



基于工作过程导向的“十三五”规划立体化教材
高等职业教育机电一体化及电气自动化专业教材

PLC技术及应用

(三菱)

◎主编 张虹 方鹭翔 彭勇

PLC JISHU
JIYINGYONG



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>



基于工作过程
高等职业教育教材

立体化教材
化专业教材

PLC技术及应用

(三菱)

◎主 编 张 虹 方鸢翔 彭 勇
◎副主编 沈一凇 伍向东 周惠芳
姜 慧 郝 琳
◎参 编 左 可 张龙慧 刘 珊
贺晶晶 邓 鹏 赵 君
袁 泉 裴 琴



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

PLC 技术及应用/张虹,方莺翔,彭勇主编. —武汉:华中科技大学出版社,2017.8
ISBN 978-7-5680-2099-2

I. ①P… II. ①张… ②方… ③彭… III. ①PLC 技术-高等学校-教材 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 183893 号

PLC 技术及应用

PLC Jishu ji Yingyong

张 虹 方莺翔 彭 勇 主编

策划编辑:倪 非

责任编辑:段亚萍

责任监印:朱 玢

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编:430223

录 排:匠心文化

印 刷:武汉市籍缘印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:13

字 数:323 千字

版 次:2017 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:32.00 元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

可编程控制器(PLC)是以微处理器为核心技术的通用工业自动化控制装置,在工业自动化控制、机电一体化等方面广泛应用,而这就需要培养一大批高素质技术技能型人才,这些人才不但要能掌握 PLC 技术理论知识,而且要具有动手能力、工程实践能力与创造能力。因此,本书通过对 PLC 工程技术的工作岗位进行分析,将岗位核心能力由浅入深分解为五个课题、若干个任务。本书在编写过程中,贯彻以下原则。

1. 从岗位需求分析入手,按照国家职业标准《维修电工》《可编程序控制系统设计师》,并参照电气自动化技术专业技能抽查要求,精选工作任务,强调专业职业技能训练。

2. 在编写思想上,以技能训练为主线,以理论知识为支撑。因此,按照“课题、任务”的编写模式,任务分为“任务提出”“任务分析”“相关知识”“任务实施”“任务总结”“思考与练习”等几个阶段,由实际工作任务引入,通过分析引出相关知识和技能。

3. 从中、高职学生的学习特点和认知规律出发,对基本知识和方法的论述多用图表形式,降低自学难度,引导学生主动学习。

4. 内容紧随技术和经济的发展而更新,及时引入新技术、新设备、新工艺和新案例等,同时注重加强信息化教学资源建设,提高教学服务水平。

本书由湖南电气职业技术学院张虹、方鸢翔和彭勇担任主编;湄洲湾职业技术学院沈一凇,湖南电气职业技术学院伍向东、周惠芳、姜慧,许昌电气职业学院郝琳担任副主编。其中,张虹、方鸢翔、彭勇编写课题一、课题三和课题五,沈一凇、姜慧编写课题四,伍向东、周惠芳、郝琳编写课题二。

本书可供各大中专院校机电专业师生学习、提高使用,也能为机电专业等相关工程技术人员提供部分参考。由于编者水平有限,书中难免存在错误和不当之处,欢迎广大读者批评指正,并及时向我们反馈质量信息。

编者

2017 年 7 月

课题一 PLC 基础知识	(1)
任务一 认识 PLC	(2)
任务二 认识 PLC 工作原理	(9)
任务三 PLC 控制三相异步电动机连续运行	(14)
课题二 PLC 基本指令的应用	(25)
任务一 三相异步电动机正反转运行	(26)
任务二 三相异步电动机 Y- Δ 降压启动	(32)
任务三 顺序相连的传送带控制系统	(37)
任务四 基本逻辑指令的应用	(42)
任务五 自动包装机控制系统	(49)
任务六 风机监视系统	(53)
任务七 运料小车往返运行控制	(57)
课题三 PLC 顺序控制法的编程和应用	(61)
任务一 LED 音乐喷泉的 PLC 控制	(62)
任务二 组合机床的 PLC 控制	(70)
任务三 液体混合装置的 PLC 控制	(76)
任务四 自动门的 PLC 控制	(81)
任务五 工业机械手的 PLC 控制	(87)
任务六 十字路口交通灯的 PLC 控制	(92)
任务七 组合钻床的 PLC 控制	(103)
任务八 大小球分拣系统的 PLC 控制	(110)
课题四 功能指令及应用	(117)
任务一 传送与比较指令及应用	(118)
任务二 算术、逻辑运算指令及应用	(129)
任务三 循环移位指令及应用	(138)
任务四 数据处理指令及应用	(148)
任务五 时钟计算指令及应用	(156)

课题五 PLC 通信及其应用	(161)
任务一 熟悉 PLC 通信的基本知识	(162)
任务二 了解 PLC 的数据通信接口	(166)
任务三 PLC 的并行通信	(174)
任务四 PLC 的 $N:N$ 通信	(180)
任务五 了解 PLC 与变频器的通信控制基本知识	(188)
任务六 PLC 与变频器的通信控制	(197)
参考文献	(202)

课题一

PLC 基础知识

知识目标

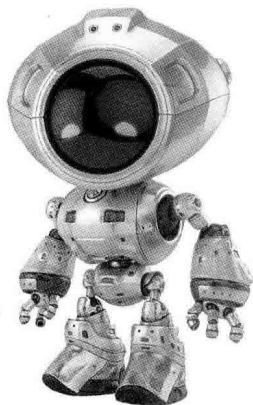
通过学习,你需要

1. 了解 PLC 的基本概念;
2. 掌握 PLC 的内部结构及各部分功能;
3. 掌握 PLC 的工作原理;
4. 掌握继电器控制系统与 PLC 控制系统的联系与区别。

技能目标

通过操作,你能够

1. 利用编程软件 GX Developer 的工具栏、菜单命令等编辑梯形图程序;
2. 连接 PLC 与计算机,将梯形图程序写入 PLC,并对录入的程序进行调试;
3. 将“启-保-停”编程方法应用于灯光控制、电动机连续运行。



任务一 认识 PLC

任务提出

1. PLC 的硬件组成包括哪些部分？各部分有何特点？其作用是什么？
2. PLC 数字量的输出接口电路有几种类型？如果要驱动交流负载，应选择哪种类型？

相关知识

可编程逻辑控制器(programmable logic controller, PLC)简称可编程控制器,它以微处理器为基础,是综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术发展起来的一种通用工业自动控制装置。PLC 具有体积小、功能强、程序设计简单、灵活通用等优点,而且具有高可靠性和较强的适应恶劣工业环境的能力,是实现工业生产自动化的支柱产品之一。

一、PLC 的产生和应用

从 20 世纪 20 年代起,人们已经将继电器控制系统应用于工业自动化领域中,并在很长时间内占据着主导地位,但是传统的继电器控制系统存在体积大、可靠性低、查找和排除故障困难等缺点,特别是其接线复杂、不易更改,对生产工艺变化的适应性较差。一种新型的装置,一项先进的应用技术,总是根据工业生产的实际需要产生的。为了打破传统继电器控制系统的束缚,适应市场竞争的要求,1968 年,美国通用汽车公司(GM 公司)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,希望能有一种新型工业控制器,它能做到尽可能地减少重新设计、更新电气控制系统及接线,以降低成本,缩短周期。于是就设想将计算机功能强大、灵活、通用性好等优点与继电器控制系统简单易懂、价格便宜等优点结合起来,制成一种通用控制装置,而且这种装置采用面向控制过程、面向问题的“自然语言”进行编程,使不熟悉计算机的电气控制人员也能很快掌握使用。

当时,GM 公司提出以下十项设计标准:

- (1) 编程简单,可在现场修改程序。
- (2) 维护方便,采用模块式结构。
- (3) 可靠性高于继电器控制柜。
- (4) 体积小于继电器控制柜。
- (5) 成本可与继电器控制柜竞争。
- (6) 可将数据直接送入计算机。
- (7) 可直接使用市电交流输入电压。
- (8) 输出采用市电交流电压,能直接驱动电磁阀、交流接触器等。
- (9) 通用性强,扩展方便。
- (10) 能存储程序,存储器容量可以扩展到 4 KB。

1969 年,美国数字设备公司(DEC)研制出第一台 PLC PDP-14,并在美国通用汽车公司自动装配线上试用,获得成功。这种新型的电控装置由于优点多、缺点少,很快就在美国得到了推广应用。1971 年,日本从美国引进这项技术并研制出日本第一台 PLC。1973 年,德国西门子公司研制出欧洲第一台 PLC。我国 1974 年开始研制,1977 年开始工业应用。

国际电工委员会(IEC)在 1987 年 2 月颁布的可编程控制器标准草案的第三稿中将 PLC 定义为:“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、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设备,都应按易于与工业系统连成一个整体、易于扩充其功能的原则设计。”

实际上,现在 PLC 的功能早已超出了它的定义范围。现在 PLC 主要应用于开关量逻辑控制、运动控制、闭环过程控制、数据处理和通信联网等。图 1-1 所示为 PLC 的通信联网示意图,图 1-2 和图 1-3 所示为 PLC 的两个应用实例。

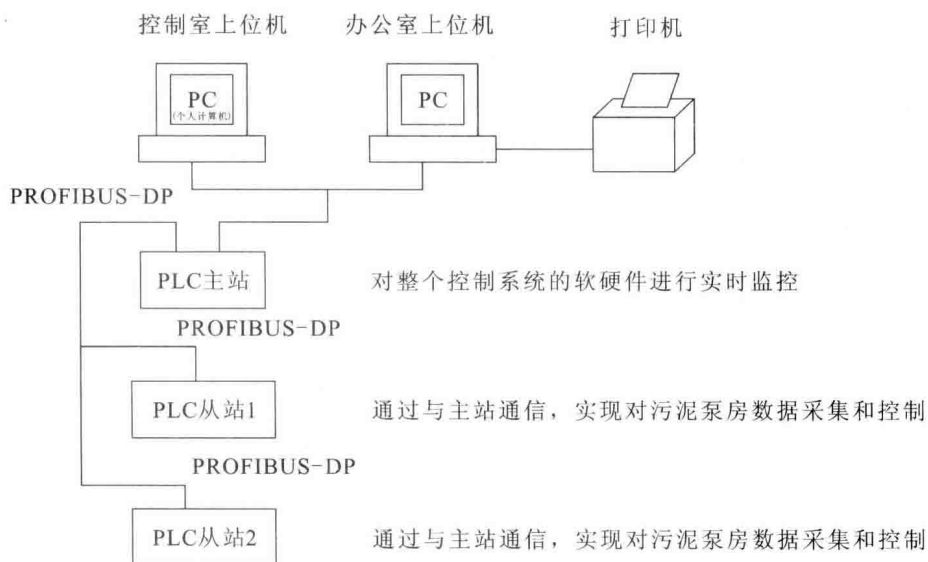


图 1-1 PLC 的通信联网示意图

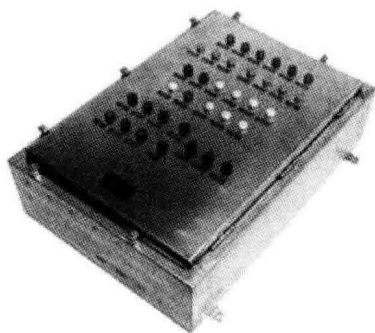


图 1-2 选用 GE 公司 PLC 的某开关量控制盘

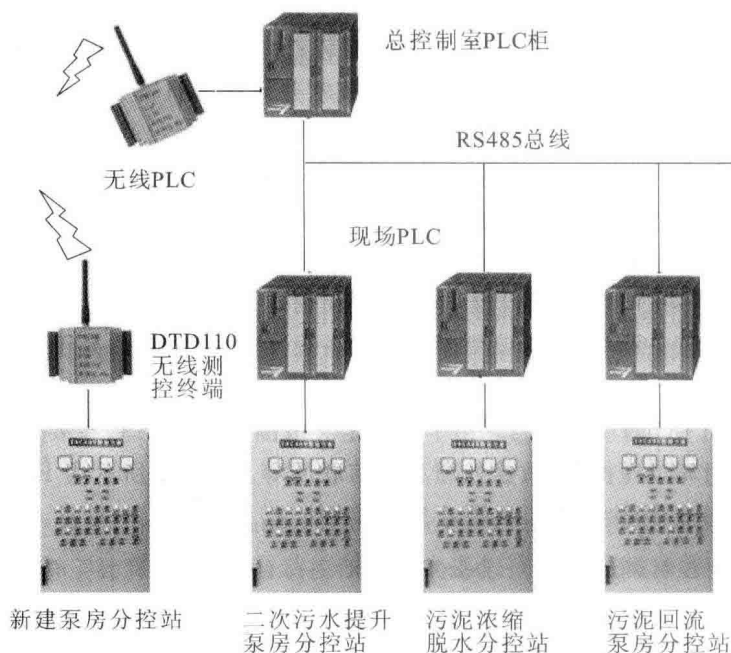


图 1-3 选用西门子公司 PLC 的污水处理控制柜

二、PLC 的功能及特点

1. 高可靠性

所有的 I/O 接口电路均采用光电隔离,使工业现场的外电路与 PLC 内部电路之间从电气上隔离。各输入端均采用 R-C 滤波器,其滤波时间一般为 10~20 ms。各模块均采用屏蔽措施,以防止辐射干扰。采用性能优良的开关电源,并对采用的器件进行严格的筛选。良好的自诊断功能,一旦电源或其他软硬件发生异常情况,CPU 立即采用有效措施,以防止故障扩大。大型 PLC 还可以采用由双 CPU 构成的冗余系统或由三 CPU 构成的表决系统,使可靠性进一步提高。

2. 丰富的 I/O 接口模块

PLC 针对不同的工业现场信号,如交流或直流、开关量或模拟量、电压或电流、脉冲或电位、强电或弱电等,有相应的 I/O 接口模块与工业现场的器件或设备,如按钮、行程开关、接近开关、传感器及变送器、电磁线圈、控制阀等直接连接。

另外,为了提高操作性能,它还有多种人机对话的接口模块;为了组成工业局部网络,它还有多种通信联网的接口模块等。

3. 采用模块化结构

为了适应各种工业控制需要,除了单元式的小型 PLC 以外,绝大多数 PLC 均采用模块化结构。如 CPU、电源、I/O 接口等均采用模块化设计,由机架及电缆将各模块连接起来,系统的规模和功能可根据用户的需要自行组合。

4. 编程简单易学

PLC 的编程大多采用类似于继电器控制线路的梯形图形式,对于使用者来说,不需要具

备专门的计算机知识,因此很容易被一般工程技术人员所理解和掌握。

5. 安装简单,维修方便

PLC 不需要专门的机房,可以在各种工业环境下直接运行。使用时只需将现场的各种设备与 PLC 相应的 I/O 接口相连接,即可投入运行。各种模块上均有运行和故障指示装置,便于用户了解运行情况和查找故障。

PLC 采用了模块化结构,一旦某模块发生故障,用户可以通过更换模块的方法使系统迅速恢复运行。

三、PLC 的分类

1. 按结构形式分类

PLC 根据结构形式不同,可分为整体式 PLC 和模块式 PLC。

1) 整体式 PLC(单元式、箱体式)(小型)

微型 PLC 一般采用整体式结构。其特点是将电源、CPU、存储器、I/O 安装在一个标准机壳内,组成一个 PLC 的基本单元(主机)。基本单元上设有 I/O 扩展单元接口、通信接口等,可以和扩展单元模块相连接。小型机系统还提供许多特殊功能模块,如 I/O 模块、通信模块等。通过不同的配置,可完成不同的控制任务。

整体式 PLC 的特点:结构紧凑,体积小,价格低,容易装配在工业控制设备的内部,适于生产机械的单机控制。

2) 模块式 PLC(积木式)(中、大型)

中、大型 PLC 多采用模块式结构,模块式结构的 PLC,各个功能部分做成独立模块,如电源模块、CPU 模块、I/O 模块、各种功能模块等,使用时将这些模块插在导轨基架上即可。

模块式 PLC 的特点:配置灵活,装配维护方便,易于扩展。

2. 按 I/O 点数和存储器容量分类

PLC 按 I/O 点数的多少可分为 3 类:小型机、中型机和大型机。

1) 小型机(I/O 点数小于 128 点,存储器 2 KB 步)

小型机一般以开关量的逻辑控制为主,其 I/O 点数在 128 点以下。小型机主要应用于逻辑控制、定时、计数、顺序控制,也具有一定的通信能力和模拟量处理功能。其特点是价格低廉、体积小,适用于单机设备。

2) 中型机(I/O 点数在 128~2048 点,存储器 2~8 KB 步)

中型机具有逻辑运算、算术运算、数据传送、中断、数据通信、模拟量处理等功能。它不仅具有较强的开关量控制能力,而且通信能力和模拟量处理功能也更强大。其指令群更丰富,适用于复杂的逻辑控制及连续生产线的过程控制。

3) 大型机(I/O 点数大于 2048 点,存储器大于 8 KB 步)

大型机的程序存储器和数据寄存器容量可达到 10 MB,其性能已经与工业控制计算机相当。它具有数据运算、模拟调节、联网通信、监视记录、打印等功能,还有强大的网络结构和通信联网能力。它的监视系统能够表示过程的动态流程,记录各种曲线、PID 调节参数等。它还可以构成多功能控制系统,可以与其他型号的控制器的相连,和上位机相连,组成集散控制系统。大型机适用于大规模控制、自动化网络控制、过程监控等系统。

四、PLC 的硬件组成

PLC 是一种为工业控制而设计的专用计算机。PLC 主要由 CPU 模块、输入模块、输出模块、电源和编程设备组成, CPU 模块通过输入模块将外部控制现场的控制信号读入 CPU 模块的存储器中, 经过用户程序处理后, 再将控制信号通过输出模块来控制外部的执行机构。图 1-4 所示为 PLC 控制系统的示意图。

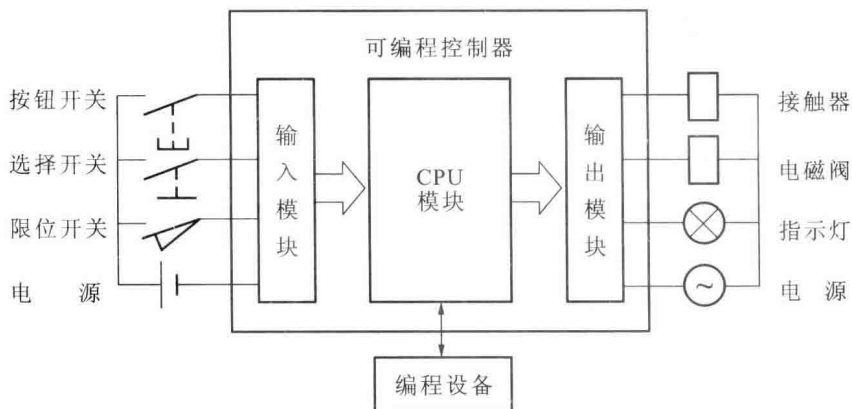


图 1-4 PLC 控制系统的示意图

1. CPU 模块

PLC 的 CPU 模块由 CPU 芯片和存储器组成。

1) CPU 芯片

CPU 芯片是 PLC 的核心部件, 整个 PLC 的工作过程都是在 CPU 的统一指挥和协调下进行的, CPU 的主要任务有:

- (1) 接收从编程软件或编程器输入的用户程序和数据, 并存储在存储器中。
- (2) 用扫描方式接收现场输入设备的状态和数据, 并存入相应的数据寄存器或输入映像寄存器。
- (3) 监测电源、PLC 内部电路工作状态和用户程序编制过程中的语法错误。
- (4) 在 PLC 的运行状态执行用户程序, 完成用户程序规定的各种算术逻辑运算、数据的传输和存储等。
- (5) 按照程序运行结果, 更新相应的标志位和输出映像寄存器, 通过输出部件实现输出控制、制表打印和数据通信等功能。

2) 存储器

PLC 的存储器有两种, 即存放系统程序的系统程序存储器和存放用户程序的用户程序存储器。

(1) 系统程序存储器。

系统程序存储器用只读存储器 (ROM、PROM、EPROM、EEPROM) 实现, 具有掉电保持功能。系统程序存储器主要用来存放 PLC 的系统程序, 系统程序是 PLC 生产厂家固化在 ROM 中的, 用户不能更改。

(2) 用户程序存储器。

用户程序存储器一般用随机存储器(RAM)实现,以方便用户修改程序,为了使 RAM 中的信息不丢失,RAM 都有后备电池。固定不变的用户程序和数据也可固化在只读存储器中。

2. 输入/输出接口

PLC 的输入/输出信号类型可以是开关量,也可以是模拟量。PLC 与工业过程相连接的接口即为输入/输出接口(I/O 接口),对 I/O 接口有两个要求:一是接口有良好的抗干扰能力,二是接口能满足工业现场各类信号的匹配要求。所以,接口电路一般都包含光电隔离电路和 RC 滤波电路。PLC 生产厂家根据不同的接口设计了不同的接口单元,主要有以下几种。

1) 开关量输入/输出接口

(1) 开关量输入接口。

开关量输入接口电路的作用是将现场的开关量信号变成 PLC 内部处理的标准信号。开关量输入接口电路通常有两类:一类为直流输入接口电路,如图 1-5 所示;另一类为交流输入接口电路,如图 1-6 所示。直流输入接口电路中所用的电源,一般由 PLC 内部的电源供给, $K_0 \sim K_7$ 为现场外接开关,内部电路中的 R_1 为限流电阻, R_2 和 C 构成滤波电路,可滤掉输入信号中的高频抖动部分,保证光电隔离器工作的可靠性。发光二极管 LED_0 为输入状态指示灯。例如,当输入开关 K_0 闭合时,经 R_1 、 LED_0 和 VT_0 构成通路,输入指示灯 LED_0 亮,同时光电耦合器 VT_0 饱和导通, X_0 输出高电平;当输入开关 K_0 断开时,电路不通, LED_0 不亮, VT_0 不导通, X_0 为低电平,无信号输入。交流输入接口电路的电源一般由外部电源供给,输入的交流信号经整流后得到直流,再驱动光电耦合器。光电耦合电路的关键器件是由发光二极管和光电三极管组成的光电耦合器,具有抗干扰及产生标准信号的作用。

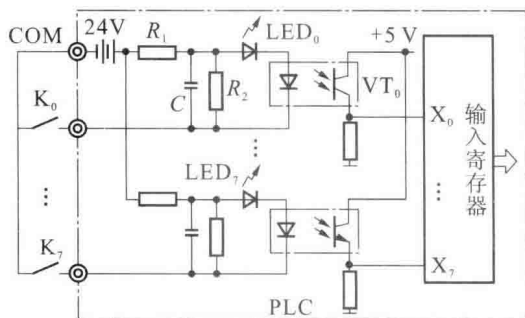


图 1-5 开关量直流输入接口电路

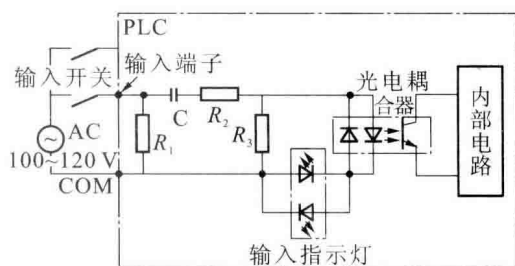


图 1-6 开关量交流输入接口电路

(2) 开关量输出接口。

开关量输出接口电路的作用是将 PLC 的输出信号传送到用户输出设备(负载),开关量输出接口电路可分为三类:直流输出接口电路(见图 1-7)、交直流输出接口电路(见图 1-8)和交流输出接口电路(见图 1-9)。按输出开关器件的种类不同,开关量输出接口电路也可分为三类:晶体管输出型、继电器输出型、双向晶闸管输出型。每一种输出接口电路都采用了电气隔离技术,电源都由外部提供,输出电流一般为 $0.5 \sim 2$ A,这样的负载容量一般可以直接驱动一个常用的接触器线圈或电磁阀。

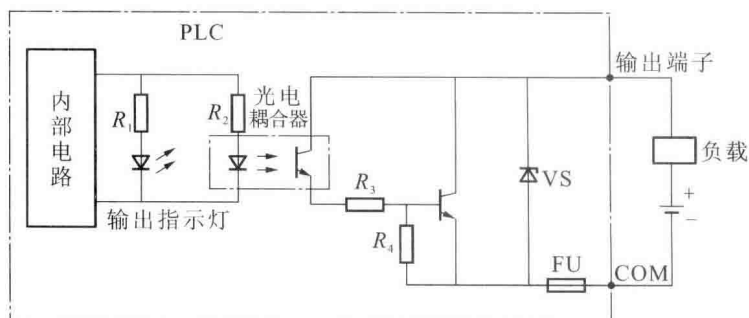


图 1-7 直流输出接口电路（晶体管型）

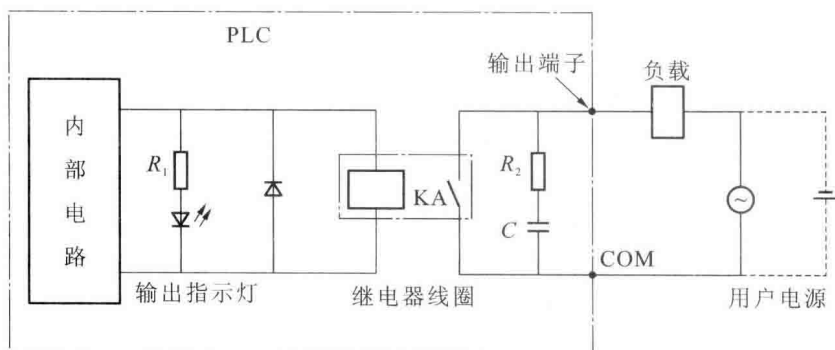


图 1-8 交直流输出接口电路（继电器型）

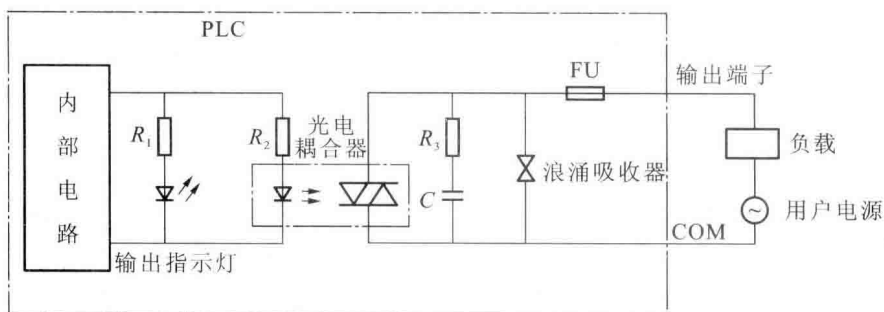


图 1-9 交流输出接口电路（双向晶闸管输出型）

(3) 对于输出接口电路应当注意以下几点：

- ① 各类输出接口电路中都具有隔离耦合电路。
- ② 输出接口电路本身都不带电源，而且在考虑外驱动电源时，还需考虑输出器件的类型。
- ③ 继电器型的输出接口电路可用交流及直流两种电源，但接通与断开的频率低。
- ④ 晶体管型的输出接口电路有较高的接通、断开频率，但只适用于直流驱动场合。
- ⑤ 双向晶闸管输出型的输出接口电路仅适用于交流驱动场合。

2) 模拟量输入/输出接口

(1) 模拟量输入接口。

模拟量输入接口的任务是把现场连续变化的模拟量标准信号转换成适合 PLC 内部处理的由若干位二进制数字表示的信号。

(2) 模拟量输出接口。

模拟量输出接口的任务是将 PLC 运算处理后的若干位数字量信号转换为相应的模拟量信号输出。模拟量输出接口电路一般由光电隔离、D/A 转换和信号驱动等环节组成。

3. 电源单元

PLC 的电源分成两大类:外部工作电源和内部开关电源。PLC 的外部工作电源一般使用 220 V 的交流电源或 24 V 直流电源。PLC 的内部开关电源为 PLC 的中央处理器、存储器等电路提供的 5 V、±12 V、24 V 等直流电源。

4. 外部设备及接口

PLC 的外部设备主要包括编程器、盒式磁带机、打印机、EPROM 写入器等。因为编程器的功能简单和操作不便,现在大多数的 PLC 生产厂家已经不再提供编程器,取而代之的是能在 PC 上运行的基于 Windows 的编程软件。使用编程软件不仅可以编辑和下载用户程序,还可实现实时监控,功能非常强大。

为了便于 PLC 的功能扩展,系统还设置了 I/O 扩展单元接口,通过数据线可与 I/O 扩展单元模块相连接。除此之外,为了实现“人一机”或“机—机”之间的对话,大部分 PLC 都配有通信接口,通过通信接口可与显示设定单元、触摸屏、打印机相连,提供方便的人机交换途径;也可与其他 PLC、计算机及现场网络总线相连,组成多机系统或工业网络系统。

任务二 认识 PLC 工作原理

任务提出

PLC 的工作方式有何特点? 它的工作过程分为哪几个阶段? 每个阶段完成哪些任务?

相关知识

PLC 是一种专用的工业控制计算机,其工作原理是建立在计算机控制系统工作原理基础上的,为了可靠地应用在工业环境下,并便于现场电气技术人员的使用和维护,它设有大量的接口器件、特定的监控软件和专用的编程器件。

一、PLC 的工作原理

PLC 用户程序的执行采用循环扫描工作方式。它有两种基本的工作模式:运行(RUN)模式和停止(STOP)模式,如图 1-10 所示。

1. 停止模式

在停止模式下,PLC 只进行内部处理和通信服务工作。在内部处理阶段,PLC 检查 CPU 模块内部的硬件是否正常,进行监控定时器复位等工作。在通信服务阶段,PLC 与其

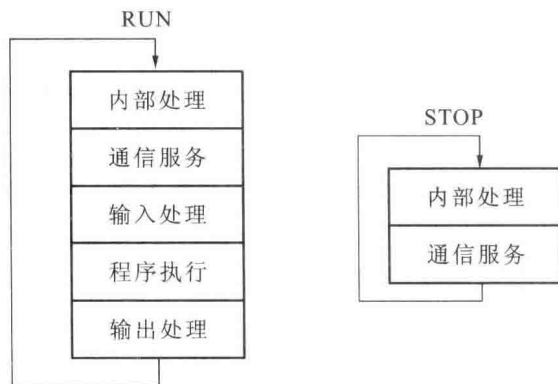


图 1-10 PLC 基本的工作模式

他的带 CPU 的智能装置通信。

2. 运行模式

在运行模式下,PLC 要完成输入采样、程序执行和输出刷新等三个阶段的工作,如图 1-11 所示。

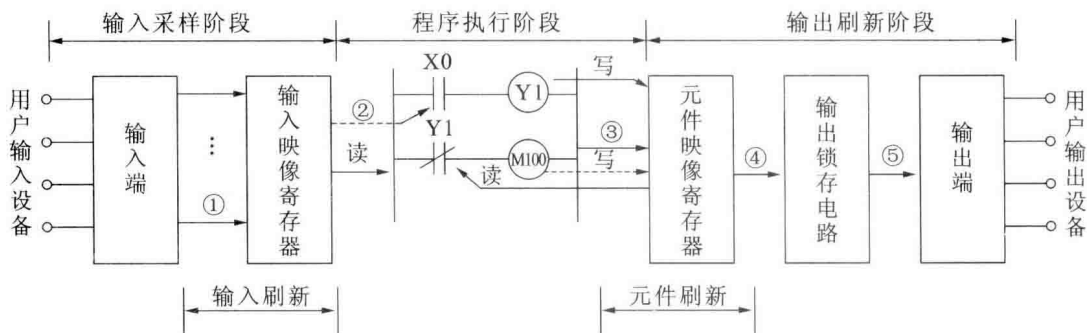


图 1-11 程序执行过程

1) 输入采样阶段

这是第一个集中批处理阶段。在这个阶段,PLC 按顺序逐个采集所有输入端子上的信号,无论端子上是否接线,CPU 顺序读取全部输入端子,将所有采集到的信号写到输入映像寄存器中,此时输入映像寄存器被刷新。输入采样阶段结束后,在当前扫描周期内,输入映像寄存器中的内容不变。

2) 程序执行阶段

本阶段 PLC 对用户程序按从左到右、自上而下的顺序进行扫描,逐个采集所有输入端子上的信号,每扫描一条指令,所需要的信息从输入映像寄存器中去读取。每一次运算结果,都立即写入元件映像寄存器中,以备后面扫描时所利用。对输出继电器的扫描结果,不是马上去驱动外部负载,而是将结果写入元件映像寄存器中的输出映像寄存器中,待输出刷新阶段集中进行批处理。

3) 输出刷新阶段

CPU 对全部用户程序扫描结束后,将元件映像寄存器中的各输出继电器状态同时送到输出锁存器中,再由输出锁存器经输出端子去驱动各输出继电器所带的负载。在下一个输出刷新阶段开始之前,输出锁存器的状态不会改变。

输出刷新阶段结束后,CPU 将自动进入下一个扫描周期。

二、PLC 对输入/输出的处理规则

由 PLC 的工作特点可知,PLC 对输入/输出的处理规则如下。

- (1) 输入映像寄存器中的数据是在输入采样阶段扫描到的输入信号的状态,本扫描周期内,这些数据不随外部信号的变化而变化。
- (2) 输出映像寄存器中的数据由程序中的输出指令的执行结果决定。
- (3) 输出端子上的输出状态由输出锁存器中的数据确定。

三、PLC 控制系统与继电器控制系统的区别

1. 继电器控制系统

在传统的继电器和电子逻辑控制系统中,完成控制任务的逻辑控制部分是将继电器、接触器、电子元件等用导线连接起来的。这种控制系统称为接线程序控制系统,逻辑程序就在导线连接中,所以也称为接线程序。如图 1-12 所示,在继电器控制系统中,控制功能的更改必须通过改变导线的连接才能实现。

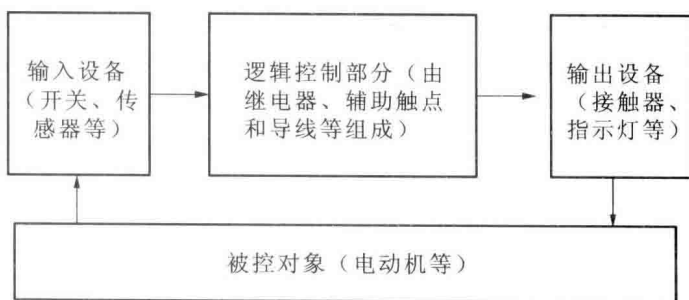


图 1-12 继电器控制系统

2. 存储程序控制系统

所谓存储程序控制,就是将控制逻辑以程序语言的形式存放在存储器中,通过执行存储器中的程序实现系统的控制要求。如图 1-13 所示,在存储程序控制系统中,控制功能的更改只需改变程序而不必改变导线的连接就能实现。可编程控制系统就是存储程序控制系统,它由输入设备、可编程控制器内部控制电路和输出设备三部分组成。

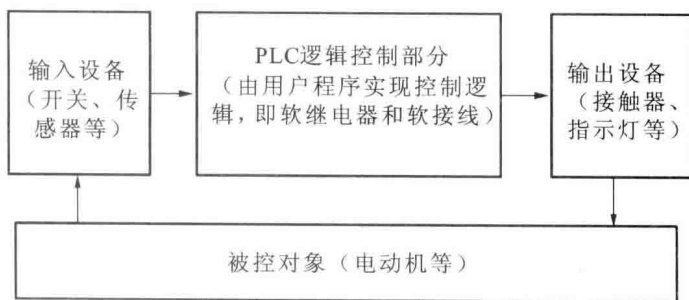


图 1-13 PLC 控制系统