**基金项目**：中南大学研究生教育教学改革研究项目（512190110）

面向留学生的可再生能源与智能电网控制技术课程教学探讨

黎燕

中南大学 自动化学院，湖南 长沙 410083

摘要：本文以可再生能源与智能电网控制技术课程为例，以实际工程应用与理论知识相结合的案例为切入点，研究面向留学生的案例导向研讨式教学模式。详细介绍了案例导向研讨式教学法的教学讲义及案例库的建设、教学方法和评价方法。案例导向研讨式教学法在留学生培养中具有很好的教学效果，在提升留学生对该课程的学习兴趣的同时，培养了留学生独立分析、解决实际工程问题的能力和创新能力。

关键词：留学生；案例导向；研讨式教学

DOI:

中图分类号：G642.4 文献标识码: A 文章编号：

0 引言

近几十年来，可再生能源发电技术得到了广泛的发展与应用[1-5]。可再生能源与智能电网已成为电气工程专业的重要教学内容，国外内一些电力专业的院校开设了与可再生能源与智能电网有关的专业课程。

案例教学法是一种源自美国哈佛大学的具有很强实践性和启发性的教学方法，自1870 年创立以来受到教育界的广泛关注[6-8]。文献[9]提出案例驱动教学方式，主讲教师将某个章节对应的知识内容，以某个具体案例的形式进行讲解，并在讲解后进行实践教学。文献[10] 以提升专业学位硕士研究生工程实践能力为研究对象，以新能源发电与控制方向相关课程为例，以案例教学为切入点，通过几个案例的相互联系贯穿课程知识体系，将实际问题与理论知识相结合以案例的方式呈现。西班牙巴利亚多利德大学的学者研究了项目导向式的电力电子技术教学方法，以电源设计与光伏发电为项目，培养学生项目规划、小组管理、文件撰写和PPT演示等方面的能力，取得了较好的教学效果[11]。澳大利亚斯威本科技大学的Nasser Hosseinzadeh等学者在电力系统建模和分析教学中，以昆士兰州的实际电力系统为项目，运用项目导向式教学法培养学生的专业知识掌握能力和实践技能[12]。丹麦科技大学的学者提出了面向开关电源设计的项目导向式教学方法，让学生从拓扑结构筛选、元器件选型设计、滤波器设计和闭环控制器设计的学习入手，掌握电力电子相关课程的理论知识，增强了学生的学习和实践能力[13]。

《可再生能源与智能电网控制技术》是一门应用性和实践性很强的专业课程，可为从事可再生能源发电、电力电子、电源技术、智能控制等方向的科研人员提供解决问题的思路和方向，这对培养电气工程相关专业的创新人才至关重要。因此，《可再生能源与智能电网控制技术》作为国际研究生教学中重要的专业课程，不仅是帮助国际研究生掌握可再生能源与智能电网控制技术课程基本概念和原理的关键环节，也是电气工程等相关专业培养学生解决复杂工程问题能力、协同创新能力所不可或缺的组成部分。为此，本文拟围绕《可再生能源与智能电网控制技术》课程展开教学改革研究，研究基于案例导向研讨式的课程教学模式，设置合理有效的《可再生能源与智能电网控制技术》课程考核方式，完成面向创新型人才培养的电气工程教学体系建设，将留学研究生培养为具有自主学习、实践能力、创新思维、团队精神的综合型人才。

1 教学讲义及案例

《可再生能源与智能电网控制技术》课程的教学内容主要包括新能源和可再生能源的国内外最新研究进展、基本概念、基本原理、主要设备、控制技术、应用案例等，是一门覆盖可再生能源发电技术、电力电子技术、智能电网技术及其控制技术等交叉学科知识的课程，全英文授课。目前国内外没有一本能覆盖上述交叉学科知识的英文教材。因此需要将国外的多本英文教材中相关的内容结合，形成本课程的教学讲义。例如，《Hybrid Renewable Energy Systems in Microgrids》介绍了混合可再生能源构成微电网系统[14]，对各个微源的控制及总体控制策略进行了详细介绍，本课程采用了该书中微电网系统的控制策略及控制方法的研究。

建立案例库，案例库的建立源于科学研究和实际工程应用。案例的选取应满足硕士留学生的教学需求和实践能力的培养，应具有先进性，创新性，代表性。例如，《Microgrid Technology and Engineering Application》该书给出了位于河南的一个微电网项目案例[15]，该案例具体介绍了微电网的选址、混合微源、协同控制策略、监测系统等的设计与实现。本课程将该项目案例并入到案例库。除了国内的案例，在其他的英文教材中介绍的丹麦、德国、瑞典、美国、加拿大、印度等国的微电网及智能电网的应用，也并入到本课程的案例库。本课程同时结合IEEE、Elsevier等国外数据库中的相关英文学术论文研究内容及应用，作为教学案例。

2 教学方法

摒弃传统灌输式的单向教学模式，采用灵活可控的案例导向式研讨互动式教学方法，活跃课堂氛围，加强授课内容针对性，突出重点知识。课堂研讨环节是互动式教学的关键阶段。随着课堂教学的深入，利用具有代表性、典型性和启发性的案例，留学研究生进行案例的研究探讨，教师将教学内容融入具体案例，有针对性地引导学生参与思考、分析和讨论，在内容与方法上提供建设性指导。

通过案例，使留学生通过协作研究、信息搜索、方案设计、仿真分析、PPT展示、研究报告撰写等方式理解并掌握本课程相关的理论知识、分析方法和系统设计方法、实现方法，掌握可再生能源发电的微电网系统构成和控制技术的基本原理，探讨如何灵活高效地将各个微电网系统并入智能电网等；进行文献检索、归纳总结与分析，提出问题解决方案。使留学生能够进行系统级设计，从而培养留学生分析和解决实际工程问题的能力。在研究过程中遇到难题可以采用小组讨论解决，也可以将问题带到课堂讨论环节中进行。

在研讨式案例教学中，用案例给留学生思考和批判的空间，替代传统的正确答案；通过信息搜索和评估替代知识的简单获取；从真实问题出发替代理想的模拟环境；因此研讨式案例教学可以激发留学生的学习兴趣、提高教学效果，起到事半功倍的作用。

3教学场景

在留学生的课程教学中存在一些问题。首先是交流的问题。由于自动化学院留学生大部分来自巴基斯坦、肯尼亚、缅甸、尼泊尔等非英语母语国家，带有严重的各国特色口音，给师生交流带来了巨大的障碍。因此需要教师多与他们沟通交流，无论是课上还是课下，多找机会交流，搞清楚他们讲话的特点；讲课的时候教师适当放慢语速，并从多角度来解释同一个问题，实现无障碍交流。

其次并非所有留学生的专业都是电气工程，非电气工程专业的留学生对可再生能源与智能电网相关的理论掌握不好甚至空白，即使是电气工程专业的留学生，专业基础也比较差。因此需要在课前给他们发送相关学习材料，预习好相关知识。课上遇到不明白的问题，让他们指出授课PPT中那些没懂的知识点，然后教师有针对性地进行讲解。

然后是案例选择的问题，分为两种方式进行，即可以由教师提供案例，也可以是留学生根据自己国家已有可再生能源应用项目作为案例。确定案例后，留学生在课后进行资料收集，并对案例的设计思想、结构、实现、存在的问题进行分析研究。课堂上，讨论以学生为主，教师根据学生的讨论进展，通过提问的方式引导讨论的方向，同时记录每个问题和学生们发言的主要论点。为了提高学生对案例研讨的重视程度，将此环节作为平时成绩打分依据之一。

4 考核方式

打破传统单一的标准化评价的不足，引入综合学习评价。即综合学习评价应该以全面的多元化考评为基础，应包含学习过程中的各部分考评。在课程学习过程中，对留学生的考勤、课堂互动、课后作业、仿真研究、PPT展示、研究报告等方面的考评，每一种考评给予一定的权重，形成留学生的学习和工程能力进行综合评价。

结合综合学习评价与结课研究论文的方式，使最终的课程成绩能够更加客观反映留学生真实学习水平，同时也能够促进其改进学习方法或习惯。综合学习评价不仅注重留学生学习结果，更关注留学生学习过程。促进留学生的学习和发展，激发留学生的创造性，让留学生有信心面对真实的工程环境，使其全面了解自我，注重培养留学生团队协作意识及全球化思维。

4 结语

《可再生能源与智能电网控制技术》是电气工程专业国际研究生的专业课。通过本课程建设，融合多种可再生能源发电技术、电力电子技术及控制技术应用到智能电网系统中，并结合多个可再生能源智能电网工程应用案例，通过研讨式教学，使留学生掌握并具有多种可再生能源的智能电网系统设计、分析和仿真的能力。

本课程建设利用国内外可再生能源及智能电网的教材和论文的优化结合而成的教学材料进行研讨式课堂教学，逐步创建案例库，将基本知识点融入案例，构建基于工程应用导向式的电气工程专业国际留学生的课程，为培养具有自主学习、实践能力、创新思维、团队精神的综合型国际人才提供支持。

作者简介：黎燕，1976年8月，女，汉族，广西玉林人，副教授，博士。研究方向为电力电子技术，可再生能源发电技术等

参考文献

[1] 李文升．分布式资源与电网相互作用的机理及其协同调度技术的研究[D]．济南：山东大学2012.

[2] 汪海瑛．含大规模可再生能源的电力系统可靠性问题研究[D]．武汉：华中科技大学2012.

[3] 赵晶晶，李东东．“新能源与电力系统”研究生课程建设探析[J]．北京：中国电力教育．2014(14)：77-78.

[4] 蔚芳，赵晶晶，“新能源与电力系统”研究生课程探索与实践[J]．电气电子教学学报，2017，39(1):52-56.

[5]马剑龙,孟克其劳,任永峰等. 新能源科学与工程学科硕士研究生教育课程体系改革方法探索[J]. 科学与信息化,2019,9：115-116。

[6] 邱选兵，齐美山，魏计林，等.案例教学法在工程类创新型研究生实践教学中的应用研究[J].大学教学，2014（12）：135-137.

[7] 张梁，孙长山，孙晓璐，等. 案例教学法在研究生创新能力培养中的应用[J].产业与科技论坛，2015，14（22）：151-152.

[8] 樊军，陈启飞，梁进军，等.研究生专业课“个性化”案例教学尝试[J].江苏社会科学，2009（S1）：156-159.

[9] 孟庆华，何海斌. 专业学位硕士研究生-新能源汽车技术-课程教学改革研究[J]．工业和信息化教育,2021,9:44-48.

[10] 陈艳,郑永,杨佳 等。案例教学法在专业学位硕士课程中的应用探索[J]．高等教育，2021，9：69-70.

[11]Martinez F, Herrero L C, Pablo S D. Project-Based Learning and Rubrics in the Teaching of Power Supplies and Photovoltaic Electricity[J]. IEEE Transactions on Education, 2011, 54(1):87-96.

[12]Hosseinzadeh N, Hesamzadeh M R. Application of Project-Based Learning (PBL) to the Teaching of Electrical Power Systems Engineering[J]. IEEE Transactions on Education, 2012, 55(4):495-501.

[13]Zhang Z, Hansen C T, Andersen M A E. Teaching Power Electronics with a Design-Oriented, Project-Based Learning Method at the Technical University of Denmark[J]. IEEE Transactions on Education, 2016, 59(1):32-38.

[14]Ahmed Al-Durra, M Saad Bin Arif, Ujjwal Datta, et al. Hybrid Renewable Energy Systems in Microgrids[M]. Published by Elsevier Inc. 2018.

[15]Guo Zhizhong. Microgrid Technology and Engineering Application[M]. Published by Elsevier Inc. 2016.