

文章编号: 1000-5692(2007)05-0559-05

# 子午岭次生油松林主要乔木树种的更新特点

王彬, 王辉, 杨君珑, 孙栋元

(甘肃农业大学 林学院 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 为揭示甘肃子午岭次生油松 *Pinus tabulaeformis* 林主要乔木树种在林窗与非林窗环境下的更新规律, 对 25 个林窗和 25 个非林窗中的主要乔木树种进行了调查, 按照树种重要值的位序差值将林窗内外群落灌木层中出现的主要乔木树种划分为 4 类生态种组。结果表明, 对林窗强烈正更新反应的树种(第 1 类生态种组)有 6 种, 强烈负更新反应的树种(第 2 类生态种组)2 种, 中等更新反应的(第 3 类生态种组)8 种, 不明显更新反应的(第 4 类生态种组)有 15 种。第 1 类生态种组树种幼苗幼树的平均密度和平均高度在林窗远大于非林窗, 第 4 类生态种组的树种在林窗中也能更新, 不同生态种组树种的幼苗在林窗与非林窗中的更新表现出明显的差别。主要乔木树种在林窗内的更新状况优于非林窗内, 林窗的出现为子午岭次生油松林主要乔木林树种的更新提供了良好的生长环境。图 2 表 1 参 14

**关键词:** 森林生态学; 次生油松林; 更新特点; 林窗; 生态种组; 子午岭

**中图分类号:** S718.5      **文献标志码:** A

油松 *Pinus tabulaeformis* 作为重要的造林树种, 已经成为黄土高原地区植被的重要组成部分<sup>[1]</sup>。主要分布在 33°~43°N, 102°~118°E 的广阔地带, 在陕西秦岭、黄龙山和甘肃子午岭有较大面积的天然次生及人工油松纯林。油松对大陆性气候及大气干旱有较强的适应性, 生长速度中等, 是我国北方地区最主要的造林树种之一。子午岭油松林大部分是天然次生林, 是原始林受到大面积的反复破坏后, 经次生演替而形成的。该林分多是纯林, 群落结构复杂, 林分郁闭度较高, 灌木和草本层发达。研究其更新特征及规律的主要目的是为了充分揭示子午岭森林演替及发展前途, 为子午岭森林更新和可持续经营对策提供科学依据。

## 1 研究地区概况

子午岭位于黄土高原中心, 甘肃省东部, 纵跨庆阳地区的华池、合水、宁县和正宁 4 县, 33°18'~36°39'N, 107°59'~108°43'E, 林区总面积为 4 970.2 km<sup>2</sup><sup>[2]</sup>。地势南高北低, 自西向东北倾斜, 海拔为 1 300~1 700 m, 相对高差 300 m, 梁峁顶部浑圆平缓, 倾斜 3°~5°, 沟坡上斜下陡, 为 10°~35°。该区处于森林草原和半干旱草原的过渡区, 气候温和湿润, 其北小半部属陇中北部温带半干旱气候, 南大半部属陇中南部温带半湿润气候, 年平均气温为 7.4~8.5 °C, 极端最低温度为 -27.7 °C, 极端

收稿日期: 2006-12-21; 修回日期: 2007-04-10

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973 计划)资助项目(2002CB111500)

作者简介: 王彬, 硕士, 从事林业生态工程及森林可持续经营等的研究。E-mail: wbin1981@126.com 通信作者:

王辉, 教授, 从事林业生态工程和荒漠化防治等研究。E-mail: wangh@gsau.edu.cn  
?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

最高气温为36.7℃，年降水量500~620 mm，年平均相对湿度63%~68%，地带性土壤为灰褐土<sup>[3]</sup>。区域内有大小河流15条，其中主要有泾河流域的马莲河与北洛河流域的葫芦河两大水系<sup>[2,4]</sup>。

子午岭林区是黄土高原目前保存较好的一块天然植被区，是黄土高原中部地带重要的生态公益林<sup>[5]</sup>。现分布于子午岭的森林大部分为天然次生林，森林群落建群种油松，辽东栎 *Quercus liaotungensis*，山杨 *Populus davidiana*，白桦 *Betula platyphylla* 等主要分布于平缓湿润的阳坡和半阴坡。在干旱陡峭的阳坡和半阳坡上有散生的杜梨 *Pyrus betulaefolia*，山杏 *Ameniaca sibirica*，榆 *Ulmus pumila* 等。非林窗灌木层的主要优势种有多花胡枝子 *Lespedeza floribunda*，土庄绣线菊 *Spiraea pubescens* 等。常见种有黄蔷薇 *Rosa rugosa*，胡枝子 *Lespedeza bicolor* 等。草本层的优势种有细叶裂莲蒿 *Artemisia santolinæfolia*，华北米蒿 *Artemisia giraldii* 等。林中还有层间植物南蛇藤 *Celastrus orbiculatus*，穿龙薯蓣 *Dioscorea nipponica* 等。

## 2 研究方法

在子午岭中湾林场油松林中寻找林窗，并在非林窗内布设10 m×10 m的对照样地，共调查了25个林窗和25个非林窗。在林窗和非林窗样地中分别设置3个2 m×2 m的小样方，总计为150个小样方。对林窗及非林窗灌木层中主要乔木树种的幼苗幼树进行每木检尺，记录其株数，测量地径、树高、年龄和冠幅。

种的数量特征选用以下一些常用指标来描述<sup>[6]</sup>：

$$\text{密度(density)}: D_i = \frac{n_i}{S};$$

$$\text{相对密度(relative density)}: D_{ri} = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^s n_i} \times 100\%;$$

$$\text{相对显著度(relative dominance)}: P_{ri} = \frac{p_i}{\sum_{i=1}^s p_i} \times 100\%;$$

$$\text{频度(frequence)}: F_i = \frac{f_i}{f};$$

$$\text{相对频度(relative frequency)}: F_{ri} = \frac{F_i}{\sum_{i=1}^s F_i} \times 100\%;$$

$$\text{群落重要值(important value)}: V_i = \frac{D_{ri} + P_{ri} + F_{ri}}{3}.$$

上述各式中， $n_i$  为第  $i$  个种的个体数， $S$  为样地面积， $p_i$  为第  $i$  个种的盖度， $f_i$  为第  $i$  个种出现的样地数， $f$  为调查的样地总数。

设  $O_g$  为林隙内更新主要树种重要值位序， $O_{ng}$  为林下更新主要树种重要值位序，则  $(O_g - O_{ng})$  为更新主要树种在林隙内和林下的重要值位序差值。参照对群落树种生态种组的划分方法<sup>[7]</sup>，将林窗内的重要值位序  $O_g$  小于非林窗重要值位序  $O_{ng}$  的树种为对林窗产生正更新反应的树种， $O_g - O_{ng}$  的差值（小于0）越小，表明这类树种对林窗的反应越明显，将  $O_g - O_{ng} \leq -10$  者，称为对林窗强烈正更新反应的树种；在林窗内的重要值位序大于非林窗重要值位序的树种为对林窗产生负更新反应的树种， $O_g - O_{ng}$  的差值（大于0）越大，表明这类树种对林窗的负更新反应越明显，故将  $O_g - O_{ng} \geq 10$  者，称为对林窗强烈负更新反应的树种； $5 \leq |O_g - O_{ng}| < 10$  的树种，称为对林窗中等更新反应的树种； $|O_g - O_{ng}| < 5$  的树种，称为对林窗不明显更新反应的树种<sup>[8]</sup>。

## 3 结果与分析

### 3.1 林窗与非林窗中主要乔木树种的种类组成

群落中主要的乔木树种共有31种。林窗中主要出现的乔木树种有17种，分别是桦叶莢蒾 *Viburnum betulifolium*，山杨，毛梾 *Swida waltheri*，沙梾 *Swida bretschneideri*，漆树 *Toxicodendron vernicifluum*，

山荆子 *Malus baccata*, 辽东栎, 油松, 甘肃山楂 *Crataegus kansuensis*, 毛冻绿 *Rhamnus utilis* var. *hypochrysa*, 毛樱桃 *Cerasus tomentosa*, 沙棘 *Hippophae rhamnoides*, 白桦, 茶条槭 *Acer ginnala*, 五角枫 *Acer mono*, 丁香 *Syringa oblata*, 黑桦 *Betula dahurica*。非林窗中出现的主要乔木树种有28种, 分别是桦叶荚蒾 *Viburnum betulifolium*、春榆 *Ulmus davidiana*、北京丁香 *Syringa pekinensis*、野山楂 *Crataegus cuneata*、山杨、毛梾 *Amygdalus davidiana*、漆树、山荆子、鹅耳枥 *Carpinus turczaninowii*、辽东栎、沙棘、油松、山茱萸 *Macrocarpium officinalis*、甘肃山楂、小叶丁香 *Syringa microphylla*、毛冻绿、丝棉木 *Euonymus bungeanus*、毛樱桃、黄芦木 *Berberis amurensis*、沙棘、臭椿 *Ailanthus altissima*、旱柳 *Salix matsudana*、刺槐 *Robinia pseudoacacia*、白桦、华榛 *Corylus chinensis*、茶条槭。林窗与非林窗中主要乔木树种共同出现的有14种, 分别是桦叶荚蒾、山杨、毛梾、漆树、山荆子、辽东栎、沙棘、油松、甘肃山楂、毛冻绿、毛樱桃、沙棘、白桦和茶条槭。群落主要乔木树种种类组成丰富, 林窗与非林窗主要乔木树种的组成明显不同。

### 3.2 群落主要乔木树种的生态种组划分

次生油松林中主要乔木树种重要值及其位序差如表1所示, 根据群落树种生态种组划分方法, 将所调查的群落中31种主要的乔木树种划分为4类生态种组。第1类生态种组为对林窗有强烈正更新反应的树种, 共6种, 分别是白桦、华榛、茶条槭、五角枫、丁香和黑桦; 第2类生态种组为对林窗有强烈负更新反应的树种, 共有2种, 为桦叶荚蒾和春榆; 第3类生态种组为对林窗中等更新反应的树种, 有8种, 分别是北京丁香、旱榆、沙棘、臭椿、旱柳、小叶丁香、野山楂和刺槐; 第4类生态种组为对林窗不明显更新反应树种, 共15种, 有山杨、毛梾、山桃、漆树、山荆子、鹅耳枥、辽东栎、沙棘、油松、山茱萸、甘肃山楂、毛冻绿、丝棉木、毛樱桃和黄芦木。

对林窗有强烈正更新反应的6种树种有5种出现于林窗中; 而对林窗有强烈负更新反应的2种树种均在非林窗出现, 林窗中出现1种; 对林窗中等更新反应的8种树种只有1种出现在林窗中, 而其余的均出现在非林窗中; 对林窗不明显更新反应的15种树种有10种出现在林窗中, 15种全出现在非林窗中。

表1 子午岭次生油松林主要乔木树种在林窗与非林窗的重要值位序差

Table 1 The important value order of the major trees in gaps and non-gaps in *Pinus tabulaeformis* forest of Ziwu Mountains

主要乔木树种	重要值/%		重要值位序差
	林窗	非林窗	
桦叶荚蒾 <i>Viburnum betulifolium</i>	0.31	4.26	12
春榆 <i>Ulmus davidiana</i>	0	3.68	12
北京丁香 <i>Syringa pekinensis</i>	0	1.60	8
旱榆 <i>Ulmus pumila</i>	0	1.42	7
山杨 <i>Populus davidiana</i>	1.46	3.38	3
毛梾 <i>Swida waltei</i>	0.36	0.75	2
山桃 <i>Amygdalus davidiana</i>	0	0.60	2
漆树 <i>Toxicodendron verniciflum</i>	4.77	4.67	1
山荆子 <i>Malus baccata</i>	2.76	2.79	1
鹅耳枥 <i>Carpinus turczaninowii</i>	0	0.41	1
辽东栎 <i>Quercus liaotungensis</i>	36.04	33.17	0
沙棘 <i>Swida bretschneideri</i>	18.89	24.78	0
油松 <i>Pinus tabulaeformis</i>	14.70	9.64	0
山茱萸 <i>Macrocarpium officinalis</i>	0	0.40	-1
甘肃山楂 <i>Crataegus kansuensis</i>	2.87	2.64	-2
毛冻绿 <i>Rhamnus utilis</i> var. <i>hypochrysa</i>	0.90	0.74	-2
丝棉木 <i>Euonymus bungeanus</i>	0	0.37	-3
毛樱桃 <i>Cerasus tomentosa</i>	2.80	0.98	-4
黄芦木 <i>Berberis amurensis</i>	0	0.37	-4
沙棘 <i>Hippophae rhamnoides</i>	0.89	0.40	-5
臭椿 <i>Ailanthus altissima</i>	0	0.36	-5
旱柳 <i>Salix matsudana</i>	0	0.33	-6
小叶丁香 <i>Syringa microphylla</i>	0	0.33	-7
野山楂 <i>Crataegus cuneata</i>	0	0.30	-8
刺槐 <i>Robinia pseudoacacia</i>	0	0.30	-9
白桦 <i>Betula platyphyllo</i>	2.33	0.38	-10
华榛 <i>Corylus chinensis</i>	0	0.29	-10
茶条槭 <i>Acer ginnala</i>	6.05	0.67	-11
五角枫 <i>Acer mono</i>	0.32	0	-13
丁香 <i>Syringa oblata</i>	0.72	0	-15
黑桦 <i>Betula dahurica</i>	3.83	0	-23

林窗与非林窗主要乔木树种的生态种组构成有明显的不同。

### 3.3 不同生态种组树种在林窗和非林窗的更新

不同生态种组主要乔木树种幼苗幼树的平均密度分布状况见图1。第1类生态种组与第4类生态种组的乔木树种幼苗幼树的平均密度在林窗内大于非林窗中，这反映了林窗中充足的光照条件，为种子萌发和幼苗生长创造了有利的生存条件，同时也反映了对林窗不明显更新反应的树种也能在林窗中更新。从图2中分析得出，除了第2类生态种组以外，其他生态种组乔木树种的平均高度在林窗均大于非林窗中，说明对林窗有正更新反应的生态种组在林窗内的更新明显强于非林窗中。不同生态种组树种在林窗与非林窗内的更新有很大的差别，林窗的出现为大多数树种的更新创造了有利条件。

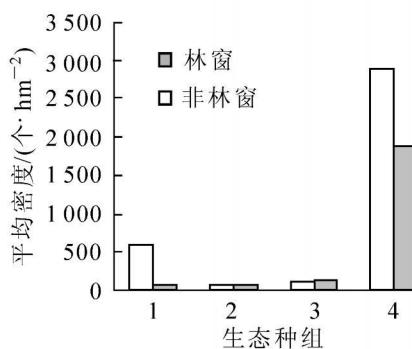


图1 子午岭次生油松林林窗与非林窗中各生态种组的幼苗幼树平均密度

Figure 1 The average distributed density of the seedlings of four ecological groups of species in gaps and non-gaps

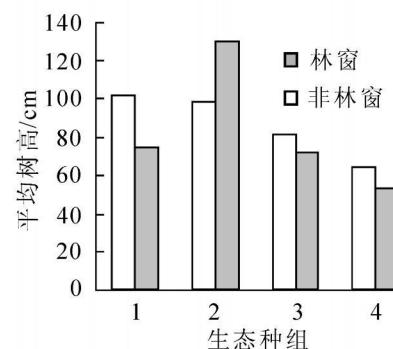


图2 子午岭次生油松林林窗与非林窗中各生态种组的幼苗幼树平均高度

Figure 2 The average height of the seedlings of four ecological groups of species in gaps and non-gaps

## 4 讨论

通过调查研究，认识了子午岭次生油松林主要乔木树种在林窗和非林窗中的更新特征，对于今后确定合理的更新方式，更好地利用现有森林资源，尽快恢复发展森林资源将起到关键性作用。森林的环境条件对树种更新有显著的影响，林窗与非林窗内环境条件的差异导致了树种更新特征的差别。林窗内的环境条件较非林窗复杂，研究结果中对林窗明显更新反应树种只在林窗中出现，而对林窗不明显更新反应树种在林窗和非林窗也都大量出现，充分说明林窗内树种的更新效果强于非林窗。其原因主要有以下几方面：①林窗与非林窗内最明显的生境差异是光照条件。林窗的形成改善了林内光照条件，产生了不同于郁闭林分的生境，对林木幼苗定居和幼树生长等更新过程有重要影响<sup>[9, 10]</sup>。②林窗内的温度与湿度与非林窗内有很大差异。林窗内光照增强，光照时间延长，使得林窗内土壤温度一般比非林窗土壤温度高，有利于种子的萌发和幼苗的生长，为植被更新提供了良好的生境。③林窗内微地形也与非林窗有很大差别。随着树倒的发生和林窗的形成，林窗内微地形环境也发生了相应的变化，最明显的是树倒坑和树倒丘地表隆起的树干。树倒丘坑的出现改变了林隙内的土壤状况，从而影响到不同树种的更新。因此，林窗的形成对植被的正常更新具有重要作用<sup>[11-14]</sup>。根据树种在林窗与非林窗中重要值的位序差将主要乔木树种划分为4个生态种组，能够反映出不同树种在林窗与非林窗中的更新差异，这也有助于今后对针叶林以及针阔叶混交林树种多样性形成机制的探讨。

## 参考文献：

- [1] 吴刚, 冯宗伟. 中国油松林群落特征及生物量的研究[J]. 植物生态学报, 1994, 14(4): 415—422.
- [2] 刘立平. 子午岭木本植物志[M]. 兰州: 兰州大学出版社, 1998: 1—2.
- [3] 甘肃省地方史志编纂委员会. 甘肃省志: 第20卷(林业志)[M]. 兰州: 甘肃人民出版社, 1999: 128—131.
- [4] 郭小强, 金文, 孙树林. 子午岭植物资源调查研究[J]. 甘肃高师学报, 2002, 7(5): 42—44.
- [5] 郭华, 王孝安. 黄土高原子午岭人工油松林冠层特性研究[J]. 西北植物学报, 2005, 25(7): 1 335—1 339.

- [6] 宋永昌. 植物生态学[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2001.
- [7] 应俊生, 陈伟烈, 张知彬, 等. 人类活动对神农架地区生态系统多样性影响的研究[M] //陈灵芝, 王祖望. 人类活动对生态系统多样性的影响. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1999: 139—199.
- [8] 熊小刚, 熊高明, 谢宗强. 神农架地区常绿落叶阔叶混交林树种更新研究[J]. 生态学报, 2003, 22(11): 3—4.
- [9] 龙翠玲, 余世孝, 熊志斌, 等. 茂兰喀斯特森林林隙的植物多样性与更新[J]. 生物多样性, 2005, 13(1): 43—50.
- [10] 王微, 胡凯, 陶建平, 等. 卧龙自然保护区亚高山暗针叶林树种更新研究[J]. 武汉植物学研究, 2006, 24(2): 130—134.
- [11] ROKAN N V L. Gap-phase regeneration in a tropical forest [J]. Ecology, 1985, 66(3): 682—687.
- [12] 奚为民, 钟章成, 毕润成. 四川缙云山森林群落林窗边缘效应的研究[J]. 植物生态学与植物学学报, 1993, 17(3): 232—242.
- [13] 沼润国, 徐化成. 林窗干扰研究进展[J]. 林业科学, 1998, 34(1): 90—98.
- [14] 彭建松, 柴勇, 孟广涛, 等. 云南金沙江流域云南松天然林林隙特征[J]. 浙江林学院学报, 2005, 22(1): 50—55.

## Regeneration characteristics for major tree species of a secondary *Pinus tabulaeformis* forest in the Ziwu Mountains

WANG Bin, WANG Hui, YANG Jun-long, SUN Dong-yuan

(Forestry College, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, Gansu, China)

**Abstract:** Regeneration characteristics of major tree species are very important to forest regeneration and sustainable management of secondary *Pinus tabulaeformis* forests in the Ziwu Mountains, Gansu Province. The primary objective of this study was to examine the regeneration patterns of major trees in gaps and non-gaps of a secondary *P. tabulaeformis* forest. Major trees of the shrub layer in 25 gaps and 25 non-gaps were surveyed and classified into four ecological groups of species according to their importance value (IV). Results of regeneration in gaps showed that Group 1: six tree species that had a strongly positive response; Group 2: two tree species that had a strongly negative response; Group 3: eight tree species that had a moderately negative response; and Group 4: 15 tree species that had no response. For Group 1 the average density and average height of the seedlings in the gaps were superior to those in the non-gaps. For the four ecological groups of species, in gaps and non-gaps there were obvious differences, such as tree density, tree height, the major trees' IV in composition. Regeneration of major trees in gaps was also quicker than non-gaps. Thus, gaps provided favorable growth conditions for regeneration of major trees in secondary *P. tabulaeformis* forests of the Ziwu Mountains. [Ch, 2 fig, 1 tab, 14 ref.]

**Key words:** forest ecology; secondary *Pinus tabulaeformis* forest; regeneration characteristics; gap; ecological groups of species; Ziwu Mountains