

泡桐无性系CO20木材性质与利用研究

柴修武

熊耀国

(中国林科院木材工业研究所 北京 100091)

(中国林科院林业研究所 北京 100091)

摘要 在四川省资中县集约栽培的试验林内采集了泡桐无性系CO20和泡桐各五株进行了多项试验研究。证实了泡桐无性系CO20的木材纤维长度、微纤丝角和纤维素的相对结晶度优于泡桐;综纤维素、 α -纤维素以及木材物理力学的主要性能指标低于泡桐。制浆得率低。浆张物理性能接近或超过两种相思树木材指标。

关键词 泡桐无性系;木材性质;化学机械浆(CMP)

泡桐无性系CO20(*Paulownia fortunei* CL'CO20')是由中国林业科学研究院林业研究所和四川省资中县林场经过十余年试验选育出来的,它具有生长快、干形直、抗逆性强等特点,与一般泡桐(*P. fortunei*)相比,高生长提高5%~17%;胸径增粗

3%~23%;材积增加32%~70%;成材期缩短2~3年。已在四川、贵州等省大面积推广^[1]。本文就泡桐无性系CO20的木材解剖特征、化学成分、木材物理力学性质以及制浆造纸工艺特性等项试验研究进行比较,为进一步筛选无性系和木材利用提供依据。

收稿日期:1992-6-04

为国家“七五”攻关项目泡桐属的良种选育的一部分。参加本项研究的有曾月星、黄洛华、陆熙娴、骆秀琴、房桂干人等,本文承王培元研究员审阅并提出修改意见。

1 材料和方法

1.1 材料 由曾宗泽按国标GB 1927-80《木材物理力学试材采集方法》的规定,在

An analysis on the structure of two timber drying kilns

Lin Weiqi

(Central-South Forestry College, Zhuzhou 412006)

Li jie Fan Shaozhan

(Hainan Xilian Wood Processing Factory)

Abstract In this paper, the structural characteristics of two overhead-fan kilns were described. Based on the data about velocity of air flowing through the stack, ratio of recirculating air, difference between ambient temperature and that of the kilns wall, advantages and defects of the two kilns were clarified. Finally, a drying schedule for rubber wood was introduced and description about the autocontrol process was included.

Keywords Rubber wood; Overhead-fan kilns; Ratio of recirculating air; Drying schedule

四川省资中县林场集约栽培的试验林中采集具有代表性的泡桐无性系CO20和泡桐（对照）各五株（表1）进行试验。

表1 二种泡桐生长量比较。

数株	泡 桐			泡桐无性系CO20		
	树高 (m)	胸径 (cm)	材 积 (m ³)	树 高 (m)	胸 径 (cm)	材 积 (m ³)
1	5.94 100	10.9 100	0.0382 100	14.60 246	29.5 271	0.3958 1036
2	5.81 100	13.4 100	0.0524 100	15.00 258	28.0 209	0.3996 763
3	5.04 100	11.5 100	0.0455 100	11.50 211	19.7 173	0.1581 347
4	5.65 100	10.1 100	0.0394 100	14.40 255	28.0 277	0.3456 877
5	6.87 100	10.2 100	0.0487 100	15.40 224	27.6 271	0.3848 790
平均	5.94 100	11.4 100	0.0448 100	14.18 239	26.6 233	0.3368 752

• 材料由四川省资中县林场曾宗泽提供，栏内数据在左上方为实测值，右下方为相对值。

1.2 方法 材料分配，每株从伐根1.3m处向上，连续截取用于木材解剖、微纤丝角和纤维素的相对结晶度、化学成分分析的圆盘各1块，其余材料供木材物理力学性质测定和制浆试验。

木材解剖采用常规离析、切片和测定纤维、导管长度；纤维宽度、壁厚、腔径是采用Quantimet-570图象分析仪处理；组织比量采用网络法测定；微纤丝角和相对结晶度

表2 化学预处理

处理 条件	装锅量 (g)	液 比	Na ₂ SO ₃ (%)	NaOH (%)	最高温 度(℃)	升温时 间(分)	保温时 间(分)
1	400	1:4	5	4	140	45	60
2	500	1:4	7	4	140	45	60
3	500	1:4	9	4	140	45	60

是用α-射线衍射法；化学成分按常规方法测定；木材物理力学性质的测定是参照国标GB 1928~1941—80进行。制浆工艺采用碱性亚硫酸钠化学机械制浆法，化学预处理条件见表3。预处理在6罐3升热汽浴中进行。用试验室KRKφ300磨浆机分离纤维，第一道磨盘间隙为1mm，第二道间隙为0.1mm，磨浆后粗浆先进行洗涤，再用离心机甩干，然后用多能搅拌机疏解、密封，待水分平衡后，测定粗浆得率。粗浆用水稀释后再用平板条筛筛选，除去粗纤维束，收集筛渣烘干、称重，求出筛渣率。细浆脱水疏解，平衡水分，考定细浆得率。

2 结果和讨论

2.1 木材的纤维形态是影响纸浆质量和纸张强度的重要因子，它包括纤维长度、离散系数和分布频率等。过去认为纤维长度只要保持在330μm以上，纸张的耐折度、撕裂指数、耐破指数等不再受其影响^{〔2〕}。但据近年来的研究和实践证明，纤维长度不仅能提

表3 8种泡桐纤维 (μm)

树 种 名 称	试材采 集 地	导 管 根 数	导管平 均长度	纤 维 根 数	纤维平 均长度	质量平 均长度	离 散 系 数
泡桐无性系CO20	四川资中	2400	377.80	4900	1224.16	1303.5	0.25
泡桐	四川资中	2350	312.72	4700	920.41	964.70	0.22
泡桐	浙江	328		1190			
南方泡桐 (<i>Paulownia fortunei</i>)	浙江	328		1190			
兰考泡桐 (<i>P. elongata</i>)	河南孟津	394		1120			
川泡桐 (<i>P. fargesii</i>)	四川	365		1199			
台湾泡桐 (<i>P. Kawakamii</i>)	浙江	307		1180			
毛泡桐 (<i>P. tomentosa</i>)	河南孟津	310		941			
光泡桐 (<i>P. tomentosa</i> var. <i>tsinlingensis</i>)	河南孟津	248		957			

注1. 四川资中两种泡桐系采用常规方法测定。
2. 浙江产白花泡桐等7种泡桐材料摘自成俊卿泡桐属木材的性质和用途的研究。

高纸张的撕裂度，而且也提高了它的抗拉强度、耐破度和耐折度^{〔3〕}。所以，纤维长度是衡量纸浆用材树种优劣的重要指标之一。泡桐无性系CO20木材的纤维长度不仅高于对照材的泡桐，而且高于过去研究的除楸叶泡桐 (*P. catalpifolia*, 1128 μ m) 以外的所有泡桐木材 (表3)。

纤维宽度和壁厚 纤维胞壁的绝对厚度与纸张性能关系不大^{〔4〕}。但胞壁厚度与胞腔直径之比 (壁腔比) 对纸张性能有很大影响。壁腔比小的纤维，打浆时容易崩解、帚化，纤维与纤维之间结合紧密，所形成的纸

页强度大，反之，纸页强度就小。泡桐无性系CO20与泡桐相比，纤维略窄，壁较薄，胞腔宽度相近 (表4)。

2.2 纤维长度频率分布，即不同长度范围内的纤维根数分布状况。为制浆生产过程中重要参数，短纤维的阔叶树材难以单一制成强度高的纸张，若配以长纤维的阔叶树材或针叶树材，长短相补，紧密结合，则可制成优质纸张^{〔2〕}。泡桐无性系CO20木材纤维长度频率分布在组距1000 μ m以上为3626根，占74%；而泡桐木材纤维在相同组距内仅为1702株，占36.2% (表5，图1)。显然泡桐

表4 纤维宽度 (μ m)

树 种 ^o	胞 壁 厚 度			胞 腔 直 径			纤 维 宽 度	壁腔比	柔 性 系 数
	最大	最小	平均	最 大	最小	平 均			
泡桐	9.32	3.70	6.27	28.77	5.32	15.83	22.09	0.39	0.71
泡桐无性系CO20	8.20	3.20	5.70	28.65	5.30	15.30	20.88	0.37	0.73

表5 纤维长度分布频率表

组号	组 距 (μ m)	CO20泡 桐			泡 桐		
		组中数均值(μ m)	各组纤维根数N	频率分布 (%)	组中数均值(μ m)	各组纤维根数N	频率分布 (%)
1	<200	0.0	0	0.00	0.0	0	0.00
2	200~400	0.0	0	0.00	350.0	0	0.04
3	401~600	549.5	40	0.82	535.0	290	6.17
4	601~800	715.9	428	8.73	708.4	1061	22.57
5	801~1000	897.2	806	16.45	897.0	1645	35.00
6	1001~1200	1093.5	990	20.20	1081.1	1196	25.45
7	1201~1400	1294.0	1134	23.14	1267.8	461	9.81
8	1401~1600	1485.2	861	17.57	1448.2	44	0.94
9	1601~1800	1681.8	448	9.14	1610.0	1	0.02
10	1801~2000	1866.7	171	3.49	0.0	0	0.04
11	>2000	2063.6	22	0.45	0.0	0	0.00

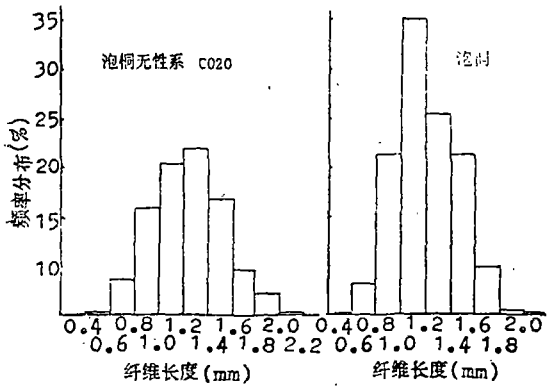


图1 泡桐无性系CO20与泡桐纤维长度频率分布

无性系CO20优于泡桐。

2.3 组织比量 在木材横断面上，各种细胞所占面积的比率。泡桐无性系CO20的木材导管、木射线略低于泡桐，而纤维、轴向薄壁组织又略高于泡桐。但纤维含量均超过50% (表6)。有些学者把泡桐作为造纸的经济原料大概意在于此。但作为一种合理经济造纸原料，除纤维含量高外，还要考虑化学成分包括纤维素、木素、浸提物、纤维长度、树木生长速度等多种因素。

表6 组织比较 (%)

树 种	导管	木射线	纤维	轴向薄壁组织
泡 桐	9.59	8.07	50.33	32.01
泡桐无性系CO20	8.50	6.86	52.00	32.64

2.4 次生壁的微纤丝角和纤维素的相对结晶度 微纤丝角的大小与木材性质和纸张的强度有很大的关系^[8]。微纤丝角小,则纤维长,强度大,纸张强度亦大,胀缩小,所以各国学者在进行树木遗传改良时,均重视微纤丝角的研究^[5]。泡桐无性系CO20木材的微纤丝角和纤维素的相对结晶度明显优于泡桐(表7)。

表8 化学成分 (%)

树 种	灰 分	浸 提 物				木 素	多缩戊糖	α-纤维 维 素	综纤 维 素
		冷水	热水	1%NaOH	苯-乙醇				
泡桐无性系CO20	0.55	8.58	9.78	22.54	8.21	24.36	21.10	41.60	71.68
泡 桐	0.42	5.81	7.70	22.72	7.35	23.81	22.93	42.88	74.05

纤维素,多缩戊糖低于泡桐,但接近或超过杨属某些种中的含量。

2.6 木材的物理力学性质 人们通常用木材密度表示木材物理力学性质的大小和强度性质的强弱。泡桐无性系CO20木材密度低于泡桐(对照),在泡桐属木材中亦是偏低。因而木材的抗弯强度、顺纹抗压强度、

表7 微纤丝角和相对结晶度

株号	泡 桐		泡桐无性系CO20	
	微纤丝角 (度)	相对结晶度 (%)	微纤丝角 (度)	相对结晶度 (%)
1	22.26	45.17	12.60	45.83
2	17.70	46.20	13.08	49.71
3	16.05	41.24	12.60	51.04
4	16.65	50.29	10.65	51.04
5	15.45	49.10	10.95	50.26
平均	17.62	46.40	11.98	49.58

2.5 化学成分 从表8看出,泡桐无性系CO20木材化学组分中的浸提物高于泡桐,但与成俊卿等人^[4]研究的8种泡桐的化学成分的浸提物相比则居中间。综纤维素,α-

抗弯弹性模量等均较低(表9),不适合做建筑材的承重构件。

2.7 化学机械浆(CMP)制浆特征 泡桐无性系CO20木片用不同条件配比的碱性亚硫酸钠预处理后,劈开木片检查预处理情况,除条件1的木片有少许白芯外,其它两个条件良好,经不同用量亚硫酸钠处理,木

表9 木材物理力学性质

项 目		泡 桐						泡桐无性系CO20					
		试样数 N	数均值	标准差	标准误差	变异系数 (%)	准确指数 (%)	试样数	数均值	标准差	标准误差	变异系数 (%)	准确指数 (%)
干缩系数 (%)	径向	38	0.095/100	0.015	0.0024	15.51	2.52	41	0.095/100	0.014	0.0022	15.02	2.35
	弦向	38	0.214/100	0.025	0.0041	11.75	1.91	41	0.214/100	0.023	0.0035	10.53	1.64
密度 (g/cm ³)		38	0.292/100	0.018	0.0030	6.27	1.02	41	0.277/95	0.049	0.0076	17.52	2.74
抗弯强度 (MPa)		39	39.1/100	4.78	0.764	12.19	1.95	41	37.3/95	9.19	1.435	24.65	3.85
抗弯弹性模量 (GPa)		39	5.26/100	1.108	0.176	20.89	3.35	41	5.25/100	1.69	0.265	32.28	5.05
顺纹抗压强度 (MPa)		38	18.7/100	1.92	0.311	10.24	1.66	41	18.0/96	4.12	0.642	22.80	3.56
顺纹抗剪强度 (MPa)	径面	20	4.54/100	0.291	0.085	6.42	1.44	34	4.23/93	0.853	0.146	20.18	3.46
	弦面	21	4.38/100	0.716	0.156	16.34	3.57	34	3.87/88	0.721	0.124	18.60	3.19
硬度 (N)	径面	20	970/100	177	39.6	18.27	4.09	31	983/101	276	480	27.17	4.88
	弦面	20	1026/100	132	29.4	12.82	2.87	31	1191/116	242	43.4	20.30	3.65
	端面	20	1850/100	229	51.2	12.37	2.77	31	1720/93	294	52.9	17.12	3.07

表10 制浆特征

化学预处理条件	得率 (%)		纸浆产量 (kg/m ³)	每公顷林地产浆量 (t/ha/y)
	粗浆	筛渣		
1	76.02	12.90	137.6	2.06~4.18
2	73.10	11.35	134.6	2.02~4.04
3	72.01	10.90	133.2	2.00~4.00

片色变明显不同,亚硫酸钠用量越高,色变越浅。用此种条件对泡桐木材进行碱性亚硫酸钠预处理,因十分缓和而有利于节约药品和能耗,并降低污染程度。从表10看出,碱性亚硫酸钠预处理后,纸浆得率较低。由于木材密度低,单位材积出浆量自然较低(135kg/m³)。若每年每公顷林地木材生长量为15~30m³,可得浆为2.0~4.1吨。泡桐

属木材作为制浆原料是否在经济上站住脚,除对木材的解剖特征和木材密度有一定的要求外,更为关键的是林木生长速度。如果把泡桐属所有树种木材一律视为制浆造纸的优良经济树种,似有夸大之嫌。然而以泡桐无性系CO20而论,由于木材解剖性质优良,生长极为迅速,作为造纸原料是很有希望的。

2.8 浆张的物理性质 泡桐无性系CO20木材易于磨浆,而且在叩解度相同的情况下,各项强度指标(表11)达到或超过澳大利亚两种相思树(*Acacia aulacocarpa*和*A. cincinnata*)木材化学机械浆(CMP)浆张物理性质^[7](表12)。

3 结论

表11 化学机械浆(CMP)浆张物理性质

化学预处理条件	PFI磨转速 (r/min)	叩解度 (°SR)	表观密度 (g/cm ³)	撕裂指数 (mN·m ² /g)	抗张指数 (N·m/g)	耐破指数 (KPa·m ² /g)	耐折度 (双折次)	浆张白度 (%ISO)
I	0	18.3	2.20	3.14	23.2	0.96	2	39.2
	1500	27.0	1.96	3.66	33.4	1.44	3	38.6
	3000	29.3	1.91	3.40	32.7	1.41	4	37.6
II	0	18.7	2.20	3.27	25.4	1.03	2	43.5
	1500	33.4	1.93	3.53	38.9	1.81	7	40.6
	3000	35.3	1.87	3.40	40.6	1.86	5	41.0
III	0	20.8	1.96	3.01	26.2	1.08	3	44.2
	1500	33.4	1.85	3.79	38.5	1.91	5	42.1
	3000	38.4	1.77	3.46	39.3	1.98	6	42.1

表12 相思树木材化学机械浆浆张物理性质

树种名称	PFI磨转速 (r/min)	叩解度 (°SR)	表观密度 (g/cm ³)	撕裂指数 (mN·m ² /g)	抗张指数 (N·m/g)	耐破指数 (KPa·m ² /g)
相思树 <i>Acacia aulacocarpa</i>	0	16.7	2.39	3.4	23	0.8
	2500	19.9	2.07	5.4	37	1.6
相思树 <i>A. cincinnata</i>	0	20.56	2.27	3.1	24	1.0
	2500	34.0	1.85	4.8	49	2.4

• 化学预处理: Na₂SO₃ 15%, Na₂CO₃ 3.5%, 最高温度170℃, 升温90分钟, 保温120分钟, 三道磨浆。

3.1 泡桐无性系CO20木材纤维长度 (平均1124.16μm), 在泡桐属木材中属最长。 microfibril angle 小 (平均11.98°); 相对结晶度高 (平均49.58%)。

3.2 木材密度 (0.277g/cm³)、抗弯强度 (37.3MPa)、顺纹抗压强度 (18.0MPa)、顺纹抗剪强度 (径面4.23MPa、弦面3.87MPa)、抗弯弹性模量等低于泡桐。因

而在木材使用时,不宜作承重构件。

3.3 制浆得率低,单位材积产浆量亦低,但树木生长速度快,林木工业成熟期缩短2~3年,作为纸浆用材是有希望的。

4 参考文献

- 1 林业部科技司主编.阔叶树材优良无性系图谱.中国科学技术出版社,1991
- 2 朱惠方、李新时.数种速生树种的木材纤维形态及其化学成分的研究.林业科学,1962(4):235~

257

- 3 成俊卿主编.木材学.中国林业出版社,1985
- 4 成俊卿等.泡桐属木材性质和用途的研究(一).林业科学,1983(1):58~63
- 5 孙成志,谢国恩.泡桐属木材的微纤丝角和结晶度.木材工业,1987(2):24~27
- 6 诸葛俊鸿主编.速生林木的综合利用.林产工业,1989
- 7 房桂干等.速生相思树制浆性能研究.全国造纸学术讨论会论文集,1991
- 8 张景良等译.木材学.中国林业出版社,1991
746~768

Study on the wood properties and pulp-making of *Paulownia* clone C020

Chai Xiuwu

(The Research Institute of Wood Industry, CAF, Beijing 100091)

Xiong Yaoguo

(The Research Institute of Forestry, CAF, Beijing 100091)

Abstract In an experimental stand of intensive management in Zhizhong County, Sichuan Province, plants of *Paulownia* clone C020 and 5 *Paulownia* check plants were collected for the studies. Through experiments of many items, the results showed that the length of the wood fibre and the relative crystallization degree of cellulose and microfibrillar angle are better than those of the checks. But the holocellulose and alpha cellulose of its chemical components and the main indices of strength properties of wood are lower than those of the checks. Its yield rate of pulp-making is low. When a comparison of the physical properties of its sheet pulp with those of 2 *Acacia* spp. is made, the result shows that the former is close to or better than the latter.

Keywords *Paulownia* clone; Wood property; Chemical mechanical pulp (CMP)

(上接第35页)

原木2000m³左右,折合人民币70万元以上。

c.一、二、三等板面板拼接条数不限,有助于增加表板出板率;表板减薄工艺使珍贵树种的出板率提高1%~2%,这些都给企业创造了一定的经济效益。

d.幅面尺寸公差由原标准规定的+8mm改为+5mm,减少加工余量,使原材料得以节约。

此外,由于调整材质缺陷而产生的经济效益更为可观,因较难以统计计算,在此不再赘述。

结论

尽管这次函调的面不太广,反馈率也只有53.3%,但可以看到,企业都很重视新的标准实施。在认真贯彻实施胶合板国家标准的同时,还充分运用标准的有关规定为发展生产、提高生产技术和增加经济效益创造更多更有利的条件。企业对《胶合板》国家标准经过两年多的实施给予的评价在技术效果、社会效果和经济效果方面都是肯定的,也是客观公正的。

(本文撰写者对文内所提8个单位给予的工作上支持致以衷心的感谢)。