

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3142.2014.02.025

陆燕梅,徐柄光,沈有信. 云南石林地区喀斯特山地萌生团花新木姜子年轮特征与环境因子的关系[J]. 广西植物,2014,34(2):276—280

Lu YM, Xu BG, Shen YX. *Neolitsea homilantha*'s tree-ring characteristics and its relationship with environment factors in Shilin karst region, Yunnan Province[J]. *Guihaia*, 2014, 34(2):276—280

# 云南石林地区喀斯特山地萌生团花 新木姜子年轮特征与环境因子的关系

陆燕梅<sup>1</sup>, 徐柄光<sup>2</sup>, 沈有信<sup>1\*</sup>

(1. 中国科学院 西双版纳热带植物园, 昆明 650223; 2. 云南省宜良县植保植检站, 昆明 652100)

**摘要:** 树木年轮记录着树木生长过程中气候和环境因子的变化。该文采用树木年轮分析方法研究云南石林地区萌生生长的团花新木姜子树干年轮特征与环境因子之间的相互关系。结果表明:团花新木姜子萌生个体具有显著的差异性;其不同样树之间年轮宽度和年轮指数变化幅度较大,随着基径的增大,年轮指数与年轮宽度也逐渐增大;年轮指数与雨季降水呈正相关,而与干季降水和5、6、11和12月的温度呈负相关,但相关性均未达到显著水平。这表明退化迹地上萌生生长的团花新木姜子个体对降水和温度年间变化有较强适应能力和个体调节能力。

**关键词:** 年轮宽度; 年轮指数; 环境因子; 喀斯特; 团花新木姜子

中图分类号: Q948 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2014)02-0276-05

## *Neolitsea homilantha*'s tree-ring characteristics and its relationship with environment factors in Shilin karst region, Yunnan Province

LU Yan-Mei<sup>1</sup>, XU Bing-Guang<sup>2</sup>, SHEN You-Xin<sup>1\*</sup>(1. *Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, CAS, Kunming 650223, China*; 2. *Yiliang Plant Protection and Testing Station, Kunming 652100, China*)

**Abstract:** Tree-ring records changes of climate and environmental factors in the process of growth. Some plants can survive over the rocky desertification process own to their sprouting ability. Tree ring of *Neolitsea homilantha* in Shilin karst region. The relationship between sprouter growth and environment factors were investigated in Yunnan Province. The results were as follows: Individuals of *N. homilantha* was significantly different from each other; The ring width and ring index of *N. homilantha* had large variations between different sample trees, and the ring width and ring index were increased in association with basal diameter increases; The ring index of *N. homilantha* was positively correlated with precipitation of the rain season, while it was negatively correlated with precipitation of the dry season, and it was also negatively correlated with temperature of May, June, November and December. But all of the relationships were not statistically significant. These results indicated that the sprouters of *N. homilantha* had high capability to adapt to the rain and temperature variation, and thus tenaciously survive in the rocky desertification area.

**Key words:** Tree-ring width; tree-ring index; environmental factors; karst; *Neolitsea homilantha*

收稿日期: 2013-07-06 修回日期: 2013-11-25

基金项目: 中国科学院“西部之光”项目

作者简介: 陆燕梅(1988-), 女, 云南曲靖人, 硕士, 主要从事植物生态与恢复生态学研究, (E-mail) luyanmei@xtbg.ac.cn.

\*通讯作者: 沈有信(1966-), 男, 博士, 主要从事退化生态系统的研究与恢复工作, (E-mail) yxshen@xtbg.ac.cn.

喀斯特石漠化是土地荒漠化的主要类型之一,是指在亚热带脆弱的喀斯特环境背景下,受人类不合理社会经济活动的干扰破坏,造成土壤严重侵蚀,基岩大面积裸露,土地生产力严重下降,地表出现类似荒漠景观的土地退化过程(王世杰等,2002)。植物在喀斯特地区生长受到温度、水分、养分等环境因素的影响。树木的年轮不仅记录着自身的年龄,还记录着树木生长过程中所经历的气候和环境变化过程(黄荣凤等,2002)。

不同物种、不同的区域,树木生长的影响因子差异很大。潘复静等(2012)对喀斯特青冈栎年轮和环境因子的研究表明,青冈的生长可能是由于受到温度变化的影响,同时降雨量和日照时数的变化也影响着青冈的年轮特征。Briffa *et al.*(1998)发现,树木年轮的数据与北半球大气温度的变化显著相关。Iverson *et al.*(1998)通过分析美国加利福尼亚的树木年轮资料,得出了水分供应是高纬度地区森林生长的主要限制因子这一结论。一些植物具有很强的适应能力,能在石漠化过程中顽强地生存下去,并且在干扰减弱后依托残桩萌生重新占领退化迹地(俞筱押等,2007; Shen *et al.*, 2011)。但是,目前对此类再萌生植物与喀斯特环境相互作用的文献报道甚少,再生植物的年轮与生境之间的相互作用关系的研究更是缺乏。

本文以云南石林喀斯特退化区的萌生团花新木姜子(*Neolitsea homilantha*)为对象,通过建立植物个体年轮生长的时间模型,计算年轮指数,揭示其生长与气候因子之间的关系,揭示萌生植物在喀斯特区域的适应能力,筛选适宜的喀斯特退化迹地修复植物、揭示修复机理奠定基础。

## 1 研究区概况

研究地区位于云南昆明石林世界地质公园,为典型的喀斯特地貌,地理位置为  $103^{\circ}15' \sim 103^{\circ}29' E$ ,  $24^{\circ}40' \sim 24^{\circ}56' N$ ,海拔范围为 1 700~1 950 m。石林属于亚热带季风气候,年平均气温为  $15.6^{\circ}C$ ,最高月平均气温为  $25.3^{\circ}C$ ,最低月平均气温为  $8.2^{\circ}C$ 。全年分为干、湿两季,5—10 月为雨季,11 月至次年 4 月为干季,年平均降雨量为 947.9 mm,年平均无霜期为 252 d,年辐射总量为  $5\ 644 MJ/m^2$ ,年日照时数为 2 318 h(图 1)。

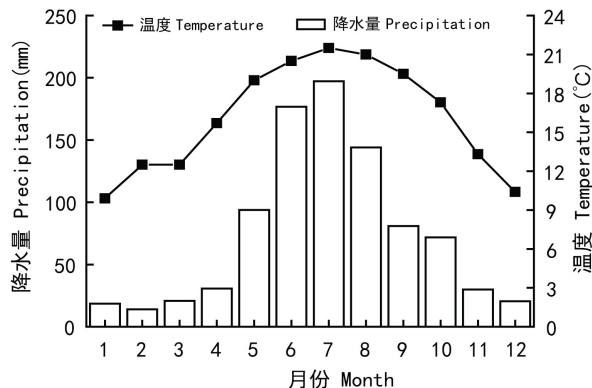


图 1 研究地区月均温度、降水量变化(1997—2012 年)  
Fig. 1 Changes of monthly temperature and precipitation in study area(1997—2012)

## 2 材料与方法

### 2.1 实验材料

团花新木姜子(*Neolitsea homilantha*),樟科,乔木或灌木。产于云南、西藏,生于潮湿的沟边杂林中或石灰岩山地灌丛中,海拔为 1 200~2 000 m(中国科学院中国植物志编辑委员会,1999)。该植物为云南石林的地带性半湿润常绿阔叶林的优势树种,超过 70%的个体在次生林里能产生萌生茎干(沈有信,2006; Shen *et al.*, 2011)。气象资料来源于石林县气象局。

### 2.2 样品采集与处理

2013 年 1 月,在石林保护区及其周围寻找园林管护或是其他人工砍伐后的团花新木姜子新鲜木桩,以确保其最后生长年份为 2012 年。截取距地面 20 cm 高的不同径级圆盘 25 个,分别放入封口袋中带回实验室,阴干,刨平表面,用粗砂纸磨去锯痕,再用细砂布磨光表面,直至解析木表面发光、发亮。

### 2.3 数据整理与分析

用高分辨率扫描仪(Microtek, i800 Plus, 上海中晶科技有限公司)获取树木年轮图像,用万深 LA-S 植物年份分析系统(杭州,万深)分析图像,依次测定各圆盘的相关指标,剔除不清晰序列,最终保留 21 个样本,样本年轮范围为 1997~2012 年。

根据团花新木姜子年轮生长序列特征,选用对数方程拟合年轮生长过程。拟合方程为  $Y_i = a \ln x + b$ 。式中,  $Y_i$  代表年轮生长值,  $x$  代表树木的年龄,  $a$  和  $b$  是系数。

年轮指数是年轮生长实际宽度与该树种年生长

期望值的比值,计算公式为  $I_t = W_t / Y_t$ 。式中,  $W_t$  为实际测量的年轮宽度,  $Y_t$  为预计生长的年轮宽度,通过生长模型来计算。

敏感度指的是树木年轮宽度的逐年变化状况,代表了树木对气候因子变化的敏感性大小。一般认为,样本的年轮宽窄变化越大,所取得的材料对环境变化的反应越敏感。计算公式为  $S = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} \left| \frac{2(X_{i+1} - X_i)}{X_{i+1} + X_i} \right|$ 。式中,  $X_i$  为第  $i$  个年轮宽度值;  $X_{i+1}$  为第  $i+1$  个年轮宽度值;  $n$  为样本的年轮数。

变异系数是用来表示数据围绕平均数的相对变动程度,没有量纲,计算公式为  $CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$ ,式中:

$S$  为标准差;  $\bar{X}$  为平均值。

建立团花新木姜子年轮宽度和年轮指数与基径的线性回归关系,不同年龄序列的生长对数方程回

归,年轮指数的模拟运算,年轮指数与气候因子的 Pearson 相关关系分析等通过 SPSS17.0 软件完成; Origin 8.5 作图。

### 3 结果与分析

#### 3.1 团花新木姜子的年轮特征

团花新木姜子的早材面积、晚材面积、年轮面积的变异系数较大(表 1)。其中,晚材面积变异系数最大(37.50%);晚材率的变异系数最小(0.16%),其次是晚材宽度、年轮宽度,说明所获得的团花新木姜子不同个体间差异较大。

不同样树之间的平均年轮宽度和平均年轮指数变化幅度较大,且年轮指数差异达到了显著水平 ( $P < 0.05$ )。年轮指数随着基径的增大而增大,基径越大,年轮指数也越大。年轮宽度虽然变化不显著,但是也随着基径的增大而变大(图 2)。

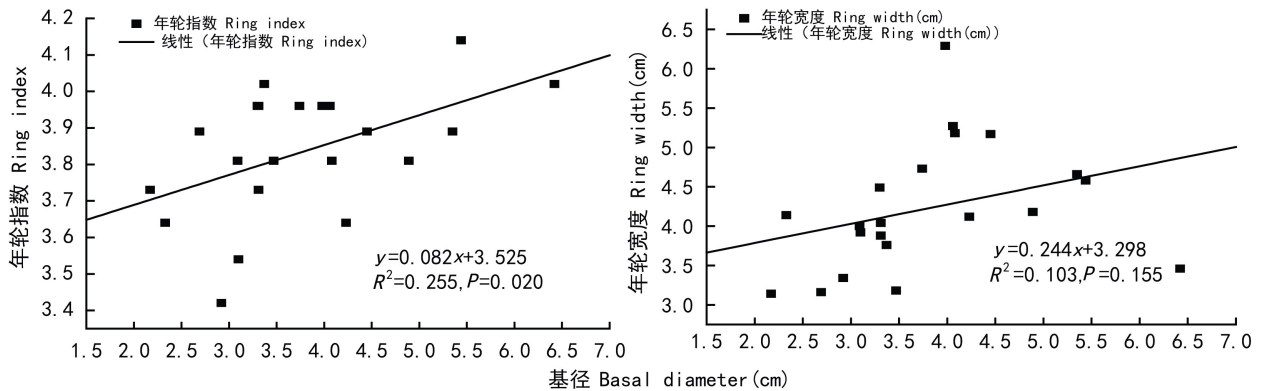


图 2 团花新木姜子年轮宽度和年轮指数与基径的相关关系

Fig. 2 Correlation between ring width, ring index and basal diameter of *Neolitsea homilantha*

团花新木姜子实测年轮宽度和年轮指数随着年份的变化出现不同的变化,二者在 1998 年出现比较明显的上升,1999 年和 2010 年出现下降(图 3)。模拟回归表明,该年轮生长 ( $Y_t$ ) 与树木的年龄 ( $x$ ) 之间的关系符合对数生长模型,  $Y_t = 0.868 \ln x + 1.703$  ( $R^2 = 0.614, P = 0.0003$ )。

#### 3.2 年轮指数与重要气候因子的相关性分析

3.2.1 与月降水总量的相关关系 年轮敏感度的区间范围为  $0 \leq S \leq 2$ ,实际统计计算中,平均敏感度的取值通常在 0.10~0.60 之间。从图 4 中可以看出,21 个样本的敏感度变动于 0.19~0.89 之间,表明样本的年轮序列可以很好地反映团花新木姜子与气候因子的相互作用关系。

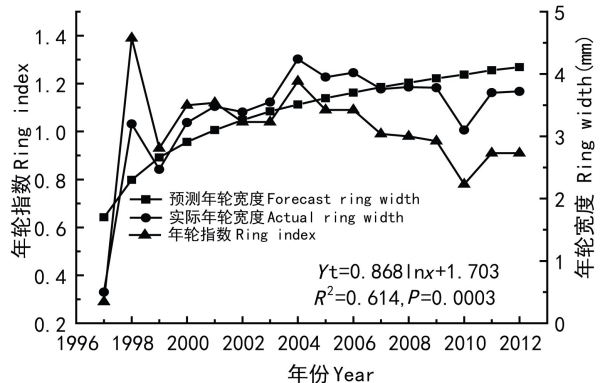


图 3 团花新木姜子年轮宽度和年轮指数的逐年变化

Fig. 3 Change of *Neolitsea homilantha* ring width and ring index in different years

表 1 年轮组成成分统计分析结果

Table 1 Statistical analysis of composition of the rings

指标 Index	最大值 Max	最小值 Min	平均值 Mean	标准偏差 Standard deviation	变异系数 Coefficient of variation (%)
基径 Basal diameter (cm)	6.416	2.174	3.79	1.07	28.23
年轮宽度 Ring width (mm)	4.90	2.47	3.75	0.80	21.33
晚材率 Summer wood percentage (%)	40.13	20.36	30.84	0.05	0.16
早材宽度 Spring wood width (mm)	3.80	1.61	2.62	0.68	25.95
晚材宽度 Summer wood width (mm)	1.72	0.78	1.14	0.22	19.30
早材面积 Spring wood area (cm <sup>2</sup> )	1.52	0.42	0.87	0.32	36.78
晚材面积 Summer wood area (cm <sup>2</sup> )	0.87	0.17	0.40	0.15	37.50
年轮面积 Ring area (cm <sup>2</sup> )	2.40	0.65	1.27	0.45	35.43

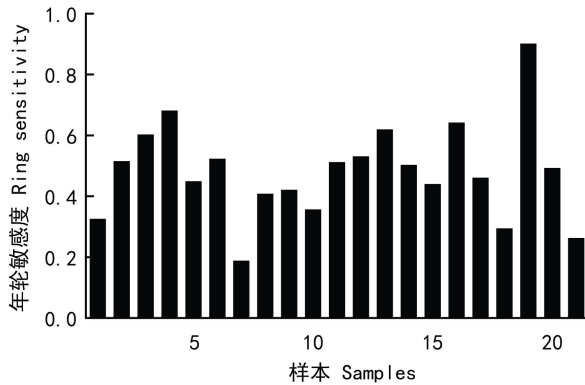


图 4 团花心木姜子样本的敏感度

Fig. 4 The ring sensitivities of *Neolitsea homilantha*

进一步的相关分析表明,团花新木姜子年轮指数在生长季前期(2~4月)与降水量呈现负相关关系,与生长季后中期(5、6、8、10月份)的降水量呈现正相关关系(图5),但这些相关关系均未达到统计检验显著水平。

**3.2.2 与月温度的相关关系** 温度和降水量与树木年轮宽度的关系较复杂,二者常常相互制约,影响着树木的径向生长。从图5可以看出,团花新木姜子的年轮宽度指数与年均温和总降水量呈正相关关系,但不显著。具体来说,团花新木姜子与干季的温度正相关,降水负相关,而与雨季的温度和降水都正相关。与5月、6月、11月和12月的温度有负相关关系,而与其他月份的温度有正相关关系。但这些

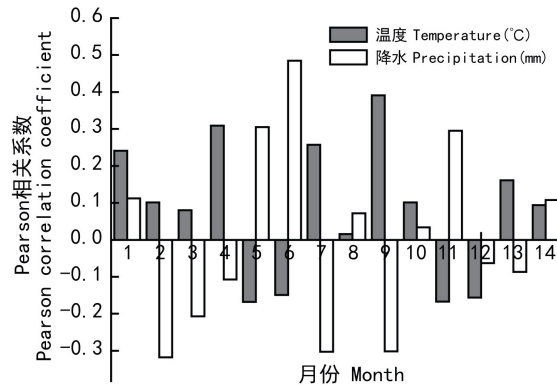


图 5 团花新木姜子年轮指数与月均温度、月降水量的 Pearson 相关系数 13 表示干季; 14 表示雨季; 15 表示年均温和年总降水量。

Fig. 5 Pearson correlation coefficient between tree-ring width index sequence of *Neolitsea homilantha* and monthly temperature and precipitation 13 represents the dry season; 14 represents the monsoon; 15 represents average annual temperature and annual total precipitation.

相关关系均未达到统计检验的显著水平。7~10月的温度有利于团花新木姜子树轮宽度的增加,之后与气温表现出负相关。

## 4 结论与讨论

萌生是植物得以长期留存于生境内的最重要生活史对策(Bellingham *et al.*, 2000, Clarke *et al.*, 2010)。南方喀斯特生境的萌生现象十分普遍,很多植物能通过残桩萌生而迅速实现种群恢复。团花新木姜子是石林地区典型的萌生植物(俞筱押等, 2007, Shen *et al.*, 2011)。这些萌生茎干的不同个体具有显著的差异性,他们的早材面积、晚材面积、年轮面积的变异较大,年轮宽度和年轮指数也具有一定的差异。随着基径的增大,年轮宽度和年轮指数也随之增大。不同茎干的年轮组分值之间的差异也许是一种正常现象,Koge *et al.* (2002) 和王家祥等(2011)在冷杉(*Abies balsamea*)年轮的研究中也发现了类似的现象,只是个体间的变异值相对较小。石漠化迹地上的团花新木姜子的同一残桩具有多个萌生茎干,形成簇生形态结构,不同的茎干之间共同分享和竞争有限的营养物质(Bond *et al.*, 2001),处于茎干较少株丛的主茎干可能获得更多的营养物质而生长快,而处于茎干较多株丛的主茎干可能获得较少的营养物质而生长慢,这样的结果导致采集自不同株丛的茎干的年轮成分产生较大的变异。

干湿季节分明的石林地区的干季降水与年轮指数呈负相关,与雨季降水呈正相关,但这些相关关系均未达到统计检验显著水平,表明干季对树木的生长有弱抑制作用,而雨季有利于树木的生长。团花新木姜子的年轮宽度指数序列与5、6、11和12月的温度有弱性负相关关系,而与其他月份的温度有弱性正相关关系。陈礼清等(2012)研究表明温度、降水总量与柳杉年轮宽度指数总体关系密切,生长季6~8月的温度、5~9月的降水量对柳杉径向生长影响明显。潘复静等(2012)对青冈栎的研究表明年轮指数与前一年6月份、12月份以及当年12月份的平均温度呈显著正相关,而与前一年4月份、10月份以及当年4月的降雨量和前一年8月份、9月份以及当年二月份的日照时数呈显著负相关关系。徐瑞珍(1989)发现干旱、半干旱的昌吉地区,树木轮宽指数(地点平均年表)与生长季温度为负相关,与降水正相关,而且该指数与降水的关系比与温度的关系更显著。后延一年的年轮指数与温度、降水的关系比年轮指数与当年的温度、降水的相关关系显著得多。虽然石林地区的团花新木姜子的生长状况也受到环境中各因子的综合作用,但因为时间跨度短,气候因子的改变可能依然远低于团花新木姜子适宜的生长范围;另外团花新木姜子具有强烈的萌生生长能力,同一母体的不同萌生体之间的竞争与生长权衡也可能削弱了温度、降水对个体的影响关系(Shen *et al.*, 2011; Bond *et al.*, 2001)。

萌生是种子植物受到干扰后的一种重要的更新方式(杨玲,2007)。萌生种群对群落的早期更新恢复有着极为重要的意义,它的存在大大提高了种群抵御外界干扰的能力及干扰后的恢复能力(高贤明,2001)。萌生个体具有初期生长快,成活率高的特点,可以为种群的发展提供良好的后续资源(Spelta *et al.*, 1995)。本研究的年轮研究表明,这些萌生个体受到的年间气候变化的影响相对较小,从一个侧面反映了退化迹地上顽强生长的个体对降水和温度年间变化的适应能力和个体调节能力。当然,由于我们采集个体的时间跨度有限,不一定完全反映了这种适应的能力。

**致谢** 感谢石林管理局园林绿化处给予的工作协助,石林县气象局提供了相关的气象资料。

## 参考文献:

Abdel-Gadir AY, Krahmer RL, Mckimby MD. 1993. Relationships

- between intra-ring variables in mature Douglas-fir trees from provenance plantations[J]. *Wood Fiber Sci*, **25**(2):182-191
- Bellingham PJ, Sparrow AD. 2000. Resprouting as a life history strategy in woody plant communities[J]. *Oikos*, **89**:409-416
- Bond WJ, Midgley JJ. 2001. Ecology of sprouting in woody plants: the persistence niche[J]. *Trends Ecol Evol*, **16**:45-51
- Briffa KR, Schweingruber FH, Jones PD, *et al.* 1998. Reduced sensitivity of recent tree-growth to temperature at high northern latitudes[J]. *Nature*, **391**:678-682
- Chen LQ(陈礼清), Yu HQ(余海清), Yang X(杨旭), *et al.* 2012. Cryptomeria fortune tree-ring width index responses to climate change in the southwestern of Sichuan(川西南柳杉年轮宽度指数与气候变化的关系)[J]. *J Sichuan Agric Univ*(四川农业大学学报), **30**(3):293-299
- Clarke PJ, MJ Lawes, Midgley JJ. 2010. Resprouting as a key functional trait in woody plants - challenges to developing new organizing principles[J]. *New Phytol*, **188**:651-654
- Flora of China Editorial Committee of Chinese Academy(中国科学院中国植物志编辑委员会). 1999. Flora of China(中国植物志第31卷)[M]. Science Press(科学出版社)
- Gao XM(高贤明), Wang W(王巍), Du XJ(杜晓军). 2001. Size structure, ecological significance and population origin of *Quercus wutaishanica* forest in Beijing mountainous area(北京山区辽东栎林地径级结构、种群起源及生态学意义)[J]. *Acta Phytoecol Sin*(植物生态学报), **25**(6):673-678
- Grissino-Mayer HD. 2003. A manual and tutorial for the proper use of an increment borer[J]. *Tree-Ring Res*, **59**(2):63-79
- Huang RF(黄荣凤), Bao FC(鲍甫成). 2002. Abnormal climate environment and tree rings(异常气候环境变化与树木年轮)[J]. *World For Res*(世界林业研究), **15**(6):26-31
- Iverson LR, Prasad AM. 1998. Predicting abundance of 80 tree species following climate change in the eastern United States[J]. *Ecol Monogra PHs*, **68**(4):465-485
- Koge S, Zhang SY. 2002. Relationships between wood density and annual growth rate components in balsam fir(*Abies balsamea*) [J]. *Wood Fiber Sci*, **34**:146-157
- Ma ZP(马遵平), Li YH(李玉辉), Yu XY(俞筱押). 2012. Assessment of forest vitality based on community and landscape in karst area(基于群落与景观尺度的喀斯特区森林活力评价研究)[J]. *J Zhejiang for Sci & Tech*(浙江林业科技), **30**(1):13-19
- Oberhuber W, Kofler W, Pfeifer K, *et al.* 2008. Long-term changes in tree-climate relationships at Mt. Patscherkofel (Tyrol, Austria) since the mid 1980s[J]. *Trees (Berl West)*, **22**(1):31-40
- Pan FJ(潘复静), Zhang ZF(张中锋), Huang YQ(黄玉清), *et al.* 2012. *Cyclobalanopsis glauca*'s tree-ring characteristics and its relationship with environment factors in karst region(岩溶区青冈栎的年轮特征及其与环境因子的关系)[J]. *Guihaia*(广西植物), **32**(6):730-735
- Rolland C. 1993. Tree-ring and climate relationships for *Abies alba* in the internal alps[J]. *Tree-Ring Bull*, **53**:1-10
- Shao XM(邵雪梅), Wu XD(吴祥定). 1994. Tree-ring chronologies for *Pinus armandi* franch from Huashan, China(华山树木年轮年表的建立)[J]. *Acta Geogr Sin*(地理学报), **49**(2):174-181
- Shen YX, Yang GR, Huang J. 2011. Comparison of tree sprouting in three regeneration stages of an evergreen broadleaved forest in a karst landscape, SW China[J]. *Acta Ecol Sin*, **31**:126-132

(下转第219页 Continue on page 219)