

# 实验11 实验数据处理软件 Origin入门

周诗韵

复旦大学物理教学实验中心



# 实验案例

- 利用欧姆定律，计算得到两个未知电阻的阻值大小
- 实验测量方法：四端接线法，测量电阻两端施加不同电压 $U$ 时流过电阻的电流 $I$
- 数据文件：R1.txt和R2.txt
- 主要步骤：
  - 1) 做数据散点图
  - 2) 通过线性拟合，得到电阻阻值

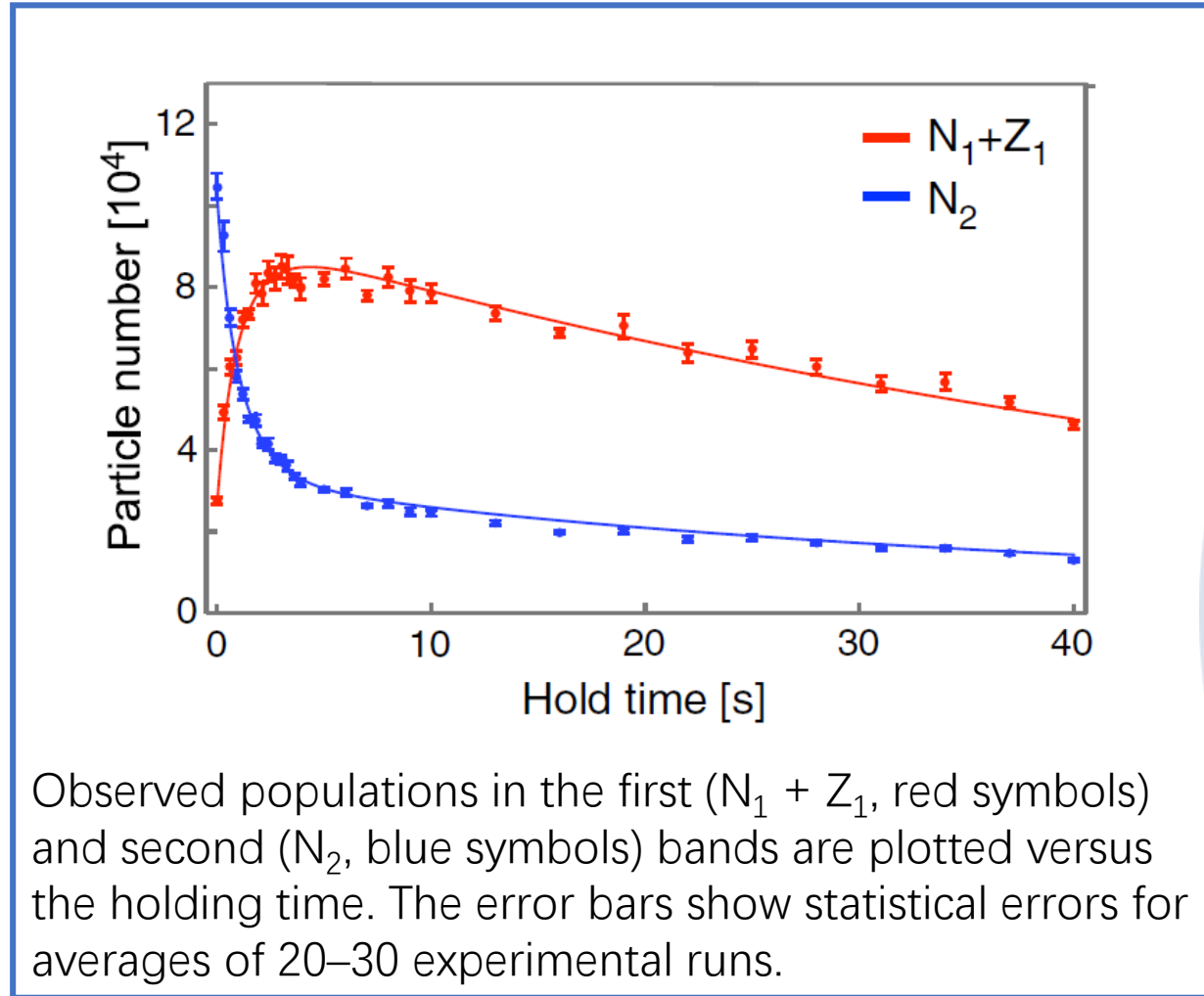
R1 - 记事本

文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)

Voltage(V)	Current(A)
0.00000E+0	-2.16978E-8
5.00000E-2	4.98696E-6
1.00000E-1	9.97600E-6
1.50000E-1	1.49760E-5
2.00000E-1	1.99670E-5
2.50000E-1	2.49660E-5
3.00000E-1	2.99640E-5
3.50000E-1	3.49630E-5
4.00000E-1	3.99626E-5
4.50000E-1	4.49610E-5
5.00000E-1	4.99600E-5
5.50000E-1	5.49586E-5
6.00000E-1	5.99570E-5

• 利用欧姆定律，计算得到两个未知电阻的阻值大小  
 • 实验测量方法：四端接线法，测量电阻两端施加不同电压 $U$ 时流过电阻的电流  
 • 数据文件：R1.txt和R2.txt  
 • 主要步骤：  
 ① 做数据散点图  
 ② 通过线性拟合，得到电阻阻值

# 实验数据图



M. Hachmann, Y. Kiefer, J. Riebesehl *et. al.*, Phys. Rev. Lett. 127, 033201 (2021)

- 展示清晰, 易于理解
- 作图规范



# 主要内容

---

- 散点图
- 线性拟合
- 作业



# 绘制数据散点图



# Origin

官网: <https://www.originlab.com/>

**OriginLab** 25+ years serving the scientific and engineering community

Log In | Watch Videos | Try Origin for Free | Buy | English

Products | Apps | Purchase | Support | Communities | About Us | Contact Us | Search

### Curve Fitting and Peak Analysis

- ✓ 200+ Fitting Functions
- ✓ Create your own Function
- ✓ Global Fitting with Parameter Sharing
- ✓ Fit and Rank Multiple Functions
- ✓ Baseline Correction
- ✓ Peak Identification, Integration
- ✓ Peak Deconvolution/Fitting
- ✓ Batch Analysis

Concentration Response - Total W24  
 Mu(%) = 88.5  
 Baseline% = 0.1

Intensity (a.u.) for 4 samples FTIR  
 Wavenumber (cm<sup>-1</sup>)  
 Kp1.1ev

**ORIGINPRO® 2021b**  
The Ultimate Software for Graphing & Analysis

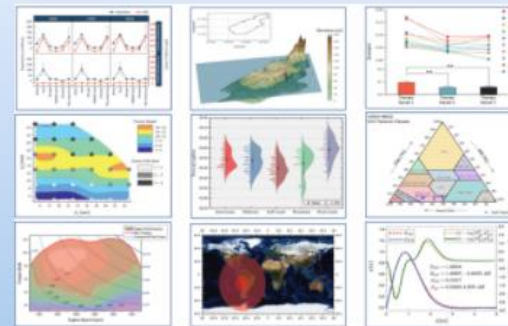
Get Started for Free

Upgrade to Origin 2021b

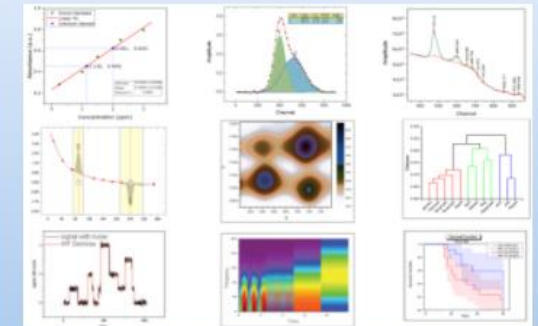
See what people are saying  
about Origin

Over 500,000 registered users across corporations, universities and government research labs worldwide, rely on Origin to import, graph, explore, analyze and interpret their data. With a point-and-click interface and tools for batch operations, Origin helps them optimize their daily workflow. Browse the sections below to learn more.

## Graphing

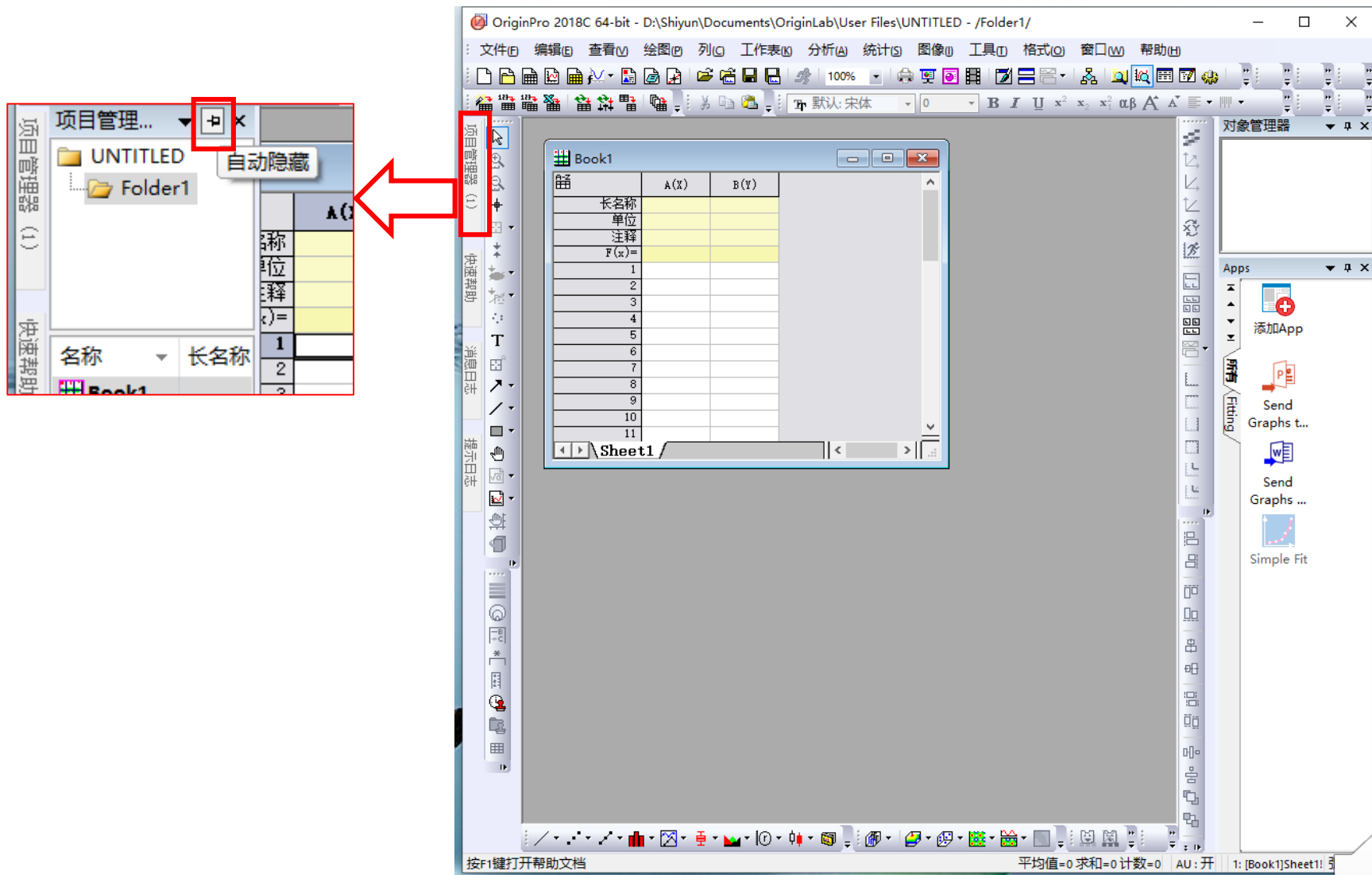


## Data Analysis & Statistics

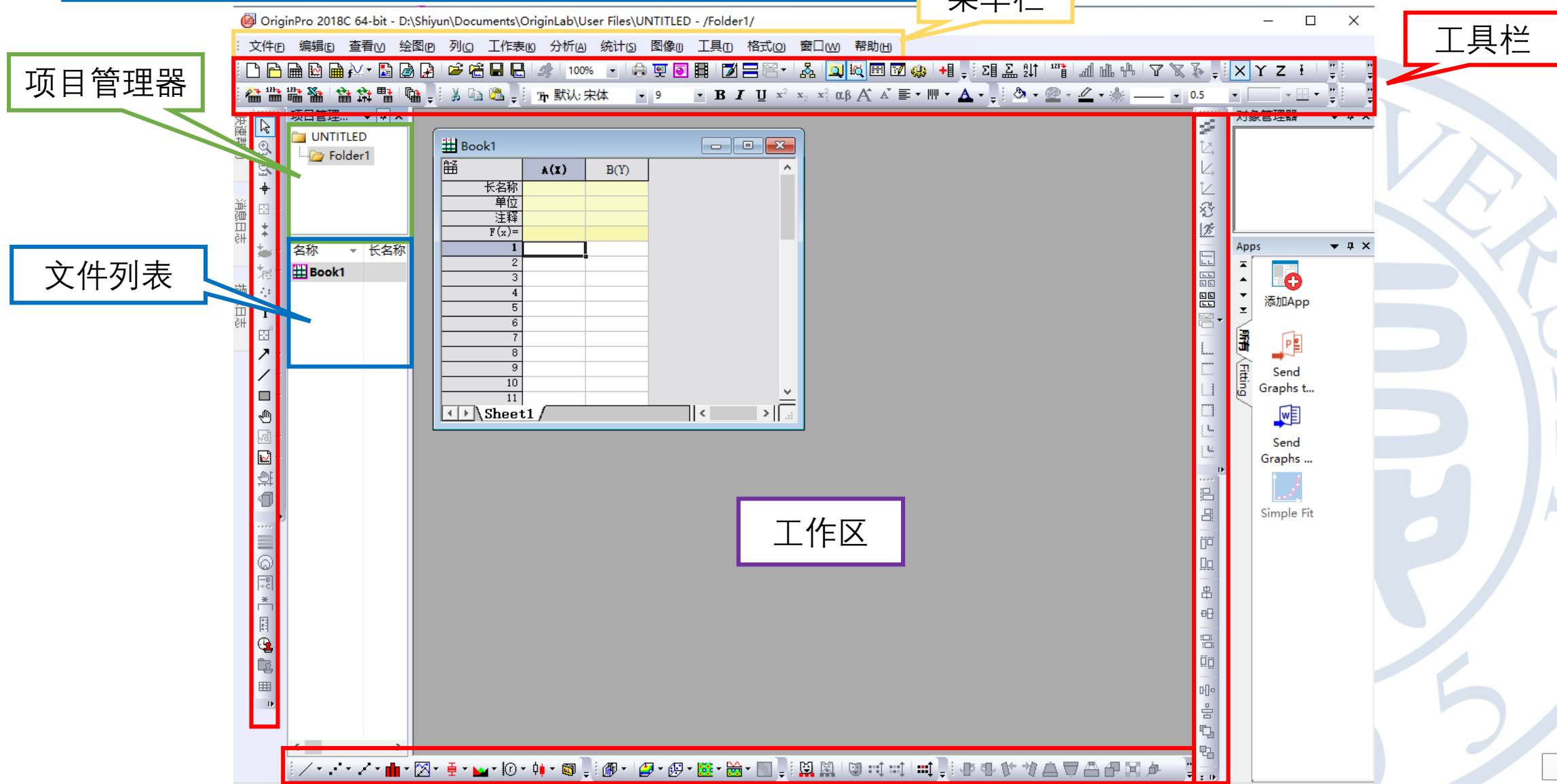


# Origin软件界面介绍

## Origin2018

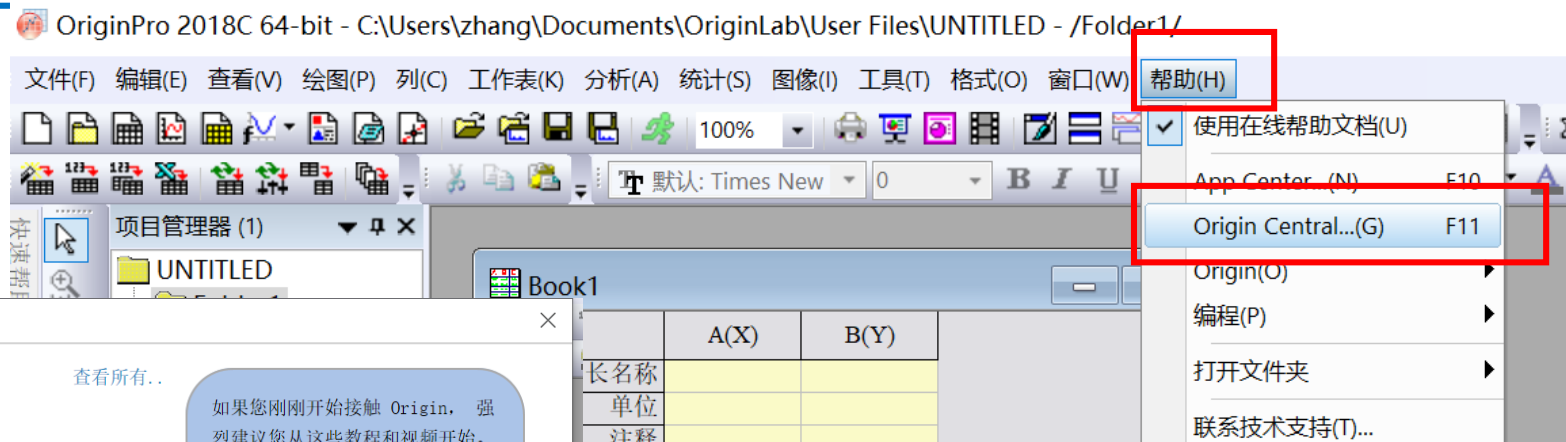


# Origin软件界面介绍





# 帮助中心



快速入门：  
帮助- Origin Central  
或： F11



# 1. 导入数据

OriginPro 2018C 64-bit - D:\Shiyun\Documents\OriginLab\User Files\UNTITLED - /Folder1/

文件(F) 编辑(E) 查看(M) 绘图(P) 列(C) 工作表(K) 分析(A) 统计(S) 图像(I) 工具(T) 格式(O) 窗口(W)

项目管理... 名称 修改日期

名称	修改日期
R1	2021/8/5 15:03
R2	2021/8/5 15:01

名称 长名称

Book1

打开为只读  显示选项对话框:

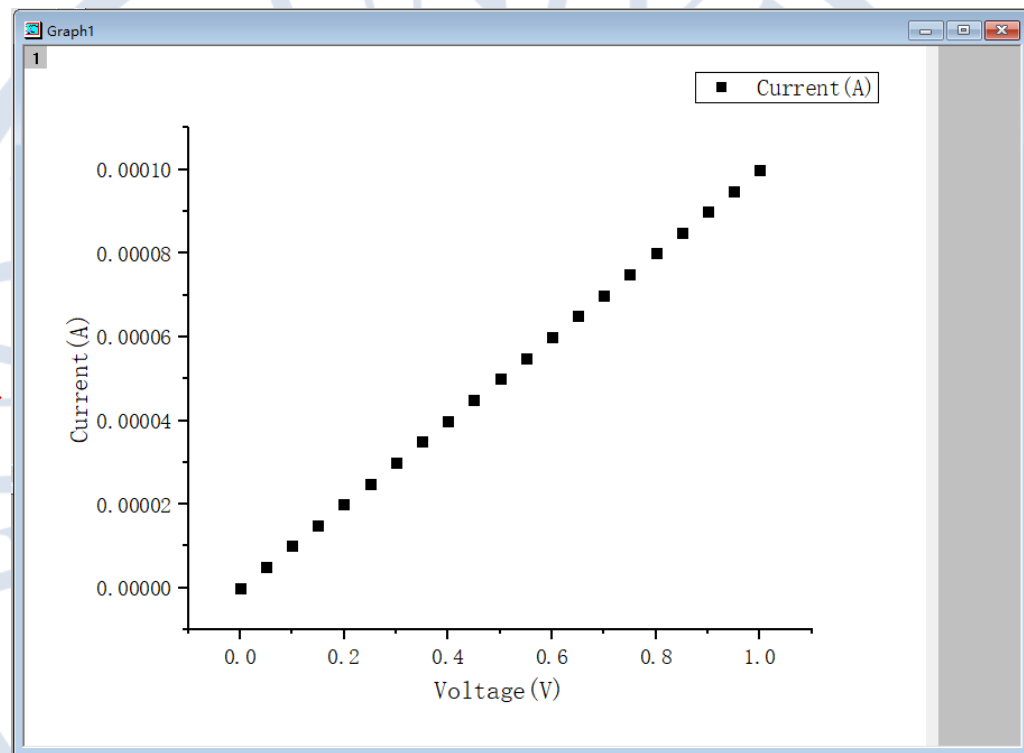
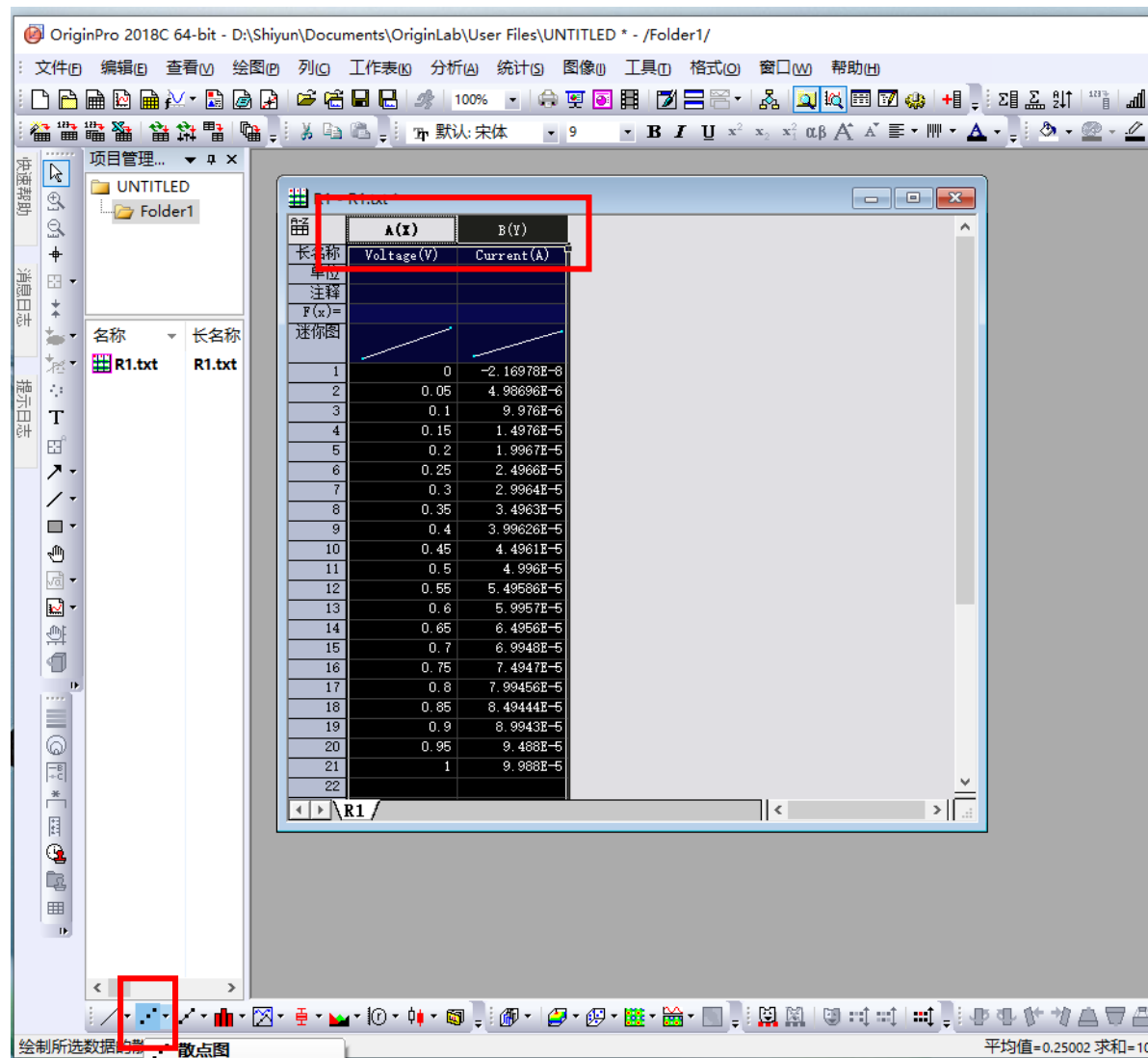
名称(N): R1

R1 - R1.txt \*

名称	A(X)	B(Y)
长名称	Voltage(V)	Current(A)
单位		
注释		
F(x)=		
迷你图		
1	0	-2.16978E-8
2	0.05	4.98696E-6
3	0.1	9.976E-6
4	0.15	1.4976E-5
5	0.2	1.9967E-5
6	0.25	2.4966E-5
7	0.3	2.9964E-5
8	0.35	3.4963E-5
9	0.4	3.99626E-5
10	0.45	4.4961E-5
11	0.5	4.996E-5
12	0.55	5.49586E-5
13	0.6	5.9957E-5
14	0.65	6.4956E-5
15	0.7	6.9948E-5
16	0.75	7.4947E-5
17	0.8	7.99456E-5
18	0.85	8.49444E-5
19	0.9	8.9943E-5
20	0.95	9.488E-5
21	1	9.988E-5
22		



## 2. 画出散点图



注意：不要选折线或点线图



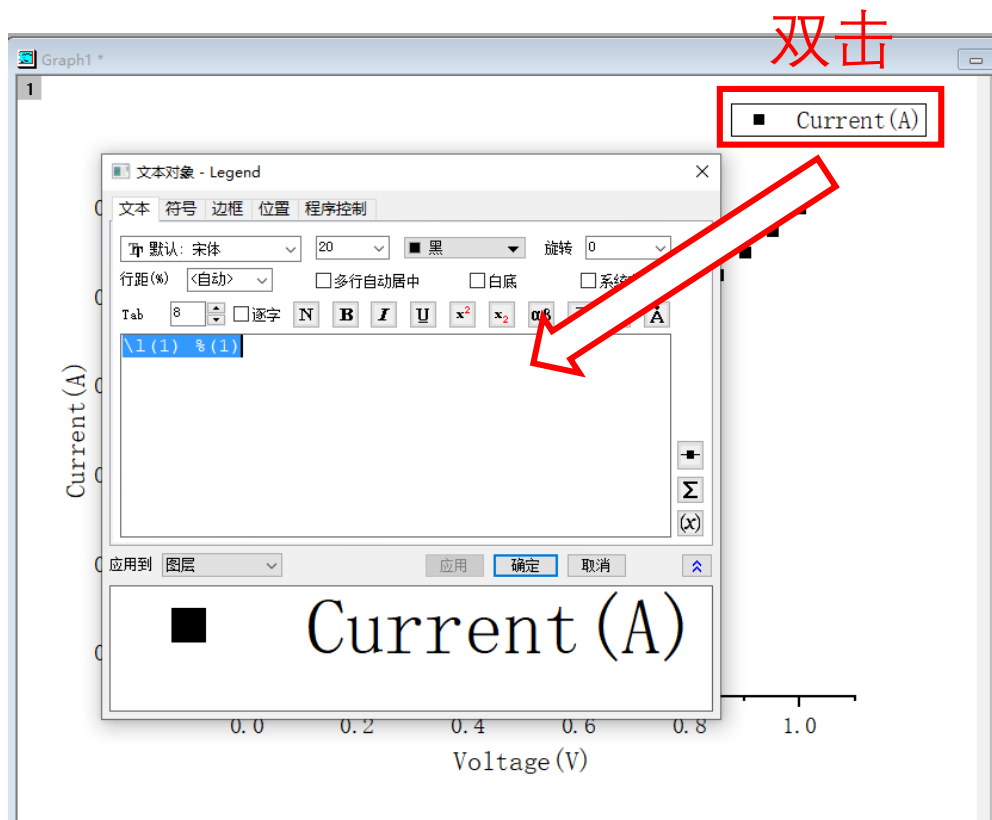
### 3. 作图规范

---

- 图例
- 坐标轴框线
- 物理量及单位
- 呈现效果：
  - 单位
  - 坐标轴范围及间隔
  - 字体(Arial, Courier, Times New Roman, Symbol)及字号
  - 页边距



## 图例



方法1

R1 - R1.txt \*

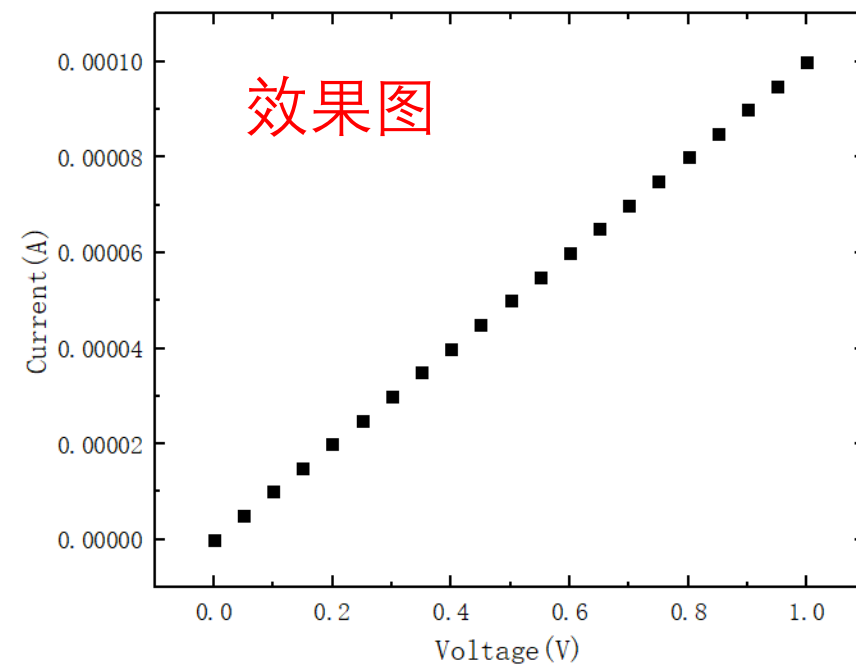
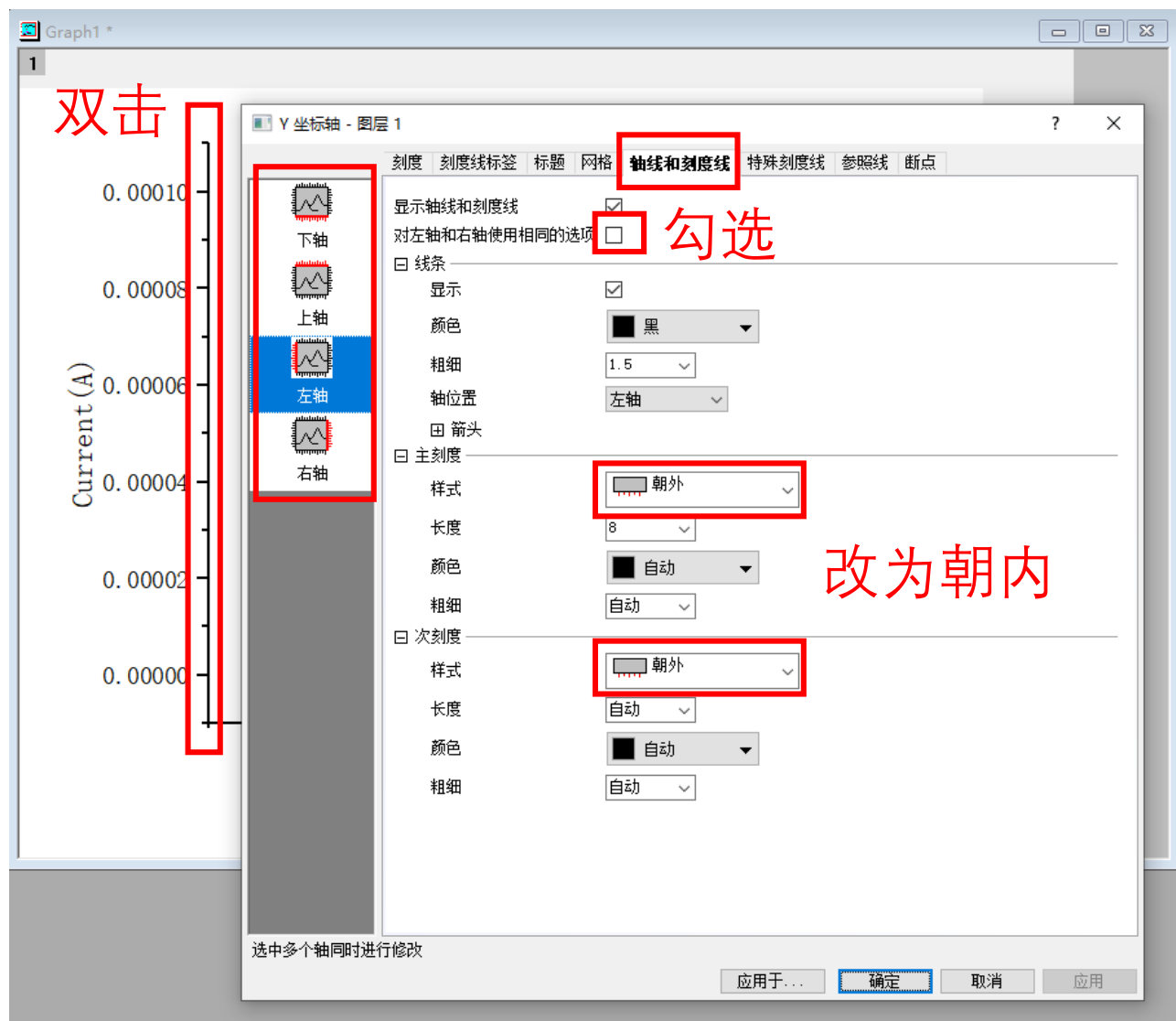
备注	A(X)	B(Y)
长名称	Voltage(V)	Current(A)
单位		
注释		
迷你图		
1	0	-2.16978E-8
2	0.05	4.98696E-6
3	0.1	9.976E-6
4	0.15	1.4976E-5
5	0.2	1.9967E-5
6	0.25	2.4966E-5
7	0.3	2.9964E-5
8	0.35	3.4963E-5

在注释栏中修改

方法2

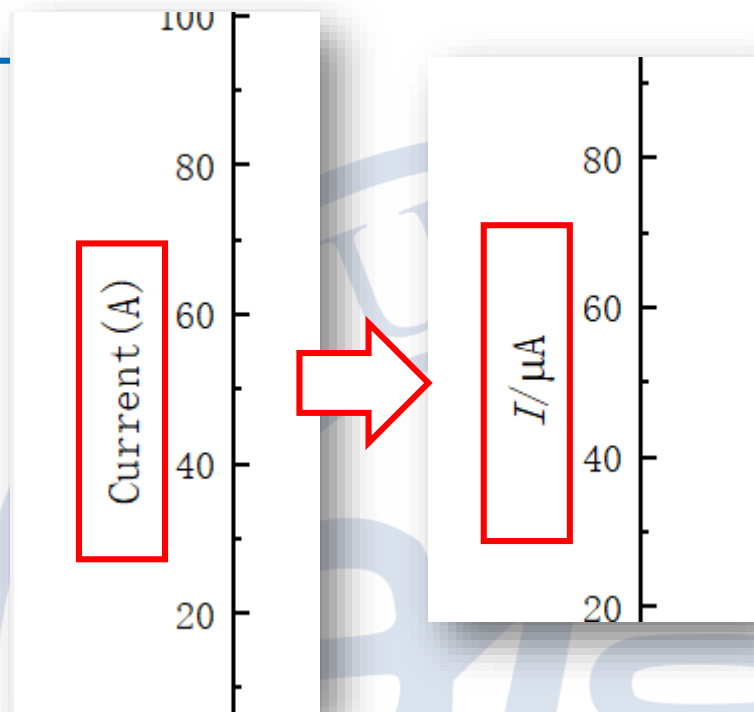
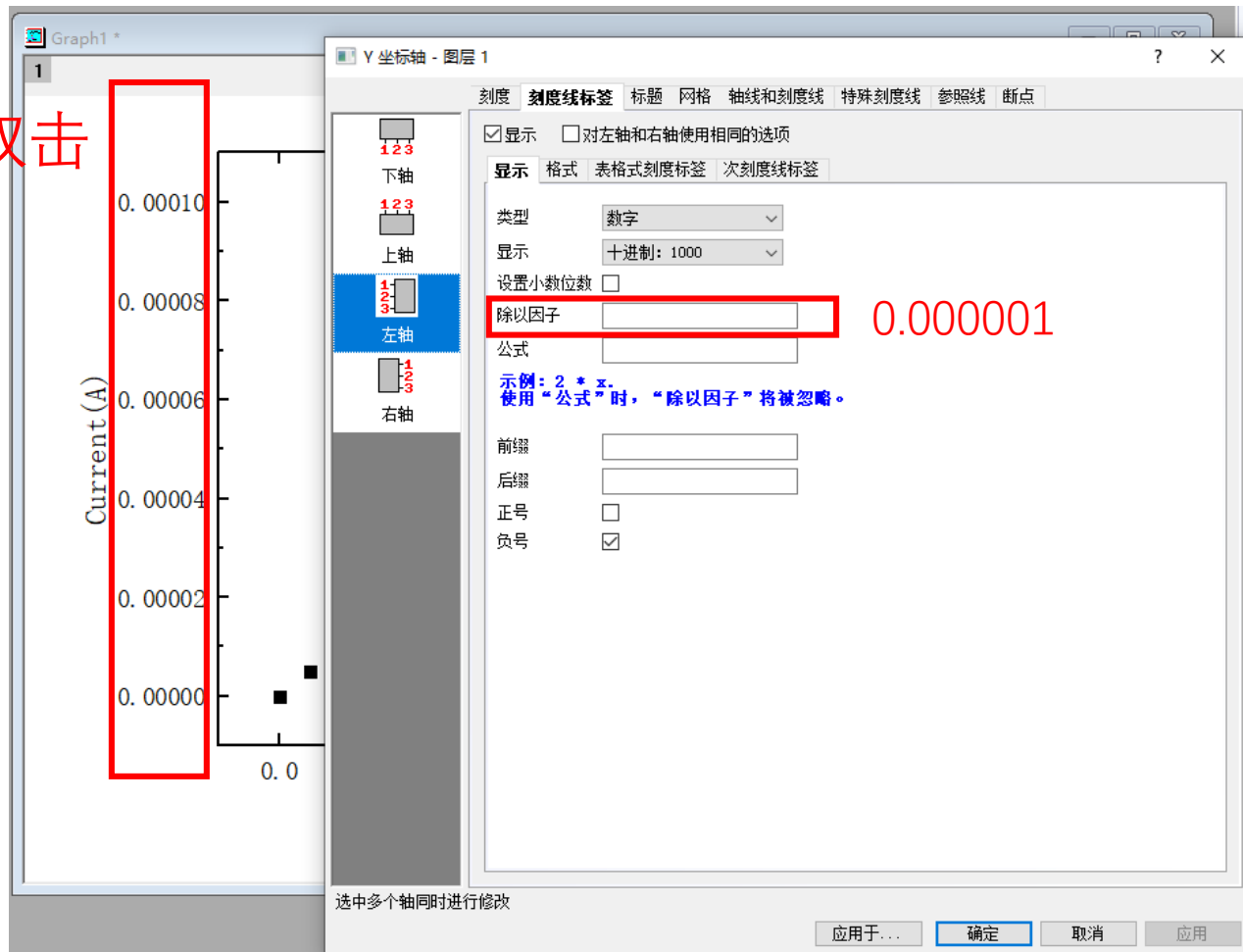


# 坐标轴线和刻度线

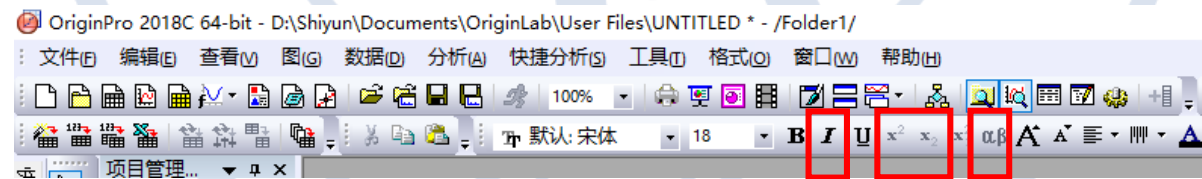


# 更好的展示效果

将单位改为 $\mu\text{A}$

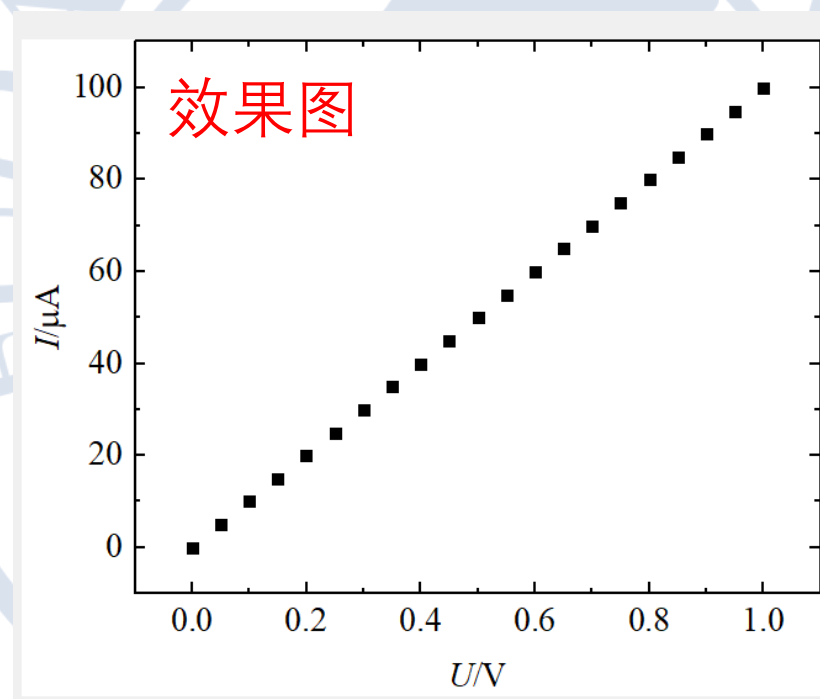
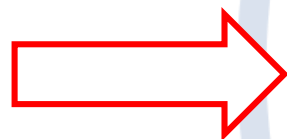
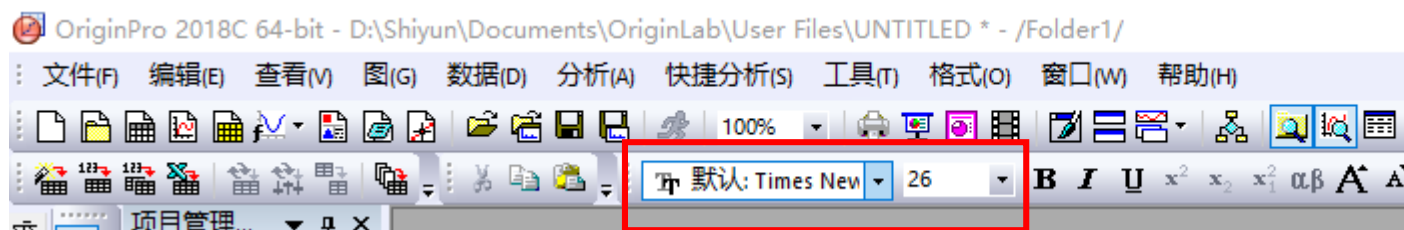
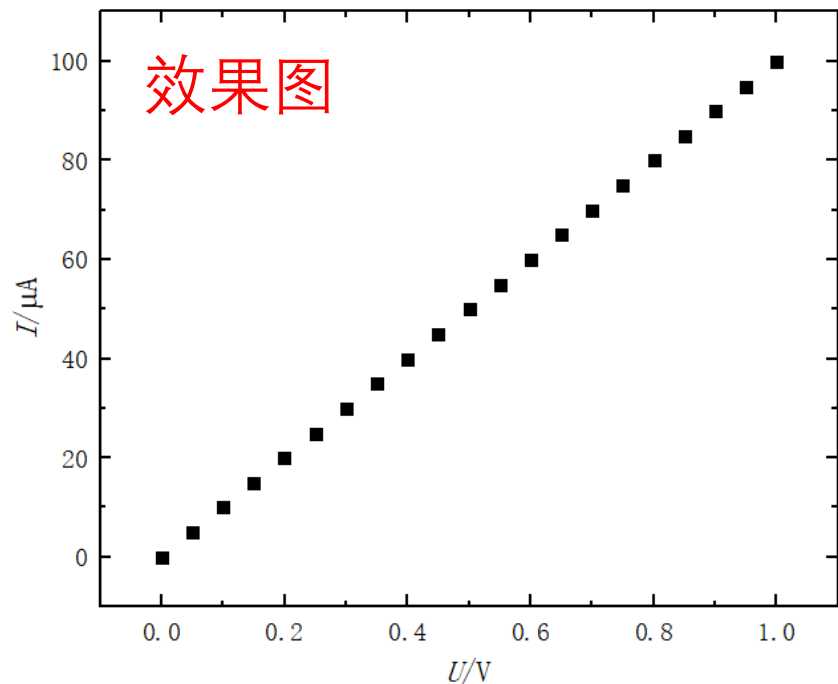


注意: 物理量斜体, 单位正体。  
 $\mu$ 字符: 在菜单栏选希腊字母后, 键入m



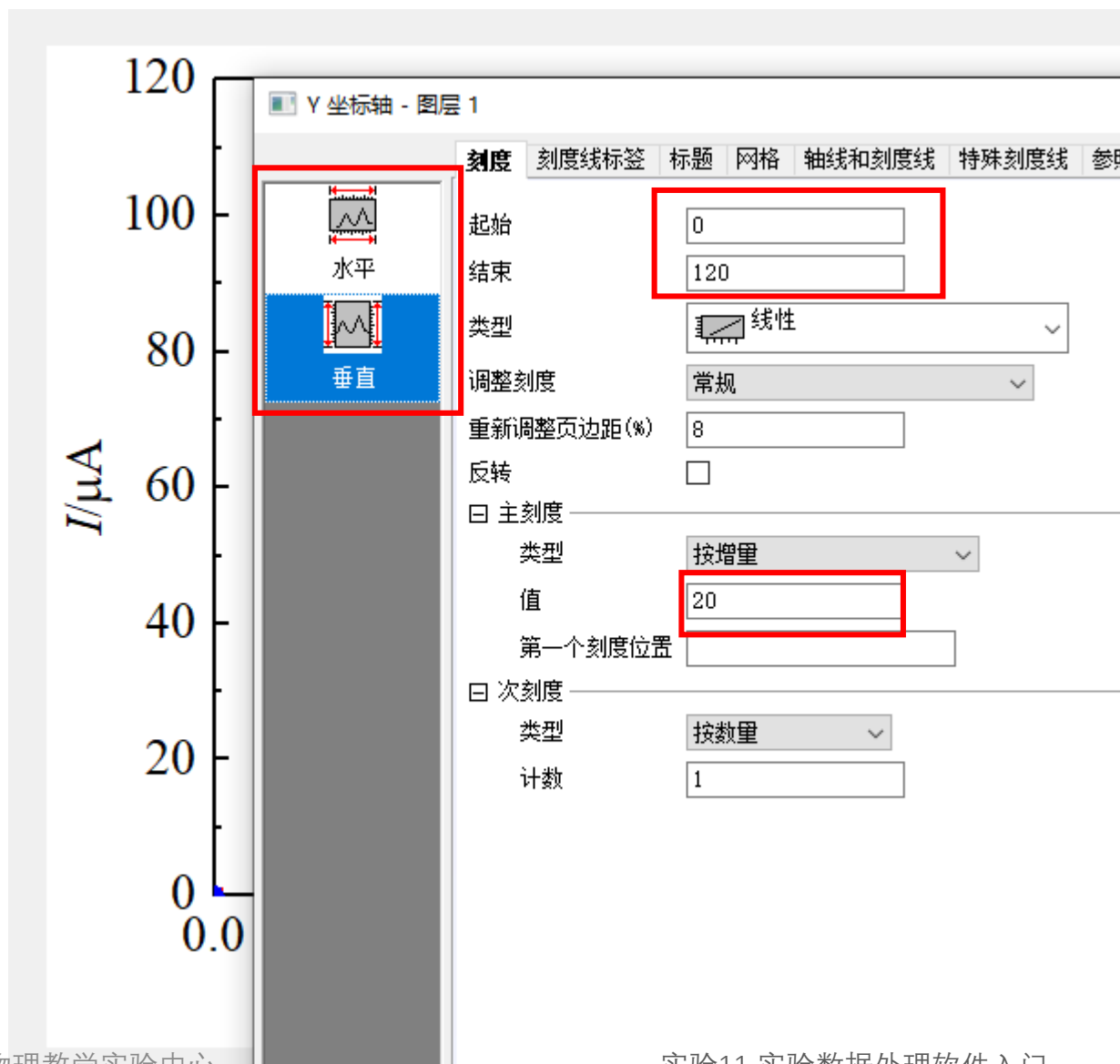
斜体 上下标 希腊字母

# 字体字号修改



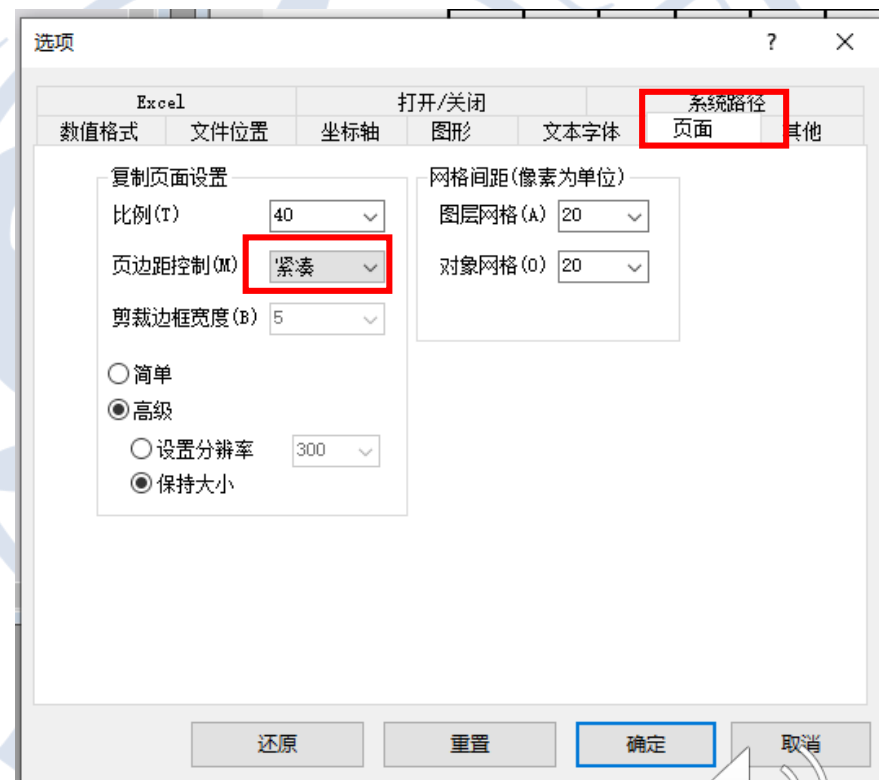
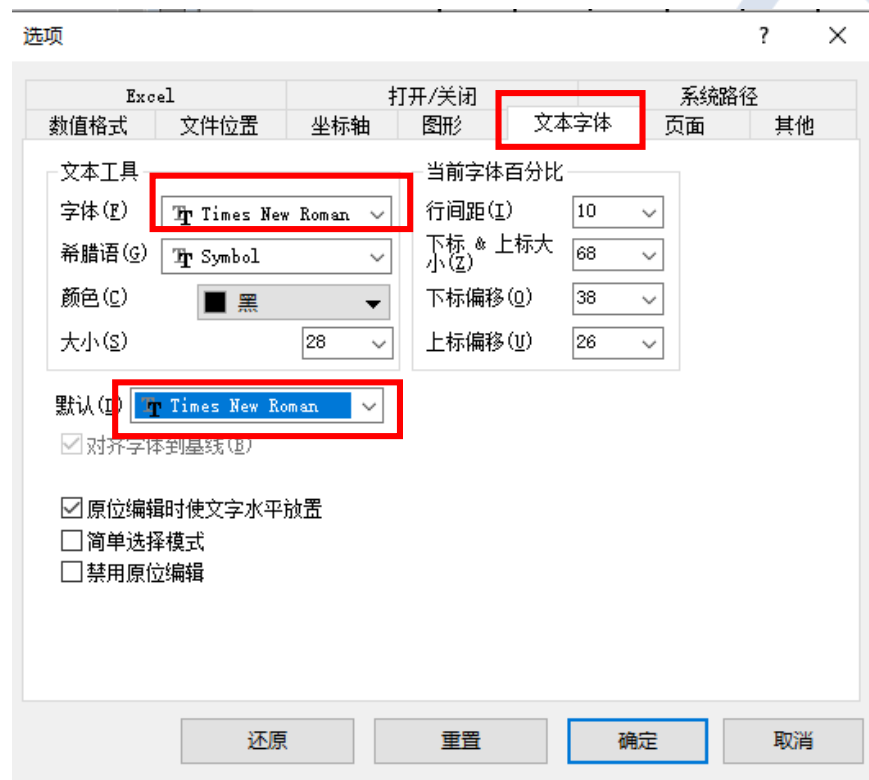
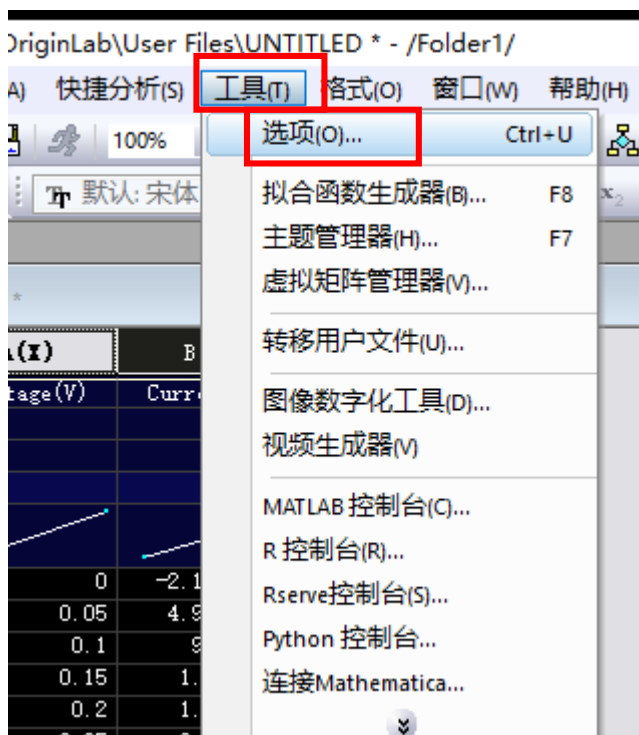


# 坐标轴的范围



# 默认字体、页边距

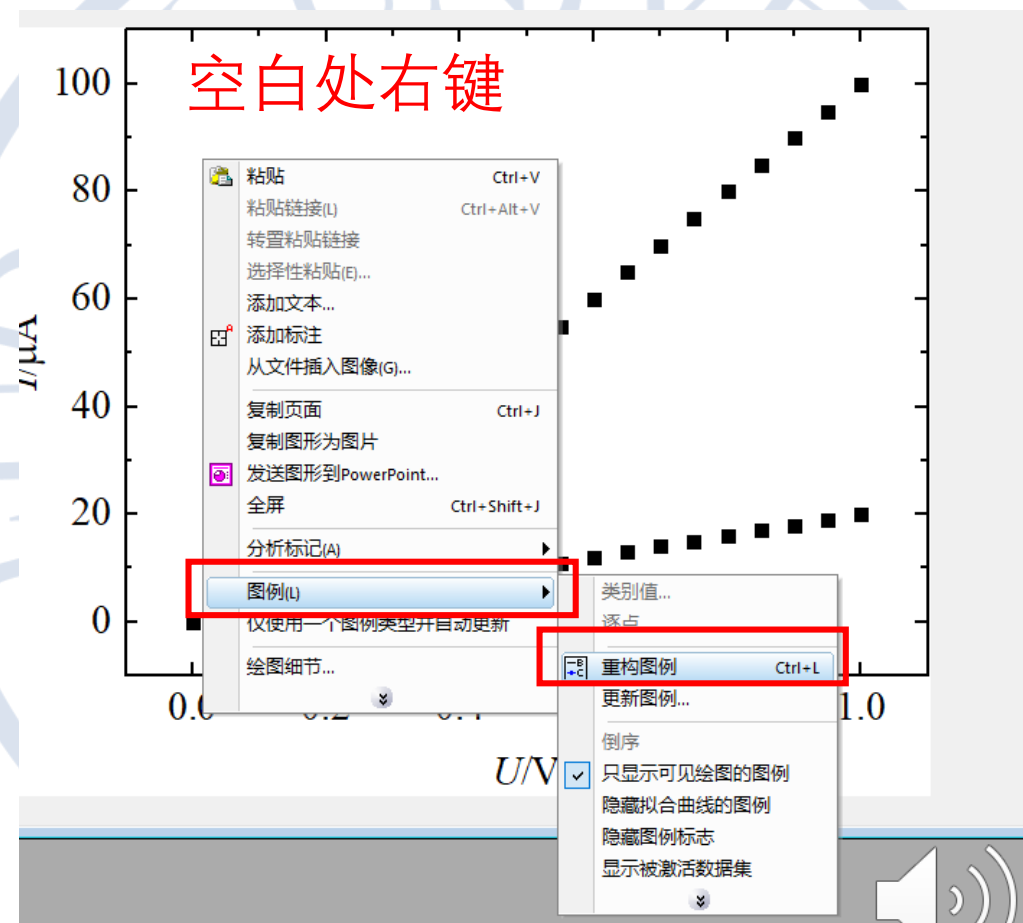
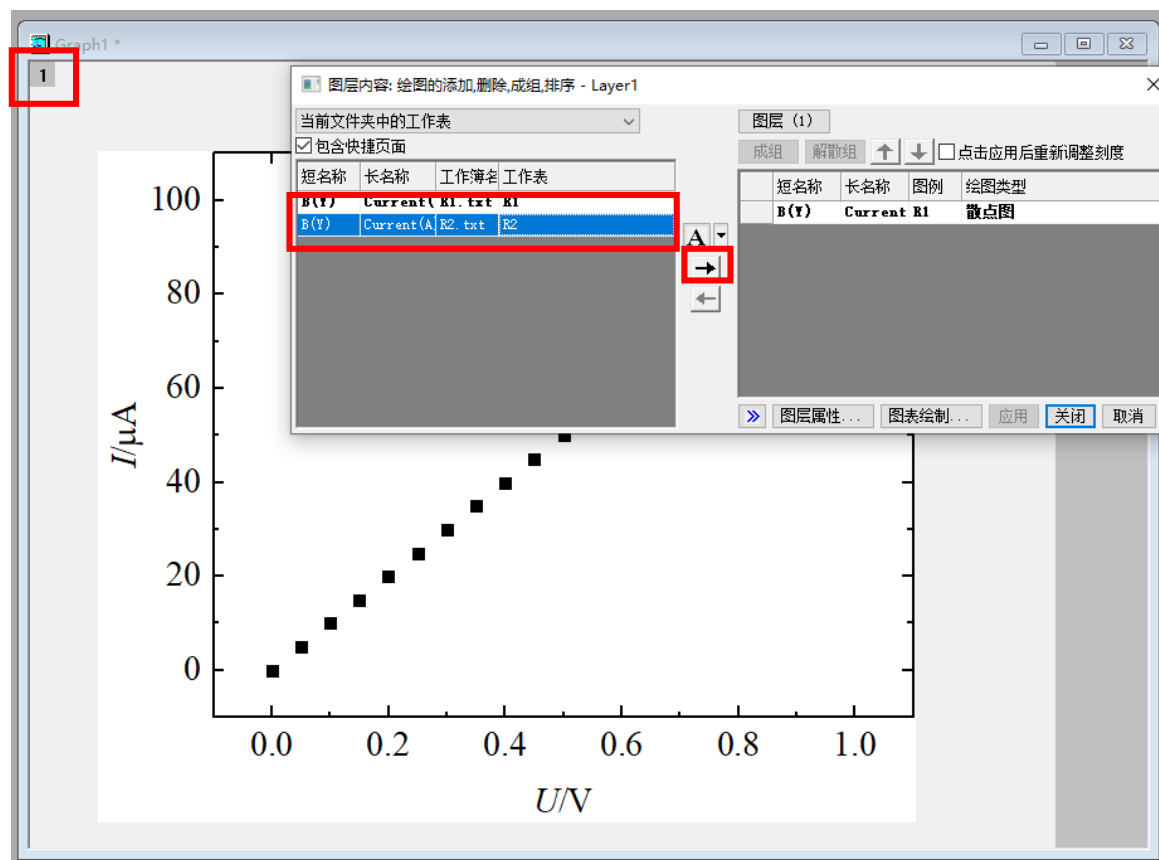
字体: Arial, Courier, **Times New Roman**, Symbol  
 页边距: 紧凑



## 4. 同时展示两个未知电阻的阻值

- 导入R2.txt→绘制散点图→显示图例

双击



# 数据点颜色、形状

在数据点上双击

Graph1

100

■ R1  
■ Current(A)

绘图细节 - 绘图属性

Graph1

[R1.txt]R1! "Voltage(V)"(X), "Current(A)"(Y)

[R2.txt]R2! "Voltage(V)"(X), "Current(A)"(Y)

符号 组图 垂直线 标签

预览 大小(Z) 9

边线宽度(I) 默认

符号颜色 ■ 黑

透明度(T) 0 %

重叠点偏移

自定义结构(U)

几何设定(G)

单个字母(A)

字母渐变(I)

行号数值(B)

用户自定义符号(U)

形状

内部

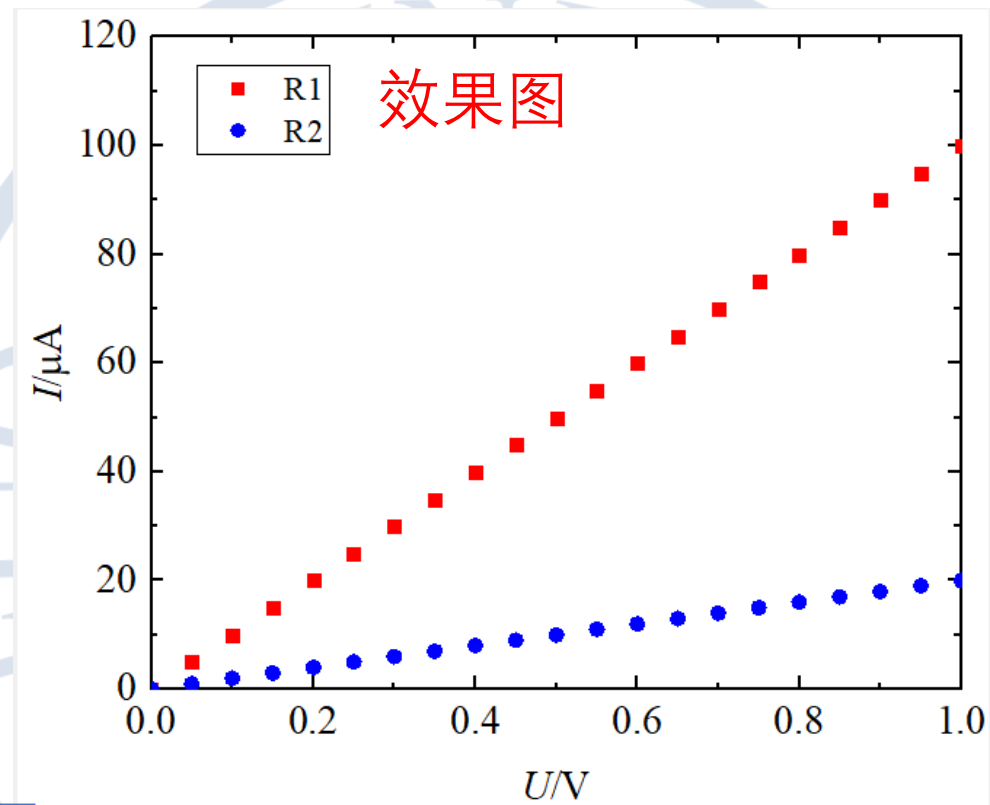
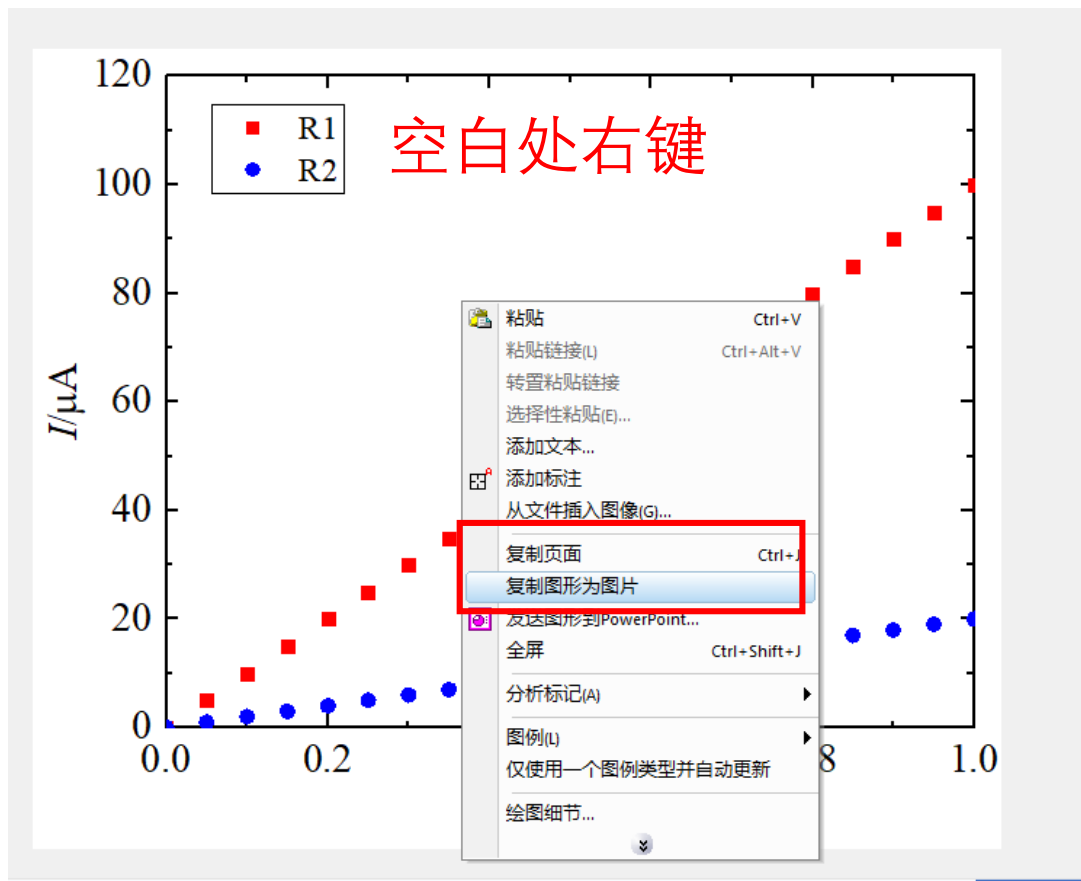
提示:如需跳过数据点, 您可使用“垂直线”选项卡进行设置

绘图类型(T) 散点图

>> 工作簿 确定 取消 应用(A)



# 5. 导出



标注图的名称

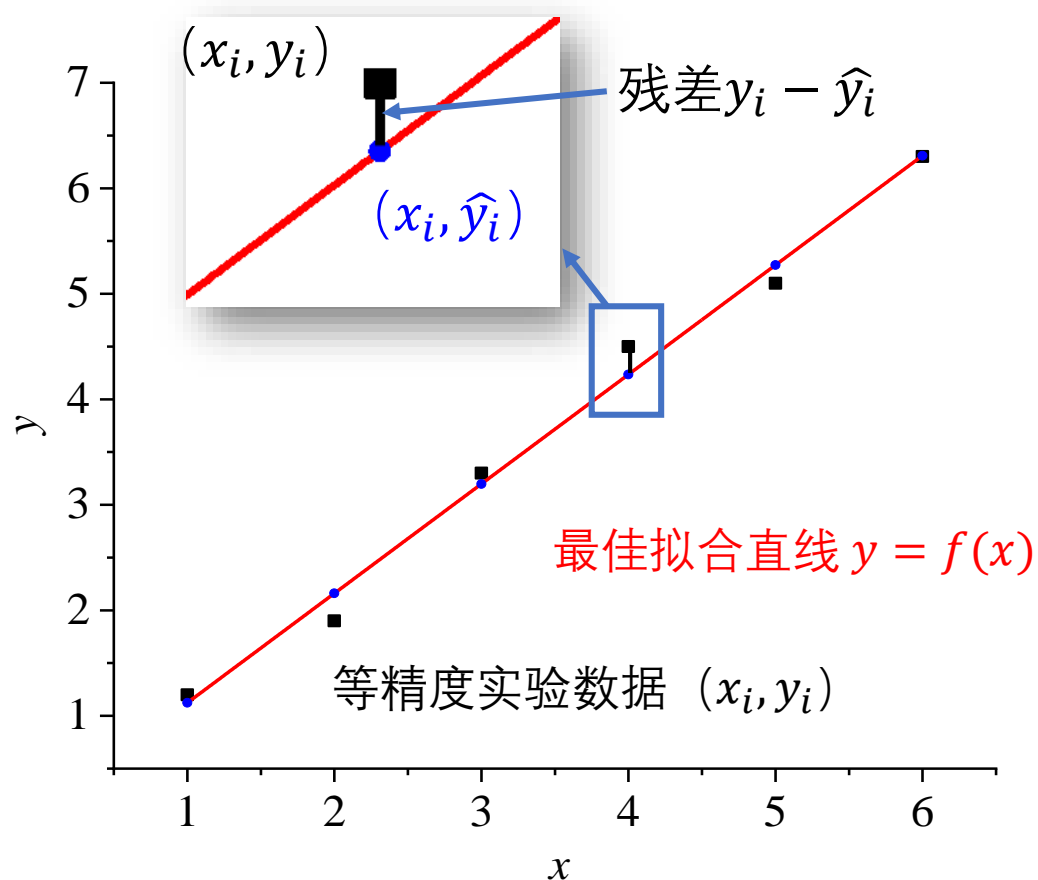
图1 未知电阻R1和R2的伏安特性曲线



# 进行线性拟合



# 线性拟合的原理——最小二乘法



- 若最佳拟合直线为  $y = f(x)$ ，则所测各  $y_i$  与拟合直线上的各  $\hat{y}_i$  的偏差平方和最小

$$s = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \text{ 最小}$$

- 前提假设：各  $x_i$  值是准确的，而所有的不确定度都只联系着  $y_i$ 。

注：详细推导过程参见《基础物理实验讲义》<http://phylab.fudan.edu.cn/doku.php?id=course:platform>



# 不确定度

- 直线形式  $y = kx + b$
- 当只有  $y_i$  存在明显随机误差的条件下（且  $y$  的仪器不确定度远小于其 A 类不确定度）， $k$  和  $b$  的不确定度分别为：

$$S_k = \frac{S_y}{\sqrt{n(\overline{x^2} - \bar{x}^2)}} \quad \text{其中, } S_y = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2}, \quad \hat{y}_i = (kx_i + b)$$

$$S_b = S_k \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n}}$$

注：详细推导过程参见《基础物理实验讲义》<http://phylab.fudan.edu.cn/doku.php?id=course:platform>





# 相关系数 $r$

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

- $r$ 的取值在-1与1之间。
  - $r = 1$ 时, 表示两个随机变量之间呈完全**正相关**关系;
  - $r = -1$ 时, 表示两个随机变量之间呈完全**负相关**关系;
  - $r = 0$ 时, 表示两个随机变量之间**线性无关**。
- $r$ 有效数字一般保留到第一个不为9的数

注: 详细推导过程参见《基础物理实验讲义》 <http://phylab.fudan.edu.cn/doku.php?id=course:platform>

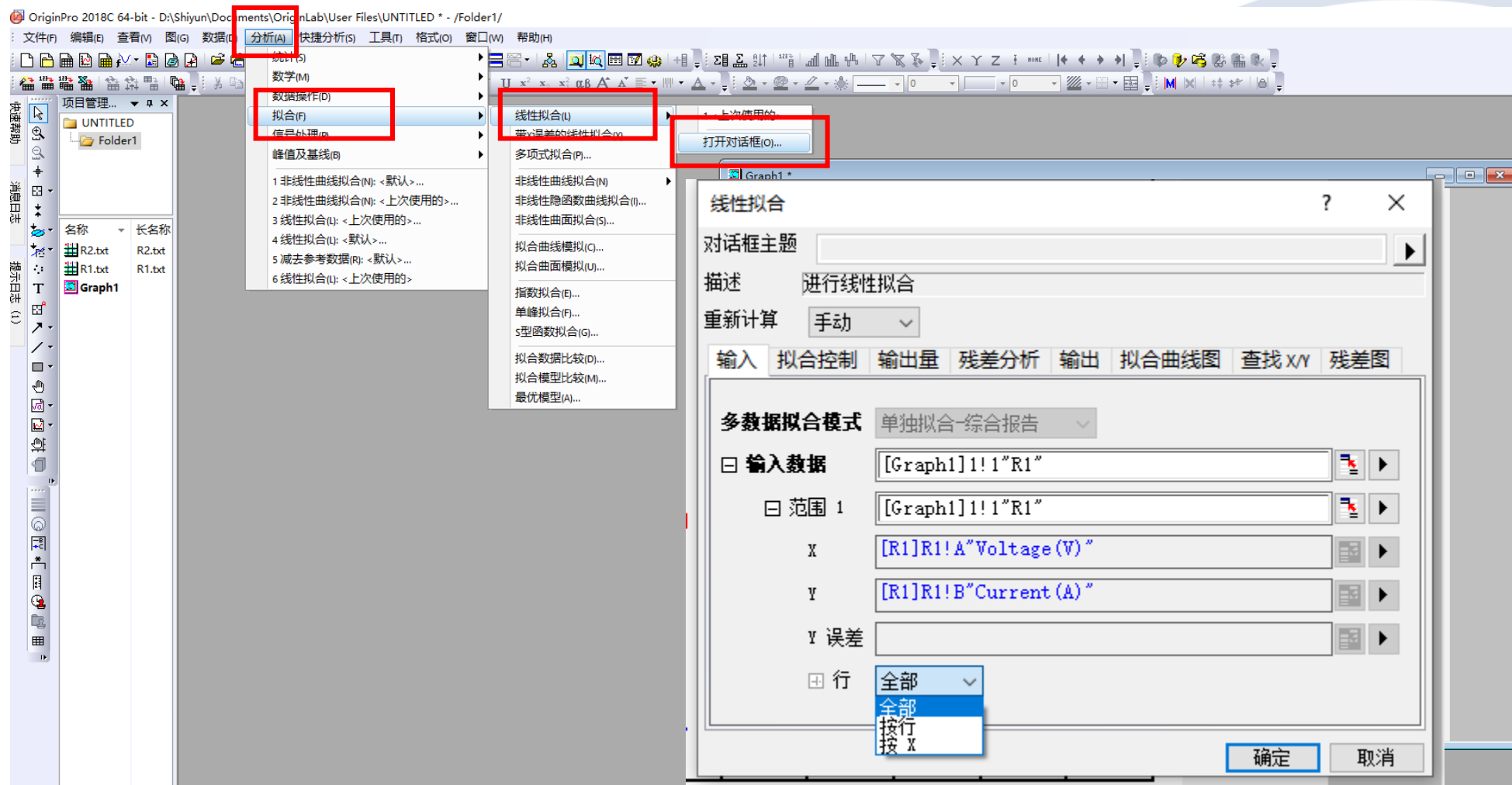


# 曲线拟合转化为直线拟合

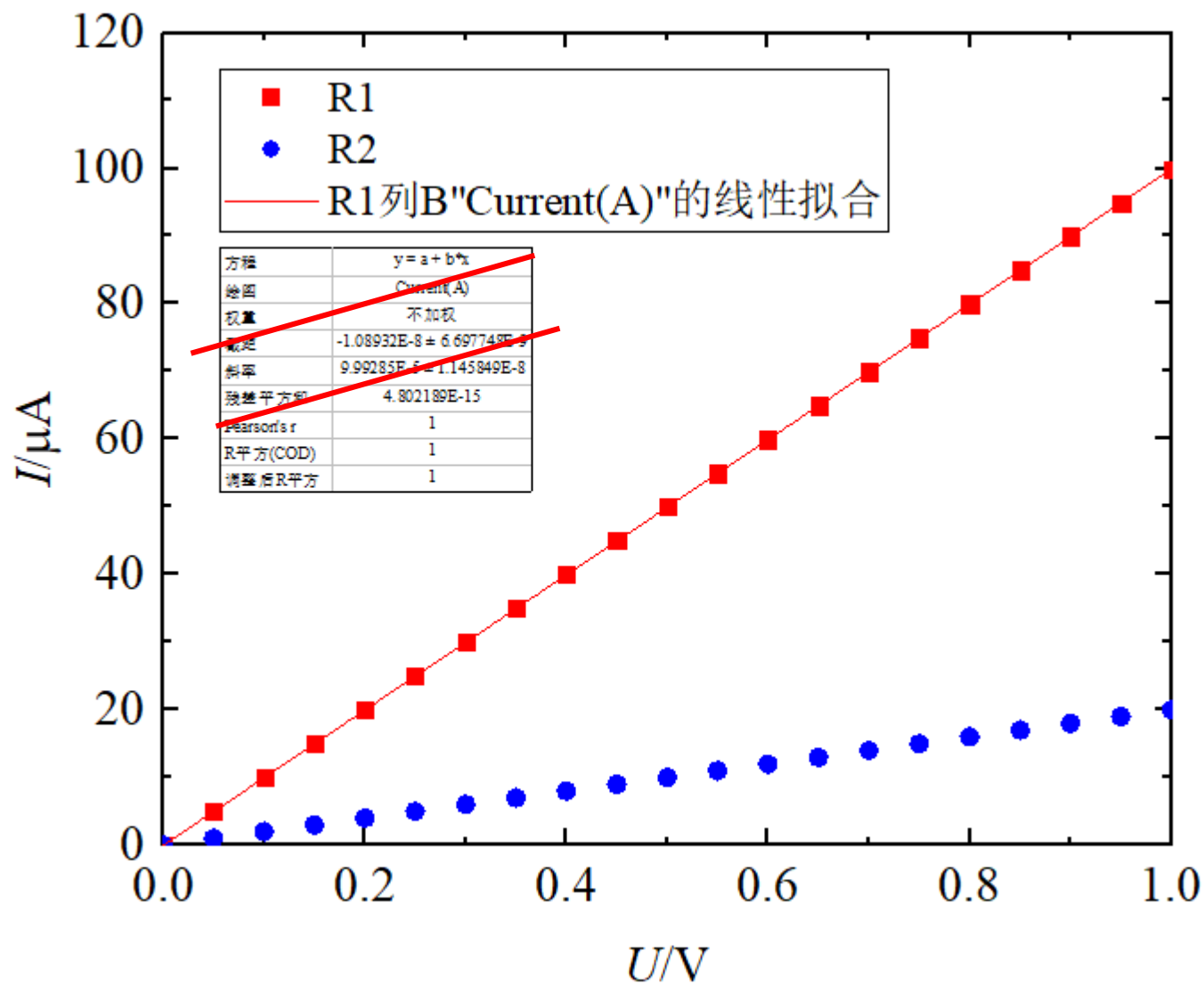
- 幂函数：曲线方程为  $y = ax^k$ 
  - 将等式两边取自然对数，得  $\ln y = k \ln x + \ln a$ 。
  - 令  $Y = \ln y$ ， $X = \ln x$ ， $b = \ln a$ ，
  - 转化成线性函数  $Y = kX + b$ 。
- 指数函数：曲线方程为  $y = ae^{kx}$ 
  - 将等式两边取自然对数，得  $\ln y = kx + \ln a$ 。
  - 令  $Y = \ln y$ ， $b = \ln a$
  - 转化成线性函数  $Y = kx + b$



# 进行线性拟合



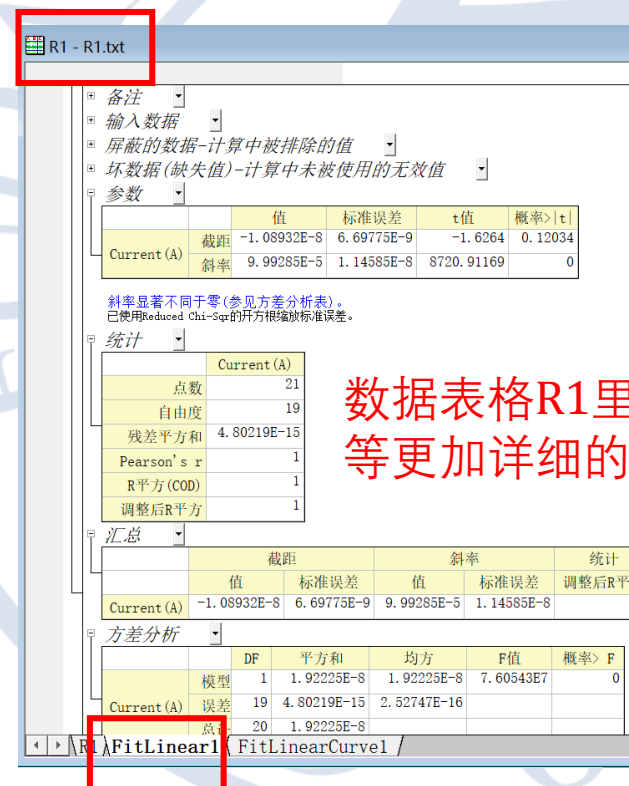
# 拟合结果



拟合方程形式  $y = kx + b$

截距  $(-1.1 \pm 0.7) \times 10^{-8} \text{ A}$

斜率  $(9.9929 \pm 0.0011) \times 10^{-5} \text{ A/V}$



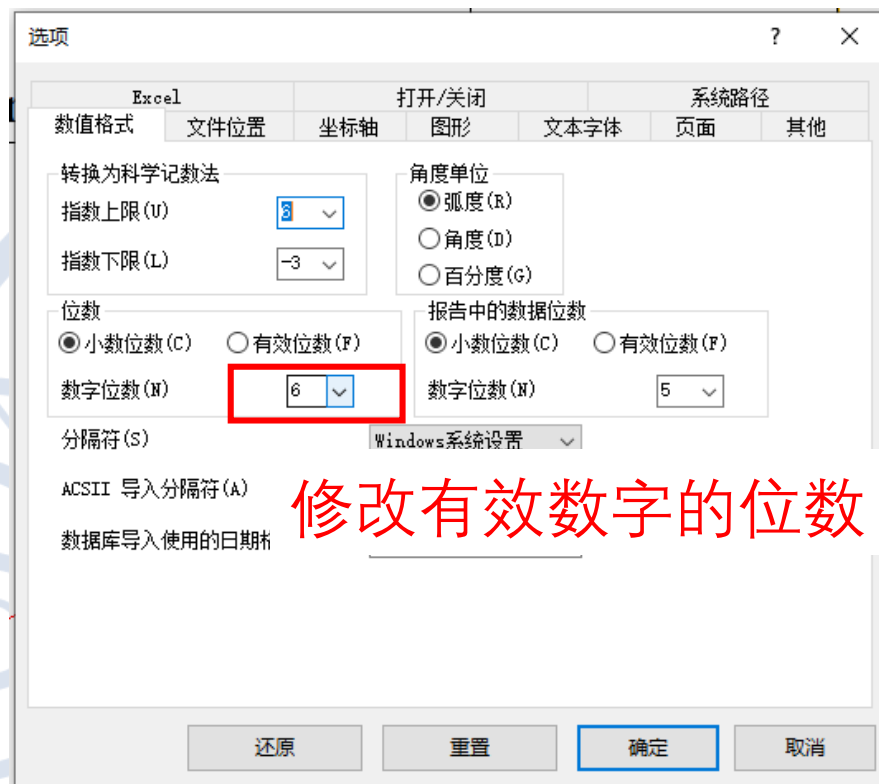
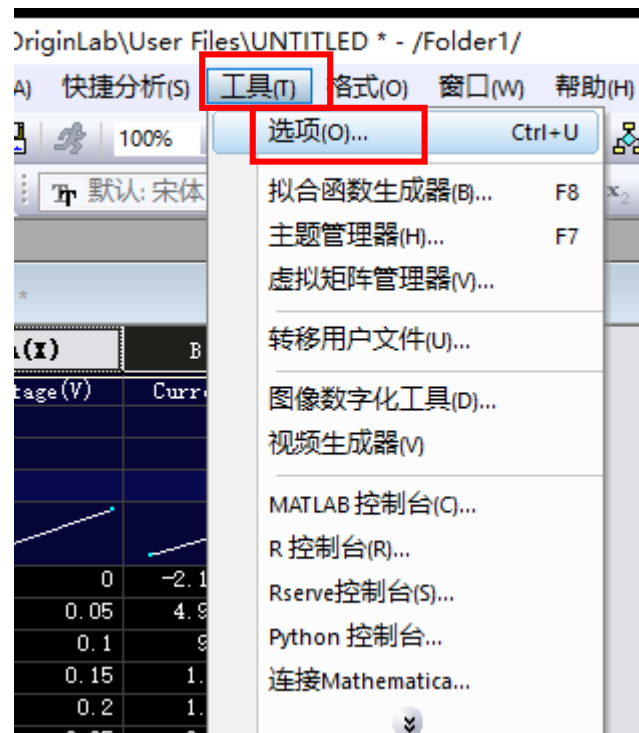
数据表格R1里，有拟合参数等更加详细的信息

# 相关系数 $r$

方程	$y = a + b \cdot x$
绘图	Current(A)
权重	不加权
截距	$-1.08932E-8 \pm 6.69775E-9$
斜率	$9.99285E-5 \pm 1.14585E-8$
残差平方和	$4.80219E-15$
Pearson's r	1
R平方(COD)	1
调整后R平方	1

有很强的正相关关系

方程	$y = a + b \cdot x$
绘图	Current(A)
权重	不加权
截距	$-1.08932026E-8 \pm 6.697747$
斜率	$9.992849709E-5 \pm 1.14584$
残差平方和	$4.802189219E-15$
Pearson's r	0.9999998751
R平方(COD)	0.9999997502
调整后R平方	0.999999737



修改有效数字的位数



$$r = 0.99999998$$



# 作业



# 作业1

- 通过线性拟合，计算未知电阻R1和R2的值（数据文件R1.txt和R2.txt）
- 要求：
  - 对R1和R2的测量数据作图，并进行线性拟合
  - 写出拟合公式和相关系数
  - 计算出两个电阻的阻值及不确定度
    - 注：若 $a = \frac{1}{b}$ ，则 $\frac{u(a)}{a} = \frac{u(b)}{b}$



# 作业2

- 绘制电阻R3在不同电压下的电流和功率，已知电流测量的不确定度为3%（数据文件R3.txt）
- 要求：
  - 添加新数据列，计算出功率
  - 左右用不同的y轴，分别展示电流和功率
  - 加入error bar

空白处右键

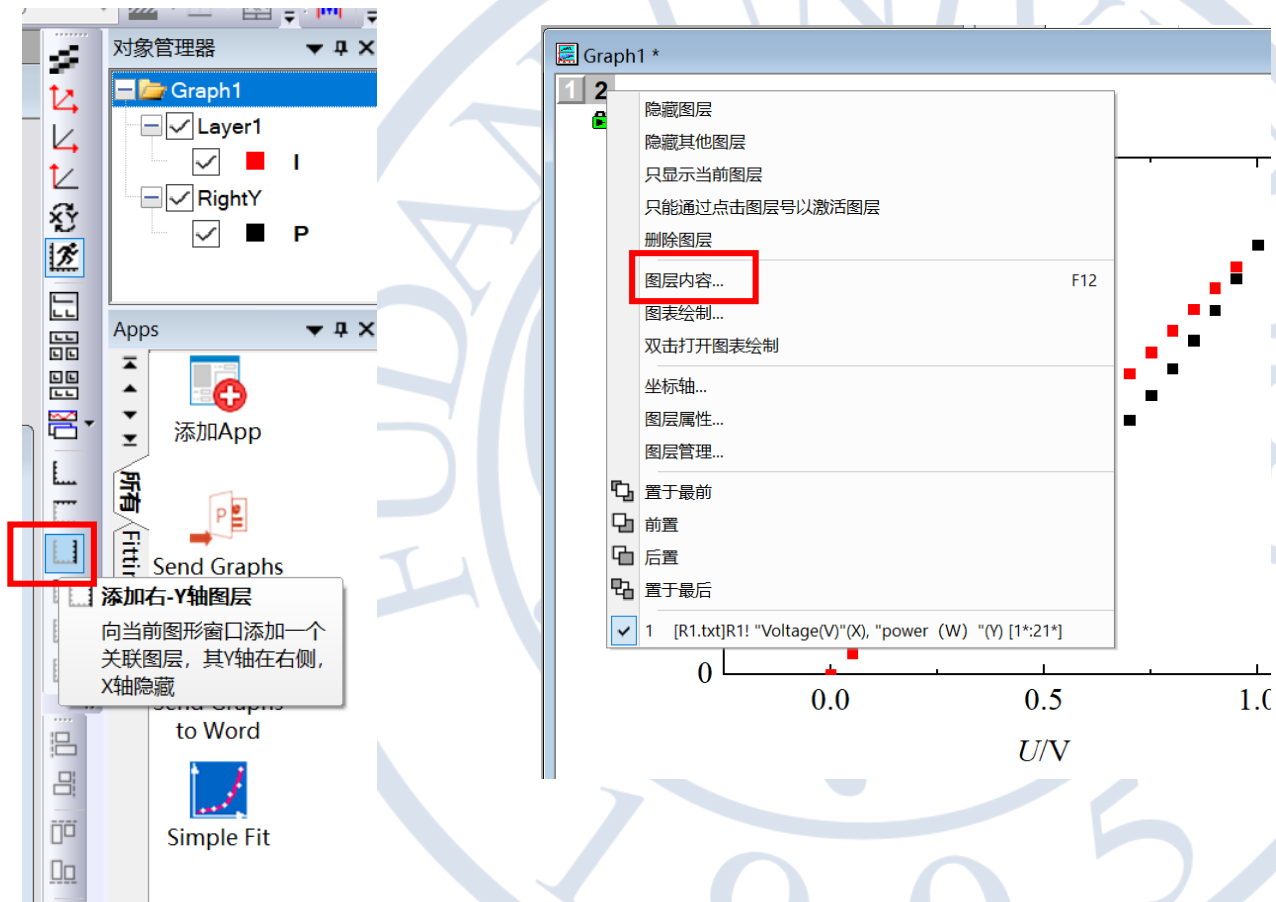
	A (X)	B (Y)	C (Y)
长名称	Voltage (V)	Current (A)	
单位			
注释		R1	
F(x)=			A*B
迷你图			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			





# 左右不同y轴

- 原有的右侧y轴不显示
- 选择“添加右-Y轴图层”
- Graph1左上角，选择图层内容，选择功率的数据栏
- 调整合适的单位，x和y的范围，图例，颜色等。

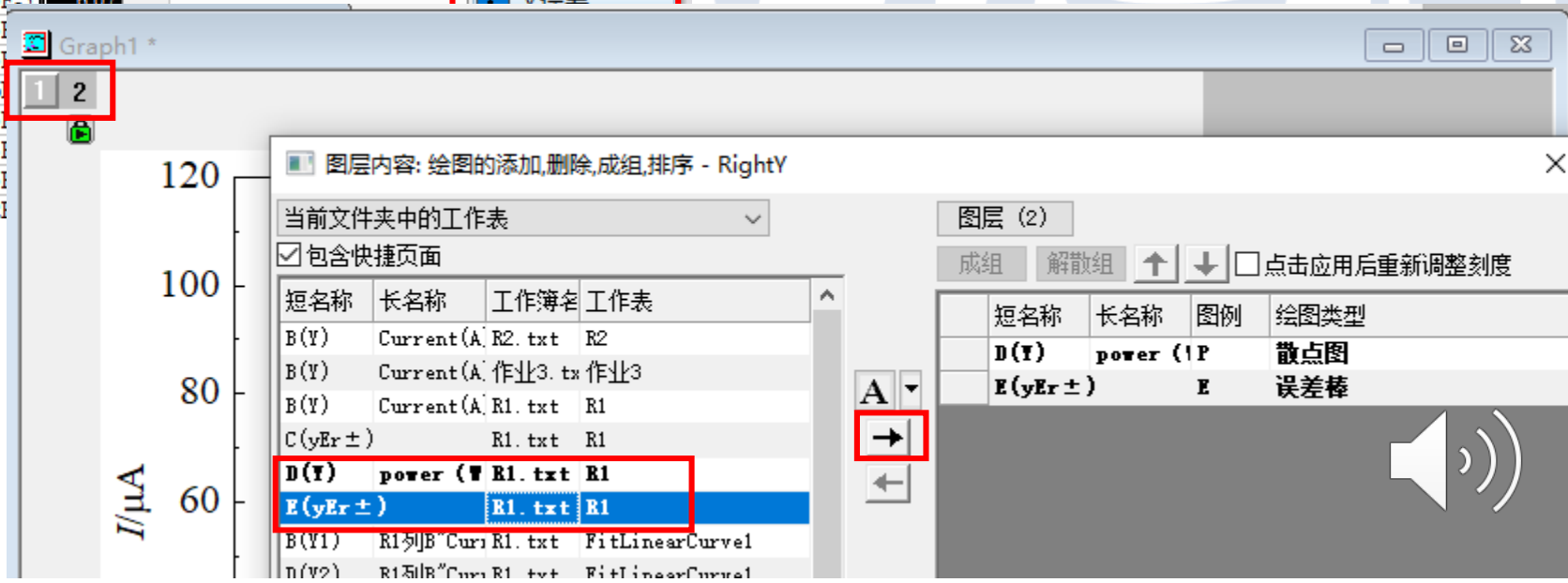


# 加入error bar

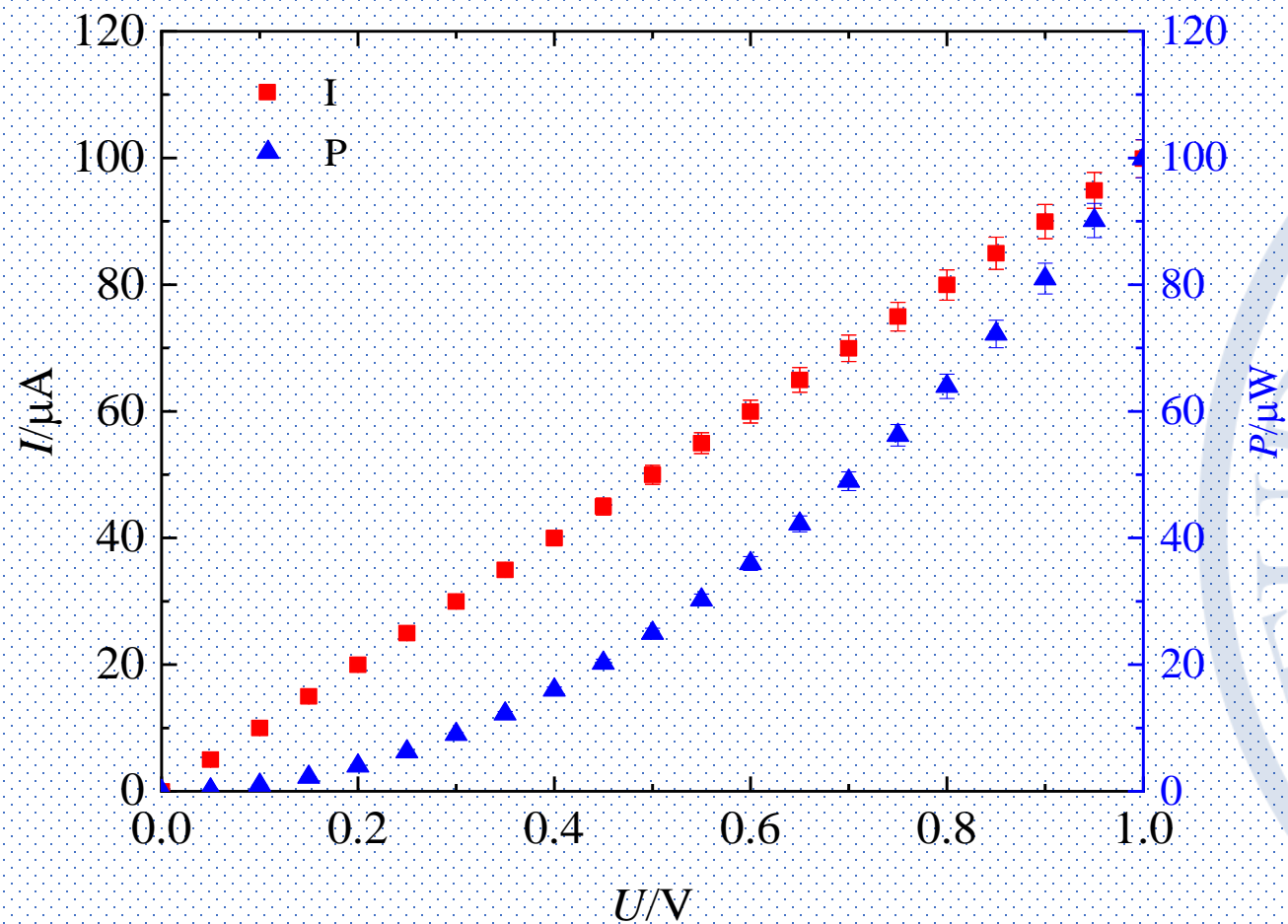
右键单击



- 在数据表中插入新列，设置公式为3%，并设置为y误差
- 分别对两个图层加入各自的y误差

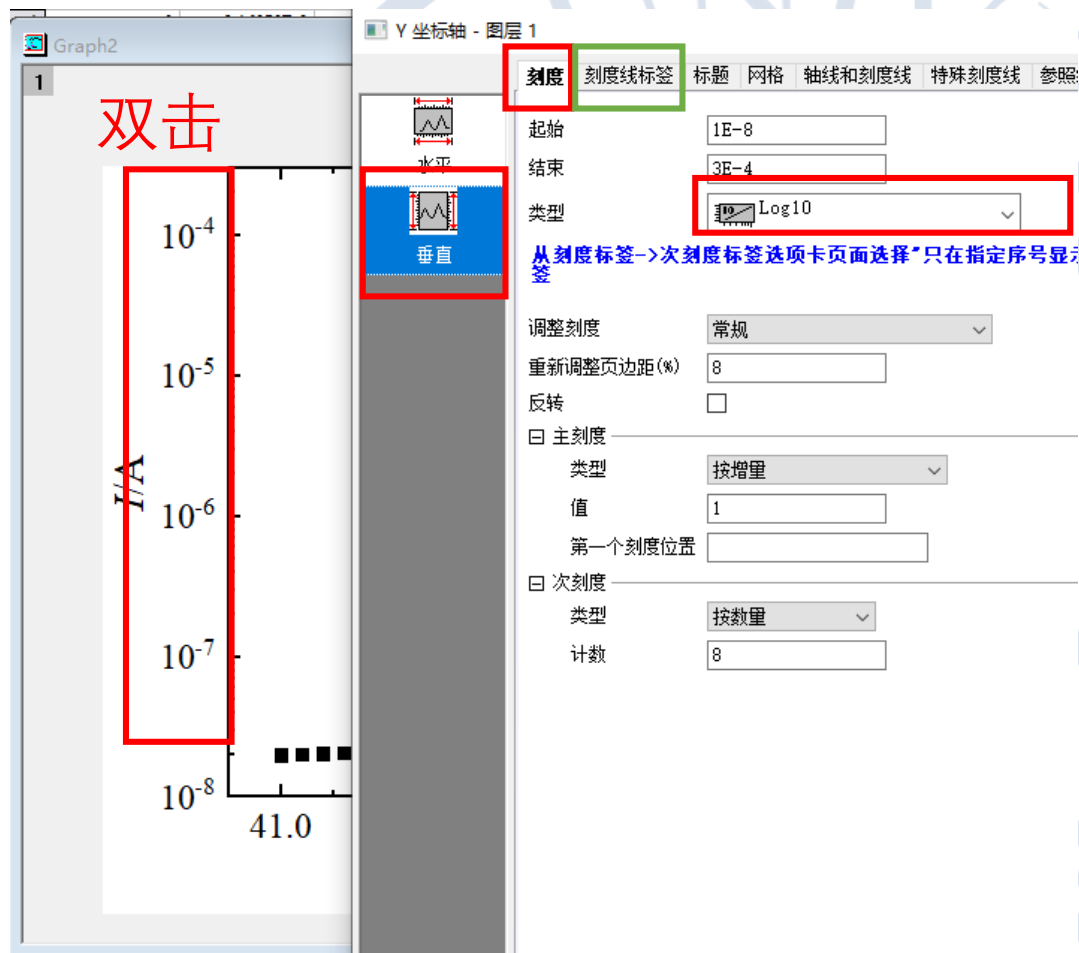


## 参考图

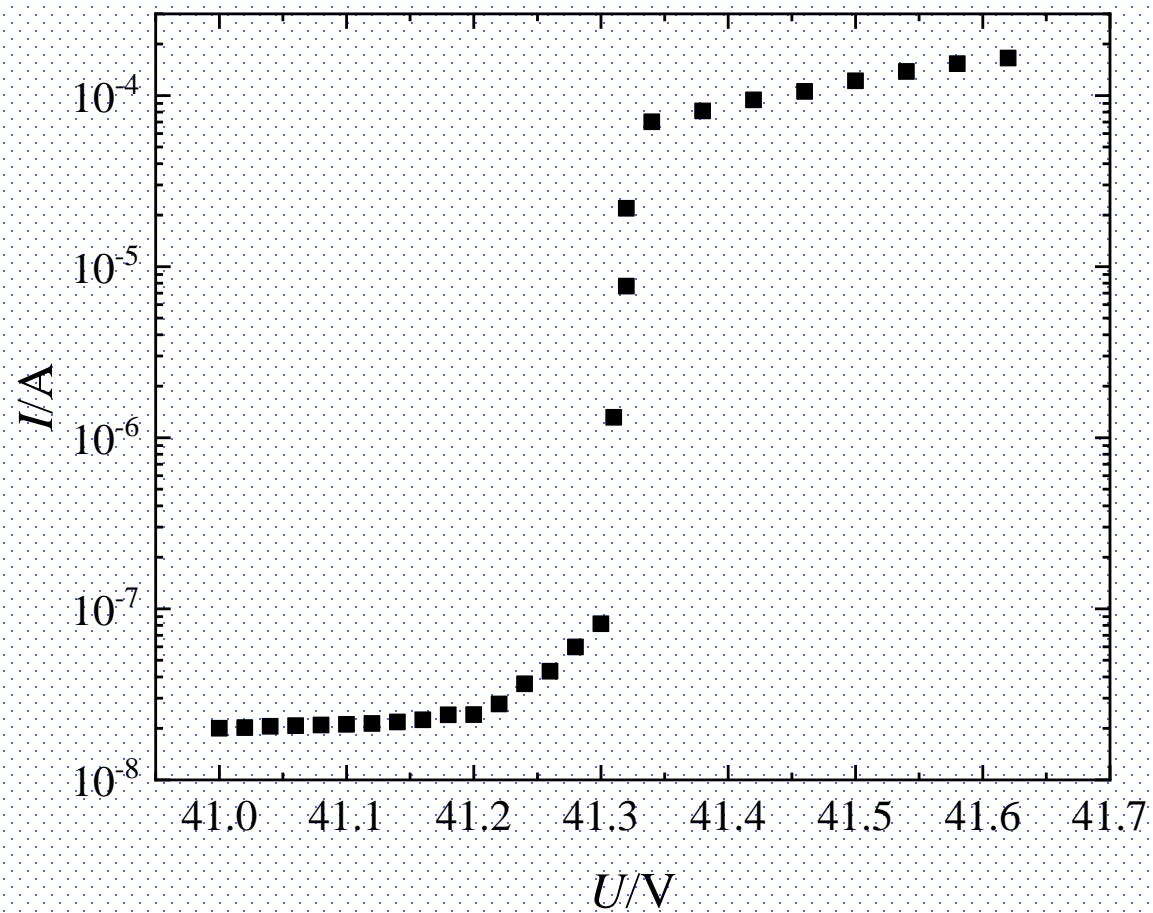


# 作业3

- 绘制LED的反向击穿部分的伏安特性曲线。（数据：作业3.txt）
- 注意：
  - 使用对数坐标轴
  - 刻度用科学计数法
  - 调整合适的坐标区间



## 参考图



本实验到此结束，谢谢！

