

普通高等教育电气信息类
“十一五”规划教材

可编程控制器技术 及工程实践

曹梦龙 朱桂新 编著



化学工业出版社

普通高等教育电气信息类“十一五”规划教材

可编程控制器技术及工程实践

曹梦龙 朱桂新 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

全书共分 4 篇 10 章, 分别介绍可编程控制器的基础理论知识、三菱可编程控制器、西门子可编程控制器、常用组态软件、工程应用案例。

本书通过对可编程控制器组成、工作原理、编程等基础知识的介绍, 使读者掌握可编程控制器的编程方法、编程规则及编程技巧, 并可将其应用于实际控制领域。书中的内容与工厂控制设备密切相联, 突出实践性。本书从应用角度出发介绍 PLC 的基本结构及原理以及典型 PLC 的指令系统和编程方法, 使读者掌握 PLC 控制系统的设计方法和使用方法, 并能够初步应用于工程实践之中, 从而在今后面临电气控制实际问题时具备分析和解决问题的技能。

本书内容丰富, 语言流畅, 通俗易懂, 可操作性强, 可用作高等学校自动化、电气工程及其自动化、机械设计制造及其自动化等相关专业学生的教材, 也可供从事系统设计、电气控制的科研人员和工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

可编程控制器技术及工程实践 / 曹梦龙, 朱桂新编
著. —北京: 化学工业出版社, 2010.7
普通高等教育电气信息类 “十一五” 规划教材
ISBN 978-7-122-08695-2

I. 可… II. ①曹… ②朱… III. 可编程序控制
器—高等学校—教材 IV. TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 096717 号

责任编辑: 郝英华
责任校对: 吴 静

文字编辑: 徐卿华
装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 13 字数 318 千字 2010 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 26.00 元

版权所有 违者必究

前 言

可编程控制器（PLC）是工业自动化的主导产品，具有控制能力强，可靠性高，使用方便，编程简单，易于扩展等优点，是当今以及今后工业控制的主要手段和重要的自动化控制设备。

近年来，三菱公司 FX2N 系列 PLC 和德国西门子公司的 S7-200 系列 PLC 在我国已经广泛使用，并在各行各业的生产过程自动控制中担任着重要角色。本书分别以 FX2N 和 S7-200 系列的 CPU 为例，讲述小型可编程控制器的构成、原理、指令系统、应用以及系统的设置、调试方法。

本书编著者多年面向企业和在校学生从事 PLC 培训教学，有多年工矿企业实践经验。全书共分 4 篇 10 章，分别介绍可编程控制器的基础理论知识、三菱可编程控制器、西门子可编程控制器、常用组态软件、工程应用案例。本书的特点是：理论精简易懂，重在实践，兼顾新技术发展，易于自学。

本书以培养综合型应用人才为目标，在注重基础理论教育的同时，兼顾实践性教育环节，力图做到深入浅出，便于工程实践应用和教学，突出实践应用和高等教育的特点，适合专业技术人员和高等学校学生使用。

本书配套的电子课件及自测题答案可提供给采用本书作为教材的院校使用，如有需要，请发送邮件至 haoyinghua@cip.com.cn 索取。

在本书编写过程中得到从事可编程控制技术课程教学以及工程应用方面同事单宝明、张伟、张涛、池荣虎等人的大力支持与帮助，在此表示感谢。

限于编者水平有限和时间匆忙，书中不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

编著者
2010 年 6 月

目 录

第 1 篇 可编程控制器基础理论

第 1 章 可编程控制器基础知识	1	第 2 章 可编程控制器的结构和 工作原理	7
1.1 可编程控制器的产生和定义	1	2.1 可编程控制器的组成与基本结构	7
1.1.1 可编程控制器的产生	1	2.1.1 可编程控制器的硬件系统	7
1.1.2 可编程控制器的定义	2	2.1.2 可编程控制器的软件系统	10
1.2 可编程控制器的主要功能及特点	2	2.2 可编程控制器的工作原理及主要 技术指标	10
1.2.1 可编程控制器的主要功能	2	2.2.1 可编程控制器的工作原理	10
1.2.2 可编程控制器的特点	3	2.2.2 可编程控制器的主要技术指标	11
1.3 可编程控制器的分类	3	2.2.3 可编程控制器与继电器控制的 区别	11
1.4 可编程控制器的发展趋势	6	习题 2	14
习题 1	6		

第 2 篇 小型可编程控制器技术要点

第 3 章 FX 系列可编程控制器及 指令系统	15	4.2 S7-200 的程序结构	71
3.1 FX 系列 PLC 硬件配置及性能指标	15	4.3 S7-200 的编程元件的寻址及 CPU 组态	71
3.1.1 FX 系列 PLC 型号的说明	15	4.3.1 S7-200 的基本数据类型	71
3.1.2 FX 系列 PLC 硬件配置	16	4.3.2 数据在存储器中存取的方式	72
3.1.3 FX 系列 PLC 的性能指标	22	4.3.3 编程元件 (S7-200 的数据区)	73
3.2 FX 系列 PLC 编程语言、编程元件、 梯形图及指令系统	23	4.4 S7-200 的基本指令	74
3.2.1 编程语言	23	4.4.1 位逻辑指令	74
3.2.2 编程元件	24	4.4.2 比较指令	81
3.2.3 梯形图	32	4.4.3 转换指令	82
3.2.4 指令系统	33	4.4.4 计数器指令	83
3.2.5 梯形图的设计与编程方法	62	4.4.5 数据块指令	84
3.3 SW3DS-GPPW-E 编程软件介绍	64	4.4.6 逻辑控制指令	85
3.3.1 基本概况	64	4.4.7 整数算术运算指令	86
3.3.2 用 GPP 软件编写梯形图	64	4.4.8 浮点算术运算指令	86
3.3.3 传输、调试	67	4.4.9 赋值指令 MOVE	87
习题 3	68	4.4.10 程序控制指令	88
第 4 章 SIEMENS SIMATIC S7-200 PLC 概述	70	4.4.11 移位指令	89
4.1 S7-200 的基本功能及特点	70	4.4.12 状态位指令	89
		4.4.13 定时器指令	92
		4.4.14 字逻辑指令	94

4.5 S7-200 指令的简单应用	96	4.6.1 安装 STEP7-Micro/WIN32 编程 软件	102
4.5.1 位逻辑指令	96	4.6.2 STEP7-Micro/WIN32 编程软件的 主要功能	103
4.5.2 定时器指令	98	4.6.3 STEP7-Micro/WIN32 编程软件的 使用	106
4.5.3 计数器和比较指令	98	4.6.4 程序的调试及监控	111
4.5.4 整数算术运算指令	100	4.6.5 S7-200 的出错代码	112
4.5.5 字逻辑指令	101		
4.6 STEP7-Micro/WIN32 编程软件介绍	102		

第3篇 常用工控组态软件

第5章 MCGS 组态软件	115	5.5 设备在线调试	122
5.1 MCGS 组态软件简介	115	第6章 亚控组态王组态软件	127
5.1.1 MCGS 组态软件的整体结构	115	6.1 亚控组态软件组态王 6.5 简介	127
5.1.2 MCGS 工程的五大部分	116	6.2 用组态王建立应用工程的一般过程	127
5.2 MCGS 组态软件的工作方式	117	6.3 工程管理器的使用	128
5.3 设备窗口组态	118	6.4 工程浏览器的使用	130
5.4 支持硬件设备	120	6.5 定义外部设备变量	130

第4篇 基于 PLC 的项目实训及工程实践

第7章 三菱可编程控制器实训	132	9.2.5 软件编制	146
7.1 用可编程控制器控制交流异步电动机	132	9.3 基于 PLC 的控制系统设计流程	146
7.2 十字路口交通信号灯自动控制	134	第10章 基于 PLC 的工程实践	148
7.3 舞台艺术灯饰的 PLC 控制	136	10.1 变频器恒压供水工程	148
第8章 西门子可编程控制器实训	138	10.1.1 供水系统的基本特性	148
8.1 S7-200 编程软件的使用实训	138	10.1.2 变频恒压供水控制系统控制 方案的设计与选择	148
8.2 全自动洗衣机控制系统	139	10.1.3 变频恒压供水系统的构成	149
8.3 四层电梯楼层控制系统	140	10.1.4 变频恒压供水系统的控制流程	151
8.4 皮带运输机传输系统的控制	141	10.1.5 系统的硬件组成及其功能	152
8.5 PLC 与组态监控软件的应用	141	10.1.6 工程实现	154
8.6 PLC 与变频器的应用	142	10.2 密炼机监控系统设计与实现	156
第9章 基于 PLC 的控制系统设计		10.2.1 密炼机的控制方法	156
概论	144	10.2.2 密炼机控制系统设计	157
9.1 控制系统设计过程中的 PLC 硬件 选购	144	10.2.3 密炼机下位机控制系统组成 及功能	159
9.2 基于 PLC 的系统设计要点	144	10.2.4 密炼机上位控制系统功能及 实现	160
9.2.1 输入回路的设计	144	10.3 S7-200 PLC 在双排全自动 包装机中的应用	164
9.2.2 输出回路的设计	145	10.3.1 新型双排全自动包装机简介	165
9.2.3 扩展模块的选用	146		
9.2.4 PLC 的网络设计	146		

10.3.2 包装机硬件系统设计	166	附录 1 可编程控制器自测题 1	180
10.3.3 包装机 PLC 主程序解析	170	附录 2 可编程控制器自测题 2	184
10.3.4 编程环境中的监控方法	173	附录 3 可编程控制器自测题 3	186
10.3.5 包装机监控系统设计与实现	174	附录 4 S7-200 应用常见问题及解析	189
10.3.6 包装机工程实践关键问题 解决方案	175	附录 5 S7-200 模拟量比例换算	197
附录	180	附录 6 S7-200 的通信方式选择	197
		参考文献	199

第 1 篇 可编程控制器基础理论

第 1 章 可编程控制器基础知识

可编程控制器 (Programmable Controller, 简称 PLC) 是在传统的顺序控制器的基础上引入了微电子技术、计算机技术、自动控制技术和通信技术而形成的一代新型工业控制装置, 目的是用来取代继电器执行逻辑运算、计时、计数等顺序控制功能, 建立柔性的程序控制系统。可编程控制器具有能力强、可靠性高、配置灵活、编程简单等优点, 是当代工业生产自动化的主要手段和重要的自动化控制设备。

1.1 可编程控制器的产生和定义

1.1.1 可编程控制器的产生

在可编程控制器问世以前, 工业控制领域中继电器控制器占主导地位。这种由继电器构成的控制系统有着明显的缺点: 体积大、耗电多、可靠性差、寿命短、运行速度不高, 尤其是对生产工艺多变的系统适应性更差, 一旦生产任务和工艺发生变化, 就必须重新设计, 并改变硬件结构, 这造成了时间和资金的严重浪费。

20 世纪 60 年代末期, 为了使汽车改型或改变工艺流程时不改动原有继电器柜内的接线, 以便降低生产成本, 缩短新产品的开发周期, 满足生产的需求, 美国通用汽车公司 (GM 公司) 在 1968 年提出了研制新型控制装置的 10 项指标, 其主要内容如下。

- ① 编程简单, 可在现场修改和调试程序。
- ② 价格便宜, 性价比高于继电器控制系统。
- ③ 可靠性高于继电器控制系统。
- ④ 体积小于有继电器控制柜的体积, 能耗少。
- ⑤ 能与计算机系统数据通信。
- ⑥ 输入量是交流 115 V 电压信号 (美国电网电压是 110V)。
- ⑦ 输出量是交流 115 V 电压信号, 输出电流在 2 A 以上, 能直接驱动电磁阀等。
- ⑧ 具有灵活的扩展能力。
- ⑨ 硬件维护方便, 采用插入式模块结构。
- ⑩ 用户存储器容量至少在 4 KB 以上 (根据当时的汽车装配过程的要求提出)。

从上述 10 项指标可以看出, 它实际上就是当今可编程控制器最基本的功能, 具备了可编程控制器的特点。

1969 年, 美国数字设备公司 (DEG) 根据上述要求研制出第一台可编程控制器, 型号为 PDP-14, 并在 GM 公司的汽车生产线上试用成功, 于是第一台可编程控制器诞生了。

1.1.2 可编程控制器的定义

由于 PLC 在不断发展,因此,对它进行确切的定义是比较困难的。美国电气制造商协会(NEMA)经过四年的调查工作于 1980 年正式将可编程控制器命名为 PC (Programmable Controller)。为了与个人计算机 PC (Personal Computer) 相区别,通常将可编程控制器简称为 PLC,并给 PLC 作了定义:可编程控制器是一种带有指令存储器、数字的或模拟的输入/输出接口,以位运算为主,能完成逻辑、顺序、定时、计数和运算等功能,用于控制机器或生产过程的自动化控制装置。

1982 年,国际电工委员会(International Electrical Committee, IEC)颁布了 PLC 标准草案第 1 稿,1985 年提交了第 2 稿,并在 1987 年的第 3 稿中对 PLC 作了如下的定义:“PLC 是一种数字运算的电子系统,专为工业环境下应用而设计。它采用可编制程序的存储器,用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序运算、定时、计数和算术运算等操作的指令,并能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。可编程序控制器及其有关的外围设备,都应按照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而设计。”

上述的定义表明,PLC 是一种能直接应用于工业环境的数字电子装置,是以微处理器为基础,结合计算机技术、自动控制技术和通信技术,用面向控制过程、面向用户的“自然语言”编程的一种简单易懂、操作方便、可靠性高的新一代通用工业控制装置。

1.2 可编程控制器的主要功能及特点

1.2.1 可编程控制器的主要功能

(1) 开关逻辑和顺序控制

这是 PLC 应用最广泛、最基本的场合。它的主要功能是完成开关逻辑运算和进行顺序逻辑控制,从而可以实现各种控制要求。

(2) 模拟控制(A/D 和 D/A 控制)

在工业生产过程中,许多连续变化的需要进行控制的物理量,如温度、压力、流量、液位等,这些都属于模拟量。过去,PLC 擅长逻辑运算控制,对于模拟量的控制主要靠仪表或分布式控制系统,目前大部分 PLC 产品都具备处理这类模拟量的功能,而且编程和使用方便。

(3) 定时/计数控制

PLC 具有很强的定时、计数功能,它可以为用户提供数十甚至上百个定时器与计数器。对于定时器,定时间隔可以由用户加以设定;对于计数器,如果需要对频率较高的信号进行计数,则可以选择高速计数器。

(4) 步进控制

PLC 为用户提供了一定数量的移位寄存器,用移位寄存器可方便地完成步进控制功能。

(5) 运动控制

在机械加工行业,可编程控制器与计算机数控(CNC)集成在一起,用以完成机床的运动控制。

(6) 数据处理

大部分 PLC 都具有不同程度的数据处理能力,它不仅能进行算术运算、数据传送,而且还能进行数据比较、数据转换、数据显示打印等操作,有些 PLC 还可以进行浮点运算和函数

运算。

(7) 通信联网

PLC 具有通信联网的功能, 它使 PLC 与 PLC 之间、PLC 与上位计算机以及其他智能设备之间能够交换信息, 形成一个统一的整体, 实现分散集中控制。

1.2.2 可编程控制器的特点

PLC 能如此迅速发展的原因, 除了工业自动化的客观需要外, 还有许多独特的优点。它较好地解决了工业控制领域中普遍关心的可靠、安全、灵活、方便、经济等问题。其主要特点如下。

(1) 可靠性高

可靠性指的是可编程控制器平均无故障工作时间。由于可编程控制器采取了一系列硬件和软件抗干扰措施, 具有很强的抗干扰能力, 平均无故障时间达到数万小时以上, 可以直接用于有强烈干扰的工业生产现场。可编程控制器已被广大用户公认为是最可靠的工业控制设备之一。

(2) 控制功能强

一台小型可编程控制器内有成百上千个可供用户使用的编程元件, 可以实现非常复杂的控制功能。与相同功能的继电器系统相比, 它具有很高的性能价格比。可编程控制器可以通过通信联网, 实现分散控制与集中管理。

(3) 用户使用方便

可编程控制器产品已经标准化、系列化、模块化, 配备有品种齐全的各种硬件装置供用户选用, 用户能灵活方便地进行系统配置, 组成不同功能、不同规模的系统。可编程控制器的安装接线也很方便, 有较强的带负载能力, 可以直接驱动一般的电磁阀和交流接触器。硬件配置确定后, 可以通过修改用户程序, 方便快速地适应工艺条件的变化。

(4) 编程方便、简单

梯形图是可编程控制器使用最多的编程语言, 其电路符号、表达方式与继电器电路原理图相似。梯形图语言形象、直观、简单、易学, 熟悉继电器电路图的电气技术人员只要花少量时间就可以熟悉梯形图语言, 并用来编制用户程序。

(5) 设计、安装、调试周期短

可编程控制器用软件功能取代了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, 使控制柜的设计、安装、接线工作量大大减少, 缩短了施工周期。可编程控制器的用户程序可以在实验室模拟调试, 模拟调试好后再将 PLC 控制系统在生产现场进行安装和接线, 在现场的统调过程中发现的问题一般通过修改程序就可以解决, 大大缩短了设计和投运周期。

(6) 易于实现机电一体化

可编程控制器体积小、重量轻、功耗低、抗振防潮和耐热能力强, 使之易于安装在机器设备内部, 制造出机电一体化产品。目前以 PLC 作为控制器的 CNC 设备和机器人装置已成为典型。

1.3 可编程控制器的分类

目前 PLC 的种类非常多, 型号和规格也不统一, 了解 PLC 的分类有助于 PLC 的选型和

应用。

(1) 按点数和功能分类

为了适应不同工业生产过程的应用要求,可编程控制器能够处理的输入/输出信号数是不一样的。一般将一路信号叫作一个点,将输入点数和输出点数的总和称为机器的点数,简称 I/O 点数。一般讲,点数多的 PLC,功能也越强。按照点数的多少,可将 PLC 分为超小(微)、小、中、大四种类型。

① 超小型机: I/O 点数为 64 点以内,内存容量为 256~1000B。

② 小型机: I/O 点数为 64~256,内存容量为 1~3.6KB。

小型及超小型 PLC 主要用于小型设备的开关量控制,具有逻辑运算、定时、计数、顺序控制、通信等功能。

③ 中型机: I/O 点数为 256~1024,内存容量为 3.6~13KB。

中型 PLC 除具有小型、超小型 PLC 的功能外,还增加了数据处理能力,适用于小规模的综合控制系统。

④ 大型机: I/O 点数为 1024 以上,内存容量为 13KB 以上。

大型 PLC 的功能更加完善,多用于大规模过程控制、集散式控制和工厂自动化网络。

(2) 按结构形式分类

通常从 PLC 硬件结构形式上分整体式结构和模块式结构。

① 整体式结构 一般的小型及超小型 PLC 多为整体式结构,这种可编程控制器是把 CPU、RAM、ROM、I/O 接口及与编程器或 EPROM 写入器相连的接口、输入/输出端子、电源、指示灯等都装配在一起的整体装置。它的优点是结构紧凑,体积小,成本低,安装方便,缺点是主机的 I/O 点数固定,使用不灵活。西门子公司的 S7-200 系列 PLC 为整体式结构。

② 模块式结构 模块式结构又叫积木式结构。这种结构形式的特点是把 PLC 的每个工作单元都制成独立的模块,如 CPU 模块、输入模块、输出模块、电源模块、通信模块等。另外,机器上有一块带有插槽的母板,实质上就是计算机总线。把这些模块按控制系统需要选取后,都插到母板上,就构成了一个完整的 PLC。这种结构的 PLC 的特点是系统构成非常灵活,安装、扩展、维修都很方便,缺点是体积比较大。常见产品有 OMRON 公司的 C200H、C1000H、C2000H,西门子公司的 S5-115U、S7-300、S7-400 系列等。

(3) 按生产厂家分类

PLC 的生产厂家很多,国内国外都有,其点数、容量、功能各有差异,但都自成系列,比较有影响的厂家如下。

日本立石(OMRON)公司的 C 系列可编程控制器。

日本三菱(MITSUBISHI)公司的 F、F1、F2、FX2 系列可编程控制器。

日本松下(PANASONIC)电工公司的 FP1 系列可编程控制器。

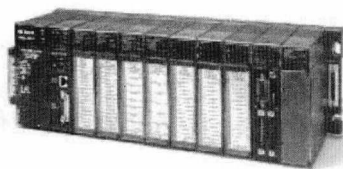
美国通用电气(GE)公司的 GE 系列可编程控制器。

美国艾伦-布拉德利(A-B)公司的 PLC-5 系列可编程控制器。

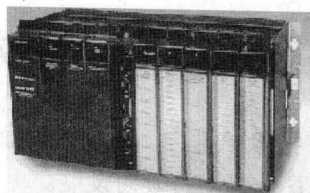
德国西门子(SIEMENS)公司的 S5、S7 系列可编程控制器。

目前国内常用的主要是三菱早期的 F 系列、F1 系列、FX 系列、A 系列等机型,欧姆龙机型,西门子的 S5 和 S7 系列等机型。

典型产品外形见图 1-1。

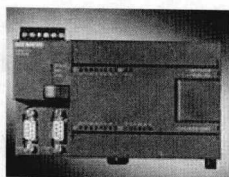


GE 公司 90-30 模块式 PLC

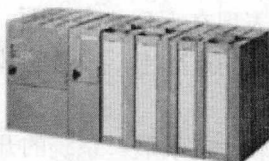


GE 公司 90-70 模块式 PLC

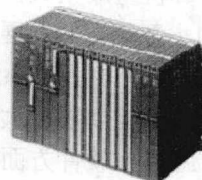
(a) 美国的 PLC 产品



西门子 S7-200 PLC



西门子 S7-300 PLC

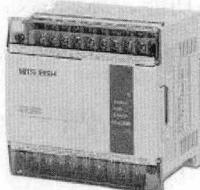


西门子 S7-400 PLC

(b) 欧洲的 PLC 产品



Alpha 系列 PLC



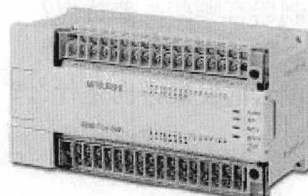
FX1N 系列 PLC



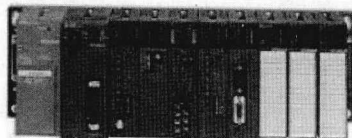
FX1S 系列 PLC



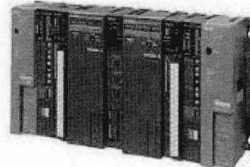
FX2NC 系列 PLC



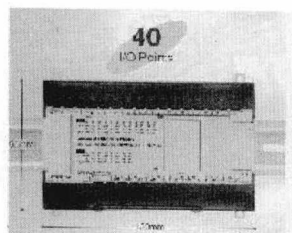
FX2N 系列 PLC



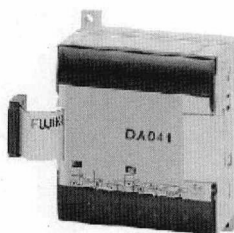
Ansh 系列 PLC



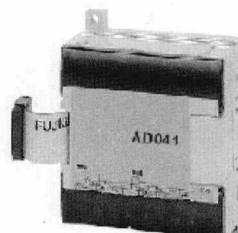
A 和 QnA 系列 PLC



CPM2A CPU 模块



CPM2A D/A 模块



CPM2A A/D 模块

(c) 日本的 PLC 产品

图 1-1 典型产品外形

1.4 可编程控制器的发展趋势

随着 PLC 技术的推广、应用, PLC 将向两个方面发展:一方面向着大型化的方向发展,另一方面则向着小型化的方向发展。

PLC 向大型化方向发展,主要表现在大中型 PLC 高性能、大容量、智能化、网络化发展,使之能与计算机组成集成控制系统,对大规模、复杂系统进行综合的自动控制。

PLC 向小型化方向发展,主要表现在下列几个方面:为了减小体积、降低成本,向高性能的整体型发展;在提高系统可靠性的基础上,产品的体积越来越小,功能越来越强;应用的专业性,使得控制质量大大提高。

另外, PLC 在软件方面也将有较大的发展。系统的开放使第三方的软件能方便地在符合开放系统标准的 PLC 上得到移植。除了采用标准化的硬件外,采用标准化的软件也能大大缩短系统开发周期;同时,标准化的软件由于经受了实际应用的考验,它的可靠性也明显提高。

总之, PLC 总的发展趋势是:高性能、高速度、高集成度、容量大、体积小、成本低、通信联网功能强。

习 题 1

- 1-1 简述可编程控制器的定义。
- 1-2 可编程控制器有哪些主要特点?
- 1-3 可编程控制器有哪些分类方法?
- 1-4 可编程控制器的发展方向是什么?

第2章 可编程控制器的结构和工作原理

2.1 可编程控制器的组成与基本结构

PLC 是微机技术和继电器常规控制概念相结合的产物,从广义上讲,PLC 也是一种计算机系统,只不过它比一般计算机具有更强的与工业过程相连接的输入/输出接口,具有更适用于控制要求的编程语言,具有更适应于工业环境的抗干扰性能。因此,PLC 是一种工业控制用的专用计算机,它的实际组成与一般微型计算机系统基本相同,也是由硬件系统和软件系统两大部分组成。

2.1.1 可编程控制器的硬件系统

PLC 的硬件系统由主机系统、输入/输出扩展环节及外部设备组成,结构示意图如图 2-1 所示。

(1) 主机系统

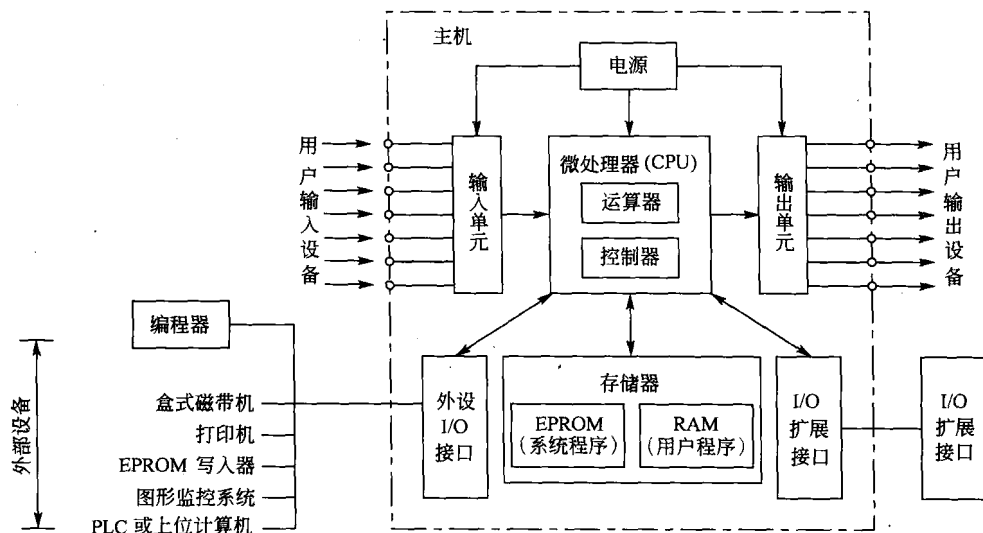


图 2-1 PLC 结构示意图

① 微处理器单元 (Central Processing Unit, CPU) 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 的主要作用如下。

- a. 进行系统的诊断;
- b. 用扫描的方式接收现场的输入信号 (数据);
- c. 解算用户程序;
- d. 接收并存储用户程序和数据;

e. 完成通信及一些外设的管理功能。

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。它包括只读存储器 (ROM) 和随机存取存储器 (RAM)。只读存储器在使用过程中只能取出不能存储, 而随机存取存储器在使用过程中能随时取出和存储。

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检测与控制。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, 又可将处理结果传送给外部过程, 驱动各种执行机构, 实现工业生产过程的控制。通过输入模块单元, PLC 能够得到生产过程的各种参数; 通过输出模块单元, PLC 能够把运算处理的结果送至工业过程现场的执行机构实现控制。为适应工业过程现场对不同输入/输出信号的匹配要求, PLC 配置了各种类型的输入/输出接口。

输入接口 (见图 2-2) 用于接收输入设备 (如按钮、行程开关、传感器等) 的控制信号。

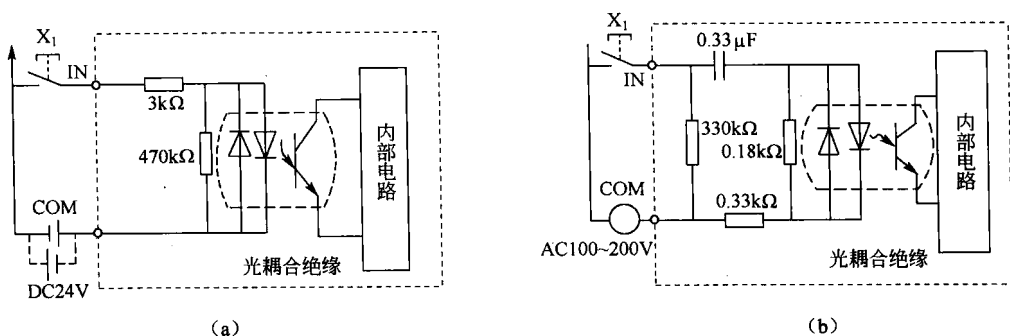


图 2-2 输入接口电路

输出接口 (见图 2-3) 用于将经主机处理过的结果通过输出电路去驱动输出设备 (如接触器、电磁阀、指示灯等)。

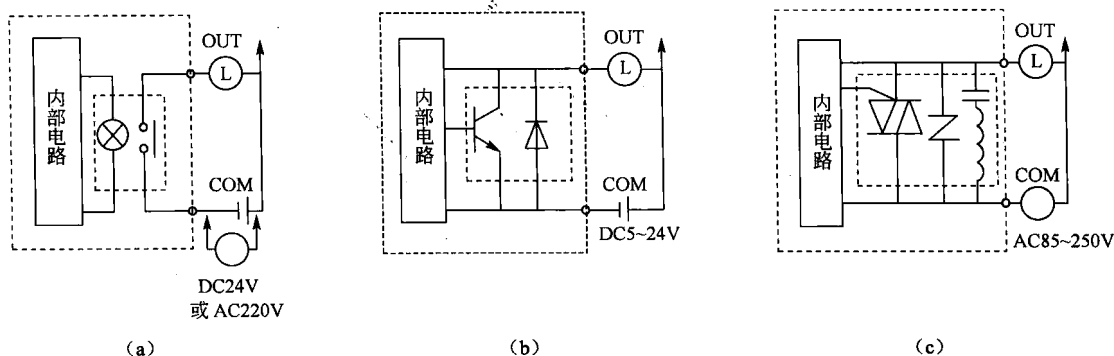


图 2-3 输出接口电路

④ I/O 扩展接口 I/O 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/输出单元等都通过它与主机相连。I/O 扩展接口有并行接口、串行接口等多种形式。

⑤ 外设 I/O 接口 外设 I/O 接口是 PLC 主机实现人机对话、机机对话的通道。通过它 PLC 可以和编程器、彩色图形显示器、打印机等外部设备相连, 也可以与其他 PLC 或上位计

算机连接。外设 I/O 接口一般是 RS-232C 或 RS-422A 串行通信接口,该接口的功能是进行串行/并行数据的转换、通信格式的识别、数据传输的出错检验、信号电平的转换等。对于一些小型 PLC,外设 I/O 接口中还有与专用编程器连接的并行数据接口。

⑥ 电源 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,给与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。PLC 的电源一般采用开关电源,其特点是输入电压范围宽,体积小,重量轻,效率高,抗干扰性能好。有些 PLC 中的电源,是与 CPU 模块合二为一的,有些是分开的,电源以其输入类型有:交流电源,加的为交流 220V 或 110V;直流电源,加的为直流电压,常用的为 24V。

(2) 输入/输出扩展环节

输入/输出扩展环节是 PLC 输入输出单元的扩展部件,当用户所需的输入/输出点数或类型超出主机的输入/输出单元所允许的点数或类型时,可以通过加接输入/输出扩展环节来解决。输入/输出扩展环节与主机的输入/输出扩展接口相连,有两种类型:简单型和智能型。简单型的输入/输出扩展环节本身不带中央处理单元,对外部现场信号的输入/输出处理过程完全由主机的中央处理单元管理,依赖于主机的程序扫描过程。通常,它通过并行接口与主机通信,并安装在主机旁边,在小型 PLC 的输入/输出扩展时常被采用。智能型的输入/输出扩展环节本身带有中央处理单元,它对生产过程现场信号的输入/输出处理由本身所带的中央处理单元管理,而不依赖于主机的程序扫描过程。通常,它采用串行通信接口与主机通信,可以远离主机安装,多用于大中型 PLC 的输入/输出扩展。

(3) 外部设备

① 编程器 它是编制、调试 PLC 用户程序的外部设备,是人机交互的窗口。通过编程器可以把新的用户程序输入到 PLC 的 RAM 中,或者对 RAM 中已有程序进行编辑。通过编程器还可以对 PLC 的工作状态进行监视和跟踪,这对调试和试运行用户程序是非常有用的。

除了上述专用的编程器外,还可以利用微机(如 IBM-PC),配上 PLC 生产厂家提供的相应的软件包来作为编程器,这种编程方式已成为 PLC 发展的趋势。现在,有些 PLC 不再提供编程器,而只提供微机编程软件,并且配有相应的通信连接电缆。

② 彩色图形显示器 大中型 PLC 通常配接彩色图形显示器,用以显示模拟生产过程的流程图、实时过程参数、趋势参数及报警参数等过程信息,使得现场控制情况一目了然。

③ 打印机 PLC 也可以配接打印机等外部设备,用以打印记录过程参数、系统参数以及报警事故记录表等。

PLC 还可以配置其他外部设备,例如,配置存储器卡、盒式磁带机或磁盘驱动器,用于存储用户的应用程序和数据;配置 EPROM 写入器,用于将程序写入到 EPROM 中。

(4) 底板或机架

大多数模块式 PLC 使用底板或机架,其作用是:电气上,实现各模块间的联系,使 CPU 能访问底板上的所有模块;机械上,实现各模块间的连接,使各模块构成一个整体。

(5) PLC 的通信联网

PLC 具有通信联网的功能,它使 PLC 与 PLC 之间、PLC 与上位计算机以及其他智能设备之间能够交换信息,形成一个统一的整体,实现分散集中控制。现在几乎所有的 PLC 新产品都有通信联网功能,它和计算机一样具有 RS-232 接口,通过双绞线、同轴电缆或光缆,

可以在几公里甚至几十公里的范围内交换信息。

当然, PLC 之间的通信网络是各厂家专用的, PLC 与计算机之间的通信, 一些生产厂家采用工业标准总线, 并向标准通信协议靠拢, 这将使不同机型的 PLC 之间、PLC 与计算机之间可以方便地进行通信与联网。

了解了 PLC 的基本结构, 在购买程控器时就有了一个基本配置的概念, 做到既经济又合理, 尽可能发挥 PLC 所提供的最佳功能。

2.1.2 可编程控制器的软件系统

PLC 除了硬件系统外, 还需要软件系统的支持, 它们相辅相成, 缺一不可, 共同构成 PLC。PLC 的软件系统由系统程序 (又称系统软件) 和用户程序 (又称应用软件) 两大部分组成。

(1) 系统程序

系统程序由 PLC 的制造企业编制, 固化在 PROM 或 EPROM 中, 安装在 PLC 上, 随产品提供给用户。系统程序包括系统管理程序、用户指令解释程序和供系统调用的标准程序模块等。

(2) 用户程序

用户程序是根据生产过程控制的要求由用户使用制造企业提供的编程语言自行编制的应用程序。用户程序包括开关量逻辑控制程序、模拟量运算程序、闭环控制程序和操作系统应用程序等。

2.2 可编程控制器的工作原理及主要技术指标

2.2.1 可编程控制器的工作原理

可编程控制器是一种专用的工业控制计算机, 其工作原理与计算机控制系统的工作原理基本相同。

PLC 是采用周期循环扫描的工作方式, CPU 连续执行用户程序和任务的循环序列称为扫描。CPU 对用户程序的执行过程是 CPU 的循环扫描, 并用周期性地集中采样、集中输出的方式来完成。一个扫描周期 (工作周期) 主要分为以下几个阶段。

(1) 输入采样扫描阶段

这是第一个集中批处理过程, 在这个阶段中, PLC 按顺序逐个采集所有输入端子上的信号, 不论输入端子上是否接线, CPU 顺序读取全部输入端, 将所有采集到的一批输入信号写到输入映像寄存器中, 在当前的扫描周期内, 用户程序用到的输入信号的状态 (ON 或 OFF) 均从输入映像寄存器中去读取, 不管此时外部输入信号的状态是否变化。即使此时外部输入信号的状态发生了变化, 也只能在下一个扫描周期的输入采样扫描阶段去读取, 对于这种采集输入信号的批处理, 虽然严格上说每个信号被采集的时间有先有后, 但由于 PLC 的扫描周期很短, 这个差异对一般工程应用可忽略, 所以可以认为这些采集到的输入信息是同时的。

(2) 执行用户程序扫描阶段

这是第二个集中批处理过程, 在执行用户程序阶段, CPU 对用户程序按顺序进行扫描。如果程序用梯形图表示, 则总是按先上后下、从左至右的顺序进行扫描, 每扫描到一条指令, 所需要的输入信息的状态均从输入映像寄存器中去读取, 而不是直接使用现场的立即输入信号。对其他信息, 则是从 PLC 的元件映像寄存器中去读取, 在执行用户程序中, 每一次运算的中间结果都立即写入元件映像寄存器中, 对输出继电器的扫描结果, 也不是马上去驱动外