

# 《自动检测技术与系统实验》

## 实验报告

系列七：光纤传感器 实验

学    校：  南开大学

学    院：  人工智能学院

专    业：  智能科学与技术

实验成员：  2211292  郑皓文

              2212055  张箫鹏

              2212266  张恒硕

## 实验三十一 光纤传感器的位移特性实验

### 一、实验目的

- 1、了解光纤位移传感器的基本结构。
- 2、掌握光纤传感器及其转换电路的工作原理。

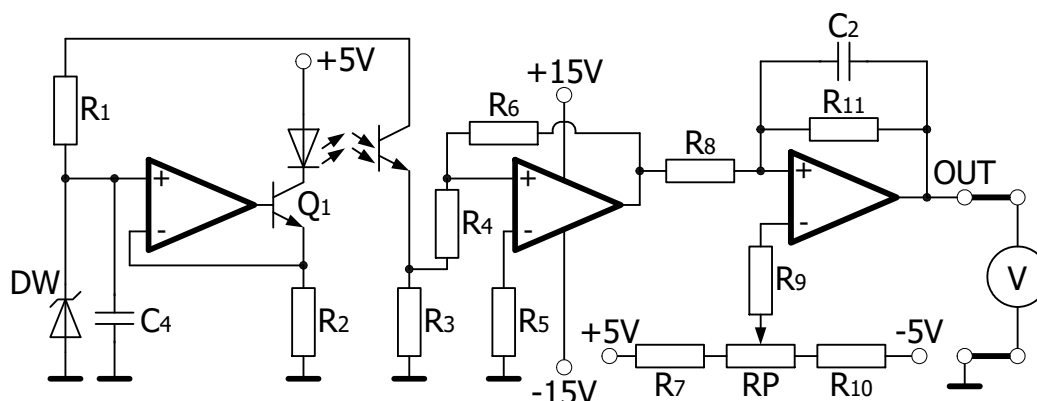
### 二、实验所用单元

光纤传感器、光纤传感器转换电路板、反射面铁片、位移台架、直流稳压电源、数字电压表

### 三、实验原理及电路

本实验采用的是导光型多模光纤，它由两束光纤混合成 Y 型光纤，探头为半圆分布，一束光纤端部与光源相接发射光束，另一束端部与光电转换器相接接收光束，两光束混合后的端部是工作端即探头。由光源发出的光通过光纤传到端部射出后再被测体反射回来，由另一束光纤接收光信号经光电转换器转换成电压量，该电压的大小取决于反射面与探头的距离。

光纤传感器转换电路如图 31-1 所示。



### 四、实验步骤

- 1、固定好光纤位移台架，将测微器测杆与反射面铁片连接在一起。
- 2、按照图 31-2 安装光纤位移传感器，将传感器的插头与转换电路板上的插座相连，并将转换电路板的输出连接至数字电压表上。

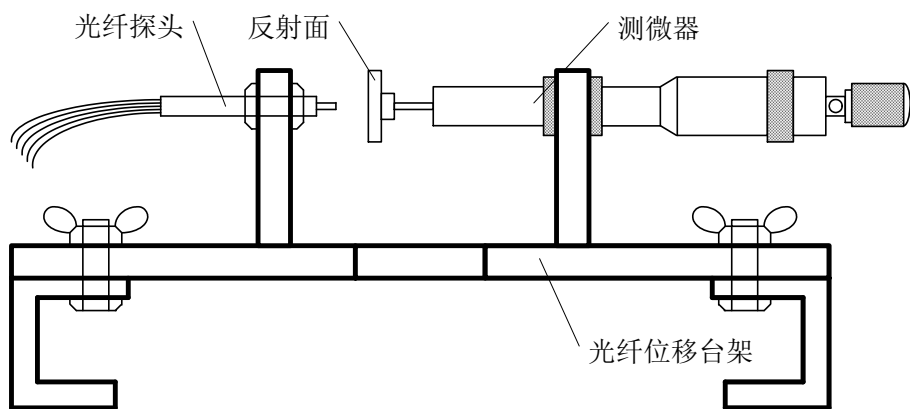


图 31-2 光纤传感器安装示意图

3、调节测微器，使探头与反射面平板接触。接通电源，调节转换电路板上的 RP 使数字电压表指示为零，并记录此时的测微器读数。

4、旋转测微器，反射面离开探头，每隔 0.1mm 读取一次输出电压值，将电压与位移记入下表中，共记 10 组数据。

表 31-1

X (mm)	14.4	14.5	14.6	14.7	14.8	14.9	15.0	15.1	15.2	15.3	15.4	15.5	15.6	15.7	15.8	15.9
$U_0$ (V)	0	0	0	0	0.05	0.18	0.85	1.55	2.60	3.70	4.68	6.16	7.13	8.07	8.43	9.41

## 五、实验报告

1、根据表 31-1 中的实验数据，画出光纤位移传感器的位移特性，并求出拟合曲线的方程。

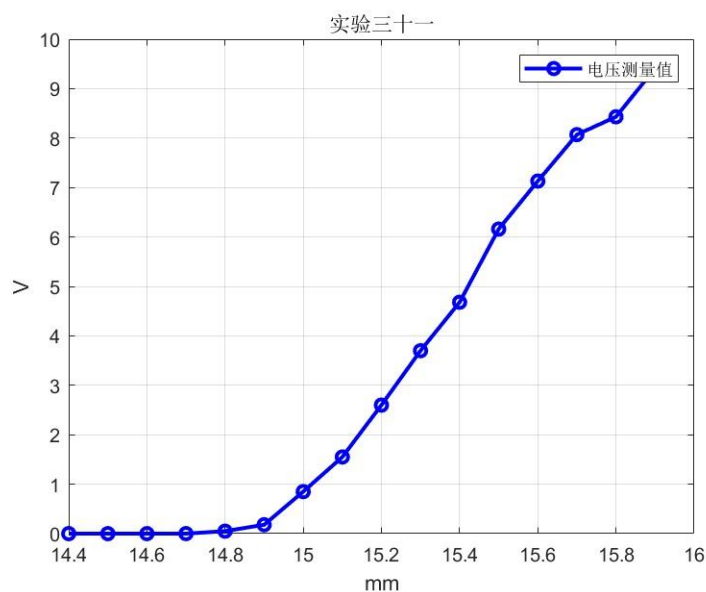


图 31-3 光纤位移传感器位移特性曲线

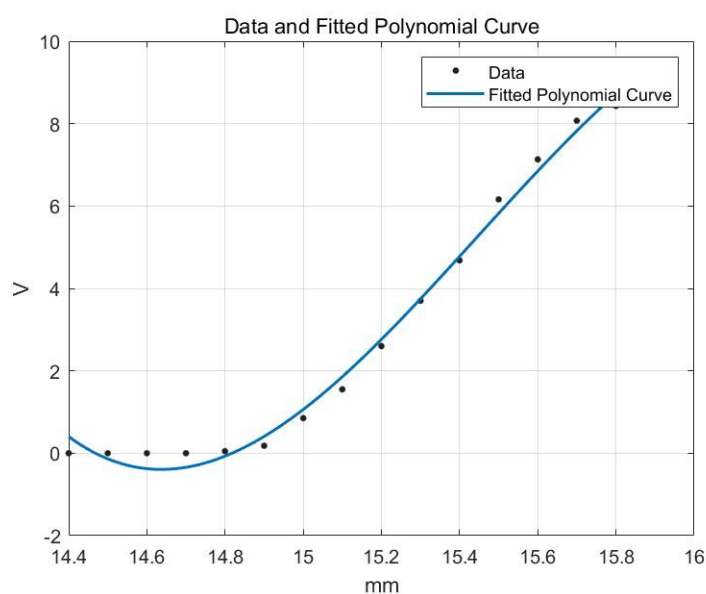


图 31-4 光纤位移传感器拟合曲线（带 0 部分）

拟合曲线:  $y = -5.349413x^3 + 247.848764x^2 - 3817.312851x + 19549.050138$

最大误差:  $\Delta L_{\max} = 0.403979V$

实验中记录第一个点数据时，螺旋测微器和传感器过近，导致移动一段距离仍未分开，电压保持为 0。这段水平线对线性拟合有较大影响，上图给出的是包含这部分在内的三阶拟合曲线，而下图给出舍弃这部分的线性拟合曲线，其更适合观察传感器的线性度。

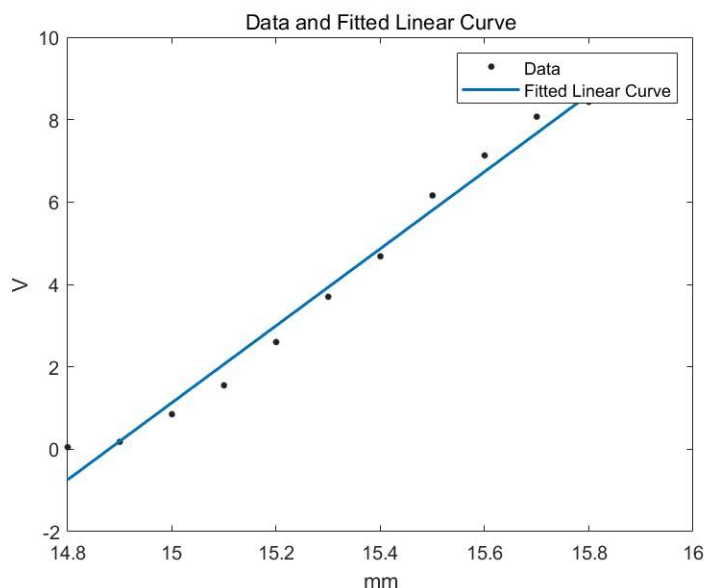


图 31-5 光纤位移传感器拟合曲线（不带 0 部分）

$$\text{拟合直线: } y = 9.346504x - 139.067996$$

$$\text{最大误差: } \Delta L_{\max} = 0.789744V$$

$$\text{非线性误差: } \delta = \frac{\Delta L_{\max}}{L} \times 100\% = 8.4374\%$$

$$\text{最小二乘法误差: } \sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_{i \text{ 真实}} - y_{i \text{ 拟合}})^2} = 0.376829V$$

## 2、本实验中光纤位移实验系统的灵敏度与哪些因素有关？

光纤位移实验系统的灵敏度跟很多因素有关，比如光源稳定性、光电转换器性能、电路设计、环境因素等，然而这些因素在实验中应该并未涉及。以下就实验中可能有影响的因素进行说明。

- **光纤的质量和连接方式：**光纤的损耗、弯曲半径等质量因素，以及光纤与其他组件间的连接都会影响信号传输效率，从而影响灵敏度。实验中的光纤可能由于长期使用已经老化，不能达到最高的测量精度。
- **反射面性质：**反射面的材质、表面粗糙度和平整度都决定了反射光的强度和方向性，进而影响灵敏度。实验中的反射面也可能由于长期使用和磨损等影响测量精度。
- **机械结构的稳定性：**固定光纤传感器的位移台架的松动或振动也可能导致测量误差，影响系统的灵敏度。实验开始时，位移台架的一个柱面掉了，使用胶水进行了粘贴，因此考虑该方面的影响。另外，螺旋测微器在固定后，会与试验箱边缘紧贴，在转动螺旋测微器时会产生小幅度移动、转动，这可能带来影响。

## 实验三十三 光纤传感器的转速测量实验

### 一、实验目的

了解光纤位移传感器用于测量转速的方法。

### 二、实验所用单元

光纤传感器、光纤传感器转换电路板、电机（光电传感器中）、电机调速装备（光电传感器转换电路中）、光纤位移台架、直流稳压电源、数字电压表

### 三、实验原理及电路

利用光纤位移传感器探头对旋转体反射光的明显变化产生脉冲信号，经电路处理即可测量转速。

### 四、实验步骤

1、固定好光纤位移台架，将光纤传感器装于传感器支架上，将电机放入位移台架的圆孔中，使光纤探头对准电机转盘反射点。

2、将各部分的连线连接好，数字电压表切换开关拨到 20V 档。

3、接通电源，将电机调速电位器旋至 0，使电机不转动，①用手转动电机转盘，使探头避开反射面，调节光纤转换电路板上的 RP 电位器使数字电压表指示值最小；②再转动转盘，使光纤探头对准反射点，调节探头与反射点的距离，使数字电压表指示值最大，重复①②步骤，直至两者的电压差值最大。

4、频率与转速表切换开关拨到频率档，调节电机调速旋钮，使电机转动，观察实验现象。

### 五、实验报告

测量转时转盘上反射点的多少是否对测速精度有影响？为什么？

转盘上反射点越多，测速精度会越高。

电机旋转时，光纤探头会检测到反射点反射的光强度变化，产生脉冲信号。计算单位时间内接收到的脉冲数量，便可以得出电机的转速。

更多的反射点意味着一个旋转周期内会有更多脉冲信号，这使得系统能更精确地捕捉电机转速变化，提供更高的分辨率。更多的数据点也可以帮助过滤噪声，增强抗干扰能力如果反射点分布均匀，可以通过平均化抵消随机误差，提高可靠性。

然而，增加反射点数量并不能无限制提升精度，它会对电路的响应速度提出更高的要求，带来成本的增加。