



ChinaFLUX第10次通量观测理论与技术培训

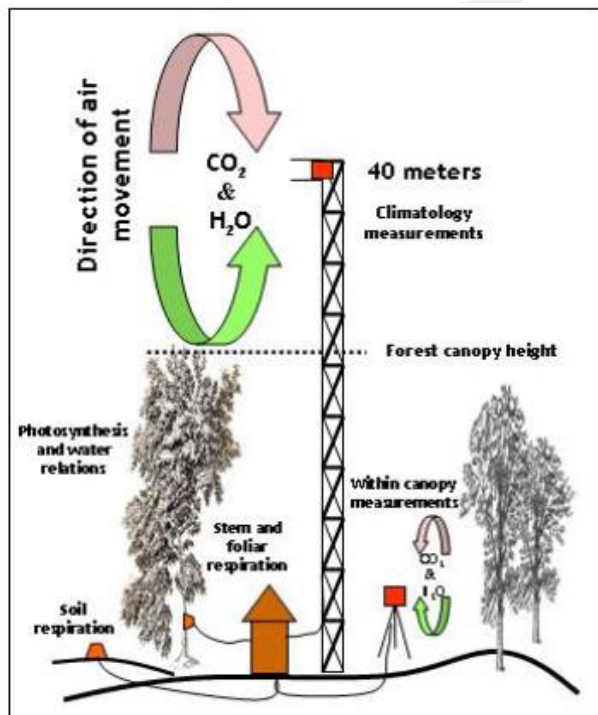
中国区域通量观测研究的发展 历史与展望

于贵瑞

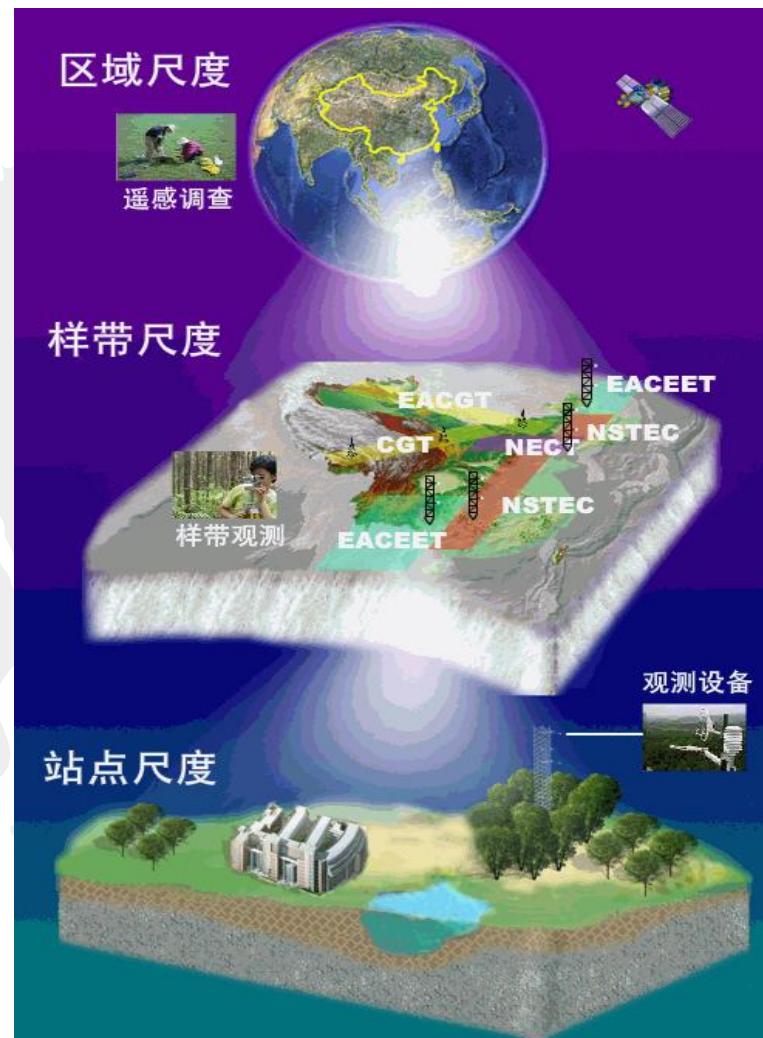
中国科学院地理科学与资源研究所

- 
- **发展历程与现状**
 - **前沿科学问题与使命**
 - **未来的工作重点及行动**

通量观测是生态系统观测的一次重大技术革命

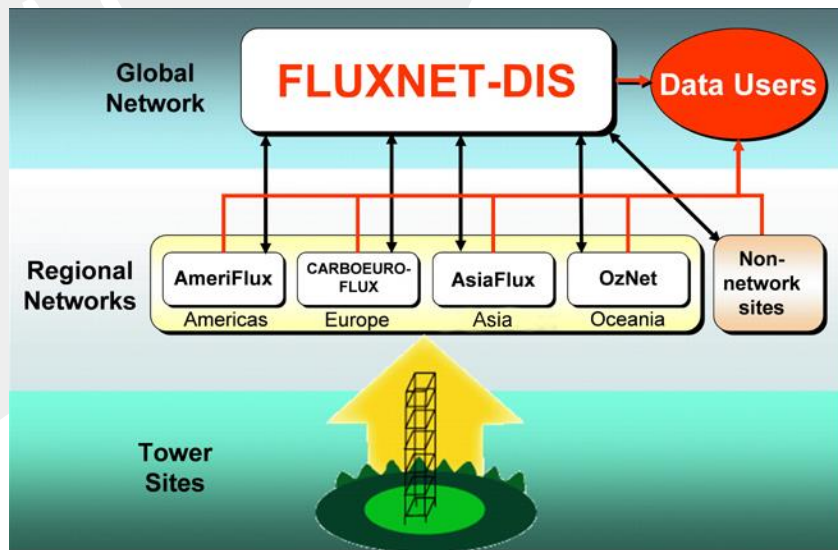


- ❖ **优点:** 测定生态系统功能及其变化的重要技术手段；天地一体化观测体系中核心组成部分

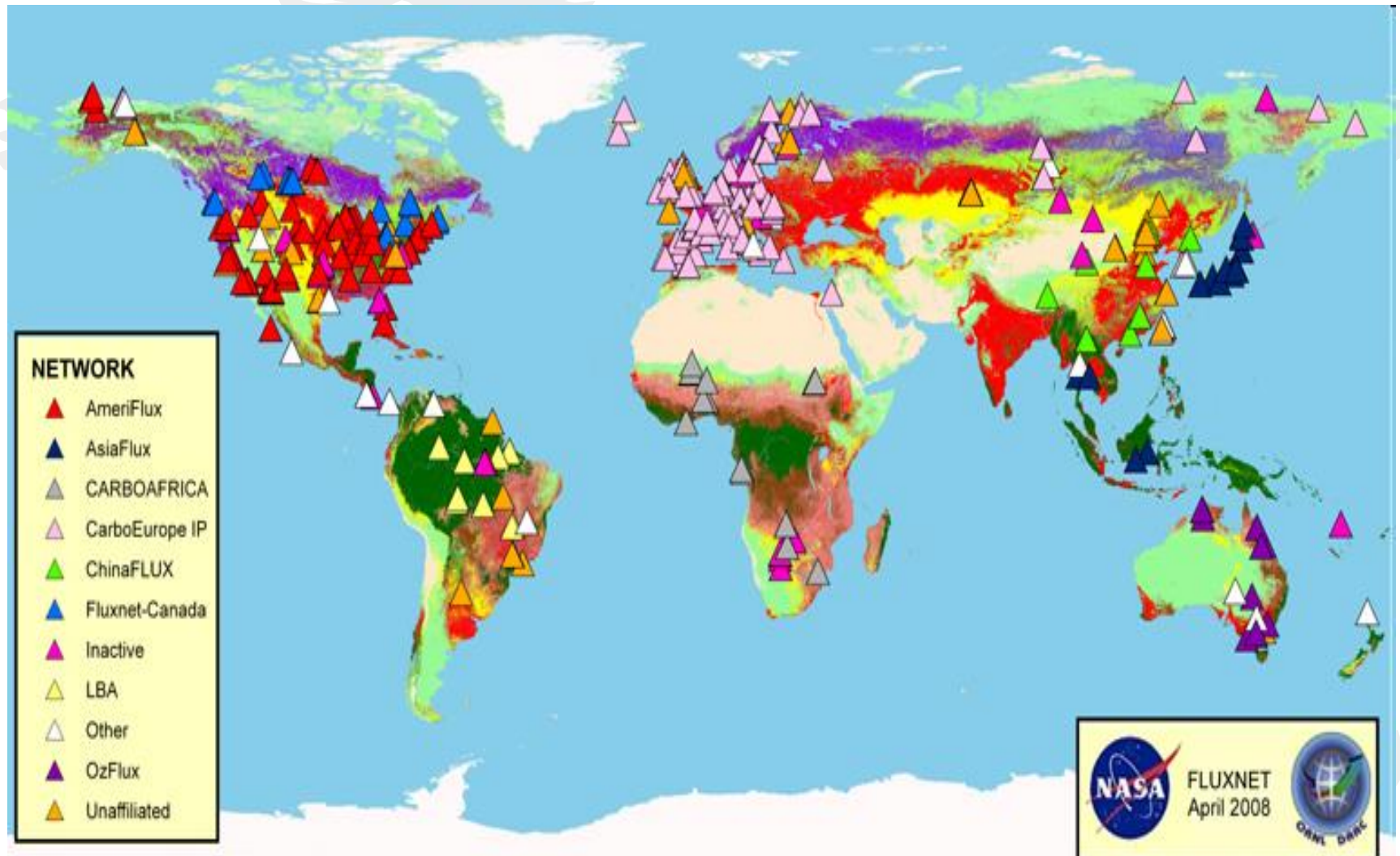


全球通量观测的发展历程

- 通量观测起步：
 - 20世纪50年代后期，基于梯度-廓线法开展
- 涡度相关技术初步应用：
 - 20世纪80年代后期，开展观测的站点逐步增多；
- 区域通量网建设：
 - 1995年La Thuile workshop后观测站点增长加快，
 - 1996和1997年欧洲通量网和美洲通量网相继启动；
 - 随后全球不同区域的通量观测网络先后成立。
- 全球通量网启动：
 - 1998年，在美国NASA和EOS的支持下，FLUXNET 成立；
 - 各区域观测研究网络先后加入FLUXNET，形成全球通量观测研究网络。



全球涡度相关观测站点的空间分布

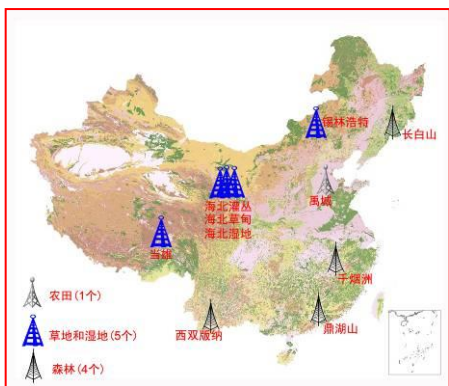


ChinaFLUX的建设及发展历程



- 中国科学院知识创新重大项目
- 国家重点基础研究发展计划项目

第一阶段 2001-2004



第二阶段 2005-2010



- 中国科学院知识创新工程重要方向项目
- 国家重点基础研究发展计划项目
- NSFC重大项目
- NSFC重大国际合作研究A3前瞻计划项目

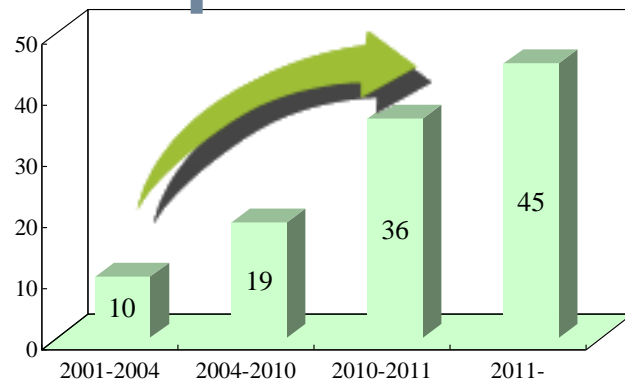
- 中国科学院战略性先导科技专项
- ## 第三阶段 2010-2011



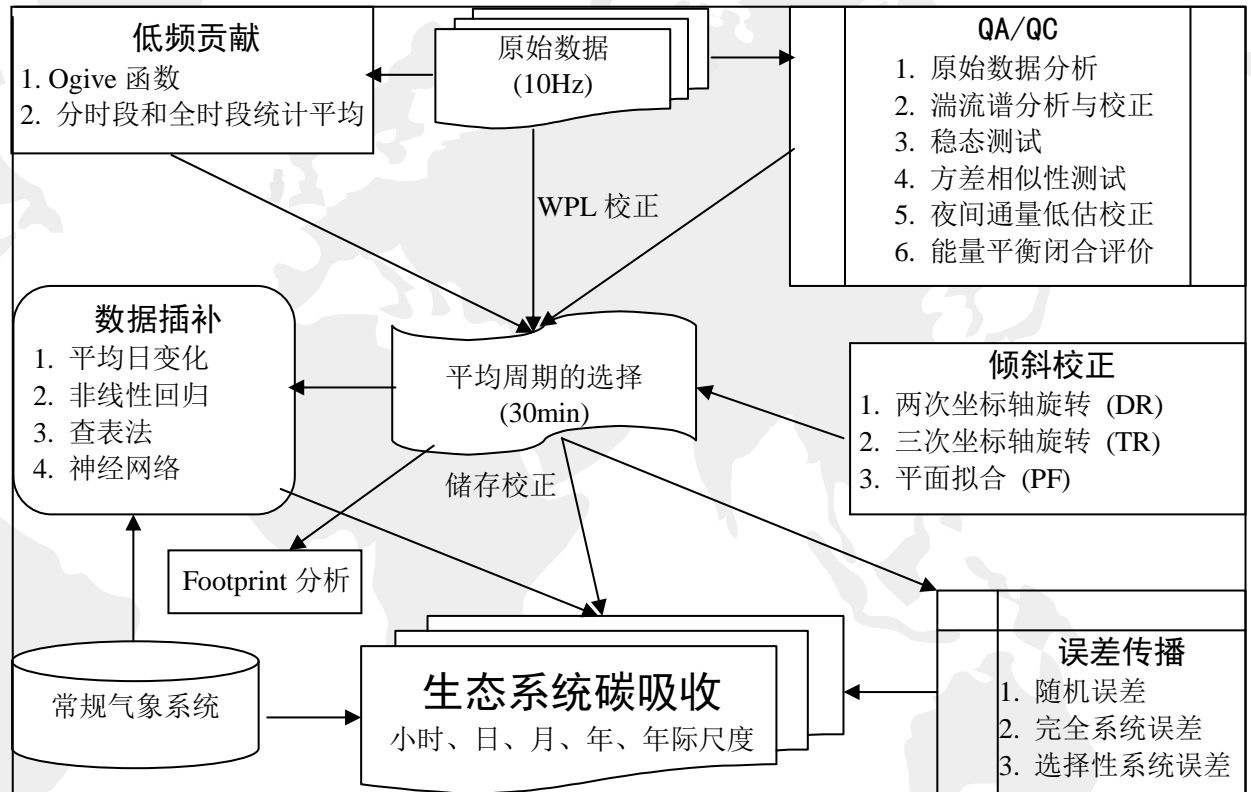
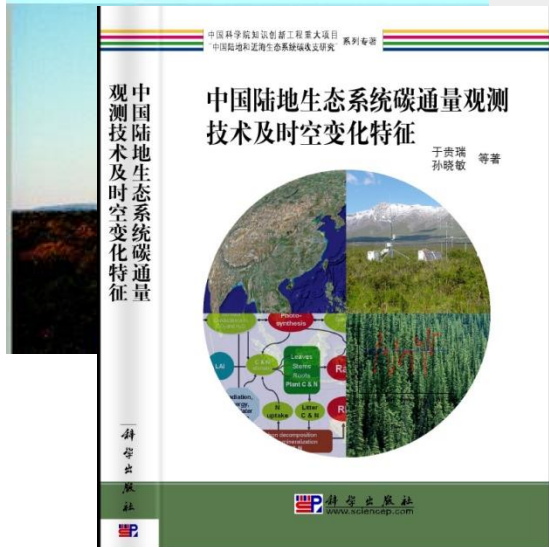
新阶段 2011-



- NSFC重大项目
- CERN专项



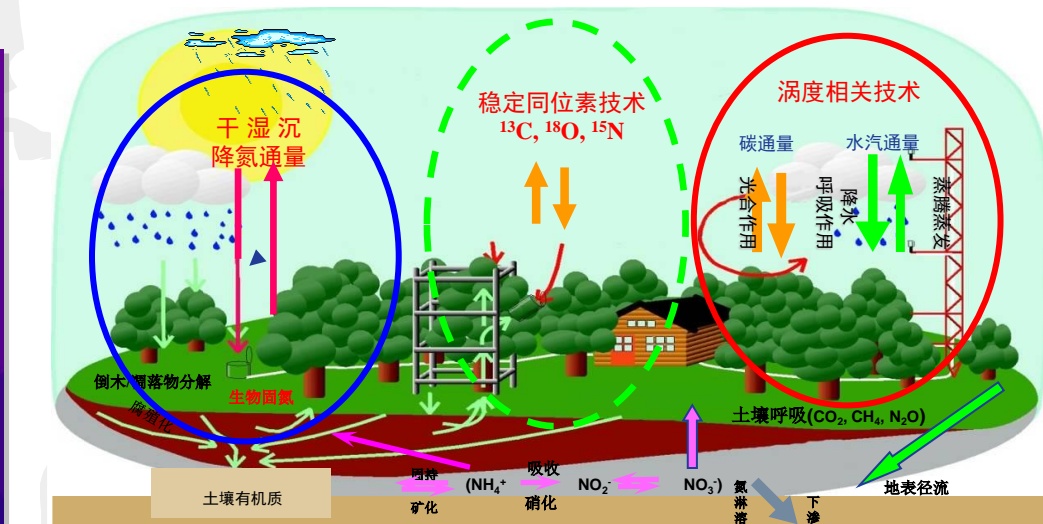
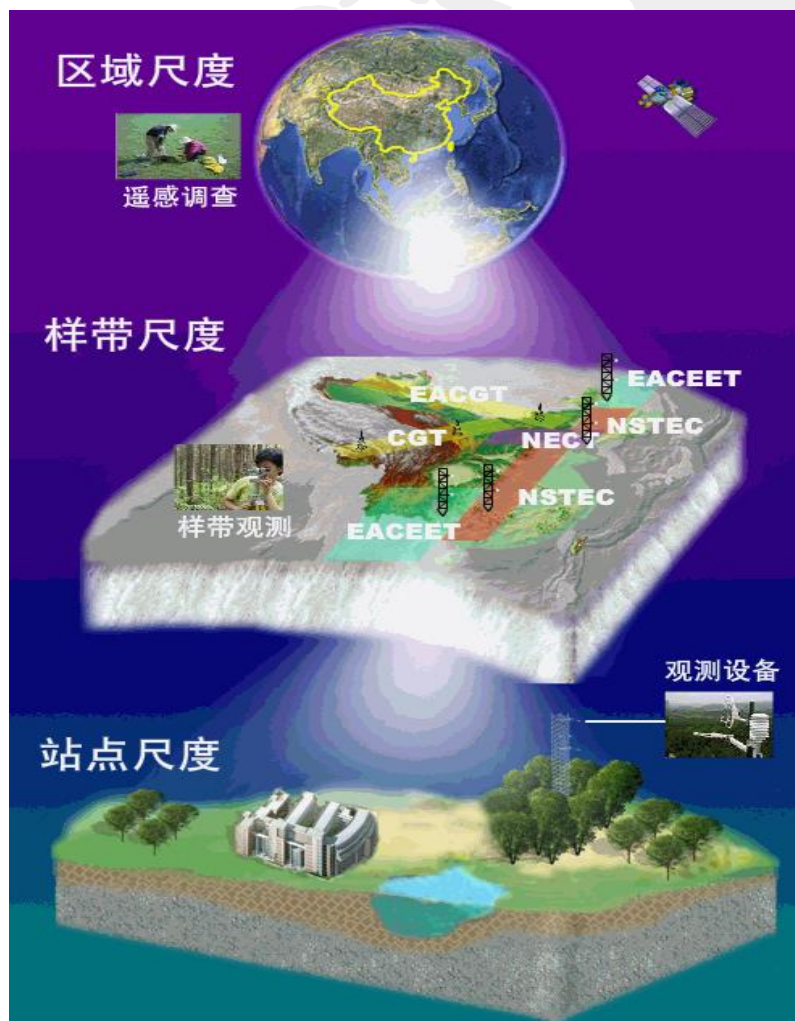
现状(2): 构建了碳通量观测的理论和方法体系



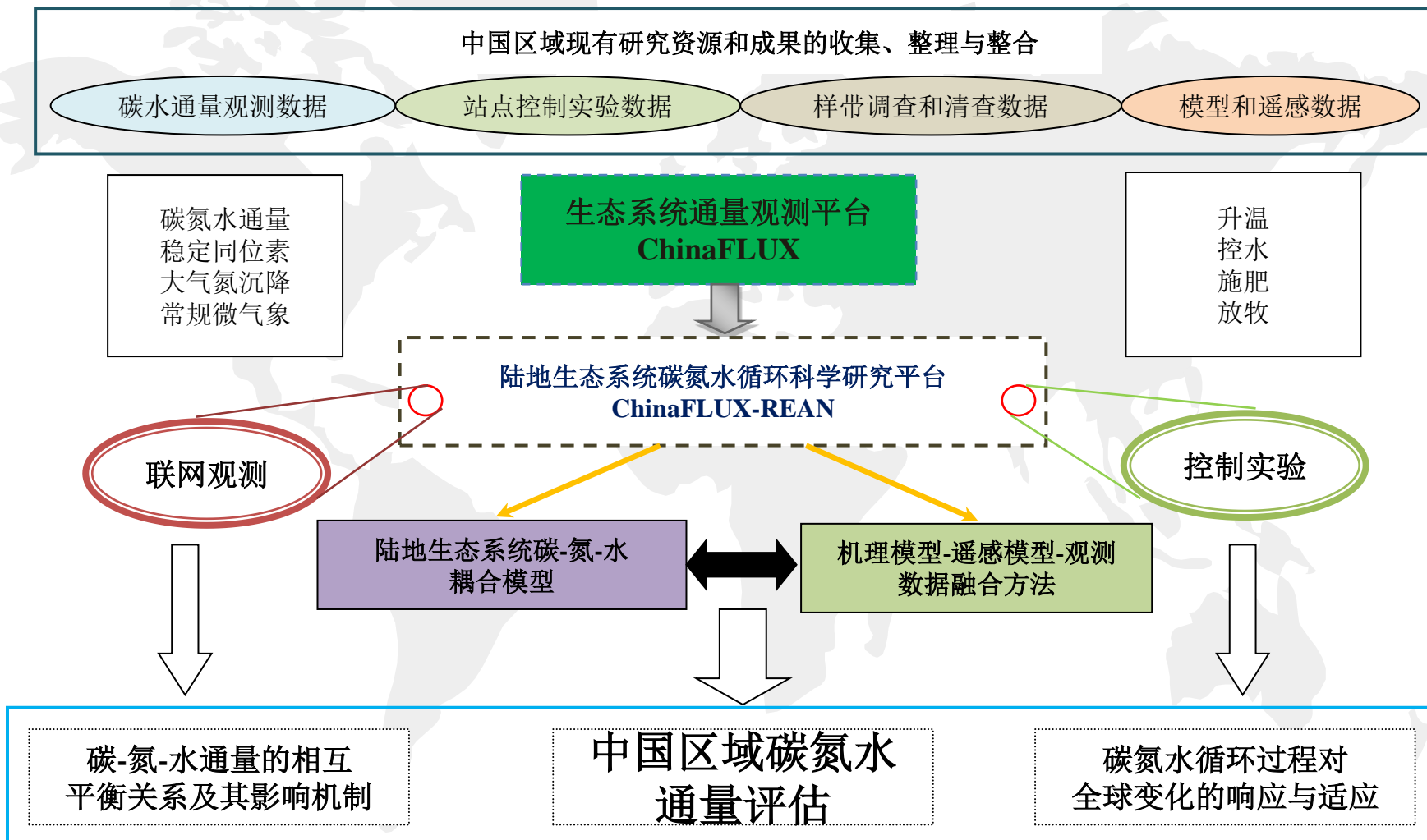
ChinaFLUX碳水通量数据质量控制和处理体系

(Yu et al. 2007 AFM; 于贵瑞和孙晓敏, 高等教育出版社; 于贵瑞和孙晓敏, 科学出版社)

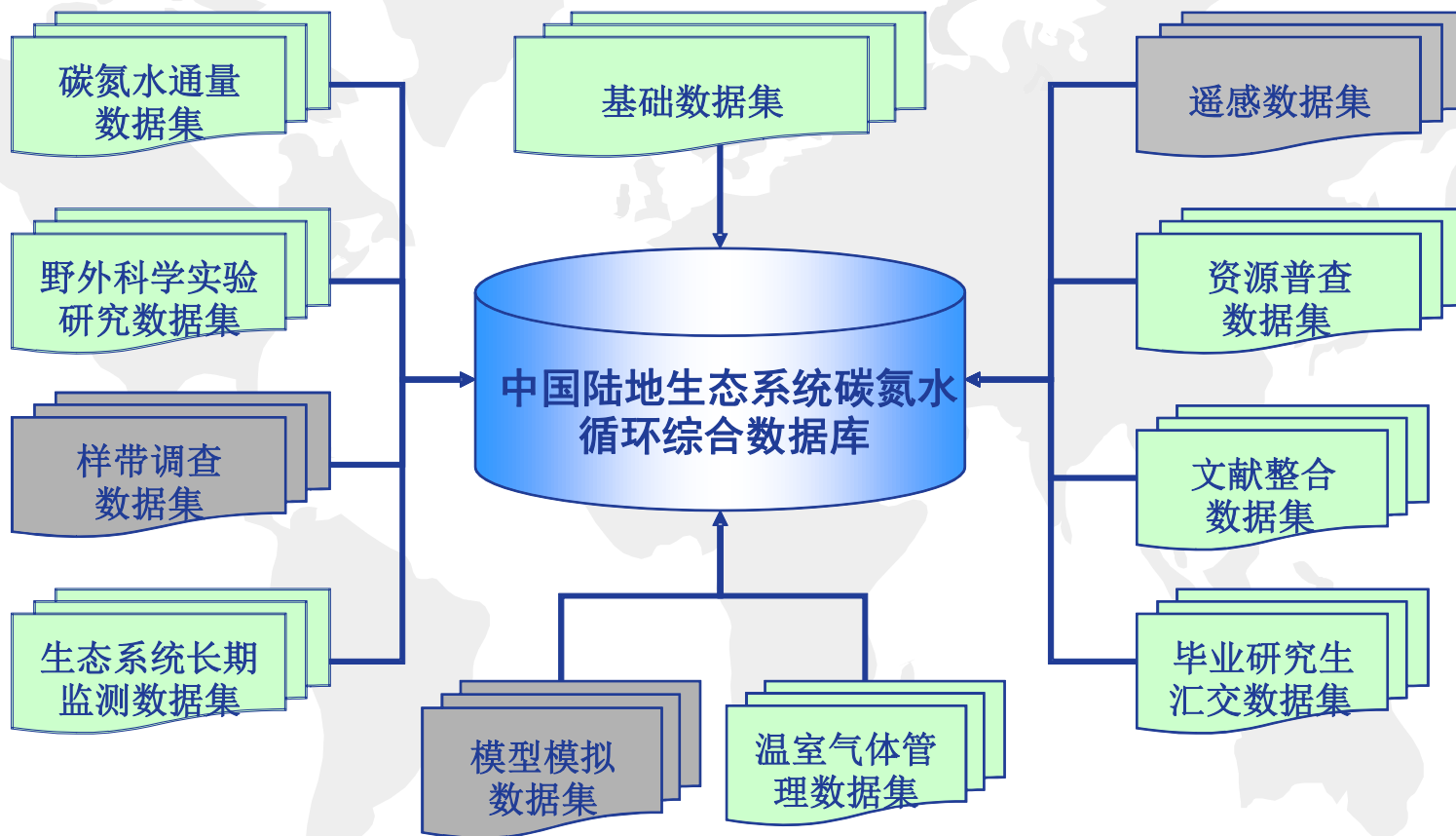
现状(3)：开展了多尺度-多要素协同观测



现状(4): 搭建了碳-氮-水耦合循环工作平台



现状(5): 形成了碳-氮-水循环数据库



- 
- **发展历程与现状**
 - **前沿科学问题与使命**
 - **未来的工作重点及行动**

ChinaFLUX的使命

- 日变化，季节动态，年际变异

碳氮水通量的动态变化及其环境
响应与控制机制

生态系统生产力
及其全球变化的
影响

区域特征

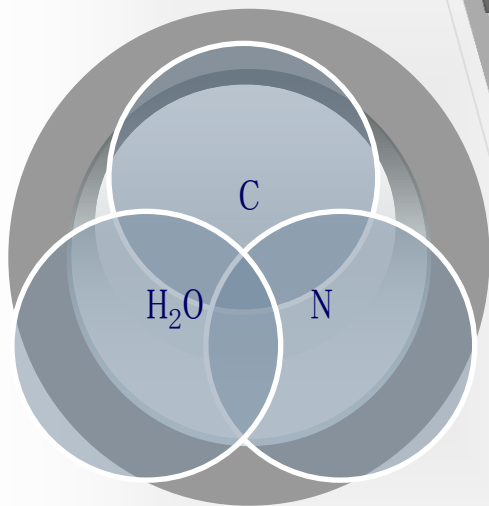
- 不同生态系统
- 不同植被功能型
- 不同气候带

碳-氮-水耦合循
环对全球变化的
响应

碳氮水通量的空间格局及
其生物地理生态学机制

- 空间变异规律，调控机制

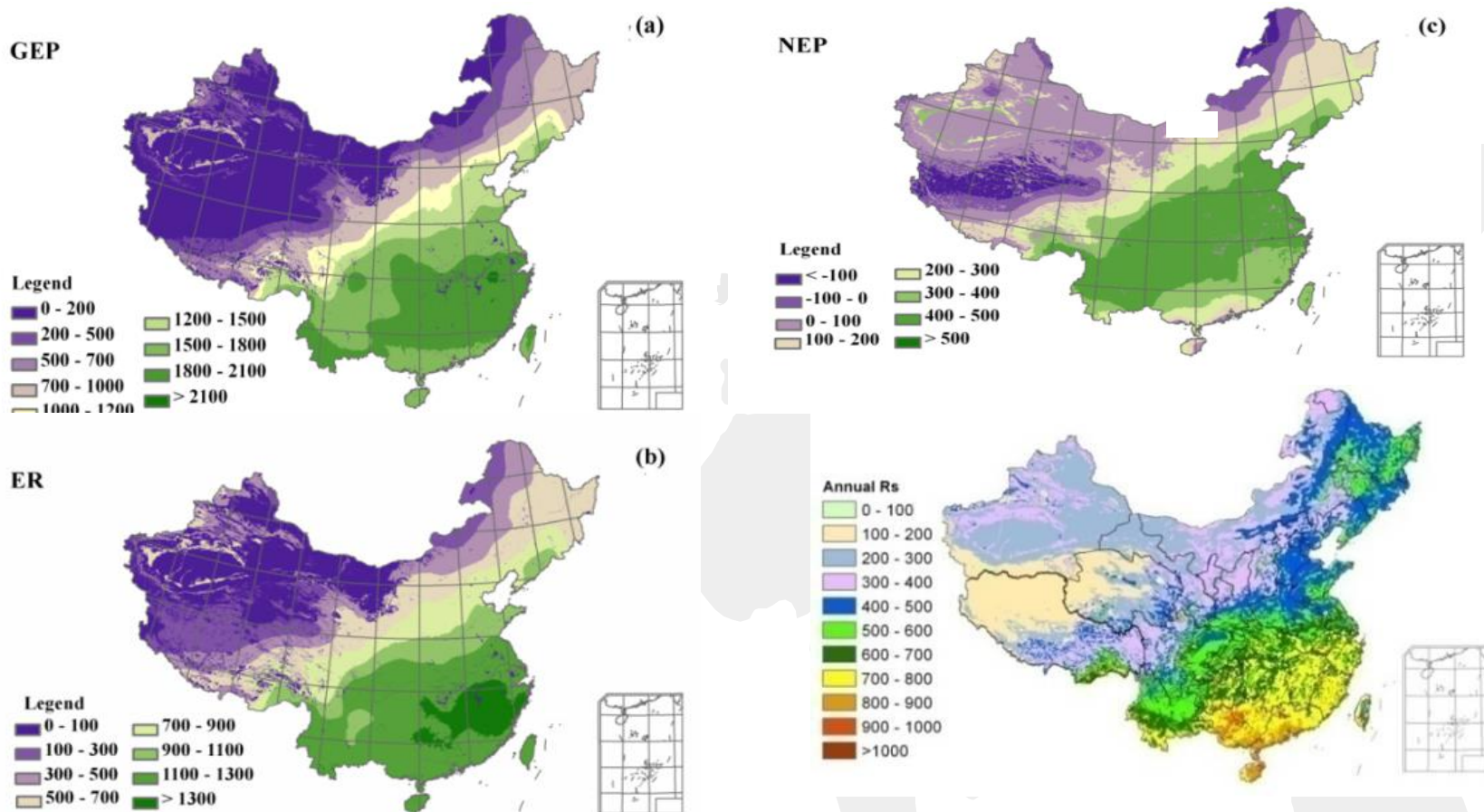
区域碳氮水收支
综合评估与调控
管理



- 碳通量 (NEE, GPP, RE, NPP)
- 水通量 (蒸发, 蒸散)
- 氮通量 (氮沉降, 植被/土壤氮)

长期观测

中国陆地生态系统碳-氮-水通量的动态评估



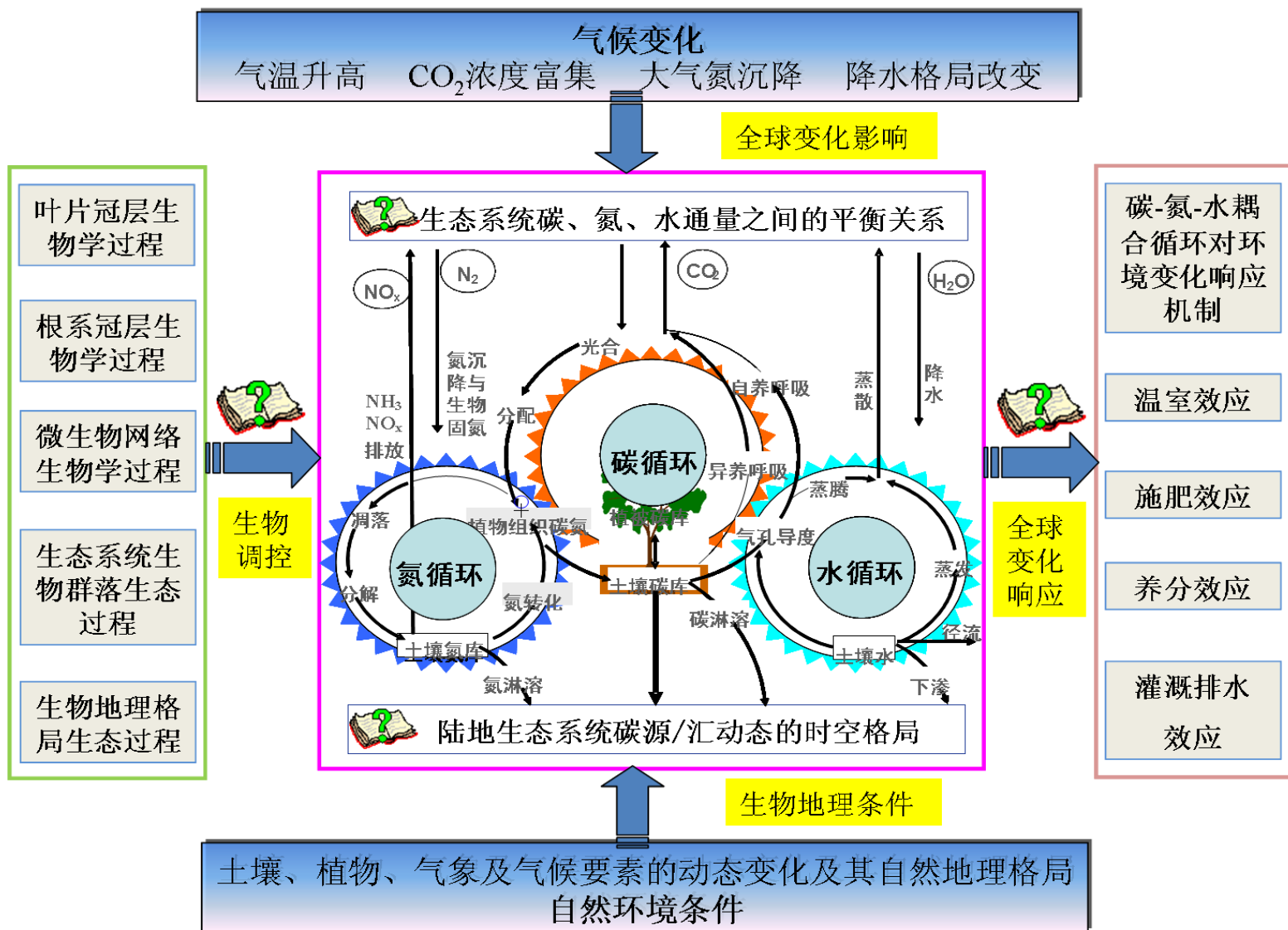
中国区域GPP、NEP、RE和RS分别为7.78、1.71、6.05和3.96 Pg C yr⁻¹, 分别占全球总量的4.45-7.04%、8.14-11.40%、5.87-6.30%和4.93%。

Zhu et al., 2014, GPC

Yu et al., 2010, ES&T

前沿科学问题

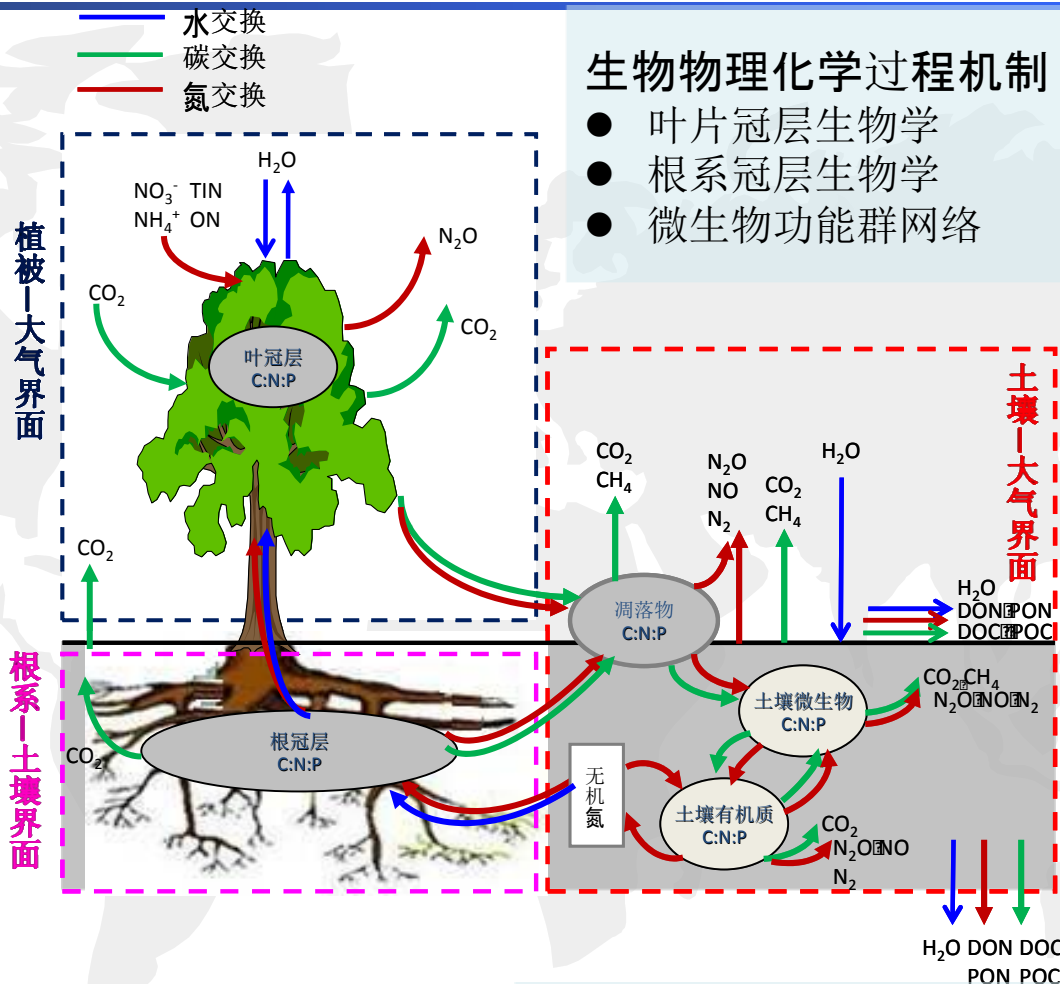
陆地生态系统碳-氮-水循环理论及其对全球变化的响应



不同尺度陆地生态系统碳-氮-水耦合过程及驱动机制

生理生态学 调控机制

- 植物气孔对水碳耦合的调控机理
- 根系对水分、养分吸收和碳归还的调控机理
- 微生物功能群对碳氮转化和排放的调控机理
- 土壤-植物溶液系统中离子交换和平衡的生物化学机制



生物物理化学过程机制

- 叶片冠层生物学
- 根系冠层生物学
- 微生物功能群网络

生物地理生态学机制

- 环境控制生物地理格局机制
- 生物资源需求利用策略保守性机制
- 生物生产力适应气候和土壤环境原理
- 生物资源要素需求和资源供给平衡原理

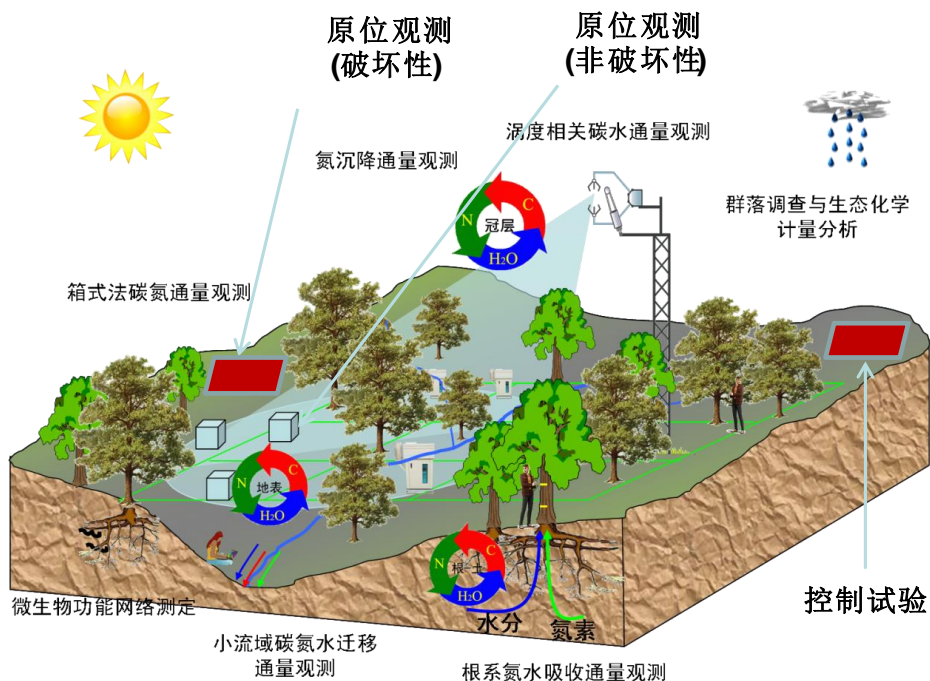
生态系统生态学机制

- 生源要素化学计量学原理
- 生物组分与器官平衡原理
- 资源要素利用效率机制
- 生态位互补和种群演替理论

核心问题(1): 碳-氮-水耦合循环的生物调控机制

科学问题

- 生态系统适应、进化
- 生态系统碳-氮-水通量、生源要素化学计量学的生物学控制
- 碳-氮-水耦合循环
- 碳、氮、水单要素循环



研究方法

分析与集成

- 地理格局分析
- 区域模拟与评价
- 模型改进与构建
- 历史数据整合

观测与实验

- 生态化学计量
- 稳定同位素技术
- 氮沉降观测
- 箱式法
- 涡度相关技术

NSTEC

年际 年 季 月 日

尖峰岭

千烟洲

鼎湖山

热带/亚热带

宝天曼

长白山

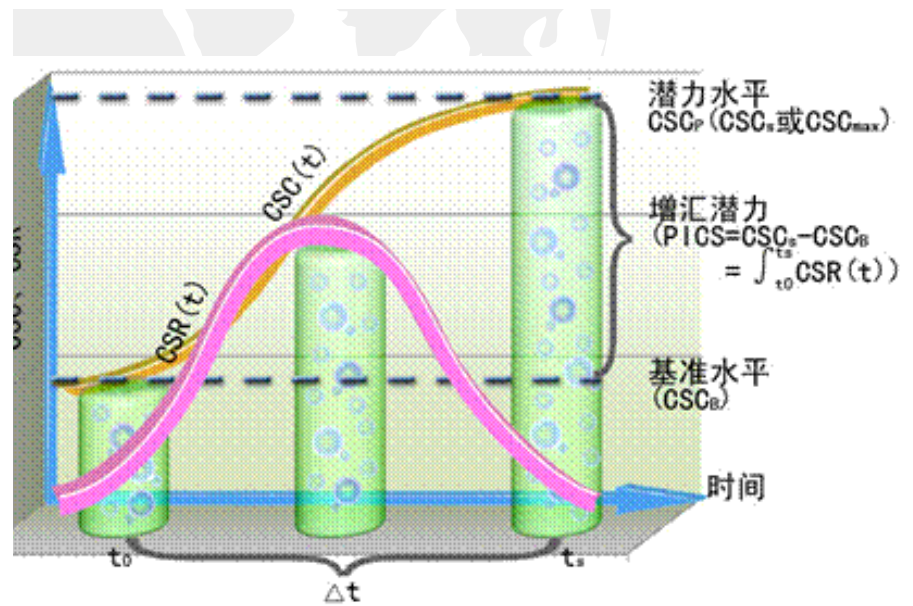
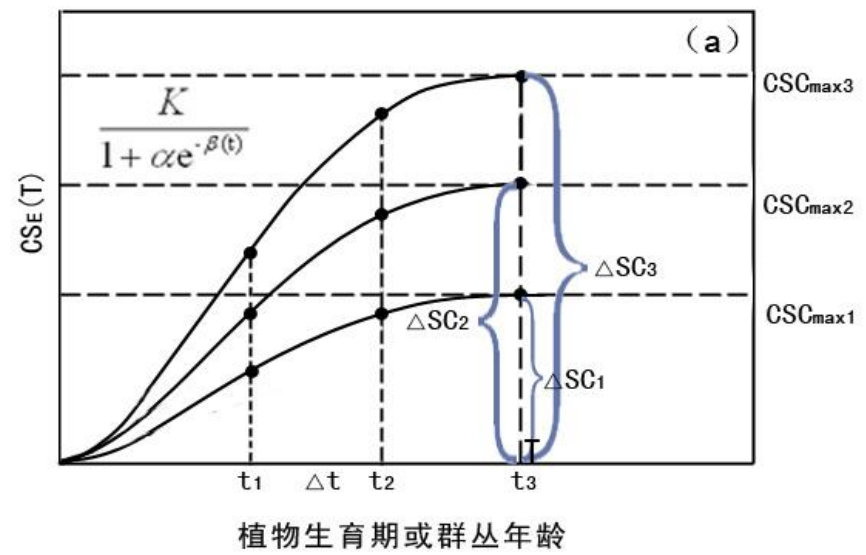
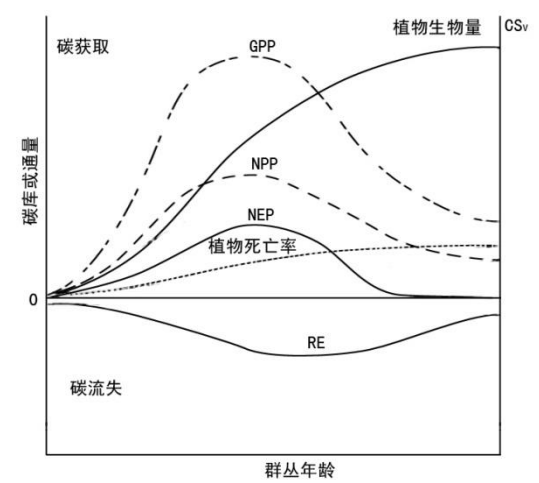
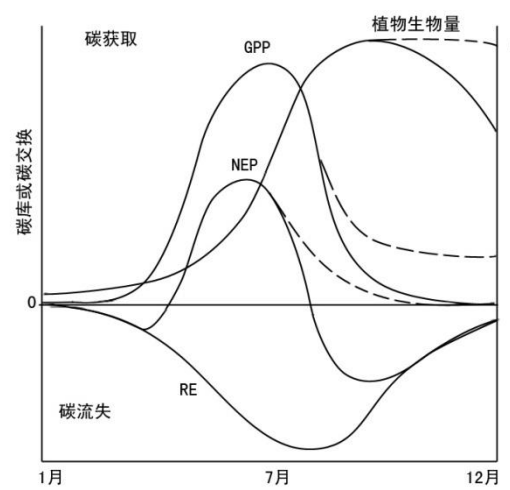
温带/寒温带

大兴安岭

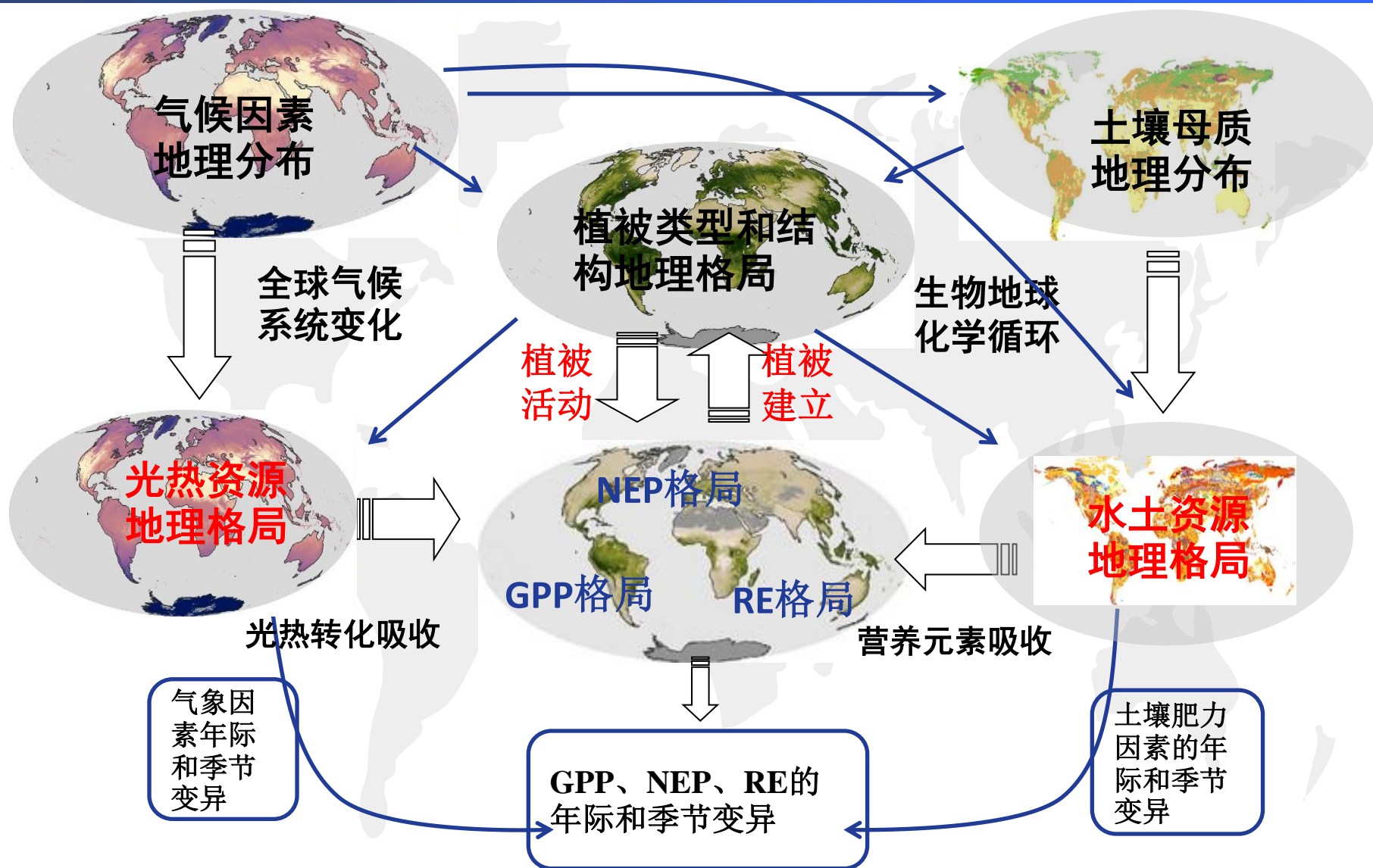
帽儿山

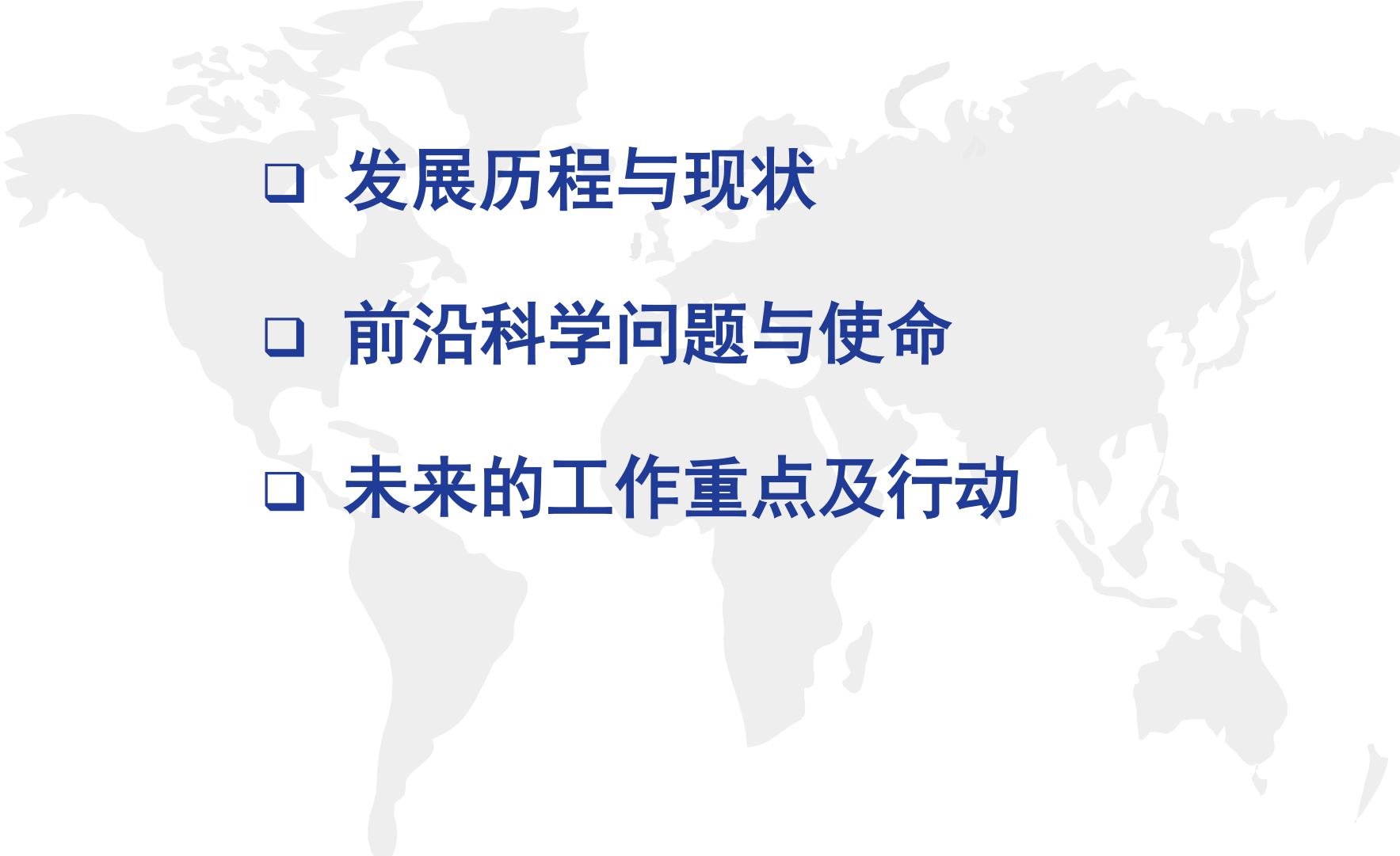
呼中

核心问题 (2) : 碳通量长期动态变化的生态学机制

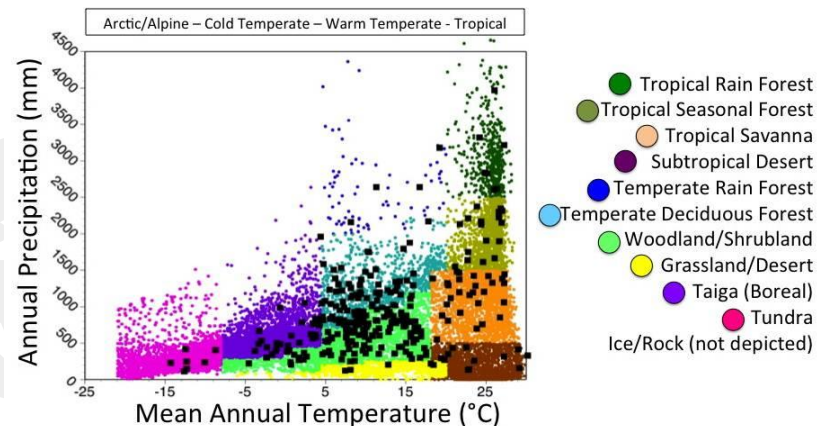
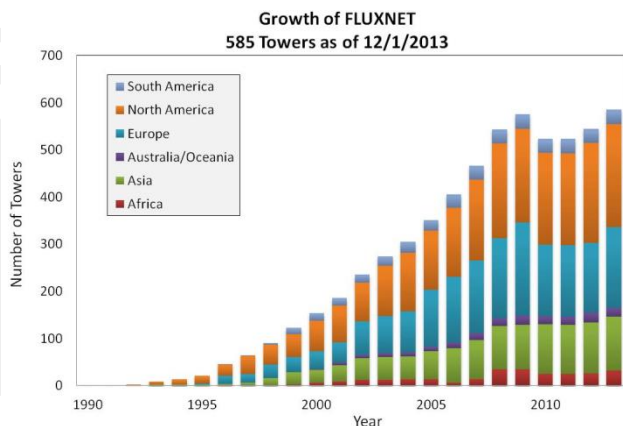


核心问题 (3) : 碳通量空间格局生物地理学机制



- 
- **发展历程与现状**
 - **前沿科学问题与使命**
 - **未来的工作重点及行动**

国际新动向 (1)：第二次全球通量数据库建设



- ❖ 通过进一步扩展观测站点和全球通量站点的合作，构建一个新的全球通量数据库，将达到2007年La Thuile 数据库的两倍，包含来自超过400个站点2000个站点年的痕量气体与气象观测数据，以及同期卫星遥感、气象观测和地面调查与测定数据。
- ❖ 建立下一代数据管理系统以处理原始数据，将采用标准的方法进行质量控制、标记、筛选、插补和拆分，之后再生成日和年尺度数据，并评估其不确定性。

国际新动向(2)：生物圈气息研究计划

以生物圈为研究对象，基于全球通量观测数据数据集

- 验证Terra卫星的反演数据产品；
- 优化生物地球化学模型；
- 刻画不同时间（小时-天-年-年际）尺度生物圈碳水交换过程
- 刻画不同空间（细胞-气孔-叶片-冠层-景观-区域）尺度的生物圈碳水交换过程；
- 绘制全球碳水通量时空分布图；
- 预测全球变化条件下生物圈的响应。

历史新使命：气象观测事业的启示



- 气象要素观测技术的进步，**诞生了气象预报科学**
- 气候系统观测技术的进步，**诞生了气候变化科学**

生态观测的重大变革

从生态要素观测—系统功能观测—生态系统预测

走气象观测研究事业发展之路



气象观测



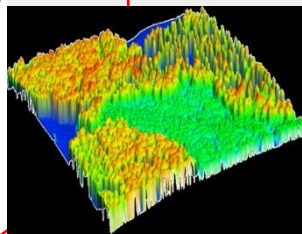
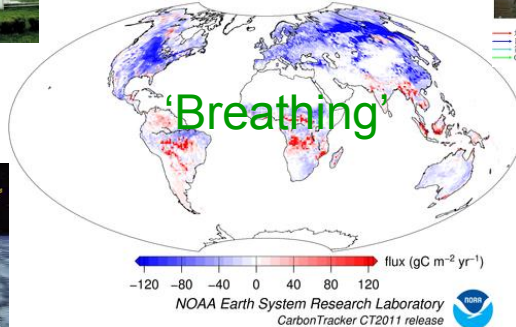
地面生态
调查测定



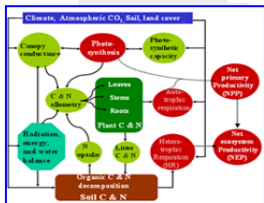
控制实验



卫星遥感



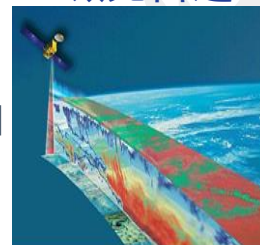
激光雷达



生态模型



通量观测



生态卫星

奠定生态预测科学的数据基础

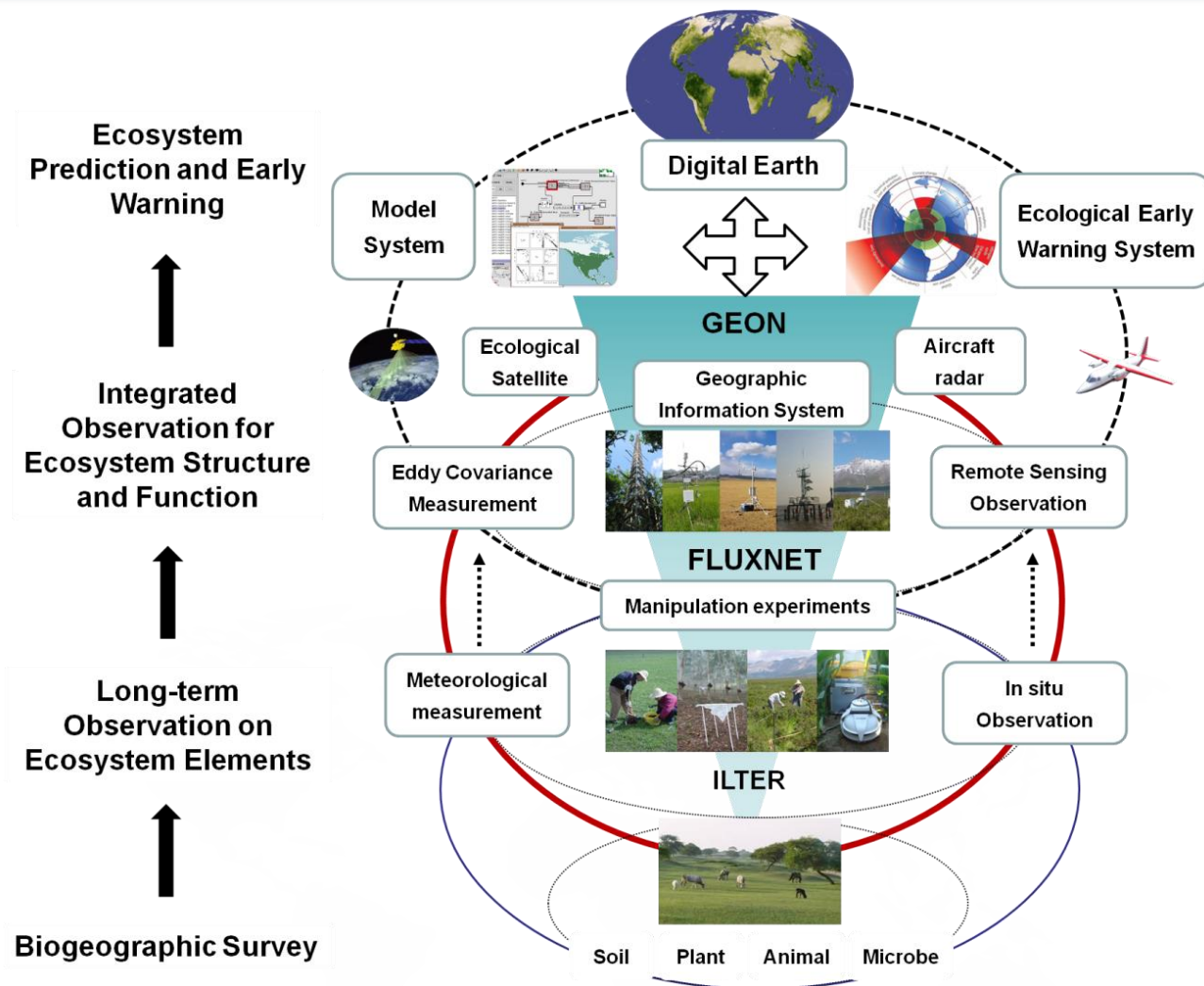
“千里之行始于足下，百年之梦需我辈奋力”

中国通量联盟的近期工作重点

- ❖ 中国区域通量观测与数据的规范化
- ❖ 中国区域观测数据集成与整合分析
- ❖ 中国区域天-空-地一体化观测系统的建设
- ❖ 新观测技术、关键设备与观测系统集成

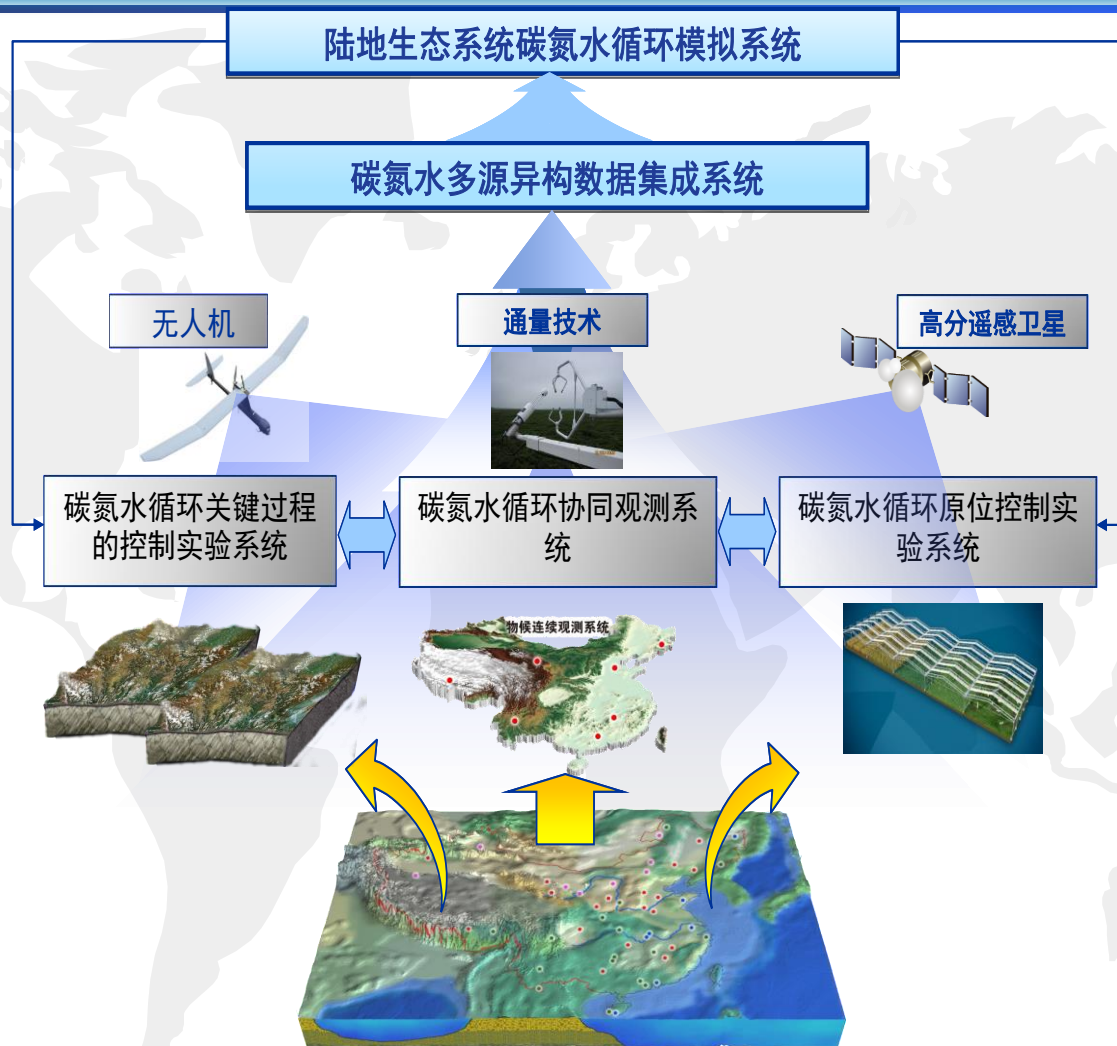
国家大科学设施建设工程

国家生态系统观测实验研究网络 (China NEOEN)



生物资源调查--生态要素观测—生态系统观测--生态功能预测

中国生态系统碳氮水循环协同观测研究网络 (ChinaFLUX-CORE) 的设想



建成大设施、生产大数据、开展大科学研究

敬请各位讨论

