

S7系列PLC 与变频器 综合应用技术

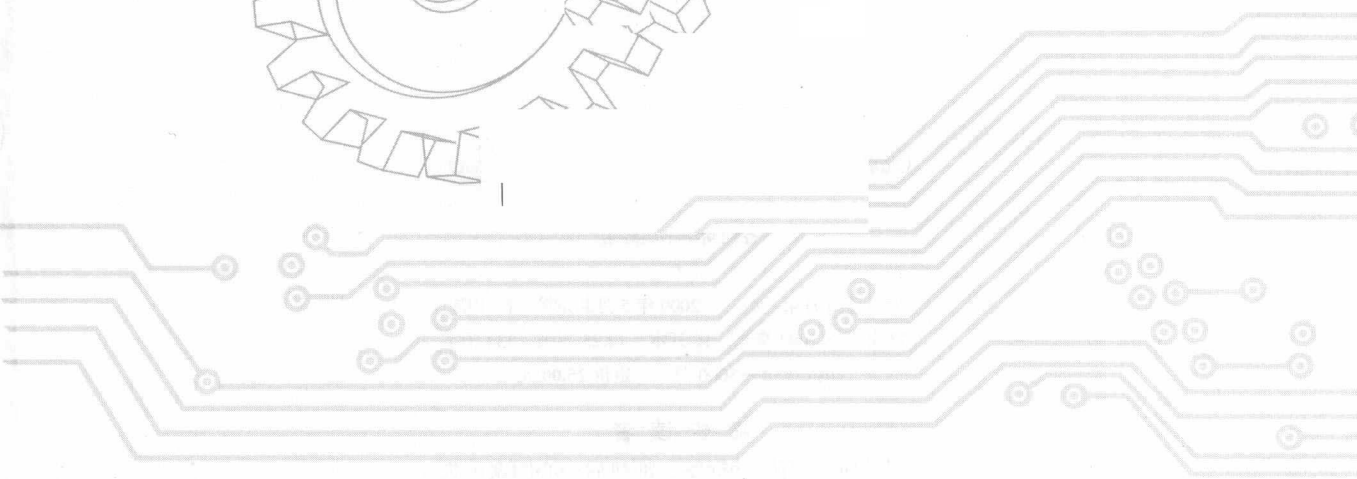
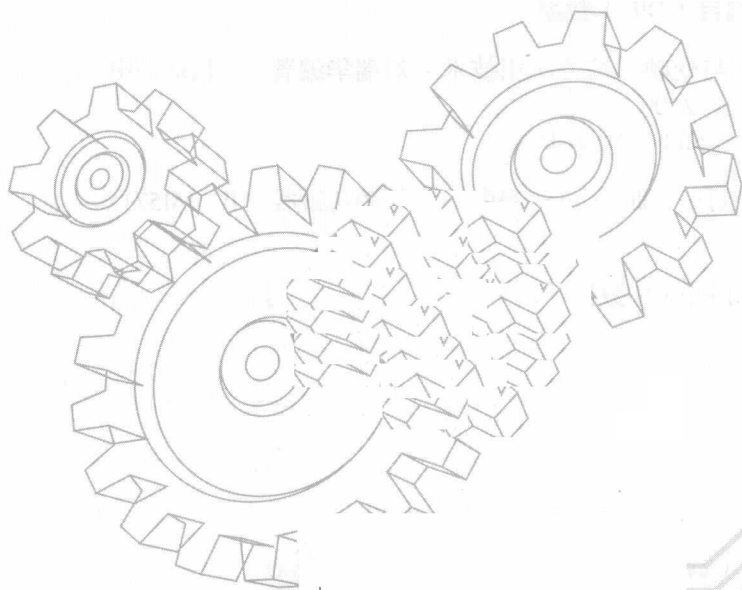
刘瑞华 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

S7系列PLC与变频器 综合应用技术

刘瑞华 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书从现场应用的角度出发,介绍了西门子 S7 系列可编程控制器的硬件系统、编程设计、实际应用,变频器的工作原理与现场设计、应用举例以及 PLC 变频器的综合应用实例。本书与其他同类书籍相比,更注重于现场的实际应用,针对广大在现场服务的技术人员,针对性强。

本书是作者总结自己在现场实际工作中的经验编写而成的,偏重于现场设备的维护,是广大技术人员进行自学和设备维护比较有价值的参考书。

本书分为三篇,第一篇介绍了西门子 S7 系列可编程控制器的知识;第二篇介绍了变频器的基础和应用;第三篇介绍了 PLC 与变频器在现场的综合应用。

图书在版编目(CIP)数据

S7系列PLC与变频器综合应用技术 / 刘瑞华编著. —北京: 中国电力出版社, 2009

ISBN 978-7-5083-8489-4

I. S… II. 刘… III. ①可编程序控制器②变频器 IV. TM571.6
TN773

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第021418号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2009年5月第一版 2009年5月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 14.25印张 334千字

印数 0001—3000册 定价 25.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

全书共分为三大部分，第一部分是关于 ST 系列可编程控制器的内容；第二部分是关于变频器的基础及应用；第三部分是关于 PLC 与变频器在现场的综合应用。

随着电子技术的发展，可编程控制器也发展迅速，目前可编程控制器在国民经济的各个领域应用非常广泛，已经成为实现工业自动化的重要手段之一；它是综合了计算机、网络通信、自动控制等技术，结合工业生产的特点而发展起来的，在生产过程及其自动化操作方面，尤其显现出巨大的优势，它结构简单，控制方式灵活而严密，性能优越，是未来自动化发展的趋势，本书重点以德国西门子公司生产的 S7-200 和 S7-300 两种可编程控制器为讲解对象，使读者对 PLC 技术有一个比较全面的了解。

交流变频技术是未来电力传动技术的一个重要发展方向，变频器作为交流变频技术发展的体现，其发展与应用也必将越来越广泛，本书是在参考了部分国内变频器专家的著作和国外变频器技术资料的基础上编写而成的。力求通俗易懂地对变频器的基础知识和功能、应用作一个相对全面的介绍，为广大技术人员提供一本比较有价值的参考书。

PLC 与变频器在现场有很多综合应用实例。本书就是对其做进一步地阐述，分别列举了 PLC 和变频器在液位控制设计中的应用实例和在桥式起重机自动控制系统中的应用。

全书共分三篇，十四章。第一篇共分六章，主要介绍了可编程控制器的发展史、S7 系列可编程控制器的硬件结构和软件使用、利用可编程控制器进行系统设计的方法以及 S7 系列可编程控制器在现场的实际应用。第二篇共分六章，主要讲述了变频器的发展史、变频器的硬件结构、变频器系统的设计和现场的安装维护以及变频器在现场的实际应用实例。第三篇共分二章，主要介绍了变频器和 PLC 的综合应用实例。

本书的其他特点：（1）针对西门子 S7 系列 PLC 的介绍与应用；（2）由于在现场服务的技术人员对传统的继电控制已有所掌握，故书中对此作了删除，只介绍了几种常用的控制电路，用较多的版面来介绍 PLC 的知识；（3）介绍了变频器的基础知识、基本硬件结构、现场应用范围、应用举例；（4）介绍了 PLC 变频器的综合应用实例，强调了两者的综合功能。

作 者

2009 年 4 月

目 录

前言

第一篇 S7 系列可编程控制器

第一章 可编程控制器的概述	1
第一节 PLC 的产生和定义	1
第二节 PLC 的特点、发展与应用	1
第三节 PLC 的分类及硬件系统组成	5
第四节 PLC 与传统继电控制的区别	11
第五节 PLC 的工作原理	12
第六节 PLC 的编程语言和程序结构	18
第七节 PLC 的性能技术指标	19
第二章 S7-200 系列 PLC 的硬件系统	21
第一节 S7 系列 PLC 的概述	21
第二节 S7-200 系列 PLC 的概述	23
第三节 S7-200 系列 PLC 的硬件系统	24
第四节 主机结构及性能特点	25
第五节 输入/输出扩展	28
第六节 S7-200 的内部资源及寻址方式	29
第七节 S7-200 的基本指令	36
第八节 S7-200 的应用指令	56
第九节 S7-200 的安装	63
第十节 S7-200 的通信及网络	65
第三章 S7-300 系列 PLC 的硬件系统	70
第一节 S7-300 PLC 的概述	70
第二节 S7-300 系列 PLC 的硬件系统	71
第三节 S7-300 PLC 模块性能简介	73
第四节 S7-300 系列 PLC 基本指令系统	82
第五节 S7-300 的硬件组态功能	109
第四章 PLC 的基本指令及程序设计	110
第一节 PLC 控制系统设计的基本步骤及内容	110

第二节	PLC 的初步编程指导	111
第三节	顺序控制设计法与顺序功能图	114
第四节	顺序控制系统的几种简易设计方法	117
第五章	PLC 程序的简单设计举例	122
第一节	三相异步电动机的正反转控制设计	122
第二节	三台电动机顺序启动控制的设计	123
第六章	S7-200、S7-300 在工业控制中的应用	125
第一节	S7-200 PLC 在桥式起重机控制系统中的应用	125
第二节	S7-200 PLC 在起重机卷扬系统中的应用	127
第三节	西门子 S7-300 PLC 在转炉汽化冷却系统中的应用	129
第四节	西门子 S7-300 PLC 在板坯连铸系统中的应用	131

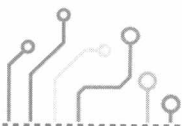
第二篇 变频器的基础及应用

第七章	变频器的基础知识	134
第一节	变频器调速控制系统的特点与优势	134
第二节	异步电动机的工作原理和调速	135
第三节	变频器的基本硬件构成和工作原理	137
第四节	变频器的主要功能	147
第五节	变频器的种类	150
第六节	变频器的控制方式和基本原理	151
第八章	变频器驱动系统的设计	155
第一节	常见的机械负载类型	155
第二节	变频器驱动电动机的选择	156
第三节	变频器的选择	157
第九章	变频器的外围设备	163
第一节	外围设备的种类	163
第二节	外围设备的选择	164
第三节	变频器与 PLC 的连接	166
第十章	变频器的安装调试和维护	169
第一节	变频器的设置环境和安装	169
第二节	变频器的通电试运行	172
第三节	变频器的维护	174
第十一章	变频器的常见故障及分析	176
第一节	变频器的自身及驱动系统故障分析	176

第二节 变频器对周边设备的影响	179
第十二章 变频器在工业控制中的应用	182
第一节 变频调速在桥式起重机中的应用	182
第二节 变频器在炼钢厂转炉倾动、氧枪升降控制系统中的应用	187
第三节 变频器在其他方面的应用	191

第三篇 PLC 与变频器在现场的综合应用

第十三章 PLC 和变频器在液位控制设计中的应用	194
第十四章 变频器、PLC 在桥式起重机自动控制系统中的应用	197
附录 A S7-200 CN 系列 PLC	203
附录 B 安川几种系列的变频器介绍	212
参考文献	219



S7系列可编程控制器

第一章 可编程控制器的概述

第一节 PLC 的产生和定义

20 世纪 60 年代末,美国的汽车制造业竞争日益激烈,各生产厂家的汽车型号不断更新,要求生产线的控制系统也要随之改变并对整个控制系统也进行重新配置。1968 年,美国通用汽车公司(GM)公开招标,对汽车流水线的控制系统提出要求。1969 年,美国数字设备公司(DEC)根据通用公司提出的要求,研制开发出世界上第一台可编程控制器,并在通用公司的汽车生产线上首次应用成功。当时人们把它称为可编程序控制器,英文全称为 Programmable Logic Controller,中文全称为可编程逻辑控制器,用它来取代传统的继电接触器逻辑控制。

可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统,专为在工业环境中应用而设计的。它采用一类可编程的存储器,用于其内部存储程序、执行逻辑运算、顺序控制定时、计数与算术操作等面向用户的指令,并通过数字或模拟方式输入/输出控制各种类型的机械或生产过程。随着现代电子工业的快速发展,其在各个领域的应用越来越广泛,性能指标也进一步完善。它代替了传统的硬接线的逻辑控制电路,实现了生产的自动控制。

第二节 PLC 的特点、发展与应用

一、PLC 的特点

1. 抗干扰能力强,可靠性高

工业场所的电磁干扰强,电源波动大,机械设备的震动,现场温度和湿度的变化较大,传统的继电控制虽然有较好的抗干扰能力,但是易受电源和机械震动以及温度的影响,而 PLC 在电子线路、机械结构以及软件结构上都吸取了作业现场长期积累的生产控制经验,即在结构上对耐热、防潮、防尘、抗震等都有很好的设计,在硬件上采用隔离、屏蔽、滤波、接地等抗干扰措施。

PLC 由于采用现代大规模集成电路技术,采用严格的生产工艺制造,而且内部电路采取了先进的抗干扰技术,具有很高的可靠性。从 PLC 的机外电路来说,使用 PLC 构成控制系统,和同等规模的继电接触器系统相比,电气接线及开关接点已明显减少,故障也就大大降低。此外,PLC 带有硬件故障自我检测功能,出现故障时可及时发出警报信息。在应用软件中,应用者还可以编入外围器件的故障自诊断程序,使系统中除 PLC 以外的电路及设备也获

得故障自诊断保护。这样,整个系统具有极高的可靠性也就不足为奇了。

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。在 PLC 构成的控制系统中,只需在端子上接入相应的输入/输出信号线即可,不需要其他大量而复杂的接线线路。PLC 的输入/输出可直接与 220V (AC/DC) 的电源相连,并有很强的带负载能力,再加上 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. 易学易用,深受工程技术人员欢迎

PLC 作为通用工业控制计算机,是面向工矿企业的工控设备。它接口简单,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。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、建造工作量小,维护方便,容易改造

PLC 用存储逻辑代替接线逻辑,大大减少了控制设备外部的接线,使控制系统设计及建造的周期大为缩短,同时维护也变得容易起来。更重要的是使同一设备经过改变程序进而改变生产过程成为可能。这很适合多品种、小批量的生产场合。

5. 体积小,重量轻,能耗低

二、PLC 的发展状况

PLC 诞生不久即显示了其在工业控制领域中的重要地位,许多国家相继研制出了各自的 PLC。PLC 的技术随着计算机和微电子技术的发展而迅速发展,由最初的 1 位机发展为 8 位机。随着微处理器 CPU 和微型计算机技术在 PLC 中的应用,形成了现代意义上的 PLC。现在已经在开始使用 16 位、32 位高性能微处理器,而且实现了多处理器的多通道处理。

限于当时的元器件条件及计算机发展水平,早期的 PLC 主要由分立元件和中小规模集成电路组成,可以完成简单的逻辑控制及定时、计数功能。20 世纪 70 年代初出现了微处理器。人们很快将其引入可编程控制器,使 PLC 增加了运算、数据传送及处理等功能,完成了真正具有计算机特征的工业控制装置。为了方便熟悉继电器、接触器系统的工程技术人员使用,可编程控制器采用和继电器电路图类似的梯形图作为主要编程语言,并将参加运算及处理的计算机存储元件都以继电器命名。此时的 PLC 为微机技术和继电器常规控制概念相结合的产物。个人计算机(简称 PC)发展起来以后,为了方便,也为了反映可编程控制器的功能特点,可编程序控制器定名为 Programmable Logic Controller (PLC)。

20 世纪 70 年代中、末期,可编程控制器进入实用化发展阶段,计算机技术已全面引入可编程控制器中,使其功能发生了飞跃。更高的运算速度、超小型体积、更可靠的工业抗干扰设计、模拟量运算、PID 功能及极高的性价比奠定了它在现代工业中的地位。20 世纪 80 年代初,可编程控制器在先进工业国家中已获得广泛应用。这个时期可编程控制器发展的特点是大规模、高速度、高性能、产品系列化。这个阶段的另一个特点是世界上生产可编程控制器的国家日益增多,产量日益上升,这标志着可编程控制器已步入成熟阶段。

20 世纪 80 年代至 90 年代中期,是 PLC 发展最快的时期,年增长率一直保持为 30%~40%。在这时期,PLC 在处理模拟量能力、数字运算能力、人机接口能力和网络能力得到大幅度提高,PLC 逐渐进入过程控制领域,在某些应用上取代了在过程控制领域处于统治地位的 DCS 系统。

20 世纪末期,可编程控制器的发展特点是更加适应于现代工业的需要。从控制规模上来说,这个时期发展了大型机和超小型机;从控制能力上来说,诞生了各种各样的特殊功能单元,用于压力、温度、转速、位移等各式各样的控制场合;从产品的配套能力来说,生产了各种人机界面单元、通信单元,使应用可编程控制器的工业控制设备的配套更加容易。目前,可编程控制器在机械制造、石油、化工、冶金、电力、汽车、轻工业等领域的应用都得到了长足的发展。

我国可编程控制器的引进、应用、研制、生产是伴随着改革开放开始的。1974 年我国开始仿制美国的第二代 PLC 产品,直到 1977 年,我国才研制出第一台具有实用价值的 PLC,主要的控制方式是开关量控制。从 1982 年开始,由于合资或引进技术、生产流水线等,使我国 PLC 的应用有了较大的发展,同时也促进了 PLC 的发展。这一阶段的主要特点是以产品的引进、技术的消化、应用的普及为目标,规模在 1000 点以下。近年来,我国 PLC 的应用也取得了可喜的成果。PLC 是大有发展前途的工业控制装置,它在监控与数据采集(Supervisory Control and Data Acquisition, SCADA)、分散控制系统(Distribution Control System, DCS)中相互集成、相互补充、综合应用,它将对我国的工业过程控制领域产生巨大的影响。目前,我国已可以生产中小型可编程控制器。上海东屋电气有限公司生产的 CF 系列、杭州机床电器厂生产的 DKK 及 D 系列、大连组合机床研究所生产的 S 系列、苏州电子计算机厂生产的 YZ 系列等多种产品,已具备了一定的规模并在工业产品中获得了应用。此外,无锡华光公司、上海乡岛公司等中外合资企业也是我国比较著名的 PLC 生产厂家。可以预期,随着我国现代化进程的深入,PLC 在我国将有更广阔的应用天地。

目前,世界上已有 200 多个厂家生产可编程控制器产品,比较著名的厂家有美国的通用(GM)、莫迪康(MODICON)、日本的三菱(MITSUBISHI)、欧姆龙(OMRON)、富士(FUJI)、德国的西门子(SIEMENS)、法国的施耐德(SCHNEIDER)、韩国的三星(SAMSUNG)、LG 等。

三、PLC 的发展趋势

1. 向高速度、大容量方向发展

为了提高 PLC 的处理能力,要求 PLC 具有更好的响应速度和更大的存储容量。目前,有的 PLC 的扫描速度可达 0.1ms/千步左右,PLC 的扫描速度已成为很重要的一个性能指标。

在存储容量方面,有的 PLC 最高可达几十兆字节。为了扩大存储容量,有的公司已使用了磁泡存储器或硬盘。

2. 向超大型、超小型两个方向发展

当前中小型 PLC 比较多,为了适应市场的多种需要,今后 PLC 要向多品种方向发展,特别是向超大型和超小型两个方向发展。现已有 I/O 点数达 14 336 点的超大型 PLC,其使用 32 位微处理器,多 CPU 并行工作和大容量存储器,功能强。

小型 PLC 由整体结构向小型模块化结构发展,使配置更加灵活,为了市场需要已开发了各种简易、经济的超小型微型 PLC,最小配置的 I/O 点数为 8~16 点,以适应单机及小型自动控制的需要,如三菱公司 α 系列 PLC。

3. PLC 大力开发智能模块,加强联网通信能力

为满足各种自动化控制系统的要求,近年来不断开发出许多功能模块,如高速计数模块、温度控制模块、远程 I/O 模块、通信和人机接口模块等。这些带 CPU 和存储器的智能 I/O 模块,既扩展了 PLC 功能,又使用灵活方便,扩大了 PLC 应用范围。

加强 PLC 联网通信的能力,是 PLC 技术进步的潮流。PLC 的联网通信有两类:一类是 PLC 之间联网通信,各 PLC 生产厂家都有自己的专有联网手段;另一类是 PLC 与计算机之间的联网通信,一般 PLC 都有专用通信模块与计算机通信。为了加强联网通信能力,PLC 生产厂家之间也在协商制订通用的通信标准,以构成更大的网络系统,PLC 已成为集散控制系统(DCS)不可缺少的重要组成部分。

4. 增强外部故障的检测与处理能力

根据统计资料表明:在 PLC 控制系统的故障中,CPU 占 5%,I/O 接口占 15%,输入设备占 45%,输出设备占 30%,线路占 5%。前两项共 20%故障属于 PLC 的内部故障,它可通过 PLC 本身的软、硬件实现检测、处理;而其余 80%的故障属于 PLC 的外部故障。因此,PLC 生产厂家都致力于研制、发展用于检测外部故障的专用智能模块,进一步提高系统的可靠性。

5. 编程语言多样化

在 PLC 系统结构不断发展的同时,PLC 的编程语言也越来越丰富,功能也不断提高。除了大多数 PLC 使用的梯形图语言外,为了适应各种控制要求,还出现了面向顺序控制的步进编程语言、面向过程控制的流程图语言、与计算机兼容的高级语言(BASIC、C 语言)等。多种编程语言的并存、互补与发展是 PLC 进步的一种趋势。

四、PLC 的应用领域

目前,PLC 在国内外已广泛应用于冶金、石油、化工、电力、建材、机械制造、汽车、轻纺、交通运输、环保及文化娱乐等行业,使用情况大致可归纳为如下几类:

1. 开关量逻辑控制

这是 PLC 最基本、最广泛的应用领域,它取代传统的继电器电路,实现逻辑控制、顺序控制,既可用于单台设备的控制,也可用于多机群控及自动化流水线,如注塑机、印刷机、订书机械、组合机床、磨床、包装生产线、电镀流水线等。

2. 模拟量控制

在工业生产过程当中,有许多连续变化的量,如温度、压力、流量、液位和速度等都是模拟量。为了使可编程控制器处理模拟量,必须实现模拟量(Analog)和数字量(Digital)之间的 A/D 转换及 D/A 转换。PLC 厂家都生产配套的 A/D 和 D/A 转换模块,使可编程控制器用于模拟量控制。

3. 运动控制

PLC 可以用于圆周运动或直线运动的控制。从控制机构配置来说,早期直接用于开关量 I/O 模块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,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。世界上各主要 PLC 厂家的产品几乎都有运动控制功能,广泛用于各种机械、机床、机器人、电梯等场合。

4. 过程控制

过程控制是指对温度、压力、流量等模拟量的闭环控制。作为工业控制计算机,PLC 能编制各种各样的控制算法程序,完成闭环控制。PID 调节是一般闭环控制系统中用得较多的调节方法。大中型 PLC 都有 PID 模块,目前许多小型 PLC 也具有此功能模块。PID 处理一般是运行专用的 PID 子程序。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。

5. 数据处理

现代 PLC 具有数学运算(含矩阵运算、函数运算、逻辑运算)、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。

6. 通信及联网

PLC 通信含 PLC 间的通信及 PLC 与其他智能设备间的通信。随着计算机控制的发展,工厂自动化网络发展得很快,各 PLC 厂商都十分重视 PLC 的通信功能,纷纷推出各自的网络系统。新生产的 PLC 都具有通信接口,通信非常方便。

7. 定时控制

PLC 为用户提供了一定数量的定时器,并设置了定时器可实现 0.1~999.9s 或 0.01~99.9s 的定时控制,也可以按一定方式进行定时时间的扩展。定时精度高,定时设定方便、灵活。同时 PLC 还提供了高精度的时钟脉冲,用于准确的实时控制。

8. 计数控制

PLC 为用户提供的计数器分为普通计数器、可逆计数器、高数计数器等,用来完成不同用途的计数控制。当计数器的当前计数值等于计数器的设定值,或在某一数值范围时,发出控制命令。计数器的计数值可以在运行中被读出,也可以在运行中进行修改。

9. 步进控制

PLC 为用户提供了一定数量的移位寄存器,用移位寄存器可方便地完成步进控制功能。在一道工序完成之后,自动进行下一道工序。一个工作周期结束后,自动进入下一个工作周期。有些 PLC 还专门设有步进控制指令,使得步进控制更为方便。

第三节 PLC 的分类及硬件系统组成

一、PLC 的分类

按应用规模分为小型 PLC、中型 PLC、大型 PLC。

1. 小型 PLC

小型 PLC 的功能一般以开关量控制为主,I/O 点数小于 256 点;单 CPU,8 位或 16 位处

理器, 用户存储器容量 4K 字以下。其特点是价格低廉, 体积小巧, 适合于控制单台设备和开发机电一体化产品。

如: GE-I 型	美国通用电气 (GE) 公司
TI100	美国德州仪器公司
F、F1、F2	日本三菱电气公司
C20 C40	日本立石公司 (欧姆龙)
S7-200	德国西门子公司
EX20 EX40	日本东芝公司
SR-20/21	中外合资无锡华光电子工业有限公司

2. 中型 PLC

I/O 点数 256~2048 点, 双 CPU, 用户存储器容量 2~8Kbit, 它不仅具有开关量和模拟量的控制功能, 还具有更强的数字计算能力, 它的通信功能和模拟量处理能力更加强大。它适用于复杂的逻辑控制系统以及连续生产线的过程控制场合。

如: S7-300	德国西门子公司
SR-400	中外合资无锡华光电子工业有限公司
SU-5、SU-6	日本光洋公司
C-500	日本立石公司
GE-III	美国通用电气 (GE) 公司

3. 大型 PLC

I/O 点数大于 2048 点, 多 CPU, 16 位或 32 位处理器, 用户存储器容量 8~16Kbit 或 16Kbit 以上。它的性能已经与工业控制计算机相当, 它具有计算、控制和调节的功能, 还具有强大的网络结构和通信联网能力, 有些 PLC 还具有冗余能力。它适用于设备自动化控制、过程自动化控制和过程监控系统。

如: S7-400	德国西门子公司
GE-IV	美国通用电气 (GE) 公司
C-2000	日本立石公司
K3	日本三菱公司

二、PLC 的硬件系统组成

PLC 的硬件主要由中央处理器 (CPU)、存储器、输入单元、输出单元、通信接口、扩展接口电源等部分组成。其中, CPU 是 PLC 的核心, 输入单元与输出单元是连接现场输入/输出设备与 CPU 之间的接口电路, 通信接口用于与编程器、上位计算机等外设连接。对于整体式 PLC, 所有部件都装在同一机壳内, 其组成框图如图 1-1 所示。

下面对 PLC 主要组成各部分进行简单介绍。

1. 中央处理单元 (CPU)

同一般的微机一样, CPU 是 PLC 的核心。PLC 中所配置的 CPU 随机型不同而不同, 常用有三类: 通用微处理器 (如 Z80、8086、80286 等)、单片微处理器 (如 8031、8096 等) 和位片式微处理器 (如 AMD29W 等)。小型 PLC 大多采用 8 位通用微处理器和单片微处理

器；中型 PLC 大多采用 16 位通用微处理器或单片微处理器；大型 PLC 大多采用高速位片式微处理器。

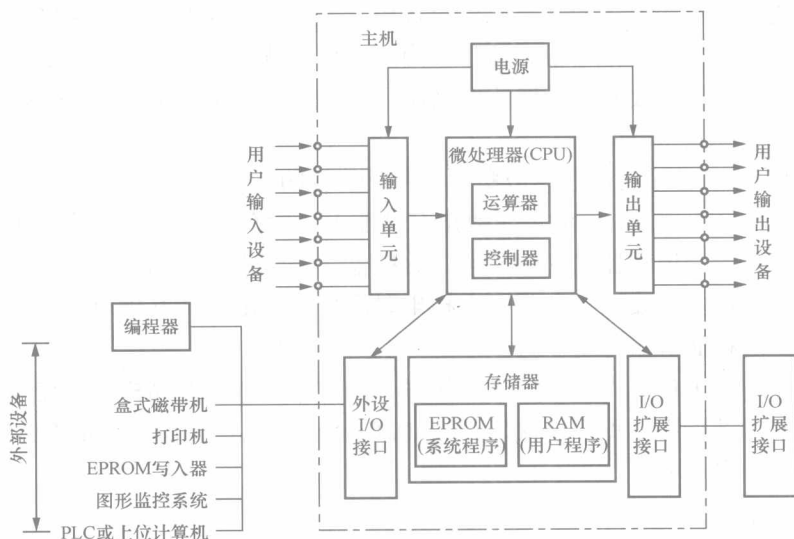


图 1-1 PLC 硬件组成框图

目前，小型 PLC 为单 CPU 系统，而中、大型 PLC 则大多为双 CPU 系统，甚至有些 PLC 中多达 8 个 CPU。对于双 CPU 系统，一般一个为字处理器，一般采用 8 位或 16 位处理器；另一个为位处理器，采用由各厂家设计制造的专用芯片。字处理器为主处理器，用于执行编程器接口功能，监视内部定时器，监视扫描时间，处理字节指令以及对系统总线和位处理器进行控制等。位处理器为从处理器，主要用于处理位操作指令和实现 PLC 编程语言向机器语言的转换。位处理器的采用，提高了 PLC 的速度，使 PLC 更好地满足实时控制要求。

在 PLC 中 CPU 按系统程序赋予的功能，指挥 PLC 有条不紊地进行工作，归纳起来主要有以下几个方面：

- (1) 接收从编程器输入的用户程序和数据。
- (2) 诊断电源、PLC 内部电路的工作故障和编程中的语法错误等。
- (3) 通过输入接口接收现场的状态或数据，并存入输入映像寄存器或数据寄存器中。
- (4) 从存储器逐条读取用户程序，经过解释后执行。
- (5) 根据执行的结果，更新有关标志位的状态和输出映像寄存器的内容，通过输出单元实现输出控制。有些 PLC 还具有制表打印或数据通信等功能。

2. 存储器

存储器主要有两种：一种是可读/写操作的随机存储器 RAM，另一种是只读存储器 ROM、PROM、EPROM 和 EEPROM 等。在 PLC 中，存储器主要用于存放系统程序、用户程序及工作数据。

系统程序是由 PLC 的制造厂家编写的，和 PLC 的硬件组成有关，完成系统诊断、命令解释、功能子程序调用管理、逻辑运算、通信及各种参数设定等功能，提供 PLC 运行的平台。系统程序关系到 PLC 的性能，而且在 PLC 使用过程中不会变动，所以是由制造厂家直接固

化在只读存储器 ROM、PROM 或 EPROM 中，用户不能访问和修改。

用户程序是随 PLC 的控制对象而定的，由用户根据对象生产工艺的控制要求而编制的应用程序。为了便于读出、检查和修改，用户程序一般存于 CMOS 静态 RAM 中，用锂电池作为后备电源，以保证掉电时不会丢失信息。为了防止干扰对 RAM 中程序的破坏，当用户程序经过运行正常，不需要改变，可将其固化在只读存储器 EPROM 中。现在有许多 PLC 直接采用 EEPROM 作为用户存储器。

工作数据是 PLC 运行过程中经常变化、经常存取的一些数据，将其存放在 RAM 中，以适应随机存取的要求。在 PLC 的工作数据存储区中，设有存放输入/输出继电器、辅助继电器、定时器、计数器等逻辑器件的存储区，这些器件的状态都是由用户程序的初始设置和运行情况而确定的。根据需要，部分数据在掉电时用后备电池维持其现有的状态，这部分在掉电时可保存数据的存储区域称为保持数据区。

由于系统程序及工作数据与用户无直接联系，所以在 PLC 产品样本或使用手册中所列存储器的形式及容量是指用户程序存储器。当 PLC 提供的用户存储器容量不够用，许多 PLC 还提供有存储器扩展功能。

3. 输入/输出单元

输入/输出单元通常也称为 I/O 单元或 I/O 模块，是 PLC 与工业生产现场之间的连接部件。PLC 通过输入接口可以检测被控对象的各种数据，以这些数据作为 PLC 对被控制对象进行控制的依据，同时 PLC 又通过输出接口将处理结果送给被控制对象，以实现控制目的。

由于外部输入设备和输出设备所需的信号电平是多种多样的，而 PLC 内部 CPU 的处理的信息只能是标准电平，所以 I/O 接口要实现这种转换。I/O 接口一般都具有光电隔离和滤波功能，以提高 PLC 的抗干扰能力。另外，I/O 接口上通常还有状态指示，工作状况直观，便于维护。

PLC 提供了多种操作电平和驱动能力的 I/O 接口，有各种各样功能的 I/O 接口供用户选用。I/O 接口的主要类型有：数字量（开关量）输入、数字量（开关量）输出、模拟量输入、模拟量输出等。

常用的开关量输入接口按其使用的电源不同有三种类型：直流输入接口、交流输入接口和交/直流输入接口，其基本原理电路如图 1-2 和图 1-3 所示。

常用的开关量输出接口按输出开关器件的不同有三种类型：继电器输出、晶体管输出和双向晶闸管输出。

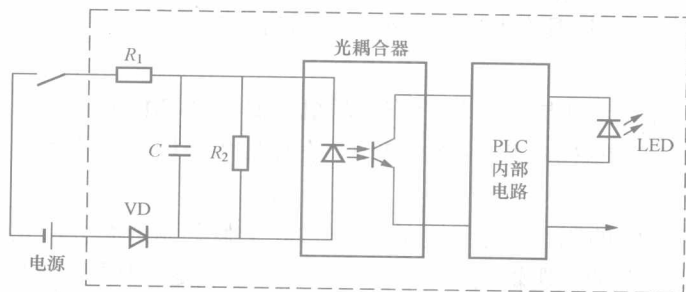


图 1-2 开关量直流输入单元

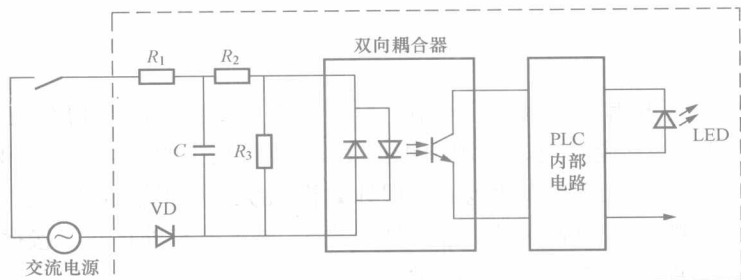


图 1-3 开关量交流输入单元

继电器输出基本原理电路如图 1-4 所示。继电器输出的工作过程：当内部电路输出数字信号 1，有电流流过，继电器线圈有电流，然后常开触点闭合，提供负载导通的电流和电压。当内部电路输出数字信号 0，则没有电流流过，继电器线圈没有电流，然后常开触点断开，断开负载的电流或电压。也就是通过输出接口电路把内部的数字电路转换成一种信号使负载动作或不动作。

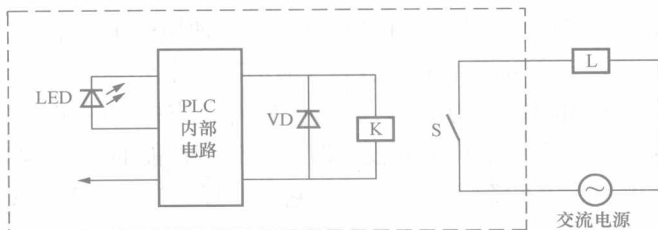


图 1-4 继电器输出基本原理电路

继电器输出接口可驱动交流或直流负载，但其响应时间长，动作频率低，属于有触点；而晶体管输出和双向晶闸管输出接口的响应速度快，动作频率高，都属于无触点，但前者只能用于驱动直流负载，后者只能用于交流负载。

PLC 的 I/O 接口所能接受的输入信号个数和输出信号个数称为 PLC 输入/输出 (I/O) 点数。I/O 点数是选择 PLC 的重要依据之一。当系统的 I/O 点数不够时，可通过 PLC 的 I/O 扩展接口对系统进行扩展。

4. 通信接口

PLC 配有各种通信接口，这些通信接口一般都带有通信处理器。PLC 通过这些通信接口可与监视器、打印机、其他 PLC、计算机等设备实现通信。PLC 与打印机连接，可将过程信息、系统参数等输出打印；与监视器连接，可将控制过程图像显示出来；与其他 PLC 连接，可组成多机系统或连成网络，实现更大规模控制；与计算机连接，可组成多级分布式控制系统，实现控制与管理相结合。远程 I/O 系统也必须配备相应的通信接口模块。

5. 智能接口模块

智能接口模块是一种独立的计算机系统，它有自己的 CPU、系统程序、存储器以及与 PLC 系统总线相连的接口。它作为 PLC 系统的一个模块，通过总线与 PLC 相连，进行数据交换，并在 PLC 的协调管理下独立地进行工作。

PLC 的智能接口模块种类很多，如高速计数模块、闭环控制模块、运动控制模块、中断

控制模块等。

6. 编程装置

编程装置的作用是编辑、调试、输入用户程序，也可以在线监控 PLC 内部状态和参数，与 PLC 进行人机对话。它是开发、应用、维护 PLC 不可缺少的工具。编程装置可以是专用编程器，也可以是配有专用编程软件包的通用计算机系统。专用编程器是由 PLC 厂家生产，专供该厂家生产的某些 PLC 产品使用，它主要由键盘、显示器和外存储器接插口等部件组成。专用编程器有简易编程器和智能编程器两类。

简易编程器只能联机编程，而且不能直接输入和编辑梯形图程序，需将梯形图程序转化为指令表程序才能输入。简易编程器体积小、价格便宜，它可以直接插在 PLC 的编程插座上，或者用专用电缆与 PLC 相连，以方便编程和调试。有些简易编程器带有存储盒，可用来储存用户程序，如三菱的 FX-20P-E 简易编程器。智能编程器又称图形编程器，本质上它是一台专用便携式计算机，如三菱的 GP-80FX-E 智能型编程器，它既可联机编程，又可脱机编程，可直接输入和编辑梯形图程序，使用更加直观、方便，但价格较高，操作也比较复杂。大多数智能编程器带有磁盘驱动器，提供录音机接口和打印机接口。

专用编程器只能对指定厂家的几种 PLC 进行编程，使用范围有限，价格较高。同时，由于 PLC 产品不断更新换代，所以专用编程器的生命周期也十分有限。因此，现在的趋势是使用以个人计算机为基础的编程装置，用户只需购买 PLC 厂家提供的编程软件和相应的硬件接口装置就可以了。这样，用户只用较少的投资即可得到高性能的 PLC 程序开发系统。

基于个人计算机的程序开发系统功能强大，它既可以编制、修改 PLC 的梯形图程序，又可以监视系统运行、打印文件、系统仿真等。配上相应的软件还可以实现数据采集和分析等诸多功能。

7. 电源

PLC 配有开关电源，以供内部电路使用。与普通电源相比，PLC 电源的稳定性好、抗干扰能力强，对电网提供的电源稳定度要求不高，一般允许电源电压在其额定值 $\pm 15\%$ 的范围内波动。许多 PLC 还向外提供直流 24V 稳压电源，用于对外部传感器供电。

8. 其他外部设备

除了以上所述的部件和设备外，PLC 还有许多外部设备，如 EPROM 写入器、外存储器、人机接口装置等。

EPROM 写入器是用来将用户程序固化到 EPROM 存储器中的一种 PLC 外部设备。为了使调试好的用户程序不易丢失，经常用 EPROM 写入器将 PLC 内 RAM 保存到 EPROM 存储器中。

PLC 内部的半导体存储器称为内存储器。用外部的磁带、磁盘和用半导体存储器做成的存储盒等来存储 PLC 的用户程序，这些存储器件称为外存储器。外存储器一般是通过编程器或其他智能模块提供的接口，实现与内存储器之间相互传送用户程序。

人机接口装置是用来实现操作人员与 PLC 控制系统的对话。最简单、最普遍的人机接口装置由安装在控制台上的按钮、转换开关、拨码开关、指示灯、LED 显示器、声光报警器等器件构成。对于 PLC 系统，还可采用半智能型 CRT 人机接口装置和智能型终端人机接口装置。半智能型 CRT 人机接口装置可长期安装在控制台上，通过通信接口接收来自 PLC 的信息并在 CRT 上显示出来；而智能型终端人机接口装置有自己的微处理器和存储器，能够与操