新工科背景下电力系统保护与控制课程教学改革

孙妙平

（中南大学自动化学院，湖南长沙，410083）

摘要：《电力系统保护和控制》是电气工程及其自动化专业的专业核心课程，基于新工科背景，在分析课程现状基础上，从课程思政建设、教学手段和方法改进、考核评价方式制定以及校企联合培养等方面进行改革创新，以提升学生的学习兴趣，培养学生专业知识融合、理论联系实践、分析问题、解决问题和创新的能力，并在传授专业知识的同时，实现对学生的价值引领。

关键词：电力系统保护与控制；教学改革；能力培养

中图分类号：G642 文献标识符：A

基金项目：2022年省级教改项目“新工科背景下电力系统保护与控制课程教学改革与实践”（HNJG-2022-0470）

作者简介：孙妙平（1978-），女，湖南益阳人，博士，副教授，硕士生导师，主要从事分布式优化与博弈和电力系统保护与控制研究。

1. 绪论

《电力系统保护与控制》是电气工程及其自动化专业的专业核心课，是一门理论性和实践性都很强的专业课。通过本课程的学习，使学生了解和掌握电力系统保护与控制的基本作用、基本概念、基本原理、基本构成、实现技术和工程应用等，为学生从事电力系统保护、安全运行以及电力工程设计和科研工作打下基础。

1. 存在的问题

新工科的内涵是以立德树人为引领，以应对变化、塑造未来为建设理念，以继承与创新、交叉与融合、协调与共享为主要途径，培养多元化、创新型卓越工程人才。以推进新工程建设与发展为目标，发现我校的《电力系统保护与控制》课程存在以下一些问题。

教学内容繁杂，既包含故障分析与短路计算，也包含硬件结构、数字算法和软件实现，还有正常运行与事故下的自动控制与装置等；与其他如《单片机原理与应用》、《电气工程基础》和《电力系统分析》等课程有交叉和重复。

以教师讲授为中心的传统授课模式相对落后，教学主体单一，学生被动接受课程内容，学习积极性不高，授课课件内容大多以文字和推导公式为主，直观性较差。

本课程偏向工科实践，实践、实验环节的训练能使学生更好地理解和掌握理论知识，但由于实验条件有限和实验安全问题，教学过程中不太重视实践能力的培养。

课程思政与思政课程要同向同行，如何在知识传授过程中融入课程思政是专业课必须思考的问题，但目前该环节较为薄弱，因此必须在《电力系统保护与控制》的授课过程中，润物细无声式融入思政育人点，引导学生树立正确的价值观、人生观和世界观。

此外，作业+考勤+期末考试的考核方式也不够完善，重结果，不能对整个学习过程中的学习状态和效果的进行全方位的评价，还会导致自主性差，不利于学生能力的培养。

因此，为了促进新工科发展和建设，需对目前存在的问题进行深入剖析，采取有效举措，从内容、方法、实践和考核各环节进行改革创新。

3、改革举措

3.1 开展全方位思政建设，落实立德树人

习总书记强调把思想政治工作贯穿于教育教学全过程，实现全程育人，全方位育人。因此，不断提升自身的“课程思政”意识、素养和能力，在理论和实验环节深入挖掘本课程蕴含的思政元素，探讨专业知识点与中国电力企业文化和社会主义核心价值观等思政育人点的有机融合，将价值观的培育和塑造基因式植入课程，将知识传授与价值引领相结合，寓道于教，寓德于教，寓教于乐，在向学生传授专业知识的同时，培养学生的爱国情怀、伦理意识、责任担当和工匠精神，把立德树人落到实处。

主要包括：介绍贺家李、杨奇逊、沈国荣等前辈的成长成才经历和尖端成果和我国电力工业的发展历程及社会基础领域发展的变迁过程和伟大成就，建立学生的专业自信和民族自信，提高学生的民族自豪感和从事专业科学研究的兴趣；分析和理解继电保护的“四性”，引入马克思注意矛盾统一的唯物主义辩证观，强化学生的科学价值观和辩证唯物思想；结合历史上一些大停电事件，让学生对电网安全有全面深刻的认识，再对一些人为因素进行分析，培养学生的工匠精神；通过播放电力安全事故，讲解实验课的安全注意事项和分析影响实验数据准确性的因素等，进一步培养学生的安全意识，一丝不苟、科学严谨的科研态度和实事求是、打破砂锅问到底的科学精神；通过对电网安全三道防线的了解和自动装置原理的动作情况和动作顺序的分析，培养学生的独立探索和合作精神，提高学生分析问题、解决问题的能力。

3.2 采用多样化教学手段，提高教学效果

除了常规的PPT授课外，在教学过程中还应注重传递知识的多样性、学生实践能力和创新能力的培养，我们做了以下几点改革。

《电力系统保护与控制》课程涉及大量的概念介绍、保护原理分析和控制过程分解，具有学习难度大，抽象且实践性强的特点，特别是我校先修课程《电力系统分析》同步授课，使得学生对一些电气现象的结论难以理解。为了加强学生对原理的理解，提升学习兴趣，指导学生对一些知识点基于Matlab做了图形用户界面设计，不仅加深了基础课程《系统仿真技术》在电力系统中的应用，还直观深刻的展示电力系统运行，更有助于培养学生的创新探索能力，收到事半功倍的效果。

本课程内容多，既要精选经典教学内容，又要反映电力系统保护与控制原理和技术的最新成果和发现，还与《单片机原理与应用》、《电气工程基础》和《电力系统分析》等有交叉和重复，为了保证课程内容的完整性，又不重复讲授，在课程群里发布带标注的课件供复习或回顾，并布置一些课程融合的探究项目，如：准同期并列模拟装置的设计，数字式电流保护装置的设计，励磁系统稳定器的仿真与分析，电力经济调度算法设计与仿真等，要求学生分组完成，期末再验收并纳入平时成绩考核。这样，既能深入掌握相关前言知识或技术，培养学生查阅资料和知识融合运用能力，创新实践能力和解决工程问题的能力，还能提升专业自信，提高学习兴趣。

对比式教学法贯穿于全课程，如：讨论电力系统频率及有功功率的自动调节时，与无功及电压控制进行对比; 学习发电机保护时，与电力变压器保护的学习方法对比；讲解三段式距离保护的整定时，与三段式电流保护的整定方法进行对比等。通过对比教学，找出他们之间的共性和个性，联系与区别，增强学生对知识点的理解和巩固。

此外，在讲解继电保护章节时，让学生围绕保护原理，即如何甄别区内区外故障和正常运行状态，接线形式，即互感器和继电器如何连接，参数整定和灵敏度校验，即保护的“四性”，保护的实现，即保护装置的介绍，保护在使用过程中可能遇到的问题及解决措施五个方面开展，这样学习思路清晰，学习效率更高。另外，由于本课程实践性很强，因此，在教学过程中，将课程知识点与实践联系起来，以图片形式展示工程实物，帮助学生更加生动形象的了解理论知识，更好地培养学生理论联系实践的能力。

3.3 利用校外联合培养基地，加强校企合作

中南大学自动化学院历来重视校企联合人才培养，积极加强校企联合育人，通过多年探索与实践，在电气专业形成了涵盖发电、输电、变电、配电、用电以及电气设备生产制造等各环节的完成实训链。

随着电子技术、计算机技术、网络通信技术和智能电网技术的快速发展，电力系统的保护与运行控制技术正在突破传统的技术框架和分工模式想着相互融合与一体化发展，利用国网湖南省电力公司星沙培训分中心开展生产实习时，让学生进一步了解正在使用的电力系统保护与控制装置和设备，包括对全网系统实时监控和必要干预的调度自动化系统，快速切除系统任何部位发生故障的继电保护系统，严重故障切除后能维持系统安全稳定运行的区域安全稳定控制系统，系统稳定性遭受破坏时避免长时间大面积停电实施紧急控制的就地稳控系统等，通过在110kV东升变电站的实操实训、讲解培训，沙坪与鼎功两座500kV变电站的参观学习，让学生学以致用，增强动手操作能力，提高他们的工程实践能力和创新能力，提升多主体协同育人效果。

3.4 采用多元化考核方式，注重能力评价

教学改革中，考核与评价方式应全面准确，考核不仅要关注学生的理论知识水平，更要对学生的创新能力和问题分析能力进行考核，因此，在新版培养大纲修订中，加强实践、项目环节和互动环节的考核，采用多元化方法检测学习效果，主要为：期末考试占总成绩的60%，但增加结合工程案例的综合分析题，从理论应用角度更好的考核学生的综合分析能力；平时成绩占总成绩的40%，除了平时作业，考勤和实验以及实验报告外，增加课堂教学互动和项目完成度的考核，分别为：考勤和互动占10%，主要考核出勤率、课堂活跃度、课堂内容的质疑、答问准确性和思维导图；作业占10%，主要考核作业是否按期提交、作业完成度、知识点的理解和掌握度、结果的正确性；探究式项目占10%，主要考核任务难度、完成度、答辩效果和报告质量；实验及分析占10%，主要考核对实验内容的理解与运用能力和采用现代工具和科学方法进行研究的能力以及实验报告中对实验结果的分析。

4、结语

着眼于提升学生的学习兴趣，培养学生的专业知识融合、理论联系实践、分析问题、解决问题和创新能力，实现对学生的价值引领，本文深入剖析《电力系统保护与控制》课程的现有问题，从课程思政建设、教学手段和方法改进、考核评价方式制定和加强校企合作四个方面进行改革创新，教学实践和探索表明取得了较好的教学效果。今后还要在制作优秀课件，开展线上线下相结合的教学方式，加强实践教学等方面下功夫，力求取得更好的教学效果。

参考文献：

[1] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017(3):1-6.

[2] 张涛,扎西顿珠,朱瑞金,唐波. 新工科背景下的电力系统继电保护课程建设与改革[J]. 黑龙江科学, 2019,10(1):22-24.

[3] 王洪坤,羊琴霞,聂晶,张宏,杨旭海. “电力系统继电保护原理”课程思政教学改革与实践[J]. 课程教学, 2022(5):70-72.

[4] 叶勇，康亮. 新时代高职院校工科专业课程思政教育探索[M].成都：西南交通大学出版社，2019.

[4] 翁国庆,戚军,梁盛辉,黄飞腾. 多相融合探究式课堂教学改革——以“电力系统自动化”课程为例[J]. 高教学刊, 2020(5):136-138.

[5] 周建新. 电力系统保护与控制基础[M]. 北京：中国电力出版社,2014.

 [7] 李彩娟,王峰. 基于虚拟仿真和实体操作相结合的电力系统自动化综合实习教学改革[J]. 电子元器件与信息技术, 2021,5(6):101-102+108.

[8] 高鹏. 电力系统继电保护课程教学改革探讨[J]. 广西广播电视大学学报, 2022,33(6):82-85.

**The Exploration of Teaching Reform in the Course of Power System Protection and Control under the Background of New Engineering**

SUN Miao-ping

School of Automation, Central South University, Changsha, Hunan, 410083, China

Abstract: “Power System Protection and Control" is a professional core course for the majors of electrical engineering and automation. Based on the background of new engineering and the analysis of the current situation of the course, reform and innovation are carried out from the construction of course thinking, improvement of teaching means and methods, the development of assessment and evaluation methods, as well as collaboration cultivation between universities and enterprises, in order to enhance students' interest in learning, cultivate students' professional knowledge integration, theory integration with practice, analyzing problem, problem-solving, and innovation abilities, and achieve value guidance for students while imparting professional knowledge.

Key words: power system protection and control; teaching reform; competence development