

Excel 在物理实验中的应用

章礼华

(安庆师范学院 物理系, 安徽 安庆 246011)

摘要:本文以力学中弦振动的研究实验为例说明了 Excel 在物理实验数据处理及实验教学中具有广泛的应用。

关键词:Excel; 数据处理; 弦振动; 最小二乘法; 线性拟合

中图分类号:G434 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-4260(2004)01-0046-02

大学物理实验很大一部分内容是研究物理量与量之间的关系,而且是常见的线性关系,要判断出量与量之间的关系,我们可以借助各种方法或工具以减少手工计算数据的繁杂。Excel2000 是我们常用的一个功能强大的电子表格管理程序,可以帮助用户建立、编辑、管理各种类型的电子表格以及自动处理数据,可以产生与原始数据相链接的图表,完成数据的筛选等。本文结合在实验教学过程中的经验以弦振动的研究实验为例介绍一些运用 Excel 处理实验数据的方法。

1. 实验原理

以一定频率 ν 振动的弦,其波长 λ 因弦上张力 T 和弦密度 ρ 的变化规律可表示为: $\ln \lambda = 0.5 \ln T + \ln(1/\nu \sqrt{\rho})$,而弦的密度不变,则 $\ln \lambda$ 与 $\ln T$ 是线性关系。

2. 直接测量数据的输入

为了检测实验结果,在学生测出实验数据后必须将直接测量数据输入电子表格的对应单元格,为防止输入的混乱,可以设定单元格的有效性提示信息,其方法是:

新建 Excel 工作簿,定义工作表名称(如:弦振动研究),建立数据区域表格名称及数据项目,选择 Excel 数据菜单中有效性子菜单来定义提示信息。例如定义弦振动研究实验中张力 T 所对应单元格的提示信息的对话框填写及效果如图 1 所示;对于具有同样提示信息的单元格可以通过复制来完成或同样方法设置。这样可以减少学生数据输入错误。

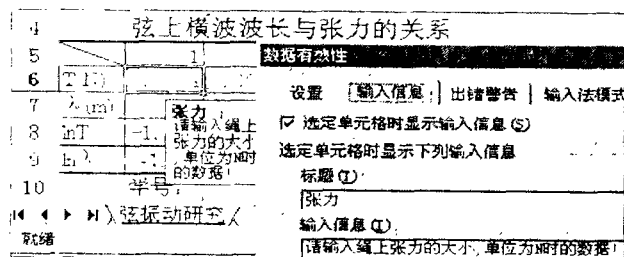


图 1

3. 关系直线的拟合

根据实验的要求设计好数据区域表格,将直接测量数据输入到对应位置,而实验中物理量与量之间的关系可能是两个数据之间的间接线性关系,一般都可以通过原理公式推出。下面以弦振动的研究实验为例,运用 Excel 拟合出弦上横波波长与张力的关系直线。

在实验中要求分别测出五组弦上 2 倍半波长的两节点间的距离 λ ,以及所对应的砝码质量,将测量结果输入到所建立的电子表格中相应位置(如图 2)。根据原理公式,弦上张力 T 的对数与波长 λ 的对数成线性关系,这样要求计算出 T 和 λ 对数值,可以用 Excel 提供的函数功能完成:在单元格 B9 内输入 $=\ln(B6*0.0098)$ 按回车键即可,对于单元格 C9:F9 则可用填充柄复制 B9 的公式;在单元格 B10 内输

• 收稿日期:2002-01-06

•• 作者简介:章礼华(1975-),男,安徽太湖人,安庆师范学院物理系教师,主要从事物理实验及数理方法教学工作。

入=ln(B7)按回车键即可,对于单元格 C10:F10 则可用填充柄复制 B10 的公式。这样就可自动完成弦上张力和波长的对数计算。

要拟合出 $\ln\lambda$ 与 $\ln T$ 的关系直线,利用 Excel 插入菜单中图表子菜单来完成,步骤如下:

①插入图表,选择图表类型为 XY 散点图,子图表类型为散点图,按下一步按钮;

②添加图表数据源系列名称为弦上横波波长与张力关系,X 值为=弦振动研究! \$B\$9:\$F\$9, Y 值为=弦振动研究! \$B\$10:\$F\$10,按下一步按钮;

③定义图表选项 X 轴标题为 $\ln T$,Y 轴标题为 $\ln\lambda$,图例位置为下方,按完成按钮,插入了一张图表;

④双击绘图区,定义绘图区无边框,无底纹;

⑤双击 Y 轴,定义图案为实线,刻度最小值为 -1.5,最大值为 0,主要刻度单位 0.2,次要刻度单位 0.04,与 X 轴交叉于 -1.5;类似定义 X 轴;

⑥双击网格线,定义图案线条样式为虚线,刻度根据坐标轴刻度定义;

⑦双击数据系列标志,定义数据系列图案线型为无,数据标记为●。

这样,对应弦上横波波长和张力各组数据的散点图就绘制完成,而要拟合出关系直线,则可以用 Excel 的图表菜单的添加趋势线子菜单即可;

⑧选定图表,添加趋势线,定义趋势线类型为线性(L),在选项栏名称内输入弦上横波波长与张力关系,趋势预测前后推 0.5 单位,显示公式和关联系数 R^2 ,所得结果如图 3 所示。

在散点图和趋势线绘制好后,只要改变数据源内的数据,则散点图和趋势线跟随着变化。

	A	B	C	D	E	F
1	弦上横波波长与张力的关系					
2	组别	1	2	3	4	5
3	m(g)					
4	λ (m)					
5	T(N)	0.2381	0.4013	0.5338	0.7977	0.9957
6	$\ln T$	-1.435	-0.912	-0.511	-0.226	-0.004
7	$\ln\lambda$	-1.139	-0.387	-0.689	-0.518	-0.371
8	学号:	1500007				
9	成绩:					

图 2

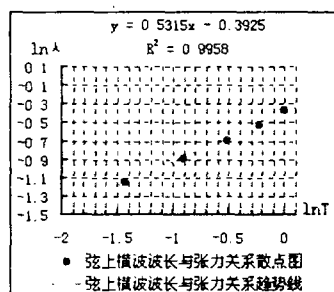


图 3

4. 直线拟合的误差计算

根据返回的直线的斜率 a 、截距 b 和关联系数 R^2 的值,结合最小二乘法线性拟合误差传递公式,利用 Excel 的函数功能很容易计算出直线拟合的标准偏差。结合本例,拟合直线的斜率标准偏差 S_a 和截距标准偏差 S_b 的计算如下表(表中 n 为测量数据组数, x_i 为数据点横坐标):

	理论公式	Excel 计算公式	计算结果
S_a	$\sqrt{(1/R^2 - 1)/(n - 2)} \cdot a$	Sqrt((1/0.9958 - 1)/(5 - 2) * 0.5315	0.0199
S_b	$\sqrt{\sum x_i^2/n} \cdot S_a$	Sqrt(Sumsq(B9:F9)/5) * D15	0.0159

5. 对实验结果的分析

根据上述方法用 Excel 图表功能绘实验数据的散点图和趋势线,弦振动研究实验的散点图分布在趋势线的两侧附近,说明实验中测量数据基本正确,而且能快速地拟合出线性方程为 $y = 0.5315x - 0.3925$,斜率为 0.5315,与理论值 0.5 也接近,相关系数 R^2 为 0.9958 说明本组实验各数据点靠近拟合直线的程度高。这样不仅避免了用最小二乘法的繁杂数据计算,而且对要求多组数据测量的实验的直线拟合使用 Excel 则更简便迅速。

在检查学生实验结果时,还可以使用 Excel 提供的筛选功能当场判定实验结果是否合格,其操作是:设计好数据表格,实验学生将数据正确输入,使用 Excel 数据菜单自动筛选功能建立筛选,根据实验所要求的精度定义自动筛选方式即可完成合格或不合格数据的筛选。

(下转第 62 页)

5 结论

B203 铜锌铬和 B204-1 铜锌铝两种催化剂组合使用,效果较好,可发挥各自的优势。出口 CO 浓度接近平衡值;若新更换催化剂的氧化铜含量较高,那就需要选用容积更大的贮罐来贮存氢气,尽量避免二次还原;还原过程中应避免温度出现较大波动,为缩短还原时间,开始配氢时可视温升情况,适当提高氢浓度,以利于节省开车费用;运行初期入口温度控制低一点,如此炉催化剂现在仍控制在 2000℃左右,活性仍然很

好;开车时先通入 N₂ 以稀释 CO,以免温升过高;开停车及装置检修中严格按规程保护催化剂等,这些都能延长催化剂的使用寿命。

[参考文献]

- [1] 向德辉,刘惠云.化肥催化剂实用手册[M].化学工业出版社,1992.
- [2] 丁家源.B204-1型CO低温变换催化剂的工业应用[A].全国大型合成氨装置第十五届技术年会文集[C].2001,329.

The Process Analysis for The Reduction of Low Temperature Shift Catalysts

ZHANG Chuan-yu

(Production Department of SINOPEC Anqing Branch Co., Anqing, 246002, China)

Abstract: The combined use of both copper-zink-chromium series and copper-zink-aluminum series of LT shift catalysts can not only increase the anti-poisoning ability of LT shift catalyst and extend its service life, but also reduce CO at LT shift furnace outlet. The catalyst is mainly reduced by the use of hydrogen in four steps.

Key words: low temperature shift; catalyst; reduction; process analysis

(上接第 47 页)

[参考文献]

- [1] 懂慎行.用 Excel 实现实验数据的计算机处理[J].江苏:苏州丝绸工学院学报,1998,3.
- [2] 杨述武等.普通物理实验(力学及热学部分)[M].北京:高等教育出版社,1983.

Application of Excel to Physical Experiment

ZHANG Li-hua

(The Phy. Dept. of Anqing Teachers College, Anqing 264011, China)

Abstract: This article introduces the application of excel to data processing and teaching in physical experiment, and discusses about the vibration of a chord of mechanics.

Key words: excel; data processing; the vibration of a chord; 2-stage least squares; linear regression