

# 大作业设计

## 一、设计目的

1. 培养学生综合应用专业知识和基础理论，掌握过程控制系统的分析与设计的基本方法；
2. 提高学生的实践技能和团队合作能力；
3. 提升学生的分析与解决工程应用问题的综合能力。

本次大作业将采用自由分组并通过分工合作的形式加以完成整个设计任务，每组限定为 2-4 人。其考核成绩占该课程最终成绩的 10%，采用书面报告（占 60%）、口头答辩与现场问答（占 40%）相结合的考核方式。

## 二、题目与任务

题目可以自选，但要求其完整性、合理性与有新意，不求同一化。

### 1. 自选题目

#### 1) 设计任务

被控的设备如加热炉、锅炉、蒸馏塔、化学反应器、换热器、离心式压缩机等都是常见的过程设备，被控的过程变量可选温度、压力、流量、液位等，而控制方案需采用简单、复杂过程控制系统。

#### 2) 具体要求：

- （1）根据被控对象的工艺流程与具体结构，给出其近似的数学模型；
- （2）根据工艺要求进行至少两种控制方案的设计，并画出相应的工艺流程图与控制方框图，包括：
  - 被控变量与操纵变量的选择；
  - 检测仪表的选用；
  - 调节阀的选用；
  - 调节器的选用（含正反作用方式的选择）。
- （3）根据所选用的各自动化仪表及被控对象的动态特性，采用工程整定的方法确定调节器的参数以获得满意的控制品质；
- （4）在 MATLAB 软件平台上加以仿真验证。

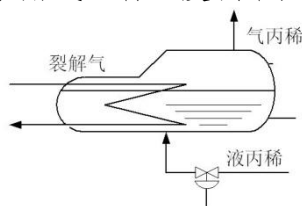
### 2. 参考题目

在此给出三个题目供参考。

## 参考题目一：丙烯冷却器温度前馈-反馈控制系统设计

### 1) 设计任务

设某丙烯冷却器对裂解气进行温度调节，如下图所示。



其被控过程、扰动通道的动态特性分别为

$$W_0(s) = \frac{0.93}{56s+1} e^{-6s}, \quad W_f(s) = \frac{1.05}{41s+1} e^{-8s}$$

试设计一个控制系统使之满足超调量  $\sigma_p \leq 40\%$ 、阶跃扰动对系统无影响的指标要求。

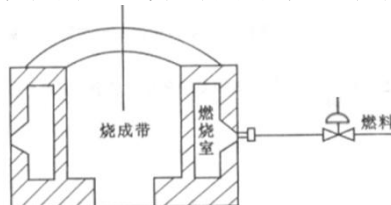
### 2) 具体要求

- (1) 试采用单回路控制方案来设计系统，包括检测控制仪表的选用、控制器参数的整定以及给出相应的工艺流程图与控制方框图；
- (2) 通过仿真分析不同形式的前馈控制器对系统性能的影响；
- (3) 通过仿真分析不同结构的前馈-反馈控制系统对系统性能的影响；
- (4) 选择一种较为理想的方案进行设计，包括检测控制仪表的选用、控制器参数的整定以及给出相应的工艺流程图与控制方框图。最后通过仿真实验进而分析该系统的跟踪性能和抗干扰性能。

## 参考题目二：隔焰式隧道窑烧成带温度串级控制系统设计

### 1) 设计任务

某隔焰式隧道窑烧成带温度控制系统如下图所示。



考虑将燃烧室温度作为副变量，烧成温度作为主变量，主、副对象的传递函数分别为： $G_{01}(s) = \frac{8}{6s+1} e^{-10s}$ ， $G_{02}(s) = \frac{10}{(s+2)(2s+1)}$ 。

试分别采用单回路控制和串级控制方案来设计该系统，使之满足

$\sigma_p \leq 30\%$  的指标要求。

## 2) 具体要求

(1) 分别进行控制方案设计, 包括检测控制仪表的选用、控制器参数的整定以及给出相应的工艺流程图与控制方框图;

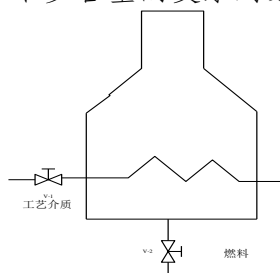
(2) 通过仿真实验, 分别分析这两种控制系统的跟踪性能和抗干扰性能(包括一次扰动和二次扰动);

(3) 总结不同控制方案对系统性能的影响。

## 参考题目三: 管式加热炉温度前馈-反馈控制系统设计

### 1) 设计任务

管式加热炉对象是一个多容量的复杂对象, 如下图所示。



根据实验测试, 其动态特性可近似为  $W_0(s) = \frac{K}{T_0 s + 1} e^{-\tau_0 s}$ , 其时间常数  $T_0$  和纯滞后时间  $\tau_0$  与炉膛容量大小及工艺介质停留时间有关。

加热炉最主要的控制指标是工艺介质的出口温度及流量, 即: 要求出口温度的余差一般很小, 流量的变化要平稳。为便于分析与设计, 设  $K=50$ ,  $T_0=10$ ,  $\tau_0=3$ , 流量波动对炉出口温度的动态特性为  $W_f(s) = \frac{3}{3s+1} e^{-5s}$ 。试设计一个控制系统, 使之满足

$\sigma_p \leq 30\%$  的指标要求。

## 2) 具体要求

(1) 论述如何根据对象的矩形脉冲响应曲线来获得阶跃响应曲线, 并采用切线法确定对象数学模型的方法和步骤;

(2) 试设计单回路控制方案, 包括检测控制仪表的选用、控制器参数的整定以及给出相应的工艺流程图与控制方框图;

(3) 试设计前馈-反馈控制方案, 包括检测控制仪表的选用、控制器参数的整定以及给出相应的工艺流程图与控制方框图。最后通过仿真实验进行控制器的参数整定, 并分析该系统的跟踪性能和抗干扰性能。

### 三、考核要求

1. 主要是根据过程建模、方案设计、调节器参数整定及其仿真验证的完成情况，以及团队合作、口头表达、现场问答和设计报告的规整度等来加以综合评定，具体的评分标准如下表。

2. 可通过资料的查阅来了解被控对象的物理背景，并给出参考文献的索引目录。

3. 设计内容必须是本组成员共同完成的，如发现雷同一律零分计。

### 四、报告格式要求

1. 图表清晰，文字通顺，书写认真，概念清楚，阐述明晰，论证合理，篇幅至少 20 页，其中程序清单、仿真模型及其曲线需要打印并粘贴到报告的相应位置；

2. 章节安排可按照完成具体任务的先后次序来编排；

3. 报告用纸统一采用 16 开本，而封面需采用下述统一的模板；

大作业的考核评价标准

考核内容		占比 (%)	优秀 (100%>x ≥90%)	良好 (90%>x ≥80%)	中等 (80%>x≥ 70%)	及格 (70%>x ≥60%)	不及格 (x<60%)
书面报告	过程建模	10	工作原理分析正确，建模方法合理，模型或特性参数正确	工作原理分析较正确，建模方法较合理，模型或特性参数较正确	工作原理分析基本正确，建模方法基本合理，模型或特性参数基本正确	建模过程部分合理或不完全，模型或特性参数基本正确	建模过程不合理或抄袭现象明显，建模结果不可信
	仪表选型	10	选用的自动化仪表合理正确，论证充分，各仪表的正反作用方式分析或设计正确	选用的自动化仪表较合理，论证较充分，各仪表的正反作用方式分析或设计较正确	选用的自动化仪表基本合理正确，论证基本充分，各仪表的正反作用方式分析或设计基本正确	仪表选型部分合理或不完全，分析结果基本正确	仪表选型不合理或抄袭现象明显，分析结果不可信
	控制器参数整定	20	工程设计方法正确合理，实验调节过程真实可靠，设计结果合理，全面满足设计要求	工程设计方法较正确合理，实验调节过程较真实，设计结果较合理，满足设计要求	工程设计方法基本正确合理，实验调节过程基本真实，设计结果基本合理，满足设计要求	设计过程部分合理或不完全，工程设计方法部分合理或不完全，设计结果基本正确	实验调节过程不真实，设计过程不合理或抄袭现象明显，设计结果不可信

	程序设计与仿真验证	10	代码或仿真框图完整、考虑全面、基本都是原创性代码，完成全部功能，仿真结果正确	代码或仿真框图比较完整、考虑比较全面、具有较多的原创性代码，能够完成主要功能	代码或仿真框图比较完整，但有明显代码粘贴痕迹，有原创性代码，能够完成基本功能	代码或仿真框图存在不完整性，无原创性代码，但能完成基本功能	代码或仿真框图不完整，存在明显缺失，无原创代码，无法完成基本功能
	报告格式规整性	10	报告内容完整，数据图表结论完全正确，表述清晰，符合工程规范	报告内容完整，图表结论基本正确，表述清晰，符合工程规范	报告内容基本完整，数据图表基本正确，表述基本清晰，比较符合工程规范	报告内容基本完整，数据图表不够完整，表述不够清晰，基本符合工程规范	报告内容缺失严重，抄袭现象明显
验收答辩	方案设计	10	方案阐述全面合理可行，论证正确，设计有新意	方案阐述较合理可行，论证较正确，设计有新意	方案阐述基本合理可行，论证基本正确，设计中中规中矩	方案阐述一部分合理可行，论证不完整，设计无新意	方案阐述不清，概念不清，论证不正确，抄袭现象明显
	团队与表达	6	分工明确，团队合作高效，口头表达能力强，语言简练、思路清晰	分工明确，合作密切，口头表达能力较强，语言流畅、思路较清晰	分工较明确，团队合作较密切，语言较流畅、思路基本清晰	有分工有合作，但不够密切，语言偏口语化，思路不够清晰	团队合作不具体，专业术语不懂、用词不准，表达不清
	现场问答	15	能正确回答所有问题	能较正确回答问题	能正确回答大部分问题	能回答部分问题	不能有效回答问题
	完成情况	9	全面满足预期的设计指标，工作量饱满，系统分析过程完整，查阅文献丰富	较全面满足预期的设计指标，工作量较饱满，系统分析过程较完整，查阅文献较丰富	基本满足预期的设计指标，工作量基本饱满，系统分析过程基本完整，查阅文献不足	基本满足预期的设计指标，工作量不够饱满，系统分析过程不够完整，查阅文献不足	不满足预期的设计指标，没有具体的系统分析过程，完全抄袭或借鉴，无文献查阅

哈尔滨理工大学

# 大作业设计报告

课程名称： 过程控制系统

设计题目：

专业班级： 自动化 21 - 班

学生姓名：

学生学号：

同组成员：

报告 得分	合计 (60分)	格式规整 (10分)	过程建模 (10分)	仪表选型 (10分)	工程整定 (20分)	仿真验证 (10分)
答辩 得分	合计 (40分)	方案设计 (10分)	团队与表达 (5分)	现场问答 (15分)	完成情况 (10分)	

2024 年 06 月 日