

基于工业传感器示教平台的课堂教学改革

何贇泽¹ 丁美有¹ 王洪金¹ 胡祥超² 黄鹏翔²

(1. 湖南大学 电气与信息工程学院, 长沙 410082)

(2. 湖南德开物联科技有限公司, 长沙 410013)

摘要:以学生发展为中心的教学理念逐渐深入人心,目前的传感课程存在一个实际问题——学生在课堂上学到的理论知识很难转变成实践能力。为了解决这个问题,自主开发了具有知识产权的工业传感器示教平台,在课堂上创设工业教学环境,现场演示或远程直播工业级传感器的测量实验,让学生们能把理论知识用得更好。通过以上创新,解决了课堂教学的真实问题,提升了学生实践能力,建设为省一流本科课程。

关键词:工业传感器;示教平台;测量实验

中图分类号:G420

文献标识码:A

文章编号:1008-0686(2023)0 -0000-00

Classroom Teaching Reform Based on Industrial Sensor Teaching Platform

HE Yunze¹ DING Meiyu¹ WANG Hongjin¹ HU Xiangchao² HUANG Pengxiang²

(1. College of Electrical and Information Engineering, Hunan University, Changsha 410082, China)

(2. Hunan DEKIoT technology Co., Ltd., Changsha 410013, China)

Abstract: The teaching concept of Student Development Centered (SDC) has gradually taken root in the hearts of the people. There is a practical problem in the current sensor curriculum, which is that the theoretical knowledge learned by students in the classroom is difficult to be transformed into practical ability. Generally speaking, the knowledge learned is not used well. In order to solve this problem, we have independently developed an industrial sensor teaching platform with intellectual property rights, created an industrial teaching environment in the classroom, and live demonstration or remote live broadcast of measurement experiment of industrial grade sensor, so that students can make good use of their theoretical knowledge. Through the above innovations, the real problems of classroom teaching have been solved, the students' practical ability has been improved, and the students have won several provincial and ministerial competition awards. The course was rated as the first-class undergraduate course in Hunan Province.

Key words: industrial sensors; teaching platform; measurement experiment

传感器类课程是工学类专业的核心课程,注重理论与应用并重,在课程体系中具有举足轻重的作用^[1]。课程的教学目标是讲授传感器工作原理,培养学生运用传感器解决实际问题的能力。除了课堂讲授,还会安排课后实验,包括电阻式、电容式、电感式和光电式等传感器的测量和检测实验^[1-2]。

当前,“以学生发展为中心”教学理念深入人心^[3]。依据该教学理念,经过广泛调研和分析自身差距,发现现在课堂教学普遍存在一个痛点问题:课堂知识用不好。具体表现在:课后实验以验证性为主,学生很难接触到实际的工业传感器及应用环境。而且,课堂教学和课后实验是分开进行

的,实验老师不参与课堂教学,任课教师少参与实验教学,课堂教学和实验之间出现裂缝^[4-5]。这些弊端导致同学们在课堂教学中很难真实掌握工业传感器的实际应用,这导致了学生解决工业环境复杂工程问题能力得不到很好培养。近两年受疫情的影响,教师们广泛采用 MOOC、SPOC^[6]、超星尔雅^[7]、雨课堂^[8]等教学工具,更是影响了学生实践能力的培养。因此,开发具有现场演示或远程直播功能的传感器示教平台就显得尤其重要。另外,现有的国内高校传感器教学,大部分都是基于物联网实验平台^[9]或者虚拟教学实验平台^[10]对传感器实验进行教学,对于物联网实验平台而言,学生可以

收稿日期:2022-04-10;修回日期:2022-10-07

基金项目:湖南省普通高等学校教学改革研究重点项目(HNJG-2021-0028);湖南省学位与研究生教育改革研究重点项目(2021JGSZ020)

第一作者:何贇泽(1983—),男,博士,教授,主要从事智能传感方面的教学和研究工作,E-mail: hejicker@163.com

自己动手进行传感器测量,但却无法兼顾所有学生,不适合人数众多的课堂;对于虚拟教学实验平台而言,学生可以在虚拟平台上用传感器进行测量,但却无法看到真实的传感器,也无法真实地参与到传感器教学实验中。

为了解决现在教学中的痛点问题,在提出“四维一贯”模型的基础上,自主开发了具有知识产权的工业传感器示教平台,在课堂上创设工业教学环境,现场演示或远程直播工业级传感器的测量教学实验,在课堂上培养同学们的实践能力和解决问题的能力。

1 “四维一贯”创新理念

在自身多年教学经验积累的基础上,创新性地提出“混合学习夯基础 - 课堂实验提能力 - 产学研拓思维 - 纠错辩论促升华 - 数据反馈知成效”的“四维一贯”(Four Dimensions and One Penetration, 4D1P)教学模型。如图 1 所示,“四维”指混合式学习、工业传感实验、产学研融合和纠错辩论式总结等四个维度,目的分别是夯基础、提能力、拓思维和促升华。“一贯”指贯通教学全过程的基于数据驱动的学教评价,目的是科学评估教学目标的达成度和教学环节的实际效果。

该理念重要的创新是设计工业级传感器示教平台,在课堂上创设工业教学环境,开展工业级传感器互动实验的教学方式,让理论和实践结合的更加紧密,让同学们把学到的传感器理论知识用得更好。

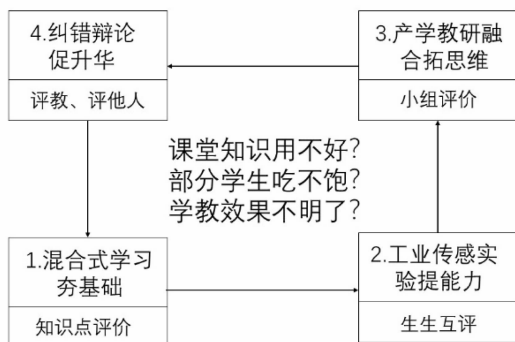
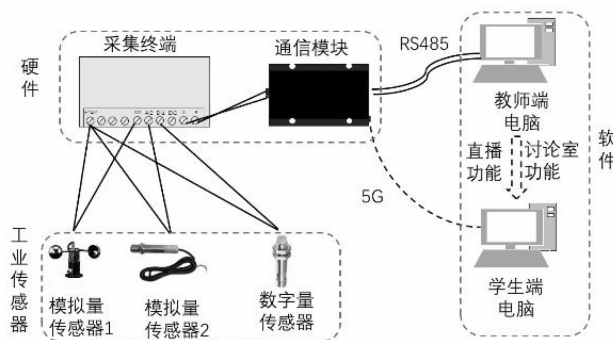


图 1 “四维一贯”教学模型

2 开发示教平台,创设实验环境

为了在课堂上培养同学们的实践能力,自主开发了具有知识产权的工业传感器示教平台,在课堂上创设了工业教学环境,如图 2(a) 所示,整个示教平台由工业传感器、硬件和软件三部分组成。硬件部分包括采集终端和通信模块两部分,先通过采集终端采集传感器实时数据,再通过通信模块中的

RS485 和 5G 模块将采集的数据分别传输到老师端和学生端电脑上;软件部分是通过 Python + PyQt 编程将教师端电脑拍摄的操作视频远程直播给学生端电脑,并且还可以通过讨论室功能与课堂上的学生们进行实时地聊天和文件传输。整个示教平台的实物连接照片如图 2(b) 所示。



(a) 示教平台设计示意图



(b) 示教平台实物照片

图 2 示教平台

本示教平台适用于工业级数字量传感器和输出为 4 - 20mA 的工业级模拟量传感器。笔者目前采购了十种工业级模拟量传感器,如表 1 所示,这些传感器基本覆盖了《传感与检测技术》一书中大部分的传感器知识点,传感器照片如图 3 所示。

表 1 十种传感器介绍

序号	传感器名称	工作原理	测量对象
1	电阻应变式传感器	电阻应变效应	重量、力
2	压阻式传感器	压阻效应	压强、液位
3	双电极电容式传感器	介质高度引起电容变化	液位
4	单电极电容式传感器	介质高度引起电容变化	液位
5	涡流式传感器	电磁感应涡流	距离、位移
6	压电式传感器	压电效应	振动
7	激光测距传感器	内光电效应	距离
8	热电偶温度传感器	热电效应	温度
9	红外辐射温度传感器	热辐射	温度
10	风速传感器	三杯测风速	风速

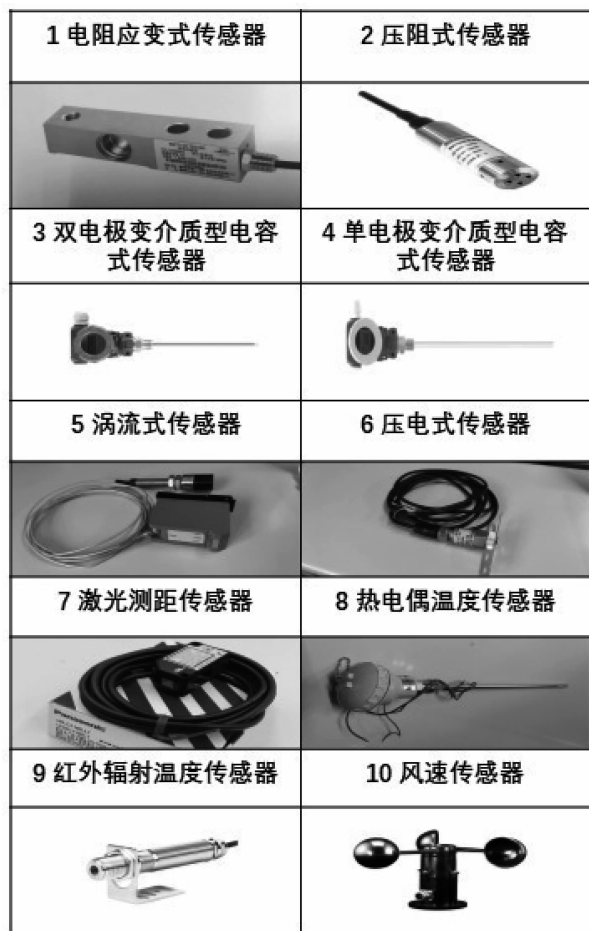


图3 示教平台传感器展示

示教平台硬件部分由采集终端和通信模块组成,其主要功能是对传感器数据进行采集和传输。采集终端是针对工业现场测量数字信号、模拟信号输出控制而研制的多通道物联网监测终端。采集终端由2通道模拟量输入、2通道数字量输入、RTC模块、看门狗模块组成。各个模块采用TVS管和RTC进行保护,模块与模块之间采用级联保护并采用多层PCB设计ESD接口保护。通信模块由RS485通信模块和5G模块组成。RS485模块的抗噪声干扰能力强,可以将采集终端采集的数据通过USB接口高质量地传输到教师端电脑上;5G模块大大提高数据传输的速度和质量,可以确保远程实验采集的数据可以实时地显示在学生端电脑上。

示教平台软件部分是基于python和PyQt自主编写的程序。对于采集终端收集的传感器实时数据,为了让数据能够准确地显示在软件界面,需要先对数据进行校准,进而得到传感器采集数据与输出电流信号的线性测量模型,其模型公式如式(1)所示:

$$y = kx + b \quad (1)$$

式中 y 为被测物理量, x 为电流大小,其范围为4~20 mA。为了方便实验,校准后的数据线性测量模型将会保存到自建的校准数据库中,以便下次演示实验时直接使用,表2为表1介绍的10种传感器的线性测量模型公式,其编号为一一对应关系。

表2 传感器测量模型

序号	测量模型	序号	测量模型
1	$y = 625x - 2500$	2	$y = 125x - 500$
3	$y = 18.75x - 75$	4	$y = 62.5x - 250$
5	$y = 1.5625x - 6.25$	6	$y = 6.25x - 25$
7	$y = -25x + 700$	8	$y = 15.625x - 112.5$
9	$y = 6.25x - 25$	10	$y = 1.875x - 7.5$

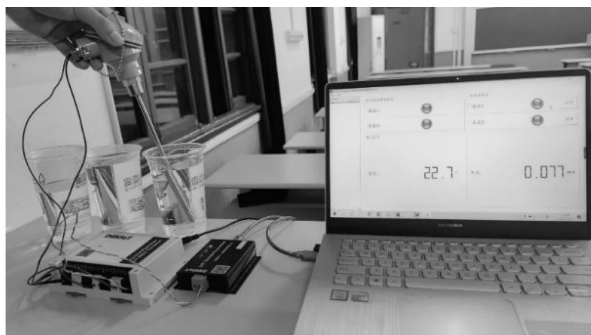
为了更生动形象的将采集终端采集的数据展示在课堂上,通过GUI编程设计了一个可视化界面来展示采集的数据,同时后台会自动把整个实验采集的数据制作成折线图,可供老师和学生对实验的数据进行分。采用Socket套接字来实现将教师端电脑所拍摄的传感器操作画面实时的传输到学生端电脑,学生可以通过观看操作视频来感受工业级传感器的工作环境,方便学生在实际生活中使用。为了让远程实验老师更好地与课堂上的学生进行交流互动,软件部分通过Socket套接字和Thread多线程开发了讨论室和文件传输功能,讨论室功能可以让学生和老师在课堂上对操作实验的任何疑问进行及时的交流,让学生在课堂上就可以加深对于传感器的理解,提升学生对于传感器课程的兴趣,同时文件传输功能也能方便老师将相关实验数据分享给学生。

3 课堂测量实验教学改革

以应用为导向,利用平台的多通道测试功能,设计了多个测量实验,如距离、温度、液位、振动、等。本节将重点介绍距离、温度和液位的测量对比实验。学生可以通过对比体会各传感器原理和特点。图5展示了利用本示教平台开展的三个教学实验。



(a) 距离测量实验



(b) 温度测量实验



(c) 液位测量实验

图 5 教学实验展示

3.1 距离测量实验

距离是衡量物体到物体之间长度的物理量。在日常生活,可以采用多种类型的传感器对距离进行测量,本节将采用涡流式传感器和激光测距传感器进行对距离进行测量,这两种传感器介绍如表 3 所示。对于激光测距传感器,接通电源后传感器发射出红外线,经过物体反射后被传感器接收,这段时间的长短就可以通过转换公式转化为物体实际距离大小。对于涡流式传感器,需将金属片靠近传感器,通过涡流效应产生感应电流,再通过转换公式转换成物体实际距离大小。图 5(a)为真实课堂上学生用涡流式传感器进行距离测量的演示实验。

表 3 两种测距传感器介绍

传感器名称	测量范围	测量原理激光测距
传感器	100 – 700 mm	利用红外信号反射距离不同反射的强度也不不同的原理,进行障碍物远近的检测
涡流式传感器	0 – 14 mm	利用金属板移动产生的涡流效应

3.2 温度测量实验

温度是表示物体冷热程度的物理量。温度可以通过多种传感器进行测量。本实验采用热电偶温度传感器和红外辐射温度传感器对不同温度液体进行测量,这两种传感器的介绍如表 4 所示。对于红外辐射温度传感器,只需将传感器靠近被测液体,被测液体自身产生的热辐射就可以被传感器所

接收,通过线性测量模型公式转换后软件就可以显示实时温度。对于热电偶温度传感器,需将传感器的金属头完整地放入到被测液体中,静置一会后,教师端软件就会显示杯中液体的温度。图 5(b)展示了学生在课后通过热电偶温度传感器对杯中液体进行温度测量实验。

表 4 两种测温传感器介绍

传感器名称	测量范围	测量原理
红外辐射温度传感器	0 – 100 ℃	利用辐射热效应,使探测器接收辐射能后引起温度升高,进而使传感器中一栏与温度的性能发生变化
热电偶温度传感器	0 – 200 ℃	利用热电效应,当两个接合点的温度不同时,在回路中就会产生不同电动势

3.3 液位测量实验

液位是指液体的深度。对于不同液体的测量所采用的传感器也不同,对于导电液体,可以采用压阻式传感器、单电极电容式传感器和双电极电容式传感器;对于不导电液体,我们可以采用双电极电容式传感器。这三种传感器的介绍如表 5 所示。对于压阻式传感器,需将整个传感器投入被测液体中,软件就会显示传感器被测端距离液面的距离。对于单电极电容式传感器和双电极电容式传感器,需将传感器缓缓插入被测液体,电脑就会实时显示传感器底端的深度。图 5(c)为学生利用示教平台进行教学演示实验的场景。

表 5 三种测液位传感器介绍

传感器名称	测量范围	测量原理
压阻式传感器	0 – 2000 mm	根据半导体材料的压阻效应在半导体材料的基片上经扩散电阻而制成的器件
单电极电容式传感器	0 – 1000 mm	利用不同介质的介电常数各不相同,通过改变介质的介电常数实现对被测量的检测
双电极电容式传感器	0 – 300 mm	利用不同介质的介电常数各不相同,通过改变介质的介电常数实现对被测量的检测

4 结语

自主开发了具有知识产权的工业传感器示教平台,在课堂上创设工业实验环境,开展工业级传感器的测量实验,让理论和实践结合的更加紧密,让同学们能把学到的理论知识用得更好。开发的硬件具有符合工业标准(4 – 20mA)的通用接口,适配符合规范的工业传感器。软件采用 Python +

PyQt 编制,具有采集、校准、显示和互动等功能。根据工业级电阻应变式传感器、压阻式传感器、电容式传感器、涡流式传感器、压电式传感器、红外辐射传感器等十余款工业传感器设计了距离、温度、液位、压力等物理量的现场演示和互动实验。在课堂上同学们可以参与这些实验并进行针对性地讨论。有些实验设备比较大、不易搬迁,还开发了远程直播和聊天互动等功能,把工业场景下的实验搬迁到课堂上。利用该平台,大幅提升了学生解决实际问题的能力。解决了课堂知识用不好问题。授权软件著作权 2 项,已申报实用新型专利。学生实践能力得到大幅提升,获得国家级 SIT、省虚拟仪器大赛一等奖、全国机器人大赛一等奖、中国传感器创新创业大赛二等奖等竞赛获奖。21 届本科生的就业率达到 87.95%。部分学生科研能力得到提高,在 IEEE Sensors Journal 国际知名期刊发表高水平论文 10 余篇,10 余人获得爱丁堡大学等国内外顶尖学术机构的录取通知书。21 届本科生的深造率达到 41.6%。助力学院电气、自动化、测控和电子等四个专业全部两次通过工程教育专业认证。助力电气、自动化和测控等三个专业入选国家一流本科专业建设点。助力电气工程入选国家双一流建设学科。

参考文献

[1]何赟泽,王洪金,张宏.《传感与检测技术》基于课时

的教学方法与过程[J].高教学刊,2020(19):105-107.

[2]周真,秦勇,苑慧,等.“传感技术与测控电路”实验教学改革[J].电气电子教学学报,2010,32(6):96-97.

[3]黄治同,纪越峰,尹长川.面向电子信息类创新人才培养的一流本科课程建设探索与实践[J].中国大学教学,2021(10):43-48.

[4]王华,何赟泽,王洪金,等.基于实践为根、思政为魂理念的传感与检测技术课程信息化教学[J].高教学刊,2021,7(20):106-109.

[5]金梅,张立国,金菊.“传感器原理与设计”课程立体教学模式的改革[J].电气电子教学学报,2016,38(4):48-50.

[6]曾明星,李桂平,周清平,等.从 MOOC 到 SPOC:一种深度学习模式建构[J].中国电化教育,2015(11):28-34,53.

[7]李兼伐,季锐,廖容.基于超星教学平台的《传感器技术及其应用》课程教学改革研究与实践[J].装备制造技术,2021(8):151-154.

[8]李欣.基于“雨课堂”的混合教学在独立学院传感器及其应用课程中的实践[J].现代职业教育,2019(25):112-113.

[9]马华玲.基于物联网实验平台的传感器与检测技术实验教学研究[J].中国高科技,2020(20):157-158.

[10]祖强,阎燕.虚拟仿真实验教学课程建设与管理路径探析——基于整合主义教育管理理论的视角[J].中国大学教学,2021(10):30-34.