

中国翅荚木

柳新红 何小勇 袁德义 编著



中国林业出版社

中国翅荚木

柳新红 何小勇 袁德义 编著

中国林业出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国翅荚木/柳新红, 何小勇, 袁德义 编著. - 北京: 中国林业出版社, 2009. 8
ISBN 978-7-5038-5687-7

I. 中… II. ①柳…②何…③袁… III. 乔木-中国 IV. S718.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 138352 号

中国林业出版社·环境景观与园林园艺图书出版中心

责任编辑: 吴金友 于界芬

电话: 83286967 83229512 传真: 83286967

出版 中国林业出版社(100009 北京西城区刘海胡同7号)

E-mail cfphz@public.bta.net.cn 电话 83224477

网址 www.cfph.com.cn

发行 新华书店北京发行所

印刷 三河市富华印刷包装有限公司

版次 2009 年 11 月第 1 版

印次 2009 年 11 月第 1 次

开本 787mm × 1092mm 1/16

印张 9.5 彩插 8

字数 234 千字

印数 1 ~ 2000 册

定价 50.00 元

《中国翅荚木》编委会

主 编 柳新红(浙江省林业科学研究院)
何小勇(浙江省丽水市科学技术协会)
袁德义(中南林业科技大学)

副主编 李因刚(浙江省林业科学研究院)
周全连(广西壮族自治区林业科学研究院高级)
童方平(湖南省林业科学院)
张 琳(中南林业科技大学)
练发良(浙江省丽水市林业科学研究院)
丰炳财(浙江省淳安县新安江开发总公司)

编 委 (按姓氏笔画排序)

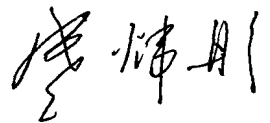
丰炳财	王 旭	王 森	王军峰	王耀辉	刘跃钧	刘福祥
吕明亮	何 林	何小勇	何华林	何成涛	吴林森	张 洁
张 琳	李 贵	李 魏	李因刚	李景词	杨成华	沈 燕
邱劲柏	邹 锋	周 建	周少平	周全连	林秀明	练发良
侯远瑞	柳新红	段经华	赵 勋	郝海坤	唐国梁	徐高福
袁 军	袁德义	黄大勇	黄春元	龚自海	彭佳龙	童方平
葛永金	蒋 瑶	谢建秋	雷海清	魏 来		

序

我国树种资源十分丰富，但已被开发利用造林的不多，尤其是阔叶树造林的比重更低。过去在我国南方阔叶树造林比重约占 5% 左右，近些年国家虽然提倡，但发展速度不快。树种资源不足，特别是阔叶树树种的造林面积比重过低带来了两个严重的问题。一是导致人工林针叶化和生物学上不稳定性，以及地力维护和抵抗病虫害灾害能力的减弱；二是导致市场供材的结构性矛盾，阔叶材供不应求。我国林业工作者一直呼吁要改变这种状态。本书的作者近些年致力于一个新发掘树种翅荚木——一种阔叶树的研究推广，是值得叫好的。

翅荚木又名任豆树、任木、砍头树，属苏木科翅荚木属落叶高大乔木，是我国南方 20 世纪 70 年代末才被发掘和逐渐推广利用的一个特有珍稀树种，自然分布于广西、广东、湖南、贵州、云南等地。翅荚木适应性强，生长迅速，用途十分广泛，既是工业原材料树种、用材树种，又是能源树种，具有广泛的开发利用价值。特别是它能在石灰岩形成的石漠化地区生长，是一个难得的树种。翅荚木作为翅荚木属特有的单种属植物，野生资源已处于濒危状态，对研究苏木科与蝶形花科之间的演化关系具有重要的科研价值，是国家Ⅱ级重点保护野生植物，世界自然保护联盟的红色名录中的近危种。该树种的研究和开发利用对我国南方发展阔叶树造林，加强石漠化治理和紫色岩、钙质岩、石灰岩等困难立地造林，发展工业原料林和珍贵用材林具有重要的意义。

本书作者为了推动翅荚木这一树种的研究做了大量的工作。他们在不太长的时间里，历经艰辛，潜心研究，开展了翅荚木天然分布和引种调查，种源试验和区域造林试验；开展不同种源的抗低温胁迫能力研究和光合能力的观察，构建了翅荚木 ISSR - PCR 反应体系，揭示了不同种源的遗传多样性，种群遗传结构及其变异规律；开展了翅荚木良种繁育和人工林经营模式研究，掌握了良种快繁及人工林高效经营关键技术；开展了翅荚木木材材性分析和种菇试验，提出了翅荚木多用途利用途径。这一些研究结果为系统地了解翅荚木这一珍稀树种的遗传多样性、生理生态特性和培育技术奠定了基础。我有幸先睹此书稿，深为这一科研团队的责任意识、使命意识和积极的探索创新精神以及所取得的成果而欣慰。值此付梓之际，欣然应邀作序。希望本书能为翅荚木这一珍稀树种的深入研究和发



2009 年 4 月 9 日

前 言

翅荚木(*Zenia insignis* Chun.)又名任豆树、任木、砍头树,属苏木科翅荚木属落叶高大乔木,自然分布于我国广西、广东、湖南、贵州、云南等地,越南也有分布。翅荚木是翅荚木属特有的单种属植物,是国家Ⅱ级重点保护野生植物,世界自然保护联盟(IUCN)的红色名录中的近危种,野生资源已处于濒危状态。翅荚木模式标本是1934年在广东省乐昌采集的,后经著名植物学家陈焕镛先生鉴定为新属,对研究苏木科与蝶形花科之间的演化关系具有重要的科研价值。

传统上,翅荚木是广西等地薪炭用材树种。早在20世纪80年代,中南林学院陈永密教授等对翅荚木就进行过研究,并作为速生用材树种在湖南、湖北、江西、浙江、福建等地推广。21世纪初,全国实施退耕还林工程后,翅荚木作为困难地造林树种在我国西南石漠化地区开始规模化推广应用。以前对翅荚木的研究主要集中在引种栽培上,生理生态、遗传改良等领域均是空白。然而,翅荚木适应性强,生长迅速,萌芽更新能力好,用途十分广泛,它的研究和开发利用对我国南方林区树种结构调整,加大石漠化治理和紫色岩、石灰岩等困难地造林,发展工业原料林,开发生物质能源,振兴林业经济均具有重要的意义。

近20年,我国速生树种的良种选育已经取得了显著的成效。在我国北方平原、江河滩地和沿海滩涂,杨树已显示出其不可替代的速生丰产性能。南方热带与亚热带地区,随着适生桉树引进和良种选育推广,速生工业原料林迅速发展,有力地推动了林浆纸一体化的进程。而在我国南方中亚热带的广大丘陵山地,因为杨树不能上山,桉树不能耐寒,尚未选出速生性明显占优势的适生树种,极大地影响了业主投资速丰林建设的积极性,也影响了速丰林基地建设的进程。

为了选育适合于浙江省山地栽培的速生原料林树种,为浙西南丽水等地木材加工和食用菌两大资源型产业的可持续发展提供保障,我们从2002年开始,每年行程近万千米进行速生树种调研和引进,翅荚木就是其中重点引种试验的树种之一。2003年,作为丽水市重大科技项目“短轮伐期高效工业原料林定向培育关键技术研究”的内容,开始了翅荚木的育苗和造林试验。2005年,“珍稀速生原料林树种——翅荚木的引种及其繁育技术研究”列入浙江省科技计划项目。2007年,翅荚木作为浙江省重点科技计划项目“特种工艺用材新品种选育和定向培育研究与中试”的主要树种,进行中试推广。与此同时,湖南、广西、福建等地对翅荚木的研究和开发利用也开展了起来。

几年来,我们围绕翅荚木这一树种,相继开展全分布区的生境调查和引种试验,进行了苗木快繁技术研究和区域化造林试验,开展了抗寒生理及光合特性研究,进行了微观上的植物显微分析和分子水平上的遗传多样性分析。

2009年1月,我们完成的“翅荚木遗传多样性及引种培育研究”成果通过了专家组鉴定。鉴定委员会认为该项目对我国特有珍稀速生树种翅荚木全面系统地开展遗传多样性和引种培育的研究,对该树种的进一步开发利用具有重大的指导意义。同时认为该项目首次开展翅荚木遗传多样性、抗寒生理、光合特性等方面的研究,成果达到国际同类研究先进水平。

目前，翅荚木的种子育苗和引种造林技术已趋成熟，木材综合利用技术研究也已取得一定进展，但其良种选育等工作刚刚展开，生理生态特性研究甚少。今后应加大优良种源的优树选择、子代测定等遗传改良的力度，选育翅荚木良种，特别是要加强耐低温胁迫的研究，利用基因工程等生物技术提高翅荚木良种的耐寒性。我们希望本书的出版，能够推动翅荚木的深入研究和造林推广，使这一珍稀速生树种更多地造福人民！

本书的研究和出版得到了浙江省科技厅、国内有关高校、科研院所和林业部门的大力支持。国务院参事、中国林业科学研究院首席科学家盛炜彤先生在百忙中抽出时间，不仅完成了本书审稿工作，而且欣然作序。在此一并深表感谢！

由于编著时间仓促，许多研究试验时间短，深度不够，有不妥之处，敬请大家批评指正。

编者
2009年4月5日

Preface

Zenia insignis Chun. , also known as Rendou tree, Renmu, and Kantou tree, is tall deciduous tree species of Caesalpiniaceae family. It is widely distributed in Guangxi, Guangdong, Hunan, Guizhou, Yunnan, and Vietnam, which belongs to national key protected wild plants of second class and has been listed as Near Threatened (nt) species by the World Conservation Union (ICUN) since the wild resources are endangered. The type specimen of *Z. insignis* was first collected in Lechang city, Guangdong province that was subsequently identified as new genus by the famous Chinese botanist professor Chen Huanyong, which is of great scientific value for studying evolution relation between Caesalpiniaceae and Papilionoideae.

Z. insignis is usually used as a fuelwood and timber species mainly in Guangxi. In the 1980s, the professor Chen Yongmi of Central South Forestry University had conducted a series studies on *Z. insignis* that was used as fast-growing timber tree in Hunan, Hubei, Jiangxi, Zhejiang, and Fujian etc. At the beginning of this century, *Z. insignis* was extended on a large scale in Southwest China. Previous studies on *Z. insignis* are concentrated in the introduction and cultivation field, whereas the physiological ecology and genetic improvement field is a blank space. *Z. insignis* has many obvious advantages such as strong adaptability, fast-growing, and coppice regeneration, which facilitates the extensive uses in many fields. Studies, exploitation and utilization of *Z. insignis* are great of importance to species structure adjustment in forest regions of southern China, rocky desertification control, afforestation, development of industry material and bio-energy forest, and revitalization of the forestry economy.

In the last two decades, improved varieties selecting and breeding in fast-growing tree species has obtained remarkable achievement. Poplar (*Populus* sp.) exhibits irreplaceable fast-growing and high-yielding capability in the plain, floodplain of rivers, and coastal shoal in North China. With the introduction and selecting and breeding of Eucalyptus in tropic and sub-tropic regions in south China, fast-growing industry material forest began to rapidly extend, which pushed the process of integrating production of timber, pulp, and paper. Both poplar and Eucalyptus are not suitable for the southern subtropical hill land in China, however, affecting the construction of fast-growing and high-yielding forest base.

To select and breed fast-growing industry material forest species suitable for mountain land in Zhejiang and guarantee the sustainable development of wood processing and edible fungus resources industries in Lishui, Zhejiang, we have been investigating, surveying, and introducing fast-growing species since 2002 of which the *Z. insignis* is the emphatically introduced and studied one. In 2003, seedling and forestation experiments were carried as part research contents of Lishui graveness scientific project “key techniques of definite cultivating industry material forest of short rotation and high-yielding”. In 2005, “research on introduction and breeding technology of *Z. insignis*, a rare and fast-growing industry material forest species” project has been listed as a

science and technology plan project in Zhejiang Province. In 2007, *Z. insignis* was extended as the main species included in the Zhejiang science and technology plan project “selection, breeding and test of new timber tree species with special arts and crafts”. Furthermore, studies, exploitation and utilization of *Z. insignis* in Hunan, Guangxi, and Fujian were also carried out.

For the past several years, we have performed series studies of *Z. insignis* on habitat survey, introduction tests, rapid reproduction technology studies, regionalization forestation, cold-tolerance physiology, photosynthetic characters, microscopic analysis, and genetic diversity analysis.

The research result of genetic diversity, introduction, and cultivation of *Z. insignis* finished by the contributors of this book was approved by the expert group in January, 2009. The expert group suggested that the research result encompassed genetic diversity, introduction and cultivation of *Z. insignis*, and had important directive significance to exploitation and utilization of *Z. insignis*. In addition, the project first investigated genetic diversity, cold-tolerance physiology, and photosynthetic characters, and the research result reached advanced international standards.

Currently, the seed production, introduction, and forestation techniques have matured and certain progress has been made in the lumber use techniques, but the studies on improved varieties selecting and breeding and physioecological characteristics have just been initiated. In further work, studies on genetic improvement including fine provenance selection and progeny test should be carried out. The further studies should especially focus on resistance to low temperature stress and improve the cold tolerance of *Z. insignis* by genetic engineering. We hope that the publication of this book can promote in-depth study and extension of *Z. insignis*, which makes this tree species benefit the people.

For the sake of the achievement of this book, Science and Technology Department of Zhejiang Province, some related universities, research institutes, and forest departments assisted. Professor Sheng Weitong, the State Council advisors and Principal Scientist of Chinese Academy of Forestry takes time out of his busy schedule to review and preface this book. We tender them our sincere thanks here too.

As time is limited, some experiments have not lasted long, and the degree of research is not enough, errors and shortages should exist. Welcome comment and suggestion, therefore we can improve it in revised edition.

Authors
April 5, 2009

目 录

序 前言

第 1 章 翅荚木生物学特性	(1)
1.1 翅荚木形态特征	(1)
1.2 翅荚木解剖学特征	(1)
1.3 翅荚木天然分布	(3)
1.4 翅荚木引种概况	(6)
1.5 翅荚木生长规律	(6)
第 2 章 翅荚木光合特性	(16)
2.1 翅荚木光合作用日变化规律	(16)
2.2 翅荚木光合作用年变化规律	(20)
2.4 翅荚木光能利用率	(27)
2.5 翅荚木光合作用的影响因子	(28)
第 3 章 翅荚木抗寒生理特性	(31)
3.1 低温诱导对翅荚木幼苗生理指标的影响	(31)
3.2 低温胁迫对翅荚木苗木生理指标的影响	(40)
3.3 翅荚木叶片结构特征与抗寒性	(45)
3.4 翅荚木半致死和过冷点温度	(47)
3.5 翅荚木抗寒性的综合评价	(49)
第 4 章 翅荚木地理种源遗传变异	(53)
4.1 翅荚木种源研究概况	(53)
4.2 翅荚木种源种子和苗期性状差异	(54)
4.3 翅荚木种源苗期生长模型及生长参数的差异	(58)
4.4 翅荚木种源苗期抗寒性差异	(63)
4.5 翅荚木种源地理变异规律	(65)
第 5 章 翅荚木遗传多样性的 ISSR 分析	(69)
5.1 ISSR 分子标记及其在林木上的运用	(69)
5.2 翅荚木 ISSR 分子标记技术	(70)
5.3 翅荚木遗传多样性的 ISSR 分析	(74)
第 6 章 翅荚木良种选育	(81)
6.1 翅荚木良种选育的基本原则及程序	(81)
6.2 翅荚木遗传改良策略	(83)
6.3 翅荚木种源选择	(85)
6.4 翅荚木优树选择和子代测定	(87)

第7章 翅荚木种苗繁育	(93)
7.1 翅荚木播种育苗	(93)
7.2 翅荚木扦插育苗	(96)
7.3 翅荚木组织培养	(98)
7.4 翅荚木容器育苗	(105)
7.5 翅荚木苗木主要病虫害的防治	(107)
7.6 翅荚木苗木质量评价	(108)
第8章 翅荚木营林技术	(110)
8.1 翅荚木用材林培育	(110)
8.2 翅荚木燃料能源林经营模式	(115)
8.3 翅荚木生态林培育	(118)
8.4 翅荚木林木主要病虫害防治	(123)
第9章 翅荚木综合利用	(125)
9.1 翅荚木木材材性	(125)
9.2 翅荚木木材加工利用	(127)
9.3 翅荚木木屑的食用菌栽培	(129)
9.4 翅荚木其他利用	(132)
参考文献	(134)

第1章 翅荚木生物学特性

翅荚木(*Zenia insignis* Chun.)又名任豆树、任木、砍头树,属苏木科翅荚木属落叶高大乔木。翅荚木天然分布于广西、广东、湖南、贵州、云南等地(中国科学院植物研究所,1980),在越南北部也有分布。本章将主要从翅荚木的形态解剖、自然分布情况和生长发育规律等方面对其生物学特性进行阐述。

翅荚木的生物学特性可分为两大部分,即植物学特性和生态学特性。前者指翅荚木本身在个体生长发育中所表现出的形态特征和一般规律,后者指翅荚木的栽培分布与外界环境条件之间所显现出的相关关系。翅荚木个体生长发育规律,除受遗传因子决定外,还受周围环境的影响。翅荚木适应性强,生长迅速,用途广泛,具有独特的生物学特性。

1.1 翅荚木形态特征

翅荚木为落叶大乔木,其树形高大通直,高20~30m,胸径可达1m;小枝黑褐色,散生有黄白色的小皮孔;幼树皮灰绿色,老时棕褐色,纵纹状浅裂;树冠伞形,枝条开展。芽纺锤状椭圆形,有少数鳞片,初时被黄色柔毛,后渐脱落。一回奇数状复叶,互生,长25~45cm;小叶薄革质19~27枚,互生或近对生,长圆状披针形,长5~9cm,宽2~3cm,先端急尖或渐尖,基部圆形,边全缘,上面无毛,下面密生白色平贴短柔毛;小叶柄长2~3mm,疏被柔毛。翅荚木童期较长,生育期较晚,10年左右开花,花期因地而异,一般4~5月,花红色,近辐射对称,长约14mm;顶生聚伞状圆锥花序;花梗和总花梗有黄色或棕色柔毛;苞片小,狭卵形,早落;萼片5,厚膜质,长圆形,稍不等大,长10~12mm;花瓣比萼片稍长,倒卵形,最上面的1枚花瓣较阔;雄蕊4(5),花丝疏生黄色柔毛,花药长6mm,宽1mm;子房通常有胚珠7~9颗,边缘疏生柔毛,胚珠落在背缝线,子房具柄,长4mm。其果实为荚果,红棕色,长圆形或长圆状椭圆形,长10~15cm,宽3~3.8cm,沿背缝有翅,翅宽0.6~1cm;膜质纤维网明显,每个荚果内有种子7~9粒,子叶两片紧夹种胚,种子排列在离背缝线4~5mm处,种与种子之间相隔5~6mm,种子长6.6mm,宽4.5mm,厚1.2mm,扁平、近圆形,棕黑色,平滑有光泽、坚硬,7~10月成熟(在广西为7月,在湖南为10月),熟时不开裂(中国植物志,1988;陈永密等,1989)。

1.2 翅荚木解剖学特征

1.2.1 叶

翅荚木叶的形态构造不仅与它的生理机能相适应,而且与它所处的外界条件(即生态条件)也是相适应的。不同种源的翅荚木因其生态条件的不同,叶片结构也有所不同,但

所有翅荚木除因地理种源的不同而在表皮毛长短和气孔密度等方面有较显著的差异外，叶片基本结构是相似的。

通过表皮制片观察，翅荚木叶表皮细胞为1层，多为矩形、多角形，无规则排列；细胞垂周壁呈“U”形、“V”形起伏；细胞表面纹饰局部加厚，上表皮比下表皮明显。表皮上分布有气孔，呈椭圆形，由2个半圆形的气孔开口、保卫细胞组成。气孔主要集中在下表皮，在上表皮上仅有零星分布。表皮上还有表皮毛，表皮毛无头部，只有柄部和根部，柄部为单细胞，根部为圆钉状，基部细胞常特化为辐射状，在上下表皮均有分布；上表皮大部分为单细胞的先端钩状的短表皮毛，夹生少量的长毛；下表皮毛由少量的短钩状毛和略弯曲或直立的长毛组成。

翅荚木叶片为异面叶，叶片横切面从上到下由上表皮、栅栏组织、海绵组织、下表皮四部分组成。表皮由单层细胞构成；叶肉组织中的栅栏组织(palisade tissue)由1层细胞构成，呈圆柱形，排列紧密，约占叶肉的1/3~1/2；海绵组织(spongy tissue)细胞较大，不规则排列，细胞间隙发达，约占叶肉的1/2~2/3。叶中输导组织主脉明显，主脉由角质层(stratum corneum)、表皮细胞(epidermal cell)、薄壁组织(parenchyma tissue)及维管组织(vascular tissue)组成。维管组织发达，由维管束鞘和维管束组成，排列成半圆形，维管束的韧皮部和木质部分化明显。

1.2.2 茎

翅荚木幼茎的颜色多呈绿色，具有一定的光合能力，幼茎的表皮细胞近方形，细胞排列紧密，没有细胞间隙。在茎的表皮上还分布着腺毛(glandular hair)。腺毛一般由3个细胞组成，柄细胞1个，顶细胞2个。

翅荚木茎的初生构造从外到内依次为表皮、皮层和中柱。表皮位于幼茎最外一层生活细胞，细胞形状规则，多近于方形，细胞排列紧密，无胞间隙。皮层位于表皮内方，由多成生活的薄壁细胞构成，细胞较大，排列疏松，有胞间隙，细胞内常含有叶绿体，故被固绿染成绿色。中柱包括中柱鞘(pericycle)、维管束(vascular cylinder)、髓(pith)和髓射线(pith ray)4部分。中柱鞘为中柱的最外层，由几层薄壁细胞组成。维管束内有明显的初生木质部(primary xylem)、初生韧皮部(primary phloem)和维管形成层(vascular cambium)。初生韧皮部在外，初生木质部在内，为典型的外韧维管束(collateral bundle)。茎的中间部分为面积较大的髓部(pith)，细胞呈圆形排列较紧密，细胞间隙小。维管束之间存在髓射线结构，由活的薄壁细胞组成，在横切面上呈放射状排列。

翅荚木茎的次生结构由维管形成层、次生木质部和次生韧皮部组成。维管形成层由束中形成层(intrafascicular cambium)和束间形成层(interfascicular cambium)组成；次生木质部(secondary xylem)有排列整齐的导管(vessel)、管胞(tracheid)和木射线(wood ray)。导管腔大小不一。次生韧皮部(secondary phloem)在横切面积上所占面积比较小，各组成成分排列也不太规则。在次生韧皮部中，有明显的韧皮纤维(phloem fiber)。

1.2.3 根

对翅荚木幼根进行解剖，可以看到由表皮(epidermis)、皮层(cortex)和维管柱(vascular cylinder)(维管柱又称中柱，stele)等初生结构。幼根表皮由5~6层细胞组成，细胞呈长方形，其长轴与圆周平行，细胞排列紧密，没有细胞间隙。皮层由多层生活的薄壁细胞

组成,细胞呈圆形或椭圆形,细胞排列疏松,有明显的胞间隙。中柱鞘(pericycle)位于维管柱的最外层,由活的薄壁细胞组成。在中柱鞘内,可以看到初生木质部的原生木质部导管(protoxylem)分化出来,共有5束。同时在横切面上,可以看到次生木质部导管也已经形成,导管(vessel)直达根中心部位。没有看到髓(pith)的存在。

1.3 翅荚木天然分布

翅荚木是热带、南亚热带至中亚热带分布的树种,其模式标本是1934年在广东乐昌采集的,后经我国著名植物学家陈焕镛鉴定为新属,是单种属(Chen H. Y., 1946)。按吴征镒(1991)对中国种子植物属的分布类型的划分,翅荚木是热带亚洲—印度—马来西亚—越南(或中南半岛)至华南(或西南)分布的植物,主要分布于广西西南石灰岩山区,西至云南南部,北达贵州西南部、湖南东南部及广东北部海拔200~1000m的山谷或山坡林中。在江西的马头山自然保护区也有分布记录(裘利洪等, 2005)。在越南北部也有分布。

1.3.1 天然分布

翅荚木在广西为广布种。主要分布在广西西部、西南和中北部分石山地区,生于海拔200~1000m的山谷或山坡。据测算,在广西翅荚木野生资源分布面积达9442.28hm²,总株数达137.55万株,蓄积量为97442m³(刘演等, 2002)。在靖西县三合乡三鲁村石山,发现最大的翅荚木树王,其树高49.5m,主干高20m,胸径1.90m,主干材积达31m³,冠幅21m×26m,树龄约270年。该树与旁边的2株直径120cm的枫香(*Liquidambar formosana*)和数十株胸径都在60cm以上的翅荚木形成群落,极为壮观(韦健康, 2002)。

翅荚木在广东石灰岩地区形成特殊的植物群落类型。在广东西北的阳山、连南、连县、乐昌等地多呈小片分布,在西部的怀集、罗定、云浮、阳春等地亦有分布,垂直分布在80~200m。在广东西北部的一些河谷丘陵,大多作为村边风水林保存下来;在广东北部石灰岩山区,也多为风水林零星分布;在西南部华集县的桥头、阳春的春湾、云浮市的富林等地,局部可见翅荚木的萌生疏林,而大面积的为灌丛(敖惠修等, 1997)。在阳山县仍然有翅荚木天然次生林60hm²(唐兰芳, 1998)。

湖南湘西是翅荚木天然分布的北缘,保靖县白云山自然保护区是已见翅荚木分布纬度最高的区域。在湖南洞口、道县、靖县、江华、江永、绥宁、城步、新宁、通道等县的深山老林中可见翅荚木(陈永密等, 1989)。在通道县木脚乡龙底保护区内海拔300~600m的溪旁、沟谷和缓坡地,可见翅荚木群落分布。根据我们2005年10月实地调查,在通道县木脚乡最大一株翅荚木胸径达1.49m,高达40m。

翅荚木在贵州主要分布在黔西南地区。在罗甸、荔波、三都、独山、兴义、安龙、册亨、望谟、丹寨及梵净山等地可见翅荚木分布,尤其以沿南北盘江、红水河谷两侧山地沟谷为多。在梵净山黑湾河及罗甸凤亭八量一带,植被破坏较少,形成小片状群落,其他地方现存植株已很零散,多属萌生的灌丛。在册亨、荔波、安龙、兴义等地,翅荚木一般垂直分布于海拔450~970m(方小平等, 1996)。

云南是我国翅荚木天然分布的西端。在金平分水岭国家级自然保护区、大围山国家级自然保护区等地均有分布记录(莫明忠, 2003; 王娟等, 2006)。

1.3.2 生境特点

翅荚木天然分布区的气候特征大致是：在南亚热带，年平均气温 $16.2 \sim 22.1^{\circ}\text{C}$ ，最热月平均气温 $28 \sim 29^{\circ}\text{C}$ ，极端最高气温 39.9°C ，最冷月平均气温 $10 \sim 14^{\circ}\text{C}$ ，绝对最低温 -5.6°C ，有效积温 $6000 \sim 7500^{\circ}\text{C}$ ；年日照时数为 1557.4h ，光照充足，太阳总辐射量为 $4620\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2}$ ；年降雨量 $1036.9 \sim 1815.1\text{mm}$ ，年蒸发量 $1061.1 \sim 2051.5\text{mm}$ 。在中亚热带，年平均气温为 $16 \sim 21^{\circ}\text{C}$ ，1月平均气温 $5 \sim 12^{\circ}\text{C}$ ，7月平均气温 $25 \sim 30^{\circ}\text{C}$ ，有效积温 $4000 \sim 6500^{\circ}\text{C}$ ，年降雨量 $1000 \sim 1500\text{mm}$ 。在可见翅荚木群落分布的北缘湖南省通道县，年平均气温 16.3°C ，7月平均气温 26.2°C ，极端最高气温 37.5°C ，1月平均气温 5.2°C ，绝对最低温 -7.3°C ，有效积温 4914°C ；年降雨量 1480.7mm ，雨水较为集中，在春夏两季，平均年降水日数 183d ，平均年雾日 91d ，平均年相对湿度 83% ；全年日照时数 1400.3h ，平均每年冰冻 22d ；全年太阳总辐射量为 $4276\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2}$ (陈永密等, 1989)。

翅荚木属喜光树种，不耐荫蔽和水淹，但稍耐水湿。翅荚木天然分布区地貌以丘陵为主；土壤以红色石灰土和黑色石灰土为主，土层浅薄，结构黏紧，有机质含量较高，一般达 $3\% \sim 9\%$ ，多呈中性至碱性， $\text{pH}6.5 \sim 7.6$ ，碳酸钙含量 $3\% \sim 6\%$ 。翅荚木在非石灰岩丘陵地区亦有零星分布。

1.3.3 群落特征

翅荚木天然林既不同于南亚热带常绿阔叶林，也有别于中亚热带常绿落叶阔叶林，而是独具特色的中亚热带石灰岩常绿落叶阔叶混交林类型 (张祝平等, 1996)。在非石灰岩分布区，翅荚木分布在多种气候带交错的复杂的植物群落中，群落结构比较复杂，层间植物数量多，成层现象明显。如在湖南省通道县木脚乡龙底保护区，翅荚木与枫香、臭椿 (*Ailanthus altissima*)、糙叶树 (*Aphananthe aspera*)、四川朴 (*C. vanderhoeftii*)、沉水樟 (*Chinamomum micranthum*)、青冈栎 (*Cyclobalanopsis glauca*) 等混生或成小块群落分布 (张海浪等, 2003)。在石灰岩地区，翅荚木群落结构比较简单，层间植物数量不多，但种类较多，成层现象明显。如在广东省阳山县水口镇海拔 $80 \sim 120\text{m}$ 的峰丛谷地，翅荚木的重要值为 78.37 ，既是优势种，也是建群种；群落组成以大戟科 (*Euphorbiaceae*)、苏木科 (*Caesalpiniaceae*)、芸香科 (*Rutaceae*)、蔷薇科 (*Rosaceae*) 的种类为主。根据伴生种的不同，广东西北部石灰岩地区的翅荚木群落可分为翅荚木 - 海红豆 (*Adenanthera pavonina* var. *microsperma*) - 朴树 (*Celtis sinensis*) 群落、翅荚木 - 桫欏木石楠 (*Photinia davidsoniae*) - 青冈栎群落和翅荚木 - 朴树 - 假苹婆 (*Sterculia lanceolata*) 群落 (敖惠修等, 1997)，群落的主要特点如下。

1.3.3.1 种类组成

翅荚木群落的组成种类比较丰富。据阳山县水口镇鸭仔塘村和牛迳村背山 1.5hm^2 林地统计，共有维管束植物 99 种，其中被子植物 92 种 (包括乔木 35 、灌木 18 种、草本 17 种、藤本 22 种)，蕨类植物 7 种。植物的地理分布，以热带、亚热带分布为主，亦有不少北方温带成分，以及较多的喜钙植物。群落的主要组成种类为翅荚木，其次为海红豆、朴树、铁榄 (*Sinosideroxylon wightianum*)、桂花 (*Osmanthus fragrans*)、黄梨木 (*Boniiodendron minius*) 等。群落分布地区不同，其组成种类有差异，除翅荚木外，北部还有青冈栎、桫欏木石楠、黄连木 (*Pistacia chinensis*) 等，而西南部则以朴树、榕树 (*Ficus* spp.)、假苹婆等

为多。

1.3.3.2 群落外貌

根据对阳山县水口翅荚木群落的植物种进行生活型划分得知,群落以高位芽植物为主,地面芽植物次之。地上芽、地下芽和一年生植物最少。无大高位芽,中高位芽占20%,其中落叶成分略多于常绿成分,比例为52:48。小高位芽植物占25%,矮高位芽植物占12%,两者均以常绿成分为主。藤本高位芽植物占23%,以常绿为主。地面芽植物亦以常绿种类为主,其中以常绿蕨类为多。地下芽植物则多鳞茎、球根、球茎类,如石蒜(*Lycoris radiata*)、沿阶草(*Ophiopogon japonicus*)、魔芋(*Amorphophallus rivieri*)等,地上芽和一年生植物只在少数地方出现。

与同地带的常绿阔叶林相比,由于翅荚木群落生境干旱,土层浅薄,因而落叶种类较多,同时为了充分利用空间环境,藤本植物也较多。

翅荚木群落叶的性质与亚热带常绿阔叶林及中亚热带典型常绿阔叶林相比,其小型叶、革质叶、复叶种类比例稍大,属于比较耐干旱的群落类型。

1.3.3.3 群落结构

翅荚木群落成层现象比较明显,通常可分为乔木层、灌木层和草本层。乔木层又可分为两个亚层:上层乔木高度12~22m,除翅荚木外,还有海红豆、朴树、黄连木等;下层乔木高3~8m,以常绿树种为主,如假苹婆、青冈栎、铁榄(*Sinosideroxylon pedunculatum*)、桂花等。人为干扰严重的地段,乔木层则只有一层。灌木层植物一般高2m以下,覆盖度明显受乔木层疏密及人为干扰强弱影响。植物种类主要有白皮乌口树(*Tarenna depauperata*)、狗骨柴(*Tricalysia dubia*)、野黄皮(*Clavsenia excavata*)、石岩枫(*Mallotus repandus*)、苧麻(*Boehmeria nivea*)、红背山麻杆(*Alchornea treuioides*)、龙须藤(*Bauhinia championi*)、皱叶雀梅藤(*Sageretia rugosa*)等,以及乔木层的幼树。草本层植物一般高80cm以下,常见植物种类有苔草(*Carex* spp.)、沿阶草(*Ophiopogon* spp.)、铁线蕨(*Adiantum* spp.)、卷柏(*Selaginella* spp.)、魔芋(*Amorphophallus rivieri*)以及上层阔叶树的幼苗等。

翅荚木群落层间植物虽不发达,特别是寄生植物很少见,但藤本植物种类较多,占总种数23%。常见植物有鸡矢藤(*Paederia scandens*)、络石(*Trachelospermum jasminoides*)、野葡萄(*Ampelopsis delavayana*)、鸡血藤(*Millettia reticulata*)、防己(*Stephania* spp.)等。附生植物多数是苔藓植物,也有少数附生在阴湿树干基部和岩石上的蕨类植物,如槲蕨(*Drynaria fortunei*)、星蕨(*Microsorium punctatum*)等。

1.3.3.4 群落动态

翅荚木群落是石灰岩常绿落叶阔叶混交林演替阶段中的一个次生群落类型。其只具有上层乔木,缺乏中、下层幼树和幼苗,属于衰退种群。群落中另一些主要种类如海红豆、假苹婆、桂花、菜豆树(*Radermachera sinca*)、黄梨木、朴树等,均具有一定数量的上层乔木,中、下层幼树及幼苗,是各发育阶段完整的稳定种群。说明群落生境比较适合其生长繁殖,如不遭人为破坏,将在相当长时期内将保持稳定发展,成为本地区的石灰岩常绿落叶阔叶混交林类型。

本群落的主要种群翅荚木是喜光树种,萌生力强,当群落受人为破坏后,会萌生形成翅荚木次生林。次生林若经反复破坏,会沦为石灰岩灌丛以至石灰岩草坡。

1.4 翅荚木引种概况

翅荚木是我国南方发掘的一个珍稀树种。在 20 世纪 80 年代陈永密等人进行深入研究后，湖南、湖北、江西、浙江、福建、广东、广西、江苏、四川、云南及贵州等地均进行引种栽培试验（陈永密等，1989）。目前，已经引种翅荚木最北是纬度 N31°26′四川省三台；海拔最高的是在湖北省恩施，达 700m。从南亚热带广西采种的翅荚木在江西萍乡以南引种基本成功，从中亚热带湖南通道引种到浙西南低海拔山区表现了较强的适应能力（吕志锦等，1989；覃志刚等，1992；何义发等，1996；陈亮明等，1997；曾广腾等，2004；柳新红等，2005；童方平等，2005）。各地引种情况见表 1.1。

表 1.1 翅荚木引种栽培情况
Table 1.1 Introduction and cultivation of *Z. insignis*

引种地	地理位置			引种时间 (年)	采种地	生长情况
	经度	纬度	海拔(m)			
四川三台	E105°02′	N31°26′	500 ~ 600	1984	广西	营养生长良好
湖北恩施	E109°29′	N30°16′	700	1992	广西	冬季冻害严重
江西萍乡	E113°51′	N27°37′	112		广西	遇 -9.6℃ 极端低温，地上部分有冻害
福建柘荣	E119°54′	N27°15′		1988	广西	生长良好，海拔高于 600m 不适应
福建安溪	E118°09′	N25°04′		2001	广西	苗木生产快，长势好
湖南娄底	E111°54′	N27°48′	120 ~ 440	1983	广西	海拔高于 300m 部分冻死
湖南蓝山	E112°12′	N25°35′		1988	广西	在海拔 270m 以下生长良好
湖南益阳	E112°21′	N28°36′		1988 ~ 1992	广西平果	苗木遇低温严重冻害
				1988 ~ 1992	湖南通道	生长良好
				1988 ~ 1992	广西平果	苗木有冻害
湖南株洲	E109°45′	N27°50′	76	1988 ~ 1992	湖南通道	生长正常
浙江兰溪	E119°29′	N29°11′		1988	广西	存活 3 株，大树生长良好
浙江丽水	E119°55′	N28°27′	230	2004	广西靖西	苗期冻害，造林后生长正常
				2005	湖南通道	苗期基本无冻害，造林后生长正常

植物的表现型是基因型与环境相互作用的结果，引种是否成功在于植物对环境条件的适应性大小及其遗传特性。根据“气候相似论”原理，原产地和引入地生态环境，尤其是气候因素方面的相似程度是引种成功的关键，从低纬的高海拔地区引种到高纬的低海拔地区易成功。从各地引种的情况来看，寒害是制约翅荚木引种成功的制约因子。因此，耐寒种源的筛选与驯化，是翅荚木向北引种栽培需要解决的关键技术问题。

1.5 翅荚木生长规律

翅荚木的生长发育规律主要包括翅荚木个体生长发育节律及林分群体生长发育进程等。通过观测、调查和分析翅荚木个体和林分的生长发育规律，将其变化趋势分为若干生长发育阶段，可作为研究和制定合理营林措施的依据。