



中国科学院大学

University of Chinese Academy of Sciences

草地生态系统通量观测研究-以 内蒙古站为例



生命科学学院

郝彦宾

2015-5-23

汇报提纲

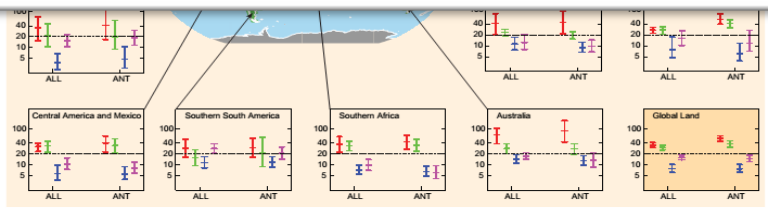
- 研究背景
- 内蒙古典型草原的碳交换
- 内蒙古典型草原的水交换
- 降雨模式的变化对碳/水交换的影响
- 主要结论

草原生态系统碳循环对全球变化的响应机制

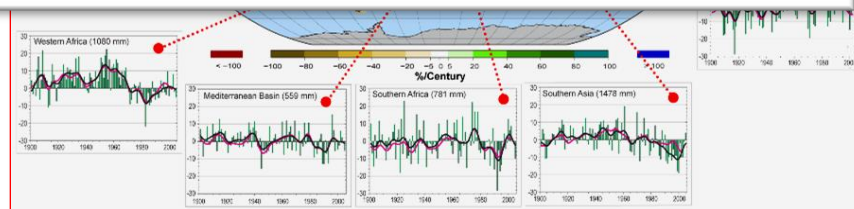
研究背景:

全球变化 (IPCC) \implies 国际学术界日益关注

全球陆地上分布最为广泛的草原生态系统对全球变化表现出明显的结构和功能上的响应，尤其是降雨的变化。

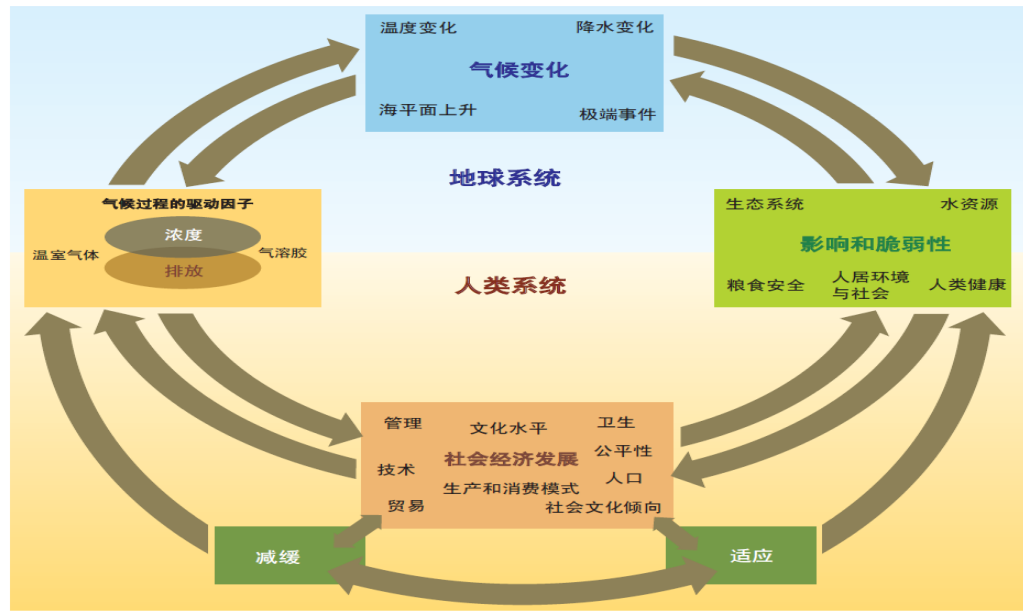


候事件

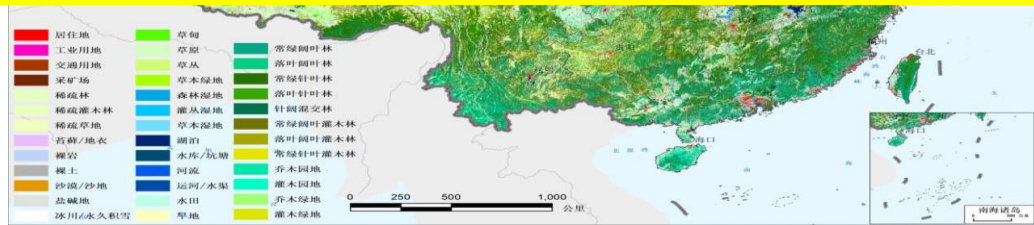




气候变化的人为驱动因子、影响和响应的示意框架图



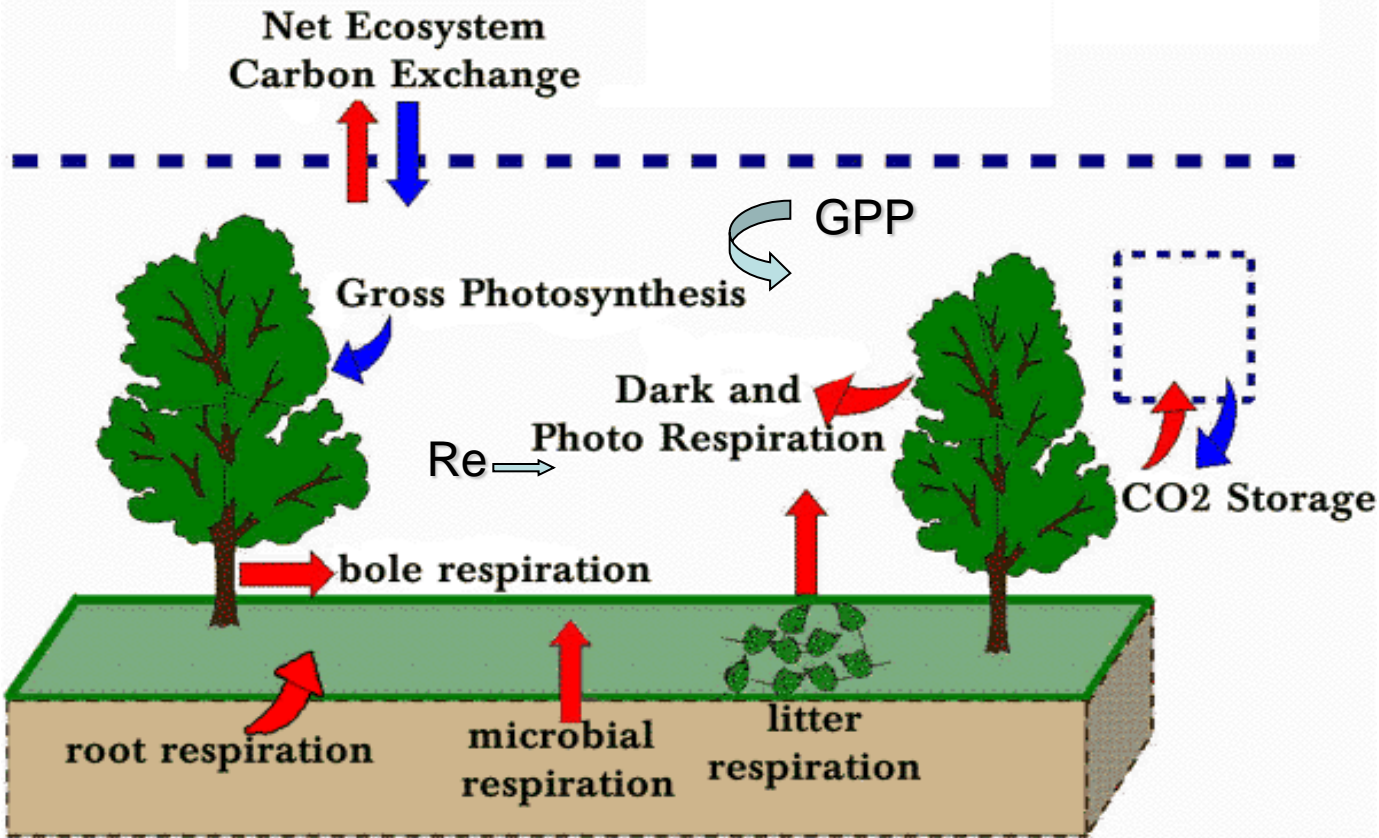
核心问题：草原生态系统的**关键生物学过程**对全球变化的**响应机制**？



- 全球陆地上分布最广泛的植被类型之一，弱碳汇
- 在全球C收支中具有举足轻重的作用

放牧和围栏封育是草原生态系统的两种主要管理方式；

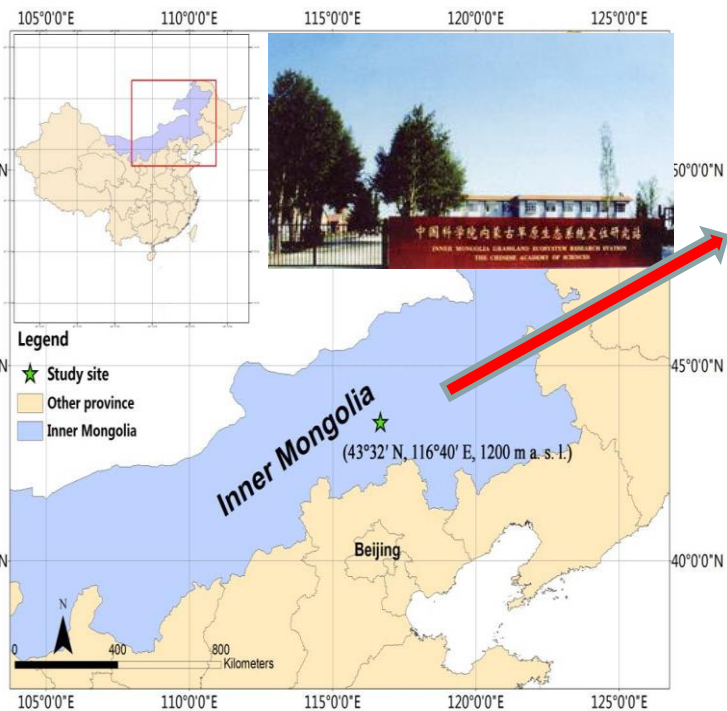
Canopy Carbon Balance



$$NEE = Re - GPP$$

NEE: 净生态系统碳交换，负值代表生态系统从大气中吸收CO₂；NEE < 0 为碳汇，NEE > 0 为碳源；
Re: 生态系统呼吸；
GPP: 总初级生产力。

1. 稳定状态的内蒙古典型草原的碳吸收表现为中性



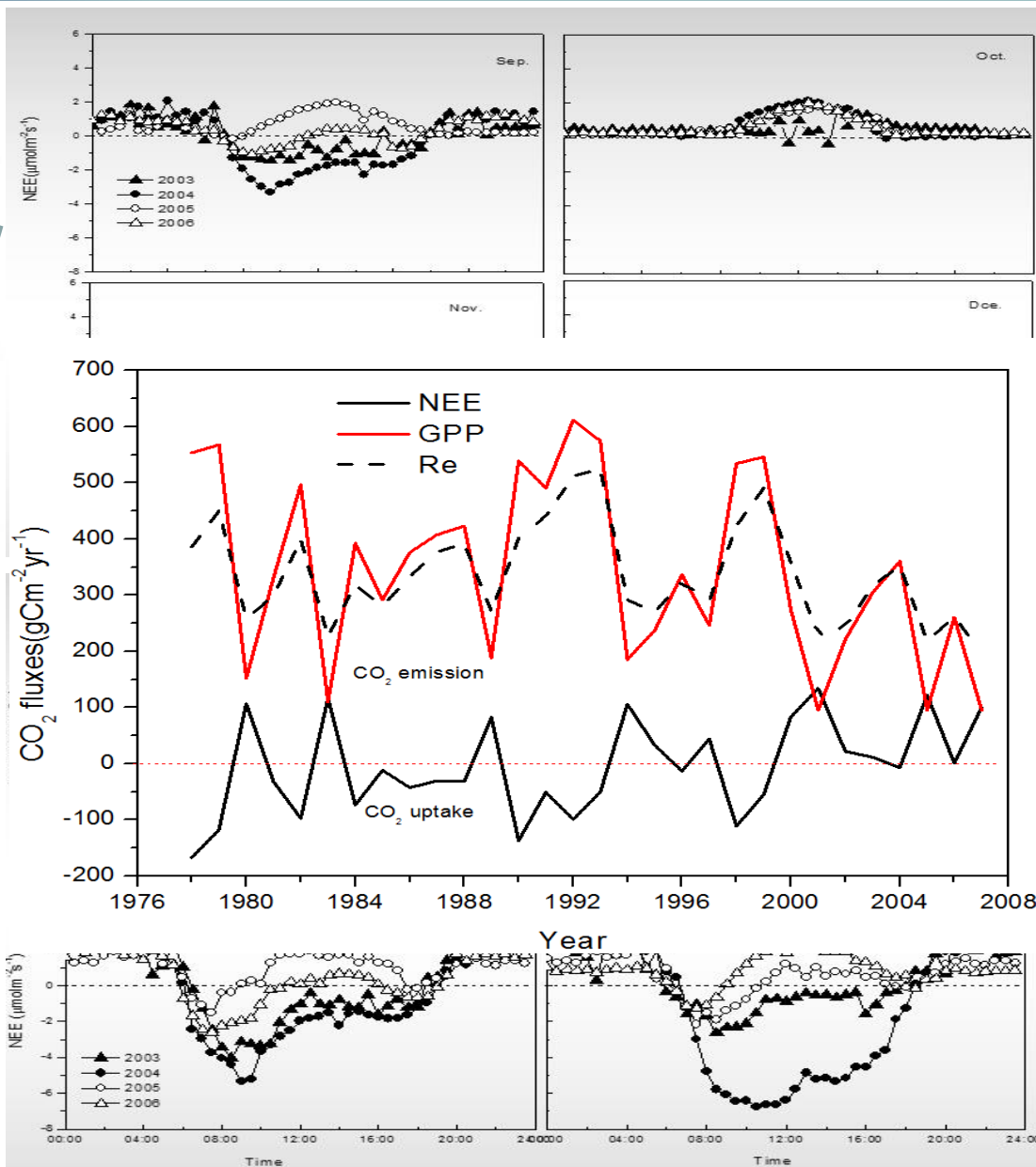
➤ 内蒙古锡盟东部边缘

➤ 年平均气温 1℃

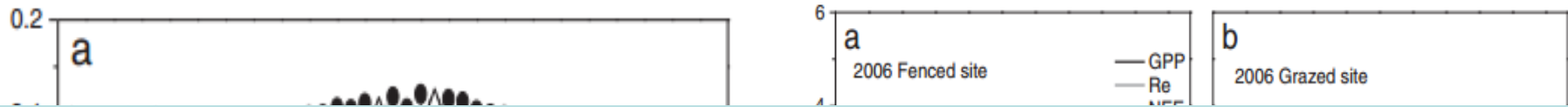
➤ 年降水量 338mm

➤ 海拔高度 1200 m

➤ 温带半干旱草原气候，冬春寒冷干燥，夏秋温暖湿润



1. 稳定状态的内蒙古典型草原的碳吸收表现为中性



- 日变化特征表现为双吸收高峰。
- 在平水年生态系统表现出碳汇的功能，吸收的碳大约为 $17.9 \text{ g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 。

PERSPECTIVE

doi:10.1038/nature12350

Climate extremes and the carbon cycle

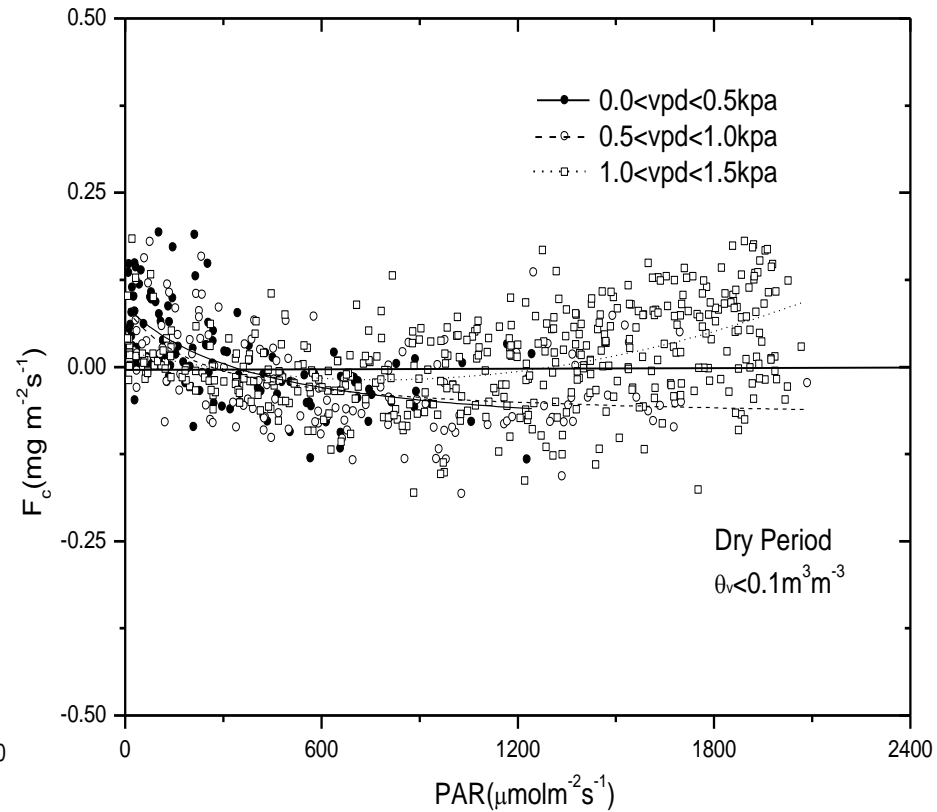
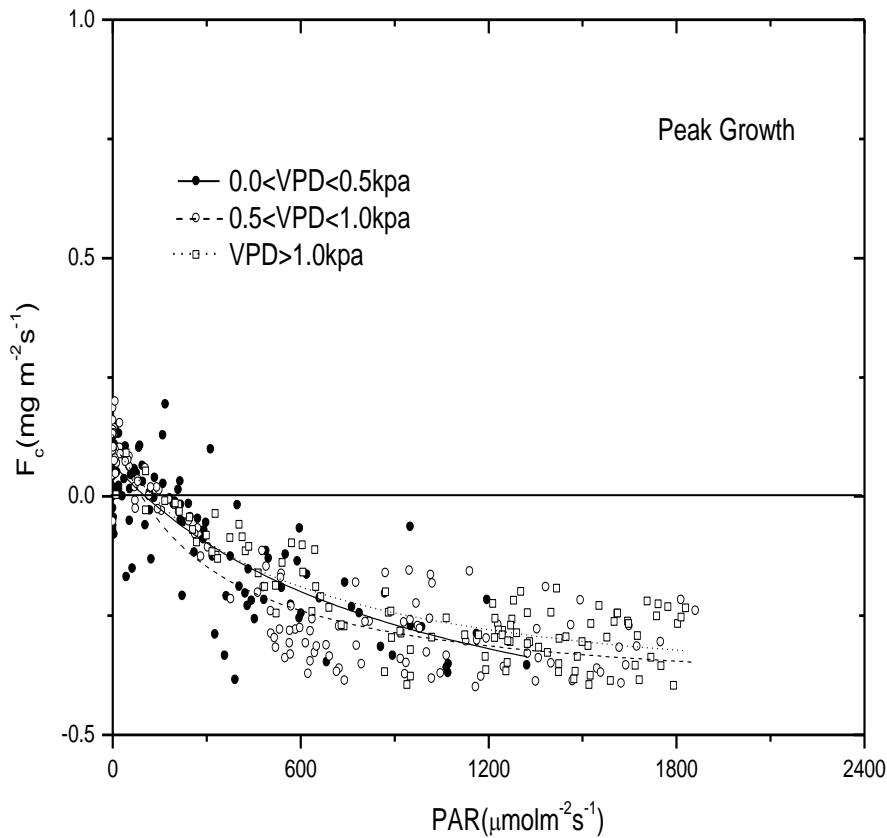
Markus Reichstein¹, Michael Bahn², Philippe Ciais³, Dorothea Frank¹, Miguel D. Mahecha¹, Sonia I. Seneviratne⁴, Jakob Zscheischler^{1,4,5}, Christian Beer^{1,6}, Nina Buchmann⁴, David C. Frank^{7,8}, Dario Papale⁹, Anja Rammig¹⁰, Pete Smith¹¹, Kirsten Thonicke¹⁰, Marijn van der Velde¹², Sara Vicca¹³, Ariane Walz¹⁴ & Martin Wattenbach¹⁵

00 02 04 06 08 10 12 14 16 18 20 22 24 120 150 180 210 240 270 120 150 180 210 240 270
Time (hh) DOY

Hao et al., 2006, Science in China Series D;
Wang et al., 2011, Science of Total Environment

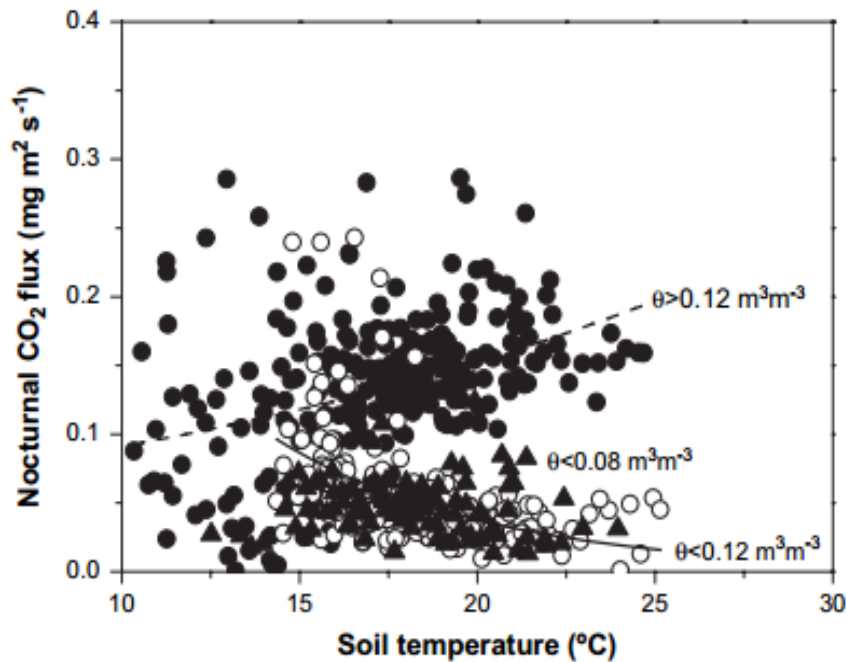
控制因子分析

- VPD和水分条件对 CO_2 通量的影响

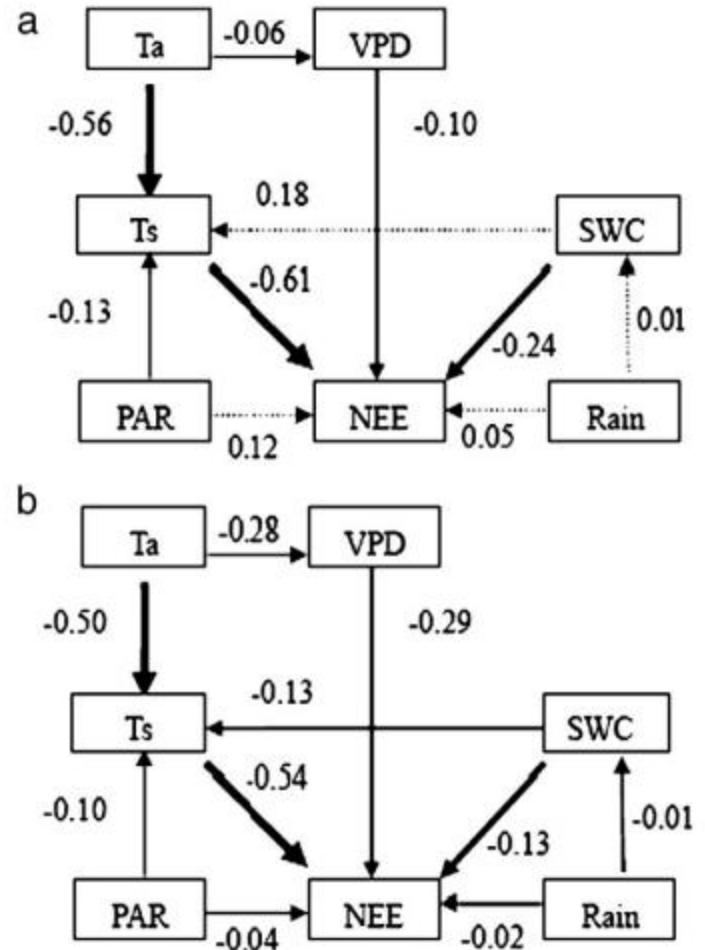


控制因子分析

- 土壤温度对 CO₂ 通量的影响

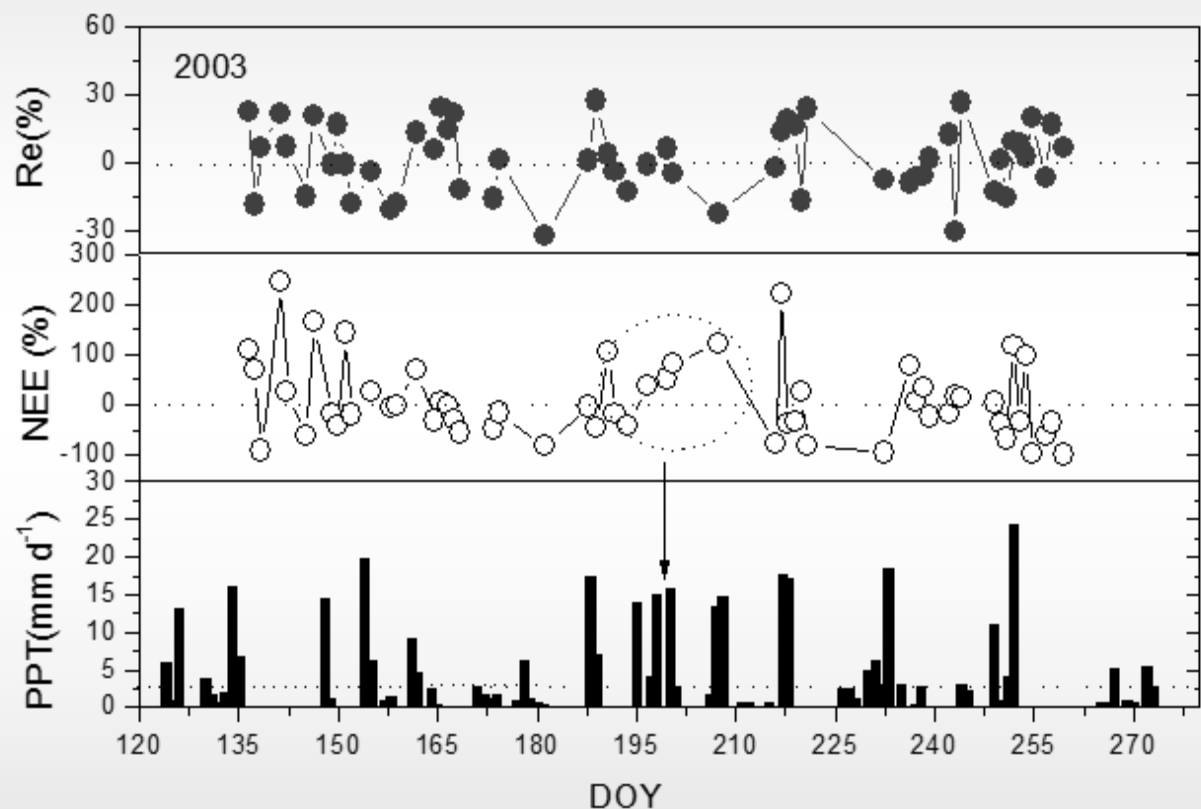


Hao et al., 2008



Wang et al., 2011

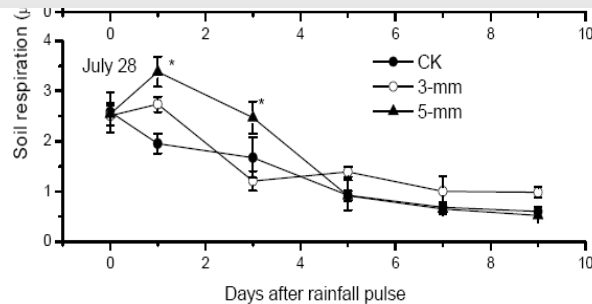
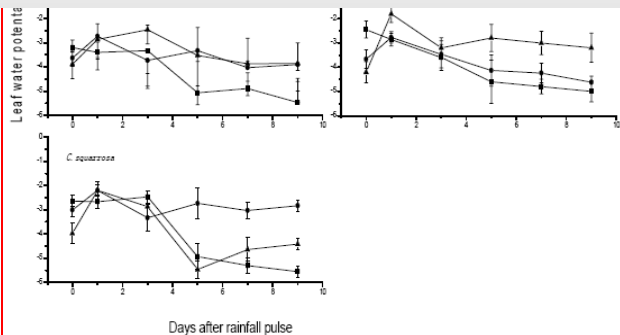
2. 内蒙古典型草原生态有效降雨阈值的确定



➤ **生态有效降雨**：从碳循环角度来定义引起生态系统碳循环过程发生改变的降雨为“生态有效”降雨，引起变化的临界值或点叫做阈值。

➤ **阈值的确定**：

1. 在生长季的前期, 单次降雨量 $> 3 \text{ mm}$ 的降雨事件为有效降雨；
2. 生长盛期和末期, 单次降雨量 $> 5 \text{ mm}$ 的降雨事件为生态有效降雨。

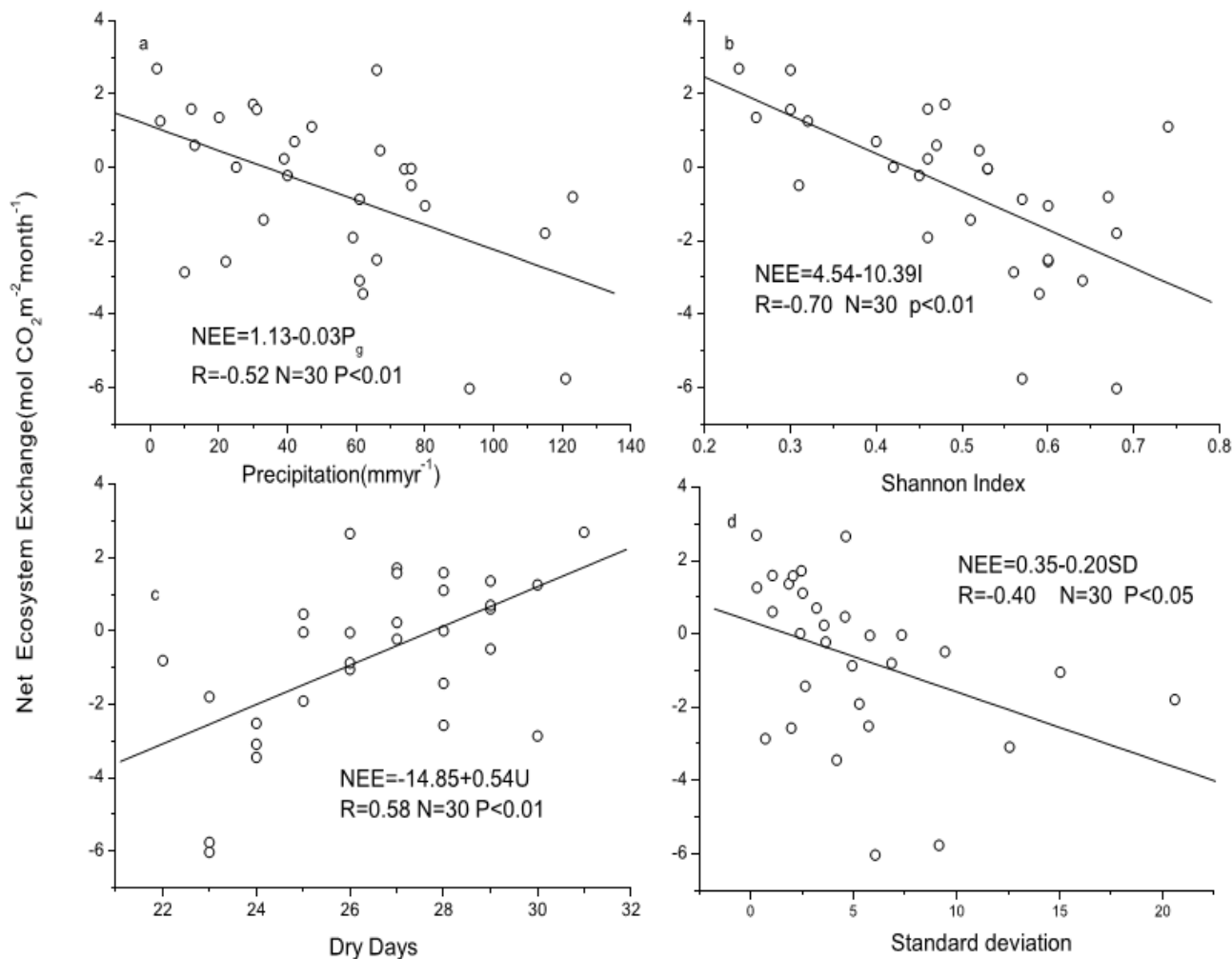


Hao et al., 2010, Plant Ecology

Hao et al., 2012, Ecological Informatics

3. 降雨变化的量化和确定

定量的确定了降雨变化（降雨量、降雨的季节分布和降雨频率）的指标



修改的Shannon指数明显优于变异系数、标准差和干旱天数指示变量。

4. 典型生态系统的水热平衡

A 生态系统的水分全部用于蒸散 (ET)

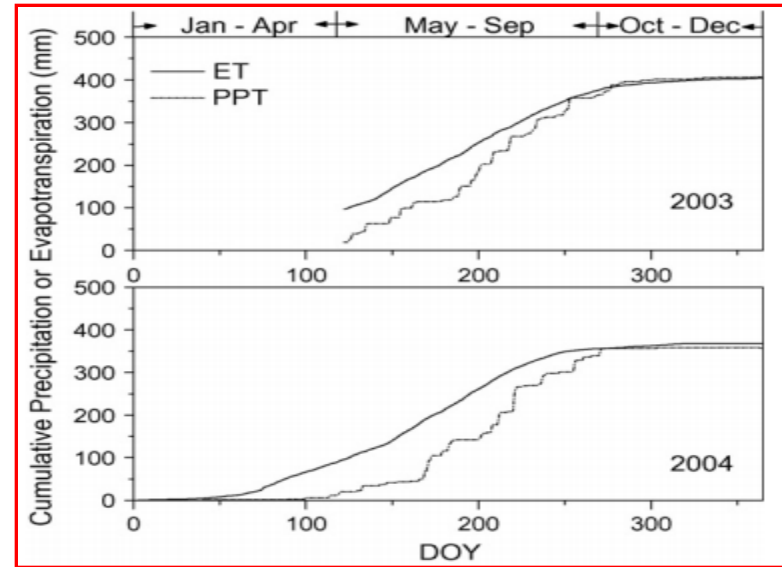
B 植物蒸腾 (T)在整个生长季大约占
总蒸散的33-74%

C 在整个锡林河流域，蒸发和蒸腾各占
50%

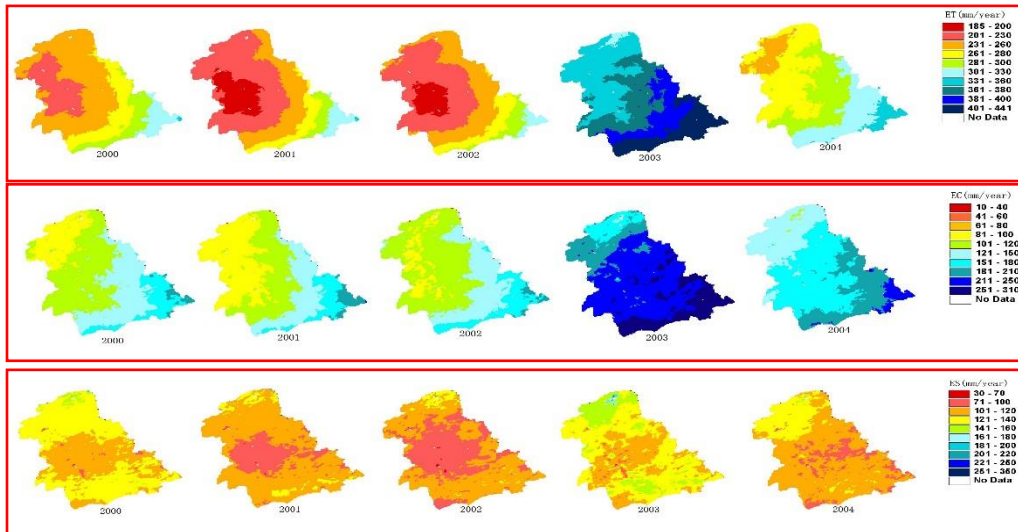
D 植物物候控制着生态系统的水热平衡

$$\text{蒸散 (ET)} = \text{蒸发 (E)} + \text{蒸腾 (T)}$$

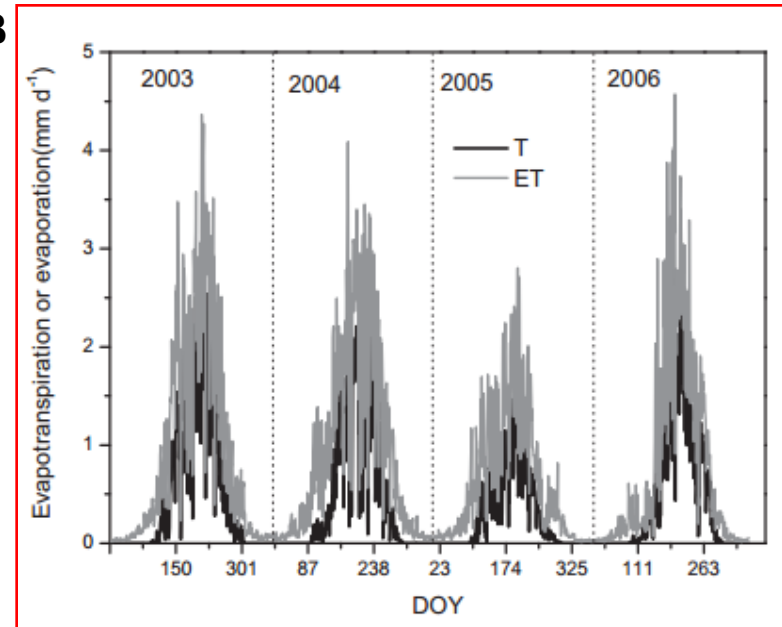
A



C



B



5. 降雨变化对内蒙古典型草原碳通量的影响

Table 1
Alternative climate scenarios during growing season for predicting impacts of climate change on C dynamics

Change in amount of precipitation	Change in frequency of precipitation		Scenario
	60%	80%	
80%	60%	60%	A1F1
	80%	80%	
	100%	100%	
	120%	120%	
F1	140%	140%	A4F1
	140%	140%	

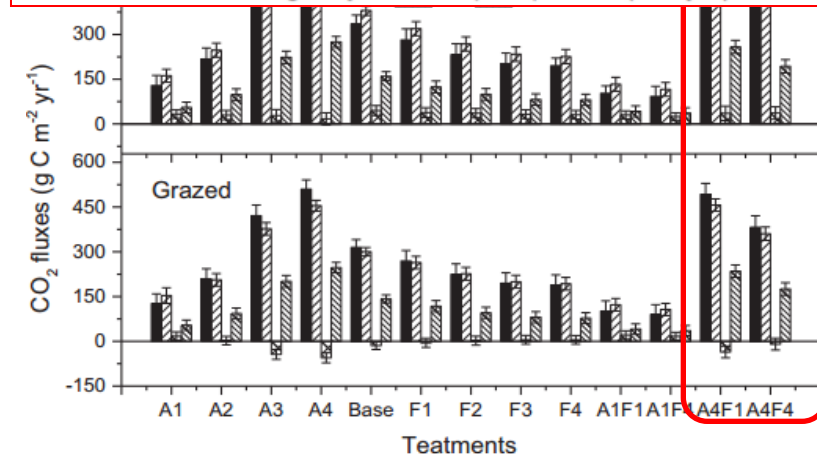
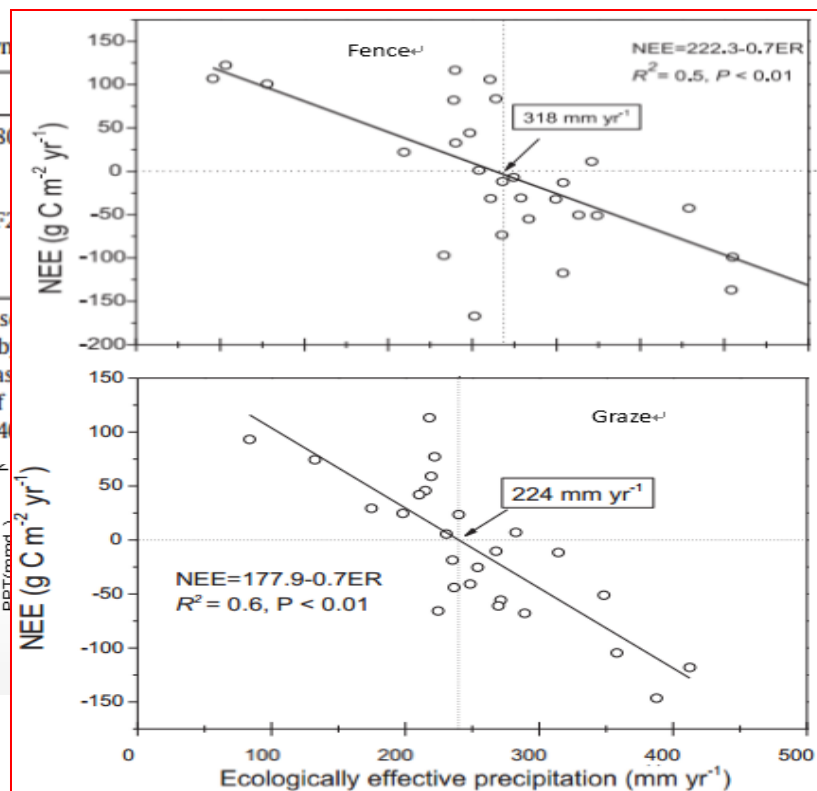
A1 Decrease in amount of precipitation by 40%, A2 decrease amount of precipitation by 20%, A3 increase by 40%, F1 decrease in frequency of precipitation by 40%, F2 decrease in frequency of precipitation by 40%, A1F1 decrease in amount of precipitation by 40% while decrease precipitation by 40% while increase in frequency of precipitation by 40%, A4F1 increase in amount of 40%, A4F4 increase in amount of precipitation by 40% while increase in frequency of precipitation by 40%

- 增加降雨量和降雨频率可以促进生态系统的碳吸收
- 在围封和放牧管理模式下，当生态有效降雨 $> 318 \text{ mm yr}^{-1}$ 和 $> 214 \text{ mm yr}^{-1}$ ，生态系统表现为碳汇功能。

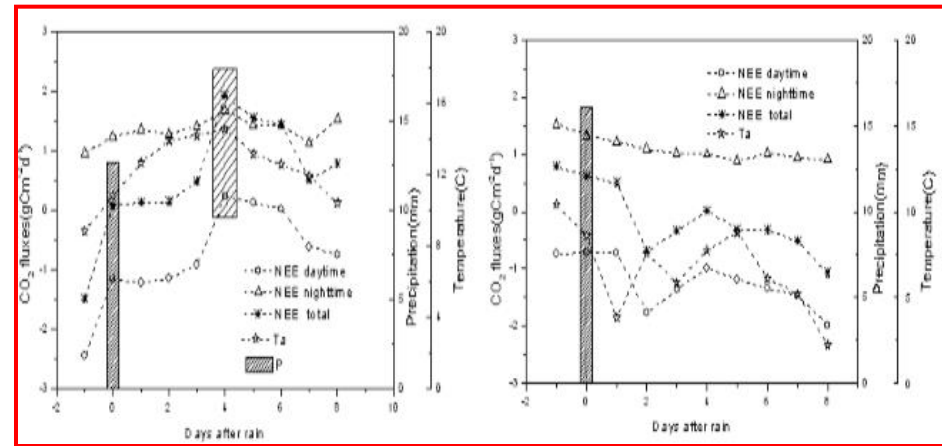
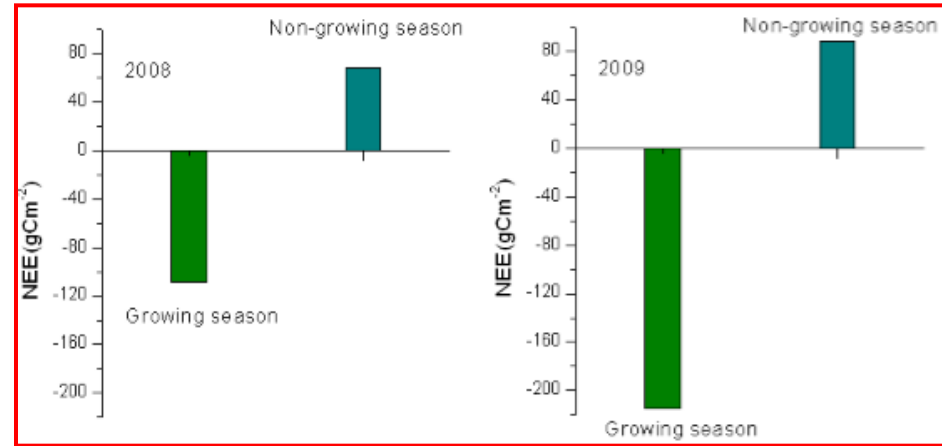
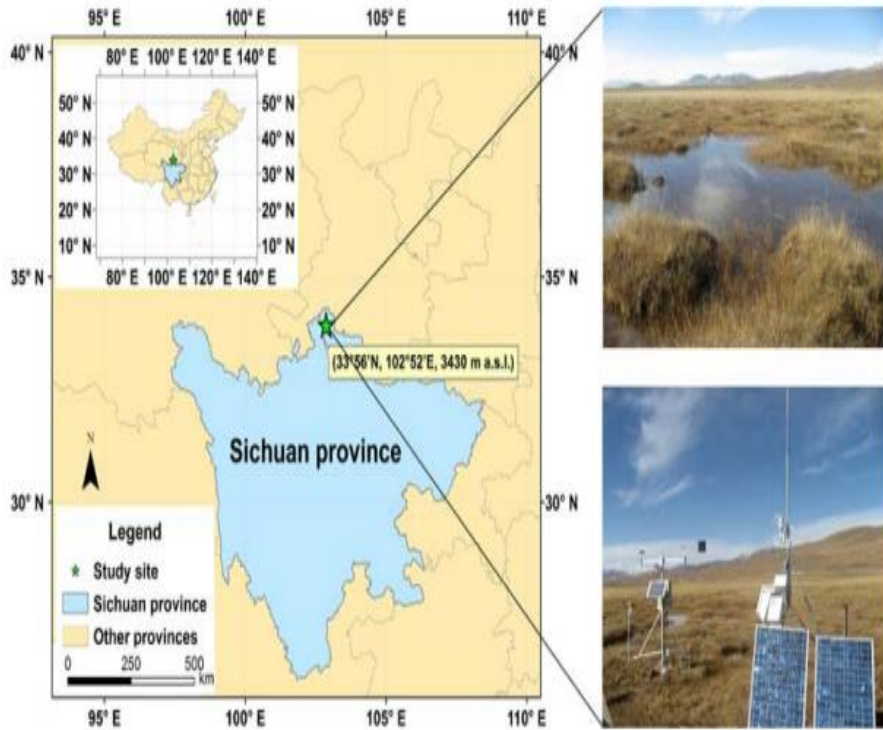
Hao et al., 2010, Acta Oecologia;

Hao et al., 2013, Agriculture, and Ecosystem

Environment



6. 降雨和温度控制着若尔盖高寒湿地的碳通量



- 通量站位于若尔盖湿地自然保护区。（N-latitude $33^{\circ} 56'$, E-longitude $102^{\circ} 52'$, above sea level [a.s.l.] 3430 m ）。

- 生长季, 固碳 $108.5 - 215.2 \text{ gCm}^{-2}$, 非生长季, 碳排放 $68.1 - 88.7 \text{ gCm}^{-2}$
- 降雨后的温度控制着碳通量

7. 典型草原和高寒湿地生态系统碳收支模型模拟

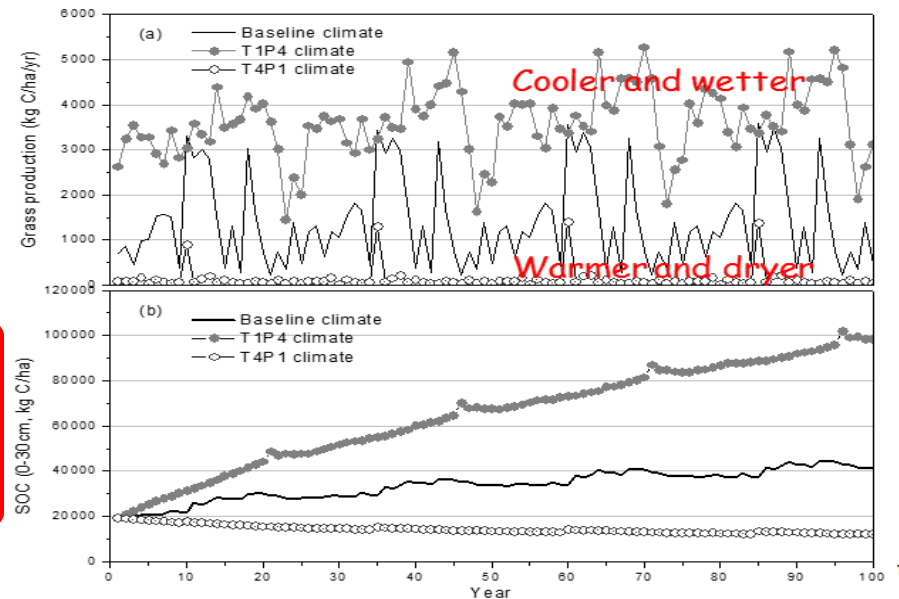
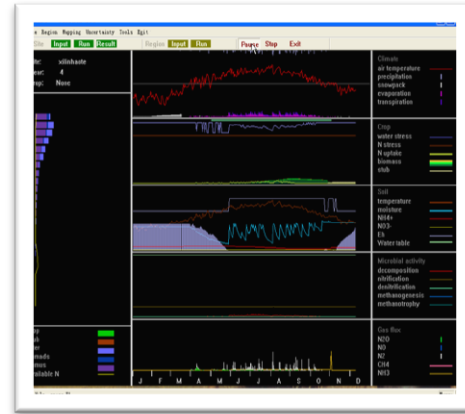
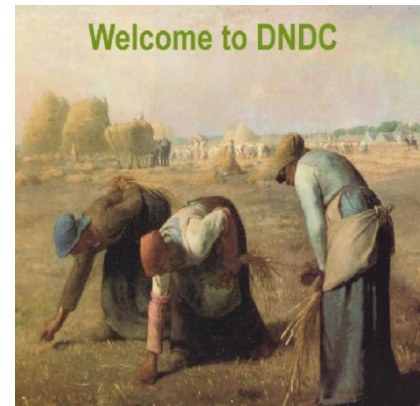
➤ 涡度相关技术存在的不足:

- ◆ 时间尺度较小
- ◆ 单点观测，空间尺度较小
- ◆ 无法预测未来
- ◆ 无法实测一些生理生态过程

➤ 模型方法存在的不足:

- ◆ 必须要有高精度的实测数据验证

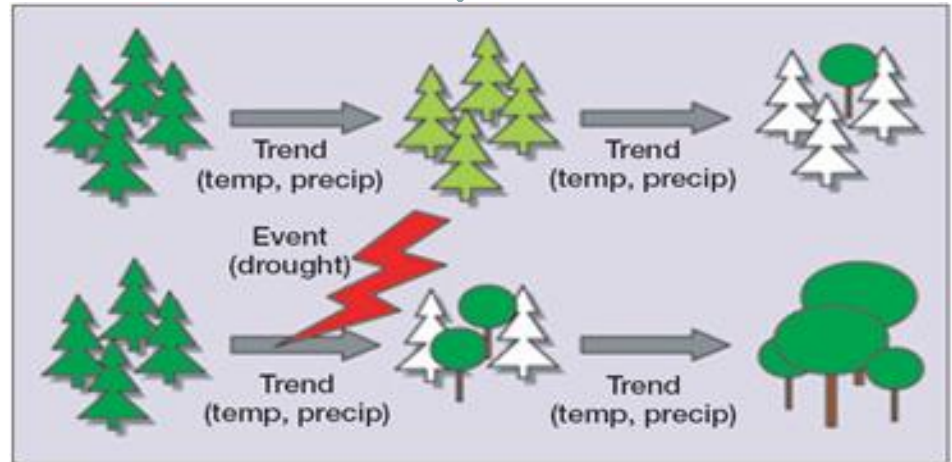
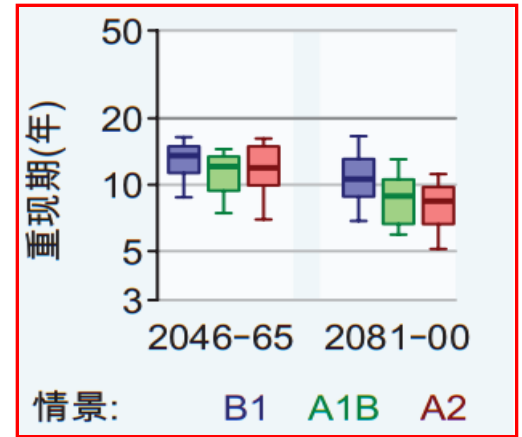
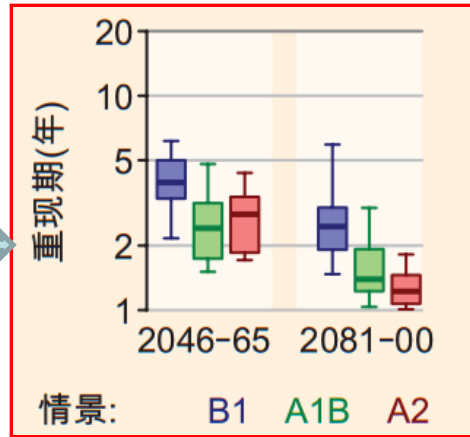
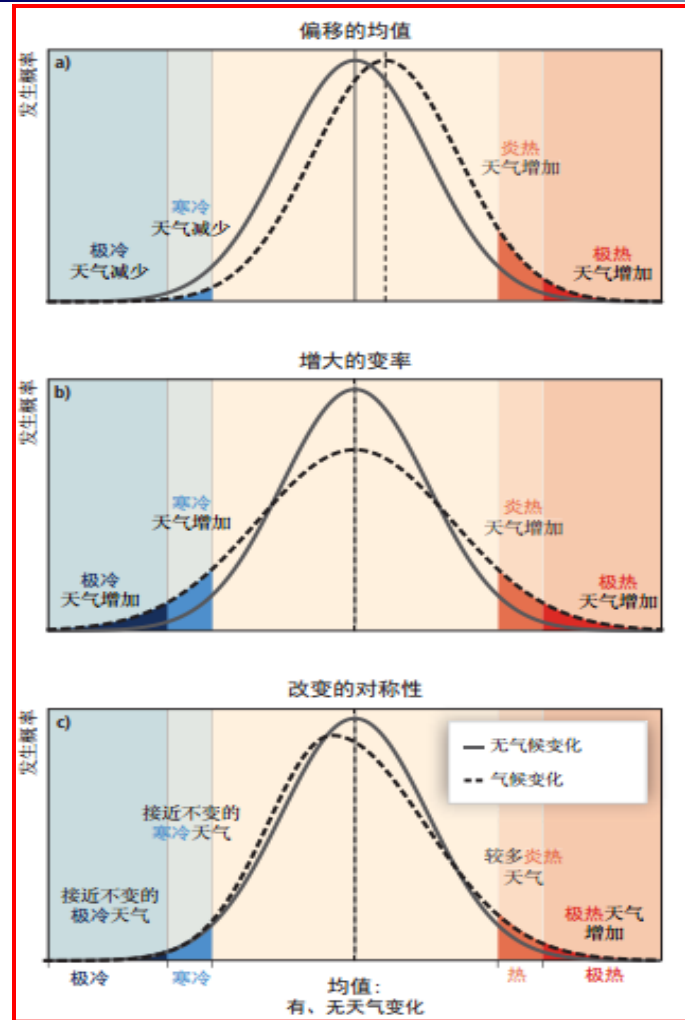
模型与涡度相关技术相结合能够在一定程度上弥补这些不足。



在不同的生态系统和不同管理模式下，对DNDC模型进行参数化，从而确定模型参数并对模型进行验证。

Kang et al., 2011, 2013, 2014, Journal of soils sediments, Wetlands

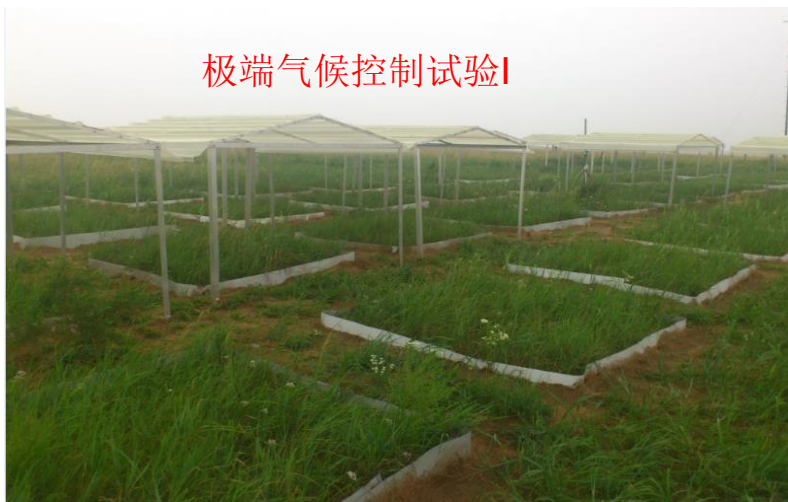
正在进行的工作



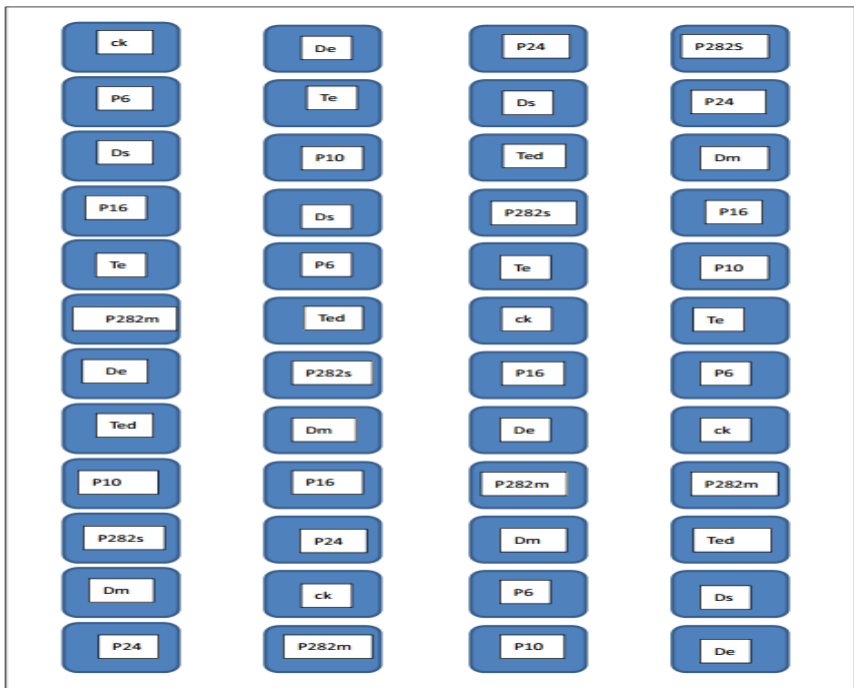
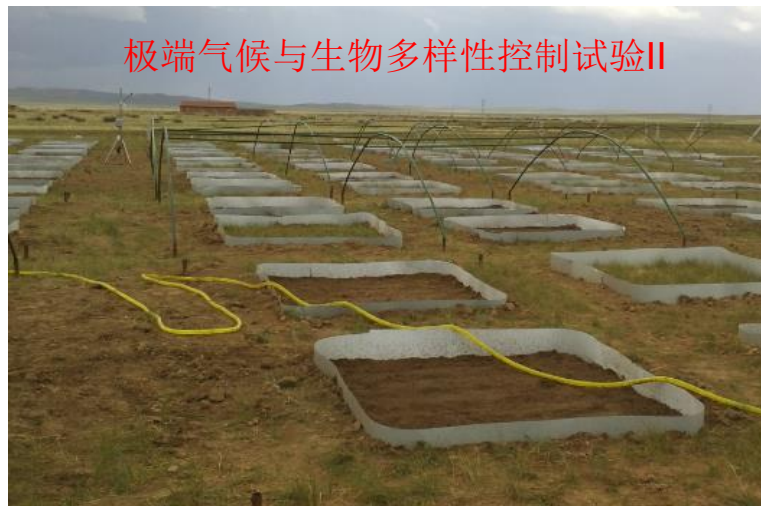
极端气候条件下，生态系统的关键生物学过程如何响应？

典型生态系统关键生物学过程对极端气候的响应

极端气候控制试验I



极端气候与生物多样性控制试验II



预祝各位学员成果多多！

