

高职高专自动化专业规划教材

# 过程控制技术及实训

GUOCHENG KONGZHI JISHU JI SHIXUN

张 益 编 王建明 审



化学工业出版社

高职高专自动化专业规划教材

# 过程控制技术及实训

GUOCHENG KONGZHI JISHU JI SHIXUN

张 益 编 王建明 审



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是天津市教育科学“十三五”规划课题项目建设教材之一,以过程控制系统的设计、安装、运行、调试、维护和监控为主线,内容包括过程控制基本知识、过程控制基本设备、单回路控制的项目实训、串级控制的项目实训和比值控制的项目实训等内容。本书重点介绍过程控制系统的综合控制方法,以培养学生的动手能力为主要目标,原理性内容描述尽量简化,解决生产实际问题。

本书可作为普通三年制高职和中高职衔接高职阶段、成人教育等机电一体化专业、自动化专业等相关专业的教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

过程控制技术及实训/张益编. —北京:化学工业出版社, 2017.3  
高职高专自动化专业规划教材  
ISBN 978-7-122-29149-3

I. ①过… II. ①张… III. ①过程控制-高等职业教育-教材 IV. ①TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 035320 号

---

责任编辑:刘哲

装帧设计:张辉

责任校对:王素芹

---

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:三河市延风印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张6¾ 字数160千字 2017年3月北京第1版第1次印刷

---

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

---

定 价:19.00元

版权所有 违者必究

# 前 言

本书是天津市教育科学“十三五”规划课题项目建设教材之一，课题名称为“中高职衔接技术技能人才培养模式研究——天津轻工职业技术学院机电一体化技术专业中高职衔接课程体系开发应用研究”，课题编号为 VESP3046。

本书专为机电一体化技术、自动化技术等工科相关专业的普通高等职业教育和中高职衔接教育高职阶段学生学习过程控制技术技能课程而编写，旨在指导学生通过实训课程，在实践中锻炼自己的动手能力，进而加深对课堂所学知识的理解。学习该课程之前，要求学生已经掌握高等数学知识、物理知识、自动控制原理知识、传感器知识和控制器知识等内容。该书主要内容包括过程控制基本原理、过程控制设备的使用、过程控制系统基本操作技能和运行维护控制。

本教材结合生产实际，以企业岗位能力为目标，实现理论与实践相融合的教学方法，通过做中学、学中做、学与考、过程评价与结果评价的有机结合，有效实施教学全过程，充分体现“以教师为主导，以学生为主体”的教学理念，适合高职高专机电一体化技术、自动化技术等相关专业学生使用。

全书共分为四章，由天津轻工职业技术学院张益编写，天津轻工职业技术学院王建明教授审查了全稿，提出了许多宝贵意见，在此表示感谢。

由于编者本身水平所限，不尽人意之处在所难免，恳请指正。

**编者**

**2017 年 1 月**

|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| <b>第 1 章 实训设备使用方法介绍 .....</b>      | <b>001</b> |
| 1.1 实训系统介绍 .....                   | 001        |
| 1.1.1 概述 .....                     | 001        |
| 1.1.2 系统特点 .....                   | 002        |
| 1.1.3 实训装置的安全保护体系 .....            | 002        |
| 1.2 过程控制对象实训装置 .....               | 002        |
| 1.2.1 被控对象 .....                   | 002        |
| 1.2.2 检测装置 .....                   | 004        |
| 1.2.3 执行机构 .....                   | 006        |
| 1.3 智能电动调节阀的使用 .....               | 007        |
| 1.3.1 执行器的作用 .....                 | 007        |
| 1.3.2 电动调节阀的结构与工作原理 .....          | 007        |
| 1.3.3 电动调节阀的基本使用 .....             | 010        |
| 1.4 过程综合自动化控制系统实训平台 .....          | 011        |
| 1.4.1 控制屏组件 .....                  | 012        |
| 1.4.2 智能仪表控制组件 .....               | 013        |
| 1.4.3 远程数据采集控制组件 .....             | 014        |
| 1.4.4 PLC 控制组件 .....               | 016        |
| 1.5 智能调节器的使用 .....                 | 017        |
| 1.5.1 调节器的作用 .....                 | 017        |
| 1.5.2 AI-808 人工智能调节器使用说明 .....     | 017        |
| 1.5.3 智能 PID 调节器的参数设置 .....        | 017        |
| 1.5.4 调节器的 PID 控制规律 .....          | 018        |
| 1.6 软件介绍 .....                     | 025        |
| 1.6.1 MCGS 组态软件 .....              | 025        |
| 1.6.2 西门子 S7 系列 PLC 编程软件 .....     | 025        |
| 1.6.3 RemoDAQ8000 Utility 软件 ..... | 026        |
| 1.7 实训要求及安全操作规程 .....              | 026        |
| 1.7.1 实训前的准备 .....                 | 026        |
| 1.7.2 实训过程的基本要求 .....              | 026        |
| 1.7.3 实训安全操作规程 .....               | 026        |
| <b>第 2 章 单回路控制系统知识及实训 .....</b>    | <b>028</b> |
| 2.1 单回路控制系统的知识基础 .....             | 028        |
| 2.1.1 单回路控制系统的概述 .....             | 028        |
| 2.1.2 单回路控制系统的设计 .....             | 029        |
| 2.1.3 控制器参数的整定方法 .....             | 036        |

|       |                      |     |
|-------|----------------------|-----|
| 2.1.4 | 思考题 .....            | 038 |
| 2.2   | 单容液位定值控制系统实训 .....   | 039 |
| 2.2.1 | 实训目的 .....           | 039 |
| 2.2.2 | 实训设备 .....           | 039 |
| 2.2.3 | 实训原理 .....           | 039 |
| 2.2.4 | 实训内容与步骤 .....        | 039 |
| 2.2.5 | 实训报告要求 .....         | 043 |
| 2.2.6 | 思考题 .....            | 043 |
| 2.3   | 双容水箱液位定值控制系统实训 ..... | 044 |
| 2.3.1 | 实训目的 .....           | 044 |
| 2.3.2 | 实训设备 .....           | 044 |
| 2.3.3 | 实训原理 .....           | 044 |
| 2.3.4 | 实训内容与步骤 .....        | 044 |
| 2.3.5 | 实训报告要求 .....         | 045 |
| 2.3.6 | 思考题 .....            | 045 |
| 2.4   | 三容水箱液位定值控制系统实训 ..... | 045 |
| 2.4.1 | 实训目的 .....           | 045 |
| 2.4.2 | 实训设备 .....           | 046 |
| 2.4.3 | 实训原理 .....           | 046 |
| 2.4.4 | 实训内容与步骤 .....        | 046 |
| 2.4.5 | 实训报告要求 .....         | 046 |
| 2.4.6 | 思考题 .....            | 047 |
| 2.5   | 锅炉内胆水温定值控制系统实训 ..... | 047 |
| 2.5.1 | 实训目的 .....           | 047 |
| 2.5.2 | 实训设备 .....           | 048 |
| 2.5.3 | 实训原理 .....           | 048 |
| 2.5.4 | 实训内容与步骤 .....        | 048 |
| 2.5.5 | 实训报告要求 .....         | 051 |
| 2.5.6 | 思考题 .....            | 052 |
| 2.6   | 锅炉夹套水温定值控制系统实训 ..... | 052 |
| 2.6.1 | 实训目的 .....           | 052 |
| 2.6.2 | 实训设备 (同前) .....      | 052 |
| 2.6.3 | 实训原理 .....           | 052 |
| 2.6.4 | 实训内容与步骤 .....        | 052 |
| 2.6.5 | 实训报告要求 .....         | 054 |
| 2.6.6 | 思考题 .....            | 055 |
| 2.7   | 单闭环流量定值控制系统实训 .....  | 055 |
| 2.7.1 | 实训目的 .....           | 055 |



|                              |                           |            |
|------------------------------|---------------------------|------------|
| 2.7.2                        | 实训设备 .....                | 055        |
| 2.7.3                        | 实训原理 .....                | 055        |
| 2.7.4                        | 实训内容与步骤 .....             | 055        |
| 2.7.5                        | 实训报告要求 .....              | 056        |
| 2.7.6                        | 思考题 .....                 | 058        |
| <b>第3章 串级控制系统知识及实训 .....</b> |                           | <b>059</b> |
| 3.1                          | 串级控制系统的引入 .....           | 059        |
| 3.1.1                        | 课程导引——实验系统与工业系统的差别 .....  | 059        |
| 3.1.2                        | 实践体验——单回路控制系统的不足 .....    | 060        |
| 3.1.3                        | 集中讨论——克服流量干扰引起的液位波动 ..... | 061        |
| 3.1.4                        | 知识学习——串级控制系统 .....        | 061        |
| 3.1.5                        | 思考题 .....                 | 063        |
| 3.2                          | 串级控制系统的知识基础 .....         | 063        |
| 3.2.1                        | 串级控制系统的结构 .....           | 063        |
| 3.2.2                        | 串级控制系统的分析 .....           | 063        |
| 3.2.3                        | 串级控制系统的设计 .....           | 068        |
| 3.2.4                        | 思考题 .....                 | 071        |
| 3.3                          | 水箱液位串级控制系统实训 .....        | 072        |
| 3.3.1                        | 实训目的 .....                | 072        |
| 3.3.2                        | 实训设备 .....                | 072        |
| 3.3.3                        | 实训原理 .....                | 072        |
| 3.3.4                        | 实训内容与步骤 .....             | 072        |
| 3.3.5                        | 实训报告要求 .....              | 076        |
| 3.4                          | 三闭环液位控制系统实训 .....         | 076        |
| 3.4.1                        | 实训目的 .....                | 076        |
| 3.4.2                        | 实训设备 .....                | 076        |
| 3.4.3                        | 实训原理 .....                | 076        |
| 3.4.4                        | 实训内容与步骤 .....             | 077        |
| 3.4.5                        | 实训报告要求 .....              | 077        |
| 3.5                          | 锅炉夹套水温与内胆水温串级控制系统实训 ..... | 079        |
| 3.5.1                        | 实训目的 .....                | 079        |
| 3.5.2                        | 实训设备 .....                | 080        |
| 3.5.3                        | 实训原理 .....                | 080        |
| 3.5.4                        | 实训内容与步骤 .....             | 080        |
| 3.5.5                        | 实训报告要求 .....              | 081        |
| 3.5.6                        | 思考题 .....                 | 082        |
| 3.6                          | 水箱液位与进水流量串级控制系统实训 .....   | 082        |

|                          |                  |            |
|--------------------------|------------------|------------|
| 3.6.1                    | 实训目的             | 082        |
| 3.6.2                    | 实训设备             | 083        |
| 3.6.3                    | 实训原理             | 083        |
| 3.6.4                    | 实训内容与步骤          | 083        |
| 3.6.5                    | 实训报告要求           | 087        |
| 3.6.6                    | 思考题              | 087        |
| <b>第 4 章 比值控制系统知识及实训</b> |                  | <b>088</b> |
| 4.1                      | 比值控制系统的知识基础      | 088        |
| 4.1.1                    | 比值控制方式           | 089        |
| 4.1.2                    | 比值系数 $K$ 的计算     | 091        |
| 4.1.3                    | 比值控制系统的投运和控制器的整定 | 093        |
| 4.1.4                    | 思考题              | 093        |
| 4.2                      | 单闭环流量比值控制系统实训    | 093        |
| 4.2.1                    | 实训目的             | 093        |
| 4.2.2                    | 实训设备             | 094        |
| 4.2.3                    | 实训原理             | 094        |
| 4.2.4                    | 比值系数的计算          | 094        |
| 4.2.5                    | 实训内容与步骤          | 095        |
| 4.2.6                    | 实训报告             | 098        |
| 4.2.7                    | 思考题              | 098        |
| 4.3                      | 双闭环流量比值控制系统实训    | 098        |
| 4.3.1                    | 实训目的             | 098        |
| 4.3.2                    | 实训设备             | 098        |
| 4.3.3                    | 实训原理             | 098        |
| 4.3.4                    | 实训内容与步骤          | 099        |
| 4.3.5                    | 实训报告             | 099        |
| 4.3.6                    | 思考题              | 099        |
| <b>参考文献</b>              |                  | <b>100</b> |



# 第 1 章

## 实训设备使用方法介绍

### 1.1 实训系统介绍

#### 1.1.1 概述

过程综合自动化控制系统实训平台是由实训控制对象、实训控制台及上位监控 PC 机三部分组成。它是根据工业自动化及其他相关专业的教学特点，并吸收了国内外同类实训装置的特点和长处，经过精心设计，多次实验和反复论证而推出的一套全新的综合性实训装置。该装置结合了当今工业现场过程控制的现状，是一套集自动化仪表技术、计算机技术、通信技术、自动控制技术及现场总线技术为一体的多功能实训设备。该系统包括流量、温度、液位、压力等热工参数，可实现系统参数辨识、单回路控制、串级控制、前馈-反馈控制、滞后控制、比值控制等多种控制形式。该装置还可根据需要，设计构成 AI 智能仪表、DDC 远程数据采集和 PLC 可编程控制三种控制系统，可作为高职过程控制课程的实验、实训装置。

学生通过该实训装置进行综合实训后，可掌握以下内容：

- ① 传感器特性的认识和零点迁移；
- ② 自动化仪表的初步使用；
- ③ 变频器的基本原理和初步使用；
- ④ 电动调节阀的调节特性和原理；
- ⑤ 测定被控对象特性的方法；
- ⑥ 单回路控制系统的参数整定；
- ⑦ 串级控制系统的参数整定；
- ⑧ 复杂控制系统的参数整定；
- ⑨ 控制参数对控制系统的品质指标的要求；
- ⑩ 控制系统的设计、计算、分析、接线、投运等综合能力培养；
- ⑪ 各种控制方案的生成过程及控制算法程序的编制方法。

## 1.1.2 系统特点

- ① 真实性、直观性、综合性强，被控对象组件全部来源于工业现场。
- ② 被控参数全面，涵盖了连续性工业生产过程中的液位、压力、流量及温度等典型参数。
- ③ 具有广泛的扩展性和后续开发功能，所有 I/O 信号全部采用国际标准 IEC 信号。
- ④ 具有控制参数和控制方案的多样化。通过不同的被控参数、动力源、控制器、执行器及工艺管路的组合，可构成几十种过程控制系统实训项目。
- ⑤ 各种控制算法和控制规律在开放的实验软件平台上都可以实现。实验数据及图表在上位机软件系统中很容易存储及调用，以便实验者进行实验后的比较和分析。
- ⑥ 三种控制方式：可采用 AI 智能仪表控制、S7-200 PLC 可编程控制、DDC 远程数据采集控制方式。

## 1.1.3 实训装置的安全保护体系

- ① 三相四线制总电源输入经带漏电保护装置的三相四线制断路器进入系统电源之后，又分为一个三相电源支路和三个不同相的单相支路，每一支路都带有各自三相、单相断路器。总电源设有三相通电指示灯和 380V 三相电压指示表，三相带熔断器作为断相指示。
- ② 控制屏上装有一套电压型漏电保护装置和一套电流型漏电保护装置。
- ③ 控制屏设有服务管理器（即定时器兼报警记录仪），为学生实训技能的考核提供一个统一的标准。
- ④ 各种电源及各种仪表均有可靠的自保护功能。
- ⑤ 强电接线插头采用封闭式结构，以防止触电事故的发生。
- ⑥ 强弱电连接线采用不同结构的插头、插座，防止强弱电混接。

# 1.2 过程控制对象实训装置

实训对象总貌图如图 1-1 所示。

该实训装置对象主要由水箱、锅炉和盘管三大部分组成。供水系统有两路：一路由三相（380V 恒压供水）磁力驱动泵、电动调节阀、直流电磁阀、涡轮流量计及手动调节阀组成；另一路由变频器、三相磁力驱动泵（220V 变频调速）、涡轮流量计及手动调节阀组成。

## 1.2.1 被控对象

被控对象由不锈钢储水箱、（上、中、下）三个串接的有机玻璃水箱、4.5kW 三相电加

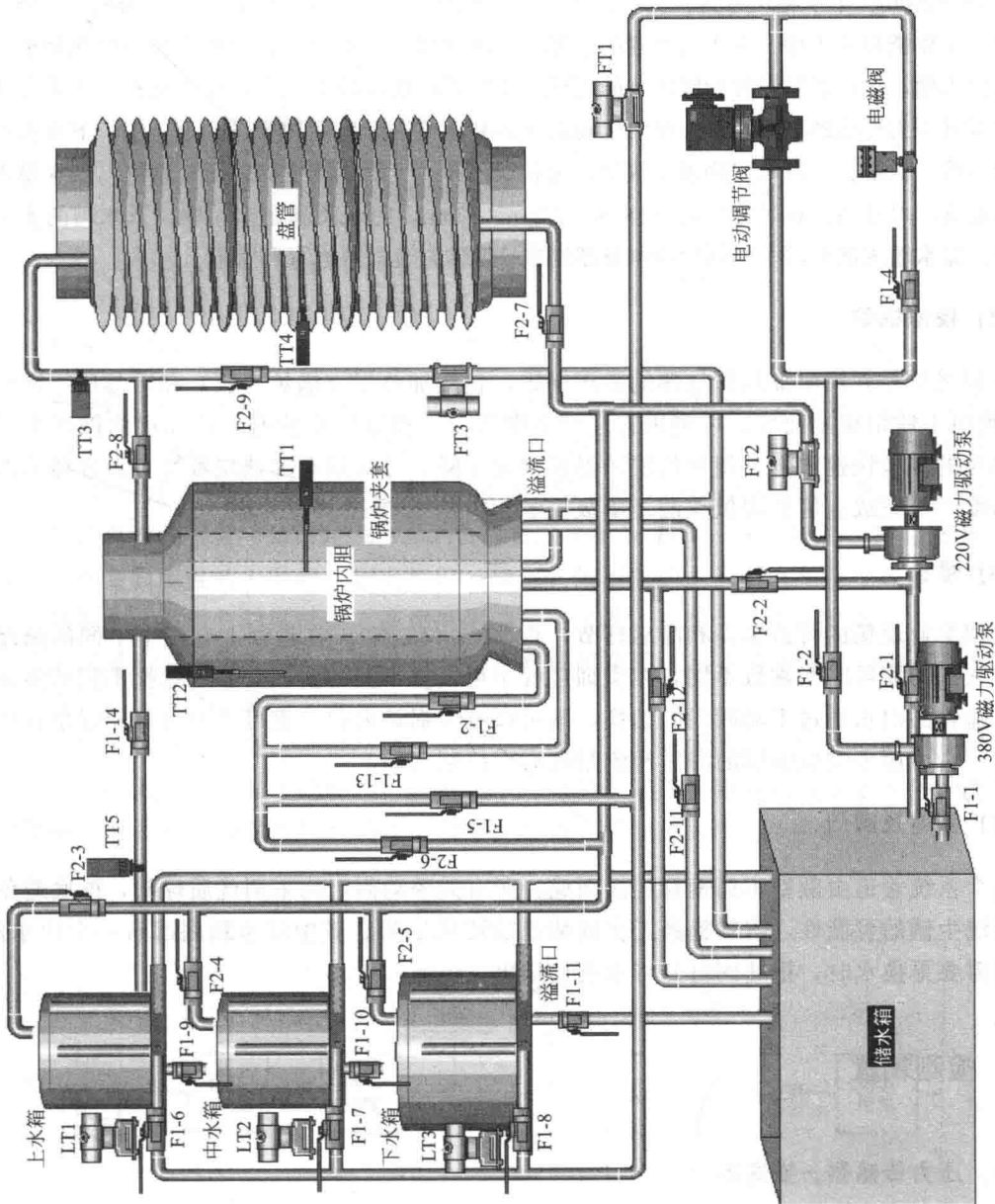


图 1-1 实训对象总貌图

热模拟锅炉（由不锈钢锅炉内胆加温筒和封闭式锅炉夹套构成）、盘管和敷塑不锈钢管道等组成。

### (1) 水箱

包括上水箱、中水箱、下水箱和储水箱。上、中、下水箱采用淡蓝色优质有机玻璃，不但坚实耐用，而且透明度高，便于学生直接观察液位的变化和记录结果。上、中水箱尺寸均为： $D=25\text{cm}$ ， $H=20\text{cm}$ ；下水箱尺寸为： $D=35\text{cm}$ ， $H=20\text{cm}$ 。水箱结构独特，由三个槽组成，分别为缓冲槽、工作槽和出水槽。进水时水管的水先流入缓冲槽，出水时工作槽的水经过带燕尾槽的隔板流入出水槽，这样经过缓冲和线性化的处理，工作槽的液位较为稳定，便于观察。水箱底部均接有扩散硅压力传感器与变送器，可对水箱的压力和液位进行检测和变送。上、中、下水箱可以组合成一阶、二阶、三阶单回路液位控制系统和双闭环、三闭环液位串级控制系统。储水箱由不锈钢板制成，尺寸为：长 $\times$ 宽 $\times$ 高 $=68\text{cm}\times52\text{cm}\times43\text{cm}$ ，完全能满足上、中、下水箱的实验供水需要。储水箱内部有两个椭圆形塑料过滤网罩，以防杂物进入水泵和管道。

### (2) 模拟锅炉

模拟锅炉是利用电加热管加热的常压锅炉，包括加热层（锅炉内胆）和冷却层（锅炉夹套），均由不锈钢精制而成，可利用它进行温度实验。做温度实验时，冷却层的循环水可以使加热层的热量快速散发，使加热层的温度快速下降。冷却层和加热层都装有温度传感器检测其温度，可完成温度的定值控制、串级控制、前馈-反馈控制等实验。

### (3) 盘管

模拟工业现场的管道输送和滞后环节，长 $37\text{m}$ （43圈）。在盘管上有三个不同的温度检测点，它们的滞后时间常数不同，在实训过程中可根据不同的实训需要，选择不同的温度检测点。盘管的出水通过手动阀门的切换，既可以流入锅炉内胆，也可以经过涡轮流量计流回储水箱。它可用来完成温度的滞后和流量纯滞后控制实训。

### (4) 管道及阀门

整个系统管道由敷塑不锈钢管连接而成，所有的手动阀门均采用优质球阀，彻底避免了管道系统生锈的可能性，有效提高了实训装置的使用年限。其中储水箱底部有一个出水阀，当水箱需要更换水时，把球阀打开将水直接排出。

## 1.2.2 检测装置

### (1) 压力传感器、变送器

三个压力传感器分别用来对上、中、下三个水箱的液位进行检测，其量程为 $0\sim5\text{kPa}$ ，精度为0.5级。采用工业用的扩散硅压力变送器，带不锈钢隔离膜片，同时采用信号隔离技术，对传感器温度漂移跟随补偿。采用标准二线制传输方式，工作时需提供 $24\text{V}$ 直流电源，输出为 $4\sim20\text{mA DC}$ 。

扩散硅压力变送器由传感器和信号处理电路组成。其中传感器压面设有惠斯顿电桥，当

增加压力时，电桥各桥臂电阻值发生变化，通过信号处理电路转换成电压变化，最终将其转换成标准 4~20mA 信号输出。其原理如图 1-2 所示。

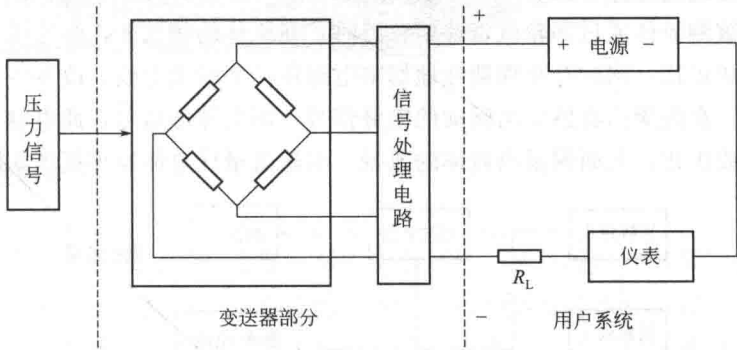


图 1-2 扩散硅压力变送器原理图

(2) 温度传感器

装置中采用了 6 个 Pt100 铂热电阻温度传感器，分别用来检测锅炉内胆、锅炉夹套、盘管（有 3 个测试点）以及上水箱出口的水温。Pt100 测温范围：-200~+420℃。经过调节器的温度变送器，可将温度信号转换成 4~20mA 直流电流信号。Pt100 传感器精度高，热补偿性较好。

电阻式温度传感器（RTD，Resistance Temperature Detector）是用一种物质材料做成的电阻，它会随温度的上升而改变电阻值。如果它随温度的上升而电阻值也跟着上升，就称为正电阻系数；如果它随温度的上升而电阻值反而下降，就称为负电阻系数。大部分电阻式温度检测器是用金属做成的，其中以铂（Pt）做成的电阻式温度检测器最为稳定，耐酸碱，不会变质，相当线性，最受工业界欢迎。

测温探头部分采用抗震耐腐蚀材质，使用寿命延长。卡套螺纹固定形式，能调节插入的深度，外加密封元件，加强了密封性，使介质不易外泄。采用高精度铂热电阻元件，测量温度更加精确。引线采用四芯金属屏蔽线，抗干扰性强。其原理如图 1-3 所示。

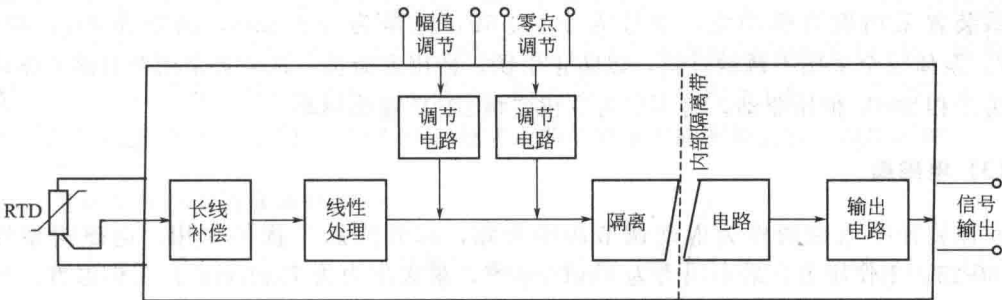


图 1-3 电阻式温度传感器原理图

(3) 模拟转换器

三个模拟转换器（涡轮流量计）分别用来对由电动调节阀控制的动力支路、由变频器控制的动力支路及盘管出口处的流量进行检测。它的优点是测量精度高，反应快。采用标准二

线制传输方式，工作时需提供 24V 直流电源。流量范围：0~1.2m<sup>3</sup>/h；精度：1.0%；输出：4~20mA DC。

涡轮流量计是速度式流量计的一种，主要由表体、导向体、叶轮、电磁感应式信号检出器和轴承组成。当被测流体流过涡轮流量计传感器时，在流体的作用下，叶轮受力旋转，其转速与管道平均流速成正比，同时叶片周期性地切割电磁铁产生的磁力线，改变线圈的磁通量，根据电磁感应原理，在线圈内将感应出脉动的电势信号，即电脉冲信号，此电脉冲信号的频率与被测流体的流量成正比，从而测量出流体的流量。涡轮流量计总体原理框图如图 1-4所示。

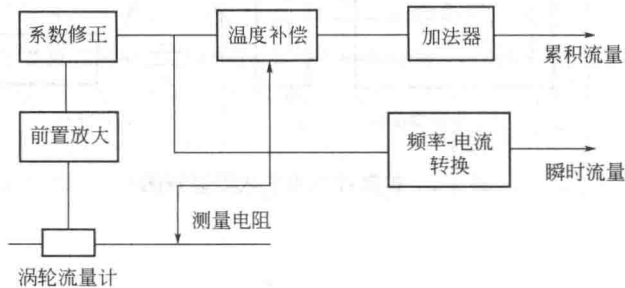


图 1-4 涡轮流量计总体原理框图

1.2.3 执行机构

(1) 电动调节阀

采用智能直行程电动调节阀，用来对控制回路的流量进行调节。电动调节阀型号为 QSTP-16K，具有精度高、技术先进、体积小、重量轻、推动力大、功能强、控制单元与电动执行机构一体化、可靠性高、操作方便等优点，电源为单相 220V，控制信号为 4~20mA DC 或 1~5V DC，输出为 4~20mA DC 的阀位信号，使用和校正非常方便。

(2) 水泵

该装置采用磁力驱动泵，型号为 16CQ-8P，流量为 30L/min，扬程为 8m，功率为 180W。泵体完全采用不锈钢材料，以防止生锈，使用寿命长。该装置采用两只磁力驱动泵，一只为三相 380V 恒压驱动，另一只为三相变频 220V 输出驱动。

(3) 电磁阀

在该装置中电磁阀作为电动调节阀的旁路，起到阶跃干扰的作用。电磁阀型号为：2W-160-25；工作压力：最小压力为 0kgf/cm<sup>2</sup><sup>❶</sup>，最大压力为 7kgf/cm<sup>2</sup>；工作温度：-5~80℃；工作电压：24V DC。

(4) 三相电加热管

由三根 1.5kW 电加热管星形连接而成，用来对锅炉内胆内的水进行加温，每根加热管

❶ 1kgf/cm<sup>2</sup>≈0.1MPa。



的电阻值约为  $50\Omega$ 。

## 1.3 智能电动调节阀的使用

### 1.3.1 执行器的作用

在过程控制系统中,执行器接受控制器的指令信号,经执行机构将其转换成相应的角位移或直线位移,去操纵调节机构,改变被控对象进、出的能量或物料,以实现过程的自动控制。在任何自动控制系统中,执行器是必不可少的组成部分。如果把传感器比拟成控制系统的感觉器官,控制器就是控制系统的大脑,而执行器则可以比拟为干具体工作的手。

执行器常常工作在高温、高压、深冷、强腐蚀、高黏度、易结晶、闪蒸、汽蚀、高压差等状态下,使用条件恶劣,因此,它是整个控制系统的薄弱环节。如果执行器选择或使用不当,往往会给生产过程自动化带来困难,在许多场合下,会导致控制系统的控制质量下降,调节失灵,甚至因介质的易燃、易爆、有毒而造成严重的事故。为此,对于执行器的正确选用、安装和维修等各个环节,必须给予足够的注意。

执行器根据驱动动力的不同,可划分为气动执行器、液动执行器和电动执行器,本节将结合实验装置所用的智能电动调节阀使用知识进行介绍。

### 1.3.2 电动调节阀的结构与工作原理

#### (1) 电动调节阀的基本结构

在该实验装置上配置了智能型电动调节阀,其型号为 QSVP-16K。图 1-5 是电动调节阀的典型外形,它由两个可拆分的执行机构和调节阀(调节机构)部分组成。上部是执行机构,接受控制器输出的  $0\sim 10\text{mA DC}$  或  $4\sim 20\text{mA DC}$  信号,并将其转换成相应的直线位移,推动下部的调节阀动作,直接调节流体的流量。各类电动调节阀的执行机构基本相同,但调节阀(调节机构)的结构因使用条件的不同类型很多,最常用的是直通单阀座和直通双阀座两种。

#### (2) 电动执行机构的基本结构

执行机构采用了 PSL 电子式一体化的电动执行机构。该产品体积小,重量轻,功能强,操作方便,已广泛应用于工业控制,如图 1-6 所示。

其直行程电动执行器主要是由相互隔离的电气部分和齿轮传动部分组成,电机作为连接两个隔离部分的中间部件。电机按控制要求输出转矩,通过多级正齿轮传递到梯形丝杆上,梯形丝杆通过螺纹变换转矩为推力。因此梯形螺杆通过自锁的输出轴将直线行程传递到阀杆。执行机构输出轴带有一个防止转动的止转环,输出轴的径向锁定装置也可以作转位置指示器。输出轴止动环上连有一个旗杆,旗杆随输出轴同步运行,通过与旗杆连接的齿条板将

输出轴位移转换成电信号，提供给智能控制板，作为比较信号和阀位反馈输出。同时执行机构的行程也可由齿条板上的两个主限位开关限制，并由两机械限位保护。

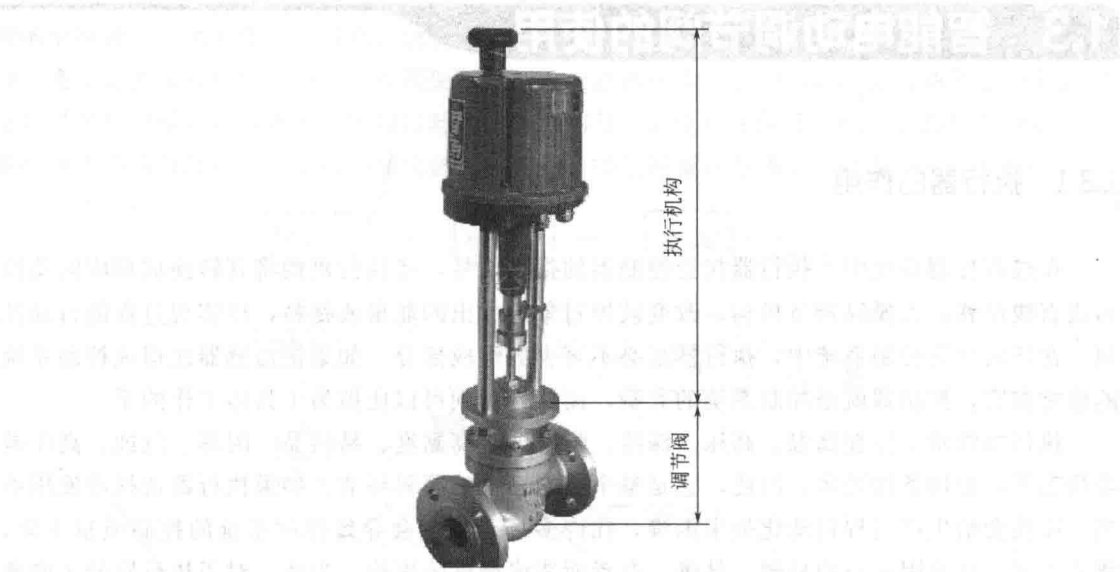


图 1-5 电动调节阀的外形图



图 1-6 智能电动执行机构图

(3) 执行机构工作原理

电动执行机构是以电动机为驱动源，以直流电流为控制及反馈信号，原理方块图如图 1-7所示。当控制器的输入端有一个信号输入时，此信号与位置信号进行比较，当两个信号的偏差值大于规定的死区时，控制器产生功率输出，驱动伺服电动机转动，使减速器的输出轴朝减小这一偏差的方向转动，直到偏差小于死区为止。此时输出轴就稳定在与输入信号

相对应的位置上。

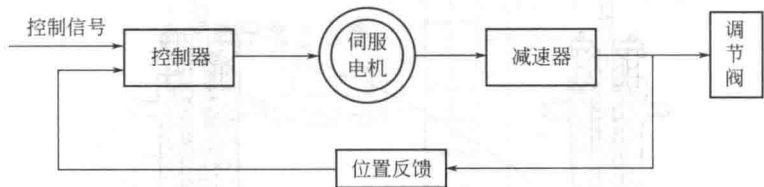


图 1-7 电动执行机构工作原理方块图

(4) 控制器结构

控制器由主控电路板、传感器、带 LED 操作按键、分相电容、接线端子等组成。智能伺服放大器以专用单片微处理器为基础，通过输入回路把模拟信号、阀位电阻信号转换成数字信号，微处理器根据采样结果，通过人工智能控制软件后，显示结果及输出控制信号，如图 1-8 所示。

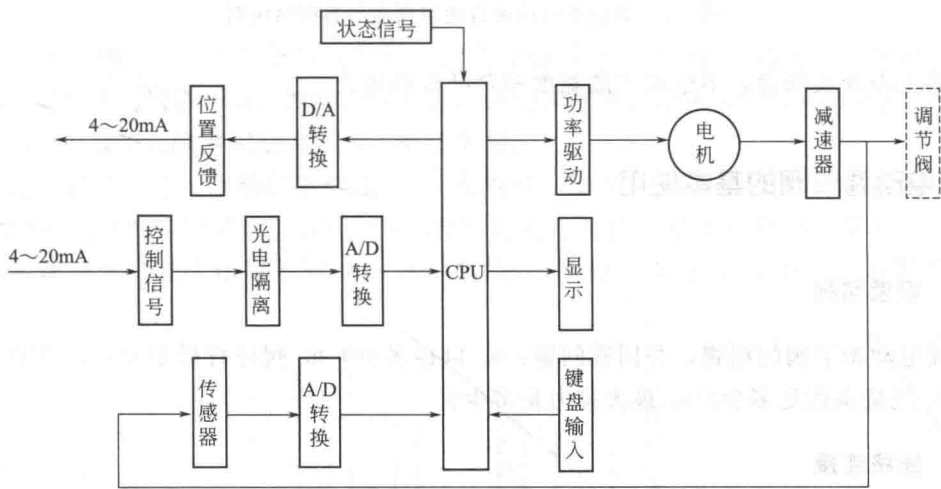


图 1-8 智能控制器组成结构图

(5) 调节阀的基本结构

调节阀与工艺管道中被调介质直接接触，阀芯在阀体内运动，改变阀芯与阀座之间的流通面积，即改变阀门的阻力系数，就可以对工艺参数进行调节。

图 1-9 给出直通单阀座和直通双阀座的典型结构，它由上阀盖（或高温上阀盖）、阀体、下阀盖、阀芯与阀杆组成的阀芯部件、阀座、填料、压板等组成。

直通单阀座的阀体内只有一个阀芯和一个阀座，其特点是结构简单、泄漏量小（甚至可以完全切断）和允许压差小，因此它适用于要求泄漏量小、工作压差较小的干净介质的场合。在应用中应特别注意其允许压差，防止阀门关不死。

直通双座调节阀的阀体内有两个阀芯和阀座。它与同口径的单座阀相比，流通能力为 20%~25%。因为流体对上、下两阀芯的作用力可以相互抵消，但上、下两阀芯不易同时关闭，因此双座阀具有允许压差大、泄漏量较大的特点，故适用于阀两端压差较大、泄漏量要