

可编程序控制器 原理及应用

金广业 李景学 编著

陈振宇 审校

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

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等大型工程项目。

在铁合金冶炼过程各种参数控制、黄浦江过江顶管工程、化工生产过程控制、冷库控制、轻工食品等领域,冶金部自动化研究院都做了很多成功的工作。

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。

当前,系统阐述可编程序控制器原理及应用的书籍很少,鉴于这个原因,为了适应广大科技人员的学习要求,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特请冶金部自动化院金广业、李景学二位同志编写了本书。

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

1990.10于北京

冶金部自动化院

于常友高级工程师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

可编程序控制器正在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。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及应用”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历史发展现状,并简单讨论了可编程序控制器的有关概念(第一章)。后面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。硬件部份介绍可编程序控制器的结构及原理,该部份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)。在每章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。软件部份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)和编程技巧(第九章)。系统构成部份包括控制系统中的操作和监视系统(第十章)以及可编程序控制器的网络系统(第十一章)。在操作和监视系统中提出了对操作站的评估原则,并给出几家公司产品实例。网络系统除介绍可编程序控制器网络外,还说明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,所以它与各种可编程序控制器的技术资料不同,它侧重于一般原理和实际应用。有些内容也是本书特有的。

按照上面所介绍的内容,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做为教学参考书。本书的各部份可独立阅读,所以不同的读者可选择不同的阅读方法而不必局限于本书的顺序,以满足各自的需要。

可编程序控制器是一个新的领域,无论从开发研究角度还是从实际应用角度都有许多需要进一步完善的工作。而就目前现有的技术资料而言,也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,加之作者的水平有限,本书也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。中国自动化学会应用专业委员会主任委员陈振宇教授对本书进行了全面审阅,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于常友高级工程师为本书撰写了序言,张振华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

于北京冶金部自动化研究院

冶金工业部自动化研究院简介

我院是冶金工业部唯一直属的、从事自动化应用研究的科研机构，主要任务是：根据冶金工业生产工艺流程和企业管理的需要，提供有关自动化系统的科研成果，工程设计、成套先进技术装备和产品；承包新建和改造工程项目；开展经营服务；兼为其他行业提供技术服务；并与国内外进行广泛的技术交流与合作。

现我院共有职工1500余人，拥有自动控制、计算机应用、仪器仪表、电气传动、机械液压和冶金计量等专业技术人员800多人，其中高级专业技术人员130多人。院内设有：传动研究设计所、计量仪表研究设计所，交流伺机系统研究设计所和冶金设计所；仪表研究设计部；冶炼、轧钢、连铸、炉窑、设备开发、管理计算机、机械等研究室；计算机系统开发实验室；情报资料室。还有15个相应的试验室及电控装置、仪器仪表、晶闸管、热工元件等产品的生产车间。

建院以来，我院的科研水平不断提高。把微电子技术和计算机技术广泛地应用于生产过程控制、企业管理、检测仪表、计算机辅助设计和仿真技术等方面。生产过程控制已由单机、局部自动控制装置发展成为多机、综合自动控制系统；研制的多种精度很高的检测仪表广泛地采用了微处理器的技术，并朝着数字化回路、集散控制系统发展；在电气传动方面，正由各种直流调速传动技术的开发研究，发展到各种形式的交流电动机变频调速的开发研究；液压厚调、自动机械和机械仪表方面的开发研究工作也得到很大发展。

十七年来我院取得比较重大的科研成果170多项，广泛地应用于冶金系统炼铁、炼钢、连续浇铸、电冶金、工业炉窑、冷热连轧等工艺流程，在实际生产中发挥了显著经济效益，其功能及主要技术指标，多数达到了国内外先进水平。突出的成果有：双机驱动调速系统、长距离水下顶管工程分布式网络控制系统，双流水平连铸微机控制系统，国内最大功率(4600千瓦)晶闸管可逆交流供电传动装置等。分别荣获国家发明奖和科技进步奖。机器人和数控机床的关键装置——高新技术交流永磁无刷伺服电机及其控制系统，已开发出科研成果，并已批量转产，荣获1989年国家火炬杯优秀产品的奖状和奖章。ICS—03型铝电解微机控制系统，在全国工业控制机优选机型评比中，列为专用机类第一名。

十七年来，我院承包了冶金企业改造和新建工程100多项。承包工程的综合能力有了很大发展；承包工程的自动控制水平已由单机、局部自动控装置发展为“三电”（电子计算机、电气传动、检测仪表）综合自动控制系统；承包工程的领域包括：炼铁、炼钢、电冶金、连续浇铸、工业炉窑、冷热连轧等生产工艺流程，承包工程的业务范围，也扩大到开发设计、设备制造和安装调试等。1989年我院高质量、高水平、高速度地完成了四项独立承包的具有八十年代国际先进水平的综合自动化大型工程，它们是：重钢200M³大型高炉综合自动控制系统，唐钢高速线材轧机自动控制系统，宝钢2号高炉自

动控制系统软件及辅助机组、成套硬件软件分交任务，鞍钢四机架冷连轧晶闸管电气传动系统。这标志着我院完成了单机自动化向系统自动化的过渡，跨进了独立承包现代化大型工程“三电”系统的新阶段。

我院还建立了自己的“三电”自动化硬件生产基地，具有较强的产品生产能力，采用先进技术和装置、生产有关自动控制产品，每年生产产值达5000多万元。我院为冶金企业提供了有关自动化产品近1万台，目前800A/40000V晶闸管制造的供电装置；达到八十年代国际同类产品的先进水平，目前已有500多套25万多千瓦可逆和不可逆晶闸管传动装置在冶金企业生产中投入了可靠运行。我院生产炉窑用重油流量计、煤气热值仪、冷轧带钢接触式测厚仪、卡门流量计、真空高温金属内耗仪等产品，也以其质优价廉取得市场竞争的绝对优势。我院已成为生产这些产品的独家企业。还同国外建立了合资企业，共同开发生产可编程序控制器；

我院开发和推广的科研成果，承包的工程项目，销售的各种产品，开展的技术服务，不仅遍及全国28个省、自治区和直辖市，而且推广到国外，甚至越过重洋到达遥远的非洲。所做出的贡献，已使全国120多个城市的几百家冶金企业和其它行业，每年获得总计一亿多元的经济效益。

我院有工业自动化专业工学硕士学位授予权。1978年恢复研究生制度以来，共招收培养了100多名研究生，并和外单位合作培养博士学位研究生。我院还派出一些科技人员出国进修和培训。

我院主持编辑出版了国内外公开发行的部级刊物《冶金自动化》期刊，同时编辑出版了《冶金计量》刊物。

我院还与美国、日本、联邦德国、荷兰、英国、法国、意大利等20多个国家和地区的工业企业、科研单位、高等学校、学术团体进行广泛的学术交流和业务合作，并派出270余人次的科技人员出国考察、学习、参加学术交流和进行技术合作。

我院还挂靠了两个专业团体，即：中国金属学会冶金自动化学会和中国自动化学会应用专业委员会。

我院现在已经发展成为一个学科专业比较齐全，仪器设备比较先进，科研水平比较高的冶金工业自动化的科研生产基地，成为冶金工业自动化技术的行业中心。

我院与国内外更加密切地合作，积极承接冶金系统和国民经济各部门，各行业（如造纸、玻璃、轻工、食品、城市建设和建筑材料等）委托的有关自动化和计量方面的科技开发、工程承包、技术改造、产品制造、技术咨询和技术服务等任务，以便更好地推动科技进步，提高经济效益，为冶金自动化技术的提高和我国经济发展的开发做出更大的贡献。

本院地址：北京丰台路84号

邮政信箱：北京919信箱

邮政编码：100071

科研处电话：3812145或3812255—218

电报挂号：4283

电 传：22225ARSCCN

中外合资 华光电子工业有限公司简介

我公司是无锡电器厂与日本光洋株式会社合资建立的生产经营可编程序控制器的专业公司，是机械电子部定点生产PC的专业厂家之一。日本光洋公司是美国通用电器公司（GE）中、小型PC的生产厂家，在去年美国德州仪器公司也选中了日本光洋公司的SR—10、SR—21、SU—5、SU—6中小型PC代替德州仪器公司的原中小型PC，所以光洋PC经销全世界。

无锡电器厂自1984年开始经销GE PC以来，产品已广泛应用于冶金、煤炭、电力、机械、轻工、化工和建材等行业，遍布全国二十七个省市，深受广大用户欢迎。

本公司PC产品的特点是：品种齐全、可靠性高、配置灵活、使用方便、功能完备，是自动控制的理想产品。

本公司将大批量生产SR—10、SR—20、SR—21 PC，日本光洋公司的SR—20 PC是日本通商产业省选定的优秀设计产品，SR—20、SR—21 PC通过日本海事协会的形式试验，上海704所也按照中国海军标准进行了各种试验，完全符合要求，是目前国内唯一可应用于各种船舶上的PC。

本公司为了生产高质量的PC机，由日本光洋公司铃木节雄先生任总经理，并派生产管理人员赴日本半年学习现代先进的管理方法，引进先进设备，选择高质量的元器件（绝大部分元器件进口）进行生产，经严格测试后PC产品方能出厂。本公司生产的PC产品80%以上返销日本，进入国际市场。本公司生产PC以后，价格将有较大幅度下降，对长期批量的用户给予优惠。并可免除用户后顾之忧。

本公司将为各界提供优质服务。

CKE pC 性能简介

性能	型号	光洋	SR—10	SR—20	SR—21	SR—22	SU—5	SR—400	SU—6	SG—8	
	GE	GE—2J	GE—1	GE—1P	GE—1P			GE—II		GE—V	GE—VP
	TI	T1315		T1325	T1336	T1425			T1435		
I/O容量		31/19	112	168	168	256	400	512	1024/1024	16000/16000	
用户存储器容量		0.7K	0.7k/1.7k	0.7k/1.7k	3.7k	3.5k	4k	7.5k	8k/32k	5k/48k	
扫描速度		40ms/0.7k	40ms/1k	10ms/1k	10ms/1k	每条1.8μs	每条4.8μs	每条0.49μs	每秒0.48μs	0.7ms/1k	
指令条数		29	29	57	57	143	51	173	206		
定时器/计数器数		20	64	64	64	128/128	128	128/128	256/256	无限制	
移位寄存器		155	128	128	128	480	128	480	1024		
高速计数器		内装1KHz	10KHz	10KHz	10KHz	100KHz	10KHz	100KHz	50KHz	100KHz	

公司地址：江苏省无锡市河埒口上里东224号。

联系部门：经营部

电话：666753

邮政编码：214062

电挂：0422

传真：(0510) 202421

目 录

第一章 绪论	(1)
1.1 历史发展和现状	(1)
1.2 可编程序控制器的基本组成	(4)
1.3 编程语言简介	(7)
1.4 可编程序控制器与集散系统	(8)
第二章 CPU的基本结构和工作原理	(11)
2.1 可编程序控制器中的字处理器	(11)
2.2 可编程序控制器中的位处理器	(16)
2.3 可编程序控制器的存储器结构	(21)
2.4 操作、显示、时钟与控制	(29)
2.5 总线结构	(32)
2.6 几个外国公司的CPU概况	(32)
第三章 操作系统的结构和原理	(40)
3.1 基本结构和概况	(40)
3.2 用户程序的管理	(42)
3.3 存储器管理	(44)
3.4 各种模板的管理	(45)
第四章 可编程序控制器的 I/O 接口	(48)
4.1 数字量输入模板	(48)
4.2 数字量输出模板	(53)
4.3 模拟量输入模板	(58)
4.4 模拟量输出模板	(61)
4.5 各公司输入输出接口比较	(63)
第五章 可编程序控制器的智能接口	(68)
5.1 数据通讯模板	(68)
5.2 高速计数模板	(80)
5.3 闭环控制模板	(86)
第六章 软件编写中的基本概念	(94)

6.1	扫描周期	(95)
6.2	变量和常数	(96)
6.3	用户程序结构	(101)
6.4	用户程序运行启动	(104)
第七章	指令组	(106)
7.1	逻辑指令组	(106)
7.2	数据传送指令组	(108)
7.3	运算指令组	(111)
7.4	计时器计数器	(114)
7.5	控制指令组	(117)
第八章	应用基础	(119)
8.1	系统设计考虑	(119)
8.2	系统响应时间计算	(121)
8.3	输入输出定义	(122)
8.4	内存估计	(126)
第九章	编程举例	(129)
9.1	周期时间计算	(129)
9.2	灯测试技术	(130)
9.3	首发故障信号的判定	(132)
9.4	识别事件发生时刻的编程方法	(132)
9.5	双向电磁阀控制	(135)
9.6	单向单速马达控制	(137)
9.7	双向双速马达控制	(140)
9.8	模拟量信号的平均值滤波	(146)
9.9	模拟量整定	(148)
9.10	PID 调节器	(149)
第十章	操作和监视系统	(156)
10.1	概述	(156)
10.2	西门子公司的操作站系统	(159)
10.3	AEG公司操作站系统	(166)
10.4	GE 公司的OIU和OIT	(168)
第十一章	系统结构	(170)
11.1	引言	(170)

11.2	西德西门子公司的 SINEC LI LAN 和 SINEC HI LAN	(172)
11.3	西德AEG公司组合自动化系统	(179)
11.4	美国GE公司的CCM通讯系统.....	(183)
11.5	可编程序控制器发展展望.....	(187)

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。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进行简单比较。

1.1 历史发展和现状

六十年代后期,美国基于通用集成电路和小型计算机技术,研制出了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。日本随着本国集成电路技术的发展优势,使得可编程序控制器的集成度进一步提高。

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。运算速度提高、输入输出规模扩大,并开始与网络和小型机相连。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。从而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,面向工程技术人员使用的编程语言也发展成熟,并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。应用领域也在迅速扩大,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相引进其技术设备,并积极消化移植和开展应用研究。

可编程序控制器首先进入我国的是在七十年代末八十年代初引进的宝钢一期工程中。在多个工程单元中,从几个不同的外商中引进了十几种机型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。它们已不仅局限于冶金工业,开始包括了石油、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、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,在整套设备引进的同时,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中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,一方面也在积极开发国内自己的产品,引进可编程序控制器的生产线、建立生产可编程序控制器的合资企业。这期间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联邦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公司在厦门建立起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,但由于技术上和工艺装备上的差距,国内自己开发的产品还仅局限于小型的系统;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,它们遍布美国、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。因此对于现代可编程序控制器,可概括为如下特点。

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,许多公司已经具有了几个系列的产品。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、较大的存贮能力

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

置的程序存贮和数据存贮；系统掉电时，备有电池保护可保存部份实时信息，以满足实时控制的要求。

表1—1 各机型的规模 and 性能

性能 \ 机型	小 型	中 型	大 型
I/O能力	512点以下	512点~2048点	2048点以上
CPU	单CPU，8位处理器	双CPU，字处理器和位处理器	多CPU，字处理器、位处理器和浮点处理器
处理速度	10ms以上/1k字	2ms~20ms/1k字	5ms以下/1k字
存贮容量	6K以下	8K~50K	40k~数兆字节
智能 I/O	很 少	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
	算术运算	算术运算	算术运算
	计数器 8~64个	64~256个	256~1024个
	计时器 8~64个	64~256个	256~1024个
	中间标志 8~64个	64~2048个	2048~8192个
	寄存器、触发器功能	寄存器、触发器功能	寄存器、触发器功能
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、实时BASIC

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的也有直流的；电压范围有5V、24V、直至220V；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

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

贮器。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;也可作为温度控制、位置控制;也可用于连接显示终端、打印机等通讯功能。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。一般有二类网络。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几兆波特,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。这二类网络可级连,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,出现了单片机,促进了可编程序控制器向紧凑型发展。近年来,由于半用户设计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。

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。系统掉电时,部份信息可由备用电池保持;复电后,可按掉电前的状态继续工作。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实时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。

前面介绍了可编程序控制器的历史发展和现状。本书则以此为基础介绍当前流行的可编程序控制器的硬件结构、软件编程和系统构成。在硬件结构方面主要以西门子公司中型可编程序控制器S5-115u为模型,由于可编程序控制器的基本原理大同小异,所以本书介绍的硬件结构和基本原理也适用于其它公司的产品。在软件方面主要以西门子的组块式程序结构和GE公司的不分块式程序结构为例介绍二种有代表性的程序结构。同样,它们的原理也适用于其它公司与其相似的程序结构。在上述模型的基础上,对其它几个主要公司的可编程序控制器情况也作了简要介绍,以使读者能有个全面的了解。

1.2 可编程序控制器的基本组成

前节介绍了可编程序控制器的历史发展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部份，对于小型系统来说原理完全一样，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上来说也是一种计算机控制系统，只不过它比计算机具有更强的与工业过程相连的接口，更直接的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。下面部份就根据图1.1 概述介绍各部份的

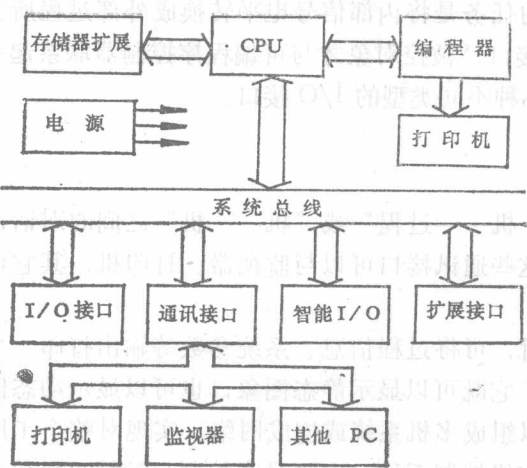


图1.1 可编程序控制器的系统框图

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份，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，然后去控制与被控对象相连的输出端。

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位指令。

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也叫CPU模板，相当于一个微型计算机系统，它与被控对象的连接则通过I/O接口来实现。

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，一般都是不够用的。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量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将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电平。模拟量输出接口的任务是将内部信号电平转换成外部过程所需的模拟信号。

总之，通过 I/O 接口，被控对象才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——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。当与其它可编程序控制器相连时，可以组成多机系统或连成网络，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的各种功能。

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功能。

6、扩展接口

当用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，从而可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。

除了上述各组成部份外，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，另一路是供给各种智能模板使用。

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

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个方面的要求。目前，还没有一种不同厂家可编程序控制器互相兼容的编程语言，但综合分析可以发现，所有编程语言都具有以下特点。

1、图形或指令结构。

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。系统软件开发人员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，很适应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。编辑人员不用记忆烦琐的记忆符,只需对照支持软件给出的提示符选用不同符号图形或进行各种操作。

5、强化的调试手段。

无论是对汇编程序,还是对高级语言程序,调试过程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。调试既可以离线进行,也可以在线进行。

6、可选择的分级软件包。

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、集散系统的发展概况

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