

贵州省主要林业科学技术成果汇编

1978  1992

贵州教育出版社

贵州省主要林业科学技术研究 成果汇编

(1978—1992)

章绍第 主编

贵州教育出版社

1993·贵阳

责任编辑：周 红 段小鹤 管继红
封面设计：赵建国

贵州省主要林业科学技术研究成果汇编
(1978—1992)
覃绍德 主编

贵州教育出版社出版发行
(贵阳市中华北路 289 号 邮政编码 550001)

贵州地质彩印厂印刷

787×1092mm 16 开本 40 印张 972.8 千字
1993 年 12 月第 1 版 1993 年 12 月第 1 次印刷
印数 1—2000

ISBN7-80583-485-7/G · 479

定价 20.00 元

前 言

森林不仅能生产大量木材及各种林副产品,供给人类生产、生活需要,而且还能蓄水保土、防风固沙、调节气候,净化空气美化环境,保障农牧业的稳产、高产,保护水利设施发挥效能以及有利于人们的身心健康。因此,林业既是一项重要的产业,又是一项重要的公益事业,兼有经济、生态、社会效益。加快林业发展,对于促进国民经济的发展、增加农民收入、山区脱贫致富及奔小康均具有重要的战略意义。

要加快林业的发展,一靠政策,二靠科学,三靠投入,但最终还是靠科学技术解决问题。为了深化林业科技改革,推动林业科技进步,促进林业生产的发展。自党的十一届三中全会以来,我省各级党委、政府及林业部门对林业科技工作进一步加强了具体领导,在科学技术面向经济建设,经济建设依靠科学技术的战略方针指导下,结合贵州林业生产实际,实行科研、生产、教学三结合,组织发动全省广大科技人员持续开展了“六五”、“七五”、“八五”的林业科技攻关。在科技攻关中,经过科技人员连年坚持不懈地深入林业生产实际,上山入林,爬山涉水,艰苦顽强地辛勤钻研,取得了一批又一批的较高水平的林业科学技术研究成果,其中有些达到国内领先水平,不少达到国内先进水平。并且,有一批林业实用科技成果已及时推广应用于生产,对于提高我省造林质量、加强森林保护、提高林业生产力起到了显著的促进作用。特别是一些短周期生产实用成果的推广,已使一些联户林场及林业大户获取巨大的经济、生态效益,这充分显示了科技致富的强大威力。在这里,让我代表省林业厅向他们致以热烈的祝贺、亲切的慰问和衷心的感谢!

科学技术是第一生产力,如何使这批林业科技成果尽快大量地推广应用于生产,是加快发展我省林业生产的当务之急。因此,我们编纂这本《贵州省主要林业科学技术研究成果汇编》的目的,就是要大力加强这批林业科技成果的宣传和推广,使它们迅速转化为林业生产力。同时,对科技人员也起到互相交流科研成果和科研方法的作用,以利互相学习提高。在编纂本书过程中,共收集全省1978~1992年有关良种选育、栽培经营、防护林建设、资源调查、病虫害防治及森林工业等科研成果共86项。但由于篇幅所限,对于已正式出版的成果采取简介方式;对于文字过长的成果,则采取摘要方式介绍。又由于时间所限和编者水平,难免有的成果漏列和删节有错,请大家予以谅解和批评指正。

最后,我们殷切期望:这本林业科技成果汇编出版以后,大家都来关注它、学习它、宣传它,结合各地林业生产实际,因地制宜地选用适于本地应用的成果进行大力推广使用,以取得最佳的经济、生态、社会效益。那么,就一定能够进一步促进我省林业科学技术的繁荣,加快林业建设的步伐,也就一定能够促进2000年基本绿化贵州宏伟目标的提前实现。

章绍德

1993. 8. 20

目 录

• 1 • 贵州主要造林树种良种选育技术研究

杉木地理变异及优良种源选择.....	(1)
马尾松地理种源试验与优良种源选择利用	(11)
华山松种源选择研究	(17)
杉木初级种子园营建技术与遗传改良的研究	(27)
马尾松初级种子园建立技术研究	(35)
华山松初级种子园营建技术研究	(40)
杉木优良家系选择及 1.5 代种子园建立技术	(46)
贵州白花泡桐种源及优良无性系选择试验	(54)
贵州油桐品种及良种选择的研究	(62)
贵桐 1、2、3、4 号 4 个优良无性系选育.....	(66)
油茶早花早实品种 (类型) 选育	(70)
贵州省乌柏地方品种 (类型) 评价	(73)
贵州核桃农家品种资源调查	(79)
树木园营建技术研究	(85)
贵州省国外松引种及火炬松湿地松优良种源选择	(95)
意杨引种栽培试验.....	(109)
遵义地区黑荆树引种及栽培技术研究.....	(114)
兴义地区黑荆树引种及栽培技术研究.....	(122)
油橄榄引种驯化研究.....	(127)
马尾松同工酶遗传变异研究 (摘要)	(135)

• 2 • 贵州主要造林树种栽培经营技术研究

我国马尾松用材林速生丰产技术研究.....	(137)
贵州森林立地分类与评价研究.....	(155)
贵州杉木速生丰产林标准.....	(161)
黔东南杉木连作对土壤理化性状及杉木生长影响研究.....	(169)
楠竹造林与培育技术研究.....	(174)
贵州主要造林树种苗木标准.....	(180)
飞播造林固定地标导航宽幅播种作业法.....	(185)
贵阳石质山绿化造林研究初报.....	(188)
提高油桐林产量系列技术措施的研究.....	(193)

油桐丰产栽培技术·····	(196)
油茶早实丰产技术研究·····	(202)
漆树速生丰产栽培综合配套技术·····	(206)
核桃早期丰产栽培技术研究·····	(216)
五倍子经营类型划分初探·····	(224)
角倍蚜种群动态及三要素配置研究·····	(230)
杜仲无性繁殖技术研究·····	(234)
贵州省林业区划(摘要)·····	(237)
贵州楠竹区划及立地分类评价研究·····	(243)
贵州省华山松产区区划·····	(252)
贵州省云南松产区区划·····	(261)

· 3 · 乌江流域水源涵养林、水土保持林营建技术研究

乌江流域水源林水保林营建技术研究总报告(摘要)·····	(273)
乌江流域水源林水保林布局结构研究·····	(295)
乌江流域水源林水保林立地分类与评价技术研究·····	(314)
乌江流域水源林水保林低效林分及其改造技术研究·····	(328)
乌江中游石灰岩山地低效林改造试验示范区研究·····	(337)
乌江流域社会经济条件与防护林体系建设关系的研究·····	(342)
织金县合理农业结构、林种结构及其配置的研究·····	(350)
德江县合理农业结构、林种结构与配置技术的研究·····	(357)
乌江上游砂页岩山地水源林水保林营造技术研究及小流域综合治理试验 示范区的建立(摘要)·····	(369)
乌江中游石灰岩山地温湿气候区水源林水保林营造技术及小流域综合治理试验 示范区建立的研究·····	(376)
乌江中下游水源林水保林综合效益的定位观察和计量研究·····	(393)

· 4 · 森林资源调查及自然保护区科学考察

贵州省 1980 年森林资源连续清查(摘要)·····	(407)
贵州省 1984 年森林资源连续清查第一次复查(摘要)·····	(409)
贵州省 1990 年森林资源连续清查第二次复查(摘要)·····	(413)
贵州省森林资源二类调查(摘要)·····	(418)
贵州珍贵稀有树种调查·····	(421)
贵州竹种调查·····	(428)
贵州珍贵动物调查研究·····	(436)
贵州野生灵长类动物资源调查研究·····	(442)
贵州省野生豹猫、黑熊资源调查研究·····	(444)

茂兰喀斯特森林考察综合报告·····	(447)
雷公山自然保护区科学考察综合报告·····	(463)
梵净山自然保护区森林生态系统的本底调查研究(摘要)·····	(475)

· 5 · 森林病虫害防治技术研究

贵州省森林病虫害普查(摘要)·····	(479)
《贵州森林病虫害》(简介)·····	(481)
华山松煤污病防治技术研究·····	(482)
油桐角斑病防治研究·····	(489)
漆树瘿螨病的防治试验研究·····	(498)
乌柏金带蛾防治技术研究·····	(507)
倍树主要病虫害防治技术研究·····	(515)
杜仲环剥烂皮病的防治试验·····	(520)
贵州省主要用材树种种子园病虫害发生情况与防治技术研究·····	(522)
贵州省首次森林植物检疫对象普查技术报告·····	(536)

· 6 · 森林工业及松脂采割技术研究

贵州木材识别与利用(简介)·····	(545)
铅笔杆新材料研究·····	(546)
马尾松做铅笔杆的研究·····	(551)
马尾松材改性做门窗家具材的研究·····	(557)
枫香木改性利用研究·····	(568)
枫香单板热板干燥新技术研究·····	(573)
马尾松、枫香木材药剂防腐防虫技术试验·····	(579)
马尾松常法中期采脂工艺试验·····	(586)
α -萘乙酸采脂工艺试验·····	(590)
剖开材标准·····	(596)
贵州省地方标准——栓皮·····	(601)
软木砖、软木管、软木纸标准·····	(603)
主要木材名称标准·····	(610)

杉木地理变异及优良种源选择*

章敬人 王孜昌 邱祥瑞
宋建平 罗 凯

杉木是我国南方特有用材树种，广泛分布于我国 $N21^{\circ}41' \sim 34^{\circ}03'$ ， $E101^{\circ}30' \sim 121^{\circ}53'$ 之间的亚热带区域，垂直分布自 70m $\sim$ 2900m。由于分布区内气候、生境的差别及地理、生态的隔离，杉木在系统发育过程长期受自然选择和人为活动影响的结果，形成了基因频率不同，生态要求各异，形态特征不一，生长、发育、适应性等明显有别，而在一定地域内基因频率又达相对平衡的自然群体。

1976 年起，先后进行了两次杉木全分布区地理种源试验，并参加全国协作攻关研究。本文根据 11 年来两次试验结果为贵州不同地区杉木造林选择了优良种源。

1 试验材料、地点、方法

1.1 试验材料

第一次试验材料系全国各协作省区共同取自南方十二省区杉木传统老产区的 20 个代表性产地，各试点加本地对照共 21 个种源；第二次试验材料是全国协作组先在杉木全分布区（十四省区）范围按网格法布点，再按山系、水域作适应调整，选择 46 个种源为全国各协作省区共用，之外我们又增加本省及相邻省区邻近种源 24 个，苗期试验共 70 个种源。两次参试种源分布范围为 $N22^{\circ}18' \sim 33^{\circ}00'$ ， $E102^{\circ}06' \sim 118^{\circ}55'$ ，垂直分布 70 $\sim$ 2100m。

采种林分由当地种源成形，且有一定的面积和密度，林龄在 25 年以上，采种母树是林分中的优势木或亚优势木。每个种源采种母树在 20 株以上，采种母树间有不少于树高一倍以上的距离。

1.2 试验地点及设计

从适地、适树、适种源考虑，根据我省气候、岩石、土壤等生态状况及参考我省杉木产区，试验点设在黔东南的黎平、天柱（中心产区），黔中北的遵义（一般产区）和黔西南的兴仁（边缘产区），各试点位置及自然条件如表 1。

表 1 各试点地理位置及自然条件

试验地点	地理位置		海拔 (m)	平均气温 (°C)		最高 1 月气温 (°C)	最低 7 月气温 (°C)	>10°C 年积温	日照时数 (h)	相对湿度 (%)	年降水量 (mm)	初霜期	终霜期	母岩	土壤		
	北纬	东经		全年	1 月	7 月									类型	厚度	pH 值
黎平	26°14'	109°08'	500	15.7	4.6	25.9	36.5	7.7	4715.9	1328.2	83	1330.0	12.2	3.8	板岩	黄壤	>1m
天柱	26°55'	109°13'	450	16.2	4.8	26.7	37.5	7.4	4959.3	1128.7	83	1255.7	12.7	2.27	板岩	黄壤	>1m 5.5~6.5
遵义	27°45'	106°38'	1130	14.2	3.2	24.4	35.0	8.0	4400.0	1159.1	82	1180.1	11、下	3、上	沙页岩	山地黄壤	>1m 5~6
兴仁	25°25'	105°11'	1600	22.2	6.1	25.3	34.6	7.8	4526.3	1553.2	80	1301.4	12.1	2.22	泥页岩	山地黄壤	>1m 5~6.5

* 完成单位：贵州省林业科学研究所、黎平东风林场、天柱县林业局种苗站、遵义县林业局。

第一次试验各点造林 21 个种源 (含对照) 采用 5×5 平衡格子设计, 20 株双行小区, 株行距 $2 \times 2\text{m}$, 6 次重复; 1977 年育苗, 1978 年造林; 第二次试验各点造林 57~64 个种源, 采用 8×8 平衡格子设计 (黎平、天柱、遵义), 9 次重复, 或平衡不完全区组设计 (兴仁), 8 次重复。5 株单行小区。株行距 $1.7 \times 2.3\text{m}$ 。1980 年育苗, 1981 年造林。各试点均按统一方案进行。全面整地、挖穴、回表土。定植前各种源剔除病苗、损伤苗、苗高不足本种源平均苗高 $2/3$ 的小苗及纤弱苗。定植后均不间作、不施肥、不喷药, 幼林抚育管理按当地生产中上水平进行。试验中充分考虑了试验用地在当地杉木造林的代表性和试验设置中同一区组内立地条件及营林措施的一致性, 以提高试验结果的可靠度。

1.3 试验调查及统计分析方法

苗期试验曾观测不同种源球果出籽率、种子千粒重、室内及场圃发芽率、幼苗出土期、真叶出现期、封顶期、针叶变色期、苗高年生长节律、苗高、地径总生长量、枝盘数、侧枝总数、顶梢侧芽数、针叶大小、主、侧根数量、苗木生物量、病、虫、冻害等。造林后, 除每年每木测定高、径生长量之外, 头 3 年观测树高年生长节律, 主、侧芽展叶期, 封顶期; 2~6 年生测定冠幅、侧枝数; 5~9 年生调查结实率、结实量, 观察病、虫害; 6 年生时树高 $1.5 \sim 2.5\text{m}$, 间 I、II、III 级侧枝数; 8~9 年生时调查枝粗、枝角、枝下高; 11 年生时调查树皮厚度。

各试点观测数据经初步整理后按各项小区均值 (补植株不作统计株, 保存株不足 $1/2$ 的小区作缺区处理) 进行方差分析及差异显著性检验、相关分析、共同相关分析、多点综合分析、种源稳定性分析, 然后以 8~11 年生 ($1/3 \sim 1/2$ 轮伐期) 的树高、胸径、材积生长量、树皮厚度、侧枝粗度、种源对环境指数的回归系数 b_i 值、幼龄阶段结实正常指数等进行种源综合评定, 参考本省生境, 对杉木不同造林区提出适宜应用的优良种源。对本省种源通过主分量分析进行了分群及简要述评。

材积计算按林业部颁发的标准材积表中的公式:

$$V = 0.00005877 \times H^{0.89646157} \times D^{0.19699831}$$

共同相关系数采用 Z 转换求算:

$$\bar{Z} = \frac{\sum_{i=1}^p Z_i (n_i - 3)}{\sum_{i=1}^p (n_i - 3)} \quad \text{式中} \quad Z_i = 1/2 \text{Ln} \frac{(1 + r_i)}{(1 - r_i)}, \quad r_i = \text{样本数}$$

结实率用 $\text{Sin}^{-1} \sqrt{x\%}$ 转换后计算。

结实评定用: 结实正常指数 = $1 - \frac{\text{种源平均结实量}}{\text{各种源最高平均结实量}} \times \text{结实率}$

种源稳定性评价采用 Eberhta 模型求环境指数 I_i , 估算 I_i 的回归系数 b_i 及各种源距回归线的方差 S_{ii}^2 , 以 $b = 1, S_{ii}^2 = 0$ 作为稳定性种源的标准。

种源性状的综合评定按公式:

$P_i = \sqrt{\sum_{j=1}^k k_j (1 - a'_{ij})^2}$ 进行, 式中 P_i 为第 i 个源种综合评定值, k_j 为第 j 个性状的权重系数, $a'_{ij} = \frac{a_{ij}}{a_{oj}}$, a_{ij} 为第 i 个种源第 j 个性状指标数据, a_{oj} 为第 j 个性状指标最优的种源数据。

2 结果及分析

2.1 不同种源生长量差异及地理变异规律

各试点第一次试验 11 年生、第二次试验 8 年生树高、胸径、材积生长量方差分析结果(表 2) 表明: 杉木种源间树高、胸径、材积生长量均有极显著差异。

表 2 杉木种源间树高、胸径、材积生长量方差分析结果

试 点	第 一 次			第 二 次		
	树 高	胸 径	材 积	树 高	胸 径	材 积
黎平	10.99**	7.17**	7.37**	9.69**	8.06**	8.26**
天柱	17.33**	3.79**	6.01**	11.87**	7.51**	8.09**
遵义				5.51**	4.57**	4.50**

注: 第一次 $F_{0.01,24}=1.98$ 第二次 $F_{0.01,63}=1.54$ * 差异显著 ** 差异极显著

第一次试验 11 年生前 3 名种源平均材积为后 3 名平均材积的 151.8%~183.2%，最大种源材积为最小种源的 176.8~259.5%；第二次试验 8 年生前 10 名种源平均材积为后 10 名平均材积的 190.6%~223.5%，最大种源为最小种源的 243.8%~489.6%。生长量大的大多是南岭山地种源，四川盆地周围山地种源及滇东南、桂西北种源生长量也较大。生长量最大的种源，如广西融水、三江、贵州从江、榕江、三都、黎平、锦屏、剑河、湖南江华等则又多在南岭山地西部的湘、黔、桂三省区交界处。差异显著性检验表明：这些种源的高、径、材积生长量显著或极显著大于陕西南郑、湖北通山、恩施，安徽霍山、歙县、江苏句容等北带种源；广东信宜、河源，广西浦北、贺县等南带种源；浙江开化、龙泉，江西安福等中带东部种源和云南会泽、四川德昌等中带西部种源，以及贵州黔西、平坝、六枝、余庆、务川、道真、思南、松桃等贵州高原北部种源。北带东部、中带东北部、西部及贵州高原北部种源生长量最小，生产力最低。

相关分析表明：杉木树高、胸径、材积生长量大致随产地纬度降低自北向南递升，呈南北渐变规律 ($r=-0.3423^{**}$)。但生长量最大的种源纬度线是自滇东南起偏东北沿南岭山地到闽西北。四川盆地周围山地种源表现较特殊，虽其纬度较高，但生长量明显大于同纬度种源及比其纬度较低的滇东北、黔中、西北种源，从而西部地区种源生长量随产地纬度降低而增大的地理变异趋势表现不明显。从产地生态及种源表现可以看出杉木种源生长量变异有明显的气候生态特征。

2.2 种源在重复试验中表现的一致性

从一、二两次全分布区试验看，结果基本一致，种源变异趋势也相同。以天柱，黎平二试点两次试验中共有的 17 个种源 6 年生树高、胸径、冠幅、侧枝数、结实率、结实量等作相关分析，相关程度均达显著或极显著水平(表 3)，说明杉木种源差异是稳定的遗传差异。

表 3 两次试验共有种源若干性状共同相关系数

系 数	树 高	胸 径	冠 幅	侧枝数	结实率	结实量
相关系数	0.8554**	0.8306**	0.5711*	0.7495**	0.7872**	0.6333**
决定系数	0.7317**	0.6899**	0.3261	0.5618**	0.6197**	0.4011*

值得指出的是：在两次各点试验中名列前茅的大多是融江、都柳江、清水江流域种源，而融江、都柳江、清水江流域种源在两次试验中都名列前茅。可见，南岭山地西部湘、黔、桂三省区交界处的融、都、清三江流域，是我国杉木生长量最大的种源区域。

2.3 杉木种源早、中期生长量相关

对两次试验历年树高相关分析表明（表 4）：杉木种源早中期生长量密切相关。苗期生长量较大的种源多数造林后生长量较大，但苗、林期生长量相关系数不高，因有些种源（如四川德昌、浙江龙泉、广西浦北等）虽苗期量也较大，而造林后生长量名次即明显下降，有些种源（如贵州锦屏、福建建瓯等）则苗期生长量虽不太大而造林后生长名次却逐渐上升，故不同种源苗期生长量大小不足说明造林后生长量如何。造林后第二年起生长量与以后各年生长量相关系数、决定系数均达极显著水平且逐年上升（两次试验结果也基本一致）。因此以 5 年生幼林生长量及开花结实状况即可较准确地判断杉木种源以后产量的高低。

随着林龄的增加，种源间生长差异日趋加大，各种源生长量大小日益明朗。目前生长量大的种源，除少数因开花结实早、结实多而生长有减弱的趋势外，大多生长已占优势而居林冠上层，开花结实又较迟的种源，均保持已有的生长优势。为此我们参照国际林联林木种源试验方案：以 1/3 和 1/2 轮伐期（第一次试验 11 年生，第二次试验 8 年生）的生长量和幼龄阶段的开花结实状况等为主综合评定种源优劣和作为种源选择的依据。

表 4 第二次试验历年树高共同相关系数

林龄	1 年生(苗)	2 年生	3 年生	4 年生	5 年生	6 年生	7 年生
2 年生	0.687**						
3 年生	0.694**	0.850**					
4 年生	0.674**	0.805**	0.938**				
5 年生	0.644**	0.722**	0.867**	0.921**			
6 年生	0.632**	0.750**	0.885**	0.912**	0.912**		
7 年生	0.648**	0.736**	0.872**	0.911**	0.910**	0.978**	
8 年生	0.619**	0.732**	0.874**	0.911**	0.899**	0.974**	0.973**

2.4 我省不同地区种源选择效果

第一次试验黎平试点 11 年生材积生长量前 3 名为贵州黎平（对照）、广西融水、湖南江华。天柱试点材积生长量前 3 名为贵州锦屏、广西融水、福建建瓯，对照位第 4，前 3 名种源平均材积为对照的 103.4%。

第二次试验黎平试点对照列第 10，前 10 名种源平均材积为对照的 112.8%；天柱试点对照（锦屏）列第 12，前 10 名种源平均材积为对照的 112.3%；遵义试点用习水种源作对照，名列第 43，前 10 名种源平均材积为对照的 155.1%；兴仁试点由于试验受损失，缺区较多，不宜作统计分析，仅以保存部份将各种源生长量求简单的平均值作参考，结果对照列 12，前 10 名种源平均材积为对照的 112.2%（表 5）。

可见不同地区有不同的种源选择效果。黔东南清、都江流域诸县，由于本地种源品质优良，故在这里种源选择效果不大，黔东北、黔中、西、北本地种源差，种源选择效果显著，其余则选择效果中等。综合两次试验结果及本省参试种源在各点表现，大致黔东南东八县及黔南三都县，选择效果为 0~10%；黔东南西八县、黔东北武陵山以南、佛顶山以东、黔南、黔

西南地区选择效果可达 10~20%；黔东南武陵山北、佛顶山以西、黔中、西、北地区选择效果可达 30~50%，其顺序是黔西、北>黔中>黔东南、黔西南>黔东南。

2.5 杉木种源、地点互作及种源定性

对各试点综合分析表明：杉木种源与地点存在互作，说明杉木种源在不同地点可有不同生长效果，从而不同地区最适宜应用的种源也不一定尽然相同。第一次试验黎平、天柱二试点互作未达显著水平（这可能由于第一次参试种源较少及二试点立地差异不大，互作未充分体现），但试点间种源名次也有一定变动，如湖南江华种源在黎平点表现较天柱点好，广西浦北种源则在天柱点表现较黎平点好。这在第二次试验中表现也一样；第二次试验综合分析结果种源、地点互作达极显著水平（ $F = 1.255^{**}$ ）。

表 5 两次试验各试点优、劣、对照种源材积生长量

名次	第一次试验(11年生)				名次	第二次试验(8年生)							
	黎 平		天 柱			黎 平		天 柱		遵 义		兴 仁	
前	黎平	0.0737	锦平	0.0962	前	融水	0.0212	融水	0.0465	榕江	0.0196	榕江	0.0220
	融水	0.0713	融水	0.0932		榕江	0.0202	从江	0.0458	从江	0.0191	融水	0.0198
	江华	0.0704	建瓯	0.0907		三江	0.0185	三都	0.0451	建欧	0.0187	永川	0.0190
	平均	0.0718	平均	0.0934		隆林	0.0182	剑河	0.0441	黎平	0.0183	黎平	0.0190
三					十	锦屏	0.0180	三江	0.0434	三都	0.0182	江华	0.0178
						剑河	0.0177	榕江	0.0419	三江	0.0179	三都	0.0170
						三都	0.0176	叙永	0.0418	融水	0.0172	建瓯	0.0165
						从江	0.0165	那坡	0.0412	剑河	0.0168	锦屏	0.0165
名					(A)	西畴	0.0162	邻水	0.0405	锦屏	0.0167	叙永	0.0164
						黎平	0.0160	建瓯	0.0398	贺县	0.0166	从江	0.0161
						平均	0.0180	平均	0.0430	平均	0.0179	平均	0.0180
						对照	黎平	0.0160	锦屏	0.0383	习水	0.0116	兴仁
对照	黎平	0.0737	天柱	0.0903	对照	黎平	0.0160	锦屏	0.0383	习水	0.0116	兴仁	0.0160
A/对照		97.4%		103.4%	A/对照		112.8%		112.3%	155.1%		112.2%	
后	开化	0.0504	龙泉	0.0736	后	余庆	0.0096	松桃	0.0268	歙县	0.0096	余庆	0.0108
	浦北	0.0501	通山	0.0707		开化	0.0095	开化	0.0267	乐安	0.0096	通山	0.0106
	龙泉	0.0453	开化	0.0677		务川	0.0091	旬容	0.0266	松桃	0.0096	旬容	0.00104
	霍山	0.0439	霍山	0.0625		旬容	0.0088	歙县	0.0263	恩施	0.0096	黔西	0.0103
五	德昌	0.0284	德昌	0.0544	十	思南	0.0085	龙泉	0.0248	道真	0.0094	岑巩	0.0099
	平均	0.0436	平均	0.0658		会泽	0.0082	务川	0.0237	旬容	0.0092	六枝	0.0098
						黔西	0.0076	南郑	0.0217	南郑	0.0091	贺县	0.0085
						龙泉	0.0072	会泽	0.0206	开化	0.0088	龙泉	0.0080
(C)					(C)	道真	0.0065	道真	0.0191	黔西	0.0086	务川	0.0077
						德昌	0.0055	德昌	0.0095	务川	0.0078	德昌	0.0077
						平均	0.0081	平均	0.0226	平均	0.0091	平均	0.0094
						A/C	164.7%		142.0%	A/C	223.5%		190.6%

为进一步了解源种相对适应性，对第二次试验各参试种源以 Eberhart 模型作稳定性分析。当种源对环境指数（ I_i ）的回归系数（ b_i ） >1 时，说明该种源较适于条件较好的立地； $b_i <1$ 时，该种源适于条件较差的立地； b_i 近于 1 时，则该种源较稳定，适于多种立地应用。

通过绘制参试种源材积与回归系数 b_i 的散点图，可以看出：在我省生长量较大而稳定性

较好的有贵州榕江、福建建瓯、贵州锦屏、黎平、广西隆林等种源。生长量大而更适合较好立地的有广西融水、三江、贵州从江、三都、剑河、四川叙永、广东乐昌、湖南靖县等种源，生长量较大而适宜较差立地的种源有四川洪雅。前述融、都、清三江流域种源由于生长量突出，虽有的种源如融水、从江、三都 b_1 值较大，但在各试点仍均名列前茅，故 b_1 值较大只是说明它们更适于条件较好的立地，或者说在较好的立地将更能发挥其优势。

2.6 杉木不同种源结实状况及地理变异规律

在试验中看到：不少种源 4~5 年生时即已开花结实，经各试点 5~9 年生重复测定及统计分析表明：杉木不同种源开花结实的迟早及结实的多少均有极显著差异（表 6）。

表 6 杉木种源 6 年生结实率、结实量方差分析结果

性 状	第 一 次		第 二 次		
	黎 平	天 柱	黎 平	天 柱	遵 义
结实率	7.18**	12.16**	4.49**	7.16**	4.37**
结实量	8.44**	8.21**	3.86**	2.43**	2.58**

第一次 $F_{0.01,24} = 1.98$ 第二次 $F_{0.01,63} = 1.54$

不同种源结实率、结实量大小也与产地纬度明显相关，N25°以南及 N28°以北种源大多结实率高，结实量大，N25°~28°间种源则结实率、结实量均低，呈南北两头高中间低的“V”型变异规律。经以 N27°为中心对不同种源 6 年生时结实率、结实量与产地纬度作相关分析，结果均向北呈正相关（ $r=0.610^{**}$ 及 0.591 ），向南呈负相关（ $r=-0.808^{**}$ 及 -0.761^{**} ）。这种“V”型变异规律同样具有明显的气候生态特征。

无疑开花结实早而多会影响后期生长量。从第一次试验已可看到，早期生长量也较大而开花结实较早的种源如南带的广西浦北、贺县，北带的四川犍为、湖北恩施等生长量名次已有所下降，而生长量大、开花结实迟的种源如福建建瓯、贵州锦屏、广西融水等则位次有所上升或始终保持生长优势，因此开花结实的迟早及结实的多少是种源选择必须考虑的因素。

2.7 不同种源树皮厚度、侧枝粗度及病虫害状况

树皮厚，则去皮出材率低，故树皮厚度也应是种源选择的重要因素。经对第一次试验 11 年生各种源干高 1.5m 处测定树皮厚度，种源间亦有显著差异，变幅在 3.0~6.3mm，其中四川德昌种源树皮特厚。将不同种源干高 1.5m 处皮厚与带皮直径之比作方差分析，种源间差异达极显著水平，且与结实状况变异规律相似呈南北“V”型变异趋势。N28°以北及中带东部种源如陕西南郑、湖北通山、安徽霍山、浙江龙泉、福建建瓯和 N25°以南种源如广西浦北、贺县、广东信宜树皮相对较厚，N25°~28°间种源如贵州黎平、天柱、锦屏、广西融水、湖南会同、四川犍为、江西铜鼓等树皮相对较薄。N27°~33°间种源皮厚与产地纬度呈弱度正相关（ $r=0.076$ ）。N27°~22°间种源皮厚与产地纬度呈负相关（ $r=-0.572$ ）。

又对第一次试验 9 年生、第二次试验 6 年生种源干高 1.5~2.5m 间测定侧枝粗度，将 1.5~2.5m 间侧枝粗与胸高直径之比作方差分析，种源间差异也达极显著水平（ $F=3.827^{**}$ ）。杉木侧枝粗细与产地纬度无明显相关，但侧枝相对较细的也多为中带种源。侧枝越粗，自然整枝困难，节多，木材等级低，故侧枝粗细也是种源选择应考虑指标之一。

不同种源幼龄阶段都有一些病虫害危害。病害主要是弱寄生的赤枯病、叶枯病，也有少量炭疽病，但都轻微，对生长无明显影响；虫害主要有杉梢小卷叶蛾、白蚁，各种源对小卷叶蛾受害普遍，白蚁危害影响较大，但虫害多呈随机分布，与种源无明显相关；冻害在我省则

基本未见。因此病虫冻害均未作为我省杉木种源选择依据。

2.8 杉木种源综合评定及优良种源选择

为准确选择优良种源，以综合座标法对两次各点参试种源进行综合评定。第一次试验取 11 年生树高、胸径、材积、树皮厚度/胸径、侧枝粗度/胸径、8 年生结实正常指数 6 项指标，前 5 项各取权重系数 2，结实正常指数取权重系数 1；第二次试验取 8 年生树高、胸径、材积、bi 值、侧枝粗度/胸径、6 年生结实正常指数 6 项指标，bi 值取权重系数 0.5、侧枝粗度/胸径取 1，其余四项各取 2。以综合评定值 P_i 低为优，结果如表 7。

表 7 一、二两次试验种源综合评定

名 次	黎平		天柱		名 次	黎平		天柱		遵义	
	种源	P_i 值	种源	P_i 值		种源	P_i 值	种源	P_i 值	种源	P_i 值
1	黎平	0.0136	锦屏	0.0215	前	榕江	0.1201	榕江	0.1732	榕江	0.0811
2	融水	0.0580	融水	0.0547		隆林	0.2291	三江	0.2246	黎平	0.1040
3	江华	0.1495	建瓯	0.1082		锦屏	0.2351	建瓯	0.2722	建瓯	0.1375
4	全南	0.1543	会同	0.1222		融水	0.2752	剑河	0.2727	锦屏	0.2349
5	锦屏	0.1690	天柱	0.1287	十	三江	0.2871	融水	0.2729	三江	0.2454
6	建瓯	0.2162	江华	0.2571	二	剑河	0.3690	三都	0.2739	三都	0.2928
7	铜鼓	0.3281	安福	0.2899		三都	0.3866	锦屏	0.2816	贺县	0.2996
8	会同	0.3410	贺县	0.2901		黎平	0.3870	黎平	0.3056	洪雅	0.3106
9	安福	0.3468	铜鼓	0.3006		建瓯	0.4487	从江	0.3176	融水	0.3355
10	信宜	0.3600	全南	0.3316	名	从江	0.4682	邻水	0.3377	从江	0.3399
11	乐昌	0.4221	龙泉	0.3889		江口	0.4817	靖县	0.3439	隆林	0.3545
12	南郑	0.4586	恩施	0.4478		靖县	0.4970	兴仁	0.3674	剑河	0.3554
13	开化	0.5152	通山	0.5086		长汀	0.8944	鹤峰	0.7118	龙泉	0.8341
14	键为	0.5329	键为	0.5122	后	歙县	0.9084	松桃	0.7175	恩施	0.8540
15	恩施	0.5463	信宜	0.5154	十	安化	0.9139	歙县	0.7218	歙县	0.8628
16	通山	0.5583	开化	0.5741		余庆	0.9298	龙泉	0.7833	乐安	0.8643
17	龙泉	0.6419	浦北	0.5822		开化	0.9483	罗平	0.7973	松桃	0.8837
18	霍山	0.6730	霍山	0.5891		务川	0.9751	屏边	0.8165	句容	0.9056
19	贺县	0.9636	南郑	0.6749	二	句容	0.9801	务川	0.8177	道真	0.9294
20	浦北	1.0742	德昌	0.7650		思南	0.9946	新县	0.8490	南郑	0.9341
21	德昌	1.0799	乐昌	0.9209		黔西	1.0947	商城	0.8647	黔西	0.9464
						龙泉	1.1347	南郑	1.0145	开化	0.9478
					名	道真	1.2479	道真	1.0348	务川	1.0266
						德昌	1.4775	德昌	1.5331	罗平	1.0280

参试种源 21 个

参试种源 64 个

根据两次各点试验综合评定结果及参考我省各地生境，对我省杉木不同造林区选择适宜应用的优良种源列于表 8。

2.9 本省种源评述

贵州为我国杉木中心产地省区之一，历史上除西部威宁县外，各县不同程度都有杉木分布，但主要分布于黔东南、黔西北及黔东北。按全国协作组统一区划，贵州种源基本分属“南岭山地”及“贵州山原”两种源区。经对天柱试点 19 个本省种源及 11 个相邻省区邻近种源苗、林期生长、发育、物候、生长节律等 15 个性状作主分量分析，结果如图。

图中 1 为黔东南清、都江流域种群。该种群位苗岭东南，属全国“南岭山地种源区”范围。这些种源的特点是生长量大、结实迟而幼龄阶段结实少、树皮较薄，侧枝较细，苗期幼苗出土、真叶出现、苗木封顶均迟，冬季针叶变色早，苗前期生长率小，后期生长率大，枝盘数多，是我省、我国杉木优良种群。2 为岭西北乌东南种群。该种群位苗岭西、北、武陵山及乌江以南地区；属“贵州山原种源区”范围。该种群的特点是开花结实较早而幼龄阶段结实较多，生长量中等，幼苗出土、真叶出现较早，封顶较迟但后期生长率小，是我省中等水平种源；3 为乌西北大娄山周围种群。该种群亦属“贵州山原种源区”范围，位武陵山以西、乌江以北地区。这一种群特点是生长量小，结实较早，幼苗出土、真叶出现、苗木封顶均早，针叶变色迟，前期生长率大，后期生长率小，是我省也是全国生产力最低的种群之一。可见我省应大力推广利用第一种群，不用第三种群。本省 20 个参试种源在各试点综合评定中的名次如表 9。

表 8 贵州不同杉木栽培区适用的优良种源

栽培区	行政区域	适用的优良种源	局部或有限适用种源
黔东南中心产区 (I ₁)	黔东南东 8 县及黔南三都县	榕江、从江、融水、三江、三都、锦屏、黎平、剑河、天柱。	为保持本地优良种源纯洁，本地区应禁用其它种源。
黔中北一般产区 (I ₂)	包括黔东南西 8 县、铜仁、遵义、安顺地区全部、黔西北部、毕节地区大部。	榕江、黎平、三江、融水、锦屏、建瓯、从江、三都、剑河、靖县、会同、天柱。	乌江西北诸县，或黔中、西、北地区短轮伐期作业可酌用四川洪雅、邻水、永川、叙永。
黔西南边缘产区 (I ₃ I)	包括黔西南全部、黔南南部、六盘水及毕节地区西部	榕江、融水、黎平、三都、从江、锦屏、建瓯、剑河、隆林、江华、三江、天柱。	威宁、赫章及六盘水、或短轮伐期作业也可酌用四川洪雅、邻水、永川、叙永、云南西畴。

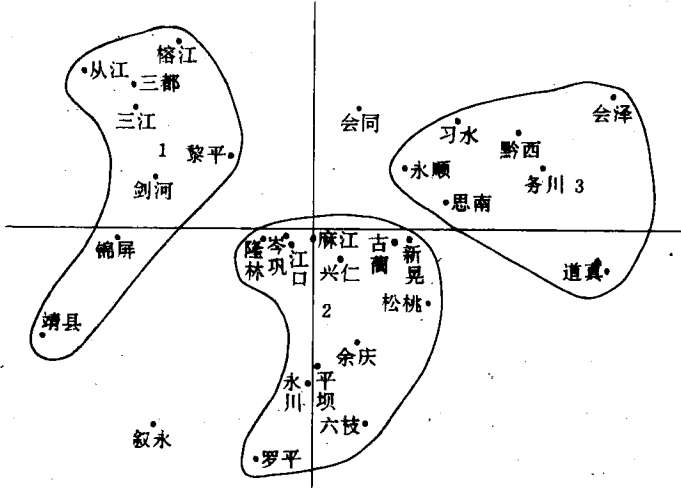


图 1 本省及邻近省种源主分量(PCA)二维排序图

3 结论与讨论

3.1 两次全分布区试验结果一致表明：杉木种源间许多性状存在着明显的遗传差异。不同试点8~11年生材积生长量最大种源为最小种源的2~4倍。贵州本省种源也优劣悬殊，从而不同地区有不同的选择效果，除黔东南清、都江流域由于本地种源优越而选择效果不大（0~10%）外，其余各地则种源选择可望取得可观的（10~50%）增产效果。

3.2 杉木种源发育状况差异亦甚明显，南北带种源大多4~5年生时即已开花结实。6年生不同种源结实率变幅竟达0%~90%。结实迟早是影响后期生长量大小的重要因素，一些早期生长量较大而开花结实较早较多的种源，8~10年生时生长量名次即有所下降。杉木早、中期生长量相关显著，按造林后4~5年生生长量及结实状况即可较准确地判断种源以后产量的大小。

表9 本省种源在各试点综合评定位次

编号	种源	试 点			编号	种源	试 点		
		黎平	天柱	遵义			黎平	天柱	遵义
51	锦屏	3	7	4	62	思南	59	45	42
52	岑巩	26	26	44	63	道真	62	61	57
53	剑河	6	4	12	64	务川	57	56	62
54	黎平	8	8	2	65	余庆	55	38	29
55	从江	10	9	10	66	习水	32	18	41
56	榕江	1	1	1	68	黔西	60	44	59
57	麻江	35	14	15	69	平坝	49	41	45
59	三都	7	6	6	70	紫云	—	—	—
60	松桃	43	51	55	71	六枝	44	47	19
61	江口	11	21	27	72	兴仁	46	12	16

注：各点参试种源64个

3.3 杉木种源许多性状与产地地理位置显著相关，产量最高的种源纬度线是滇东南起折向东北沿南岭山地到闽西北一线。开花结实则是南、北两头种源早而中间种源迟，呈“V”型变异规律，树皮厚度也有与结实状况相似趋势。种子千粒重、发芽率、苗木出土期、真叶出现期均与产地经度呈正相关，与海拔呈负相关，针叶变色期也与海拔呈负相关，封顶期及年速生期长短与产地纬度呈负相关等等。

3.4 杉木种源与地点存在互作。稳定性分析表明有些种源生长量大而又较稳定，适合多种立地应用，有些则更适合较好立地或较差立地应用。但在不同试点位次变动较大的多为生长量一般的种源，而生长突出的种源如融水、从江、三都、三江、剑河虽bi值较大，但它们在各试点生长量及其它指标仍均名列前茅，故bi值较大只是表明这些种源更适合在较好立地应用。各种源在我省都有轻微的弱寄生病害，但均无明显影响。虫害随机性较大，似与种源无关。冻害则在我省未见。故病、虫、冻害可不作我省杉木种源选择的重要因素。

3.5 南岭山地种群生长量大，结实迟，是全国优良种源区。而生长量最大的种源如融水、三江、从江、榕江、三都、黎平、锦屏、天柱、剑河等主要在南岭西部广西融江、贵州都柳江、清水江这三江流域。融、都、清三江流域是我国杉木最佳种源区域。它们不仅生长快、结实迟，而且树皮较薄、侧枝较细。这些优良基因资源是国家宝贵财富，应大力保护、开发、利

用。为此，这里应一方面利用现有优良林分为全省全国杉木造林提供优良种源种子，同时应大力营建良种基地，为全国营建以杉木为主的速生丰产林基地作出贡献。

3.6 杉木北带的秦巴山地种群、大别山桐柏山种群、黄山天目山种群及中带湘鄂赣浙山地丘陵种群生长期短，生长慢生长量小而结实早。川南德昌种群苗期生长量也大，但造林后生长很差，虽结实迟，而生长量甚小，且树皮特厚，侧枝较粗。这些种源在我省各地造林中应严格禁用。南带闽粤桂滇南部山地丘陵种群及四川盆地周围山地种群中有些种源早中期生长量也较大，但结实早，除可在我省黔东南8县及黔南三都县以外地区作短轮伐期经营外，一般也不宜应用。

3.7 贵州杉木造林用种应首先立足本省。第一本省有着全国一流优良种源，第二就近方便，第三只要经营合理，优良种源种子可有足够数量。黔东南8县及黔南三都县，应大力保护和利用本地种源优势营建杉木速生丰产林基地，并为开发本地经济，支援各省区建立杉木速丰林基地采供优良种源种子。下一世纪将出现基因工程热潮，当前保护好优良基因资源本身具有重大战略意义。在这方面，我省优良种源所在地应作出自己的努力，为此清、都江流域应制止乱砍滥伐，保护优良林分，同时禁用外地种源尤其是不良种源造林，以防本地优良种源污染；清、都江流域以外地区，则应大力引用前述优良种源造林。本省优良种源种子不足时，黔东南西8县、铜仁、遵义、安顺地区及黔南北部、毕节地区大部也可应用广西融水、三江、湖南靖县、会同、福建建瓯种源，其中乌江西、北诸县或短轮伐期作业还可酌用四川洪雅、邻水、永川、叙永种源。黔西南、黔南南部、六盘水及毕节地区西部也可应用广西融水、三江、隆林、湖南江华种源。其中威宁、赫章及六盘水或作短轮伐期作业也可应用四川洪雅、邻水、永川、叙永、云南西畴种源。