

文章编号:1001-1498(2005)01-0022-05

修枝对福建柏林分生长及无节材形成的影响*

肖祥希

(福建省林业科学研究院,福建 福州 350012)

摘要:1998—2002年在福建省南靖国有林场对6年生福建柏林分进行的修枝试验表明:修枝促进林分生长和干物质的积累,修枝4a后,树高生长增加10.5%~20.9%,胸径生长增加2.6%~8.1%,单株生物量增加14.9%~37.2%,单株材积增加18.2%~44.3%,材积生长率提高3.48%~7.32%,林分蓄积量增加6.84~16.68 m³·hm⁻²,其中促进林分生长效果最好的处理是修枝强度为50%;修枝降低了福建柏林木的尖削度,与对照相比较H/D值增加了7.0%~14.1%;在一定修枝强度范围内,修枝促进福建柏圆满度的增加;6年生开始修枝对降低尖削度、提高材积增长速率、促进节疤愈合效果最好,其次是5年生,11年生为最差;6年生的福建柏林分,在修枝强度为50%的条件下,树高、胸径、单株生物量、单株材积、材积生长率等以1200株·hm⁻²保留密度为最好。修枝强度和修枝间隔期可通过侧枝相对生长量法确定。

关键词:福建柏;修枝;生长;无节材

中图分类号:S791.43 **文献标识码:**A

Effect of Stem Pruning on Growth and Knot Free Timber Production of *Fokienia hodginsii* Plantation

XIAO Xiang-xi

(Fujian Academy of Forestry, Fuzhou 350012, Fujian, China)

Abstract: The pruning of 6 year-old *Fokienia hodginsii* plantation in Nanjing State-owned Forest Farm of Fujian were studied. The results showed that: Stem pruning accelerated the growth and biomass accumulation of *Fokienia hodginsii* plantation. 4 years after stem pruning, the height, DBH, biomass and stem volume of single tree, growth rate of stem volume and stem volume accumulation increased by 10.5%~20.9%, 2.6%~8.1%, 14.9%~37.2%, 18.2%~44.3%, 18.74%~39.44% and 6.84~16.68 m³·hm⁻² respectively. The pruning intensity of 50% in all treatment had the best accelerating effect. Stem pruning reduced the acuminate intensity and increased the chubbiness intensity, the value of H/D increased by 7.0%~14.1% compared with CK; The pruning start age of 6 year-old was most effective in reducing acuminate intensity, increasing growth rate of stem volume and accelerating concrescence, the secondly effective treatment was 5 year-old, the worst was 11 year-old. In the condition of 6 year-old pruning start age and 50% pruning intensity, the holding density of 1200 plant·hm⁻² was most effective in increasing height, DBH, biomass and stem volume of single tree, and growth rate of stem volume. The pruning intensity and alternation time can be decided by relative growth curve of side branch.

Keywords: *Fokienia hodginsii* plantation; stem pruning; growth; knot free timber

福建柏 (*Fokienia hodginsii* (Dunn.) Henry et Thomas) 由于其本身的生物学特性,自然整枝不良,

侧枝发达,尖削度大,出材率低^[1~3],影响了木材材质、木材利用效率和经济效益。开展福建柏人工林

收稿日期:2004-06-16

基金项目:国家“十五”攻关子专题2002BA515B0104(1)和福建省科技厅重点科研课题99-Z-112共同资助

作者简介:肖祥希(1968—),福建罗源人,高级工程师(农学博士)。

* 本研究得到福建省林业科学研究院杨宗武教授级高工的悉心指导,郑仁华博士参加了部分工作,在此一并致谢。

修枝,旨在人为地修去冠下的一部分活枝、全部的濒死枝和死枝,以促进林木生长,增加树干的圆满度,培育主干无节木材和提高木材品质。

1 试验地概况

试验在福建省南靖国有林场实施,24°26′~24°59′N,117°00′~117°36′E。地势由西北向东南倾斜,依次分为中低山、丘陵、台地和河谷平原 4 个地貌类型,以丘陵为主。气候温和,光照充足,雨量充沛,雨热同季。年平均气温 17.0~21.4℃,年平均降水量 1 580~1 880 mm,年平均蒸发量 1 500 mm,年平均相对湿度为 79%,无霜期 321 d,年平均日照时数 4 426.6 h,为典型的南亚热带海洋性季风气候。土壤为河岩母质上发育的山地酸性粗骨性红壤,土层中厚至深厚,肥力较低。林下植被有芒萁(*Dicranopteris linearis* (Burm.) Underw.)、桃金娘(*Rhodomyrtus tomentosa* (Ait.) Hassk)、东方乌毛蕨(*Blechnum orientale* L.)、鹅掌柴(*Schefflera octophylla* (Lour.) Harms)、野牡丹(*Melastoma candidum*)等。

试验地设在南靖国有林场小山城工区和后坑工区。小山城工区 9-1、9-7 小班面积共 35.2 hm²,为 1992、1993 年营造的福建柏人工林;后坑工区 9-6 小班,面积 10.9 hm²,为 1987 年营造的福建柏人工林。

2 材料与方 法

2.1 不同修枝强度对福建柏林分生长的影响

修枝强度设置 5 种处理,以修剪后枝下高占树高的百分数表示,分别为不修枝、修枝 30%、40%、50%、60%~70%,每个处理设置 3 块标准地,每块标准地面积为 25 m×30 m,采用完全随机区组设计。修枝前林分年龄为 6 年生(1992 年造林),林分平均树高 6.13 m,平均胸径 7.33 cm,平均枝下高 0.41 m,林分平均密度为 1 575 株·hm⁻²,修枝 2 次,第 1 次修枝时间为 1998 年 10 月,第 2 次修枝时间为 2000 年 10 月,修枝后保留密度为 1 200 株·hm⁻²,2002 年 10 月对试验林进行树高、胸径等调查,每个处理选择 3 株标准木伐倒进行树干解析,生物量调查结合树干解析进行。

2.2 不同起始修枝年龄试验

不同起始修枝年龄设置 5、6、11 年生 3 种,每种年龄设置 3 块标准地,修枝强度按 50%进行,每块面积 25 m×30 m,修枝 2 次,第 1 次修枝时间为 1998 年 10 月,第 2 次修枝时间为 2000 年 10 月,修枝后保留密度为 1 200 株·hm⁻²,2002 年 10 月对试验林进行

树高、胸径等调查,每个处理选择 3 株标准木伐倒进行树干解析,生物量调查结合树干解析进行。修枝 2 a 后在各种年龄的林分中各调查 50 个所修侧枝的结巴愈合情况。

2.3 不同保留密度试验

保留密度设置 900、1 200、1 500 株·hm⁻²,修枝强度按 50%进行,修枝年龄选择 6 年生,修枝 2 次。第 1 次修枝时间为 1999 年 10 月,第 2 次修枝时间为 2001 年 10 月,2002 年 10 月对试验林进行树高、胸径等调查,每个处理选择 3 株标准木伐倒进行树干解析,生物量调查结合树干解析进行。

2.4 修枝强度确定方法

修枝强度的确定采用侧枝相对生长量法^[4],即以侧枝当年生长长度与树干当年高生长相比得到侧枝相对生长值。用树冠不同高度和相应高度处的侧枝相对生长量判断修枝强度和修枝间隔期,其根据是林木由于顶端优势的作用加之光照充足,树冠上部枝条生长较快,光合作用旺盛;而下部枝条则与之相反,生长缓慢趋向于死亡;其表现为从冠顶向下,枝条的当年生长长度逐渐减小,并在某一部位有锐减现象,而这一部位即认为是修枝的高度。树干的当年高生长代表了整株树的生长势,侧枝当年生长长度与之相比后,综合了整株树生长的特点,并且变为相对值,可进行不同林木、不同林分的对比分析。本研究在 6 年生的福建柏林分中进行,测定样本数为 15 株,测定时间为 1998 年 10 月。

2.5 材积生长率的确定

把标准木的树高、胸径代入福建柏人工林二元材积方程 $V = 0.000\ 056\ 85D^{1.629\ 996}H^{1.261\ 954[5]}$ (V 为材积, D 为胸径, H 为树高),求得单株立木蓄积,然后根据普雷斯勒公式计算生长率 $P: P = (V_a - V_{a-n}) / (V_a + V_{a-n}) \times 200 / n^{[4]}$ (式中 P 为材积生长率, V_a 为修枝 n 年后林分单株平均材积, V_{a-n} 为开始修枝时林分单株平均材积, n 为修枝后经过的年数)。

2.6 修枝方式

上述各试验修枝切口均采用平切方式,即紧贴树干用小锯子从枝条下方向上将活枝、死枝切掉。修枝方式试验设置切口平切式和留桩 1~2 cm 两种处理,每种修枝方式修枝条 50 根,2 a 后观察其愈合情况。

3 试验结果

3.1 不同修枝强度对林分生长的影响

3.1.1 不同修枝强度对林木生长量的影响 在所设置的修枝强度范围内,修枝促进了福建柏林分的生长(表1)。与不修枝相比,修枝条件下,树高生长增加了10.5%~20.9%,胸径生长增加了2.6%~8.1%,单株生物量增加了14.9%~37.2%。效果最好的修枝强度为50%;其次是修枝强度60%~70%和40%、30%。由此可见福建柏幼林林分生长随修枝强度的增加而增加,到修枝强度为50%时,生长最佳,当修枝强度大于50%,则生长开始下降。

3.1.2 不同修枝强度对林分蓄积的影响 表1可见,修枝促进干物质的积累和单株材积增长,从而使林分蓄积量增加。与不修枝相比,修枝单株材积增加了18.2%~44.3%,材积生长率提高了3.48%~7.32%,林分蓄积量增加了6.84~16.68 m³·hm⁻²,最好的处理是修枝强度50%,其次是修枝强度60%~70%,40%和30%。

3.1.3 不同修枝强度对干形的影响 由表1还可

以看出,修枝降低了福建柏人工林的尖削度,修枝条件下,树高与胸径的比值(H/D值)随修枝强度的增加而增加,与对照相比较,H/D值增加了7.0%~14.1%。结合胸径生长,修枝促进福建柏圆满度的增加,福建柏树干的圆满度以修枝强度50%为最佳,其次是修枝强度60%~70%和40%。因此,要改善福建柏人工林的干形,必须进行修枝。

3.2 不同起始修枝年龄的福建柏修枝林分生长效果分析

在修枝强度为50%,保留密度为1200株·hm⁻²条件下,试验的3种不同年龄的福建柏林分以6年生开始修枝对降低尖削度,提高材积增长速率为最好,其次是5年生、11年生(表2)。节疤愈合情况以5年生、6年生的林分愈合较好,11年生相对较差(表3)。由此可见为改善干形,加快材积增长,福建柏人工林林分的修枝应在年龄相对较小时为佳,此时侧枝径级较小,林木生长旺盛,有利于节疤的愈合。

表1 不同修枝强度对福建柏林分生长的影响

修枝强度	树高(H)/m	胸径(D)/cm	H/D	枝下高/m	单株材积/m ³	材积生长率/%	生物量/(kg·株 ⁻¹)
CK(不修枝)	7.31 ±0.02Aa	10.31 ±0.07Aa	70.9	0.43 ±0.02Aa	0.0314 ±0.0006Aa	18.56 ±0.31Aa	26.54 ±0.56Aa
30%	8.08 ±0.07Bb	10.58 ±0.10Bb	76.4	2.46 ±0.05Bb	0.0371 ±0.0009Bb	22.04 ±0.35Bb	30.49 ±0.71Bb
40%	8.31 ±0.05Cc	10.78 ±0.13Cc	77.1	3.30 ±0.05Cc	0.0397 ±0.0002Cc	23.38 ±0.42Cc	32.36 ±0.64Cc
50%	8.84 ±0.07Ee	11.15 ±0.08Dd	79.0	4.51 ±0.02Dd	0.0453 ±0.0008Ee	25.88 ±0.41Ee	36.41 ±0.49Ee
60%~70%	8.76 ±0.03Dd	10.75 ±0.20Cc	81.5	5.70 ±0.11Ee	0.0422 ±0.0003Dd	24.56 ±0.29Dd	33.78 ±0.72Dd

表2 不同起始修枝年龄的福建柏修枝林分的生长情况

修枝年龄/a	树高(H)/m	胸径(D)/cm	H/D	枝下高/m	单株材积/m ³	材积生长率/%	生物量/(kg·株 ⁻¹)
5	8.21 ±0.09Aa	10.55 ±0.10Aa	77.8	4.22 ±0.06Aa	0.0377 ±0.0003Aa	25.11 ±0.36Aa	30.77 ±0.44Aa
6	8.84 ±0.12Bb	11.15 ±0.16Bb	79.3	4.51 ±0.09Bb	0.0453 ±0.0007Bb	25.88 ±0.41Aa	36.41 ±0.64Bb
11	10.88 ±0.24Cc	14.25 ±0.60Cc	76.4	5.52 ±0.08Cc	0.0878 ±0.0003Cc	24.12 ±0.90Ab	68.83 ±0.41Cc

表3 不同起始修枝年龄的福建柏修枝林分节疤愈合情况

修枝年龄/a	未愈合完整的节疤数/个	死节、病腐节/个	调查样本数/个
5	0	1	50
6	0	1	50
11	3	6	50

3.3 不同保留密度的福建柏修枝林分的生长分析

林分的保留密度与福建柏修枝林分的生长密切相关(表4)。6年生的福建柏林分,在修枝强度为50%的条件下,900、1200、1500株·hm⁻²3种保留密度中,树高、胸径、单株生物量、单株材积、材积生长率的生长以1200株·hm⁻²为最好,胸径、单株生物量、单株材积、材积生长率生长其次的是保留密度

900株·hm⁻²,树高生长其次的为保留密度1500株·hm⁻²。对于树高与胸径的比值以及林分蓄积量来说,以保留密度1500株·hm⁻²为最好,H/D值为81.0,林分蓄积为57.58 m³·hm⁻²;其次是保留密度1200株·hm⁻²,H/D值为79.3,林分蓄积为54.37 m³·hm⁻²;保留密度为900株·hm⁻²的林分H/D值为74.2,林分蓄积为38.50 m³·hm⁻²。综合考虑林分蓄积和林木的圆满度、尖削度,虽然保留密度1500株·hm⁻²的林分与保留密度1200株·hm⁻²的林分相比,林木尖削度稍小,林分蓄积量稍大,但从圆满度及单株个体的生长发育考虑,6年生的福建柏修枝林分以保留密度1200株·hm⁻²为最佳。

表 4 不同保留密度的福建柏修枝林分的生长情况

保留密度/(株·hm ⁻²)	树高(H)/m	胸径(D)/cm	H/D	枝下高/m	单株材积/m ³	材积增长率/%	生物量/(kg·株 ⁻¹)
900	8.35 ±0.03Aa	11.25 ±0.10Cc	74.2	4.20 ±0.10Aa	0.042 8 ±0.002Bb	24.83 ±0.98Bb	35.14 ±0.96Bb
1 200	8.84 ±0.06Cc	11.15 ±0.08Bb	79.3	4.51 ±0.09Bc	0.045 3 ±0.003Cc	25.88 ±0.41Cc	36.41 ±0.69Cc
1 500	8.45 ±0.08Bb	10.43 ±0.37Aa	81.0	4.32 ±0.16Bb	0.038 4 ±0.002Aa	22.73 ±0.76Aa	30.41 ±1.09Aa

3.4 修枝强度及间隔期确定方法的研究

侧枝相对生长量 $Y_i = L_i / H \times 100\%$, 其中 i 为从冠顶向下的深度, L_i 为从冠顶向下 i 深度处的侧枝当年生长长度, H 为树干当年高生长^[3]。由表 5 可以看出, 6 年生福建柏人工林林分侧枝当年绝对生长量及相对生长量随树冠深度(从树冠顶部向下的深度)的增加而不断地减小。在所测定的树冠深度范围内, 树冠深度 1 m 时侧枝相对生长量为 45.3%, 依次向下减少, 到 4 m 深度时, 侧枝相对生长量由 3 m 深度时的 40.0% 锐减为 20.6%, 可见该林分进行修枝的修枝强度应为树高(6 年生福建柏平均树高生长为 6.13 m)的 35.8%~51.8%, 且不能超过 51.8%。因为这是所调查林分密度等环境条件综合作用于林木的结果, 使树冠 3 m 以下深度处的侧枝当年生长长度在 16.7 cm 以下, 相对于树干生长仅在 20.6% 以下, 说明侧枝的生长势和向外扩展的空间都已很小, 这部分枝条因生长势弱和受光不足等原因其光合产量很小, 因此应为修枝的对象。修枝间隔期也可通过侧枝相对生长量法来确定。

表 5 侧枝生长与树冠深度的关系

树冠深度/m	1	2	3	4	5	6
侧枝当年生长长度(cm)	36.7	34.9	32.4	16.7	14.9	12.2
侧枝相对生长量(%)	45.3	43.1	40.0	20.6	18.4	15.1

注: 树干当年高生长为 81 cm。

3.5 修枝方法的研究

在试验的两种修枝方法中, 以平切法对节疤的愈合效果为好(表 6)。在调查的 50 个样本中, 平切法活节数为 0, 死节数(包括病腐节)为 3 个, 仅占 6.0%, 愈合数为 47 个, 占 94.0%, 愈合率相当高。而用留桩法(留桩 1~2 cm)修枝, 则产生了 29 个活节, 占样本总数的 58.0%; 13 个死节, 占样本总数的 26.0%; 完全愈合的节疤数仅 8 个, 仅占样本总数的 16.0%。由此可见, 福建柏修枝应以平切法为主, 尽量做到不伤及树皮及树干其它部位。

表 6 不同修枝方法对结疤愈合的影响

修枝方法	调查样本数	活节数	死节数	愈合数
平切法	50	0	3	47
留桩法	50	29	13	8

4 小结与讨论

4.1 修枝促进了福建柏林分生长和干物质的积累

本试验研究表明, 6 年生福建柏林分在修枝后, 树高、胸径、单株生物量、单株材积、材积增长率、林分蓄积量都有不同程度的增加, 其中促进林分生长效果最好的处理是修枝强度为 50%, 其次是修枝强度 60%~70%。因此, 为了促进林分生长, 早成材和成好材, 象福建柏这样侧枝发达的树种应该进行修枝。修枝促进林分生长的主要原因: (1) 修枝增加了林分的透光度和林木的生长空间, 提高光能利用率, 促进光合作用产物的积累; (2) 修枝修去了那些衰老枝、病弱枝、枯死枝以及下层枝, 由于这些枝条光合作用积累的产物远远满足不了枝条呼吸作用的消耗, 因此这些枝条的去除, 减少了损耗, 从而促进物质向生长旺盛的部位积累; (3) 修枝修去的枝条直接回归林地, 这些枝条的分解增加了林地土壤的肥力, 改善林分的土壤营养, 以促进林木生长^[6]。

4.2 修枝降低了福建柏林木的尖削度, 改善了林木干形

本试验条件下, 修枝降低了福建柏人工林的尖削度, H/D 值比不修枝有不同程度增加; 结合胸径生长, 在一定修枝强度范围内, 修枝促进福建柏圆满度的增加, 其中以修枝强度 50% 为最佳。修枝提高树干圆满度的原因可能是修除冠下部活枝后, 同化物质从树冠向下流经修枝切口时, 不能直接通过, 必须绕道切口之间的区域运往下方, 这样就影响了同化物质的运输速度, 造成切口上部同化物质积累量增大, 下部同化物质减小的状况, 因此, 在切口上方的树干生长量有所增加, 而切口下部的树干生长量相对减小, 从而提高了树干的圆满度^[4]。另外, 修枝条件下, 树高生长增加的幅度要大于胸径生长增加的幅度, 因此导致林木尖削度降低。

4.3 福建柏林分起始修枝年龄与修枝后林分生长、结疤愈合密切相关

在修枝强度为 50%, 保留密度为 1 200 株·hm⁻² 条件下, 福建柏林分以 6 年生开始修枝对降低尖削度、提高材积增长速率为最好, 节疤愈合情况也以 5、6 年生为佳。由此可见福建柏人工林林分的修枝

以5~8年生为最好时期。此时林木生长旺盛,属速生期^[7],有利于节疤的愈合;其次,5~8年生,侧枝相对较小,枝径小,节疤小,有利于愈合,有利于提高木材的利用率和木材质量。

4.4 林分的保留密度与福建柏修枝林分的生长密切相关

本试验中,6年生的福建柏林分,在修枝强度为50%时以1200株·hm⁻²为最好。林分保留密度影响林分生长的主要原因是个体之间对生长空间及土壤水肥的竞争。林分密度应根据林分定向培育的方向、不同的生长发育阶段和树冠的大小等而定,不能一概而论。如培育装饰用的无节小径材,林分保留密度要相对大些;培育建筑用的无节大径材或板材,林分保留密度要适当大些;林分年龄小时,由于林木单株的树冠比较小,因此保留密度也可以适当大些。

4.5 修枝强度和修枝间隔期可通过侧枝相对生长量法确定

修枝强度和修枝间隔期的确定一般可定性的描述为以不超过阳冠高度为准,而定量则可以用侧枝相对生长量法。本研究中根据侧枝相对生长量法确定的修枝强度为35.8%~51.8%,不超过51.8%,这与本研究中不同修枝强度对福建柏林分生长影响的

研究结果基本一致。

4.6 福建柏林分修枝应采用平切法

对修枝切口愈合而言,平切法明显要好于留桩法,切口愈合率高于留桩法。主要的原因是:平切法切口愈合速度快,避免了病原菌和昆虫的侵入,导致死节数减少;而留桩法则相反。福建柏修枝应以平切法为主,尽量做到不伤及树皮及树干其它部位,有条件的话在切口涂上少许石蜡。

参考文献:

- [1] 中国树木志编委会. 中国树木志[M]. 北京:中国林业出版社, 1983:334~345
- [2] 杨宗武,郑仁华,肖祥希,等. 珍稀树种——福建柏[J]. 林业科技通讯,1998(7):21~22
- [3] 肖祥希,杨宗武,张学武,等. 福建柏人工林养分积累与分配的研究[J]. 林业科学研究,2002,15(1):83~87
- [4] 刘盛,倪成才. 红松人工林修枝技术对林木生长和干形的影响[J]. 吉林林学院学报,1997,13(2):80~84
- [5] 庄晨辉. 福建柏直径分布收获模型及其应用研究[J]. 林业资源管理,2001(4):51~57
- [6] 张放,吴振铎,谭学仁,等. 红松人工林修枝技术的研究[J]. 辽宁林业科技,1992(1):13~20
- [7] 肖祥希,杨宗武,卓开发,等. 福建柏人工林生长规律的研究[J]. 福建林业科技,1998,25(3):31~35