

# Origin 在“光强响应率”实验数据处理中的应用

兰 慧<sup>1, 2</sup>

(1. 江汉大学 物理与信息工程学院, 湖北 武汉 430056;

2. 华中科技大学 光学与电子信息学院武汉光电国家实验室, 湖北 武汉 430074)

**摘要:**现代实验教学和数据处理中,存在许多非线性函数规律的验证实验,传统作图方法处理并确定函数关系较困难,数据量大、计算复杂、效率低,容易导致出错。利用Origin软件的绘图、线性拟合、归一化处理、Lab Talk编程等功能处理光谱探测系统光强响应率实验数据,最终得到光强响应率。使用Origin软件处理数据,实现过程简便,结果直观准确,便于光学的理论分析与实验教学。

**关键词:**Origin;线性拟合;归一化处理;Lab Talk编程;光强响应率

**中图分类号:** O4-39 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-0143(2014)04-0052-05

## Application of Origin in Experiment Data Processing of "Light Intensity Response Rate"

LAN Hui<sup>1,2</sup>

(1. School of Physics and Information Engineering, Jianghan University, Wuhan 430056, Hubei, China;

2. Wuhan National Laboratory for Optoelectronics, School of Optical and Electronic Information, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, Hubei, China)

**Abstract:** In modern experiment teaching and data processing technology, there are many non-linear function verification's experiments. It is difficult to use the traditional method to determine the function relation with drawing process, and it leads to a large amount of calculation and poor efficiency, it is easy to have error. Origin software drawing, linear fitting, normalization treatment, Lab Talk programming functions have been used to deal with experimental data of light intensity response rate in spectrum detection system, and finally obtains the light intensity response rate. It is simple, accurate and directviewing to deal with data with Origin software, and it is convenient for theoretical analysis and experiment teaching of optics.

**Keywords:** Origin; linear fitting; normalization processing; Lab Talk programming; light intensity response rate

### 0 引言

随着计算机的普及,越来越多的软件被应用到实验教学中。其中,Origin是目前广泛流行的科技标准作图工具和数据分析软件之一<sup>[1-2]</sup>。Origin软件以其形象直观、操作简便等优点已逐渐被应用于大学物理实验数据的处理与分析中<sup>[3]</sup>。例如:用Origin剔除物理实验数据的异常值<sup>[4]</sup>、计算物理实验数据的平均值、标准差<sup>[5]</sup>、进行线性拟合、对实验数据进行曲线拟合<sup>[6]</sup>及寻峰分析、读取磁滞回线的矫顽力<sup>[7]</sup>等。本文介绍了利用Origin9.1处理光强响应率实验数据的方法,绘制和分析曲线,得出具体的线性函数以及图像关系。

收稿日期: 2014-06-12

作者简介: 兰 慧(1982—),女,讲师,博士生,研究方向:激光与THz技术。

## 1 实验原理

等离子体的光谱包含了其丰富的内部信息,等离子体演化过程是反映激光作用时间内激光与等离子体的相互作用过程。如果实验过程中不对探测系统进行光谱响应率校准,测量得到的光谱数据就不能够真实反映激光诱导等离子体的光谱演化。目前,光谱仪中衍射光栅在不同波长存在不同的光栅效率;CCD或ICCD探测器对不同波长也存在不同的光电转换效率;光谱探测系统(包括等离子体辐射采集光路)中的成像系统也存在对不同波长的透射率和反射率。这些因素都会引起光谱探测系统在不同的波长位置存在不同的光谱强度响应率。

本实验利用Ocean Optics公司的DH-2000-CAL氙卤钨组合式标准光源和标准光谱输出曲线来校准光谱探测系统的光强响应率。光强响应校准的具体操作是:首先将光纤连接在标准光源的输出端,打开标准光源进行预热半小时;然后选定光栅,将标准光源放置于测试激光诱导等离子体的等离子体发光区域,重现实验中的光路系统,让标准光源发出的光重新沿着等离子体的辐射光路进入探测器,这样就将整个等离子体诊断的实验系统都进行了响应率校准,而不仅仅是对光谱仪和探测器进行了响应率校准;选择实验中相同参数的光谱范围,测量标准光源的实验光谱输出 $I_{\text{std, exp}}(\lambda)$ ;最后将实验光谱输出比上Ocean Optics公司提供的标准光谱输出 $I_{\text{std, true}}(\lambda)$ ,便可以得到此光栅对应的光谱范围内的相对光强响应率曲线:

$$G(\lambda) = \frac{I_{\text{std, exp}}(\lambda)}{I_{\text{std, true}}(\lambda)} \quad (1)$$

同样,如果将激光诱导等离子体中测得的光谱强度 $I_{\text{exp}}(\lambda)$ 除以相对光强响应率 $G(\lambda)$ ,则可以得到光强校准后的真实光谱强度:

$$I_{\text{true}}(\lambda) = \frac{I_{\text{exp}}(\lambda)}{G(\lambda)} \quad (2)$$

## 2 实验数据处理

### 2.1 实验说明

本实验使用的是由SP2750光谱仪、300 grooves/mm光栅和ICCD系统组成的光谱探测系统,标准光源采用的是在530~700 nm波段的光强响应率校准的卤钨标准光源。表1为Ocean Optics公司提供的标准光谱的波长与光谱强度对照表。

表1 标准光谱强度波长对照表  
Tab.1 Standard spectral intensity and wavelength

波长/nm	525	550	575	600	650	700
光谱强度/a.u.	0.421 62	0.552 47	0.719 37	0.805 66	1.183 3	1.479 2

从表1可以看出,在所需要标定的波长范围,标准理论光谱数据只有上述几组。如果用传统的作图法将这几组数据作为横纵坐标作图,可以很明显的看到它们并不是在一条直线上,很难分辨出哪一个点是异常点,也很难拟合出线性函数。并且在实际的实验中,测量的波长及光谱强度数据量远远多于标准理论值。单纯依靠最小二乘法及作图法来确定函数关系,耗时且精度不高。因此,采用Origin9.1软件对数据处理,可大大消除求解过程中的误差,节省时间,并可以直观地得到实验结果。

### 2.2 基于Origin9.1软件的数据处理

采用Origin9.1对数据处理的过程如下:先对给定的标准理论数据进行线性拟合,得到相关的线性表达式,由于实验中测得的光谱及波长数据划分得很细,要得到每一个实验波长对应的光谱强度值,故再将实验中需要用到的波长代入该表达式,可推导出各个波长对应的标准理论光谱的强度值。最后再调用Origin9.1自带的Lab Talk程序窗口,输入命令即可求得需要的光强响应率函数。

2.2.1 数据输入 打开 Origin9.1, 自动生成一个工作表, 首先将标准理论数据输入, 其中, 波长的数据置于A(X)列中, 光谱强度的数据置于B(Y)列中(见图1)。

2.2.2 调用绘图窗口 选中工作表中的A(X)列和B(Y)列, 然后点击“Scatter”进行绘图(见图1)。

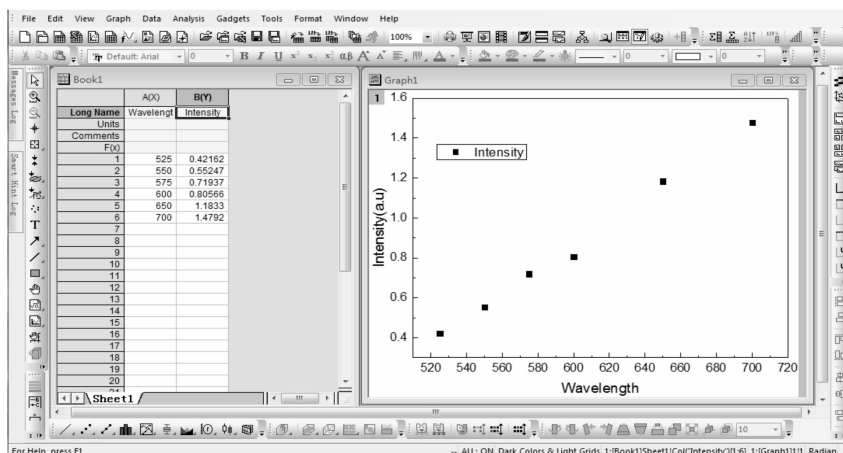


图1 原始标准理论光谱数据及曲线

Fig. 1 Theoretical spectral data and graph of original standard

2.2.3 数据的线性拟合 点击菜单“Analysis”选择线性拟合“Fit Linear”, Origin将调用最小二乘法线性拟合工具对数据进行拟合。随后, Graph窗口将新增一条拟合直线, 同时弹出结果窗口 Result Log显示拟合的线性方程系数, 由此, 可以确定波长从525 nm到700 nm之间的光谱强度方程( $y = a + b * x$ ), 如图2所示。

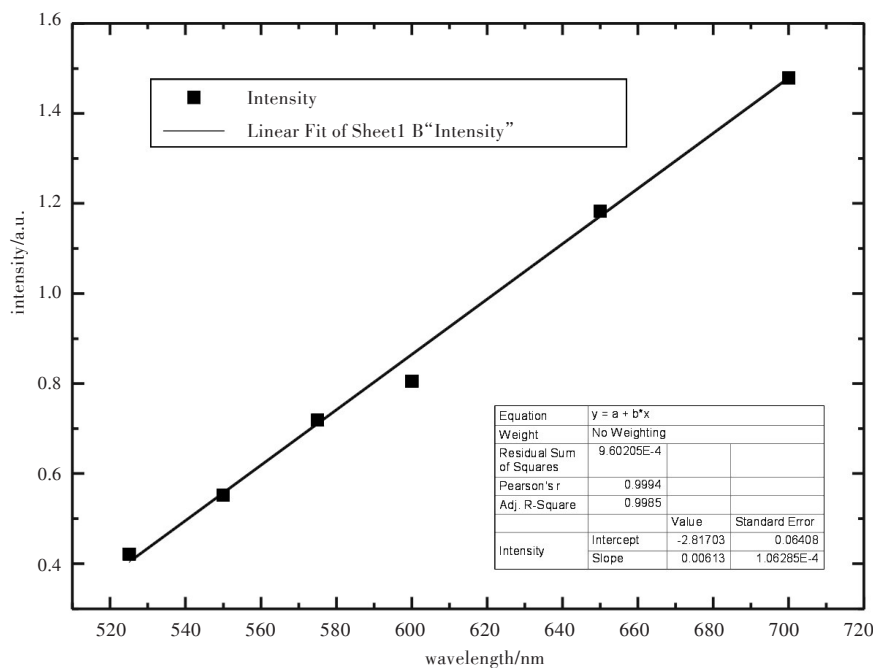


图2 标准理论光谱线性拟合结果

Fig. 2 Linear fit of standard spectrum

2.2.4 Lab Talk 编程 重新建立一个工作表, 首先, 将实验数据输入, 将实验中的波长数据置于A(X)列中, 实验中的光谱强度数据置于B(Y)列中。右键点击屏幕空白处, 选中“Add new column”, 增加一列C(Y)列, 点击菜单栏的“View-command window”输入“C(Y)=a+b\*A(X)”, 回车后, C(Y)即为得到与实验波长相对应的理论光强度。

2.2.5 生成光强响应率 同2.2.4, 新增一列D(Y), 在“View-command window”里输入 $D(Y)=B(Y)/C(Y)$ 命令,如图3所示。

	A(X)	B(Y)	C(Y)	D(Y)	E(Y)
Long Name	Wavelength	Expiriment	Theory (fit)	Exp./Theory	Normalize
Units	nm				
Comments					Normalize
127	530.378	0.05537	0.01387	3.99121	1
128	530.42	0.04715	0.01412	3.34049	0.8134
129	530.463	0.04493	0.01437	3.12778	0.75241
130	530.506	0.0457	0.01461	3.1273	0.75227
131	530.549	0.04087	0.01486	2.7498	0.64402
132	530.592	0.04657	0.01511	3.08163	0.73917
133	530.635	0.02976	0.01536	1.93721	0.411
134	530.678	0.0287	0.01561	1.83818	0.38261
135	530.721	0.03469	0.01586	2.18697	0.48262
136	530.764	0.04764	0.01611	2.95679	0.70337
137	530.807	0.03846	0.01636	2.35064	0.52956
138	530.849	0.01855	0.0166	1.11734	0.1759
139	530.892	0.02	0.01685	1.1868	0.19582
140	530.935	0.02309	0.0171	1.35029	0.2427
141	530.978	0.03324	0.01735	1.91558	0.4048
142	531.021	0.04551	0.0176	2.58562	0.59694
143	531.064	0.06165	0.01785	3.45346	0.8458
144	531.107	0.05015	0.0181	2.77061	0.64999
145	531.15	0.03208	0.01835	1.74825	0.35682
146	531.193	0.04107	0.0186	2.20796	0.48864
147	531.235	0.04039	0.01884	2.14352	0.47016
148	531.278	0.02884	0.01908	2.02454	0.42884

图3 理论数据及实验数据

Fig. 3 Worksheet of theory data and experiment data

2.2.6 归一化处理 对D(Y)进行归一化处理, 只取D(Y)列中530 nm以后的数据, 选中D(Y)这一列, 右键选中“Normailizer”, 就会在新出现的E(Y)列生成归一化数据。

2.2.7 绘图 选中工作表里的A(X)、B(Y)、C(Y)、E(Y), 点击“Line”进行绘图。最后得到相对光强响应率曲线, 如图4所示。

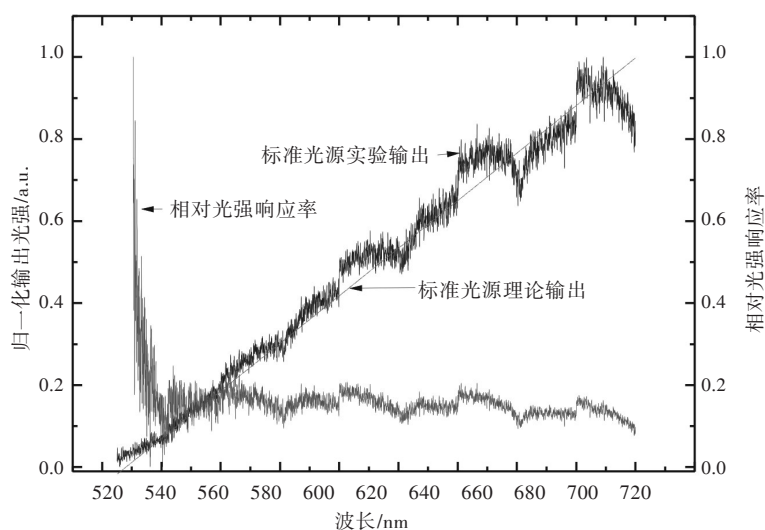


图4 光强响应率曲线图

Fig. 4 Graph of light intensity response rate

## 2.3 实验结果

如图4所示的相对光强响应率曲线, 由于实验测得的波长在530~700 nm之间的光源输出数据并不是平滑的一条直线, 因此, 得到的光强响应率曲线在每个波长的数值也不一样, 确定了光强响应率后, 只需将要求解的实验光谱数据及对应的光强响应率代入(2)式, 即可求得实验所要的光强值。

### 3 结语

本文介绍了 Origin 9.1 软件对近代物理实验“光谱强度响应率”的数据分析方法及步骤。利用计算机专业软件进行实验数据处理、图形绘制分析,避免了使用传统方法利用手绘曲线引入的误差;通过调用软件自身的工具,提高了数据拟合的速度及精度,由此可见,该软件操作简便,结果直观准确。将 Origin 软件引入物理实验有助于提高实验结果的精确度,也有助于具有一定物理基础的理工类高年级学生深入理解实验内涵,提高实验效率。

#### 参考文献(References)

- [1] 叶卫平,方安平,于本方.Origin7.0科技绘图及数据分析[M].北京:机械工业出版社,2004:1-2.
- [2] 肖信.Origin 8.0实用教程:科技作图与数据分析[M].北京:中国电力出版社,2009:2.
- [3] 腾坚.使用 Origin7.0软件处理物理实验数据[J].物理与工程,2006,16(2):35.
- [4] 王德秋.普通物理实验[M].广州:华南理工大学出版社,1997:179.
- [5] 李锦文,吴先球,熊建文.利用 Origin 软件对大学物理实验数据进行曲线分析的两个实例[J].大学物理实验,2010,23(5):74-76.
- [6] 王鑫,吴先球,蒋珍美,等.用 Origin 剔除线性拟合中实验数据的异常值[J].山西师范大学学报:自然科学版,2003,17(1):45-49.
- [7] 张磊,徐飞,陈玉林.Origin 7.5在夫兰克-赫兹实验数据处理中的应用[J].实验室研究与探索,2009,28(4):19-21.

(责任编辑:曾 婷)