# 数据可视化

DATA

主讲教师：宋晖

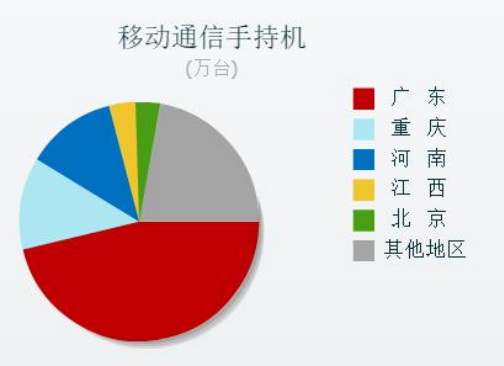
# 数据可视化

- 数据探索阶段的重要方法
  - 数据以图形图像形式表示
  - 揭示隐藏的数据特征，直观传达关键信息

- Matplotlib库
  - 专门用于开发二维（包括三维）图表的工具包
  - 实现图像元素精细化控制，绘制专业的分析图表
- Pandas封装了Matplotlib的主要绘图功能
  - Series和DataFrame提供绘图函数
  - 简便快捷地创建标准化图表

# 认识基本图形

- 按照数据值特性，可视图形大致可以分为3类
  - 展示离散数据：散点图、柱状图、饼图等；
  - 展示连续数据：直方图、箱须图、折线图、半对数图等；
  - 展示数据的区域或空间分布：统计地图、曲面图等

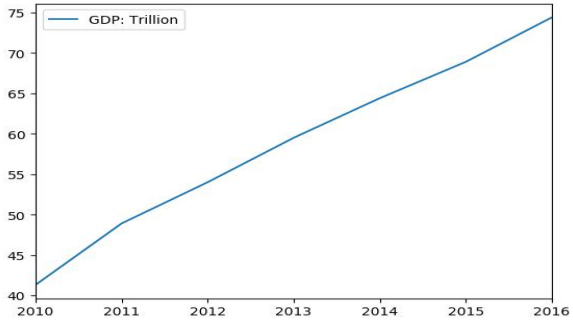




# 4.1.2 Pandas快速绘图

- 基本步骤
  - 导入matplotlib、Pandas
  - 准备数据
    - 使用Series或DataFrame封装数据
  - 绘图
    - 调用Series.plot()或DataFrame.plot()函数完成绘图

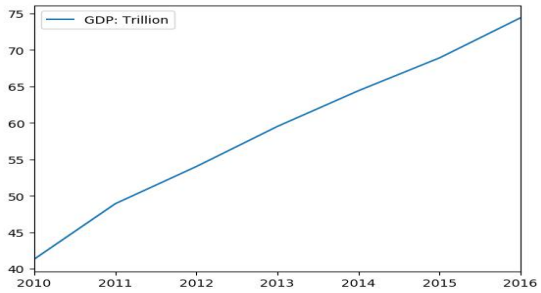
## 例4-1: 绘制2010-2016年我国GDP折线图

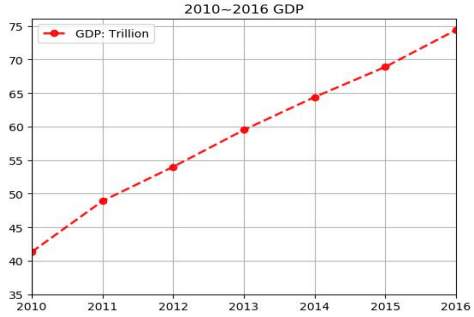



```
import matplotlib.pyplot as plt       #导入pyplot，用于图形显示
from pandas import DataFrame
gdp = [41.3,48.9,54.0,59.5,64.4,68.9,74.4]
data = DataFrame({'GDP: Trillion':gdp},
      index=['2010','2011','2012','2013','2014','2015','2016'])
data.plot()
plt.show()  #显示图形
```

# 4.1.2 Pandas快速绘图

## **例4-1**（续）：绘制2010-2016年我国GDP折线图




| 参 数 名 | 说　明 |
|---|---|
| x | x轴数据，默认值为None |
| y | y轴数据，默认值为None |
| kind | 绘图类型。'line'：折线图，默认值；'bar'：垂直柱状图；'barh'：水平柱状图；'hist'：直方图；'box'：箱形图；'kde'：Kernel核密度估计图；'density'与kde相同；'pie'：饼图；'scatter'：散点图 |
| title | 图形标题，字符串 |
| color | 画笔颜色。用颜色缩写，如'r'、'b'，或者RGB值，如'#CECECE'。主要颜色缩写：'b'：blue、'c'：cyan、'g'：green、'k'：black、'm'：magenta、'r'：red、'w'：white、'y'：yellow |
| grid | 图形是否有网格，默认值为None |
| fontsize | 坐标轴（包括x轴和y轴）刻度的字体大小。整数，默认值为None |
| alpha | 图表的透明度，值为0～1，值越大颜色越深 |
| use_index | 默认为True，用索引作为x轴刻度 |
| linewidth | 绘图线宽 |
| linestyle | 绘图线型。'-'：实线；'--'：破折线；'-.'：点画线；':'：虚线 |
| marker | 标记风格。'.'：点；','：像素（极小点）；'o'：实心圈；'v'：倒三角；'^'：上三角；'>'：右三角；'<'：左三角；'1'：下花三角；'2'：上花三角；'3'：左花三角；'4'：右花三角；'s'：实心方形；'p'：实心五角；'*'：星形；'h'/'H'：竖/横六边形；'\|'：垂直线；'+'：十字；'x'：x；'D'：菱形；'d'：瘦菱形 |
| xlim、ylim | x轴、y轴的范围，二元组表示最小值和最大值 |
| ax | axes对象 |

# 4.1.3 Matplotlib精细绘图

- 基本步骤
  - 导入matplotlib、Pandas，导入matplotlib的pyplot模块
  - 创建figure对象,matplotlib的图像都位于figure对象内
  - 绘图：利用pyplot的绘图函数plot() 或pandas绘图
  - 设置图元：plt的图元设置函数，实现图形精细控制

**例4-1（续）：绘制2010-2016年我国GDP折线图**

```
import matplotlib.pyplot as plt    #导入绘图库
plt.figure()    #创建绘图对象
GDPdata=[[41.3,48.9,54.0,59.5,64.4,68.9,74.4]   #准备绘图的序列数据
plt.plot(GDPdata,color="red",linewidth=2,linestyle='dashed',mar
      ker='o',label='GDP')     #绘图
#精细设置图元
plt.title('2010~2016 GDP: Trillion')
plt.xlim(0,6)            #x轴绘图范围
plt.ylim(35,75)        #y轴绘图范围
plt.xticks(range(0,7),('2010','2011','2012','2013','2014','2015
      ','2016'))  #将x轴刻度映射为字符串
plt.legend(loc='upper right')        #在右上角显示图例说明
plt.grid()         #显示网格线
plt.show()         #显示并关闭绘图
```

**图元添加完后，再调用show()**
- **显示图像**
- **图形绘制过程关闭**

# 多子图绘制

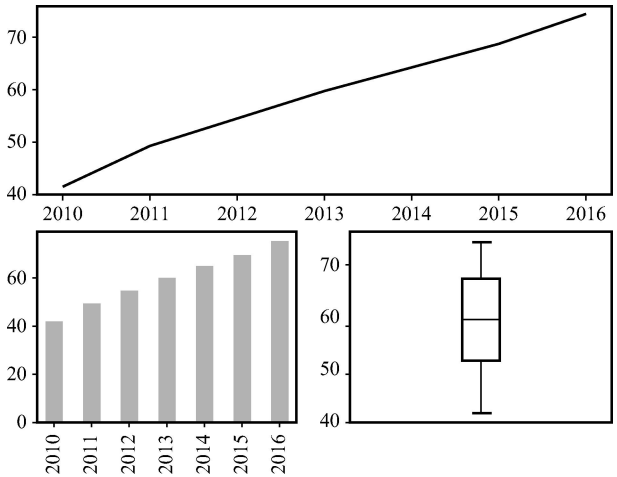
- figure对象内可绘制多个子图
  - 创建子图对象axes，在子图上绘制图
  - 可使用pyplot或axes对象提供的绘图
  - 可pandas绘图
- 创建子图

**figure.add_subplot(numRows, numCols, plotNum)**

| 参数说明： | |
|---|---|
| numRows | 绘图区域被分成numRows行 |
| numCols | 绘图区域被分成numCols列 |
| plotNum | 创建的axes对象所在的区域 |

# 多子图绘制实例

**例4-2**：用多个子图绘制2010~2016年GDP状况




```
from pandas import Series
data=Series([4.13,4.89,5.4,5.95,6.44,6.89,7.44],
index=['2010','2011','2012','2013','2014','2015','2016'])
fig=plt.figure(figsize=(6,6)) #figsize定义图形大小
ax1=fig.add_subplot(2,1,1)    #创建子图1
ax1.plot(data)                #用AxesSubplot绘制折线图
ax2=fig.add_subplot(2,2,3)    #创建子图2
data.plot(kind='bar',use_index=True,fontsize='small',ax=ax2)#用pandas绘柱状图
ax3=fig.add_subplot(2,2,4)    #创建子图3
data.plot(kind='box',fontsize='small',xticks=[],ax=ax3) #用pandas绘柱状图
```

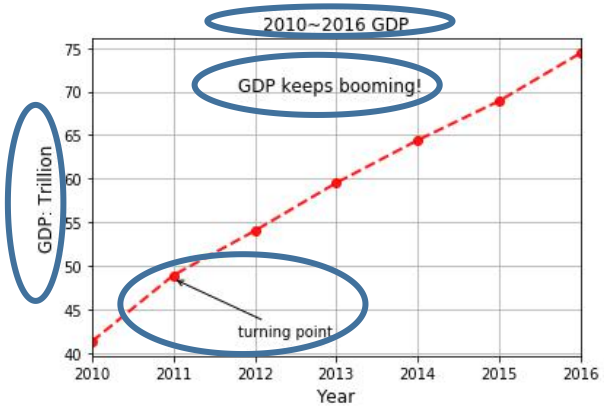
创建1个子图，绘制
再创建，再绘制
创建过程中，子图总数是可变的

# 设置图元和说明

| 函数 | 说明 |
| --- | --- |
| plt.title | 设置图标题 |
| plt.xlabel、plt.ylabel | 设置x、y轴标题 |
| plt.xlim、plt.ylim | 设置x、y轴刻度范围 |
| plt.xticks、plt.yticks | 设置x、y轴刻度值 |
| plt.legend | 添加图例说明 |
| plt.grid | 显示网格线 |
| plt.text | 添加注解文字 |
| plt.annotate | 添加注释 |

**例4-3**：为图4-2增加注解、坐标轴标题

```
data.plot(title='2010~2016 GDP',LineWidth=2, marker='o',
      linestyle='dashed',color='r',grid=True,alpha=0.9)
plt.annotate('turning point',xy=(1,48.5),xytext=(0.5,42),
      arrowprops=dict(arrowstyle='->'))
plt.text(1.8,70,'GDP keeps booming!',fontsize='larger')
plt.xlabel('Year',fontsize=12)
plt.ylabel('GDP: Trillion',fontsize=12)
```



# 保存图表到文件

- 保存函数

**figure.savefig(filename,dpi,bbox_inches)**
**plt.savefig(filename,dpi,bbox_inches)**

| 参数说明： | |
|---|---|
| filename | 文件路径及文件名，文件类型可以是jpg、png、pdf、svg、ps等 |
| dpi | 图片分辨率，每英寸点数，默认100 |
| bbox_inches | 图表需保存的部分，设置为“tight”可以剪除当前图表周围的空白部分 |

- 将例4-2绘制图形保存到当前文件夹

```
fig.savefig('2010-2012GDP.jpg',dpi=400,bbox_inches='tight')
```

# 思考与练习

1. 2012~2017年我国人均可支配收入为[1.47, 1.62, 1.78, 1.94, 2.38, 2.60](单位：万元)。按照要求绘制以下图形。

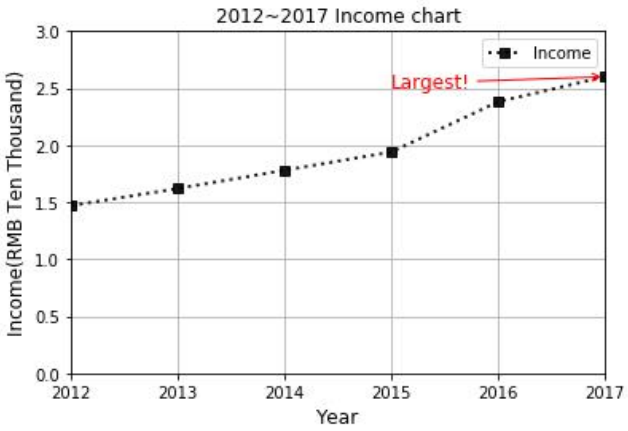
1）模仿例4-1和4-3，绘制人均可支配收入折线图。用小矩形标记数据点，红色虚线，用注解标注最高点，图标题“Income chart”，设置坐标轴标题，最后将图形保存为JPG文件。一维数组访问。

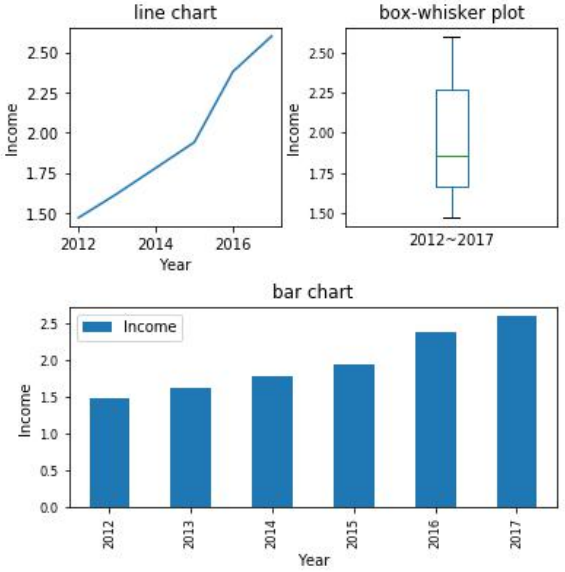
2）模仿例4-2，使用多个子图分别绘制人均可支配收入的折线图、箱须图以及柱状图。

【提示：】

1）创建3个子图分别使用（2,2,1）、（2,2,2）和（2,1,2）作为参数。

2）使用plt.subplots_adjust()函数调整子图间距离，以便添加图标题。



# 4.2.1 绘制常用图形

- 函数绘图
- 散点图
- 柱状图
- 折线图
- 直方图
- 密度图
- 饼图
- 箱须图

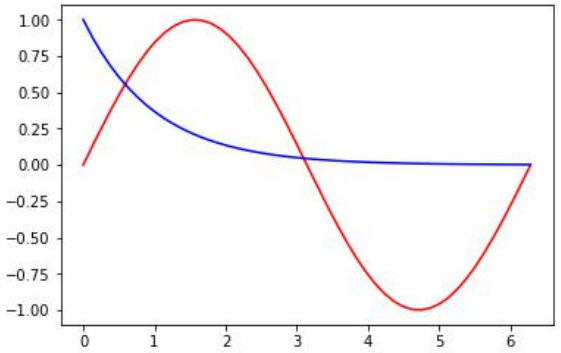
# 函数绘图

- 函数 描述了变量y随自变量x的变化过程
- plt.plot()根据给定的x、y坐标值绘图

例4-4：绘制 $y=\sin(x)$ 和 $y=e^{-x}$ 的函数图

- 给定x的范围采样生成x列表
- 计算对应y值

```
import numpy as np                          #导入numpy
#生成x数组
x = np.linspace(0,6.28,50)    #start, end, num-points
y=np.sin(x)                                 #计算y=sin(x)数组
plt.plot(x,y, color='r')                    #用红色绘图y=sin(x)
plt.plot(x,np.exp(-x),c='b')   #用蓝色绘图y=exp(-x)
```



# 散点图（Scatter diagram）

- 描述两个一维数据序列之间的关系
  - 将两组数据分别作为点的横坐标和纵坐标

**DataFrame.plot(kind='scatter',x,y,title, grid,xlim,ylim,label,...)**

**DataFrame.plot.scatter(x,y,title, grid,xlim,ylim,label,...)**

| 参数说明： | |
|---|---|
| x | DataFrame中x轴对应的数据列名 |
| y | DataFrame中y轴对应的数据列名 |
| label | 图例标签 |

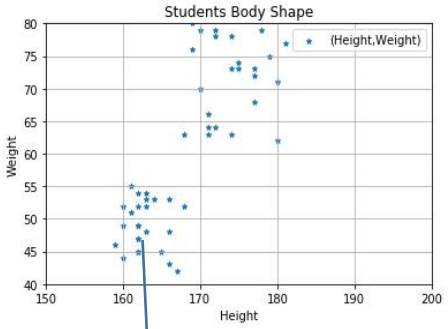
- Matplotlib的scatter函数也可以绘制散点图
  - 图元的设置需要采用独立的语句

**plt.scatter(x,y,...)**

# 散点图绘制

## 例4-5：绘制散点图观察学生身高和体重之间的关系

```
stdata = pd.read_csv('data\students.csv')       #读文件
stdata.plot(kind='scatter',x='Height',y='Weight',title='Student
      s Body Shape', marker='*',grid=True, xlim=[150,200],
      ylim=[40,80], label='(Height,Weight)')     #绘图
```



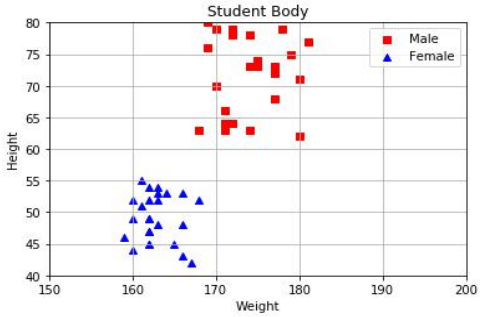

男女生身高、体重明显存在差异性

- 分组散点图清晰显示数据聚集特性

```
#将数据按男生和女生分组
data1= data[data['Gender'] == 0]   #筛选出男生
data2= data[data['Gender'] == 1]   #筛选出女生
#分组绘制男生、女生的散点图
plt.figure()
plt.scatter(data1['Height'],data1['Weight'],c='r',marker='s',la
      bel='Male')
plt.scatter(data2['Height'],data2['Weight'],c='b',marker='^',la
      bel='Female')
plt.xlim(150,200)                    #x轴范围
plt.ylim(40,80)                      #y轴范围
plt.title('Students Body Shape')     #标题
plt.xlabel('Weight')                 #x轴标题
plt.ylabel('Height')                 #y轴标题
plt.grid()                           #网格线
plt.legend(loc='upper right')   #图例显示位置
```

使用不同的图例标识分组

学生的身高与体重具有正相关性，但不显著



# 散点图矩阵

- 同时观察多组数据之间的关系

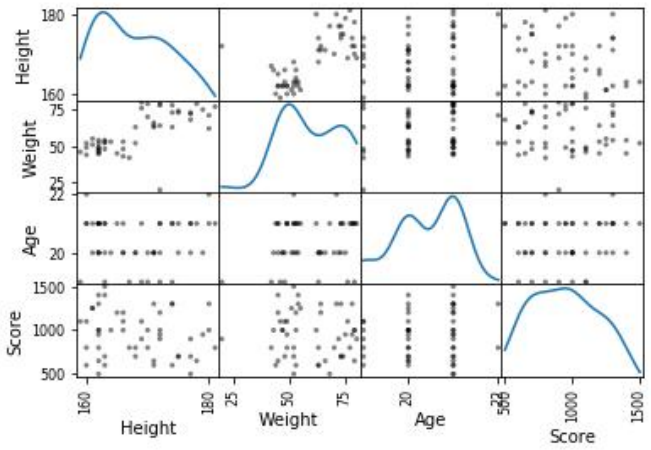
**pd.plotting.scatter_matrix(data,diagonal,...)**

| 参数说明： | |
|---|---|
| data | 包含多列数据的DataFrame对象 |
| diagonal | 对角线上的图形类型。通常放置该列数据的密度图或直方图 |

**例4-6**：绘制散点图矩阵观察学生各项信息之间的关系

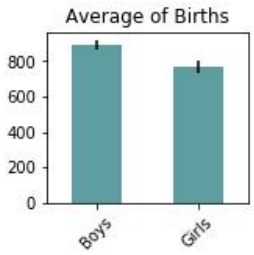
身高、体重、年龄、成绩

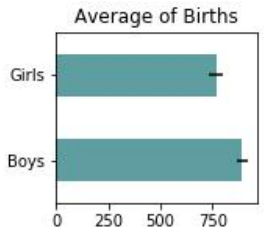
```
data = stdata[['Height', 'Weight','Age','Score']]  #准备数据
pd.plotting.scatter_matrix(data,diagonal='kde',color='k')  #绘图
```



# 柱状图（Bar Chart）

- 用多个柱体描述单个总体处于不同状态的数量
  - 柱体高度或长度与该状态下的数量成正比
  - 分为垂直柱状形图和水平柱状图
- 堆叠柱状图
  - 多个总体同一状态的直条叠加

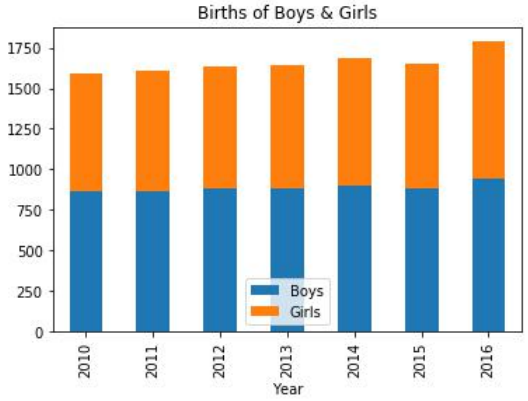



**Series.plot(kind,xerr,yerr,stacked,...)**

**DataFrame.plot(kind,xerr,yerr,stacked,...)**

| 参数说明： | |
|---|---|
| kind | bar：垂直柱状图；barh：水平柱状 |
| xerr,yerr | x、y轴向误差线 |
| stacked | 是否为堆叠图，默认为False |
| rot | 刻度标签旋转度数，值0~360 |

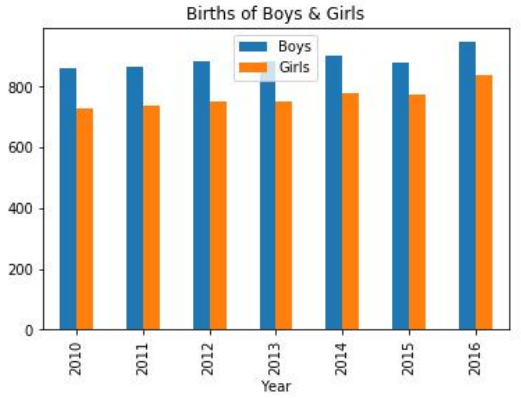


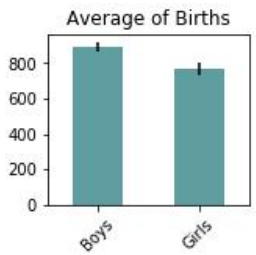
# 柱状图绘制

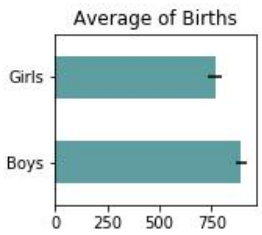
| Year | Total | Boys | Girls | Ratio |
|---|---|---|---|---|
| 年度 | 出生人口总数 | 男孩数 | 女孩数 | 男女比例 |

- 从population.csv文件中读取人口数据，绘制各性别的出生人口比较图

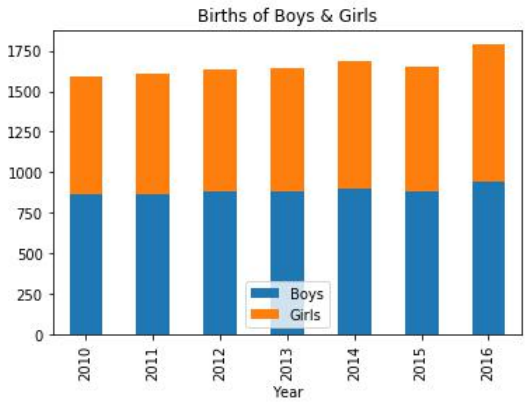
```
#读取数据
data = pd.read_csv('data\population.csv', index_col ='Year')
data1 = data[['Boys','Girls']]
mean = np.mean(data1,axis=0)          #计算均值
std = np.std(data1,axis=0)            #计算标准差
#创建图
fig = plt.figure(figsize = (6,2)) #设置图片大小
plt.subplots_adjust(wspace = 0.6) #设置两个图之间的纵向间隔
#绘制均值的垂直和水平柱状图，标准差使用误差线来表示
ax1 = fig.add_subplot(1, 2, 1)
mean.plot(kind='bar',yerr=std,color='cadetblue',title = 'Average
      of Births', rot=45)
ax2 = fig.add_subplot(1, 2, 2)
mean.plot(kind='barh',xerr=std,color='cadetblue',title = 'Average
      of Births')
#绘制复式柱状图和堆叠柱状图
data1.plot(kind='bar',title = 'Births of Boys & Girls')
data1.plot(kind='bar', stacked=True,title = 'Births of Boys &
      Girls')
```




堆叠柱状图

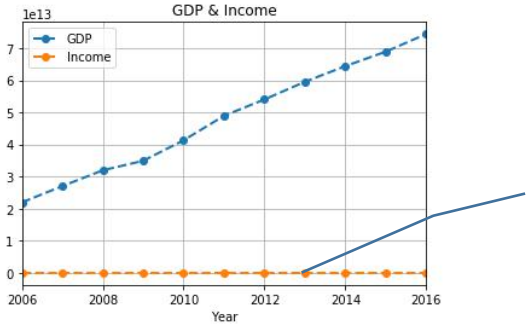


# 折线图

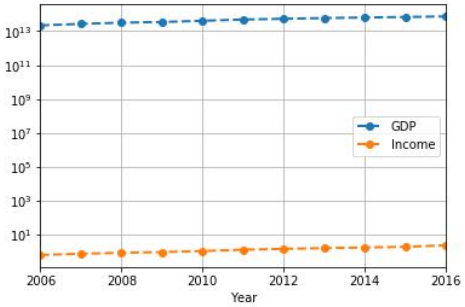
- 用线条描述事物的发展变化及趋势
  - 普通折线图：横、纵坐标轴上都使用算术刻度
  - 半对数折线图：横、纵坐标分别使用算术刻度与对数刻度
    - 比较的两种或多种事物的数据值域相差较大
    - 指标“相对增长量”的变化关系

- 从GDP.csv文件中读取数据，绘制国民经济生产总值GDP和居民人均可支配收入Income的折线图与半对数折现图

```
data = pd.read_csv('GDP.csv', index_col = 'Year')     #读取数据
#绘制GDP和Income的折线图
data.plot(title='GDP & Income',LineWidth=2,marker='o',linestyle='dashed',
      grid=True,use_index=True)
#绘制GDP和Income的半对数折线图
data.plot(logy=True,LineWidth=2,marker='o',linestyle='dashed',color='G')
```




无法反应Income的变化



# 直方图（Histogram）

- 描述总体的频数分布情况
  - 将横坐标按区间个数等分
  - 每个区间上长方形的高度表示该区间样本的频率，面积表示频数

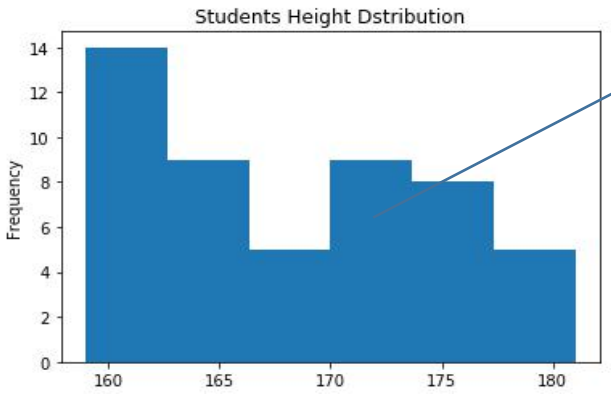
**Series.plot(kind='hist',bins,normed,...)**

| 参数说明： | |
|---|---|
| bins | 横坐标区间个数 |
| normed | 是否标准化直方图，默认值False |

# 直方图绘制

**例4-9：**从student.csv文件中读取学生信息，绘制身高分布直方图。将身高155~185划分为6个区间

```
stdata = pd.read_csv('data\students.csv')       #读文件
stdata['Height'].plot(kind='hist',bins=6,title='Students Height Dstribution') #绘图
```



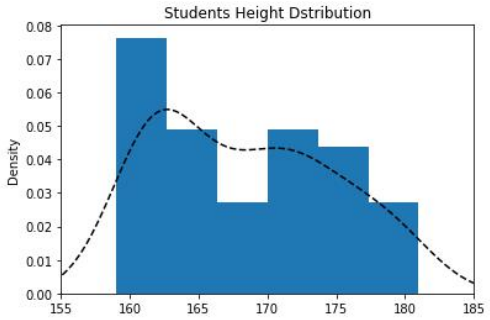

分箱的数量与数据集大小和分布本身相关，通过改变分箱bins的数量，可以改变分布的离散化程度

# 密度图（Kernel Density Estimate）

- 基于样本数据拟合概率密度函数
  - 采用平滑的峰值函数：核函数
    - 常用高斯核
  - 模拟真实的概率分布曲线
  - 与直方图（标准化后）一起绘制，对比

**Series.plot(kind='kde',style,...)**

| 参数说明： | |
|---|---|
| style | 风格字符串，包括颜色和线型，如'ko—','r-' |




在例4-9基础上，增加密度图

```
stdata['Height'].plot(kind='hist',bins=6,normed=True,title='Stud
      ents Height Dstribution') #绘图
stdata['Height'].plot(kind='kde',title='Students Height
      Dstribution', xlim=[155,185],
style = 'k--')    #绘制密度图
```

# 饼图（Pie Chart）

- 描述总体的样本值构成比
  - 扇形图
  - 反映部分与部分、部分与整体之间的数量关系

**Series.plot( kind='pie', explode,shadow,startangle,autopct,...)**

| 参数说明： | |
|---|---|
| explode | 列表，表示各扇形块离开中心的距离 |
| shadow | 扇形块是否有阴影，默认False |
| startangle | 起始绘制角度，默认从x轴正方向逆时针开始 |
| autopct | 百分比格式，可用format字符串或者format function，<br>'%1.1f%%'指小数点前后各1位(不足空格补齐) |

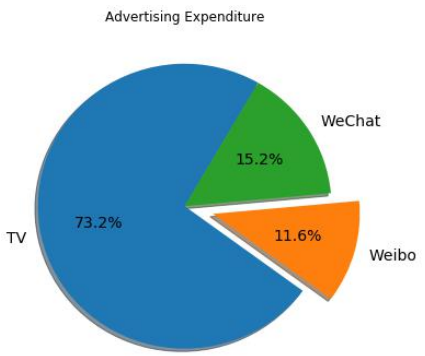
# 饼图绘制

**例4-10**：从advertising.csv中读取营销数据，绘制各类广告投入占比的饼图

| | TV | Weibo | WeChat | Sales |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 230.1 | 37.8 | 69.2 | 22.1 |
| 2 | 44.5 | 39.3 | 45.1 | 10.4 |
| 3 | 17.2 | 45.9 | 69.3 | 9.3 |

计算各类渠道的广告总投入，绘制饼图表示各类广告占比

```
#准备数据，计算各类广告投入费用总和
data = pd.read_csv('data/advertising.csv')
piedata = data[['TV','Weibo','WeChat']]
datasum = piedata.sum()
#绘制饼图
datasum.plot( kind='pie', figsize=(6,6), title='Advertising
      Expenditure',fontsize=14,
      explode=[0,0.2,0],shadow=True,startangle=60,
      autopct='%1.1f%%')
```



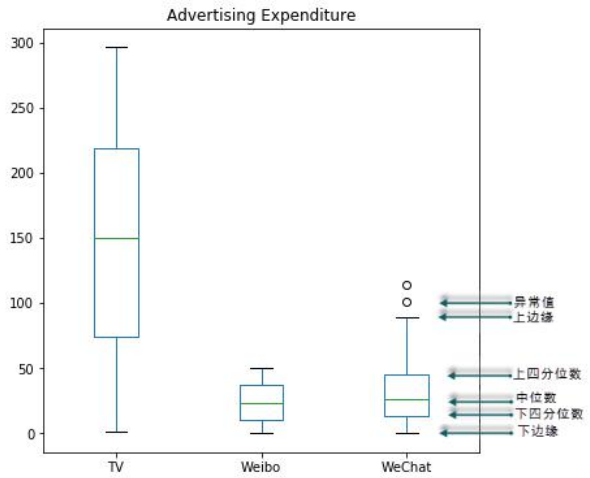
# 箱须图（Box plot）

- 表达数据的分位数分布，观察异常值
  - 将样本居中的50%值域用一个长方形表示
  - 较小和较大的四分之一值域各用一根线表示
  - 异常值用“o”表示

**Series.plot(kind='box', ...)**

**例4-10**：从advertising.csv中读取营销数据，绘制各类广告投入投入的箱须图

```
data = pd.read_csv('data\Advertising.csv')
advdata = data[['TV','Weibo','WeChat']]
#绘制各类经费投入的箱须图
advdata.plot(kind='box', figsize=(6,6),
      title='Advertising Expenditure')
```



# 箱须图（Box plot）

- Pandas提供专门绘制箱须图的函数boxplot
  - 方便将观察样本按照其他特征进行分组对比

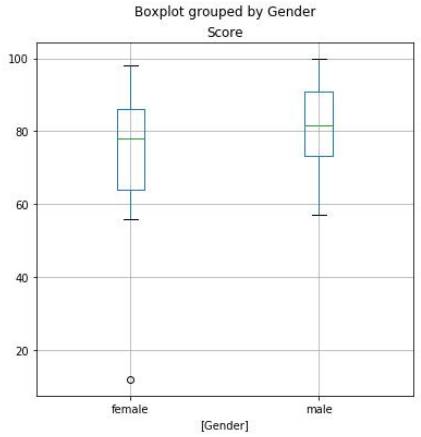
**DataFrame.boxplot( by, ...)**

| 参数说明： | |
|---|---|
| by | 用于分组的列名 |

**例4-10**：从students.csv中读取学生数据，按性别绘制学生成绩的箱须图

```
stdata = pd.read_csv('data\students.csv')
stdata1 = stdata[['Gender','Score']]
stdata1.boxplot(by='Gender',figsize=(6,6))
```

Dataframe对象要包括绘制列和分组列



# 思考与练习

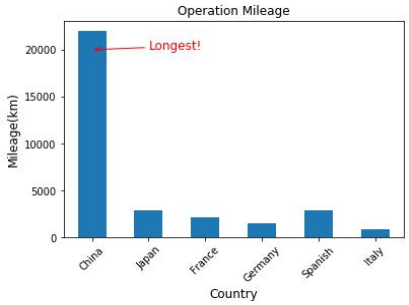
## 1. 数据文件high-speed rail.csv存放着世界各国高速铁路的情况

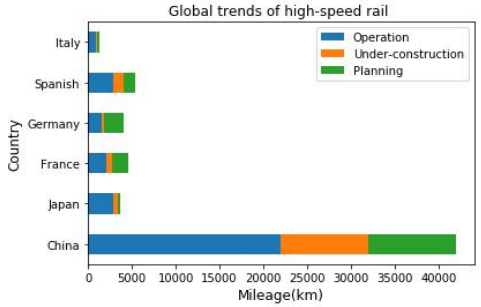
| Country | Operation | Under-construction | Planning |
|---|---|---|---|
| 国家 | 运营里程（公里） | 在建里程（公里） | 计划里程（公里） |

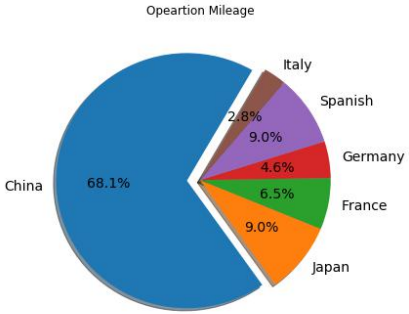
1）各国运营里程对比柱状图， 标注China为“Longest”

2）各国运营里程现状和发展堆叠柱状图

3）各国运营里程占比饼图，China扇形离开中心点




【提示】：

从文件中读取数据时，使用第一列数据作为index

data = pd.read_csv(‘High-speed rail.csv’, index_col =‘Country’) ，获取中国对应的数据行，使用data ['China’]

# 课后作业

## 文件bankpep.csv存放着银行储户的基本信息

| id | age | sex | region | income | married | children | car | save_act | current_act | mortgage | pep |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 编号 | 年龄 | 性别 | 区域 | 收入 | 婚否 | 孩子数 | 有车否 | 存款账户 | 现金账户 | 是否抵押 | 接受新业务 |

请通过绘图对这些客户数据进行探索性分析。

1）客户年龄分布的直方图和密度图

2）客户年龄和收入关系的散点图

3）绘制散点图观察账户（年龄，收入，孩子数）之间的关系，对角线显示直方图

4）按区域展示平均收入的柱状图，并显示标准差

5）多子图绘制：账户中性别占比饼图，有车的性别占比饼图，按孩子数的账户占比饼图

6）各性别收入的箱须图