

文章编号: 1007- 2985(2006) 06- 0050- 03

# 基于 Origin 的牛顿环实验数据处理方法

胡素梅, 陈海波

(茂名学院技术物理系, 广东 茂名 525000)

**摘要:** 用 Origin 软件对牛顿环实验的数据进行线性拟合与作图, 拟合的结果与所作图形均与传统的最小二乘法进行数据处理的结果相吻合. 实验表明: 利用软件处理的实验数据与作图, 具有简洁、快捷与直观等特点, 避免了人为因素所造成的误差.

**关键词:** Origin 软件; 数据处理; 牛顿环实验; 最小二乘法

**中图分类号:** O435

**文献标识码:** A

牛顿环实验的数据处理方法的研究已受到研究者的关注与重视<sup>[1-4]</sup>. 传统的实验数据处理的方法主要有逐差法、加权平均法、最小二乘法、作图法等, 但这些方法都不可避免地要进行一系列的人为计算过程. 笔者运用 Origin 软件对牛顿环实验数据进行处理, 计算过程及作图完全由计算机完成, 从而避免一些人为因素所造成的误差, 而且与传统的最小二乘法进行数据处理的结果非常吻合.

## 1 牛顿环实验

牛顿环是物理光学中研究等厚干涉现象的典型实验, 该实验通常用于测量透镜的曲率半径. 实验原理如下: 当一曲率半径很大的平凸透镜的凸面与一磨光平玻璃板相接触时, 在透镜的凸面与平玻璃板之间将形成一空气薄膜, 与接触点水平距离  $r$  相等的地方, 厚度相同. 若以波长为  $\lambda$  的单色光垂直投射到平凸透镜时, 由空气薄膜上下表面反射的光互相干涉, 形成干涉条纹. 在反射方向观察时, 将看到一组以接触点为中心的亮暗相间的等厚干涉圆环, 即牛顿环. 设透镜曲率半径为  $R$ , 形成的  $k$  级干涉暗条纹的半径为  $r_k$ ,  $k$  级干涉亮条纹的半径为  $r'_k$ , 不难证明:

$$r_k = \sqrt{kR\lambda} (k = 0, 1, 2 \dots), r'_k = \sqrt{(2k-1)R \cdot \lambda/2} \quad k = 1, 2, 3 \dots$$

设  $r_m, r_n$  分别是级次为  $m, n$  的 2 个暗环的半径, 则  $r_m^2 = mR\lambda, r_n^2 = nR\lambda$  由此可得透镜曲率半径  $R = \frac{r_m^2 - r_n^2}{\lambda(m-n)}$ . 由于半径不易准确测定, 改用直径  $d_m$  和  $d_n$  来表示, 即  $R = \frac{d_m^2 - d_n^2}{4\lambda(m-n)}$ , 钠光波长  $\lambda = 589.3 \text{ nm}$ .

## 2 数据处理

### 2.1 原始数据记录

牛顿环实验原始数据记录见表 1.

\* 收稿日期: 2006- 03- 11

作者简介: 胡素梅(1975- ), 女, 湖南隆回人, 茂名学院技术物理系讲师, 硕士生, 主要从事大学物理教学与研究.

表 1 牛顿环实验原始数据

暗环数	$x_{左}$	$x_{右}$	暗环数	$x_{左}$	$x_{右}$
$n$	9.467	13.679	$n + 5$	8.706	14.427
$n + 1$	9.280	13.852	$n + 6$	8.580	14.548
$n + 2$	9.121	14.006	$n + 7$	8.457	14.688
$n + 3$	8.978	14.147	$n + 8$	8.348	14.788
$n + 4$	8.834	14.297	$n + 9$	8.239	14.908

2.2 用最小二乘法处理实验数据

当物理量之间存在函数关系时, 回归方程系数的确定一般都用最小二乘法. 该实验采用最小二乘法来处理该实验数据时, 首先应消除由于干涉级数难以确定给实验带来的不便, 然后将函数线性化.

该第  $m$  级暗纹的干涉级数为  $m + j$ , 则干涉圆环直径  $d_m^2 = 4(m + j)R\lambda$ , 同理, 第  $n$  级暗纹的直径  $d_n^2 = 4(n + j)R\lambda$ , 整理得

$$d_m^2 - d_n^2 = 4(m - n)R\lambda \tag{1}$$

设  $m - n$  分别为  $1, 2, 3, \dots, n - 1$ , 并将(1)式线性化, 令  $y = d_m^2 - d_n^2, x = m - n$ , 则  $y = a + bx$ , 其中  $b = 4R\lambda$  由此可知  $y$  是  $x$  的线性函数, 从而该实验可用最小二乘法处理数据, 确定常数  $a$  和  $b$ , 就可得到  $R = b/4\lambda$  计算过程见表 2.

表 2 最小二乘法处理的结果表

$x_i = m - n$	$y_i = d_m^2 - d_n^2 / \text{mm}^2$	$x_i^2$	$x_i y_i / \text{mm}^2$	$x_i = m - n$	$y_i = d_m^2 - d_n^2 / \text{mm}^2$	$x_i^2$	$x_i y_i / \text{mm}^2$
1	3.162 24	1	3.162 24	7	21.084 42	49	147.590 94
2	6.122 29	4	12.244 58	8	23.732 66	64	189.861 28
3	8.977 62	9	26.932 86	9	26.734 60	81	240.611 40
4	12.103 43	16	48.413 72	$\Sigma$	134.782 21	285	851.018 40
5	14.988 90	25	74.944 50	平均	14.975 8	31.666 7	94.557 6
6	17.876 08	36	107.256 48				

比例系数  $b = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\overline{x^2} - \bar{x}^2} = 2.951\ 79$ , 截距  $a = \bar{y} - b\bar{x} = 0.216\ 85\ \text{mm}$ , 相关系数  $r =$

$$\frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sqrt{(\overline{x^2} - \bar{x}^2)(\overline{y^2} - \bar{y}^2)}} = 0.993, \text{ 所以 } \bar{R} = \frac{b}{4\lambda} = 1\ 252.244\ \text{mm}.$$

2.3 用 Origin 软件处理实验数据

Origin 软件中对实验数据进行的线性拟合是一种特殊的曲线拟合, 即拟合函数为线性函数  $y = a + bx$ . 根据给定的自变量  $x$  数列和因变量  $y$  数列的值, 求出系数  $a$  和  $b$  的值. 因此, 把牛顿环实验中的数据  $d_m^2 - d_n^2$  作为  $y$  列数据,  $m - n$  作为  $x$  列数据, 运用 Origin 软件作图, 并运用软件提供的线性拟合菜单命令“Analysis | Fit Linear”进行线性拟合, 如图 1 所示. 同时, 在项目管理器内自动产生一个名为“LinearFit”的工作表窗口, 显示拟合出来的  $a$  和  $b$  的值及相关系数  $R$  等结果 (见表 3). 模拟中取  $R =$

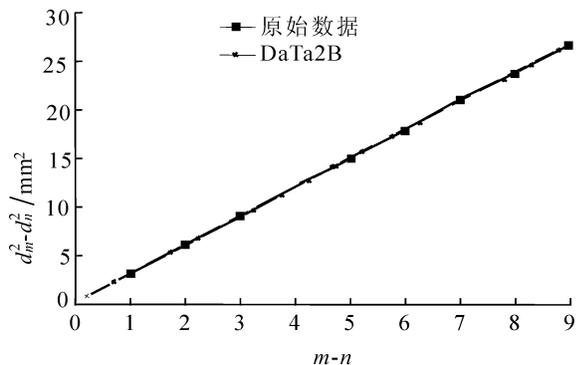


图 1  $d_m^2 - d_n^2$  与  $m - n$  关系的变化

0.999 91;  $SD = 0.092\ 38$ ;  $N = 7$ ;  $P < 0.000\ 1$ . 由  $R = \frac{b}{4\lambda}$  可得出凸透镜的曲率半径  $R$ .

表 3 Origin 软件线性拟合结果表

Parameter	Value	Error
A	0.147 08	0.078 08
B	2.974 48	0.017 46

### 3 结语

由上述分析可以看出,用最小二乘法线性拟合的结果与用 Origin 软件拟合的结果完全吻合.但是利用 Origin 软件进行拟合,可以避免一系列的人为计算过程造成的误差,整个计算过程及作图完全由计算机进行,简洁、快速、直观、精确,在教学过程中运用此方法,学生很容易接受.

### 参考文献:

- [1] 唐会智,郭嵘晔. 牛顿环实验中数据处理方法的讨论 [J]. 吉首大学学报,1999,20(2):63-66.
- [2] 张志忱. 牛顿环实验中的数据处理分析 [J]. 许昌师专学报,2001,20(2):33-36.
- [3] 籍延坤,焦志伟. 牛顿环实验的一种的数据处理方法 [J]. 物理与工程,2000,10(5):40-42.
- [4] 徐桂芳. 牛顿环实验数据处理的最佳方法 [J]. 大学物理实验,1996,9(3):49-52.
- [5] 徐志东,陈世涛. 大学物理实验 [M]. 成都:西南交通大学出版社,1999.

## Method of Treating Data in Newton Ring Experiments Based on Origin

HU Surmei, CHEN Hair bo

(Department of Physics, Maoming College, Maoming 525000, Guangdong China)

**Abstract:** The Origin software is applied in the data treating to line matching and making diagram in newton ring experiment. The experiment result shows an excellent accordance with the results of data treating by the traditional method and least square method. The experiment is concise and rapid with audio visual results, and it can avoid the error producing from the handing treatment if the origin software is applied in the data treating and making diagram.

**Key words:** Origin software; data treating; newton ring experiments; least square method

(责任编辑 陈炳权)