

实验实训方案

案例 06 · 气象干旱到植被异常的空间响应时滞

案例编号	难度	学时	交付格式
06	进阶	6	可编辑 DOCX

使用说明：本文件为实验实训方案的可编辑 Word 版本；Notebook、数据说明和代码仍在平台对应案例页提供下载。

实训问题

在对齐的合成月度网格中，降水异常领先植被异常的相关关系和最佳滞后如何分布？

实训目标

完成数据状态核对、Notebook 操作、案例核心算法、图件检查和结果边界说明；能将结论逐项对应到代码输出与数据证据。

数据与前置条件

- **数据/产品**：CHIRPS v2.0；MODIS MOD13Q1 v061
- **官方入口**：<https://data.chc.ucsb.edu/products/CHIRPS-2.0/>；<https://search.earthdata.nasa.gov/search?q=MOD13Q1.061>
- **产品说明**：<https://www.chc.ucsb.edu/data/chirps>；<https://lpdaac.usgs.gov/products/mod13q1v061/>
- **当前随包运行模式**：上面列出的是真实产品入口；Notebook 只使用固定随机种子的合成教学输入，不会自动下载或读取这些真实产品。合成输出只用于演示算法和图件链路，不是实测生态环境结论。
- **真实数据准备**：先阅读本案 [data/README.md](#)、[data/字段字典.md](#)、[references/DATASET_MANIFEST.csv](#) 和官方产品文档；按版本核对字段/波段、时间、单位、CRS/transform、质量标记、NoData、AOI 与许可。实际产品输入尚未接入 Notebook 时，不得声称已完成真实产品分析。

本案核心方法

按月份计算降水与植被异常、可选线性去趋势、0—6 个月逐像元滞后相关、逐像元最佳滞后地图、预选 $k=2$ 的移动块 bootstrap 区间

核心 Python 接口：`src/core_model.py` 中的 `monthly_anomaly`, `lagged_correlations`, `lag_map`。学生不需要在命令行手动调用函数；按学生指导书运行 Notebook 即可。若图表或文件与方案写法不一致，请先暂停并反馈教师，不要自行猜测或伪造结果。

实训流程

第一次先打开本案例的 Notebook，点一次‘重启内核并全部运行（Restart Kernel → Run All）’，等所有代码格跑完。下面五步是按顺序检查这一次的运行结果，不用每一步都重新运行。Notebook 每个代码格前都有标题，照着本表看对应结果即可，不需要在命令行里手动输入函数名。以后改了参数，再找到对应标题的代码格，从那里运行到 Notebook 结束。

步骤	学生操作	本步产物	检查点
1. 确认降水和植被按月对齐	查看 Notebook 第 1—2 格的运行结果，确认 48 个月、18×24 网格、月份序列和两组数组形状相同。当前是合成异常，不会自动下载 CHIRPS 或 MODIS。	Notebook 输出区的 aligned arrays；结果说明	月份——对应、形状一致，且明确合成状态。
2. 去除季节性并计算逐像元滞后	程序先按月份减去气候平均并去趋势，再对每个像元计算 $k=0\ldots6$ 月的相关。 $k=0$ 表示同月， $k=2$ 表示降水领先两个月；正 k 只是时间上的相关，不是因果证明。	<code>outputs/student_run/figures/01_anomaly_maps.png</code> ； <code>outputs/student_run/figures/02_lag_maps.png</code>	能解释异常、滞后方向和 <code>max_lag=6</code> ，不把相关写成因果。
3. 查看区域平均滞后曲线和区间	程序对区域平均序列计算滞后曲线，并只对预先选定的 $k=2$ 做 200 次移动块 bootstrap。打开图 03，区间是 $k=2$ 的相关区间，不是自动选择最佳 k 的区间。	<code>outputs/student_run/summary_synthetic.csv</code> ； <code>outputs/student_run/figures/03_lag_curve_ci.png</code>	能在表中找到 <code>lag_month</code> 、 <code>correlation</code> 、 <code>n_pairs</code> 和 $k=2$ 的区间字段，并记录块长和随机种子。
4. 看最佳滞后分布	打开图 04，查看各像元最大相关对应的滞后月份分布。它不是参数敏感性图；其它滞后窗口比较属于选做扩展。	<code>outputs/student_run/figures/04_best_lag_distribution.png</code>	图题与含义一致，能说明它描述的是空间单元的最佳滞后分布。
5. 写结果和限制	用图 02、图 03 和 <code>summary_synthetic.csv</code> 写一页结果，说明相关方向、有效配对数和移动块 bootstrap 区间；注明空间支持、时间长度和合成数据边界。	一页结果说明；上述四张图和 <code>outputs/student_run/summary_synthetic.csv</code>	报告没有把滞后相关写成果因，也没有把预选 $k=2$ 的区间写成最佳滞后区间。

学生交付物

运行 Notebook 后，提交以下实际生成的文件：

- outputs/student_run/figures/01_anomaly_maps.png
- outputs/student_run/figures/02_lag_maps.png
- outputs/student_run/figures/03_lag_curve_ci.png
- outputs/student_run/figures/04_best_lag_distribution.png
- outputs/student_run/summary_synthetic.csv

另外，请自己新建 outputs/student_run/结果说明.md，用一页写清输入是什么、关键参数、图表发现、敏感性结果和结论限制。Notebook 不会自动生成这份说明。

故障处理

- **Notebook 找不到输入：**先按本案运行手册和 Notebook 相对路径启动；不要使用作者电脑绝对路径。
- **图件空白或出现异常值：**检查维度、有效掩膜、NaN/NoData、单位和阈值；先停止解释，再修复输入。
- **真实产品与示例输入不匹配：**核对官方字段字典和产品版本；完成显式映射、单位/CRS 检查后再运行，不能直接把真实栅格塞入模拟数组流程。
- **显著性或趋势过度解释：**记录空间/时间依赖、权重或检验条件；图上分组、象限或 Z 分数不自动代表统计显著。
- **结果无法复现：**记录依赖版本、随机种子、数据版本/哈希、处理步骤和输出文件名。

评分量规（100 分）

维度	分值	可核验证据
数据来源、状态与元数据	20	官方入口、版本/模拟状态、空间时间支持、CRS/单位/NoData 记录
数据质检与预处理	20	输入形状、有效样本、掩膜和数据限制说明
核心算法与参数解释	25	monthly_anomaly, lagged_correlations, lag_map 对应代码、参数表和结果表
GIS 图件、验证与敏感性	20	图件追溯表、图例/单位/范围、至少一项敏感性分析
可复现性与解释边界	15	环境/种子/来源记录、合成与真实数据区分、限制说明

维度	分值	可核验证据
合计	100	

论文与解释边界

核心论文和公开全文入口见 [references/论文与案例对应.md](#)。论文只支撑方法或数据产品背景，不代表本案例复现论文的研究区、数据版本或数值结果。