



普通高等教育

电气自动化类 国家级特色专业系列规划教材

PLC

电气控制与组态设计

(第二版)

周美兰 周 封 王岳宇 编著



科学出版社

www.sciencep.com

普通高等教育电气自动化类国家级特色专业系列规划教材

PLC 电气控制与组态设计

(第二版)

周美兰 周 封 王岳宇 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是将 PLC 电气控制系统设计与组态监控技术结合起来,用于 PLC 自动化系统设计教学的教材。全书共分为 8 章,介绍了 PLC 的一般原理、特殊功能及高级模块,PLC 编程的特点、原则、方法和步骤,PLC 编程工具及监控组态软件等。书中由浅入深地介绍了大量的应用实例,以使读者更好地掌握 PLC 指令的使用方法、编程规则和编程技巧。

本书配套的光盘中包含多媒体教学课件、PLC 控制组态仿真综合设计实例、PLC 组态仿真实验教学课件及演示系统,此外还提供了力控组态开发软件 Force-Control 2.6 版。配套光盘中所带的 PLC 控制组态仿真课件已与力控 Force-Control 2.6 系统程序融为一体,可使读者在开发 PLC 控制系统时不需被控实物,只通过显示器的组态监控界面就可检验所编程序的执行结果正确与否。

本书可作为高等院校电气工程及其自动化、自动控制、机械电子工程、机电一体化等专业本科生教材,也可作为从事工业自动化及 PLC 应用开发的工程技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

PLC 电气控制与组态设计/周美兰,周封,王岳宇编著.—2 版.—北京:科学出版社,2009

(普通高等教育电气自动化类国家级特色专业系列规划教材)

ISBN 978-7-03-024532-8

I. P… II. ①周…②周…③王… III. 可程序控制器-电器控制系统-高等学校-教材 IV. TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 068146 号

责任编辑:巴建芬 余江 潘继敏/责任校对:陈玉凤

责任印制:张克忠/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

信浩彩色印装有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003 年 5 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2009 年 10 月第 二 版 印张: 20

2009 年 10 月第七次印刷 字数: 374 000

印数: 14 501—17 500

定价: 33.00 元(含光盘)

(如有印装质量问题,我社负责调换)

第二版前言

本书第一版于 2003 年 5 月出版后,在全国很多高校得到应用。哈尔滨理工大学的“PLC 电气控制与组态设计”课程近年来一直使用该书作教材,并于 2008 年被评为黑龙江省精品课程。

在近六年的时间里,可编程控制器(PLC)技术得到了迅猛发展,有些新技术应及时补充进来。编者根据课程组几年来使用过程中的体会和读者的建议,在编写第二版时对部分内容进行了改进。主要改动有以下几点:

(1) 对第 1 章的整体结构做了相应的调整,如把原来的 1.4 节和 1.5 节调为 1.2 节和 1.3 节,并且各节中的内容也有调整和修改,这样使得教学思路更加清晰。在本章的最后一节把近几年刚刚出现还不太成熟的软 PLC 技术介绍给读者,以使大家了解 PLC 的最新发展。

(2) 第 2 章增加了 2.3 节“松下 FP 系列小型机的其他机型简介”。FP0、FP Σ 和 FP-M 是松下电工近几年新推出的颇受用户欢迎的微型可编程控制器。其共同的特点是体积小,运算速度快,拥有许多大型机的功能和指令,性价比高。

(3) 第 3 章增加一些典型例题,以使读者更好地理解 PLC 指令的含义并尽快地掌握其用法,对于较难掌握的中断指令,在原书的基础上又做了进一步的讲解并增加了 2 道例题。第 4 章的改动比较大,增加了许多典型而又实用的例题,有的例题采用多种方法编写程序。通过分析这些程序,介绍了 PLC 编程的方法和编程技巧。另外这两章增加的习题也较多,其中第 3 章删除了原书中的 2 道题,从原书的 10 道习题增加到 16 道习题,第 4 章从 7 道习题增加到 12 道习题。这些题都是精心挑选的且有代表性的习题。

(4) 第 5 章增加了两部分新内容,简单介绍了 PLC 与触摸屏之间的通信和基于人机界面的 PLC 控制系统的仿真技术。这部分内容目前国内同类书中很少提及。

(5) 简单介绍了松下电工公司新开发的 PLC 编程软件“FPWIN-GR 2.4 汉化版”的基本功能,并举例说明了该软件的使用方法。(注:松下电工的 PLC 编程软件“FPWIN-GR 2.4 汉化版”可在黑龙江省精品课程“PLC 电气控制与组态设计”网站上免费下载,网址为:<http://www1.hrbust.edu.cn/xueyuan/ele/plc/shouye.html>)

本书在国内首次把 PLC 与组态软件有机结合,讲述现代电气控制系统设计方法。可编程控制器是自动控制技术、计算机技术和通信技术三者结合的高科技产

品,它作为一种通用的工业自动化装置,在工业控制各个领域已得到了广泛的应用。由于 PLC 在工业自动化中的重要地位,目前全国各类学校都已将 PLC 技术纳入教学,已有不少介绍 PLC 技术的图书出版。但这些书的综合实验部分都是以实物为基础,这给 PLC 的实验教学带来了一定的困难。因为真实的被控对象一般都具有体积大、质量大、价格昂贵、维护困难等特点,很难在实验室配备,即使实验室配置了某些相对简单的设备,也因其易损坏、种类少而远远不能满足为学生开设实验课的需要。

本书把组态软件应用到 PLC 的教学中,提出了 PLC 电气控制系统设计与组态监控技术相结合的新方法。将组态软件用于 PLC 的实验教学中,能够用仿真的方式代替实物,通过计算机屏幕的组态监控界面直接检验 PLC 控制结果的正确与否,达到与实物相当的教学效果,从而解决了 PLC 实验课开设难或无法开设的问题。从教学意义上来说,用计算机全真模拟被控对象,不但可以克服采用真实被控对象的缺点,而且可以用有限的设备、低廉的成本、多样化的程序,来丰富学生的实验课内容,大大增强了 PLC 实验课的教学效果。书中提供的仿真方法还可在科技人员的科研开发中发挥巨大的作用。

随书一起发行的光盘中包含多媒体教学课件、PLC 控制组态仿真综合设计实例、PLC 组态仿真实验教学课件及演示系统。光盘所提供的实验课件和综合设计实例中,所有的 PLC 梯形图程序和组态监控界面均通过上机调试并在学生的 PLC 实验课中进行了反复的验证。

全书采用松下编程软件 FPWIN-GR 和力控组态软件进行开发,配套光盘中所带的 PLC 组态仿真课件在力控公司软件开发人员的协助下,已与力控 Force-Control 2.6 系统程序融为一体,故将 Force-Control 2.6 系统程序安装完毕后,在程序组中运行“力控”即可进入“工程管理器”程序,在打开的窗口中将看到本书所开发的组态仿真课件图标,选定某个课件图标即可进入相应的组态监控界面以进行 PLC 控制程序的开发工作,这给学习者带来很大方便。

全书共分为 8 章。主要内容包括可编程控制器的基本知识、松下电工 FP 系列可编程控制器介绍、FP1 的指令系统、PLC 的编程及应用、FP1 的特殊功能和高级模块、松下电工 PLC 编程工具和监控组态软件简介、监控组态软件与 PLC 应用综合设计、实验及附录。可满足 PLC 课程 36~70 学时的要求。

本书的第 1、2、6 章及附录由周美兰编写,第 3、5 章及 8.1 节由周封编写,第 4、7 章及 8.2 节由周美兰和王岳宇共同编写。全书最后由主编周美兰统稿、定稿。

哈尔滨理工大学的孟大伟教授为本书主审,他审阅了全书,提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

天津大学的李一博博士为本书提供了非常有用的原始资料,付东海在多媒体课件的制作过程中做了大量的工作,在此深表谢意。在本书的编写过程中,张雷、

熊斌、马冬冬、李冰、国辉和寇智博在 PLC 控制仿真系统的制作及程序的调试上做了一定的工作。在仿真系统和调试过程中,还得到了哈尔滨理工大学电气工程及其自动化实验室沈稼丰高工和王吉涛老师的支持。北京三维力控科技有限公司对本书的出版给予了大力支持,在此一并致谢。

在编写过程中编者参考了很多优秀教材和著作。编者向收录于参考文献中的各位作者表示真诚的谢意。

本书虽然经过多年的使用和修改,但由于编者水平有限,书中一定会有不少缺点和错误,恳切希望读者提出宝贵意见,以便进一步修正。联系信箱:zhoumeilan001@163.com。

编 者

2009年2月于哈尔滨

第一版前言

本书在国内首次把可编程逻辑控制器(PLC)与组态软件有机结合,讲述电气控制系统设计方法。可编程控制器是自动控制技术、计算机技术和通信技术三者结合的高科技产品,它作为一种通用的工业自动化装置,在工业控制各个领域已得到了广泛的应用。由于 PLC 在工业自动化中的重要地位,现在已有一些可编程控制器的技术图书出版。但这些书的综合实验部分都是以实物为基础,这给学习 PLC 的读者带来了一定的困难。因为真实的被控对象一般都有体积大、质量大、价格昂贵、维护困难等特点,很难在实验室配备,即使实验室配置了某些相对简单的设备,也因其易损坏、种类少而远远不能满足为学生开设实验课的需要。而可编程控制器的应用技术实践性非常强,实验环节至关重要,只有通过实验进行实际操作,学生才能真正学会可编程控制器技术。

组态软件的发展与成长和网络技术的发展普及密不可分。组态软件具有远程监控、数据采集、数据分析、过程控制等强大功能,在自动化系统中占据主力军的位置,逐渐成为工业自动化系统中的灵魂。目前世界上的组态软件有几十种之多,但在我国近几年才刚刚走向市场,其发展前景相当广阔。本书一方面把组态监控软件介绍给读者,以便把这一技术应用到以后的科研项目开发中去;另一方面把组态软件应用到 PLC 的教学中,提出了 PLC 电气控制系统设计与组态监控设计相结合的新方法。

利用组态软件全真模拟 PLC 的控制对象,读者不需要实物而仅通过微机的显示器就可检验所编程序的正确与否和执行结果,这给学习者提供了很大方便,也为 PLC 的实验教学提供了一条新的途径。从教学意义上来说,用计算机全真模拟被控对象,不但可以克服采用真实被控对象的缺点,而且可以用有限的设备、低廉的成本、多样化的程序,来丰富学生的实验课内容,大大增强 PLC 实验课的教学效果,提高学生的编程技巧和动手能力,丰富学生的工程实践经验,达到全方位教学的目的。书中提供的仿真方法还可在科研人员的科技开发中发挥巨大的作用。

本书是在哈尔滨理工大学电气工程及其自动化系“可编程序控制器”课程多年教学的基础上编写而成。在实例讲解和综合实验的选择上力求具有工程实用价值,以提高学习者的应用能力。

随书一起发行的光盘中包含多媒体实验课件和多媒体教学课件。课件采用完全开放的形式,可由使用者根据自己的经验、习惯进行合理调整、取舍,大大节约了

教师的时间和精力,提高了教学的信息化水平。

全书共分为八章。主要内容包括:可编程控制器的基本知识、松下电工可编程控制器产品——FP1 介绍、FP1 的指令系统、PLC 的编程及应用、FP1 的特殊功能及高级模块、松下电工 PLC 编程工具及三维力控监控组态软件简介、监控组态软件与 PLC 应用总体设计、实验及附录。

本书第一章、第二章、第四章、第六章及附录由周美兰编写,第三章、第五章及第八章的第一部分由周封编写,第七章及第八章的第二部分由周美兰和王岳宇共同编写。哈尔滨理工大学孟大伟教授为本书主审,他仔细审阅了全书,提出了许多宝贵意见,作者在此表示衷心的感谢。

本书在构思过程中得到了哈尔滨理工大学戈宝军教授和温嘉斌教授的指点,在编写过程中他们也给予了很多帮助;天津大学的李一博博士为本书提供了非常有用的原始资料,付东海在多媒体课件的制作过程中做了大量工作,作者在此深表谢意。

在本书的编写过程中,张雷、熊斌、马冬冬、李冰、国辉、寇智博在仿真系统的制作及程序的调试上做了一定的工作。在仿真系统和调试过程中,还得到了哈尔滨理工大学电气工程及其自动化实验室沈稼丰高级工程师和王吉涛老师的支持。北京三维力控科技有限公司对本书的出版给予了大力支持,在此一并致谢。

由于我们水平有限,书中一定有不少缺点和错误,恳切希望读者提出宝贵意见,以便进一步修正。

作者

2002 年 11 月

目 录

第二版前言

第一版前言

第 1 章 可编程控制器的基本知识	1
1.1 可编程控制器的产生和发展	1
1.2 可编程控制器的特点及分类	2
1.2.1 PLC 的主要特点	2
1.2.2 PLC 的分类	4
1.3 可编程控制器的应用场合和发展趋势	6
1.3.1 PLC 的应用场合	6
1.3.2 可编程控制器的发展趋势	7
1.4 可编程控制器的基本结构	8
1.4.1 PLC 的系统结构	8
1.4.2 PLC 各部分的作用.....	9
1.5 可编程控制器的工作原理及技术性能.....	12
1.5.1 PLC 的基本工作原理	12
1.5.2 PLC 的主要技术指标	13
1.5.3 PLC 的内存分配	15
1.6 可编程控制器的几种编程语言.....	16
1.6.1 梯形图语言	16
1.6.2 指令助记符语言	17
1.7 软 PLC 简介	17
1.7.1 软 PLC 的概念和特点	17
1.7.2 软 PLC 产品简介	18
1.7.3 软 PLC 系统结构和技术实现	18
1.7.4 软 PLC 的技术优势及其发展的制约因素	19
小结	20
习题	21
第 2 章 松下电工 FP 系列可编程控制器	23
2.1 FP1 系列可编程控制器及技术性能.....	23

2.1.1	FP1 系列 PLC 的类型及构成	24
2.1.2	FP1 系列 PLC 的技术性能	27
2.2	FP1 的内部寄存器及 I/O 配置	28
2.2.1	FP1 的内部寄存器配置	28
2.2.2	FP1 的 I/O 地址分配	33
2.3	FP 系列小型机的其他机型简介	34
2.3.1	微型可编程控制器 FP0 机型介绍	35
2.3.2	微型可编程控制器 FP Σ 机型简介	37
2.3.3	FP-M 单板式可编程控制器简介	38
小结	.....	38
习题	.....	39
第 3 章	FP1 的指令系统	41
3.1	概述	41
3.1.1	继电器系统与 PLC 指令系统	41
3.1.2	FP1 指令系统分类	42
3.2	FP1 的基本指令系统	43
3.2.1	基本顺序指令	43
3.2.2	基本功能指令	52
3.2.3	控制指令	59
3.2.4	比较指令	72
3.3	高级指令概述	75
3.3.1	高级指令的类型	75
3.3.2	高级指令的构成	75
3.3.3	高级指令的操作数	76
3.3.4	使用高级指令应注意的问题	77
3.4	FP1 的高级指令	77
3.4.1	数据传送指令	77
3.4.2	算术运算指令	83
3.4.3	数据比较指令	89
3.4.4	逻辑运算指令	92
3.4.5	数据转换指令	93
3.4.6	数据移位指令	98
3.4.7	位操作指令	103
3.4.8	特殊指令	104
小结	.....	109

习题	110
第 4 章 PLC 的编程及应用	113
4.1 PLC 编程特点和原则	113
4.1.1 PLC 的编程特点	113
4.1.2 PLC 的编程原则	115
4.2 PLC 基本编程电路	118
4.2.1 AND 电路	118
4.2.2 OR 电路	119
4.2.3 自锁(自保持)电路	119
4.2.4 互锁电路	120
4.2.5 分频电路	120
4.2.6 时间控制电路	120
4.2.7 其他电路	126
4.3 PLC 应用编程实例	128
4.3.1 电动机正反转控制	128
4.3.2 流水灯控制	131
4.3.3 设备顺序启动-循环控制	132
4.3.4 多台电动机顺序启动与逆序停止控制	135
4.3.5 锅炉点火和熄火控制	136
4.3.6 房间灯的控制	138
4.3.7 多地点控制	140
4.3.8 易拉罐自动生产线计数控制	143
4.3.9 查找最大数	144
4.3.10 中断控制电路	145
小结	145
习题	146
第 5 章 FP1 的特殊功能和高级模块	151
5.1 FP1 的特殊功能	151
5.1.1 脉冲输出	151
5.1.2 高速计数功能(HSC)	151
5.1.3 可调输入延时滤波功能	157
5.1.4 输入窄脉冲捕捉功能	158
5.1.5 特殊功能占用输入端优先权排队	159
5.1.6 其他功能	159
5.2 FP1 的高级模块	159

5.2.1	A/D 转换模块	159
5.2.2	D/A 转换模块	163
5.3	FP1 的通信功能	166
5.3.1	通信的有关基本概念	167
5.3.2	FP1 的通信接口	169
5.3.3	FP1 的通信方式	170
5.3.4	PLC 与触摸屏之间的通信	172
5.3.5	基于人机界面的 PLC 控制系统的仿真	173
5.3.6	专用通信协议 MEWTOCOL	174
小结	.....	174
习题	.....	175
第 6 章	松下电工 PLC 编程工具和监控组态软件简介	177
6.1	松下电工 PLC 编程工具简介	177
6.1.1	松下电工 PLC 编程软件	177
6.1.2	FP 编程器 II	186
6.2	监控组态软件简介	192
6.2.1	监控组态软件简介	192
6.2.2	力控监控组态软件简介	194
6.2.3	力控实例入门	195
小结	.....	205
习题	.....	206
第 7 章	监控组态软件与 PLC 应用综合设计	207
7.1	自动售货机 PLC 控制与监控组态设计	207
7.1.1	仿真系统组成	207
7.1.2	自动售货机功能分析	207
7.1.3	设计任务的确定	209
7.1.4	程序设计部分	209
7.1.5	仿真界面的设计	217
7.1.6	仿真界面中各变量的定义	220
7.1.7	数据连接	226
7.1.8	自动售货机 PLC 控制梯形图	229
7.2	5 层楼电梯 PLC 控制与监控组态设计	234
7.2.1	电梯的基本功能	234
7.2.2	实际运行中的情况分析	235
7.2.3	设计部分	237

7.2.4 5层楼电梯 PLC 控制参考程序	244
小结	250
第 8 章 实验	252
8.1 指令系统实验	253
实验一 基本顺序指令练习	253
实验二 定时指令和计数指令的应用	255
实验三 几种数据移位指令的应用	257
实验四 算术运算指令的应用	258
实验五 子程序调用指令的应用	259
实验六 A/D、D/A 模块的应用	261
8.2 PLC 控制组态软件综合仿真实验	263
实验一 运料小车 PLC 控制组态仿真实验	264
实验二 一维位置控制组态仿真实验	268
实验三 十字路口交通指挥灯控制组态仿真实验	270
实验四 啤酒装箱自动生产线组态仿真实验	274
实验五 LED 数码显示控制组态仿真实验	278
实验六 霓虹灯 PLC 控制组态仿真实验	281
实验七 溶液混合 PLC 控制组态仿真实验	285
参考文献	289
附录	290
附录一 特殊内部继电器表	290
附录二 特殊数据寄存器表	292
附录三 FP1 系统寄存器表	294
附录四 基本指令表	297
附录五 高级指令表	301

第 1 章 可编程控制器的基本知识

1.1 可编程控制器的产生和发展

可编程序控制器问世于 1969 年。20 世纪 60 年代末期,当时美国的汽车制造业非常发达,竞争也十分激烈。各生产厂家为适应市场需求不断更新汽车型号,这必然要求相应的加工生产线随之改变,整个继电器控制系统也就必须重新设计和配置。这样不但造成设备的极大浪费,而且新系统的接线也十分费时。在这种情况下,采用继电器控制显出过多的不足。正是从汽车制造业开始了对传统继电器控制的挑战,1968 年美国 General Motors(GM)公司,为了适应产品品种的不断更新、减少更换控制系统的费用与周期,要求制造商为其装配线提供一种新型的通用程序控制器,并提出以下 10 项招标指标:

- (1) 编程简单,可在现场修改程序;
- (2) 维护方便,最好是插件式;
- (3) 可靠性高于继电器控制柜;
- (4) 体积小于继电器控制柜;
- (5) 可将数据直接送入管理计算机;
- (6) 在成本上可与继电器控制柜竞争;
- (7) 输入为交流 115V(注:美国电网电压为 110V);
- (8) 输出为交流 115V、2A 以上,能直接驱动电磁阀等;
- (9) 在扩展时,原系统只需很小变更;
- (10) 用户程序存储器容量至少能扩展到 4KB。

这就是著名的 GM 10 条。如果说各种电控制器、电子计算机技术的发展是可编程序控制器出现的物质基础,那么 GM 10 条就是可编程序控制器出现的直接原因。

1969 年,美国数据设备公司(DEC)研制出世界上第一台可编程控制器,并成功地应用在 GM 公司的生产线上。其后日本、原联邦德国等相继引入,使其迅速发展起来。但这一时期它主要用于顺序控制,虽然也采用了计算机的设计思想,但当时只能进行逻辑运算,故称为可编程逻辑控制器,简称 PLC(programmable logic controller)。

20 世纪 70 年代初期诞生的微处理器和微型计算机,经过不断地开发和改进,软、硬件资源和技术已经十分完善,价格也很低廉,因而渗透到各个领域。可编程

序控制器的设计和制造者及时吸收了微型计算机的优点,引入了微处理器和其他大规模集成电路,诞生了新一代的可编程序控制器。70年代后期,随着微电子技术和计算机技术的迅猛发展,PLC从开关量的逻辑控制扩展到数字控制及生产过程控制领域,真正成为一种电子计算机工业控制装置,故称为可编程控制器,简称PC(programmable controller)。但由于PC容易和个人计算机(personal computer)相混淆,故人们仍习惯地用PLC作为可编程控制器的缩写。

1985年1月国际电工委员会(IEC)对可编程序控制器给出如下定义:“可编程序控制器是一种数字运算的电子系统,专为工业环境下应用而设计。它采用可编程序的存储器,用来在内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令,并通过数字式、模拟式的输入和输出,控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器及其有关设备,都应按易于与工业控制系统联成一个整体,易于扩充的原则设计。”

PLC从诞生至今,其发展大体经历了三个阶段:从20世纪70年代至80年代中期,以单机为主发展硬件技术,为取代传统的继电器-接触器控制系统而设计了各种PLC的基本型号。到80年代末期,为适应柔性制造系统(FMS)的发展,在提高单机功能的同时,加强软件的开发,提高通信能力。90年代以来,为适应计算机集成制造系统(CIMS)的发展,采用多CPU的PLC系统,不断提高运算速度和数据处理能力。

据有关数据统计显示,1987年世界PLC的销售额为25亿美元,此后每年以20%左右的速度递增。进入20世纪90年代以来,世界PLC的年平均销售额在55亿美元以上,其中我国约占1%。当前,PLC在国际市场上已成为最受欢迎的工业控制畅销产品,用PLC设计自动控制系统已成为世界潮流。

1.2 可编程控制器的特点及分类

1.2.1 PLC的主要特点

1) 可靠性高、抗干扰能力强

为保证PLC能在工业环境下可靠工作,在设计和生产过程中采取了一系列硬件和软件的抗干扰措施,主要有以下几个方面:

(1) 隔离,这是抗干扰的主要措施之一。PLC的输入、输出接口电路一般采用光电耦合器来传递信号。这种光电隔离措施,使外部电路与内部电路之间避免了电的联系,可有效地抑制外部干扰源对PLC的影响,同时防止外部高电压串入,从而减少故障和误动作。

(2) 滤波,这是抗干扰的另一个主要措施。在PLC的电源电路和输入/输出电路中设置了多种滤波电路,用以对高频干扰信号进行有效抑制。

(3) 对 PLC 的内部电源还采取了屏蔽、稳压、保护等措施,以减少外界干扰,保证供电质量。另外使输入/输出接口电路的电源彼此独立,以避免电源之间的干扰。

(4) 内部设置了连锁、环境检测与诊断、Watchdog(“看门狗”)等电路,一旦发现故障或程序循环执行时间超过了警戒时钟(WDT)规定时间(预示程序进入了死循环),立即报警,以保证 CPU 可靠工作。

(5) 利用系统软件定期进行系统状态、用户程序、工作环境和故障检测,并采取信息保护和恢复措施。

(6) 对用户程序及动态工作数据进行电池备份,以保障停电后有关状态或信息不丢失。

(7) 采用密封、防尘、抗振的外壳封装结构,以适应工作现场的恶劣环境。

(8) 以集成电路为基本元件,内部处理过程不依赖于机械触点,以保障高可靠性。而采用循环扫描的工作方式,也提高了抗干扰能力。

通过以上措施,保证了 PLC 能在恶劣的环境中可靠地工作,使平均故障间隔时间(MTBF)指标高,故障修复时间短。目前,MTBF 一般已达到 $(4\sim 5)\times 10^4$ h。

2) 可实现三电一体化

三电是指电控、电仪、电传。根据工业自动化系统的分类,对于开关量的控制,即逻辑控制系统,继电器控制装置为电控装置。对于慢的连续控制,即过程控制系统,采用的是电动仪表控制,为电仪装置。对于快的连续量控制,即运动控制系统,采用的是电传装置。PLC 集电控、电仪和电传于一体。一台控制装置既有逻辑控制功能,又有过程控制功能,还有运动控制功能,可以方便、灵活地适应各种工业控制的需要。

3) PLC 与传统的继电器逻辑相比所具有的优点

(1) 由于采用了大规模集成电路和计算机技术,因此可靠性高、逻辑功能强,且体积小。

(2) 在需要大量中间继电器、时间继电器及计数继电器的场合,PLC 无须增加硬设备,利用微处理器及存储器的功能,就可以很容易地完成这些逻辑组合和运算,大大降低了控制成本。

(3) 由于 PLC 采用软件编制程序来完成控制任务,所以随着要求的变更对程序进行修改显得十分方便,具有很好的柔性。继电器线路则是通过许多真正的“硬”继电器和它们之间的硬接线达到的,要想改变控制功能,必须变更硬接线,重新配置,灵活性差。

(4) 新一代 PLC 除具有远程通信功能以及易于与计算机接口实现群控外,还可通过附加高性能模块对模拟量进行处理,实现各种复杂的控制功能,这对于布线逻辑的继电器控制系统是无法做到的。

4) PLC 与工业控制计算机相比所具有的特点

(1) PLC 继承了继电器系统的基本格式和习惯,以继电器逻辑梯形图为编程语言,梯形图符号和定义与常规继电器展开图完全一致,可以视为继电器系统的超集,所以,对于有继电器系统方面知识和经验的人来说,尤其是现场的技术人员,学习起来十分方便。

(2) PLC 是从针对工业顺序控制并扩大应用而发展起来的,一般是由电气控制器的制造厂家研制生产,其硬件结构专用,标准化程度低,各厂家的产品不通用。工业控制计算机(简称工控机)是由通用计算机推广应用发展起来的,一般由微机厂、芯片及板卡制造厂开发生产。它在硬件结构方面的突出优点是总线标准化程度高,产品兼容性强,并能在恶劣的工业环境中可靠运行。

(3) PLC 的运行方式与工控机不同,它特别适合于逻辑顺序控制,虽也能完成数据运算、PID 调节等功能,但微机的许多软件还不能直接使用,须经过二次开发。工控机可使用通用微机的各种编程语言,对要求快速、实时性强、模型复杂的工业对象的控制占有优势。

(4) PLC 和工控机都是专为工业现场应用环境而设计的。PLC 在结构上采取整体密封或插件组合型,并采取了一系列的抗干扰措施,使其具有很高的可靠性。工控机对各种模板的电气和机械性能也有严格的考虑,因而可靠性也较高。

(5) PLC 一般具有模块结构,可以针对不同的对象进行组合和扩展,其结构紧密、体积小,易于装入机械设备内部,是实现机电一体化的理想控制设备。

1.2.2 PLC 的分类

目前 PLC 生产厂家的产品种类繁多,型号规格也不统一,其分类也没有统一的标准,通常可有 3 种形式分类。

1. 按结构形式分类

根据结构形式不同 PLC 可分为整体式、模块式和单板式三种。

1) 整体式

整体式是把 PLC 的各组成部分(I/O 接口电路、CPU、存储器等)安装在一块或少数几块印刷电路板上,并连同电源一起装在机壳内形成一个单一的整体。输入、输出接线端子及电源进线分别在机箱的上、下两侧,并有相应的发光二极管显示输入/输出状态。面板上留有编程器的插座、扩展单元的接口插座等。其特点是简单紧凑、体积小、重量轻、价格较低。通常小型或超小型 PLC 常采用这种结构,如松下电工的 FP1 型产品。整体式 PLC 的主机可通过扁平电缆与 I/O 扩展单元、智能单元(如 A/D、D/A 单元)等相连接。这类机适合于单机控制的场合。