

辽 宁 工 业 大 学

过程控制系统课程设计(论文)

题目: 换热器温度控制系统设计

院(系): _____

专业班级: _____

学 号: _____

学生姓名: _____

指导教师: _____ (签字)

起止时间: _____

课程设计(论文)任务及评语

院(系): 电气工程学院

教研室: 自动化教研室

课程设计(论文)题目	换热器温度控制系统设计				
课程设计(论文)任务	<p>课题完成的设计任务及功能、要求、技术参数</p> <p>实现功能</p> <p>在供暖系统中为保证热源工作安全,在热源与用户管网之间通过换热器完成热量的传递及介质的隔离。换热器是一个惯性和滞后均较大的被控系统,且是分布参数的。消除冷热流体的流量和温度的扰动,保持换热器出口温度恒定。本设计要求设计换热器温度控制系统,采用适合的控制算法,输入设定温度值,并实时显示当前温度。</p> <p>设计任务及要求</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、确定控制方案并绘制P&ID图、系统框图; 2、选择传感器、变送器、控制器、执行器,给出具体型号和参数; 3、确定控制器的控制规律以及控制器正反作用方式; 4、若设计由计算机实现的数字控制系统,应给出系统硬件电气连接图及程序流程图; 5、在实验室进行计算机软件仿真,并给出仿真结果; 6、按规定的书写格式,撰写、打印设计说明书一份;设计说明书应在4000字以上。 <p>技术参数</p> <p>测量范围: 0~100℃;</p> <p>控制温度: 60±0.5℃;</p> <p>最大偏差: 1℃。</p>				
进度计划	<ol style="list-style-type: none"> 1、布置任务,查阅资料,理解掌握系统的控制要求。(2天,分散完成) 2、确定系统的控制方案,绘制P&ID图、系统框图。(1天,实验室完成) 3、选择传感器、变送器、控制器、执行器,给出具体型号和参数。(2天,分散完成) 4、确定控制器的控制规律、控制器正反作用方式以及保证系统无余差。(实验室1天) 5、仿真分析或实验测试、答辩。(3天,实验室完成) 6、撰写、打印设计说明书(1天,分散完成) 				
指导教师评语及成绩	<p style="text-align: center;">平时: 论文质量: 答辩:</p>				

	<p>总成绩：</p> <p>指导教师签字： 年 月 日</p>
--	--------------------------------------

注：成绩：平时20% 论文质量60% 答辩20% 以百分制计算

摘要

在本次课设换热器温度控制系统设计中，主要作用是实现以冷物料的加热，因此用单回路闭环系统就可实现对换热器出口温度控制。但同冷物料流量不稳定，是本系统的最主要扰动，为了克服冷物料流量变化对被控参数的影响，采取 smith 预估补偿控制，力图使被延迟了 r 的被调量提前反映到调节器，并使之动作，以此来减小超调量并加速调节过程，可以大大减少这些扰动因素对于热流体出口温度的影响，取得比常规 PID 更好的控制效果，控制系统的稳定性好、超调量小、控制精度更高。

关键词：史密斯预估补偿；纯滞后；换热器； PID

目 录

第 1 章 绪论	1
第 2 章 课程设计的方案	2
2.1 概述	2
2.1.1 串级控制系统设计	2
2.1.2 史密斯预估补偿控制设计	2
2.2 系统组成总体结构	3
2.2.1 换热器温度控制系统的组成与特点	3
2.2.2 换热器温度控制原理	3
第 3 章 换热器温度控制系统设计	7
3.1 温度控制系统的硬件设计	7
3.1.1 温度变送器的选择	7
3.1.2 流量变送器的选择	7
3.1.3 执行器(调节阀)的选择:	9
3.1.4 调节器的选择:	9
3.2 温度控制系统PID设计	11
第 4 章 系统仿真与分析	12
第 5 章 课程设计总结	15
参考文献	16

第1章 绪论

在现代工业过程中，有不少的过程特性具有较大的纯滞后时间，其特点是当控制作用产生后，在纯滞后时间 t 范围内，被控参数完全没有响应。

上述纯滞后过程中，被控参数不能及时地反映系统所承受的扰动，从而产生明显的超调，似的控制系统的稳定性变差，调节时间延长，对系统的设计和控制增加了很大的难度。常规 PID 调节，不仅超调量大而且调节时间长，不能满足高控制精度的要求，因而对此类问题的研究具有重要的理论和实际意义。

史密斯(Smith)预估补偿器是得到广泛应用的纯滞后系统的控制方法。它针对纯滞后系统闭环特征方程中含有纯滞后项，在PID 反馈控制基础上，引入了一个预估补偿环节，从而使系统闭环特征方程不含纯滞后项，抵消纯滞后特性所造成的影响，明显地减小超调量和加速调节过程，提高了控制质量。

若特征方程中包含了 e^{-Ts} ，随着频率 ω 的增加， e^{-Ts} 的相角无限减小，使系统的稳定范围大大缩小，为了保证系统稳定性，只能减小增益，使调节控制作用减弱，这样使系统响应速度慢，系统适应性较差。

Smith 预估补偿的基本控制策略是：构造一个过程参考模型，将延迟环节 e^{-Ts} 移出系统闭环，使系统反馈信号不受 e^{-Ts} 的影响，使系统调节品质、稳定性等得到相应改善。系统响应速度提高，适应性强。

第2章 课程设计的方案

2.1 概述

换热器温度控制系统包括换热器、热水炉、控制冷流体的多级离心泵，变频器、涡轮流量传感器、温度传感器等设备。根据控制系统的复杂程度，可以将其分为简单控制系统和复杂控制系统。其中在换热器上常用的复杂控制系统又包括串级控制系统和前馈控制系统。

2.1.1 串级控制系统设计

控制过程特点：换热器温度控制系统是由温度变送器、调节器、执行器和被控对象(出口温度)组成闭合回路。

从冷流体管路阀门或离心泵转速变化到热流体出口温度改变，在这中间要相继通过冷流体流量变化，换热器热交换速率变化，热流体出口温度变化等一系列过程，因此整个控制通道的容量滞后大、时间常数大、这就导致控制系统的控制作用不及时、最大偏差大、过度时间长、抗干扰能力差、控制精度降低。可以讲来自冷流体流量方面的干扰因素包括在副回路内，因此可以大大减少这些扰动因素对于热流体出口温度的影响。对于热流体流量和温度方面的干扰，采用串级控制系统也可以得到改善，具体控制效果明显改善。

2.1.2 史密斯预估补偿控制设计

Smith 预估器控制的基本思路是：预先估计过程在基本扰动下的动态特性，然后由预估器进行补偿控制，力图使被延迟了 r 的被调量提前反映到调节器，并使之动作，以此来减小超调量并加速调节过程。对于带长时滞过程而言，Smith 预估器是一种非

常有效的通用的补偿器，其主要优点在于滞后时间能从闭环系统的特征方程中消除。然而，预估器要求被控对象的数学模型非常准确，这在实际工程中很难办到，特别是对积分和非稳定系统，其控制更为困难。

2.2 系统组成总体结构

2.2.1 换热器温度控制系统的组成与特点

(1) 换热器的组成

换热器温度控制系统包括换热器、热水炉、控制冷流体的多级离心泵，变频器、涡轮流量传感器、温度传感器等设备。根据控制系统的复杂程度，可以将其分为简单控制系统和复杂控制系统。其中在换热器上常用的复杂控制系统又包括串级控制系统和前馈控制系统。

(2) 系统控制过程的特点

换热器温度控制过程有如下特点：换热器温度控制系统是由温度变送器、调节器、执行器和被控对象(出口温度)组成闭合回路。被调参数(换热器出口温度)经检验元件测量并由温度变送器转换处理获得测量信号，测量值与给定值的差值送入调节器，调节器对偏差信号进行运算处理后输出控制作用。

换热器的温度控制系统工艺流程如下：冷流体和热流体分别通过换热器的壳程和管程，通过热传导，从而使热流体的出口温度降低。热流体加热炉加热到某温度，通过循环泵流经换热器的管程，出口温度稳定在设定值附近。冷流体通过多级离心泵流经换热器的壳程，与热流体交换热后流回蓄电池，循环使用。在换热器的冷热流体进口处均设置一个调节阀，可以调节冷热流体的大小。在冷流体出口设置一个电功调节阀，可以根据输入信号自动调节冷流体流量的大小。多级离心泵的转速由变频器来控制。

(3) 引起换热器出口温度变化的扰动因素

简要概括起来，引起换热器出口温度变化的扰动因素主要有：

1) 热流体的流量和温度的扰动，热流体的流量主要受到换热器入口阀门的开度和循环泵压头的影响。热流体的温度主要受到加热炉加热温度和管路散热的影响。

2) 冷流体的流量和温度的扰动。冷流体的流量主要受到离心泵的压头、转速和阀门的开度等因素的影响。

3) 加热炉的启停机的影响。

4) 室内温度与管路内气体变化和阀门开度的影响。

2.2.2 换热器温度控制原理

(1) 换热器温度控制原理介绍

图2-1为蒸汽水换热器的工作原理图。加热介质为蒸汽，冷流体为水，控制目标是通过调节蒸汽流量来保证换热器出口热水温度稳定，温度控制器由微机控制。

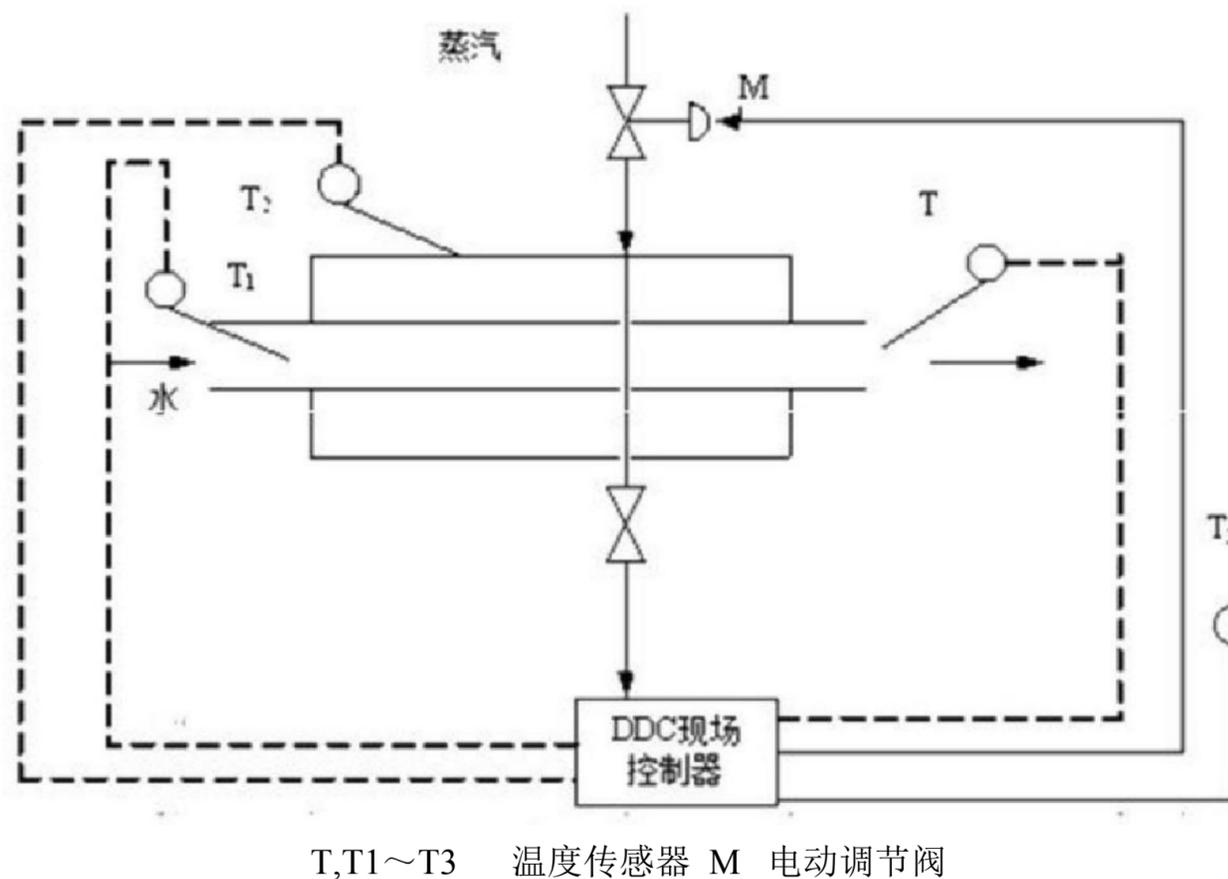


图2.1 换热器温度控制原理图

其工作原理为：温度传感器T测量换热器出水温度，把信号传送至DDC现场控制器，此为温度控制的主回路。同时，控制器还接受室外温度传感器T3发出的辅助信号，控制器根据预先设置的工作曲线，调整出水温度的设定值，控制电动调节阀M的开度，调节换热器入口的高温介质流量，使得换热器出水温度随室外温度变化(见图2.2)。

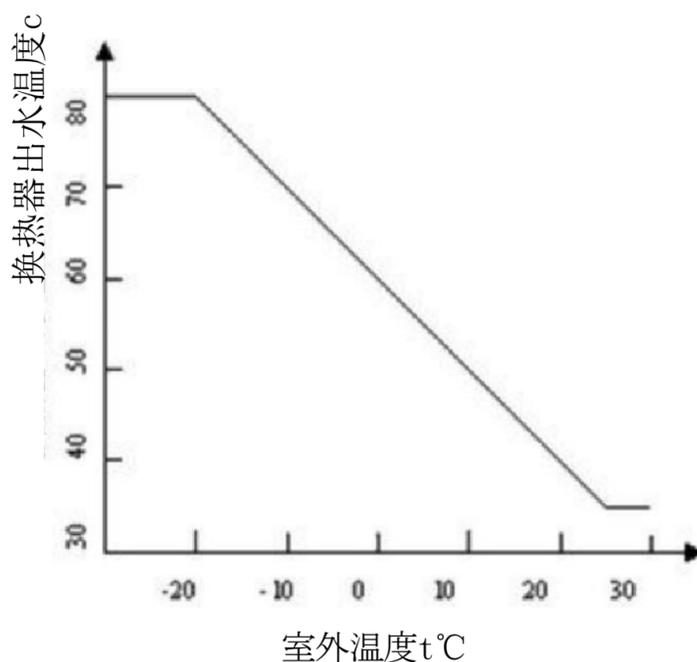


圖2.2 換熱器出水溫度與室外溫度關係曲線

(2) 換熱器一般溫控系統

根據換熱器的結構及一般熱力學原理，可得被控對象傳遞函數的近似表達式：

$$G_p(s) = \frac{K}{T_s + 1} e^{-\tau s} = G_o(s) e^{-\tau s} \quad (2-1)$$

式中 $G_p(s)$ ——對象的傳遞函數；

K ——對象的放大係數；

T_s ——對象的時間常數；

τ ——對象的純時間滯後；

$G_o(s)$ ——對象傳遞函數中不含純滯後的部分。

可以看出，它是一個純滯後的一階慣性環節。一般的溫控系統如圖2.3所示。

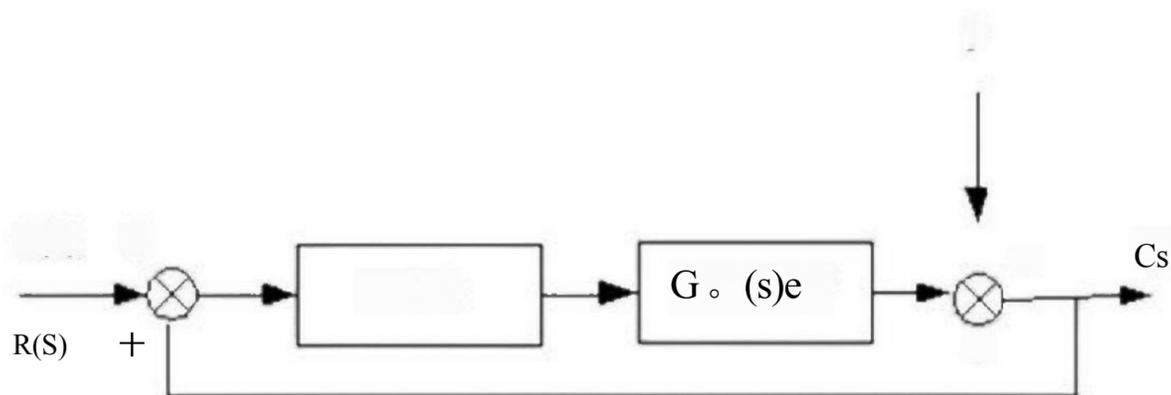


圖2.3 一般溫控系統方框圖

$$G(s) = \frac{G_c(s)G_o(s)e^{-\tau s}}{1+G_c(s)G_o(s)e^{-\tau s}}$$

圖中 $R(s)$ 為參擾。從圖2.3可以得出換熱器一般溫控系統閉環傳遞函數為：

(2-2)

由於特徵方程里含有 $e^{-\tau s}$ 項，這對控制系統穩定性極其不利，若 τ 足夠大，系統就難以穩定；而且由於系統中含有純滯後環節，使控制器的設計變得複雜。

(3) Smith 預估器的控制機理

以上內容僅為本文檔的試下載部分，為可閱讀頁數的一半內容。如要下載或閱讀全文，請訪問：
<https://d.book118.com/367142102002006063>