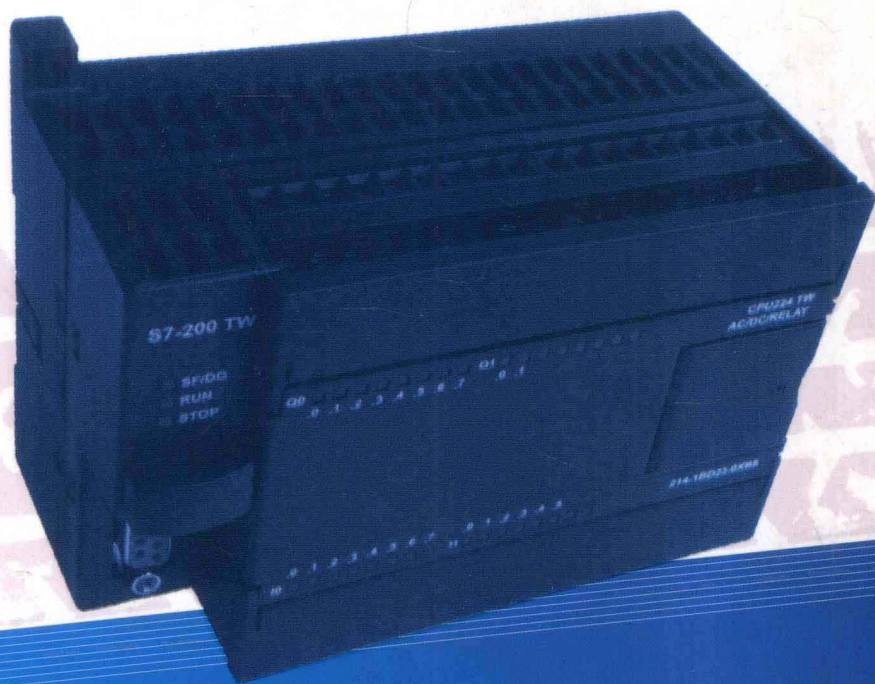


21世纪全国高职高专电子信息系列技能型规划教材



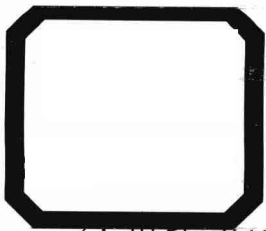
PLC与变频器控制系统设计与调试

主 编 姜永华

- 综合PLC技术与变频器技术，应对职业需求
- 列举31个应用实例，帮助学生理解并掌握相关知识
- 精选12个工程项目，再现完整工作过程，培养学生职业技能



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS



21世纪全国高职高专电子信息系列技能型规划教材

PLC 与变频器控制系统设计与调试

主 编 姜永华

参 编 孔庆恩 李 鹏 刘晓林



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书以德国西门子公司的 S7-200 系列 PLC 及西门子 MM420 型变频器为样机,以工程实例为载体,以完成工作任务为主线,系统地介绍了 PLC 与变频器技术应用的相关内容。本书内容由简到难,并按实际工程项目的完成过程进行结构安排,使读者在学、做、练中获得 PLC 应用的必备知识,并转化为职业技能。

本书根据知识的难易程度及应用范围的不同,共分 7 个项目,包括 12 个应用实例,主要内容有 PLC 应用基础、数字量的控制、模拟量的控制、高速处理功能、联网通信功能、变频器应用基础、变频器的调速运行。书中所有的程序都经过实际调试,可以直接运行,有的实例已在生产中得到应用。

本书可作为高职高专院校的机电一体化、自动化、应用电子等相关专业的专业教材,也可作为从事电气工作的工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

PLC 与变频器控制系统设计与调试/姜永华主编. —北京:北京大学出版社, 2011.6

(21 世纪全国高职高专电子信息系列技能型规划教材)

ISBN 978-7-301-18622-0

I. ①P… II. ①姜… III. ①可编程序控制器—高等职业教育—教材②变频器—电气控制—高等职业教育—教材 IV. ①TM571.6 ②TH773

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 035804 号

书 名: PLC 与变频器控制系统设计与调试

著作责任者: 姜永华 主编

策划编辑: 赖 青 张永见

责任编辑: 张永见

标准书号: ISBN 978-7-301-18622-0/TP · 1160

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电子邮箱: pup_6@163.com

印 刷 者: 北京富生印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787mm×1092mm 16 开本 18 印张 420 千字

2011 年 6 月第 1 版 2011 年 6 月第 1 次印刷

定 价: 34.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有 侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

可编程序控制器是一种新型的可靠性极高的通用工业自动化装置。它以微处理器为核心,将微型计算机技术、自动控制技术和通信技术融为一体。它具有控制能力强、可靠性高、配置灵活、编程简单、使用方便、易于扩展等优点,在工业自动化控制领域得到广泛的应用。所以,掌握 PLC 应用技术是改造传统生产工艺和设备的重要途径,也是完成各种较复杂生产过程控制的重要手段。变频器是利用电力半导体器件的通断作用将工频电源变换为另一频率的电能控制装置,集电力电子技术、计算机技术、自动控制技术等多学科知识于一身。变频器主要用于交流电动机转速的调节,是公认的交流电动机最理想、最有前途的调速方案,除了具有卓越的调速性能之外,还有显著的节能作用,是企业技术改造和产品更新换代的理想调速装置,得到了快速发展和广泛的应用。考虑实际生产生活中很多领域综合应用了 PLC 技术及变频器技术,以实现自动调速功能,所以把 PLC 应用技术和变频器应用技术放在一起安排教材内容。本书采用国内应用广泛、具有很高性价比的西门子 S7-200 系列 PLC 和 MM420 西门子变频器作为样机。

本书主要包括以下 7 个项目的内容。

项目 1 “PLC 应用基础”,包括 2 个任务。任务 1.1 认识 PLC,主要介绍 PLC 的控制功能、特点与分类、内外部组成及工作原理、PLC 的发展,是对 PLC 的整体介绍。任务 1.2 PLC 控制系统开发基础,介绍 PLC 控制系统开发步骤、系统配线方法与 PLC 的安装,为进一步深入学习后续内容打下基础。

项目 2 “数字量的控制”,包括 5 个任务,这一部分是学习 PLC 的重点。任务 2.1 运料车控制系统的设计与模拟调试,主要学习触点线圈指令、置位复位指令、跳转与跳转标号指令、子程序调用指令的应用。任务 2.2 物料传送系统的设计、模拟调试,主要学习定时器与比较指令的应用及顺序类控制的实现方法。任务 2.3 数控 4 工位刀架工位显示与控制,主要学习接近开关等与 PLC 的连接、计数器指令的应用。任务 2.4 本体锥孔车床控制系统的设计、模拟调试,主要学习顺序控制继电器指令的应用。任务 2.5 花式喷泉控制系统的设计、模拟调试,主要学习传送指令、各种移位指令的应用。

项目 3 “模拟量的控制”,包括 1 个任务。任务 3.1 电炉恒温控制系统的设计、模拟调试,主要学习各种数据运算指令、转换指令、PID 调节、中断指令的应用,学习模拟量信号的控制方法。

项目 4 “高速处理功能”,包括 2 个任务。任务 4.1 饮料灌装机控制系统的设计、模拟调试,主要学习高速计数器的应用。任务 4.2 包装器材机械手的控制,主要学习高速脉冲指令的应用。

项目 5 “联网通信功能”,包括 1 个任务。任务 5.1 3 台 PLC 的数据通信控制,主要介绍 S7-200 PLC 通信的基础知识,重点学习网络通信指令的应用。

项目 6 “变频器应用基础”,包括 1 个任务。任务 6.1 认识通用变频器,介绍变频器的作用及调速原理、变频器的内外部结构、变频器的接线、变频器的分类与选用。

项目 7 “变频器的调速运行”，包括 3 个任务，是学习变频器技术的重点。任务 7.1 升降机变频调速控制，主要介绍用变频器实现调速控制的一般步骤、常用参数功能、面板使用与参数输入方法，重点学习用面板和端子控制变频器实现调速的方法。任务 7.2 刀架动力头的多段调速控制，主要学习多段速调速功能及用 PLC 实现自动调速的控制方法。任务 7.3 变频恒压供水模拟控制，主要学习模拟端子调速功能及 PLC 控制模拟量实现自动调速的控制方法。

本书主要有以下特色。

(1) 校企合作开发。本书由双师型教师及企业工程技术人员合作编写，作者具有多年从事 PLC 与变频器工程项目开发的实践经验，从所开发的众多项目中精选典型实例，经过精简和细化作为教材编写内容。

(2) 层次分明、重点突出。根据知识结构的独立性和关联性，教材内容分成几个项目，每一项目安排 1~5 个不等的任务，每一任务又针对性地包括一个或几个必须掌握的知识，通过学、做、练的紧密结合，培养应用 PLC 与变频器技术的能力。

(3) 难易结合、强调应用。每一任务都是一个比较大的项目，对项目内容进行了细化分解，把一个复杂的控制过程分解成几个简单的控制过程，这样便于理解与掌握。对指令的学习也是通过简单的实例进行阐述。

(4) 条理清晰、形式多样。每一任务都按照设计电气原理图、设计控制程序、模拟调试等步骤来完成，使读者一目了然。同一任务几乎都采用了不同的方法来实现要求，便于读者开阔思路、自主创新。例如任务 2.1 运料车的控制，分别通过触点线圈指令、置位复位指令、跳转与跳转标号指令、子程序调用指令设计控制程序。其他任务基本上都是采用这种结构形式。

(5) 适用于不同专业。本书中任务引入部分可以根据不同专业课时安排，不同专业学生学习能力情况，灵活选择难易程度。对于课时少的专业可以把任务要求中的一些附加条件去掉，完成主要的控制功能即可。对于课时多的专业可以完成整个任务控制要求。

本书由烟台职业学院姜永华主编并统稿，其中项目 2、3、5、7 及附录由姜永华编写，项目 4 由烟台环球机床附件集团有限公司孔庆恩编写，项目 1 由烟台职业学院李鹏编写，项目 6 由烟台职业学院刘晓林编写。

由于编者水平有限，书中难免有疏漏之处，恳请读者批评指正。

编者
2011 年

目 录

项目 1 PLC 应用基础.....	1
任务 1.1 认识 PLC.....	2
任务 1.2 PLC 控制系统开发基础.....	11
项目 2 数字量的控制.....	19
任务 2.1 运料车控制系统的设计与模拟调试.....	20
任务 2.2 物料传送系统的设计、模拟调试.....	41
任务 2.3 数控 4 工位刀架工位显示与控制.....	61
任务 2.4 本体锥孔车床控制系统的设计、模拟调试.....	79
任务 2.5 花式喷泉控制系统的设计、模拟调试.....	100
项目 3 模拟量的控制.....	121
任务 3.1 电炉恒温控制系统的设计、模拟调试.....	122
项目 4 高速处理功能.....	155
任务 4.1 饮料罐装机控制系统的设计、模拟调试.....	156
任务 4.2 包装器材机械手的控制.....	174
项目 5 联网通信功能.....	188
任务 5.1 3 台 PLC 的数据通信控制.....	189
项目 6 变频器应用基础.....	209
任务 6.1 认识通用变频器.....	210
项目 7 变频器的调速运行.....	223
任务 7.1 升降机的变频调速控制.....	224
任务 7.2 动力刀架动力头的多段调速控制.....	240
任务 7.3 变频恒压供水的模拟控制.....	249
附录 1 S7-200 PLC 的端子连接图及 I/O 地址分配.....	267
附录 2 S7-200 PLC 的主要技术性能指标.....	270
附录 3 S7-200 PLC 的输入输出特性.....	272
附录 4 STEP 7-Micro/WIN 编程软件使用说明.....	273
附录 5 S7-200 PLC 指令集.....	278
参考文献.....	280

项目 1

PLC 应用基础

重点内容

1. PLC 的控制功能;
2. PLC 的内外部组成及作用;
3. PLC 的工作方式;
4. PLC 控制系统设计步骤;
5. PLC 与输入输出信号的连接;
6. 对交直流感性负载的处理方法。

项目导读

PLC 作为工业控制装置,广泛应用于机械制造、化工等各行各业。目前生产厂家众多,产品品种类多样,但它们的内外部组成及工作原理基本相同,使用方法也大同小异。项目 1 对 PLC 的控制功能、特点、分类、内外部组成及工作原理几方面进行了介绍,通过这部分内容的学习,使读者对 PLC 有一个初步的认识与了解。应用 PLC 对某个控制对象进行控制时,要与其他电器元件连接在一起组成控制系统。项目 1 也详细地介绍了 PLC 控制系统的设计步骤及其设计内容,包括 PLC 与输入输出信号的连接、PLC 控制系统的配线及 PLC 的安装方法,为后续应用 PLC 技术实现自动控制打下基础。

任务 1.1 认识 PLC

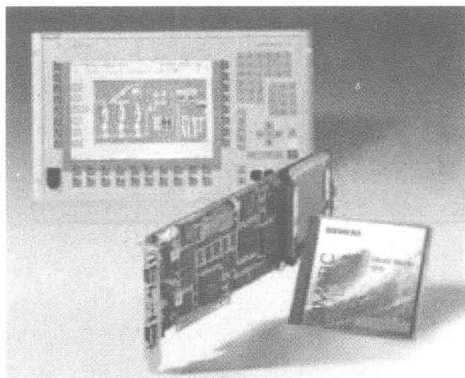
任务目标

1. 明确 PLC 的控制功能;
2. 能根据不同类型正确选用 PLC;
3. 能理解内外部结构中各部分的作用;
4. 能理解 PLC 的工作原理, 为后续应用打下基础。

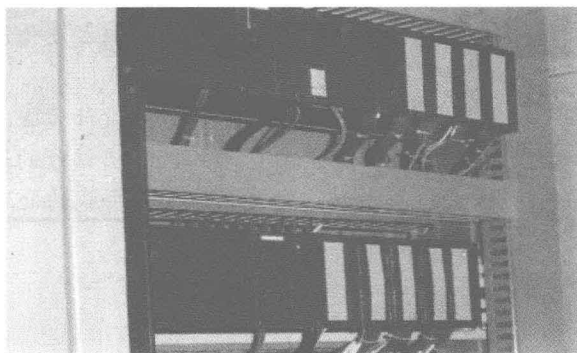


任务引入

可编程控制器是一种智能化的工业控制装置, 广泛应用于各行各业, 掌握 PLC 的应用技术不需要太深奥的理论知识, 具备一定的计算机基础与电气控制经验的人, 就能学会 PLC 的使用。如图 1.1(a)所示, WinAC 插槽型 412/416 是西门子基于 PC 的自动化插卡 PLC 产品, 适合于控制系统安全性、可靠性要求较高, 同时有较多 PC 任务要求的场合, 如配方管理、批量处理、连接数据库等。图 1.1(b)所示为 PLC 在某钢铁集团万立方米高位水池水泵房控制系统中的应用。



(a) WinAC 插槽型



(b) PLC 在水泵房控制系统中的应用

图 1.1 PLC 的应用

那么 PLC 还可以用于哪些工业控制场合? 有何特点? PLC 的组成结构有哪些? PLC 又是如何进行工作的? 下面就来学习相关知识。



相关知识

一、PLC 的定义与控制功能

1. PLC 的定义

可编程控制器(Programmable Controller)是为工业控制应用而设计制造的, 它是工业计算机家族中的一员。早期的可编程控制器主要是用来代替继电器实现逻辑控制, 故称作可



编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller, PLC)。后来 PLC 的功能大大增强,已超出逻辑控制的范畴,但为了与个人计算机(PC)进行区别,仍沿用 PLC 的名称。

可编程控制器的定义有很多版本,从 PLC 所含技术层面可定义为:PLC 是以 3C 技术即微型计算机(Computer)技术、控制(Control)技术和通信(Communication)技术为基础发展起来的新一代工业控制装置。强调专为工业环境应用而设计,包括两方面的内容:①具有很强的抗干扰能力;②具有很强的带负载能力。它简单易懂、操作方便、可靠性高、通用灵活、体积小、使用寿命长,很快地在工业领域推广应用,已成为当代工业自动化的重要支柱之一。同时对传统控制系统的技术改造、发展新型工业控制装置起着越来越重要的作用。

2. PLC 的控制功能

目前,PLC 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、环保及文化娱乐等各个行业,使用情况大致可归纳为如下几类。

1) 开关量或数字量控制

这是 PLC 最基本、最广泛的应用领域,有资料显示,78%的 PLC 都是用于控制开关量的。它取代传统的继电—接触器控制系统,实现逻辑控制、顺序控制,既可用于单台设备的控制,也可用于自动化流水线及多机群控。如物料传送系统、机床、电梯、电镀流水线、塑料机械、印刷机械、自动仓库等的控制都是数字量的控制。

2) 模拟量控制

在工业生产过程中,有许多连续变化的量,如温度、压力、流量、液位和速度等,这些量可以转换为模拟电量。为了使可编程控制器能处理模拟量,必须实现模拟量(Analog)和数字量(Digital)之间的转换。PLC 厂家都生产配套的 A/D 和 D/A 转换模块,要处理这些模拟量,只要连接上模拟量转换模块,就可使 PLC 用于模拟量控制。用 PLC 能编制各种各样的控制算法程序,对这些模拟量进行 PID 调节,实现闭环控制,即实现对温度、压力、流量等的过程控制。过程控制在冶金、化工、热处理、锅炉控制等场合有非常广泛的应用。

3) 运动控制

PLC 可以用于对速度与位置等量的控制,以实现控制对象的圆周运动或直线运动。PLC 具有高速脉冲输出功能,从控制机构配置来说,早期的 PLC 直接用开关量 I/O 模块连接位置传感器和执行机构实现运动控制,现在一般使用专用的运动控制模块,可以驱动步进电机或伺服电机实现单轴和多轴位置控制。运动控制功能广泛用于各种机械、数控机床、机器人等场合。

4) 数据处理

现代 PLC 具有数学运算(包括四则运算、函数运算、逻辑运算等)、数据传送、数据转换、排序、查表、位操作等功能,可以完成数据的采集、分析及处理。这些数据可以与存储在存储器中的参考值比较,完成一定的控制操作,也可以利用通信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、食品工业中的一些大型控制系统。

5) 通信联网

PLC 具有通信联网功能,它使 PLC 之间、PLC 与上位计算机、PLC 与其他智能设备之间能够进行信息交换与控制,使系统形成一个统一的整体,实现集中管理和分散控制,形

成分布式控制系统。PLC 也可以通过网络通信模块连接到工业以太网, 实现管理—控制网络的一体化, 可集成到因特网, 为全球联网提供条件。

二、PLC 的特点与分类

1. PLC 的特点

1) 抗干扰能力强、可靠性高

高可靠性是电气控制设备的关键性能。由于采用大规模集成电路技术、严格的生产工艺、先进的抗干扰技术, PLC 具有很高的可靠性。硬件上, 内部电路采用了光电隔离、设置多级滤波电路等抗干扰措施。软件上, 采用数字滤波、故障自诊断等措施。软硬件结合使整个系统具有极高的可靠性。一些使用冗余 CPU 的 PLC 的平均无故障工作时间则更长。使用 PLC 构成控制系统, 与同等规模的继电—接触器系统相比, 电气接线及开关接点已减少到数百甚至数千分之一, 故障也就大大降低。

2) 配套齐全、功能完善、适用性强

PLC 发展到今天, 已经形成了大、中、小各种规模的系列化产品, 可以用于各种规模的工业控制场合。除了逻辑处理功能以外, 现代 PLC 大多具有完善的数据运算能力, 可用于各种数字控制领域。近年来, PLC 的功能单元大量涌现, 使 PLC 渗透到了位置控制、温度控制、CNC 等各种工业控制中。加之 PLC 通信能力的增强及人机界面技术的发展, 使用 PLC 组成各种控制系统变得非常容易。

3) 编程直观、易学易用

PLC 作为通用工业控制计算机, 是面向工矿企业的工控设备。它接口容易, 编程语言易于为工程技术人员所接受。梯形图语言的图形符号与表达方式和继电器电路图相当接近, 只用 PLC 的少量开关量逻辑控制指令就可以方便地实现继电器电路的功能。从而为不熟悉电子电路、不懂计算机原理和汇编语言的人使用计算机从事工业控制打开了方便之门。

4) 系统的设计、制作与调试周期短、设备易改造

用继电器控制系统完成工程项目, 一般先根据控制要求设计电气原理图、位置布置图、接线图等, 再进行系统的安装接线与调试, 项目完工周期较长, 线路复杂, 维修也十分不方便。用 PLC 进行控制时, 外围接线较少, 在设计系统电气原理图的同时, 可同时设计控制程序, 经过简单接线后就可调试程序, 使控制系统设计、制作与调试的周期大为缩短, 更重要的是, 使用同一设备通过改变程序改变生产控制过程成为可能。这很适合多品种、小批量的生产场合。

5) 系统维护、维修方便

由于系统外围接线少, 且外围设备的工作状态有状态指示灯等进行显示, 而控制系统内部工作状态通过编程软件可直观地观察到, 一旦出现异常, 很容易发现并解决, 极大地方便了维修人员的维护、维修。

2. PLC 的分类

1) 根据 I/O 点数分类

PLC 的接线端子可接按钮、接触器等元器件, 一个端子称为一个点, 根据 I/O 点数的多少将 PLC 分为小型机、中型机、大型机。



(1) 小型 PLC。小型 PLC 的 I/O 点数一般在 256 点以下。其特点是体积小、结构紧凑, 整个硬件融为一体, 除了开关量 I/O 以外, 还可以连接模拟量 I/O 以及其他各种特殊功能模块。它能执行逻辑运算、计时、计数、算术运算、数据处理和传送、通信联网以及各种应用指令。如日本欧姆龙的 CPM1A/CPM2A, 三菱的 FX₁/FX₂ 系列, 德国西门子的 S7-200 系列等都属于小型 PLC。S7-200 系列产品包括 CPU221、CPU222、CPU224、CPU224XP、CPU226 各种型号。

(2) 中型 PLC。I/O 点数一般在 256~1 024 点之间。I/O 的处理方式除了采用一般 PLC 通用的扫描处理方式外, 还能采用直接处理方式, 即在扫描用户程序的过程中, 直接读输入, 刷新输出。它能连接各种特殊功能模块, 通信联网功能更强, 指令系统更丰富, 内存容量更大, 扫描速度更快。如欧姆龙的 CQM₁、C200H 系列、西门子的 S7-300 系列、三菱的 Q 系列等都属于中型 PLC。

(3) 大型 PLC。一般 I/O 点数在 1 024 点以上的称为大型 PLC。大型 PLC 的软、硬件功能极强, 具有极强的自诊断功能。通信联网功能强, 有各种通信联网的模块, 可以构成三级通信网, 实现工厂生产管理自动化。大型 PLC 还可以采用三 CPU 构成表决式系统, 使机器的可靠性更高。如欧姆龙的 C500 系列, 西门子的 S7-400 系列等, 可用于大规模的过程控制, 构成分布式控制系统或集散控制系统。

西门子公司大、中、小 PLC 系列产品如图 1.2 所示。

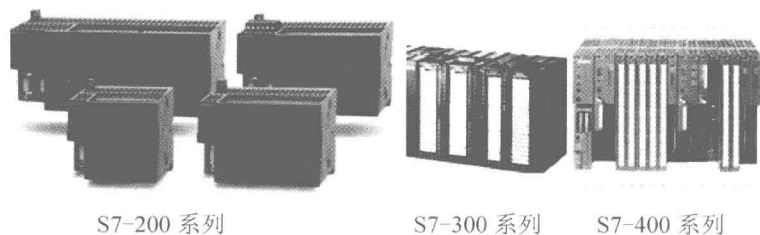


图 1.2 西门子公司 PLC 产品分类

2) 根据结构分类

根据结构分类, 可分为整体式和模块式两种。

(1) 整体式 PLC。整体式 PLC 是将电源、CPU、I/O 接口等部件都集中装在一个机箱内, 具有结构紧凑、体积小、价格低的特点。小型 PLC 一般采用这种整体式结构。整体式 PLC 一般还可配备特殊功能单元, 如模拟量单元、位置控制单元等, 使其功能得以扩展。S7-200 系列 PLC 就是整体式结构。

(2) 模块式 PLC。模块式 PLC 是将 PLC 各组成部分分别作成若干个单独的模块, 如 CPU 模块、I/O 模块、电源模块(有的含在 CPU 模块中)以及各种功能模块, 各模块之间一般用扁平电缆连接。模块式 PLC 的特点是配置灵活, 可根据需要选配不同规模的系统, 而且装配方便, 便于扩展和维修。大、中型 PLC 一般采用模块式结构。S7-300 系列、S7-400 系列 PLC 就是模块式结构。还有一些 PLC 将整体式和模块式的特点结合起来, 构成叠装式 PLC。

三、PLC 的内外部组成及工作原理

1. S7-200 PLC 外部结构及各部分的作用

S7-200 系列 PLC 将 CPU、电源、I/O 接口、存储器都集中配置在一个箱体中，其外部结构如图 1.3 所示。

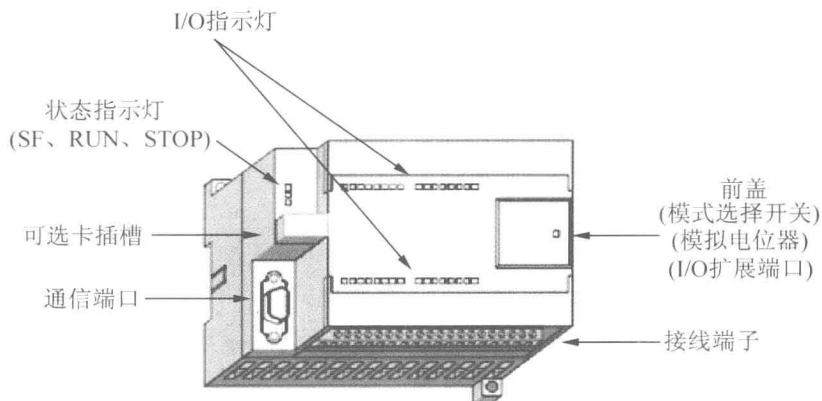


图 1.3 PLC 外部结构

1) 接线端子

接线端子的功能是实现 PLC 与外部设备之间的联系。

接线端子分为输入接线端子、输出接线端子。各种按钮、各种开关、触点等通过输入接线端子与 PLC 连接。接触器线圈、电磁阀线圈、指示灯等通过输出接线端子与 PLC 连接。

2) I/O 指示灯

I/O 指示灯用于显示输入输出信号的有无。现场设备中(例如开关)采集的信号送入 PLC 时，如果该地址有输入信号，其对应的指示灯亮。输出部分如果有输出信号，则输出指示灯亮。

3) I/O 扩展端口

I/O 扩展端口用于和各种扩展模块(如 EM22 系列数字量 I/O 模块、EM23 系列模拟量 I/O 模块)的扩展连接。

4) 通信端口

通信端口用于连接其他 PLC、上位机或其他工业设备，实现 PLC 与智能设备之间的信息交换。

5) 状态指示灯

状态指示灯用于显示 PLC 工作模式(RUN、STOP)，以及检查出的系统错误(SF)。

2. PLC 的内部组成与各部分的作用

硬件系统通常由 CPU、存储器、输入输出单元、电源、通信接口和 I/O 扩展接口等几个主要部分组成，如图 1.4 所示。

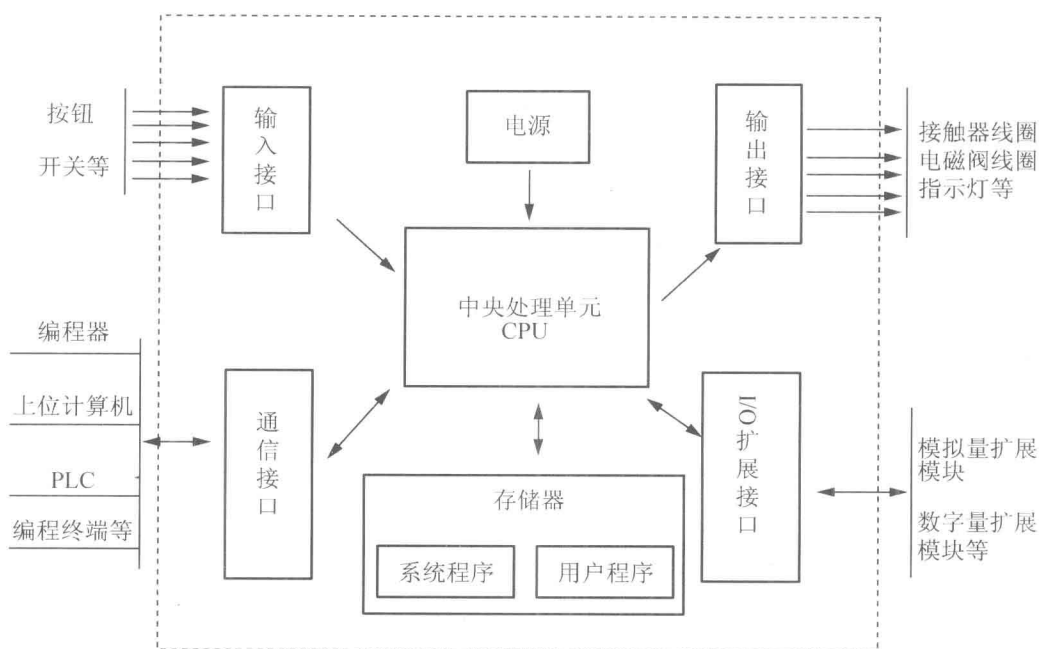


图 1.4 PLC 的内部组成

1) CPU

CPU 是 PLC 的核心，它用于运行用户程序、监控输入输出接口状态、作出逻辑判断和进行数据处理，即读取输入变量，完成用户指令规定的各种操作，将结果送到输出端，并响应外部设备(如电脑、打印机等)的请求以及进行各种内部判断等。

为了进一步提高 PLC 的可靠性，近年来，对大型 PLC 还采用双 CPU 构成的冗余系统，或采用三 CPU 构成的表决式系统。这样，即使某个 CPU 出现故障，整个系统仍能正常运行。

2) 存储器

虽然各种 PLC 的 CPU 最大寻址空间各不相同，但是根据 PLC 的工作原理，其存储空间一般包括以下两个区域。

(1) 系统程序存储区。在系统程序存储区中存放着相当于计算机操作系统的系统程序。包括监控程序、管理程序、命令解释程序、功能子程序、系统诊断子程序等。由制造厂商将其固化在 ROM 中，用户不能直接更改。它和硬件一起决定了该 PLC 的性能。

(2) 用户程序存储区。用户程序存储区包括用户程序存储器和数据存储器两部分。用户程序存储器用来存放用户编写的各种控制程序，根据所选用的存储器单元类型的不同，可以是 RAM(有掉电保护)、EPROM 或 EEPROM 存储器，其内容可以由用户任意修改或删除。不同类型的 PLC，其存储容量各不相同。

3) 输入输出(I/O)接口

I/O 接口是 PLC 与输入输出设备连接的部件，I/O 接口一般采用光电耦合电路，以减少电磁干扰，提高可靠性。输入接口接收输入设备(如按钮、传感器、触点、行程开关等)的控制信号，输入接口电路分直流和交流两种。输出接口是将主机经处理后的结果通过功放电路去驱动输出设备(如接触器线圈、电磁阀线圈、指示灯等)。为便于接不同性质的负载，西门子 PLC 输出接口主要有以下两种类型。

(1) 晶体管输出型。晶体管输出型为无触点开关，用于通断开关频率较高的直流负载回路，每个点的负载能力约为 0.75A，每 4 点不大于 2A，使用寿命长，响应速度快，如图 1.5 所示。

(2) 继电器输出型。继电器输出型为有触点开关，用于通断开关频率较低的直流负载或交流负载回路，寿命较短，响应速度慢，但价格便宜，应用较多，如图 1.6 所示。

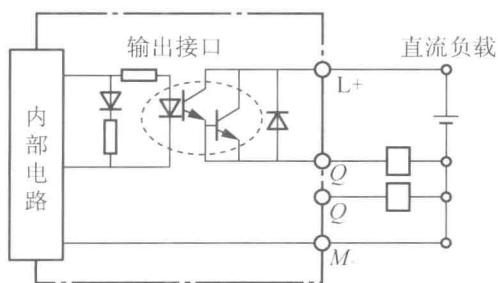


图 1.5 晶体管输出接口电路示意图

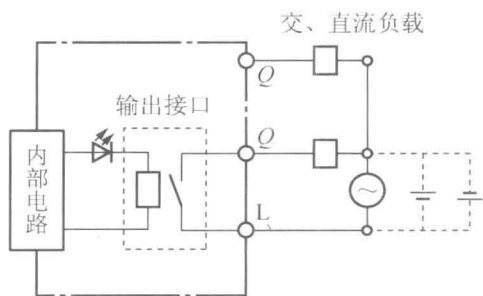


图 1.6 继电器输出接口电路示意图

4) 电源

电源是指为 CPU、存储器、I/O 接口等内部电子电路工作所配置的直流稳压电源，一般为开关式电源，为内部电路供电，同时还向外部提供 24V 直流电源，供输入设备或扩展单元作电源使用。

5) 输入输出扩展接口

当需要扩展开关量输入输出点数，或对模拟量信号进行控制，连接模拟量模块时，通过输入输出扩展接口把扩展模块与 CPU 主机连接起来。PLC 有扩展接口的才能进行 I/O 的扩展。

6) 通信接口

此接口可将打印机、条码扫描仪、变频器、计算机、其他 PLC 等设备与本机 PLC 相连，以完成相应的通信功能。

3. PLC 的工作原理

PLC 是采用循环扫描工作方式进行工作的。整个工作过程可分为 5 个阶段：执行 CPU 自诊断、通信服务、读输入、执行控制程序、写输出。PLC 经过这 5 个阶段的工作过程所需的时间，称为一个扫描周期，一般扫描周期为十几毫秒，最多几十毫秒。完成一个扫描周期后，又重新执行上述过程，扫描周而复始地进行。

1) 执行 CPU 自诊断

上电后，CPU 检查 I/O 设备、程序存储器和扩展模块是否工作正常。如检查出异常时，CPU 面板上的 LED 及异常继电器会接通，在特殊寄存器中会存入出错代码。当出现致命错误时，CPU 被强制为 STOP 方式，所有的扫描便停止。

2) 通信服务

PLC 自诊断处理完成以后进入通信服务过程。首先检查有无通信任务，如有，则完成与其他设备的通信处理。

3) 读输入

PLC 在自诊断和通信服务完成以后，首先扫描所有输入端点，并将各输入状态存入相对应的输入映像寄存器中。接着，进入程序执行阶段和输出刷新阶段。



4) 执行控制程序

PLC 按从左到右、从上到下的步骤顺序执行程序。在程序或中断服务中,直接 I/O 指令允许对 I/O 点直接进行存取。如果在程序中使用了中断,与中断事件相关的中断服务程序作为程序的一部分被存储。中断程序并不作为正常扫描周期的一部分来执行,而是当中断事件发生时才执行(可能在扫描周期的任意点)。

5) 写输出

在所有指令执行完毕后,所有输出继电器的状态(接通或断开)在输出刷新阶段转存到输出锁存器中,通过输出端子和外部电源驱动外部负载。

扫描周期的大小主要取决于程序的长短,对于一般的工业控制系统,负载驱动的是电磁阀或接触器线圈等,扫描时间相对较短,不会影响系统的正常工作。但对于响应速度要求快的系统,就应精确地计算出响应时间,合理安排指令的顺序,尽量用较少的指令完成系统控制功能。

四、PLC 的发展趋势

可编程序控制器是 20 世纪 60 年代末在美国首先出现的,崛起于 70 年代,成熟于 80 年代,90 年代中期进入飞速发展阶段。这一时期,PLC 完全计算机化,模拟量处理功能及网络通信功能大大增强,在大型的数字量或模拟量控制系统中得到广泛应用。我国从 1974 年开始研制 PLC,于 1977 年开始工业应用。PLC 生产厂家逐年增多。据统计,当今世界的 PLC 生产厂家约有 200 家,生产 400 多个品种的 PLC。目前中国 PLC 市场的 95% 以上被国外产品占领,主要厂商为德国 Siemens(西门子)公司、美国 Allen-Bradley(A-B)公司、法国 Schneider(施耐德)公司、日本 Mitsubishi(三菱)公司、Omron(欧姆龙)公司,5 家公司的销售额约占全球总销售额的 2/3。欧美公司在大、中型 PLC 领域占有绝对优势,日本公司在小型 PLC 领域占据十分重要的位置,韩国和中国台湾的公司在小型 PLC 领域也有一定市场份额,我国大陆也有和利时、浙大中控等 PLC 生产厂家。

1. 人机界面更加友好

PLC 制造商大力发展软件产业,大大提高了其软件水平,多数 PLC 品牌拥有与之相应的开发平台和组态软件,软件和硬件的结合,提高了系统的性能,同时为用户的开发和维护降低了成本,更易形成人机友好的控制系统,目前,PLC+网络+IPC+CRT 的模式被广泛应用。

2. 网络通信能力增强

小型 PLC 都有通信接口,中、大型 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,如 A-B 公司主推的三层网络结构体系,即 EtherNet、ControlNet、DeviceNet,西门子公司的 Profibus-DP 及 Profibus-FMS 网络等。

3. 开放性和可互操作性大大发展

在 PLC 发展过程中,各 PLC 制造商为了垄断和扩大各自市场,各自发展自己的标准,

几乎各个公司的 PLC 均互不兼容,这给用户使用带来不便,并增加了维护成本。开放是发展的趋势,这已被各厂商所认识,目前,PLC 在开放性方面已有实质性突破。不少大型 PLC 厂商在 PLC 系统结构上采用了各种工业标准,如 IEC 61131-3、IEEE 802.3 以太网、TCP/IP、UDP/IP 等。

4. 功能进一步增强、应用范围越来越广泛

PLC 的网络能力、模拟量处理能力、运算速度、内存、复杂运算能力均大大增强,不再局限于逻辑控制的应用,而越来越应用于过程控制方面,PLC 在相当多的应用领域取代了昂贵的集散控制系统(DCS)。

5. 体积小型化、运算速度高速化

近几年,很多 PLC 厂商推出了超小型 PLC,用于单机自动化或组成分布式控制系统。西门子公司的超小型 PLC 称为通用逻辑模块 LOGO,它采用整体式结构,集成了控制功能、实时时钟和操作显示单元,可用面板上的小型液晶显示屏和 6 个键来编程。三菱电机的超小型 PLC 称为简单应用控制器 α ,并有 AL-PCS/win-C 型 VLS 软件,是强有力且界面友好的编程工具。

运算速度高速化是 PLC 技术发展的重要特点,在硬件上,PLC 的 CPU 模块采用 32 位的 RISC 芯片,使 PLC 的运算速度大为提高,一条基本指令的运算速度达到数十 ns。PLC 主机运算速度大大提高,与外设的数据交换速度也呈高速化。

6. 软 PLC 出现

所谓软 PLC,实际就是在 PC 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 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 转换为全功能的 PLC 过程控制器。可以说,高性能价格比的软 PLC 将成为今后高档 PLC 的发展方向。

任 务 小 结

本任务介绍了 PLC 的控制功能、基本组成及工作原理、特点及分类等,如下所述。

(1) PLC 的基本控制功能是对逻辑量的控制;连接扩展模块后,可以对模拟量进行控制;PLC 的脉冲输出功能可以实现对位置与速度的控制即实现运动控制;PLC 通过通信接口可以与其他设备进行联网通信。

(2) PLC 是一种微型计算机工业控制设备,它主要包括中央处理单元 CPU、存储器输入输出接口、输入输出扩展接口、通信接口、电源等几个部分。

(3) PLC 都要按通信处理、扫描输入、执行程序、输出刷新的顺序依次不断循环工作。

(4) PLC 的种类可按结构类型、点数多少、功能强弱来分类。



思考与技能实练

1. PLC 的控制功能有哪几方面?
2. PLC 有什么特点?
3. 西门子公司的中、小型 PLC 的代表有哪些系列产品? 其主要特点和区别是什么?
4. 西门子 PLC 的输出接口有哪几种类型? 每种分别适合什么样的应用场合?
5. PLC 的最新发展主要体现在哪几方面?

任务 1.2 PLC 控制系统开发基础

任务目标	1. 能正确连接输入输出信号; 2. 能正确连接 PLC 电源、输入输出信号电源; 3. 能对交直流感性负载进行正确处理; 4. 对控制系统能够正确配线并正确安装 PLC。
------	--



任务引入

PLC 的主要作用是工业控制。PLC 与各种电器元件组合连接在一起, 完成一定的控制功能, 就组成了 PLC 控制系统。要组成一个 PLC 控制系统, 其内容包括哪些? 设计步骤如何? 如何正确连接 PLC 与其他电器元件? 下面来学习相关知识。



相关知识

一、PLC 控制系统开发基础

根据用户对控制系统的要求, 确定系统控制内容, 在仔细分析控制内容的基础上, 明确控制对象、各控制信号之间的对应关系及控制方式, 由此形成具体的控制系统。PLC 控制系统开发的一般步骤为: 系统分析、选择电器元件及 PLC 型号、设计电气原理图、设计控制程序、设计控制柜等其他电气图、模拟调试、现场调试、编制技术文件。下面介绍 PLC 控制系统开发的具体步骤及相关内容。

1. 选择电器元件及 PLC 型号

系统分析, 明确控制要求后, 选择 PLC 型号主要包括两方面的内容: ①确定 PLC 的输入输出点数; ②确定 PLC 的输出类型。当然还要考虑某些功能指令是否支持、价格等。

1) 确定 PLC 输入输出点数

要确定输入输出点数, 就要确定输入输出信号都有哪些。首先根据控制要求选择电器