

野生生物贸易研究组织创立于1976年，以确保野生生物贸易不会对自然环境构成威胁为目标，并与濒危野生生物种国际贸易公约秘书处紧密合作。野生生物贸易研究组织分处遍布世界各地，乃全球最具规模的野生动植物贸易监察组织。东亚野生生物贸易研究委员会乃野生生物贸易研究组织辖下办事处之一。野生生物贸易研究组织总部设于英国。

东亚野生生物贸易研究委员会中国项目，
c/o 世界自然基金会中国项目北京办事处
北京劳动人民文化宫东门内文华宫 1609 室
邮编：100006
网址：www.traffic.org
www.wwfchina.org/traffic/
www.wow.org.tw

中国紫杉醇贸易与西南 地区红豆杉资源的关系 及其保护对策的研究

Trade and Conservation
of *Taxus* in China

东亚野生生物贸易研究委员会
(TRAFFIC EAST ASIA) 报告



TRAFFIC

The wildlife trade monitoring network
is a joint programme of



IUCN
The World Conservation Union

The Rufford
Muirrie Laing
Foundation

CRITICAL ECOSYSTEM
Partnership Fund

关键生态系统
合作基金

TRAFFIC
The wildlife trade monitoring network

版权. 2007年, 东亚野生生物贸易研究委员会
保留所有权利。

本出版品中的所有內容均受版權保護, 經事先准許
可以複製。任何全部或部分地複製本出版品必須標
明东亚野生生物贸易研究委员会示版权所有人。

本出版品中作者的观点未必代表国际野生生物贸易研
究委员会网络 (TRAFFIC Network)、世界自然基金
会 (WWF) 或国际保育联盟 (IUCN) 的观点。

本出版品中地域名称和内容表达方式不代表国际野
生物贸易研究委员会或其支持性组织就任何国家、
领域或地区或其当局的法律地位, 或者就其边境或
边界的定界的任何意见表示。

国际野生生物贸易研究委员会标识版权和注册商标所
有权归世界自然基金会所有。国际野生生物贸易研
究委员会是世界自然基金会和国际保育联盟的联合项
目。

建议引述: 东亚野生生物贸易研究委员会报告 (2007)
中国紫杉醇贸易与西南地区红豆杉资源的关系及其
保护对策的研究。

Suggested citation: TRAFFIC East Asia Report(2007)
Trade and Conservation of *Taxus* in China

封面照片提供者: 刘 演

封三照片提供者: 覃海宁 (图4. 图5. 图6)
刘 演 (图7)

前 言

红豆杉，又名紫杉，是珍贵而又古老的树种。全球有 11 种，中国有 4 种和 1 变种，其中红豆杉种和南方红豆杉变种是中国特有物种，都是我国重点保护植物。在西南山区，紫杉群落主要分布于海拔 2300~3300m 的中山湿性常绿阔叶林或针阔混交林中，局部可形成优势种，由其形成的生境，适合许多动植物的生长，对维护该地区生态系统的完整性有重要作用。

上世纪 90 年代，自发现紫杉可提取紫杉醇用于治疗癌症后，非法贸易使大量的紫杉资源遭到破坏。为了支持有关部门更好地保护红豆杉资源，东亚野生生物贸易研究委员会中国项目（TRAFFIC）在由“保护国际（CI）”管理的“关键生态合作基金（CEPF）”的资助下，开展了“中国紫杉醇贸易与西南地区红豆杉资源的关系及其保护对策的研究”项目。

在国家濒危物种进出口管理办公室、中国科学院植物研究所、国家濒危物种进出口管理办公室昆明办事处和成都办事处、上海交通大学等单位的大力协助下，我们顺利地完成了该项目的预定目标。在调查研究的基础上，我们撰写了本报告集。

本报告汇集的研究报告有：

1. 西南地区红豆杉资源破坏的历史和现状调查报告
2. 世界市场紫杉醇贸易现状和中国紫杉醇生产企业的历史和现状调查报告
3. 红豆杉保护、管理和进出口贸易法律法规及其实施情况的调查分析报告
4. 中国红豆杉人工繁育预测研究报告
5. 红豆杉保护和贸易可持续发展的建议及行动计划
6. 红豆杉属（裸子植物-红豆杉科）植物保护红皮书（中英文）

另外，我们还根据调查的结果，制作了题为“红豆杉——生命之树”的短片，用于公众教育，已在昆明教育电视台播放。多篇关于红豆杉保护的文章已刊登在昆明日报上。

希望通过本项目的实施，使有关部门能更进一步的了解红豆杉的保护现状和存在的问题，修订和完善法律法规，更有效地保护紫杉资源。通过宣传，使公众保护意识得到提高，达到有效地保护和可持续地利用紫杉资源。

在本项目的实施过程中，得到了有关部门许多专家、领导、技术人员多方面的大力支持和帮助。云南省林业厅、四川省林业厅、国家濒危物种进出口管理办公室成都办事处、贵州省林业厅保护办、云南省怒江州林业局、大理云龙县漕涧林场、丽江市林业局、楚雄州林业局在西南地区的调查工作中给予了大力帮助；云南省林科院、中科院昆明植物所、贵州省植物园提供了大量有关红豆杉资源的调查材料；云南云龙海嘉红豆杉有限公司、云南紫云生物科技有限公司、四川洪雅美联曼地亚红豆杉种植有限公司、四川木里红豆杉科技发展有限公司、四川曼地亚红豆杉科技开发有限公司、重庆美联现代技术有限公司给予了积极的配合与协助；上海医药工业研究院、国家濒危物种进出口管理办公室上海办事处、上海市绿化管理局保护处、上海市林业局野生动物保护站等均提供了关于紫杉醇进出口贸易及开发利用方面的信息，并对撰写的报告提出了中肯的意见和建议；中华人民共和国吉林出入境检验检疫局、福建农林大学、西北农林科技大学以及河北科技师范学院等也提供了相关信息，在此一并表示衷心的感谢。

尽管我们尽了最大的努力，各报告草稿完成后，在昆明和上海还召开了专门的评审会，与会专家提出了许多宝贵的意见，会后又根据专家的意见进行了认真的修改。但限于我们的认识和水平，报告中的缺陷在所难免，真诚地希望大家提出宝贵的意见，以便进一步的修改。

东亚野生生物贸易研究委员会中国项目
TRAFFIC East Asia-China Programme
2006 年 4 月 7 日

目 录

研究报告

1. 西南地区红豆杉资源破坏的历史和现状	1
2. 世界市场紫杉醇贸易现状和中国紫杉醇生产企业的历史和现状调查报告	12
3. 红豆杉保护、管理和进出口贸易法律法规及其实施情况的调查分析	27
4. 中国红豆杉人工繁育预测研究报告	38
5. 红豆杉保护和贸易可持续发展的建议及行动计划	55
6. 1 中国红豆杉属（裸子植物—红豆杉科）植物资源和保护现状（中文）	63
6. 2 中国红豆杉属植物的分布、生物学特征和分类（英文）	70

参考文献	79
------------	----

附录

1. 国家林业局关于加强红豆杉资源保护管理工作有关问题的通知	84
2. 关于进一步加强红豆杉及其产品进出口管理有关问题的通知	86
3. 给红豆杉一个安乐的“家”	88
4. 用红豆杉制作的相关产品市场价格	90

研究报告一

西南地区红豆杉资源破坏的历史与现状

中华人民共和国濒危物种进出口办公室昆明办事处 李纯、黄海魁等

摘要

本项目经过 2 年的实地调查、专家访谈、会议座谈、资料检索查询、信息交叉验证等方法，对中国西南地区野生红豆杉资源现状和历史上的破坏情况进行分析和总结。弄清了中国西南地区的红豆杉野生资源状况，分析了造成资源破坏的原因，在此基础上，提出加强资源保护的建议。

一、西南地区的红豆杉资源

中国西南地区是中国野生红豆杉资源分布的主要地区，该地区三省一区（云南、四川、贵州、西藏）红豆杉资源量约为 384.3 万株。其中云南野生红豆杉 354 万株，占本地区资源量的 92%；另外四川省约有 30.33 万株、贵州有 2.7 万株，西藏有 7.6 万株，分别占西南野生红豆杉资源的 5.2%、2%和 0.8%。

云南省的资源蕴藏量最大。据 1996 年省林业调查规划院调查，发现有 12 地（州）的 34 个县（市）有红豆杉分布，总面积达 221,919 公顷，约 354 万株，蓄积量约 707,844 立方米。其中分布在保护区的有 44,690 公顷，216 万株，非保护区国有林的有 142,317 公顷，88 万株，集体林的有 34,912 公顷，49.6 万株。

四川省现有野生红豆杉约 30.33 万株，分布面积 5,935 公顷。其中大部分分布在凉山州木里县，约有 20 多万株，占四川省红豆杉资源的 66%。

贵州省现有红豆杉蓄积量约 910 立方米，2.7 万株。主要分布于纳雍、雷公山、开阳、梵净山、贵阳、龙头大山、荔波、宽阔水等保护区，其中梵净山自然保护区数量最多。

西藏自治区的红豆杉主要分布于西藏的察隅、墨脱、波密及亚东等地，约有红豆杉 7.26 万株。

该地区主要种类是云南红豆杉（*Taxus yunnanensis*）、南方红豆杉（*T. chinensis*）和西藏红豆杉（*T. walliichiana*）。

二、资源破坏状况

1. 开始时期：1992 年，紫杉醇作为治疗晚期卵巢癌新药 *Paclitaxel* 被正式批准上市后，当年夏天开始就有人在红豆杉分布较为集中的云南省滇西北林区收购红豆杉树皮，这些树皮都用于出口。由于树皮量大，出口甚不方便，树皮收购曾一度中断，但小规模树皮收购一直在进行。

2. 高峰时期（1994—2001）：1996 年开始提取紫杉醇出口。中美合资云南汉德生物技术公司建立了能提取纯度 99%紫杉醇的生产设备，由丽江玉龙林产品公司收购红豆杉树皮，开始了规模化采剥树皮的活动。1999 年，汉德公司一年生产了 60 千克高纯度紫杉醇，合计约 30,000 棵红豆杉惨遭剥皮。2000 年它又与国外签订了价值 7,200 万美元的紫杉醇出口合同，高额利润经新闻媒体散布后，引发全国成立了许多紫杉醇生产公司。后来据查，该公司自成立以来，从各种渠道至少收购了 4,000 吨以上的红豆杉树皮来加工提取紫杉醇，相当于 20 万棵树的树皮。

调查显示，1994—2002 的 8 年间，红豆杉资源在云南的部分地区几乎消耗了 90%。许多严重的破坏活动频频发生：1994 年初云龙县境内被盗伐红豆杉 9 万余株，剥皮 130 吨；丽江境内巨甸到维西公路沿线的红豆杉树皮几乎被剥光。1994 年，在云龙县发现大片红豆杉林之后的短短六个月内，云龙自然保护区 9.2 万株的红豆杉遭到盗伐，共被剥走 130 多吨树皮，其中许多树的直径在 1.5 米以上。

2001 年春夏，各林区出现大量的收购点，非法的剥皮活动已失控，导致不得不出动警力，仅当年的 8 月就抓捕了 30 多人。2002 年 3 月底由一个专家组做出评估，丽江和维西两县部分林区的直

本报告参加调查人员还包括国家濒危办昆明办事处 陈亚琼、郑重、孙燕、石晓红。

径在 5 厘米以上的红豆杉约有 90%被剥皮并导致死亡；直径 5 厘米以下的红豆杉约有 30%被剥皮导致死亡。

西南其它省区的情况也不容乐观。四川、西藏和贵州的红豆杉资源也遭到了一些破坏，贵州和四川也常发现有偷运红豆杉树皮和枝叶的事件发生。

3. 破坏活动基本得到控制（2002 年以后）

面对如此严重的破坏现象，国家从 2001 年夏秋季开始，进行专项的整治行动，通过严厉打击非法活动和大力的宣传教育，取得了明显的效果。在法律方面，1992 年国家林业部就南方红豆杉列入《国家珍贵树种名录》；1999 年 8 月 4 日国务院正式批准的《国家重点保护野生植物名录（第一批）》，又把红豆杉列为国家一级保护植物，严禁采伐使用；2000 年 11 月最高人民法院《关于审理破坏森林资源刑事案件具体应用法律若干问题的解释》中对非法采伐珍贵保护树种的，做出了明确规定，在该解释的第 2 条第 1 款中指出：“非法采伐珍贵树木二株以上或者毁坏珍贵树木致使珍贵树木死亡三株以上的”属于非法采伐、毁坏珍贵树木行为情节严重，应当定罪处罚。在第 15 条又规定：“非法实施采种、采脂、挖笋、掘根、剥树皮等行为，牟取经济利益数额较大的，依照刑法第 264 条的规定，以盗窃罪定罪处罚”。

2002 年、2003 年国家又出台了有关惩罚非法采伐、毁坏珍贵树木或者国家重点保护植物的法律法规。根据这些法律法规，国家严格查清了一批案件，逮捕了数十名违法者，处理了十多家非法生产厂商，加强了地区间的合作。2002 年以后，破坏红豆杉活动基本得到控制。

野生红豆杉资源的利用方式主要是剥取树皮，用于提取紫杉醇。被剥皮的树死后，锯下树干，挖出树根，做成水杯、工艺品、砧板等出售，这种掠夺式的利用方式破坏性很大。

资源破坏的主要原因是：

- 1) 缺乏有效的管理措施和控制手段；
- 2) 一些企业缺乏资源保护和可持续利用的意识，对野生资源采取掠夺性的利用；
- 3) 国内外市场对红豆杉抗癌药物的需求量非常大，野生资源不能满足需要；

三、建议

1. 完善红豆杉资源保护和合理利用的法律、法规，加大打击破坏野生红豆杉资源的力度；
2. 开展宣传教育，鼓励企业参与资源的保护，制定相应的政策和规划，合理地可持续地利用野生资源；
3. 制定促进红豆杉人工林建设的政策，鼓励和扶持生产企业投资建设红豆杉原料林，加速人工培育红豆杉。尽快使生产企业采用人工种植的红豆杉进行生产。

一、前言

自从 1990 年代初发现红豆杉含有抗癌物质紫杉醇后，围绕红豆杉资源的争论就没有停止过，保护与利用的冲突呈现逐渐升级的态势。红豆杉作为生态和生物多样性关键地区的热点物种，其野生资源的现状和资源破坏情况受到政府部门、专家学者和国际组织的高度重视。2005 年，在关键生态合作基金（CEPF）的资助下，东亚野生动物贸易研究委员会（TRAFFIC）与合作者开展对红豆杉资源破坏情况的研究。本研究“中国西南红豆杉资源破坏的历史与现状研究”是其中一个部分。研究旨在通过了解西南地区有关部门收集到的非法贸易对红豆杉资源破坏的状况，提出修订和完善法律法规的建议，最后达到有效保护和可持续利用红豆杉的目的。

二、研究方法

通过查询、研究相关文献及资料，与管理部门和部分专家进行访谈、召开小型座谈会和电讯咨询等途径，掌握红豆杉资源现状和资源破坏情况的第一手资料。在分析一手资料的基础上，拟定对红豆杉资源和破坏情况的调查计划。然后按计划开展调查研究，在每次调查的基础上，对调查的结果及时进行分析总结，以便使下一次调查更有针对性和更全面。对调查所获信息，采用社会学和数理统计方法进行汇总和分析。在撰写调查报告的过程中，对引用的数据反复核对，及时补充新的信息，以正确反映实际结果，力求使研究结果准确反映目前的实际情况。

1. 文献资料的查阅

通过互联网或图书馆查阅最新的文献和资料，结合咨询相关部门和专家，先制定出红豆杉资源调查、研究以及有关破坏红豆杉案件资料的收集计划。

2. 第一手资料的获取

在文献资料研究的基础上，制定周密的调查研究计划。列出所有调查的人员和单位，然后严格按照计划开展调查。对不同的调查对象开展有针对性的调查活动，如个别访谈、小型座谈会或电讯咨询等手段，直接从调查对象处获取文献或资料。

3. 数据的整理和分析

每次调查结束后，以工作小组的方式对调查的数据和真伪情况进行审核。项目小组对调查的结果及时进行分析总结，交流信息，发现问题，然后完善调查计划，使下一次调查更有针对性和全面性。

三、研究结果

（一）西南地区红豆杉资源总体调查研究现状

通过资料查询，发现西南地区红豆杉资源的调查研究工作十分薄弱，与大量开发利用的研究相比，红豆杉的资源量、资源的历史和现状及破坏情况的调查研究不多。1996—2002 年，国家林业局组织对野生植物资源调查，红豆杉是所要调查的物种之一，但由于各种原因，调查的深度和精度都不够。2003 年，四川省林业科学院对四川省的野生红豆杉资源调查做过分析。贵州在野生植物调查报告中，有关于红豆杉调查的论述（周洪英等，1996）；西藏农牧学院周进等在东北林业大学学报上发表了《西藏红豆杉资源初步调查》报告。西南几省市中，只有云南对红豆杉资源做过专项调查。1998 年，云南省林业调查规划院汇编了《云南省红豆杉资源研究》的论文集（未正式出版），论文集较全面地论述了云南省红豆杉资源、红豆杉树种的生物生态习性、资源保护、资源利用与发展、建立资源管理系统等方面的内容。

（二）西南各省区调查研究结果

1. 云南省

1996 年，云南省林业厅将红豆杉资源普查的任务交给了省林业调查规划院，经过一年多对 13 个地州 44 县（市）的调查，实测样地 6,107 个，调查面积 85 万公顷。发现有红豆杉分布的地州 12 个，县（市）34 个，面积 221,919 公顷，共计 354 万株。其中分布在保护区的有 44,690 公顷，计 216 万株；分布在非保护区国有林的有 142,317 公顷，计 88 万株，分布在集体林的有 34,912 公顷，计 49.6 万株（见图 1）。

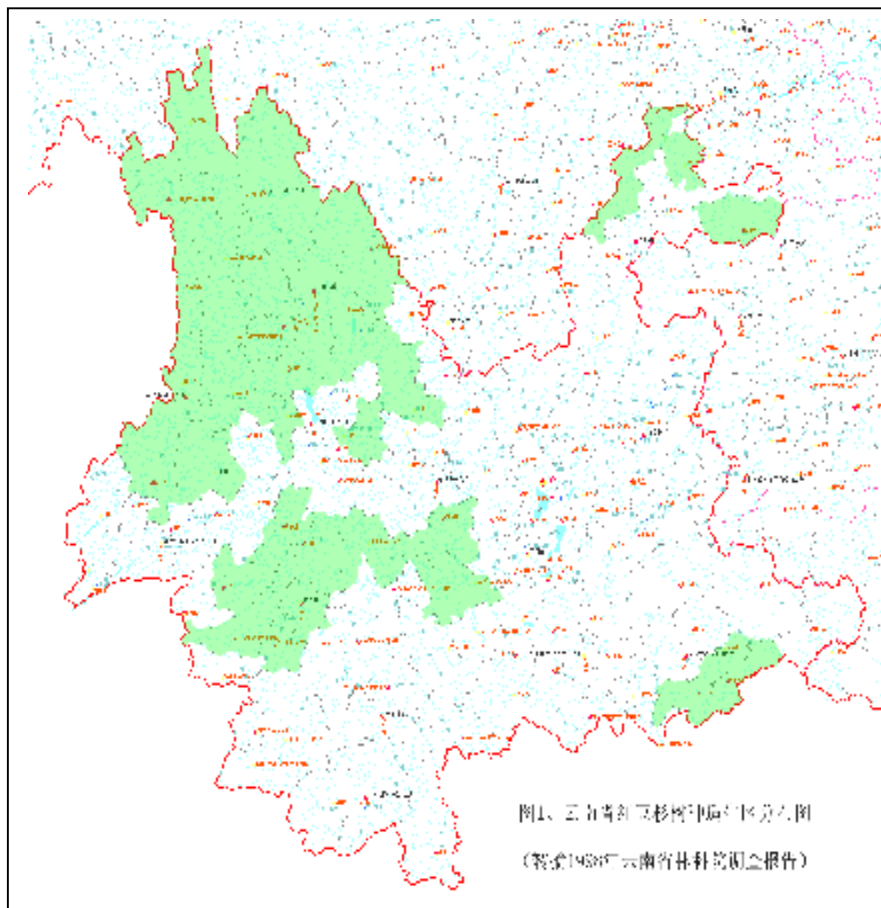
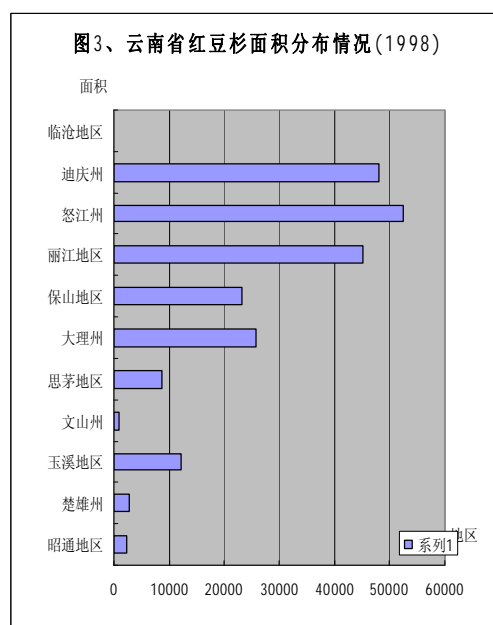
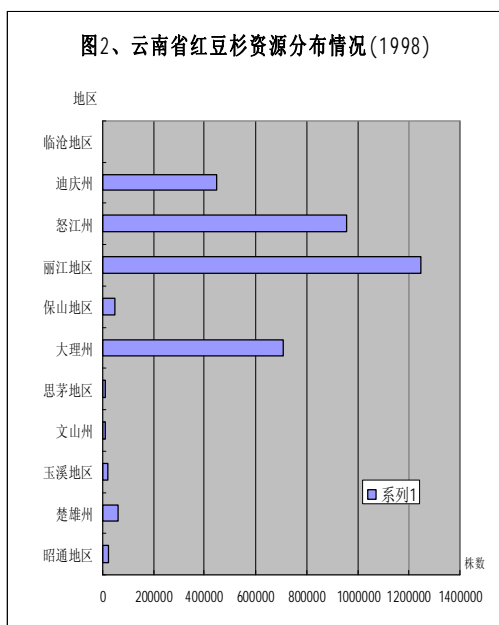


图 1. 云南省红豆杉树种适生区分布图 (转摘自 1998 年云南省林科院调查报告)

1) 云南省红豆杉在各地区的分布数量和分布面积

在全省 12 个地(州) 34 个县(市) 有分布, 占全省 128 个县的 26.6%。通过对红豆杉在全省各地区的分布数量及分布面积情况比较 (见图 2、图 3) 可以看出, 红豆杉主要分布在云南大理以北的滇西北地区; 分布数量最多的地区是丽江地区, 其次是怒江州、大理地区和迪庆州。分布面积最大的是怒江州、迪庆州, 其次才是丽江地区、大理州和保山地区。红豆杉在丽江分布最为集中, 怒江以及大理相对其它地区也较为集中。



资料来源: 云南省林业调查规划院《云南省红豆杉资源研究》

2) 云南红豆杉种类

根据中国植物志记述（郑万钧等，1978），中国有红豆杉 4 种 1 变种，云南有 2 种 1 变种，分别是云南红豆杉（*Taxus yunnanensis* Cheng et L. K. Fu）、南方红豆杉（*Taxus chinensis* Var. *mairiei* (Lemee et Ievl) Cheng et L. K. Fu) 和中国红豆杉（*Taxus chinensis* (pilg.) Rehd.）。

(1) 云南红豆杉

该种分布最广，包括高黎贡山西坡、怒江中上游、澜沧江上游、金沙江上游地区均有分布，在地域上连成一片，基本覆盖了滇西至滇西北的横断山区，水平分布较广，从滇西北的迪庆到滇西南临沧都有分布。垂直分布带较窄，仅分布在亚热带中山上部和高山中部的暖温带，海拔 1700—3500 米的地段。云南红豆杉 99% 以上为散生，仅发现有约 64 公顷成片分布的以云南红豆杉为优势树种的林分。

(2) 南方红豆杉

南方红豆杉在全国有较广泛的分布，云南主要分布在滇西北，在滇中的景东县、滇西的怒江峡谷及滇西北地区也有零星分布。多散生在海拔 800—1800 米之间的湿性常绿阔叶林中，平均每公顷仅约 10 株。

(3) 中国红豆杉

中国红豆杉在云南少量分布，在滇西北有零星分布，在滇东南的麻栗坡县和西畴县有相对集中的分布，多生长在 1000—1600 米的季风常绿阔叶林中。

关于西藏红豆杉过去曾有记载在云南有分布，但云南省林业调查规划院的普查表明，“标本经鉴定无西藏红豆杉”，可以基本确定云南无西藏红豆杉分布，中科院昆明植物研究所出版的《云南种子植物名录》认为系“云南红豆杉之误定”。

云南 2 种 1 变种红豆杉资源的多度情况见表 1。从表 1 可以看出，云南红豆杉分布面积占总面积的 98.5%，株数占了总株数 99.1%，在云南分布的红豆杉资源主要以云南红豆杉为主。

表 1. 云南红豆杉资源统计一览表

树 种	权 属	面积 (公顷)	树种所占 (%)	株数 (万)	树种所占 (%)
云南红豆杉	合 计	218654	98.5	351	99.1
	国 有	166524	—	304	—
	集 体	32130	—	47	—
南方红豆杉	合 计	2381	1.1	2.4	0.7
	国 有	145	—	0.12	—
	集 体	2236	—	2.28	—
中国红豆杉	合 计	884	0.4	0.9	0.2
	国 有	338	—	0.3	—
	集 体	546	—	0.6	—
合 计		221919	100	354	100

资料来源：云南省林业调查规划院红豆杉调查报告。

3) 红豆杉树龄组份

从全省野生红豆杉的组龄上来看，中龄林所占的比例最大为 32%，近熟林其次为 26%，成熟林、幼龄林相对较少分别为 18%、17%，过熟林最少仅占 7%（见表 2 和图 4）。

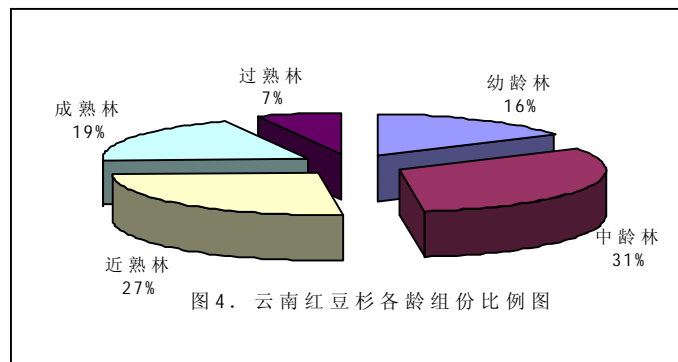


表 2. 云南红豆杉树龄组统计表 (单位: 公顷、株)

	40 年以下 幼龄林	41- 60 年中 龄林	61- 80 年 近熟林	81- 120 年 成熟林	120 年以上 过熟林	合 计
面 积	22148	40641	51828	60550	43487	218654
株 数	575030	1114690	933790	654060	230330	3507900
株 数 %	16.3	31.8	26.6	18.6	6.7	100

资料来源: 云南省林业调查规划院红豆杉调查报告。

2. 四川省

四川省现有野生红豆杉 303,299 株, 分布面积 5,934 公顷, 隶属于 2 种 1 变种, 即中国红豆杉、云南红豆杉和南方红豆杉, 其中凉山州木里县是四川野生红豆杉的资源大县, 大约有 20 多万株 (四川省林业厅《四川珍稀植物调查报告》)。

3. 贵州省

贵州省野生红豆杉分布有 1 种和 1 变种, 即中国红豆杉和南方红豆杉。中国红豆杉在贵州省内主要分布于纳雍、雷公山、开阳、梵净山、贵阳、龙头大山、荔波、宽阔水等海拔 1200—1800m 的山地, 呈零星生长或与针阔叶树种混生成林; 南方红豆杉在贵州省的分布与中国红豆杉相同, 但较后者更为常见, 主要分布于遵义、凤冈、梵净山、雷公山、瓮安、镇远、天柱、锦屏、黎平及荔波等海拔 800—1500m 的山地, 多生于常绿阔叶落叶混交林中。

《贵州省野生植物调查报告》指出, 红豆杉主要集中于梵净山国家级自然保护区, 其余各地均为零星分布。

梵净山国家级自然保护区: 红豆杉多生长在海拔 1900 米以上的灵宫岩、白云寺、锯齿山、坑药洞。在灵宫岩西北坡梵净山冷杉林中, 400 平方米样地共出现 5 株, 最大胸径 23.1 厘米, 树高 7 米; 最小胸径 6.2 厘米, 树高 5.2 米。出现度 0.4。坑药洞海拔 2350 米东坡大钟杜鹃—水青树林中, 400 平方米样地共出现 4 株, 最大胸径 30.7 厘米, 树高 7.5 米; 最小胸径 10.8 厘米, 树高 4.5 米。出现度 0.2。通过样方调查法统计, 梵净山的红豆杉分布面积 1.8 平方公里, 共计蓄积量约 900 立方米, 8,500 余株。为本省红豆杉资源最集中地区。

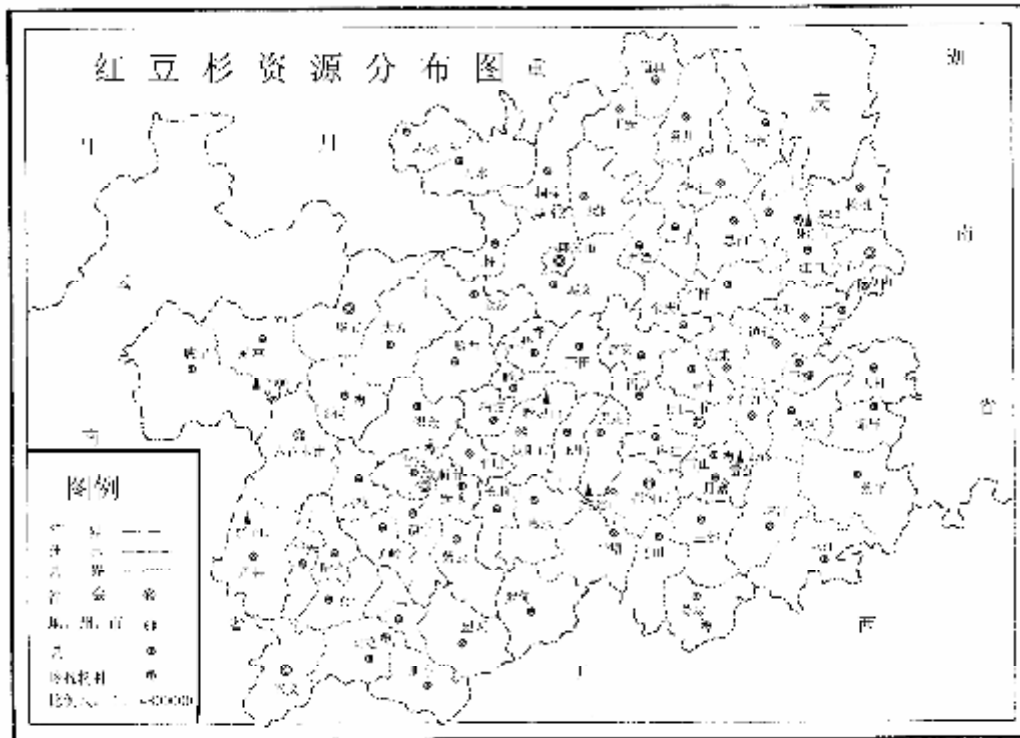


图 5. 贵州省红豆杉资源分布图 (龙启德绘图)

雷公山国家级自然保护区：本次调查未发现大树，仅于海拔 1600—1700 米的水青冈林、十齿花林中发现幼苗、幼树。通过路线调查法统计，共约 9,000 株。息烽县：仅于天台山海拔 1050 米发现大树 2 株，胸径分别为 65.3 厘米和 55.1 厘米，树高分别为 40 米和 28 米，共计材积约 8.8 立方米。荔波县：仅于茂兰自然保护区的莫干洞多海拔 750—870 米发现 3 株，总蓄积量约 0.15 立方米。由于红豆材质优良，为珍贵用材树种，人为破坏严重，致资源贫乏。普定、纳雍、安龙各县目前尚未发现大树。但分布区内，各地均能发现较多幼苗、幼树。

贵州全省现有红豆杉蓄积量约 910 立方米，约 27,000 株。

4. 西藏自治区

西藏天然分布的有 2 种：西藏红豆杉和云南红豆杉。西藏红豆杉在藏语称为“森格兴”。本种为喜马拉雅山区特有种，在我国仅产于西藏吉隆地区海拔 2600—3400 米亚高山暗针叶林及针阔混交林中。云南红豆杉，藏语称“甲合兴”，分布于西藏的察隅、墨脱、波密及亚东等海拔 2000—2600 米的针阔混交林中。在西藏（不包括察隅、墨脱），2 种红豆杉共有 72,600 株，其中成龄木 11,550 株，占 24%；幼树 55,050 株，占 76%（《西藏珍稀植物调查报告》）。

（三）西南地区红豆杉资源破坏情况

1. 资源破坏的起因

自从美国化学家 Wall 和 Wani M. C. 从 3500 个植物样本中分析出太平洋紫杉（短叶红豆杉 *Taxus brevifolia* Nutt.）含有高分子化学物质紫杉醇（Taxol），并于 1971 年发表其化学结构以来（Wani et al., 1971），80 年代美国和欧洲的科学家相继发现紫杉醇的抗癌疗效（梅兴国等，1996）。1992 年底，美国食品药品监督管理局（FDA）在经过多年临床试验后，认为从太平洋红豆杉提取的紫杉醇对卵巢癌等晚期病患者有效率达 25—30%，正式决定投入生产应用。同年，美国 FDA 和加拿大保健福利部共同复审，将美国施贵宝公司（BMS）生产的紫杉醇作为第一个抗癌药物。意大利、法国、日本、韩国、中国台湾等也相继报导提取紫杉醇成功，用于治疗癌病患者，产生良好效果。由此，紫杉醇的身价逐年高涨。手握专利的美国生产商将紫杉醇的价格越炒越热，早期达到每千克上百万美元，而市场所能提供的供应量却不超过 100 千克。在这种情况下，许多美国医院更趋于到外国购买紫杉醇，紫杉醇成了最有投资潜力的药品，全世界由此泛起紫杉醇投资热。

据报导，全世界每年需要 4,000 千克紫杉醇才能基本满足治疗全世界癌症病人的需要。在美国，紫杉醇作为临床运用的针剂，价格昂贵，单个疗程费用高达上万元人民币。中国生产的紫杉醇粉剂，是针剂的直接原料，几乎全部出口到美国，其价格从过去每公斤上百万美元到后期的十几万美元。即使十几万美元，云南省汉德公司仅在 1999 年一年中就出口创汇 1000 万美元，其经济效益之高，让人震惊。因此，红豆杉的工业化开发利用，无论是对地方经济还是当地群众，在各方面都是一次强大的冲击，这种冲击在生态意识、经济意识、地方经济等方面都影响巨大。

紫杉醇主要存在于红豆杉的树皮和根部，枝叶也有部分含量。在国内，云南红豆杉的紫杉醇含量较高，树皮的平均含量为 0.01—0.012%，枝叶含量较低，只有 0.006—0.008%。因此，按 80% 的平均提取率计算，生产 1 千克紫杉醇，需要树皮约 10,000 千克；按照每棵树平均可剥树皮 20 千克计算，每生产 1 千克紫杉醇，就有大约 500 棵红豆杉树要被剥皮。

1992 年美国 FDA 首先正式批准紫杉醇作为治疗晚期卵巢癌新药 Paclitaxel 上市后，当年夏天，就有大量商人涌向红豆杉分布较为集中的云南省滇西北林区收购红豆杉树皮。1999 年，一直由美国施贵宝（BMS）公司掌握的紫杉醇生产关键技术专利到期，再次引发全球紫杉醇生产狂潮。

红豆杉的利用范围除了抗癌作用，其它用途也很多，如：药用、木材、观赏、油料和食用。

药用：红豆杉作为药用在我国民间早有认识。叶入药消炎、止痛、治疗疥癣；种子用于治疗食积、消化不良和蛔虫病；树皮入药治疗糖尿病等。近年科学研究发现红豆杉植株内含有紫杉醇（Taxol）等高效抗癌活性成分，世界上发达国家通过临床研究证明紫杉醇等活性成分对妇科癌症、前列腺、

上胃肠道、肺癌等有较好治疗效果。另外对风湿性关节炎、抗疟、中风、老年性痴呆和先天性多囊肾病等也有一定疗效。

木材利用：红豆杉属树种由于其材质结构细致均匀，干燥后不易翘裂，耐腐性强，防虫效果好等优点，成为珍贵的美术及工艺品用材，如车工制品、玩具、乐器、装饰、雕刻及其它等。也是各种高档家具、木制品、电杆、水底工程室外用材、棺材板等的重要原料。目前，红豆杉是国家禁止出口的 37 种木材之一。

观赏：红豆杉因其树形、叶形、红色果实而作为园林绿化、园艺树种深受人们喜爱，如红豆杉各种造型、篱笆、绿墙和盆景等，目前为止已培育出黄、橙、紫等颜色的“果实”类型和从小灌木到大乔木各种株型的近百个园艺品种。《云南古树名木志》中记载了 14 株百龄以上形态各异的红豆杉古树。当地老百姓还把红豆杉树称为“风水神树”。

油料和食用：当地老百姓在山区放牧、采樵者都有食用红豆杉果实的习惯。据测，云南红豆杉假种皮含 17 种氨基酸，总含量为 45.8 毫克/克，蛋白质含量为 5.2%，总糖含量为 62.0%，此外还含有维生素 B1、B2 及维生素 C 等，具有较高的营养价值；红豆杉种子含油量达 29.9%，是较好的油料来源。

红豆杉巨大的商业利用价值，是造成红豆杉资源破坏的最主要原因。

2. 总体破坏情况

红豆杉资源的破坏情况在西南各省都没有进行过专门的统计调查，因为要获得具有统计学意义的可靠数据，需要大量的人力物力。本次调查根据已有的调查资料、媒体对案件的报道、专家的意见来分析资源破坏的历史情况，为有关部门提供参考。

现有资料表明，对红豆杉的资源破坏从 1992 年红豆杉热开始到现在一直没有停过。1992 年到 1999 年是资源破坏的高峰期，特点是公开的、规模化的破坏。1999 年 9 月，红豆杉属所有种被列为国家一级保护植物，执法部门有了执法依据，加大了对破坏野生红豆杉资源案件的查处力度，大规模的破坏才被严格制止。之后，对红豆杉资源的破坏转入了隐蔽和分散阶段，一些违法分子私下收购红豆杉树皮。执法部门打击违法剥取、收购和运输红豆杉原料的案件还不时见之报端。

3. 云南红豆杉资源的破坏情况

出口树皮阶段：1992 年美国 FDA 首先正式批准紫杉醇作为治疗晚期卵巢癌新药 Paclitaxel 上市后，当年夏天，就有大量商人涌向红豆杉分布较为集中的云南省滇西北林区收购红豆杉树皮。这一时期持续时间较短，由于树皮体积大，销往美国甚不方便，大规模收购一度中断。之后，只有少量收购红豆杉树皮的商人出没于滇西北地区。

企业自行加工阶段：1993 年 8 月，美国一家公司投入 80% 的股份在云南建厂，并于 1995 年购买了植物研究所提取紫杉醇的专利。但是，要生产紫杉醇，原料供应是一个瓶颈。该公司一方面在做人工发展原料林的尝试，一方面与有红豆杉分布的地区如丽江、怒江签订合作生产紫杉醇氯仿膏（浸膏）的合同。1999 年 2 月，该家美国公司入股的合资公司所生产的纯度为 99% 的紫杉醇通过了美国 FDA 认证，产品获得了进入美国市场的通行证。“该公司 1999 年生产了紫杉醇 60 千克，到 2002 年累计生产了约 100 千克，消耗的树皮原料应在 4000 吨以上，专家认为，生产 100 千克紫杉醇，就需要 5-8 万棵树的树皮”。

企业的进入：掀起新一轮利用野生红豆杉资源的高潮。调查显示，8 年间，云南的红豆杉资源在部分地区被过度利用，被破坏范围涉及面广，几乎触及整个滇西北地区。1992—1994 年发生在迪庆州、丽江地区、大理州、怒江州境内的对红豆杉的盗伐，使资源遭到空前的破坏；1993 年丽江及云龙的两次大破坏，据统计被剥树皮总量超过 200,000 千克；1994 年初云龙县境内被盗伐红豆杉 9 万余株，剥皮 130,000 千克；丽江境内巨甸到维西公路沿线的红豆杉树皮几乎被剥光；维西县境内 1992—1993 年仅红豆杉树根就外销 4000 吨。

据新闻媒体报道,1994年,云南龙县漕涧镇外的空浆河附近的原始森林中发现了大片红豆杉林,这个发现是澳大利亚的植物学家瞒过我国人员,获取了红豆杉枝叶标本带回国研究后公布的。此时,因为红豆杉资源大量减少,价格暴涨,所以这条消息马上引起了轰动。一些不法商人为了牟取暴利,诱惑当地的老百姓进行了大规模的盗伐活动。《人民日报》为此刊登了“红豆杉空前大劫难——全国最大盗伐珍稀树种红豆杉狂潮忧思录”。报道称,这次短短六个月的浩劫,云龙自然保护区已成材数百年的老树被盗伐9.2万株,其直径都在1.5米以上,被剥下的树皮达130多吨,盗伐的木材1000多立方米。滇西北林区到底损失了多少野生红豆杉林木,至今尚无一个确切的数据。2002年3月底由一个专家组对丽江和维西两县部分林区进行实地调查,并选取调查了1000个样本,得出结论:林木(即直径在5厘米以上的红豆杉)约有90%被剥皮并导致死亡,更新苗(即直径在5厘米以下的红豆杉)约有三成被剥皮导致死亡。当然,由于被调查地区是红豆杉树皮破坏的核心地区,情况特别严重,其它地区的破坏情况要轻一些。

按照以上情况推算,云南红豆杉野生资源被破坏的总体程度大约在20—30%之间。

4. 西南其他省区破坏情况

西南其它省区的破坏情况报道很少,也没有做过专门调查,但受高额利润的诱惑,四川、西藏和贵州的红豆杉资源也受到一些破坏,但没有云南的破坏程度深和集中。贵州资源调查的结果显示,“红豆杉野生资源人为破坏非常严重”。在四川木里县,不时发现有偷运红豆杉树皮和枝叶的事件发生。四川的红豆杉加工企业,也曾接到过洽谈出售红豆杉树皮的电话。

大多数专家认为,西南地区大规模破坏红豆杉资源的行为已经被严格制止,但少量零星的破坏还在继续。

(四) 红豆杉资源的保护现状

从红豆杉热开始,国家有关部门就注意到了资源的保护和可持续利用问题,采取的措施有以下两个方面:

1. 立法措施

1992年,林业部发出《关于保护珍贵树种的通知》,将南方红豆杉列为国家一级保护植物;1994年又发出《关于切实保护国家珍贵濒危树种的紧急通知》;1999年8月4日,红豆杉属所有种列入国家一级珍稀濒危植物保护范围;2003年8月,最高人民法院、最高人民检察院确定了非法采伐、毁坏国家重点保护植物罪和非法收购、运输、加工、出售国家重点保护植物、国家重点保护植物制品罪。而红豆杉作为国家重点保护植物,按法律规定,任何人非法采伐、收购、加工、出售红豆杉将受法律制裁。根据2000年《最高人民法院关于审理破坏森林资源刑事案件具体应用法律若干问题的解释》第2条第1款规定,“非法采伐珍贵树木二株以上或者毁坏珍贵树木致使珍贵树木死亡三株以上的”属于非法采伐、毁坏珍贵树木行为情节严重,应当定罪处罚。第15条规定:“非法实施采种、采脂、挖笋、掘根、剥树皮等行为,牟取经济利益数额较大的,依照刑法第264条的规定,以盗窃罪定罪处罚”。非法采伐国家重点保护植物数额特别巨大的,刑法第264条规定数额巨大判处3到10年徒刑,而刑法第344条非法采伐国家重点保护植物罪情节严重的处3到7年徒刑。

(2) 专项打击

国家林业部多次部署针对破坏林业资源犯罪行为的专项打击行动,如“绿色保卫行动”、“保护珍贵树种红豆杉专项行动”等。从2001年7月31日开始,云南省森林公安局刑侦队集中优势警力,艰苦奋斗40天,立案、破案16起,逮捕了30多名犯罪嫌疑人。经过历时2年的努力,查处了汉德公司和广西、四川的另外两个紫杉醇生产厂商,逮捕了一大批来自全国各地的投机商。彻底查清了一系列大案要案,对49人采取了强制措施,其中逮捕41人,追缴非法所得300余万元,扣押赃款2300余万元,收缴涉案车辆13辆,查出涉案红豆杉树皮5000余吨,扣押红豆杉树皮192吨,

紫杉醇 16.1 公斤。这一系列的打击行动，使全社会认识到了政府部门保护国家珍贵树种、维护国家生态和生物多样性安全的决心，震慑了犯罪分子，遏制了破坏野生红豆杉资源的势头。

破坏红豆杉资源查处案例：

案例 1

2001 年 9 月，省、州、县林业行政主管部门、公安、保护区执法人员等集中对泸水县六库地区 11 家未经省、州、县林业主管部门批准，擅自乱收购、加工经营国内红豆杉工艺品、红豆杉酒、饮料的加工厂（商号、公司）按《条例》有关规定进行依法查处。受到处罚的共有 11 家，其中：罚款 8 家，罚款金额 345 万元；没收红豆杉木材 2 立方米；没收非法所得 1500 元；取缔 3 家。

案例 2

1995 年，云南林业行政主管部门及林业公安对 1993 年年底不法商人怂恿群众上山采伐和剥取野生红豆杉树皮案件做了处理。没收红豆杉木材 701 立方米，树皮 42,500 千克，枝叶 500 千克。

案例 3

2001 年 7 月 24 日破获的大理市新泰开发实业公司非法收购加工倒卖红豆杉树皮、木材、工艺品杯具及红豆杉酒的违法案件。依照《云南省珍贵树种保护管理条例》有关规定，对现场查获的 122 袋红豆杉树皮（约 2 吨）、58 袋红豆杉锯木、48 筒红豆杉小方料木材依法没收，并没收倒卖红豆杉树皮的非法所得，处以 5000 元罚款。

案例 4

2004 年 4 月 30 日晚，四川省青片乡林业站、派出所在青片大桥护林站截获两辆面包车及装运的红豆杉树皮共计 1430 斤。经审查，当事人对在小寨子沟吊脚楼农家乐唆使农民收购红豆杉树皮的犯罪事实供认不讳。

四、结论与建议

综上所述，可以把红豆杉野生资源破坏的主要历史原因归结为以下四个方面：

1. 用野生红豆杉树皮加工紫杉醇能产生高额利润；
2. 一些企业缺乏资源保护和可持续利用的意识，对野生资源采取掠夺性的利用；
3. 国内外市场对红豆杉抗癌药物的需求量非常大，野生资源不能满足需要；
4. 红豆杉资源的人工培育投资大、周期长，短时期难以满足生产紫杉醇的需要。

针对上述原因，提出以下几点建议供有关部门参考：

1. 完善红豆杉资源保护和合理利用的法律、法规，加大打击破坏野生红豆杉资源的力度。

由于紫杉醇具有高额的利润和巨大的市场需求，不法分子不惜铤而走险，非法收购、运输、加工和出售红豆杉树皮及其产品，对野生红豆杉资源造成了极大的破坏。尽管国家出台了有关惩罚非法采伐、毁坏珍贵树木或者国家重点保护植物的法律法规，但对打击破坏红豆杉资源的这类违法犯罪行为，法律仍然不够健全，野生珍贵植物保护工作的开展非常艰难。由于我国没有针对珍贵濒危植物保护的专门法律，当法院审理此类案件时，只能依据刑法中“违反保护森林法规，盗伐、滥伐森林或者其他林木，情节严重的，处 3 年以下有期徒刑或者拘役，可以并处或者单处罚金”的条款来执行。虽然最高人民法院、最高人民检察院多次做出司法解释，然而，我国对珍贵、濒危植物没有专门保护法律的缺憾，直接影响了法律的权威性。如云南省云龙县分水岭国家级自然森林保护区的毁坏红豆杉案件涉案人员 2050 人，法院最终判刑的仅 40 人，最长的刑期为 1 年零 6 个月，最短的仅 5 个月，量刑之轻，对犯罪分子没有足够的威慑力。林业公安在处理偷剥树皮的当事人时，因为要判定导致树木死亡才能给违法者定罪，而要判定一棵被剥皮的红豆杉树是否死亡，存在技术和时间滞后的问题，比判定动物的死亡要困难。

因此，需要完善红豆杉资源保护和合理利用的法律法规，不让违法分子有机可乘，使边防和森林公安等政府部门有法可依，从而严厉打击破坏野生红豆杉资源的各种犯罪活动。

2. 开展宣传教育，鼓励企业参与资源的保护，制定相应的政策和规划，合理地可持续地利用野生资源。

目前，有关野生红豆杉资源保护的宣传教育力度可能还不及宣传紫杉醇治疗癌症功效的百分之一。因此，为了让公众了解红豆杉资源的保护工作，需要及时开展相关的宣传教育，如拍摄相关的记录片或公益广告、在报纸或网络等新闻媒体连载红豆杉资源现状、保护等的报道，等等。

除开展宣传之外，还要鼓励企业也参与资源的保护。企业不能以耗竭野生资源为代价谋取自身利益，而是应该积极的寻找红豆杉的替代品，或是帮助人工种植红豆杉，从而在满足企业自身利益的同时，也保护了野生资源。对于一些积极参与资源保护的企业，政府应适当的予以“减税”或“免税”等的优待。

通过这些措施，希望能加强人们对红豆杉资源保护的意识，促进相关企业合理地可持续地利用野生红豆杉资源。

3. 制定促进红豆杉人工林建设的政策，鼓励和扶持生产企业投资建设红豆杉原料林，加速人工培育红豆杉；尽快使生产企业采用人工种植的红豆杉进行生产。

无论再怎样加大对违法偷剥红豆杉树皮的打击力度，加强对红豆杉保护的宣传，只要国内还有工厂加工市场紫杉醇，偷剥树皮的事件就很难完全杜绝。因此，要保护好野生红豆杉资源，国家必须制定促进红豆杉人工林建设的相应政策，如在造林绿化经费中做出专门安排，在适生区多种植这一具有生态效益、社会效益和经济效益的珍贵树种，并在审核红豆杉加工企业的资格时，要求企业有相当比例的投资用于红豆杉原料林的种植；加快人工种植红豆杉的速度，在尽可能短的时间内形成种植 10—100 万亩，1—10 亿株的种植规模，让人工种植红豆杉完全满足紫杉醇原料市场的需要。

研究报告二

世界市场紫杉醇贸易现状和中国紫杉醇生产企业的历史和现状调查报告

上海交通大学农学院 刘春燕

摘要

本文通过查阅政府网站和数据库、期刊文献、相关报纸,获取有关部门文件及管理资料,并采用电话及现场访谈等方法,于2005年1月至2005年8月期间,对世界紫杉醇贸易现状和中国紫杉醇生产企业的历史和现状进行了调查研究。结果如下:

世界市场紫杉醇贸易销量及价格走势总体呈销量不断上升、价格不断下降的趋势。

2000年全球紫杉醇原料药总产量约为370千克,且基本上当年产量全部消耗掉(无库存产品),2004年达到约500千克,在抗肿瘤药物中独占鳌头。上市之初的原料药价格曾高达200万美元/千克,2000年纽约化工市场上为33.5—44万美元/千克,2002年国际市场最低价跌至26.5万美元/千克,2003年国际市场均价降到了22万美元/千克。2005年紫杉醇原料药最低价已降至10万美元/千克左右。世界市场紫杉醇贸易格局中,美国占主导地位,在紫杉醇贸易世界知名企业该国公司几乎占到了40%,其次是加拿大、法国、意大利、中国、澳大利亚、英国、印度、韩国、台湾地区等。美国既是原料药生产大国,也是制剂生产大国。但在国际贸易关系中,美国主要是销售制剂,其原料药尚不能满足本国制剂的生产需求,仍需大量进口。另两个紫杉醇原料药生产大国分别是中国和印度,他们也是原料药出口大国。其他紫杉醇原料药出口国和地区主要有意大利、韩国、台湾等,南美洲的阿根廷、墨西哥等国家也都有一定量的紫杉醇原料药出口。加拿大、意大利、印度、缅甸、朝鲜等国是红豆杉枝叶及其初级加工品的主要出口国。

世界市场紫杉醇贸易国之间在对野生红豆杉资源保护管理的法律、法规等方面存在着一定的不同,这种不同可能导致资源保护管理的法律、法规相对落后的国家的野生红豆杉资源被过度利用。

中国最早的紫杉醇生产企业为1993年成立的云南汉德生物技术公司,该公司在经营初期向美国出口紫杉醇提取物,1996取得美国食品药品监督管理局(FDA)的药物管理档案(DMF)后,开始向美国出口原料药,1999年出口量达到高峰,一年出口原料药近60千克。此后受资源制约的影响,企业一度处于低迷状态。资源与产品重组改造后于2003年获制剂批号,2004年后原料药GMP认证,企业获得新生。云南汉德生物技术公司的经历是中国紫杉醇生产企业的缩影,中国紫杉醇生产企业的发展历史经历了紫杉醇提取物生产阶段、由提取物生产向药物生产的过渡阶段、紫杉醇药物生产等三个阶段。

紫杉醇提取物生产阶段大致为1993—1998年,约6年的时间。这个时期企业数量较少,精加工的更少,只有云南汉德一家企业具有中国原料药和美国DMF证书。70—80%的企业都是进行粗提,供给像云南汉德这样的少数几家大企业进一步提纯。企业的整体特点主要表现为:原料主要依赖本国野生红豆杉资源,产品以粗提品为主,技术落后,提取率低,资源浪费严重,对资源的破坏性大。这个时期基本没有紫杉醇制剂生产。中国企业的紫杉醇新药证书于1995年首次获批,厂家分别是海南海口制药厂和北京协和制药厂,分别于1998年获正式生产批文。1998年获得正式生产批文的还有北京四环、四川太极制药公司等厂家。

1999—2002年约4年时间,为由提取物生产向药物生产的过渡阶段。1999年中国将红豆杉属所有种列为国家一级保护植物,并在紫杉醇国际贸易方面将红豆杉及其所有制品和紫杉醇及其所有制品均列入《进出口野生动植物种商品目录》,开始对其实行允许进出口证明书管理。中国紫杉醇生产企业被纳入严格管理的行列。企业数量一方面在迅速增加,一方面又因纷纷倒闭而减少。企业数量最多的时候可达到七八十家,但很快又减少到四五十家。企业数量的巨大变化在于对红豆杉资源短缺的认识不足和技术条件的不够成熟。这时期的原料主要有两个来源,一个是野生红豆杉树皮的库存,另一个是进口。少量违法采集野生资源、又不能及时开通新的原料来源渠道的企业,在资源

短缺、原料价格相对升高、竞争加剧而实力又不够强的情况下，倒闭成为必然。技术进步和产品升级是这个阶段中国紫杉醇生产企业的重要特点。技术进步使提取物的纯度增加，提取率升高，为实现由提取物向原料药转变打下了基础。产品升级、制剂的生产份额加大，使企业摆脱了高资源依赖、低利润回报的困境。这期间先后有上海华联、上海三维、四川康益、桂林晖昂、重庆美联等十几家企业取得了原料药或制剂新药生产的批件。企业整体逐步走向药物生产阶段。

2003—2005 上半年，中国紫杉醇生产企业整体为紫杉醇药物生产阶段。在现存四十几家企业中近 70%的企业均有原料药或制剂的生产批文，为制药企业。其余 30%左右的企业为提取物生产企业，其紫杉醇提取物纯度大部分都能达到 98%以上，相当数量可用作原料药。企业的生产原料来源主要是进口，大约占到 80%左右，其它是国内人工种植的红豆杉，约占 20%。进口的原料有半成品、红豆杉枝叶和少量树皮。进口原料来源主要有加拿大、缅甸和朝鲜等。原料药和高含量提取物的生产技术主要是加工提取、提纯。企业规模一般较大，不乏年产几十千克的企业，如桂林晖昂 2004 年一年就向美国出口紫杉醇原料药 22 千克。

中国紫杉醇生产企业生产的紫杉醇制剂的种类也较多，不仅有注射用针剂，还有紫杉醇脂质体、胶囊剂、片剂、浸膏剂和复方红豆杉胶囊等。生产紫杉醇注射剂的有北京协和的紫素，轻骑海药、上海华联、北京四环等的特素；生产多西紫杉醇注射剂的有江苏恒瑞的艾素、齐鲁制药的多帕菲等；生产紫杉醇脂质体的有南京思科和云南汉德公司等；生产胶囊剂的有重庆赛诺等；生产浸膏剂的有黑龙江红豆杉药业有限责任公司等。

中国紫杉醇生产企业的地理分布呈一定的区域性特征，其集中分布的地区有两大类，一类是经济水平较发达的大城市郊区，如上海和北京，都分别拥有 5 家企业；另一类则是红豆杉资源丰富的地区，如四川、重庆、陕西等，分别各有 4—5 家。前一类地区的企业靠资金优势从国外进口或从国内其他地区获取原料，后一类地区的企业则是由前期依赖当地的资源优势而形成，现期除从国外进口部分原料外，当地有一部分人工种植的红豆杉资源供应，形成一定的资源优势。

中国紫杉醇生产企业存在的问题主要表现为替代资源开发不足，尚未开发出生产紫杉醇的生物技术，利用人工种植资源的数量也还太少。

针对存在的问题，提出建议如下：

1. 逐步以人工种植红豆杉替代野生红豆杉用于生产紫杉醇；
2. 加快发展生物技术，利用生物技术生产紫杉醇；
3. 紫杉已列入 CITES 附录 II，国际贸易受各国管理机构的管理。但是贸易双方国家之间有关资源保护管理的法律、法规目前尚不一致。利用野生资源生产紫杉醇的企业，在参与国际贸易时应坚持在有可靠的资源保护管理前提下进行贸易；
4. 中国目前应注重开展生长迅速、紫杉醇含量高的红豆杉如曼地亚红豆杉人工种植技术的研究，以求提高枝叶产量，改善采收效果。

关键词：世界市场；紫杉醇；贸易；中国；生产企业；历史和现状

一、前言

紫杉醇 (Paclitaxel, 商品名 Taxol) 是从红豆杉属植物中提取分离得到的具有抗癌活性的化学物质, 自 1992 年美国 FDA 批准紫杉醇针剂用于治疗晚期卵巢癌以来, 其销售量在世界范围内不断攀升。1998 年美国施贵宝的紫杉醇销售额为 12.1 亿 (刘俊生, 1999), 2000 为 15.92 亿, 比上年增长 7% (陈章义, 2001)。对紫杉醇的巨大需求带来了原料物种——红豆杉属植物若干物种的过度开发。过度开发一度成为世界范围内导致若干红豆杉物种接近濒危的主要致危因子 (IUCN Species Survival Commission and TRAFFIC, 2004)。根据印度提供的资料, 喜马拉雅红豆杉于 1995 年列入 CITES 附录 II。如何有效地保护红豆杉自然资源, 使其能够可持续利用, 早已是政府、自然资源保护的相关组织及相关人士关注的焦点。2004 年 10 月在泰国举行的第 13 届濒危野生生物种国际贸易公约缔约国大会上, 红豆杉被列入濒危野生生物种国际贸易公约 (CITES) 保护。

有关市场贸易和生产企业状况的数据, 可以告诉我们谁在利用这种资源、怎么利用、利用强度如何、对资源的影响程度如何等问题的答案, 为制定保护政策和措施提供重要依据。2005 年 1 月起, 受“东亚野生生物贸易研究委员会中国项目”委托, 我们开展了“世界市场紫杉醇贸易现状和中国紫杉醇生产企业的历史和现状调查”工作。

二、研究方法

1. 调查时间

本项目调查时间从 2005 年 1 月 20 日开始, 至 2005 年 8 月 30 日止。

2. 调查地点

本项目调查地点包括上海、北京、福建、哈尔滨、四川、重庆、陕西、江苏、河南、广西等十几个省市。

3. 调查方法

- 1) 查阅相关网站、文献、报纸及数据库资料;
- 2) 获取海关、濒危物种进出口管理办公室、林业部门、医药工业研究院、相关省市经贸委 (商务局) 等有关部门或组织的文件、批件及有关企业情况的数据资料;
- 3) 通过电话、E-mail 与企业有关人员联系, 或走访有关企业。

三、研究结果与分析

(一) 紫杉醇研发概况

1. 紫杉醇研发简史

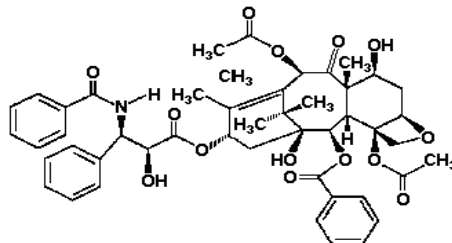
紫杉醇 (Paclitaxel) 最初是从太平洋红豆杉又称短叶红豆杉 (*Taxus brevifolia*) 树皮中提取分离出的一种天然化合物。1963 年, 美国化学家 M. E. Wall 和 M. C. Wani 从太平洋红豆杉树皮中提取出一种粗提物; 1964 年, 用 KB 细胞毒性方法证明了这一粗提物具有生物活性; 1969 年确定粗提物中活性成分是紫杉醇; 1971 年, 用 X-衍射确定并公开发表了它的结构为四环二萜类化合物 (Wani et al., 1971); 随后进行的大量药理和生物等实验研究表明其具有很强的抗癌活性; 1979 年, Schiff 和 Horwitz 阐明了其药理作用机制 (Schiff PB et al., 1979); 1980 年完成了紫杉醇的制剂研究, 并于 1983、1987、1990 年分别投入进行了 I、II、III 期的临床试验 (Hainsworth, J. D. et al., 1994; Wiernik, P. H. et al., 1987; Donehower, R. C. et al., 1987; 刘本叶, 1995), 临床试验获得成功; 1992 年 12 月 29 日, 美国 FDA 批准紫杉醇作为治疗晚期或转移性卵巢癌 (Metastatic ovarian cancer) 的新药上市, 商品名为 Taxol (R Pazdur et al., 1992; J Natl Cancer Inst. 89: 1871.); 1994 年 4 月批准用于治疗转移性乳腺癌 (Advanced or metastatic breast cancer); 1998 年 3 月批准用于治疗非小细胞肺癌 (non-small cell lung cancer)。

美国施贵宝 (Bristol-Myers-Squibb, BMS) 公司是美国国立癌症研究所 (NCI) 授权第一个开发紫杉醇药物的公司, 1993 年紫杉醇产值 1.3 亿美元, 1995 年估计超过 5 亿美元 (史清文等, 1997)。后续研究表明, Taxol 不仅对晚期卵巢癌、转移性乳腺癌和非小细胞肺癌有显著疗效, 对食道癌和

头颈部癌 (Jacrot M. et al., 1983; Riindel J. et al., 1986; Chamberlain M.C. et al., 1995)、白血病 (Rowinsky E. K. et al., 1989; Ringel I. et al., 1991)、黑色素瘤和结肠癌等均有一定疗效, 还可治疗如风湿性关节炎、牛皮癣、特应性湿疹等若干种慢性炎症性疾病 (匡燕, 2004), 且研究结果还在不断延伸它的治疗范围。

2. 紫杉醇抗肿瘤药理作用机制

紫杉醇纯品为白色或灰白色结晶粉末, 几乎不溶于水 ($<0.004\text{mg/ml}$), 紫杉醇分子式 $\text{C}_{47}\text{H}_{51}\text{NO}_{14}$, 分子量 853.920, 结构式为:



易溶于氯仿、丙酮等有机溶剂。具有高度亲脂性, 血浆蛋白结合率 89—98%, 终末半衰期平均值为 5.3—17.4 h, 主要经肝脏代谢, 肾脏清除仅 5% (匡燕, 2004)。

紫杉醇可使微管蛋白和组成微管的微管蛋白二聚体失去动态平衡, 诱导与促进微管蛋白聚合、装配, 防止解聚, 使微管稳定, 从而阻止肿瘤细胞的生长。微管是真核细胞的一种组成成份, 它是由两条类似的多肽 (α 和 β) 为单位构成的微管蛋白二聚体形成的。正常情况下, 微管蛋白和组成微管的微管蛋白二聚体存在动态平衡, 紫杉醇可使两者之间失去动态平衡, 导致细胞在有丝分裂时不能形成纺锤体和纺锤丝, 抑制了细胞分裂和增殖, 使肿瘤细胞停止在 G2 期和 M 期, 直至死亡, 进而起到抗肿瘤作用 (Schiff P. B. et al., 1979)。进一步的研究还发现紫杉醇还可调节体内的免疫功能, 通过作用于巨噬细胞, 导致肿瘤坏死因子 $\text{TNF-}\alpha$ 受体的减少以及 $\text{TNF-}\alpha$ 的释放, 还可促进白细胞介素 IL-1 等及干扰素 $\text{IFN-}\alpha$, $\text{IFN-}\beta$ 的释放 (Ding A. H. et al., 1990), 对肿瘤细胞起杀伤或抑制作用。

3. 紫杉醇资源状况

1) 紫杉醇在植物中的分布

红豆杉又称紫杉, 植物分类学属于裸子植物亚门, 松杉纲, 紫杉目, 红豆杉科 (Taxaceae), 红豆杉属 (*Taxus spp.*)。红豆杉科含 5 属 23 种, 除澳洲红豆杉属 (*Austrotaxus*) 生长在南半球外, 其余均分布于北半球。红豆杉属植物全世界共有 11 种, 分布于北半球的温带至亚热带地区, 即美洲的短叶红豆杉 (*Taxus brevifolia*)、加拿大红豆杉 (*T. canadensis*)、球果红豆杉 (*T. globosa*) 和杂种紫杉、欧洲的欧洲红豆杉 (*T. baccata*)、日本红豆杉 (*T. cuspidata*)。我国有 4 种及 1 变种, 分别为西藏红豆杉或喜马拉雅红豆杉 (*T. walliichiana*)、中国红豆杉 (*T. chinensis*)、云南红豆杉 (*T. yunnanensis*)、东北红豆杉 (*T. cuspidata*) 和南方红豆杉 (*T. chinensis* var. *maiirei*) (变种) (郑万均, 1983; 中国林业科学研究院等, 1978; 包怡红等, 2003)。红豆杉属植物是第三纪孑遗植物, 其中中国红豆杉和南方红豆杉为我国所特有。目前已知, 红豆杉科 5 个属中有 4 个属 (红豆杉属、澳洲红豆杉属、白豆杉属及榧属) 均含有紫杉醇及其同系物 (Ettouatil L et al., 1988; 周荣汉等, 1994)。从化学分类的角度推测, 余下的穗花杉属 (*Amentotaxus*) 也可能含有紫杉醇或其类似物 (Ettouatil L. et al., 1988; 周荣汉等, 1994)。在红豆杉科 5 个属中, 以红豆杉属紫杉醇含量最多 (罗士德等, 1994), 目前已开发提取的基本只限于该属。紫杉醇在红豆杉中的含量很低, 而且随树种、生长期、部位、季节和生长区域差别很大 (张沿军等, 1992; 陈未名等, 1991; Zamir L. O et al., 1992; Fuji K. et al., 1993; Barboni L. et al., 1993; 佟晓杰等, 1994; Chmurny G N et al., 1993; Zhang Zongping et al., 1990; Witherup K M et al., 1990; Vidensek N et al., 1990; Wheeler N C et al., 1992; Vanek T et al., 1993; Vance N C et al., 1994; Fett Neto A G, 1992; 张鸿等, 2000; 苏应娟等, 2001; 郑德勇, 2003)。一般认为, 红豆杉树皮中紫杉醇最多, 约 0.01—0.03%, 秧苗、根部次之, 针叶、小枝、种子、心材含量

较低。大约从 3—6 棵 60—100 年生大树的树皮中才能提取到 1g 紫杉醇，方可治疗一个癌症患者（刘本叶等，1999）。

2) 中国红豆杉属植物资源状况

红豆杉植物均是常绿乔木或灌木，是雌雄异株、异花授粉植物。叶条形或条状披针形，深绿色。球花小，单生于叶腋内，早春开花，种子坚果状，生于杯状肉质鲜红色假种皮内，当年成熟。红豆杉属植物为典型的阴性树种，常处于林冠下乔木第二、三层，散生，基本无纯林存在，也极少团块分布。

红豆杉的生长受到严重地理分布的局限，从中国红豆杉属植物的自然地理分布特点来看，大致分布于 3 个区域的高海拔地区：其一，北纬 30°—35°、海拔 2560—3400 米的西喜马拉雅山区；其二，东经 110°—130°、海拔 600—1200 米的长白山—小兴安岭；其三，北纬 24°—35°、东经 98°—120°、海拔 1000—3500 米的高山地区，如横断山、秦岭、南岭等山区。另外，该属植物地理分布上的一个显著特点是其分布中心多在中国，且有些是我国特有，如中国红豆杉；一种是西喜马拉雅山特有，如西藏红豆杉。在红豆杉天然资源的分布区中，云南省占有十分重要的位置，该属植物的大多数集中于云南西部至西北部的横断山区。由此可见，我国红豆杉属植物分布有局限性或特有性。

中国不同种类野生红豆杉的分布和资源储量差距较大，南方红豆杉、中国红豆杉和云南红豆杉的分布相对较广，资源蕴藏量大，而东北红豆杉和西藏红豆杉的分布和储量都较小。

喜马拉雅红豆杉主要分布于我国西藏南部海拔 2500—3000 米山地及云南部分地区。喜马拉雅红豆杉目前尚存天然分布，混生于云南铁杉、乔松、高山栎等林木中，在国内仅分布于西藏东南的吉隆，资源蕴藏量最小，但基本未遭破坏。

东北红豆杉仅在东北地区分布，分布于海拔 600—1200 米，自然分布地域很窄，年净增长量很低。

云南红豆杉主要分布于云南西北部及西部（镇康、景东）、四川西南部与西藏东南部海拔 2000—3500 米的山地，资源蕴藏量大，但近年来已经被盗剥和盗伐至濒临灭绝的境地。

中国红豆杉分布较为广泛，产于华中、华南、西南各省区，常生于海拔 1000 米或 1200 米以上的高山上部，现存资源蕴藏量较大，保存相对较好。

天然生南方红豆杉常散生于阔叶林中，是我国分布最广的红豆杉，主要分布在台湾、福建、浙江、安徽、湖南、湖北、四川、贵州、陕西西部、广东和广西，生长于海拔 1500 米以下的山地。资源储量相对其它种都大，但上世纪 90 年代以来，遭到盗剥和盗伐，现在已处于濒危。

中国各省份野生红豆杉的分布状况极不平衡，主要集中在东北、西南各省份，华中和华南少量地区也有部分野生资源存在。

4. 替代资源的开发

紫杉醇在红豆杉中的含量之微与红豆杉树木生长之缓慢，加之用作提取紫杉醇的植株的部分（树皮）之特殊，使提取紫杉醇的原料供应存在着必然的危机。正如 Cragg 等（1993）指出的那样，紫杉醇的供应从一开始就隐含着危机。据世界卫生组织（WHO）统计，全世界每年患癌症死亡约 700 万人，仅次于患心脏病死亡的人数，为人类第二大杀手。在治疗后期转移性卵巢癌一项中，按照中国卫生部（1995）批准的紫杉醇针剂剂量，一个疗程的药费就高达 20,000 余元（张宗勒等，1997），一般需要 2—3 个疗程。按世界癌症患者年需求紫杉醇 200 千克，0.03% 的得率计算（美国国际红豆杉资源会议，1993），每年约需 700 吨红豆杉树皮，即使地球上全部天然红豆杉采伐完，也仅够短期需要（张佐玉等，2000）。

为在保证紫杉醇供应的前提下不破坏自然资源，也为了降低成本，多年来人们进行了许多替代资源的开发研究。替代资源的开发研究主要包括化学合成、利用生物技术生产、寻找提取紫杉醇的其他植物资源等。

1) 化学合成

半合成

半合成生产工艺是以 10-去乙酰浆果赤霉素III（浆果赤霉素也成为巴卡丁或把卡亭）、浆果赤霉素III等紫杉烷类物质为母核，与相应的侧链连接而成。其中母核物质是从红豆杉原料主要是枝叶中提取，侧链及母核与侧链的连接人工合成（Kingstong et al., 1994）。半合成生产工艺以欧洲红豆杉的枝叶为原料，拓宽了原料来源，缓解了资源保护的壓力，是一种可作为替代资源的重要生产途径。半合成工艺生产的另一种产品是多西紫杉醇（docetaxel，商品名 Taxotere，也称紫杉特尔）（Commercon A et al., 1992），其第一家开发商是法国的罗纳普朗克乐安公司。罗纳普朗克乐安公司自主开发了半合成工艺生产的多西紫杉醇（docetaxel，商品名 Taxotere），制剂称为“泰索帝”或“紫杉特尔”或“多西他赛”。多西他赛是紫杉醇的类似物，其作用与紫杉醇相似，活性稍高，水溶性大，毒副作用小。该品以注射剂为主，辅以粉针和胶囊剂，是用于乳腺癌、非小细胞肺癌的化疗药物。1995年在墨西哥首次上市，1996年5月获得FDA批准，商品名为泰索帝，随后进入欧美多国市场。2004年5月19日FDA批准了安万特的泰索帝与强的松联合给药，治疗晚期转移性前列腺癌。

全合成

全合成生产工艺早在1994年就分别由Holton和Nicolaou进行了报道（Holton R A et al., 1994a, b; Nicolaou K C, et al., 1995a, b, c），两者的合成路线有所不同，但合成步骤均过于复杂，难以工业化应用。目前尚未有具商业价值的全合成方法。

2) 利用生物技术生产

细胞培养

利用红豆杉细胞培养技术生产紫杉醇及其合成前体是扩大紫杉醇来源的重要途径之一。它具有不破坏自然资源和生态环境，不受自然条件限制等优点。自从克里森1991年登记了有关红豆杉组织培养的第一个专利以来（Christen A A et al., 1991），全世界已有数十家实验室进行10种红豆杉属植物的组织培养研究（钟建江等，1995；韩金玉等，1996；孙彬贤等，1999）。通过细胞筛选，加入前体和诱导子，改变培养基成分和培养方式等方法，不同程度提高了细胞中紫杉醇的含量（刘涤等，1997）。迄今为止，虽然已有一些研究小组就细胞培养生产紫杉醇进行了一定规模的小试、中试，但离工业化大规模生产还有相当大的距离，主要原因在于缺乏关于紫杉醇生产的基础研究，如生物合成途径、关键酶调控等等了解不够。因此，今后要进一步探讨影响紫杉醇生物合成的因子，特别是要加强对紫杉醇的生物合成途径的研究，促使这一药用植物资源的研究与开发，早日实现工业化大规模生产（周忠强等，2004）。

基因工程

利用基因工程技术提高紫杉醇含量取决于两个条件：红豆杉遗传转化和植株再生体系的建立及红豆杉中与紫杉醇生物合成相关基因的克隆。这些方面的研究工作都取得了突破性进展，这些工作为向红豆杉中导入目的基因提供了有效的系统，今后的工作应着眼于利用已有的材料和实验体系，获得转基因细胞和植株，对转基因植株的紫杉醇合成能力进行评价（邱德有等，1997；刘本叶等，1999）。

利用红豆杉发根培养生产紫杉醇

发根农杆菌Ri质粒转化植物诱导出的发根，具有生长速度快，生长不需要植物激素及次生代谢物含量高等特点，因此国内外许多实验室都开展了这方面研究工作（刘本叶等，1999）。由于紫杉醇的市场潜力很大，致使许多研究结果没有公开发表，而是首先申请专利。第一个利用红豆杉发根培养生产紫杉醇的专利是Richard等于1993年提出的。他们用发根农杆菌转化太平洋红豆杉获得发根并检测到了紫杉醇；Ermanno等（1993）的专利则是用发根农杆菌ATCC15834转化东北红豆杉叶片，获得发根并提取到紫杉醇。但是这两个专利均没有透露发根生长状况和紫杉醇含量。据Plaut Carcas-son Y等（1994）的专利介绍，用发根农杆菌ATCC39207和根癌农杆菌C58（含质粒pGV3296）转化红豆杉幼苗诱导发根，0.06g发根在5周内鲜重增加到56.26g，但是没有报道紫杉醇含量。Hamada

等(1995)利用发根农杆菌 A4 和 15834 等菌株转化红豆杉获得发根,发根中紫杉醇含量比愈伤组织中增加 50 倍。我国在红豆杉发根诱导方面也取得了突破性进展,并公开发表了试验结果。黄遵锡等(1997)报道用发根农杆菌 A4 感染短叶红豆杉芽外植体,30—35 天后诱导发根,诱导率达到 30%,红豆杉发根在无激素的 B 培养液中悬浮培养 20 天,生物量增加 9 倍,是同等条件下短叶红豆杉愈伤组织的 2.9 倍。经紫杉醇单克隆抗体酶联免疫反应检测,发根中含有紫杉醇,其含量为短叶红豆杉愈伤组织的 1.3—8.0 倍,而且悬浮培养过程中发根也向培养液中分泌 0.01—0.03mg/L 的紫杉醇(黄遵锡等,1997)。这也是世界上首次公开报道红豆杉发根诱导和培养方面的研究成果。这些研究结果为利用红豆杉发根培养工业化生产紫杉醇打下了坚实的基础。

微生物生产

Stierle 等(1993)从短叶红豆杉韧皮部分离到一种寄生真菌,命名为安德烈亚紫杉霉(*Taxomyces andreanae*),可以在特定的培养基中产生紫杉醇及其相关的化合物,尽管该菌合成紫杉醇能力只有 24—50ng/L,但是该发现为开发紫杉醇来源提供了一条新的途径。斯特罗贝尔等(1996)从西藏红豆杉树皮中分离出一种内寄生真菌 *Pestalotiopsis microspora*,经 2—3 周培养后,紫杉醇产量可达到 60—70ng/L,比安德列亚菌的产量高得多(Strobel G et al., 1996)。我国也有分离、筛选到生产紫杉醇真菌的报道(邱德有等,1994;邵爱娟等,2001;陈毅坚等,2003;马天有等,1999;王建锋等,1999)。尽管植物内生真菌产紫杉醇的研究取得了相当进展,但目前为止还未达到工业化生产的要求,即紫杉醇的产量要达到毫克级的水平。除了通过抑制合成紫杉醇所需的某些酶的 mRNA 的降解,在培养基中添加合成紫杉醇的前体物或代谢产物合成抑制剂和寻找特殊的真菌调节剂等途径提高真菌紫杉醇产量外,还可以产紫杉醇能力较强的真菌作为出发菌株,诱变育种或用基因工程手段进行改造,并从中筛选出高产的菌株用于工业化生产(王建锋等,2000)。

综合各国利用生物技术生产紫杉醇的研究报道,红豆杉细胞培养已经达到中试水平,如果能够解决大型生物反应器中红豆杉细胞生长和紫杉醇生物合成的稳定性,将有可能实现紫杉醇生物合成的工业化生产。人们已经找到高紫杉醇含量的真菌,在此基础上进一步优化其发酵条件和进行工业性放大研究,有望实现大规模生产。红豆杉发根培养获得成功之后,研究的重点将转向如何进行工业性放大的问题。目前有关发根培养的反应器的设计和实验工作也有一些报道和专利,预计在不久的将来,红豆杉发根大量培养将有所突破。红豆杉基因工程研究的基础问题都已取得了积极的进展,转基因细胞和转基因植株的出现也只是时间问题(刘本叶等,1999)。

3) 提取紫杉醇的其他植物资源

在寻找替代资源方面,除了化学合成和生物技术方法以外,寻找其他可提取紫杉醇的植物资源也是一种重要途径。

首先,人工种植红豆杉是最重要的替代野生红豆杉资源的途径。美国的 BMS 公司于 1991 年种植了 400 万株,1992 年和 1993 年又各栽种了 1000 万株幼苗,供 2—3 年后用于提取紫杉醇(范俊安等,1996)。从 20 世纪 90 年代初开始,我国学者开展了大量用红豆杉枝条进行扦插栽培的研究(张宗勤等,1998;方小平等,1997;王吉之等,1998;张焕良等,1997;李宏等,1997;李莲芳等,1999;陈辉等,1999;董福美等,1998)。红豆杉是一种比较容易扦插的针叶树种,且生长快,根系发达(李宏等,1997)。宾西法尼亚大学国家天然产物技术开发中心研究筛选出了高紫杉醇含量的树种曼地亚红豆杉(*Taxus media*)。曼地亚红豆杉是一种杂交型树种,由母本东北红豆杉与父本欧洲红豆杉杂交而成。该树种为灌木型,枝叶繁茂,生长快,易于栽培,3—5 年内就可收获枝叶,是目前已知的优良品种(包怡红等,2003)。美国 FDA 于 1992 年批准曼地亚红豆杉可以用作提取紫杉醇提取。1996 年,国家林业局将曼地亚红豆杉引种栽培技术列为国际先进技术引进并委托四川省林科院进行引种栽培实验工作,主要种植于白草河伐木场和洪雅林场。

美国俄勒冈大学化学系的研究人员报道,野生的山榛子树有望成为提取紫杉醇原料药的新植物资源(高尚士,2000)。美国研究人员已在这种漫山遍野生长的野生植物的树叶和树皮中成功提取紫杉醇。早在几十年前,植物学家就已发现,野生山榛子树从不被植物病虫害侵犯。他们推测,山

榛子的枝叶和树皮中肯定含某种（或某些）抗病虫害的特殊化学成分。1999年，美国科学家又在山榛子枝、叶的醇提物中分离出紫杉烷与紫杉醇等活性成分，从而证实了原先的推测是正确的。山榛子树生长极其迅速，且不怕任何病虫害。更可贵的是，山榛子不仅枝叶中含紫杉醇，它的果实—山榛子壳中也含微量紫杉醇。

我国也有从其他植物中提取紫杉醇的报道。罗士德等（1994）首次报道了红豆杉科近缘植物三尖杉科三尖杉属植物高山三尖杉（*Cephalotaxus fortunei Hookvar alpina*）、海南粗榧（*C. hainanensis*）、西双版纳粗榧（*C. manni*）及罗汉松科罗汉松属植物大理罗汉松（*Podocarpus forrestii*）茎皮、茎叶中存在紫杉醇前体化合物巴卡亭，有的种含量还很高；另外，西双版纳粗榧含紫杉醇、大理罗汉松含赛法罗马宁（cephalomannine，三尖杉宁碱，一种紫杉烷类化合物），这为扩大紫杉烷型化合物资源提供了依据。另据2004年2月16日科技日报报道，科技部财政部2003年度第三批科技型中小企业技术创新基金项目，有一项是苏州新诺生物科技有限公司主持的“香榧假种皮提取制备高纯度紫杉醇”（项目编号03C26223200571），无偿资助金额30万元。项目研究如能取得突破性进展无疑可为紫杉醇的提取增加一种重要的资源。

（二）世界市场紫杉醇贸易现状

1. 世界市场贸易销量及价格走势

世界市场贸易销量及价格走势总体呈销量不断上升，价格不断下降的趋势。紫杉醇自1992年上市以来，销量几乎以平均每年近20%的增长速度扩大市场（唐明健等，2001）。作为得到最先批准生产紫杉醇的美国施贵宝公司，1993年紫杉醇产值为1.3亿美元（史清文，1997），据经济日报1999年8月12日的报道，施贵宝1998年销售额达12.1亿美元，比上年增长27%。2000年施贵宝的紫杉醇销售额为15.92亿美元，比上年增长7.6%（陈章义，2001）。据中国中医药报2003年3月19日的报道，2000年世界紫杉醇原料药市场总销售额为1.47亿美元，其中美国大约消耗掉90—95%的紫杉醇原料药；就数量而言，2000年全球紫杉醇原料药总产量约为370千克，且基本上当年产量全部消耗掉（无库存产品）。2005年3月2日的医药经济报报道，2004年全球紫杉醇原料药总产量估计达到约500千克，在抗肿瘤药物中独占鳌头。

价格变化与销量完全相反，从上市以来一路走低。据新华社1993年9月6日报道，1993年紫杉醇原料药价格曾高达100万美元/千克以上；中国中医药报2003年3月19日报道，2000年纽约化工市场上为33.5—44万美元/千克；2002年国际市场最低价跌至26.5万美元/千克（吴洁，2002）；2004年2月2日，医药经济报报道，2003年国际市场均价降到了22万美元/千克。随着技术的进步和竞争的加剧，无论是原料药还是制剂价格都还将会有较大幅度的下降，但销量则会继续上升，预计2007年紫杉醇原料药总贸易量可能增至700千克。巨大的市场需求、技术进步和替代资源的开发使成本降低与竞争加剧等原因使销量上升和价格的下降成为可能。1997年发达国家的癌症发病率约为每年400万人，其中美国占100—150万人，欧洲占100万人，日本占40万人。据国际可靠调查机构消息，每年全世界死于癌症的人数约有630万人，到2020年可能增长一倍左右。目前，治疗1个肿瘤病人大约需要2g紫杉醇原料药，随着紫杉醇销量的上升和价格的下降，其潜在适应症的不断发现，将有越来越多的癌症病人得到治疗。

2. 世界市场贸易格局

世界市场参与紫杉醇贸易的主要公司见附录1。世界市场紫杉醇贸易格局随美国施贵宝公司专利权的到期，呈现多公司、多国家争夺市场的局面。在各国竞争局面中，美国仍占主导地位，在紫杉醇贸易世界知名企业中美公司几乎占到了40%，其次是加拿大、法国、意大利、中国、澳大利亚、英国、印度、韩国等。美国既是原料药生产大国，也是制剂生产大国。但在国际贸易关系中，美国主要是销售制剂，原料药尚不能满足本国制剂的生产，仍需较大量进口。另两个紫杉醇原料药生产大国分别是中国和印度，他们也是原料药出口大国。其他紫杉醇原料药出口国或地区主要有意大利、韩国、台湾等，南美洲的阿根廷、墨西哥等国家也都有一定量的紫杉醇原料药出口。加拿大、意大利、印度、缅甸、朝鲜等国是红豆杉枝叶及其初级加工品的主要出口国。

美国施贵宝公司是紫杉醇药物的第一个开发商，受专利权的保护，自 92 年上市至 2000 年，整个紫杉醇世界市场几乎被该公司独家所垄断。2000 年施贵宝的销售额就达到了 15.92 亿美元，原料药市场总销售额为 1.47 亿美元，紫杉醇制剂 14 多亿美元，其中 9.88 亿美元来自美国国内市场。据中国中医药报 2003 年 3 月 19 日报道，美国当时大约消耗掉 90—95% 的紫杉醇原料药。同年 10 月，由于美国 FDA 原则上同意紫杉醇可以作为通用名药上市，BMS 不得不眼睁睁地看着 Taxol 在 2001 年的销售额下跌了 45 个百分点，2003 年销售仅为 9.37 亿美元，不到峰值时的 60%（袁松范，2004）。通用名药的上市打破了施贵宝的垄断，世界市场上拉开了激烈竞争的序幕。

在原料药市场上，美国逐渐由原来的出口国转而成成为进口国。因为进口紫杉醇原料药不仅可保护宝贵的“太平洋紫杉”资源，而且有时进口产品要比美国本土产品便宜得多。目前，印度、中国、意大利均为紫杉醇原料药出口大国，南美洲的阿根廷、墨西哥和亚洲的韩国等国家也都加入到了紫杉醇出口国的行列。

制剂市场上美国的霸主地位难以动摇，仅施贵宝的产品就遍布七大洲的近 20 个国家，如南非、加拿大、荷兰、澳大利亚、印度尼西亚、巴基斯坦、泰国、中国、土耳其等。加拿大、澳大利亚、英国、法国等国生产的制剂也占据了一定的份额。

3. 中国紫杉醇对外贸易

红豆杉属植物所有种于 1999 年全部列为国家一级保护植物，并列入《进出口野生动植物种商品目录》（濒办字[1999]2 号），文件规定增加对紫杉醇实行允许进出口证明书管理。从此，紫杉醇进出口贸易相应纳入贸易管制，实行《允许进出口证明书》管理。《允许进出口证明书》的申请须经省林业局审核，报国家林业局和中华人民共和国濒危物种进出口管理办公室批准。《允许进出口证明书》由国家濒管办统一印制，国家濒管办或其驻各省市的办事处核发。

中国现阶段紫杉醇对外贸易产品走向呈“首尾双进、中间出”的特点，即生产紫杉醇用的红豆杉原料主要是从国外进口，主要是加拿大、缅甸和朝鲜；生产的紫杉醇提取物和原料药主要用于出口，而直接面向消费者的紫杉醇制剂却是从国外进口。中国目前是三大紫杉醇原料药生产国之一（其他两国分别是美国和印度），年总产量在 50 千克左右，约占紫杉醇总产量的 10%（张炳政等，2004）。2000—2003 年我国紫杉醇原料药的出口量分别为 39 千克、48 千克、21 千克和 35 千克。2002 年的出口量之所以跌至近几年的最低点，主要是因为我国在 2001 年下半年加强了对红豆杉及其产品的出口管理，对滥采、滥伐野生红豆杉资源进行了严厉打击，在重拳出击中 2002 年号称世界第二大紫杉醇生产商的云南汉德翻身落马。同样是这四年，我国进口的紫杉醇制剂分别是 292 万美元、1114 万美元、700 万美元和 1238 万美元，3 年间增长了 3.2 倍。进口的红豆杉原料有树叶或初步加工的粗制品等（张炳政等，2004）。同时，我国也有少量的紫杉醇原料药进口（进口意大利 Indena S. p. A. 公司原料药，注册证号 H20020478，SFDA 网站）。

我国紫杉醇对外贸易产品走向的特点反映了两大问题：一是我国可供生产利用的红豆杉资源的枯竭，二是制剂生产技术的相对落后。大量进口红豆杉原料是近几年的事，是在大规模采伐我国天然红豆杉资源之后开始的，其价格自然不菲，企业却不得不接受，否则就要停产，这不仅说明我国天然红豆杉资源枯竭，也说明人工种植的红豆杉资源数量有限，同时也说明我国在天然红豆杉资源管理上产生了显著的效果。我国紫杉醇制剂市场上，国产品价格只相当于进口品的一半左右，国产品的市场占有率接近一半，这样的价格与市场对比形势说明消费者对国产品的接受度与进口品相比显然不足，这不能不说与两种产品的使用效果不同有关。

从贸易伙伴看，美国、法国、澳大利亚等是我国主要的进口制剂国，从意大利等国进口原料药（<http://www.sfda.gov.cn>），从加拿大、缅甸、朝鲜等国进口树叶、红豆杉浸膏和树皮等红豆杉原料。我国的紫杉醇制品出口国包括北美的美国、加拿大、亚洲的日本、新加坡、韩国和欧洲等市场的多个国家。

（三）中国紫杉醇生产企业的历史和现状

1. 中国紫杉醇生产企业发展阶段

中国最早的紫杉醇生产企业为 1993 年成立的云南汉德生物技术公司，该公司在经营初期向美国出口紫杉醇提取物，1996 取得美国 FDA 的 DMF 后，开始向美国出口原料药，1999 年出口量达到高峰，一年出口原料药近 60 千克。此后受资源制约的影响，企业一度处于低迷状态。资源与产品重组改造后于 2003 年获制剂批号，2004 年后原料药 GMP 认证，企业获得新生。云南汉德生物技术公司的经历是中国紫杉醇生产企业的缩影，中国紫杉醇生产企业的发展历史经历了紫杉醇提取物生产阶段、由提取物生产向药物生产的过渡阶段、紫杉醇药物生产等三个阶段。

1) 紫杉醇提取物生产阶段（1993—1998）

紫杉醇提取物生产阶段大致为 1993—1998 年，约 6 年的时间。此期紫杉醇生产企业几乎是一哄而上，形成众多的粗加工小规模企业，精制高纯度产品的大企业和制剂企业极少，质量欠稳定，重复低水平生产及资源浪费严重。当时，在云南，公开半公开的红豆杉加工厂有 10 多个，几乎每一个资源集中的县都有红豆杉加工厂。多数企业只能生产 1—5%、30—50% 的紫杉醇粗提物。估计产品纯度能够达到 80% 以上的全国至多有三五家。1993 年建立的“云南汉德生物技术有限公司”是一家中美合资的企业，可以说是这一阶段生产规模最大，最具代表性和最有影响的一个企业。公司前期生产的紫杉醇提取物产品纯度不到 80%，1996 年获得紫杉醇原料药生产批文，产品纯度达到 98% 以上。

因此，这个阶段企业的整体特点主要表现为：原料主要依赖本国野生红豆杉资源，产品以粗提品为主，技术落后，提取率低，资源浪费严重，对资源的破坏性大，基本没有正式的紫杉醇制剂生产。中国企业的紫杉醇新药证书于 1995 年首次获批，单位分别是上海医药工业研究院（生产厂家是海南海口制药厂）和中国医学科学院药物研究所（北京协和制药厂）。他们分别于 1998 年获正式生产批文。1998 年获得正式生产批文的还有北京四环、四川太极制药公司等厂家。

该期内有许多企业处于研发阶段，其中多数主要对提取分离技术进行研发和改进，少数企业在寻找替代资源方面进行实验研究。

在提取技术方面，据新华社 1993 年 9 月 6 日报道，中科院昆明植物所最早于 1993 年成功提取出了紫杉醇抗癌活性天然物。1997 年 2 月 1 日经济日报报道，1997 年北京新技术应用研究所“新型分离技术及天然药物纯品的制备”项目在完成紫杉醇纯品的分离纯化工艺技术的研究基础上，又自行开发建立了全套批量生产工艺技术。

据证券时报 1998 年 4 月 25 日报道，海南轻骑海药对紫杉醇注射液等在改进工艺、稳定质量等方面做了大量工作，为客户代加工紫杉醇，得到 43 万多元的利润收入；而中国证券报 1997 年 5 月 20 日报道，武汉当代高科技产业股份有限公司（1997 年更名为“武汉人福高科技产业股份有限公司”）也是此期生产紫杉醇较大的企业，因紫杉醇的提取分别于 1994、1995 和 1996 年获得约 250 万元、82 万元和 13 万元的收入；中国医药报 1997 年 3 月 20 日报道，上海医工院自主创新研制成功紫杉醇新药。

在寻找替代资源方面，中国医药报 1994 年 11 月 3 日报道，1994 年西安天诚医药生物工程有限公司从红豆杉叶中提取抗癌巴卡丁获成功；新华社 1997 年 9 月 23 日报道，1997 年西安一枝刘制药公司从红豆杉树皮中分离的内生真菌培养紫杉醇取得突破。

2) 中国紫杉醇企业由提取物生产向药物生产的过渡阶段（1999—2002）

1999—2002 年约 4 年时间，为中国紫杉醇企业由提取物生产向药物生产的过渡阶段。1999 年中国将红豆杉属所有种列为国家一级保护植物，并在紫杉醇国际贸易方面将红豆杉及其所有制品和紫杉醇及其所有制品均列入《进出口野生动植物种商品目录》，开始对其实行允许进出口证明书管理。中国紫杉醇生产企业被纳入严格管理的行列。企业数量一方面在迅速增加，一方面又因纷纷倒闭而减少。企业数量最多的时候可达到七八十家，但很快又减少到四五十家。企业数量的巨大变化在于对红豆杉资源短缺的认识不足和技术条件的不够成熟。这时期的原料主要有两个来源，一个是野生红豆杉树皮的库存，一个是进口。少量违法采集野生资源、又不能及时开通新的原料来源渠道的企业，在资源短缺、原料价格相对升高、竞争加剧而实力又不够强的情况下，倒闭成为必然。技术进步和产品升级是这个阶段中国紫杉醇生产企业的重要特点。技术进步使提取物的纯度增加，提取率

升高，为实现由提取物向原料药转变打下了基础。产品升级，制剂的生产份额加大，使企业摆脱了高资源依赖、低利润回报的困境。这期间先后有上海华联、上海三维、四川康益、桂林晖昂、重庆美联等十几家企业取得了原料药或制剂新药生产的批件。企业整体逐步走向药物生产阶段。

由于高额利润的吸引，较大规模的紫杉醇生产线和紫杉醇生产企业纷纷上马，企业总体数量增加，规模增大。1999年初大约有十几家，以后大约增加到了七八十家，到2002年前又开始减少。西安天诚医药工程有限公司、西安三江生物工程有限公司、上海华联、上海三维、四川康益等都是这期间正式投产紫杉醇的厂家。其间由于资源短缺、竞争、非法获取资源等原因许多企业经历了关停并转的过程，有些企业陷入了停产。如贵州某企业2001年被依法吊销了《药品生产企业许可证》。

企业的技术进步表现为提取技术的改进和提取率与产品纯度的提高。在提取分离技术上，核工业北京化工冶金研究院研究出了“反相制备液相色谱法分离纯化紫杉醇”的方法（单英杰，2001）；据科技日报2003年1月9日报道，重庆美联现代技术有限公司得到了国家“2002年度中国第四批中小企业创新基金项目”的资助，对“紫杉醇精品生产新工艺”进行了攻关。据证券时报2002年4月19日报道，海南轻骑海药进行了大规模的GMP改造；中科院武汉植物所获得了“一种分离纯化紫杉醇和紫杉烷”的国家专利授权（王玲，2002）。企业的科研攻关使这一阶段的提取率总体提高到了约70%左右，产品纯度提高到99%以上。获批生产原料药的厂家由上一阶段的五家增加到八家，同时这些获批生产原料药的厂家多数同时生产制剂（只有云南汉德公司除外）。可以作为制药企业的紫杉醇生产企业比例估计大概为30%左右。

据证券时报2003年4月4日报道，就企业规模而言已出现年生产几十千克高精度纯品生产线（只表示生产能力，不说明实际生产状况），大型企业销售额迅速增加。如“海南轻骑制药”特素（紫杉醇注射液）产品的销售，每年以90%的速度递增，成为该公司主要的盈利产品。此期在紫杉醇提取物和原料药生产企业中，云南汉德仍不失为一颗明星。1999年云南汉德生产了纯度98%以上的紫杉醇60公斤，出口创汇超过1000万美元，并由此成为中国最大、全球第二的紫杉醇生产供应商。从2000年至2001年上半年，云南汉德公司以每月5公斤左右的速度生产紫杉醇，几乎垄断了这一产品的国内生产份额（<http://www.chinanewsweek.com.cn/2002-11-22/1/688.html>）。但是，2002年云南汉德因非法获取红豆杉资源而被提起诉讼。

云南汉德的结局暴露了这一时期紫杉醇企业面对的资源困境问题。1999年对于中国紫杉醇企业来讲是一个具有历史转折意义的年度，这一年不仅红豆杉被列为国家一级保护植物，在紫杉醇国际贸易方面红豆杉及其所有制品和紫杉醇及其所有制品均列入《进出口野生动植物种商品目录》，开始对其实行允许进出口证明书管理。这就意味着紫杉醇生产企业无权再对国产野生红豆杉资源进行任何方式的商品化利用。1996年9月30日颁布的我国第一部专门保护野生植物的行政法规《中华人民共和国野生植物保护条例》（以下简称《条例》）规定：禁止采集国家一级保护野生植物，因科学研究、人工培育、文化交流等特殊需要，采集国家一级保护野生植物的，必须经采集地的省、自治区、直辖市人民政府野生植物行政主管部门签署意见后，向国务院野生植物行政主管部门或其授权的机构申请采集证。可以利用的原料来源有两个，一个是进口，一个是人工种植。事实上这个时期国内种植的红豆杉几乎还没有采摘利用价值，因此，可以说紫杉醇企业在这个阶段的原料来源只能通过进口。在这个阶段发展起来的有一定规模的紫杉醇生产企业中大多数都有进出口经营权，如上海金和生物技术公司和天津信汇化学品有限公司等。由于红豆杉资源不足，发展起来的紫杉醇生产企业原料短缺的困境越来越严重，这个阶段的后期有许多企业存在“饿肚子”的现象，产能得不到发挥。

3) 中国紫杉醇生产企业总体为紫杉醇药物生产阶段（2003—2005年上半年）

2003—2005年上半年，中国紫杉醇生产企业整体为紫杉醇药物生产阶段。在现存四十几家企业中近70%的企业均有原料药或制剂的生产批文，为制药企业（见附录2）。其余30%左右的企业为提取物生产企业，但其紫杉醇提取物纯度大部分都能达到98%以上，相当数量可用作原料药。企业的生产原料来源主要是进口，大约占到80%左右，另一来源是国内人工种植的红豆杉，约占20%。进口的原料有

半成品、红豆杉枝叶和少量树皮。进口原料来源主要有加拿大、缅甸和朝鲜等。原料药和高含量提取物的生产技术主要是加工提取、提纯。企业规模一般较大，不乏年产几十千克的企业，如桂林晖昂 2004 年一年仅向美国出口紫杉醇原料药就达 22 千克。

这个时期获得原料药或制剂生产批文的有扬州奥赛康药业有限公司、重庆美联制药有限公司、桂林晖昂生化药业有限责任公司、深圳海王药业有限公司、四川升和制药有限公司、云南紫云生物技术有限公司等十几家企业，使作为制药企业的紫杉醇生产企业比例大幅度上升，达到近 70% 的水平。生产紫杉醇原料药和提取物的技术仍然是提取，原料同时有半成品、红豆杉枝叶和少量树皮。原料的种类与其来源有关，进口原料来自缅甸和朝鲜的以树皮及浸膏为主，来自加拿大的基本上是树叶，来自国内的主要是人工种植曼地亚红豆杉、南方红豆杉、东北红豆杉等的枝叶。

2. 中国紫杉醇生产企业的现状

1) 中国紫杉醇生产企业的类型及特点

生产紫杉醇的企业主要可分为两大类，一类是大型制药公司，如北京协和、海南轻骑制药、北京四环、上海华联、四川太极等；另一类是规模较小的制药企业、生物技术公司和化工公司，如桂林晖昂生化药业有限责任公司、上海金和生物技术有限公司、福建南方生物技术股份有限公司、北京怡禾生物工程有限公司、北京恒天易德化工有限公司、宁波恒飞化工有限公司等。两类企业大概各占一半。而全部制药企业与生物技术公司和化工公司的比例则为 7:3。这两类企业的紫杉醇产品种类及销售去向均呈现不同的特点。

大型制药公司一般均有两类产品，一类是紫杉醇制剂，另一类是原料药，且以制剂为主。制药公司的原料药和制剂生产过程都需要进行 GMP 认证，因此他们生产的原料药产品质量好、精度高，一般都要在 99.5% 以上，且基本只作本公司原料之用。自产原料药不足的公司，有从国外进口的，也有从国内其他紫杉醇原料药企业购买的，只是他们的原料药很少出售。中国紫杉醇制剂的种类也较多，不仅有紫杉醇注射剂，还有紫杉醇脂质体、胶囊剂、片剂、浸膏剂和复方红豆杉胶囊等。如生产紫杉醇注射剂的有北京协和的紫素、轻骑海药、上海华联、北京四环等的特素；生产紫杉醇脂质体的有南京思科和云南汉德公司等；生产胶囊剂的有重庆赛诺等；生产浸膏剂的有黑龙江红豆杉药业有限责任公司等。中国的紫杉醇制剂企业在国内市场上竞争逐渐增强，优势企业突出，已在国内市场占据绝对优势，前 3 甲是北京协和、北京四环和海口制药，这 3 家公司已拥有七成以上的市场份额，并较进口合资品种拥有价格上的优势；进口合资品分别由美国施贵宝、澳大利亚 F. H 科鼎、意大利英迪纳公司生产。2004 年上半年进口品的用药量仅占据紫杉醇医院用药的 1/3 市场份额。

小型制药企业与生物技术公司和化工公司生产的紫杉醇产品，只有很少部分可作为原料药，大部分由于没有原料药批件，即使纯度在 99% 以上仍不算作原料药。这一类企业突出的特点是原料进口的多，产品出口的多。这类公司如果能与红豆杉种植企业联合，开拓国内种植资源，则有可能降低成本、扩大利润空间、提高企业竞争实力。

2) 中国紫杉醇生产企业的地理分布

中国紫杉醇生产企业的地理分布呈明显的区域性特征，其主要分布地区是上海、四川、重庆、北京、黑龙江、陕西、云南、福建等省市，同时浙江、南京、广州、广西、江苏、河北、天津、海南、深圳、山东、河南等地均有少量分布。形成这种区域性分布的原因显然是与资金和原料的供应有关。主要分布区可以大体分成两类，一类是投资能力强的地区，如上海和北京，另一类则是红豆杉资源丰富的地区，如四川、重庆、黑龙江、陕西、云南、福建等地。前一类地区的企业靠资金优势从国外进口或从国内其他地区获取原料，后一类地区的企业则主要依靠当地野生和人工种植的红豆杉资源，形成资源优势。人工种植红豆杉的大型基地多在这一类地区，它们将越来越形成这些地区紫杉醇生产企业强有力的依托。

四、存在问题与讨论

(一) 世界市场紫杉醇贸易存在的问题

从世界市场紫杉醇贸易格局不难看出，许多发生贸易关系的国家之间在经济发展水平上存在着

差异，这种差异意味着两国之间在资源保护的法律法规与管理手段上可能存在不同。比如在美国，对采集野生红豆杉的管理实行许可之外，对采集过程的监控可以细到对每一个包装袋的容量体积和每一辆运输车的运输情况进行规定和跟踪检查。还有多少国家可以做到这样未曾可知，至少中国尚没有这样的措施。同时，相对较落后国家对野生红豆杉资源保护的法律法规比起相对发达的国家来，也常常是不够健全或不够规范，保护力度相对较小。在这种情况下发生贸易关系，便很容易造成相对落后国家对野生红豆杉资源的过度利用。中国于上世纪90年代初对云南红豆杉的过度开发利用，就不能不说跟中美之间在发生贸易关系时，两国在资源保护的法律法规与管理手段上存在着不同有关。因此，世界市场贸易国家之间在资源保护的法律法规与管理手段上的不同可能是促使经济相对落后国家野生红豆杉资源过度开发而受危的重要原因。如何保证贸易国家之间在相同的资源保护法律法规与管理手段之下开展贸易往来是个值得探讨的问题。

(二) 中国紫杉醇生产企业存在的问题

中国紫杉醇生产企业面存在两个较突出的问题，一是技术相对落后，国际市场竞争力不足。这体现在两个方面：一个是制剂市场，中国企业生产的产品价格仅相当于进口品的一半，尚需大量进口；另一个是原料药市场，中国企业生产的许多紫杉醇提取物纯度在98%甚至99%以上，仍不能按原料药出口，而只能作为化工产品的提取物。这在表面上是由于没有原料药批文，实际上还是企业的技术水平的原因。二是红豆杉资源短缺，替代资源开发不够。这也体现在两个方面：一个是中国紫杉醇生产企业目前为止仍是以天然的红豆杉为原料，尚未开发出生产紫杉醇的生物技术（据暂未得到核实的消息，美国已批准微生物发酵法生产紫杉醇），或以非红豆杉植物为原料生产紫杉醇的技术。另一个是利用国内种植的红豆杉数量还很少，这很可能是与国内人工种植红豆杉数量为数尚少有关。

五、结论与建议

(一) 结论

1. 世界市场紫杉醇贸易各国在资源保护的法律法规与管理手段上的不同，可能是促使经济相对落后国家野生红豆杉资源过度开发而受危的重要原因。建议探讨如何保证贸易国之间在相同的资源保护法律法规与管理手段之下开展贸易往来的方法与机制；

2. 中国紫杉醇生产企业面存在两个较突出的问题：一是技术相对落后，国际市场竞争力不足；二是红豆杉资源短缺，替代资源开发不够。

(二) 建议

1. 逐步以人工种植红豆杉替代野生红豆杉用于生产紫杉醇；
2. 加快发展生物技术，利用生物技术生产紫杉醇；
3. 中国目前应注重开展生长迅速、紫杉醇含量高的红豆杉如曼地亚红豆杉人工种植技术的研究，以求提高枝叶产量，改善采收效果，扩大种植面积。

附表 1 世界紫杉醇生产企业

澳大利亚 Mayne 制药公司
澳大利亚科鼎有限公司 (Faulding Pharmaceuticals Ltd)
法国 SERIPHARM SA
法国安万特 (Aventis)
法国罗纳普朗克安公司 (Rhone Poulenc Rorer S.A.)
韩国 Samyang 制药公司
加拿大 BCM ONCOLOGIA INC
加拿大 Bioxel Pharma Inc.
加拿大卑诗省的植物源公司 (Phytogen)
加拿大魁北克 Sainte-Foy 的 Bioxel 公司
美国 MAYNE PHARMA

美国 American Bioscience Inc.
美国 Mylan Laboratories 公司
美国 Napro 公司 (NAPRO BIOTHERAPEUTICS INC)
美国 NPI (Natural Pharmaceuticals, Inc.)
美国 Paxis(PAXIS PHARMACEUTICALS)
美国 XECHEM INC
美国爱华克斯 IVAX 公司 (IVAX PHARMACEUTICALS SRO)
美国百时美施贵宝 (Bristol-Myers Squibb Co, BMS)
瑞士罗氏公司 (Roch)
台湾 SCINOPHARM
意大利天然产物公司英迪纳公司 Indena

附表 2 现有中国紫杉醇生产企业

	企业名称	电话	产品	地址
1	北京恒天易德化工有限公司	010-64976552 010-64971693	紫杉醇提取物	北京市朝阳区安外小关东里 10 号润宇大厦 8 层 100029
2	北京四环医药科技股份有限公司	010-62140558 13301184467	紫杉醇原料药 紫杉醇注射剂	北京市海淀区复兴路 47 号天行建商务大厦 22 层
3	北京协和药厂	010-63010237 010-63010231	紫杉醇原料药 紫杉醇注射剂	北京先农坛街 1 号 100061
4	北京信汇科技有限公司	010-62965900 13801046546	紫杉醇提取物	北京信汇科技有限公司, 北京市海淀区上地 7 街 1 号 汇众科技大厦 9 层 100085
5	北京京卫国康制药有限公司		紫杉醇注射剂	
6	北京怡禾生物工程有限 公司	010-61502611 010-61502596	紫杉醇提取物	北京市通州工业开发区广源东街 3 号 101113
7	福建南方生物技术股份 有限公司	0598-2813439 0598-2860417	紫杉醇提取物	福建省明溪县雪峰镇东新路 98 号
8	桂林晖昂生化药业有限 责任公司	0773-5833018	紫杉醇原料药 (DMF17045)	广西桂林市高新区毅丰南路 8 号
9	海南海药股份有限公司 海口制药厂	0898-66785861 0898-66783145	紫杉醇原料药 紫杉醇注射剂	海口市秀英区海药工业园
10	海南天成医药有限公司	0898-66253461 0898-66253462	紫杉醇注射液	海口市龙昆北路珠江广场帝都大厦
11	杭州华东医药集团康润 制药有限公司	0571-88171855 13989808988	紫杉醇原料药	浙江省安吉县孝丰镇城东路 24 号; 杭州市莫干山路 866 号营销总公司
12	黑龙江红豆杉药业有限 责任公司	0451-82342374 0451-82292376	片剂、胶囊剂、 浸膏剂	
13	黑龙江省红豆杉医药研 究所	0451-82631735 0451-82804481	紫杉醇片剂	黑龙江省哈尔滨市南岗区革新街 234 号
14	漯河市万安医药有限责 任公司	0395-2182396	紫杉醇注射剂	河南省漯河市北京路 110 号 462000
15	南京康海药业有限公司	025-58840936 025-58840946	紫杉醇脂质 体粉针剂	南京高新技术产业开发区
16	南京思科药业有限公司	025-58747181	紫杉醇脂质 体粉针剂	江苏南京高新开发区 210000
17	宁波恒飞化工有限公司	0574-27865015 0574-27865011	紫杉醇提取物	宁波市中兴路 269 号世纪龙腾大厦 417 座 315040
18	宁波市医药技术研究有 限公司	0574-86695128	紫杉醇原料药	宁波市镇海区庄市工三路 6 号

19	陕西慧科植物开发有限公司	86-29-82607541 86-29-82607816	紫杉醇提取物	中国陕西西安市西安市咸宁东路 24 号 710043
20	陕西赛德高科生物股份有限公司	86-29-82318393 029-82318391; 13991273966	紫杉醇提取物	中国陕西西安市友谊东路金水路 8 号
21	上海迪赛诺化学制药有限公司	021-50806118	紫杉醇原料药	上海市逸仙路 458 弄 1 号楼 12 层 (200434)
22	上海沪南对外经济有限公司	13916418160	紫杉醇提取物	上海奉贤远东大道 143 号
23	上海华联制药有限公司	021-65401680 021-65400098	紫杉醇原料药 紫杉醇注射剂	上海市虹口西江湾路 370 号 200083
24	上海金和生物技术有限公司	021-59810660 021-59810661	紫杉醇提取物	上海青浦练塘工业园区 A-4 201716
25	上海三维制药有限公司	021-52520414 021-62766234	紫杉醇原料药 紫杉醇注射剂	上海市普陀区永登路 50 号
26	深圳海王药业有限公司	0755-26649838	紫杉醇注射液	广东省深圳市南山区南油大道海王大 厦 518054
27	四川康益生物技术制药有限公司		紫杉醇原料药 紫杉醇注射剂	
28	四川升和制药有限公司	028-85184349	紫杉醇注射剂	四川省成都市一环路南三段 80 号 610041
29	太极集团涪陵制药厂	0810-82229073 0810-82221513	紫杉醇注射剂	重庆市涪陵建设路 68 号 408000
30	太极集团四川太极制药有限公司	028-85438443	紫杉醇原料药 紫杉醇注射剂	成都一环路南一段 27 号太极集团大楼 610021
31	泰华天然生物制药有限公司	029-88326501 0914-7323148 0914-7323168	紫杉醇原料药 (DMF15382)	陕西省洛南县城关镇 726100
32	天泽天然产物有限公司	0574-66105155	紫杉醇提取物	安徽亳州天泽路 18 号
33	西安三江生物工程有限 公司	029-86032652	紫杉醇提取物	西安经济开发区高陵泾河工业园区泾 渭大道
34	西安天诚医药工程有限 公司	029-88224273 029-88221483 029-88312580	紫杉醇提取物	西安高新技术产业开发区光德路 8 号
35	西安宇源生物工程有限 责任公司	029-83173863 029-83173862	紫杉醇提取物	西安三桥蔺高工业园山水路 8 号
36	扬州奥赛康药业有限公司 (原扬州制药厂)	025-86669051	紫杉醇原料药 紫杉醇注射液	扬州市汉中门大街 1 号
37	沅江紫杉生物科技有限公司	0737-2810288	紫杉醇提取物	湖南省沅江市鑫海路农业科技园办公 大楼二楼
38	云南汉德生物技术发展 有限公司		紫杉醇原料药 (DMF11909) 紫杉醇脂质体	中国昆明金鼎科技园 3 号
39	云南紫云生物科技有限 公司	0871-8316244	紫杉醇原料药 (DMF17965)	云南昆明市高新技术产业开发区二环西 路 398 号高新科技广场 18 楼 650106
40	重庆 POLYMED THERAPEUTICS		紫杉醇原料药 (DMF18397)	
41	重庆联合制药		紫杉醇原料药 (DMF16891)	
42	重庆美联制药有限公司	023-67662364 023-67658110	紫杉醇原料药 紫杉醇注射剂	重庆市江北区大石坝南桥寺
43	重庆赛诺生物药业股份 有限公司	023-68619717	紫杉醇原料药 紫杉醇胶囊剂	重庆市高新区科园四街 57 号

研究报告三

红豆杉保护、管理和进出口贸易法律法规及其实施情况的调查分析

中华人民共和国濒危物种进出口办公室植物处 翟保国

摘 要

红豆杉树种为红豆杉科红豆杉属植物，全球有 11 种，中国有 4 种和 1 变种，其中红豆杉种和南方红豆杉变种是中国特有物种。由于红豆杉对生境的要求高，分布区域狭窄，生长缓慢。近年来，又从红豆杉分离到具有抗肿瘤活性的药物，使红豆杉成为受到巨大利用压力的植物种。保护的壓力很大。

为保护红豆杉物种资源，中国先后制定和实施了《中华人民共和国森林法》、《中华人民共和国野生植物保护条例》等法律法规，并将中国分布的红豆杉属所有种列为国家一级保护野生植物。按照《条例》规定，我国野生红豆杉资源禁止商业性采集利用，因科学研究、文化交流等非商业性需要的，必须申领采集证，出口中国野生红豆杉资源需要国家主管部门批准。《濒危野生动植物种国际贸易公约》于第九届、第十三届缔约国大会分别将喜马拉雅红豆杉以及喜马拉雅密叶红豆杉、红豆杉、东北红豆杉、苏门答腊红豆杉列为公约附录 II 管制。按照公约规定，附录 II 物种标本允许进行控制性贸易，从中国出口或从中国进口公约附录红豆杉植物种标本，必须向省级林业主管部门申请，经审核后报国家林业局批准，还须取得国家濒管办的允许进出口证明书，海关凭允许进出口证明书查验放行。上述法律法规和国际公约对依法保护和管理红豆杉资源奠定了基础。

中国政府还采取了一系列的管理措施来强化红豆杉管理和红豆杉人工培植业的发展。一是严格资源管理，确保资源安全。

2002 年国家林业局发布了《关于加强红豆杉资源保护管理工作有关问题的通知》，一律停止受理采集野生红豆杉枝条或采伐野生红豆杉直接用于商业性生产紫杉醇或其他产品的申请。因科学研究、人工培育、文化交流等特殊需要的，需严格按照相关法律法规进行报批。野生红豆杉枝条仅限于采穗圃建设，不能用于紫杉醇原料基地建设。鼓励各级林业主管部门通过积极划建自然保护区、保护小区或保护点等措施，改善野生红豆杉生存条件。鼓励红豆杉保护、培植、利用技术的研究和应用。

2003 年国家濒管办和海关总署联合下发了《关于进一步加强红豆杉及其产品进出口管理有关问题的通知》。考虑到不同红豆杉生产的紫杉醇鉴别和监管有很大难度，对所有红豆杉及其部分和产品均实行了允许进出口证明书申报、审批和监管制度。禁止野生红豆杉及其部分和产品的商业性出口；申请出口人工培植红豆杉及其部分和产品的，应提供由省级林业主管部门出具的原料来源证明；属加工贸易方式申请红豆杉及其部分和产品再出口证明书的，在申请允许再出口证明书时，必须提供经海关注册过的允许进口证明书和海关进口报关单原件。

国家积极制定政策发展人工培植，促进产业发展。国家林业局 2004 年下发了《关于促进野生动植物可持续发展的指导意见》的通知。对野外资源实行普遍保护。加大对培植技术研究和推广的投入，着重解决培育技术、发展种源，促进向规模化、集约化方向发展。有限资源优先用于国家和社会的特殊需要、传统医药研究发展、种质圃建立等重要领域。对人工培植来源的产品，进出口的要采取便利措施。

为了加强对贸易的管理，国家实行进出口目录管理，提高监管成效。国家濒管办自 1998 年始，与海关总署联合推出了《进出口野生动植物种商品目录》，先后将紫杉醇、含紫杉醇的混合药品、含紫杉醇成分的药品、鲜或干的红豆杉、红豆杉植物汁液及浸膏、用油漆着色剂等处理的红豆杉原木、用其他方法处理的红豆杉原木、红豆杉厚板材等纳入目录管理。

红豆杉保护管理法律法规和政策措施的实施，促进了野生红豆杉资源的保护，推动了人工红豆

杉的培植，保障了红豆杉产业的持续健康发展。近年来，主要以下方面有很大的进展：

一、政府加大了监管力度和部门间联系协作，遏制住非法采集利用野生红豆杉资源的活动，彻底扭转了依赖野外红豆杉提取紫杉醇的局面。

二、红豆杉人工培植如雨后春笋般快速发展起来，全国有近 50% 的省份开展了红豆杉人工种植，规模高达 4000 多亩。

三、合法利用国外资源，缓解国内资源短期内不足。鉴于种植时间较短，单位面积生物量低，同时红豆杉还处于快速成长期，过早利用成本效益较低，国内人工培植的红豆杉还不能满足规模化工业需要。许多企业从国外合法进口，主要进口种类有美国的曼地亚红豆杉，加拿大的加拿大红豆杉，欧洲的短叶红豆杉。进口的货物类型主要是枝叶、枝叶粉碎物、浸膏。

四、紫杉醇提取技术得到很大发展，一些与紫杉醇相同结构的化合物以及副产物也越来越多的提取出来，成为贸易对象，大大提高了资源利用效率。

一、红豆杉保护管理的重要性和紧迫性

（一）红豆杉树种的重要价值

红豆杉树种为红豆杉科红豆杉属植物，世界上分布有 11 种，大多分布于北半球，我国有 4 种和 1 变种，其中红豆杉种和南方红豆杉变种还是中国特有物种。由于其起源悠久，是第四纪孑遗的古老树种，已有 250 万年的历史，被称植物界的“活化石”，因此具有较高的科研价值，对研究物种起源、进化、森林演替、森林地理等方面具有重要意义。红豆杉树种也是稀有树种，现存的红豆杉树种种类较少，欧洲仅存 1 种，美洲也仅存 1 种，我国存 4 种和 1 变种。由于受自然和人为因素的影响，全国来讲，种群数量减少，分布面积减少且更加片断化。红豆杉树种是极其珍贵的材用，其木材坚硬、耐腐性强、色泽美观，是珍贵的用材树种；红豆杉也是重要的观赏树种，比如纽约联合国总部门前、英国白金汉宫门前、美国的白宫广场上都可以看到红豆杉的美丽身姿；近年来发现其内含高效活性抗癌药物成分，又使其具有极高的药用价值；红豆杉还具有油料、食用价值。目前，红豆杉已列为我国“第三代绿化树种”的开发计划。

（二）红豆杉树种的自然特性

红豆杉树种对生境的要求很高，天然分布区域狭窄，在林分中处于下层，生长缓慢，对生存空间以及营养的争夺能力差，它无法与处于同一海拔的其他树种竞争，成为这些树种的下木或伴生树种，长期处于被压状态，从属并依赖于上层的保护，无法进行种群数量的有效扩张。此外，红豆杉树种本身天然更新能力差，在多数情况下，红豆杉树种无法天然更新成林。在自然状态下，最多只能维持种群数量现状。红豆杉生长缓慢，直径 40 厘米的树木约需 200 年才能长成。因此，红豆杉本身是一个衰退性或稳定性种群。

（三）红豆杉的人为因素干扰

红豆杉面临着人为因素的巨大威胁。自发现红豆杉树种的药用成分以来，红豆杉越来越受到关注，由于经济利益的驱动，不法商贩采用公开或秘密的方式和手段深入林区非法争相抢购红豆杉树皮、树根等。一些地方老百姓置国家法令于不顾，上山挖剥红豆杉树根树皮，致使红豆杉资源受到严重破坏。山区农民自用材需要或其他生产性破坏导致红豆杉种群数量减少。分布区老百姓常用红豆杉作棺木、房屋柱子、楼板、梨把、锄把，以及毁林开荒等。此外也有森林采伐粗放作业的原因，红豆杉分布林分（如云南铁杉林）常是采伐的对象，虽然红豆杉并非采伐目的树种，但采伐行为本身必然使红豆杉遭到破坏，或因森林采伐导致环境改变而影响红豆杉生存，上层针叶树及大部分阔叶树被采伐后，短短几年时间，余下的红豆杉便可能生长不良，枝叶稀疏、枯黄，有的甚至死亡。

（四）红豆杉资源面临的持续压力

红豆杉含有人体需要的 90 多种有效成分，主要机理是提高人的免疫力。1972 年美国首次从红豆杉中分离得到高效抗癌活性物质的二萜类化合物——紫杉醇。此后，紫杉醇相继在美国、英国、法国、日本、加拿大、瑞士、以色列等 40 多个国家获准作为抗癌药物上市。从红豆杉分离得到的百余种化学成分中有近三十种紫杉烷类二萜和生物碱具有抗肿瘤活性，对各类白血病、肿瘤、癌症以及艾滋病具有广谱抗疗作用。

进入 21 世纪以来，随着全球环境的不断恶化，癌症患者不断增加，美国、欧洲、日本每年新增癌症患者总数达 500 万人，而全球死于癌症的病人总数达 630 万人以上，预计治疗这些癌症病人，每年大约需要消耗紫杉醇 2500—3000 千克，仅美国就消耗 300 千克左右，而美国的现有能力只能生产 50 千克左右。从国内市场看，由于中国是人口大国，紫杉醇国内需求量保守估计每年应该 1500 千克以上。但由于价格昂贵，中国生产的紫杉醇大部分用于出口。从国际市场看，紫杉醇产品一直保持着 30% 的增长率，全球紫杉醇贸易额一直在 50 亿美元以上。美国肿瘤研究所认为紫杉醇是人类未来 50 年间最有效的抗癌药物之一。

世界上有一半的红豆杉资源储量在中国，而在紫杉醇的加工提取环节，中国在国际上占有很重要的地位。因此，中国红豆杉保护任重道远。

二、有关红豆杉保护、管理和进出口贸易的法律法规和国际公约

（一）珍贵树种保护通知

1992年，林业部（现国家林业局）出台了《关于保护珍贵树种的通知》（林护字〔1992〕56号）文件及配套的《珍贵树种名录》（第一批），将南方红豆杉、喜马拉雅红豆杉列为国家一级珍贵树种，东北红豆杉列为国家二级珍贵树种。《通知》规定严禁采伐一级珍贵树种，严格控制采伐二级珍贵树种。

《通知》鼓励省、自治区、直辖市野生植物主管部门，根据本地情况，确定地方珍贵树种种类。《通知》强调，因科学研究、文化交流等需要出口国家珍贵树种（含根、茎、叶、花、果实、种子及其产品、制成品等），需经林业部或其授权单位批准，并取得中华人民共和国濒危物种进出口管理办公室（以下简称国家濒管办）核发的允许出口证明书，海关凭证明书查验放行。

《通知》虽然是部门行政规章，但在当时还没有相应法律法规的情况下，该项规章对保护红豆杉资源发挥了重要作用。《通知》于2004年7月1日随《行政许可法》的实施停止使用。

（二）野生植物保护条例

1996年9月30日，国务院颁布了《中华人民共和国野生植物保护条例》（第204号发布），自1997年1月1日起实施。1999年9月9日颁布了该《条例》的配套法规——《国家重点保护野生植物名录》（第一批）。中国红豆杉属所有种列为国家一级保护植物，成为51种国家一级保护植物的重要组成部分。《条例》的公布实施，使中国野生植物保护管理纳入了法制轨道。

《条例》对国家重点保护野生植物提出了“加强保护、积极发展、合理利用”的方针，并对保护、采集、管理、资源调查等方面作出具体规定。

按照《条例》，禁止采集国家一级保护野生植物，因科学研究、文化交流等特殊需要，采集国家一级保护植物的，必须经采集地的省级主管部门签署意见后，向国家野生植物行政主管部门或其授权机构申请采集证。采集城市园林或者风景名胜区内的国家重点保护野生植物须先得城市园林或者风景名胜区管理机构同意。采集林区内、草原上的野生植物，依照《森林法》、《草原法》的规定办理。

国家林业局2001年12月17日，根据《条例》授权，统一设计、印制了《国家重点保护野生植物采集证》，要求林业系统管辖的野生植物实行采集证管理制度，对未取得采集证或未按采集证规定采集的，由野生植物主管部门没收野生植物和违法所得，可以并处违法所得10倍以下的罚款；有采集证的，并可以吊销采集证；伪造、倒卖、转让采集证的，由行政主管部门或工商管理部门收缴，没收违法所得，可以并处5万元以下罚款。

国家农业部于2002年9月6日颁发了《农业野生植物保护办法》（第21号部长令），细化了《条例》对农业野生植物保护管理的规定。

《条例》禁止出售、收购国家一级保护野生植物，违反规定出售、收购的，由工商管理部门或行政主管部门没收野生植物和违法所得，可以并处10倍以下罚款。出口国家重点保护野生植物必须经省级主管部门审核，报国家行政主管部门批准，并取得国家濒管办的允许出口证明书，海关凭证明书查验放行。非法出口的，由海关依照海关法规定处罚。伪造、倒卖、转让证明书或批准文件的，由行政主管部门或工商管理部门收缴，没收违法所得，可以并处5万元以下罚款。

《条例》第二十条规定，出口国家重点保护野生植物或者进出口中国参加的国际公约所限制进出口的野生植物的，必须经进出口者所在地的省级野生植物行政主管部门审核，报国务院野生植物行政主管部门批准，并取得国家濒管办核发的允许进出口证明书或者标签，海关凭证明书或者标签查验放行。

《条例》所保护的野生植物，是指原生地天然生长的珍贵植物和原生地天然生长并具有科学研究、文化价值的濒危稀有植物（包括个体和部分），对于衍生物、产品及制品，《条例》没有作出明确规定，但国家林业局对产品、制品及衍生物也实行《条例》管制。农业部通过《农业野生植物保护管理办法》，明确对农业野生植物的衍生物也实行管制。但与《名录》中植物名称相同的人工

培植植物不属于条例管制范畴。

（三）森林法

1984年，中国制定了《中华人民共和国森林法》，1998年对《森林法》作了修订。

《森林法》第三十八条规定，国家禁止、限制出口珍贵树木及其制品、衍生物。进出口公约（包括CITES）限制进出口的树木或者其制品、衍生物，必须向国家濒管办申请办理允许进出口证明书，海关凭证明书放行。禁止、限制出口的珍贵树木及其制品、衍生物的名录和年度限制出口总量，由国务院林业主管部门会同国务院有关部门制定，报国务院批准。

2004年国家林业局牵头，会同有关部门制定了“国家禁止、限制出口的珍贵树木名录”，我国红豆杉属所有种的野生种来源被列入“禁止出口名录”，人工培植来源被列入“限制出口名录”。

（四）刑法

《中华人民共和国刑法》第一百五十一条规定，走私国家禁止进出口的珍稀植物及其制品的，处5年以下有期徒刑，并处或者单处罚金；情节严重的处5年以上有期徒刑，并处罚金。第二百二十五条规定，买卖进出口许可证、进出口原产地证明书以及法律法规规定的经营许可证或者批准文件，情节严重的，处5年以下有期徒刑或者拘役，并处或者单处违法所得1倍以上5倍以下罚金，情节特别严重的，处5年以上有期徒刑，并处违法所得1倍以上5倍以下罚金或者没收财产。第二百八十条规定，伪造、变造、买卖或者盗窃、抢夺、毁灭国家机关的公文、证件、印章的，处3年以下有期徒刑、拘役、管制或者剥夺政治权利，情节严重的，处3年以上10年以下有期徒刑。第三百四十四条规定，违反森林法规定，非法采伐、毁坏珍贵树木的，处3年以下有期徒刑、拘役或者管制，并处罚金，情节严重的，处3年以上7年以下有期徒刑，并处罚金。

（五）司法解释

《最高人民法院关于审理破坏森林资源刑事案件具体应用法律若干问题的解释》（法释〔2000〕36号）。第一条解释，《刑法》第三百四十四条规定的“珍贵树木”，包括由省级以上林业主管部门或者其他部门确定的具有重大历史纪念意义、科学研究价值或者年代久远的古树名木，国家禁止、限制出口的珍贵树木以及列入国家重点保护野生植物名录的树木。第二条解释，非法采伐珍贵树木2株以上或者毁坏珍贵树木致使珍贵树木死亡3株以上的、非法采伐珍贵树木2立方米以上的，或者为首组织、策划、指挥非法采伐或者毁坏珍贵树木的，属于非法采伐、毁坏珍贵树木行为“情节严重”。第八条解释，盗伐、滥伐珍贵树木，同时触犯《刑法》第三百四十四条、第三百四十五条规定的，依照处罚较重的规定定罪处罚。第十一条解释，非法收购盗伐、滥伐珍贵树木2立方米以上或者5株以上的，属于在林区非法收购盗伐、滥伐的林木“情节严重”；非法收购盗伐、滥伐的珍贵树木5立方米以上或者10株以上的，属于在林区非法收购盗伐、滥伐的林木“情节特别严重”。第十三条解释，对于买卖允许进出口证明书等经营许可证明，同时触犯刑法第二百二十五条、第二百八十条规定之罪的，依照处罚较重的规定定罪处罚。

（六）立案标准

2001年，国家林业局和公安部颁布《国家林业局公安部关于森林和陆生野生动物刑事案件管辖及立案标准》（林安发〔2001〕156号）。《立案标准》规定，以牟利为目的，在林区内非法收购盗伐、滥伐的珍贵树木2立方米以上或者5株以上的应当立案，非法收购盗伐滥伐的珍贵树木5立方米以上或者10株以上的为重大案件，10立方米以上或者20株以上的为特别重大案件。非法采伐、毁坏珍贵树木的应当立案，采伐珍贵树木2株、2立方米以上或者毁坏珍贵树木致死3株以上的为重大案件，10株、10立方米以上或者毁坏致死15株以上的为特别重大案件。走私国家禁止进出口的珍稀植物、珍稀植物制品的应当立案，走私珍稀植物2株以上、珍稀植物制品价值在2万元以上的为重大案件，走私珍稀植物10株以上、珍稀植物制品价值在10万元以上的为特别重大案件。

（七）CITES公约

《濒危野生动植物种国际贸易公约》（以下简称 CITES 公约）监管着 25,000 多种野生植物。极度濒危、面临灭绝的野生植物列入 CITES 附录 I，禁止商业性国际贸易；将虽未面临灭绝危险但如不对其国际贸易加强控制而很容易步附录 I 物种后尘的野生植物列为 CITES 公约附录 II。CITES 公约通过进出口国双方签发或确认接受允许进出口许可证或证明书的双向控制方式，对附录物种进行贸易管制。

1994 年，在美国举行的 CITES 公约第九届缔约国大会，印度根据喜马拉雅地区的喜马拉雅红豆杉面临着其枝、叶、树皮被采集利用、木材被用于篱笆、雕刻等严重威胁，向大会提交了把喜马拉雅红豆杉列入 CITES 公约附录 II 的提案，该提案被大会通过并于 1995 年 2 月 16 日生效。但在大会上，缔约国没有同意将产自喜马拉雅红豆杉的化学衍生物（包括粗提物、半提纯的以及活性医药成分等）管制起来的意见，因此，该提案附加 CITES 公约 #2 的注释，即 1) 种子和花粉；2) 体外获得的、置于固体或液体培养基中、以无菌容器运输的籽苗或组织培养物；3) 人工培植植物的切花；及 4) 化学衍生物和成药免受 CITES 公约管制。

然而，由于进行国际贸易的主要标本类型是红豆杉的提取物——紫杉醇，该提案不能有效地通过管制国际贸易达到对喜马拉雅红豆杉保护的目，这包括其他缔约国不能对从中国出口的由喜马拉雅红豆杉提取的紫杉醇进行监管，中国也不能对从国外（比如缅甸）进口的喜马拉雅红豆杉提取物紫杉醇浸膏进行监控。因此，2000 年在美国佛罗里达举行的第 10 次 CITES 公约植物委员会会议、2001 年在马来西亚举行的第 11 次 CITES 公约植物委员会会议和 2002 年在荷兰雷登举行的第 12 次 CITES 公约植物委员会会议，都对喜马拉雅红豆杉列入 CITES 公约附录的实施情况进行回顾，并一致认为，附录有关喜马拉雅红豆杉的《公约》注释应该修订。美国与其他相关国家起草提案，提交 CITES 公约第 12 届缔约国大会讨论，后因时间紧张等原因，改为中美联合向在泰国曼谷举行的 CITES 公约第 13 届缔约国大会提交。

近几年来，随着紫杉醇的抗癌效果日益为国际社会认可，对红豆杉的利用从喜马拉雅红豆杉一个种扩展到中国有分布的红豆杉、喜马拉雅密叶红豆杉、东北红豆杉以及菲律宾、印尼分布的苏门答腊红豆杉，中国逐渐成为以生产、加工为核心的紫杉醇供应地，对中国红豆杉和亚洲周边国家分布的红豆杉资源构成严重威胁。为此，在 CITES 公约第 13 届缔约国大会上，中美两国联合作出将上述四个亚洲红豆杉种列入 CITES 公约附录的提案。借鉴 CITES 公约第九届缔约国大会通过的喜马拉雅红豆杉注释出现的问题，此项将提取物纳入了公约管制范围。

2004 年在泰国曼谷举行的 CITES 公约第 13 届缔约国大会，将喜马拉雅密叶红豆杉、红豆杉、东北红豆杉和苏门答腊红豆杉列入 CITES 公约附录 II，对这四个种以及喜马拉雅红豆杉的除种子、花粉、医药制成品外的其他所有部分和衍生物的贸易均纳入 CITES 公约许可证或证明书管制。同时考虑到欧洲、加拿大、日本、韩国等国东北红豆杉或东北红豆杉的杂交种广有分布且多为观赏而人工栽培，CITES 公约决定，对整株被装在罐子或其他小型容器中、且每一货件都附有一份注明该分类单元名称和“人工培植”字样的标签或文件的标本，作出不受 CITES 公约条件限制的免管规定。该提案于 2005 年 1 月 12 日生效。

中国于 1980 年加入《濒危野生动植物种国际贸易公约》，1981 年《公约》对中国正式生效。中国指定“中华人民共和国濒危物种进出口管理办公室”为《公约》管理机构，濒危物种科学委员会为《公约》科学机构。

中国没有针对实施 CITES 公约而专项立法，但相关法律法规都有对中国实施 CITES 公约的具体条款。

（八）物种证明

2004 年 7 月 1 日，随着行政许可法的实施，国务院对没有法律法规依据但确需设定行政许可的项目发布命令，即《国务院对确需保留的行政审批项目设定行政许可的决定》（国务院令 412 号）。根据令，将 CITES 公约附录红豆杉属植物和国家重点保护红豆杉属植物种以外的其他红豆杉属植物种设定为行政许可，受“非进出口野生动植物种商品目录物种证明”（以下简称“物种证明”）管

制。从国外进口、从中国再出口此类红豆杉属植物种及其部分和产品，均需办理“物种证明”手续，海关凭“物种证明”查验放行。“物种证明”这一行政许可决定项目，对于解决不同种红豆杉植物提取物鉴别难的问题，以及通过原料来源更有效地监管进出口活动具有重要意义。

（九）地方法规规定

紫杉醇含量因红豆杉种类而异，但喜马拉雅红豆杉的紫杉醇含量较其他种红豆杉的含量通常要高，喜马拉雅红豆杉受到利用的压力相对也大。

喜马拉雅红豆杉 (*Taxus yunnanensis*) 以云南省为中心分布。云南省对红豆杉保护十分重视，1989年，云南省人民政府制定了《云南省第一批省级重点保护野生植物中的珍贵树种》，确定喜马拉雅红豆杉为省二级保护野生植物；1993年，云南省人民政府发出《关于加强我省红豆杉保护的紧急通知》；同年，云南省林业厅发出了《关于加强野生珍稀植物保护管理工作的通知》；1994年，云南省林业厅发出《关于加强珍贵木材管理工作的通知》；1995年，云南省人大颁布了《云南省珍贵树种保护条例》；同年，云南省林业厅制定了《关于公布〈云南省珍贵树种名录（第一批）〉的通知》，将喜马拉雅红豆杉列为云南省珍贵树种；1996年，云南省人民政府发出《关于加强红豆杉资源管理保护工作的通知》，根据《通知》有关要求，基层单位加大对红豆杉的保护管理力度，有些红豆杉分布重点县市设有专人对红豆杉资源进行保护，如丽江、永胜、腾冲等县设有专职红豆杉护林员，专职管理红豆杉资源。这些地方法规或地方管理规定，其中部分规定虽然随着2004年7月1日《行政许可法》的正式生效而停止使用，但在许可法生效之前对红豆杉保护管理发挥了积极作用。

三、有关红豆杉保护管理和进出口贸易的政策和措施

（一）严格管理措施，确保资源安全

1. 为了进一步加强对红豆杉资源的管理，国家林业局于2002年12月发布了《关于加强红豆杉资源保护管理工作有关问题的通知》（林护发〔2002〕287号），一律停止受理采集野生红豆杉枝条或采伐野生红豆杉直接用于商业性生产紫杉醇或其他产品的申请。因科学研究、人工培育、文化交流等特殊需要的，需严格按照相关法律法规进行报批。野生红豆杉枝条仅限于采穗圃建设，不能用于紫杉醇原料基地建设。鼓励各级林业主管部门通过积极划建自然保护区、保护小区或保护点等措施，改善野生红豆杉生存条件。鼓励红豆杉保护、繁育、利用技术的研究和应用。

2. 2003年7月，国家濒管办和海关总署联合下发了《关于进一步加强红豆杉及其产品进出口管理有关问题的通知》（濒办字〔2003〕63号）。考虑到不同红豆杉生产的紫杉醇鉴别和监管有很大难度，对所有红豆杉及其部分和产品均实行了允许进出口证明书申报、审批和监管制度。禁止野生红豆杉及其部分和产品的商业性出口；申请出口人工培植红豆杉及其部分和产品的，应提供由省级林业主管部门出具的原料来源证明；属加工贸易方式申请红豆杉及其部分和产品再出口证明书的，在申请允许再出口证明书时，必须提供经海关签注过的允许进口证明书和海关进口报关单原件。从境外进入保税区、出口加工区、保税仓库以及从保税区、出口加工区、保税仓库、出口监管仓库出境时，海关凭允许进出口证明书办理验放手续。

3. 为了确保在红豆杉进出口审批中把握原料来源的准确性，2002年7月，国家濒管办下发了《关于调查紫杉醇生产和出口情况的通知》。通知要求各省级林业主管部门对本省范围内的红豆杉人工培植、紫杉醇生产和出口情况（包括企业的经营性质、种源物种名称、来源、时间、培植规模、加工许可、加工能力、进出口紫杉醇数量及其原料来源）进行调查，并指出对未报调查材料的企业，今后凡申报紫杉醇及其原料的进出口一概不予批准。

（二）发展人工培植，促进产业发展

产业发展对野生资源面临的威胁在相当长的时期内存在。国家林业局为了减轻对野外资源压力，根据《野生植物保护条例》“加强保护、积极发展、合理利用”的方针，研究制定了促进人工培植、确保产业发展的可持续利用资源的政策文件，并于2004年9月9日，以《关于促进野生动植物可持续发展的指导意见》的通知（林护发〔2004〕157号）的文件发布。《指导意见》提出，对野外资源实行普遍保护，这是实现可持续利用和发展的根本前提。开拓资金渠道，加大对野生动植物培育

技术研究和推广的投入，着重解决培育技术、发展种原，促进向规模化、集约化方向发展。有限资源优先用于国家和社会的特殊需要、传统医药研究发展、种质圃建立等重要领域。对人工培植来源进出口的要采取便利措施。

红豆杉产业是中国当前最具发展前景的生物产业之一，《指导意见》对紫杉醇原料红豆杉培植业的发展起到积极的推动作用，许多省份将红豆杉提取紫杉醇产业确定为高科技产业，并给予资金等方面的积极支持，这是保护野生资源、促进人工培植、发展生物产业的多赢政策。

（三）实行备案制度，进行规范管理

1. 人工培植场登记备案

为认真执行 CITES 公约对人工培植场登记注册的具体要求，2002 年国家濒管办在福建省开展了人工培植场登记备案试点工作，主要目标是为进出口管理明晰原料来源问题，具体解决对野外来源和人工培植来源植物鉴别难度大的问题，变被动管理为主动管理；对野外来源的野生植物资源和人工培植资源实行分类管理，提高科学管理水平；建立数据库系统，对人工培植场及其培植对象实行全国性系统管理。

凡依法并经有关行政主管部门认可、培植属于国家重点保护野生植物和 CITES 公约附录野生植物的单位和个人均属登记备案范围，登记备案以培植场为基本单位进行，人工培植概念引用 CITES 公约第 11.11 号决议的规定。登记项目包括培植场基本情况、人工培植种源来源、培植资源现状、资源动态等 57 项指标。

2. 企业登记备案

为规范进出口企业经营行为，保护合法经营，维护市场秩序，促进野生动植物进出口贸易活动依法、健康、有序开展，国家濒管办实施了《野生动植物进出口单位登记备案》制度。随着紫杉醇用途的进一步扩展，红豆杉原料进口和紫杉醇出口的企业越来越多，这项制度对于监督管理进出口红豆杉及其紫杉醇的企业帮助很大。

（四）实行《目录》管理，提高监管成效

国家濒管办自 1998 年始，与海关总署联合推出了《进出口野生动植物种商品目录》（以下简称《目录》），加强了国家濒管办和海关总署在许可证发放和进出口监管方面统一协调的有效性。

1999 年至 2002 年，国家濒管办与海关总署四次调整《目录》，先后将“紫杉醇”列入了《目录》管理，列入的相关产品还有“含紫杉醇的混合药品”、“含紫杉醇成分的药品”、“鲜或干的红豆杉”、“红豆杉植物汁液及浸膏”、“用油漆、着色剂等处理的红豆杉原木”、“用其他方法处理的红豆杉原木”、“红豆杉厚板材”等。

国家濒管办与海关总署 2004 年第 3 号公告《进出口野生动植物种商品目录》，增补了商品编码，对红豆杉提取物进行《目录》管理。

商品名称	商品编码	说明
濒危植物的无根插枝及接穗	06021000 10	
其他濒危植物种用苗木	06029091 91	
其他濒危活植物	06029099 91	种用除外
鲜或干的红豆杉皮、枝叶等	12119039 80	不论是否切割、压碎或研磨成粉
红豆杉汁液及浸膏	13021990 95	
紫杉醇	29329990 21	
三尖杉宁碱	29329990 22	
十去乙酰基巴卡丁三（10-DAB）	29329990 23	
十去乙酰基紫杉醇（10-DAT）	29329990 24	
巴卡丁三	29329990 25	
7-表紫杉醇	29329990 26	

10-去乙酰-7 表紫杉醇	29329990 27	
濒危针叶木木片或木立	44012100 10	
油漆、着色剂等处理的濒危树种原木	44031000 10	包括用杂酚油或其他防腐剂处理
濒危针叶木的箍木等及类似品	44041000 10	包括木劈条、棒及类似品
濒危木已浸渍的铁道及电车道枕木	44069000 10	
端部结合的其他濒危针叶木厚板材	44071090 11	经纵锯、纵切、刨切或旋切的，厚度超过 6 毫米
非端部结合的其他针叶木厚板材	44071090 90	经纵锯、纵切、刨切或旋切的，厚度超过 6 毫米
胶合板等多层板制濒危针叶木单板	44081011 10	厚度不大于 6 毫米，饰面用
其他饰面濒危针叶木单板	44081019 10	厚度不大于 6 毫米
制胶合板用濒危针叶木单板	44081020 10	厚度不大于 6 毫米
其他濒危针叶木单板材	44081090 10	经纵锯、纵切、刨切或旋切的，厚度不大于 6 毫米
一边或面制成连续形状的濒危针叶木制地板条、块	44091010 10	包括未装拼的拼花地板用板条及缘板
一边或面制成连续形状濒危针叶木材	44091090 10	
濒危木制画框、相框、镜框及类似品	44140000 20	
濒危木制木箱及类似包装容器	44151000 20	电缆卷筒
濒危木托板、箱形托盘及装载木板	44152000 20	包括木制托板护框
濒危木制箍桶及其零件（含桶板）	44160000 20	
濒危木制工具、柄、木制鞋楦及楦头	44170000 20	
濒危木制木窗、落地窗及其框架	44181000 20	
濒危木制的木门及其框架及门榄	44182000 20	
濒危木制的拼花地板	44183000 20	
濒危木制其他建筑用木工制品	44189000 20	包括蜂窝结构的木镶板
濒危木制的餐具及厨房用具	44190090 20	
濒危木制的木刻	44201010 20	
濒危木制的木扇	44201020 20	
濒危木制其他小雕塑及其他装饰品	44201090 20	
濒危木制的镶嵌木	44209010 20	
濒危木盒及类似品，非落地木家具	44209090 20	
濒危木制木衣架	44211000 20	
濒危木纤子筒管卷轴线轴及类似品	44219010 20	
濒危木制的未列明的木制品	44219090 20	
濒危木制办公室用家具	94033000 10	
濒危木制厨房用家具	94034000 10	
卧室用其他濒危木家具	94035099 10	
濒危木制其他家具	94036099 10	

四、红豆杉保护管理法律法规和政策措施的实施效果

制定和实施红豆杉保护管理法律法规和政策措施，促进了野生红豆杉资源的保护，推动了人工红豆杉的培植，实现了由利用野外资源为主向利用人工培植资源为主的根本性转变，充分利用国外国内

两个资源两个市场，保障了红豆杉产业的持续健康发展。

（一）遏制住非法采集利用野生红豆杉资源的活动

2001年以来，中国依法治国的进程加快，资源可持续利用和发展的基本国策日益深入人心，政府对包括红豆杉在内的资源加大了监管力度，特别是2001年对个别公司非法采集、加工野生红豆杉资源非法活动的深入披露，引起了全社会对红豆杉的关注，进一步深刻认识到红豆杉资源的价值及其长期面临的严峻威胁。政府加大了对红豆杉的执法力度，严肃惩治了非法利用野生红豆杉的企业和个人，如当时全国最大、全球第二大的紫杉醇生产公司—云南汉德公司被依法取缔，法人代表被判刑13年，广西辉昂公司涉嫌非法收购红豆杉树皮被调查处理，毁坏云南省云龙县分水岭保护区内红豆杉的40人被判刑，这大大震慑了犯罪分子，在全社会形成了广泛关注红豆杉命运的氛围。各级资源主管部门、工商管理机构和海关执法部门以及国家濒管办加大了部门间联系协作和执法力度，非法利用野生红豆杉资源的活动得到彻底遏制，彻底扭转了依赖野外红豆杉提取紫杉醇的局面。目前没有发现非法采剥野生红豆杉的情况，大家把红豆杉树皮誉为“高压线”，动不得。

（二）红豆杉人工培植业空前发展

全国各地均适宜红豆杉生长，因气候、海拔而红豆杉种类有所不同。曼地亚红豆杉虽为外来种，但因其形态成灌木状，可通过剪取枝叶进行紫杉醇提取而经济效益较高，我国自1994、1995年开始，从国外引进曼地亚红豆杉母树，开始红豆杉人工种植。随后也有少量培植场通过扦插野生喜马拉雅红豆杉、红豆杉、东北红豆杉等国产红豆杉的枝条进行人工培植。但早期人工培植的发展速度不大。

自2001年后，政府加大了对红豆杉的管理力度，各项管理措施相继出台，红豆杉人工培植如雨后春笋般快速发展起来，全国有近50%的省份开展了红豆杉人工种植，如黑龙江、吉林、辽宁、陕西、四川、重庆、湖南、湖北、江西、山东、福建、广东、广西等。有的人工培植场的规模高达4000多亩，据估计，全国100亩以上的人工培植场约有200多个，1000亩以上的也有近30个，四川洪雅、四川北川、广西桂林、福建闽西、湖南新宁等县市均有大规模红豆杉种植。如福建闽西南方红豆杉公司，种植了350万公顷200多万株红豆杉。据专家估计，红豆杉人工培植还在不断发展。

人工培植是中长期投资项目，其效益是长远的，对保护野外资源和促进紫杉醇产业发展是长远的、也是根本性的。

（三）转向合法利用国外资源，缓解国内资源短期内不足

中国人工培植规模虽有很大发展，但由于种植时间较短，单位面积生物量还很低，同时红豆杉还处于快速成长期，过早利用成本效益较低。国内人工培植的红豆杉还不能满足规模化工业需要。全国除一、两个企业，如四川洪雅、福建闽西，因急需采集少量自身人工种植的红豆杉外，其他绝大多数培植场的红豆杉没有被利用。由于国家红豆杉保护管理法律法规和措施严禁商业利用野生红豆杉资源，许多企业将目光转向国外，从国外合法进口。

目前国内生产提取紫杉醇的原料95%以上来自国外，主要有美国的曼地亚红豆杉，加拿大的加拿大红豆杉，欧洲的短叶红豆杉，以及少量早期从缅甸、朝鲜进口的喜马拉雅红豆杉和东北红豆杉。2005年1月12日，CITES公约第13届缔约国大会对《公约》附录修订生效后，喜马拉雅红豆杉提取物受到了《公约》管制，东北红豆杉列入了CITES公约附录，截止目前，没有收到从缅甸、朝鲜进口红豆杉的申请，也没有发现非法进口的情况。

美洲、欧洲进口的货物类型主要是枝叶粉碎物、浸膏，从亚洲进口的主要是树皮、枝叶和浸膏，进口的浸膏紫杉醇含量一般为1%。

（四）资源、经济和社会的协调发展

随着培植业的发展，人们对培植技术的研究也越来越深入，据统计，全国约有100多篇有关红豆杉培植技术的文献发表。与此同时，人工育苗、扦插、组培技术日益走向成熟，如黑龙江省韦河林业局的王志国等人进行的东北红豆杉的扦插育苗取得很大突破，获得部级二等奖。苗木价格由2000年时的每株100多元降到2005年的1元多，边远地区老百姓种植红豆杉的积极性很高，有利于脱贫致富和天然林保护工程的实施，形成了红豆杉人工培植的良性循环。

随着红豆杉提取技术的提高,一些与紫杉醇相同结构的化合物如十去乙酰基巴卡丁三(10-DAB)也越来越多的提取出来,成为贸易对象,其他还如三尖杉宁碱、十去乙酰基紫杉醇(10-DAT)、巴卡丁三、7-表紫杉醇、10-去乙酰-7-表紫杉醇。一般来讲,提取1千克紫杉醇,可提取5倍重量的副产物,这大大提高了资源利用效率,对资源的保护具有积极意义。

目前,红豆杉保护、利用和紫杉醇产业发展步入了良性循环轨道。正规合法的原料渠道畅通,原料供应充足。因此,近年来,非法生产企业几乎没有了,小型企业也越来越少,正规大型企业增多,企业的生产能力和抗风险能力相应得到了提升。

紫杉醇纯品每千克的价格2001年以前近20万美元,2005年降到12万多美元,紫杉醇针剂价格也由2001年的每支1600多元降到2005年的每支700多元。

(五) 紫杉醇生产与销售

10多年来,中国先后共有100多家紫杉醇提取企业,目前仅存40多家,设计总生产能力为提取300-400千克紫杉醇纯品,但现实生产能力提取不足200千克紫杉醇纯品。提取的紫杉醇产品有60-70%是紫杉醇纯品,其他为含量为50%以上的粗品。所有的紫杉醇产品,70-80%销往国外,主要是美国、加拿大、英国、德国、意大利、阿根廷、巴西等国家,香港有时作为贸易中转地区。使用紫杉醇的大型公司有美国的施贵宝、IVAX、意大利的INDENA。不到20-30%的产品用于国内针剂实验和生产,需求公司有海南制药、太极、四环、协和、齐鲁、恒瑞等制药公司。

(六) 总结

通过加大对野生红豆杉资源的保护管理力度,促进了人工培植业的快速发展,进而为紫杉醇产业的长期发展奠定丰富的物质基础。国际原料渠道的拓展,既减轻了对野外红豆杉资源的利用压力,也有利于人工培植红豆杉资源总量的增长性积累,缓解了紫杉醇产业对原料来源的紧缺状况。加强对野生红豆杉资源的保护管理,促进了紫杉醇产业的发展,逐渐实现以利用野外资源为主向利用人工培植资源转变、以及充分利用两种资源和两个市场的根本性转变,达到资源保护、利用和产业发展的协调持续发展。

研究报告四

中国红豆杉人工繁育预测研究报告

中华人民共和国濒危物种进出口办公室昆明办事处 李纯、黄海魁等

摘要

通过查询网络资源和相关研究单位的图书资料，咨询管理部门和部分专家，并召开小型座谈会等多种方式，对我国红豆杉人工繁育的进行了调查，结果如下：

中国人工种植红豆杉是从九十年代中期开始的，首先在云南、四川、黑龙江、陕西、湖南以当地种源为基础进行红豆杉的引种栽培。到目前为止，人工种植红豆杉的省份有：福建、甘肃、广西、贵州、海南、河南、黑龙江、湖北、湖南、吉林、山西、天津、陕西、四川、西藏、云南、浙江、重庆、新疆等 19 个省市。目前，全国已形成了东北、东南、西南三个红豆杉人工繁育片区。截止 2005 年 5 月，据不完整的统计，种植面积约为 6572 公顷。

由于红豆杉有很高的经济价值，各地对种植红豆杉的积极性很高。据“云南省红豆杉产业发展规划（2006-2020 年）”，云南计划分三个阶段发展红豆杉种植，第一阶段从 2006 到 2010 年，红豆杉种植面积达到 13333 公顷；第二阶段从 2011 到 2015 年，红豆杉种植面积达到 20000 公顷；第三阶段从 2016 到 2020 年，红豆杉种植面积最终达到 26667 公顷。四川每年将以平均种植 1000 万株、约 330 公顷红豆杉的速度发展，经过 10 年，有可能发展到 6600 公顷的种植规模。东北三省也计划大面积种植，仅黑龙江省的一家公司就计划了人工繁育 13330 公顷东北红豆杉。

调查表明，要通过人工繁育红豆杉来满足生产 1000 千克紫杉醇抗癌药物的需求，人工繁育红豆杉树龄在 8 年以上的面积要达到 8000 公顷以上。因为人工种植的红豆杉只能利用枝叶，而 8 年以下的红豆杉枝叶中紫杉醇的含量较低，而且，理想的采集频率是三年 1 次。为此，中国还需要 10—15 年甚至更长的时间加速种植红豆杉才能基本满足生产紫杉醇抗癌药物原料的需求。而要同时满足国际国内市场的需求，至少需要 65000 公顷达到 8 年以上进入生产期的红豆杉林。要达到这个目标，中国也许需要花费 15—20 年的时间。

人工繁育红豆杉存在的问题有：

1. 由于红豆杉种植 8 年后才能产生一定经济效益，因此需要大量的投资。目前尽管许多企业宣传它拥有大面积的种植红豆杉和规模巨大的计划，但真正能实施的种植面积可能远小于计划的目标；
2. 有些公司声称拥有大面积的红豆杉，生产的原料来自种植的。但实际上他们种植的红豆杉尚不能生产原料。生产用的原料实际上来自野外或进口，这种行为可能对野外红豆杉资源的保护造成很大的威胁；
3. 目前种植的云南红豆杉、东北红豆杉生长速度较慢，而引入的曼地亚红豆杉虽然生长速度稍快，但仍不能满足生产需要。如何加快红豆杉的生长和提高种植红豆杉的紫杉醇含量的技术尚不掌握。

针对存在的问题，提出以下三点建议：

1. 红豆杉提取得抗癌药物紫杉醇，对保护人民生命健康有重要作用。国家应制定相应的政策支持人工种植红豆杉。如对红豆杉种植多的企业减免税收，增加贷款来扶持；
2. 对现有种植企业的种植面积，种植时间进行严格的登记，加强管理。防止企业以种植红豆杉的名义去使用野生或进口的红豆杉原料；
3. 鼓励企业和研究机构对如何加快红豆杉的生长进行研究，并大力开展提高种植红豆杉的紫杉醇含量的技术研究。

关键词：中国 红豆杉 人工繁育 现状 预测

本研究报告参加人员还有国家濒危物种进出口办公室昆明办事处 陈亚琼、郑重、孙燕、石晓红等人。

一、前言

红豆杉，因其提取物紫杉醇的高效抗癌疗效及其短期内的不可替代性而使其成为一个世界范围受到巨大利用压力的植物种，其资源面临巨大威胁。我国是一个少林的国家，红豆杉资源本身就是先天不足，加之过量的采伐和破坏，已经出现了可采资源枯竭的局面。在保护好天然资源的同时，迫切需要后备资源的培育力度。

自上世纪九十年代中期开始，云南、黑龙江、陕西、湖南以当地种源为基础进行红豆杉的引种栽培；1996年，国家林业局将曼地亚红豆杉引种栽培技术列为国际先进技术引进并委托四川省林科院进行引种栽培实验工作。目前，全国已形成了东北、东南、西南三个红豆杉人工繁育片区。

本研究的目的是为了弄清我国红豆杉人工繁育及种植的情况和人工繁育种植红豆杉药物利用的基本情况与数据，对全国人工繁育种植红豆杉的现状作出深入地分析与准确地评估，并预测红豆杉人工种植未来的发展趋势，从而提出人工繁育种植红豆杉现状及资源可持续利用的有关建议，协调好保护和利用资源之间的关系，实现我国红豆杉资源的可持续利用。

二、研究方法

1. 通过查询网络资源和相关研究单位的图书资料，咨询管理部门和部分专家，并召开小型座谈会等多种方式，掌握了我国红豆杉人工繁育的第一手资料；

2. 分析资料的基础上，拟定对人工繁育红豆杉的现状开展调查的计划。并在调查中，根据实际情况进行调整，保证调查的正确性和可靠性；

3. 在撰写总结报告的过程中，又对调查结果反复进行核对，并及时补充新的信息，力求确保本调查的科学性和数据的时效性。

三、调查结果与分析

（一）红豆杉人工繁育历史与现状

我国是世界上红豆杉属植物主要分布区之一，也是紫杉醇植物资源的主产区。自上世纪九十年代中期开始，云南、黑龙江、陕西、湖南以当地种源为基础进行红豆杉的引种栽培，大多处于种苗扩繁和试验示范阶段。目前四川省从国外引进紫杉醇高含量品种曼地亚红豆杉 (*Taxus media*) 也在进行适应性试种栽培。

我国现有人工种植红豆杉的省份或城市有：福建、甘肃、广西、贵州、海南、河南、黑龙江、湖北、湖南、吉林、山西、天津、陕西、四川、西藏、云南、浙江、重庆、新疆等等 19 个省市。截止 2005 年 5 月，据不完整的统计，种植面积约为 6572 公顷，（见表 1）。种植详细情况见附表 I。

表 1. 红豆杉种植大省情况统计表

省 份	种植面积 (公顷)	省 份	种植面积 (公顷)
云南	719	湖 南	1000
四川、重庆	1058	河 南	18
黑龙江、吉林	1113	甘 肃	3
福建	2363	江 西	27
广东	73	浙 江	191
广西	7	合 计	6572

注：根据网上资料的不完全统计

由于红豆杉有很高的经济价值，各地对种植红豆杉的积极性很高，许多省分都准备大规模的种植红豆杉。据“云南省红豆杉产业发展规划（2006-2020年）”，云南计划分三个阶段发展红豆杉种植，第一阶段从2006到2010年，红豆杉种植面积达到13333公顷；第二阶段从2011到2015年，红豆杉种植面积达到20000公顷；第三阶段从2016到2020年，红豆杉种植面积最终达到26667公顷。四川每年将以平均种植1000万株、约330公顷红豆杉的速度发展，经过10年，有可能发展到6600公顷的种植规模。东北三省也计划大面积种植，仅黑龙江省的一家公司就计划了人工繁育13330公顷东北红豆杉。随着红豆杉种植面积的不断增加，我国人工种植红豆杉资源量将居世界首位。

目前，我国各地均有红豆杉繁育的单位或苗圃，出售红豆杉的大小企业共有60家（详见附表II），这为人工种植提供了良好的环境。

（二）红豆杉繁育技术特点

红豆杉的适应性强，喜温暖湿润气候，适应亚热带和暖温带山区生长。土壤微酸中性，排水良好的沟谷、河旁、山坡下部、漕沟、山湾阴坡等地可以进行栽培。红豆杉具体的生长环境：（1）沿海地区 气候温和、空气湿度较大，生长最佳。光照较差的地方也能较好生长，适宜的生长温度为 -10°C — 30°C ，年降水量最好达900~1800毫米。土壤以微酸性、中性、微碱性，排水良好的砂质土壤较适合生长；（2）内陆地区 在我国凡海拔460—2000m，年最低温不低于 -25°C ，夏季无明显酷暑，土壤为中性或酸性、微碱性的地区均能生长。尤以海拔800—1800米，气候温凉湿润，土壤为排水良好的壤质土、砂壤土的亚热带山区生长最佳。

红豆杉资源的保存和种苗的快速繁育，是解决紫杉醇用材林建设的基础，大面积营造红豆杉人工林是解决紫杉醇原料的关键。目前红豆杉苗木的几种繁殖方法：

1. 先育种植法

用红豆杉种子繁育苗木时，要注意种子的储存方式，需用沙子和种子混藏或控温处理，这对越冬后出芽和打破休眠习性，具有很好的效果。实生苗幼苗的动态生长情况是：实生苗的株高和茎粗在出苗的前两年生长缓慢，株高一般年生长10厘米左右，移栽一年以后生长加快。3~5年，年增加量可达20~30厘米。

2. 组织培养繁育红豆杉

组织培养是利用植物细胞的全能性和可克隆性，利用红豆杉植株的嫩茎、针叶、树皮、形成层、假种皮、胚等作为植体进行培养研究。

3. 红豆杉的人工扦插繁育

随着红豆杉资源的日益减少，需求量的日益增大，合理利用红豆杉、发展红豆杉刻不容缓。在保护现有野生红豆杉资源的同时，人工扦插繁育栽种红豆杉，目前还是最有效、最实用的手段。

现在全国人工扦插平均成活率可达70%以上。有资料表明，几种红豆杉的扦插成活率一般最高为：东北红豆杉95%、南方红豆杉95%、云南红豆杉90%、中国红豆杉86%。

（三）目前我国红豆杉人工种植的主要品种与特点

上世纪九十年代初，我国人工种植红豆杉首先在云南省起步，由于制药业对红豆杉资源的大量需求，天然资源已经远远不能满足需要，云南省林业科学院开始对云南省的红豆杉资源进行初步调研，并对人工种植红豆杉进行科研试验，在取得一定成效的基础上，云南省科技厅正式将《云南红豆杉药用人工林营造技术试验示范》列入“八五”省科技攻关项目，率先在全国开展了红豆杉大面积的人工种植与相关的科研试验工作。随后在四川、福建、黑龙江等地也开始人工种植试验。

到目前为止，我国人工种植的红豆杉主要有曼地亚红豆杉、云南红豆杉、东北红豆杉、南方红豆杉。

曼地亚红豆杉(*Taxus madia*)，是红豆杉属的一种杂交品种，其母本为东北红豆杉(*T. cuspidata*)，父本为欧洲红豆杉(*T. baccata*)，在美国和加拿大生长发展已有80年的历史。多为灌木型，四季常青树，主根不明显，侧根发达，枝叶茂盛，萌发力强，耐修剪，耐寒，能耐 -25°C 的低温。天然红豆杉紫杉醇含量一般在0.004~0.010%之间，而曼地亚红豆杉的紫杉醇含量则高达0.03—0.06%。经

权威机构测定，引种繁殖的曼地亚红豆杉紫杉醇含量与原产地基本接近，部分样品的含量还高于原产地。

国内曼地亚红豆杉的种植由四川省率先引进。1996年，国家林业局将曼地亚红豆杉引种栽培技术列为国际先进技术引进并委托四川省林科院进行引种栽培实验工作。1996年3~4月，加拿大政府赠送中国政府曼地亚红豆杉2万株，四川分三批从加拿大运回，主要种植于白草河伐木场和洪雅林场。经数年试验，引种取得成功。这标志着被美国食品药品监督管理局（FDA）1992年12月正式批准的用于提取紫杉醇的理想品种曼地亚红豆杉可望在我国得到极大的发展。

云南红豆杉（*Taxus yunnanensis*），云南红豆杉分布较为广泛，几乎遍布云南省，主要分布在滇西与其它16个州县，总面积约九万平方公里。其特点是生长分散，无纯木林，多为林中散生木。主要集中在分布于海拔2300—3300米的中山湿性常绿阔叶林或针阔混交林中，局部可形成以红豆杉为优势的林分。据云南省林业科学院采集样品进行的多次分析，天然林木树皮中的紫杉醇的含量在0.02%左右，最高的可达0.0304%；针叶中的含量可达0.011—0.017%。与世界各种红豆杉相比，低于曼地亚红豆杉的0.046%，而高于其它种类。云南红豆杉的10-去乙酰巴卡亭Ⅲ（1-DABⅢ）在针叶里所测得的含量为0.0792%，仅低于欧洲红豆杉（*T. baccata*）的0.1%，但差距不大。曼地亚红豆杉和欧洲红豆杉都是久经栽培，有多种品种，是经过长期大量选优后的树种。云南红豆杉中紫杉醇和10-去乙酰巴卡亭Ⅲ的含量不算低，经选优等林木改良措施后，含量提高的潜力也是很大的。1995年，云南汉德公司与丽江市人民政府签订了发展红豆杉种植的协议，计划发展8.3万亩，十年内共投资1000万元。

东北红豆杉（*Taxus cuspidata*），主要分布在吉林长白山和黑龙江一带，辽宁东部山区也有少量分布。东北红豆杉的人工种植起步于1993年，经过多年探索、抚育和造林试验，目前，黑龙江已在尚志市、五常市、阿城市建立了4个万亩人工红豆杉种植基地，活立木数量超过552万株的红豆杉人工林。

南方红豆杉（*Taxus chinensis var. mairei*），为红豆杉属植物在中国分布最广泛的一种。树姿古朴端庄，因而又被称为“美丽红豆杉”，是一种优美的常绿观果树种。南方红豆杉广泛分布福建、浙江、安徽、江西、湖南、湖北、四川等省，生于海拔1300米以下，喜湿润的微酸性粘质土壤。

我国目前人工种植的各主要红豆杉品种中，曼地亚红豆杉所占比例最大为39%，东北红豆杉37%，南方红豆杉20%，云南红豆杉4%（见图1）。

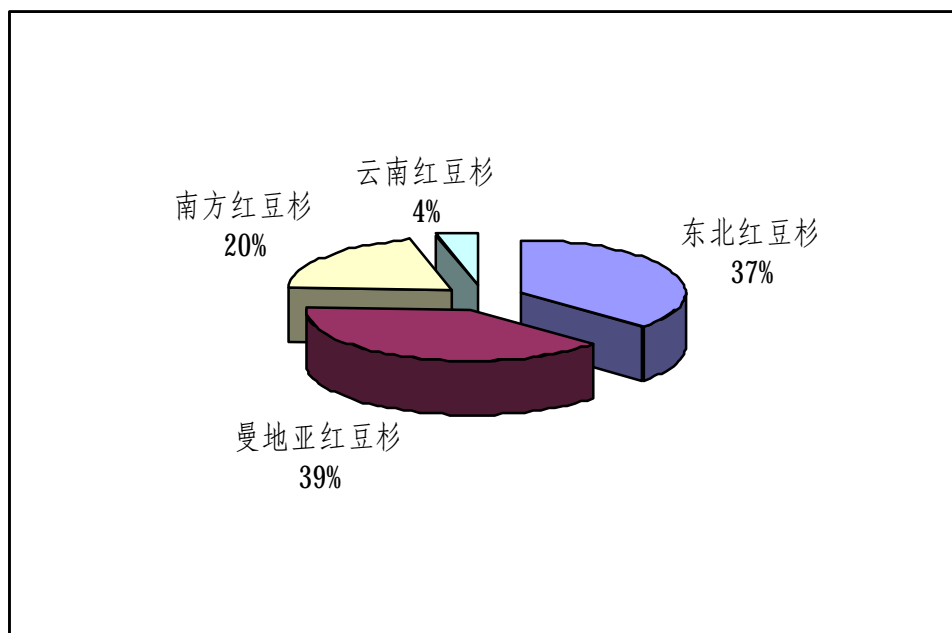


图1. 各种紫杉种植比例图

（四）红豆杉繁育趋势

根据对上述人工大面积种植红豆杉的分析，我国人工繁育红豆杉的发展趋势有以下几方面的特点：

1. 种植区域以中亚热带和北亚热带为主，兼顾温带、寒温带湿润、半湿润地区；
2. 大部分种植的组织形式和运作机制采取“公司+基地+农户”模式；
3. 种植模式主要以茶园密植式种植为主，同时兼有林下种植、林粮间种、常规纯林种植、苗圃式种植等模式。茶园密植式种植为短周期生产方式，能在4年内进行原料供给。目前，4年生最高的枝叶（风干含水率11%）产量达32.55吨/公顷。按平均15000千克/公顷计算，每年生产50千克紫杉醇（提取率以0.005%计），需种植面积约为66.68公顷，以4年为一个周期，需种植266.72公顷。
4. 人工种植的种苗以扦插苗为主，同时也有部分实生育苗。从天然林中采摘1—2年生嫩枝进行扦插繁殖时，对扦插剩余物应进行加工利用。剪枝后的植株一般需要2—3年即可恢复到原来的生长量，因此，建议以5年为一周期对现有红豆杉资源进行适量的轮采枝叶，每一采摘区在采后有4年的恢复期，到时每株的生物量比初采时还会有所增长。

（五）红豆杉繁育实例

1993年至1996年期间，云南省大理州野生红豆杉资源破坏较为严重，最严重时资源分布地区的百姓上山哄抢资源，使野生资源几乎殆尽，现存的资源主要集中在保护区。

大理州人工种植红豆杉起步较早，主要以云龙县漕涧林场为代表与起点。漕涧林场1993年被云南省林业科学院承担的省科技厅攻关《云南红豆杉药用人工林营造技术试验示范》项目选为区域试点，开始进行人工扦插试验，建立采穗圃并进行大面积人工种植试种。2002年当地政府将红豆杉种植纳入产业开发规划。截止2004年，漕涧林场已经人工种植红豆杉400多亩，2005年计划种植200亩。

漕涧林场从1997年开始就扶持农户种植红豆杉，现已达到50多户。如一个最为成功的个体种植户，1997年在林场的帮助下开始育种红豆杉，现已发展成为采穗圃500亩、育苗地128亩，有1000多万株红豆杉苗木的规模，苗木销往版纳、思茅、楚雄、文山、红河等各地，同时也销往贵州等省外。现在又与一家香港独资公司—四川海嘉公司合作，在漕涧建立年处理4000吨干植物能力、提取物纯度达到75%的加工厂。香港公司投资6000万元（已经到位1000万元），同时当地政府划出3500亩作为种植基地，加上其自己征购的土地，种植基地将达到7000亩。

（六）开展红豆杉人工繁育的意义

红豆杉，因其提取物紫杉醇的高效抗癌疗效及其短期内的不可替代性而使其成为一个世界范围受到巨大利用压力的植物种，其资源面临巨大威胁。随着社会生产力的不断提高，经济的快速增长和人类生活水平的改善，人们对自然资源保护与利用的认识逐步深化，对产业发展与资源保护有了一个准确的定位，并找到今后的发展道路——人工繁殖种植红豆杉。

1. 开展红豆杉人工种植的迫切性

我国是一个少林的国家。红豆杉资源本身就是先天不足，加之过量的采伐和破坏，已经出现了可采资源枯竭的局面。在保护好天然资源的同时，迫切需要后备资源的培育力度。

紫杉醇作为红豆杉植物次生代谢产物是近20年来世界范围内抗癌药物研究领域的重大发现，也一直是该领域的研究热点。目前用于研究和临床试验的紫杉醇大多是从红豆杉树皮中提取，每提取1千克的纯品紫杉醇就要用掉树皮15—30吨。据初步计算，治疗一个卵巢癌患者需要6棵树龄为60—100年的红豆杉树，而全世界癌症的年发病人数约为1000万人。红豆杉树生长速度相当慢，直径20厘米的树需要生长100年。红豆杉资源的短缺与紫杉醇需求量的增加形成了尖锐的矛盾，这成了国内外人工种植红豆杉的根本基础。

在此还要特别指出的是，由于国内外市场需求量较大，与我国相邻的一些国家和地区红豆杉资源也已近枯竭。在国内开展人工种植红豆杉的同时，也可带动相邻国家和地区的人工种植，特别是

对于我国西南地区相邻的金三角地区，适时制定以农林业种植替代境外毒品种植的举措，对发展边境经济，打击毒品泛滥，截断毒品的来源，更具有十分重大的意义。同时也利于我国边境地区资源的合理利用开发，逐步改变目前乱砍滥伐破坏生态环境的现状，为人类的生存，保护和创造良好的生态环境。

2. 开展人工培育红豆杉资源的必要性

我国是世界人口大国，自然资源相对不足，以红豆杉资源为基础的制药产业的发展正面临着生态环境恶化与资源枯竭的困扰。

美国 BMS 公司（施贵宝）是唯一享有生产针剂专利权的生产厂家，但美国的法律并不允许在其境内采集红豆杉，所以该公司把它的原料药生产基地设在了印度。而日本、意大利、澳大利亚、韩国等国则投向了红豆杉资源丰富的云南，以极低的价格收购珍贵的红豆杉资源，造成我国不可挽回的巨大损失。1994 年底，不法商人潜入了云南省云龙县，煽动和利诱山民闯入自然保护区，不到半年的时间，保护区内 9 万多株的红豆杉遭到砍伐，被剥树皮 13 万多千克，直径 >5cm 的红豆杉全部被砍光和剥光，被剥皮的林木约 2 万立方米，其中有大量的百年以上甚至千年的古树。丽江县 20 多个乡镇 90% 以上的红豆杉因为被剥皮而死亡。10 多年间，云南的红豆杉几乎消耗了 80%，致使该省野生红豆杉天然资源遭到严重的破坏。

中国科学院国情分析研究小组对我国生态环境状况作出的基本评价，也特别适用于目前我国红豆杉资源的现状：“先天不足，并非优越；后天失调，人为破坏；局部改善，整体恶化；高速增长，缺乏后劲；如无相应有效措施，发展前景令人担忧”。正确认识我国红豆杉产业的特点，采取必要的措施，对保证产业的持续发展具有重要意义。

3. 开展人工培育红豆杉资源的可行性

当前解决资源严重短缺的最现实、最快速、最经济的途径是大面积种植。根据近些年来的研究和技术的改进，紫杉醇原料的提取完全可以从红豆杉的小枝叶中进行。比之用树皮提取紫杉醇，枝叶中含有的色素及蜡质，增加了提取纯化的难度，但经过工艺的改进，已经得到解决，并且从枝叶中还可获得较多量的 10-去乙酰 baccatin III 等化合物作为半合成的前体药物。总的产量并不比用树皮低，而成本也不比用树皮高。目前用 3—4 年生的红豆杉苗木提取紫杉醇的生产工艺已趋成熟，并检测出苗木根系中有较高含量的紫杉醇存在。采用大批量扦插繁殖技术和密集种植，苗期利用的种植方法，可以在 4—5 年内就解决紫杉醇原料供应问题。通过建立采穗圃及高含量优树选择可以脱离对天然林木枝条供给扦插穗条的依赖，实现完全的原料人工化栽培。对于红豆杉资源的保护和人类抗癌药用生产的双重目标，通过人工规模种植是完全可以达到的，红豆杉—紫杉醇产业的可持续发展经过努力也是可以做到的。

我国红豆杉的宜林区域广阔，宜林土地条件优良，其天然林木分布的海拔从 1286 至 3700 米。而人工种植更从高寒山区扩展到亚热带南缘，其间生态环境的多样性，造就了其所生存的群落和本身遗传基因的多样性，都可为红豆杉的生产发展和树种改良提供广阔的基础。因此，我国发展红豆杉具有天然资源多、药用成分含量高、生物多样性丰富、宜林土地广阔等四方面的优势，已成为全世界红豆杉—紫杉醇产业发展最受关注的地区之一。

四、讨论与建议

（一）红豆杉产业中存在的问题

1. 开发研究存在的问题

1) 资源严重不足。由于前期人们只考虑一时的经济利益，不可持续的利用红豆杉资源，使野生红豆杉资源遭受严重的破坏，这让本来就有限的野生资源遭遇空前的劫难。近几年，虽大力发展红豆杉的人工种植，但是年限尚短，枝叶中紫杉醇的含量低，尚未达到采集利用的程度。因此，目前红豆杉的资源不足，还远远不能满足紫杉醇产业的需求。

2) 盲目性和资源的巨大浪费。盲目不当的人工扦插繁殖、砍伐有红豆杉的森林、不法商人的收购、提取技术工艺水平低等, 已造成十分有限的野生资源的巨大浪费。现在中国分布的红豆杉, 都已被列入 CITES 附录 II, 成为世界的稀有濒危植物。

3) 开发研究力量分散, 设备不足、资金短缺。中国的红豆杉资源开发研究起步晚, 研究力量薄弱, 也很分散, 设备不足、资金短缺。各单位之间缺乏信息交流, 各自独立研究开发, 造成重复性工作多, 尤其在紫杉醇提取、红豆杉繁殖技术等方面, 因此收效甚微。而在重要的紫杉醇替代资源研究方面, 由于人员、技术、设备等方面的问题, 还无人开展紫杉醇的合成、半合成和遗传转化等的探索。

4) 产业开发系统性差。产业开发的系统性强才能健康发展, 即原料生产、提取、加工(试验)、生产、销售等系统化、配套化, 每一环节均良性发展。红豆杉在中国作为一项产业来开发, 仍缺乏系统性、计划性, 各环节发展不平衡。目前关键是缺乏可用原料。

2. 在人工种植过程中存在的问题

1) 种苗市场的问题

随着珍稀抗癌植物红豆杉在全球研究开发热的不断兴起, 令许多单位和个人纷纷立项投资引种红豆杉, 不少单位还参与宣传甚至炒作。这些本无可非议, 但最近在某些报刊和网站上发现个别红豆杉企业的网站及图文资料, 竟全是盗用其它一些专业网站的部分图文资料拼凑而成, 进行大肆虚构宣传并有意误导投资者种植红豆杉, 采用的手法是攀附高科技自我包装、虚假广告宣传、加盟传销炒苗。

变相倒卖苗木 少数单位声称免费供应红豆杉种苗, 实则是变相高价转手倒苗, 即使用传销的手法: 高价收取加盟费并不断发展下线的违法手段, 每亩地的红豆杉苗木要收取万元甚至数万元的种苗信誉保证金, 每株苗平均要收取十几元或几十元。这种变相的倒卖苗木的暴利行为, 将极大的危害红豆杉种植及产业化健康发展。

谎言快速获利 对红豆杉稍许了解的人都清楚, 红豆杉是生长较慢的珍稀灌木或乔木, 国内外几十年的红豆杉种植研究表明, 任何品种的红豆杉, 其生长、采收并获利的年限至少在三年以上, 但少数单位却误导说只需种植一年即显著获利。即使是国家林业局和中国医学科学院药物研究所, 于 1996 年联合从加拿大引进的目前含量最高及生长速度最快的曼地亚希克沙品系, 在最佳条件下生长也需要 3—5 年, 每亩红豆杉才能采收一吨左右。

诈称最新品种 无论是开发的种植新品种还是进口新品种, 均需经农业部或国家林业局牵头组织专家进行严格的鉴定及专业检测认证才可推广, 红豆杉新品种应具备鉴定或检测报告, 从而证明其新品种的优势所在。若是进口新品种, 必须具备国家商检局和海关植检证明, 否则所谓的进口红豆杉新品种, 或替某国外公司代理回收红豆杉枝叶的说法显然涉嫌欺诈。

2) 缺乏高含量种植品种

紫杉醇在红豆杉(树皮)中的含量为 0.02% 左右, 枝叶中的含量则约为 0.005%, 加之红豆杉生长较为缓慢, 分布范围有限, 故植物资源成为紫杉醇产业发展的重要制约因素。在多种获得植物资源的途径中, 人工种植是最为现实的有效途径。人工种植中品种是关键, 含量是核心。就国内而言, 云南红豆杉含量较高。而加拿大杂交选育的直立杂交种曼地亚红豆杉, 3—5 年幼株含量为 0.02—0.04%, 是目前最高的优良种源。在建立可持续利用资源基地中, 应用高含量种源有事半功倍之效, 若用低含量种源则是事倍功半。

3. 提取物制品价格过高, 市场难以拓展

紫杉醇无疑是当前上乘的抗癌药物。该药自上市以来, 价格居高不下, 固然有含量低微和资源有限等客观原因, 但价格过高, 却有碍市场的拓展。美国 BMS 公司 33 毫克/支的针剂价为 175 美元, 进入我国市场约为 200 美元/支以上, 国产紫杉醇 30 毫克/支, 售价 1200 元/支, 以每位患者至少用 20 支计, 费用在 4—6 万元, 只适合小部分人群。若紫杉醇针剂在国内市场 600 元左右/支的价位上, 市场容量就可能比较大, 这样的价位在国际市场上也才有竞争力的。

4. 科技创新相对滞后

抗癌新药紫杉醇的问世，充分体现高科技在新药开发中的成果，而且是植化、药化、药理毒理、临床等多学科密切配合进行。近年来，以紫杉醇为先导化合物开发新活性化合物的报道颇多，针对紫杉醇水溶性差毒性大等问题，改进和提高的进展也较大。我国在紫杉醇及其同系活性化合物的研究开发方面跟踪多，创新少。目前虽已在紫杉醇生产规模、产品质量以及人工种植基地上有一定基础，但面对国内外强劲竞争对手，在紫杉醇产业上的科技创新实力明显不足，企业无突出的科技开发能力，对未来的市场竞争是很不利的。

(二) 建议

1. 强化红豆杉野生资源的保护和生态定位研究

红豆杉野生资源是当前开发的基础，已十分有限，濒临灭绝。目前尚无对野生红豆杉种群及其生长环境做长期定位定量的研究，应在分布相对集中的区域建立专门保护区和红豆杉定位研究站，对红豆杉的种群动态、生长环境定量特征、繁殖适应能力和对策、与群落其它种群间的关系及其在环境中的作用等方面进行深入的分析研究，为积极保护、促进野生资源的扩大、异地引种栽培和人工快速繁殖提供理论根据。

2. 选择适宜的地区建立人工繁育基地

寻找适宜紫杉醇含量高的红豆杉生长区域是人工培育红豆杉必须开展的工作。由于我国地域广阔，红豆杉属植物的分布区域较大，红豆杉苗木在不同地区的生长情况和紫杉醇含量差异都较大。

浙江省医科院等单位的研究表明：同地区的不同种属的红豆杉中的紫杉醇含量大体相同，如同在云南地区的三种红豆杉，云南红豆杉、南方红豆杉、中国红豆杉，其紫杉醇含量基本相同；而不同地区的同一种红豆杉中的紫杉醇含量差别明显，如同样是南方红豆杉，生长于云南地区，其紫杉醇含量颇高，生长于浙江地区，根本提取不出紫杉醇或很少。红豆杉的紫杉醇含量可能与其种属无明显的必然关系，而与红豆杉的产地、生态环境、条件密切相关。其研究表明我国云南西部地区的红豆杉的紫杉醇含量最高，东北地区的红豆杉次之。甘肃的南方红豆杉和海拔 2560—3400 米的高寒地带的西藏红豆杉也检测到紫杉醇；云南东部地区、广西、福建、湖北、江西、浙江等地采样南方红豆杉的紫杉醇含量极少或没有。我国云南西部地区为高寒地带，东北地区为低寒地带，二地区的红豆杉的紫杉醇含量均较高，说明生长于寒冷地区的红豆杉，其紫杉醇含量较高；另外，紫杉醇含量较高的红豆杉通常散生于高大乔木的庇荫下，或非直射阳光下。阴坡红豆杉的紫杉醇含量高于阳坡红豆杉。因此，红豆杉的生产基地应尽量选择阴坡，避免阳光直射。栽培地区首推云南西部地区，如丽江、云龙等地区，次之是东北地区。红豆杉提取分离得到或检测到紫杉醇含量较低甚至没有的地区，如广西、福建、湖北、江西、浙江等地不适宜建立红豆杉生长基地。在新建红豆杉生产基地时，应该充分考虑当地的气候和环境，对于温度、湿度和土壤条件不适合红豆杉生存或红豆杉中紫杉醇含量低的地区，不应该批准建立红豆杉生产基地。

3. 建立科学的生产和利用方法

为了保障现有的红豆杉资源得到最大限度的利用，要生产、采收和提取等方面进行严格管理。改变任由农民随意砍伐和乱剥、企业无序竞争收购的现状，建立从红豆杉树皮和树叶的采剥、收购、到企业加工提取的有序制度和办法。

1) 优化红豆杉生产过程

在人工种植过程中应该选择易于栽培、成熟期短、药物成分含量高、基因优良的红豆杉品种。利用红豆杉属植物萌发力强和耐修剪，可进行矮林作业且小枝叶可持续利用的特点，采用等高或巷状密植绿篱种植发展混农林业，提高土地利用率，增加单位面积收入。还可进行林地复合经营，以保持水土、增加产出，发挥更大的生态经济效益。在适宜地区建立现代温室，进行规模化商品苗生产。

2) 建立合理的采收制度和办法

对红豆杉的采收进行有效的管理，制定采收计划和发放采收许可证，不允许企业和个人随意采收。在药用过程中，要强调红豆杉属植物枝叶的充分、合理利用，采用修剪枝叶和保留树桩的办法，在天然林中适度采摘枝叶，或结合成熟林、过熟林的改造和更新充分利用其枝叶。采伐时应保护红豆杉植物的再生能力，如保护幼树、收获种子、保护树桩促进萌蘖等。该属植物具有较强的萌蘖能力，只要树冠完好，在适当条件下即可萌发新的枝条，一年内抽新梢一般长可达 10—15 厘米，水肥条件好的可达 20—30 厘米。

3) 采用先进的提取方法

红豆杉属植物是药和材兼用的树种，但两者相比，材用是极其次要的，应首先保证药用，并提高有效物质的利用率。红豆杉属植物枝叶的充分利用，是合理利用其资源的一条重要途径。针对目前紫杉醇加工企业的规模小、提取方法落后、原材料中有效药物成分利用率低的状况，要提高生产过程的科技含量，改进提取工艺，提高原料中药物的提取量，进行紫杉醇粗品的精加工，提高红豆杉产品的附加值，最大限度的利用现在的宝贵资源。一些工艺落后、提纯水平低、资源浪费量大的小企业应加以整顿或取缔；鼓励工艺先进、设备精良、提纯程度高、资金雄厚的大企业，如大制药企业和科研院所联合从事紫杉醇的加工和生产，以提高资源的利用率。

国内的科研院所对紫杉醇的分离提取做过大量研究，其中在资金和技术设备上实力较强的单位有中国科学院成都生物研究所和昆明植物所、中国医学科学院药物研究所等单位。

4. 政策改进和制订

1) 红豆杉宜林区各级政府应把红豆杉基地建设列入重点造林规划。组织科技力量，引种高含量品种，在优良种苗、栽培管理和病虫害防治等方面全面服务于基地建设。红豆杉基地建设应制定调动国有林场、民间林业专业户和加工企业等各方积极性的优惠政策，完善多元化投入的机制。企业对基地要有投入、技术服务和保护价承诺，保障基地建设持续健康发展。

2) 大力培育产业的科技创新能力，增强市场竞争实力。以市场为导向，以向社会提供产品，追求最大经济效益为主要目标，建立新的产业，高投入、高产出，实行集约经营和规模化经营，是我国立足于资源环境优势，创建紫杉醇产业，发展生物医药产业的重要组成部分。紫杉醇产业无论在原料基地建设上，还是在产品深度精加工上都应有突出的高新技术特点。因此，科技主管部门首先应将产业发展的科技攻关项目纳入有关科研计划中给予重点支持；制定特殊政策，面向国内外招聘优秀科技人才，构建产业科技创新队伍；还要采取多种形式，与国内外有实力的科研机构建立长期密切的合作伙伴关系，持续促进产业的技术进步。

3) 改进工艺，强化管理，降低成本。紫杉醇产业是以植物资源为基础的医药化工产业，必须按国际惯例达到 GMP 标准，规范和改进生产工艺技术和严格产品质量监控，与国际市场接轨。企业在保证产品质量的前提下，从严格目标责任管理和提高工艺技术水平两方面下功夫降低产品制造成本，以提高适应激烈市场竞争的生存能力。

4) 给予产业资金支持。红豆杉基地建设应享受无息、贴息或低息的较长期贷款支持，并享受有关生态工程造林的税收减免政策。银行根据制药企业的绩效和产业政策导向给予优先或重点的信贷支持。

5) 采用税收手段促进红豆杉的可持续利用。某些企业在高额利润的刺激下盲目发展红豆杉产业，造成红豆杉资源的严重浪费，并造成环境的污染和破坏，降低了宏观经济效益和生态效率。这时，政府应采用税收的手段，对这些企业加税，以抑制其进一步发展；如果某些企业合理利用和保护资源，促进生态环境的保护和发展，国家应通过减税或补贴的手段对这些企业进行奖励，从而鼓励他们更好的发展红豆杉产业，促进红豆杉的可持续利用。

附表 1：红豆杉全国人工种植统计表

省份	种植单位	实际面积(亩)	计划种植(亩)	品种	时间	种植地点	投资(万元)
福建	明溪南方红豆杉产业有限公司	5000	110000	南方红豆杉	2001 年开始	明溪	15000
福建			6000			武夷山	14000
福建		100000				云溪县	
甘肃			10000			宕昌县新城子乡	8633
广西	桂林晖昂生化药业有限责任公司		5000	曼地亚红豆杉	2005—2010 年	桂林	10000
广西			750	曼地亚红豆杉		资源县越城岭林场	10000
贵州	贵州省金辉实业有限公司		4000		2005	铜仁熊家屯	6075
海南	海南绿之缘农林产业集团	200000				临高县红华农场	
河南		300			1998 年	新乡	
河南		100				新乡	
河南			1877		2005—2008 年	获嘉县	2980
黑龙江	黑龙江省紫江科技股份有限公司	1000	200000	东北红豆杉	2004—2006 年		9217
黑龙江		40000		东北红豆杉		尚志、五常、阿城	
黑龙江	黑龙江省紫杉科技股份有限公司	200		东北红豆杉		阿城	200
湖北		500				咸宁大幕乡	150

湖 北		5000				恩施市盛家坝	750
湖 北			100000		2005 年开始	保康县	
湖 南	沅江紫杉生物科技有限公司	100		曼地亚、东北红豆杉		沅江	
湖 南	株州农神红豆杉开发所	8400		南方红豆杉	2003 年	攸县坪阳乡公平村	
湖 南		10500		南方红豆杉	2003 年	邵阳市	
湖 南			5000-10000		2005—2015 年	新宁县	700
湖 南	邵阳长春生物科技有限公司		300000			新宁县	
吉 林			30000	东北红豆杉	3000 亩/年共 10 年	敦化	2000/年
吉 林	永吉岔路河特色农业经济开发区		3000	东北红豆杉		永吉	5000
吉 林			1100	东北红豆杉		靖宇县龙泉镇	1200
吉 林	吉林宇田集团有限公司	2700		东北红豆杉	1996 年至今		19059
江 苏			1200			包容	
江 苏	红豆集团	132	3000	南方红豆杉	3—5 年	无锡市锡山	
江 西			5000	南方红豆杉	2005 年	大余县	2000
山 西 天 津	红豆杉药业(香港)国际集团有限公司		1200		2005 年 3 月	山西襄汾、侯马; 天津大港	5000
陕 西	西安闻天生态农业有限公司	40000	60000	曼地亚、南方红豆杉		佛坪县留坝、南郑	3409
陕 西	略阳县信达绿色生态农林科技园		20200			略阳	1000
陕 西	太白县青峰植化有限公司	100	400	美国红豆杉	2001 年	宝鸡	1600

陕 西	宁陕县红豆杉科技生态园		6100				2300
四 川	四川省洪雅明申红豆杉种植有限公司	900	8000	曼地亚红豆杉	2004 年	洪雅县	800
四 川	四川芳华实业有限公司—青城曼地亚红豆杉种植基地	1000		曼地亚红豆杉		成都青城山	
四 川	四川曼地亚红豆杉种植园	360		曼地亚、南方红豆杉		都江堰	
四 川	北川县曼地亚红豆杉科技开发有限公司	3000		曼地亚红豆杉		绵阳	1977
四 川			10000	曼地亚红豆杉		洪雅县	8200
四 川	成都曼地亚红豆杉资源开发有限公司	6000	60000		计划 6 年	北川县白坭乡	7000
四 川	四川凉山生物研究所		5000	东北红豆杉		凉山	
西 藏		50		喜马拉雅红豆杉	2001 年	察隅	
新 疆			100000		计划 5 年	察布爾县	91750
云 南	红豆杉原料林基地建设项目	200		云南红豆杉	2003 年 4 月	西双版纳	
云 南		1000		云南红豆杉		丽江玉龙县鲁甸乡	
云 南		30		云南红豆杉	2001 年	西双版纳	
云 南	香港广畅集团		130000		3 年 3 万亩, 5 年 10 万亩	屏边	
云 南	汉德公司	2160		云南红豆杉	1998 年	丽江	
云 南		3.9		南方、云南红豆杉		昆明	
云 南		6		南方红豆杉		昭通威信	
云 南		30		云南红豆杉	1994 年	禄丰县	

云南		10.5		云南红豆杉		文山马关县	
云南		500		云南红豆杉		保山腾冲	
云南		360		云南红豆杉		怒江泸水	
云南	漕涧林场	500	7500	云南红豆杉	1994年	大理云龙漕涧	
浙江	常山县曼地亚红豆杉科技发展有限公司	500		曼地亚		常山县球川镇	
浙江			200	南方红豆杉	2005年	雨水龙泉	
浙江		200	3500			宁波宁海双峰乡	2730
浙江		40		曼地亚红豆杉		常山县	
浙江		120				丽水市锦溪镇	
浙江	复旦大学	50000				遂昌	
浙江		230	1000	南方红豆杉	2008年完成	宁波慈城毛岙村	
重庆		20	100000		2005—2010年	忠县	
重庆	重庆远大生态农业发展有限公司	150	1000	曼地亚红豆杉		南川市兴隆镇	
重庆	远大红豆杉产业有限公司	1000	260000	曼地亚红豆杉	计划至2007年完成	南川6万亩, 万州、忠县各10万亩	
重庆	重庆黑格实业集团		100000	曼地亚红豆杉		龙宝九龙	38000
重庆	重庆远大红豆杉科技开发研究所		3000	曼地亚红豆杉	2005年	南川市金佛山	
合计		482402					

附表 2：全国红豆杉供应商情况一览表

企业名称	类型	品种	地址	联系方式
北京北方红豆杉生态科技有限责任公司	苗木	曼地亚红豆杉	北京市 5902 信箱 (102211)	T: 010-61711864 F: 010-61711045
集安市长白山珍稀苗木繁育基地	苗木	东北红豆杉	吉林省集安市胜利东路 1 号 (134200)	T/F: 0435-6221263
大连市金州市黑山苗圃	苗木	东北红豆杉	辽宁省大连市金州二十里堡镇钟家树	T/F: 0411-87387055
北京加华顶峰公司	紫杉醇提取物、浸膏及衍生物副产品		北京市朝阳区京广中心商务楼 1004 室 (100020)	T: 010-65974616 F: 010-65974613
洪雅美联曼地亚红豆杉种植有限公司	苗木	曼地亚红豆杉	四川省洪雅县柳江镇 (620364)	T: 0833-7526978 F: 0833-7526979
中农金大地 (北京) 红豆杉生态工程技术研究院	苗木	各品种	北京海淀区学清路 38 号中国农业大学 (东校区) (100083)	T: 010-82373927 F: 010-82837826
红豆杉药业 (香港) 国际集团有限公司	红豆杉苗木及产品	提取物	河北省石家庄市中心东路 22 号 (050031)	T: 0311-3078965 F: 0311-5890810
黑龙江省苇河林业局	苗木	东北红豆杉	黑龙江省苇河林业局	13351717738
黑龙江红豆杉医药研究所		红豆杉提取物抗癌药物	黑龙江省哈尔滨市南岗区革新街 234 号	T: 0451-82631735 F: 0415-82600601
四川曼地亚红豆杉科技开发有限公司	苗木	曼地亚红豆杉	四川省绵阳北川羌族自治县曲山镇文武 58 路 (622750)	T: 0816-4824987 F: 0816-4821043
四川芳华实业有限公司—青城曼地亚红豆杉种植基地	苗木	曼地亚红豆杉	四川省成都青城山	T: 028-87192429 F: 028-87192429
北京中美联发红豆杉生态工程技术有限公司	苗木	生物工程育苗		T: 010-58876166 F: 010-58876169

四川曼地亚红豆杉种植园	苗木	曼地亚、南方红豆杉	四川省·都江堰市崇义镇	028-88982777
重庆苗木克隆技术研究所	苗木		重庆市渝区双龙西路 260 号 (400036)	T: 023-67134233 F: 023-67134233
福建省周宁县李墩林业苗木苗圃	苗木	南方红豆杉	福建省周宁县李墩林业苗木苗圃 (355402)	0593-5635219
北京京大高科红豆杉生物技术研究中心	苗木		北京大学南门东楼 1301 厅	T: 010-82623729 F: 010-82626778
长江流域农林科学院	苗木	南方、曼地亚、东北红豆杉	武汉市蔡甸区麦山街白鹤泉东路 138 号 (430108)	T/F: 027-84981088
长江科联农林生物工程有限公司	苗木		湖南省农科院植物保护研究所新楼一楼 (410125)	T: 0731-4693200 F: 0731-4690377
常山县曼地亚红豆杉科技开发有限公司	苗木	曼地亚红豆杉	浙江省常山县球川镇千家排水库	T: 13905702148 F: 0570-5081001
宁波泰康红豆杉生物工程有限公司	苗木、红豆杉生物制品	南方红豆杉	浙江省宁波市科技园区创业大厦 413 (315040)	T: 0574-87585398 F: 0574-87585498
湖南红豆杉科研中心	苗木		湖南省浏阳市柏加镇铃泗村 (410322)	T/F: 0731-3120360
深圳市红豆杉实业有限公司广州分公司	红豆杉杯、茶、根雕工艺品		广州白云大道金钟大厦 818 (510000)	T: 020-86183188 F: 020-86187983
集安市东北红豆杉科研繁育中心	苗木	东北红豆杉	吉林省集安市水文南街 41-1 号 (134200)	T: 0435-2680273
北京澳尔华贸易发展有限公司	苗木	南方红豆杉	北京市朝阳区左家庄 1 号三号楼 330 室 (100027)	T: 010-85517060 F: 010-85517191
通化市东昌区红豆杉基地	苗木、红豆杉酒、茶、饮料	东北红豆杉	吉林省东昌区靖宇路 2 号 对外贸易经济合作局 (134001)	
灵宝市林果业红豆杉花卉苗木繁育基地	苗木	曼地亚红豆杉	河南省灵宝市建设路二街坊 404 号 (472500)	0398-8636188
中原曼地亚红豆杉基地	苗木	曼地亚红豆杉	河南省洛阳市	T/F: 0379-5818369

春辉红豆杉种植园	苗木	云南红豆杉	江苏省徐州市古槐小区 (221000)	13179745658
沅江紫杉生物科技有限公司	苗木	曼地亚、东北红豆杉	湖南省沅江市鑫海路沅江农业科技园 (413100)	T/F: 0737-2810288
浙江省丽水市农科所农业智能化快繁中心	苗木	南方红豆杉	浙江省丽水市丽阳街 827 号 (323000)	T/F: 0578-2268927
福建永定县高坡农牧渔业服务站	苗木		福建省永定县	
湖南洞口县竹市种苗推广部	苗木		湖南邵阳市洞口县竹市东正街二号 (422304)	0739-7270396
合肥市园野林木种苗站	苗木	南方红豆杉	安徽合肥市金寨南路 545 号 (230022)	0551-3512997
江西省奉新县会埠镇张家千亩花木基地	苗木		江西省奉新县会埠镇张家千亩花木基地 (330705)	T/F: 0795-4581577
安国市胜鹰药用苗木基地	苗木	东北红豆杉	河北省安国市东方西路 26 号 (071200)	T: 13930201436 F: 0312-3461501
武汉富山红豆杉生态科技公司	苗木		湖北省武汉市汉江区新华路 316 号良友大厦 7 楼 B 座	027-85355752
四川曼地亚红豆杉种植园	苗木	曼地亚红豆杉	四川少都江堰市崇义镇	028-88982777
上海骏杰生物技术有限公司	紫杉醇		上海市张江高科技园区蔡伦路 720 弄 2-502 室 (201203)	T: 021-51320301 F: 021-51320300
九麟银杏公司苗木基地	苗木、种子		灵宝市学校西 (472500)	T: 0398-8652278
江西省奉新县冯川林场	苗木、种子	南方红豆杉	江西省奉新县城罗山路 3 号 (330700)	13970546822
湖南省辰溪县晓园育苗基地	苗木、种子	东北红豆杉	湖南省怀化市辰溪县	0745-5220888
浙江省新昌县桂笑花卉场	苗木		浙江省新昌县城关 (312500)	13757566428
商洛市睿融生态林业有限责任公司	苗木	曼地亚红豆杉		029-83188659
洛阳奔农农业科技开发有限公司	苗木	曼地亚	河南省洛阳市洛龙区	0379-5818369
京大红豆杉生物中心	苗木		北京中关村科技园区北京大学南门东楼 1301 厅 (100080)	T: 010-82623726 F: 010-82626778

集安市龙飞红豆杉苗木基地	苗木	东北红豆杉	吉林省集安市胜利西路 33 号 (134200)	T: 0435-2683676 F: 0435-6228112
湖南浏阳柏加鸿博苗圃	苗木	曼地亚红豆杉	湖南省浏阳市柏加镇荷园村 (410321)	0731-3123272
湖南长沙红花继木新品种生产销售中心	苗木		湖南省长沙县跳马乡双溪村 (410123)	0731-6963121
郑州朗瑞科技发展有限公司	红豆杉茶片		河南省郑州市黄河路 68 号	T: 0371-3949447 F: 0371-3914515
婺城区塔石乡银岭红豆杉基地	苗木		浙江省金华市婺城区塔石乡银岭村 (321076)	T: 0579-2705059 F: 0579-2700001
南丹新宇果业有限责任公司	苗木		广西	13877867329
兴达木业公司	红豆杉工艺品		云南省腾冲县固东开发区 (679102)	0875-5851400
天津红豆杉保健品有限公司	红豆杉保健茶		天津市沽区营城镇五七村 (300480)	T: 022-67281458 F: 022-67281125
川西花业	苗木	曼地亚、南方红豆杉	四川省都江堰市玉堂镇	028-8898187
浙江开化根艺制品厂	红豆杉果茶		浙江省衢州市开化县城东古溪路 8 号	0570-6024486
丽江红豆杉公司	苗木	云南红豆杉		
乐山艾康曼地亚红豆杉种植园	苗木		四川省乐山市沙湾区沫若旅游停车场 1 号楼	0833-5205208
英山县鑫源科技发展公司	苗木	曼地亚红豆杉	湖北省黄冈英山县金石路 45 号 (438700)	T: 0713-8917478 F: 4556828
承德红豆杉高科技生态庄园	50-99.5%紫杉醇		河北承德京承高速旅游路滦平入口 2 公里 (067000)	0314-2656981
兰州甘雨科技开发有限公司国际投资部	苗木		甘肃兰州市城关区静安门外 5 号	T: 086-8471053 F: 8462582

研究报告五

红豆杉保护和贸易可持续发展的建议及行动计划

国家濒危物种进出口管理办公室植物处 翟保国

摘 要

尽管国家制定了各项严格的管理制度，加大了宣传教育和执法监管力度，全社会对红豆杉的保护意识有了很大提高，砍伐和采集野生红豆杉的非法行为得到遏制。但是，红豆杉资源不足与紫杉醇需求高的矛盾短期内仍很突出。目前存在的主要问题是：野生资源利用的压力还很严峻；人工培植红豆杉的有效利用量不足；红豆杉管理机构未纳入国家和地方发展规划；《野生植物保护条例》还存在缺陷；紫杉醇提取技术方面科研投入不足；红豆杉分布区经济生活来源渠道有限，群众对红豆杉资源的依赖没有根本消除。

为了确保红豆杉保护与持续利用的机制，建议从八个方面进行。

一、编制红豆杉资源保护和合理利用规划，并把规划纳入国家和地方政府的相关规划中，如林业部门的野生动植物保护工程、国家发改委的国民经济和社会发展规划、科技部的国家中长期科技发展规划与林业发展计划、地方各级政府部门的重要议事日程等。

二、强化对野生红豆杉资源的保护。严格贯彻执行《野生植物保护条例》，做好资源本地调查、动态监测，建立资源档案。

三、大力发展人工培植，增大红豆杉资源储量。鼓励和支持人工培植红豆杉资源，制定红豆杉资源培育保障政策和激励机制，逐步提高资源培育者对其培育资源的自主处置权，建立谁投入、谁拥有、谁受益的机制，调动全社会广泛参与资源培育的积极性。

四、大力开展红豆杉科学研究和成果推广。着重在实现产业化深加工，提高产品附加值；提高野生红豆杉资源保护、优良种源和优良单株选育、人工繁育、天然母树林改造和人工林高效培育等技术水平。

五、加强红豆杉原料及其产品的市场流通监管措施。对红豆杉人工培植场进行登记备案，对红豆杉进出口企业开展登记备案，积极推行红豆杉经营利用管理专用标识。

六、加大执法监管力度，严厉查处非法采集、出售、收购、运输和走私红豆杉及其产品的行为，维护红豆杉及其产品的经营秩序。适时组织专项打击行动，遏制破坏红豆杉资源及其生境等犯罪活动势头，强化对红豆杉及其产品的识别、鉴定技术手段。

七、积极开展公众宣传教育和社区共管工作。采取有效方式，向公众特别是紫杉醇产业从业人员宣传国家对红豆杉的保护政策法规，通过舆论监督打击非法破坏红豆杉的行为。深入开展社区共管，使社区居民支持并参加保护管理工作，共同讨论和研究保护管理问题；促进当地经济发展，减少对野生红豆杉资源的依赖，使当地居民自觉的保护红豆杉资源。

八、建议成立红豆杉保护和产业可持续发展协会，发挥行业中介组织的桥梁和纽带作用，引导和促进红豆杉资源行业的健康发展，广泛吸引社会力量参与到红豆杉保护事业中来，形成全社会关心、支持红豆杉保护事业和产业发展的氛围。

一、红豆杉资源及其保护管理中存在的问题

近几年来，为保护红豆杉资源，促进资源的增长和合理利用，中国对红豆杉植物的保护管理是非常重视的，把红豆杉列为国家一级保护植物和 CITES 公约附录 II，制定了各项管理制度，加大了宣传教育和执法监管力度，大力发展人工培植资源，探索科学合理利用途径，全社会对红豆杉的保护意识有了很大提高，砍伐和采集野生红豆杉的非法行为明显减少。但是，红豆杉资源不足与紫杉醇需求高的矛盾短期内仍很突出，红豆杉资源的保护管理面临的压力仍然艰巨，从目前情况来看，存在以下几方面问题：

（一）红豆杉生长慢，野生资源数量少，加上严重破坏使资源量减少，迫切需要对野生资源进行保护。而由于红豆杉所含成分的特效作用明显，使用量日益增多，需求量逐年加大。因此，缓解红豆杉保护与利用的矛盾是一个较长时间的任务。

（二）红豆杉人工培植起步晚，产业规模小，短期内还不能满足紫杉醇市场对红豆杉原料的需求。

（三）红豆杉保护区和基层管理机构建设未纳入国家和地方发展规划，专项保护管理和科研经费不足，制约着红豆杉的保护成效。

（四）《野生植物保护条例》存在缺陷。在运输和加工环节，以及对人工培植来源的红豆杉，《条例》没有赋予相应管理权限，影响市场监管成效。

（五）红豆杉资源培育和紫杉醇提取方面的科研能力不足。大规模高效提取分离技术、生物合成机理等技术还没有取得完全突破，提取率、利用率低，对资源造成浪费，也增加了对资源的需求量。

（六）红豆杉资源主要分布在边远偏僻山区，当地群众经济生活来源渠道有限，对红豆杉资源的依赖没有根本消除。

二、红豆杉资源保护和持续利用的途径

红豆杉是一个慢生树种，其年轮仅 1mm 左右，天然更新慢，是一种衰退型或稳定性树种，林分质量低，资源量少。所谓我国红豆杉资源丰富，是仅与美国或世界其他国家相比较而言，现有资源量根本无法满足世界紫杉醇市场日益增长的需求。这促使人们从多方面努力，包括恢复发展天然林、大面积种植人工林、生物技术合成、寻找替代品等。

（一）加强对野生红豆杉资源的普遍保护

1. 建立保护区，保存红豆杉种质资源

红豆杉分布相对集中的地区，同时也是自然生态环境保存较为完整的地方。保护红豆杉资源也包括原生生境。建立重点保护区，可以集中人力和财力维护分布区生态系统的结构与功能的完整与平衡，提高系统抵御外界的能力，既有利于保护生物多样性的存在，也有利于红豆杉种群的稳定和繁育及种群数量的拓展。

在具体操作中，要对保护区的红豆杉种群数量、种群格局、年龄结构、更新情况、生长情况及种群动态进行统计监测，并研究红豆杉植物与其他生物的共生关系、竞争关系及其在构建群落生境中的作用，为红豆杉植物的保护及生产经营提供理论参考。同时，对生长环境加以适度的人为干预，如人工除草，削弱其直接竞争者的压力，控制环境变化，创造良好生存环境，为红豆杉种群的增长提供条件。

2. 对破坏的红豆杉资源进行抢救性保护

不法分子在暴利驱使下，非法进入林区，偷、采、盗、剥、运、收、加工红豆杉树皮和枝叶，致使红豆杉天然资源遭到严重破坏。有资料报道估计，过去的 10 年间，仅云南的红豆杉资源几乎消耗了 80%，丽江县 20 多个乡镇 90% 以上的红豆杉因为剥皮而死亡，云南奔山一地损失红豆杉 9.2 万株，初步估计被盗剥的红豆杉树皮高达 1321 吨，致使资源受到严重破坏。对这种类型的红豆杉林，应组织专家进行考察，提出抢救方案，对现存树木进行抚育，划定禁伐区或进行封山育林，通过人工促进天然更新等措施，使森林得到恢复。

3. 保护优良的基因资源，建立优质基因库

红豆杉基因资源的保护是非常重要的。对红豆杉种群、个体所含紫杉醇及其同系物作系统的分析研究，选择出优良基因的种源区，优良种群及优良单株，加以特别保护，并作为无性系造林的基础。与此相配合，建立红豆杉的优良种源、优良林分的保护区以及优树汇集区。同时通过建立采穗圃，将原地保护与异地集中保护及有效繁育结合起来，供给大田扦插育苗的插穗。

古植物学研究证实了红豆杉属植物通过种间杂交选育高抗逆性、高紫杉醇含量的红豆杉品种有成功的可能性。因此，建立红豆杉种质基因库，将分布在不同地区不同环境条件下的红豆杉属植物集中栽培，对繁育优质红豆杉和摸索速生栽培技术等将有十分重要的意义。

(二) 大力促进红豆杉的人工培育

人工培植红豆杉是最经济、最便捷解决天然红豆杉资源不足的途径。近年来的研究表明，多种红豆杉幼苗、幼树中紫杉醇的含量与大树几乎相当，即人工培植的红豆杉不需培育成大树后利用，一般栽培4年，即可采集枝叶利用，生产周期大大缩短。而红豆杉树种具有较强的萌发能力，采枝后可重新萌生新株，实现连续利用。人工培植红豆杉，作为紫杉醇系列药物开发的原料来源，被认为是目前相对较现实、快捷、低成本的方法。

红豆杉的人工繁殖方式有两种。一种是有性繁殖，即种子繁殖。红豆杉种子繁殖分秋、春两个时期进行，播种前需经催芽处理，否则要在圃地中隔一年才能萌发。种子繁殖需注意三项技术指标：播种时间、种子处理和播种方法。另一种是无性繁殖，即扦插。这是利用了红豆杉枝条繁殖较易，扦插技术简单易行的特点。这种方式成活率高，培育周期短，被广泛应用。无性繁殖需注意插穗的选取、插穗的处理、扦插时间和插后管理几方面的工作。

红豆杉种苗育成后，要进行山地造林，需把握好造林地、造林时间以及造林方式等技术要求。造林方式一般有4种：① 茶园式密植造林：目的在于多产枝叶，提高单位面积产量，宜在地价较高地区使用；② 疏林地中混交种植，包括针叶林下种植和阔叶林下种植，模仿天然林的生长方式：目的是增加生物多样性，增强林分抗性和生态效益；③ 混农种植：发展混农林业，提高土地利用率，适合在农区应用；④ 常规等距造林：目的是提高单株产量，种植时进行遮阴处理，以提高和保证其成活率。

虽然红豆杉人工种植已普遍进行，但在扦插育苗的生态适应性特点、光照、温度、水份、肥料等环境因子对紫杉醇含量影响机制、有效成分的积累动态、采收和储运技术等方面还缺乏系统深入的研究，需要进一步研究和探索。另外，在扦插繁殖材料的选育上，还仅仅停留于寻找优良的居群（种群）作为采穗母株，缺乏对高含量红豆杉繁殖材料（单株）的定向培育。

(三) 紫杉醇的其他获得途径

紫杉醇的提取原料起初主要来自野生红豆杉天然植株（树皮、枝叶、树根等）。1991年，美国NCI和BMS公司为了取得25千克紫杉醇，毁树38,000株，这样的砍伐速度，要不了多久，红豆杉将面临灭顶之灾，这为各国政府和人们敲响了警钟。因此，除加强对红豆杉野生资源的保护，以及加快发展红豆杉人工林外，必须设法通过新的途径，特别是应用现代科学技术获得紫杉醇，大幅度提高提取率。

1. 生物技术措施

1) 紫杉醇的细胞培养

通过植物细胞培养技术生产天然产物是当今药用植物资源开发、利用和保护的一种重要手段。早在1989年Christen首次报道利用细胞培养技术生产紫杉醇。中国在这方面也开展了深入研究，甘烦远等发现云南红豆杉细胞在发酵罐中生长速率达到每升12克，紫杉醇含量为1.119%，约为成年树树皮中含量的12倍。据中国医科大学研究，激素使红豆杉细胞生长量大幅度提高，细胞月培养量大13倍，每升培养基月干产量达16.11克。目前，红豆杉细胞培养规模达100升左右，细胞中紫杉醇的含量可占细胞干重的1.1%。如果能在单细胞水平筛选出一批高产、稳产、速生的细胞系，红豆杉细胞培养紫杉醇的工业化生产有望在今后几年成为现实。利用细胞大量培养技术生产紫杉醇

研究已经进入生物反应器放大阶段，我国曾将红豆杉细胞大量培养研究列入国家九五研究计划，研究范围涉及细胞株系的选择，细胞生长、紫杉醇生产及营养成分消耗的动力学、诱导物、菌体、激素的种类和浓度、糖的种类和浓度、生物过程的偶合、生物反应器的种类、培养环境等方面的内容。如果进一步的研究取得重大进展，可望在今后象苹果无毒苗一样供应大量红豆杉苗木，加速红豆杉植物的种植利用。

2) 紫杉醇的组织培养

细胞组织培养的方法是解决红豆杉资源匮乏问题的一个很有希望的手段。近年来，国内外通过愈伤组织培养的红豆杉种或变种已超过 10 多个，其中大部分证实有紫杉醇产生。诱导愈伤组织的外植体包括根、茎、树皮、形成层、种子、假种皮、幼苗配轴等。Edgington 报道，用短叶红豆杉树皮或形成层诱导的愈伤组织，在锥形瓶中悬浮培养时，在培养基中产生紫杉醇及其类似物，产量可达每升 1~3 毫克，相当于 20 毫克干树皮中的含量。自 1991 年以来，国内有十几家实验室在进行红豆杉组织培养方面的研究，大多数以愈伤组织诱变和培养条件的选择优化为主要方向。王红强等人对中国红豆杉细胞培养过程中细胞生长与氧消耗速率，氮、糖、磷等培养基营养物质的消耗动态规律、紫杉醇产量随时间的变化规律进行研究，结果显示，在细胞培养过程中，从第 6 天开始出现紫杉醇的积累，第 24 天时达到最大，为每升 1.244 毫克，随后逐渐下降。梅兴国等人采用稀土化合物硝酸亚铈处理悬浮培养的红豆杉细胞，对八个非外泌型细胞株的研究，培养物中紫杉醇的含量最高达每升 15.44 毫克。

组织培养生产紫杉醇要实现工业化生产，关键是要提高培养物产量和紫杉醇含量，选择高产细胞系，优化培养条件，并且还要保持高产细胞生长与生产特性的稳定，这是一项艰巨的任务。

2. 化学合成方法

1) 化学全合成 世界上进行紫杉醇化学全合成的研究小组有 30 多个，公开发表报道也很多。Tetrahedron 在 1992 年出版了相关研究专集，美国 Florida 州立大学的化学教授 Holton 领导的研究小组在此方向一直处于领先地位，于 1993 年完成紫杉醇全合成，采用线性合成法，以普通化合物樟脑作起始材料合成的。Scripps 研究所的研究人员在 1992 年报告，他们先合成两个六元环，再将其连续形成以八元环为中心的中间体，然后再合成四元环，从而完成全化合物的合成，1994 年通过全合成法成功的合成了紫杉醇，所采用的是一种收敛途径。这两种全合成途径都包括 25~30 步化学反应的复杂过程，要真正用于工业化生产紫杉醇还有一定的距离。但紫杉醇的全合成具有重要意义，它对于寻找发现比紫杉醇毒性更小、抗癌作用更强的类似物提供了有价值的借鉴。

2) 化学半合成 这种半合成是利用从红豆杉枝叶中提取到的 10-脱巴卡丁-III 等进行化学半合成。1988 年，法国 Université Joseph Fourier 的 Denis 首次报导了从欧洲红豆杉的针叶中获得高含量的 10-去乙酰浆果赤霉素 III (Baccatin-III)，以此为原料半合成了紫杉醇以及同系物 Taxotere；随后美国 Rhone-Poulenc Rorer 化学公司与法国国家科学研究中心的 Potier 博士合作，1988 年实现了紫杉醇的半合成，并申请了以 Baccatin-III 为原料半合成紫杉醇的专利；Ojima 也以 Baccatin-III 为原料半合成了紫杉醇及其类似物 Taxotere；1989 年，证实了 Taxotere 治疗 39 例晚期肿瘤患者，有效率 40%。研究表明，Taxotere 与紫杉醇结构上的轻微差异，导致 Taxotere 水溶性优于紫杉醇，因此提高了生物利用度且给药时间大为缩短，抗肿瘤活性也就有所改善；紫杉醇半合成前体 Baccatin-III 是从红豆杉针叶中分离出来的，虽然仍来自红豆杉原料，但含量高达 1.1%，而且针叶产量大，再生能力强，半合成紫杉醇的原料是很丰富的，为解决紫杉醇来源取得了一次重大进展，目前半合成商品化生产的紫杉醇已在我国推广。

3. 可产生紫杉醇及其衍生物的真菌筛选与发酵

1991 年，蒙大拿州立大学的植物病理学家斯特罗贝尔和化学家安德列亚，在森林中的一株红豆杉上找到一种真菌，它的菌体中含有紫杉醇。他们把真菌在红豆杉组织中进行继代培养，发现该菌分泌紫杉醇的能力十分稳定，是一种有紫杉醇基因的新物种，科学家们命名它为安德列亚菌

(*Toxomyces andreanae*)。现在，科学家正在实验室对该菌进行发酵培养，但目前产量还只能以毫

微克计。科学家们认为，只要搞清安德列亚菌的最优发酵条件，用基因工程对遗传性能进行改进，要不了多久就能拿出高产的菌种。真菌发酵罐生产是相当成熟的工艺，它比植物细胞培养容易，一旦实现紫杉醇真菌发酵生产，药品的价格就会大幅度降低。

4. 替代性植物的研究开发

瓦松为景天科植物 (*Orostachys fimbriatus*) 的干燥全草，我国某研究机构已从中分离鉴定出 12 个化合物，其中 7 个水溶性，5 个酯溶性。同时，肯定了其粗提物有抗肿瘤活性，38 例临床病例为宫颈癌，总有效率达 55%。韩国正在研究瓦松抗癌，有关南韩研究瓦松抗癌取得突破性进展的信息，曾在中央台给予报道。另外也有人开展芦笋抗癌活性的研究。

以上各种途径，经过近几年的研究，分别取得不同程度的进展，但主要是在实验阶段，由于技术、成本等原因，要真正走向临床应用还有很长的距离，今后应继续加强研究。我国在这方面的研究总的来讲处于起步阶段，半合成途径研究进展较快，也有许多优势，一方面枝叶容易再生，不会对野生资源造成毁灭性开采；另一方面枝叶中 10-脱巴卡丁-III 含量比紫杉醇高的多，对提取生产技术要求相对简单，容易进行规模生产，但是这种半合成途径仍离不开植物资源。

三、红豆杉保护与持续利用的保障机制

(一) 编制红豆杉资源保护和合理利用规划

红豆杉是极其珍贵的树种，具有多方面重要的价值，特别是从红豆杉中提取的紫杉醇的重要药用价值，使红豆杉成为我国一项重要的生物产业。

有人称，野生植物中的红豆杉保护就如同野生动物中熊猫的保护一样重要、紧迫和艰巨。红豆杉保护和合理利用是一项长期而又艰巨的系统工作，必须采取工程的方式进行。为此，要编制红豆杉保护和合理利用发展规划，纳入国家和地方政府的相关规划中。通过编制红豆杉保护管理规划，进一步明确目标、任务、措施、经费等。

保护是前提，发展是动力，利用是目的。红豆杉规划的编制应坚持可持续发展原则，正确处理保护、发展和利用的辩证统一关系。利用红豆杉资源的可再生性特点，把保护和合理利用有机结合起来，采取科学有效的措施，使红豆杉资源的扩大与人类的利用有机结合，实现可持续发展。在实践操作中，既反对纯保护主义，也反对竭泽而渔，使红豆杉资源不断满足人类所需，实现红豆杉资源产业的可持续发展。

具体地说，我们建议：林业部门应将红豆杉的保护列入野生动植物保护工程范畴，统一规划，统一施策。国家发改委应将红豆杉的人工培植和产业发展纳入国民经济和社会发展计划，重点支持，优先发展。科技部应将红豆杉资源及其利用的相关项目列入国家中长期科技发展规划和“十一五”林业发展计划，在红豆杉资源培育和相关产业科学研究方面取得重大突破，推动和保障红豆杉和紫杉醇产业的快速、健康发展。地方各级政府部门，要高度重视红豆杉保护管理工作，应根据各地具体情况，把红豆杉的保护列入地方政府重要议事日程，包括建立保护区、保护小区、禁伐区，建立机构，配备人员，落实经费等。

(二) 强化对野生红豆杉资源的保护

保护是可持续发展的根本，应从国家可持续发展的全局和提高国家竞争力的战略高度，采取紧急措施，加大对红豆杉的保护力度，扩大保护规模，提高利用水平。

1. 切实加强加强对红豆杉资源的保护。各级林业主管部门应坚持保护优先的原则，对现有红豆杉进行普遍保护。根据本区域野生红豆杉资源状况，研究制定野生红豆杉保护专项措施，要从抢救性保护的要求出发，采取积极措施，特别是在野生红豆杉集中分布的地区，应通过积极划建自然保护区、保护小区或保护点等有效措施，实行严格的保护管理措施，把能保护起来的散布单株、小片林、集中成大片的林都能保护起来，同时注意改善野生红豆杉生存条件，实现资源的恢复与增长。

2. 严格贯彻执行《野生植物保护条例》，对野生红豆杉资源的采集严格实行采集证管理制度。要建立健全采穗圃所需野生红豆杉枝条的采集规定和作业操作规程，严格按规程和规定操作，科学

作业，防止因插穗采集毁坏红豆杉树木或防止借采集种源之名务提取紫杉醇之实。

3. 做好资源本地调查和动态监测，准确把握红豆杉资源分布、种群数量和生境状况。做好物种种群动态监测，建立资源档案，为科学决策提供科学依据。

这项工作是一项系统工程，花时长，内容广，必须从现在抓起，从基础工作抓起。

（三）大力发展人工培植，增大红豆杉资源储量

1. 鼓励和支持人工培植红豆杉资源。国家和地方人民政府应结合生态环境保护和建设，加大投入，积极引导和扶持人工红豆杉资源的培育，逐步实现红豆杉的产业化生产。

2. 制定红豆杉资源培育及其利用衔接的保障政策和激励机制，逐步提高资源培育者对其培育资源的自主处置权，建立谁投入、谁拥有、谁受益的机制。调动全社会广泛参与资源培育的积极性。

3. 引导中医药、轻工业等需要红豆杉原料的企业，从解决其生产所需的原料出发，投资开展红豆杉资源培育。鼓励各种社会主体跨行业、跨体制、跨地区投资发展红豆杉的人工培植产业。

4. 充分调动农民参与红豆杉人工培育的积极性，提倡和推广“公司+基地+农户”的运行模式，实现林农增收、财政增益、企业增效的多赢局面。

（四）大力开展红豆杉相关技术科学研究和成果推广

红豆杉作为一项生物产业，涉及的研究内容很广泛，比如红豆杉资源生物生态学特性，红豆杉人工培植种类选择和技术，不同种类、不同产地、不同季节采集的红豆杉的含量程度，提取紫杉醇生产工艺水平，紫杉醇制剂的剂型改进等，这些方面的技术取得突破或取得进展，对提高红豆杉资源的保护水平和实现可持续利用具有重要作用，也是实现红豆杉资源和紫杉醇产业可持续发展的重要保障。这些领域技术的突破，将进一步提高野生红豆杉资源的保护，促进红豆杉人工培育资源的发展，推动红豆杉提取产业的发展。

1. 进一步完善联合科技攻关机制，以科技进步提高保护手段，带动资源培育，提高资源利用效益。

2. 野生动植物资源培育和合理利用单位与科研教学单位开展多种形式的合作，建立“产、学、研”联动机制，提高企业的产品开发和创新能力，加快科研成果转化。

3. 研究制定各个环节的技术质量标准体系，发挥资源优势，实现产业化深加工，提高产品附加值。尤其是我国生产的原料，能尽量在国内加工并生产出高质量的产品。

4. 提高野生红豆杉资源保护、优良种源和优良单株选育、人工繁育、天然母树林改造和人工林高效培育等技术水平，促进红豆杉保护、发展和可持续利用。

（五）加强红豆杉原料及其产品的市场流通监管措施

对于野外来源、人工培植或海外来源的红豆杉及其产品，相关法律文本对其有不同的管理权限的要求，这些原料和产品进入市场后包括在进出口环节，又难以分辨其种类和来源，这就给监管工作带来很大不便，也不利于形成公平有序的经营和竞争环境，挫伤人工培植者的积极性。因此，要真正做好红豆杉管理，必须建立有效的市场准入机制和进出口监管工作。

1. 对红豆杉人工培植场进行登记备案。摸清红豆杉人工培植资源及其企业的情况；建立人工培植场数据库，强化对野生植物的系统管理；准确把握人工培植来源，为市场准入机制的建立和进出口审批中来源合法性的认定提供可靠依据。登记备案的内容应包括物种名称、种源来源、培植规模、技术能力、资源利用动态等。

2. 建立健全红豆杉及其产品进出口核查制度。对于进口的红豆杉原料进行现场核查及抽样备查，准确备案其物种种类、数量、含量，这类同于国内人工培植场登记备案的性质，为再出口红豆杉产品的审批提供科学依据。对出口红豆杉及其产品严格实行允许进出口证明书或非野生动植物种商品目录物种证明监管制度。

3. 开展进出口企业登记备案。通过企业登记备案制度的实施，掌握企业的经营情况和贸易动态，规范企业进出口行为，打击非法贸易，维护行业整体形象。同时根据其进出口的表现情况和信誉记录，对其进出口分别实施严密监管或程度不同的便利措施。

4. 积极推行红豆杉经营利用管理专用标识。对认定的人工培植或国外进口等合法来源的红豆杉及其产品，通过统一标识管理措施予以市场准入。对实行标识的红豆杉及其产品，按年度进行审检，在此基础上简化其生产、经营审批程序，便利其市场流通。同时，研究市场引导及规范专项政策，推动资源利用向高效益、高科技方向发展。

（六）加大执法监管力度，维护红豆杉及其产品经营秩序

乱采滥伐和非法采集、出售、收购、进出口红豆杉及其产品，不仅严重破坏野生红豆杉资源，而且还会对红豆杉及其产品的经营秩序造成极大干扰。各级林业主管部门应充分发挥森林公安机关的作用，积极主动协调工商、公安、海关、医药、质检等各执法部门，切实肩负起职责，并通力协作，进一步健全和强化执法监管措施，共同打击违法破坏野生红豆杉资源的犯罪活动，切实做到有法必依、执法必严、违法必究，从而为保护红豆杉资源和维护合法经营者权益营造良好的环境。

1. 严厉查处非法采集红豆杉的违法活动，防止非法从野外来源的红豆杉及其产品混入市场，干扰市场秩序。

2. 严厉查处非法出售、收购、运输和走私红豆杉及其产品的行为，维护红豆杉及其产品的经营秩序。

3. 根据实际情况，适时组织专项打击行动，遏制猖獗破坏红豆杉资源及其生境等犯罪活动的势头。

4. 进一步提高红豆杉的执法监管能力，强化对红豆杉及其产品的识别、鉴定技术手段，建立红豆杉的专项执法网络，为保护红豆杉的执法活动提供快速、准确的科学证据。

（七）积极开展公众宣传教育和社区共管工作

野生植物保护是一项社会性、群众性和公益性很强的工作，只有引起社会各界的重视和公众的参与才能搞好，尤其是对于我国人口多、地域广阔、边境线长、具有历史传统的具体国情。公众宣传教育是具有中国特色的一条保护之路，应作为保护工作的一项基础工作、首要任务、持久开展下去。

1. 对于红豆杉，要采取有效方式，向公众特别是紫杉醇产业从业人员宣传国家对红豆杉的保护政策法规，普及红豆杉相关知识。通过舆论监督，对非法破坏红豆杉的案件予以曝光，扩大社会影响。宣传的途径可以是各种媒体入电视、报纸、宣传画、宣传手册、技术培训、乡村大会、科学研讨会等。

2. 紫杉醇的高效抗癌性决定了红豆杉具有十分重要的药用价值和经济特性。红豆杉的保护、培育和合理利用，对当地经济发展和人民生活水平的提高具有重要影响。因此，红豆杉经济和资源可持续发展的科学理念必须通过宣传、教育等，深入到每一个红豆杉分布区、资源培植区和广大人民群众中，使他们真正认识到红豆杉的不合理利用会给红豆杉资源带来危机，最终威胁到当地居民的生活和经济发展，使他们懂得进行科学的保护和利用，会给自己带来较大的、长期的经济利益。最终使他们参与到红豆杉的保护中来。

3. 要深入开展社区共管。社区居民支持并参加许多实际的保护管理工作，比如防火、扑火、联合巡护等，国家和地方政府应有相应的补偿、补助和奖励政策，提高社区居民参与的积极性。促进当地居民理解红豆杉资源的保护，共同讨论和研究保护管理问题，认可并加强当地的乡规民约，建立新的合作伙伴和工作网络关系，使他们承担更多的可持续管理资源的责任，使居民在社会、经济、法律上受益，使“收入创造积极性”成为长期的可持续。此外，通过“公司+基地+农户”等经营模式，使红豆杉所在地区的社区居民直接获得经济利益，促进当地经济发展，进而减轻他们对野生红豆杉资源的依赖。

4. 对于人工培植红豆杉资源，要按照“谁培育、谁管理、谁受益”的原则，建立红豆杉保护抚育责任制，建立资源使用补偿机制。资源利用者和受益者应将其部分收益补偿给资源培育者和保护者，特别是应给保护区周边社区和保护区外的红豆杉资源保护人员。

（八）成立红豆杉保护和产业可持续发展协会，发挥行业中介组织的桥梁和纽带作用。

红豆杉已经成为一项十分活跃的生物产业，国际贸易也非常活跃，形成了保护—培育—利用—连动关系。随着市场经济体制的深化和完善，可考虑推动成立行业中介组织，比如红豆杉保护和产业可持续发展协会，发挥民间团体和中介组织的桥梁和纽带作用，引导和促进红豆杉资源行业的健康发展。主要目标是：

1. 加强自身组织建设，建立、健全行业自律制度，强化对行业的协调和行业自律。广泛宣传 and 引导企业自觉遵守野生植物保护法律法规和政策，防止不正当竞争和低层次、低水平重复建设，规范企业经营行为，形成竞争有序、共同发展的格局。

2. 认真履行社会服务职能，广泛吸引社会力量参与到红豆杉保护事业中来，形成全社会关心、支持红豆杉保护事业和产业发展的氛围。

3. 多渠道收集行业发展信息，总结分析行业现状，研究提出行业发展政策建议，指导行业快速、健康发展。

4. 适时建立红豆杉原料及其产品的调配服务机构和市场信息、技术咨询机构，为从事红豆杉人工培植及其经营利用企业提供信技术等方面的服务。

研究报告六

中国红豆杉属（裸子植物- 红豆杉科）植物资源和保护现状

中国科学院植物研究所 覃海宁

红豆杉属——*Taxus* Linnaeus, Sp. Pl. 2: 1040. 1753.

乔木或常绿灌木；小枝不规则互生，基部有少数或多数宿存或早期脱落芽鳞；冬芽芽鳞覆瓦状排列，背部纵脊明显或不明显。叶线形，无柄或有短柄（东北红豆杉），螺旋状着生，基部扭转排成二裂，直线形或镰刀状，下延生长，上面中脉隆起，下面有两条淡灰色、灰绿色或淡黄色的气孔带，叶内无树脂道。雌雄异株，球花单生叶腋，有短梗；雄球花圆球形，基部具覆瓦状排列的苞片，雄蕊6—14枚，盾状，花药4—9，辐射排列，雌球花基部有少数覆瓦状排列的苞片，上端2—3对苞片交叉对生，胚珠直立，单生于总花轴上部侧生短轴之顶端的苞腋，基部托以圆盘状的珠托，受精后珠托发育成肉质、杯状的假种皮。种子坚果状，当年成熟，生于杯状肉质的假种皮中，稀生于近膜质盘状的种托（即未发育成肉质假种皮的珠托）之上，尖端露在假种皮外，种脐明显，成熟时肉质假种皮红色或橙色，有短梗或几无梗；子叶2枚，发芽时出土，染色体 $2n=24$ 。

对红豆杉的分类，目前人们倾向于采用 Flora of China (FOC)，即中国植物志英文版的观点 (vol.4, 2004)，认为 FOC 对中国红豆杉的处理比较合理，它承认中国有三种：

A) 密叶红豆杉 *Taxus fuana* Nan Li & R.R.Mill (注：为一新种)

B) 须弥红豆杉 *T. wallichiana* Zucc. (注：云南红豆杉 *T. yunnanensis* 被认为是同种而归并进来作为异名；红豆杉 *T. chinensis* 则作为一个变种继续存在)

C) 东北红豆杉 *T. cuspidata* Sieb. et Zucc. (注：同 FRPS)，本文采用 Flora of China 即中国植物志英文版的分类系统。

本属约9种，主要分布于北半球。我国有3种2变种（图1）。

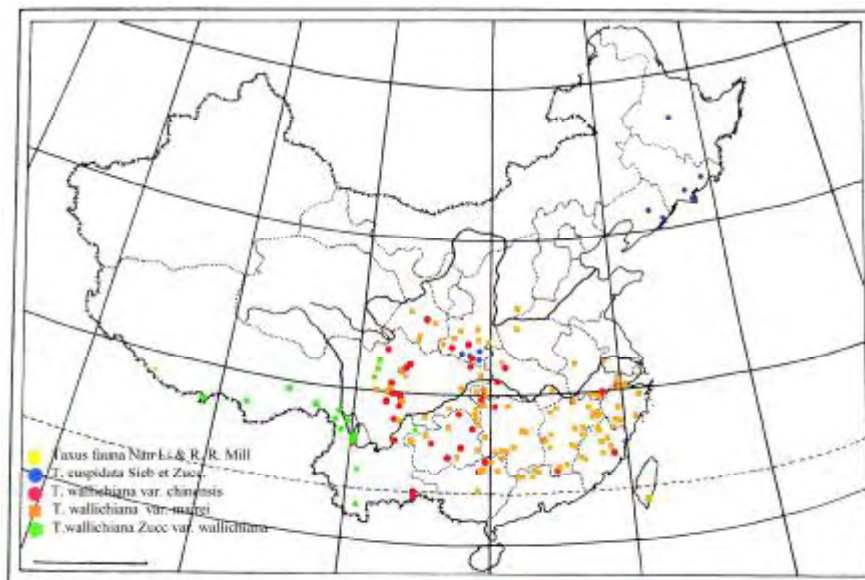


图 1. 红豆杉属植物在中国的分布

本属植物材质优良，边材窄，与心材区别明显，无树脂道及树脂细胞，纹理均匀，结构细致，硬度大，防腐力强，韧性强，可供建筑、桥梁、家具、细木加工、船浆、拱形制品、雕刻、乐器及箱板等用。种子可榨油。叶常绿，深绿色，假种皮肉质红色，颇为美观，可作庭园观赏树种。树皮、枝叶和种子含治疗癌症和恶性肿瘤的紫杉醇，为新型抗癌药物，是近年来世界范围内研究与开发的热点。

本属树种耐荫性强，在天然林中生长缓慢，分布星散，野生树木日渐减少。应加强抚育管理，以促进其加速生长，生产优良木材。

本属植物分布地理具有一定的局限性，主要集中在喜马拉雅山区，小兴安岭—长白山，和横断山、秦岭、南岭山区的高海拔地带。常混生于林中，在群落生境的构建中往往处于被动适应的地位，且生长与天然更新均缓慢，故种群竞争力弱。应采取如下保护措施：重点保护分布相对集中的区域；建立迁地集中保护区和种质基因库；加强繁育和造林研究，营造规模化经济林以顺应市场需要，从而间接促进天然居群的保护。

分种检索表

1. 叶较密，生活状态平展；叶线形或披针形，末端渐呈锥形，通常镰状，先端渐尖或急尖，无明显尖头；冬芽鳞早落，一年生或部分宿存于小枝基部……………2. 须弥红豆杉

1. 叶较疏，生活状态斜展呈V字形；叶直，线形或微呈镰状，上下几等宽，先端急尖，有尖头；冬芽鳞宿存于小枝基部

2. 叶通常直，中脉轴两侧有密而明显的乳头状突起，基部常对称；种子柱状长圆形，上下等宽，两侧具钝脊；种脐椭圆形……………1. 密叶红豆杉

2. 叶微呈弯镰状，中脉轴基部无乳头状突起，基部不对称；种子卵圆形或角状卵圆形，通常上部具3—4条或以上的钝脊；种脐常三角形或四边形……………3. 东北红豆杉

1. 密叶红豆杉 西藏红豆杉 喜马拉雅密叶红豆杉

图 2: 1-3

Taxus fauna Nan Li & R.R.Mill, *Novon* 7: 263. 1997

濒危等级: IUCN RL 2004: 易危 VU D2 ver 2.3(1994); China Species Red List: 极危 CR Blab(ii) ver 3.1(2001)

鉴别特征: 乔木或大灌木，高达12米，基径达3.5米；枝条斜展，向上呈“V”字形分叉，一年生枝绿色，干后呈淡褐黄色、金黄色或淡褐色，二、三年生枝淡褐色或红褐色；冬芽卵圆形，芽鳞的背部具脊，先端急尖，宿存于小枝基部。叶条形，较密地排列成彼此重叠的不规则两列，斜上成60—90°角；叶柄长1—1.5毫米；叶片上下几等宽或上端微渐窄，通常直，长1.2—3(-3.5)厘米，宽1.5—2.5毫米，质地较厚，上面亮绿色，下面沿中脉带两侧各有一条0.6—0.7毫米宽的淡黄色

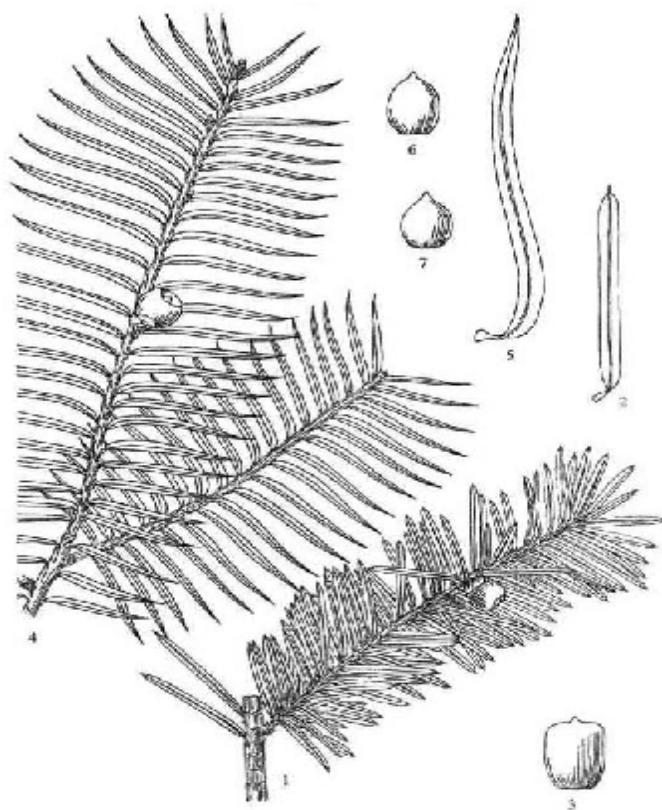


图 2. 1-3. *Taxus fauna* Nan Li & R.R.Mill, 密叶红豆杉。—1.Seed-bearing branchlet and seed. — 2.Leaf. —3.Seed without aril. 4-7.*T.wallichiana* Zuccarini var. *wallichiana*, 须弥红豆杉 (*T.yunnanensis* Cheng & L.K.Fu). — 4.seed-bearing branchlet and seed. — 5.Leaf. — 6,7.Seed without aril (FOC vol.4:100)

气孔带，中脉带与气孔带均密生均匀细小角质乳头状突起，中脉带宽约 0.2 毫米，边带宽 0.1—0.2 毫米，基部楔形或短渐狭，通常两侧对称，边缘反曲（尤其是干燥时），先端有凸起的刺状尖头，长 0.5—1 毫米。雄球花卵圆形，长 6—8 毫米；球花主轴伸长在顶部鳞片上形成长 1 毫米的短柄；苞片两轮，内轮小，覆瓦状排列，外轮较大，半透明状灰绿色；小孢子叶桃褐色。种子柱状矩圆形，腋生，无柄，生于红色肉质杯状的假种皮中，上下等宽或上部较宽，微扁，长约 6.5 毫米，径 4.5—5 毫米，上部两侧微有钝脊，顶端有凸起的钝尖，种脐椭圆形。传粉期 4 月份，种子 9—11 月成熟。

地理分布：中国已知分布地点只有一个，即西藏西南部吉隆县，包括多甫、吉甫、冲色、如卡、江村等地。产于海拔 2500—3200（-3400）米地带（在一些山脉，分布下限可达海拔 1800 米）。印度北部、克什米尔、尼泊尔和巴基斯坦也有分布。模式标本采自尼泊尔。

生态和生物学特性：分布区属高原温带半干旱季风气候，年平均气温 10℃，年降水量 900 毫米左右，无霜期 4—8 个月，年均相对湿度大于 60%。生于峡谷谷底坡地及河谷地带混交林及松林内。土壤为中厚层黄棕壤，养分状况较好，小环境阴凉湿润。自然植被为藏南亚高山峡谷湿润暗针叶林及亚高山针阔混交林，主要有：长叶云杉—乔松—红豆杉林，分布于海拔 2700 米范围，下木层有杜鹃（*Rhododendron sp.*）、铁杉（*Tsuga dumosa*）、槭树（*Acer sp.*）等；铁杉—杜鹃—红豆杉林，分布于海拔 2700 米范围，下木层有漆树（*Rhus sp.*）、冬青（*Ilex sp.*）、花楸（*Sorbus sp.*）等；乔松—红豆杉林，分布于海拔 3100—3200 米，下木层有花楸、柳（*Salix sp.*），木姜子（*Litsea sp.*）等。随海拔的升高和湿度下降，红豆杉趋于灌木状，干季有针叶发黄现象。

保护价值：本种是喜马拉雅山区的特有种。它的存在对研究植物区系和红豆杉属分类、分布等方面都有科学意义。有药用价值，树皮及叶子均能提取紫杉醇。

保护措施：扩大宣传力度，增强分布区群众的保护意识；建立红豆杉保护点和禁伐（采）区，加强林区内红豆杉幼苗幼树的经营管护；建立红豆杉资源保护试验区，加强栽培育苗和造林研究。

栽培要点：种子繁殖较难，可扦插繁殖，以及通过移植萌生苗繁殖。

2. 须弥红豆杉

Taxus wallichiana Zuccarini, Abh. Math.-Phys. Cl. Königl. Bayer. Akad. Wiss. 3:803. 1843.

乔木或灌木，高达 30 米，胸径达 1.3 米；树皮各种颜色，灰褐色、淡红色或淡紫色，裂成鳞状薄片脱落；大枝开展，一年生枝绿色，秋后（或干后）呈金黄色或黄绿色，二年生枝淡褐色、褐色或黄褐色，三、四年生枝深褐色；冬芽鳞片三角状卵圆形，先端渐尖，背部有或无纵脊，早落或部分宿存于小枝基部。叶子与小枝轴长成（50）60—90° 的角度，排列较疏，列成两列，无柄或具 1 毫米的短柄；叶片上面深绿色或绿色，有光泽，下面色较浅，叶干后颜色变深，常呈暗绿色，条状披针形或披针状条形，常呈镰状，长 1.5—3.5（-4.7）厘米，宽（1.5-）2—4-5）毫米，质地薄而柔，中脉微隆起，宽 0.1—0.2 毫米，两侧各有一条淡黄色气孔带，中脉带密生均匀微小角质乳头状突起，气孔带淡黄色，宽 0.6—0.9 毫米，亦密生均匀乳头状突起，边缘带宽 0.1—0.4 毫米，基部楔形或短渐狭，两侧不对称，边缘向下反卷或反曲（干叶明显），上部渐窄，先端渐尖或微急尖。雄球花淡褐色，近无柄或有约 0.5 毫米淡黄色肉质短柄，散生于二年生枝条上，长 5—6 毫米，径约 3 毫米，苞片 6 枚，宽卵形，灰绿色，具 8—14 枚雄蕊，每雄蕊有（4）5 或 6（8）个花药；雌球花生于小枝顶端。假种皮成熟时红色或橙色，常呈半透明状；种子生于肉质杯状的假种皮中，卵圆形或倒卵形，细柱状长圆形，长约 5—8 毫米，径 3.5—5 毫米，微扁，通常上部渐窄，两侧有钝脊（细三棱状有三条钝脊），顶端有小尖头；种脐椭圆形至近球形或圆三棱状。传粉期 9 月至来年的 4 月，种子成熟期 8—12 月。

产于陕西、河南和湖北西部、浙江、江西、湖南、安徽和福建南部、台湾、两广北部、贵州、云南西北部及西部（镇康、景东）、四川西南部、甘肃南部与西藏东南部。生于阔叶林、针叶林和

混交林中，灌丛、森林被毁的裸岩地以及开阔山坡等，海拔 200—3500 米山地。不丹、缅甸、老挝、锡金、越南也有分布。模式标本采自西藏察隅。

可用于原产地的造林树种。木材是优良的建筑材料，也可作农具、家具和文具材料。从叶片中提取的化合物具有抗癌作用。

种下检索表

1. 叶线状或披针状，质地薄软……………2a. 须弥红豆杉（原变种）
1. 叶线状，质地厚
 2. 叶直或微弯镰状，通常长 1.5—2.2 厘米，宽约 3 毫米，中脉带与气孔带同色，密而均匀生有乳状突起，边带平展……………2b. 红豆杉（变种）
 2. 叶通常镰状，长 2—3.5 厘米，宽 2.5—4 毫米，中脉带与气孔带异色，无角质乳头状突起，或中脉带上局部有成片零星分布的角质乳头状突起，或与气孔带相邻的中脉两边有一至数条角质乳头状突起，边带反卷……………2c. 南方红豆杉（变种）

2a. 须弥红豆杉（原变种） 喜马拉雅红豆杉 云南红豆杉 西南红豆杉 图 2: 4-7

T. wallichiana var. *wallichiana*

Taxus baccata Linnaeus subsp. *wallichiana* (Zuccarini) Pilger; *T. wallichiana* var. *yunnanensis* (W. C. Cheng & L. K. Fu) C. T. Kuan; *T. yunnanensis* W. C. Cheng & L. K. Fu.

濒危等级：IUCN RL 2004：未列入；China Species Red List：易危 VU Alc ver 3.1（2001）

鉴别特征：叶线形或披针形，质地薄而柔软。

地理分布：分布区于云南西部、四川西南部与西藏东南部；生于海拔 2000~3500 米的阔叶林和混交林地。不丹、印度北部、缅甸北部、锡金和越南南部也有分布。

生态和生物学特性：本种分布区气候特点是夏温冬凉，四季分明，冬季有雪覆盖。年平均气温 6—12℃，最高气温 16—18℃，最低气温 0℃，年降水量 800—1600 毫米，年平均相对湿度 50—75%。较能耐寒，并有较强的耐阴性，生长期要求有足够的温度，大都生于河谷和沟边较湿润地段的林中，阔叶林、针叶林、针阔叶混交林、灌丛、砍伐迹地和开阔山坡均有分布。常与栎类及松杉类、杜鹃等树种混生，少数与高山松、箭竹混生，在混交复层林内多处于中层林冠。主要群落树种是乔松 (*Pinus griffithii*)、喜马拉雅长叶松 (*P. roxburghii*)、喜马拉雅铁杉 (*Tsuga dumosa*)、高山栎 (*Quercus semicarpifolia*)、云杉、冷杉、华山松、西南桦等。

保护价值：木材心边材区别明显，纹理均匀，结构细致，硬度大，韧性强，干后少挠裂，为优良的建筑、桥梁、家具、器具、车辆等用材。从其植株中提取的紫杉醇具有抗癌作用，并具有工业开发利用价值。可作原产区的造林树种。

保护措施：（1）重点保护天然居群及其植被类型；（2）在红豆杉天然林分布区或分布区外宜林地营造人工原料林基地，增加可利用资源数量；（3）在天然林中适度采摘小枝叶，保持好树的再生能力；（4）充分利用枝条进行扦插造林，确保红豆杉种群数量的增加。

栽培要点：用种子繁殖。受其散生性和种子具深休眠等影响，利用种子进行大批量繁殖育苗有局限性。扦插繁殖技术已成熟。秋末冬初（9—11 月）或春季（2—4 月）扦插，在满足温湿度条件要求时，生根高峰期集中于扦插后 70—90 天。温室与温棚效果更佳。

2b. 红豆杉 卷柏，扁柏 图 3: 1-5; 封三图 4、6

Taxus wallichiana var. *chinensis* (Pilger) Florin, Acta Hort. Berg. 14 (8) : 355.1948

T. baccata subsp. *cuspidate* (Siebold & Zuccarini) Pilger var. *chinensis* Pilger in Engler, Pflanzenr. IV.5 (Heft 18) : 112. 1903; *T. baccata* var. *sinensis* A. Henry; *T. chinensis* (Pilger) Rehder; *T. cuspidate* Siebold & Zuccarini var. *chinensis* (Pilger) C. K. Schneider.

濒危等级: IUCN RL 2004: 未列入; China Species Red List: 易危 VU A1cd ver 3.1 (2001)

鉴别特征: 叶线形, 较直或先端镰刀形, 1.5—2.2 厘米长, 约 3 毫米宽, 质地厚, 中脉与气孔带相同颜色, 密生均匀状乳头状突起, 边缘新鲜时扁平。

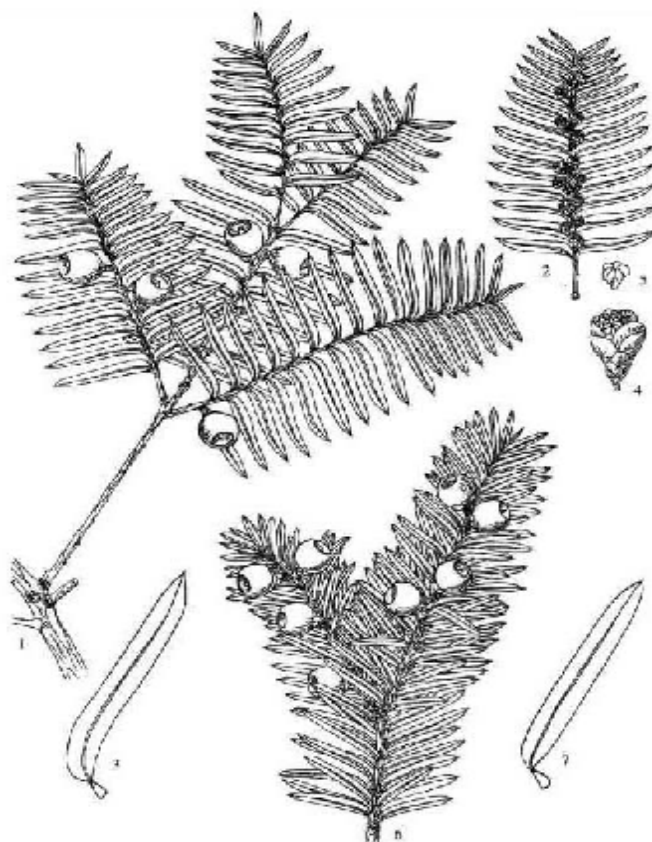


图 3. 1- 5. *Taxus wallichiana* Zuccarini var. *chinensis* (Pilger) Florin, 红豆杉 (*T. chinensis* (Pilger) Rehder) . —1. Seed-bearing branchlet and seeds. —2. Cone-bearing branchlet and pollen cones. —3. Leaf. —4. Pollen cone. —5. Microsporophyll. 6,7. *T. cuspidata* Siebold & Zuccarini, 东北红豆杉. —6. Seed-bearing branchlet and seeds. —7. Leaf. (FOC 4:101)

地理分布: 分布于甘肃南部、陕西南部、四川、云南东部、贵州西部及东南部、湖北西部、浙江、安徽南部 (黄山)、福建、湖南东北部和广西北部。通常见于竹林中, 常常位于溪流旁边。海拔 100—2500 (-2700) 米。越南北部也有分布。模式标本采自四川巫山。

保护价值 心材桔红色, 边缘淡黄褐色, 纹理直, 结构细, 比重 0.55—0.76, 坚实耐用, 干后开裂。可供建筑、车辆、家具、器具及文具等用材。

保护措施: 对天然居群及其自然植被加强保护, 严禁砍伐; 加强人工繁殖研究。

栽培要点: 种子繁殖。纯净种子用湿沙贮藏 (两冬一夏), 采收后的第三年 3—5 月份播种。

2c. 南方红豆杉 美丽红豆杉, 杉公子, 赤椎, 榧子木, 海罗松, 红豆水杉 封三图 7

Taxus wallichiana var. *mairei* (Lemée et Lévl.) L.K. Fu et N. Li, Novon. 7: 263 (1997)

T. mairei Lemée & H. Leveillé, Monde Pl. 2(16): 20. 1914; *T. chinensis* (Pilger) Rehder var. *mairei*

(Lemée & H. Leveillé) W. C. Cheng & L. K. Fu; *T. mairei* (Lemée & H. Leveillé) S. Y. Hu ex T. S. Liu; *T. speciosa* Florin.

濒危等级: IUCN RL 2004: 数据缺乏 DD ver 2.3 (1994); China Species Red List: 易危 VU A2c ver 3.1 (2001)

鉴别特征：叶线形，常常先端镰刀形，2—3.5 厘米长，2.5—4 毫米宽，质地厚，中脉颜色与气孔带不同，没有乳头状突起，或乳头状突起散生在中脉上或在气孔带附近成 1 至数侧生行，边缘反卷。

地理分布：产于安徽南部、浙江、福建、台湾、江西、广东北部、广西北部、湖南、湖北西部、河南西部、陕西南部、甘肃南部、四川、云南东部及贵州。见于针叶林和混交林中，灌丛、森林被毁的裸岩地以及开阔山坡等；海拔 100—3500 米。老挝、缅甸、越南亦产。模式标本采自云南东川。

生态和生物学特性：分布区年降雨量 900—1600 毫米，年均相对湿度 75% 以上。最适宜生长气温在 12—17℃ 左右。生于针叶林、针阔叶混交林、亚热带中低山常绿阔叶林、灌丛、采伐裸岩地和开阔坡地，常在背风向阳处，与山毛榉、甜槠、栲类等阔叶树混生，局部地区可形成优势种、建群种，幼苗在受干扰的次生常绿阔叶林中或在轻度择伐条件下生长较好。性喜潮湿温暖，低温对其生长不利，可耐 -12℃ 低温和 36℃ 高温。土壤以微酸性土生长最好。垂直分布一般较红豆杉低 (var. *chinensis*)，在多数省区常生于海拔 1000—1200 米以下的地方，在四川和云南分布上限可达 3000 米。种子 12 月份成熟。

濒危状况：种群数量下降的原因是砍伐严重。大多零星地分布于保护较好的山地常绿阔叶林中，在自然条件下生长缓慢，种子繁殖困难，存在生殖障碍。

保护价值 木材的性质与用途和红豆杉相同。是第三纪孑遗植物，具有重要的科研和实用价值。

保护措施 对天然居群加强保护，严禁砍伐，保护分布地的自然植被；通过人工繁育和组织培养快繁技术，营造人工混交林。

栽培要点：种子繁殖和扦插繁殖均可。自然状态下种子需经 2—3 年萌发，萌发率低，在产地人工条件下进行沙藏、沙袋拌种或低温处理可在第 2 年萌发。变温处理可普遍提高萌发率，以在暖温层积中 36 周再在低温层积中 12 周效果最好，并以湿沙冷藏效果最佳。扦插时期以 10—11 月进行最适宜，并以成熟粗壮的一年枝较好，成活率、出根率、成苗率均最高。组培快繁技术已经成功。

3. 东北红豆杉 紫杉，赤柏松、米树，宽叶紫杉 图 3: 6, 7; 封三图 5

Taxus cuspidata Siebold & Zuccarini, Abh. Math.-Phys. Cl. Königl. Bayer. Akad. Wiss. 4 (3) : 232. 1846.

濒危等级：IUCN RL 2004: 未列入；China Species Red List: 易危 VU A1cd ver 3.1 (2001)

形态特征 乔木，高达 20 米，胸径达 1—1.5 米；树皮红褐色，有浅裂纹；枝条平展或呈“V”字形斜上直立，密生；一年生枝绿色，秋后呈淡红褐色，二、三年生枝呈红褐色或黄褐色；冬芽淡黄褐色，芽鳞多层重叠，宿存于小枝基部，先端渐尖，背面纵脊。叶排成不规则的二列，斜上伸展，约成 75—95° 角，近无柄；叶片条形，微弯镰状，长 1—2.5 厘米，宽 2.5—3 毫米，表面深绿色，有光泽，下面有两行气孔带，灰绿色，干后呈淡褐色，中脉带上无角质乳头状突起，气孔带宽 0.6—0.7 毫米，较绿色边带宽二倍，绿色边带宽约 0.2 毫米，基部楔形，偏斜，边缘外卷，先端通常具短尖，短尖长 0.1—0.3 毫米。雄球花卵圆形或近圆形，宽 3.5 毫米；梗长 0.5—1 毫米；雄蕊 9—14 枚，各具 5—8 个花药。假种皮成熟后浅紫红色，有光泽。种子紫红色，有光泽，卵圆形或三角状卵圆形，长约 6 毫米，宽约 4 毫米，上部具钝脊 3—4 条或更多，顶端有小钝尖头，种脐通常三角形或四方形，稀矩圆形。5 月上旬新芽展叶，5 月下旬老叶脱落，花期 5—6 月，种子 9—10 月成熟。

地理分布：主产于辽宁（本溪、宽甸）、吉林（长白、抚松、安图）、黑龙江（穆稜）、陕西南部等地气候寒冷的酸性土地带，常散生于林中。因破坏严重，分布地大为收缩，现主要见于长白山自然保护区内。山东、江苏、江西等省有栽培。南北朝鲜、俄罗斯（阿穆尔边疆，萨哈林岛）、日本（本州、九州岛、北海道、四国岛）等也有分布。

生态和生物学特性：分布区年降雨量在 440—1000 毫米，年平均温度在 -2—7℃ 左右，≥10℃ 年积温为 1736.7℃。无霜期 110 天左右。生长最适温度 20—25℃，-30℃ 以下的低温可以正常越冬。散生、喜庇荫和冷湿的生境。大多生长在林分郁闭度较大的森林中，在阴暗的林下缺乏种子传播的有效动力，种子萌发在庇荫和全光下的差异高达 60%，生长缓慢，一般在 40—60 年后开始结实，结

实量很低，且年份之间和个体之间的结实量差异很大。天然种群的分布对海拔、坡向、坡位和坡度等生态因子具有选择性：700—800 米是种群的最适海拔范围；分布在阴坡的天然种群数量明显高于阳坡；山地的中部和上部更适合其生长；分布坡度大多在 15° 以下，随着坡度的增加，天然种群的数量明显减少。东北红豆杉是温带阔叶红松林的亚乔木树种和伴生种类，分布区植被是以红松为主的温带针阔混交林。群落中主要树种有红皮云杉 (*Picea koraiensis*)、臭冷杉 (*Abies nephrolepis*)、紫椴 (*Tilia amurensis*)、水曲柳 (*Fraxinus mandschurica*)、白桦 (*Betula platyphylla*)、枫桦 (*B. costata*)、山杨 (*Populus davidiana*) 和蒙古栎 (*Quercus mongolica*) 等。

保护价值：材质极优。边材窄，黄白色，心材淡褐红色，坚硬、致密，具弹性，有光泽及香气，少反挠，少干裂，比重 0.51。可供建筑、家具、器具、文具、雕刻、箱板等用材；心材可提取红色染料；种子可榨油；木材、枝叶、树根、树皮能提取紫杉醇，但与同属其它种相比，紫杉醇含量偏低，树皮中的紫杉醇含量相对较高，约 0.0171%。可治糖尿病，也是治疗癌症和恶性肿瘤的有效成分。叶子有毒，种子的假种皮味甜可食。民间用其叶治疗疥癣，种子治疗食积和驱除蛔虫。可作东北及华北地区的庭园树及造林树种。

保护措施：因为天然资源十分有限，严禁盗采盗伐；对天然种群分布相对集中的区域进行重点封育管理，对母树集中区域进行适当的林下植被清理，增加天然下种的机会；继续加强组培快繁和栽培试验，扩大人工种植。

栽培要点：用种子繁殖和扦插繁殖。种子需经两冬一夏方能发芽，4 月中下旬播种，3 年可倒栽。选二年生枝条于 4 月末至 5 月初进行，用促根素处理，次年春即可倒栽。

这里只描述了分布于中国的东北红豆杉原变种，另一变种矮紫杉分布于日本。

The distribution, Taxonomy and biological characteristic of the genus *Taxus* (Gymnosperm-Taxaceae) in China

Qin Haining

Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences

Taxus Linnaeus, Sp. Pl. 2: 1040. 1753.

(Pinyin: Hong Dou Shan Shu)

Trees or shrubs evergreen; branchlets irregularly alternate, basally part with a few persistent or early deciduous bud scales; winter bud scales overlapping with prominent or indistinct longitudinal adaxial ridges. Leaves 2, in a terminal whorl, sessile or shortly petiolate in *Taxus cuspidate*, linear, straight or falcate, decurrent, adaxial surface with raised midvein, abaxial surface with 2 pale gray, grayish blue, or pale yellow stomatal bands, resin canal absent. Reproductive structures axillary, solitary, dioecious. Pollen cones pedicellate, globose, with overlapping bracts at base; microsporophylls 6-14, shield-shaped, each with 4-9 radially arranged pollen sacs. Seed-bearing structures subsessile, with several overlapping bracts, 2 or 3 distal pairs of which are decussate. Aril red or orange when ripe, succulent. Seed nutlike, ripening in 1st year, enclosed within copular aril but with apex exposed; hilum prominent. Cotyledons 2. Germination epigeal. $2n=24$.

About nine species; mainly N hemisphere; three species and two subspecies in China (Fig.1). In this genus, the sapwood is distinct from heartwood without resin duct and resin cells. The wood is compact and uniform with high rigidity, antiseptis and toughness in structure and can be used to make refined timbers, oars, vaulting structures, lathe turning, carving, and as musical instruments. The seeds are used to extract oil. The plant is evergreen and of ornamental value with a beautiful shape, bottle green leaves and red, fleshy aril. Because taxol extracted from the trees is used to treat cancers and malignancies, the genus has been a 'hotspot' of study and development throughout scientific and pharmaceuticals world in recent years.

The plant grows mainly in shady areas. It is scantily distributed and often grows slowly in mixed forests. Its distribution in the wild has decreased recently due to over-harvesting.

To conserve the species, the following measurements must be implemented: set up protect areas within the central distribution of the species; construct ex-situ conservation areas and gene pools; strengthen studies on propagation and afforestation; develop industrial plantations to supply the wood market and to protect natural populations.

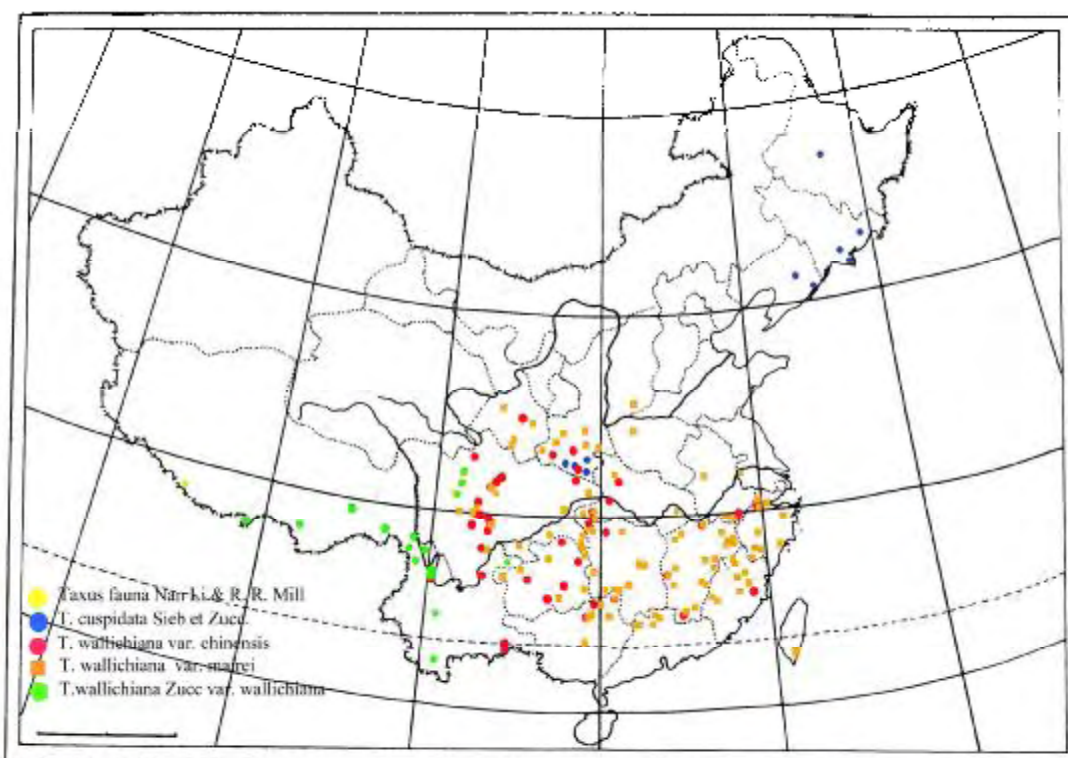


Fig.1. Distribution of *Taxus* in China

*** There are three species and two subspecies have been identified in the book of the classification of the genus of *Taxus* in the English version of “Flora of China“ which published in 2004. They are:

1. *Taxus fuana* Nan Li & R.R.Mill
2. *T. wallichiana* Zucc.
3. *T.cuspidata* Sieb. et Zucc.

T.yunnanensis in the Chinese version of “Flora of China”(1978) has been identified as same species as synonym of *T. wallichiana* Zucc, *T. chinensis* has been identified as the variety in the English version of “Flora of China“. Here the classification of the genus of *Taxus* in the English version of “Flora of China“ was adopted.

Key to species

1a. Leafy branchlets ± flat in living state; leaves linear to lanceolate, gradually tapered distally, usually falcate, apex gradually acuminate or abruptly tapered and indistinctly mucronate; winter bud scales early deciduous or some persistent at base of branchlets.....2. *T. wallichiana*

1b. Leafy branchlet “V”-shaped in cross section in living state; leaves linear, almost equally wide throughout length, straight or slightly falcate, apex shortly mucronate to cuspidate; winter bud scales persistent at base of branchlets.

2a. Leaves usually straight, midvein densely and evenly papillate abaxially, base usually symmetric; seed columnar-oblong, ± equally wide throughout length, obtusely ridged on 2 side distally; hilum elliptic1. *T. fuana*

2b. Leaves slightly falcate, midvein not papillate abaxially, base ± asymmetric; seed ovoid or trigonous-ovoid, distal part with 3 or 4 or more obtuse ridges; hilum usually triangular or quadrangular3. *T. cuspidate*

Taxus fauna Nan Li & R. R. Mill, Novon 7: 263. 1997.

Fig.2: 1-3

Pinyin: mi ye hong dou shan

THREATENED CATEGORY IUCN RL 2004: VU D2 ver 2.3(1994); China Species Red List: CR Blab(ii) ver 3.1(2001).

DESCRIPTION Trees or large shrubs up to 12 m tall; trunk up to 3.5 m d.b.h.; winter buds ovoid, scales persistent at base of branchlets, ridged abaxially, abruptly acute at apex. Leafy branchlets “V”-shaped in cross section in living state, 3-6 × 3.5-6 cm in outline. Leaves borne at 60-90° to branchlet axis; petiole 1-1.5 mm; blade bright green adaxially, linear, almost equally wide throughout length, usually straight, 1.2-3(-3.5) cm × 1.5-2.5 mm, ± thick, midvein and stomatal bands both densely and evenly papillate abaxially, midvein ca. 0.2 mm wide abaxially, stomatal bands pale yellow, 0.6-0.7 mm wide, marginal bands 0.1-0.2 mm wide, base cuneate or shortly attenuate, usually symmetric, margin revolute (especially when dry), apex cuspidate, cusp 0.5-1 mm. Pollen cones ovoid, 6-8 mm; cone axis extended above apical bracts as a short stalk ca. 1mm; bracts 2-ranked, proximal ones imbricate, small, distal ones pale green and semitransparent, much larger; microsporophylls pinkish brown. Seed-bearing structures axillary, sessile. Aril red when ripe. Seed columnar-oblong, ± equally wide throughout length, slightly bilaterally flattened, ca. 6.5-7 × 4.5-5 mm, obtusely ridged on 2 sides distally, apex sharply mucronate; hilum elliptic. Pollination Apr, seed maturity Sep.-Nov.

DISTRIBUTION SW Xizang (Jilong Xian); 2500-3100(-3400) m (descending to 1800 m in other parts of range of species). [N India, Kashmir, Nepal, Pakistan].

ECOLOGY AND BIOLOGY CHARACTER Distribution area is in the plateau monsoon temperate semi-arid climate, with a mean annual temperature of 10°C, 900 mm of mean annual rainfall, and no less than 60% of mean annual humidity, plus 4-8 months without hoar-frost. The plant grows on slopes and bottoms of valleys where the soils are fertile, yellow brown. It grows in mixed forests and Pinus forests, usually in a shady and humid environment. Natural vegetations in the area of occurrence are sub-Alpine valley dark coniferous in humid areas of southern Xizang and sub-Alpine deciduous mixed forest. The main species of these forests are *Picea smithiana*—*Pinus griffithii*—*Taxus fauna* in 2500m; with *Rhododendron* sp. and *Tsuga dumosa* in lower layer trees; *Tsuga dumosa*—*Rhododendron* sp.—*Taxus fauna* in 2700m with *Rhus* sp., *Ilex* sp. and *Sorbus* sp. in lower layer trees; *Pinus griffithii*—*Taxus fauna* in 3100-3200m with *Sorbus* sp., *Salix* sp. and *Litsea* sp. in lower layer trees. As altitude increases and humidity drops, *Taxus fauna* tends to be shrub-like and its leaves turn yellow in the dry season.

PROTECTION VALUE An endemic species of the Himalayas. The species is of great significance in studying the systemic and distribution of the genus *Taxus*. Taxol can be extracted from yew barks, branchlets and leaves, which is widely used in the production of drugs for cancer treatment.

CONSERVATION MEASURE It is necessary to educate local residents about the significance of protecting this species and to encourage them to participate in biodiversity conservation. Natural Reserves and experimental conservation areas special for *Taxus* should be set up. In addition, management on seedlings in the wild should be strengthened as well as relevant studies on breeding, sprouting and afforestation should be implemented.

CULTIVATION It is difficult to propagate by seeds, but more easily by cuttage and by transplanting seedlings from roots.

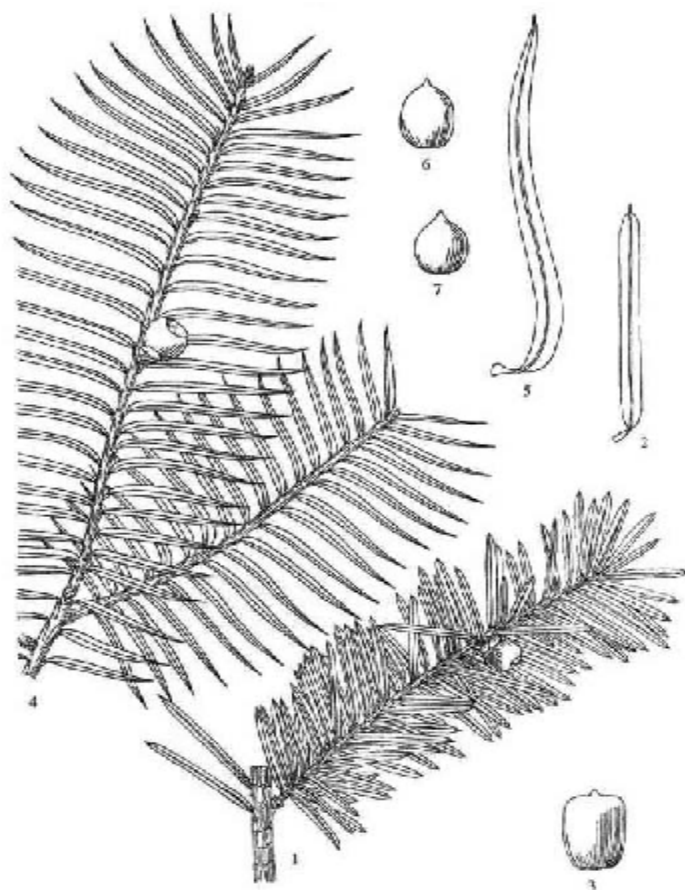


Fig.2. 1-3. *Taxus fauna* Nan Li & R.R.Mill—1.Seed-bearing branchlet and seed. —2.Leaf. —3.Seed without aril. 4-7.*T. wallichiana* Zuccarini var. *wallichiana* (*T. yunnanensis* Cheng & L.K.Fu). —4.seed-bearing branchlet and seed. —5.Leaf. —6,7.Seed without aril(FOC vol.4:100)

1. *Taxus wallichiana* Zuccarini, Abh. Math.-Phys. Cl. Königl. Bayer. Akad. Wiss. 3: 803. 1843.

Pinyin: xu mi hong dou shan

Trees or shrubs up to 30 m tall; trunk up to 1.3 m d.b.h.; bark variably colored, grayish brownish, reddish, or purplish, peeling off in strips cracking and falling off as thin scales; winter bud scales early deciduous or some persistent at base of branchlets, triangular-ovate, with or without longitudinal ridges abaxially. Leafy branchlets \pm flat in living state, 3-9 \times 1.5-6 cm in outline. Leaves borne at (50-) 60-90° to branchlet axis, subsessile or with petiole to 1 mm; blade dark green and glossy adaxially, paler abaxially, linear to lanceolate, gradually tapered distally, usually falcate, (0.9-) 1.5-3.5 (-4.7) cm \times (1.5-) 2-4 (-5) mm, midvein slightly elevated adaxially, 0.1-0.2 mm wide, densely and evenly papillate abaxially, or with papillae scattered on midvein or in one or more lateral rows adjacent to stomatal band, or midvein not papillate, stomatal bands pale yellowish, 0.6-0.9mm wide, densely and evenly papillate, marginal bands 0.1-0.4mm wide, base cuneate or attenuate, asymmetric, margin flat to revolute, apex gradually acuminate or abruptly tapered and indistinctly mucronate, mucro 0.1-0.5 mm. Pollen cones scattered along 2 nd year branchlet axis, \pm sessile or shortly pedunculate (peduncle ca.0.5mm), pale yellowish, ovoid, 5-6 \times ca.3mm; bracts usually 6, broadly ovate, pale green; microsporophylls 8-14, each with (4or) 5or 6(-8) pollen sacs. Seed-bearing structures borne toward distal end of branchlet axis. Aril red or orange when ripe, often \pm translucent. Seed ovoid or obovoid, occasionally columnar-oblong, sometimes slightly flattened, 5-8 \times 3.5-5mm, usually with obtuse ridges

(sometimes trigonous and 3-ridged); apex with small mucro; hilum elliptic to suborbicular or rounded-trigonous. Pollination Sep-Apr, seed maturity Aug-Dec.

Broad-leaved, coniferous, and mixed forests, thickets, deforested rocks, open slopes; 100-3500 m. S Anhui, Fujian, S Gansu, N Guangdong, N Guangxi, Guizhou, W Henan, W Hubei, Hunan, Jiangxi, Shaanxi, Sichuan, Taiwan, SE Xizang, Yunnan, Zhejiang [Bhutan, Laos, Myanmar, Sikkim, Vietnam].

This species can be used for afforestation in the original place. The wood can be used for buildings, agricultural implements, furniture and stationery. Taxol extracted from these plants is used to treat cancers.

Key to varieties

- 1a. Leaves linear to lanceolate, thin and soft 2a. var. *wallichiana*
1b. Leaves linear, thick and textured.
2a. Leaves straight to distally falcate, usually 1.5-2.2cm×ca. 3 mm, midvein of same color as stomatal band, densely and evenly papillate, margin flat in living state 2b. var. *chinensis*
2b. Leaves usually falcate, 2-3.5cm×2.5-4 mm, midvein of different color to stomatal band, not papillate, or with papillae scattered on midvein or in 1-several lateral rows adjacent to stomatal band, margin revolute 2c. var. *mairei*

2a. *Taxus wallichiana* var. *wallichiana*

Fig.2:4-7

Pinyin: xu mi hong dou shan (original variety)

T. baccata Linnaeus subsp. *wallichiana* (Zuccarini) Pilger; *T. wallichiana* var. *yunnanensis* (W. C. Cheng & L. K. Fu) C. T. Kuan; *T. yunnanensis* W. C. Cheng & L. K. Fu.

THREATENED CATEGORY IUCN RL 2004: not listed; China Species Red List: VU Alc ver 3.1(2001)

DESCRIPTION Leaves linear to lanceolate, thin and soft.

DISTRIBUTION This species scatters mainly in broad-leaved and mixed forests, especially in the bamboo grove and close beside the stream. In China, it is distributed in the mountains of SW Sichuan, SE Xizang and W Yunnan at elevations of 2000-3500 m. Bhutan, N India, N Myanmar, Sikkim and S Vietnam also have its range.

ECOLOGY AND BIOLOGY CHARACTER The climate in distribution areas is with warm summer and snow-covered winter. The mean annual temperature is 6-12°C, with the maximum of 16-18°C and the minimum of 0°C. The mean annual rainfall varies from 800 to 1600mm with annual relative humidity of 50-70%. This species is hardy and shady. Enough high temperature is needed during the growth period. It scatters in broad-leaved, needle-leaved and mixed forests, shrubs, deforested lands and open slopes along the stream. Its crown is located in the middle layer of the cover profile. It is mainly mixed with coniferous and *Rhododendron* sp., seldom with Alpine Pines and *Fargesia* sp.. Dominant species of these communities include *Pinus griffithii*, *P. roxburghii*, *Tsuga dumosa*, *Quercus semicarpifolia*, *Picea asperata*, *Pinus armandi*, *Abies* sp. and *Betula* sp..

PROTECTION VALUE The heartwood structure is compact and uniform with high rigidity and toughness, which is distinct from sapwood. It can be used for buildings, bridges and furniture etc. Taxol extracted from these plants can be used to treat cancers, which is worth of industrial development. This species is also used for afforestation in its original place.

CONSERVATION MEASURE It is greatly important to conserve the wild population and vegetation types. Seedling nursery should be set up in or out of its original place so as to increase *taxus* resources. Further, shoots can be used for cuttage propagation to enlarge the population size.

CULTIVATION The species is hard to be propagated by seed because it scatters in its habitat and the seeds are deep dormant. Cuttage propagation is a common method. The time for cutting is during Sept.- Dec. and Feb.- Apr.. And the rooting fastigium is at the period of 70-90 days after cutting with appropriate temperature and humidity. It is better to propagate shoots in greenhouse.

2b. *Taxus wallichiana* var. *chinensis* (Pilger) Florin, Acta Hort. Berg. 14(8): 355. 1948.

Fig.3:1-5; Fig.4、 6

Pinyin: hong dou shan

T. baccata subsp. *cuspidate* (Siebold & Zuccarini) Pilger var. *chinensis* Pilger in Engler, Pflanzenr. IV. 5 (Heft 18): 112. 1903; *T. baccata* var. *sinensis* A. Henry; *T. chinensis* (Pilger) Rehder; *T. cuspidate* Siebold & Zuccarini var. *chinensis* (Pilger) C. K. Schneider.

THREATENED CATEGORY IUCN RL 2004: not listed; China Species Red List: VU Alc ver 3.1(2001)

DESCRIPTION Leaves linear, straight to distally falcate, usually 1.5-2.2cm × ca. 3mm, thick textured, midvein of same color as stomatal band, densely and evenly papillate, margin flat in living state.

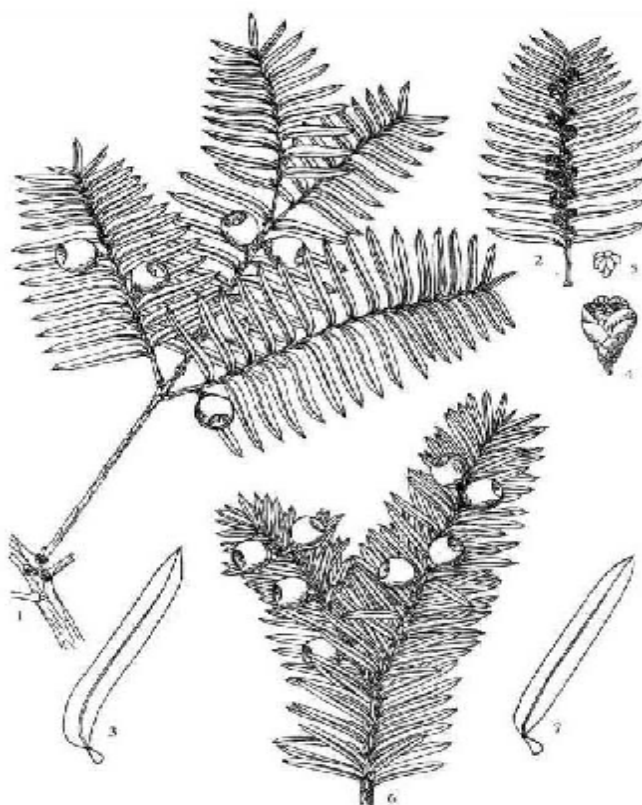


Fig.3.1-5.*Taxus wallichiana* Zuccarini var. *chinensis* (Pilger) Florin (*T. chinensis* (Pilger) Rehder). —1.Seed-bearing branchlet and seeds. —2.Cone-bearing branchlet and pollen cones. —3.Leaf. —4.Pollen cone. —5.Microsporophyll. 6,7.*T.cuspidata* Siebold & Zuccarini —6.Seed-bearing branchlet and seeds. —7.Leaf.(FOC 4:101)

DISTRIBUTION This species often scatters in the bamboo grove, which is close beside the stream. In China, it is distributed in S Anhui (Huang Shan), Fujian, S Gansu, N Guangxi, SE and W Guizhou,

W Hubei, NE Hunan, S Shaanxi, Sichuan, E Yunnan and Zhejiang at elevations of 1100-2500(-2700) m. N Vietnam also has its range. It has been cultivated in Jiangxi (Lu Shan). The Type specimen was collected in Wushan of Sichuan.

PROTECTION VALUE The heartwood is red orange with fawn margins. The wood is 0.55-0.76 in density, durable and has a compact structure, straight texture, but craze when dried. It can be used for buildings, vehicles, furniture and stationary.

CONSERVATION MEASURE Natural populations and vegetations must be conserved well. In addition, artificial propagation should be strengthened.

CULTIVATION This species is propagated by seeds. Stratify seeds stored in moist sand are sown from Mar. to May at the third year after harvest for two winters and one summer.

2c. *Taxus wallichiana* var. *mairei* (Lemée & H. Léveillé) L. K. Fu & Nan Li, Novon 7: 263. 1997.
Fig.7

Pinyin: nan fang hong dou shan

T. mairei Lemée & H. Leveillé, Monde Pl. 2(16): 20. 1914; *T. chinensis* (Pilger) Rehder var. *mairei* (Lemée & H. Leveillé) W. C. Cheng & L. K. Fu; *T. mairei* (Lemée & H. Leveillé) S. Y. Hu ex T. S. Liu; *T. speciosa* Florin.

THREATENED CATEGORY IUCN RL 2004: DD ver 2.3(1994); China Species Red List:VU A2c ver 3.1(2001)

DISCRIPTION Leaves linear, usually falcate, 2-3.5 cm × 2.5-4 mm, thick, midvein of different color to stomatal band, not papillate, or with papillae scattered on midvein or in one or more lateral rows adjacent to stomatal band, margin revolute.

DISTRIBUTION It scatters in coniferous and mixed forests, shrubs, deforested rocks and open slopes. The elevation of distribution of this species is lower than *Taxus wallichiana* var. *chinensis*, mainly below 1000-1200m and up to 3000m in Sichuan and Yunnan.

The elevation of its distribution is lower than 1200m in East China while up to 3000m in Sichuan and Yunnan, which is lower than that of var. *chinensis*. It is distributed in S Anhui, Fujian, S Gansu, N Guangdong, N Guangxi, Guizhou, W Henan, W Hubei, Hunan, Jiangxi, S Shaanxi, Sichuan, Taiwan, E Yunnan and Zhejiang. Laos, Myanmar and Vietnam also have its range. The type specimen is collected in Dongchuan of Yunnan.

ECOLOTY AND BIOLOTY CHARACTER In the distribution area, the mean annual rainfall is 900-1600mm, mean annual relative humidity is over 75%, and the optimum growth temperature is 12-17°C. The plants scatters in coniferous forest, mixed forest, subtropical sub-Alps and hilly evergreen broad-leaved forest, shrubs, deforested rocks, and open slopes. It often mixes with Fagaceae species and becomes dominant population in some places. The seedlings can grow well in disturbed secondary evergreen broad-leaved forest. It prefers warm and humid environment and slightly acid soils. The low and high ultimate temperatures for its growth are -12°C and 36°C respectively. Fruits mature in December.

THREATENED STATUS The wild population decrease is predominantly due to over-harvest. It scatters in protected montane evergreen broad-leaved forests, which grows slowly in a natural condition. The seeds are difficult to reproduce because of propagation barrier.

PROTECTION VALUE The economic value of this species is similar to that of *Taxus willachiana* var. *chinensis*. It is endowed with important scientific and applied values as a relict plant of The Tertiary.

CONSERVATION MEASURE Conservation of natural populations and its vegetations; develop artificial *Taxus* forest by artificial propagating and by tissue culture..

CULTIVATION The cultivation method includes both seed and cuttage propagation. The seed germinate rate is very low in a nature condition, and two or three years will be needed. However, it can be germinated in the second year under artificial conditions with stored by sand and a low temperature. Temperature variation is helpful to raise seed germinate rate. The best method is to keep the seeds in a warm layer for 36 weeks, then transfer to a cold layer for 12 weeks, which are stored in wet sands. One-year branches should be chosen for cuttage propagation. The optimum cutting time is Oct.-Nov..Tissue culture has been succeeded in this species.

3. *Taxus cuspidata* Siebold & Zuccarini, Abh. Math.-Phys. Cl. Königl. Bayer. Akad. Pinyin: Wiss. 4(3):232.1846. Fig.3:6,7; Fig. 5

T. baccata Linnaeus subsp. *cuspidate* (Siebold & Zuccarini) Pilger; *T. baccata* subsp. *cuspidate* var. *latifolia* Pilger; *T. baccata* var. *microcarpa* Trautvetter; *T. caespitosa* Nakai; *T. cuspidate* var. *latifolia* (Pilger) Nakai; *T. cuspidate* var. *microcarpa* (Trautvetter) Kolesnikov.

THREATENED CATEGORY IUCN RL 2004: not listed; China Species Red List: VU A1cd ver 3.1(2001)

DISCRIPTION Trees up to 20m tall; trunk to 1-1.5m d.b.h.; bark reddish brown, with shallow fissures; winter bud scales persistent at base of branchlets, overlapping, ridged dorsally tapered apically. Leafy branchlets “V”-shaped in cross section in living state. Leaves borne at 75-95° to branchlet axis, subsessile; blade dark green and glossy adaxially, linear, almost equally wide throughout length, slightly falcate, 1-2.5(-4) cm × 2.5-3mm, midvein not papillate abaxially, stomatal bands tawny yellow, 0.6-0.7 mm wide, at least 2 × as wide as marginal bands, marginal bands ca.0.2 mm wide, base cuneate, ± asymmetric, margin revolute, apex usually shortly mucronate, mucro 0.1-0.3mm. Pollen cones ovoid or subglobose, ca. 3.5 mm; peduncle 0.5-1 mm; microsporophylls 9-14, each with 5-8 pollen sacs. Aril purplish red when ripe, lustrous. Seed ovoid or trigonous-ovoid, ca. 6 × 4-4.5mm, distally with 3 or 4 or more obtuse ridges, apex with small, obtuse mucro; hilum usually triangular or quadrangular. Sprout in early May; old leaves fall in later May; flowers in May to June; seeds mature in September and October..

DISTRIBUTION This species prefers acid soils in cold, humid environment at elevations of 500-1000m. It is distributed in Heilongjiang (Muling), E Jilin (Changbai, Husong, Antu), Liaoning (Benxi, Kuandian) and S Shaanxi. The great decrease of distribution area is prominently due to over-harvest. At present, it mainly occurs in Changbaishan Nature Reserve. There have been some cultivated trees in Shangdong, Jiangsu and Jiangxi. Japan, Korea, E Russia (Kurile Islands, Primorye, Sakhalin) also have its range.

ECOLOGY AND BIOLOGY CHARACTER In Distribution area, the mean annual rainfall is 440-1100mm, the mean annual temperature is -2°C to 7°C, and the annual accumulated temperature of ≥10°C is 1736.7°C with 110 frost-free days. The optimum growth temperature is 20-25°C, but the plant can survive at lower than -30°C in winter. It prefers shady and humid habitats, especially closed canopy forests. Because the seeds are hard to spread in the dark forest, the seed germination rate is

much lower than that in the sunshine. The plant will mature and bloom in at least 40-60 years, with a low seed-setting rate. Ecological elements of an optimum habitat for natural populations include elevations of 700-800m, northern slopes of middle or upper part of mountains and the slope gradient is below 15°. *Taxus cuspidata* is one of the companion species scattering in temperate mixed forests dominated by *Pinus koraiensis*, with another species such as *Picea koraiensis*, *Abies nephrolepis*, *Tilia amurensis*, *Fraxinus mandschurica*, *Betula platyphylla*, *B. costata*, *Populus davidiana*, and *Quercus mongolica*.

PROTECTION VALUE The sapwood is thin and yellowish while the heartwood is brownish red, high rigidity, compact, feasible, glossy and dulcet, seldom warped and crack when dried, and the density is 0.51. The wood can be used for buildings, furniture, instruments, stationary, carving and panels. Some kind of red dye can be extracted from heartwood and oil can be produced from seeds. Like other species in the genus, taxol extracted from the wood, bark, branchlets, leaves, and roots can be used to treat cancers. However, the percentage (0.0171%) of taxol in this species is lower than that of others. The leaves are poisonous, while the aril is sweet and edible. In folk herb, the leaves are used to treat acariasis and the seeds are used to treat indigestion and ascarid. The species is a common garden plant and is used for reforestation in NE and N China.

CONSERVATION MEASURE The illegal logging must be prohibited due to the limited natural resource. Protection and management should be strengthened in main areas of wild populations. It is necessary to clean understory in order to raise the propagation rate of wild populations. Studies on propagation, cultivation, and afforestation should be strengthened to promote industrial plantation.

CULTIVATION Its cultivation could be done by both seed and cuttage propagation. Seeds sow in April, germinate in the second spring, and transplant in the third years. Biennial branchlets are treated with growth hormone in late April and early May and are planted in the second spring.

Only *Taxus cuspidata* var. *cuspidata* occurs in China. The other variety, *Taxus cuspidata* var. *nana* Rehder occurs in Japan. (Photo 4, 5, 6, 7 see the cover 3)

参考文献

- 柏广新, 吴榜华. 2002. 中国东北红豆杉研究. 北京: 中国林业出版社.
- 包怡红, 王振宇. 2003. 紫杉醇的研究概况及发展趋势. 中国林副特产, (2): 5-7.
- 蔡小虎等. 2004. 四川省红豆杉种群结构和动态的初步研究. 四川林业科技, 25 (2): 21-25.
- 曹虎. 2005. 美科学家发现产紫杉醇的真菌. 生命科学研究快报.
- 陈辉, 刘玉宝, 陈福甫. 1999. 南方红豆杉扦插基质配方优化的研究. 福建林学院学报, 19 (4): 292-295.
- 陈未名. 1990. 红豆杉属 *Taxus* 植物的化学成分和生理活性. 药学学报, 25 (3): 227-240.
- 陈未名, 张佩玲, 吴斌等. 1991. 云南红豆杉抗肿瘤活性成分研究. 药学学报, 26 (10): 747-754
- 陈毅坚, 张灼, 王艳等. 2003. 云南红豆杉 (*Taxus Yunnanensis*) 内生真菌中产紫杉醇真菌的筛选. 生物技术, 13 (2): 10-11.
- 陈章义. 2001. 全球八大制药公司 2000 年业绩汇总. 医药经济报, 2001 年 4 月 30 日.
- 陈正峰等. 2002. 我国红豆杉资源及可持续利用对策. 世界科学技术—中药现代化, 4 (1): 40-46.
- 董福美, 邵金平, 汪福斌等. 1998. 云南红豆杉扦插苗质量与主要形状相关性的研究. 云南林业科技, (2): 18-23.
- 段黎萍. 2004. 红豆杉资源利用现状与保护策. (<http://active.chinainfo.gov.cn/chinawildlife>)
- 范俊安, 汤国华, 舒光明等. 1996. 论红豆杉植物资源的保护和再生. 中国中药杂志, 21 (7): 389-391.
- 方启程. 1996. 抗肿瘤新药紫杉醇及其注射液的研究与开始. 中国医学科学院学报, 18 (4): 251.
- 方小平, 徐联英, 杨成华等. 1997. 几种因素组合对红豆杉扦插存活的影响. 贵州林业科技, 25 (3): 59-61.
- 傅立国, 陈潭清, 郎楷永等. 2000. 中国高等植物第三卷. 山东: 青岛出版社方唯硕. 1994. 紫杉醇的化学研究. 中国药学杂志, 29 (5): 259-263.
- 傅立国, 李楠, Robert, R. Mill. 1999. Taxaceae. In: Wu Z. Y. & Peter H. Raven (eds.), Flora of China. Science Press (Beijing) & Missouri Botanical Garden Press (St. Louis), 4: 89-96.
- 高尚士. 2000. 山榛子可成为紫杉醇的新来源. 中国中医药信息杂志, 7 (12): 82.
- 国家濒管办 2004, 国家进出口野生动植物种商品目录. 国家濒管办 2004 年第 3 号公告.
- 国家林业局、农业部令 1999 国家重点保护野生植物名录 (第一批) 1999 年 9 月 9 日发布.
- 国家信息中心, 2000, 海南轻骑海药股份有限公司 2000 年年度报告. 国家信息中心, 2000 年 4 月 25 日.
- 韩金玉, 王传贵, 那平等. 1996. 红豆杉细胞培养生产紫杉醇研究进展. 中草药, 27 (7): 433-437.
- 贺家仁, 李永诗, 付达荣等. 2005. 甘孜州红豆杉资源调查研究. 甘孜科技.
- 黄遵锡, 慕跃林, 周玉敏等. 1997. 发根农杆菌对短叶红豆杉的转化及毛状根中紫杉醇的产生. 云南植物研究, 19 (3): 292-296.
- 经济日报 1998 美国医药市场扫描, 经济日报, 1999 年 8 月 12 日.
- 经济日报 1997 北京市科研院销售收入近 8 亿. 经济日报. 1997 年 2 月 1 日.
- 科技日报 2003. 2002 年度中国第四批中小企业创新基金项目公告. 科技日报, 2003 年 1 月 9 日.
- 匡燕. 2004. 紫杉醇的研究进展. 西南军医, 6 (2): 35-37.
- 李东. 1998. 云南省红豆杉资源研究. 昆明: 云南省林业调查规划院 (内部资料).
- 李宏, 黄丽春, 云南红. 1997. 豆杉扦插繁殖初报. 西南林学院学报, 17 (3): 17-20.
- 李莲芳, 王达明, 杨军等. 1999. 云南红豆杉山地大批量扦插育苗技术研究. 西南林学院学报, 19 (4): 201-207.

- 梁敬钰, 闵知大, 水野端夫等. 1998. 美丽红豆杉二萜的研究 I: 美丽红豆杉素 A, B 和 C 的结构测定. 化学学报, 46 (1): 21—25.
- 刘本叶, 叶和春. 1999. 利用生物技术生产紫杉醇的研究进展. 生物学通报, 34 (7): 5—7.
- 刘本叶, 叶和春, 李国凤. 1995. 抗癌新药紫杉醇的研究概况. 植物学通报, 12 (3): 8—14.
- 刘俊生. 2002 年世界畅销药品销售预测. 医药经济报, 1999 年 6 月 7 日.
- 刘涤, 章国瑛, 王晓等. 1997. 红豆杉资源与紫杉醇生产概况. 植物资源与环境, 6 (1): 48—53.
- 刘涤, 章国英, 王晓等. 1997. 红豆杉资源与紫杉醇生产概况. 植物资源与环境, 6 (1): 49—50.
- 罗士德, 宁冰梅, 阮德春等. 1994. 红豆杉及其近缘植物中紫杉醇与同系物的高效色谱分析. 植物资源与环境, 3 (2): 31.
- 罗建勋, 孙启武, 黄晓江. 2003. 四川野生红豆杉资源的保护与可持续利用. 四川林业科技, 24 (1): 43—37.
- 马天有, 董兆麟. 1999. 从植物分离产紫杉醇的内生真菌的研究. 西北大学学报, 29 (1): 156—160.
- 梅兴国, 鲁明波. 1996. 紫杉醇的抗癌作用及治疗其它疾病的潜力. 国外医学药学分册, 23 (3): 136—140.
- 钱能斌. 1996. 四川红豆杉属植物资源及其保护与利用. 资源开发与市场, 12 (1): 3—6.
- 邱德有, 韩一凡. 1997. 红豆杉器官、组织、细胞培养和基因工程的研究进展. 天然产物研究与开发, 10 (1): 90—98.
- 邱德有, 黄美娟, 方晓华等. 1994. 一种云南红豆杉内生真菌的分离. 真菌学报, 13 (4): 314—316.
- 单英杰. 2001. 中国原料药及中间体开发状况. 中国化工报, 2001 年 6 月 7 日.
- 邵爱娟, 林淑芳, 张思巨等. 2001. 一种能产生紫杉醇类化合物内生真菌的分离. 中国医学科学院学报, 23 (6): 642—644.
- 盛束军, 郑俊波, 王志安等. 1998. 紫杉醇的资源探讨. 中国现代应用药学, 15 (1): 21—24.
- 史清文, 赵丁, 刘素云等. 1997. 天然药物紫杉醇的研究与开发综述. 天然产物研究与开发, 9 (3): 102—108.
- 宋劲忻, 袁鸿文, 陈自然. 1998. 云南省红豆杉资源利用与发展 (见: 云南省红豆杉资源研究). 昆明: 云南省林业调查规划院 (内部资料).
- 苏应娟, 王艇, 李雪雁等. 2001. 南方红豆杉不同部位紫杉醇含量的分析. 天然产物研究与开发, 13 (2): 19—33.
- 孙彬贤, 章国瑛, 刘涤等. 1999. 红豆杉细胞培养与紫杉醇生产. 植物生理学通讯, 35 (2): 135—140.
- 唐明健, 刘欣伟. 2001. 云南紫杉醇产业发展潜力巨大. 光明日报, 2001 年 12 月 3 日.
- 佟晓杰, 方唯硕, 周金云等. 1994. 东北红豆杉枝叶化学成分的研究. 药学学报, 29 (1): 55—60.
- 汪波. 悲喜红豆杉—濒临灭绝的珍贵植物. 北京: 人民日报版, 2001 年 10 月 17 日.
- 汪松, 解炎 (主编). 2004. 中国物种红色名录, 第一册, 红色名录. 北京: 高等教育出版社.
- 王达明, 李莲芳, 周云. 2004. 滇之云南红豆杉种植区划. 西部林业科学, 33 (4): 1—6.
- 王吉之, 白荣华, 王农等. 1998. 南方红豆杉温室扦插育苗试验研究. 中草药, 28 (11): 679—681.
- 王建锋, 吕华鹰等. 1999. 一株新的紫杉醇产生菌及其抗肿瘤活性. 厦门大学学报, 38 (4): 89—92.
- 王建锋, 吕华鹰, 苏文金. 2000. 植物内生真菌产紫杉醇的研究. 微生物学通报, 27 (1): 58—60.
- 王玲. 中科院武汉植物所两项专利获国家授权. 中国高新技术产业导报, 2002 年 7 月 23 日.
- 王卫斌, 张劲峰, 史鸿飞. 1998. 云南省红豆杉资源研究. 云南省林业调查规划设计院.
- 吴洁. 中国抗癌新药紫杉醇原料基地状况. 科技日报, 2002 年 12 月 25 日.
- 吴彦, 刘庆, 胡科等. 我国红豆杉资源现状和紫杉醇产业化对策. 长江流域资源与环境, 11 (6): 515—520.
- 吴彦, 许维宏等. 2002. 我国红豆杉资源现状和紫杉醇产业化对策. 长江流域资源与环境.

- 新华社 1993 我国成功提取出紫杉醇活性天然物. 新华社, 1993 年 9 月 6 日.
- 新华社 1997 西安一枝刘制药公司提取紫杉醇获突破. 新华社, 1997 年 9 月 23 日.
- 项伟, 张宏杰, 阮德春等. 1997. 云南红豆杉中紫杉醇和四种紫杉烷类化合物含量. 植物资源与环境, 6 (1): 56—57.
- 徐志辉, 高怀礼. 1996. 树中之宝—云南红豆杉规模化扦插繁殖成功. 生态经济, 3: 38.
- 阎家麒, 窦樱艳, 尹嘉庆等. 1996. 我国红豆杉植物资源考察及紫杉醇研究开发的现状. 中草药 (增刊), 27: 198—201.
- 杨彪. 2001. 云南省红豆杉资源与可持续利用对策. 四川林勘设计, 2: 17—19.
- 尹嘉庆, 王达明, 李莲芳. 1995. 云南省红豆杉资源及发展策略. 云南林业.
- 医药经济报 2004. 2002 年全球紫杉醇与半合成紫杉醇销售额合计达 23 亿美元. 医药经济报, 2004 年 2 月 2 日.
- 袁松范. 2003 年国际制药巨头巨资投入研发, 收益回报喜人. 中国医药报, 2004 年 3 月 2 日.
- 云南省林业调查规划设计院. 1998. 云南红豆杉资源研究 .
- 云南省林业厅 2005 云南省红豆杉产业发展规划 (2006—2020 年). 2005 年讨论稿 (内部资料) .
- 张炳政, 蒲莉. 2004. 紫杉醇承受之重. 中国海关 (4): 36.
- 张鸿, 杨明惠. 2000. 国产红豆杉各部位紫杉醇含量分析. 中草药, 31 (6): 434, 470.
- 张焕良, 曹长青, 贾世昌等. 1997. 东北红豆杉扦插试验. 吉林林业科技, (4): 17—19.
- 张建军. 2004. 珍稀药用植物——红豆杉. 医学医药.
- 张茂钦等. 1994. 云南红豆杉的发展与利用. 中国野生植物资源.
- 张沿军, 王林, 李锐等. 1992. 东北紫杉化学成分研究. 中国药学杂志, 27 (10): 634.
- 张忠勤, 杨金祥, 陈冲等. 1996. 秦巴山区红豆杉属植物资源及其利用. 陕西林业科技, 3: 37—39.
- 张佐玉, 张喜. 2000. 紫杉醇抗癌药物的开发和快速生产研究. 中药科技, 2 (8): 17—22.
- 张宗勤, 杨建英, 吴耀武. 1998. 红豆杉扦插繁殖试验研究. 林业科技开发, (6): 12—13.
- 张宗勤, 杨建英, 罗新谈. 1997. 产业化开发紫杉醇的前景. 资源开发与市场. 13 (1): 42—43.
- 赵晓东. 2002 年 12 月 30 日. 谁参与了屠杀红豆杉. 人民日报海外版.
- 郑德勇. 2003. 我国 3 种红豆杉各部位紫杉醇含量的比较. 福建林学院学报, 23 (2): 160—163.
- 证券时报 1998 海南海药实业股份有限公司 1997 年年度报告摘要 (二) 证券时报 1998 年 4 月 25 日.
- 证券时报 2002 海南轻骑海药股份有限公司 2001 年年度报告 (一) 证券时报 2002 年 4 月 19 日.
- 证券时报 2003 海南轻骑海药股份有限公司 2002 年年度报告 (一) 证券时报 2003 年 4 月 4 日.
- 郑万钧、傅立国、朱政德. 1978. 红豆杉科. 中国植物志第七卷, 北京: 科学出版社, 439—447.
- 郑万钧等. 1983. 中国树木志. 北京: 中国林业出版社.
- 中国高新技术产业导报 2000 年全球最畅销的 25 种药品名单. 中国高新技术产业导报, 2001 年 10 月 25 日.
- 中国科学院中国植物志编辑委员会 1978. 中国植物志 (第七卷). 北京: 科学出版社, 438—448.
- 中国证券报 1997 武汉当代高科技产业股份有限公司招股说明书概要 (二). 中国证券报, 1997 年 5 月 20 日.
- 中国医药报, 1994. 从红豆杉叶中提抗癌巴卡丁获成功. 中国医药报, 1994 年 11 月 3 日.
- 中国医药报, 1997. 上海医工院从“仿制”大步迈向“创新”. 中国医药报, 1997 年 3 月 20 日.
- 中国中医药报 2003 植物抗癌药之王“紫杉醇”市场前景浅析. 中国中医药报, 2003 年 3 月 19 日.
- 中华人民共和国濒危物种进出口管理办公室编. 2004. 中国野生动植物进出口管理文件汇编. 东北林业大学出版社.
- 钟建江, 郑光植. 1995. 用植物细胞培养进行抗癌药物紫杉醇的生产. 工业微生物, 25: 34—38.
- 周洪英, 金平. 1996. 贵州红豆杉属植物资源与保护利用探讨. 贵州植物园通讯, 2: 32—34.
- 周进, 杨小林. 1999. 西藏红豆杉资源的初步调查. 东北林业大学学报, 27 (5): 65—68.

- 周荣汉, 朱丹妮, 高山林等. 1994. 紫杉醇及短叶醇在白豆杉中的存在. 中国药科大学学报, 25 (5): 259—261.
- 周忠强, 梅兴国. 2004. 红豆杉细胞培养生产紫杉醇的研究进展. 中南民族大学学报(自然科学版), 23 (1): 21—25.
- 周志强, 刘彤, 袁继连. 2004. 黑龙江穆棱天然东北红豆杉种群资源特征研究. 植物生态学报, 28 (4): 476—482.
- 左眷旭等. 2000. 几种天然药物的研究与开发. 中国新药杂志.
- Barboni L, Gariboldi P, Torregiani E, et al.. 1993. Taxanes from the needles of *Taxus wallichiana*. *Phytochem*, 33: 145.
- Chmurny GN, Paukstelis JN, Alvarado AB, et al.. 1993. The isolation of taxol from *Taxus media Hicksii*. *Phytochem*, 34 (2): 477—483.
- Christen AA, Gibson DM, Bland JB. 1991. Production of taxol or taxol like compounds with *Taxus brevifolia* callus in cell culture. US Patent, 5,019,504.
- Commercon A, Bezard D, Bernard F. 1992. Semi synthesis of taxol and taxotere. *Tetrahedron Lett*, 33: 5185.
- Cragg GM, Schepartz S A, Suffness M, et al.. 1993. The taxol supply crisis. New NCI policies for handling the large-scale production of novel natural product anticancer and anti-HIV agents. *J Nat Prod*, 56 (10): 1657—1688.
- Ding AH, F Porteu, E Sanchez and C F Nathen. 1990. *Science*, 28: 370—372.
- Donehower RC, Rowinsky EK, Grochow LB, Longnecker SM and Ettinger DS. 1987. Phase I trial of taxol in patients with advanced cancer. *Cancer Treat. Rep.*, 71: 1171—1177.
- Ettouati L, Anomd A, Comer O, et al.. 1988. Taxanes isolés des feuilles de *Austro Taxus spicata* Compton. *Bull Soc Chim Fr*, (4): 7496.
- Fett Neto AG. 1992. Distribution and content of taxol in various parts of *Taxus cuspidata*. *Planta Medica*, 58 (5): 464—466.
- Fuji K, Tanaka K, Li B, et al.. 1993. Novel diterpenoids from *Taxus chinensis*. *J Nat Prod*, 56: 1520.
- Hainsworth JD and Greco FA. 1994. Paclitaxel administered by 1-hour infusion. Preliminary results of a phase I/II trial comparing two schedules. *Cancer (Phila.)*, 74: 1377—1382.
- Holton RA, Somoza C, Kim HB, et al.. 1994a. First total synthesis of taxol. I. Functionalization of the B ring. *J Am Chem Soc*. 116: 1597—1599.
- Holton RA, Kim HB, Somoza C, et al.. 1994b. First total synthesis of taxol. II. Completion of the C and D rings. *J Am Chem Soc*, 116: 1599—1601.
- IUCN 2004. 2004 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 19 March 19, 2006.
- Jacrot M, et al.. 1983. *C. R. Acad. Sci. (III)*, 297: 597—600.
- Kingston, DG, Chaudhary AG, Gunati Akaal, et al.. 1994. Synthesis of taxol from Baccatin III via an oxazoline intermediate. *Tetrahedron Letter*, 35: 4483—4485.
- Nicolaou KC, Nantermet, PG, Ueno H, et al.. 1995. Total synthesis of taxol. I. Retro synthesis, degradation, and reconstitution. *J Am Chem Soc*, 117: 624—627.
- Nicolaou KC, Ueno H, Liu J J, et al.. 1995. Total synthesis of taxol. IV. The final stage and completion of the synthesis. *J Am Chem Soc*, 117: 653—655.

- Nicolaou KC, Yang Z, Liu J J, et al.. 1995. Total synthesis of taxol. III. Formation of taxol's A B C ring skeleton. *J Am Chem Soc*, 117: 645-647.
- Riondel J, et al.. 1986. *Cancer Chemother. Pharmacol.* 17: 137-142.
- Rowinsky EK, Burke PJ, Karp JE, et al.. 1989. Phase I and pharmacodynamic study of taxol in refractory acute leukemias. *Cancer Res*, 49: 4640-4647.
- Schiff PB, Fant J, Horwitz SB. 1979. Production of microtubule assembly in vivo by taxol. *Nature*, 277: 9479-9470.
- Stierle A. 1993. Taxol and taxane production by taxomyces and reanae, an endophytic fungus of pacific yew. *Science*, 260 (5150) : 214-216.
- Strobel G, Yang X-S, Sears J. 1996. Taxol from pestalotiopsis microspora, an endophytic fungus taxus alba. *Microbiology*, 142 (2) : 435-440.
- Vance NC, Kelsey RG, Sabin TE. 1994. Seasonal and tissue variation in taxanes contents of *Taxus brevifolia*. *Phytochem.* 36 (5) : 1241-1244.
- Vanek T, Vesela D, Pospisilova R. 1993. Study of the influence of year season on the taxanes content in *Taxus baccata* bark. *Planta Medica*, 59 (7) : A698.
- Vidensek N, Lim P, Campbell A, et al.. 1990. Taxol content in bark, wood, root, leaf, twig, and seedling from several *Taxus* species. *J Nat Prod*, 53 (6) : 1609.
- Wani MC, Taylor HL, Wall ME, Coggon P, et al.. 1971. The isolation and structure of taxol, a novel anti-leukemic and anti-tumor agent from *Taxus brevifolia*. *J Am Chem Soc*, 93: 2325-2327.
- Wani M C, Taylor H I, Wall M E et al.. 1979. Plant anti tumor agents VI: the isolation and structure of taxol, a novel anti leukemic and anti tumor agent from *Taxus brevifolia*. *J Am Chem Soc*, 93 (9) : 23-25
- Wheeler NC, Jech K, Masters S, et al.. 1992. Effects of genetic, epigenetic and environmental factors on taxol content in *Taxus brevifolia* and related species. *J Nat Prod.*, 55 (4) : 432-440.
- Wiernik PH, Schwartz EL, Strauman JJ, Dutcher JP, Lipton RB, and Paietta E. 1987. Phase I clinical and pharmacokinetic study of taxol. *Cancer Res.*, 47: 2486-2493.
- Witherup KM, Look SA, Stasko MW, et al.. 1990. *Taxus* spp. needles contain amounts of taxol comparable to the bark of *Taxus brevifolia*: analysis and isolation. *J Nat Prod.*, 53 (5) : 1249.
- Zamir LO, Nedeau ME, Belair S, et al.. 1992. Taxanes from *Taxus Canadensis*. *Tetrahedron Lett.*, 36 (36) : 6173.
- Zhang Zongping, Ji a Zhongjian. 1990. Taxanes from *Taxus yunnanensis*. *Phytochem*, 29 (11) : 3673-3675.

附录一

国家林业局关于加强红豆杉资源保护管理工作有关问题的通知

(林护发【2002】287号 2002年12月8日)

各省、自治区、直辖市林业(农林)厅(局), 内蒙古、吉林、黑龙江、大兴安岭森工(林业)集团公司:

我国红豆杉属所有种均为国家一级保护野生植物, 具有重要的经济价值和科学研究价值。为了保护好这一宝贵的自然资源, 促进资源增长和合理利用, 各地做了大量工作, 在红豆杉原生地划建自然保护区, 建立专门保护机构, 严厉打击乱砍滥伐、乱采滥剥及非法经营红豆杉的行为, 并通过大力引种繁殖, 发展红豆杉资源, 探索科学合理利用的途径, 取得了显著成效。然而, 从目前情况来看, 仍有少数企业和个人在高额利润的驱使下在野生红豆杉采集或采伐、紫杉醇及其他红豆杉产品加工经营及进出口等环节, 违反国家有关规定, 致使部分地区野生红豆杉种群遭受严重破坏。为了切实保护好野生红豆杉资源, 扶持红豆杉的人工培育和基地建设, 促进资源增长和产业发展, 现就进一步加强野生红豆杉资源保护和规范红豆杉资源经营利用管理有关问题通知如下:

切实加强野生红豆杉资源的保护

自本通知下发之日起, 一律停止受理采集野生红豆杉枝条或采伐野生红豆杉直接用于商业性生产紫杉醇或其他产品的申请。因科学研究、人工培育、文化交流等特殊需要, 采集野生红豆杉的, 应严格按《中华人民共和国野生植物保护条例》及其相关规定, 根据采集地野生红豆杉资源情况提出采集或采伐作业方案和监督检查措施, 报国家林业局批准。经批准后, 由省级林业主管部门核发《采集证》(林木采伐的, 还需办理《林木采伐许可证》), 采集单位方可凭证在当地林业主管部门的监督下按批准的范围和数量实施采集或采伐作业, 严禁超范围和超量采集或采伐。各级林业主管部门要根据本区域野生红豆杉资源状况, 研究制定野生红豆杉保护专项措施, 特别是野生红豆杉集中分布的地区, 应通过积极划建自然保护区、保护小区或保护点等有效措施, 改善野生红豆杉生存条件, 为其自然发展提供基本保障。国家林业局驻各有关省区森林资源监督专员办事处要加强对红豆杉资源保护管理的监督。

规范管理采集野生红豆杉枝条的行为

人工培育红豆杉资源是促进资源增长的有效途径。为扶持人工培育红豆杉资源, 对因人工培育资源目的需要采集野生红豆杉枝条的, 可继续按《中华人民共和国野生植物保护条例》及其相关规定, 备齐项目立项、场地条件、技术能力、建设规模、主要利用方向以及野生红豆杉资源状况、采集作业方案和监督检查措施等相关材料, 向国家林业局提出申请, 并严格执行以下规范受理措施。

(一) 采集野生红豆杉枝条仅限于采穗圃建设, 禁止直接采集野生红豆杉枝条用于紫杉原料基地建设或其他商业活动。

(二) 因建设采穗圃需要采集野生红豆杉枝条的, 须首先对野生红豆杉植株进行选优, 确定相应数量的采集母株。采条作业仅限在选优确定的母株上进行, 不得在非优树植株上擅自采条。

(三) 批准采集野生红豆杉枝条的, 在其采集人员经培训合格后, 方可按批准的数量、区域在采条母株上从事采条作业, 并严格执行以下技术指标: (1) 采条作业应优选母株中上部枝条, 禁止采集母株主梢, 单株采条数量不超过母株枝条总量的20%, 采条作业后, 应使母株上保留的枝条均匀分布; (2) 采集的枝条应为当年生的嫩枝和去年生的枝条, 附带3年生(含当年)枝条的长度不

得超过 5 厘米；（3）胸径小于 20 厘米的野生植株不得作为采条母株；（4）扦插育苗成活率应不低于 60%。

（四）野生红豆杉采条作业，当地林业主管部门应根据本地实际情况研究制定专项管理办法，扦插剩余物由当地林业主管部门负责收集并妥善处理，不得用于紫杉醇的商业性生产、销售和出口。

（五）各级林业主管部门对红豆杉资源保护、繁育、利用技术的研究与应用应予以大力支持，提高野生红豆杉资源保护、优良种源和优良单株选育、人工繁育、天然母树林改造和人工林高效培育等技术水平，促进红豆杉资源保护、发展和可持续利用。

三、开展红豆杉资源经营加工企业清理

为规范红豆杉资源经营利用行为，各级林业主管部门要于近期会同有关部门共同对本行政区域内红豆杉资源经营加工企业组织开展一次清理，调查掌握加工企业基本情况及其红豆杉原料来源，对依赖野生红豆杉资源从事加工经营的企业，要立即改正，在为解决人工培育原料前，要一律停止其加工经营紫杉醇或其他红豆杉产品的行为；对其行为触犯刑律的，应尽快移交司法机关追究刑事责任；对具备技术能力、经营管理规范、有稳定的人工以及经营加工规模、加工技术、生产产品种类等相关材料，报经省、直辖市林业主管部门按有关规定办理。

四、强化出口紫杉醇及其他红豆杉产品的出口管理

为防止乱采滥伐野生红豆杉所获紫杉醇及其他红豆杉产品用于出口贸易，导致对野生红豆杉资源的危害，各省、自治区、直辖市林业主管部门对申请出口紫杉醇及其他红豆杉产品的，要严格审核其原料来源是否全部为人工种植红豆杉资源，核实其原料产地、原料培育基地（场）种源来源证明、基地规模、培育状况及原料利用动态等材料，提出审核意见，报国家林业局或其授权机构审批，经批准并取得国家濒危物种进出口管理办公室合法的允许出口证明书后，申请单位方可凭允许出口证明书办理出口报关、报检手续。

五、提高认识，加强领导，大力保护宣传和执法监督力度

野生植物既是重要的自然资源，也是重要的环境因素，在维护生态平衡中发挥着无法取代的作用，是社会经济发展的基础。保护和合理利用野生植物，关系到人民的长远利益。各地要充分认识到保护红豆杉等天然林资源的重要性，加强领导，制定切实有效的保护管理措施，使红豆杉资源的保护工作落到实处。要广泛宣传《中华人民共和国森林法》、《中华人民共和国野生植物保护条例》及其有关法律法规，开展普法教育，增强群众的法律意识，提高守法的自觉性。同时，加大执法监督力度，要会同有关部门，对破坏和非法经营红豆杉资源的行为严格执法查处，进一步依法规范红豆杉人工种植和加工经营等环节，是红豆杉资源保护工作和人工培育经营地向良性和健康方向发展。各级野生植物保护管理机构、森林资源林政管理机构、森林公安机关要相互配合，及时采取有效措施，加强执法监督，实施组织开展专项行动，依法严厉打击破坏红豆杉资源的违法犯罪行为。

附录二

关于进一步加强红豆杉及其产品进出口管理有关问题的通知

(濒管办【2003】63号 2003年7月15日)

红豆杉是珍稀濒危植物，也是重要的药用植物，由红豆杉中提取的紫杉醇，具有重要的医药用途。为了保护红豆杉物种资源，确保红豆杉资源可持续利用，1995年喜马拉雅红豆杉（也称云南红豆杉）被《濒危野生动植物种国际贸易公约》（以下简称《公约》）列为附录II物种；1999年我国所有红豆杉种（东北红豆杉、喜马拉雅密叶红豆杉、喜马拉雅红豆杉-也称云南红豆杉三个种及喜马拉雅红豆杉的两个变种红豆杉和南方红豆杉）被列为国家一级保护植物，野生资源禁止商业性采集利用；2002年国家林业局针对我国红豆杉资源专门制定了强化保护管理的措施。近几年来，各有关部门，认真履行职责，依法监督管理，有力地保护了野生红豆杉资源。但是，随着紫杉醇医药用途的更加广泛，少数企业为了牟取暴利，肆意掠夺野生红豆杉资源，非法出口紫杉醇产品，使野生红豆杉资源遭到严重破坏，物种生存面临严峻威胁。为进一步加强红豆杉及其产品的进出口管理，切实保护好野生红豆杉资源，现就有关问题通知如下：

一、严格实行证明书管理制度。根据对全国紫杉醇生产和出口情况的调查，近年来我国紫杉醇生产企业和出口公司增加，紫杉醇原料来源渠道多样。考虑到目前对不同种红豆杉生产的紫杉醇的鉴别和监管有很大难度，为确实保护好野生红豆杉资源，也为保障企业的合法权益，对所有红豆杉及其部分和产品（含紫杉醇）实行允许进出口证明书监管制度。依据《公约》和我国《森林法》、《野生植物保护条例》的有关规定，进出口红豆杉及其部分和产品，必须经进出口者所在地省、自治区、直辖市林业行政主管部门审核，报国家林业局或其授权机构批准，并取得国家濒管办核发的允许进出口证明书，海关凭允许进出口证明书查验放行。

二、为提高对红豆杉及其部分和产品进出口申请的审核效率和审批质量，对红豆杉人工培植、采集利用、经营生产的企业，以及红豆杉及其部分和产品的进出口公司实行备案制度。相关企业和公司要在进出口申报前，及时到所在地省级林业行政主管部门进行备案，并附具原料来源详细情况及相关方面材料。省级林业行政主管部门及时将备案情况报国家濒管办。

三、根据《野生植物保护条例》第十八条规定和《国家林业局关于加强红豆杉资源保护管理工作有关问题的通知》（林护发〔2002〕287号），禁止野生红豆杉及其部分和产品的商业性出口。申请出口人工培植红豆杉及其部分和产品的，应提供由省级林业主管部门出具的原料来源证明。属于出口人工培植喜马拉雅红豆杉（包括其变种红豆杉和南方红豆杉，下同）及其部分和产品的，经审核批准，核发《CITES允许进出口证明书》。属于出口人工培植其他种红豆杉及其部分和产品的，经审核批准，核发《野生动植物允许进出口证明书》。

四、任何贸易方式申请从《公约》缔约国进口喜马拉雅红豆杉及其部分和产品的，均应提供对方国家的出口许可证，按进口《公约》附录II物种办理。申请从非《公约》缔约国进口喜马拉雅红豆杉及其部分和产品的，应提供经《公约》秘书处备案的对方国家主管机构签发的出口许可文件，按进口《公约》附录II物种办理。进口其他种红豆杉及其部分和产品的，按进口非《公约》物种办理。

属加工贸易方式申请红豆杉及其部分和产品再出口证明书的，必须提供经海关签注过的允许进

口证明书和海关进口报关单（原件），对于喜马拉雅红豆杉及其部分和产品的再出口，核发《CITES 允许进出口证明书》，对于其他种红豆杉及其部分和产品的再出口，核发《野生动植物允许进出口证明书》。

五、对进出口喜马拉雅红豆杉及其部分和产品的（包括加工贸易方式），海关凭《CITES 允许进出口证明书》办理有关验放手续；对进出口其他种红豆杉及其部分和产品的（包括加工贸易方式），海关凭《野生动植物允许进出口证明书》办理有关验放手续。

六、对从境外进入保税区、出口加工区、保税仓库以及从保税区、出口加工区、保税仓库、出口监管仓库出境时，海关按第五条规定凭有关进出口证件办理验放手续。

本通知自发布之日起实行。

附录三

给红豆杉一个安乐的“家”

云南日报 2006年4月5日 星期三 科技版 兴滇走廊

红豆杉这一被誉为植物界“大熊猫”的珍稀树种，被列入国家一级保护植物。专家建议，人工培育红豆杉是保护野生红豆杉最有效的手段。

给红豆杉一个安乐的“家”

红豆杉这个被誉为植物界“大熊猫”的珍稀树种，自上世纪90年代初发现红豆杉含有抗癌物质紫杉醇后，围绕其资源开发和保护的话题就没有停止过。

关键生态合作基金(CEPF)支持东亚野生生物贸易研究委员会(TRAFFIC)与国家濒危物种进出口管理办公室昆明办事处合作，开展了中国西南地区红豆杉资源保护现状和资源发展研究。这项研究获得了一些成果，让人们对这一物种的保护及其资源发展有了更多的认识。

红豆杉又称紫杉、赤柏松，是属于冰川期遗留下来的古老树种，至今已有250万年的历史。西南地区是中国野生红豆杉资源分布的主要地区，据1996年云南省林业调查规划设计院调查，发现云南省12地(州)的34个县(市)有红豆杉分布，总面积达221 919公顷，共计354万株，蓄积量约707 884立方米，占西南地区资源量的92%。云南的红豆杉主要分布在云南大理以北的滇西北地区，分布数量最多的当数丽江地区，其次是怒江州、大理和迪庆；分布面积最大的则是怒江、迪庆，其次是丽江、大理和保山等地。中国有红豆杉4种1变种，其中云南有2种1变种，即云南红豆杉、南方红豆杉、中国红豆杉。云南红豆杉分布最广，占云南总面积的98.5%，株数占了总株数的99.1%：包括高黎贡山西坡、怒江中上游、澜沧江上游、金沙江上游地区均有分布，基本覆盖了滇西至滇西北的横断山区，多为散生。南方红豆杉主要分布在滇西北，中国红豆杉在云南有少量分布，主要集中在滇东南的麻栗坡和西畴县，多生长在1 000—1 600米的季风常绿阔叶林中。

在紫杉醇没有被发现之前，红豆杉并没有被人类认为有什么特别之处。直到1969年美国科学加从分布在北美洲的太平洋红豆杉中分离出紫杉烷类的高分子化学物质，紫杉醇的抗癌疗效得到证实之后，情况就发生了改变，紫杉醇成为30多年来发现的最具疗效的天然抗癌药物，红豆杉也由此身价倍涨。

紫杉醇主要含在红豆杉的树皮和根部，枝叶也有部分含量。在国内，云南红豆杉的紫杉醇含量较高，树皮的平均含量为0.01—0.012%，枝叶含量较低，只有0.006—0.008%。因此，按80%的平均提取率计算，生产1千克紫杉醇，需要树皮约1万千克，按照每棵树平均有树皮20千克计算，每生产1千克紫杉醇，就需要大约500棵红豆杉树的树皮。目前，治疗一个病人需要2—6个疗程，每个疗程需要10支针剂，每针剂含紫杉醇30毫克，则每个患者平均需紫杉醇量为1.2克。有限的野生红豆杉资源根本满足不了生产紫杉醇的需求。

对于挽救人类生命有重要作用的红豆杉对生态环境要求高，生长缓慢，天然更新能力差，种群数量有限，是典型的衰退型类群。因此，更需要人类的保护。1999年，在专家的呼吁下，红豆杉被列入国家一级保护植物，同时国家还加大了对非法利用野生红豆杉资源行为的处罚力度；2004年，第13届《濒危野生动植物种国际贸易公约》缔约国大会将中国的所有红豆杉列为公约附录2物种。

尽管红豆杉的保护已受到资源国家和国际的高度重视，但癌症病人需要紫杉醇，强大的市场需

求仍然给红豆杉的生存带来长期和持久的压力。在保护和利用之间，专家给出的“处方”是：促进野生资源的可持续利用和大力培育人工资源。因为生物资源是可再生的，只要把野生资源保护好，种源存在，就可以引种扩繁。采取人工栽培措施大力发展红豆杉资源，再利用人工发展的红豆杉资源加工紫杉醇，发展红豆杉产业，受到国家政策的保护和鼓励。

人工培育红豆杉是保护野生红豆杉最有效的手段。通过人工种植，采集利用枝叶来满足紫杉醇的生长需要，可以增加森林覆盖率，对水土保持还有促进作用。由于红豆杉萌生力强，侧枝生长较为发达，如果利用部分枝叶，并不严重影响红豆杉的存活和生长，但如果剥树皮，红豆杉只能被利用1次。专家建议，严格禁止利用红豆杉树皮，一棵树即使剥20千克树皮，也只值200—400元，且只是1次性利用；如果采枝条，1棵大树每年采10千克，价值50元，10年可以采100千克，价值500元，况且只要合理采枝条，1棵树可采50年，甚至上百年。从长远看，采枝条最为划算。我们可以根据红豆杉采集规程和采枝管理办法，将红豆杉枝条的前段30厘米用于扦插。利用红豆杉高萌发力的特性，走资源可持续利用的道路。

云南省林业科学院和中科院昆明植物研究所从上世纪90年代初期就开展了人工繁育红豆杉研究。目前人工种植红豆杉的枝条扦插和实生苗种植技术问题已完全解决。采用先进技术，扦插苗的生根率可达90%以上；通过低温处理种子，让种子提前结束休眠期，解决了红豆杉实生苗种子发芽率低的问题。至去年8月统计，我省人工红豆杉原料林总面积达717公顷，株数达到642万株。

对于发展红豆杉产业来说，我们应该做明智的利用者而不是竭泽而渔的笨人。在国外，加拿大、美国等采取的做法就是只准利用30厘米长的枝叶，不准利用树皮加工紫杉醇。我们需要做的是：善待我们身边的每一种生命形式，维护地球的生态和物种安全。通过发展人工种植，采集利用枝叶，实现对红豆杉的可持续利用和保护，让红豆杉有个安乐的家园，生活得更好。

附录四

用红豆杉制作的相关产品市场价格表

商品名称	价格(元)	生产地点
红豆杉八仙挂扇	540.00	四川德阳
红豆杉办公桌	5,000.00	福建三明
红豆杉保健杯	80.00	福建三明
红豆杉保健杯	96.00	福建三明
红豆杉保健杯	150.00	福建三明
红豆杉保健杯	120.00	福建三明
红豆杉保健杯	30.00	福建三明
红豆杉笔筒	78.00	浙江金华
红豆杉茶	120.00	浙江金华
红豆杉茶	70.00	福建福州
红豆杉茶杯	2,500.00	上海
红豆杉茶壶	160.00	广西桂林
红豆杉茶几	5,600.00	福建武夷山
红豆杉茶几	5,800.00	福建武夷山
红豆杉茶片	482.00	山西长治
红豆杉动物木雕	150.00	上海
红豆杉高档雕刻剑	256.00	福建南平
红豆杉高档雕刻双剑	366.00	福建南平
红豆杉根抱石	3,880.00	福建三明
红豆杉根雕	3,800.00	上海
红豆杉工艺保健杯	110.00	云南六库
红豆杉果盘	180.00	福建三明
红豆杉健康杯	799.00	北京
红豆杉礼品筷	118.00	江苏苏州
红豆杉礼品筷	49.00	江苏苏州
红豆杉美女木雕	1,200.00	北京
红豆杉弥勒佛	600.00	福建三明
红豆杉弥勒笑佛	600.00	福建厦门
红豆杉木雕	180.00	广西桂林
红豆杉木雕	100.00	广西桂林
红豆杉木雕百子如来	3.00	福建宁德
红豆杉木雕铁拐李	1,980.00	上海
红豆杉木筷	25.00	福建武夷山
红豆杉药酒	120.00	浙江金华
精雕红豆杉莲花观音	400.00	福建三明