

电气与控制工程学院

课程教学大纲

课程名 (COURSE TITLE) :	新能源发电原理
课程代码 (COURSE CODE) :	7329501
学 分 (CREDIT VALUE) :	3
开课单位 (DEPARTMENT/UNIT) :	电气工程系
版 本 (VERSION) :	DG7329501-202202
课程负责人	
(COURSE COORDINATOR) :	苑国锋、朴政国

北方工业大学 电气与控制工程学院

2022 年 1 月

目 录

1 课程基本信息	3
2 毕业要求与课程目标	4
2.1 本课程支撑的毕业要求观测点.....	4
2.2 课程目标:	4
2.3 毕业要求与课程目标的关系.....	5
3 课程内容及安排	5
3.1 课程学时总体安排.....	5
3.2 各知识单元内容和预期学习目标.....	5
4 课堂教学设计和实施载体	8
5 课程实验	9
5.1 实验名称和安排.....	9
5.2 实验要求和教学组织.....	10
5.3 实验要求和教学组织.....	11
5.4 实验教学在能力培养方面的具体措施.....	12
6 考核方式和成绩评定办法	12
7 本次修订说明	14
8 其他需要说明的问题	14

1 课程基本信息

课程名称（中文）	新能源发电原理					
课程名称（英文）	Renewable Energy Principles					
课程计划学时	48		课外学时建议		48	
计划学时构成	理论学时	40	实验学时	8	上机学时	0
课外学时要求	线上学习要求：0		自主学习建议学时：32			
先修课名称	（7030701）高等数学、（7021241）电路分析III、（7069201）模拟电子技术、（7211201）电机学					
适用专业年级	新能源科学与工程					
开课单位	电气工程系					
课程简介	<p>本课程为新能源科学与工程专业的专业教育课程必修课，开设于第6学期。本课程为学生从事新能源领域的研究奠定基本的理论基础，目的是让学生在了解新能源分类及其特点基础上理解风力发电和光伏发电设备结构和工作原理及应用方法，重点掌握光伏发电和风力发电的能源转换原理、运行特性以及控制要求等，培养学生自主学习能力及分析问题的能力，为后续专业课奠定坚实的理论基础。考核方式为平时成绩+期末考试成绩。</p>					
教材和学习资源	<p>基础资料：</p> <p>（1）《光伏发电原理、技术及其应用》，朴政国，周京华编著（第一版），机械工业出版社，2020年，ISBN号：978-7-111-64564-1。</p> <p>（2）《风力发电原理》，徐大平等编著（第一版），机械工业出版社，2011年，ISBN号：978-7-111-35345-4。</p> <p>参考资料：</p> <p>（1）《太阳能原理与技术》，施钰川编（第一版），西安交通大学出版社，2009年，ISBN号：978-7-5605-3131-1。</p> <p>（2）《风力发电机组原理与应用》（第2版），姚兴佳等编著，机械工业出版社，2011年，ISBN号：978-7-111-33860-4。</p>					
大纲版本号	DG7329501-202202		前一版本号		DG7329501-201912	
大纲修订人	苑国锋、朴政国		修订时间		2022.02.04	
课程团队负责人	温春雪		实验教学审核人		胡长斌	

专业负责人	周京华	审核时间	2021.08.27
学院批准人	徐继宁	批准时间	2021.09.01

2 毕业要求与课程目标

2.1 本课程支撑的毕业要求观测点

新能源科学与工程专业 2019 版培养方案为本课程设置了 3 个观测点，具体如下：

(1) 毕业要求观测点 1-5:

面向新能源发电与智能电网专业方向，掌握专业基础理论知识，具备将新能源科学与工程、电气工程、控制工程、计算机科学与技术等多学科基础知识应用于分析和解决复杂新能源科学与工程问题的能力。

(2) 毕业要求观测点 4-2:

能根据实验步骤操作实验装置，正确采集和整理实验数据，对实验数据和结果进行分析和解释，并与理论分析进行比较，通过信息综合得出合理有效的结论。

(3) 毕业要求观测点 12-1:

具有自主学习与终身学习并适应发展的能力。

2.2 课程目标:

根据新能源科学与工程专业毕业要求观测点，本课程设置了 2 个知识目标，2 个能力目标（简称：XNYFD-X），另根据教育部和学校要求，课程设置了 1 个思政目标，不做输出目标考核。

知识目标：

XNYFD -1: 光伏发电原理及其特性

掌握光伏电池板结构、发电原理、输出特性及效率影响因素等，并理解光伏发电系统结构及构成、逆变器功能等相关知识。

XNYFD-2: 风力发电原理及其特性

掌握风能及其转换原理，风力发电机的结构、运行特性、控制技术等相关知识。

能力目标：

XNYFD-3: 新能源发电实验能力

能正确操作光伏发电和风力发电实验的相关设备、记录波形与数据、进行波形分析与数据处理。

XNYFD-4: 自学与自律能力

能保证出勤、按时完成作业、善于时间管理。

思政目标：

XNYFD-5: 探索课程教学内容与自然辩证法及新能源发电系统在社会经济建设作用的交汇点，将学校的办学定位、学科建设、专业培养目标、毕业要求、课程教学任务有机结合，搭建课程与大国工匠精神具有的内在联系。

2.3 毕业要求与课程目标的关系

毕业要求	观测点	支撑权重	课程目标	贡献度
1 工程知识	1-5	0.1	XNYFD-1: 光伏发电原理及其特性	50%
			XNYFD-2: 风力发电原理及其特性	50%
4 研究	4-2	0.1	XNYFD-3: 新能源发电实验能力	100%
12 终身学习	12-1	0.1	XNYFD-4: 自学与自律能力	100%

3 课程内容及安排

3.1 课程学时总体安排

课程性质：专业选修课

课内/实验/上机/课外学时:40/8/0/48

理论课 (学时)		习题课 (学时)		实验 (学时)		研讨 (学时)		社会实践 (学时)		项目任务 (学时)		在线学习 (学时)		其他 (学时)	
课内	课外	课内	课外	课内	课外	课内	课外	课内	课外	课内	课外	课内	课外	课内	课外
40	40	0	4	8	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0

3.2 各知识单元内容和预期学习目标

本课程内容分为9章，配有4个课内实验。下表介绍课程的章节划分，学时安排，以及学习完成后的预期目标结果。

知识单元 章、节、点	学习内容和预期结果	课程目标	学时	
			课内	课外

<p>第1章 绪论(光伏发电)</p> <p>(1) 光伏的发展概况</p> <p>(2) 课程内容、课程性质、教学目标及学习方法</p>	<p>学习内容: 明确本课程在课程体系中的定位、课程目标和我国分布式光伏发电系统的发展现状, 介绍国家从传统化学石油能源到新能源的能源战略转型, 我国光伏装机年增长容量及总容量位居世界首位的客观事实, 从而培养学生的爱国主义情操, 激发学生的民族自豪感。</p> <p>预期结果: 能识记和复述: 光伏发电的优缺点及分布式光伏的必要性。</p>	<p>XNYFD-1 XNYFD-4 XNYFD-5</p>	<p>2</p>	<p>2</p>
<p>第2章 太阳与太阳辐射</p> <p>(1) 日地天文关系</p> <p>(2) 太阳辐射</p> <p>(3) 太阳能资源分布</p>	<p>学习内容: 掌握太阳辐射光谱特性及辐射强度计算方法。</p> <p>预期结果: (1) 能阐述太阳能资源分布; (2) 能够建立日地天文关系, 计算太阳辐射强度; (3) 能表述太阳辐射光谱特性。</p>	<p>XNYFD-1 XNYFD-4 XNYFD-5</p>	<p>2</p>	<p>2</p>
<p>第3章 半导体物理基础</p> <p>(1) 晶体结构</p> <p>(2) 能带理论</p> <p>(3) 半导体特性</p> <p>(4) 费米统计</p> <p>(5) 非平衡载流子</p> <p>(6) PN 结</p> <p>(7) 半导体的光学性质</p>	<p>学习内容: 掌握半导体基础理论, 包括半导体材料、能带理论、半导体特性、半导体中载流子的费米统计分布、非平衡载流子、PN 结以及半导体的光学性质等。</p> <p>预期结果: (1) 能阐述晶体结构的周期性和对称性, 以及晶体缺陷对半导体和光伏电池板的影响等; (2) 能阐述原子能级和晶体能带结构, 以及晶体中的电子状态; (3) 能阐述半导体的导电机构、典型半导体的能带结构以及杂质能级及缺陷能级的影响; (4) 能表述费米统计分布概念以及本征半导体和杂质半导体的载流子浓度分布; (5) 能阐述非平衡载流子的产生、寿命、复合、扩散运动以及漂移运动的特性; (6) 能阐述 PN 结的形成、PN 结的能带变化以及电压电流特性; (7) 能阐述半导体对光的吸收、反射、折射、透射等特性。</p>	<p>XNYFD-1 XNYFD-4 XNYFD-5</p>	<p>10</p>	<p>10</p>
<p>第4章 光生伏特效应</p> <p>(1) PN 结的光生伏特效应</p> <p>(2) PN 结太阳能电池特性</p> <p>(3) 效率影响因素</p> <p>(4) 太阳能电池的串并联</p> <p>(5) 非晶硅薄膜太阳能电池</p>	<p>学习内容: 掌握 PN 结的光生伏特效应, 包括光生电流、光生电压以及电压电流特性等; 理解非晶硅薄膜太阳能电池结构及其输出特性。</p> <p>预期结果: (1) 能准确表述 PN 结的光生伏特效应; (2) 能阐述影响光生电流、光生电压以及光电转换效率的因素; (3) 能阐述太阳能电池的平衡及非平衡串、并联特性; (4) 能阐述非晶薄膜太阳能电池结构及其特性。</p>	<p>XNYFD-1 XNYFD-4 XNYFD-5</p>	<p>4</p>	<p>4</p>
<p>第5章 光伏发电系统</p> <p>(1) 光伏发电系统的分</p>	<p>学习内容: 掌握光伏发电系统的分类及其系统结构, 以及光伏逆变器的基本原理及其特性。</p>	<p>XNYFD-1 XNYFD-4</p>	<p>2</p>	<p>2</p>

类 (2) 并网光伏发电系统体系结构 (3) 光伏并网逆变器	预期结果: (1) 能阐述各种光伏发电系统以及它的系统结构; (2)能阐述光伏逆变器的基本原理、功能及其特性。	XNYFD-5		
第6章 绪论(风力发电) (1) 风力发电的基本概况 (2) 风电技术的现状	学习内容: 熟悉风能利用和风力发电的历史、我国风能资源与风电发展概况、风力发电技术的现状与发展、国内外风力发电相关的标准,介绍国家从传统化石能源到新能源的能源战略转型,我国风电装机年增长容量及总容量位居世界首位的客观事实,从而培养学生的爱国主义情操,激发学生的民族自豪感。 预期结果: 能识记和复述风力发电的基本概况和风电技术的现状。	XNYFD-2 XNYFD-4 XNYFD-5	2	2
第7章 风能及其转换原理 (1) 风的基本特征 (2) 风能转换的基本原理 (3) 风力发电机运行特性	学习内容: 风的形成及其基本特征、风的测量与估计、风向/风速的测量与风能估计的关系、风能转换的基本原理以及风力发电机的运行特性,风能曲线及最大功率跟踪原理。 预期结果: (1) 能阐述风的基本特征 (2) 能阐述风的测量和估计 (3) 能阐述风能转换的基本原理 (4) 能阐述风力发电机运行特性 (5) 能阐述最大功率跟踪原理	XNYFD-2 XNYFD-4 XNYFD-5	8	8
第8章 风力发电机组结构 (1) 风力发电机组的基本结构和性能 (2) 风力发电机机组各个部分作用和原理 (3) 风力发电机特点和基本运行性能	学习内容: 水平轴风力发电机组的基本结构和性能、类型和主要参数,风轮、叶片、轮毂、变桨机构的概念、风力发电机组传动系统的构成以及齿轮箱的作用原理、风力发电机组机舱、主机架与偏航系统的结构及作用原理。风力发电机的工作原理、风力发电系统中的并网风力发电机的结构及特点、双馈式异步发电机和直驱式永磁同步发电机的基本运行性能。垂直轴风力发电机组的基本结构和性能。离网型风力发电系统。 预期结果: (1) 能阐述风力发电机组的基本结构和性能 (2) 能阐述风力发电机机组各个部分作用和原理 (3) 能阐述风力发电机特点和基本运行性能	XNYFD-2 XNYFD-4 XNYFD-5	6	6
第9章 风力发电机组的控制技术 (1) 变桨控制 (2) 变速控制	学习内容: 介绍风力发电机组的控制技术、风力发电机组的基本控制要求及其控制系统结构、定桨距和变桨距风力机控制技术、风力机的功率控制特性、发电机控制技术、双馈式发电机和直驱式发电机的控制方式和过程、风力发电机组控制系统的执行机构、变桨距执行系统、偏航系统等的控制方式	XNYFD-2 XNYFD-4 XNYFD-5	4	4

	预期结果: (1) 能阐述变桨控制技术 (2) 能阐述变速控制技术			
--	--	--	--	--

4 课堂教学设计和实施载体

本课程教学采用 Powerpoint、教学影视片及课堂板书相结合的教学手段，同时采用启发式、讨论式、案例式等教学方式，突出对学生工程应用能力和创新意识的培养。

课程目标	知识单元		学习场景 /教学模式	实施载体
	章	节/目		
XNYFD-1 XNYFD-4 XNYFD-5	第1章 绪论（光伏发电） (1) 光伏的发展概况 (2) 课程内容、课程性质、教学目标及学习方法 (3) 思政教育：介绍国家从传统化学石油能源到新能源的能源战略转型，我国光伏装机容量增长容量及总容量位居世界首位的客观事实，从而培养学生的爱国主义情操，激发学生的民族自豪感。		课堂讲授 线上答疑	讲义教案 随堂练习
XNYFD-1 XNYFD-4 XNYFD-5	第2章 太阳与太阳辐射 (1) 日地天文关系 (2) 太阳辐射 (3) 太阳能资源分布		课堂讲授 线上答疑	讲义教案 随堂练习 习题解析
XNYFD-1 XNYFD-4 XNYFD-5	第3章 半导体物理基础 (1) 晶体结构 (2) 能带理论 (3) 半导体特性 (4) 费米统计 (5) 非平衡载流子 (6) PN 结 (7) 半导体的光学性质		课堂讲授 线上答疑 作业总结	讲义教案 随堂练习 习题解析
XNYFD-1 XNYFD-4 XNYFD-5	第4章 光生伏特效应 (1) PN 结的光生伏特效应 (2) PN 结太阳能电池特性 (3) 效率影响因素 (4) 太阳能电池的串并联		课堂讲授 线上答疑 作业总结	讲义教案 随堂练习 习题解析

XNYFD-1 XNYFD-4 XNYFD-5	第5章 光伏发电系统 (1) 光伏发电系统的分类 (2) 并网光伏发电系统体系结构 (3) 光伏并网逆变器	课堂讲授 线上答疑 课上讨论	讲义教案 随堂练习 习题解析
XNYFD-2 XNYFD-4 XNYFD-5	第6章 绪论(风力发电) (1) 风力发电的基本概况。 (2) 和风电技术的现状。 (3) 思政教育: 介绍国家从传统化学石油能源到新能源的能源战略转型, 我国风电装机容量增长容量及总容量位居世界首位的客观事实, 从而培养学生的爱国主义情操, 激发学生的民族自豪感。	课堂讲授 线上答疑	讲义教案 随堂练习
XNYFD-2 XNYFD-4 XNYFD-5	第7章 风能及其转换原理 (1) 风的基本特征 (2) 风的测量和估计 (3) 风能转换的基本原理 (4) 风力发电机运行特性 (5) 最大功率跟踪原理	课堂讲授 线上答疑 课上讨论	讲义教案 随堂练习 习题解析
XNYFD-2 XNYFD-4 XNYFD-5	第8章 风力发电机组结构 (1) 风力发电机组的基本结构和性能 (2) 风力发电机各个部分作用和原理 (3) 风力发电机特点和基本运行性能	课堂讲授 线上答疑 课上讨论	讲义教案 随堂练习 习题解析
XNYFD-2 XNYFD-4 XNYFD-5	第9章 风力发电机组的控制技术 (1) 变桨控制技术 (2) 变速控制技术	课堂讲授 线上答疑 课上讨论	讲义教案 随堂练习 习题解析

5 课程实验

本课程提供 4 个课程实验, 8 学时。

5.1 实验名称和安排

序号	实验名称	实验类型	学时	教学安排	课程目标
1	太阳能电池特性实验	验证型	2	必做、实物系统实验	XNYFD-3 XNYFD-4 XNYFD-5
2	太阳能电池串并联特性实验	验证型	2	必做、实物系统实验	XNYFD-3 XNYFD-4 XNYFD-5

3	风力发电机组控制实验	验证型	2	必做、实物系统实验	XNYFD-3 XNYFD-4 XNYFD-5
4	离网型风力发电系统实验	验证型	2	必做、实物系统实验	XNYFD-3 XNYFD-4 XNYFD-5

5.2 实验要求和教学组织

实验一：太阳能电池特性实验（验证型）	时间安排：2 学时
<p>实验目的：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 能准确表述太阳能电池板发电原理及等效模型。 2. 能分析与说明太阳能电池板开路电压、短路电流以及 I-V 特性。 3. 能分析与说明影响太阳能电池板的最大输出功率、填充因子、转换效率的因素。 	
<p>实践能力目标：</p> <p>工程设计及动手操作能力、设备工具使用能力、实验分析能力、规范执行能力</p>	
<p>实验组织：</p> <p>每组 3-4 人，共用一个试验平台进行实验操作。</p> <p>提前阅读实验指导书进行预习，独立完成实验过程，观察现象，记录数据文件，撰写实验报告。</p>	

实验二：太阳能电池串并联特性实验（验证型）	时间安排：2 学时
<p>实验目的：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 能准确表述太阳能电池的串、并联特性。 2. 能准确表述非平衡光注入时，串、并联特性。 	
<p>实践能力目标：</p> <p>工程设计及动手操作能力、设备工具使用能力、实验分析能力、规范执行能力</p>	
<p>实验组织：</p> <p>每组 3-4 人，共用一个试验平台进行实验操作。</p> <p>提前阅读实验指导书进行预习，独立完成实验过程，观察现象，记录数据文件，撰写实验报告。</p>	

实验三：风力发电机组控制实验（验证型）	时间安排：2 学时
实验目的： 1、能准确表述风力发电机的各个参数的测量方法，风力机的转矩转速关系； 2、能分析与说明风力机输出功率和风速的关系。	
实践能力目标： 工程设计及动手操作能力、设备工具使用能力、实验分析能力、规范执行能力	
实验组织： 每组 3 人，共用一个试验平台进行实验操作。 提前阅读实验指导书进行预习，独立完成实验过程，观察现象，记录数据文件，撰写实验报告。	

实验四：离网型风力发电系统实验（验证型）	时间安排：2 学时
实验目的： 1、能准确表述离网型风力发电系统的组成， 2、能分析说明单相 DC/AC 离网变换器的工作原理、单相 DC/AC 离网变换器的控制方法及 SPWM 原理	
实践能力目标： 工程设计及动手操作能力、设备工具使用能力、实验分析能力、规范执行能力	
实验组织： 每组 3 人，共用一个试验平台进行实验操作。 提前阅读实验指导书进行预习，独立完成实验过程，观察现象，记录数据文件，撰写实验报告。	

5.3 实验要求和教学组织

学生需在到实验室进行实验之前进行预习，预习内容应包括与本次实验有关的概念、原理、定理、设计方法等知识点，并写出预习报告。

完成实验后需提交实验报告，验证型实验报告需包含实验目的、要求、实验获得的数据、分析和结论；设计型实验报告需包含实验目的、要求、实验方案设计（及计算过程）、实验测试数据、结果分析和结论。

5.4 实验教学在能力培养方面的具体措施

本实验隶属新能源实验室，主要实验设备是新能源实验装置，实验室实行全天开放。为学生提供各种场景的实验实践条件。

6 考核方式和成绩评定办法

本课程注重平时考核和期末考试相结合，理论知识和实践能力相结合，全面考核学生掌握知识、运用知识和实践解决问题的能力。完成平时的作业、实验、参与课堂讨论是参加考试的必要条件。期末考核形式为笔试闭卷，考核内容应覆盖 80% 以上的基本内容和基本要求。总成绩以百分制计算，平时作业、考勤以及实验占 40%，期末考试占 60%。

课程目标达成考核与评价方式及成绩评定

课程目标		课程各类考核项				
		平时作业		课程实验	考勤	期末考试
		作业 1	作业 2	实验 4 次	提问	成绩
知识目标	XNYFD-1	100				50
	XNYFD-2		100			50
能力目标	XNYFD-3			100		
	XNYFD-4				100	
分数合计		100	100	100	100	100
总评占比		10%		20%	10%	60%

考核项目 1：平时作业

考核方式：作业批改

考核权重：10%

预期学习结果	考核依据	优秀 >90分	良好 80-90分	达成 60-80分	未达成 <60分
达成本课程目标： XNYFD-1、XNYFD-2 能按时高质量地完成作业。	作业成绩	高质量地完成作业，不存在迟交作业的情况。	较高质量地完成作业，基本不存在迟交作业的情况。	质量一般地完成作业，偶有迟交作业的现象。	质量较差地完成作业，存在多次迟交作业的现象。

考核项目 2：课程实验

考核方式：实验操作过程表现和实验报告

考核权重：20%

预期学习结果	考核依据	优秀 >90分	良好 80-90分	达成 60-80分	未达成 <60分
达成本课程目标： XNYFD-3 能按时高质量地完成仿真并提交仿真报告。	报告书成绩	高质量地完成仿真，并按时提交仿真报告。	较高质量地完成仿真，并按时提交仿真报告。	质量一般地完成仿真，并按时提交仿真报告。	质量较差地完成仿真，或延时提交仿真报告。

考核目标 3：考勤提问

考核方式：出勤情况及提问情况统计

考核权重：10%

预期学习结果	考核依据	优秀 >90分	良好 80-90分	达成 60-80分	未达成 <60分
达成本课程目标： XNYFD-4 能按时出席理论课、上机课等教学环节，并高质量地回答问题。	平时出勤记录、提问记录	做到按时上课，不存在旷课的现象，并高质量地回答问题。	基本做到按时上课，偶有旷课的现象，并较高质量地回答问题。	不能完全做到按时上课，存在一些旷课的现象，需提示才能回答问题。	不能做到按时上课，存在多次旷课的现象，无法回答问题。

考核项目 5：期末考试

考核方式：闭卷考试

考核权重：60%

预期学习结果	优秀 >90分	良好 80-90分	达成 60-80分	未达成 <60分

XNYFD-1: 光伏发电原理及其特性 XNYFD-2: 风力发电原理及其特性	在试卷中，对各知识单元的掌握程度全面达到预期学习结果，错误率在 10% 以下。	在试卷中，对各知识单元的掌握程度较好达到预期学习结果，错误率在 20%左右。	在试卷中，对各知识单元的掌握程度基本达到预期学习结果，错误率在 30%左右。	在讨论和作业中，对各知识单元的掌握程度达不到预期学习结果，错误率在 40% 以上。
--	---	--	--	---

7 本次修订说明

本大纲在原版本“DG7329501-201912”课程大纲基础上修订。对标最新的工程教育专业认证标准做了以下修改：

- (1) 对大纲条目布局做了修改，教材和学习资源部份并入基本信息
- (2) 对课程的考核方式、成绩评定的解释方式做了修订（修改条目 6）
- (3) 增加条目 7 本次修订说明，记录修订改进点

8 其他需要说明的问题

新能源发电原理课程大纲在原有大纲的基础上增加了 3 个毕业观测点，能够把课程的知识目标 and 能力目标更加的细化分解，有利于毕业达成的量化和教学环节的评价考核。