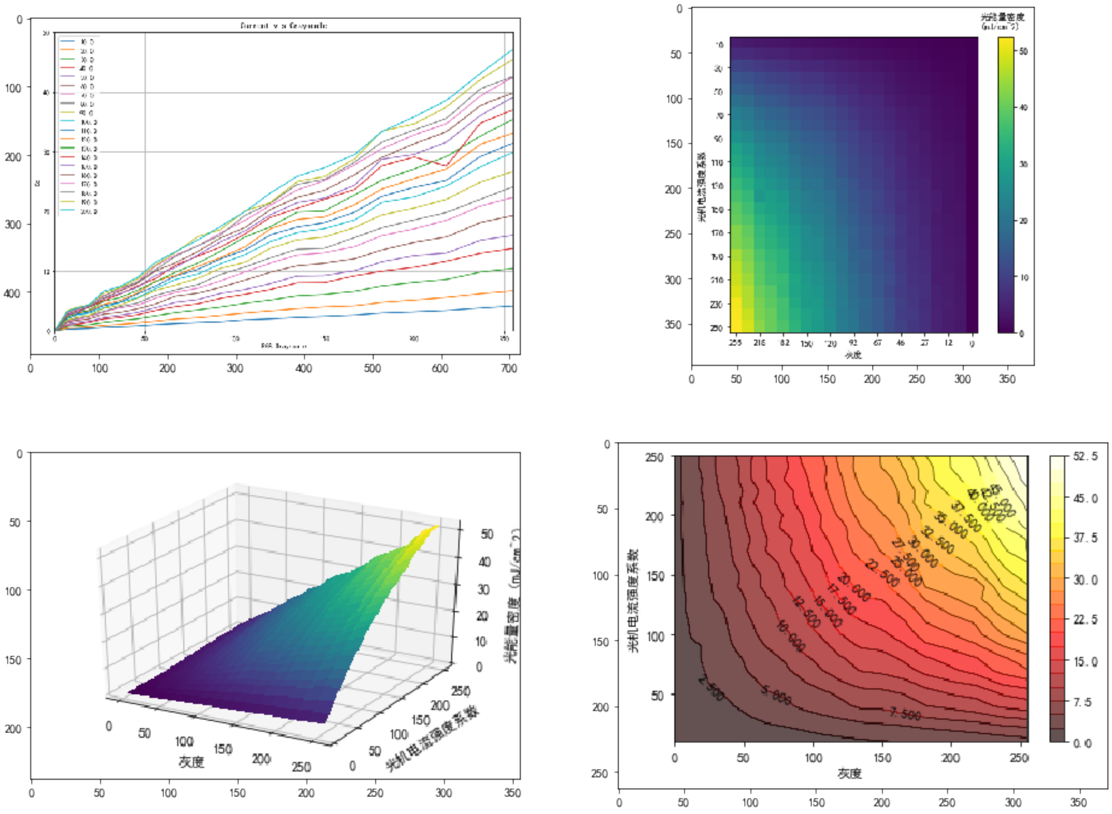
科技论文绘图简明介绍-以 Matplotlib 为例

April 7, 2019

1　绘图类型简介

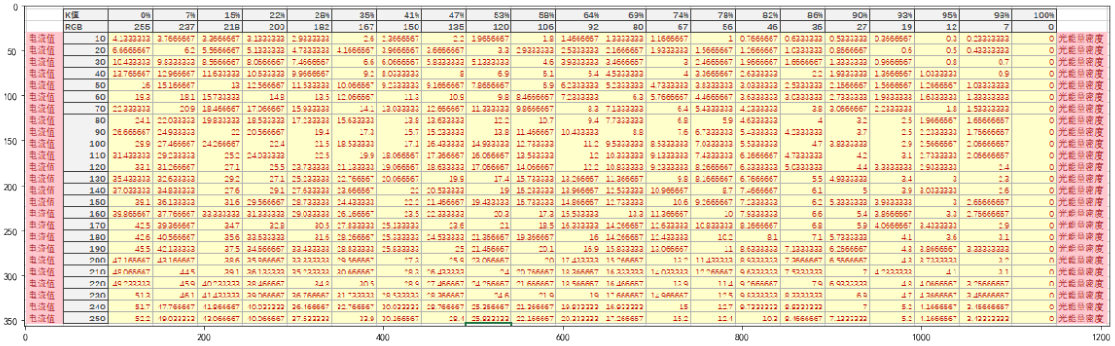
在这里介绍 XY 折线图，网格框图，曲面图和等高线图

```
In [11]: %matplotlib inline
         import matplotlib.pyplot as plt
         import matplotlib.image as mpimg
         img0=mpimg.imread('IMG/demo-line.png')
         img1=mpimg.imread('IMG/demo-grid.png')
         img2=mpimg.imread('IMG/demo-surface.png')
         img3=mpimg.imread('IMG/demo-contour.png')
         fig, axes = plt.subplots(2, 2, figsize=(16, 12))
         axes[0,0].imshow(img0)
         axes[0,1].imshow(img1)
         axes[1,0].imshow(img2)
         axes[1,1].imshow(img3)
         plt.show()
```



1.1 数据介绍

```
In [12]: %matplotlib inline
         import matplotlib.pyplot as plt
         import matplotlib.image as mpimg
         img=mpimg.imread('IMG/excel-screenshot.png')
         fig, axes = plt.subplots(1, 1, figsize=(20, 12))
         plt.imshow(img)
         plt.show()
```



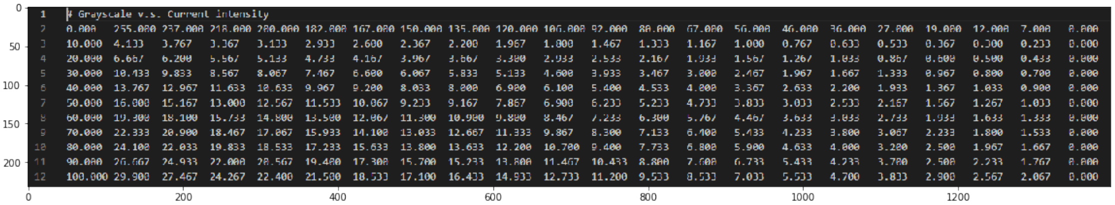
	K值	0%	7%	15%	22%	28%	35%	41%	47%	53%	58%	64%	69%	74%	78%	82%	86%	90%	93%	95%	98%	100%	
	RGB	255	237	218	200	182	167	150	135	120	106	92	80	67	56	46	36	27	19	12	7	0	
电流值	10	4.1333333	3.7666667	3.3666667	3.1333333	2.9333333	2.6	2.3666667	2.2	1.9666667	1.8	1.4666667	1.3333333	1.1666667	1	0.7666667	0.6333333	0.5333333	0.3666667	0.3	0.23333333	0	光能量密度
电流值	20	6.6666667	6.2	5.5666667	5.1333333	4.7333333	4.1666667	3.9666667	3.6666667	3.3	2.9333333	2.5333333	2.1666667	1.9333333	1.5666667	1.2666667	1.0333333	0.8666667	0.6	0.5	0.43333333	0	光能量密度
电流值	30	10.433333	9.8333333	8.5666667	8.0666667	7.4666667	6.6	6.0666667	5.8333333	5.1333333	4.6	3.9333333	3.4666667	3	2.4666667	1.9666667	1.6666667	1.3333333	0.9666667	0.8	0.7	0	光能量密度
电流值	40	13.766667	12.966667	11.633333	10.533333	9.9666667	9.2	8.0333333	8	6.9	6.1	5.4	4.5333333	4	3.3666667	2.6333333	2.2	1.9333333	1.3666667	1.0333333	0.9	0	光能量密度
电流值	50	16	15.166667	13	12.566667	11.533333	10.066667	9.2333333	9.1666667	7.8666667	6.9	6.2333333	5.2333333	4.7333333	3.8333333	3.0333333	2.5333333	2.1666667	1.5666667	1.2666667	1.03333333	0	光能量密度
电流值	60	19.3	18.1	15.733333	14.8	13.5	12.066667	11.3	10.9	9.8	8.4666667	7.2333333	6.3	5.7666667	4.4666667	3.6333333	3.0333333	2.7333333	1.9333333	1.6333333	1.33333333	0	光能量密度
电流值	70	22.333333	20.9	18.466667	17.066667	15.933333	14.1	13.033333	12.666667	11.333333	9.8666667	8.3	7.1333333	6.4	5.4333333	4.2333333	3.8	3.0666667	2.2333333	1.8	1.53333333	0	光能量密度
电流值	80	24.1	22.033333	19.833333	18.533333	17.233333	15.633333	13.8	13.633333	12.2	10.7	9.4	7.7333333	6.8	5.9	4.6333333	4	3.2	2.5	1.9666667	1.66666667	0	光能量密度
电流值	90	26.666667	24.933333	22	20.566667	19.4	17.3	15.7	15.233333	13.8	11.466667	10.433333	8.8	7.6	6.7333333	5.4333333	4.2333333	3.7	2.5	2.2333333	1.76666667	0	光能量密度
电流值	100	29.9	27.466667	24.266667	22.4	21.5	18.533333	17.1	16.433333	14.933333	12.733333	11.2	9.5333333	8.5333333	7.0333333	5.5333333	4.7	3.8333333	2.9	2.5666667	2.06666667	0	光能量密度
电流值	110	31.433333	29.233333	25.2	24.033333	22.5	19.9	18.066667	17.366667	16.066667	13.533333	12	10.333333	9.1333333	7.4333333	6.1666667	4.7333333	4.2	3.1	2.7333333	2.06666667	0	光能量密度
电流值	120	33.1	31.266667	27.1	25.5	23.733333	21.133333	19.066667	18.633333	17.066667	14.066667	12.2	10.833333	9.2333333	8.2666667	6.3333333	5.0333333	4.4	3.3333333	2.9333333	2.4	0	光能量密度
电流值	130	35.433333	32.633333	29.2	27.1	25.233333	22.766667	20.066667	19.9	17.4	15.733333	13.266667	11.366667	9.8	8.1666667	6.7666667	5.5	4.9333333	3.4	3	2.3	0	光能量密度
电流值	140	37.033333	34.833333	27.6	29.1	27.633333	23.666667	22	20.533333	19	16.233333	13.966667	12.533333	10.966667	8.7	7.4666667	6.1	5	3.9	3.0333333	2.6	0	光能量密度
电流值	150	39.1	36.133333	31.6	29.566667	28.733333	24.433333	22.2	21.466667	19.433333	16.733333	14.866667	12.733333	10.6	9.2666667	7.2333333	6.2	5.3333333	3.9333333	3	2.66666667	0	光能量密度
电流值	160	39.866667	37.766667	33.333333	31.233333	29.033333	26.166667	23.5	22.333333	20.3	17.3	15.533333	13.3	11.366667	10	7.9333333	6.6	5.4	3.8666667	3.3	2.76666667	0	光能量密度
电流值	170	42.5	39.366667	34.7	32.8	30.5	27.833333	25.133333	23.6	21	18.5	16.333333	14.266667	12.633333	10.833333	8.1666667	6.8	5.9	4.0666667	3.4333333	2.9	0	光能量密度
电流值	180	42.6	40.566667	35.6	33.533333	31.6	28.266667	25.333333	24.533333	21.366667	19.366667	16	14.266667	12.433333	10.2	8.1	7.1	5.7333333	4.1	3.6	3.1	0	光能量密度
电流值	190	45.5	42.133333	37.5	34.566667	33.433333	28.833333	25.833333	25	21.466667	20.1	16.9	15.833333	13.066667	11	8.6333333	7.1333333	6.2666667	4.3	3.8666667	3.33333333	0	光能量密度
电流值	200	47.166667	43.166667	38.6	35.966667	33.333333	29.566667	27.3	25.9	23.066667	20	17.433333	15.266667	13.2	11.433333	8.9333333	7.3666667	6.5666667	4.3	3.7333333	3.2	0	光能量密度
电流值	210	48.066667	44.5	39.1	36.133333	35.233333	30.666667	28.3	26.433333	24	20.766667	18.366667	16.333333	14.033333	12.266667	9.6333333	7.5333333	7	4.2333333	4.1	3.1	0	光能量密度
电流值	220	49.233333	45.9	40.233333	38.466667	34.8	30.5	28.9	27.466667	24.266667	21.666667	18.566667	16.466667	13.9	11.4	9.2666667	7.9	6.9333333	4.8	4.0666667	3.26666667	0	光能量密度
电流值	230	51.3	46.1	41.433333	39.066667	36.766667	31.733333	28.533333	28.366667	24.6	21.9	19	17.666667	14.966667	12.5	9.8333333	8.3333333	6.9	4.7	4.3666667	3.46666667	0	光能量密度
电流值	240	51.7	47.766667	41.966667	40.033333	36.166667	32.766667	30.033333	28.766667	25.266667	21.266667	19.933333	16.933333	15	12.7	9.7333333	8.8333333	7	5.2	4.1666667	3.46666667	0	光能量密度
电流值	250	52.2	49.033333	42.066667	40.066667	37.533333	32.9	30.166667	29.4	25.833333	22.166667	20.233333	17.266667	15.2	12.4	10.2	9.4666667	7.1333333	5.2	4.1666667	3.43333333	0	光能量密度

1.2 数据整理

```
In [20]: import pandas as pd
         import numpy as np

         fname = "HD0-250.xlsx"
         dfSheet = pd.read_excel(fname, sheet_name="Sheet1",header = None)
         dfData = dfSheet.iloc[88:113,3:24] # 提取试验数据
         npData = dfData.values # 提取 Excel 数据，转换成 numpy 类型数组
         npCurrent = dfSheet.iloc[88:113,2].values # 提取 Excel 电流值数据
         npGrayscale = dfSheet.iloc[87,3:24].values # 提取 Excel 灰度数据
         npCurrent = np.reshape(npCurrent,(1,len(npCurrent)))
         npGrayscale = np.reshape(npGrayscale,(1,len(npGrayscale)))
         # 在数据最前方补零，保证数据维度可以正确合并
         npGrayscale_zeropadding = np.hstack(([[0]],npGrayscale))
         # 将数据和电流值合并，电流值是第一列
         npOutput = np.hstack((npCurrent.T,npData))
         # 将数据和灰度值合并，合并后，灰度值是第一行
         npOutput = np.vstack((npGrayscale_zeropadding,npOutput))
         np.savetxt("data2.txt",npOutput, delimiter = "\t",
                    fmt = "%0.3f",
                    header="Grayscale v.s. Current intensity")
```

data2 导出数据如下图所示

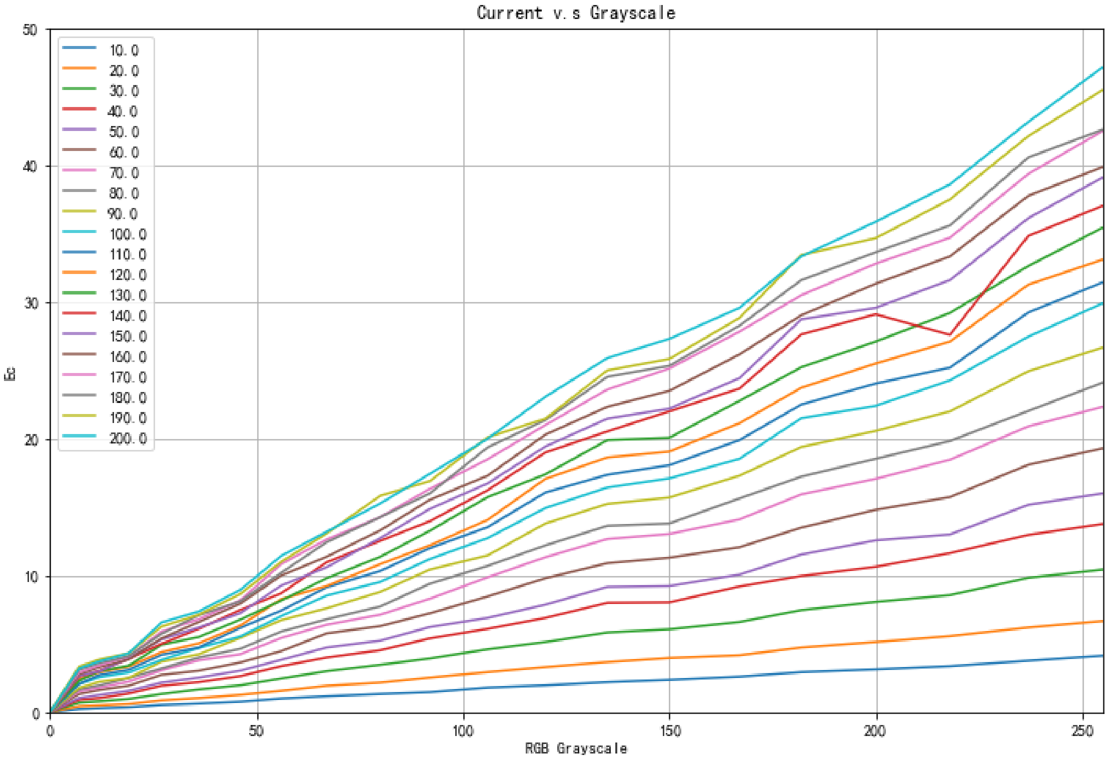
```
In [3]: %matplotlib inline
        import matplotlib.pyplot as plt
        import matplotlib.image as mpimg
        img=mpimg.imread('IMG/data2-screenshot.png')
        fig, axes = plt.subplots(1, 1, figsize=(20, 12))
        plt.imshow(img)
        plt.show()
```



```
# Grayscale v.s. Current intensity
0.000   255.000 237.000 218.000 200.000 182.000 167.000 150.000 135.000 120.000 106.000 92.000  80.000  67.000  56.000  46.000  36.000  27.000  19.000  12.000  7.000   0.000
10.000  4.133   3.767   3.367   3.133   2.933   2.600   2.367   2.200   1.967   1.800   1.467   1.333   1.167   1.000   0.767   0.633   0.533   0.367   0.300   0.233   0.000
20.000  6.667   6.200   5.567   5.133   4.733   4.167   3.967   3.667   3.300   2.933   2.533   2.167   1.933   1.567   1.267   1.033   0.867   0.600   0.500   0.433   0.000
30.000  10.433  9.833   8.567   8.067   7.467   6.600   6.067   5.833   5.133   4.600   3.933   3.467   3.000   2.467   1.967   1.667   1.333   0.967   0.800   0.700   0.000
40.000  13.767  12.967  11.633  10.633  9.967   9.200   8.033   8.000   6.900   6.100   5.400   4.533   4.000   3.367   2.633   2.200   1.933   1.367   1.033   0.900   0.000
50.000  16.000  15.167  13.000  12.567  11.533  10.067  9.233   9.167   7.867   6.900   6.233   5.233   4.733   3.833   3.033   2.533   2.167   1.567   1.267   1.033   0.000
60.000  19.300  18.100  15.733  14.800  13.500  12.067  11.300  10.900  9.800   8.467   7.233   6.300   5.767   4.467   3.633   3.033   2.733   1.933   1.633   1.333   0.000
70.000  22.333  20.900  18.467  17.067  15.933  14.100  13.033  12.667  11.333  9.867   8.300   7.133   6.400   5.433   4.233   3.800   3.067   2.233   1.800   1.533   0.000
80.000  24.100  22.033  19.833  18.533  17.233  15.633  13.800  13.633  12.200  10.700  9.400   7.733   6.800   5.900   4.633   4.000   3.200   2.500   1.967   1.667   0.000
90.000  26.667  24.933  22.000  20.567  19.400  17.300  15.700  15.233  13.800  11.467  10.433  8.800   7.600   6.733   5.433   4.233   3.700   2.500   2.233   1.767   0.000
100.000 29.900  27.467  24.267  22.400  21.500  18.533  17.100  16.433  14.933  12.733  11.200  9.533   8.533   7.033   5.533   4.700   3.833   2.900   2.567   2.067   0.000
```

1.3 绘制 XY 折线图

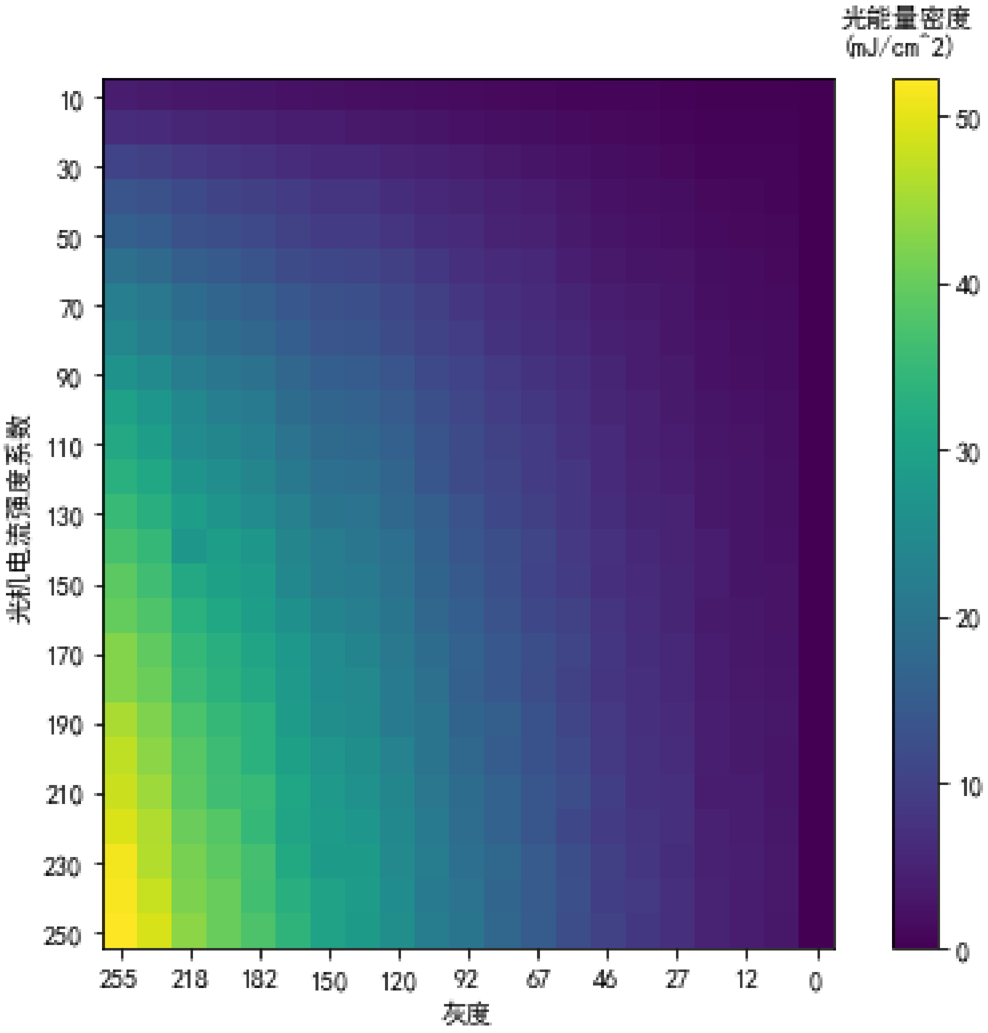
```
In [4]: import numpy as np
        import matplotlib.pyplot as plt

        plt.rcParams['font.sans-serif']=['SimHei'] # 用来正常显示中文标签
        plt.rcParams['axes.unicode_minus']=False # 用来正常显示负号

        npData = np.loadtxt("data2.txt") # 载入所有数据

        npCurrent = npData[1:,0]
        npGrayscale = npData[0,1:]
        npExpData = npData[1:,1:]

        plt.subplots(figsize=(12,8))
        i = 0
        while (i<20):
            plt.plot(npGrayscale, npExpData[i], label=str(npCurrent[i]))
            i = i + 1

        plt.legend()
        plt.title('Current v.s Grayscale')
        plt.xlabel('RGB Grayscale')
        plt.ylabel('Ec')
        plt.xlim([0,255])
        plt.ylim([0,50])
        plt.grid()
        plt.show()
```



1.4 绘制网格图

In [22]:

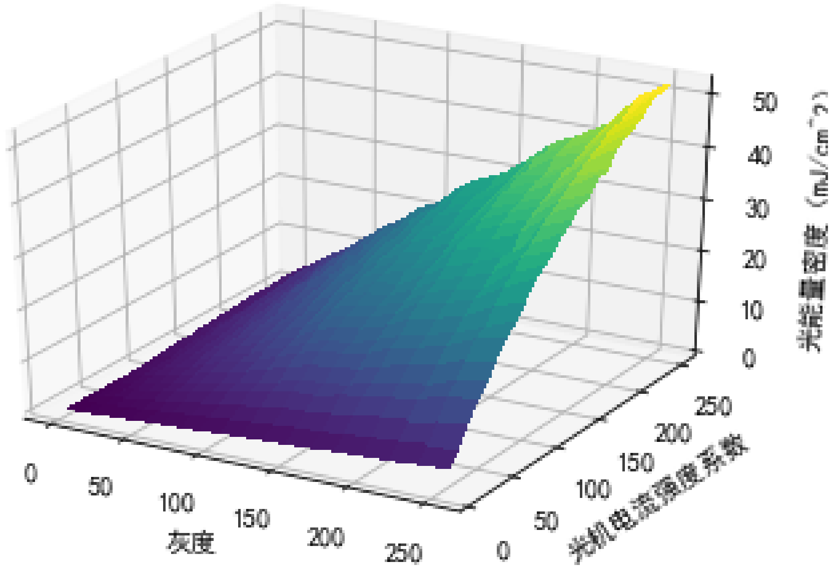
```python
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

plt.rcParams['font.sans-serif']=['SimHei'] # 用来正常显示中文标签
plt.rcParams['axes.unicode_minus']=False # 用来正常显示负号

npData = np.loadtxt("data2.txt") # 载入所有数据

npCurrent = npData[1:,0]
npGrayscale = npData[0,1:]
npExpData = npData[1:,1:]


# 创建X轴序列数据
npX = np.linspace(0,len(npGrayscale),len(npGrayscale),endpoint = False)
npY = np.linspace(0,len(npCurrent),len(npCurrent),endpoint = False)
npX = npX[::2]
npY = npY[::2]

lstXTickLabel = []
for each in npX:
    lstXTickLabel.append(str(int(npGrayscale[int(each)])))

lstYTickLabel = []
for each in npY:
    lstYTickLabel.append(str(int(npCurrent[int(each)])))

fig, ax = plt.subplots(1, 1, figsize=(8, 6))
im = ax.imshow(npExpData, cmap='viridis')
ax.set_xlabel("灰度")
ax.set_ylabel("光机电流强度系数")
ax.set_xticks(npX)
ax.set_yticks(npY)
ax.set_xticklabels(lstXTickLabel)
ax.set_yticklabels(lstYTickLabel)
fig.colorbar(im, ax=ax)
fig.text(0.75,0.9,"光能量密度\n(mJ/cm^2)")
plt.show()

#plt.savefig('光机电流和灰度的关系-jupytor.png')
```



1.4.1 绘制 3D 视图-曲面图

```
In [5]: # -*- coding: utf-8 -*-
        """
        Created on Sun Mar 31 22:32:44 2019

        @author: Ptero
        """

        from mpl_toolkits.mplot3d import Axes3D  # noqa: F401 unused import
        import numpy as np
        import matplotlib.pyplot as plt

        plt.rcParams['font.sans-serif']=['SimHei'] # 用来正常显示中文标签
        plt.rcParams['axes.unicode_minus']=False # 用来正常显示负号
```

```
npData = np.loadtxt("data2.txt") # 载入所有数据

npCurrent = npData[1:,0]
npGrayscale = npData[0,1:]
npExpData = npData[1:,1:]

fig = plt.figure()
ax = fig.gca(projection='3d')

# Plot the surface.
X, Y = np.meshgrid(npGrayscale, npCurrent)
surf = ax.plot_surface(X, Y, npExpData,
                       linewidth=0,
                       antialiased=False,
                       cmap="viridis")
ax.set_xlabel("灰度")
ax.set_ylabel("光机电流强度系数")
ax.set_zlabel("光能量密度 (mJ/cm^2) ")

plt.show()

#plt.savefig(' 光机电流和灰度的关系.png')
```



3D 视图最好用交互式的办法绘制，以获得最佳视角。下面的例子将浮动图片。如下图所示

```
In [18]: %matplotlib auto
```

```
        from mpl_toolkits.mplot3d import Axes3D  # noqa: F401 unused import
        import numpy as np
        import matplotlib.pyplot as plt

        plt.rcParams['font.sans-serif']=['SimHei'] # 用来正常显示中文标签
        plt.rcParams['axes.unicode_minus']=False # 用来正常显示负号

        npData = np.loadtxt("data2.txt") # 载入所有数据

        npCurrent = npData[1:,0]
        npGrayscale = npData[0,1:]
        npExpData = npData[1:,1:]

        fig = plt.figure()
        ax = fig.gca(projection='3d')

        # Plot the surface.
        X, Y = np.meshgrid(npGrayscale, npCurrent)
        surf = ax.plot_surface(X, Y, npExpData,
                               linewidth=0,
                               antialiased=False,
                               cmap="viridis")
        ax.set_xlabel("灰度")
        ax.set_ylabel("光机电流强度系数")
        ax.set_zlabel("光能量密度 (mJ/cm^2) ")

        plt.show()
```

```
Using matplotlib backend: Qt5Agg
```

运行下面的命令，切换回嵌入图片模式 (inline)

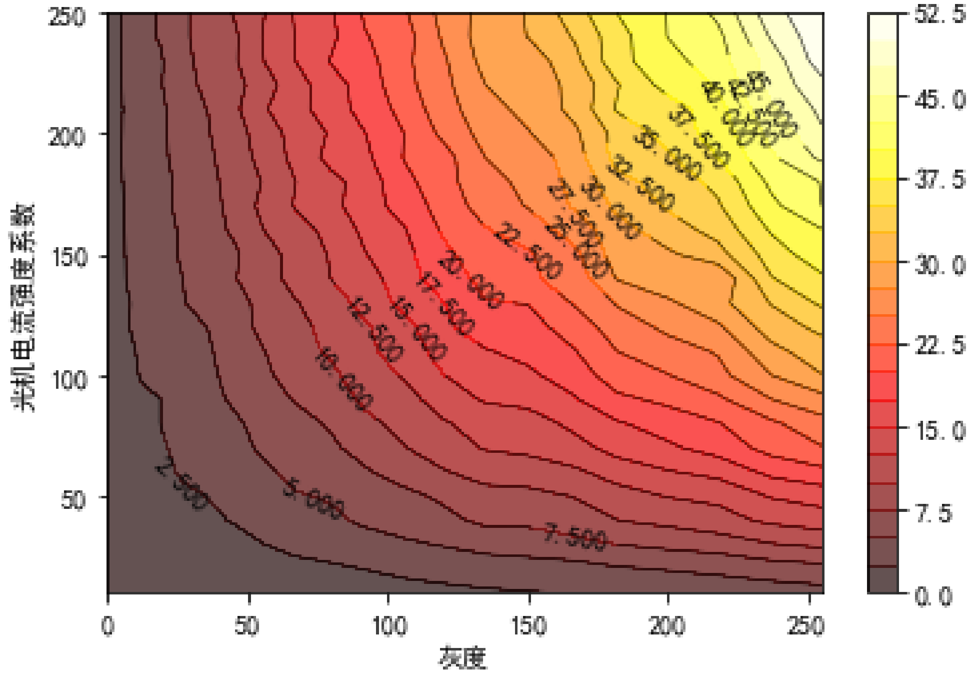
```
In [19]: %matplotlib inline
```

1.5 绘制等高线

matplotlib 有两种绘制等高线的函数 contourf() 和 contour(), 前者可以着色，后者可以连线。具体请参考下文例子。

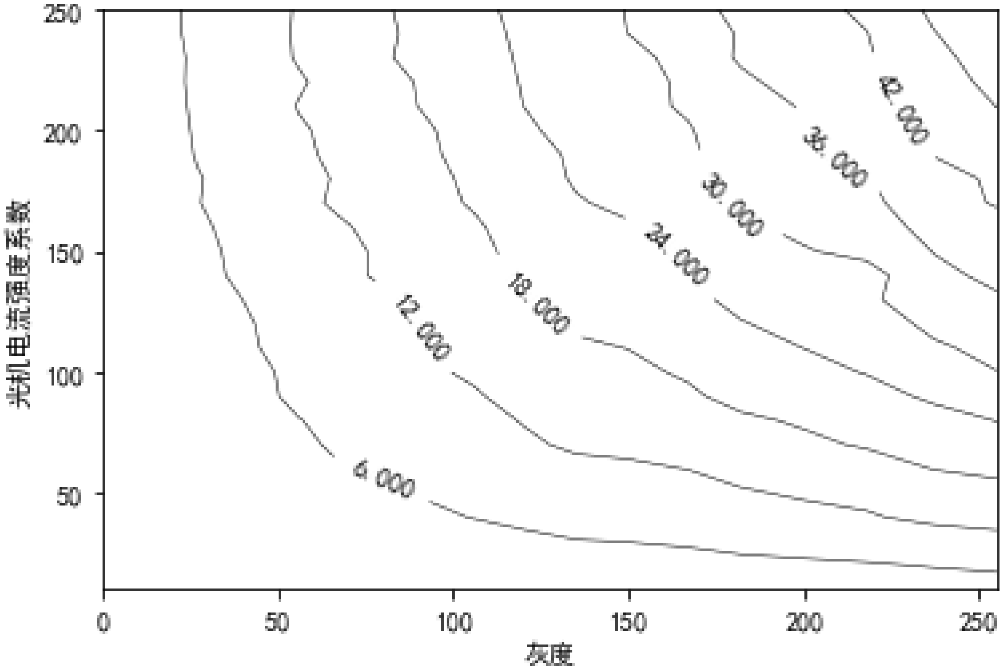
```
In [12]: import numpy as np
         import matplotlib.pyplot as plt

         plt.rcParams['font.sans-serif']=['SimHei'] # 用来正常显示中文标签
         plt.rcParams['axes.unicode_minus']=False # 用来正常显示负号

         npData = np.loadtxt("data2.txt") # 载入所有数据

         npCurrent = npData[1:,0]
```

```
npGrayscale = npData[0,1:]
npExpData = npData[1:,1:]


fig = plt.figure()
ax = fig.gca()

# 绘制等高线图
X, Y = np.meshgrid(npGrayscale, npCurrent)
# 这里，20 是等高线的分层密度，数字越小，等高线越稀疏，反之亦然
C0 = ax.contourf(X, Y, npExpData, 20, alpha=.68, cmap=plt.cm.hot)
 # 这里，20 是等高线的分层密度，数字越小，等高线越稀疏，反之亦然
C = ax.contour(X, Y, npExpData, 20, colors='black', linewidths=0.5)

ax.set_xlabel("灰度")
ax.set_ylabel("光机电流强度系数")
ax.clabel(C, inline=True, fontsize=10)

fig.colorbar(C0, ax=ax) # 显示颜色表

plt.show()

#plt.savefig(' 光机电流和灰度的关系-等高线-黑白.png')
#plt.savefig(' 光机电流和灰度的关系-等高线-彩色.png')
```



1.6 等高线图-仅连线

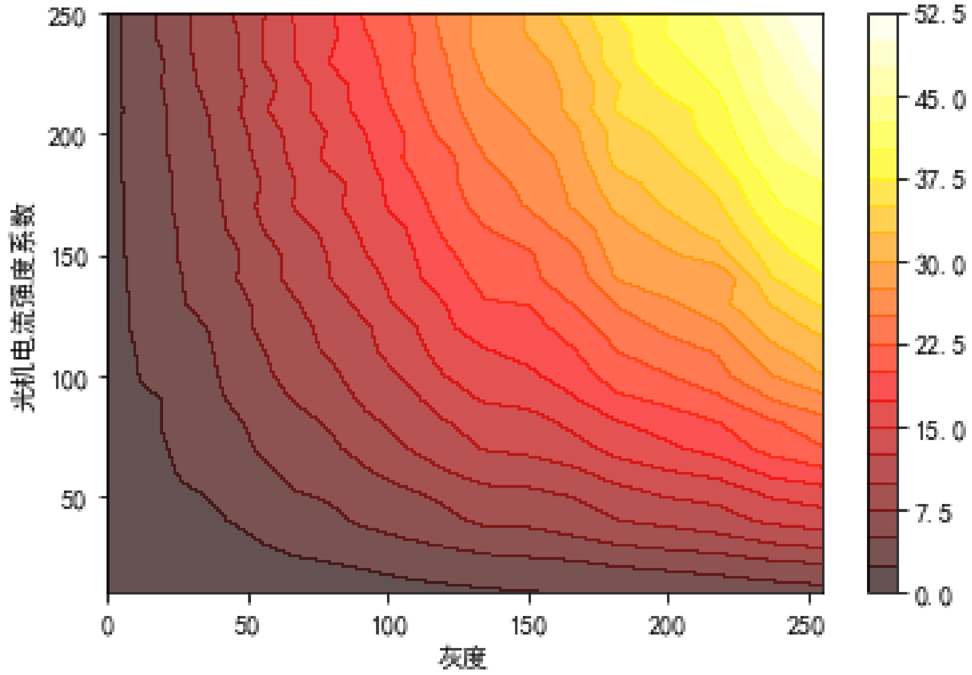
```
In [5]: fig = plt.figure()
        ax = fig.gca()

        # 绘制等高线图
        X, Y = np.meshgrid(npGrayscale, npCurrent)
        C = ax.contour(X, Y, npExpData, 8, colors='black', linewidths=0.5)
        ax.set_xlabel("灰度")
        ax.set_ylabel("光机电流强度系数")
        ax.clabel(C, inline=True, fontsize=10)

        plt.show()
```



1.7 等高线图-仅着色

```
In [14]: fig = plt.figure()
         ax = fig.gca()

         # 绘制等高线图
         X, Y = np.meshgrid(npGrayscale, npCurrent)
          # 这里，20 是等高线的分层密度，数字越小，等高线越稀疏，反之亦然
         C0 = ax.contourf(X, Y, npExpData, 20, alpha=.68, cmap=plt.cm.hot)
         ax.set_xlabel("灰度")
         ax.set_ylabel("光机电流强度系数")
```

```
fig.colorbar(C0, ax=ax) # 显示颜色表
plt.show()
```


光机电流强度系数
灰度