



高职高专
电气自动化技术类课程规划教材

可编程控制器原理及应用

新世纪高职高专教材编审委员会组编

主编 管旭



大连理工大学出版社



新世纪

高职高专电气自动化技术类课程规划教材

继电(CIP)目录表在版图

要表大:表大一.能主献普八.用知及照利器捕对野融可

可编程控制器原理及应用

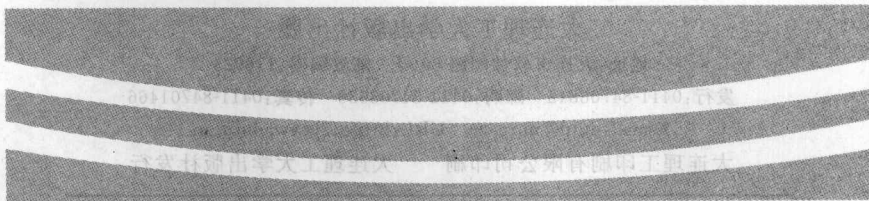
社:对学等高一器捕对野融可.册...普.Ⅱ...可...Ⅰ...

3.2832T.VI.材料一校学本

新世纪高职高专教材编审委员会组编

主 编 管 旭

副主编 靳 哲 刘思华



KEBIANCHENG KONGZHIQI YUANLI JI YINGYONG

图印为1第月2平8008

图印为1第月2平8008

哪中册:校对升黄

美器器:册编升黄

版 率:廿第面社

元00.61:价

大连理工大学出版社

DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器原理及应用 / 管旭主编. —大连:大连理工大学出版社, 2008. 2

高职高专电气自动化技术类课程规划教材

ISBN 978-7-5611-3989-9

I. 可… II. 管… III. 可编程控制器—高等学校: 技术学校—教材 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 010189 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市软件园路 80 号 邮政编码:116023

发行:0411-84708842 邮购:0411-84703636 传真:0411-84701466

E-mail: dutp@dutp.cn URL: <http://www.dutp.cn>

大连理工印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸:185mm×260mm 印张:9 字数:193 千字

印数:1~4000

2008 年 2 月第 1 版

2008 年 2 月第 1 次印刷

责任编辑:陈祝爽

责任校对:杨中卿

封面设计:季 强

ISBN 978-7-5611-3989-9

定 价:15.00 元

我们已经进入了一个新的充满机遇与挑战的时代,我们已经跨入了 21 世纪的门槛。

20 世纪与 21 世纪之交的中国,高等教育体制正经历着一场缓慢而深刻的革命,我们正在对传统的普通高等教育的培养目标与社会发展的现实需要不相适应的现状作历史性的反思与变革的尝试。

20 世纪最后的几年里,高等职业教育的迅速崛起,是影响高等教育体制变革的一件大事。在短短的几年时间里,普通中专教育、普通高专教育全面转轨,以高等职业教育为主导的各种形式的培养应用型人才的教育发展到与普通高等教育等量齐观的地步,其来势之迅猛,发人深思。

无论是正在缓慢变革着的普通高等教育,还是迅速推进着的培养应用型人才的高职教育,都向我们提出了一个同样的严肃问题:中国的高等教育为谁服务,是为教育发展自身,还是为包括教育在内的大千社会?答案肯定而且惟一,那就是教育也置身其中的现实社会。

由此又引发出高等教育的目的问题。既然教育必须服务于社会,它就必须按照不同领域的社会需要来完成自己的教育过程。换言之,教育资源必须按照社会划分的各个专业(行业)领域(岗位群)的需要实施配置,这就是我们长期以来明乎其理而疏于力行的学以致用问题,这就是我们长期以来未能给予足够关注的教育目的问题。

如所周知,整个社会由其发展所需要的不同部门构成,包括公共管理部门如国家机构、基础建设部门如教育研究机构和各种实业部门如工业部门、商业部门,等等。每一个部门又可作更为具体的划分,直至同它所需要的各种专门人才相对应。教育如果不能按照实际需要完成各种专门人才培养的目标,就不能很好地完成社会分工所赋予它的使命,而教育作为社会分工的一种独立存在就应受到质疑(在市场经济条件下尤其如此)。可以断言,按照社会的各种不同需要培养各种直接有用人才,是教育体制变革的终极目的。



随着教育体制变革的进一步深入,高等院校的设置是否会同社会对人才类型的不同需要一一对应,我们姑且不论。但高等教育走应用型人才培养的道路和走研究型(也是一种特殊应用)人才培养的道路,学生们根据自己的偏好各取所需,始终是一个理性运行的社会状态下高等教育正常发展的途径。

高等职业教育的崛起,既是高等教育体制变革的结果,也是高等教育体制变革的一个阶段性表征。它的进一步发展,必将极大地推进中国教育体制变革的进程。作为一种应用型人才培养的教育,它从专科层次起步,进而应用本科教育、应用硕士教育、应用博士教育……当应用型人才培养的渠道贯通之时,也许就是我们迎接中国教育体制变革的成功之日。从这一意义上说,高等职业教育的崛起,正是在为必然会取得最后成功的教育体制变革奠基。

高等职业教育还刚刚开始自己发展道路的探索过程,它要全面达到应用型人才培养的正常理性发展状态,直至可以和现存的(同时也正处在变革分化过程中的)研究型人才培养的教育并驾齐驱,还需要假以时日;还需要政府教育主管部门的大力推进,需要人才需求市场的进一步完善发育,尤其需要高职教学单位及其直接相关部门肯于做长期的坚忍不拔的努力。新世纪高职高专教材编审委员会就是由全国 100 余所高职高专院校和出版单位组成的旨在以推动高职高专教材建设来推进高等职业教育这一变革过程的联盟共同体。

在宏观层面上,这个联盟始终会以推动高职高专教材的特色建设为己任,始终会从高职高专教学单位实际教学需要出发,以其对高职教育发展的前瞻性的总体把握,以其纵览全国高职高专教材市场需求的广阔视野,以其创新的理念与创新的运作模式,通过不断深化的教材建设过程,总结高职高专教学成果,探索高职高专教材建设规律。

在微观层面上,我们将充分依托众多高职高专院校联盟的互补优势和丰裕的人才资源优势,从每一个专业领域、每一种教材入手,突破传统的片面追求理论体系严整性的意识限制,努力凸现高职教育职业能力培养的本质特征,在不断构建特色教材建设体系的过程中,逐步形成自己的品牌优势。

新世纪高职高专教材编审委员会在推进高职高专教材建设事业的过程中,始终得到了各级教育主管部门以及各相关院校相关部门的热忱支持和积极参与,对此我们谨致深深谢意,也希望一切关注、参与高职教育发展的同道朋友,在共同推动高职教育发展、进而推动高等教育体制变革的进程中,和我们携手并肩,共同担负起这一具有开拓性挑战意义的历史重任。

新世纪高职高专教材编审委员会

2001 年 8 月 18 日

前 言

《可编程控制器原理及应用》是新世纪高职高专教材编委会组编的电气自动化技术类课程规划教材之一。

可编程控制器(PLC)是以计算机技术为核心的通用工业自动化装置。它具有高可靠性、易于编程、灵活通用等特点,因此近年来在工业生产中得到了广泛的应用。与CAD/CAM、机器人技术并称为现代工业生产自动化的三大支柱。

本教材在编写的过程中力求突出以下特点:

1. 从实际应用出发,以目前最先进的可编程控制器三菱FX_{2N}为蓝本,对其系统特点、工作原理、系统配置作了详细说明,对指令系统,特别是近年来应用较多功能指令作了系统、详细的介绍。

2. 程序设计是PLC应用的关键问题。结合高职高专教学的特点,本教材系统介绍了PLC程序设计方法,包括梯形图经验设计方法、继电器控制电路移植设计梯形图方法、顺序控制梯形图设计方法。这些方法易学易懂,掌握后给开关量控制系统的梯形图设计带来了很大的方便。

3. 本教材加强了功能指令的应用和实训部分内容,各章节配有适量的习题,适应于学生应用能力的提高。

本教材共分7章及附录,分别为:可编程控制概述;可编程控制器的硬件构成与工作原理;可编程控制器基本指令;可编程控制器程序设计;可编程控制器功能指令;可编程控制器控制系统设计;可编程控制器编程软件使用方法。



4 / 可编程控制器原理及应用 □

本教材由管旭任主编,靳哲、刘思华任副主编。具体编写分工如下:管旭编写第1、2、3、5、6章和附录的实验部分,刘思华编写第4章,靳哲编写第7章。天津职业大学张永飞老师和辽宁机电职业技术学院王成安老师审阅了全书,并提出了许多宝贵意见和建议,在此表示衷心感谢!

尽管我们在《可编程控制器原理及应用》教材的特色建设方面做出了很多的努力,但由于编者的水平有限,教材中难免存在一些疏漏和不妥之处,恳请各相关教学单位和读者在使用本教材时提出一些宝贵的意见和建议,以便下次修订时改进。

所有的意见和建议请发往:gzjckfb@163.com

联系电话:0411-84707492 84706104

编 者

2008年2月



第 1 章 可编程控制器概述	1
1.1 可编程控制器的产生	1
1.2 可编程控制器的特点及与继电器控制、微机控制的比较.....	2
1.3 可编程控制器的应用	5
习题	6
第 2 章 可编程控制器的硬件构成与工作原理	7
2.1 可编程控制器的基本组成	7
2.2 PLC 对继电器控制系统的仿真	12
2.3 可编程控制器基本工作原理.....	13
2.4 可编程控制器的分类.....	17
2.5 可编程控制器的系统配置.....	18
习题	20
第 3 章 可编程控制器基本指令	21
3.1 FX 系列可编程控制器的编程语言	21
3.2 FX 系列可编程控制器的编程元件	23
3.3 FX 系列可编程控制器的基本逻辑指令	31
习题	38
第 4 章 可编程控制器程序设计	40
4.1 梯形图经验设计方法.....	40
4.2 根据继电器电路图设计梯形图.....	47
4.3 顺序控制设计法与顺序功能图.....	49
4.4 顺序控制梯形图的编程方法.....	53
习题	63
第 5 章 可编程控制器功能指令	66
5.1 FX 系列可编程控制器功能指令概述	66
5.2 可编程控制器功能指令简介.....	68
习题	98
第 6 章 可编程控制器控制系统设计	99
6.1 可编程控制器控制系统设计的步骤和内容.....	99
6.2 可编程控制器的选型与硬件配置	101
6.3 节省 I/O 点数的方法	103
6.4 可编程控制器在应用中要注意的若干问题	105
习题	108

第 7 章 可编程控制器编程软件使用方法	109
7.1 概述	109
7.2 程序编制	111
7.3 程序的检查	113
7.4 程序的上载和下载	113
7.5 软元件的监控和强制执行	113
7.6 其他菜单及目录的使用	115
习题	117
附录 实验指导书	118
实验一 编程软件的使用练习	118
实验二 基本逻辑指令实验	120
实验三 栈及主控指令实验	121
实验四 定时器和计数器实验	122
实验五 步进顺控指令实验	124
实验六 交通信号灯的自动控制实验	126
实验七 舞台艺术灯饰的 PLC 控制实验	128
实验八 自动售饮料机 PLC 控制实验	130
参考文献	134

第 1 章

可编程控制器概述

1.1 可编程控制器的产生

可编程控制器是 20 世纪 60 年代末在美国首先出现的,当时叫做可编程逻辑控制器 PLC(Programmable Logic Controller),其发展与继电器有很大的关系。继电器是一种用弱电信号控制强电信号的电磁开关,它虽有上百年的历史,但在复杂的继电器控制系统中,故障的查找和排除仍是非常困难的,可能会花大量时间,从而严重影响生产。如果工艺要求发生变化,就得重新设计线路进行连线安装,不利于产品的更新换代。1968 年,美国通用汽车公司提出了 PLC 概念,根据当时汽车制造生产线的需要,寻求一种新的控制装置来取代老式的继电器控制系统,以便在汽车改型时,减少重新设计制造继电器控制盘的成本和时间。通用公司为新的控制系统提出了 10 项指标:

- (1) 编程简单,可以在现场修改和调试程序;
- (2) 维修方便,采用插入式模块结构;
- (3) 可靠性高于继电器控制系统;
- (4) 体积小于继电器控制柜;
- (5) 能与管理中心计算机系统通信;
- (6) 成本可与继电器控制系统相竞争;
- (7) 输入量是 115 V 交流电压;
- (8) 输出量是 115 V 交流电压,输出电流在 2 A 以上,能直接驱动电磁阀;
- (9) 系统扩展时,原系统只需做很小的改动;
- (10) 用户程序存储器容量至少为 4 KB。

将这 10 项指标归纳一下,其核心为 4 点:

- (1) 用计算机代替继电器控制盘;
- (2) 用程序代替硬件接线电路;
- (3) 输入/输出信号可与外部装置直接相连;
- (4) 结构易于扩展。

当然,当今可编程控制器已远超过以上指标的要求,但当时电子计算机才面世不久,能够达到以上的功能的可编程控制器已经相当先进了。

1969 年美国数字设备公司(Data Equipment Company, DEC)根据上述要求,研制出世界上第一台可编程控制器,并在 GM 公司汽车生产线上首次应用成功,实现了生产的自动控制,从此开辟了可编程控制器的新纪元。此后日本、德国等相继引入该技术,可编

程控制器也迅速发展起来。

20 世纪 70 年代后期,随着微电子技术和计算机技术的迅速发展,可编程逻辑控制器具有了更多的计算机功能,它不仅用逻辑编程取代了硬件连线逻辑,还增加了运算、数据传送和处理等功能,真正成为了一种电子计算机工业控制装置,而且还做到了小型化和超小型化。这种采用微电脑技术的工业控制装置,其功能远远超出逻辑控制、顺序控制的范围,故称为可编程控制器,简称 PC(Programmable Controller),但由于 PC 容易和个人计算机(Personal Computer)混淆,所以人们仍习惯地用 PLC 作为可编程控制器的缩写。

可编程控制器的历史只有近 30 年,但发展极为迅速。为了确定它的性质,国际电工委员会 IEC(International Electrical Committee)颁布的《可编程控制器标准草案》中对可编程控制器作了如下定义:可编程控制器是一种专门为在工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子装置。它采用可以编制程序的存储器,用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序运算、计时、计数和算术运算等操作的指令,并能通过数字式或模拟式的输入和输出,控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器及其相关的外围设备都应按照易于与工业控制系统形成一个整体,易于扩展其功能的原则来设计。

可编程控制器对用户来说,是一种无触点设备,改变程序即可改变生产工艺,因此可在初步设计阶段选用可编程控制器,在实施阶段再确定工艺过程。另一方面,从制造生产可编程控制器的厂商角度来看,在制造阶段不需要根据用户的订货要求专门设计控制器,适合批量生产。由于这些特点,可编程控制器问世以后很快受到工业界的欢迎,并得到迅速发展。目前,全世界上百个可编程控制器制造厂中,美国 Rockwell 自动化公司所属的 A-B 公司、GE-Fanuc 公司,德国的西门子(Siemens)公司和总部设在法国的施耐德(Schneider)自动化公司,日本的三菱公司和欧姆龙(OMRON)公司占有举足轻重的地位,共占全世界可编程控制器市场份额的 80%。我国从 70 年代开始研制可编程控制器,发展非常迅速,并应用于各行各业。

1.2 可编程控制器的特点及与继电器控制、微机控制的比较

1.2.1 可编程控制器的特点

可编程控制器是面向用户的专用工业控制计算机,具有许多明显的特点。

1. 可靠性高,抗干扰能力强

可编程控制器是专为工业控制设计的,除了对器件的严格筛选和防老化外,还在硬件和软件两方面采取了一系列的抗干扰措施。在硬件方面采取了如下措施:

(1)光电隔离 在 CPU 与 I/O 模块之间采用光电隔离措施,做到电浮空,有效地抑制了外部干扰源对 PLC 的影响,同时还可以防止外部高电压进入 CPU;

(2)滤波 各输入/输出端子除采用常规的模拟量滤波外,还加上了数字滤波;

(3)电磁屏蔽 内部采用电磁屏蔽,防止辐射干扰;

(4)电源电路 采用先进的电源电路,以防止电源回路串入的干扰。

在软件方面采取了如下措施:

(1)设置了警戒时钟 WDT 可编程控制器运行时对 WDT 定时刷新。如果程序出现

死循环,就能立即跳出并重新启动,同时报警;

(2)程序检查和校验 为了避免由于程序出错而错误地运行,每次扫描都要对程序进行检查和校验,一旦程序出错立即报警并停止运行;

(3)对程序及动态数据进行电池后备 停电后,运行虽然停止,但有关状态及信息不会因此丢失;

(4)内部电路检查 随时对 CPU 等内部电路进行检查,一旦出错,立即报警;

(5)用户程序检查 系统程序还设置了对用户程序查错报错的功能,错误的程序或参数是不能运行的。

通过采取以上措施,PLC 平均无故障安全运行时间远大于国际电工委员会(IEC)规定的 10 万小时的标准。例如三菱公司生产的 F 系列 PLC 平均无故障安全运行时间高达 30 万小时。一些使用冗余 CPU 的 PLC 的平均无故障安全运行时间则更长。

2. 编程直观、易学

PLC 作为通用工业控制计算机,是面向工矿企业的工控设备,它提供了多种面向用户的语言,如常用的梯形图 LAD(Ladder Diagram)、指令语句表 STL(Statement List)和控制系统流程图 CSF(Control System Flowchart)等。其中梯形图使用最多,其电路符号和表达方式与继电器原理图相似,形象直观,易学易懂,熟悉继电器电路图的电气技术人员很容易就能学会。

现在的 PLC 编程器大都采用手持式编程器和计算机两种形式。手持式编程器有键盘操作、显示功能,通过电缆线与 PLC 相连,具有体积小、重量轻、便于携带、易于现场调试等优点。用户也可以利用计算机对 PLC 编程,进行系统仿真调试,监控运行。目前国内,各厂家都编辑出版了适用于计算机使用的编程软件,同时编程软件的汉化界面更有利于 PLC 的学习和推广应用。

3. 适应性好,用户使用方便

可编程控制器是通过程序实现控制的。当控制要求发生改变时,只要修改程序即可。可编程控制器产品已标准化、系列化、模块化,因此用户能灵活方便地进行系统配置,组成规模不同、功能不同的控制系统;既可控制一台单机,一条生产线,又可控制一个复杂的群控系统;既可以现场控制,又可以远距离控制,适应性强。

可编程控制器接线也很方便,一般用接线端子连接外部接线,并且有较强的带负载能力,可以直接驱动一般的电磁阀和交流接触器。

4. 系统的设计、安装、调试工作量小,维护方便

PLC 用软件取代了继电器控制系统中大量的中间继电器、时间继电器、计数继电器等器件,使控制柜的设计、安装、接线工作量大为减少。同时 PLC 的用户程序大部分可以在实验室进行模拟调试,用试验小开关模拟输入信号,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,又快捷方便。

PLC 的故障率很低,并且有完善的自诊断和显示功能。当故障发生时,可以根据可编程控制器的发光二极管或编程器提供的信息迅速地查找到故障的原因,用更换模块的方法可以迅速地排除故障。

5. 体积小, 能耗低

对于复杂的控制系统, 使用可编程控制器后, 可以减少大量的中间继电器和时间继电器, 加上可编程控制器的体积又仅相当于几个继电器的大小, 因此可将开关柜的体积缩小到原来的 $1/10 \sim 1/2$ 。

可编程控制器体积小, 重量轻。以三菱公司的 FX_{0S}-14 超小型可编程控制器为例, 其底部尺寸为 90 mm × 60 mm, 只有卡片大小。由于体积小, 可编程控制器很容易装在机械设备内部, 是实现机电一体化的理想控制设备。

可编程控制器的配线比继电器控制系统的配线要少得多, 所以能够省下大量的配线和附件, 并减少大量的安装接线工时, 再加上开关柜体积的缩小, 应用可编程控制器后可以节省大量的费用。

1.2.2 可编程控制器与继电器控制、微机控制的比较

现将 PLC、继电器控制系统和微机控制系统进行比较, 见表 1-1。

表 1-1 PLC、继电器控制系统和微机控制系统比较表

项 目	PLC	继电器控制系统	微机控制系统
功能	用程序可以实现各种复杂控制	用大量继电器逻辑布线实现顺序控制	用程序实现各种复杂控制功能最强
改变控制内容	修改程序, 较简单容易	改变硬件接线逻辑, 工作量大	修改程序, 技术难度较大
可靠性	平均无故障工作时间长	受机械触点寿命限制	一般比 PLC 差
工作方式	顺序扫描	顺序控制	中断处理, 响应最快
接口	直接与生产设备连接	直接与生产设备连接	要设计专门的接口电路
环境适应性	可适应一般工业现场环境	若环境差, 则会降低可靠性和寿命	要求较好的环境, 如机房
抗干扰性	一般不用专门考虑抗干扰问题	能抗一般电磁干扰	要专门设计抗干扰措施
维护	现场检查, 维修方便	定期更换继电器, 维修费时	技术难度大
系统开发	设计容易, 安装简单, 调试周期短	图样多, 安装接线工作量大, 调试周期长	系统设计较复杂, 调试技术难度大, 需要有计算机软硬件知识
通用性	较好, 适应面广	一般专用	要进行软硬件改造才能作其他用
硬件成本	比微机控制系统成本高	少于 30 个继电器的系统成本最低	成本一般比 PLC 低

1.3 可编程控制器的应用

目前,可编程控制器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。随着可编程控制器性能价格比的不断提高,其应用范围不断扩大,大致可归纳为以下几类:

1. 开关量的逻辑控制

这是可编程控制器最基本、最广泛的应用领域,它取代了继电器逻辑控制。可编程控制器具有“与”、“或”、“非”等逻辑指令,可以实现触点和电路的串、并联,代替继电器进行组合逻辑、定时控制与顺序逻辑控制,可用于单机控制、多机群控、自动化生产线的控制等。例如机床电器控制、冲压机械、铸造机械、运输带、包装机械的控制、电梯的控制、化工系统中各种泵和电磁阀的控制、冶金系统的高炉上料系统以及各种生产线的控制等。

2. 运动控制

可编程控制器可以用于对圆周运动和直线运动的控制。从控制机构配置来说,早期直接使用开关量 I/O 模块来连接位置传感器和执行机构,现在一般使用专用的运动控制模块,对圆周运动或直线运动的位置、速度和加速度进行控制,使运动控制和顺序控制功能有机地结合在一起,如可驱动步进电机或伺服电机的单轴或多轴位置控制模块。运动控制广泛地应用于各种金属切削机床、金属成形机床、机器人、电梯等场合。

3. 闭环过程控制

闭环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。可编程控制器通过模拟量 I/O 模块,实现模拟量(Analog)和数字量(Digital)之间的 A/D 转换和 D/A 转换,并对模拟量实行闭环 PID(Proportional—Integral—Derivative)控制。现代的大中型可编程控制器一般都有 PID 闭环控制功能,这一功能可以用 PID 子程序来实现,而更多的是使用专用的智能 PID 模块来实现。可编程控制器的模拟量 PID 控制功能已经广泛地应用于塑料挤压成型机、加热炉、热处理炉、锅炉等设备,并应用到轻工、化工、机械、冶金、电力、建材等行业。

4. 数据处理

现代的可编程控制器具有数学运算(包括四则运算、矩阵运算、函数运算、数字逻辑运算以及求反、循环、移位、浮点数运算)、数据传送、转换、排序和查表、位操作等功能,可以完成数据的采集、分析及处理。这些数据可以与储存在存储器中的参考值相比较,完成一定的控制操作,也可以利用通讯功能传送到别的智能装置,或将它们打印制表。数据处理一般用于大型控制系统,如无人控制的柔性制造系统,也可用于过程控制系统,如造纸、冶金、食品等工业中的一些大型控制系统。

5. 通信联网

可编程控制器的通信包括主机与远程 I/O 模块之间的通信、多台可编程控制器之间的通信、可编程控制器和其他智能控制设备(如计算机、变频器、数控装置)之间的通信。可编程控制器与其他智能控制设备一起,可以组成“集中管理、分散控制”的分布式控制系统。各可编程控制器或远程 I/O 模块按其各自功能分别放置在生产现场进行分散控制,

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. 在计算机集成制造系统中的应用

计算机集成制造系统简称 CIMS(Computer Integrated Manufacture System),近几年已广泛地应用于生产过程中。一般的 CIMS 系统可划分为六级子系统:第一级为现场级,包括对各种设备,如传感器和各种电力、电子、液压和气动执行机构生产工艺参数的检测设备;第二级为设备控制级,它接收各种参数的检测信号,按照要求的控制规律实现各种操作控制;第三级为过程控制级,用来完成各种数学模型的建立,过程数据的采集处理。以上三级属于生产控制级,也称为 EIC 综合控制系统。由此向上的四、五、六级分别为在线作业管理、计划、业务管理及长期经营规划管理,通称为管理信息系统(MIS)。

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),以各种电机控制为主,包括各种逻辑连锁和顺序控制;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,由此可见,PLC 在现代工业中的地位是十分重要的。

必须指出,并不是所有的可编程控制器都具有上述全部功能。

习 题

- 1-1 简述可编程控制器的定义。
- 1-2 简述可编程控制器的特点。
- 1-3 与继电器、微机控制系统相比,可编程控制器有哪些优点?
- 1-4 可编程控制器主要应用在哪些领域?

第 2 章

可编程控制器的硬件构成与工作原理

2.1 可编程控制器的基本组成

虽然可编程控制器有多种类型,但其硬件系统都大体相同,主要由中央处理器模块、存储器模块、输入/输出模块、编程器和电源等几部分构成(如图 2-1 所示)。有的 PLC 还可以配备特殊功能模块,用来完成特殊任务,实际上就是工业控制计算机。

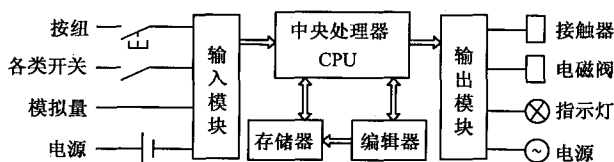


图 2-1 PLC 硬件系统结构图

2.1.1 中央处理器模块(CPU)

中央处理器模块主要由 CPU 芯片组成,相当于人的大脑,是可编程控制器的核心。它不断地采集输入信号,执行用户程序,刷新系统的输出。可编程控制器通常使用以下几类 CPU 芯片:

- (1)通用微处理器,如 Intel 公司的 8086,80186 到 Pentium 系列芯片;
- (2)单片微处理器(单片机),如 Intel 公司的 MCS51/96 系列单片机;
- (3)位片式微处理器,如 AMD2900 系列位片式微处理器。

2.1.2 存储器模块(Memory)

与微型计算机一样,除了硬件以外,PLC 还必须有软件。PLC 的软件分为两部分:系统软件和应用软件。存放系统软件的存储器称为系统程序存储器。存放应用程序的存储器称为用户程序存储器。

1. PLC 常用的存储器类型

(1)RAM(Random Access Memory)

用户可以在随机存储器 RAM 中随机读写用户程序。RAM 的工作速度高,价格低,改写方便。它是易失性的存储器,电源断开后,信息就会丢失,所以常用锂电池作为其备用电源,这样,在断电时,就可以有效地保存存储信息。锂电池的工作寿命为 5 年左右。

(2) ROM (Read Only Memory)

只读存储器 ROM 中的内容只能读出,不能写入。它是非易失性的存储器,电源断开后,仍能保存存储信息。

(3) EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)

EPROM 是一种可擦除的只读存储器。用紫外线照射芯片上的透镜窗口,可以擦除已写入的内容,再写入新的内容。因此,系统程序以及需要永久保存的用户程序(调试好用户程序后,可以用可编程控制器厂商提供的 EPROM 写入器将它写入 EPROM,以防用户程序因偶然原因遭到损坏)都存储在 EPROM 中。

(4) EEPROM 或 E²PROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory)

EEPROM 是一种可电擦除的只读存储器。使用编程器就可对它存储的内容进行修改(编程),EEPROM 兼有 EPROM 的非易失性和 RAM 的随机存取优点,但是它也有不足之处,主要有以下三点:

- ① 写入信息所需的时间比 RAM 长的多,读/写过程约需 10~15 ms;
- ② 执行读/写操作的次数有限,约 10000 次;
- ③ 比 RAM 和 EPROM 的价格高一些。

EEPROM 多用来存放用户程序。比如 FX_{1S}、FX_{1N} 就具有 EEPROM 型的标准配置。

2. PLC 存储空间的分配

根据可编程控制器的工作原理,其存储空间一般包括以下三个区域:系统程序存储区、系统 RAM 存储区和用户程序存储区。如图 2-2 所示为 FX_{2N}-64MR 存储器分配结构图。

(1) 系统程序存储器

在系统程序存储器中存放着相当于计算机操作系统的系统程序,由 PLC 的设计者完成,使 PLC 具有基本的智能。它包括监控程序、管理程序、命令解释程序、功能子程序、系统诊断程序等。由制造厂商将其固化在 EPROM 或 ROM 中。用户不能够直接访问和修改。系统程序管理并完成 PLC 的各种功能,它和硬件一起决定了特定 PLC 的各项性能。

(2) 系统 RAM 存储器

系统 RAM 存储器包括输入/输出 I/O 映像寄存器以及各类软设备(例如计时器、计数器、变址寄存器、累加器等)存储器。由于 PLC 投入运行后,只有在输入采样阶段才依次读入各输入状态和数据,在输出刷新阶段才将输出状态和数据送至相应的外设。因此,它需要有一定数量的存储器(RAM)以供存放 I/O 的状态和数据,这些存储器称作输入/输出 I/O 映像寄存器。与 I/O 映像寄存器一样,其他每个软设备也占用系统 RAM 存储器中的一个位(bit),供用户在编制用户程序时使用。它们统称为元件映像寄存器即系统 RAM 存储器。

从编程角度考虑,可编程控制器系统 RAM 存储器可作为 PLC 程序的编程元件使用,它相当于单片机的数据存储器(用于存放运算中间结果,数据暂存等)和特殊功能寄存器(I/O 端口,累加器,定时器等)。例如可编程控制器指令:AND X0 中的 X0 为输入映像寄存器,可作为编程元件使用。单片机的指令:ANL A,01H 中的 A 为累加器,可作为指令的操作数。