



可编程逻辑控制器实用教程

——PLC起步与进阶

张伯龙 主编 李学勇 等编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

电子技术职业技能培训

内容简介

可编程逻辑控制器实用教程 ——PLC 起步与进阶

张伯龙 主编

李学勇 李占轩 李学忠 编

国防工业出版社

国防工业出版社

发行部：(010) 88411332
编辑部：(010) 88411334
地址：北京·(010) 88453845

内 容 简 介

本书由浅入深地详细讲解了市场中流行的西门子 S7-200 系列 PLC。全书共分 7 章:第 1 章初步认识 PLC;第 2 章讲解了 S-700 系列 PLC 内部构成及寻址方式;第 3 章叙述了 S-700 系列 PLC 常用指令并有一些示例;第 4 章形象地介绍了软件的使用方法,并配有软件光盘;第 5 章介绍顺序控制指令并配有一些例题使大家能更好地体会该指令;第 6 章详细地讲解功能指令;第 7 章是程序示例,并针对实践中的常见问题加以讲解。附录为 PLC 常见问题解答。

图书在版编目(CIP)数据

可编程逻辑控制器实用教程:PLC 起步与进阶 / 张伯龙主编. —北京:国防工业出版社,2008.6

(电子技术职业技能培训)

ISBN 978-7-118-05634-1

I. 可... II. 张... III. 可编程序控制器-教材
IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 037284 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

北京诚信伟业印刷有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 13½ 字数 307 千字

2008 年 6 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 22.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

本书从实用角度出发,介绍了西门子 S7-200 系列 PLC。从 PLC 初步认识到内部结构,从常用指令到功能指令,从简单编程到实例讲解,从编程软件了解到熟练运用等几个方面对其进行了详细地讲解。

本书作者是长期从事 PLC 教学的教师,在授课和实际摸索中从实用角度出发,以通俗易懂的语言对 PLC 进行了详细的介绍。全书共分 7 章:第 1 章介绍了 PLC 的初步认识;第 2 章介绍了 S-700 系列 PLC 内部构成及寻址方式;第 3 章介绍了 S-700 系列 PLC 常用指令并提供了一些示例;第 4 章介绍了软件的使用方法;第 5 章介绍了顺序控制指令并提供了一些例题使大家能更好的体会该指令;第 6 章介绍了功能指令;第 7 章介绍了程序示例分析。附录为 PLC 指令系统、典型接线及常见问题解答。

由于 PLC 的市场价格较高,软件多是随机配备的,这给自学者带来一定的困难,所以在学习中如果需要 PLC 的编程软件,由我们免费给您提供,可以发邮件到 bh268@163.com 或 liyoug2003@sina.com 索取。

本书由高级工程师麻玉川同志主审,参加本书编写的还有李艳强、李桂英、张伯虎等同志。编写中参阅了有关的书籍(见参考文献),并引用了其中某些部分内容,在此一并表示衷心的感谢。

本书内容丰富、通俗易懂,可供有关从事 PLC 方面工作的工程技术人员和长期从事电气控制专业的电工及技术人员阅读,同时也适合于电工电子类高职、高专及工业电器类维修培训做教材使用。

由于编者水平有限,书中难免有错误和不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

2008 年 3 月

目 录

第1章 PLC初步认识	1
1.1 PLC的产生及概念	1
1.1.1 PLC的产生	1
1.1.2 PLC的概念	2
1.2 PLC的优点	3
1.3 PLC的厂家及应用	4
1.3.1 PLC的厂家	4
1.3.2 PLC的应用	4
1.4 PLC的种类	5
1.5 PLC的构成	6
1.6 PLC与低压电器控制的区别	9
1.7 PLC的原理	10
1.7.1 PLC的运行框图	10
1.7.2 PLC的工作过程	11
1.7.3 PLC对输入/输出的处理	12
1.8 PLC的编程语言介绍及程序构成	12
1.8.1 PLC的编程语言介绍	12
1.8.2 PLC的程序构成	14
第2章 S7-200系列PLC硬件	15
2.1 S7-200系列PLC的硬件介绍	15
2.1.1 硬件的系统组成	15
2.1.2 主机及性能	16
2.1.3 输入/输出的扩展	20
2.2 S7-200系列PLC的软件功能	22
2.2.1 软元件	22
2.2.2 软元件功能	22
2.3 CPU的寻址方式	25
2.3.1 CPU的直接寻址	25
2.3.2 CPU的间接寻址	28
第3章 PLC的常用指令及应用示例	30
3.1 常用指令及示例	30
3.2 置位、复位指令	33

目 录

3.3	RS 触发器指令	34
3.4	立即指令	35
3.5	边沿指令	36
3.6	逻辑堆栈操作指令	37
3.7	定时器	39
3.8	计数器	43
3.9	比较指令	45
3.10	取反及空操作指令	47
3.11	程序控制指令	47
3.11.1	结束及暂停指令	47
3.11.2	看门狗复位指令	48
3.11.3	跳转及标号指令	49
3.11.4	循环指令	49
3.12	子程序	51
3.13	与 ENO 指令	54
3.14	PLC 编程规则	54
3.14.1	梯形图的基本规则	54
3.14.2	LAD 和 STL 的特点	56
3.15	PLC 程序示例	57
3.16	PLC 编程方法及示例	62
3.16.1	PLC 程序的简单设计法	62
3.16.2	应用示例	63
第 4 章	编程软件介绍	67
4.1	软件安装	67
4.1.1	对计算机的要求	67
4.1.2	软件安装方法	67
4.1.3	硬件安装方法	67
4.1.4	参数设置	68
4.1.5	通信参数	68
4.2	软件功能	68
4.2.1	功能简介	68
4.2.2	窗口及功能	68
4.3	编程及运行	71
4.3.1	文件操作	71
4.3.2	编程操作	72
4.4	调试及运行监控	75
4.4.1	扫描次数选择	75
4.4.2	状态图表的使用	75
4.4.3	运行模式	76

4.5	程序监视	77
第5章	S7-200 系列 PLC 顺序控制指令及示例	79
5.1	功能图简介	79
5.1.1	功能图的概念	79
5.1.2	功能图的规则	80
5.2	顺序控制指令概要	80
5.3	功能图的应用分类	82
5.4	单流程应用举例	86
5.5	并行合并方法	88
5.6	可选分支、并行分支和连接举例	88
5.7	剪板机应用程序	90
第6章	功能指令及应用	96
6.1	数据处理	96
6.1.1	数据传送类指令	96
6.1.2	移位与循环指令	97
6.1.3	字节交换及填充指令	100
6.2	运算指令	101
6.2.1	算术运算指令	101
6.2.2	逻辑运算指令	107
6.3	表功能指令	108
6.4	数据类型转换指令	112
6.5	编码、译码、段码指令	114
6.6	ASCII 码转换指令	116
6.7	字符串及字符串转换指令	119
6.7.1	字符串指令	119
6.7.2	字符串转换指令	120
6.8	读/设定时钟指令	122
6.9	中断	124
6.9.1	中断简介	124
6.9.2	中断指令及程序	126
6.10	高速计数器指令及应用	128
6.10.1	高速计数器简介	128
6.10.2	高速计数器指令及使用	130
6.11	高速脉冲输出指令	133
6.11.1	基本介绍	134
6.11.2	高速脉冲指令及特殊寄存器	134
6.11.3	PTO 的使用	135
6.11.4	PWM 的使用	140
6.12	PID 回路指令	142

77	6.12.1. 基本介绍	142
97	6.12.2. PID 回路指令及使用	142
第7章 PLC 实例分析		
97	7.1. PLC 编程设计步骤	146
88	7.2. 机械臂分检装置程序示例	149
88	7.3. 某化学反应程序示例	152
58	7.4. 电机启动/停止程序示例	155
88	7.5. 双恒压无塔供水控制系统设计	157
88	7.6. 薄刀式分切压痕机控制系统	168
88	7.7. PLC 实际中注意的一些问题	175
附录 PLC 指令系统、典型接线及常见问题解答		
80	附录 A. S7-200 系列 PLC 指令系统及典型接线	181
80	附录 B. 常见问题解答	184
参考文献		
79	.....	207
100	.....
101	.....
101	.....
107	.....
108	.....
111	.....
114	.....
119	.....
119	.....
119	.....
120	.....
121	.....
124	.....
124	.....
126	.....
128	.....
128	.....
130	.....
131	.....
131	.....
132	.....
132	.....
140	.....
141	.....

第 1 章 PLC 初步认识

现代工业自动控制中使用的 PLC 种类很多,不同厂家的 PLC 各有特点,它们虽有一定的区别,如输入/输出端子数目不同,但作为工业标准控制的 PLC 在结构组成、工作原理和编程方法等许多方面是基本相同的。只是各厂家 PLC 的符号,指令等略有区别。本章主要介绍 PLC 的一般特性,重点讲解它的内部结构、工作方式和工作原理。

1.1 PLC 的产生及概念

1.1.1 PLC 的产生

早期,人们把各种继电器、定时器、接触器及其触点按一定的逻辑关系连接起来组成控制电路,控制各种生产设备,这就是大家所熟悉的传统早期的低压电器控制电路。它结构简单、易掌握、成本低,容易操作,适应于工作模式固定,要求简单的场合。因此在一定范围内可以满足控制要求,故使用面广,在早期工业控制方面占主导地位。但低压电器控制电路有明显的缺点:设备体积大,噪声大,可靠性较差,动作速度慢,功能太少,不易实现较复杂的控制,这是因为它是靠硬连线构成的系统,接线复杂,设计制造周期长,维修困难。特别是当生产工艺或控制对象发生变化时,原有的控制接线和控制盘(柜)不能再重复使用,故通用性和灵活性较差且造成了极大的浪费。

随着电子技术的发展,小型计算机的出现和大规模生产及多机群控的发展,人们一直设想用小型计算机来实现工业控制,但由于成本高,输入、输出电路不匹配和编程技术复杂等原因,这种想法一直没有得到推广和应用,便搁浅了。

1968 年美国的汽车制造业竞争越来越激烈,迫切需要先进的自动控制系统来取代传统的低压电器控制系统的约束,以适应市场竞争需要和生产程序的要求,此时美国通用汽车公司(GM)公开招标,对新控制系统提出 10 项技术要求:

- (1) 编程方便,现场可修改结构;
- (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) 输入可以是交流 115V(美国电压标准);
- (8) 输出为交流 115V,容量要求在 2A 以上,可直接驱动接触器、电磁阀等;
- (9) 扩展时原系统改变最小;
- (10) 用户存储器至少能扩展到 4KB。

这 10 项指标实际上就是现在 PLC 的最基本的功能。其核心要求可归纳为以下 4 点:

- (1) 计算机代替低压控制器;
- (2) 用程序代替硬接线;
- (3) 输入/输出电平可与外部设备直接相联;
- (4) 结构易于扩展。

同时也为未来工业控制的发展方向提出了一个用计算机的软件编程来代替传统的低压电器的硬接线的思路。世界上第一台 PLC,于 1969 年由美国数字设备公司(DEC)根据上述要求研制出来,并在 GM 公司的汽车生产线上首次应用成功。人们称为可编程序逻辑控制器(Programmable Logic Controller),简称 PLC。它主要用来取代传统的低压电器控制,系统功能仅限于执行继电器逻辑、计时、计数等功能。

随着微电子技术的发展,20 世纪 70 年代中期出现了微处理器和微型计算机,将微机技术应用到 PLC 中,使得它能更多地发挥计算机的优点,编程取代硬连线,并增加了运算、数据传送和处理等功能,使其成为电子计算机工业控制设备。国外工业界在 1980 年正式命名其为可编程序控制器(Programmable Logic Controller),简称 PC。由于它和个人计算机(Personal Computer)的简称易混淆,故把可编程序控制器简称为 PLC。

20 世纪 80 年代,随着大规模和超大规模集成电路等微电子技术的快速发展,以 16 位和 32 位微处理器构成的微机化 PLC 得到了飞速的发展,使 PLC 在概念、设计、性价比以及应用等方面都有较大的突破。不仅控制功能增强,功耗、体积缩小,成本下降,可靠性提高,编程和故障检测更为灵活方便,而且远程 I/O 和通信网络、数据处理以及图像显示也有了发展,在编程方面主要是面向生产、面向用户的语言,比计算机的语言更方便,从而不再受计算机编程语言的限制,使技术人员和有一定电工知识的人们能更快更方便地学习和应用。这些优点都为 PLC 的迅速发展提供了广阔的发展空间。使之成为今天自动化技术的三大支柱之一。可见,在现代的工业控制系统中 PLC 将占有十分重要的地位。

1.1.2 PLC 的概念

1987 年 2 月国际电工委员会(IEC)颁布了草案,可编程控制器有了明确的概念:“可编程序控制器是一种数字运算操作的电子系统,专为工业环境而设计。它采用了可编程序的存储器,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,并通过数字量和模拟量的输入和输出,控制各种类型机械的生产过程。而外围设备,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。”

应该明确强调的是 PLC 直接应用于工业环境,必须具有较强的抗干扰能力,广泛的适应能力和应用范围。这是区别于一般微机控制系统的一个重要特征。PLC 与以往所讲的鼓式、机械式的顺序控制器在“可编程”方面有本质的区别。PLC 采用了微处理机及半导体存储器等新一代电子器件,并用规定的指令进行编程,能灵活地修改程序,即它是用软件方式来实现“可编程”的目的。还应强调的是 PLC 是“数字运算操作的电子系统”,也是一种计算机,“专为在工业环境下应用而设计的”工业计算机。这种工业计算机采用“面向用户的指令”,编程方便。它能完成逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作,它还具有“数字量和模拟量输入和输出(I/O)”的能力,并且非常容易与“工业控制

系统联成一体”,易于“扩充”。

1.2 PLC 的优点

现代工业生产过程是复杂多样的,对控制的要求不尽相同。PLC 出现后就受到了工程技术人员的欢迎。

1. 可靠性高,抗干扰能力强

计算机具有很强的功能,但抗干扰能力差,工业现场的电磁干扰,电源波动,机械振动,温度和湿度的变化,均能使微机工作异常。PLC 是专为工业控制而设计的,能适用于恶劣环境,如较强的电噪声,电磁干扰,机械振动,极高的温度和很大的湿度等。在电子线路、机械结构及软件结构上都吸取了生产厂家长期积累的生产控制经验,主要模块采用大规模与超大规模集成电路,I/O 电路设计有完善的保护与信号调理电路;在结构上对耐热、防潮、防尘、抗震等都有周到的考虑;在硬件上采用隔离、屏蔽、滤波、接地等抗干扰措施;在软件上采用数字滤波等抗干扰和故障诊断措施;使 PLC 具有较高的抗干扰能力。PLC 的平均无故障时间通常在几万小时以上,这是一般微机所做不到的。

传统的低压电器控制电路虽抗干扰能力强,但使用了大量的机械触点,使设备连线复杂,且触点在动作时易受电弧的损害,寿命短,PLC 采用微电子技术,大量的开关动作由无触点的电子存储器件来完成,大部分继电器复杂的连线被软件程序所取代,寿命长,可靠性强。

2. 控制系统结构简单,通用性强

PLC 及外围模块品种多,各种组件灵活组合成各种大小和不同要求的控制系统。在 PLC 构成的控制系统中,在 PLC 的端子上接入相应的 I/O 信号线即可,不用如低压电器之类的器件和大量而又繁杂的硬接线线路。要求改变或需要变更控制系统的功能时,可用编程器在线或离线修改,同一个 PLC 用于控制不同的对象,只是 I/O 组件和应用软件的不同。PLC 的 I/O 可直接与市电 220V,直流 24V 等相连,带负载能力强。

3. 编程方便,易于使用

PLC 编写程序时,可采用梯形图,指令表等编程语言。梯形图与低压电器控制原理图相类似,这种编程语言形象直观,易掌握,只要具有一定的电工和工艺知识的人员都可在短时间学会。

4. 功能完善

PLC 的 I/O 系统功能完善,性能可靠,具有各种开关量和模拟量的 I/O。PLC 具备许多控制功能,如时序、计算器、主控继电器以及移位寄存器、中间寄存器等。可以很方便地实现延时、锁存、比较、跳转和强制 I/O 等,不仅具有逻辑运算、算术运算、数制转换以及顺序控制功能,而且还具备模拟运算、显示、监控、打印及报表生成功能。它还可以和其他微机系统、控制设备共同组成分布式或分散式控制系统,还能实现数据块传送、矩阵运算、闭环控制、排序与查表、函数运算及快速中断等功能。

5. 设计、施工、调试的周期短

用低压电器控制完成一项工程,首先按要求画出电气原理图,再画出低压电器屏

(柜)的布置和接线图等,进行安装调试、修改十分不便。采用 PLC 控制,由于其为模块化积木式结构,硬件齐全,且已商品化,故仅需按性能、容量(I/O 点数、内存大小)等选用组装,缩短了设计周期,使设计和施工同时进行,用软件编程取代了硬接线实现控制功能,大大减轻了繁重的安装接线工作,缩短了施工周期,PLC 是通过程序完成控制任务的,使用了方便用户的工业编程语言,且都具有强制和仿真的功能,故程序的设计、修改和调试都很方便,这样可大大缩短设计和投运周期。

6. 体积小,维护操作方便

PLC 体积小,质量小,便于安装。PLC 的 I/O 系统可直观地反映现场情况的变化状态,还能通过各种方式直观地反映控制系统的运行状态,如内部工作状态、通信状态、I/O 点状态、异常状态和电源状态等,对此均有醒目的指示,非常有利于运行和维护人员对系统进行监视。

1.3 PLC 的厂家及应用

1.3.1 PLC 的厂家

PLC 出现后在工业控制中起着举足轻重的地位,如日本、德国、法国等相继研制成各自的 PLC。PLC 技术由最初的 1 位机发展为 8 位机。现在的 PLC 产品已使用了 16 位、32 位高性能微处理器,而且实现了多处理器的多通道处理,通信技术使 PLC 的应用得到进一步发展。PLC 技术已十分成熟。

目前,世界上有 200 多个厂家生产可编程序控制器产品,比较著名的有美国的 AB、通用(GF)、莫迪康(MODICON),日本的三菱(MITSUBISHI)、欧姆龙(OMRON)、富士电机(FUJI)、松下电工,德国的西门子(SIEMENS),法国的 TE、施耐德(SCHNEIDER),韩国的三星(SAMSUNG)、LG 等(其中 MODICON 和 TE 已归到 SCHNEIDER)。

1.3.2 PLC 的应用

PLC 的应用范围通常可分为 5 种类型。

1. 顺序逻辑控制

顺序逻辑控制是 PLC 应用最广泛的领域,也是最适合 PLC 使用的领域。它可取代传统的低压电器顺序控制。PLC 应用于单机控制、多机群控、生产自动线控制等。如注塑机、印刷机、订书机、包装机、切纸机、组合机床、磨床、装配生产线、电镀流水线及电梯控制等。

2. 数据处理

PLC 具有数据传送、转换、数学运算及查表等功能。这为 PLC 采集、分析和处理数据打下了良好的硬件基础。在机械加工中,PLC 作为主要的控制和管理系统用于 CNC 和 NC 系统中,可以完成大量的数据处理工作。

3. 运动控制

PLC 可实现驱动步进电机或伺服电机控制模块,PLC 把描述目标位置的数据送给模块,其输出移动一个轴或数轴到目标位置,每个轴移动时,位置控制模块保持适当的速度

和加速度,确保运动平滑。相对来说,位置控制模块比 CNC 装置体积更小,价格更低,速度更快,操作更方便。

4. PID(比例—积分—微分)闭环过程控制

PID 闭环过程控制主要是对速度、温度、流量、液位、压力等连续变化的模拟量参数的闭环控制。它通过模拟量模块,实现模拟量和数字量之间的 A/D(模/数)转换和 D/A(数/模)转换。PID 指令提供了使 PLC 具有闭环控制的功能,即一个具有 PID 控制能力的 PLC 可用于过程控制。当过程控制中某个变量出现偏差时,PID 控制算法会计算出正确的输出,把变量保持在设定值上。该功能在过程控制中已得到了广泛的应用。

5. 通信

PLC 的通信包括 PLC 与上级计算机远程 I/O 之间的通信,PLC 与 PLC 之间的通信、PLC 与变频器、数控装置之间的通信。PLC 组成通信网络能实现更为复杂的控制,可以实现“集中管理,分散控制”的分布式控制。

1.4 PLC 的种类

PLC 发展到今天,种类很多,且功能也有区别,一般按以下原则来分类。

1. 按 I/O 点数分

一般来讲,I/O 点数越多,相应控制关系越复杂,要求的程序存储器容量越大,要求 PLC 指令及其他功能越多,指令执行时也越快等。按 PLC 的 I/O 总点数可将 PLC 分为以下几种。

1) 小型 PLC

小型 PLC 的 I/O 总点数一般在 256 点以下,用户程序存储器容量在 4KB 左右。主要以开关量控制为主,高性能小型 PLC 还具有一定的通信和部分的模拟量处理。这类 PLC 的特点是价格低、体积小,适于控制单台设备和开发机电一体化产品。

代表机型:SIEMENS 公司的 S7-200 系列、OMRON 公司的 CPM2A 系列、MITSUBISHI 公司的 FX 系列和 AB 公司的 SLC500 系列等整体式 PLC 产品。

2) 中型 PLC

中型 PLC 的 I/O 总点数在 256 点~2048 点之间,用户程序存储器容量达到 8KB 左右。中型 PLC 有开关量和模拟量的控制功能,还有更强的数字计算能力,通信功能和模拟量处理能力更强大。指令更丰富,用于复杂的逻辑控制系统以及连续生产线的过程控制场合。

代表机型:SIEMENS 公司的 S7-300 系列,OMRON 公司的 C200H 系列、AB 公司的 SLC500 系列等模块式 PLC 产品。

3) 大型 PLC

大型 PLC 的 I/O 总点数在 2048 点以上,用户程序存储器容量达到 16KB 以上。大型 PLC 的性能与工业计算机相同,具有计算、控制和调节的功能,还具有强大的网络结构和通信联网能力,监视系统采用 CRT 显示,能显示过程变量的动态流程,记录变量曲线,PID 调节等;还可以与其他型号的控制器的互连和上位机相连,组成一个集中分散的生产过程和质量控制系统。大型 PLC 适用自动化控制、过程化控制和过程监控系统。

代表机型:SIEMENS 公司的 S7-400 系列、OMRON 公司的 CVM1 和 CS1 系列、AB 公司的 SLC5/05 等系列产品。

随着科技的发展,一些小型 PLC 也具有中型或大型 PLC 的功能,这是 PLC 的必然发展。

2. 按结构形式分

按 PLC 结构形式的不同,分为整体式和模块式两类。

1) 整体式结构

整体式又叫单元式或箱体式。整体式结构的特点是将 PLC 的基本部件,如 CPU 模块、I/O 板、电源板等紧凑地安装在一个标准机壳内,构成一个整体,组成 PLC 的一个基本单元(主机)或扩展单元。基本单元上设有扩展端口,通过扩展电缆与扩展单元相连,配有许多专用的特殊功能模块,如模拟量 I/O 模块、热电偶、热电阻模块、通信模块等,以构成 PLC 不同的配置。整体式结构的 PLC 体积小,成本低,安装方便。

微型和小型 PLC 一般为整体式结构,如西门子的 S7-200 系列。

2) 模块式结构

模块式结构的 PLC 是由一些模块单元构成,这些标准模块如 CPU 模块、输入模块、输出模块、电源模块和各种功能模块等,将这些模块插在框架上或基板上即可,各模块功能是独立的,外形尺寸是统一的,可根据需要灵活配置。

目前,中、大型 PLC 多采用这种结构形式,如西门子的 S7-300 系列和 S7-400 系列。

整体式 PLC 每一个 I/O 点的平均价格比模块式的便宜,在小型控制系统中一般采用整体式结构。但是模块式 PLC 的硬件组态方便灵活,I/O 点数的多少、输入点数与输出点数的比例、I/O 模块的使用等方面的选择余地都比整体式 PLC 大得多,维修时更换模块、判断故障范围也很方便,因此较复杂的、要求较高的系统一般选用模块式 PLC。

1.5 PLC 的构成

PLC 种类多,但其组成结构和工作原理基本一样。它主要是由中央处理器 CPU、存储器(ROM, RAM)和专门设计的输入/输出单元(I/O)电路、电源等组成。PLC 的结构框图如图 1-1 所示。

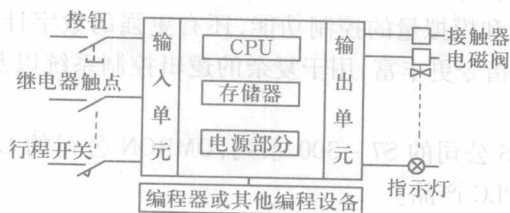


图 1-1 PLC 结构框图

1. 中央处理单元

中央处理单元(CPU)是具有运算和控制功能的大规模集成电路(IC),是控制其他部件操作的核心,相当于人的大脑,起指挥协调作用,由控制器、运算器和寄存器组成。CPU 通过数据总线、地址总线和控制总线与存储单元、输入/输出接口电路相连接。

CPU 的主要功能控制用户程序和数据的接收与存储;诊断 PLC 内部电路的故障和编程中的语法错误等;扫描 I/O 口接收现场信号的状态或数据,并存入输入映像寄存器或数据存储器中;PLC 进入运行状态后,从存储器逐条读出用户指令,经编译后按指令的功能进行算术运算、逻辑或数据传送等;再根据运算结果,更新输出映像寄存器和有关标志位的状态,实现对输出的控制以及实现一些其他的功能。

CPU 主要采用微处理器、单片机和位片式微处理器,又分为 8 位和 16 位微处理器。CPU 的位数越多,运算处理速度越快,功能越强大,同时 PLC 的档次也越高,价格也越贵。

2. 存储器

存储器是由具有记忆功能的半导体集成电路构成,用于存放系统程序、用户程序、逻辑变量和其他信息。

PLC 的存储器分系统程序存储器和用户程序存储器两部分。

系统程序存储器用来存放厂家系统程序,并固化在 ROM 内,用户不能修改,是控制和完成 PLC 多种功能的程序,使 PLC 具有基本的功能,以完成 PLC 设计者的各项任务。系统程序内容包括三部分。

第一部分为系统管理程序,它使 PLC 按部就班地工作。

第二部分为用户指令解释程序,它通过用户指令解释程序,将 PLC 的编程语言变为机器语言指令,再由 CPU 执行这些指令。

第三部分为标准程序模块与系统调用,它包括功能不同的子程序及调用管理程序。

用户程序存储器包括用户程序存储器(程序区)和数据存储器(数据区)两部分。程序存储器用来存放 PLC 编程语言编写的各种用户程序。用户程序存储器可以是 RAM、EPROM 或 EEPROM 存储器,其内容可以由用户任意修改或增删。用户数据存储器可以用来存放(记忆)用户程序中所使用器件的 ON/OFF 状态和数值、数据等。用户程序容量的大小是反映 PLC 性能的重要标志之一。

PLC 的存储器有三种。

1) 随机存取存储器(RAM)

随机存取存储器(RAM)又称可读可写存储器,用户既可以读出 RAM 中的内容,也可以将用户程序写入 RAM。它是易失性的存储器。断电后,储存的信息将会全部丢失。读出时其内容不变,写入时新的信息取替了原有的信息。因此 RAM 用来存放经常修改的内容。

RAM 的工作速度高,成本低,改写方便。在 PLC 断电后可用锂电池保存 RAM 中的用户程序和某些数据。锂电池可用 2 年~5 年。

2) 只读存储器(ROM)

ROM 一般用来存放 PLC 的系统程序。系统程序关系到 PLC 的性能由厂家编程并在出厂时已固化好了。其内容只能读出,不能写入,是非易失的存储器。在电源断电后,内容不丢失能保存储存的内容。

3) 电可擦除可编程的只读存储器(EEPROM 或 E²PROM)

具有 RAM 和 ROM 优点,但是写入时所需的时间比 RAM 长。EEPROM 用来存放用户程序和需长期保存的重要数据。

3. 输入/输出单元

实际生产中 PLC 的输入和输出的信号是多种多样的,可以是开关量、模拟量和数字量,信号的电平也是千差万别,但 PLC 能识别的只能是标准电平。PLC 的输入和输出包含两部分:一部分是与被控设备相连接的接口电路;另一部分是输入和输出的映像寄存器。

输入单元连接用户设备的各种控制信号,可以是直流输入也可以是交流输入,如限位开关、操作按钮以及其他一些引起传感器动作的信号。通过接口电路将这些信号转换成 CPU 能够识别和处理的信号,并存到输入映像寄存器。运行时 CPU 从输入映像寄存器读取信息并处理,将结果送到输出映像寄存器。输出映像寄存器由输出点相对应的触发器组成,输出接口电路将其由弱电控制信号转换成现场需要的强电信号输出,以驱动电磁阀、接触器、指示灯等被控设备的执行元件。

下面简单介绍开关量输入/输出接口电路。

1) 输入接口电路

输入接口是 PLC 与控制现场的接口界面的输入通道,为防止干扰信号和高电压信号进入 PLC,影响可靠性或损坏设备,输入接口电路一般由光电耦合电路进行隔离。输入电路的电源可由外部提供,有的也可由 PLC 内部提供。

2) 输出接口电路

输出接口电路接收主机的输出信息,并进行放大和隔离,经输出端子向输出部分输出相应的控制信号,一般有三种:继电器输出型、晶体管输出型和晶闸管输出型。输出电路均采用电气隔离,电源由外部提供,输出电流一般为 $0.5\text{A} \sim 2\text{A}$,电流的大小与负载有关。

为保护 PLC 免于被浪涌电流损坏,输出端是外部接线必须采用的保护措施:一是输入和输出公共端接熔断器;二是采用保护电路,对交流感性负载,一般用阻容吸收回路,对直流感性负载可采用续流二极管。

因输入和输出端都有光电耦合电路,在电气上是完全隔离的,故 PLC 有极强的可靠性和抗干扰能力。

4. 电源部分

电源单元是将交流电压转换成微处理器、存储器及输入、输出部件正常工作必备的直流电源。PLC 一般采用市电 220V 供电,内部开关电源可以为中央处理器、存储器等电路提供 5V 、 $\pm 12\text{V}$ 、 24V ,使 PLC 正常工作。电源电压常见的等级有 $\text{AC}100\text{V}$ 、 $\text{AC}200\text{V}$ 、 $\text{DC}100\text{V}$ 、 $\text{DC}48\text{V}$ 、 $\text{DC}24\text{V}$ 。

5. 扩展接口

扩展接口用于将扩展单元以及功能模块与基本单元相连,使 PLC 的配置更加灵活以满足不同控制系统的需要。

6. 编程器

编程器是 PLC 最重要的外围设备。它供用户进行程序的编制、编辑、调试和监视。

编程器有简易型和智能型两类。简易型的编程器只能联机编程,且往往需要将梯形图转化为机器语言助记符(语句表)后,才能输入。智能型的编程器又称图形编程器,它可以联机编程,也可脱机编程,具有 PLC 或 CRT 图形显示功能,可以直接输入梯形图和通过屏幕对话。

可以利用 PC 作为编程器,PLC 厂家配有相应的编程软件,使用编程软件可以在屏幕上直接生成和编辑梯形图、语句表、功能块图和顺序功能图程序,并可实现不同编程语言的相互转换。程序被编译后下载到 PLC,也可以将 PLC 中的程序上传到计算机。程序可以存盘或打印,通过网络,还可以实现远程编程和传送,现在已有些 PLC 不再提供编程器,而只提供微机编程软件了,并且配有相应的通信连接电缆。

为了实现“人—机”或“机—机”之间的对话,PLC 配有各种通信接口。PLC 通过通信接口可以与监视器、打印机和其他的 PLC 或计算机相连。

8. 其他部件

有些 PLC 配有 EPROM 写入器、存储器卡等其他外部设备。

1.6 PLC 与低压电器控制的区别

PLC 的梯形图与低压电器控制线路图基本相同,主要区别是 PLC 梯形图沿用了低压电器控制的电路元件符号和术语,仅个别之处有些不同,但 PLC 的控制与低压电器的控制又有本质的不同之处,主要表现在以下几个方面。

1. 控制逻辑

低压电器控制逻辑采用硬接线逻辑,利用低压电器机械触点的串联或并联及延时继电器的滞后动作等组合成控制逻辑,接线多而复杂、体积大、功耗大、故障率高、噪声大,修改或增加功能不易实现。另外,继电器触点数目有限,每个继电器只有 4 对~8 对触点。因此灵活性和扩展性很差。而 PLC 采用存储器逻辑,控制逻辑以程序方式存储在内存中,修改、增加功能只需改变程序,称为“软接线”。故灵活性和扩展性都很好。

2. 可维护性和可靠性

低压电器控制逻辑采用大量的机械触点,连线多。触点动作时受到电弧的损坏,机械磨损严重,寿命短,故可靠性和维护性差。而 PLC 采用微电子技术,开关动作由电子电路来完成,体积小、寿命长、可靠性高。PLC 还能检查出自身的故障,并及时显示给操作人员,还可动态地监控程序的运行情况,为现场调试和维护提供了方便。

3. 工作方式

接通电源时,低压电器控制电路中各继电器都处于受控状态,属于并行工作方式,而 PLC 的控制逻辑中,各内部器件都处于周期性循环扫描过程中,属于串行工作方式。

4. 定时控制

低压电器控制调整时间由时间继电器完成。一般来讲,时间继电器定时精度不准,可调时间短,范围窄,易受环境影响,调整时间困难,而 PLC 使用半导体集成电路做定时器,时基脉冲由晶体振荡器产生,精度高,可调范围一般从 0.001s 到若干天不等。时间长短由软件来控制。

5. 控制速度

低压电器控制是靠触点的机械动作而实现。频率低,触点动作时长,一般在几十毫秒数量级,并存在机械触点抖动。而 PLC 是由指令控制电子电路不断实现控制,属无触点