西北林学院学报 2005，20(4)：48～51
Journal of Northwest Forestry University

秦岭中龄华山松群落林窗特征初步研究

兰国玉[1,2]，雷瑞德[2*]，安 锋[1]，陈 伟[3]

(1. 中国热带农业科学院 橡胶研究所，海南 儋洲 571737；2. 西北农林科技大学 林学院，陕西 杨陵 712100；
3. 华南热带农业大学 网教中心，海南 儋洲 571737)

摘 要：对秦岭中龄华山松群落的林窗特征进行了分析。结果表明，秦岭华山松群落的林窗大小为25～160 m²；林窗形成方式中，人为采伐占63.5%；林窗制造者基部直径在10～20 cm的比例比较大，占50%；华山松群落的林窗内更新幼苗较多，林窗更新较林下更新好。

关键词：华山松；群落；林窗
中图分类号：S791.241.06　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1001-7461(2005)04-0048-04

Prelimilary Study on Gap Characteristic of *Pinus armandii* in the Qinling Mountains

LAN Guo-yu[1,2], LEI Rui-de[2], AN Feng[1], CHEN Wei[3]

(1. *Rubber Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Danzhou, Hainan* 571737, *China*;
2. *College of Forestry, NW A & F University, Yangling, Shaanxi* 712100, *China*;
3. *Internet and Education Center, South China University of Topical Agriculture, Danzhou, Hainan* 571737, *China*)

万方数据

Abstract: In this paper, gap characteristics of middle-aged *Pinus armandii* community are analyzed preliminarily. The results are as follows: (1)The gap area of *P. armandii* community is between 25～160 m²; artiffcial cutting, which occupied 63.5%, is a familiar gap methods; The root diameter of gap maker is between 10～20 cm, which occupied 50% of the tatal. (2) There are more seedings in the gap than under the forest, so the gap generation is better than that of under the forest.

Key words: *Pinus armandii*; community; gap

林窗首先由英国的生态学家 Watt 提出[1,2]，主要是指森林群落中老龄树木的死亡或偶然因素(如干旱、台风、火灾等)造成成熟阶段的优势种死亡，从而造成林冠空隙的现象。就林窗的界定而言，林窗空隙的范围有实际空隙和扩展空隙2个指标。实际空隙(狭义林窗)是指林冠的空隙到地面的投影空间。扩展空隙(广义林窗)是指林冠空隙周围的林木的树干基部所包围的地面范围。一般认为林窗的大小为4～1 000 m²[3,4]。野外调查中，作者认为判定到底是林窗还是林内空地的最简单的方法是根据空隙(广义林窗)的直径是否大于群落建群种的平均高。如空隙直径(短轴)大于平均树高，则为空地，否则为林窗。林窗这一概念被引入我国以来，我国学者通过这一理论在植被动态，尤其是在群落更新方面进行了大量的研究。华山松是秦岭林区主要成林树种之一，关于华山松林的更新已有研究[5]，但是华山松群落的林窗特征以及林窗内的更新状况却未见报道。

1 研究区概况

秦岭地处 32°05′～34°45′N、104°30′～115°52′E。秦岭北坡属于暖温带半湿润地区，年平均气温6～8℃；秦岭南坡属于亚热带湿润地区，年平均气温9～13℃。降水主要集中于夏、秋两季，南坡受东南、西南暖气流的影响，降水较多，比北坡多100～200 mm，因此全年降水南坡比北坡多200～400 mm。华山松在秦岭的分布较广，主要分布于中山地带，海拔1 100～2 100 m之间，林分土壤类型主要为黄棕壤和棕壤。华山松群落由2个层次构成，第1层高度在

收稿日期：2004-10-10
基金项目：国家林业局"十五"重点项目"陕西秦岭火地塘森林景观特征及生态功能研究"(2001－04)
作者简介：兰国玉(1977-)，男，陕西大荔人，讲师，主要从事森林生态学研究。
*通讯作者：雷瑞德。

12～20 m 之间，主要树种有华山松、油松(*Pinus tabulaeformis*)、锐齿栎(*Quercus aliena* var. *alcuteserrata*)、漆树(*Toxicodendron vernicifluum*)、山杨(*Populus davidiana*)等；第 2 层高度在 8～12 m 之间，主要有楤木(*Aralia chinensis*)、盐肤木(*Rhus chinensis*)、青冈栎(*Cyclobalanopsis glauca*)、三桠乌药(*Lindera obtusiloka*)、鹅耳枥(*Carpinus turczaninowii*)、四照花(*Dendronbenthamia japonica*)、青榨槭(*Acer davidiana*)等。

2　研究方法

由于华山松在秦岭分布的零碎性，加之地形的复杂性，无法采用相邻网格样方法进行野外调查。在一个调查区详细记录海拔、坡度、坡向、土壤湿度、腐殖质厚度等样地因子。在调查区内随机取样调查林窗。记录林窗的长轴与短轴的长度，林窗形成方式、林冠的平均高、灌木层的盖度、草本层盖度。记录林窗制造者的情况如倒木(或采伐木)种类、胸径(基径)、腐烂等级。更新调查主要包括幼树幼苗的种类、树高或苗高，胸径(树高大于 1.5 m 的幼树记录胸径)、年龄(只记录华山松、油松幼树幼苗的年龄)。

林窗面积的计算可以假设林窗为一椭圆形，用公式 $S=\pi Lw/4$[6,7]来计算，其中，S 为林窗的面积，L 为林窗的长轴长度，w 为林窗的短轴长度。

本次调查样地设在秦岭宁陕县火地塘、蓝田县甘坪、红门寺和眉县的蒿坪(表 1)。

3　结果与分析

3.1　华山松群落的林窗特征

3.1.1　*林窗大小的分布及形状*　从水平面来看，林窗的形状是不规则的，如圆形、多边形、浑圆形等。一般情况下，林窗在水平面上的形状更像椭圆形，从立体方面来看，林窗在林内形成不规则的集合体，但这个几何体一般是下部大、上部小，类似圆锥体。

表 1　各调查小区自然概况

Table 1　Brief natural condition of investigated area

林窗号	地点	海拔/m	坡向	坡度/°	起源	腐殖质	凋落物	湿度
1～3	蓝田	1 070	NW20	30	天然林	2	1	潮
4～6	蓝田	1 300	NW35	10	天然林	3	5	潮
7	蓝田	1 330	WS5	35	天然林	3	5	潮
8～12	眉县	1 150	N	10	人工林	2	4	中湿
12～17	眉县	1 350	NW30	20	天然林	3	2	潮湿
17～22	宁陕	1 920	WS35	40	天然林	6	3	中湿
22～24	宁陕	1 950	WS5	5	天然林	5	2	中湿

万方数据

林窗的大小是林窗的重要特征，不仅反应了林内小生境的变化，而且提供了林窗内更新树种所利用的空间资源。林窗大小的变化很大，一般为 4～1 000 m^2，但在温带森林中林窗的大小为 40～130 m^2[8]。对秦岭华山松群落林窗大小的研究表明，林窗面积为 25～160 m^2。其中 30～50 m^2 占 12%，50～130 m^2 占 78%，130～160 m^2 的林窗占 10%(表 2)。因为所调查的华山松群落的平均树高 13 m，因此林窗的面积若大于 169 m^2，就不是林窗而是林内空地。而林窗小于 25 m^2 时，就很难将林窗与枝条的空隙区分开来。

3.1.2　*林窗形成方式*　林内乔木树种的死亡可形成林窗。因此林窗的形成必然有其内部因素，包括生理效率的降低、树木的衰老、生长状况的变差等；外部原因包括自然灾害如火灾、台风、暴雨、地震、病虫害、干旱等；人为干扰包括砍伐、盗伐等。根据调查，华山松群落林窗的形成方式分为 4 种：采伐和立枯、倒木、风折、裸露岩石或无。对秦岭华山松群落林窗形成方式的研究表明，人为采伐和立枯的比重最大，占到 63.5%。其次是裸露岩石或无明显的林窗制造者，占 19.2%，风折占 12.5%，倒木占 4.8%。采伐和立枯占有相当大的比例，一方面是由于华山松树干通直，材质良好，是人们砍伐的首选对象，另一方面，由于小蠹虫的危害，使得华山松死亡，为了保护其他华山松不受危害，只有将受害木砍伐掉。因此可以推断，在秦岭林区，华山松大小蠹虫对华山松的危害和人为砍伐是造成群落林窗的主要方式。风折在华山松群落中也是存在的，由于华山松树冠庞大，而根系又较浅，易受风折。但华山松群落中总有一些阔叶树存在，故风折的现象并不严重。

3.1.3　*林窗制造者的概况*　林窗制造者是创建林窗的树木，林窗的形成有时是单株树木死亡造成的，有时是 2 株或多株树木造成的。通过对华山松群落林窗制造者的研究表明，在群落中华山松的死亡(主要是砍伐)占 70.8%，栎类(主要是锐齿栎)的死亡占 12.5%。林窗制造者的胸径有时是无法测量的，如采伐的树木，因此，作者对林窗制造者的基部直径

作了调查，结果表明，林窗制造者基部直径在10～20 cm的比例较大，占到50%，一方面，当华山松在30 a以后，由于华山松大小蠹虫的危害，华山松出现团状或小片状死亡的现象，30 a生华山松的径阶大约在10～20 cm之间。另一方面，由于人为的盗伐现象比较严重，也使得这一径级的林窗制造者较多。

对林窗制造者的腐烂程度研究表明，未腐烂、腐烂的林窗制造者所占的比例较大，各占到35%，说明有35%林窗是最近10 a形成的，若为盗伐，说明盗伐比较严重。近年来，由于秦岭林区实施天然林保护工程，使得华山松有限的资源得到保护。

表2 秦岭华山松群落的林窗特征

Table 2 *Gap chacracteristics of Pinus armandii community*

项目	林窗特征			
面积/m²	30～50	50～80	80～130	130～160
百分比/%	12	19	59	10
形成方式	采伐，立枯	倒木	风折	裸露岩石或无制造者
百分比/%	63.5	4.8	12.5	19.2
林窗制造者	华山松	锐齿栎	其他	
百分比/%	70.8	12.5	16.7	
林窗制造者基径/cm	<10	10～20	20～30	>30
百分比/%	15	50	15	20
腐烂等级	未腐烂	快腐烂	腐烂	极度腐烂
百分比/%	35	20	35	10

万方数据

3.2 华山松群落林窗更新

群落的更新是指总体上的相对稳定的自我维持。也有学者将群落中种群的自我更新称之为更新。作者认为森林群落的更新是指植物个体衰老枯倒、自然或人为的因素造成的林隙中，由原种群或相同性质种群的新个体所更替的动态变化过程。

在蓝田县红门寺和甘坪华山松林下，不管是林窗内还是林下，幼苗的株数都较多，林窗内每公顷有幼苗、幼树2 188株，林下每公顷有幼苗1 550株(表3)。林窗内0～0.5 m的幼苗比例最大，占52.9%(表4)。由表3还可以看出，林下华山松幼苗幼树在年龄结构上出现断裂，即某一年龄阶段的华山松幼苗出现缺失，这样必然影响华山松更新，使得更新不良。这主要是因为在幼龄期间的华山松幼苗能够忍耐一定的庇荫，1～5 a的华山松幼苗在林下较多；在野外调查的过程中，有时会出现10～15 a幼树的数量较5～10 a的幼树较多(表3)，主要原因是华山松结实有大小年现象，10～15 a恰是结实的大年散布的种子长成的树木，而5～10 a恰是结实小年散布的种子的长成的树木。另一方面，随着年龄的增大，华山松的耐荫性减弱，对光照的需求增大，相当一部分华山松幼苗不能够继续忍耐庇荫而死亡，也使得5～10 a的华山松幼树出现缺失。而在林窗下，由于林窗既有一定的庇荫条件，又有优于林下的光照条件，所以在林窗下不存在华山松幼苗的断层。故林窗下华山松的更新要好于林下的更新。

表3 林下与林窗内幼苗密度比较

Table 3 A comparison of young seedling number between gap and under forest

林下 年龄/a	1～2	2～5	5～10	10～15	总计
密度/株·hm⁻²	756	589	12	193	1 550
林窗 年龄/a	**1～2**	**2～5**	**5～10**	**10～15**	**总计**
密度/株·hm⁻²	772	570	460	386	2 188

表4 林窗内不同高度幼苗密度

Table 4 Number of young seedling of different heights in forest gap

项目	苗高(株高)/m				
	0～0.5	0.5～1.3	1.3～3	3～5	>5
密度/株·hm⁻²	1 157	445	317	142	127
比例/%	52.9	20.3	14.5	6.5	5.8

华山松大小蠹虫的危害和人为干扰(包括盗伐和卫生伐)是秦岭林区中龄华山松群落林窗形成的主要原因，而正是这两个因素相互结合共同促进了华山松群落的林窗更新。林窗形成后，改变了群落的小生境，使得光照、水分等因子发生变化，从而有利于华山松幼苗的生长，促进了群落的更新。到了40 a以后，华山松进入近熟林阶段，自然稀疏减弱，树冠开始散开，林内光照条件开始改善，有利于其他树种的生长，在林下会出现大量的华山松幼树和幼苗

(表 4)。在水分条件较好时,林下还有相当数量的阔叶树,如漆树和锐齿栎幼树,如果这时由于其他原因造成林窗,则华山松和锐齿栎很快进入主林层。50 a 以后种群处于衰退时期,林冠稀疏,老龄的华山松可能受环境因子的影响而死亡,这时便形成林窗,为其更新创造了条件。

4　结论及建议

秦岭中龄华山松群落的林窗大小为 25～160 m^2。

秦岭中龄华山松群落林窗形成方式中,人为采伐占有相当大的比重,占到 63.5%;华山松大小蠹对林分的危害造成林木的死亡和人为干扰是林窗形成的主要方式。

林窗制造者基部直径在 10～20 cm 的比例较大,占到 50%。

华山松群落的林窗内更新幼苗较多,林窗更新较林下更新好。

虽然秦岭林区华山松林主要靠天然更新来保持其持续与发展。但由于人为盗伐和华山松大小蠹虫的危害,使得该林区华山松林的面积锐减,远远不能满足国民生产的需求。林分受大小蠹虫危害后和人为盗伐后林相较差,林分内幼苗数量严重不足,建议及时对林分进行卫生伐,清除受害树木,改善林内光照条件,使其有利于华山松幼苗的更新。另一方面应加强华山松天然林保护的力度,实现秦岭林区华山松林的可持续发展与利用。同时在今后的大规模绿化工作中;华山松应大力推广。在秦岭一般不很干燥的山地,华山松可以作为主要造林树种之一。

万方数据

参考文献:

[1] 臧润国. 徐化成. 林隙(GAP)干扰研究进展[J]. 林业科学,1998,34(1):90-98.

[2] 梁晓冬,叶万辉. 林窗研究进展[J]. 热带亚热带植物学报,2001,9(4):355-364.

[3] 臧润国,徐化成,高文涛. 红松阔叶林主要树种对林隙大小及其发育阶段更新反映规律的研究[J]. 林业科学,1999,35(3):1-9.

[4] 吴刚. 长白山红松阔叶混交林林冠空隙特征的研究[J]. 应用生态学报,1997,8(4):360-364.

[5] 高甲荣. 秦岭林区华山松林天然更新的初步研究[J]. 西北林学院学报,1991,6(1):9-14.

[8] 徐化成. 中国红松天然林[M]. 北京:中国林业出版社,1999. 156-216.

[6] Andrew N G, Thomas A S. Gap size, within—gap position and canopy structure effects conifer seeding establishment [J]. Journal of Ecology, 1996, 84:635-645.

[7] Hartshorm G S. Application of gap theory to strip clear—cuts in the Peruvian Amanon [J] Ecology, 1989, 70(3):856.

(上接第 47 页)

参考文献:

[1] 安定国. 甘肃省小陇山高等植物志[M]. 兰州:甘肃民族出版社,2002.

[2] 中国科学院西北植物研究所. 秦岭植物志(第一卷)[M]. 种子植物第 1～5 册. 北京:科学出版社,1985.

[3] 王荷生,张镱锂. 中国种子植物特有属的生物多样性和特征[J]. 云南植物研究,1994,16(3):209-220.

[4] 黄大燊. 甘肃植被[M]. 兰州:甘肃科学技术出版社,1997.

[5] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究,1991(增刊 IV):1-139.

[6] 宋朝枢,徐荣章,张清华. 中国珍稀濒危保护植物[M]. 北京:中国林业出版社,1989.

[7] 付立国,金鉴明,冯国铜,等. 中国植物红皮书[M]. 北京:科学出版社,1992.

[8] 任继文. 甘肃珍稀濒危保护植物[M]. 兰州:甘肃科技出版社,1996.

[9] 中国植被编辑委员会. 中国植被[M]. 北京:科学出版社,1980.

[10] 孙叶根. 安徽种子植物特有属的生物多样性及其保护[J]. 山地研究,1998,16(3):210-214.

[11] 谢国文. 江西种子植物特有属的生物多样性及其保护[J]. 武汉植物研究,1996,14(4):294-300.

[12] 芦维忠. 甘肃森林生态旅游资源类型划分及开发初探[J]. 林业资源管理,2003(2):17-19.