

电气与控制工程学院

独立实践课教学大纲

课程名 (COURSE TITLE) : 新能源变换与控制综合实验

课程代码 (COURSE CODE) : 7273011

学 分 (CREDIT VALUE) : 2

开课单位 (DEPARTMENT/UNIT) : 电气工程系

版 本 (VERSION) : DG7273011-202108

课程负责人

(COURSE COORDINATOR) : 周京华 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 课程实践内容及安排.....	6
3.1 课程学时总体安排.....	6
3.2 实践任务内容和学时计划.....	6
4 课程教学设计.....	7
5 课程考核方案和依据.....	8
5.1 课程考核方案.....	8
5.2 课程各考核项评价依据和标准.....	9
6 本次修订说明.....	10
7 需要说明的其它问题.....	10
8 附件列表.....	10

1 课程基本信息

课程名称（中文）	新能源变换与控制综合实验					
课程名称（英文）	A Comprehensive Experiment on New Energy Conversion and Control					
课程计划学时	64		课外学时建议		0	
学时构成	教师讲授	4	实践过程	56	结课验收	4
先修课名称	（7272901）新能源变换与控制、（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、（7320901）嵌入式系统基础 II、（7201001）CPLD 原理及应用、（7329501）新能源发电原理。					
适用专业年级	新能源科学与工程 2019 级及以后年级					
开课单位	电气工程系					
课程简介	<p>本课程开课于第 7 学期，在学生学习了专业基础必修课《新能源变换与控制》并掌握了相关基本理论知识和基本计算方法的基础上，对一个典型新能源变换与控制系统进行调试，使学生进一步深刻理解新能源变换与控制的原理，掌握新能源变换控制电路设计方法，训练学生查找技术文献解决问题的综合能力，提高学生灵活运用所学知识并分析解决实际问题的综合素质。最终以实验现场质疑+实验报告的方式进行考核。考核方式为平时成绩+报告成绩。</p>					
教材和学习资源	<p>基础资料： （1）GWINSTEK PTS-1000 实验平台指导手册- PEK-130 课程实验配套实验台技术资料</p> <p>参考资料： （1）《新能源发电变流技术》张兴主编，机械工业出版社，2018 年，ISBN:9787111600268</p>					
大纲版本号	DG7273011-202108		前一版本号		DG7273011-201912	
大纲修订人	贾鹏宇		修订时间		2021.08	
课程负责人	周京华 贾鹏宇		实验中心审核人		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

能源专业 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 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。

(2) 毕业要求观测点 3-2: 能在设计/开发解决方案中体现出一定的创新意识。

(3) 毕业要求观测点 3-3: 能在社会、健康、安全、法律、文化以及环境等现实因素的约束下，对设计方案的可行性进行评价。

(4) 毕业要求观测点 5-2: 能针对具体新能源工程复杂问题，采用现代工程工具进行模拟与预测。

(5) 毕业要求观测点 9-1: 能理解多学科团队中各角色的作用及其内在联系，理解分工和协作、参与和分享、信任与尊重。

(6) 毕业要求观测点 10-1: 能就复杂新能源工程问题做出口头的清晰表达，并撰写出格式规范的设计报告。

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 7 个课程的知识能力目标（简称：XNYBHYKZZHSY-X），另根据教育部和学校要求，设置了 1 个课程思政目标，不作输出目标考核。

能力目标：

XNYBHYKZZHSY-1: 仿真建模能力

能通过 MATLAB、PSIM 等专业的电力电子仿真软件搭建光伏并网系统仿真模型，逆变环节、滤波器环节、并网控制环节、锁相环环节的设计，并进行仿真验证。

XNYBHYKZZHSY-2: 参数设计能力

能对逆变并网系统中的滤波器环节进行数学建模、参数计算，分析滤波器的频域特性，并确定设计方案。

XNYBHYKZZHSY-3: 创新能力

能根据电力电子课程、新能源变换与控制等先修课程的基础知识，提出减小并网电流谐波的具体措施。

XNYBHYKZZHSY-4: 电路及实验结果的分析能力

通过查阅硬件实验设施中包含的主要元器件所对应的技术资料及文档，能分析硬件实验设备中的主电路、控制电路及驱动电路原理图。

XNYBHYKZZHSY-5: 团队协作能力

综合实验要求学生进行自由组队，三人一组，鼓励学生在本次设计中理解多学科团队中各角色的作用及其内在联系，理解分工和协作、参与和分享、信任与尊重。

XNYBHYKZZHSY-6: 报告撰写能力

能就光伏并网系统实验进行清晰的实验过程文字叙述，能正确回答实验任务书中提出的作业及问题，并撰写出格式规范的设计报告。

XNYBHYKZZHSY-7: 沟通表达能力

能陈述新能源变换与控制综合实验中光伏并网系统的仿真、电路、实验，并对质疑问题进行答辩交流。

思政目标:

XNYBHYKZZHSY-8: 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，通过综合实验培养学生运用先修课程知识进行光伏并网清洁能源系统的设计与仿真、实验验证。从而促使学生循序渐进的完成理论学习和实践验证过程。在实验中使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
3 设计/开发	3-1	0.2	XNYBHYKZZHSY-2: 参数设计能力	100%
	3-2	0.2	XNYBHYKZZHSY-3: 创新能力	100%
	3-3	0.2	XNYBHYKZZHSY-4: 电路及实验结果的分	100%
5 使用现代工具	5-2	0.2	XNYBHYKZZHSY-1: 仿真建模能力	100%
9 个人和团队	9-1	0.2	XNYBHYKZZHSY-5: 团队协作能力	100%
10 沟通	10-1	0.2	XNYBHYKZZHSY-6: 报告撰写能力	50%
			XNYBHYKZZHSY-7: 沟通表达能力	50%

3 课程实践内容及安排

3.1 课程学时总体安排

课程性质: 专业教育独立实践必修课

讲授/实践过程/结课验收:4/56/4

讲授 (学时)	仿真设计 (学时)	原理图分析 (学时)	实验调试 (学时)	验收 (学时)	报告撰写 (学时)	质疑答辩 (学时)
4	30	10	6	2	10	2

3.2 实践任务内容和学时计划

设计内容为一个典型的光伏并网发电系统，主要工作：

- 1) 光伏并网系统主电路拓扑结构的选择与参数计算。
- 2) 运用仿真软件搭建所设计的电路并进行验证。
- 3) 变换系统主电路与控制电路原理图的分析。
- 4) 对光伏并网系统进行实验验证并分析实验中出现的的问题、以及实验结果。
- 5) 撰写实验报告。

具体设计要求见附件 1 设计任务书

实践学时安排建议：

具体实践内容	学时计划	课程目标
1、讲解和布置实践任务（4 学时）	4	XNYBHYKZZH

		SY-8
2、仿真实验（30 学时） 搭建简单的恒压源供电的离网三相逆变器、滤波器、脉冲调制环节并进行开环仿真验证及分析（4 学时） 搭建坐标变换模块进行仿真验证及分析（2 学时） 搭建 d、q 轴电流闭环控制的恒压源供电的三相并网系统（旋转坐标系初始相角给定），并进行闭环仿真验证及分析（4 学时） 搭建恒流源供电的三相并网系统（旋转坐标系初始相角给定），并进行双闭环仿真验证及分析（4 学时） 搭建锁相环模块进行开环仿真验证及分析（4 学时） 搭建包含 MPPT 算法、锁相环模块在内的双环光伏并网系统模型，并进行仿真验证（4 学时） 修改 LC 滤波电路参数并仿真，进行谐波分析（2 学时） 分析变换电路滤波器特性并设计其参数（6 学时）	30	XNYBHYKZZH SY -1、 XNYBHYKZZH SY -2、 XNYBHYKZZH SY -3、 XNYBHYKZZH SY -4
3、原理图分析（10 学时） DSP 控制板及其电路原理图分析（2 学时） 三相并网逆变器实验装置功率电路部分原理图分析（4 学时） 实验装置的辅助供电部分原理图分析（2 学时） 驱动电路部分原理图分析（2 学时）	10	XNYBHYKZZH SY -4
4 实验验证（6 学时） 三相逆变器模块调试及分析（2 学时） 单位功率因数并网实验调试及分析（验证锁相环）（2 学时） 负载切换实验调试及分析（验证双闭环控制）（2 学时）	6	XNYBHYKZZH SY -4、 XNYBHYKZZH SY -5、 XNYBHYKZZH SY -7
5、报告撰写（10 学时） 仿真实验部分（6 学时） 原理图分析部分（2 学时） 实验验证部分（2 学时）	10	XNYBHYKZZH SY -5、 XNYBHYKZZH SY -6
6、成果验收及答辩质疑（4 学时）	4	XNYBHYKZZH SY -5、 XNYBHYKZZH SY -7

4 课程教学设计

课程中理论部分的教学分三部分，包括：基础理论知识讲授、仿真软件应用、实验平台简介。其中，课堂讲授将回顾“新能源变换与控制”理论课程相关的知

识点：包括 MPPT 控制、坐标变换、锁相环、单位功率因数的概念及相应的控制策略。此外，课堂讲授应包括系统层面设计的方法和思路。仿真软件的教学应以实验平台中所运用的功率等级为依托开展，以便于在软件仿真验证、硬件实验平台验证两部分顺利过渡。实验平台的简介将针对实验平台中各部分的接口及功能进行大致说明，并留下部分内容供学生自主学习。

实践过程中，学生按照先后顺序完成仿真验证以及实验验证。通过仿真平台的搭建，对系统的各部分功能加深理解，并对实验平台有深刻认识。通过实验验证，对相关理论知识进行总结和归纳。提升学生的工程应用能力及探索能力。

5 课程考核方案和依据

本课程评分标准为百分制，其中平时成绩占 50%，综合实验报告成绩占 50%。

5.1 课程考核方案

		课程各类考核项											
课程目标		平时				期末（实验报告书）							
		沟通表达	验收、质疑			团队协作	仿真分析	参数设计	约束评价	创新设计	原理图分析	实验分析	格式规范
			仿真设计	原理图	实验调试								
XNYBHYKZZ HSY-1		20				15							
XNYBHYKZZ HSY-2			10				5						
XNYBHYKZZ HSY-3									5				
XNYBHYKZZ HSY-4				10				5		5	10		
XNYBHYKZZ HSY-5					5								
XNYBHYKZZ HSY-6											5		
XNYBHYKZZ HSY-7	5												
分数合计		50				50							
总评占比		50%				50%							

5.2 课程各考核项评价依据和标准

考核项目 1：平时成绩

考核权重：50%

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
<p>达成本课程目标： XNYBHYKZZHSY -1、 XNYBHYKZZHSY -2、 XNYBHYKZZHSY -4、 XNYBHYKZZHSY -5、 XNYBHYKZZHSY -7。</p> <p>能够使用仿真工具对光伏并网系统进行仿真模型搭建、原理验证以及波形分析； 能够分析光伏并网逆变器系统实验装置中的主电路、控制电路和驱动电路的原理图； 能够完成实验设计，独立完成实验、记录数据，实验结果合理，各项技术指标满足要求； 能够进行分工协作、组内沟通协调； 能够正确地回答老师的提问，解释实验现象。</p>	仿真、原理图和实验的验收及质疑	能够按照任务要求很好地完成仿真设计、原理图分析和实验内容；验收通过，熟练地、正确地回答教师质疑。	能够按照任务要求较好地完成仿真设计、原理图分析和实验内容；验收通过，较好地、正确地回答教师质疑。	能够按照任务要求基本完成仿真设计、原理图分析和实验内容；验收基本通过，基本正确地回答教师质疑。	不能够按照任务要求完成仿真设计、原理图分析和实验内容；验收不通过，不能正确地回答教师质疑。

考核项目 2：设计说明书成绩

考核权重：50%

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
<p>达成本课程目标： XNYBHYKZZHSY -1、 XNYBHYKZZHSY -2、 XNYBHYKZZHSY -3、 XNYBHYKZZHSY -4、 XNYBHYKZZHSY -6。</p> <p>能够使用仿真工具对光伏并网系统进行仿真模型搭建、原理验证以及波形分析； 能够分析光伏并网逆</p>	综合实验报告	能够按照任务要求很好地阐述仿真设计、原理图分析和实验内容；提出一定的创新措施；报告格式规范，报告中体现对实验相关问题的讨论和反	能够按照任务要求较好地阐述仿真设计、原理图分析和实验内容；提出一定的创新措施；报告格式规范，报告有一定实验相关问题的讨	能够按照任务要求基本阐述仿真设计、原理图分析和实验内容；报告格式基本规范，报告有少量实验相关问题的讨论和反思。	不能够按照任务要求阐述仿真设计、原理图分析和实验内容；报告格式不规范。

<p>变器系统实验装置中的主电路、控制电路和驱动电路的原理图； 能分析并网仿真、实验系统中的并网电流的谐波含量，并能分析并网系统的功率因数。 能提出减小并网电流谐波的具体措施。 能分析硬件实验设备中的主电路、控制电路及驱动电路原理图。 能够完成实验设计，独立完成实验、记录数据，实验结果合理，各项技术指标满足要求； 报告格式规范，对实验相关问题的讨论和反思。</p>		思。	论和反思。		
---	--	----	-------	--	--

6 本次修订说明

本大纲在原版本“DG7273011-201912”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5）
- (3) 增家条目6 本次修订说明，记录修订改进点

7 需要说明的其它问题

实践地点：电气工程系(博远楼 404 实验室)，学生需在规定期限内完成基本实验要求并上交课程报告，才能质疑答辩。

8 附件列表

- 1) 《新能源变换与控制综合实验》任务书
- 2) 《新能源变换与控制综合实验》实验指导手册
- 3) GWINSTEK PTS-1000 电力电子实验平台相关资料

4) 电气工程系实验室安全管理规定