

图解西门子 S7 系列 PLC 应用丛书

图解西门子 S7-200系列 PLC入门

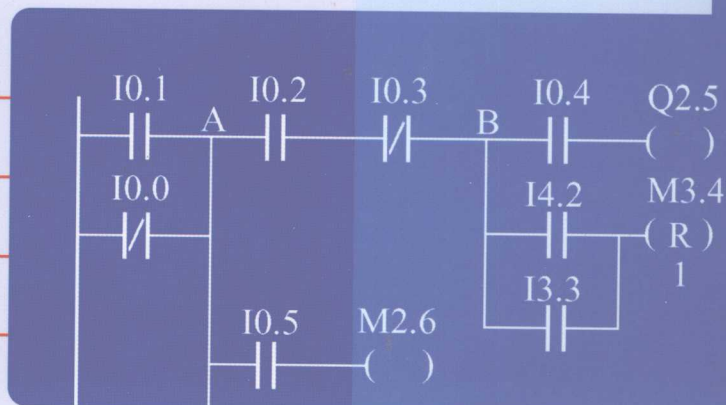
▲ 系统配置

▲ 内部资源

▲ 指令系统

▲ 编程软件STEP7

▲ 应用举例



■ 郑凤翼 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

图解西门子 S7 系列 PLC 应用丛书

本书是《图解西门子 S7 系列 PLC 应用丛书》中的一本，主要介绍 S7-200 系列 PLC 的组成、工作原理、应用及编程。本书可作为从事 S7-200 系列 PLC 应用工作的工程技术人员、设计人员和大专院校师生的参考书。

图解西门子 S7-200 系列 PLC 入门

郑凤翼 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以西门子 S7-200 系列 PLC 为对象进行介绍,但只需略加变动,就可以移植到其他机型上,因此具有一定的通用性。本书运用图解的方法,以图为主,以文为辅,对梯形图的每个梯级和语句表的每个语句都添加了注解说明,解释和说明该梯级和语句的作用,并且用电气元件和编程元件动作顺序表来说明 PLC 的控制过程,使仅学过电工和具有一定电子技术基础的读者能够看懂并加以应用。

本书适用于广大初、中级电工自学者,也可供技术培训及在职技术人员使用,还可作为大专院校师生的参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

图解西门子 S7-200 系列 PLC 入门/郑凤翼编著. —北京:电子工业出版社,2009.4

(图解西门子 S7 系列 PLC 应用丛书)

ISBN 978-7-121-07939-9

I. 图… II. 郑… III. 可编程序控制器—图解 IV. TP332.3-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 190772 号

策划编辑:富 军

责任编辑:周宏敏

印 刷:北京市海淀区四季青印刷厂

装 订:涿州市桃园装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:19 字数:523 千字

印 次:2009 年 4 月第 1 次印刷

印 数:4000 册 定价:36.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

可编程控制器(PLC)是以微机技术为核心的通用工业控制装置,它将传统的继电器-接触器控制技术与计算机技术和通信技术融于一体,具有功能强大、环境适用性好、编程简单、使用方便等优点。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广泛的应用。学习、掌握和应用 PLC 技术对提高我国工业自动化水平和生产效率具有十分重要的意义。

目前专门介绍 PLC 的书籍较多,但是适合初学者自学的书籍较少,为此编写了此书,奉献给广大初学者。本书以西门子公司 S7-200 系列 PLC 为对象进行介绍,但其全部内容只需略加变动,就可以移植到其他机型上,因此具有一定的通用性。

全书共分 7 章:第一章介绍 PLC 的基本组成与工作原理;第二章介绍西门子公司 S7-200 系列 PLC 的系统配置;第三章介绍 S7-200 系列 PLC 的指令系统;第四章介绍可编程控制器的程序设计;第五章介绍顺序控制设计法;第六章介绍 STEP7-Micro/WIN32 编程软件;第七章介绍 PLC 在工业控制中的应用。

本书运用图解的方法,以图为主,以文为辅。本书对梯形图的每个梯级和语句表的每个语句都添加了解释说明,解释和说明该梯级和语句的作用,并且用电气元件和编程元件动作顺序表来说明 PLC 的控制过程,使仅学过电工和具有一定电子技术基础的读者能够看懂并加以应用。

本书文字精练,通俗易懂,内容丰富,分析详细、清晰。读者通过本书的学习,可以尽快地、全面地掌握 PLC 的工作原理和应用技术。本书适用于广大初、中级电工自学者,也可供技术培训及在职技术人员使用,还可供大专院校师生参考。

本书主要由郑凤翼编写,参加编写的还有郑丹丹、孟庆涛、齐宝霞、郑晔晖、苏阿莹、耿立文、傅丛俏、温永库、王晓琳、张艺馨、杨洪升、冯建辉、王军生、李红霞等。

在本书写作过程中,编者参考了一些书刊杂志,并引用了其中的一些资料,难以一一列举,在此一并向有关书刊杂志的作者表示衷心的感谢。

编著者

目 录

第一章 可编程控制器(PLC)的基本组成与工作原理	1
第一节 PLC 的定义、分类、应用、特点及主要技术指标	1
一、PLC 的定义	1
二、PLC 的分类	1
三、PLC 的应用领域	2
四、PLC 的特点	3
五、PLC 的主要性能指标	6
第二节 PLC 的基本组成	7
一、中央处理模块	7
二、存储器	8
三、输入/输出模块	9
第三节 PLC 的工作原理	15
一、接线程序控制与存储程序控制	15
二、PLC 的等效电路	16
三、PLC 的工作原理	19
四、可编程控制器控制与继电器-接触器控制的比较	23
第二章 S7-200 系列 PLC 的系统配置	25
第一节 S7-200 系统的基本组成	25
一、S7-200 系列 PLC 的基本组成	25
二、S7-200 系列 PLC 的基本硬件单元	26
三、S7-200 系列 PLC 的扩展硬件单元	29
四、外端子接线	30
五、本机 I/O 与扩展 I/O 的地址分配	35
六、S7-200 的外部接线与电源的选择	37
七、S7-200 系列 PLC 的相关辅助设备	40
第二节 S7-200 系列 PLC 的内部编程元件	40
一、编程元件(软元件或软继电器)	40
二、编程元件介绍	41
第三节 S7-200 的编程语言和程序结构	48
一、编程语言	49
二、S7-200 系列 PLC 的程序结构	51
第三章 S7-200 系列 PLC 指令系统	53
第一节 指令格式	53

一、语句表(STL)指令的格式	53
二、梯形图指令格式	56
三、编程的一般规约	57
第二节 S7-200 系列 PLC 的寻址方式	58
一、数据的长度	58
二、数据类型及数据范围	58
三、编址方式	59
四、寻址方式	60
第三节 基本位操作指令	65
一、触点指令	65
二、线圈指令	69
三、RS 触发器指令	72
四、复杂的逻辑运算指令——逻辑堆栈指令	73
五、基本位逻辑指令应用举例	78
第四节 定时器指令、计数器指令和比较指令	79
一、定时器指令	79
二、计数器指令	91
三、比较指令	97
第五节 程序控制类指令	101
一、结束指令、停止指令和看门狗复位指令	102
二、顺序控制指令	103
三、跳转指令及标号指令	105
四、循环指令	107
五、子程序操作指令	108
第六节 数据传送指令和移位指令	110
一、数据传送指令	110
二、移位指令	113
第四章 可编程控制器的程序设计	119
第一节 以下章节的写作特点	119
一、在 PLC 的 I/O 接线图、梯形图和语句表上添加注解说明	119
二、电路工作过程的描述	120
三、编程元件的表示	124
四、扫描过程顺序的描述	124
第二节 编程方法指导	125
一、梯形图的特点与编程规则	125
二、语句表编程	129
三、梯形图与语句表编程的区别	130
第三节 梯形图的经验设法	130
一、梯形图的经验设法的步骤	131

二、编程示例	132
第四节 根据继电器电路图设计梯形图的方法	144
一、根据继电器电路图设计梯形图的方法和步骤	145
二、编程示例	147
第五节 逻辑设计法	155
一、逻辑表达式	156
二、用逻辑设计方法设计 PLC 应用程序的一般步骤	157
三、编程示例	158
第六节 波形图法编程	162
一、波形图法编程方法与步骤	162
二、波形图设计法实例	163
第五章 顺序控制设计法	167
第一节 顺序控制设计法中顺序功能图的绘制	167
一、顺序功能图的组成	167
二、顺序功能图中转换实现的基本规则	169
三、顺序功能图的结构形式	169
四、用顺序控制设计法编写程序	171
第二节 使用启/保/停电路模式的编程方法	175
一、编程原则	176
二、顺序(单序列)结构的编程方法	177
三、选择序列的编程方法	180
四、并行序列结构的编程	185
第三节 采用置位、复位指令的编程方法	190
一、编程原则	190
二、单序列编程	191
三、选择序列的编程方法	193
四、并行序列的编程方法	193
五、编程示例	196
第四节 使用 SCR 指令的顺序控制梯形图的设计方法	200
一、顺序控制继电器指令	200
二、编程原则	201
三、单序列结构的编程	202
四、选择序列的编程方式	204
五、并行序列的编程方法	211
六、跳转和循环结构的编程	218
第六章 STEP7-Micro/WIN32 编程软件简介	222
第一节 编程软件的操作环境	222
一、STEP7-Micro/WIN32 编程软件的安装	222
二、STEP7-Micro/WIN32 编程软件界面介绍	222

5.2 第二节 编程的创建、下载和运行	227
5.2.1 一、使用 STEP7-Micro/WIN32 软件编写程序的步骤	227
5.2.1 二、编程实例	228
5.3 第三节 程序的监控	230
5.3.1 一、用状态图监控	230
5.3.1 二、用程序编辑器监控	231
5.3.1 三、监控程序实例	232
第七章 PLC 在工业控制中的应用	234
7.1 第一节 识读 PLC 梯形图的方法和步骤	234
7.1.1 一、总体分析	234
7.1.1 二、梯形图的结构分析	235
7.1.1 三、识读梯形图的具体方法	236
7.1.1 四、识读 PLC 梯形图的示例	237
7.2 第二节 三相笼型感应电动机的 PLC 控制	240
7.2.1 一、电动机单向运行直接启动、点动控制电路	240
7.2.1 二、自动循环控制电路	243
7.2.1 三、三相感应电动机的串自耦变压器减压启动控制	245
7.3 第三节 金属切削机床的 PLC 控制	246
7.3.1 一、C650 卧式车床的 PLC 控制	247
7.3.1 二、T68 卧式镗床的 PLC 控制	252
7.4 第四节 物料传送设备的 PLC 控制	266
7.4.1 一、三级皮带运输机的 PLC 控制	266
7.4.1 二、运料小车运行控制	270
7.4.1 三、自动台车控制	272
7.5 第五节 机械手和交通信号灯的 PLC 控制	277
7.5.1 一、机械手的 PLC 控制	277
7.5.1 二、交通信号灯的 PLC 控制	288
参考文献	295

第一章

可编程控制器 (PLC) 的基本组成与工作原理

可编程控制器是一种专为工业环境下应用而设计的、以微处理芯片为核心的新型工业控制装置。



第一节 PLC 的定义、分类、应用、特点及主要技术指标

一、PLC 的定义

国际电工委员会(IEC)于1987年对可编程控制器给出了如下定义:

可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统,专为工业环境下的应用而设计。它采用可编程的存储器,用来在其内部存储和执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的命令,并通过数字式或模拟式的输入和输出,控制各种类型的生产机械或生产过程。可编程控制器及其有关设备都应按照易于与工业控制系统联成一体、易于扩充功能的原则设计。

由 PLC 的定义可以看出:1) PLC 为适应于各种较为恶劣的工业环境而设计;2) PLC 具有与计算机相似的结构,是一种工业通用计算机;3) PLC 必须经过用户二次开发编程方可使用。

综上所述,可编程控制器是在硬接线逻辑控制技术和计算机技术的基础上发展起来的,简称 PC,但有时为了与个人计算机(Personal Computer)加以区别,将其简称为 PLC。

二、PLC 的分类

一般来说,可以按控制规模大小、性能高低、结构特点进行分类。

1. 按 PLC 的控制规模分类

按 PLC 的控制规模,可以将其分为大型机、中型机和小型机:

1) 小型机的控制点一般在 256 点之内。其控制点数不多,且控制功能有一定的局限性,但是它小巧、灵活、价格低,很适合于单机控制或小型系统的控制。

控制点是指 PLC 面板上连接输入、输出端子上的开关量输入点数和输出点数之和。

2) 中型机的控制点一般不大于 2048 点。其控制点数较多,控制功能较强,有些 PLC 有较强的计算能力,不仅可用于对设备进行直接控制,还可以对多个下一级的 PLC 进行监控,它适合中型或大型控制系统的控制。

3) 大型机的控制点一般多于 2048 点。其控制点数多,控制功能很强,有很强的计算能力,同时,其运行速度很快,不仅能完成较复杂的算术运算,还能进行复杂的矩阵运算。它不仅可用于对设备进行直接控制,还可以对多个下一级的 PLC 进行监控。

2. 按 PLC 的控制性能分类

按 PLC 的控制性能可以分为高档机、中档机和低档机:

1) 低档机具有逻辑运算、定时、计数、移位以及自诊断、监控等基本功能。还可能增设少量模拟量输入/输出、算术运算、远程 I/O、通信等功能。低档机工作速度比较低,能带的输入和输出模块数量比较少,输入和输出模块的种类也比较少。这类 PLC 只适合于小规模简单控制,在连网中一般适合作为从站使用。

2) 中档机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、数据传送和比较、远程 I/O、通信等功能。中档机工作速度比较快,能带的输入/输出模块的数量比较多,输入和输出模块的种类也比较多。这类 PLC 不仅能完成小型控制任务,也可以完成较大规模的控制任务,在连网中可以作为从站,也可以作为主站使用。

3) 高档机除具有中档机的功能外,还有符号算术运算、位逻辑运算、矩阵运算、平方根运算及其他特殊功能函数运算、表格功能等。高档机具有更强的通信连网功能,可用于大规模过程控制系统。高档机工作速度很快,能带的输入/输出模块的数量很多,输入和输出模块的种类也很全。这类 PLC 不仅能完成中等规模的控制工程,也可以完成大规模的控制任务,在连网中一般作为主站使用。

3. 按结构形式分类

PLC 按结构形式可分为整体式和模块式:

1) 整体式 PLC 是将电源、CPU、I/O 部件都集中在一个机箱内,具有结构紧凑、体积小、价格低的特点。一般小型 PLC 采用这种结构。整体式 PLC 由不同 I/O 点数的基本单元和扩展单元组成。基本单元内有 CPU、I/O 接口部件、与 I/O 扩展单元相连的扩展口和与编程器或 EPROM 写入器件相连的接口等。扩展单元内只有 I/O 和电源等而不带 CPU。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。

2) 模块式 PLC 是将 PLC 各部分分成若干个单独的模块,如 CPU 模块、I/O 模块、电源模块以及各种功能模块。模块式 PLC 由框架和各种模块组成。这种结构的特点是配置灵活,可根据需要选配不同模块组成一个系统,而且装配方便,便于扩展和维修。一般大、中型 PLC 采用模块式结构。

三、PLC 的应用领域

随着微电子技术的快速发展,PLC 的制造成本不断下降,而功能却大大增强。应用的领域已覆盖了所有工业企业,其应用范围大致可归纳为以下几种:

1. 开关量逻辑控制

这是 PLC 最基本、最广泛的应用领域。PLC 的输入和输出信号都是通/断的开关信号,对控制的输入、输出点数可以不受限制,从十几个点到成千上万个点,理论上可以通过扩展实现。

在开关量逻辑控制中,它取代传统的继电器-接触器控制系统,实现逻辑控制和顺序控制。用 PLC 进行开关量控制遍及许多行业,如机床电气控制、电梯运行控制、冶金系统的高炉上料、汽车装配线、啤酒灌装生产线等。

2. 运动控制

PLC 可用于直线运动或圆周运动的控制。早期直接用开关量 I/O 模块连接位置传感器和执行机构,现在一般使用专用的运动模块,以实现对各种机械的运动控制。目前,制造商已提供了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,即把描述目标位置的数据送给模块,模块移动一轴或多轴到目标位置。当每个轴运动时,位置控制模块保持适当的速度和加速度,确保运动平滑。

3. 闭环过程控制

PLC 通过模块实现模拟量与数字量的 A/D、D/A 转换,能够实现对模拟量的控制。可实现对温度、压力、流量、液面高度等连续变化的模拟量的 PID 控制,如锅炉、冷冻、反应堆、水处理、酿酒等。

4. 数据处理

现代的 PLC 具有数学运算(包括矩阵运算、函数运算、逻辑运算)、数据传递、排序和查表、位操作等功能,可以完成数据的采集、分析和处理,可以与存储器中存储的参考数据进行比较,也可以传送给其他智能装置或传送给打印机打印制表。具有把支持顺序控制的 PLC 与数字控制设备紧密结合的能力,即 CNC 功能。数据处理一般用在大、中型控制系统中。

5. 联网通信

PLC 的通信包括 PLC 与 PLC 之间、PLC 与上位计算机之间和其他智能设备之间的通信。PLC 和计算机之间具有串行接口,利用双绞线、同轴电缆将它们连成网络,以实现信息的交换。还可以构成“集成管理,分散控制”的分布控制系统。联网增加系统的控制规模,甚至可以使整个工厂实现工厂自动化。

并不是所有的 PLC 都具有上述全部功能,有的小型 PLC 只具有上述部分功能,价格比较便宜。

四、PLC 的特点

1. 可靠性高、抗干扰能力强

各 PLC 的生产厂商在硬件和软件方面采取了多种措施,使 PLC 除了本身具有较强的自诊断能力、能及时给出出错信息及停止运行等待修复外,还使 PLC 具有了很强的抗干扰能力。

(1) 硬件方面

主要模块均采用大规模或超大规模集成电路,大量开关动作由无触点的电子存储器完成, I/O 系统设计有完善的保护和信号处理电路。

1) 屏蔽:对电源变压器、CPU、编程器等主要部件,采用导电、导磁良好的材料进行屏蔽,

以防外界干扰。

2) 滤波:对供电系统及信号输入电路采用多种形式的滤波,如 LC 或 Π 形滤波网络,以消除或抑制高频干扰,也削弱了各模块之间的相互影响。

3) 电源调整与保护:对微处理器这个核心部件所需的 +5 V 电源,采用多级滤波,并用集成电压调整器进行调整,以适应交流电网的波动和过电压、欠电压的影响。

4) 隔离:在微处理器与 I/O 电路之间,采用光电隔离措施,有效地隔离 I/O 接口与 CPU 之间的电联系,减少故障和误动作;各 I/O 口之间也彼此隔离。

5) 采用模块式结构:这种结构有助于在故障情况下短时修复。一旦查出某一模块出现故障,即可迅速更换,使系统恢复正常工作,同时也有助于快速查找故障原因。

(2) 软件方面

PLC 在软件上具有极强的自检及保护功能。

1) 故障检测:软件定期地检测外界环境,如掉电、欠电压、电池电压过低及强干扰信号等,以便及时进行处理。

2) 信息保护与恢复:当偶发性故障条件出现时,不破坏 PLC 内部的信息。一旦故障条件消失,即可恢复正常,继续原来的程序工作。因此,PLC 在检测到故障条件时,立即把当前状态存入存储器,通过软件配合对存储器进行封闭,禁止对存储器的任何操作,以防存储信息被冲掉。

3) 设置警戒时钟看门狗(WDT):如果程序循环执行时间超过了 WDT 规定的时间,预示程序进行死循环,立即进行报警。

4) 加强对程序的检查和校验:一旦程序有错,立即进行报警,并停止程序执行。

5) 对程序及动态数据进行电池后备:停电后,利用后备电池供电,有关状态及信息都不会丢失。

PLC 的出厂试验项目中有一项就是抗干扰试验,它要求能承受幅值为 1000 V、上升时间为 1 ns、脉冲宽度为 1 μ s 的干扰脉冲。一般来说,平均故障间隔时间可达几十万到上千万小时;制成系统亦可达 4~5 万小时,甚至更长时间。

(3) 特殊的工作方式

对于 PLC 系统来说,它的高可靠性还得益于其特殊的工作方式。PLC 采用周期循环扫描的方式工作,对输入/输出操作是集中进行的。在一个循环周期内,仅有一小段时间集中进行 I/O 操作,也就是说只有这一段集中进行 I/O 的操作时间内,干扰才会被引入 PLC 内部,在扫描周期的其余大部分时间,干扰都被阻挡在 PLC 之外。而且,为了防止输入开关量丢失,要求把循环扫描周期控制在 1~100 ms,这个时间比 PLC 所接的执行机构的机电时间常数小得多。这样一来,即使在某个扫描周期内干扰侵入,造成输出值错误,但是它还来得及使执行机构发生错误动作,下一个扫描周期正确的输出就会将其纠正。因此,PLC 的这种工作方式本身就具有抗干扰能力。

随着大规模和超大规模专用集成电路和表面安装技术在 PLC 硬件设计上的应用,使 PLC 产品硬件的元器件数量更少、集成度更高、体积更小、可靠性更高。

2. 编程简单,使用方便

用微机实现自动控制的过程中常使用汇编语言编程,这不仅难于掌握,且要求使用者具有

一定水平的计算机硬件和软件知识。

PLC 是面向用户的设备,因此大部分 PLC 都充分考虑到现场工程人员的技能和习惯,尽量采用简单易学的编程语言,例如,梯形图或面向工业控制的简单指令形式。梯形图与继电器-接触器控制电路相似,这种编程语言形象直观、容易掌握,不需要专门的计算机知识,只要具有一定电工和工艺知识的人员都可在短时间内学会,并用来编制用户程序,配套的编程器的操作和使用也比较简单,这也是 PLC 获得迅速普及和推广的原因之一。

目前,大多数 PLC 仍采用继电器-接触器控制电路形式的“梯形图编程方式”。该方式既继承了传统控制电路的清晰直观,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,因此非常容易接受和掌握。梯形图语言的编程元件的符号和表达方式与继电器-接触器控制电路相当接近,通过阅读 PLC 的用户手册或短期培训,电气技术人员和技术工人很快就能学会用梯形图编制控制程序。PLC 同时还提供了功能图、语句表等编程语言。

3. 功能完善,通用性强

现代 PLC 不仅具有逻辑运算、定时、计数、顺序控制功能,而且具有 A/D 及 D/A 转换、数值运算和数据处理等功能,此外还具有功率驱动、通信连网、人机对话、自检、记录显示等功能。因此,既可对开关量进行控制,也可以对模拟量进行控制;既可以控制单个设备,也可以控制一条生产线或全部的工艺生产过程。由于 PLC 还具有通信连网功能,因此可以与相同或不同类型的 PLC 通信,并可以连接上位机构成分布式的控制系统。

无论哪一个公司的 PLC,都配有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,只需用编程器在线或离线修改用户程序就可以满足要求。同一个 PLC 用于不同的控制对象时,只需改变其输入/输出组件和编制不同的用户程序即可。

PLC 除应用于单机控制外,在工厂自动化中也被大量采用。

4. 系统设计、安装容易,调试工作量少,维修工作量小

采用继电器-接触器控制系统完成一项控制工程时,必须首先按工艺要求设计出电气原理图,然后画出继电器控制柜的布置及接线圈,才能提供订货,而且一旦设计完成,再要修改非常困难。而采用 PLC 控制系统,首先,由于其硬件、软件配置均采用模块化、积木式结构,而且都已商品化,只需按要求选用各种组件组装;其次,在 PLC 控制系统中,用软件编程取代由许多继电器硬接线来实现的多种功能,因而大大减轻了繁重的安装接线工作;再次,PLC 采用面向用户的工业编程语言,具有强制及仿真功能,因此用户程序编程和大部分调试工作都可以在实验室进行。模拟调试好后,再将 PLC 系统安装到生产现场,进行联机调试,既安全,又快捷方便,大大缩短了设计和投入运行周期。在用户维护方面,由于 PLC 本身的故障率极低,维护工作量很小,并且 PLC 有完善的自诊断和显示功能,即使当 PLC 或外部的输入装置和执行机构发生故障时,也可以根据 PLC 上发光二极管或在线编程器上提供的信息,迅速地查找原因。如果是 PLC 本身的故障,可以用更换模块的方法迅速排除,因此维护极为方便。

5. 体积小,重量轻,能耗低

对于复杂的控制系统,使用 PLC 后,可以减少大量的中间继电器和时间继电器,小型 PLC 的体积仅相当于几个继电器的大小,因此可将控制柜的体积大大减小;PLC 的配线比继电器—接触器控制系统少得多,可省下大量的配线和附件,减少大量的安装接线工时,从而节省大量的费用。

五、PLC 的主要性能指标

1. 输入/输出(I/O)点数

I/O 点数即 PLC 面板上连接输入、输出信号用的端子个数,常称为“点数”。通常所说有 I/O 点数是指开关量输入点数和输出点数之和。I/O 点数越多,外部可接入的输入器件和输出器件就越多,控制规模就越大。因此,I/O 点数是衡量 PLC 性能的重要指标之一。国际上流行将 PLC 的 I/O 点数作为 PLC 依规模分类的标准。

2. 存储容量

系统程序存放在系统程序存储器中。这里说的存储容量指的是用户程序存储器的容量,用户程序存储容量决定了 PLC 可以容纳的用户程序的长短,一般以字节为单位来计算。每 1024 个字节为 1 KB,即 1 KB 为 1024 B。中、小型 PLC 的存储容量一般在 8 KB 以下,大型 PLC 的存储容量可达到 256 KB~2 MB。也有的 PLC 用存放用户程序的指令条数来表示容量。

3. 扫描速度

扫描速度是指 PLC 执行程序的速度,是衡量 PLC 性能的重要指标。一般以扫描 1KB 程序所用的时间来衡量扫描速度。PLC 用户手册一般给出执行各指令所用的时间,可以通过比较各种 PLC 执行相同的操作所用的时间来衡量扫描速度的快慢。

4. 指令的种类和条数

编程指令的种类和条数是衡量 PLC 软件功能强弱的主要指标,指令种类和条数越多,软件功能也就越强,就能适应越复杂的控制系统。

5. 特殊 I/O 单元(高级模块或智能模块)

PLC 不仅能完成开关量的逻辑控制,而且利用特殊 I/O 单元可以完成模拟量控制、运动控制、模糊控制、定位控制、高速中断控制、通信连网等功能。特殊 I/O 单元大多具有自己的 CPU、存储器和专用集成电路。在主机(CPU 单元)的协调管理下,能够与主机并行工作而不受主机扫描周期的影响,从而使 PLC 能够完成复杂的、高精度的控制任务。特殊 I/O 单元种类的多少和功能的强弱是衡量 PLC 产品水平的重要指标。各生产厂家都非常重视特殊 I/O 单元的开发,近年来特殊 I/O 单元的种类日益增多,功能也越来越强。

6. 支持软件

支持软件为用户提供方便的编程环境。PLC 生产厂家提供必要的编程软件,如为 SIEMENS 公司的 S7-200 系列 PLC 提供的 STEP7-Micro/WIN、为 SIEMENS 公司的 S7-300/400 系列 PLC 提供的 STEP7 编程软件等。软件在个人计算机 Windows 操作系统下运行,功能强大,使用方便,简单易学。



第二节 PLC 的基本组成

可编程控制器实质上是一种专用的计算机控制系统,它具有比一般计算机更强的与工业过程相连的接口,具有更适用于控制要求的编程语言。因此,可编程控制器与一般的计算机控制系统一样,也具有中央处理单元(CPU)、存储器、输入/输出模块(I/O)等部分。其基本组成如图 1-2-1 所示。

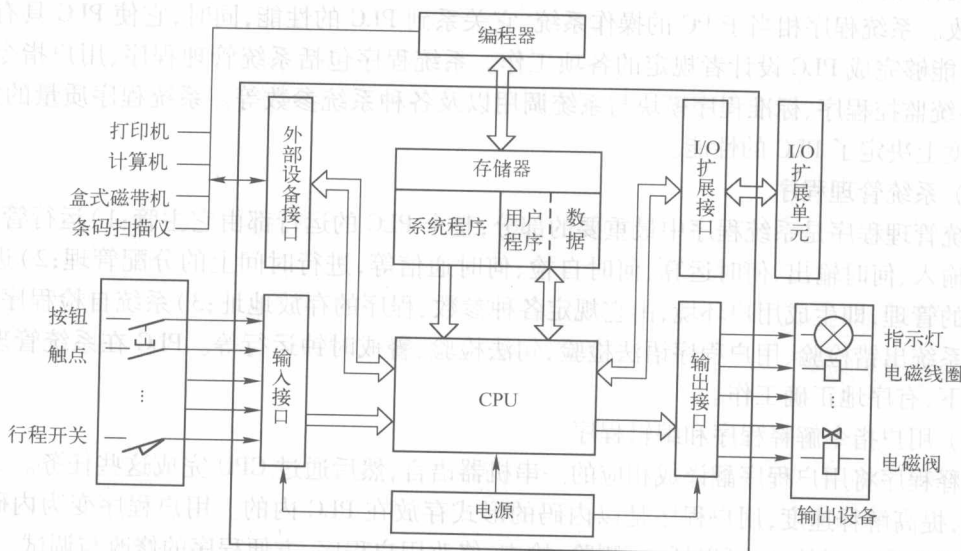


图 1-2-1 PLC 的基本组成

一、中央处理模块

可编程控制器中的中央处理模块(也称 CPU 模块)与一般计算机系统 CPU 的概念不同,后者常用 CPU 表示一个中央处理器,即它是一块集成芯片。在一个中型或大型可编程控制器的中央处理模块里,不仅有 CPU 集成芯片(可能不止一片),而且还有一定数量的 EPROM(存储系统的操作系统)和 RAM(存储少量的数据或用户程序)。

中央处理模块是 PLC 的核心,它按 PLC 中系统程序赋予的功能指挥 PLC 有条不紊地进行工作,其主要任务如下:

1) 当 PLC 处于编程状态时,控制从编程器输入的用户程序 and 数据的接收与存储。

2) 当 PLC 处于运行状态时,用扫描的方式通过 I/O 部件接收现场的状态或数据,并存入输入映像存储器或数据存储器中;PLC 进入运行状态后,从存储器逐条读取用户指令,经过命令解释后按指令规定的任务进行数据传送、存取、变换、处理、执行逻辑或算术运算等;根据运算结果,更新有关标志位的状态和输出映像存储器的内容,再经输出部件实现输出控制、制表打印或数据通信等功能。

3) 监视 PLC 的工作状态,诊断 PLC 内部电路的工作故障和编程中的语法错误等。

可编程控制器中常用的 CPU 主要采用通用微处理器、单片机和双极型微处理器。可编程控制器的档次越高,CPU 的位数越多,运算速度越快,功能指令也越强。

二、存储器

PLC 的存储器包括系统存储器和用户存储器。

1. 系统存储器

系统存储器用来存放由 PLC 生产厂家编写的系统程序,并固化在 ROM 内,用户不可以访问和修改。系统程序相当于 PC 的操作系统,它关系到 PLC 的性能,同时,它使 PLC 具有基本的智能,能够完成 PLC 设计者规定的各项工作。系统程序包括系统管理程序、用户指令解释程序、系统监控程序、标准程序模块与系统调用以及各种系统参数等。系统程序质量的好坏,很大程度上决定了 PLC 的性能。

(1) 系统管理程序

系统管理程序是系统程序中最重要的一部分,整个 PLC 的运行都由它主管:1) 运行管理,控制何时输入、何时输出、何时运算、何时自检、何时通信等,进行时间上的分配管理;2) 进行存储空间的管理,即生成用户环境,由它规定各种参数、程序的存放地址;3) 系统自检程序,它包括各种系统出错检验、用户程序语法检验、句法检验、警戒时钟运行等。PLC 在系统管理程序的控制下,有序地正确工作。

(2) 用户指令解释程序和编辑程序

解释程序将用户程序翻译成相应的一串机器语言,然后通过 CPU 完成这些任务。为了解释内存,提高解释速度,用户程序是以内码的形式存放在 PLC 内的。用户程序变为内码形式是由编辑程序实现的,它可以插入、删除、检查、修改用户程序,方便程序的修改与调试。

(3) 标准程序模块和系统调用

这部分是由许多独立的程序块组成的,各自完成不同的功能,如有些程序块完成输入、输出功能,有些程序块完成特殊运算功能等。PLC 的各种具体工作都是由这部分程序来完成的。

整个系统程序是一个整体,它的质量好坏很大程度上影响 PLC 的性能。通过改进系统程序就可在不增加任何硬件的条件下改善 PLC 的性能,因此,各 PLC 生产厂家对系统程序非常重视,都一直在不断地完善系统程序。

2. 用户存储器

用户存储器包括用户程序存储器(程序区)、功能存储器(数据区)和参数区。用户程序存储器用来存放用户针对具体控制任务用规定的 PLC 编程语言编写的各种用户程序。用户程序存储器根据需要可选择不同的存储器单元类型。用户功能存储器是用来存放(记忆)用户

程序中使用的 ON/OFF 状态、数值数据等,它构成 PLC 的各种内部器件,也称“软元件”。参数区主要存放 CPU 组态数据,例如:I/O CPU 组态、设置输入滤波、脉冲捕捉、输出表配置、定义存储区保持范围、模拟电位器设置、高速计数器配置、高速脉冲输出配置、通信组态等。用户存储器容量的大小关系到用户程序容量的大小和内部器件的多少,是反映 PLC 性能的重要指标之一。

3. PLC 通常使用的几种物理存储器

(1) 随机存取存储器(RAM)

用户可以用编程装置读出 RAM 中的内容,也可以将用户程序写入 RAM,因此 RAM 又叫读/写存储器。它是易失性的存储器,它的电源中断后,储存的信息将会丢失。RAM 的工作速度快、价格便宜、改写方便。在关断 PLC 的外部电源后,可以用锂电池保存 RAM 中的用户程序和某些数据。锂电池可以用 1~3 年,需要更换锂电池时,由 PLC 发出信号,通知用户。现在部分 PLC 仍用 RAM 来储存用户程序。

(2) 只读存储器(ROM)

ROM 的内容只能读出,不能写入,它是非易失性的,电源切断后,仍能保存储存的内容。ROM 用来存放 PLC 的系统程序。

(3) 可以电擦除可编程的只读存储器(EEPROM)

EEPROM 是非易失性的,而且可以用编程装置对它编程,兼有 ROM 的非易失性和 RAM 的随机存取优点,但是将信息写入它所需的时间比 RAM 长得多。EEPROM 用来存放用户程序和需长期保存的重要数据,存储器的信息可保留 10 年以上。

三、输入/输出模块

输入/输出模块是 PLC 与现场 I/O 设备或其他外设之间的连接部件。PLC 通过输入模块把工业设备或生产过程的状态或信息读入主机,通过用户程序的运算与操作,把结果通过输出模块输出给执行机构。输入模块用于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安全可靠地传递到 PLC 内部。输出模块用于把用户程序的逻辑运算结果输出到 PLC 外部。尽管 PLC 的种类很多,输入/输出模块有多种型号,但是它们的基本原理是相似的。输入/输出模块一般包括:1) 数字量输入模块;2) 数字量输出模块;3) 模拟量输入模块;4) 模拟量输出模块。

1. 输入模块

输入模块用于将来自现场的主令元件、检测元件的信号经变换成 CPU 能接受的输入信号,并对其进行滤波、电平转换、隔离、放大等,然后进入到 PLC。主令元件的信号是指由用户在控制键盘(或控制台、操作台)上发出的控制信号(如开机、关机、转换、调整、急停等信号)。检测元件的信号是指用检测元件(如各种传感器、继电器的触点,限位开关、行程开关等元件的触点)对生产过程中的参数(如压力、流量、温度、速度、位置、行程、电流、电压等)进行检测时产生的信号。通常情况下,来自生产设备或控制现场的各种输入信号(如各种按钮、开关、传感器等)所提供的信号,其性质、电压、种类各不相同。一般来说,输入接口用来接收和采集两种类型的输入信号:一类是由按钮、选择开关、行程开关、继电器触点、接近开关、光电开关、