

新版

21世纪

高职高专系列教材

可编程控制器案例教程

◎杨莹 邵瑛 林滔 等编著

提供电子教案增值服务



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



21 世纪高职高专系列教材

可编程控制器案例教程

杨莹 邵瑛 林滔 等编著



机械工业出版社

可编程控制器(PLC)是一种以微型计算机为核心的通用工业控制器。本书采用案例教学模式,较全面地介绍了 PLC 的工作原理和应用技术,书中还介绍了高速计数器和触摸屏的相关知识。

本书可作为高职高专计算机应用、电气工程、自动控制等专业的教材,也适用于初、中级电工等技术人员自学使用。

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器案例教程/杨莹等编著. —北京:机械工业出版社,2008.1
(21 世纪高职高专系列教材)

ISBN 978-7-111-22573-7

I. 可… II. 杨… III. 可编程序控制器—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(2007)第 160863 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策 划:胡毓坚

责任编辑:董 欣

责任印制:邓 博

北京市朝阳区展望印刷厂印刷

2008 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·12.5 印张·307 千字

0001—5000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-22573-7

定价:19.00 元

凡购本书,如有缺页,倒页,脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379739

封面无防伪标均为盗版

即将出版

21 世纪高职高专机电专业系列教材

编委会成员名单

主 任 吴家礼

副主任 任建伟 李望云 张 华 梁 栋

盛靖琪

委 员 (排名不分先后)

陈志刚 陈剑鹤 韩满林 李柏青

盛定高 张 伟 李晓宏 刘靖华

陈文杰 程时甘 韩全立 张宪立

胡光耀 苑喜军 李新平 吕 汀

杨华明 刘达有 程 奎 李益民

吴元凯 王国玉 王启洋 杨文龙

秘 书 长 胡毓坚

副秘书长 郝秀凯

出版说明

根据《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》中提出的高等职业院校必须把培养学生动手能力、实践能力和可持续发展能力放在突出的地位,促进学生技能的培养,以及教材内容要紧密结合生产实际,并注意及时跟踪先进技术的发展等指导精神,机械工业出版社组织全国近60所高等职业院校的骨干教师对在2001年出版的“面向21世纪高职高专系列教材”进行了全面的修订和增补,并更名为“21世纪高职高专系列教材”。

本系列教材是由高职高专计算机专业、电子技术专业和机电专业教材编委会分别会同各高职高专院校的一线骨干教师,针对相关专业的课程设置,融合教学中的实践经验,同时吸收高等职业教育改革的成果而编写完成的,具有“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理和叙述通俗”的编写特色。在几年的教学实践中,本系列教材获得了较高的评价,并有多品种被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。在修订和增补过程中,除了保持原有特色外,针对课程的不同性质采取了不同的优化措施。其中,核心基础课的教材在保持扎实的理论基础的同时,增加实训和习题;实践性较强的课程强调理论与实训紧密结合;涉及实用技术的课程则在教材中引入了最新的知识、技术、工艺和方法。同时,根据实际教学的需要对部分课程进行了整合。

归纳起来,本系列教材具有以下特点:

- (1) 围绕培养学生的职业技能这条主线来设计教材的结构、内容和形式。
- (2) 合理安排基础知识和实践知识的比例。基础知识以“必需、够用”为度,强调专业技术应用能力的训练,适当增加实训环节。
- (3) 符合高职学生的学习特点和认知规律。对基本理论和方法的论述要容易理解、清晰简洁,多用图表来表达信息;增加相关技术在生产中的应用实例,引导学生主动学习。
- (4) 教材内容紧随技术和经济的发展而更新,及时将新知识、新技术、新工艺和新案例等引入教材。同时注重吸收最新的教学理念,并积极支持新专业的教材建设。
- (5) 注重立体化教材建设。通过主教材、电子教案、配套素材光盘、实训指导和习题及解答等教学资源的有机结合,提高教学服务水平,为高素质技能型人才的培养创造良好的条件。

由于我国高等职业教育改革和发展的速度很快,加之我们的水平和经验有限,因此在教材的编写和出版过程中难免出现问题和错误。我们恳请使用这套教材的师生及时向我们反馈质量信息,以利于我们今后不断提高教材的出版质量,为广大师生提供更多、更适用的教材。

机械工业出版社

前 言

可编程控制器 (PLC) 是一种以微型计算机为核心的通用工业控制器。它继承了继电器-接触器控制装置的部分突出性能, 并与现代的计算机技术和通信技术结合为一体, 代表了当前电气程控技术的世界先进水平。在机电一体化、工业自动化控制等方面, PLC 具有广泛的应用。

目前国内使用比较多的 PLC 是三菱、西门子、欧姆龙等公司的产品, 它们的工作原理和工作性能大致相同, 只是在组合形式、语言环境等方面有区别。本书以三菱公司的 FX_{2N} 系列 PLC 为对象, 介绍了 PLC 的工作原理及应用。

本书的特色是采用案例教学模式, 将每个案例分解成若干个任务进行驱动, 遵循“从特殊到一般”的学习规律, 在分析解决实际案例的过程中, 使读者能动地学习理论知识。这种方法更适合培养高技能的应用型技术人才。

本书共讲解了 27 个案例。第 1~6 章均以案例带动知识点学习, 由表及里逐层展开。在每个案例后, 增加了应用拓展环节, 通过学习案例, 掌握可编程控制器的软、硬件知识及实际应用、设计方法, 并充分保证知识的完整性和系统性。第 7、8 章结合当今 PLC 应用的流行趋势, 主要针对工程技术人员的需要介绍了高速计数器和触摸屏的相关知识。

本书由杨莹统稿, 并编写了第 3、6 章, 邵瑛编写了第 4、5 章, 林滔编写了第 1、2 章, 徐御编写了第 7、8 章, 上海电子信息职业技术学院电子工程系的同仁们给予了大力支持。在编写过程中, 作者参考了大量书籍资料, 引用之处未能一一列举, 在此向有关作者表示衷心的感谢。本书由周智文主审。

读者可到机械工业出版社网站 (<http://www.cmpedu.com>) 免费下载本书的电子教案。欢迎广大读者登录上海电子信息职业技术学院精品课程网站, 了解本课程的相关信息。

因作者水平有限, 书中难免存在一些错误和缺漏, 请广大读者批评指正。

作 者

目 录

出版说明

前言

第 1 章 FX _{2N} 可编程控制器概述	1	指令(三)	43
1.1 可编程控制器的起源、定义、特点、发展过程和应用领域	1	4.4 案例 4:三相异步电动机的Y-△减压启动控制——基本指令(四)	50
1.2 可编程控制器的硬件组成	5	4.5 案例 5:楼道灯光的长延时点亮——长延时的实现及计算方法	54
1.3 FX _{2N} 可编程控制器的系统配置	8	4.6 案例 6:四队参赛抢答器的制作——梯形图	61
1.4 习题	11	4.7 案例 7:十字路口交通灯的控制——基本指令综合应用及常用的设计法	66
第 2 章 FX _{2N} 可编程控制器的工作原理	12	4.8 习题	71
2.1 案例 1:电动机可逆旋转控制电路(一)——可编程控制器之前的工业控制装置	12	第 5 章 FX _{2N} 可编程控制器状态编程法	75
2.2 案例 2:电动机可逆旋转控制电路(二)——可编程控制器系统与继电器接触器系统	14	5.1 案例 1:工业机械手的控制——可编程控制器之前的工业控制装置的状态编程思想	75
2.3 习题	19	5.2 案例 2:组合机床动力头运动控制——步进顺控指令及状态编程法编程	79
第 3 章 FX _{2N} 可编程控制器的编程元件	21	5.3 案例 3:不同尺寸的零件分捡——选择序列结构编程方法	85
3.1 案例 1:多地共用一台电动机——编程元件及编程元件 X、Y	21	5.4 案例 4:专用钻床双面加工零件控制——并行序列结构编程方法	92
3.2 案例 2:夜间照明灯的持续接通控制——编程元件 M	24	5.5 案例 5:物料搬运小车运动控制——基于状态编程思想的其他编程法	100
3.3 案例 3:走廊灯光的延时熄灭——定时器的使用	28	5.6 习题	104
3.4 案例 4:仓库货物的数量统计——计数器的使用	31	第 6 章 FX _{2N} 可编程控制器的功能指令及其应用	107
3.5 习题	34	6.1 案例 1:喷水池花式喷水的控制——数据类软元件及传送类指令	107
第 4 章 FX _{2N} 可编程控制器的基本指令及其应用	35		
4.1 案例 1:电动玩具前进、后退控制——基本指令(一)	35		
4.2 案例 2:电动机过载声光报警控制——基本指令(二)	39		
4.3 案例 3:多点监控——基本			

6.2	案例 2:一个高性能密码锁的制 作——比较类指令及其应用 ...	116	计数器	154
6.3	案例 3:电子四则运算式的制 作——四则和逻辑运算类 指令及其应用	121	7.3	FX _{2N} 可编程控制器的高速 计数比较指令
6.4	案例 4:广告牌字的闪烁控制 ——移位控制类指令及 其应用	126	7.4	高速 IO 应用案例——一个简单的 电源电压检测、显示、报警、 手自动控制的应用案例
6.5	案例 5:十六进制 - 二进制转换 ——数据处理指令及其应用 ...	131	7.5	习题
6.6	案例 6:求一组数的最大值—— 程序控制类指令及其应用	136	第 8 章	FX _{2N} 可编程控制器与触摸屏 ...
6.7	案例 7:自动饮料售货机—— 功能指令的综合应用	142	8.1	触摸屏的工作原理
6.8	习题	147	8.2	PLC 触摸屏的应用开发流程 ...
第 7 章	FX _{2N} 高速 IO 处理指令	149	8.3	eView 触摸屏开发软件 EasyBuilder 快速入门
7.1	FX _{2N} 可编程控制器的脉冲 输出指令	149	8.4	触摸屏入门案例——简易状 态显示和修改
7.2	FX _{2N} 可编程控制器的高速		8.5	习题
			附录	FX _{2N} 可编程控制器功能指令 总表
			参考文献	192

第1章 FX_{2N}可编程控制器概述

本章提要

可编程控制器(PROGRAMMABLE CONTROLLER,简称PC)是为了适应工业控制发展的需要而出现的,为了与个人计算机的PC相区别,用PLC表示。本书也用PLC作为可编程控制器的简称。本章主要介绍它的特点发展过程和应用领域。

1.1 可编程控制器的起源、定义、特点、发展过程和应用领域

1. PLC的起源

在20世纪60年代,生产汽车流水线的自动控制系统基本上都是由继电器控制装置组成的。在当时,每一次汽车型号的变更都会导致继电器控制装置的重新设计和安装。随着汽车型号更新的周期越来越短,就要经常对继电器控制装置重新进行设计、安装和调试。这样就耗费了大量时间、人力和物力,也阻碍了更新周期的进一步缩短。为此,美国通用汽车公司在1968年公开招标,要求用新的控制装置取代继电器控制装置,并提出了10项指标,内容如下:

- ① 编程方便,现场可修改程序。
- ② 维修方便,采用模块化结构。
- ③ 可靠性高于继电器控制装置。
- ④ 体积小于继电器控制装置。
- ⑤ 数据可直接输入管理计算机。
- ⑥ 成本可与继电器控制装置竞争。
- ⑦ 输入电压为交流115V。
- ⑧ 输出电压为交流115V以上,输出电流为交流2A以上,能直接驱动电磁阀、接触器等。
- ⑨ 在扩展时,原有系统只要很小变更。
- ⑩ 用户程序存储器容量至少能扩展到4KB。

1969年,美国数字设备公司(DEC)研制出第一台PLC,在美国通用汽车自动装配线上试用,获得了成功。这种新型的工业控制装置以其简单易懂、操作方便、可靠性高、通用灵活、体积小、使用寿命长等一系列优点,很快地在美国其他工业领域推广应用。到1971年,已经成功地应用于食品、饮料、冶金、造纸等行业。这一新型工业控制装置的出现,也受到了世界各国的高度重视。1971年,日本从美国引进了这项新技术,很快研制出了日本第一台PLC。1973年,西欧国家也研制出它们的第一台PLC。我国从1974年开始研制,于1977年开始工业应用。

2. PLC的定义

PLC是在传统的顺序控制器的基础上引入了微电子技术、计算机技术、自动控制技术和通信技术而形成的一代新型工业控制装置,目的是用来取代继电器、执行逻辑、记时、计数等顺序控制功能,建立柔性的程控系统。为了确定它的性质,国际电工委员会(International Elec-

trical Committee)多次发布及修订有关 PLC 的文件。在 1987 年颁布的 PLC 标准草案中对 PLC 作了如下定义:

“PLC 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。PLC 及其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而设计。”

可编程控制器较其以前的工业控制计算机,如单片机工业控制系统,具有更大的灵活性,它可以方便地应用在各种场合,它是一种通用的工业控制计算机。通过以上定义还可以了解到,相对一般意义上的计算机,可编程控制器并不仅仅具有计算机的内核,它还配置了许多使其适用于工业控制的器件。它实质上是经过一次开发的工业控制用计算机。但是,从另一个方面来说,它是一种通用机,不经过二次开发,它不能在任何具体的工业设备上使用。不过,自其诞生以来,电气工程技术人员们感受最强的也正是可编程控制器二次开发十分容易。它在很大程度上使得工业自动化设计从专业设计院走进了工厂和矿山,变成了普通工程技术人员甚至普通电气工人能够胜任的工作。再加上体积小、工作可靠性高、抗干扰能力强、控制功能完善、适应性强、安装接线简单等众多优点,可编程控制器在短短的几十年中获得了飞速的发展,在工业控制中得到了非常广泛的应用。

3. PLC 的特点

(1) PLC 易学易懂是其普及的重要原因之一。

PLC 使用梯形图作为编程语言,该语言并不像汇编语言那么枯燥,而是以电路符号的逻辑关系组成程序,熟悉电器电路图的电机、电气技术人员只需花几个小时就能运用。当然梯形图作为一种高级语言,还是要通过编译器将它编译成机器语言,PLC 才能去执行。

(2) PLC 具有高可靠性,高抗干扰能力。

由于工业生产过程是昼夜连续的,一般的生产装置要几个月、甚至几年才大修一次。因此,对用于工业生产过程的控制器提出了高可靠性的要求。而工业现场的各种电磁干扰特别严重,针对这一情况,PLC 采取了一系列措施,主要包括:

① 所有的输入/输出(I/O)接口电路均采用光电隔离,使工业现场的外电路与 PLC 内部电路相隔离。

② 各输入端均采用 RC 滤波器,其滤波时间常数一般为 $10 \sim 20 \text{ ms}$,对于一些高速输入端则采用数字滤波,其滤波时间常数可以用指令设定。

③ 各模块均采用屏蔽措施,以防止辐射干扰。

④ 采用性能优良的开关电源。

⑤ 对所用器件进行严格的筛选。

⑥ 良好的自诊功能,一旦电压或其他软、硬件发生异常情况,CPU 立即采取有效措施,以防止故障扩大。

⑦ 大型 PLC 还可以采用由双 CPU 构成的冗余系统或由三 CPU 构成的表决式系统,使可靠性进一步提高。

另外,PLC 内部的继电器、接触器均无需用户配线,信赖度极高,且寿命为半永久性的。传统的电力继电器、辅助继电器、时间继电器相互之间的控制配线如较多,接触难免不良,因此故障较多。而 PLC 用软件来实现大量的中间继电器和时间继电器的工作,只剩下输入(按钮、

位置开关)、输出(电磁接触器开关、主电路)等少数外部配线和硬件元件,配线可减少到继电器控制装置的十分之一到百分之一,而且排除了继电器的机械动作和接触故障,所以故障率非常低。

由于采取了上述一系列措施,使 PLC 的平均无故障运行时间,又称为平均故障间隔时间(Mean Time Between Failures, MTBF)高达几十万甚至上百万小时。

(3) PLC 性能价格比高。

与相同功能的继电器控制装置相比,PLC 具有很高的性价比。各系列的 PLC 都有上百至上千个内部继电器、定时器、计数器、特殊功能继电器等编程元件供用户使用,能实现非常复杂的控制功能。所以每台 PLC 都可以对操作较为复杂的机器进行控制,也可以对多台机器进行控制。

另外,为了提高操作性能,它还有多种人-机对话的接口模块;为了组成工业局部网络,它还有多种通信接口模块,可以通过通信联网,对一个工厂的机器进行分散控制,集中管理。

(4) 系统的设计、安装、调试和维修成本与工作量均下降。

对于同一个复杂的控制系统,设计梯形图的时间比设计继电器系统逻辑电路图的时间要节省很多。因为 PLC 的梯形图程序可以用顺序控制设计方法来设计,这种编程方法很有规律,用户很容易掌握,如果传输到 PLC 内部的程序有错误,PLC 上的 ERROR 信号灯就会点亮,提醒用户修改程序。

PLC 控制系统的软件功能可节约继电器控制系统中的大量继电器和配线,不但节省了元器件的成本和装配成本,还避免了大量的维修问题。PLC 有完善的自动监测和显示功能,如果外部的输入装置没能正确地和 PLC 的输入继电器相连,则 PLC 上与每个输入继电器相对应的发光二极管就不会随外部输入装置的电平变化而变化,由此可很快诊断出哪一路输入输出故障了。同样,每一位输出继电器也有对应的发光二极管,提供其电平的快速查询。

如果继电器控制系统的继电器数量超过 10 个,就可考虑将其改为 PLC 系统,余下大量的内部继电器可用于其他机器的控制。

(5) PLC 的 I/O 接口模块多样化的特点。

工业控制机是整个工业生产过程自动控制系统中的一个控制中枢,为了实现工业生产过程的自动控制,PLC 必须与各种工业现场的设备相连接,才能完成控制任务。因此,PLC 除了具有计算机的基本部分如 CPU、存储器以外,还有丰富的 I/O 接口模块。

PLC 针对不同的工业现场信号(如交流或直流、开关量或模拟量、电压或电功率、脉冲或电位、强电或弱电等),有相应的 I/O 模块与工业现场的器件或设备(如按钮、行程开关、接近开关、传感器及变送器、电磁线圈、电动机起动机、控制阀等)直接连接。例如开关量输入模块就有交流和直流两类,每类又按电压等级分成十多种。

(6) PLC 均采用模块化结构。

为了适应各种工业控制需要,除了单元式的小型 PLC 以外,绝大多数 PLC 均采用模块化结构。PLC 的各个部件,包括 CPU、直流电源、I/O(含特殊功能的 I/O)等均采用模块设计,由机架及电缆将各模块连接起来,系统的规模和功能可根据用户需要自行组合。

4. PLC 的发展过程

(1) 早期的 PLC

最初 PLC 完全是为了替代继电器控制系统而被设计出来的,其主要的功能只是执行原先

由继电器完成的顺序控制、定时、计数等。它在硬件上以准计算机的形式出现,在 I/O 接口电路上作了改进以适应工业控制现场的要求。另外还采取了一些措施,以提高其抗干扰的能力,例如输入电路的 R-C 滤波器、高品质的电源等。在软件编程上,它吸取了广大电气工程技术人员所熟悉的继电器控制线路的特点,形成了其特有的编程语言——梯形图。早期的 PLC 的性能要优于继电器控制装置,其优点包括简单易懂、便于安装、体积小、能耗低、有故障指示、能重复使用等。

(2) 中期的 PLC

在 20 世纪 70 年代,微处理器的出现使 PLC 发生了很大的变化。美国、日本、德国等一些厂家先后开始采用微处理器作为 PLC 的中央处理器单元(CPU),从而使 PLC 的功能大大增强。在软件方面,除了保持其原有的逻辑运算、计时、计数等功能以外,还增加了算术运算、数据处理和传送、通信、自诊断等功能。在硬件方面,除了保持其原有的开关量 I/O 以外,增加了模拟量 I/O、远程 I/O、各种特殊功能模块等,例如:高速计数器模块、PID 模块、定位控制模块、通信模块等,扩大了存储器的容量,包括计时器、计数器、内部逻辑线圈等,还提供了一定数量的数据寄存器,使 PLC 的应用范围得以扩大。

5. PLC 的应用领域

随着集成电路的飞速发展,集成电路公司生产出一系列高性能微处理器作为 PLC 的 CPU 芯片,使 PLC 的性能接近工业控制计算机,使得 PLC 更深入地应用到工业控制的各个领域。它的应用主要包括以下几个方面:

(1) 逻辑开关控制

PLC 可代替继电器进行组合逻辑控制、定时控制与顺序逻辑控制,可以实现触点和电路的串联与并联。

(2) 定时控制

PLC 具有定时控制功能。它为用户提供几十个甚至上千个计时器,其计时时间设定值可以由用户在编制程序的时候进行设定,也可以由操作人员在现场通过人机对话装置实时地设定,完成定时或延时控制。计时器的实际计时值也可以通过人机对话装置实时地读出或修改。

(3) 计数控制

PLC 具有计数控制功能。它为用户提供几十个甚至上千个计数器,其设定方式同计时器的设定一样方式。一般计数器的计数频率较低,如需对频率较高的信号进行计数,需用高速计数器模块,其最高计数频率可达 50 kHz;或者选用具有内部高速计数器的 PLC,例如三菱公司 FX 系列的 PLC,它可以提供计数频率最高 10 kHz 的内部高速计数器。计数器的实际计数值也可以通过人机对话装置实时地读出或修改。

(4) 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,实现模拟量和数字量之间的 A/D 转换与 D/A 转换,并对模拟量实行闭环 PID(比例-积分-微分)控制。这一功能可以用 PID 子程序或专用的 PID 模块来实现。其 PID 闭环控制功能已经广泛地应用于许多行业。

(5) 数据处理

PLC 具有数据处理能力。它能进行算术运算、数据比较、数据传送、数制转换、数据显示和打印、数据通信等。新一代的大、中型 PLC 还能进行函数运算、浮点运算等。

(6) 通信和联网

新一代的各类 PLC 都具有通信功能。它既可以对远程 I/O 进行控制,又能实现 PLC 和 PLC、PLC 和计算机之间的通信。因此,使用 PLC 可以很方便地构成“集中管理,分散控制”的分布式控制系统,是实现工厂自动化的理想控制器。

1.2 可编程控制器的硬件组成

作为工业控制的专用计算机,PLC 与一般计算机的结构及组成非常相似。PLC 的基本组成包括中央处理单元(CPU)、存储器、输入/输出(I/O)接口、电源及编程器等,如图 1-1 所示。

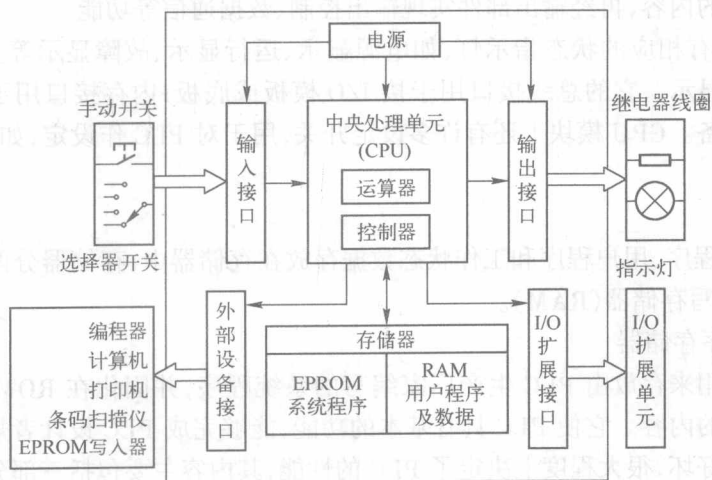


图 1-1 PLC 的基本组成

PLC 内部各部分通过数据总线、控制总线、地址总线和电源总线连接。根据实际控制的不同需要,配备一定的外部设备,可构成不同的 PLC 控制系统。还可以配置通信单元与上位机及其他的 PLC 进行通信,构成分布式控制系统。

1. CPU 模块

PLC 中的 CPU 是 PLC 的核心,起神经中枢的作用,每台 PLC 至少有一个 CPU,它按 PLC 的系统程序赋予的功能接收并存储用户程序和数据,用扫描的方式采集由现场输入装置送来的状态或数据,并存入规定的寄存器中。同时,诊断电源和 PLC 内部电路的工作状态和编程过程中的语法错误等。进入运行后,从用户程序存储器中逐条读取指令,经分析后再按指令规定的任务产生相应的控制信号,去指挥有关的控制电路。

与通用计算机一样,PLC 的 CPU 主要由运算器、控制器、寄存器组成,并集成在一个芯片内。它确定了进行控制的规模、工作速度、内存容量等。内存主要用于存储程序及数据,是 PLC 不可缺少的组成单元。

PLC 中采用的 CPU 通常有三种:通用微处理器(8086、80286、80386 等)、单片机和位片式微处理器。小型 PLC 大多采用 8 位、16 位微处理器或单片机作为 CPU,如 Z80A、M68000、51 系列等,这些芯片具有价格低、通用性好等优点。对于中型的 PLC,大多采用 16 位、32 位微处理器或单片机作为 CPU,如 8086、96 系列单片机,这些芯片具有集成度高、运算速度快、可靠

性高等优点。对于大型 PLC,大多采用高速位片式微处理器,具有灵活性强、速度快、效率高优点。

CPU 的控制器控制 CPU 工作,由它读取指令、解释指令及执行指令。CPU 的运算器用于数字或逻辑运算,在控制器指挥下工作。CPU 的寄存器参与运算,并存储运算的中间结果,它也是在控制器指挥下工作。

CPU 模块的主要任务包括:①接收从编程器输入的用户程序和数据,送入存储器存储;②用扫描方式接收输入设备的状态信号,并存入相应的数据区;③监测和诊断电源、PLC 内部电路的工作状态和用户编程过程中的语法错误等;④执行用户程序,从存储器逐条读取用户指令,完成各种数据的运算、传送和存储等;⑤根据数据处理的结果,刷新有关标志位的状态和输出映像寄存器表的内容,再经输出部件实现输出控制、数据通信等功能。

CPU 模块中有相应的状态指示灯,如电源显示、运行显示、故障显示等。箱体式 PLC 的主箱体也有这些显示。它的总线接口用于接 I/O 模板或底板;内存接口用于安装内存;外设口用于接外部设备。CPU 模块上还有许多设定开关,用于对 PLC 作设定,如设定起始工作方式、内存区等。

2. 存储器

PLC 的系统程序、用户程序和工作状态数据存放在存储器中,存储器分两种:只读存储器(ROM)和随机读写存储器(RAM)。

(1) 系统程序存储器

系统存储器用来存放由 PLC 生产厂家编写的系统程序,并固化在 ROM 内,用户不能修改这部分存储器的内容。它使 PLC 具有基本的功能,能够完成 PLC 设计者规定的各项工作。系统程序质量的好坏,很大程度上决定了 PLC 的性能,其内容主要包括三部分:

1) 系统管理程序:它主要控制 PLC 的运行,使整个 PLC 按程序运行。

2) 用户指令解释程序:通过用户指令解释程序,将 PLC 的编程语言变为机器语言指令,再由 CPU 执行这些指令。

3) 标准程序模块与系统调用:它包括许多不同功能的子程序并可调用系统程序,如完成输入、输出及特殊运算等子程序。

(2) 用户程序存储器

用户存储器包括用户程序存储器(程序区)和数据存储器(数据区)两部分。用户程序区用于存放用户经编程器输入的应用程序。为了调试和修改方便,总是先把用户程序存放在随机读写存储器(RAM)中,经过运行考核,修改完善,达到设计要求后,再把它固化到 EPROM 中,替代 RAM 使用。用户程序存储器的容量一般代表 PLC 的标称容量,通常小型机小于 8 KB,中型机小于 64 KB,大型机在 64 KB 以上。

数据区用于存放 PLC 在运行过程中用到的和生成的各种工作数据。数据区包括输入、输出数据映像区,定时器、计数器的预置值和当前值的数据区,存放中间结果的缓冲区等。这些数据是不断变化的,但不需要长久保存,因此采用随机读写存储器(RAM)。由于 RAM 是一种挥发性的器件,即当供电电源关掉后,其存储的内容会丢失,因此在实际使用中通常为其配备掉电保护电路,当正常电源关断后,由备用电池或大电容为它供电,保护其存储的内容不丢失。

PLC 使用的存储器类型有 4 种:

1) 只读存储器(ROM):其内容只能读出,不能写入。它是非易失性的,电源断开后,仍能

保存所存内容。

2) 随机存取存储器(RAM):可以随机进行读写操作,可方便地对存放在其中的用户程序进行修改。它是一种高密度、低功耗、价格便宜的半导体存储器,可用电池作为备用电源,一旦失电,即可用电池供电,以保持 RAM 中的内容。锂电池的使用寿命一般为 5~10 年,若经常带负载可维持 2~5 年。

3) 紫外光可擦除可编程的只读存储器(EPROM):它是非易失性的,调试好用户程序后,可以用 PLC 制造厂商提供的 EPROM 写入器将它写入 EPROM,以防用户程序由于偶然原因而遭到损坏。用紫外光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。但照射的时间比较长,一般半小时左右,若照射时间不足,还需重新照射,操作比较繁琐。PLC 厂家用 ROM 或 EPROM 存放系统程序和需长期保存的重要数据。

4) 电可擦除可编程的只读存储器(E²PROM):可用编程器对它编程,它兼有 ROM 的非易失性和 RAM 的随机存取的优点,但它比 RAM 和 EPROM 的价格高一些,写入信息所需的时间比 RAM 长得多,但比 EPROM 要短得多,一般在一分钟以内。E²PROM 用来存放用户程序和需长期保存的重要数据。

3. 输入/输出模块

PLC 主要通过各种输入/输出(I/O)接口模块与外界联系,基本结构如图 1-2 所示。工业现场对输入/输出模块有两个要求:①要有良好的抗干扰能力;②能满足工业控制现场各类信号的匹配要求。

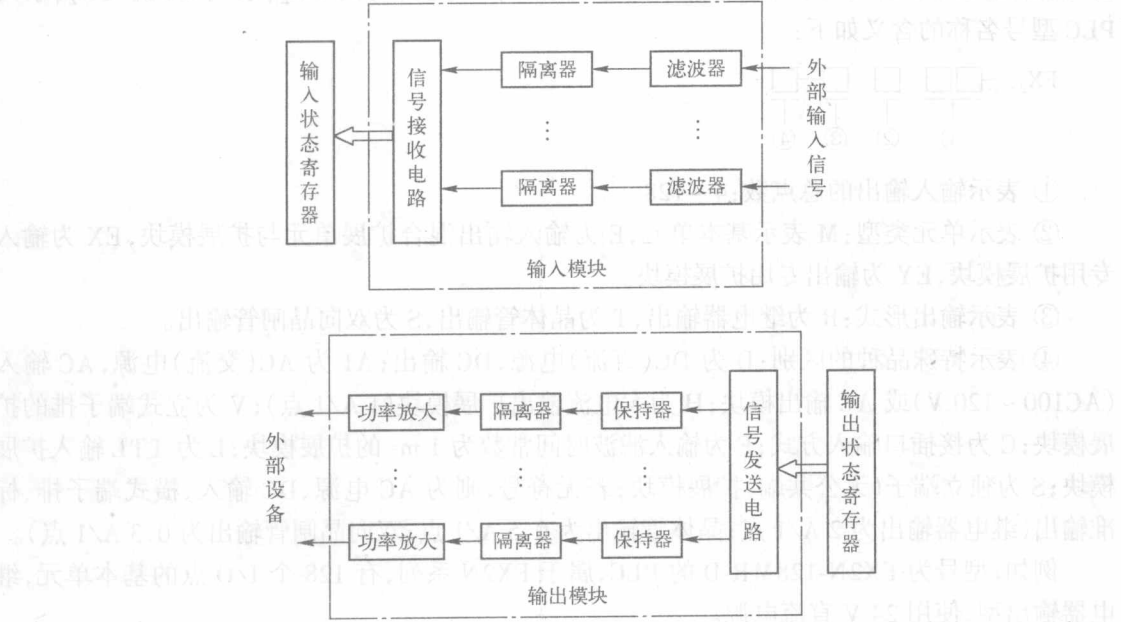


图 1-2 输入/输出模块的结构框图

为了提高抗干扰能力,一般的 I/O 模块都有光电隔离装置。因为生产过程中输入信号多种多样,信号电平各不相同,所以必须通过 PLC 的输入模块将多种多样的信号转换成 CPU 能够接收和处理的标准电平信号;同理,对于外部执行元件而言,如接触器、继电器、电磁阀等,所

由于输入/输出电路结构形式的不同, I/O 接口分为开关量 I/O 和模拟量 I/O, 其中模拟量 I/O 要经过 A/D 转换电路转换成微机系统能识别的数字信号。按信号的种类又可分为直流信号输入/输出, 交流信号输入/输出; 按信号的输入/输出形式可分为数字量输入/输出, 开关量输入/输出, 模拟量输入/输出。

PLC 中的电源,有与 CPU 模块合二为一的,也有分开的。电源模块将交流电源转换成 CPU、存储器等所需的直流电源,是整个 PLC 的能源供给中心。其性能的好坏直接影响到 PLC 的功能和可靠性。目前大多数 PLC 采用高质量的开关稳压电源,其工作稳定性好,抗干扰能力强,可保证 PLC 的正常工作。多数 PLC 的电源模块的主要用途是为 PLC 各模块的集成电路供电,同时,也为输入电路提供 24 V 的电压。根据电源输入类型可将其分为:交流 220 V 或交流 110 V;直流电源,常用的为直流 24 V。

1. FX_{2N}系列 PLC 型号名称的含义

FX_{2N}—□□ □ □—□

① ② ③ ④

- 例如,型号为 FX2N-128MR-D 的 PLC,属于 FX2N 系列,有 128 个 I/O 点的基本单元,继电器输出型,使用 24 V 直流电源。

FX_{2N}是FX系列中功能最强、速度最高的可编程控制器。其基本指令执行时间高达0.08 μs。用户存储器容量可扩展到16 K步,最大可以扩展到256个I/O点,有5种模拟量输入/输出模块、高速计数器模块、脉冲输出模块、4种位置控制模块、多种RS232C、RS485串行通信模块或功能扩展板,以及模拟定时器功能扩展板。使用特殊功能模块和功能扩展板,可以实现模拟量

控制、位置控制和联网通信等功能,见表 1-1,表 1-2,表 1-3。

FX_{2N}有 3000 多点辅助继电器、1000 多点状态继电器、256 多点定时器、200 点 16 位加计数器、35 点加/减计数器、8000 多点 16 位数据寄存器、128 点跳步指针、15 点中断指针。还有 128 种功能指令,具有中断输入处理、修改输入滤波器时间常数、数学运算、逻辑运算、浮点数运算、数据检索、数据排序、PID 运算、开方、三角函数运算、脉冲输出、脉宽调制、ASCII 码输出、BCD 码与 BIN 码的相互转换、串行数据传送、校验码、比较触点等功能指令。FX_{2N}内装实时时钟,有时钟数据的比较、加减、读出/写入指令,可用于时间控制。

表 1-1 FX_{2N}系列基本单元

型 号			输入点数	输出点数	扩展模块 可用点数
继电器输出	晶闸管输出	晶体管输出			
FX2N-16MR-001	FX2N-16MS	FX2N-16MT	8	8	24 ~ 32
FX2N-32MR-001	FX2N-32MS	FX2N-32MT	16	16	24 ~ 32
FX2N-48MR-001	FX2N-48MS	FX2N-48MT	24	24	48 ~ 64
FX2N-64MR-001	FX2N-64MS	FX2N-64MT	32	32	48 ~ 64
FX2N-80MR-001	FX2N-80MS	FX2N-80MT	40	40	48 ~ 64
FX2N-128MR-001	—	FX2N-128MT	64	64	48 ~ 64

表 1-2 FX_{2N}系列扩展单元

型 号			输入点数	输出点数	扩展模块 可用点数
继电器输出	继电器输出	继电器输出			
FX2N-32ER	FX2N-32ES	FX2N-32ET	16	16	24 ~ 32
FX2N-48ER	—	FX2N-48ET	24	24	48 ~ 64

表 1-3 FX_{2N}系列扩展模块

型 号				输入点数	输出点数
输 入	继电器输出	继电器输出	继电器输出		
FX2N-16EX	—	—	—	16	—
FX2N-16EX-C	—	—	—	16	—
FX2N-16EX-C	—	—	—	16	—
—	FX2N-16EYR	FX2N-16EYS	—	—	16
—	—	—	FX2N-16EYT	—	16
—	—	—	FX2N-16EYT-C	—	16

3. FX_{2N}系列 PLC 的基本性能

FX_{2N}系列 PLC 的基本性能见表 1-4。

表 1-4 FX_{2N}和 FX_{2NC}的基本性能

项 目	FX _{2N} , X _{2NC}
控制运算方式	存储程序,反复运算
输入输出控制方式	批处理方式(在执行 END 指令时),可以使用输入输出刷新指令