



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

Yale-NUIST Center Seminar



干烟洲水汽稳定同位素试验

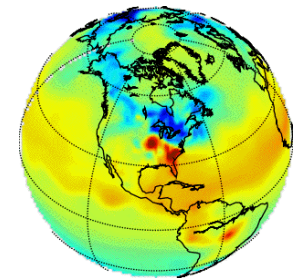
汇报人：温学发

生态网络观测与模拟重点实验室

2011年9月2日 • 北京

提纲

1. 研究背景
2. 站点介绍
3. 试验介绍
4. 试验结果
5. 展望



研究方向:生态系统生态学/稳定同位素生态学

——生态系统碳-水-氮耦合循环

——碳-水通量相互关系



定位观测



涡度相关技术



稳定性同位素技术

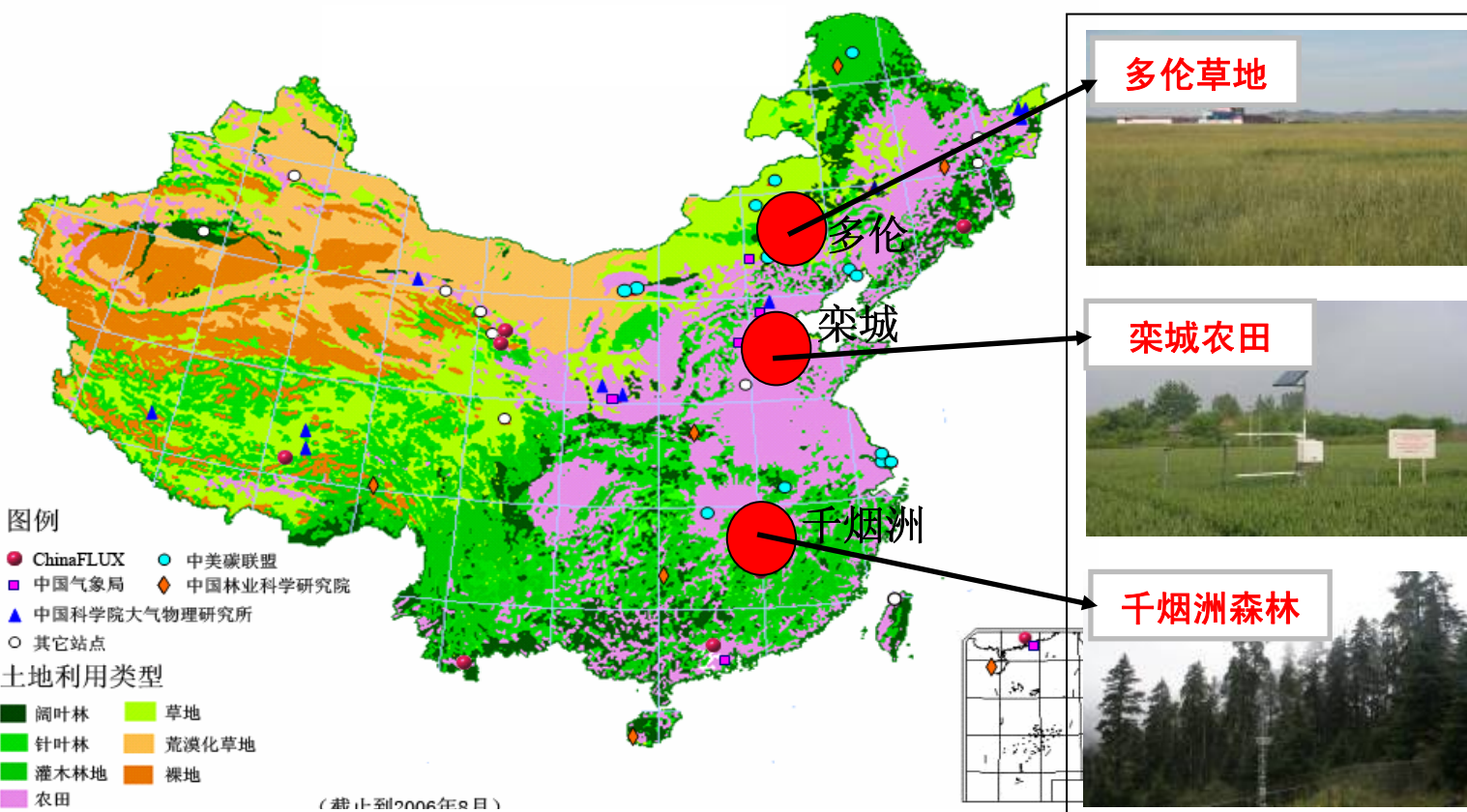
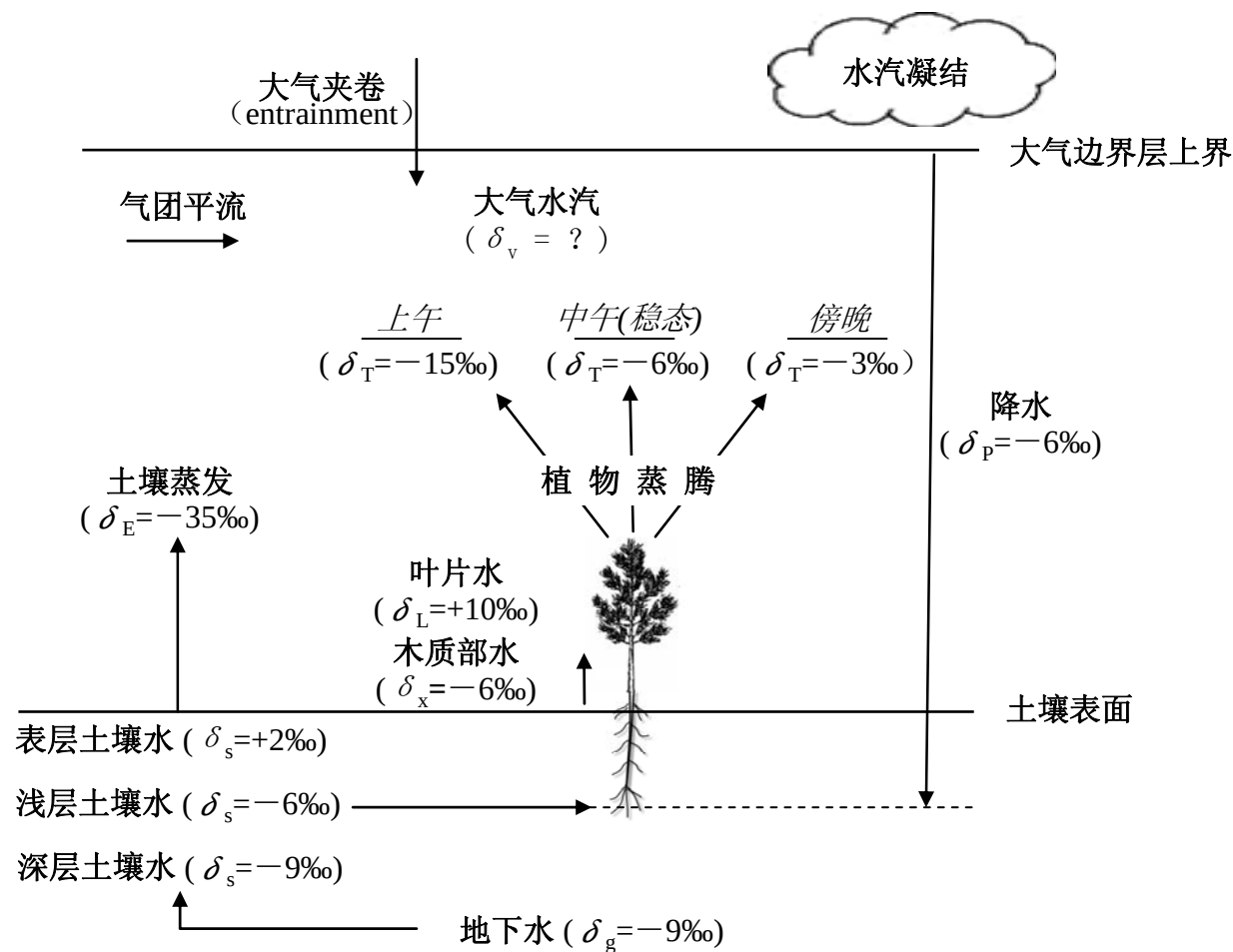


图1 中国陆地生态系统通量观测研究网络(ChinaFLUX)

连续大气水汽 δ_v 观测可促进生态系统水循环的理解

*** 生态系统生态学/稳定同位素生态学



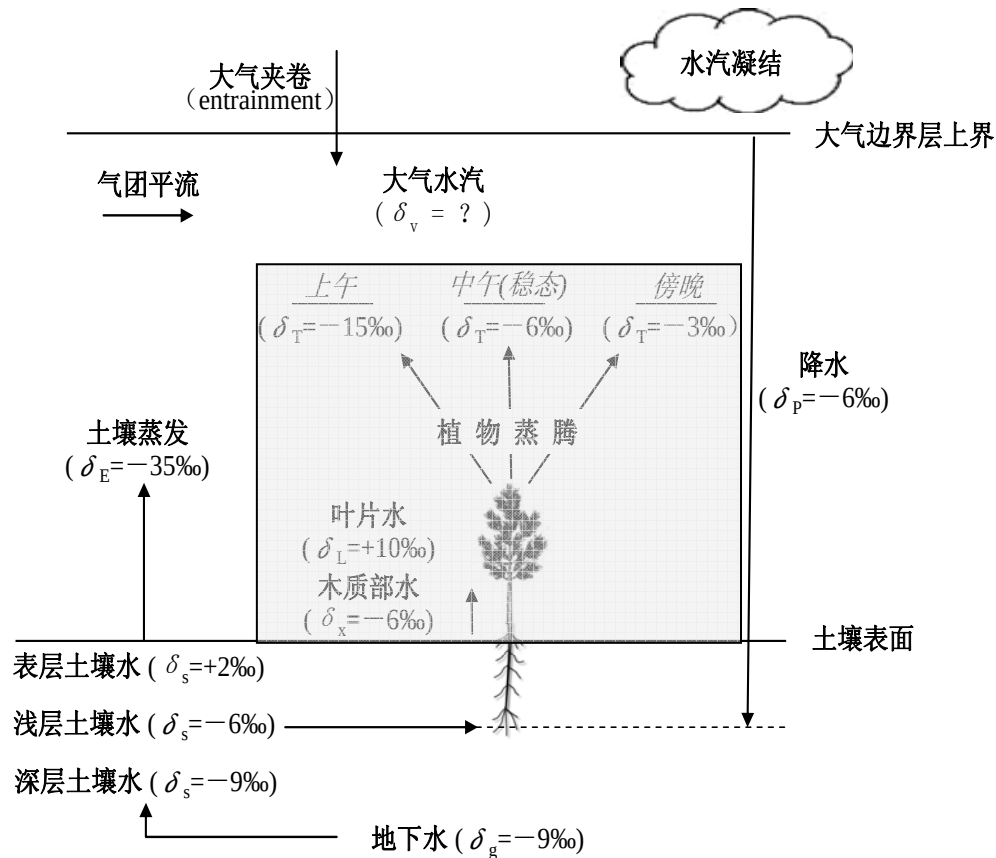
- 大气水汽 δD 和 $\delta^{18}O$ 控制机制
- 土壤蒸发和植物蒸腾区分
- 叶水 δD 和 $\delta^{18}O$ 富集预测
-

土壤-植被-大气系统水 $\delta^{18}O$ 分馏示意图

应用研究：1) 北京大气、2) 河北栾城冬小麦-夏玉米、3) 内蒙古多伦草地、4) 江西千烟洲人工针叶林

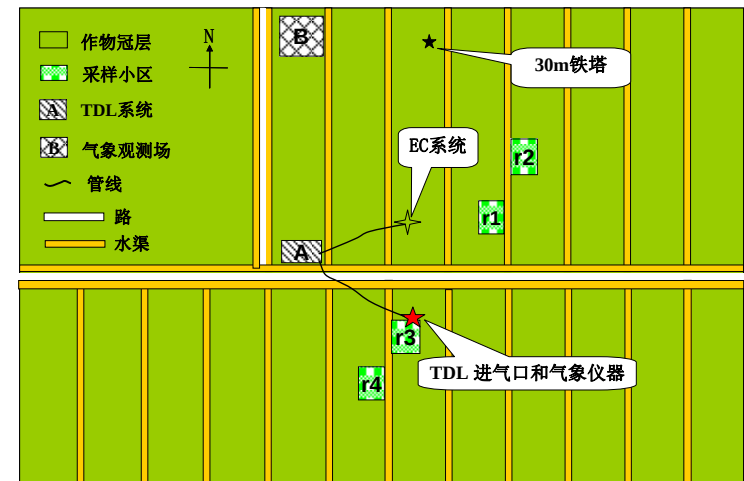
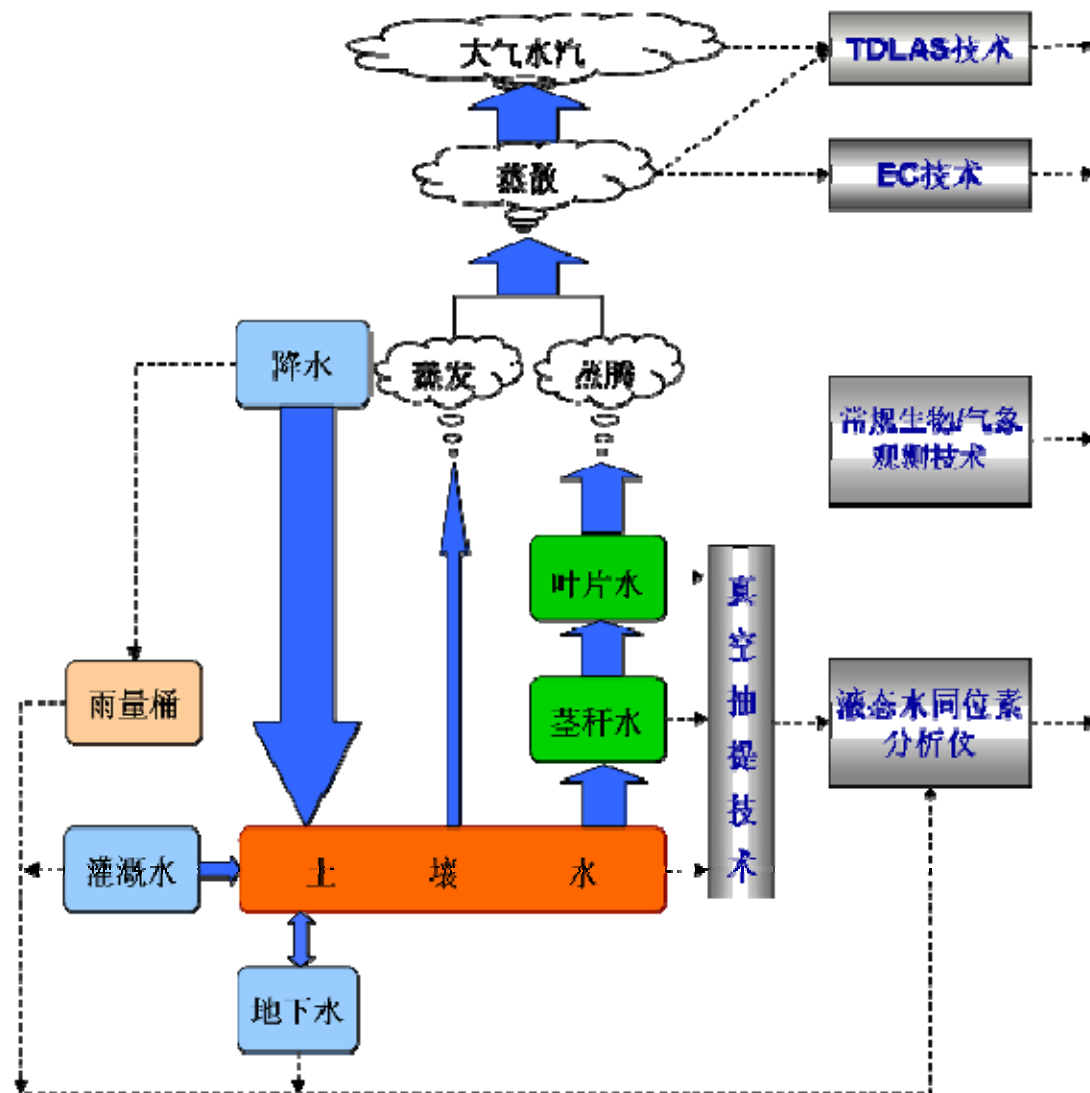
*** 生态系统生态学/稳定同位素生态学

有无植被条件下， $\delta_v = ?$



- 大气水汽 δD 和 $\delta^{18}O$ 控制机制
- 土壤蒸发和植物蒸腾区分
- 叶水 δD 和 $\delta^{18}O$ 富集预测
-

河北栾城冬小麦-夏玉米



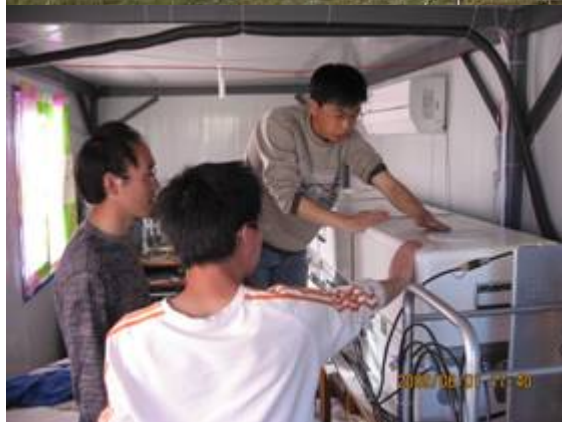
内蒙古多伦草地

土壤、茎秆和叶片等样品采集

涡度相关系统与
常规气象系统

仪器室 (TDL)

进气口 (TDL)



2009/05/31 17:13

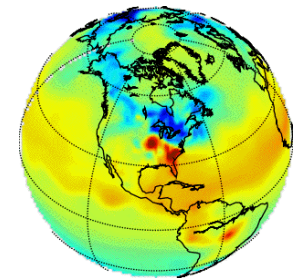
千烟洲人工针叶林

Los Gatos DLT-100

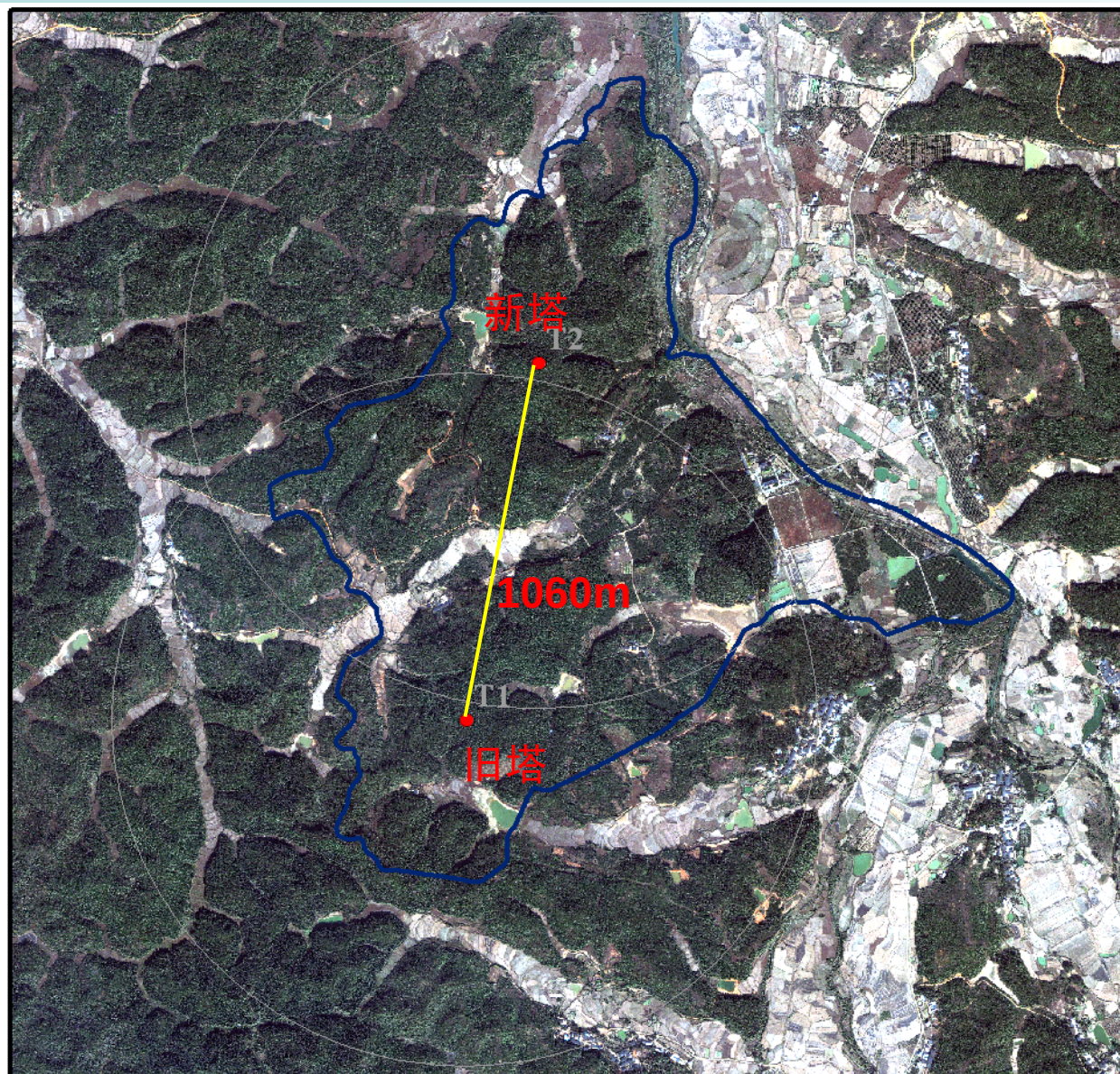


提纲

1. 研究背景
2. 站点介绍
3. 试验介绍
4. 试验结果
5. 展望



生态系统水碳通量的长期观测



旧塔(39.6m)-涡度相关系统1: 2002年9月1日——至今;

旧塔(23.6m)-涡度相关系统2: 2003年1月1日——至今。

新塔-涡度相关系统: 2008年9月1日——至今。



● Flux tower

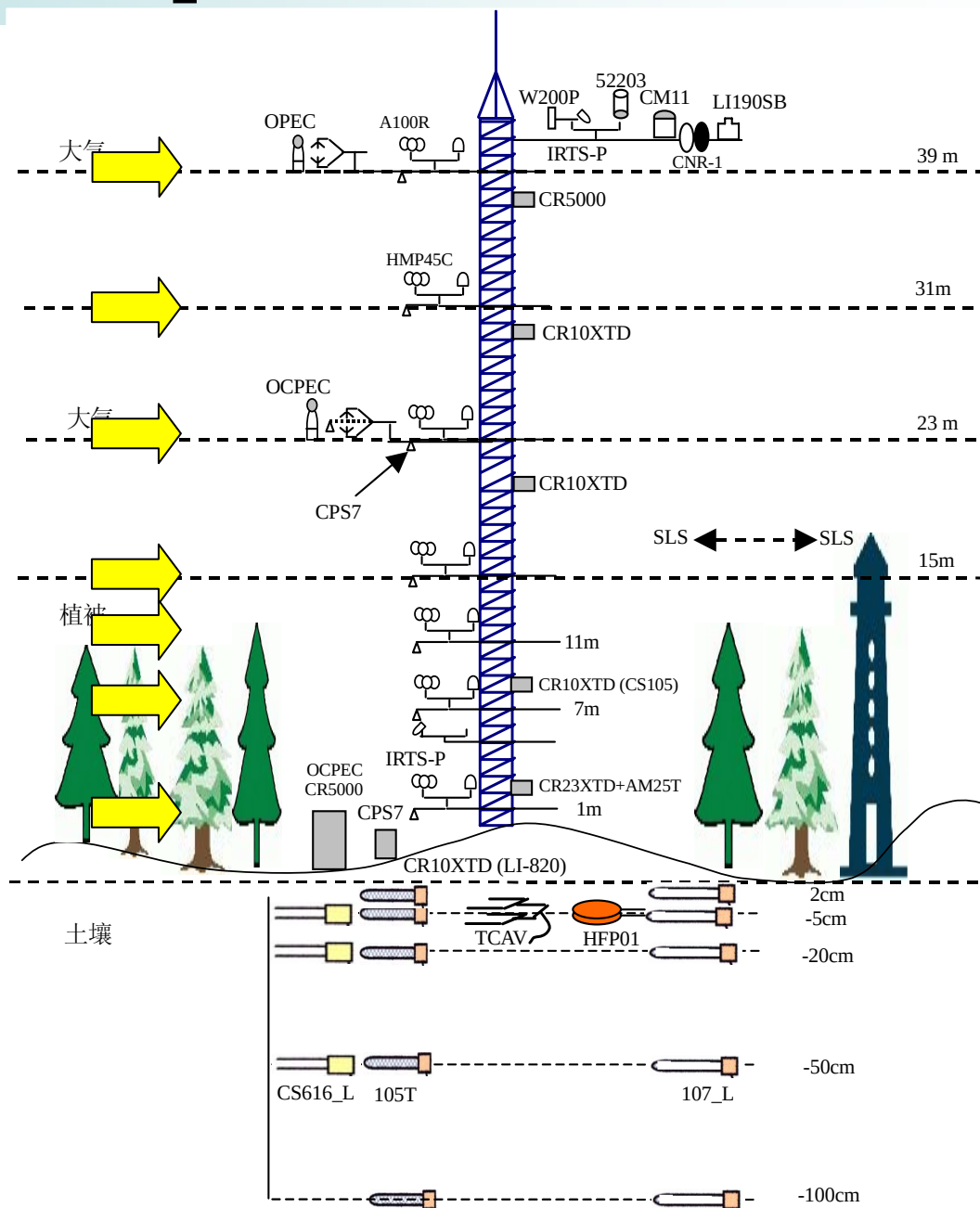
0 250 500
m

图1 千烟洲涡度相关系统的空间位置

常规气象与水汽/ CO_2 廓线系统(旧塔)

*** 7个观测高度:

□ 1.6, 7.6, 11.6,
15.6, 23.6, 31.6
and 39.6 m
above the
forest floor.



【1】季节性干旱对于千烟洲人工林碳汇存在着复杂的影响机制

- 季节性干旱造成该人工林夏季碳吸收能力明显下降，甚至成为碳源；
- 年碳吸收能力随着季节性干旱的增强先增强后降低；
- 春季低温是限制年碳吸收能力的重要因素。

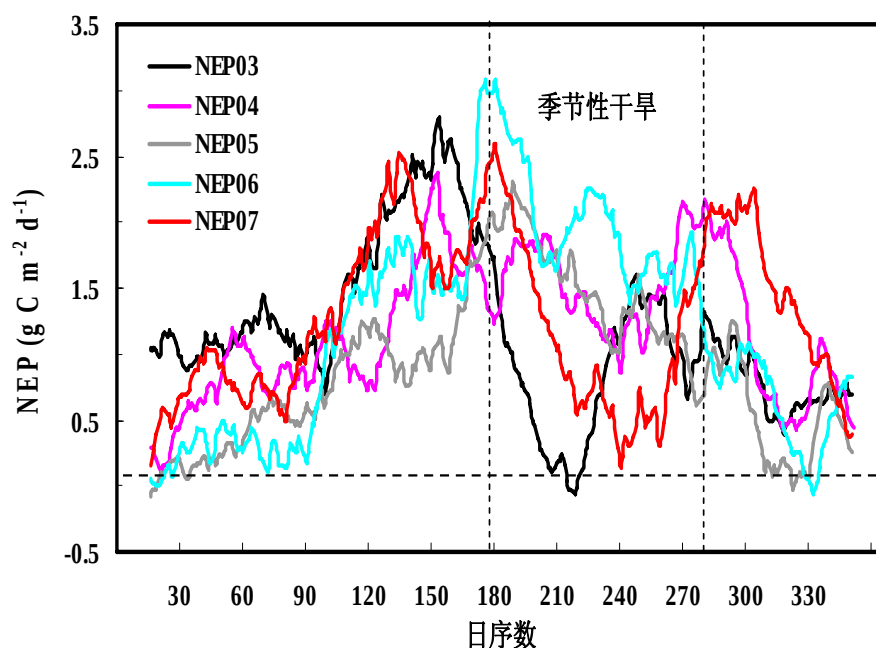


图4 2003-2007年千烟洲人工林碳吸收(NEP)的季节变异

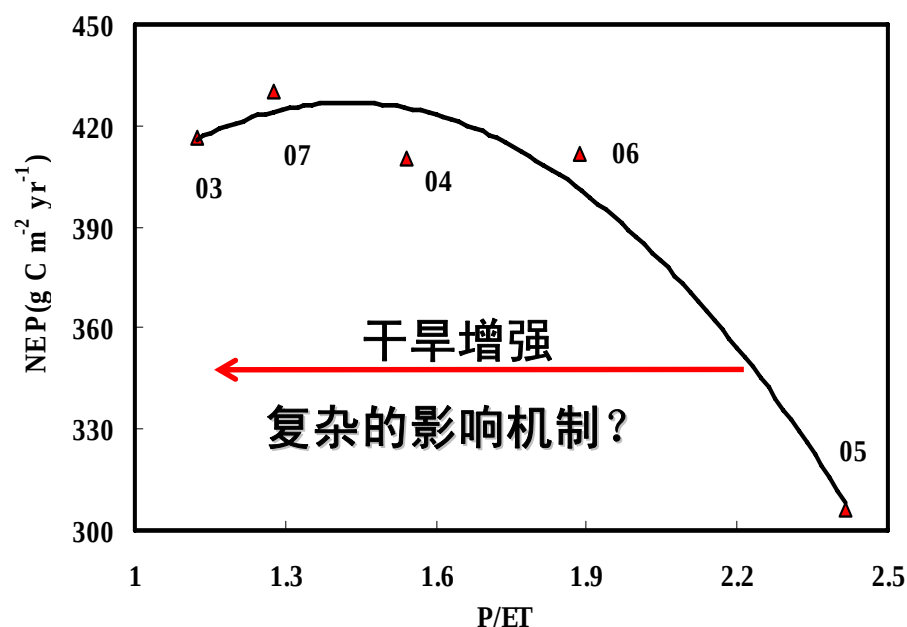
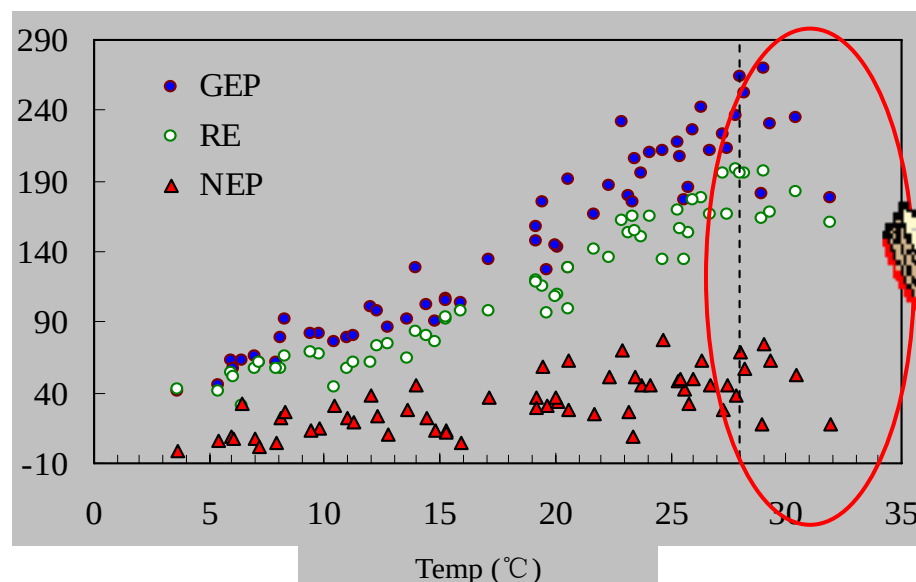


图5 2003-2007年千烟洲人工林年碳吸收(NEP)与水分平衡的关系

【2】碳吸收NEP及其组分RE和GEP对干旱响应的方式与程度不同

- 涡度相关技术直接测定NEP和ET，间接统计估算NEP组分GEP和RE
- 生态系统碳吸收NEP及其组分RE和GEP都会受到干旱胁迫的影响，但是响应的方式与程度不同。



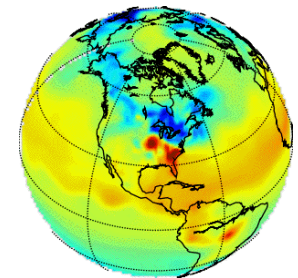
□ 碳水通量组分的相互关系是决定生态系统碳吸收对季节性干旱响应的核心机制！

图6 千烟洲人工林NEP、RE和GEP对温度的响应

涡度相关技术无法实现ET组分E和T的拆分是主要瓶颈问题
(稳定同位素技术+涡度相关技术：ET组分E和T)

提纲

1. 研究背景
2. 站点介绍
3. 试验介绍
4. 试验结果
5. 展望



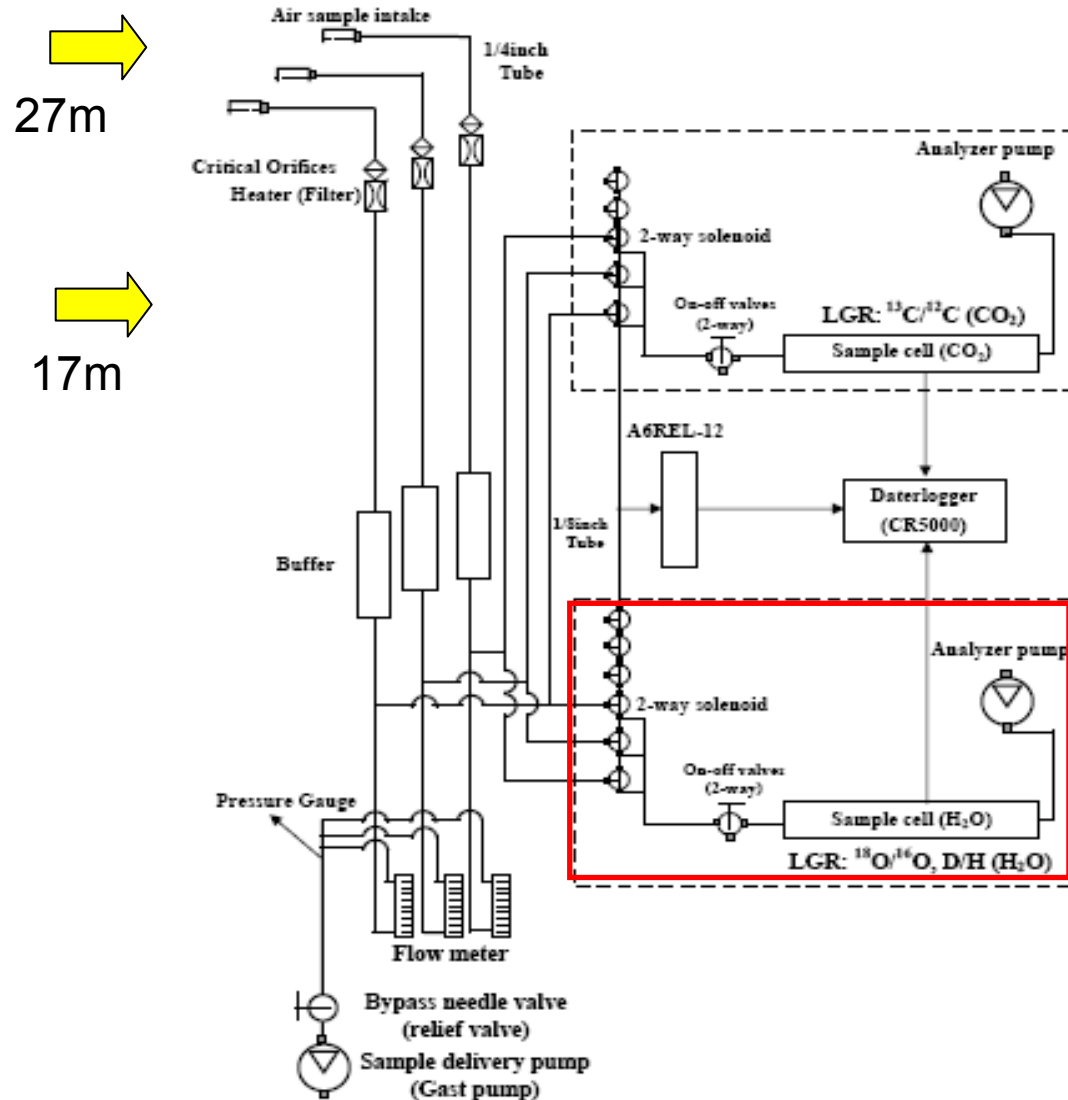
水汽 $\delta^{18}\text{O}$ 和 δD 同位素比值和通量观测

□ 观测高度: at 2m and 12m above the forest

- 1、Teflon采样管;
- 2、气路切换;
- 3、缓冲瓶;
- 4、采样气路与旁路气路;
- 5、分析仪。



图2 千烟洲稳定同位素观测仪器室



基于WS-CRDS或 OA-ICOS技术的大气水汽
 $\delta^{18}\text{O}$ 和 δD 与 CO_2 的 $\delta^{13}\text{C}$ 的联合观测系统(2010)

干烟洲水汽同位素观测仪器室



Los Gatos DLT-100

常规采样与观测计划

** 在千烟洲站设置一个采样区



采样竹楼



小蒸渗仪

常规采样与观测计划

**** 在千烟洲站设置一个采样区（即设立1个采样竹楼； 12:00-14:00）**

□ 土壤水：分层土壤水(0-5cm, 15-20cm和40-45cm+深层)(每周1次);

□ 茎秆水：采集茎秆(小枝，去皮)水(每周1次);

□ 叶片水：采集叶片水(测定叶温)(每周1次);

□ 叶片含水量(g m^{-2}): 叶面积的确定，测定0.01g天平(每周1次);

□ 气孔导度($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$): LI6400测定(叶面积指数的确定?)(每周1次);

□ 降水收集：降水(含降水量)(降水事件基础)、地下水(每月1次);

□ 小蒸渗仪：自制lysimeter? 0.01g天平(每周1次)。

加强采样与观测计划

****选择盛行风向，EC数据和稳定同位素数据质量高；**

****三个时期，每次3天加强采样(采样时间： 2:00, 6:00, 9:00, 12:00, 15:00, 18:00, 22:00)；**

□ 土壤水： 分层土壤水(0-5cm, 15-20cm和40-45cm+?);

□ 茎秆水： 采集茎秆(小枝)水

□ 叶片水： 采集叶片水(测定叶温)；

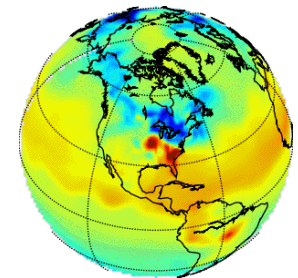
□ 叶片含水量(g m^{-2}): 测定叶面积, 0.01g天平；

□ 气孔导度($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$): LI6400测定(叶面积指数?);

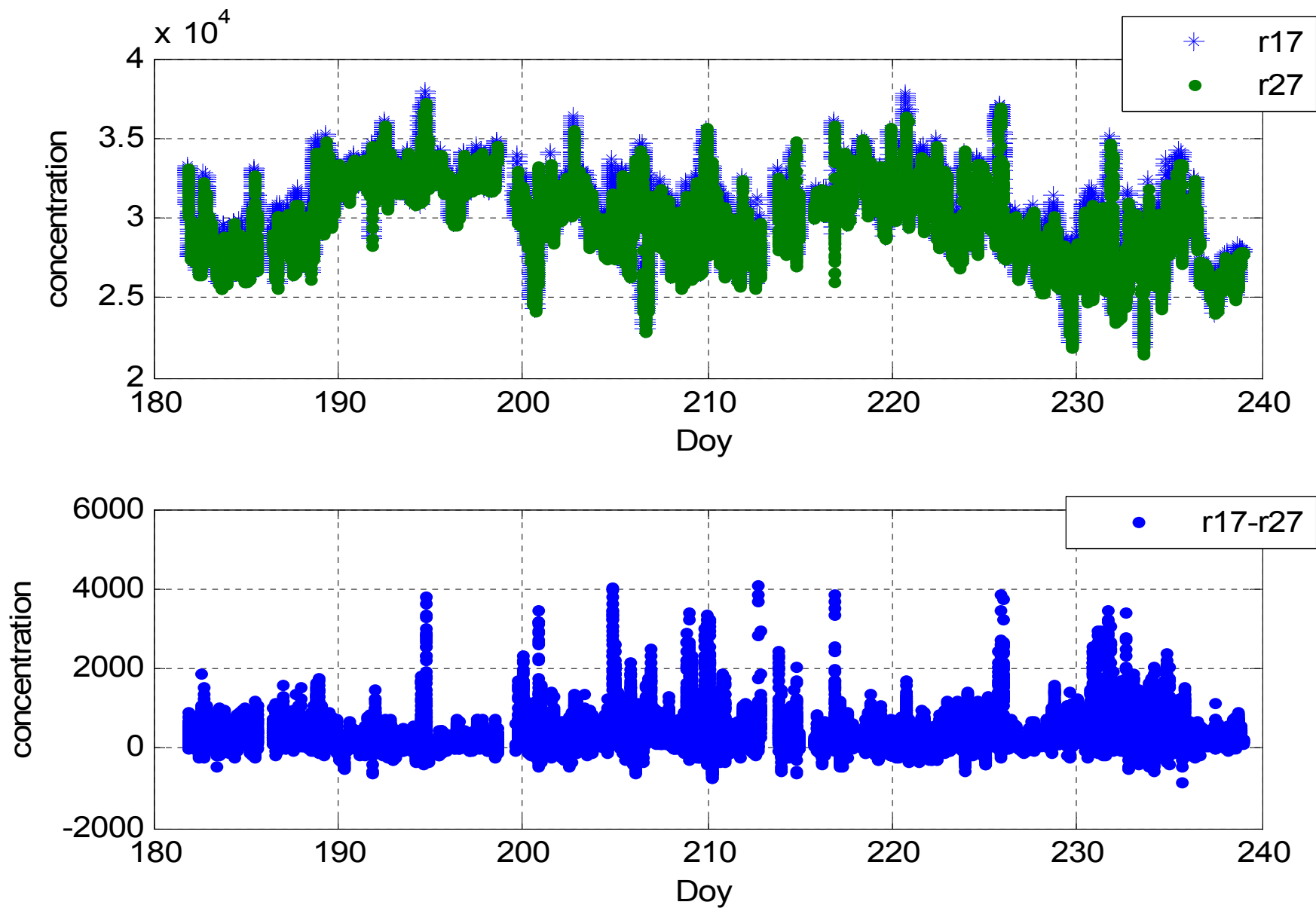
□ 小蒸渗仪： 自制lysimeter监测土壤水分, 0.01g天平。

提纲

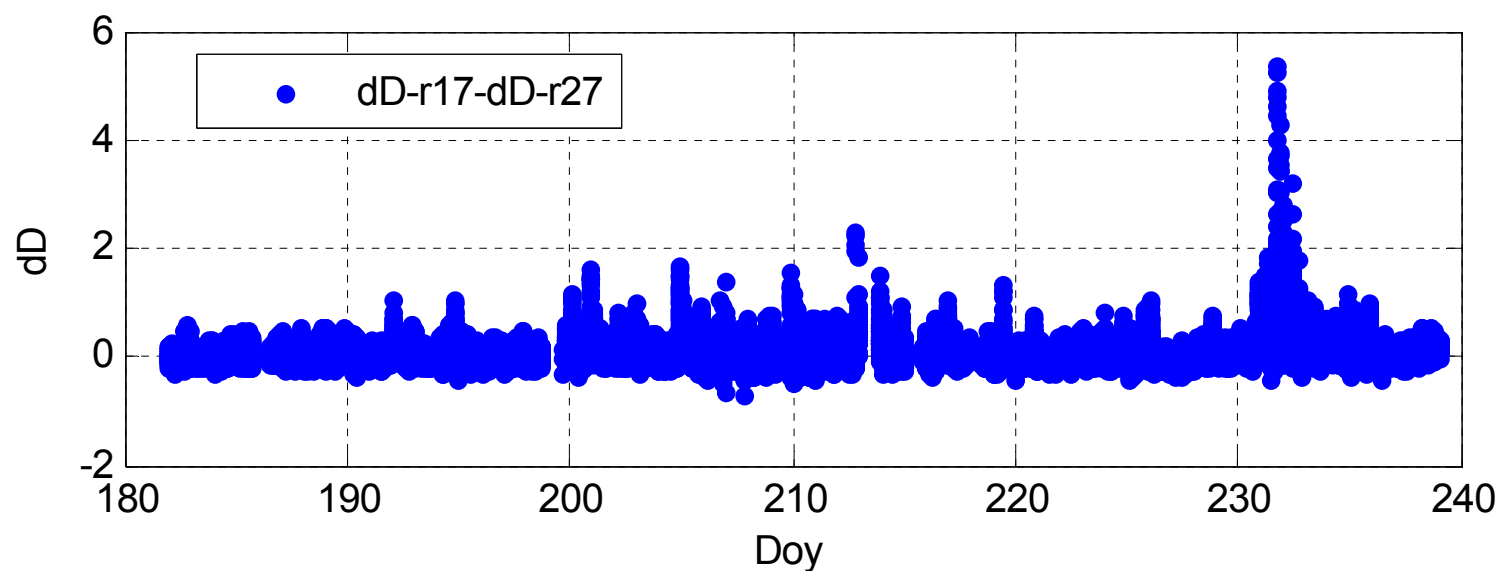
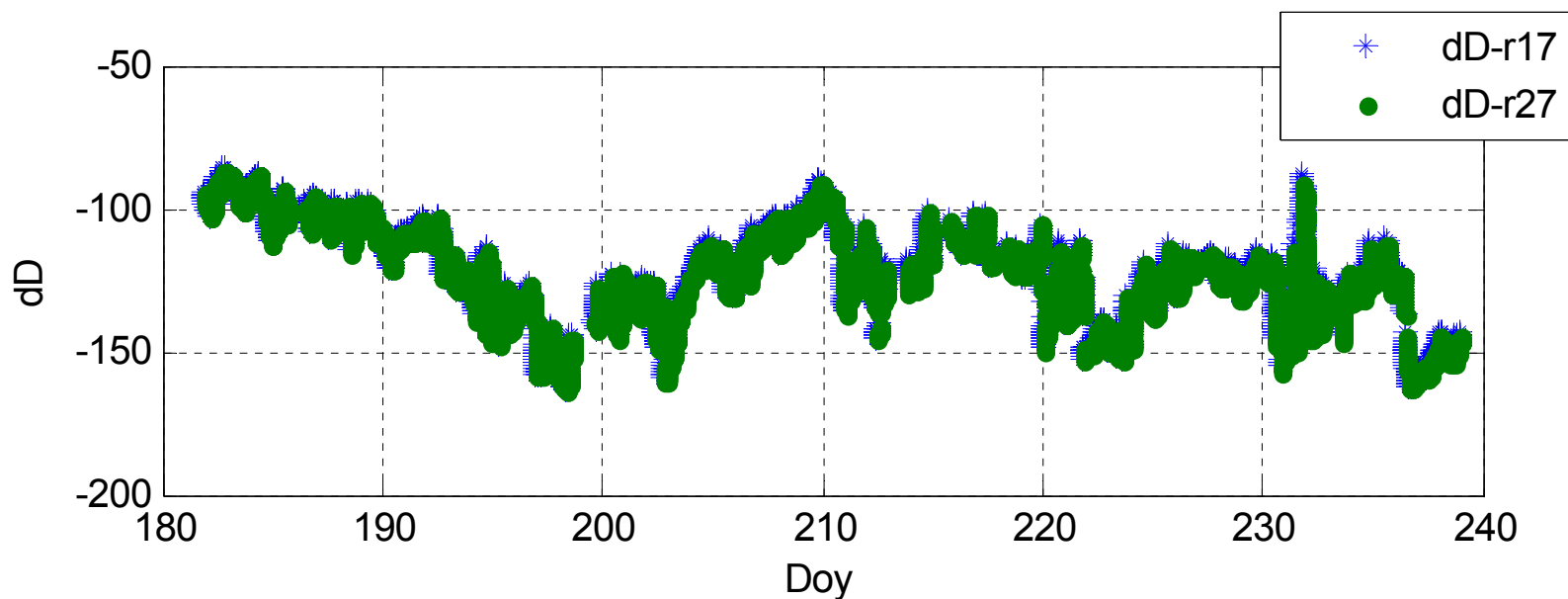
1. 研究背景
2. 站点介绍
3. 试验介绍
4. 试验结果
5. 展望



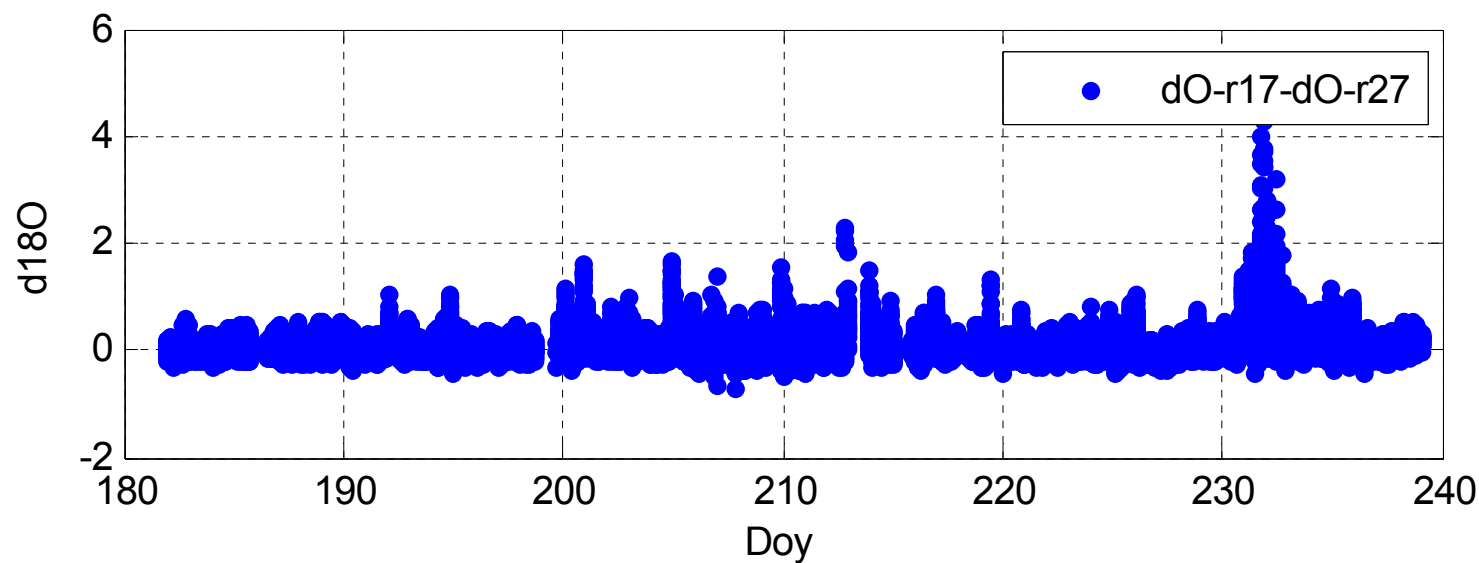
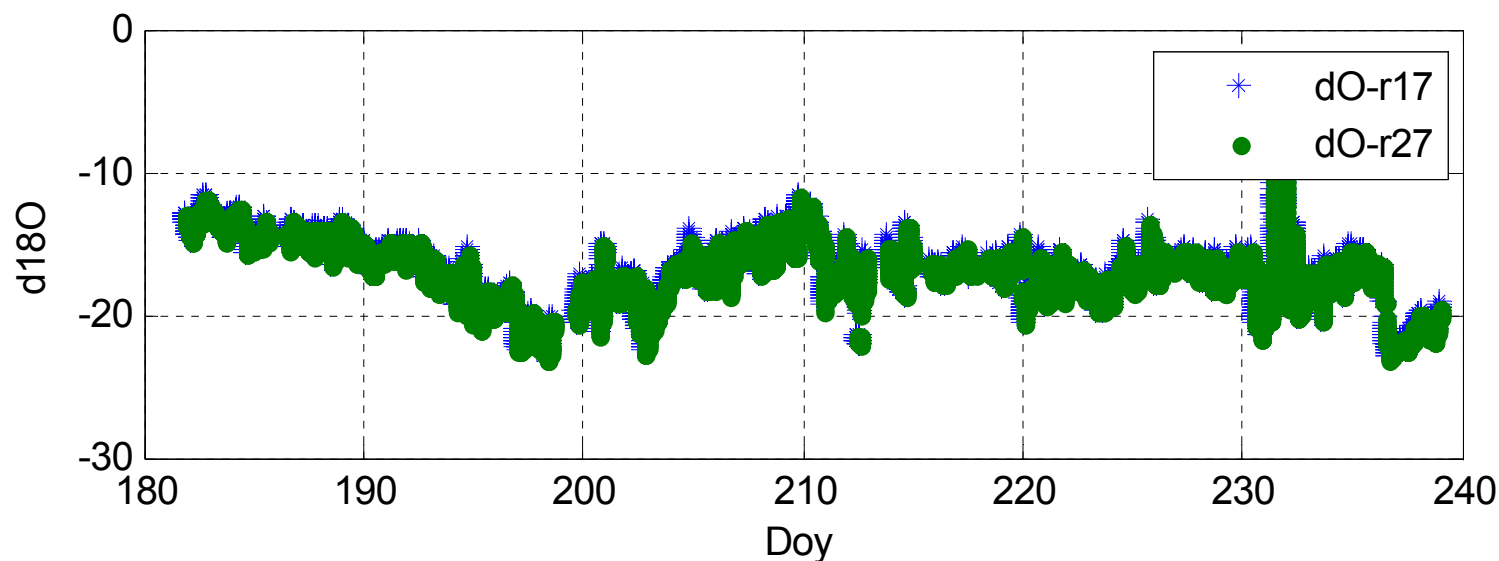
两个高度水汽浓度及其梯度差的变化特征



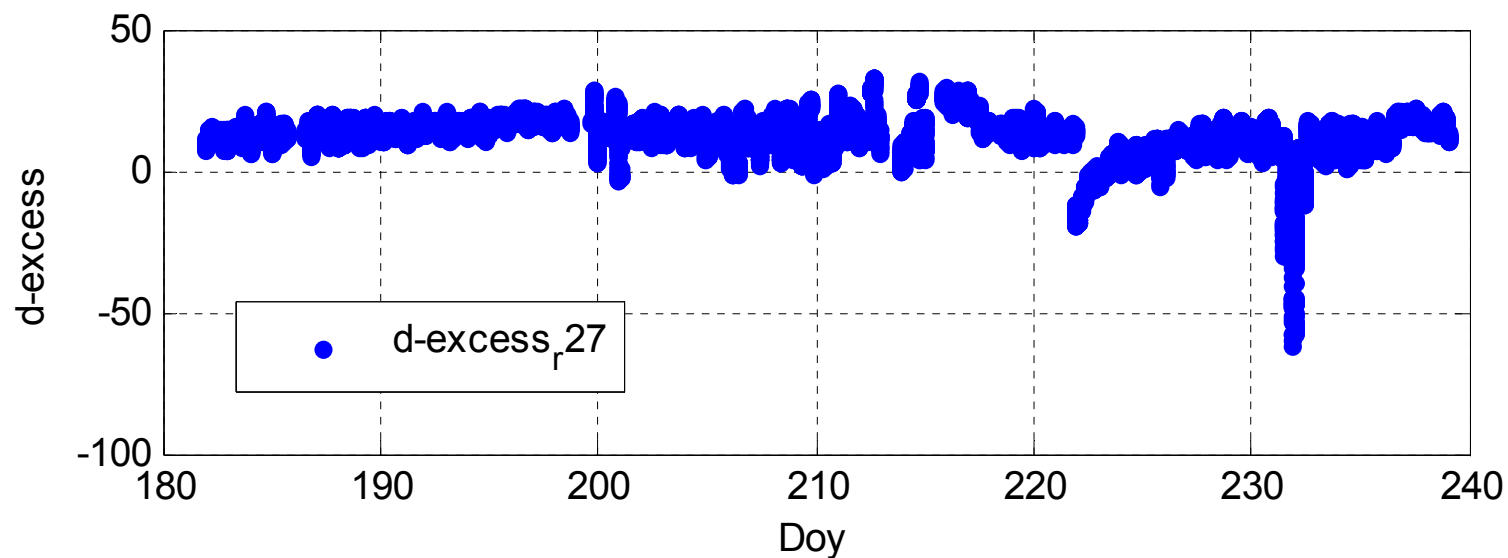
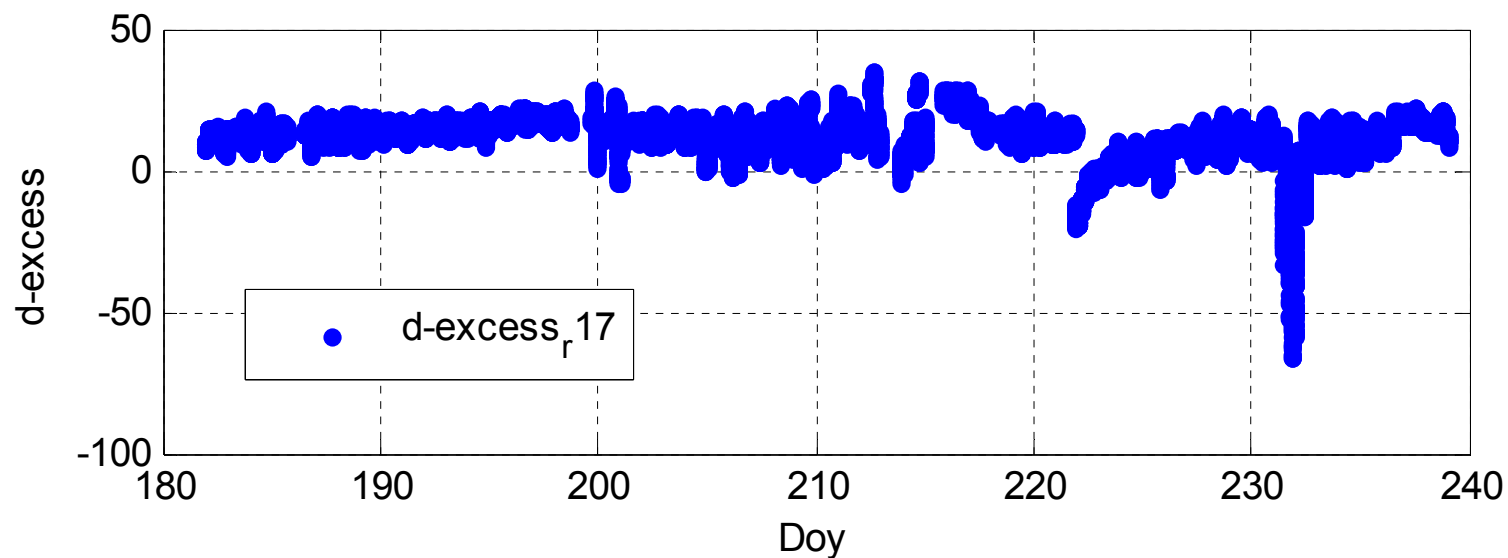
两个高度水汽 δD 及其梯度差的变化特征



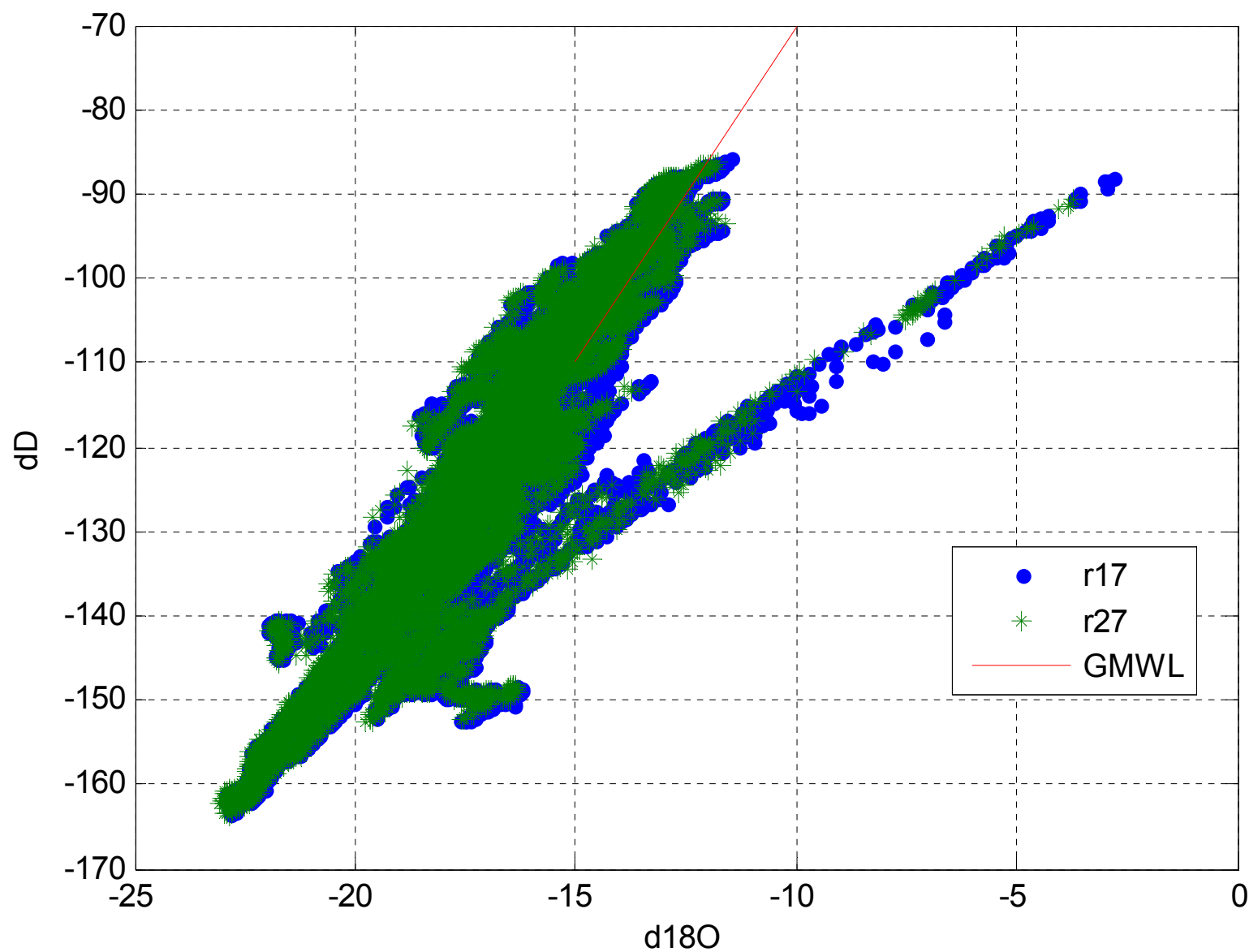
两个高度水汽 $\delta 18\text{O}$ 及其梯度差的变化特征



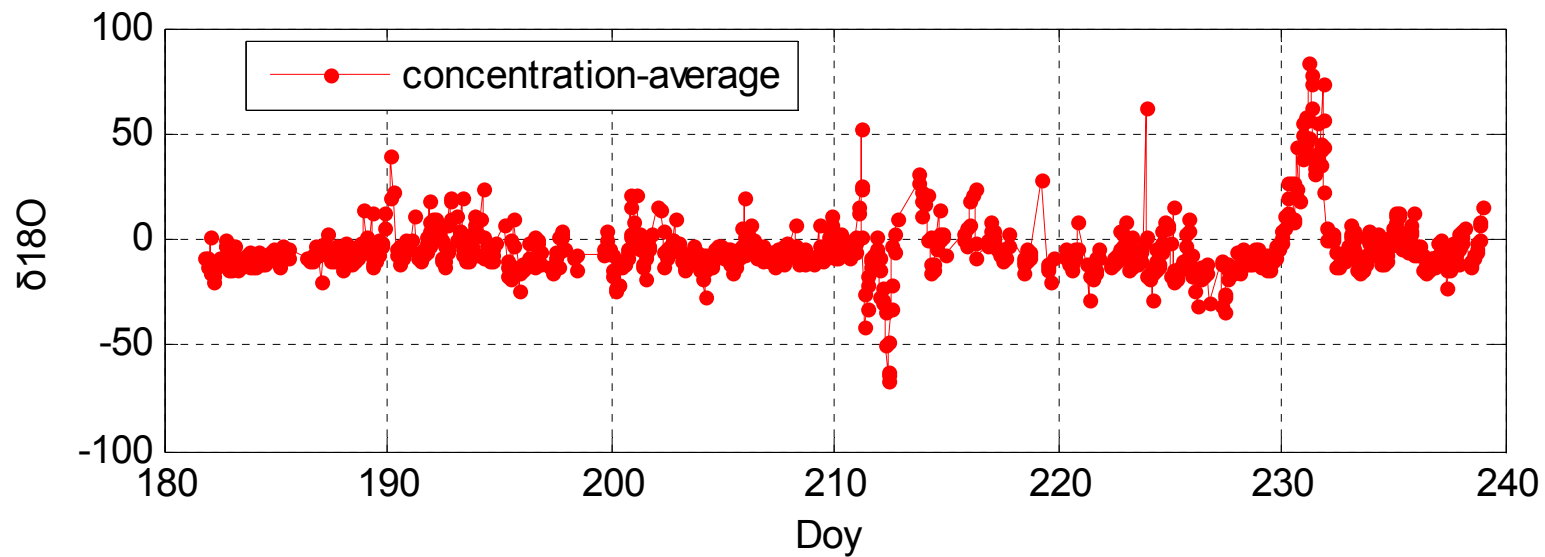
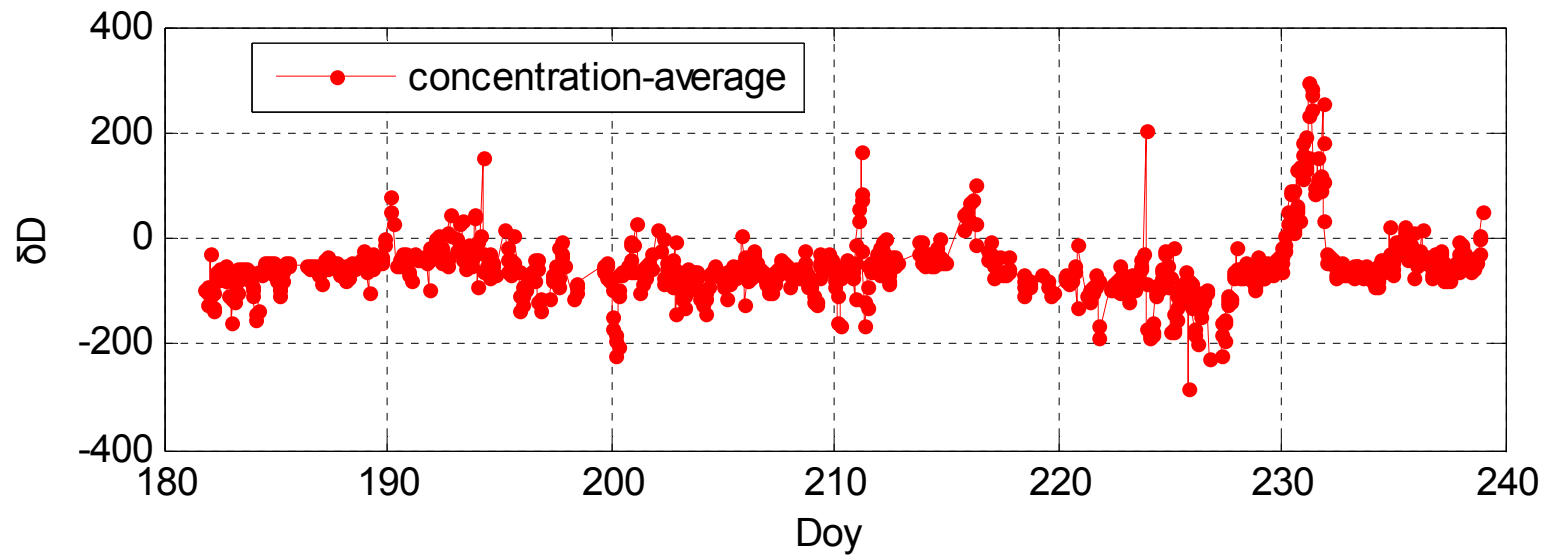
两个高度水汽d-excess的变化特征



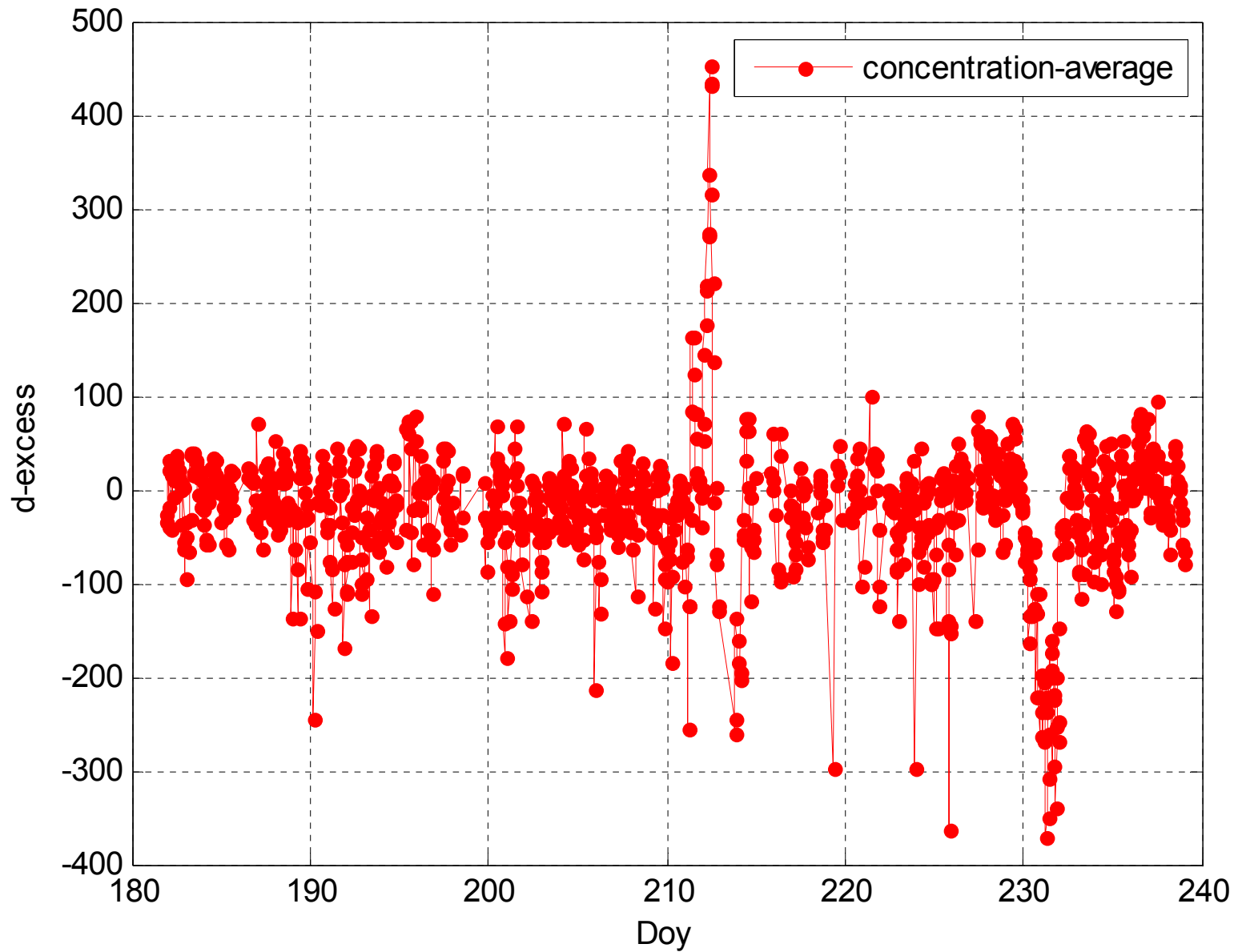
两个高度水汽GMWL的变化特征



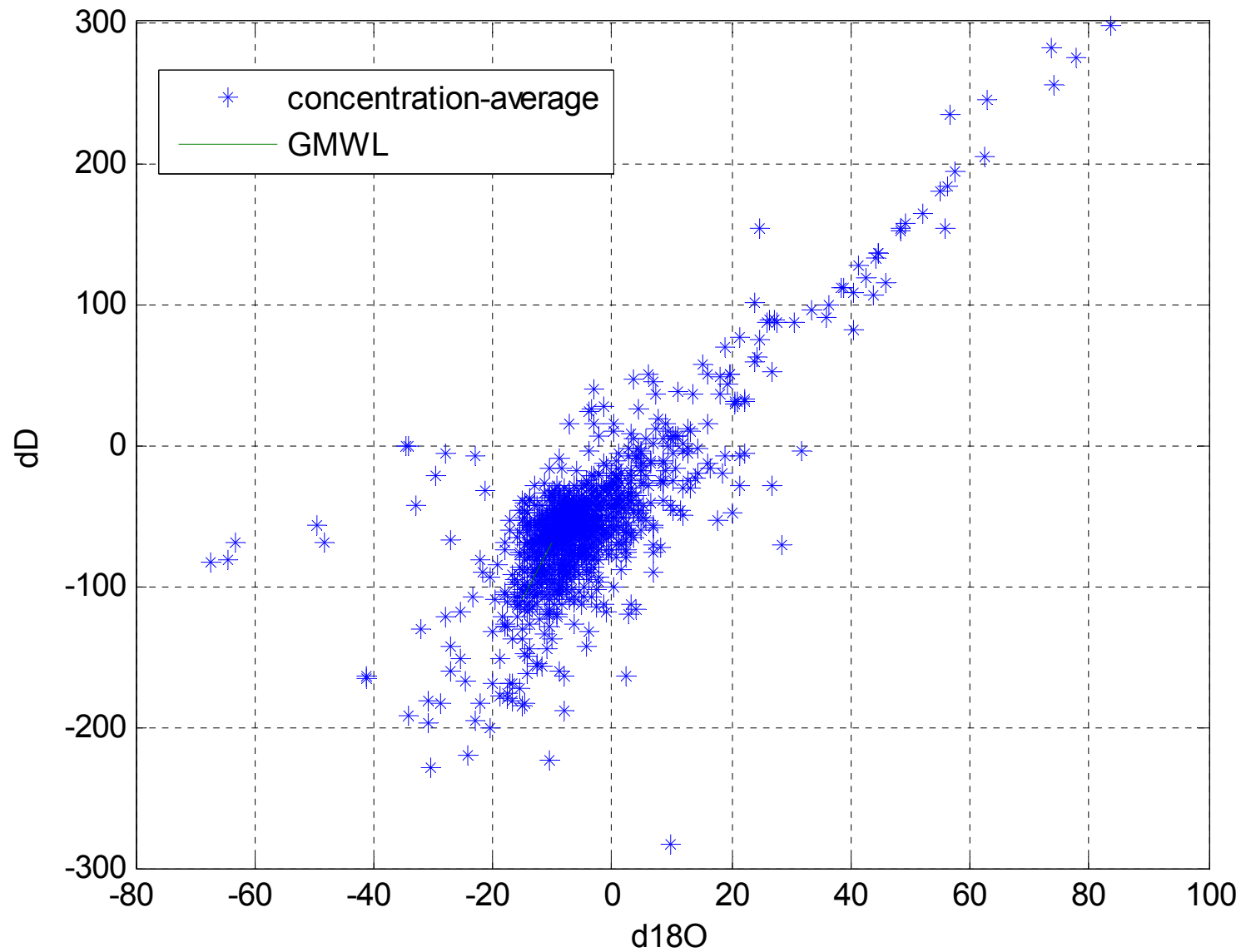
生态系统蒸散 δ ET的变化特征



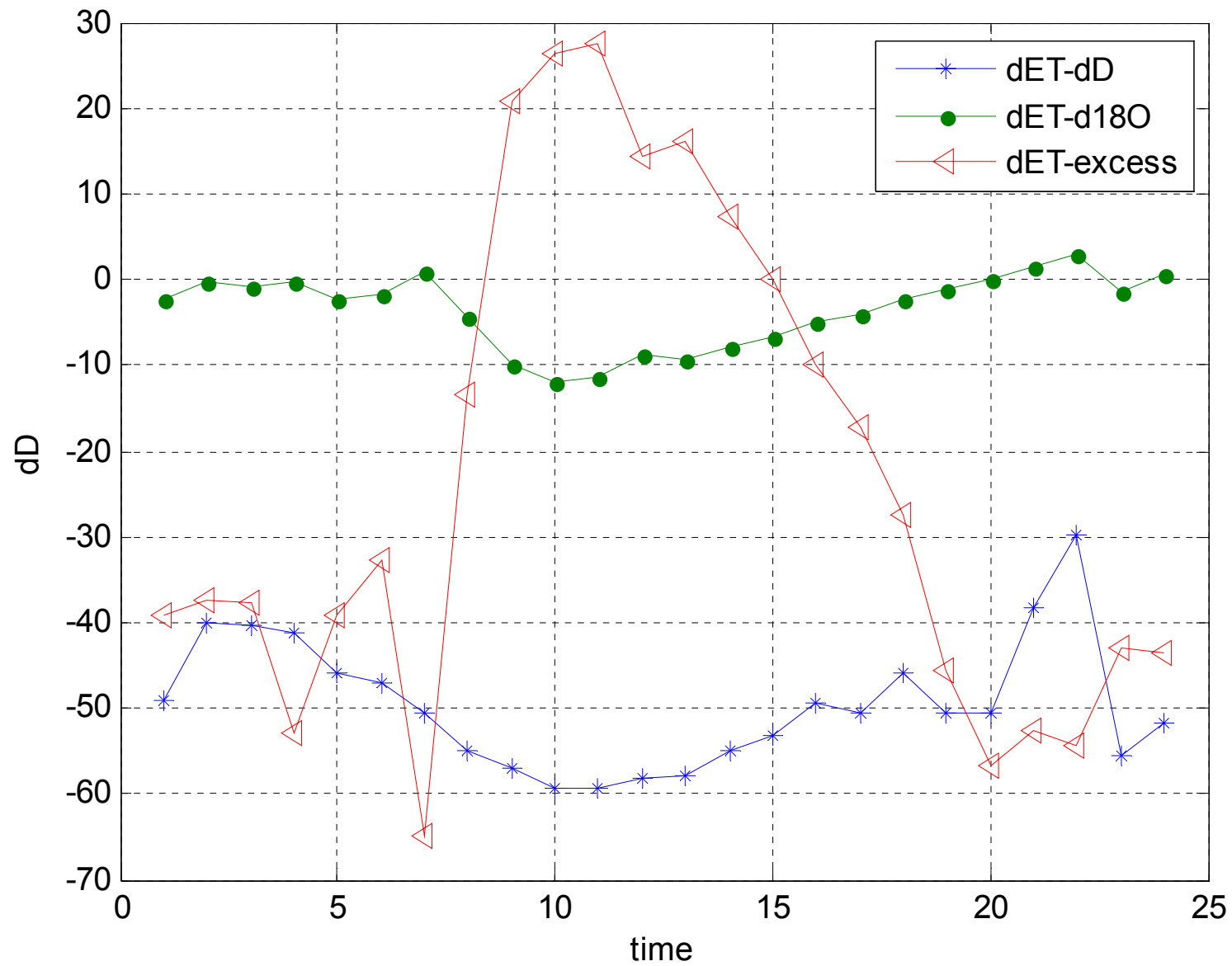
生态系统蒸散d-excess的变化特征



生态系统蒸散GMWL的变化特征

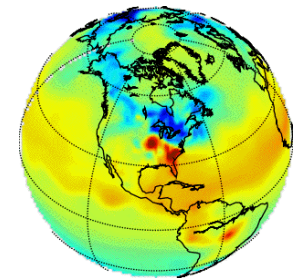


生态系统蒸散日变化特征

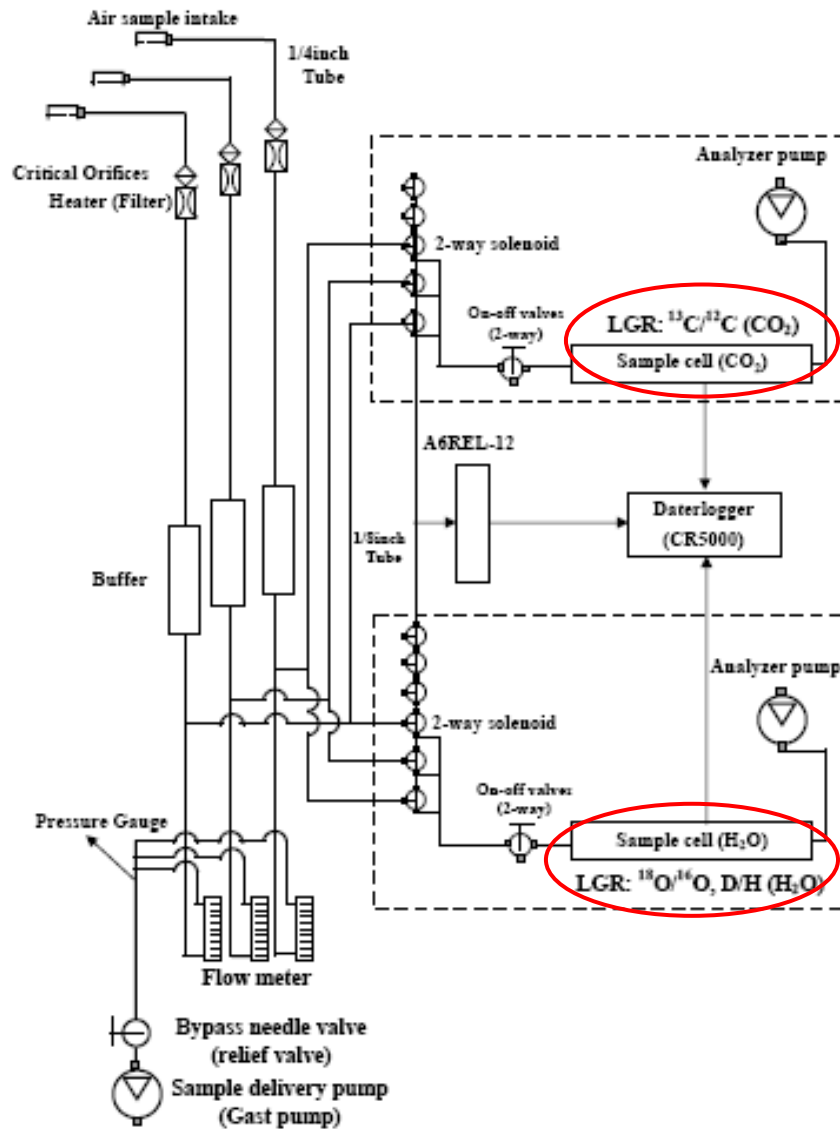


提纲

1. 研究背景
2. 站点介绍
3. 试验介绍
4. 试验结果
5. 展望



生态系统碳-水-氮通量的综合观测研究



大气水汽 $\delta^{18}\text{O}$ 和 δD 与 CO_2 的 $\delta^{13}\text{C}$ 的联合观测系统

$\delta^{13}\text{C}$: Model DLT-100



$\delta^{13}\text{C}$: Models G1101-i



✓ 土壤蒸发和植物蒸腾、光合与呼吸组分
的原位连续拆分等

敬请各位专家批评指正
谢谢!



仪器安装与维护



涡度相关技术



稳定同位素技术



季节性干旱(千烟洲)