

全国高级技工学校

电气自动化设备安装与维修专业教材



PLC 应用技术

PLC YINGYONG JISHU
(西门子 上册)



配套课件 网络下载



中国劳动社会保障出版社

全国高级技工学校电气自动化设备安装与维修专业教材

PLC 应用技术

(西门子 上册)

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

内容简介

本书为全国高级技工学校电气自动化设备安装与维修专业教材。主要包括 PLC 基础知识、基本控制指令应用和顺序控制指令应用三大部分,分为初识 PLC、硬件安装与接线、编程软件安装与使用、三相异步电动机单向连续运转 PLC 控制、三相异步电动机正反转 PLC 控制、三相异步电动机 Y- Δ 降压启动 PLC 控制、传送带的 PLC 控制、运料小车的 PLC 控制、汽车自动清洗机 PLC 控制、小车自动往返 PLC 控制、自动门 PLC 控制、按钮式人行横道交通灯 PLC 控制等 12 个专题任务。

本书由林尔付主编,任淑、杨杰忠、李爱丽副主编,邱训红、李文惠、王现富参加编写;葛跃田、李建军审稿。

图书在版编目(CIP)数据

PLC 应用技术:西门子. 上册/人力资源和社会保障部教材办公室组织编写. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2012

全国高级技工学校电气自动化设备安装与维修专业教材

ISBN 978-7-5045-9633-8

I. ①P… II. ①人… III. ①plc 技术-技工学校-教材 IV. ①TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 092146 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出 版 人: 张梦欣

*

北京北苑印刷有限责任公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 19.75 印张 453 千字

2012 年 5 月第 1 版 2012 年 5 月第 1 次印刷

定价: 36.00 元

读者服务部电话: 010-64929211/64921644/84643933

发行部电话: 010-64961894

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

如有印装差错,请与本社联系调换: 010-80497374

前言

为了更好地适应高级技工学校电气自动化设备安装与维修专业的教学要求,全面提升教学质量,人力资源和社会保障部教材办公室组织有关学校的一线教师 and 行业、企业专家,在充分调研企业生产和学校教学情况的基础上,吸收和借鉴各地高级技工学校教学改革的成功经验,在原有同类教材的基础上,重新组织编写了高级技工学校电气自动化设备安装与维修专业教材。

本次教材编写工作的目标主要体现在以下几个方面:

第一,完善教材体系,定位科学合理。

针对初中生源和高中生源培养高级工的教学要求,调整和完善了教材体系,使之更符合学校教学需求。同时,根据电气自动化设备安装与维修专业高级工从事相关岗位的实际需要,合理确定学生应具备的能力和知识结构,对教材内容的深度、难度做了适当调整,加强了实践性教学内容,以满足技能型人才培养的要求。

第二,反映技术发展,涵盖职业标准。

根据相关工种及专业领域的最新发展,更新教材内容,在教材中充实新知识、新技术、新材料、新工艺等方面的内容,体现教材的先进性。教材编写以国家职业标准为依据,涵盖《国家职业技能标准·维修电工》中维修电工中、高级的知识和技能要求,并在与教材配套的习题册中增加了相关职业技能鉴定考题。

第三,融入先进理念,引导教学改革。

专业课教材根据一体化教学模式需要编写,将工艺知识与实践操作有机融为一体,构建“做中学”“学中做”的学习过程;通用专业知识教材根据所授知识的特点,注意设计各类课堂实验和实践活动,将抽象的理论知识形象化、生动化,引导教师不断创新教学方法,实现教学改革。

第四,精心设计形式,激发学习兴趣。

在教材内容的呈现形式上,较多地利用图片、实物照片和表格等形式将知识点生动地展示出来,力求让学生更直观地理解和掌握所学内容。针对不同的知识点,设计了许多贴近实际的互动栏目,在激发学生学习兴趣和自主学习积极性的同时,使教材“易教易学,易懂易用”。

第五,开发辅助产品,提供教学服务。

根据大多数学校的教学实际,部分教材还配有习题册和教学参考书,以便于教师教学和



学生练习使用。此外,教材基本都配有方便教师上课使用的电子教案,并可通过中国劳动社会保障出版社网站 (<http://www.class.com.cn>) 免费下载,其中部分教案在教学参考书中还以光盘形式附赠。

本次教材编写工作得到了河北、黑龙江、江苏、山东、河南、广东、广西等省、自治区人力资源和社会保障厅及有关学校的大力支持,在此我们表示诚挚的谢意。

人力资源和社会保障部教材办公室

2012 年 5 月

目 录

课题一 PLC 基础知识	1
任务 1 初识 PLC	1
任务 2 硬件安装与接线	23
任务 3 编程软件安装与使用	50
课题二 基本控制指令应用	93
任务 1 三相异步电动机单向连续运转 PLC 控制	93
任务 2 三相异步电动机正反转 PLC 控制	126
任务 3 三相异步电动机 Y - Δ 降压启动 PLC 控制	148
任务 4 传送带的 PLC 控制	173
任务 5 运料小车的 PLC 控制	191
课题三 顺序控制指令应用	212
任务 1 汽车自动清洗机 PLC 控制	212
任务 2 小车自动往返 PLC 控制	241
任务 3 自动门 PLC 控制	263
任务 4 按钮式人行横道交通灯 PLC 控制	282

课题一

PLC 基础知识

考工要求

行为领域	鉴定范围	鉴定点	重要程度
理论知识	可编程序控制器的基本知识	1. PLC 的分类、技术指标、特点及功能 2. PLC 的型号规格及选用原则 3. PLC 的组成及工作原理 4. PLC 的硬件系统和软件安装	★★
操作技能	可编程序控制器的选型、硬件安装与调试、编程软件的使用	1. 能根据控制要求进行 PLC 的选型 2. PLC 的硬件安装与调试 3. PLC 编程软件的安装与使用	★★★

任务1 初识 PLC



学习目标

1. 了解常用 PLC 品牌及其特点，能区分 PLC 的品牌种类并描述其主要特点。
2. 掌握 PLC 的分类、技术指标、特点及功能。
3. 了解 PLC 的编程语言及程序结构。
4. 掌握 PLC 控制系统的组成及与继电器控制系统的区别，能区分 PLC 与继电器控制方式并描述 PLC 的控制形式。



工作任务

在 PLC 出现之前，继电器控制系统主要应用于工业控制的顺序控制领域，但是存在着

硬件结构复杂、体积大、可靠性差、灵活性差、维修调试困难等诸多缺点。随着工业现代化的发展和科学技术的提高, PLC 应运而生, PLC 控制系统逐步取代了传统的继电器控制系统。PLC 控制系统以其硬件结构简单、体积小、可靠性高、控制灵活、维护方便等优点而获得了越来越广泛的应用。

本任务就是初步认识 PLC。

任务要求:

- 1) 直观了解 PLC 在实际生产、生活中的应用。
- 2) 直观认识 PLC, 包括 PLC 的实物外形、品牌、种类、主要技术指标及特点。
- 3) 通过 PLC 与继电器控制系统的实际安装与运行, 比较 PLC 与继电器控制方式, 直观认识 PLC 的控制形式。

任务准备

实施本任务所使用的实训设备及工具材料可参考表 1—1—1。

表 1—1—1 设备及工具材料清单

序号	分类	设备名称	型号及规格	数量	备注
1	工具	电工常用工具		1 套	
2	仪表	万用表	MF47 型	1 只	或型号、规格自定
3	设备 器材	微型计算机		1 台	带 STEP7 - Micro/WIN V4.0 编程软件
4		编程电缆	PC/PPI	1 条	RS232/RS485
5		S7 - 200 PLC	CPU226	1 台	其他 S7 - 200 CPU 也可
6		组合开关	HZ10 - 10/3	1 只	或型号、规格自定
7		低压断路器	DZ5 - 20/230	1 只	或型号、规格自定
8		按钮	LA 19	2 只	启动 (绿) / 停止 (黑) 或型号、规格自定
9		熔断器	RL1 - 15/4	3 只	或型号、规格自定
10		交流接触器	CJ20 - 10	2 只	线圈 220 V、380 V, 或型号自定
11		热继电器	JR16 - 20/3D	1 只	整定电流 1.1 A, 或型号自定
12		时间继电器	JS7 - 2A	1 只	或型号、规格自定
13		电动机	Y801 - 4	1 台	0.55 kW, 或型号、规格自定
14		端子排	JD0 - 1020	1 块	或型号、规格自定
15		安装配电盘	900 × 600 × 20	1 块	或规格自定
16	耗材	紧固件	M4 螺母、螺钉、垫圈等	若干	或规格自定
17	导线		BVR 1.5 m ²	10 m	



任务分析

按照“实践—认识—再实践—再认识”的认知规律，可以先通过观看录像、现场参观等形式，直观了解 PLC 在实际生产、生活中的应用以及 PLC 实物外形、品牌、种类。然后通过查阅有关资料，进一步了解各品牌种类的 PLC 的主要技术指标及特点。再通过实际安装、运行同一个控制要求的继电器控制线路和 PLC 控制线路的现场演示，比较 PLC 与继电器控制方式的各自特点，直观地认识 PLC 的控制形式。

与本任务相关的知识有：PLC 的定义及名称演变，PLC 的特点、主要技术指标及分类，常用 PLC 介绍，PLC 的编程语言及程序结构，PLC 与继电器控制系统的区别等。



相关知识

一、PLC 的定义及名称演变

1. PLC 的定义

IEC (International Electrotechnical Commission, 国际电工委员会) 于 1982 年、1985 年和 1987 年先后三次颁布了可编程序控制器的标准草案。1987 年 2 月，IEC 通过了对 PLC 的定义：“可编程序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。它采用一类可编程的存储器，用于其内部存储程序，执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数与算术操作等面向用户的指令，并通过数字或模拟式输入/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外部设备，都是按易于与工业控制系统形成一个整体，易于扩充其功能的原则设计的”。

此定义强调了可编程序控制器是一种“数字运算操作的电子系统”，即它也是一种计算机。它是“专为在工业环境下应用而设计”的，即它是一种工业计算机。这种工业计算机采用“面向用户的指令”，因此编程方便。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“数字式或模拟式的输入和输出”的能力，并且容易与“工业控制系统形成一个整体”，易于“扩充其功能”。

定义还强调了可编程序控制器直接应用于工业环境，因此它必须具有很强的抗干扰能力、广泛的适应能力和应用范围。这也是区别于一般微机控制系统的一个重要特征。

2. PLC 的名称演变

可编程序控制器的早期名称为 Programmable Logic Controller (可编程序逻辑控制器)，简称为 PLC，主要替代传统的继电器控制系统。随着微处理器技术的发展，可编程序控制器的功能也不断地增加，因而可编程序逻辑控制器 (PLC) 这一名称已不能描述其多功能的特点。1980 年，NEMA (National Electrical Manufacturers Association, 美国电气制造商协会) 为它取了一个新的名称 Programmable Controller，简称为 PC。然而，PC 这一简写名称在国内早已成为个人计算机 (Personal Computer) 的代名词，为了避免造成名词术语混乱，因此国内仍沿用早期的简称 PLC 表示“可编程序控制器”，但此 PLC 并不意味只具有逻辑功能。



二、PLC 的特点、主要技术指标及分类

1. PLC 的特点

(1) 可靠性高、抗干扰能力强

PLC 是专门为在工业现场的恶劣条件下使用而设计的，通过硬件和软件两方面的多重措施，使 PLC 能够在具有很强的电磁干扰、机械振动以及极端温度和湿度的环境下安全地工作。具体措施如下：

1) 硬件措施。采用电磁屏蔽措施防止辐射干扰；输入/输出接口电路采用光电隔离措施使工业现场的外电路与 PLC 内部电路之间实现电气隔离以防止干扰，避免 CPU 的误动作；输入采用模拟和数字双重滤波，既滤去了外部的高频干扰，又削弱了各个模块之间的相互影响；输出采用联锁措施，在非正常情况下，将输出锁定在某种状态，避免被控对象误动作；采用性能优良的开关电源和后备电池，并严格筛选所使用的器件；采用环境检测、自诊断和“看门狗”电路，配合软件实现灵活的保护和故障指示；大型 PLC 还可以采用由双 CPU 构成冗余系统或由三 CPU 构成表决式系统，使可靠性进一步提高；采用模块式结构，缩小故障范围和缩短平均修复时间。

2) 软件措施。软件措施主要是采用故障检测和数据保护以及恢复等措施。例如，在每一个扫描周期，CPU 都要进行自诊断；设置专门的数据保持区，在 CPU 突然掉电时，该区域内的数据会自动保存到 CPU 的 EEPROM 存储器中去。

由于采用了上述一系列措施，使 PLC 的平均无故障运行时间都在几万小时以上，而且，据统计，PLC 系统的故障 80% 以上是出在外围设备上。

(2) 功能完善、通用性强、使用方便

现代 PLC 既能控制数字量，也能控制模拟量；既可以控制一台生产机械、一条生产线，也可控制一个生产过程。其通信联网的功能，使 PLC 能与上位计算机构成分布式控制系统，以实现全工厂的自动控制。由于 PLC 产品的系列化和模块化，不同的组合可以组成满足各种控制要求的控制系统。在被控对象的硬件配置确定以后，可以编写不同的用户程序，方便快捷地改变工艺流程。

(3) 编程方法简单、容易掌握

PLC 最基本的编程语言都是采用源于继电器控制线路的梯形图，这种图形化的语言不需要使用者具备专门的计算机编程知识，极易被一般工程技术人员所理解和掌握。通过梯形图入门后，也就容易掌握其他的编程语言和方法了。

(4) 设计容易、安装快捷、维护方便

由于 PLC 产品的系列化、标准化和通用化，选用 PLC 组成控制系统时，设计和安装的过程类似于“搭积木”，前期可以使用仿真软件进行调试，使现场的调试工作变得更加容易。因此，与其他控制系统的设计、安装和调试相比，大大缩短了控制系统的组建周期。

在维护方面，由于 PLC 的故障率很低，使维护成本大为降低，加之具备软硬件的监控和显示功能，即使 PLC 系统发生故障，也能迅速查明原因，通过更换模块排除故障。

(5) 体积小、重量轻、功耗低

PLC 是采用了微电子技术制造的，具备结构紧凑、坚固、体积小、重量轻、功耗低等一系列优点。以西门子微型 PLC S7-200 为例，其 CPU224 的外形尺寸为 120.5 mm × 80 mm ×

62 mm, 质量为 360 g, 功率为 7 W。该 PLC 可以带 7 个扩展模块, 每一个扩展模块的体积都比主机小, 其功率也只有几瓦。因此, PLC 很容易嵌入其他设备内, 是实现机电仪一体化的理想设备。

(6) 各公司的 PLC 互不兼容

各公司的 PLC 的软硬件体系结构是封闭而不是开放的。如专用总线、专家通信网络及协议、I/O 模板不通用, 甚至连机柜、电源模板也各不相同。编程语言虽多数是梯形图, 但组态、寻址方式、语言结构均不相同, 因此各公司的 PLC 互不兼容。

2. PLC 的主要技术指标

通过对了解 PLC 的技术指标, 可根据具体控制工程的要求, 在众多 PLC 中选择合适的 PLC。

(1) 输入/输出点数 (I/O 点数)

输入/输出点数是指 PLC 外部的输入/输出端子的个数, 通常用输入点数和输出点数的总和来表示。PLC 的 I/O 点数包括主机集成的 I/O 点数和能扩展的最多点数。主机集成的 I/O 点数往往数量不多, 一般要通过扩展 I/O 模块来增加 I/O 点数。不同型号的 PLC, 其 I/O 点数的扩展能力是不同的, 最大扩展 I/O 点数主要受主机 CPU 的 I/O 寻址能力的限制。例如, 西门子 S7-200 系列 PLC, 对于 CPU221 型主机, 就没有扩展能力, 其 I/O 点数只有主机集成的 10 点 (输入 6 点, 输出 4 点)。对于 CPU224 型主机, 主机集成的 I/O 点数为 24 点 (输入 14 点, 输出 10 点), 能扩展 7 个模块, 可增加的最多数字量 I/O 点数为 144 点 (输入 80 点, 输出 64 点), 因此, 最多数字量 I/O 点数为 168 点。如果要扩展模拟量 I/O 点数, 则能扩展的数字量 I/O 点数自然要减少。

I/O 点数是 PLC 最重要的技术指标之一, 因为在选用 PLC 时, 要根据控制对象的被检测信号输入的个数和控制量输出的个数来确定机型。

(2) 存储容量

存储容量是指用户程序存储器的容量, 不包括系统程序存储器。存储容量决定了 PLC 可以容纳的用户程序的长度, 一般以“字节 (B)”为单位来计算。1 024 字节为 1 KB。从微型 PLC 到大型 PLC, 存储容量的范围为 1 KB ~ 2 MB。

(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。扫描速度有两种表示方法, 一种是用执行 1 KB 用户程序所用的时间来衡量扫描速度, 另一种是用执行一条布尔指令所用的时间来衡量扫描速度。例如, 西门子 S7-200 系列 PLC 执行一条布尔指令所用的时间为 0.22 μs 。这在小型机中速度属于较快的。

(4) 编程指令的种类和条数

PLC 的编程指令的种类和条数越多, 说明它的软件功能越强, 即处理能力和控制能力越强。例如, 西门子 S7-200 系列 PLC 有 16 大类指令, 合计约 160 条指令, 其中包括了 PID 运算指令、高速脉冲输出指令和通信指令等。

(5) 扩展能力和功能模块种类

PLC 的扩展能力取决于主机 CPU 的寻址能力和电源容量。要完成复杂的控制功能, 除了主机外, 还需要配接各种功能模块。主机可实现基本控制功能, 一些特殊的专门功能需要

配置各种功能模块来实现。因此,功能模块种类的多少也反映了 PLC 功能的强弱,是衡量 PLC 产品档次高低的一个重要标志。

不同型号的 PLC 所配置的功能模块的种类是完全不同的,通常有如下一些类别的功能模块:模拟量与数字量转换模块、高速计数模块、位置控制模块、速度控制模块、轴定位模块、温度控制模块、通信模块、高级语言编辑模块等。目前,许多产品已经将模拟量与数字量转换、高速计数等功能集成在主机里了,因此,也就不需要再配置相应的模块。例如,西门子 S7-200 系列 PLC 本身就具有高速计数器以及模拟量与数字量的转换功能,它的扩展模块主要有如下 4 种:数字量 I/O 模块、模拟量 I/O 模块、通信模块和特殊功能模块。

3. PLC 的分类

PLC 有多种分类方式,了解这些分类方式有助于 PLC 的选型及应用。

(1) 按结构形式分类

PLC 可分为整体式结构和模块式结构两大类。

1) 整体式 PLC:将电源、CPU、存储器、I/O 接口、通信接口、扩展接口等各个功能集成在一个机壳内,形成一个整体,常称之为 PLC 主机、本机或基本单元。其特点是结构紧凑、体积小、价格低,小型 PLC 多采用这种结构,如西门子 S7-200 PLC。整体式 PLC 一般还配有许多扩展模块,如数字量 I/O 模块、模拟量 I/O 模块、通信模块等,常称之为 PLC 扩展单元。

2) 模块式 PLC:将电源模块、CPU 模块、I/O 模块、通信模块、各种智能模块等作为单独的模块,通过总线连接,安装在机架或导轨上。其特点是配置灵活、装配维护方便,一般大中型 PLC 多采用这种结构,如西门子 S7-300、S7-400。有的小型 PLC 也采用这种结构。

(2) 按数字量 I/O 点数分类

按数字量 I/O 点数的多少,可将 PLC 分成小型、中型和大型。

小型 PLC 的数字量 I/O 点数一般在 256 点以内,用户程序存储器容量为 4 KB 左右,以开关量控制功能为主,具有体积小、价格低的优点。可用于开关量控制、定时/计数控制、顺序控制及少量模拟量控制场合。

中型 PLC 的数字量 I/O 点为 256~1 024 点,用户程序存储器容量达到 8 KB 左右。功能比较丰富,除了具有逻辑运算功能,还增加了模拟量输入/输出(AI/AO)、算术运算、数据传送、数据通信等功能,可完成既有开关量又有模拟量的复杂控制,如闭环过程控制等。

大型 PLC 的数字量 I/O 点数在 1 024 点以上,用户程序存储器容量达到 16 KB 以上,功能更加完善,具有数据运算、模拟调节、联网通信、监视记录和打印等功能,用于大规模过程控制、集散式控制和工厂自动化网络。

实际上,以上的划分并没有一个十分严格的界限,随着 PLC 技术的飞速发展,某些小型 PLC 也具有中型或大型 PLC 的功能,这是 PLC 的发展趋势。

(3) 按功能分类

按功能的强弱,PLC 可分为高档机、中档机、低档机三类。低档机具有逻辑运算、定时、计数、移位、自诊断、监控等基本功能,有的还具备模拟量输入/输出(AI/AO)、数据传送、运算、通信等功能。中档机除具备上述功能外,还有数码转换、子程序调用、通信联网功能,有的还具备中断控制、PID 控制等功能。高档机除具备上述所有功能外,还有较强

的数据处理能力、模拟量调节、函数运算、监控、智能控制等功能, 有更强的通信能力, 可与其他计算机构成分布式生产过程综合控制管理系统。

目前, 一些小型 (甚至微型) PLC 都已经具备了高档机所具备的功能。例如, 西门子 S7-200 系列 PLC 虽然属于小型机的范畴, 但是, 它具备了中断控制、PID 控制、通信联网等高级功能。近年来有单机支持 300 回路和 65 000 点 I/O 的大型系统对应中型以上的 PLC, 均采用 16~32 位 CPU, 微型、小型 PLC 原来采用 8 位 CPU, 现在根据通信等方面的要求, 有的也改用 16 位或 32 位 CPU。

(4) 按用途分类

PLC 根据用途分为顺序逻辑控制、闭环过程控制、多级分布式和集散控制系统、数字控制和机器人控制。

(5) 按流派分类

世界上 PLC 产品可按地域分成三大流派: 美国流派产品, 欧洲流派产品, 日本流派产品。美国和欧洲的 PLC 技术是在相互隔离情况下独立研究开发的, 因此美国和欧洲的 PLC 产品有明显的差异性。而日本的 PLC 技术是由美国引进的, 对美国的 PLC 产品有一定的继承性, 但日本的主推产品定位在小型 PLC 上, 而美国和欧洲以大中型 PLC 而闻名。

三、常用 PLC 介绍

目前, 世界上 PLC 的主要生产厂家有美国的 Allen-Bradley (艾伦-布拉德利, AB) 公司、Modicon (莫迪康) 公司、Texas Instrument (德州仪器, TI) 公司和 General Electric (通用电气, 简称 GE) 公司; 德国的 Siemens (西门子) 公司, 法国的 Schneider (施耐德) 公司; 日本的 Mitsubishi Electric (三菱电机) 公司、Fuji Electric (富士电机) 公司和 Omron (立石) 公司等。根据美国 ARC 的调查显示, 西门子公司、AB 公司、施耐德公司、三菱电机公司以及立石公司是世界 PLC 生产厂商的五强, 其 PLC 销售额约占全球 PLC 销售总额的 2/3。

1. 美国的 PLC 产品

美国有 100 多家 PLC 厂商, 著名的有 AB 公司、GE 公司、Modicon 公司、TI 公司、西屋公司等。

图 1-1-1a 所示为美国 AB 公司生产的 Micro Logix 1500 PLC, 它是一种高级的小型 PLC。图 1-1-1b 所示为 AB 公司主推的大中型可编程序控制器产品 PLC-5 系列 PLC。

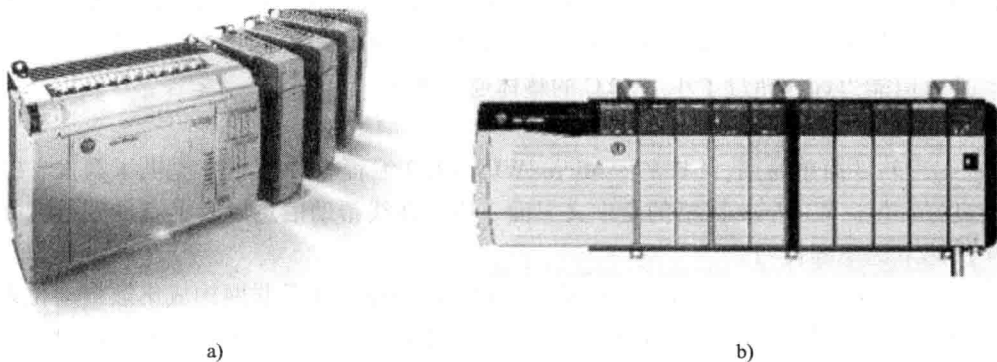


图 1-1-1 AB 公司的可编程序控制器

a) Micro Logix 1500 PLC b) PLC-5 系统 PLC

2. 欧洲的 PLC 产品

德国的西门子 (Siemens) 公司、通用电力公司 (Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft, 简称 AEG) 和法国施耐德公司旗下的 Telemecanique (简称 TE) 公司是欧洲著名的 PLC 制造商。

德国西门子公司是世界上生产 PLC 的主要厂商之一, 其生产的电子产品以性能精良而久负盛名, 其产品涵盖了微型、小型、中型和大型等各种类型。目前流行的主要有 SIMATIC S7-200/200CN、SIMATIC S7-300/300C 和 SIMATIC S7-400 等三大系列 PLC 产品, 如图 1—1—2 所示。西门子的产品不断推陈出新, 1995 年年底推出的 S7 系列 PLC 产品取代了原来的 S5 系列 PLC, 1998 年 S7-200 系列 PLC 升级为第二代产品, 2004 年又升级为第三代产品, 在 2005 年年底, 又推出了面向中国市场的 SIMATIC S7-200CN 系列产品。

(1) S7-200 系列 PLC

S7-200 系列 PLC 是小型可编程序控制器, 系统由 CPU 模块 (主机) 和各种功能丰富的扩展模块组成。CPU 模块包括 CPU221、CPU222、CPU224、CPU226 和 CPU226XM 等型号, 其主要特点如下:

- 1) 极高的可靠性、操作便捷、易于掌握。
- 2) 极丰富的指令集。除了具有与其他产品相同的指令, 还有与智能模块配合的指令。

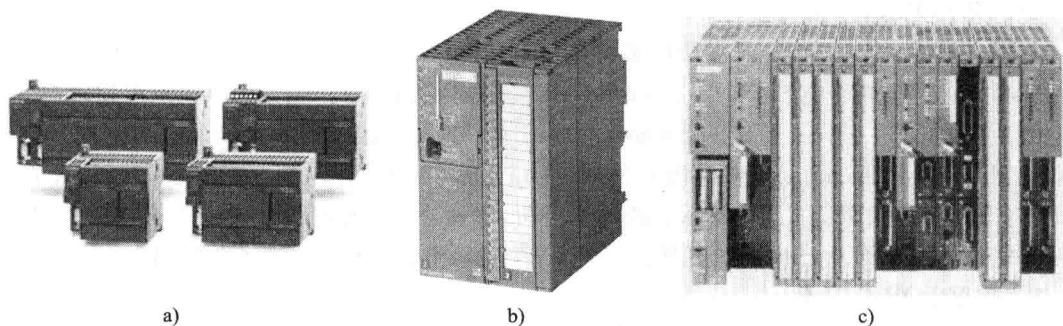


图 1—1—2 西门子公司可编程序控制器

a) S7-200 系统 PLC b) S7-300 系统 PLC c) S7-400 系统 PLC

3) 丰富的内置集成功能。例如, 内置集成高速计数器和 PID 运算功能。

4) 具有强大的通信能力。S7-200 系列 PLC 提供了近 10 种通信方式以满足不同的应用需求。从简单的 S7-200 之间的通信到 S7-200 通过 Profibus DP 网络通信, 甚至通过以太网通信。其通信能力远远超过了小型 PLC 的整体通信水平。

5) 丰富的扩展模块。

6) 编程软件简单易用。STEP7-Micro/WIN V4.0 编程软件为用户提供了开发、编辑和监控的良好环境。Windows 风格的全中文界面、中文在线帮助信息以及丰富的编程向导, 能使用户快速掌握编程技巧。

S7-200 系列 PLC 的强大功能使其无论在独立运行中, 还是联网构成集散自动化系统时皆能充分发挥其作用。其应用领域极为广泛, 覆盖了所有与自动检测、自动化控制有关的工业及民用领域, 包括各种冲压机床、磨床、印刷机械、橡胶化工机械、中央空调、电梯控制、运动系统、环境保护设备等。因此, S7-200 系列 PLC 适用于各行各业、各种场合中的

检测、监测及控制的自动化。

新型 S7-200CN 系列 PLC 是中国的本土化产品, 该系列 PLC 提供 8 种型号的 CPU 模块和 15 种数字量/模拟量扩展模块。CPU 模块的主要性能指标与 S7-200 系列基本相同。

(2) S7-300 系列 PLC

S7-300 系列 PLC 是中型可编程序控制器, 具有无槽位限制的模块化无排风扇结构, 该系列 PLC 包括紧凑型 CPU 模块、标准型 CPU 模块、技术功能型 CPU 模块和故障安全型 CPU 模块。各种类型中又包含了多种规格的 CPU 模块。S7-300 系列 PLC 系统由 CPU 模块、信号模块 SM、通信处理器 CP、功能模块 FM (定位模块、电子凸轮控制模块、步进电动机定位模块、伺服电动机位控模块以及智能位控模块) 以及负载电源模块 PS 和接口模块 IM 等组成。下面以 CPU314C-2DP 为例, 介绍其主要性能指标及特点。

- 1) 集成输入/输出点数为 24DI/16DO, 4 路 AI/2 路 AO。
- 2) 每条二进制指令的处理时间为 $0.1 \sim 0.2 \mu\text{s}$, 浮点数运算时间最小为 $3 \mu\text{s}$ 。
- 3) 内置 96 KB 高速 RAM 存储器, 用于执行程序和数据保存。可扩展最大 8 MB 的微存储卡作为程序的装载存储器。
- 4) 灵活的扩展能力。4 排结构最多可扩展至 31 个模块 (每个机架的模块数量为 7~8 个)。
- 5) 集成高速计数、4 通道频率测量、脉宽调制、定位控制、中断输入等功能。
- 6) 集成多点接口 MPI 和 Profibus DP 接口。MPI 可以用来建立最多 16 个 CPU 模块组成的简单网络。
- 7) 具有密码保护、诊断缓冲等功能。最后 100 个故障和中断事件保存在诊断缓冲区中, 供诊断使用。

SIMATIC S7-300 能满足中等性能要求的应用。其应用领域包括汽车工业、环境技术、采矿、专用机床、纺织机械、包装机械、通用机械、楼宇自动化、食品加工等。

(3) S7-400 系列 PLC

SIMATIC S7-400 是中高档的大型 PLC。该系列 PLC 包括 S7-400、S7-400H 和 S7-400F/FH 等。作为通用控制器, S7-400 PLC 系统包括电源模块、CPU 模块、各种信号模块 SM (用于数字量与模拟量的输入/输出)、通信模块 CP、功能模块 FM (专门用于计数、定位、凸轮控制等任务)、接口模块 IM (用于连接中央控制单元和扩展单元, 最多能连接 21 个扩展单元) 和 SIMATIC S5 模块等。其主要性能指标及特点如下:

- 1) 由于采用了冗余技术, 可靠性极高。
- 2) 模块化无风扇的设计, 坚固耐用。
- 3) 易于扩展和具有强大的通信能力, 容易实现分布式结构系统以及用户友好的操作。

S7-400 系列 PLC 的应用领域包括通用机械工程、汽车工业、立体仓库、机床与工具、过程控制、控制技术与仪表、纺织机械、包装机械、控制设备制造、专用机械。

3. 日本的 PLC 产品

日本 PLC 产品在小型机领域颇具盛名。某些欧美中型或大型机实现的控制, 用日本小型机就可以实现。日本有许多 PLC 制造商, 如三菱、欧姆龙、松下、富士、日立、东芝等。在世界小型机市场上, 日本产品约占 70% 的份额。

FX 系列 PLC 是三菱公司为替代原有的 F、F1/F2 系列 PLC 而在 20 世纪 80 年代末期开始陆续推出的小型 PLC 产品, 采用了整体式和模块式相结合的叠装式结构。主要产品有 FX1S、FX1N、FX1NC、FX2NC、FX3UC、FX3U 和 FX3G 等, 其外观如图 1—1—3 所示。

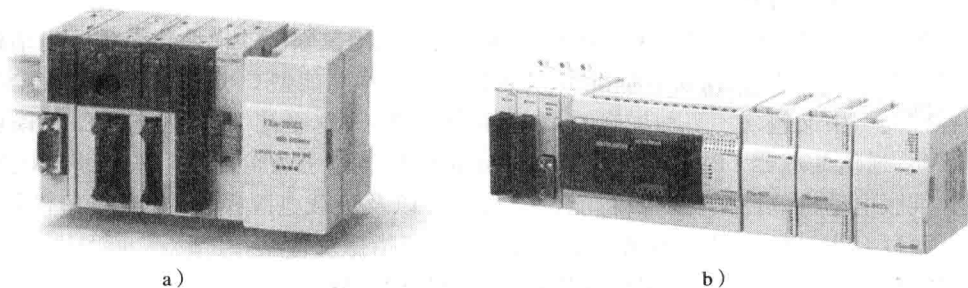


图 1—1—3 三菱公司的可编程序控制器

a) FX1NC 系列 PLC b) FX3G 系列 PLC

欧姆龙 (OMRON) 公司的 PLC 产品, 大、中、小、微型规格齐全。微型机以 SP 系列为代表; 小型机有 CPM1A、CPM2A、CPM2AH、CPM2AH-S、CPM2C (超薄型小型 PLC, 见图 1—1—4a)、CP1L、CP1H 等系列 CPU; 中型机包括 C200H α 、CJ1、CJ1M (见图 1—1—4b)、CQM1H 等系列 CPU; 大型 PLC 包括 CS1、CS1D (冗余可编程序控制器)、CV、CVM1 (见图 1—1—4c)、CVM1D 等系列 CPU。

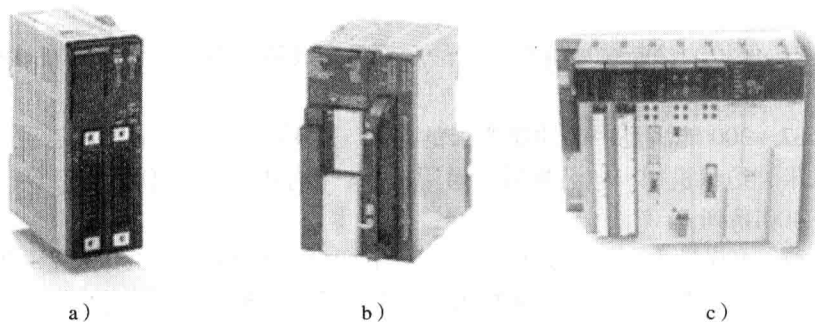


图 1—1—4 欧姆龙公司的可编程序控制器

a) CPM2C CPU b) CJ1M CPU c) CVM1 CPU

松下公司的 PLC 产品中, FP0 为微型机, FP1 为整体式小型机, FP3 为中型机, FP5/FP10、FP10S、FP20 为大型机。

四、PLC 的编程语言及程序结构

1. 编程语言

PLC 是专为工业控制而开发的装置, 其主要使用者是工厂广大电气技术人员, 为了适应他们的传统习惯和掌握能力, 通常 PLC 不采用微机的编程语言, 而常常采用面向控制过程、面向问题的“自然语言”编程。国际电工委员会 (IEC) 1994 年 5 月公布的 IEC1131-3 (可编程序控制器语言标准) 详细地说明了句法、语义和下述 5 种编程语言: 顺序功能图 (Sequential Function Chart)、梯形图 (Ladder Diagram)、功能块图 (Function Block Diagram)、指令表 (Instruction List)、结构文本 (Structured Text)。其中, 梯形图 (LAD) 和功

能块图 FBD 为图形语言，指令表（IL）和结构文本（ST）为文字语言，顺序功能图是一种结构块控制流程图。此外，ST 系列 PLC 称指令表为语句表（Statement List，简称 STL）。

2. 与梯形图相关的几个基本概念

梯形图是国内使用得最多的图形编程语言，被称为 PLC 的第一编程语言。它沿用了电气工程师熟悉的传统的继电器控制电路图的形式和概念，与继电器控制电路图很相似，如图 1—1—5 所示。

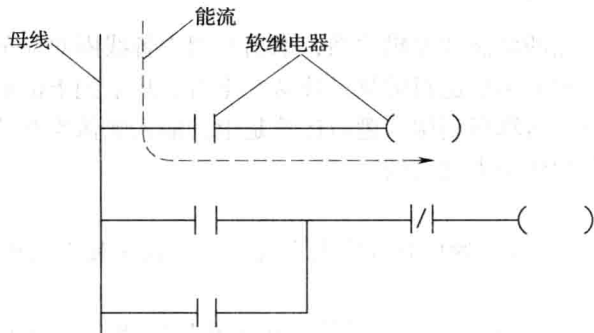


图 1—1—5 梯形图

表 1—1—2 为 PLC 与继电器控制电路的电气符号对照关系。梯形图直观易懂，很容易掌握，特别适用于开关量逻辑控制。梯形图常被称为电路或程序，梯形图的设计称为编程。

表 1—1—2 PLC 与继电器控制电路中的电气符号对照

触点、线圈	继电器符号	PLC 符号
常开触点		
常闭触点		
线圈		

下面介绍与梯形图相关的几个基本概念，如图 1—1—5 所示。

（1）软继电器（即映像寄存器）

PLC 梯形图中的某些编程元件沿用了继电器这一名称，如输入继电器、输出继电器、内部辅助继电器等，但是它们不是真实的物理继电器，而是一些存储单元（软继电器），每一个软继电器与 PLC 存储器中映像寄存器的一个存储单元相对应。该存储单元如果为状态“1”，则表示梯形图中对应软继电器的线圈“通电”，其常开触点接通，常闭触点断开，称这种状态是该软继电器的“1”或“ON”状态。如果该存储单元为“0”状态，对应软继电器的线圈和触点的状态与上述的相反，称该软继电器为“0”或“OFF”状态。使用中也常将这些“软继电器”称为编程元件。

（2）能流

当触点接通时，有一个假想的“概念电流”或“能流”（Power Flow）从左向右流动，