

文章编号: 1001-1498(2005)05-0609-06

修枝促接干对泡桐枝生长动态影响的研究

王保平^{1,2}, 李吉跃², 孙志强¹, 文瑞钧¹, 乔杰¹, 茹广欣^{3*}, 李宗然¹

(1. 国家林业局泡桐研究开发中心, 河南 郑州 450003 2 北京林业大学资源与环境学院, 北京 100083

3. 河南农业大学林学院园艺学院, 河南 郑州 450002)

摘要: 为揭示修枝促接干影响泡桐枝叶干相对生长关系的效应, 在造林后第 3 年对 5 种处理 (4 种处理和对照 CK) 泡桐的枝基径 (D_b) 和基部断面积 (S_b) (包括单枝、冠层和全株) 的年生长动态进行测定分析, 并采用 Richards 函数进行模拟。结果表明: ①在修枝促接干时保留下层 3~6 枝为适宜的留枝量, 这可使上冠层接干枝的 D_b 和 S_b 年生长量分别达 12.16~12.25 cm、117.550~120.786 cm², 同时使下冠层的 D_b 年生长量不致过大, 而其冠层 S_b 年生长量达 107.748~113.291 cm², 从而使其全株 S_b 年生长量达 228.535~230.841 cm², 均明显高于 CK 和其它处理, 其 S_b 总量亦达 287.907~294.535 cm², 稍高于 CK。②各处理各枝指标的年生长动态均可用 Richards 函数进行可靠描述, 并分别确定了最大年生长量 (A)、最大连日生长量 (AGR_{max})、平均连日生长量 (A_m)、速生期 (T)、生长期 (D_g) 和速生点、速生期开始时间和结束时间等生长参数, 通过分析修枝促接干对各枝指标各生长参数的影响得出, 在修枝促接干时保留下层 3~6 枝可使各枝指标年生长的速生期和生长期相对较长, 并使其 D_b 生长的 AGR_{max} (或 A_m) 和 A 在上冠层达到最大, 较 CK 分别高 230.76%~240.19%、234.93%~245.46%, 而在下冠层则不致过大; 同时使其 S_b 生长的 AGR_{max} (或 A_m) 和 A 与 CK 相比在上冠层分别高 70.69%~78.78%、35.85%~41.38%, 在下冠层分别高 105.43%~127.17%、143.46%~155.86%, 在全株分别高 61.95%~76.02%、81.38%~85.22%。

关键词: 泡桐; 修枝; 接干; 枝生长动态

中图分类号: S792.43 文献标识码: A

Effects of Pruning to Promote Trunk Extension on Annual Growth Dynamic of *Paulownia* Branches

WANG Baoping^{1,2}, LI Jiyue², SUN Zhiqiang¹, WEN Ruijun¹, QIAO Jie¹,
Ru Guangxin³, LI Zongran¹

(1. Paulownia Research and Development Center of State Forestry Administration, Zhengzhou 450003 Henan

China 2. College of Resources and Environment, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China

3. Forestry Department Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, Henan, China)

Abstract In order to know thoroughly the effects of pruning to promote trunk extension on 3-year-old *Paulownia* relative growth among branches, trunk and leaf, the annual growth dynamic processes of the base diameter D_b and base cross section area S_b of branches from single branch to crown layers to the whole tree under 4 pruning treatments and control were measured and analyzed and further simulated by Richards' functions. The results showed that (1) the treatment of retaining 3~6 underlayer branches after pruning was optimal for promoting the branch growth. Under this treatment, the annual

收稿日期: 2005-06-07

基金项目: “十五”国家科技攻关子课题 (2002BA515B0304).

作者简介: 王保平 (1965—), 男, 河南新野人, 北京林业大学博士生, 副研究员. 主要研究方向: 森林培育. 电话: 0371-65833625.

Email: bpingwang@sina.com.

* 通讯作者: 茹广欣

increments of D_b and S_b in the upper crown may reach to 12.16~12.25 cm and 117.550~120.786 cm², while in the lower crown the former to a mediate level and the latter to 107.748~113.291 cm², thereby the annual increment of S_b of the whole tree reached to 228.535~230.841 cm², being much higher than that of the control and other pruning treatments, as a result its total S_b reached to 287.907~294.535 cm², being little higher than that of the control. (2) All of the annual growth dynamic processes of D_b and S_b under treatments and control could be simulated reliably by Richards' function and their parameters of maximum annual increment A , maximum daily increment AGR_{max} , average daily increment A_m , fast growing period T , growing period D_g , and fast growing point, the initial and final time of fast growing period were determined and analyzed. The analysis showed that the optimal treatment had relatively longer T and D_g , and maximized AGR_{max} (or A_m) and A of D_b in the upper crown which were 230.76%~240.19% and 234.93%~245.46% higher than that of the control, but got a moderate level in the lower crown. Meanwhile, compared with the control, the AGR_{max} (or A_m) and A of S_b were 70.69%~78.78% and 35.85%~41.38% higher in the upper crown, while 105.43%~127.17% and 143.46%~155.86% higher in the lower crown, consequently 61.95%~76.02% and 81.38%~85.22% of the whole tree.

Key words *Paulownia*; pruning; trunk extension; branch growth dynamic

泡桐 (*Paulownia* Spp.) 是我国重要的优质速生多用途树种, 由于其假二叉分枝特性及生长和冠形特点, 其主干的自然延长和通直度常受到很大的限制, 因此利用其分枝和萌生徒长枝习性, 通过调控枝干相对生长关系促进接干枝形成和培育通直高干的干形培育技术及其生理机理的研究也就显得重要^[1-3]。但以往对泡桐枝生长特性的研究, 多集中于冠形特点、干形改良和生长相关性方面^[4-11], 而对其受培育措施 (空间配置、水肥管理、修枝、接干等) 动态影响的相关研究则少见报道。笔者的前期研究表明, 在适当树龄修除顶部分杈枝和部分下层枝是促进其顶叉基部潜伏芽萌发和形成与原主干通直的接干枝, 进而培育高干通直无节材的极有效的措施; 并根据其对主干年生长总量和生长节律的影响确定出适宜修枝促接干的起始树龄和修枝强度^[12-14]。本文旨在分析和模拟不同修枝促接干处理泡桐从单枝到冠层到全株的枝生长动态, 并分别确定其主要生长参数及其差异性, 为修枝促接干技术适宜强度和方法的确定和完善以及水肥等管理方案的制定提供重要的机理性依据。

1 试验地概况

试验地位于河南省商丘市梁园区国有林场, 34°33'18"~34°34'28" N, 115°34'44"~115°40'53" E, 属暖温带大陆性季风气候, 春季干旱多风, 夏季炎热多雨, 年平均气温 14.1℃, 极端最高、最低气温分别为 43.6~13.9℃, 年平均降水量和蒸发量分别为 711.9、1756 mm, 无霜期 213 d, 土壤由黄河泛滥泥沙沉积形成, 属粉沙土, 以中孔隙为主, 土壤密度

1.40~1.51 g·cm⁻³, 保水保肥性能差, 地下水位 1.5~3.0 m; pH 值 8.2~9.2, 有机质、全 N、速效 P 含量分别低于 1.30 g·kg⁻¹、1.25 g·kg⁻¹、3.40 mg·kg⁻¹。

试验林采用豫林一号泡桐 (*Paulownia fortunei* 'Yulinensis' Wang) 1年生苗, 1997年春营造, 栽植株行距 5 m×6 m, 1999年3月试验开始时, 其初始胸径为 10.24~15.64 cm, 干高为 2.8~4.2 m, 枝下高为 2.7~2.9 m, 自然接干率极低。

2 试验设计和研究方法

2.1 试验设计

造林后第 3 年春季 (1999 年 3 月上旬), 采用修除泡桐顶部分杈枝和部分下层枝的方法, 促进其顶叉基部潜伏芽萌发和形成与原主干通直的接干枝。设对照 (简称 CK、不修枝、单株侧枝数 7~15 枝, 共 9 株 93 枝) 和 4 种修枝促接干 (分别简称 P₁、P₂、P₃、P₄, 共 68 株 398 枝) 等 5 种处理。P₁、P₂、P₃、P₄ 是按其修枝强度^[8]和下层保留枝数 (即全株保留枝数) 划分的, 分别保留 1~2 枝 (修枝强度 70%~80%、9 株)、3~4 枝 (修枝强度 60%~70%、23 株)、5~6 枝 (修枝强度 50%~60%、25 株)、7~10 枝 (修枝强度 30%~50%、11 株)。

树冠上层和下层是根据泡桐冠形特点划分的。对修枝促接干处理, 将新接干部分作为树冠上层, 原苗干部分作为树冠下层; 对 CK 处理, 将苗干顶部分叉枝作为树冠上层, 其下部分作为树冠下层。

1999 年 3—11 月泡桐生长期间, 对各株的枝生

长状况每隔 10~15 d 测定 1 次, 共连续测定 13 次。测定项目包括各保留枝的分枝状况、基径 (D_b , 基部 5 cm 处) 和新接干枝的基径和高度等, 分别单枝、冠层和全株计算平均 D_b 和枝基断面积 (S_b); 同时测定和分析各株的主干及叶片生长状况 (笔者另有报道, 在此省略不予涉及)。

2.2 研究方法

选用方程①分别对 5 种处理泡桐在上、下二冠层的平均单枝 D_b 、平均单枝 S_b 、冠层 S_b 和全株 S_b 的年生长动态进行模拟, 采用方程②~⑧分别计算其年生长过程的最大连日生长量 (AGR_{max})、平均连日生长量 (A_m)、速生点 (T_0)、速生期开始时间 (T_1) 和结束时间 (T_2)、速生期 (T)、生长期 (D_g) 等^[13-17]:

① $Y = A(1 + e^{-kT})^{-1/v}$; ② $AGR_{max} = kA(1 + v)^{-(1+v)/v}$; ③ $A_m = Ak / (2v + 4)$; ④ $T_0 = -1 / k \ln v$; ⑤ $T_1 = -1 / k \ln [0.5v^2 + 1.5v + 0.5v(v^2 + 6v + 5)^{0.5}]$; ⑥ $T_2 = -1 / k \ln [0.5v^2 + 1.5v - 0.5v(v^2 + 6v + 5)^{0.5}]$; ⑦ $T = T_2 - T_1$; ⑧ $D_g = 2 / k(v + 2)$ 。(上列式中, Y 分别为平均单枝 D_b 、平均单枝 S_b 、冠层 S_b 和全株 S_b 在不同时间的生长量, T 为从 1999-01-01 开始算起的时间, A 、 k 、 v 分别为待定参数。)

用 t 检验方法检验 D_b 、 S_b 的生长量、总量和各年生长参数在 5 种处理间和冠层间的差异性显著程度。

数据分析采用 Excel 2003 和 SPSS 12.0 软件。

3 结果和分析

3.1 修枝促接干对泡桐枝生长量的影响

3.1.1 对枝基径生长量 (D_b) 的影响 D_b 是反映枝生长状况较为直观的指标。对 5 种处理泡桐 (77 株、491 枝) D_b 的测定结果表明, 不同修枝促接干处理对其生长量的影响程度及其在上、下冠层的体现均存在着明显的差异 (见图 1)。

在上冠层, 4 种修枝促接干处理的 D_b 年生长量较 CK 的 (3.64 cm) 高 202.97% ~ 236.75%, 均达极显著水平 ($t = 13.251 \sim 19.103^{**}$), 其中尤以 P_2 、 P_3 处理的为高 (12.16 cm、12.25 cm)。就其 D_b 总量而言, 由于 4 种修枝促接干处理的为新形成的接干枝, 而 CK 的为 3 a 发育的顶枝, 其初始 D_b 达 5.47 cm, 使前者较后者的升高幅度较 D_b 年生长量的显著缩小, 但仍高出 21.05% ~ 34.55%, 且仍以 P_2 、 P_3 处理的为高, 分别较 CK 高 33.50%、34.55% ($t = 4.198^{**}$ 、4.046^{*})。从而表明修枝促接干时保留

3~6 枝可使新接干枝的径生长达到较高水平。

在下冠层, 4 种修枝促接干处理 D_b 的年生长量 (1.79~4.00 cm)、总量 (5.31~8.46 cm) 均极显著地高于 CK (0.76 cm、4.30 cm), 高出幅度分别达 135.54% ~ 425.28% ($t = 8.100 \sim 19.085^{**}$)、23.52% ~ 96.98% ($t = 4.645 \sim 14.367^{**}$), 且均有随着留枝量减少而升高的趋势。由此表明, 修枝促接干具有明显刺激下层侧枝发育及其径生长的效应, 但考虑到修枝促接干培育通直高干的总目标, 为避免进一步修除下层侧枝而影响伤口愈合进程, 并最大限度地保证原主干和新接干的生长, 因此留枝量不宜过少。

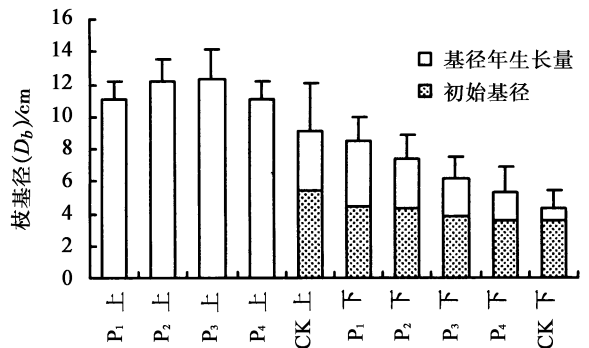


图 1 修枝促接干对泡桐枝基径 (D_b) 生长的影响

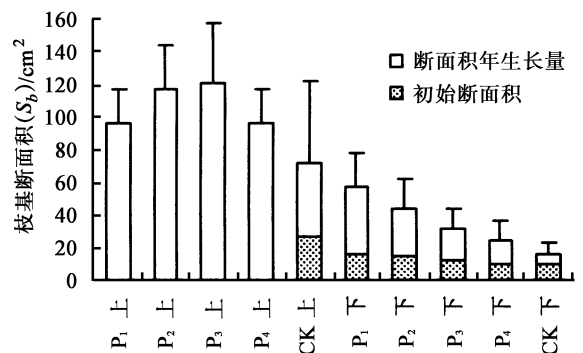


图 2 修枝促接干对泡桐枝基径 (S_b) 生长的影响

3.1.2 对单枝基部断面积生长量 (S_b) 的影响 与 D_b 相比, S_b 更能准确的反映枝生长量, 并与其生物量密切相关。由图 2 可以看出, 修枝促接干对泡桐 S_b 、 D_b 的影响具有相同的趋势, 但在影响幅度上却存在着一定的差异。

在上冠层, 4 种修枝促接干处理的 S_b 年生长量和总量二指标均以 P_2 、 P_3 处理为高, 与 CK 相比, P_2 处理分别高 155.79%、62.71% ($t = 7.678$ 、3.649^{*}), P_3 处理分别高 162.83%、67.19% ($t = 6.699$ 、3.555^{*}), 增幅与 D_b 的相比, 前者有所缩

小,后者有所增大;在下冠层,4种修枝促接干处理的 S_b 二个指标随着留枝数减少而增高的趋势较 D_b 的更明显,与 CK 相比,分别高 166.64%~714.01% ($t=6.974\sim 17.066^{**}$), 54.55%~273.58% ($t=4.909\sim 13.971^{**}$), 分别达 13.705~41.838 cm^2 、23

956~57.908 cm^2 。

3.1.3 对冠层和全株枝基断面面积生长量 (S_b) 的影响 由于修枝促接干对泡桐枝数和不同冠层单枝 S_b 的不同影响,使其上层、下层、全株的 S_b 年生长量和总量均发生着不同程度的变化(见图 3)。

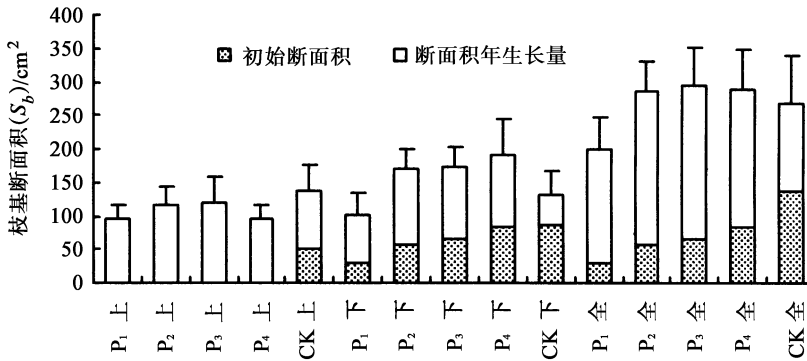


图 3 修枝促接干对泡桐冠层和全株枝基断面面积 (S_b) 生长的影响

就 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 4种处理的 S_b 年生长量而言,在上冠层分别较 CK 的 (87.804 cm^2) 高 9.95% ($t=0.744$)、33.88% ($t=2.806^*$)、37.56% ($t=2.399^*$)、10.49% ($t=0.817$);而在下冠层则分别高 68.86% ($t=3.318^*$)、157.21% ($t=7.365^{**}$)、144.63% ($t=8.237^{**}$)、147.45% ($t=5.458^{**}$);全株分别达 170.922、230.841、228.535、206.005 cm^2 ,分别较 CK 的高 29.63% ($t=2.125^*$)、75.08% ($t=6.870^{**}$)、73.33% ($t=5.501^{**}$)、56.24% ($t=4.243^{**}$)。

就 S_b 总量而言, P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 4种处理的在上冠层分别较 CK 的 (137.459 cm^2) 低 29.77% ($t=2.649^*$)、14.48% ($t=1.627$)、12.13% ($t=1.116$)、29.42% ($t=2.746^*$),而在下冠层除 P_1 低于 CK 的 (131.630 cm^2) 21.79% ($t=1.712$)外, P_2 、 P_3 、 P_4 处理的分别高 29.42% ($t=2.947^*$)、32.00% ($t=3.330^*$)、45.42% ($t=2.642^*$)。这使得 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 处理的全株 S_b 总量分别达 199.492、287.907、294.535、288.434 cm^2 ,除 P_1 处理的明显低于 CK 的之外,其余 3处理的则依次高 6.99% ($t=0.858$)、9.46% ($t=1.012$)、7.19% ($t=0.598$),虽然均未达到显著水平,但足以表明,修枝促接干时保留 3枝以上即可通过提高单枝到冠层到全株的 S_b 年生长量而使泡桐全株的 S_b 总量达到与 CK 相当的水平。

3.2 修枝促接干对泡桐枝生长年动态的影响

模拟不同处理泡桐枝生长的年动态并据以确定相关生长参数,是分析修枝促接干影响其

枝生长内在原因的有效途径,并可为制定适宜的修枝促接干技术和相关的水肥管理方案提供重要的机理性依据。采用方程 ①分别对各处理各指标(单枝 D_b 和 S_b 、冠层和全株 S_b)的年生长动态进行拟合,表明其拟合效果均达极显著水平,据其得出的各指标的各年生长参数在 4种 P 处理之间及其与 CK 之间的差异性具有不同的特征。

3.2.1 对 D_b 年生长动态的影响 由表 1 可以看出,泡桐 D_b 的诸年生长参数在上、下冠层间具有明显的差异,从而在修枝促接干的影响下呈现出不同的变化特征。在上冠层, P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 4种处理 D_b 生长的时间参数 T_1 (05-04—05-07)、 T_2 (08-13—08-19)、 T_0 (06-23—06-26)、 T (99~107 d)、 D_g (205~223 d)与 CK 的均无明显差异,而其 AGR_{max} (或 A_m) 则分别较 CK 的高 214.86%、240.19%、230.76%、216.49%,使其 A 值(代表最大生长能力)分别较 CK 的高 202.92%、234.93%、245.46%、208.15%。表明 P_2 、 P_3 2种处理的 D_b 生长能力由于有较高的 AGR_{max} 、 A_m 而尤为突出。在下冠层,各处理的 D_b 生长较其上一层的具有 T_1 、 T_2 、 T_0 分别明显提早, T 和 D_g 分别明显缩短的特点,表明 D_b 的速生期是先从下层开始和结束的;与 CK 的相比,4种 P 处理的 T 和 D_g 分别延长 0~10 d、0~22 d, AGR_{max} (或 A_m) 和 A 分别升高 88.86%~385.88%、122.98%~385.64%,且随着留枝量减少其 T 和 D_g 有所缩短,而 AGR_{max} 、 A_m 则明显增大,使其 A 值也随之明显增大。因此为控

制下层 D_b 的生长过快, 留枝量不宜过少, 同时为保证新接干枝的形成和生长, 需在其速生期到来之前

半月左右 (4 月中旬) 开始加强水肥管理和抹芽、定芽及定干等工作。

表 1 不同处理泡桐枝基径年生长动态的模拟和求解结果

冠层	处理	A	K	v	r	F	$AGR_{max} /$ ($cm \cdot d^{-1}$)	$A_m /$ ($cm \cdot d^{-1}$)	$T_0 /$ d	$T_1 /$ d	$T_2 /$ d	$T /$ d	$D_g /$ d
上层	P_1	12 096 0	0.019 8	0 030 7	0 970 9 [*]	2 478 7 [*]	0 086 8	0 059 0	175. 9	126. 6	225. 1	98. 5	205. 0
	P_2	13 373 9	0.019 4	0 034 0	0 976 3 [*]	8 208 9 [*]	0 093 8	0 063 7	174. 3	123. 9	224. 8	100. 8	209. 8
	P_3	13 794 7	0.018 3	0 038 8	0 957 0 [*]	4 688 1 [*]	0 091 2	0 062 0	177. 4	123. 9	230. 9	106. 9	222. 6
	P_4	12 304 7	0.019 6	0 032 3	0 974 9 [*]	3 236 5 [*]	0 087 3	0 059 3	175. 2	125. 3	225. 1	99. 7	207. 5
	CK	3 993 1	0.019 1	0 035 1	0 812 0 [*]	538 5 [*]	0 027 6	0 018 7	175. 4	124. 2	226. 6	102. 4	213. 1
下层	P_1	4 222 1	0.033 8	0 008 7	0 841 5 [*]	602 8 [*]	0 052 3	0 035 5	140. 4	111. 8	169. 0	57. 2	118. 8
	P_2	3 235 2	0.031 2	0 009 8	0 891 2 [*]	2 146 3 [*]	0 037 0	0 025 1	148. 1	117. 2	179. 1	61. 9	128. 8
	P_3	2 491 8	0.030 0	0 012 9	0 905 1 [*]	2 897 4 [*]	0 027 4	0 018 6	144. 9	112. 7	177. 2	64. 5	134. 1
	P_4	1 938 6	0.028 7	0 014 8	0 897 4 [*]	1 002 3 [*]	0 020 3	0 013 8	146. 7	113. 0	180. 5	67. 5	140. 4
	CK	0 869 4	0.033 8	0 007 9	0 822 9 [*]	436 4 [*]	0 010 8	0 007 3	143. 4	114. 8	172. 0	57. 2	118. 9

注: A 、 k 、 v 分别为 Richard 函数模拟参数; F 、 r 分别为模拟结果的显著性和复相关系数; AGR_{max} 为最大连日生长量, A_m 为平均连日生长量, T_0 为速生点 (速生期中点), T_1 和 T_2 分别为速生期的开始时间和结束时间 (分别从 1999-01-01 起算所需时间), T 为速生期, D_g 为生长期; 表 2 与此相同。

3.2.2 对 S_b 年生长动态的影响 泡桐的 S_b 年生长动态包括从单枝到冠层到全株等三级层面, 由于单枝与冠层的 S_b 年生长动态具有一致的时间参数, 且后者能代表 S_b 的总体生长状况, 因此本文仅对冠层

和全株的 S_b 年生长动态进行分析。从表 2 可以看出, 修枝促接干对上、下二冠层和全株 S_b 年生长参数的影响具有不同的特点。

表 2 不同处理泡桐枝基断面面积年生长动态的模拟和求解结果

冠层	处理	A	K	v	r	F	$AGR_{max} /$ ($cm \cdot d^{-1}$)	$A_m /$ ($cm \cdot d^{-1}$)	$T_0 /$ d	$T_1 /$ d	$T_2 /$ d	$T /$ d	$D_g /$ d
上层	P_1	106 266 3	0.025 1	0 005 8	0 941 5 [*]	755 2 [*]	0 976 9	0 663 9	205. 6	167. 1	244. 1	77. 0	160. 1
	P_2	131 477 3	0.023 8	0 007 5	0 947 7 [*]	2 244 5 [*]	1. 145 4	0 778 4	205. 8	165. 2	246. 5	81. 3	168. 9
	P_3	136 832 0	0.023 9	0 006 8	0 908 3 [*]	1 272 5 [*]	1. 199 7	0 815 3	208. 8	168. 4	249. 2	80. 7	167. 8
	P_4	107 478 8	0.026 6	0 004 3	0 947 6 [*]	952 3 [*]	1. 049 1	0 712 9	205. 1	168. 9	241. 4	72. 5	150. 8
	CK	96 783 1	0.019 1	0 030 1	0 869 5 [*]	387 8 [*]	0 671 1	0 456 0	183. 2	132. 2	234. 2	102. 0	212. 2
下层	P_1	75 476 9	0.031 7	0 009 3	0 826 9 [*]	466 3 [*]	0 876 7	0 595 8	147. 5	117. 0	177. 9	60. 9	126. 7
	P_2	116 056 4	0.030 3	0 009 4	0 883 6 [*]	1 764 9 [*]	1. 285 5	0 873 6	154. 2	122. 3	186. 2	63. 9	132. 9
	P_3	110 431 1	0.028 8	0 013 0	0 903 6 [*]	2 557 5 [*]	1. 162 5	0 790 0	150. 8	117. 2	184. 4	67. 2	139. 8
	P_4	110 782 5	0.028 4	0 013 5	0 847 1 [*]	560 9 [*]	1. 148 5	0 780 5	151. 8	117. 6	185. 9	68. 3	141. 9
	CK	45 359 3	0.034 0	0 007 0	0 783 9 [*]	317 4 [*]	0 565 9	0 384 5	145. 8	117. 4	174. 2	56. 7	118. 0
全株	P_1	188 877 0	0.019 7	0 029 4	0 915 9 [*]	746 3 [*]	1. 347 0	0 915 4	179. 3	129. 8	228. 9	99. 2	206. 3
	P_2	251 613 3	0.021 0	0 023 5	0 952 6 [*]	3 589 2 [*]	1. 921 3	1 305 6	178. 6	132. 2	224. 9	92. 7	192. 7
	P_3	256 932 2	0.019 0	0 032 0	0 933 6 [*]	2 724 5 [*]	1. 767 7	1 201 2	181. 1	129. 7	232. 5	102. 8	213. 9
	P_4	228 362 3	0.020 3	0 027 4	0 940 7 [*]	1 244 7 [*]	1. 683 2	1 143 8	177. 1	129. 1	225. 1	96. 0	199. 6
	CK	138 717 1	0.021 7	0 027 3	0 875 2 [*]	492 4 [*]	1. 091 5	0 741 7	166. 1	121. 2	211. 1	89. 9	187. 0

与 CK 的相比, 上冠层 P_1 、 P_2 、 P_3 和 P_4 处理的为新接干枝, 其 S_b 生长的 T_1 、 T_2 和 T_0 分别滞后 33~37、7~15、22~26 d T 和 D_g 分别缩短 21~30、43~61 d AGR_{max} (或 A_m) 分别增高 45.58%、70.69%、78.78%、56.34%, 使其 A 值分别升高 9.80%、35.85%、41.38% 和 11.05%, 从而表明为保证新接干的

S_b 生长达到较高水平, 适宜的处理为 P_2 和 P_3 , 同时需在 6 月中旬进一步加强水肥管理。

在下冠层, 各处理的 S_b 生长与其上层的相比, T_1 、 T_2 、 T_0 分别明显提早, T 和 D_g 分别明显缩短, 表明其 S_b 的速生期与其 D_b 的一样也是先从下层开始和结束的; 与 CK 的相比, 4 种 P 处理 S_b 生长的 T 和

D_g 随着留枝量增加而逐步延长(分别延长 4~12、9~24 d), 而其 AGR_{max} (或 A_m) 的升高则以 P_2 处理的为最大(127.17%)、 P_3 和 P_4 处理的次之(105.43%和 102.96%)、 P_1 处理的最小(54.93%), 从而使其 A 值也依次增高 155.86%、143.46%、144.23% 和 66.40%, 由此表明为保证下层 S_b 的生长达到较高水平, 适宜的留枝量以 3 枝以上为宜。

与 CK 的相比, 4 种 P 处理的 T_1 (05-09—05-12)、 T_2 (08-13—08-21)、 T_0 (06-26—06-30) 分别滞后 8~11、14~22、11~15 d T 和 D_g 分别延长 3~13、6~27 d AGR_{max} (或 A_m) 提高 23.41%~76.02%, 使其 A 值升高 36.16%~85.22%。其中, 由于 P_3 处理的 AGR_{max} 和 A_m 较高、 T 和 D_g 相对最长, 而 P_2 处理的尽管 T 和 D_g 相对最短, 但其 AGR_{max} 、 A_m 相对最高, 使二处理的 A 值分别高于 P_1 和 P_4 处理。为保证总体 S_b 生长达到较高水平, 适宜的处理为 P_2 和 P_3 , 即在修枝促接干时保留下层 3~6 枝。

4 结论和讨论

(1) 在造林后第 3 年, 对 5 种处理(4 种修枝促接干处理和对照 CK) 泡桐的枝基径 (D_b) 和基部断面积 (S_b) (包括单枝、冠层和全株等三层) 生长指标的年生生长量及其总量进行测定分析, 表明修枝促接干措施具有促进上层接干枝和下层侧枝生长(单枝 D_b 和 S_b), 并在适宜留枝量条件下提高冠层和全株的 S_b 年生生长量, 从而使其 S_b 总量达到甚至超过 CK 水平的明显效应。由于在修枝促接干时保留下层 3~6 枝(即 2~3 轮枝), 可使上冠层接干枝的 D_b 和 S_b 的年生生长量分别达到 12.16~12.25 cm、117.550~120.786 cm², 同时使下冠层的 D_b 年生生长量不致过大, 而其冠层 S_b 年生生长量达到 107.748~113.291 cm², 进而使其全株的 S_b 年生生长量达到 228.535~230.841 cm², 均明显高于 CK 和其它修枝促接干处理的, 其 S_b 总量亦达到 287.907~294.535 cm², 稍高于 CK 的, 因此确定其为适宜的留枝量。

(2) 采用 Richards 函数对各处理各枝指标的年生生长动态进行模拟, 均达到吻合良好的效果。对其最大年生生长量 (A)、最大连日生长量 (AGR_{max})、平均连日生长量 (A_m)、速生点 (T_0)、速生期开始时间 (T_1) 和结束时间 (T_2)、速生期 (T)、生长期 (D_g) 等 8 个生长参数进行确定和分析表明, 在修枝促接干时保留下层 3~6 枝可使各枝指标年生长的 T 和 D_g 相对较长, 并使其 D_b 生长的 AGR_{max} (或 A_m) 和 A 在上冠层达到最大,

较 CK 的分别高 230.76%~240.19%、234.93%~245.46%, 而在下冠层则不致过大; 同时使其 S_b 生长的 AGR_{max} (或 A_m) 和 A 与 CK 相比上冠层分别高 70.69%~78.78%、35.85%~41.38%, 下冠层分别高 105.43%~127.17%、143.46%~155.86%, 全株分别高 61.95%~76.02%、81.38%~85.22%。

(3) 修枝促接干处理泡桐上层接干 D_b 和 S_b 进入速生期的时间分别较其下层的滞后 7~15 d 和 43~51 d 分别在 5 月上旬和 6 月中旬, 而此时多处于降水量小、土壤干旱时期, 为了保障、促进接干的形成和生长, 除了从 4 月中旬开始做好抹芽、定芽及定干等工作外, 需加强水分管理工作。

参考文献:

- [1] 蒋建平. 泡桐栽培学 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1990
- [2] 熊耀国, 赵丹宁. 泡桐遗传改良 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1995
- [3] 侯元凯, 翟明普. 泡桐干形培育研究进展 [J]. 林业科学, 1999, 35(3): 76~83
- [4] 蒋建平, 李荣幸, 刘廷志. 泡桐树冠结构对主干生长影响的研究 [J]. 河南农业大学学报, 1988, 22(1): 1~9
- [5] 赵丹宁, 熊耀国, 宋露露, 等. 白花泡桐树冠结构生长性状的选择对干形改良的影响 [J]. 林业科学研究, 1995, 8(1): 82~87
- [6] 赵丹宁, 熊耀国, 宋露露. 泡桐树冠结构与生长性状遗传相关的研究 [J]. 西北林学院学报, 1995, 10(4): 11~16
- [7] 赵丹宁, 熊耀国, 宋露露. 泡桐性状的典型相关分析 [J]. 遗传, 1996, 18(1): 19~22
- [8] 王保平, 李宗然, 乔杰, 等. 泡桐枝叶相关关系的研究 [J]. 北京林业大学学报, 1998, 20(3): 128~133
- [9] 蒋建平, 范国强, 李培玉. 泡桐主干与树冠生长相关关系的研究 [J]. 河南农业大学学报, 2000, 34(2): 127~129
- [10] 范国强, 王安亭, 王国周, 等. 接干和施肥对不同初植苗高泡桐幼树主干生长影响的研究 [J]. 林业科学研究, 2000, 13(6): 628~633
- [11] 崔永兰, 吕国政, 石俊阁. 泡桐接干类型划分及干形相关性状的分析 [J]. 河南农业大学学报, 2001, 35(1): 70~74
- [12] 王保平, 李宗然, 文瑞均, 等. 泡桐修枝促接干技术及其效应的研究 [J]. 林业科学研究, 2003, 16(2): 183~188
- [13] 王保平, 李吉跃, 文瑞均, 等. 修枝促接干对泡桐年生生长节律影响的研究 [J]. 北京林业大学学报, 2003, 25(4): 11~15
- [14] WANG B P, LI J Y, SUN Z Q, et al. Effects of Pruning to promote trunk extension on annual growth rhythm of *Paulownia* [J]. Chinese Forestry Science and Technology, 2004, 3(1): 80~86
- [15] Richards J. A flexible growth function for empirical use [J]. Journal of Experimental Botany, 1959, 10(29): 290~300
- [16] 赵丹宁, 熊耀国, 宋露露, 等. 泡桐无性系苗年生生长动态分析 [J]. 林业科学研究, 1993, 6(1): 39~45
- [17] 傅大立, 杨绍彬, 丛培生, 等. 泡桐苗期年生生长参数的分析研究 [J]. 林业科学研究, 2001, 14(3): 301~306