

以杨氏模量实验为样本，介绍表2、3、4和图的制作  
请完成每个实验的数据表制作

表1 一次性测量			
钢丝L/mm	大臂H/mm	小臂D/mm	
738	700	35.08	

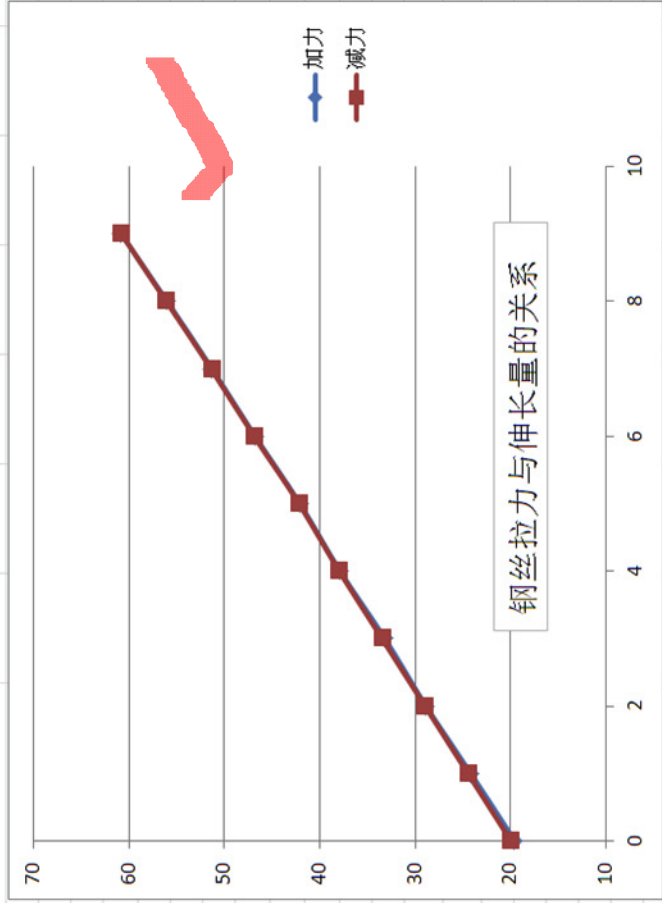
表2 钢丝直径						
千分尺初始值/mm						
N	1	2	3	4	5	6 d平均值/mm
d/mm	0.64	0.642	0.64	0.643	0.638	0.644
						标准差/mm
						0.002228602

表3 加减力伸测量			
加力/kg	刻度/mm	减力/kg	刻度/mm
0	19.6	0	20
1	24.2	1	24.5
2	28.9	2	29
3	33.2	3	33.5
4	37.9	4	38
5	42.1	5	42.2
6	46.8	6	46.9
7	51.3	7	51.4
8	56	8	56.1
9	60.8	9	60.8
加力斜率/m kg-1			0.004548
加力相关系数			0.999938
减力斜率/m kg-1			0.004475
减力相关系数			0.999943
平均斜率/m kg-1			0.004511
标称重力加速度/ms <sup>-2</sup>			9.8
E/ Nm-2			1.98E+11

$$E = \frac{8FLH}{\pi d^2 D} \cdot \frac{1}{\Delta x} = \frac{8LH}{\pi d^2 D} \cdot \frac{1}{(\Delta x/F)}$$

(Δx/F)是曲线的斜率

表4 加力数据的回归统计参数			
斜率B	4.5478788	19.614545	截距A
斜率标准	0.0179173	0.095652	截距标准差
R <sup>2</sup>	0.9998758	0.1627417	Y数据标准差
F值	64427.936	8	自由度
回归平方	1706.3641	0.2118788	残差平方和



建议用科学制图软件 origin 制图

首先阅读讲义，学习测量原理，列出计算公式，找出直接测量量和引用数。

从测量原理可知( $\Delta x/F$ )是曲线的斜率，所以公式改写成：

$$E = \frac{8FLH}{\pi d^2 D} \cdot \frac{1}{\Delta x} = \frac{8LH}{\pi d^2 D} \cdot \frac{1}{(\Delta x / F)}$$

表2的绘制涉及到

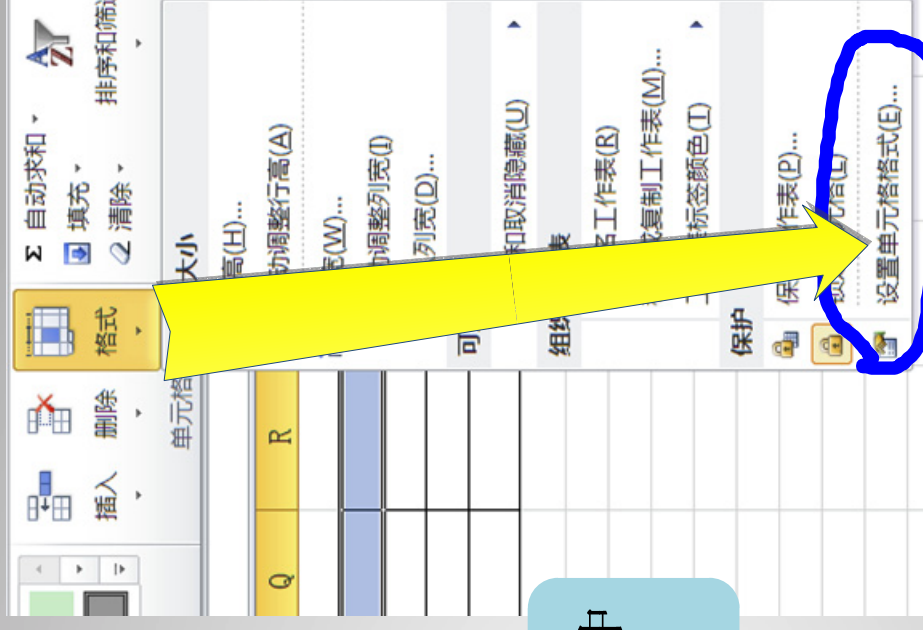
- 表的格式---测量内容、相关数据
- 单元格的合并
- 利用excel内含的函数库
- 修饰

表2 钢丝直径						
千分尺初始值/mm						
N	1	2	3	4	5	6 d平均值/mm
d/mm	0.64	0.642	0.64	0.643	0.638	0.641
						0.002228602
						标准差/mm
						0


### 1. 选中要合并的单元格



### 2. 从<格式>选项中选中<设置单元格格式...>



### 3. 跳出菜单，选中这个，反之就是撤销合并

[illegible]

表2 钢丝直径						
千分尺初始值/mm						
N	1	2	3	4	5	6 d平均值/mm
d/mm						标准差/mm

7. 给黄色单元格赋予函数功能

表2 钢丝直径						
千分尺初始值/mm						
N	1	2	3	4	5	6 d平均值/mm
d/mm						

8. 选中单元格后，按这里插入函数

U田A变

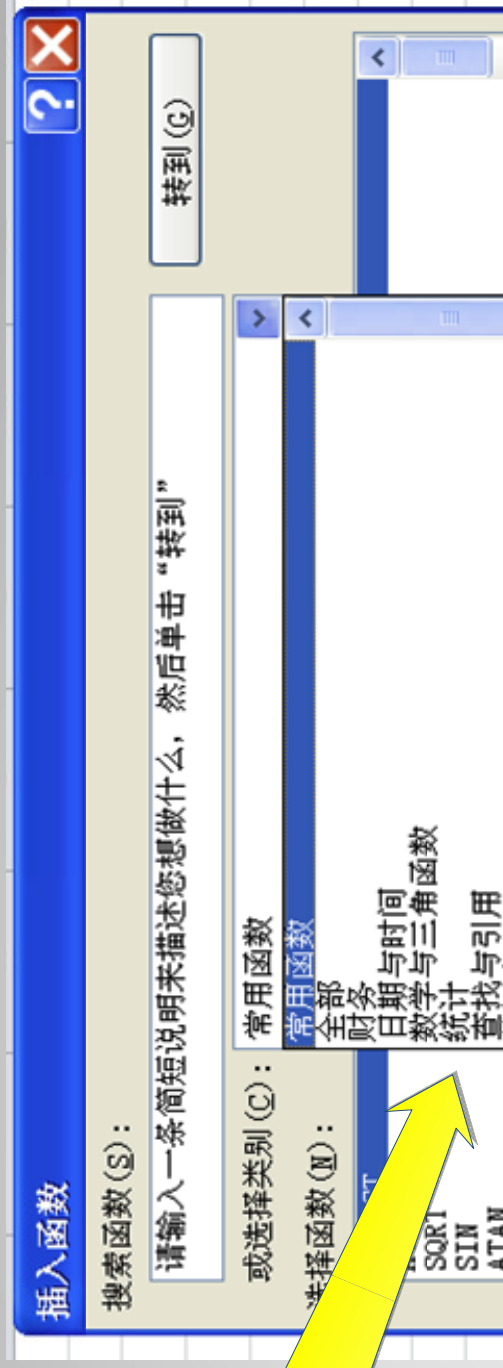
字体fx

对齐方式

插入函数STU

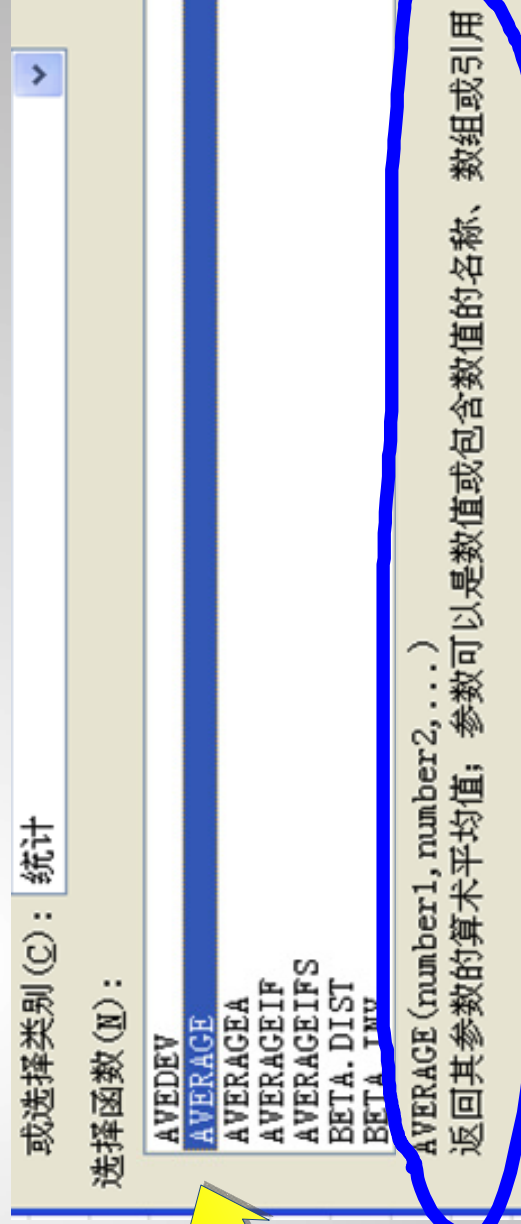
4	5	6 d平均值/mm	标准差/m
---	---	-----------	-------

9. 弹出菜单，有不同的分类，我们选“统计”

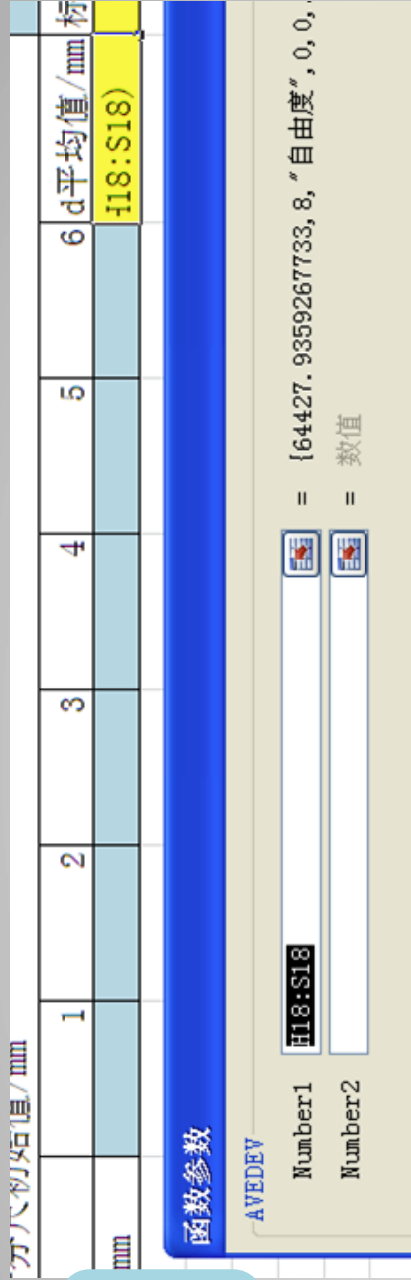


10. 我们选求算术平均值，同时会出现相应的说明

按<确定>按钮

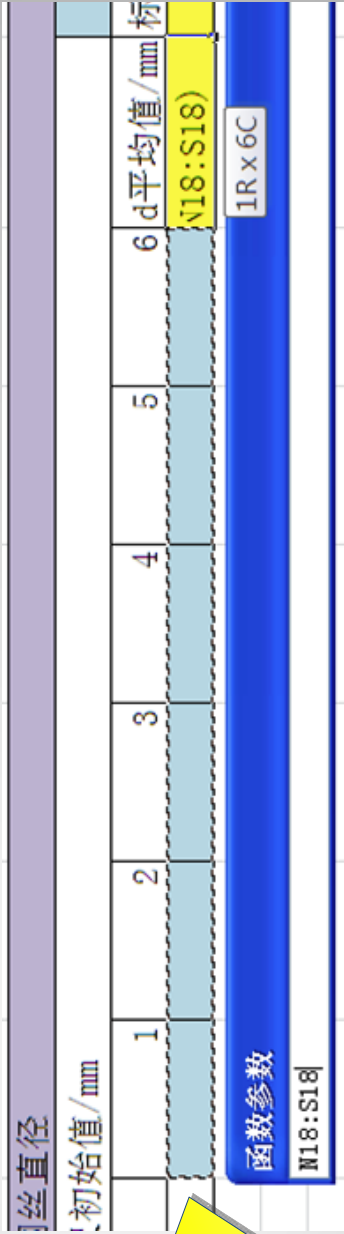




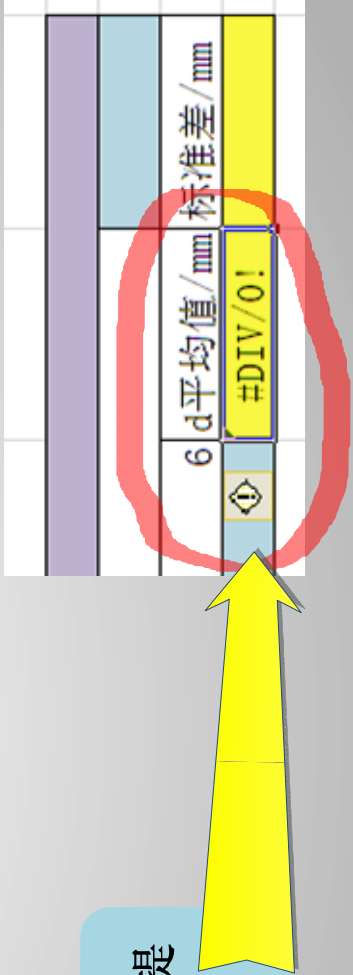


11. 出现两个数列选择框，我们不管它。

12. 直接用鼠标拉出将要填入测量值的6个单元格，见虚线框。



13. 求平均值的单元格会出现错误提示，只要填入数值后就可以了



14. 求标准差的方法与上类似

6 d平均值/mm	标准差/mm
#DIV/0!	#DIV/0!

或选择类别 (C): 统计

选择函数 (N):

STDEV.P

STDEV.S

STDEVA

STDEVPA

STEYX

T.DIST

T.DIST.2T

STDEV.S(number1, number2,...)  
估算基于给定样本的标准偏差 (忽略样本中的逻辑值及文本)

15. 我们可插入1...6，试一试正确与否？

表2 钢丝直径						
千分尺初始值/mm						
N	1	2	3	4	5	6 d平均值/mm
d/mm	1	2	3	4	5	3.500 1.87082869

注意，这里是样本的标准差，不是平均值的标准差，对于平均值的标准差，还要除以根号6！这已在绪论课上讲过。



1. 表3设计成加力与减力分开，这是因为在两个过程中把力的值调到完全相同比较困难。

本实验中，用到线性回归中的两个参数：  
斜率—SLOPE  
相关系数—CORREL  
设置的方法相同

表3 加减力伸测量			
加力/kg	刻度/mm	减力/kg	刻度/mm
0	19.6	0	20
1	24.2	1	24.5
2	28.9	2	29
3	33.2	3	33.5
4	37.9	4	38
5	42.1	5	42.2
6	46.8	6	46.9
7	51.3	7	51.4
8	56	8	56.1
9	60.8	9	60.8
加力斜率/m kg-1			0.00455
加力相关系数			0.99994
减力斜率/m kg-1			0.00448
减力相关系数			0.99994
平均斜率/m kg-1			0.00451
标称重力加速度/ ms <sup>-2</sup>			9.8
E/ Nm-2			2E+11

2. 直接拉单元格，注意不要把x列和y列混淆。

SLOPE

Known\_y's

Known\_x's

=

=

字体	对齐方式	数字
$f_x$		$=E30*8*B6*C6*10^{(-6)} / (D6*3.141596*I11^2*10^{(-9)}) / E29$

#### 4. 最后完成的表格如右，只要输入测量量就能完成计算了。

表3 加減力伸測量			
加力/kg	刻度/mm	減力/kg	刻度/mm
0		0	
加力斜率/m kg <sup>-1</sup>			#DIV/0!
加力相關系數			#DIV/0!
減力斜率/m kg <sup>-1</sup>			#DIV/0!
減力相關系數			#DIV/0!
平均斜率/m kg <sup>-1</sup>			#DIV/0!
標稱重力加速度/ms <sup>-2</sup>			9.8
E/ Nm <sup>-2</sup>			#DIV/0!

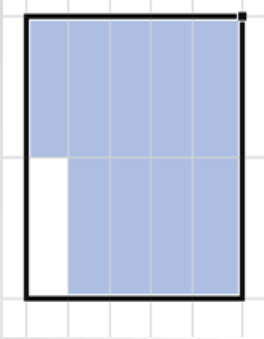
1. 函数LINEST返回线性回归方程的多个统计参数，如果要计算一些统计参数的话是很有用的。

2. 选中一块2列5行区域作为存放参数的区间，

3. 选中函数LINEST，按确定后出现选项框，除了选x、y数据外，分别在第3、4行添入“true”。  
然后同时按下“Ctrl+Shift+Enter”。则excel给出回归方程的10个统计参数，其意义请参考相应资料。

4. 只要在x、y数据区添入数据即可

表4 加力数据的回归统计参数				
斜率B	4.5478788	19.614545	截距A	
斜率标准	0.0179173	0.095652	截距标准差	
R <sup>2</sup>	0.9998758	0.1627417	Y数据标准差	
F值	64427.936	8	自由度	
回归平方	1706.3641	0.2118788	残差平方和	



LINEST

Known\_y's

Known\_x's

Const

Stats

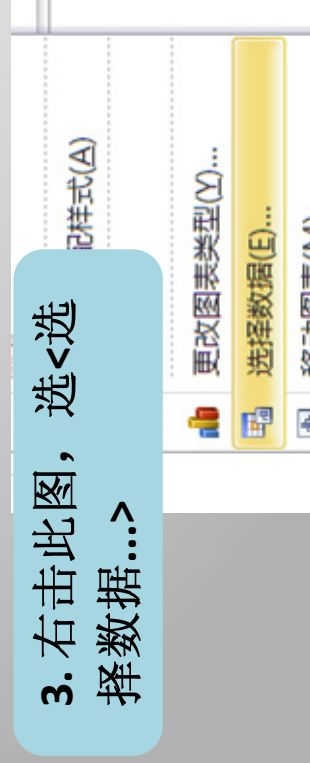
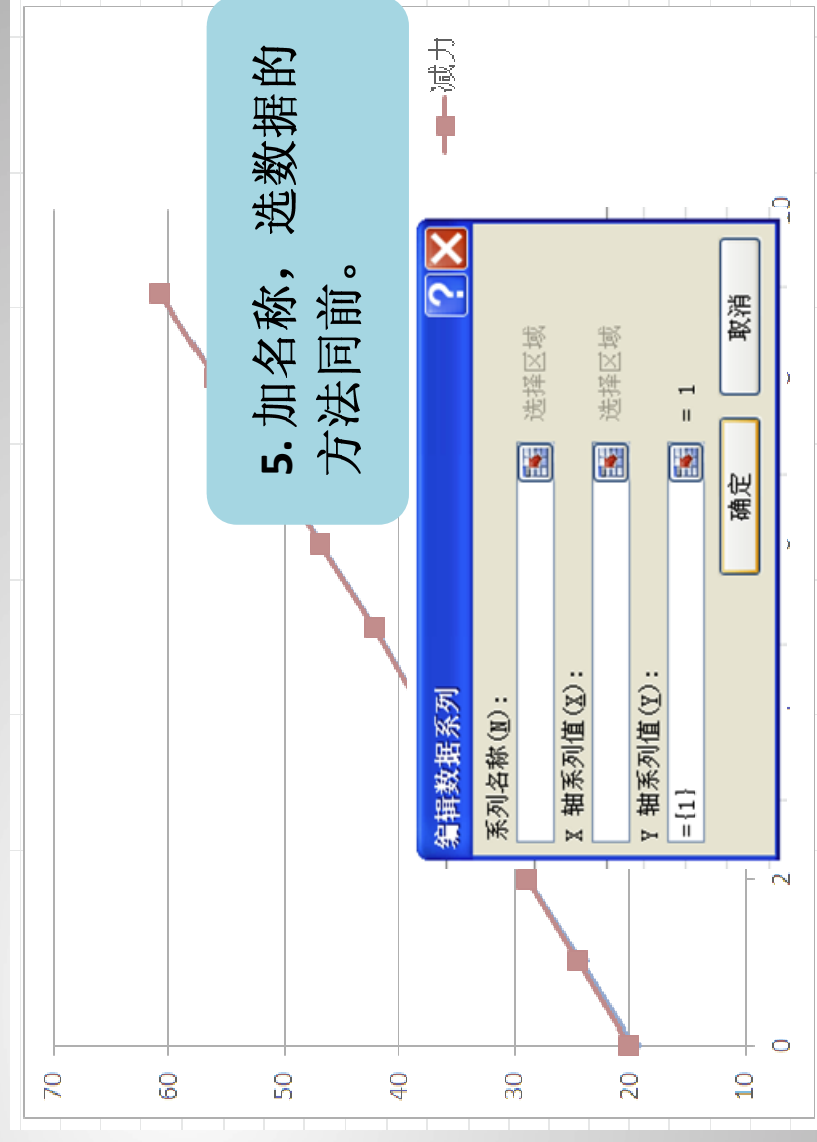
= 引用

= 引用

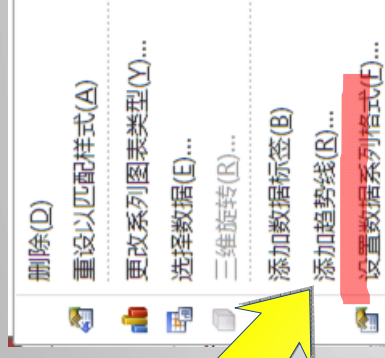
= 逻辑值

= 逻辑值

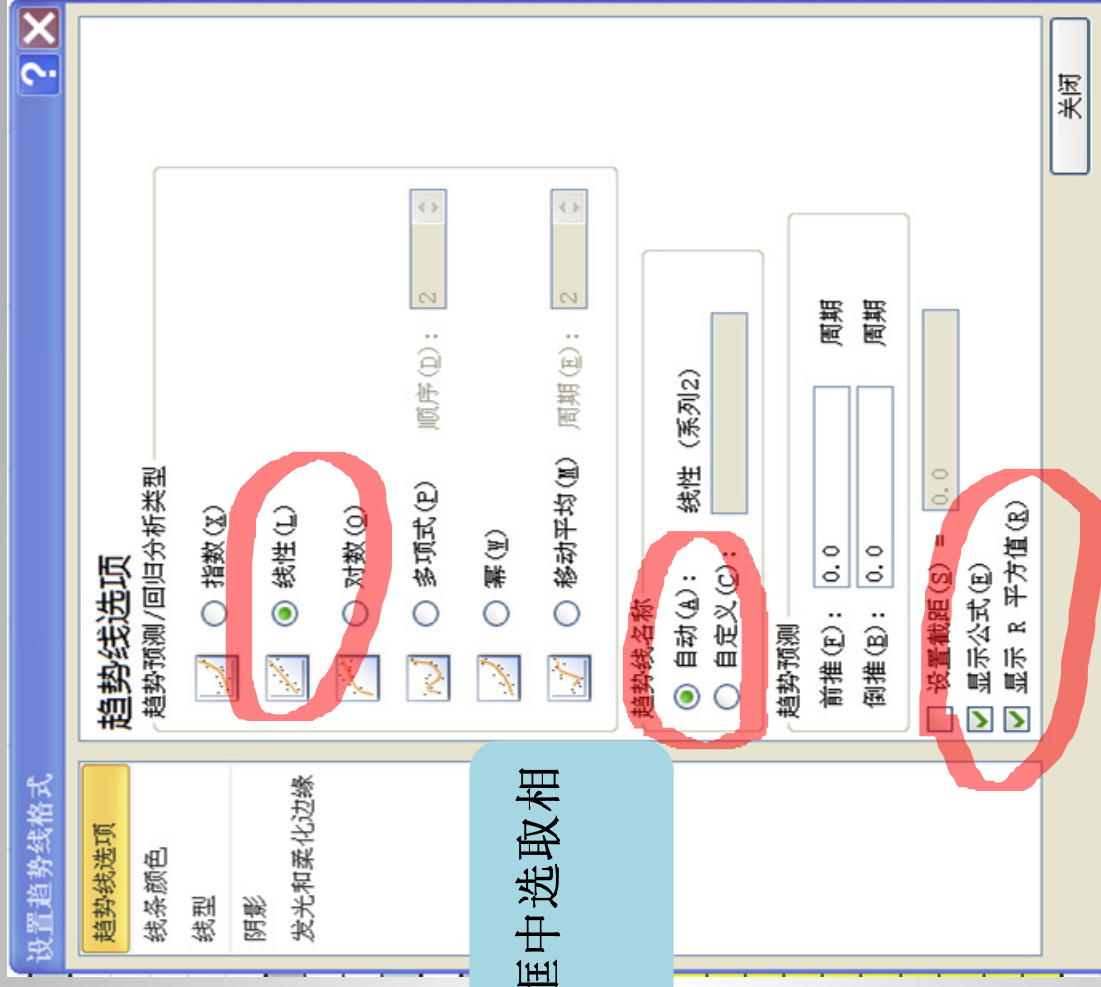
斜率B	#REF!	#REF!	截距A
斜率标准差S <sub>B</sub>	#REF!	#REF!	截距标准差
R <sup>2</sup>	#REF!	#REF!	Y数据标准差
F值	#REF!	#REF!	自由度
回归平方和	#REF!	#REF!	残差平方和



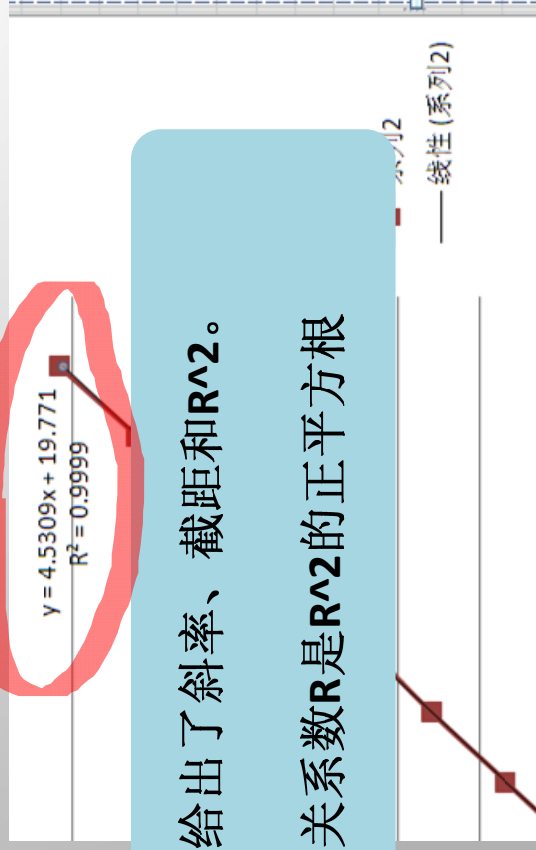
1. 选中图的数据点后  
再右击，选<添加...>



2. 在选项框中选取相应的选项。



3. 给出了斜率、截距和 $R^2$ 。  
相关系数 $R$ 是 $R^2$ 的正平方根





表中数据不能作为参考！！

说明	此底色格填示数和引用数					黄色格为计算值								
表1 固定摆长, 改变摆角求g														
摆线长 $L_1/\text{mm}$				562				摆长 $L/\text{mm}$				572		
小球直径 $L_2/\text{mm}$						20								
横向位移 $x/\text{mm}$		摆角 $\theta_m/^\circ$		$\text{Sin}^2(\theta_m/2)$		2倍周期 $2T/\text{s}$							平均值	
		第1次		第2次		第3次		第4次		第5次				
150	15.48009797	0.01813843		3.052		3.051		3.052		3.053		3.052		
200	20.84686752	0.03273262		3.064		3.063		3.063		3.063		3.0634		
250	26.41306523	0.05219494		3.077		3.076		3.077		3.077		3.0768		
300	32.26306303	0.07719709		3.097		3.096		3.096		3.096		3.0962		
350	38.51908168	0.10879983		3.122		3.123		3.123		3.122		3.1226		
400	45.37692278	0.14878041		3.156		3.154		3.156		3.156		3.1556		
截距A/s												3.036593		
相关系数												0.999548		

表1 $2T-\text{Sin}^2(\theta_m/2)$ 的回归统计参数				
斜率B	0.79261966	3.036593	截距A	
斜率标准差 $S_B$	0.01191918	0.001021	截距标准差	
$R^2$	0.99909629	0.001311	Y数据标准差	
F值	4422.18598	4	自由度	
回归平方和	0.00760555	6.88E-06	残差平方和	
g的计算				
$T_0/\text{s}$	1.5182964		$g = \left( \frac{2\pi}{T_0} \right)^2 L$	
$g/\text{ms}^{-2}$	9.7958825			

表2 变摆长求g											
小球直径 $L_2/\text{mm}$											20
摆线长 $L_1/\text{mm}$		摆长 $L/\text{m}$	周期 $T/\text{s}$					$T^2/\text{s}^2$			
			第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	平均值			
350	0.37	1.187	1.187	1.267	1.185	1.188	1.186	1.1866	1.40802		
400	0.42	1.267	1.267	1.346	1.266	1.268	1.269	1.2674	1.606303		
450	0.47	1.345	1.345	1.346	1.344	1.343	1.346	1.3448	1.808487		
500	0.52	1.418	1.418	1.419	1.416	1.417	1.419	1.4178	2.010157		
550	0.57	1.486	1.486	1.487	1.488	1.486	1.489	1.4872	2.211764		
斜率B/ $\text{s}^2\text{m}^{-1}$									4.022685		
相关系数									0.999994		

表2 $L-T^2$ 的回归统计参数				
斜率B	4.02268528	-0.08172	截距A	
斜率标准差 $S_B$	0.00782855	0.003721	截距标准差	
$R^2$	0.99998864	0.001238	Y数据标准差	
F值	264040.067	3	自由度	
回归平方和	0.40454992	4.6E-06	残差平方和	
g的计算				
$g/\text{ms}^{-2}$	9.81396728		$g = \frac{4\pi^2}{B}$	



表中数据不能作为参考！！

说明	此底色格填示数和引用数										黄色格为计算值																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
----	-------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

$$g = \frac{2h}{t^2}$$

表中数据不能作为参考！！

$$\eta = \frac{(\rho - \rho_0)gd^2}{18(1 + 2.4d/D)} \frac{1}{v_0}$$

$$R_e = \frac{v_0 d \rho_0}{\eta}$$

$$\eta_1 = \frac{\eta}{1 + 3R_e/16}$$