

面向新型电力系统的“电力电子技术”矩阵式课程设计

钟 诚 王汝田 刘 闯 刘鸿鹏

(东北电力大学 电气工程学院, 吉林 吉林 132012)

摘要: 本文提出面向新型电力系统的电力电子技术课程矩阵式课程设计体系。以电力电子在新型电力系统的典型应用为基础, 衍生出对应课程设计场景。进而以场景中变流器为解耦点, 结合参数或拓扑差异化, 实现团队-小组-个人纵向和不同团队之间横向分解, 形成矩阵式课程设计体系。东北电力大学电气工程学院进行了教学改革实践, 结果表明提该课设体系提高了学生解决工程问题和团队合作能力。

关键词: 课程设计; 电力电子技术; 新型电力系统; 矩阵式

一、引言

为实现国家“双碳”战略目标, 以新能源为主体的新型电力系统在不断快速建设变革中。而电力电子技术是构建新型电力系统的核心技术, 广泛应用于新能源、发电、输电、用电等领域。在新型电力系统快速发展背景下, 《电力电子技术》课程仍存在知识体系更新较慢、缺乏行业热点知识和工程应用背景等缺点, 限制了培养行业急需工程实践创新人才的需求。

在教育部“新工科”建设指导思想下, 东北电力大学电气学院对“电力电子技术”课程设计建设进行教学改革, 提出了从新型电力系统典型电力电子工程应用衍生场景, 矩阵式任务分解的课程设计新模式, 旨在补齐行业前沿知识, 培养学生工程实践和团队合作能力。

二、典型应用场景课设设计

结合卓越工程师的培养计划, 要求重点培养学生工程实践能力、工程设计能力和工程创新能力, 因此在电力电子技术课程设计中需要引入综合性、创新性试验内容, 同时需要实现课程设计的工程前沿性和知识高阶性。

本课程设计选取面向新型电力系统的几种典型电力电子技术应用场景: “光储微电网”“直流输电系统”“不间断电源系统”“相控直流输电”“新能源并网发电”和“直流微网”场景。以光储微电网场景为示例, 如图 1 所示。依据变流器类型或控制方法的不同, 分解成不同课程设计任务。以光储微电网场景为例: 任务 1 设计最大功率点跟踪控制; 任务 2 设计蓄电池储能双向 DC/DC 变换器; 任务 3 设计超级电容储能控制; 任务 4 设计逆变控制。

每个场景的任务点都是“电力电子技术”课程所学基本变换知识的延伸和拓展, 是理论知识与实践之间的纽带, 使同学们理论结合实际, 在实际应用中增强了对基本知识的理解, 提高了实践操作的能力。

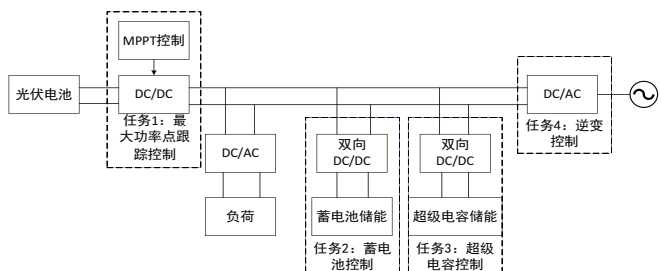


图 1 典型应用场景实例：光储微电网

三、矩阵式任务分解

每个案例场景根据任务分工矩阵进行分组, 如图 2 所示。典型场景由一个团队负责, 团队下面设置 3-4 个小组; 典型场景依据变流器分为 4 个课程设计任务, 由对应的小组负责; 再将每个课设任务分解成 3-4 个子任务, 由小组的成员负责。

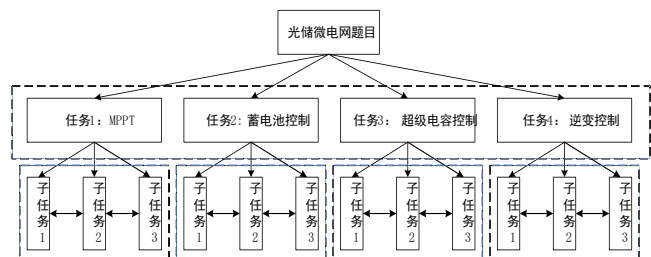


图 2 矩阵式任务分解示意图

需要注意到, 虽然每个同学只负责其中一个子任务, 但是要完成小组课设和团队课设, 需要小组成员之间的相互配合和相互协作。这拓展了学生的知识, 提高了学生合作沟通能力。

东北电力大学电气工程学院学生数量多, 为了避免课设任务书重复, 需要大量的差异化任务书。为此, 我们以典型电力电子场景为基础, 通过拓扑结构差异化, 参数差异化, 控制或调整方法差异化, 来扩展任务书, 生成场景库任务书。

以光储微电网典型场景为例: 可以通过微电网功率容量不同来产生差异, 例如, 50 kW, 250 kW, 1000kw, 等; 可以通过改变变流器拓扑来产生差异, 例如, 光伏变流器可以选择 boost,

buck, buck-boost, cuk, 等不同拓扑;还可以通过控制方法来产生差异,例如光伏逆变器采用扰动观测法,电导增量法,等。

通过上述方法,每个场景生成不同的差异化任务书,来实现不同学生任务书差异化的目标,避免了学生之间的互相抄袭。同时,这些任务书之间还是具有一定相似性,这样可以对比不同组,不同团队之间的完成情况,保障课设成绩的公平性。

通过场景差异化生成课程设计任务书库,通过团队-小组-个人方式实现的任务分解,使得整个“电力电子技术”课程设计呈现矩阵化分解的方式。矩阵化的课程设计具有以下优点。(1)任务书库差异化生成和管理;(2)学生任务之间的联系和区别;(3)学生相互交流和配合;(4)成绩评估时的对比性评价。

四、课程设计具体实施

该课设计执行流程如下描述。第1阶段:任务书准备阶段。课程组对每个典型场景分为若干子任务,再通过场景参数差异化设计任务书库。第2阶段,任务书认领阶段。班长组织,通过超星学习通系统进行任务书发布和学生认领。第3阶段,任务书讲解阶段,通过课堂或者线上课堂的方式,讲解任务书具体内容。第4阶段,学生课设阶段,组织定期指导老师答疑和学生交流讨论;第5阶段,集中答辩,给出答辩成绩。

五、综合性成绩评价

课程设计考核评价环节分成团队评价、小组评价和个人完成度三个部分组成。团队评价和小组评价成绩分别占10%,个人完成度成绩占60%。

团队互评和小组互评都由不同团队成员和小组成员采用线上匿名问卷形式开展,尽量保证互评的客观性。

个人完成度成绩评定包括设计过程成绩和结果验收成绩两部分。其中设计过程成绩包括日常管理以及设计完成情况。结果验收成绩包括设计报告和答辩成绩,根据课程设计报告、仿真模型演示及现场问题回答进行综合评判。

个人完成度成绩按照工程认证要求进行打分,总成绩评定分为优、良、及格、不及格四类。工程认证要求目标如表1所示:

表1 课程目标与毕业要求

课程目标	毕业要求
目标1	能够将电气工程基础知识、核心理论和方法用于电力系统复杂工程问题的理解、设计、推理和验证
目标2	能够对电力系统复杂工程问题进行正确表达和建模,并通过文献分析探究解决方案
目标3	能够了解和初步使用与电力系统规划设计、仿真计算、运行维护、产品开发相关的技术、资源和工具

六、课程改革成效

本次对“电力电子技术”课程设计的教学改革充分提高了学

生的学习积极性以及对课程的参与度,学生对课程的教学评价平均成绩超过97分,提高了学生对课程的满意度。经过课程设计的教学改革后,课程目标的达成度均在95%以上。具体达成度数据如表2所示。

表2 教学班课程设计达成度

成绩组成	课程目标	达成度
平时情况分析	课程目标1	95.9%
	课程目标2	97.7%
结题报告和图纸成绩	课程目标1	95.8%
	课程目标2	98.7%
	课程目标3	98.4%
验收和答辩成绩	课程目标1	95.1%
	课程目标2	96.7%
	课程目标3	96.1%

本次课程设计中引入了行业应用,使学生更真实地贴近实际应用,为学生毕业后从事本专业领域的工作打下必要的理论知识和实际应用知识的基础;同时将电力仿真软件引入到课程设计中,将所设计的方案能够通过仿真搭建实现,加强了对所学理论的理解,也为学生今后从事工程设计和科学研究打下良好的基础。

七、总结

典型场景矩阵式分解式电力电子技术程设计是教学改革中一次有创新的尝试。它以未来新型电力系统为支点,选取电力电子典型应用场景,采用矩阵式分解成若干子任务,确定完善课程设计考核评分机制,综合培养学生自学、工程实践和团队合作能力。本次对“电力电子技术”课程设计教学改革提高了学生的学习积极性,学生对教学评价平均成绩超过97分,课程目标达成度在95%以上。

参考文献:

- [1] 王鹏,王文涛,辛力.新型电力系统内涵特征及发展方向[J].中国基础科学,2023,25(03):23-28+35.
- [2] 朱婷婷,张慧娥.面向新型电力系统的电气工程与智能控制人才培养改革探讨[J].中国教育技术装备,2023(21):161-165.
- [3] 高安芹.“电力电子技术及应用”课程教学模式的探索与实践[J].中国电力教育,2014(36):106-108.
- [4] 张雪君.应用型人才培养模式下“电力电子技术”教学改革与实践[J].中国电力教育,2014(35):88-89.
- [5] 许胜,李彦林,曹健.面向新工科的“电力电子技术”课程综合设计[J].电气电子教学学报,2019,41(02):155-158.