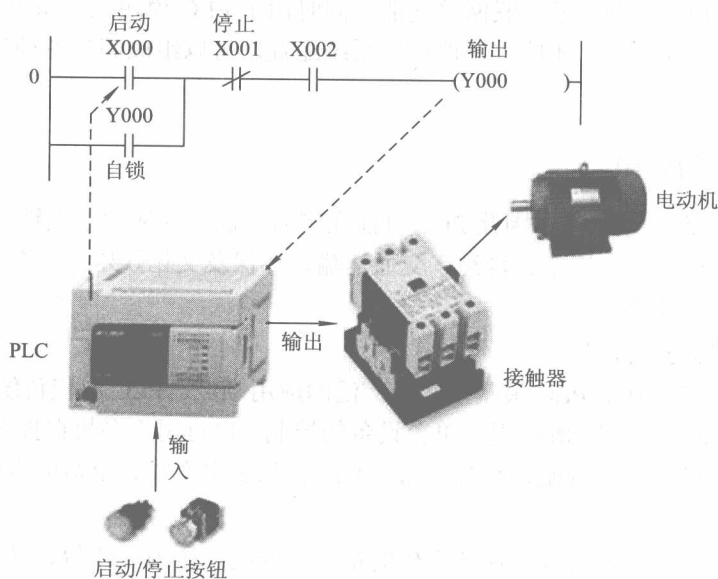


图 1-3 电动机直接启动的 PLC 控制程序图

电动机延时启动(5 s), 程序如图 1-4 所示。

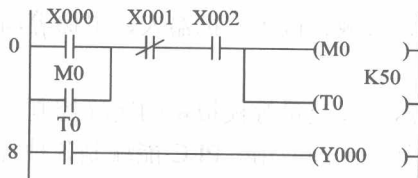


图 1-4 电动机延时启动的 PLC 控制程序图

比较图 1-1 和图 1-2, 可以看出, 它们的控制方式不同。继电器控制系统属于硬件连线控制方式, 按钮下达指令后, 通过继电器硬连线逻辑控制决定接触器是否得电, 从而控制电动机的工作状态。PLC 控制属于存储程序控制方式, 按钮下达指令后, 通过 PLC 程序控制逻辑决定接触器线圈是否得电, 从而控制电动机的工作状态。PLC 利用程序中的软继电器取代传统的物理继电器, 使控制系统的结构大大简化, 可靠性提高, 灵活性增强。

3. 适应范围广

目前可编程序控制器的产品已形成系列化、模块化, 具有各种数字量、模拟量的 I/O 接口, 能将生产现场的多种规格的直流、交流信号直接接入; 可编程序控制器输出接口在多数情况下也可以直接与各种执行器(继电器、接触器和电磁阀)等连接, 因此能方便地进行系统配置, 组成规模不同、功能不同的控制系统, 其适应能力强, 利用它可以控制一台单机自动化系统, 也可以控制一条生产线, 还可以组成一个复杂的集散控制系统。

4. 功能完善, 扩展能力强

PLC 内部有数量巨大的继电器类软元件, 可以实现继电接触器控制所不能实现的大规



模的开关量逻辑控制。现在的 PLC 不仅有逻辑运算、定时、计数、顺序控制、位置控制、过程控制、人机对话、自检、记录和显示等功能,而且还有 A/D 转换和 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 模块化、系列化,具有各种数字量、模拟量的 I/O 接口,还能方便地进行系统配置,可以组成满足各种生产需求的控制系统。

(二) PLC 的应用

由于 PLC 具有上述优点,因此 PLC 目前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。应用情况大致可归纳为如下几类:

1. 开关量的逻辑控制

开关量的逻辑控制是 PLC 最基本、最广泛的应用领域。PLC 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。PLC 厂家生产配套的 A/D 和 D/A 转换模块,使 PLC 可应用于模拟量控制。

3. 运动控制

PLC 可以用于圆周运动或直线运动的控制。世界上各主要 PLC 厂家的产品几乎都具有运动控制功能,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。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。PLC 能编制各种各样的控制算法程序,完成闭环控制。

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作比较,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 都具有通信接口,通信非常方便。

(三) PLC 的分类

目前,可编程序控制器的产品种类很多,其分类的方法主要有以下几种:



1. 根据 PLC 的 I/O 点数和储存容量分类

根据 PLC 的 I/O 点数多少和存储容量可以将 PLC 分为大型、中型和小型三个等级。

(1) 大型 PLC: I/O 点数在 2048 点以上的 PLC 称为大型 PLC。其中, I/O 点数超过 8192 点的为超大型 PLC。

(2) 中型 PLC: I/O 点数在 256~2048 之间, 用户程序容量一般为 2 K~8 K 字的 PLC 为中型 PLC。

(3) 小型 PLC: I/O 点数在 256 点以下, 用户程序储存其容量为 2K 字以下(1 K=1024, 储存一个 1 或 0 的二进制码称为 1 位, 1 字为 16 位)的 PLC 称为小型 PLC。其中, I/O 点数小于 64 点的 PLC 称为超小型或微型 PLC。有的 PLC 用步来衡量, 一步占用一个地址, 表示 PLC 可以存放多少用户程序。

2. 按照 PLC 的结构形状分类

根据 PLC 的结构形状可以将 PLC 分为整体式和模块式两种。

(1) 整体式 PLC: 将 PLC 的电源、中央处理器和输入、输出部分集中配置在一起, 有的甚至全部安装在一块印制电路板上, 装在一个箱体内。整体式 PLC 具有结构紧凑、体积小、重量轻而且价格低的特点, 其 I/O 点数固定, 使用不灵活。小型 PLC 一般采用整体式结构。

(2) 模块式 PLC: 将组成 PLC 的各个部分分成几个模块, 如电源模块、CPU 模块、输入模块和输出模块及各种功能模块, 模块式 PLC 由框架或基板和各种模块组成, 把模块插入框架或基板的插座上。这种结构的 PLC 具有配置灵活、装配方便、便于扩展等特点, 但是结构复杂、价格高。一般中型和大型 PLC 采用模块式结构。

3. 按照 PLC 的功能强弱分类

按 PLC 的功能强弱可以将 PLC 大致分为低档、中档和高档等三种。

(1) 低档 PLC: 除了具有逻辑运算、定时、计数、自诊断和监控等基本功能外, 还增设了少量模拟量的处理、算数运算、通信、数据比较和传送等功能, 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: 除了具有低档 PLC 机的功能外, 还具有较强的模拟量输入/输出、算数运算、通信、数据比较和传送、联网等功能, 适用于复杂的控制系统。

(3) 高档 PLC: 除了具备中档 PLC 的功能外, 还增设带符号算数和运算、矩阵运算、位逻辑运算和其他特殊函数的运算以及制表和表格传送功能, 高档 PLC 还具有模拟调节、联网通信、监视记录和打印等功能, 使 PLC 的功能更多、更强, 能进行远程控制, 大规模过程控制, 构成集散控制系统, 实现工厂自动化。

三、PLC 的基本组成及工作原理

(一) PLC 的基本组成

PLC 的基本组成包括硬件与软件两部分。

1. PLC 的硬件组成

PLC 的硬件组成包括中央处理器(CPU)、存储器(RAM、ROM)、输入/输出(I/O)接口、



编程设备、通信接口、电源和其他一些电路。PLC 的硬件结构框图如图 1-5 所示。

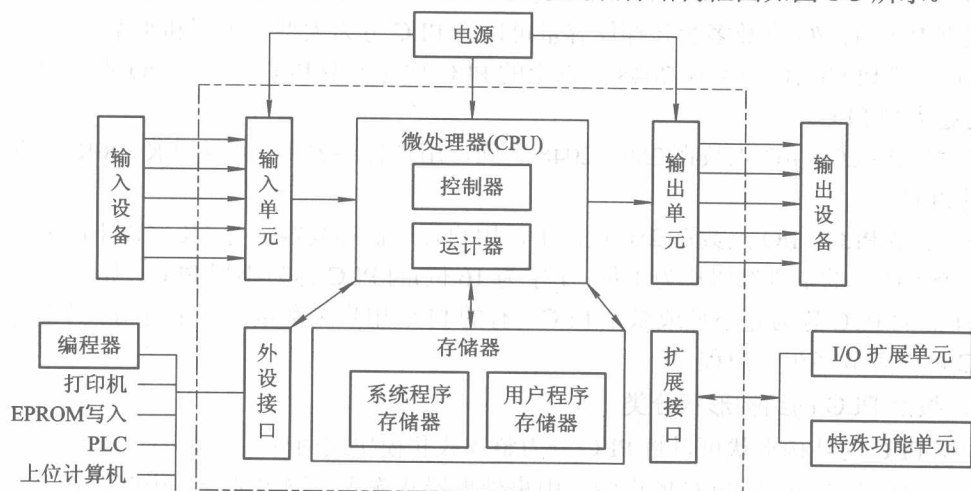


图 1-5 PLC 的硬件基本结构图

1) 中央处理单元

中央处理单元(CPU)是 PLC 的核心部件,整个 PLC 的工作过程都是在中央处理器的统一指挥和协调下进行的。CPU 的主要任务是在系统程序的控制下,完成逻辑运算、数学运算、协调系统内部各部分工作等,然后根据用户所编制的应用程序的要求去处理有关数据,最后再向被控对象送出相应的控制(驱动)信号。PLC 中所采用的 CPU 通常有三种:

- (1) 通用处理器:如 8086、80286、80386;
- (2) 单片机芯片:如 8031、8096;
- (3) 位片式微处理器:如 AMD-2900。

小型 PLC 多采用 8 位微处理器或单片机作为 CPU,中型 PLC 多采用 16 位微处理器或单片机作为 CPU,大型 PLC 多采用高速位片式微处理器作为 CPU。

2) 存储器

存储器是 PLC 用来存放系统程序、用户程序、逻辑变量及运算数据的单元。存储器的类型有可读/写操作的随机存储器 RAM 和只读存储器 ROM、PROM、EPROM 和 EEPROM。在 PLC 中,PLC 的软件系统由系统程序和用户程序组成。

3) 输入/输出接口

输入/输出(I/O)是 PLC 和工业控制现场各类信号连接的部件。PLC 通过输入接口把工业现场的状态信息读入,输入部件接收是从开关、按钮、继电器触点和传感器等输入的现场控制信号,通过用户程序的运算与操作,对输入信号进行滤波、隔离、电平转换等,把输入信号的逻辑值准确、可靠地传入 PLC 内部,并将这些信号转换成中央处理器能接收和处理的数字信号,把结果通过输出接口输出给执行机构。

PLC 通过输出接口,接收经过中央处理器处理后输出的数字信号,并把它转换成被控设备或显示装置所能接收的电压或电流信号,从而驱动接触器、电磁阀和指示器件等。

PLC 的等效电路如图 1-6 所示。

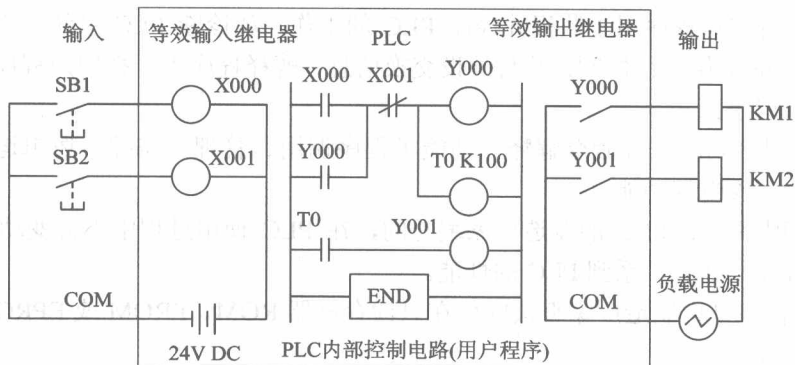


图 1-6 PLC 的等效电路

4) 电源模块

电源部件是把交流电转换成直流电源的装置,它向 PLC 提供所需要的高质量直流电源。可编程控制器电源包括各工作单元供电的开关稳压电源和掉电保护电源(一般为电池)。

PLC 电源与普通电源相比稳定性好、抗干扰能力强。许多 PLC 还向外提供直流 24 V 稳压电源,用于对外部传感器供电,但电流一般都不超过 100 mA。

5) 编程器

编程器是 PLC 必不可少的重要外围设备。它的主要作用是编辑、输入、检查、调试、修改用户程序,也可用来监视 PLC 的工作状态,或在线监控 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 不可缺少的设备。

6) 其他接口

其他接口包括外存储器接口、BEPPROM 写入器接口、A/D 转换接口、D/A 转换接口、远程通信接口、与计算机相连的接口、打印机接口、与 CRT 相连的接口等。通信与扩展接口的连接实例如图 1-7 所示。

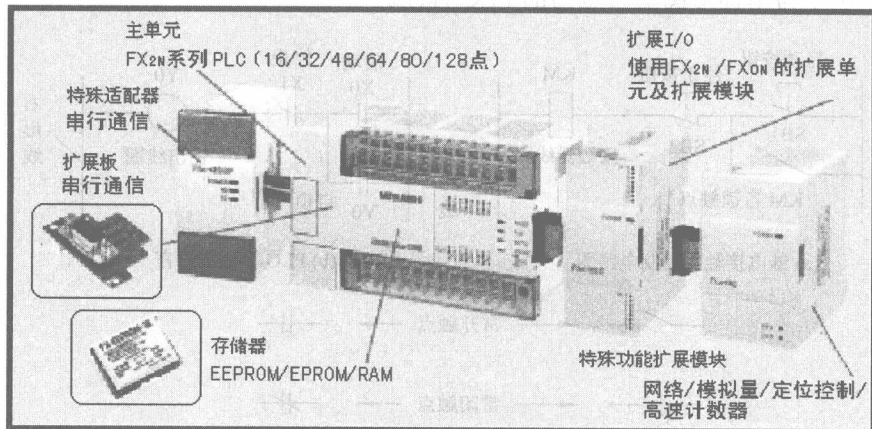


图 1-7 通信与扩展接口

2. PLC 的软件组成

1) 系统程序

系统程序是 PLC 赖以工作的基础,采用汇编语言编写。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,并与外设交换信息;解释程序用于把用户程序解释成微处理器能执行的程序。

(1) 系统程序完成系统命令解释、功能子程序调用、管理、监控、逻辑运算、通信、各种参数设定、诊断等功能。

(2) 系统程序是由 PLC 的制造厂家编写的,在 PLC 使用过程中不会变动,它和 PLC 的硬件组成有关,并且关系到 PLC 的性能。

(3) 系统程序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

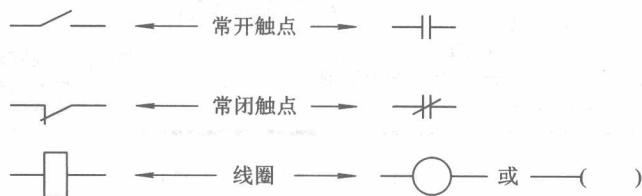
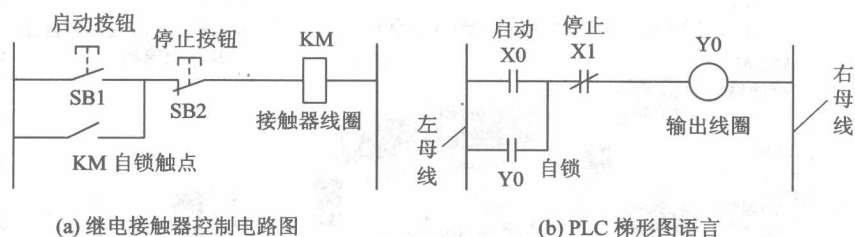
用户程序又称为应用程序,是用户为完成某一特定任务利用 PLC 的编程语言而编制的程序。用户程序通过编程器输入到 PLC 的用户存储器中,通过 PLC 的运行而完成这一特定的任务。

3) 编程语言

1994 年 5 月,国际电工委员会公布了 PLC 常用的 5 种编程语言:顺序功能图、梯形图、指令表、功能块图和高级语言。其中,用的最多的是顺序功能图、梯形图和指令表等 3 种编程语言。

(1) 梯形图(Ladder Diagram)编程语言。梯形图编程语言是类似于继电器控制电路的一种编程语言,是在传统继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,它与电器控制线路图相似,继承了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,它面向控制过程,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。

图 1-8 所示为用梯形图语言编写的 PLC 程序。



(c) 电路图(左图)与对应的梯形图(右图)的符号比较

图 1-8 继电器控制与梯形图对应关系



图中左、右母线类似于继电器接触器控制图中的电源线,输出线圈类似于负载,输入触点类似于按钮。梯形图由若干梯级组成,每个梯级是一个因果关系。在梯级中,触点表示逻辑输入条件,如外部的开关、按钮和内部条件等;线圈通常代表逻辑结果,用来控制外部的指示灯、接触器和内部的输出标志位等。梯形图自上而下排列,每个梯级起于左母线,经触点、线圈,止于右母线。右母线也可以不画。

(2) 指令表(Sequential Function Chart)编程语言。指令表编程语言是以 LD、ANI、OUT 等基本指令或功能指令助记符输入的方法。与图 1-8 梯形图对应的指令表编程语言如图 1-9 所示。

步序号	指令代码	操作元件	注 释
0	LD	X0	从左母线取 X0
1	OR	Y0	X0 并联 Y0
2	ANI	X1	串常开触点 X1
3	OUT	Y0	输出 Y0

图 1-9 PLC 指令表编程语言

(3) SFC(Sequential Function Chart)顺序功能图编程语言。SFC 顺序功能图编程语言是应用步进指令和状态器进行编程的方法,一般是在顺序控制时应用,如图 1-10 所示。在应用步进指令编程时,一般是先根据控制要求画出 SFC 流程图,再根据流程图转化成梯形图。

(4) 功能模块图(Function Block)编程语言。功能模块图语言是与数字逻辑电路类似的一种 PLC 编程语言。如图 1-11 所示,采用功能模块图的形式来表示模块所具有的功能,不同的功能模块有不同的功能。

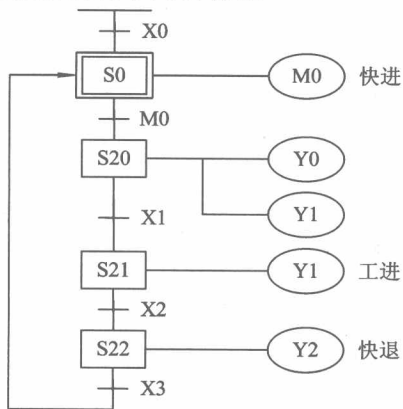


图 1-10 顺序功能图编程语言

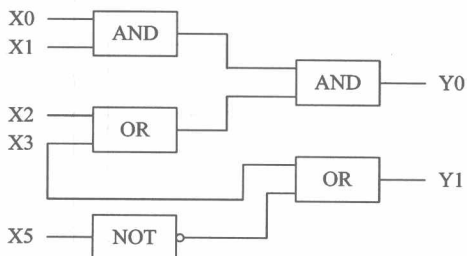


图 1-11 功能模块图编程语言

功能模块图程序设计语言的特点:以功能模块为单位,分析理解控制方案简单容易;功能模块是用图形的形式表达功能,直观性强,对于具有数字逻辑电路基础的设计人员来说,是一种很容易掌握的编程方法;对规模大、控制逻辑关系复杂的控制系统,由于功能模块图能够清楚表达功能关系,因此使编程调试的时间可以大大缩短。

(5) 结构化文本(Structured Text)编程语言。结构化文本语言是用结构化的描述文本来描述程序的一种编程语言。它是类似于高级语言的一种编程语言。在大、中型的 PLC 系统中,常采用结构化文本来描述控制系统中各个变量的关系。主要用于其他编程语言较难实现的用户程序编制。