

# 农作物秸秆人造板的研究

周定国

(南京林业大学,南京 210037)

[摘要] 发展农作物秸秆人造板产业对于保护森林资源和人类环境,解决我国木材原料供应不足的矛盾具有重要的现实意义。近年来,科技人员在农作物秸秆人造板基础研究、产品开发和工业化应用方面做了大量的研究工作。文章介绍了笔者及所在团队在秸秆原料特性和秸秆板制造工艺方面的最新研究成果。

[关键词] 农作物秸秆;人造板;研究前景

[中图分类号] S38 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2009)10-0115-07

## 1 前言

环境和发展是21世纪全球范围内的两大主题。我国森林资源短缺,木材供应紧张。要以不足世界5%的森林资源,满足占世界22%人口的木材需求,同时还要保障世界7%耕地的粮食安全,任务十分艰巨<sup>[1]</sup>。为了保护生态环境、造福子孙后代,国家启动了天然林保护工程,许多地区实行了禁伐。但是,国民经济建设和人民群众生活对木材的需求量却不断上升。解决这一矛盾的途径有4条:大力发展人工速生林;适度扩大木材进口;通过科技进步提高木材加工水平,包括废旧木材回收利用;寻找木材原料的替代品。许多科技人员认为,第四条途径对缓解我国木材供不应求的矛盾更具现实意义。大量研究试验已证明,农作物秸秆是一种理想的木材原料替代品。

我国是农业大国。据统计,每年产生的秸秆总量约 $7 \times 10^8$  t,其中60%为稻/麦秸秆。目前已有的利用途径有:秸秆还田(约占20%);能源(沼气、发电、固体燃料棒,约占15%~20%);建筑材料、造纸原料和各种添加剂等(约占15%)<sup>[1]</sup>。尚有占总量一半的秸秆未找到出路。每到收获季节,秸秆被焚烧或推入河塘,构成了对社会和环境的危害。探

索一种既可以大量消耗农作物秸秆又可以获得良好经济效益和社会效益的应用模式,已成为一个热门课题。

我国秸秆人造板的研究起步较晚,始于20世纪70年代,但进展迅速。已成功开发出麦秸刨花板、中密度稻草板、麦秸纤维板、草/木复合中密度纤维板、软质秸秆板、轻质复合墙体材料、秸秆炭、秸秆/塑料复合材料等多种秸秆产品。20世纪90年代末期开始进行麦/稻秸秆人造板的工业化生产。截至目前,我国秸秆板产能已达 $50 \times 10^4$  m<sup>3</sup>/a,品种包含中密度稻草板、草/木复合中密度纤维板、秸秆/塑料复合材料和定向秸秆板等。生产线主要分布在江苏、湖北、四川、山东和陕西等地区。通过自主创新以及对国外技术的消化吸收,我国已取得了 $1.5 \times 10^4$  m<sup>3</sup>/a, $5 \times 10^4$  m<sup>3</sup>/a和 $8 \times 10^4$  m<sup>3</sup>/a秸秆人造板成套生产线(包括工艺和设备)的自主知识产权,可提供相应规模的成套设备,初步形成了我国农作物秸秆人造板新兴产业<sup>[2]</sup>。

## 2 原料特性

农作物秸秆分两大类:粮食作物秸秆(麦秸、稻秸、玉米秸秆和高粱秸秆等)和经济作物秸秆(棉秆、麻秆、蓖麻秆、芦苇秆、豆秸和油菜籽秆等)。与

[收稿日期] 2009-08-08;修回日期 2009-08-12

[基金项目] 国家“十一五”科技支撑项目(2006BAD07A07-04)

[作者简介] 周定国(1949-),男,江苏扬州市人,南京林业大学教授,研究方向为木材科学与技术;E-mail:dgzhou@njfu.com.cn

木材原料相比,秸秆原料在细胞构成、化学组成、纤维形态、表面官能团和润湿性方面都存在着较大的差异。

### 2.1 细胞构成

从表 1 可知,秸秆原料除麻秆和棉秆纤维细胞含量与阔叶材接近外,其他原料纤维细胞含量相对较低,杂细胞含量较高。纤维细胞含量是决定原料能否在中密度纤维板生产中应用的先决条件,至少应达到 30% 以上。

表 1 秸秆与几种木材细胞构成对比<sup>[3]</sup>

Table 1 Comparison of cell components between straw and some wood (%)

原料	纤维细胞	薄壁细胞		导管	表皮细胞	其他
		秆状	非秆状			
稻草	46.0	6.1	40.4	1.3	6.2	
麦秸	62.1	16.6	12.8	4.8	2.3	1.4
芦苇	64.5	17.8	8.6	6.9	2.2	
棉秆(去皮)	70.5	6.7	4.9	3.7	10.7	3.5
甘蔗渣	64.3	10.6	18.6	5.3	1.2	
高粱秆	48.7	3.5	33.3	9.0	0.4	5.1
玉米秆	30.8	8.0	55.6	4.0	1.6	
蓖麻秆	80.0		9.5	10.5		
马尾松	98.5		1.5			
钻天杨	76.7		1.9	21.4		

### 2.2 化学组成

原料的化学组成是评价原料质量的重要指标,也是制定生产工艺的重要依据。通常,原料的纤维素含量高,纤维得率高,强度好,有利于保证产品强度性能。木素含量高的原料,蒸煮软化较困难;抽提物含量高对纤维分离、施胶乃至热压胶合都有不同程度的负面影响;灰分含量高易造成粉尘污染;糖分含量高的原料,其制品易发霉变质。从表 2 中可知,秸秆原料与木材相比,纤维素含量相对较低,其中以稻麦秸最低。灰分、抽提物和糖分含量相对较高。

表 2 秸秆与几种木材化学成分对比<sup>[3-6]</sup>

Table 2 Comparison of chemical compositions between straw and some wood (%)

种类	产地	灰分	苯醇抽提物	木质素	综纤维素	纤维素	聚戊糖
稻草	江苏	17.1	7.83	11.71		38.04	24.04
麦秸	江苏	7.57	1.55	21.62	65.4		14.46
蓖麻秆	内蒙古	2.4	4.19	18.68	75.78		20.77
芦苇	河北	2.96	0.74	25.40		43.55	22.46
甘蔗渣	四川	3.26		20.58		38.17	25.43
棉秆	四川	9.47	0.72	23.16		41.26	20.76
高粱秆	河北	4.76	0.10	22.51		39.70	24.40
玉米秆	四川	4.66	0.56	18.38		37.68	24.58
马尾松	四川	0.33		28.42		51.86	8.54
意杨-214	河北	0.65	1.89	24.52	79.71		22.64

### 2.3 纤维形态

纤维的形态包括长度、宽度、长宽比和壁腔比等,是衡量原料质量的又一重要指标。长宽比大,纤维细长,有利于纤维间的交织。壁腔比越小,纤维可压缩性越好。从表 3 可知,秸秆原料中棉秆、蓖麻秆和甘蔗渣的纤维较长,接近于针叶材,甚至比之更长。其他草类原料的纤维较短。蓖麻秆和甘蔗渣纤维细胞的壁腔比较小,是较理想的人造板生产原料。

表 3 秸秆与几种木材纤维形态对比<sup>[3-7]</sup>

Table 3 Comparison of fiber shape between straw and some wood

种类	长度/mm	宽度/ $\mu\text{m}$	长宽比	壁腔比
稻草	0.47 ~ 1.43	6.0 ~ 9.5	114	
麦秸	1.03 ~ 1.60	9.3 ~ 15.7	102	
蓖麻秆	0.95 ~ 1.38	21.8 ~ 30.11	45	0.13 ~ 0.22
芦苇	0.60 ~ 0.98	21.6 ~ 34.3	115	1.77
甘蔗渣	1.01 ~ 2.34	16.7 ~ 30.4	77	0.36 ~ 0.86
棉秆皮	1.40 ~ 3.50	15.7 ~ 22.9	113	2.70
高粱秆	0.59 ~ 1.77	7.4 ~ 15.7	109	
玉米秆	0.52 ~ 1.55	8.3 ~ 18.6	75	
马尾松	2.23 ~ 5.06	36.3 ~ 65.7	72	0.23 ~ 1.05
意杨-214	0.88	23.5	37.5	0.53

### 2.4 表面官能团

利用红外光谱分析秸秆表面的官能团,结果如图 1 所示。

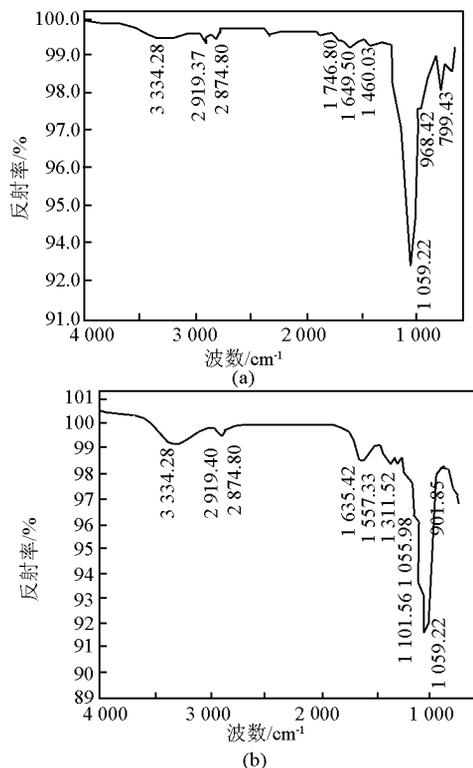


图 1 稻草秸秆表面 FTIR 图谱

Fig. 1 FTIR spectra of rice straw surface

根据纤维素和木质素红外光谱的归属结果,稻草秸秆及稻草纤维表面红外光谱的归属特征可归纳为:a. 波数 $3\ 640\sim 3\ 200\text{ cm}^{-1}$ 为—OH 伸缩振动峰。一般含—OH 的化合物通常在 $3\ 640\sim 2\ 500\text{ cm}^{-1}$ 范围内有一个或数个峰。随化合物结构的物理状态不同,峰位置与峰形都呈现规律的变化,游离的—OH 基伸缩振动峰出现在 $3\ 640\sim 3\ 610\text{ cm}^{-1}$ 时呈尖峰;b. 波数 $2\ 930\sim 2\ 910\text{ cm}^{-1}$ 为甲基(—CH<sub>3</sub>)与亚甲基(—CH<sub>2</sub>)的对称伸缩或反对称伸缩峰;c. 波数 $1\ 600\sim 1\ 200\text{ cm}^{-1}$ 范围存在系列光谱吸收峰,为糖类物质特征峰;d. 波数 $1\ 000\sim 1\ 240\text{ cm}^{-1}$ 范围为C—O 和 C—C 基团特征峰,而有机硅化物的—O—Si—O—基团特征峰也在此范围。此外,对比稻草秸秆内外表面的红外光谱可知,稻草秸秆内外表面结构以C—H 与 C—O 为主体,并含有一定量的氧化硅,形成了以糖类物质为骨架并掺杂硅类有机物的封闭层,但内表面的活性官能团数量比外表面多,反应活性优于外表面<sup>[7]</sup>。

## 2.5 润湿性

从胶黏剂润湿的热力学条件可知,液体对被胶接物表面的接触角及表面张力可以反映出胶黏剂对该物体的润湿性。从表4可知:与柳安及意杨相比,UF 以及 MDI—UF 混合胶液对麦秸表面的润湿性能较差(接触角较大);MDI 对麦秸和柳安及意杨单板的润湿性能相似;MDI 与 UF 相比,前者对麦秸有较好的润湿性能。由于麦秸表面蜡质含量较高,会阻碍水溶性 UF 的渗透,所以宏观上表现为 UF 对其表面的接触角较大。而 MDI 是一种反应型的胶黏剂,能与麦秸及木材表面的—OH, —COOH 等活性基团反应,而且在反应前 MDI 以小分子状态存在,很容易渗入麦秸表面<sup>[8]</sup>。

表4 不同胶黏剂对试材表面接触角

Table 4 Surface contact angle of different adhesives on test materials (°)

材料	UF	MDI	UF + MDI
麦秸外表面	77.2	39.8	59.3
麦秸内表面	71.7	34.1	56.7
麦秸中心层表面	61.4	32.5	50.2
柳安单板表面	43.8	33.3	42.9
意杨单板表面	48.3	35.7	46.1

综上所述,与木材相比,秸秆原料存在以下两个显著的特点:a. 秸秆细胞的结构特征和化学组分与木材不尽相同;b. 秸秆表面多含有不利于胶合的物质。因此,与木质人造板相比,秸秆人造板生产技术

存在以下两大难点:a. 采用传统的办法进行物料破碎或纤维分离,得率低,形态差,影响了产品的物理力学性能;b. 采用传统的脲醛树脂或酚醛树脂胶,难以得到满意的胶合强度(尤其是内结合强度)。

## 3 制板工艺

### 3.1 原料处理

大部分秸秆表面富含一种脲醛胶黏剂难以润湿的蜡状物质,并集中了大量硅元素,给胶黏剂的润湿及胶合固化带来了很大的困难。科技人员一直在试图通过人工处理来改变秸秆表面的特性。现已经见诸报导的方法有水热处理法、生物处理法、机械处理法、化学处理法以及等离子体处理法。以上处理方法的主要机理在于:通过上述处理,消除秸秆表面的难胶合物质,活化表面物质活性,分散不利于胶合的物质,改变影响胶合的官能团的数量和分布。

稻、麦秸秆机械粉碎均能保存完整的表面形貌,且稻草比麦秸更易机械破碎。红外光谱分析表明(见图2):经机械粉碎后稻草外表面纤维素和木质素特征峰均非常微弱,尤其是 $3\ 200\text{ cm}^{-1}$ 附近的羟基峰几乎不可见;电子自旋共振波谱(ESR)分析表明:两种碎料的自由基均明显高于其相应的秸秆,在温度为 $100\sim 200\text{ °C}$ 范围内,随着温度升高,表面自

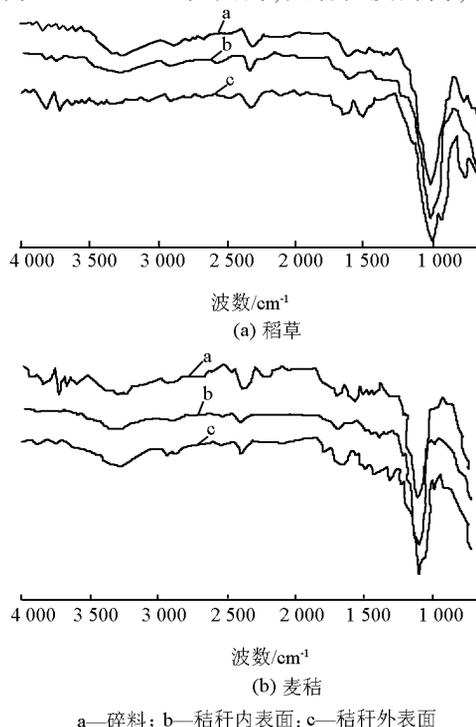
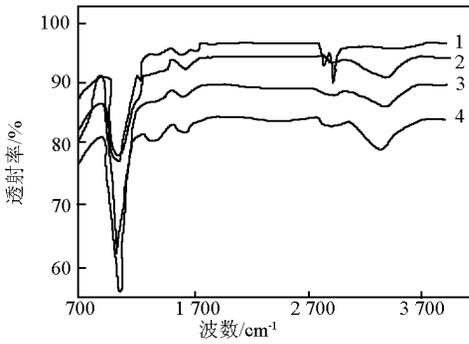


图2 稻草和麦秸红外光谱图

Fig. 2 FTIR spectra of rice straw and wheat straw

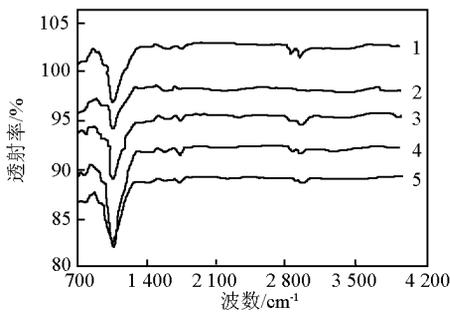
由基强度明显增加。经过机械粉碎的麦秸碎料表面自由能要高于稻草碎料,而麦秸表面自由能高于稻草。使用6%异氰酸酯作为胶黏剂生产的两种秸秆碎料板性能均达到国家标准(GB4897.3-2003)的要求,且麦秸碎料板的性能更佳<sup>[9]</sup>。

麦秸经过水热处理后,红外光谱分析表明(图3):麦秸外表面 $1\ 070\ \text{cm}^{-1}$ 和 $800\ \text{cm}^{-1}$ 处的FTIR谱峰没有减弱,表明 $\text{SiO}_2$ 不能被水热处理去除; $1\ 733\ \text{cm}^{-1}$ 峰略有减少,羟基峰( $3\ 300\ \text{cm}^{-1}$ )略有增加,说明脂肪类物质有少量溶出;在 $1\ 700\sim 1\ 300\ \text{cm}^{-1}$ 波数范围内,显现出系列小峰( $1\ 637\ \text{cm}^{-1}$ ,  $1\ 580\ \text{cm}^{-1}$ ,  $1\ 537\ \text{cm}^{-1}$ ,  $1\ 465\ \text{cm}^{-1}$ ,  $1\ 418\ \text{cm}^{-1}$ ,  $1\ 367\ \text{cm}^{-1}$ ),据分析,应为简单碳水化合物的溶出,使木素、纤维素类物质暴露出来所致。热处理时间对处理效果具有明显的影响。此外,适度的NaOH水热处理,可以同时去除碳水化合物、脂肪类物质和 $\text{SiO}_2$ 等无机矿物质<sup>[10]</sup>。



(a) 水热处理前

注:1—秸秆外表面;2—表层内表面;  
3—新露出的表面;4—秸秆内表面



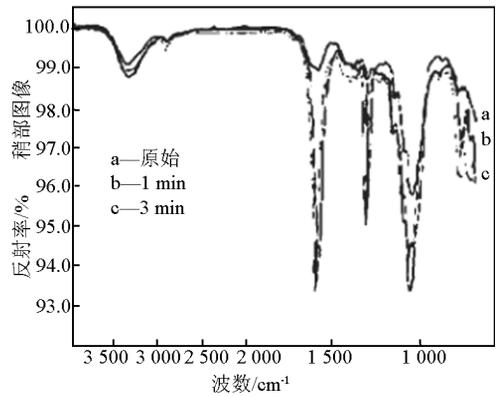
(b) 90°C水热处理后麦秸外表面

注:1—3 min时图谱;2—5 min时图谱;3—7 min时图谱;  
4—9 min时图谱;5—5 min时图谱。

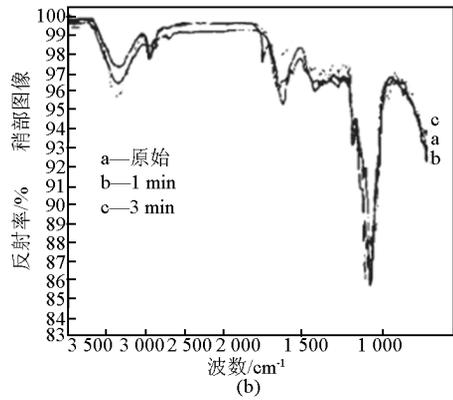
图3 水热处理前后麦秸表面红外光谱图

Fig. 3 FTIR spectra of wheat straw before and after hot water treatment

稻草经微波处理后,红外光谱分析表明(见图4):稻草外表面 $\text{SiO}_2$ 特征峰没有减弱,且在 $3\ 360\ \text{cm}^{-1}$ 处的羟基以及木素和纤维素的特征峰处理前后也无显著变化。但稻草内表面在 $1\ 070\ \text{cm}^{-1}$ 和 $800\ \text{cm}^{-1}$ 处的 $\text{SiO}_2$ 峰有了一定变化,随着处理时间的延长,该峰略有减弱。而在 $3\ 360\ \text{cm}^{-1}$ 处的羟基特征峰,处理前即比外表面明显,经微波处理后,随着处理时间的延长羟基特征峰明显增强。而且,木素( $1\ 595\ \text{cm}^{-1}$ ,  $1\ 234\ \text{cm}^{-1}$ )和纤维素( $1\ 430\ \text{cm}^{-1}$ ,  $1\ 367\ \text{cm}^{-1}$ ,  $1\ 317\ \text{cm}^{-1}$ ,  $1\ 160\ \text{cm}^{-1}$ ,  $1\ 034\ \text{cm}^{-1}$ )的特征峰也有变化。另外,在稻草梢部内表面经微波处理后在 $1\ 587\ \text{cm}^{-1}$ ,  $1\ 307\ \text{cm}^{-1}$ 处出现了明显的峰,这可能是稻草化学成分在微波处理过程中发生降解以后产生的化学物质。可见,微波处理可以改善稻草内表面的特性,使之比外表面更具活性,有利于稻草与胶黏剂之间的交联<sup>[11]</sup>。



(a)



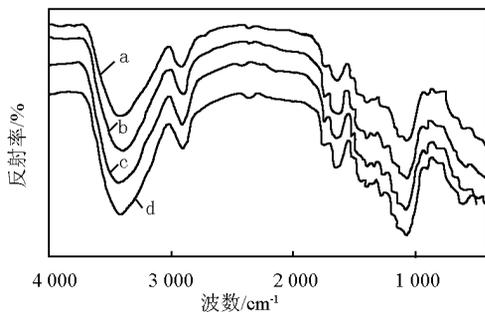
(b)

图4 经微波处理的稻草内表面红外光谱图

Fig. 4 FTIR spectra of inner surface of rice straw treated by microwave

麦秸经不同生物酶处理后,红外光谱分析表明(见图5):在 $3\ 414\sim 3\ 433\ \text{cm}^{-1}$ 的—OH伸缩振动吸收光带,3种生物酶预处理试样的吸收值均有不

同程度增加,其中以木聚糖酶处理样的吸收值增幅最大,漆酶次之。而脂肪酶该处的吸收值略有提高。这是因为经木聚糖酶预处理时,木聚糖酶破坏了LCC连接,使得木质素结构单元酚羟基和 $C_\beta, C_\alpha$ 位的醇羟基增加,同时木聚糖酶也能降解木聚糖生成有取代基和没有取代基的较低级寡糖、木二糖和木单糖,因此糖分子上的羟基增多;漆酶预处理时也可以降解LCC中的木质素,使得木素中紫丁香基结构型O—H相对含量增多;同时也可能使脂肪醚键断裂,使得醇羟基也略有增加。而脂肪酶的作用则是因为脂肪醚键断裂,引起醇羟基增加。纤维表面—OH的增加,有利于与脲醛树脂胶黏剂发生化学反应,形成良好界面,提高板材物理力学性能<sup>[12]</sup>。



注:a—热水;b—脂肪酶;c—木聚糖酶;d—漆酶

图5 不同预处理方法所得麦秸秆纤维的红外谱图  
Fig. 5 FTIR of wheat straw fiber under different pretreatments

### 3.2 单元制备

秸秆人造板与木质人造板生产工艺的重要区别之一在于原料单元制备的工艺和设备明显不同。对秸秆原料来说,一般要经过切草和分离两道工序,最终得到足够长度、理想的厚度和合适长细比的纤维状和半纤维状的原料单元。筛分值在20~80目之间的原料单元占主体。当然,为了改善板材表面质量,或者根据用隔离法解决异氰酸酯胶黏剂黏板的需要,在原料单元中保持一定的细料含量是必要的。

试验表明,秸秆原料制备工序除了希望尽可能地去掉表面脂肪类物质和二氧化硅外,还要求获得理想的单元形态和得率,必须注意两个关键问题:  
a. 选用合适的设备。试验证明,传统锤式再碎机不适用于用来分离稻秸原料单元,因为该方法主要靠冲击作用破碎秸秆,会造成物料形态不均齐和细料过多。采用旋翼式破碎机,并选择控制好底筛网眼形状和孔径,能获得良好效果;  
b. 控制秸秆原料的含水率。工厂从农民手中收购的稻秸含水率在15%~

20%,在这种含水率下加工会影响原料单元形态和得率。如果将含水率提升到30%~40%,将会收到很好的效果。

### 3.3 单元干燥

秸秆单元与木质碎料干燥相比,有下列特点:  
a. 异氰酸酯在固化时将消耗部分水,物料可以在较高含水率情况下完成工艺动作,一般干燥后的物料含水率可以控制在5%~10%;  
b. 进厂的稻秸含水率一般在15%~20%,在切草工序后由于增加了湿热处理,使物料含水率升高到35%~40%,但水分储存的部位与木材不尽相同,相当部分凝聚于表面或物料界面交接层,水分易于除去;  
c. 秸秆原料单元本身形态已经高度细化,在干燥过程中,不存在因机械碰撞而导致形态受到损害的危险,传热方式可以包括接触式传热和对流传热等。

### 3.4 单元施胶

由于制造秸秆人造板时,异氰酸酯施胶量较小,而秸秆原料单元的面积很大,如何实现稻秸单元的高效均匀着胶,是一个重大技术难题。可以从以下3个方面入手:  
a. 设法增大胶黏剂本身体积和覆盖效率,提高秸秆原料单元单位表面的着胶率。对水溶性异氰酸酯胶黏剂来说,可加入一定比例水,或者混加防水剂乳液,增加胶黏剂体积喷洒总量。借助胶粒点焊胶合理论,用高度雾化压力喷射系统,大幅度提高单位稻秸物料表面上可接受的胶黏剂雾化粒子数量,从而达到提高胶合效果的目的;  
b. 有效提高物料摩擦强度,实现胶黏剂在物料间的有效传递,要求拌胶浆有足够的旋转速度,物料之间实现强烈搅拌和摩擦,但为了防止胶黏剂的预固化,拌胶机须配备水冷系统;  
c. 增加物料在拌胶机中的停留时间。笔者提出了采用加长拌胶机的思路,即对现有环式拌胶机结构不作大的改动,搅拌浆转速保持不变,甚至反而有所下降,使搅拌区工作长度增加一倍,也可以做成两台拌胶机串联。为了改善稻秸人造板的性能拌胶时有时还需加入阻燃剂、防霉剂和其他添加剂,使用加长拌胶机也为上述化学药剂的有效加入创造了条件。

### 3.5 单元铺装

气流铺装、分级式机械铺装和抛辊式机械铺装等方式均可以用于秸秆人造板的铺装。由于不希望板子端面形成明显的表层最细、芯层最粗的渐变结构特征,所以不推荐使用气流铺装。基于秸秆原料单元已经很细小,如采用气流法铺装则要求密封防

尘系统相当完善。若用抛辊式方法,则要求针辊间隔要非常科学合理,以防止有一部分碎料未受到针辊抛撒作用而直接下落。经过综合平衡,推荐采用分级式铺装系统或其他机械式铺装方法。在具体实施时,要根据生产线产量、物料形态以及对板子端面特征的要求,合理调整分级辊转速、间距以及其他工作参数。根据对分级式铺装系统的使用实践,应当注意到秸秆中硅含量偏高可能对分级抛辊造成的严重磨损现象,以及抛辊产生磨损后可能会给铺装效果造成的影响。

工业化试验表明,秸秆原料单元的板坯铺装厚度与板子热压后的公称厚度比大约是 10:1。板坯预压回弹后,厚度大约可压缩 30%~40%。板坯压缩性与预压压力关系不如木质原料密切。施过异氰酸酯胶的稻秸单元铺装成板坯再经预压后,并不能像木质刨花板板坯或木质中密度纤维板板坯那样形成一定的初强度,以保证板坯在机械运输时或直接无垫板装板过程中不发生松坯或散坯现象。这一点对于采用何种板坯运输方式和何种板坯热压进料系统都有非常重要的关系。试验证明,用现行机械破碎方式制备的麦秸或稻秸碎料,施加异氰酸酯后铺装而成的板坯,即使经过充分预压,其初强度仍不能满足无垫板输送的最低要求。因此,不论采用何种形式的热压机,以异氰酸酯为胶黏剂的麦秸或稻秸人造板生产线都不宜采用无垫板铺装热压系统。

### 3.6 热压工艺

由于秸秆的导热系数比木材低,传热速率慢,秸秆本身密度比木材低得多,导致秸秆人造板的热压时间要比同样条件下(比如板子密度、厚度均相同)的木质刨花板或木质中密度纤维板长得多。以 15 mm 厚的板材为例,施加脲醛树脂的木质人造板需热压 5 min 左右,而施加异氰酸酯的稻秸人造板热压时间远远超过 5 min,几乎相当于木质人造板的两倍。为了缩短秸秆人造板的热压时间,可以考虑从以下几个方面入手:a. 对板坯进行汽击法处理;b. 附加诸如高频、微波等特殊加热方式;c. 添加固化促进剂。

此外,由于热压时秸秆人造板板坯内部水蒸气排泄要比木质原料板坯困难,鼓泡、分层或炸板等热压缺陷也相对更容易发生。尤其对高密度板和特厚板更是如此,构成了稻秸人造板热压技术难题。笔者建议,在配套手段不具备的前提下,尽可能不要采

用宽幅面热压机。对于单层热压机来说,最好能设置真空降压系统。无论采用何种压机,须设计好热压曲线,对温度、压力和时间进行优化。笔者认为,无论从哪个方面讲,选用连续压机生产秸秆人造板是最好不过的,可以遵照稻秸板坯的特点,在动态温度场下对板坯加压和排汽进行优化控制,以保证产品质量和降低生产成本。

应用我国自己研制的农作物秸秆(主要指稻麦秸秆)制造技术生产的人造板产品其物理力学性能满足国家麦(稻)秸秆刨花板标准(GB/T21723-2008)的要求。产品被用于家具制造、室内装修和包装运输等行业,逐步受到广大消费者的认可。

## 4 发展前景

用农作物秸秆替代木材原料和传统墙体材料,有助于贯彻落实天然林保护政策,实现我国林业和林业工程的可持续发展,缓解我国木材原料供应不足的矛盾和控制烧砖毁田,农作物秸秆利用成为了“十一五”期间的热点课题。据测算,在“十一五”期间,我国木材供应缺口将达上千万立方米,不可能简单地通过增采人工速生材和扩大进口来解决,用农作物秸秆材料替代木材原料不失为一种有发展潜力的有效措施。据测 2 亩农田产生的秸秆相当于 1 亩林地 1 年的木材生长量。按每年秸秆总量( $7 \times 10^8$  t)的 5% 用于制造人造板计,可制成人造板约  $3\ 000 \times 10^4$  m<sup>3</sup>,相当于造林  $1\ 750 \times 10^4$  亩。

农作物秸秆材料工业作为一个全新的领域涉及到生物技术、计算机技术、新材料技术和新能源技术等多种学科专业,在“十一五”期间我国农作物秸秆作为材料工业原料的利用率有可能达到总量的 10%~20%。预计到 2015 年,我国农作物秸秆材料产业的产量和产品种类将超过欧美,位居世界第一,成为世界上秸秆材料产业的大国和强国。

农作物秸秆作为材料工业原料,自身存在着一些先天不足,除了通过工艺手段进行弥补外,还应当从育种环节抓起,培育出既能提供优质高产的粮食、又能提供适合作秸秆工业原料的新品种。

秸秆材料产品能否占有市场,关键取决于产品性能和价格。就产品性能而言,重点是要提高产品的防腐、防霉以及阻燃等性能。就价格而言,关键是要降低胶黏剂成本,要科学地处理好产品性能与价格的关系,强化性能价格比,要针对产品的不同用途,制定相应的检测标准,不提倡性能过剩,要通过

科技进步来解决改善性能和压缩成本的矛盾。

农作物秸秆资源的利用,要通过多种可能的途径,广泛宣传开发利用秸秆资源的意义,提高人们对秸秆材料产品的认知度,在关系到森林资源和环境保护等一系列重大政策问题上,政府应当通过宏观调控手段给予引导,不断加大对农作物秸秆材料工业的投入,促进农作物秸秆资源利用的国际合作,使我国农作物秸秆材料工业健康稳步地向前发展。

#### 参考文献

- [1] 周定国,张洋.我国农作物秸秆材料产业的形成与发展[J].木材工业,2007,21(1):5-8
- [2] 陈琳,沈文星,周定国.我国秸秆人造板工业的发展现状与对策[J].福建林业科技,2006,133(13):166-168
- [3] 徐咏兰.中高密度纤维板制造与应用[M].长春:吉林科学技术出版社,2002
- [4] 周定国.农作物秸秆人造板开发现状、难点、风险和建议[J].林产工业,2002,29(2):3-6
- [5] 潘明珠,周定国.蓖麻秆化学组成及纤维形态研究[J].纤维素科学与技术,2007,15(4):39-42
- [6] 连海兰,周定国,尤纪雪.麦秸秆成分剖析及其胶合性能的研究[J].林产化学与工业,2005,25(1):69-72
- [7] 吴章康,周定国.稻草原料表面特性 FTIR 和 XPS 分析[J].木材工业,2003,17(6):6-9
- [8] 张洋,华毓坤.麦秸表面的润湿性研究[J].木材工业,2001,15(2):6-8
- [9] 周定国,连海兰,周晓燕.机械粉碎处理对稻麦秸秆界面特征的影响[J].林产化学与工业,2008,28(1):16-22
- [10] 张建红,徐信武,周定国.水热处理对麦秸化学构成的影响[J].南京林业大学学报,2004,28(3):31-33
- [11] 周晓燕,周定国,施登军.微波处理对稻草表面特性的影响[J].林产工业,2005,32(5):28-31
- [12] 连海兰,尤纪雪,周定国.生物预处理对麦秸纤维板性能的影响机理[J].纤维素科学与技术,2006,14(4):9-16

## The development of straw-based panel

Zhou Dingguo

(Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

[Abstract] Developing the straw-based panel industry in China would be benefit to solve the shortage of wood supply and protect the forest resources and environment. In the past decade, many researchers have done lots of studies on the basic theory, the development of new products and the industrial application of straw-based panels. In this paper, it presented the latest research achievements of the author's group on agricultural residues characteristics and manufacture technologies of straw-based panel.

[Key words] agricultural residues; straw-based panel; research prospect