

Comprehensive Teaching Reform for the Course “Sensor Principle and Measurement Technology”

Jianqiang Shen, Chengyong Si, Jiayi Chen, Ying Zhou

Sino-German College, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai
Email: jianqiangshen@usst.edu.cn

Received: Feb. 13th, 2020; accepted: Feb. 24th, 2020; published: Mar. 2nd, 2020

Abstract

The course “sensor principle and detection technology” is an important basic course for the majors of Electromechanical, Automatic Control and Electronic Information. This paper discusses how to actively explore the comprehensive teaching reform of the course in terms to the characteristics of the course. With the help of E-learning network and Virtual-Reality integrated experimental teaching platforms, classroom teaching is widely extended; Wechat technology is integrated into classroom teaching based on network teaching software such as “rain classroom”; on-line and offline integrated teaching is guided and organized by the videos of course knowledge points; the teaching content is properly combined with engineering projects; the curriculum and course system were thoroughly redesigned and reformed. All the measures as above taken for the course teaching reform have achieved ideal teaching effect.

Keywords

Sensor, Measurement Technology, On-Line and Offline Integrated Teaching, Teaching Reform

传感器原理与检测技术课程综合教学改革

沈建强, 司呈勇, 陈家怡, 周颖

上海理工大学, 中德国际学院, 上海
Email: jianqiangshen@usst.edu.cn

收稿日期: 2020年2月13日; 录用日期: 2020年2月24日; 发布日期: 2020年3月2日

摘要

“传感器原理与检测技术”课程是机电类、自动控制类、电子信息类专业的一门重要基础课程。本文探讨了如何依据该课程的特点，积极探索课程综合教学改革。借助E-learning网络教学和虚实一体实验教学平台，大大延伸了课堂教学、借助雨课堂等网络教学软件，将微信技术融入到课堂教学、实施以课程知识点视频为导向的混合式教学、实现教学内容与工程项目实验的有机结合、对课程体系作整体设计与改革等多个方面实施课程教学改革，并取得了理想的教学效果。

关键词

传感器，检测技术，混合式教学，教学改革

Copyright © 2020 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. 引言

“传感器原理与检测技术”课程作为机电类、自动控制类、电子信息类的专业基础课程，在课程培养体系中具有相当重要的位置[1]。通过本课程的学习，要求学生掌握常用测量仪器的基本工作原理和性能，能根据测量要求设计各类测量系统，同时学会电量和电路参数的测量与分析，以及测量误差的处理方法。了解与掌握自动测试系统设计方法及计算机在检测中的运用，熟悉各种典型传感器的一般特性与用途，能在实际运用中正确选购传感器，并合理选用常用电子仪器、测量电路。要求学生能理论联系实际，从传感器、调理电路，扩展到数据采集硬件和软件编程等方向系统地认识传感器测量与应用的工业背景，从而获得传感器与检测技术所必要的基本理论、基本知识、基本技能，为后续课程的学习、工业实习、毕业设计及从事工程技术工作打下良好的基础。

2. 课程教学中普遍存在的主要问题

“传感器原理与检测技术”课程涉及面广、知识繁杂、技术更新快，而且实践性要求高，历来是教师难教，而学生不易掌握的一门专业课程[2]。以下列出本课程教学中需要重点解决的普遍问题：

1. 教学模式与手段单一，信息化与网络化手段运用不足

目前，课程的教学模式与手段仍以传统课堂知识传授方式为主，信息化与网络化手段运用不足[3]。另一方面课程的课内学时数是有限的，因此有必要运用现代信息化与网络化技术手段于教学，将课堂从教室和实验室延伸到远程教学网络，学生可以自由选择学习的时间与地点，同时也能提高学生的学习兴趣，以提高教学效果。

2. 传统教学手段是理论教学加实验，且以理论教学为主，教学内容较为枯燥

课程的每一章节内容几乎都包含传感器工作原理和测量调理电路介绍，而教师讲述时多侧重理论教学，学生在学习过程中接触最多的是传感器工作原理讲解、公式推导及电路理论分析，一些相似的课堂教学程式会让学生觉得教学内容枯燥，容易对学习失去兴趣。以上海理工大学中德学院电气工程及其自动化专业为例，大纲规定总课时为48学时。其中，理论教学40学时、实验8学时。教学重点往往放在

传感器原理和测量调理电路的理论教学上,对于实践、实验环节重视不够,考查也主要侧重于理论方面的内容。在理论教学过程中,一方面教师讲解费劲,而学生理解起来也较困难,学习积极性不高[4]。

3. 传统的传感器实验装置提供的实验内容和实验方式都比较单一

传统的传感器实验装置所提供的实验基本是理论验证性实验,缺乏创新性,效果不甚理想。实验过程一般是实验指导书给出实验器材、电路图,学生只需依照实验步骤依次完成,综合与创新设计环节不足。如此,学生只能掌握实验台的操作及基本的传感器原理,而与检测技术工程实践严重脱节,不能达到提高学生实践动手和解决实际工程应用问题的实践教学目的。

4. 本课程的教学内容与教学计划中的其他课程相对割裂,缺乏联系

本课程与教学计划中的其他课程教学内容之间相对独立,关联性不强。欠缺对学生专业知识结构、工程应用和创新能力培养的系统考虑。因此需要将与本课程相关性较强的课程贯通起来,并对专业课程体系作整体设计,以培养学生解决系统与复杂问题的能力。

3. 改革思路与创新教学方法

针对以上所列举的课程需要解决的主要问题,上海理工大学中德合作电气工程及其自动化专业实施了以下教学改革与创新举措:

1. 将现代信息化与网络化技术手段运用于教学

• 借助 E-learning 网络教学平台,延伸课堂教学

E-learning 网络教学平台是由 DAAD (德国学术交流中心)资助在上海理工大学建设的国际示范性项目。项目总投资约 150 万欧元,一期建设已通过验收。项目二期建设将在德语版及英语版的基础上,增加中文版界面。

本课程借助网上远程平台实现了学生与老师的密切互动,包括学生可以反复收看教师的课堂教学视频,以及提交作业或编写的计算机程序、系统自动检查、批阅作业或程序、教学资料共享等功能。图 1 为 E-learning 网络教学平台界面。

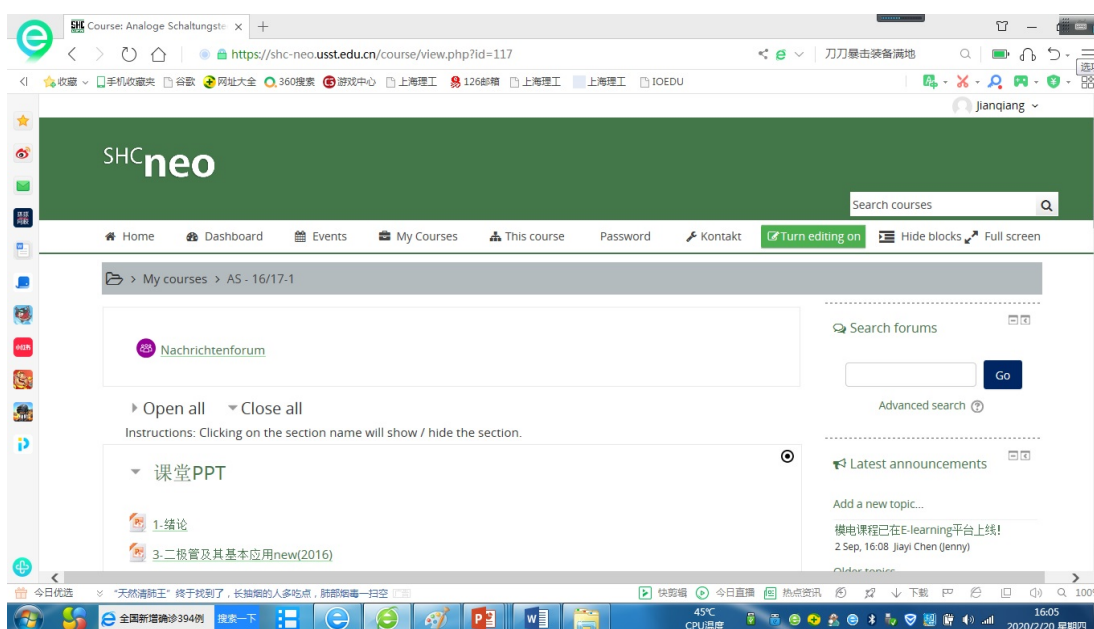


Figure 1. Interface of E-learning networked teaching platform

图 1. E-learning 网络教学平台界面

- 使用虚实一体实验教学模式，使学习过程化繁为简

学院引进了一套德国陆科思德(Lucas-Nülle)公司研制的“传感器与检测技术课程虚实一体实验平台”。该综合实验平台运用虚拟仿真技术和多媒体数字技术打造软硬件一体化的开放性实验平台，平台将理论教学与实践操作融为一体，理论学习紧密联系硬件设备的实验操作，硬件上的实验操作能够随时反馈到软件上的理论知识测试，通过理论联系实践的反馈过程，发展学生解决问题的能力。在提升学生解决问题能力的同时，学习过程也变得直观、轻松。学生可在课程软件中进行理论和基础知识学习、熟悉实验操作流程、填写实验结果、生成实验数据曲线等学习过程；可在仿真控制软件中实现实验设备的参数设置、状态跟踪、硬件设备控制、信号采集和测量显示、环境开发等实验过程；在实验设备上完成线路连接、开关操作、状态设置、显示和跟踪等操作过程。将该实验平台在网上发布给学生使用，能在一定程度上缓解实验课时不足的问题，也有利于学生提高学习兴趣和掌握相关知识点。同时将虚拟仿真实验室软件上传平台，学生可以利用该平台进行课程的预复习、作业上传，并测试对各知识点的掌握程度，由系统自动批阅，以动态掌握学生的学习状况。

该传感器与检测技术课程虚实一体实验平台已用于教学，并取得了很好的教学效果。图 2 至图 5 分别为传感器虚实一体实验平台、知识点讲解、虚实一体实验步骤与结果、知识点测试界面。



Figure 2. Interface of Sensor Virtual-real Integration Lab

图 2. 传感器虚实一体实验平台界面

- 借助雨课堂等网络教学软件，将微信技术融入到课堂教学

尝试运用雨课堂等免费教学软件，将 PowerPoint 和微信融合，教师将教学资源插入幻灯片，随时随地推送到学生微信，教师使用手机控制 PPT 播放；学生用微信扫课程二维码课程签到，每次考勤只需半分钟，比起全班点名省时便捷且记录完整，也便于统计；教师也可随机点名，课堂上学生使用微信可实时答题、实时提问屏幕滚动显示；便于作业收集和批改反馈。课程作业可安排在平台上提交和批改，那些学生超时未交老师一目了然，一键即可对于未交同学自动催交。学生一方面可以及时收到老师的给分

和反馈,另一方面,电子作业导出方便,优秀作业可被当作范例在课堂上展示,学生做作业质量有较大提高。



Figure 3. Interface for explanation of knowledge points
图 3. 知识点讲解界面



Figure 4. Interface of Sensor Virtual-real Integration Lab
图 4. 虚实一体实验步骤与结果



Figure 5. Interface for Test of Knowledge Points

图 5. 知识点测试界面

雨课堂提高了学生的学习兴趣、课堂参与度、互动性与抬头率，但也需要教师课前化大量的时间与精力将课程 PPT 讲义与微信结合好，设计好在什么恰当的时间推出课堂提问或练习，提出什么问题等。

图 6 为雨课堂微信签到与教学日志微信手机界面。



Figure 6. Rain-classroom interfaces of mobile phone wechat for checking attendance and teaching log

图 6. 雨课堂微信签到与教学日志微信手机界面

2. 以课程知识点视频为导向的混合式教学, 提升教学效果

近几年, 国内各高校教师对于混合式教学的研究与实践不断深入, 混合学习将传统课堂面对面教学和在线学习融合, 以达到较好的教学效果。“教师”和“学生”始终是教学活动的两大主体, 采用“线上线下、课内课外”混合式教学, 重构了教学过程和师生关系, 改变了传统课堂的固有形态[5]。

课程教学改革基于 E-learning 网络教学平台, 采取以课程知识点视频为导向的新型线上线下一体化教学模式, 对于适合以课堂讨论课的模式组织教学的内容如“转速测量”、“温度测量”, 则以专题讨论课的形式开展教学。表 1 为拟定录制、上线的课程知识点微视频。

Table 1. Recording online micro-videos of the course knowledge points

表 1. 录制、上线的课程知识点微视频

微视频序号	知识点	微视频序号	知识点
1	应变片工作原理	12	霍尔效应与计算
2	应变片相关计算	13	霍尔元件的补偿电路
3	温度对应变片阻值的影响分析	14	压电效应
4	应变片温度补偿计算	15	压电等效电路与计算
5	自感式传感器工作原理	16	光栅式传感器原理与作用
6	截面型自感式传感器	17	光栅式传感器计算
7	差动自感式传感器	18	热电阻原理与计算
8	自感式传感器计算	19	热电偶原理与计算
9	自感式传感器工作原理	20	实验平台基本操作
10	三种基本类型, 即变极距型、变面积型和变介电常数型	21	虚实一体实验实例
11	电容式传感器计算		

3. 实现教学内容与工程项目实验的有机结合

以工业应用的具体项目为基础, 将知识点融入到具体的工程项目实验中去。引入项目教学法, 首先要选择合适的实验设备。目前, 国内科教仪器厂生产的传统实验装置大都仅开设基于台式仪表的传感器认知实验, 实践环节以连线为主, 通过台式仪表观察信号, 较少提供工业级项目学习内容及工业实践背景的实验项目。

2019 年, 上海理工大学中德合作电气工程及其自动化专业与 NI 公司(美国国家仪器公司)联合申请、获批教育部产学研合作协同育人项目。引进基于 NI 图形化系统编程语言 LabVIEW 与工业数据采集驱动的实验系统。NI 公司的 LabVIEW 所特有的图形化编程方式可大大加速工程应用的开发效率。内置超过 1000 种信号处理、分析和数学函数, 完整教学方案产品, 包含教学课件、教材、实验指导书及实践实验平台。帮助学生从传感器、调理电路、数据采集硬件和软件四个方向系统性地认识传感器测量与应用的工业背景, 对接理论教学与工业需求。新实验装置实验教学具有以下特色:

- 将工业数据采集平台与传感器与检测技术教学系统融合, 易于实现基础理论到工业应用的过渡;
- 传感器模块化设计, 提供包括温度, 应力应变, 压力与液位, 距离, 光感, 声音与振动等常用六大类物理量传感器模块, 系统性地学习常用的工业传感器原理与选型方法;
- 内嵌调理电路, 帮助学生系统掌握各类型传感器适配的调理电路原理, 支持自定义修改与搭建;
- 模块化设计及工业级测试, 可连续读写波形测量数据, 支持教学、科研与工业应用;

- 基于具体工业项目强化学生解决复杂工程问题能力；
- 帮助学生掌握业界通用的 NI 测试测量软件，同时熟悉常用传感器数据处理技术。

4. 对课程体系作整体设计，培养学生解决系统与复杂问题的能力

按照本专业的教学计划，“传感器原理与检测技术”课程实验总时数仅为 8，所以课内实验仍以认知实验为主。同时，根据课程间的内在联系设置跨课程综合实验。具体做法是基于“传感器与检测技术”课程，在后续开设的“嵌入式系统”和“专业综合项目设计”课程中开设跨课程、设计型、综合性和创新型实验。即通过对课程体系作整体设计，将相关课程及项目综合设计课程循序渐进地贯通起来，便于学生对所学知识的融会贯通，以培养学生解决系统与复杂问题的能力。

4. 总结

本文探讨了如何依据“传感器原理与检测技术”课程特点，积极开展课程综合教学改革的各项举措。借助 E-learning 网络教学平台，实现了学生与老师的密切互动；借助虚拟仿真实验平台实现虚实一体实验教学模式；借助雨课堂等网络教学软件，将微信技术融入到课堂教学，也提高了学生的学习兴趣、课堂参与度、互动性与抬头率；以课程知识点视频为导向，实现了线上线下混合式教学改革；与美国国家仪器公司开展产学合作，基于具体工业项目提升学生解决复杂工程问题能力，实现了教学内容与工程项目实验的有机结合；对课程体系作整体设计与改革，根据课程间的内在联系设置跨课程创新综合实验，培养学生解决系统与复杂问题的能力。一系列的课程教学改革举措取得了理想的教学效果。

基金项目

2019 年上海市教委本科重点课程项目(课程名称：检测技术)。

参考文献

- [1] 王峰. 基于项目驱动的“传感器原理及应用”课程教学改革研究[J]. 科技创新与生产力, 2018, 6(293): 119-120.
- [2] 谢春利, 刘俊杰. 传感器系列课程的教学改革与实践[J]. 大连民族大学学报, 2017, 19(1): 84-86.
- [3] 罗刘敏, 程全, 刘晓青. 高等学校转型下“传感器与检测技术”课程改革与探索[J]. 周口师范学院学报, 2016, 33(2): 84-86.
- [4] 张鹏, 吴东艳, 张凌志. 卓越计划背景下传感器课程改革与探索[J]. 中国电力教育, 2013(19): 68-69.
- [5] 徐丹丽. 含实践环节课程的线上线下一体化设计探索——以“传感器与测试基础”在线课程为例[J]. 科教导刊(上旬刊), 2018, 325(1): 110-111.