

自动化技术入门与应用实例系列书

西门子 S7-200 PLC

常辉 主编

入门与应用实例

- “淡化”理论知识
- “强化”实际技能
- 以实际案例为基础
- 重点介绍新技术、新产品的应用



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

自动化技术入门与应用实例系列书

西门子S7-200 PLC 入门与应用实例

常 辉 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书从入门角度出发,以目前工业自动化控制系统中应用较多的西门子 S7-200 系列 PLC 为例,介绍了西门子 S7-200 系列 PLC 的软硬件功能,以通俗、易懂、实用、易用为主线,结合一些实例介绍了 S7-200 PLC 的指令用法、PLC 系统及程序设计方法等内容,并介绍了丰富的典型应用实例,供读者学习借鉴。

本书主要由 PLC 技术入门和应用实例两个部分组成。PLC 技术入门部分介绍了西门子 S7-200 PLC 的软硬件概况、编程软件的使用、指令的基本使用、PLC 程序及系统设计的基本方法、PLC 通信等内容;应用实例部分介绍了丰富的典型应用实例。

全书通俗易懂、注重实际、强调应用,可作为培训教材供从事电气自动化技术人员进行入门学习,同时也可作为职业院校师生和相关工程技术人员的教材或参考资料。

图书在版编目 (CIP) 数据

西门子 S7-200 PLC 入门与应用实例/常辉主编. —北京: 中国电力出版社, 2009

(自动化技术入门与应用实例系列书)

ISBN 978-7-5083-9316-2

I. 西… II. 常… III. 可编程序控制器 IV. TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 142684 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2010 年 1 月第一版 2010 年 1 月北京第一次印刷

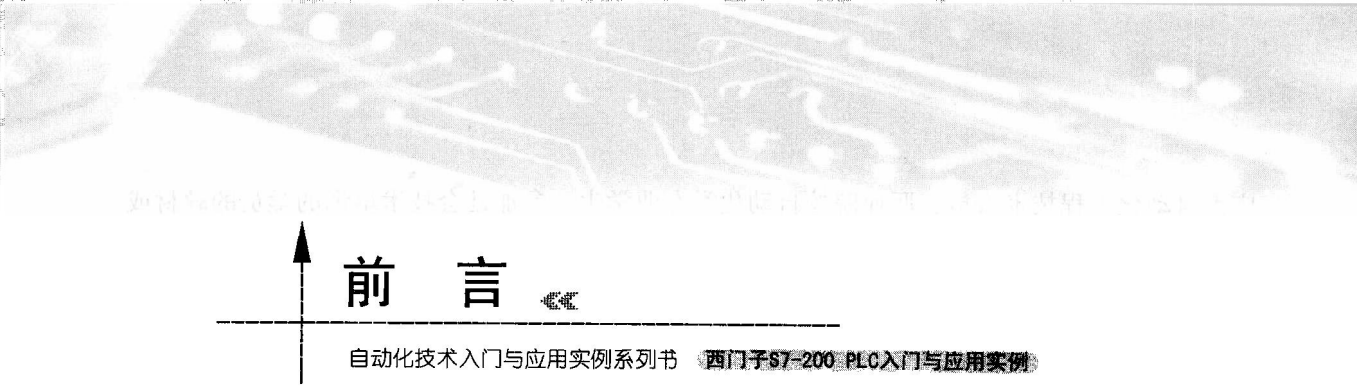
787 毫米×1092 毫米 16 开本 10 印张 219 千字

印数 0001—3000 册 定价 19.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



前言

自动化技术入门与应用实例系列书 西门子S7-200 PLC入门与应用实例

《自动化技术入门与应用实例系列书 西门子S7-200 PLC入门与应用实例》为《自动化技术入门与应用实例系列书》之一，本书面向现代化工业技术从业的工程技术人员，是一本从入门讲起的实用技术书。本书基本特色是：对理论知识作“淡化”处理；对实际技能作“强化”处理；以具体的“案例”为基础，旨在使读者迅速掌握并灵活运用这一技术。

可编程控制器综合了计算机技术、电子应用技术、自动控制技术以及通信技术，是新一代的工业自动化控制设备。可编程控制器自问世以来，经过了近40多年的发展，在工业自动化、生产过程控制、机电一体化、机械制造业等方面的应用非常广泛，已成为当代工业自动化控制的三大支柱之一。因此，掌握PLC的基本应用方法，是每位从事自动化控制的技术人员必须具备的基本能力之一。

目前，PLC主要有西门子、欧姆龙和三菱等公司的产品，本书以应用广泛的西门子公司S7-200系列小型PLC为例，结合了编者多年的教学实践经验，以实用、易学为主旨，较为简练、全面地介绍了PLC的基础知识和编程软件的使用，以一些丰富生动的实例介绍了S7-200系列PLC的基本指令及编程方法、PLC系统设计的方法及PLC通信等方面的知识。并通过丰富的典型教学实例和工程应用实例让读者了解和掌握PLC的基本应用方法。

本书共分为9章，包括PLC技术入门和应用实例两部分内容。第1、2、3章分别介绍了可编程控制器的基础知识，S7-200系列PLC的组成、工作过程以及安装接线，S7-200系列PLC的内部资源及访问方式等内容，以期让读者对PLC有初步的了解和认识。第4章主要介绍了STEP 7-Micro/WIN32编程软件及仿真软件的使用，让读者初步掌握编程工具的使用。第5、6、7章主要介绍了PLC常用指令的使用，并以典型的控制功能实例来介绍PLC常用的编程方法，并简要介绍了PLC控制系统的设计步骤、方法、选型及应用中抗干扰的方法，目的是使初学者掌握PLC的基本编程技巧，学会使用PLC解决一些小型的自动化控制问题。第8章主要介绍了PLC通信的基础知识，使读者逐步提高PLC的应用水平。第9章主要介绍了十几个PLC的应用实例，这些实例比较典型，难度适宜，通过学习这些实例，会进一步使读者提高应用能力，开拓视野。

本书通俗易懂、注重实际、强调应用，比较适合从事自动化技术的初学者使用，可作为

广大自动化工程技术人员、职业院校自动化类专业学生、参加社会技术培训的学员的教材或参考资料。

本书由安徽职业技术学院常辉主编并统稿。其中第1章由安徽职业技术学院李彦编写，第2、3章由安徽商贸职业技术学院王正勤编写，第3、4、5、8章由常辉编写，第6章由安徽职业技术学院程周编写，第7章由安徽职业技术学院孙忠献编写，第9章由安徽华电咨询设计有限公司周海雁编写。在编写过程中得到了杨林国、洪应、张栩、宋国富、黄琼、温晓玲、谢军、胡继胜等老师的大力支持，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在错误与不足之处，诚恳希望广大读者批评指正，以便在适当的时候修订完善。编者电子邮箱：changhui_70@163.com。

编 者

2009年2月

目 录

自动化技术入门与应用实例系列书 西门子S7-200 PLC入门与应用实例

前 言

第一篇 可编程控制器技术入门

第1章 可编程控制器概述	1
1.1 可编程控制器的产生和定义	1
1.1.1 可编程控制器的产生	1
1.1.2 可编程控制器的定义	2
1.2 可编程控制器的特点和应用领域	2
1.2.1 可编程控制器的特点	2
1.2.2 可编程控制器的应用领域	4
1.3 可编程控制器的发展	4
1.3.1 PLC的发展过程	4
1.3.2 西门子PLC发展概况	5
1.3.3 PLC发展趋势	5
1.4 可编程控制器的分类、技术指标及常见产品	6
1.4.1 可编程控制器的分类	6
1.4.2 可编程控制器主要技术指标	7
1.4.3 可编程控制器的常见产品	8
1.5 可编程控制器的组成和工作原理	10
1.5.1 PLC的组成	10
1.5.2 PLC的工作原理	14
第2章 S7-200系列PLC简介	17
2.1 S7-200系列PLC基本组成	17
2.1.1 S7-200 CPU	17
2.1.2 扩展功能模块	20
2.2 S7-200系列PLC的工作	21
2.2.1 S7-200 CPU的工作模式	21
2.2.2 S7-200 PLC如何工作	22
2.2.3 输入/输出滞后时间	22
2.3 S7-200可编程控制器安装与接线	23
2.3.1 PLC的安装与拆卸	23

2.3.2	PLC 接线	25
2.3.3	抑制电路的使用	27
2.3.4	电源的选择	28
第 3 章	S7-200 CPU 内部资源及寻址方式	29
3.1	S7-200 CPU 内部资源	29
3.1.1	编址方式	29
3.1.2	S7-200 PLC 内部资源	29
3.1.3	数值的表示	33
3.2	寻址方式	33
3.2.1	直接寻址	33
3.2.2	间接寻址	34
第 4 章	STEP 7-Micro/WIN32 编程软件的使用	36
4.1	STEP 7-Micro/WIN32 编程软件的安装	36
4.1.1	安装前的准备	36
4.1.2	软件的安装	36
4.2	PLC 与计算机通信的建立和设置	36
4.2.1	PLC 与计算机的连接	36
4.2.2	参数的设置	37
4.2.3	建立在线联系	37
4.2.4	建立修改 PLC 通信参数	38
4.3	STEP 7-Micro/WIN32 编程软件的基本使用方法	39
4.3.1	STEP 7-Micro/WIN32 编程软件简介	39
4.3.2	STEP 7-Micro/WIN32 的基本使用	41
4.4	仿真软件的使用	44
4.4.1	导出 S7-200 的程序代码	44
4.4.2	仿真软件的进入	44
4.4.3	PLC 配置	45
4.4.4	载入程序	45
4.4.5	仿真调试程序	45
4.4.6	监视变量	46
第 5 章	可编程控制器编程语言及编程入门	47
5.1	S7-200 编程语言和程序结构	47
5.1.1	S7-200 编程语言简介	47
5.1.2	S7-200 程序结构	48
5.2	基本逻辑指令	48
5.2.1	位逻辑指令	48
5.2.2	定时器指令	51
5.2.3	计数器指令	53
5.2.4	比较指令	55

5.3 程序控制指令	56
5.3.1 子程序的建立及调用	56
5.3.2 步进顺序控制指令	59
5.3.3 结束指令、暂停指令、看门狗复位指令	60
5.3.4 跳转指令	62
5.3.5 程序循环指令	62
5.3.6 “与” ENO 指令	63
5.4 功能指令	63
5.4.1 数据传送指令	63
5.4.2 移位指令	65
5.4.3 运算指令	68
第6章 可编程控制器程序设计方法入门	73
6.1 PLC 程序设计的常用方法	73
6.1.1 经验设计法	73
6.1.2 继电器控制电路转换为梯形图法	73
6.1.3 逻辑设计法	73
6.1.4 顺序控制设计法	73
6.2 常见基本控制功能的编程	74
6.2.1 启动、保持、停止程序	74
6.2.2 互锁程序	74
6.2.3 组合输出程序	74
6.2.4 分频程序	75
6.2.5 定时器的基本应用	75
6.2.6 计数器的应用	77
6.2.7 计数器与定时器组合使用	79
6.3 顺序控制梯形图的设计	80
6.3.1 顺序控制设计基础	80
6.3.2 顺序功能图的实现方法	83
第7章 可编程控制器控制系统设计入门	86
7.1 可编程控制器控制系统设计原则与步骤	86
7.1.1 PLC 系统控制系统设计原则和主要内容	86
7.1.2 PLC 控制系统设计的主要步骤	86
7.2 可编程控制器选型	88
7.3 可编程控制器系统的抗干扰措施	89
7.3.1 电磁干扰源及干扰来源	89
7.3.2 PLC 控制系统的抗干扰设计	91
7.3.3 主要抗干扰措施	91
第8章 可编程控制器网络通信入门	93
8.1 PLC 网络通信基本概念	93

8.1.1	数据通信基本概念	93
8.1.2	PLC 常用的通信接口	95
8.1.3	工业局域网概述	96
8.1.4	网络通信协议	98
8.2	S7-200 的网络与通信方式	98
8.2.1	S7 系列 PLC 网络	98
8.2.2	S7-200 PLC 网络通信基本概念	98
8.2.3	S7-200 PLC 网络通信协议	101
8.2.4	使用 S7-200 设备的网络配置实例	103
8.3	S7-200 通信部件介绍	104
8.3.1	通信端口	104
8.3.2	连接电缆	104
8.3.3	网络连接器	106
8.3.4	网络中继器	106
8.3.5	EM277 PROFIBUS-DP 模块	107
8.4	S7-200 的通信指令	108
8.4.1	S7-200 系列 PLC 自由口通信	108
8.4.2	发送和接收指令	109
8.4.3	网络读/写指令	110

第二篇 可编程控制器应用实例

第 9 章	可编程控制器的应用实例	112
9.1	三相异步电动机的基本控制	112
9.1.1	电动机的正转、反转和停止控制	112
9.1.2	电动机的顺序控制	114
9.1.3	电动机的星—三角降压启动控制	115
9.2	仓库门的自动控制	116
9.3	水果自动装箱控制	119
9.4	PLC 在液体混合装置控制中的应用	120
9.5	PLC 在十字路口交通灯控制中的应用	125
9.6	PLC 在气动机械手中的应用	128
9.7	PLC 在除尘室控制中的应用	132
9.8	PLC 在运料小车控制中的应用	133
9.9	PLC 在剪板机控制中的应用	135
9.10	PLC 在某机床三工位旋转工作台控制中的应用	138
9.11	PLC 在电镀专用行车控制中的应用	143
9.12	PLC 在输电线路自动重合闸控制中的应用	147
参考文献		150



第一篇

可编程控制器技术入门

第1章 可编程控制器概述

§ 1.1 可编程控制器的产生和定义

可编程控制器 (Programmable Controller) 是一种以计算机为核心, 综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术等现代科技而发展起来的一种通用新型工业自动化控制装置。它具有结构简单、性能优越、可靠性高等优点。经过 40 年的迅猛发展, 它在工业自动化控制领域得到了广泛的应用, 被誉为现代工业生产自动化的三大支柱之一。

1.1.1 可编程控制器的产生

可编程控制器的产生和发展与继电器控制系统有很大的关系。从 20 世纪 20 年代起到现在, 继电器控制系统已有近百年的应用历史, 由于它结构简单、容易掌握, 在一定的范围内能够满足控制要求, 因而其应用面很广, 在工业控制领域中一直占有主导地位。但是随着工业的发展, 设备和生产过程越来越复杂, 构成这种控制系统的继电器的数量、种类和连接方式也变得异常繁多和复杂。因此, 在复杂的继电器控制系统中, 故障的查找和排除非常困难, 可能会花费大量的时间, 严重影响生产。如果工艺要求发生变化, 则控制柜内的元件和接线也需要作相应的变动, 但是这种改造的工期长、费用高, 以至于有些用户不得不扔掉旧的控制柜而另外制作一台新的控制柜。

20 世纪 60 年代末, 由于市场的需要, 工业生产从大批量、少品种的生产方式转变为小批量、多品种的生产方式。但是, 当时这种大规模生产线的控制大多是继电器控制系统, 体积大、耗电多, 改变生产程序非常困难。1968 年, 美国通用汽车公司 (GM) 为了适应汽车型号的不断更新、生产工艺不断变化的需要, 实现小批量、多品种生产, 希望能有一种新型工业控制器, 它能做到尽可能减少重新设计和更换继电器控制系统及接线, 以降低成本, 缩短周期, 并提出了以下 10 项招标指标:

- (1) 编程方便, 现场可修改程序。
- (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) 数据可直接输入管理计算机中。
- (5) 输入电源可为市电。
- (6) 输出电源可为市电, 负载电流要求为 2A 以上, 可直接驱动电磁阀和接触器等。
- (7) 用户存储器容量大于 4KB。
- (8) 体积小于继电器控制装置。

(9) 扩展时原系统变更最少。

(10) 成本与继电器控制装置相比,有一定竞争力。

这 10 项指标实际上就是现在可编程控制器的最基本的功能。其核心思想是用计算机代替继电器控制柜;用程序代替继电器控制线路的硬接线;输入/输出信号可与外部装置直接相连。

1969 年,美国数字设备公司(DEC)按照这 10 项指标制成了世界上第一台可编程序逻辑控制器(PLC) PDP-14,在美国通用汽车公司生产线上应用并取得了成功。这种新型的工业控制装置以其简单易懂、操作方便、可靠性高、通用灵活、体积小、使用寿命长等一系列优点,很快地在美国其他工业领域推广应用。到 1971 年,该新型控制器已经成功地应用于食品、饮料、冶金、造纸等工业,从此开创了可编程序逻辑控制器的时代。

同时,这一新型工业控制装置的出现,也受到了世界其他国家的高度重视。1971 年,日本从美国引进了这项新技术,很快研制出了日本第一台 PLC。1973 年,西欧国家也研制出他们的第一台 PLC。我国从 1974 年开始研制,于 1977 年开始工业应用。

从 20 世纪 70 年代初开始,不到 40 年时间里,PLC 生产已发展成了一个巨大的产业,据不完全统计,现在世界上生产 PLC 及其网络的厂家有 200 多家,大约生产 400 多个品种的 PLC 产品。

1.1.2 可编程控制器的定义

可编程控制器是计算机家族中的一员,是为工业控制应用而设计制造的。早期的可编程控制器称作可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller),简称 PLC,它主要用来代替继电器实现逻辑控制。随着技术的发展,这种装置的功能已经大大超过了逻辑控制的范围,因此,今天这种装置称作可编程控制器,简称 PC(Programmable Controller)。但是为了避免与个人计算机(Personal Computer)的简称混淆,所以将可编程控制器简称为 PLC。

为了使 PLC 生产和发展标准化,在 1987 年国际电工委员会(International Electrical Committee)颁布的 PLC 标准草案中对 PLC 作了如下定义:PLC 是一种专门为在工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子装置。它采用可以编制程序的存储器,用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序运算、计时、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。PLC 及其有关的外围设备都应该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而设计。

总之,可编程控制器是一台计算机,它是专为工业环境应用而设计制造的计算机。它具有丰富的输入/输出接口,并且具有较强的驱动能力。但可编程控制器产品并不针对某一具体工业应用,在实际应用时,其硬件需根据实际需要进行选用配置,其软件需根据控制要求进行设计编制。

1.2 可编程控制器的特点和应用领域

1.2.1 可编程控制器的特点

PLC 之所以能成为当今增长速度最快的工业自动控制设备,是由于它具备了许多独特的优点,较好地解决了工业控制领域普遍关心的可靠、安全、灵活、方便、经济等问题。PLC 的主要特点如下。

1. 高可靠性和强抗干扰能力

PLC 的高可靠性和强抗干扰能力主要表现在:

(1) 所有的 I/O 接口电路均采用光电隔离, 使工业现场的外电路与 PLC 内部电路之间在电气上隔离。

(2) 各输入端均采用 R-C 滤波器, 其滤波时间常数一般为 10~20ms。

(3) 各模块均采用屏蔽措施, 以防止辐射干扰。

(4) 采用性能优良的开关电源。

(5) 对采用的器件进行严格的筛选。

(6) 良好的自诊断功能, 一旦电源或其他软、硬件发生异常情况, CPU 立即采用有效措施, 以防止故障扩大。

(7) 大型 PLC 还可以采用由双 CPU 构成冗余系统或由三 CPU 构成表决系统, 使可靠性更进一步提高。

2. 丰富的 I/O 接口模块

PLC 针对不同的工业现场信号 (如交流或直流、开关量或模拟量、电压或电流、脉冲或电位、强电或弱电等), 有相应的 I/O 模块与工业现场的器件或设备 (如按钮、行程开关、接近开关、传感器及变送器、电磁线圈、控制阀等直接连接)。另外, 为了提高操作性能, PLC 还有多种人一机对话的接口模块, 为了组成工业局部网络, 它还有多种通信联网的接口模块等。

PLC 发展到今天, 已经形成了大、中、小各种规模的系列化产品。可以用于各种规模的工业控制场合。除了逻辑处理功能以外, 现代 PLC 大多具有完善的数据运算能力, 可用于各种数字控制领域。近年来 PLC 的功能单元大量涌现, 使 PLC 渗透到了位置控制、温度控制、CNC 等各种工业控制中。加上 PLC 通信能力的增强及人机界面技术的发展, 使用 PLC 组成各种控制系统变得非常容易。

3. 采用模块化结构、体积小、质量轻、能耗低

为了适应各种工业控制需要, 除了单元式的小型 PLC 以外, 绝大多数 PLC 均采用模块化结构。PLC 的各个部件, 包括 CPU、电源、I/O 等均采用模块化设计, 由机架及电缆将各模块连接起来, 系统的规模和功能可根据用户的需要自行组合。

以超小型 PLC 为例, 新近出产的品种底部尺寸小于 100mm, 质量小于 150g, 功耗仅数瓦。由于体积小, 所以很容易装入机械内部, 是实现机电一体化的理想控制设备。

4. 编程简单易学

PLC 的编程大多采用类似于继电器控制线路的梯形图形式, 对使用者来说, 不需要具备计算机的专门知识, 因此很容易被一般工程技术人员所理解和掌握。

5. 设计、安装简单和维修方便

PLC 用存储逻辑代替接线逻辑, 大大减少了控制设备外部的接线, 使控制系统设计及安装的周期大为缩短, 同时维护也变得容易起来。更重要的是使同一设备经过改变程序改变生产过程成为可能。这很适合多品种、小批量的生产场合。

PLC 不需要专门的机房, 可以在各种工业环境下直接运行。使用时只需将现场的各种设备与 PLC 相应的 I/O 端相连接, 即可投入运行。各种模块上均有运行和故障指示装置, 便于用户了解运行情况和查找故障。由于采用模块化结构, 因此, 一旦某模块发生故障, 用

户可以通过更换模块的方法,使系统迅速恢复运行。

1.2.2 可编程控制器的应用领域

PLC 自 1968 年诞生以后以惊人的速度成为了这一领域的主导者,为各种各样的自动化控制设备提供了非常可靠的控制应用。目前,PLC 已广泛应用于钢铁、采矿、水泥、石油、化工、电力、机械制造、汽车、装卸、造纸、纺织、环保等行业。其应用范围大致可归纳为以下几种。

1. 逻辑控制

逻辑控制是 PLC 最基本、最广泛的应用领域。它取代传统的继电器控制系统,实现逻辑控制、顺序控制,如机床电气控制、各种电动机的控制等。PLC 的逻辑控制功能非常完善,可用于单机控制,也可用于多机群控和自动生产线的控制等,其应用领域已经遍及各行各业。

2. 运动控制

PLC 使用专用的运动控制模块,可以对直线运动、圆周运动的位置、速度和加速度进行控制,实现步进电动机或伺服电动机的单轴或多轴位置控制,使顺序控制和运动控制有机地结合。PLC 的运动控制可以用于机床、机器人、电梯等机械设备的自动控制。

3. 闭环过程控制

过程控制是指对温度、压力、流量等模拟量的闭环控制。PLC 通过模拟量的 I/O 模块实现模拟量与数字量的 A/D、D/A 转换,可实现对温度、压力、流量等连续变化的模拟量的 PID 控制。现代的大中型 PLC 一般都具有 PID 控制功能,可以利用 PID 子程序或专用的 PID 模块来实现,可用于锅炉、化学反应装置、输油系统等设备自动控制。

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。数据处理一般用在大中型控制系统中,如机械、造纸、冶金、化工行业中的柔性制造系统或过程系统。

5. 通信联网

PLC 的通信包括 PLC 与 PLC 之间、PLC 与上位计算机之间和它的智能设备之间的通信。PLC 和计算机之间具有 RS-232 接口,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“集中管理,分散控制”的分布控制系统。I/O 模块按功能各自放置在生产现场分散控制,然后利用网络构成集中管理信息的分布式网络系统。不过并不是所有的 PLC 都具有上述的全部功能,有的小型 PLC 只具上述部分功能,但价格比较便宜。

1.3 可编程控制器的发展

1.3.1 PLC 的发展过程

PLC 问世时间虽然不长,但是随着微处理器的出现,大规模、超大规模集成电路技术的迅速发展和数据通信技术的不断进步,PLC 也迅速发展,其发展过程大致可分三个阶段:

(1) 第一阶段。在 20 世纪 60 年代末至 70 年代中期,PLC 一般称为可编程逻辑控制器。这时的 PLC 主要是执行原先由继电器完成的顺序控制、定时、计数等功能。装置中的器件

主要采用分立元件和中小规模集成电路,存储器采用磁芯存储器。在硬件上以准计算机的形式出现,在 I/O 接口电路上作了改进以适应工业控制现场的要求。在软件编程上,采用和继电器电路图类似的梯形图作为主要编程语言,并将参加运算及处理的计算机存储元件都以继电器命名。此时的 PLC 为计算机技术和继电器常规控制概念相结合的产物。

(2) 第二阶段。20 世纪 70 年代中末期,PLC 进入实用化发展阶段,计算机技术已全面引入可编程控制器中,使其功能发生了飞跃。具有更高的运算速度、超小型体积、更可靠的工业抗干扰设计、模拟量运算、PID 功能及极高的性价比奠定了控制器在现代工业中的地位。20 世纪 80 年代初,可编程控制器在先进工业国家中已获得广泛应用。这个时期可编程控制器发展的特点是大规模、高速度、高性能、产品系列化。这个阶段的另一个特点是世界上生产可编程控制器的国家日益增多,产量日益上升。这标志着可编程控制器已步入成熟阶段。

(3) 第三阶段。20 世纪 80 年代中后期以后,可编程控制器的发展特点是更加适应于现代工业的需要。从控制规模上来说,发展了大型机和超小型机;从控制能力上来说,诞生了各种各样的特殊功能单元,用于压力、温度、转速、位移等各式各样的控制场合;从产品的配套能力来说,生产了各种人机界面单元、通信单元,使应用可编程控制器的工业控制设备的配套更加容易。目前,可编程控制器在机械制造、石油化工、冶金钢铁、汽车、轻工业等领域的应用都得到了长足的发展。

1.3.2 西门子 PLC 发展概况

西门子公司的 PLC 产品最早是 1975 年投放市场的 SIMATIC S3,它实际上是带有简单操作接口的二进制控制器。1979 年 S3 被 SIMATIC S5 所取代,该系统广泛地使用了微处理器。20 世纪 80 年代初,S5 系统进一步升级为 U 系列 PLC,较常用机型有 S5-90U、S5-95U、S5-100U、S5-115U、S5-135U、S5-155U。1994 年 4 月,S7 系列诞生,它具有更国际化、更高性能等级、更小安装空间、更良好的 WINDOWS 用户界面等优势,其机型为 S7-200、S7-300、S7-400。

发展至今,S3、S5 系列 PLC 已逐步退出市场,停止生产,S7 系列 PLC 发展成为了西门子自动化系统的控制核心。而 TDC 系统沿用 SIMADYN D 技术内核,是对 S7 系列产品的进一步升级,它是西门子自动化系统最尖端,功能最强的可编程控制器。

目前西门子公司又提出 TIA (Totally Integrated Automation) 概念,即全集成自动化系统,将 PLC 技术溶于全部自动化领域。

1.3.3 PLC 发展趋势

进入 21 世纪后,随着微电子技术、控制技术与信息技术的不断发展,PLC 也在不断地发展。PLC 的发展趋势主要体现在以下几个方面。

(1) 向高速度、大容量方向发展。为了提高 PLC 的处理能力,要求 PLC 具有更好的响应速度和更大的存储容量。目前,有的 PLC 的扫描速度可达 0.1ms/千步左右。PLC 的扫描速度已成为很重要的一个性能指标。在存储容量方面,有的 PLC 最高可达几十兆字节。为了扩大存储容量,有的公司已使用了磁盘存储器或硬盘。

(2) 向超大型、超小型两个方向发展。当前中小型 PLC 比较多,为了适应市场的多种需要,今后 PLC 要向多品种方向发展,特别是向超大型和超小型两个方向发展。现已有 I/O 点数达 14336 点的超大型 PLC,其使用 32 位微处理器,多 CPU 并行工作和大容量存储

器, 功能强。

小型 PLC 由整体结构向小型模块化结构发展, 使配置更加灵活, 为了市场需要已开发了各种简易、经济的超小型微型 PLC, 最小配置的 I/O 点数为 8~16 点, 以适应单机及小型自动控制的需要, 如三菱公司 α 系列 PLC。

(3) PLC 大力开发智能模块, 加强联网通信能力。为满足各种自动化控制系统的要求, 近年来不断开发出许多功能模块, 如高速计数模块、温度控制模块、远程 I/O 模块、通信和人机接口模块等。这些带 CPU 和存储器的智能 I/O 模块, 既扩展了 PLC 功能, 又可以灵活方便使用, 扩大了 PLC 应用范围。

加强 PLC 联网通信的能力, 是 PLC 技术进步的潮流。PLC 的联网通信有两类: 一类是 PLC 之间联网通信, 各 PLC 生产厂家都有自己的专有联网手段; 另一类是 PLC 与计算机之间的联网通信, 一般 PLC 都有专用通信模块与计算机通信。为了加强联网通信能力, PLC 生产厂家之间也在协商制订通用的通信标准, 以构成更大的网络系统, PLC 已成为集散控制系统 (DCS) 不可缺少的重要组成部分。

(4) 增强外部故障的检测与处理能力。根据统计资料表明, 在 PLC 控制系统的故障中, CPU 占 5%, I/O 接口占 15%, 输入设备占 45%, 输出设备占 30%, 线路占 5%。前两项共 20% 故障属于 PLC 的内部故障, 它可通过 PLC 本身的软、硬件实现检测、处理; 而其余 80% 的故障属于 PLC 的外部故障。因此, PLC 生产厂家都致力于研制、发展用于检测外部故障的专用智能模块, 进一步提高系统的可靠性。

(5) 编程语言多样化。在 PLC 系统结构不断发展的同时, PLC 的编程语言也越来越丰富, 功能不断提高。除了大多数 PLC 使用的梯形图语言外, 为了适应各种控制要求, 出现了面向顺序控制的步进编程语言、面向过程控制的流程图语言、与计算机兼容的高级语言 (BASIC、C 语言等) 等。多种编程语言的并存、互补与发展是 PLC 进步的一种趋势。

1.4 可编程控制器的分类、技术指标及常见产品

1.4.1 可编程控制器的分类

目前, PLC 的种类很多, 性能和规格都有很大差别。通常根据 PLC 的结构形式、控制规模和功能来进行分类。

1. 结构形式

根据结构形式的不同, PLC 可分为整体式和模块式两种, 如图 1-1 所示。

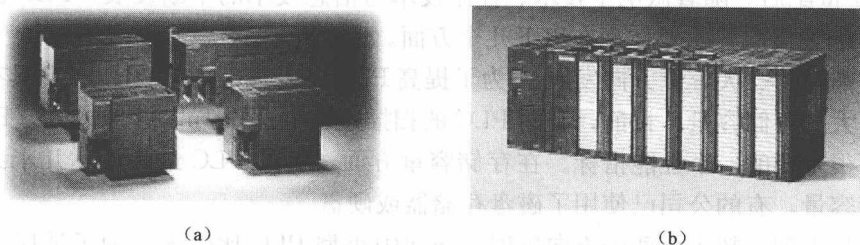


图 1-1 PLC 按结构形式分类

(a) 整体式; (b) 模块式

(1) 整体式 PLC。这种结构的 PLC 将各组成部分 (I/O 接口电路、CPU、存储器等) 安装在一块或少数几块印刷电路板上, 并连同电源一起装在机壳内, 通常称为主机。其输入、输出接线端子及电源进线分别在机箱的上、下两侧, 并有相应的发光二极管指示输入/输出的状态。面板上通常有编程器的插座、扩展单元的接口插座等。其特点是结构紧凑、体积小、质量轻、价格较低。通常小型或超小型 PLC 常采用这种结构, 适用于简单控制的场合。如西门子的 S7-200 系列产品、松下电子的 FP1 型产品、OMRON 公司的 CPM1A 型产品、三菱公司的 FX 系列产品。

(2) 模块式 PLC。模块式 PLC 也称为积木式, PLC 的各个组成部分以模块的形式存在, 如电源模块、CPU 模块、输入/输出模块等, 通常把这些模块插到底板, 安装在机架上。这种 PLC 具有装配方便、配置灵活、便于扩展、结构复杂、价格较高等特点。大型的 PLC 通常采用这种结构, 一般用于比较复杂的控制场合。此类 PLC 如西门子公司的 S7-300、S7-400 的 PLC, OMRON 公司的 C200H、C2000H 系列产品, 三菱公司的 QnA/AnA 等系列产品。

2. 控制规模

(1) 小型 PLC。小型 PLC 的 I/O 点数一般在 128 点以下, 其中 I/O 点数小于 64 点的为超小型或微型 PLC。其特点是体积小、结构紧凑, 整个硬件融为一体, 除了开关量 I/O 以外, 还可以连接模拟量 I/O 以及其他各种特殊功能模块。它能执行包括逻辑运算、计时、计数、算术运算、数据处理和传送、通信联网以及各种应用指令。

(2) 中型 PLC。中型 PLC 采用模块化结构, 其 I/O 点数一般在 256~2048 之间。I/O 的处理方式除了采用一般 PLC 通用的扫描处理方式外, 还能采用直接处理方式, 即在扫描用户程序的过程中, 直接读输入, 刷新输出。它能连接各种特殊功能模块, 通信联网功能更强, 指令系统更丰富, 内存容量更大, 扫描速度更快。

(3) 大型 PLC。一般 I/O 点数在 2048 以上的称为大型 PLC。大型 PLC 的软、硬件功能极强, 具有极强的自诊断功能, 通信联网功能强, 有各种通信联网的模块, 可以构成三级通信网, 实现工厂生产管理自动化。I/O 点数超过 8192 点的为超大型 PLC。

3. 功能

(1) 低档 PLC。低档 PLC 具有逻辑运算、定时、计数、移位以及自诊断、监控等基本功能, 还可有少量模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、通信等功能。

(2) 中档 PLC。中档 PLC 除具有低档 PLC 功能外, 还增加了模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、数制转换、远程 I/O、子程序、通信联网等功能, 有些还增设中断、PID 控制等功能。

(3) 高档 PLC。高档 PLC 除具有中档机功能外, 还增加了带符号算术运算、矩阵运算、位逻辑运算、平方根运算及其他特殊功能函数运算、制表及表格传送等。高档 PLC 机具有更强的通信联网功能。

1.4.2 可编程控制器主要技术指标

1. I/O 点数

输入/输出 (I/O) 点数是 PLC 可以接受的输入信号和输出信号的总和, 是衡量 PLC 性能的重要指标。I/O 点数越多, 外部可接的输入设备和输出设备就越多, 控制规模就越大。

2. 存储容量

存储容量是指用户程序存储器的容量。用户程序存储器的容量大,则可以编制出复杂的程序。一般来说,小型 PLC 的用户存储器容量为几千字,而大型机的用户存储器容量为几万字。

3. 扫描速度

扫描速度是指 PLC 执行用户程序的速度,是衡量 PLC 性能的重要指标。一般以扫描 1 千字用户程序所需的时间来衡量扫描速度,通常以 ms/千字为单位。PLC 用户手册一般给出执行各条指令所用的时间,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. 指令的功能与数量

指令功能的强弱、数量的多少也是衡量 PLC 性能的重要指标。编程指令的功能越强、数量越多,PLC 的处理能力和控制能力也越强,用户编程也越简单和方便,越容易完成复杂的控制任务。

5. 内部元件的种类与数量

在编制 PLC 程序时,需要用到大量的内部元件来存放变量、中间结果、保持数据、定时计数、模块设置和各种标志位等信息。这些元件的种类与数量越多,表示 PLC 的存储和处理各种信息的能力越强。

6. 特殊功能单元

特殊功能单元种类的多少与功能的强弱是衡量 PLC 产品的一个重要指标。近年来各 PLC 厂商非常重视特殊功能单元的开发,特殊功能单元种类日益增多,功能越来越强,使 PLC 的控制功能日益扩大

7. 可扩展能力

PLC 的可扩展能力包括 I/O 点数的扩展、存储容量的扩展、联网功能的扩展、各种功能模块的扩展等。在选择 PLC 时,经常需要考虑 PLC 的可扩展能力。

1.4.3 可编程控制器的常见产品

从 20 世纪 70 年代初开始,PLC 发展成了一个巨大的产业,据不完全统计,现在世界上生产 PLC 及其网络的厂家有 200 多家,大约生产有 400 多个品种的 PLC 产品。PLC 产品大体可以按地域分成三个流派:美国、欧洲、日本。

1. 美国 PLC 产品

美国是 PLC 生产大国,有 100 多家 PLC 厂商,著名的有莫迪康 (MODICON) 公司、通用电气 (GE) 公司、A-B 公司、德州仪器 (TI) 公司、西屋公司等。其中 A-B 公司是美国最大的 PLC 制造商,其产品约占美国 PLC 市场的一半。

A-B 公司主推的大、中型 PLC 产品是 PLC-5 系列,该系列为模块式结构。CPU 模块为 PLC-5/10、PLC-5/12、PLC-5/15、PLC-5/25 时,属于中型 PLC,I/O 点配置范围为 256~1024 点;当 CPU 模块为 PLC-5/11、PLC-5/20、PLC-5/30、PLC-5/40、PLC-5/60、PLC-5/40L、PLC-5/60L 时,属于大型 PLC,I/O 点最多可配置到 3072 点。该系列中 PLC-5/250 功能最强,最多可配置 4096 个 I/O 点,具有强大的控制和信息管理功能。A-B 公司的小型 PLC 产品有 SLC500 系列等。

GE 公司的代表产品是小型机 GE-1、GE-1/J、GE-1/P 等,除 GE-1/J 外,均采用