



西南大學

第17届中美碳联盟年会

The 17<sup>th</sup> US-China Carbon Consortium Annual Meeting  
(USCCC)

# 复杂陆表地表温度重建

报告人：肖尧

指导教师：马明国 教授

赵伟 研究员

2021.7.31



# 目录

## 1 研究背景

introduction

## 2 数据与方法

study area and data

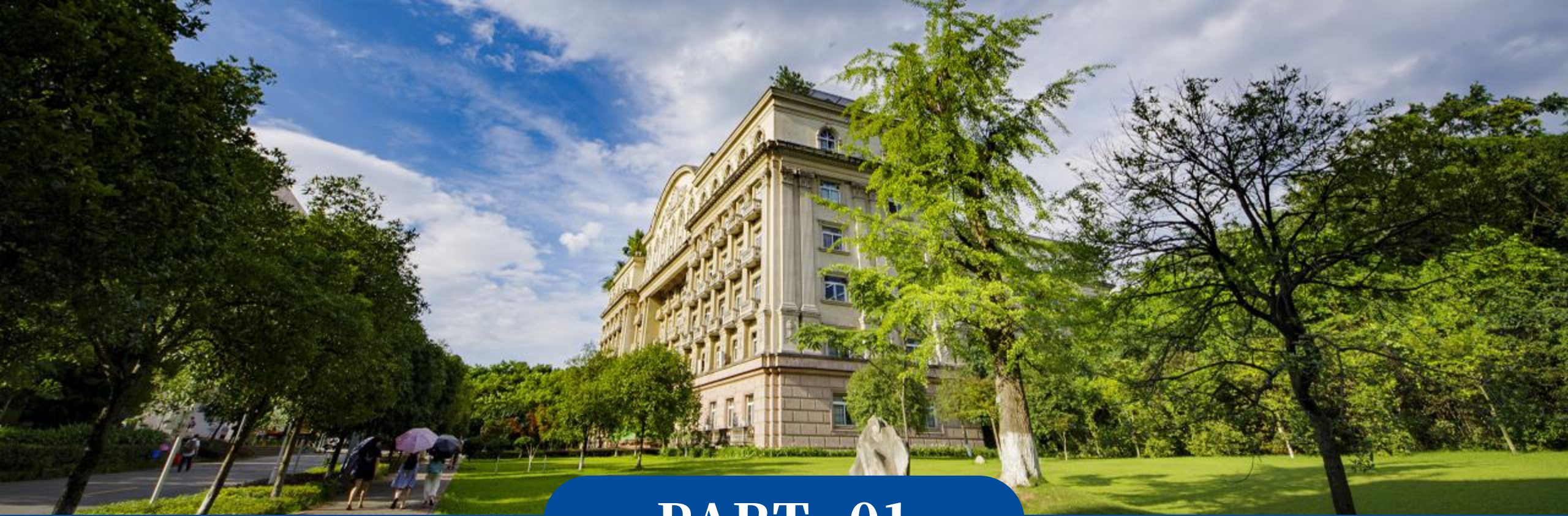
## 3 结果与讨论

result and discussion

## 4 研究结论

conclusions





## PART 01

# 研究背景

introduction

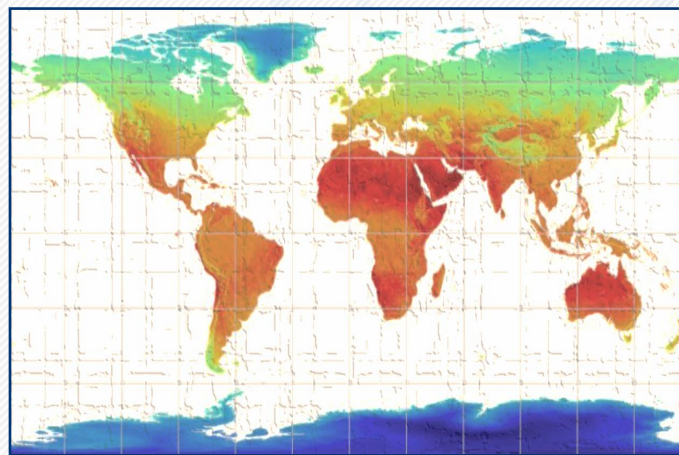
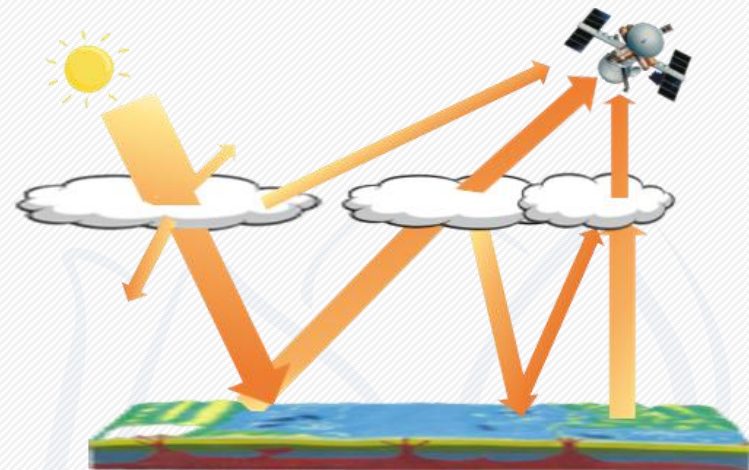






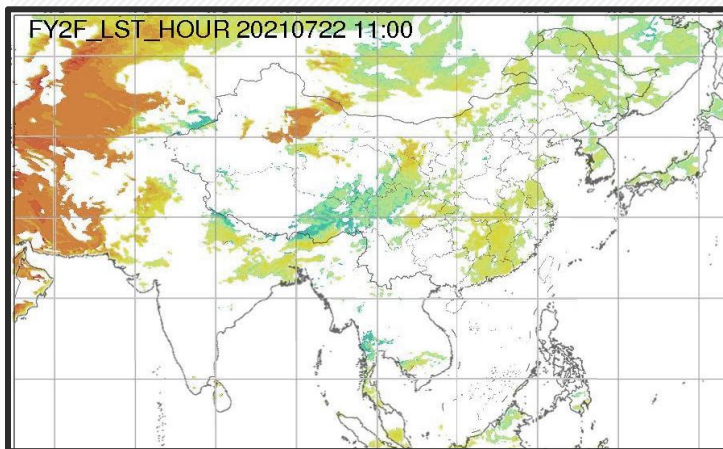
## 地表温度重要性

地表温度是陆表过程研究的关键参数，是区域以及全球尺度土壤水分、蒸散发、城市气候变化、植被、生态监测等研究中的重要因子。



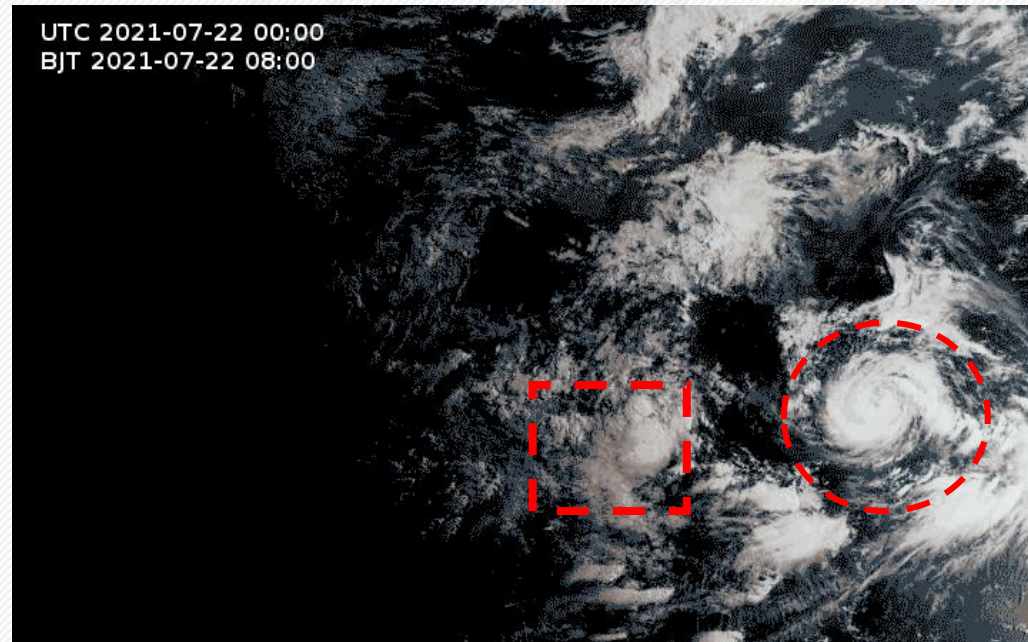


## 云下地表温度缺失严重



- 云影响LST的反演
- 基于热红外反演的地表温度产品受云的影响严重。据统计，全球60%以上的MODIS LST产品受云覆盖的影响。

- 云变化迅速且多样
- 云的变化速度快，持续时间不稳定。目前的空间差值、时间插值方法不能代替真实的温度值。



FY-4A 7月22日中国区域动态云图





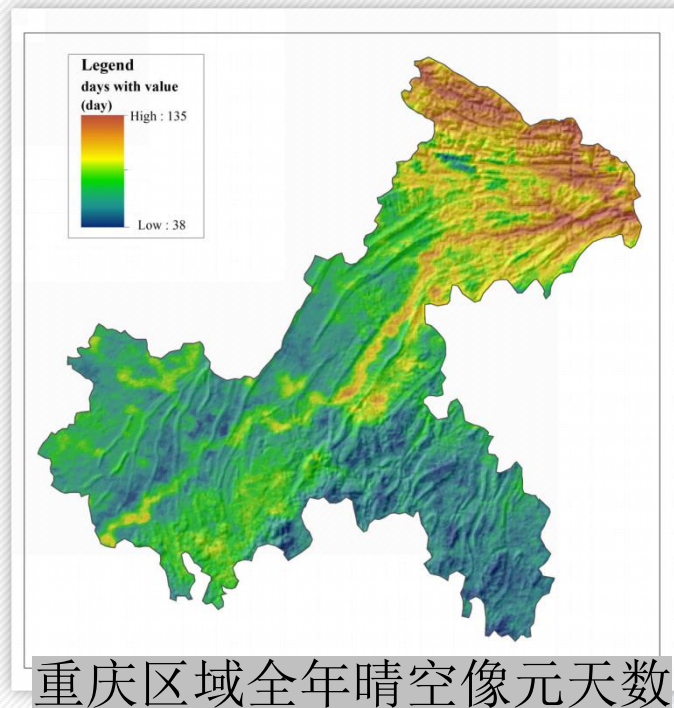
## 重庆区域云覆盖导致的数据缺省情况



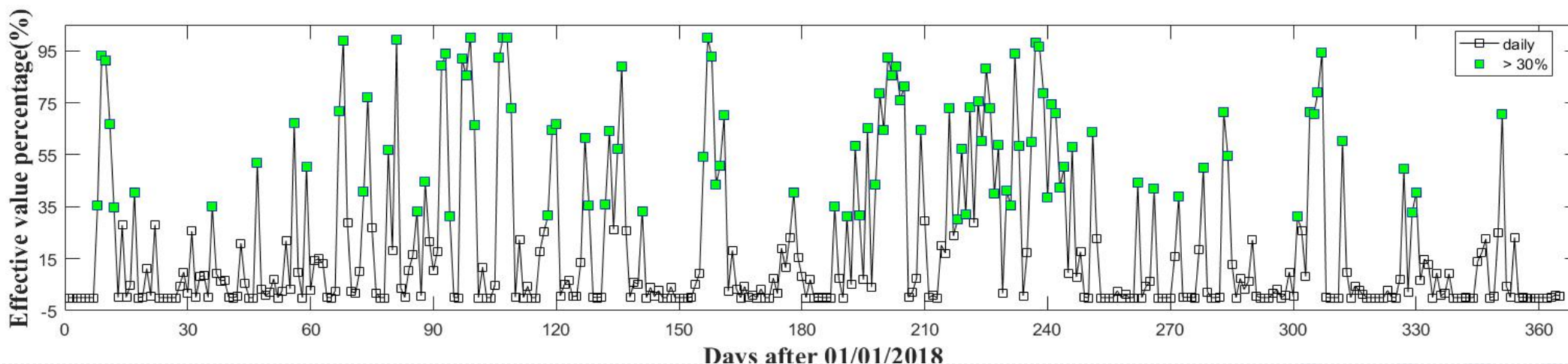
全省2018年晴空像元天数在**38-135**，LST缺省区域主要分布在渝东南和渝西北大部分地区。



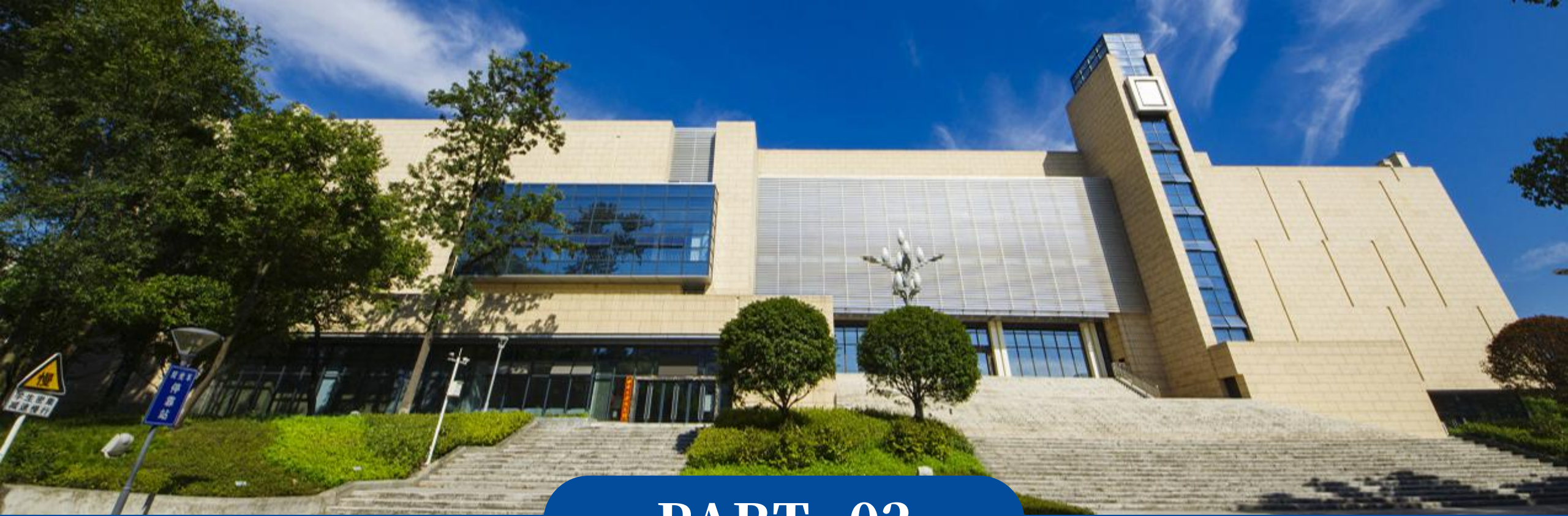
全区年统计情况表现出：全年LST缺省严重，全区晴空像元比例超过30%的天数仅有**102**天。



重庆区域全年晴空像元天数



重庆区域2018年逐日晴空像元比例



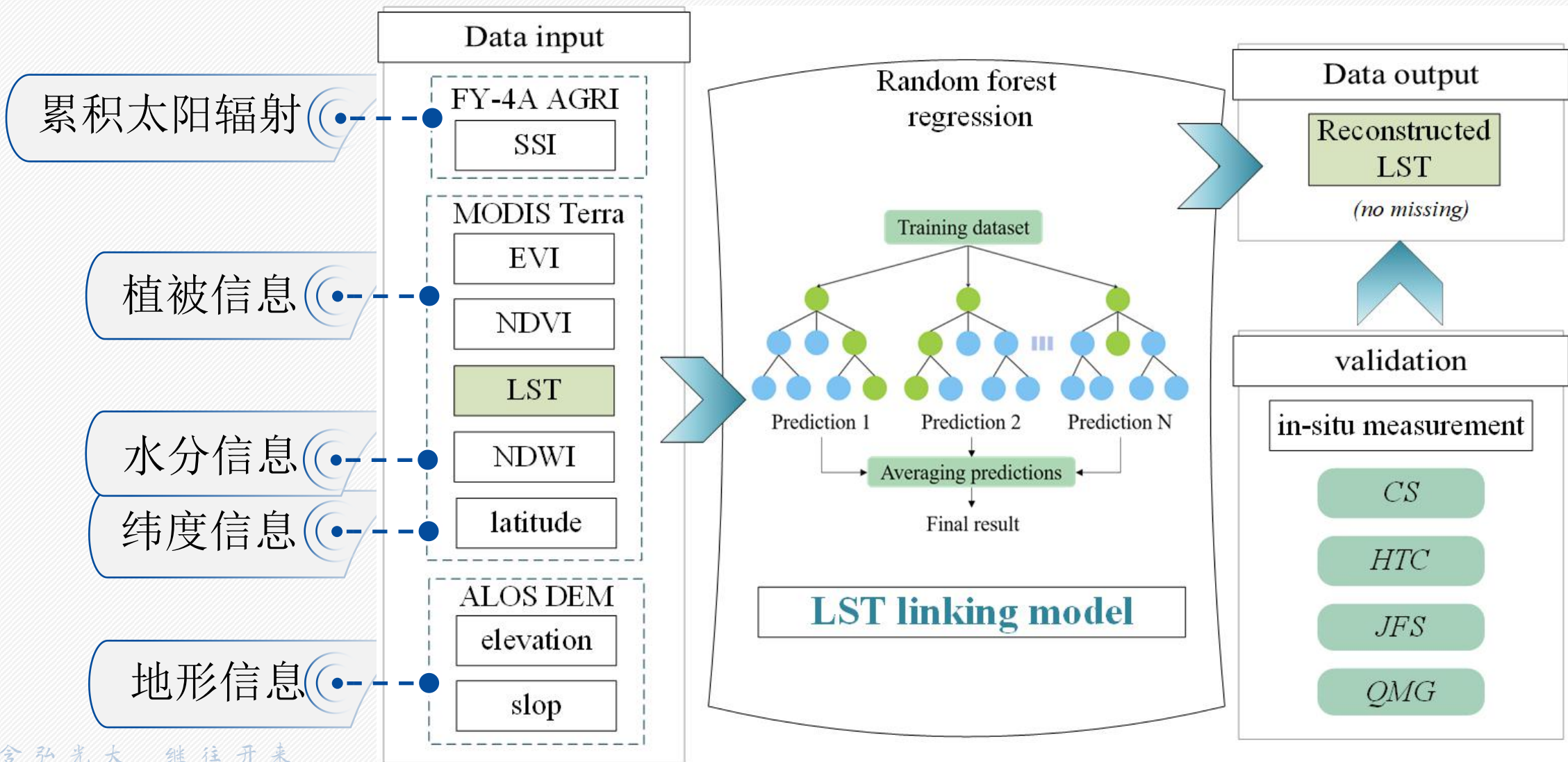
## PART 02

# 数据与方法

study area and data



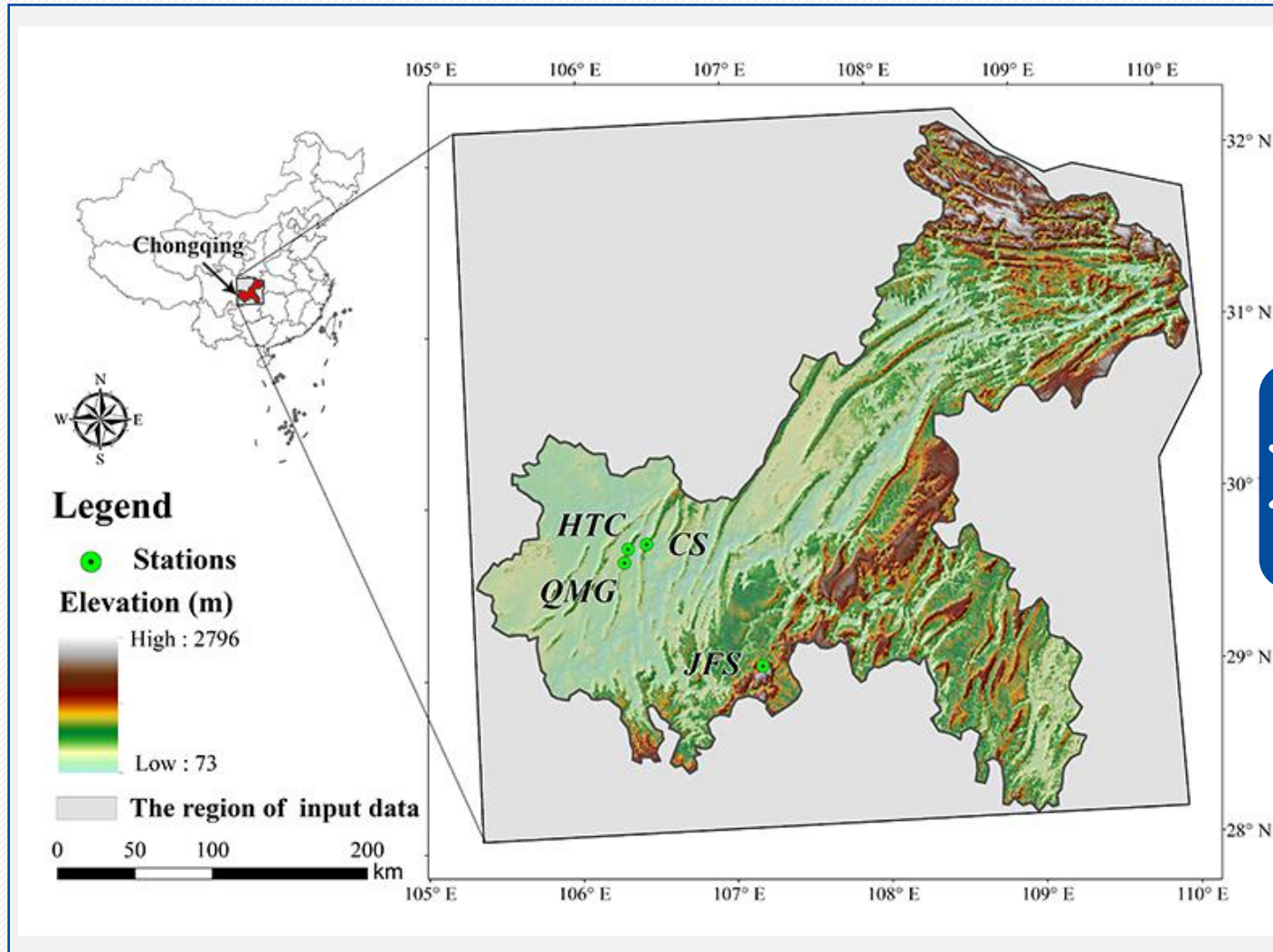








# 研究区概况



重庆位于中国西南地区。东经 105°11'-110°11'，北纬28°10'-32°13'。气候属亚热带湿润，年平均降雨量1240.9 mm，年平均气温14.6-15.6°C。地势复杂，海拔73 ~ 2796米。渝西深入四川盆地，渝东向东隆起。作为一个内陆城市，重庆的特点是多云多雾的天气。



	数据类型	下载地址
重建温度数据	风云4地面入射太阳辐射数据SSI	<a href="http://satellite.nsmc.org.cn/">http://satellite.nsmc.org.cn/</a>
	MODIS地表温度MOD11A1	<a href="https://earthexplorer.usgs.gov/">https://earthexplorer.usgs.gov/</a>
	植被指数MOD13A2	<a href="https://earthexplorer.usgs.gov/">https://earthexplorer.usgs.gov/</a>
	反照率数据MOD09A1	<a href="https://earthexplorer.usgs.gov/">https://earthexplorer.usgs.gov/</a>
	地形数据	<a href="https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/aw3d30/">https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/aw3d30/</a>
辅助数据	ASTER地表温度产品	<a href="https://earthexplorer.usgs.gov/">https://earthexplorer.usgs.gov/</a>
	MODIS宽波段发射率产品MOD11C1	<a href="https://earthexplorer.usgs.gov/">https://earthexplorer.usgs.gov/</a>
验证数据	地面辐射温度	



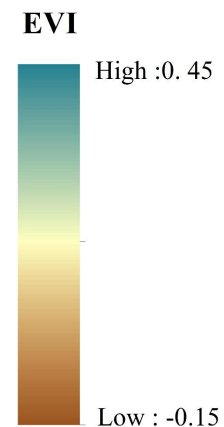
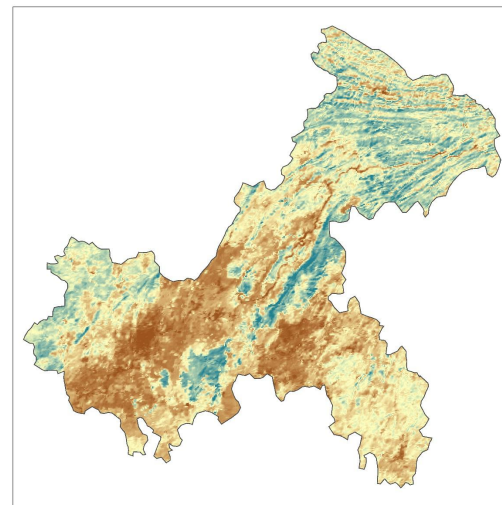
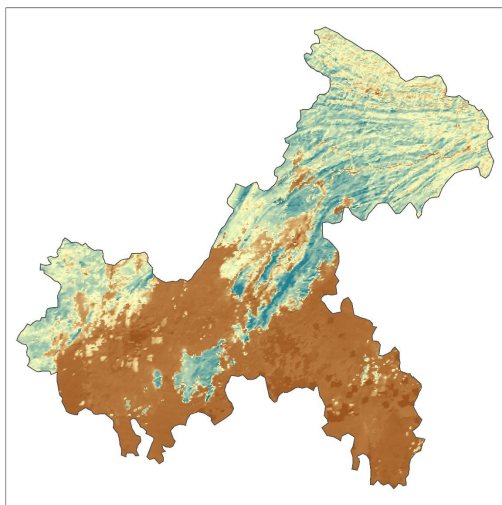
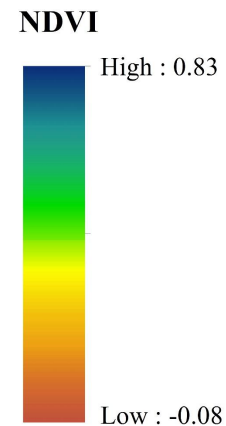
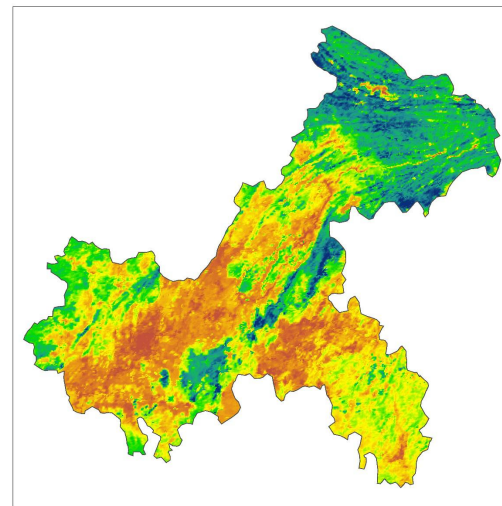
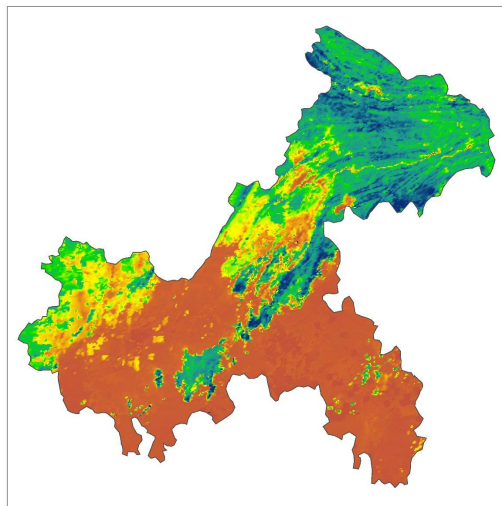


### MODIS LST数据

根据LST质量控制文件去除误差大于1 K的值，并使用 $3\sigma$ -edit 方法去除3倍标准差以外的数据

### 植被指数

使用SG滤波方法对全年NDVI和EVI数据进行处理，处理后的结果减少了云的影响





## PART 03

# 结果与讨论

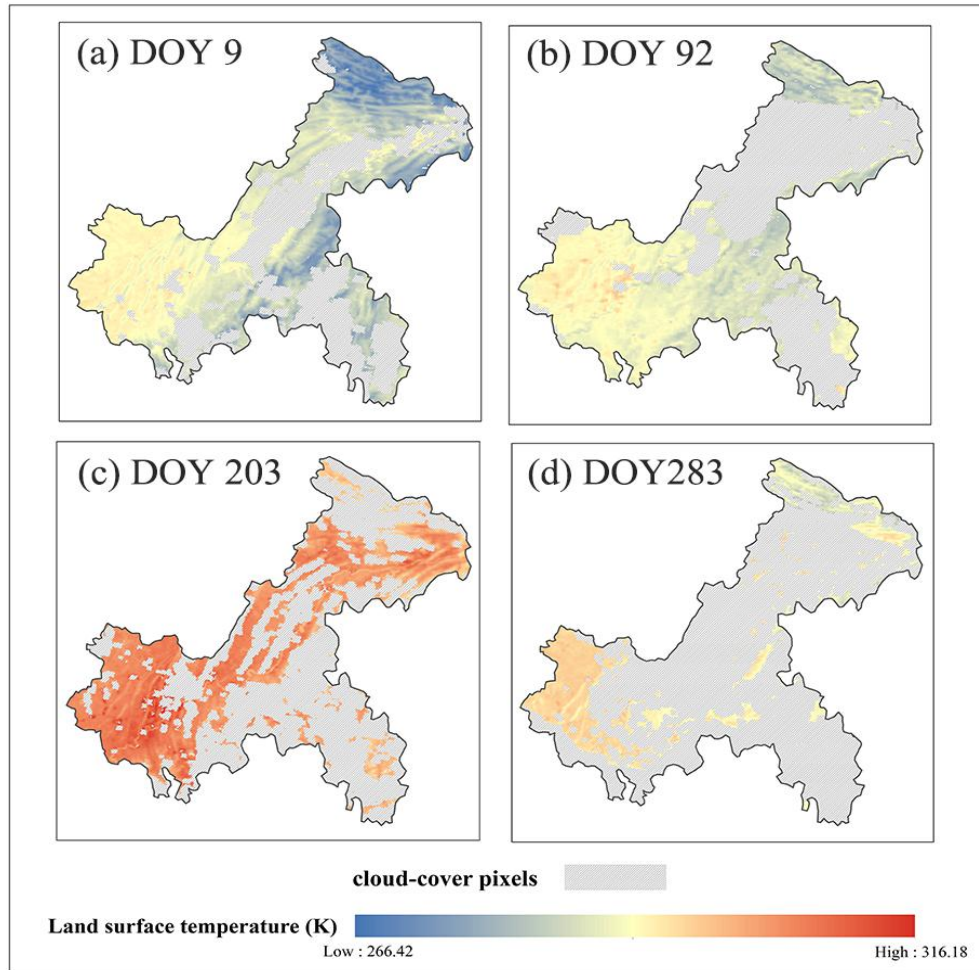
result and discussion







# 结果分析



## MODIS LST原始数据

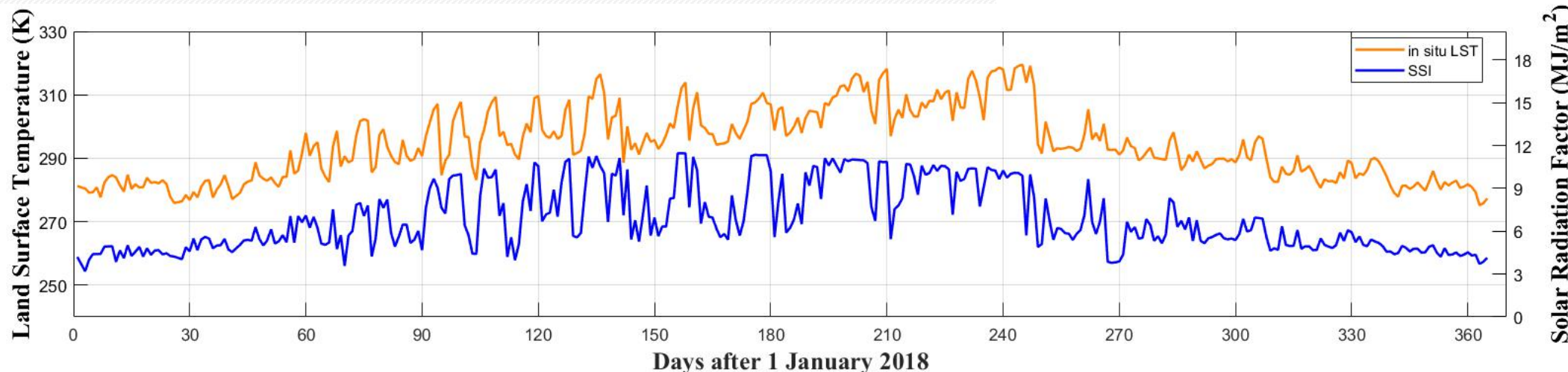
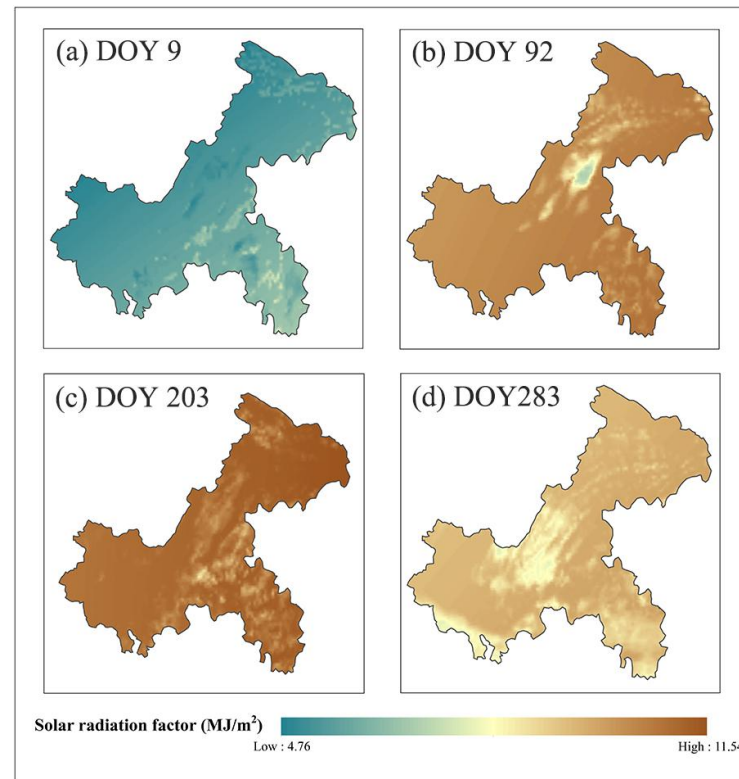
选择春夏秋冬四季温度有代表性的天进行展示。四天的有效像元比例分别是分别是66.6%,55.7%,44.4% ,20.3%。缺省区域主要为渝东北和渝西南的山地区域。



# 结果分析

## FY-4A产品估算的累积太阳辐射量

两条去曲线具有相似的变化规律，累积辐射量与地表温度**变化相似**，说明累积辐射量能很好描述云下地表温度变化。



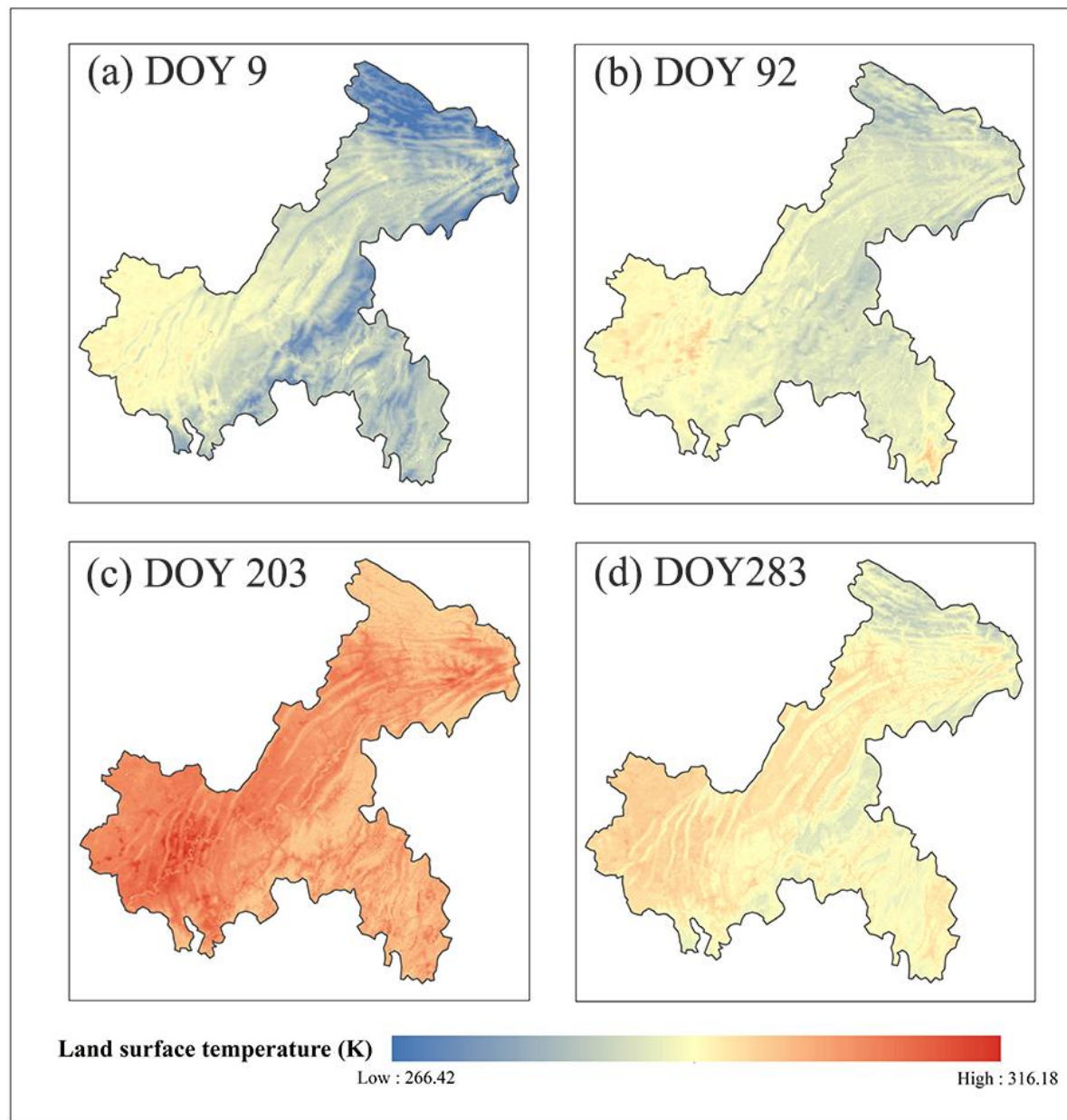
槽上站地表温度与累积太阳辐射逐日变化曲线





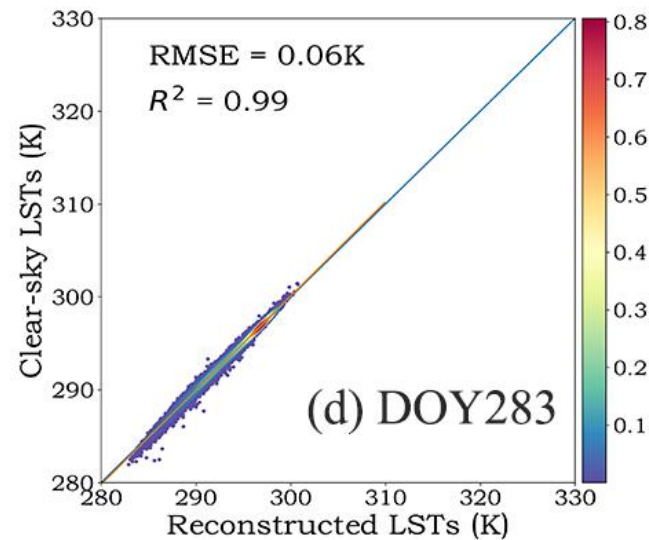
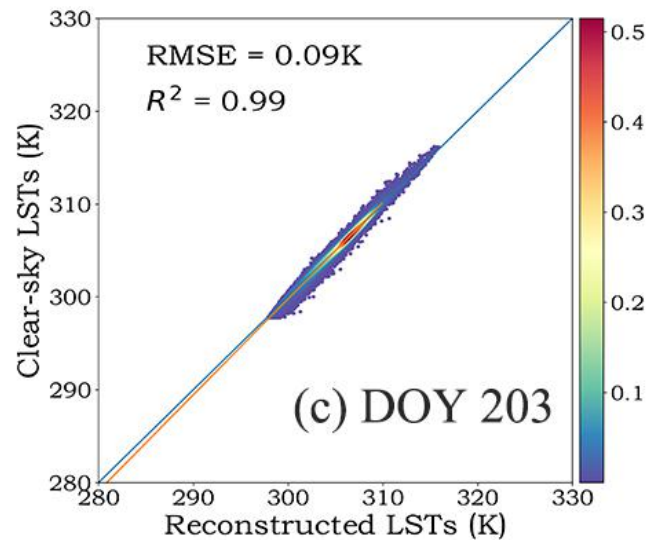
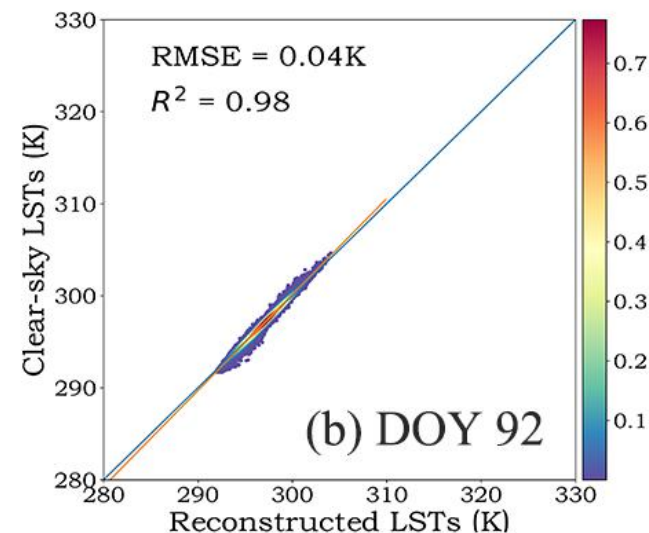
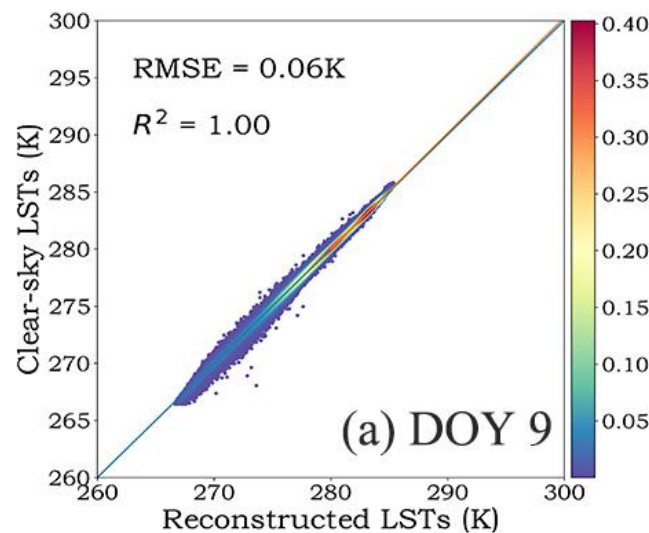
## 重建结果展示

数据空间拟合性较好，空间连续性强，没有明显低估和高估，地形影响表现明显。辐射累积数据能准确监测云覆盖状态。





重建LST数据与原始LST数据相关性极好，RMSE均小于1K， $R^2$ 均在0.98以上。说明模型拟合度高，鲁棒性强。



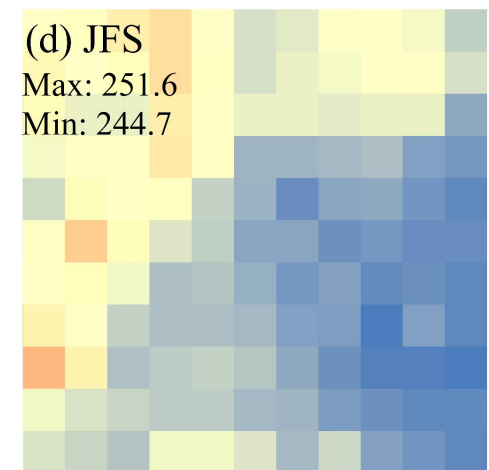
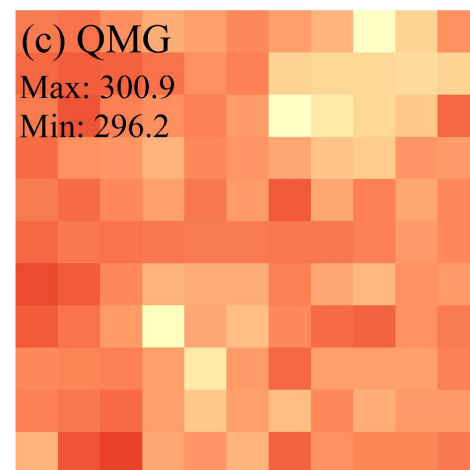
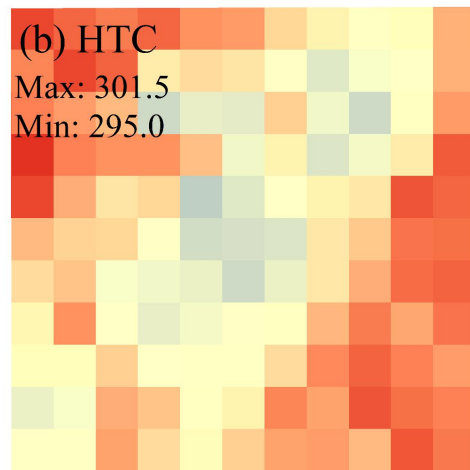
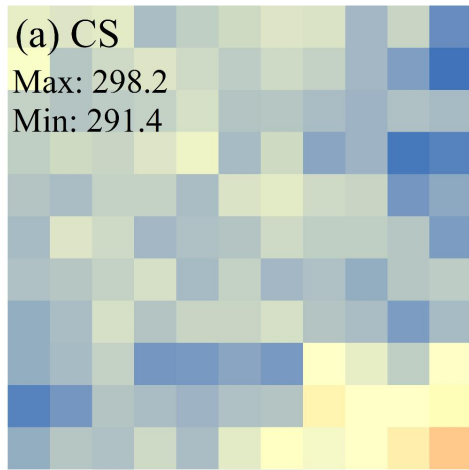




## —— 站点异质性检验

各站点ASTER地表温度11\*11像元大小均方根误差 (K)

站点名	槽上	虎头村	青木关	金佛山
STD(K)	1.03	1.59	0.78	1.62



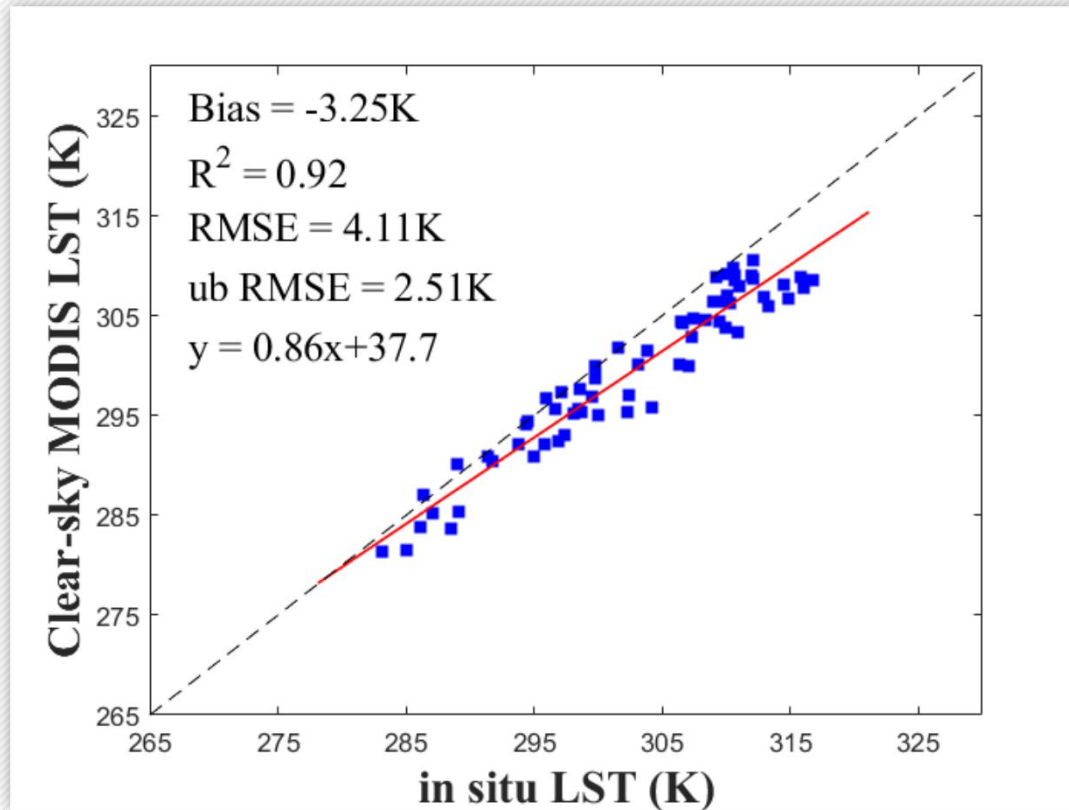
Land surface temperature (K)



虎头村和金佛山相对其他两个站点空间异质性强，对于山地区域遥感站点，四个站点的STD均小于1.7 K,因此,可以认为它们是相对均匀的,可以用于MODIS尺度温度验证



## 站点数据质量检测



利用这些站点的温度数据来评价MODIS原始LST产品的精度。散点图表明，两个数据集之间存在良好的相关性， $R^2$ 为0.92，ubRMSE小于3 K。但是Bias较高，需要对站点数据进行系统性误差校正。

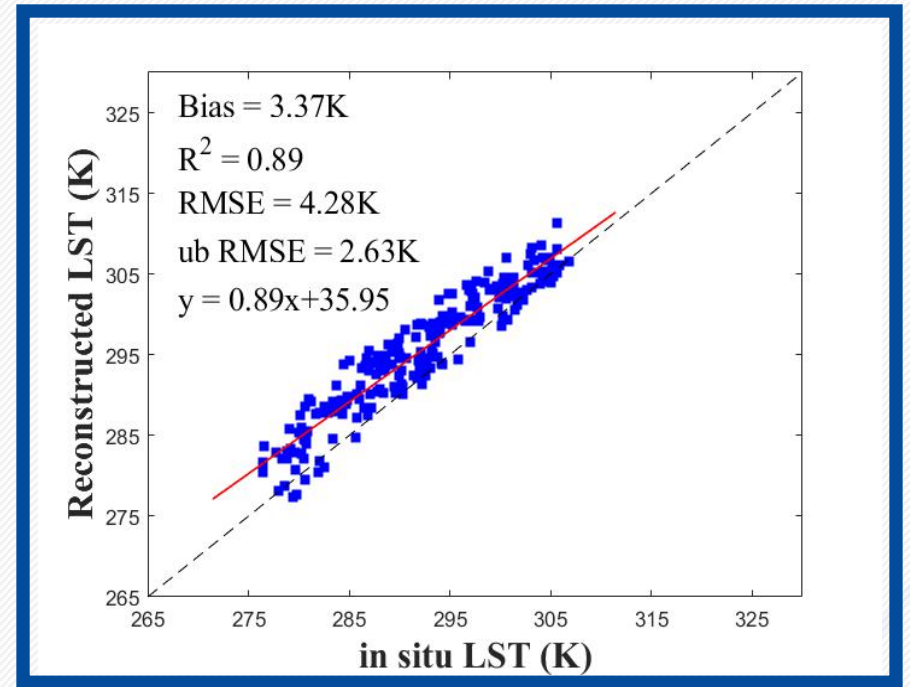




# 站点验证



重建地表温度与站点数据有较好相关性，各站点分开验证显示，偏差较大的点主要是空间异质性强的站点，但总体一致性较好。



各站点重建温度与站点温度的bias、 $R^2$ 、RMSE和ubRMSE

站点名	槽上	虎头村	青木关	金佛山
Bias (K)	3.00	3.61	3.05	4.87
$R^2$	0.88	0.90	0.88	0.68
RMSE (K)	4.11	4.32	3.78	5.79
ubRMSE (K)	2.81	2.38	2.24	3.13



## PART 04

# 研究结论

conclusions







## 地表温度重建优缺点

### 重建结果

重建结果较好反应了不同地表条件下的LST时空变化特征。交叉验证和站点验证均证实了该重建方法的可靠性

### 机器学习的局限性

训练数据的大小影响模型精度，优化输入数据的选择仍是需要重点考虑的问题。



### FY-4A产品应用

FY-4A估算的累积辐射值有效代替了云覆盖的信息，丰富了风云系列产品的应用。

### 验证站点异质性

复杂山区缺乏平坦均一的验证点数据，难以代替1 KM分辨率的MODIS像元值，空间异质性影响数据的验证结果。



西南大學

# 敬請各位老師同學批評指正

Thank you for listening

肖尧

2021.7.31

