

主 编 吴元修
副主编 侯明冬

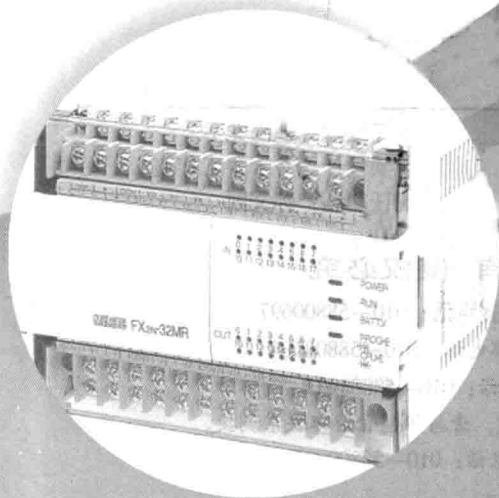
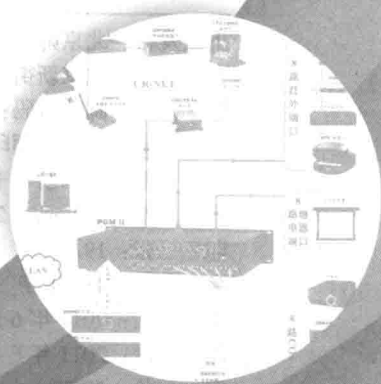




高等职业教育“十二五”规划教材
电气自动化技术专业系列

可编程控制系统设计与实训

● 主 编 吴元修
副主编 侯明冬



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制系统设计与实训 / 吴元修主编. —北京: 北京师范大学出版社, 2011.6

(高等职业教育“十二五”规划教材)

ISBN 978-7-303-12200-4

I. ①可… II. ①吴… III. ①控制系统—计算机辅助设计—高等职业教育—教材 IV. ①TP273

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第041027号

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnup.com.cn

北京新街口外大街19号

邮政编码: 100875

印 刷: 北京京师印务有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 184 mm × 260 mm

印 张: 19.75

字 数: 419千字

版 次: 2011年6月第1版

印 次: 2011年6月第1次印刷

定 价: 39.50元

策划编辑: 庞海龙

责任编辑: 庞海龙

美术编辑: 高霞

装帧设计: 弓禾碧工作室

责任校对: 李 菡

责任印制: 孙文凯

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010—58800697

北京读者服务部电话: 010—58808104

外埠邮购电话: 010—58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010—58800825

出版说明

为贯彻落实教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高〔2006〕16号)文件精神,“十二五”期间,北京师范大学出版社将组织出版高等职业教育“十二五”系列规划教材。在组织教材编写的过程中,我们始终坚持科学发展观,紧紧围绕高等职业教育的培养目标,从满足社会发展对高素质劳动者和技能型人才的需求出发,坚持以就业为导向,以能力为本位,以学生为中心,以工作过程为导向的课程改革与教材建设理念,着力打造反映教学改革最新精神的职业教育教材。为此,我们邀请了全国职业教育的专家、有关高职院校的骨干教师,共同编写了本套系列规划教材。

经过众多专家、老师的努力,本套教材在教材体系、内容组织、图文表现等各方面都有所创新与发展,形成了鲜明的编写风格:

1. 目标驱动。关注的焦点放在通过任务的完成所获得的成果上面。通过成果的获得,激发学生学习的兴趣,激励学生勇于探索,不断进步。
2. 任务引领。每个项目分为若干个子任务,在任务的完成中学习相关知识、技能,实现学生的全面发展。
3. 学生为本。教材的设计以学生为中心,在教材组织的各个环节突出学生的主体地位,引导学生明确应该怎么做、做到什么程度。
4. 图文并茂。考虑到高等职业学院学生的心理和生理特点,本套教材尽量采用图形化、表格化和步骤化的呈现方式,便于学生学习。
5. 立体化开发。在组织教材编写的过程中,配套研发与教材相应的电子教案、课件、实训指导材料等助教、助学资源库,以便教师授课和学生学习使用。

当然,任何事物的发展都有一个过程,职业教育的改革与发展也有一个过程,同样,我们组织出版的本套系列规划教材也需要在教学实践的过程中不断完善,因此,衷心希望各位读者能提出宝贵的意见和建议,并积极参与到我们进一步的教材研发中来,共同为我国的高等职业教育教学改革和教材建设作出贡献。

北京师范大学出版社职教分社

前言

本书以三菱公司的 FX_{2N} 系列可编程控制器(PLC)为例,以基于工作过程的项目为载体,在相应具体工作任务中介绍了 PLC 的硬件结构和工作原理; PLC 的内部编程软件和指令系统; 编程软件的使用和梯形图的设计方法。书中从应用角度出发,基于典型逻辑控制系统、顺序控制系统、位置控制系统(步进电动机的控制)、模拟量闭环控制系统(拌胶机的控制)、变频器控制系统(纺纱卷绕电动机的控制)的设计与安装等工程实例,旨在培养读者 PLC 技术在生产一线的应用能力,使读者学会 PLC 控制系统的设计方法,熟悉 PLC 控制系统施工与质量验收规范,了解国内外 PLC 技术发展动向,具有 PLC 控制系统的安装、接线、调试、维护与维修能力,具有利用 PLC 完成中等复杂程度机电设备控制系统的改造设计能力。

本书可作为高职高专院校电气自动化技术、机电一体化技术、应用电子技术和数控技术等专业的教材使用,也可供企业工程技术人员自学和作为培训教材使用。建议授课时数为 72 学时。

本书由莱芜职业技术学院吴元修任主编,山东劳动职业技术学院侯明冬任副主编。本书编写过程中得到了莱芜职业技术学院宋健、狄敬国和秦贞龙老师的大力支持和热心帮助,编者对他们表示感谢。本书由编者与山东泰山钢铁集团相关分厂和科室合作完成,他们对项目载体的选择和教学任务的设计提出了宝贵意见,编者表示衷心感谢!

本书编写过程中,借鉴和参考了国内外大量资料,在此致以诚挚谢意!

由于编者水平有限,书中难免存在错误与不足之处,希望读者批评指正。

编 者

目 录

项目 1 典型逻辑控制系统的设计与安装	1
任务 1 认识可编程控制器	1
任务 2 电动机正反转运行的控制	64
任务 3 电动机反接制动的控制	92
任务 4 电动机 Y- Δ 起动的控制	105
项目 2 顺序控制系统的设计与安装	119
任务 1 交通信号灯的控制	119
任务 2 自动门的控制	141
项目 3 特殊功能控制系统的设计与安装	155
任务 1 电镀生产线的控制	155
任务 2 机械手的控制	177
任务 3 步进电动机的控制	207
任务 4 刨花板生产线拌胶机的控制	224
项目 4 复杂控制系统的设计与安装	259
任务 1 PLC 与触摸屏的综合控制	259
任务 2 PLC 与变频器的综合控制	276
参考文献	305

典型逻辑控制系统的设计与安装

工业生产中的大多数机械设备都是通过电动机进行拖动的，要使电动机按照生产工艺正常的运转，就要组成具备相应控制功能的电路，这种控制电路大都是基本逻辑控制。传统的电动机控制电路是利用继电器-接触器实现的，而现代电动机控制系统大都是利用可编程控制器实现的。

任务 1 MISSION 1

认识可编程控制器

可编程控制器是在电气控制技术和计算机技术的基础上开发出来，并逐渐发展成为以微处理器为核心，将自动化技术、计算机技术、通信技术融为一体的新型工业控制装置。目前已成为现代工业生产自动化的三大支柱(PLC、机器人、计算机辅助设计和制造)之一，因此，从事机电类相关专业的技术人员必须熟练掌握 PLC 应用技术。



任务描述

可编程控制器是一种新型的通用自动控制装置，它将传统的继电器控制技术、计算机技术和通信技术融为一体，专门为工业控制而设计。具有功能强、可靠性高、环境适应性好、编程简单、使用方便以及体积小、重量轻、功耗低等一系列优点，因此在工业上应用越来越广泛。

通过本任务的实施，了解可编程控制器的特点及在工业控制中的应用，了解可编程控制器三大流派的代表产品，了解可编程控制器基本结构，掌握可编程控制器各硬件部件的作用、性能及可编程控制器的工作原理；了解可编程控制器一般模块类型，掌握可编程控制器电源接线、输入/输出模块的接线、类型等；了解编程软件的一般使用方法，掌握用户程序的编辑、修改、保存、传送等功能，掌握编程电缆与可编程控制器的通信设置。



任务分析

通过机型 FX_{2N} 的介绍，掌握可编程控制器的基本知识和基本技能，逐步培养解决生产现场实际问题的应用能力；培养思维能力和科学精神，培养学习新技术的能力；提高综合素质，培养创新意识。

序号	类别	目标
1	知识	1. 掌握可编程控制器的基本原理和工作过程 2. 了解可编程控制器特点 3. 熟悉可编程控制器组成, 硬件配置 4. 了解可编程控制器分类, 应用场合和发展趋势 5. 熟悉 FX _{2N} 的内部编程器件
2	技能	1. 具备 PLC 厂家识别、元器件购置能力 2. 能正确安装可编程控制器, 正确完成外部接线 3. 掌握编程软件的安装与使用方法 4. 会查阅产品说明书和相关手册
3	职业素养	1. 相互沟通能力及团队协作精神 2. 良好的职业道德 3. 质量、成本、安全、环保意识 4. 相关知识获取能力



相关知识

一、可编程控制器概述

在可编程控制器出现以前, 继电器控制在工业控制领域占主导地位, 由此构成的控制系统都是按预先设定好的时间或条件顺序地工作, 若要改变控制的顺序就必须改变控制系统的硬件接线, 因此, 其通用性和灵活性较差。

20 世纪 60 年代, 计算机技术开始应用于工业控制领域, 由于价格高、输入输出电路不匹配、编程难度大以及难以适应恶劣工业环境等原因, 未能在工业控制领域获得推广。

1. 可编程控制器的产生

1968 年, 美国最大的汽车制造商——通用汽车公司(GM)为了适应生产工艺不断更新的需要, 要求寻找一种比继电器更可靠, 功能更齐全, 响应速度更快的新型工业控制器, 并从用户角度提出了新一代控制器应具备的十大条件, 立即引起了开发热潮。其主要内容如下所述。

- 1) 编程方便, 可现场修改程序。
- 2) 维修方便, 采用插件式结构。
- 3) 可靠性高于继电器控制装置。
- 4) 体积小于继电器控制盘。
- 5) 数据可直接送入管理计算机。
- 6) 成本可与继电器控制系统竞争。
- 7) 输入可为 220 V AC 电源。
- 8) 输出可为 220 V AC 电源, 容量要求在 2 A 以上, 可直接驱动接触器等。

9)扩展时原系统改变最少。

10)用户存储器容量大于4 KB。

这些条件实际上提出将继电器控制的简单易懂、使用方便、价格低的优点与计算机的功能完善、灵活性、通用性好的优点结合起来,将继电器接触器控制的硬接线逻辑转变为计算机的软件逻辑编程的设想。1969年,美国数字设备公司(DEC)研制出了第一台可编程控制器PDP-14,在美国通用汽车公司的生产线上试用成功,并取得了满意的效果,可编程控制器自此诞生。

可编程控制器自问世以来,发展极为迅速。1971年,日本开始生产可编程控制器。1973年,欧洲开始生产可编程控制器。到现在,世界各国的一些著名的电气工厂几乎都在生产可编程控制器装置。可编程控制器已作为一个独立的工业设备被列入生产中,成为当代电控装置的主导。

可编程控制器从产生经发展到现在,功能不断变化,其名称演变经历了如下过程:早期产品名称为“Programmable Logic Controller”(可编程逻辑控制器),简称PLC,主要替代传统的继电器-接触器控制系统。随着微处理器技术的发展,可编程控制器的功能也不断地增加,因而可编程逻辑控制器(PLC)不能描述其多功能的特点。1980年,美国电气制造商协会(NEMA)给它一个新的名称“Programmable Controller”,简称PC。1982年,国际电工委员会(IEC)专门为可编程控制器下了严格定义。然而,PC这一简写名称在国内早已成为个人计算机(Personal Computer)的代名词,为了避免造成名词术语混乱,因此国内仍沿用早期的简写名称PLC表示可编程控制器,但此PLC并不意味只具有逻辑功能。

2. PLC的定义

PLC一直在发展中,因此直到目前为止,还未能对其下最后的定义。

美国电气制造商协会NEMA(National Electrical Manufacturers Association)在1980年给PLC作了如下的定义:PLC是一个数字式的电子装置,它使用了可编程序的记忆以存储指令,用来执行诸如逻辑、顺序、计时、计数和演算等功能,并通过数字或模拟的输入和输出,以控制各种机械或生产过程。一部数字电子计算机若是用来执行PLC之功能者,亦被视同为PLC,但不包括鼓式或机械式顺序控制器。

国际电工委员会(IEC)曾于1982年11月颁发了PLC标准草案第一稿,1985年1月又颁发了第二稿,1987年2月颁发了第三稿。草案中对PLC的定义是:PLC是一种数字运算操作的电子系统,专为在工业环境下应用而设计。它采用了可编程序的存储器,用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等面向用户的操作指令,并通过数字式或模拟式的输入/输出,控制各种类型的机器设备或生产过程。PLC及其有关外围设备,都按易于工业系统联成一个整体,易于扩充其功能的原则设计。

此定义强调了PLC是“数字运算操作的电子系统”,即它也是一种计算机。它是“专为在工业环境下应用而设计”的计算机。这种工业计算机采用“面向用户的指令”,因此编程方便。它能完成逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术操作,它还具有“数字量或模拟

量的输入/输出控制”的能力，并且非常容易与“工业控制系统联成一体”，易于“扩充”。

定义还强调了 PLC 直接应用于工业环境，它须具有很强的抗干扰能力，广泛的适应能力和应用范围。这也是区别于一般微机控制系统的一个重要特征。应该强调的是，PLC 与以往所讲的鼓式、机械式的顺序控制器在“可编程”方面有质的区别。PLC 引入了微处理器及半导体存储器等新一代电子器件，并用规定的指令进行编程，能灵活地修改，即用软件方式来实现“可编程”的目的。

PLC 对用户来说，是一种无触点的智能控制器，也就是说，PLC 是一台工业控制计算机，改变程序即可改变生产工艺，因此可在初步设计阶段选用 PLC；另外，从 PLC 的制造商角度看，PLC 是通用控制器，适合批量生产。

3. PLC 的分类

PLC 按照输入(Input)和输出(Output)（简称 I/O）的点数多少，可分为表 1.1.1 所示的五种类型。

表 1.1.1 PLC 分类

类型	I/O 点数	存储器容量/KB
微型机	64 以下	1~2
小型机	64~128	2~8
中型机	128~512	8~16
大型机	512~1 024	16~64
巨型机	大于 1 024	64~256

PLC 按结构形式分类又可分为箱体式和模块式两种。箱体式又称为单元式或整体式。箱体式 PLC 是将电源、CPU、I/O 部件都集中装在一个机箱内，结构紧凑，体积小，价格低。一般小型 PLC 采用这种结构，它由不同 I/O 点数的基本单元和扩展单元组成。基本单元内有 CPU、I/O 和电源，扩展单元内没有 CPU。基本单元和扩展单元之间一般用扁平电缆连接。模块式结构的 PLC 将各部分分成若干个单独的模块，如电源模块、CPU 模块、I/O 模块和各种功能模块。一般大中型 PLC 都采用模块式结构，有的小型 PLC 也采用这种结构，因为模块式结构的 PLC 配置灵活，装配方便，更便于扩展和维修。

4. PLC 系统的特点

现代工业生产是复杂多样的，它们对控制的要求也各不相同。PLC 由于具有以下特点而深受工厂工程技术人员和工人的欢迎。

(1) 可靠性高，抗干扰能力强

这往往是用户选择控制装置的首要条件。PLC 生产厂家在硬件方面和软件方面上采取了一系列抗干扰措施，使它可以直接安装于工业现场而稳定可靠地工作。

1) PLC 所有的输入输出接口电路均采用光电隔离，使工业现场的外部电路与 PLC 内

部电路之间电气上隔离。

2) PLC 各输入端均采用 RC 滤波器, 其滤波时间常数一般为 $10 \sim 20 \text{ ms}$ 。

3) PLC 各模块均采用屏蔽措施, 以防止辐射干扰。

4) PLC 采用了性能优良的开关电源。

5) PLC 所采用的器件都进行严格的筛选和防老化。

6) PLC 有良好的自诊断功能, 一旦电源或其他软、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 3 个 CPU 构成的表决系统, 使系统的可靠性进一步提高。

目前各生产厂家生产的 PLC, 其平均无故障时间都大大超过了 IEC 规定的 10 万小时 (折合为 4 166 天, 约 11 年)。而且, 为了适应特殊场合的需要, 有的 PLC 生产商还采用了冗余设计和差异设计 (如德国 Pilz 公司的 PLC), 进一步提高了其可靠性。

(2) 适应性强, 应用灵活

由于 PLC 产品均成系列化生产, 品种齐全, 多数采用模块式的硬件结构, 组合和扩展方便, 用户可根据自己需要灵活选用, 以满足系统大小不同及功能繁简各异的控制要求。

PLC 有丰富的输入/输出接口模块, 相应的输入/输出模块与工业现场的多种器件或设备相连接。与输入模块相连的器件有按钮、行程开关、接近开关、光电开关、压力开关等; 与输出模块相连的设备有电磁阀、接触器、小电动机、指示灯等。为了提高 PLC 的功能, 它还有多种人机对话的接口模块; 为了组成工业局部网络, PLC 还有多种通信联网的通信模块。

(3) 编程方便, 易于使用

PLC 的编程大多数采用类似于继电器控制线路的梯形图格式, 形象直观, 易学易懂。电气工程师和具有一定知识的电工、工艺人员都可以在短期内学会, 使用起来得心应手。计算机技术和传统的继电器控制技术之间的隔阂在 PLC 上完全不存在。近年来又发展了面向对象的顺控流程图语言 (Sequential Function Chart, SFC), 也称功能图, 使编程更简单方便。

(4) 控制系统设计、安装、调试方便

PLC 中含有大量的相当于中间继电器, 时间继电器, 计数器等“软元件”, 用程序 (软接线) 代替硬接线, 安装接线工作量少。设计人员只要有 PLC 就可以进行控制系统设计并可在实验室进行模拟调试。

PLC 可在各种工业环境下直接运行, 不需要专门的机房。使用时只需将现场的各种设备和器件与 PLC 的输出输入接口相连接, 即可组成系统并能运行。

(5) 维修方便, 维修工作量小

PLC 有完善的自诊断, 履历情报存储及监视功能。PLC 对于其内部工作状态, 通信状态, 异常状态和 I/O 点的状态均有显示, 便于用户了解运行情况和查找故障。由于 PLC 采用模块化结构, 一旦某模块发生故障, 用户可以通过更换模块的方法, 使系统迅

速恢复运行。

(6) 功能完善

除基本的逻辑控制、定时、计数、算术运算等功能外,配合特殊功能模块还可以实现点位控制, PID 运算, 过程控制, 数字控制等功能, 为方便工厂管理又可与上位机通信, 通过远程模块还可以控制远方设备。

由于具有上述特点, 使得 PLC 的应用范围极为广泛, 可以说只要有工厂, 有控制要求, 就会有 PLC 的应用。

5. PLC 的应用范围

随着 PLC 功能的不断完善, 性能价格比的不断提高, PLC 的应用面也越来越广。目前, PLC 在国内外已广泛应用于钢铁、采矿、水泥、石油、化工、电子、机械制造、汽车、船舶、装卸、造纸、纺织、环保、娱乐等各行各业。PLC 的应用范围通常可分为如下五种类型。

(1) 顺序控制

这是今日 PLC 最广泛应用的领域, 它取代传统的继电器顺序控制。PLC 应用于单机控制、多机群控制、生产自动线控制。例如, 注塑机、印刷机械、订书机械、切纸机械、组合机床、磨床、装配生产线、包装生产线、电镀流水线及电梯控制等。

(2) 运动控制

PLC 制造商目前已提供了拖动步进电动机或伺服电动机的单轴或多轴位置控制模块。在多数情况下, PLC 把描述目标位置的数据送给模块, 模块移动一轴或数轴到目标位置, 当每个轴移动时, 位置控制模块保持适当的速度和加速度, 确保运动平滑。

运动的编程可用 PLC 的编程语言完成, 通过编程器输入。操作员用手动方式把轴移动到某个目标位置, 模块就得知了位置和运动参数, 之后可用编辑程序来改变速度和加速度等运动参数, 使运动平滑。

相对来说, 位置控制模块比 CNC 装置体积更小, 价格更低, 速度更快, 操作更方便。

(3) 过程控制

PLC 能控制大量的物理参数, 例如, 温度、压力、速度和流量等。PID(Proportional Integral Derivative)模块的提供使 PLC 具有闭环控制功能, 即一个具有 PID 控制能力的 PLC 可用于过程控制。当控制过程中某个变量出现偏差时, PID 控制算法会计算出正确的输出, 把变量保持在设定值上。PID 算法一旦适应了工艺, 就不管工艺混乱而保持设定值。

(4) 数据处理

在机械加工中, 出现了把支持顺序控制的 PLC 和计算机数值控制(CNC)设备紧密结合的趋向。日本 FANUC 公司推出的 System10、11、12 系列, 已将 CNC 控制功能作为 PLC 的一部分。为了实现 PLC 和 CNC 设备之间内部数据自由传递, 该公司采用了窗口软件。通过窗口软件, 用户可以独自编程, 由 PLC 送至 CNC 设备使用。同样, 美国 GE

公司的 CNC 设备新机种也使用了具有数据处理的 PLC。东芝的 TOSNUC 600 也将 CNC 和 PLC 组合在一起, 预计今后几年 CNC 系统将变成以 PLC 为主体的控制和管理系统。

(5) 通信和联网

为了适应国外近几年来兴起的工厂自动化(FA)系统、柔性制造系统(FMS)及集散系统等发展的需要, 首先, 必须发展 PLC 之间、PLC 和上级计算机之间的通信功能。作为实时控制系统, 不仅 PLC 数据通信速率要求高, 而且要考虑出现停电、故障时的对策等。日本富士电动机公司开发的 MICREXF 系列就是一例, 其中处理器多达 16 台, 输入/输出点数达 3 200 个之多。PLC 之间、PLC 和上级计算机之间都采用光纤通信, 多级传递。I/O 模块按功能各自放置在生产现场分散控制, 然后采用网络联结构成集中管理信息的分布式网络系统。

6. PLC 的发展趋势

21 世纪 PLC 的技术发展有如下 4 个特点。

(1) 适应市场需要, 加强 PLC 通信联网的信息处理能力

在信息时代的今天, 几乎所有 PLC 制造商都注意到了这一点: 小型 PLC 都有通信接口, 大中型 PLC 都有专门的通信模块。随着计算机网络技术的飞速发展, PLC 的通信联网功能使其与 PC 和其他智能控制设备很方便地交换信息, 实现分散控制和集中管理。也就是说, 用户需要 PLC 与 PC 更好地融合, 通过 PLC 在软技术上协助改善被控过程的生产性能, 在 PLC 这一级就可以加强信息处理能力。

小型 PLC 之间通信“傻瓜化”。为了尽量减少 PLC 用户在通信编程方面的工作量, PLC 制造商做了大量工作, 使设备之间的通信自动地周期性地, 而不需要用户为通信编程, 用户的工作只是在组成系统时作一些硬件或软件上初始化设置。

(2) PLC 向开放性发展

早期的 PLC 缺点之一是它的软、硬件体系结构是封闭而不是开放的, 如专用总线、通信网络及协议、I/O 模块更互不通用, 甚至连机架、电源模板亦各不相同。编程语言之一的梯形图名称虽一致, 但组态、寻址、语言结构均不一致。因此, 几乎各公司的 PLC 均互不兼容。

目前, PLC 在开放性方面已有实质性突破。前十多年 PLC 被攻击的一个重要方面就是它的专有性, 现在有了极大改观。不少大型 PLC 厂商在 PLC 系统结构上采用了各种工业标准, 如 IEC61131、IEEE802.3 以太网、TCP/IP、UDP/IP 等, 实现高度分散控制, 开放度高。

为了使 PLC 更具开放性和执行多任务, 在一个 PLC 系统中同时装几个 CPU 模块, 每个 CPU 模块都执行某一种任务。这些 CPU 模块可以进行专门的逻辑控制、顺序控制、运动控制和过程控制。

(3) 软 PLC 出现

所谓软 PLC, 实际就是在 PC 机的平台上, 在 Windows 操作环境下, 用软件来实现 PLC 的功能, 也就是说, 软 PLC 是一种基于 PC 机开发结构的控制系统, 它具有硬 PLC

的功能、可靠性、速度、故障查找等方面的特点,利用软件技术可以将标准的工业 PC 转换成全功能的 PLC 过程控制器。软 PLC 综合了计算机和 PLC 的开关量控制、模拟量控制、数学运算、数值处理、网络通信、PLC 等功能,通过一个多任务控制内核,提供强大的指令集、快速而准确的扫描周期,可靠的操作和可连接各种 I/O 系统及网络的开放式结构。

软 PLC 具有硬 PLC 的功能,同时又提供了 PC 机环境的各种优点。

(4) PLC 编程语言趋于标准化

IEC61131 是可编程控制器的国际标准,共有 8 个部分,从 1992 年开始陆续颁布施行。IEC61131-3 是 PLC 编程语言的标准,1993 年颁布实施,IEC61131-8 与 IEC61131-3 称 PLC 语言实现导则,2001 年颁布实施。IEC61131-3 PLC 编程语言国际标准是将现代软件概念和现代软件工程的机制与传统的 PLC 编程语言成功地结合,使它在工业控制领域的影响远远超出 PLC 的界限,已成为 DCSPC 控制、运动控制以及 SCADA 的编程系统事实上的标准。IEC61131-3 规定了两大类编程语言:文本化编程语言和图形化编程语言。前者包括指令语句表语言(Instruction List, IL)和结构化文本语言(Structured Text, ST);后者包括梯形图语言(Ladder Diagram, LD)和功能块图语言(Function Block Diagram, FBD)。而顺序功能图(Sequential Function Chart, SFC)可以在梯形图语言中使用,也可以在指令语句表语言中使用。

IEC61131-3 允许在同一个 PLC 中使用多种编程语言,也允许程序开发人员对一个特定的任务选择最合适的编程语言。还允许在同一个控制程序中其不同的软件模块用不同的编程语言编制,这一规定既解决了 PLC 发展历史形成编程语言多样化的现状,又为 PLC 的软件技术进一步发展提供了足够的空间。

二、PLC 硬件系统

PLC 实质上是一种工业计算机,只不过它比一般的计算机具有更强的与工业过程相连接的接口和更直接的适应于控制要求的编程语言,故 PLC 与计算机的组成十分相似。

1. PLC 基本结构

从硬件结构看,它由中央处理单元(CPU)、存储器(ROM/RAM)、输入/输出接口(I/O 接口)、编程器、电源等主要部件组成,如图 1.1.1 所示。

(1) 中央处理器 (CPU)

与一般计算机一样,CPU 是 PLC 的核心,它按系统程序赋予的功能指挥 PLC 有条不紊地进行工作,其主要任务包括如下几个方面。

1) 接收、存储由编程工具输入的用户程序和数据,并通过显示器显示出程序的内容和存储地址。

2) 检查、校验用户程序。对正在输入的用户程序进行检查,发现语法错误立即报警,并停止输入;在程序运行过程中若发现错误,则立即报警或停止程序的执行。

3) 接收、调用现场信息。将接收到现场输入的数据保存起来,在需要改数据的时候

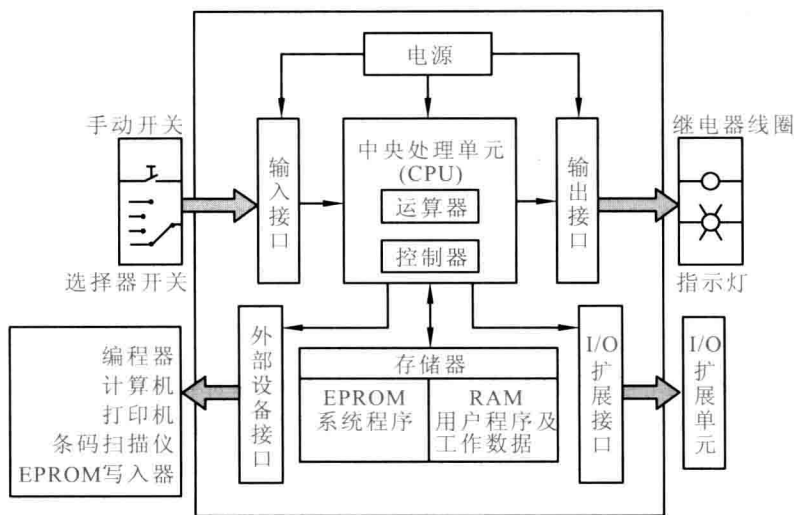


图 1.1.1 PLC 结构示意图

将其调出、并送到需要该数据的地方。

4) 执行用户程序。当 PLC 进入运行状态, CPU 根据用户程序存放的先后顺序, 逐条读取、解释和执行程序, 完成用户程序中规定的各种操作, 并将程序执行的结果送至输出端口, 以驱动 PLC 的外部负载。

5) 故障诊断。诊断电源、PLC 内部电路的故障, 根据故障或错误的类型, 通过显示器显示出相应的信息, 以提示用户及时排除故障或纠正错误。

不同型号 PLC 的 CPU 芯片是不同的, 有的采用通用 CPU 芯片, 如 8031、8051、8086、80826 等, 也有采用厂家自行设计的专用 CPU 芯片(如西门子公司的 S7-200 系列 PLC 均采用其自行研制的专用芯片), CPU 芯片的性能关系到 PLC 处理控制信号的能力与速度, CPU 位数越高, 系统处理的信息量越大, 运算速度也越快。随着 CPU 芯片技术的不断发展, PLC 所用的 CPU 芯片也越来越高档。

为了进一步提高 PLC 的可靠性, 近年来对大型 PLC 还采用了双 CPU 构成冗余系统或采用三 CPU 的表决式系统。例如, GE-FANUC 公司的 HBR30 和 HSR70 热备 CPU 冗余系统, 即使某个 CPU 出现故障, 整个系统仍能正常运行。

(2) 存储器

PLC 的存储器可以分为系统程序存储器、用户程序存储器及工作数据存储器三种。

1) 系统程序存储器。系统程序存储器用来存放由 PLC 生产厂家编写的系统程序, 并固化在 ROM 内, 用户不能直接更改。它使 PLC 具有基本的智能。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 性能, 其内容主要包括三部分: 第一部分为系统管理程序, 它主要控制 PLC 的运行, 使整个 PLC 按部就班地工作; 第二部分为用户指令解释程序, 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; 第三部分为标准程序模块与系统调用程序, 它包括许多不同功能的子程序及其调用管理程序, 如完成输入、输出及特殊运算等的子程序,

PLC 的具体工作都是由这部分程序来完成的,这部分程序的多少决定了 PLC 性能的强弱。

2)用户程序存储器。根据控制要求而编制的应用程序称为用户程序。用户程序存储器用来存放用户针对具体控制任务,用规定的 PLC 编程语言编写的各种用户程序。用户程序存储器根据所选用的存储器单元类型的不同,可以是 RAM(有用锂电池进行掉电保护),EPROM 或 EEPROM 存储器,其内容可以由用户任意修改或增删。目前较先进的 PLC 采用可随时读写的快闪存储器作为用户程序存储器。快闪存储器不需后备电池,断电时数据也不会丢失。

3)工作数据存储器。工作数据存储器用来存储工作数据,即用户程序中使用的 ON/OFF 状态、数值数据等。在工作数据区中开辟有元件映像寄存器和数据表。其中元件映像寄存器用来存储开关量/输出状态以及定时器、计数器、辅助继电器等内部器件的 ON/OFF 状态。数据表用来存放各种数据,它存储用户程序执行时的某些可变参数值及 A/D 转换得到的数字量和数学运算的结果等。在 PLC 断电时能保持数据的存储器区称数据保持区。

用户程序存储器和用户存储器容量的大小,关系到用户程序容量的大小和内部器件的多少,是反映 PLC 性能的重要指标之一。

(3)输入/输出接口

输入/输出接口是 PLC 与外界连接的接口。

输入接口用来接收和采集两种类型的输入信号,一类是由按钮、选择开关、行程开关、继电器触点、接近开关、光电开关、数字拨码开关等的开关量输入信号。另一类是由电位器、测速发电机和各种变送器等来的模拟量输入信号。

输出接口用来连接被控对象中各种执行元件,如接触器、电磁阀、指示灯、调节阀(模拟量)、调速装置(模拟量)等。

(4)电源

小型整体式 PLC 内部有一个开关式稳压电源。电源一方面可为 CPU 板, I/O 板及扩展单元提供工作电源(5VDC);另一方面可为外部输入元件提供 24VDC(200mA)。

(5)扩展接口

扩展接口用于将扩展单元与基本单元相连,使 PLC 的配置更加灵活。

(6)通信接口

为了实现“人—机”或“机—机”之间的对话,PLC 配有多种通信接口。PLC 通过这些通信接口可以与监视器、打印机,其他的 PLC 或计算机相连。

当 PLC 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(CRT)相连时,可将过程图像显示出来;当与其他 PLC 相连时,可以组成多机系统或连成网络,实现更大规模的控制;当与计算机相连时,可以组成多级控制系统,实现控制与管理相结合的综合系统。

(7)智能 I/O 接口

为了满足更加复杂的控制功能的需要,PLC 配有多种智能 I/O 接口。例如,满足位

置调节需要的位置闭环控制模板,对高速脉冲进行计数和处理的高速计数模板等。这类智能模板都有其自身的处理器系统。

(8) 编程器

它的作用是供用户进行程序的编制、编辑、调试和监视。

编程器有简易型和智能型两类。简易型的编程器只能联机编程,且往往需要将梯形图转化为机器语言助记符(指令表)后,才能输入。它一般由简易键盘和发光二极管或其他显示器件组成。智能型的编程器又称图形编程器。它可以联机,也可以脱机编程,具有 LCD 或 CRT 图形显示功能,可以直接输入梯形图和通过屏幕对话,也可以利用微机作为编程器,这时微机应配有相应的编程软件包,若要直接与 PLC 通信,还要配有相应的通信电缆。

(9) 其他部件

PLC 还可配有盒式磁带机、EPROM 写入器、存储器卡等其他外部设备。

2. PLC 输入/输出接口

输入/输出接口是 PLC 和工业控制现场各类信号连接的部分。输入接口用来接收生产过程的各种参数。输出接口用来送出 PLC 运算后得出的控制信息,并通过机外的执行机构完成工业现场各类控制。由于 PLC 在工业生产现场工作,对输入/输出接口有两个主要的要求,一是接口有良好的抗干扰能力,二是接口能满足工业现场各类信号的匹配要求。

1) 输入接口。PLC 为不同的接口需求设计了不同的接口单元。主要有以下几种。

① 数字量输入接口。它的作用是把现场的数字(开关)量信号变成 PLC 内部处理的标准信号。通常有三种输入类型,电路大都相同。第一种是直流(12~24 V)输入;第二种是交流(100~120 V、200~240 V)输入;第三种是交直流输入。外部输入器件是通过 PLC 输入接口与 PLC 相连的。

PLC 输入电路中有光电隔离、RC 滤波器,用以消除输入抖动和外部噪声干扰。当输入器件被激励时,一次电路中流过电流,输入指示灯亮,光耦合器接通,晶体管从截止状态变为饱和导通状态,这是一个数据输入的过程。图 1.1.2 是一个直流输入端内部接线示意图,交流输入在内部再加一个整流电路就可以了。

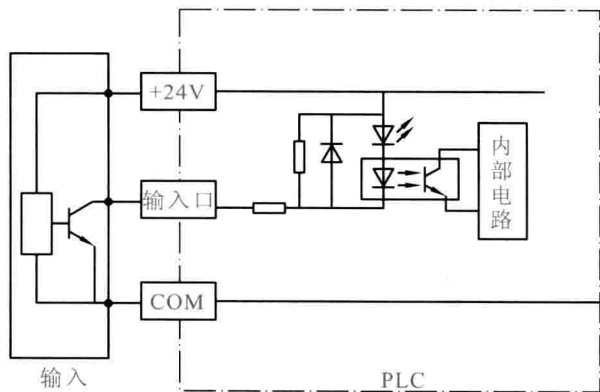


图 1.1.2 PLC 输入接口电路