

PUTONG GAODENG JIAOYU JINGPIN GUIHUA JIAOCAI

普通高等教育精品规划教材

PLC控制应用

CONTROL APPLICATIONS FOR PLC

张纪良 吴士涛 宗贵聪 | 编著

CONTROL APPLICATIONS FOR PLC



TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书以学习 PLC(可编程控制器)的工程控制应用为出发点,以国内应用较为广泛的德国西门子 S7-200 系列 PLC 为背景机,系统介绍了 PLC 的一般硬件组成结构、基本工作原理、编程元件、指令系统、编程语言及编程软件的使用等。按实际工程应用要求,详细介绍了梯形图程序的常用编程方法、PLC 控制系统的设计与调试方法等。

本书立足应用型人才的培养,将知识、技能及工程应用有机融合,各部分内容采用循序渐进、由浅入深的方式进行组织,注重理论联系实际,各环节辅以典型工程案例,重点介绍 PLC 的工程应用方法,包括系统硬件配置方法及程序设计方法。

本书可作为高等院校自动化、电气工程、电子信息、机械电子、机电一体化等应用型本科专业和高等职业教育以及成人高等教育相关专业的教材,也可供相关工程技术人员自学或作为培训教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

PLC 控制应用 / 张纪良, 吴士涛, 宗贵聪编著. —
天津: 天津大学出版社, 2017.8
普通高等教育精品规划教材
ISBN 978-7-5618-5889-9

I. ①P… II. ①张… ②吴… ③宗… 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(2017)第 164510 号

出版发行 天津大学出版社
地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)
电 话 发行部:022-27403647 邮政部:022-27402742
网 址 publish.tju.edu.cn
印 刷 廊坊市海涛印刷有限公司
经 销 全国各地新华书店
开 本 185mm × 260mm
印 张 15
字 数 374 千
版 次 2017 年 8 月第 1 版
印 次 2017 年 8 月第 1 次
印 数 1-3 000
定 价 45.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

前言

可编程序控制器(PLC)是以微控制器为基础的通用的工业自动化控制装置,是构筑工业自动化的三大支柱(PLC、工业机器人、CAD/CAM)之一。目前,PLC在我国工矿企业中已得到广泛应用,现场需要大量的熟练掌握 PLC 工程应用能力的高水平人才。PLC 控制应用技术成为当今电类、机电类专业学生和专业人员必备的专业技能。

本书是为了适应应用型本科及高等职业教育的教学要求而编写的。在编写过程中充分考虑了应用型本科和高等职业教育的特点,将知识、技能及工程应用有机融合,充分体现教材内容的先进性和适用性。各部分内容采用循序渐进、由浅入深的方式进行组织。注重理论联系实际,注重实际工程应用,结合编者多年的教学经验和工程实践经验,各环节辅以典型工程应用案例。

本书以国内应用较为广泛的德国西门子 S7-200 系列 PLC 为背景机进行讲解,希望读者学习完本书后,做到举一反三,能够快速、顺利地学会其他系列 PLC 的使用。全书分为 7 章。第 1 章为 PLC 的基础知识,系统介绍了 PLC 的一般结构和工作原理,详细介绍了 S7-200 系列 PLC 的常用模块、编程元件、数据类型、I/O 地址分配方法及程序结构;第 2 章为 STEP 7-Micro/WIN 编程软件与仿真软件的使用,主要介绍了编程软件和仿真软件的主要功能及其使用方法;第 3 章为 S7-200 PLC 的常用指令及应用,着重介绍了工程控制中常用指令的功用及其编程方法,并列举了大量的工程实例;第 4 章为 PLC 控制系统梯形图程序设计方法,详细介绍了梯形图程序的常用设计方法,包括经验设计法、逻辑代数设计法、使用起保停电路的顺序控制设计法、以转换为中心的顺序控制设计法和使用 SCR 指令的顺序控制设计法;第 5 章为 S7-200 PLC 的通信控制,重点介绍了 S7-200 的 PPI 网络通信和自由口通信的指令使用与通信程序的设计方法;第 6 章为 PLC 应用系统设计及典型实例,主要介绍了 PLC 控制系统设计与调试的一般内容及步骤、PLC 控制系统应用中应注意的问题,详细介绍了几个典型控制实例;第 7 章为 PLC 课

程参考实验,为方便实验教学给出了部分典型实验课题,读者可根据实际需要参考选用。每章后面的习题供读者练习,以巩固所学的内容。

本书由山东科技大学张纪良、吴士涛、宗贵聪编写。在编写过程中,参阅了多位专家学者的著作,天津大学出版社的赵宏志老师一直关注、指导本书的编写出版,在此向他们表示衷心感谢!

由于编者水平有限,书中难免有错误和不足之处,恳请读者批评指正。

编者

2017年6月

目录

1	PLC 的基础知识	(1)
1.1	PLC 概述	(1)
1.2	PLC 的一般结构组成及工作原理	(6)
1.3	S7-200 系列 PLC 简介	(13)
1.4	S7-200 PLC 的数据类型与编程软元件	(19)
1.5	S7-200 PLC 的 I/O 地址分配及 CPU 的扩展能力分析	(25)
1.6	PLC 的编程语言与程序结构	(28)
1.7	习题	(31)
2	STEP 7 - Micro/WIN 编程软件与仿真软件的使用	(33)
2.1	编程软件概述	(33)
2.2	STEP 7 - Micro/WIN V4.0 编程软件的使用	(39)
2.3	S7-200 PLC 仿真软件的使用	(52)
2.4	习题	(55)
3	S7-200 PLC 的常用指令及应用	(56)
3.1	S7-200 PLC 的位逻辑指令	(56)
3.2	S7-200 PLC 的定时器和计数器指令	(62)
3.3	S7-200 PLC 的常用数据处理指令	(70)
3.4	S7-200 PLC 的常用运算指令	(80)
3.5	S7-200 PLC 的常用数据转换指令	(87)
3.6	S7-200 PLC 的程序控制类指令	(90)
3.7	S7-200 PLC 的特殊应用指令	(105)
3.8	习题	(129)
4	PLC 控制系统梯形图程序设计方法	(131)
4.1	梯形图程序经验设计法	(131)
4.2	梯形图程序逻辑代数设计法	(134)
4.3	顺序控制设计法与顺序功能图	(136)
4.4	使用起保停电路的顺序控制梯形图设计法	(143)
4.5	使用置位复位指令的顺序控制梯形图设计法	(149)
4.6	使用 SCR 指令的顺序控制梯形图设计法	(153)

4.7 习题	(163)
5 S7-200 PLC 的通信控制	(166)
5.1 S7-200 PLC 的通信功能介绍	(166)
5.2 S7-200 PLC 的 PPI 网络通信	(172)
5.3 S7-200 PLC 的自由口通信	(179)
5.4 习题	(186)
6 PLC 应用系统设计及典型实例	(187)
6.1 PLC 控制系统的总体设计	(187)
6.2 提高 PLC 控制系统可靠性的措施	(190)
6.3 搬运机械手的 PLC 控制系统设计	(194)
6.4 水箱加热装置 PLC 位式温度控制系统的设计	(200)
6.5 生活/消防双恒压供水 PLC 控制系统的编程设计	(205)
6.6 习题	(212)
7 PLC 课程参考实验	(216)
7.1 编程软件使用与位逻辑指令应用实验	(216)
7.2 定时器指令应用实验	(217)
7.3 计数器指令应用实验	(218)
7.4 传送指令与比较指令应用实验	(219)
7.5 利用移位与循环移位指令实现彩灯控制实验	(221)
7.6 电动机 PLC 控制实验	(222)
7.7 四节传送皮带控制实验	(223)
7.8 多种液体混合装置的模拟控制实验	(226)
7.9 子程序编程实验	(228)
7.10 中断程序编程实验	(230)
7.11 利用网络读写指令实现两台 PLC 之间的通信实验	(230)
7.12 自由口通信实验	(231)
参考文献	(233)

1 PLC 的基础知识

1.1 PLC 概述

可编程控制器(Programmable Logic Controller)简称 PLC,它是在继电器控制技术和计算机技术的基础上发展起来的一种新型的通用工业自动控制装置,它以微控制器为核心,集计算机技术、控制技术、通信技术(即 3C 技术)为一体,现已广泛应用于工业自动化控制的各个领域。PLC 就是一台专门用于工业自动化控制的“蓝领”计算机,PLC、工业机器人、CAD/CAM 构成工业自动化的三大支柱。

1.1.1 PLC 的产生、定义及特点

1. PLC 的产生

20 世纪 60 年代,工业控制主要采用传统的继电器-接触器控制系统,继电器控制系统是以接线逻辑实现控制的,它简单易懂、操作方便,在一定范围内能满足控制要求。随着工业的发展,设备和生产过程越来越复杂,复杂的系统可能使用成百上千个各式各样的继电器,并用成千上万根导线以非常复杂的方式连接起来,执行相应复杂的控制任务,这样的接线逻辑系统存在两个致命缺点:一是系统可靠性很差,故障率很高,查找和排除故障往往非常困难;二是系统灵活性差,如果生产工艺要求变化,要改变系统控制功能,就需要更换许多硬件设备,重新进行复杂的接线,这种改造工期长、费用高,难以适应工业发展的要求。于是,人们寻求研制一种新型的通用控制设备。

1968 年,美国通用汽车公司(GM)为适应市场需求,不断更新汽车型号,试图寻找一种新型的工业控制器替代传统的继电器控制的汽车生产线,对此,GM 公司提出了 10 项指标(即著名的 GM 十条):

- (1) 编程简单,可在现场修改程序;
- (2) 维护方便,各部件最好采用插件方式;
- (3) 可靠性高于继电器控制系统;
- (4) 设备体积小于继电器控制柜;
- (5) 数据可直接送入管理计算机;
- (6) 成本可与继电器控制系统相竞争;
- (7) 输入电压可以是 115 V 交流电;
- (8) 输出可以是 115 V 交流电,输出电流 2 A 以上;
- (9) 在扩展时,原系统只需很小的变动;
- (10) 用户程序存储容量至少能扩展到 4 KB。

1969年,美国数字设备公司(DEC)研制成功第一台符合要求的控制器,在GM公司的汽车装配线上试用成功。当时的控制器仅有逻辑运算、定时、计数等顺序控制功能,称为可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller),简称PLC。

进入20世纪70年代,随着微电子技术的快速发展,出现了微处理器,并很快被PLC采用,从此,这种控制器不仅具有逻辑运算能力,也能进行复杂的算术运算,功能不断增强完善。为此,美国电气制造商协会(NEMA)于1980年把这种控制器正式命名为可编程控制器(Programmable Controller),英文缩写为PC。为了避免与个人计算机(Personal Computer)混淆,可编程控制器仍然称为PLC。

2. PLC 的定义

1987年2月,国际电工委员会(IEC)在颁布的PLC标准草案第三稿中,对可编程控制器定义如下:

“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、计数和算术运算等操作指令,并通过数字式或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部设备,都按易于与工业控制系统形成一个整体、易于扩展其功能的原则设计。”

PLC是一种用程序来改变控制功能的工业控制计算机,它是以微控制器为基础的通用工业控制装置。由于它不是针对某一具体工业应用的,因此其硬件应根据实际需要进行配置,其软件程序则根据控制要求进行编写。

3. PLC 的特点

PLC是传统继电器控制技术与计算机技术相结合的产物,若要对控制功能作修改,在很大程度上只需要改变软件程序即可,使得硬件软件化,因此它在工业控制中占有极其重要的地位,它具有继电器控制和通用计算机所无法比拟的以下特点。

1) 可靠性高,抗干扰能力强

PLC是专门为工业控制设计的,在设计和制造过程中采用了多种多层次的措施,精选元件,优化电路设计,I/O接口采用了光电隔离,使外部电路与PLC内部能有效地进行隔离,输入接口设有RC滤波,可在恶劣的工业环境下与强电设备一起工作,运行的稳定性和可靠性高。PLC是以大规模集成电路为基本单元的电子设备,内部处理由存储逻辑替代了传统的接线逻辑,系统接线大大减少,不依赖于机械触点,元件的寿命长,从而使PLC的连续工作平均无故障时间能高达几十万小时。PLC的循环扫描工作方式,也使得其具有很高的可靠性,有效地屏蔽了绝大部分的干扰信号。PLC已被公认为最可靠、抗干扰能力最强的工业控制设备之一,可以直接用于有强烈干扰的工业生产现场。

2) 编程简单易学

PLC使用最多的编程语言是梯形图,梯形图是一种面向用户的图形化语言,其符号和表达方式与继电器电路原理图相似。梯形图语言形象直观,易学易懂,很适合熟悉继电器电路图的现场电气技术人员学习,并用来编制用户程序。

3) 系统设计周期短

PLC 用软件功能取代了传统继电器控制系统中的大量继电器等硬件,使控制柜的设计、安装、接线工作量大大减少。系统的软件设计和控制柜硬件制作可以同时进行,这样大大减少了整个系统的设计时间,缩短了系统的设计周期。

4) 功能强,性价比高

现在的 PLC 具有很强大的功能,可以实现非常复杂的控制任务,既有开关量顺序控制,也有复杂的模拟量 PID 控制及强大的通信联网控制。与相同功能的继电器控制系统相比,具有很高的性能价格比。

5) 硬件配套齐全,通用性强,适应性强

PLC 产品已经标准化、系列化、模块化,有配套齐全的各种硬件模块供用户选用,用户在进行控制系统设计时,只需要根据控制要求进行模块的选择与配置,灵活方便地组成不同功能、不同规模的系统,用户所做的主要工作只是设计满足控制要求的应用程序。

对于一个控制系统,当控制要求改变时,可以通过修改用户控制程序,就能变更控制功能,方便快速地适应工艺条件的变化。

6) 易于安装、调试,维修、维护工作量小

PLC 控制系统的安装接线工作量比继电器控制系统少得多,只需将现场的各种输入输出设备与 PLC 相应的 I/O 端口相连。PLC 的软件调试可先在实验室模拟进行,模拟调试后再进行现场联机调试,从而可缩短调试周期。在维修、维护方面,PLC 有完善的自诊断能力和系统监控能力,便于查明和排除故障,由于模块化设计,因此只需要对出错的模块进行快速更换即可,维修、维护的工作效率高。

7) 体积小,能耗低

由于 PLC 内部电路主要采用大规模及超大规模集成电路设计,它的控制功能的实现由程序的软存储逻辑取代传统的硬接线逻辑,以软代硬,系统需要的硬件相比传统的继电器控制系统大为减少,因此它具有体积小、重量轻、能耗低的特点。

1.1.2 PLC 的主要技术性能指标及分类

1. PLC 的主要技术性能指标

PLC 的技术性能指标较多,以下主要介绍与组成 PLC 控制系统关系较密切的几个指标。

1) 输入/输出(I/O)点数

输入/输出点数是 PLC 可以接收的输入/输出开关信号的最大个数,I/O 点数越多,说明 PLC 能够控制的器件和设备越多,通常输入点数大于输出点数,且二者不能相互替代。

2) 存储器容量

存储器用来存储程序和数据参数等,其容量是由用户程序存储器和数据存储器组成的。程序存储器容量大小决定了用户所能编写程序的最大长度,该存储器容量越大,就可以编制越复杂的程序。一般小型 PLC 的存储器容量在 16 KB 以下,大型 PLC 可达 2 MB 左右。

3) 扫描速度

扫描速度是指 PLC 扫描 1 K(1 K = 1 024) 字用户程序所需的时间,通常以 ms/K 字为单

位,扫描速度越快越好。PLC 用户手册一般给出执行指令所需的时间。

4) 指令功能

指令功能是反映 PLC 软件功能强弱的指标。指令功能主要体现在两个方面:一是指令数量的多少;二是指令中有多少综合性指令。指令的类型和数量越多,即指令越丰富,用户编写控制程序越简单方便,完成一定的控制任务越容易。

5) 智能模块的种类和数量

智能模块也称为高功能模块,是 PLC 厂家与主控模块配套生产的高功能专用控制模块,如模拟量模块、PID 模块、温度控制模块、位置控制模块、通信模块等。智能模块的种类和数量越多,说明 PLC 功能越强大,实现控制越方便容易。

6) 扩展能力

PLC 的扩展能力是指 PLC 具有的 I/O 点数扩展、功能扩展、联网能力等的一些功能。

2. PLC 的分类

目前,PLC 的种类很多,规格性能不一。对 PLC 的分类,通常可根据它的结构形式或 I/O 点数的不同进行划分。

1) 按外形结构不同,PLC 分类

(1) 整体式 PLC:又称为单元式 PLC,整体式 PLC 是将电源、CPU、I/O 部件等集中配置在一个外壳中,它具有结构紧凑、体积小、重量轻、价格低等特点,但其 I/O 点数固定,不易扩展。小型 PLC 常用这种结构,适用于比较简单的控制场合,如图 1-1 所示。



图 1-1 整体式 PLC

(2) 模块式 PLC:也称为积木式 PLC,这种结构是将 PLC 的各部分分成若干个单独的模块,如电源模块、CPU 模块、I/O 模块等,使用时把这些模块插在底板上,组装在一个机架内,这种结构的 PLC 配置灵活、方便,便于扩展,但结构不紧凑,价格较高。一般大中型 PLC 采用这种结构。如图 1-2 所示。

(3) 叠装式 PLC:也称为混合式 PLC,这是一种新的结构形式,它吸取了整体式和模块式 PLC 的优点,具有结构相对紧凑、扩展方便的特点,如西门子 S7-200 系列 PLC、三菱 FX2 系列 PLC 等,它们的主控模块、各个扩展模块等高等宽,但长度不同,它们不用基板,仅用扁平电缆连接,紧密拼装后组成一个整体,如图 1-3 所示。

2) 按 I/O 点数多少,PLC 分类

(1) 小型 PLC:I/O 点数一般在 256 点以下,其中小于 64 点的为超小型 PLC。

(2) 中型 PLC:I/O 点数一般在 256~2 048 点。

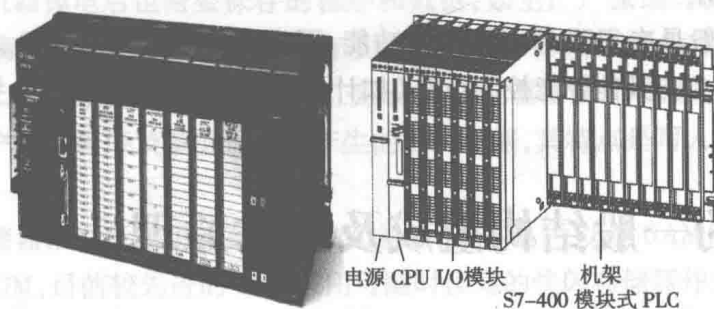


图 1-2 模块式 PLC

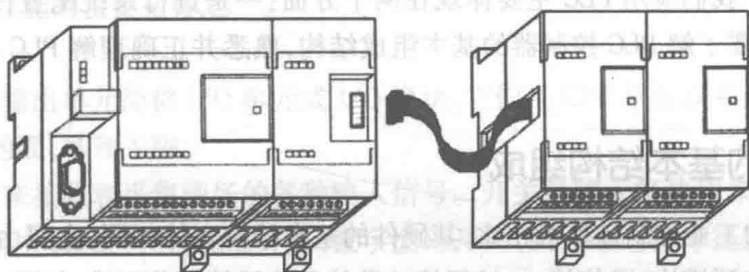


图 1-3 叠装式 PLC

(3) 大型 PLC: I/O 点数在 2 048 点以上, 其中超过 8 192 点的为超大型 PLC。

当然, 这种分类的标准是相对的, 是随 PLC 整体性能的提高发展在不断变化的。

1.1.3 PLC 的应用领域

目前, PLC 作为工业通用控制器已经广泛地应用在各个工业部门, 随着其性能价格比的不断提高, 应用范围还在不断扩大, 主要体现在以下几个方面。

1. 开关量逻辑控制

这是 PLC 最基本、最广泛的应用领域, 可用于单台设备, 也可用于自动化生产线。

2. 运动控制

PLC 灵活运用有关指令或使用专用的运动控制模块, 可使运动控制与顺序控制有机结合。PLC 可以比较方便地与变频器、电动机启动器结合, 使得运动控制功能更为强大, 广泛地应用于各种机械设备, 如金属切削机床、装配机械、传送带、工业机器人和电梯等场合。

3. 过程控制

PLC 可以接收温度、压力、流量等连续变化的模拟量, 通过模拟量 I/O 模块, 实现模拟量 PID 闭环控制。现代的 PLC 一般具有 PID 闭环控制功能, 已经广泛地应用于化工、轻工、冶金、机械、电力、建材等行业。

4. 数据处理

PLC 具有很强的数学运算、数据传送、数据转换等功能, 可以方便地完成数据的采集、分析和处理。数据处理一般用于大型控制系统, 如无人柔性制造系统、较复杂的过程控制系统等。

5. 通信网络控制

现代的 PLC 一般具有很强的网络通信功能,可实现主机与远程 I/O 之间的通信、多台 PLC 之间的通信、PLC 与其他智能控制设备(如计算机、变频器、数控装置、智能仪表等)之间的通信。

1.2 PLC 的一般结构组成及工作原理

PLC 是在继电器控制系统和计算机技术的基础上发展起来的,尽管品种繁多,但本质上 PLC 都是一种工业控制计算机。我们学习 PLC 的主要目的是正确地使用它们,让它们为我们的控制任务服务。我们应用 PLC 主要体现在两个方面:一是进行系统配置;二是编写控制程序。为此,我们需要了解 PLC 控制器的基本组成结构,熟悉并正确理解 PLC 的工作方式和工作原理。

1.2.1 PLC 的基本结构组成

PLC 与其他的工业控制计算机相比,其硬件的基本结构大体相同,主要由 CPU 模块、输入单元、输出单元、电源模块、通信接口、扩展接口及编程装置等部分组成,如图 1-4 所示。

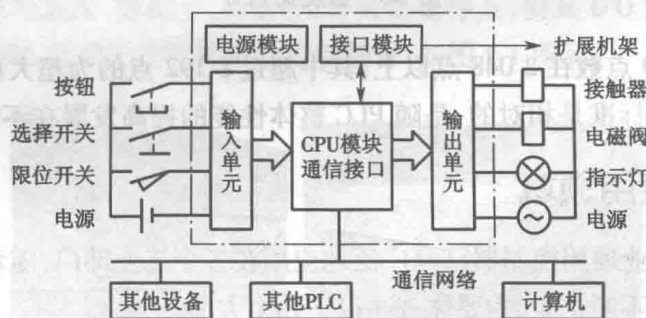


图 1-4 PLC 的基本结构框图

1. CPU 模块

CPU 模块也叫主控单元模块,或叫基本单元模块,是 PLC 控制器的核心,相当于人的大脑。正常工作时,CPU 模块不断地采集输入信号,执行用户程序,刷新系统的输出。CPU 模块主要由微处理器(CPU 芯片)和存储器组成。

(1)微处理器(CPU 芯片):整个控制器的所有的运算过程、控制操作、故障诊断纠错等都是由 CPU 芯片完成的。CPU 的性能关系到 PLC 控制器的控制能力与速度,不同型号的 PLC 采用的 CPU 芯片是不同的。PLC 中的 CPU 芯片一般有三类:通用微处理器、单片机、位片式处理器。一般来说,PLC 的档次越高,CPU 芯片的位数越多,运算速度也越快,系统处理数据的能力越强。现代的 PLC 一般多为 16 位机,或者 32 位机,大型 PLC 甚至是 64 位机。为了提高 PLC 的综合性能,在一台 PLC 中可以采用多个 CPU 芯片协调来完成用户要求的控制功能。

(2)存储器:PLC 的存储器包括只读存储器(ROM)和随机读写存储器(RAM)两大类。PLC 中的 ROM 主要有不可擦除 ROM 和可擦除 ROM(如 EEPROM)两种,主要用来保存那些需

永久保存和即使机器掉电后也需要保存的程序和数据,如生产厂家编写的系统程序(包括系统管理程序、指令解释程序、标准程序模块与系统调用程序等),已固化在 ROM 内,用户不能直接更改,它使 PLC 控制器具有基本的智能,完成 PLC 控制器设计者规定的各项工作。RAM 一般用来存放用户应用程序及系统运行中产生的临时数据,其特点是写入与擦除都很容易,执行速度快。

用户程序存储器根据所选用的存储器单元类型的不同,可以是 RAM(需用锂电池进行掉电保护)或 EEPROM,目前较先进的 PLC 采用可随时读写的快闪存储器作为用户程序存储器,快闪存储器不需后备电池保护,S7-200 PLC 用 EEPROM 来存储用户程序和需要长期保存的重要数据。用户程序存储器容量的大小,关系到用户程序容量的大小和内部编程软元件的多少,是反映 PLC 性能的重要指标之一。

2. 输入单元

输入单元和输出单元简称 I/O 单元或 I/O 模块,它们是 CPU 模块联系外部现场设备的桥梁,是控制系统的眼、耳和手脚。

输入模块用来接收和采集现场的各种输入信号。开关量输入模块用来接收从外部按钮、选择开关、限位开关、接近开关、光电开关、数字拨码开关、压力继电器等提供的开关量输入信号;模拟量输入模块(A/D)用来接收电位器、温度传感器及各种变送器提供的标准模拟量电流电压信号。

输入接口用来进行输入信号的隔离、滤波及电平转换。PLC 的开关量输入类型有直流输入和交流输入。图 1-5 为直流输入接口电路的电路图,图 1-6 为交流输入接口电路的电路图。

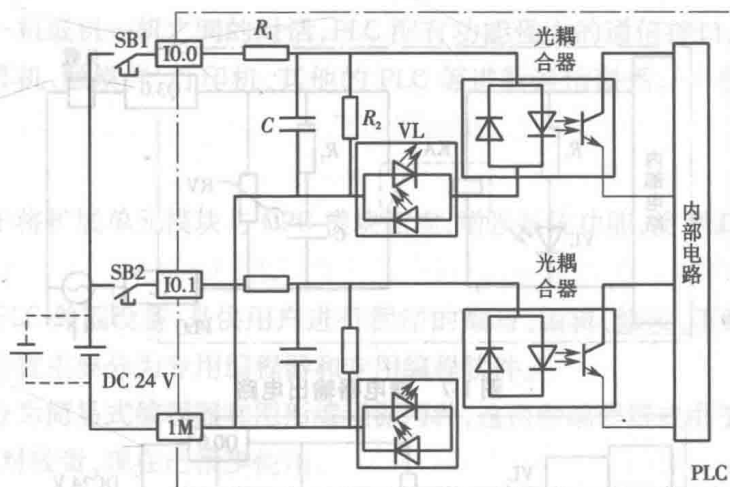


图 1-5 直流输入电路

在图 1-5 中,当 PLC 外部开关 SB1 接通(1 态)时,指示灯 VL 及光电隔离器的发光二极管发光,光敏三极管导通(1 态),输入端子 IO.0 有电流流过(1 态),这样就把外部开关 SB1 导通的 1 态通过输入接口电路送入 PLC 内部电路保存起来了。反之,当 SB1 断开(0 态)时,指示灯 VL 及光电隔离器的发光二极管不发光,光敏三极管截止(0 态),输入端子 IO.0 无电流流过(0 态),就把外部开关 SB1 截止的 0 态通过输入接口电路送入 PLC 内部电路也保存起来了。

图 1-5 中 R_1 、 C 组成输入滤波电路,用于消除外部高频干扰。

同样地,可分析图 1-6 交流输入接口电路的工作原理,请读者自行分析。

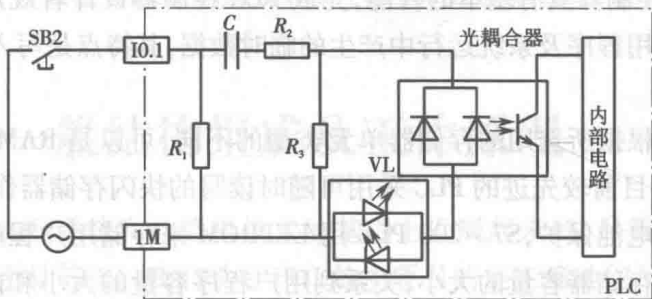


图 1-6 交流输入电路

3. 输出单元

输出单元也叫输出模块,PLC 通过输出模块向现场控制对象输出控制信号,用来驱动指示灯、电磁铁、继电器、接触器等被控负载。输出模块有开关量输出模块和模拟量输出模块(D/A)。PLC 的开关量输出模块按输出器件的不同,分为继电器输出式、晶体管输出式、可控硅输出式 3 种。晶体管输出方式也叫直流输出方式,只能控制直流设备;可控硅输出方式也叫交流输出方式,只能控制交流设备。这两种输出是无触点的输出,开关速度快,寿命长。继电器输出方式,由于是有触点输出,故开关速度慢、寿命相对较短,但应用较灵活,适应性较强,既能控制直流设备,也能控制交流设备,选用较多。图 1-7、图 1-8、图 1-9 分别给出了这 3 种输出方式的电路图。

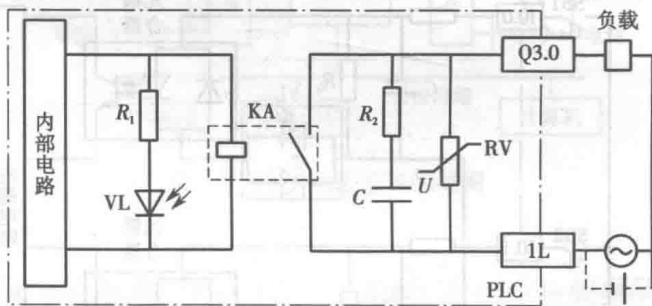


图 1-7 继电器输出电路

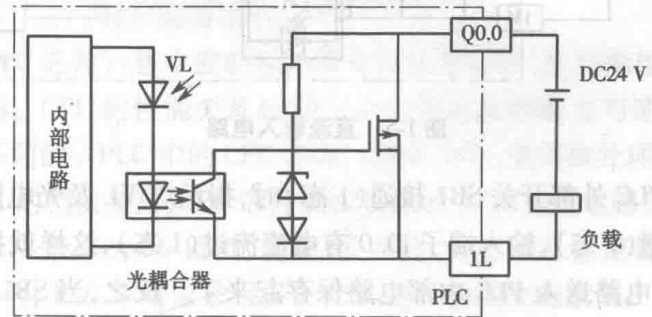


图 1-8 直流输出电路

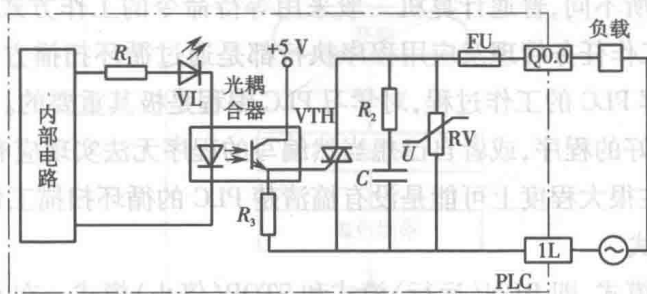


图 1-9 交流输出电路

下面以图 1-7 继电器输出电路为例,简要说明其工作原理。

图 1-7 中,当 PLC 内部运算结果 Q3.0 为“1”时,指示灯 VL 通电发光,PLC 内部继电器 KA 线圈通电,KA 的常开触点闭合,输出回路接通,被控负载得电工作;反之,当 PLC 内部运算结果 Q3.0 为“0”时,指示灯 VL 不通电不发光,PLC 内部继电器 KA 线圈断电,KA 的常开触点断开,输出回路不接通,被控负载不得电,无法工作。

图 1-8、图 1-9 电路的工作原理,请读者自行分析。

4. 电源单元

PLC 使用单相交流(AC 85 ~ 260 V)或直流(DC 24 V)电源供电,电源模块为高性能的开关稳压电源,一方面为 CPU 模块、I/O 模块及其他扩展单元提供工作电源(DC 5 V),另一方面,在容量许可的情况下,也可为外部提供 DC 24 V 供电,供直流输入或输出使用。

5. 通信接口

为了实现人一机或机一机之间的对话,PLC 配有功能强大的通信接口。PLC 通过通信接口可以与编程计算机、触摸屏、打印机、其他的 PLC 等进行通信联系。一般配有 RS-485 或 RS-422。

6. 扩展接口

扩展接口用于将扩展单元模块与 CPU 模块相连,增强系统功能,使 PLC 的配置更加灵活。

7. 编程装置

编程装置是 PLC 外围设备,是供用户进行程序的编写、编辑、修改、下载、上载、调试和监控的装置。编程装置主要分为专用编程器和专用编程软件。

专用编程器分为简易式编程器和图形编程器两种,这两种编程器或由于功能不强、使用不便,或由于价格相对较贵,现在已很少使用。

目前,使用较多的是专用编程软件包,各 PLC 厂家都提供了能在 PC 机上运行的专用编程软件,用户可以在 PC 机 Windows 平台上通过编程软件来方便地编写、编辑、修改和调试、监控用户程序,专用编程软件具有功能强大、通用性强、使用灵活方便、升级容易、价格较低等优点,应该是用户首选的编程装置。

1.2.2 PLC 的基本工作原理

PLC 与普通计算机一样,都是在系统程序的管理下,通过运行应用程序,完成用户任务。

但二者的工作方式有所不同,普通计算机一般采用等待命令的工作方式,而 PLC 则采用循环扫描工作方式,系统工作任务管理及应用程序执行都是通过循环扫描方式完成的。熟悉 PLC 的工作方式,正确理解 PLC 的工作过程,对学习 PLC 编程是极其重要的。有人学过 PLC 之后,仍然看不懂别人编写好的程序,或者自己想当然编写的程序无法实现应有的控制功能,或者不会修改和调试程序,在很大程度上可能是没有搞清楚 PLC 的循环扫描工作过程。

1. PLC 的操作模式

PLC 有两种操作模式,即 RUN(运行)模式和 STOP(停止)模式。在 CPU 模块的面板上用 RUN 和 STOP 对应的 LED 指示灯显示当前的操作模式。在程序编辑、修改、上载、下载时 PLC 应处于 STOP 模式,在 STOP 模式时不执行用户程序,PLC 只有处于 RUN 模式时才能执行用户控制程序。

操作模式可以由 PLC 的模式开关设置,也可以由编程软件设置。S7-200 PLC 的模式开关除了 RUN 和 STOP 外,还有 TERM(终端)位置,打在 TERM 位置时,PLC 由编程软件中的控制命令来控制其运行或停止。模式开关在 STOP 或 TERM 位置时,电源通电后 CPU 自动进入 STOP 模式;模式开关在 RUN 位置时,电源通电后 CPU 自动进入 RUN 模式。在编程软件与 PLC 之间建立通信连接后,单击编程软件工具栏上的运行按钮,确认后进入 RUN 模式,单击工具栏上的停止按钮,确认后进入 STOP 模式。

在程序中插入 STOP 指令,也可以使 CPU 由 RUN 模式进入 STOP 模式。

2. PLC 的循环扫描工作方式

PLC 的循环扫描工作方式包括内部处理、通信服务、输入采样、执行用户程序、输出刷新 5 个阶段,如图 1-10 所示。全过程扫描一次所需的时间称为扫描周期,扫描周期越短越好,典型的扫描周期一般在几毫秒至几十毫秒。

当 PLC 处于 RUN 状态时,上述扫描过程不断循环。当处于 STOP 状态时,PLC 只完成内部处理和通信服务,不执行用户程序。

1) 内部处理阶段

本阶段主要完成自诊断、将监视定时器(俗称看门狗)复位等工作。自诊断功能用来检测 CPU 的操作和扩展模块的状态是否正常,保证固件、程序存储器和所有扩展模块正常工作。

2) 通信服务阶段

通信服务阶段,PLC 处理从通信端口或者智能 I/O 模块接收到的任何信息。响应编程器输入的命令,更新编程器的显示内容等执行通信所需的任务。

3) 输入采样阶段

在 PLC 存储器中,有专门用来存放输入信号状态的输入过程映像寄存器区(俗称输入继电器区)和专门用来存放输出信号状态的输出过程映像寄存器区(俗称输出继电器区)。S7-200 PLC 各设置有 128 点。

在输入采样阶段,PLC 把所有外部数字量输入端子的输入状态(1/0)读入对应的输入继电器保存起来。此时,输入继电器被刷新。外部输入电路闭合(1 态)时,对应的输入继电器为 1 态(或称为 ON 态),梯形图中对应的常开触点接通,常闭触点断开。外部输入电路断开(0