

# 基于力致变色材料的新型智能压力传感器

史慧超, 张悦华, 王亿文<sup>1</sup>

(北京化工大学 信息科学与技术学院, 北京 100029)

**摘要:** 由于力致变色聚合物材料的发展还处于初级阶段, 利用该材料力致变色原理制作新型压力敏感元件结构, 受到材料特性研究尚不明确等问题限制。本文基于一种新型力致变色材料 (R-4OH-PU-PMABA) 制作压力敏感元件, 建立了压力-挠度模型, 搭建了力学实验平台测量敏感元件压力与挠度的关系, 对建立的压力-挠度模型进行验证; 搭建了光学测量平台, 对敏感元件感受压力作用时光谱及光功率变化进行研究, 以上研究工作分别对变色材料压力敏感元件的力学特性及光学特性进行了探索, 为基于该材料的压力敏感元件设计、优化以及进一步的应用研究提供了重要的理论实验参考。

**关键词:** 力致变色材料; 压力敏感元件; 力学特性; 光学特性

## A New Intelligent Pressure Sensor Based on Force Chromatic Material

Shi Huichao, Zhang Yuehua, Wang Yiwen,

(School of information science and technology, Beijing University of chemical technology, No. 15, North Third Ring East Road, Chaoyang District, Beijing, 100029, China;)

**Abstract:** Because the development of force-chromic polymer materials is still in the initial stage, a new type of pressure sensitive element structure based on the force chromism principle of the material is limited by the unclear research on the material properties. In this paper, a new force chromic material (R-4OH-PU-PMABA) was used to fabricate the pressure sensor, a pressure-deflection model was established, and a mechanical experimental platform was built to measure the relationship between pressure and deflection of sensitive components, and the established pressure-deflection model was verified. Has set up a platform optical measurement, to feel the pressure sensitive element spectrum and optical power changes, the above research work respectively to the color material mechanical properties and optical characteristics of pressure

**通讯作者:**

**史慧超** 北京化工大学 副教授, 硕士生导师; **研究方向:** 化工过程参量测量、传感技术及器件、智能传感器、智能感知网络等。**通讯地址:** 北京市朝阳区北三环东路 15 号, 邮编: 100029

联系电话: 15201167232 Email: shihc@mail.buct.ed

sensitive element has explored, based on the material of pressure sensitive element design, optimization, and the application of further research provides an important reference theory experiment..

**Keywords:** Photochromic materials; Pressure sensitive element; Mechanical properties; optical characteristics

## 1 传感器设计背景和应用价值

设计背景：随着智能材料的发展，对力致变色材料的研究也更加深入，设想将力致变色材料作为敏感元件，设计出一款压力传感器具有很大意义。在目前制备出的具有机械力诱导发光性质的高分子中，变色水凝胶作为一种新型的刺激响应性水凝胶得到了广泛关注。这是因为,在外力作用下,水凝胶的表观颜色或荧光色可以产生明显改变；同时,当外界应力被撤去后或经过其他手段处理后,其光学性质可以逆回

应用价值：虽然对于力致变色材料的研究方向多种多样，但是现阶段将该材料与传感器还处于空白，本文设计出的压力传感器将力学与光学相结合，使压力与光的功率以及电压相对应，后续将有望用在损伤探测与力学性能研究以及更多潜在的应用

## 2 创新点与优势

- 1) 本作品所用到的力致变色材料是自己研发的新一类材料，能够在拉伸或者压缩时发生颜色的变化。
- 2) 本作品是国内外首次将力致变色材料与传感器相结合，对于以后传感器和力致变色材料的发展都具有深远意义，并且具有创新性。
- 3) 本作品将作用在膜片上的压力与膜片发出荧光功率相对应，也具有创新性。
- 4) 在之前的基础上对传感器进行改进，将作用在膜片上的压力与电压相对应，使得传感器性能更加完善。

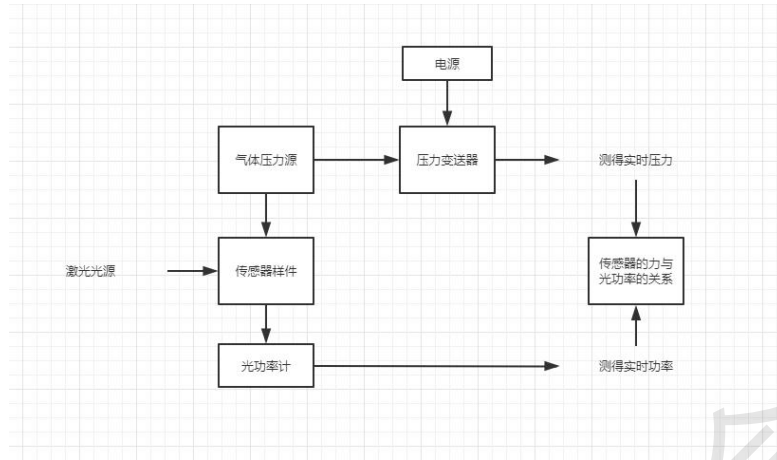
## 3 实现方案简介

### 3.1 设计原理

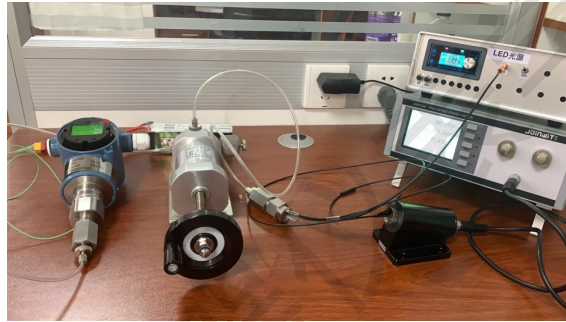
将力致变色材料用作传感器的敏感元件，对它施加外力，并且实时监控所施加压力，同时通过激光对膜片产生荧光激发，使得膜片能够发生荧光，通过光功率计对膜片发出的荧光进行实时采集，使用光电转换器、示波器等完成膜片的压力与荧光功率以及电压信号的对应。

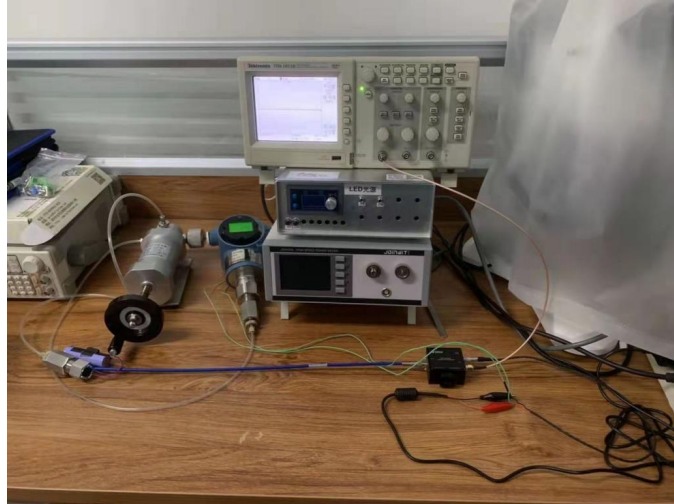
### 3.2 设计方法

设计流程图如下：



实验平台如下：





传感器样件如下：



### 3.4 实验验证过程



压力-电压演示视频.mp4



演示视频.mp4