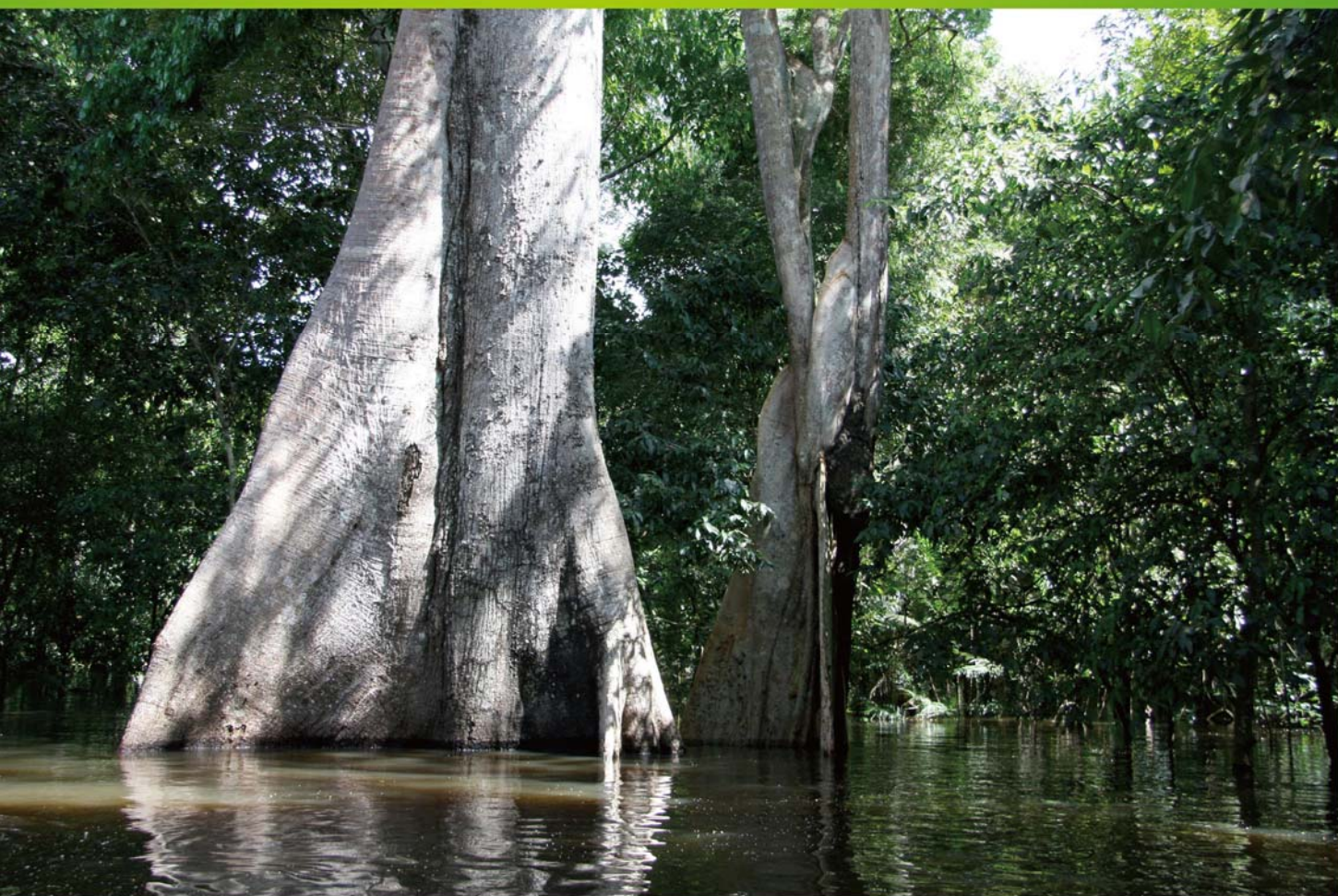


ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

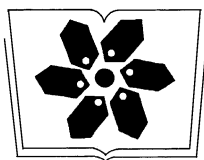
Acta Ecologica Sinica



第31卷 第8期 Vol.31 No.8 **2011**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 8 期

2011 年 4 月 (半月刊)

目 次

塔里木河下游胡杨径向生长与地下水的关系·····	安红燕,徐海量,叶 茂,等 (2053)
冲积平原区高程因子对土壤剖面质地构型的影响——以封丘县为例·····	檀满枝,密术晓,李开丽,等 (2060)
臭氧胁迫对大豆叶片抗坏血酸-谷胱甘肽循环的影响·····	王俊力,王 岩,赵天宏,等 (2068)
重要理化因子对小球藻生长和油脂产量的影响·····	张桂艳,温小斌,梁 芳,等 (2076)
北亚热带马尾松净生产力对气候变化的响应·····	程瑞梅,封晓辉,肖文发,等 (2086)
亚热带沟叶结缕草草坪土壤呼吸·····	李熙波,杨玉盛,曾宏达,等 (2096)
UV-B 辐射对马尾松凋落叶分解和养分释放的影响·····	宋新章,张慧玲,江 洪,等 (2106)
干旱胁迫下内生真菌感染对羽茅的生理生态影响·····	韩 荣,李 夏,任安芝,等 (2115)
蜜环菌对锌的耐性和富集特性·····	朱 林,程显好,李维焕,等 (2124)
干旱荒漠区狭叶锦鸡儿灌丛扩展对策·····	张建华,马成仓,刘志宏,等 (2132)
黄土高原区不同植物凋落物搭配对土壤微生物量碳、氮的影响·····	王春阳,周建斌,夏志敏,等 (2139)
内蒙古典型草原克氏针茅与冰草的生存策略·····	孙 建,刘 苗,李胜功,等 (2148)
荒漠沙柳根围 AM 真菌的空间分布·····	贺学礼,杨 静,赵丽莉 (2159)
开放式昼夜不同增温对单季稻影响的试验研究·····	董文军,邓艾兴,张 彬,等 (2169)
醉马草免培养内生细菌的多样性·····	张雪兵,史应武,曾 军,等 (2178)
河南生态足迹驱动因素的 Hi_PLS 分析及其发展对策·····	贾俊松 (2188)
禹城市耕地土壤盐分与有机质的指示克里格分析·····	杨奇勇,杨劲松,余世鹏 (2196)
旋覆花提取物对朱砂叶螨的生物活性及酶活性的影响·····	段丹丹,王有年,成 军,等 (2203)
白洋淀湖滨湿地岸边带氨氧化古菌与氨氧化细菌的分布特性·····	叶 磊,祝贵兵,王 雨,等 (2209)
干旱胁迫条件下 6 种喀斯特主要造林树种苗木叶片水势及吸水潜能变化·····	王 丁,姚 健,杨 雪,等 (2216)
桉树人工林物种多样性变化特征·····	刘 平,秦 晶,刘建昌,等 (2227)
海河流域湿地生态系统服务功能价值评价·····	江 波,欧阳志云,苗 鸿,等 (2236)
芦苇在微咸水河口湿地甲烷排放中的作用·····	马安娜,陆健健 (2245)
云南不同土壤铅背景值下大叶茶种群对铅的吸收积累特征及其遗传分化·····	刘声传,段昌群,李振华,等 (2253)
长江口和杭州湾凤鲚胃含物与海洋浮游动物的种类组成比较·····	刘守海,徐兆礼 (2263)
江西大岗山地区 7—9 月降水量的重建与分析·····	乔 磊,王 兵,郭 浩,等 (2272)
山核桃免耕经营的经济效益和生态效益·····	王正加,黄兴召,唐小华,等 (2281)
基于 GIS 的广州市中心城区城市森林可达性分析·····	朱耀军,王 成,贾宝全,等 (2290)
专论与综述	
土壤呼吸温度敏感性的影响因素和不确定性·····	杨庆朋,徐 明,刘洪升,等 (2301)
植物代谢速率与个体生物量关系研究进展·····	程栋梁,钟全林,林茂兹,等 (2312)
耕地生态补偿实践与研究进展·····	马爱慧,蔡银莺,张安录 (2321)
问题讨论	
元谋干热河谷三种植被恢复模式土壤贮水及入渗特性·····	刘 洁,李贤伟,纪中华,等 (2331)
研究简报	
中微量元素和有益元素对水稻生长和吸收镉的影响·····	胡 坤,喻 华,冯文强,等 (2341)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 296 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 33 * 2011-04



封面图说:巴西热带雨林——美丽的巴西北部玛瑙斯热带雨林景观。位于南美洲的亚马逊河是世界上流域最广、流量最大的河流,孕育了世界面积最大的热带雨林,雨林中蕴藏着极丰富的生物资源。

彩图提供:中国科学院生态环境研究中心徐卫华博士 E-mail:xuweihua@rcees.ac.cn

江西大岗山地区 7—9 月降水量的重建与分析

乔磊¹, 王兵^{2,*}, 郭浩², 吴喜昌³, 周梅¹, 王志强⁴, 刘晓彬²,
夏良放⁵, 邓宗付⁵

(1. 内蒙古农业大学生态环境学院, 呼和浩特 010019;

2. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所国家林业局森林生态环境重点实验室, 北京 100091;

3. 江西分宜县林业局, 江西 336600; 4. 包头市石拐区林业局, 包头 014070;

5. 中国林业科学研究院亚热带林业实验中心, 江西分宜 336600)

摘要:根据江西大岗山地区 4 个采样点的马尾松年轮样本, 建立了本地区的综合年轮年表, 分析了马尾松径向生长与气候因子变化的相关及响应关系, 发现大岗山地区树木径向生长受生长季 7—9 月降水量影响较显著, 呈负相关关系。在响应分析的基础上, 首次重建了大岗山地区 1892 年以来 7—9 月的降水量, 交叉检验表明重建序列是可靠的。重建结果表明, 大岗山地区 7—9 月份降水变化在过去的 117a 中总体经历了 3 个偏干时期: 1895—1902 年, 1908—1926 年和 1944—1985 年, 和 3 个偏湿阶段: 1903—1907 年, 1927—1943 年及 1986—2008 年。重建的降水量序列在 1921 年, 1937 年及 1977 年发生明显的方差突变, 表明百年以来该地区降水量变化趋势存在阶段性变化。

关键词:马尾松; 树木年轮; 降水量; 江西大岗山

Reconstruction and analysis of July-September precipitation in Mt. Dagangshan, China

QIAO Lei¹, WANG Bing^{2,*}, GUO Hao², WU Xichang³, ZHOU Mei¹, WANG Zhiqiang⁴, LIU Xiaobin², XIA Liangfang⁵, DENG Zongfu⁵

1 College of Ecology and Environmental Science, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot Inner Mongolia 010019, China

2 State Forestry Administration Key Laboratory of Forest Ecology and Environment, Research Institute of Forest Ecology Environment Protection, Chinese Academy of Forestry Sciences, Beijing 100091, China

3 Fenxi County Forestry Administration, Jiangxi 336600, China

4 Shiguai County Forestry Administration, Baotou 014070, China

5 Experimental Center of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Fenxi 336600, China

Abstract: Tree ring chronologies have been used as a very good replaced reference for the climate flux in the research. Many academicians have already studied the climate change in the dry area of west and north China by using tree rings. Only a few works have been done in tropical and subtropical regions due to relative low sensitivity there. There are many ecological researches in Dagangshan State Forest Ecosystem Research Station in Jiangxi Province, it's very important to rebuild the history climate for the study in this area. So we selected the area for the study object.

According to tree-ring samples of *Pinus massoniana* from four sampling points in Dagang Mountain area, we have established a comprehensive tree-ring chronology in this region. The tree-ring width series were measured with LINTAN5 and its software TSAP (time series analysis presentations), and the measured tree-ring series were crossdated and quality-controlled with the software COFECHA. Using the ARSTAR software to get off the growing trend of trees, and then develop tree-ring width chronology. There are three different kinds of chronology were established, including standard chronology

基金项目:林业公益性行业科研专项(200804022E, 200804001); 国家自然科学基金重大课题(30590381); 国家林业局重点项目(2006-67); 江西大岗山国家级森林生态站资助项目(Grant No 2007-01)

收稿日期: 2010-03-26; 修订日期: 2010-10-11

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wangbing@caf.ac.cn

(STD), residual chronology (RES) and arstan chronology (ARS). Comparison of chronology statistics among these chronologies indicates that STD contains more climatic signal. Statistical analysis of STD showed mean series inter-correlation of 0.52, mean sensitivity of 0.27, and signal-to-noise of 25.70. And the tree-ring chronology was fit for the dendroclimatologic study.

After conducting an analysis to the related and response relationship between radial growth of *Pinus massoniana* and climate change-related factors, we found that the tree radial growth in Dagang Mountain area was significantly affected by the precipitation during the growing season from July to September, which showed a negative correlation. On the basis of response analysis, we have reconstructed the precipitation data which was proved to be reliable by the cross validation in July-September of every year since 1892 in Dagang Mountain area for the first time. The reconstructing results showed that the precipitation changes of July-September in past 117 years had been experienced generally 3 partial dry periods and 3 partial wet periods in Dagang Mountain area: 1895—1902, 1908—1926 and 1944—1985; 1903—1907, 1927—1943 and 1986—2008. In addition, the apparent mutation variance of the reconstructing precipitation sequence in 1921, 1977 and 1937, shows that there is a phase change existing in the precipitation change trend in the region for hundreds of years.

Key Words: *Pinus massoniana* Lamb; tree-rings; precipitation; Mt. Dagangshan

树木年轮以其定年准确、分辨率高、连续性强、轮宽测量精度高、地域分布广泛及重建精度高等特点^[1], 成为国际上研究过去全球变化的重要技术途径之一。对树木年轮的研究可以帮助人们更好地理解气候变化的特征和机理, 预测未来的气候变化趋势。目前世界上许多国家和地区都利用树木年轮资料重建气候要素的变化^[2-6], 但研究区域主要集中在干旱、半干旱、高寒及高海拔等气候限制地区, 而在树木缺乏清晰年轮或年轮宽度的逐年变化不大^[7], 或年轮变化受降水和温度条件的限制相对不敏感^[8]的暖湿地区, 树木年轮的研究存在一定局限性。国际上热带、亚热带地区树木年轮气候学的工作主要在印度尼西亚^[9]、南美洲^[3-4,10]和泰国^[11]等具有明显干湿季节变化的地区。我国则主要集中在四川^[12]、广东^[13-15]、江西^[8]、浙江^[16]、湖北^[17]等温暖湿润地区的树木年轮与气候因子的响应研究, 而利用树木年轮重建过去气候变化的研究甚少。

江西大岗山地处中亚热带地区, 气候温暖湿润, 且年内有明显的干湿季节, 从理论角度可以进行树木年轮学的研究。王兵等^[8]在该地区进行了树木年轮与气候变化的响应研究, 表明气候变化对树木生长的影响是非常显著的, 但因树龄较小没有进行过去气候变化的重建。本文利用百年以上的树木年轮宽度资料, 尝试恢复当地 117a 来 7—9 月的降水量, 并分析其百年以来降水的变化特征, 为当地历史时期气候变化研究提供基础数据与参考依据, 同时也填补该地区利用年轮资料重建气候要素变化的空白, 为当地长期生态学研究提供参考依据。

1 研究区概况

研究区位于江西省分宜县大岗山林区, 地理坐标为东经 114°30′—114°45′, 北纬 27°30′—27°50′。该区属于中亚热带季风湿润气候, 年平均降水量为 1590.9 mm, 降水主要集中在 4—6 月份, 占全年降水量的 44.6%, 年均蒸发量 1503.8mm。年均气温 18.2℃, 极端最高气温 39.9℃, 极端最低气温 -8.3℃, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温为 5355℃, 无霜期 269d。

由于长期严重的人为干扰, 大部分的原生森林都已被砍伐破坏, 只在保护区内保存有较完好的大片原生林和次生林。主要植被类型有天然次生常绿阔叶林、落叶阔叶林、各类针阔混交林、毛竹 (*Phyllostachys edulis* (Carr.) Ledaie.) 林以及大面积杉木 (*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.) 人工林。植被的垂直分布特点不很明显, 天然常绿阔叶林主要分布在海拔 600 m 以下, 针阔混交林和杉木人工林主要分布在海拔 800 m 以下^[18]。当地马尾松林主要分布在海拔 200—800m 范围内的各个山脊, 多于杉木、毛竹组成的针阔混交林, 森林郁闭度较高, 林下灌木有杜鹃 (*Rhododendron simsii* Planch)、通脱木 (*Tetrapanax papyrifer* (Hook.)) 等, 草本植物主要有四稜草 (*Schnabelia oligophylla* Hand.)、香果树 (*Emmenopterys henryi* Oliv) 及各种蕨类 (*Pteridium*

aquilinum)。主要土壤类型随海拔由低到高依次为:红壤、黄红壤、红黄壤、黄壤、黄棕壤。

2 材料与方法

2.1 树轮资料

根据当地林业部门的已有林地资料,结合调查当地林场实际保存资料和大树的实地踏查,取样地点设在大岗山林区,距“江西大岗山森林生态系统定位站”(国家级)25km 范围内,树种为马尾松(*Pinus massoniana* Lamb)。采样时间分别为 2008 年 8 月和 2009 年 3—4 月。各采样点情况如表 1 所示。

表 1 采样点概况
Table 1 General information of the sampling sites

采样点名称 Sampling site name	洋坑 YK	滚木岭 GML	年珠 NZ	阴坡岭 YPL
样本量 Samples/(株/芯)	30/54	21/40	28/46	26/47
海拔 Altitude/m	300	550	650	730
坡向 Aspect	ES	ES	WS	WS-WN
坡度 Slope/(°)	20—40	20—30	10—30	30—40
平均郁闭度 Canopy density	0.35	0.5	0.4	0.4
最大树龄 Max. age/a	136	110	135	124

2.2 年表的建立

按照树木年轮学的基本原理和方法^[19-20],将采集的样芯进行固定、打磨、交叉定年,使用精度为 0.001mm 的 LINTAB5 年轮测量仪进行了树轮宽度的量测。采用国际树木年轮库中的 COFECHA 程序^[21]对交叉定年结果进行质量检验,利用 ARSTAN 程序^[22]对这些样芯序列进行年表的建立。根据大岗山马尾松不同地点不同海拔的各个年表与气候变化的相关分析结果,将 4 个采样点的马尾松样本序列合并为一个综合年表,用于进行区域气候变化分析。合成综合年表时,剔除了时间序列较短、敏感度较低,且与主序列相关系数较低的影响年表质量的序列,最终建立综合年表信息(表 2,图 1)。

表 2 大岗山马尾松综合年表的主要特征参数及公共区间分析结果
Table 2 Statistics of the combined chronologies and common interval analysis for *Pinus massoniana* in Mt. Dagangshan

样本量 Samples	62		
年表长度 Chronology length	133		
公共区间 Common interval time span	1916—2007 年		
	STD	RES	ARS
平均敏感度 Mean sensitivity	0.1586	0.1864	0.1470
标准差 Standard deviation	0.2347	0.1651	0.2326
一阶自相关系数 Ord. 1 autocorrelation	0.6857	-0.0140	0.7070
树间平均相关系数 * Mean correlations between trees	0.358	0.320	—
信噪比 * Signal-to-noise ratio	25.702	23.435	—
样本总体代表性 * Agreement with population chron	0.963	0.959	—
第一主成分所占方差量 * Variance in first eigenvector	39.97%	34.28%	
Css >0.85 的最早年份(株数) Year SSS reaches 0.85 (Sample size)	1892(9)	1893(10)	

* 为共同区间(1916—2007 年)的分析结果

2.3 气象资料

本文所用的气象资料为距离大岗山林区最近的分宜县气象站(27°49'N,114°41'E,海拔 97.1 m)的器测资料。选取 1963—2007 年共 45a 的月平均气温、月平均最高温度、月平均最低温度和月总降水量。通过分宜气象站的多年气候变化趋势(图 2)可以看出:这一地区 7—8 月份是一年中的高温季节,降水量却明显减少,仅占全年降水量的 17%左右,4—6 月份的降水量大,几乎占全年总降水量的 44%。该地区 7—9 月份水热不

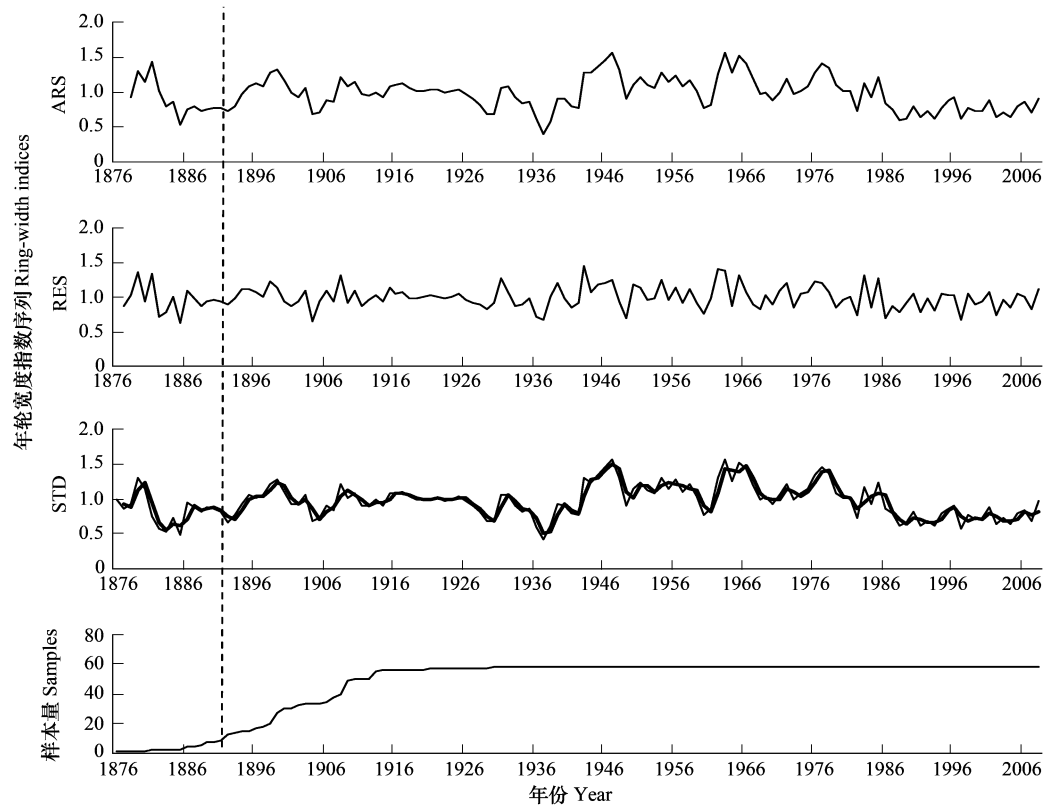


图1 大岗山马尾松综合年表

Fig. 1 The combined ring-width index chronology of *Pinus massoniana* in Mt. Dagangshan

黑色粗线是 3a 滑动平均

同期,存在着明显的干湿季节。

2.4 数据分析

通过树木生长与气候因子的相关分析和响应分析,确定所要重建的气候要素,通过对全年各个月份、不同月份组合及季节的气候要素数据与马尾松年轮宽度序列的相关分析,选取最佳的重建季节。利用交叉检验法^[23]对重建方程的稳定性进行检验,检验参数主要有符号检验、乘积平均值、误差缩减值等。采用滑动 t 检验的方法对重建序列进行突变检验^[23-24]。

3 降水量的重建与检验

3.1 年轮年表与气候因子的响应关系

综合考虑马尾松 STD 年表和 RES 年表与气候因子的相关分析及响应分析的结果,在江西大岗山地区,降水对马尾松的生长影响较显著,生长季 7—9 月份的降水量与马尾松 STD 年表的相关系数和响应系数较高(表 3),相关系数为 -0.557 ,达 0.001 的显著水平。我国广东地区的常绿阔叶树的研究^[15]也表明,在湿润地区降水是影响树木生长的主要因子。

大岗山分布的马尾松的生长季为 3—11 月^[25],其中 7—10 月为生长旺季,马尾松年轮宽度与当年 7—9 月份的降水量呈负相关。

从树木生理学的角度分析,7—9 月是树木生长的旺盛季节,生长季的高温可以延长树木生长期,有利于树木的光合作用,植物蒸腾作用不断增强,土壤蒸发也不断增大,但这一时期的降水在不断减少,高温少雨的

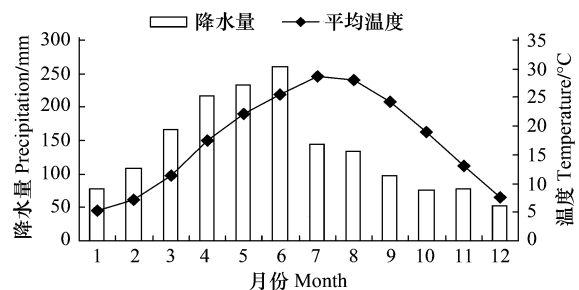


图2 大岗山地区 1963—2007 年月平均温度和月平均降水量

Fig. 2 The statistics of month average temperature and month total precipitation in Dagangshan area

天气对树木生长产生了水分胁迫作用,水分胁迫使气孔导度下降, CO_2 进入叶片受阻进而导致光合作用下降,故树木的生长与这一时期的降水呈负相关。由此可见,本研究所建立的标准化年表与降水量的关系是具有树木生理学意义的。通过单月分析,马尾松年轮宽度与当年 10 月份的降水量呈正相关,且相关系数较小。故本研究选取当年 7—9 月份的降水量进行重建。

表 3 大岗山马尾松 STD 年表与不同月份降水量的相关系数

Table 3 Correlation coefficients between combined standard chronology and precipitation in different months

指标 Index	春季 Spring (3—5 月)	夏季 Summer (6—8 月)	秋季 Autumn (9—11 月)	冬季 Winter (12—2 月)
相关系数 Coefficients	0.165	-0.295	-0.554 **	-0.279
指标 Index	3—4 月	4—5 月	5—6 月	6—7 月
相关系数 Coefficients	0.270	0.192	-0.098	-0.230
指标 Index	7—8 月	8—9 月	9—10 月	7—9 月
相关系数 Coefficients	-0.272	-0.601 **	-0.642 **	-0.557 **

* *: 置信区间超过 99% 的显著水平

3.2 降水量重建

在上述相关分析的基础上,建立了马尾松 STD 年表指数与当年 7—9 月份降水量的非线性回归方程:

$$Y = e^{(-0.308X + 5.115)}$$

式中, Y 是当年 7—9 月的降水量, X 为年轮宽度指数。

经交叉检验表明,重建方程的误差缩减值 $\text{RE} = 0.675$,重建序列与实测序列间的相关系数 r 为 0.569,超过 0.001 的显著性水平,而一阶差相关系数为 0.229,未达到 0.05 显著水平,这表明降水量重建序列与实测序列在高频变化上的一致性存在差异。乘积平均数检验值 t 为 3.607,超过 0.001 的显著性水平,年轮序列对降水量变化的方差解释量为 32.3%。检验结果表明,重建方程基本上是可靠的。另外,分宜气象站近 45a 来 7—9 月份降水量实测值的平均值为 125.277mm,标准差为 16.893,标准误差为 2.464,而根据重建方程重建的 45 年来的降水量平均值为 124.464mm,标准差为 10.089,标准误差为 1.472,可以看出,重建结果的标准误差比实测值小,表明重建结果是稳定的。

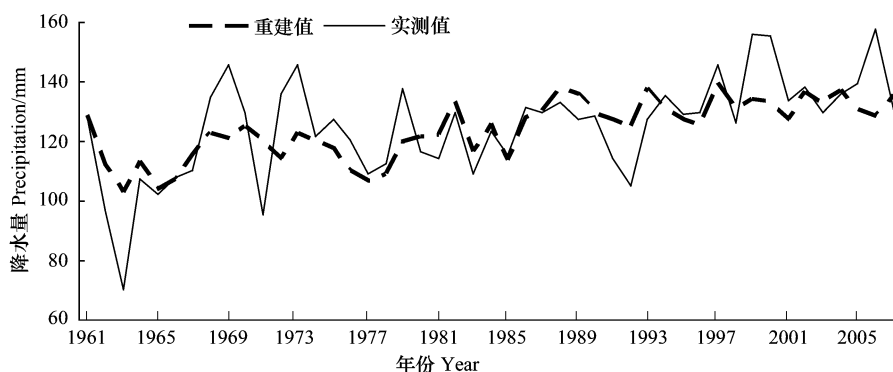


图 3 大岗山当年 7—9 月份降水量重建值与实际值比较

Fig. 3 Comparison between reconstructed and actual precipitation values from July and September in Mt. Dagangshan

从图 3 也可以看出,降水量的重建值与实测值也具有较好的同步性。总体上看,重建方程的各项检验参数均通过了检验水平,表明该重建方程是比较可靠的,可用于马尾松年轮指数对大岗山地区当年 7—9 月降水量的重建。根据重建方程,可以计算出各年生长季 7—9 月份的降水量,并以此方程重建 1892—2008 年江西大岗山地区 7—9 月份的月降水量(图 4)。

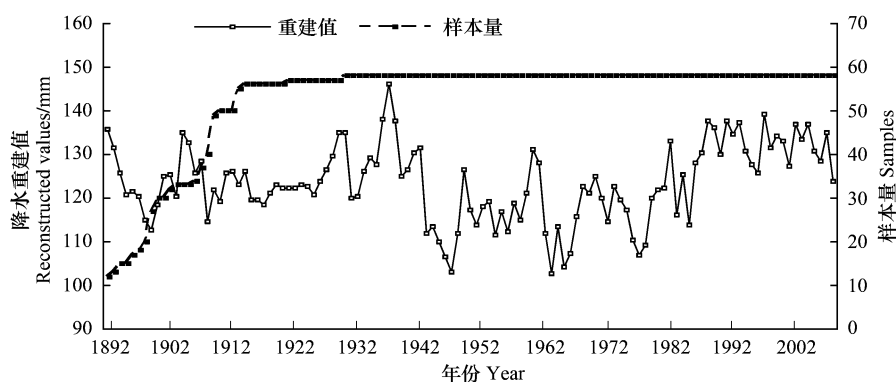


图 4 大岗山地区当年 7—9 月降水量重建序列及样本量曲线

Fig. 4 Reconstructed precipitation series from July to September in Mt. Dagangshan and the number of sampling

4 降水量重建序列的变化特征

4.1 干湿阶段分析

根据重建方程重建 1892 年以来大岗山地区 7—9 月降水量序列,并对该序列进行 3a 滑动平均以获取低频变化的信息(图 5)。之所以选取滑动步长为 3a,这是因为经该步长所获得的降水重建值与实测值之间的相关性最好,其显著水平超过 0.001。

图 5 中的粗线为大岗山地区重建降水量 3 年滑动平均后的曲线,如果以 3a 滑动平均值在多年平均值(123.47mm)以上时段为湿润期,以下时段为干旱期,则大岗山地区 7—9 月降水量在过去的 100 多年中大体经历了 3 个偏干和 3 个偏湿阶段。其中,1895—1902 年偏干,1903—1907 年偏湿,1908—1926 年偏干,1927—1943 年偏湿,1944—1985 年偏干,1986—2008 年偏湿。

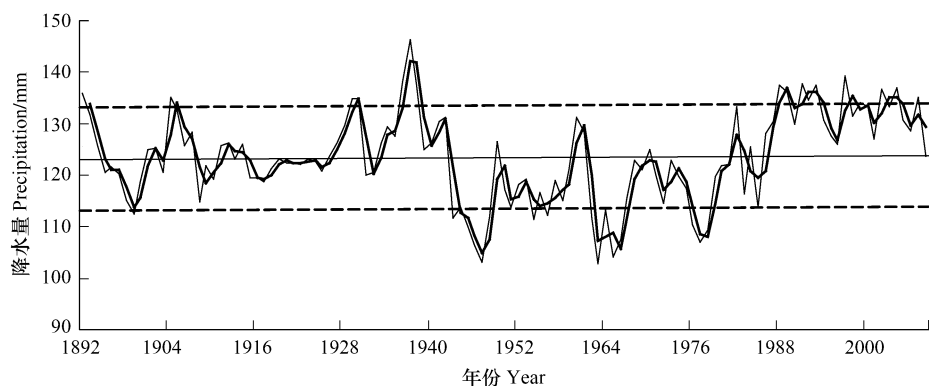


图 5 大岗山地区 7—9 月份月降水量重建序列

Fig. 5 Reconstructed precipitation in Mt. Dagangshan during the period from July to September

直线为平均值($M=123.5$),虚线为标准差($\sigma=8.82$);细曲线为重建的逐年降水量值,粗曲线为 3a 滑动平均值

从降水量偏湿时期的平均值来看,平均值的最大值出现在 1937 年,值为 146.25mm,比近 47a 来该时段实测降水(123.47mm)偏高 22.78mm;从降水量偏干时期的平均值来看,平均值的最小值出现在 1963 年,值为 102.66mm,比近 47a 来该时段降水偏低 43.59mm。最长的偏湿时期为 1986—2008 年,持续了 23a,平均降水量为 132.46,比近 47a 来该时段实测降水量偏高 7.3%;而最长的偏干时期为 1944—1985 年,持续了 42a,平均降水量为 116.47mm,比近 47a 来该时段月平均温度偏低 5.7%。

4.2 降水量的突变分析

本研究采用滑动 t 检验的方法对大岗山 7—9 月降水量的重建序列进行了突变检验。结果表明,大岗山地区 7—9 月降水量在 1921 年,1937 年及 1977 年发生明显的方差突变,表明百年以来该地区降水量变化趋势

存在阶段性变化。1921 年以前,降水量的波动幅度较小,1921—1937 年降水量的增长幅度较大且呈现十几年的年际波动特点,而在 1937 年前后降水量发生了由多向少的突变,在 1979 年前后,降水量又发生了由少向多的突变。

表 4 大岗山 7—9 月降水量发生突变的年份

Table 4 The years of abrupt change in the reconstructed precipitation series in in Mt. Dagangshan during the period from July to September

滑动步长 Slide step/a	突变年份 Abrupt change years		
10	1921	1938	1979
15	1921	1938	1977
20	1921	1937	1977
25	1918	1937	1977
30		1936	1977
35		1936	
最强突变点 Year of the strongest abrupt change	1921	1937	1977
突变方向 Abrupt change direction	由少变多	由多变少	由少变多

5 讨论与结论

5.1 讨论

目前,在我国热带、亚热带湿润地区开展树木年轮气候学的研究较少。江西大岗山林区地处中亚热带季风湿润气候区,森林郁闭度较大,树木之间的干扰较大,而且根据调查很多树种的年轮不清晰,不易分辨。马尾松大多生长在各个山脊,树木之间的干扰较少,而且年轮清晰,非常适合于树木年轮气候学的研究,故本研究仅选择了当地优势树种之一——马尾松作为研究对象。大岗山林区树种丰富,而且不同树木之间的生长模式不同,其他树种是否能更敏感、准确的反映气候的变化,需要进一步的研究。

由于江西大岗山林区缺乏过去的气候记录,建国后气象站点多分布于交通便利的县城,距林区较远且海拔高度的差异也较大,气象站点的气候资料在反映林区的气候特征时具有一定的差异,影响树木年轮宽度序列与气候因子的相关系数,导致重建序列的方差解释量较小,可能使重建结果的精确度受到影响。

本文中马尾松径向生长和气候因子的相关关系与该地区樟树的径向生长和气候因子的相关关系^[8]的结果较不一致。这可能是因为马尾松属于针叶树种,喜光,较耐旱,主要生长在海拔较高的山脊上,对水分的要求不是很高;而樟树属于阔叶树种,主要生长在河边附近,对水分的要求较高。两种不同的生理特性对气候因子的需求不同,导致相同的气候因子对各自的生长产生不同的影响结果。

近百年来华东地区降水在 20 世纪 50 年代初达一高峰期,50 年代末至 60 年代开始减少,60 年代末后波动中略有上升,70 年代中后期达最低值,80 年代后开始上升^[26]。本研究也得出了相似结果。钱君龙等^[16]在浙江天目山地区的研究表明,20 世纪 20 年代降水达到高峰,而 19 世纪 90 年代至 20 世纪初及 20 世纪 50—70 年代为降水低值期。此外,20 世纪 80 年代后夏季降水量显著增加。本文得出的结论与钱君龙等的结论一致。以上研究表明江西大岗山地区重建降水量序列的干湿阶段是比较可靠的。

5.2 结论

本文利用江西大岗山林区的树木年轮资料,重建该地区百年以来的气候变化,并分析其变化特征。通过研究,得出以下几点结论:

(1)通过马尾松标准化年轮年表与气候要素的相关分析和响应分析得出,在江西大岗山地区,秋季降水对马尾松的生长影响较显著,尤其是与当年 7—9 月降水量相关显著,相关系数为-0.557,达 0.001 的显著水平,且具有明确的树木生理学意义。这一结果与雷静品等^[17]对三峡库区马尾松的研究结果较一致。

(2)首次利用区域综合年表重建了当地 1892 年以来的 7—9 月降水量,经交叉检验表明,重建序列是比较稳定的,重建的结果是可靠的,在江西大岗山地区进行树木年轮气候学是可行的。该序列的重建,可以为当地生态学的研究提供基础数据。

(3)重建结果表明,大岗山地区 7—9 月份的降水变化在过去的 117 年中经历了 3 个偏干时期:1895—1902 年,1908—1926 年和 1944—1985 年,和 3 个偏湿阶段:1903—1907 年,1927—1943 年及 1986—2008 年。重建的降水量序列在 1921 年,1937 年及 1977 年发生明显的方差突变,表明百年以来该地区降水量变化趋势存在阶段性变化。

致谢:数据处理得到中国科学院植物研究所张齐兵研究员及其团队的帮助和指导,特此致谢。

References:

- [1] Shao X M. Advancements in dendrochronology. *Quaternary Sciences*, 1997, (3): 265-271.
- [2] Cook E, Bird T, Peterson M, Barbetti M, Buckley B, D'Arrigo R, Francey R, Tans P. Climatic change in Tasmania inferred from a 1089-year tree-ring chronology of huon pine. *Science*, 1991, 253(5025): 1266-1268.
- [3] Cleaveland M K, Stahle D W, Therrell M D, Villanueva-Diaz J, Burns B T. Tree-ring reconstructed winter precipitation and tropical teleconnections in Durango, Mexico. *Climatic Change*, 2003, 59(3): 369-388.
- [4] Miller D L, Mora C I, Grissino-Mayer H D, Mock C J, Uhle M E, Sharp Z. Tree-ring isotope records of tropical cyclone activity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2006, 103(39): 14294-14297.
- [5] Zielonka T, Holeksa J, Ciapała S. A reconstruction of flood events using scarred trees in the Tatra Mountains, Poland. *Dendrochronologia*, 2008, 26(3): 173-183.
- [6] Liu Y, Bao G, Song H M, Cai Q F, Sun J Y. Precipitation reconstruction from Hailar pine(*Pinus sylvestris* var. *mongolica*) tree rings in the Hailar region, Inner Mongolia, China back to 1865 AD. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2009, 282(1/4): 81-87.
- [7] Buckley B M, Duangsathaporn K, Palakit K, Butler S, Syhapanya V, Xaybouangeun N. Analyses of growth rings of *Pinus merkusii* from Lao P. D. *R. Forest Ecology and Management*, 2007, 253(1/3): 120-127.
- [8] Wang B, Gao P, Guo H, Leng L. Responses of tree-ring width of *Cinnamomum camphora* to climate change in Dagangshan forest area of Jiangxi Province. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2009, 20(1): 71-76.
- [9] D'Arrigo R D, Jacoby G C, Krusic P J. Progress in dendroclimatic studies in Indonesia. *Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences*, 1994, 5(3): 349-363.
- [10] Villalba R, Grau H R, Boninsegna J A, Jacoby G C, Ripalta A. Tree-ring evidence for long-term precipitation changes in subtropical South America. *International Journal of Climatology*, 1998, 18(13): 1463-1478.
- [11] Buckley B M, Palakit K, Duangsathaporn K, Sanguantham P, Prasomsin P. Decadal scale droughts over northwestern Thailand over the past 448 years: links to the tropical Pacific and Indian Ocean sectors. *Climate Dynamics*, 2007, 29(1): 63-71.
- [12] Sun F, Zhong Z C. Relationship between tree ring growth of *Gordonia acuminta* and climatic factors in Mt. Jinyun. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1999, 10(2): 151-154.
- [13] Sun Y R, Cui H T, Mu Z G, Liu H Y, Li P R, Liu Y L, Tan H Z. The $\delta^{13}\text{C}$ sequence of *Cinnamomum camphora* tree ring α -cellulose in Yangchun County, Guangdong Province, and its relationship with the El Nino event. *Acta Geoscientica Sinica*, 2003, 24(6): 505-510.
- [14] Hou A M, Zhou G Y, Peng S L. Relationship between climatic factors and radial growth of *Pinus massoniana* in Dinghushan Mountain. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2003, 14(4): 637-639.
- [15] Xing Q R, Liu H Y, Sun Y R, Cui H T, Dai J H, Li P R, Tan H Z. Response of contemporary tree ring width of *Cinnamomum camphora* to climate change in Yangchun, Guangdong Province. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(9): 2077-2080.
- [16] Qian J L, Wang S M, Lu J, Tu Q P. Reconstruction of climatic change in Tianmu Mountains area over past 160 years by using $\delta^{13}\text{C}$ values in tree ring. *Science China (Series D)*, 2001, 31(4): 333-341.
- [17] Lei J P, Xiao W F, Huang Z L, Zeng L X. Responses of ring width of *Pinus massoniana* to the climate change at different elevations in Zigui County, Three-Gorge Reservoir Area. *Scientia Silvae Sinicae*, 2009, 45(2): 33-39.
- [18] Wang B, Cui X H, Li H J, Bai X L. Analysis of regional meteorological factors for dagangshan forest ecosystem research station. *Forest Research*, 2002, 15(6): 693-699.
- [19] Fritts H C. *Tree Rings and Climate*. New York: Academic Press, 1976: 249-250.
- [20] Wu X D. *Tree-Ring and Climate Change*. Beijing: Meteorology Press, 1990: 1-87.
- [21] Holmes R L. Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement. *Tree-Ring Bulletin*, 1983, 43: 69-75.
- [22] Cook E R, Peters K. The smoothing spline a new approach to standardizing forest interior tree-ring width series for dendroclimatic studies. *Tree-Ring Bulletin*, 1981, 41: 45-53.

- [23] Li J F. Dendrohydrology Research and Its Application. Beijing: Science Press, 2000: 55-158.
- [24] Li J Q, Niu S K. Forest Ecology. Beijing: Higher Education Press, 2006: 88-108, 484-502.
- [25] He Q T. Chinese Forest Meteorology. Beijing: Chinese Forestry Press, 2000: 279-287.
- [26] Wang B M. The Analysis of Trends Change about Standard Serial of Precipitation in China. Beijing: Meteorology Press, 1996: 200-206.

参考文献:

- [1] 邵雪梅. 树轮年代学的若干进展. 第四纪研究, 1997, (3): 265-271.
- [8] 王兵, 高鹏, 郭浩, 冷冷. 江西大岗山林区樟树年轮对气候变化的响应. 应用生态学报, 2009, 20(1): 71-76.
- [12] 孙凡, 钟章成. 缙云山四川大头茶树木年轮生长动态与气候因子关系的研究. 应用生态学报, 1999, 10(2): 151-154.
- [13] 孙艳荣, 崔海亭, 穆治国, 刘鸿雁, 李平日, 刘玉琳, 谭惠忠. 广东现代樟树树轮纤维素的碳同位素与厄尔尼诺事件的关系. 地球学报, 2003, 24(6): 505-510.
- [14] 侯爱敏, 周国逸, 彭少麟. 鼎湖山马尾松径向生长动态与气候因子的关系. 应用生态学报, 2003, 14(4): 637-639.
- [15] 邢秋茹, 刘鸿雁, 孙艳荣, 崔海亭, 戴君虎, 李平日, 谭惠忠. 广东阳春现代樟树树轮宽度变化及其对气候因子的响应. 生态学报, 2004, 24(9): 2077-2080.
- [16] 钱君龙, 王苏民, 吕军, 屠其璞. 用树轮 α -纤维素 $\delta^{13}\text{C}$ 重建天目山地区近 160 年气候. 中国科学(D 辑), 2001, 31(4): 333-341.
- [17] 雷静品, 肖文发, 黄志霖, 曾立雄. 三峡库区秭归县不同海拔马尾松径向生长对气候的响应. 林业科学, 2009, 45(2): 33-39.
- [18] 王兵, 崔向慧, 李海静, 白秀兰. 大岗山森林生态站区气象要素分析. 林业科学研究, 2002, 15(6): 693-699.
- [20] 吴祥定. 树木年轮与气候变化. 北京: 气象出版社, 1990: 1-87.
- [23] 李江风. 树木年轮水文学研究与应用. 北京: 科学出版社, 2000: 55-158.
- [24] 李俊清, 牛树奎. 森林生态学. 北京: 高等教育出版社, 2006: 88-108, 484-502.
- [25] 贺庆棠. 中国森林气象学. 北京: 中国林业出版社, 2000: 279-287.
- [26] 王伯民. 我国降水标准序列的趋势变化分析. 北京: 气象出版社, 1996: 200-206.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 8 April, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

The relationship between <i>Populus euphratica</i> 's radial increment and groundwater level at the lower reach of Tarim River	AN Hongyan, XU Hailiang, YE Mao, et al (2053)
Influence of elevation factor on soil profile texture configuration: a case study of the alluvial plain of Fengqiu County	TAN Manzhi, MI Shuxiao, LI Kaili, et al (2060)
Effects of ozone on AsA-GSH cycle in soybean leaves	WANG Junli, WANG Yan, ZHAO Tianhong, et al (2068)
The effects of physical and chemical factors on the growth and lipid production of <i>Chlorella</i>	ZHANG Guiyan, WEN Xiaobin, LIANG Fang, et al (2076)
Response of net productivity of masson pine plantation to climate change in North Subtropical Region	CHENG Ruimei, FENG Xiaohui, XIAO Wenfa, et al (2086)
Soil respiration of <i>Zoysia matrella</i> turfgrass in subtropics	LI Xibo, YANG Yusheng, ZENG Hongda, et al (2096)
Effect of UV-B radiation on the leaf litter decomposition and nutrient release of <i>Pinus massoniana</i>	SONG Xinzhang, ZHANG Huiling, JIANG Hong, et al (2106)
Physiological ecological effect of endophyte infection on <i>Achnatherum sibiricum</i> under drought stress	HAN Rong, LI Xia, REN Anzhi, et al (2115)
Zinc Tolerance and Accumulation Characteristics of <i>Armillaria mellea</i>	ZHU Lin, CHENG Xianhao, LI Weihuan, et al (2124)
Expansion strategies of <i>Caragana stenophylla</i> in the arid desert region	ZHANG Jianhua, MA Chengchang, LIU Zhihong, et al (2132)
Effects of mixed plant residues from the Loess Plateau on microbial biomass carbon and nitrogen in soil	WANG Chunyang, ZHOU Jianbin, XIA Zhimin, et al (2139)
Survival strategy of <i>Stipa krylovii</i> and <i>Agropyron cristatum</i> in typical steppe of Inner Mongolia	SUN Jian, LIU Miao, LI Shenggong, et al (2148)
Spatial distribution of arbuscular mycorrhizal fungi in <i>Salix psammophila</i> root-zone soil in Inner Mongolia desert	HE Xueli, YANG Jing, ZHAO Lili (2159)
An experimental study on the the effects of different diurnal warming regimes on single cropping rice with Free Air Temperature Increased (FATI) facility	DONG Wenjun, DENG Aixin, ZHANG Bin, et al (2169)
Endophytic bacterial diversity in <i>Achnatherum inebrians</i> by culture-independent approach	ZHANG Xuebing, SHI Yingwu, ZENG Jun, et al (2178)
Hierarchical Partial Least Squares (Hi_PLS) model analysis of the driving factors of Henan's Ecological Footprint (EF) and its development strategy	JIA Junsong (2188)
Evaluation on spatial distribution of soil salinity and soil organic matter by indicator Kriging in Yucheng City	YANG Qiyong, YANG Jinsong, YU Shipeng (2196)
The toxicity of lupeol of <i>Inula britannica</i> on <i>Tetranychus cinnabarinus</i> and its effects on mite enzyme activity	DUAN Dandan, WANG Younian, CHENG Jun, et al (2203)
Abundance and biodiversity of ammonia-oxidizing archaea and bacteria in littoral wetland of Baiyangdian Lake, North China	YE Lei, ZHU Guibing, WANG Yu, et al (2209)
Changes of leaf water potential and water absorption potential capacities of six kinds of seedlings in Karst mount area under different drought stress intensities: Taking six forestation seedlings in karst Mountainous region for example	WANG Ding, YAO Jian, YANG Xue, et al (2216)
Comparison of structure and species diversity of <i>Eucalyptus</i> community	LIU Ping, QIN Jing, LIU Jianchang, et al (2227)
Ecosystem services valuation of the Haihe River basin wetlands	JIANG Bo, OUYANG Zhiyun, MIAO Hong, et al (2236)
Effects of <i>Phragmites australis</i> on methane emission from a brackish estuarine wetland	MA Anna, LU Jianjian (2245)
Genetic differentiation and the characteristics of uptake and accumulation of lead among <i>Camellia sinensis</i> populations under different background lead concentrations of soils in Yunnan, China	LIU Shengchuan, DUAN Changqun, LI Zhenhua, et al (2253)
Comparison of zooplankton lists between <i>Coilia mystus</i> food contents and collections from the Yangtze River Estuary & Hangzhou Bay	LIU Shouhai, XU Zhaoli (2263)
Reconstruction and analysis of July-September precipitation in Mt. Dagangshan, China	QIAO Lei, WANG Bing, GUO Hao, et al (2272)
Analysis on economic and ecological benefits of no-tillage management of <i>Carya cathayensis</i>	WANG Zhengjia, HUANG Xingzhao, TANG Xiaohua, et al (2281)
GIS-based analysis of the accessibility of urban forests in the central city of Guangzhou, China	ZHU Yaojun, WANG Cheng, JIA Baoquan, et al (2290)
Review and Monograph	
Impact factors and uncertainties of the temperature sensitivity of soil respiration	YANG Qingpeng, XU Ming, LIU Hongsheng, et al (2301)
The advance of allometric studies on plant metabolic rates and biomass	CHENG Dongliang, ZHONG Quanlin, LIN Maozi, et al (2312)
Practice and the research progress on eco-compensation for cultivated land	MA Aihui, CAI Yinying, ZHANG Anlu (2321)
Discussion	
Soil water holding capacities and infiltration characteristics of three vegetation restoration models in dry-hot valley of Yuanmou	LIU Jie, LI Xianwei, JI Zhonghua, et al (2331)
Scientific Note	
Effects of secondary, micro- and beneficial elements on rice growth and cadmium uptake	HU Kun, YU Hua, FENG Wenqiang, et al (2341)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1~9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任:孔红梅

执行编辑:刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 8 期 (2011 年 4 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 8 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元