

鼠鼠气象工作室 • Python 寒假线上课程

第一期 2023.1



试听课程:

2023/1/2 【Lesson 0】时间序列处理 · 气温线性倾向率

第一期 课程计划:

2023/1/7 【Lesson 1】算法 · 月平均值 · 误差棒图 · 统计分析
搭建你的第一个算法框架

2023/1/9 【Lesson 2】数据处理 · 解放生产力 · 批量数据处理
批量数据处理进阶版+数据质量控制

2023/1/11 【Lesson 3】算法 · 高温热浪事件 · 气候变化
热门研究方向, 原创代码

2023/1/13 【Lesson 4】?

2023/1/15 【Lesson 5】?

一	二	三	四	五	六	日
26 初四	27 初五	28 初六	29 初七	30 初八	休 31 冬二九	休 1 元旦
休 2 十一	3 十二	4 十三	5 小寒	6 十五	7 十六	8 十七
9 冬二九	10 十九	11 二十	12 廿一	13 廿二	14 北小年	15 南小年
16 廿五	17 廿六	18 廿七	19 廿八	20 大寒	休 21 除夕	休 22 春节
休 23 初二	休 24 初三	休 25 初四	休 26 初五	休 27 初六	班 28 初七	班 29 初八
30 初九	31 初十	1 十一	2 十二	3 十三	4 立春	5 元宵节



第一期 直播授课日期

具体上课时间由课程QQ群投票决定,
群内提供录屏回放和助教答疑

Lesson 0 时间序列处理 · 气温线性倾向率



对气象要素的变化趋势进行分析，是认识气候变化规律的关键步骤。

数据：2000-2020年 NCDC sub-daily中国地面气象站气温数据

关键词：批量读取文件；年变化；线性倾向率

Lesson 0 时间序列处理 • 气温线性倾向率

常见气温变化趋势分析方法^[1]:

- (1) 线性倾向估计
得到不同时间尺度（年、季）的气温变化趋势
- (2) Mann-Kendall检验
检验时间序列是否存在突变
- (3) 小波分析
揭示变换的多尺度结构，从而提取其中存在的主要时间尺度（主要震荡周期）

➤ 线性倾向估计^[2]

1.2 线性倾向估计

用 x_i 表示样本量为 n 的某一气候变量, 用 t_i 表示 x_i 所对应的时间, 建立 x_i 与 t_i 之间的一元线性回归方程:

$$\hat{x}_i = a + bt_i \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

对序列 x_i 及相应的 t_i , 回归系数 b 和回归常数 a 的最小二乘估计为

$$\begin{cases} b = \frac{\sum_{i=1}^n x_i t_i - \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n x_i) (\sum_{i=1}^n t_i)}{\sum_{i=1}^n t_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n t_i)^2} \\ a = \bar{x} - b\bar{t} \end{cases}$$

➡ 求回归系数 b (气温线性变化率/倾向值)

➡ 求相关系数 r (进行显著性检验)

$$\text{其中 } \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad \bar{t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i$$

t_i 与 x_i 之间的相关系数

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n t_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n t_i)^2}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n x_i)^2}$$

回归系数 b 的符号表示气候变量 x 的趋势倾向, 当 $b > 0$ 时, 说明 x 随时间 t 的增加而呈上升趋势; 当 $b < 0$ 时, 说明随时间 t 的增加, x 呈下降趋势。 b 值的大小反映了上升或下降的速率。

相关系数 r 表示 x 与 t 之间线性相关的密切程度, 当 $r > 0$ 、 $b > 0$ 时, 说明 x 随 t 的增加呈上升趋势; 当 $r < 0$ 、 $b < 0$ 时, 说明 x 随 t 的增加呈下降趋势。 $|r|$ 越大, x 与 t 之间的线性相关就越密切。要判断变化趋势的程度是否显著, 还要对相关系数进行显著性检验。确定显著性水平 α 若 $|r| > r_{\alpha}$ 表示 x 随 t 的变化趋势是显著的, 否则表明变化趋势不显著^[1]。

Lesson 0 时间序列处理 · 气温线性倾向率

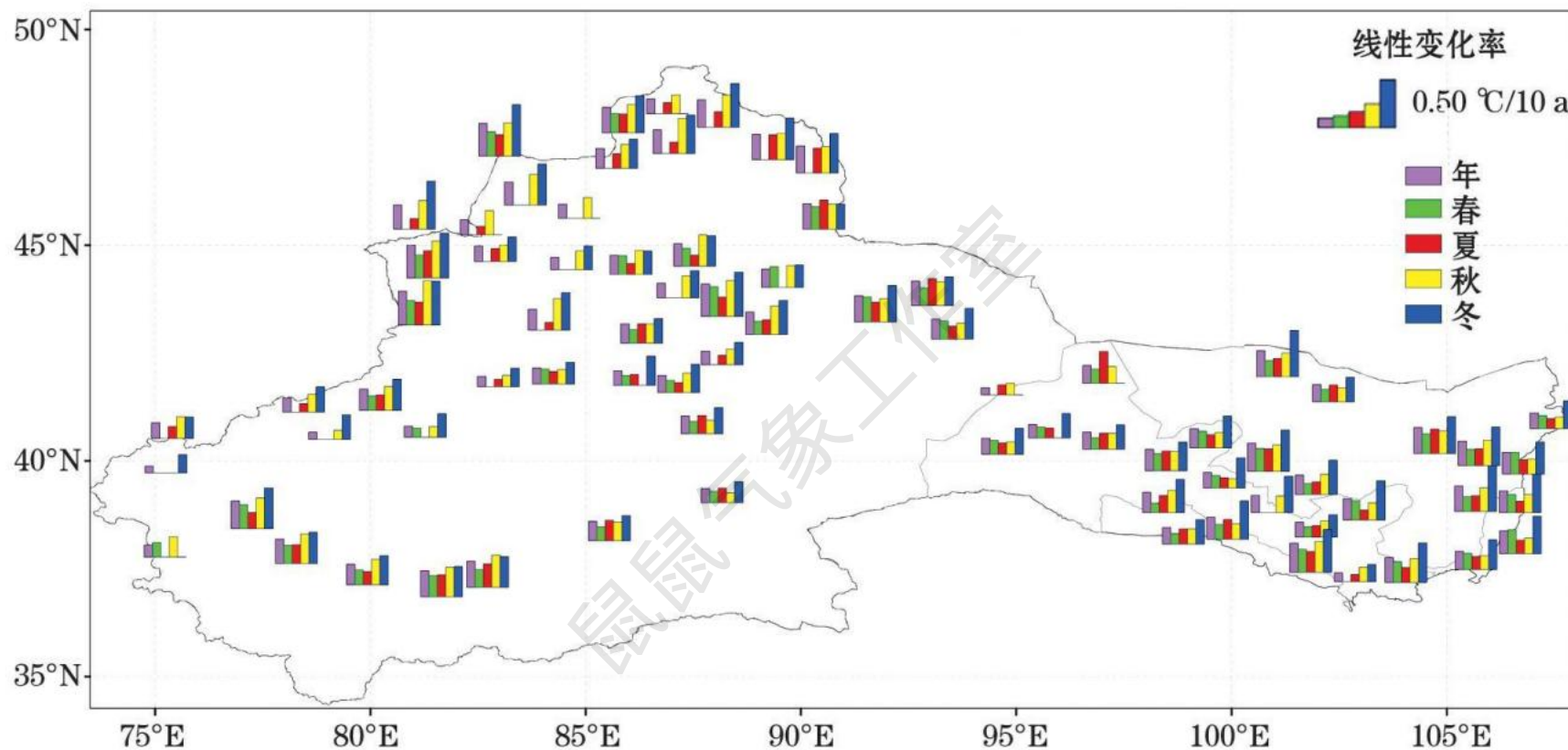


图 2 各站点 1961—2007年年、季气温线性变化趋势($^{\circ}\text{C} / 10 \text{ a}$)

Fig 2 Linear trend of mean annual and seasonal temperature at the meteorological stations in the arid regions of China during the period from 1961 to 2007 ($^{\circ}\text{C} / 10 \text{ a}$)

Lesson 0 时间序列处理 • 气温线性倾向率

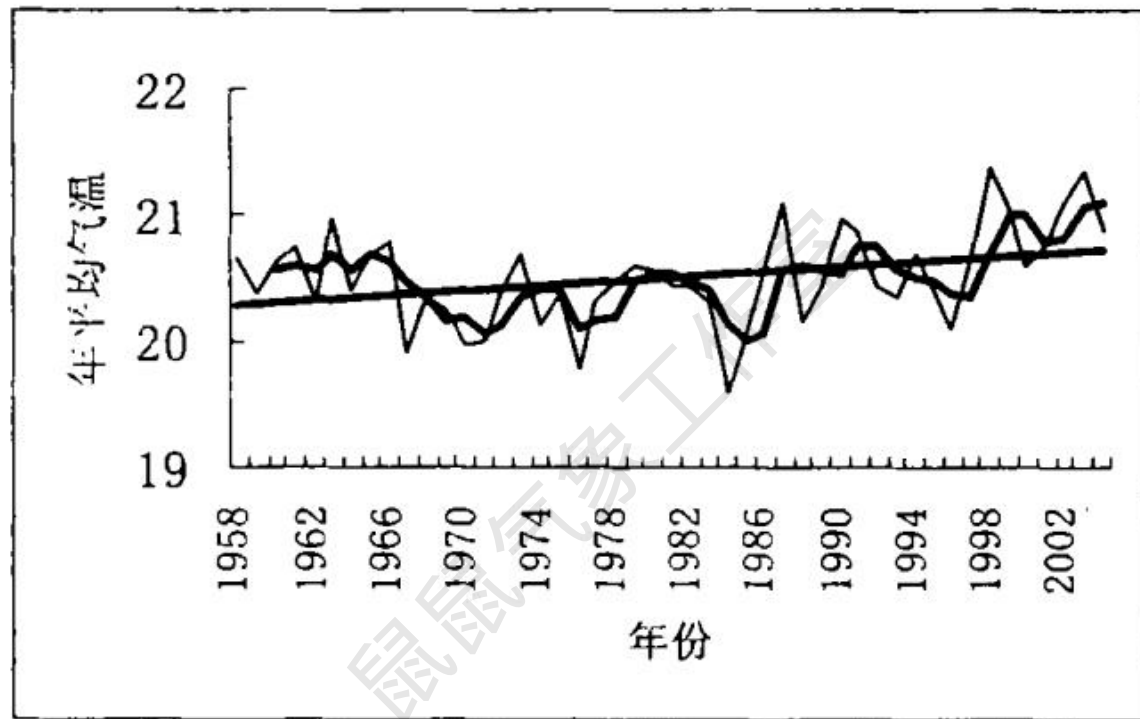


图1 广西近50a年平均气温变化趋势

(细线为频率变化线, 粗线为低通滤波线, 直线为线性趋势线)

➤ 数据介绍

- 原数据来源: NCDC (美国国家气候数据中心, National Climatic Data Center)

2000-2020年 NCDC sub-daily中国地面气象站 气温数据

- 原数据网址: 王晓磊的主页: <https://quotsoft.net/air>

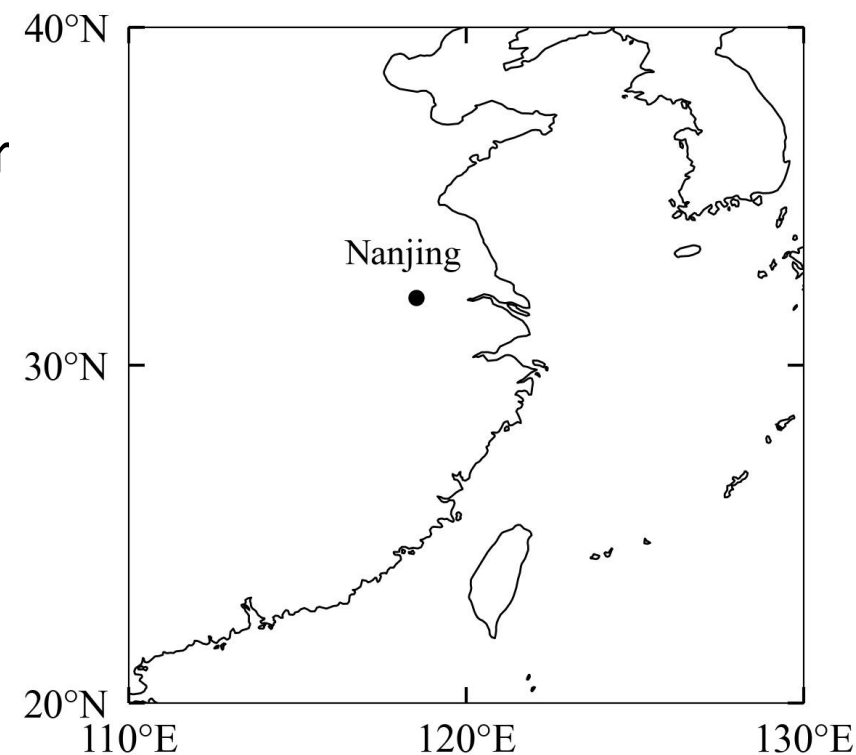
中国气象历史数据下载 (1942/07以来)

气象科研绘图9

- 文件名称: **tem00-19.csv、tem20.csv**

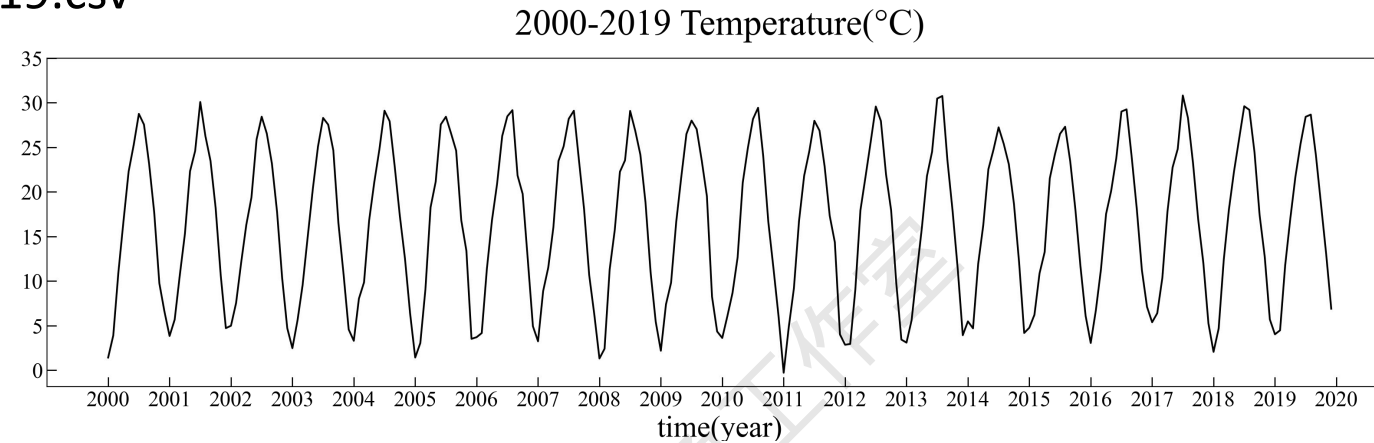
已处理好的2000-2019年、2020年逐月气温数据

- 站点: 58238南京

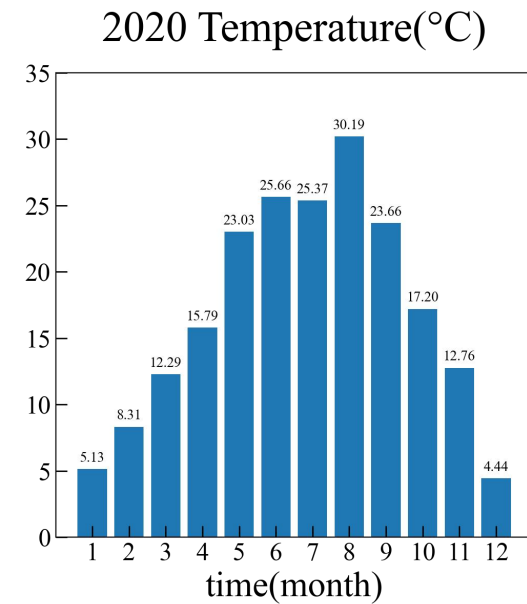
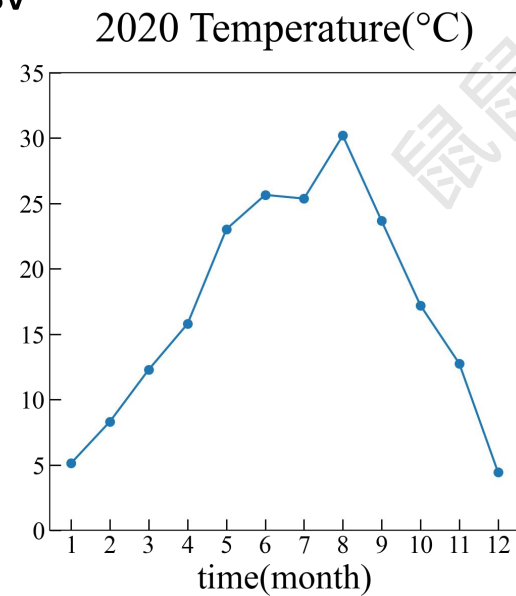


Lesson 0 时间序列处理 • 气温线性倾向率

- 文件名称: tem00-19.csv

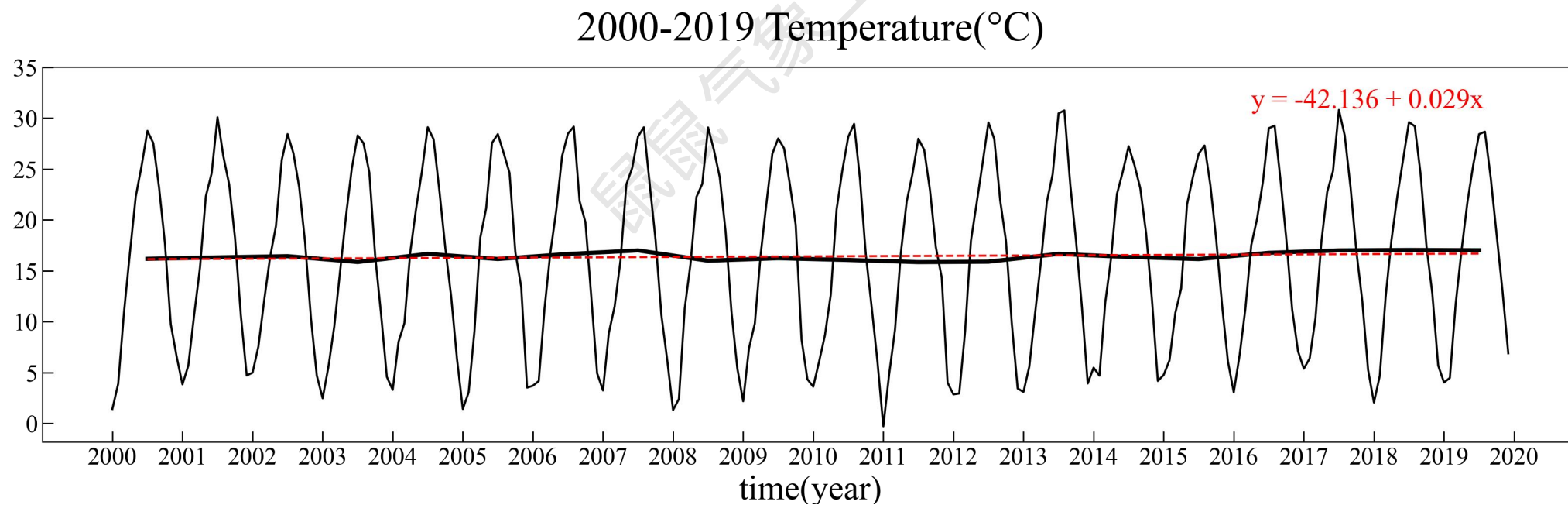


- 文件名称: tem20.csv



➤绘图要求

(1) 计算2000-2019年 58238南京站的年平均气温和逐年气温线性倾向率，并对所得的线性趋势方程进行显著性检验。使用该线性趋势方程计算2020年平均气温，并与实测值进行对比。

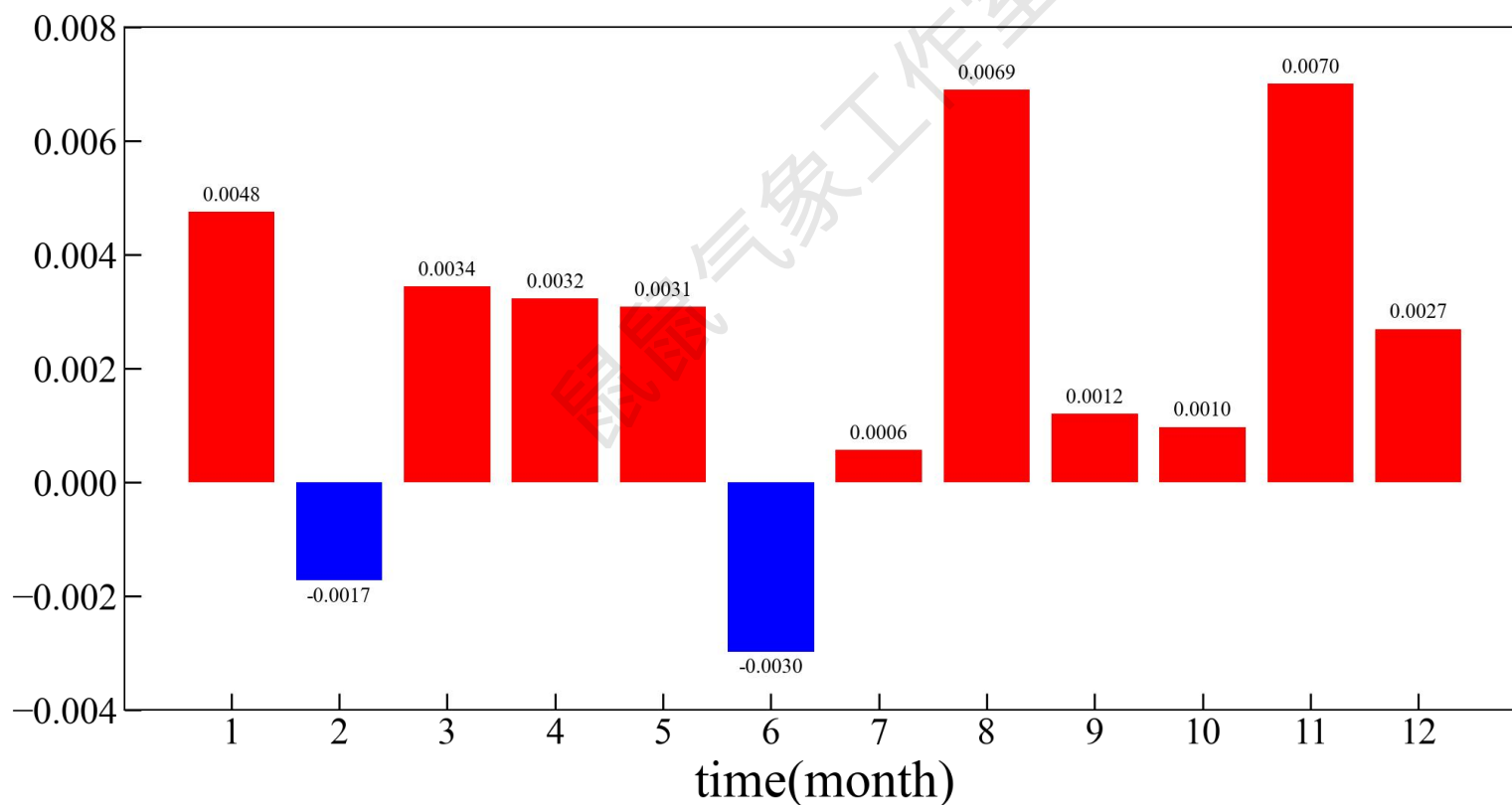


Lesson 0 时间序列处理 • 气温线性倾向率



(2) 计算2000-2019年 58238南京站的逐月气温线性倾向率，并对所得的线性趋势方程进行显著性检验。计算2020年各月平均气温，并与实测值进行对比。

2000-2019 Monthly temperature linear trend($^{\circ}\text{C}/20\text{a}$)



授课形式：线上

（腾讯会议直播，课程QQ群提供录屏回放和助教答疑）

授课时间：1.7/1.9/1.11/1.13/1.15，每天约2小时

（后续课程群投票再定详细时间）

价格：早鸟价89/人（前10名），后续99/人（ ≥ 10 名）

报名方式：淘宝店铺【鼠鼠气象工作室】，有相应的【第一期】课程链接，拍下并付款后滴滴客服进课程群，商品无物流发货后视为报名成功



参考文献

[1]张雪芹,孙杨,毛炜峰,刘芸芸,任雨. 中国干旱区气温变化对全球变暖的区域响应[J]. 干旱区研究, 2010, 27(04): 592-599. DOI: 10. 13866/j. azr. 2010. 04. 012.

[2]黄雪松,周惠文,黄梅丽,赵江洁. 广西近50年来气温、降水气候变化[J]. 广西气象, 2005(04): 9-11.

鼠鼠气象工作室