



中国科学院大学
University of Chinese Academy of Sciences



中国科学院地理科学与资源研究所
Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS

第17届中美碳联盟年会

华北平原典型农田生态系统不同尺度碳通量研究

中国科学院禹城综合试验站

山东省农田生态系统国家野外科学观测研究站

中国科学院大学


中科院地理科学与资源研究所

导师：李发东 研究员

汇报人：岳泽伟

2021年7月31日

内容提纲



1. 研究背景和意义

2. 研究内容与结果

3. 结论



PART

研究背景与意义

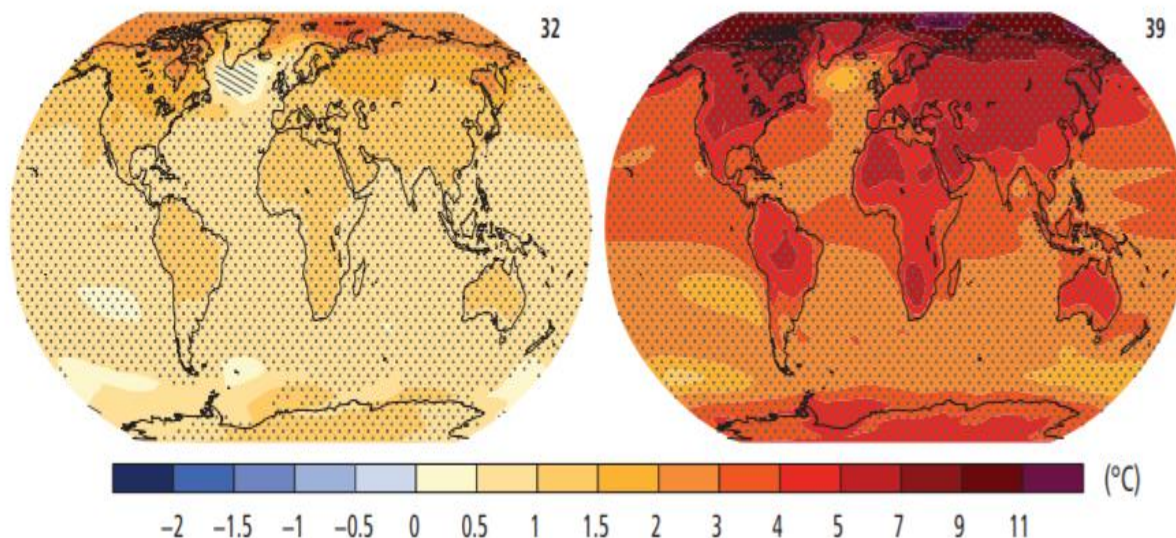
ONE

1. 研究背景

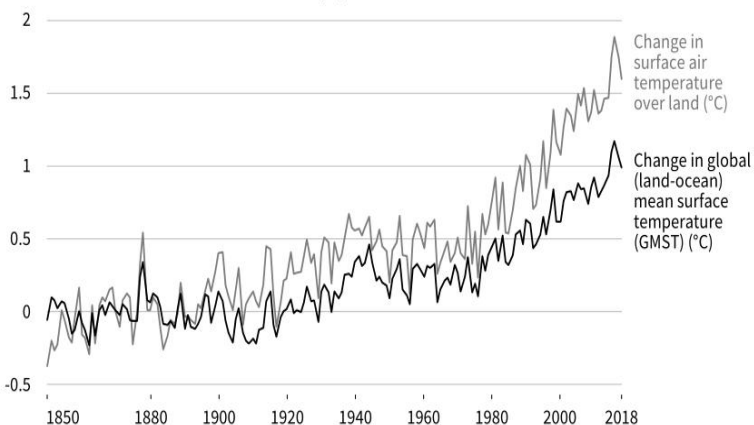
根据IPCC第五次评估报告 (IPCC,2014)指出, 2006年到2015年这十年的全球平均地表温度(GMST)比1850年到1900年期间的平均温度高出0.87°C。

未来温度总体上呈现增加的趋势
(Chen et al., 2013)。

(a) Change in average surface temperature (1986–2005 to 2081–2100)



CHANGE in TEMPERATURE rel. to 1850-1900 (°C)



(IPCC, 2014)

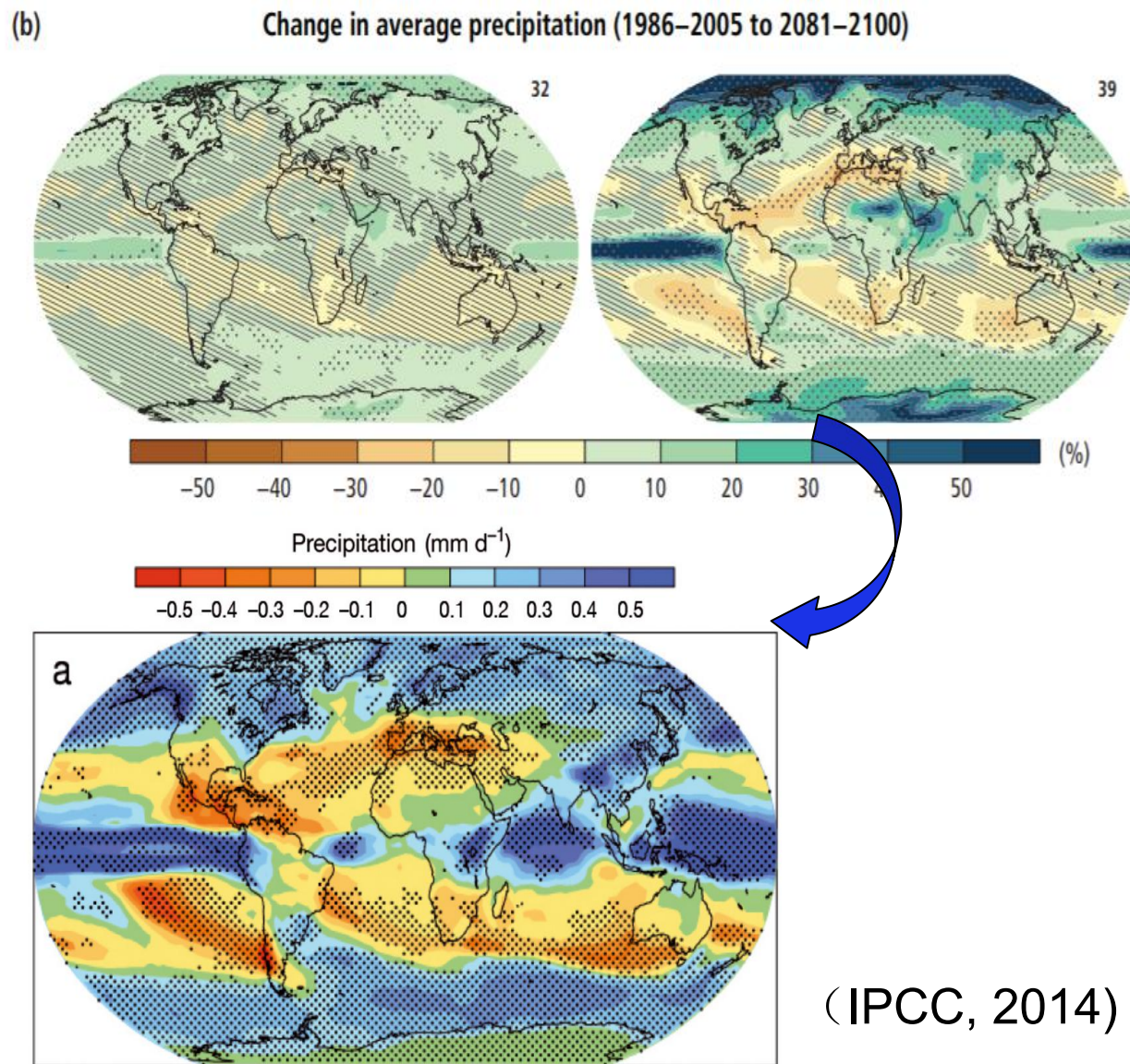
1. 研究背景

全球气候变化的另一个直接表现，是全球降水格局的改变

(Narisma GT et al., 2007; Sheng W et al., 2010)。气候变化

不仅会影响降水季节和年际间的变化，也会增加极端降水发生的概率 (Crook

JA&Forster PM, 2011)。



(IPCC, 2014)

1. 研究背景

华北平原位于暖温带半湿润气候区，光热资源丰富。华北平原小麦（*Triticum aestivum*）-玉米（*Zea mays*）轮作农田系统是我国典型集约化高产农田生态系统之一，其小麦种植面积和产量约占全国的1/2，玉米约占1/4（胡春胜等., 2018）。

农田生态系统作为陆地生态系统的重要组成部分。在全球变化的背景下，华北平原农田生态系统的碳源汇将发生改变，区域内的农业生产活动也将受到影响。农田生态系统碳循环是一个非常复杂的过程，是围绕植被碳库和土壤碳库与外部环境交换过程，以及碳库不同组分间的迁移转化过程（Wei et al., 2018）。量化华北平原小麦-玉米两熟系统碳输入-输出平衡，评估长时间尺度上农田生产力的可持续和农田碳汇的环境效应。

1.2 研究意义

华北平原小麦-玉米农田生态系统

气候变化

碳通量
生产力

探究全球气候变化下，小麦-玉米农田生态系统碳通量及其环境效应

农田生态系统碳交换（NEE）与其生态服务功能密切相关，
影响华北平原地区的生态平衡及可持续发展。

发挥农田重要作用增加碳汇，助力实现全社会“碳中和”目标。



PART

研究内容与结果

TWO

2.1 研究内容

- 1 小麦-玉米农田轮作农田生态系统碳通量的季节和年际变化特征
- 2 小麦-玉米不同生长季碳通量与环境因子的关系
- 3 叶片-群落-生态系统不同尺度碳交换机制

2.2 研究区域

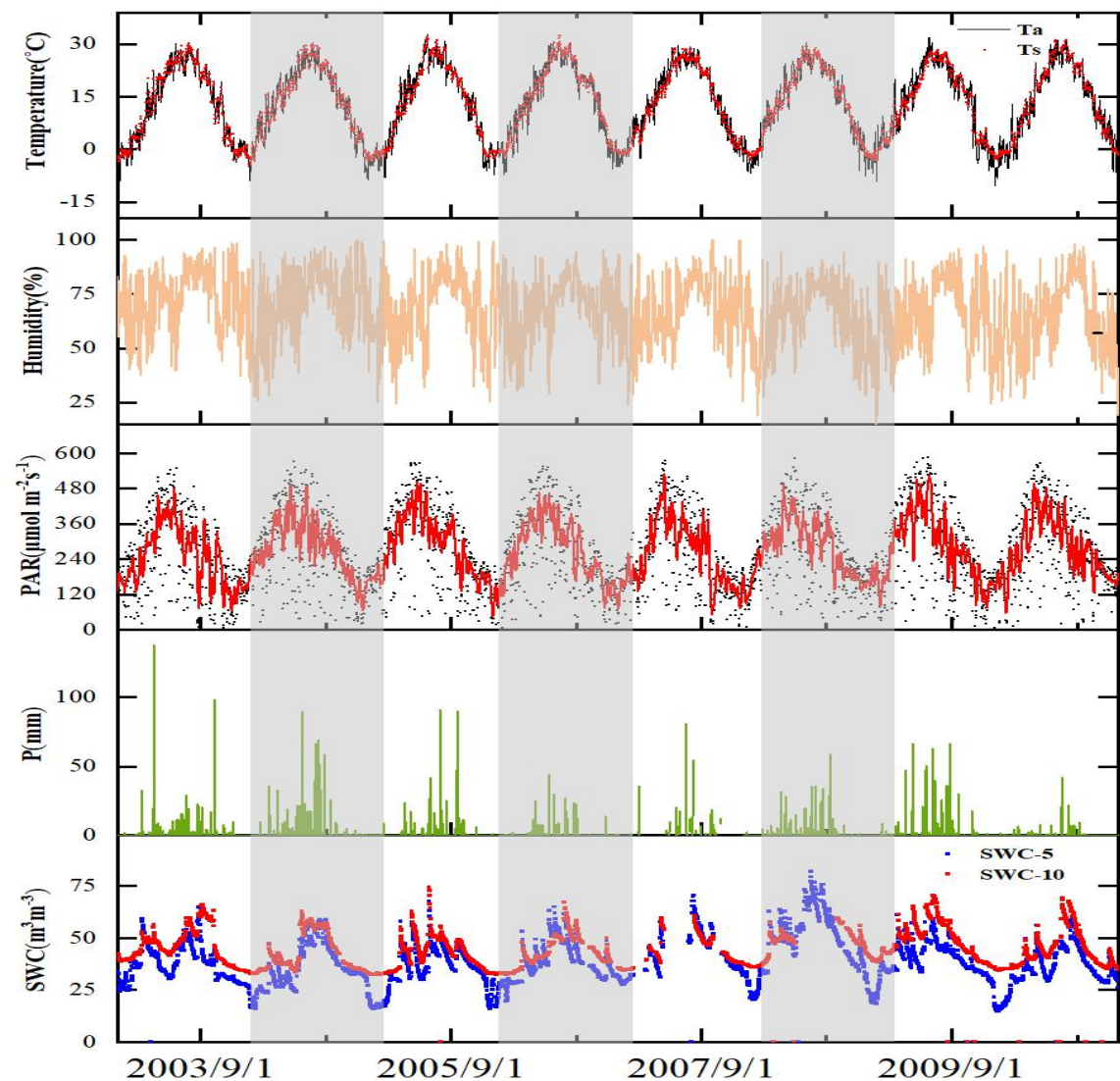


禹城站地理位置图

研究选址于中国科学院禹城综合试验站 ($36^{\circ}40'-37^{\circ}12'N$, $116^{\circ}22'$, $116^{\circ}45'E$), 该地是我国华北平原典型的农田生态系统, 地处黄河中下游冲击平原区, 历史上属于黄河泛滥区, 是鲁西北平原的组成成分。农业生产以冬小麦-夏玉米轮作一年两熟为主。

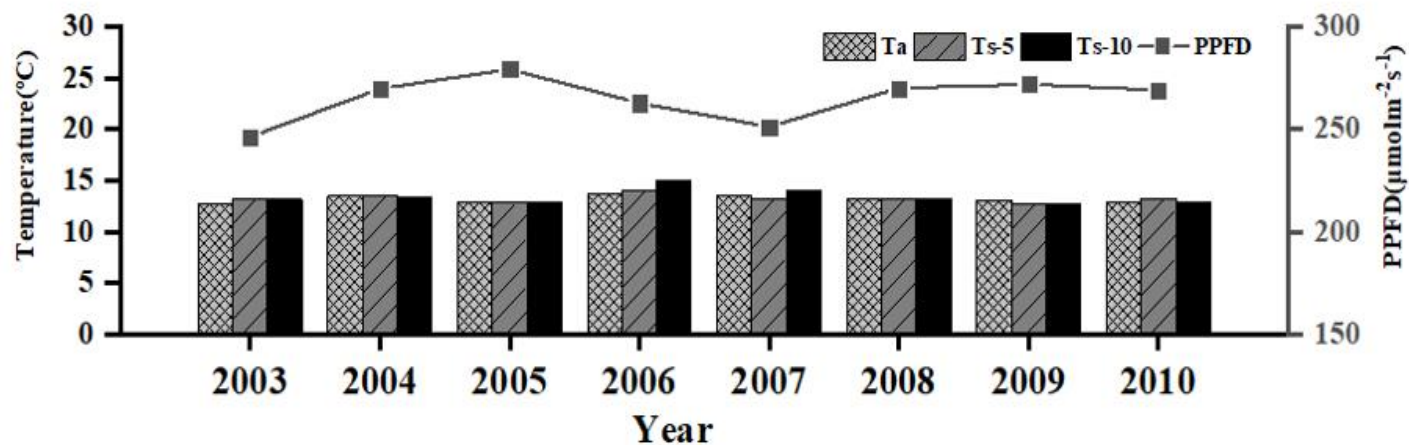
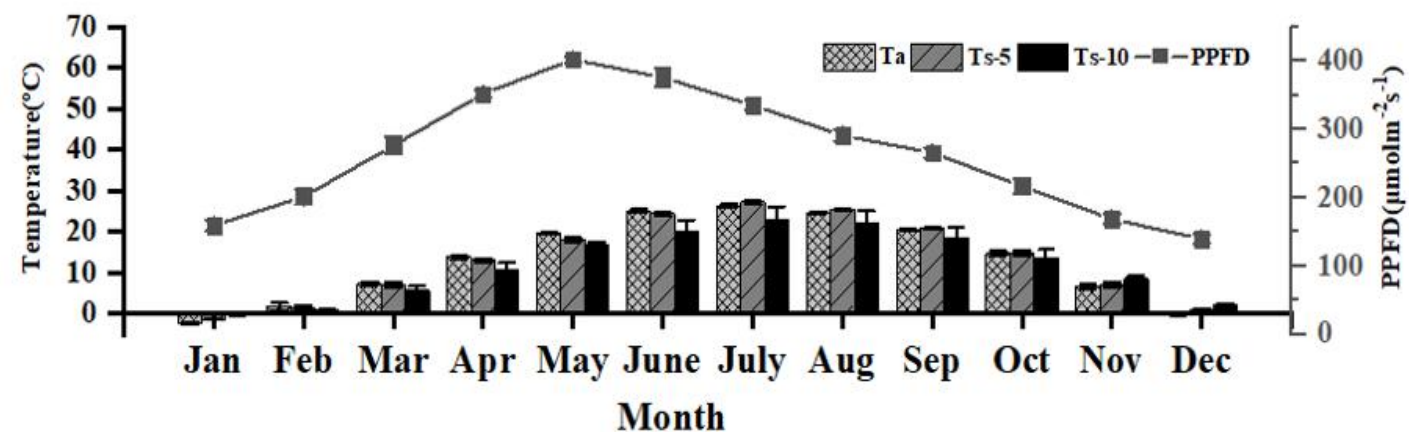
该通量观测站所在地区的自然条件和农业生产水平在黄淮海平原具有典型代表性 (刘金秋, 2016)。

2.3 研究结果-环境因子日变化



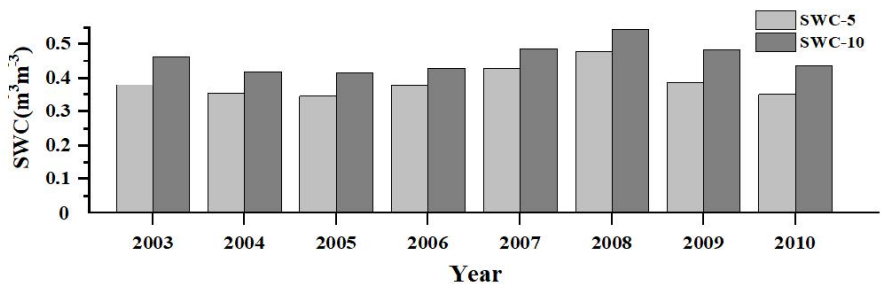
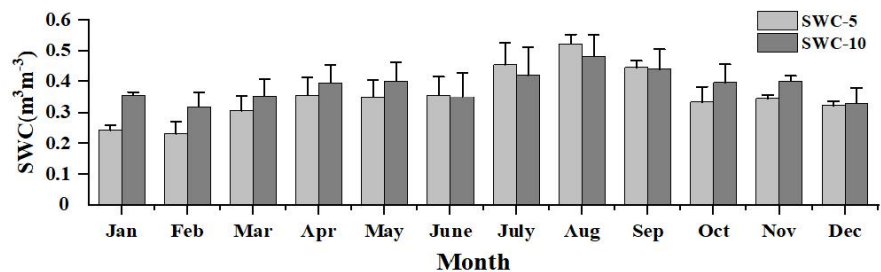
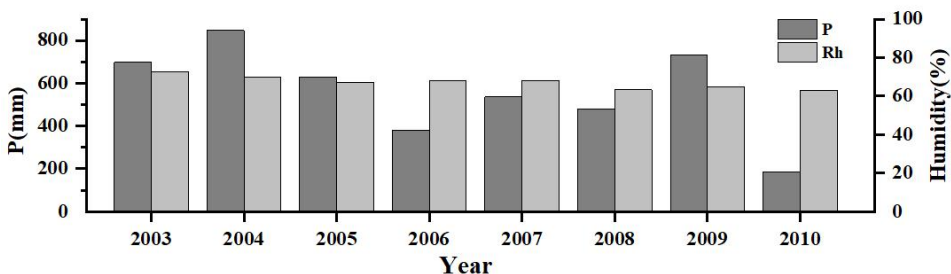
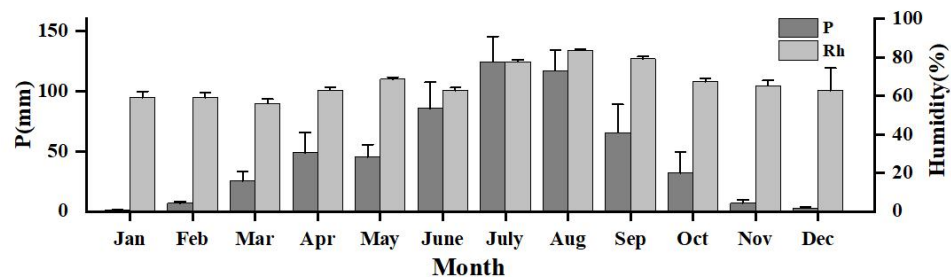
- ◆ 空气温度, -5cm 土壤温度, 相对湿度, 光合有效辐射, 降雨量,, -5cm 土壤含水量, -10 cm 土壤含水量 显示比较明显的季节模式(图一 1).
- ◆ 范围分别为 -11.8°C to 32.8°C , -4.7°C - 32.2°C , 14.62% - 100% , $0.14\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ - $0.82\text{m}^3 \text{m}^{-3}$, $0.32\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ - $0.74\text{m}^3 \text{m}^{-3}$.
- ◆ 温度,光合有效辐射展示了相同的变化趋势, 降雨, 相对湿度 和土壤含水量的变化有一定的滞后性.

2.3 研究结果-环境因子月和年变化



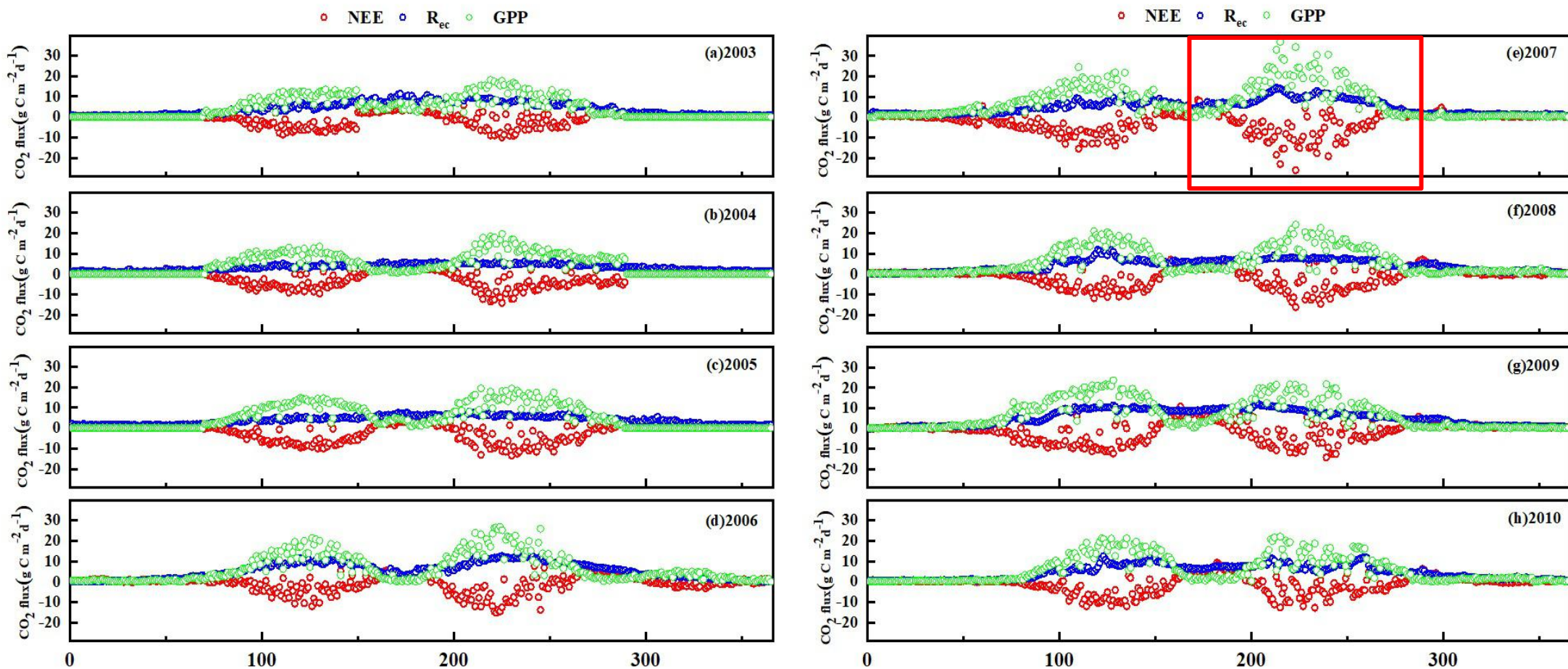
年平均温度 $13.19 \pm 0.11^{\circ}\text{C}$, 2003年最小的年均温度为 12.78°C , 在2006年最大年均温度 13.67°C . 光合有效辐射波动较大, 5月份光合有效辐射最大, 2003年光合辐射最小。

2.3 研究结果-环境因子月和年变化



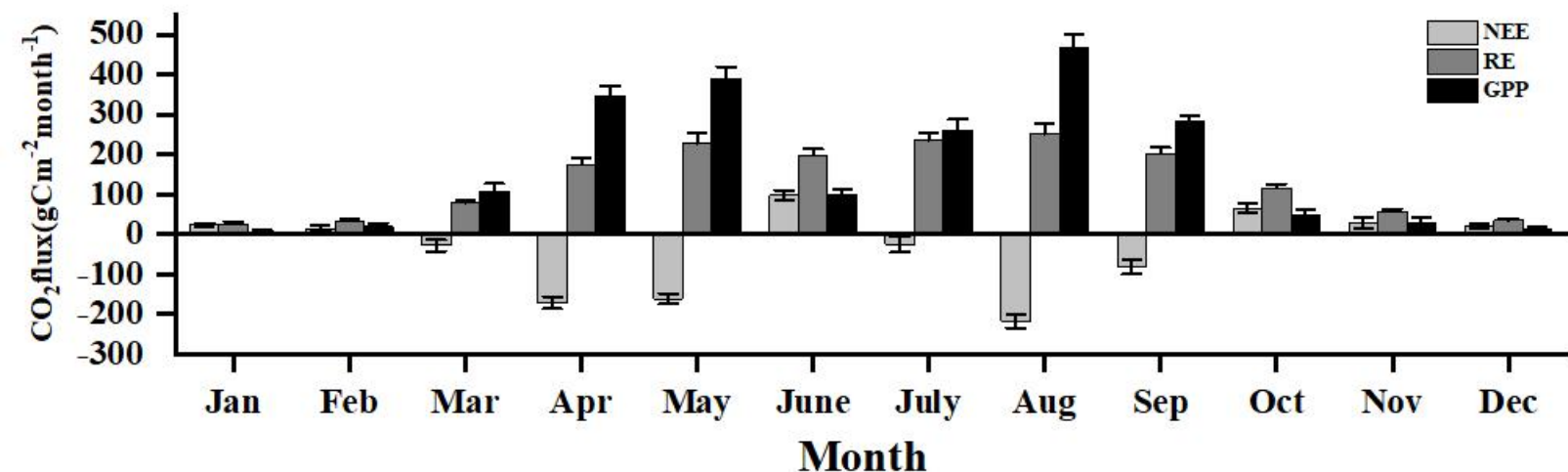
年平均降雨量(PPT) 为 $560.56 \pm 70.11\text{mm}$, 在2010年最小降雨量为 186.5mm occurred in 2010, 2004年最大降雨量为 846.2mm . 5cm土壤含水量和10cm土壤含水量的月变化和年际变化不大。

2.3 研究结果-生态系统CO₂通量日变化



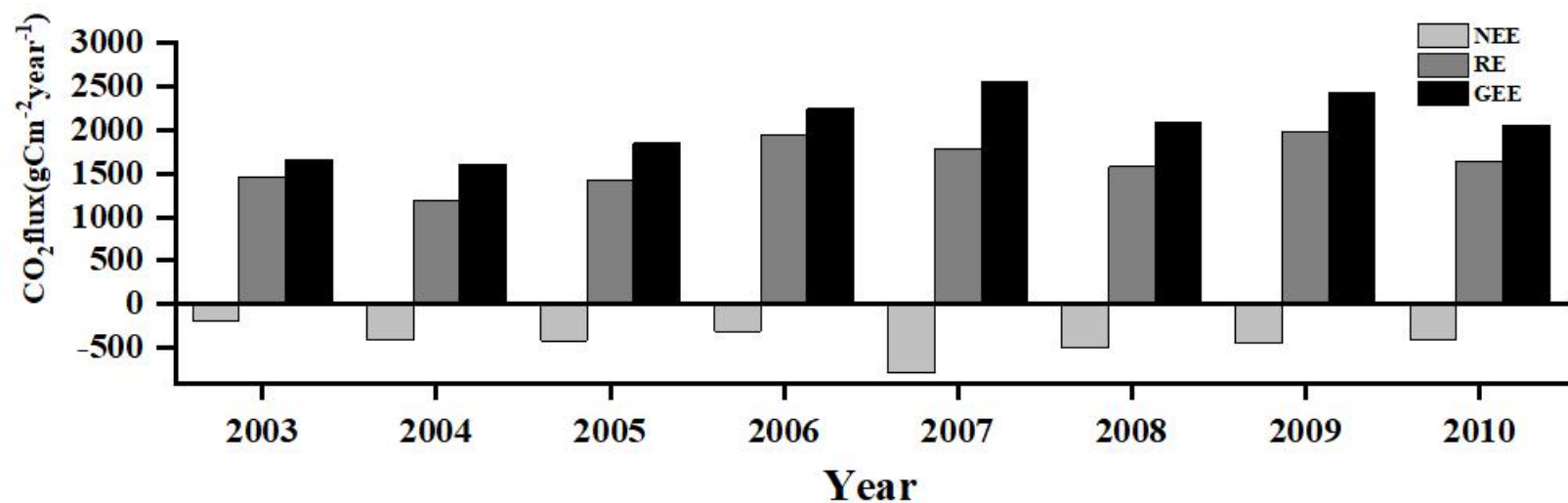
日平均NEE、GPP和Rec表现出明显的季节变化。小麦和玉米在季节模式上表现碳汇，而非生长季主要表现为碳源。

2.3 研究结果-生态系统CO₂通量月和年变化

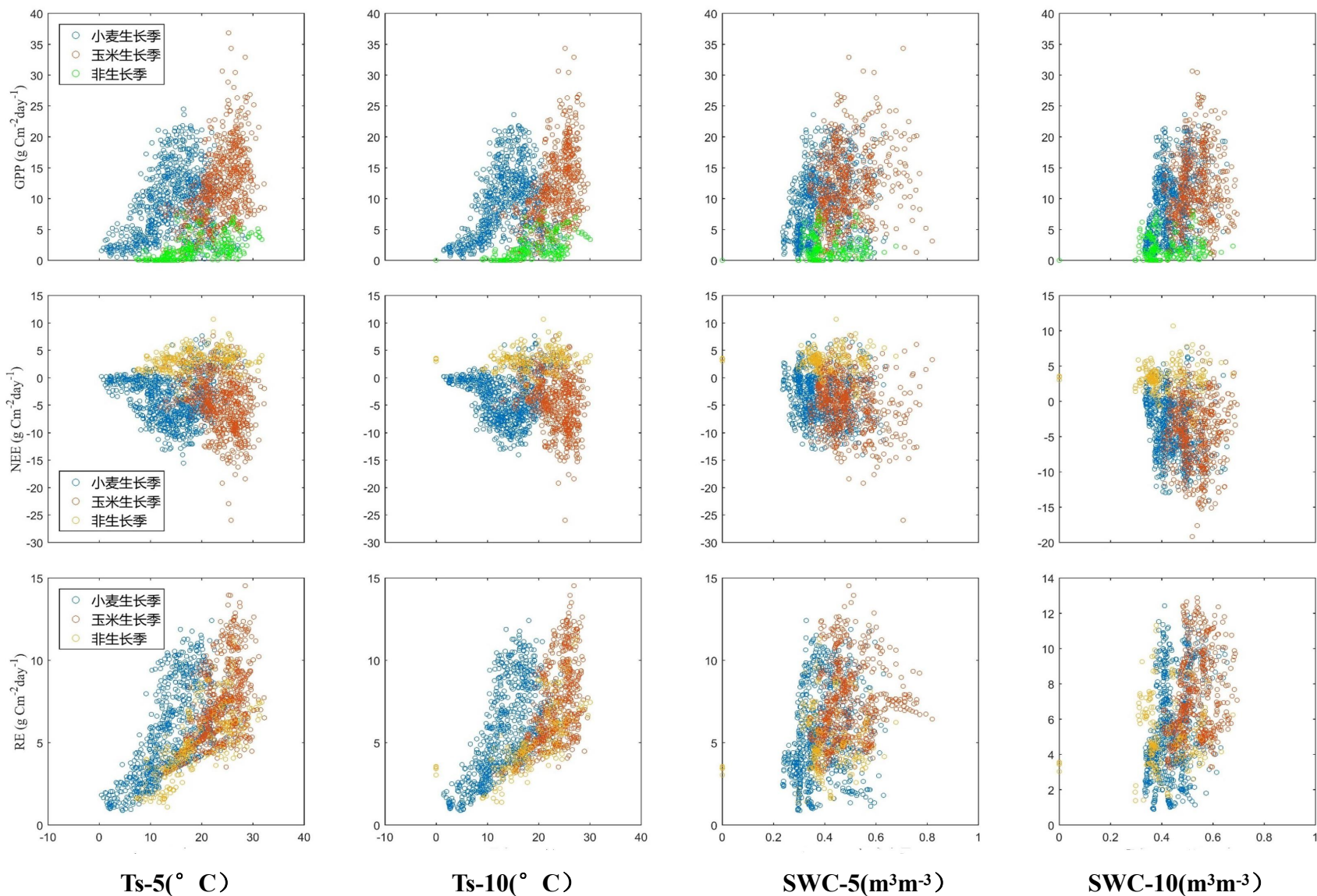


◆在月际变化中，月平均GPP, RE, NEE在8月份达到最大值。

◆在年际变化中，在2003年NEE表现为最小值，NEE和GPP最大值出现在2007。

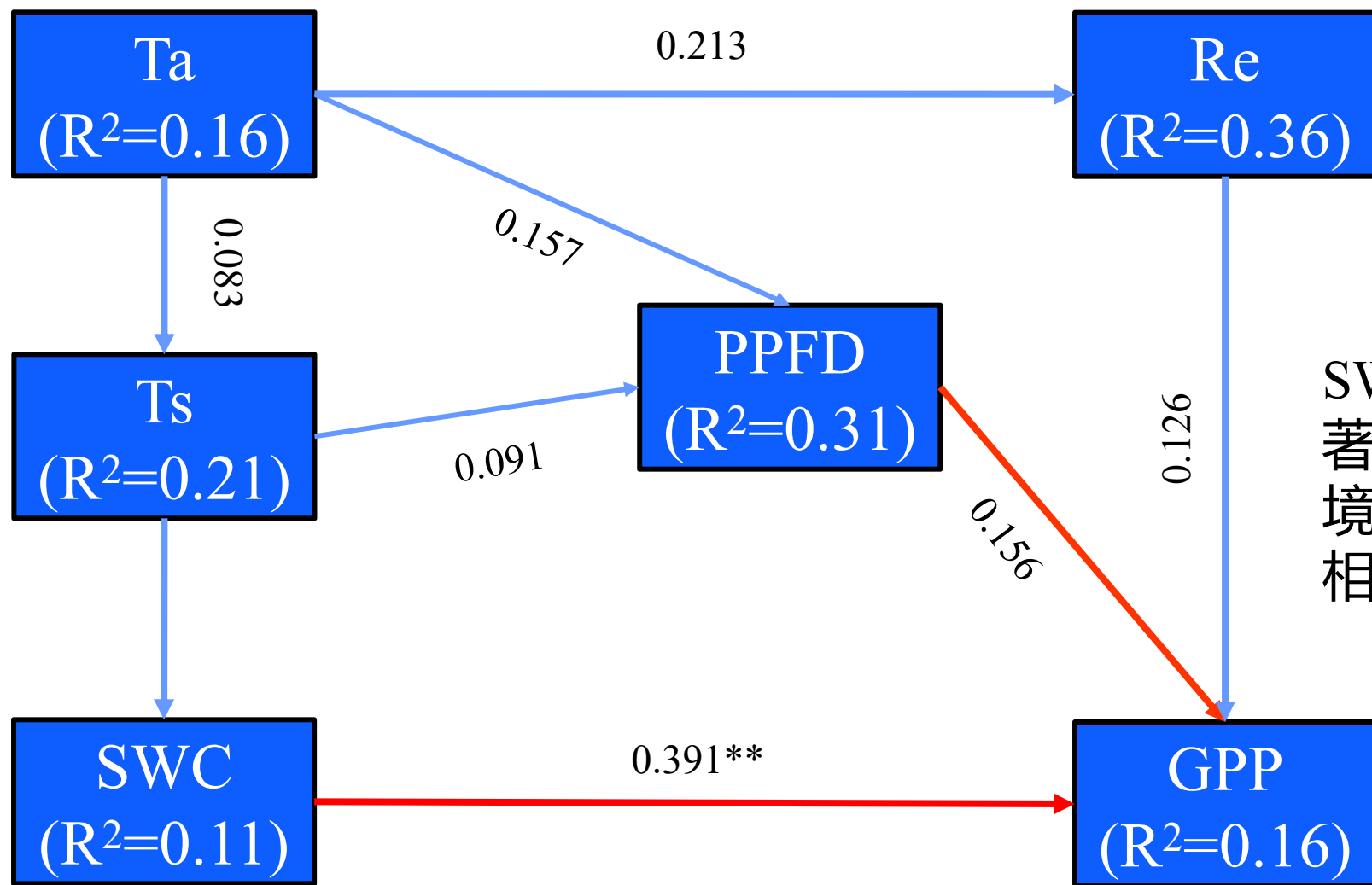


2.3 研究结果



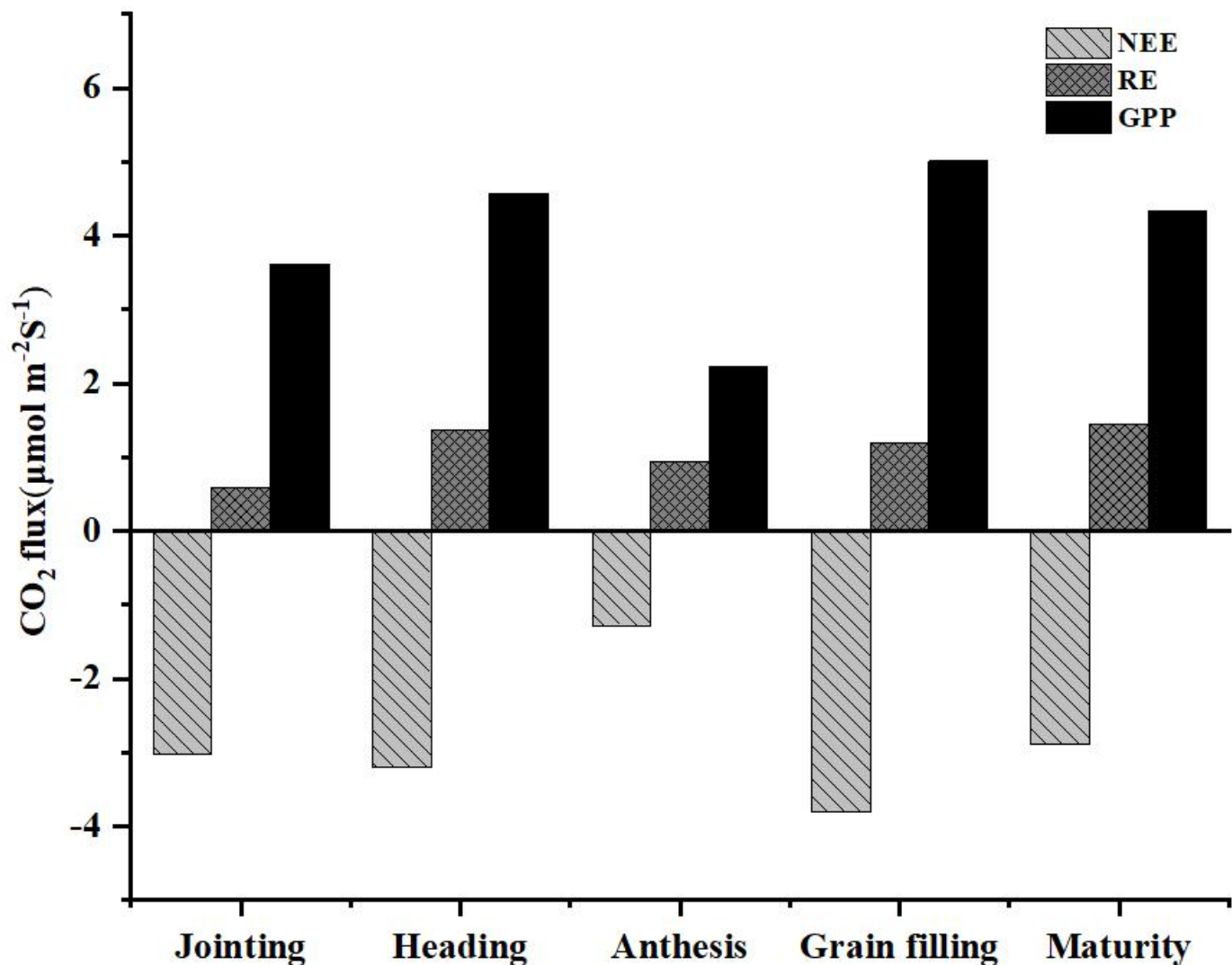
在小麦-玉米生长季和非生长季，NEE、GPP和RE与土壤温度和土壤水分存在不同的相关性。

2.3 研究结果



SWC与GPP存在显著正相关，其他环境因子与Re和GPP相关性较弱。

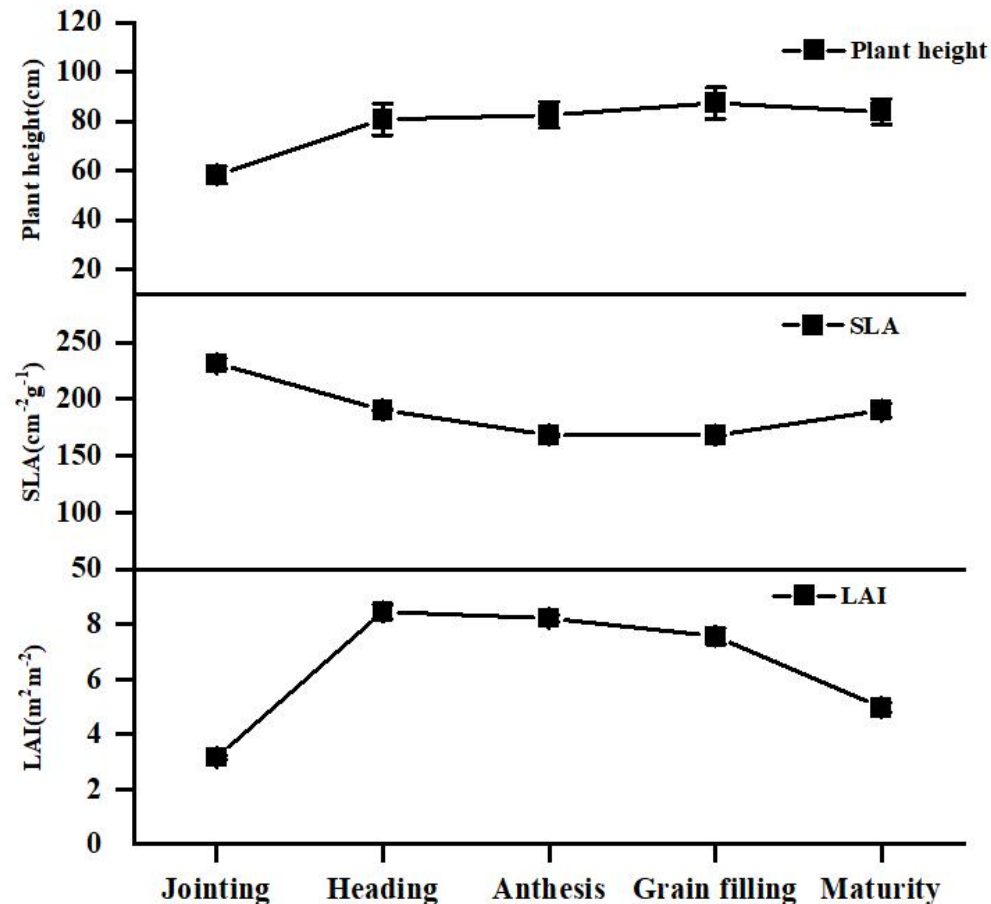
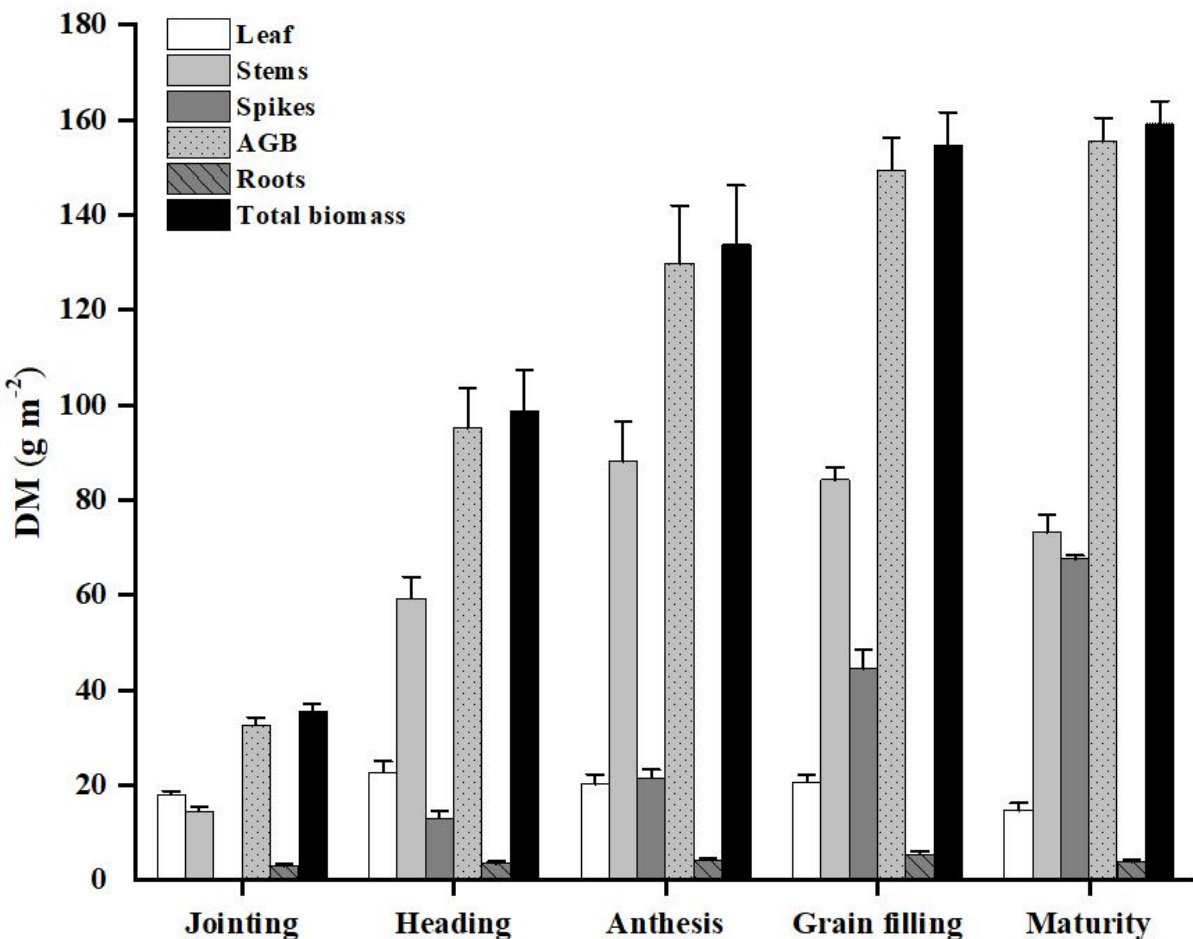
2.3 研究结果-小麦不同生长季群落尺度CO₂通量变化



小麦不同生育期CO₂通量变化不同。NEE 和 GPP 在小麦开花期达到最大, Re 在成熟期最大。

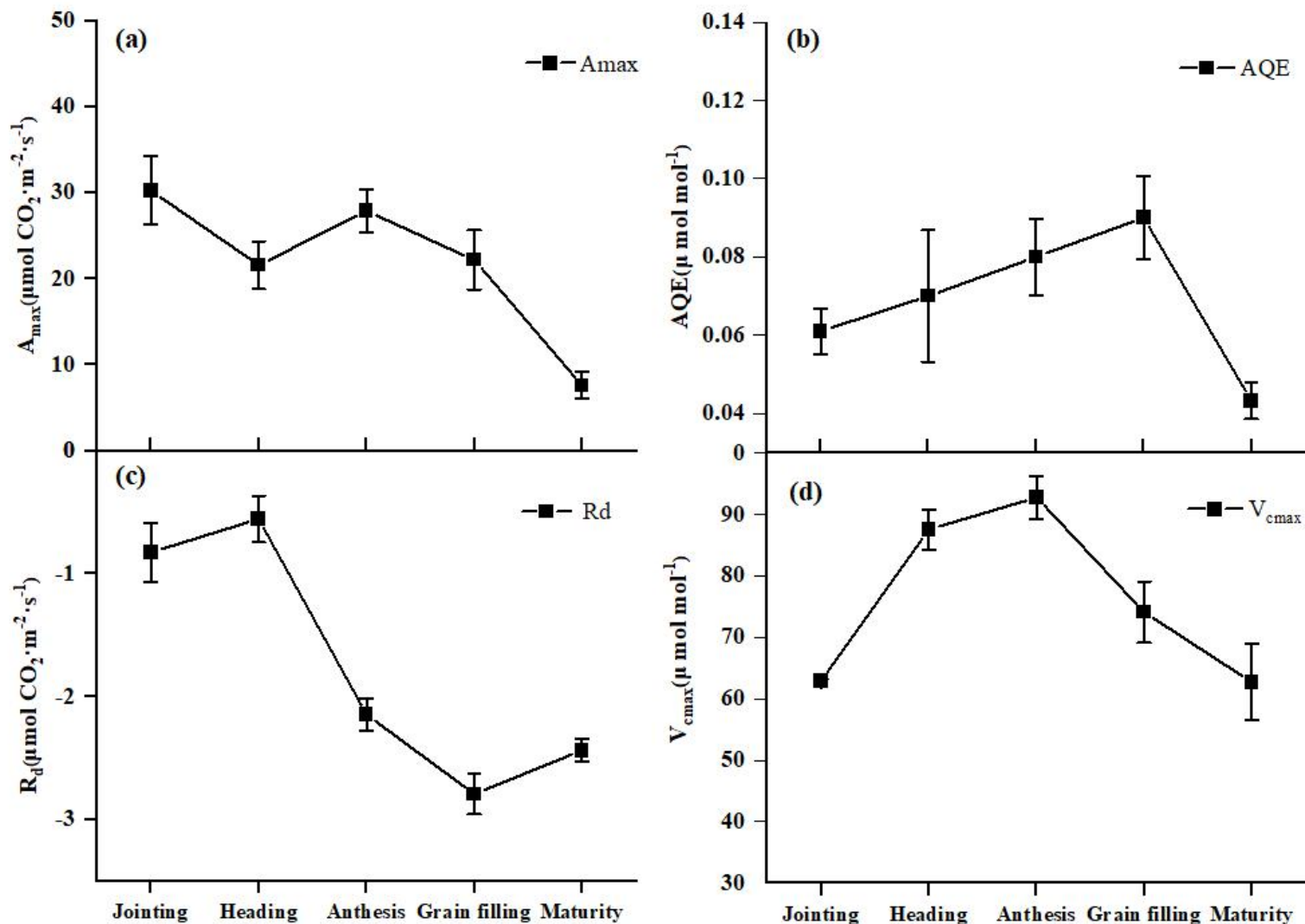
2.3 研究结果-小麦不同生长季个体生物量累

积



小麦生物量主要在4月份和5月份累积,总的生物量为 $159.33 \pm 6.35 \text{ g m}^{-2}$,不同生育期小麦不同器官累积生物量不同。小麦高度在抽穗期以后保持稳定,小麦比叶面积逐渐降低,叶面积指数在拔节期到抽穗期增加,抽穗期以后降低。

2.3 研究结果-叶片尺度光合速率变化



◆小麦最大光合速率和呼吸速率有降低趋势，表观量子效率在灌浆期达到最大。

◆从抽穗期到开花期小麦最大羧化速率增加，开花期以后降低。



PART

结论

THREE

3. 结论

1. 华北平原典型农田生态系统表现为较弱碳源。
2. 气候因子和生态系统碳通量表现出年际差异。
3. 小麦不同生长季群落尺度NEE、RE、GPP表现出不同的变化规律。
4. 土壤温度和土壤含水量对小麦-玉米生长季和非生长季CO₂通量影响不同。
5. 生物量与光和参数之间存在一定的正相关性。

致谢



感谢中国科学院禹城综合试验站提供的试验场地！

感谢中国通量观测研究网络提供的通量数据！

感谢导师李发东研究员的指导和帮助！

感谢楠姐和义博师兄和师兄师姐师弟师妹们对数据处理和试验的帮助！



THANKS

中国通量网China flux
致谢



中国科学院大学
University of Chinese Academy of Sciences