



二十一世纪高职高专精品规划教材

可编程控制器应用技术 (西门子S7-300)

彭爱玲 窦金平 主编



南開大學出版社

二十一世纪高职高专精品规划教材

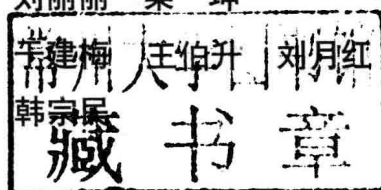
可编程控制器应用技术

(西门子S7-300)

主 编 彭爱玲 窦金平

副主编 刘丽丽 栾 坤

参 编



南开大学出版社

内容简介

本书打破传统的教材编写模式,以“任务驱动”方式和“项目化”模式进行编写,所选内容兼顾可编程控制器的组成、原理、基本指令、程序设计方法,并结合实际工程项目的设计。

本书内容共分九个项目,包括可程序控制器(西门子S7-300)组成、原理、硬件介绍、软件介绍、PLC基本指令应用、数据处理和控制指令及应用、顺序控制设计方法、结构化程序设计方法、模拟量的处理及PID控制应用、程序设计及故障诊断处理方法、工程项目PLC控制应用设计等。

本教材作为应用性教材,可作为高等院校或各类大专及高职院校自动化专业类教材,也可作为企业自动化专业类技能型人才教育培训用书。建议学时数100学时。

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器应用技术:西门子S7-300 / 彭爱玲, 窦金平主编. -- 天津:南开大学出版社, 2010.8 (2011.重印)

ISBN 978-7-310-03532-8

I. ①可… II. ①彭… ②窦… III. ①可程序控制器 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第148893号

南开大学出版社出版发行

出版人:肖占鹏

地址:天津市南开区卫津路94号 邮政编码:300071

营销部电话:(010) 58697906

营销部传真:(010) 59003964 邮购部电话:(010) 59003964

*

北京朝阳印刷厂有限责任公司印刷

全国各地新华书店经销

*

2010年8月第1版 2011年9月第2次印刷

787×1092毫米 16开本 15.25印张 357千字

定价:24.00 元

如遇图书印装质量问题,请与本社营销部联系调换,电话(010) 58697906

版权所有 侵权必究

前 言

可编程控制器具有可靠性高、编程简单、维护工作量小、功能完善、体积小、能耗低等特点,广泛应用于石油、化工、机械制作、钢铁、汽车、轻纺、交通等行业。学习和掌握可编程控制器技术已经成为电气工程技术人员和高等职业院校有关专业学生的紧迫任务。

可编程控制器应用技术这门课程作为高职院校的一门应用性技术,实践性强,着重提高学生的实际应用能力和实践技能水平,锻炼学生分析实际问题、解决实际问题的能力。但目前市场上的教材偏重于理论性知识,不能满足高职院校项目化教学的需要。故该教材汇集了一线教师的智慧,教师在多年的教学实践中,尝试着“任务驱动”、“教学做一体化”的教学改革,积累了许多宝贵的教学经验。该教材打破常规的知识体系结构,采用项目化的教学模式组织教材结构,教材中穿插了大量的工程项目实例,理论联系实际,深入浅出,图文并茂,有助于学生学习领会。

该教材内容共分九个项目:项目一介绍了PLC的硬件,项目二介绍了PLC编程软件,项目三介绍了PLC基本指令应用,项目四介绍了数据处理、运算和控制指令及应用,项目五介绍了顺序控制设计方法,项目六介绍了结构化程序设计方法,项目七介绍了模拟量的处理及PID控制及应用,项目八介绍了程序设计及故障诊断处理方法,项目九选择典型的工程项目,介绍其PLC控制设计思路。九个项目包含了PLC的硬件、软件、基本指令、基本设计方法、调试及维护的全部内容,每个项目都分几个小的任务,小的任务旨在分解基本知识点,小任务一旦全部实现,综合性的项目即可攻破难点完成。这样由浅入深地组织教材,并借助于大量的工程实例,旨在使学生领会工程实际设计的基本思路、基本方法,全面掌握这门技术。

本教材作为应用性实践类教材,可作为高职高专和本科院校的职业技术学院自动化专业类教材,也可作为企业自动化专业类技能型人才教育培训用书。参考学时数100学时。

本书由山东化工职业学院彭爱玲与山东工业职业学院窦金平任主编,由彭爱玲负责编制并修订了全书的编写大纲,并主要编写了项目一、二、三、八,山东铝业职业学院的刘丽丽担任副主编,并主要负责编写了项目七、八,黑龙江建筑职业技术学院的栾坤担任副主编,并编写了项目六,山东化工职业学院的于建梅、王伯升负责编写了项目五、九,山东化工职业学院的刘月红负责编写项目四,齐鲁石化公司橡胶厂的韩宗民负责工程项目的选择任务。全书由彭爱玲负责统稿及整理。窦金平负责对全书的结构、内容、重点、特色等方面进行具体的指导,同时对初稿的疏漏、错误之处提出修改意见,在此表示衷心的感谢。

编 者

目 录

项目一 PLC 硬件认识	1
1.1 任务一 PLC 的初步认识	2
1.2 任务二 组成及原理	5
1.3 任务三 S7-300 硬件性能介绍	11
项目二 STEP 7 编程软件的认识	25
2.1 任务一 SIMATIC 管理器界面认识	26
2.2 任务二 STEP 7 软件包功能认识	27
2.3 任务三 项目的创建及硬件组态	32
2.4 任务四 程序的输入及下装	45
项目三 STEP 7 编程基础	51
3.1 任务一 PLC 编程的基本原则	52
3.2 任务二 位逻辑指令及其应用	56
3.3 任务三 置位/复位指令及应用	61
3.4 任务四 边沿触发指令及应用	66
3.5 任务五 定时器指令及其应用	68
项目四 数据处理、运算和控制指令及应用	77
4.1 任务一 计数、传送、比较指令及应用	78
4.2 任务二 移位、循环指令及应用	85
4.3 任务三 数学运算指令及应用	89
4.4 任务四 控制指令及应用	95
项目五 顺序控制设计法与顺序功能图	103
5.1 任务一 顺序控制设计法与顺序功能图	104
5.2 任务二 使用启停保电路的顺序控制编程方法	108
5.3 任务三 使用置位复位指令的顺序控制编程方法	111
项目六 结构化程序设计方法	121
6.1 任务一 S7-300 的用户程序结构及程序设计流程	124
6.2 任务二 线性程序结构设计方法	127
6.3 任务三 分部程序结构(模块化)设计方法	128
6.4 任务四 结构化程序结构设计方法	132
项目七 模拟量的处理	153
7.1 任务一 模拟量的处理	154
7.2 任务二 模拟量控制系统的设计	163

项目八 程序设计与调试	177
8.1 任务一 PLC 的应用设计方法	178
8.2 任务二 安全技术	180
8.3 任务三 系统设计与调试方法	187
8.4 任务四 PLC 常见故障和维护	195
项目九 PLC 应用实例设计	205
9.1 任务一 六组抢答器程序设计	205
9.2 任务二 交通灯信号灯控制	209
9.3 任务三 三级传送带控制	213
9.4 任务四 饮料灌装生产线控制系统	216
9.5 任务五 机械手工件取放控制设计	222
参考文献	235

项目一

PLC 硬件认识

项目提出

PLC 是 Programmable Logic Controller 的缩写,简称可编程逻辑控制器。这个名称来自于早期的可编程序逻辑控制器(主要实现顺序控制功能)。随着计算机技术的发展,微处理器开始作为 PLC 的中央处理单元,从而扩大了 PLC 的功能,使其能够对模拟量进行控制。

PLC 控制源于继电器控制的思想,继电器控制系统依靠(硬)接线“程序”,即用导线将各个分离元件(继电器、接触器、电子器件等)连接起来,完成一个控制任务。这个接线的过程就是“编程”的过程。但控制任务的变化必须通过改变接线来实现。PLC 控制系统则是依靠存放在存储器中的程序来实现,这种程序由程序设计语言来表达,所以又被称为软件程序。要改变 PLC 控制系统的控制任务,可以通过改写 PLC 控制系统的软件程序来实现。

项目任务

1. 熟悉 PLC 控制与传统继电器的控制方式的区别
2. 熟悉 PLC 组成及原理
3. 熟悉 PLC 的硬件模块
4. 熟悉 PLC 的 I/O 模块接线

基本知识点

1.1 任务一 PLC 的初步认识

1.1.1 PLC 的定义

PLC 是 Programmable Logic Controller 的缩写,简称可编程逻辑控制器。可编程逻辑控制器是一种数字运算操作的电子系统,专为在工业环境应用而设计。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的指令,并通过数字和模拟式的输入和输出,控制各种机械或生产过程。

1.1.2 PLC 的产生

可编程控制器的起源可以追溯到 20 世纪 60 年代。20 世纪 60 年代末,由于市场的需要,工业生产开始从大批量、少品种的生产方式转变为小批量、多品种的生产方式。这种生产方式在汽车生产中得到充分的体现,而当时汽车组装生产线的控制是采用继电器控制系统的,这种控制系统体积大,耗电多,特别是改变生产程序很困难。为了改变这种状况,1968 年,美国最大的汽车公司——通用汽车公司(GM),对外公开招标,要求用新的电气控制装置取代继电器控制系统,以便适应迅速改变生产程序的要求。该公司为新的控制系统提出十项指标:

- (1)编程方便,可现场修改程序。
- (2)维修方便,采用插件式结构。
- (3)可靠性高于继电器控制装置。
- (4)体积小于继电器控制盘。
- (5)数据可直接送入管理计算机。
- (6)成本可与继电器控制盘竞争。
- (7)输入可为市电。
- (8)输出可为市电,容量要求在 2A 以上,可直接驱动接触器等。
- (9)扩展时原系统改变最少。
- (10)用户存储器大于 4KB。

这十项指标实际上就是现在可编程逻辑控制器的最基本功能。

1969 年,美国研制出世界第一台可编程序控制器 PDP-14,用在 GM 公司生产线上获得成功;1971 年,日本研制出第一台可编程序控制器 DCS-8;1973 年,德国研制出第一台可编程序控制器;1974 年,中国研制出第一台可编程序控制器。

1.1.3 PLC 的分类

1. 按结构形式分类

按结构形式分类,PLC 可分为整体式和模块式两种。

整体式 PLC 是将其电源、中央处理器、输入输出部件等集中配置在一起,有的甚至全部安装在一块印刷电路板上。整体式 PLC 结构紧凑,体积小,质量轻,价格低,I/O 点数固定,使用不灵活。如西门子公司的 S7-200。

模块式 PLC 是把 PLC 的各部分以模块形式分开。如电源模板、CPU 模板、输入模板、输出模板等,把这些模板插入机架底板上,组装在一个机架内。这种结构配置灵活,装配方

便,便于扩展。如西门子公司的 S7-300/400。

2. 按输入、输出点数和存储容量分类

按输入、输出点数和存储容量来分类,PLC 大致可分为大、中、小型三种。小型 PLC 的输入、输出点数在 256 点以下,用户程序存储容量在 2K 字以下,如西门子公司的 S7-200。中型 PLC 的输入、输出点数在 256~2048 点之间,用户程序存储容量一般为(2~10)K 字,如西门子公司的 S7-300。大型 PLC 的输入、输出点数在 2048 点以上,用户程序存储容量达 10K 字以上,如西门子公司的 S7-400。

3. 按功能分类

按功能强弱分类,PLC 可分为低档机、中档机、高档机三种。

低档 PLC 具有逻辑运算、定时、计数等功能。有的还增设模拟量处理、算术运算、数据传送等功能。

中档 PLC 除具有低档机的功能外,还具有较强的模拟量输入、输出、算术运算、数据传送等功能,可完成既有开关量又有模拟量控制的任务。

高档 PLC 增设有带符号算术运算及矩阵运算等,使运算能力更强。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。高档 PLC 能进行远程控制,构成分布式控制系统,成为整个工厂的自动化网络。

1.1.4 PLC 的特点

1. 可靠性高,抗干扰能力强。

工业生产对控制设备的可靠性要求为平均故障间隔时间长及故障修复时间(平均修复时间)短。

PLC 系统的软硬件抗干扰措施:

硬件方面:①隔离是抗干扰的主要手段之一。在微处理器与 I/O 电路之间,采用光电隔离措施,有效地抑制了外部干扰源对 PLC 的影响,同时还可以防止外部高电压进入 CPU 模板。②滤波是抗干扰的又一主要措施。对供电系统及输入线路采用多种形式的滤波,可消除或抑制高频干扰。用良好的导电、导磁材料屏蔽 CPU 等主要部件,可减弱空间电磁干扰。此外,对有些模板还设置了联锁保护、自诊断电路等。

软件方面:①设置故障检测与诊断程序。PLC 在每一次循环扫描过程的内部处理期间,检测系统硬件是否正常,外部环境是否正常,如掉电、欠电压等。②状态信息保护功能。当软故障条件出现时,立即把现状态重要信息存入指定存储器,软硬件配合封闭存储器,禁止对存储器进行任何不稳定的读写操作,以防存储信息被冲掉。这样,一旦外界环境正常后,便可恢复到故障发生前的状态,继续原来的程序工作。

2. 通用性强,控制程序可变,使用方便。

PLC 品种齐全的各种硬件装置,可以组成能满足各种要求的控制系统,用户不必自己再设计和制作硬件装置。用户在硬件确定以后,在生产工艺流程改变或生产设备更新的情况下,不必改变 PLC 的硬件设备,只需改编程序就可以满足要求。

3. 功能强,适应面广。

现代 PLC 不仅有逻辑运算、计时、计数、顺序控制等功能,还具有数字和模拟式的输入输出、功率驱动、通信、人机对话、自检、记录显示等功能。它既可控制一台生产机械,又可控

制一条生产线、一个生产过程。

4. 编程简单,容易掌握。

目前,梯形图编程方式既继承了传统控制线路的清晰直观,又考虑到大多数工厂企业电气技术人员的读图习惯及编程水平,所以非常容易接受和掌握。梯形图语言的编程元件符号和表达方式与继电器控制电路原理图相当接近。同时还提供了功能图、语句表等编程语言。

5. 减少了控制系统的设计及施工的工作量。

由于 PLC 采用了软继电器来取代继电器控制系统中大量的中间继电器、时间继电器、计数器等器件,控制柜的设计安装接线工作量大为减少。同时,PLC 的用户程序可以在实验室模拟调试,更减少了现场的调试工作量。并且,由于 PLC 的低故障率、很强的监视功能及模块化等,使维修也极为方便。

例 1-1 用三个开关 A、B、C 来控制电器 D。若控制要求:合上开关 A 或 B,且合上开关 C,则电器 D 通电运行。

实现上述控制要求,其接线及程序如图 1-1 所示。

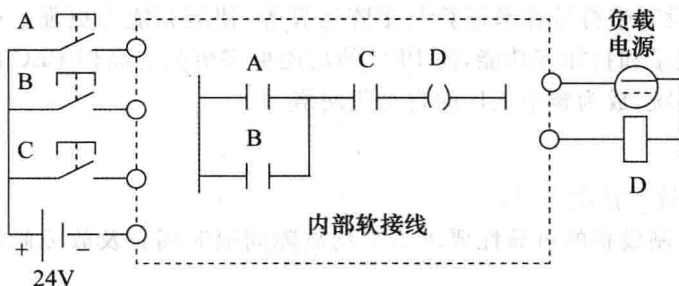


图 1-1 接线原理图

若控制要求改变,如必须同时合上开关 A、B、C,则电器 D 才通电运行。其外部接线不用改变,只需将内部程序中 A、B、C 常开触点的逻辑关系修改为串联方式即可。

6. 体积小、质量轻、功耗低。

由于采用半导体集成电路,与传统控制系统相比较,其体积小、重量轻、功耗低。

1.1.5 PLC 的性能指标

PLC 的基本技术性能指标包括:

1. 输入/输出点数(I/O 点数),即 PLC 外部输入、输出端子数。
2. 扫描速度,一般指执行一步指令的时间,其单位为 $\mu\text{s}/\text{步}$,有时也以执行 1K 步指令时间计,单位为 $\text{ms}/\text{k 步}$ 。
3. 内存容量,一般以 PLC 所能存放用户程序的多少来衡量。
4. 指令条数,PLC 具有的指令种类越多,说明它的软件功能越强。指令条数的多少,是衡量 PLC 软件功能强弱的主要指标。
5. 内部寄存器,PLC 内部有许多寄存器用以存放变量状态、中间结果和数据等。还有许多辅助寄存器给用户提供特殊功能,以简化整个系统设计。
6. 高性能模块,PLC 除了主控模块外,还可配接各种高性能模块。主控模块可以实现基本控制功能,高性能模块的配置可以实现一些特殊的专门功能。

1.1.6 PLC 的应用及发展趋势

随着 PLC 技术的发展,PLC 的应用领域已经从最初的单机、逻辑控制,发展成为能够联网的、功能丰富的控制与管理设备。

1. 逻辑控制

这是 PLC 最初能完成的应用,能实现许多种逻辑组合的控制任务。

2. 数字量控制

PLC 配上相应的数字控制模块能够实现机械加工中的计算机数控技术(NC)。

3. 模拟量控制

在连续型生产过程中(如化工行业),常要对某些模拟量(如电流、电压、温度、压力等)进行控制,这些量的大小是连续变化的。PLC 进行模拟量控制,要配置有模拟量与数字量相互转换的 A/D、D/A 单元。

4. 工业控制网络分级系统

PLC 能与计算机、PLC 及其他智能装置联成网络,使设备级的控制、生产线的控制、工厂管理层的控制连成一个整体,形成控制自动化与管理自动化的有机集成,从而创造更高的企业效益。例如,在西门子提出的全集成自动化(Totally Integrated Automation, TIA)理念中,PLC 是最重要的一种组件。

为适应大中小型企业不同需要,进一步扩大 PLC 在工业自动化领域的应用范围。使 PLC 向着网络化、多功能、高可靠性、兼容性、小型化、编程语言向高层次发展的方向发展前进。

1.2 任务二 组成及原理

1.2.1 系统硬件组成

PLC 的结构分为整体式和模块式两类。对于整体式 PLC,所有部件都装在同一机壳内,其组成框图如图 1-2 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 1-3 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。尽管整体式与模块式 PLC 的结构不太一样,但各部分的功能作用是相同的。

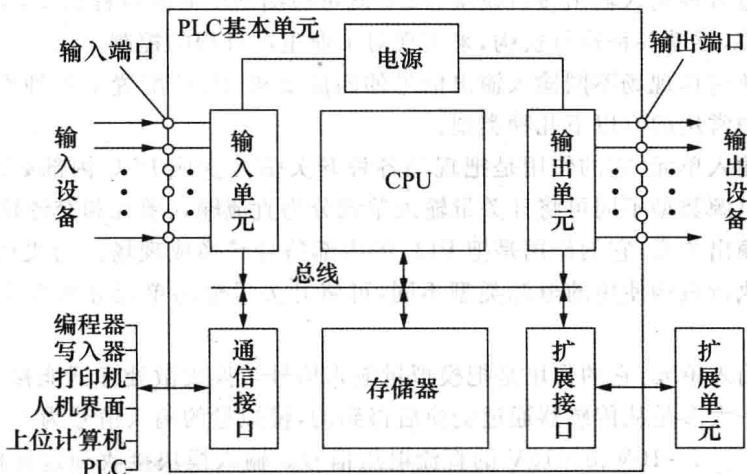


图 1-2 整体式 PLC 组成框图

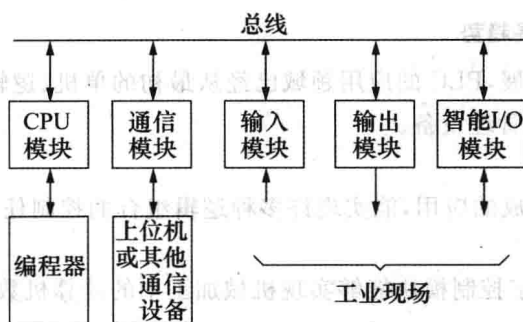


图 1-3 模块式 PLC 组成框图

1. 微处理器单元 CPU (Central Processing Unit)

CPU 是 PLC 的核心部分,它包括微处理器和控制接口电路。微处理器是 PLC 的运算控制中心,由它实现逻辑运算,协调控制系统内部各部分的工作,它的运行是按照系统程序所赋予的任务进行的。

CPU 的具体作用如下:

- ①接受、存储用户程序。
- ②按扫描方式接受来自输入单元的数据和各状态信息并存入相应的数据存储区。
- ③执行监控程序和用户程序,完成数据和信息的逻辑处理,产生相应的内部控制信号,完成用户指令规定的各种操作。
- ④响应外部设备的请求。

2. 存储器

存储器是 PLC 存放系统程序、用户程序和运行数据的单元。PLC 中使用两种类型的存储器即只读存储器 (ROM) 和随机存取存储器 (RAM)。其中 ROM 为存储系统程序, RAM 为存储用户程序。

3. 输入/输出模块单元

PLC 的对外功能主要是通过各类接口模块的外接线,实现对工业设备和生产过程的控制。通过各种输入输出接口模块, PLC 既可检测到所需的过程信息,又可将运算处理结果传送给外部,驱动各种执行机构,来实现对工业生产过程的控制。

为适应工业过程现场不同输入输出信号的匹配要求, PLC 配置了各种类型的输入输出模块单元。其中常用的有以下几种类型:

①开关量输入单元:它的作用是把现场各种开关信号变成 PLC 内部处理的标准信号。按照输入端的电源类型不同可将开关量输入单元分为直流输入单元和交流输入单元。

②开关量输出单元:它的作用是把 PLC 的内部信号转换成现场执行机构的各种开关信号。按照现场执行机构使用的电源类型不同,可将开关量输出单元分为直流输出单元和交流输出单元。

③模拟量输入单元:它的作用是把模拟量输入信号转换成微处理器能接收的数字信号。模拟量输入电平大多是从传感器通过变换后得到的,模拟量的输入信号为 4~20mA 的电流信号或 1~5V、-10~10V、0~10V 的直流电压信号。输入模块接收到这种模拟信号之后,把它转换成二进制数字信号后,送中央处理器进行处理,因此模拟量输入模块又称为 A/D

转换输入模块。

④模拟量输出单元:它的作用是把 CPU 运算处理后的数字量信号转换成相应的模拟量信号输出,以满足生产过程现场连续信号的控制要求。模拟量输出单元一般由光电耦合器隔离、D/A 转换器和信号转换等环节组成。

⑤智能输入输出单元:为了满足 PLC 在复杂工业生产过程中的应用,PLC 除了提供上述基本的开关量和模拟量输入输出单元外,还要提供智能输入输出单元,来适应生产过程控制的要求。智能输入输出单元是一个独立的自治系统,它具有与 PLC 主机相似的硬件系统,有中央处理单元、存储器、输入输出单元和外部设备接口单元等部分,通过内部系统总线连接组成。在其自身的系统程序管理下,对工业生产过程现场的信号进行检测、处理和控制在,并通过外部设备接口与 PLC 主机的输入输出扩展接口的连接来实现与主机的通信。PLC 主机在其运行的每个扫描周期中与智能输入输出单元进行一次信息交换,以便能对现场信号进行综合处理。智能输入输出单元不依赖主机的运行方式而独立运行,这一方面使 PLC 能够通过智能输入输出单元来处理快速变化的现场信号,另一方面也使 PLC 能够处理更多的任务。

4. 输入输出扩展接口

输入输出扩展接口是 PLC 主机为了扩展输入输出点数和类型的部件,输入输出扩展单元、远程输入输出扩展单元、智能输入输出单元等都是通过它与主机相连。输入输出扩展接口有并行接口、串行接口等多种形式。

5. 外部设备接口

外部设备接口是 PLC 主机实现人机对话,机机对话的通道。

6. 电源单元

电源单元是 PLC 的电源供给部分。它的作用是把外部供应的电源变换成系统内部各单元所需的电源。有的电源单元还向外提供直流电源,给予开关量输入单元连接的现场电源开关使用。电源单元还包括掉电保护电路和后备电池电源,以保持 RAM 在外部电源断电后存储的内容不丢失。

7. PLC 的外部设备

PLC 的外部设备主要是编程器、彩色图形显示器、打印机等。

1.2.2 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。

PLC 的扫描工作方式与继电器—接触器控制的工作原理明显不同。继电器—接触器控制装置采用硬逻辑的并行工作方式时,如果某个继电器的线圈通电或断电,那么该继电器的所有常开和常闭触点不论处在控制电路的哪个位置上,都会立即同时动作;而 PLC 采用扫

描工作方式(串行工作方式)时,如果某个软继电器的线圈被接通或断开,其所有的触点不会立即动作,必须等扫描到该触点时才会动作。但由于 PLC 的扫描速度快,通常 PLC 与继电器—接触器控制装置在 I/O 的处理结果上并没有什么差别。PLC 的一个扫描周期必经输入采样、程序执行和输出刷新三个阶段。

1. PLC 的等效工作电路

从 PLC 控制系统与继电器—接触器控制系统比较可知,PLC 的用户程序(软件)代替了继电器控制电路(硬件)。因此,对于使用者来说,可以将 PLC 等效成为由许许多多不同的“软继电器”和“软接线”的集合,而用户程序就是用“软接线”将“软继电器”及其“触点”按一定要求连接起来的“控制电路”。

为了更好地理解这种等效关系,下面通过一个例子来说明。图 1-4 所示为三相异步电动机单向启动运行的电气控制系统。其中,由输入设备 SB1、SB2、FR 的触点构成系统的输入部分,由输出设备 KM 构成系统的输出部分。

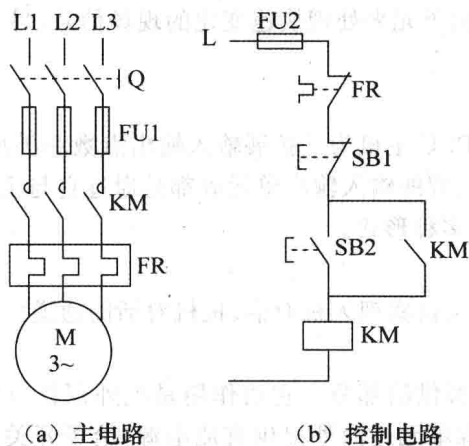


图 1-4 三相异步电动机单向启动

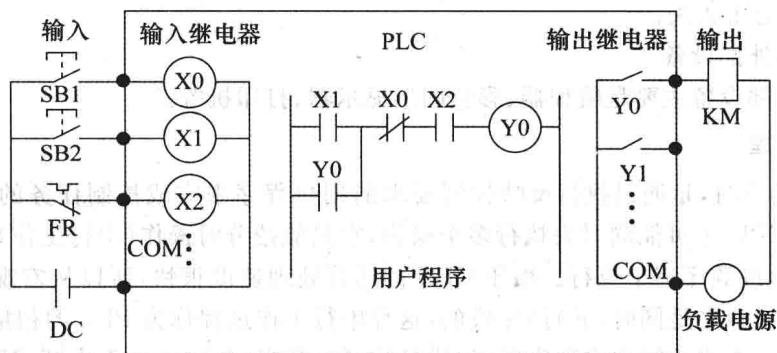


图 1-5 PLC 等效电路

如果用 PLC 来控制这台三相异步电动机,组成一个 PLC 控制系统,根据上述分析可知,系统主电路不变只要将输入设备 SB1、SB2、FR 的触点与 PLC 的输入端连接,输出设备 KM 线圈与 PLC 的输出端连接,就构成 PLC 控制系统的输入、输出硬件电路。而控制部分的功能则由 PLC 的用户程序来实现,其等效电路如图 1-5 所示。

图中,输入设备 SB1、SB2、FR 与 PLC 内部的“软继电器”X0、X1、X2 的“线圈”对应,由输入设备控制相对应的“软继电器”的状态,即通过这些“软继电器”将外部输入设备状态变成 PLC 内部的状态,这类“软继电器”称为输入继电器;同理,输出设备 KM 与 PLC 内部的“软继电器”Y0 对应,由“软继电器”Y0 状态控制对应的输出设备 KM 的状态,即通过这些“软继电器”用来控制外部输出设备,这类“软继电器”称为输出继电器。

因此,PLC 用户程序要实现的是:如何用输入继电器 X0、X1、X2 来控制输出继电器 Y0。当控制要求复杂时,程序中还要采用 PLC 内部的其他类型的“软继电器”,如辅助继电器、定时器、计数器等,以达到控制要求。

值得注意的是,PLC 等效电路中的继电器并不是实际的物理继电器,它实质上是存储器单元的状态。单元状态为“1”,相当于继电器接通;单元状态为“0”,则相当于继电器断开。因此,我们称这些继电器为“软继电器”。

2. PLC 的工作过程

PLC 执行程序的过程分为三个阶段,即输入采样阶段、程序执行阶段和输出刷新阶段,如图 1-6 所示。

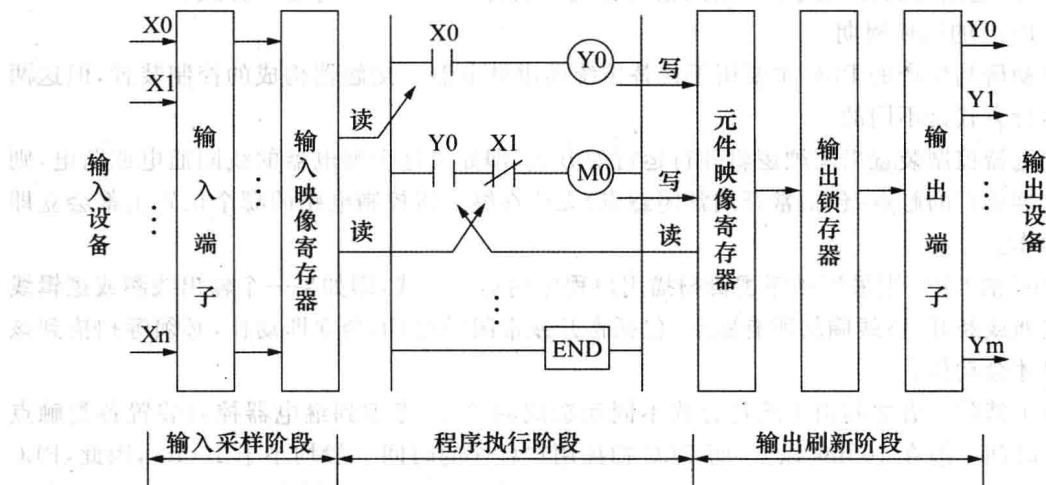


图 1-6 PLC 工作过程示意图

(1) 输入采样阶段。

在输入采样阶段,PLC 以扫描工作方式按顺序对所有输入端的输入状态进行采样,并存入输入映像寄存器中,此时输入映像寄存器被刷新。接着进入程序处理阶段,在程序执行阶段或其他阶段,即使输入状态发生变化,输入映像寄存器的内容也不会改变,输入状态的变化只有在下一个扫描周期的输入处理阶段才能被采样到。

(2) 程序执行阶段。

在程序执行阶段,PLC 对程序按顺序进行扫描执行。若用梯形图来表示程序,则应按先上后下,先左后右的顺序进行。当遇到程序跳转指令时,则根据跳转条件是否满足来决定程序是否跳转。当指令中涉及输入、输出状态时,PLC 从输入映像寄存器和输出映像寄存器中读出,根据用户程序进行运算,运算的结果再存入输出映像寄存器中。对于输出映像寄存器来说,其内容会随程序执行的过程而变化。

(3) 输出刷新阶段。

当所有程序执行完毕后进入输出处理阶段。在这一阶段里 PLC 将输出映像寄存器中与输出有关的状态(输出继电器状态)转存到输出锁存器中,并通过一定方式输出,驱动外部负载。

因此,PLC 在一个扫描周期内,对输入状态的采样只在输入采样阶段进行。当 PLC 进入程序执行阶段后输入端将被封锁,直到下一个扫描周期的输入采样阶段才对输入状态进行重新采样。这种采样方式称为集中采样,即在一个扫描周期内集中一段时间对输入状态进行采样。

在用户程序中,如果对输出结果多次赋值,则最后一次赋值有效。在一个扫描周期内,只在输出刷新阶段才将输出状态从输出映像寄存器中输出,并对输出接口进行刷新;在其他阶段里输出状态一直保存在输出映像寄存器中。这种输出方式称为集中输出。

对于小型 PLC 来说,其 I/O 点数较少,用户程序较短,一般采用集中采样、集中输出的工作方式。虽然在一定程度上降低了系统的响应速度,但使 PLC 工作时大多数时间与外部输入输出设备隔离,从根本上提高了系统的抗干扰能力,增强了系统的可靠性。而对于大中型 PLC 来说,其 I/O 点数较多,控制功能强,用户程序较长,为提高系统响应速度,可以采用定期采样、定期输出方式或中断输入输出方式以及智能 I/O 接口等多种方式。

3. PLC 的扫描周期

最初研制生产的 PLC 主要用于代替传统的由继电器—接触器构成的控制装置,但这两者的运行方式是不同的。

继电器控制装置采用硬逻辑并行运行的方式,即如果这个继电器的线圈通电或断电,则该继电器所有的触点(包括常开或常闭触点)无论在继电器控制电路的哪个位置上都会立即同时动作。

PLC 的 CPU 则采用顺序逻辑扫描用户程序的运行方式,即如果一个输出线圈或逻辑线圈被接通或断开,该线圈的所有触点(包括常开或常闭触点)不会立即动作,必须等扫描到该触点时才会动作。

为了消除二者之间由于运行方式不同而造成的差异,考虑到继电器控制装置各类触点的动作时间一般在 100ms 以上,而 PLC 扫描用户程序的时间一般均小于 100ms,因此,PLC 采用了一种不同于一般微型计算机的运行方式——扫描技术。这样在对于 I/O 响应要求不高的场合,PLC 与继电器控制装置的处理结果就没有什么区别了。

一般来说,PLC 的扫描周期包括自诊断、通信、输入采样、用户程序执行和输出刷新等,即一个扫描周期等于自诊断、通信、输入采样、用户程序执行和输出刷新等所有时间的总和如图 1-7 所示。

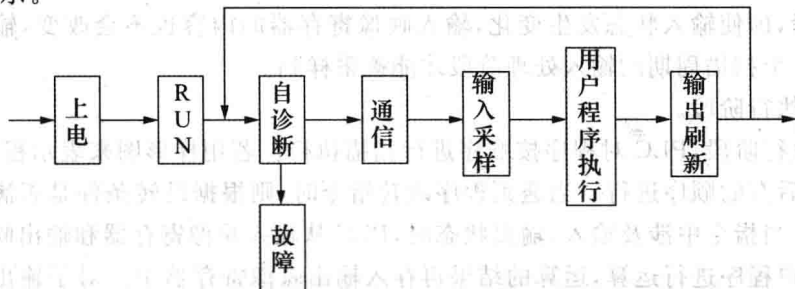
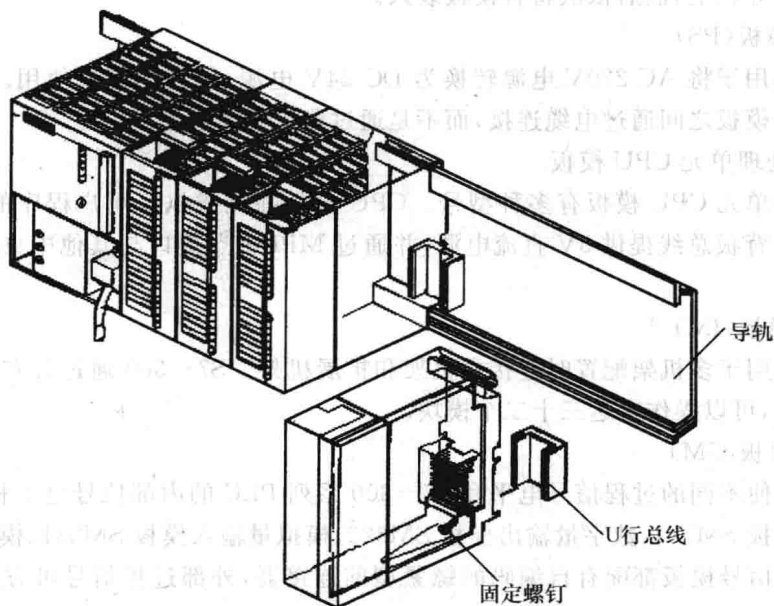


图 1-7 PLC 的扫描周期示意图

1.3 任务三 S7-300 硬件性能介绍

1.3.1 S7-300 的硬件构成

S7-300 的功能强大、速度快、扩展灵活,并具有紧凑的、无槽位限制的标准化模板式结构。该系列 PLC 是模块式的中小型可编程控制器,它是由 CPU 模块、I/O 模块等紧密排列安装在导轨上而组成的,各模块通过背部的 U 形总线相联系,其组合情况如图 1-8 所示。



S7-300 的主要组成部分有导轨(RACK)、电源模板(PS)、中央处理单元 CPU 模板、接口模板(IM)、信号模板(SM)、功能模板(FM)等。如图 1-9 所示。

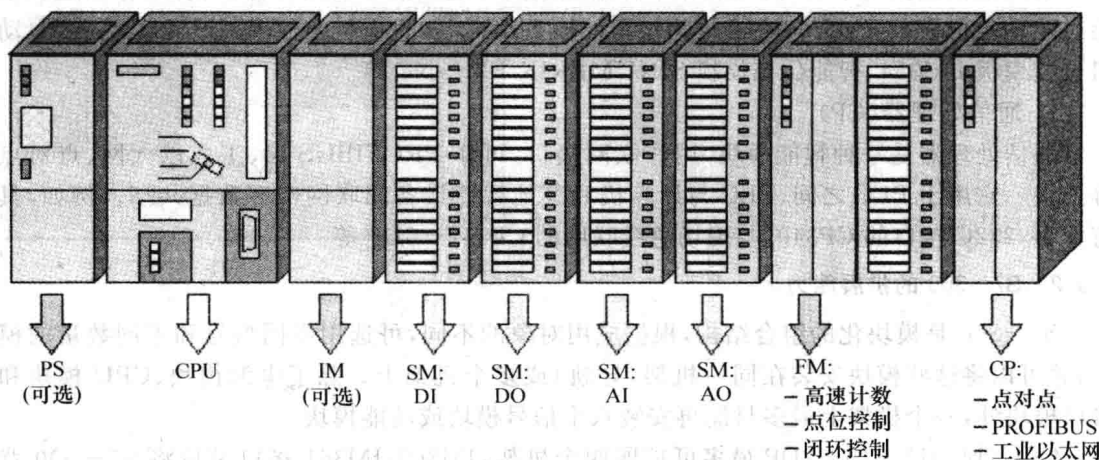


图 1-9 S7-300 模块