



21世纪高职系列教材
SHIJI GAOZHI XILIEJIAOCAI

可编程序控制器及应用

主编 / 陈晓琴 ■



21世纪高职系列教材
SHIJI GAOZHI XILIE JIAOCAI

可编程序控制器及应用

主编 / 陈晓琴 ■



哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

内 容 简 介

本书以德国西门子公司的 SIMATIC S7-200 为参考机型,适当兼顾 S7-300/400 PLC,结合作者多年的教学经验,系统地介绍可编程序控制器的工作原理、指令系统、程序设计、编程软件、PLC 组态、通信网络以及 PLC 在工业控制中的应用实例。

本书根据当前高职学生的特点,理论联系实际,注重实用,每章附有习题,同时还根据知识点的相关性安排 16 个典型的实验,使读者能够举一反三,掌握 PLC 控制技术的核心内容。

本书技术针对性强,强调实践,可操作性好,适用面广,可作为二年制、三年制高职高专,高等工科院校电气工程、自动化、机电一体化及相关专业学生的教学用书,也可作为从事 PLC 设计开发及现场维护的工程技术人员参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

可编程序控制器及应用/陈晓琴主编. —哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2009.1

ISBN 978-7-81133-356-5

I. 可… II. 陈… III. 可编程序控制器 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 005129 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号

邮政编码 150001

发行电话 0451-82519328

传 真 0451-82519699

经 销 新华书店

印 刷 哈尔滨工业大学印刷厂

开 本 787mm×1 092mm 1/16

印 张 21

字 数 505 千字

版 次 2009 年 1 月第 1 版

印 次 2009 年 1 月第 1 次印刷

定 价 36.00 元

<http://press.hrbeu.edu.cn>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

21 世纪高职系列教材编委会

(按姓氏笔画排序)

主任委员	王景代	丛培亭	刘 义	刘 勇
	李长禄	张亦丁	张学库	杨永明
委 员	杨泽宇	季永青	罗东明	施祝斌
	唐汝元	曹志平	蒋耀伟	熊仕涛
	马瑶珠	王景代	丛培亭	刘 义
	刘 勇	刘义菊	刘国范	闫世杰
	李长禄	杨永明	杨泽宇	张亦丁
	张学库	陈良政	沈苏海	肖锦清
	周 涛	林文华	季永青	罗东明
	施祝斌	钟继雷	唐永刚	唐汝元
	郭江平	晏初宏	柴勤芳	曹志平
	蒋耀伟	熊仕涛	潘汝良	

前言

可编程序控制器(PLC: Programmable Logic Controller)是综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术的一种通用控制装置,在工业自动化、机电一体化、传统产业技术改造等方面得到了非常广泛的应用。它于1969年在美国问世,经过30多年的发展,已经与机器人、CAD/CAM和数控技术并称为现代工业生产自动化的四大支柱。

SIMATIC S7系列PLC是西门子公司全集成自动化系统中的控制核心,它集先进的控制思想、现代通信技术和IT技术的最新发展于一身,在CPU运算速度、程序执行效率、故障自诊断、联网通信、过程控制等方面都取得了公认的成就。S7-200系列PLC是西门子生产的一种具有较高性价比的小型PLC,其许多功能达到大、中型PLC的水平,它一经推出,就受到广泛的关注。而且该机型的指令及编程运作与计算机通用编程语言更加接近,对于初学者比较适合。因此,编者选择了西门子S7-200系列PLC作为本书的重点。

PLC是一门实践性较强的课程,本书在编写的过程中,总结了几年来江苏海事职业技术学院和其他高职院校PLC课程的理论与实践教学经验,打破了以往教材的编写思路,立足应用型人才的培养目标。在内容的选取上,坚持在保证基本理论体系完整的前提下加强实践性训练的选材原则,站在技术发展的前沿,注重对学生新技术应用能力的培养,以实现学校和企业的无缝连接。各章配有习题和相应的实验课题及实验指导。

此外,本书在内容阐述上,力求简明扼要,层次清楚,图文并茂,通俗易懂;在知识介绍上,由浅入深,循序渐进;在实践性训练项目的安排上,强调实用性和可操作性。

本书由江苏海事职业技术学院陈晓琴主编,万金华任副主编;第1章、第2章由季明丽编写;第3章、第4章、第5章、第10章和附录由陈晓琴编写;第6章、第7章由王恺编写;第8章、第9章由万金华编写。周涛对本书进行审定。

在本书的编写过程中,得到了江苏海事职业技术学院电工技术实训室、浙江天煌科技实业有限公司、西门子(中国)有限公司江苏分公司的大力帮助,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中错误和不足在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者
2008年8月

目 录

第 1 章 可编程序控制器概述	1
1.1 PLC 的产生、定义、分类	1
1.2 PLC 的基本结构	5
1.3 PLC 的特点及主要功能	11
1.4 PLC 的应用领域及发展趋势	14
习题与思考题	15
第 2 章 PLC 的结构和工作原理	16
2.1 SIMATIC S7 系列 PLC 概述	16
2.2 S7-200 PLC 的硬件构成	17
2.3 PLC 的工作原理	28
2.4 PLC 的安装	34
习题与思考题	37
实验一 S7-200 系列 PLC 的认识	38
第 3 章 S7-200 PLC 基本指令系统及编程	39
3.1 PLC 的编程语言与程序结构	39
3.2 S7 系列的编程元件与寻址方式	41
3.3 位逻辑指令	48
3.4 定时器指令	57
3.5 计数器指令	62
3.6 梯形图基本规则	64
3.7 基本电路的编程	65
3.8 梯形图程序设计的技巧	71
习题与思考题	79
实验二 STEP 7-Micro/WIN 32 编程软件的使用	82
实验三 电动机循环正反转的 PLC 控制	84
实验四 电动机 Y/△启动的 PLC 控制	88
实验五 LED 数码管循环点亮的 PLC 控制	91
第 4 章 S7-200 PLC 功能指令及编程	93
4.1 S7-200 指令的基本规则	93
4.2 程序控制指令	94
4.3 子程序	98
4.4 数据处理指令	101
4.5 运算指令	119
4.6 中断程序与中断指令	124
4.7 高速计数器与高速脉冲输出指令	128
4.8 时钟指令	138

4.9 PLC 模拟量处理及 PID 控制	139
习题与思考题	149
实验六 四节传送带的模拟	150
实验七 功能指令实现数码管循环点亮	155
第 5 章 顺序控制设计法	157
5.1 顺序功能图	157
5.2 使用起保停电路的顺序控制梯形图设计方法	162
5.3 顺序控制继电器指令	164
5.4 使用 SCR 指令的顺序控制梯形图设计方法	165
5.5 程序设计综合实例	167
习题与思考题	176
实验八 机械手动作的模拟	179
实验九 电动机正反转能耗制动的 PLC 控制	183
实验十 十字路口交通灯的 PLC 控制	185
实验十一 三层电梯控制系统的模拟	188
第 6 章 PLC 网络通信技术及应用	198
6.1 通信及网络的基本知识	198
6.2 S7-200 的通信与网络	205
6.3 Profibus 网络通信	213
6.4 工业以太网	217
6.5 HMI 组态软件	219
6.6 S7-200 网络的配置	223
6.7 通信指令	226
习题与思考题	230
实验十二 PC/PPI 点对点网络通信	231
实验十三 ProfiBus 网络通信的配置	235
实验十四 工业以太网通信	243
第 7 章 STEP 7-Micro/WIN32 编程软件的使用	250
7.1 STEP7-Micro/WIN32 软件的安装及硬件连接	250
7.2 编程软件的主要功能	251
7.3 STEP7-Micro/WIN32 编程软件的使用	254
7.4 程序的调试及监控	260
7.5 帮助功能的使用与 S7-200 的出错处理	262
习题与思考题	264

第 8 章 PLC 在恒压供水中的应用	265
8.1 变频器概述	265
8.2 恒压供水系统工作原理	267
8.3 控制系统硬件设计	269
8.4 PLC 程序设计	272
习题与思考题	277
第 9 章 PLC 在船用辅锅炉控制系统中的应用	278
9.1 船用辅锅炉控制系统概述	278
9.2 船用辅锅炉控制系统 PLC 选型和资源配置	280
9.3 程序框图及程序清单	282
实验十五 基于变频器恒压供水系统的模拟	286
实验十六 PLC 在船舶锅炉控制系统的应用	293
第 10 章 PLC 应用中的一些问题	297
10.1 PLC 控制系统的设计与调试步骤	297
10.2 PLC 端口的扩展与保护	301
10.3 PLC 控制系统的可靠性措施	304
10.4 PLC 的故障检测及维护	306
习题与思考题	308
附录 A S7-200 的特殊存储器(SM)标志位	309
附录 B S7-200 的 SIMATIC 指令集简表	314
附录 C S7-200 的错误代码	320
参考文献	323

第 1 章 可编程序控制器概述

可编程序控制器(PLC)是以微处理器为基础,综合了计算机技术、半导体集成技术、自动控制技术、数字控制技术和通信网络技术发展起来的一种通用工业自动控制装置。它面向控制过程、面向用户,适应工业环境,操作方便,可靠性高,成为现代工业控制的四大支柱(PLC、机器人、CAD/CAM 和数控技术)之一。PLC 已经成为自动化系统的基本手段,PLC 控制技术代表着当今自动控制的先进水平,在各行各业得到了广泛的应用。其发展之快,应用之广,是其他计算机控制设备无法比拟的。本章主要介绍 PLC 的一般特性,包括其分类、功能等。

1.1 PLC 的产生、定义、分类

1.1.1 PLC 的产生

在 20 世纪 60 年代,汽车生产流水线的自动控制系统基本是由继电器控制装置构成的,由于其生产规模大、周期短、要求更新速度快,继电器控制系统已不能从容地适应市场的要求。1969 年美国通用汽车公司(GE)公开招标,要求用新的控制装置取代继电器控制系统。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、寿命长等优点,很快在美国其他工业领域得到广泛推广和应用。1971 年日本借鉴美国的 PLC 技术,研制出自己的第一台 PLC,1973 年,欧洲国家也研制出他们的第一台 PLC。我国从 1974 年开始研制,和多个国家保持着长期合作。

随着微处理器的出现,以及大规模、超大规模集成电路的迅猛发展,通信技术的不断进步,PLC 迅速发展,其发展过程大致可分以下几个阶段:

1. 数字电路构成的雏形 PLC 阶段

1969 年美国数字设备公司(DEC)研制出第一台 PLC 时,限于当时的元器件条件及计算机发展水平,作为前期的 PLC 代表的这台装置主要由分立元件和中小规模集成电路组成,一般称为可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller)。其功能仅限于顺序控制、定时等。它在硬件上以准计算机的形式出现,在 I/O 接口上做了实质的改进以适应工业控制现场的要求,采用了抗干扰措施,提高了电路的抗干扰能力。在软件上,采用了梯形图编程方式,最大程度地适用于电气工程技术人員。

2. 微处理器构成的实用产品阶段

20 世纪 70 年代初出现了微处理器,人们很快将其引入到可编程序控制器,使 PLC 增加了运算、数据传送及处理等功能,成为真正具有计算机特征的工业控制装置。20 世纪 70 年代中期,可编程序控制器进入了实用化发展阶段,美国、日本、德国的一些厂家先后开始采用微处理器作为 PLC 的中央处理单元(CPU)。这样使得 PLC 的功能大大增强。在软件上,除了保持其原有的逻辑运算、计时、计数等功能外,增加了算术运算、数据处理、传送、通信、自

诊断等功能。硬件上,除了保持原有的开关模块外,还增加了模拟量模块、远程 I/O 模块、各种特殊功能模块,并扩大了存储器的容量,使各种逻辑线圈的数量增加,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。

3. 大规模应用的成熟产品阶段

20 世纪 80 年代初,可程序控制器在先进工业国家中已获得了广泛的应用。美国权威情报机构 1982 年的统计数据显示,大量应用可程序控制器的工业厂家占美国重点工业行业厂家总数的 82%,可程序控制器的应用数量已位于众多的工业自控设备之首。这个时期可程序控制器发展的特点是大规模、高速度、高性能、产品系列化。这标志着可程序控制器已步入成熟阶段。

20 世纪末,可程序控制器的发展更加适应现代工业控制的需要。从控制规模上来说,这个时期发展了大型机及超小型机;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,使应用可程序控制器的工业控制设备的配套更加容易。

4. 通用网络产品阶段

随着网络通信技术的飞速发展,近年来可程序控制器发展的一个重点是网络功能。通用的网络接口,卓越的通信能力使可程序控制器在工业以太网及各种工业总线系统中得到了广泛的应用。

1.1.2 PLC 的定义

早期的可程序控制器称为可程序逻辑控制器(Programmable Logic Controller),简称 PLC,主要替代继电器实现逻辑控制。随着技术的不断完善,PLC 已能完成更多的功能。到今天,人们已将其称为可程序控制器,简称 PC。但为了避免与个人计算机(Personal Computer)混淆,现仍将可程序控制器称为 PLC。

最开始,美国电气制造商协会 NEMA(National Electrical Manufactory Association)于 1984 年给 PC 定义如下:

“PC 是个数字式的电子装置,它使用了可程序的记忆体存储指令,用来执行诸如逻辑、顺序、计时、计数与演算功能,并通过数字式或类似的输入/输出模块控制各种机械或工作程序。一部数字电子计算机若是执行 PC 功能,亦被视为 PC,但不包括鼓式或类似的机械式顺序控制器。”

接下来,国际电工委员会(IEC)又先后颁发了 PLC 标准的草案第一稿、第二稿,并于 1987 年 2 月通过了第三稿,其定义为:

“可程序控制器是一种数字运算操作的电子系统,专为在工业环境应用而设计。它采用可程序的存储器,用于在其内部存储程序,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,并通过数字式或模拟式输入/输出控制各种类型的机械或生产过程。可程序控制器及其有关外部设备都按照易于与工业控制系统联成一个整体,易于扩充其功能的原则设计。”

从以上定义可以看出,PLC 是一种用程序来改变控制功能的工业控制计算机,除了能完成各种控制功能外,还有与其他计算机通信联网的功能。

1.1.3 PLC 的分类

PLC 产品琳琅满目,种类繁多,其性能和规格各不相同。通常按照结构形式或 I/O 点数的多少等进行分类。

1. 按结构形式分类

根据 PLC 的结构形式,可将 PLC 分为整体式、模块式和叠装式三类。

(1) 整体式 PLC

整体式 PLC 是将电源、CPU、I/O 接口等部件集中装在一个机箱内,具有结构紧凑、体积小、价格低、安装方便等优点,一般小型 PLC 采用这种结构。整体式 PLC 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 模块和电源。扩展单元只有 I/O 模块和电源。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 PLC 的功能得以扩展。这种结构的 PLC,适用于工业生产中的单机控制。图 1-1 是整体式 S7-200 PLC 的外形图。

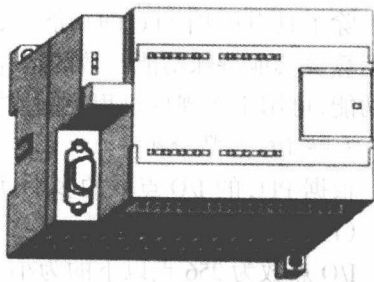


图 1-1 S7-200 PLC 外观结构图

(2) 模块式 PLC

模块式 PLC 是将 PLC 各组成部分分别作为若干个单独的模块,如 CPU 模块、I/O 模块、电源模块以及各种功能模块。

模块式 PLC 通常为总线结构,其总线做成总线板形式,上面有若干总线槽,每个总线槽上可安装一个 PLC 模块,不同模块实现不同的功能。模块式 PLC 的特点是系统配置灵活,可根据需要组成具有不同控制规模和功能的 PLC,装配比较方便,易于扩展和维修。但它的价格相对较高,一般大、中型 PLC 采用这种结构。图 1-2 是模块式 S7-300 PLC 的外形图。

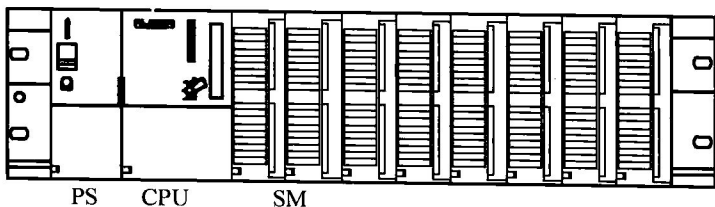


图 1-2 S7-300 PLC 的外观结构图

(3) 叠装式 PLC

将整体式 PLC 和模块式 PLC 结合起来,称为叠装式 PLC。它除了基本单元外,还有扩展模块和特殊功能模块,配置比较方便,集整体式 PLC 和模块式 PLC 优点于一身,它结构紧凑、体积小、安装方便。

2. 按功能分类

按照控制性能 PLC 可分为低档 PLC、中档 PLC 和高档 PLC。

(1) 低档 PLC

低档 PLC 具有逻辑运算、定时、计数、移位以及自诊断、监控等基本功能。还可带有少



量模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、通信等功能。主要用于逻辑控制、顺序控制或少量模拟量控制的单机控制系统。

(2)中档 PLC

除了具有低档 PLC 的功能外,还具有较强的模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、数制转换、远程 I/O、子程序、通信联网等功能。有些还增设中断控制、PID 控制等功能,适用于复杂控制系统。

(3)高档 PLC

除了具有中档 PLC 的功能外,还增加了带符号算术运算、矩阵运算、位逻辑运算、平方根运算及其他特殊功能函数的运算、制表及表格传送功能等。高档 PLC 具有更强的通信联网功能,可用于大规模过程控制或构成分布式网络控制系统,实现工厂自动化。

3.按 I/O 点数分类

根据 PLC 的 I/O 点数的多少,可将 PLC 分为小型、中型和大型三类。

(1)小型 PLC

I/O 点数为 256 点以下的为小型 PLC。其中,I/O 点数小于 64 点的为超小型或微型 PLC。

(2)中型 PLC

I/O 点数为 256 点以上,2 048 点以下的为中型 PLC。

(3)大型 PLC

I/O 点数为 2 048 以上的为大型 PLC。其中,点数超过 8 192 点的为超大型 PLC。

一般来讲,PLC 功能的强弱与其 I/O 点数的多少是相互关联的。随着 PLC 功能的不断完善加强,I/O 点数的分类方法也是随之变化的。

1.1.4 PLC 国内外产品

PLC 产品起源于美国,欧洲国家、亚洲国家都先后研发出适合自己国家的 PLC 产品。其有代表性的 PLC 产品(如表 1-1)为:

表 1-1 部分 PLC 生产厂家及产品品牌

国 家	公 司	产 品 型 号
美 国	GE Fanuc	90™ - 30 系列、90™ - 70 系列
日 本	三菱 MITSUBISHI	F1, F2, FX, FX2, FX2N, A 系列, AnS 系列
日 本	欧姆龙 OMRON	C 系列, C200H, CPM1A, CQM1, CV 系列
德 国	西门子 SIMATIC	S5 系列, S7 - 200, S7 - 300, S7 - 400 系列

1.美国 PLC 产品

美国是 PLC 生产大国,有 100 多家 PLC 厂商,著名的有 A - B 公司、通用电气(GE)公司、莫迪康(MODICON)公司、德州仪器(TI)公司等。其中 A - B 公司是美国最大的 PLC 制造商,其产品约占本地市场的一半。

2.欧洲 PLC 产品

德国的西门子公司、AEG 公司、法国的 TE 公司都是欧洲著名的 PLC 制造商。西门子的电子产品一直以来性能稳定且做工精良,在中大型 PLC 产品领域中与美国的 A - B 公

司不相上下。

3. 亚洲 PLC 产品

亚洲国家中,尤以日本的小型 PLC 最具特色。日本有许多 PLC 制造商相当出名,如三菱、欧姆龙、松下、富士、日立、东芝等。在世界小型 PLC 市场上,日本产品占有约 70% 的份额。

我国起步较晚,从 1982 年起,先后有天津、厦门、上海等企业 with 国外著名 PLC 制造商进行合资或引进其生产线,大大促进了我国 PLC 技术的快速发展。

1.2 PLC 的基本结构

PLC 采用了 3C 技术(Computer、Control、Communication),与计算机系统有着类似的组成结构。主要由 CPU 模块、输入/输出模块、电源和编程装置等组成。PLC 的特殊功能模块用来完成某些特殊的任务。

1.2.1 PLC 的硬件组成

PLC 在各个领域里得到了越来越广泛的应用,要正确地应用 PLC 去完成各种不同的控制任务,首先应了解 PLC 的基本组成和工作原理。目前 PLC 产品种类繁多,不同型号的 PLC 的结构也各不相同,但它们的基本组成和工作原理却大致相同。

从广义上说,PLC 是一种工业控制计算机,但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、专用的适用于控制要求的编程语言。所以 PLC 与计算机控制系统十分相似,同样具有中央处理器(CPU)、存储器、输入/输出(I/O)接口、电源等。其中,CPU 是 PLC 的核心,输入/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。如图 1-3 所示。

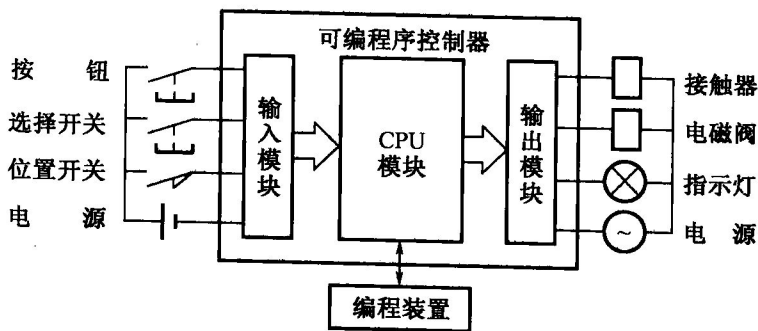


图 1-3 可编程序控制器的基本组成

1. 中央处理单元(CPU, Central Processing Unit)

中央处理单元是 PLC 的核心部分,相当于人的大脑和心脏。

微处理器是 PLC 的运算和控制中心,由它实现逻辑运算、数字运算,协调控制系统内部各部分的工作。它不断地采集输入信号,执行用户程序,刷新系统的输出。

其主要任务有:

- (1) 控制从编程器输入的用户程序 and 数据的接收与存储;
- (2) 用扫描的方式通过 I/O 部件接收现场的状态或数据, 并存入输入映像寄存器或数据存储器中;
- (3) 诊断电源、PLC 内部电路的工作故障和编程中的语法错误等; PLC 进入运行状态后, 从存储器逐条读取用户指令, 经过命令解释后按指令规定的任务进行数据传递、逻辑运算或数字运算等;
- (4) 根据运算结果, 更新有关标志位的状态和输出映像寄存器的内容, 再经由输出部件实现输出控制、制表打印或数据通信等功能。

PLC 常用的微处理器主要有通用微处理器、单片机、位片式微处理器。

一般说来, 小型 PLC 大多采用 8 位微处理器或单片机作为 CPU, 如 Z80A, 8085, 8031 等, 具有价格低, 普及通用性好等优点。

对于中型 PLC, 大多采用 16 位微处理器或单片机作为 CPU, 如 Intel8086 微处理器、Intel96 系列单片机, 具有集成度高, 运行速度快, 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, 它具有灵活性强, 速度快, 效率高等优点。

目前, 一些厂家生产的 PLC 中, 还采用了冗余技术, 即采用双 CPU 或三 CPU 工作, 进一步提高了系统的可靠性。采用冗余技术可使 PLC 平均无故障工作时间达几十万小时以上。

2. 存储器(Memory)

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。在 PLC 中, 存储器主要用来存放系统程序、用户程序及工作数据。具体包含有系统程序存储器和用户程序存储器。

(1) 系统程序存储器

系统程序包括系统监控程序、用户指令解释程序、标准程序模块、系统调用、管理等程序以及各种系统参数等。系统程序存储器用于存放 PLC 生产厂家编写的系统程序, 并固化在 PROM、EPROM 或 EEPROM 存储器中。系统程序相当于个人计算机的操作系统, 它关系到 PLC 的性能, 用户不可访问和修改。

(2) 用户程序存储器

用户程序是随 PLC 的控制对象而定的, 是由用户根据对象生产工艺的控制要求而编制的应用程序。用户程序存储器可分为三部分: 用户程序区、数据区、参数区。

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 或 EEPROM 中, 替代 RAM 使用。

数据区用于存放 PLC 在运行过程中所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等。

参数区主要存放 CPU 的组态数据, 例如, 输入输出 CPU 组态、设置输入滤波、脉冲捕捉、输出表配置、定义存储区保持范围、模拟电位器设置、高速计数器配置、高速脉冲输出配置、通信组态等。

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。由于随机读写存储器 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(锂电池)或大电

容为其供电,保护其存储的内容不丢失。

为了防止干扰对 RAM 中程序的破坏,当用户程序经过运行后一切正常、不需要改变时,可将其固化在只读存储器 EPROM 中。而现在很多 PLC 直接采用 EEPROM 作为用户存储器。

3. 输入、输出单元(Input/Output Unit)

输入/输出单元通常也称 I/O 单元或 I/O 模块,是 PLC 的 CPU 与工业现场输入、输出装置或其他外部设备之间的连接接口部件。

输入单元将现场的输入信号,经过输入单元接口电路的转换,变换为中央处理器能接受和识别的低电压信号,送给中央处理器进行运算;输出单元则将中央处理器输出的低电压信号变换为控制器件所能接受的电压、电流信号,以驱动信号灯、电磁阀、电磁开关等,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 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,所有输入、输出单元均带有光电隔离和滤波功能,其目的是把 PLC 与外部电路隔离开来,提高 PLC 的抗干扰能力。另外,I/O 接口通常还有状态指示,使 PLC 工作状态直观,便于维护。

PLC 提供了多种操作电平和驱动能力的 I/O 接口。I/O 接口的主要类型有:数字量(开关量)输入/输出、模拟量输入/输出。

(1) 开关量输入

开关量输入接口用于连接按钮、行程开关、继电器触点、接近开关、光电开关、数字拨码开关及各类传感器的执行接点,是 PLC 的主要输入接口。常用的开关量接入接口按其使用的电源不同分为 3 种类型:直流输入接口、交流输入接口和交/直流输入接口。图 1-4 给出了直流及交流两类输入口的示意电路。图中虚线框内的部分为 PLC 内部电路,框外为用户接线,开关量输入通过光电耦合隔离电路连接存储单元的输入继电器。

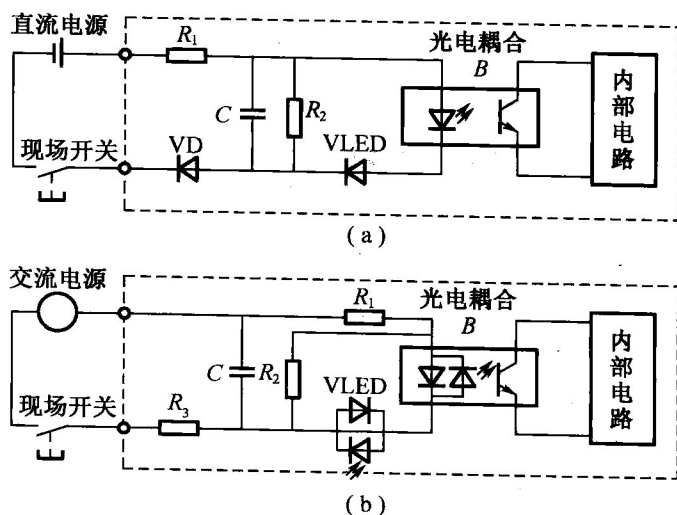


图 1-4 开关量输入接口电路

(a) 直流输入单元; (b) 交流输入单元

(2) 开关量输出

开关量输出用于连接继电器、接触器、电磁阀的线圈,是 PLC 的主要输出接口。根据 PLC 内部输出器件的不同,PLC 开关量输出通常有晶体管输出、双向晶闸管输出及继电器输出三种类型,图 1-5(a),(b),(c)分别给出了这三种电路示意图。其中,继电器输出接口可以驱动交流或直流负载,但其响应时间长(10 ms),动作频率低;晶体管输出接口可以驱动直流负载,响应时间很快(0.2 ms),动作频率高;晶闸管输出接口可以驱动交流负载,响应时间较快(1 ms),动作频率高。开关量输出通过隔离电路连接存储单元的输出继电器。

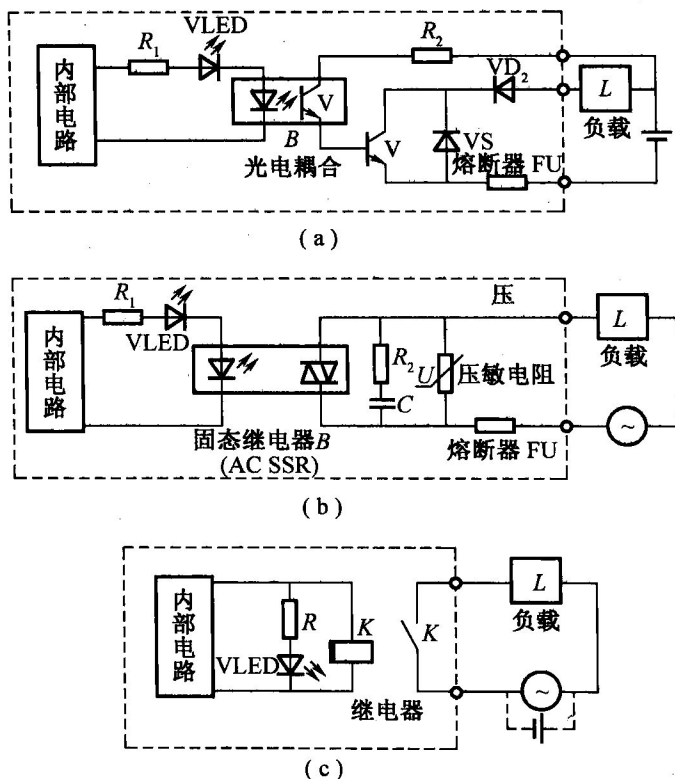


图 1-5 开关量输出接口电路

(a) 晶体管输出方式; (b) 晶闸管输出方式; (c) 继电器输出方式

(3) 总线扩展接口用于连接主机的扩展单元及各类功能模块。

(4) 通信口用于连接通信网络, PLC 一般配置 1~2 个 RS485 口。

4. 电源

PLC 中一般配有开关式稳压电源(5V DC)为内部电路供电。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是很高,允许电源电压在其额定值 $\pm 15\%$ 的范围内波动。许多 PLC 还能向外部提供 24V 的直流稳压电源,可给输入单元所连接的外部开关或传感器供电。

5. 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。

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。由于 PLC 产品不断的更新,所以专用编程器的使用周期也很有限。目前的趋势是使用以个人计算机为基础的编程装置,用户只要购买 PLC 厂家提供的编程软件和相应的接口装置就行。这样一来,用户只用较少的投资就能得到高性能的 PLC 程序开发系统,如果再配上相应的软件还可以实现数据采集和分析等许多功能。

1.2.2 PLC 的软件构成

PLC 的软件包括系统软件 and 用户程序。它们的功能如下:

1. 系统软件

系统程序由 PLC 制造商设计编写,并存入 PLC 的系统存储器中,用户不能随意直接编写和更改。主要包括三部分。

(1) 系统管理程序

系统管理程序主要有三方面的作用:一是运行时间管理,控制可编程序控制器何时输入、何时输出、何时计算、何时自检、何时通信;二是存储空间的管理,规定各种参数、程序的存放位置,以及生成用户环境;三是系统自检程序,包括各种系统出错检验、用户程序语法检验、句法检验、警戒时钟运行等。

(2) 用户指令解释程序

用户指令解释程序是联系高级程序语言和机器码的桥梁。众所周知,任何计算机最终都是执行机器码指令的,但是使用机器码编程是非常复杂的。可编程序控制器使用梯形图语言编程,把使用者直观易懂的梯形图程序变成机器能识别的机器码语言,这就是解释程序的任务。

(3) 标准程序模块及其调用程序

这是由许多具有一定功能的、独立的程序块组成,如完成输入、输出或特殊运算功能等程序模块,供用户调用。

整个系统软件是一个整体,其质量的好坏很大程度影响可编程序控制器的性能。在许多情况下,通过改进系统软件就可以在不增加任何设备的条件下大大改善可编程序控制器的性能水平。

2. 用户程序

用户程序即应用程序,是用户利用 PLC 的编程语言,根据控制要求编制的程序。在 PLC 的实际应用中,编写用户程序来达到控制目的是非常重要的。为了符合电气技术人员的传统习惯和掌握能力,PLC 通常采用相对简单、易懂、形象的专用编程语言。

PLC 编程语言是多种多样的,对于不同生产厂家和不同系列的 PLC 产品采用的语言表达方式也不相同。基本分为两种类型:一是采用字符表达方式的编程语言,如语句表等;二是采用图形符号表达方式的编程语言,如梯形图等。下面简要介绍几种常用的 PLC 编程语言。

(1) 梯形图语言

梯形图语言是从继电器控制系统原理图的基础上演变而来的。只是在使用符号和表达方式上有一定的区别。

如图 1-6 是典型的梯形图示意图。左右两条垂直的线称为母线,母线之间是触点的逻辑