

电气与控制工程学院

课程教学大纲

课程名 (COURSE TITLE) : 新能源变换与控制

课程代码 (COURSE CODE) : 7272901

学 分 (CREDIT VALUE) : 3

开课单位 (DEPARTMENT/UNIT) : 电气工程系

版 本 (VERSION) : DG7272901-202108

课程负责人

(COURSE COORDINATOR) : 贾鹏宇

北方工业大学 电气与控制工程学院

2021 年 8 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.....	6
3 课程内容及安排.....	7
3.1 课程学时总体安排.....	7
3.2 各知识单元内容和预期学习目标.....	7
4 课堂教学设计和实施载体.....	10
5 课程实验教学.....	10
5.1 仿真名称和安排.....	10
5.2 实验名称和安排.....	11
5.3 仿真、实验要求和教学组织.....	11
5.4 仿真、实验环节的要求.....	13
5.5 实验教学在能力培养方面的具体措施.....	14
6 课程考核方案和依据.....	15
6.1 课程考核方案.....	15
6.2 课程各考核项评价依据和标准.....	16
7 本次修订说明.....	18
8 其他需要说明的问题.....	18

1 课程基本信息

课程名称（中文）	新能源变换与控制					
课程名称（英文）	New Energy Conversion and Control					
课程计划学时	48		课外学时建议		96	
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：20		自主学习建议学时：76			
先修课名称	(7030701)高等数学、(7021241)电路分析、(7069201)模拟电子技术、(7087611)数字电子技术、(7099811)现代电力电子技术、(7120401)自动控制原理、(7211201)电机学、(7329501)新能源发电原理					
适用专业年级	新能源科学与工程专业 2019 级及以后年级					
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发电工程领域的研究奠定基本的理论基础，目的是让本专业的学生掌握以太阳能、风能为代表的新能源电能变换控制原理、典型变换电路、了解新能源发电领域中的具体工业应用，培养学生分析和解决具体新能源变换与控制问题的能力。考核方式为平时成绩+期末考试成绩，期末考试为闭卷考试。</p>					
教材和学习资源	<p>基础资料：</p> <p>(1)《新能源发电交流技术》张兴主编，机械工业出版社，2018 年，ISBN：9787111600268</p> <p>参考资料：</p> <p>(1)《新能源转换与控制技术》惠晶主编，机械工业出版社，2008 年，ISBN：9787111228691</p>					
大纲版本号	DG7272901-202108		前一版本号		DG7272901-201912	
大纲修订人	贾鹏宇		修订时间		2021.08	
课程团队负责人	贾鹏宇		实验教学审核人		胡长斌	
专业负责人	温春雪		审核时间		2021.08	
学院批准人	徐继宁		批准时间		2021.09	

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 6 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工程问题的能力。

(2) 毕业要求观测点 2-1: 能利用数学、自然科学和工程科学的基本原理，分析复杂新能源工程问题的工作机理，针对复杂工程问题建立数学和物理模型并得出恰当结论。

(3) 毕业要求观测点 3-1: 能综合专业基础课程与专业方向的课程的学习知识，针对复杂新能源工程问题，制定具体的解决方案，设计系统参数。

(4) 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。

(5) 毕业要求观测点 5-1: 能开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具。

(6) 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

根据新能源专业毕业要求观测点，本课程设置了 5 个知识目标，5 个能力目标（简称：XNYBHYKZ-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：

XNYBHYKZ -1: 新能源变换与控制的基本概念和具体应用

掌握新能源变换与控制的基本概念、分类；理解新能源变换与控制课程和相关课程之间的关系；了解新能源变换与控制技术的具体应用以及发展趋势。

XNYBHYKZ -2: 光伏发电系统的结构

掌握光伏发电系统的结构分类和特点分类；掌握光伏发电系统的集中式结

构、组串式、集散式、组件式等结构的基本特点和结构图。理解不同结构的光伏发电系统所适用的工作场合。

XNYBHYKZ -3: 风力发电系统的结构

掌握风机的基本类型和特点，掌握风力发电机的主要机型拓扑结构图。理解定速、变速风力发电机的主要区别和特点。掌握多风力机组并网群控的基本结构。

XNYBHYKZ -4: 光伏发电系统的控制策略

掌握三相逆变器的空间矢量调制算法，理解空间矢量调制算法与正弦脉宽调制算法的区别和特点。

掌握同步旋转坐标系下的并网逆变器的数学模型，掌握坐标变换系数矩阵的推导过程及结果，理解基于前馈解耦的电流环控制策略。掌握基于电压矢量定向的并网逆变器双环控制结构图，并理解有功功率、无功功率的指令生成方法。

理解锁相环的基本实现方法，掌握单同步坐标系软件锁相环的控制结构原理图。理解并能推导出单同步坐标系软件锁相环的锁相过程及角度误差消除原理。

理解最大功率点跟踪的目的及常用方法。掌握扰动电压观测法、电导增量法的控制流程图。

XNYBHYKZ -5: 风力发电系统的控制策略

1) 双馈风力发电系统

理解双馈电机在三相、两相静止坐标系下的数学模型以及两相同步旋转坐标系下的数学模型。掌握旋转坐标系下的双馈电机三阶简化数学模型。

理解双馈电机在双馈型风力发电系统的运行状态，掌握对应的向量图。理解双馈电机定子侧有功、无功功率的控制方法。掌握基于定子磁场定向、定子电压定向的双馈电机矢量控制并网发电系统结构图。

2) 永磁直驱同步电机风力发电系统

掌握永磁同步电机在同步旋转坐标系下的数学模型。掌握永磁同步全功率型风力发电变流器控制结构图。理解永磁同步电机矢量控制中电流环解耦控制方法。

能力目标:

XNYBHYKZ -6: 新能源发电电路及控制系统的分析能力

能运用所学知识分析光伏、风电并网系统的工作原理和控制方法；能够推导出电路中的典型电量表达式；能结合具体工程问题 and 应用对象对并网发电方案进行分析。

XNYBHYKZ -7： 新能源发电电路及控制系统的设计能力

能结合具体工程问题 and 应用需求对并网发电方案进行设计；能对变换系统的主电路进行参数计算和控制系统设计。

XNYBHYKZ -8： 新能源并网发电系统的仿真能力

能使用现代化仿真工具对光伏、风力发电闭环系统进行建模、控制系统设计、原理验证以及波形分析。

XNYBHYKZ -9： 新能源并网发电系统的实验能力

能正确操作实际的并网发电实验系统、记录波形与数据、进行波形分析与数据处理。

XNYBHYKZ -10： 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：

XNYBHYKZ -11： 课程思政

课程立足于国家大力发展清洁能源实现高效、环保的能源系统背景和总体政策要求下，培养学生进行光伏、风力发电等并网系统的理论学习及实验验证。培养学生认识到国家大力引领贯彻新能源改革的举措及实现方式、理解新能源专业在国家实现清洁能源发展的作用，激发学生的专业自豪感、以及建设国家的使命感。

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	XNYBHYKZ -1： 新能源变换与控制的基本概念	10%
			XNYBHYKZ -2： 光伏发电系统的结构	20%
			XNYBHYKZ -3： 风力发电系统的结构	20%
			XNYBHYKZ -4： 光伏发电系统的控制策略	25%
			XNYBHYKZ -5： 风力发电系统的控制策略	25%

2 问题分析	2-1	0.1	XNYBHYKZ -6: 新能源发电电路及控制系统的分析能力	100%
3 设计/开发	3-1	0.1	XNYBHYKZ -7: 新能源发电电路及控制系统的 设计能力	100%
4 研究	4-2	0.05	XNYBHYKZ -9: 新能源并网发电系统的实验能力	100%
5 使用现代工具	5-1	0.1	XNYBHYKZ -8: 新能源并网发电系统的仿真能力	100%
12 终身学习	12-1	0.1	XNYBHYKZ -10: 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：专业教育课程必修课

课内/实验/上机/课外学时:40/8/0/96

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
38	66	2	10	8	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0

3.2 各知识单元内容和预期学习目标

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
第1章 新能源发电概述 1.1 能源与可再生能源 1.2 光伏发电概述 1.3 风力发电概述 1.4 海洋能、燃料电池发电概述	<p>学习内容： 新能源、可再生能源的概念；光伏、风力发电的基本含义和应用场景；海洋能、潮汐能、燃料电池发电的基本含义和应用场景。</p> <p>预期结果：</p> <p>(1) 识记和复述： 能够阐述新能源概念、与传统能源区别。</p> <p>(2) 解释和举例： 能够说明光伏发电系统中离网、</p>	XNYBHYKZ -1, XNYBHYKZ -2, XNYBHYKZ -3	2	2

	<p>并网发电系统的特点；能够说明变速恒频与恒速恒频风力发电系统的区别。</p> <p>(3) 概念解释：能够说明海洋能、燃料电池发电系统的含义。</p>			
<p>第2章 三相电压源型逆变器的调制</p> <p>2.1 三相电压源型逆变器的正弦脉宽调制(SPWM)</p> <p>2.2 三相电压源型逆变器的空间矢量脉宽调制(SVPWM)</p>	<p>学习内容：三相电压源型并网逆变器的正弦脉宽调制方法、空间矢量调制方法，简要了解其他调制方法。</p> <p>预期结果：</p> <p>(1) 识记和复述：正弦脉宽调制策略的原理和含义；空间矢量调制策略的原理和含义。</p> <p>(2) 原理分析：能够绘制、辨别单极性 SPWM 调制、双极性 SPWM 调制的基本图例。能够绘制三相逆变器在 SPWM 调制下的逆变侧电压波形。</p> <p>(3) 数学计算和参数设计：能够推导、计算 SVPWM 调制方式下的直流电压利用率，能够计算 SVPWM 调制方式下的扇区内矢量分解过程。</p>	<p>XNYBHY KZ -1, XNYBHY KZ -2, XNYBHY KZ -3, XNYBHY KZ -10</p>	6	10
<p>第3章 并网逆变器及其控制</p> <p>3.1 并网逆变器概述</p> <p>3.2 同步坐标系下并网逆变器的数学模型</p> <p>3.3 基于电网电压定向的直接电流控制策略</p> <p>3.4 基于 LCL 滤波的并网逆变器控制</p> <p>3.5 并网逆变器控制中的锁相环技术 安排 1 次课内实验</p>	<p>学习内容：三相电压源型并网逆变器的数学模型；三相并网逆变器交流侧典型运行状态矢量图；三相静止-两相旋转坐标系；基于前馈解耦的并网逆变器电流环控制结构；基于电压矢量定向的并网逆变器双环控制结构；LCL 滤波器的设计；软件锁相环的设计与实现。</p> <p>预期结果：</p> <p>(1) 识记和复述：三相电压源型逆变器并网系统的功率系统结构图、控制系统结构图。</p> <p>(2) 原理分析：能分析并绘制三相并网逆变器交流侧典型运行状态的矢量图；能够分析并解释基于前馈解耦的并网逆变器电流环控制系统结构含</p>	<p>XNYBHY KZ -1, XNYBHY KZ -2, XNYBHY KZ -3, XNYBHY KZ -8, XNYBHY KZ -9, XNYBHY KZ -10</p>	12	18

	<p>义；能够分析并解释基于电压矢量定向的并网逆变器双环控制系统结构图；能够绘制、分析和解释软件锁相环的基本实现原理。</p> <p>(3) 数学计算和参数设计：能够推导三相静止-两相旋转坐标系变换与反变换的系数矩阵方程；能够计算并设计 LCL 滤波器的参数。</p>			
<p>第 4 章 并网光伏发电及逆变器技术</p> <p>4.1 并网光伏发电的体系结构</p> <p>4.2 隔离型、非隔离型光伏逆变器的结构</p> <p>4.3 光伏系统的最大功率点跟踪(MPPT)控制技术</p>	<p>学习内容：从组成形式、电气隔离与否分类而定义的不同光伏并网发电系统结构；光伏系统中的最大功率点跟踪控制技术；</p> <p>预期结果：</p> <p>(1) 识记和复述：能够说明并解释光伏发电体系结构中的集中式、组串式、集散式等不同组成形式结构的特点和区别。能够说明并解释隔离型、非隔离型光伏逆变器的典型系统结构和工作原理。</p> <p>(2) 原理分析：能够绘制、分析扰动观测法实现 MPPT 控制的流程图。</p>	<p>XNYBHY KZ -4, XNYBHY KZ -6, XNYBHY KZ -7, XNYBHY KZ -10</p>	6	12
<p>第 5 章 风力变流器及其控制</p> <p>5.1 风力发电系统概述</p> <p>5.2 双馈型风力发电机及其变流器控制</p> <p>5.3 永磁同步全功率型风力发电机及其变流器控制</p>	<p>学习内容：风力机组的基本类型；永磁同步电机的模型及矢量控制原理；双馈同步电机的模型及矢量控制原理。</p> <p>预期结果：</p> <p>(1) 识记和复述：能够辨别、理解风力发电机的主要机型拓扑结构、以及多风力发电机系统的主要并网结构。能够理解、辨别双馈电机在不同坐标系中的数学模型，能够理解双馈电机模型的推导过程。能够列写出双馈电机的三阶简化数学模型</p> <p>(2) 原理分析：能够绘制、分析背靠背变流器</p>	<p>XNYBHYK Z -5, XNYBHYK Z -6, XNYBHYK Z -7, XNYBHYK Z -10</p>	12	24

	<p>的双馈系统拓扑结构。能够理解、辨别并分析双馈型风力发电系统中双馈电机四种不同运行状态，能够绘制对应的矢量图；能够理解、绘制、并分析基于定子磁场定向的双馈电机矢量控制并网发电系统结构图；能够理解、绘制、并分析永磁同步全功率型风力发电变流器控制结构图。</p> <p>(3) 数学计算和参数设计：能够列写在转子磁链定向的同步旋转 d-q 坐标系中，永磁同步电机的数学模型。</p>			
--	--	--	--	--

4 课堂教学设计和实施载体

本课程教学采用 PowerPoint 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。

课下学习采用布置书面作业、学习线上资源相结合的方式。

课程的理论性较强，且与先修课程《电力电子技术》、《电机学》、《电路》等密不可分。在进行深度理论推导的同时，需要学生具有较好的先修课程理论基础。为了巩固基础知识，课程会在线下自学资源中推送先修课程重要理论知识推导的章节和视频，从而为本课程的学习扫清障碍。

5 课程实验教学

本课程提供 2 课程仿真(8 学时)，3 课程实验（12 学时），其中仿真选做 4 学时，实验选做 4 学时。

5.1 仿真名称和安排

序号	仿真名称	仿真类型	学时	教学安排	课程目标
1	单相并网逆变器的控制	验证型	4	选做、机房或自带电脑	XNYBHYKZ-8
2	永磁同步电机的控制	验证型	4	选做、机房或自带电脑	XNYBHYKZ-8

5.2 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	单相并网逆变器实验	验证型	4	选做、实物系统实验	XNYBHYKZ -9
2	三相并网逆变器实验	验证型	4	选做、实物系统实验	XNYBHYKZ -9
3	永磁同步电机发电系统实验	验证型	4	选做、实物系统实验	XNYBHYKZ -9

5.3 仿真、实验要求和教学组织

5.3.1 仿真部分

仿真 1: 单相并网逆变器的控制 (验证型仿真)	时间安排: 4 学时
<p>实验目的:</p> <ol style="list-style-type: none"> 能够在仿真软件界面中搭建单相并网逆变器的主电路系统; 能够完成搭建并网控制系统模型; 通过仿真验证, 观测并网逆变器系统的工作原理、观测关键点波形, 判断功率流向 	
<p>实践能力目标:</p> <p>仿真软件的使用能力、对仿真中存在的问题进行分析和解决的能力、仿真结果的分析能力。</p>	
<p>实验组织:</p> <p>每组 1 人, 独立完成仿真。</p> <p>提前阅读仿真指导书进行预习, 独立完成仿真模型的搭建, 观察仿真结果, 记录仿真数据、撰写仿真报告。</p>	

仿真 2: 永磁同步电机的控制 (验证型仿真)	时间安排: 4 学时
<p>实验目的:</p> <ol style="list-style-type: none"> 能够在仿真软件界面中搭建永磁同步电机的变频器主电路模型; 能够完成搭建永磁同步电机的控制系统模型; 通过仿真验证, 观测永磁同步电机调速的工作原理、观测关键点波形, 判断电机的运行状态。 	
<p>实践能力目标:</p> <p>仿真软件的使用能力、对仿真中存在的问题进行分析和解决的能力、仿真结果的分析能力。</p>	
<p>实验组织:</p>	

每组 1 人，独立完成仿真。

提前阅读仿真指导书进行预习，独立完成仿真模型的搭建，观察仿真结果，记录仿真数据、撰写仿真报告。

5.3.2 实验部分

实验 1: 单相并网逆变器的控制 (验证型实验)	时间安排: 4 学时
实验目的: 1. 能够完成单相并网实验系统的接线及电路图分析; 2. 能够利用示波器测试关键点波形、判断并网逆变器的工作状态; 3. 能够理解单相并网逆变器实验平台系统控制原理。	
实践能力目标: 硬件实验平台系统、示波器的使用。对实验中存在的实验现象、实验问题进行分析。	
实验组织: 每组 2-3 人, 合作完成实验。 提前阅读实验指导书进行预习, 实验过程中合作完成硬件平台系统的接线, 观察实验结果, 记录实验数据、并对实验过程中存在的问题、测试的结果进行分析, 撰写实验报告。	
实验 2: 三相并网逆变器实验 (验证型实验)	时间安排: 4 学时
实验目的: 1. 能够完成三相并网实验系统的接线及电路图分析; 2. 能够利用示波器测试关键点波形、判断并网逆变器的工作状态; 3. 能够理解三相并网逆变器实验平台系统控制原理。	
实践能力目标: 硬件实验平台系统、示波器的使用。对实验中存在的实验现象、实验问题进行分析。	
实验组织: 每组 2-3 人, 合作完成实验。 提前阅读实验指导书进行预习, 实验过程中合作完成硬件平台系统的接线, 观察实验结果, 记录实验数据、并对实验过程中存在的问题、测试的结果进行分析, 撰写实验报告。	
实验 3: 永磁同步电机发电系统实验 (验证型实验)	时间安排: 4 学时
实验目的: 1. 能够完成永磁同步电机发电系统实验平台的接线及电路图分析; 2. 能够利用示波器测试关键点波形、判断 PMSG 的工作状态;	

3. 能够理解 PMSG 的实验平台系统控制原理。
<p>实践能力目标:</p> <p>硬件实验平台系统、示波器的使用。对实验中存在的实验现象、实验问题进行分析。</p>
<p>实验组织:</p> <p>每组 2-3 人，合作完成实验。</p> <p>提前阅读实验指导书进行预习，实验过程中合作完成硬件平台系统的接线，观察实验结果，记录实验数据、并对实验过程中存在的问题、测试的结果进行分析，撰写实验报告。</p>

5.4 仿真、实验环节的要求

学生需在仿真、实验开始之前进行预习，预习内容应包括相关的概念、原理、定理、设计方法等知识点。

完成仿真、实验后需提交仿真、实验报告，报告需包含仿真及实验目的、要求、仿真及实验获得的数据、分析和结论。

1、仿真及实验过程成绩评价方法

(1) 学生仿真及实验过程中的表现

学生在仿真及实验过程中的认真程度、积极性。

(2) 操作情况

在实验过程是否有操作失误，比如：接线错误，编程错误

学生使用仪器的规范性，是否存在损坏仪器的情况

(3) 仿真、实验结果验收

根据仿真、实验结果的波形和数据正确与否对学生进行验收，若结果正确，进行质疑环节。

(4) 质疑结果

通过一对一地和学生进行交流问答，根据学生的回答正确率，给出适当的评价分数。

3、仿真及实验报告成绩

(1) 报告的规范性

报告格式正确，术语准确、图表符合规范。

(2) 数据和结果

数据、结果以及数据处理正确程度。

(3) 波形说明与分析

波形说明与分析的详细程度与正确程度。

(4) 思考题

思考题的正确程度。

(5) 总结

根据总结反映的学生仿真、实验环节的收获、认真程度进行评价。

5.5 实验教学在能力培养方面的具体措施

本实验隶属电力电子与电气传动实验室，实验室实行全天开放。实验室提供模块化积木式电力电子实训平台、各种实物电路制作的工具平台以及可完成仿真实验的高性能数字计算机，为学生提供各种场景的实验实践条件。

6 课程考核方案和依据

本课程总评成绩由平时成绩和期末考核成绩两部分构成。平时成绩比例 45%（包含平时考勤、作业及实验成绩），期末考试比例 55%。期末考试采用闭卷或者一纸开卷形式，应覆盖 80%以上课程目标。

6.1 课程考核方案

	课程目标	平时作业							出勤	仿真	课程实验	期末考试成绩
		作业 1	作业 2	作业 3	作业 4	作业 5	作业 6	作业 7				
知识目标	XNYBHYKZ-1	10										5
	XNYBHYKZ-2		10									15
	XNYBHYKZ-3			10								20
	XNYBHYKZ-4				20							20
	XNYBHYKZ-5					20						20
能力目标	XNYBHYKZ-6						15					20
	XNYBHYKZ-7							15				
	XNYBHYKZ-8								100			
	XNYBHYKZ-9									100		
	XNYBHYKZ-10								100			
分数合计		100							100	100	100	100
总评占比		10%							5%	15%	15%	55%

6.2 课程各考核项评价依据和标准

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： XNYBHYKZ-1、 XNYBHYKZ-2、 XNYBHYKZ-3、 XNYBHYKZ-4、 XNYBHYKZ-5、 XNYBHYKZ-6、 XNYBHYKZ-7，能够按 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。

考核目标 2：考勤

考核方式：出勤情况统计

考核权重：5%

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： XNYBHYKZ-10。 能够按时出席理论课、 实验课等教学环节。	平时出勤记 录	做到按时 上课，不 存在旷课 的现象。	基本做到 按时上课， 偶有旷课 的现象。	不能够完 全做到按 时上课，存 在一些旷 课的现象。	不能够做 到按时上 课，存在 多次旷课 的现象。

考核目标 3：仿真

考核方式：出勤情况统计

考核权重：15%

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： XNYBHYKZ-8。 能够学习并掌握仿真 软件、搭建仿真模型并 进行分析。	仿真模型的 搭建及质 疑环节	仿真模型 搭建正确、 仿真波形 结果正确、 仿真报告 内容充实 饱满、质 疑环节能 够	仿真模型 搭建基本 正确、仿 真波形结 果基本正 确、仿真 报告内容 正确或 稍有微	仿真模型 搭建存在 微小错 误、仿真 波形结 果存在 微小错 误，仿 真报告 内容稍 有	未完成仿 真模型搭 建及仿真 环节的 结果观 测与分 析、质 疑环节 无法回 答全

		正确的回答全部问题	小错误、质疑环节能够正确的回答大部分问题	瑕疵、质疑环节能够正确的回答少数问题	部问题，未提交实验报告或抄袭。
--	--	-----------	----------------------	--------------------	-----------------

考核项目 4：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：15%

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： XNYBHYKZ-9。 自觉预习实验内容，能够理解实验目的，解释说明实验目的和实验方案的关系；实验过程规范、诚实，爱护实验设备；能够独立完成实验、记录数据；实验结果合理；正确地回答老师的提问；独立提交规范的实验报告；报告中正确绘制曲线或波形，解释实验现象；数据分析方法正确，合乎逻辑；合理回答思考问题，意识到实验结论和实验项目的知识能力目标之间的关系。	课程实验表现和验收质疑情况记录与课程实验报告	按时到课，并且能够按照任务要求和安排自主完成操作；验收通过，正确回答教师质疑；按时、高质量提交报告。报告中体现对实验相关问题的讨论和反思。	按时到课，并且能够按照任务要求和安排顺利完成操作；验收通过，正确回答教师质疑；按时提交报告，完成情况较好。	按时到课，经过帮助能够完成实验操作；基本正确回答教师质疑；提交报告，完成情况一般。	不能按时到课，且大部分实验内容无法完成；不按时提交报告；报告质量差。

考核项目 5：期末考试

考核方式：闭卷考试

考核权重：55%

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
达成本课程设置的 5 个知识目标，1 个能力目标： XNYBHYKZ -1：新能源变换与控制的基本概念和具体应用	在试卷中，对各知识单元的掌握程度全面达到预期学习结	在试卷中，对各知识单元的掌握程度较好达	在试卷中，对各知识单元的掌握程度	在讨论和作业中，对各知识单元的

XNYBHYKZ -2: 光伏发电系统的结构 XNYBHYKZ -3: 风力发电系统的结构 XNYBHYKZ -4: 光伏发电系统的控制策略 XNYBHYKZ -5: 风力发电系统的控制策略 XNYBHYKZ -6: 新能源发电电路及控制系统的分析能力	果, 错误率在 10% 以下。	到预期学习结果, 错误率在 20% 左右。	基本达到预期学习结果, 错误率在 30% 左右。	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“DG7272901-201912”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) 增加了仿真、实验教学部分的说明, 增加了仿真、实验教学环节的考核说明;
- (3) 对课程的考核方式、成绩评定的解释方式做了修订;
- (4) 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

无