

Teaching Research and Exploration of Sensor Technology and Application Based on Virtual Reality Integration

Wen Zhang

Nanjing University of Science and Technology Taizhou College of Science and Technology, Taizhou, Jiangsu, 225300, China

Abstract

Sensor and Detection Technology is a highly practical course, but the drawbacks of traditional teaching models have hindered its effectiveness. To solve this problem, virtual simulation technology has been integrated into the teaching process, virtual-real integration model that combines simulation verification with physical testing is adopted. This model takes Multisim simulation as a guide, guiding students to build circuit models and verify principles through the virtual platform, thus to intuitively understand the process of signal conversion and processing. Subsequently, students conduct physical wiring tests using the experimental platform, which helps strengthen their engineering practical skills. The research shows that the virtual-real integrated teaching method has significantly enhanced teaching effectiveness, while also improving students' engineering practical capabilities and innovative thinking.

Keywords

Combination of virtual and real; Sensor Technology; Multisim; teaching reform

基于虚实结合的传感器技术与应用的教学研究与探索

张文

南京理工大学泰州科技学院, 中国·江苏 泰州 225300

摘要

传感器与检测技术是一门实践性很强的课程,而传统的教学模式的弊端影响了教学效果。为此,将虚拟仿真技术引入课程教学环节,在教学过程中采用“仿真验证+实物测试”的虚实结合模式。该模式以Multisim仿真为前导,引导学生通过虚拟平台构建电路模型、验证原理,直观的理解信号转换与处理过程;随后依托实验平台进行实物接线测试,强化工程实践能力。研究表明,虚实结合的教学方法使得教学效果得到了明显的提升,学生的工程实践能力和创新思维也得到了提高。

关键词

虚实结合; 传感器技术; Multisim; 教学改革

1 引言

如今,人类社会正在从信息时代迈向智能时代,人工智能等一些新技术正促进着社会产生新的变革。

传感技术是现代智能信息技术三大核心技术之一,在不同的领域都有着广泛的应用,比如家用电器,机器人,医疗设备,工业生产,航天航空等。《传感器与检测技术》是自动化、机械电子工程等专业一门比较重要的专业基础课。课程主要按原理划分传感器的类别,每一类传感器都涵盖了测量原理、结构、测量电路以及应用,学生在掌握原理后,能够根据设计系统的需求合理的选用传感器,并初步具备自动传感检测系统的设计与应用能力。

2 现存问题

目前,教学中的突出问题主要反映在以下两个方面。

一是理论教学方式相对比较陈旧,主要采取教师单向讲解,学生被动接收的纯理论灌输模式,与实际应用使用的传感器联系不够紧密,学生普遍感觉比较枯燥乏味,课堂的参与度较低,教学成效欠佳。

二是目前实验室的实验仪器多以实验箱为载体,里面整合了多种传感器、测量电路及测量仪表,从学生的角度来看,这些实验箱更像一个黑匣子,在做实验的时候,只需机械地依照实验指导书的说明进行操作。用连接线从*号插孔连接到*号插孔即可,有些同学甚至不明白实验原理也能完成实验内容,做完实验后还不知道做的是什么。这样的实验教学形式不仅不能使理论知识得到应用与巩固,而且也无法锻炼学生的动手与创新能力。

如何吸引并提高学生的参与度及对所学知识的思考,

【作者简介】张文(1982-),女,中国江苏泰州人,硕士,副教授,从事检测技术及智能控制研究。

是目前提高教学质量迫切需要解决的问题。针对上述问题，提出了“仿真验证+实物测试”的虚实结合教学模式。“虚”指利用 Multisim 软件进行仿真，在理论课的讲授过程中采用 Multisim 电路仿真软件，搭建电路原理图，通过虚拟仪器直观的呈现传感器信号的产生、转换和处理过程，帮助学生理解抽象的原理。“实”指利用传感器模块进行实际的测量实验。利用实体硬件连接，提高学生的动手能力，做到学以致用。

3 虚实结合的教学设计

课程的教学内容主要涵盖 3 部分：工作原理、测量电路以及典型应用。其中，电路部分教学较为抽象，学生掌握较为困难。在教学过程中采用了仿真验证+实物测试方法以提高教学效果，促进学生对知识的掌握，下面以电阻应变式传感器为实施案进行教学设计。

3.1 基本原理讲授

电阻应变片的工作原理基于电阻应变效应，对于金属导体，电阻变化率 $\Delta R/R$ 的应变效应为：

$$\Delta R / R = (1 + 2\mu)\epsilon \quad \text{式 (1)}$$

式 (1) 中， μ 为材料的泊松系数； ϵ 为应变变量。对于金属导体，把单位应变引起的电阻值相对变化 k 作为电阻丝的灵敏系数，其表达式为：

$$k = \frac{\Delta R / R}{\epsilon} = 1 + 2\mu \quad \text{式 (2)}$$

显而易见，应变片在受到外力作用时，应变片会因为受力的大小产生相应的形变，而形变又会使得电阻应变片的电阻值发生相应的变化。假设应变片受到的应力为 σ ，此时应变片产生的应变大小为 ϵ ，而应力与应变满足 $\sigma = E_0\epsilon$ 的关系。 E_0 为材料的弹性模量 (kg/mm^2)。

假设将应变电阻用于称重系统，则重力与应力的关系为 $G = mg = \sigma S$ 。

综合以上各式可得，
$$\Delta R = \frac{k}{E_0 S} g R m$$

根据应变片常用的材料(康铜)，取 $k=2$ ， $E_0=16300\text{kg}/\text{mm}^2$ ， $R=120\Omega$ ， $S=3.5 \times 6.5\text{mm}^2=22.75\text{mm}^2$ ， $g=9.8\text{m}/\text{s}^2$ ，

则
$$\Delta R = \frac{2 \times 9.8 \times 120}{16300 \times 22.75} m = 6.343 \times 10^{-3} m$$

3.2 Multisim 仿真设计

3.2.1 模型的建立

在电路仿真工具 Multisim 中，可以采用压控电阻来模拟应变片受力后电阻值的变化。建立以下模型，如图 1 所示。

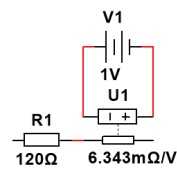


图 1 传感器模型

图中， R_1 模拟不受压力时的电阻，而压控电阻用来模拟应变片受力后电阻值的变化 ΔR 。

3.2.2 电桥电路

应变式电阻传感器应用最广泛的测量电路是电桥电路。基于应变片粘贴方式的差异，电路可分为单臂电桥、半桥差动及全桥差动电路。其中全桥差动电路的灵敏度最高，非线性误差均为零。

在 Multisim 中搭建电桥电路：

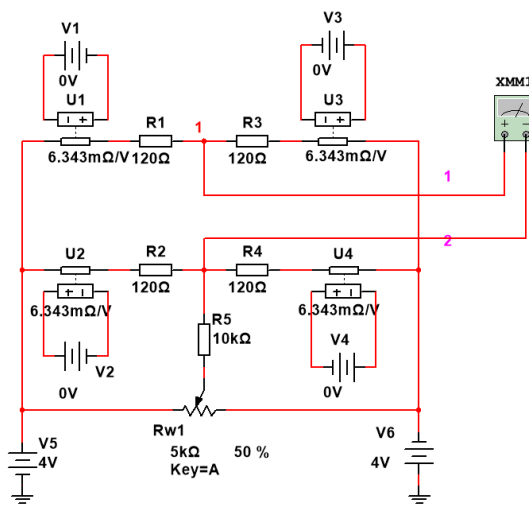


图 2 电阻应变片电桥仿真电路

3.2.3 放大电路

当应变片受到外界应力作用时，由此产生的应变电阻值变化，经电桥电路转换为电压信号输出，此时输出的电压较小，可借助放大电路对其进行放大。

3.2.4 仿真与分析

将电桥电路与放大电路进行连接，调节可变电阻器，将满量程调为 5V。通过改变应变电阻传感器 ΔR 的值模拟传感器的变化，实现单臂，半桥以及全桥电路，仿真结果见表 1。

在进行仿真测试后，将获取的数据绘制成曲线，如图 3 所示，从曲线的走势可分析电桥的灵敏度和线性度，学生对电桥的性能可以有更清晰的认识。

表 1 仿真实验数据

m/kg	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
单臂	0	0.116	0.242	0.367	0.493	0.618	0.743	0.868	0.994	1.119	1.244
半桥	0	0.242	0.493	0.743	0.994	1.244	1.495	1.745	1.996	2.246	2.497
全桥	0	0.492	0.992	1.493	1.993	2.494	2.994	3.495	3.995	4.496	4.996

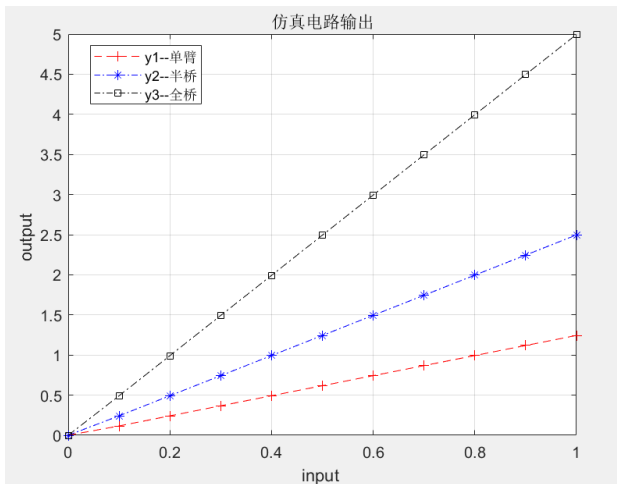


图3 仿真数据曲线图

在学习过程中,学生如果对某些器件对电路性能的影响有疑惑不理解的时候,可以通过修改器件的参数,观察电路的输出有什么变化,这样可以对器件的功能有更直观的认识。

3.3 实物测试

在充分掌握应变原理以及测量电路的基础上,学生利用实验室所提供的图4所示的应变片模板以及myDAQ实物检测平台的搭建,进行单桥,半桥和全桥的电路连接。完成测试前的零点校准后,逐步增加标准砝码,记录输出电压与砝码数目的对应关系。如图5所示单臂电桥的实验记录数据。

这一过程中,学生需亲手完成电路搭建以及信号的连接,强化了动手能力。其次,通过实际操作可以直接面对很多实际真实的问题:比如导线接触不良导致的信号波动等,这些都可以促使学生运用理论知识分析故障产生的原因,培养工程实践能力。实物测试结果还可提供直观的数据反馈,学生可实时观察加载重量与输出电压的关系,验证理论模型的正确性,根据记录数据可以计算灵敏度与线性度。理解仿真验证与实际测量的差异。

4 结论

在传感器教学过程中,采用“仿真验证-实物测试”虚实结合的模式,充分利用了Multisim的可视化功能,将抽象的传感器原理转化为直观的波形和参数的变化,帮助学生深入理解灵敏度、线性度等概念。还可以通过调整电路的参数,学生通过观察输出的变化,能够掌握不同因素对输出的

影响,降低了理论的抽象性。帮助学生加深对课程内容的理解。有效地激发学生的学习兴趣,提高学生解决问题和分析问题的能力。实物接线测试则强化动手能力,学生需直面真实工程中的接触不良、干扰等问题,培养故障排查能力。将仿真实验与实物验证有机结合,学生既能通过仿真验证理论假设,又能通过实物测试理解理想模型与现实的差距。充分发挥了仿真的优势,又保证了实践能力的培养。教学评价表明,仿真技术的应用显著提升了教学质量。



图4 应变模板



图5 单臂电桥实验记录

参考文献

- [1] 徐新黎,许金山,姜妮妮.以工程应用能力培养为目标的传感器与检测技术课程建设探索[J].计算机教育,2019(5):22~24.
- [2] 张总,刘哲,王春梅,王辉.基于虚实结合的传感器原理与应用教学研究与探索[J].仪器仪表用户,2021(4):96~99.
- [3] 肖霞,李红斌,陈庆,等.新工科背景下“检测技术”教学改革[J].电气电子教学学报,2023,45(2):4~7.
- [4] 张晓瑞.新工科背景下传感器与检测技术实验课程教学模式的探索与研究[J].景德镇学院学报,2024,39(03):119~123.