

时间统计规律的Origin解法

物理实验教学中心

2018-3-10

《时间统计规律》实验报告数据处理部分应包含的基本内容：

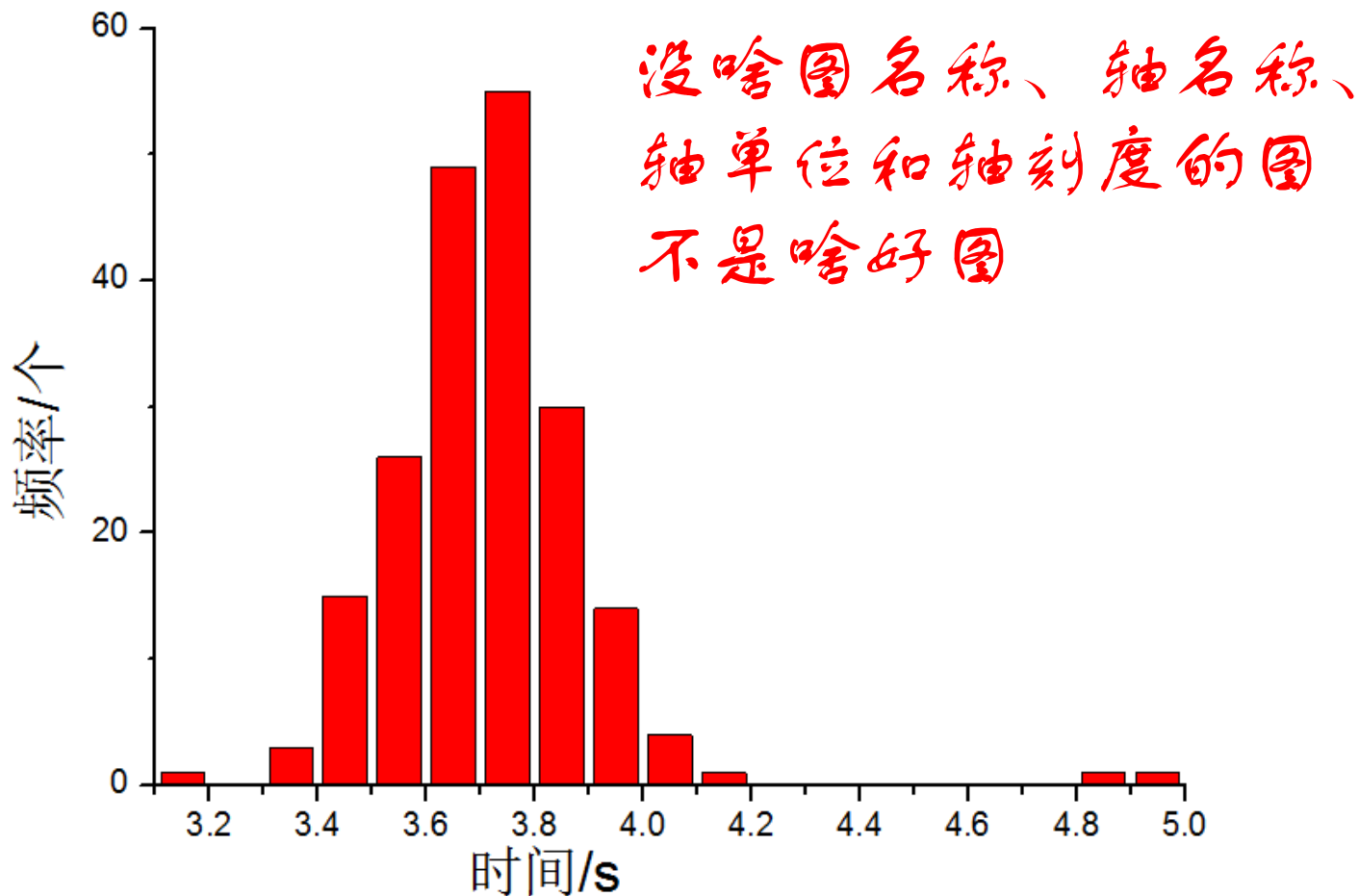
1. 数据个数、平均值、标准差、最大值、中间值、最小值、范围。这些内容可以放入一个表格（注意单位）。

数据个数	平均值	标准差	最大值	中间值	最小值	范围 (最大值-最小值)
N						

2. 合理划分区间间隔 Δ ，统计落在每个区间的频率（数据个数），并计算相对频率和相对频率密度（有单位）。

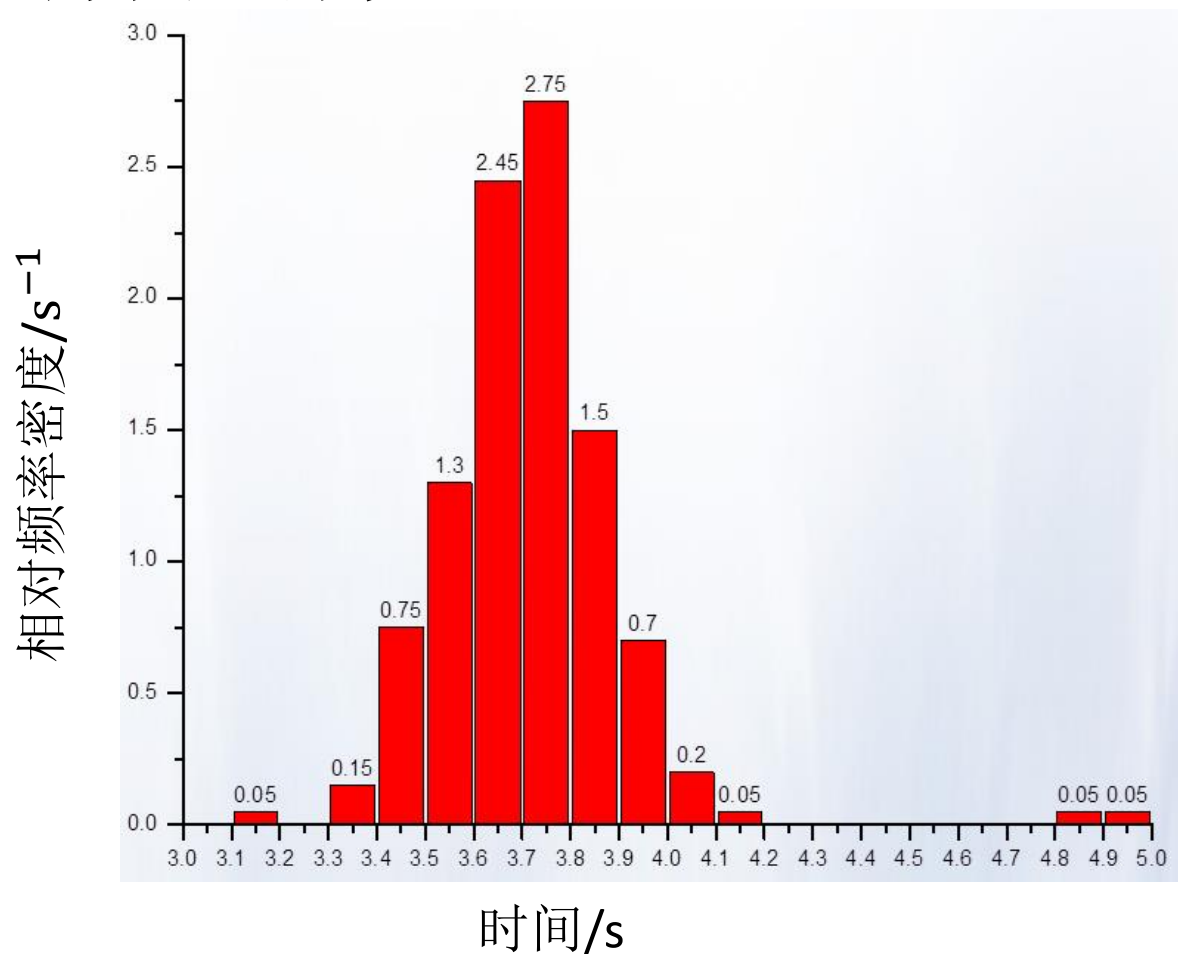
区间	频率	相对频率	相对频率密度
t1~t2	X	X/N	X/N/ Δ
t2~t3	Y	Y/N	Y/N/ Δ
...
合计	N	1	???

3. 根据各区间**频率**统计结果画出统计直方图。
形如：



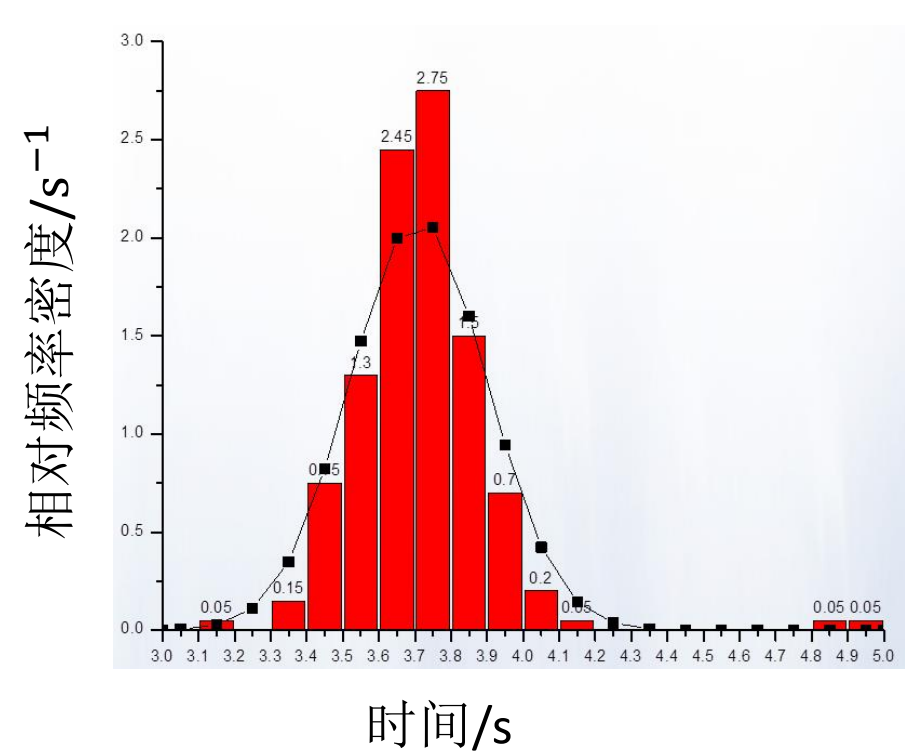
节拍器时间频率统计直方图

4. 根据各区间**相对频率密度**统计结果画出统计直方图。形如：



节拍器时间相对频率密度统计直方图

5. 根据数据的平均值和标准差，得出正态分布函数；根据该函数，计算各区间中值处的函数值；将该函数值散点图与实验分布图对比。



$$p(s) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(s-\bar{s})^2}{2\sigma^2}}$$

s	$p(s)$
s_1	
s_2	
...	...

实验分布与正态分布对比图

6. 比较实验分布和正态分布，得出结论。

7. 测量结果表述 $s = \bar{s} \pm u_P, P = 0.95$

提示： $u_P \approx t_P u_A = t_P \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$ （忽略秒表精度）

目前，有很多软件可以用来做统计工作，比如Excel、Matlab和OriginLab等。现以科研中常用的OriginLab为例，讲叙如何完成本次统计工作。

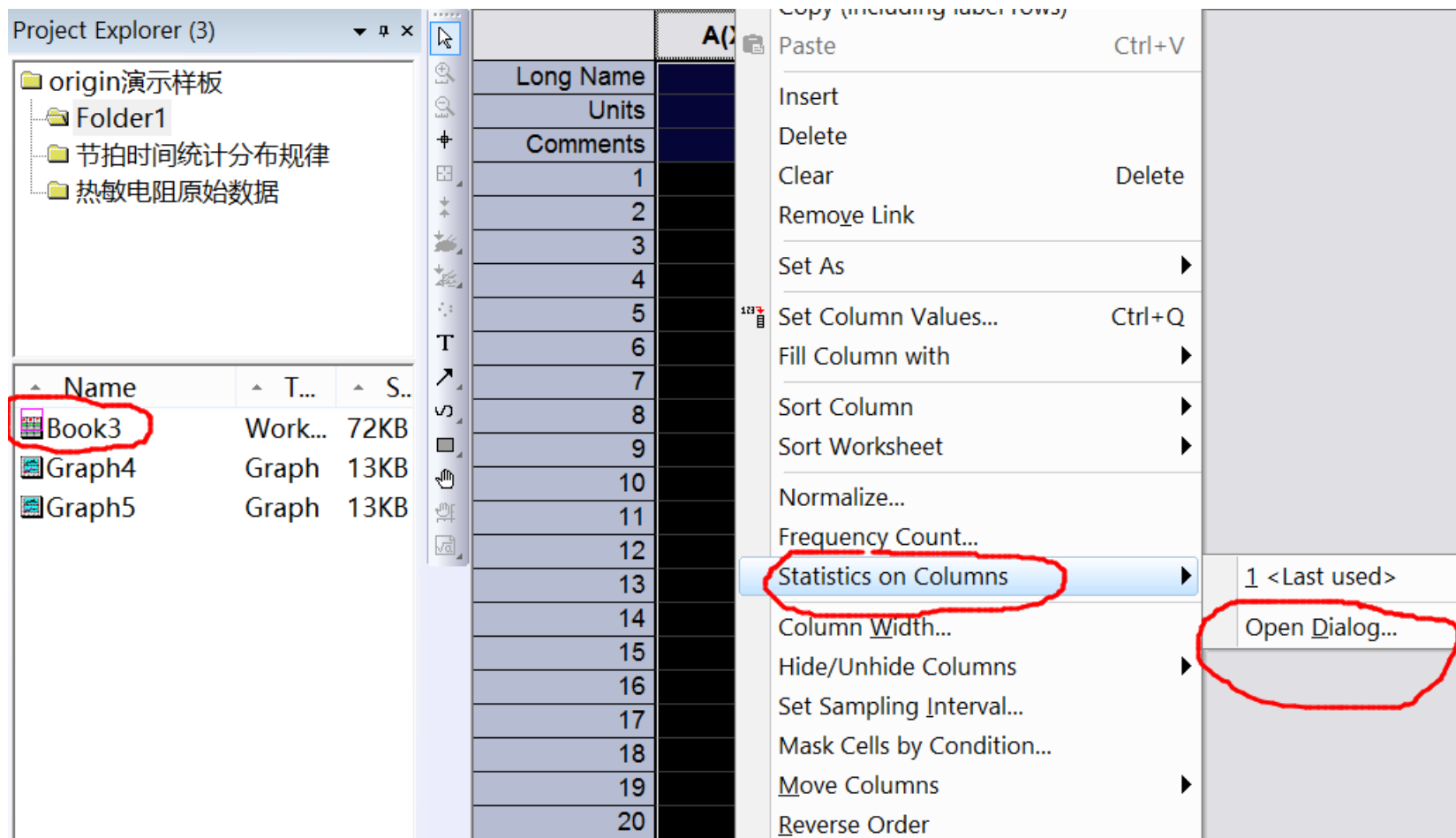
a. 安装好OriginLab后，在工作表中输入实验中记录的200多组数据。

The screenshot displays the OriginPro 8.6 64-bit software interface. The main window shows a worksheet with columns A(X) and B(Y). The data in column A(X) is circled in red. The Project Explorer on the left shows a folder structure with 'origin演示样板' and 'Folder1'. Below the Project Explorer, a list of files is shown, with 'Book3' circled in red.

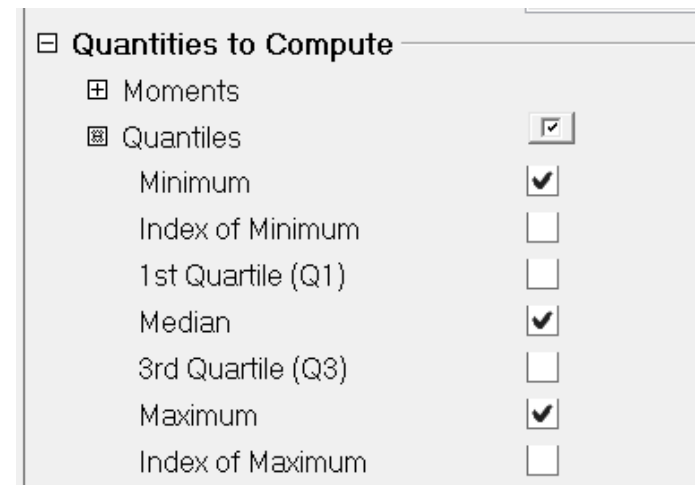
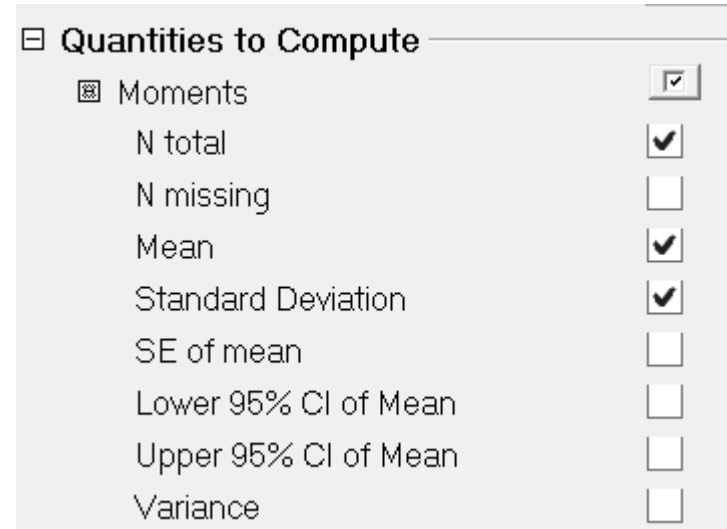
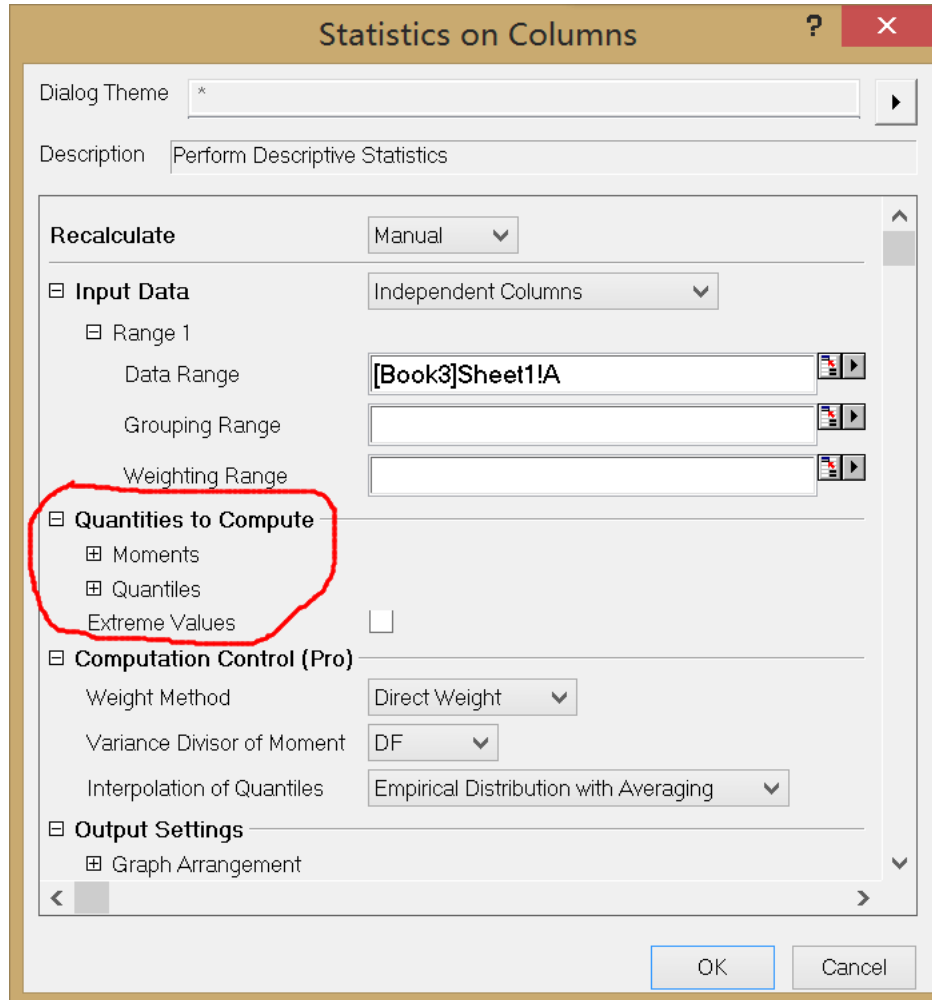
	A(X)	B(Y)
Long Name		
Units		
Comments		
1	3.82	
2	3.72	
3	3.88	
4	4.00	
5	3.94	
6	3.75	
7	3.65	
8	3.78	
9	3.47	
10	3.63	
11	3.81	
12	3.78	

Name	T...	S...
Book3	Work...	72KB
Graph4	Graph	13KB
Graph5	Graph	13KB

b. 选中该列数据，点击右键，在弹出的工具框里点击Statistics on Columns条目下的Open Dialog...。



c. 在Statistics on Columns对话框里勾选你想得到的统计量，如平均值、最大值、最小值和标准差等，然后OK。



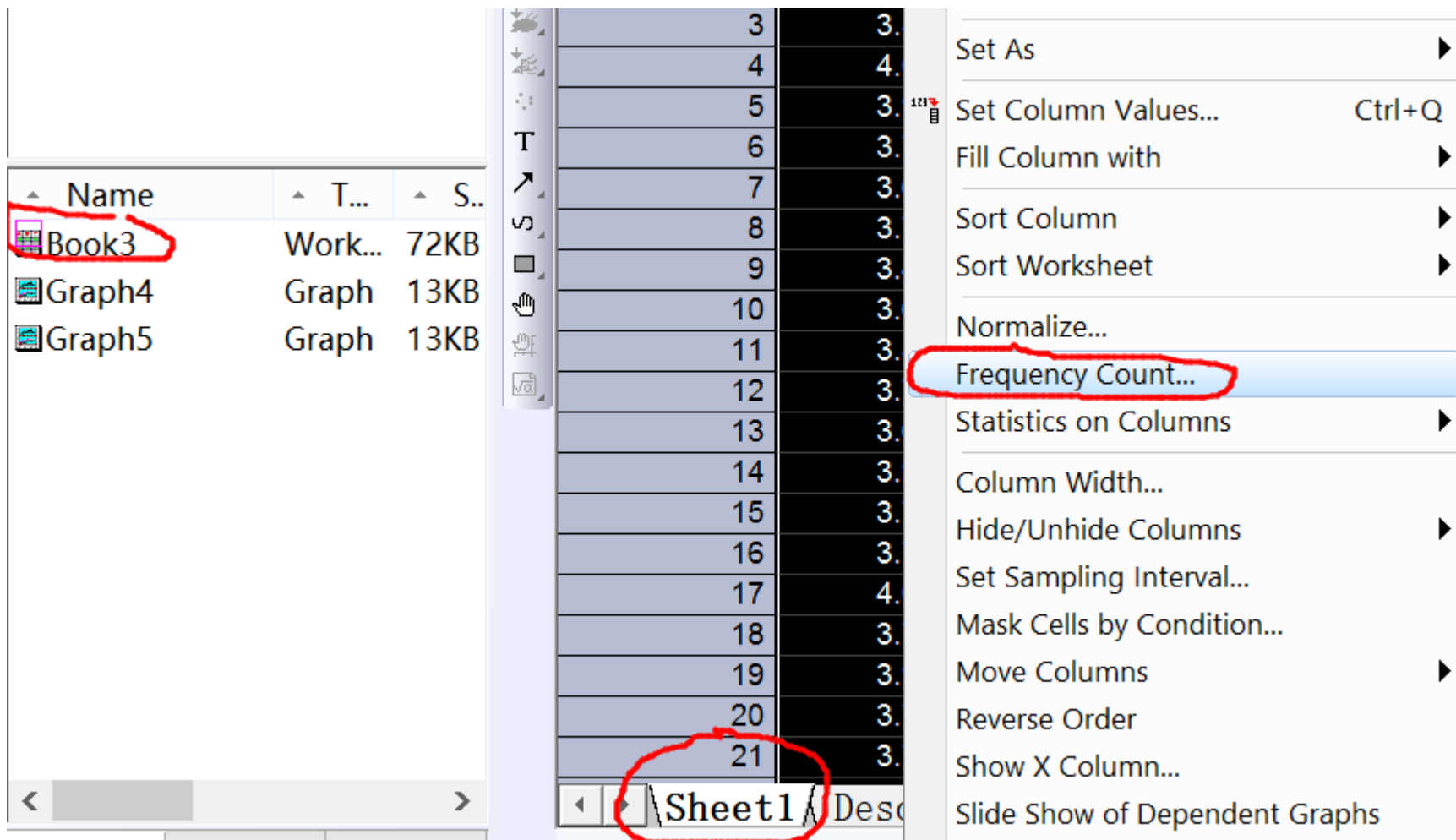
平均值、最大值、最小值和标准差等
尽在掌握。

The screenshot shows the 'Statistics on Columns' window in Minitab. The 'Descriptive Statistics' section is expanded, displaying a table of statistical results for column 'A'. Red arrows are drawn on the image to highlight specific values: one points to the 'Mean' (3.71455), another to the 'Standard Deviation' (0.19375), a third to the 'Minimum' (3.18), a fourth to the 'Median' (3.72), and a fifth to the 'Maximum' (4.96). A sixth arrow points from the bottom of the table towards the bottom of the window.

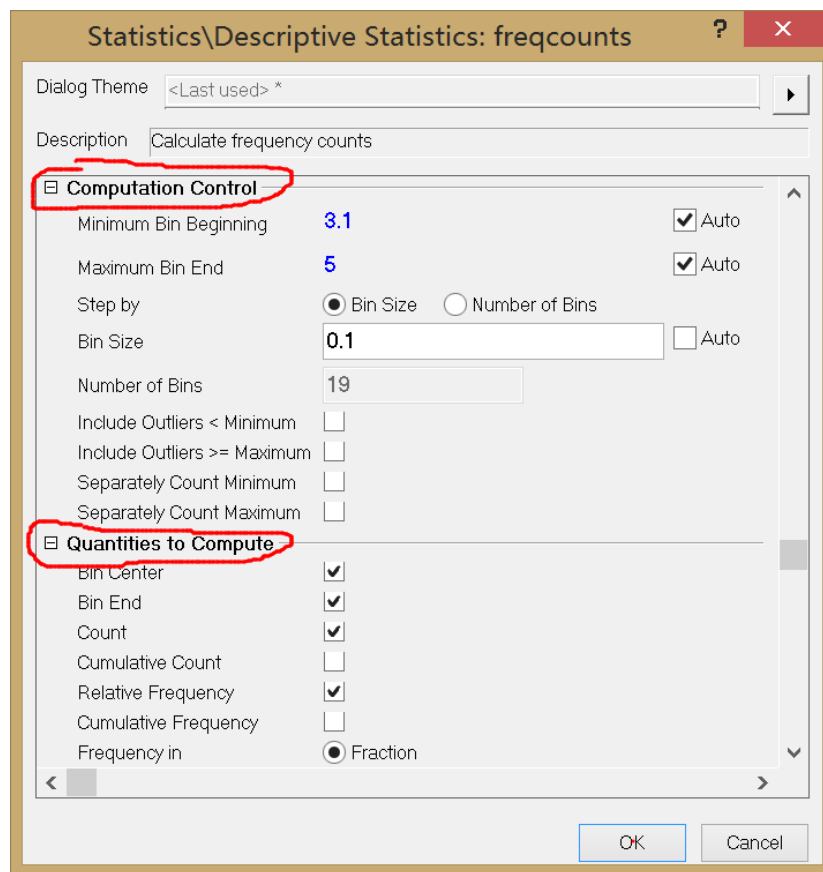
	N total	Mean	Standard Deviation	SE of mean	Sum	Minimum	Median	Maximum
A	200	3.71455	0.19375	0.0137	742.91	3.18	3.72	4.96

Sheet1 | DescStatsOnCols1 | DescStatsFlat1 | FreqCounts1

d. 点击Sheet1 返回到原始数据列，点右键后在工具框里点击Frequency Count。



e. 在弹出窗口中设置统计的起止值和区间间隔等参数以及你想得到的统计量，然后点击OK，将出现结果表FreqCounts1。



	BinCenter(X)	BinEnd(Y)	Counts(Y)	Freqs(Y)
ts	Frequency Counts	Frequency Counts	Frequency Counts of A	Frequency Counts of A
ne	Bin Center	Bin End	Count	Relative Frequency
1	3.15	3.2	1	0.005
2	3.25	3.3	0	0
3	3.35	3.4	3	0.015
4	3.45	3.5	15	0.075
5	3.55	3.6	26	0.13
6	3.65	3.7	49	0.245
7	3.75	3.8	55	0.275
8	3.85	3.9	30	0.15
9	3.95	4	14	0.07
10	4.05	4.1	4	0.02
11	4.15	4.2	1	0.005
12	4.25	4.3	0	0
13	4.35	4.4	0	0
14	4.45	4.5	0	0
15	4.55	4.6	0	0
16	4.65	4.7	0	0
17	4.75	4.8	0	0
18	4.85	4.9	1	0.005
19	4.95	5	1	0.005
20				
21				
22				

Sheet1 DescStatsOnCols1 DescStatsFlat1 FreqCounts1

f. 结果表FreqCounts1中给出了每个区间的中间值、频率和相对频率。

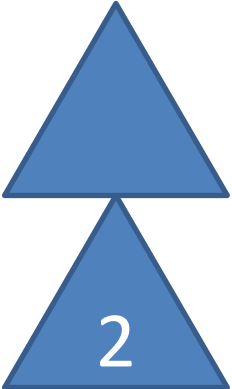
	BinCenter(X)	BinEnd(Y)	Counts(Y)	Freqs(Y)
Comments	Frequency Counts	Frequency Counts	Frequency Counts of A	Frequency Counts of A
Long Name	Bin Center	Bin End	Count	Relative Frequency
1	3.15	3.2	1	0.005
2	3.25	3.3	0	0
3	3.35	3.4	3	0.015
4	3.45	3.5	15	0.075
5	3.55	3.6	26	0.13
6	3.65	3.7	49	0.245
7	3.75	3.8	55	0.275
8	3.85	3.9	30	0.15
9	3.95	4	14	0.07
10	4.05	4.1	4	0.02
11	4.15	4.2	1	0.005
12	4.25	4.3	0	0
13	4.35	4.4	0	0
14	4.45	4.5	0	0
15	4.55	4.6	0	0
16	4.65	4.7	0	0
17	4.75	4.8	0	0
18	4.85	4.9	1	0.005
19	4.95	5	1	0.005
20				
21				
22				

各区间中值

落在每个区间的频率

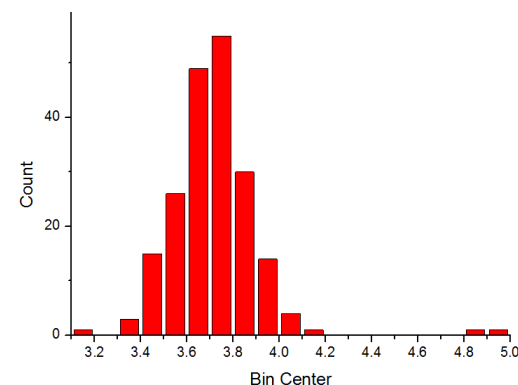
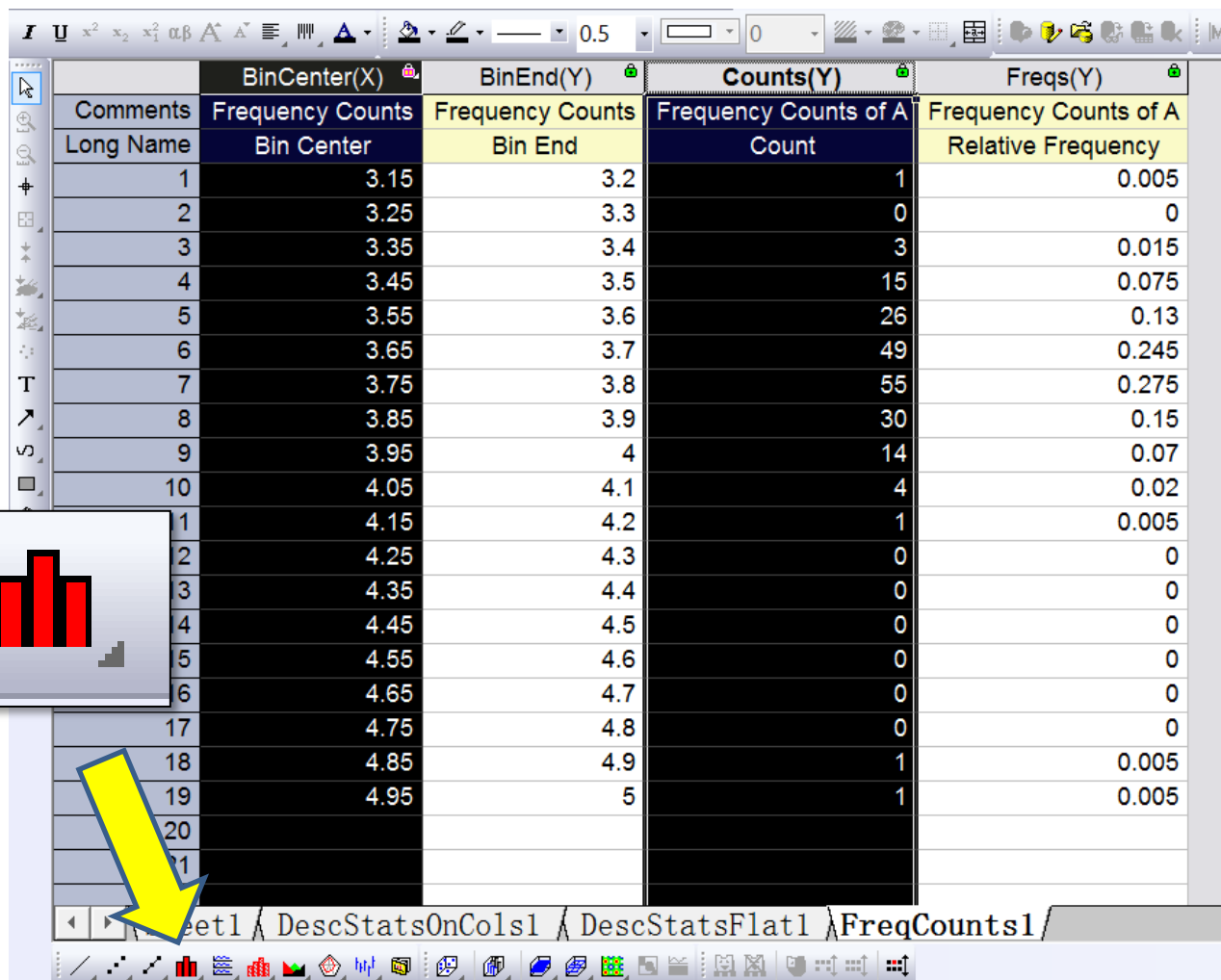
区间中值处的相对频率

Sheet1 DescStatsOnCols1 DescStatsFlat1 FreqCounts1

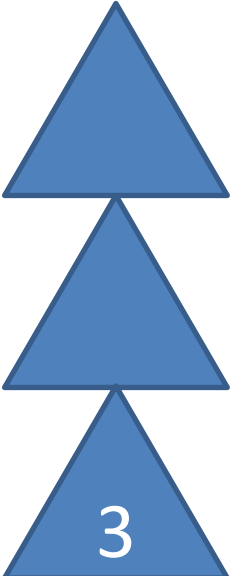


如何画频率直方图？

在FreqCounts1表中选择中值列和频率统计列，然后点击直方图绘制图标，**频率直方图**就出来了。

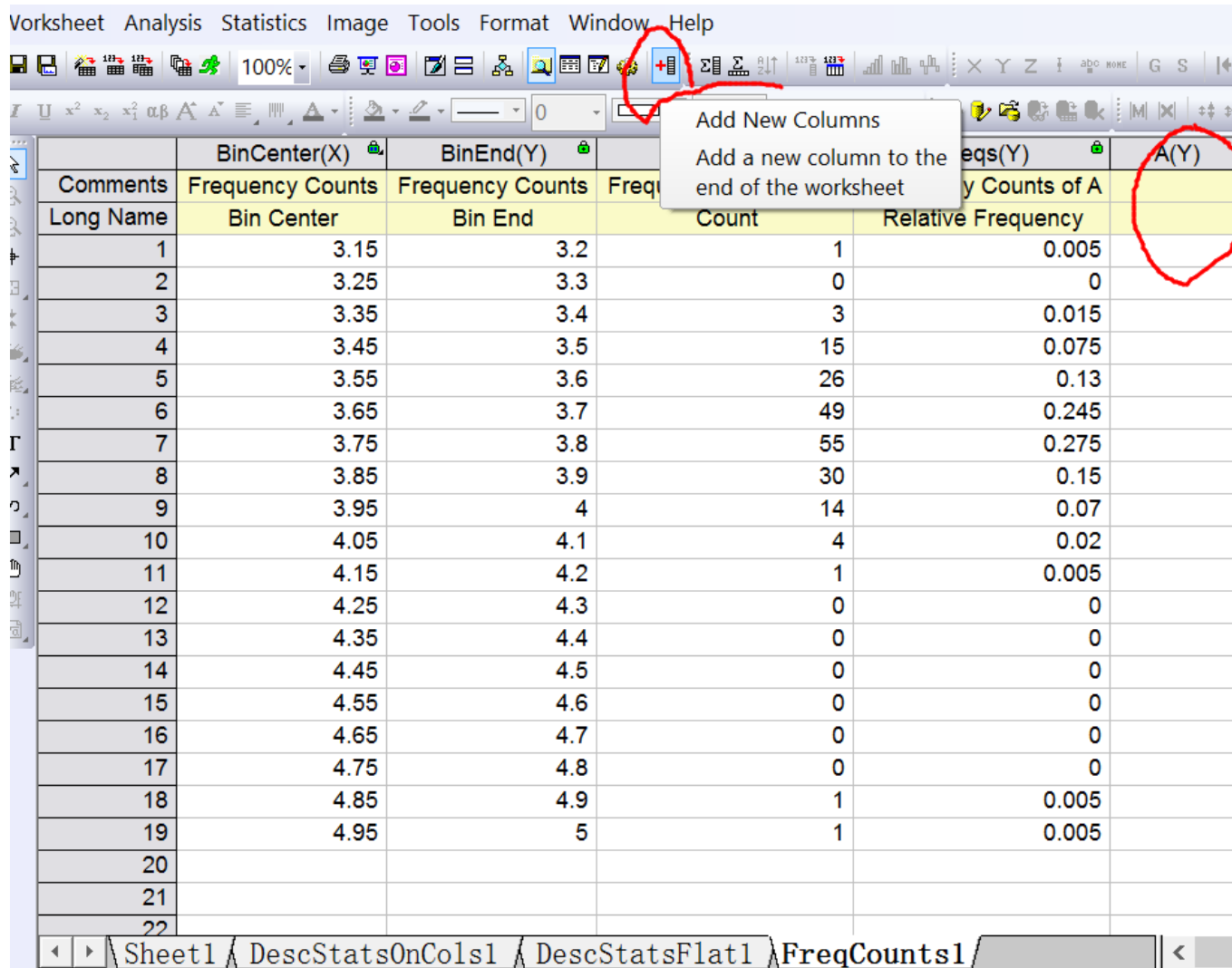


点击坐标轴
和轴名称，
摸索设置，
把图整得好
看点。



如何画频率密度直方图？

A. 返回所在Book，在FreqCounts1表中增加一列预存频率密度。



Worksheet Analysis Statistics Image Tools Format Window Help

100%

Add New Columns
Add a new column to the end of the worksheet

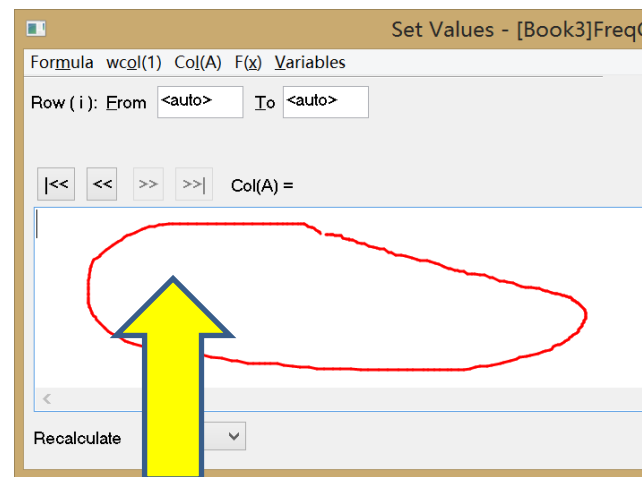
Comments	BinCenter(X)	BinEnd(Y)	Frequency Counts	Relative Frequency	A(Y)
Long Name	Bin Center	Bin End	Count		
1	3.15	3.2	1	0.005	
2	3.25	3.3	0	0	
3	3.35	3.4	3	0.015	
4	3.45	3.5	15	0.075	
5	3.55	3.6	26	0.13	
6	3.65	3.7	49	0.245	
7	3.75	3.8	55	0.275	
8	3.85	3.9	30	0.15	
9	3.95	4	14	0.07	
10	4.05	4.1	4	0.02	
11	4.15	4.2	1	0.005	
12	4.25	4.3	0	0	
13	4.35	4.4	0	0	
14	4.45	4.5	0	0	
15	4.55	4.6	0	0	
16	4.65	4.7	0	0	
17	4.75	4.8	0	0	
18	4.85	4.9	1	0.005	
19	4.95	5	1	0.005	
20					
21					
22					

Sheet1 DescStatsOnCols1 DescStatsFlat1 FreqCounts1

B. 选中新增列，点右键，在弹出的工具框里选择 Set Column Values，在对话框里编写频率密度公式。

Freqs(Y)	
nts of A	Frequency Counts of A
	Relative Frequency
1	0.005
0	0
3	0.015
15	0.075
26	0.13
49	0.245
55	0.275
30	0.15
14	0.07
4	0.02
1	0.005
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
1	0.005
1	0.005

Paste Ctrl+V
 Insert
 Delete
 Clear Delete
 Remove Link
 Set As
 Set Column Values... Ctrl+Q
 Fill Column with
 Sort Column
 Sort Worksheet
 Normalize...
 Frequency Count...
 Statistics on Columns
 Column Width...
 Hide/Unhide Columns
 Set Sampling Interval...
 Mask Cells by Condition...
 Move Columns
 Reverse Order
 Show X Column...
 Slide Show of Dependent Graphs



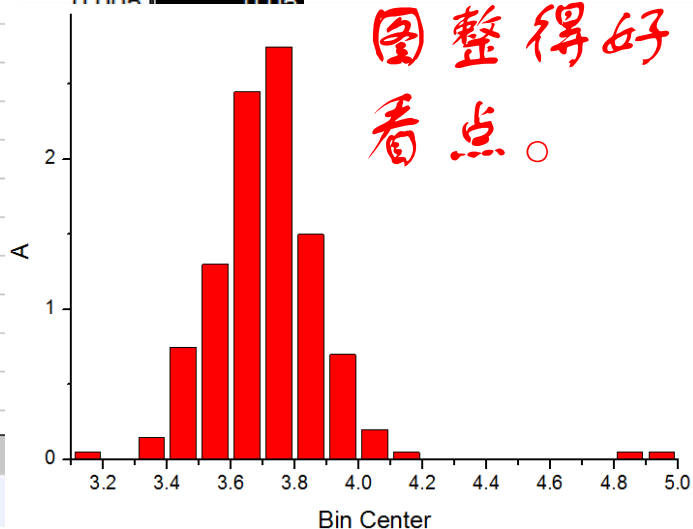
$\text{Col}(\text{Freqs})/0.1$

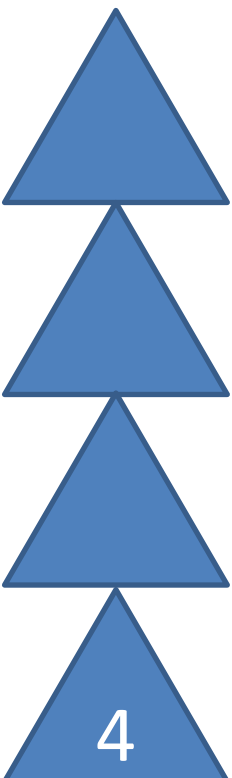
如果你不知道从何写起，那么就把上面的代码copy进去，并且把0.1换成你自己的区间间隔。上面代码的含义是：Freqs列的所用数据都除以0.1（别人的区间间隔）。

C. 这样，我们就得到了频率密度列。然后选中区间中值列和频率密度列，点击直方图图标画图。

	BinCenter(X)	BinEnd(Y)	Counts(Y)	Freqs(Y)	A(Y)
Comments	Frequency Counts	Frequency Counts	Frequency Counts of A	Frequency Counts of A	
Long Name	Bin Center	Bin End	Count	Relative Frequency	
1	3.15	3.2	1	0.005	0.05
2	3.25	3.3	0	0	0
3	3.35	3.4	3	0.015	0.15
4	3.45	3.5	15	0.075	0.75
5	3.55	3.6	26	0.13	1.3
6	3.65	3.7	49	0.245	2.45
7	3.75	3.8	55	0.275	2.75
8	3.85	3.9	30	0.15	1.5
9	3.95	4	14	0.07	0.7
10	4.05	4.1	4	0.02	0.2
11	4.15	4.2	1	0.005	0.05
12	4.25	4.3	0		
13	4.35	4.4	0		
14	4.45	4.5	0		
15	4.55	4.6	0		
16	4.65	4.7	0		
17	4.75	4.8	0		
18	4.85	4.9	1		
19	4.95	5	1		
20					
21					
22					

点击坐标
轴和轴名
称，摸索
设置，把
图整得好
看点。

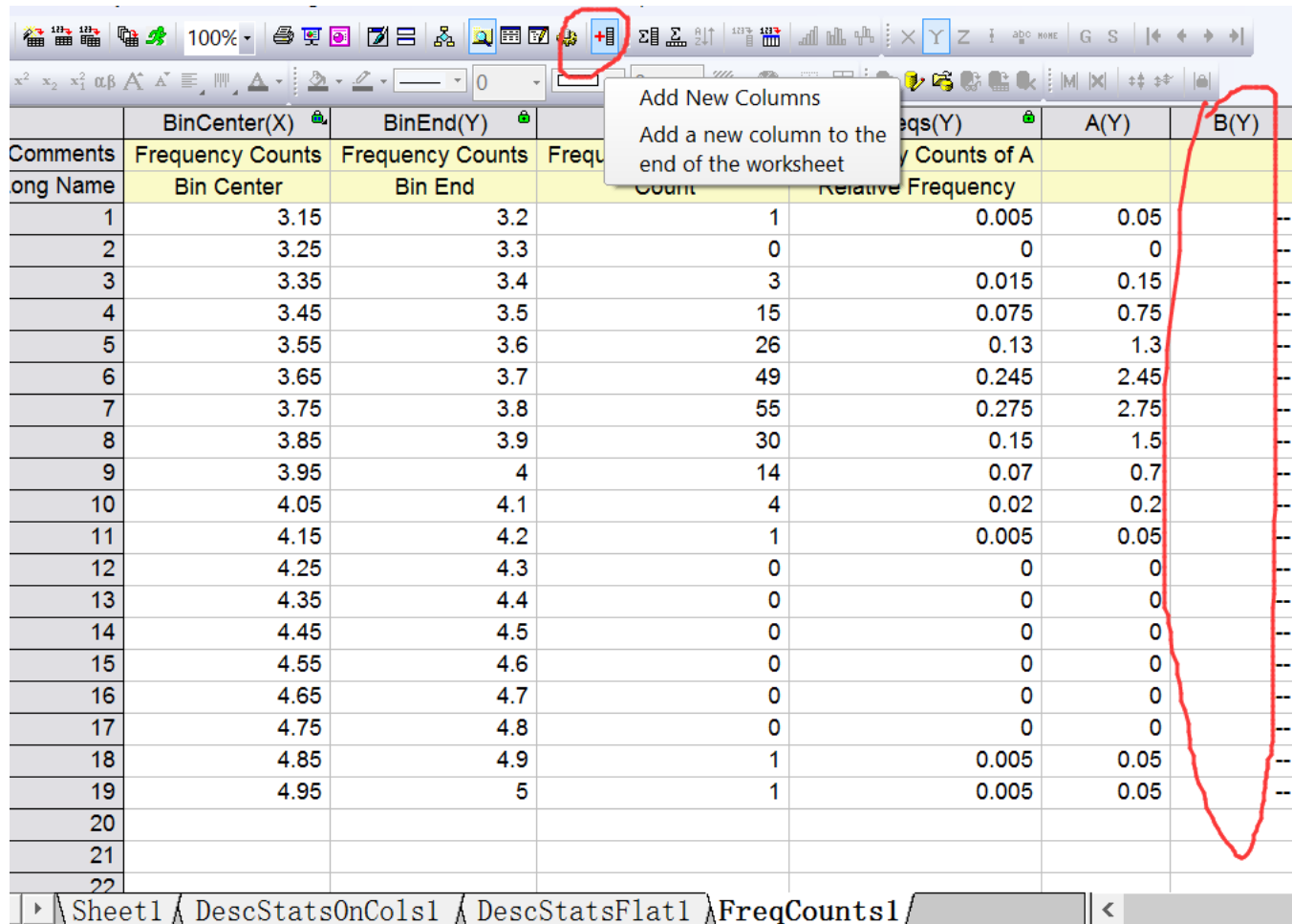



$$p(s) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(s-\bar{s})^2}{2\sigma^2}}$$

如何得到正态分布曲线？

假设你那200多组数据完全是正态分布着的，那么仅根据你之前得到的平均值和标准差就能得到一个正态分布曲线，因为正态分布里完全由这两个参数决定。

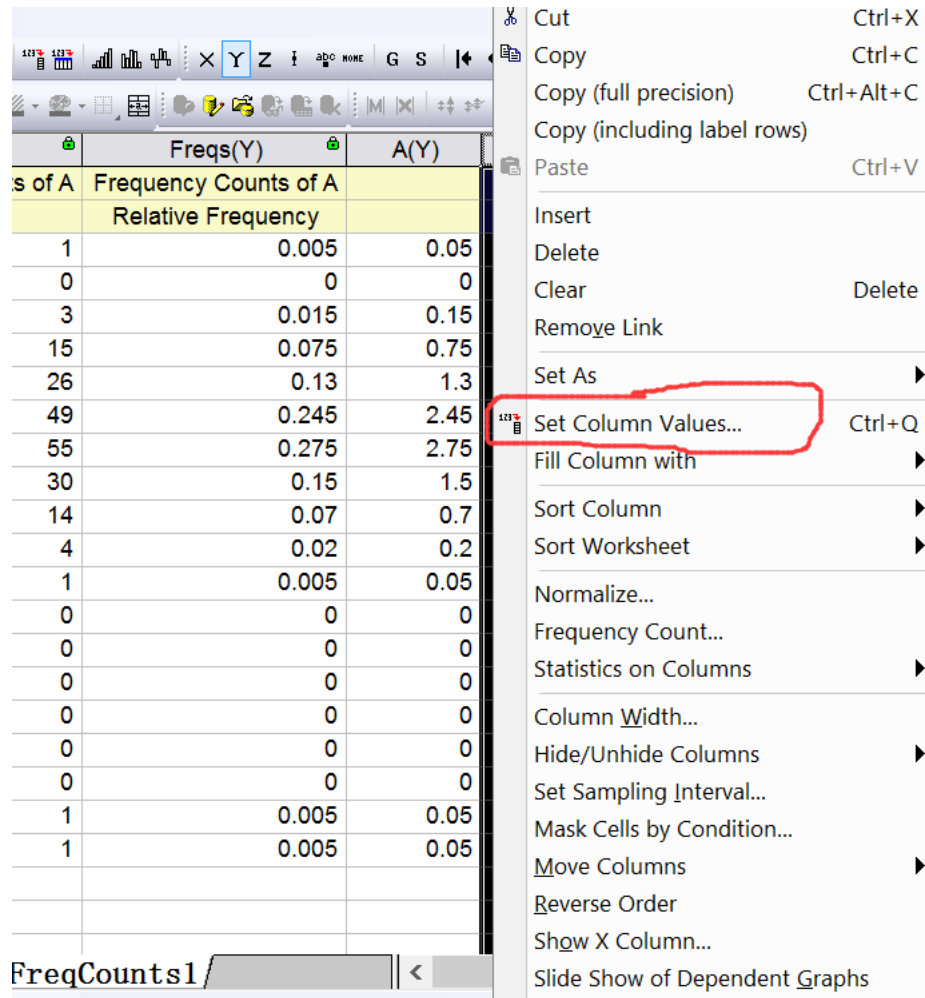
I. 返回所在Book，在FreqCounts1表中再增加一列预存正态频率密度。



The screenshot shows a spreadsheet application with a toolbar at the top. A red circle highlights the 'Add New Columns' button (represented by a plus sign and a column icon). A tooltip menu is open, showing the option 'Add New Columns' and a description 'Add a new column to the end of the worksheet'. Below the toolbar, a table is displayed with the following columns: 'BinCenter(X)', 'BinEnd(Y)', 'Frequency Counts', 'Relative Frequency', 'A(Y)', and 'B(Y)'. The table contains 22 rows of data. A red line highlights the 'B(Y)' column, which contains values ranging from 0 to 5. The table is titled 'FreqCounts1' in the bottom left corner.

	BinCenter(X)	BinEnd(Y)	Frequency Counts	Relative Frequency	A(Y)	B(Y)
1	3.15	3.2	1	0.005	0.05	--
2	3.25	3.3	0	0	0	--
3	3.35	3.4	3	0.015	0.15	--
4	3.45	3.5	15	0.075	0.75	--
5	3.55	3.6	26	0.13	1.3	--
6	3.65	3.7	49	0.245	2.45	--
7	3.75	3.8	55	0.275	2.75	--
8	3.85	3.9	30	0.15	1.5	--
9	3.95	4	14	0.07	0.7	--
10	4.05	4.1	4	0.02	0.2	--
11	4.15	4.2	1	0.005	0.05	--
12	4.25	4.3	0	0	0	--
13	4.35	4.4	0	0	0	--
14	4.45	4.5	0	0	0	--
15	4.55	4.6	0	0	0	--
16	4.65	4.7	0	0	0	--
17	4.75	4.8	0	0	0	--
18	4.85	4.9	1	0.005	0.05	--
19	4.95	5	1	0.005	0.05	--
20						--
21						--
22						--

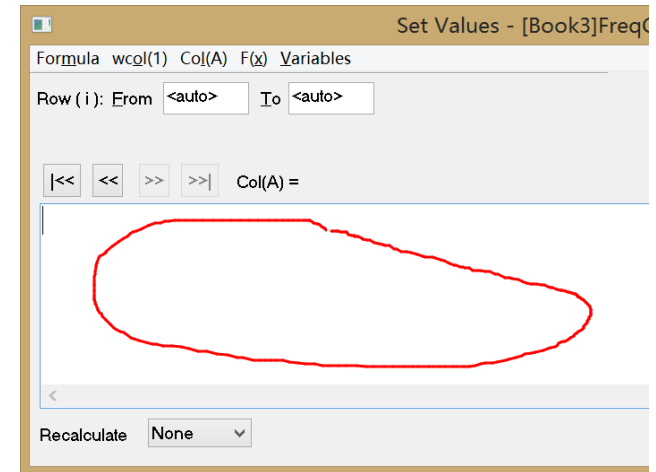
II. 选中新增列，点右键，在弹出的工具框里选择Set Column Values，在对话框里编写正态分布公式。



s of A	Freqs(Y)	A(Y)
1	0.005	0.05
0	0	0
3	0.015	0.15
15	0.075	0.75
26	0.13	1.3
49	0.245	2.45
55	0.275	2.75
30	0.15	1.5
14	0.07	0.7
4	0.02	0.2
1	0.005	0.05
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
1	0.005	0.05
1	0.005	0.05

Context Menu Options:

- Cut (Ctrl+X)
- Copy (Ctrl+C)
- Copy (full precision) (Ctrl+Alt+C)
- Copy (including label rows)
- Paste (Ctrl+V)
- Insert
- Delete
- Clear (Delete)
- Remove Link
- Set As
- Set Column Values... (Ctrl+Q)**
- Fill Column with
- Sort Column
- Sort Worksheet
- Normalize...
- Frequency Count...
- Statistics on Columns
- Column Width...
- Hide/Unhide Columns
- Set Sampling Interval...
- Mask Cells by Condition...
- Move Columns
- Reverse Order
- Show X Column...
- Slide Show of Dependent Graphs



Set Values - [Book3]FreqC

Formula: wcol(1) Col(A) F(x) Variables

Row (i): From <auto> To <auto>

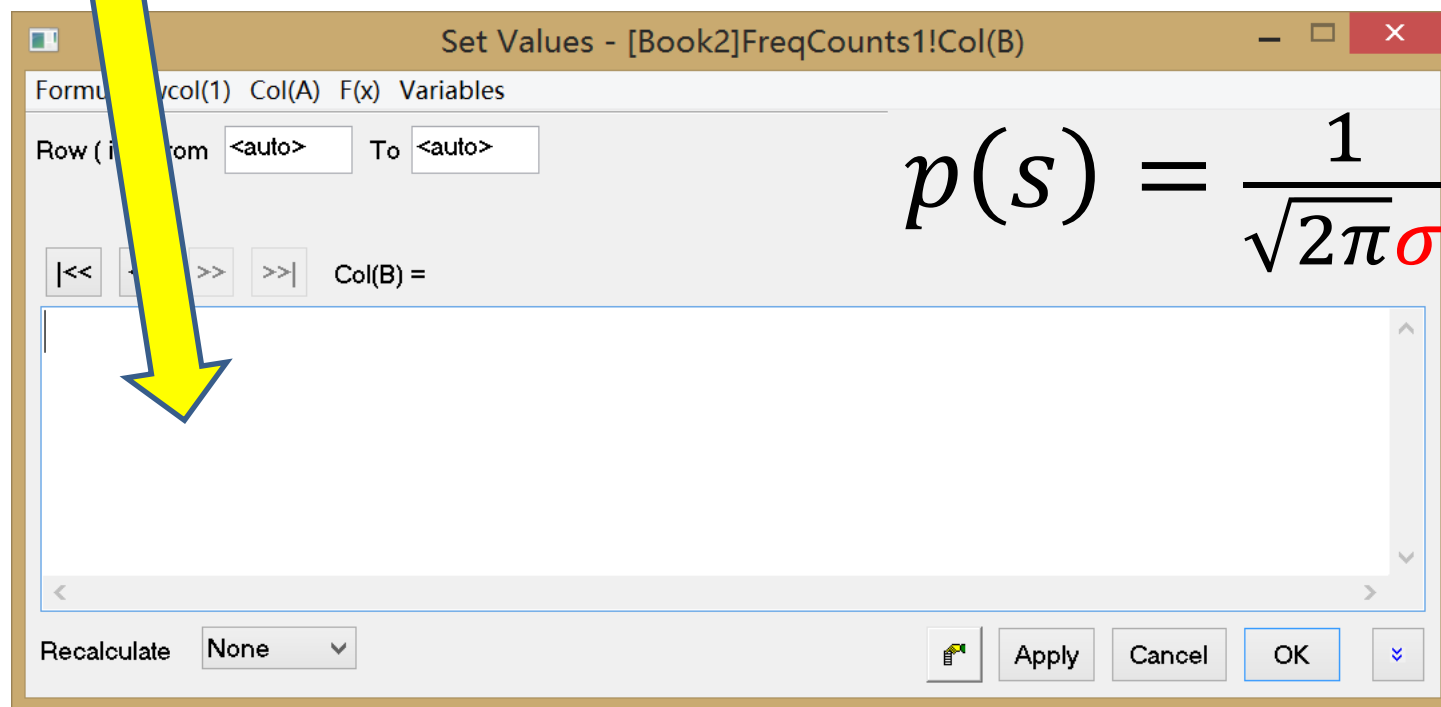
<< < > >> Col(A) =

Recalculate None

如果你不知道怎么编写正态分布函数，你可以把下面的代码copy进去。

```
1/0.19375/sqrt(2*pi)*exp(-(col(BinCenter)-3.71455)^2/2/0.19375/0.19375)
```

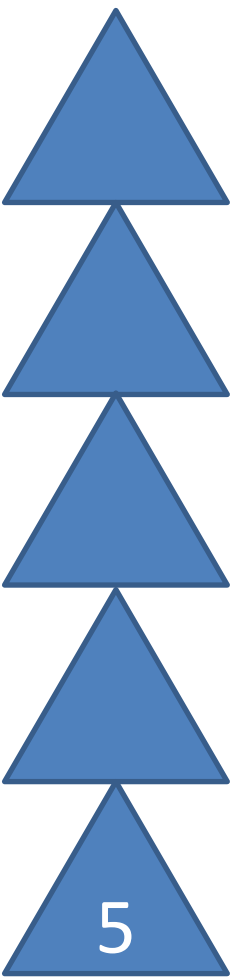
注意!!! 其中0.19375和3.71455分别是标准差和平均值（别人的），要分别换成你自己的。不要盲目copy。



$$p(s) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(s-\bar{s})^2}{2\sigma^2}}$$

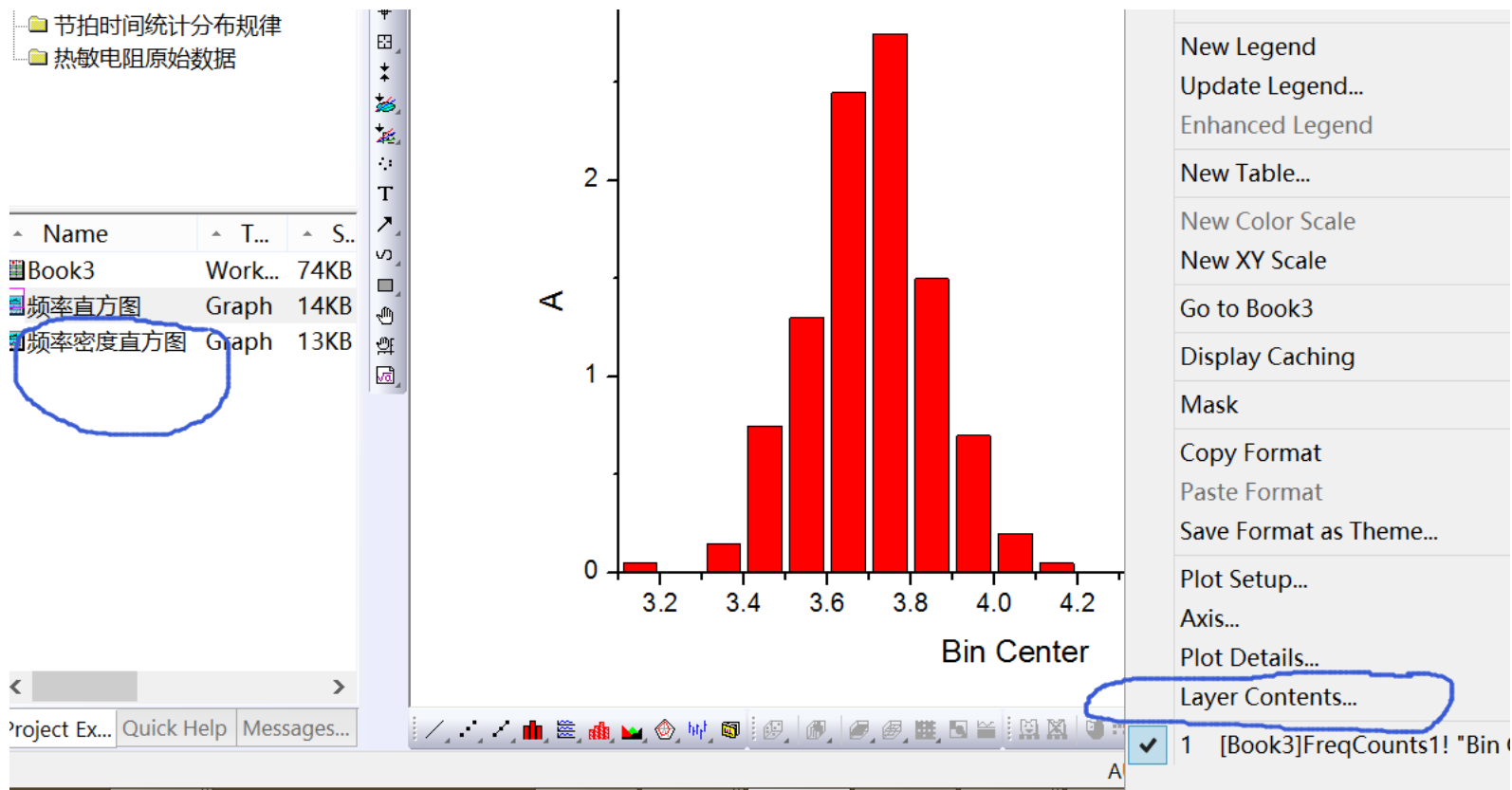
III. 然后点击OK就可以得到每个区间中值位置的正态频率密度，如蓝色框所示。红框里是实验中的频率密度。对比两框数据，是不是很接近？是不是说明实验分布可以用正态分布近似描述？

	BinCenter(X)	BinEnd(Y)	Counts(Y)	Freqs(Y)	A(Y)	B(Y)
Comments	Frequency Counts	Frequency Counts	Frequency Counts of A	Frequency Counts of A		
Long Name	Bin Center	Bin End	Count	Relative Frequency		
1	3.15	3.2	1	0.005	0.05	0.02951
2	3.25	3.3	0	0	0	0.11623
3	3.35	3.4	3	0.015	0.15	0.35069
4	3.45	3.5	15	0.075	0.75	0.81064
5	3.55	3.6	26	0.13	1.3	1.43563
6	3.65	3.7	49	0.245	2.45	1.9479
7	3.75	3.8	55	0.275	2.75	2.02488
8	3.85	3.9	30	0.15	1.5	1.61265
9	3.95	4	14	0.07	0.7	0.98399
10	4.05	4.1	4	0.02	0.2	0.45999
11	4.15	4.2	1	0.005	0.05	0.16475
12	4.25	4.3	0	0	0	0.04521
13	4.35	4.4	0	0	0	0.0095
14	4.45	4.5	0	0	0	0.00153
15	4.55	4.6	0	0	0	#####
16	4.65	4.7	0	0	0	#####
17	4.75	4.8	0	0	0	#####
18	4.85	4.9	1	0.005	0.05	#####
19	4.95	5	1	0.005	0.05	3.0512E-9
20						
21						
22						

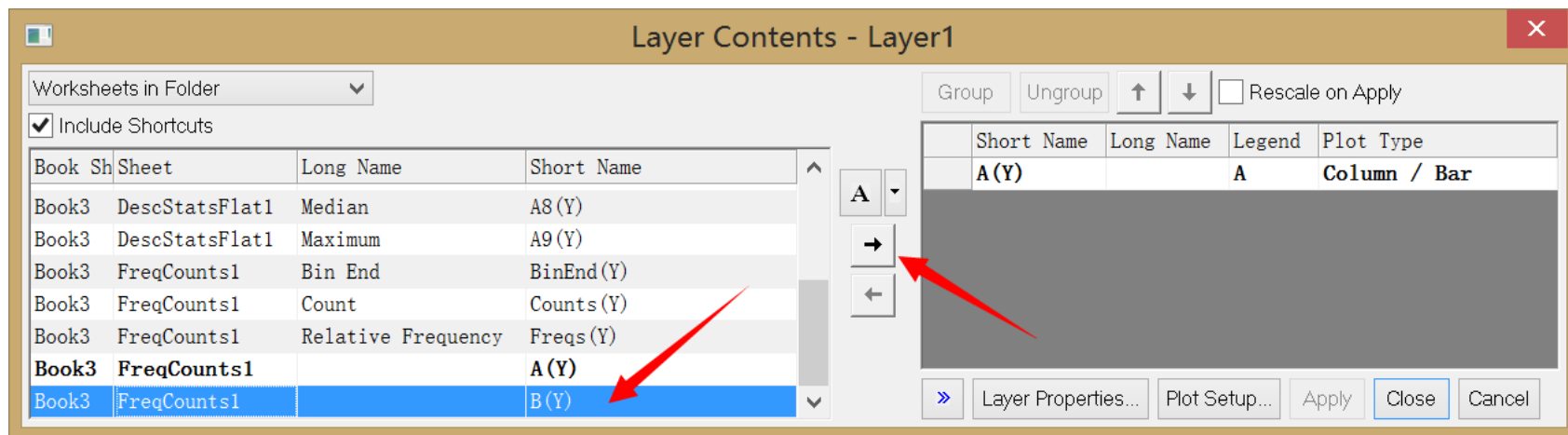


如何把正态分布曲线盖到实验的频率密度直方图上？

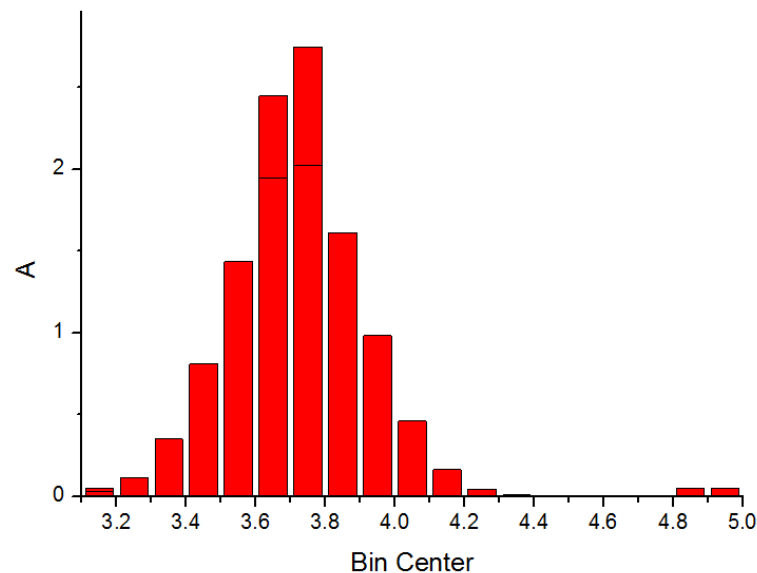
1. 调出‘频率密度直方图’，在图片范围点击右键。在弹出的对话框里点击Layer Contents。(这个对话框有点长，需要下翻到找到Layer Contents)



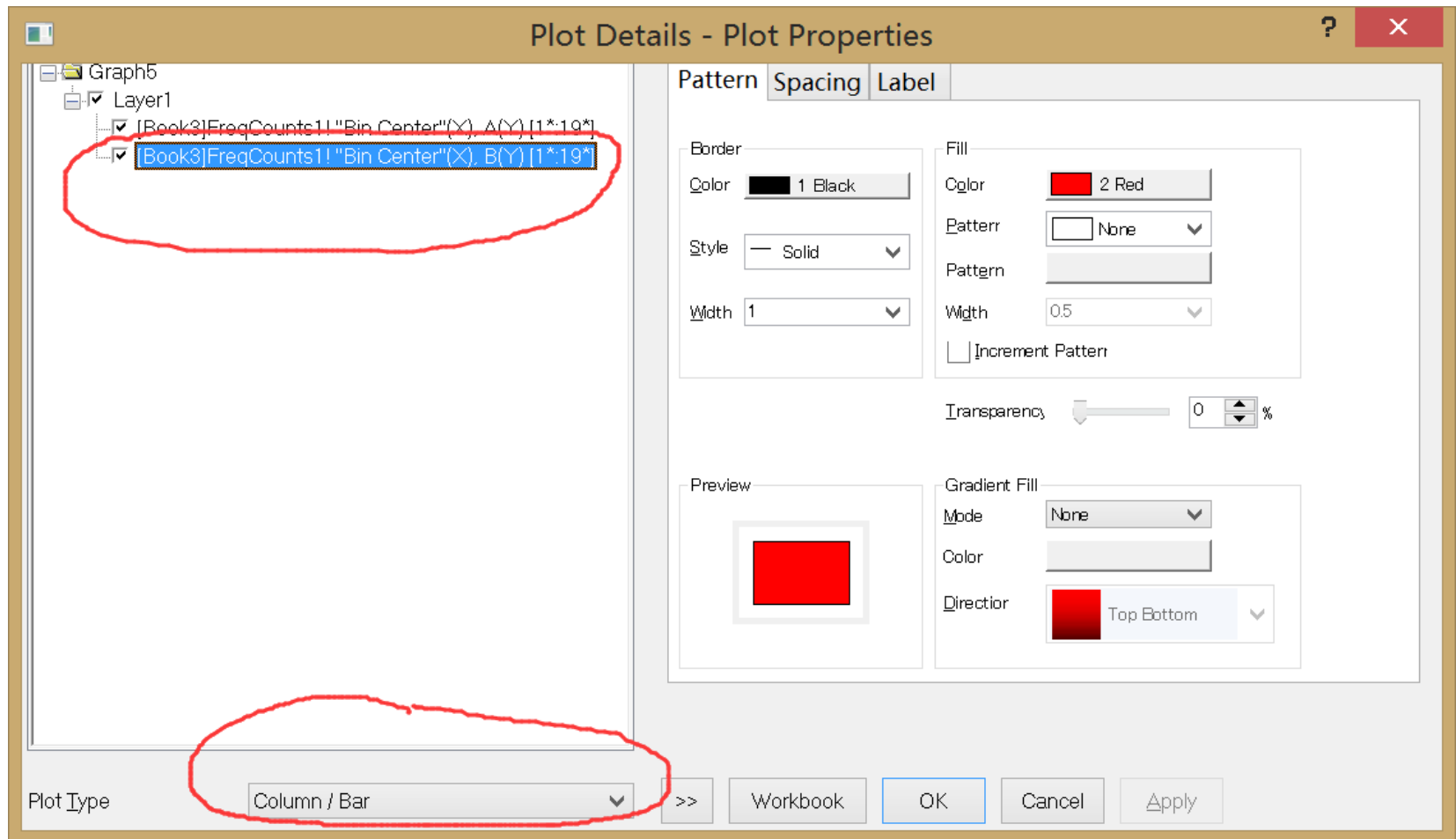
2. 找到**正态频率密度**所在位置，选中并点击向右箭头添加。

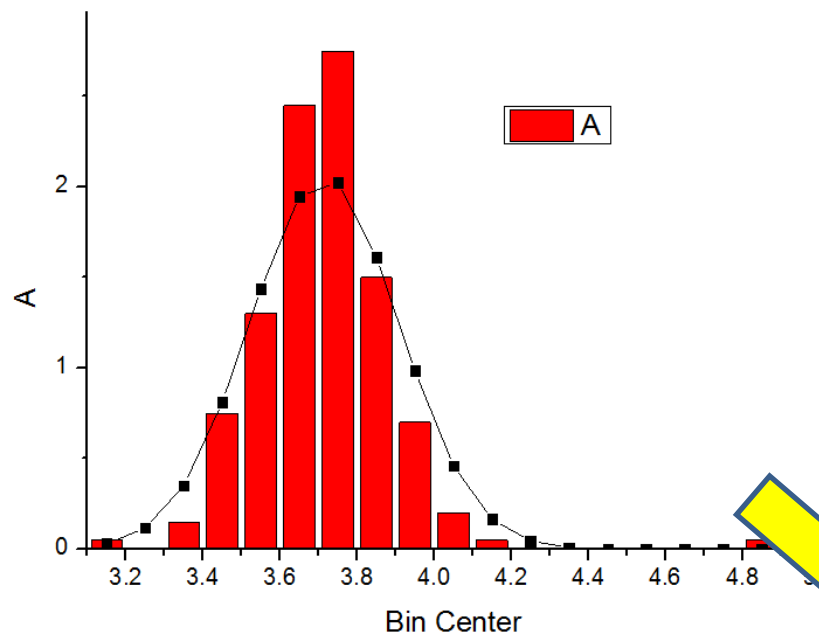


3. 添加完成后，一幅图里就含有两类数据：一类是实验中的频率密度，另一类是刚导入的正态频率密度。为了区分，需要调整正态数据的显示方式。



4. 在图片区域双击，弹出Plot Details对话框。选中正态频率密度对应条目，然后在下方的Plot Type中选择Line + Symbol就可以实现区分显示。

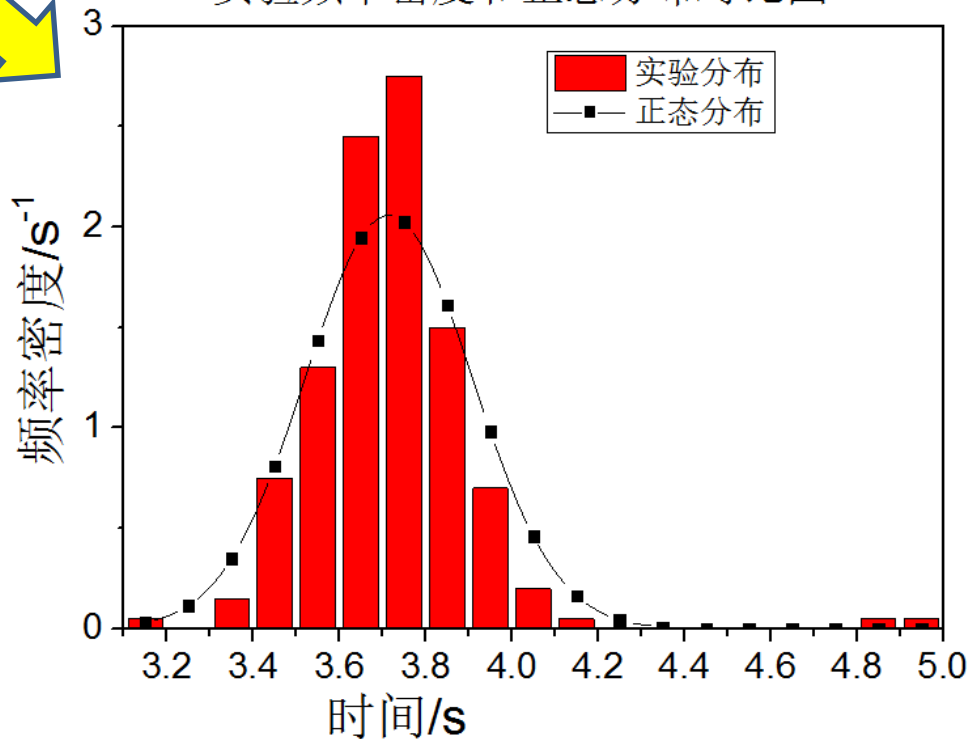




点击图和轴，摸索
设置，把图整得好
看点。

多点几下不会
点爆你的电脑，
但是会引爆你
的操作技能。

实验频率密度和正态分布对比图



如有疑问，来一教335讨论。

谢谢观看！