

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第31卷 第20期 Vol.31 No.20 **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 20 期 2011 年 10 月 (半月刊)

目 次

- 洋山港潮间带大型底栖动物群落结构及多样性..... 王宝强,薛俊增,庄 骅,等 (5865)
- 天津近岸海域夏季大型底栖生物群落结构变化特征..... 冯剑丰,王秀明,孟伟庆,等 (5875)
- 基于景观遗传学的滇金丝猴栖息地连接度分析..... 薛亚东,李 丽,李迪强,等 (5886)
- 三江平原湿地鸟类丰富度的空间格局及热点地区保护..... 刘吉平,吕宪国 (5894)
- 江苏沿海地区耕地景观生态安全格局变化与驱动机制 王 千,金晓斌,周寅康 (5903)
- 广州市主城区树冠覆盖景观格局梯度..... 朱耀军,王 成,贾宝全,等 (5910)
- 景观结构动态变化及其土地利用生态安全——以建三江垦区为例 林 佳,宋 戈,宋思铭 (5918)
- 基于景观安全格局的香格里拉县生态用地规划..... 李 晖,易 娜,姚文璟,等 (5928)
- 苏南典型城镇耕地景观动态变化及其影响因素..... 周 锐,胡远满,苏海龙,等 (5937)
- 放牧干扰下若尔盖高原沼泽湿地植被种类组成及演替模式..... 韩大勇,杨永兴,杨 杨,等 (5946)
- 放牧胁迫下若尔盖高原沼泽退化特征及其影响因子..... 李 珂,杨永兴,杨 杨,等 (5956)
- 近 20 年广西钦州湾有机污染状况变化特征及生态影响..... 蓝文陆 (5970)
- 万仙山油松径向生长与气候因子的关系 彭剑峰,杨爱荣,田沁花 (5977)
- 50 年来山东塔山植被与物种多样性的变化 高 远,陈玉峰,董 恒,等 (5984)
- 热岛效应对植物生长的影响以及叶片形态构成的适应性..... 王亚婷,范连连 (5992)
- 遮荫对濒危植物崖柏光合作用和叶绿素荧光参数的影响..... 刘建锋,杨文娟,江泽平,等 (5999)
- 遮荫对 3 年生东北铁线莲生长特性及品质的影响..... 韩忠明,赵淑杰,刘翠晶,等 (6005)
- 云雾山铁杆蒿茎叶浸提液对封育草地四种优势植物的化感效应..... 王 辉,谢永生,杨亚利,等 (6013)
- 杭州湾滨海滩涂盐基阳离子对植物分布及多样性的影响 吴统贵,吴 明,虞木奎,等 (6022)
- 藏北高寒草原针茅属植物 AM 真菌的物种多样性..... 蔡晓布,彭岳林,杨敏娜,等 (6029)
- 成熟马占相思林的蒸腾耗水及年际变化..... 赵 平,邹绿柳,饶兴权,等 (6038)
- 荆条叶性状对野外不同光环境的表型可塑性..... 杜 宁,张秀茹,王 炜,等 (6049)
- 短期极端干旱事件干扰后退化沙质草地群落恢复力稳定性的测度与比较..... 张继义,赵哈林 (6060)
- 滨海盐碱地土壤质量指标对生态改良的响应..... 单奇华,张建锋,阮伟建,等 (6072)
- 退化草地阿尔泰针茅与狼毒种群的小尺度种间空间关联..... 赵成章,任 珩 (6080)
- 延河流域植物群落功能性状对环境梯度的响应 龚时慧,温仲明,施 宇 (6088)
- 臭氧胁迫使两优培九倒伏风险增加——FACE 研究 王云霞,王晓莹,杨连新,等 (6098)
- 甘蔗//大豆间作和减量施氮对甘蔗产量、植株及土壤氮素的影响 杨文亭,李志贤,舒 磊,等 (6108)
- 湿润持续时间对生物土壤结皮固氮活性的影响..... 张 鹏,李新荣,胡宜刚,等 (6116)
- 锌对两个品种茄子果实品质的效应..... 王小晶,王慧敏,王 菲,等 (6125)
- Cd²⁺ 胁迫对银芽柳 PS II 叶绿素荧光光响应曲线的影响 钱永强,周晓星,韩 蕾,等 (6134)
- 紫茉莉对铅胁迫生理响应的 FTIR 研究 薛生国,朱 锋,叶 晟,等 (6143)

结缕草对重金属镉的生理响应	刘俊祥,孙振元,巨关升,等 (6149)
两种大型真菌子实体对 Cd ²⁺ 的生物吸附特性	李维焕,孟凯,李俊飞,等 (6157)
富营养化山仔水库沉积物微囊藻复苏的受控因子	苏玉萍,林慧,钟厚璋,等 (6167)
一种新型的昆虫诱捕器及其对长足大竹象的诱捕作用	杨瑶君,刘超,汪淑芳,等 (6174)
光周期对梨小食心虫滞育诱导的影响	何超,孟泉科,花蕾,等 (6180)
农林复合生态系统防护林斑块边缘效应对节肢动物的影响	汪洋,王刚,杜瑛琪,等 (6186)
中国超大城市土地利用状况及其生态系统服务动态演变	程琳,李锋,邓华锋 (6194)
城市综合生态风险评价——以淮北市城区为例	张小飞,王如松,李正国,等 (6204)
唐山市域 1993—2009 年热场变化	贾宝全,邱尔发,蔡春菊 (6215)
基于投影寻踪法的武汉市“两型社会”评价模型与实证研究	王茜茜,周敬宣,李湘梅,等 (6224)
长株潭城市群生态屏障研究	夏本安,王福生,侯方舟 (6231)
基于生态绿当量的城市土地利用结构优化——以宁国市为例	赵丹,李锋,王如松 (6242)
基于 ARIMA 模型的生态足迹动态模拟和预测——以甘肃省为例	张勃,刘秀丽 (6251)
专论与综述	
孤立湿地研究进展	田学智,刘吉平 (6261)
甲藻的异养营养型	孙军,郭术津 (6270)
生态工程领域微生物菌剂研究进展	文娅,赵国柱,周传斌,等 (6287)
我国生态文明建设及其评估体系研究进展	白杨,黄宇驰,王敏,等 (6295)
期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 440 * zh * P * ¥70.00 * 1510 * 49 * 2011-10	



封面图说: 壶口瀑布是黄河中游流经秦晋大峡谷时形成的一个天然瀑布。此地两岸夹山,河底石岩上冲刷成一巨沟,宽达 30 米,深约 50 米,最大瀑面 3 万平方米。滚滚黄水奔流至此,倒悬倾注,若奔马直入河沟,波浪翻滚,惊涛怒吼,震声数里可闻。其形其声如巨壶沸腾,故名壶口。300 余米宽的滚滚黄河水至此突然收入壶口,有“千里黄河一壶收”之说。

彩图提供: 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

彭剑峰, 杨爱荣, 田沁花. 万仙山油松径向生长与气候因子的关系. 生态学报, 2011, 31 (20) : 5977-5983.

Peng J F, Yang A R, Tian Q H. Response of radial growth Chinese pine (*Pinus tabulaeformis*) to climate factors in Wanxian Mountain of He'nan Province. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31 (20) : 5977-5983.

万仙山油松径向生长与气候因子的关系

彭剑峰^{1,*}, 杨爱荣², 田沁花³

(1. 河南大学资源与环境研究所 环境与规划学院, 开封 475004; 2. 焦作师范高等专科学校, 焦作 454001;
3. 国家气候中心, 北京 100081)

摘要:以万仙山油松 (*Pinus tabulaeformis*) 为样本, 建立了油松树木年轮宽度序列的标准年表 (STD)。与附近气象因子的相关结果表明: 与当年 6 月平均温度呈较为显著的负相关, 与前一年的 9 月和当年的 5 月以及春季 (3—5 月) 的降水量呈显著正相关, 显然影响万仙山油松生长的主要气候因子是 5 月 (或说春季) 降水和 6 月温度。树轮指数与各月 PDSI 相关值都很高 (其中与当年 5 月的 PDSI 相关值高达 0.614), 都超过 95% 的置信水平, 说明水热组合是该区域油松生长的主要限制因子。研究表明, 影响本区油松生长的气候因子与我国北方地区油松生长的影响因子有较高的一致性, 尤其是生长季前期的温度影响都很大; 而其降水的影响及其与 PDSI 的相关都明显超前于黄土高原及北方地区, 这既说明影响油松生长的大气候因子相似, 又表明夏季风从东南向西北的不断推进。

关键词: 万仙山; 油松; 树木年轮; 气候响应

Response of radial growth Chinese pine (*Pinus tabulaeformis*) to climate factors in Wanxian Mountain of He'nan Province

PENG Jianfeng^{1,*}, YANG Airong², TIAN Qinhu³

1. Institute of resource and environment, College of environment and planning, Henan university, Kaifeng 475004, China;
2. Jiaozuo Teachers College, Jiaozuo 454001, China
3. National climate center, Beijing 100081, China

Abstract: Tree-ring width standard chronology was developed by using the tree-ring cores of Chinese pine (*Pinus tabulaeformis*) from Wanxian Mountain in south Taihang Mountain ranges, northern He'nan Province. Tree growth showed significantly negatively correlations with mean temperature in current June based on response function analyses. Radial growth patterns showed significantly positive correlations with precipitation in previous September and current May and the current spring (March—May). To sum up, precipitation in current May or the current spring (March—May) and temperature in current June are main affecting factors to the radial growth of Chinese pine (*Pinus tabulaeformis*) of the study region. As the PDSI is a direct measure of soil moisture availability, we analyzed correlations of tree rings with monthly PDSI data. All correlations were higher and significant at the 95% confidence level, relative to the correlations with temperature and precipitation. The PDSI-tree growth correlation peaks in May (0.614), followed by the correlations in April ($r = 0.607$) and April—May ($r = 0.604$), and higher correlation in spring ($r = 0.591$), these shows that combinations of temperature and precipitation are main limiting factors to radial growth of Chinese pine in the study region. The response results indicated similar climate-growth relationships for Chinese pine in northern China, particularly for the temperature of the early growing season. Moreover, the influence of precipitation and PDSI to Chinese pine had obviously

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (40971119; 41001058); 河南省教育厅自然科学基金资助项目 (2009B170003; 2011B170003); 河南大学校内科研基金重点资助项目 (2010ZRZD06)

收稿日期: 2011-06-19; 修订日期: 2011-07-11

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: jianfengpeng@163.com

advancing in schedule with the loess plateau and other northern China. This indicated potential linkages between different position of the Chinese pine growth and the summer monsoon advancement.

Key Words: Wanxian Mountain; *Pinus tabulaeformis*; the radial growth; response analysis

树木年轮作为一个比较理想的代用指标,具有定年准确、连续性强、分辨率高和易于获取复本等显著特点,成为获取过去气候变化信息的重要手段之一^[1]。油松(*Pinus tabulaeformis*)是我国暖温带湿润、半湿润地区地带性植被,水平分布较广,北起阴山、乌拉山南至秦岭、伏牛山,西起祁连山、贺兰山东至蒙山、千山;垂直分布像华北山区一般在海拔 1200—1900m,由西向东降低^[2],且木质部分形成非常清晰的年轮线,可用于准确可靠的定年和年轮分析,是我国重要的树轮气候学研究的代用资源。现存的油松林大部分属于天然次生林或人工林,山西和陕西为其分布中心^[3],近几年已被广泛地用于树轮研究,其研究区几乎遍布我国北方地区,诸如西北地区的昌灵山^[4-5]、贺兰山^[6-9]、罗山^[10]和内蒙古浑善达克沙地^[11],华北地区的吕梁山^[12]、木兰围场^[13]、伏牛山^[14]和东北的千山^[15]等。显然,太行山尤其是南部太行山的树轮研究几乎没有。

南太行山是我国重要的地势过渡区,也是我国湿润与半湿润的重要分界线,是夏季东南风的迎风坡,一定程度上阻延了季风的西进,这里降水比较丰富,次生植被发育良好。本研究希望能通过油松树轮与气候因子的关系研究:1)了解油松树轮生长与气候因子及 PDSI 干旱指数的关系,建立不同的树木生长模型;2)可能填补我国北方树轮研究网络的一点空白。

1 试验方法

1.1 研究区概况

万仙山风景区,位于河南省新乡市辉县市西北的太行山腹地,距新乡市 75km,最高海拔 1672m,群峰竞秀、层峦叠嶂,沟壑纵横,保存着完好的原始次生林,森林覆盖率达 95% 以上,是国家级森林公园。这里属于暖温带大陆性季风型气候,因受山脉走向和海拔高度影响,季风作用较为明显,春季多风少雨,夏季雨热同期,秋季气候凉爽,冬季较冷少雪。全年平均气温 14 °C 左右,年平均降雨量 600 多毫米。

1.2 研究方法

1.2.1 树轮资料的获取和年表的建立

2010 年 9 月底,选取太行山南端万仙山的郭亮村东的西坡作为采样点(35.732°N,113.608°E,海拔约 1350m),树种为油松。油松林是森林上部分布的人工次生林,大多是 20 世纪 70 年代播种的,生长周期较短。人工林树龄差别不大,因此用生长锥采集现生油松 15 棵样本,共获取 18 树芯,标记为 gl 组。

样品带回实验室,自然风干后,按照树轮处理的基本过程和方法^[16]进行固定、磨光及初步交叉定年,然后用精度为 0.001 的 Velmax 宽度仪测量树轮样芯轮宽,最后利用国际树轮库的软件 COFECHA 程序^[17]对交叉定年和测量结果进行检验和质量控制。本研究剔除了 gl12 样芯。

树轮宽度年表的建立就是通过 ARSTAN 程序^[18]采用负指数函数或样条函数拟合去掉树木本身遗传因子产生的生长趋势和树木之间干扰竞争产生的抑制和释放等的生长趋势,最后得出标准年表(STD)(如图 1 所示),其统计值如表 1 所示。其中 4 棵树芯的 SSS(subsample signal strength)值达到 0.806, EPS(expressed population signal)值达到 0.747。

表 1 可以看出,原始的树轮序列中样本的平均敏感度为 0.32,较高的平均敏感度表明该种树木生长可能

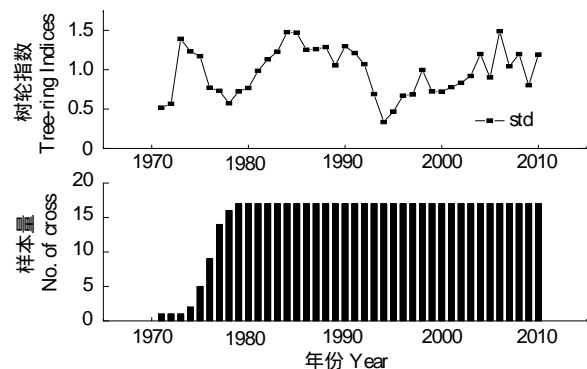


图 1 万仙山树轮宽度指数序列和样本量

Fig. 1 Tree-ring width index and sampling cores at Mt. Wanxian

对气候有较好的响应。标准年表中有较高的样芯间相关系数(r_1)、树间相关系数(r_2)和树内相关系数(r_3),说明该采样点油松的树轮宽度变化有很好的一致性,而较高的信噪比(SNR)和样本总体解释量(EPS),表明年表中含有较多的气候(环境)信息。

表 1 交叉定年及树轮 STD 年表的统计特征

Table 1 Statistic values of datecrossing and STD chronology in Mt. Wanxian

统计项 Statistic item	数值 Values
样本量 Sampling cores	15 树/18 芯
年表研制样本量 Sampling cores in chronology	14 树/17 芯
样本平均敏感度 Average mean sensitivity	0.32
样芯间的相关系数(r_1)	0.424
树间的相关系数(r_2)	0.415
树内的相关系数(r_3)(3 树)	0.854
信噪比(SNR)	12.531
样本总体解释量(EPS)	0.926

1.2.2 气象资料的选取

南太行山在河南境内属于边缘山地,气象站点都在山下的平原地区,高山区只是在近一、两年才开始设立一些自动气象观测站。本研究选取距离万仙山大约 75km 的新乡市(35.3°N,113.89°E)气象站的气象资料(1970—2009 年)作为参考(来源于国家气候中心)。基于采样点与气象站的高差较大,本研究又选取 Dai 等^[19]所提供的 PDSI 数据集的一个格点资料(33.75°N,113.75°E,分辨率为 2.5°×2.5°,1970—2005 年;附近几个格点对比后选择的)。

1.2.3 数据分析方法

本研究利用 Dendro2002 软件^[20]将树轮宽度指数序列与从上年 7 月至当年 10 月及不同季节等的月平均气温、月降水量气象资料和 PDSI 干旱指数等进行简单的相关分析,寻找树木生长的气候限制因子,以建立不同的树木生长模型。

2 结果

2.1 油松树轮宽度与气象因子的相关关系

相关分析结果如图 2 所示,油松树轮宽度指数与月平均温度的相关结果稍差一些,只与当年 6 月平均温度呈较为显著的负相关,而与前一年的 9 月和当年的 5 月以及春季(3—5 月)的降水量呈显著正相关,超过 95% 的置信水平。由此可以判定,影响万仙山油松生长的主要气候因子是 5 月(或说春季)降水和 6 月温度。

为了更好地理解不同气候因子的影响,本文尝试对比多因子及季节降水的单因子回归分析。首先建立树轮指数(Y)与显著相关的气候因子多元回归,方程如下:

$$Y = 2.619 - 0.079 \times c6T + 0.003 \times p9P + 0.004 \times c5P \quad (1)$$

式中,c6T 为当年 6 月温度、p9P 为前一年 9 月降水量、c5P 为当年 5 月降水量,方程的方差解释量 R^2 为 42.3% (调整后为 37.3%), F 检验值为 8.549。

其次建立树轮指数(Y)与显著相关的春季(3—5 月)降水量(x)回归方程表示为:

$$Y = 0.0004x + 0.7976 \quad (2)$$

方程的方差解释量 R^2 为 18.3% (调整后为 16.1%), F 检验值为 8.287。

由(1)(2)两回归方程的结果可以看出,春季降水量对树轮生长的方差解释量为 18.3% (调整后为 16.1%),明显小于多因素影响的方差解释量即 42.3% (调整后为 37.3%),因此,可以看出树轮生长主要是受不同月份气候因子的综合作用,春季降水在各种因素中起着非常重要作用。

2.2 油松树轮宽度与 PDSI 的相关关系

PDSI (The Palmer Drought Severity Index),即帕尔默干旱指数,是 Palmer 于 20 世纪 60 年代提出的,该指

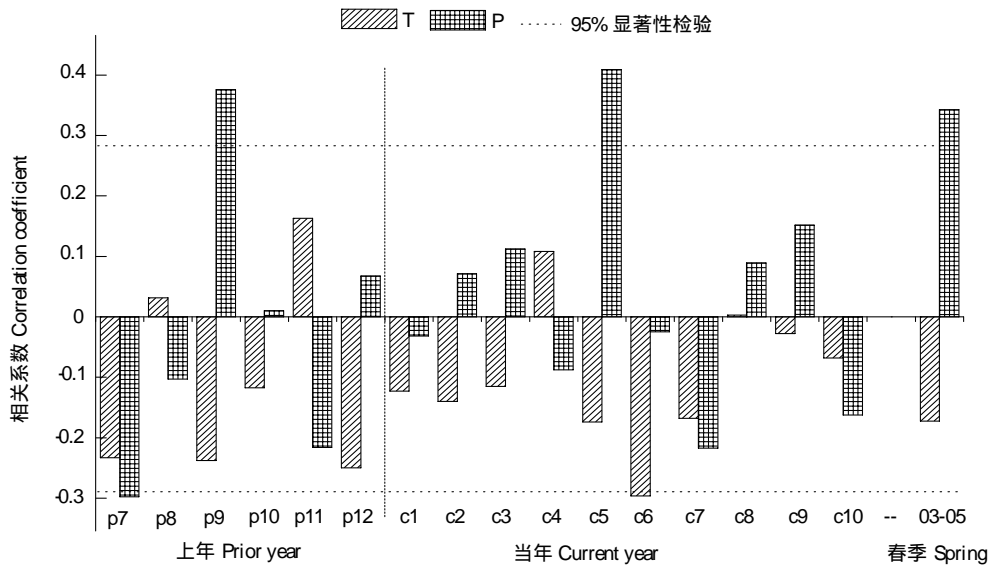


图2 树轮指数与温度(T)和降水量(P)的相关分析(P代表前一年的时间序列,C代表当年的时间序列)

Fig. 2 The correlation analysis histogram between tree-ring index and monthly mean temperature and precipitation of Xinxiang meteorological station

数不仅考虑了月平均气温、降水量与可提供的土壤水分含量的综合影响,能确定干旱的起止时间与严重程度,并且经过了标准化处理(-10 ≤ PDSI ≤ 10),方便进行时空尺度上的比较。

图3表示的是树轮指数与PDSI相关的分布图,可以看出相关值都很高,大多在0.4以上,都超过95%的置信水平,其中与当年的5月的PDSI相关最高值,达到0.614,与当年4月及4—5月的PDSI相关值也较高,分别达到0.607和0.604。与春季(3—5月)的PDSI相关也高达0.591。

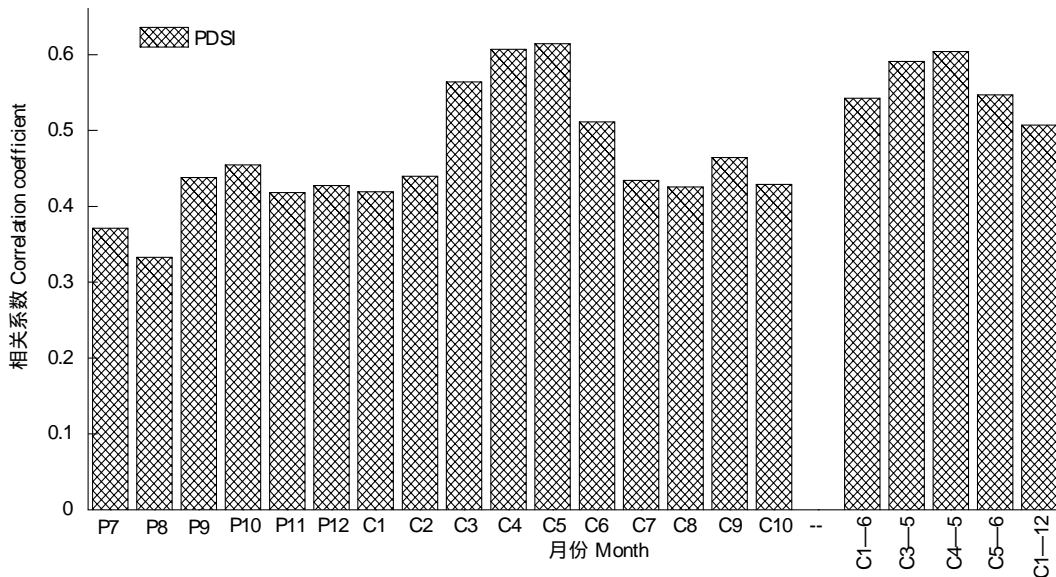


图3 树轮指数与PDSI相关分布图

Fig. 3 The correlation analysis histogram between tree-ring index and monthly PDSI data during 1970—2005

P代表前一年的时间序列,C代表当年的时间序列

基于树轮指数与气候因子和PDSI指数的相关分析结果,发现树轮生长与PDSI的相关要远远高于温度和降水量等气候因子,为了更好地从植物生理学意义上分析树轮生长与气候的关系,在此选择春季(3—5月)、5月和4—5月的PDSI作为研究对象建立树木生长模型。

依据 1970—2005 年的 3—5 月 PDSI(y)与 STD 年表(x)构建一元线性回归方程,其方程为:

$$y = 4.4065x - 5.0745 \quad (3)$$

式中,回归方程的方差解释量 R^2 为 34.5% (调整后为 32.5%), F 检验值为 17.377。

依据 1970—2005 年的 5 月 PDSI(y)与 STD 年表(x)构建一元线性回归方程,其方程为:

$$y = 5.1638x - 5.7903 \quad (4)$$

式中,回归方程的方差解释量 R^2 为 36.3% (调整后为 34.4%), F 检验值为 18.816。

依据 1970—2005 年的 4—5 月 PDSI(y)与 STD 年表(x)构建一元线性回归方程,其方程为:

$$y = 4.6659x - 5.3994 \quad (5)$$

式中,回归方程的方差解释量 R^2 为 36% (调整后为 34%), F 检验值为 18.544。

从以上 3 种树轮生长模式(3)(4)(5)及其方差解释量可以看出,3 个时段的 PDSI 指数与树轮年表的回归结果虽有一定差别但差别较小,从植物生长与生理学角度考虑,植物生长受季节变量的影响要高于单月变量的影响,因此本研究选择春季作为讨论的时间段。

3 讨论

油松是分布在北方地区耐干旱、耐贫瘠,根系发达,适应性强的温性针叶树种,也是我国北方广大地区的主要造林树种之一,大多为人工林。

研究区属于典型的温带大陆性季风气候,降水集中在 7、8 月,雨热同期。基于高山气象站点设置才一、两年,数据较短,所以只有参考附近气象站点的资料作为参考,进行研究。本研究发现,油松树轮宽度与当年 6 月平均温度呈较为显著的负相关,超过 95% 的置信水平,表明 6 月雨季还未到来,高温会加强土壤的蒸发和植物的蒸腾,造成树木体内水分的快速散失,使光合作用需要的水分供给不足,从而间接地限制油松早材的生长,导致轮宽变窄,降水越少负相关越显著。这一点与河北木兰围场^[13]、辽宁千山^[15]、内蒙古浑善达克沙地^[11]及甘肃昌灵山^[4]、宁夏贺兰山^[9]、罗山^[10]和山西吕梁山^[12]等区域相似,都表现出油松生长前期的高温抑制现象,但时间段上稍有差异。

树轮宽度序列与前一年的 9 月和当年的 5 月以及春季(3—5 月)的降水量呈显著正相关,超过 95% 的置信水平,即降水量多有利于树木生长。前一年 9 月为生长季末期,较多的降水,易使土壤水分含量增加,充足的营养物质及合适的土壤水分条件为来年树木的生长创造了有利的条件。春季是树木开始生长的季节,降水多,则树木细胞分裂快,细胞数量多且体积大,有利于形成较宽的春材年轮,尤其 5 月份,该地区温度已经回升,热量条件完全达到树木生长的需要,充足的降水更是促进宽轮的形成。降水的多寡制约着树木的生长,即树木年轮指数与降水量的显著正相关具有明确的生理学意义。因此,从植物生理学意义上看,万仙山油松生长的主要限制因子是 5 月(或说春季)降水。油松生长与降水量的关系,不同区域的研究有一定的差异:河北木兰围场 6 月^[13]、辽宁千山 4—5 月^[15]、内蒙古浑善达克沙地 6—7 月^[11]及甘肃昌灵山前一年 9 月—当年 8 月(3—5 月也较高)^[4]、宁夏贺兰山 4—8 月^[6]和 5—6 月^[7,9]、罗山 5 月或春季或年降水^[21]和吕梁山 6 月^[12]等,由此可见,本区降水对油松生长的影响比对吕梁山、贺兰山和浑善达克沙地的油松生长的影响具有一定的超前性(大约 1 个月左右),显然与我国夏季风由东南向西北推进,降水量依次增多有关。

气象站点与采样点在距离和高度上的不一致,是树轮研究无法避免的,因此本研究有选取近年比较关注的一个指标 PDSI。PDSI 指数是充分考虑到降水、气温和土壤水分蒸发等多种因素,作为水分供需累积效应的一个近似度量,能够较好地指示土壤水分变化,表征土壤对于树木生长可供水量,同时也考虑了前期干旱的积累效应,能够体现降水对树木生长的滞后效应。树轮指数与各月 PDSI 的显著正相关亦表明油松生长受水分的有效制约显著,可能更多地体现在土壤水分的有效供应方面,本区域 5 月的相关最高、春季的相关也较高都与降水一致。PDSI 是一个综合指标,其高相关值可以表明本研究区油松生长的主要限制因子是水热组合,而不是单纯的降水量或气温。

研究结果与已有的油松与 PDSI 关系研究结果有较大的差异,地处干旱区的内蒙古浑善达克沙地^[11]和宁

夏贺兰山^[7-9]树木生长均与6月PDSI相关最高,其结果同样与降水的相关表现出很好的一致性。本研究区位于太行山的东南,属于典型的暖温带大陆性季风气候,位于东南季风通道的中部地区,而浑善达克沙地和贺兰山已经处在我国夏季风的边缘地区,因此研究区的雨季要早于后者,使PDSI的响应出现超前性。

从各种研究来看,生活在北方地区的油松能够很好地响应气候的变化,尤其是对于集气温、降水量和土壤湿度等要素的PDSI干旱指数有更好的响应,这将有益于北方地区干旱历史的重建、环境的演变,甚至朝代的更迭等方面的研究。

致谢:兰州大学西部环境与气候变化研究院方克艳博士对写作给予帮助,特此致谢。

References:

- [1] Shao X M. Advances in dendrochronology. *Quaternary Sciences in China*, 1997, 17(3): 265-271.
- [2] Xu H C. Forest growth // Xu H C, ed. *Chinese Pine*. Beijing: Chinese Forestry Press, 1993: 117-121.
- [3] Ma Q Y. Dividing the main region of Chinese Pine based on climatic factors. *Journal of Beijing Forestry University*, 1989, 11(2): 1-9.
- [4] Gao S Y, Lu R J, Qiang M R, Ha S, Zhang D S, Chen Y, Xia H. Reconstruction of precipitation in the last 140 years from tree ring at south margin of the Tengger Desert, China. *Chinese Science Bulletin*, 2005, 50(21): 2487-2492.
- [5] Chen F, Yuan Y J, Wei W S, Yu S L, Zhang R B, Fan Z A, Zhang T W, Shang H M, Li Y. Reconstruction of May-June Palmer Drought Severity Index at south margin of Tengger Desert, China since A. D. 1691. *Scientia Geographica Sinica*, 2011, 31(4): 434-439.
- [6] Shi J F, Liu Y, Cai Q F, Yi L. A case study of physiological characteristics of statistical correlation between *Pinus tabulaeformis* tree-ring widths and climatic factors. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(3): 697-705.
- [7] Li J B, Chen F H, Cook E R, Gou X H, Zhang Y X. Drought reconstruction for north central China from tree rings: the value of the Palmer drought severity index. *International Journal of Climatology*, 2007, 27(7): 903-909.
- [8] Cai Q F. Response of *Pinus tabulaeformis* tree-ring growth to three moisture indices and January to July Walter index reconstruction in Helan Mountain. *Marine Geology and Quaternary Geology*, 2009, (6): 131-136.
- [9] Chen F, Yuan Y J, Wei W S, Yu S L, Li Y, Zhang R B, Fan Z A, Zhang T W, Shang H M. Long-term drought severity variations recorded in tree rings in the Northern Helan Mountains. *Advances in Climate Change Research*, 2010, 6(5): 344-348.
- [10] Wang Y J, Gao S Y, Ma Y Z, Lu R J, Sang Y L, Meng H W. Annual precipitation variation reconstructed by tree-ring width since A. D. 1899 in the west part of Hedong sandy area of Ningxia. *Arid Land Geography*, 2010, 33(3): 377-384.
- [11] Liang E Y, Shao X M, Liu H Y, Dieter E. Tree-ring based PDSI reconstruction since AD 1842 in the Ortindag Sand Land, east Inner Mongolia. *Chinese Science Bulletin*, 2007, 52(19): 2715-2721.
- [12] Cai Q F, Liu Y, Bao G, Lei Y, Sun B. Tree-ring-based May-July mean temperature history for Lüliang Mountains, China, since 1836. *Chinese Science Bulletin*, 2010, 55, doi: 10.1007/s11434-010-3235-z.
- [13] Cui M X, He X Y, Chen W, Chen Z J, Zhou C H, Wu T. Dendrochronology of Chinese pine in Mulan-Weichang, Hebei Province: a primary study. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2008, 19(11): 2339-2345.
- [14] Tian Q H, Liu Y, Cai Q F, Bao G, Wang W P, Xue W L, Zhu W J, Song H M, Lei Y. The maximum temperature of May-July inferred from tree-ring in Funiu Mountain since 1874 AD. *Acta Geographica Sinica*, 2009, 64(7): 879-887.
- [15] Chen Z J, Sun Y, He X Y, Chen W, Shao X M, Zhang H Y, Wang Z Y, Liu X Y. Chinese pine tree ring width chronology and its relations to climatic conditions in Qianshan Mountains. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2007, 18(10): 2191-2201.
- [16] Stokes M A, Smiley T L. *An Introduction to Tree Ring Dating*. Chicago: the University of Chicago Press, 1968.
- [17] Holmes R L. Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement. *Tree-Ring Bulletin*, 1983, 43: 69-75.
- [18] Cook E R, Holmes R L. *Users manual for ARSTAN*. Tucson: Laboratory of Tree-ring Research, University of Arizona, 1986.
- [19] Dai A, Trenberth K E, Qian T T. A global dataset of Palmer Drought Severity Index for 1870—2002: relationship with soil moisture and effects of surface warming. *Journal of Hydrometeorology*, 2004, 5(6): 1117-1130.
- [20] Biondi F. Are climate-tree growth relationships changing in north-central Idaho, U. S. A.?. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 2000, 32(2): 111-116.
- [21] Wang Y J, Ma Y Z, Zheng Y H, Lu R J, Sang Y L, Meng H W. Response of tree-ring width of *Pinus tabulaeformis* to climate factors in Luoshan Mountains of Ningxia. *Journal of Desert Research*, 2009, 29(5): 971-976.

参考文献:

- [1] 邵雪梅. 树轮年代学的若干进展. *第四纪研究*, 1997, 17(3): 265-271.

- [2] 徐化成. 林木生长 // 徐化成. 油松. 北京: 中国林业出版社, 1993: 117-121.
- [3] 马钦彦. 油松分布区气候区划. 北京林业大学学报, 1989, 11(2): 1-9.
- [4] 高尚玉, 鲁瑞洁, 强明瑞, 哈斯, 张登山, 陈原, 夏虹. 140 年来腾格里沙漠南缘树木年轮记录的降水量变化. 科学通报, 2006, 51(3): 326-331.
- [5] 陈峰, 袁玉江, 魏文寿, 喻树龙, 张瑞波, 范子昂, 张同文, 尚华明, 李杨. 腾格里沙漠南缘近 315 年 5—6 月 PDSI 指数变化. 地理科学, 2011, 31(4): 434-439.
- [6] 史江峰, 刘禹, 蔡秋芳, 易亮. 油松 (*Pinus tabulaeformis*) 树轮宽度与气候因子统计相关的生理机制——以贺兰山地区为例. 生态学报, 2006, 26(3): 697-705.
- [8] 蔡秋芳. 贺兰山油松生长对三种不同水分指数的响应及 1—7 月 Walter 指数重建. 海洋地质与第四纪地质, 2009, (6): 131-136.
- [9] 陈峰, 袁玉江, 魏文寿, 喻树龙, 李杨, 张瑞波, 范子昂, 张同文, 尚华明. 树轮记录的贺兰山北部 5—7 月 PDSI 变化. 气候变化研究进展, 2010, 6(5): 344-348.
- [10] 王亚军, 高尚玉, 马玉贞, 鲁瑞洁, 桑艳礼, 蒙红卫. 基于树轮重建的宁夏河东沙地西部公元 1899 年来年降水量的变化. 干旱区地理, 2010, 33(3): 377-384.
- [11] 梁尔源, 邵雪梅, 刘鸿雁, Dieter E. 树轮所记录的公元 1842 年以来内蒙古东部浑善达克沙地 PDSI 的变化. 科学通报, 2007, 52(14): 1694-1699.
- [12] 蔡秋芳, 刘禹, 包光, 雷莺, 孙铂. 树轮记录的吕梁山地区公元 1836 年以来 5—7 月平均气温变化. 科学通报, 2010, 55(20): 2033-2039.
- [13] 崔明星, 何兴元, 陈玮, 陈振举, 周长虹, 吴涛. 河北木兰围场油松年轮生态学的初步研究. 应用生态学报, 2008, 19(11): 2339-2345.
- [14] 田沁花, 刘禹, 蔡秋芳, 包光, 王伟平, 薛文亮, 朱文杰, 宋慧明, 雷莺. 油松树轮记录的过去 134 年伏牛山 5—7 月平均最高温度. 地理学报, 2009, 64(7): 879-887.
- [15] 陈振举, 孙雨, 何兴元, 陈玮, 邵雪梅, 张华宇, 王忠钰, 刘筱彧. 千山油松年轮宽度年表的建立及其与气候的关系. 应用生态学报, 2007, 18(10): 2191-2201.
- [21] 王亚军, 马玉贞, 郑影华, 鲁瑞洁, 桑艳礼, 蒙红卫. 宁夏罗山油松 (*Pinus tabulaeformis*) 树轮宽度对气候因子的响应分析. 中国沙漠, 2009, 29(5): 971-976.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31 ,No. 20 October ,2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Community structure and diversity of macrobenthos in the intertidal zones of Yangshan Port WANG Baoqiang, XUE Junzeng, ZHUANG Hua, et al (5865)

Variation characteristics of macrobenthic communities structure in tianjin coastal region in summer FENG Jianfeng, WANG Xiuming, MENG Weiqing, et al (5875)

Analysis of habitat connectivity of the Yunnan snub-nosed monkeys (*Rhinopithecus bieti*) using landscape genetics XUE Yadong, LI Li, LI Diqiang, WU Gongsheng, et al (5886)

Study on the spatial pattern of wetland bird richness and hotspots in Sanjiang Plain LIU Jiping, LÜ Xianguo (5894)

Dynamic analysis of coastal region cultivated land landscape ecological security and its driving factors in Jiangsu WANG Qian, JIN Xiaobin, ZHOU Yinkang (5903)

Landscape pattern gradient on tree canopy in the central city of Guangzhou, China ZHU Yaojun, WANG Cheng, JIA Baoquan, et al (5910)

Research on dynamic changes of landscape structure and land use eco-security; a case study of Jiansanjiang land reclamation area LIN Jia, SONG Ge, SONG Siming (5918)

Shangri-La county ecological land use planning based on landscape security pattern LI Hui, YI Na, YAO Wenjing, WANG Siqi, et al (5928)

Changes of paddy field landscape and its influence factors in a typical town of south Jiangsu Province ZHOU Rui, HU Yuanman, SU Hailong, et al (5937)

Species composition and succession of swamp vegetation along grazing gradients in the Zoige Plateau, China HAN Dayong, YANG Yongxing, YANG Yang, et al (5946)

Characteristics and influence factors of the swamp degradation under the stress of grazing in the Zoige Plateau LI Ke, YANG Yongxing, YANG Yang, et al (5956)

Variation of organic pollution in the last twenty years in the Qinzhou bay and its potential ecological impacts LAN Wenlu (5970)

Response of radial growth Chinese pine (*Pinus tabulaeformis*) to climate factors in Wanxian Mountain of He'nan Province PENG Jianfeng, YANG Airong, TIAN Qinhua (5977)

Vegetation and species diversity change analysis in 50 years in Tashan Mountain, Shandong Province, China GAO Yuan, CHEN Yufeng, DONG Heng, et al (5984)

Effect of urban heat island on plant growth and adaptability of leaf morphology constitute WANG Yating, FAN Lianlian (5992)

Effects of shading on photosynthetic characteristics and chlorophyll fluorescence parameters in leaves of the endangered plant *Thuja sutchuenensis* LIU Jianfeng, YANG Wenjuan, JIANG Zeping, et al (5999)

Effects of shading on growth and quality of triennial *Clematis manshurica* Rupr. HAN Zhongming, ZHAO Shujie, LIU Cuijing, et al (6005)

Allelopathic effect of extracts from *Artemisia sacrorum* leaf and stem on four dominant plants of enclosed grassland on Yunwu Mountain WANG Hui, XIE Yongsheng, YANG Yali, et al (6013)

Effects of soil base cation composition on plant distribution and diversity in coastal wetlands of Hangzhou Bay, East China WU Tonggui, WU Ming, YU Mukui, et al (6022)

Species diversity of arbuscular mycorrhizal fungi of *Stipa* L. in alpine grassland in northern Tibet in China CAI Xiaobu, PENG Yuelin, YANG Minna, et al (6029)

Water consumption and annual variation of transpiration in mature *Acacia mangium* Plantation ZHAO Ping, ZOU Lvliu, RAO Xingquan, et al (6038)

Foliar phenotypic plasticity of a warm-temperate shrub, *Vitex negundo* var. *heterophylla*, to different light environments in the field DU Ning, ZHANG Xiuru, WANG Wei, et al (6049)

An case study on vegetation stability in sandy desertification land; determination and comparison of the resilience among communities after a short period of extremely aridity disturbanc	ZHANG Jiyi, ZHAO Halin (6060)
Response of soil quality indicators to comprehensive amelioration measures in coastal salt-affected land	SHAN Qihua, ZHANG Jianfeng, RUAN Weijian, et al (6072)
Fine-scale spatial associations of <i>Stipa krylovii</i> and <i>Stellera chamaejasme</i> population in alpine degraded grassland	ZHAO Chengzhang, REN Heng (6080)
The response of community-weighted mean plant functional traits to environmental gradients in Yanhe river catchment	GONG Shihui, WEN Zhongming, SHI Yu (6088)
Ozone stress increases lodging risk of rice cultivar Liangyoupeijiu; a FACE study	WANG Yunxia, WANG Xiaoying, YANG Lianxin, et al (6098)
Effect of sugarcane//soybean intercropping and reduced nitrogen rates on sugarcane yield, plant and soil nitrogen	YANG Wenting, LI Zhixian, SHU Lei, et al (6108)
Effect of wetting duration on nitrogen fixation of biological soil crusts in Shapotou, Northern China	ZHANG Peng, LI Xinrong, HU Yigang, et al (6116)
Effects of zinc on the fruits' quality of two eggplant varieties	WANG Xiaojing, WANG Huimin, WANG Fei, et al (6125)
Rapid light-response curves of PS II chlorophyll fluorescence parameters in leaves of <i>Salix leucopithecia</i> subjected to cadmium-ion stress	QIAN Yongqiang, ZHOU Xiaoxing, HAN Lei, et al (6134)
Physiological Response of <i>Mirabilis jalapa</i> Linn. to Lead Stress by FTIR Spectroscopy	XUE Shengguo, ZHU Feng, YE Sheng, et al (6143)
Physiological response of <i>Zoysia japonica</i> to Cd ²⁺	LIU Junxiang, SUN Zhenyuan, JU Guansheng, et al (6149)
Biosorption of Cd ²⁺ using the fruiting bodies of two macrofungi	LI Weihuan, MENG Kai, LI Junfei, et al (6157)
Factors regulating recruitment of <i>Microcystis</i> from the sediments of the eutrophic Shanzai Reservoir	SU Yuping, LIN Hui, ZHONG Houzhang, et al (6167)
A new type of insect trap and its trapping effect on <i>Cyrtotrachelus buqueti</i>	YANG Yaojun, LIU Chao, WANG Shufang, et al (6174)
Photoperiod influences diapause induction of Oriental Fruit Moth(Lepidoptera: Tortricidae)	HE Chao, MENG Quanke, HUA Lei, et al (6180)
Influence of edge effects on arthropods communities in agroforestry ecological systems	WANG Yang, WANG Gang, DU Yingqi, et al (6186)
Dynamics of land use and its ecosystem services in China's megacities	CHENG Lin, LI Feng, DENG Huafeng (6194)
Comprehensive assessment of urban ecological risks; the case of Huaibei City	CHANG Hsiaoifei, WANG Rusong, LI Zhengguo, et al (6204)
The dynamics of surface heat status of Tangshan City in 1993—2009	JIA Baoquan, QIU Erfa, CAI Chunju (6215)
A projection-pursuit based model for evaluating the resource-saving and environment-friendly society and its application to a case in Wuhan	WANG Qianqian, ZHOU Jingxuan, LI Xiangmei, et al (6224)
Research on ecological barrier to Chang-Zhu-Tan metropolitan area	XIA Benan, WANG Fusheng, HOU Fangzhou (6231)
Optimization of urban land structure based on ecological green equivalent; a case study in Ningguo City, China	ZHAO Dan, LI Feng, WANG Rusong (6242)
Dynamic ecological footprint simulation and prediction based on ARIMA Model; a case study of Gansu Province, China	ZHANG Bo, LIU Xiuli (6251)
Review and Monograph	
A prospect for study on isolated wetland	TIAN Xuezhi, LIU Jiping (6261)
Dinoflagellate heterotrophy	SUN Jun, GUO Shujin (6270)
Research progress of microbial agents in ecological engineering	WEN Ya, ZHAO Guozhu, ZHOU Chuanbin, et al (6287)
The progress of ecological civilization construction and its indicator system in China	BAI Yang, HUANG Yuchi, WANG Min, et al (6295)

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 20 期 (2011 年 10 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 31 No. 20 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
主 管 中国科学技术协会
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

Editor-in-chief FENG Zong-Wei
Supervised by China Association for Science and Technology
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
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@espg.net

Printed by Beijing Bei Lin Printing House,
Beijing 100083, China
Distributed by Science Press
Add:16 Donghuangchenggen North
Street, Beijing 100717, China
Tel:(010)64034563
E-mail:journal@espg.net

订 购 全国各地邮局
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

Domestic All Local Post Offices in China
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