林业科学研究 2003,16(2):183～188
Forest Research

文章编号: 1001-1498(2003)02-0183-06

泡桐修枝促接干技术及其效应的研究*

王保平[1], 李宗然[1], 文瑞钧[1], 乔 杰[1], 周海江[1], 韩保军[2]
(1.国家林业局泡桐研究开发中心, 河南 郑州 450003;2.河南省商丘市梁园区林场, 河南 商丘 476000)

摘要: 对2～5年生未接干泡桐修枝的研究结果表明,修除顶部分杈枝和部分下层枝是促进接干形成和生长的有效方法,最适宜修枝促接干的时期为造林后第3年的春季,适宜的修枝强度为50%～70%、保留下层2～3轮侧枝;按此法修枝,接干成功率达97.5%,接干高、径、接干形率在修枝当年可分别达5.7 m、10.4 cm、0.59,且具有不显著影响下部径生长和材积生长,而较显著促进上部径生长和显著促进主干总材积生长、降低原主干削度的效应;在对照采用高苗干、修枝处理采用矮苗干的情况下,修枝接干后的主干高仍要高于对照71.1%;5～6年生时接干与原主干已形成通直主干,接干材积已占总材积的27.1%～32.3%,与对照相比,原主干下部径生长及其材积无显著变化,而其上部径生长和主干总材积分别高7.2%～8.5%、42.2%～45.6%,且原主干的削度显著降低,形数极显著提高。

关键词: 泡桐; 修枝; 接干
中图分类号:S792.43 S723.2 **文献标识码**:A

由于泡桐(*Paulownia* spp.)的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[1]。大多情况下尤其是在黄淮海平原和西北干旱半干旱区,其通直主干的高度常常由苗木的高度决定,致使泡桐栽培中普遍存在树干低矮、尖削度大、节疤多、出材率低等问题。据调查,80%以上的泡桐无节主干高仅为2～3 m,出材率也仅约40%[2],这严重影响着泡桐栽培效益的充分发挥。因此,干形培育技术一直是泡桐研究的重要课题。

从20世纪60年代开始,为培育通直无节高干泡桐,先后总结出平茬、抹芽、目伤、平头和剪梢等人工接干方法[1,3～10],并提出了抹芽和修枝的技术要点[1,11～13],在生产上发挥了一定的作用。但由于缺乏对修枝与接干配合应用及其对枝叶干相对生长关系动态影响的研究,因此在应用上不易处理好修枝与接干及其与原主干间的关系,常存在着接干部位不理想、接干高度低、不通直、尖削度大、原主干径生长降低等问题。从1996年开始,笔者开展了不同树龄、不同修枝方法和强度对泡桐枝叶干相对生长关系的影响等系统研究,发现对泡桐修除顶部分杈枝和部分下层枝促进接干形成和生长的效应极为显著。本文即是对修枝促接干的最适时期、最适修枝方法和强度及其对泡桐主干生长影响等方面的研究报道。

收稿日期: 2002-12-20
基金项目: 国家"十五"攻关子课题"泡桐新品种选育及栽培技术研究"(编号: 2002BA515B0304)
作者简介: 王保平(1965—),男,河南新野人,副研究员,北京林业大学在读博士.
* 本文为博士学位论文的部分内容,承蒙北京林业大学李吉跃教授指导,谨致谢意.

1 试验地概况

试验地设在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 mm、1 756 mm,无霜期 213 d。

试验林土壤成土历史较短,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 1.3 g·kg^{-1}、1.25 g·kg^{-1}、3.4 mg·kg^{-1}。

试验林采用豫林一号泡桐(*Paulownia fortuneii* Yulin 1)1 年生苗,于 1995—1999 年营造,栽植株行距有 5 m ×6 m 和 5 m ×10 m 两种,修枝试验开始时,各龄泡桐自然接干率极低,其造林和修枝时的初始生长状况见表 1。

表 1 修枝接干试验林概况

树龄/a	试验林营造时间	株行距/(m ×m)	修枝接干时间	初始胸径/cm	初始干高/m	枝下高/m
1	1999 年春	5 ×6	2000-03	6.5～9.3	2.8～4.2	2.7～2.9
2	1998 年春	5 ×6、5 ×10	1999-03、2000-03	12.2～14.1	2.8～4.2	2.7～2.9
3	1996 年冬	5 ×10	1997-03	8.1～16.9	2.7～4.7	1.6～4.1
4	1997 年春	5 ×10	2000-03	14.8～21.1	2.8～4.2	2.7～2.9
5	1995 年春	5 ×10	1999-03	12.3～19.7	2.6～4.4	2.0～3.2

2 试验设计和研究方法

2.1 试验设计

2 年生林设 CK(不修枝、16 株)和 P(修下层 2 轮枝和顶部分杈枝、24 株)2 个处理;3 年生林设 CK(不修枝、6 株)、P1(不留枝、修枝强度 100 %、5 株)、P2(留 1～2 枝、修枝强度 70 %～80 %、9 株)、P3(留 3～4 枝、修枝强度 60 %～70 %、23 株)、P4(留 5～6 枝、修枝强度 50 %～60 %、25 株)、P5(留 7～8 枝、修枝强度 30 %～50 %、9 株)、P6(留 9～12 枝、修枝强度 30 %～50 %、4 株)等 7 个处理,其中 P1～P6 均修除顶部分杈枝,修枝强度以修除枝基部断面积占全部枝基部断面积的百分数表示[14];4 年生林设 CK(不修枝、6 株)、P1(不留枝、修枝强度 100 %、5 株)和 P2(下层留 3～8 枝、修枝强度 40 %～70 %、25 株)等 3 个处理;5 年生林设 CK(不修枝、5 株)、P1(不留枝、修枝强度 100 %、5 株)和 P2(下层留 3～8 枝、修枝强度 40 %～70 %、10 株)等 3 个处理,所有修枝处理均在 3 月上中旬进行。

2.2 测定和分析项目

分别在每年初或年终测定苗干高(H_0)、接干高(H_j)、主干高(H)、胸径($D_{1.3}$)、2.6 m 处直径($D_{2.6}$)、苗干顶部直径(D_{top})、接干基径(D_{j0})、接干下部 50 cm 处直径(D_{j50})、枝下径、枝下高和各枝基径(D_b),并计算接干形率(接干下部 50 cm 处直径与胸径的比值、FQ_j)、接干成功率、主干削度(D_t)、主干形数(f)、原主干材积(V_0)和接干材积(V_j)等。

2.3 研究方法

分别树龄和修枝接干处理,对原主干不同部位的直径(断面积)、材积、削度等指标的分析均采用协方差分析方法[15],以将其初始生长量调整到同一水平,对接干的高、径生长量和接干

形率等指标的分析均采用单因素方差分析方法。以提高主干高度、不降低原主干径生长、节疤易于愈合等为原则,结合泡桐单板材材长规格和旋切工艺指标要求,分析和确定适宜修枝促接干的时期(树龄)、方法和强度。

3　结果和分析

3.1　适宜泡桐修枝促接干的时期

对未自然接干的泡桐修除顶部分杈枝是为顶枝基部潜伏芽萌发、徒长和形成通直主干创造有利营养和生长条件的关键,而同时适当修除部分下层枝则是培育无节高干良材和提高出材率的重要措施,二者配合应用的效应则取决于树龄、树势和其潜伏芽萌发特性,只有在一定树龄时,泡桐才具有旺盛的树势和易于因受刺激而萌发的特性,因此适宜时期成为修枝促接干技术的关键。对 2～5 年生未接干泡桐修枝促接干的试验结果表明(表 2),除 2 年生泡桐的接干成功率仅为 75.8 %外,3～5 年生泡桐形成通直接干的成功率均达 93 %以上,这与泡桐在 3～5 年生时正进入速生期而树势旺盛有关。从促进接干生长、提高接干质量和有利修枝伤口愈合等方面考虑,3 年生、4 年生泡桐的接干高分别达 5.76 m、5.745 m,接干径(D_{J50})均达 9.9 cm,均极显著地高于 2 年生和 5 年生接干的泡桐;而 3 年生泡桐的接干形率为最高,且由于侧枝较细而修枝伤口愈合较快,因此确定最适宜泡桐修枝促接干的树龄为 3 年生,即在造林后第 3 年的春季;对于水肥条件较好,前期生长旺盛的泡桐,可在造林后第 2 年修枝促接干,具有侧枝细、伤口易于愈合的优点;对于生产上普遍存在的 3～5 年生矮干泡桐,此种方法修枝均具有显著的促进主干生长效应。

表 2　不同树龄修枝对接干生长的影响

树龄/ a	株数	H_j/ m	D_{j0}/ cm	D_{J50}/ cm	FQ_j	接干成功率/ %	伤口愈合/ a
2	24	4.355	9.544	7.991	0.610	75.8	1
3	31	5.761	11.412	9.900	0.620	97.5	1.5
4	29	5.745	11.672	9.932	0.469	97.0	2
5	15	4.007	7.725	6.511	0.409	93.3	2
差异性 F		53.304**	25.534**	27.308**	37.267**		

注:H_j 为接干高;D_{j0}为接干基径;D_{J50}为接干下部 50 *cm* 处直径;FQ_j 为接干形率。

3.2　适宜泡桐修枝促接干的修枝强度

由于泡桐自然整枝能力极差,为培育无节高干材需在修除顶部分杈枝促进接干形成的同时逐步修除下层枝,而接干当年的修枝强度则应以不显著降低原主干径生长,并有利于接干生长和减小主干削度为原则。如前所述,造林后第 3 年为适宜的修枝促接干树龄,因此对该龄泡桐修枝促接干的效应进行系统研究,以确定最适宜的修枝强度。

3.2.1　修枝强度和留枝量对主干高生长的影响　对 75 株修枝泡桐的接干高生长分析表明(表 3),6 种处理泡桐的接干高度达 5.14～5.79 m,主干高度达 8.50～9.74 m,其中 P1 的接干高度显著或较显著低于其它修枝处理,而 P2～P6 处理间则无显著差异。因此仅从接干高方面考虑,需保留 1～2 个以上侧枝。

3.2.2　对主干径生长的影响　对原主干径生长的分析表明(表 3),修枝接干对不同高度处的径生长有不同的影响。就 $D_{1.3}$的年生长量来看,各修枝处理与 CK 相比有不同程度的降低,随着留枝量的减少降低幅度逐渐增大,但其中仅有 P2、P1 的分别显著或极显著低于 CK;就 $D_{2.6}$

的年生长量来看,P3～P6 均不同程度高于 CK(均未达显著水平),而 P1 和 P2 的则极显著或较显著低于 CK;就 D_{top}的年生长量来看,仅 P1 显著低于 CK,P2～P6 则不同程度高于 CK,高出值达 0.96～1.17 cm,表明修枝接干对原主干上部径生长具有一定的促进效应。对接干径生长的分析表明,6 种修枝处理的 D_{j0}和 D_{j50}的年生长量分别达 9.19～12.33 cm、8.19～10.39 cm,其中均以 P3 和 P4 的极显著或显著高于 P1、P2,较显著地高于 P5、P6。综合修枝对原主干和接干径生长的影响,适宜的修枝强度应为 50 %～70 %,以留 3～6 枝为宜。

表 3 修枝对泡桐原主干和接干生长的影响

处理	株数	$D_{1.3}$/ cm	$D_{2.6}$/ cm	D_{top}/ cm	V_0/ m^3	V_t/ m^3	D_t/ (cm·m^{-1})	D_{j0}/ cm	D_{j50}/ cm	H_j/ m	FQ_j
CK	6	17.376	14.924	13.051	0.082 17	0.082 17	1.735				
P1	5	14.458	12.371	10.934	0.055 85	0.066 07	1.365	9.194	8.19	5.138	0.605
P2	9	16.485	14.391	13.033	0.071 79	0.086 27	1.421	11.091	9.273	5.563	0.586
P3	23	17.099	15.156	14.009	0.078 19	0.094 3	1.292	12.204	10.411	5.751	0.587
P4	25	17.189	14.966	14.221	0.080 31	0.097 68	1.262	12.334	10.391	5.733	0.597
P5	9	17.251	15.609	14.005	0.079 46	0.095 4	1.294	11.329	9.887	5.644	0.608
P6	4	17.321	15.332	14.222	0.082 78	0.095 56	1.392	10.848	9.383	5.79	0.515
初始总平均		13.404	10.864	8.226	0.045 33	0.045 33	2.147				
公共斜率 b		0.912	0.931	0.785	1.230 6	1.407 47	0.813				
回归 F		345.3	251.6	90	335.2	249.8	53.5				
差异性 F		10.59**	8.81**	5.717**	8.995**	8.281**	0.838	4.494**	3.635**	1.966*	1.341

注:$D_{1.3}$为胸径,$D_{2.6}$为主干 2.6 m 处的直径,D_{top}为苗干顶部的直径;V_0 为原主干部分材积;V_t 为主干总材积;D_t 为主干削度;D_{j0}为接干基径;D_{j50}为接干下部 50 cm 处直径;FQ_j 为接干形率。

3.2.3 对主干材积生长的影响 从原主干材积考虑(表 3),6 个修枝处理的材积达 0.055 9～0.082 8 m^3,有随着留枝量增大而增大的趋势,其中 P1、P2 的分别较 CK 的极显著、显著降低,分别低 12.6 %、32.0 %,并与其它修枝处理间有显著的差异,而其它修枝处理间及其与 CK 间则差异不显著;但从主干总材积考虑,仅有 P1 的材积显著低于 CK,达 19.6 %,而 P2～P6 的材积则显著或较显著的高于 CK,达 14.8 %～18.9 %。综合修枝接干对主干材积生长的影响,适宜的修枝强度为 30 %～70 %,以留 3 枝以上为宜。

3.2.4 对主干削度和接干形率的影响 对修枝接干影响原主干削度的分析表明(表 3),不同留枝量的原主干削度在修枝接干当年为 1.262～1.421,不同程度地低于 CK(1.735),其中 P3、P4 的削度显著低于 CK,因此可以说适当修枝对降低主干削度具有一定的正效应,这与修枝在一定程度上促进上部径生长相吻合。从修枝强度对接干形率的影响考虑(表 3),修枝当年的接干形率达 0.515～0.608,以 P6 为最低,其它修枝处理间无显著差异,表明在修除顶部分杈枝的同时需适当修除下层侧枝,以增加接干与原主干的通直性。

综合修枝强度和留枝量对主干高生长、不同部位径生长、材积生长和削度、接干形率影响的分析结果,可以确定适宜的修枝强度为 50 %～70 %,即保留下层 3～6 枝(2～3 轮)。

3.3 修枝接干对泡桐主干生长的持续影响

为检验 3 年生时修枝接干对泡桐主干生长的持续影响,以及矮干泡桐的修枝接干效果,选择 11 株修枝接干泡桐(修枝当年留下层 2～3 对侧枝并于次年修除、3.14 m 矮苗干)和 6 株未修枝接干泡桐(4.43 m 高苗干),对其在修枝后 2～3 年的主干生长差异性进行了分析。结果表明(表 4),修枝接干对泡桐主干的后期生长具有显著的持续促进效应。修枝接干对主干高的

提高效应如前所述极为显著,在对照采用高苗干、修枝处理采用矮苗干的情况下,修枝接干后的主干高仍要高于对照 3.15 m,达 71.1 %;修枝后 2～3 年内,修枝接干对原主干下部径生长($D_{1.3}$)及其材积无显著影响,而对其上部径生长和主干总材积有极显著或显著的促进作用,修枝接干后第 2 年和第 3 年的 $D_{2.6}$分别高于对照 1.61 cm 和 1.51 cm,分别达 8.5 %和 7.2 %,主干总材积分别高于 CK42.2 %和 45.6 %,同时,原主干的削度显著降低,形数极显著提高。从接干生长情况看,修枝处理的 D_{j50}、FQ_j 在 5 年生和 6 年生时分别平均达 13.85 和 16.59 cm、0.667 和 0.715,已与原主干形成通直主干,在 5 年生和 6 年生时 V_j 与原主干 V_0 的比值已分别达 0.37、0.48,接干材积分别占主干总材积的 27.1 %、32.3 %。

表 4　修枝接干对泡桐主干诸项指标生长的持续影响

指标	树龄/a	对照(CK)	修枝	3 年总平均值	协方差分析		差异性 F
					公共斜率 b	回归 F	
H/m		4.43	7.58				49.738**
$D_{1.3}$/cm	5	18.952	20.562	10.868	0.691 2	10.356**	2.194
	6	21.434	22.985		0.756 2	7.982*	1.311
$D_{2.6}$/cm	5	14.71	19.134	8.016	0.599 3	16.304**	23.155**
	6	17.131	21.7		0.711 0	17.82**	19.181**
f_0	5	0.868	0.941	0.869	0.541 7	46.530**	18.092**
	6	0.885	0.952		0.426 3	40.902**	22.079**
V_0/m^3	5	0.098 10	0.102 74	0.028 81	1.210 9	7.238*	0.11
	6	0.129 91	0.129 70		1.492 7	5.613*	0.000 1
V_t/m^3	5	0.098 83	0.140 53	0.028 81	1.769 5	10.580*	6.073*
	6	0.131 24	0.191 06		2.504 5	8.619*	5.084*
D_t/(cm·m^{-1})	5	2.14	1.244	2.387			3.312*
	6	1.963	1.114				4.089*

注:H 为主干高;$D_{1.3}$为胸径;$D_{2.6}$为主干 2.6 m 处直径;f_0 为原主干形数;V_0 为原主干部分材积;V_t 为主干总材积;D_t 为主干削度.

4　结论和讨论

(1)对 2～5 年生未自然接干泡桐进行修枝接干的试验结果表明,修除顶部分杈枝和部分下层枝是促进接干形成和生长的有效方法,最适宜修枝促接干的时期为造林后第 3 年的春季,接干成功率达 97.5 %。对于水肥条件较好,前期生长旺盛的泡桐,可在造林后第 2 年修枝促接干,具有侧枝细、伤口易于愈合的优点;对于生产上普遍存在的 3～5 年生矮干泡桐,此方法具有显著促进主干生长的效应。

(2)3 年生泡桐最适宜的修枝强度为 50 %～70 %,即修枝后保留下层 2～3 轮侧枝。按此留枝量修枝,接干高、径(D_{j50})、接干形率在修枝当年可分别达 5.7 m、10.4 cm、0.59,且具有不显著影响下部径生长和材积生长,而较显著促进上部径生长和显著促进主干总材积生长、降低原主干削度的效应。

(3)修枝接干对 3 年生泡桐主干具有显著的持续促进效应。在对照采用高苗干、修枝处理采用矮苗干的情况下,修枝接干后的主干高仍要高于对照 71.1 %;修枝后 2～3 年内,接干已与原主干形成通直主干,接干材积已占主干总材积的 27.1 %～32.3 %,与 CK 相比,原主干下部径生长及其材积无显著变化,而其上部径生长和主干总材积分别提高 8.5 %～7.2 %、42.2 %～45.6 %,且削度显著降低,形数极显著提高。

(4)修枝促接干技术的建立需进一步在修枝促接干的生理机制及其对枝叶干相对生长关系的影响,初始生长状况、密度和土壤水分动态等对修枝接干效应的影响等方面进行系统研究。

参考文献:

[1] 蒋建平. 泡桐栽培学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1990. 155～173, 263～283

[2] 李宗然, 王保平, 李芳东. 我国泡桐发展战略研究[J]. 林业科技管理, 1996 (3): 44～46

[3] 河南农学院泡桐研究室. 泡桐剪梢接干法技术要点[J]. 河南农学院学报, 1983 (1): 27～28

[4] 牛堂彬. 泡桐连年接干的实践与总结[J]. 泡桐与农用林业, 1991 (2): 40～43

[5] 陈章水, 宋立瑾. 兰考泡桐人工接干修枝管理技术的研究[J]. 山东林业科技, 1981 (2): 19～28

[6] 薛宏智. 泡桐斜截接干方法与施肥种类试验[J]. 陕西林业科技, 1988(2): 86

[7] 张纪林. 泡桐抹芽接干培育高干良材[J]. 皖西林业科技, 1986(1-2): 23

[8] 潘俭. 泡桐低干树接干方法[J]. 河北林业科技, 1986(3): 39～40

[9] 杜修学, 藏登歧, 李传斌. 泡桐接干修枝的效益分析[J]. 泡桐与农用林业, 1988 (2):45

[10] 李占民. 泡桐单芽接干试验研究[J]. 河北林业科技, 1996(1): 11～13

[11] 宋立瑾. 修枝技术在泡桐生产中的应用[A]. 见: 中国林学会泡桐文集编委会. 泡桐文集[C]. 北京: 中国林业出版社, 1982. 87～92

[12] 苗金波. 白花泡桐修枝技术研究初报[J]. 河南农林科技, 1984(10): 26～27

[13] 韩树人, 季汉昌. 对泡桐强度修枝技术的质疑[J]. 泡桐与农用林业, 1988(2):32

[14] 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

[15] 刘权. 果树试验设计与统计[M]. 北京: 中国林业出版社, 1992

Pruning Technique and Its Effects on *Paulownia* Trunk Extension

WANG Bao-ping[1], *LI Zong-ran*[1], *WEN Rui-jun*[1], *QIAO Jie*[1], *ZHOU Hai-jiang*[1], *HAN Bao-jun*[2]

(1. Paulownia Research and Development Center of China, Zhengzhou 450003, Henan, China;

2. Liangyuan National Forest Farm of Shangqiu of Henan Province, Shangqui 476000, Henan, China)

Abstract: The result of pruning on 2～5 years old *Paulownia* trees without natural trunk extension showed, the effective way to promote trunk extension and its growth is to pruning the top branches and part of branches of lower canopy. The optimum pruning applications should be conducted in spring 3 years after plantation, under 50 %～70 % of pruning strength and leaving 2～3 layers of side branches. The successful rate of trunk extension by this method is 97.5 % with the result of its height, diameter and form quotiety (FQ) of 5.7m, 10.4cm and 0.59, respectively; which had less effectives of affecting the growth of branches and the stock, but had much more effectiveness of promoting the growth of upper-trunk and stock of the main trunk, with the result of reducing the FQ of the formal trunk. Under the treatment of pruning on low-seedling with comparison of CK of high-seedling, the height of the trunk is 71.7 % higher than that of CK. After 2～3 years growth, the extension part combined well with the formal trunk whose stock reached 27.1 %～32.3 % of the whole volume. Compared with CK, there was no significant change of the growth of formal branches of lower canopy and its volume, on the other hand, the growth of the upper branch and standing stock of main trunk is 7.2 %～8.5 %, 42.2 %～45.6 % higher than that of CK, respectively; the treatment reduced the tapering grade, and at the same time enhanced the FQ.

Key words: *Paulownia;* pruning; trunk extension