《热工过程与控制》课程教学大纲

**一、课程基本信息**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **英文名称** | Thermal process and control | **课程代码** | TEPE1024 |
| **课程性质** | 专业必修课程 | **授课对象** | 能源与动力工程专业 |
| **学 分** | 2 | **学 时** | 36 |
| **主讲教师** | 叶庆 | **修订日期** | 2021年2月15日 |
| **指定教材** | 丁轲轲，《电厂热工过程自动调节》（第二版），中国电力出版社，2011 | | |

**二、课程目标**

（一）**总体目标：**

《热工过程与控制》是热能与动力工程专业本科生的一门主要限定必修专业课，旨在培养学生对电站自动控制系统的分析能力，増强对电厂实际调节系统的了解。本课程主要涉及自动调节原理和自动调节系统两部分，前者偏理论研究，后者则将理论与现场被控对象相结合，因此，该门课程使学生掌握自动调节的基本理论，在此基础上掌握实际电站自动调节系统的整定方法，侧重培养学生分析问题与解决问题的能力，为学生今后从事火力发电厂整个热工控制系统的控制工作打下必要的基础。

（二）课程目标：

本课程的目标是使学生具有构成自动控制系统的基本知识，掌握自动控制系统的基本知识，控制系统工作原理。掌握自动控制系统的分析方法和计算方法。能够学会应用控制系统的基本理论分析有关问题。初步了解国内外控制技术水平和发展方向。应能掌握电厂控制系统工作的基本原理。达到能够学会应用控制系统的基本理论分析问题，培养分析控制系统的方法、计算和实验的初步能力，了解大型单元机组自动控制系统的特点及发展的目的。

**课程目标1：**通过系统学习，熟练掌握自动控制的基础理论与基础知识。

1.1 熟练掌握自动调节系统静态特性和动态特性的数学建模，掌握求取系统动态特性的传递函数和输出响应的方法。

1.2 理解热工对象动态特性并掌握其求取的基本方法；理解掌握比例调节、积分调节、微分调节规律。

1.3掌握自动控制系统的时域分析、频域分析方法，以及系统的参数整定方法。

**课程目标2：**理解火力发电厂中自动控制系统的应用，掌握给水、汽温、燃烧、单元机组等调节对象及其调节方法，能够专门针对能源动力系统中涉及的自动控制提出、分析及解决问题，能够系统运用自动控制知识进行相关的控制系统设计。

2.1 掌握给水、汽温、燃烧、单元机组等调节对象及其调节方法。

2.2 通过实例分析和系统设计加深对热工过程调节的理解，掌握针对具体热工对象调节要求自主设计自动调节系统的能力。

**课程目标3：**能够针对能源与动力工程领域中复杂控制问题，选择与使用恰当的技术、现代工程工具和信息技术工具，对复杂控制问题进行预测与模拟。

3.1 针对不同热工调节对象，可以选择合适的被调量、调节作用量以及调节系统进行调节。

3.2 掌握使用matlab设计调节系统并进行仿真模拟。

（三）课程目标与毕业要求、课程内容的对应关系

**表1：课程目标与课程内容、毕业要求的对应关系表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **课程子目标** | **对应课程内容** | **对应毕业要求** |
| 课程目标1  通过系统学习，熟练掌握自动控制的基础理论与基础知识。 | 1.1熟练掌握自动调节系统静态特性和动态特性的数学建模，掌握求取系统动态特性的传递函数和输出响应的方法。 | 第1章 自动调节系统的基本概念 1.1-1.5，第2章 自动调节系统的数学模型 2.1-2.4 | 毕业要求1：1-1 通过系统学习，熟练掌握热工基础理论与基础知识。 |
| 1.2理解热工对象动态特性并掌握其求取的基本方法；理解掌握比例调节、积分调节、微分调节规律。 | 第3章 热工对象动态特性和自动调节器3.1-3.3 | 毕业要求1：1-1 通过系统学习，熟练掌握热工基础理论与基础知识。 |
| 1.3掌握自动控制系统的时域分析、频域分析方法，以及系统的参数整定方法。 | 第4章 系统的时域分析4.1-4.5，第5章 系统的频域分析 5.1-5.3，第6章 自动调节系统的整定 | 毕业要求1：1-1 通过系统学习，熟练掌握热工基础理论与基础知识。 |
| 课程目标2  理解火力发电厂中自动控制系统的应用，能够针对能源动力系统中涉及的自动控制提出、分析及解决问题，能够系统运用自动控制知识进行相关的控制系统设计。 | 2.1掌握给水、汽温、燃烧、单元机组等调节对象及其调节方法 | 第7章 汽包锅炉给水自动调节系统7.1-7.2，第8章 汽温调节系统 8.1-8.2，第9章 汽包锅炉燃烧过程自动控制系统9.1-9.4，第10章 单元机组主控制系统 10.1-10.6 | 毕业要求1：1-1 通过系统学习，熟练掌握热工基础理论与基础知识。 |
| 2.2通过实例分析和系统设计加深对热工过程调节的理解，掌握针对具体热工对象调节要求自主设计自动调节系统的能力。 | 第7章 7.3 给水调节系统实例，第8章 8.3 大机组汽温控制系统，第9章 9.5 燃烧过程系统实例，第10章 10.7 单元机组主控系统实例 | 毕业要求4：4-1 具有针对能源动力系统提出、分析及解决问题的能力。  4-2能够系统运用专业知识进行相关的课程设计和毕业设计。 |
| 课程目标3  能够针对能源与动力工程领域中复杂控制问题，选择与使用恰当的技术、现代工程工具和信息技术工具，对复杂控制问题进行预测与模拟。 | 3.1针对不同热工调节对象，可以选择合适的被调量、调节作用量以及调节系统进行调节。 | 在第7-10章中通过课程作业，要求学生针对不同的调节对象和调节需求，自主选择设计自动调节系统 | 毕业要求4：4-1 具有针对能源动力系统提出、分析及解决问题的能力。 |
| 3.2通过课程小论文“国内外热工自动调节技术的最新研究进展”，使学生了解学科研究现状与未来的发展趋势。 | 查阅文献进行归纳总结，并撰写课程小论文，了解学科研究现状与未来的发展趋势，培养学科意识和创新能力。 | 毕业要求9：9-1 具有人文社会科学素养和社会责任感。  毕业要求12：12-1 具有自主学习的意识。 |
| 3.2掌握使用matlab设计调节系统并进行仿真模拟。 | 在第2章 2.2-2.4节中介绍matlab软件的simulink工具箱，介绍仿真控制系统的搭建和模拟方法，并在后续的第3章到第5章的动态特性、调节器以及时域分析、频域分析中利用matlab进行演示。  课程作业中布置学生使用matlab搭建控制系统并绘制输出响应曲线。 | 毕业要求3：3-2 熟练使用专业相关的绘图、设计、模拟计算等软件。  毕业要求6：6-1 熟练掌握现代工程工具。  6-2 能够熟练运用相关工具对复杂工程问题进行模拟，并分析其局限性和信息技术工具。 |

**三、教学内容**

**第一章 自动调节的基本概念**

1.教学目标

（1）了解掌握自动调节系统的组成和分类和性能指标；

（2）掌握自动调节系统方框图的绘制和使用。

2.教学重难点

（1）重点：理解自动调节系统的分类和性能指标；

（2）难点：掌握自动调节系统方框图的绘制和使用。

3.教学内容

第一节 自动调节的系统组成和实现方法

第二节 自动调节的常用术语

第三节 系统方框图

第四节 自动调节系统的分类

第五节 自动调节系统的性能

4.教学方法

（1）自主学习：利用雨课堂等平台预习课程内容并完成课后作业；

（2）讲授法：相关概念和原理；

（3）案例法：通过案例介绍自动调节系统的组成。

5.教学评价

回答以下问题：

（1）什么是调节对象、被调量和调节机构？

（2）说明汽包锅炉有哪些被调量？相应的调节量、调节机构有哪些？

（3）调节系统的分类方法有几种？

（4）如何衡量一个调节系统的好坏？

**第二章 自动调节系统的数学模型**

1.教学目标

（1）理解掌握控制系统数学模型建立；

（2）理解传递函数的概念；

（3）掌握六个基本环节与方框图连接方式；

（4）理解掌握方框图等效变换原则；

（5）了解matlab软件的simulink工具箱，初步掌握仿真控制系统的搭建和模拟方法。

2.教学重难点

（1）重点：①控制系统数学模型②传递函数

（2）难点：方框图的等效变换

3.教学内容

第一节 静态特性和动态特性

第二节 拉普拉斯变换

第三节 传递函数和输出响应

第四节 基本环节及环节的连接方式

4.教学方法

（1）自主学习：利用雨课堂平台预习课程内容并完成课后作业；

（2）讲授法：相关概念和数学推导；

（3）实验法： matlab的simulink仿真演示和学生动手操作。

5.教学评价

回答以下问题：

（1）什么是对象的数学模型？

（2）为什么要研究对象的数学模型？

（3）什么是传递函数的零点、极点？

（4）什么是单位脉冲响应函数？

（5）什么是单位阶跃响应函数？

（6）比例、积分和微分环节的数学描述？

（7）方框图的等效变换遵循哪些基本原则？

完成课后习题：2-1、2-2、2-5、2-6、2-7，完成一个自动控制系统的仿真，求解其输出响应曲线。

**第三章 热工对象动态特性和自动调节器**

1.教学目标

（1）了解热工对象动态特性的基本概念，熟悉描述热工对象动态特性的方法；

（2）掌握阶跃响应曲线法求取热工对象的步骤；

（3）掌握通过matlab的simulink求解热工对象的响应曲线。

2.教学重难点

（1）重点：热工对象及调节器的动态特性

（2）难点：阶跃响应曲线法求取热工对象

3.教学内容

第一节 热工对象动态特性

第二节 调节器的动态特性

第三节 工业调节器调节规律的实现方法

4.教学方法

（1）自主学习：利用雨课堂平台预习课程内容并完成课后作业；

（2）讲授法：相关概念和数学推导。

（3）实验法： matlab的simulink仿真演示和学生动手操作

5.教学评价

回答以下问题：

（1）什么是对象的有自平衡能力和无自平衡能力？

（2）分析为什么有的对象有自平衡能力，而有的对象无自平衡能力？

（3）工业调节器分类？

完成课后习题：3-6，使用matlab求解一个热工对象的阶跃响应曲线。

**第四章 系统的时域分析**

1.教学目标

（1）理解时域分析定义与指标；

（2）掌握单回路系统时域分析；

（3）理解掌握二阶系统标准方程与分析；

（4）理解掌握高阶系统分析；

（5）理解掌握稳定性分析与劳斯判据；

（6）掌握通过matlab的simulink进行时域分析。

2.教学重难点

（1）重点：时域分析指标；二阶系统特征参数；高阶系统简化原则；劳斯判据应用。

（2）难点：二阶系统时域分析；劳斯判据应用。

3.教学内容

第一节 时域分析的基本概念

第二节 一阶系统性能分析

第三节 二阶系统分析

第四节 高阶系统的时域分析

第五节 调节系统的稳定性与代数判据

4.教学方法

（1）自主学习：利用雨课堂平台预习课程内容并完成课后作业；

（2）讲授法：相关概念和数学推导。

（3）实验法： matlab的simulink仿真演示和学生动手操作。

5.教学评价

回答以下问题：

（1）时域分析中常用输入信号有哪些？

（2）如何理解二阶系统阶跃响应过渡过程分析中的欠阻尼、临界阻尼以及过阻尼意义？

（3）线性系统稳定性的物理意义是什么？

（4）如何运用劳斯判据和古尔维茨判据判断控制系统的稳定性？

完成课后习题：4-2、4-5、4-6、4-7、4-8，使用matlab的simulink对一个二阶系统求解其阶跃响应曲线。

**第五章 系统的频域分析**

1.教学目标

（1）理解频率特性的基本概念、基本环节的频率特性

（2）采用频率响应特性判别闭环系统稳定性的方法

2.教学重难点

（1）重点：典型环节的频率特性；

（2）难点：奈奎斯特判据的应用

3.教学内容

第一节 频率特性的基本概念

第二节 基本环节的频率特性

第三节 稳定性分析和判据

4.教学方法

（1）自主学习：利用雨课堂平台预习课程内容并完成课后作业；

（2）讲授法：相关概念和数学推导。

5.教学评价

回答以下问题：

1. 频率特性的基本概念？
2. 典型环节的频率特性有哪些？
3. 线性系统的频率响应和频率特性是什么？
4. 如何应用奎斯特判据对系统进行分析？

完成课后习题：5-2、5-3、5-5

**第六章 自动调节系统的整定**

1.教学目标

（1）了解自动调节系统整定的基本概念

（2）掌握单回路调节系统和串级调节系统的参数整定方法。

2.教学重难点

（1）重点: 调节对象和调节器特征对调节品质的影响

（2）难点：自动调节系统的工程整定方法

3.教学内容

第一节 系统的整定分析

第二节 单回路调节系统的整定

第三节 串级调节系统的整定

4.教学方法

（1）自主学习：利用雨课堂平台预习课程内容并完成课后作业；

（2）讲授法：相关概念和数学推导。

5.教学评价

回答以下问题：

1. 调节对象特征对调节品质的影响有哪些方面?
2. 试分析调节器参数比例带、积分时间和微分时间对调节系统稳定性、静态偏差等品质的影响?
3. 调节系统的工程整定的依据原则有哪些?

完成课后习题：6-3、6-4

**第七章 汽包锅炉给水自动调节系统**

1.教学目标

（1）了解给水控制的任务及水位含义，理解给水三扰动、三冲量的区别，掌握给水控制对象动态特性；

（2）掌握给水全程控制中不同阶段所用系统及其原因；

（3）理解单级三冲量给水控制系统与串级三冲量给水控制系统的区别与联系；

（4）了解直流锅炉给水控制系统。

2.教学重难点

（1）重点：给水控制任务、对象特性；前馈控制系统分析；前馈—反馈控制系统分析。

（2）难点：给水自动控制系统整定。

3.教学内容

第一节 被调对象的动态特性

第二节 给水调节系统分析和整定

第三节 给水调节系统实例

4.教学方法

（1）自主学习：利用雨课堂平台预习课程内容并完成课后作业；

（2）讲授法：相关概念和数学推导。

（3）案例法：通过案例介绍给水自动调节系统的组成及调节原理。

5.教学评价

回答以下问题：

1. 给水调节的主要扰动有哪些?
2. 什么是虚假水位?虚假水位产生的原因是什么?
3. 单级三冲量给水调节系统和串级三冲量给水调节系统的组成及其工作原理？
4. 设计给水全程调节系统要考虑哪些问题？这些问题是怎样解决的？

**第八章 汽温调节系统**

1.教学目标

（1）了解过热汽温控制的意义，熟悉过热汽温调节对象动态特性；

（2）理解串级过热汽温控制原理框图；

（3）掌握串级过热汽温及导前微分汽温控制系统整定方法与步骤，过热汽温分段控制系统特点；

（4）理解再热汽温调节与过热汽温调节的不同；

（5）熟悉再热汽温控制方法与优缺点；

（6）了解现场机组汽温控制。

2.教学重难点

（1）重点：串级控制系统的基本原理和结构；串级控制系统的分析；串级控制系统的设计和调节器的选型；过热汽温分段控制系统；

（2）难点：过热蒸汽温度调节系统分析和整定；再热蒸汽温度调节系统分析；大机组汽温控制系统。

3.教学内容

第一节 过热蒸汽温度调节系统分析和整定

第二节 再热蒸汽温度调节系统分析

第三节 大机组汽温控制系统

4.教学方法

（1）自主学习：利用雨课堂平台预习课程内容并完成课后作业；

（2）讲授法：相关概念和数学推导。

（3）案例法：通过案例介绍大机组汽温控制系统。

5.教学评价

回答以下问题：

1. 过热汽温扰动因素有哪些？过热汽温动态特性特点是什么？
2. 串级汽温调节系统的构成、基本工作原理是什么？
3. 采用导前汽温微分信号的双回路汽温调节系统特点？
4. 两种汽温调节系统有何相同点和不同点？
5. 说明再热汽温的调节特点和调节方法？

**第九章 汽包锅炉燃烧过程自动控制系统**

1.教学目标

（1）理解燃烧过程自动控制的任务与燃烧过程控制对象动态特性；

（2）掌握燃烧过程自动控制的基本策略；

（3）了解燃料量测量方法；

（4）了解大型机组燃烧过程控制系统实例。

2.教学重难点

（1）重点：比值控制系统的分析整定；燃烧过程自动控制任务及控制对象的动态特性。

（2）难点：锅炉燃烧控制的基本策略；大型机组燃烧过程控制系统。

3.教学内容

第一节 概述

第二节 燃烧过程控制对象的动态特性

第三节 反映燃料量信号的测取

第四节 锅炉燃烧控制的基本策略

第五节 燃烧过程控制系统实例

4.教学方法

（1）自主学习：利用雨课堂平台预习课程内容并完成课后作业；

（2）讲授法：相关概念和数学推导。

（3）案例法：通过案例介绍火电厂燃烧过程控制系统。

5.教学评价

回答以下问题：

1. 燃烧过程调节的任务是什么？
2. 燃烧被控对象的动态特性及形成机理？
3. 燃烧自动调节系统的构成？
4. 为什么说燃烧自动调节系统的子系统相对独立而又紧密联系？
5. 为什么要采用热量信号？
6. 分析说明热量信号的基本性质？
7. 理想热量信号和实际热量信号的区别和联系？
8. 说明直吹制煤粉锅炉燃烧自动调节系统的特点？
9. 有中间煤粉仓、直吹制的燃烧过程控制系统各种方案构成、工作原理、比较。

**第十章 单元机组主控制系统**

1.教学目标

（1）了解单元机组协调控制的意义，掌握对象被控参数，熟悉对象动态特性。

（2）理解并掌握单元机组基础控制方式、机炉分开控制及协调控制方式的特点。

（3）理解前馈控制在单元机组控制方式中的应用。

（4）了解单元机组主控系统实例。

2.教学重难点

（1）重点：单元机组对象被控参数、动态特性；负荷控制方式；前馈控制的应用

（2）难点：单元机组主控系统实例

3.教学内容

第一节 概述

第二节 调节对象的动态特性

第三节 负荷控制方式

第四节 前馈控制的应用

第五节 滑压运行机组的协调控制方案

第六节 负荷指令处理

第七节 单元机组主控系统实例

4.教学方法

（1）自主学习：利用雨课堂平台预习课程内容并完成课后作业；

（2）讲授法：相关概念和数学推导。

（3）案例法：通过案例介绍单元机组主控系统。

5.教学评价

回答以下问题：

1. 单元机组协调控制系统的任务、对象动态特性特点、组成、分类？
2. 单元机组的基本控制方式、各种协调控制方式的分析、使用条件？
3. 负荷控制系统中的前馈控制和非线性控制元件的主要作用是什么？
4. 负荷控制系统中，作为对锅炉的前馈控制信号，通常不采用蒸汽流量信号，而采用能量平衡信号，为什么？
5. 滑压运行与定压运行方式比较，其负荷控制有何不同？
6. 为什么要对负荷指令进行适当处理？
7. 负荷指令管理通常包括哪些方面？简要说明各部分的主要作用？

**四、学时分配**

**表2：各章节的具体内容和学时分配表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 章节 | 章节内容 | 学时分配 |
| 第一章 | 自动调节的基本概念 | 2 |
| 第二章 | 自动调节系统的数学模型 | 4 |
| 第三章 | 热工对象动态特性和自动调节器 | 2 |
| 第四章 | 系统的时域分析 | 4 |
| 第五章 | 系统的频域分析 | 2 |
| 第六章 | 自动调节系统的整定 | 2 |
| 第七章 | 汽包锅炉给水自动调节系统 | 6 |
| 第八章 | 汽温调节系统 | 6 |
| 第九章 | 汽包锅炉燃烧过程自动控制系统 | 6 |
| 第十章 | 单元机组主控制系统 | 2 |

**五、教学进度**

**表3：教学进度表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 周次 | 日期 | 章节名称 | 内容提要 | 授课时数 | 作业及要求 | 备注 |
| 1 |  | 第一章  自动调节的基本概念 | 第一节 自动调节的系统组成和实现方法  第二节 自动调节的常用术语  第三节 系统方框图  第四节 自动调节系统的分类  第五节 自动调节系统的性能 | 2 | **作业：**结合学习内容和课后思考题进行复习。  **要求：**完成思考题。 |  |
| 2-3 |  | 第二章  自动调节系统的数学模型 | 第一节 静态特性和动态特性  第二节 拉普拉斯变换  第三节 传递函数和输出响应  第四节 基本环节及环节的连接方式 | 4 | **作业：**课后习题2-1、2-2、2-5、2-6、2-7；完成一个自动控制系统的仿真，求解其输出响应曲线。  **要求：**正确完成习题；完成matlab系统仿真，求解出正确的输出响应曲线。 |  |
| 4 |  | 第三章  热工对象动态特性和自动调节器 | 第一节 热工对象动态特性  第二节 调节器的动态特性  第三节 工业调节器调节规律的实现方法 | 2 | **作业：**课后习题3-6。使用matlab求解一个热工对象的阶跃响应曲线。  **要求：**正确完成习题。完成matlab系统仿真，求解出正确的输出响应曲线。 |  |
| 5-6 |  | 第四章  系统的时域分析 | 第一节 时域分析的基本概念  第二节 一阶系统性能分析  第三节 二阶系统分析  第四节 高阶系统的时域分析  第五节 调节系统的稳定性与代数判据 | 4 | **作业：**课后习题4-2、4-5、4-6、4-7、4-8；使用matlab的simulink对一个二阶系统求解其阶跃响应曲线。  **要求：**正确完成习题；完成matlab系统仿真，求解出正确的阶跃响应曲线。 |  |
| 7 |  | 第五章  系统的频域分析 | 第一节 频率特性的基本概念  第二节 基本环节的频率特性  第三节 稳定性分析和判据 | 2 | **作业：**课后习题5-2、5-3、5-5。  **要求：**正确完成习题。 |  |
| 8 |  | 第六章  自动调节系统的整定 | 第一节 系统的整定分析  第二节 单回路调节系统的整定  第三节 串级调节系统的整定 | 2 | **作业：**课后习题6-3、6-4  **要求：**正确完成习题。 |  |
| 9-11 |  | 第七章  汽包锅炉给水自动调节系统 | 第一节 被调对象的动态特性  第二节 给水调节系统分析和整定  第三节 给水调节系统实例 | 6 | **作业：**结合学习内容和课后思考题进行复习。  **要求：**完成思考题。 |  |
| 12-14 |  | 第八章  汽温调节系统 | 第一节 过热蒸汽温度调节系统分析和整定  第二节 再热蒸汽温度调节系统分析  第三节 大机组汽温控制系统 | 6 | **作业：**结合学习内容和课后思考题进行复习。  **要求：**完成思考题。 |  |
| 15-17 |  | 第九章  汽包锅炉燃烧过程自动控制系统 | 第一节 概述  第二节 燃烧过程控制对象的动态特性  第三节 反映燃料量信号的测取  第四节 锅炉燃烧控制的基本策略  第五节 燃烧过程控制系统实例 | 6 | **作业：**结合学习内容和课后思考题进行复习。  **要求：**完成思考题。 |  |
| 18 |  | 第十章  单元机组主控制系统 | 第一节 概述  第二节 调节对象的动态特性  第三节 负荷控制方式  第四节 前馈控制的应用  第五节 滑压运行机组的协调控制方案  第六节 负荷指令处理  第七节 单元机组主控系统实例 | 2 | **作业：**结合学习内容和课后思考题进行复习。  **要求：**完成思考题。 |  |

**六、教材及参考书目**

1. 《热工控制系统》 边立秀 主编 中国电力出版社，2002
2. 《热工自动控制系统》 李遵基 主编 中国电力出版社，2002
3. 《分散控制系统与现场总线控制系统》 白焰 编著 中国电力出版社 2002
4. 《热工过程控制仪表》杨庆柏 编 中国电力出版社 1998
5. 《热工自动控制系统》张玉铎，王满嫁.水利电力出版社，1987
6. 《过程控制》金以慧，清华大学出版社，1993
7. 《自动调节原理及系统》林金栋，中国电力出版社，1996
8. 《电厂热工过程自动调节》 罗万金 中国电力出版社，2002

**七、教学方法**

1. 讲授法：围绕课程的核心概念，如“自动调节系统的数学模型”、“系统的时域分析”、“系统的频域分析”等进行讲解。

2. 案例教学法：在自动调节系统在火电厂中的应用讲解时，选择相应的案例，围绕案例进行讲解，组织学生主动分析。

3. 实验法：通过学习matlab的simulink模块仿真的基本操作，形成使用其进行自动调节系统设计和分析的实践能力。

**八、考核方式及评定方法**

**（一）课程考核与课程目标的对应关系**

**表4：课程考核与课程目标的对应关系表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核要点** | **考核方式** |
| 课程目标1 | 熟练运用自动控制的基础理论与基础知识解决实际问题 | 笔试（闭卷）、平时作业 |
| 课程目标2 | 理解掌握火力发电厂中的给水、汽温、燃烧、单元机组等自动控制系统，能够系统运用自动控制知识进行相关的控制系统设计。 | 笔试（闭卷）、平时作业、课程论文 |
| 课程目标3 | 能够利用matlab搭建自动调节系统模型并进行仿真分析 | 仿真实验 |

**（二）评定方法**

**1．评定方法**

平时成绩：30%（平时作业、仿真实验、考勤）

期中考试：20%（小论文）

期末考试：50%（闭卷考试）

**2．课程目标的考核占比与达成度分析**

**表5：课程目标的考核占比与达成度分析表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **考核占比**  **课程目标** | **平时** | **期中** | **期末** | **总评达成度** |
| 课程目标1 | 40 | 40 | 60 | 分目标达成度={0.3ｘ平时分目标成绩+0.2ｘ期中分目标成绩+0.5ｘ期末分目标成绩}/分目标总分 |
| 课程目标2 | 30 | 50 | 30 |
| 课程目标3 | 30 | 10 | 10 |

**（三）评分标准**

| **课程**  **目标** | **评分标准** | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **90-100** | **80-89** | **70-79** | **60-69** | **＜60** |
| **优** | **良** | **中** | **合格** | **不合格** |
| **A** | **B** | **C** | **D** | **F** |
| **课程**  **目标1** | 能够熟练地掌握自动调节系统静态特性和动态特性的数学建模，求取系统动态特性的传递函数和输出响应。熟练掌握比例调节、积分调节、微分调节规律。能够熟练掌握自动控制系统的时域分析、频域分析方法，以及系统的参数整定方法。 | 能够较好掌握自动调节系统静态特性和动态特性的数学建模，求取系统动态特性的传递函数和输出响应。能够较好掌握比例调节、积分调节、微分调节规律。掌握自动控制系统的时域分析、频域分析方法，以及系统的参数整定方法。 | 能够理解自动调节系统静态特性和动态特性的数学建模，基本能够求取系统动态特性的传递函数和输出响应。理解比例调节、积分调节、微分调节规律。熟知自动控制系统的时域分析、频域分析方法，以及系统的参数整定方法。 | 基本理解自动调节系统静态特性和动态特性的数学建模。了解掌握比例调节、积分调节、微分调节规律。基本了解自动控制系统的时域分析、频域分析方法，以及系统的参数整定方法。 | 对自动控制的基础理论与基础知识掌握不足，不能应用。 |
| **课程**  **目标2** | 能够熟练地掌握给水、汽温、燃烧、单元机组等调节对象及其调节方法，能够专门针对能源动力系统中涉及的自动控制提出、分析及解决问题，能够系统运用自动控制知识进行相关的控制系统设计。 | 能够较好地理解掌握给水、汽温、燃烧、单元机组等调节对象及其调节方法，针对能源动力系统中涉及的自动控制问题能够分析解决问题，能够运用自动控制知识进行相关的控制系统设计。 | 能够理解给水、汽温、燃烧、单元机组等调节对象及其调节方法。基本能够运用自动控制知识解决能源动力系统中涉及的自动控制的问题。 | 了解给水、汽温、燃烧、单元机组等调节对象及其调节方法，基本了解能源动力系统中涉及的自动控制方案。 | 不能理解给水、汽温、燃烧、单元机组等调节对象及其调节方法，对能源动力系统中涉及的自动控制方案了解不足。 |
| **课程**  **目标3** | 能够针对能源与动力工程领域中复杂控制问题，选择合适的被调量、调节作用量以及调节系统进行调节。能够熟练掌握使用matlab设计调节系统并进行仿真模拟。 | 能够针对能源与动力工程领域中复杂控制问题，选择合适的被调量、调节作用量以及调节系统进行调节。能够较好地掌握使用matlab设计调节系统并进行仿真模拟。 | 能够理解能源与动力工程领域中复杂控制问题，较好地应用常见的自动调节方案进行调节。能够较好地掌握使用matlab设计调节系统并进行仿真模拟。 | 能够较好地应用能源动力工程领域中常见的自动调节系统。能够使用matlab建模并进行仿真分析。 | 不能独立分析能源与动力工程领域中的控制问题。不能使用matlab建模仿真。 |