



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌

第7章 绘制3D图表和统计地图



- mplot3d工具包
- 绘制常见的3D图表

- animation模块
- basemap工具包

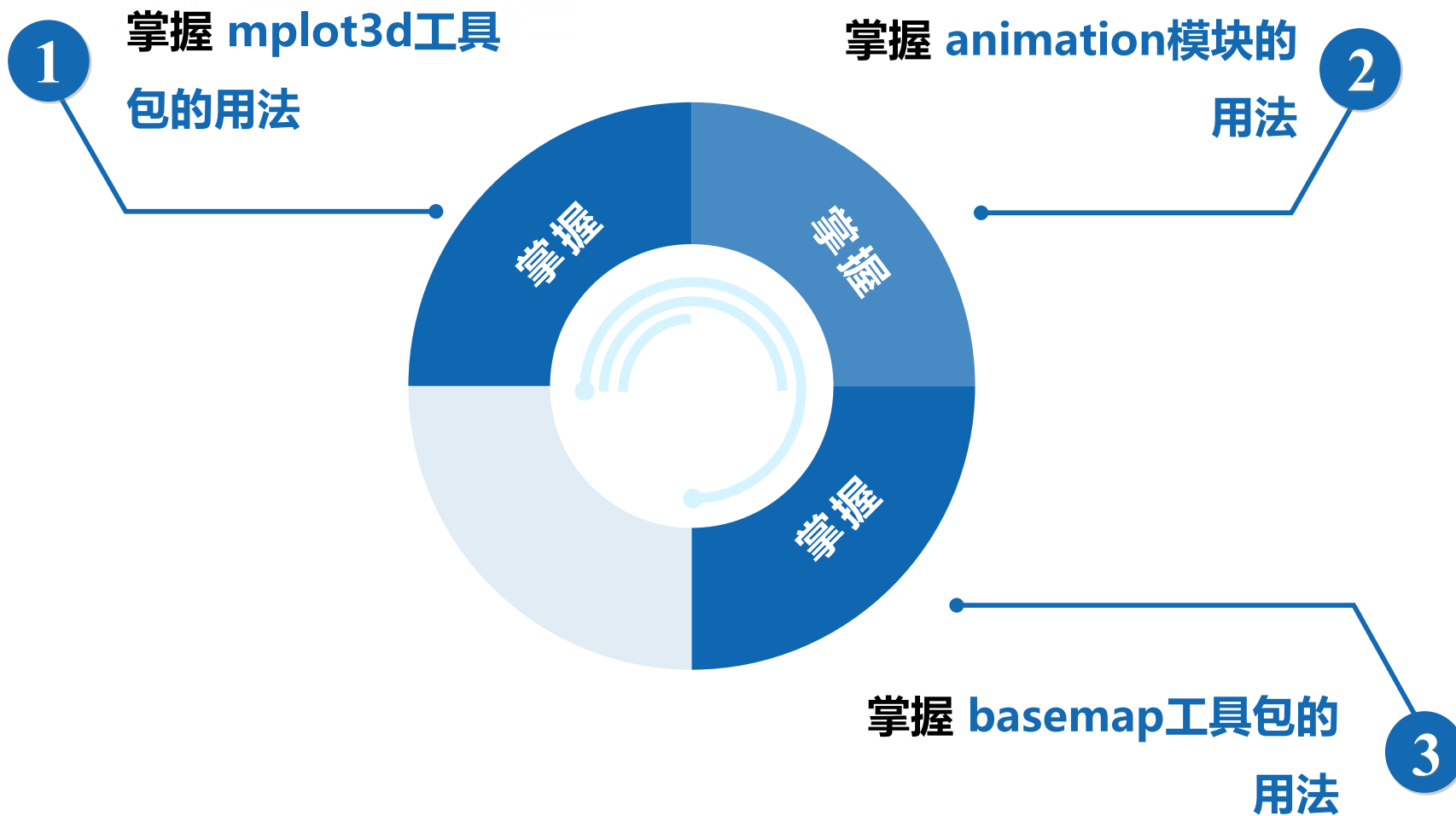


学习目标



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌





目录页



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌



7.1 使用mplot3d绘制3D图表

7.2 使用animation制作动图

7.3 使用basemap绘制统计地图

7.4 本章小结



目录页



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌



7.1 使用mplot3d绘制3D图表

7.2 使用animation制作动图

7.3 使用basemap绘制统计地图

7.4 本章小结



7.1.1 mplot3d概述



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌



matplotlib不仅专注于二维图表的绘制，也具有绘制3D图表、统计地图的功能，并将这些功能分别封装到工具包`mpl_toolkits.mplot3d`、`mpl_toolkits.basemap`中，另外可以结合`animation`模块给图表添加动画效果。





7.1.1 mplot3d概述



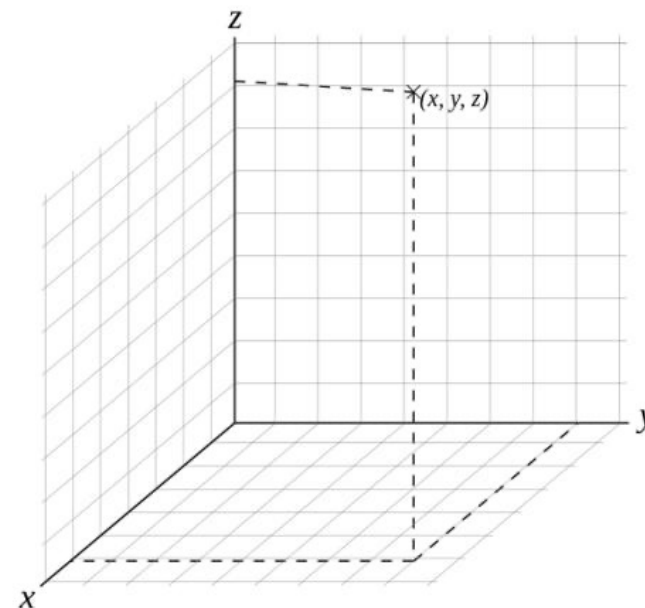
黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌

mplot3d是matplotlib中专门绘制3D图表的工具包，它主要包含一个继承自Axes的子类Axes3D，使用Axes3D类可以构建一个三维坐标系的绘图区域。

通过以下两种方式可以创建Axes3D类的对象。

- 第一种：Axes3D() 方法。
- 第二种：add_subplot() 方法。





7.1.1 mplot3d概述



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌

- **Axes3D()方法**

Axes3D()是构造方法，它直接用于构建一个Axes3D类的对象。

```
Axes3D(fig, rect=None, *args, azimuth=-60, elevation=30, zscale=None,
        sharez=None, proj_type='persp', **kwargs)
```

语法

- **fig**: 表示绘图区域所属的画布。
- **rect**: 表示确定三维坐标系位置的元组 (left, bottom, width, height), 表示绘图区域的位置。
- **azim**: 表示方位角，默认值是-60度。
- **elev**: 表示仰角，默认值是30度。
- **proj_type**: 表示投影类型。透视图 'persp'，正交图 'ortho'



7.1.1 mplot3d概述



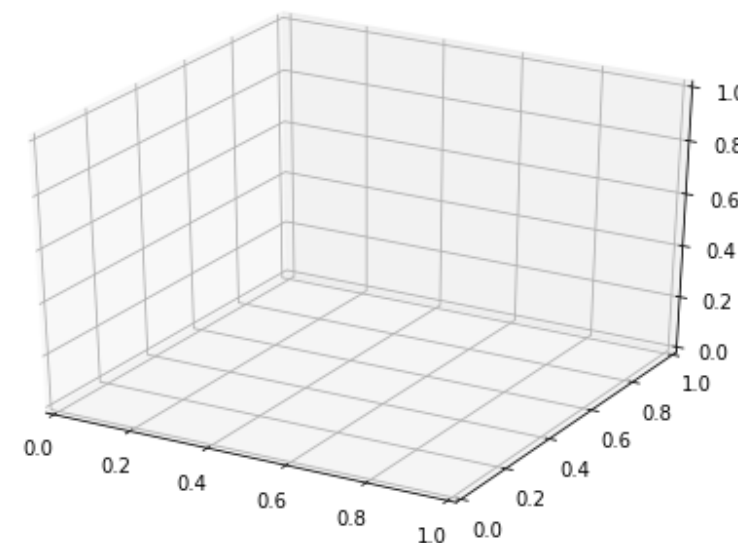
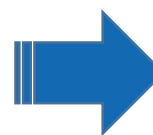
黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌

- Axes_3D()方法

```
import matplotlib.pyplot as plt  
from mpl_toolkits.mplot3d import Axes3D  
ax = Axes3D(fig)  
fig.add_axes(ax)
```

示例





7.1.1 mplot3d概述



黑马程序员
www.itheima.com

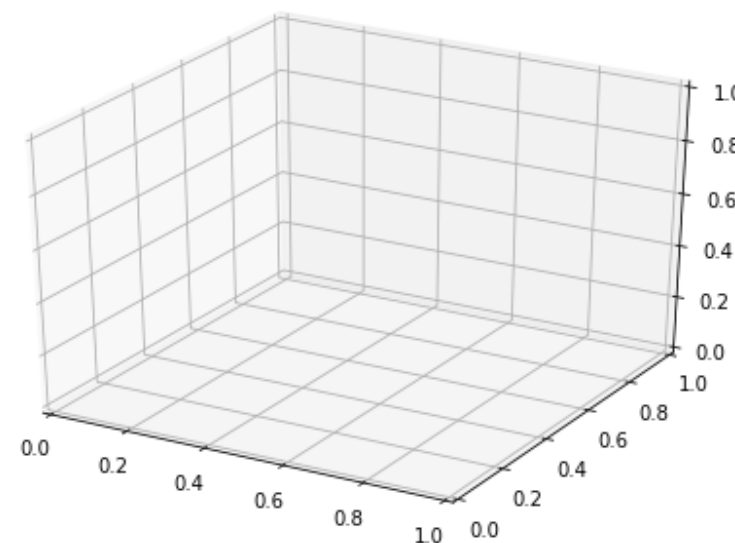
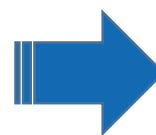
传智教育旗下
高端IT教育品牌

- **add_subplot()方法**

在调用add_subplot()方法添加绘图区域时为该方法传入projection= '3d' ，即指定坐标系的类型为三维坐标系，并返回一个Axes3D类的对象。

```
import matplotlib.pyplot as plt
from mpl_toolkits.mplot3d import Axes3D
fig = plt.figure()
ax = fig.add_subplot(111, projection='3d')
```

示例





7.1.1 mplot3d概述



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌



官方推荐使用`add_subplot()`方法创建Axes3D类的对象。



7.1.1 mplot3d概述



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌

Axes3D类中提供了一些用于**设置标题和坐标轴的方法**，关于这些方法及说明具体如下表所示。

方法	说明
set_title()	设置标题
set_xlim()	设置 x 轴的刻度范围
set_ylim()	设置 y 轴的刻度范围
set_zlim()	设置 z 轴的刻度范围
set_zlabel()	设置 z 轴的标签
set_zticklabels()	设置 z 轴的刻度标签



7.1.2 绘制常见的3D图表

常见的3D图表包括**3D线框图**、**3D曲面图**、**3D柱形图**、**3D散点图**等。Axes3D类中提供了一些绘制3D图表的方法，关于这些方法及其说明如下表所示。

方法	说明
plot()	绘制 3D 线图
plot_wireframe()	绘制 3D 线框图
plot_surface()	绘制 3D 曲面图
bar()	绘制 2D 柱形图
bar3d()	绘制 3D 柱形图
scatter()	绘图 2D 散点图
scatter3D()	绘图 3D 散点图
plot_trisurf()	绘制三面图
contour3D()	绘制 3D 等高线图
contourf3D()	绘制 3D 填充等高线图





7.1.2 绘制常见的3D图表



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌

• 绘制3D线框图

Axes3D类的对象使用`plot_wireframe()`方法绘制线框图。

```
plot_wireframe(self, X, Y, Z, *args, **kwargs)
```

语法

- X, Y, Z: 表示x、y、z轴的数据。
- rcount, ccount: 表示每个轴方向上使用的最大样本量，默认为50。若输入的样本量更大，则会采用降采样的方式减少样本的数量；若输入的样本量为0，则不会对相应轴方向的数据进行采样。
- rstride, cstride: 表示采样的密度。若仅使用参数rstride或cstride中任意一个，则另一个参数默认为0。（注：上面两种方法不能同时用）



7.1.2 绘制常见的3D图表



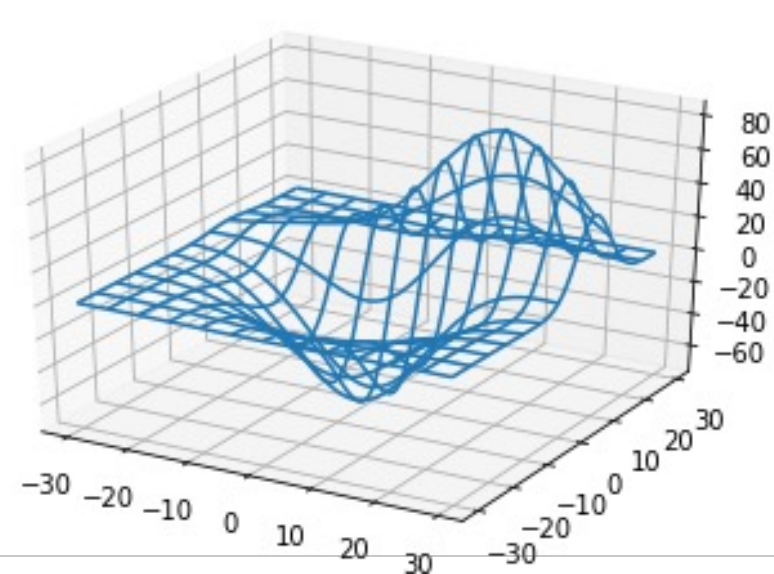
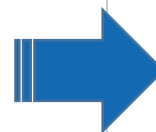
黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌

- 绘制3D线框图

```
fig = plt.figure()
ax = fig.add_subplot(111, projection='3d')
# 获取测试数量
X, Y, Z = axes3d.get_test_data(0.05)
# 绘制3D线框图
ax.plot_wireframe(X, Y, Z, rstride=10,
cstride=10)
plt.show()
```

示例





7.1.2 绘制常见的3D图表



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌

• 绘制3D曲面图

Axes3D类的对象使用`plot_surface()`方法绘制3D曲面图。

```
plot_surface(self, X, Y, Z, *args, norm=None, vmin=None, vmax=None,  
             lightsource=None, **kwargs)
```

语法

- X, Y, Z: 表示x、y、z轴的数据。
- rcount, ccount: 表示每个坐标轴方向上使用的最大样本量，默认为50。
- rstride, cstride: 表示采样的密度。
- color: 表示曲面的颜色。
- cmap: 表示曲面的颜色映射表。
- shade: 表示是否对曲面进行着色。注：用cmap参数，则不可再使用shade。



7.1.2 绘制常见的3D图表



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌

- 绘制3D曲面图

Axes3D类的对象使用`plot_surface()`方法绘制3D曲面图。

```
plot_surface(self, X, Y, Z, *args, norm=None, vmin=None, vmax=None,  
             lightsource=None, **kwargs)
```

语法

- `linewidth`: 表示线宽。
- `antialiased`: 表示是否抗锯齿。



7.1.2 绘制常见的3D图表



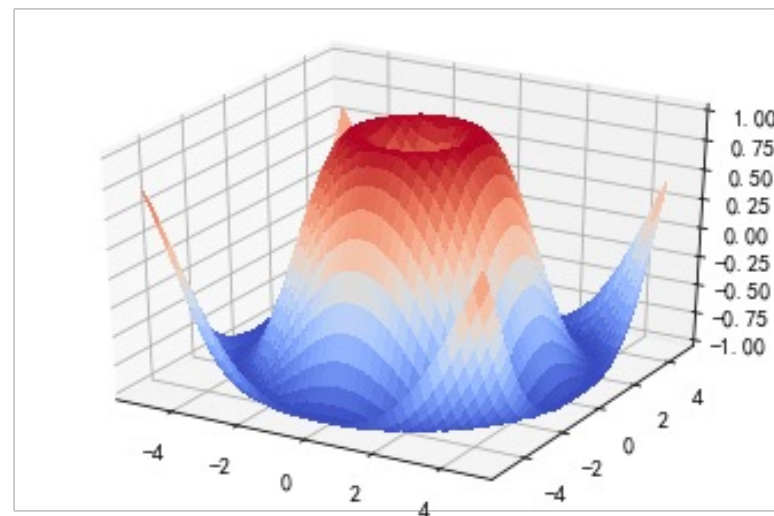
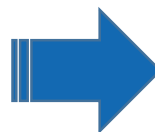
黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌

• 绘制3D曲面图

```
x1 = np.arange(-5, 5, 0.25)
y1 = np.arange(-5, 5, 0.25)
x1, y1 = np.meshgrid(x1, y1)
r1 = np.sqrt(x1**2 + y1**2)
z1 = np.sin(r1)
fig = plt.figure()
ax = fig.add_subplot(111, projection='3d')
# 绘制曲面图
ax.plot_surface(x1, y1, z1, cmap=cm.coolwarm,
               linewidth=0, antialiased=False)
# 设置z轴刻度的范围、位置、格式
ax.set_zlim(-1.01, 1.01)
```

示例





7.1.3 实例1：三维空间的星星



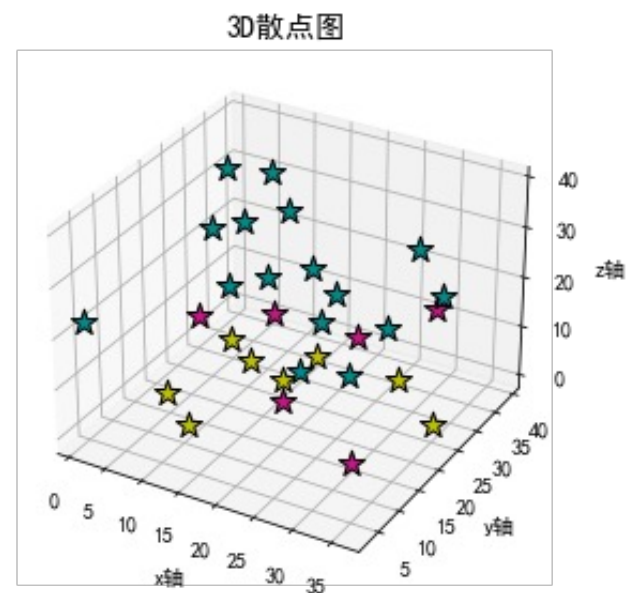
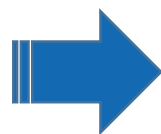
黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌

本实例要求根据一组测试数据，绘制**包含若干个五角星的3D散点图**，并将位于指定值范围的五角星设置成指定的颜色：若 $10 < z < 20$ ，设置五角星的颜色为#C71585；若 $z \geq 20$ ，设置五角星的颜色为#008B8B；其他情况设置五角星的颜色为黄色。

测试数据

```
x = np.random.randint(0, 40, 30)
y = np.random.randint(0, 40, 30)
z = np.random.randint(0, 40, 30)
```





7.1.3 实例1：三维空间的星星

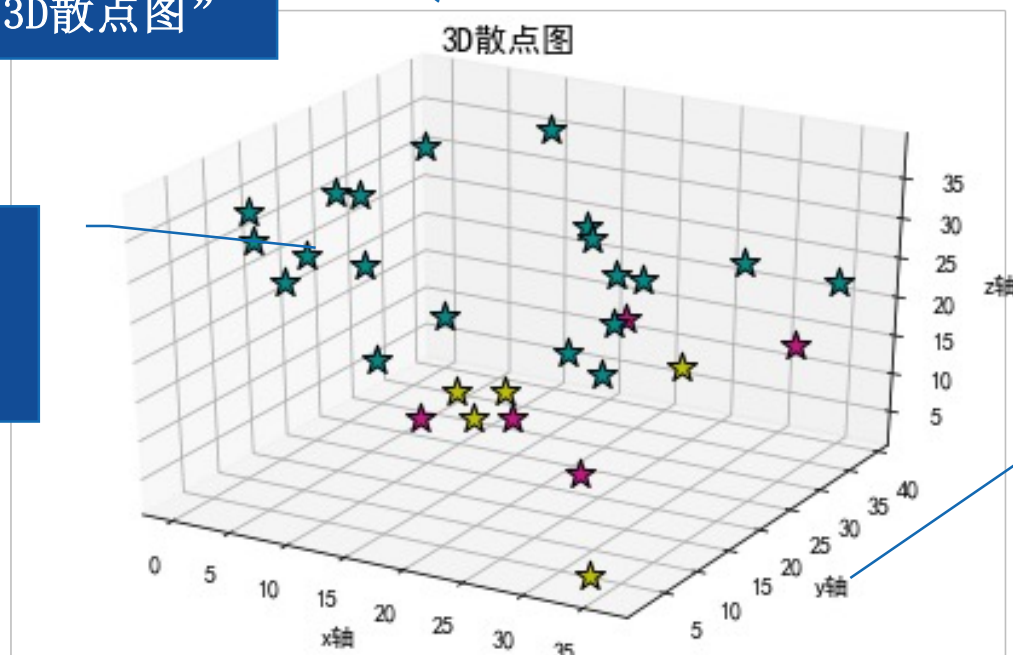


黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌

标题为
“3D散点图”

星星总共有3种颜色，
分别是#C71585、
'#008B8B'、'y'



x、y、z轴的标签
依次为
x轴、y轴、z轴



目录页



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌



7.1 使用**mplot3d**绘制**3D**图表

7.2 使用**animation**制作动图

7.3 使用**basemap**绘制统计地图

7.4 本章小结



7.2.1 animation概述



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌



与静态图表相比，添加了动画效果的**动态图表**更加生动形象，更能激发用户继续探索数据的热情。





7.2.1 animation概述



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌

matplotlib在1.1版本的标准库中加入了动画模块——animation，使用该模块的Animation类可以实现一些基本的动画效果。Animation类是一个动画基类，它针对不同的行为分别派生了不同的子类，主要包括FuncAnimation和ArtistAnimation类。

- FuncAnimation类表示基于重复调用一个函数的动画。
- ArtistAnimation类表示基于一组固定Artist（标准的绘图元素，比如文本、线条、矩形等）对象的动画。





7.2.1 animation概述



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌

• FuncAnimation类

FuncAnimation是基于函数的动画类，它通过重复地调用同一函数来制作动画。

```
FuncAnimation(fig, func, frames=None, init_func=None, fargs=None, save_count=None, *, cache_frame_data=True, **kwargs)
```

构造方法

- `fig`: 表示动画所在的画布。
- `func`: 表示每帧动画调用的函数。
- `frames`: 表示动画的长度（一次动画包含的帧数）。
- `init_func`: 表示用于开始绘制帧的函数，它会在第一帧动画之前调用一次。若未设置该参数，则程序将使用`frames`序列中第一项的绘图结果。
- `fargs`: 表示传递给`func`函数的其它参数。
- `interval`: 表示更新动画的频率，以毫秒为单位，默认为200。
- `blit`: 表示是否更新所有的点，默认为`False`。



7.2.1 animation概述



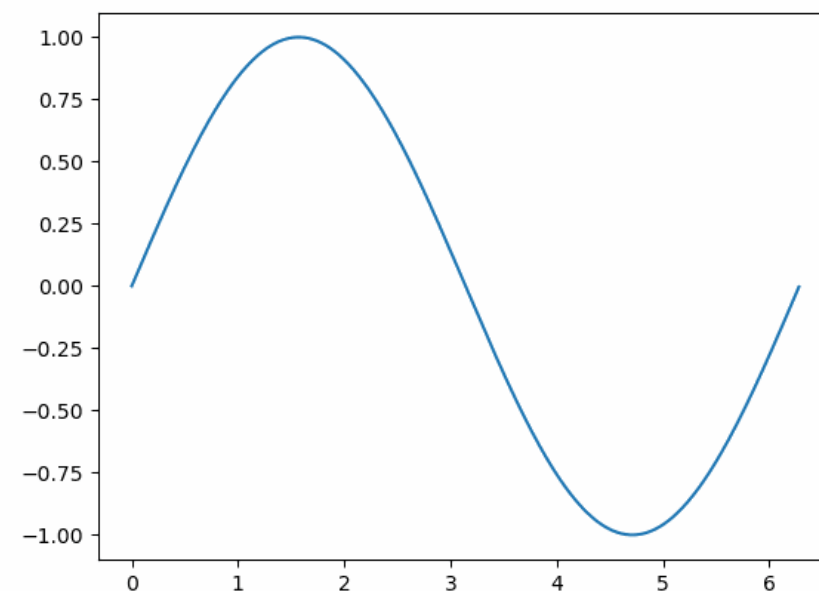
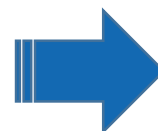
黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌

• 正弦曲线移动效果

```
x = np.arange(0, 2*np.pi, 0.01)
fig, ax = plt.subplots()
line, = ax.plot(x, np.sin(x))
def animate(i):
    line.set_ydata(np.sin(x + i/10.0))
    return line,
def init():
    line.set_ydata(np.sin(x))
    return line,
ani = FuncAnimation(fig=fig, func=animate,
frames=100, init_func=init, interval=20, blit=False)
```

示例





7.2.1 animation概述



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌

• ArtistAnimation类

ArtistAnimation是基于一组Artist对象的动画类，它通过一帧一帧的数据制作动画。

```
ArtistAnimation(fig, artists, interval, repeat_delay, repeat,
                blit, *args, **kwargs)
```

语法

- `fig`: 表示动画所在的画布。
- `artists`: 表示一组Artist对象的列表。
- `interval`: 表示更新动画的频率，以毫秒为单位，默认为200。
- `repeat_delay`: 表示再次播放动画之前延迟的时长。
- `repeat`: 表示是否重复播放动画。



7.2.1 animation概述



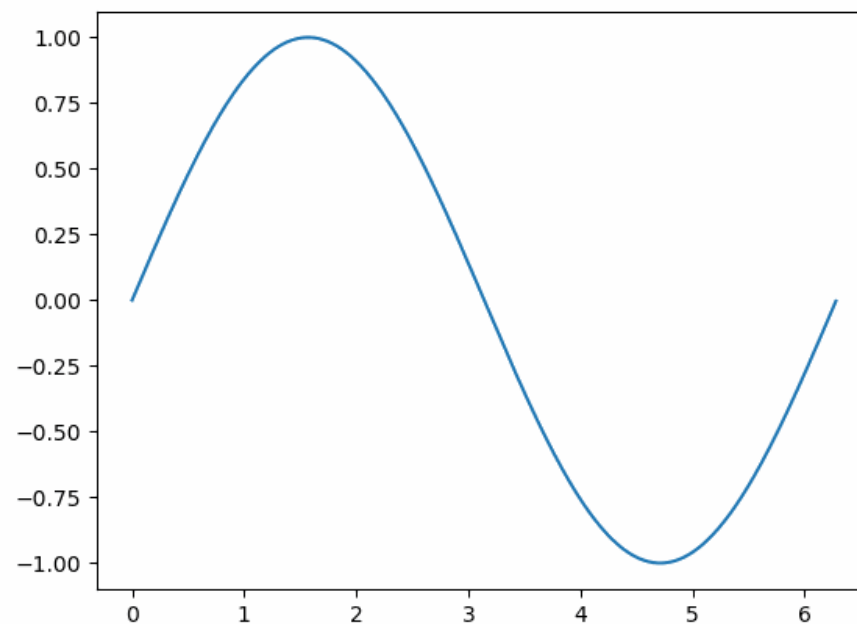
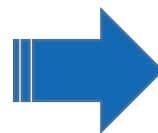
黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌

示例

制作正弦曲线向左匀速移动的动画效果：

- 1, 定义列表, 保存5条正弦曲线
- 2, 创建ArtistAnimation类的对象, 根据列表生成动画效果。





7.2.1 animation概述

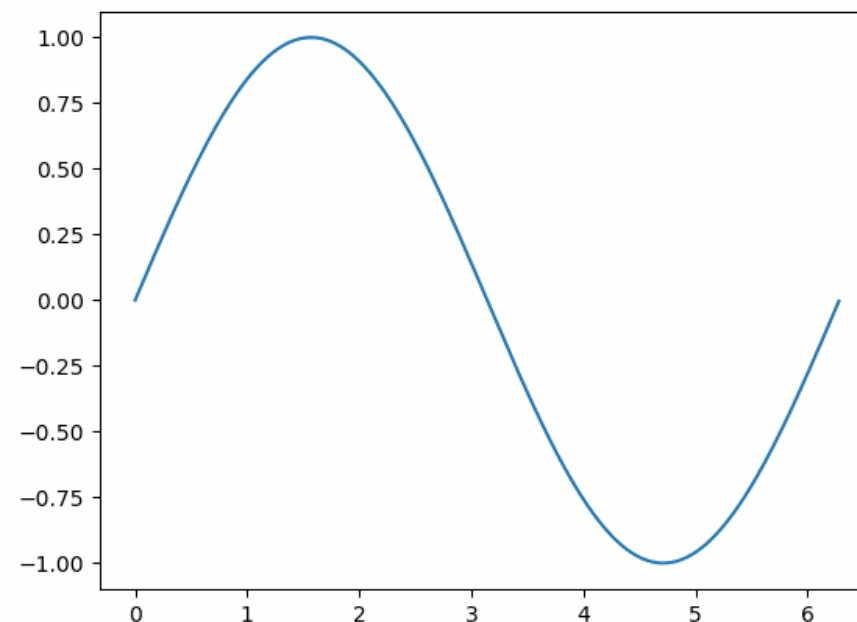
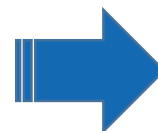


黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌

示例

```
x = np.arange(0, 2*np.pi, 0.01)
fig, ax = plt.subplots()
arr = []
for i in range(5):
    line = ax.plot(x, np.sin(x+i))
    arr.append(line)
# 根据arr存储的一组图形创建动画
ani = ArtistAnimation(fig=fig, artists=arr,
                      repeat=True)
```





7.2.1 animation概述



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌



大家若不希望使用PyCharm工具运行程序，也可以先安装ffmpeg或mencoder，之后使用`Animation`类的`save()`方法将每一帧动画存储为视频文件。



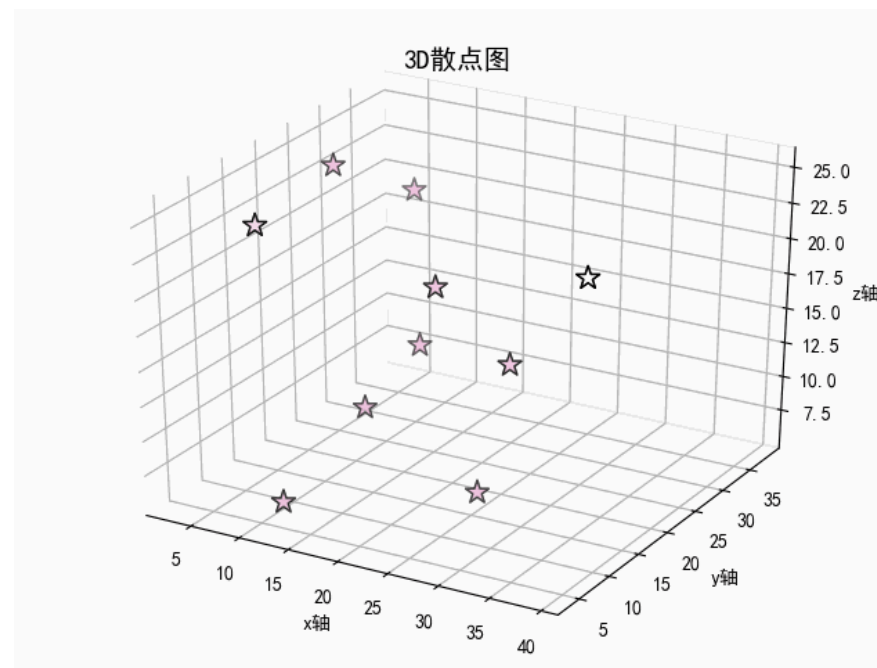
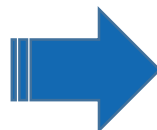
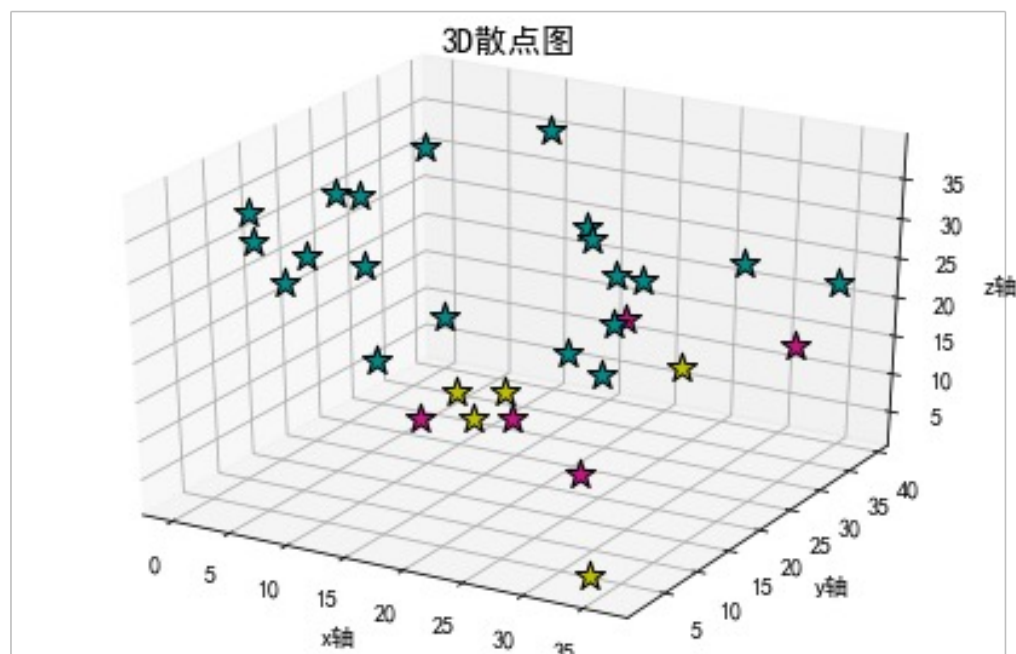
7.2.2 实例2：三维空间闪烁的星星



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌

本实例要求为7.2.3小节绘制的3D散点图添加动画，实现五角星由红色到白色的闪烁效果。





目录页



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌



7.1 使用**mplot3d**绘制**3D**图表

7.2 使用**animation**制作动图

7.3 使用**basemap**绘制统计地图

7.4 本章小结



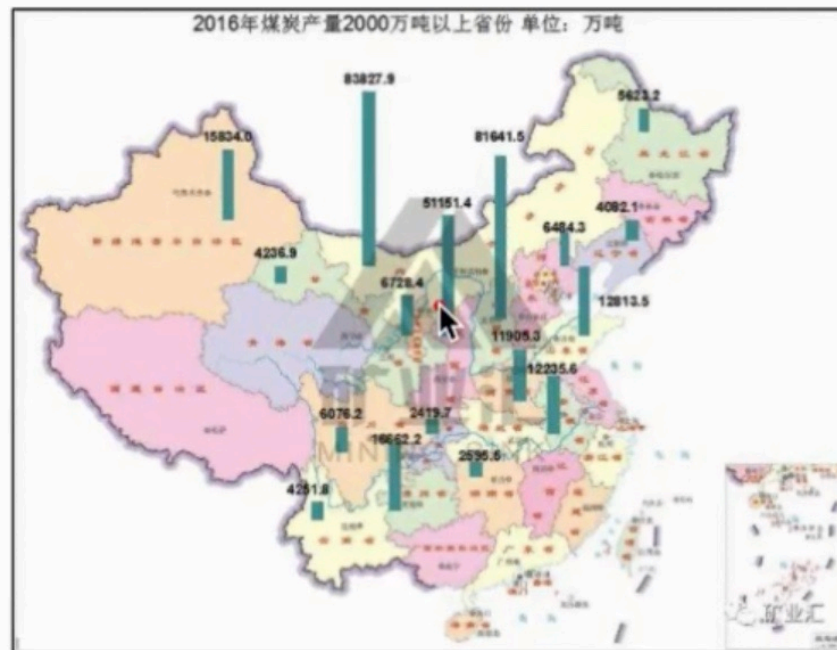
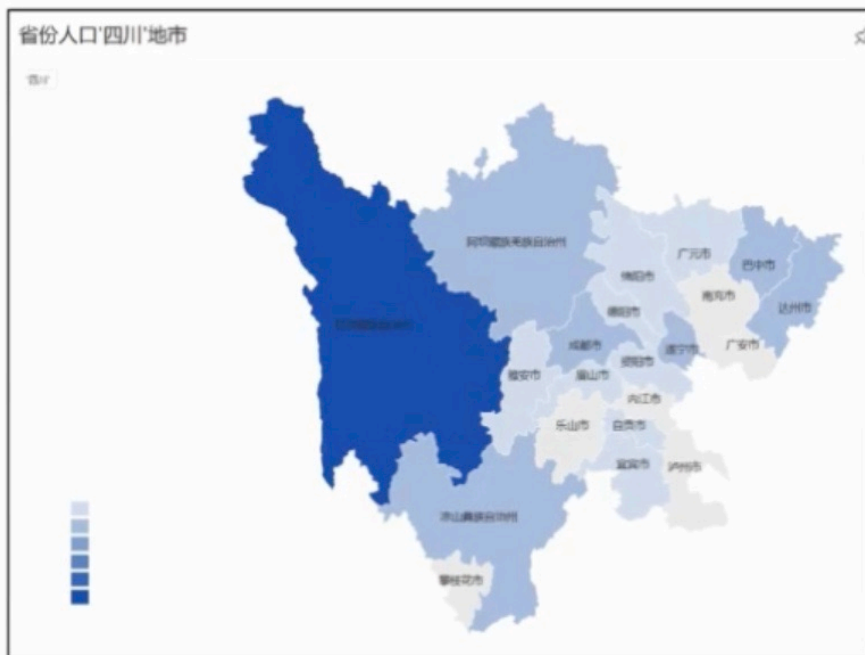
7.3.1 basemap概述



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌

统计地图是以地图为底本，用各种**几何图形**、**实物形象**或不同**线纹**、**颜色**等表明指标的大小及其分布状况的图形，它是**统计图形**与**地图**的结合，既可以突出说明某些现象在地域上的分布，也可以对某些现象进行不同地区间的比较，还可以表明现象所处的地理位置及与其他自然条件的关系等。





7.3.1 basemap概述



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌



在数据可视化中，人们有时需将采集的数据按照其地理位置显示到地图上，常见于城市人口、飞机航线、矿藏分布等场景，有助于用户理解与空间有关的信息。**basemap**是matplotlib中的地图工具包，它本身不会参与任何绘图操作，而是会将给定的地理坐标转换到地图投影上，之后将数据交给matplotlib进行绘图。



7.3.1 basemap概述



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌

- 安装basemap

在Anaconda中安装basemap的方式比较简单，可以直接在Anaconda Prompt工具中输入如下命令：

```
conda install basemap
```

语法

执行以上命令后，conda命令会自动解析当前的Python环境并下载当前环境对应的basemap包。需要说明的是，在命令执行的过程中会询问用户是否安装，用户只需同意即可。



7.3.1 basemap概述



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌

- 安装basemap

安装完成后，在Anaconda Prompt的命令提示符后面输入python，之后输入如下

导入语句：

```
from mpl_toolkits.basemap import Basemap
```

示例代码

执行完以上语句后，若Anaconda Prompt中没有出现错误信息，则表明basemap安装成功，否则表明安装失败。



7.3.1 basemap概述



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌

- 安装basemap



在Jupyter Notebook工具中导入basemap工具包时，运行会出现“**KeyError: ' PROJ_LIB'** ”错误。程序之所以产生“**KeyError: ' PROJ_LIB'** ”错误，是因为basemap依赖的proj4模块未设置环境变量。大家可以参考https://blog.csdn.net/weixin_39278265/article/details/84019778网址中推荐的解决方式。



7.3.1 basemap概述



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌

• 使用basemap

basemap工具包中主要包含一个表示基础地图背景的**Basemap类**，通过创建Basemap类的对象可以**指定地图投影的类型和要处理的地球区域**。

```
Basemap(llcrnrlon=None, llcrnrlat=None, urcrnrlon=None, urcrnrlat=
        None, llcrnrx=None, ..., ax=None)
```

语法

- lon_0, lat_0: 表示所需地图投影区域中心的经度或纬度。
- llcrnrlon, llcrnrlat: 表示地图投影区域左下角的经度或纬度。
- urcrnrlon, urcrnrlat: 表示地图投影区域右上角的经度或纬度。
- width, height: 表示所需地图投影区域的宽度和高度。
- rsphere: 表示投影中使用的球体的半径。



7.3.1 basemap概述



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌

• 使用basemap

basemap工具包中主要包含一个表示基础地图背景的**Basemap**类，通过创建Basemap类的对象可以**指定地图投影的类型**和**要处理的地球区域**。

```
Basemap(llcrnrlon=None, llcrnrlat=None, urcrnrlon=None, urcrnrlat=None, llcrnrx=None, ..., ax=None)
```

语法

- **resolution**: 表示包括海岸线、湖泊等的分辨率，可以取值为'c'（粗略，默认值）、'l'（低）、'i'（中级）、'h'（高）、'f'（完整）或None。
- **area_thresh**: 表示不会绘制海岸线或湖泊的阈值。
- **anchor**: 表示地图置于绘图区域的方式，默认为C，表示地图居中。
- **projection**: 表示地图投影的类型，默认值为cyl。



7.3.1 basemap概述

- 使用basemap

Projection参数的常用取值及说明如右表所示。

取值	说明
cea	Cylindrical Equal Area（圆柱等积投影）
mbtfpq	McBryde-Thomas Flat-Polar Quartic（麦克布赖德-托马斯平极四次投影）
aeqd	Azimuthal Equidistant（方位等距投影）
sinu	Sinusoidal（正弦投影）
poly	Polyconic（多圆锥投影）
omerc	Oblique Mercator（斜轴墨卡托投影）
gnom	Gnomonic（球心投影）
moll	Mollweide（摩尔威德投影）
mill	Miller Cylindrical（米勒圆柱投影）
stere	Stereographic（立体影像投影）
eqdc	Equidistant Conic（等距圆锥投影）
cyl	Cylindrical Equidistant（等距圆柱投影）
hammer	Hammer（哈默投影）
aea	Albers Equal Area（阿伯斯投影）
ortho	Orthographic（正投影）
cass	Cassini-Soldner（卡西尼-斯洛德投影）
vandg	van der Grinten（范德格林氏投影）
laea	Lambert Azimuthal Equal Area（兰伯特方位等积投影）
robin	Robinson（罗宾森投影）





7.3.1 basemap概述



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌

- 使用basemap

确定地图背景的投影区域之后，用户还需要对待处理的区域进行完善，为该区域绘制河岸线、河流和地区或国家边界等。Basemap类中提供了一些绘制地图背景的方法。

方法	说明
drawcoastlines()	绘制海岸线
drawcountries()	绘制国家边界
drawstates()	绘制北美的州界
drawmapboundary()	绘制地图投影区域周围边界
drawrivers()	绘制河流
drawparallels()	绘制纬度线
drawmeridians()	绘制经度线



7.3.1 basemap概述



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌

- 使用basemap

拥有地图背景之后便可以使用matplotlib在地图上绘制数据了。为方便用户操作，Basemap类中提供了一些在地图上**绘制数据的方法**（这些方法已经简单地转发到Axes实例方法，且进行了一些额外的处理和参数检查）。

方法	说明
contour()	绘制轮廓线
contourf()	绘制填充轮廓
plot()	绘制线或标记
scatter()	绘制散点或气泡
quiver()	绘制向量
barbs()	绘制风钩
drawgreatcircle()	绘制大圆圈





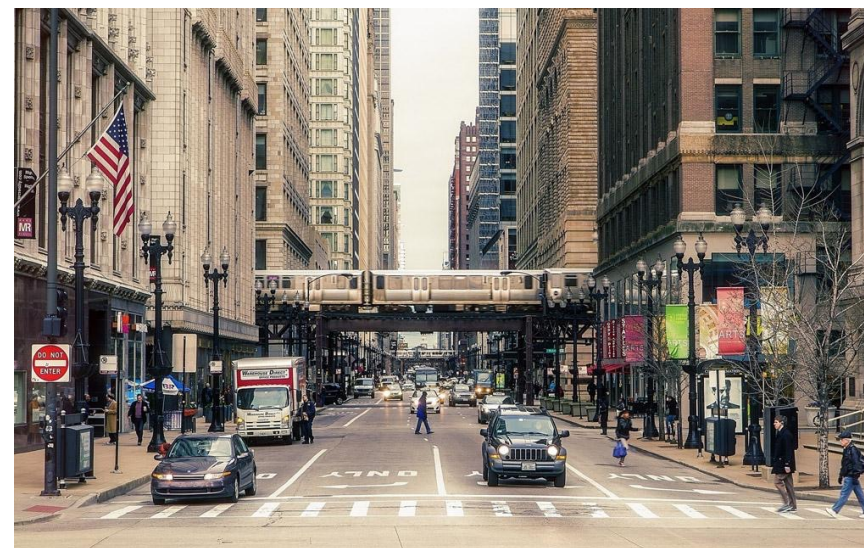
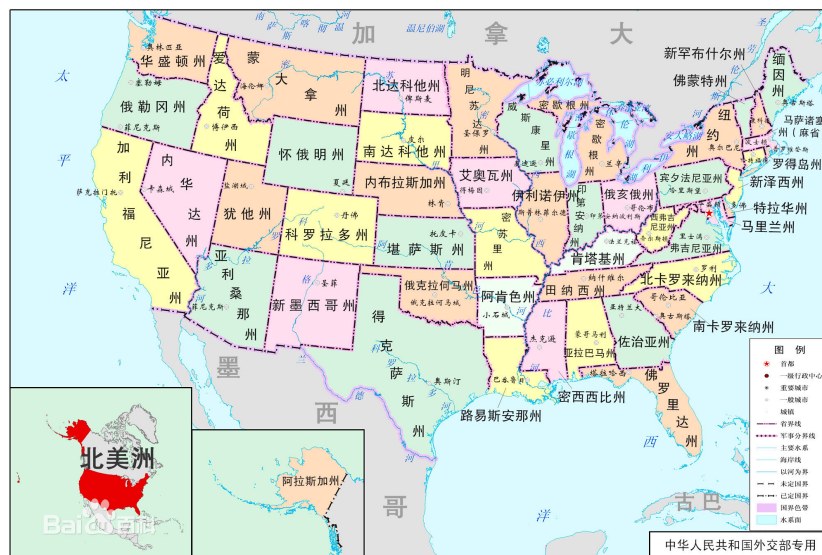
7.3.2 实例3：美国部分城镇人口分布



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌

美国是由50个州、1个联邦直辖特区和关岛等众多海外领土组成的国家，它的土地面积仅次于中国，但人口总量只有约3亿多，是一个名副其实的地广人稀的国家。





7.3.2 实例3：美国部分城镇人口分布

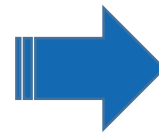


黑马程序员
www.itheima.com

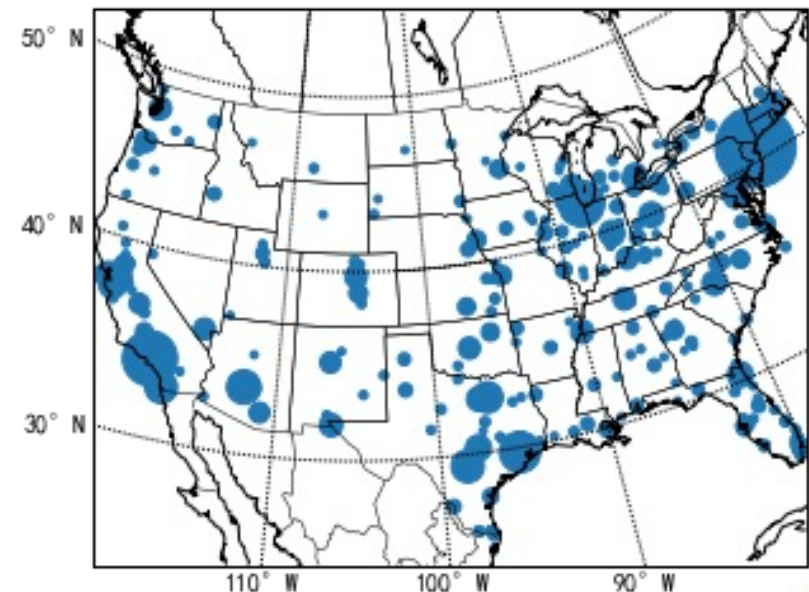
传智教育旗下
高端IT教育品牌

本实例要求根据下表的数据（存储于2014_us_cities.csv文件中），获取前500条数据，将获取的lat和lon两列的**地理坐标转换到地图投影**中，将pop列的数据**绘制成气泡**并显示到地图上。

城市	人数 (pop)	纬度 (lat)	经度 (lon)
Phoenix	1465114	33.4467681	-112.0756724
San Antonio	1359174	29.4246002	-98.4951405
San Diego	1321016	32.7174209	-117.1627714
Dallas	1219399	32.7761963	-96.7968994
San Jose	971495	37.3438502	-121.8831349
...
Spanish Fort	7102	30.6749127	-87.9152724
Plaquemine	7102	30.2890833	-91.2342744
Milton-Freewater	7102	45.9326346	-118.3877435
Benton	7096	36.0345286	-88.101285
Ocean City	7094	39.2776156	-74.5746001



2014年美国部分城镇的人口分布情况





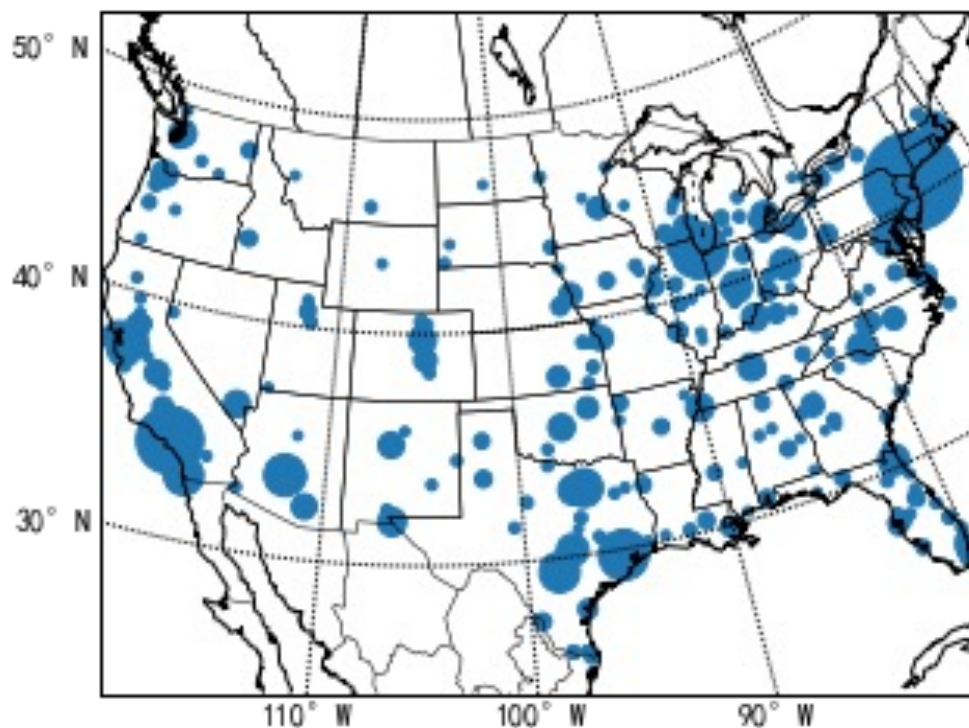
7.3.2 实例3：美国部分城镇人口分布



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌

2014年美国部分城镇的人口分布情况



地图中不同大小的圆点代表人口的数量，圆点越大说明该地域的人口越多，圆点越小说明该地域的人口越少。由图7-7可知，位于美国东北部的纽约州和位于西部的加利福尼亚州的人口数量最多。



7.3.2 实例4：绘制中国地图



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌

参考以下网页：

<https://segmentfault.com/a/1190000010871928>

https://blog.csdn.net/weixin_41789707/article/details/84861540



目录页



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌



7.1 使用**mplot3d**绘制**3D**图表

7.2 使用**animation**制作动图

7.3 使用**basemap**绘制统计地图

7.4 本章小结



7.4 本章小结



黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌



本章首先介绍了使用mplot3d工具包绘制3D图表，然后介绍了使用animation模块制作动画，最后介绍了使用basemap工具包绘制统计地图。通过对本章的学习，希望读者能够掌握这些工具包和动画模块的基本用法。





黑马程序员
www.itheima.com

传智教育旗下
高端IT教育品牌

Thank You!

www.ityxb.com

