

案例解说 PLC、触摸屏 及变频器综合应用

中国电力出版社

内 容 简 介

本书以通俗易懂的方式讲述 PLC、触摸屏及变频器的基本原理，并以西门子 S7-200 系列 PLC、TP170B 触摸屏及 MM440、MM430 变频器作为实际案例来讲述 PLC、触摸屏及变频器的具体应用。

本书可作为从事工业自动化、机电一体化及相关专业的工程技术人员、管理人员的工作参考书，同时也可作为高等院校自动化、机电一体化、机械设计制造及自动化以及其他相关专业的学习参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

案例解说 PLC、触摸屏及变频器综合应用/陈浩编著.
—北京: 中国电力出版社, 2007. 7

ISBN 978-7-5083-5395-1

I. 案... II. 陈... III. ①可程序控制器—基本知识 ②触摸屏—基本知识 ③变频器—基本知识
IV. TP332.3 TP334.1 TN773

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 036426 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2007 年 7 月第一版 2007 年 7 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 23 印张 648 千字

印数 0001—4000 册 定价 38.00 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

前言

随着科学技术的不断进步，PLC、触摸屏及变频器以其优异的性能被越来越多地应用于各个行业。

PLC是针对工业自动化控制领域开发设计的，它适用于工业现场工作，并以现代微处理器技术为核心可根据所编辑的应用软件来实现多种功能，它有多种形式，是目前自动化领域的中坚设备。

触摸屏是一种无需通过专业学习，只需根据人性化的思维方式就能操作使用的电脑输入设备，它是目前最简单、方便、自然的一种人机交互方式，应用范围非常广阔。

变频器是随着电力电子技术、微电子技术和现代控制理论的发展而发展起来的一种先进的智能型调速设备，在很多场合已逐渐取代了过去的内反馈串级调速、变极调速，甚至可取代液力耦合、滑差、直流调速。变频器不仅可以调速，而且对于水泵风机这类设备还可以通过调速实现节能，目前已成为最有发展前途的一种调速设备。

本书共分八章。第一~四章是基础篇，讲述了PLC、触摸屏、变频器的原理及应用基础，对传统电气设备及控制也进行了一定的介绍，并与PLC、触摸屏控制进行了比较。第五~八章是案例应用篇，主要根据编者的经验，从适合初学者应用的角度出发，用实际案例讲述了PLC、触摸屏及变频器的综合应用。

编者

2007年2月

目录

前 言

上 篇 基 础 篇

第一章 PLC的原理及应用	1
第一节 概述	1
第二节 PLC的发展	1
第三节 PLC的应用范围	2
第四节 快速使用 PLC	2
第五节 PLC的主要组成部分及其作用	5
第六节 PLC内部的软件组成	12
第七节 PLC的工作过程及使用	15
第八节 PLC控制系统的应用设计	19
第九节 S7-200 系列 PLC 介绍	21
第十节 STEP 7—Micro/WIN 编程软件	29
第二章 触摸屏的原理及应用	38
第一节 概述	38
第二节 触摸屏的应用形式及其基本特征	38
第三节 触摸屏的主要类型	40
第四节 认识工业自动控制用的触摸屏	49
第五节 触摸屏结合 PLC 的控制系统的设计应用	51
第六节 ProTool 软件	53
第三章 变频器的原理及应用	89
第一节 概述	89
第二节 电动机基础	89
第三节 电动机的调速	98
第四节 变频器的原理	102
第五节 变频器应用系统的设计	116
第六节 变频器的使用及应注意的一些问题	119
第七节 服务	128
第四章 触摸屏、PLC与传统的电气控制	131
第一节 概述	131
第二节 电气基础	131
第三节 低压电器	137
第四节 常用低压电器设备	140

第五节 电气控制系统的设计	163
第六节 PLC 与继电器的控制比较	167

下篇 案例应用篇

第五章 案例解说 PLC 的应用	174
第一节 概述	174
第二节 PS 板打孔机的 PLC 控制系统	174
第三节 水处理系统中的过滤器的 PLC 控制系统	185
第六章 案例解说触摸屏结合 PLC 的控制应用系统	203
第一节 概述	203
第二节 锅炉自动加药系统的触摸屏结合 PLC 控制	203
第七章 案例解说变频器应用系统	256
第一节 变频器分段速控制的应用系统	256
第二节 变频器连续调速控制的应用系统	277
第三节 变频器的应用服务	293
第八章 案例解说触摸屏与 PLC 控制变频器应用系统	296
第一节 概述	296
第二节 触摸屏与 PLC 控制的变频供水系统	296
参考文献	359

上篇 基础篇

1

第一章 PLC 的原理及应用

第一节 概 述

PLC 即可编程控制器 (Programmable Controller), 是针对工业自动化控制领域开发设计的、适用于工业现场工作的、以现代微处理器技术为核心的控制器。PLC 的控制功能可以根据使用者所编辑的软件的不同而不同, 且可实现多种功能。

PLC 源于继电控制装置, 但它不像继电器控制系统那样通过电路的硬件实现控制, 而主要靠运行存储于 PLC 内存中的程序进行入出信息变换, 来实现控制。早期的 PLC 称为可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller), 主要用来代替工业控制中由继电器、数字电路等所组成的逻辑控制电路。随着微电脑技术应用范围的不断扩展, PLC 的功能已经远远超过了逻辑控制的范围, 因此, 今天的可编程控制器本应简称 PC, 但是为了避免与个人计算机 (Personal Computer, PC) 及监控管理计算机等的简称混淆, 故仍将可编程控制器简称为 PLC。

PLC 是基于计算机而发展的, 广义上应属计算机家族中的一员, 但并不等同于普通计算机。普通计算机一般不直接用于驱动控制, 故也无需 I/O 端口; 而 PLC 在完成程序编辑、下载和上传后, 则主要依赖其 I/O 端口采集信息并发出驱动信号来完成驱动控制。

没有使用过 PLC 或只具备电气控制基础的人对 PLC 会有种神秘感, 看到 PLC 实物会感到其内部的构造很复杂, 不知怎样动手使用它。本章将用直观的方法概括出 PLC 的原理及其应用。

第二节 PLC 的 发 展

在 PLC 出现以前, 多数号称电气自动化控制的控制系统都是由继电器控制来实现的, 这种自动化系统在自动化控制领域主导了相当长的一段时间, 这种硬件自动化系统使得所生产产品的每一次改型都需重新设计和安装继电器自动控制装置。随着生产的发展, 各种产品更新的周期愈来愈短, 这样, 就需要经常地重新设计和安装继电器自动控制装置, 十分费事, 为此很多生产型企业都寻求改变这一现状的方法。美国通用汽车公司根据当时微电脑技术发展的情况, 于 1969 年公开招标, 要求用新的自动化控制装置取代继电器控制装置, 并提出了相应的招标指标, 如编程维修方便、现场可修改程序、结构模块化、可靠性高于继电器控制、外型尺寸小于继电器控制而装置成本可与其相当、可与管理计算机交换数据、有与继电器相当的驱动能力及 4KB 程序存储器容量等。美国数字设备公司 (DEC) 于 1969 年研制出第一台 PLC, 并在美国通用汽车自动装配线上试用, 获得了成功。这种新型的自动控制装置以其简单可靠、操作方便、通用灵活、体积小及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 20 世纪 70 年代初，已经成功地应用于食品、饮料、冶金、造纸等工业领域。

PLC 的出现，受到了世界各国的高度重视。20 世纪 70 年代初，日本从美国引进了这项新技术，很快研制出了其第一台 PLC，西欧国家也紧跟其后很快研制出欧洲品牌的 PLC。如今，我国也出现了多种品牌的国产化 PLC。

第三节 PLC 的应用范围

PLC 目前在国内外已广泛应用于冶金、石油、化工、建材、机械制造、电力、汽车、轻工、环保及文化娱乐等多个行业，随着 PLC 性能价格比的不断提高，其应用领域仍在不断扩大。从应用类型看，PLC 的应用大致可归纳为以下几个方面：

一、开关量（位逻辑）控制

利用 PLC 最基本的逻辑运算、定时、计数等功能实现逻辑控制，可以取代传统的继电器控制，用于单机控制、多机群控制、生产自动线控制等，例如，机床、注塑机、印刷机械、装配生产线、电镀流水线及电梯的控制等。这是对 PLC 最基本，也是最广泛的应用。

二、运动控制

大多数 PLC 都有拖动步进电机或伺服电机的单轴或多轴位置控制模块。这一功能广泛用于各种机械设备，如对各种机床、装配机械、机器人等进行运动控制。

三、过程控制

大、中型 PLC 都具有多路模拟量 I/O 模块和 PID 控制功能，有的小型 PLC 也具有模拟量输入输出。所以 PLC 可实现模拟量控制，而且具有 PID 控制功能的 PLC 可构成闭环控制，用于过程控制。这一功能已广泛用于锅炉、反应堆、水处理、酿酒以及闭环位置控制和速度控制等方面。

四、数据处理

现代的 PLC 都具有数学运算、数据传送、转换、排序和查表等功能，可进行数据的采集、分析和处理，同时可通过通信接口将这些数据传送给其他智能装置 [如计算机数值控制 (CNC) 设备] 进行处理。

五、通信联网

PLC 的通信包括 PLC 与 PLC、PLC 与上位计算机、PLC 与其他智能设备之间的通信。PLC 系统与通用计算机可直接或通过通信处理单元、通信转换单元相连构成网络，以实现信息的交换，并可构成“集中管理、分散控制”的多级分布式控制系统，以满足工厂自动化 (FA) 系统发展的需要。

第四节 快速使用 PLC

一、快速学习使用 PLC

PLC 的定义，PLC 的寻址方式，PLC 指令的操作数，PLC 经常用的高级指令、特殊指令

……，这些概念有利于深入学习 PLC 及其各种应用系统，但对于一些初学者（特别是对 PLC 还不很了解又想用 PLC 做些自动控制系统的电气工作人员）来说则常常会被这些概念弄得满头雾水，不知如何下手，而考试却是有这些内容。要想短时间内使用 PLC 也是很多人在摸索的一条路，在此也根据作者使用 PLC 所积累的一些经验，介绍一些快速使用 PLC 的方法，主要是针对初学者（最好有些电气控制基础），仅供参考。

二、简单理解 PLC

对于电气工作者，特别是对于从事电气控制系统设计、开发及维护的人而言，若仅从逻辑控制的角度来说，可以把 PLC 想象成不含操作（按钮、选择开关等）元件和动力元件（如接触器、热继电器等）的、缩小了的电气控制箱（当然 PLC 的功能很强大，还有其他如过程控制调节、通信等功能），只不过其内部控制功能是由软件来完成的。对逻辑控制而言，PLC 的用户软件就相当于继电器组成的逻辑控制电路，它代替了传统的中间继电器、时间继电器、记数器等电气元件，而且有多种多样的软件编辑方法。

对于从事过程控制（智能仪表控制调节）的人员而言，若仅从过程控制的角度来说，又可以把 PLC 想象成一块可通过编程改变其功能的智能仪表，只不过其内部控制功能是由 PLC 应用软件来完成的，它取代了仪表内部的各种电子元件及单片机软件等，同样有多种多样的软件编辑方法。

三、PLC 的分类

（一）按规模分类

（1）小型机、微型机：SIEMENS S7-200 系列、LOGO! 系列，Panasonic FP0、FP1、FP1-e 系列等。

（2）中型机：SIEMENS S7-300 系列，Panasonic FP2 系列等。

（3）大型机：SIEMENS S7-400 系列，Panasonic FP10 系列等。

（二）按结构分类

（1）整体式结构：把 PLC 各组成部分组装在一起，即把 PLC 主控制系统的印刷电路板、连同电源及 I/O 端口元器件一起装在机壳内形成一个整体，称之为主机或 CPU 单元，同时多数可带一定数量的扩展 I/O 单元。一般地，小型、微型 PLC 基本采用这种结构，便于在小系统、机械设备上使用，如 SIEMENS S7-200 系列，LOGO! 系列，Panasonic FP1 系列等。

（2）模块式结构（含插件式结构）：把 PLC 各基本组成 CPU 单元、I/O 单元及通信单元等做成独立的模块，有的需要使用专用的底板。通常，中型、大型 PLC 采用这种结构，便于大规模扩展，组成集散控制系统、现场总线系统等，如，SIEMENS S7-300、S7-400 系列，Panasonic FP2、FP10 系列等。

四、从感观上了解 PLC

初学者大多从小型或微型 PLC 入手，本书因主要面对初学者，故会更多地以一些常见的小型 PLC 为例。

下面我们从外观上感性认识 PLC。

（1）德国西门子公司（SIEMENS）的 PLC 系列。其中 S7-200 为小型系列 PLC，S7-300 为中型系列 PLC，S7-400 为大型系列 PLC，LOGO! 为微型系列的 PLC 如图 1-1 和图 1-2 所示。

（2）日本松下公司（Panasonic）的 PLC 系列。其中 FP0、FP1 为小型系列 PLC（如图

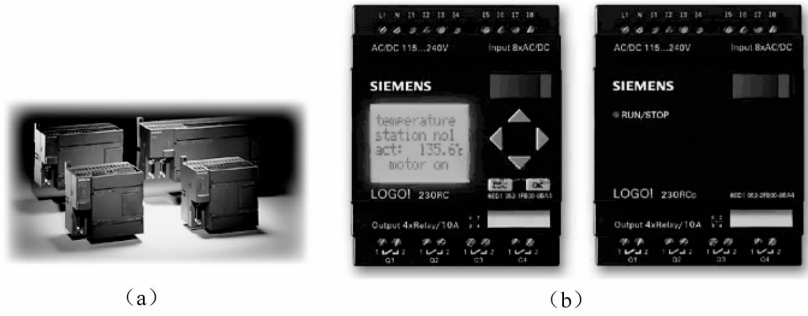


图 1-1 西门子的小型及微型 PLC 系列
 (a) SIEMENS S7-200 系列 PLC; (b) SIEMENS LOGO! 系列程控器

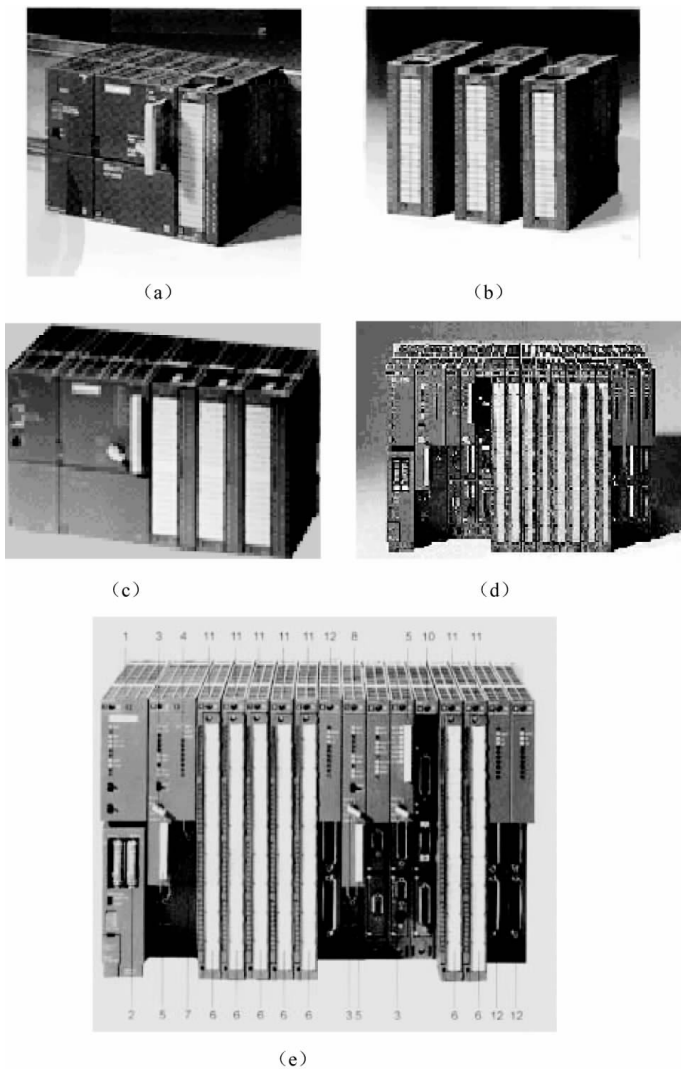


图 1-2 西门子公司的中、大型 PLC 系列
 (a) SIEMENS S7-300 系列 PLC (CPU 单元); (b) SIEMENS S7-300 系列 PLC (扩展单元);
 (c) SIEMENS S7-300 系列 PLC; (d) SIEMENS S7-400 系列 PLC; (e) SIEMENS S7-400 系列 PLC

1-3所示), FP2 为中型系列 PLC (如图 1-4 所示), FP-e 系列为微型 PLC, FP10 为大型系列 PLC。

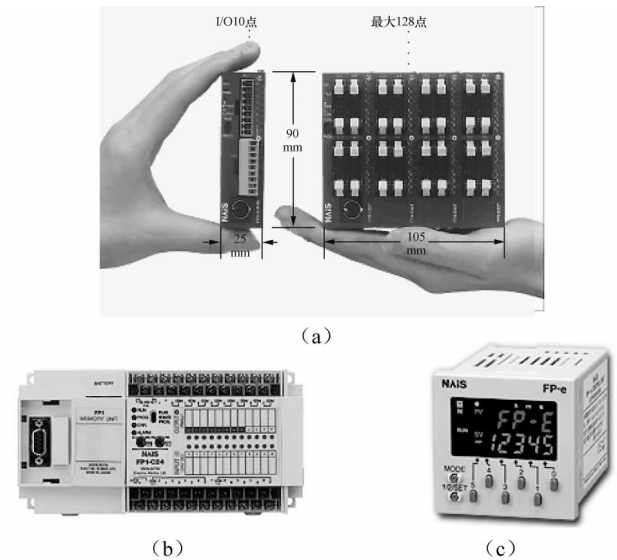


图 1-3 松下公司的小型及微型 PLC 系列

(a) 松下 FP0 系列 PLC; (b) 松下 FP1 系列 PLC; (c) 松下 FP-e 系列 PLC

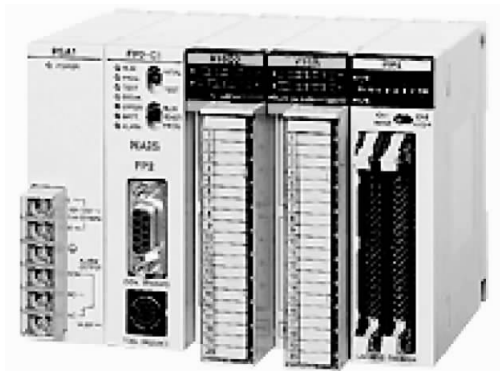


图 1-4 松下公司的中型 PLC 系列

第五节 PLC 的主要组成部分及其作用

一、PLC 工作系统概述

完整的具有控制功能的 PLC 控制系统是由 PLC 的硬件和软件组成的。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, 通信接口用于连接编程器、上位计算机等外部设备。

对于整体式 PLC, 其所有部件都装在同一机壳内, 其组成框图如图 1-5 所示; 对于模块式 PLC, 其各部件独立封装成模块, 各模块通过总线连接, 安装在机架或导轨上, 其组成框图如图 1-6 所示。无论是哪种结构类型的 PLC, 都可根据用户需要进行配置与组合。

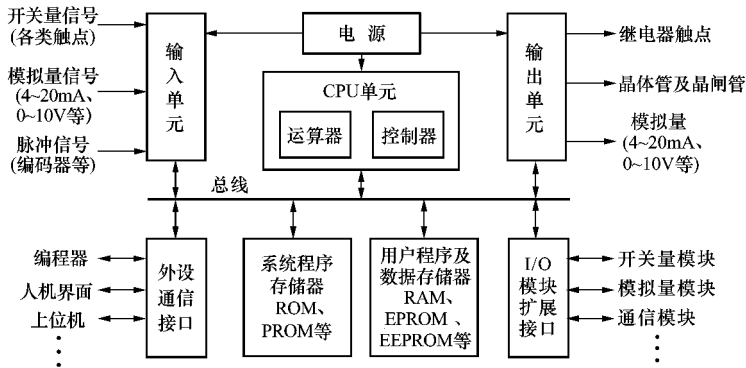


图 1-5 整体式 PLC 的结构示意图

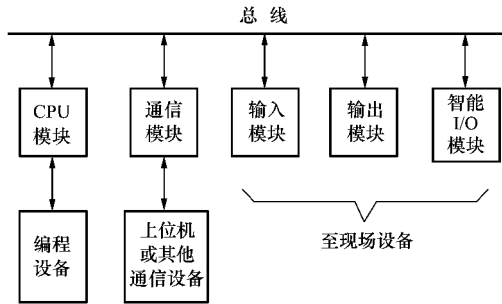


图 1-6 模块式 PLC 的结构示意图

尽管整体式 PLC 与模块式 PLC 的结构不太一样，但各部分的功能作用是相同的，下面对 PLC 的主要组成部分及其作用进行详细介绍。

二、PLC 的主要组成部分及其作用

（一）中央处理单元（CPU）

PLC 的控制核心是 CPU，同一般的微机一样。PLC 中所配置的 CPU 随机型不同而不同，根据有关统计常用的有三类：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。

目前，小型或微型的 PLC 一般为单 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，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的要求。

PLC 的运算控制核心是 CPU，CPU 由控制器、运算器和寄存器组成。这些电路集成在一个芯片上。CPU 通过地址总线、数据总线与 I/O 接口电路相连接。

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，并存储到用户存储器。

(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) 通过输入接口用扫描方式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) 在 PC 进入运行状态后（该过程与 PLC 的工作过程为同一过程）执行以下操作：

1) 读入输入状态——读入输入映像寄存器或数据寄存器的内容。外部系统设备的状态或信号通过输入端子输入，PLC 内部的 CPU 的外围电路先根据输入的信号进行转换，并将转换后的信号数据存入工作数据存储区或映像寄存器（也称暂存器）中。

2) 执行用户程序——从存储器逐条读取用户程序，经过解释后执行，即 CPU 再根据用户程序所赋予的功能，自动地根据被控系统（外部系统设备的状态或信号）的变化来进行运算。

3) 进行数据处理——分时、分渠道地执行数据存取、传送、组合、比较、变换等工作，完成用户程序中规定的逻辑或算术运算任务。

4) 更新输出状态——根据用户程序执行运算结果，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，即把结果存入输出映像寄存器或工作数据存储区中，最后对输出单元进行刷新并输出到输出接口，驱动控制外部设备，完成对用户被控系统的控制。

（二）存储器

存储器是具有记忆功能的半导体 IC 电路，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 和可电擦除的 EEPROM。

存储器根据其所存储的内容又可分为系统程序存储器和用户程序存储器。

通常，系统程序存储器是指 ROM、PROM，用户程序存储器是指 RAM、EEPROM。对于控制功能确定的标准化系统，也有用 EPROM 作为用户程序存储器。

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时，许多 PLC 还具有存储器扩展的功能。

用户存储器分为用户程序存储区和工作数据存储区，一般由随机存取存储器 RAM 等组成。如 PLC 内部电池断电时间过长其内容（用户控制程序）会丢失，通常用高效的锂电池作为 PLC 内部存储体用电源，寿命一般为 3~5 年或更长，另设有电容作为锂电池的后备电源，以保证更换电池时不丢失用户程序。

PLC 的用户存储器通常以字（16 位/字）为单位来表示存储容量。

注意：系统程序直接关系到 PLC 的性能，不能由用户直接存取，所以，通常 PLC 产品资料中所指的存储器形式或存储方式及容量，是指用户程序存储器而言。

PLC 中的存储器主要用于存放系统程序、用户程序及工作数据。

(1) 系统程序存储器：用以存放系统程序，包括管理程序（解释、功能子程序的调用管理程序和系统参数）、监控程序（工作程序）、模块化应用功能子程序、命令以及对用户程序做编译处理的解释编译程序。

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 中的，用户不能访问和修改，断电不丢失。系统程序和 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。

(2) 用户存储器可分为用户程序存储区和工作数据存储区，其中，用户程序存储区是供用户编辑控制程序所使用的，用户程序由用户根据对象生产工艺的控制要求而编制的应用程序，是随 PLC 的控制对象而定的。为了便于读出、检查和修改，用户程序一般存于用户存储器（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,各方面均正常,不需要改变,已成标准化程序时,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。

PLC 的工作数据存储区用于存放用户数据,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。工作数据是 PLC 运行过程中经常变化、经常存取的一些数据,存放在 RAM 中,以适应随机存取的要求。

(三) 输入/输出单元

1. 输入/输出单元概述

输入/输出单元通常也称 I/O 单元或 I/O 接口,包括接线端子、接口转换电路等。

I/O 单元(或称 I/O 接口)是 PLC 的 CPU 与工业生产现场系统及设备之间的连接部件。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 接口要实现各种转换。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,PLC 的 I/O 接口上通常还有状态指示和接线端子排,工作状况直观,便于维护。

概括起来,PLC 提供的各种用途的 I/O 组件的功能有:输入/输出电平转换、电气隔离、串/并行转换、数据传送、A/D 转换、D/A 转换、误码校验等。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。

实际应用中,大规模的 PLC 系统的 I/O 模块可与 CPU 放在一起,也可远程放置(特别是大型的 PLC 系统或 PCS 系统)。

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可分为三种类型: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 1-7~图 1-9 所示。

常用的开关量输出接口按输出开关器件不同可分为三种类型:继电器输出、晶体管输出和双向晶闸管输出,其基本原理电路如图 1-10~图 1-12 所示。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;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,但前者只能用于驱动直流负载,后者只能用于驱动交流负载。

PLC 的 I/O 接口电路都是按照各种控制系统的特点专门设计的,并且都是由高度集成化电路组成,所占体积并不大。PLC 的可靠物理实现主要依靠输入(INPUT)及输出(OUTPUT)电路。输入电路要对输入信号进行转换和滤波处理,以去掉干扰,转变成 CPU 能接收处理的信号。而且输入信号在物理上是与 PLC 内部的 CPU 隔离的,由光耦元件建立联系。输出电路与 CPU 也是进行过电隔离的,输出电路还要进行功率放大,使其足以带动一般的工业控制元器件(如电磁阀、接触器等)。CPU 也是靠光耦元件与输出继电器建立联系,并控制驱动外部被控系统或设备。

2. 光电耦合器的组成

(1) 光电耦合器内部由两个发光二极管和光电三极管组成。

(2) 发光二极管:在光电耦合器的输入端加上变化的电信号,发光二极管就产生与输入信号变化规律相同的光信号。

(3) 光电三极管:在光信号的照射下导通,导通程度与光信号的强弱有关。在光电耦合器的

线性工作区内，输出信号与输入信号有线性关系。

3. I/O 接口的结构

PLC 的 I/O 接口电路是很多的，通常在配置 PLC 控制系统时，每一输入点或输出点都要有一个输入或输出接口电路，即一套完整的 PLC 控制系统有多少个采样点及控制点，也就需要配置的 PLC 控制系统有多少个 I/O 接口电路。当然，在 PLC 的应用技巧上也有节省使用 PLC 的 I/O 点的方法，这将在以后的提高过程中去讨论。

注意：下列 I/O 端口电路中的指示灯就是指发光二极管。

(1) 输入接口（端口）的结构。

1) 输入接口：通常有直流输入、交流输入及交直流输入几种情况，这几种输入的接口电路主要由光电耦合器、电阻、电容、发光二极管等组成。如图 1-7~图 1-9 所示。

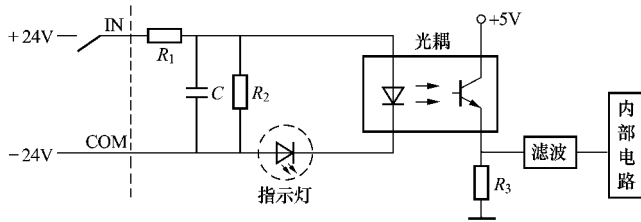


图 1-7 PLC 直流输入端口示意图

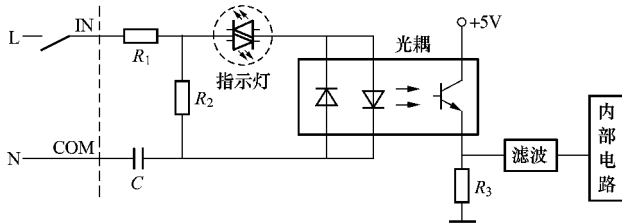


图 1-8 PLC 交流输入端口示意图

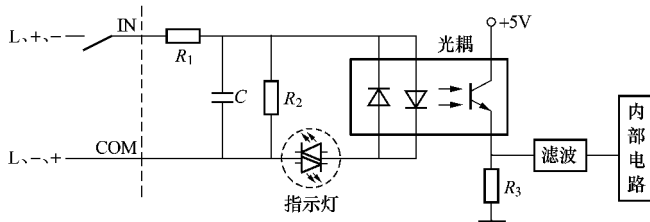


图 1-9 PLC 交直流输入端口示意图

2) 光电隔离的输入接口电路工作过程。当有外部信号时，输入口闭合有电流输入，发光二极管通电发光，光电三极管在发光二极管的照射下导通，向内部电路输入信号。当输入口断开，无电流输入时，发光二极管不发光，光电三极管不导通，内部电路无信号输入。这种输入方式有着很好的隔离作用，抗干扰能力强，确保 PLC 内部的 CPU 等部件在良好的工作环境下工作。

(2) 输出接口（端口）的结构。

1) 输出接口的输出方式主要有继电器或晶体管、晶闸管几种输出方式，输出接口根据其不同形式通常由光电耦合器、继电器或晶体管、晶闸管等组成，如图 1-10~图 1-12 所示。

2) PLC 的输出接口（端口）电路的工作过程。当 CPU 用运算结果刷新输出元件寄存器，使其对应的锁存器位为“1”时，对于晶体管输出的 PLC 而言，此刻光耦被驱动，对应的晶体管被

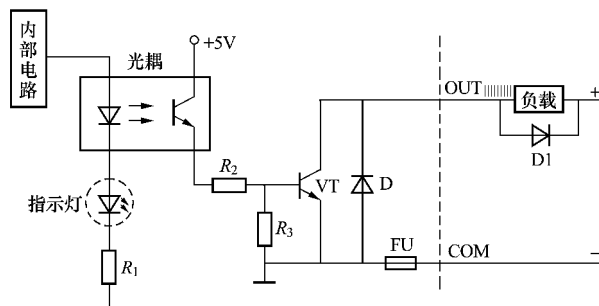


图 1-10 PLC 晶体管输出端口示意图

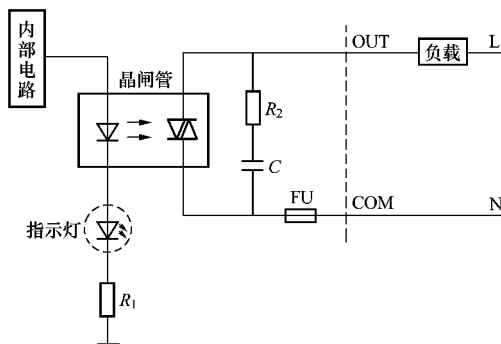


图 1-11 PLC 晶闸管输出端口示意图

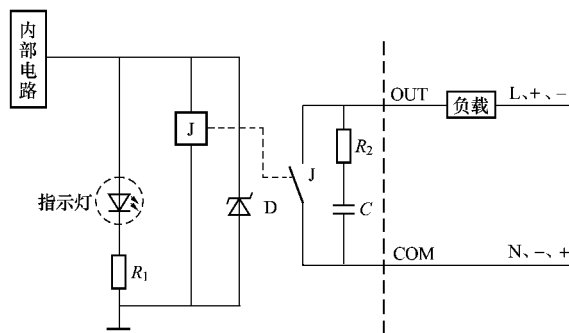


图 1-12 PLC 继电器输出端口示意图

导通，完成“通”输出；对于晶闸管输出的 PLC 而言，此刻光电感应的晶闸管被驱动导通，完成“通”输出；对继电器输出的 PLC 而言，继电器线圈有电流流过，然后驱动常开触点闭合，导通负载导通所需的电流和电压，完成“通”输出。

当 CPU 用运算结果刷新输出元件寄存器，使其对应的锁存器位为“0”时，对于晶体管输出的 PLC 而言，此刻光耦被停止驱动，对应的晶体管被断开，完成“断”输出；对于晶闸管输出的 PLC 而言，此刻光电感应的晶闸管被断开，完成“断”输出；对继电器输出的 PLC 而言，继电器线圈流过的电流断开，然后驱动停止，常开触点断开，完成“断”输出。

3) 三种输出方式的比较。

- ① 晶体管输出：无触点、寿命长、直流负载。
- ② 晶闸管输出：无触点、寿命长、频率高、交直流负载。
- ③ 继电器输出：有触点、寿命较短、频率低、交直流负载。

实际应用时需根据被控系统的具体情况进行选择。

(四) 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 通过这些通信接口与人机界面、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; 与人机界面连接, 可将控制过程的图像显示出来, 实现人机交互控制; 与其他 PLC 连接, 可组成多机系统或连成网络, 相互交换数据, 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 (如现场总线、PCS 等), 实现控制与管理相结合。

对于距离近、规模小的 PLC 系统通信, 可使用 RS-232、RS-485 等通信方式; 而对于远程或规模较大的 I/O 系统, 为了保证其通信质量, 还须配备相应的通信接口模块。

(五) 智能接口模块

智能接口模块是一个独立的计算机系统, 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。

(六) PLC 的编程装置

1. 概述

编程装置是开发、应用、监测运行、检查维护 PLC 不可缺少的工具。它的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 (个人 PC)。专用编程器是由 PLC 厂家生产的, 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口等部件组成。

PLC 编程装置的主要作用是编辑、调试、下载及上传 PLC 的用户程序, 还可在在线监控、检测 PLC 的用户程序、内部状态和参数, 再可通过通信端口和人机交互设备与 CPU 联系, 实现与 PLC 进行人机对话。

2. 专用编程器的分类

专用编程器分为简易编程器和智能编程器两类。

(1) 简易型编程器只能联机编程, 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。

(2) 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 (Online) 编程, 又可脱机 (Offline) 编程。同时, 它可以采用指令清单 (语句表) 又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, 现在的发展趋势是使用以 PC 为基础的编程装置, 用户只要购买 PLC 厂家提供的编程软件和相应的硬件接口装置即可。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。

3. 个人计算机编程

随着 PLC 的不断更新换代及笔记本式个人计算机的不断增多, 个人计算机的程序开发系统功能也越来越强大, 它既可以编制、修改 PLC 的梯形图程序, 又可以监视系统运行、打印文件和进行系统仿真。PLC 换代更新时只需安装新软件即可, 无需更换硬件。故常可直接以个人 PC

作为编程器，安装相关的编程软件编程。配上相应的软件还可实现数据采集和分析等许多功能。

注意：编程装置不直接加入现场控制运行，但可监视 PLC 程序的运行状态。一台编程装置可开发、监护多台 PLC 的工作。

（七）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。它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。

（八）其他外部设备

除了上述的部件和设备外，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。为了使调试好用户程序不易丢失，经常用 EPROM 写入器将 PLC 内的 RAM 保存到 EPROM 中。

PLC 内部的半导体存储器称为内存储器。有时可用外部的磁带、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 控制系统的对话的。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/机接口装置则有自己的微处理器和存储器，能够与操作人员快速交换信息，并通过通信接口与 PLC 相连，也可作为独立的节点接入 PLC 网络。

第六节 PLC 内部的软件组成

一、PLC 内部的软件组成及其工作区概况

PLC 内部的程序分为两部分：系统程序和用户程序。系统程序是由 PLC 生产厂家设计编写的，并存入 PLC 的系统程序存储器中，用户不可读写与更改。系统程序一般包括系统诊断程序、输入处理程序、编译程序、信息传送程序、监控程序等。系统程序提供运行平台（可以简单地理解成一个桌面，也相当于个人 PC 用的 DOS 系统），同时，还为 PLC 程序可靠运行及信号与信息转换进行必要的公共处理。

PLC 中用来控制现场系统和设备的程序称用户程序，由 PLC 应用编程人员（电气自控工程师等）自行开发设计，并存入 PLC 的用户程序存储器中。在应用 PLC 进行控制时所说的对 PLC 编程就是指编辑用户程序。PLC 的用户程序由应用软件的编辑者根据被控系统的控制要求设计，被控系统有什么样的工艺控制要求，就要编辑什么样的用户程序。

二、用户程序的工作区

（一）I/O 接口与寄存器

PLC 在运行时，输入转换电路时刻监视着输入状况，并将其暂存于输入暂存器（寄存器）中，每一个输入点都有一个对应的存储其信息的寄存器（即输入寄存器与输入点是一一对应的）。CPU 的运算结果是通过输出元件寄存器、输出锁存器及输出电路传送给输出点的，输出寄存器与输出点也是一一对应的。