

可编程控制器系列书

全国优秀畅销书

第 二 版

可编程控制器 基础及编程技巧

陈 宇 段 鑫 编



华南理工大学出版社

可编程控制器基础 及编程技巧

(第二版)

陈宇 段鑫 编

华南理工大学出版社

·广州·

内 容 简 介

可编程控制器以其可靠性高、能经受恶劣环境的考验、使用方便等优越性,迅速占领工业自动控制领域。

本书介绍了可编程控制器的由来及发展、特点、性能指标,并以当前最具代表性的 AB 公司的各种系列产品及三菱公司的 FX2 系列产品为例,全面叙述可编程控制器的结构、基本工作原理、编程语言及指令系统,基本控制系统及其安装维护,可编程控制器的应用技术、程序设计技术;并附有大量的应用实例。还介绍了可编程控制器的控制网络。

本书可作为电气控制、机电一体化的大学本科生教材,对于机电行业的工程技术人员、技术工人以及有关方面的研究人员也是一本极好的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器基础及编程技巧/陈宇,段鑫编.—2 版.—广州:华南理工大学出版社,2002.3

ISBN 7-5623-1341-5

I. 可… II. ①陈… ②段… III. ①可编程序控制器-基础理论 ②可编程序控制器-程序设计 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 071904 号

总发行:华南理工大学出版社(广州五山华南理工大学 17 号楼,邮编 510640)

发行电话:020-87113487 87111048(传真)

E-mail:scut202@scut.edu.cn

<http://www2.scut.edu.cn/press>

责任编辑:詹志青

印刷者:广州市新明光印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16 印张:22 字数:549 千

版 次:2002 年 3 月第 2 版第 4 次印刷

印 数:12 001~17 000 册

定 价:29.50 元

版权所有 盗版必究

再版前言

《可编程控制器基础及编程技巧》自 1999 年 1 月出版发行以来,已重印多次,受到全国各地广大读者的欢迎,作为编者亦深受鼓舞,并特此向读者们致谢。

可编程控制器(PLC)是一种工业控制计算机类型的设备,其本身的运用方式、软件体系以及结构特征不可避免地会随着技术的进步不断作出改进。为了使本书的内容更加适应于当前实际运用水平和设计选型情况,更好地满足广大从事自动控制和机电一体化技术人员的需要,我们对某些章节的内容进行了调整、更新和充实。改动较多的章节有:第一章概述和第二章可编程控制器的结构。

另外,在保留本书以工程设计和实际运用为主要内容的前提下,为了使初学者更好地掌握 PLC 的基础知识,本书进一步强化了有关可编程控制器工作原理和指令系统的介绍。对第一版中的第三章可编程控制器的基本工作原理、第四章可编程控制器的编程语言及指令系统做了较多的修改和充实。在第三章中,着重加强了关于 PLC-5 系列可编程控制器内部存储器寻址及输入输出寻址等方面的介绍;在第四章中,补充了各个指令的编程举例,便于初学者理解 PLC 软件编程的基本概念。

在第二版中,还对原来一些过时的术语和提法,以及一些未经过充分核实或者与实际情况有出入的数据、参数等也做了修改。

本书第二版的第三、四章由广东省科学院自动化工程研制中心的段鑫编写,其余章节由陈宇编写。

编 者

2002 年 1 月

前 言

可编程控制器(PLC)自 70 年代初诞生以来,经过 20 多年的发展,其功能和性能已有了极大的提高。现在的 PLC 产品集数据处理、程序控制、参数调节和数据通信功能于一体,可以满足对工业生产进行监视和控制的绝大多数应用场合的需要。学习掌握 PLC 的工作原理及一定的应用技术,对于大专院校自动控制、工业电气自动化、电子工程、机电一体化等专业的学生和厂矿企业有关技术人员而言,无疑具有很高的实用价值。

PLC 的推广应用已在全国形成了热潮。不仅工科院校各有关专业逐步开设 PLC 课程,电大、职大、夜大、函大等有关专业也在增开这门课程。但是目前能适合于多种需要的 PLC 教材还比较少。为此,编者查阅了大量资料,结合自身在工程应用中积累的一些经验,编写了这本书。

目前世界上的 PLC 生产商有数百家之多。虽然它们推出的各种型号 PLC 在硬件尺寸上不尽相同,编程语言和支持软件不一定兼容,但是对于具有类似功能的 PLC 而言,它们的硬件构成原理和软件基本指令类型是大同小异的。本书在介绍 PLC 硬件结构原理和指令系统时,主要以 AB 公司的 PLC 为例。读者在掌握了 PLC 基本原理和基本应用技能的基础上,通过查阅相应的技术资料,可以较快地掌握其他 PLC 的使用方法。

限于编者水平,书中错误及不当之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者
1998.11

目 录

1	概述	(1)
1.1	可编程控制器的由来及发展	(1)
1.2	可编程控制器的特点	(2)
1.3	可编程控制器在工业中的应用概况	(3)
1.4	可编程控制器的性能指标	(5)
1.5	当前流行的可编程控制器	(7)
2	可编程控制器的结构	(11)
2.1	硬件结构	(11)
2.2	中央处理器 CPU	(11)
2.3	存贮器	(13)
2.4	输入/输出(I/O)系统	(17)
2.5	外部设备	(37)
2.6	硬件的基本形式	(39)
3	可编程控制器的基本工作原理	(42)
3.1	继电器控制系统与梯形图语言	(42)
3.2	可编程控制器的工作原理	(44)
3.3	用户程序存贮器的结构分配	(46)
3.4	输入/输出编址和 I/O 映像概念	(48)
3.5	PLC - 5 可编程控制器的硬件寻址原理	(52)
4	可编程控制器的编程语言及指令系统	(56)
4.1	可编程控制器的软件及编程语言	(56)
4.2	可编程控制器的指令类型	(64)
4.3	可编程控制器的指令系统	(65)
4.4	三菱 PLC 及其基本指令系统	(110)
5	基本控制系统及其安装维护	(138)
5.1	系统组态的选择	(138)
5.2	系统安装布局	(140)
5.3	PLC 机架的安装方法	(145)
5.4	I/O 模板的安装方法	(145)
5.5	电源连接	(148)
5.6	使用前的启动和检查	(150)
5.7	系统维护	(152)
5.8	系统的检错	(153)

6 可编程控制器应用技术	(155)
6.1 控制系统设计概述	(155)
6.2 可编程控制器的选择	(159)
6.3 控制系统的可靠性设计	(165)
6.4 控制系统的抗干扰设计	(170)
6.5 控制系统设计举例	(176)
7 程序设计技术	(185)
7.1 常用的传感器和生产过程控制中常用的执行装置	(185)
7.2 控制设计的基本步骤	(199)
7.3 梯形图程序梯级设计技巧	(201)
7.4 应用程序设计技巧	(205)
7.5 将继电器控制盘逻辑转换成梯形控制逻辑图的方法	(209)
7.6 可编程控制器编程技术概述	(213)
7.7 解析法编程	(217)
7.8 图解法编程	(242)
8 可编程控制器应用实例	(248)
8.1 可编程控制器在多工步机床上的应用	(248)
8.2 可编程控制器在电梯控制上的应用	(252)
8.3 可编程控制器在冶金工业中的应用	(259)
8.4 可编程控制器在柔性制造技术中的应用简介	(267)
8.5 可编程控制器在恒压供水系统中的应用	(268)
8.6 可编程控制器应用简例集	(272)
9 可编程控制器控制网络	(282)
9.1 局域网络原理	(282)
9.2 网络结构和访问控制技术	(283)
9.3 通信传输媒介	(287)
9.4 工业通信网络的模型与协议	(288)
9.5 可编程控制器的通信网络	(290)
9.6 不同的可编程控制器产品的互连	(294)
9.7 局域网设计的设备配置	(296)
附录 A 逻辑概念	(298)
附录 B 可编程控制器常用技术术语	(301)
附录 C 部分 PLC 产品	(306)
参考文献	(346)

1 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。最初叫做可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller),即 PLC。

经过十几年的发展,PLC 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,同时还具有了执行算术运算、对模拟量进行控制等功能。所以美国电气制造商协会经过 4 年的调查,于 1980 年将其正式命名为可编程控制器(Programmable Controller),简称为 PC。后来由于 PC 这个名称常常被用来称呼个人电脑(Personal Computer),为了区别,现在也把可编程控制器仍然称为 PLC。

1.1 可编程控制器的由来及发展

第一台可编程控制器(以下简称 PLC)的设计规范是美国通用汽车公司提出的。当时的目的是要求设计一种新的控制装置以取代继电器盘,在保留了继电器控制系统的简单易懂、操作方便、价格便宜等优点的基础上,同时具有现代化生产线所要求的时间响应快、控制精度高、可靠性好、控制程序可随工艺改变、易于与计算机接口、维修方便等诸多高品质与功能。这一设想提出后,美国数字设备公司(DEC)于 1969 年研制成第一台 PLC,型号为 PDP-14,投入通用汽车公司的生产线控制中,取得了令人满意的效果,从此开创了 PLC 的新纪元。

第一台 PLC 具有模块化、可扩充、可重编程及用于工业环境的特性。这些控制器易于安装,占用空间小,可重复使用。尽管控制器编程有些琐碎,但它具有公共的工厂标准——梯形图编程语言,这样使得不熟悉计算机的人也能方便地使用它。

在短时间内,PLC 在其他工业部门也得到应用。到 20 世纪 70 年代初,食品、金属和制造等工业部门相继使用 PLC 代替继电器控制设备,迈出了其实用化阶段的第一步。

20 世纪 70 年代中期,由于大规模集成电路的出现,使 8 位微处理器和位片处理器相继问世,使可编程控制技术产生了飞跃。在逻辑运算功能的基础上,增加了数值运算、闭环控制,提高了运算速度,扩大了输入输出规模。在这个时期,日本、西德(原)和法国相继研制出自己的 PLC,我国在 1974 年也开始研制。

20 世纪 70 年代末由于超大规模集成电路的出现,使 PLC 向大规模、高速性能方向发展,形成了多种系列化产品。这时面向工程技术人员的编程语言发展成熟,出现了工艺人员使用的图形语言。在功能上,PLC 已可以代替某些模拟控制装置和小型机的 DDC 系统。

进入八九十年代后,PLC 的软硬件功能进一步得到加强,PLC 已发展成为一种可提供诸多功能的成熟的控制系统,能与其他设备通信,生成报表,调度产出,可诊断自身故障及机器故障。这些改进使 PLC 符合今天对高质量高产出的要求。尽管 PLC 功能越来越强,但

它仍然保留了先前的简单与易于使用的特点。

PLC 未来的发展不仅依赖于对新产品的开发,还在于 PLC 与其他工业控制设备和工厂管理技术的综合。无疑,PLC 将在今后的工业自动化中扮演重要角色。

1.2 可编程控制器的特点

一个 PLC 本质上是具有特殊体系结构的工业计算机,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。

总而言之,PLC 的特点表现为以下几个方面:

1.2.1 硬件的可靠性高

PLC 专为在工业环境的恶劣条件下应用而设计,一个设计良好的 PLC 能置于有很强的电噪声、电磁干扰、机械振动、极端温度和湿度很大的环境中。

在硬件设计方面,首先是选用优质器件,再就是采用合理的系统结构,加固、简化安装,使它易于抗振动冲击,对印制电路板的设计、加工及焊接都采取了极为严格的工艺措施,而且在电路、结构及工艺上采取了一些独特的方式。例如,在输入/输出(I/O)电路中都采用了光电隔离措施,做到电浮空,既方便接地,又提高了抗干扰性能;各个 I/O 端口都除采用常规模拟器滤波以外,还加上数字滤波;内部采用了电磁屏蔽措施,防止辐射干扰;采用了较先进的电源电路,以防止由电源回路串入的干扰信号;采用了较合理的电路程序,一旦某模块出现故障,进行在线插拔、调试时不会影响各机的正常运行。

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。为了及时诊断故障,有的公司研制了智能可编程 I/O 系统,供用户了解 I/O 组件状态和监测系统的故障,也有的公司研制了故障检测程序。近来还发展了公共回路远距离诊断和网络诊断技术。

1.2.2 编程简单,使用方便

用微机实现自动控制,常使用汇编语言编程,难于掌握,要求使用者具有一定水平的计算机硬件和软件知识。

PLC 采用面向控制过程、面向问题的“自然语言”编程,容易掌握。例如,目前大多数 PLC 均采用的梯形图语言编程方式,既继承了传统控制线路的清晰直观感,又顾及大多数电气技术人员的读图习惯及应用微机的水平,很容易被电气技术人员所接受,易于编程,程序改变时也容易修改,很灵活方便。

这种面向控制过程、面向问题的编程方式,与目前微机控制常用的汇编语言相比,虽然在 PLC 内部增加了解释程序,增加了程序执行时间,但对大多数的机电控制设备来说,这种

时耗是微不足道的。

1.2.3 接线简单,通用性好

在电信号匹配的情况下,PLC 的接线只需将输入信号的设备(按钮、开关等)与 PLC 输入端子连接,将接受输出信号执行控制任务的执行元件(接触器、电磁阀等)与 PLC 输出端子连接。接线简单、工作量少,省去了传统的继电器控制系统接线和拆线的麻烦。PLC 的编程逻辑提供了能随要求而改变的逻辑关系,这样生产线的自动化过程就能随意改变。这种性能使 PLC 具有很高的经济效益。

用于连接现场设备的硬件接口实际上已经设计成为 PLC 的组成部分,模块化的自诊断接口电路能指出故障,并易于排除故障与替换故障部件,这样的软硬件设计就使现场电气人员与技术人员易于使用。

1.2.4 可连接为控制网络系统

PLC 可连接成为功能很强的网络系统。一般 PLC 网络可分为两类:一类是低速网络,采用主从方式通信,传输速率从几千波特到上万波特,传输距离为 500~2 500 m;另一类为高速网络,采用令牌传送方式通信,传输速率为 1 M~10 Mbps,传输距离为 500~1 000 m,网上结点可达 1 024 个。这两类网络可以级连,网上可兼容不同类型的可编程控制器和计算机,从而组成控制范围很大的局部网络。

1.2.5 易于安装,便于维护

PLC 安装简单而且功能有效,其相对小的体积使之能安装在通常继电器控制箱所需空间的一半的地方。在从继电器控制系统改造到 PLC 系统的情况下,PLC 小的模块结构使之能安装在继电器箱附近并将连线接向已有接线端,并且改换很方便,只要将 PLC 的输入/输出端子连向已有的接线端子排即可。

在大型 PLC 系统的安装中,远程输入/输出站安放在最优地点。远程 I/O 站通过同轴电缆或双扭线连向 CPU,这种配置大大减少了物料和劳力,远程子系统方法也意味着系统不同部分可在到达安装场地前由 PLC 工程商预先连好线,这一方法大大减少了电气技术员的现场安装时间。

从一开始,PLC 便以易维护作为设计目标。由于几乎所有器件都是模块化的,维护时只需更换模块级插入式部件,故障检测电路将诊断指示器嵌在每一部件中,能指示器件是否正常工作,借助于编程设备可见输入/输出是 ON 还是 OFF,还可写编程指令来报告故障。

从以上各点可见,在工业应用中使用 PLC 的好处是很多的。通过使用 PLC,用户可获得高性能、高可靠性带来的高质量和低成本。

1.3 可编程控制器在工业中的应用概况

PLC 自其诞生以来,已成功地应用于工业中几乎所有领域,包括钢铁厂、纸浆厂、食品加工、化工和石油化工厂、汽车厂和电厂。PLC 完成各种控制任务,从重复开关控制单一

机器到复杂的制造加工控制,以下列出的是已应用 PLC 的一些主要领域及一些典型应用。

(1) 化工/石油化工

批处理、原料处理、称重、混合成品处理、水/废水处理、管理控制、海上钻井。

(2) 制造/机械

能源需求、车床、物料传输机、装配机、测试架、碾磨、镗床、磨床、起重设备、焊接、电镀、喷漆、喷射/吹模、金属铸造。

(3) 采矿业

大物件传输设备、矿石处理、装/卸机械、水/废水管理。

(4) 纸浆/木浆

批蒸煮锅、碎片处理、涂层、包装/贴标签。

(5) 玻璃/胶片

加工成型、完成包装、装盘、物件处理、废碎玻璃称重。

(6) 食品/饮料

大量物件处理、酿造、蒸馏、混合、桶处理、包装、装填、称重、产品处理、分类传输机、累积传输机、装盘、货包存贮/提取。

(7) 金属业

鼓风炉控制、连续铸造、轧钢、热处理。

(8) 电力

煤处理、燃烧炉控制、烟道控制分类、吹风处理、木工活、切割成型。

PLC 的应用很多,难以一一罗列。这里列出的应用领域是最常见的,下面按照 PLC 的不同控制类型,进一步说明这一点。

1.3.1 逻辑控制

逻辑控制是 PLC 最基本的控制功能,可用来取代继电器控制装置,如机床电器控制、马达控制中心等;还可用来进行顺序控制和程序控制,如高炉上料系统、电梯控制、港口码头的货物存放与提取、采矿的皮带运输等。可见,它既可用于单机控制,又可用于多机群控以及自动化生产线的控制。

1.3.2 生产监控

PLC 配置了较强的监控功能,它能记忆某些异常情况,或在发生异常情况时自动中止运行。在控制系统中,操作人员通过监控命令可以监视有关部分的运行状态,可以调整计时、计数等设定值,为调试和维护提供方便。PLC 还可以连接打印机,对程序和数据进行硬复制。

1.3.3 模拟量控制

模拟量(如电流、温度、压力、液位等等)的大小是连续变化的。工业生产中,经常要对这些物理量进行监控。PLC 的模拟量输入模块具有 D/A、A/D 转换及运算功能,可以实现模拟量的控制。

用 PLC 进行模拟量控制的好处是,在进行模拟量控制的同时,也可控制开关量。这个优点是继电器控制盘所不具备的,或继电器控制盘的实现不如 PLC 方便。

1.3.4 闭环调节控制

现代的大型 PLC,都配有 PID 子程序,也有的厂家把 PID 功能独立出来。如 GE 公司的 PROLOOP 过程控制器,可执行 PID 控制、比例控制和级联控制。有单回路、8 回路和自动调试三种方式供任选。每一回路计算时间为 36 ms,用 GE-II 系列 PLC 最多可监控 256 个回路。PLC 的 PID 调节控制,已经广泛用于锅炉、冷冻、反应堆、水处理器、酿酒等。PLC 还可用于闭环的位置控制和速度控制中。

1.3.5 组成大型控制网络

近几年来,随着计算机控制技术的发展,已兴起工厂自动化(FA)网络系统。

PLC 联网、通信能力很强,不断有新的联网的结构推出。

PLC 可与个人计算机相连接进行通信,可用计算机参与编程及对 PLC 进行控制和管理,使 PLC 用起来更方便。为了充分发挥计算机的作用,可实行一台计算机控制和管理多台 PLC,甚至多达几十台。

PLC 与 PLC 也可通信。可一对一通信,也可在多个 PLC 之间通信,甚至多达几十、几百个。

可联接远程控制系统,系统范围可达 10 km 甚至更远。

可组成局部环网,不仅 PLC,而且高档计算机、各种外设也都可进网。环网还可套非环网。环网与环网还可桥接。可把成千上万的 PLC、计算机、外部设备组织在一个网中。

网间的结点可直接或间接地通信、交换信息。

联网、通信,正适应了当今计算机集成制造系统(CIMS)及智能化工厂发展的需要。它可使工业控制从点(Point)到线(Line)再到面(Aero),使设备级的控制、生产线的控制、工厂管理层的控制连成一个整体,进而可创造更高的效益。这些无限美好的前景,已越来越清楚地展现在我们面前了。

1.4 可编程控制器的性能指标

用户在选用 PLC 时,首先要了解 PLC 的结构和功能。如果只是大致地了解 PLC 的性能,一般可用 CPU 芯片、编程语言、用户程序容量、扫描速度(ms/k)、I/O 点数这五方面的情况予以反映。一般地,CPU 档次高、编程语言完善、用户程序容量大、扫描速度快、I/O 点数多,则 PLC 性能就好,功能就强,自然它的价格也就较高了。

1.4.1 可编程控制器的规模

PLC 的规模,按照输入/输出(I/O)点数的多少可分为表 1-1 所示的五种类型。

表 1-1 PLC 的规模与性能

机 型 性 能	超小型 PLC	小型 PLC	中型 PLC	大型 PLC	超大型 PLC
I/O 能力	64 点以下	64~128 点	128~512 点	512~8 192 点	大于 8 192 点
CPU	8 位处理器	8 位处理器	8 位字处理器 和位处理器	16 位字、位 浮点处理器	32 位或多个 16 位 字、位浮点处理器
存贮器	1~2 KB(字节)	2~4 KB	4~16 KB	16~64 KB	64~128 KB
机型举例	AB 公司 SLC -500 立石 C -20	三菱 F-40 MODICONPC -085	AB SLC -502 PLC -5/10 三菱 K 系列 西门子 S -115	AB PLC -5/60 西门子 S -150 三菱 A 系列	AB PLC -3

PLC 的规模划分并无严格界限,多数 PLC 的输入/输出接口和存贮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。

1.4.2 主要技术性能

1.4.2.1 PLC 的基本性能

(1) 基本的控制功能

顺序控制、定时、计数、逻辑运算和四则运算等。

(2) 存贮器

多数采用 CMOSRAM 存贮器,有保护电源(多数用锂电池)。也可采用可擦写的 EEPROM 存贮器。

(3) 输入/输出(I/O)

I/O 规模划分见表 1-1。关于输入/输出模块一般都提供有交流 115 V、220 V 的功率输入/输出模块;直流 24 V、48 V 和 115 V 以及 TTL 电平输入/输出模块;有的还提供继电器触点(常开或常闭)输出模块。

(4) 编程语言

最常用的是继电器梯形图编程方式,美国把它定为国家标准。国际电工委员会颁布的标准草案中规定,除用梯形图编程方式外,还可采用功能块、指令表或布尔代数等编程语言。

(5) 扫描时间

扫描时间是指执行一次解读用户逻辑程序所需的时间。一般 1 000 条指令执行时间为 10 ms 左右,小型和超小型的机器扫描时间可能大于 40 ms。

(6) 诊断功能

一般提供通电检查和指示故障软件。

(7) 通信接口

一般都提供 RS-232-C 串行通信接口,以便连接打印机或其他类型的机器,如管理计算机等。功能较强的 PLC 还具有联接成局域控制网络的专用通信接口。甚至是双路备份式通信接口。

(8) 电源

机器动力电源既可用 115 V 交流电源,也可用 220 V 交流电源,可通过跨接短路片进行

选择。

(9) 工作环境

一般都能在下述环境条件下工作：

温度 0~60℃；

湿度 <95% (无结霜)。

(10) 编程器

PLC 采用的编程器有下面三种类型：

① 简易编程器。用于小型和超小型的 PLC。

② CRT 编程器。用于中、大规模的 PLC, 可显示逻辑阶梯图、数据信息和报警信息指示等。

③ 计算机编程。随着个人计算机的大力普及, 有些中、大规模的 PLC 已采用计算机编程。这种场合, 计算机除用作编程外, 还兼有管理和操作指导功能。

1.4.2.2 PLC 的高级性能

一般超小规模和小规模的 PLC 只具有基本功能, 高级功能只有中型机以上的机型才有。

(1) 数据传送和矩阵处理功能

可适应工厂管理的需要。

(2) PID 调节功能

备有模拟量输入/输出模块和 PID 调节软件包, 以满足化工等部门过程控制的要求。

(3) ASCII 代码操作功能

可适应连接多种终端设备, 且可用 ASCII 代码直接编程。

(4) 远程 I/O 功能

I/O 通道可以分散安装在被控设备附近, 以减少现场电缆布线和系统成本。

(5) 智能 I/O 模块

目前高档机提供的智能 I/O 组件有: 高速计数器、热电偶或热电阻直接输入组件、PID 调节功能组件、BCD 码输入组件、温度控制组件、阀门控制组件、位置控制组件等。

(6) 图形显示功能

借助于图形显示软件包和计算机 CRT 屏幕显示, 可方便和直观地显示被控机械或过程的运行工况。

(7) 联网功能

通过数据公路(Data Highway)连接多台 PLC, 或将 PLC 和管理计算机连接, 以构成控制网络。

1.5 当前流行的可编程控制器

当前 PLC 的生产厂家有数百家, 各厂家的产品又按小型到大型分为许多系列和型号, 想要详细列举各种型号的 PLC 几乎是不可能的。下面所介绍的是世界上产销量大、尤其是

我国较为熟悉的厂家及其产品型号、功能。

1.5.1 AB 公司的 PLC

ALLEN-BRADLEY 公司是世界上最大的可编程控制器、工业计算机和通信系统供应商之一。1990 年 AB 公司占领了美国国内市场总销售量的 50%。该公司取得了“PLC”的注册商标许可证和相应专利。即只有该公司的可编程控制器可标为 PLC 字样。在国际自动控制领域中享有盛名的 AB 公司提供了各类型 PLC,以适应从单机到大型工厂自动化方面的不同需要。例如该公司的适用于单机和小系统控制的 SLC100 型 PLC 的主机自带 I/O 点仅为 16 个,可扩展的最大 I/O 点为 112 个,而适用于大型复杂控制系统的 PLC-3 型 PLC,具有 8192 个远程 I/O 控制点,存贮容量可扩充到 1.92 MB。

丰富的指令集和强有力的软件功能是 AB 公司 PLC 的显著特点。例如,最大 I/O 点仅为 72 个的小型 SLC500 型 PLC,具有基于 PLC-5 型 PLC 的先进指令系统,包括 BCD/二进制转换、文件传送、逻辑功能等等。PLC-2、PLC-3、PLC-5 等系列 PLC 一般都具有计时、计数、数据传送比较、文件传送、诊断、浮点算术运算、逻辑判断等指令。其中 PLC-2/02、PLC-2/16、PLC-2/17 还具有 $\lg x$ 、 10^x 、 $\sin x$ 、 $\cos x$ 等高级运算功能。此外,PLC-5 型 PLC 还具有顺序功能流程图(SFC)作结构编程和 PID 指令。

AB 公司还为工业应用提供了可在通用框架上安装的上百种数字及智能 I/O 模块,诸如数字量 I/O 模块、模拟量 I/O 模块、通信模块、定位模块等等。这些通用 I/O 模块与该公司 PLC 系列处理器兼容。

该公司最新推出的 Logix5550 处理器模块,是以 Control Logix 为核心,基于机架的模块化组件结构。Control Logix I/O 机架有 4、7、10、13 和 17 几种形式,各个模块可以安装在机架的任何位置。Logix5550 处理器模块可以使用的内存范围从 160 KB 到 2 MB,具有多任务的处理内核,用户可以为一个任务分配 32 个程序,每个程序可以有自己的本地数据和梯形逻辑。最大 I/O 处理能力可达 128 000 数字量或 4 000 模拟量,其通信采用 Control Net 协议,最高速率可达 5 Mbps,采用同轴电缆最远可达 1 000 m,光纤 3 000 m(无中继),带中继最远同轴电缆为 5 000 m,光纤为 30 000 m。

1.5.2 日本立石(OMRON)公司的 PLC

日本立石(OMRON)公司是一家生产控制设备达 50 多年历史的企业,该公司生产的 SYSMAC C 系列的 PLC 产品也已广泛地应用于材料处理、食品加工和包装、机械加工、自动化制造和过程控制等行业;OMRON C 系列 PLC 有微型、小型、中型和大型四大类十几种型号。微型 PLC 以 C20P 和 C20 为代表,是整体结构,I/O 容量为十几点,最多可扩充 120 点。小型 PLC 又分为 C120 和 C200H 两种,C120 最多可控制 256 点 I/O,是紧凑型整体结构。而 C200H 虽然也是小型 PLC,但它是紧凑型模块结构,最多可控制 384 点 I/O,同时还可以配置智能 I/O 模块,是一种小型高功能 PLC。中型 PLC 有 C500 和 C1000H 两种,I/O 容量分别为 512 点和 1 024 点。此外,C1000H PLC 采用多处理器结构,功能齐全而且处理速度快。大型 PLC 有 C2000H,I/O 点数可达 2 048 点,同时多处理器和双冗余结构使得 C2000H 不仅功能全、容量大,而且速度快。

1.5.3 日本三菱(MITSUBISHI)公司的 PLC

三菱公司是日本生产 PLC 产品的主要厂家之一。该公司所研制的 PLC 在产品微型化及低成本方面具有特色,早在 1981 年推出的 F 系列 PLC,由于有较高的性能价格比,因而赢得了相当广泛的用户。

继 F 系列之后,该公司又推出了功能更强的 F1、F2 系列和 K 系列 PLC 产品,其中 F1 系列和 K 系列都带模拟量控制,F1 系列在 F 系列的基本指令基础上,增加了许多应用指令。三菱公司推出的 A 系列(MELSECA)PLC 是一种新型的带有智能接口的 PLC。A 系列产品包括有 AOJ2、A1、A2、A3 系列等,其中 AOJ2 系列为单元式结构,A1、A2、A3 系列为模块结构。它们的最大 I/O 点分别是:AOJ2 系列 336 点,A1 系列 256 点,A2 系列 512 点,A3 系列 2 048 点。A 系列 PLC 具有控制多模拟量系统的 PID 回路调节功能,并有很强的通信能力。它既有同轴电缆通信接口,又有光纤通信接口。A 系列可扩展的 I/O 网络,可实现与 F、F1、F2 系列和 FREQROL-Z 系列变换器之间的数据交换,可与 CRT 和计算机相连,并配有丰富的软件系统。

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。该公司主要产品系列的 PLC 有:90-Micro 可编程控制器、FieldControl IO 及 Genius IO 系统、90-30 可编程控制器和 90-70 可编程控制器等众多产品。Genius 通信协议采用对等的令牌总线系统,速率为 153.6 Kbps,最多可以连接 32 台设备,使用电缆连接距离为 2 km@38.4 Kbps,使用光纤连接距离为 9.6 km。

90-Micro 属于小型可编程控制器,最大控制点数为 28 个 I/O,2 入 1 出模拟量输入,可扩展到 4 个 14 点模块,具有 RS485 网络接口。

FieldControl IO 及 Genius IO 系统,类似于 AB 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 型固定型和 33X、34X、35X、36X 模块型两大系列,提供 2048AI/512AO 个模拟量控制能力,具有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 可最多可带 7 个扩展机架,机架之间最大距离为 15 m,远程机架最大距离为 213 m。90-70 属于大型可编程控制器,可以提供 12 KB 数字量,8 KB 模拟量控制能力,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 法国施耐德(Schneider)公司的 Modicon PLC

施耐德电气公司麾下有四大品牌:Merlin Gerin,Modicon,Square D,Telemecanique。其中,施耐德自动化作为 PLC 的鼻祖,自 20 世纪 80 年代初进入中国,已在数千个项目中得到

成功的应用。应用遍布冶金、电力、石油、化工、石化、机械、汽车、港口、轻工、市政、交通等行业。生产了业界第一台可编程控制器,具有超过 160 个世界发明专利,系统在全世界范围内安装超过 300 000 套。从小型可编程控制器 NANO 到中型面向应用的 COMPACT 可编程控制器,直至大型可编程控制器 QUANTUM,都有相应的系列产品。可编程控制器的最大 I/O 点数从 24 到 31 000 点,同时 MODICON 系列可编程控制器支持多种通信协议:MB/MB+、Interbus-S、UNI-TELWAY、FIPWAY/FIPIO。

NANO 系列属于小型可编程控制器,本地最大 24 个 I/O,1AI/1AO,2 个 RS485 端口,内建 UNI-TELWAY 或 Modbus Slave 通信协议,总线上最多可带 4 个 Nano,长度可达 200 m。

Momentum 开放系统,类似与 AB 的 FLEXIO,是高性能价格比的分布式 I/O,可安装 CPU,成为独立控制器,固定式基板设计有多种型号可选,最大可带 32DI 或 DO,最大 4AI/2AO,同时带 4DI/DO。Momentum 可连接在不同网络上成为分布式 I/O 或从站,如:Modbus Plus、TCP/IP 以太网、Modbus、Interbus-S、Profibus-DP 和 FIPIO。

面向应用的 Compact,最大 512 个 I/O,工作温度为 $-40\sim 70\text{ }^{\circ}\text{C}$,可选敷形涂层,适应恶劣的工作环境,通信能力,MB/MB+,Interbus-S。

1.5.6 德国西门子公司的 PLC

SIMATIC S7-200 适用于在低档性能范围中解决自动化问题,它结构紧凑,价格低。主要可以分为:高速 S7-200 微型 PLC,全能 S7-200 微型 PLC,有 CPU221、CPU222、CPU224、CPU226 和 CPU226XM 多种 CPU 单元模块可选择。

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 接口和工业以太网、接点对点的通信系统、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 是用于中、高档性能范围的可编程序控制器。模块化无风扇的设计,坚固耐用,易于扩展和具有强大的通信能力,容易实现的分布式结构以及简捷友好的操作使 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 S7-400 的应用领域包括:

- | | |
|---------|-----------|
| • 通用机械 | • 控制与装置仪表 |
| • 汽车制造 | • 纺织机械 |
| • 立体仓库 | • 包装机械 |
| • 机床与工具 | • 控制设备制造 |
| • 过程控制 | • 专用机械 |

SIMATIC S5 属于西门子早期产品,从紧凑的微型可编程序控制器到新性能的中大型 PLC,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和要求。SIMATIC S5/505 能够提供特殊要求的功能: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,S5-115F,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。