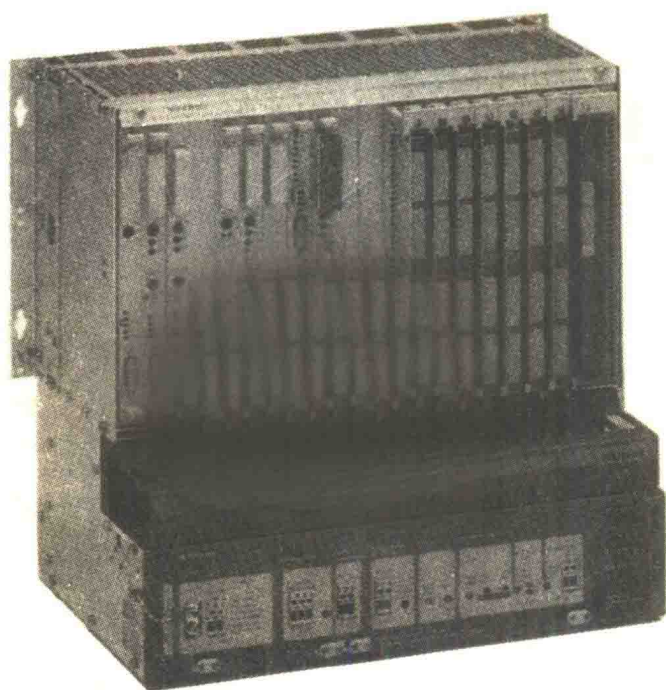


可编程序控制器

原理与应用

金广业 李景学 编著 陈振宇 审阅



電子工業出版社

可编程序控制器原理与应用

金广业 李景学 编著
陈振宇 审阅

电子工业出版社

内容简介

本书较系统地介绍了可编程序控制器的硬件、软件及系统构成。硬件部分介绍可编程序控制器的结构及原理,该部分以作者的开发研制工作为基础,综合一些大公司的产品阐述了一般原理,主要包括可编程序控制器的 CPU 结构、操作系统原理、输入输出接口、各种智能 I/O。软件部分以作者广泛的实际工作为基础,从可编程序控制器的控制功能方面介绍了指令组,从应用角度阐述了可编程序控制器中的一些基本概念,详细介绍了实际应用中经常遇到的编程实例。系统构成部分包括控制系统中的操作站系统和可编程序控制器的网络系统。操作站系统部分提出了对操作站的评估原则,并给出几家大公司的产品实例。网络系统除介绍可编程序控制器网络外,还介绍了目前可编程序控制器在控制系统中的地位及发展趋势。

本书侧重于一般原理和实际应用,具有系统性和实用性。可供从事可编程序控制器在各工业部门中应用的科研、设计和生产建设部门的自动化专业科技人员阅读,也适合于高等院校自动化专业师生作为教学参考书。

可编程序控制器原理与应用

金广业 李景学 编著

陈振宇 审阅

责任编辑 戴 维

*

电子工业出版社出版(北京市万寿路)

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

机电部电子情报所印刷

*

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:10.5 字数:269 千字

1991 年 2 月第 1 版 1991 年 2 月第 1 次印刷

印数:10100 册 定价 4.60 元

书号 ISBN7-5053-1352-5/TP.227

序 言

可编程序控制器是以微处理器技术为基础,综合计算机和自动控制技术而发展起来的一种新型工业控制器。可编程序控制器结构简单、编程方便、性能优越,可广泛应用于工业生产过程的自动控制中,因而在冶金、机械、能源(电力、石油、煤炭等)、化工、轻纺、交通、港口、食品等工业部门得到了广泛的应用。

中国金属学会冶金自动化学会、中国自动化学会应用专业委员会和冶金部自动化研究院曾为推广这项技术做了大量工作,举办了多次培训班、学术研讨会,总计参加人数达数千人,并编印了如《可编程序控制器应用论文集》等资料,为培训和提高各单位科技人员的可编程序控制器应用水平起到了一定作用。

冶金部自动化研究院比较早就开始了可编程序控制器在各个工业部门中的应用。几年来先后进行了 20 余座从 100m^3 到 4063m^3 高炉的自动化工程项目,其中有新建的,如重钢 5 号高炉(1200m^3),也有改造项目。多数高炉投入了上料系统,如原料称重、焦碳水分补偿控制等均取得了显著经济效益。我院同时参加了宝钢 2 号高炉(4063m^3)三电系统设计,其中包括 2 号高炉主工艺线可编程序控制器系统的设计调试。在轧钢方面曾两次派技术工作队合作参加宝钢冷连轧厂、热连轧厂基础自动化可编程序控制器的设计和调试,合作承担鞍钢半连轧改造项目,独立承担唐钢高速线材可编程序控制器软件编制系统调试等大型工程项目。

正是由于大量工程实践造就了冶金部自动化研究院一支力量很强的可编程序控制器应用技术队伍。本书作者金广业、李景学就是从与国外合作和国内大工程实践中锻炼出来的青年专家中的两位。

综观全书,它把基本原理与实践很好地结合起来,较多地涉及到实际应用,使本书更适合于从事自动化技术的工程技术人员使用,也适合于作为高校自动化专业高年级学生和研究生使用。希望本书能在推动我国工业自动化方面起到一定作用,为我国自动化技术进步做出一定贡献。

于常友

1990. 11 于北京
冶金部自动化研究院

于常友同志是中国金属学会冶金自动化学会理事长,冶金部自动化研究院院长。

前 言

可编程序控制器正广泛地应用于工业生产过程的自动控制领域,越来越多的科技人员、大专院校师生都在学习、掌握和应用可编程序控制器技术。为了满足广大科技工作者和大专院校学生的需要,经过我们的努力,《可编程序控制器原理与应用》一书终于与读者见面了。

本书首先概括介绍了可编程序控制器的发展历史和现状,并简单讨论了可编程序控制器的有关概念(第一章)。其后的各章较系统地介绍了可编程序控制器的硬件、软件及系统构成。其中硬件部分介绍可编程序控制器的结构及原理,该部分主要以作者的开发研制工作为基础,综合国际上各大公司的产品给出一般原理,主要包括可编程序控制器的 CPU 结构(第二章),操作系统原理(第三章);输入输出接口(第四章)和各种智能 I/O(第五章)。在以上章节的后面还给出了几个公司产品的相应特点,方便读者进行比较选择。软件部分以作者广泛的实际工作为基础,从可编程序控制器的控制功能方面介绍了软件编写中的基本概念(第六章)和指令组(第七章);从应用角度阐述了可编程序控制器的应用基础(第八章)和编程举例(第九章);系统构成部分包括控制系统中的操作和监视系统(第十章),本章还提出了操作站评估原则,并给出几家主要公司的产品实例;可编程序控制器的网络系统(第十一章),本章还介绍了可编程序控制器在控制系统中的地位和今后的发展趋势。

由于本书是以作者的实际工作为基础,所以与各种可编程序控制器的技术资料不同,本书更侧重于一般原理和实际应用。

本书可供从事可编程序控制器在各工业生产过程中应用的科研、设计、工厂和生产建设部门的自动化科技人员阅读,也适合于高等学校自动化专业的师生作为教学参考书。本书的各部分独立成章,所以读者可以不按本书的顺序而选择阅读。

可编程序控制器技术是一个崭新的领域,无论从开发研究角度还是从实际应用角度都有待进一步完善。而现有的技术资料大多是各公司的产品使用手册,很难找到关于可编程序控制器工作原理和内部结构的参考书。作者根据实际工作和各公司的技术资料来完成此书,受作者水平所限,本书一定有许多不足之处,希望读者多提宝贵意见。

本书第一章到第五章由金广业编写,第六章到第十一章由李景学编写。陈振宇教授对本书进行了全面审阅,张振华、孙福伟、孙玉华等同志为本书的出版做了大量的工作,在此我们表示真诚的感谢。

作 者

1990. 10. 1

目 录

第一章 绪论	(1)
1.1 历史发展和现状	(1)
1.2 可编程控制器的基本组成	(3)
1.3 编程语言简介	(5)
1.4 可编程控制器与集散系统	(6)
第二章 CPU 的基本结构和工作原理	(9)
2.1 可编程控制器中的字处理器	(9)
2.2 可编程控制器中的位处理器	(13)
2.3 可编程控制器的存储器结构	(16)
2.4 操作、显示、时钟与控制	(24)
2.5 总线结构	(26)
2.6 其它各公司的 CPU 概况	(28)
第三章 操作系统的结构和原理	(31)
3.1 基本结构和概况	(31)
3.2 用户程序的管理	(32)
3.3 存储器管理	(34)
3.4 各种模板的管理	(35)
第四章 可编程控制器的 I/O 接口	(38)
4.1 数字量输入模板	(38)
4.2 数字量输出模板	(42)
4.3 模拟量输入模板	(47)
4.4 模拟量输出模板	(49)
4.5 各公司输入输出接口比较	(50)
第五章 可编程控制器的智能接口	(54)
5.1 数据通讯模板	(54)
5.2 高速计数模板	(64)
5.3 闭环控制模板	(69)
第六章 软件编写的基本概念	(76)
6.1 扫描周期	(76)
6.2 变量和常数	(78)
6.3 用户程序结构	(82)
6.4 用户程序运行启动	(85)
第七章 指令组	(87)
7.1 逻辑指令组	(87)
7.2 数据传送指令组	(89)
7.3 运算指令组	(91)
7.4 计时器计数器	(93)
7.5 控制指令组	(96)

第八章 应用基础	(98)
8.1 系统设计考虑	(98)
8.2 系统响应时间计算	(100)
8.3 输入输出定义	(101)
8.4 内存估计	(105)
第九章 编程举例	(107)
9.1 周期时间计算	(107)
9.2 灯测试技术	(108)
9.3 首发故障信号的判定	(110)
9.4 识别事件发生时刻的编程方法	(111)
9.5 双向电磁阀控制	(112)
9.6 单向单速电机控制	(114)
9.7 双向双速电机控制	(117)
9.8 模拟量信号的平均值滤波	(119)
9.9 模拟量整定	(126)
9.10 PID 调节器	(126)
第十章 操作和监视系统	(133)
10.1 概述	(133)
10.2 德国西门子公司的操作站系统	(135)
10.3 德国 AEG 公司操作站系统	(142)
10.4 美国 GE 公司的 OIU 和 OIT	(144)
第十一章 系统结构	(145)
11.1 引言	(145)
11.2 德国西门子公司的 SINEC L1 LAN 和 SINEC H1 LAN	(147)
11.3 德国 AEG 公司组合自动化系统	(155)
11.4 美国 GE 公司的 CCM 通讯系统	(158)
11.5 可编程序控制器的发展展望	(160)
参考文献	(162)

第一章 绪 论

可编程序控制器是八十年代初迅速发展起来的新一代工业控制装置。它以原有的继电器逻辑控制系统为基础,逐步发展为既有逻辑控制、计时、计数、分支程序、子程序等顺序控制功能,也有数字运算、数据处理、模拟量调节、操作显示、联网通讯等功能的控制系统。可编程序控制器结构简单、编程方便、性能优越,可广泛应用于工业生产过程的自动控制中。本章简要介绍可编程序控制器的发展及现状,基本结构及编程语言,并将可编程序控制器与集散型控制系统作一简单比较。

1.1 发展历史和现状

六十年代后期,美国基于通用集成电路和小型计算机技术,研制出世界上第一台可编程序控制器。从那时起,美国的可编程序控制器技术得到很快发展,各个公司都相继朝着可编程序控制器的实用化阶段发展。在美国发展可编程序控制器的影响下,欧洲各国也相继投入了一定的力量研制可编程序控制器。日本凭借着本国集成电路技术的发展优势,进一步提高了可编程序控制器的集成度。

到七十年代中期,可编程序控制器进入了实用化发展阶段。随着多种八位微处理器和位片处理器的相继问世,可编程序控制器技术产生了飞跃。在逻辑运算功能的基础上,增加了数值运算、闭环调节功能,提高了运算速度,扩大了输入输出规模,并开始与网络 and 小型机相连,构成了以可编程序控制器为重要部件的初级分散控制系统。此时可编程序控制器在冶金、石化、轻工等工业过程中得到了较大的应用。

七十年代末,可编程序控制器进入了成熟阶段。十六位微处理器和 51 系列单片机的相继问世,使可编程序控制器向大规模、高速度、高性能方面继续发展,形成了多种系列化产品,出现了紧凑型、低价格的新一代产品和多种不同性能的分布网络系统。此时,面向工程技术人员的编程语言也发展成熟,出现了工艺人员使用的图形语言。在功能上,可编程序控制器已经可以完全取代传统的逻辑控制装置、模拟控制装置和小型机的 DDC 控制系统。随着应用领域的迅速扩大,到八十年代中期,世界上已有近百个厂家,二百多种机型和系列。此时,可编程序控制器已作为一个独立的工业设备被列入生产中,产值和销量也在迅速递增。

九十年代,可编程序控制器仍将迅速发展。各公司还将进一步完善自己原有的产品,并开发新的系列与局部网络连成整体分布系统。在软件上,将不断向上发展并与计算机系统兼容。

国际上可编程序控制器的迅速发展,首先引起了国内工程技术界的极大兴趣,许多部门都在积极推广应用,各产业部门和沿海城市争先引进其技术设备,并积极消化、移植和开展应用研究。

可编程序控制器的最初引进始于七十年代末、八十年代初,当时的宝钢一期工程,在多个工程单元中,从几个不同的外商那里引进了十几种机型共 200 台左右可编程序控制器。这些可编程序控制器用于从原料码头到钢管厂的整个钢铁冶炼、加工生产线上,取代了传统的继电器逻辑控制系统,并开始取代模拟控制和小型机 DDC 控制装置。继宝钢一期工程后,国内的许多部门都引进了类似的使用可编程序控制器进行自动控制的生产线。它们已不仅应用于冶金工业,而且开始应用于石油、化工、建材、轻工等部门。如秦皇岛煤二期和煤三期工程、冀东水泥

厂、天津石油化纤厂、秦川电站、北京吉普汽车生产线、广州的啤酒生产线、西安的彩电和冰箱生产线中都使用了可编程序控制器来代替原有的继电器逻辑控制系统。

八十年代初期,在引进整套设备的同时,许多单位也相继引进可编程序控制器并自己设计组成控制系统。引进的机型包括美国、日本、欧洲各公司的产品。与此同时,我国工程技术人员应用可编程序控制器的能力也逐步提高。在应用研究中也取得了比较成熟的经验,已能成功地应用于国民经济各部门的工业生产过程中。

八十年代中后期,在成套设备和整机引进的同时,一些部门本着技贸结合、消化移植的方针,一方面进一步进行二次开发和应用研究,一方面也在引进可编程序控制器的生产线、建立生产可编程序控制器合资企业,积极开发自己的产品。如1982年天津自动化仪表厂与美国哥德公司签订了散件组装和专有技术转让的协议。1986年辽宁无线电二厂又与德国西门子公司签定了技术引进协议,建起了一条可编程序控制器S5-101U和S5-115U的生产线。1988年厦门经济特区建设与开发公司、冶金部自动化研究院等单位与美国A-B公司在厦门建立了生产可编程序控制器的合资企业。由此可见,国内可编程序控制器的发展正在加快,但由于技术和工艺装备上的差距,国内自己开发的产品还局限于小型的系统;而引进的生产线、合资企业则受到国外不断推出的新产品的威胁。

目前国际上生产可编程序控制器的厂家很多,它们遍及美国、日本、欧洲各国,各公司的产品也有所不同。但无论哪个厂家的产品,就可编程序控制器的技术而言都大同小异。对于现代可编程序控制器,概括有如下特点。

1. 系列化

国外各大公司几乎每隔几年就要推出一个新系列产品,许多公司已经具有几个系列的产品。较新的系列大体上都有小、中、大三种机型。表1.1给出了各机型的规模和特性。

2. 多处理器

一般的小型机是单处理器系统;中型机多为双处理器系统,包括字处理器和位处理器;大型机则为多处理器系统,由字处理器、位处理器和浮点处理器组成。

3. 较大的存储能力

用CMOS器件和磁泡存储器,容量可从数千字节到数兆字节,作为直接工业控制装置的程序存储和数据存储。系统掉电时,备有电池保护,可保存部分实时信息。

4. 很强的输入输出接口

考虑到工业过程的需要,常用的数字量输入输出接口有交流110V、220V和直流5V、24V、48V、60V。负载能力可从0.5A到5A。模拟量的输入输出有 $\pm 50\text{mV}$ 到 $\pm 10\text{V}$,电流有0~10mA或4~20mA多种规格。为保证安全运行,提高可靠性,输入输出接口都采取了隔离措施。

5. 智能外围接口

新一代的可编程序控制器具有许多智能外围接口。这些接口具有独立的处理器和存储器。作为专用的工业外围接口,它们可完成特殊功能,独立进行闭环调节;可作为温度控制、位置控制;也可用于连接显示终端、打印机等。有了智能外围接口,可以大大地增强单台机器的功能。

6. 网络化

可编程序控制器可连成功能很强的网络系统。一般有两类网络。一类是低速网络,采用主从方式通讯,传输速率从几千波特到上万波特,传输距离500~2500米。另一类是高速网络,采用令牌传送方式通讯,传输速率由1兆波特到10兆波特,传输距离500~1000米,网上结点可达1024个。这两类网络可级连,网上可兼容不同类型的可编程序控制器和计算机,从而组

成控制范围很大的局部网络。

7. 紧凑型、高可靠性和保密性

八十年代初,单片机的出现促进了可编程序控制器向紧凑型发展。近年来,由于半定制的大规模集成电路技术的发展,大大促进了可编程序控制器的小型化,同时也增加了可编程序控制器的技术保密性。在小型化的同时,可靠性也在不断提高,一般可保证3万到5万小时无故障间隔时间。

表 1-1 各机型的规模和性能

机 型 性 能	小 型	中 型	大 型
I/O 能力	256 点以下 (无模拟量)	256~2048 点 (模拟量 64~128 路)	2048 点以上 (模拟量 128~512 路)
CPU	单 CPU 8 位处理器	双 CPU 8 位字处理器和 位处理器	多 CPU 16 位字处理器,位处 理器和浮点处理器
扫描速度	20~60ms/K 字	5~20ms/K 字	1.5~5ms/K 字
存储器	0.5~2K 字	2~64K 字	64~上兆字节
智能 I/O	无	有	有
连网能力	有	有	有
指令及功能	逻辑运算	逻辑运算	逻辑运算
	计时器 8~64 个	计时器 64~128 个	计时器 128~512 个以上
	计数器 8~64 个	计数器 64~128 个	计数器 128~512 个以上
	标志位 8~64 个 其中 1/2 可记忆	标志位 64~2048 个 其中 1/2 可记忆	标志位 2048 个以上 其中 1/2 可记忆
	具有寄存器 和触发器功能	具有寄存器 和触发器功能	具有寄存器 和触发器功能
		算术运算、比较、数制 转换、三角函数、开方、 乘方、微分、积分、中 断	算术运算、比较、数制 变换、三角函数、开方、 乘方、微分、积分、 PID、实时中断、过程 监控
编程语言	梯形图	梯形图、流程图、语句 表	梯形图、流程图、语句 表 图形语言, BASIC 等高级语言

8. 通俗化的编程语言

为了适应更多的工程技术人员的需要,可编程序控制器具有多种形式的面向工程技术人员的语言:有顺序控制用的梯形图,用软结点、软触发器、软件计时器和计数器来代表相应的物理部件,以进行逻辑运算,完成时间上的顺序控制;有适用于数值控制的系统流程图,具备算术运算、比较、滤波等功能,从而对工业生产过程可方便地作出系统方块图并对控制过程进行跟踪。在一些机型中,还具有类似于汇编语言的语句表等编程语言。在大型可编程序控制器中还具有 BASIC 等高级编程语言,从而可满足各种不同控制对象和不同使用人员的需要。

1.2 可编程序控制器的基本组成

上节介绍了可编程序控制器的发展历史和现代可编程序控制器的特点。本节将概括介绍一般的中型可编程序控制器的基本组成,对于小型系统来说其原理完全一样;对于大型系统来

说,则覆盖了其中的主要原理。

可编程序控制器从广义来说也是一种计算机控制系统,只不过它具有比计算机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。所以,可编程序控制器与一般的计算机控制系统一样,也具有中央处理器、存储器、I/O 接口等部份。图 1.1 给出了中型可编程序控制器的典型构成框图。下面就根据图 1.1 概述各部分的功能和特点。

1. 中央处理器(CPU)

中央处理器是可编程序控制器的主要部分,是整个系统的核心。它将各输入端的状态信息读入,并按照用户程序去处理。

目前,一般的中型可编程序控制器都是双处理器系统,也就是在中央处理器中包括一个位处理器和一个字处理器。字处理器执行所有的编程器接口功能、监视内部定时器、监视扫描时间、处理字节指令及对系统总线的控制,同时,字处理器还负责对位处理器的控制。位处理器则负责高速地处理指令。

中央处理器还备有一定的操作系统和用户编程用的内存单元。总之,中央处理器,在可编程序控制器中叫 CPU 模板,相当于一个微型计算机系统,它与被控对象的连接是通过 I/O 接口来实现。

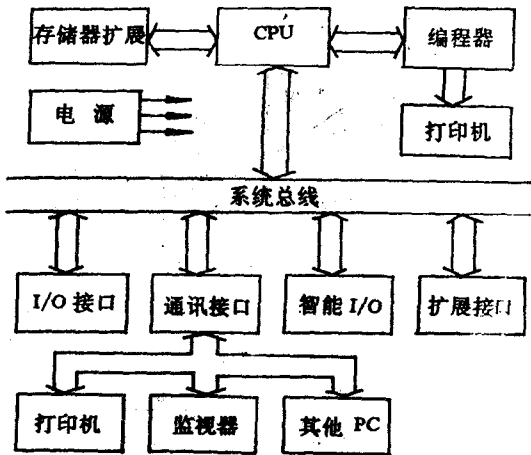


图 1.1 可编程序控制器系统框图

2. 存储器扩展

前面已经提到 CPU 模板中包括一定的供用户使用的内存,但对于用户程序来说,一般是不够用的。所以一般的可编程序控制器都具有存储器扩展功能。存储器扩展可选择不同容量的 RAM、EPROM、EEPROM,以满足各种不同的需要。

存储器扩展模板可以直接插入 CPU 模板中,也有的是插入中央基板中。

3. I/O 接口

I/O 接口将工业过程信号与 CPU 模板联系起来。I/O 接口包括数字量 I/O 接口和模拟量 I/O 接口。而且无论是数字量还是模拟都包括输入接口和输出接口。

数字量输入接口的任务是将外部过程信号转换成可编程序控制器的内部信号电平。数字量输出接口的任务是将可编程序控制器的内部信号电平转换成外部过程的信号。模拟量输入接口的任务是外部过程的模拟信号转换成可编程序控制器的内部数字信号。模拟量输出接口的任务是将内部数字信号转换成外部过程所需的模拟信号。

总之,通过 I/O 接口,被控对象与可编程序控制器联系起来了。为了满足不同工业过程的需要,也有各种不同类型的 I/O 接口。

4. 通讯接口

为了实现“人一机—过程”或“机—机”之间的对话,可编程序控制器配有各种通讯接口。通过这些通讯接口可以与监视器、打印机、其它可编程序控制器和计算机相连。

当与打印机相连时,可将过程信息、系统参数等输出打印;当与监视器相连时,可将过程图象显示出来;它既可以显示静态图象,也可以显示动态图象;它与其它可编程序控制器相连时,可以组成多机系统或网络,实现对整个工厂的自动控制;当与计算机相连时,可组成多级控制

系统,实现过程控制、数据采集等功能。

使用通讯接口,使可编程序控制器与外围设备的连接能力进一步加强,从而也丰富了可编程序控制器各种功能。

5. 智能 I/O

为了满足更加复杂控制功能的需要,可编程序控制器配有许多智能 I/O 接口;为了满足位置调节的需要,配有位置闭环控制模板;为了对频率远远超过 100Hz 的脉冲进行计数和处理,配有高速计数模板;还有其它一些智能模板。所有这些智能模板都带有其自身的处理器系统。

使用智能 I/O 接口,可编程序控制器不仅可用于顺序控制,还可用于闭环控制等一些复杂的控制场合。

6. 扩展接口

当一个中心单元不能满足所要求的控制任务时,就要对系统进行扩展。扩展接口就是用于连接中心单元与扩展单元、扩展单元与扩展单元的模板。

使用扩展接口模板还可对系统中的 I/O 模板地址进行设定,从而根据需要方便地修改硬件地址。

7. 编程器

可编程序控制器对被控对象的控制功能是作为用户程序存放在存储器中的。编程器则是用来编写、输入、调试用户程序的。同时编程器也可以作为现场的监视设备使用。将编程器与打印机相连,还可以输出打印用户程序和有关的信息。

除了上述各组成部分外,可编程序控制器还要有工作电源。所需的工作电源一般要求有三路输出,一路供给 CPU 模板工作用,一路供编程接口使用,一路是供给各种智能模块使用。

本节只简要介绍了可编程序控制器的各基本组成部分。后面章节中将详细讨论各部分的结构和工作原理。

1.3 编程语言简介

可编程序控制器的编程语言与一般计算机语言相比,具有明显特点。它既不同于高级语言,也不同于汇编语言。可编程序控制器的主要用户是工程技术人员,应用场合是工业过程。所以,编程语言要满足易于编写和易于调试两方面的要求。目前,还没有一种不同厂家可编程序控制器都能互相兼容的编程语言,但经综合分析可以发现,所有编程语言都具有以下特点:

1. 图形式指令结构

可编程序控制器的编程语言用图形方式表达运算功能,指令由不同的符号图形组成,易于理解,易于记忆。系统软件开发已把工业控制中所需的独立运算功能编制成象征性图形。应用程序编写者的任务是把这些图形按着自己的需要进行组合,并填入适当参数。

逻辑运算部分,多数厂家沿用过去逻辑控制中的梯形图,象征性很强,很适合原来从事逻辑电路设计人员使用。较复杂的算术运算,计时计数,以至闭环控制中的 PID 调节器,一般用方框图表示,注上不同符号,留有输入和输出参数口。象征性不如逻辑运算部分,但也给程序编写者以直观概念。

2. 明确的变量和常数

符号图形部分相当于操作码,规定了运算功能。图形中需程序编写者填写的参数,相当于

操作数,本书称为变量和常数。在汇编语言中,变量和常数显得太烦琐,在高级语言中又显得太深奥。为了适应工程上的需要,可编程序控制器的编程语言对变量和常数及取值范围有明确规定,使用方便简单。

3. 简化的程序结构

可编程序控制器的程序结构通常都简单明了,典型的为块式结构,不同块完成不同功能,使程序调试者对整个程序的控制功能和控制顺序有清晰的概念。

4. 简化应用软件生成过程

使用汇编语言和高级语言编写程序,要完成编辑,编译和连接三个过程。使用可编程序控制器编程语言,只需要编辑一个过程,其余由系统软件自动完成。整个编辑过程是在人机对话下进行的。编辑人员不用烦琐的记忆符,只需对照支持软件给出的提示符,选用不同符号图形来进行各种操作。

5. 强化的调试手段

无论是汇编程序,还是高级语言的程序调试都是令编程人员头疼的事。可编程序控制器的程序调试则不同,一般都提供相当完备的调试手段,如条件限定、结果设置、原因查找等。调试既可以脱线进行,也可以在线进行。

6. 可选择分级软件包。

由于可编程序控制器应用的广泛性,所需的指令也差异较大。有些场合仅需要逻辑运算,有些地方则需要复杂的算术运算,特殊场合还需要专用功能。因此,可编程序控制器在编程语言上也不是一个支持软件包,通常可分为三级软件包。

(1) 基本指令组。基本指令组包括逻辑运算功能,计时计数功能和无符号算术运算等。

(2) 高级指令组。高级指令组包括了所有基本指令组,增加复杂的算术运算,如带符号运算、双精度算术运算等。

(3) 扩展指令组。扩展指令组在高级指令组基础上进行各种特殊功能扩展,如浮点运算、PID 调节器、各种专用功能块等。

总之,可编程序控制器的编程语言是面向一般用户的,对语言使用者不要求具备高深的知识,不需要长时间专门培训。尽管目前各厂家的编程语言仅适用于本厂的产品,但只要熟悉了可编程序控制器的功能指令组,就会很快掌握不同编程语言的使用方法。本书第七章从控制功能的角度介绍了指令组。

1.4 可编程序控制器与集散系统

前面简单介绍了可编程序控制器的发展和结构。集散系统也是一种在工业生产过程中广泛使用的控制设备。本节将简要介绍集散系统的一些基本概念,并与可编程序控制器进行比较,最后探讨一下今后的发展方向。

1.4.1 集散系统发展概况

可编程序控制器是由继电器控制系统发展起来的一种控制设备,集散系统则是由仪表控制系统发展起来的。七十年代初期,美国、欧洲、日本等国家开始研制集散型控制系统。由于当时微处理机刚刚问世,高性能的微处理机还没有达到实用阶段,集散系统的研制只能采用中、小规模集成电路。随着微处理机,特别是单片机的迅速发展,微处理器芯片不但功能强而且

价格便宜,这就大大促进了集散系统的发展。在此基础上利用微型机技术、通信技术、图象显示技术,把微处理机、顺序控制装置、过程控制的模拟仪表、数据采集装置、过程监控装置有机地结合在一起,就产生了满足各种不同要求的集散型控制系统。集散系统可根据被控对象的不同,组合成不同规模的系统。目前世界上各个生产可编程序控制器的公司都有自己的集散系统,如美国贝利公司的 N-90,美国西屋公司的 WDPF,德国西门子公司的 TELEPERM M 和日本富士公司的 MICREX-P 等。

目前各个公司的集散系统都日趋成熟,即不仅有单回路的控制系统,也有多回路的控制系统,同时也具有顺序控制的功能。它们大都能满足工业生产过程的控制要求,并具有多级通信网络,可以对生产过程进行综合自动化控制。一般的集散系统都具备以下几个特点:

(1) 性能齐全。满足生产工艺要求,可完成调节、顺控、批控、模型计算、最优控制、操作监控等功能。

(2) 快速的系统响应。能满足实时控制的要求,对不同规模的系统组态,系统响应特性不应降低太大。

(3) 可靠性高。一般的系统都实现冗余设计,并具有完善的故障诊断、自修改、故障显示等功能。

(4) 系统组态灵活。由于采用了分散控制和模块化结构,容易增加控制功能,改变系统的组态。即使原有系统已经投入运行后,也可方便地根据要求增加功能,扩大系统规模。

(5) 便于维护。由于采用了分散控制和模块化结构,系统便于维护,而且不会因为某一点的故障影响整个系统的工作。

1.4.2 集散系统的基本组成

集散系统把分散的各种基本控制功能用数据通路连接起来。那么集散系统都包括哪些组成部分呢?图 1.2 以富士公司的 MICREX-P 为例给出了一般的集散系统的基本组成。下面就介绍系统中各部分的功能和作用。

过程站(PCS-100):主要功能是实现回路控制、数据采集、顺序控制等。其特点是以机架为单位向以机箱和回路控制为单位分散,采用了单元独立和系统失效容错技术,提高了系统可靠性。

可编程序控制站(HDC-100):主要功能是实现顺序控制、数值运算控制。其特点是具有高速高功能的运算处理能力,实现屏幕编程等功能。

操作站(OCS):具有三种操作站可供选择。小型的操作站有 OCS-150 和 OCS-200,集中型

操作站为 OCS-1100。操作站的主要功能是对过程站和可编程序控制站进行监控操作。其特点有实现多种画面的操作,具有人机对话功能,PID 参数的自动调节和模拟仿真。

数据通路(DPCS-E):主要功能是实现各站之间的数据传送。传送速度可达 1.5M 位/秒,具有自诊断功能和双机功能,可实现高可靠性的数据通讯。

上面介绍了富士公司的 MICREX-P 型集散系统的组成部分。实际上大多数集散系统的基

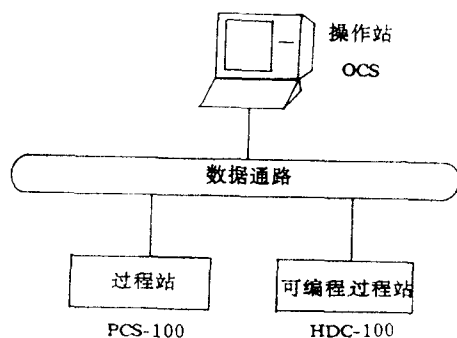


图 1.2 集散系统的基本组成

本构成都与此相似,只是各部分的组态略有不同而已。

1.4.3 可编程序控制器与集散系统的比较

通过前面的讨论可以看出,可编程序控制器与集散系统都是自动化控制设备。它们分别由两个不同的古典控制设备发展而来。可编程序控制器是由继电器逻辑控制系统发展而来,所以它在数字量处理、顺序控制方面具有一定的优势,且在发展初期主要侧重于数字量顺序控制方面。集散系统则是由回路仪表控制系统发展而来,它在回路调节、模拟量控制方面具有一定的优势,在发展的初期主要侧重于回路调节功能。

可编程序控制器和集散系统在发展过程中,始终互相渗透、互为补充。今天的可编程序控制器也加强了模拟量控制功能,大多数可编程序控制器都具有 PID 调节功能;而集散系统也加强了数字量的顺序控制功能。由图 1.2 可以看出可编程序控制器可以作为集散系统中的一部分。而在功能较强的可编程序控制器中,可编程序控制器本身也可以构成网络系统,组成分级控制,实现集散系统所完成的功能。实际上很多工业生产过程可以用可编程序控制器实现控制功能,也可以用集散系统实现控制功能。

到目前为止,可编程序控制器与集散系统的发展越来越接近。就自动化控制系统的发展趋势来看,全分布式计算机控制系统必然会得到迅速发展。而这种全分布式计算机控制系统的发展必然是以集散系统为基础,综合可编程序控制器和集散系统各自的优势。也就是说今后的发展方向是把可编程序控制器与集散系统有机地结合起来,形成一种新型的全分布式的计算机控制系统。

第二章 CPU 的基本结构和工作原理

本章将讨论可编程序控制器的 CPU 结构和原理。图 2.1 给出了典型的中型可编程序控制器 CPU 模板的结构框图。典型的中型可编程序控制器为双处理器系统，一个是字处理器，一个是位处理器，两个处理器之间的关系为主从关系。字处理器为主处理器，位处理器为从处理器。CPU 模板除了处理器外，还有一定的内存单元。一般的可编程序控制器的 CPU 模板都要包括操作系统所需要的内部 EPROM 和 RAM 以及用户所需要的内部 RAM。同时，CPU 模板还可插入一定的扩展 EPROM 和 RAM。此外，CPU 模板还应包括操作显示、时钟与控制、总线接口、编程器接口等单元。根据图 2.1 的基本结构，本章首先介绍字处理器，位处理器，然后介绍存储器结构，时钟控制，操作显示，总线结构等内容，最后将介绍几个主要公司产品的 CPU 概况并给出国际上一些公司产品的 CPU 特性参数。本章所讨论的内容针对典型的可编程序控制器 CPU 结构，阐述一般的工作原理。

2.1 可编程序控制器中的字处理器

前面提到 CPU 模板中的字处理器是双处理器中的主处理器，它统一管理编程接口、内部定时器、内部计数器、监视扫描时间、处理字节指令、控制系统总线、进行系统自诊断，同时也要协调控制位处理器、管理输入输出。如果说 CPU 模板是可编程序控制器的核心，字处理器则是这个核心的“大脑”。在一般的中型可编程序控制器中，字处理器都是由十六位或八位单片机来实现的。在八位机中，则多选用 MCS-51 系列单片机来充当字处理器。在一般的大型可

编程序控制器中，字处理器都是由十六位或三十二位机来实现的。本章所讨论的模型则是由 8031 单片机来完成字处理器功能的。关于 8031 单片机的工作原理，许多文献都有介绍，本书不再重复，下面仅就与可编程序控制器结构有关的部分作些简单介绍。

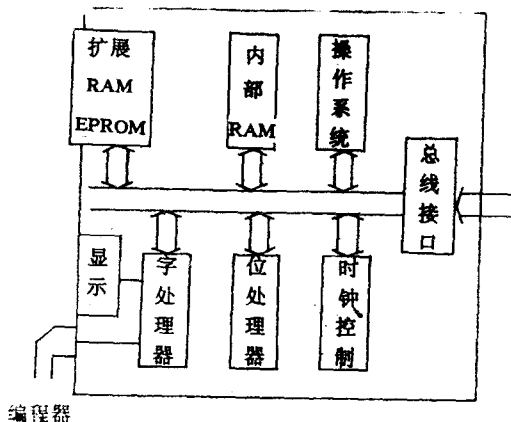


图 2.1 CPU 模板的基本结构

2.1.1 8031 单片机的基本特性

8031 单片机是一个八位处理器，它具有如下特性：

- 片内振荡器
- 128 字节 RAM
- 21 个特殊功能寄存器
- 32 根 I/O 线
- 可寻址 64K 字节外部数据存储器空间
- 可寻址 64K 字节外部程序存储器空间

- 2 个 16 位定时器/计数器
- 5 个中断源,有 2 个优先级
- 1 个全双工串行口
- 有位寻址功能,适于逻辑处理

8031 单片机是一个无 ROM 的 8051,它从外部存储器取所有的指令。为了进一步了解 8031 单片机的使用,图 2.2 给出了它的引脚分配,其各个引脚定义如下:

V_{ss} : 电路地电平

V_{cc} : 电源电压

P_0 口: 八位开漏双向 I/O 口。它也是访问外部存储器的多路低位地址和数据总线

P_1 口: 具有提升电阻的八位双向 I/O 口

P_2 口: 具有提升电阻的八位双向 I/O 口。在访问外部存储器时,它输出高八位地址

P_3 口: 具有提升电阻的八位双向 I/O 口。它也用于实现多种特殊功能,如下所述:

RXD 串行输入口

TXD 串行输出

$\overline{INT}_0$ 外部中断

$\overline{INT}_1$ 外部中断

T_0 定时器 0 的外部输入

T_1 定时器 1 的外部输入

$\overline{WR}$ 外部数据存储器的写选通

$\overline{RD}$ 外部数据存储器的读选通

RST/VPD: 振荡器工作时,该引脚上两个机器周期的高电平将 8031 复位。具有一个内部接地电阻,仅允许使用一个接到 V_{cc} 上的电容实现加电复位。

ALE/ $\overline{PROG}$: 访问外部存储器时,用于锁存低位地址字节的地址锁存输出。此引脚也是 EPROM 编程时的编程脉冲输入($\overline{PROG}$)。

$\overline{PSEN}$: 程序存储器允许输出,它是外部程序存储器的读选通信号。从外部程序存储器取指令时, $\overline{PSEN}$ 每个机器周期产生两次。

$\overline{EA}/V_{pp}$: $\overline{EA}$ 必须接为低电平,此时仅执行外部程序存储器中的指令。

XTAL₁: 振荡器中反相放大器的输入,使用外部振荡器时必须接地。

XTAL₂: 振荡器中反相放大器的输出和内部时钟发生器的输入。使用外部振荡器时,用于输入外部振荡信号。

2.1.2 8031 的存储器组织

8031 的程序存储器和数据存储器的地址空间是分开的。程序存储器寻址范围可达 64K。 $\overline{EA}$ 脚保持低电平,所有的取指操作都是对外部程序存储器进行的。

数据存储器是由 128 字节的片内 RAM 和 21 个特殊功能寄存器组成的。此外,它还可寻址多达 64K 字节的外部数据存储器。

• 10 •

P1.0	1	40	V_{cc}
P1.1	2	39	P0.0
P1.2	3	38	P0.1
P1.3	4	37	P0.2
P1.4	5	36	P0.3
P1.5	6	35	P0.4
P1.6	7	34	P0.5
P1.7	8	33	P0.6
RST / VPD	9	32	P0.7
RXDP3.0	10	31	$\overline{EA} / V_{pp}$
TXDP3.1	11	30	ALE / $\overline{PROG}$
INT0P3.2	12	29	$\overline{PSEN}$
INT1P3.3	13	28	P2.7
T0P3.4	14	27	P2.6
T1P3.5	15	26	P2.5
$\overline{WRP3.6}$	16	25	P2.4
$\overline{RDP3.7}$	17	24	P2.3
XTAL1	18	23	P2.2
XTAL2	19	22	P2.1
V_{ss}	20	21	P2.0

图 2.2 8031 单片机的引脚分配