

Ecological research of *Taxus chinensis* var. *mairei* of China

# 南方红豆杉 生态学研究

茹文明 铁军 著



中国林业出版社

# 南方红豆杉生态学研究

茹文明 铁 军 著

福建师范大学  
图书馆  
藏书印记

0997626



T0997626

中国林业出版社

### 图书在版编目(CIP)数据

南方红豆杉生态学研究 / 茹文明, 铁军著. —北京: 中国林业出版社, 2012. 4  
ISBN 978-7-5038-6528-2

I. ①南… II. ①茹… ②铁… III. ①红豆杉属 - 植物生态学 - 研究  
IV. ①Q949.660.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 054815 号

出版 中国林业出版社(100009 北京西城区刘海胡同7号)  
E-mail forestbook@163.com 电话 010-83228353  
网址 <http://lycb.forestry.gov.cn>

发行 中国林业出版社  
印刷 北京中科印刷有限公司  
版次 2012年4月第1版  
印次 2012年4月第1次  
开本 787mm×960mm 1/16  
印张 9.75  
字数 180千字  
印数 1~1000册  
定价 39.00元





南方红豆杉生长环境



南方红豆杉分布地外貌



南方红豆杉生长环境



南方红豆杉分布地植被外貌



南方红豆杉分布地植被外貌



野外生长的南方红豆杉

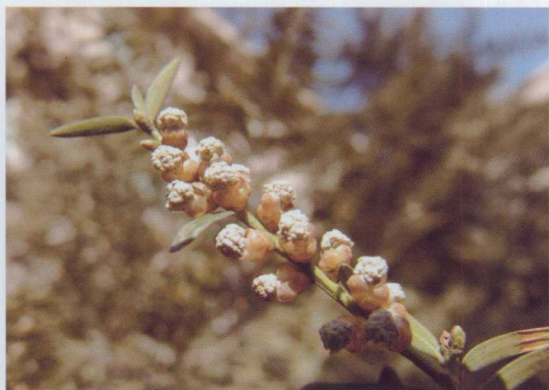




南方红豆杉雄株



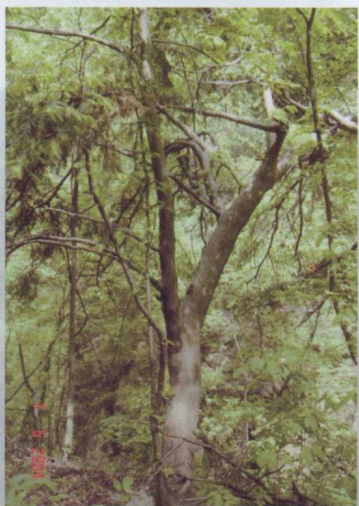
南方红豆杉雌株



南方红豆杉雄株枝条



南方红豆杉雌株枝条



南方红豆杉成株



南方红豆杉幼苗





南方红豆杉资源调查



在野外南方红豆杉资源调查



在野外南方红豆杉资源调查



砍伐的南方红豆杉



砍伐的南方红豆杉



南方红豆杉果实





在长治宾馆内栽培的南方红豆杉雄株



在长治宾馆内栽培的南方红豆杉雌株



在长治宾馆内栽培的南方红豆杉雄株



在长治宾馆内栽培的南方红豆杉雌株



成熟的南方红豆杉雄球花 (小孢子叶球)



成熟的南方红豆杉种子

# 前 言

---

南方红豆杉(*Taxus chinensis* var. *mairei*)为我国特有树种, 国家一级保护濒危植物。主要分布在长江流域、南岭山脉以及广东、广西、江西、河南、陕西、甘肃等省(自治区), 海拔600~1200 m的山地。在山西省主要分布于长治壶关大峡谷, 晋城小堤河、凤凰谷、磨河、蟒河、历山等山地。山西省为该物种在我国自然分布的最北界。

南方红豆杉是集观赏、药用及材用为一体的重要的资源植物, 在我国传统医学宝库中, 关于其药用价值早有记载。20世纪70年代, Wani等人(1971)首次从短叶红豆杉(*Taxus brevifolia*)中提取分离得到天然抗癌产物——紫杉醇(Taxol)。据报道, 南方红豆杉树皮中紫杉醇的含量可达0.049%~0.069%, 是该属中紫杉醇含量最高的一种。南方红豆杉自然繁殖力低, 天然资源较少, 加之近年来掀起的开发南方红豆杉资源热, 人为的破坏日益严重, 致使该物种的现存数量越来越少。南方红豆杉种子具有深休眠特性, 在自然状态下, 需经两冬一夏才能萌发, 且在南方红豆杉群落中, 其种子难以萌发。因此, 保护南方红豆杉资源, 扩大其再生途径, 已成为近年来广大学者们关注的热点。目前, 对南方红豆杉的研究主要集中在营养繁殖苗的培育、树木与植物分析、南方红豆杉成分的生物合成上以及考察性的描述上, 而对南方红豆杉群落或种群进行系统的、全面的尤其是定量分析研究比较少。本书运用数量生态学的方法, 从植物区系、群落分类与排序、群落物种多样性和种间关系、种群空间分布格局、种群的年龄结构和数量动态等方面, 对山西南方红豆杉群落进行系统的、全面的研究, 综合分析各方面的资料, 摸清山西南方红豆杉资源状况、生境和群落学特征, 分析南方红豆杉种群结构及其种群数量变动规律, 研究种群的空间分布格局、种间关联性以及优势种群生态位, 阐明其资源自然消长情况和致濒原因, 并提出保护和开发利用好这一珍稀濒危植物的有效措施和对策。无论从物种生物学、保护



生物学角度，还是从经济效益及社会效益等方面，都具有重要的理论意义和经济意义。

本书的出版得到了山西省自然科学基金项目“濒危植物南方红豆杉种群生态学研究”(2006011096)、山西省教育厅山西省高等学校人文社科重点研究基地项目“太行山南段森林生态系统服务功能与生态安全评价”(2011329)和山西省教育厅科技开发项目“濒危植物南方红豆杉繁育系统构建和生殖机理研究”(2010129)的资助。在野外调查和数据分析过程中，得到了山西大学生命科学学院张峰教授的无私帮助。在本书的撰写过程中，北京师范大学生命科学学院的张金屯教授给予了悉心指导，并对全文进行了审稿；山西大学的王孟本教授、上官铁梁教授、李素青老师和刘秀珍博士给予了热情鼓励和支持；长治学院生物科学与技术系的张桂萍教授、金山副教授提供了许多资料，并做了大量工作；还有许多同仁为这项工作做出了努力和帮助，在此向他们表示诚挚的谢意！

由于作者的业务水平和能力有限，错漏之处实为难免，敬请读者批评指正！

作 者  
2011年12月

# 目 录

## 前 言

第 1 章 南方红豆杉的自然地理分布和生物学特性 .....	(1)
1.1 南方红豆杉的自然地理分布和生态环境特征 .....	(1)
1.2 南方红豆杉分类学研究 .....	(3)
1.3 南方红豆杉的生物学和生态学特性 .....	(5)
1.4 研究区概况 .....	(7)
1.4.1 自然环境及植被概况 .....	(7)
1.4.2 植物区系 .....	(9)
第 2 章 南方红豆杉叶片形态结构及气孔参数 .....	(10)
2.1 实验材料与方法 .....	(10)
2.1.1 实验材料 .....	(10)
2.1.2 实验方法 .....	(10)
2.1.3 数据测量与分析 .....	(11)
2.2 结果与分析 .....	(11)
2.2.1 叶片横切解剖特征 .....	(11)
2.2.2 叶表皮形态及大小 .....	(11)
2.2.3 气孔器结构 .....	(13)
2.3 结论与讨论 .....	(14)
第 3 章 南方红豆杉的叶面积测定及其相关分析 .....	(16)
3.1 实验材料与方法 .....	(16)
3.1.1 材料来源 .....	(16)
3.1.2 实验方法 .....	(17)
3.2 数据处理 .....	(18)
3.3 结果与分析 .....	(18)
3.3.1 叶面积测定方法的比较 .....	(18)
3.3.2 南方红豆杉叶形指数 .....	(20)



3.3.3	南方红豆杉比叶面积、叶面积指数 .....	(22)
3.4	结论与讨论 .....	(23)
3.4.1	两种叶面积测定方法的比较 .....	(23)
3.4.2	南方红豆杉叶片特征指数相关分析 .....	(24)
<b>第4章</b>	<b>山西南方红豆杉群落的植物区系分析和群落特征研究 .....</b>	<b>(25)</b>
4.1	研究方法 .....	(25)
4.2	植物区系的统计和分析 .....	(26)
4.2.1	南方红豆杉群落植物区系组成 .....	(26)
4.2.2	植物区系地理成分 .....	(27)
4.2.3	植物区系特点 .....	(36)
4.3	群落外貌 .....	(36)
4.3.1	外貌及季相 .....	(36)
4.3.2	生活型 .....	(37)
4.3.3	叶级谱和叶的其他性质 .....	(39)
4.4	群落结构 .....	(40)
4.5	小 结 .....	(41)
<b>第5章</b>	<b>山西南方红豆杉群落的数量分类与排序 .....</b>	<b>(42)</b>
5.1	研究方法 .....	(42)
5.1.1	调查方法 .....	(42)
5.1.2	数据处理 .....	(43)
5.1.3	数据分析 .....	(43)
5.2	结果与分析 .....	(44)
5.2.1	TWINSpan 分类 .....	(44)
5.2.2	DCA 排序分析 .....	(49)
5.2.3	CCA 和 DCCA 分析 .....	(51)
5.3	小 结 .....	(56)
<b>第6章</b>	<b>山西南方红豆杉群落物种多样性和群落结构研究 .....</b>	<b>(58)</b>
6.1	研究方法 .....	(58)
6.1.1	样地调查 .....	(58)
6.1.2	数据分析 .....	(59)
6.2	结果与分析 .....	(60)
6.2.1	物种多样性 .....	(60)
6.2.2	群落多样性 .....	(63)
6.3	结 论 .....	(71)

---

第 7 章	山西南方红豆杉群落种间关系的数量分析	(73)
7.1	研究方法	(73)
7.1.1	样地调查	(73)
7.1.2	种间关联性的度量	(73)
7.2	结果及分析	(75)
7.2.1	优势物种间的总体关联性分析	(75)
7.2.2	优势种种间关联性分析	(76)
7.2.3	正负关联比与 $\chi^2$ 检验显著率	(78)
7.2.4	$\chi^2$ 检验、Pearson 相关检验和 Spearman 秩相关检验的关系	(79)
7.2.5	种间相关性分析	(83)
7.3	小 结	(84)
第 8 章	山西南方红豆杉群落优势种群生态位分析	(86)
8.1	研究方法	(87)
8.1.1	生态位宽度的测定方法	(87)
8.1.2	生态位重叠的测定	(87)
8.2	结果与分析	(88)
8.2.1	生态位宽度	(88)
8.2.2	生态位普遍重叠与生态位特定重叠分析	(90)
8.2.3	生态位重叠与种间竞争的关系	(93)
8.3	小 结	(94)
第 9 章	山西南方红豆杉种群空间分布格局分析	(95)
9.1	研究方法和内容	(95)
9.1.1	样地调查	(95)
9.1.2	种群年龄结构的划分	(95)
9.1.3	种群分布格局分析	(96)
9.2	结果与分析	(98)
9.2.1	不同样地南方红豆杉种群分布格局分析	(98)
9.2.2	不同龄级南方红豆杉种群分布格局分析	(100)
9.2.3	不同取样尺度下南方红豆杉种群空间分布格局	(102)
9.3	小 结	(103)
第 10 章	山西南方红豆杉种群结构与动态研究	(104)
10.1	研究方法与内容	(104)
10.1.1	样地调查	(104)



10.1.2	年龄结构分析方法 .....	(104)
10.1.3	生命表编制 .....	(105)
10.1.4	谱分析方法 .....	(106)
10.2	结果与分析 .....	(107)
10.2.1	南方红豆杉的大小结构 .....	(107)
10.2.2	密度分析 .....	(108)
10.2.3	南方红豆杉生命表的编制 .....	(110)
10.2.4	南方红豆杉种群的存活曲线 .....	(112)
10.2.5	南方红豆杉种群数量动态的谱分析 .....	(114)
10.3	小 结 .....	(115)
<b>第 11 章</b>	<b>山西南方红豆杉遗传多样性的 RAPD 分析 .....</b>	<b>(117)</b>
11.1	材料和方法 .....	(117)
11.1.1	材料采集 .....	(117)
11.1.2	实验方法 .....	(117)
11.2	结果与分析 .....	(119)
11.2.1	南方红豆杉种群的 RAPD 多态性分析 .....	(119)
11.2.2	南方红豆杉种群的遗传多样性 .....	(120)
11.2.3	南方红豆杉种群的聚类分析 .....	(124)
11.3	讨 论 .....	(125)
<b>第 12 章</b>	<b>南方红豆杉濒危机制及保护利用对策 .....</b>	<b>(127)</b>
12.1	濒危原因分析 .....	(127)
12.1.1	南方红豆杉固有的生物学特性 .....	(127)
12.1.2	地理分布的局限性 .....	(129)
12.1.3	对生境要求的特殊性 .....	(129)
12.1.4	人为因素 .....	(129)
12.2	开发研究存在的问题 .....	(130)
12.3	南方红豆杉资源保护与可持续利用对策 .....	(130)
12.3.1	加强法制管理措施, 加大执法力度, 依法治林 .....	(130)
12.3.2	建立南方红豆杉自然保护区 .....	(130)
12.3.3	建立南方红豆杉种质资源迁地集中保护区 .....	(131)
12.3.4	合理开发利用南方红豆杉资源 .....	(131)
附录:	植物中文名、学名对照表 .....	(132)
参考文献	.....	(135)

## 第 1 章

# 南方红豆杉的自然地理分布和生物学特性

南方红豆杉[*Taxus chinensis* var. *mairei* (Lemée & Lèvi.) S. Y. Hu ex Liu] 又称美丽红豆杉, 隶属红豆杉科(Taxaceae)红豆杉属(*Taxus*)。为我国特有的第三纪孑遗植物, 是集观赏、药用及材用为一体的重要的资源植物, 在我国的传统医学宝库中, 关于其药用价值早有记载(廖文波等, 1996)。20 世纪 70 年代, Wani 等人(1971)首次从短叶红豆杉(*Taxus brevifolia*)中提取分离得到天然抗癌产物——紫杉醇(Taxol)。据报道, 南方红豆杉树皮中紫杉醇的含量可达 0.049%~0.069%, 是该属中紫杉醇含量最高的一种(Wani, *et al.*, 1971; 傅瑞树等, 2003; 张宗勤等, 1996; 廖文波等, 2002)。

南方红豆杉在自然植被中仅以偶见种的形式存在, 其自然繁殖力较低, 故天然资源非常少, 加之为利益所驱, 长期以来, 对南方红豆杉的滥砍滥伐现象屡禁不止, 日趋严重, 使该物种的现存数量越来越少。目前南方红豆杉已处濒危状态, 被国家列为一级珍稀濒危保护植物。近年来, 各级政府加大了对南方红豆杉这一珍稀物种的重视程度, 也在各地掀起了对该物种研究和保护的热潮。

目前, 对南方红豆杉的研究主要集中在营养繁殖苗的培育、树木与植物分析、南方红豆杉成分的生物合成上以及考察性的描述上, 而对南方红豆杉群落或种群进行系统的、全面的尤其是定量分析研究比较少。

### 1.1 南方红豆杉的自然地理分布和生态环境特征

红豆杉是一类十分古老的裸子植物, 最早的化石出现于欧洲的侏罗纪至白垩纪地层。在我国, 最早的化石出现于青海的中新世地层, 距今约 2500 万年。由于地史与气候的变迁, 现代的红豆杉属植物在北半球的分布已呈现不连续的间断分布。南方红豆杉为红豆杉属植物在中国分布最广泛的种, 主要分布于我国黄河以南广大地区的山地或溪谷中, 包括广东北部、广西北部、四川西部、重庆南部、湖北西部、云南东部、贵州中部和东部、安徽南部和西南部、河南



西部(伏牛山)、陕西南部(秦岭)、甘肃东南部、山西东南部、湖南、江西、浙江、福建、台湾等地,是亚热带常绿阔叶林、常绿与落叶阔叶混交林的特征种,常与其他阔叶树、竹类以及针叶树混生(廖文波等,1996;郑万钧和傅立国,1978)。山西是南方红豆杉分布区的最北界,主要在山西南部的沁水下川,阳城桑林、横河,陵川磨水、夺火、马圪当、六泉和壶关的小梯河等地有分布(茹文明,2001;张桂萍等,2003),如图1-1。

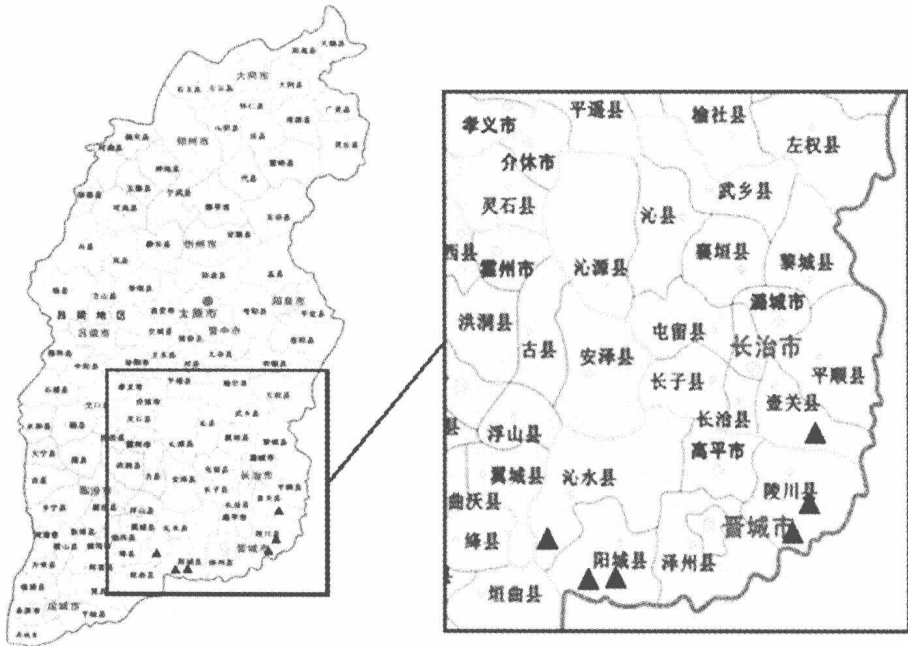


图1-1 山西省南方红豆杉  
主要分布区图

Fig. 1-1 Main distribution area of *Taxus chinensis* var. *mairei* in Shanxi

南方红豆杉通常在距居民点较远的,海拔在500~1800 m的中低山地区生长。在安徽南部分布的南方红豆杉海拔最低,为250~720 m,浙江、福建、江西、四川东部和广西分布的海拔为600~1500 m,贵州、云南分布的海拔为800~1800 m,陕西、甘肃、湖北和湖南分布的海拔为1000~1400 m,四川西南部分布的海拔可达2000 m以上,山西在海拔725~965 m有分布。

南方红豆杉的耐荫性强,多分布于阴坡、沟谷溪旁山坡中下部水湿条件好的地段。如在山西南部的阳城蟒河、陵川磨水和壶关小梯河等地,分布于海拔750~965 m的山坡、河谷中,地势多为“U”形深谷的底部或缓坡,都在距溪流或河道50 m范围内的山坡和谷边(张峰和上官铁梁,1988;伍建军等,

2002; 张桂萍和茹文明, 2003)。

南方红豆杉在我国的自然分布区绝大多数属亚热带季风气候类型, 植被区划跨越暖温带落叶林地带和亚热带常绿阔叶林两个地带, 所在各地的气候指标见表 1-1(张峰和上官铁梁, 1988; 伍建军等, 2002; 张桂萍和茹文明, 2003; 傅瑞树和朱建华, 2003; 杨相甫等, 2000; 俞美星和杨胜利, 2002; 史忠礼等, 1991)。

从表 1-1 可以看出,  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  积温和生长季节的降水量是限制南方红豆杉分布的主要气候因子。南方红豆杉适宜在气候温暖湿润,  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  积温 4000 ~ 5000  $^{\circ}\text{C}$ , 年降水量 800 mm 以上, 生长季节降水量占年降水量 85%~90%, 雨日雾日多, 雨热同步, 日照时间较短, 昼夜温差变化较大的环境中生长。在长江流域、南岭山脉山区, 夏季炎热多雨, 水热同步, 南方红豆杉生长发育良好, 是其分布的中心, 而在秦岭—淮河以北地区,  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  积温 3000 ~ 4000  $^{\circ}\text{C}$ , 年降水量 500 ~ 700 mm, 明显低于我国湿润的亚热带山地, 这明显不利于南方红豆杉的生长。

南方红豆杉分布区的土壤类型主要为山地红壤、山地黄壤、山地黄棕壤、山地褐土和棕色森林土。南方红豆杉对土壤的适应能力较强, 对土壤种类要求不甚严格, 但在肥沃、疏松、排水良好的酸性土壤(pH 值 5.7 ~ 6.2)条件下生长旺盛, 枝叶繁茂; 在干瘠薄的土壤上, 植株矮化, 长势较差。

## 1.2 南方红豆杉分类学研究

红豆杉属又名紫杉属, 1737 年由林奈建立, 模式种为欧洲红豆杉(*Taxus baccata* L.)。该属已知 10 种 1 变种, 即欧洲红豆杉、短叶红豆杉(*T. brevifolia*)、加拿大红豆杉(*T. canadensis*)、佛罗里达红豆杉(*T. floridana*)、杂种紫杉(*T. media*)、球果红豆杉(*T. globosa*)、西藏红豆杉(*T. wallichiana*)、东北红豆杉(*T. cuspidata*)、云南红豆杉(*T. yunnanensis*)、中国红豆杉(*T. chinensis*)及南方红豆杉(*T. chinensis* var. *mairei*)。分布于北半球的温带至热带地区。我国红豆杉属植物有 4 种 1 变种: 东北红豆杉、西藏红豆杉、云南红豆杉, 中国红豆杉及 1 变种南方红豆杉。

我国分布的红豆杉属植物各种间的形态特征十分相近, 地理分布又多交叉, 不易鉴别, 其中, 尤以中国红豆杉和南方红豆杉最难区分。有些学者以叶片下表皮中脉带上乳头状角质突起的有无作为划分种的主要依据(Orr, 1937; Florin, 1948; 胡秀英, 1960, 1964), 有些学者则认为表皮结构特征只能作为种类鉴定的一种辅助特征而不能作为以外部形态划分种的唯一依据(桂耀林和

表 1-1 南方红豆杉植物分布区气候表

Tab. 1-1 The main climatic factors of *Taxus chinensis* var. *mairei* distribution region in China

地点 Locations	1月均温(°C) Average temperature in January	7月均温(°C) Average temperature in July	年均温(°C) Annual temperature	年降水量(mm) Annual rainfall (mm)	≥10°C的年积温(°C) Annual accumulated temperature	相对湿度(%) Relative humidity	生长季节(月) Growth period
广东连州 Lianzhou, Guangdong	5.7	25.9	15.5	1791	5000	75~83	2.5~11.5
江西九连 Jiulian, Jiangxi	6.3	24.5	16.4	2070	3900	85	2.5~11.5
广西元宝山 Yuanbao Mountains, Guangxi	4~8	24~27	16.4	2379	5300	90	2.5~11.5
福建三明 Sanming, Fujian	7.4	28~29	18.5	1726	3878	75~80	2.5~11.5
滇黔山区 Mountains in Yunnan & Guizhou	10	26~28	18~19	1253~1577	4500~5000	70~80	2.5~11.5
秦巴山区 Qin-Ba Mountains	2~3	27~29	14~16	800~1300	5000~5100	70~80	3~11
华东山区 Mountains in East China	3.3	27~28	13~20	800~900	4900~5000	70~85	3~11
伏牛山 Funiu Mountains, Henan	2.3	27	14.8~15.8	800~900	4500~5000	70~75	3~11
山西阳城 Yangcheng, Shanxi	-3	24.9	11.7	627	3170	70	4.5~10
山西壶关 Huguan, Shanxi	-7	23.3	8.8	603	3134	70	4.5~10
山西陵川 Lingchuan, Shanxi	-5.2	21.3	7.34	663	3369	70	4.5~10
山西沁水 Qinshui, Shanxi	-3	25	11~14	670	3500	70	4.5~10