

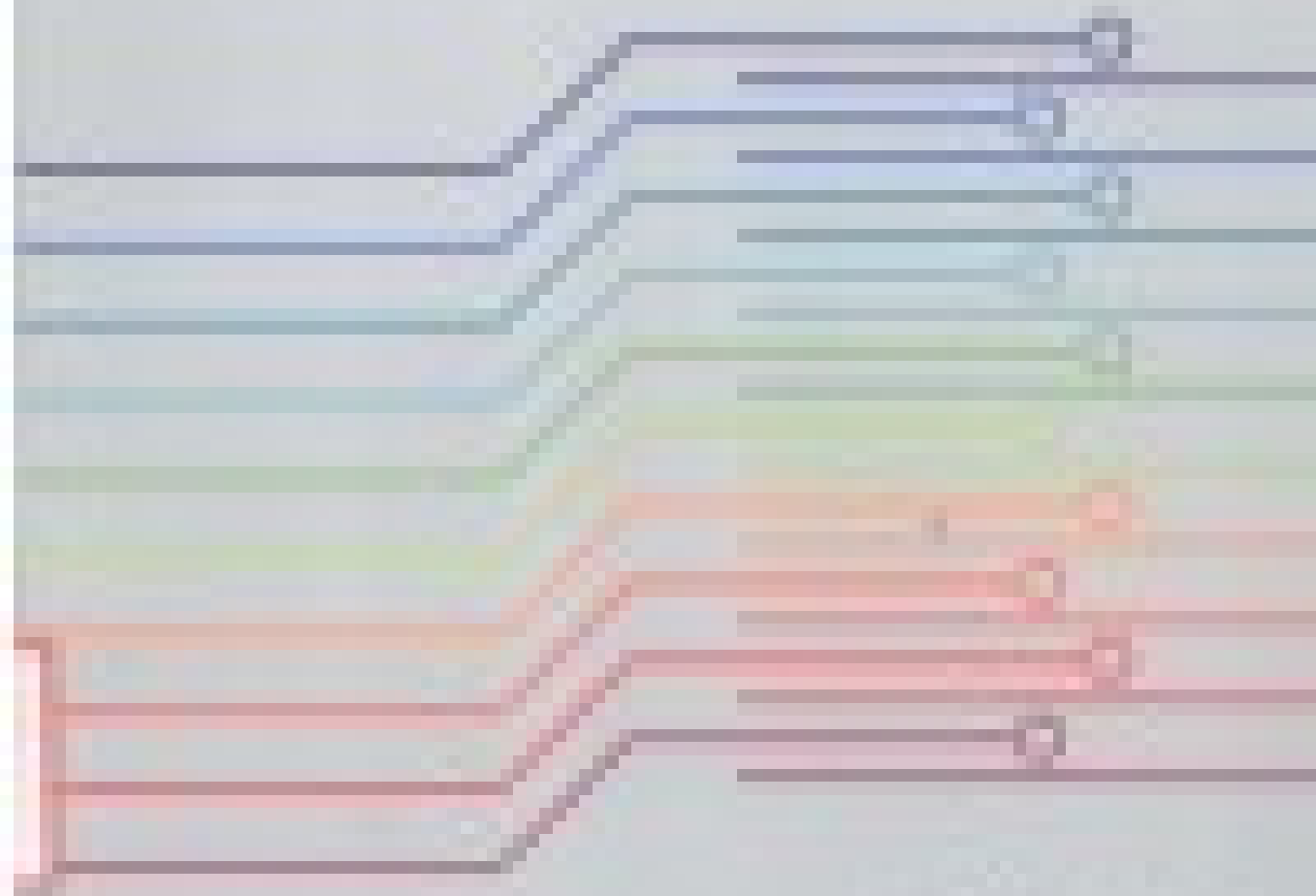
西门子PLC 开发入门与典型实例

海心 马银忠 刘树青 编著

从西门子PLC开发基础讲起，引导读者快速入门

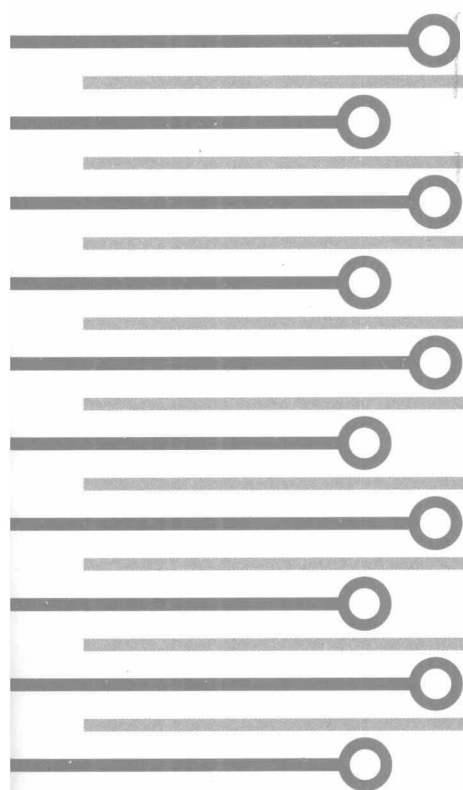
6个典型实例，覆盖PLC的常用领域，可直接用于生产实践

西门子PLC 开发入门与典型实例



西门子PLC 开发入门与典型实例

海心 马银忠 刘树青 编著



人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

西门子PLC开发入门与典型实例 / 海心, 马银忠, 刘树青编著. —北京: 人民邮电出版社, 2009.2
ISBN 978-7-115-18837-3

I. 西… II. ①海…②马…③刘… III. 可编程序控制器—程序设计 IV. TP332.3

中国版本图书馆CIP数据核字 (2008) 第140638号

内 容 提 要

本书以德国西门子公司的 S7 系列可编程控制器 (PLC) 为蓝本, 由浅入深、循序渐进地介绍了 PLC 应用开发电气基础、PLC 应用硬件基础、PLC 应用软件基础、PLC 应用实例等相关知识。

全书分为 3 篇, 分别介绍了 PLC 应用开发电气基础、PLC 应用硬件基础、PLC 应用软件基础、PLC 基本指令应用基础, PLC 控制程序线性编程实例、PLC 步进控制指令应用实例、子程序块编制与调用、PLC 高速计数指令应用实例、脉冲串输出功能应用实例、PLC 在变频器控制中的应用实例、数据计算应用实例、PLC 分布式网络系统应用实例、组态监控软件应用等内容。

本书通俗易懂, 实用性强, 书中很多程序可直接应用于实际生产中。

本书既可作为机械工程类、材料工程类、机电一体化、工业工程、自动化控制等专业的学生学习使用, 也可作为从事电气工作的技术人员的参考用书。

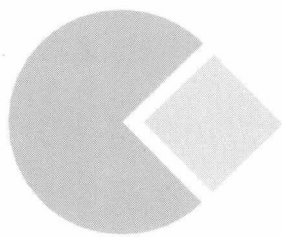
西门子 PLC 开发入门与典型实例

- ◆ 编 著 海 心 马银忠 刘树青
责任编辑 屈艳莲
执行编辑 黄 焱
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京顺义振华印刷厂印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 19
字数: 460 千字 2009 年 2 月第 1 版
印数: 1—4 000 册 2009 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-18837-3/TP

定价: 32.00 元

读者服务热线: (010)67132692 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154



前 言

随着科学技术的飞速发展, PLC 技术已融入了日常生产、生活的方方面面, PLC 应用成为各行各业不可缺少的内容。

如何以最快的速度、在最短的时间内学会和掌握 PLC 应用技术, 这是学习者最迫切解决的问题。

目前关于 PLC 的图书不少, 但大都仅是理论介绍和一些脱离实践的简单的编程练习, 很难满足培养应用型人才的需求。

针对这一需求, 本书以国内使用较为普遍的西门子 PLC 为蓝本, 由浅入深、循序渐进地介绍了 PLC 应用开发电气基础、PLC 应用硬件基础、PLC 应用软件基础、PLC 应用实例等相关知识。本书采取循序渐进的方式介绍, 配以结合实践的详尽实例, 有助于读者在较短的时间内学习和掌握西门子 PLC。

本书的特点

- 内容丰富: 全面覆盖西门子 PLC 的常用理论和技术, 对 PLC 与继电器两种控制的优缺点进行了比较, 介绍了 PLC 控制的硬件、软件技术的基本特点、用途, 结合工程实例介绍了 PLC 的设计过程。
- 重点突出: 对于 PLC 控制系统, 可以学习的内容非常多, 刚接触 PLC 的读者会感到无从下手。本书脉络清晰, 重点突出, 能引导读者轻松入门、轻松进阶, 使读者掌握相关知识后很容易地进行扩展。
- 难易结合: 本书由浅入深、循序渐进地介绍了 PLC 应用技术, 尽可能地将基本控制要求与控制流程的实践相结合, 图文并茂, 直观地将设计过程呈现给读者。
- 强调实用: 书中示例设计直接面向用户的实际应用需求, 示例丰富, 重视培养读者的应用能力。按实际实例的设计步骤, 以图形的方式, 循序渐进地介绍 PLC 的设计过程, 方便读者深入理解。
- 注重效率: 书中每一章、每一小节的标题都采用简洁的语言, 概括本部分主题的内容, 每一章均有本章要点, 方便读者快速查阅。

本书的内容

全书分为基础篇、PLC 应用基础篇和 PLC 应用提高篇 3 篇, 具体安排如下。

第 1 篇包括第 1 章~第 3 章, 介绍 PLC 应用开发电气基础, PLC 应用硬件基础、PLC 应用软件基础。

第 1 章, PLC 应用开发电气基础。控制系统的要求越来越复杂, 控制要求越来越高, 继电器控制系统、PLC 控制系统如何选择, 各有什么特点是本章重点解决的问题。本章重点结合实例介绍 PLC 控制的特性。

第 2 章, PLC 应用硬件基础。介绍了 PLC 基本组成结构、PLC 与外围设备连接、PLC 工作原理简述。

第 3 章, PLC 应用软件基础。介绍 PLC 的编程基础, 包括编程要素、编程规则及控制系统常用的图形, 并结合西门子 PLC 常用两种机型 (S7-200、S7-300) 所对应的编程软件的应用进行介绍。

第 2 篇包括第 4 章~第 8 章, 介绍西门子 PLC 基本指令、步进指令、功能指令的使用方法, 简单编程实例。

第 4 章, PLC 基本控制指令应用基础。介绍西门子 PLC 基本指令的使用方法, 基本指令包括逻辑控制指令、计数控制指令、定时控制指令、运行控制功能指令, 步进指令及传送功能指令、比较功能指令、算术功能指令等功能指令。最后介绍了程序的运行、监视、调试。

第 5 章, PLC 控制程序线性编程实例 (全自动洗衣机工作控制)。本章主要以全自动洗衣机工作控制为例, 介绍 PLC 控制程序线性编程。从设备结构与工作过程分析开始, 根据控制要求进行输入/输出 (I/O) 通道分配与端子图介绍, 再进行 PLC 控制程序设计, 最后完成整个控制系统的程序调试。

第 6 章, PLC 步进控制指令应用实例 (大小球分拣传送设备控制)。本章主要以大小球分拣传送设备控制为例, 介绍 PLC 步进控制指令应用。首先介绍步进控制指令, 再根据设备的控制要求进行分析, 设计出输入/输出 (I/O) 通道分配与端子图, 再用步进指令编程, 实现控制要求。最后结合基本指令编程, 分析了步进指令编程与基本指令编程的各自特点及应用场合。

第 7 章, 减少输入点数方法应用 (混凝土搅拌设备的控制)。本章主要以混凝土搅拌设备装置控制为例, 介绍 PLC 控制指令应用。

第 8 章, 子程序块编制与调用 (组合机床控制)。本章主要以组合机床控制为例, 介绍 PLC 子程序块编制与调用的应用。结合 S7-200 与 S7-300 两种不同机型的编程语言介绍子程序块编制与调用。

第 3 篇包括第 9 章~第 14 章, 主要介绍 PLC 的高速计数指令、PLC 在脉冲串输出功能中的应用、PLC 在变频器控制中的应用、PLC 在数据计算中的应用、PLC 在分布式网络系统中的应用、组态监控软件在 PLC 中的应用。

第 9 章, PLC 高速计数指令应用实例 (物料称重系统控制)。本章主要以物料称重系统控制为例, 介绍高速计数指令的应用。介绍了高速计数指令, 涉及高速计数器的工作模式、高速计数器的工作模式设定、高速计数器的功能设定、如何启用高速计数器等内容。结合物料称重系统的控制从设备控制要求与控制信号配置、设备控制程序设计等方面给读者以详细介绍。

第 10 章, 脉冲串输出功能应用实例 (定长切割设备控制)。本章主要以定长切割设备控制为例, 介绍脉冲串输出功能的应用。介绍了高速脉冲串输出 (PTO 方式) 及 PTO 对应的中

断事件。结合定长切割设备的控制从设备控制要求与控制信号配置、设备控制程序设计等方面给读者以详细介绍。

第 11 章, PLC 在变频器控制中的应用实例(恒压供水系统控制)。本章主要以恒压供水系统控制为例, PLC 在变频器控制中的应用。介绍了基本指令和变频器控制参数设定指令。结合恒压供水系统的控制从设备控制要求与控制信号配置、设备控制程序设计等方面给读者以详细介绍。

第 12 章, 数据计算应用实例(加工中心刀库控制系统)。本章主要以加工中心刀库控制系统为例, 讲解 PLC 在数据计算中的应用。结合加工中心刀库控制系统, 从刀库控制要求与控制信号配置、刀库控制程序设计等方面给读者以详细介绍。

第 13 章, PLC 分布式网络系统应用实例(小型自动生产系统控制)。本章主要以小型自动生产系统控制为例, PLC 分布式网络系统中的应用。从通讯接口与网络连接方式、分布式网络系统的 ET200 设备进行介绍, 从小型自动生产系统组成概述, 到分布式控制系统配置, 再到分布式系统控制程序设计等方面给读者以详细介绍。

第 14 章, 组态监控软件应用。从软件概述、监控系统制作、监控系统构建与数据连接设置、数据连接、系统监控图形界面设计与制作、运行属性设置与运行等方面给读者以详细介绍。

适合的读者

本书既可以作为高校机械工程类、材料工程类、机电一体化、工业工程、自动化控制等专业的学生学习 PLC 的教材, 也可以作为从事电气工作的技术人员的参考用书。具备机电传动控制技术和工程实践基础的用户阅读本书会更为顺畅。

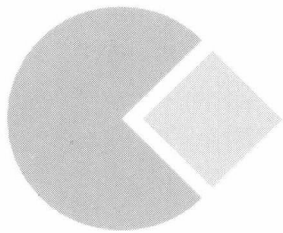
参与本书编写的人员

本书由海心、马银忠、刘树青负责编写并统编全书稿, 同时参与编写的还有高成冲、高江红、陈荷燕、梁梅、关芳芳、丁文政、吴文虎、王言瑞等, 在此一并表示感谢。

由于时间仓促, 书中难免存在遗漏和不足之处, 恳请广大读者提出宝贵意见。本书责任编辑的联系方式是 huangyan@ptpress.com.cn, 欢迎来信交流。

编者

2009 年 1 月



目 录

第 1 篇 基础篇

第 1 章 PLC 应用开发电气基础3

1.1 PLC 应用概述3

1.2 电气控制系统电路图6

1.2.1 电路图的作用与绘制6

1.2.2 电路图中电路工作原理分析7

1.2.3 采用 PLC 的控制系统电路图7

1.2.4 采用“继电器+PLC”的控制系统电路图8

1.3 与 PLC 连接的常用电器元件9

1.3.1 输入控制信号电器9

1.3.2 输出执行电器12

1.4 继电器控制系统与 PLC 控制系统应用比较举例15

第 2 章 PLC 应用硬件基础17

2.1 PLC 组件简述17

2.1.1 PLC 基本组成结构17

2.1.2 整体式 PLC 结构简述19

2.1.3 模块组合式 PLC 结构简述20

2.2 PLC 与外围设备连接20

2.2.1 PLC 与被控设备的连接 21

2.2.2 PLC 与 PLC 之间的连接 22

2.2.3 PLC 与上位计算机的连接 22

2.3 PLC 工作原理简述 23

2.3.1 PLC 的工作方式 23

2.3.2 PLC 设备控制程序 24

第 3 章 PLC 应用软件基础 26

3.1 编程基础 26

3.1.1 编程元素 26

3.1.2 编程语言简介 27

3.1.3 编程规则 29

3.1.4 控制系统设计及编程常用图 29

3.2 编程软件 33

3.2.1 软件概述 33

3.2.2 西门子 S7.200 系列编程软件应用 35

3.2.3 西门子 S7-300 系列编程软件应用 37

第 2 篇 PLC 应用基础篇

第 4 章 PLC 基本控制指令应用基础45

- 4.1 逻辑控制指令应用45
 - 4.1.1 基本逻辑控制指令45
 - 4.1.2 特殊功能指令50
 - 4.1.3 控制实例53
- 4.2 计数控制指令应用58
 - 4.2.1 指令简介58
 - 4.2.2 控制实例63
- 4.3 定时控制指令应用64
 - 4.3.1 指令简介64
 - 4.3.2 定时器指令应用65
 - 4.3.3 控制实例67
- 4.4 控制指令应用70
 - 4.4.1 控制指令简介70
 - 4.4.2 控制实例74
- 4.5 步进控制指令应用77
 - 4.5.1 步进控制简介77
 - 4.5.2 步进指令简介77
 - 4.5.3 步进指令控制流程图78
 - 4.5.4 零件搬运机械手控制93
- 4.6 传送指令应用102
 - 4.6.1 指令简介102
 - 4.6.2 应用实例106
- 4.7 比较功能指令应用106
 - 4.7.1 比较功能指令简介106
 - 4.7.2 比较指令应用实例107
- 4.8 算术功能指令应用109
 - 4.8.1 指令简介109
 - 4.8.2 应用实例117
- 4.9 程序的运行、监视、测试118
 - 4.9.1 程序的运行118
 - 4.9.2 程序的监视119
 - 4.9.3 程序测试119

第 5 章 PLC 控制程序线性编程实例120

- 5.1 设备结构与工作过程分析120

- 5.1.1 洗衣机概述120
- 5.1.2 洗衣机工作过程与
信号分析121
- 5.2 设备控制要求分析123
 - 5.2.1 正常运行123
 - 5.2.2 强制停止124
 - 5.2.3 正常运行与强制停
止控制流程图124
- 5.3 PLC 输入/输出通道分配与
端子图125
 - 5.3.1 通道分配126
 - 5.3.2 I/O 端子图127
- 5.4 PLC 控制程序设计128
 - 5.4.1 控制程序结构128
 - 5.4.2 控制程序设计（梯形
图形式、助记符形式及
功能块图形式）128
- 5.5 设计小结137

第 6 章 步进控制应用139

- 6.1 控制指令简介139
- 6.2 大小球分拣设备分析140
 - 6.2.1 大小球分拣传送过程
分析140
 - 6.2.2 大小球分拣传送过程
控制分析141
- 6.3 大小球分拣设备控制系统
设计142
 - 6.3.1 PLC 输入/输出端子分配用
步进指令编程142
 - 6.3.2 控制程序设计（步进指令
编程）143
- 6.4 基本指令编程程序设计151
- 6.5 设计小结156

第 7 章 减少输入点数方法应用157

- 7.1 减少所需输入点数方法157

7.1.1	分组输入	157
7.1.2	触点合并式输入	157
7.1.3	矩阵式输入	158
7.1.4	开关组合式输入	158
7.2	混凝土搅拌设备装置简介	158
7.3	混凝土搅拌设备称料工作 过程分析	158
7.4	混凝土搅拌设备控制系统动作 信号分析	159
7.5	混凝土搅拌设备控制系统 设计	159
7.5.1	通道分配	159
7.5.2	I/O 端子图	162
7.6	控制程序设计	162
7.7	设计小结	171

第 8 章 子程序块编制与调用..... 173

8.1	S7_200 系列产品子程序 块编写与调用	173
8.1.1	主程序块 Main 与子程序 块 SBR 编制与调用 (组合机床控制)	174
8.1.2	主程序块 Main 与中断 子程序块 INT 的编制和 调用(设备复位控制)	180
8.2	S7-300 系列产品用户子程序块 编写与调用	183
8.2.1	程序块结构概述	183
8.2.2	设备控制要求分析	184
8.2.3	控制程序设计	185

第 3 篇 PLC 应用提高篇

第 9 章 PLC 高速计数指令应用实例199

9.1	概述	199
9.2	指令简介	199
9.2.1	高速计数器的 工作模式	199
9.2.2	高速计数器的 工作模式设定	202
9.2.3	高速计数器的 功能设定	203
9.2.4	启用高速 计数器	206
9.3	物料称重 系统控制	208
9.3.1	设备控制 要求与控制 信号配置	208
9.3.2	设备控制 程序设计	208

第 10 章 脉冲串输出功能应用实例.....213

10.1	概述	213
10.2	指令简介	213
10.2.1	高速脉冲串 输出(PTO 方式)	213
10.2.2	PTO 对应的 中断事件	215
10.3	定长切割 设备控制	215

10.3.1	设备控制 要求与控制 信号配置	215
10.3.2	设备控制 程序设计	216

第 11 章 PLC 在变频器控制中的应用 ... 222

11.1	概述	222
11.2	指令简介	223
11.2.1	指令概述	223
11.2.2	变频器控制 参数设定指令	223
11.3	恒压供水 系统控制	228
11.3.1	系统控制 要求与控制 信号配置	228
11.3.2	系统控制 程序设计	230

第 12 章 数据计算应用实例..... 235

12.1	概述	235
12.2	刀库控制 要求与控制 信号配置	235
12.2.1	盘式刀库 特点	235
12.2.2	刀库的换 刀动作分析	236
12.2.3	刀库的动 作监控及	

互锁	237	概述	249
12.2.4 控制信号配置	237	13.2.2 分布式控制系统配置	250
12.3 刀库控制程序设计	238	13.2.3 分布式系统控制程序 设计	256
12.3.1 控制程序结构分析	238		
12.3.2 控制程序设计	240		
第 13 章 PLC 分布式网络系统应用	246	第 14 章 组态监控软件应用	277
13.1 西门子分布式网络系统概述	246	14.1 软件概述	277
13.1.1 通信接口与网络连接 方式	247	14.2 软件使用	278
13.1.2 分布式网络系统的 ET200 设备	248	14.2.1 监控系统构建与数据 连接设置	279
13.2 小型自动生产系统控制	249	14.2.2 数据连接	282
13.2.1 生产系统组成及控制要求		14.2.3 系统监控图形界面设计 与制作	286
		14.2.4 运行属性设置与运行	292

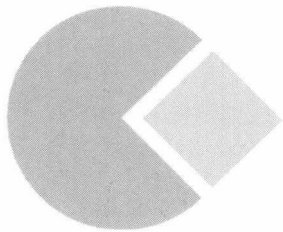
第 1 篇

基础篇

PLC 应用开发电气基础

PLC 应用硬件基础

PLC 应用软件基础



第 1 章 PLC 应用开发电气基础

本章要点

能够自动工作的设备不仅需要完成预定工作过程的部件，还需要能够驱动并控制工作部件的电气系统，PLC 作为一种集成度高、功能性强的电器产品被广泛的应用在电气控制系统中。对电气控制系统的了解，以及对 PLC 在系统中承担任务的了解是使用 PLC 的基础。本章 1.1 节介绍电气控制系统与设备的关系，一般电气控制系统的基本构成，以及 PLC 在系统中的位置和作用；1.2 节简单介绍描述电气系统构成和工作原理的电路图；1.3 节简要介绍一些与 PLC 应用有关的电气系统常用元件。

1.1 PLC 应用概述

1. 设备系统概述

任何能够自动工作的设备均需要具备 3 方面的功能，能够提供足够的动力，能够完成预定工作目标，能够自动完成全部工作过程。例如，数控机床结构可分为工作部分、驱动部分和控制部分，其中，工作部分由床身、主轴箱、进给机构、换刀机构等组成，完成对零件的切削加工；驱动部分由电动机、液压系统组成，为加工过程提供动力；控制部分由 PLC、数控单元等电气系统组成，控制设备自动完成零件的全部加工过程。

对一般设备来说主要由如下 3 大组成部分。

- ① 固定支撑机构及功能执行机构（工作部分）。
- ② 工作部件的驱动装置。
- ③ 控制驱动装置实现功能执行机构工作要求的控制系统。

各部分关系如图 1.1 所示。

设备控制系统的构成有多种形式，图 1.1 中所列主要是与可编程序控制器应用有关的典型形式，PLC 是可编程序控制器的简称。

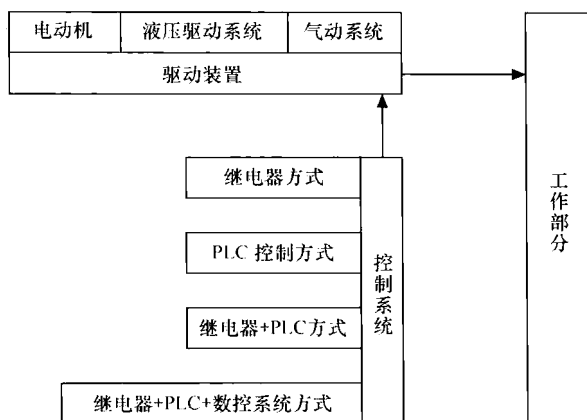


图 1.1 设备组成结构简图

2. 设备电气控制系统

一般设备的电气控制系统组成如图 1.2 所示，其中 3 个基本功能部分如下。

- ① 输入设备：接收各种现场控制指令和信号的装置。
- ② 输出设备：设备上各种被控制的电器和设备。
- ③ 控制系统：处理输入指令和信号，并且按照工作要求输出用于驱动设备的各种控制信号。

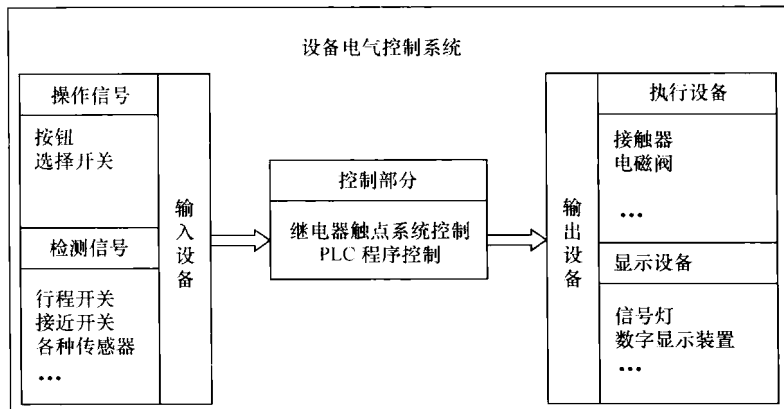


图 1.2 设备电气控制系统组成结构简图

3. 继电器控制系统

(1) 继电器控制系统特点

继电器控制系统是由各种具有特定控制功能的电气元件组合连接在一起，能够实现预定控制功能的电气系统，其特点如下。

① 控制系统中，所有电器元件通过电路接线，将输入、控制和输出部分组合在一个整体中，完成设备电气控制系统的输入信号采集、信号处理和控制信号输出。

② 所有电器元件的触点通过接线关系构成处理信号的控制部分，实现需要的控制逻辑。

(2) 继电器控制系统构成

继电器控制系统电路构成简图如图 1.3 所示, 图中, 行程开关 SQ1 与按钮开关 SB₁~SB₆ 为指令与信号输入元件, 交流接触器 KM₁~KM₂ 为输出元件, 所有电器的触点通过接线组成控制逻辑, 控制接触器线圈得电与失电。

4. PLC 控制系统

(1) PLC 构建的电气控制系统特点

使用 PLC 与各种具有特定控制功能的电气元件组合连接在一起, 实现预定控制功能的电气系统称之为 PLC 控制系统, 其特点如下。

① 控制系统中, 输入、控制和输出部分自成体系, PLC 通过连接端口与输入、输出部分的电器元件连接来构成电气控制系统, PLC 完成控制部分的功能。

② PLC 通过输入端口读入由输入元件提供的现场指令和控制信号; 通过输出端口输出控制信号, 控制输出元件工作, 并通过运行 PLC 用户程序实现需要的控制逻辑。

(2) PLC 构建的电气控制系统构成

图 1.4 所示为采用 PLC 构建的电气控制系统中, PLC 与输入、输出电器元件关系简图。

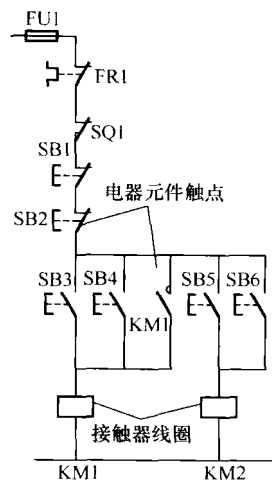


图 1.3 继电器控制系统电路图

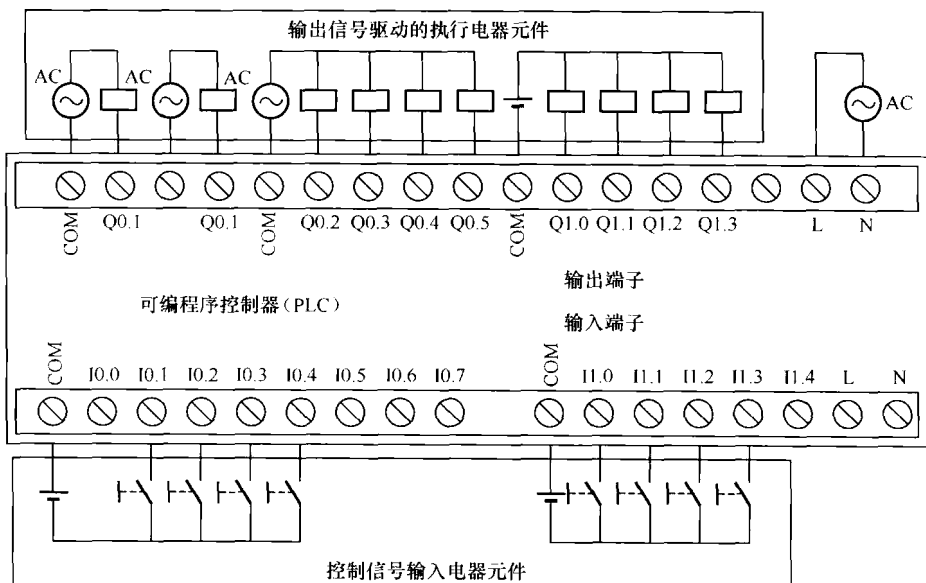


图 1.4 PLC 与输入/输出电器关系简图

PLC 从结构上来说, 它实际上是一台工业用计算机。PLC 可以实现电气控制系统中开关量的控制功能, 同时还具有类似计算机的各种功能, 因此在应用程序的编制中, 对电路开关量控制的程序设计采用类似继电器系统的设计方法, 在其他控制要求中, 应用了计算机程序设计方法。

5. “继电器+PLC”控制系统

(1) “继电器方式与 PLC”控制方式的适用范围

继电器控制系统与 PLC 控制系统的适用范围各有不同，具体内容如下。

① PLC 控制系统适用于多变并且复杂的工作状态控制，对简单无变化的工作状态控制，硬件成本相对较高，经济性差。

② 继电器系统硬件费用低，适用于简单工作状态控制。当用于复杂工作状态控制时，常会因为使用元件多、设备体积庞大、故障率高，难以满足设备使用要求。

在很多实际设备控制中，常根据它们应用的特点，将两种方式组合使用。

(2) “继电器+PLC”控制系统构成

“继电器+PLC”控制系统是组合两种控制方式，实现最佳工作状态的一种控制系统。系统充分利用两种控制方式的特点，分别对不同的控制目标进行控制。例如在液压系统驱动的自动设备中，液压泵电动机采用继电器方式控制，而对驱动设备循环工作的液压系统采用 PLC 系统方式控制。

1.2 电气控制系统电路图

电气控制系统的组成与工作原理一般是通过电路图的方式给予说明。“国家电气制图标准”规定了电路图的绘制方法与标准。在电路图中，采用标准规定的电器图形符号和文字符号表示控制系统使用的电器元件种类和功能，采用标准画法显示电器元件之间的连接关系和控制系统的工作原理。

1.2.1 电路图的作用与绘制

图 1.5 所示为采用继电器控制方式，对交流异步电动机实现启、停控制的电气系统电路图例。

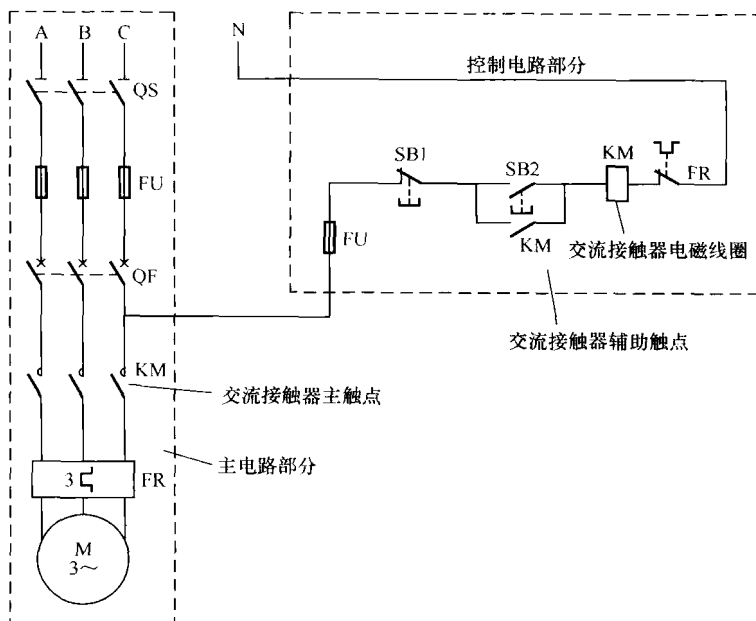


图 1.5 电动机启、停控制电路（继电器控制系统）