

## 综 述 评 论

# 浅谈木质生物原料的综合利用途径<sup>u</sup>



戴 燕<sup>1</sup>, 石淑兰<sup>1</sup>, 欧义芳<sup>2</sup>, 潘学军<sup>1</sup>

(1. 天津轻工业学院化工系, 天津 300222; 2. 中国科学院广州化学研究所纤维素化学开放实验室, 广东 广州 510650)

DAI Y

**摘 要:** 木质生物原料分布广泛, 产量巨大, 再生速度快, 可生物降解, 是一种环境友好型的廉价天然资源。目前木质生物原料大量用作制浆造纸原料和燃料, 除此之外, 对木质生物原料进行热降解、糖化、塑化等适当改性, 也可获得一些较有价值的化工原料, 从而可以替代从石油获取的化工原料, 缓解石油资源日渐枯竭所带来的能源危机。

**关键词:** 木质生物原料; 热降解反应; 糖化反应; 塑化反应

中图分类号: S 788

文献标识码: A

文章编号: 0253-2417(2001)02-0075-07

木质生物原料是指含有纤维素、半纤维素、木质素的植物纤维原料, 包括木材、一年生植物、农业剩余物(稻麦草)等。木质生物原料分布广泛, 产量巨大, 再生速度快, 可生物降解, 是一种较理想的石油替代品。地球每年以光合作用产生的木质生物原料约为 100 亿 t, 其中稻麦草年产量约为 4.5 亿 t。每年森林及木材加工工业中产生的树根、枝桠等林地残、废材及边角料、碎木、锯末、刨花等加工废料的数量也是极其巨大的。这些木质生物原料长期以来由于技术因素、经济因素等的制约一直没有得到充分的利用。随着石油价格的不断上涨, 综合利用木质生物原料已是保护环境、实现可持续发展的必然趋势。

木质生物资源是由 50%~55% 的纤维素、15%~25% 的半纤维素及 20%~30% 的木质素作为主要成分构成的天然复合材料, 另外还含有果胶质、单宁、蜡等少量成分。其中纤维素是结晶度高达 60%~70% 的结晶高分子化合物, 它作为纤维状之凝聚体经合理配位排列, 四周由具有三维状结构的大分子木质素与半纤维素多糖填充包围而成为增强结构体。木质材料不具备热塑性, 不显示热流动性, 不溶于有机溶剂<sup>[1]</sup>。

## 1 木质生物原料综合利用的途径

### 1.1 制浆造纸

<sup>u</sup> 收稿日期: 2000-10-18

作者简介: 戴 燕(1977-), 女, 江苏无锡人, 硕士研究生, 从事木质纤维原料制浆造纸技术与机理的研究。

制浆造纸是木质生物原料较广泛的用途之一。按照制浆方法分,有化学法(包括碱法和亚硫酸盐法)、半化学法、化学机械法和机械法等。木材纤维素含量较高,杂质含量较低,成纸强度高,是优良的造纸原料;草类、芦苇、棉、麻等也是较好的造纸原料。木质生物原料经过备料—蒸煮—洗涤—筛选—漂白—打浆—抄造—压榨—烘干等工艺流程可以获得各种纸制品,如书写纸、工业用纸、生活用纸等。纸制品已成为人们日常生活中必不可少的生活用品。全世界每年纸和纸板消耗量是非常巨大的,因此每年用于制浆造纸的木质生物原料的消耗量也是非常巨大的。这些均属于制浆造纸方面,此处不再赘述。

## 1.2 热降解反应

1.2.1 燃烧 木质生物原料作为燃料仍显示了极其重要的地位,尤其是在发展中国家。燃烧木材所获得的能量为石油的43%、煤炭的67%<sup>[2]</sup>,绝干木材原料的平均燃烧值是19 MJ/kg,树皮的燃烧值一般比木材的燃烧值高,约为18.7~22.7 MJ/kg<sup>[3]</sup>。以固体形式直接燃烧植物,存在燃烧不完全、热值低、对环境造成污染等缺点<sup>[4]</sup>。

1.2.2 炭化 炭化的一个重要应用是生产木炭。木炭是一种保留原木50%热能的固体燃料,其燃烧值为石油的70%,估计全球工业产量约240万t。欧洲用于生产木炭的原料主要有山毛榉、橡胶木、槐木、赤杨、槭木;北美除了上述树种以外,还用胡桃木、榆木、梧桐及一些针叶木;南美及南非主要用桉木生产木炭<sup>[5]</sup>。不同性质的木炭具有广泛的应用,除取暖外,木炭经处理可生产活性炭,用于金属冶炼、水的提纯净化、化学合成等。

炭化还可得到天然气、焦油、石油、木精等工业产品,其得率取决于原料的组成、热解条件等。

胡淑宜、黄碧中<sup>[6]</sup>将杉木粉用酚醛树脂浸渍处理后再经炭化得到的炭材,既保留一部分木材热解过程的相对低温快速炭化而得到质地疏松、多孔隙构造的“软炭”,又增添了由于酚醛树脂热解过程高温缓慢炭化而获得的质地坚实的玻璃状“硬炭”,二者组成复合材料。这种复合材料既有木材炭化高吸附性能,又有树脂炭化质地坚实和难燃的特性。利用这些优良性能,可望开发出耐高温吸附剂、特殊阻燃剂、远红外吸收剂和电磁屏蔽材料等高档次的炭材。

1.2.3 气化 在1000℃左右,气化木质纤维原料可得到一种气体<sup>[7]</sup>,其优点在于只需少量的氧、蒸汽及硫。该气体在高温高压(450℃,200 MPa)下可催化转化为甲醇,甲醇是一种高级有机溶剂和工业原料,进一步处理可得到甲醛、丙烯酸、驱虫剂、杀菌剂等。由于木质生物原料的不均一性和复杂性,目前气化过程仍处于小规模实验性阶段。

1.2.4 液化 液化是大规模利用木质生物原料的有效途径。通过物理、化学及生物方法可使木质纤维素转化为醇类可燃性油或其他带有特定官能团的化合物,从而可作为燃料或化工原料使用。

由于木质生物原料包括纤维素、半纤维素、木质素及其他多种成分,故其液化产物较复杂<sup>[4]</sup>。70年代初,Appell等在350℃下,使用均相碳酸钠为催化剂,在水和高沸点溶剂中用14~24 MPa的一氧化碳和氢气混合气将木片液化为重油;美国Lawrence Berkeley实验室先对木材进行前处理,再用与Appell相同的方法进行了液化,即LBL法。改性使液化的实用性大大下降,因此应尽量采用不改性直接液化的手段,在不加入一氧化碳和氢气的情况下直接液化。

白石信夫等以苯酚为试剂, 分别在无催化剂、酸性催化剂、碱性催化剂条件下进行了木材液化的实验<sup>[8~17]</sup>。结果表明: 在无催化剂存在下<sup>[8~9]</sup>、250 °C 数小时内, 苯酚能将木材完全转化为能溶于二氧六环和水的混合液中、且在室温下具有流动性的物质。温度对液化效率的影响很大, 反应初期竹子比木材易液化, 阔叶木比针叶木易液化。在用酸催化液化时<sup>[10~13]</sup>, 发现酚化木材的软化温度(110~165 °C)和流动温度(134.3~199.8 °C)比商品酚醛树脂(90 °C和110 °C)高, 在液化木材中混入不同比例的酚醛树脂, 可降低流动温度, 改善热流动性; 弱酸及不能溶解液化产物的有机中性溶剂(如己烷)对反应无影响。在用氢氧化钠作催化剂时<sup>[14~17]</sup>, 用苯酚液化木材可得到较大的液化率, 木材比率越大, 需要的催化剂越多; 碱、碱式盐及能溶解于液化产物中的中性有机溶剂(如二氧六环、丙酮等)会阻碍液化反应, 碱的作用主要是促使纤维素润胀, 破坏其结晶结构, 提高化学反应的可及度, 在高温下纤维素大分子裂断降解, 最终可达到液化的目的。

由于木质素可与苯酚反应, 所得酚化木材与甲醛反应可得酚醛树脂, 因而以木质生物原料为原料制酚醛树脂有着很好的前景。所用酚可以是苯酚、甲酚、双酚 A、双酚 F 等。

另外, 用多元醇或环碳酸盐也可作为液化试剂。栗元等<sup>[18]</sup>利用甘油-聚乙二醇(平均分子质量为 400)作为液化试剂, 在硫酸作催化剂的条件下于 150 °C 下反应 75 min, 可将木材液化, 液化木材与聚异氰酸盐在二氯甲烷中发生共聚反应, 经溶液-流铸法可制得透明、均匀性能较好的聚氨酯胶片。

山田等<sup>[19]</sup>用石炭酸乙烯酯或碳酸丙烯酯在酸催化条件下于 120~150 °C 液化, 碳酸乙烯酯液化速率是多元醇液化的 10 倍, 液化产物可与异氰酸酯合成为树脂或作化学品的原料。

木质生物原料的液化利用是一项资源高效利用的新技术, 如能实现植物资源的充分利用, 不仅能解决未来的能源短缺问题, 也为从再生资源获得化工产品开辟了新的渠道。英、美等国将木质纤维原料加工成液体的技术已达到实用阶段。但在世界范围内, 由于这种燃料的成本仍很高, 相当于原油的 1.2~1.6 倍, 因此并没有得到大规模的利用。

### 1.3 糖化反应

糖化反应的基本原理是通过酸或酶将葡萄糖苷键断开, 使纤维素、半纤维素水解成低糖类产物甚至单糖。糖化反应的主要产品是来自纤维素及部分来自甘露糖的葡萄糖, 另外可得到乙酸、甲醇、呋喃等副产物。木质素的存在会降低纤维素的可及度; 纤维素的结晶组织对酸或酶水解具有抵抗性, 因此对纤维素的水解也会产生较大的影响。虽然 20 世纪以来许多糖化方法已在德国、瑞典、日本、美国等得到了发展并已应用于实践, 但由于耐酸设备、酸回收、得率及酸木质素的利用等技术上和经济上的问题, 这种方法并没有在西方国家普遍采用。

1.3.1 酸水解 在升温下加入稀酸或在室温下加入浓酸均可发生糖化反应。目前已工业化的技术主要有 Scholler-Tornesch 法及 Bergius-Rheinau 法<sup>[20]</sup>。Scholler 法的原理是在 1.2%~1.5% 稀硫酸、140~150 °C 下先对木质生物原料进行预水解, 随后又在 0.4% 硫酸、130~180 °C 下进行间歇渗透水解。为了减少所得糖类产品的分解, 必须将其从反应系统中迅速移去。Bergius-Rheinau 法是在 130 °C 用 1% 盐酸预水解, 随后用 41% 盐酸在 20~25 °C 下水解, 优点是使用了超浓缩酸, 反应温度较低, 但需要使用耐酸设备, 酸液需要回收, 成

本较高。

1.3.2 酶水解 酶水解是利用酶来处理木质生物原料,使纤维素水解成低聚糖、单糖甚至其它小分子有机物的方法。实际生产中酶水解得率较低,只达 20%~40%。引起这种结果的原因主要是可及度较低、反应时间长、水解产物的积累对酶产生阻碍及钝化作用。

Millel et al 为了解决在酶水解中尤为突出的纤维素可及度较低的问题,用不同的化工原料和物理处理方法进行了研究。他分别用碱、氨水润胀、再用蒸汽或二氧化硫处理,所得农作物纤维原料和阔叶木(杨木及桦木锯末)的可及度明显提高<sup>[21]</sup>。

Viiikari et al 用霉菌发酵成功地将木糖转化成了乙醇。乙醇可作液体燃料,也可作汽油添加剂、柴油混合剂或化工溶剂。乙醇经脱氢反应可制得乙炔,工业上得率为 96%;也可转化为丁二烯,得率为 70%。乙炔是生产石油化工产品及其塑料的最重要的有机原料,而丁二烯可将纤维素转化成葡萄糖及乙醇生产合成塑料<sup>[22]</sup>。

木质生物原料经预水解后所得到的木聚糖经水解和脱氢反应,可得到呋喃。全球每年呋喃的产量为 17 万 t<sup>[23]</sup>,其原料主要为农业剩余物,例如玉米芯、甘蔗渣、麦秆等,呋喃得率达 15%~23%。呋喃可在石油精制过程中用作工业溶剂,保存性较好。在酚醛树脂的生产中呋喃可作反应溶剂,呋喃还可经过各种加工处理得到四氢呋喃、尼龙 66 和聚氨基甲酸乙酯等。

#### 1.4 塑化反应

木质生物原料不具备热塑性,不显示热流动性和溶解性,但通过酯化或醚化反应可将木材转化为可溶可熔的热塑性高分子材料。这种热塑性木材可用塑料加工成型的方法单独或与合成高聚物共混热压加工成型制造出许多新产品:利用其热熔性可制造自粘型纤维板及微粒板,利用其溶解性可制造热固性高分子材料。

木质纤维原料同时含有纤维素、半纤维素和木质素,为不均一的天然复合材料,故反应较为复杂。木质素和半纤维素为无定形态,比纤维素具有更多的热塑性<sup>[24]</sup>,在干燥状态下,木质素、半纤维素的软化点分别为 127~235 °C、167~217 °C,纤维素的软化点为 235~253 °C,而研究木材整体的软化点表明,其软化点均不与单组分相似,因此木质纤维原料整体的热塑性不是由单个成分的性质的简单加合,而是作为一个整体相互作用的结果。

木质纤维原料塑化的途径很多,例如酯化、醚化等,常用的化学试剂有环氧化物、异氰酸盐、酸酐等。塑化的程序取决于引入取代基的分子尺寸、取代度及反应方式。

1.4.1 酯化反应 白石信夫等<sup>[25]</sup>首先报道了在  $N_2O_4$ -DMF-吡啶介质中利用 3~6 个碳原子的脂肪酸酐和 6~18 个碳原子的酰氯作酰化剂改性的酯化木材,加热时可软化熔融,木材中乙酰化的羟基只需超过 1/3 即可产生热熔融性,其热软化和热熔融温度随取代度和取代基碳原子数增加而降低,但熔融温度最终恒定在 225 °C。松田 明等<sup>[26]</sup>则系统地研究了二元酸酐酯化木材及其热塑性,发现特定的溶剂和催化剂中,顺丁烯二酸酐(MA)和邻苯二甲酸酐(PA)可在室温下将木材酯化为酯化木材;在无溶剂存在下,MA 及丁二酸酐(SA)亦能与木材在 60 °C 以上发生酯化反应并得到更广范围单酯含量的酯化木材。这些二元酸酐酯化木材在 160 °C、1.5 MPa 下热压 10 min,产生明显的热流动性,可热压成红褐色半透明的薄片,其热塑性按 SA>MA>PA 次序降低。

1.4.2 醚化反应 M. Morita 较系统地研究了各种木材的氰乙基化改性及其热塑性。发

现氰乙基化木材的熔融温度可降至 100~ 120 ℃, 其熔融温度的降低是由于氯取代了硫, 疏松了木质素的结构。余权英等<sup>[28]</sup>以甲苯作稀释剂, 以氢氧化钠作预润胀剂和催化剂, 用氯化苄对杉木进行了苄基化反应的研究, 发现加入甲苯有利于提高反应速率, 甲苯的加入量以与氯化苄等体积为佳, 所得苄基化杉木的熔融温度约为 100~ 105 ℃, 具有良好的热塑性, 易于热压成型为均匀半透明的塑料状物。羧甲基化木材在盐酸存在下于 90~ 95 ℃几乎 100% 溶解于苯酚, 获得均一的羧甲基化木材(CMW)-苯酚溶液。该溶液在氢氧化钠存在下再与甲醛缩合, 可转化为具有使用价值的水溶性 CMW-甲基酚醛树脂粘合剂, 用此粘合剂压制成的胶合板, 其干湿粘合强度均可超过国家标准规定的室外耐候级优质胶合板的强度指标。

热塑化木材与某些合成高聚物具有良好的共混相容性, 例如乙酰化木材与聚苯乙烯(PS)、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)共混可降低热压成型温度并改进产品的表观和物理机械性能; 苯甲基化木材与 PS 共混有良好的相容性, 易于模塑和挤压成型; 氰乙基化木材由于具有表面热熔性, 可在不用常规粘合剂的情况下, 于 240 ℃热压自动粘合成为中密度纤维板( $d = 0.75 \text{ g/cm}^3$ )。

除了对木材进行塑化改性外, 还可用非木材纤维原料进行塑化改性, 生产建筑纸板。H. D. Rozman 等<sup>[29]</sup>用 GMA 对稻草皮(RH)进行了改性, 所得 RH 与 PS 热压成膜后发现其柔韧性、抗张强度、冲击强度均有所提高, 组分的尺寸稳定性也有所提高, 这可能是由于经 GMA 改性后 RH 表面与 PS 表面的界面间交互作用有了提高的原因。

## 2 结束语

木质生物原料产量巨大, 可循环使用, 是一种较好的天然资源。随着石油资源的日渐枯竭, 充分利用林业加工剩余物、农业剩余物、城市纸类垃圾来代替石油资源, 是保护环境、提供新能源的必然趋势。目前对木质生物原料的利用主要是用于制浆造纸。除此之外, 对木质生物原料进行一定的改性, 还可以获得一些较有价值的化工原材料和性能优越的新型材料。目前主要的改性途径有热降解反应、糖化反应、塑化反应等。今后对木质生物原料的利用要注重与其他行业的结合, 例如林纸结合、纸塑结合等, 着重解决技术上和经济上两方面的问题, 使其真正能应用于实际生产。

### 参考文献:

- [1] 中野準三. 木材化学[M]. 李忠正, 等译. 北京: 中国林业出版社, 1989.
- [2] DIETRICH F, GERD W. Wood: Chemistry, Ultrastructure, Reaction [M]. New York: Walter de Gruyter, Berlin, 1984.
- [3] DAVID N-S Hon, NOBUO S. Wood and Cellulosic Chemistry [M]. New York and Basel: Marcel Dekker Inc., 1991, (18): 919.
- [4] 谯凡更, 欧义芳. 木质纤维原料的热化学液化[J]. 纤维素科学与技术, 2000, 8(1): 44-57.
- [5] DIETRICH F, GERD W. Wood: Chemistry, Ultrastructure, Reaction [M]. New York: Walter de Gruyter, Berlin, 1984. 528.
- [6] 胡淑宜, 黄碧中. 酚醛树脂浸渍木粉 DTA/TG 曲线解析[J]. 林产化学与工业, 2000, 20(1): 47-51.
- [7] DIETRICH F, GERD W. Wood: Chemistry, Ultrastructure, Reaction [M]. New York: Walter de Gruyter,

Berlin, 1984. 530.

- [ 8 ] PU S, SHIRAIISHI N. Liquefaction of wood without a catalyst I . Time course of wood liquefaction with phenols and effects of wood/phenol ratios[ J] . Mokuzaï Gakkaishi, 1993, 39( 4) : 446-458.
- [ 9 ] PU S, SHIRAIISHI N. Liquefaction of wood without a catalyst IV. Effect of additives, such as acid, salt, and neutral organic solvent[ J] . Mokuzaï Gakkaishi, 1994, 40( 8) : 824-829.
- [ 10 ] LIN L Z, YOSHIOKA M, YAO Y G, et al. Liquefaction of wood in the presence of phenol using phosphoric acid as a catalyst and the flow properties of the liquefied wood[ J] . Journal of Applied Polymer Science, 1994, 52( 8) : 1629-1636.
- [ 11 ] LIN L Z, YOSHIOKA M, YAO Y G, et al. Preparation and properties of phenolated wood/phenol/formaldehyde cocondensed resin[ J] . Journal of Applied Polymer Science, 1995, 58( 8) : 1297-1304.
- [ 12 ] ALMA M H, YOSHIOKA M, YAO Y G, et al. Preparation and characterization of the phenolated wood using hydrochloric acid (HCL) as a catalyst[ J] . Wood Science & Technology, 1995, 30( 1) : 39-47.
- [ 13 ] ALMA M H, YOSHIOKA M, YAO Y, et al. The preparation and flow properties of HCl catalyzed phenolated wood and its blends with commercial novolak resin[ J] . Holzforschung, 1996, 50( 1) : 85-90.
- [ 14 ] MALDAS D, SHIRAIISHI N. Liquefaction of wood in the presence of polyol using NaOH as a catalyst, and its application to polyurethane foams[ J] . International Journal of Polymeric Materials, 1996, 33( 1-2) : 64-71.
- [ 15 ] MALDAS D, SHIRAIISHI N. Liquefaction of wood in the presence of phenol using sodium hydroxide as a catalyst and some of its characterizations[ J] . Polymer-Plastics Technology & Engineering, 1996, 35( 6) : 917-933.
- [ 16 ] MALDAS D, SHIRAIISHI N. Resinification of alkali-catalyzed liquefied phenolated wood and its characterization as the novolak-type phenolic Resins[ J] . Journal of Reinforced Plastics & Composites, 1997, 16( 10) : 870-883.
- [ 17 ] ALMA M H, MALDAS D, SHIRAIISHI N. Liquefaction of several biomass wastes into phenol in the presence of various and metallic salts as catalyst[ J] . Journal of Polymer Engineering, 1998, 18( 3) : 164-177.
- [ 18 ] KURIMOTO Y, TAKEDA M, KOIZUMI S D, et al. Proceedings of 10th International Symposium on Wood and Pulping Chemistry[ C] . Japan: Yokohama, 1999, 1: 486-491.
- [ 19 ] YAMADA T, ONO H. Rapid liquefaction of lignocellulosic waste by using ethylene carbonate[ J] . Biore-source Technology, 1999, 70( 1) : 64-67.
- [ 20 ] DIETRICH F. GERD W. Wood: Chemistry, Ultrastructure, Reaction [ M] . New York: Walter de Gruyter, Berlin, 1984. 533.
- [ 21 ] DIETRICH F. GERD W. Wood: Chemistry, Ultrastructure. Reaction[ M] . New York: Walter de Gruyter, Berlin, 1984. 536.
- [ 22 ] DIETRICH F. GERD W. Wood: Chemistry, Ultrastructure, Reaction[ M] . New York: Walter de Gruyter, Berlin, 1984. 537.
- [ 23 ] DIETRICH F. GERD W. Wood: Chemistry, Ultrastructure, Reaction[ M] . New York: Walter de Gruyter, Berlin, 1984. 542.
- [ 24 ] DAVID N-S Hon, NOBUO S. Wood and Cellulosic Chemistry[ M] . New York and Basel: Marcel Dekker Inc. , 1991. 861.
- [ 25 ] DAVID N-S Hon, NOBUO S. Wood and Cellulosic Chemistry [ M] . New York and Basel: Marcel Dekker Inc. , 1991. 864.
- [ 26 ] 松田 明, 上田 实, 等.[ J] . 木材学会志, 1984, 30( 9) : 735; 1984, 30( 12) : 1003; 1985, 31( 2) : 103; 1985,

31(3):215.

- [ 27] MITSUHIRO M, ISAO S. Chemical conversion of wood to thermoplastic material [ J]. J. Appl. Polym. Sci., 1986, 31( 3): 831-840.
- [ 28] 余权英, 蔡宏斌. 苯基化木材的制备及其热塑性研究[ J]. 林产化学与工业, 1998, 18( 1): 23-29.
- [ 29] ROZMAN H D, LEE M H, KUMAR R N, et al. The effect of chemical modification of rice husk with glycidyl methacrylate on the mechanical and physical properties of rice husk-polystyrene composites [ J]. Journal of Wood Chemistry and Technology, 2000, 20(1): 93-109.

## BRIEF STATEMENT ON PATHWAY OF WOODY BIOMASS COMPREHENSIVE UTILIZATION

DAI Yan<sup>1</sup>, SHI Shut-lan<sup>1</sup>, OU Yifang<sup>2</sup>, PAN Xue-jun<sup>1</sup>

( 1. Tianjin Institute of Light Industry, Tianjin 300222, China; 2. Laboratory of Cellulose and Lignocellulosics Chemistry, Guangzhou Institute of Chemistry, Chinese Academy of Science, Guangzhou 510650, China )

**Abstract:** Woody biomass is a cheap regenerable and biodegradable natural resource of wide occurrence at vast amount. Nowadays woody biomass is largely used as raw material in pulp-and-paper making and fuel. Through modification of woody biomass, such as thermal degradation, saccharification, plastication, etc., valuable chemicals can be obtained to relief the energy crisis caused by the gradual deficit of fossil oil resources.

**Key words:** woody biomass; thermal degradation; saccharification; plastication

## 关于开展全国林产工业主要产品产销量调查的函

各有关单位:

为全面掌握全国林产工业企业生产经营情况, 对政府宏观决策和企业经营管理、市场开拓提供有效服务, 促进林产工业协调、健康、快速发展。我协会决定对 2000 年全国林产工业主要产品产销量进行全面调查。

调查对象主要为林产工业企业及其他行业相关企业( 各企业请相互转告); 如有总公司的请交总公司统一填写, 避免重复; 调查结果由协会整理汇总后向会员及参加调查的单位反馈。望各单位积极配合, 如实填写。并将调查表于 2001 年 8 月 30 日以前传真或邮寄至中国林产工业协会。

附件:《二〇〇〇年林产工业主要产品产销量调查表》

联系人: 张文玲                      联系电话: 010- 64294990

邮政编码: 100013                  传真电话: 010- 64214948

联系地址: 北京和平里七区 25 号楼