

文章编号: 1001-1498(2002)04-0399-07

# 广东省秃杉引种栽培效果及栽培区划分研究

陈建新<sup>1</sup>, 王明怀<sup>1</sup>, 殷祚云<sup>1</sup>, 林军<sup>2</sup>, 陈木发<sup>3</sup>, 梁胜耀<sup>4</sup>

(1. 广东省林业科学研究院, 广东 广州 510520; 2. 广东省乐昌市龙山林场, 广东 乐昌 512221;

3. 广东省连南瑶族自治县牛塘林场, 广东 连南 513330; 4. 广东省肇庆市国有林业总场大坑山林场, 广东 怀集 526456)

**摘要:** 1981年以来在广东12个点开展了秃杉引种栽培试验,结果表明:秃杉在我省显示了广泛的生态适应性和引种潜力,在粤北地区其生长量从幼林起高于速生树种杉木,在全省范围内7a以前略低于杉木。秃杉生长状况受土壤质地和小地形影响,在海拔500m以上的山地比杉木更适生。用12个造林点和10个环境因子材料建立了秃杉生长数量模型。根据栽培区气候因子与秃杉生长表现,可将秃杉造林区划分为:区:粤北区,区:粤东北区,区:粤西沿海丘陵区,区:粤东、粤中丘陵区,其中,、区为秃杉适宜引种栽培区。

**关键词:** 秃杉;引种栽培;栽培区划分;生长模型

**中图分类号:** S722.7

**文献标识码:** A

秃杉(*Taiwania flousiana* Gaussen)为杉科(Taxodiaceae)台湾杉属,常绿乔木,是第三纪古热带植物区系中古老子遗植物,被列入国家一级保护树种。秃杉天然分布于我国鄂西、黔东南、滇西等地,垂直分布海拔800~2500m<sup>[1]</sup>。早期研究表明:秃杉具有较强的适应性,能够适应南方中、低山区的气候和土壤<sup>[2]</sup>,通过扩大秃杉栽培区能更好地繁衍、保护这一珍稀植物。为丰富我省山区造林树种,“七五”至“八五”期间开展秃杉引种栽培和扩大造林试验,1981年开始少量引种秃杉(如乳阳、韶关市林科所),1987、1988年开展秃杉与杉木(*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.)、柳杉(*Cryptomeria fortunei* Hooibrenk)的树种对比试验,1990年开展秃杉种源试验,1992年布置种源-家系联合试验,并设置不同海拔梯度点2~3个。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

秃杉引种栽培试验在全省12个试验点开展,位于22°15′~25°18′N,111°50′~116°10′E,海拔为100~1000m,年均温19.4~20.8℃,年降水量1537~2200mm。引种试验点分布及概况见表1。

### 1.2 试验材料

自1981年在乳阳引种造林秃杉,先后在各试验点进行多批次引种试验,材料分别来自秃杉天然分布区的云南横断山脉西部、怒江流域的昌宁、龙陵等地(海拔1700~2500m);贵州东南部的雷公山、剑河、榕江、丹江(海拔800~1300m);以及鄂西利川(810~1340m)的山

收稿日期: 2001-07-14

基金项目: 广东省自然科学基金(920383);广东省“九五”重点科技攻关项目“秃杉良种选育及栽培区划分的研究”

作者简介: 陈建新(1949-),男,广东饶平人,研究员。

地。引种研究布置有种源或家系试验,但本文着重对秃杉进行栽培区划分探讨,为便于比较,利用各次各地秃杉年均生长量信息。主要试验材料列于表2。

表1 广东省秃杉引种试验示范点概况

地点	单位	地理位置		林地海拔/m	试验内容
		(°)N	(°)E		
乳源县	乳阳林业局	25 18	113 03	300 750	树种、种源试验
怀集县	国营大坑山林场	23 50	112 15	250 330	树种、种源试验
乐昌县	国营龙山林场	25 12	113 15	200 450	树种、种源试验
曲江县	国营小坑林场	24 45	113 35	100 300	树种、种源试验
阳春县	国营花滩林场	22 15	111 50	60 250	树种对比试验
始兴县	始兴县林业局	24 50	114 05	200 400	示范推广
乐昌县	国营乐昌林场	25 10	113 20	200 450	树种、种源试验
乐昌县	乐昌县林业局	25 10	113 20	150 200	树种、种源试验
连山县	连山县林科所	24 40	112 20	300 500	树种对比试验
连南县	连南县林科所	24 50	112 10	500 925	示范推广
蕉岭县	蕉岭县林科所	24 40	116 10	200 300	示范推广
怀集县	肇庆市岳山林场	23 55	112 11	300 500	示范推广

表2 秃杉主要参试材料概况

试验性质	试验材料来源	造林年份	试验地点
秃杉、杉木对比试验	贵州雷公山	1981	乳阳林业局
秃杉、杉木对比试验	贵州	1990	乳阳林业局
秃杉种源试验	贵州7个种源、1个湖北利川种源	1991	乳阳林业局、国营小坑林场、乐昌县林业局、连南县林科所
秃杉、杉木对比试验	贵州、云南秃杉,本地杉木为对照	1992	连山县林科所、怀集大坑山林场
秃杉种源 - 家系联合试验	云南3个和贵州4个种源共36个家系	1993	怀集大坑山林场、始兴县林业局、阳春花滩林场、乐昌龙山林场
秃杉种源 - 家系联合试验	云南2个种源17个家系	1994	乐昌龙山林场、怀集大坑山林场

### 1.3 试验设计

田间试验采用随机完全区组设计(种源 - 家系试验采用巢式设计),根据地形采用4 × 8株小区,5 - 10次重复。在1996 - 1999年度间对各地试验或示范推广林进行生长量调查。

### 1.4 统计分析方法

按常规方法进行方差分析和统计分析;利用广东引种地区及其省内其它各地地理信息进行主分量分析<sup>[3,4]</sup>,与秃杉原产地气象资料比较分析,结合引种秃杉进行适生区区划。用多元线性逐步回归分析影响秃杉生长环境因子,建立秃杉与环境因子的生长关系模型。所有分析计算使用SAS软件系统<sup>[5]</sup>。

参加主分量分析气象资料有28个代表点8个因子,因子包括:经度、纬度、1月均温、7月均温、年均温、年降水量、无霜期、日照时数。多元线性回归方法分别计算秃杉、杉木年平均高、胸径生长量与相应的气象因子、土壤因子相关关系,各因子包括:经度、纬度、年均温、极端高温、极端低温、1月均温、年均降水量、相对湿度、海拔、土层厚度共10个因子。

## 2 引种栽培效果分析

### 2.1 造林成活率

在满足造林条件的情况下,秃杉显示出较广泛的适应性并保护较高的成活率,粤北的乳阳造林地海拔 500—750 m、造林成活率 95% 以上,曲江县小坑林场林地海拔 100 m,造林地成活率 85%,其它地点的造林成活率都在 90% 以上。

### 2.2 幼林生长量

2.2.1 不同地点生长表现 试验结果表明:各造林点秃杉生长普遍良好。方差分析结果表明,树种之间的生长差异达极显著水平。秃杉及对照树种 3—15 a 年均生长量及粤北试验区的生长情况见表 3。

表 3 广东省秃杉与对照树种杉木、柳杉生长状况比较

试验点	林龄/a	秃杉年均生长量		杉木年均生长量		柳杉年均生长量	
		树高/m	胸径/cm	树高/m	胸径/cm	树高/m	胸径/cm
9个试验点(平均)	3—7	0.85	1.41	0.88	1.50	1.10	1.28
粤北乳阳	4	1.22	1.83	1.09	1.74	1.19	1.80
粤北乳阳	15	0.57	0.77	0.56	0.90	0.53	0.68

表中可见,全部试验点 7 a 以前的秃杉幼林年均生长量略低于杉木和柳杉,但在粤北试验点,4 a 秃杉幼林年均高生长相当于杉木的 111.9%,柳杉的 102.5%,15 a 林分树高平均值秃杉为 8.6 m,杉木为 8.4 m。可见,在适生区秃杉显示了速生优势和引种潜力,在幼龄阶段至近熟阶段都超过传统的速生树种杉木。

2.2.2 不同海拔生长表现 以年均生长量为度量因子,比较不同海拔梯度秃杉 3—7 a 幼林的生长状况(表 4)显示:秃杉在各种海拔高度都能正常生长,但在同一地带不同海拔生长量存在差异,海拔 750 m 以下的造林点生长量较大,其中海拔 500—750 m 造林点年均树高生长量为 1.04 m。在海拔 750 m 的山地,杉木生长受到抑制,秃杉仍能正常生长,其树高和胸径生长量相当于杉木的 113.2% 和 135.8%。

表 4 不同海拔高度秃杉与对照树种杉木、柳杉年均生长状况

试验点 数量	海拔高度 /m	秃杉年均生长量		杉木年均生长量		柳杉年均生长量	
		树高/m	胸径/cm	树高/m	胸径/cm	树高/m	胸径/cm
4	<500	1.00	1.48	0.98	1.85	1.40	1.40
4	500—750	1.04	1.38	0.86	1.23	0.81	1.16
4	750—1000	0.86	1.48	0.76	1.09	—	—

2.2.3 秃杉生长与土壤条件的关系 根据引种点秃杉生长表现及土壤类型情况(表 5),秃杉适合于不同的土壤类型,同时,秃杉对土壤质地和化学组成有较广的适应性,疏松湿润、排水良好的土壤尤其适合其生长。在 pH 值相近、土壤养分相差不大的情况下,小地形和土壤质地对幼林生长起主要作用,位于沟谷和山脚处,其年均生长量明显地增加。

表5 不同坡位土壤状况与秃杉(6a)生长量的关系

坡位	土壤状况				pH值	树高生长量/m		胸径生长量/cm	
	有机质/ (g kg <sup>-1</sup> )	全N/ (g kg <sup>-1</sup> )	全P/ (g kg <sup>-1</sup> )	速效K/ (mg kg <sup>-1</sup> )		总生长	年均生长	总生长	年均生长
沟谷	212.3	6.44	1.48	34.94	6.5	6.26	1.04	9.40	1.57
沟槽	85.9	3.40	1.18	30.52	6.5	6.42	1.07	9.00	1.63
中部	204.6	5.90	1.39	36.25	6.5	5.69	0.99	7.07	1.32
山脊	37.5	3.40	0.61	27.78	6.5	5.30	0.88	7.40	1.23

### 3 秃杉扩大栽培区的生态条件

秃杉自然分布于云贵高原一隅,含滇西、黔东南及鄂西利川的局部地区,水平分布于 25° 07' 30" 19' N, 98° 29' 10" 55' E,垂直分布于海拔 850—2 500 m,我省引种试验区与之比较有较大差异,但就决定林木引种成功与否的主要生态因子(如年均温)而言,则差别不大。秃杉原产区年均温为 12—15℃,我省各引种地年均温在 19—22℃之间,高于原产区。极端高温与极端低温亦是影响引种成败的关键气候因子,秃杉原产区极端高温为 30—35℃,我省大部分为 37—39℃之间,亦稍高于原产区。秃杉是很耐寒的树种,原产区的极端最低气温曾达 -10.2℃,个别年份甚至达 -15℃,在我省则不会出现寒害问题。秃杉原产区年降水量在 1 254—1 449 mm,我省主要引种区年降水量都在 1 400 mm 以上。

综上所述,与原产地相比较,秃杉引种栽培区的生态条件,特别是决定引种成败的主要气候因子与原产地基本相似,就气象因子而言都属山地温凉的亚热带湿润气候和常绿阔叶林地带,栽培区与原产地气象因素差别不悬殊,这是引种试验取得成功和进行区划的客观前提。

### 4 秃杉栽培区划分与生长模型

#### 4.1 秃杉栽培区划分

广东省地处南亚热带,东、西部紧临大海,粤北、粤东北地区为丘陵山地,生态变异幅度大。为确定秃杉适生引种区,以各地气象因子为基础,结合秃杉生长表现进行造林划分。对 28 个代表点的 8 个主要气象因子进行主分量分析(表 6)。由表 6 可知,前 3 个主成分累积贡献率达 89.4%,第一主成分与 1 月均温、年均温、纬度、无霜期等热量因子有关,第二主成分与经度和 7 月均温有关。以第一、第二主成分作样本二维排序图(图 1),将广东省秃杉扩大栽培区划分为 4 个区域。

表6 秃杉栽培区划分的主分量分析特征值和特征向量

主成分	经度(E)	纬度(N)	年均温	1月均温	7月均温	年降水量	日照时数	无霜期	特征值	累积贡献率
Y <sub>1</sub>	-0.155	-0.453	0.463	0.465	0.063	0.082	0.361	0.447	4.483	0.560
Y <sub>2</sub>	0.617	0.112	-0.086	0.043	-0.622	0.294	0.321	0.146	1.595	0.760
Y <sub>3</sub>	0.403	0.126	0.032	0.028	0.233	-0.799	0.354	0.035	1.071	0.894

区:乐昌、连山、南雄、怀集等粤北区;

区:连平、河源、大埔、五华等粤东北区;

区:湛江、徐闻、电白、阳江、信宜等粤西沿海丘陵区;

区:南澳、汕头、深圳、台山等

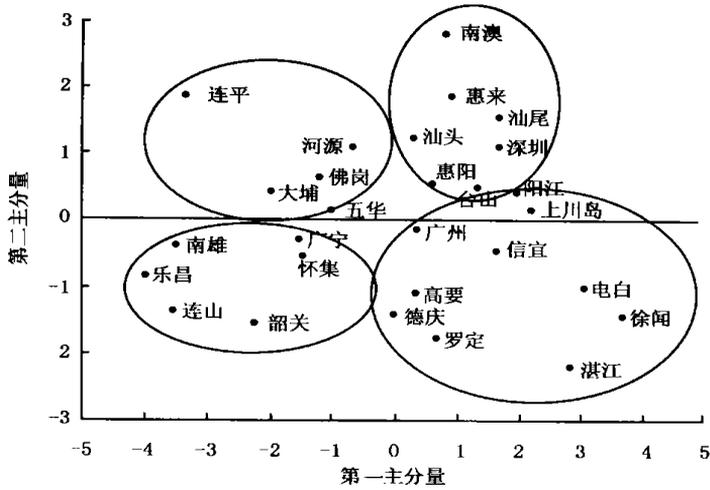


图 1 秃杉栽培区划分的主分量分析二维排序图

粤东、粤中丘陵区。

秃杉原产地 1 月均温变幅为 1.7 ~ 8.2 °C，、、、区分别为 9.2 ~ 11.5 °C、10.1 ~ 12.0 °C、13.6 ~ 14.4 °C、12.5 ~ 16.2 °C；年均温原产地变幅为 12.8 ~ 15.4 °C，、、、区分别为 19.5 ~ 20.8 °C、19.6 ~ 21.3 °C、21.3 ~ 22.8 °C、21.5 ~ 23.0 °C，依据林木引种气候相似性原理，原产地气候因子与、区接近。各地秃杉生长及与杉木对比见表 7，秃杉生长表现出与杉木相当的生长速度，如果选用合适种源，在粤北等高海拔地区比杉木更具生长潜力。综合分析，、区为广东省适宜引种栽培区、、区则不宜大规模引种栽培区(图 2)，必须根据当地自然环境条件因地制宜，适度引种。

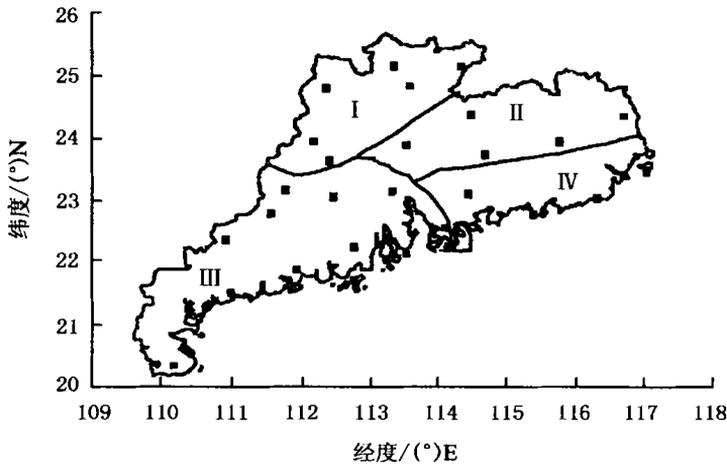


图 2 广东省秃杉引种栽培区划分

#### 4.2 秃杉生长与环境因子关系

以广东省 12 个试验点秃杉、杉木树高、胸径年均生长量分别与 10 个气象、土壤因子(表 7)进行多元线性逐步回归，结果表明，秃杉的年均高生长量与极端低温、造林地海拔显著相关。

通过回归分析,建立秃杉、杉木的树高、胸径平均生长量与环境因子关系模型为:

$$Y_1 = -0.30375 - 0.33649X_5 - 0.00041X_9$$

$$Y_3 = 18.3107 - 0.15182X_1 - 0.00056X_9$$

$$Y_4 = 7.2900 - 0.21906X_2 - 0.00118X_9$$

注:秃杉年平均胸径生长量与环境因子线性关系模型不显著。

以上回归方程均达显著水平。式中  $Y_1$ :秃杉年平均高生长量;  $Y_3$ :杉木年平均高生长量;  $Y_4$ :杉木年平均胸径生长量;  $X_1$ :经度,  $X_2$ :纬度;  $X_5$ :极端低温、 $X_9$ :造林地海拔。

表7 粤北引种栽培区秃杉的年平均生长量与自然条件

试验项目	秃杉		杉木		柳杉		经度/ (°E)	纬度/ (°N)	年均温/ °C	极端高温/ °C	极端低温/ °C	1月均温/ °C	年降水量/ mm	相对湿度/ %	海拔高度/ m	土层厚度/ cm
	高度/ m	胸径/ m	高度/ m	胸径/ m	高度/ m	胸径/ m										
乳阳海拔试验 (750 m)	0.90	1.35	0.77	1.09	0.75	1.03	113.37	24.78	19.8	37.6	-4.3	9	1537.4	76	750	40
乳阳对比试验 (1981年)	0.57	0.77	0.56	0.90	0.53	0.68	113.37	24.78	19.8	37.6	-4.3	9	1537.4	76	500	60
乳阳对比试验 (1990年)	1.40	1.64	0.84	1.44	0.95	1.48	113.37	24.78	19.8	37.6	-4.3	9	1537.4	76	600	50
乳阳海拔试验 (600 m)	0.87	1.47	0.75	1.28	0.91	1.35	113.37	24.78	19.8	37.6	-4.3	9	1537.4	76	600	50
大坑山对比试验 (1992年)	1.00	1.50	1.05	1.83	1.10	1.79	112.37	23.55	20.8	39.0	-3.9	11.3	1753.4	81	270	60
大坑山第4次 联合试验	0.98	1.41	1.07	1.70	0.78	0.99	112.37	23.55	20.8	39.0	-3.9	11.3	1753.4	81	250	60
大坑山第5次 联合试验	0.84	0.98	1.18	1.86	2.21	-	112.37	23.55	20.8	39.0	-3.9	11.3	1753.4	81	330	50
小坑12个 产地试验	1.19	2.04	1.14	2.04	-	-	113.6	24.68	20.3	37.9	-4.3	10	1537.4	76	100	70
广宁推广	0.7	-	0.75	-	-	-	112.37	23.55	20.8	39.0	-3.9	11.3	1753.4	81	890	40
龙山第5次 联合试验	1.06	1.46	0.94	1.35	-	-	113.35	25.15	19.6	38.4	-4.6	9.2	1488.7	80	200	40
连南板洞推广	0.91	1.66	-	-	-	-	112.25	24.35	19.4	37.8	-4.8	8.9	2200.0	79	925	30
连南板洞试验	0.94	1.74	-	-	-	-	112.5	24.35	19.4	37.8	-4.8	8.9	2200.0	79	850	30
连山东风试验	0.66	0.93	0.70	1.04	0.58	0.64	112.18	24.33	19.9	37.6	-4.0	10.9	2198.0	82	623	100
连山大旭推广	1.24	1.47	1.16	1.15	-	-	112.00	24.33	18.8	37.6	-5.0	8.8	2043.0	82	664	80

注:“-”示没有相应对比树种或未调查

## 5 结论

(1) 秃杉具有较广泛的生态适应性,在我省成功引种的栽培区自然条件比天然分布区优越。在我省引种区,无论低海拔丘陵或海拔700 m左右山地,秃杉都能适应上述生境正常生长,显示出较高的引种潜力。

(2) 在适宜的区域和立地,秃杉幼林(4 a)和15 a林分生长量都高于杉木或柳杉,全部试验点(9个地点)7 a以前的幼林平均年生长量则略低于杉木。因此,开展对秃杉的引种栽培和利用具有重要经济价值,且对丰富和改善亚热带中低山造林树种和保存繁衍珍贵树种资源具重大意义。

(3) 在同一地点,秃杉生长状况受小地形和土壤质地影响,且在500 m以上造林点生长优

于杉木。以12个造林点和10个环境因子进行多元线性逐步回归分析,建立了秃杉生长量数学关系模型。

(4)以栽培区气候因子为基础,结合秃杉生长表现,将造林区划分为:区:粤北区,区:粤东北区,区:粤西沿海丘陵区,区:粤东、粤中丘陵区,其中,、区为秃杉适宜引种栽培区,、区为因地制宜、适度引种区。

### 参考文献:

- [1] 王挺良. 秃杉[M]. 北京:中国林业出版社,1995. 4-6
- [2] 侯伯鑫. 秃杉的自然分布区的研究[J]. 湖南林业科技,1996, 23(3): 7-15
- [3] 朱仁海,杨琪瑜,沈文璞. 统计分析方法[M]. 北京:中国林业出版社,1990. 266-283
- [4] 陈天华,王章荣. 马尾松生长气候区域与育种区划分的探讨[A]. 见:全国马尾松种子园课题协作组. 马尾松种子园建立技术论文集[C]. 北京:学术书刊出版社,1990
- [5] 张绍勋,林秀娟. 学习和使用微机统计分析系统(SAS/PC)[M]. 北京:学苑出版社,1993

## A Study on Introduction and Culture of *Taiwania flousiana* in Guangdong and Its Cultural Regional Assignment

CHEN Jian-xin<sup>1</sup>, WANG Ming-huai<sup>1</sup>, YIN Zuoyun<sup>1</sup>, LIN Jun<sup>2</sup>, CHEN Murfa<sup>3</sup>, LIANG Sheng-yao<sup>4</sup>

(1. Guangdong Forestry Research Institute, Guangzhou 510520, Guangdong, China;

2. Longshan Forest Farm of Lechang City, Lechang 512221; Guangdong, China;

3. Niutang Forest Farm of Liannan Yao Autonomous County, Liannan 513300, Guangdong, China;

4. Dakengshan Forest Farm of Zhaoqing Forestry Bureau, Huaiji 526456, Guangdong, China)

**Abstract:** *Taiwania flousiana* was introduced to Guangdong in 1981. Since then, the introduction and culture trial was carried out at 12 sites. It has been proved that *T. flousiana* have broad ecological adaptability an introduction potential, and the plantations performed well. Compared with *Cunninghamia lanceolata*, its increment is greater in the northern part of Guangdong, while the increment is a little less before 7 years old from the viewpoint of the whole province. The growth of *T. flousiana* is affected by soil characters and tiny landform, and it is more adaptive than *C. lanceolata* in the land with altitude over 500 meters. The growth model of *T. flousiana* was built using the growth data from 12 sits and 10 environmental factors. According to climatic factors and tree growth data, *T. flousiana* culture region was divided into four: :north of Guangdong, : northeast of Guangdong, : west coastal hilly area of Guangdong, and : east and central parts of Guangdong. Among the four regions, and are the suitable ones for *T. flousiana*.

**Key words:** *Taiwania flousiana*; introduction and culture; cultural regional assignment; growth model