森林生态系统碳收支环境控制作用的多时间尺度分析

张　弥，于贵瑞

Zhangm.06b@igsnrr.ac.cn

2011年8月12日

报告提纲

- 引言
- 研究目的
- 研究方法
- 研究结果
- 结论

1. 引言

- 森林生态系统碳收支环境控制作用及其随时间尺度的变化是理解森林生态系统碳收支过程对气候变化响应与适应机制的基础，也是跨尺度碳循环过程机理模型建立与验证的基本依据（*曹明奎等，2004; Rastetter et al.，2003; Norby et al.，2004*）。

- 该研究对于准确预测与评价气候变化条件下森林生态系统碳汇功能，以及在减缓气候变化中进行森林生态系统碳源/汇的管理方面具有重要的意义。

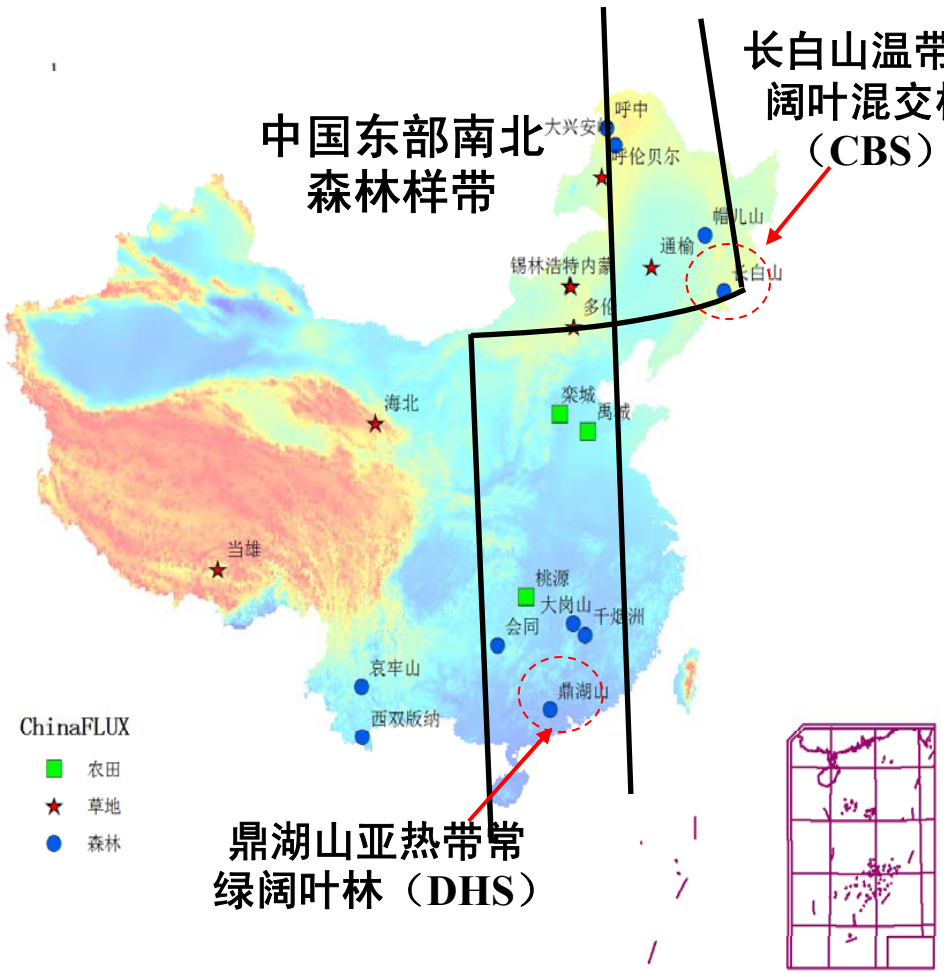
1. 引言

1.1 森林生态系统碳收支环境控制机制研究

- 如何明确森林生态系统碳收支的时间变化特征？

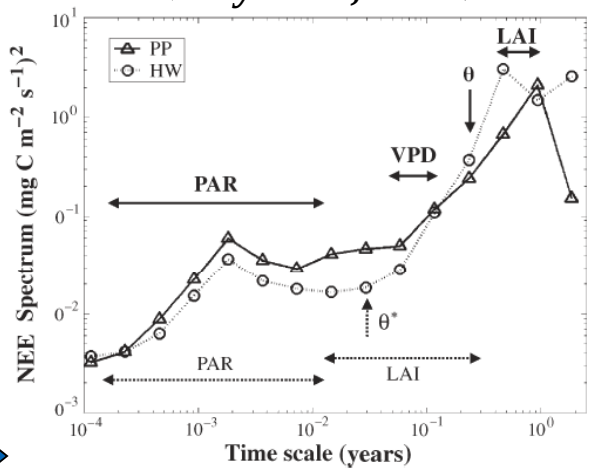
- 如何得到森林生态系统碳收支变化的主控因子、及其控制作用强度随时间尺度的转变？

1.2 森林生态系统碳收支周期波动及其环境控制作用分析

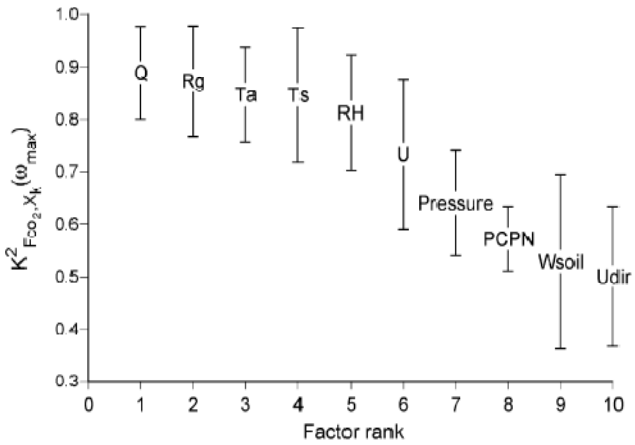


中国森林生态系统

NEE周期波动的主控因子
（*Stoy et al., 2005*）



?



小时时间尺度上NEE环境控制作用强度等级图(*Gilmanov et al., 2007*)

2. 研究目的

- 揭示温带与亚热带森林生态系统碳收支的周期波动特征。
- 揭示温带与亚热带森林生态系统碳收支周期波动的主控因子，及其控制作用强度、控制作用关系随时间尺度的变化。
- 揭示不同时间尺度上温带与亚热带森林生态系统碳收支环境控制作用差异的生理生态学机制。

3. 研究方法

3.1 研究地概况

- 长白山：

  5~9月生长季，9月至次年4月非生长季。

- 鼎湖山：

  5~9月雨季，10月至次年4月干季。

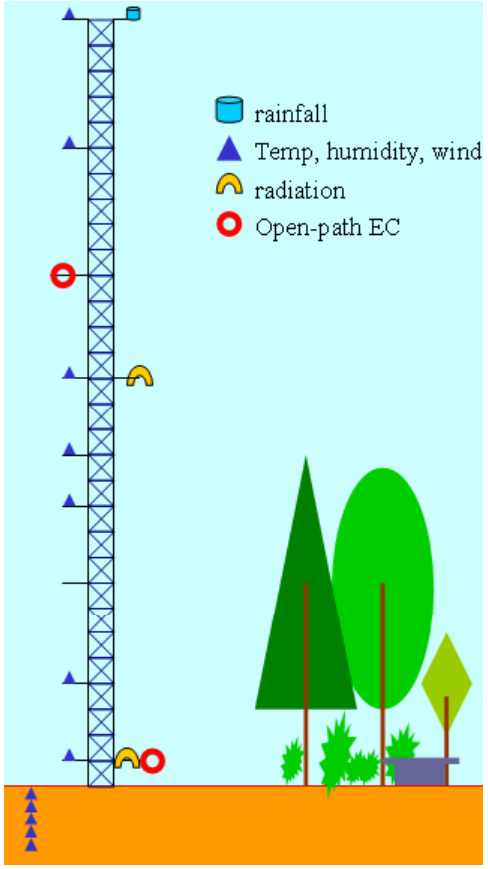
站点气候、植被信息

	长白山温带针阔叶混交林（CBS）	鼎湖山亚热带常绿阔叶林（DHS）
地理位置	41°41′49″～42°25′18″N 127°42′55″～128°16′48″E	23°09′～23°11′N 112°30′～112°33′E
海拔(m)	500~1100	14～1000m
地形	平坦	山地
年平均温度(℃)	3.6	20.9
年降水量(mm)	695	1956
土壤类型	山地暗棕壤	赤红壤和黄壤
冠层高度(m)	26	17
优势树种	红松、椴树、蒙古栎、水曲柳、色木槭	锥栗、荷木、黄果后壳桂、马尾松、翅子树
叶面积指数($m^2 \cdot m^{-2}$)	5.7 （季节最大值，有季节动态）	4.0（平均值，没有明显的季节动态）
生物量($t \cdot ha^{-1}$)	362.3	141.4
林龄(a)	200	100

3.2 观测技术

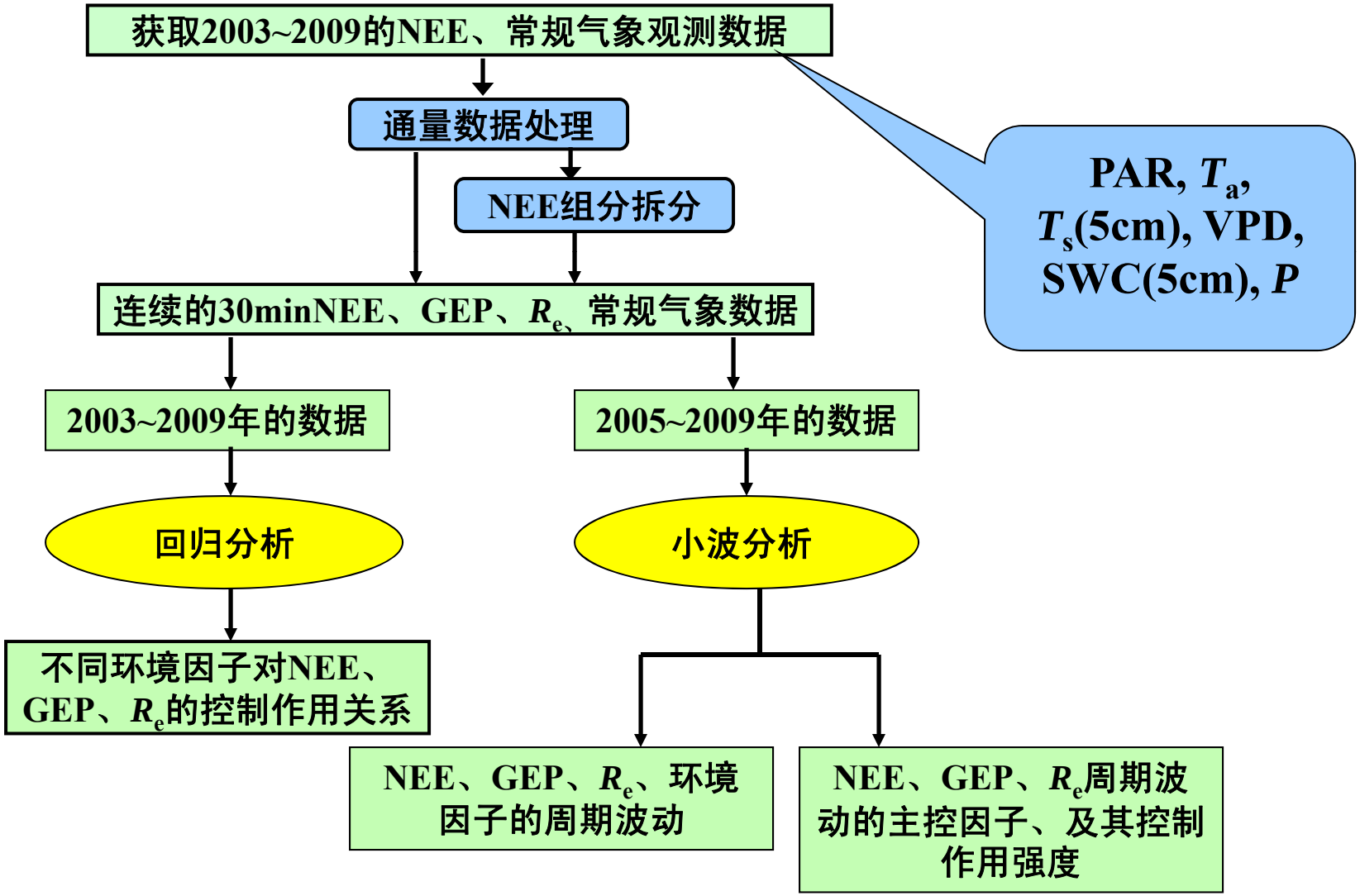
通量及常规气象观测系统的相关信息

	CBS	DHS
粗糙度 [a]	1.0	0.6
零平面位移高度（m）[a]	17.3	10.0
通量贡献区长度（m）[a]	181-3070	191-1908
OPEC 观测的高度（m）[b]	40	27
太阳总辐射与净辐射（m）	32（冠层上）	36（冠层上）
光合有效辐射观测高度（m）	32（冠层上）	36（冠层上）
	2（冠层下）	2（冠层下）
降水观测高度（m）	70	36
风速、温度和相对湿度观测高度（m）	2.5、8、22、26、32、50、60	4、9、15、21、27、31、36
土壤温度测定深度(cm)	0、5、10、20、50、100	5、10、20、50、100
土壤水分测定深度(cm)	5、20、50	5、20、40
土壤热通量测定深度（cm）	5	5



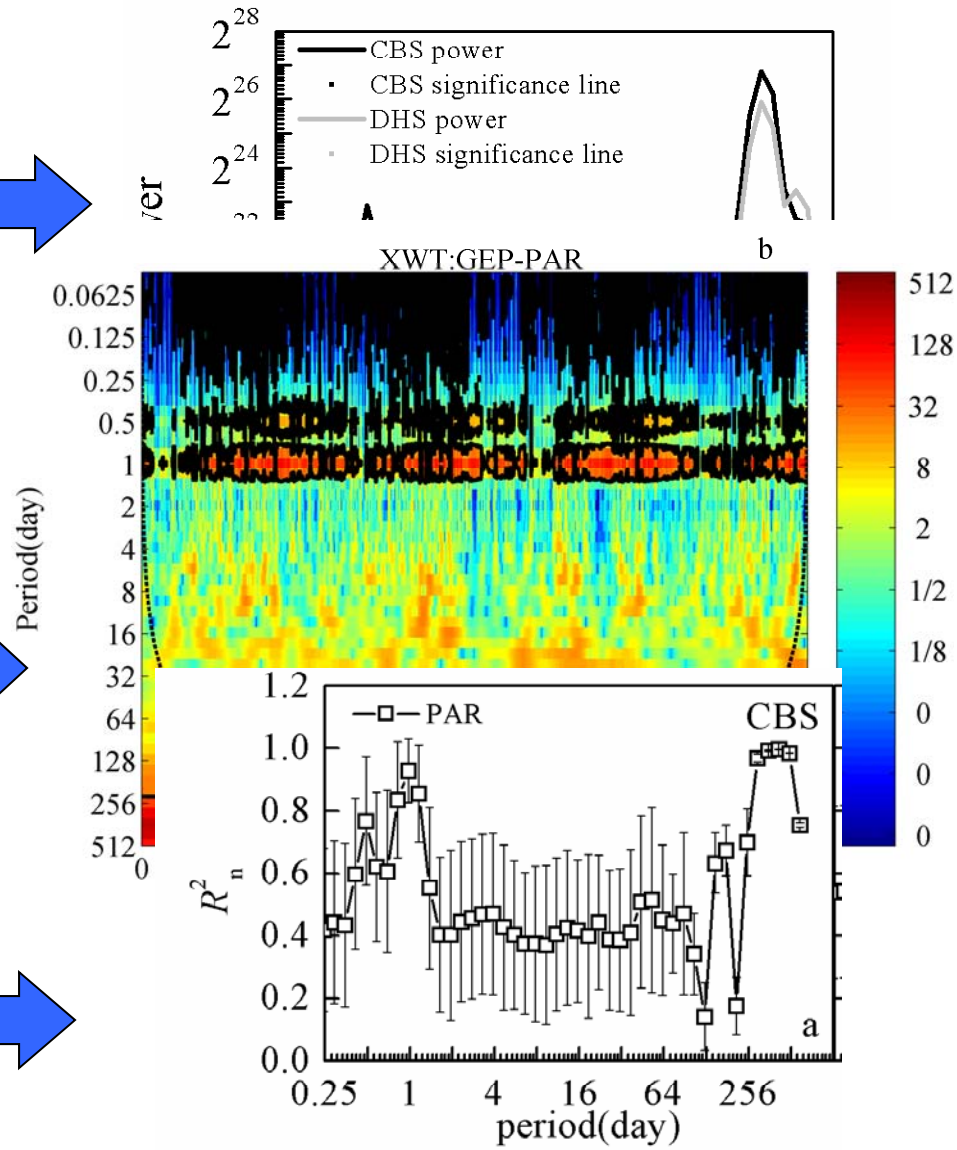
- 净生态系统CO_2交换(Net ecosystem exchange of CO_2, NEE)，NEE为生态系统总光合作用(Gross ecosystem photosynthesis, GEP)与生态系统呼吸(Ecosystem respiration, R_e)的差值。
- NEE为负值，表示生态系统吸收CO_2。

3.3 数据处理及分析方法



3.4 小波分析

- 一个时间系列的连续小波变换(Continuous Wavelet Transform, CWT)。
- 两个时间系列的交互式小波变换(Cross Wavelet Transform, XWT)。
- 两个时间系列的小波相干分析(Coherence analysis , WTC)。

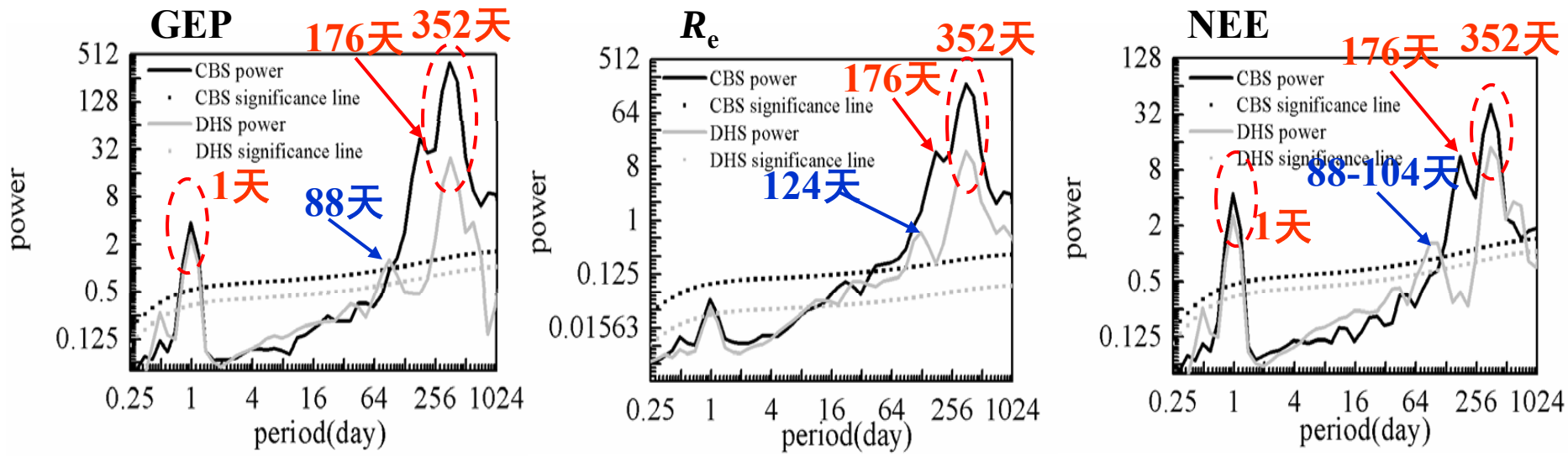


平均小波相干谱

4. 主要研究结果

- 森林生态系统碳收支周期波动特征
- 环境因子对森林生态系统碳收支周期波动的控制作用
- 环境因子对森林生态系统碳收支的控制作用关系随时间尺度的变化

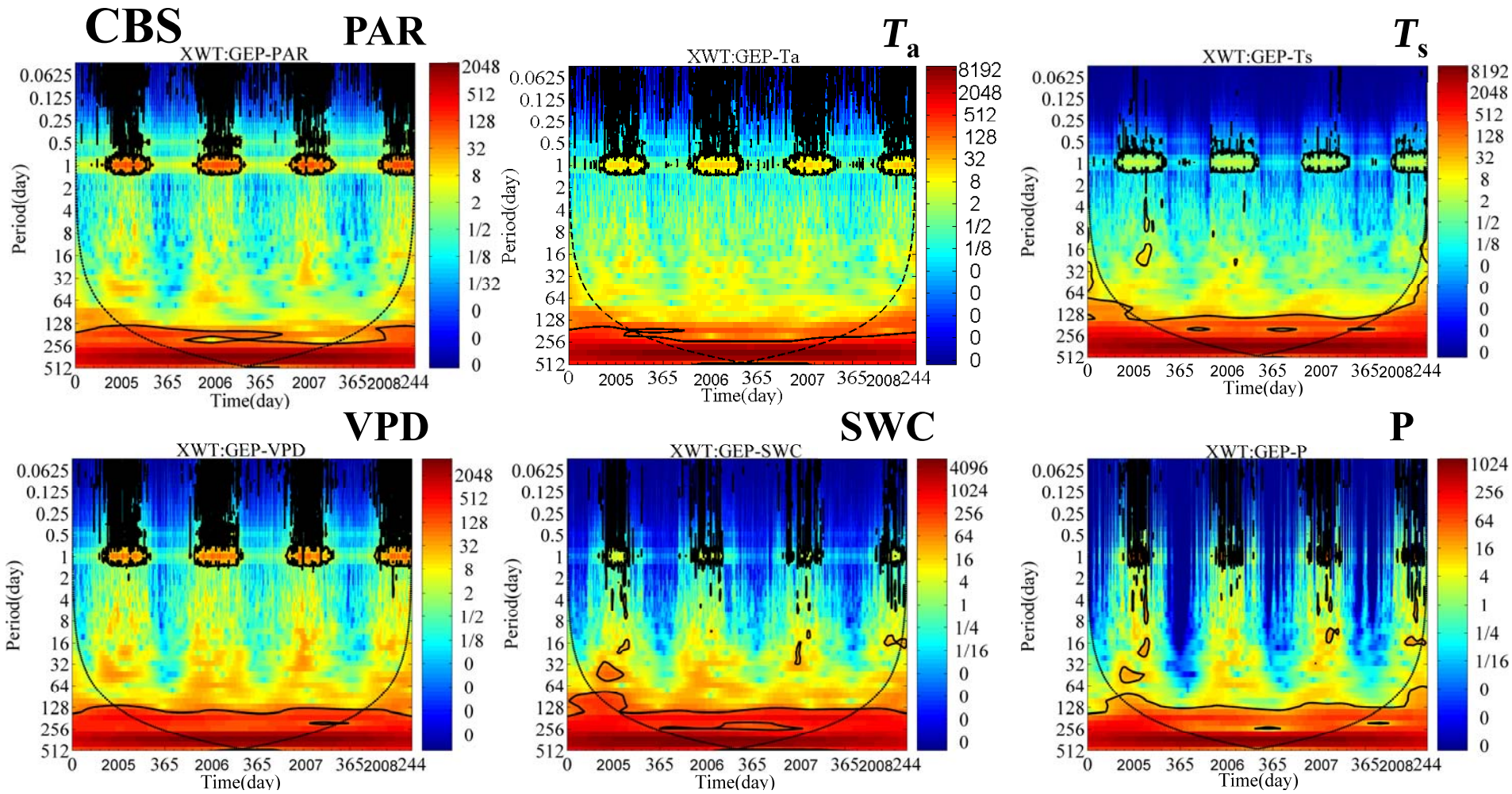
4.1森林生态系统碳收支的周期波动特征



2005年1月1日~2008年8月31日CBS与DHS的GEP、R_e、NEE的小波功率谱图

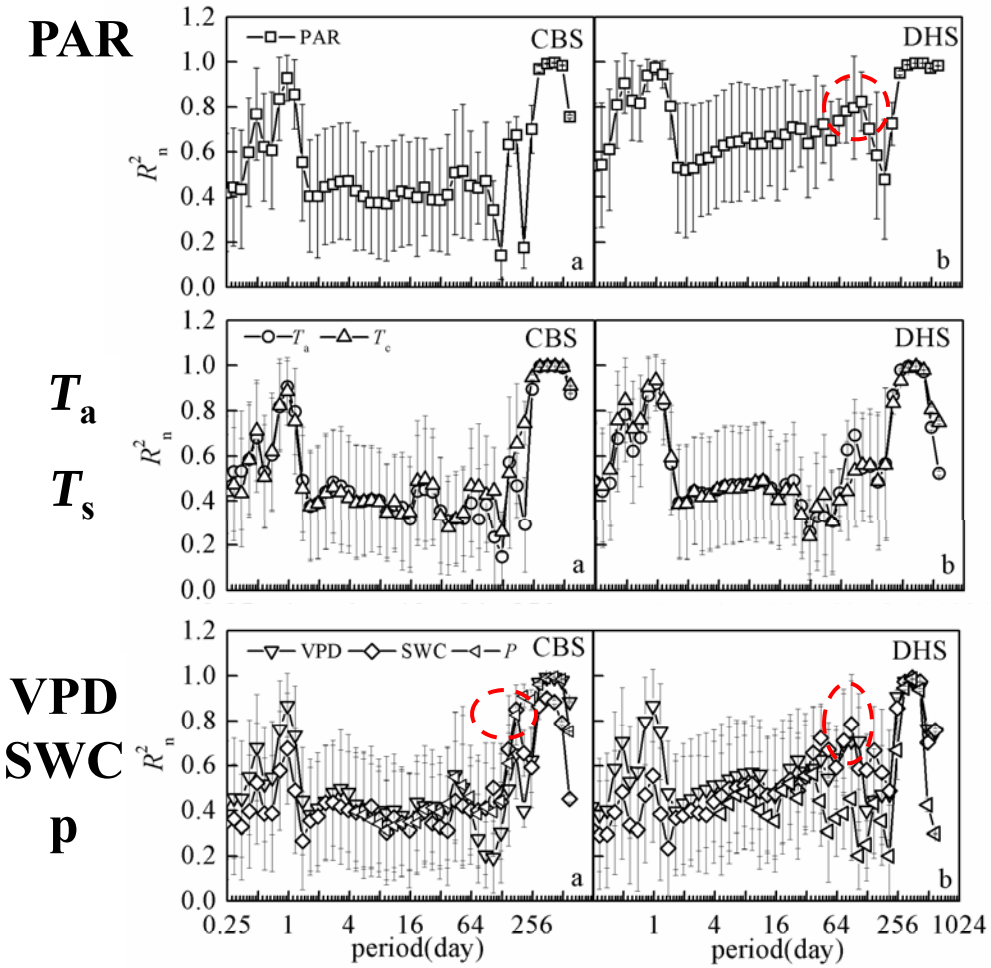
- **CBS与DHS的GEP、NEE均具有显著的日、年周期变化。**
- **CBS，DHS的碳收支分别具有半年周期、3个月的周期变化。**

4.2 环境因子对森林生态系统碳收支周期波动的控制作用



2005年1月1日~2008年8月31日（日序数）CBS的GEP与环境因子的交互小波功率谱

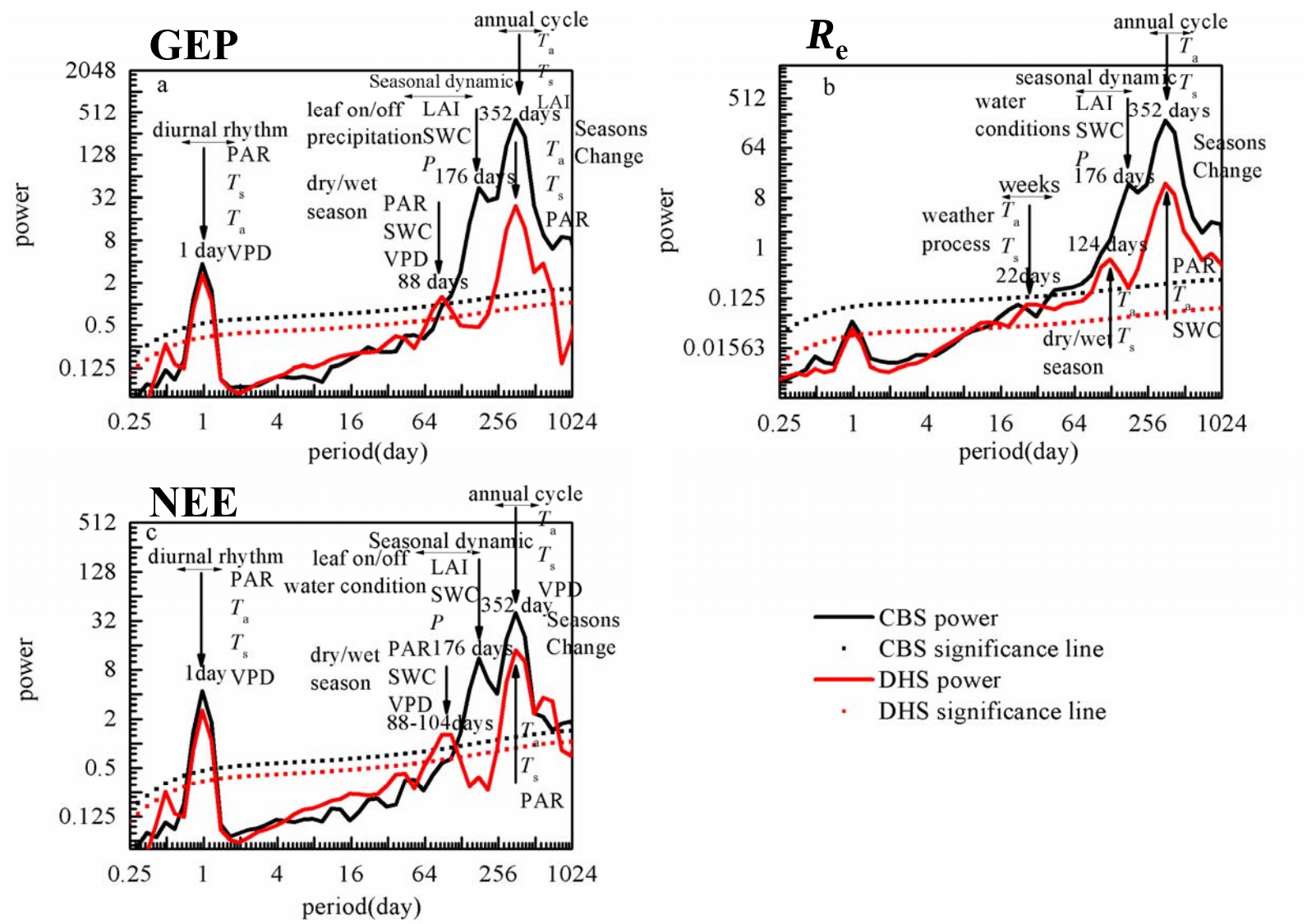
4.2 环境因子对森林生态系统碳收支周期波动的控制作用

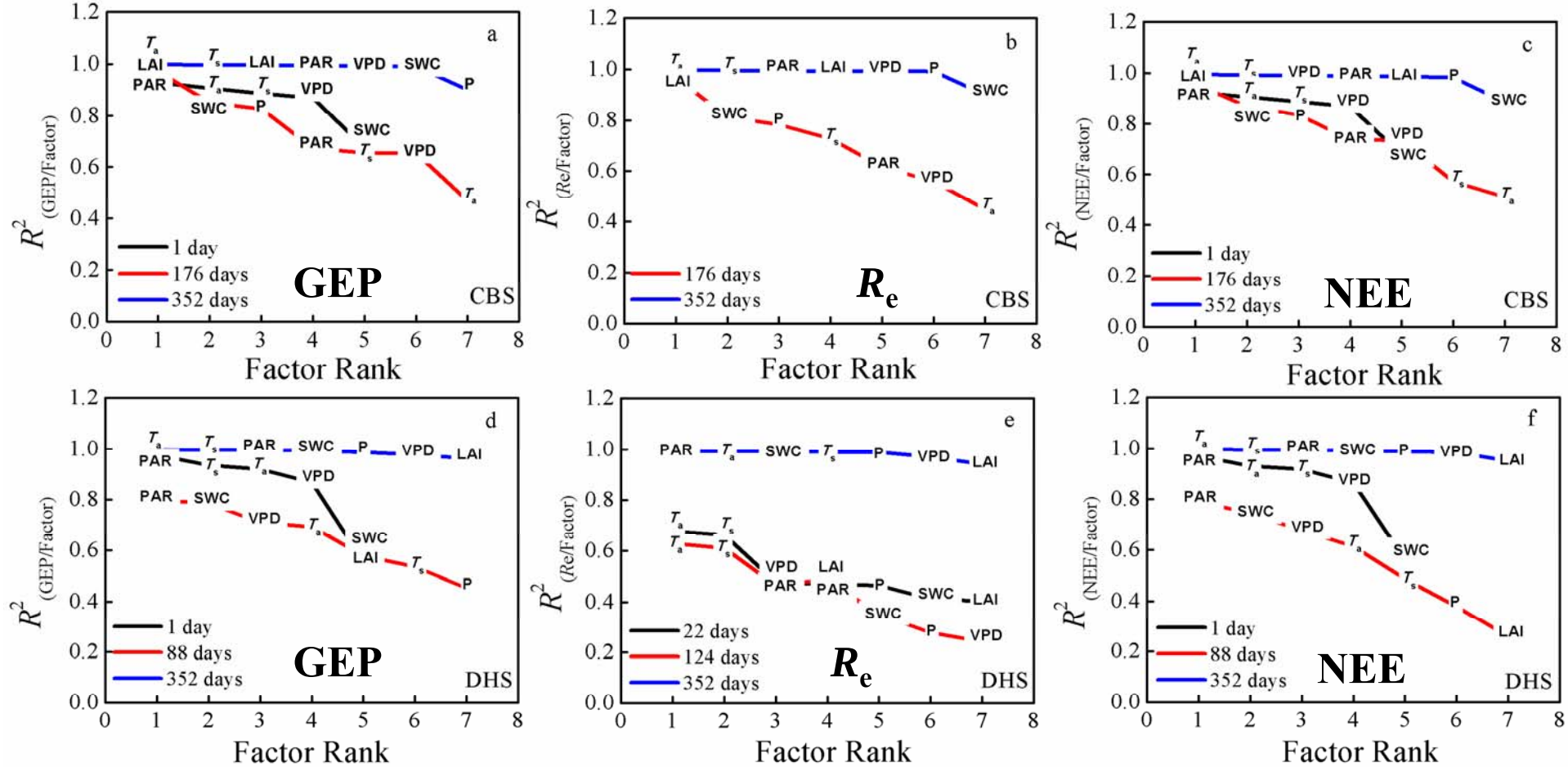


2005年1月1日~2007年12月31日CBS与DHS的GEP与环境因子的平均小波相干谱

- 日周期上，PAR、T_a、T_s、VPD是两个森林生态系统GEP主控因子，且PAR的控制作用最强。
- 水分对CBSGEP半年周期波动的控制作用较强。
- PAR、水分对DHSGEP3个月的周期波动控制作用较强。

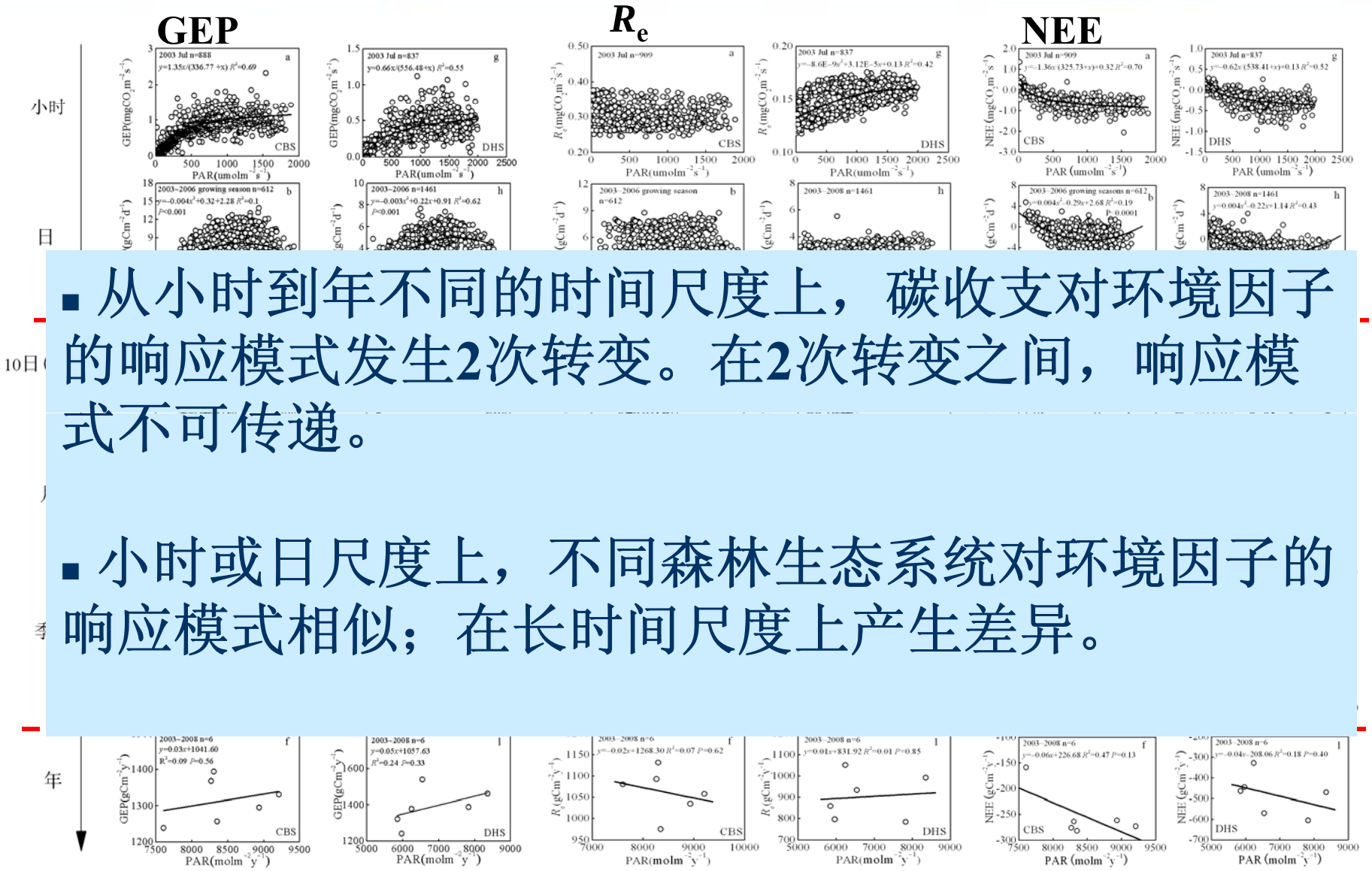
两个森林生态系统碳收支周期波动的主控因子及相应的生理生态学过程





两个森林生态系统碳收支不同周期波动环境控制作用强度等级图

- 光、对两个生态系统**GEP**、**NEE**日周期变化的控制作用最强。
- **LAI**、水分对**CBS**碳收支半年周期变化的控制作用较强。
- 光、水分对**DHS** 碳收支**3**个月周期变化的控制作用较强。
- 温度、水分对两个生态系统碳收支年周期的控制作用较日周期显著增强。



- 从小时到年不同的时间尺度上，碳收支对环境因子的响应模式发生2次转变。在2次转变之间，响应模式不可传递。

- 小时或日尺度上，不同森林生态系统对环境因子的响应模式相似；在长时间尺度上产生差异。

CBS与DHS不同时间尺度上GEP、R_e、NEE与PAR的关系

5.结论

（1） CBS与DHS的GEP、NEE具有显著的日波动周期及年周期波动，并且CBS的碳收支还存在生长季与非生长季节交替相关的半年的周期变化，而DHS存在与干湿季交替相关的约3个月的周期变化。

（2）CBS与DHS的GEP、NEE的日周期波动由PAR、温度、VPD控制，且PAR的控制作用最强。LAI、水分控制着CBS碳收支半年的周期波动；温度、LAI控制着CBS碳收支的年周期波动。光、水分控制着DHS碳收支以3个月为周期的波动；温度、光控制着DHS碳收支的年周期波动。

（3）从小时到年不同的时间尺度上，森林生态系统碳收支对环境因子变化的响应模式发生2次转变，并且在2次转变之间，响应模式不可传递。

致谢

感谢长白山站、鼎湖山站所有的工作人员，感谢他们给予的数据支持。

谢谢您的关注！

请提出宝贵意见！