

# 内蒙古高原不同植物群落对生态环境的响应

侯建军 (内蒙古自治区地质调查院, 内蒙古呼和浩特 010020)

**摘要** 在静态箱法的基础上, 采用改进的动态箱法对典型草原不同植物群落的碳交换量进行了测定, 并与该区域涡度相关测定结果进行比较。结果表明: 围封恢复植物群落较自由放牧植物群落生物量高, 在相同的时期表现出不同的 CO<sub>2</sub> 源、汇特征。与该区域涡度相关测定数据的分析结果亦表明, 围封植物群落固碳能力 (CO<sub>2</sub> 净交换) 显著优于典型草原的平均水平。

**关键词** 内蒙古高原; 生态环境; 动态箱法; CO<sub>2</sub>

**中图分类号** S181.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)32-12699-01

气候变化是国际社会公认的最主要全球性环境问题之一<sup>[1-2]</sup>。草地碳储量仅次于森林碳储量, 在全球碳循环中起着十分重要的作用。草地不仅占全球土地总面积的 1/4, 而且也是目前人类活动影响最为严重的区域, 对草地生态系统碳循环及其影响因素的研究是认识全球碳循环的关键之一<sup>[3]</sup>。由于下垫面的复杂性和人类活动的干扰, 陆地生态系统碳循环存在着最大的不确定性, 已成为全球变化研究的焦点。草地作为地球上分布最广的植被类型之一, 对全球气候变化具有一定的影响和响应。生态系统 CO<sub>2</sub> 净交换定量地表达了 CO<sub>2</sub> 在生物圈和大气圈的交换<sup>[4]</sup>。通过草地 CO<sub>2</sub> 净交换的观测, 有助于更好地理解草原生态系统的地球化学循环过程及其反馈机制。

试验在对传统静态箱法改进的基础上, 采用动态箱法对不同恢复演替状态下典型草原植物群落进行了全天候连续自动观测, 获得的海量数据可以较好地表达 CO<sub>2</sub> 通量的日变

化情况。从而, 可以了解 CO<sub>2</sub> 净生态系统碳交换量的差异及其机制。

## 1 材料与方法

**1.1 研究地概况及试验方法** 研究区设在锡林浩特国家气候气象台野外试验研究基地 (116°18'45" E, 44°08'31" N)。属大陆性半干旱温带草原气候, 年均气温 2.5 °C, 降水量 273 mm。生长季 (5~9 月份) 平均气温 16.6 °C, 降水量 251 mm。土壤主要为典型栗钙土。主要植物种类有: 克氏针茅 (*Stipa kryloyii*)、羊草 (*Aneurolepidium chinense*)、糙隐子草 (*Cleistogenes serotina*)、知母 (*Anemarrhena asphodeloides*)、矮葱 (*Allium anisopodium*)、冷蒿 (*Artemisia frigida*) 等。生长季由天然植被覆盖, 天然牧草生长平均高度 0.5 m, 覆盖度 80% 以上<sup>[5]</sup>。

于 2011 年 9 月 14 与 17 日, 分别在 2007 年围封植物群落与自由放牧植物群落内采用动态箱法进行 24 h 群落 CO<sub>2</sub> 净交换的连续观测, 样地的群落组成状态见表 1。

表 1 观测样地的群落组成状态

样地类型	羊草	克氏针茅	枯落物	地上生物量	地下生物量		
					10 cm	20 cm	30 cm
围封群落	16.74	18.73	37.86	36.50	5.21	2.74	2.03
自由放牧	11.82	14.72	10.44	33.30	2.60	2.35	0.98

动态气体采样系统由缓冲瓶、鼓风机、冷却装置、流量计、PVC 管、气体分析仪和开路箱组成。气体经过 PVC 管被鼓风机鼓入箱体。为防止气体被冠层上方 CO<sub>2</sub> 的浓度波动所干扰, 将进气口设在 4 m 高处。箱体的侧板和顶板由无色、光滑的 3 mm 有机玻璃制成, 能透过 99% 的有效光合辐射, 尺寸为 50 cm × 50 cm × 60 cm。在箱子顶内安有小风扇, 对箱中的气体起搅拌作用。在采样箱子的进出口两端侧板安有 2 个采气孔, 用聚四氟乙烯管与 Li-Cor7000 便携式红外 CO<sub>2</sub> 分析仪 (Li-Cor 公司) 相连形成回路, 对箱内的 CO<sub>2</sub> 通量进行 24h 全天候的观测。除进出口外, 箱体完全密封, 连续测定箱内 CO<sub>2</sub> 通量的变化, 每 1 s 记录 1 个 CO<sub>2</sub> 体积分数值<sup>[6]</sup>。

大尺度涡度相关测定数据则来自试验区通量塔的测定 (Li-Cor7500 二氧化碳水汽分析仪)。

**作者简介** 侯建军 (1963 - ), 男, 内蒙古鄂尔多斯人, 高级工程师, 从事水文、工程和环境地质研究。

**收稿日期** 2013-10-24

**1.2 数据分析方法** 气体的通量表示单位时间单位面积观测箱内该气体质量的变化。一般正值表示气体从土壤排放到大气, 负值表示气体从大气流向土壤或土壤吸收消耗大气中的该气体。气体通量利用以下公式求得:

$$F = \int_{t_1}^{t_2} \Delta c \cdot v / 22.4Adt$$

式中,  $F$  [mg/(m<sup>2</sup> · s)] 为气体通量;  $C_1$  为箱内气体 (即流出箱子的气体) 所含被测气体的浓度,  $C_2$  为流入箱子的气体所含被测气体的浓度,  $v$  为通过箱子的气体流量,  $A$  为采样箱底面积。

统计数据处理与分析应用 SPSS 和 Excel 进行。

## 2 结果与分析

**2.1 不同植物群落 CO<sub>2</sub> 净交换的日变化特征** 不同植物群落状态下, 其日 CO<sub>2</sub> 净交换的变化趋势截然不同 (见图 1)。围封群落在夜间表现为净呼吸, 随着日出导致光合有效辐射增强, 温度升高, 开始进行光合作用, 接近中午时, 由于温度的抑制, 群落开始进入午休, 呼吸作用增强并且停止

(下转第 12753 页)

态文明建设试点城市,这也是珠海可持续发展的重要保证。珠海目前在构建“三高—特”的现代产业体系,要求基本行程资源节约型和环境友好型的产业结构和增长、消费模式,以节能环保产业引领珠海产业结构升级。从长远来看,“蓝天碧海、绿色家园”的舒适环境已为珠海今后的发展积累了潜在的优势,同时,对改善周边人民的生活质量有着不可替代的作用。

第三,创新机制,重视人才。早在1992年,珠海就提出“百万重奖科技人员”,是最早开始奖励有突出贡献科技人才的城市。加之珠海推行“12年制义务教育”可见其对教育的重视,对人才培养的渴望。1999年珠海又在全国率先实施技术成果入股,并将此列入地方性法规,这将“技术要素参与市场”提升到法律的高度,大大推进了企业创新研发的进程。大胆慎重的创新机制与雄厚的人才资源,为珠海的经济、社会发展注入了巨大的活力。

(上接第12699页)

固定碳,群落由碳汇变为碳源;下午15:00左右,由于温度适宜,植物再次进入光合作用阶段,这一过程一直持续到日落。但日净 $\text{CO}_2$ 交换量为负值,即表现为碳汇。而自由放牧植物群落却表现为碳源。

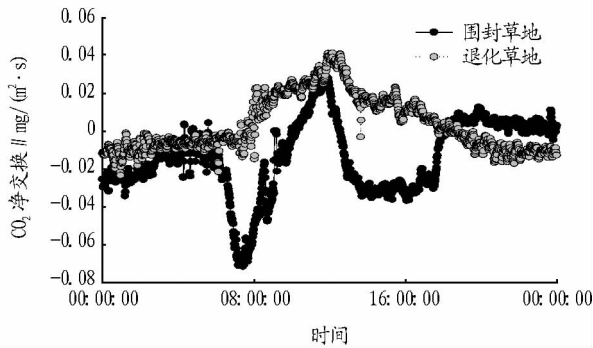


图1 不同植物群落 $\text{CO}_2$ 净交换日变化

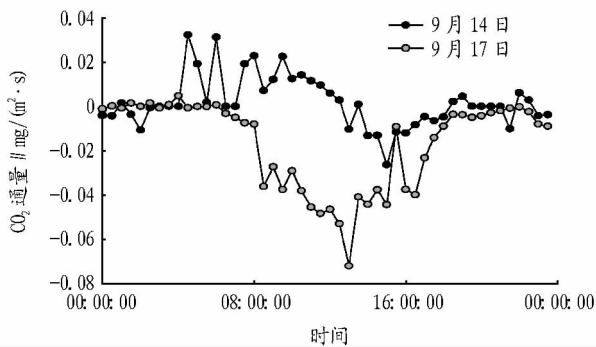


图2 区域尺度上涡度相关法测得的 $\text{CO}_2$ 通量

2.2 与区域尺度下涡度相关数据的比较 与同步进行观测的较大尺度涡度相关的数据(图2)表明:区域尺度上典型草

综上所述,为保证珠海土地利用综合效益的提高,促进当地经济、社会、生态效益的协调发展,必须在保持土地利用经济效益和生态效益稳步增长的同时,大力加强土地利用的社会效益建设。一是创造更好的投资、就业环境,努力提升人民的生活水平;二是加强基础设施建设,缓解城市发展中带来的人口压力,为人民提供便捷的公共服务,同时迎合经济发展的迫切需要;三是加强土地利用结构调整的力度,响应集约节约利用的号召,充分发挥每寸土地的价值,为人民营造更好的居住生活环境。

### 参考文献

- [1] 谭峻,苏红友.北京城市功能区土地利用协调度分析[J].地域研究与开发,2010,29(4):117-121.
- [2] 珠海市统计局.2002-2012年珠海市统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2002-2012.
- [3] 国土资源部地籍管理司,中国土地勘测规划院.全国重点地区城镇土地利用现状调查与潜力分析[M].北京:中国大地出版社,2006.
- [4] 吴康模.珠海房地产业与经济发展研究[D].长春:吉林大学,2012.

原植物群落是碳源时,小尺度测定的围封植物群落是碳汇;而区域尺度上表现为碳汇时,自由放牧植物群落则是碳源。由此可知,当大面积的草原植物群落开始进入衰落期时,围封植物群落仍然具有很强的固碳能力;而当大面积的草原植物群落还在固碳时,自由放牧的退化植物群落却已经表现出衰退成为碳源。

### 3 结论

(1)在传统的 $\text{CO}_2$ 净交换测定的静态箱法基础上,通过规避被测植物处于密闭箱内的应激状态,采用自制的动态箱法使得被测植物群落处于最接近自然状况的环境下,观测数据也更加接近群落真实值。

(2)对不同恢复演替状态下的典型草原植物群落观测结果表明其 $\text{CO}_2$ 源汇特征各异,且对草原适度的围封有利于其群落的碳固持。

(3)与同时期该区域涡度相关测定数据的对比表明,围封植物群落固碳能力( $\text{CO}_2$ 净交换)显著优于典型草原的平均水平。

### 参考文献

- [1] 方精云.全球生态学-气候变化与生态响应[M].北京:高等教育出版社;海德堡:施普林格出版社,2000:222-229.
- [2] HOUGHTON J T, DING Y H, GRIGGS D G, et al. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of International Panel on Climate Change[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
- [3] PARTON W J, SCURLOCK J M O. Observations and modeling of biomass and soil organic matter dynamics for the grassland biome worldwide[J]. Global Biogeochem Cycle, 1993, 4: 785-809.
- [4] CARROLL P, CLARK J L. Carbon balance of a temperate poor fen [J]. Global Biogeochem Cycle, 1997, 11: 349-356.
- [5] 张峰,周广胜.内蒙古克氏针茅草原植物物候及其与气候因子关系[J].植物生态学报,2008(6):1312-1322.
- [6] 段晓男,王效科.内蒙古河套灌区春小麦苗期生态系统 $\text{CO}_2$ 通量变化研究[J].环境科学学报,2005(2):166-171.