

Combination of Researching and Teaching in “Optical Fiber Sensing Technology” Course

Jing Zhengguo, Lee Ang, Peng Wei

School of physics and optoelectronic engineering, Dalian university of technology, 116000, China

#Email: jingzg@dlut.edu.cn

Abstract

In the process of “optical fiber sensing technology” course, in addition to teaching the professional knowledge of optical fiber sensing technology, combining with the research advantage of optical engineering team in the field of optical fiber sensing technology, we put forward some suitable design topics in the process of teaching and conclude these topics into a set of candidate study design topics which provide students opportunities to actively take part in some practical research on optical fiber sensor field. It can help students more effectively grasp the teaching contents and successfully realize the smooth transition from professional course to the scientific research practice.

Keywords: Postgraduate Education; Optical Fiber Sensing; Combination of Teaching and Research

《光纤传感技术》课程研教结合教学模式研究*

荆振国, 李昂, 彭伟

大连理工大学物理与光电工程学院, 辽宁省大连市 邮编 116024

摘要: 《光纤传感技术》课程的教学过程中, 在授课教师主动讲授学科专业知识和学生对专业文献的调研分析之外, 结合光学工程专业研究团队在光纤传感技术领域的研究优势, 提取出适合在授课过程中实现的研究内容, 归纳成一系列候选的研究设计型题目, 给予学生一定的主动参与实际的光纤传感器技术研究工作的机会, 能够更加有效地帮助学生把握授课内容, 实现专业课程学习阶段和随后所从事的科研工作阶段的顺利过渡。

关键词: 研究生教育; 光纤传感; 研教结合

引言

光纤传感技术是 20 世纪 70 年代伴随光纤通信技术的发展而迅速发展起来的, 以光波为载体, 光纤为媒质, 感知和传输外界被测量信号的新型传感技术^[1-2]。作为被测量信号载体的光波和作为光波传播媒质的光纤, 具有一系列其他传感媒质难以相比的独特优点。光纤中传输的敏感了外界环境参量的光波不受电磁干扰, 体积小, 灵敏度高, 易与高度发展的现代电子装置和计算机平台相集成。光纤传感技术已经成为光学工程学科中备受关注的热点研究领域^[3-5]。

光纤传感技术研究方向是大连理工大学物理与光电工程学院光学工程专业的重要研究方向之一。于清旭、赵明山、孙长森和彭伟教授所领导的大连理工大学“光电信息工程与技术”辽宁省高校重点实验室, 在恶劣环境中的光纤传感器及基于表面等离子体共振效应的光纤生化传感器等领域的研究和实用化方面拥有雄厚的研究基础和经验^[6-10]。自上世纪八十年代起开展用于恶劣环境的光纤传感器研究, 先后承担国家教委、

*基金资助: 受大连理工大学研究生院教改基金经费 (jg2015022) 和中央高校基本科研业务费专项资金 (DUT16TD17) 支持资助。

科委和基金委、辽宁省等资助的“八五”攻关等重大研究课题以及高科技开发企业资助的科研项目多项。其中，所完成的压力型光纤油罐储量传感器和光纤液位自动报警仪在辽河油田等石化现场得到了广泛应用。2005年所在科研团队研制的光纤温度和压力传感器成功的应用于辽河油田高温油井下的温度和压力监测，并通过了辽河油田公司钻采工艺研究院的鉴定和验收。此外在光纤光栅制作工艺，波长解调仪研制以及在大型结构健康检测研究方面都有大量的工作积累。2008年至今，为中海石油基地集团公司研制的光纤式高温高压井下监测系统通过验收鉴定和下井实用。2009年至今，作者所在科研团队开展基于表面等离子体共振效应的光纤生化传感器方向的研究工作，承担了多项国家自然科学基金委和国家教育部的重点项目。

为了培养物理与光电工程学院光学工程及相关专业的研究生在光纤传感技术方向的科研能力，增强光学工程各相关专业的研究生在未来就业市场的竞争力，物理与光电工程学院光学工程专业开设了《光纤传感技术》研究生课程。

1 现有工作基础及现状分析

《光纤传感技术》课程是物理与光电工程学院研究生32学时的专业课程，目前由彭伟教授和荆振国副教授担任授课教师。主要教学内容包括光纤传感技术领域的概况和研究进展，光纤光学的基本理论，光纤传感系统主要基本构成，光纤传感器系统的不同敏感机理及实现。之前的教学模式以课堂讲授为主，由授课教师主动介绍光纤传感技术领域的研究进展和基础知识，结合学生对反映学科前沿的本领域专业文献的调研分析。希望通过课程的学习，学生能够掌握光纤传感技术领域的基本知识体系和主要研究进展，学习分析和解决光纤传感器技术问题的思路与方法。

物理与光电工程学院光学工程专业各位教授所领导的科研团队中均有一定的科研力量开展光纤传感领域不同方向的研究工作。于清旭教授领导的科研团队从事非本征法布里珀罗型光纤传感器和分布式光纤传感器的。赵明山教授领导的科研团队从事基于聚合物光波导的光纤传感器研究。孙长森教授领导的科研团队从事基于白光干涉的光纤传感器研究。彭伟教授领导的科研团队从事基于表面等离子体共振的光纤传感器研究。目前，各科研团队均在《光纤传感技术》课程课堂教学活动进行的同时，承担开展着相应的光纤传感方向的在研科研项目。参与《光纤传感技术》课程学习的光学工程专业研究生部分同学，在结束专业课程学习阶段后，将从事光纤传感技术方向的研究工作。

在先前数个学期的《光纤传感技术》课程的教学过程中，该课程的授课教师逐渐认识到，在授课教师主动讲授学科专业知识和学生对专业文献的调研分析之外，如果能结合本校物理与光电工程学院光学工程专业在光纤传感技术领域的研究优势，给予学生一定的主动参与实际的光纤传感器技术研究工作的机会，将能够更加有效地帮助学生把握授课内容，实现专业课程学习阶段和随后所从事的科研工作阶段的顺利过渡。

2 研教结合教学模式主要内容及目标

2.1 研究设计型题目的提炼

在本教学研究项目的实施过程中，依托“光电信息工程与技术”辽宁省高校重点实验室在光纤传感技术领域的研究基础，在实验室正在开展的恶劣环境中应用的光纤法布里珀罗传感器、基于表面等离子体共振效应的光纤生化传感器和光纤光栅传感器的网络化应用等研究方向中，提取出适合在《光纤传感技术》授课过程中实现的研究内容，归纳成一系列候选的研究设计型题目。

研究设计型题目选择的上，主要考虑以下几个因素：

- 题目的可实现性。

所选择的研究设计题目的内容和复杂程度，应该能够让参加《光纤传感技术》课程学习的学生，在掌握了光纤传感技术的基础知识后，在授课阶段内的数周时间里，通过资料调研和小组讨论得以解决。

● 题目的时效性。

所选择的研究设计题目内容应该依托于光纤传感技术方向各实验室正在开展科研工作。使参加《光纤传感技术》课程学习的学生，通过完成所选择的研究设计题目，加深对授课内容的理解，同时对特定光纤传感技术方向的研究现状和实验室科研技术手段有初步的掌握。

● 题目的独立性。

所选择的研究设计题目内容应该具有一定的独立性，使选择该研究设计题目的研究小组能够基本自主地在任课教师地指导下，通过文献调研和小组讨论来完成小组研究方案报告。

大连理工大学图书馆拥有光学工程方向学术研究所需的诸多电子文献数据库资源和专业书籍，能够为参课学生在开展文献调研过程中提供充分的保证。

2.2 研教结合的教学模式的实施

在《光纤传感技术》课程讲授光纤传感技术基础理论知识结束之后，这一阶段约 12 课时，学生基本了解了光纤传感的基础知识以及相关的光纤传感技术原理，具备了一定光纤传感方向基本的独立研究能力，由授课教师向学生讲解候选的研究设计型题目的研究内容和基本思路。通过基本的课题讲解让学生们对研究题目有了初步的了解，使学生清晰具体的研究思路，让学生掌握研究题目的核心，能够以小组形式的完成研究题目。

建议学生自主结合构成三至五人的研究小组，选择感兴趣的研究题目，通过文献调研和小组讨论，在授课期间提交具备实施可行性的小组研究方案报告。由授课教师在课堂上组织学生，共同对各个小组所提交的研究方案报告进行讨论，主要针对方案的实施可行性，对所要解决的技术问题的有效性和学术意义进行评价。

根据课堂讨论过程中对小组研究报告的评价结果和学生的自主研究兴趣，进一步与相关实验室协调，为优秀的小组研究方案提供在现实的科研平台上实现的机会。从而达到本课程研教结合的教学目的。

表 1 《光纤传感技术》课程研究设计型题目实例

序号	研究设计型题目名称
1	基于倾斜光纤光栅的湿度传感器设计
2	基于倾斜光纤光栅的光纤风力传感器设计
3	基于石墨烯的倾斜光纤光栅表面等离子体共振传感器设计
4	DBR 光纤激光器悬臂梁高频振动传感器设计
5	高温（大于 800 度）光纤传感器测量技术
6	光纤 FP 传感器温度交叉敏感性的消除
7	长距离（大于 20km）分布式光纤温度传感器测量技术
8	光纤分布式振动传感器测量技术
9	基于光纤 FP 干涉仪的液体折射率测量
10	光纤传感器制作中的无胶化工艺
11	聚合物基波导免标记生物传感器的结构设计
12	聚合物基波导微环谐振生物传感器的信号解调技术

2.3 科研方法的指导

在本教学研究项目的实施过程中，考虑对参课学生在光纤传感技术方向研究方法方面的进行指导。因为《光纤传感技术》课程的参课学生基本为研究生一年级，大多尚未经历系统化的科学研究知识与技能的训练。因此，在向参课学生讲解候选的研究设计型题目的研究内容和基本思路的同时，会对科技文献调研的基本方法，以及光纤传感方向实验室主要实验技术加以介绍和指导。

2.4 课程考核形式

《光纤传感技术》课程的最终成绩考核综合期末考试得分、日常出席、课堂表现和研究设计型题目的完成情况得出。各部分内容在成绩考核中所占比例将在研教结合模式设计过程中初步确定，并将根据课程具体进展进行调节。

表 2 课程最终成绩构成（2016 春季学期）

构成因素	期末考试	日常出席	课堂表现	研究设计型 题目
百分比例	50	10	10	30

3 结语

通过本教学研究项目的实施，为学生提供实际参与正在开展的现实科研工作的机会，结合课堂讲授的基础理论知识，研教结合，加深学生对《光纤传感技术》课程内容的掌握，并且基本掌握了光纤传感相关的基础知识，提高了科技文献调研的能力，促进了学生独立自主研究解决问题的能力，培养了同学们共同解决问题的团队合作精神，实现更好的教学效果。

致谢

本论文教学研究工作的开展受到了大连理工大学研究生院教改基金经费（jg2015022）和中央高校基本科研业务费专项资金（DUT16TD17）支持资助，在此表示感谢。

REFERENCES

[1] Liu Deming, Sun Qizhen. Distributed Optical Fiber Sensing Technology and Its Applications[J].Journal of Huazhong University of science and Technology,2009,19(4):29-34

[2] Liao Yanbiao. The Promotion of OFS to the Development of Industry[J]. Optoelectronic Technology and Information,2003,16(5):44-46

[3] Hou Junfang, Pei Lee.Development and Application of Optical Fiber Sensing Technology[J]. 2012,27(1):49-52

[4] Liu Tiegeng, Wang Shuang.Advances in Optical Fiber Sensing Technology for Aviation and Aerospace Application[J]. Chinese Journal of Scientific Instrument.2014,35(8):1681-1692

[5] Mustapha Remouche, Francis Georges.Stress Sensing by an Optical Fiber Sensor:Method and Process for the Characterization of the Sensor Response Depending on Several Designs[J].Optics and Photonics Journal,2013,32(32):194-203

[6] Yu Qingxu, Jia Chunyan. Diaphragm Based Miniature Fiber Optic Pressure Sensor with F-P Cavity[J].Optics and Precision Engineering,2009,17(12) :2887-2892

[7] Lin Junxiu, Peng wei. Optical Fiber Bragg Grating and Its Application. Optical Technology[J],1999,2(2):50-51

[8] Lin Junxiu. Optical Fiber Bragg Grating Sensing Technology and Its Application[J].2004,44(6):931-932

[9] Peng Wei, Qi Bing. Development of Optical System for Laser Radar Fiber Liquid Level Sensor[J].1996,5(2):33-36

- [10] Yu Qingxu,Wang Xiaona. Fiber Optic Pressure Sensor System Based on Extrinsic Fabry Perot Interferometer for High Temperature Oil Well Measurement[J].2007,18(3):299-301

【作者简介】



¹ 荆振国（1978-），男，民族汉，博士，副教授，研究方向为光电测量技术，2006年于大连理工大学物理系获得博士学位。Email:jingzg@dlut.edu.cn

² 李昂（1992-），男，汉，硕士研究生，研究方向为光电测量技术，2015年于哈尔滨工程大学获得学士学位。Email:945571220@QQ.com

³ 彭伟（1969-），女，民族，博士，教授，研究方向为光纤传感器及系统，1999年于大连理工大学获得博士学位。Email:wpeng@dlut.edu.cn