

# Practice of Origin Mapping Data in the Course of “College Physics Experiment”

Xuemin He Xingfu Wang Weiwei Mao Zhiyong Ge

School of Science, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing, Jiangsu, 210023, China

## Abstract

In the course of “College Physics Experiment”, graphic method is a method widely used to process and analyze experimental data. Especially in the linear fitting of data, the curve drawing under multiple sites and the quantitative analysis of key physical parameters, the scientific and rigorous results can be obtained by using Origin software, and the physical essence of the experiment can be better reflected. Based on three concrete examples of physical experiments, this paper discusses in detail that Origin mapping is completely feasible, necessary and important in data processing of physical experiments. It is worth popularizing and applying Origin plotting and processing experimental data in the study and research of “College Physics Experiment” course, and it is helpful to the cultivation of good scientific research quality and the formation of rigorous and realistic learning style.

## Keywords

Origin software; College Physics Experiment; data processing; quantitative research; physical meaning

## Fund Project

Education Reform Project of Nanjing University of Posts and Telecommunications (Project No.: JG00718JX112).

---

## Origin 作图处理数据在《大学物理实验》课程中的实践

何学敏 王兴福 毛巍威 葛智勇

南京邮电大学理学院, 中国·江苏南京 210023

## 摘要

在《大学物理实验》课程中, 图解法是一种广泛应用于处理和分析实验数据的方法。尤其是在数据线性拟合、多数据点下的曲线绘图以及关键物理参量的定量分析时, 使用 Origin 软件规范作图能得到科学严谨的结果, 并能更好地反映实验的物理本质。基于三个具体的物理实验事例, 本文详细论述了 Origin 作图在物理实验的数据处理中是完全可行的, 是十分必要和重要的。Origin 作图处理实验数据在《大学物理实验》课程的学习和研究中值得推广应用, 有助于良好科研素质的培养, 有助于严谨求实的学习作风的形成。

## 关键词

Origin 软件; 大学物理实验; 数据处理; 定量研究; 物理含义

## 基金项目

南京邮电大学教改项目 (项目编号: JG00718JX112)。

---

## 1 引言

回首社会发展史, 许多物理学的重大发现都有力推动了人类文明的进程。每项伟大理论的提出, 都经受了或正在接受实验物理学家们的验证。密立根油滴实验测量了单一电子的电荷, 弗兰克-赫兹实验证明了原子能级的量子化, 光电效应实验促使了波粒二象性概念的提出……这些诺奖级的科学实验展现的是物理学中重要而神奇的现象, 加速了物理学

甚至整个科学的发展。在做实验时, 前辈物理学家们往往都重复了 N 多次, 得到了大量的数据。显然, 对实验数据进行科学有效的分析是至关重要的。

《大学物理实验》是理工类院校普遍开设的基础课, 它有一项基本要求: 做完实验要及时总结实验工作, 写出满意的实验报告。其中, 报告的“实验原理”和“实验步骤”对所有人来说并没有太大区别, 尤其是验证性实验, 这两部分的撰写几乎相同。这样一来, 实验报告的区分度就主要在“实

验数据处理与分析”部分。常用数据处理方法中的列表法和逐差法比较容易掌握，大部分同学不会出错，最大的问题就在于用图解法来分析实验数据。凡是涉及到要作图来解决问题的，一般都不理想，比如分开画成两个图、点不在线上、连线不是直线而是折线段、曲线图反映不出关键物理量的意义等等。究其原因，主要是传统坐标纸绘图自身的瓶颈。利用坐标纸作图虽然是一项基本功，但是它效率低下，枯燥无味，结果精度不高，无法得到准确的数值结果；尤其是对非线性关系作图或者数据点非常多的情况，坐标纸就遇到了很大的难题。因此，如何规范画图得出可靠结果，进行数据的定性定量分析，从而科学讨论参数的物理含义，是物理实验研究的一件重要事情。基于此，本文结合三个具体的实验事例，从可行性、必要性和重要性三方面来论述 Origin 作图处理数据如何在《大学物理实验》课中有效地实践。

## 2 Origin 作图在物理实验数据处理中的实践

### 2.1 可行性分析

首先，硬件支持使得用软件作图完全可行。现如今物质生活水平提高，大学生基本都有电脑，在学习《计算机文化基础》课之后，就会使用 Excel 来处理、分析数据。我们在报告、会议、资料中看到的许多精美图像，通常都是用 Excel 制作出来的。正因为 Excel 作图比较直接、简便、有效，用它来处理物理实验数据，如折线图、误差曲线等，是完全可行的。其次，学以致用要求使得软件作图是可行的。现在的大学生基本都有编程、设计方面的基础，以南邮理工类本科生为例，他们系统学习了 C 语言 /C++、Java 和 Matlab 等课程。要强化该类通识课的实践作用，真正做到学以致用，就可以将它们运用到物理实验数据的处理中，从而来解决科学问题。显然，用 Matlab 来画图、分析数据能激发大家的学习兴趣，起到良好效果，完全可行。最后，兴趣使然推动了科研软件处理实验数据的普及化。因为兴趣，很多学生参加了科技创新活动，跟着导师做科研项目。在研究过程中，就会深入掌握如何使用各种软件来画图，往往最终得到的图可直接用于学术论文中。其中，最受欢迎、最常用、最好用的一个软件就是 Origin，它界面友好、功能强大、易学易掌握，是科研工作者们画图时的首选。已有诸多实践表明<sup>[1-3]</sup>，用 Origin 来画图、分析物理实验数据是非常实用的。

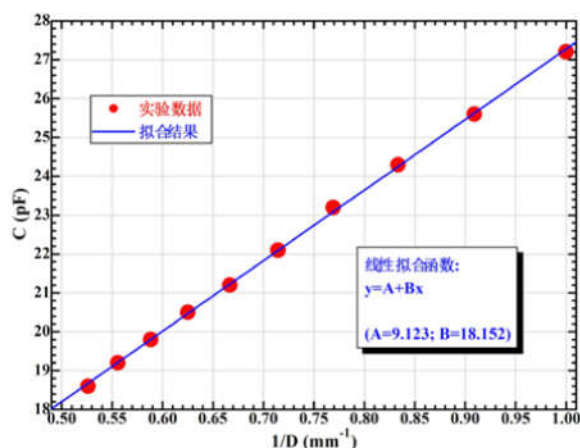


图1 《介电常数测量》实验中空气电容随板间距的变化关系

在需要考虑线性函数  $y=kx+b$  的图像所隐含的物理含义时，用 Origin 处理物理实验数据往往能够得到最简单的直线图形，其线性拟合的结果可以直接给出斜率  $k$  和截距  $b$ 。例如，在《电介质介电常数的测量》实验中，平行板电容器上、下极板之间充满空气时的电容  $C$  随着板间距  $D$  的变化关系如图 1 所示，这里拟合出的参数  $A$  和  $B$  很有价值。基于关系式  $C=\epsilon_0 S_0/D+C_{分}$  ( $S_0$  为极板面积  $21.61\text{cm}^2$ )<sup>[4]</sup>，易得分布电容  $C_{分}$  为  $9.123\text{pF}$ ，而空气的介电常数  $\epsilon_0=18.152/21.61 \times 10^{-11}\text{F/m}=8.4\text{pF/m}$ ，该值非常接近于真空的介电常数  $8.85\text{pF/m}$ 。由此可见，Origin 画图处理线性关系的数据时是非常方便的，能得到一些物理量的精确数值解。

### 2.2 必要性分析

在实验数据的处理与分析中，需要实事求是的态度和严谨的科学作风，只有经过规范性的学习与实践，方能为日后的学习、生活和工作培养良好的习惯。回顾物理学发展史，有许多重要的实验都是反反复复做了很多次，所得数据也不止几个、几十个，往往是成百上千个甚至更多。这么多的实验数据点用坐标纸是无法绘图的，我们又不能随意取舍一些点，如果再碰上非线性关系的图像，坐标纸作图就更显得无能为力。对于实验科学，在尊重所有原始实验数据的基础上，肯定是测得的点越多，画图分析的结果越有说服力。这时候，用 Origin 作图就非常必要了，它的优势将凸显出来。

比如，《弗兰克-赫兹实验》要测的实验数据是电流  $I$  随着第二栅极电压  $U_{G2k}$  的变化。实验中步长若取  $0.5\text{V}$ ，电压从  $0\text{V}$  逐渐增大到  $80\text{V}$ ，得到的实验数据点将有  $160$  个。如此多的数据用坐标纸绘图不可取，而且非线性的关系不好得出精

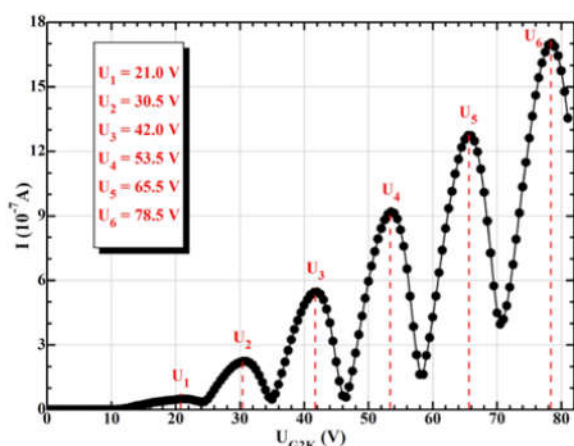


图2 《弗兰克-赫兹实验》电流随第二栅极电压的变化关系。很显然，列好数据表格后，直接用 Origin 软件来画图、分析实验数据是最为快捷和有效的。如图2所示，就是非常完美的  $I-U_{G2K}$  曲线，峰值电压标记好后，可以根据公式  $\Delta U = [(U_4 - U_1) + (U_5 - U_2) + (U_6 - U_3)] / 9$  计算出 Ar 原子的第一激发电位  $\Delta U$  为 11.56V，则 Ar 原子第一激发态与基态间的能级差  $\Delta E$  就为 11.56eV。这非常接近于理论值 11.8V。对于将来要读研、读博或者出国深造的同学来说，在以后从事研究工作的过程中，肯定会用到 Origin 等科研软件来制图、分析实验数据，那么较早的训练与学习就十分必要，也是很有益处的。

### 2. 3 重要性分析

在处理实验数据时通常会遇到非线性的函数图像，弄清楚其中的一些关键参量所代表的物理意义是非常重要的。用传统的坐标纸去绘制非线性的图像，尤其是对那些关键物理量取值、计算要求精度高的实验就不合适了。这时，用科研软件绘图的重要性就体现出来。最常用的 Origin 软件就能够对实验数据进行非线性曲线拟合，比如多项式拟合、指数增长/衰减拟合、S 形函数拟合、高斯拟合、洛伦兹拟合和多峰拟合等。这些曲线中的极值点、奇点、边界点、拐点、跳跃点等往往隐含了非常重要的物理信息，从中可以理解物理现象与规律，揭示深层次的物理本质。所以，用 Origin 作图来处理这一类问题就非常重要。

举个例子，在做《受迫振动的研究》实验时，强迫振动下的振幅  $\theta_m$  和相位差  $\phi$  随着频率比  $\omega/\omega_0$  的变化关系可以用 Origin 画出图3中所示的幅频、相频特性曲线。考虑到 X 轴都是同样的  $\omega/\omega_0$ ，这里使用 Origin 的双 Y 轴绘图功能，将振幅和相位差分别置于图中的左 Y 轴和右 Y 轴，这样两条曲线

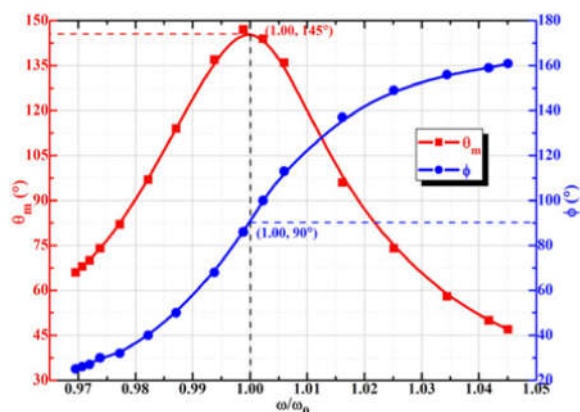


图3 《受迫振动》实验中振幅和相位差随频率比的变化曲线能够在—个图中显现出来，方便比较分析。在图中， $\omega/\omega_0$  等于1时所表达的物理含义尤为重要，应该是两者频率一致，发生共振，摆轮振幅达到最大值  $145^\circ$ ，且受迫振动与强迫力间的相位差为  $90^\circ$ 。简言之，许多物理实验的数据关系非常复杂，如何从物理的角度去思考，并能拟合出数学上的函数关系，尤其是非线性的函数图像，并把每一个参数赋予物理意义，这是重点，需要 Origin 等科研软件的强大数据分析功能。

### 3 结论

在《大学物理实验》课程的学习中，利用作图法对实验数据进行处理、分析是很关键的一环。本文从可行性、必要性和重要性三个角度详细论述了 Origin 作图在物理实验数据的处理中是如何实践的。结合三个具体的物理实验事例，展现了 Origin 软件在数据线性拟合、多数据点时的曲线绘图以及重要物理参量的科学分析等方面的巨大优势。本文的研究内容旨在推进教学与科研工作者们广泛使用各种软件来作图和分析实验数据，以期经过普及化的训练与实践之后，能够有助于大家日后的学习和科研工作地开展。

### 参考文献

- [1] 胡素梅,陈海波.基于 Origin 的牛顿环实验数据处理方法[J].吉首大学学报,2006,27(6):50-52.
- [2] 曾明荣.Origin 在物理化学实验数据处理中的应用[J].高校实验室工作研究,2007(2):12-14.
- [3] 王晓雄,陈恺,李相银.利用色散关系拟合氢原子光谱定标曲线[J].大学物理实验,2008,21(4):24.
- [4] 李兴鳌,李三龙.物理实验教程[M].上海:上海交通大学出版社,2017.