

PS3

首先导入 pandas, numpy, xarray, matplotlib 等

```
: import numpy as np
import xarray as xr
import pandas as pd
import matplotlib as mpl
import matplotlib.pyplot as plt
import matplotlib.gridspec as gridspec
%matplotlib inline
```

1. Global methane levels from 2002

读取 nc 文件

```
# 1
ds = xr.open_dataset('200301_202006-C3S-L3_GHG-PRODUCTS-OBS4MIPS-MERGED-v4.3.nc', engine='netcdf4')
ds
```

1.1

对 xch4 以 month 为单位 groupby 进行整合后求平均值，再画图

```
#1.1
ds.xch4.groupby('time.month')
xch4_clim = ds.xch4.groupby('time.month').mean()
xch4_clim.plot(col='month', col_wrap=4, robust=True)
```

1.2

对 xch4 求平均，再选择时间后画图

```
: # 1.2
ds.xch4.mean(dim=('lon', 'lat')).sel(time=slice('2003-01', '2020-06')).plot(marker='o', size=6)
```

发现从 2003-01 到 2020-06 全球平均甲烷的浓度整体上呈现升高趋势，且每年中甲烷的浓度变化表现为 2-9 月浓度逐渐升高，在 9 月达到峰值后逐渐降低。

1.3

先选择研究的经纬度区域和时间，再求平均值。利用 resample 函数，time= 'Q-DEC' 表示对于 12 月结束的每一年中每季度最后一个月的最后一天，再求平均值后画图。

```
: # 1.3
ds2 = ds.xch4.sel(lon=slice(-152.5, -147.5), lat=slice(-17.5, -12.5)).sel(time=slice('2003-01', '2020-06')).mean(dim=('lat', 'lon'))
ds2.resample(time='Q-DEC').mean(skipna=True).plot(color='r')
```

发现季节淡化后的全球甲烷平均浓度呈上升趋势，但是缺乏 2014-05 至 2015-01，2006 年至 2009 年，2012 年和 2013 年的部分数据。

2. Niño 3.4 index

读取 nc file，选择研究的区域（5S-5N,170W-120W），因为这里的经度是 0-360 表示，所以 170W-120W 相当于 190-240，dataset 命名为 ds_re

利用 groupby 函数对月份整合，得到月平均的海平面温度，再用原来的数据减去月平均的值得到异常值，命名为 sst_anom

```
: # 2
# 2.1
ds = xr.open_dataset('NOAA_NCDC_ERSST_v3b_SST.nc', engine='netcdf4')
ds_re = ds.sel(lat=slice(-5, 5), lon=slice(190, 240))

group_data = ds_re.sst.groupby('time.month')
sst_anom = group_data - group_data.mean(dim='time')
sst_anom
```

2.2

利用 `rolling.mean` 对求出来的 `sst_anom` 异常值求滑动平均，时间跨度是 3 个月。
画图并设置 `label`, `title`, 参考线等信息。

```
# 2.2
sst_anom_rol = sst_anom.rolling(time=3, center=True).mean()

fig, ax = plt.subplots(1, 1, figsize=(8, 5), dpi=100)
line_sst_anom = np.nanmean(sst_anom_rol, axis=(1, 2))
t = pd.date_range(start='1960-01', periods=684, freq='m')

ax.plot(t, line_sst_anom, color='k')

ax.set_ylabel('Anomaly in Degrees C', color='k', fontsize=12)
ax.set_xlabel('Year', color='k', fontsize=12)
ax.set_title('SST Anomaly in Nino 3.4 Region (5N-5S, 120-170W)', fontsize=15)
ax.set_ylim(-3, 3)

ax.grid(linestyle='--', linewidth=1, alpha=0.5)
ax.hlines(y=0, xmin=t[0], xmax=t[-1], color='k', ls='-', linewidth=1, label='3mth running mean')
ax.hlines(y=0.5, xmin=t[0], xmax=t[-1], color='r', ls='--', linewidth=1, label='EI Nino Threshold')
ax.hlines(y=-0.5, xmin=t[0], xmax=t[-1], color='b', ls='--', linewidth=1, label='La Nina Threshold')

ax.legend(fontsize=10, frameon=True, framealpha=1, shadow=False)

ax.fill_between(t, line_sst_anom, where=(line_sst_anom>0), color='r')
ax.fill_between(t, line_sst_anom, where=(line_sst_anom<0), color='b')
```

3.

数据是 2012 年全球的气温

3.1 读取文件后对变量 `air` 按月进行时间整合，再取平均值，原数据减去整合完的均值，得到异常后取平均作图。

```
# 3
# 3.1
group_data = ds.air.groupby('time.month')
air_anom = group_data - group_data.mean(dim='time')
line_air_anom = air_anom.mean(dim=('lat', 'lon'))

time = pd.date_range(start='2012-01-01', periods=366, freq='d')
fig, ax = plt.subplots(1, 1, figsize=(8, 5), dpi=120)
ax.plot(time, line_air_anom, color='k')
ax.set_ylabel('Anomaly Degrees C', color='k', fontsize=10)
ax.set_xlabel('Time', color='k', fontsize=10)
```

3.2

1 2012-01-01 到 2012-12-31 的全球平均气温的时间序列
求平均后选择时间区域后作图

```
# 3.2
# 1 2012-01-01到2012-12-31的全球平均气温的时间序列
ds.air.mean(dim=('lon', 'lat')).sel(time=slice('2012-01-01', '2012-12-31')).plot(x='time', figsize=(8, 5))
```

2 不同纬度全球月平均空气的气温

用 `groupby` 按月份进行整合，对经度求平均后画图

```
# 3.2
# 2 不同纬度全球月平均空气的气温
mean_monthly = ds.air.groupby('time.month').mean(dim=('lon'))
mean_monthly.plot(x='time', figsize=(8, 5))
plt.title('Mean Monthly Air Temperature (K)', fontsize=15)
```

3 2012 年不同纬度的平均温度（摄氏度表示）

先 `ds.air-273.15` 转为用摄氏度表示，再求平均后作图

```
# 3.2
# 3 2012年不同纬度的平均温度 (摄氏度表示)
C_tem = ds.air - 273.15
C_tem.mean(dim=('lon')).plot(x='time',figsize=(13,7))
plt.title('Average Temperature at Different Latitudes in 2012 (centigrade)', fontsize=15)
```

4 全球 11 月和 12 月的平均空气温度

创建有子图的空图，

ax1 是选时间为 11 月的区域求平均后画图，蓝色曲线

ax2 是选时间为 12 月的区域求平均后画图，红色曲线

ax1、2 共用一个 x 轴。

最后设置 label, fontsize, title 等

```
# 3.2
# 4 全球11月和12月的平均空气温度
fig, ax1 = plt.subplots(1,1,figsize=(8,5), dpi=100)
mean_Nov_tem = ds.air.sel(time=slice('2012-11-01','2012-11-30')).mean(dim=('lon','lat'))
ax1.plot(mean_Nov_tem,color='b')

ax2 = ax1.twinx()
mean_Dec_tem = ds.air.sel(time=slice('2012-12-01','2012-12-31')).mean(dim=('lon','lat'))
ax2.plot(mean_Dec_tem,color='r')

ax1.set_xlabel('Time', color='k',fontsize=12)
ax1.set_ylabel('Nov Temperature (K)', color='k',fontsize=12)
ax2.set_ylabel('Dec Temperature (K)', color='k',fontsize=12)
ax1.set_title('Nov & Dec mean air temperature (K)', color='k', fontsize=18)
```

5 南极点下半年的平均气温

南极点选择纬度是-90 的位置，选择时间后画图

```
: # 3.2
# 5 南极点下半年的平均气温
ds.air.sel(lat=-90,method='nearest').sel(time=slice('2012-06-01','2012-12-31')).plot(x='time',figsize=(11,6))
```