**《电力拖动控制系统》课程教学大纲**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程名称** | **中文** | | 电力拖动控制系统 | | | |
| **英文** | | Electric Drive Control System | | | |
| **课程代码** | **A313110** | | **开课学院/系** | **电气信息工程学院/电气系** | **制定/修订**  **时间** | **2023.09** |
| **课程类别** | **必修** | | **学分** | **3** | **学时** | **48** |
| **适用专业** | 电气工程及其自动化 | | | | | |
| **先修课程** | 电路原理，自动控制原理，电机学，电力电子技术 | | | | | |
| **选用教材** | 阮毅，杨影、陈伯时.电力拖动自动控制系统（第5版）.北京: 机械工业出版社, 2016. | | | | | |
| **课时分配** | 共计48学时，其中课堂理论教学40学时，实验教学8学时 | | | | | |
| **撰写人** | 张宏 | **审定人** | | 王琪 | **批准人** | 薛波 |

**一、课程简介**

《电力拖动控制系统》是电气工程及其自动化专业的专业课，本课程是电气工程及其自动化专业的学科专业课。要求同学首先具有自动控制原理、电力电子技术、电机学等基础知识。本课程主要是研究交、直流调速系统的基本工作原理与基本分析方法。本课程的任务是使学生进一步学会用自动控制理论分析直流调速系统、交流调速系统，了解随动系统的应用及分析方法，培养学生电气控制系统及其产品的规划、理解及基本设计能力；方案实现和系统测试、电气设备的维护检修、跟踪新技术的能力；获得高级维修电工技术技能能力和考工证书。

**二、课程目标**

课程目标1：能掌握交直流控制系统的主要技术指标、基本概念、基本原理、基本分析方法，培养学生掌握交直流控制系统工程问题进行推理和分析能力。

课程目标2：能掌握交直流控制系统的关键技术，培养学生能够运用交直流控制理论与分析方法，分析交直流控制系统主要组成环节和参数的能力。

课程目标3：能独立地设计出符合实际要求的交直流控制系统。

课程目标4：通过电力拖动控制系统学习，将学习的知识体系做到前后贯通、用哲学辩证的思维习惯看待问题、处理问题，掌握正确的学习方法和思维方法，形成科学的世界观和方法论，坚持新发展理念，树立正确的价值观，增强推进社会发展的使命感。

**三、课程目标与毕业要求的支撑关系**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **毕业要求** | **毕业要求指标点** | **课程目标** |
| 1.工程知识：能够将相关数学、自然科学、工程基础和本专业基本理论知识用于解决电气自动化工程领域复杂工程问题。 | 1.5 能针对电气工程及其自动化领域中电气系统设计与应用等专业工程问题的解决方案进行比较和综合。 | 目标（1） |
| 2.工程知识：能够应用相关数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析电气自动化工程领域复杂工程问题，以获得有效结论。 | 2.3 能够借助文献研究分析电气工程及其自动化复杂工程问题已有的多种解决方案，寻找替代解决方案，并分析其合理性，获得有效结论。 | 目标（2） |
| 3.工程知识：能够设计针对电气自动化工程领域复杂工程问题的解决方案，设计满足特定需求的电气自动化系统、单元或工艺流程，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。 | 3.2 能够针对电气工程及其自动化领域复杂工程问题，确定设计目标与任务，完成具体的系统软硬件解决方案和实施工艺流程设计，并体现创新意识。 | 目标（3） |

**四、课程教学内容**

（一）理论教学部分

内容1：绪论

1．基本内容：运动控制系统及其组成；运动控制系统的历史与发展；运动控制系统的转矩控制规律；生产机械的负载转矩特性。

2．重点：运动控制系统的基本概念、组成、转矩控制规律。

3. 难点：理解生产机械的负载转矩特性。

4. 知识目标：掌握运动控制系统的基本概念、组成、转矩控制规律。

5. 能力目标：能够分析基本的电力拖动控制系统工作原理，抽象出简单的数学模型。

6. 素质目标：通过了解电力拖动控制系统技术发展历程，引导学生弘扬刻苦勤奋、攻坚克难的创新精神；了解我国电力拖动控制系统发展的“瓶颈”问题，激发青年学生奋发图强，努力学习。

内容2：转速反馈控制的直流调速系统

1．基本内容：直流调速系统用的可控直流电源；稳态调速性能指标和直流调速系统的机械特性转速反馈控制的直流调速系统；直流调速系统的数字控制；反馈控制直流调速系统的限流保护；转速反馈控制直流调速系统的仿真。

2．重点： 反馈控制直流调速系统的组成、工作原理、稳态结构框图及静特性分析、动态数学模型及动态分析；直流调速系统的数字控制问题。

3. 难点：直流调速系统的动态数学模型及动态分析。

4. 知识目标：掌握直流调速系统用的可控直流电源及其原理、动态数学模型，直流PWM调速系统的特点。

5. 能力目标：学会分析反馈控制的直流调速系统的工作原理、静态和动态模型，能够初步的设计简单的直流反馈调速系统。

6. 素质目标：观看调速系统的工作视频，结合所学习的直流调速原理，培养学生理论联系实际的科学态度；培养学生的工科人文情怀和精益求精的工匠精神、团队协作精神。

内容3：转速、电流反馈控制的直流调速系统

1．基本内容：转速、电流反馈控制直流调速系统的组成及其静特性；转速、电流反馈控制直流调速系统的数学模型与动态过程分析；转速、电流反馈控制直流调速系统的设计；转速、电流反馈控制直流调速系统的仿真。

2．重点： 调节器的工程设计方法；转速、电流反馈控制直流调速系统的数学模型、抗扰性能分析。

3. 难点：转速、电流反馈控制直流调速系统的数学模型、抗扰性能分析。

4. 知识目标：掌握转速、电流反馈控制直流调速系统的组成及其静特性、动特性。

5. 能力目标：学会分析和建立直流调速系统的数学模型、具备初步设计双闭环调速系统的能力。

6. 素质目标：通过思政故事：引导学生刻苦勤奋的学习精神、攻坚克难精神、创新精神以及报效祖国的爱国精神。

内容4：可逆控制的直流调速系统

1．基本内容：直流PWM可逆调速系统；V-M可逆直流调速系统。

2．重点： 桥式可逆PWM变换器的工作原理，直流PWM可逆调速系统转速反向的过渡过程。

3. 难点：直流PWM可逆调速系统转速反向的过渡过程。

4. 知识目标：掌握桥式可逆PWM变换器的工作原理，直流PWM可逆调速系统转速正反向的过渡过程；

5. 能力目标：学会分析和建立直流PWM可逆调速系统数学模型，具备简单的直流PWM可逆调速系统设计能力。

6. 素质目标：通过思政先进事迹：提高学生对工业现代化的认识，了解目前我国制造业的现状，激发青年学生的爱国热情，为中华民族的伟大复兴而奋斗。

内容5：基于稳态模型的异步电动机调速系统

1. 基本内容：异步电动机的稳态数学模型和调速方法；异步电动机的调压调速；异步电动机的变压变频调速；电力电子变压变频器；转速开环变压变频调速系统；转差频率控制的变压变频调速系统。

2．重点：掌握转差频率控制的概念及特点。

3. 难点：理解转差频率控制系统结构及性能分析。

4. 知识目标：掌握异步电动机的稳态数学模型和调速方法，掌握转差频率控制的变压变频调速系统的工作原理。

5. 能力目标：能够理解和分析异步电动机的稳态数学模型和调速方法。

6. 素质目标：通过思政事迹：培养学生的文化自信，树立正确的人生观、世界观。

内容6：绕线转子异步电动机转子变频调速系统

1．基本内容：绕线转子异步电动机变频调速工作原理；绕线转子异步电动机串级调速系统；串级调速的机械特性；双闭环控制的串级调速系统

2．重点：异步电动机变频调速工作原理、串级调速系统的工作原理。

3. 难点：串级调速系统的工作原理。

4. 知识目标：学会分析和理解异步电动机变频调速工作原理、串级调速系统的工作原理。

5. 能力目标：具备简单的串级调速系统设计能力。

6. 素质目标：通过本章学习，体会要想突变，必须改变旧的思想，领悟改革创新是当代中国最鲜明的特点，是时代精神的核心，形成学习、掌握技术的兴趣和意愿，具有工程思维与创新精神。

（二）实验教学部分

实验1：他励直流电动机的工作特性与调速性能的测定

1.实验内容：在额定电压与额定励磁电流的条件下，测定直流电动机的工作特性。

2.实验目标：熟悉他励直流电动机的起动及调速方法，他励直流电动机的工作特性测定。

实验2：直流电机调速系统的双闭环控制实验

1.实验内容：测定开环机械特性及高速、低速时完整的系统闭环静特性n=f(Id)；闭环控制特性n=f(Un)的测定，观察、记录系统动态波形。

2.实验目标：了解双闭环晶闸管不可逆直流调速系统的原理，组成及各主要单元部件的原理；熟悉电机控制系统实验装置及各单元的结构及调试方法；掌握双闭环不可逆直流调速系统的调试步骤方法和参数的整定。

实验3：交流变频调速实验

1．基本内容：能对异步电动机设置各种不同的控制方式及运行参数；异步电动机在各种不同的控制方式及不同的转速运行时，能读取异步电动机的各种运行参数。

2．基本要求：掌握实验控制台的使用方法；学习并掌握他励直流电动机的工作特性与调速性能的测定方法。掌握实验控制台的使用方法；理解双闭环控制在直流电机调速系统中的应用。掌握实验控制台的使用方法；熟悉并掌握变频调速的工作原理；掌握基频以下和基频以上的变频调速方法。

3．重点：了解通用变频器－异步电动机变频调速系统的工作原理及电力拖动情况；熟悉掌握通用变频器的一般功能和操作使用。

**五、教学内容、教学方式与课程目标的支撑关系**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **教学内容** | **教学方式** | | | |
| **课堂教学** | **作业** | **网络课堂** | ***实验*** |
| 课程目标1 | 内容1：运动控制系统的基本概念、组成、转矩控制规律  内容2直流调速系统的反馈控制问题  内容3： 转速、电流反馈控制直流调速系统的数学模型分析 | √ | √ | √ | √ |
| 课程目标2 | 内容3： 转速、电流反馈控制直流调速系统的数学模型分析内容4：桥式可逆PWM变换器的工作原理和分析  内容5：基于稳态模型的异步电动机调速系统分析  内容6：异步电动机变频调速工作原理和分析 | √ | √ | √ | √ |
| 课程目标3 | 内容5：基于稳态模型的异步电动机调速系统分析  内容6：异步电动机变频调速工作原理和分析 | √ | √ | √ | √ |

**六、课程教学方法与学时分配**

（一）教学方法

(1) 兴趣培养：引导、激励学生的学习积极性和自主性，结合生活中常见的计算机网络实例，使课程更生动，让学生有直观的认识，对电力拖动控制系统课程学习产生兴趣。

(2) 采用案例法与研究法，注重引导学生掌握分析复杂工程问题及解决复杂工程问题的方法：向学生讲解“复杂工程问题”具备的特征，如必须运用“深入的工程原理，经过分析才可能得到解决”或需要通过“建立合适的抽象模型才能解决”，给出复杂工程问题的一般解决思路，培养学生解决复杂工程问题的能力。

(3) 师生互动：运用启发式引导学生积极主动地学习，适时组织课堂讨论，让学生参与教学过程，使之成为真正意义上的学习主体。

(4) 多媒体应用：运用多媒体手段，包括动画、视频、音频、PPT等，结合板书，丰富课堂教学手段。让枯燥抽象的网络课程内容生动化、形象化，从而易于被学生接受和理解。同时，利用网络课堂为学生提供自学的条件和环境。

(5) 进行有效的作业练习：作业是检验学生对所学知识掌握情况的有效手段，布置作业时要有量有质，加强重难点知识和能力训练；要由浅入深，引发学生思考，培养学生的分析问题和解决问题的能力。

1. 学时分配

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **教学内容** | **课堂讲授** | **线上**  **讲授** | **实验** | **上机** | **合计** |
| 绪论 | √ |  |  |  | 2 |
| 转速反馈控制的直流调速系统 | √ |  |  |  | 8 |
| 转速、电流反馈控制的直流调速系统 | √ |  |  |  | 8 |
| 可逆控制的直流调速系统 | √ |  |  |  | 6 |
| 基于稳态模型的异步电动机调速系统 | √ |  |  |  | 11 |
| 绕线转子异步电动机转子变频调速系统 | √ |  |  |  | 5 |
| 他励直流电动机的工作特性与调速性能的测定 |  |  | √ |  | 2 |
| 直流电机调速系统的双闭环控制 |  |  | √ |  | 3 |
| 交流变频调速实验 |  |  | √ |  | 3 |
| 合计 | 40 |  | 8 |  | 48 |

**七、课程考核及成绩评定方法**

本门课程依据“N+1”过程考核的理念进行考核。所谓“N”是指多种过程考核形式，“1”是指期末考试。

（1）考核方式

采用调查报告、平时作业、实验及期末考试相结合的形式对学生课程成绩进行综合评定。课程目标达成评核总成绩中，调查报告成绩占10%、调查报告成绩占10%、实验占30%、期末考试成绩占50%。**注：学生出勤可以作为学生课堂要求，但不能作为学生课程目标考核评价。**

（2）课程目标与课程考核环节关系：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **课程目标** | **考核环节** | | | | **合计** |
| **平时作业** | **调查报告** | **实验** | **期末考试** |
| 1 | 课程目标1 | 3% | 3% | 10% | 10% | 26% |
| 2 | 课程目标2 | 4% | 4% | 10% | 30% | 48% |
| 3 | 课程目标3 | 3% | 3% | 10% | 10% | 26% |
| 合计 | | 10% | 10% | 30% | 50% | 100% |

1. 考核评分标准

电力拖动控制系统考题要求覆盖电力拖动控制系统的基础理论知识和涉及的重点难点，对电力拖动控制系统相关的基本概念以及基本分析方法，相关理论等方面的知识点进行考察。考题涉及到控制理论，控制实践，电机控制综合应用等方面；覆盖范围广，应用性较强，能综合反映出学生的专业素质；题量及难度适中，能够结合电力拖动控制系统的实践考察学生对本课程理论综合运用的能力，并使学生能更好解决电力拖动控制系统问题。题目数量与难易程度要适中。

平时作业与实验评分标准见附件；期末试卷评分标准详见每学期“电力拖动控制系统”试卷参考答案及评分标准。

考试环节按照附件中的评分标准进行成绩评定。

**八、课程参考书目及资源**（标题四号宋体加粗）

1．阮毅、杨影、陈伯时.电力拖动自动控制系统（第五版）.北京: 机械工业出版社, 2016

2．于学文.电力拖动运动控制系统. 北京: 机械工业出版社, 2012

3．马志源. 电力拖动控制系统. 北京: 科学出版社, 2004

4. 电机拖动实验指导书 常州： 江苏理工学院, 2022

附件：

一、平时作业评分标准

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 观测点 | **优秀**  **（90～100）** | **良好**  **（80～89）** | **中等**  **（70～79）** | **及格**  **（60～69）** | **不及格**  **（<60）** |
| 基本概念掌握程度。 | 基本概念掌握很好。 | 主要概念清晰，但部分有误。 | 部分概念清晰。 | 基本概念不够清晰。 | 基本概念未掌握。 |
| 分析问题思路清晰性、解决问题方法正确性。 | 思路清晰，能够解决问题，计算正确。 | 主要思路、过程和计算过程正确。 | 思路、过程部分可行，计算过程个别不正确。 | 思路、过程部分尚可，计算过程部分不正确。 | 不会做或者作业不完整。 |
| 作业完成态度。 | 认真独立完成作业，书写工整、清晰，符号、单位等按规范执行。 | 比较认真独立完成作业，书写清晰，主要符号、单位等按规范执行。 | 独立完成作业，部分符号、单位等按规范执行。 | 不够认真，极小部分抄袭或符号、单位等不按照规范执行。 | 很不认真或者大部分抄袭或未交。 |

二、调查报告评分标准

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **优秀（90～100）** | **良好（80～89）** | **中等（70～79）** | **及格（60～69）** | **不及格（<60）** |
| 报告书写工整、过程清晰、符号、单位等按规范执行。 | 报告书写工整、过程较清晰、符号、单位等按规范执行。 | 报告书写较工整、过程基本清晰、符号、单位等按规范执行。 | 报告书写基本完整、过程基本清晰、符号、单位等基本规范。 | 报告不完整或未交。 |

三、实验评分标准

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **优秀（90～100）** | **良好（80～89）** | **中等（70～79）** | **及格（60～69）** | **不及格（<60）** |
| 实验报告书写工整、实验过程清晰、数据完整、准确，符号、单位等按规范执行。 | 实验报告书写工整、实验过程较清晰、数据较完整、较准确，主要符号、单位等按规范执行。 | 实验报告书写较工整、实验过程基本清晰、数据基本完整、准确，符号、单位等按规范执行。 | 实验报告书写基本完整、实验过程基本清晰、数据基本准确，符号、单位等基本规范。 | 实验报告不完整或未交。 |