

光纤光栏微纳阵列防爆液位传感器

石蕊

(长春理工大学, 吉林 长春 13000)

摘要: 提出了基于 Zernike 矩和小波变换特征相结合的车牌字符识别方法。利用 Zernike 矩描述字符全局特征, 小波变换系数描述字符细节特征, 采用神经网络进行车牌字符分类。测试结果表明, 这种组合了两种特征优点的方法实用有效, 识别效果优于两种特征独立使用的情况。利用微纳孔径光栏阵列技术制作一款低成本, 简单实用, 本征防爆的油品液位传感器, 采用低功率 (2 毫瓦) 可见光 (580nm) 做为信号光, 并且接收端可以拉长数百米距离, 可以实现一机多联, 一个采集连接多组传感单元。相比传统广泛应用的电容式液位传感器, 项目设计的光纤液位传感器因其具有良好的特性, 体积小、重量轻、抗电磁干扰、抗腐蚀、对电绝缘、本质安全等。

关键词: 液位传感器;微纳孔径光栏阵列技术

Fiber-optic column micro-nano array explosion-proof liquid level sensor

Shi Rui

(Changchun University of Science and Technology, Changchun 13000, Jilin, China)

Abstract: A license plate character recognition method based on the combination of Zernike moment and wavelet transform features is proposed. The Zernike moment is used to describe the global characteristics of the character, the wavelet transformation coefficient is used to describe the character detail feature, and the neural network is used for license plate character classification. The test results show that this method of combining the advantages of the two characteristics is practical and effective, and the recognition effect is better than that of the two characteristics being used independently. Using micro-nano aperture light bar array technology to make a low-cost, simple and practical, intrinsically explosion-proof oil level sensor, using low power (2 milliwatts) visible light (580nm) as signal light, and the receiving end can extend the distance of hundreds of meters, can achieve a multi-machine connection, a collection connection to multiple groups of sensing units. Compared with the traditional widely used capacitive level sensor, the optical fiber level sensor designed by the project has good characteristics, small size, light weight,

anti-electromagnetic interference, corrosion resistance, electrical insulation, intrinsic safety, etc

Keywords: Level sensors; Micro/nano aperture bar array technology

1 传感器设计背景和应用价值

设计背景：油品液位的准确测量一直是成品油行业亟待解决的问题，我国油料储备成品油液位监测多采用低量程的浮球油位传感器，对于大容量油罐缺少合适的油位在线监测传感器，进口的霍尼韦尔油品油位传感器价格昂贵。研究开发一种基于微纳孔径光纤光栏阵列的耐高低温、防爆、低功耗、无源柔性的成品油液位感知系统，针对国内油料储备、化工行业、军工油料等，包括其它敏感易燃易爆液体如酒精、笨、化工液体，实时液位监视。适应高温高压、低温环境的液位监测领域，设计基于微纳孔径光栏阵列光纤液位传感器的产品应用，达到低功耗，无源，柔性，长距离液位实时监测目的。

应用价值：液位传感器要求适应能力比较强，因为其使用环境通常情况一般都非常复杂，经常需要在强电磁干扰、高压、易燃易爆、腐蚀性、低温等特殊环境下使用。相比于比较成熟的液位测量技术，如电容式测量法和磁致伸缩式液位测量法等，光纤液位传感器不仅种类多且各具特点，设计也最为灵活。因此在环境情况复杂的条件下，光纤液位传感器完全可以满足液位测量的需求。参赛项目的光纤液位传感器传感方式，是光纤不仅可以液位传感还具备传输能力，直接传输受到调制的光信息

2 创新点与优势

- (1) 基于微纳光栏阵列结构的几何光学液位感知方法；
- (2) 简单可靠的光纤传输介质折射率变化的本安型液位传感器；
- (3) 该液位传感器具有更好的温度适应性高温环境大于 500°C ，低温环境低于 -150°C ，具有良好的抗辐射，抗电磁干扰，EMIEMC 性能良好；
- (4) 可用于储罐、深海探测、核电安全等极限领域的。

3 实现方案简介

3.1 设计原理

传感器包含两根侧发光光纤，一根作为发射，另一根作为接收。入射光进入发射光纤后，被纤芯中粒子散射，部分光从侧面射出并耦合进接收光纤中；耦合进接收光纤的光信号继续发生散射，部分散射光将向上传播并从其上端射出。出射的总光强包含两部分：一部分是从上侧发射光纤在空气中的出射光耦合而来，另一部分则是从下侧发射光纤在液体中的出射光

中耦合而来。通过探测输出光功率，即可得知油箱液位高度。这种测量方法结构简单、容易实现、成本低，比较适合于液位的测量。

3.2 设计方法

光纤液位测量方法利用光的传输损耗这一特性，对光纤的包层或纤芯进行一定程度的处理，包括横切、侧刨、加入散射粒子等，来达到光泄露的目的。当光纤的外部介质折射率发生变化时，泄漏的光功率与液位成线性关系，通过测量输出光强，即可得出液面高度信息。

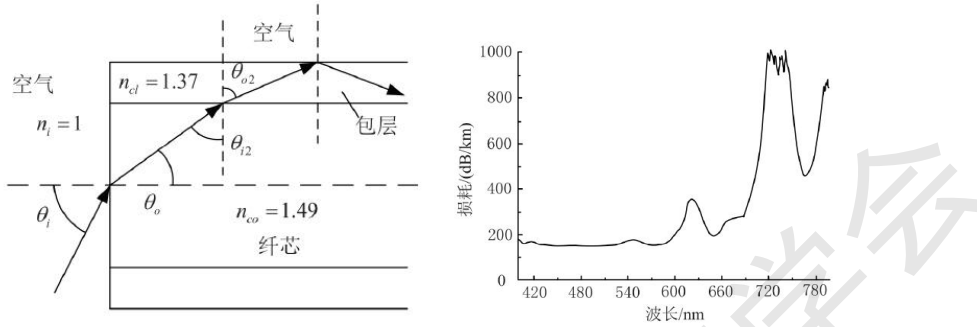


图1 光纤传光及光栅泄漏散射

光的泄漏程度跟外界液体折射率有关系，通过调节包层厚度从而达到测量液位的目的。在纤芯折射率 n_1 、包层折射率 n_2 以及外界液体折射率 n_3 、空气折射率 n_0 ，满足 $n_3 > n_2$ 条件下，分别使用 12.5um、5um、0um 厚度的包层进行试验，可以分析出包层厚度为 5um 的光纤对液位变化最敏感，并测得该情况下传感器分辨率为 0.05 米，量程为 10 米。

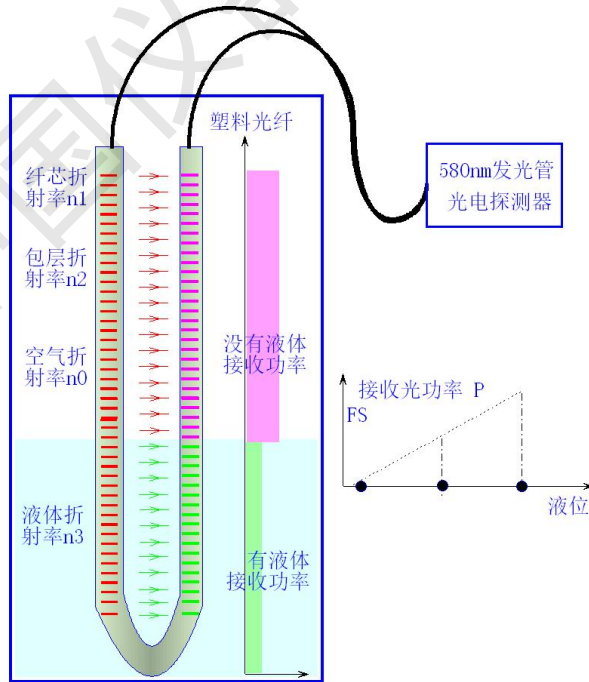


图2 光纤液位传感器安装

微槽光栅部分可以看作是两个光纤的连接。根据连接损耗原理研究微槽光栅尺寸、光纤

直径、光纤数值孔径这些因素对光波传输损耗的影响，光纤中光波传输功率随着光栏内介质折射率的增大，损耗减小。在光栏内介质不变的情况下，光栏尺寸越大，光纤传输损耗越大。微槽光栏尺寸，槽内介质不变的条件下，直径小的光纤，传输损耗越大。在相同直径的光纤上刻制相同尺寸的微槽，槽内介质不变，数值孔径大的光纤，光纤传输损耗越大。

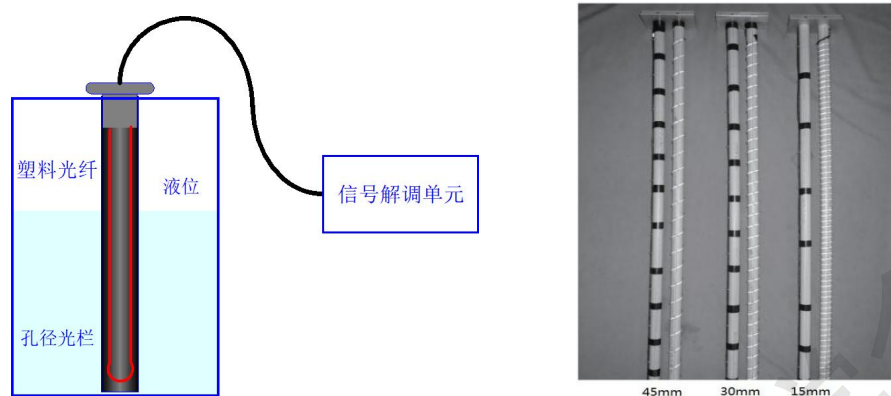


图3 传感器实物图

3.3 实验验证过程

第一步：光纤光栏阵列光学设计、结构与微纳加工，液位信号光纤耦合方法实验，光纤液位传感单元结构设计；

第二步：传感器功能测试，包括线性度、一致性、稳定性、蠕变、重复性测试；

第三步：传感器封装，系统联调联试，数据处理。