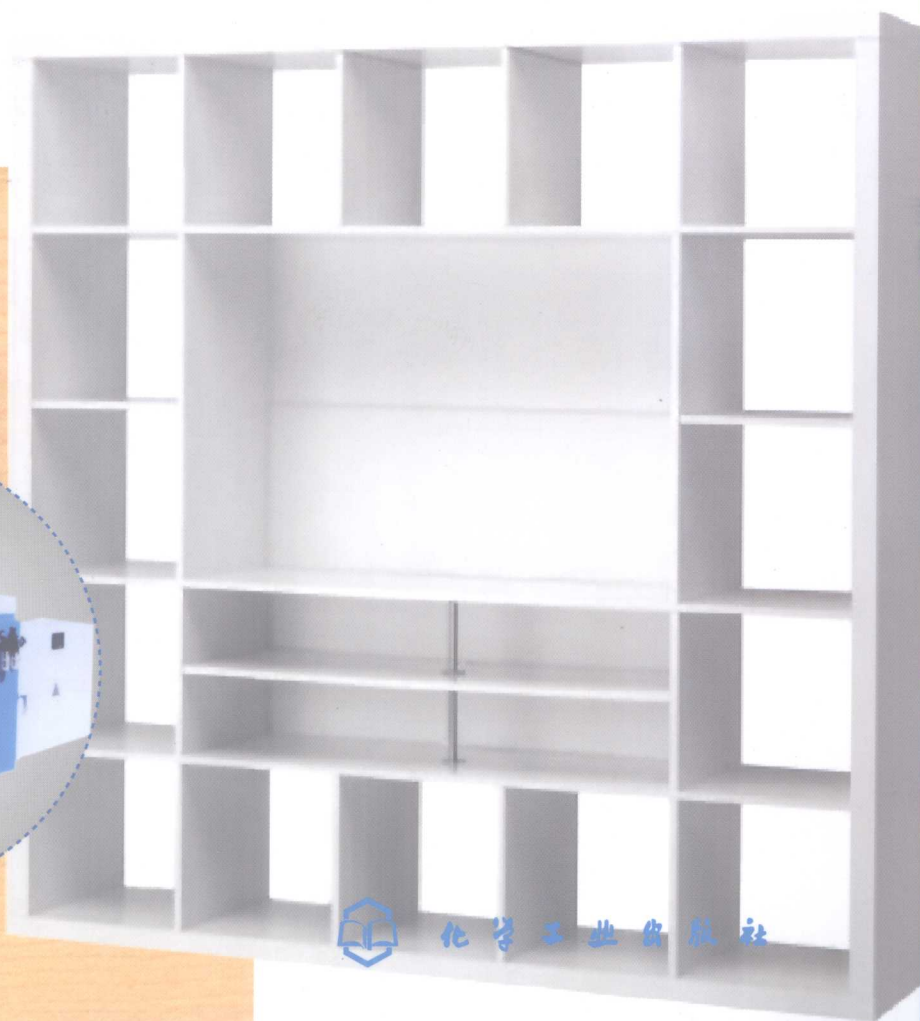


# 人造板

## 生产技术与应用

RENZAOBAN SHENGCHAN JISHU YU YINGYONG

顾继友 胡英成 朱丽滨 编著



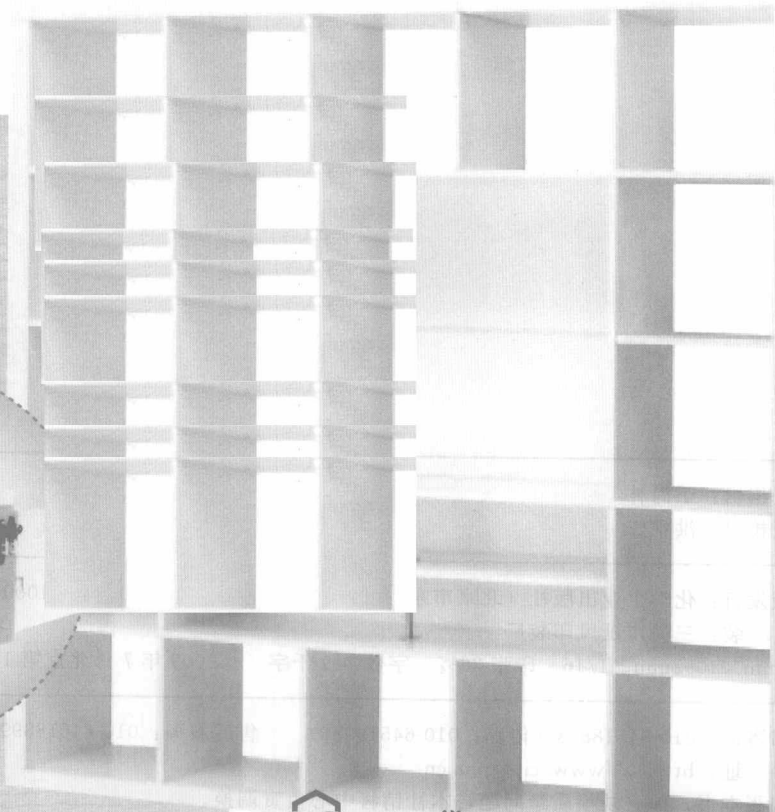
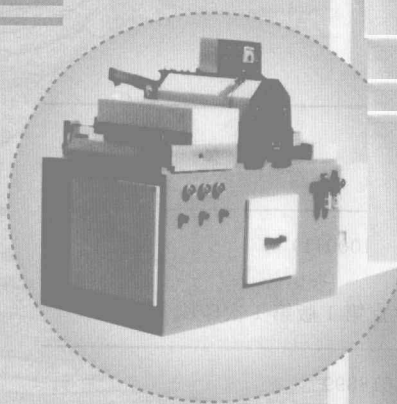
化学工业出版社

# 人造板

## 生产技术与应用

RENZAOBAN SHENGCHAN JISHU YU YINGYONG

顾继友 胡英成 朱丽滨 编著



化学工业出版社

· 北京 · 100005

图书在版编目 (CIP) 数据

人造板生产技术与应用/顾继友, 胡英成, 朱丽滨编  
著. —北京: 化学工业出版社, 2009. 7

ISBN 978-7-122-05399-2

I. 人… II. ①顾…②胡…③朱… III. 木质板-木材加工 IV. TS653

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 060305 号

责任编辑: 丁尚林  
责任校对: 洪雅姝

文字编辑: 徐雪华  
装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 26 1/4 字数 719 千字 2009 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 68.00 元

版权所有 违者必究

# 前言

人造板工业是以木质和非木质原料为被胶接单元，利用胶接技术经胶接加工制造各类板材的工业。木材具有重量轻、强度高、弹性好、纹理美观、保温隔热、加工容易等优点，应用极为广泛，是一种可再生的生物质材料。然而优质天然林木材日益减少，人工速生材和森林抚育间伐材已经成为木材工业的主要原料，这类原料径级小、材质变异大，直接利用比较困难。但是通过机械和化学加工将其加工成不同规格和类型的被胶接单元，利用胶接技术再将其胶接复合，可制造成适于不同使用要求的板材和成材，从而满足国民经济发展和人们生活水平提高对木质材料需要。人造板属于复合材料的一种，与国家经济建设和人民生活有着密切的关系，在国民经济中占有重要位置。

我国人造板生产量已经超过 8800 万立方米，成为世界第一位人造板生产大国。为了满足人造板工业技术发展的需要，满足生产、设计等方面的企业管理人员和工程技术人员对知识更新和技术进步及产品应用的需要，我们编写了此书。

本书从人造板生产的工艺原理出发，按工艺体系比较系统地阐述了人造板的生产技术。紧密结合生产实际问题，深入浅出地讲述了人造板的原料、种类、制造原理、尺寸稳定原理、工艺技术、生产设备、分析检测技术及人造板的应用技术，并介绍了人造板生产用胶黏剂的调制、分析测试和使用技术等内容。编写中力求做到理论与实际相结合，图文并茂，通俗易懂，体现了新知识、新技术、新工艺与新产品，是编者结合自己的生产实践经验和教学科研经历体会编辑而成。

本书第 1、2、4 章由顾继友编写，第 3 章由顾继友、朱丽滨编写（其中，机械设备方面由朱丽滨编写），第 5~7 章由胡英成编写。全书由顾继友统稿。

本书主要面向从事人造板生产与应用方面的工程技术人员、管理人员，同时也可供从事人造板生产技术的研发人员参考，亦可作为木材科学与技术 and 生物材料工程学科本科生、研究生等的参考教材。

限于编者的水平，书中不妥之处恳请读者批评指教。

顾继友

2009 年 2 月于哈尔滨

# 目 录

## 第 1 章 人造板生产原料 ..... 1

|                           |    |                                     |    |
|---------------------------|----|-------------------------------------|----|
| 1.1 木材类原料 .....           | 1  | 1.4 胶黏剂 .....                       | 16 |
| 1.1.1 我国目前森林资源消耗情况 .....  | 1  | 1.4.1 胶黏剂的种类 .....                  | 16 |
| 1.1.2 用于人造板生产的木质原料 .....  | 2  | 1.4.2 木材加工用主要胶黏剂 .....              | 19 |
| 1.1.2.1 原木类原料 .....       | 2  | 1.4.2.1 脲醛树脂胶黏剂 .....               | 19 |
| 1.1.2.2 枝桠材 .....         | 2  | 1.4.2.2 三聚氰胺树脂胶黏剂 .....             | 19 |
| 1.1.2.3 森林抚育伐剩余物 .....    | 3  | 1.4.2.3 酚醛树脂胶黏剂 .....               | 20 |
| 1.1.2.4 木片 .....          | 3  | 1.4.2.4 间苯二酚树脂胶黏剂 .....             | 21 |
| 1.1.2.5 木材加工剩余物 .....     | 3  | 1.4.2.5 环氧树脂胶黏剂 .....               | 21 |
| 1.1.2.6 其他原料 .....        | 3  | 1.4.2.6 聚酯酸乙酯树脂乳液胶<br>黏剂 .....      | 21 |
| 1.2 非木质原料 .....           | 3  | 1.4.2.7 水性高分子异氰酸酯类胶<br>黏剂 .....     | 22 |
| 1.2.1 竹材 .....            | 3  | 1.4.2.8 热熔胶黏剂 .....                 | 22 |
| 1.2.2 藤材 .....            | 4  | 1.4.2.9 $\alpha$ -烯烃马来酸酐共聚胶黏剂 ..... | 22 |
| 1.2.3 灌木 .....            | 4  | 1.4.2.10 氰基丙烯酸酯类胶黏剂 .....           | 23 |
| 1.2.4 稻草 .....            | 4  | 1.4.2.11 合成橡胶类胶黏剂 .....             | 23 |
| 1.2.5 麦秸 .....            | 4  | 1.5 其他添加剂 .....                     | 23 |
| 1.2.6 麻秆 .....            | 4  | 1.5.1 防水剂 .....                     | 23 |
| 1.2.7 棉秆 .....            | 5  | 1.5.2 填充剂 .....                     | 24 |
| 1.2.8 芦苇 .....            | 5  | 1.5.3 阻燃剂 .....                     | 24 |
| 1.2.9 玉米秸 .....           | 5  | 1.5.4 防腐剂 .....                     | 25 |
| 1.2.10 甘蔗渣 .....          | 5  | 1.6 饰面材料 .....                      | 26 |
| 1.2.11 高粱秸 .....          | 5  | 1.6.1 薄木 .....                      | 26 |
| 1.3 人造板生产原料的性质 .....      | 6  | 1.6.2 三聚氰胺装饰板 .....                 | 27 |
| 1.3.1 人造板生产原料的物理性质 .....  | 6  | 1.6.3 主要饰面材料 .....                  | 27 |
| 1.3.1.1 木质原料水分与干缩湿胀 ..... | 6  | 1.6.3.1 薄装饰纸(预油漆纸) .....            | 27 |
| 1.3.1.2 木材的密度 .....       | 7  | 1.6.3.2 厚纸(钛白纸) .....               | 28 |
| 1.3.2 人造板生产原料的力学性质 .....  | 7  | 1.6.3.3 聚氯乙烯薄膜 .....                | 28 |
| 1.3.3 人造板生产原料的化学性质 .....  | 7  | 1.6.3.4 氟化乙烯薄膜 .....                | 28 |
| 1.3.3.1 树木的构造 .....       | 8  | 1.7 原料贮存 .....                      | 28 |
| 1.3.3.2 木材的细胞要素及组织 .....  | 8  | 1.8 剥皮与去皮 .....                     | 29 |
| 1.3.3.3 木材的元素组成 .....     | 8  | 参考文献 .....                          | 30 |
| 1.3.3.4 木材的化学组成 .....     | 8  |                                     |    |
| 1.3.3.5 非木质原料的特性 .....    | 12 |                                     |    |

## 第 2 章 人造板的种类 ..... 31



|                                           |           |                                   |     |
|-------------------------------------------|-----------|-----------------------------------|-----|
| 2.1 人造板生产的现状.....                         | 31        | 2.2.4.6 A1 木材×A2 竹材×B<br>树脂×..... | 39  |
| 2.2 人造板分类.....                            | 32        | 2.3 人造板的基本性能.....                 | 40  |
| 2.2.1 按生产过程分类.....                        | 32        | 2.3.1 外观性能.....                   | 40  |
| 2.2.2 按人造板使用性能分类.....                     | 32        | 2.3.2 内在性能.....                   | 40  |
| 2.2.3 按人造板制造时所用被胶接原<br>料单元进行分类.....       | 32        | 2.3.3 功能性.....                    | 40  |
| 2.2.4 从复合材料的角度出发对人造<br>板进行分类.....         | 34        | 2.4 人造板的耐久性.....                  | 40  |
| 2.2.4.1 A 木材×B 合成树脂×... ..                | 35        | 2.4.1 水、热老化.....                  | 42  |
| 2.2.4.2 A1 木材×A2 塑料/橡<br>胶/...×B 树脂... .. | 37        | 2.4.2 生物老化.....                   | 43  |
| 2.2.4.3 A 木材×B 可聚合单体×<br>连续木基×.....       | 38        | 2.4.3 力学性能老化.....                 | 44  |
| 2.2.4.4 A 木材×B 金属×... ..                  | 38        | 2.5 人造板的标准.....                   | 44  |
| 2.2.4.5 A 木材×B 无机物×... ..                 | 39        | 2.5.1 国际标准和国外先进标准.....            | 45  |
|                                           |           | 2.5.2 制定技术标准的原则和要求.....           | 45  |
|                                           |           | 2.6 人造板的发展趋势.....                 | 47  |
|                                           |           | 参考文献 .....                        | 48  |
| <b>第 3 章 人造板生产技术 .....</b>                | <b>50</b> |                                   |     |
| 3.1 人造板制造用胶接单元的制备<br>技术.....              | 50        | 3.2.1.3 干燥曲线和干燥速率<br>曲线 .....     | 127 |
| 3.1.1 板方材制造技术.....                        | 50        | 3.2.2 干燥热能供应系统 .....              | 129 |
| 3.1.2 单板和薄木制造技术.....                      | 51        | 3.2.2.1 热量计算 .....                | 129 |
| 3.1.2.1 原木与木方的软化处理.....                   | 51        | 3.2.2.2 热量供应和转换模式 .....           | 131 |
| 3.1.2.2 单板和薄木的制造.....                     | 54        | 3.2.3 小规格板方材干燥 .....              | 132 |
| 3.1.3 刨花制造技术.....                         | 83        | 3.2.3.1 木材干燥基础 .....              | 133 |
| 3.1.3.1 原料选择、准备和贮存.....                   | 84        | 3.2.3.2 木材干燥方法及装置 .....           | 138 |
| 3.1.3.2 刨花制造.....                         | 86        | 3.2.3.3 人工干燥 .....                | 142 |
| 3.1.3.3 刨花贮存.....                         | 98        | 3.2.3.4 天然干燥 .....                | 144 |
| 3.1.4 纤维制造技术.....                         | 99        | 3.2.4 单板干燥 .....                  | 145 |
| 3.1.4.1 纤维分离方法及纤维<br>质量.....              | 99        | 3.2.4.1 单板干燥的终含水率 .....           | 145 |
| 3.1.4.2 原料软化处理 .....                      | 104       | 3.2.4.2 单板干燥的基本原理 .....           | 147 |
| 3.1.4.3 纤维分离 .....                        | 110       | 3.2.4.3 单板干燥机 .....               | 155 |
| 3.1.4.4 纤维贮存和质量检测 .....                   | 118       | 3.2.5 刨花干燥 .....                  | 159 |
| 3.1.5 其他被胶接单元制造 .....                     | 122       | 3.2.5.1 干燥工艺及影响干燥的<br>因素 .....    | 160 |
| 3.1.5.1 竹片制造 .....                        | 123       | 3.2.5.2 刨花干燥机 .....               | 161 |
| 3.1.5.2 竹篾加工 .....                        | 123       | 3.2.5.3 刨花干燥过程控制 .....            | 165 |
| 3.1.5.3 竹大片刨花 .....                       | 124       | 3.2.6 纤维干燥 .....                  | 166 |
| 3.1.5.4 木丝或竹丝加工 .....                     | 124       | 3.2.6.1 纤维干燥原理 .....              | 166 |
| 3.1.5.5 纤维束加工 .....                       | 124       | 3.2.6.2 纤维干燥方式 .....              | 167 |
| 3.1.5.6 超声切削 .....                        | 125       | 3.2.6.3 纤维的流动 .....               | 168 |
| 3.2 人造板制造用胶接单元的干燥<br>技术 .....             | 125       | 3.2.6.4 纤维干燥机 .....               | 169 |
| 3.2.1 干燥的基本原理 .....                       | 126       | 3.3 半成品加工 .....                   | 171 |
| 3.2.1.1 水分的移动 .....                       | 126       | 3.3.1 单板类加工 .....                 | 172 |
| 3.2.1.2 干燥过程 .....                        | 126       | 3.3.1.1 湿单板加工 .....               | 172 |
|                                           |           | 3.3.1.2 干单板加工 .....               | 173 |

|                              |     |                           |     |
|------------------------------|-----|---------------------------|-----|
| 3.3.1.3 单板贮存 .....           | 178 | 3.5.4 定向铺装成型 .....        | 236 |
| 3.3.2 刨花分选 .....             | 179 | 3.5.4.1 刨花定向成型 .....      | 237 |
| 3.3.2.1 机械分选 .....           | 179 | 3.5.4.2 纤维定向成型 .....      | 239 |
| 3.3.2.2 气流分选 .....           | 181 | 3.5.5 曲面铺装成型 .....        | 239 |
| 3.3.3 纤维分选 .....             | 183 | 3.6 人造板板坯预压技术 .....       | 241 |
| 3.3.3.1 预分选 .....            | 184 | 3.6.1 胶合板板坯的预压 .....      | 241 |
| 3.3.3.2 自然分选 .....           | 185 | 3.6.2 刨花板板坯的预压 .....      | 241 |
| 3.3.4 半成品的运输 .....           | 185 | 3.6.3 纤维板板坯的预压 .....      | 243 |
| 3.3.4.1 单板类输送 .....          | 185 | 3.7 人造板热压成型与胶接技术 .....    | 244 |
| 3.3.4.2 刨花和纤维类输送 .....       | 185 | 3.7.1 热压基本原理 .....        | 244 |
| 3.4 人造板制造用胶接单元的施胶技术 .....    | 189 | 3.7.1.1 热压温度 .....        | 244 |
| 3.4.1 胶黏剂的调配 .....           | 189 | 3.7.1.2 热压压力 .....        | 247 |
| 3.4.1.1 胶黏剂调配的目的 .....       | 189 | 3.7.1.3 热压时间 .....        | 249 |
| 3.4.1.2 添加剂及其作用 .....        | 190 | 3.7.1.4 板坯含水率 .....       | 251 |
| 3.4.1.3 固化剂及固化特性 .....       | 190 | 3.7.1.5 原料与气候因子 .....     | 255 |
| 3.4.2 单板类施胶 .....            | 192 | 3.7.2 典型热压曲线 .....        | 255 |
| 3.4.2.1 胶黏剂调配 .....          | 192 | 3.7.2.1 热压曲线 .....        | 255 |
| 3.4.2.2 施胶方法 .....           | 193 | 3.7.2.2 常用热压参数 .....      | 258 |
| 3.4.2.3 施胶量 .....            | 194 | 3.7.3 周期式热压工艺 .....       | 259 |
| 3.4.3 刨花施胶 .....             | 195 | 3.7.3.1 多层热压机 .....       | 259 |
| 3.4.3.1 胶黏剂调配 .....          | 195 | 3.7.3.2 单层热压机 .....       | 260 |
| 3.4.3.2 施胶方法 .....           | 196 | 3.7.3.3 单层和多层热压机的比较 ..... | 261 |
| 3.4.3.3 施胶量控制 .....          | 201 | 3.7.4 连续式热压工艺 .....       | 262 |
| 3.4.4 纤维施胶 .....             | 205 | 3.7.4.1 辊压式连续热压机 .....    | 263 |
| 3.4.4.1 纤维防水处理 .....         | 205 | 3.7.4.2 钢带平压式连续热压机 .....  | 264 |
| 3.4.4.2 纤维施胶原理 .....         | 215 | 3.7.4.3 挤压式连续热压机 .....    | 266 |
| 3.4.4.3 纤维施胶工艺 .....         | 217 | 3.7.5 特殊热压工艺 .....        | 268 |
| 3.4.4.4 施胶计量和控制 .....        | 220 | 3.7.5.1 蒸汽喷蒸 .....        | 269 |
| 3.5 人造板板坯铺装成型技术 .....        | 220 | 3.7.5.2 高频加热 .....        | 270 |
| 3.5.1 板材与单板类被胶接单元的组坯成型 ..... | 220 | 3.7.5.3 真空加压 .....        | 272 |
| 3.5.1.1 板材组坯 .....           | 220 | 3.7.5.4 带有薄膜压板的多层压机 ..... | 272 |
| 3.5.1.2 单板组坯 .....           | 221 | 3.8 人造板调质与后处理技术 .....     | 273 |
| 3.5.1.3 木材层积塑料板的单板组坯 .....   | 222 | 3.8.1 冷却 .....            | 273 |
| 3.5.1.4 细木工板的组坯 .....        | 224 | 3.8.1.1 堆放冷却 .....        | 274 |
| 3.5.1.5 单板层积材的组坯 .....       | 226 | 3.8.1.2 散置冷却 .....        | 274 |
| 3.5.2 刨花铺装成型 .....           | 227 | 3.8.2 调质处理 .....          | 274 |
| 3.5.2.1 铺装工艺要求 .....         | 227 | 3.8.3 裁边 .....            | 275 |
| 3.5.2.2 铺装方法 .....           | 227 | 3.8.3.1 切割刀具 .....        | 275 |
| 3.5.2.3 刨花铺装机 .....          | 228 | 3.8.3.2 裁边机 .....         | 277 |
| 3.5.3 纤维铺装成型 .....           | 232 | 3.8.4 表面加工 .....          | 279 |
| 3.5.3.1 干法成型 .....           | 232 | 3.8.4.1 表面修补 .....        | 279 |
| 3.5.3.2 湿法成型 .....           | 236 | 3.8.4.2 表面刮光 .....        | 279 |
|                              |     | 3.8.4.3 表面砂光 .....        | 280 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 3.8.5 分等和质量检验 .....     | 284 |
| 3.8.5.1 人造板分等 .....     | 284 |
| 3.8.5.2 成品检验 .....      | 284 |
| 3.8.6 其他处理 .....        | 284 |
| 3.8.6.1 降低板材甲醛释放量 ..... | 284 |
| 3.8.6.2 阻燃处理 .....      | 286 |
| 参考文献 .....              | 286 |

## 第4章 人造板尺寸稳定性 ..... 288

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| 4.1 人造板尺寸稳定的化学热力学基础 .....              | 289 |
| 4.1.1 模型建立 .....                       | 289 |
| 4.1.2 通过改变内应力实现人造板尺寸稳定的条件 .....        | 292 |
| 4.1.3 通过改变熵值实现人造板尺寸稳定 .....            | 292 |
| 4.2 刨花板厚度方向变形模型 .....                  | 294 |
| 4.2.1 刨花板厚度方向变形的模型 .....               | 294 |
| 4.2.2 对模型的释因 .....                     | 296 |
| 4.2.2.1 $F(t)$ 函数 .....                | 296 |
| 4.2.2.2 $f(M, C, t)$ 函数 .....          | 297 |
| 4.2.2.3 $G(t)$ 和 $g(M, C, t)$ 函数 ..... | 299 |
| 4.2.2.4 $J(t)$ 和 $j(M, C, t)$ 函数 ..... | 299 |
| 4.2.2.5 $V(t)$ 函数 .....                | 300 |
| 4.3 刨花板厚度方向变形模型及规律的确定 .....            | 300 |
| 4.3.1 刨花板的厚度膨胀率方程 .....                | 302 |
| 4.3.2 木材的吸水厚度膨胀率方程 .....               | 303 |
| 4.3.3 刨花板内黏弹性变形恢复方程及胶接点破坏引起的变形方程 ..... | 305 |
| 4.3.4 机械吸附蠕变方程 .....                   | 305 |
| 4.3.5 刨花板吸水厚度膨胀率方程的意义 .....            | 305 |
| 4.4 刨花板的“厚度膨胀率平行性现象” .....             | 306 |
| 4.4.1 “密度、热压温度和热压时间”三因素的验证 .....       | 308 |
| 4.4.2 “含水率、施胶量和施蜡量”三因素的验证 .....        | 309 |
| 4.4.3 胶种因素的验证 .....                    | 311 |
| 4.4.4 刨花材料因素的验证 .....                  | 311 |
| 4.4.5 刨花预处理的影响 .....                   | 312 |
| 4.5 制造工艺因素对刨花板吸水厚度膨胀率的影响 .....         | 313 |
| 4.5.1 热压温度 .....                       | 314 |
| 4.5.2 热压时间 .....                       | 315 |
| 4.5.3 热压压力和板材的密度 .....                 | 315 |
| 4.5.4 刨花的含水率 .....                     | 316 |
| 4.5.5 胶黏剂种类 .....                      | 317 |
| 4.5.6 施胶量 .....                        | 318 |
| 4.5.7 施蜡量 .....                        | 318 |
| 4.5.8 刨花形态和刨花种类 .....                  | 319 |
| 4.5.9 刨花预处理 .....                      | 320 |
| 4.5.10 成板的二次压制处理 .....                 | 320 |
| 参考文献 .....                             | 321 |

## 第5章 人造板检测与分析技术 ..... 323

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 5.1 人造板物理性能检测与分析 .....   | 323 |
| 5.1.1 密度 .....           | 323 |
| 5.1.1.1 平均密度检测 .....     | 323 |
| 5.1.1.2 密度偏差检测 .....     | 324 |
| 5.1.1.3 层密度检测 .....      | 324 |
| 5.1.2 含水率 .....          | 324 |
| 5.1.2.1 检测原理 .....       | 324 |
| 5.1.2.2 检测方法和步骤 .....    | 324 |
| 5.1.2.3 结果表示 .....       | 325 |
| 5.1.3 吸水厚度膨胀率 .....      | 325 |
| 5.1.3.1 检测原理 .....       | 325 |
| 5.1.3.2 检测方法和步骤 .....    | 325 |
| 5.1.3.3 结果表示 .....       | 325 |
| 5.1.4 尺寸稳定性测定——方法1 ..... | 325 |
| 5.1.4.1 检测原理 .....       | 325 |
| 5.1.4.2 仪器 .....         | 325 |
| 5.1.4.3 检测方法和步骤 .....    | 326 |
| 5.1.4.4 结果表示 .....       | 326 |
| 5.1.5 尺寸稳定性测定——方法2 ..... | 327 |
| 5.1.5.1 检测原理 .....       | 327 |
| 5.1.5.2 仪器 .....         | 327 |
| 5.1.5.3 检测方法和步骤 .....    | 327 |
| 5.1.5.4 结果表示 .....       | 328 |
| 5.2 人造板力学性能检测与分析 .....   | 328 |
| 5.2.1 静曲强度和弹性模量 .....    | 328 |
| 5.2.1.1 检测原理 .....       | 329 |



|                   |     |                    |     |
|-------------------|-----|--------------------|-----|
| 5.2.1.2 检测方法和步骤   | 329 | 5.3.1.3 试剂         | 336 |
| 5.2.1.3 结果表示      | 329 | 5.3.1.4 试件尺寸       | 336 |
| 5.2.2 内结合强度       | 330 | 5.3.1.5 检测方法和步骤    | 336 |
| 5.2.2.1 检测原理      | 330 | 5.3.2 干燥器法         | 340 |
| 5.2.2.2 检测方法和步骤   | 330 | 5.3.2.1 检测原理       | 340 |
| 5.2.2.3 结果表示      | 330 | 5.3.2.2 仪器与装置      | 340 |
| 5.2.3 胶合强度        | 331 | 5.3.2.3 试剂         | 340 |
| 5.2.3.1 检测原理      | 331 | 5.3.2.4 试件尺寸       | 341 |
| 5.2.3.2 检测方法和步骤   | 331 | 5.3.2.5 溶液配制       | 341 |
| 5.2.3.3 结果表示      | 331 | 5.3.2.6 检测方法和步骤    | 341 |
| 5.2.4 握螺钉力        | 332 | 5.3.2.7 结果表示       | 342 |
| 5.2.4.1 检测原理      | 332 | 5.3.3 气候箱法         | 342 |
| 5.2.4.2 检测方法和步骤   | 332 | 5.3.3.1 检测原理       | 342 |
| 5.2.4.3 结果表示      | 333 | 5.3.3.2 设备         | 342 |
| 5.3 人造板甲醛释放量检测与分析 | 333 | 5.3.3.3 试剂、溶液配制、仪器 | 342 |
| 5.3.1 穿孔法         | 334 | 5.3.3.4 试样         | 342 |
| 5.3.1.1 检测原理      | 334 | 5.3.3.5 检测方法和步骤    | 342 |
| 5.3.1.2 仪器与设备     | 334 | 参考文献               | 343 |

## 第6章 人造板应用技术 344

|                      |     |                        |     |
|----------------------|-----|------------------------|-----|
| 6.1 人造板在家具制造中的应用     | 344 | 6.2.2.1 吊顶面胶合板的安装方法    | 357 |
| 6.1.1 在家具中应用人造板的主要原因 | 344 | 6.2.2.2 吊顶面纤维板的安装方法    | 358 |
| 6.1.2 板式家具概述         | 345 | 6.2.3 地面材料             | 359 |
| 6.1.3 板式家具对人造板的质量要求  | 345 | 6.2.3.1 实木复合地板         | 359 |
| 6.1.3.1 厚度偏差         | 346 | 6.2.3.2 强化木地板          | 361 |
| 6.1.3.2 表面质量         | 346 | 6.2.4 墙面装饰材料           | 363 |
| 6.1.3.3 力学性能         | 347 | 6.2.5 各种室内装饰配件         | 363 |
| 6.1.3.4 蠕变           | 347 | 6.3 人造板在建筑工程中的应用       | 364 |
| 6.1.3.5 尺寸稳定性        | 348 | 6.3.1 人造板在建筑材料中的重要地位   | 364 |
| 6.1.3.6 握钉力          | 349 | 6.3.2 人造板应用于墙体材料       | 365 |
| 6.1.3.7 甲醛释放量        | 350 | 6.3.2.1 人造板作内隔墙的适用性    | 365 |
| 6.1.3.8 机械加工性能       | 352 | 6.3.2.2 建筑工程对内隔墙人造板的要求 | 366 |
| 6.1.3.9 边缘质量         | 352 | 6.3.3 人造板应用于建筑模板       | 369 |
| 6.1.4 人造板在家具中的应用实例   | 352 | 6.3.3.1 模板材料的要求        | 370 |
| 6.1.4.1 面(或顶)板       | 352 | 6.3.3.2 木胶合板模板         | 370 |
| 6.1.4.2 旁板           | 353 | 6.3.3.3 竹胶合板模板         | 371 |
| 6.1.4.3 背板           | 354 | 6.3.3.4 钢框-木胶合板模板      | 372 |
| 6.1.4.4 柜门           | 355 | 6.3.3.5 钢框-竹胶合板模板      | 372 |
| 6.1.4.5 抽屉           | 355 | 6.3.3.6 钢框-非木质人造板模板    | 372 |
| 6.1.4.6 搁板           | 355 | 6.3.3.7 其他人造板模板        | 372 |
| 6.2 人造板在室内装修中的应用     | 356 |                        |     |
| 6.2.1 人造板合成门         | 356 |                        |     |
| 6.2.2 吊顶材料           | 357 |                        |     |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 6.3.4 人造板在建筑业的应用实例           | 373 |
| 6.3.4.1 中密度纤维板用作内隔墙          | 373 |
| 6.3.4.2 石膏刨花板用作墙体材料          | 374 |
| 6.3.4.3 石膏纤维板用作墙体材料          | 376 |
| 6.3.4.4 水泥刨花板用作墙体材料          | 377 |
| 6.3.4.5 胶合板用于建筑模板            | 378 |
| 6.3.4.6 竹胶合板用于建筑模板           | 381 |
| 6.3.4.7 复合组合模板的应用            | 382 |
| 6.4 人造板在车船制造中的应用             | 383 |
| 6.4.1 火车车辆方面                 | 383 |
| 6.4.1.1 中密度纤维板在铁路货车检修中的应用技术  | 384 |
| 6.4.1.2 木塑复合材料(WPC)在铁路客车上的应用 | 384 |
| 6.4.2 船舶方面                   | 385 |
| 6.4.3 汽车车辆方面                 | 385 |
| 6.4.4 集装箱方面                  | 386 |
| 6.5 人造板的其他应用                 | 387 |
| 6.5.1 各种包装材料                 | 387 |
| 6.5.1.1 胶合板包装材料              | 388 |
| 6.5.1.2 纤维板包装材料              | 388 |
| 6.5.1.3 竹胶板包装材料              | 388 |
| 6.5.1.4 定向结构刨花板包装材料          | 388 |
| 6.5.1.5 木塑复合材料包装材料           | 389 |
| 6.5.1.6 秸秆人造板包装材料            | 390 |
| 6.5.2 乐器、家电、仪表壳体             | 390 |
| 6.5.3 文化体育用品                 | 390 |
| 6.5.4 电子线路板衬板                | 390 |
| 6.5.5 日常生活用品                 | 390 |
| 参考文献                         | 390 |

## 第7章 环境与安全 ..... 393

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 7.1 人造板生产环境             | 393 |
| 7.1.1 人造板生产过程中的环境污染     | 393 |
| 7.1.1.1 胶合板生产过程中的环境污染   | 393 |
| 7.1.1.2 纤维板生产过程中的环境污染   | 395 |
| 7.1.1.3 刨花板生产过程中的环境污染   | 397 |
| 7.1.1.4 合成树脂生产过程中的环境污染  | 398 |
| 7.1.1.5 人造板装饰处理过程中的环境污染 | 399 |
| 7.1.2 人造板工业大气污染防治       | 399 |
| 7.1.2.1 游离甲醛污染防治        | 400 |
| 7.1.2.2 粉尘污染防治          | 400 |
| 7.1.3 人造板工业水污染防治        | 401 |
| 7.1.3.1 合成树脂胶黏剂生产废水的处理  | 401 |
| 7.1.3.2 胶合板工业废水的处理      | 402 |
| 7.1.4 人造板工业噪声污染防治       | 403 |
| 7.1.4.1 噪声控制基本方法        | 403 |
| 7.1.4.2 人造板设备降噪技术       | 404 |
| 7.2 安全生产要求              | 407 |
| 7.2.1 原料储存的安全要求         | 407 |
| 7.2.2 原料制备的安全要求         | 408 |
| 7.2.3 机械设备的安全要求         | 408 |
| 7.2.4 人造板生产过程中的防火、防爆    | 408 |
| 参考文献                    | 409 |

# 第1章 人造板生产原料

人造板生产所用原料包括木材类原料和非木材类的一年生与多年生植物纤维原料，这类原料是构成人造板的主要原料；还包括用于将纤维质原料重组复合胶接在一起形成人造板材的胶接材料——胶黏剂；以及为赋予人造板材不同性能而添加的各种辅助材料，如防水剂、固化剂、阻燃剂、防腐与防霉剂、填充剂等；从广义上讲还应包括各类贴面材料。

## 1.1 木材类原料

木材是一种可再生的生物质材料，它不同于其他材料，因树种不同、立地条件不同材质差异极大。同时，木材的来源——树木又是人类生存地球的绿色屏障，是人类赖以生存的宝贵资源和财富，因此木材又是一种特殊材料。

木材是一种功能材料，它具有其他材料所不具备的特殊功能。如木材的调湿功能、木材的装饰功能、木材的吸音功能、木材和人类生活的友好协调性等，木材与人类有不解之缘，是人类生产与生活所必需的重要材料。

木材是一种天然生物质复合材料。特殊的生理构造赋予木材以特殊的性能。由于木材的生物学特性，致使木材的变异性非常大，是一种非均质材料。

基于以上木材的特殊性，决定了木材加工原理与方法的特殊性。因此，为充分地利用木材资源，必须依据不同种类、不同规格、不同性质木材原料的特点研究木材的加工原理，确定人造板的生产工艺和技术。

### 1.1.1 我国目前森林资源消耗情况

第五次全国森林资源清查结果，我国目前森林资源总量 3.5862 亿立方米，折合木材产量 2.4209 亿立方米；商品材资源消耗量 1.8675 亿立方米，折合木材产量 1.1381 亿立方米；农民自用材资源消耗 7488 万立方米，折合木材产量 4568 万立方米；培植用材资源消耗量 588 万立方米，折合木材产量 500 万立方米；薪炭材资源消耗量 9129 万立方米，折合木材产量 7760 万立方米；全国木材总需求量 2.6 亿~2.8 亿立方米，实际可供给量 1.42 亿立方米，扣除薪炭材后，商品材年均缺口量 3300 万~4300 万立方米。

根据第六次全国森林资源清查结果（1999~2003 年），森林覆盖率由建国初期的 8.6% 提高到 18.21%，比第五次清查结果提高了 1.66%。

我国森林总量不足，相当于世界平均水平的 61.52%，居世界 130 位。全国森林面积为 1.75 亿公顷，居世界第 5 位，人均森林面积 0.132 公顷，不到世界平均水平的 1/4，居世界第 134 位，人均森林蓄积 9.421 立方米，不到世界平均水平的 1/6，居世界第 122 位。

森林质量不高。全国林分平均每公顷只有  $84.73\text{m}^3$ ，相当于世界平均水平的  $84.86\%$ ，居世界第 84 位，林分平均胸径只有  $13.8\text{cm}$ 。林木龄组结果不尽合理，中、幼林比例已达  $67.85\%$ 。人工林经营水平不高，树种单一现象还比较严重。

森林分布不均。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  $32.19\%$  的西北五省区森林覆盖率只有  $5.86\%$ 。

在全部林分面积  $28.9\%$  的成、过熟林中天然林占据  $97.3\%$  的份额。而由于生态、环保的重视，特别是国家 1998 年实施天然林保护工程以来，对长江、黄河源头和中上游地区实行禁伐，对东北林区实行限伐，计划内采伐的木材从 1996 年的  $6710.27$  万立方米下降到 2000 年的  $4723.97$  万立方米，平均每年削减  $397.26$  万立方米。另一方面，我国经济持续高速增长、基建规模不断扩大、西部开发的稳步推进、小城镇建设的逐步实施、室内装修的不断升温和生活水平的不断提高，都导致木材需求的不断扩大，供求矛盾的不断加剧。

据分析，我国目前每年商品材供求缺口达  $4000$  万立方米。这种矛盾的结果可能引起的积极效果是：我国木材进口加大，林产工业对外贸易的活跃；木材综合利用与合理利用不断受到全社会的关注，推动了林产工业的健康发展；木材与林产品市场的逐步完善和发展。负面效应是林木的盗伐与滥伐，林木过量采伐仍相当严重，并且林地流失严峻，全国由林地转化为非林地年均达  $73.94$  万公顷。

我国人工林保存面积  $0.53$  亿公顷 ( $7.95$  亿亩)，蓄积  $15.05$  亿立方米，居世界第一。

目前全国可供采伐利用的用材林资源只有 ( $14\sim 15$ ) 亿立方米，1995 年可供工业用木材资源为  $5425$  万立方米，2000 年为  $8532$  万立方米，而全国目前年均木材总耗 ( $2.6\sim 2.8$ ) 亿立方米，其中工业用材消费量在  $1.3$  亿立方米左右。

成、过熟林蓄积 1993 年为  $19.6$  亿立方米，2000 年减少到  $13.5$  亿立方米，到 2010 年约为  $8.75$  亿立方米。1998 年起的 3 年内，在重点地区对禁伐区逐步实施全面停止木材采伐，一般生态保护区大幅度调减木材产量，调整采伐方式，进行适度的经营择伐及抚育伐，2000 年木材年产量将从 1997 年的基础上调减约  $1600$  万立方米，加上杜绝原来每年超计划采伐的  $630$  万立方米，2000 年实际将调减木材产量  $2230$  万立方米。

基于以上情况，我国木质基材料的生产和加工已不能采用传统的木材加工方法，必须利用一切可利用资源，引进现代材料加工理念，应用材料设计原理，使有限的木质材料资源得到充分高效的利用。通过胶接技术、复合技术和重组技术，将低质材、劣等材、速生小径材、森林抚育间伐材的枝桠和小径材，加工成为国民经济建设发展和人们生活水平提高所需要的各类人造板材。

## 1.1.2 用于人造板生产的木质原料

### 1.1.2.1 原木类原料

原木类原料主要来源于采伐原木经截断造材所得不同规格的规格原木，包括优质的天然林大径级原木、人工速生林的大径级原木，以及各类中小径级原木。这类原料适于生产胶合板、单板集成材、集成板材与集成方材（也称其为胶接木材）等。由于天然林的枯竭和我国天然林资源保护工程的实施，优质大径级天然林原木越来越少，市场供应的更多的是各类中小径级的原木。另外，由于我国林业和木材政策的调整，近年来进口原木逐渐增多，高档刨切薄木、优质实木地板、包括胶合板生产多使用进口原木。

### 1.1.2.2 枝桠材

枝桠材主要来源于采伐和造材。树木伐倒后经打枝去头，留下树干（原条），剩下大量枝桠材。原条运到贮木厂，进行造材又产生一定量的截头等即为造材剩余物。这两类剩余物可以作为人造板生产的原料使用，主要用于生产木片，可用作刨花板、纤维板等生产原料，

去皮优质木片也可用作造纸原料。

#### 1.1.2.3 森林抚育伐剩余物

无论人工林或天然林的培育都必须进行抚育伐和间伐,产生大量的小径材和枝桠材。特别是国有林区,虽然实施了天然林资源保护工程,禁止或限制木材采伐的林木也必须进行抚育伐和间伐,这类原料是非常宝贵的木质材料资源。抚育伐和间伐产生的小径级木材是优质的人造板原料,可用于生产刨花板、纤维板等,亦可用于胶接木材,或用于生产优质木片等。

#### 1.1.2.4 木片

近年来,木片已经成为林业生产的一个产品。林区大量的采伐剩余物、抚育伐剩余物、造材剩余物以及各类木材加工剩余物可直接将其加工成木片供应市场。木片生产既解决了分散小批量原料集中利用问题,又降低了运输成本,更便于集中高效利用。去皮优质木片可用于生产优质人造板,还可以用于造纸。目前已有许多人造板生产厂家直接使用木片生产人造板。

#### 1.1.2.5 木材加工剩余物

木材加工生产包括制材生产、胶接木材和木制品加工制造等,是一类以实体木材为原料通过机械加工方法,直接制造木材半成品和产品,如板方材、各类实木家具、建筑的门、窗、地板、楼梯扶手等,以及室内装饰装修材料。木材加工剩余物主要包括板皮、截头、刨花、锯屑、小木块等。目前中小木材加工企业将这类原料作为燃料烧掉,若从生物质材料的利用效能来看,应该将其用于木质材料的制造更为合理。

#### 1.1.2.6 其他原料

如树皮和锯屑等也是宝贵的生物材料资源,到目前为止这部分原料还没有得到很好的利用,大部分作为燃料。我国目前木材加工企业普遍规模小、地域分散是这类原料没能很好地利用的原因之一。

## 1.2 非木质原料

几千年来,木质材料以其独特的材料性能以及优良的环境特性深受人们喜爱,广泛地被用于人类的生产生活环境当中,发挥着重要的作用。作为资源和原料的木质材料在广义上不仅限于木材或来源于木材的物质,可将一切能够提供木质部成分或植物纤维以供利用的天然物质都可统称为木质资源材料,如木材、竹材、藤材、灌木的根茎、各种作物的秸秆(如稻草、麦秸、麻秆、棉秆、芦苇秆、玉米秆、高粱秆、甘蔗渣)等<sup>[1]</sup>。这其中的非木质原料也是非常好的人造板生产原料,有些已经用于制造人造板如竹材、甘蔗渣、亚麻屑等,其余大部分还有待开发研究。

### 1.2.1 竹材

我国竹类资源丰富,无论是竹子的种类、面积、蓄积量还是年采伐量均居世界之首。据统计,全国共有竹类植物 40 多属 500 余种,竹林面积 720 万公顷,其中纯竹林 420 万公顷,主要分布在福建、江西、浙江、湖南、广东和四川 6 省。竹类植物生长速度快、产量高、代木性好,由于木材资源日益紧缺,竹类资源日益受到重视,人工竹林面积迅速扩大,以每年 6 万多公顷的速度增长。同时,每年全国产竹 1800 万吨,竹笋 170 万吨,年产毛竹 5 亿多根,相当于 1000 余万立方米的木材,竹业年产值 200 亿元。我国对竹的科学研究、生产和开发利用也已具有国际领先水平,已研制出多种竹制产品,如竹制家具、竹人造板、竹地板、竹编织物、竹筷、竹席、竹牙签等,正在向以竹代木、以竹养木的目标发展。竹材人造



板是我国非木质人造板的重要品种之一,已经形成相当规模的产业。

### 1.2.2 藤材

藤类是世界植物资源和森林资源的重要组成部分,具有生产周期短、经济价值高、特殊观赏文化价值、易实现可持续经营等显著特点,已成为仅次于木材和竹材的重要非木材木质资源之一。我国藤类资源天然分布有3属40种21个变种,约占全世界总属数的23.1%,已知种数的6.7%。除了省藤属原始省藤亚属和钩叶藤属藤种外,其余都不同程度地被利用。我国主要商品藤年产量约为4000~6000t,以海南岛和云南为主要产区。目前,主要藤产品为家具等编织品,其他有手杖、登山杖、马球棒、棒球及曲棍球棒、伞柄等。另外多种藤果和藤梢富含营养,为优质热带水果和森林蔬菜,还可萃取“麒麟血竭”药品等。

### 1.2.3 灌木

灌木类是无明显直立主干的木本植物。灌木的经济价值大体可分为薪炭用灌木、工艺灌木、观赏灌木、饲料灌木、香料灌木和药用灌木等。灌木薪炭林燃烧后产生大量的热能可用于取暖、做饭等,与煤和石油相比,可以做到永续利用。工艺灌木的枝条纤细,可用于编织工艺品,如任柳、紫穗槐、胡枝子、柠条、沙柳、乌柳等都是编制筐篓、席和日用工艺品的必要原料。因此,灌木虽不提供粗壮的主干供家具等利用,但其在日常生活中的利用仍是十分广泛的。近年在我国已经开展利用沙柳制造人造板的开发研究。

### 1.2.4 稻草

稻是禾本科植物,是世界重要的粮食作物。世界每年产稻44982.7万吨;我国每年稻的产量约为17218.4万吨,占世界稻产量的38.3%。稻的谷草比一般在1.0左右,照此计算,每年全世界将有44982.7万吨的茎秆作为副产品产生,是一笔十分巨大的资源。但目前对它的利用却不十分理想,除在部分地区用作造纸(制造包装纸、普通文化纸、草纸板等)、种植食用菌等外,大部分作为废物直接燃烧,不但造成了资源的巨大浪费,还给环境带来了污染。国内已经研究用稻草作为人造板的原料及墙体材料。

### 1.2.5 麦秸

麦是1年生的禾本科植物,是世界重要的粮食作物,也是我国北方的粮食主作物之一。我国麦秸资源年产量达1亿吨左右,但大部分未得到合理利用,造成了资源的极大浪费。麦秸是优良的造纸原料,我国中小型纸厂多使用麦秸作原料。同时麦秸又是良好的人造板用原料,国外已经开发多条麦秸人造板生产线,国内也开发研究多年。采用异氰酸酯胶黏剂制造人造板不但解决了麦秸对醛类胶黏剂难胶接问题,并且板材具有防水性,在生产工艺上还具有对被胶接麦秸含水率适应范围广,不用施加石蜡防水剂,产品无甲醛和游离酚等污染环境。但是,目前异氰酸酯胶黏剂价格较贵,并且以生产的一类防水板材与普通的室内型人造板竞争普通板材市场,影响产品的市场竞争力,需要开辟其适宜的应用领域。

### 1.2.6 麻秆

麻是禾本科1年生草本植物。我国为最早栽培麻的国家,蔡伦造纸所用的破布和渔网,其原料就主要是麻。其后日本、越南、朝鲜、印度和东南亚各国均从我国引种,后来渐渐传入欧美、非洲等地,但质量不佳。目前,我国麻产量占世界总产量的80%以上,黄河、长江和珠江流域都有栽培,其产量以四川、湖北等省为最多。麻1年可收割2~3次,是纺织

的优良原料,麻帆布透气性、抗水性较好,柔韧、坚韧,可织造麻布、帆布、强韧绳索、降落伞等。麻秆是造纸的优良原料,钞票纸、证券纸、字典纸、卷烟纸等也常掺入部分麻纤维。纺织工业中麻织品的下脚料和工业剩余物可以用作人造板原料,亚麻屑是非常好的人造板原料。因为亚麻屑是亚麻原料厂的下脚料,集中量大,原料供给方便,所以在我国北方和新疆等地建设了多条亚麻屑人造板生产线。

### 1.2.7 棉秆

棉是禾本科双子叶草本植物,是半木质化原料。黄河流域、西北、华北、东北、华南为主要棉产区。棉的应用主要是作为纺织原料,而它的副产物棉秆一般被燃烧或丢弃。我国每年约有4000万吨棉秆,其中约85%作为燃料消耗,大量的棉秆资源未被充分利用。其实,棉秆中纤维素含量高,其中以性能优良的 $\alpha$ -纤维素为主,是棉短绒、木浆原料的重要补充;棉秆皮即棉花茎秆的韧皮用于制绳、织麻袋、造纸、造船填缝等;棉秆芯制成浆后可与长纤维浆料配合抄纸;全秆是很好的造纸和人造板的原料。各国都在研究棉秆制板技术,国内外也都建立了棉秆碎料板生产线。但是,用棉秆制造人造板的关键技术是棉秆皮和棉桃问题,也就是如何将棉秆加工成适于制造人造板胶接单元是制约棉秆人造板发展的瓶颈技术问题。

### 1.2.8 芦苇

芦苇是根茎型的禾本科高大草本植物,营养繁殖力强,具有较高的经济价值,可用于造纸、编织、药材等,营养生长期粗蛋白含量在禾本科类植物中居于上等,是优良的饲草;叶、茎、花序、根亦可入药;与木材相仿,是优质的造纸原料,在我国造纸工业中居重要的地位;同时也可作为刨花板、纤维板的原料。我国每年大约生产芦苇200万吨,约占世界总产量的6%,主要分布在湖南、湖北、江苏、河北、辽宁、黑龙江和新疆等地。国内曾尝试用芦苇制造人造板,但遇到的问题与麦秸和稻草等同样是因其表面富含生物蜡和硅而不适于醛类胶黏剂胶接。

### 1.2.9 玉米秸

玉米是禾本科旱地栽培粮食作物,在世界粮食生产中的产量居第3位。玉米秸秆资源丰富,可作为酿酒、生产人造板和造纸的原料。全世界每年玉米秸的产量超过7.9亿吨,其中我国约为1.2亿吨,仅次于美国居世界第2位。但目前玉米秸除了极少一部分被用作牛羊等畜类饲料外,绝大部分被废弃,并未得到合理的应用。国内在20世纪80年代就尝试使用玉米秸制造人造板,但是,除了玉米秸表面富含生物蜡和硅外,还存在髓心和叶子的处理和利用问题,如若只将其韧皮单独分离出来的话,是非常好的人造板原料。

### 1.2.10 甘蔗渣

甘蔗是制糖的主要原料,蔗糖占我国食糖总产量的80%左右。甘蔗在压榨制糖过程中,除获得主产品蔗糖外,还有蔗渣、废糖蜜、蔗泥三大副产品,以压榨1t甘蔗计,大约可获得蔗糖120kg、湿蔗渣270kg,蔗渣数量巨大。蔗渣是优良的非木材植物纤维原料,可直接用来作燃料,或作制浆造纸、纤维板和刨花板原料,还可用作饲料或栽培食用菌,制取纤维素、糠醛、乙酰丙酸、木糖醇等化学产品。我国的甘蔗渣人造板技术成熟,发展良好。

### 1.2.11 高粱秸

高粱是禾本科旱地栽培作物,世界四大粮食作物之一。在世界的谷物粮食中,高粱排在小

麦、稻谷、玉米和大麦之后,位居第5。我国高粱的分布较广,种植面积较大的地区有辽宁、河北、山东等,种植面积在66.67万~132万公顷,其次是吉林、黑龙江、山西等省高粱年产量在600万吨左右,为世界第3位。高粱秸纤维的平均长度和直径之比与一般木材的比值相当,表皮坚硬且轻,容易得到笔直的秆茎。原料丰富,价格低廉,适宜重量轻强度大的板材,与木材人造板比较,具有绝热、保温、隔音、防水、轻便、坚固耐用等优点,应用领域广泛。高粱秸人造板另一重要特点是素板与贴面一次热压成型,省去贴面生产线的设备。

总之,非木质生物原料是非常好的制造人造板原料,具有巨大的开发潜力,用其制造人造板,特别刨花板的关键技术问题是如何将其加工成适于胶接工艺技术要求胶接单元,备料工段与普通木质原料区别较大。以往国内外的开发研究都忽略了对备料工段的深入开发研究,多数是直接套用木质原料备料工段的生产技术,最终没能充分地解决非木质人造板生产的工艺技术问题,这是制约非木质人造板发展的关键问题之一。

### 1.3 人造板生产原料的性质

人造板是利用木质和非木质单元通过胶接或复合而制成的人造板材,人造板的性能在很大程度上与其被胶接材料的性能相关。人造板生产原料的基本性质包括物理性质、力学性质、化学性质和加工性质等。了解人造板生产原料的性质,有利于制定合理的生产工艺、调整和控制人造板的性质以及有效地解决人造板的加工利用问题。

#### 1.3.1 人造板生产原料的物理性质

人造板生产原料的物理性质是指不改变其化学成分,也无外界机械力的作用,就能了解的性质。主要包括水分、质量和干缩湿胀,这与原料的加工性能相关。此外,还有原料对电、热、声的传导性,电磁波的透射性等,这些与人造板的加工工艺相关。

##### 1.3.1.1 木质原料水分与干缩湿胀

木质原料中的水分即含水率直接影响原料的许多性质,如质量、强度、干缩与湿胀、耐久性、燃烧性及加工性能等,尤其是对胶接单元的制造和胶接工艺密切相关。

木质原料中的水分有两种,即自由水和结合水。自由水存在于细胞腔和细胞间隙内,与木质材料的质量、保存性和燃烧性相关。结合水存在于细胞壁内,也称为吸湿水、吸着水,与细胞壁物质的羟基以氢键形式结合,直接影响木质材料的干缩湿胀与强度,对人造板生产它直接关系到木质原料的弹塑性,与人造板生产工艺直接相关。

在木质材料干燥过程中,当细胞腔内的自由水完全蒸发,而细胞壁的结合水没散失时;或者当干木质材料的细胞壁吸满结合水,即细胞壁水分达到饱和状态,但细胞腔内完全没有自由水时,这时候的木质原料含水状态称为纤维饱和点。纤维饱和点是木质原料材性变异的转折点。木质原料含水率在纤维饱和点以上时,木质材料强度不变,没有干缩湿胀变化。而在纤维饱和点以下时,木质材料的强度随含水率的降低而增加,同时随含水率降低而产生收缩,含水率降至零,收缩达到最大值;反之,随含水率的增加而膨胀,直至达到纤维饱和点为止。纤维饱和点因原料种类不同,特别是木材的树种不同而有差别,通常约在30%左右。

木材的干缩湿胀,顺纹方向(轴向)与横纹方向(径向和弦向)显著不同,径向与弦向的差异也很大。轴向干缩率一般为0.1%~0.3%,而径向干缩率和弦向干缩率的范围则在3%~6%和6%~12%。这与木材的构造有关,主要是细胞壁的结构,因为干缩湿胀发生在垂直于纤维的方向,对于起主导作用的纤维细胞壁中次生壁中层(S<sub>2</sub>层),该层纤维排列方向与细胞轴接近平行,因此木材的横向干缩湿胀最大,纵向的干缩湿胀最小。此外,也与细

胞壁中主要化学成分的分布有一定关系。

因为木材具有干缩湿胀的特性，所以为提高人造板的尺寸稳定性，必须对木质原料实施防水处理，如添加石蜡等憎水物质。

### 1.3.1.2 木材的密度

木材的密度是指单位体积的木材的质量，单位为  $\text{g}/\text{cm}^3$  或  $\text{kg}/\text{m}^3$ 。木材的密度与木材的许多物理性质都有密切的关系。木材的密度是木材的物理性质的一项重要指标，可以根据它来估算木材的质量，判断木材的物理机械性质（强度、硬度、干缩率、湿胀率等）和工艺性质，有很大的实用意义。

木材是多孔性物质，其外形体积由细胞壁物质和纤维孔隙（细胞腔、细胞间隙、纹孔等）及超微孔隙（微纤丝之间的空隙等）构成，因而其密度除木材容积密度外，还有细胞壁密度和木材细胞壁物质密度（实质密度）。实质密度与树种关系很小，不同树种之间基本相同，所以木材的孔隙度和密度之间存在直接关系。木材的实质密度大约为  $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ 。木材细胞密度因树种不同而异，一般为  $0.71\sim 1.27\text{g}/\text{cm}^3$ 。

影响木材密度的因子很多，变化的幅度很大，通常根据它的含水率不同分为：基本密度 = 绝干木材质量 / 生材体积；生材密度 = 生材质量 / 生材体积；气干密度 = 气干材质量 / 气干材体积；绝干密度 = 绝干材质量 / 绝干材体积。最常用的是基本密度和气干密度，我国规定气干含水率为 15%。不同树种的木材密度与含水率、木材构造、抽提物含量等有关，而木材的构造和抽提物又受树龄、树干部位、立地条件等的影响。

木材的强度与刚性随木材密度而变化，其实质是单位体积内所含木材细胞壁物质数量的多少，决定木材强度与刚性的大小。

木质材料本身密度的大小直接关系到用其制造的人造板的密度。当工艺条件一定时，使用密度小的木质原料制成的人造板材的密度也低，反之，使用密度大的木质原料制成的人造板材的密度高。另外，密度低的木质原料在压制人造板时，可压缩率大，相对胶接面积大，并且可以相对节省原料。密度还影响人造板制造过程中的加工性能。

### 1.3.2 人造板生产原料的力学性质

木质材料力学性质表示木质材料抵抗外部机械力作用的能力。外部机械力的作用有拉伸、压缩、剪切、弯曲、扭转、冲击等。由于组成木质材料的细胞是定向排列的，各项强度也就有平行纤维方向与垂直纤维方向之区别，对于木材垂直纤维方向又分为弦向、径向，同项强度因木材各向异性，其大小在三个方向各不相同。

影响木材强度的因素很多，主要是木材缺陷，其次是木材密度、含水率、生长条件、解剖因子等。密度大，强度亦大，所以密度通常是判定木材强度的标志。产地不同、生长条件不同，木材强度亦会有差异。在同一株树上，因部位不同，强度也会有差别，如靠近髓心部分，易开裂，强度亦较低。

木材的力学性质直接左右实木制品的性质。但是，当将木材加工成小的胶接单元后再重组胶接时，木材的力学性质对人造板的性质的影响程度则相对减小，胶接单元越小其影响的程度越少。特别是当将木材分离成纤维时，再重组胶接或复合成人造板材后，木材自身的力学性质对人造板材性质的影响就更小。

### 1.3.3 人造板生产原料的化学性质

木质材料的化学组成可大致分为主要成分和少量成分（抽提物）两种，主要成分是由纤维素、半纤维素和木素构成，抽提物则是由脂肪族化合物、芳香族化合物、萜烯类化合物、含氮化合物、果胶及无机物等构成。