

文章编号:1007-2934(2010)02-0079-03

作图法求直线斜率取点远近的探讨

李艳琴,李学慧

(大连大学,辽宁 大连 116622)

摘 要: 本文以力敏传感器定标数据为例,使用 origin 软件对数据进行了直线拟合。在作图法拟合的直线上,选取离中值点较远处和较近处坐标点,计算得到靠近两端离中值点较远处坐标点斜率的误差远小于离中值点较远处坐标点斜率,通过误差理论分析了其中的缘由。

关键词: 作图法;不确定度

中图分类号: O 241.1

文献标识码: A

1 作图法处理数据的方法

作图法是处理双变量数据最常用的一种方法,在研究物理量之间的变化规律时,可以找出物理量之间的函数关系,也可以验证经典物理公式的正确性。因此,作图法在物理实验教学中的应用是非常广泛的。作图法可分为直线作图和曲线作图两种。直线作图因其能够高度精确的画出图线,并且能够直接判断物理量之间是线性关系而被广泛应用。对于非线性关系的函数关系,可以使用数学变化,进行“曲线改直法”处理^[1]。

随着科学技术的发展,坐标纸作图由于其人

为因素较大而逐渐被淘汰,origin^[2]和 excel^[3]作图等作图软件已逐渐应用于物理实验数据处理中。本文以力敏传感器定标数据为例,利用 origin 软件作图来探讨作图法取点远近对直线斜率的影响。

2 用 origin 对实验数据进行线性拟

以 JH-2 型力敏传感器定标数据为例,其公式为 $B = \frac{VB}{F}$, 式中 B 为力敏传感器的灵敏度; V 为输出电压; F 为传感器所受外力; 实验数据见表 1。

表 1 力敏传感器定标数据表

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	不确定度/ 仪
F/ mN	5	10	15	20	25	30	35	40	± 1
V/ mV	13.7	27.3	41.4	55.0	69.1	82.8	97.0	110.5	± 0.1

使用 origin 软件的 Fit Liner 对数据进行拟合,直线如图 1 所示,图中 A 点(22.5,62.1)为中值点。根据作图法的规则^[4],在图线上靠近两端离中值点较远处取两个坐标点 M(6.1,16.6)、N(38.8,107.1),由此可计算出直线的斜率,即力敏传感器的灵敏度 $B_1 = 2.768 \text{ V} \cdot \text{N}^{-1}$ 。

物理实验作图时,为什么总是选取离中值点较远的两个坐标点计算直线的斜率呢?这是值得思考的,再选取图线上距离中值点较近的两个坐标点 P(17.1,47.0)、Q(28.8,79.7),计算可得直

线的斜率为 $B_2 = 2.795 \text{ V} \cdot \text{N}^{-1}$ 。

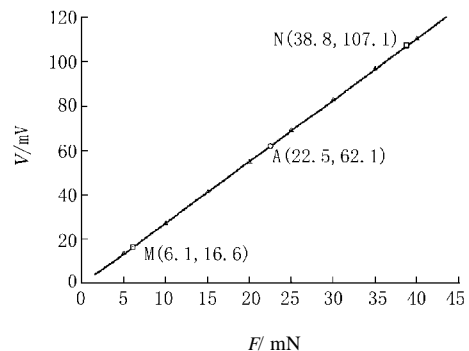


图 1 两点离中值点较远的 V-F 关系曲线图

收稿日期: 2009-11-29

基金项目: 辽宁省教育厅项目(辽教函[2008]240号);大连大学重点教改课题(E2-20060519)

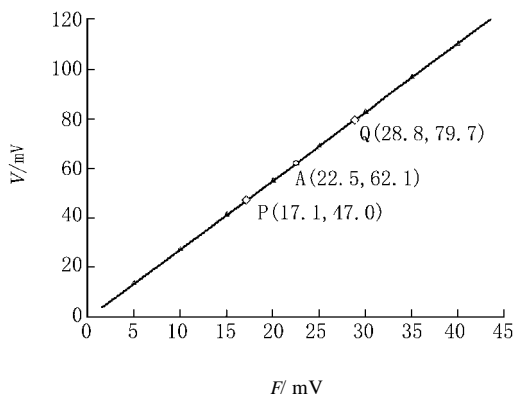


图2 两点离中值点较近的 V-F 关系曲线图

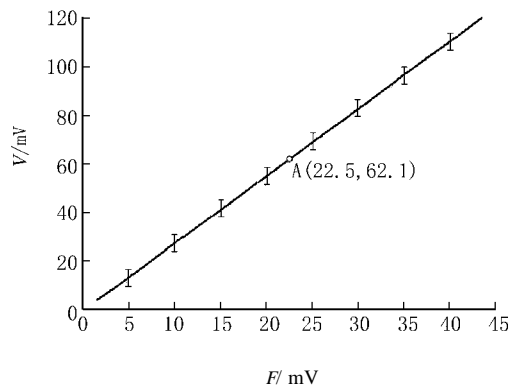


图3 V-F 关系曲线图的误差杆

B_1 和 B_2 哪一个更接近力敏传感器灵敏度的真实值呢? 使用最小二乘法计算直线的斜率。最小二乘法^[5]是根据最小二乘法原理进行回归运算的一种方法, 这种方法不仅能准确的计算出直线的斜率, 还能检验出这两个变量之间线性关系的符合程度, 近年来得到了迅速的应用。根据最小二乘法计算可得, 斜率 $B_3 = \frac{\overline{FV} - \overline{F}\overline{V}}{\overline{F^2} - \overline{F}^2} = 2.772 \text{ V} \cdot \text{N}^{-1}$, 相

关系数 $r = \frac{\overline{FV} - \overline{F}\overline{V}}{\sqrt{(\overline{F^2} - \overline{F}^2)(\overline{V^2} - \overline{V}^2)}} = 0.99999$, 得出 V 和 F 是完全线性相关的。

比较 B_1 、 B_2 和 B_3 , 由表 2 可知, B_1 和 B_3 更接近, 因此在图线上靠近两端离中值点较远取两点, 可以得到与真实值更接近的结果。

表2 B_1 、 B_2 和 B_3 比较的误差比较

项目	B_1	B_2
绝对误差/ $\text{V} \cdot \text{N}^{-1}$	0.004	0.023
相对误差/%	0.14	0.83

3 分析与讨论

为什么取图线上靠近两端离中值点较远取两点可以得到更精确的结果, 从误差杆理论^[6]出发来分析。所谓误差杆是指在作图时用线段标示出测量值的不确定度 $\pm \Delta$, 将会更全面的反应出实验的精度, 线段的长度为 2Δ , 这种小线段称为误差杆。考虑到通常选比较容易测量的物理量作为自变量, 常用横坐标表示之, 且其 Δ 较小, 所以在作图中往往只需沿纵坐标方向画出误差杆。本次实验中, 进行的是单次测量, 电压 V 的不确定度即是仪器的最大允许误差 Δ , 其误差杆实验图线如图 3 所示。

下面给出作图法求解实验方程不确定度的公式。如图 1 所示, 在拟合的直线上, 在实验数据内, 取靠近两端离中值点较远处取两个坐标点 $M(F_M, V_M)$ 、 $N(F_N, V_N)$, 可以得到斜率 B 的相对扩展不确定度:

$$\left(\frac{U_B}{B}\right)^2 = \frac{U_{FM}^2 + U_{FN}^2}{(F_M - F_N)^2} + \frac{U_{VM}^2 + U_{VN}^2}{(V_M - V_N)^2}$$

带入数值计算可得:

$$\left(\frac{U_B}{B}\right)_{\text{远}}^2 = 4.3\%, \left(\frac{U_B}{B}\right)_{\text{近}}^2 = 12\%$$

由此可以看出, 取较远两点, 斜率的相对扩展不确定度只有 4.3%, 而较近的两点相对扩展不确定度达到了 12%, 从误差杆理论分析了取点远近对直线斜率的影响, 所以通过拟合的直线求其斜率时要选取靠近两端离中值点较远处取两个坐标点。

4 结 论

以力敏传感器定标数据为例, 使用 origin 软件对数据进行了直线拟合。在作图法拟合的直线上, 选取离中值点较远处和较近处坐标点, 计算得到靠近两端离中值点较远处坐标点斜率的误差远小于离中值点较远处坐标点斜率。通过误差杆理论计算可得, 较远两点斜率的相对扩展不确定度只有 4.3%, 而较近的两点相对扩展不确定度达到了 12%, 所以通过拟合的直线求其斜率时要选取靠近两端离中值点较远处取两个坐标点。

参考文献:

- [1] 许敏明. 浅谈“曲线改直”作图法[J]. 河池师专学报(自然科学版), 2001, 21(4): 60-62.
- [2] 王鑫, 吴先球, 曹美珍. 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.
- [3] 倪敏,褚燕萍. Excel 软件在物理实验中的应用[J]. 物理实验,2000,20(4):16-19.
- [4] 李学慧. 大学物理实验[M]. 北京,高等教育出版社,2005:23-25.
- [5] 丁慎训,张连芳. 物理实验教程[M]. 北京,清华大学出版社,2002:10-11.
- [6] 轩植华. 误差杆的概念及其应用[J]. 物理实验,1999,18(6):28.
- [7] 轩植华. 作图法求解方程要注意的问题[J]. 物理实验,1999,20(3):19-21.

The Research of Far and Near Point Coordinates for the Slope of a Straight Line Using Graphical Solution

LI Yan-qin ,LI Xue-hui

(Dalian University ,Dalian 116622)

Abstract : In this paper ,the calibration data of force sensor was fitted a straight line using Origin software. Far points and near points were selected in the fitted straight line ,and the slopes had been calculated. The data showed the slope 's error of a more distant point coordinates was much smaller than the median coordinates ,and the reason had been analyzed by the theory of the error bar.

Key words : graphical solution ;uncertainty

(上接第 62 页)

Use Virtual Technology to Demonstrate Sound Wave Beat Phenomenon

JANG Hong-Xi ,REN Chang-Yu ,REN Dun-liang ,LI Hai-bao ,JIN Yong-jun

(Hei long jiang Institute of Science and Technology ,Harbin 150027)

Abstract : The virtual and multimedia teaching technology are combined to demonstrate the sound wave beat phenomenon of sine wave. A microphone is used to collect the beat signal ,The collected signal is then feed into a computer and analyzed by spectrum analysis software in real time. At last ,the beat signal is projected onto a large screen so that all the students can see it clearly.

Key words : virtual technology ;beat ;demonstrate