

藏东南草地下垫面地气通量交换日变化的数值模拟

李宏毅

中国气象局气象干部培训学院

2018年8月27日

报告内容

- 一、试验场地和观测仪器
- 二、模式简介和试验设计
- 三、WRF对2013年6月10日藏东南地气通量交换的个例模拟
- 四、WRF对2013年5月21到7月9日藏东南地气通量交换的长时间模拟
- 五、存在的问题

报告内容

- 
- 一、试验场地和观测仪器
 - 二、模式简介和试验设计
 - 三、WRF对2013年6月10日藏东南地气通量交换的个例模拟
 - 四、WRF对2013年5月21到7月9日藏东南地气通量交换的长时间模拟
 - 五、存在的问题

试验场地和观测仪器

藏东南雅鲁藏布江河谷地区复杂下垫面地气交换观测试验由中国科学院大气物理研究所和中国气象局成都高原气象研究所实施。本次试验时间选为南亚夏季风爆发前后，具体有效观测时间为2013年5月21日到7月9日，共计50天。

在林芝的雅鲁藏布江河谷地区，下垫面类型丰富，因此试验设立了草地下垫面、农田下垫面、阳坡森林下垫面、阴坡森林下垫面、河滩下垫面以及林芝机场（草地下垫面）六个观测点，同步观测不同下垫面的地气交换。



雅鲁藏布河谷复杂下垫面上试验观测站点分布

试验场地和观测仪器

由于草地观测站（非机场站）的观测数据缺测较少，在综合观测场中草地下垫面分布也较多，并且模式下垫面数据中草地所占面积也较大，因此本文选择草地下垫面作为研究对象。草地下垫面（非机场站）：经纬度（ 94.69° E, 29.45° N），海拔2973m，下垫面为草地，附近有稀疏灌丛，草高度约0.1m，灌丛高度约0.9m。

主要观测仪器有自动气象站、大气涡度相关观测设备和大气辐射观测设备，主要观测数据有常规气象要素，近地面的大气水热和二氧化碳通量交换数据，近地面大气辐射，地下至50厘米内共6层的土壤温湿度和2层的热通量。自动站观测资料和辐射观测资料的时间分辨率为10min，湍流观测数据采样频率为10Hz，湍流通量分析时取30min间隔计算出来的统计量，辐射通量处理为30min平均值。

涡度相关系统（EC）由三维超声风速温度仪（GILL WINDMASTER PRO）和水汽二氧化碳分析仪（LI-COR LI-7500A）组成，测量三维的脉动风速、超声虚温、水汽和二氧化碳的密度，采用CAMPBELL CR3000数据采集器进行采样。

自动气象站（VAISALA MAWS201）观测的要素主要为气温，气压，相对湿度，水平风向风速，太阳总辐射，地表土壤温度，雨量，气温，气压，相对湿度。

辐射平衡观测设备为HUKSEFLUX NR01四分量净辐射传感器。土壤通量观测系统设备：土壤温度传感器为CAMPBELL 109L，土壤含水量传感器为CAMPBELL CS616-L，土壤热通量传感器为HUKSEFLUX HFP01。



实际观测中的草地下垫面

报告内容

一、试验场地和观测仪器

→ 二、模式简介和试验设计

三、WRF对2013年6月10日藏东南地气通量交换的个例模拟

四、WRF对2013年5月21到7月9日藏东南地气通量交换的长时间模拟

五、存在的问题

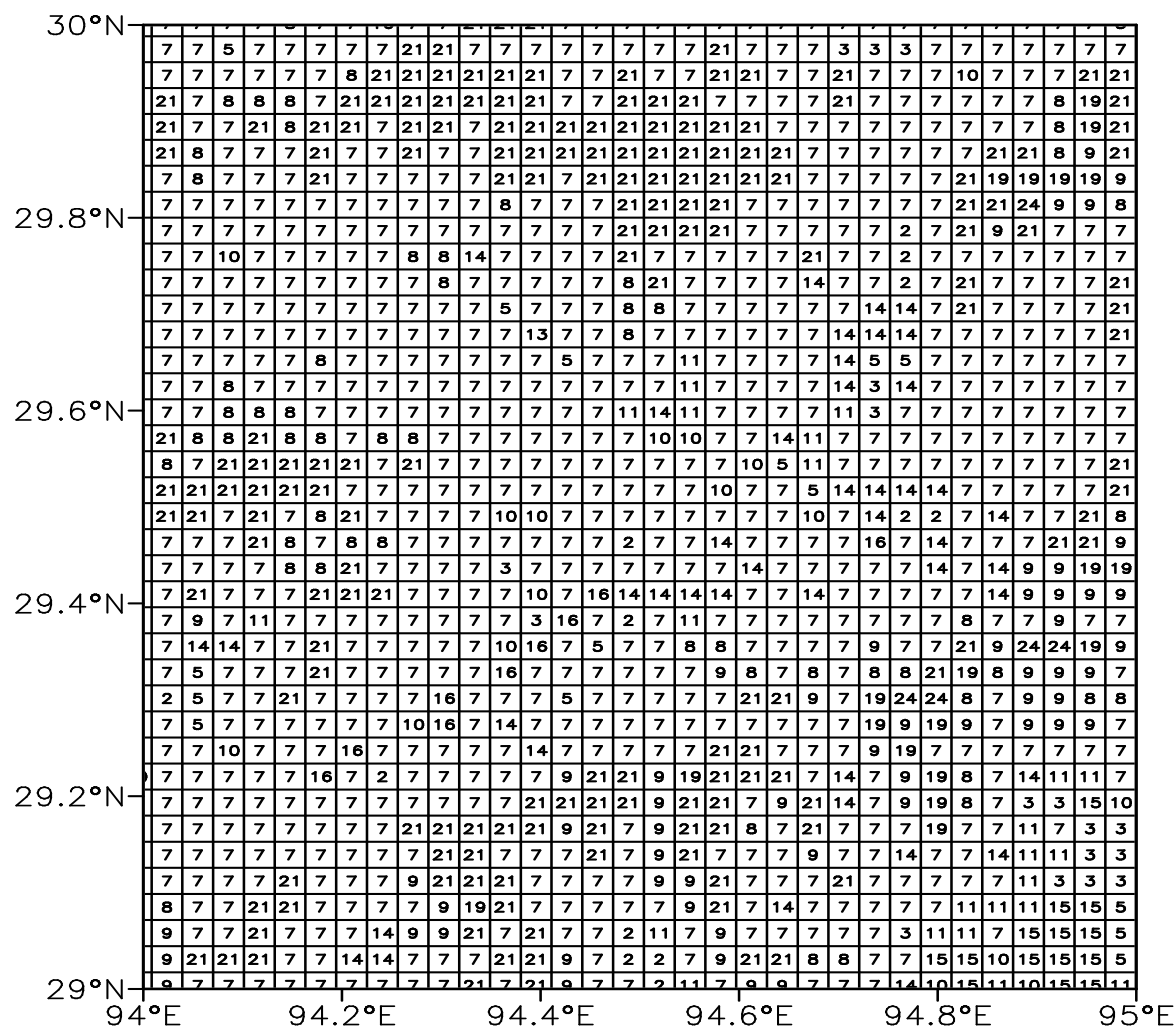
模式介绍和试验设置

- 本文选用的模式为美国环境预测中心（NCEP）和美国国家大气研究中心NCAR联合研发的新一代中尺度天气预报系统WRF（Weather Research and Forecasting Model）。本研究中使用的是2013年9月对外发布的3.5.1版本（Version 3.5.1）。共设计了2个试验，第一个为个例模拟，选择2013年6月10日，该天为典型晴天，云量较少。第二个为长时间模拟，模拟时间段与观测数据保持一致，为2013年5月21日到7月9日。
- 模式的物理参数化方案的设置：边界层方案为YSU（Yonsei University scheme）方案，陆面方案为Noah方案，近地层方案为Monin-Obukhov方案，微物理过程方案为WSM3类（WRF single-Moment 3-class scheme）简单冰方案，长波辐射方案为RRTM（Rapid Radiative Transfer Model）方案，短波辐射方案为Dudhia方案，积云参数化方案为浅对流Kain-Fritsch（new Eta）方案。

- 试验中模拟采用双重嵌套，模拟中心点选择为草地观测站所在的位置（ 94.69° E, 29.45° N），第一重格距为15km，网格数为 75×75 ，第二重格距为3km，网格数为 71×71 ，单向嵌套，垂直层为30层。模式结果每30min输出一次，积分步长为60s。

研究思路

- 研究思路：同种类型下垫面的模式模拟变量与观测数据相比较。
- 草地站的野外观测数据质量较好，并且草地在模式下垫面类型分布中所占面积较大，因此本文选择草地下垫面进行研究。
- 选择2013年6月10日，是因为当天为晴天。云量较少。
- 在模式结果中，选择野外观测场的草地站所在位置（ 94.69° E， 29.45° N）的网格点进行分析，该观测点的位置恰好在模式中的下垫面类型就是草地，分析该格点的感热、潜热、地表土壤热通量、辐射平衡分量的日变化，并与草地站的涡动观测数据相比较，分析模式对草地下垫面地气交换过程的模拟与观测资料的差异。



WRF模式的3km分辨率下垫面类型（landuse），其中
数字7代表草地下垫面

报告内容

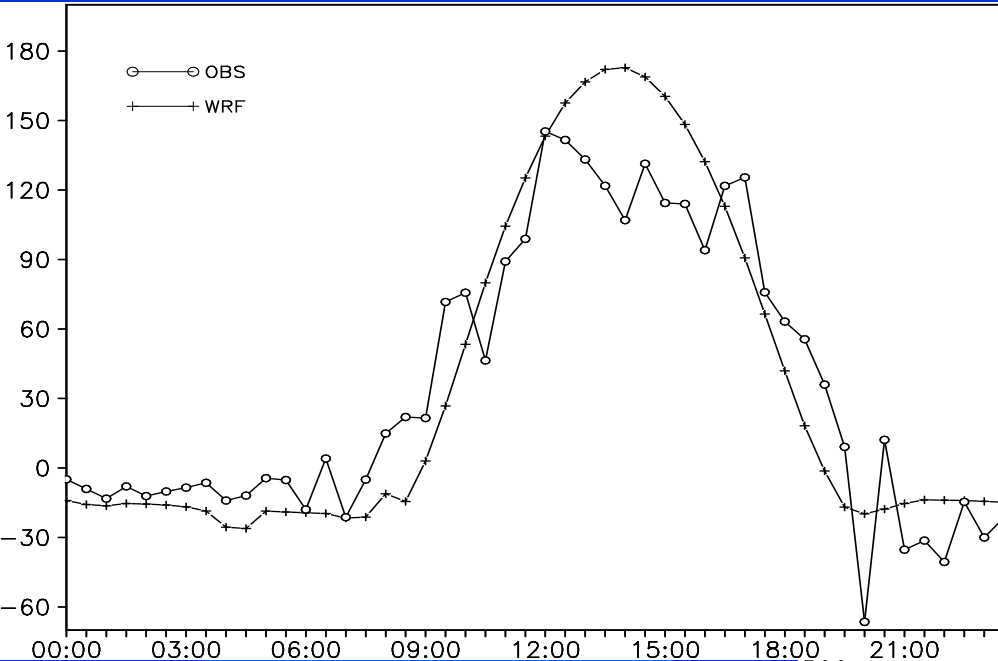
一、试验场地和观测仪器

二、模式简介和试验设计

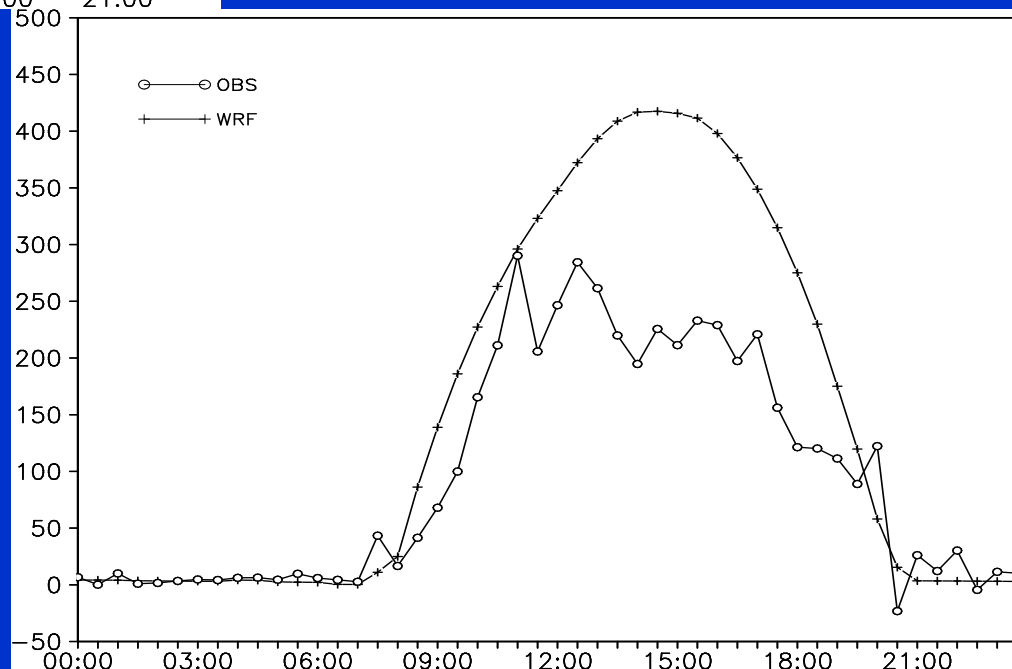
→ 三、WRF对2013年6月10日藏东南地气通量交换的个例模拟

四、WRF对2013年5月21到7月9日藏东南地气通量交换的长时间模拟

五、存在的问题



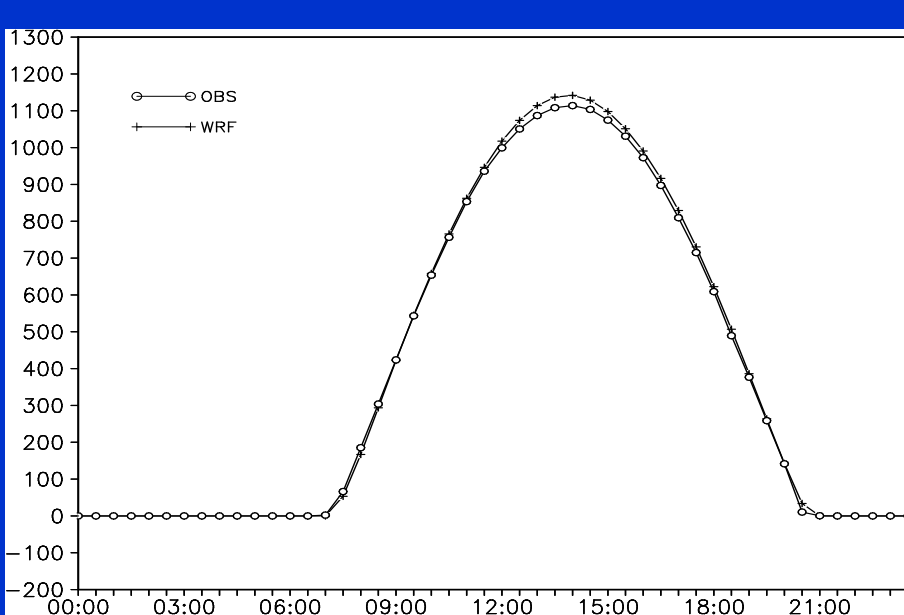
感热通量



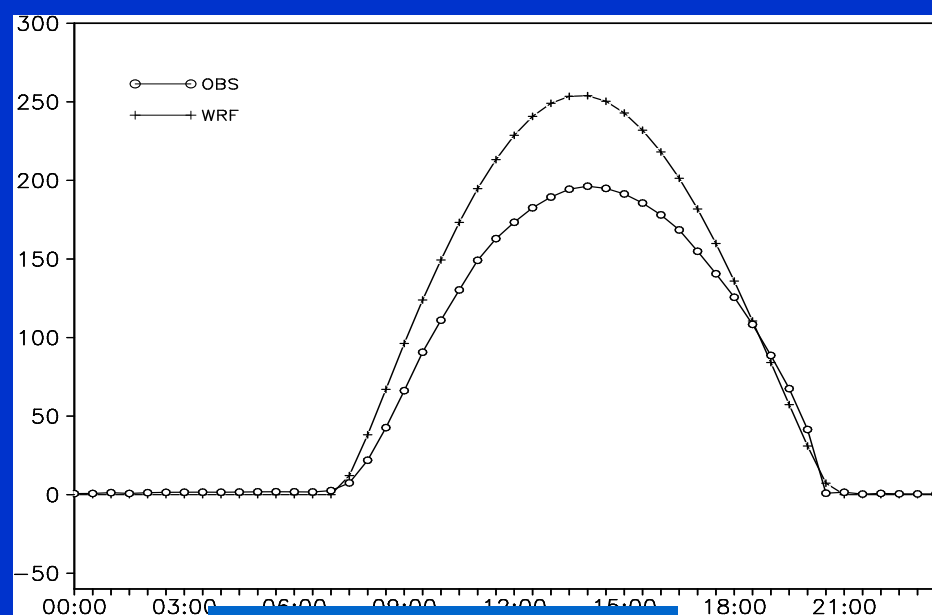
潜热通量

小结

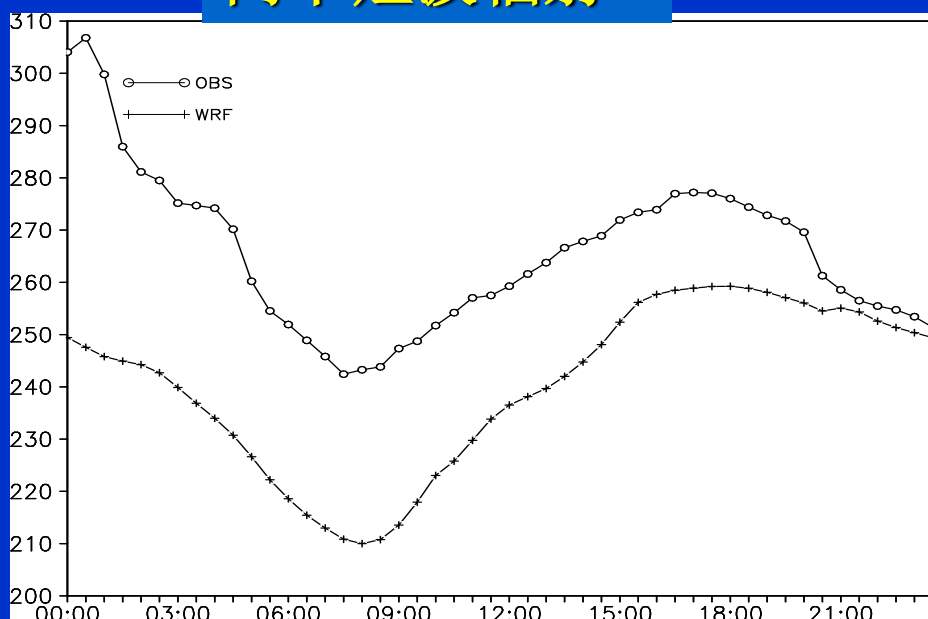
- 模式能较好的模拟出该天草地下垫面的感热和潜热的日变化特征，感热的模拟效果比潜热好，感热模拟值与观测值几乎相当，模拟值仅在白天峰值出现前后比观测值略微偏大，潜热在夜间的模拟值与观测接近，潜热模拟值在白天比观测值明显偏大。
- WRF模式对10m风速的模拟偏大是造成感热和潜热偏大的重要原因。另外，感热模拟值偏大还跟YSU方案中较强的湍流交换和边界层顶夹卷作用有关，潜热模拟值偏大还与模式对土壤湿度的高估有关。



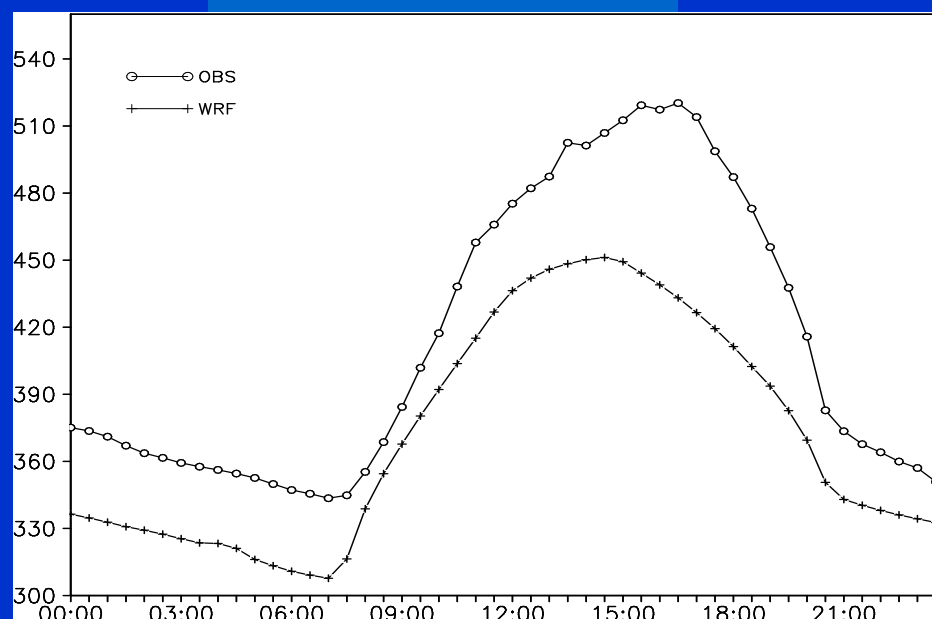
向下短波辐射



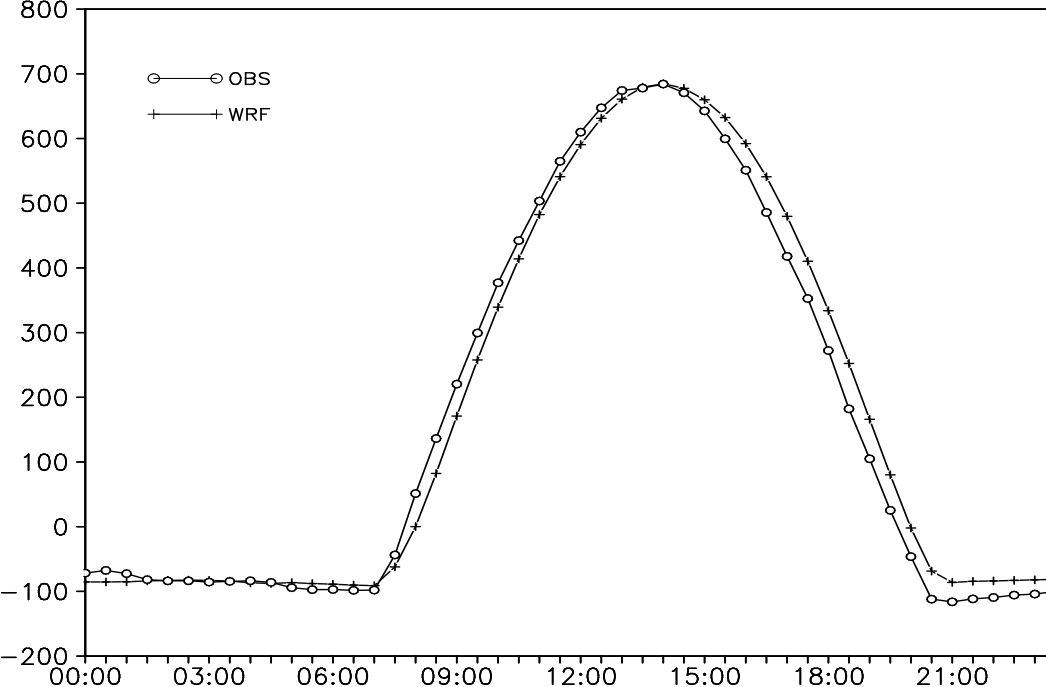
向上短波辐射



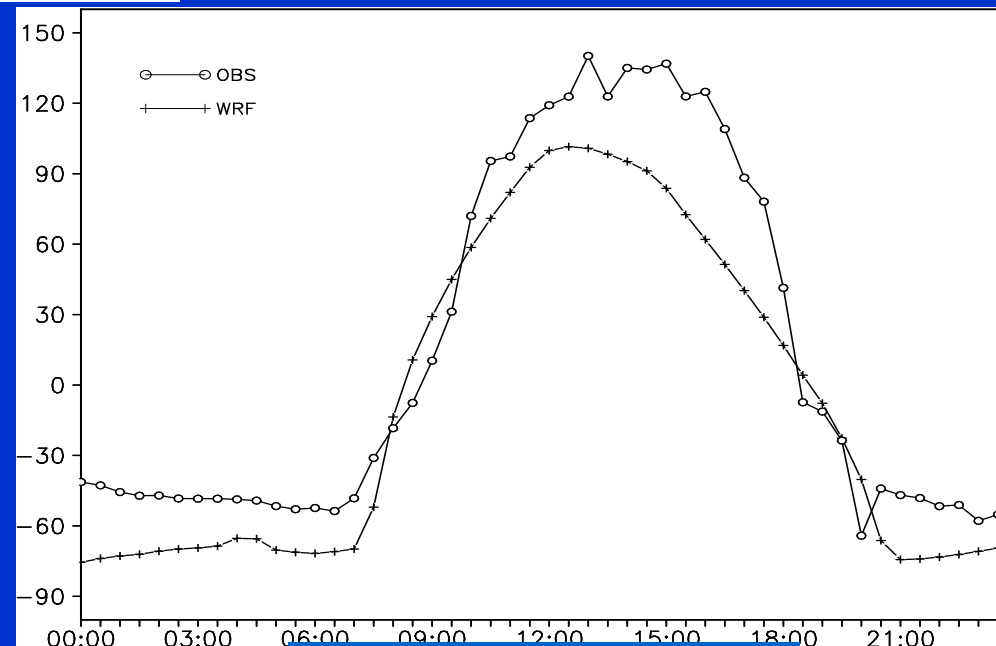
向下长波辐射



向上长波辐射



净辐射



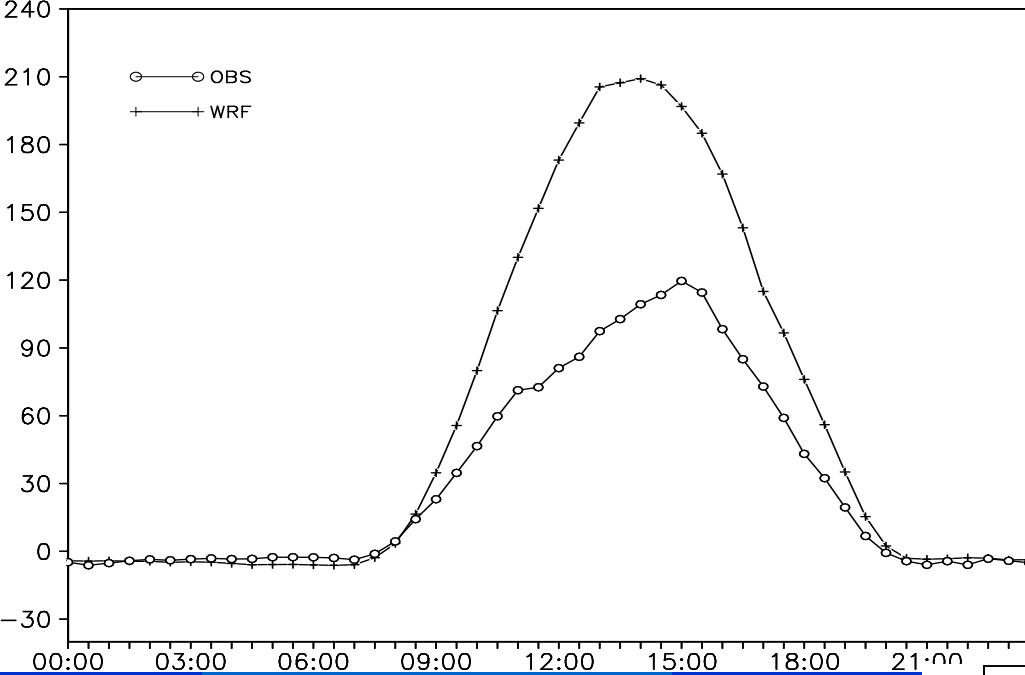
地表土壤热通量

小结

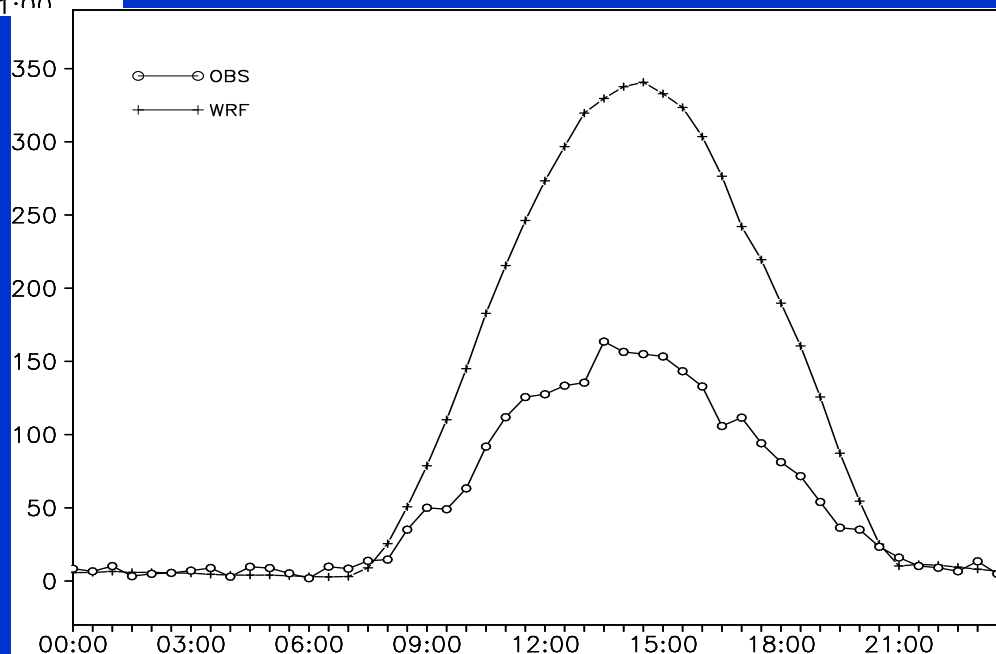
- 模式对典型晴天的太阳向下短波辐射和净辐射的日变化模拟的非常好，基本与观测资料一致，峰值的大小以及峰值出现的时间都基本吻合，这可能是由于选取的该天为晴天少云，因此减少了模式中云对辐射影响作用的偏差。
- 向上短波辐射的模拟值在白天大于观测值，向下长波辐射和向上长波辐射的模拟值在全天均小于观测值，模拟的地表土壤热通量在大部分时间较观测值偏小。

报告内容

- 一、试验场地和观测仪器
- 二、模式简介和试验设计
- 三、WRF对2013年6月10日藏东南地气通量交换的个例模拟
- 四、WRF对2013年5月21到7月9日藏东南地气通量交换的长时间模拟
- 五、存在的问题



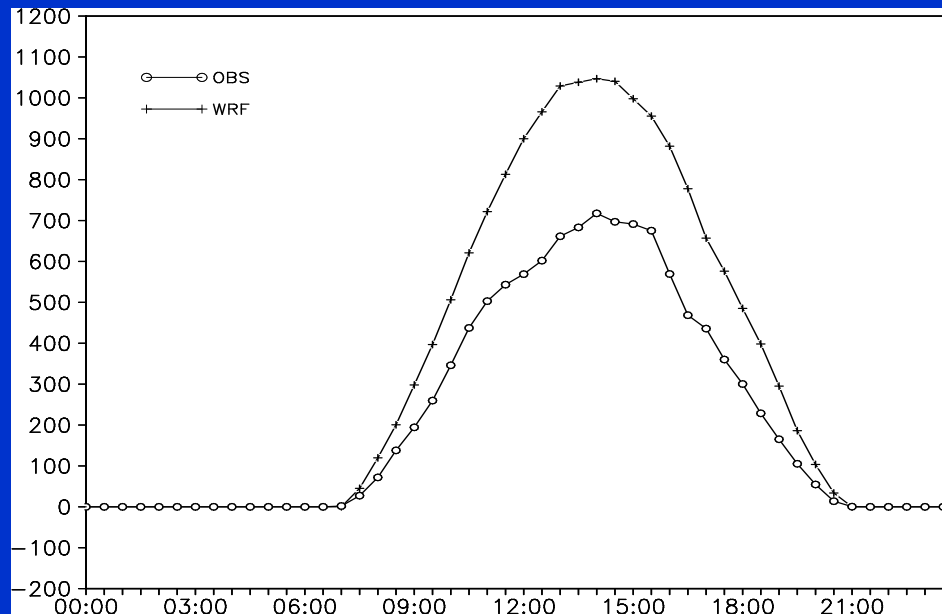
感热通量



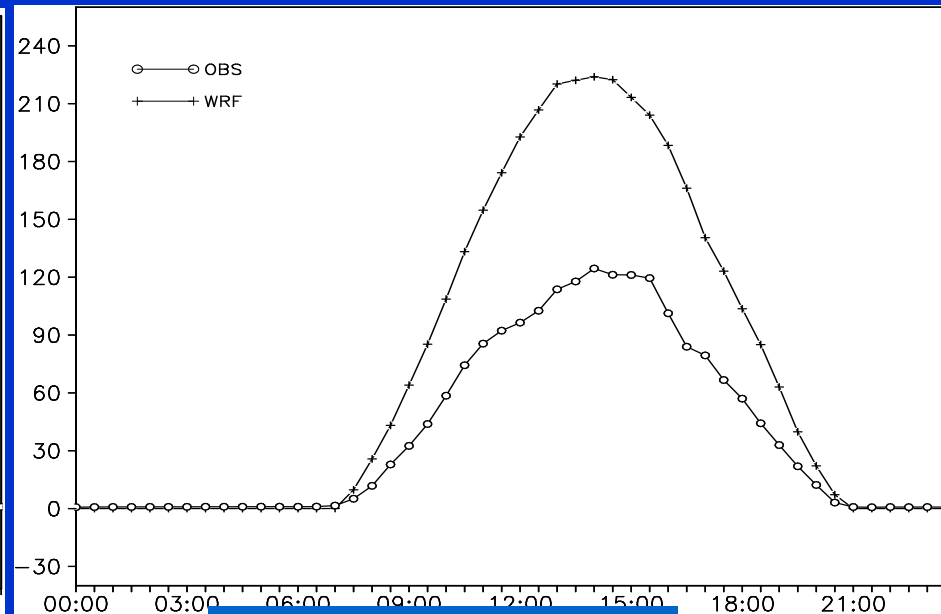
潜热通量

小结

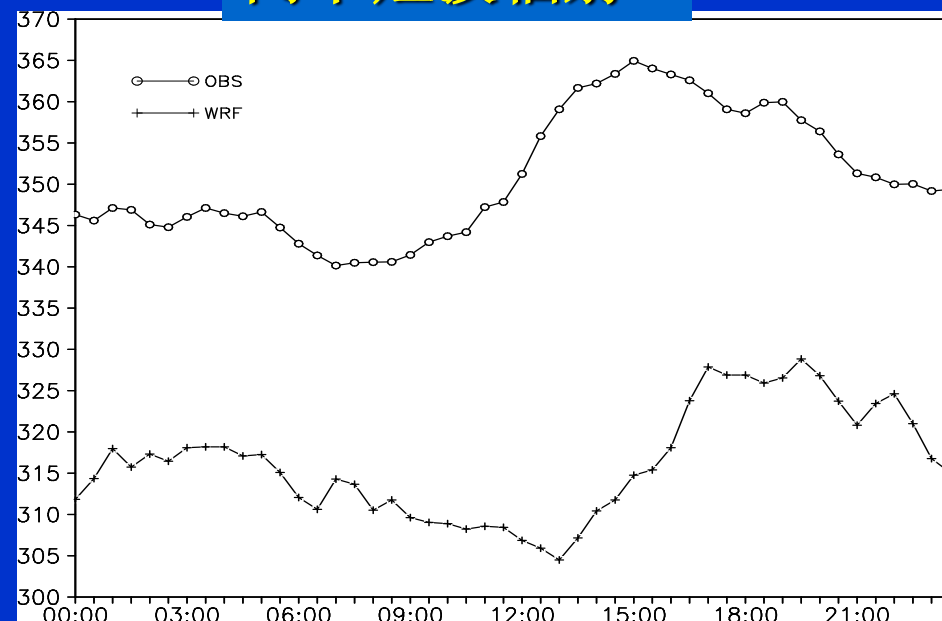
- 长时间模拟结果表明，模式能较好的模拟出草地
下垫面的感热和潜热的多天平均日变化趋势。长
时间模拟与典型晴天个例的模拟结果大体上一致，
在白天时，感热和潜热的模拟值均大于观测值，
在夜间，模拟与观测基本吻合。感热和潜热模拟
值偏大的原因与个例模拟的原因相同。



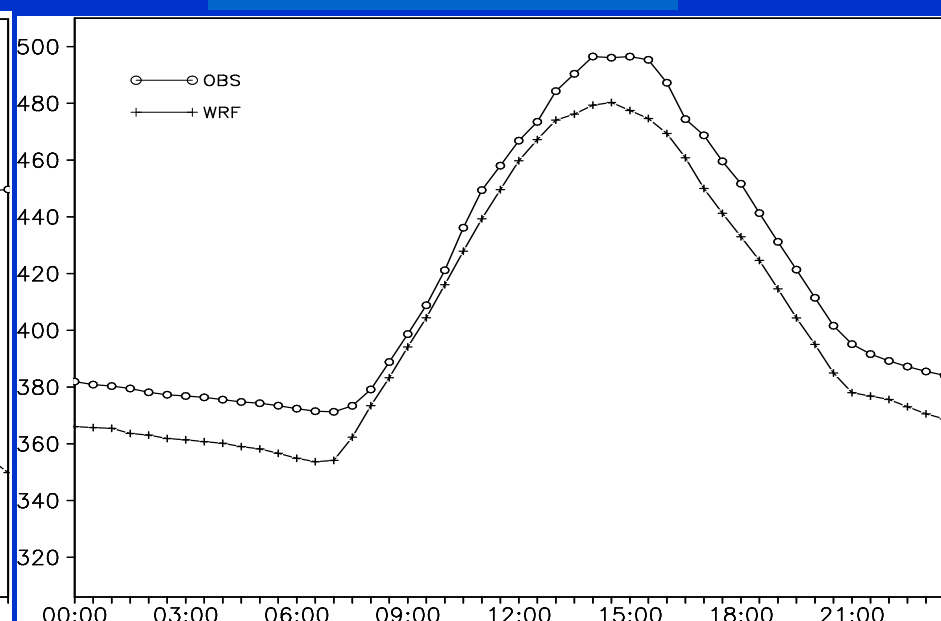
向下短波辐射



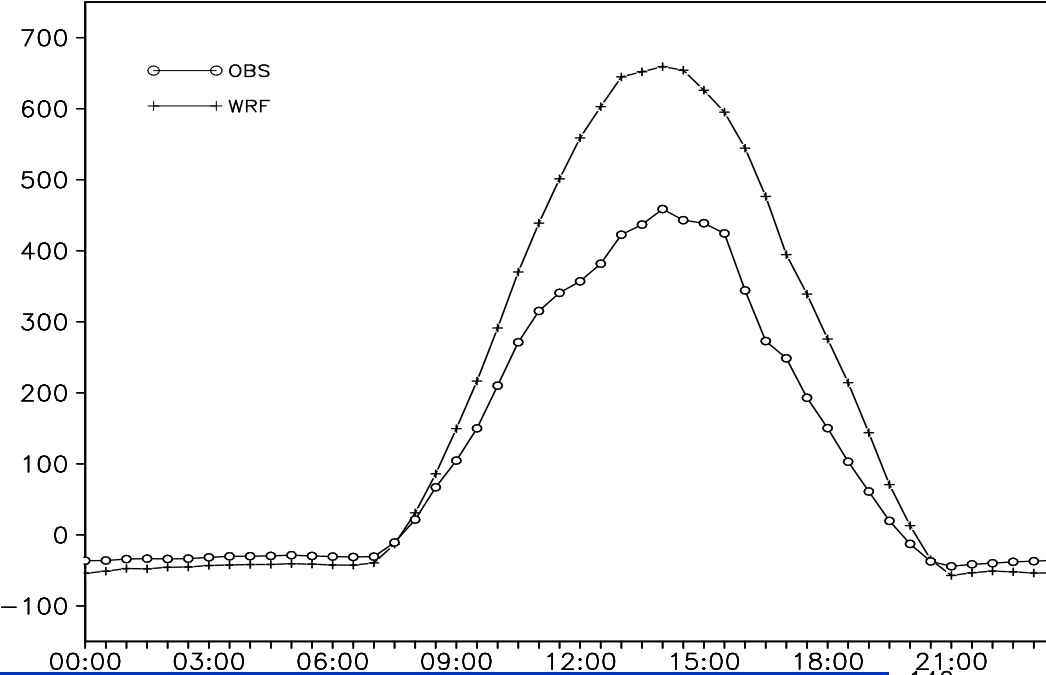
向上短波辐射



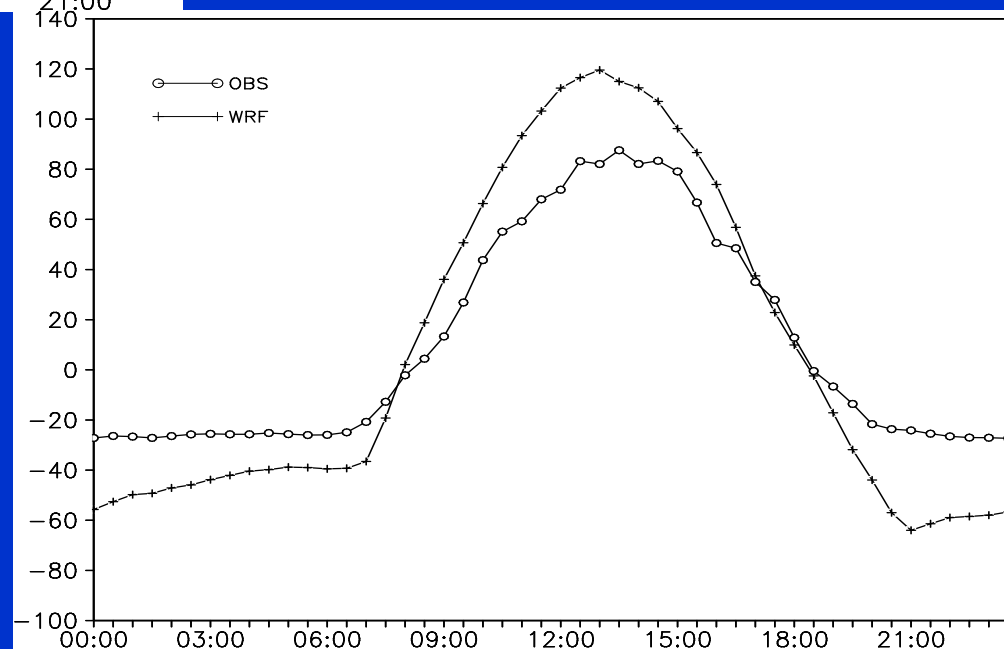
向下长波辐射



向上长波辐射



净辐射



地表土壤热通量

小结

- 模式同样能较好的模拟出太阳向下短波辐射、向上短波辐射和净辐射的长时间平均日变化趋势，模拟值在夜间与观测数据吻合较好，在白天，模拟值均明显偏大。太阳总辐射的模拟值偏大，可能是由于模式低估了该地区的云量覆盖。而太阳总辐射的模拟值偏大，直接导致了向上短波辐射和净辐射的模拟值偏大。

- 模式对向下长波辐射的模拟效果较差，模拟值在日变化的整个过程中较观测值偏小明显，这可能是由于模式对云量和水汽的模拟值比观测值偏小造成的。向上长波辐射的模拟值与观测值较接近，模拟值在全天略小于观测值，向上长波辐射的模拟值偏小与模式对地面温度的低估有关。地表土壤热通量的模拟值在早上和晚上低于观测值，在白天高于观测值。

报告内容

- 一、试验场地和观测仪器
- 二、模式简介和试验设计
- 三、WRF对2013年6月10日藏东南地气通量交换的个例模拟
- 四、WRF对2013年5月21到7月9日藏东南地气通量交换的长时间模拟
- 五、存在的问题

存在的问题

- 由于长时间模拟中包括阴天和雨天，模式中云和降水的微物理过程比较复杂，导致模式的长时间模拟效果具有较大的差异性，而典型晴天模拟结果日变化特征更加明显，也更具有一致性。因此，今后的研究中可以增加更多的样本，对不用天气背景下的情况做进一步的分析。
- 应该对多种云微物理参数化方案和积云对流参数化方案开展高原地区的适应性研究，以选取更加适合藏东南地区的参数化方案，缩小大气湿度、温度的模拟误差，从而达到缩小模拟误差的目的。

- 由于本文使用的是USGS给出的24种土地利用类型，地表类型与实际地表类型和植被覆盖存在一些差异，这对模拟可能造成较大影响。今后将考虑用更高分辨率的MODIS卫星资料输入模式初始场，从而改进模拟精度。
- 从模拟结果来看，10m风速的模拟值偏大，很可能是造成感热和潜热偏大的原因，这就需要改进更加适合于藏东南地区雨季的边界层参数化方案。感热的模拟值偏大还与YSU方案中较强的湍流交换和边界层顶夹卷作用有关，潜热的模拟值偏大则可能还与模式对土壤湿度的高估有关。

A photograph of a meteorological station set up in a grassy field. The station consists of a tall metal pole with various sensors and instruments attached. At the base of the pole, there are two white electrical boxes and a blue cooler. In the background, a large, rugged mountain rises, partially covered in green vegetation and shrouded in mist or low clouds. The sky is filled with white clouds. The text "敬请各位专家批评指正!" is overlaid in the center of the image in a bold, orange font.

敬请各位专家批评指正!