



中国科学院空天信息创新研究院

Aerospace Information Research Institute (AIR)
Chinese Academy of Sciences (CAS)

空间地球科学 我们在行动

SPACE GEOSCIENCE WE ARE IN ACTION



倪文俭 Wenjian Ni



遥感科学国家重点实验室

State Key Laboratory of Remote Sensing Sciences (SLRSS)

2022/11/21



汇报提纲

Report outline



01

空间地球科学

Space Geoscience

02

已取得的重要进展

Important Results

03

未来的设想与展望

Perspectives & proposals



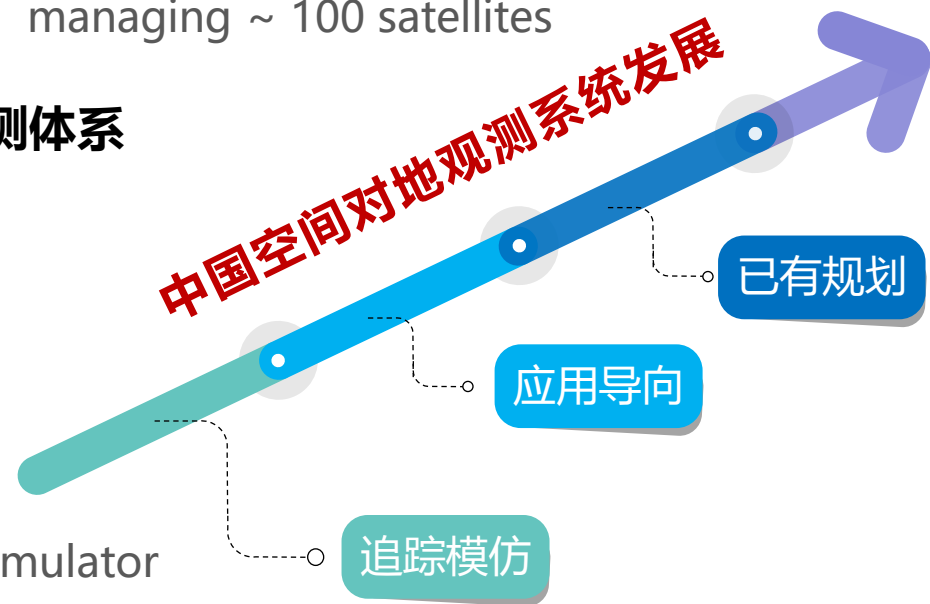
以**地球遥感观测**为主要手段，**刻画**地球系统各圈层关键要素的时空分布格局，**揭示**地球系统关键循环过程(碳、水和能量)的运行及变化驱动机制，为预测地球系统的未来变化趋势、寻求全球变化应对和适应策略、实现人类社会可持续发展提供服务。

Make earth observations using spaceborne remote sensing sensors, describe the spatiotemporal distribution pattern of key elements of the earth system, reveal the driving factors causing changes of the key cycling processes (carbon, water and energy) of the earth system for predicting climate change, seeking adaptation strategies and realizing the sustainable development of human society.



中国近十年发射了30余颗遥感卫星, 相关产业呈现出爆炸式的发展局面

- 国家高分辨率对地观测系统重大科技专项(CHEOS): 已发射14型、逾20颗卫星
- 国家民用空间基础设施中长期发展规划: 统筹优化的卫星规模达“近百颗”
Development Plan for National Civil Space Infrastructure: managing ~ 100 satellites
- 以**行业需求**为主, 尚未形成以**空间地球科学**为目标的观测体系
Lack of global observation capabilities ◎
- 亟需建设**空间地球观测数据处理与分析平台**
Lack of infrastructures on space geoscience in China
- 加强**空间地球科学数据与地球系统模式耦合**
Enhance couples of space geoscience and earth system simulator



国家重点研发计划“全球变化与应对”重点专项

National key research and development program “Global Change and Response” key project



- **总体目标：**发挥优势，突出重点，在全球变化领域若干关键科学问题上取得一批原创性的成果，增强多学科交叉研究能力，为实现可持续发展提供科学支撑。

Goals: achieve a number of important results on key scientific issues of global change, to provide scientific support for the realization of sustainable development.

- **科技部、中科院、教育部、气象局、海洋局、环保部等部门组织编制了“全球变化及应对”实施方案。**

Implementation plan is jointly designed by several ministries including MOST, CAS, MOE, BOM, SOA, MEE

- **重点关注的关键科学和技术问题：**

- **全球变化关键过程、机制和趋势的精确刻画和模拟**

Characterization and simulation of key processes, mechanisms and trends of global change

- 全球变化影响、风险、减缓和适应
- 数据产品及大数据集成分析技术体系研发
- 具有自主知识产权的地球系统模式研制
- 国家、区域应对全球变化和实现可持续发展的途径。

- **部署了五个方面的研究任务：**

- **全球变化综合观测、数据同化与大数据平台建设及应用**

Comprehensive observation, platform construction and application of datasets generation and assimilation

- 全球变化事实、关键过程和动力学机制研究
- 地球系统模式研发、预测和预估
- 全球变化影响与风险评估
- 减缓和适应全球变化与可持续转型研究

● **全球变化遥感数据产品研制与分析项目** Projects on datasets generation and explorations

2016

- **全球气候数据集生成及气候变化关键过程和要素监测, 3500 万**
Generation of global climate datasets and monitoring of key processes and elements
- **基于多源卫星遥感的高分辨率全球碳同化系统研究, 2800 万**
High-resolution global carbon assimilation system based on multi-source remote sensing datasets
- **全球变化大数据的科学认知与云共享平台, 2800 万**
Cloud-based sharing platform of global change big data and scientific exploration

2017

- **全球生态系统碳循环关键参数立体观测与反演, 2384 万**
Datasets generation of global carbon cycle key elements and scientific exploration
- **冰冻圈和极地环境变化参数观测与反演, 2362 万**
Datasets generation of cryosphere and polar environment change parameters
- **“人-地”耦合的高精度全球土地利用演变模拟及应用, 1375 万**
"Human-land" coupled high-precision simulation of global land use evolution and its application

2018

- **全球能量循环和水循环关键参数的立体观测与遥感反演, 1178万**
Datasets generation of global water cycling and energy budgets and scientific exploration
- **基于国产卫星数据的全球变化关键数据研制, 958万**
Datasets generation of key climate change elements using Chinese Remote sensing satellite

汇报提纲 Report outline



01

空间地球科学

Space Geoscience

02

已取得的重要进展

Important Results

03

未来的设想与展望

Perspectives & proposals

遥感科学国家重点实验室 (SLRSS)



定位：通过遥感科学基础理论与前沿技术创新，促进空间地球科学和国家航天技术发展, 服务于国家重大需求.

Focus: Science of remote sensing, cutting-edge technology, promote space geoscience and aerospace technology

国家重大应用需求



污染



干旱



洪水



台风



农业安全



水资源安全

国家航天发展需求



新型载荷设计

全球遥感产品

空间技术支持下的地球系统科学

遥感科学

发展科学驱动下的观测系统

科学前沿需求



空间地球科学

遥感科学国家重点实验室 (SLRSS)



自主部署重大科研计划：“地球系统科学的遥感研究”

Generation and exploration of remote sensing datasets for Earth System Science

核心任务：

突破地球系统科学典型要素提取关键技术，研发全球遥感数据产品，研究**地球碳循环、水循环和能量平衡过程**提高对地球系统科学问题的认知。

Tasks:

innovative algorithms on extracting key elements of earth system science, generation of global remote sensing data products, improve understanding processes of carbon cycle, water cycle, and energy balance of earth systems

部署领域方向 Details:

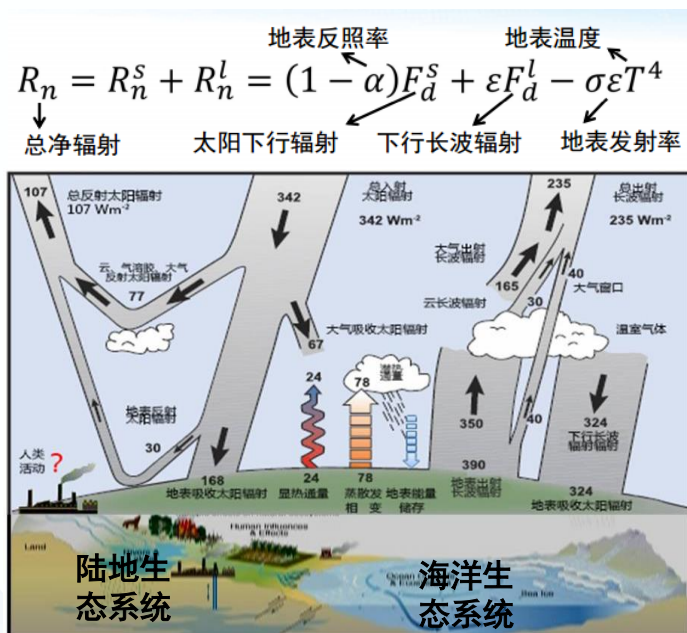
- 遥感机理模型与实验研究
Remote Sensing Mechanism Model and Experimental Research
- **能量平衡系统**遥感与过程研究
Remote Sensing on Energy Balance System
- **水循环系统**遥感与过程研究
Remote Sensing on Water cycle System
- **碳循环系统**遥感与过程研究
Remote Sensing on Carbon Cycle System
- 人类活动与环境健康遥感研究
Remote Sensing on Human Activities and Environmental Health
- 大数据与新型遥感前沿技术研究
Remote Sensing Big Data and New Frontier Technology

能量平衡系统遥感与过程研究

Remote Sensing on Energy Balance System



全球能量平衡是指地球与太空之间的能量交换及其在全球的时空分布变化状况，是地--气交换、水循环和碳循环等地球系统关键循环过程的驱动力。



Focus on earth-space energy exchanges, and its spatial temporal distributions forcing the water and carbon cycling.

研究内容 Topics :

- 大气层顶端与地表辐射收支
Radiation budgets at atmosphere top
- 全球尺度云、气溶胶的空间分布和垂直结构
Clouds and aerosols
- 全球陆地与海洋表面辐射收支与能量平衡
Land and Ocean Radiation budgets

观测要素 Key elements :

- 地表结构参数
- 地表BRDF和反照率
- 云和气溶胶的微物理特性
- 地表温度、发射率、长波辐射
- 地表热惯量、土壤水分
- 地表感热、地表潜热等

水循环系统遥感与过程研究

Remote Sensing on Water cycle System

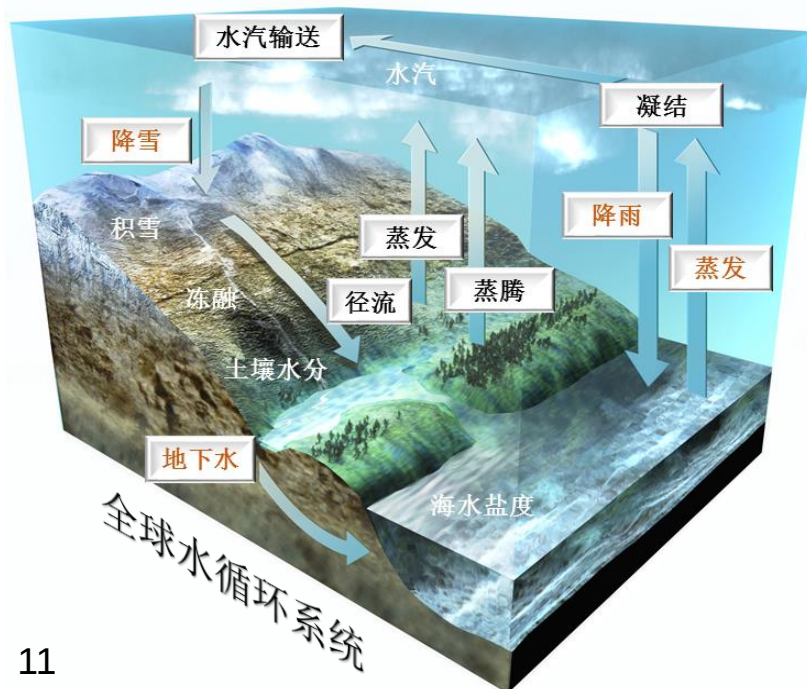


陆地水量平衡方程

$$P \downarrow + M - \uparrow E = R \rightarrow + \Delta S \left\{ \begin{array}{l} \text{动态水体} \\ \text{土壤水分} \\ \text{地下水} \end{array} \right.$$

降水 冰雪融水 蒸散发 径流 蓄水量 下渗

边界条件：土壤水分及冻融态



全球水循环系统全要素观测能力

Key elements	Related Remote sensing satellites
大气水汽与降水 Water Vapor and Precipitation	GPM、TRMM、AMSR2、MODIS、Himawari-8、AMSU-B
土壤水分 Soil Moisture	SMOS、SMAP、AMSR2、ASCAT、Aquarius
雪水当量 snow water equivalent	AMSR2、AMSR-E、SSM/I、QuickScat、OSCAT
地表冻融 surface freeze-thaw	SMAP、AMSR2、SMOS、ASCAT、MWRI
陆地蒸散发 terrestrial evapotranspiration	MODIS、ASTER、ALOS、Himawari-8、Sentinel-3
水体 Water in River and lakes	MODIS、LandSat、Sentinel-3
地下水 Underground water	GRACE、GRACE-FO
海面盐度 sea surface salinity	SMOS、Aquarius、SMAP
海洋蒸发 ocean evaporation	GFOSAT、Metop-C、Sentinel-3、VIIRS、ATMS
地表径流	SWOT

碳循环系统遥感与过程研究

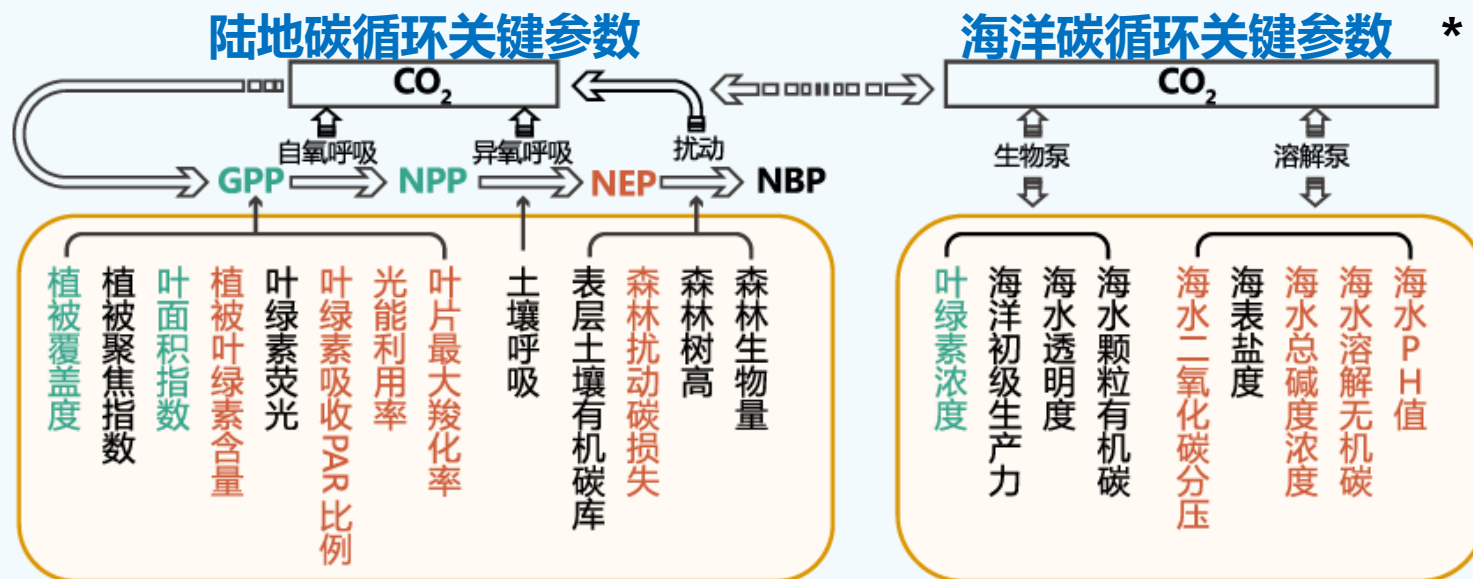
Remote Sensing on Carbon Cycle System



- 突破了全球碳循环关键参数立体观测与反演关键技术，研制了**碳参数全(24种)**、**时空分辨率高(500m/5km)**、**时间序列长(1981-2019)**的碳参数产品，为全球碳源汇精确估算提供新方法和科学数据支持。

Generated 24 datasets of carbon cycle elements, covering the whole process, having high spatial and temporal resolutions, long time series, which have been used in scientific explorations

碳循环 参数产品 体系



* 海洋碳参数由
自然资源部第二
海洋研究所牵头
完成

碳循环系统遥感与过程研究

Remote Sensing on Carbon Cycle System



● 空间观测数据驱动的全球尺度土壤呼吸遥感估算

Global estimation of soil respiration

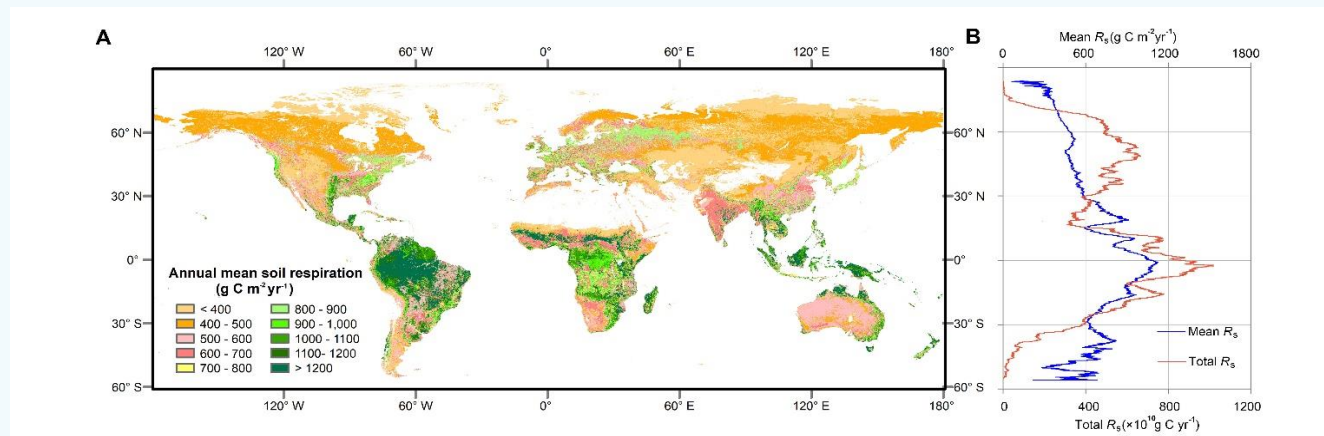
- **全球尺度**上土壤呼吸变化主要**受到温度的影响**;

Soil respiration is controlled globally by climates;

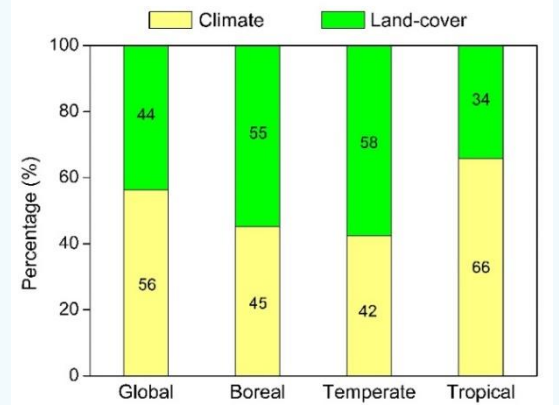
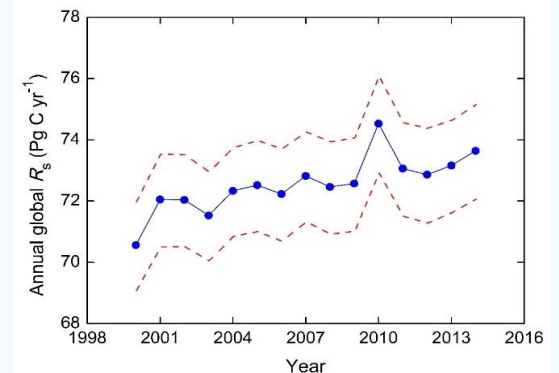
- 在温带和北方区域, **植被变化更多地贡献了土壤呼吸的变化**

Changes of land cover contribute more than climates in boreal and temperate

全球2000-2014年平均土壤呼吸空间分布格局及其纬向变化



全球土壤呼吸总量变化趋势



碳循环系统遥感与过程研究

Remote Sensing on Carbon Cycle System



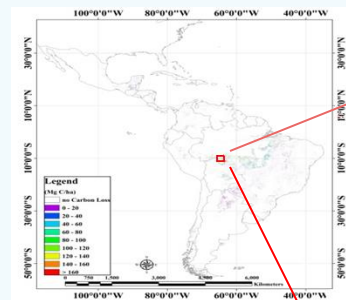
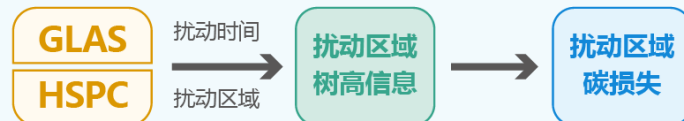
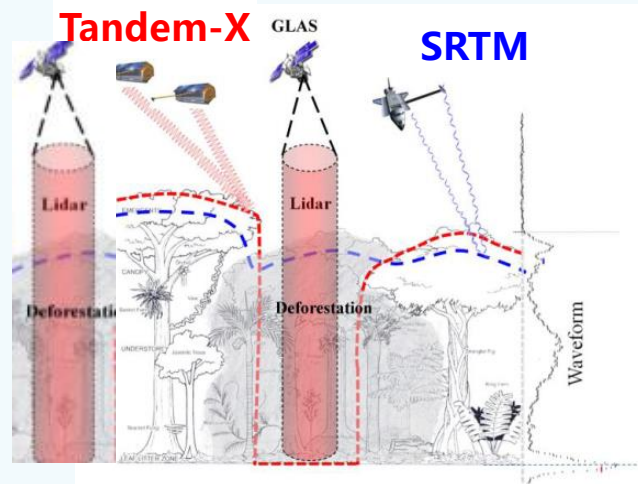
● 2000s年拉丁美洲森林强扰动碳变化评估

Gross carbon emissions of Latin America deforestation in 2000s

- 有效解决了高碳储量情况下遥感信号饱和问题，发现拉丁美洲区域现有森林强扰动区域的森林碳损失被严重高估，为正确认识其在全球碳收支中的作用提供了新的可靠证据。

New estimates based on direct measurement of forest spatial structures, providing different solid evidences

...2010...2005...2000

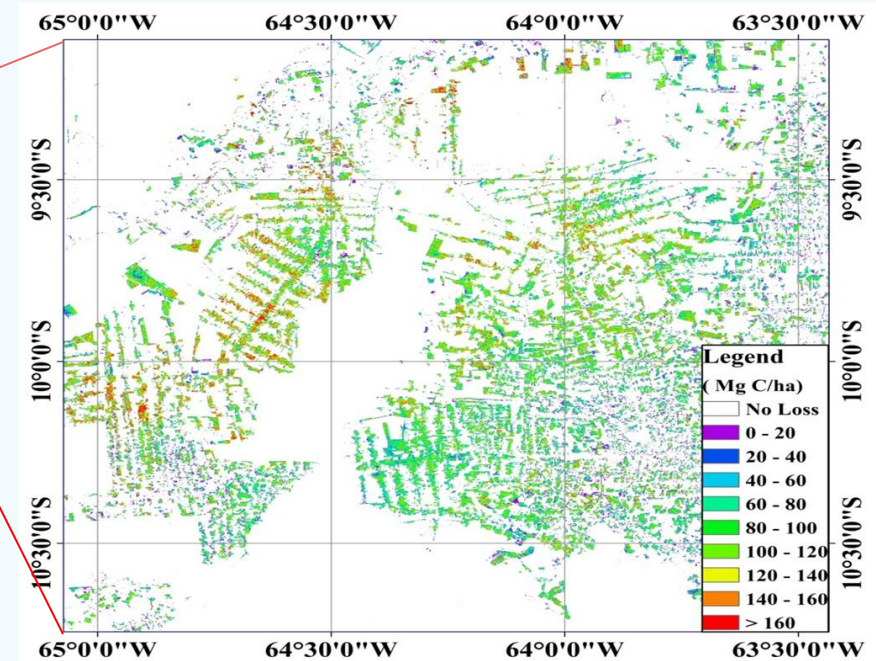


拉丁美洲碳损失总量

Baccini et al., 2017:
519.78 Tg C yr⁻¹

Harris et al., 2012:
438 Tg C yr⁻¹

Ours:
267.51 Tg C yr⁻¹



碳循环系统遥感与过程研究

Remote Sensing on Carbon Cycle System



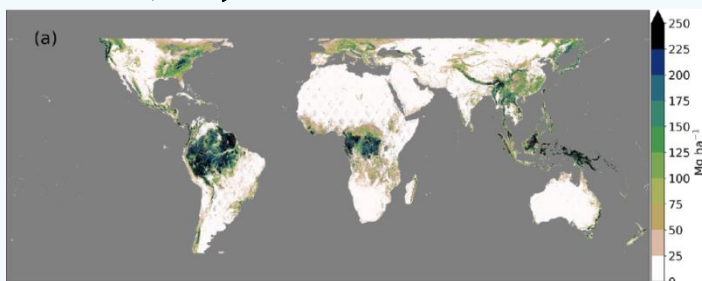
- 复杂地形区森林植被碳储量精准核算

Carbon stocks in global forest vegetation

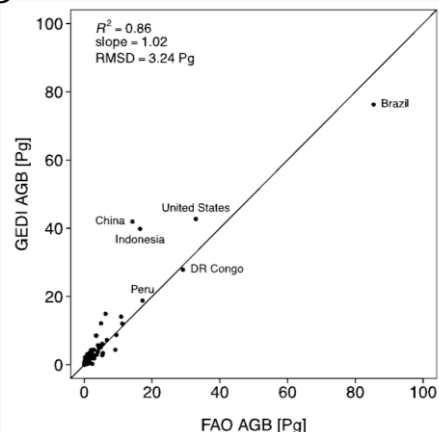
Global Ecosystem Dynamics Investigation (GEDI)



全球51.6° N-



GEDI森林地上生物量



GEDI: 480.2 Pg

FAO: 373.1 Pg

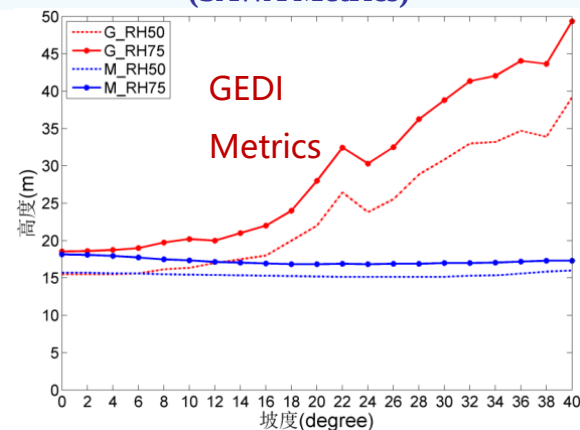
Relative error:

29%

地形影响是主要误差源之一 Terrain effects

大光斑激光雷达地形自适应波形指数

Slope-Adaptive WAveform Metrics
(SAWA Metrics)



China

GEDI: 41.9 Pg

FAO: 14.2 Pg

Ours: 27.5 Pg

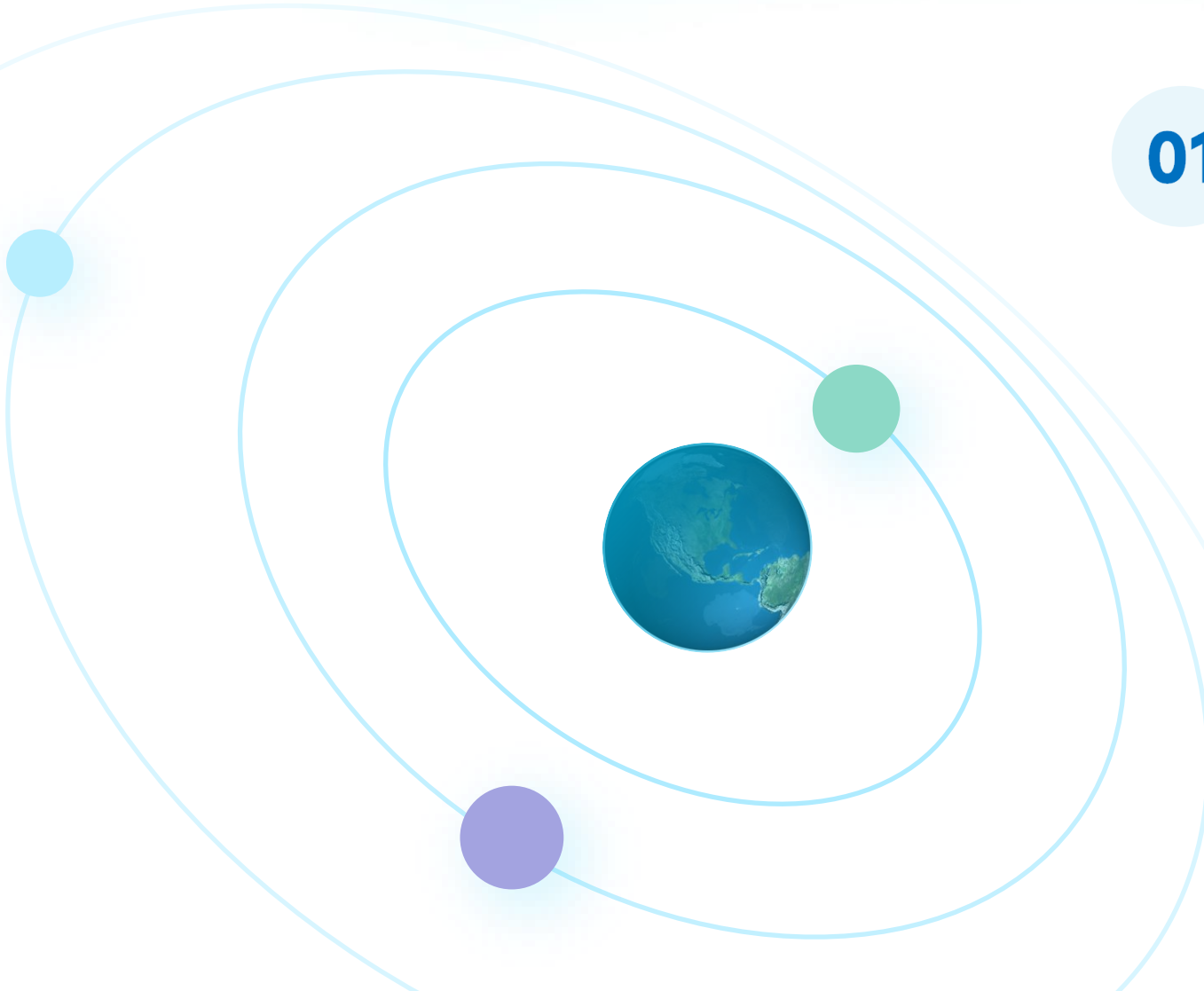
USA

GEDI: 42.7 Pg

FAO: 32.9 Pg

Ours: 34.5 Pg

汇报提纲 Report outline



01 空间地球科学
Space Geoscience

02 已取得的重要进展
Important Results

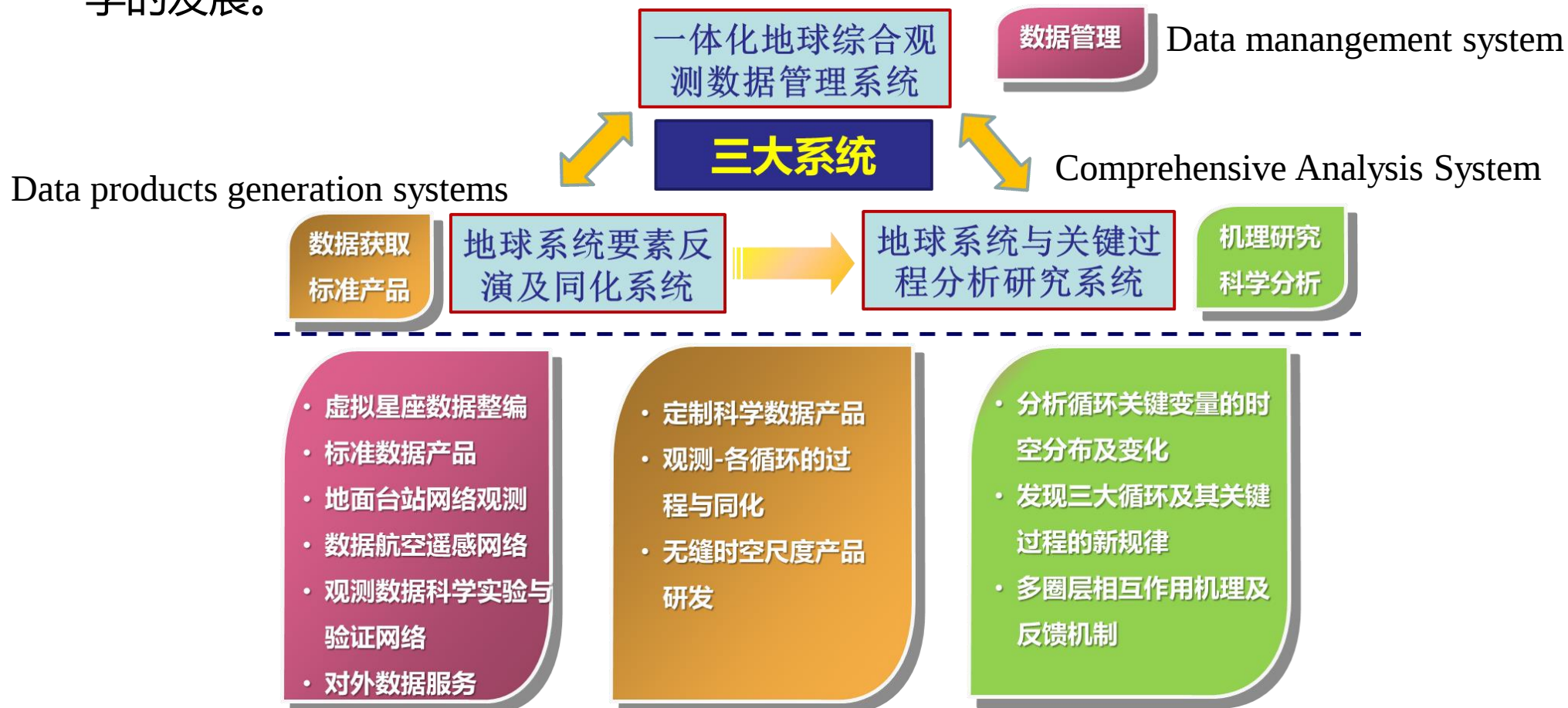
03 未来的设想与展望
Perspectives & proposals

把脉地球-空间地球科学平台

Pulsing Earth - Infrastructures on space geoscience



- 数据共享平台建设成效显著，但空间地球观测数据处理与分析平台欠缺，目前停留在单要素产品和共享发布阶段，尚不具备全要素综合分析能力，严重制约着我国空间地球科学的发展。

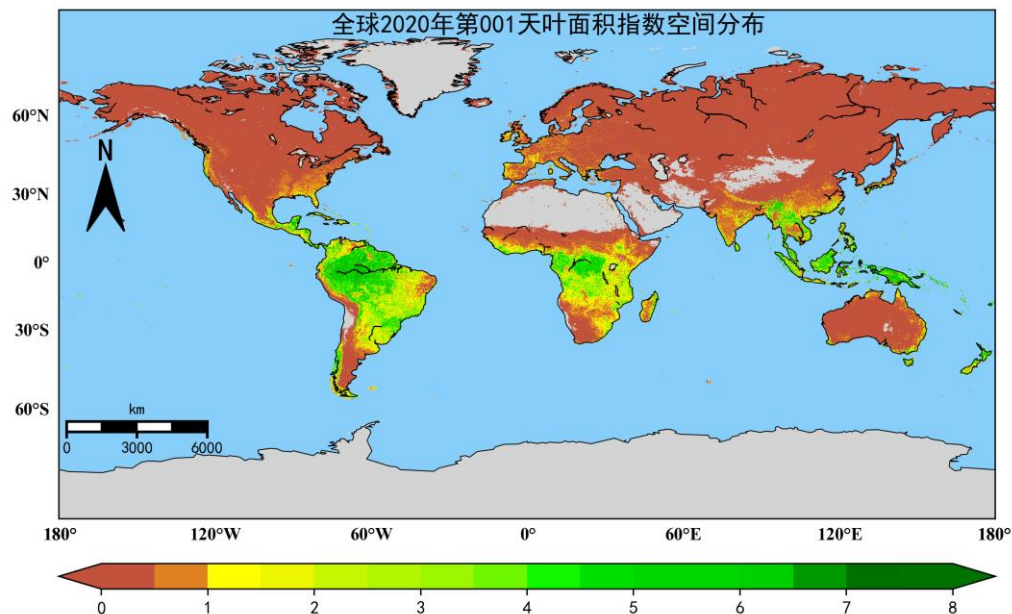


把脉地球-空间地球科学平台

Pulsing Earth - Infrastructures on space geoscience



● 多源协同定量遥感产品生成系统(MuSyQ)



➤ 高分共性产品与真实性检验平台

共享2018-2020年全国16m产品7种, 累计493527幅

➤ 国家综合对地观测数据共享平台(chinageoss)

共享20种定量遥感产品数据集, 下载次数合计20324次。

- HJ、GF-1/6、FY3/4等 15种国产载荷数据预处理能力,
- 大气、辐射、植被等23种国产卫星全球变化参数生产能力

中国下一代大气碳卫星发展路线图

China's next generation satellite of atmospheric carbon



- 计划2023年完成方案研究，为“十四五”末尽快完成卫星研制与发射奠定技术基础，为我国气候谈判提供科技支撑。





中国空间地球科学事业乘着航天科技的东风，将会取得更多、更有影响力的成果！

**More outstanding results in Space Geoscience can be anticipated
facilitated by the rapid development of the space science and
technology in China!**

谢谢！

中国科学院空天信息研究院

www.aircas.ac.cn

