现代可编程控制器及其通信网络

负 卫国　何　波　编著

陕西科学技术出版社

内 容 简 介

Rockwell/A－B公司的 SLC 500系列可编程控制器具有大型控制器的功能和灵活性，又具有小型控制器的体积和简单的特点，在国内各行业得到了广泛应用。

本书结合作者多年的工程实践和教学经验，概述了 PLC的发展过程、基本构成和工作原理，详细介绍 SLC 500系列可编程控制器的基本组成、指令系统与编程，此外还介绍了 1746 I/O模块，NetLinx网络体系结构，工业以太网（Ethernet）、控制网（ControlNet）和设备网（DeviceNet），以及 PLC应用系统的设计方法。最后一章介绍了 SLC 500系列 PLC在某热电厂 FSSS、ETS、除灰渣和输煤等程控系统中的应用。

本书适合于从事工业控制系统相关工作的技术人员阅读和培训使用，也可作为大专院校工业自动化、电气工程和机电一体化等专业的教学参考书。

图书在版编目（CIP）数据

现代可编程控制器及其通信网络／贠 卫国，何波编著．—西安：陕西科学技术出版社，2004.8

ISBN 7-5369-3826-8

Ⅰ.现… Ⅱ.①贠…②何… Ⅲ.①可编程控制器②通信网 Ⅳ.①TP332.3②TN915

中国版本图书馆 CIP数据核字（2004）第 068363号

出 版 者 陕西科学技术出版社
西安北大街 131号 邮编 710003
电话（029）87211894 传真（029）87218236
http://www.snstp.com
发 行 者 陕西科学技术出版社
电话（029）87212206 87260001
印 刷 陕西丰源印务有限公司
规 格 787mm×1092mm 16开本
印 张 13.5
字 数 344千字
版 次 2004年 8月第 1版
2004年 8月第 1次印刷
定 价 23.00元

版权所有 翻印必究

前　言

可编程控制器(PLC)是综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术的一种通用自动控制装置。它集顺序控制、过程控制和数据处理于一身,具有功能强大、可靠性高、使用灵活方便、易于编程、维护简单以及适于在工业环境下应用等一系列优点,在工业自动化、机电一体化、传统产业技术改造等方面得到了广泛的应用,已成为现代工业控制的支柱之一。

Rockwell/A-B公司的 SLC 500系列可编程控制器是一个不断充实发展的可编程控制器系列,它既具有以前大型可编程控制器才具有的功能及性能,又具有小型控制器的体积、价格相对低廉和简单化特点,能提供比任何其他同类可编程控制器更多的控制选择方案,组合成技术先进的控制系统。因此深受国内用户的欢迎,在各行业得到了广泛的应用,是国内主流的可编程控制器机型之一。

本书是在参考 SLC 500系列可编程控制器和相关技术的最新资料基础上,结合作者多年的工程实践和教学经验编写的。从应用角度全面系统地讲述了 Rockwell/A-B的 SLC 500系列可编程控制器和 NetLinx网络体系结构及典型网络。应用实例是编者和同事们近年完成并已实际运行了多年的热电厂辅机程控系统。

全书共分为 7章。第 1章主要介绍 PLC的定义、特点、分类、应用领域、最新发展趋势和主要厂商的产品。第 2章概述了可编程控制器的系统结构、工作原理和工作过程。第 3章描述了 SLC 500系列可编程控制器的硬件系统及性能。第 4章详细介绍了 SLC 500系列 PLC的寻址方式、指令系统,结合具体例子介绍了常用指令的使用。第 5章详细介绍 Rockwell/A-B的 NetLinx网络体系结构,及典型网络包括工业以太网(Ethernet)、控制网(ControlNet)、设备网(DeviceNet)及其相关产品。第 6章详细叙述 PLC应用系统的设计内容、步骤和方法。第 7章详细介绍了 SLC 500系列 PLC在某热电厂 FSSS、ETS、除灰渣和输煤等程控系统中的应用。附录给出了 SLC 500系列 PLC编程软件 RSLogix 500的使用指南。

本书的第 1~3章、第 5章、第 6章及附录由负卫国副教授编写,第 4章、第 7章由何波编写,负 卫国负责全书的组织和统稿。西安建筑科技大学信控学院的武维善教授、西安航天自动化公司的严永锋高工审阅了全部书稿,并提出了修改意见,在此我们对这些同志和参考文献的作者一并表示衷心的感谢!

由于时间仓促,加上编者水平有限,书中难免存在错误和不当之处,敬请读者不吝指正。

编著者

2004.5

目 录

第 1章 可编程控制器概述 …… (1)
1.1 可编程控制器的产生及定义 …… (1)
1.2 可编程控制器的特点 …… (2)
1.3 可编程控制器的分类 …… (4)
1.4 可编程控制器的应用 …… (5)
1.5 主要厂商的可编程控制器简介 …… (6)
1.6 可编程控制器的发展趋势 …… (11)
第 2章 可编程控制器结构与工作原理 …… (16)
2.1 PLC的组成与基本结构 …… (16)
2.2 PLC的基本工作原理 …… (19)
2.3 PLC主要性能指标 …… (23)
2.4 PLC的编程语言 …… (25)
第 3章 SLC 500可编程控制器硬件及性能 …… (28)
3.1 SLC 500可编程控制器的构成 …… (28)
3.2 SLC 500处理器模块性能与特点 …… (30)
3.3 1746离散量 I/O模块 …… (34)
3.4 1746模拟量 I/O模块 …… (38)
3.5 1746温度模块 …… (40)
3.6 1746计数、定位和伺服控制模块 …… (41)
3.7 1746特殊应用模块 …… (43)
3.8 1747远程 I/O扫描器、适配器模块 …… (44)
3.9 1747热备模块 …… (52)
3.10 1747通信模块 …… (56)
第 4章 SLC 500可编程控制器的编程 …… (57)
4.1 SLC 500可编程控制器硬件寻址原理 …… (57)
4.2 数据文件及其寻址方式 …… (59)
4.3 可编程控制器的指令系统 …… (67)
4.4 可编程控制器应用程序举例 …… (102)
第 5章 可编程控制器的通信网络 …… (108)
5.1 NetLinx开放式网络体系结构 …… (108)
5.2 工业以太网 …… (110)
5.3 控制网(ControlNet) …… (120)
5.4 设备网(DeviceNet) …… (131)
5.5 其他通信网络 …… (137)

第 6章　可编程控制器应用系统设计 …… (140)
6.1　PLC应用系统设计概述 …… (140)
6.2　PLC应用系统的硬件设计 …… (143)
6.3　PLC应用系统的软件设计 …… (148)
6.4　PLC应用系统的可靠性设计 …… (150)
6.5　PLC应用系统的抗干扰措施 …… (161)
6.6　PLC应用系统的故障检测与诊断 …… (164)
第 7章　SLC 500系列可编程控制器应用实例 …… (168)
7.1　炉膛安全监控系统 FSSS …… (168)
7.2　吹灰与定排程控系统 …… (174)
7.3　除渣与气力除灰系统 …… (176)
7.4　输煤程控系统 …… (184)
7.5　汽机紧急事故跳闸系统(ETS) …… (190)
附录　RSLogix 500编程软件使用指南 …… (195)
F.1　概述 …… (195)
F.2　快速起动软件步骤 …… (196)
F.3　输入梯形图逻辑 …… (202)
F.4　导入或导出文档数据库 …… (206)
F.5　监控数据 …… (208)
参考文献 …… (209)

第1章 可编程控制器概述

可编程控制器是20世纪60年代末在继电器控制系统的基础上开发出来的。最初被称为可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller),简称PLC,主要用来代替继电器实现逻辑控制。

经过数十年的发展,现代可编程控制器已不仅能实现继电器控制所具有的逻辑判断、计时、计数等顺序控制功能,同时还具有数学运算、数据处理、模拟量PID控制、运动控制和通信联网等功能。所以美国电气制造商协会经过4年的调查,于1980年将其正式命名可编程控制器(Programmable Controller),简称PC。但后来由于PC常常被用来称呼个人计算机(Personal Computer),为了避免混淆,仍将编程控制器简称为PLC,当然这绝不意味着PLC只具有逻辑控制功能。

1.1 可编程控制器的产生及定义

在可编程控制器诞生前,继电器控制系统广泛应用于顺序型的生产过程控制中.在一个复杂的控制系统中,可能要使用成百上千的继电器,如果控制工艺及要求发生变化,则控制柜内的继电器和接线也要做相应的变化,有时这种变化是非常大的,其改造的费用高、工期长、容易出错,甚至不得不做新的继电器控制柜。

20世纪60年代末期,美国的汽车制造工业发展迅速、竞争激烈,汽车更新换代快,相应的汽车生产线亦得改变,整个生产线的继电器控制系统就必须重新设计、重新安装。为了尽可能地减少重新设计继电器控制系统和接线所需的费用和时间,1968年美国通用汽车公司(GM)公开招标研制新的工业控制器,并提出了10条指标,即:

- 编程方便,可在现场修改程序;
- 维护方便,最好是插件式;
- 可靠性高于继电器控制柜;
- 体积小于继电器控制柜;
- 可将数据直接输入管理计算机;
- 在成本上可与继电器控制柜竞争;
- 输入为交流115V;
- 输出为交流115V/2A以上,能直接驱动电磁阀、接触器等;
- 在扩展时原有系统改变最少;

· 用户程序存储器至少可扩展到 4KB。

1969年美国数字设备公司（DEC）根据这 10条指标，研制出世界上第一台可编程控制器，并在 GM公司汽车生产线上应用成功。从此，可编程控制器技术就迅速发展起来。1971年日本从美国引进了这项新技术，很快研制成了日本第一台可编程控制器 DSC－8；1973年西欧国家也研制出它们的第一台可编程控制器；我国从 1974年开始研制，1977年开始工业应用。现在世界各国一些著名的电气制造商几乎都在生产 PLC装置，如美国罗克韦尔自动化公司的A－B、欧洲的西门子、日本的三菱和 OMRON、美国的 GE等。可编程控制器是当代应用面广、功能强大、使用方便的通用工业控制装置，已经成为工业自动化的主要支柱之一。

1980年美国电气制造商协会（NEMA）正式命名可编程控制器为 PC（Programmable Controller），并给 PC作了如下定义：

PC是一个数字式的电子装置，它使用了可编程序的记忆体来储存指令，用以执行诸如逻辑、顺序、定时、计数与演算等功能，并通过数字或类似的输入／输出模块，来控制各种机械的工作程序。一部数字电子计算机若是用来执行 PC的功能，亦被视同为 PC，但不包括鼓式或类似的机械式顺序控制器。

国际电工委员会（IEC）曾于 1982年 11月颁布了可编程控制器标准草案第一稿，1985年 1月又发表了第二稿，1987年 2月颁布了第三稿。该草案中对可编程控制器的定义是：

可编程控制器是一种进行数字运算的电子系统，是专为在工业环境下的应用而设计的工业控制器。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，并通过数字式或模拟式的输入和输出模块，控制各种类型机械的生产过程。可编程控制器及其有关外围设备，都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。

该定义强调了可编程控制器是进行数字运算的电子系统，能直接应用于工业环境下的计算机；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；是一种简单易懂、操作方便、可靠性高的新一代通用工业控制装置。

1.2 可编程控制器的特点

PLC本质上是具有特殊体系结构的工业控制计算机，只不过它比一般的计算机具有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。由于有特殊的接口器件及监控软件，因此其外形不像计算机，编程语言甚至工作原理与一般的计算机也有一定的差别。PLC的特点表现为以下几个方面。

（1）可靠性高、抗干扰能力强

PLC是专为工业控制设计的，可靠性高、抗干扰能力强是它最重要的特点之一。PLC的平均无故障时间可达数万小时以上。

可靠性是评价工业控制装置质量的一个非常重要的指标，如何能在恶劣的工业应用环境下平稳、可靠地工作，将故障率降至最低，是各种工业控制装置必须具备的前提条件，如耐电磁干扰、低温、高温、潮湿、振动、灰尘等。为实现“专为适应恶劣的工业环境而设计”的要求，PLC

采取了以下有利的措施。

1) PLC采用的是微电子技术,大量的开关动作是由无触点的半导体电路来完成的,因此不会出现继电器控制系统中的接线老化、脱焊、触点电弧等现象,提高了可靠性。

2) PLC对采用的器件都进行了严格的筛选,尽可能地排除了因器件问题而造成的故障。

3) PLC在硬件设计上采用屏蔽、滤波、隔离等措施。对 CPU等主要部件,均采用严格的屏蔽措施,以防外界干扰;对电源部分及信号输入环节采用多种形式的滤波,如 LC、Ⅱ型滤波网络等,以消除或抑制高频干扰,也削弱了各种模块之间的相互影响;在输入输出模块上采用了隔离技术,有效地隔离了内部电路与外部系统之间电的联系,减少了故障和误动作;对有些模块还设置了联锁保护、自诊断电路等功能。对于某些 PLC,还采用了双 CPU构成的冗余系统,或三 CPU构成的表决式系统,进一步增强了系统可靠性。

4) PLC的系统软件包括了故障检测与诊断程序,PLC在每个扫描周期定期检测运行环境,如掉电、欠电压、强干扰等,当出现故障时,立即保存运行状态并封闭存储器,禁止对其操作,待运行环境恢复正常后,再从故障发生前的状态继续原来的程序工作。

5) PLC一般还设有 WDT监视定时器,如果用户程序发生死循环或由于其他原因导致程序执行时间超过了 WDT的规定时间,PLC立即报警并终止程序执行。

由于 PLC本身具有很高的可靠性,所以发生故障的部位大多集中在输入/输出的部件以及如传感器件、限位开关、光电开关、电磁阀、电机等外围装置上。据统计,在 PLC控制系统的故障中,CPU故障率占 5%,I/O板故障率占 15%,传感器及开关故障率占 45%,执行装置故障率占 30%,接线方面故障率占 5%,由此可见,故障的 80%以上是出现在外围,能快速准确地诊断故障将大大减少维修时间和提高开机率。

(2) 编程简单、使用方便

这是 PLC的又一重要特点。考虑到企业中一般电气技术人员和技术工人的读图习惯和应用微机的实际水平,目前大多数 PLC的编程采用类似于继电器控制线路的梯形图编程方式,与常用的微机编程语言相比更容易被一般工程技术人员所理解和掌握。通过阅读 PLC的使用手册或短期培训,电气技术人员可以很快熟悉梯形图语言,并用来编制一般的用户程序。配套的 PLC编程软件/简易编程器的操作和使用也相对简单,这是 PLC近年来获得迅速普及和推广的原因之一。

(3) 系统设计、安装、调试和投运工作量小

由于 PLC已实现了产品的系列化、标准化和通用化,用 PLC组成控制系统,在设计、安装、调试和维修等方面,表现出了明显的优越性。设计部门能在规格繁多、品种齐全的一系列 PLC产品中,选出高性能价格比的产品。PLC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,控制柜的设计、安装接线工作量大为减少。PLC的用户程序大部分可以在实验室进行模拟调试,用模拟试验开关代替输入信号,其输出状态可通过 PLC上的发光二极管指示得知。模拟调试好后再将 PLC控制系统安装到生产现场,进行联机调试,既安全,又快速方便。这就大大缩短了应用设计和调试周期,特别是在老厂控制系统的技术改造中更能发挥其优点。在用户维修方面,由于 PLC本身的故障率极低,维修工作量很小;并且 PLC有完善的诊断和显示功能,即当 PLC或外部的输入装置和执行机构发生故障时,可以根据 PLC上的发光二极管或在线编程器上提供的信息,迅速地查明原因。如果是 PLC本身的故障,可以用更换模块的方法迅速排除,因此维修极为方便。

(4)功能完善、通用性强

现代 PLC不仅具有逻辑运算、定时、计数、顺序控制等功能,而且还具有 A/D、D/A转换,数值运算和数据处理等功能。因此,它既可对开关量进行控制,也可对模拟量进行控制;既可以控制单台设备,也可以控制一条生产线或全部生产工艺过程。PLC还具有通信联网功能,可与相同或不同类型的 PLC联网,并可与上位机通信构成分布式控制系统。由于 PLC产品的系列化和模块化,PLC配备有品种齐全的多种硬件装置供用户选用,可以组成能满足各种控制要求的控制系统。

(5)体积小、能耗低

微、小型 PLC由于体积小,重量轻,很容易装入机械设备内部,是实现机电一体化的理想控制设备。

(6)性能价格比高

总之,PLC系统的基本特点是:可靠、方便、通用、价廉。

1.3 可编程控制器的分类

自 DEC公司研制成功第一台 PLC以来,PLC已发展成为一个巨大的产业,目前 PLC产品的产量、销量及用量在所有工业控制装置中居首位,据不完全统计,现在世界上生产 PLC及其网络产品的厂家有 200多家,生产大约 400多个品种的 PLC产品。

(1)按地域范围 PLC可分成三个流派

美国流派、欧洲流派和日本流派,这种划分方法虽然不很科学,但具有实用参考价值。一方面,美国 PLC技术与欧洲 PLC技术基本上是各自独立开发而成的,二者间表现出明显的差异性,日本的 PLC技术是由美国引进的,因此它对美国的 PLC技术既有继承,而更多的是发展,而且日本产品主要定位在小型 PLC上。另一方面,同一地域的产品面临的市场相同,用户的要求接近,相互借鉴就比较多,技术渗透比较深,这都使得同一地域的 PLC产品表现出较多的相似性,而不同地域的 PLC产品表现出明显的差异性。

(2)按结构形式可以把 PLC分为两类

一类是 CPU、电源、I/O接口、通信接口等都集成在一个机壳内的一体化结构,如 A-B公司的 1747-L20P,OMRON公司的 C20P,C20H,三菱公司的 F1系列产品等;另一类是电源模块、CPU模块、I/O模块、通信模块等在结构上是相互独立的,用户可根据具体的应用要求,选择合适的模块,安装固定在固定的机架或导轨上,构成一个完整的 PLC应用系统,如 A-B公司的 SLC 500模块式控制器,OMRON公司的 C1000H等。

(3)按 I/O点数可将 PLC分为以下几类

1)超小型 PLC。

I/O点数小于 64点,超小型 PLC在结构上一般是一体化形式,主要用于单机自动化及简单的控制对象。

2)小型 PLC。

小型 PLC的 I/O点数一般在 65~255点,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的模块。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、通讯联网以及各种应用指令。

(3)中型 PLC。

中型 PLC采用模块化结构,其 I/O点数一般在 256～1024点之间。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。它能联接各种特殊功能模块,通讯联网功能更强,指令系统更丰富,内存容量更大,扫描速度更快。

(4)大型 PLC。

一般 I/O点数在 1024点以上的称为大型 PLC。大型 PLC的软、硬件功能极强,具有极强的自诊断功能,通讯联网功能强,有各种通讯联网的模块,可以构成三级通讯网,实现工厂生产管理自动化。大型 PLC还可以采用三 CPU构成表决式系统,使机器的可靠性更高。

按 PLC的 I/O点数分类并没有严格的界限,多数 PLC的 I/O接口和存储器容量都有扩展能力,用户可以根据自己的需要配置适合的系统。现代的小型 PLC已经具有原来中、大型 PLC的性能,如 RockwellA－B公司的 SLC 500系列小型可编程控制器。

1.4 可编程控制器的应用

目前,PLC在国内外已广泛应用于钢铁、石油、化工、电力、建材、机械制造、汽车、轻纺、交通运输、环保等行业。随着 PLC性能价格比的不断提高,其应用范围不断扩大,大致可归纳为如下几类:

(1)开关量的逻辑控制

这是 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,可用于单机控制、多机群控、自动化生产线的控制等,例如注塑机、印刷机械、切纸机械、组合机床、磨床、包装生产线、电镀流水线,等等。

(2)运动控制

大多数的 PLC制造商,目前都提供拖动步进电机或伺服电机的单轴或多轴位置控制模块。这一功能可广泛用于各种机械,如金属切削机床、金属成型机床、装配机械、机器人和电梯等。

(3)过程控制

过程控制是指对温度、压力、流量等连续变化的模拟量的闭环控制。PLC通过模拟量 I/O模块,实现模拟量与数字量之间的 A/D、D/A转换,并对模拟量进行闭环 PID控制。现代的大、中型 PLC一般都有 PID闭环控制模块。这一功能可用 PID子程序来实现,也可用专用的智能 PID模块实现。

(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、转换、排序和查表、位操作等功能,也能完成数据的采集、分析和处理。这些数据可通过通信接口传送到其他智能装置,如计算机数值控制(CNC)设备,进行处理。

(5)通信联网

PLC的通信包括 PLC相互之间,PLC与上位计算机,PLC和其他智能设备间的通信。PLC系统与通用计算机可以直接或通过通信处理单元、通信转接器相连构成网络,以实现信息的交换,并可构成‘集中管理、分散控制’的分布式控制系统,满足工厂自动化(FA)系统发展的需

要。各 PLC系统或远程 I/O模块按功能各自放置在生产现场分散控制，然后采用网络连接构成集中管理信息的分布式网络系统。

(6) 在企业管控一体化系统中的应用

目前，企业管控一体化系统通常分为 5级：企业管理级、生产管理级、过程控制级、设备控制级和检测驱动级。前两级管理级涉及的主要是计算机技术、软件技术、网络技术和信息技术；过程控制级涉及的主要是智能控制技术和工程方法；设备控制级和检测驱动级涉及的主要是三电一体化 EIC技术。也可将上述 5级分层归纳为：企业管理决策系统层(ERP)、生产执行系统层(MES)、过程控制系统层(PCS)三层结构和计算机支撑系统(企业网络、数据库)，并实现系统集成，从而实现企业的物流、资金流、信息流的集成，提高企业竞争力。企业管理决策系统层(ERP)、生产执行系统层(MES)必须建立在设备自动化和过程自动化基础上。

EIC综合控制系统是一种先进的工业过程自动化系统，它包括三个方面的内容：电气控制(Electric)，以电机控制为主，包括各种逻辑联锁和顺序控制；仪表控制(Instrumentation)，实现以 PID为代表的各种回路控制功能，包括各种工业过程参数的检测和处理；计算机系统(Computer)，实现各种模型的计算、参数的设定、过程的显示和各种操作运行管理。PLC就是实现 EIC综合控制系统的整机设备，可见，PLC在现代工业中的地位是非常重要的。

1.5 主要厂商的可编程控制器简介

目前世界上有数百家 PLC厂商，各厂商的产品又分为许多系列和型号，详尽列举各厂商的 PLC产品几乎是不可能的。本节介绍世界六大著名品牌的 PLC产品。

1.5.1 罗克韦尔 A-B公司的 PLC

A-B的可编程控制器包括：PLC-5系列、SLC 500系列、Micrologix系列、Controllogix系列和 SoftLogix系列。

SoftLogix软件是一种新的软控制器，在一个相同的控制系统中，能够同时完成顺序和运动控制功能。与该公司其他 Logix产品一样，该软件仍然使用了 Logix运行引擎、RSLogix 5000编程软件和 NetLinx开放式网络。该软件也能运行在 Windows NT/2000操作系统平台上。

(1) PLC-5系列

可用于任何工业生产环境，具有多种内置可选的通讯接口。支持多种编程语言：结构文体、程序功能流程图和梯形逻辑图，并具备强有力的程序控制特征，16个主控程序，基于时间和事件驱动的处理器中断子程序，闭环 PID控制，数据文件管理等，该系列将顺序控制、过程控制和数据处理集于一身。

该系列包括增强型、以太网、控制网以及 VME PLC-5处理器。

1) 增强型的处理器型号有：PLC-5/11、20、30、40、40L、60、60L、80，它们的内存从 8KB到 100KB，I/O点数最多可达 3 072点，内置的通讯口有串口以及 DH+和 RIO组合口，其中 PLC-5/40L和 PLC-5/60L，还可用作扩展本地 I/O。

2) 以太网的处理器型号有：PLC-5/20E、PLC-5/40E、PLC-5/80E，它们除具有一般相应的增强型的处理器特性外，处理器还有内置的以太网通讯口。

3) 控制网的处理器型号有：PLC-5/20C、PLC-5/40C、PLC-5/60C，同样，它们除具有一

般相应的增强型处理器的特性外，处理器还有内置的冗余的控制网通讯口。

4) VME总线处理器的型号有：PLC－5/V30B、PLC－5/V40L，为先进的全功能可编程控制器，最适用于现场实时控制。

5) PLC－5/250处理器，是PLC－5系列中最大的成员，它的容量是4096点I/O，适用于大型的集成控制和信息处理系统。

(2) SLC 500系列

SLC 500系列是一个不断充实的小型可编程控制器系列。该系列有两种硬件结构：固定式控制器与模块式控制器。固定式将电源、输入与输出以及处理器集中在一个单元。固定式控制器还提供一个2槽的扩展框架以增加其灵活性。模块式控制器使用户在组态系统时具有额外的灵活性，它具有更强的处理能力，以及I/O容量。这使得用户能够按应用的需要专门地设计和建立控制器系统。在这两种硬件结构中，编程工具和大多数的I/O模块都是兼容的，因此用户就可以用低成本的办法来解决大范围的应用。同时由于该系列提供了各种各样的离散I/O模块，使用户可以廉价地组态其控制系统。

该系列处理器分为SLC 5/01、SLC 5/02、SLC 5/03、SLC 5/04和SLC 5/05。

SLC 5/01：1K或4K指令处理器，其指令集与SLC 500固定式处理器相同；

SLC 5/02：4K处理器，使用增强的指令集；

SLC 5/03：12K字及4K附加的数据存贮处理器，具有灵活的通讯能力；

SLC 5/04：12K、28K或16K字及4K字附加的数据存贮处理器；

SLC 5/05：16K、32K或64K程序存储器，有内置的以太网通讯口，可直接连到以太网上。

(3) Micrologix系列

它是一种最小、最经济的可编程控制器，它包括：Micrologix 1000、Micrologix 1200和Micrologix 1500。

MicroLogix 1000：是一种小型的、经济的可编程控制器，用来完成具有特定要求的控制任务。这种控制器将电源、处理器、I/O电路和通信接口集成在一个单元上。最大I/O点数为32点，可支持2路模拟量输入、1路模拟量输出。

MicroLogix 1200：是一种经济的、结构紧凑的、具有增强功能的可编程控制器系列。控制器包括电源、处理器、集成的输入/输出端子、通信接口。并可通过1762系列I/O模板扩展其输入/输出的类型和能力，适合不同的应用。可支持最大I/O点数为136点，可以扩充6块数字量或模拟量I/O模板。

MicroLogix 1500：是MicroLogix系列控制器中功能最强劲的控制器，可以将其应用在较大规模的控制领域。MicroLogix 1500控制器支持更多的I/O点（最大156点）和I/O类型（数字量、模拟量、热点阻、热电偶等），具有更多的指令及更多的通讯（双RS－232通讯口、Modbus通讯口等）选择。

(4) ControlLogix系列

ControlLogix系统为多种类型的控制提供了高性能的控制平台，和传统的PLC和DCS相比，ControlLogix有更高的性能价格比。在这一个平台上，用户就可以实现顺序控制、过程控制、传动或运动控制的任意组合控制。因为这个平台是模块化的，所以用户就能够有效地设计、建立和更改平台，极大的节省了培训费用和工程实施费用。通过先进的组态工具、对编程及内存要求较少的内存结构和符号编程，用户可大大提高工程的生产率。通过ControlLogix特

有的闪存升级固件（flash－upgradable），用户在 ControlLogix中的投资就能得到可靠保障。灵活的 ControlLogix平台允许用户混合使用多个处理器、多种网络和 I/O，而没有任何限制。随着应用的不断扩展，用户可以使用 Netlinx系统结构，通过 EtherNet/IP, ControlLogix和 DeviceNet网络来实现控制和设备组态以及信息采集。

Controtlog'x毓的特点：

·无缝连接：易于和现在的 PLC系统集成；现有网络的用户可以与其他网络上的程序控制器透明地收发信息。

· 快速性：ControlLogix平台通过背板提供了高速数据传输，而且 ControlLogix 555控制器提供了一个高速控制平台和一种模块化的控制方法。

·可升级：可根据用户的需要，增加或减少控制器和通讯模块的个数，可在一个机架内使用多个控制器；可选择满足用户应用需求的控制内存容量。

·工业化：提供了一个硬件平台，可耐受振动、高温和各种工业环境下的电气干扰。

·集成化：建立一个集成了多种技术的系统平台，包括顺序控制、运动控制、传动控制和过程应用。

·结构紧凑：适用于控制高度分散并且配电盘空间有限的应用场合。

在一个小型、低价的安装结构里，ControlLogix系统结构不仅具有通讯和最新的 I/O技术，而且同时提供顺序控制、过程控制、传动控制和运动控制。因为系统是模块化的，所以用户就能够更有效地设计、建立和更改系统，从而极大地节省培训费用和工程实施费用。

ControlLogix系统可以是一个简单的机架，也可以是由多个机架和网络共同组成的高度分布式系统。一个简单的 ControlLogix系统是由一个独立的控制器和处于同一机架上的 I/O模块组成。用户也可以将 ControlLogix系统作为一个网关（gateway）使用（包括和其他网络连接所需要的通讯模块），这样的 ControlLogix系统并不需要控制器。如果将 ControlLogix网关集成进现有的 PLC系统中，现有网络的用户就可以同其他网络收发信息。

1.5.2 西门子公司的 PLC

SIMATIC S7系列 PLC是德国西门子公司在 S5系列 PLC基础上于 1995年陆续推出的性能价格比较高的 PLC系统。其中，微型的有 S7－200系列，中小型的有 SIMATICS7－300系列，中高档性能的有 S7－400系列。SIMATIC S7系列 PLC都采用了模块化、无排风扇结构，具有用户易于掌握等特点，从而成为从小规模到中等性能要求乃至大规模应用的首选产品。该系统提供了完成控制任务的既方便又经济的解决方案。

SIMATIC S7－200系列属于小型可编程控制器，可用于代替继电器的简单控制场合，也可以用于复杂的自动化控制系统。由于它有极强的通信功能，所以在大型网络控制系统中也能充分发挥其作用。S7－200的可靠性高，可用梯形图、语句表（即指令表）和功能块图 3种语言来编程。它的指令丰富，指令功能强，易于掌握，操作方便。它内置有高速计数器、高速输出、PID控制器、RS－485通信/编程接口、PPI通信协议、MPI通信协议和自由方式通信功能，I/O端子排可以很容易地拆卸，最大可扩展到 248点数字量 I/O或 35路模拟量 I/O，最多有 26KB程序和数据存储空间。

SIMATIC S7－300系列适用于快速处理要求的自动化行业，属于小型模块化 PLC，各种单独的模块之间可进行广泛组合以用于扩展。SIMATIC S7－300具有丰富的功能可帮助用户编

程、启动和维护。SIMATIC S7－300具有多种不同的通信接口，可以连接AS－I接口、工业以太网、接点对点的通信系统和CPU集成的多点接口，用于同时连接编程器、PC机、人机界面系统及其他SIMATIC S7/M7/C7等自动化控制系统。

SIMATIC S7－400属于中、高档性能的可编程控制器。模块化无风扇的设计、坚固耐用、易于扩展、具有强大的通信能力、容易实现的分布式结构以及简洁友好的操作使SIMATIC S7－400成为中、高档性能控制领域中首选的理想解决方案。

SIMATIC S5属于西门子早期产品，包括从紧凑的微型可编程控制器到高性能的中大型PLC的一系列产品。SIMATIC S5/505控制器总能在大小尺寸和功能上全面满足控制任务的要求。SIMATIC S5/505能够提供满足特殊要求的功能：高可靠性、冗余（H）、故障安全（F）。它们都是基于标准的控制系统而派生出来的，如S5－95F，S5－15F，S5－115H，S5－155H。它们既能满足冗余（H）和故障安全（F）功能，又可以享用标准模块和软件的所有资源。

1.5.3 施耐德（Schneider）公司的Modicon PLC

施耐德电气公司的Modicon PLC包括：Neza、Micro、Quantum、Premium、Momentum和Compact六大系列。

Neza PLC是Modicon家族的新系列产品，是性能可靠、容易使用的小型PLC。其I/O点数可从14点扩展至80点，具备高速计数、脉冲输出、实时时钟、网络通讯及客户定制等先进功能。

Micro PLC是专为OEM而设计的高性能PLC，具有坚固、紧凑及可扩展等特点，其开关量I/O最大可至256点，同时具备模拟量I/O、高速计数、以及网络通讯等扩展模板，最大限度地满足了OEM对机器控制的各种需求。

Compact是一种结构小巧，功能强大的PLC，改进后其存储器、处理速度、I/O、环境指标及编程软件等方面的性能进一步提高。从而使其成为众多控制和RTU应用的更完善、更灵活的解决方案。它采用386的控制器，支持128～512的I/O字容量。通过InterBus可以支持远程I/O，包括Compact和Momentum I/O。在Quantum InterBus网络上也可作为从方式。

Quantum是一个通用自动化平台，是具有强大处理能力的大型控制系统，是可以满足大部分离散和过程控制的经济灵活的硬件控制平台。单机支持超过300个回路和65 000点I/O，背板总线速率高达80兆。提供包括CPU、电源、远程I/O和工业控制网络（Modbus Plus）的冗余热备解决方案。所有I/O模块均可带电热插拔。

Premium是施耐德电气公司推出的下一代PLC，是将其在工业通讯方面的经验和最新的TCP/IP技术相结合的结果，具有革命化的分布式结构，是面向中大型应用的高性能控制系统，单机可控制的I/O点数达2 048点。

Momentum是一套完整的分布式现场总线控制产品系列，它包括输入/输出基板、处理器、通讯适配器和可选通讯模块。它独特的模块化结构为用户的系统构造提供了高灵活性，使其不仅能满足用户当前的需求，还可轻松改造以适应未来的系统。

1.5.4 美国通用电气（GE）公司的PLC

美国通用电气（GE）公司是国际上最早研制和生产PLC产品的主要厂商之一。该公司主要的PLC产品系列有：90－Micro可编程控制器、Field Control I/O及Genius I/O系统、90－30

可编程控制器和 90－70可编程控制器。Genius通信协议采用对等的令牌总线系统，速率为153.6Kbps，最多可以连接 32台设备，使用电缆连接距离为 2km（4Kbps），使用光纤连接距离为 9.6km。

90－Micro属于小型可编程控制器，最大控制点数为 28个 I/O，具有 RS 485网络接口。

Field Control I/O及 Genius I/O系统，类似于 A－B公司的 FLEX I/O和 Schneider公司的 Momentum系列产品，可增加 CPU成为独立控制器，最大可扩展 8个模块，支持多种网络接口，可以通过手持编程器组态，使用灵活。

90－30属于中型可编程控制器，具有 31X、32X固定型和 33X、34X、35X、36X模块型两大系列，提供 2048AI/512AO个模拟量控制能力，提供经济的热备系统，网络接口可以是 Genius网络和以太网，同时还支持 Lonworks，FIPbus网络。33X、34X、35X、36X最多可带 7个扩展机架，机架之间最大距离为 15m，远程机架最大距离为 213m。

90－70属于大型可编程控制器，可以提供 12KB数字量、8KB模拟量的控制能力，提供双机热备系统，I/O采用软件编址与槽位无关，能够提供 Genius网络、以太网、FIPbus和 Modbus等通信接口。90－70双机热备系统使用 CGR772.935CPU，通过 BTM和 RCM模块进行数据同步，通信采用双总线，每个机架需要两个 GBC，远程机架使用 SCANNER模块。

1.5.5 日本欧姆龙（OMRON）公司的 PLC

欧姆龙（OMRON）公司是日本生产 PLC的主要制造企业之一，其 PLC产品广泛地应用于我国工业生产的各个领域。OMROM公司的 PLC有微型、小型、中型和大型四大类十多个型号及相关配套产品。现将 OMROM公司的 PLC主要产品简介如下。

微型 PLC主要以 SYSMAC CPM1A为代表，它有 10～40点的 CPU单元和 20点的扩展 I/O单元，I/O点最多可扩至 100点。CPM1A/2A/2C系列体积小巧，I/O点数有 10、20、30、40点四种。CPM2A有 30、40和 60点三种。CPM1A/2C具有中断输人、脉冲锁存输入、高速计数、间隔定时器中断和模拟量设定等功能。CPM2A/2C内置 RS－232C接口和实时时钟，有软 PID功能。

小型 PLC分 SYSMAC CQM1和 SYSMAC..H/C..P（其中，..表示细分省略，如 C40P、C60P）两大类。其中，CQM1拥有较好的性能价格比，在结构上，采用了电源、CPU模块和 I/O模块直接通过插座连在一起的模块化结构，省去了通常采用的连接底板，因此体积小。在处理能力和速度上也有较大的提高，运算速度比 C200H还高。有多种 CPU模块和 10多种 I/O模块可供选择。I/O点容量最多可达 192点，用户可根据自己的实际需求，选择合适的 I/O点数进行合理的配置。

中型 PLC有 C200HS/C200H、SYSMAC C200HX/HG/HE和 CS1系列。I/O点容量分别为 1 184点、880点、5 120点。它们采用模块式结构，功能较齐全、运算速度快。C200HX/HG/HE是中型模块式 PLC，最大 I/O点数为 640～1184点。

CS1系列是中型模块式 PLC，指令处理速度高达 0.04μs/条，内置 R3－232C接口和实肘时钟，通过以太网接口可用 E－mail进行远程访问。多任务程序结构提高了开发效率和系统响应的速度。

大型 PLC有 C1000H、C2000H、CVM1、CV500、CV1000和 CV2000型，它们不仅功能齐全、容量大、速度快，而且有各种网络协议可实现高速通信。

CV/CVM1系列是大型模块式 PLC,可提供模拟量输入/输出单元、模糊控制单元、温度传感器单元、高速计数单元、凸轮控制单元、ASCII单元、模拟定时单元、双轴运动控制单元、温度控制单元、PID控制单元、位置控制单元、ID传感器单元、语音单元、中断用输入/输出单元和通信用单元。

1.5.6 日本三菱(MITSUBISHI)公司的 PLC

日本三菱电机的 MELSEC系列 PLC是当今世界上先进的超小型、超快速的模块式 PLC,并具有各类功能齐全的高性能模块及快速可靠的系统网络。它将现场设备层和控制层直接引入工厂的生产管理系统中,并极有创意地将 Windows技术融入 PLC中,充分利用因特网等通信手段,以适应当前不断发展的信息技术之需求。三菱电机 PLC的优势并非只局限于硬件,它还提供了集编程、监控、维护及系统调试为一体的高效、友好的开发监控软件。

三菱电机 MELSEC系列 PLC可分为小型系列和中大型系列。小型系列为 I/O点数最大256点的 FX系列,中大型系列为 I/O点数可达到 8 192点,并具有丰富网络功能的 Q系列、QnA系列和 A系列。

三菱电机 PLC各系列的常用 CPU机型如下:

1) Q系列 PLC:

高性能型:Q25HCPU、Q12HCPU、Q06HCPU、Q02HCPU。

基本型:Q0LCPU、Q00CPU、Q00JCPU。

2) QnA系列 PLC:

大体积型:Q4ARCPU、Q4ACPU、Q3ACPU、Q2ACPU。

小体积型:(QnAS系列):Q2ASHCPU(-S1)、Q2ASCPU(-S1)。

3) A系列 PLC:

大体积型:A4/3/2UCPU、A2UCPU-S1、A3ACPU、A2ACPU(-S1)、A3MCPU、A3/2NCPU、A2NCPU-S1、A1NCPU、A3(H)CPU、A2CPU(-S1)、A1CPU。

小体积型(AnS系列):A2USHCPU-S1、A2USCPU(-S1)、A2ASCPU-S30、A2ASCPU(-S1)、A2SHCPU(-S1)、A2SCPU、A1S(H)CPU、A1S(H)CPU、S8A1S(H)CPU。

1.6 可编程控制器的发展趋势

(1) 小型机功能的强化

随着数字化、信息化、智能化的蓬勃发展,各个领域对自动化元件、单机、装置、系统的数量需求越来越大,功能和技术要求越来越高,用户界面要求越来越友好。用于机电一体化、智能化的小型机(I/O在 256点以下)的市场份额逐步增加,功能越来越完善,这类产品已成为自动化领域的基础件。

资料显示,I/O 64点以下的销售额占整个 PLC的 47%,I/O 64~256点的占 31%,两者之和为 78%。在 PLC使用成熟的美国,35万家小型企业只有 30%使用 PLC,这种情况表明小型 PLC的发展潜力还很大,而且以 OEM形式出现而形成的机电一体化比例逐步增加。性能不断完善的小型机为控制系统的分布式处理的发展趋势提供了条件。为此,欧美等公司近几年都

纷纷推出高速、高性能的小型 PLC。

(2)速度提高、容量增加

摩尔(Moore)理论关于每 18个月 CPU性能提高一倍、价格降低一半的规律仍在起作用,同时随着工厂生产自动化程度的提高、计算机集成制造系统的发展,PLC有需要、也有条件提高处理速度。速度的提高,缩短了系统的扫描周期,提高了实时性,从而也提高了控制系统的性能和品质。速度提高的同时,用户存储器、数据存储器和文件存储器的容量都有较大的增加,为组成大系统创造了条件。

(3)功能增强,可靠性提高

PLC的控制、运算和处理功能增强。例如函数运算、浮点运算、队列和矩阵运算、PID运算及超前滞后补偿、数据和文字处理、多段斜率曲线生成、处方配方批处理、故障检测和自诊断功能的增强,以及其他一些先进的过程控制功能,如自整定 PID功能、模糊控制等。同时在可靠性如多 CPU结构、冗余备用技术、带电插拔及故障状态预定义等方面都有新的发展。

(4)分散型、智能型、现场总线型 I/O及模块化结构

控制和事务的并行处理、分散处理,实现危险的彻底分散是一种趋势和需要,这种趋势对 PLC的发展提出了要求,过去由大型处理机处理和控制的系统现在由更小的 PLC来实现,甚至分散到 I/O设备上。因此,分散型 PLC的 I/O子系统和智能型 PLC的 I/O子系统得到较快发展,系统可实现远程 I/O的就地分散安装,有自诊断功能,可用双绞线与 CPU实现通信。

智能型 I/O子系统是以微处理器、数据存储器及程序为基础的模块化功能部件,具有预处理、控制、故障检测、冗余输出和通信功能,改善了 PLC的运行和扩展更新的灵活性。

正在发展并成为热点的是现场总线 I/O,其与现场设备直接连接,集检测、数据处理、通信、设定和调试功能为一体,能在现场完成智能 I/O的功能,实现现场控制,且危险分散,增加了系统的自治性和可靠性,PLC与现场总线 I/O一起可组成廉价的 DCS系统,并为全局性、整体性的系统集成创造条件,节省硬件及其安装和操作维修的费用,发展前景广阔。

PLC硬件和软件普遍采用模块化结构,使其能方便地实现基本系统的局部扩展、远程扩展以及基本系统的联网,支持多种网络协议。

(5)网络通信技术进一步发展

PLC的发展及其竞争能力与其通信联网能力有十分密切的关系。强化通信能力是 PLC制造商刻意开拓的领域,每一供应商的 PLC通信系统都力图给用户提供开放式的结构,将应用对象、其他自动化装置、第三方设备和计算机平台连接起来,组成一个控制系统,将所有控制、过程、生产信息迅速可靠地进行综合。

目前 PLC系统的通信结构有 3个不同的网络层次:第一层是在全局(全厂)范围内通信的局域网,第二层是 PLC主机系统之间的数据网或称组际(inter-cell)通信,第三层是 PLC I/O的远程 I/O网络或称组内(intra-cell)通信。

PLC网络发展的方向和趋势是高速、多层次、高可靠性、大吞吐量,并符合国际工业标准的开放性要求,是跨平台的开放式体系结构,以适应连接更多的网络的需求,实现最高级的集成。

当前,在所有过程控制领域,最大的发展趋势之一就是 Ethernet技术的扩展。PLC也不例外,现在,越来越多的 PLC供应商开始提供 Ethernet接口部件。为了将 Ethernet技术应用到工厂底层的现场过程控制设备中去,ODVA协会为此建立了一套全球性技术规范标准,即 Ethe都