

《电力系统暂态分析》线上线下混合教学模式探索与实践

张 威¹, 王丛佼¹, 迟长春¹, 孙 兵²

¹上海电机学院, 上海

²上海海事大学, 上海

收稿日期: 2021年10月27日; 录用日期: 2021年12月2日; 发布日期: 2021年12月9日

摘 要

针对“电力系统暂态分析”课程教学中存在的问题, 理论教学在加强对课程基本内容掌握的基础上, 明确以“学”为中心的教学理念, 并采用“线上线下”混合教学模式, 借助智慧树教学平台, 将各种不同的教学方式恰当地组合起来, 形成教学方式与教学平台之间相互补充, 扬长避短。教学过程中, 将以问题为导向以案例为驱动贯穿于“电力系统暂态分析”课程教学实践, 充分激发学生学习兴趣、提升课程教学质量, 培养学生工程创新能力与实践能力等综合素质。

关键词

电力系统暂态分析, 线上线下, 混合教学法, 过程考核

Exploration and Practice on Online and Offline Blended Teaching Mode in Power System Transient Analysis

Wei Zhang¹, Congjiao Wang¹, Changchun Chi¹, Bing Sun²

¹Shanghai Dianji University, Shanghai

²Shanghai Maritime University, Shanghai

Received: Oct. 27th, 2021; accepted: Dec. 2nd, 2021; published: Dec. 9th, 2021

Abstract

In order to solve the existing teaching problem in power system transient analysis course, and on

the basis of strengthening the mastery of the basic contents of the course, this paper clarifies the learning-centered teaching concept, adopts the online and offline blended teaching mode based on the Zhihuishu teaching platform, and combines various teaching method to foster the strong points and circumvent the weak points in the online or offline teaching method. In the practical teaching process, the problem-oriented and case-driven teaching idea runs through the whole experimental teaching process of Transient Analysis of Power System course. That teaching method can fully stimulate students' interest in course learning, improve the teaching quality of the course, and cultivate students' comprehensive qualities such as engineering innovation ability and practical ability.

Keywords

Power System Transient Analysis, Online and Offline, Blended Teaching Mode, Process Assessment

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 课程情况介绍

电力系统暂态分析是上海电机学院电气工程及其自动化专业，面向电力系统及其自动化专业方向大四学生的一门专业选修课。其教学目的：一方面让学生掌握电力系统故障分析的基本知识、同步发电机突然三相短路分析、电力系统的短路计算以及电力系统机电暂态过程等知识内容；另一方面要求学生具备一定的专业能力，尤其是解决复杂工程问题的综合能力，培养学生适合社会发展的复合能力，如沟通合作、团队管理等能力[1]。教师在授课的过程中，明确以“学”为中心的教学理念，并采用“线上线下”混合教学模式，借助智慧树教学平台，将各种不同的教学方式恰当地组合起来，形成教学方式与教学平台之间相互补充，扬长避短。教学过程中，将以问题为导向以案例为驱动贯穿于“电力系统暂态分析”课程教学实践，充分激发学生学习兴趣、提升课程教学质量，培养学生工程创新能力与实践能力等综合素质。

线上线下相混合教学是近年来广泛使用的新型教学模式[2]，其教育理念是教育思想、教学观念的转变与提升[3]，同时也是一流本科课程建设的重要着力点[4]。上海电机学院电气工程及其自动化专业是上海市一流本科专业建设点，目前本人所在教学团队致力于将该专业发展为国家一流本科专业，线上线下相混合教学方式，符合当前专业发展需求。线上课堂教学中，学生在课前可以反复观看教学视频并带着问题进课堂，可以提高学生的参与感、主动性以及学生课程学习的兴趣[5]。线下课程授课以教师为主，授课教师以问题为导向，采用案例驱动模式，对重要知识点和难点进行案例讲解与分析，既能发挥教师主导的作用，又能体现学生课堂上的主体地位。

2. 线上线下混合式教学方案设计

2.1. 学时安排

我们对人才培养方案中规定的课时作了适当调整，由线下课堂 32 课时调整为线上 10 课时 + 线下 22 课时。其中，线上课程强调以“学”为中心教学理念、以任务驱动、问题导向为主要教学方法，使学生利用智慧树平台上的线上资源进行自主学习，充分调动学生学习的积极性与主动性；线下课堂教学以

问题为导向,充分发挥学生的学习主体地位,以教师为主导,讲授知识点的重点与难点,形成线上线下教学内容的融合,教学方法的互补。

2.2. 教学资源及教学平台的准备

线上资源是开展混合式教学的前提。在2021年秋季学期开展的线上线下混合式教学实践中,引用智慧树国家精品在线开放课程,为学生线上自主学习提供教学资源,在授课过程中根据章节知识点自主编写的学习任务、随堂测试题、讨论话题、建设线上测试题库以及课后作业,引导学生有计划、有目标地自主学习、检验学习效果及激发学生学习的积极性与主动性。

2.3. 考核方式

线上线下混合教学法强调过程监督,课程学习成绩的评定采用过程考核与期末考核相结合的方式进行综合评价。其中:

1) 平时测验

线上课程主要包括:网络视频学习40%,话题讨论30%,随堂习题20%,随机点名10%;线下课程主要包括:课堂分组讨论50%,课后作业30%,出勤20%。

2) 考勤作业

课堂考勤100分,无故缺勤6分/次,事假迟到早退2分/次;作业100分,根据每次作业得分计算平均分,抄作业(被炒或抄袭),则本次作业得分为50分。

3) 期末考试

笔试(闭卷),分值100分,按各章知识点要求,突出重点,兼顾一般内容。重点考核知识的活用及其分析和解决问题的能力。

4) 课程成绩综合评定

课程成绩 = 平时成绩 × 50% (平时测试20% + 考勤作业20% + 课堂讨论10%) + 期末考试成绩 × 50%。

3. 线上线下相混合教学实践, 线下课堂教学实例

3.1. 教学内容

本堂课教学内容包括:

1) 以学生为主体,以问题为导向,就线上教学环节所布置的讨论问题,采用分组讨论的形式,充分发挥学生的主观能动性,考察学生通过线上视频学习对简单电力系统静态稳定性掌握情况。

线上教学环节所设置的问题: a) 简单电力系统是一个什么样的系统? 图1(a)和图1(b)所示的电力系统示意图,哪一个表示简单电力系统? 他们各自就有哪些特点? b) 简单电力系统的静态稳定判据: 运行点处功角特性的斜率,即整步功率系数 $S_{E_q} = dP_E/d\delta > 0$, 还是 $S_{E_q} = dP_E/d\delta < 0$, 表征该简单电力系统是静态稳定? 如图2所示的简单电力系统功角特性,系统运行在a点和b点的静态稳定性? a点和b点是否是静态稳定运行点。c) 小干扰方法分析简单系统静态稳定时,如图3所示的特征值 $\lambda_i = a_i \pm j\omega_i$ 与简单电力系统稳定性的关系是什么? 特征值A、B和C哪一个表明该简单电力系统是静态稳定的? 这三个特征值所对应如图4所示的小扰动曲线分别是什么? 并分析该系统的稳定性。

2) 以教师为主体,讲授知识点的重点和难点——简单系统中发电机为隐极机时的静态稳定性分析过程。

为分析如图1(b)所示简单电力系统中发电机为隐极机的静态稳定性,根据同步发电机的转子运动方程和电磁功率方程,分别如公式(1)和公式(2)所示,分析该简单电力系统在运行点a和运行点b的稳定性,其分析过程分别如图5(a)和图5(b)所示。

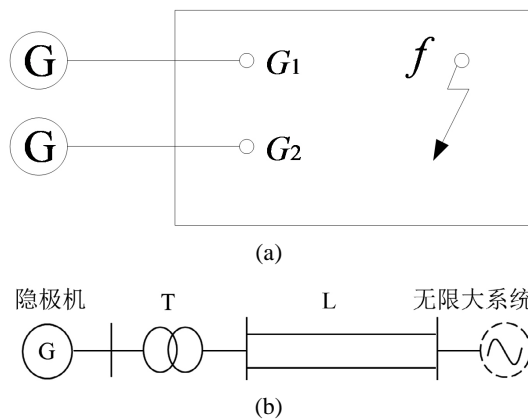


Figure 1. Diagram of a simple power system
图 1. 简单电力系统示意图

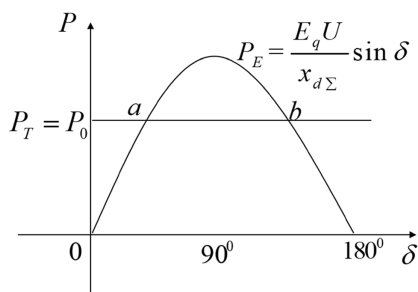


Figure 2. Power angle characteristics of simple power system
图 2. 简单电力系统的功角特性

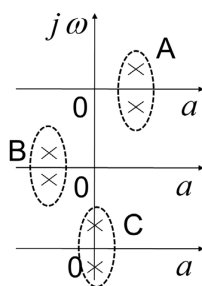


Figure 3. Characteristic root
图 3. 特征根

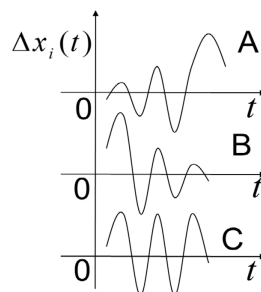


Figure 4. The parameter changes under small disturbance
图 4. 小扰动变化曲线

$$\begin{cases} \frac{d\delta}{dt} = (\omega - 1)\omega_0 \\ \frac{d\omega}{dt} = \frac{1}{T_J}(P_T - P_E) \end{cases} \quad (1)$$

其中， δ 为功角， ω 为角速度， $\omega_0 = 2\pi f_N$ 为额定角速度， P_T 为机械功率， P_E 为电磁功率， T_J 为惯性时间常数。

$$P_E = \frac{E_q U}{x_{d\Sigma}} \sin \delta \quad (2)$$

其中， E_q 为发电机空载电动势， U 为简单电力系统电压， $x_{d\Sigma}$ 为简单电力系统等值电抗， δ 为功角。

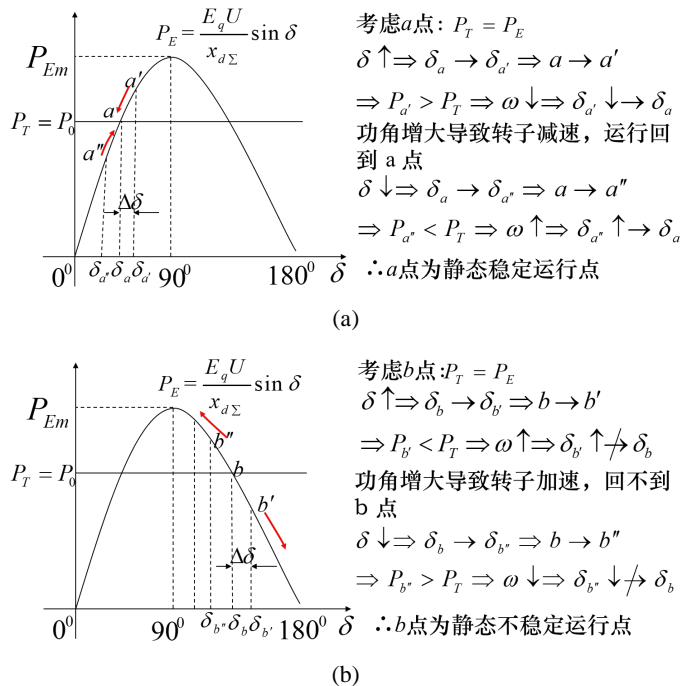


Figure 5. Power characteristics of simple power systems. (a) The system static stability at the operating point a; (b) The system static stability at the operating point b

图 5. 简单电力系统的功率特性。(a) 运行点 a 的静态稳定性; (b) 运行点 b 的静态稳定性

3.2. 教学案例总结

该教学案例是线下课堂的一个比较典型的案例，通过讨论线上学习内容，既了解了学生对知识的掌握情况，同时又发挥了学生的主观能动性。教师对知识重点和难点的讲授过程中采用了以问题为导向，以案例为驱动，采用课堂提问、分组讨论及课堂演示等多种教学方式，解决学生关切的重点和难点，使学生掌握专业新知识。

4. 总结

线上线下相混合教学法能够发挥学生的主观能动性，内容上比较饱满。课程内容和教学方法经过教学实践和持续改进，其授课方式和课程内容取得了良好的效果。在教学过程中，提高了学生的学习主动

性，激发了学生对电力系统暂态分析课程学习的学习兴趣、提升了课程教学质量，培养了学生工程创新能力与实践能力等综合素质。

参考文献

- [1] 叶志军, 林燎源, 项雷军. 中德本科课程教学对比——以电力系统暂态分析课程为例[J]. 中国现代教育装备, 2021(9): 153-155.
- [2] 田媛, 席玉婷. 高校混合课堂教学模式的应用研究[J]. 中国大学教学, 2020(8): 78-86.
- [3] 于洋. 以学为中心的广告创意线上线下混合教学模式研究[J]. 现代职业教育, 2021(40): 24-25.
- [4] 杨晓宏, 郑新, 田春雨. 线上线下混合式一流本科课程的内涵、建设目标与建设策略[J]. 现代教育技术, 2021, 31(9): 104-111.
- [5] 郭建, 蒲戈光, 缪炜恺. 半翻转课堂的混合教学法——结合“嵌入式系统设计”教学的思考[J]. 计算机教育, 2021(9): 123-127+132.