

学校编码: 10384
学号: 23120061152492

分类号 _____ 密级 _____
UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

新型光纤光栅加速度传感器的研究

Investigation on the Novel Accelerometer based on the Fiber
Gratings

陈 郑 斌

指导教师姓名: 董小鹏教授

专业名称: 无线电物理

论文提交日期: 2009 年 5 月

论文答辩时间: 2009 年 5 月

学位授予日期: 2009 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2009 年 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下，独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果，均在文中以适当方式明确标明，并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范（试行）》。

另外，该学位论文为（）课题（组）的研究成果，获得（）课题（组）经费或实验室的资助，在（）实验室完成。（请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称，未有此项声明内容的，可以不作特别声明。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘 要

随着光纤通信技术和光纤传感技术的迅猛发展,许多新兴技术被应用于传统工业当中。近年来,基于光纤技术的加速度传感器研究越来越受到专家学者的重视。与传统加速度计相比,光纤加速度传感器具有其独特的优点,主要包括:抗电磁干扰、体积小,质量轻、动态范围大、高灵敏度和分辨率、易于植入材料内部,易于形成传感网络和远距离传输。目前在已报道的文献中,光纤加速度传感器主要有以下几种类型:强度调制型、相位调制型、波长调制型、偏振调制型。本文的主要工作是对 D 型光纤 Bragg 光栅 (D-FBG) 和长周期光纤光栅(LPFG) 的弯曲特性进行研究,在此基础上完成基于光纤光栅加速度传感器研究的实验与分析。

D 型光纤由于其结构的非圆对称性,弯曲会改变 D-FBG 的中心波长。本文对 D 型光纤的模场分布、双折射效应进行了仿真;对 D-FBG 的弯曲特性进行了分析。提出一种新型的基于 D-FBG 的加速度测量方案,对测量系统进行了理论分析和试验测量,得到基于 D-FBG 的加速度计的灵敏度理论值和谐振频率,分别为 $611.86\mu\epsilon/g$ 和 4.96Hz 。试验数据表明测量系统的灵敏度为 $563.67\mu\epsilon/g$,最小分辨力为 $1.15 \times 10^{-3}g$, 可用来检测低频率、小幅值的加速度信号。

长周期光纤光栅对弯曲具有敏感特性。我们利用紫外光曝光载氢光纤制作 LPFG, 并实验分析了其弯曲特性。提出一种基于 LPFG 的加速度测量方案,试验数据表明:基于 LPFG 的加速度传感器具有较高的灵敏度,其值为 12.65nm/g 。最小分辨力为 $1.9 \times 10^{-3}g$, 谐振频率为 28.9Hz 。与我们实验上使用的采用 D-FBG 的加速度计相比,灵敏度高出 18.48 倍。同时,我们提出一种新型的基于 FBG 的 LPFG 波长解调方案,该方案具有成本低、结构简单、响应快、易于复用等优点,对实际的工程应用具有一定的参考意义。

关键词: D 型光纤光栅; 长周期光纤光栅; 加速度

Abstract

With the rapid development of fiber communication technology and sensing technology, lots of new technology has been applied to the traditional industries. In recent years, accelerometers based on optical fiber attract many interests. Optical acceleration sensors have many advantages over conventional ones, such as immunity to electromagnetic interference, small size, light weight, large dynamic range, high sensitivity and resolution, capability of embedded into material, multiplexing and capability to transmit signals over long distance without any additional amplifiers. Various types of optical accelerometers based on the intensity modulation, phase modulation, wavelength modulation, and polarization modulation, etc., have been reported. In this dissertation, accelerometer based on the D-shaped Fiber Bragg Grating (D-FBG) and Long Period Fiber Grating (LPFG) was investigated in experiment and theoretic analysis.

Due to the non-circularly symmetric configuration, bending will induce the shift of center wavelength of D-FBG. Mode distribution, Birefringence effect of D-fiber was simulated and bending effect of D-FBG was analyzed in this paper. Based on D-FBG, a novel method of measuring acceleration is presented theoretically and experimentally. With the parameters of the D-shaped fiber used in the experiment, the sensitivity of the sensor can be calculated to be $611.86\mu\epsilon/g$, and the resonant frequency is 4.56Hz. The experimental data shows that the sensitivity and minimum resolution of the sensor are obtained as $563.67\mu\epsilon/g$ and $1.15\times 10^{-3}g$, respectively. It can be used in detecting both very low frequency and small acceleration.

LPFG has high sensitivity to the bending. We fabricate LPFG by UV exposure the hydrogen loaded optical fiber. Experimental analysis has been done to the bending effect. An accelerometer using LPFG is designed. The experimental results shows that the sensitivity of the sensor based on the LPFG reaches $12.65nm/g$, minimum resolution is $1.9\times 10^{-3}g$, and the resonant frequency can be calculated to be 28.9 Hz, which reveals that the sensitivity of LPFG-accelerometer is as 18.48 times as that of D-FBG accelerometer. At the same time, a novel wavelength demodulation of LPFG based on the wavelength-matched FBG is proposed. It has many merits, such as low cost, simple structure, fast response, easy to multiplexing, and so on. Our results have some reference value to some engineering application.

Keywords: D-shaped fiber Bragg grating; Long period fiber grating; Acceleration

摘 要.....	I
Abstract.....	IV
目 录.....	V
Contents	VI
第一章 绪论	1
1.1 光纤光栅的基本特性和光纤加速度传感器概况	1
1.1.1 光纤光栅的基本特性.....	1
1.1.2 光纤加速度传感器概况.....	2
1.2 现有光纤加速度传感器的类型	3
1.2.1 强度调制型.....	3
1.2.2 相位调制型.....	4
1.2.3 波长调制型.....	4
1.2.4 偏振调制型.....	5
1.3 本课题的研究意义和论文的主要创新点	6
第二章 光纤光栅的基本特性与应用	10
2.1 光纤光栅的发展概况	10
2.2 光纤光栅的分类	11
2.2.1 按光纤光栅的周期分类.....	11
2.2.2 按光纤光栅的波导结构分类.....	11
2.3 光纤光栅的制作方法简介^[18]	13
2.4 光纤光栅传感特性	15
2.4.1 光纤 Bragg 光栅的传感特性.....	15
2.4.2 长周期光纤光栅的传感特性.....	16
2.5 光纤光栅在通信和传感中的应用	18
2.5.1 光纤布拉格光栅在通信领域中的应用.....	18
2.5.2 光纤布拉格光栅在传感领域中的应用.....	19
2.5.3 长周期光纤光栅在通信领域中的应用.....	20
2.5.4 长周期光纤光栅在传感领域中的应用.....	22
2.6 光纤 Bragg 光栅与长周期光纤光栅的波长解调技术.....	23
2.6.1 光纤 Bragg 光栅的解调技术.....	23
2.6.2 长周期光纤光栅的波长解调技术.....	24
第三章 D 型光纤及 Bragg 光栅传输特性的仿真.....	28

3.1 D 型光纤简介.....	28
3.2 APSS 软件简介.....	29
3.3 D 型光纤的模场分布	30
3.4 D 型光纤的双折射	33
3.4.1 双折射与光波长的关系.....	33
3.4.2 D 形光纤平面到纤芯距离 d 对双折射的影响.....	35
3.5 弯曲对 D 型光纤 Bragg 光栅的影响.....	36
3.6 小结	38
第四章 D 型光纤光栅加速度传感器的实验与分析.....	41
4.1 加速度传感器的一般模型	41
4.2 基于 D 型光纤光栅的加速度传感器	43
4.2.1 系统结构.....	44
4.2.2 理论分析.....	45
4.2.3 解调系统.....	48
4.2.4 实验数据.....	50
4.2.5 试验数据分析.....	58
4.3 本章小结	60
第五章 基于长周期光纤光栅弯曲效应的加速度传感.....	62
5.1 长周期光纤光栅的基本特性	62
5.1.1 长周期光纤光栅的基本特性.....	62
5.1.2 长周期光纤光栅传输特性的理论分析 ^[3]	65
5.1.3 长周期光纤光栅的弯曲特性.....	66
5.2 长周期光纤光栅加速度传感器的实验与分析	71
5.2.1 实验原理.....	71
5.2.2 传感头设计.....	72
5.2.3 基于 FBG 的 LPFG 波长解调技术.....	74
5.2.4 实验数据.....	75
5.3 本章小结	81
第六章 总结与展望	84
致 谢.....	84
附 录.....	85

Contents

Abstract in Chinese.....	I
Abstract in English	II
CONTENTS IN CHINESE	III
CONTENTS IN ENGLISH.....	V
Chapter 1 Preface.....	1
1.1 Basic Characteristics of fiber grating and general situation of optical accelerometer.....	1
1.1.1 Basic Characteristics of fiber grating.....	1
1.1.2 General Situation of optical accelerometer.....	2
1.2 The type of optical accelerometer.....	3
1.2.1 Intensity-modulated type	3
1.2.2 Phase-modulated type	4
1.2.3 Wavelength-modulated type	4
1.2.4 Polarization-modulated type	5
1.3 Innovation and purpose of this paper	6
Chapter 2 Basic characteristics of fiber grating and applications.....	10
2.1 Development of the technology on Fiber Grating.....	10
2.2 Category of Fiber Grating.....	11
2.2.1 Categories by period	11
2.2.2 Categories by structure of waveguide of fiber Grating.....	11
2.3 Fabricating methods of fiber grating	13
2.4 Sensing principle of fiber grating	15
2.4.1 Sensing principle of FBG.....	15
2.4.2 Sensing principle of LPFG.....	16
2.5 Applications of fiber grating in communications and sensor.....	18
2.5.1 Applications of FBG in optical fiber communications	18
2.5.2 Applications of FBG in optical fiber sensors.....	19
2.5.3 Applications of LPFG in optical fiber communications	20
2.5.4 Applications of LPFG in optical fiber sensors.....	22
2.6 Wavelength demodulation technology on fiber grating.....	23
2.6.1 Wavelength demodulation technology on FBG	23
2.6.2 Wavelength demodulation technology on LPFG	24

Chapter 3 Simulation on the transmission characteristics of D-shaped fiber and grating	28
3.1 Introduction of D-shaped fiber	28
3.2 Introduction of APSS	29
3.3 Mode field distribution of D-shaped fiber	30
3.4 Birefringence of D-shaped fiber	33
3.4.1 The influence of wavelength on Birefringence.....	33
3.4.2 The influence of the distance between plane side and core d on Birefringence.....	35
3.5 The influence of bending on D-FBG.....	36
3.6 Summing-up	38
Chapter 4 Experiment and analysis of accelerometer based on the D-FBG	41
4.1 General model of accelerometer	41
4.2 Accelerometer based on the D-FBG.....	43
4.2.1 System structure.....	44
4.2.2 Theoretical analysis	45
4.2.3 Demodulation system.....	48
4.2.4 Experimental results.....	50
4.2.5 Analysis of experimental results	58
4.3 Summing-up	60
Chapter 5 Experiment and analysis of accelerometer based on the LPFG bending effect.....	62
5.1 Basic Characteristics of LPFG	62
5.1.1 Basic Characteristics of LPFG.....	62
5.1.2 Transmission characteristics of LPFG ^[3]	65
5.1.3 Bending characteristics of LPFG	66
5.2 Experiment and analysis of accelerometer based on the LPFG.....	71
5.2.1 Experimental principle.....	71
5.2.2 Desing of sensor head	72
5.2.3 Wavelength demodulation of LPFG based on FBG.....	74
5.2.4 Experimental results.....	75
5.3 Summing-up	81
Chapter 6 Conclusion and prospect	84
Acknowledgement.....	84
Appendix.....	85

第一章 绪论

1970年,美国康宁公司研制出损耗小于20dB/km的石英光纤,从此光纤技术得到了飞速的发展。经过30余年的研究,光纤通信技术和光纤传感技术至今已经遍布工业生产的方方面面,为推动社会的发展和人类的进步发挥着重要的作用。光纤传感由于具有灵敏度高、本质安全、便于组成传感网络等优点而倍受人们的青睐,具有非常广阔的应用前景。

1.1 光纤光栅的基本特性和光纤加速度传感器概况

1.1.1 光纤光栅的基本特性

1978年,加拿大通信研究中心 Hill^[1]等人首次在纤芯掺锗的石英光纤中,发现了纤芯的折射率在某些波长的光照射下会产生周期性的永久改变,并且采用驻波写入法制成了世界上第一个光纤 Bragg 光栅 (FBG),从此拉开了光纤光栅研究的序幕。光纤光栅是使纤芯的折射率发生轴向周期性调制而形成的衍射光栅,可以将某些特定波长的光功率返回,从反射端看是一个带通滤波器。它是一种波长调制型传感元件,从本质上消除了光源功率波动所引起的测量误差。其谐振波长对温度、应变、折射率、浓度等外界环境的变化敏感,因此在光纤通信和传感领域得到了广泛的应用。光纤光栅具有许多独特的优点,例如:灵敏度高、抗干扰能力强、体积小、复用能力强、可同时进行多参数的测量、抗电磁干扰,能在恶劣环境下工作。

根据光纤光栅周期的长短,可以分为光纤 Bragg 光栅和长周期光纤光栅。普通光纤 Bragg 光栅对弯曲不具有敏感性,但是通过研磨部分包层得到的“D”型光纤 Bragg 光栅 (D-shaped Fiber Bragg Grating, D-FBG),由于其结构的非圆对称性,却对弯曲具有很高的灵敏度^[2]。当 D 形光纤光栅弯曲时,在纤芯会产生应力,进而就会改变光栅的中心波长。通过检测光栅波长的漂移就能够获得弯曲量信息。Araujo^[3]等人将两根 D-FBG 侧平面粘贴在一起,光栅波长漂移之和与温度成正比,之差与曲率成正比,因此可以实现温度和弯曲的同时测量。Lowder^[4]等人在

D形光纤的侧平面用等离子体刻蚀出Bragg光栅,发现光栅的波长及反射率会因弯曲而改变,并且与侧平面垂直和平行的两个方向的弯曲特性不同。

长周期光纤光栅对于弯曲也具有很高的灵敏度。但是不同方法写入的LPFG的弯曲特性不尽相同。H. J. Patrick^[5-6]等人于1998年发现用紫外光在阶跃掺锗光敏光纤中写入的LPFG的弯曲特性具有一定的方向相关性,并且随着曲率的增加,LPFG的谐振波长和损耗峰值都发生变化;并在2000年的研究表明^[7-8],纤芯偏移的光纤中写入的LPFG的弯曲特性具有双极性,既光栅向或背向纤芯偏移的方向弯曲时,谐振波长漂移的方向相反。Y. Liu^[9]等人在B-Ge共掺的单模光敏光纤中写入的LPFG的弯曲过程中观察到原始损耗峰分裂为两个新的损耗峰的现象。牛永昌^[10]等人发现在高频 CO_2 激光写入的长周期光纤光栅的弯曲特性具有较强的方向相关性,谐振波长和峰值损耗随着曲率的增加也有线性的变化。利用LPFG的弯曲特性,可实现对弯曲的高灵敏度测量。

经过20余年的发展,光纤光栅已经成为光纤通信和传感中最重要的器件之一。随着光纤光栅制造技术的不断完善,应用成果的日益增多,这使得光纤光栅成为目前最有发展前途、最具有代表性的光纤无源器件之一。

1.1.2 光纤加速度传感器概况

光纤加速度传感器的发展至今也有数十年的历史了,随着光纤技术的不断发展,基于光纤技术的加速度传感器也层出不穷。目前对于光纤加速度传感器的研究,按照对光纤中所传输光波的强度、相位、波长、偏振等调制的参量不同,可以将光纤加速度传感器分为强度调制型^[11-12]、相位调制型^[13-14]、波长调制型^[15-20]、偏振态调制型^[21-23]。1984年,A. Soref等人^[24]提出了斜镜式的光纤加速度传感器,利用加速度对反射镜的倾角进行调制,从而使得光强发生改变,实现了对加速度的测量。1989年A. S. Gerges等人^[25]又提出了一种基于F-P干涉的高灵敏度光纤加速度传感器原理结构。1992年L. Gardner等人^[26]设计了一种推挽式Michelson干涉型光纤加速度传感器,消除了光源波动和环境温度变化的影响。随着光纤光栅技术的不断发展,对基于光纤光栅的加速度传感器的研究也逐渐受到专家学者的重视。1996年,美国的Berkoff等人^[27]利用FBG的压力效应设计了振动加速度计。1998年,Todd^[28]采用双挠性梁作为转换器设计了光栅加速度计。2000年,

Mita^[17]采用“L”形刚性结构设计了一种可以应用在建筑健康监测的 FBG 加速度计，具有较高的灵敏度。

国内对光纤加速度传感器的研究开始在上个世纪 90 年代。南京航空航天大学的研究人员对基于 Michelson 干涉原理、Mach-Zehnder 干涉仪的加速度传感器进行了相应研究^[29-31]。天津大学的研究人员对偏振光干涉原理的光弹光纤加速度传感器的研究开展大量的工作^[32-35]。武汉理工大学对光纤 Bragg 光栅应用于加速度的测量进行了研究工作^[36]。国防科大对利用保偏光纤进行加速度测量也做了相应的研究^[37-39]。此外，哈工大、浙江大学、清华大学等都对光纤加速度传感器进行了众多的研究^[39-42]。

1.2 现有光纤加速度传感器的类型

按照对光纤中所传输光波的强度、相位、波长、偏振等调制的参量不同，可以将光纤加速度传感器分为强度调制型、相位调制型、波长调制型、偏振态调制型。

1.2.1 强度调制型

强度调制型加速度传感器是指通过调制光纤中传输光的强度从而达到测量加速度的目的。强度调制型加速度传感器的优点是结构较为简单、信号易于解调、成本相对较低，缺点是精度相对不高。光强调制型主要有透射式、反射式、偏振式等。

1984年，A. Soref等人^[24]提出斜镜式光纤加速度传感器。如图1.1所示，将反射镜斜置在安有质量块的悬臂梁端部，两根接收光纤和发射光纤一起连接到GRIN中并固定在壳体上。当壳体产生加速度时，反射镜的倾角与加速度成正比变化，接收光纤接收到的光强也随之线形增加或减少，可探测最小分辨率可达 $2.4\mu\text{g}$ ，探头体积可做到 $50\times 10(\text{mm})$ 。由于采用差动接收，工作稳定，动态范围大。

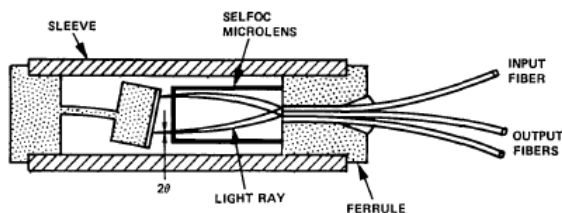


图1.1 强度调制型加速度传感器示意图

1.2.2 相位调制型

相位调制型加速度传感器是指通过调制光纤中传输光的相位从而达到测量加速度的目的。相位调制型加速度传感器主要有 Michelson 干涉式、Mach-Zehnder 干涉式、F-P 干涉式，其优点是几何结构灵活多样、分辨率，灵敏度等性能指标都非常高，研究较为广泛。

1989年 A. S. Gerges 等人^[25]又提出了一种高灵敏度光纤加速度传感器原理结构，如图 1.2 所示，单模光纤端面镀半反膜，既做发射光纤又做接收光纤，固定在壳体上。安装在与壳体相固接的弹性膜片上的质量块上贴有球面反射镜，与光纤端面的半反膜构成半球腔 F-P 空间干涉系统。当壳体作加速运动时，质量块的惯性力作用于弹性膜片，腔距随之改变，光波相位差与被测加速度成线形关系。测量分辨率可达 $5 \mu g$ 。

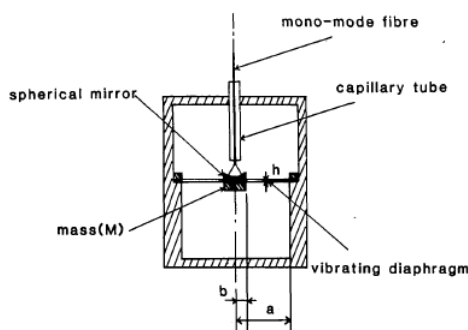


图 1.2 相位调制型加速度计示意图

1.2.3 波长调制型

波长调制型加速度传感器是指通过改变光纤中传输光的波长从而达到测量

加速度的目的。波长调制型加速度传感器应用最为广泛的是光纤 Bragg 光栅，光纤 Bragg 光栅是反射式的光栅，其中心波长随外界的温度、应变等因素的变化而改变。

图 1.3 所示，Mita^[17]设计的一个基于光纤 Bragg 光栅的加速度传感器。整个传感头由 FBG、“L”型支架、球形重物和弹簧组成。当传感头受到纵向的加速度作用时，球形重物将跟随被测物的运动方向振动，导致 FBG 产生拉升或者压缩，从而对 FBG 中心波长进行调谐。该传感器的优点在于克服了弯曲有可能导致的光栅处处所受应变不均匀的缺点。该传感器的灵敏度可达到 1nm/g，系统的谐振频率为 45Hz。

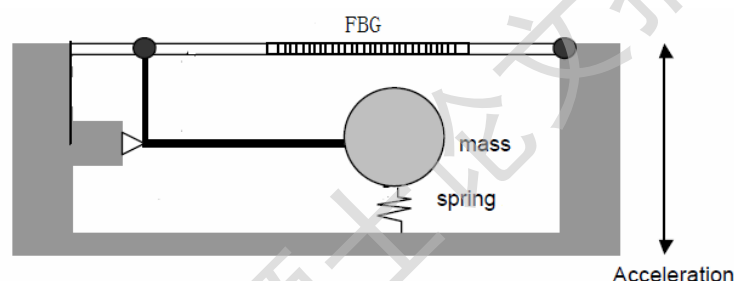


图 1.3 波长调制型加速度传感器示意图

波长调制型加速度传感器的优点是结构简单、重复性好、易于复用、抗干扰能力强。目前大多数波长调制型加速度传感器的研究都基于悬臂梁结构的布拉格光纤光栅。

1.2.4 偏振调制型

偏振调制型加速度传感器是基于光纤中传输光的偏振态受外界环境因素变化的调制而制作的。

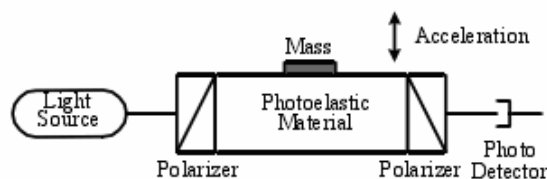


图 1.4 偏振调制型加速度传感器示意图

图 1.4 是一种基于光弹效应的偏振型光纤加速度传感器示意图。光源发出的光经过起偏器后变为线偏振光，其方向与加速度方向成 45 度夹角。线偏光经过光弹元件后成为椭圆偏振光。椭圆偏光的偏振态将随着外界加速度引起的双折射现象而改变，其主轴方向与被测加速度成线性关系，经过检偏器、光探测器后即可得到被测加速度值。偏振型加速度传感器可达到的精度为 2.5mg，测量带宽 0 至 600Hz^[42]。光波偏振态在外界微扰下经常不规则变化，在稳定工作和检测上存在困难，所以目前对该类加速度传感器的研究工作较少。

1.3 本课题的研究意义和论文的主要创新点

一般来说，加速度计是利用检测质量块的振动从而间接测量加速度，将加速度引起的振动信息转换为电阻、电容、电压等参数，通过设计外围电路将加速度信息提取出来。目前，传统的加速度计主要有以下几种类型：压阻式、电容式、压电式、谐振式等。传统加速度传感器有其特有的优点，但是也存在一些不可避免的缺陷。如无法在恶劣的电磁环境中工作、易受电压冲击的影响、难以克服温度变化的影响、不可避免机械结构之间的磨损和老化带来的问题、不易于组成传感网络等。近年来，随着光纤技术的不断发展，以光纤作为传输元件的光纤通信技术和以光纤作为敏感元件的光纤传感技术都得到了迅速发展，遍布工业生活的方方面面。本文紧紧围绕光纤光栅技术，利用 D 型光纤 Bragg 光栅和长周期光纤光栅对弯曲敏感的特性，进行加速度传感器的实验与研究。

普通横截面圆对称的光纤 Bragg 光栅用来测量加速度等振动信息通常都需要将光栅粘贴在类似弹性梁这种用来产生应变的结构之上。因为胶水的蠕变、光纤与结构的材料性能差异等因素，测得的弯曲信息会有较大的误差；而且传感头的尺寸较大，灵敏度也不高。D 型光纤 Bragg 光栅由于其自身结构的非圆对称性，具有比常规 Bragg 光纤光栅高 80 倍左右的弯曲灵敏度^[2]。D-FBG 对弯曲敏感是其本征特性，不需要任何的附加结构或者封装，因此相比常规 Bragg 光栅具有高灵敏度、传感头尺寸小、结构简单的优点。

长周期光纤光栅属于透射型光栅，其谐振波长和损耗峰值对外界环境的变化非常敏感，具有比光纤 Bragg 光栅更高的弯曲灵敏度。我们在实验上使用 248nm

紫外光通过振幅掩模板对载氢光敏光纤进行曝光写入 LPFG, 并对该方法写入的 LPFG 弯曲特性进行实验研究, 在此基础上完成基于 LPFG 加速度计的设计与分析。同时, 提出一种新的利用 FBG 解调 LPFG 波长变化的方案, 该方案具有结构简单、响应度快、易于复用等优点, 对工程应用具有一定的参考意义。

本课题的研究目标是对现有光纤加速度传感器的研究发展状况进行调研, 总结前人的研究成果, 在前人的研究工作基础上创新, 研制出具有结构简单、灵敏度高、尺寸小的加速度传感器。本文的创新点有:

1. 利用 D 型光纤 Bragg 光栅的弯曲敏感特性, 设计了一种新型的加速度传感器。对测量系统的传感特性进行理论分析和实验测量, 最终实现了结构简单、灵敏度高、尺寸小的加速度计。

2. 对紫外光写入的长周期光纤光栅的弯曲特性进行实验研究, 设计了一种基于 LPFG 弯曲特性的高灵敏度加速度测量方案。该方案与常规利用 FBG 测量弯曲量的方案相比, 具有更高的灵敏度。

3. 提出一种新的利用 FBG 解调 LPFG 的波长变化的方案。该方案具有系统结构简单、体积小、传感头设计更加灵活、易于实现分布式组网等优点。

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库