



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
(高职高专教育)

可编程控制器 原理及应用 (第2版)

孙平 主编
张海波 杜志勇 副主编



高等教育出版社
Higher Education Press

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
(高职高专教育)

可编程控制器原理及应用

(第2版)

孙 平 主 编
张海波 杜志勇 副主编

高等教育出版社

内容提要

可编程控制器(PLC)是一种以微电子技术、自动化技术、计算机技术、通信技术为一体,以工业自动化控制为目标的新型控制装置。

我国大量使用的 PLC 产品主要有西门子公司的 S7 系列,三菱公司的 FX2 系列,立石公司的 C 系列,日本松下电工的 FP1 系列,美国 GE 公司的 GE 系列等。其中西门子公司的 S7-200 系列小型 PLC 以其结构紧凑、可靠性高、功能全等优点在自动控制领域占有重要地位。本书以现今流行的西门子公司 S7-200 系列 CPU22X 小型 PLC 为背景,从工程应用角度出发,重点介绍 PLC 的组成、原理、指令系统和编程方法,深入浅出地讨论了 PLC 系统的设计方法,列举了大量 S7 系列 PLC 在控制系统中的典型应用实例,并详细介绍了文本显示器 TD400C 的使用方法和应用实例。

本书第 1、2 章为可编程控制器的概述和构成原理;第 3 章 S7-200 系列可编程控制器,重点介绍了 CPU22X 小型 PLC 构成原理、编程器件、系统扩展及编程语言等内容;第 4 章编程软件重点介绍 STEP7-Micro/WIN32 V4.0 版本汉化软件的使用方法;第 5、6 章介绍 S7-200 PLC 的指令系统;第 7 章 PLC 应用系统设计,重点介绍 PLC 应用系统的设计方法和应用实例,以及文本显示器 TD400C 的组态、编程的基本方法;第 8 章 PLC 联网通信,介绍 PLC 与上位计算机、PLC 和其他智能设备之间的通信方法和应用实例;第 9 章其他机型介绍;第 10 章实验指导,介绍 PLC 实验装置的构成与原理和实验要求。每章后面均附有小结和习题。

本教材适合高职高专电气自动化技术、机电一体化、应用电子技术等相关专业教学使用,也可供其他技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器原理及应用 / 孙平主编. —2 版. —北京:
高等教育出版社, 2008. 4
ISBN 978-7-04-024009-2

I. 可… II. 孙… III. 可编程序控制器 - 高等学校 -
教材 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 032396 号

| | | | |
|------|----------------|------|--|
| 出版发行 | 高等教育出版社 | 购书热线 | 010-58581118 |
| 社 址 | 北京市西城区德外大街 4 号 | 免费咨询 | 800-810-0598 |
| 邮政编码 | 100120 | 网 址 | http://www.hep.edu.cn http://www.hep.com.cn |
| 总 机 | 010-58581000 | 网上订购 | http://www.landaco.com http://www.landaco.com.cn |
| 经 销 | 蓝色畅想图书发行有限公司 | 畅想教育 | http://www.widedu.com |
| 印 刷 | 北京中科印刷有限公司 | | |
| 开 本 | 787×1092 1/16 | 版 次 | 2003 年 1 月第 1 版 2008 年 4 月第 2 版 |
| 印 张 | 18 | 印 次 | 2008 年 4 月第 1 次印刷 |
| 字 数 | 440 000 | 定 价 | 24.50 元 |

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 24009-00

前 言

《可编程控制器原理及应用》(第2版)是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,本书的第1版是普通高等教育“十五”国家级规划教材。本教材本着培养综合型应用人才的目标,在注重基础理论教育的同时,突出实践性教学环节。力争做到深入浅出,示例翔实,配套教学资源完整,便于教学。体现高等职业教育的特点,符合高职高专教育和人才培养大纲的基本要求。

可编程控制器(programmable controller)是工业自动化设备的主导产品,具有控制功能强、可靠性高、使用方便、适用于不同控制要求的各种控制对象等优点,其工作原理、设计和使用方法为电气和机电类专业必修课程的学习内容。

西门子公司的可编程控制器在我国的应用市场中占有一定份额,尤其是小型可编程控制器S7-200系列的CPU22X,以其结构紧凑、功能强、易于扩展,以及质量、价位等方面的因素,因而得到广泛的应用。

本书以S7-200系列的CPU22X为例,讲述了小型可编程控制器的构成、原理和指令系统,以及系统设置、调试和使用方法。同时对OMRON、三菱等可编程控制器产品进行了介绍。本书重点突出实践性教学环节,在指令系统的介绍中,列举了大量实用性程序。第7章介绍了基本的系统设计方法和应用实例。本书的第10章,给出了基本练习实验、综合能力实验等内容,适合由浅入深、不同层次的练习要求。本课程的参考教学时数为40~50学时,其中实践性教学参考学时为20学时左右,并配有ppt制作的教学课件,需要时可向出版社咨询。

在第4章编程软件和第5章指令系统的处理上,考虑到两章教学内容的交织性,认为哪一章放在前面都有不妥之处。本书将编程软件作为第4章,但在教学的实施过程中还望合理调整教学顺序,比如先讲一部分指令系统(如第5章5.1节),然后介绍第4章编程软件的使用方法,并上机练习,会获得更好的教学效果。

修订版在前一版的基础上增添了S7-200系列PLC最新的CPU模块和扩展模块,文本显示器TD400C的应用实例,S7-200的以太网通信和OPC通信应用技术;引入了STEP7-Micro/WIN V4.0 SP4版本的S7-200系列PLC编程软件;改写了Profibus-DP总线应用技术;列举了翔实的PLC的应用举例,以时间控制、自动控制装置和自动生产流水线为控制对象,从时序控制设计法、逻辑分析设计法、步进控制设计法等角度介绍PLC应用的设计和编程方法。

修订版在保留原有教材优点和特色的基础上,根据S7-200系列PLC的新技术发展,添加和丰富了上述教材内容,使其更具有实用性和时代特征。

II 前言

本书由浙江水利水电高等专科学校孙平编写第3章、第4章和第5章,张海波编写第7章,方贵盛编写第10章;河南机电高等专科学校杜志勇编写第9章和附录,常文平编写第6章,赵斌编写第1章和第2章;杭州华峰自动化系统有限公司潜立勇编写第8章。全书由孙平负责统稿。赵斌作了图文处理工作。

本书由北京工商大学郭兴朴教授审阅,郭兴朴教授对本书作了仔细的审读,提出了许多宝贵的修改意见,在此向郭兴朴教授表示衷心的感谢。在本书的编写过程中,还得到了西门子(中国)有限公司的大力帮助,西门子公司杭州办事处为本书的编写提供了大量的资料,在此一并表示衷心的感谢。

限于我们的水平,书中不妥、疏漏或错误之处在所难免,恳请读者提出宝贵意见。

编 者

2008年1月

目 录

| | | | |
|------------------------------|----|---|----|
| 第1章 可编程控制器概述 | 1 | 制器 | 12 |
| 1.1 可编程控制器的产生 | 1 | 3.1 S7-200 系列 PLC 的构成 | 12 |
| 1.2 可编程控制器的定义 | 2 | 3.1.1 S7-200 系列 PLC 的规范 | 12 |
| 1.3 可编程控制器的控制功能及主要特点 | 2 | 3.1.2 CPU 224 的结构 | 20 |
| 1.3.1 可编程控制器的主要特点 | 2 | 3.1.3 扫描周期及工作方式 | 23 |
| 1.3.2 可编程控制器与其他控制装置的比较 | 3 | 3.2 S7-200 系列 PLC 内部元器件 | 24 |
| 1.4 可编程控制器的分类及发展 | 4 | 3.2.1 数据存储类型及寻址方式 | 24 |
| 1.4.1 可编程控制器的分类方法 | 4 | 3.2.2 S7-200 数据存储区及元件功能 | 27 |
| 1.4.2 可编程控制器的应用与发展 | 5 | 3.2.3 S7-200 系列 CPU 有效编程范围 | 32 |
| 本章小结 | 5 | 3.3 输入、输出及扩展 | 34 |
| 习题 | 6 | 3.3.1 本机及扩展 I/O 编址 | 36 |
| | | 3.3.2 S7-200 扩展模块的外部连接 | 38 |
| | | 3.3.3 扩展模块的安装 | 43 |
| | | 3.3.4 S7-200 系统块配置 | 45 |
| 第2章 可编程控制器构成原理 | 7 | 3.4 S7-200 程序概念 | 45 |
| 2.1 可编程控制器的基本组成 | 7 | 3.4.1 梯形图编辑器(LAD) | 45 |
| 2.1.1 可编程控制器的结构 | 7 | 3.4.2 语句表编辑器(STL) | 45 |
| 2.1.2 软件系统 | 10 | 3.4.3 功能块图编辑器(FBD) | 46 |
| 2.2 可编程控制器的工作原理 | 10 | 本章小结 | 47 |
| 2.2.1 工作过程 | 10 | 习题 | 47 |
| 2.2.2 技术性能指标 | 10 | | |
| 本章小结 | 11 | | |
| 习题 | 11 | | |
| | | 第4章 STEP7 - Micro/WIN 编程软件 | 48 |
| | | 4.1 SIMATIC STEP 7 编程软件 | 48 |
| | | 4.1.1 编程软件的安装 | 48 |
| 第3章 S7-200 系列可编程控 | | | |

| | | |
|-------|---------------------------|----|
| 4.1.2 | STEP7 - Micro/WIN 窗口组件及功能 | 49 |
| 4.1.3 | 建立 S7 - 200 CPU 的通信 | 54 |
| 4.1.4 | 系统块配置(CPU 组态)方法 | 56 |
| 4.2 | 程序编制及运行 | 59 |
| 4.2.1 | 建立项目(用户程序) | 59 |
| 4.2.2 | 梯形图编辑器 | 60 |
| 4.2.3 | 程序的监控、运行、调试 | 64 |
| | 本章小结 | 65 |
| | 习题 | 65 |

第5章 S7 - 200 系列 PLC 基本指令

| | | |
|-------|---------------|-----|
| 5.1 | 基本逻辑指令 | 67 |
| 5.1.1 | 基本位操作指令 | 67 |
| 5.1.2 | 取非和空操作指令 | 71 |
| 5.1.3 | 置位/复位指令 | 72 |
| 5.1.4 | 边沿触发指令(脉冲生成) | 73 |
| 5.1.5 | 定时器 | 74 |
| 5.1.6 | 计数器指令 | 78 |
| 5.1.7 | 比较指令 | 80 |
| 5.2 | 算术、逻辑运算指令 | 81 |
| 5.2.1 | 算术运算指令 | 81 |
| 5.2.2 | 数学函数变换指令 | 85 |
| 5.2.3 | 增 1/减 1 计数 | 88 |
| 5.2.4 | 逻辑运算指令 | 88 |
| 5.3 | 数据处理指令 | 90 |
| 5.3.1 | 数据传送 | 90 |
| 5.3.2 | 字节交换/填充指令 | 92 |
| 5.3.3 | 移位指令 | 93 |
| 5.4 | 程序控制类指令 | 95 |
| 5.4.1 | 系统控制类指令 | 95 |
| 5.4.2 | 跳转、循环和子程序调用指令 | 96 |
| 5.4.3 | 顺序控制指令 | 100 |
| | 本章小结 | 102 |
| | 习题 | 102 |

第6章 S7 - 200 系列 PLC 功能指令

| | | |
|-------|------------|-----|
| 6.1 | 表功能指令 | 104 |
| 6.1.1 | 填表指令(ATT) | 105 |
| 6.1.2 | 表取数指令 | 106 |
| 6.1.3 | 表查找指令 | 107 |
| 6.2 | 转换指令 | 109 |
| 6.2.1 | 数据的类型转换 | 109 |
| 6.2.2 | 数据的编码和译码指令 | 112 |
| 6.3 | 中断指令 | 115 |
| 6.3.1 | 中断源 | 115 |
| 6.3.2 | 中断控制 | 116 |
| 6.3.3 | 中断程序 | 117 |
| 6.4 | 高速处理指令 | 118 |
| 6.4.1 | 高速计数指令 | 118 |
| 6.4.2 | 高速脉冲输出 | 123 |
| 6.4.3 | 立即类指令 | 125 |
| 6.5 | 其他功能指令 | 126 |
| 6.5.1 | 时钟指令 | 126 |
| 6.5.2 | 通信指令 | 126 |
| 6.5.3 | PID 指令 | 127 |
| | 本章小结 | 128 |
| | 习题 | 128 |

第7章 可编程控制器应用系统设计

| | | |
|-------|------------------|-----|
| 7.1 | 可编程控制器应用系统设计 | 129 |
| 7.1.1 | PLC 应用系统设计的内容和原则 | 129 |
| 7.1.2 | 可编程控制器系统设计步骤 | 130 |
| 7.2 | 应用程序设计方法 | 132 |
| 7.2.1 | 应用程序设计的基本内容 | 132 |
| 7.2.2 | 参数表的定义及地址分配 | 132 |
| 7.2.3 | 梯形图的功能流程图设计 | 132 |
| 7.3 | PLC 应用举例 | 135 |
| 7.3.1 | 组合机床的 PLC 自动控制 | 135 |
| 7.3.2 | PLC 在交通灯自动控制系统中 | |

| | | | |
|--|-----|--|-----|
| 的应用 | 139 | 8.4 网络通信运行 | 207 |
| 7.3.3 四相步进电机的 PLC 控制 | 141 | 8.4.1 控制寄存器和传送数据表 | 207 |
| 7.3.4 上料爬斗的 PLC 控制 | 145 | 8.4.2 网络运行指令 | 208 |
| 7.3.5 电镀生产线的 PLC 控制 | 147 | 8.4.3 网络读写举例 | 208 |
| 7.3.6 PLC 在机械手控制系统中的 应用 | 153 | 8.5 S7-200 CPU 的 Profibus-DP 通信 | 211 |
| 7.4 PID 控制功能的应用 | 161 | 8.5.1 Profibus 的组成 | 211 |
| 7.4.1 PID 的控制算式 | 162 | 8.5.2 Profibus-DP 的标准通信协议 | 211 |
| 7.4.2 PID 回路控制的类型 | 163 | 8.5.3 用 SIMATIC EM 277 模块将 S7- 200 CPU 构成 DP 网络系统 | 211 |
| 7.4.3 回路输入、输出归一化 | 164 | 8.5.4 DP 通信应用实例 | 212 |
| 7.4.4 回路表与过程变量 | 164 | 8.6 S7-200 的以太网通信 | 214 |
| 7.4.5 PID 调节指令应用实例 | 164 | 8.6.1 S7-200 以太网通信设置 | 215 |
| 7.5 文本显示及应用 | 166 | 8.6.2 上位机与 S7-200 以太网通信 设置 | 222 |
| 7.5.1 TD400C 文本显示器 | 166 | 8.6.3 S7-200 以太网 IT 解决方案 | 223 |
| 7.5.2 文本显示向导组态 TD | 168 | 8.7 S7-200 的 OPC 通信 | 228 |
| 7.5.3 TD400C 的操作方法 | 177 | 本章小结 | 230 |
| 7.5.4 TD400C 文本显示器应用举例 | 185 | 习题 | 230 |
| 本章小结 | 190 | | |
| 习题 | 190 | | |
| | | | |
| 第 8 章 可编程控制器联网通信 | 192 | 第 9 章 其他可编程控制器介绍 | 231 |
| 8.1 概述 | 192 | 9.1 OMRON 可编程控制器 | 231 |
| 8.1.1 联网目的 | 192 | 9.1.1 概述 | 231 |
| 8.1.2 网络结构和通信协议 | 192 | 9.1.2 C200H PLC 系统结构 | 232 |
| 8.1.3 通信方式 | 194 | 9.1.3 C200H 的指令系统 | 235 |
| 8.1.4 网络配置 | 194 | 9.1.4 C200H PLC 编程软件 SYSMAC- CPT | 236 |
| 8.2 S7-200 系列 PLC 支持的通信 协议 | 196 | 9.2 日本松下电工 FPI 系列可编程 控制器 | 236 |
| 8.2.1 S7-200 系列 CPU 的通信性能 | 196 | 9.2.1 FPI 系列产品的构成 | 236 |
| 8.2.2 个人计算机 PC 与 S7-200 CPU 之间的联网通信 | 201 | 9.2.2 地址分配及特殊功能 | 237 |
| 8.2.3 S7-200 CPU 其他系统之间的 联网通信 | 202 | 9.2.3 FPI 编程软件及指令系统 | 239 |
| 8.3 S7-200 系列 PLC 自由口 通信 | 203 | 9.3 三菱 FX 系列微型可编程控制器 简介 | 240 |
| 8.3.1 相关的特殊功能寄存器 | 203 | 9.3.1 FX2 系列 PLC 的系统构成 | 240 |
| 8.3.2 自由口发送/接收指令 | 205 | 9.3.2 FX2 系列 PLC 的编程元件 | 242 |
| 8.3.3 应用举例 | 206 | 9.3.3 FX2 系列 PLC 的指令系统 | 243 |
| | | 9.3.4 FX2 系列 PLC 的编程软件 | 244 |

IV 目录

| | | |
|---------------------------------|-----|--|
| 9.4 西门子 SIMATIC 其他系列 PLC | | |
| 简介 | 244 | |
| 9.4.1 西门子公司的 SIMATIC S5 | 244 | |
| 9.4.2 西门子公司 SIMATIC S7-300 | 246 | |
| 9.4.3 西门子公司 SIMATIC S7-400 | 247 | |
| 9.4.4 西门子 SIMATIC S7 的编程软件和程序结构 | 248 | |
| 本章小结 | 249 | |
| 习题 | 249 | |
| 第10章 实验指导 | 250 | |
| 10.1 PLC 基本练习 | 250 | |
| 10.1.1 基本操作练习 | 250 | |
| 10.1.2 正、次品分拣机 | 251 | |
| 10.2 PLC 综合能力实验 | 254 | |
| 10.2.1 工作台自动循环控制 | 254 | |
| 10.2.2 智力竞赛抢答器 | 255 | |
| 10.2.3 电动机 Y- Δ 起动 | 256 | |
| 10.2.4 自动送料装车系统 | 257 | |
| 10.2.5 多种液体自动混合 | 258 | |
| 10.2.6 天塔之光 | 260 | |
| 10.2.7 水塔水位控制 | 260 | |
| 10.2.8 小车运动控制 | 261 | |
| 10.2.9 四层电梯运动控制 | 263 | |
| 本章小结 | 265 | |
| 附录 | 266 | |
| 参考文献 | 278 | |

第 1 章

可编程控制器概述

可编程控制器是在继电器控制和计算机技术的基础上逐渐发展起来的以微处理器为核心,集微电子技术、自动化技术、计算机技术、通信技术为一体,以工业自动化控制为目标的新型控制装置,目前已在工业、农业、商业、交通运输等领域得到广泛应用,成为各行业的通用控制核心产品。本章就可编程控制器的产生、定义、特点及发展趋势进行论述。

1.1 可编程控制器的产生

20 世纪是人类科学技术迅猛发展的一个世纪,电气控制技术也由继电器控制过渡到计算机控制。各种工业用计算机控制产品的出现,对提高机械设备自动控制性能起到了关键的作用。进入 21 世纪,各种自动控制产品正在向着控制可靠、操作简单、通用性强、价格低廉的方向发展,使自动控制的实现越来越容易。

自动控制装置的研究是为了最大限度地满足机械设备控制自动化的要求。曾一度在控制领域占主导地位的继电器控制系统,存在着控制能力弱、可靠性低的缺点,并且设备的固定接线控制装置不利于产品的更新换代。20 世纪 60 年代末期在技术改造浪潮的冲击下,为使汽车结构及外形不断改进,品种不断增加,需要经常变更生产工艺。这就希望在控制成本的前提下,尽可能缩短产品的更新换代周期,以满足生产的需求,使企业在激烈的市场竞争中取胜。美国通用汽车公司(GM)1968 年提出了汽车装配生产线改造项目控制器的十项指标,即新一代控制器应具备的十项指标:

- ① 编程简单,可在现场修改和调试程序。
- ② 维护方便,采用插入式模块结构。
- ③ 可靠性高于继电器控制系统。
- ④ 体积小于继电器控制柜。
- ⑤ 能与管理中心计算机系统进行通信。

- ⑥ 成本可与继电器控制系统竞争。
- ⑦ 输入量是 115V 交流电压(美国电网电压是 110V)。
- ⑧ 输出量为 115V 交流电压,输出电流在 2A 以上,能直接驱动电磁阀。
- ⑨ 系统扩展时,原系统只需作很小改动。
- ⑩ 用户程序存储器容量至少 4K 字节。

1969 年,美国数字设备公司(DEC)首先研制出第一台符合要求的控制器,即可编程逻辑控制器,并在美国 GE 公司的汽车自动装配线上试用获得成功。此后,这项研究技术迅速发展,从美国、日本、欧洲普及到全世界。我国从 1974 年开始研制,1977 年应用于工业。目前世界上已有数百家厂商生产可编程控制器。

1.2 可编程控制器的定义

早期的可编程控制器是为了取代继电器控制线路,采用存储器程序指令完成顺序控制而设计的。它仅有逻辑运算、定时、计数等功能,用于开关量控制,实际只能进行逻辑运算,所以称为可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller),简称 PLC。20 世纪 80 年代后,以 16 位和少数 32 位微处理器构成的微机取得了飞速发展,使得可编程逻辑控制器在概念、设计、性能上都有了新的突破。采用微处理器之后,这种控制器的功能不再局限于当初的逻辑运算,增加了数值运算、模拟量的处理、通信等功能,成为真正意义上的可编程控制器(Programmable Controller),简称为 PC。但为了与个人计算机 PC(Personal Computer)相区别,可编程控制器仍简称为 PLC。

随着可编程控制器的不断发展,其定义也在不断变化。国际电工委员会(IEC)曾于 1982 年 11 月颁布了可编程逻辑控制器标准草案第一稿,1985 年 1 月发表了第二稿,1987 年 2 月又颁布了第三稿。1987 年颁布的可编程逻辑控制器的定义如下:

“可编程逻辑控制器是专为在工业环境下应用而设计的一种数字运算操作的电子装置,是带有存储器、可以编制程序的控制器,它能够存储和执行命令,进行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作,并通过数字式和模拟式的输入输出,控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器及其有关的外围设备,都应按易于工业控制系统形成一个整体、易于扩展其功能的原则设计。”

事实上,由于可编程控制技术的迅猛发展,许多新产品的功能已超出上述定义。

1.3 可编程控制器的控制功能及主要特点

1.3.1 可编程控制器的主要特点

1. 可靠性高

可靠性是指可编程控制器平均无故障工作时间。可靠性既反映了用户的要求,又是可编程控制器生产厂家着力追求的技术指标。目前各生产厂家 PLC 的平均无故障安全运行时间都远大于国际电工委员会(IEC)规定的 10 万小时的标准。

可编程控制器在设计、制作、元器件的选取上采用了精选、高度集成化和冗余量大等一系列

措施,以延长元器件工作寿命,提高系统的可靠性。在抗干扰性上,采取了软、硬件多重抗干扰措施,使其能安全地工作在恶劣的工业环境中。国际大公司制造工艺的先进性,也进一步提高了可编程控制器的可靠性。

2. 控制功能强

可编程控制器不但具有对开关量和模拟量的控制能力,还具有数值运算、PID 调节、通信控制、中断处理、高速计数等功能。PLC 具有扩展灵活的特点,还具有功能的可组合性,PLC 的多种智能模板,使 PLC 的过程控制能力和实时性大为增强。如运动控制模块可以对伺服电机和步进电机速度与位置进行控制,实现对数控机床和工业机器人的控制。

3. 组成灵活

可编程控制器品种很多。小型 PLC 为整体结构,并可外接 I/O 扩展机箱构成 PLC 控制系统。中、大型 PLC 采用分体模块式结构,设有各种专用功能模块(开关量、模拟量输入/输出模块,位控模块,伺服、步进驱动模块等)供选用和组合,由各种模块组成大小和要求不同的控制系统。PLC 外部控制电路虽然仍为硬接线系统,但当受控对象的控制要求改变时,可以在线使用编程器修改用户程序来满足新的控制要求,极大地缩短了工艺更新所需要的时间。

4. 操作方便

PLC 提供了多种面向用户的语言,如常用的梯形图 LAD(Ladder Diagram)、指令语句表 STL(Statement List)、控制系统流程图 CSF(Control System Flowchart)等。PLC 的最大优点之一就是采用易学易懂的梯形图语言,它是计算机技术构成人们惯用的继电器模型,直观易懂,极易被现场电气技术人员掌握,为可编程控制器的推广应用创造了有利条件。

现在的 PLC 编程器可以采用个人计算机或手持式编程器两种形式。手持式编程器有键盘、显示功能,通过电缆线与 PLC 相连,具有体积小、重量轻、便于携带、易于现场调试等优点。用户也可以用个人计算机对 PLC 编程,进行系统仿真调试,监控运行。各厂家都提供适用于个人计算机使用的编程软件,编程软件的汉化界面非常有利于 PLC 的学习和推广应用。同时,CRT 的梯形图显示,使程序输入及运行的动态监视更方便、直观。PC 机程序的键盘输入和打印、存储设备,更是极大地丰富了 PLC 编程器的硬件资源。目前,PLC 编程大多采用台式或笔记本个人计算机。

5. 网络功能

网络和通信能力是 PLC 应用技术发展水平和先进性的标志,通过 PLC 的通信接口,利用 Profibus 现场总线和以太网等网络通信技术可以很方便地将多个 PLC、PLC 与上层计算机、操作面板和工业现场设备相连,组成工业控制网络系统。

1.3.2 可编程控制器与其他控制装置的比较

专为工业现场控制而设计的工业计算机控制装置主要有 PLC、DCS 和工控机三大类,其中 PLC 以开关量控制为主,兼顾模拟量的控制,尤其是小型 PLC 具有存储容量大、体积小、价格低等优点,迅速成为现代工业控制的主导产品。

20 世纪 70 年代与 PLC 同时发展起来的还有集散控制系统(DCS),集散控制系统以模拟量控制为主,有很强的数值运算功能。它的主要特点是能够实现集中管理和分散控制,为过程控制的主流产品。

近几年来,以各种总线结构为支持,以个人计算机为基础发展起来的工业控制计算机(简称

工控机),以其专门设计的工业控制模板(插件板)和总线连接方式,被越来越多地应用于工业现场控制。其数值运算功能、模拟量和开关量信号的处理能力较强,同时具有与个人计算机良好的兼容性,丰富的组态软件功能,较强的抗干扰能力,有着广阔的应用前景。但工控机目前还存在着应用技术相对复杂、价格相对昂贵以及体积较大等问题。

1.4 可编程控制器的分类及发展

1.4.1 可编程控制器的分类方法

目前,可编程控制器产品种类很多,型号和规格也不统一,通常只能按照其用途、功能、结构、点数等进行大致分类。

1. 按点数和功能分类

可编程控制器用以对外部设备的控制,外部信号的输入及 PLC 运算结果的输出都要通过 PLC 输入、输出端子来进行接线,输入、输出端子的数目之和称为 PLC 的输入、输出点数,简称 I/O 点数。

为满足不同控制系统处理信息量的要求,PLC 具有不同的 I/O 点数、用户程序存储量和功能。根据 I/O 点数的多少可将 PLC 分成小型(含微型)、中型和大型(或称为高、中、低档机)。

小型(微型)PLC 的 I/O 点数小于 256 点,以开关量控制为主,具有体积小、价格低的优点,适用于小型设备的控制。

中型 PLC 的 I/O 点数在 256 ~ 1024 之间,功能比较丰富,兼有开关量和模拟量的控制功能,适用于较复杂系统的逻辑控制和闭环过程控制。

大型 PLC 的 I/O 点数在 1024 点以上,用于大规模过程控制、集散式控制和工厂自动化网络。

各厂家可编程控制器产品定义的大、中、小型各有不同。如有的厂家建议小型 PLC 为 512 点以下,中型 PLC 为 512 ~ 2048 点,大型 PLC 为 2048 点以上。

2. 按结构形式分类

根据结构形式不同,可编程控制器可分为整体式结构和模块式结构两大类。

小型 PLC 一般采用整体式结构(即将基本功能电路集中于一个箱内),另外,可以通过并行接口电路连接 I/O 扩展单元。

中型以上 PLC 多采用模块式结构,不同功能的模块可以组成不同用途的 PLC,适用于不同要求的控制系统。

3. 按用途分类

根据可编程控制器的用途,PLC 可分为通用型和专用型两大类。

通用型 PLC 作为标准装置,可供各类工业控制系统选用。

专用型 PLC 是专门为某类控制系统设计的,由于其具有专用性,结构设计更为合理,控制性能更加完善。

随着可编程控制器应用的逐步普及,专为家庭自动化设计的超小型 PLC 也正在形成家用微型系列。

1.4.2 可编程控制器的应用与发展

自从可编程控制器在汽车装配生产线的首次成功应用以来,PLC 在多品种、小批量、高质量的生产设备中得到了广泛推广应用,PLC 控制已成为工业控制的重要手段之一,与 CAD/CAM、机器人技术一起成为实现现代自动化生产的三大支柱。

PLC 的控制功能主要包括:① 开关量的逻辑控制;② 位置控制(步进电机、伺服电机的控制);③ 过程控制(温度、压力、流量等模拟量的闭环控制);④ 数据处理(数学运算及数据处理);⑤ 联网通信(PPI、MPI、Profibus 现场总线、以太网),等等。

PLC 的控制技术充分满足工厂自动化(FA)系统发展的基本要求,目前 PLC 已广泛应用于钢铁、石油化工、电力、交通运输、汽车、机械制造、环保与污水处理、食品加工等领域。

我国使用较多的 PLC 产品有德国西门子的 S7 系列、日本立石公司(OMRON)的 C 系列、三菱公司的 FX 系列、美国 GE 公司的 GE 系列等。各大公司生产的可编程控制器都已形成由小型到大型的系列产品,而且随着技术的不断进步,PLC 产品的功能不断增强,更新换代速度很快。

通过技术引进、合资生产,我国的 PLC 产品有了一定的发展,生产厂家也达 30 多家,为可编程控制器国产化奠定了基础。

从可编程控制器的发展来看,有小型化和大型化两个趋势。

小型 PLC 有两个发展方向,即小(微)型化和专业化。随着数字电路集成度的提高、元器件体积的减小、质量的提高,可编程控制器的结构更加紧凑,设计、制造水平在不断进步。微、小型 PLC 不仅体积小,存储容量、指令系统、可扩展性、可操作性和可视化、网络通信等功能也大大提高。过去一些大中型 PLC 才有的功能,如模拟量的处理、通信、PID 调节、算术运算等功能,很多已经被移植到小型机上。同时,PLC 的价格不断趋于合理,真正成为继电器控制系统的替代产品。

大型化是指中、大型 PLC 向着大容量、多功能(各种智能控制模板)、网络化(电话、以太网、PROFIBUS 现场总线)、可视性(文本显示、触摸屏)、开放式通信功能强大等方向发展,使之能与计算机组成集成自动化控制系统,对大规模、复杂系统进行综合性的自动控制。

本章小结

本章介绍了可编程控制器的发展过程及定义,可编程控制器的主要特点、分类方法和发展方向。通过本章的学习,可以对可编程控制器有初步了解。本章重点内容如下:

1. PLC 应具备的十个指标。
2. 国际电工委员会(IEC)1987 颁布 PLC 的定义。
3. PLC 具有可靠性高、控制功能强、组成灵活、控制方便四项特点。
4. PLC 与 DCS 和工控机的应用比较。
5. PLC 按点数、结构、用途的分类方法。
6. PLC 的应用与发展方向。

习 题

- 1-1 简述可编程控制器的定义。
- 1-2 可编程控制器有哪些主要特点？
- 1-3 可编程控制器有哪几种分类方法？
- 1-4 简述可编程控制器的主要控制功能。
- 1-5 简述中、大型 PLC 的发展方向。

第 2 章

可编程控制器构成原理

可编程控制器是建立在计算机基础上的工业控制装置,它的构成及原理与计算机系统基本相同,但其接口电路及编程语言更适用于工业控制的要求。本章主要介绍可编程控制器的基本组成、工作原理及主要性能指标。

2.1 可编程控制器的基本组成

可编程控制器系统根据其工作原理可分为输入部分、运算控制部分和输出部分。

输入部分:将被控对象各种开关信息和操作台上的操作命令转换成可编程控制器的标准输入信号,然后送到 PLC 的输入端点。

运算控制部分:由可编程控制器内部 CPU 按照用户程序的设定,完成对输入信息的处理,可以实现算术、逻辑运算等操作功能。

输出部分:由 PLC 输出接口及外围现场设备构成。CPU 的运算结果通过 PLC 的输出电路,提供给被控制装置。

可编程控制器系统的核心是 CPU,PLC 对输入信号进行采集,经过控制逻辑运算,对控制对象实施控制。其控制逻辑由 PLC 用户程序软件设置,通过修改用户程序,可以改变控制逻辑关系。

2.1.1 可编程控制器的结构

可编程控制器的硬件电路由 CPU、存储器、基本 I/O 接口电路、外设接口、电源五大部分组成,PLC 典型硬件系统如图 2.1 所示。

1. 中央处理器 (CPU)

CPU 是可编程控制器的控制中枢,在系统监控程序的控制下工作,它将外部输入信号的状态写入输入映像寄存器区域,然后将结果送到输出映像寄存器区域。CPU 常用的微处理器有通

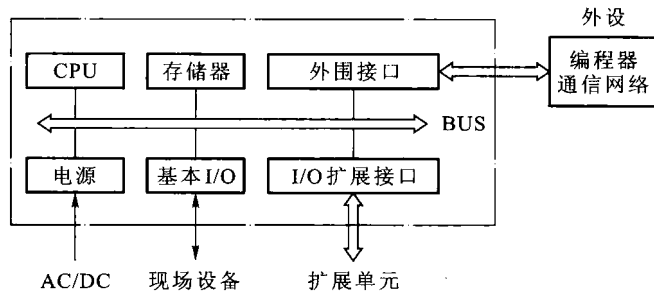


图 2.1 可编程控制器典型硬件系统

用型微处理器、单片机、位片式计算机等。小型 PLC 的 CPU 多采用单片机或专用 CPU。大型 PLC 的 CPU 多采用位片式结构,具有高速数据处理能力。

2. 存储器 (Memory)

可编程控制器的存储器由只读存储器 ROM 和随机存储器 RAM 两大部分构成,只读存储器 ROM 用以存放系统程序,中间运算数据存放在随机存储器 RAM 中,用户程序也放在 RAM 中,掉电时,用户程序和运算数据将保存在只读存储器 EEPROM 中。

3. 基本 I/O 接口电路

① PLC 内部输入电路的作用是将 PLC 外部电路(如行程开关、按钮、传感器等)提供的、符合 PLC 输入电路要求的电压信号,通过光耦电路送至 PLC 内部电路。输入电路通常以光电隔离和阻容滤波的方式提高抗干扰能力,输入响应时间一般在 0.1 ~ 15ms 之间。根据常用输入电路电压类型及电路形式的不同,输入接点分为干接点式、直流输入式和交流输入式三大类,其电路原理如图 2.2 所示。

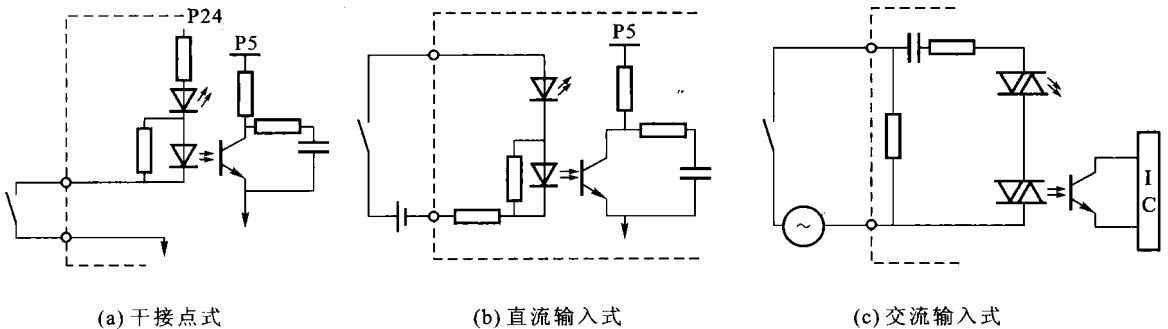


图 2.2 可编程控制器输入电路原理图

② PLC 输出电路用来将 CPU 运算的结果转换成一定功率形式的输出,驱动被控负载(电磁铁、继电器、接触器线圈等)。PLC 输出电路结构形式分为继电器式、双极型晶体管和晶闸管式三种,如图 2.3 所示。

在继电器式的输出电路中,CPU 可以根据程序执行的结果,使 PLC 内设继电器线圈通电,带动触点闭合,通过继电器闭合的触点,由外部电源驱动交、直流负载。这种输出方式的优点是过负载能