

The mechanism and manufacturing technics
of castor stalk based board



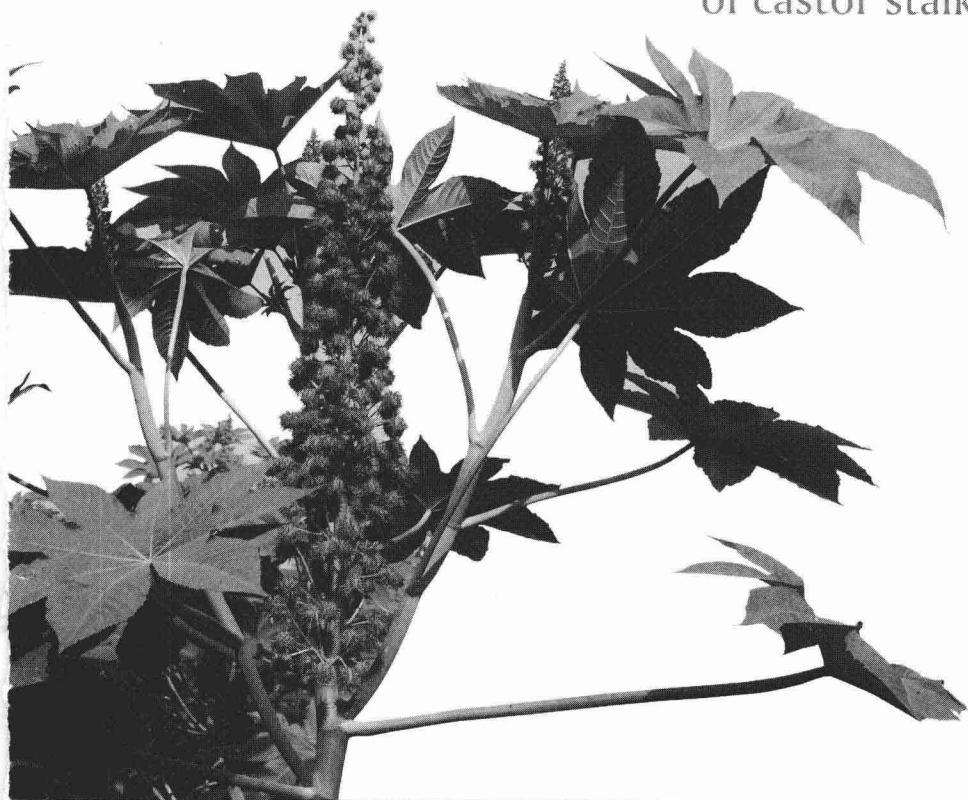
蓖麻秆的原料 特性及其人造 板制造研究

李晓平 □ 著
周定国 梅长彤 □ 审



中国林业出版社

The mechanism and manufacturing technics
of castor stalk based board



蓖麻秆的原料 特性及其人造 板制造研究

李晓平 回 著
周定国 梅长彤 回 审

中国林业出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

蓖麻秆的原料特性及其人造板制造研究 / 李晓平著.
-- 北京: 中国林业出版社, 2010.5
ISBN 978-7-5038-5842-0

I. ①蓖… II. ①李… III. ①蓖麻—综合利用—研究
②蓖麻—应用—木质板—研究 IV. ① S565.6 ② TS653

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 099428 号

责任编辑 纪 亮 许 琳
装帧设计 曹 来

出 版 中国林业出版社 (100009 北京西城区德内大街刘海胡同 7 号)
网 址 www.cfph.com.cn
E-mail cfphz@public.bta.net.cn 电 话 (010) 83223051
发 行 新华书店
印 刷 北京科信印刷厂
版 次 2010 年 5 月第 1 版
印 次 2010 年 5 月第 1 次
开 本 787mm * 1092mm, 1/16
印 张 9.25
字 数 120 千字
定 价 22.00 元

前 言

本书是由西南林学院木材科学与技术省级重点学科建设项目(XKZ200903)和“国家‘十一五’科技支撑计划,农林剩余物制造绿色建材新产品开发(2006BA007A07-04)”项目资助出版。本书是由著者的博士学位论文整理而得,书中主要内容是著者在指导老师周定国教授悉心指导下所做的工作。导师周定国教授对本书的选题、技术路线和实验方案的制定以及本书定稿均给予了全面、具体的指导和关心,并对此书提出了许多宝贵的修改意见,在此表示衷心的感谢!另外,梅长彤老师对于本书的定稿和修改也给予了很多宝贵意见和有益建议,在此对梅老师的帮助和支持也表示衷心的感谢!

作者完成此书,旨在为开辟和实现蓖麻秆工业化利用起到抛砖引玉之效,使利用蓖麻秆生产人造板的理论和实践更加完善。限于作者水平,疏漏和不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

著 者

2010年4月

目 录

第一章 绪论	1
第二章 蓖麻秆的原料特性	28
第一节 蓖麻秆的生物结构和纤维形态观察	28
第二节 浸润性研究	45
第三节 结晶度分析	47
第四节 化学特性研究	48
第五节 蓖麻秆的酸碱性研究	64
第六节 结论	73
第三章 蓖麻秆人造板的制造工艺研究	77
第一节 前言	78
第二节 蓖麻秆刨花板的制备工艺研究	83
第三节 不同胶黏剂对蓖麻秆刨花板性能的影响	115

第四节	蓖麻秆纤维板的试制	119
第五节	蓖麻秆人造板的显微构造分析	122
第六节	杨木人造板与蓖麻秆人造板的性能差异研究	125
第七节	板材吸水厚度膨胀率的改善研究	130
第八节	结论	133
第四章	蓖麻秆工业化利用及其效益分析	137
第一节	蓖麻秆的工业化探讨	137
第二节	蓖麻秆的生态效益分析	140
第三节	蓖麻秆的经济效益分析	140
第四节	结论	141

第一章 绪 论

森林资源与生物的生存息息相关，森林为生物生存提供了所必需的食物、栖息场所等。在伴随着一片森林毁灭的同时，往往就会有成千上万的生物随之灭亡，还会导致某些生物的绝种。森林也是人类赖以生存的资源，为人类提供了所需要的建材、燃料、食品、药材等，还为调节适于人类生存的地球环境做出了特有的贡献。热带雨林被称为地球的肺，近年来随着热带雨林的破坏，引起了全球气温变暖、极地冰雪融化、海洋水面上升，等等。可见，为了更好地生存，更好地保护地球生物的多样性，我们需要保护森林资源。另一方面，木材是人类使用的四大材料（钢材、水泥、塑料、木材）之一，又是四大材料中唯一可再生的材料，取于自然、又回归于自然，不会对环境产生任何负面影响，与人类有着自然的亲和力，受到了人类的欢迎和青睐；所以人类的生存和发展需要使用木质材料，需要砍伐森林^[1]。

然而，如何既能有效的保护森林又具有足够的木材和木制品供人类使用呢？这就需要全人类共同努力，有计划的开采森林、提高木材利用率，并且尽可能的开发森林替代资源，寻求木材替代品。本章中，我们就森林资源状况、提高森林资源利用率、开发森林替代资源和寻求木材替代品的途径、对利用蓖麻秆来替代森林资源的可行性、蓖麻秆的种植资源状况等分别进行了阐述。

一、森林资源状况

下面将根据世界粮农组织（FAO）的统计数据，介绍世界各地的森林资源状况及其变化，并根据该组织的数据及有关文献介绍我国的森林资源现状及分布。

(一) 世界森林资源状况

2000 年全球共有林地 38.69 亿 ha, 森林覆盖率为 30%, 木材蓄积量 3860 亿 m³, 人均森林面积 0.6ha; 其中 95% 为天然林, 5% 为人工林; 其中 47% 为热带阔叶林, 33% 为北方针叶林, 11% 为温带混交林, 9% 为亚热带混交林。2005 年全球森林面积 39.52 亿 ha, 人均森林面积 0.62ha, 木材蓄积量为 4340 亿 m³, 较 2000 年略有增长, 但分布不均匀, 人口总计为 20 亿的 64 个国家的人均森林面积不足 0.1ha, 而森林最丰富的十个国家的森林面积占全球的三分之二, 七个国家或地区根本没有森林, 另外 57 个国家的森林面积不足其国土面积的 10%。而南美洲的立木蓄积量占全球总量 30%, 其中立木蓄积量最多的五个国家 (巴西、俄罗斯、美国、加拿大、刚果) 拥有近 2610 亿立方米的材积, 相当于全球总量的 60%; 在这些国家中, 巴西和俄罗斯立木蓄积量最多, 达到 810 亿 m³, 各占全球总量的 19%。与此同时, 将森林转变为农田的毁林现象仍以惊人的高速度在继续, 每年大约为 1300 万 ha。而植树造林、景观恢复和森林的自然扩展大幅度减少了森林面积的净损失。1990 ~ 2000 年全球森林每年的损失面积为 890 万 ha, 2000 ~ 2005 年全球森林每年的损失面积下降到 730 万 ha。但局部地区的森林损失面积仍然严重, 从 2000 年到 2005 年期间, 南美洲每年约 430 万 ha 的森林面积损失; 其次是非洲, 每年损失 400 万 ha; 北美洲、中美洲及大洋洲各损失 35 万 ha; 而上个世纪 90 年代每年净损失 80 万 ha 的亚洲却在 2000 ~ 2005 年期间每年净增 100 万 ha, 其主要原因是中国开展了大规模的植树造林活动。欧洲的森林面积仍在继续扩大, 但其扩大速度不及上个世纪 90 年代。2005 年世界森林资源状况见表 1-1 所示。

表1-1 2005年世界森林资源状况

地 区	森林面积 (× 10 ³ ha)	立木蓄积量 (× 10 ⁶ m ³)	森林覆盖率 (%)	占全球森林 面积(%)	占全球木材蓄 积量(%)
东部和南部非洲	226534	10015	27.8	5.7	2.3
北部非洲	131048	2523	8.6	3.3	0.6
西部和中部非洲	227829	52420	44.1	7.0	12.1
非洲总计	635412	64957	21.4	16.1	15.0
东亚	244862	19743	21.3	6.2	4.5
南亚和东南亚	283127	24202	33.4	7.2	5.6
西亚和中亚	43588	3166	4.0	1.1	0.7

地 区	森林面积 ($\times 10^3 \text{ha}$)	立木蓄积量 ($\times 10^6 \text{m}^3$)	森林覆盖率 (%)	占全球森林 面积(%)	占全球木材蓄 积量(%)
亚洲总计	571577	47111	18.5	14.5	10.8
欧洲总计	1001394	107264	44.3	25.3	24.7
加勒比	5974	441	26.1	0.2	0.1
中美洲	22411	2906	43.9	0.6	0.7
北美洲	677464	75235	32.7	17.1	17.3
北美洲和中美洲总计	705849	78582	32.9	17.9	18.1
大洋洲总计	206254	7361	24.3	5.2	1.7
南美洲总计	831540	128944	47.7	21.0	29.7
世界	3952025	434219	30.3	100.0	100.0

由上述可见,世界森林总体来说资源丰富,但具有分布极度不均匀、部分地区森林年损失过快等特点。并且这些森林中包括用材林、自然保护区森林、生态防护林和不可利用林地等。而对我们工业体系来说,用材林可用于工业生产的森林数据统计。由相关统计资料表明,2005年世界上可用于生产的森林面积为1256266千ha,占整个森林面积的34%;其中人工林面积为109352千ha,占森林面积的3%;从1990年到2005年的十多年间,可用于生产的森林面积呈逐年渐小的趋势,并且这种趋势有加剧的倾向,但可用于生产的人工林面积却在逐年增加。其中,欧洲可用于生产的森林面积和所占比例均最大,占其森林面积的73%;大洋洲可用于生产的森林面积最少,仅为9261千ha;北美洲和中美洲可用于生产的森林面积所占比例最小,仅为其森林面积的6%;而亚洲地区被用于生产的人工林面积最大,尤其是中国所在的东亚地区可用于人工林面积占到其森林总面积的12.3%,为世界人工林占森林总面积百分比的4倍以上。

总之,全球的森林资源比较丰富,但分布极其不均,目前毁林开荒的现象依然严重,每年都有大量的森林资源在消失。为了更好地保护人类赖以生存的森林资源和生存环境,将森林分为生物多样性保护森林(即自然保护区森林)、生态防护林和用材林等,目前全世界约有30%左右的森林资源被指定用于用材林。欧洲的用材林面积和森林砍伐量在世界上名列前茅;亚洲用于生产的人工林面积在世界上为最大;非洲的森林资源整体贫乏,但砍伐量大,其中绝大部分被用来作薪材。下面将着重阐述我国的森林资源状况。

(二) 我国森林资源状况

1. 我国森林资源的总体状况

我国自 1949 年以来,先后共完成了六次全国森林资源清查。根据第六次全国森林资源清查(1999 ~ 2003 年)结果,我国有森林面积 1.75 亿 ha,活立木蓄积量 136.18 亿 m^3 ,森林蓄积 124.56 亿 m^3 ,森林覆盖率为 18.21%,比新中国成立初期的 8.6% 增加近 10 个百分点,各地区的森林资源状况见表 1-2 所示。我国森林面积居俄罗斯、巴西、加拿大、美国之后,列世界第五位,森林蓄积居俄罗斯、巴西、美国、加拿大、刚果之后,列世界第六位;人工林保存面积 5325.73 万 ha,列世界第一位^[2-3],可见我国的森林面积持续增长。据联合国粮农组织 2005 年的统计结果显示,2005 年我国的森林面积为 1.97 亿 ha,较 2003 年增加 0.22 亿 ha,并逐年增加,是世界上森林面积增长最快的国家;人工林面积为 2853 万 ha,是世界上人工林面积最大的国家,也是世界上人工林面积增长最快的国家。目前,我国森林蓄积稳步增加。林木年均净生长量 4.97 亿 m^3 ,年均采伐消耗量为 3.65 亿 m^3 ,继续呈现增长大于消耗的趋势。活立木总蓄积量净增 7.98 亿 m^3 ,年均增加 1.62 亿 m^3 ,森林蓄积量净增 8.89 亿 m^3 ,年均净增 1.78 亿 m^3 。

2. 我国各地区的森林资源状况

全国的森林资源包括了我国各省份的森林资源以及港澳台地区的森林资源。从地域分布上看,我国森林东北、西南地区多,其他地区少。黑龙江、吉林、内蒙古、四川、云南、西藏六省区的森林面积、蓄积分别占全国的 51.4% 和 70%,而华北、西北地区的森林资源较少,尤其是新疆、青海两省区的森林覆盖率不足 5%,其中新疆只有 2.94%。香港的森林资源很少,由于面积有限以及人为的破坏,香港几乎没有天然树林,其林地面积约 125 平方公里,占土地总面积的 7%。其中主要是半天然林、风水林、充植林和人工造林,香港最普遍的林属是松科,原生种是马尾松,引进种则有美洲爱氏松。其他还有杉、白千层、细叶桉、台湾相思、红胶木等。

总的看,我国森林资源总量不足、质量不高、分布不均。森林覆盖率只有世界平均水平的 61%;人均占有森林面积 0.132ha,相当于世界人均占有 0.62ha 的 22%;人均占有森林蓄积 9.42 m^3 ,相当于世界人均占有 64.63 m^3 的 14.58%,是一个森林资源非常贫乏的国家,为满足我国对木材的需求量每年都需要从国外进口大量的木质材料,下面将讲述我国的木材需求情况和木材进出口情况。

上述情况表明,以生态建设为主的林业发展战略已初见成效,林业发展后劲较大。但是,我国森林资源保护和发展仍面临一些不容忽视的问题,主要表现在:一是总量不足,我国森林覆盖率仅相当于世界平均水平的 61.52%,居世界第 130 位;人均森林面积 0.132ha,不到世界平均水平的 1/4;人均森林蓄积 9.421 m^3 ,不到世界平均

表1-2 我国各地区第六次森林普查的森林资源状况

序号	地区	森林面积 ($\times 10^4 \text{ha}$)	人工林面积 ($\times 10^4 \text{ha}$)	森林覆盖率 (%)	活立木总蓄积量 ($\times 10^4 \text{m}^3$)	森林蓄积量 ($\times 10^4 \text{m}^3$)
1	内蒙古	2050.67	241.29	17.7	128806.7	110153.15
2	黑龙江	1797.5	172.63	39.54	150153.09	137502.31
3	云南	1560.03	251.45	40.77	154759.4	139929.16
4	四川	1464.34	343.29	30.27	158216.65	149543.36
5	西藏	1389.61	2.76	11.31	229448.04	226606.41
6	广西	983.83	449.62	41.41	40287.06	36477.26
7	江西	931.39	275.25	55.86	37435.19	32505.2
8	湖南	860.79	390.39	40.63	30211.67	26534.46
9	广东	827	440.83	46.49	29703.35	28365.63
10	福建	764.94	356.98	62.96	49671.38	44357.36
11	吉林	720.12	148.22	38.13	85359.17	81645.51
12	陕西	670.39	169.21	32.55	33422.35	30775.77
13	浙江	553.92	255.63	54.41	13846.75	11535.85
14	湖北	497.55	145.9	26.77	17518.13	15406.64
15	新疆	484.07	45.9	2.94	31419.68	28039.68
16	辽宁	480.53	267.6	32.97	18546.33	17476.57
17	贵州	420.47	183.5	23.83	21022.16	17795.72
18	安徽	331.99	185.51	24.03	12667.41	10371.9
19	河北	328.83	179.48	17.69	8657.98	6509.92
20	青海	317.2	4.36	4.4	4101.39	3592.62
21	甘肃	299.63	67.32	6.66	19542.61	17504.33
22	河南	270.3	161.11	16.19	13370.51	8404.64
23	山西	208.19	99.19	13.29	7309.34	6199.93
24	山东	204.64	194.4	13.44	5819.42	3201.65
25	重庆	183.18	62.87	22.25	10580.49	8441.08
26	海南	166.66	109.1	48.87	7863.61	7195.16
27	江苏	77.41	74.17	7.54	4073.18	2285.27
28	宁夏	40.36	9.81	6.08	478.39	392.85
29	北京	37.88	27.08	21.26	1176.36	840.7
30	天津	9.35	8.99	8.14	234.18	140.35
31	上海	1.89	1.89	3.17	233.63	33.24
	全国	17490.92	5364.99	18.21	1361810	1245584.58

水平的 1/6。二是分布不均,东部地区森林覆盖率为 34.27%,中部地区为 27.12%,西部地区只有 12.54%,而占国土面积 32.19%的西北 5 省区森林覆盖率只有 5.86%。三是质量不高,全国林分平均每公顷蓄积量只有 84.73m³,相当于世界平均水平的 84.86%。四是经营管理水平有待加强。人工林经营水平不高、树种单一、林地流失、林木过量采伐现象依然存在。五是森林生态系统的整体功能还非常脆弱,与社会需求之间的矛盾仍相当尖锐,保护和发展森林资源任重道远。

3. 我国的木材需求情况和进出口状况

木质材料的独特性能,使其备受青睐,但我国人口众多,木材资源的人均占有量非常少,是一个典型的贫林国家。并且随着我国经济水平的提高,人们对木材的需求会越来越多,木材的生长速度远不能达到木材的需求量,这就需要一个切实可行的方案来解决我国木材短缺的问题。目前我国主要采用三个途径来解决这个问题,第一扩大木材进口,降低木材的进口关税,甚至不收关税。第二,大力发展人工林,也取得了一系列的成效,我国已经是世界上人工林面积最大的国家和人工林面积增长最快的国家。第三,寻求木材替代品,利用竹材、农作物秸秆来生产人造板,以缓解我国的木材供需严重不足的矛盾。

本节主要讲述我国的木材需求情况和木制品进口情况。1998 年以来,国家对木材进口作出了一系列的宏观调控。我国每年的木材进口量也逐年增加(表 1-3 所示,

表1-3 我国木材的进口情况

种类	2006年		2007年		2008年		2009年1~11月	
	数量	金额 万美元	数量	金额 万美元	数量	金额 万美元	数量	金额 万美元
原木 (万m ³)	3215	392933.4	3709	535061	2957	518362.3	2547	365543.6
锯材 (万m ³)	606.73	168875.7	649.96	176627.1	709.1361	202416.4	880	205282.4
木质胶合板 (万m ³)	31	14610.4	25	14011.1	24	13835.8	13	6502.9
纸浆 (万t)	796	439226.9	847	554902.7	952	670556.3	1267	622039.8
纸及纸板 (万t)	436	336721.4	398	347988.5	352	352458.2	299	281617.4

来自我国的海关统计数据), 进口地区、范围和木材种类也多样化。据统计, 2003 年以来我国木材市场上所需要的木材有一半是来自于国外进口, 被称为“进口木材占据了我国木材市场的半壁江山”。

在对全球和我国的森林资源进行论述的基础上, 下面将着重论述我国农作物秸秆资源的状况、农作物秸秆的利用现状以及利用农作物秸秆来替代木材资源的可行性。

二、农作物秸秆资源及其利用现状

我国是农业大国, 大部分地区盛产粮食作物, 秸秆的年产量达 6 亿多 t, 主要品

表1-4 我国秸秆主要品种及数量

农作物秸秆	年产量(亿t)	折标煤量(亿t)	农作物秸秆	年产量(亿t)	折标煤量(亿t)
稻谷	1.154	0.495	薯类	0.163	0.079
小麦	1.396	0.698	油料作物	0.450	0.238
玉米	2.239	1.185	棉花	0.143	0.078
其他杂粮	0.167	0.084	甘蔗	0.065	0.029
豆类	0.268	0.146	合计	6.047	3.032

表1-5 我国不同地区秸秆年产量和可利用量 单位: 万 t

地区	年产量	可利用量	地区	年产量	可利用量	地区	年产量	可利用量
北京	429	251.8	上海	179	105.1	天津	302	177.3
河北	4413	926.7	山西	1338	281	内蒙古	1698	356.6
辽宁	550	115.5	吉林	3371	707.9	黑龙江	3824	803
江苏	3549	745.3	浙江	1134	238.1	安徽	2924	614
福建	6643	1395	江西	1304	273.8	山东	7191	1510
河南	5650	1186.5	湖北	3202	672.4	湖南	2074	435.5
广东	1405	824.7	广西	1525	320.3	海南	176	37
陕西	1334	280.1	甘肃	754	158.3	新疆	1463	307.2
四川	4464	937.4	贵州	1123	235.8	云南	1486	312.1
西藏	50	0	宁夏	268	0	青海	205	0

表1-6 我国的秸秆利用情况

秸秆用途	数量 (亿t)	占总量的百分 比(%)	秸秆用途	数量(亿t)	占总量的百分比 (%)
畜牧饲料	1.45	24	传统的生活燃料	2.8	40
还田肥料及收集损失	0.91	15	剩余量	1.16	18.7
工业原料	0.14	2.3	年总产量	6.46	100

种及数量如表 1-4 所示。不同地区的秸秆产量和秸秆可利用量如表 1-5 所示。目前,我国的秸秆利用情况如表 1-6 所示^[4-5]。

从上述数据中可以看出,全国很多地区都有大量的秸秆剩余物可以加以利用。特别是山东、黑龙江、吉林、河南等地区,本身的煤炭资源就十分丰富,很多农户已经选用较为清洁和使用方便的煤、油、电、气作为日常生活用能,化肥也开始替代农家肥而广泛使用。因此,秸秆剩余量就更为丰富,秸秆能源浪费量也更为惊人。收获季节一到,焚烧秸秆的浓浓黑烟漫山遍野,既污染环境又浪费能源。因此,在这些地区和一些大城市的郊区,更应该对秸秆加以综合利用。同时,广大农户在使用秸秆作为生活燃料时,其能源利用率不足 10%,处于极低的水平上。

目前,我国的能源消耗情况是:一方面大量使用煤炭,造成严重的环境污染;另一方面又使大量宝贵的可再生资源白白浪费掉。秸秆资源的浪费,实质上是耕地、水资源和农业投入的浪费。究其原因,除了宣传力度不够外,秸秆利用设备品种少、应用研究投入不足、秸秆收售渠道不畅是重要的原因。

秸秆作为重要的生物质资源是发展农村循环经济的重要物质基础。发挥秸秆的多功能作用,可以在农村中产生良好的经济、社会、生态和环境效益。

秸秆是一种低硫燃料,其含硫量、含灰量均低于目前大量使用的煤炭,对大气、环境质量的影响较低,是一种较为“清洁”的可再生能源。因此,充分利用秸秆燃料,对于减少温室气体排放,改善环境质量具有重要意义。

目前,对秸秆的综合利用大致有发展秸秆能源、秸秆饲料、秸秆肥料、秸秆工业原料等方面^[4-9]。

(一) 发展秸秆能源

秸秆可以直接作为农户的生活燃料,但其能源利用效率十分低下。为了改善这一状况,可以发展秸秆能源,用专门设备对秸秆加以利用,提高利用率。在秸秆资源收集较为便利的地方,如农场、城市郊区等地,可以建造秸秆发电厂或热电站。

在较为分散的地方，可以建设一些小型的秸秆供热站，实现区域性集中供能。

开发一些小容量的秸秆能源化利用设备，用来向广大农户供热供汽的好处是：

(1) 小区域集中供热供汽有利于秸秆的能源化，有利于提高秸秆的热能利用率，减少农户取暖所造成的污染。

(2) 便于就近收集秸秆资源，降低收集成本。

(3) 秸秆燃烧后的底灰、碳灰（俗称草木灰）含有丰富的钾、钙、镁、磷等元素，是一种优质的有机肥料，可以就近直接还田，降低农民施肥成本，有利于改善土壤的土质。

(4) 可以采取灵活的收售政策，实行以物易物（以秸秆换热水、蒸汽、肥料）。

此外，也可以通过秸秆发酵制备沼气，为农户提供生活燃料

（二）发展秸秆饲料

秸秆作为动物饲料由来已久，但是，为了提高奶牛的产奶量和质量，降低饲料成本，提高养殖效率，应该大力发展秸秆青储、秸秆氨化盐化、秸秆饲料精细加工和发展全混合型饲料。

（三）发展秸秆肥料

秸秆制成肥料有两种方法：一是将秸秆粉碎后埋入土层内，让其变成腐殖质，增加土壤的有机质；另一种方法是通过焚烧后变成草木灰，还田施肥。

为了物尽其用，剩留在土壤里的秸秆根部可以采用第一种方法肥田，对于茎部物质宜采用回收其能量后的底灰来肥田。

（四）秸秆工业化利用

利用农作物秸秆作为工业原料，造纸、生产人造板等，既能满足我国目前对木材的需求，还能减少对森林的破坏，提高我国的森林覆盖率。下面就着重介绍一下我国的农作物秸秆人造板发展现状和存在的问题^[10-18]。

利用农业剩余物制作板材，可追溯到 20 世纪初。1905 年德国曾将麦秸和胶黏剂混合制成板材；其后，美国在三四十年代对麦秸生产绝缘板进行了研究，70 年代又对麦秸制造结构板材的可行性进行了研究。最早用于人造板生产的甘蔗渣，被认为是唯一可用于生产高质量复合板材的农业剩余物，1921 年美国建成首家甘蔗渣板厂。40 年代末以来，以甘蔗渣及麻杆等经济作物秸秆为原料的人造板生产先后有不同程度发展。70 年代，研究人员又对玉米秸秆、棉秆生产人造板进行了研究，两种原料

生产的板材均性能优良。特别是棉秆,其纤维结构与阔叶树材相似,但化学组分中多糖和抽提物含量高,板材的防水、防霉性能较差。玉米秆含糖量亦高,板材存放一年后有虫蛀现象,且原料利用率低。

目前,国外研究和应用最广的是麦秸和稻草人造板。起初,采用传统木材刨花板的生产工艺、使用脲醛树脂胶(UF)生产秸秆板,但由于秸秆碎料表面存在蜡质层,影响胶合,导致板材性能很差。随着异氰酸酯树脂(MDI)应用到秸秆人造板领域,胶合问题得到了较好的解决,板材性能也得到了很大提高,且不存在甲醛释放量的问题。

我国从20世纪70年代开始,相继进行了稻壳、稻草、麦秸、甘蔗渣、亚麻屑等制造人造板的研究工作。在利用甘蔗渣、亚麻屑和棉秆等原料生产人造板技术方面取得了成功的经验并大面积推广。对稻草、麦秸板的研究,由于当时受胶黏剂市场环境的影响,初始的研究着重于通过UF胶黏剂改性,使产品性能达到相关国家标准的要求。当时进行相关研究的单位主要有中国林科院、江西省建筑材料科学院、西北人造板机械厂和东北林业大学以及南京林业大学等。但实验结果显示,板材物理力学性能均未达到国家人造板标准(GB/T4897-92)的要求。

进入90年代后期,鉴于国外使用异氰酸酯(MDI)生产麦秸板已经取得了成功的经验,并开始进行大规模的产业化生产;同时,我国人造板工业的原料供应日趋紧张,秸秆焚烧又引起了环境污染,促使我国麦秸、稻草人造板的研发进入了第二个快速发展阶段。南京林业大学、中国林科院、东北林业大学、哈尔滨东大公司、河北曲周赛博板业集团在此方面都进行了有益的探索,主要研究方向集中在稻草碎料板、稻草纤维板、稻草/木材复合人造板、麦秸碎料板、麦秸纤维板、麦秸/塑料复合人造板等方面。

其中,南京林业大学与湖北荆州基立新型复合材料有限公司合作,将原来的刨花板生产线改造为年产8000m³的稻草板生产线,并新建一条年产5万m³的稻草板生产线;江苏淮安采用信阳木工机械有限公司的设备,建设了一条年产5万m³的麦秸生产线;四川国栋建设集团有限公司从国外引进年产5万m³的麦秸刨花板生产线,现已投产;上海康拜(Compak)环保科技有限公司,采用英国Compak公司技术,投资的年产1.5万m³的麦秸刨花板生产线也已投产。

除了上述稻草、麦秸刨花板和稻草、麦秸中密度纤维板(MDF)的研发以外,南京林业大学还发明了平压麦秸墙体材料,将麦秸压制成低密度的热绝缘板。然后饰以水泥或石膏,可用作框架结构房屋的内外墙板,其成本低于现在的轻质墙体材料,上海人造板机器厂积极消化、吸收国外斯强板(Strawboard)的生产工艺,发明了挤压式麦秸墙体板。板材表面用特殊纸装饰,可用于墙体和天花板,但板材幅面受一定限制;四川星河建筑材料有限公司发明了一种模压成型麦秸墙体板——五防轻质

隔墙板。通过将秸秆加工成碎料，与胶黏剂和其他无机材料混合，根据不同的建筑结构要求，模压成建筑构件，再组装成墙体。据介绍，该材料同时具有防火、防水、防震、防老化、防裂等多种性能，可代替粘土砖使用。

综上所述，可见用秸秆生产人造板，在技术上是可行的。从早期的初步探索到上世纪 90 年代的研究高潮，几代科技工作者在秸秆制板上取得了一系列成果。除去一些小产量或利用率低的秸秆，如豆秸、椰衣、芦苇、亚麻秆和玉米秆等尚处于实验室试验阶段外，产量较大的谷物，如麦秸板和稻草板已投入工业化生产。到目前为止，秸秆板的生产量已达 30 万 m^3 /年，但秸秆人造板的生产中还存在着许多问题有待解决，比如稻麦草的原料问题、胶合压板过程中的胶黏剂问题和热压工艺问题等。蓖麻秆与稻麦草相比，是一种木质化良好的优质纤维原料，但还没有用于人造板的开发。下面笔者就利用蓖麻秆制造人造板进行阐述，详细介绍蓖麻秆人造板的试制。

（五）蓖麻秆人造板的试制

在实验室以内蒙古通辽地区的蓖麻秆为原料试制了蓖麻秆刨花板和蓖麻秆纤维板，结果表明，采用 12% 的脲醛树脂、板材密度为 $0.8\text{g}/\text{cm}^3$ 时，蓖麻秆刨花板的内结合强度 (IB) 为 0.45MPa ，静曲强度 (MOR) 为 15.45MPa ，弹性模量 (MOE) 为 3322.0MPa ，2h 吸水厚度膨胀率 (TS) 为 7.10%，都达到了国家普通刨花板的标准要求^[19] (GB/T4897.3-2003)，并已申请了国家专利（专利申请号为：200610096823.4，公开号为：CN1944013）。但当脲胶的施胶量为 16%，板材密度为 $0.77\text{g}/\text{cm}^3$ 的时候，板材的性能只有在 2h 吸水厚度膨胀率 (TS) 为 7.58%，弹性模量为 2243.8MPa 可以达到国家标准外，其余两项指标则达不到国家标准，有可能是密度小影响了板材的性能，但具体原因还有待进一步研究。本次试验没有添加防水剂，添加防水剂后板材的吸水厚度膨胀率将会进一步得到改善。对于蓖麻秆纤维板而言，当施胶量达到 16%、密度为 $0.86\text{g}/\text{cm}^3$ 时，IB 为 0.65MPa ，抗弯强度为 26.21MPa ，24hTS 为 41.54%，除吸水厚度膨胀率以外，其他各项指标均能达到国标要求。但当施胶量为 12%、密度为 $0.88\text{g}/\text{cm}^3$ 时，板材除了静曲强度、弹性模量可以满足国标要求外，其余指标均达不到国家标准要求^[19]。下面将对蓖麻及其利用进行进一步详细的介绍。

三、蓖麻资源及其利用状况

（一）蓖麻的生物学特性

蓖麻 (*Ricinus communis* L.)，属于大戟科 (*Euphorbiaceae*) 蓖麻属 (*Ricinus* L.)