

竹材制浆造纸述评

马乃训 张文燕

摘要 竹材纤维素含量一般在40%~60%,纤维长度平均在2mm左右,基本上属于长纤维范畴,是制造中高级纸张的适宜原料。在造纸工业中实现以竹代木,将解决我国造纸优质原料紧缺的燃眉之急,对发展我国造纸工业具有重大意义。发展我国的竹材制浆造纸,要纠正各种模糊观念;要建设好纸浆竹林基地,把原料基地建设作为竹浆纸厂的第一车间;要在竹浆纸厂周围地区积极发展更适宜制浆造纸用的优良丛生竹纸浆林,对毛竹纸浆林要因地制宜,实行集约栽培,提高其经济效益;要加强对竹浆造纸的科学研究,以促进我国竹浆造纸业迅速发展。

关键词 竹材、纸浆竹种类、竹材化学组成、纸浆竹材资源、竹浆造纸历史与现状

纸在工农业生产和人民生活中有着广泛的用途,在某种意义上可以说它是现代文明的标志之一。据联合国粮农组织1990年统计,全世界纸和纸板产量为2.38亿t^[1],我国1993年纸和纸板产量达1840万t,仅次于美国、日本、加拿大而居世界第四位。但人均占有量我国只有16kg,仅为世界人均占有量的30%左右。目前世界上现代化的造纸生产以木材纤维原料为主,木浆比重(含二次浆)平均达到95%,而我国只有12.6%。由于原料结构的不合理,造成我国造纸工业以草浆为主的畸形发展格局,表现为工厂规模小,工艺装备落后,产品质量低下和品种少。每年不得不耗费巨资进口纸或纸浆,如1989年我国木浆进口量达131.9万t^[2]。竹材是除木材以外的重要造纸纤维原料,我国又是竹子生产大国,能否利用竹材作为“第二木材”,在造纸工业中实现以竹代木,在很大程度上影响着我国造纸工业的发展,也关联着我国竹业的发展。竹材制浆造纸有诸多问题,其中有认识上的问题,也有经济上、技术上的问题。本文拟在广泛调查研究及查阅文献资料的基础上,就我国发展竹材制浆造纸进行评述和探讨。

1 竹浆造纸的历史和现状

造纸是我国古代举世闻名的四大发明之一,而用竹子制浆造纸也起源于中国。通常认为竹材制浆造纸起始于西晋年间(公元265~316年),有人对此有怀疑,若说是起始于九世纪的宋代,则是确有实据的。宋代大诗人苏东坡在《东坡志林》卷九中就说过:“今人以竹为纸,亦古之所无有也”。欧洲用竹造纸最早是在19世纪70年代,比之我国迟了整整上千年。用竹子作造纸原料,工序较之用植物的皮(楮皮、桑皮等)复杂得多,要求较高的技术水平,它标志着我国古代造纸技术的巨大发展和成就,是造纸史上的一大发明。古代的竹材造纸全部为手工作坊生产,久负盛名的有四川贡川纸、江西官堆纸、浙江毛边纸、湖南浏阳纸以及四川、江西、福建的连史纸等。竹浆用作机制纸则始于近代本世纪的40年代,浙江省龙泉纸业改进坊用半机械化方法以竹浆生产代用新闻纸,四川宜宾中元造纸厂用漂白竹浆生产机制打字纸、道林纸、书写纸和配用本色木浆制造牛皮纸。解放后我国曾有70余家纸厂用竹纤维抄造20余种纸张,主要

1994—08—17 收稿。

马乃训副研究员,张文燕(中国林业科学研究院亚热带林业研究所 浙江富阳 311400)。

是打字纸、考贝纸、脱板纸、书写纸、凸板纸、牛皮纸、新闻纸、纸袋纸等。以竹浆为主掺入木浆生产的纸品种已有铜板原纸、字典纸、新闻纸、普通包装纸、箱板纸、单面涂料卡纸和白卡纸等。在造纸行业中各种普通大宗产品都已可以用竹浆或混合浆抄造。在第一个五年计划期间,在南方有些省区竹材在造纸原料中的比重曾达到30%。

目前全世界竹浆总产量106.8万t,占非木材纤维纸浆总产量的10%左右^[3]。世界上竹材制浆造纸的生产技术优势和产量主要在印度。1925年印度台拉登森林研究所,试验了用竹材作原料,通过分级蒸煮方法制造竹浆。用作造纸原料的竹种主要是牡竹 *Dendrocalamus strictus* (Roxb.) Nees,其它还有印度箬竹 *Bambusa arundinacea* (Rotz) Willd.、马甲竹 *B. tulda* Roxb.、龙头竹 *B. vulgaris* Schrader ex Wendl.、俯竹 *B. nutans* Wallich ex Munro、版纳甜龙竹 *D. hamiltonii* Nees et Arn. ex Munro、梨竹 *Melocanna bascifera* (Roxb.) Kurz等。竹浆造纸导致印度造纸工业的迅速发展,全印度有32个大型纸厂全部是用竹浆、木浆造纸,年产竹浆57.2万t(1990年),约占世界总竹浆的58%。最大的一家日产300t浆,能以100%竹浆生产伸性纸袋纸等^[4]。半个多世纪以来,印度对使用竹子制浆造纸,从竹子资源、种类、供应、储存、特性(包括纤维形态和化学成分)、制浆工艺(包括压竹、切片、竹材的筛选和再切、蒸煮方法及黑液回收)等都有较系统的研究。

除印度外,东南亚国家中的越南、缅甸、孟加拉等国也有一定数量的竹浆造纸工厂。60年代初,我国四川曾承担援外任务为越南和缅甸设计和筹建了日产50t的竹浆造纸厂,以全竹浆生产书写印刷用纸。孟加拉在70年代曾建2个日产100t的竹浆纸厂。“热带林业技术中心”曾研究了喀麦隆、刚果、马达加斯加等非洲6国所生产的龙头竹等竹材纤维及造纸性质,认为竹材制浆造纸相当于甚至优于针叶木材纸浆^[5]。我国现今每年竹浆产量20万t左右,另还用嫩竹生产土纸约20万t,每年消耗竹材达200万t,与国外先进水平比较,基本上还停留在60年代的水平上,20多年来,竹材制浆造纸发展缓慢。

2 竹材是制浆造纸的优质原料

一般认为,植物纤维的形态和化学组成是判断是否适合于制浆造纸的决定因素。据文献资料,国内外已对80余种竹材进行过测试。笔者在《纸浆竹林集约栽培模式研究》专题中,也已发表有60余种。若干竹材及主要造纸原料的纤维形态及化学组成见表1。由表1可见,竹材的纤维形态及含量和最适宜造纸的针叶材很近似,竹材纤维素含量高,一般在40%~60%,纤维细长结实,可塑性好,纤维长度一般为0.5~4.5mm,平均在2mm左右,基本上属于长纤维范畴,纤维宽度平均为0.01mm左右,长宽比大多在150~200之间,从竹纤维这些形态特性看,是制造中高级纸张的适宜原料。

竹材的比重随竹种和竹龄不同而有差异,一般为0.6~0.8,而针叶材一般比重为0.35~0.50,所以同类型制浆设备用竹材原料比用木材和草类纤维原料的纸浆产量增加20%以上,有利于节约能源和提高生产率。

与针叶材比较,竹材化学组成中灰分含量较高,但比草类纤维的低。竹材中还含有较多的SiO₂,绝大部份沉积在竹表皮上,它给工业生产中化学药品的再生带来一些问题。虽然经苛化作用能除去一定数量的硅,但黑液带入无机物的量通常很高,这样就降低了热值,增加了蒸发系数和蒸煮锅严重结垢的问题。美国、加拿大、瑞典等国造纸厂主要以木材造纸,化学药品的

表 1 国产几种主要制浆竹材和主要造纸原料的纤维形态及化学成分比较

种 类	学 名	纤维长 (mm)	纤 维 长宽比	化学成分(%)		
				纤维素	木质素	灰 分
慈 竹	<i>Neosinocalamus affinis</i> (Rendle) Keng f.	2.71	198.8	44.35	31.28	1.20
硬头黄	<i>Bambusa rigida</i> Keng et Keng f.	2.06	177.6	49.96	22.83	2.91
撑篙竹	<i>B. pervariabilis</i> McClure	2.34	196.1	49.79	24.83	4.53
青皮竹	<i>B. textilis</i> McClure	3.04	221.4	52.16	24.03	2.16
粉单竹	<i>B. chungii</i> McClure	2.90	256.0	48.76	27.73	4.06
绿 竹	<i>Dendrocalamopsis oldhami</i> (Munro) Keng f.	2.48	180.1	49.55	23.00	1.78
山骨罗竹	<i>Schizostachyum hainanense</i> Merrill ex McClure	3.19	209.9			
毛 竹	<i>Phyllostachys pubescens</i> Mazel	2.25	165.1	45.50	30.67	1.10
苦 竹	<i>Pleioblastus amarus</i> (Keng) Keng f.	2.18	144.3	44.55	25.33	1.51
马尾松	<i>Pinus massoniana</i> Lamb.	3.61	72	51.86	28.42	0.33
落叶松	<i>Larix</i> ssp.	3.41	77	52.55	27.44	0.36
湿地松	<i>Pinus elliotii</i> Engelm.	2.93	73	76.78 ^①	28.34	
毛白杨	<i>Populus tomentosa</i> Carr.	0.82	39.5	78.85 ^①	23.75	0.84
柠檬桉	<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook.	0.94	64	77.80 ^①	27.45	0.29
芦 苇	<i>Phragmites communis</i> Trin.	1.12	115	43.55	25.40	2.96
稻 草	<i>Oryza sativa</i> L.	0.92	114	36.20	14.05	5.50
麦 草	<i>Triticum aestivum</i> L.	1.32	102	40.40	22.34	6.04

①为综纤维素含量。

回收率为 90% 以上,印度造纸厂原料主要是取自竹材,药品回收率仅为 45%~80%^[6]。

竹材的木质素含量一般为 20%~30%,高于草类纤维,这也是消耗化学药品高于草类纤维的原因。但竹类的木素是一种典型的草类木素,由香豆醇、松柏醇和芥子醇脱氢聚合而成,对碱液的抵抗力较弱,其半纤维含量则较多,为了减少纤维遭受损害,制得强度和收获率稍高的纸浆,一般采用低于蒸煮木浆的温度。

竹材的聚戊糖含量较高,所以容易打浆,水化度和打浆度容易升高,有助于提高纸张的抗张力和耐破度,适宜于生产高中级印刷及书写用纸。

竹浆的性质与木浆和草类浆不同,长纤维的松木硫酸盐浆撕裂度高,但耐破度比中等纤维的硫酸盐浆稍低,抗张强度比短纤维的阔叶材浆和草类浆稍高。竹浆撕裂因子和长纤维是一致的,但结合力不明显,这和其半纤维素含量高有关。蔗渣的结合性质好,竹浆的耐破、抗张因子低可以考虑用混合原料来弥补^[6]。

3 发展我国竹材制浆造纸的讨论及建议^[7~9]

(1)对于竹材制浆造纸的认识,当前基本上有两种不同的看法。有一些专家认为竹材制浆造纸在质量上相当于甚至优于针叶材纸浆,因而积极倡导促进其发展;而另有一些专家则持慎重态度,如 1989 年芬兰就有专家提出发展竹浆造纸不如桉树造纸,其理由是桉树生长成材率为 30 m³/hm²,采伐期 8 a,而竹子仅为 5 m³/hm²,采伐期 5 a 年;桉树纤维均一性好,造纸工艺简单,纸浆质量易于控制,竹子则相反;从造纸设备价格看,竹浆设备要高出 35%~40%;印度是竹浆生产大国,目前一些竹浆纸厂已在竹子砍伐后改植桉树。不难看出,这种认识的产生主要还是源于对竹材制浆造纸缺乏充分的了解。首先,这里是以低产竹林和桉树丰产林来对比,实际上高产竹林生产力要超过桉树,且竹材采伐期仅为 3~5 a,可比桉树提前约 2 倍的时间采

伐利用。桉树是短纤维原料,长不及1 mm,只能用于生产一些普通类型纸张,而竹材却是长纤维原料,可用于生产各种中高级纸张。竹类的适应性也远较只能生长在南亚热带及热带的桉树广泛。设备的高投资则可以通过生产出中高级纸张的高产出以及竹子可省去造林费、幼林抚育费等诸因子得到补偿。至于印度有的竹浆厂改种竹子为桉树,主要原因是由于竹材原料的供不应求,滥砍滥伐招致竹林衰败,远地的原料供应由于运输成本的急剧上升又使工厂负担过重所致。综合竹材制浆造纸,它具有如下明显的优点:①竹类适应性广泛,生长快,产量高,伐期短,一次造林只要合理经营可永续利用;②竹材纤维素含量高,纤维质量优;③砍伐及贮运便利;④已有完善的竹材制浆造纸的设备及工艺技术。

(2)发展竹浆造纸,要把建设好原料基地林放在首位。在我国发展竹浆造纸,无论是在造纸行业还是在竹业界,认识是比较一致的。目前我国的竹浆造纸主产四川,年产万t以上的竹浆纸厂有宜宾造纸厂、长江造纸厂、重庆造纸厂、江西抚州造纸厂等。“八五”期间,国家在重点产竹区将新建一批大型竹浆纸厂,有四川雅安竹浆纸厂(年产5.5万t)、乐山竹浆纸厂(年产3~5万t)、福建邵武竹浆纸厂(年产5万t)、江西宜春竹浆纸厂(年产3万t)等,还有一些大型竹浆厂的扩建或木浆改产竹浆。这些竹浆纸厂建成和投产后,我国竹浆年产量将达40~50万t以上,将使我国的造纸工业面貌有一定程度的改观。发展竹浆造纸,要有充足的竹材原料,因而首要和关键的问题是要建设好纸浆竹林基地。我国解放初的竹浆造纸由兴到衰,近些年来印度、孟加拉等国竹浆纸所占比例的下降,主要就是原料基地的破坏和枯竭。要做出切实可行的纸浆竹林基地建设规划,竹浆纸厂也要把原料基地建设作为自己的第一车间,从资金等方面予以大力扶持,使其青山常在,永续利用。我国发展竹浆造纸,在生产技术,市场上都问题不大,关键是经济方面的考虑,要具体研究确定由原料成本、劳务费、能源费、化工产品费、设备折旧费等所决定的盈利阈值,这里首当其冲的又是原料成本,由于竹材为低值轻泡物质,长距离运输将促使原料价格迅速上升,如毛竹材,按现行平均价每吨300元,汽车运费每吨公里0.50~0.60元,每增加100 km的运输,将使成本上升20%以上,因而新建竹浆厂一定要设在资源丰富的竹乡或极靠近竹乡的交通方便地区。

(3)大力发展优良纸浆竹种资源。我国竹种资源丰富,达500余种,其中不乏适宜发展纸浆竹林的优良竹种。丛生竹种与散生竹种相比,通常纤维长(2 mm以上),纤维素含量高,生长快,产量亦高,所以更适宜作造纸用。在丛生竹适生地区的竹浆纸厂周围,要大力发展丛生竹原料资源。毛竹是我国最主要竹种,也是制浆造纸的优良竹种,发展毛竹纸浆林要因地制宜,要对竹浆厂原料基地的毛竹纸浆林实行集约定向培育,建成高产稳产的原料基地。为了提高其经济效益,要积极建设和发展笋、纸两用毛竹林。

(4)发展竹浆造纸,科技要先行。我国的竹浆造纸无论是在基础理论还是应用技术等方面,都还面临着很多科技问题。在资源方面至今仅对70余种竹种进行过纤维形态及化学成分的测试,其中有些竹种还缺少学名或鉴定有误。同一竹种,由于系不同人测试,技术和方法不尽一致,测试结果也差异颇大,给研究结果的应用带来疑问;对其变异规律的研究也尚属粗试。“八五”期间国家首次设立了“纸浆竹林集约栽培模式研究”科技攻关专题,通过几年来在国家重点建设的竹浆厂地(区)设点开展研究,将材用毛竹林的7~8 a轮伐期缩短为4~5 a已证明是可行的,对竹林的良性循环也是行得通的。科技攻关的成果将为我国纸浆竹林基地建设提供依据,但由于时间短,不可能将技术上的问题完全解决,还有待于进一步系统深入地研究。在制浆

造纸工艺上,用竹浆生产高级纸种,锯竹片的加工和分级处理、竹材纤维的分级使用、竹材的高得率制浆、竹材化学浆的返黄及漂白方法、纸厂废液的除硅方法及综合利用等问题都需要研究和解决。竹材制浆造纸要发展,要增加竹浆造纸的科技投入,高度重视和认真促进竹浆造纸科技进步,为竹材制浆造纸的迅速发展铺平道路。

参 考 文 献

- 1 蔡盛林. 中国农业年鉴. 北京:中国农业出版社,1993.
- 2 沈茂成. 中国林业年鉴. 北京:中国林业出版社,1990.
- 3 伍子和,徐琪芬. 国内外竹材造纸及其经济效益评价. 竹子研究汇刊,1987,6(1):47.
- 4 陈绍楠. 竹类造纸的评价和研究. 竹类研究,1985,(增刊):37.
- 5 向其柏译. 非洲的竹类资源和造纸. 竹类研究,1985,4(1):89~104.
- 6 伍子和译. 竹浆生产的进展和问题. 竹类研究,1985,4(1):66.
- 7 李忠正. 竹材制浆造纸的现状与展望. 竹类研究,1985,(增刊):25~35.
- 8 周芳纯. 国内外竹业开发利用现状、趋势及对策. 竹类研究,1991,11(2):19~30.
- 9 浙江、江西赴印度竹子考察组. 印度竹子制浆造纸现状和对我们的启发. 竹子研究汇刊,1993,12(3):37~42.

The Perspective on Bamboo Paper-making

Ma Naixun Zhang Wenyan

Abstract One of the developmental tendencies in modern paper-making industry is that more timber materials are put in use. However, straw pulp was the main materials in paper-making in the past years due to the lacking of wood resources in China. Bamboo timber, having a fibre content of 40%~60% with an average length of 2 mm and being a kind of long-fibre timber, is a kind of excellent material for making high-quality paper. More bamboo has been put in use as paper-making material, instead of wood, which will give a solution to the problem of lacking of excellent paper-making material. Besides, some ideas and suggestions for China's paper-making industry should be emphasized, e. g., bamboo bases should be established; sympodial bamboos suitable for paper-making usage should be planted around the factories while moso bamboo should be intensively cultivated; the research on bamboo paper-making should be strengthened to promote its development.

Key words bamboo timber, paper-pulp bamboo species, chemical composition of bamboo timber, paper-pulp bamboo species resources, history and present status of bamboo-pulp paper-making

Ma Naixun, Associate Professor, Zhang Wenyan (The Research Institute of Subtropical Forestry, CAF Fuyang, Zhejiang 311400).