

基于光纤光栅的高压固体压力传感器研究

郭红英^{1,2} 王召巴^{*1}

¹(中北大学信息与通信工程学院, 太原 030051) ²(忻州师范学院电子系, 忻州 034000)

摘 要 固体内部压力是国防科技领域需重点监测的参数之一, 目前使用较多的测压设备均存在电磁干扰严重、可靠性及准确性差等缺陷。针对以上不足, 本研究设计了光纤光栅耐高压固体压力传感器。采用平面薄片作为弹性承压膜片, 利用压力作用下的挠度, 拉动压力敏感光栅产生轴向位移, 实现压力传感。根据测压范围, 对其结构进行理论计算, 并进行有限元仿真, 验证了本设计的可行性。在恒温条件下, 进行了压力校准实验, 并通过处于同一温度场的温补光栅进行温度补偿, 修正应变光栅的温漂。实验结果表明, 构建的承压光栅(FBG)压力传感器可以进行压力传感, 测压上限可达 50 MPa, 线性度为 99.2%。

关键词 光纤光栅; 压力传感器; 承压膜片; 温度补偿; 零点温漂

1 引言

固体内部压力是国防科技领域中经常需要测量的一个重要指标, 是判断整体结构是否会因变形过大, 而发生局部或整体的失稳破坏或导致丧失稳定性的重要依据^[1], 如火箭发射过程发动机衬层内部压力、武器系统中战斗部内部火炸药压力等, 都需要测定固体内部压力。目前, 主要采用钢弦式和应变式土压力传感器对压力进行固体内部压力的直接测量, 此类传感器在恶劣环境下存在测量范围有限、稳定性较差、防潮性能差、易受电磁干扰等缺点^[2,3]。利用光纤光栅进行压力传感, 可以克服以上缺点; 同时, 光栅传感器属于无源器件, 无需现场供电, 便于长期远距离分布式监测。特别是在易燃易爆、电磁干扰、强辐射的恶劣环境中, 更能体现出巨大优势, 被越来越多地用于固体压力检测^[4,5]。1989 年, Mendez 等首先提出利用光纤光栅传感器进行混凝土结构检测, 光纤光栅首次被报道应用于传感领域^[6], 此后, 光纤光栅传感技术获得了快速持续发展。2000 年, 美国海军研究实验室的 Chang 等^[7]采用单层圆铝板作为弹性元件, 以不同方式封装光纤光栅测量土压力; 美国、日本、德国等国家先后应用光纤光栅传感技术进行桥梁、隧道、大坝、路基等领域的安全监测, 都取得了很好的监测效果^[8]。2010 年, 胡志新等^[9]设计了以硬中心平膜片作弹性元件的土压力传感器。2013 年, Li 等^[10]设计了基于双型梁的光纤光栅土压力传感器, 并用于监测北京某大桥现场的土压力。光栅固体压力传感器具有防潮性好、不受电磁干扰、易于分布式测量的优点, 但是其测压范围都在 5 ~ 6 MPa 以内。随着航空母舰、高性能导弹、轰炸机等高端武器装备的发展, 对武器战斗部火炸药的内部压力监测提出了新要求, 需要密切监测战斗部在受热、撞击时, 火药内部压力变化历程, 能够实时检测 40 MPa 以上的压力^[11,12]。上述传感器已无法满足测压要求。

本研究设计了一种光栅高压固体压力传感器, 能够用于无法用电信号传输且需要测量高压的环境。通过对结构增敏机理的理论分析, 给出传感器膜片厚度、膜片材料以及所受压力之间的关系表达式, 结合测压范围计算出承压膜片的厚度, 并根据其内部结构进行了有限元仿真。在验证了传感器在 50 MPa 压力下可以正常工作的基础上, 进行了实际的压力测试, 实现了传感器校准, 从而为此压力传感器的设计和制作提供了理论和数据指导。本传感器也可用于在电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)测定高纯二氧化锡电极材料中关键性杂质离子(Cu, Cr, Mn, Co, Ni, Cd, Fe 和 Pb 等)^[13]时的高压环境测定过程中的压力监测。

2017-01-08 收稿; 2017-04-12 接受

本文系国家自然科学基金(No. 11604304)和山西省高等学校科技创新项目(No. 201657)资助

* E-mail: wangzb@nuc.edu.cn

2 实验部分

2.1 仪器设备

sm125 光纤光栅解调仪(美国 Micron Optics Inc 公司); Jc202 型电热恒温干燥箱(上海成顺仪器仪表有限公司); BHY-160B 活塞式压力计(中航工业太原太航科技有限公司); 专用夹具(中北大学机械加工中心)。

2.2 传感器设计

根据光纤光栅对轴向应变与环境温度敏感这一基本原理,可将其封装成不同检测参数的传感器。裸光栅的压力灵敏度较低、易断不耐压,不适合常规测量,必须对其进行封装处理,以达到压力增敏及抗压保护的目的。根据固体力学及目前关于固体传感器匹配误差的研究结果^[14],传感器设计成圆饼状,能够获得较为理想的检测值。

本实验设计的光纤光栅固体压力传感器结构由承压膜片、传感器外壳和不锈钢上盖三部分组成(示意图见图 1),三部件选用的基底材料相同。承压膜片由圆形弹性膜片与固定柱组成。固定柱、弹性膜片及传感器外壳为整体加工成型的,以减小应力集中或应力不均的问题。传感器外壳与不锈钢盖采用螺纹连接。承压部分采用弹件膜片作为传感器的弹性元件,弹性膜片上的两个对称的固定柱用来固定承压光栅 1(Fiber bragg grating 1, FBG1)的两端。通过圆形弹性膜片的弹性形变将固体压力转换为光纤光栅可测的应变。

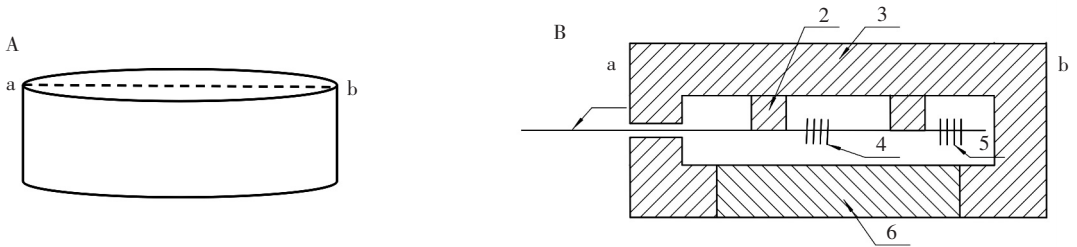


图 1 光纤光栅压力传感器结构图。(A)传感器外形图;(B)ab 处结构剖面图。1, 光纤; 2, 固定柱; 3, 承压膜片; 4, 应变光栅 FBG1; 5, 温补光栅 FBG2; 6, 不锈钢盖

Fig. 1 Structure diagram of fiber bragg grating (FBG) pressure sensor. (A) Outline of sensor; (B) Structural profile at a and b position. 1. Fiber; 2. Fixed column; 3. Pressure diaphragm.; 4. Strain grating FBG1; 5. Temperature compensation grating FBG2; 6. Stainless steel cover

传感器的受力符合弹性力学中的薄板小挠度弯曲问题,由弹性力学的相关微分方程^[15]可知:

$$D\left(\frac{d^2}{d\rho^2} + \frac{1}{\rho} \frac{d}{d\rho}\right)\left(\frac{d^2 w}{d\rho^2} + \frac{dw}{d\rho}\right) = P \quad (1)$$

对式(1)进行求解,并利用相关边界条件可得:

$$\omega = \frac{3PR^4(1-\mu^2)}{16Eh^3}\left(1 - \frac{\rho^2}{4R^2}\right) \quad (2)$$

由式(2)可知,当 $\rho=0$ 时,

$$\omega_{\max} = \frac{3PR^4(1-\mu^2)}{16Eh^3} \quad (3)$$

其中, D 为承压膜片的弯曲刚度, P 为膜片所受的荷载, ω 为膜片中心挠度, ρ 为膜片上任意点与中心的距离, E 和 μ 为膜片材料的弹性模量和泊松比; R 为膜片半径; h 为膜片的厚度,固定柱之间距离为 L 。要保证传感器正常工作于弹性范围内,须确保 $\omega \leq \frac{h}{3}$ 。传感器外壳材料采用 304 不锈钢,弹性模量 $E=194.02$ GPa,泊松比 $\mu=0.27$,传感器量程选取 50 MPa,半径 $R=120$ mm。代入上述等式,可得承压膜片厚度为 15 mm。

已知固定柱之间距离为 $L=40$ mm,固定柱的高度为 $m=10$ mm,承压膜片受压后发生如图 2 所示弯

曲变形,则固定柱处的挠度为:

$$\omega' = \frac{\omega}{R} \left(R - \frac{L}{2} \right) \tag{4}$$

通过计算,两固定柱之间的距离变化 x 为:

$$x = m \sin \left(\tan^{-1} \left(\frac{\omega}{R} \right) \right) \tag{5}$$

当环境温度不变,光纤布拉格光栅只受压力作用时,其中心反射波长的相对变化为

$$\Delta \lambda_B / \lambda_B = (1 - P_e) \varepsilon \tag{6}$$

式中: $P_e = n_{\text{eff}}^2 [P_{12} - \mu (P_{11} + P_{12})] / 2$ 为有效弹光系数; P_{11} 、 P_{12} 弹光系数; μ 为纤芯材料的泊松比。对于选用的光纤, $n_{\text{eff}} = 1.46$, $\mu = 0.16$, $P_{11} = 0.12$, $P_{12} = 0.27$,由此可以计算得 $P_e = 0.22$ 。

则光栅的应变量为 $\varepsilon = \frac{2x}{L}$, 进而可得到光栅波长漂移量的表达式:

$$\Delta \lambda_B / \lambda_B = (1 - P_e) \varepsilon = (1 - P_e) \frac{2x}{L} = \frac{3(1 - P_e) m P R^3 (1 - \mu^2)}{8 E h^3 L} \tag{7}$$

从而可得传感器的灵敏度为:

$$k = \frac{3(1 - P_e) m R^3 (1 - \mu^2)}{8 E h^3 L} \tag{8}$$

将相关数值代入式(8)中可得: $k = 28.544 \text{ pm/MPa}$ 。

2.3 传感器结构仿真

传感器仿真时,采用具有 3D 实体建模功能的设计软件 SolidWorks2010 进行模型构建,为了形象观测固定柱的形变程度以及位移变化量,在进行模型构建时未包含传感器的不锈钢盖,其它参数参照 2.2 节的设计,以 1:1 比例进行构建,将构建好的模型导入 Simulation 插件中进行计算、仿真。仿真过程中,将施加载荷限制在传感器外表面,准确模拟了传感器受压形变效果。

图 3 为传感器加载 50 MPa 载荷时,垂直方向的应变仿真,箭头表示载荷施加方向,垂直于接触面,传感器承压膜片中心产生应变最大,但承压膜片形变在弹性范围内,传感器能够正常工作。

图 4 为传感器加载 50 MPa 载荷时,水平方向的位移形变仿真,在 X 方向位移形变量最大的位置发生在两个固定柱处,分别向两侧延伸 0.0625 mm。

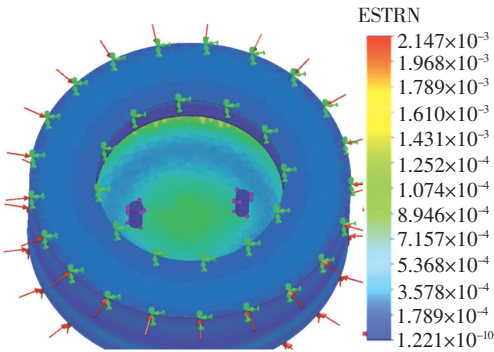


图 3 Z 轴方向应变仿真。传感器加载载荷为 50 MPa 时,箭头表示载荷施加方向
Fig.3 Strain simulation of Z axis. Loading pressure on the sensor is 50 MPa. Arrows indicate loading direction

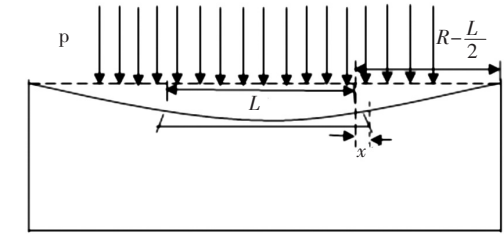


图 2 承压膜片简化模型受力图
Fig.2 Pressure diaphragm of simplified model Force diagrams

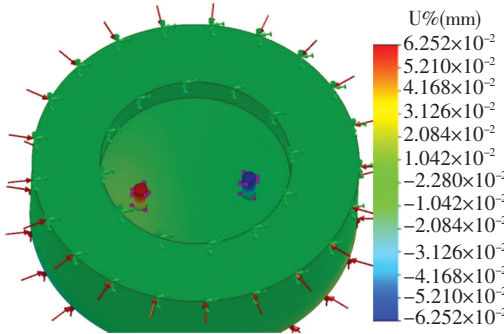


图 4 X 方向位移形变仿真图。传感器加载载荷为 50 MPa 时,箭头表示载荷施加方向
Fig.4 Position change simulation of X axis. Loading pressure on the sensor is 50 MPa. Arrows indicate loading direction

从表 1、图 3 与图 4 可知,产生应变的最大位置在传感器中心处,为 0.0021,处于弹性范围内,位移变化最大的位置(0.0625 mm) 为两个固定柱处,与理论计算相符,传感器能够正常工作。

表 1 施加 50MPa 压力后应变、位移仿真模拟的变化量

Table 1 Simulation of change of strain and position after applying pressure of 50 MPa on the sensor

类型 Types	最小值 Minimum	位置 Position (x-y-z, mm)	最大值 Maximum	位置 Position (x-y-z, mm)
X 位移 X position	-0.0625 mm	-22.292, -1.131, 19.878	0.0625 mm	22.561, -0.090, 19.879
对等应变 Reciprocal strain	1.221×10^{-10}	18.408, 1.725, 19.911	0.0021	41.287, 15.260, 35.528

2.4 实验方法

2.4.1 压力校准实验 传感器在使用前须进行校准实验,为了尽可能的减少温度对光栅中心波长变化的影响,在恒温实验室(20℃)进行了油压标定实验。通过专用的夹具将光纤光栅压力传感器与 BHY-160B 活塞式压力计连接,然后将传感器、sm125 光纤光栅解调仪以及计算机相连,通过光纤光栅解调仪观测加压降压过程中,光栅中心波长的变化状况。采用逐步加压的方式,由 10 MPa 开始加压,每次加压幅度为 1 MPa,逐步加至 50 MPa。降压过程从 50 MPa 开始,每次降压 1 MPa,直至降低至 10 MPa。加压为正行程,降压为反行程,正行程和反行程往返一次为 1 个循环,连续进行 3 个循环。记录每次压力平衡后的应变光栅波长,取平均值。

2.4.2 温度补偿实验 将本压力传感器放入电热恒温干燥箱中,不施加任何载荷的情况下进行加热。温度下限为 15℃,每次增加 5℃,温度上限为 50℃。每个温度点稳定时间 1.5 h 后,记录光栅波长。

3 结果与讨论

3.1 实验数据拟合

将压力校准实验中所测数据根据压力传感器检定规程(JJG860-94)^[16]进行分析,得到传感器的输出波长与所受压力的关系。升压过程(如图 5 所示): $y=0.467x+1544.5$,其中 x 为传感器所受压力(MPa), y 为应变光栅反射中心波长(nm),线性度(实测数据与拟合直线之间的拟合度) $R^2=98.81\%$ 。降压过程(如图 6 所示): $y=0.0432x+1544.6$,其中 x 为传感器所受压力(MPa), y 为应变光栅反射中心波长(nm),线性度为 99.96%。

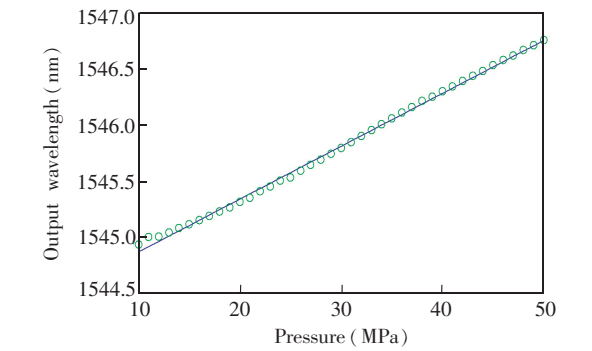


图 5 加压标定曲线图
Fig.5 Prelum calibration curve

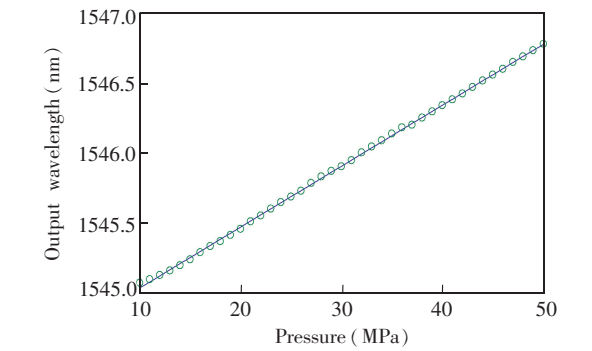


图 6 降压标定曲线图
Fig.6 Step-down calibration curve

实测压力传感器灵敏度为 42.325 pm/MPa,与理论计算基本吻合。通过数据处理得出传感器的相关指标,其中重复性为传感器在相同的工作条件下,输入按同一方向作全测量范围连续变动多次时,特性曲线的不一致性,以各校准点上正、反行程校准数据标准偏差平均值的 3 倍对满量程输出(FS)的百分比表示。回程误差为传感器在相同工作条件下作全测量范围校准时,正、反行程校准曲线间的最大差

值,用此最大差值占满量程输出的百分比表示。线性误差指在规定条件下,传感器校准曲线与工作直线的不一致性,用传感器校准曲线与工作直线间的最大偏差占满量程输出的百分比来表示。计算得到重复性为0.066% FS,回程误差为 0.863% FS,线性误差为 0.102% FS,传感器精度为±0.571% FS。

3.2 温度补偿方法

光栅存在对温度、应变的交叉敏感现象,外界温度变化时,光栅的中心波长会随温度变化而改变,导致压力测量值误差增大,所以必须对传感器进行温度补偿,尽可能降低温度影响,确保压力测量值准确。

光栅温度补偿法是在同一温度场中同时布置两个光纤光栅,其中一个为应变光栅 FBG1,两端粘接在两个固定柱上,它同时受温度和应变的影响;另一个为温度补偿光栅 FBG2,一端为自由端,布设在不受力的构件上,用于测量被测物温度,它只受温度影响。两根光栅处于同一温度场,温度效应相同。温度与应变对光纤光栅中心波长的影响相互独立并且是严格线性的,温度与应变共同产生的 FBG1 的波长变化可用式(9)表示:

$$\Delta\lambda = K\Delta P + K_d\Delta T$$

其中, K 为光纤光栅压力的灵敏度系数; K_d 为光纤光栅温度的灵敏度系数; ΔT 为温度变化量; ΔP 为压力变化量。由式(9)可知,压力和温度对波长的作用是独立的、线性叠加的。对于温补光栅 FBG2,由于只受温度影响,其波长变化为:

$$\Delta\lambda = K_T\Delta T$$

由于两个光纤光栅处于同一个温度场中,两者的温度效应相同,消除温度变化引起的波长漂移,可以得到压力单独引起的波长漂移。被测物体的压力计算公式如下:

$$\Delta P = (\lambda - \lambda_0 - \frac{K_d}{K_T}(\lambda_T - \lambda_{T0}))/K$$

其中, ΔP 为压力值(MPa); λ 为应变光栅当前波长(nm); λ_0 为应变光栅安装后的初始波长(nm); λ_T 为温补光栅当前波长(nm); λ_{T0} 为温补光栅安装后的初始波长(nm); K_T 为温补光栅的温度系数(nm/℃); K_d 为应变光栅的温度系数(nm/℃)。

3.3 温度补偿实验分析

对温度补偿实验中所测数据进行处理,应变光栅与温补光栅对温度的变化曲线如图 7 所示。应变光栅 FBG1 的温度拟合公式为 $y=0.504x+1544$, 其中 x 为传感器所处温度(℃), y 为应变光栅反射中心波长(nm),线性度99.57%; 温补光栅 FBG2 的温度拟合公式为 $y=0.165x+1523.3$, 其中 x 为传感器所处温度(℃), y 为温补光栅反射中心波长(nm),线性度 99.57%。

从图 7 可知,承压光栅 FBG1 与温补光栅 FBG2 的对随温度变化相关度较高,可以通过温度补偿法实现温度补偿。将实验所测数据代入温度补偿公式(11),计算得出不同温度下零压力时的测压误差曲线,如图 8 所示。

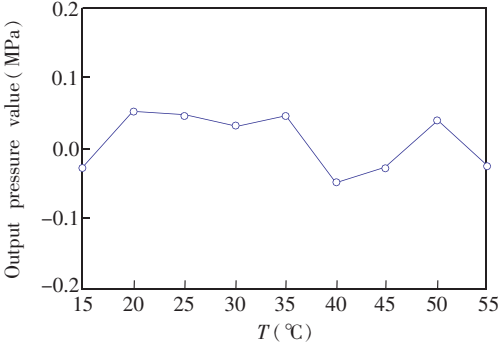
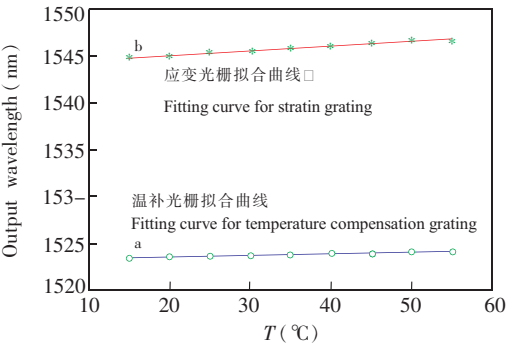


图 7 压力传感器温度特性曲线

图 8 输出误差曲线

Fig. 7 Temperature characteristic curve of Pressure sensor

Fig.8 Output error curve

4 结论

本研究设计了一种耐高压光纤光栅固体压力传感器,并建立了其温度补偿方法。此传感器的结构和温度补偿方法简单、有效,传感器的量程可达50 MPa以上,具有良好的灵敏度、线性度和重复性。此传感器可以用于武器战斗部火炸药压力监测,以及电感耦合等离子体质谱法测定高纯二氧化锡电极材料中关键性杂质离子过程的压力监测,也可以用于各种易燃易爆、电磁干扰、强辐射环境下的高压测量。

References

- 1 Kersey A D, Davis M A, Patrick H J, LeBlanc M, Koo K P, Askins C G, Putnam M A, Friebele E J. *J. Lightwave Technol.*, **1997**, 15(8): 442–463
- 2 WANG Hua-Ping, WANG He-Zhe, LAN Chun-Guang, ZHOU Zhi. *Instrument Technique and Sensor*, **2012**, 4: 4–6
王花平, 王赫喆, 兰春光, 周 智. 仪表技术与传感器, **2012**, 4: 4–6
- 3 ZHAO Yan, ZHANG Ji-Jun, ZOU Hong, CHEN Zhi-Jun, ZHAO Yong-Mei. *Journal of Applied Optics*, **2015**, 1: 145–149
赵 艳, 张继军, 邹 虹, 陈志军, 赵咏梅. 应用光学, **2015**, 1: 145–149
- 4 JIANG Shan-Chao, CAO Yu-Qiang, SUI Qing-Mei, WANG Jing, WANG Ning, WANG Zheng-Fang. *Chinese Journal of Lasers*, **2013**, 40(4): 0405002
蒋善超, 曹玉强, 隋青美, 王 静, 王 宁, 王正方. 中国激光, **2013**, 40(4): 0405002
- 5 YIN Xiao-Feng, JIANG Nuan, YANG Hua-Yong, LI Zhi-Zhong. *Journal of Optoelectronics · Laser*, **2011**, 22(5): 681–684
殷小峰, 姜 暖, 杨华勇, 李智忠. 光电子·激光, **2011**, 22(5): 681–684
- 6 Mendez A, Morse T F, Mendez F. *Proceedings of SPIE, Fiber Optic Smart Structures and Skins II*, **1990**, 1170: 60–69
- 7 Chang C C, Johnson G, Vohra S T, Aithouse B. *Proceedings of SPIE*, **2000**, 3986: 480–488
- 8 HE Shao-Ling, HAO Feng-Huan, Liu Peng-Fei, SANG Wei-Bing, LIU Rui, GE Hui-Liang. *Chinese Journal of Lasers*, **2015**, 42(6): 0605003
何少灵, 郝凤欢, 刘鹏飞, 桑卫兵, 刘 瑞, 葛辉良. 中国激光, **2015**, 42(6): 0605003
- 9 HU Zhi-Xin, WANG Zhen-Wu, MA Yun-Bin, ZHANG Jun. *Journal of Applied Optics*, **2010**, 131(1): 110–113
胡志新, 王震武, 马云宾, 张 君. 应用光学, **2010**, 131(1): 110–113
- 10 Li F, Du Y L, Zhang W T, Li F. *Optical Engineer.*, **2013**, 52(1): 014403
- 11 CHEN Lang, LIU Qun, WU Jun-Ying. *Explosion and Shock Waves*, **2013**, 33(1): 21–28
陈 朗, 刘 群, 伍俊英. 爆炸与冲击, **2013**, 33(1): 21–28
- 12 WEN Li-Jing, DUAN Zhuo-Ping, ZHANG Zhen-Yu, OU Zhuo-Cheng, HUANG Feng-Lei. *Acta Armamentarii*, **2013**, 34(3): 283–288
温丽晶, 段卓平, 张震宇, 欧卓成, 黄风雷. 兵工学报, **2013**, 34(3): 283–288
- 13 XU Wei, LI Yu-Zhen, DUAN Tai-Cheng, CHEN Hang-Tinge. *Chinese J. Anal. Chem.*, **2015**, 43(9): 1349–1352
徐 伟, 李育珍, 段太成, 陈杭亭. 分析化学, **2015**, 43(9): 1349–1352
- 14 ZHAO Yong-Mei, ZHANG Ji-Jun, PAN Guo-Feng, CHEN Zhi-Jun, LIU Xian-Shou. *Transducer and Microsystem Technologies*, **2014**, 33(12): 76–78
赵咏梅, 张继军, 潘国锋, 陈志军, 刘现收. 传感器与微系统, **2014**, 33(12): 76–78
- 15 XU Zhi-Lun. *Concise Tutorial of Elastic Mechanics (4th Edition)*, Higher Education Press, **2013**
徐芝纶. 弹性力学简明教程(第4版), 高等教育出版社, **2013**
- 16 JJG860-94, *Verification Regulation of Pressure Sensor*. Profession Standard of the People's Republic of China
压力传感器检定规程. 中华人民共和国行业标准. JJG860-94

Research on Solid Pressure Sensor for High-pressure Measurement Based on Fiber Bragg Grating

GUO Hong-Ying^{1,2}, WANG Zhao-Ba^{*1}

¹(School of Information and Communication Engineering, North University of China, Taiyuan 030051, China)

²(Department of Electronics, Xinzhou Teachers University, Xinzhou 034000, China)

Abstract Solid internal pressure is one of the important parameters in traffic bridge and defense field. However, the existing testing equipments have the defects of serious electromagnetic interference, poor reliability, and poor accuracy. To overcome the above problems, a fiber bragg grating (FBG) high pressure solid pressure sensor which used thin plates as elastic bearing diaphragm and applied the deflection under pressure to pull the pressure sensitive grating to realize pressure sensing axial displacement was designed. By calculating on the structure according to the measurement range and finite element simulation, its feasibility was confirmed. In the laboratory with constant temperature, the pressure calibration experiment was carried out, and the temperature compensation was performed by the temperature compensation grating in the same temperature field to correct the temperature drift of strain grating. Experimental results showed that the newly devised FBG pressure sensor could sense the pressure as high as 50 MPa, with a linearity of 99.2%.

Keywords Fiber bragg grating; Pressure sensor; Pressure diaphragm; Temperature compensation; Zero temperature drift

(Received 8 January 2017; accepted 12 April 2017)

This work was supported by the National Natural Science Foundation of China (No. 11604304)

赛默飞与同济大学、都灵理工大学“产学研”联动 引领生命科学新变革

2017年6月21日,上海——科学服务领域的世界领导者赛默飞世尔科技(以下简称:赛默飞)与同济大学、意大利都灵理工大学签署了三方合作备忘录。三方将通过“产学研”联动的学生培训与实习项目,共同培养学术型与应用型高素质人才,为中国前瞻性科学领域的创新发展贡献力量。此外,以当日首场“干细胞专题研讨会”为起点,三方将在医学、环境、化工等领域开展全方位的交流与合作,以期在多个学科领域取得新进展、新突破。

随着干细胞研究被列入“十三五”国家科技创新规划,并得到国家重点研发计划科研基金的支持。其研究与应用几乎涉及所有生命科学与生物医药领域,前沿科研机构对干细胞研究以及以干细胞为基础的再生医学一直给予了高度的关注,以期实现临床应用上的广阔前景。赛默飞通过与中国乃至全球重点院校的合作将以领先的产品和服务,推动合作伙伴在干细胞领域最前沿的基础研究与应用突破,从而使再生医学新疗法早日惠及全球患者。

赛默飞中国区总裁江志成(Gianluca Pettiti)先生表示:“作为全球科学服务领域的领导者,赛默飞始终致力于优化全球客户的科学研究与操作。我们希望通过此次合作,为国内与国际领先高校在干细胞、基因测序、精准医学、结构生物学等重要领域的科学创新增添助力,加速前沿医学临床应用的发展与成熟,引领新一轮的医学变革,从而提升中国以及全球整体健康水平,践行赛默飞‘使世界更健康、更清洁、更安全’的使命。”

同济大学常务党委副书记方守恩表示:“我们很高兴能与意大利都灵理工大学、赛默飞达成三方合作关系。同济大学走在中国干细胞研究的前列,并承担了首批国家重点研发计划‘干细胞及转化研究’重点专项。为了持续加速研发进展,我们长期寻求与领先的院校与企业进行合作交流。基于此次合作,我们将与都灵理工大学以及赛默飞分享行业前沿知识。相信通过知识、技术与人才的交流,我们能在生命科学领域的科研与转化方面取得更大的突破。”

都灵理工大学技术转移副校长 Emilio Paolucci 教授表示:“作为世界顶尖的科技类大学,我们长久以来与中国的重要院校与优秀企业有着密切的协作,也吸引了越来越多的中国学生来我校学习。我们很高兴能与赛默飞和同济大学建立合作关系,从而促进中意合作,并参与到中国提升创新活力与科研实力的进程中。以此次学术交流为良好开端,我们计划将合作范围拓展至医学研究、环境、化工等更多领域,全面加速院校与企业的联动,共同提升科学研究与创新实力。”