未命名

**研究生课程教学大纲**

**（□科学学位 √专业学位）**

**课程名称**  **新能源电力系统建模与控制**

**所在院（所、部）** **自动化与电子信息学院**

**学科点或课程组** 电气工程

**湘潭大学研究生处制**

**2020 年 1 月 30 日**

《新能源电力系统建模与控制》课程教学大纲

**课程代码：M0161033**

**课程名称：**新能源电力系统建模与控制

（Renewable energy and Power system modeling and control）

**学分/总学时：**2 credits/32 credit hours

**讲课学时：**32；**研讨学时：**0；**实验学时：**0；**上机学时：**0；

**课外学时：**32

**课程类别：**专业方向课

**开课学期：**研一上学期（1）

**适用对象：**能源动力-电气工程专业硕士、电气工程科学硕士

**先修课程：**现代电力电子技术、

**后续课程：**专业实践

**课程负责人：**易灵芝

**课程组：**易灵芝，陈才学，王雅慧

1. **课程目标**

本课程是电气工程类专业的选修课。本课程的教学目的是使学生了解并掌握可再生能源的基本原理、基本知识和基本技术，为从事本专业的工作打下坚实的基础。教学中，通过教师课堂教学和学生研讨说明我国在新能源及其发电技术发展方面的成就与不足，增强学生的荣誉感、使命感和责任感。具体为：

⑴ 了解开发可再生能源的必要性，掌握鑫能源的种类和利用，了解新能源发电发展概况。

⑵ 熟悉风的基本特性和风资源，掌握风力发电机的主要类型和基本原理，熟悉风力发电机组的运行与控制；熟悉太阳能热发电技术，掌握太阳能电池原理与发电控制。

⑶ 了解海洋能的分类，掌握海洋能发电技术，了解生物质和生物质能及其利用，熟悉生物质的发电技术，了解地热发电技术，了解地热能利用的环境保护和成本；了解潮汐能发电技术。

⑷ 了解功率变换基本概念，掌握直流斩波电路和直流变换器工作原理，掌握风力发电中的变流技术，了解大功率变流技术和并网技术，了解储能装置的主要类型、发展状况，熟悉蓄电池、飞轮储能原理、特性及控制，了解其他储能方式。

1. **课程目标与教学内容和教学环节对应关系表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 课程目标 | 教学内容 | 教学环节 | | | |
| 课堂教学 | 研讨 | 实验 | 上机 |
| 1 | 了解开发新能源（含可再生能源和不可再生能源）的必要性；掌握可再生能源的种类和利用；了解可再生能源发电发展概况。 | 新能源发电与控制技术导论 | 3 |  |  |  |
| 2 | 熟悉风的基本特性和风资源；掌握风力发电机的主要类型和基本原理；熟悉风力发电机组的运行与控制； | 风能、风力发电与控制技术 | 4 |  |  |  |
| 3 | 熟悉太阳能热发电技术；掌握太阳能电池原理与发电控制。 | 太阳能、光伏发电与控制技术 | 4 | ＋ |  |  |
| 4 | 了解生物质和生物质能及其利用；熟悉生物质的发电技术；了解地热发电技术； | 生物质能发电与控制技术 | 3 | ＋ |  |  |
|  | 了解核能发电技术；了解核能发电的应用技术 | 核能发电与应用技术 | 2 |  |  |  |
|  | 了解海洋能的分类；掌握海洋能发电技术；了解地热能利用的环境保护和成本；了解重新能能发电技术。 | 其他形式新能源的发电与应用技术（海洋能发电、地热发电、潮汐能，等） | 4 |  |  |  |
| 4 | 了解分布式能源的特征及其应用；熟悉分布式供电与储能技术；了解微电网与多单元混合组网技术；  了解电能质量与控制技术；了解分布式能源的综合利用及经济技术评价 | 分布式电源与微电网组网技术 | 6 | ＋ |  |  |
|  | 了解功率变换基本概念；掌握直流变换电路；掌握风力发电中的变流技术；了解大功率变流技术和并网技术；了解储能装置的主要类型、发展状况；熟悉蓄电池、飞轮储能原理、特性及控制，了解其他储能方式。 | 电源变换和控制技术基础知识（含电能存储技术） | 6 |  |  |  |

课外学时用于查阅资料完成研学汇报，展开研讨活动、仿真实验和部分硬件实验验证。

1. **课程内容**

**3.1 课堂教学**

**1．**新能源发电与控制技术导论

**1.1 能源储备与可持续发展战略**

**1.2 能源的分类与基本特征**

**1.3 新能源发电――能源转换的重要形式**

**1.4 新能源转换与控制技术的经济意义**

了解新能源的种类、资源分布和应用现状，主要了解新能源发电应用的现状和发展趋势。

**2．风力发电**

2.1 风的特性及风能利用

2.2 风力发电及其工作原理

2.3 风力机的调节与控制

2.4 风力发电机组的控制

2.5 风力发电机组的并网与安全运行

2.6 风力发电的经济技术性评价

掌握风能的基本概念；掌握风力发电机组的构成和运行方式；熟悉风力机的基础理论和设计方法；熟悉速度、功率和恒频控制方法和系统的构成；熟悉风力发电机组并网运行；了解风力发电机的选型、场址、安装与使用。

**3．** 核能发电与应用技术

3.1核能的形式及其利用

3.2核反应原理及反应装置

3.3核能发电技术与发电设备

3.4核电站的运行与监控系统

3.5核能发电的经济技术性评价

了解核能发电原理；了解核能发电设备组成；了解应用实例和环境保护进展。

**4．太阳能发电**

4.1 太阳的辐射及太阳能利用

4.2 光伏发电原理与太阳能电池

4.3 光伏发电系统的MPPT控制技术

4.4 独立式光伏发电系统

4.5 并网式光伏发电系统

4.6 光伏发电的发展前景与经济技术评价

了解太阳辐射的基本知识，了解光热发电和光伏发电的基本结构。重点掌握光伏发电系统的基本组成，了解太阳能电池模块，熟悉逆变器的设计要求和基本结构；熟悉储能电池充放电系统的设计方法；熟悉太阳跟踪技术和方法；熟悉最大功率点的跟踪控制和交流电网并联技术等。熟悉光热发电的基本形式和结构；熟悉塔式、槽式、盘式太阳能光热发电系统的基本组成和工作方式；了解太阳池、太阳烟囱的基本结构。了解太阳能发电的现状和发展趋势。

**5．生物质能发电**

5.1生物质能的形式及其利用

5.2 生物质能的制取与发电技术

5.3生物质能的并网发电及对电网的影响

5.4生物质能发电的经济技术性评价

掌握生物质能基本知识；掌握生物质直接燃烧发电、气化发电、沼气发电、生活垃圾发电等基本原理，了解各种生物质能发电系统和应用。

**6．其他形式新能源的发电与应用技术（海洋能发电、地热发电、潮汐能，等）**

6.1 其他形式的新能源载体简介

6.2 水能与小水力发电技术

6.3 海洋能利用与发电技术

6.4 地热能发电与应用技术

了解水能资源和分类（含河流水能、潮汐水能、波浪能和海洋热能）；了解海洋能的分类；海洋能发电技术；海洋能发电的未来展望。了解地热资源和分类；地热发电技术；地热能利用的环境保护和成本；了解地热能发电原理；了解地热发电设备组成；了解应用实例和进展。

7. 分布式电源与微电网组网技术

**7.1** **分布式能源的特征及其应用**

**7.2 分布式供电与储能技术**

**7.3 微电网与多单元混合组网技术**

**7.4 电能质量与控制技术**

**7.5 分布式能源的综合利用及经济技术评价**

了解分布式能源的特征，熟悉分布式供电与储能技术，理解微电网与多单元混合组网技术，了解电能质量与控制技术。

**8．新能源发电中的功率变换技术**

8.1 常用电力电子器件及其分类

8.2 半导体功率器件的驱动与保护电路

8.3 常用脉宽调制（PWM）技术

8.4 AC—DC变换电路

8.5 DC-DC变换电路

8.6 DC-AC变换电路

8.7 AC-AC变换电路

8.8 电能存储技术

了解电力电子技术的发展与现状，理解新能源发电电力电子技术的重要作用。

掌握功率变换基本概念；直流变换电路；风力发电中的变流技术；大功率变流技术和并网技术。掌握新能源发电系统中电能存储技术，了解储能装置的主要类型、发展状况；蓄电池、飞轮储能原理、特性及控制；其他储能方式。

**3.2 课程思政案例**

1．对新能源发电技术的发展历程、国内外现状进行介绍，说明个人发展与国家使命的关系，激发同学们为国家建设的积极性；通过对我国新能源发电行业发展的深入介绍和解读，激发学生学习先进科学知识的动力和心系国家重大发展战略的贡献精神。

**2．**能源是支撑一个国家社会和经济持续发展的关键，特别是当今俄罗斯乌克兰的战争引发全球能源紧张、欧洲能源短缺价格飞速上涨，其现实教训明显；而我国化石资源人均占比少于世界平均水平，面临着社会发展和资源枯竭的双重矛盾。通过本课程的学习，引导学生立志为我国能源科技发展而努力奋斗。

3．我们国家在光伏发电、风力发电领域发展迅速，在世界上处于领先地位，但是在其他新能源发电领域与世界上某些国家还存在差距，尤其在光伏器件原材料等还依赖进口，缺少自主能力。引导学生为我国突破科技瓶颈，促进科技进步和经济发展而努力奋斗。

**3.3 研讨环节**

就课程授课内容范围，选择一个专题进行课堂研讨。

**3.4 实验环节**

无学时安排，通过课外完成。

**3.5 上机环节**

无学时安排，通过课外完成。

1. **教学方法**

针对本课程的4个课程目标，采用以下教学方法：

1. 课堂授课时，尽可能采用多媒体教学和现场板书相结合的方式，适当板书可以减缓授课节凑，便于学生理解和接受。
2. 充分利用网络交流实时性强的优点，开展网上答疑和辅导，提高教学效率。
3. 注重教与学的互动，采用课后作业、作业反馈，不定期课堂讨论等多种方式了解学生学习效果。
4. **课程考核与成绩评定**

课程的考核以考核学生对课程目标的达成为主要目的，以检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括3个部分，分别为平时成绩、研讨考核成绩和期末考试成绩。

成绩评定方式如下表所示：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 考核环节 | 分值 | 考核/评价细则 |
| 平时成绩 | 10 | 根据平时课堂表现和作业得分再按10%计入总成绩。 |
| 研讨考核成绩 | 20 | 主要考核针对研讨课题开展的研究内容、PPT制作质量和课堂演讲水平。  以考核成绩的20%计入课程总成绩。 |
| 期末考试卷面成绩 | 70 | 主要考核可再生能源概论；风力发电技术；太阳能热发电和光伏发电技术；海洋能、生物质能、地热能发电技术；可再生能源发电中功率变换技术；电能储存技术。  以卷面成绩的70%计入课程总成绩。 |

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10% | 研讨考核20% | 期末考试70% |
| 1 | 了解开发可再生能源的必要性；掌握可再生能源的种类和利用；了解可再生能源发电发展概况。 | 10% |  | 10% | 8 |
| 2 | 熟悉风的基本特性和风资源；掌握风力发电机的主要类型和基本原理；熟悉风力发电机组的运行与控制；熟悉太阳能热发电技术；掌握太阳能电池原理与发电控制。 | 40% | 50% | 50% | 49 |
| 3 | 了解海洋能的分类；掌握海洋能发电技术；了解生物质和生物质能及其利用；熟悉生物质的发电技术；了解地热发电技术；了解地热能利用的环境保护和成本。 | 20% | 25% | 20% | 21 |
| 4 | 了解分布式能源的特征，熟悉分布式供电与储能技术，理解微电网与多单元混合组网技术，了解电能质量与控制技术。了解功率变换基本概念；掌握直流变换电路；掌握风力发电中的变流技术；了解大功率变流技术和并网技术；了解储能装置的主要类型、发展状况；熟悉蓄电池、飞轮储能原理、特性及控制，了解其他储能方式。 | 30% | 25% | 20% | 22 |
| 总计 | | 100% | 100% | 100% | 100 |

1. **课程教材与主要参考书**
2. **教材**

刘吉臻, 等. 新能源电力系统建模与控制. 北京：科学出版社2015-1，pdf版网络分享时间：2020-10-27，最后更新：2021-06-08.

1. **参考书**

左然主编.可再生能源概论.机械工业出版社，2017

程明主编. 可再生能源发电技术. 机械工业出版社，2019.

姚兴佳等，可再生能源及其发电技术，科学出版社，2016.7

刘琳，新能源，东北大学出版社，2019

翟秀静，新能源技术. 化学工业出版社，2020

王长贵，新能源发电技术，中国电力出版社，2003

孙云莲，新能源及分布式发电技术，中国电力出版社，2016

冯垛生等，太阳能发电技术与应用，人民邮电出版社，2018.9

张晓东等，核能及新能源发电技术，中国电力出版社，2018.3

钱伯章，风能技术与应用，科学出版社，2017

钱伯章，生物质能技术与应用，科学出版社，2018

钱伯章，水力能与海洋能及地热能技术与应用，科学出版社，2019

3. 国内外相关内容的参考文献

**大纲制订人：易灵芝，陈才学**

**大纲审核人：易灵芝**

**制订日期：2020年4 月**

**新能源电力系统建模与控制**

**课程研读活动选题**

**研读活动内容一：论述你所了解或者从事研究的一种新能源发电的社会背景、开发必要性、发电特点、现已采取的技术、目前存在的问题、未来发展前景。**

**建议范围：**

**⑴ 太阳能光伏发电**（含MW级光伏电站、中小功率光伏扶贫电站、光伏屋顶、光伏玻璃窗、光伏幕墙、可移动光伏薄膜、光伏军帽、光伏汽车、光伏铁塔基站、光伏路灯，等）**；**

**⑵风能发电**（海上风力发电、平原风力发电、山地风力发电、风景小风电，等）；

**⑶ 水利发电（大型水利发电**、小水库水力发电、楼宇建筑污水发电、河流漩涡发电，等）；

**⑷生物质能发电**（直接燃烧发电、甲醇发电、城市垃圾发电、生物质燃气发电、沼气发电，等）；

**⑸ 海洋能发电**（潮汐能、波浪能、海流能、海水温差能、海水盐差能，等）；

**⑹ 地热能发电**(一次蒸汽法、二次蒸汽法、混合蒸汽法、双循环发电系统、全流发电系统、干热岩发电系统、降压扩容法地下热水发电、中间介质法地下热水发电，等)；

**⑺氢能发电**（分电解法、热化学法、光电化学法、等离子体化学法等制备氢气）；

⑻ 其他新能源发电。

**内容1具体汇报：**

⑴ **汇报形式：**word或者PPT，格式要求：加页码，注意上下标，使用彩色标题，word字体正文小四宋体、参考文献5号宋体；PPT字体大于20磅；

⑵ **题目要求：一个特殊应用场景的新能源发电系统，如**

**抗台风半潜浮动式海上风力发电系统**

**高原高寒地区光伏发电系统**

⑶ **汇报关注的主要问题：**

① 首先给出特定的工程应用场景，列出在这种应用场合下本新能源发电系统的特殊发电要求，如存在什么A问题、B要求、C缺陷、\*\*\*；  
 ② 给出实现这个工程应用场合特殊要求的新能源发电系统结构框图。简要说明各主要组成部分的作用；

③ 如何针对特定的工程应用场景实现新能源高效可靠发电，阐述提出使用方法；  
 ④ 结论，采用\*\*解决了A问题，设计\*\*满足了B要求，提出来\*\*避免了C缺陷、\*\*\*。

以便与汇报内容1）形成逻辑闭环。

⑤ 需要写出你的参考文章，（必须是CSCD核心期刊、EI收录论文、SCI收录论文3~5篇，截屏论文第一页相关信息展示）。

**研读活动内容二：阐述你所了解或者从事研究的一种新能源发电技术（包含原有技术存在的问题及其可能产生的后果、原理图、控制算法、实验结果、结论）。**

**建议范围：**从光伏发电、风能发电、水利发电、生物质能发电、城市垃圾发电、海洋能发电、地热能发电、氢能发电以及其他新能源发电系统的以下技术进行选题：

**⑴ 发电功率预测技术；**

**⑵ 最大功率跟踪技术；**

**⑶ 发电稳压技术；**

**⑷ 电能变换技术；**

**⑸ 储能控制技术；**

**⑹ 并网逆变技术；**

**⑺ 多能协同技术；**

**⑻ 发电系统相关设备研发技术；**

**⑼ 其他技术。**

**内容2具体汇报：**

**⑴ 汇报形式：**word或者PPT，格式要求：加页码，注意上下标，使用彩色标题，word字体正文小四宋体、参考文献5号宋体；PPT字体大于20磅；

**⑵ 题目要求：一个创新方法定语+一个效果定语+一个特殊应用场景，如**

**一种适用于高海拔寒冷地区的光伏热电联供系统分层协调智能**控制研究

**⑶ 汇报关注的主要问题：**

1）首先给出特定的工程应用场合，列出在这种应用场合下本新能源发电系统的特殊控制要求是什么A问题、B要求、C缺陷、\*\*\*；

2）给出实现这个工程应用场合特殊要求的新能源发电系统的控制框图/控制原理图。简要说明各主要组成部分的作用

3）如何实现控制要求，所提出使用方法或控制器结构图，列出主要控制公式（少于五个；建议2个，其余公式画在控制器结构图中）；

4）结论，采用\*\*解决了A问题，设计\*\*满足了B要求，提出来\*\*避免了C缺陷、\*\*\*。

以便与汇报内容1）形成逻辑闭环。

5）需要写出你的参考文章，（必须是CSCD核心期刊、EI收录论文、SCI收录论文3~5篇，截屏论文第一页相关信息展示）。

**要求：每个同学选题不重复，一个题目至少有2个定语；**

**先定题的同学优先级高，题目相同时，后定提的同学在选题；**

**由课代表同意收集，第5周星期一提交所有题目。**