



中国科学院专项观测研究网络

中国生态系统通量专项观测研究网络 2013年年度工作报告

中国陆地生态系统通量观测研究网络 (ChinaFLUX) 办公室

中国生态系统研究网络 (CERN) 综合研究中心

二零一四年一月十三日



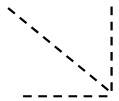
中国生态系统通量专项观测研究网络是基于中国生态系统研究网络（CERN）和中国陆地生态系统通量观测研究网络（ChinaFLUX）构建的专项性网络，是中国科学院的4个专项性观测研究网络之一。

通量专项观测研究网络于2012年正式启动运行，依托CERN中具备通量观测条件台站，现阶段观测站点共计19个，包括6个农田、7个草地（含湿地与荒漠）和6个森林观测站点。

2013年，通量专项观测网络在网络平台建设、数据积累和成果产出方面均取得了较大的进展。在回顾和总结一年工作的同时，特向中国科学院CERN领导办公室及相关机构与领导的长期关怀和指导表示感谢，向长期关注和支持中国区域通量观测研究事业的各位人士表示衷心感谢！

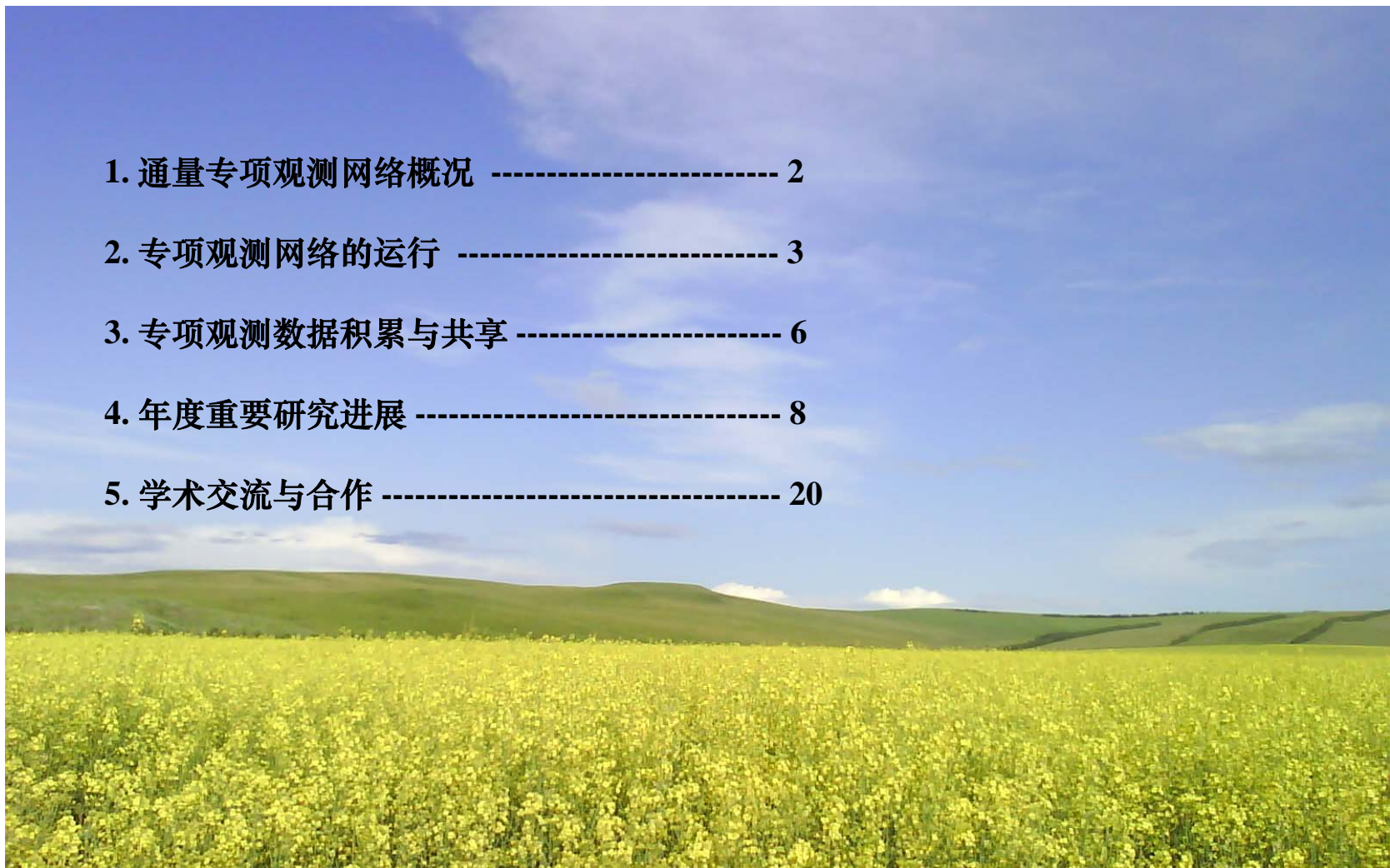
中国生态系统通量专项观测研究网络办公室

2014年1月13日



目录

1. 通量专项观测网络概况	2
2. 专项观测网络的运行	3
3. 专项观测数据积累与共享	6
4. 年度重要研究进展	8
5. 学术交流与合作	20



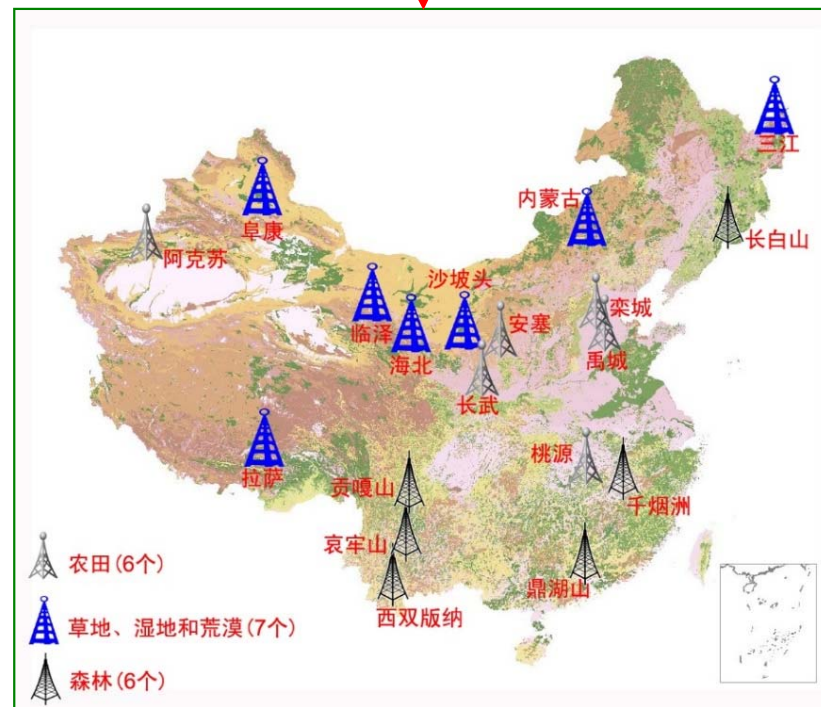
1. 通量专项观测网络概况

● 依托中国生态系统研究网络(CERN), 在中国科学院知识创新工程重大项目“中国陆地和近海生态系统碳收支研究”的支持下, 自主设计和完成了观测网络的台站布局、观测塔建设、观测系统集成和野外工程实施等技术方案, 中国陆地生态系统通量观测研究网络 (ChinaFLUX) 于2001年正式启动运行;

● ChinaFLUX的创建不仅有效提升了野外台站的综合观测能力, 而且引领和推动了国内通量观测研究的持续快速发展。在国家科技部、基金委、科学院等部门的大力支持下, ChinaFLUX得到了快速发展。填补了亚洲季风区观测研究的区域空白, 提高了我国通量观测研究在FLUXNET中的地位和作用。

● 在ChinaFLUX的示范和带动下, CERN部分台站相继开展了通量观测研究工作, 其中的多个站点已经是ChinaFLUX成员。为了更好地引导和发展CERN的通量观测研究工作, 2012年CERN领导办公室决定建立基于CERN的生态系统通量专项观测研究网络。并纳入ChinaFLUX运行体系, 实行一体化协调与管理。

● 目前, CERN通量专项观测研究网络由19个台站组成, 分别为长白山、千烟洲、鼎湖山、贡嘎山、哀牢山、西双版纳、三江站、内蒙古、海北、阜康、拉萨、阿克苏、临泽、沙坡头、安塞、长武、桃源、栾城和禹城等台站。



通量专项观测研究网络站点分布

2. 专项观测网络的运行

人员投入

- 各依托CERN台站均对通量观测的正常、持续运行给予了高度重视，形成了台站站长亲自挂帅、科研骨干具体负责、研究生积极参与的工作体系。
- 据初步统计，目前19个专项观测网络成员站中投入通量观测的工作人员达到了70余人，包括21名研究员、16名副研和22名助研。一大批研究生围绕生态系统通量开展观测研究工作。
- 一批以通量观测研究为学位论文主题的毕业研究生已经成长为台站的科研骨干，为通量观测研究提供了持续的人力保障。

项目支撑

- 据初步统计，19个专项观测网络成员站以通量观测为主要技术手段和数据支撑的在研科研项目达到48项，包括973项目、国家自然科学基金、中国科学院先导专项、西部之光、地方性项目国际合作项目等。
- 2014年各站点新增通量相关研究项目12项。其中包括了开始科研工作的青年骨干以通量观测研究为主题争取的多项国家自然科学基金青年基金项目。

成果产出

- 据初步统计，2013年通量专项观测研究网络发表学术论文共计57篇，SCI论文39篇（含国际合作发表7篇），其中IF>3.0论文17篇。CSCD论文12篇。参编专著一部。
- 论文主要发表于Global Change Biology、Agricultural and Forest Meteorology、Journal of Geophysical Research、New Phytologist和生态学报等国内外主流生态学期刊。
- 授权实用新型专利一项。



栾城站通量观测场



三江站通量观测系统



当雄站通量观测系统



哀牢山站群落调查样地

生态系统通量相关的观测与试验



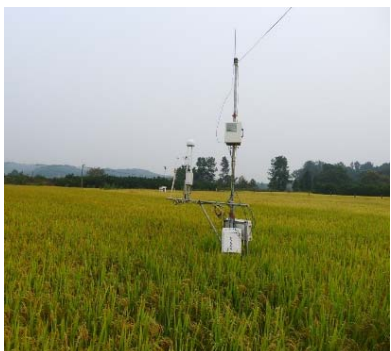
哀牢山土柱原位置换试验



西双版纳降水转移试验



三江湿地CH₄通量测定



千烟洲稻田CH₄通量测定



当雄高寒草甸
OTC试验



西乌旗降水控制
试验



西双版纳林相自动监测



西双版纳橡胶林树干液流测定



阜康OTC试验

设备维护与技术培训

设备维护

- 各专项观测网络成员站均建立了专门的通量设备维护与运行规范，指定专门人员负责通量设备的日常维护；
- 专项观测网络办公室安排技术人员为禹城、鼎湖山、当雄和海北等观测站点完成了通量观测系统的标定。

技术培训

- 为了进一步提高专项网络和国内通量观测站点的观测技术能力，2013年4月22-24日第八届ChinaFLUX通量观测理论与技术培训班在北京举行；
- 培训邀请美国Campbell公司的专业技术人员开展通量观测理论和技术的讲解，并现场实践观测设备的安装与维护。
- 来自国内通量观测站点的80余名学员参加了本次培训。

运行中存在的主要问题

- 部分站点位置偏僻，维护难度较大；
- 电力供应难以有效保证，易发生断电等影响连续观测的情况。
- 系统出现故障后维修时间太长，由于设备费用较高，没有备份系统用于及时更换，易导致观测数据的长时间缺失。
- 缺乏充足的专线观测经费

E1x Help						E1x Help									
CO2 mmol/m			H2O mmol/m			CO2 mmol/m			H2O mmol/m						
0.06			-0.8			0.00			-0.2						
CO2 mg/m			H2O g/m			CO2 mg/m			H2O g/m						
2.5			-0.014			0.1			-0.004						
Connect	Cal Coeffs	Inputs	Outputs	RS232	PC Logging	Ship Charts	Diagnostics	Connect	Cal Coeffs	Inputs	Outputs	RS232	PC Logging	Ship Charts	Diagnostics
CO2 % al/mol	H2O mmol/mol	Dew Point (露)	Pressure kPa	Temperature (度)				CO2 % al/mol	H2O mmol/mol	Dew Point (露)	Pressure kPa	Temperature (度)			
1.36	-0.02	-65.00	101.92	24.67				0.05	-0.01	-65.00	101.90	24.57			

E1x Help						E1x Help									
CO2 mmol/m			H2O mmol/m			CO2 mmol/m			H2O mmol/m						
18.53			-0.2			18.59			0.2						
CO2 mg/m			H2O g/m			CO2 mg/m			H2O g/m						
815.2			-0.003			818.0			0.004						
Connect	Cal Coeffs	Inputs	Outputs	RS232	PC Logging	Ship Charts	Diagnostics	Connect	Cal Coeffs	Inputs	Outputs	RS232	PC Logging	Ship Charts	Diagnostics
CO2 % al/mol	H2O mmol/mol	Dew Point (露)	Pressure kPa	Temperature (度)				CO2 % al/mol	H2O mmol/mol	Dew Point (露)	Pressure kPa	Temperature (度)			
450.20	0.00	-65.00	101.87	24.58				451.34	0.01	-65.00	101.90	24.41			



上图：当雄站LI7500标定； Zero前 | Zero后
 中图：海北站LI7500标定 Span前 | Span后
 下图：第八届ChinaFLUX通量观测理论与技术培训班



3. 专项观测数据积累与共享

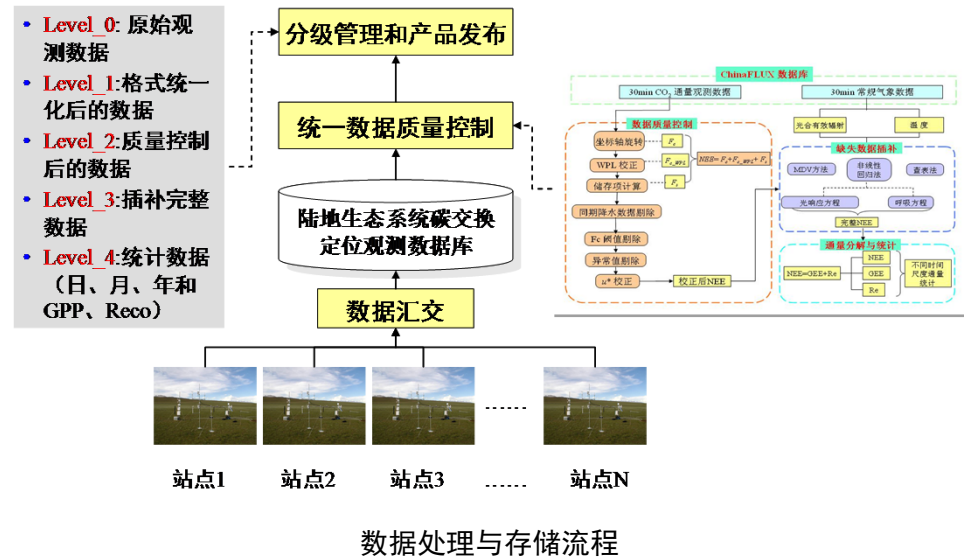
数据积累

- 通量专项观测网络的观测数据主要包括两大类：
 - 生态系统CO₂、H₂O和能量通量，常规气象要素（如空气温湿度、辐射、土壤温湿度和降水等）的自动观测数据，观测指标约40-70个（不同植被类型站点之间存在差异）。
 - 与CERN定位观测结合的地面调查数据，包括生物量、LAI和元素含量测定数据等。
- 2013年，专项网络新增观测数据约750G，包括10Hz通量数据、30分钟通量和常规气象观测数据等。



数据保存

- 通量专项观测网络各成员站均建立了数据存储系统，由专门人员负责数据的采集、录入和存储；
- 各成员站的观测数据定期通过ChinaFLUX协同工作环境向ChinaFLUX数据中心提交观测数据；
- 基于CERN数据管理和存储体系，ChinaFLUX数据中心完成汇交数据的储存，并利用ChinaFLUX数据处理体系对数据进行统一的数据质量控制与综合处理，按数据产品类型实行分级管理与共享服务。



数据共享与服务

- ChinaFLUX一直致力和推动观测数据的共享，以最大程度地发挥观测数据的科学价值。
- 2013年，除了网络内部台站之间数据交流和共享外，专项观测网络向复旦大学、南京大学、北京师范大学、中科院遥感所等多个单位和学术团队提供了数据服务。
- 2013年10月14日，ChinaFLUX首批开放共享数据发布在北京举行。长白山、千烟洲、鼎湖山、西双版纳、内蒙古、海北、当雄和禹城等8个站点的负责人向与会人员发放了2003-2005年的数据光盘。
- 2013年11月12日，ChinaFLUX负责人于贵瑞研究员接受中国科学报专访，从通量观测角度探讨如何进一步推动长期协同观测与数据开放共享，专访内容以“推动科技进步和数据共享”在中国科学报创新版面头版刊出。



ChinaFLUX数据申请基本流程



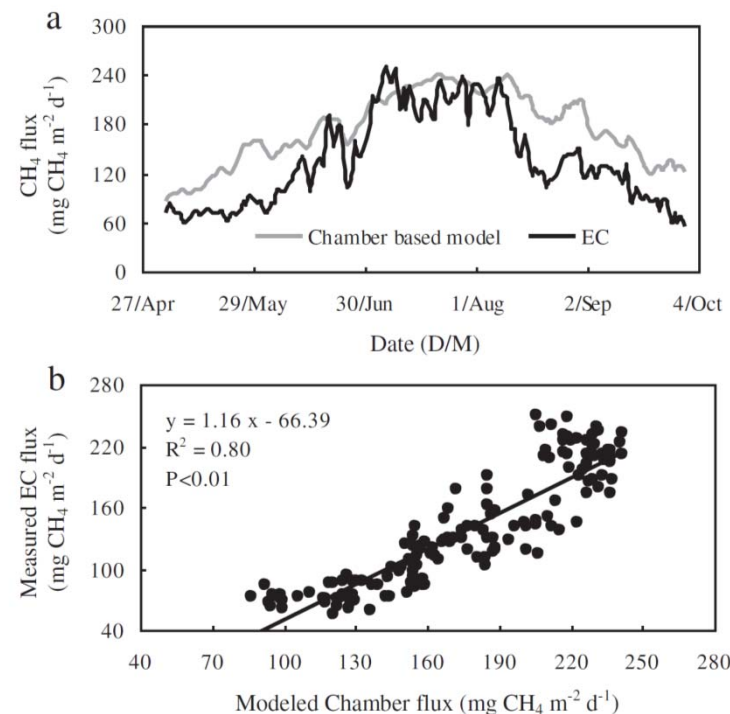
ChinaFLUX首批共享数据发布会



4. 年度重要研究进展

暗箱/气相色谱法与涡度相关法观测甲烷的方法比较研究

- 三江站开展了暗箱/气相色谱法与涡度相关法甲烷通量的对比分析，研究表明，与涡度相关法相比，暗箱观测结果会造成甲烷排放通量高估28%左右，

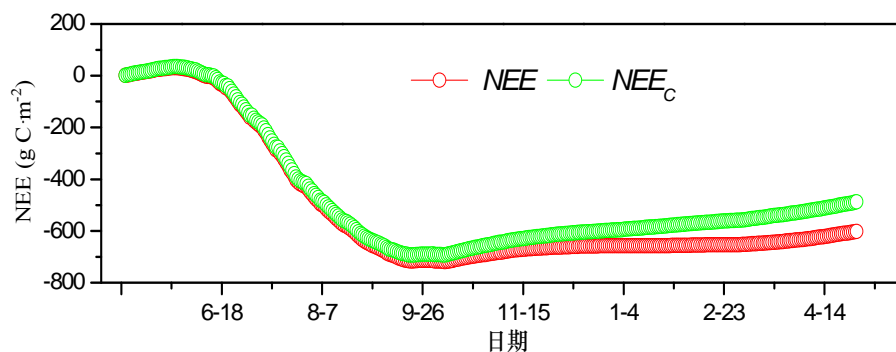


仪器表面加热效应对碳通量测定的影响

- 临泽站利用Burba (2008) 订正方法，对感热通量、大气潜热通量、CO₂通量的修正表明，加热效应对感热通量和CO₂通量的影响显著，CO₂通量平均校正量分别为19.14 μg CO₂·m⁻²·s⁻¹和313.21 mg C·m⁻²·d⁻¹，但对潜热通量影响最小，平均校正量仅为0.24 W·m⁻²；
- 若未进行仪器表面加热效应校正，在生长季和非生长季累计高估绿洲玉米农田生态系统碳吸收量分别为25.85 g C·m⁻²和88.47 g C·m⁻²。



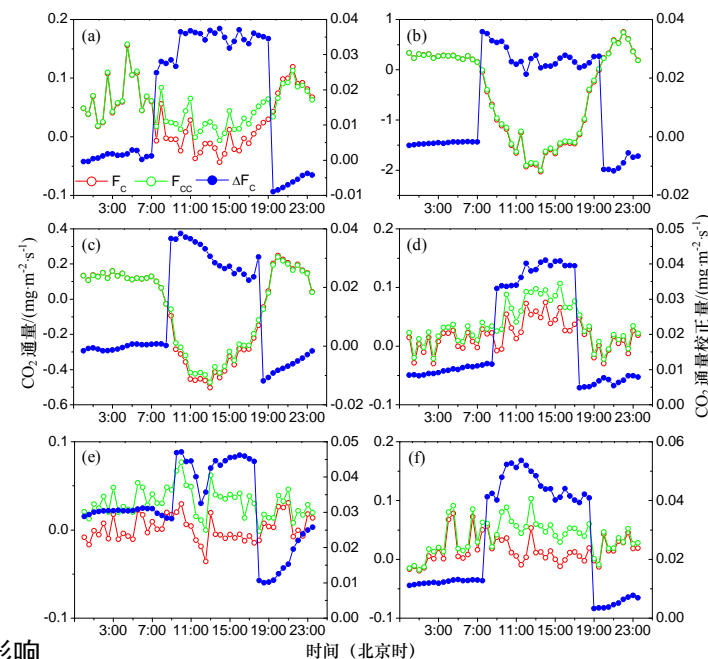
临泽站通量观测系统



右上图：三江湿地箱式法和涡度相关法测定甲烷通量的对比

右下图：LI-7500分析仪表面加热效应对临泽农田CO₂通量日变化过程的影响

上图：考虑和未考虑仪器表面加热效应的临泽农田生态系统NEE累计曲线比较

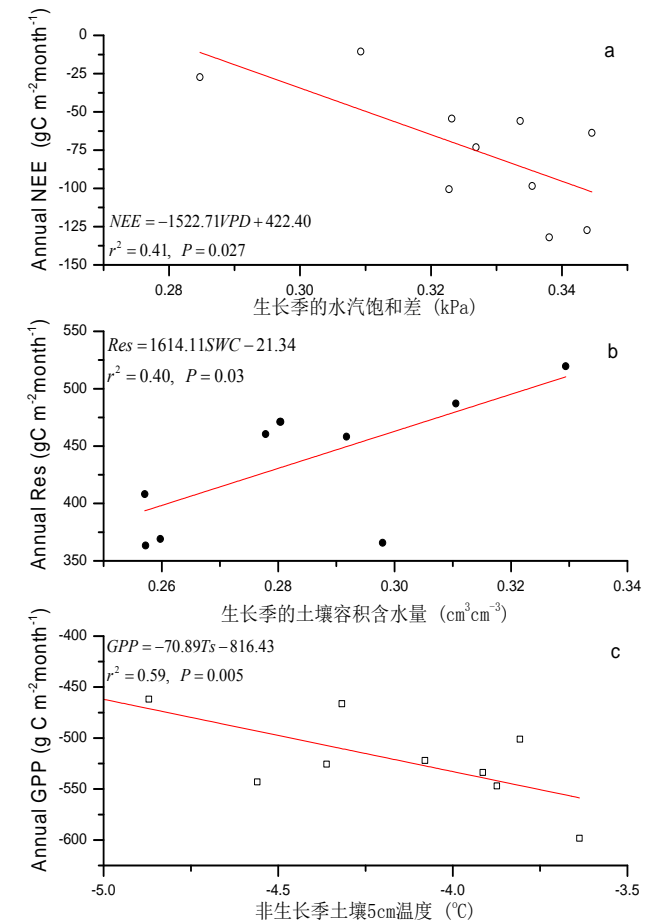
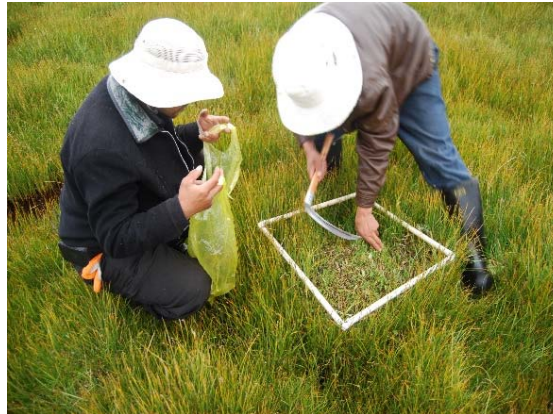
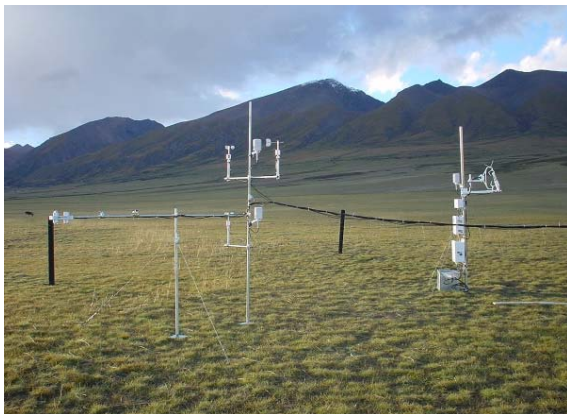


环境、生物因子对高寒灌丛生态系统CO₂通量的驱动机理

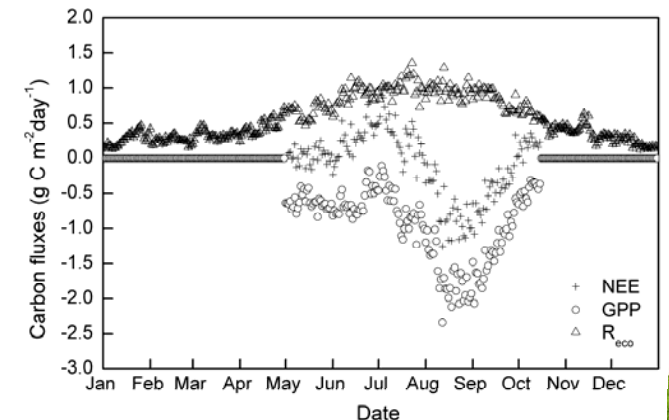
- 海北站基于10年观测资料的研究表明，生态系统NEE年均均为-74.4g C m⁻²y⁻¹，变异系数高达54.0%。Reco和GPP分别为437.4和511.8 g C m⁻²y⁻¹，变异系数 < 13%；
- 在季节尺度上，NEE、Reco和GPP的主要环境控制因子为温度的正效应，其次是温度和降水的正交互效应，再次是降水的负效应；生物因子为LAI。
- 在年际尺度上，生长季NEE和Reco则受生长季的VPD和SWC负线性和正线性驱动；GPP则与非生长季5cm地温线性负相关。生长季长度和积温分别通过影响GPP和Reco调控高寒灌丛年度NEE。
- 总体来看，温度和生物因子在季节尺度上对高寒灌丛碳过程驱动较大，而水分因子和生长季长度及其积温对其年际碳过程的变化影响较大。

干旱胁迫造成的LAI减小导致了高寒草甸碳吸收能力的降低

- 以当雄2003年以来的通量观测数据为依据，分析了干旱对生态系统净碳交换量的影响。
- 高寒草地生态系统在整个生长季节从碳汇转变为了碳源，其中由于干旱胁迫造成的LAI减小是造成碳吸收能力下降的主要原因。



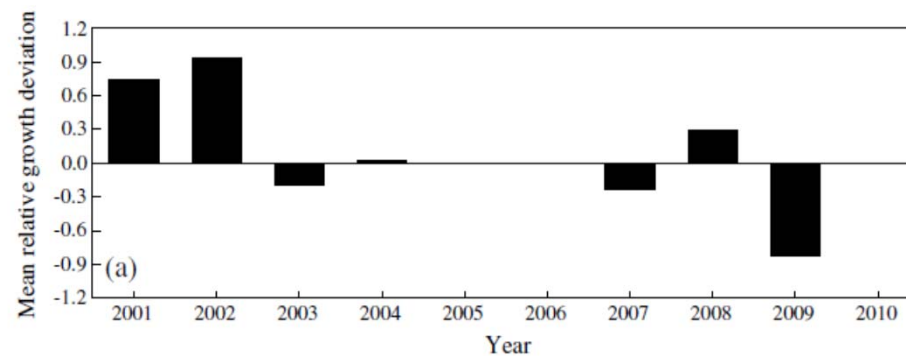
海北高寒灌丛碳交换年际变化的环境响应



当雄高寒草甸碳交换的季节变化

水分条件的年间波动调控热带雨林的光合作用和胸径生长动态

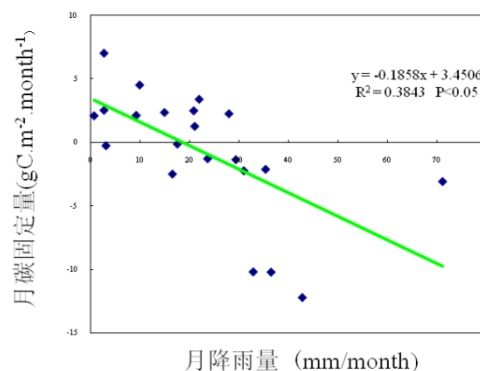
- 版纳站利用持续十年的样地调查和涡度相关数据，对CO₂施肥（AGH）和干旱稳性（Drought-resilience hypothesis, DRH）两种树木加速生长的假说进行了评价。
- 勐仑地区的水分收支在过去十年具有显著的下降趋势，导致该地区树木生长减缓，生态系统表现出高度的水分敏感性。
- 严重的区域干旱通过增加凋落物输入反而促进了次年生态系统的光合作用。
- AGH和DRH两个假定在本地区并不适用



西双版纳热带季雨林树木生长的年际变异

沙地植被碳交换年际变异及其对降水的响应特征

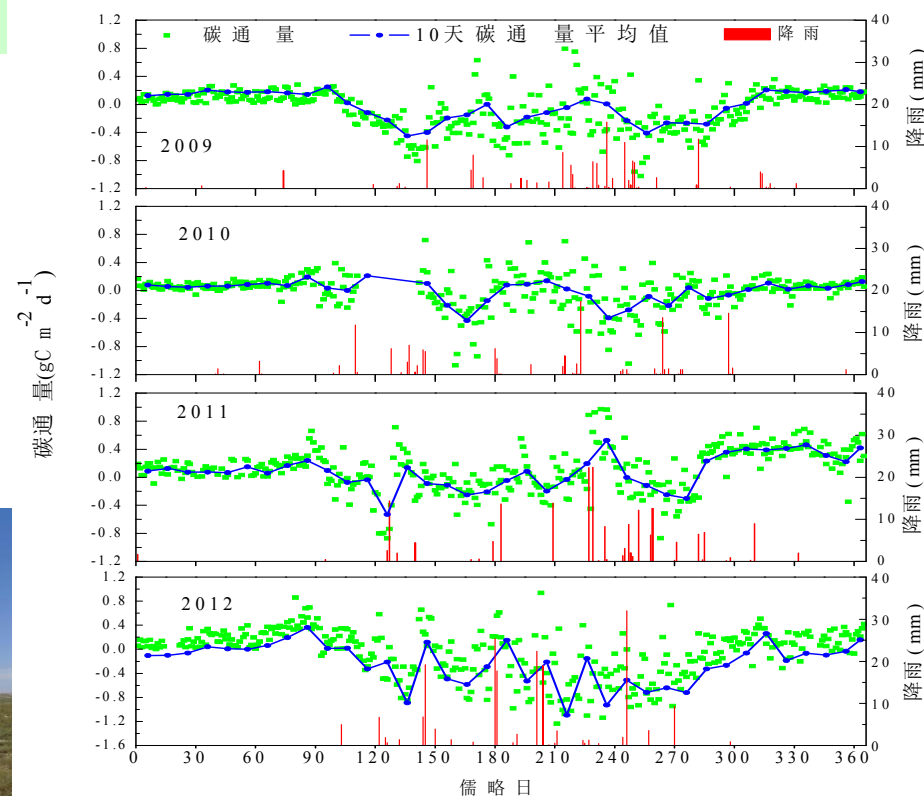
- 在2009-2012年，沙坡头人工固沙植被区均表现为碳汇，年固碳量分别为：23、14、18、28 gC m⁻² y⁻¹；植物生长季的总固碳量分别为：43、25、29、50 gC m⁻²。而天然荒漠生态系统在2010年的生长季节却表现为碳源，释放量为17 gC m⁻²；2011、2012年为碳汇，碳固定量分别为15、17 gC m⁻²。
- 生态系统碳通量的变化均是随着降水出现较大的波动，在降水后1-2天，人工植被生态系统先表现为碳源，随后变为碳汇。在月尺度上，天然荒漠植被的碳固定量随着降雨量的增加而增加。



沙坡头天然荒漠植被碳交换与降水量关系



沙坡头天然荒漠通量观测场



沙坡头人工固沙植被碳交换的季节和年际变异

荒漠植物群落碳交换量及群落用水策略

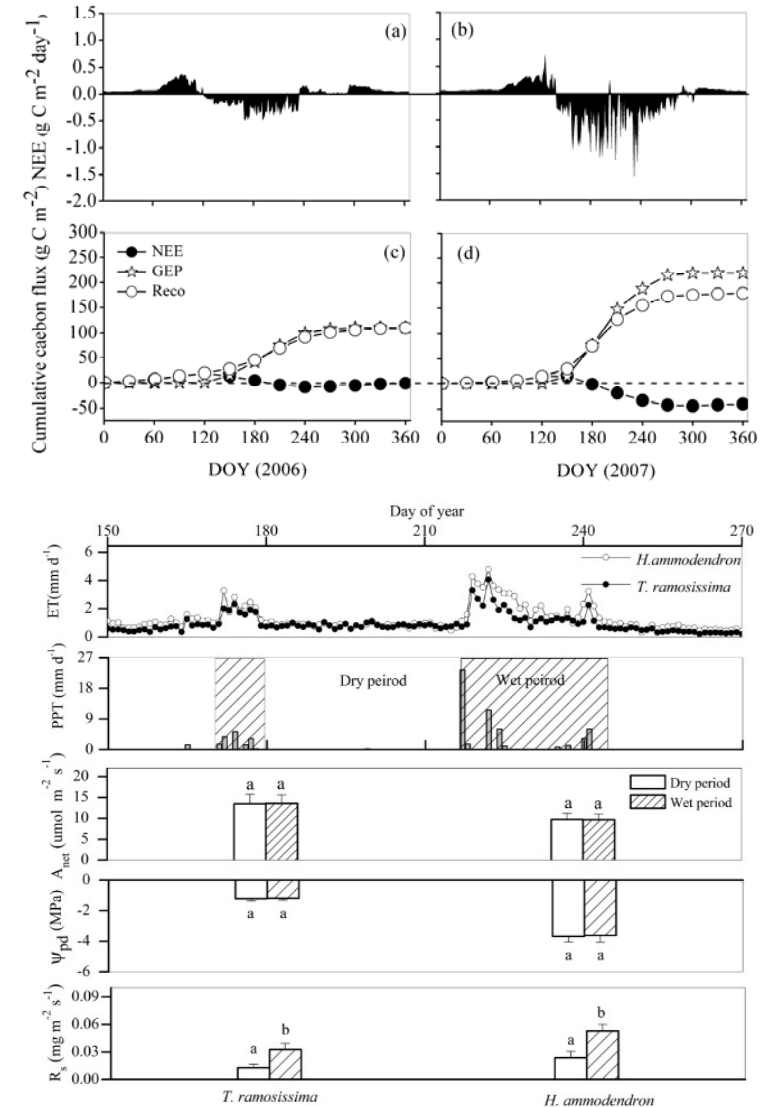
- 在干旱年份，阜康荒漠植被最大二氧化碳日吸收强度为 $0.4 \text{ g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ，而湿润年份为 $1.6 \text{ g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ，是干旱年份的4倍；
- 在干旱年份，生态系统呼吸与总生态系统生产力相当，所以群落表现为碳平衡；而在湿润年份，群落表现为 CO_2 的固定；
- 两个年份的NEE分别为 $-5 \text{ g C m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ 和 $-40 \text{ g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 。
- 生态系统水分利用效率在干旱年份为 $0.03 \text{ g C/kg H}_2\text{O}$ ，而在湿润年份为 $0.15 \text{ g C/kg H}_2\text{O}$ 。

不同类型荒漠植物群落碳交换量对季节性降水的响应

- 阜康站的观测表明，降水前后湿润期与干旱期植物最大净光合速率、黎明前叶水势和土壤呼吸的变化特征无论是以地下水为水源的深根系荒漠植物群落还是以降水为主要水源的浅根系群落，其群落 CO_2 通量对夏季降水的响应均以土壤呼吸的碳释放为主。



阜康不同类型荒漠植被生态系统通量观测场。左图：深根性植被为主；右图：浅根性植被为主

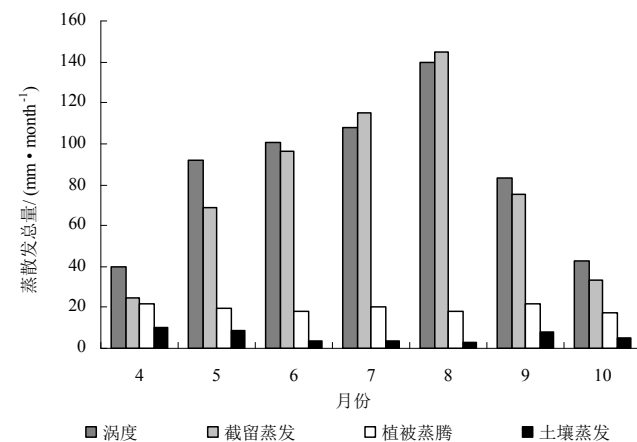


上图：两个极端降水年份阜康荒漠生态系统净二氧化碳交换量 (NEE) 的季节变化及其组分总生态系统生产力 (GEP) 和生态系统呼吸 (Reco) 的年累积变化

下图：降水前后湿润期与干旱期阜康荒漠植物最大净光合速率、黎明前叶水势和土壤呼吸的变化

高山暗针叶林生态系统蒸散及其组分贡献

- 贡嘎山站利用涡度相关法、同位素法、树干液流观测和林下降水观测等方法，综合研究了蒸散发及林冠截留蒸发、植物蒸腾和地表蒸发的组分贡献与季节变化特征；
- 林冠截留蒸散发量占总蒸散发的75%，土壤蒸发量占总蒸散发的6%，植物蒸腾占总蒸散发量的19%



不同月份贡嘎山高山针叶林蒸发组分占总蒸发的比例



哀牢山常绿阔叶林林内景观



哀牢山常绿阔叶林增温与土壤呼吸测定装置

亚热带常绿阔叶林林内升温显著

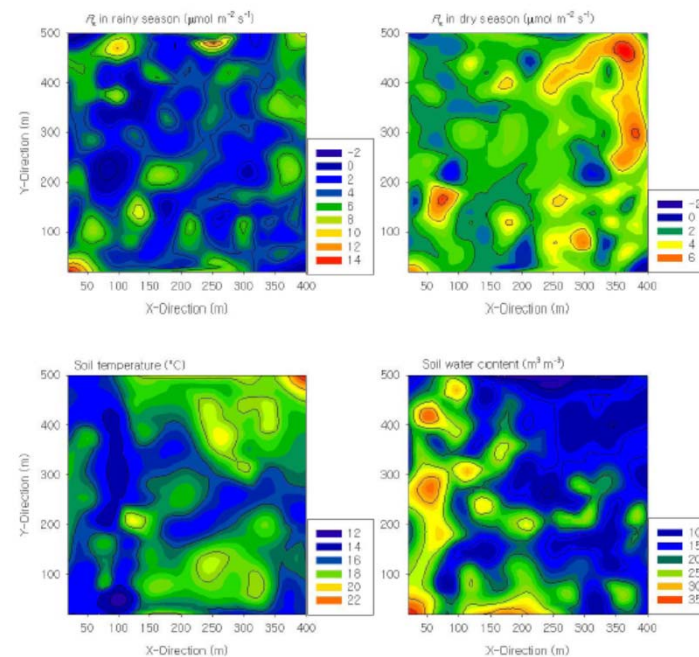
- 哀牢山生态站近30年的林内与林外的地温与气温的观测数据的统计分析表明，林内与林外的气温都具有显著的上升趋势，而林内地温在0~20cm深度具有两倍于林外地温的上升趋势。同时，林内与林外的气温与地温在冬季的升温速率要显著高于其他季节。
- 林内地温升温趋势两倍于林外，以及冬季升温明显的结果暗示出气候变化对于土壤温室气体排放以及区域碳平衡的影响可能被低估。

亚热带常绿阔叶林土壤呼吸组分贡献及其温度敏感性

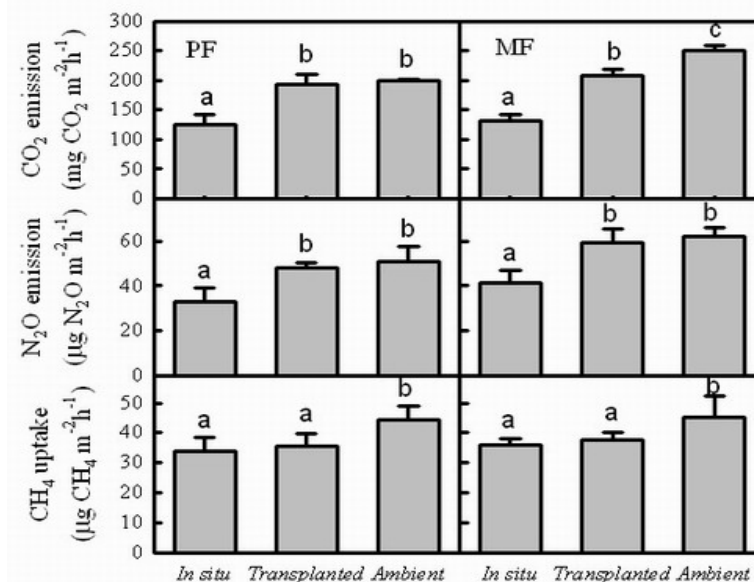
- 利用土壤增温和土壤呼吸自动监测系统实测数据的分析表明，哀牢山亚热带常绿阔叶林的土壤呼吸为 $1248\text{gCm}^{-2}\text{yr}^{-1}$ ，主要以土壤有机质的分解为主（65.25%），根系的呼吸仅占到16.01%。
- 土壤呼吸各个组分对温度的敏感性不同，凋落物分解最敏感，根系的呼吸则最钝。温度是控制土壤呼吸季节变化最主要的因子，水分次之。

地形复杂的热带雨林土壤呼吸具有强烈的空间异质性

- 依托中国科学院西双版纳热带植物园补蚌20ha热带雨林大样地，利用干、雨季的实地测定的数据，揭示了复杂地形条件下热带雨林土壤呼吸空间异质性。
- 对20ha大样地内随机设置的151个样点土壤呼吸实测数据的分析表明：雨季和干季的土壤呼吸速率平均值分别为 $4.09 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 和 $2.71 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ；
- 土壤呼吸具有强烈的空间异质性，雨季和干季的变异系数分别为42%和38%。
- 采用地统计学的半方差函数进行分析表明，土壤呼吸的变程约为40m，显著小于土壤含水量和土壤温度的变程。



西双版纳热带季雨林土壤呼吸的空间异质性



鼎湖山针叶林 (PF) 和混交林 (MF) 的原位、移位和移位所在地土壤CO₂、N₂O年排放量和CH₄年吸收量的比较

南亚热带森林土壤温室气体通量调控机制

- 鼎湖山站利用森林土壤移位（从河南鸡公山移到广东鼎湖山）实验平台，比较相同土壤在不同外部环境因子条件下，或不同土壤在相同外部环境因子条件下主要温室气体通量的差异
- 发现外部环境因子是森林土壤CO₂和N₂O通量的决定因素，而土壤是森林土壤CH₄通量的决定因素。



西双版纳热带季雨林通量观测设备



西双版纳热带季雨林土壤呼吸装置安装

凋落物在中亚人工针叶林土壤CH₄吸收中的作用

- 千烟洲站利用静态箱—气象色谱法的长期观测表明，尽管亚热带人工林土壤CH₄通量波动很大，但在年尺度上表现为大气CH₄汇，年均吸收强度为14.3 mg CH₄ m⁻²h⁻¹；
- 土壤—大气间CH₄通量主要受到土壤含水率（vSWC）的调控，而非土壤温度。并且凋落物层对土壤—大气间CH₄通量具有双向调控作用：当vSWC<15.8%时，凋落物层抑制了大气CH₄进入土壤氧化场所，而当vSWC>15.8%时，凋落物层促进了土壤氧化CH₄，

三江平原泥炭沼泽湿地甲烷通量研究

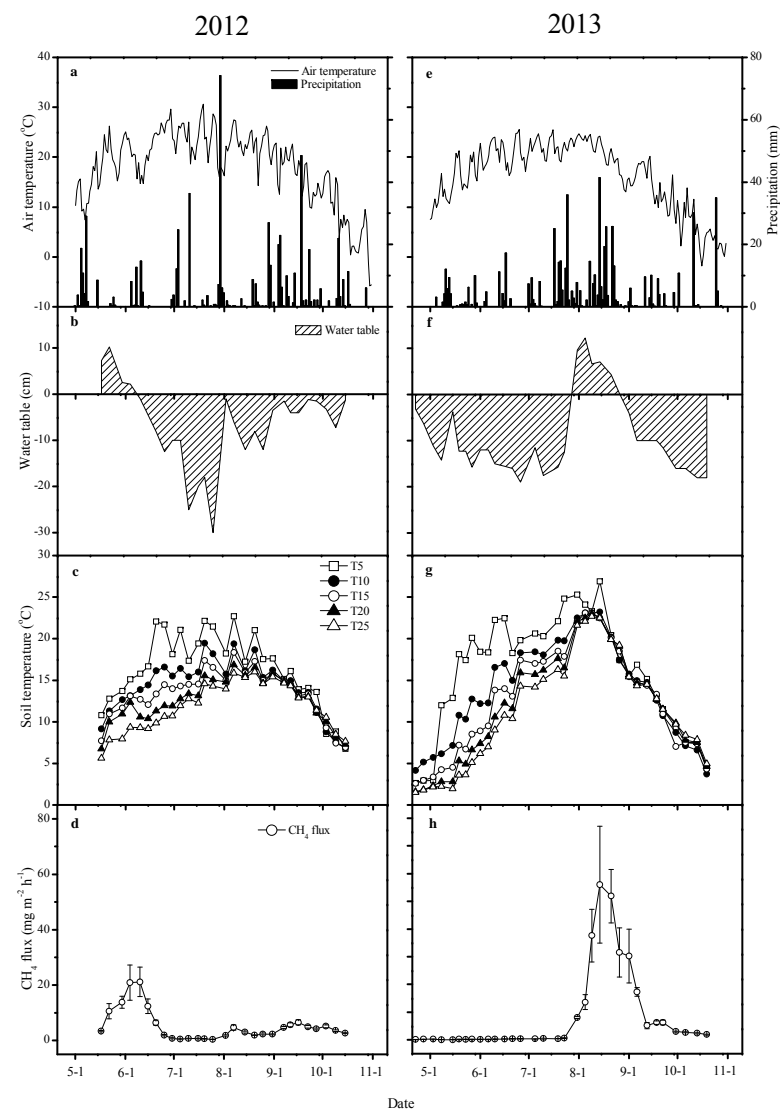
- 三江站运用静态暗箱法开展了毛苔草泥炭沼泽CH₄排放通量以及相关环境因子的动态测定。CH₄排放通量变化范围为0.07~56.01 mg CH₄-C m⁻² h⁻¹,平均值为7.33 mg C m⁻² h⁻¹，生长季CH₄排放量为6.93 × 10¹² mg C；
- 水位的变化、25cm土壤温度以及土壤充水孔隙率能解释CH₄排放通量时间变化的82%。
- 水位和温度分别是制约同一纬度和不同纬度沼泽生态系统CH₄排放的主要因素。



三江站箱式法冬季观测场景



千烟洲站箱式法观测场景



2012和2013年三江站沼泽生长季气温和降水（a和e）、水位（b和f）、5、10、15、20和25cm土壤温度（c和g）以及CH₄通量（d和h）的动态变化

温带草地土壤呼吸对‘脉冲’降水的定量评估

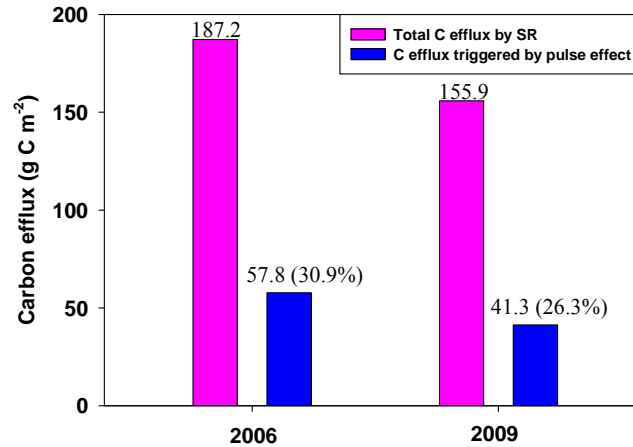
- 锡林郭勒站基于脉冲效应最大值 (F_{max})、脉冲效应最大值出现的时间 (T_{max})、脉冲效应持续时间 (TL) 和脉冲效应期间累积碳释放量 (pulse effect) 四个响应参数的数据分析, 提出了降雨响应指数来量化‘脉冲’降水对土壤呼吸的影响。

$$\text{Rain index} = R_{\text{size}} * (\text{ST}_{\text{pre}} / \text{SM}_{\text{pre}})$$

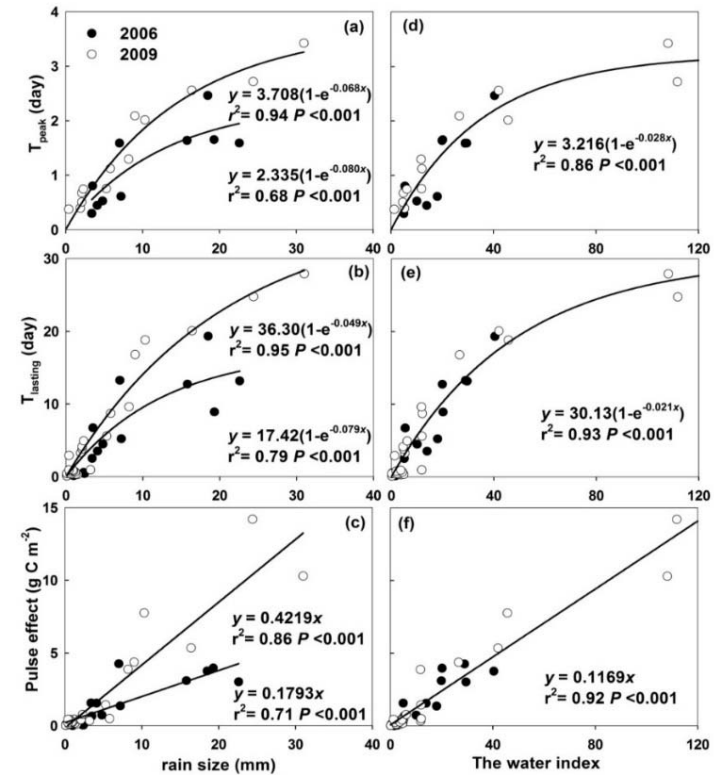
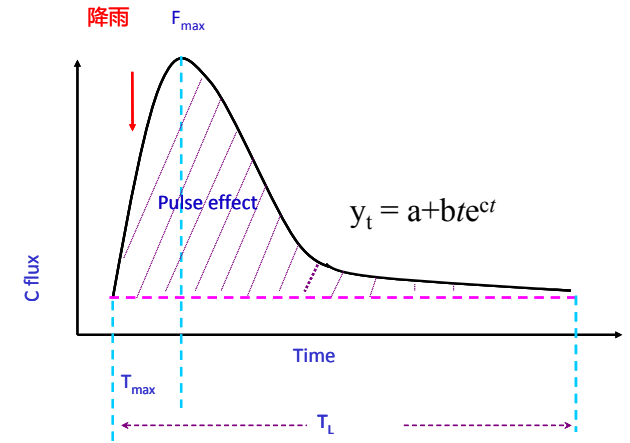
- 其中, R_{size}表示降雨事件大小; ST_{pre}表示降雨前的土壤温度; SM_{pre}表示降雨前的土壤含水量。
- 虽然土壤呼吸脉冲效应对不同降水年型降雨事件的响应明显不同, 但对降雨响应指数的响应是相似的, 利用降雨响应指数可以更好地预测未来降雨变化对土壤呼吸的影响;
- 初步估算表明, 由降雨引起的土壤呼吸脉冲效应所释放的CO₂对草原生态系统的土壤呼吸碳释放量的贡献是不容忽视的, 可达生长季土壤总CO₂释放量的25-30%。



锡林郭勒站通量观测场



脉冲降水导致的土壤呼吸激发对年总土壤呼吸的贡献

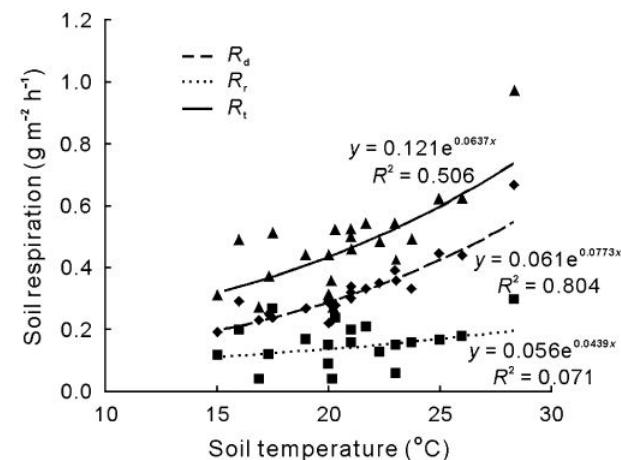


上图: 土壤呼吸对降雨的脉冲式响应过程

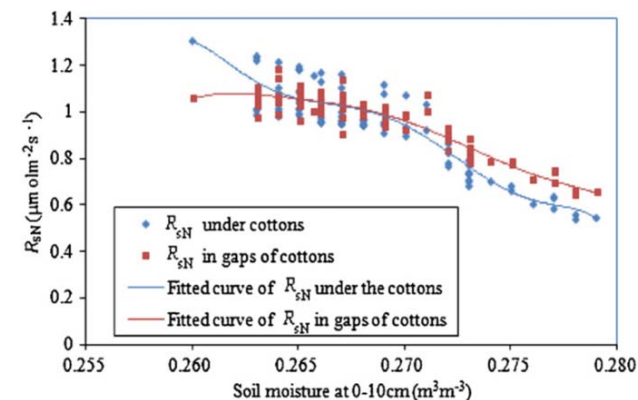
下图: 土壤呼吸对降雨脉冲响应与降雨事件大小和降雨指数之间的相关分析

干旱区绿洲棉田土壤呼吸

- 阿克苏站采用环割法估算了干旱区绿洲棉田土壤呼吸量，其中根呼吸贡献率为32%，微生物异养呼吸温度敏感性高于根系呼吸敏感性。
- 干旱区绿洲棉田土壤呼吸温度敏感性随温度上升而降低；在一定土壤含水量的范围内，土壤呼吸随土壤含水量的增加而降低。



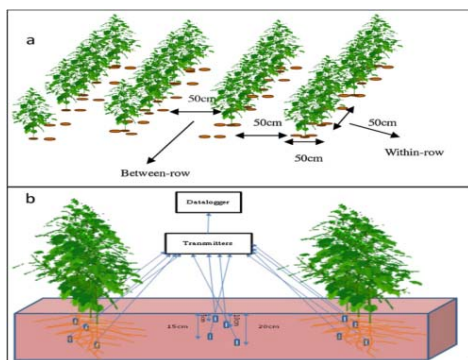
微生物异养呼吸和根系呼吸的温度敏感性



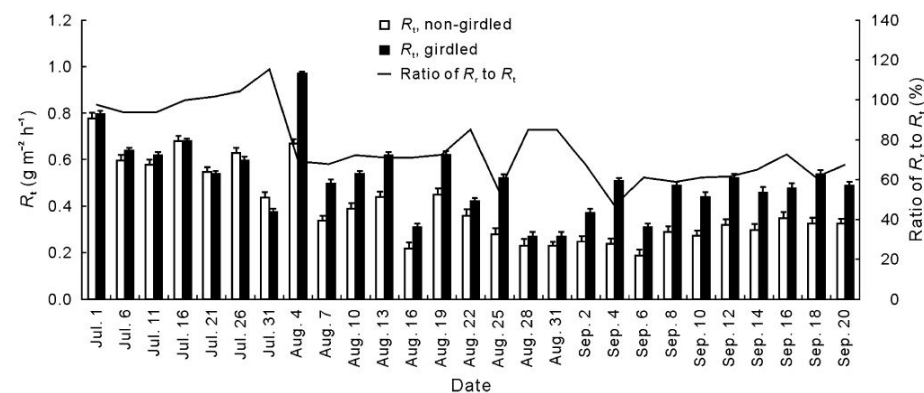
土壤呼吸温度敏感性随土壤含水量的变化

膜下滴灌绿洲棉田的棉下和棉间土壤呼吸

- 研究表明：在整个棉花生长季，覆膜栽培棉田土壤CO₂通量均值为316.72 g C m⁻² y⁻¹，非覆膜栽培棉田均值为427.59 g C m⁻² y⁻¹，地膜覆盖栽培模式降低土壤CO₂排放平均约为110.87 g C m⁻² y⁻¹；环割试验估计的土壤自养呼吸对总土壤呼吸的贡献率在32% -55%之间波动。
- 通过埋设CO₂浓度传感器探头连续测定不同深度土壤CO₂浓度，研究区土壤剖面CO₂浓度比较高，推翻了以前的认为干旱区土壤CO₂浓度较低的假设。



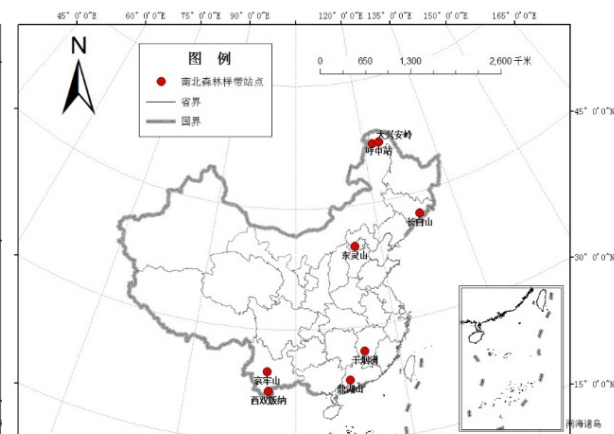
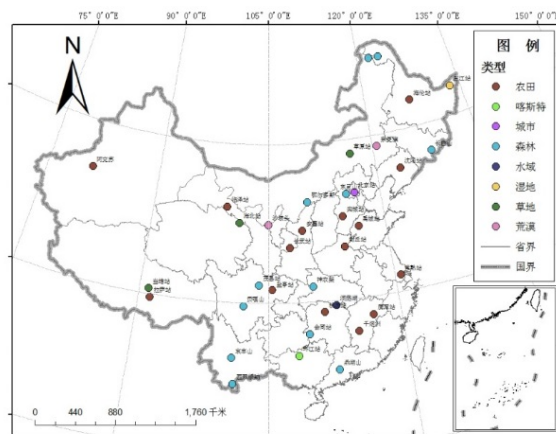
阿克苏站棉田土壤呼吸及其组分测定方案（左图）与场景（右图）



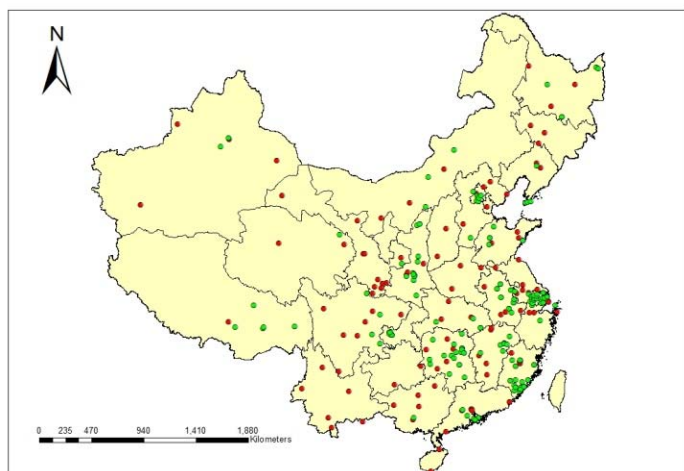
阿克苏站棉田土壤呼吸及其组分的季节变化

中国区域大气氮沉降时空变化格局

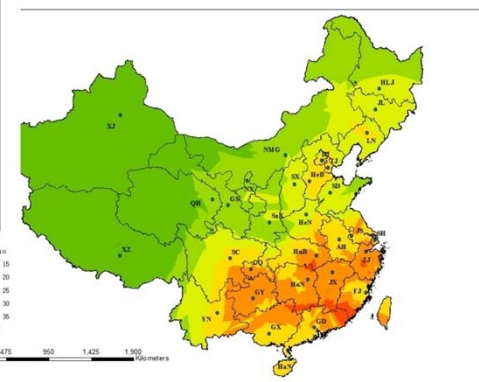
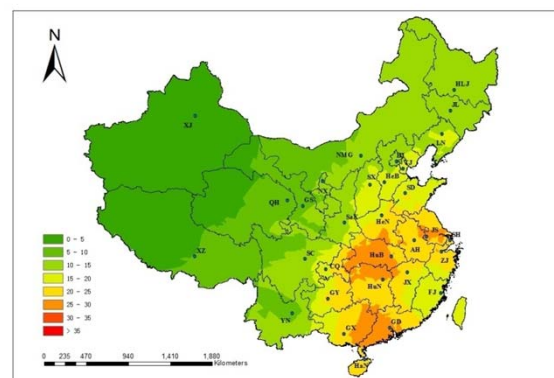
- 利用降水收集法和被动吸收法开展了中国区域大气氮沉降的连续观测；
- 利用文献调研，收集了1980-2010年关于中国境内的有关氮(湿)沉降数据，共计330个站点、769年·站点的湿沉降数据；
- 1990s全国氮沉降平均为 $11.15 \text{ kg N ha}^{-1}$ ，2000s全国范围氮沉降(N_{Tin})平均 $14.07 \text{ kg N ha}^{-1}$ ，增加了20.75%。
- 1990s氮沉降从南方地区向西、北方向呈逐渐降低，大于 $30 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ 的高氮沉降区范围较小，主要位于湖南、湖北、广东、广西的部分地区；而2000s南方大部分地区已经达到了 $30 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ，
- 华北地区也在逐渐成为较强的氮沉降区，部分地区的平均沉降量达到了 $25 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ 。



降水收集法（左图）和被动吸收法（右图）大气氮沉降观测站点



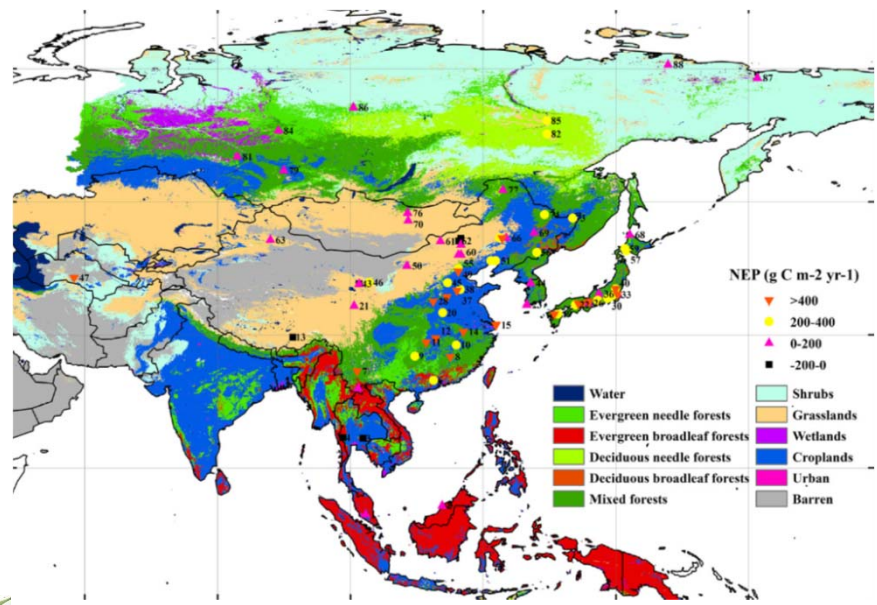
利用文献调研收集的无机氮湿沉降速率观测站点的空间分布



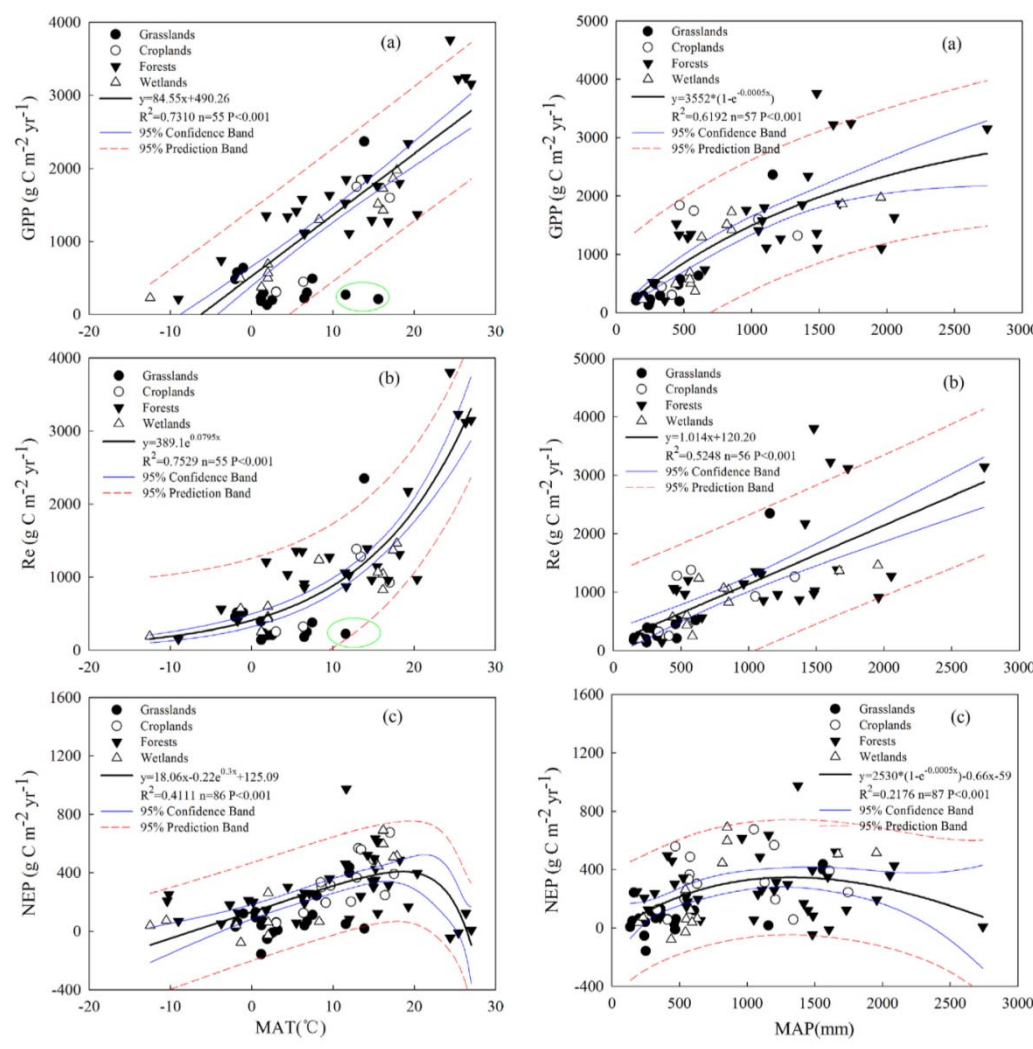
1900s和2000s陆地生态系统无机氮湿沉降速率的空间分布

温度和降水控制了东亚地区陆地生态系统碳交换

- 利用ChinaFLUX观测数据和文献调研，收集获取了东亚地区88个通量观测站点发表的观测结果，并基于Meta-analysis方法对东亚地区陆地生态系统碳交换的空间格局开展了综合分析；
- 研究表明，东亚地区农田、森林、湿地和草地生态系统的平均NEP分别为 325 ± 187 , 274 ± 207 , 236 ± 260 和 $89 \pm 134 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ ；
- 年均温度和降水共同决定了生态系统GPP和Reco的空间变化特征，GPP和Reco对温度和降水的响应差异决定了NEP的空间格局；
- 年均温度和降水对GPP、Reco和NEP空间格局的决定作用分别达到了85%、81%和36%。



利用文献调研收集的发表观测数据的通量站点的空间分布



年均温度（左列）和年降水（右列）对东亚陆地生态系统GPP、Reco和NEP的控制作用

发表论文目录

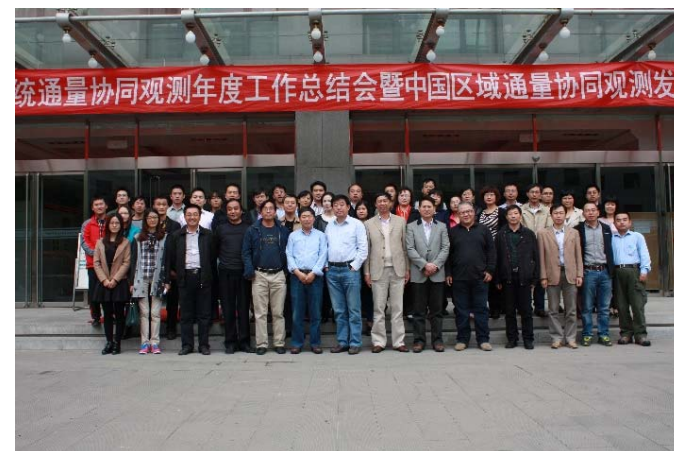
序号	论著名称	作者	刊物、年、卷、期、页
1	Interpreting the dependence of soil respiration on soil temperature and moisture in an oasis cotton field, central Asia	Zhao Z M, Zhao C Y, et al.	Agriculture, Ecosystems & Environment, 2013, 168: 46-52.
2	Contribution of root respiration to total soil respiration in a cotton field of northwest China	Zhao Z M, Zhao C Y, et al.	Pedosphere, 2013, 23(2): 223-228.
3	Soil respiration in an old-growth subtropical forest: Patterns, components, and controls	Tan Zheng-Hong, Zhang Yi-Ping, et al.	Journal of Geophysical Research-Atmospheres, 2013, 118(7): 2981-2990
4	Investigation of temperature and aridity at different elevations of Mt. Ailao, SW China	You Guangyong, Zhang Yiping, Liu Yuhong, et al.	International Journal of Biometeorology, 2013, 57(3): 487-492
5	Observed air/soil temperature trends in open land and understory of a subtropical mountain forest, SW China	You Guangyong, Zhang Yiping, Schaefer Douglas, et al.	International Journal of Climatology, 2013, 33(5): 1308-1316
6	High sensitivity of a tropical rainforest to water variability: Evidence from 10 years of inventory and eddy flux data	Tan Zheng-Hong, Cao Min, Yu Gui-Rui, et al.	Journal of Geophysical Research, 2013, 118(16): 9393-9400
7	Spatial heterogeneity of soil respiration in a seasonal rainforest with complex terrain	Song Qing-Hai, Tan Zheng-Hong, Zhang Yi-Ping, et al.	iForest –Biogeosciences and Forestry, 2013, 6:65-72
8	The effect of drought stress on self-organisation in a seasonal tropical rainforest	Song Qing-Hai, Lin Hua, Zhang Yiping, et al.	Ecological Modelling, 2013, 265 :136– 139
9	The role of stream water carbon dynamics and export in the carbon balance of a tropical seasonal rainforest, Southwest China	Zhou Wen-Jun, Zhang Yi-Ping, Schaefer Douglas A, et al.	PLOS ONE, 2013, 8 (2): e56646
10	Phenological response of tropical plants to regional climate change in Xishuangbanna, south-western China	Zhao Jun-Bin, Zhang Yi-Ping, Song Fuqiang, et al.	Journal of Tropical Ecology, 2013, 29:161-172
11	High temperature causes negative whole-plant carbon balance under mild drought,	Zhao Jun-Bin, Hartmann Henrik, Trumbore Susan, et al.	New Phytologist, 2013, 200: 330–339
12	Substantial amounts of carbon are sequestered during dry periods in an old-growth subtropical forest in South China	Yan Junhua, Liu Xingzhao, Tang Xuli, et al.	Journal of Forest Research, 2013, 18: 21-30
13	Aboveground biomass and corresponding carbon sequestration ability of four major forest types in south China	Chen Qingqing, Xu Weiqiang, Li Shenggong, et al.	Chinese Science Bulletin, 2013, 58(13): 1551-1557
14	Seasonal and inter-annual variations in net ecosystem exchange of two old-growth forests in southern China	Yan Junhua, Zhang Yiping, Yu Guirui , et al.	Agricultural and Forest Meteorology, 2013, 182-183: 257-265
15	Temperature and precipitation control of the spatial variation of terrestrial ecosystem carbon exchange in the Asian region	Chen Zhi, Yu Guirui, Ge Jianping, et al.	Agricultural and Forest Meteorology, 2013, 182-183: 266-276
16	Responses of soil respiration and its temperature/moisture sensitivity to precipitation in three subtropical forests in southern China	Jiang Hao, Deng Qi, Zhou Guoyi, et al.	Biogeosciences, 2013, 10: 3963-3982
17	Nitrogen to phosphorus ratios of tree species in response to elevated carbon dioxide and nitrogen addition in subtropical forest	Liu Juxiu, Huang Wenjuan, Zhou Guoyi , et al.	Global Change Biology, 2013, 13: 208-216
18	Spatial patterns and climate drivers of carbon fluxes in terrestrial ecosystems of China	Yu Guirui, Zhu Xianjin Zhu, Fu Yuling, et al.	Global Change Biology, 2013, 19: 798-810
19	Summer rain pulses may stimulate a CO2 release rather than absorption in desert halophyte communities	Liu Ran, et al.	Plant Soil, 373: 799-811.
20	An inorganic CO2 flux diffusion and dissolution process explains negative CO2 fluxes in saline/alkaline soils	Ma Jie, et al.	Scientific Reports, 3:2025 DOI: 10.1038/srep02025.
21	Concentration profiles of CH4, CO2 and N2O in soils of a wheat–maize rotation ecosystem in North China Plain, measured in winter	Wang YY, Hu CS, Wang HM. et al.	Agriculture, Ecosystems and Environment, 2013, 164: 260– 272.
22	Evapotranspiration and water yield over China's landmass from 2000 to 2010	Liu Y, Zhou Y, Ju W, et al.	Hydrol. Earth Syst. Sci., 2013, 17: 4957–4980
23	The litter layer acts as a moisture-induced bidirectional buffer for atmospheric methane uptake by soil of a subtropical pine plantation	Wang YY, Wang HM, Ma ZQ, et al.	Soil Biology and Biochemistry, 2013, 66: 45-50
24	Effects of drought and ice rain on potential productivity of a subtropical coniferous plantation from 2003 to 2010 based on a two-leaf model	Huang Kun, Wang Shaoqiang, Zhou Lei, et al.	Environmental Research Letters, 2013, 8: 035021
25	The limiting effect of deep soil water on evapotranspiration of a subtropical coniferous plantation subjected to seasonal drought	Tang YK, Wen XF, Sun XM, et al.	Advances in Atmospheric Sciences, doi:10.1007/s00376-013-2321-y
26	Soil respiration as affected by vegetation types in a semiarid region of China	Fu X, Shao M, Wei X, et al.	Soil Science and Plant Nutrition, 2013, DOI:10.1080/00380768.2013.821935
27	Slow decomposition and limited nitrogen release by lower order roots in eight Chinese temperate and subtropical trees	Xiong Yanmei, Fan Pingping, Fu Shenglei, et al.	Plant and Soil, 2013, 363: 19-31
28	Impacts of extreme precipitation on tree plantation carbon cycle.	Huang Mei, Ji Jinjun, Feng Deng, et al.	Theoretical and Applied Climatology, 2013, DOI 10.1007/s00704-013-0927-8
29	Effect of continued nitrogen enrichment on greenhouse gas emissions from a wetland ecosystem in the Sanjiang Plain, Northeast China	Song Changchun, Wang Lili, Hanqin Tian.	Journal of Geophysical Research, 2013, 118: 741-751
30	Temporal and spatial variability of methane emissions in a northern temperate marsh	Sun Li, Song Changchun	Atmospheric Environment, 2013, 81C, 356-363
31	Responses of ecosystem carbon dioxide exchange to nitrogen addition in a freshwater marshland in Sanjiang Plain, Northeast China	Zhang Lihua, Song Changchun, Nkrumah Philip N.	Environmental Pollution, 2013, 180: 55-62
32	Development of a two-leaf light use efficiency model for improving the calculation of terrestrial gross primary productivity	He Mingzhu, Ju Weimin, Zhou Yanlian, et al.	Agricultural and Forest Meteorology, 2013, 173: 28–39
33	Estimation of grass primary production over the terrestrial ecosystems in China	Li X, Liang S, Yu G, et al.	Ecological Modelling, 261-262, 80-92.
34	Net ecosystem productivity of temperate grasslands in northern China: An upscaling study	Zhang L, Guo H, Jia G, et al.	Agricultural and Forest Meteorology, 184, 71-81.
35	Modelling gross primary production in semi-arid Inner Mongolia using MODIS imagery and eddy covariance data	John R, Chen J, Noormets A, et al.	International Journal of Remote Sensing, 34: 2829-2857.
36	Carbon fluxes, evapotranspiration, and water use efficiency of terrestrial ecosystems in China	Xiao Jingfeng , Sun Ge, Chen Jiquan, et al.	Agricultural and Forest Meteorology, 2013, 182-183: 76-90
37	MODIS-driven estimation of terrestrial latent heat flux in China based on a modified Priestley–Taylor algorithm	Yao Yunjun, Liang Shunlin, Cheng Jie, et al.	Agricultural and Forest Meteorology, 2013, 171-172: 187-202
38	Dataset of CarboEastAsia and uncertainties in the CO2 budget evaluation caused by different data processing	Saigusa Nobuko, Li Sheng-Gong, Kwon Hyoungjun, et al.	Journal of Forest Research, 2013, 18: 41-48
39	Site-level model–data synthesis of terrestrial carbon fluxes in the CarboEastAsia eddy-covariance observation network: to	Ichii Kazuhito, Kondo Masayuki, Lee Young-Hee, et al.	Journal of Forest Research, 2013, 18: 13-20
40	Impact of drought stress on net CO2 exchange above an alpine grassland ecosystem in the central Tibetan Plateau	Zhao Yuping, Zhang Xianzhou, Shi Peili, et al.	Journal of Resources and Ecology
41	干热风对灌浆期冬小麦旗叶光合蒸腾的影响	赵风华, 居辉 欧阳竹.	华北农学报, 2013, 28(5), 244-248
42	哀牢山亚热带常绿阔叶林土壤含水量变化规律及其影响因子	余雷, 张一平, 沙丽清, 等	生态学杂志, 2013, 32 (2): 332-336
43	热带雨林冠层树种绒毛番龙眼树冠蒸腾及其与气候因子的关系	宋清海, 张一平, 谭正洪, 等	东北林业大学学报, 2013, 41(3): 6-8
44	盐生荒漠净生态系统碳交换的涡度相关法和箱式法对比	马杰	生态学杂志, 2013, 32(10): 2627-2634
45	盐生荒漠CO2通量对两个极端降水年份响应.	刘冉	生态学杂志, 2013, 32(10): 2545-2551.
46	不同封育年限高寒草甸植被/土壤碳密度及净生态系统CO2交换量的比较	刘晓琴	冰川冻土, 2013, 35(4): 848-856
47	牧压梯度下青藏高原高寒杂类草甸生态系统呼吸和碳汇强度估算	吴启华	中国农业气象, 2013, 34(4): 390-395
48	高寒杂类草甸牧压梯度下植被碳密度季节动态及分配特征	吴启华	山地学报, 2013, 31(1): 46-54
49	仪器表面加热效应对临泽站开路涡动相关系统CO2通量的影响	吉喜斌, 赵文智, 康尔泗, 等	高原气象, 2013, 32(1): 65-77
50	中亚热带人工针叶林生态系统碳通量拆分差异分析	黄昆, 王绍强, 王辉民, 等	生态学报, 2013, 33(17): 1-14
51	三江平原泥炭沼泽湿地N2O排放通量及影响因子分析	朱晓艳, 宋长春	中国环境科学, 2013, 33(12): 1779-1784



5. 学术交流与合作

陆地生态系统通量协同观测研究网络工作会

- 2013年10月13日至14日，陆地生态系统通量协同观测研究网络（ChinaFLUX）工作会暨中国区域通量协同观测数据发布会在中科院地理资源所召开。来自国内45个生态系统通量观测野外站的代表以及相关领域的研究人员约80余人参加了会议。
- 会议特邀中国气象科学研究院周广胜副院长、清华大学地球系统科学研究中心林光辉教授、中国科学院大学王艳芬副校长等相关专家到会指导，院科技促进发展局冯仁国副局长、资环处周桔处长、杨萍研究莅临会议。
- 与会专家和领导认真听取了ChinaFLUX各成员站点在通量观测研究方面的工作进展报告以及对未来观测研究的发展设想。
- 与会代表就中国区域通量观测研究的发展开展了热烈讨论，集体倡议尽快成立中国通量观测研究联盟，并指定由ChinaFLUX办公室加快推进联盟成立的相关工作。



代表合影



会议现场

“森林生态系统碳-氮-水耦合循环过程的生物调控机制”项目综合基地考察

- 为了落实国家自然科学基金重大项目“森林生态系统碳-氮-水耦合循环过程的生物调控机制”的主要野外观测工作，项目首席于贵瑞研究员和课题负责人林科院刘世荣副院长、华南植物园申卫军研究员，带领各课题研究骨干前往尖峰岭、长白山和鼎湖山具体落实各项野外观测场地和实施方案。



项目成员在尖峰岭实地考察和现场讨论

来访

- 2013年4月15日—30日，在德国召开了中德政府间合作《塔里木盆地绿洲棉田土壤固碳研究》项目启动会，阿克苏站相关人员参加会议，并完成了项目试验设计与协议签订。
- 2013年9月，日本国立环境研究所主任研究员梁乃申博士再次前来西双版纳站和哀牢山站开展合作交流。
- 挪威科学院院士、挪威生命科学大学（Norwegian Univ. Life Sciences）Jan Mulder教授、Peter Dörsch教授和助手Jing Zhu博士访问西双版纳站，开展热带雨林土壤N₂O排放与氮沉降相关的合作研究。
- 2013年1月，加拿大自然资源部遥感中心高级研究员王树森博士到版纳植物园版纳园开展了学术交流，期间到分别到元江生态站、哀牢山生态站和版纳生态站进行了考察。
- 2013年12月12日，澳大利亚植物生理学会主席、荷兰皇家科学院院士、中国农业大学名誉教授、“Plant and Soil”主编、西澳大学植物生物学系主任Hans Lambers教授参观安塞站。
- 2013年4月21-29日，德国Bayreuth大学Dennis Otieno博士访问了鼎湖山站，就相关中非及德国的合作研究进行了探讨，并进行了树干液流装置的检测与调试。
- 2013年8月，三江站邀请美国路易斯安那大学生态及地理系一行来三江站进行交流访问，双方就湿地生态系统碳通量的观测方法、元数据的标准以及环境数据的类别和获取标准等具体问题进行了深入讨论。

出访

- 2012年7月-2013年7月，当雄站何永涛到瑞士联邦理工学院（ETH, Zurich）进行了为期1年访问学者交流。
- 2013年7月，三江站主要通量观测人员受邀至荷兰瓦格宁根大学进行学术访问，详细学习了农业和森林生态系统碳通量观测工作。
- 2013年8月19日起，锡林郭勒站陈世莘研究员赴美国加州伯克利分校Dennis Baldocchi实验室进行为期1年的访问研究。
- 2013年9月17日-29日，在德国慕尼黑举办了中德中心资助的第三届中德气候变化与水文模型培训班培训。阿克苏站相关人员参加了本次培训。
- 2013年9月临泽站吉喜斌赴加拿大多伦多大学地理系进行有关通量观测试验、碳循环与全球变化等方面的合作与学术交流。
- 各台站积极参加各类通量相关的国内外学术会议，交流研究进展。如AsiaFlux年会等。



Jan Mulder 教授访问西双版纳站



Peter Dorsch教授考察热带雨林干旱控制试验



美国路易斯安那大学研究人员访问三江站

观测站点

农田生态系统

站点名称：阿克苏绿洲农田通量观测站
依托CERN台站：阿克苏站
所属单位：新疆生态与地理研究所
通量观测负责人：赵成义
联系方式：0991-7885455
Email: zcy@ms.xjb.ac.cn

站点名称：长武黄土塬区农田通量观测站
依托CERN台站：长武站
所属单位：水土保持研究所
通量观测负责人：刘文兆
联系方式：029-87012307
Email: wzliu@ms.iswc.ac.cn

站点名称：临泽绿洲农田通量观测站
依托CERN台站：临泽站
所属单位：寒区旱区环境与工程研究所
通量观测负责人：赵文智
联系方式：0931-4967137
Email: zhaowzh@lzb.ac.cn

站点名称：栾城暖温带农田通量观测站
依托CERN台站：栾城站
所属单位：遗传与发育生物学研究所
通量观测负责人：王玉英
联系方式：0311-85814769
Email: wangyuying@sjziam.ac.cn

站点名称：桃源亚热带稻田通量观测站
依托CERN台站：桃源站
所属单位：亚热带农业生态研究所
通量观测负责人：陈安磊
联系方式：0731-94615223
Email: alchen@isa.ac.cn

站点名称：禹城暖温带农田通量观测站
依托CERN台站：禹城站
所属单位：地理科学与资源研究所
通量观测负责人：赵风华
联系方式：010-64889300
Email: zhaofh@igsnr.ac.cn

草地生态系统

站点名称：安塞黄土高原草地通量观测站
依托CERN台站：安塞站
所属单位：水土保持研究所
通量观测负责人：陈云明
联系方式：029-87012210
Email: ymchen@ms.iswc.ac.cn

站点名称：锡林郭勒温带草地通量观测站
依托CERN台站：内蒙古站
所属单位：植物研究所
通量观测负责人：陈世莘
联系方式：010-62836233
Email: spchen@ibcas.ac.cn

站点名称：当雄高寒草甸通量观测站
依托CERN台站：拉萨站
所属单位：地理科学与资源研究所
通量观测负责人：石培礼
联系方式：010-64854230
Email: shipl@igsnr.ac.cn

站点名称：海北高寒生态系统通量观测站
依托CERN台站：海北站
所属单位：西北高原生物研究所
通量观测负责人：李英年
联系方式：0971-6133353
Email：ynli@nwipb.cas.cn

森林生态系统

站点名称：哀牢山亚热带常绿阔叶林通量观测站
依托CERN台站：哀牢山站
所属单位：西双版纳热带植物园
通量观测负责人：沙丽清
联系方式：0871-65160904
Email：shalq@xtbg.ac.cn

站点名称：西双版纳热带季雨林通量观测站
依托CERN台站：西双版纳站
所属单位：西双版纳热带植物园
通量观测负责人：张一平
联系方式：0871-65160916
Email：yipingzh@xtbg.ac.cn

站点名称：长白山温带阔叶红松林通量观测站
依托CERN台站：长白山站
所属单位：沈阳应用生态研究所
通量观测负责人：韩士杰
联系方式：024-83970343
Email：hansj@iae.ac.cn

站点名称：鼎湖山南亚热带季风常绿林通量观测站
依托CERN台站：鼎湖山站
所属单位：华南植物园
通量观测负责人：闫俊华
联系方式：020-37252720
Email：jhyan@scib.ac.cn

站点名称：贡嘎山亚高山暗针叶林通量观测站
依托CERN台站：贡嘎山站
所属单位：成都山地灾害与环境研究所
通量观测负责人：王根绪
联系方式：028-85233420
Email：wanggx@imde.ac.cn

站点名称：千烟洲中亚热带针叶林通量观测站
依托CERN台站：千烟洲站
所属单位：地理科学与资源研究所
通量观测负责人：王辉民
联系方式：010-64889669
Email：wanghm@igsnr.ac.cn

综合研究中心

依托单位：地理科学与资源研究所
负责人：于贵瑞
联系方式：010-64889432
Email：yugr@igsnr.ac.cn

荒漠生态系统

站点名称：阜康盐生荒漠通量观测站
依托CERN台站：阜康站
所属单位：新疆生态与地理研究所
通量观测负责人：李彦
联系方式：0991-7885415
Email：liyan@ms.xjb.ac.cn

站点名称：沙坡头荒漠通量观测站
依托CERN台站：沙坡头站
所属单位：寒区旱区环境与工程研究所
通量观测负责人：李新荣
联系方式：0931-8273894
Email：lxinrong@lzb.ac.cn

湿地生态系统

站点名称：三江平原沼泽湿地通量观测站
依托CERN台站：三江站
所属单位：东北地理与农业生态研究所
通量观测负责人：宋长春
联系方式：0431-85542204
Email：songcc@neigae.ac.cn





中国生态系统通量专项观测研究网络的任务是基于中国生态系统研究网络（CERN），开展生态系统尺度的碳氮水通量的长期、连续观测，为解析生态系统对全球变化的响应和适应提供基础性观测数据和科学认知。



中国陆地生态系统通量观测研究网络（ChinaFLUX）

办公室

联系人：温学发、王秋凤、张雷明

地址：北京市朝阳区大屯路甲11号中国科学院地理科学与资源研究所

邮编：100101

电话：86-10-64889272， 64889808

Email: zhanglm@igsnr.ac.cn

网站： <http://www.chinaflux.ac.cn>