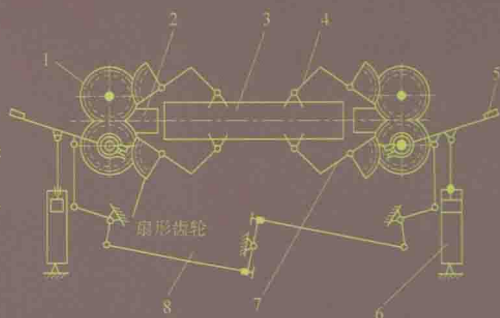
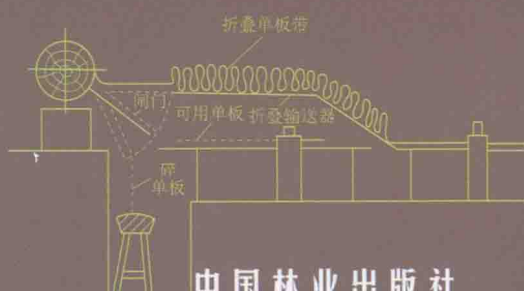
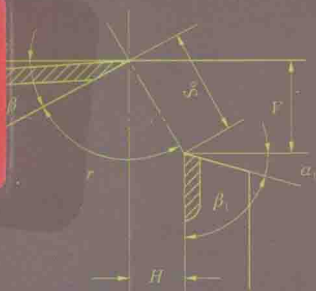


# 胶合板制造学

PLYWOOD MANUFACTURING



高等院校木材科学与工程专业规划教材

# 胶合板制造学

PLYWOOD MANUFACTURING

周晓燕 主 编  
王欣 杜春贵 副主编  
李凯夫 主 审

中国林业出版社

**图书在版编目 (CIP) 数据**

胶合板制造学 / 周晓燕主编. - 北京: 中国林业出版社, 2012. 10  
高等院校木材科学与工程专业规划教材  
ISBN 978-7-5038-6777-4

I. ①胶… II. ①周… III. ①胶合板 - 制造工艺 - 高等学校 - 教材  
IV. ①TS653.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 234346 号

**中国林业出版社·教材出版中心**

策划、责任编辑: 杜娟

电话、传真: 83280473 83220109

---

出版发行 中国林业出版社(100009 北京市西城区德内大街刘海胡同7号)

E-mail: jiaocaipublic@163.com 电话: (010)83223119

http://lycb.forestry.gov.cn

经 销 新华书店  
印 刷 北京昌平百善印刷厂  
版 次 2012年12月第1版  
印 次 2012年12月第1次印刷  
开 本 850mm × 1168mm 1/16  
印 张 13.75  
字 数 318千字  
定 价 30.00元

---

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

**版权所有 侵权必究**

# 木材科学及设计艺术学科教材

## 编写指导委员会

顾 问 江泽慧 张齐生 李 坚 胡景初  
主 任 周定国  
副 主 任 赵广杰 王逢瑚 吴智慧 向仕龙 杜官本 费本华

## “木材科学与工程”学科组

组 长 委 员 周定国  
副 组 长 委 员 赵广杰 刘一星 向仕龙 杜官本  
委 员 (以姓氏笔画为序)  
于志明 马灵飞 王喜明 吕建雄 伊松林 刘志军  
刘盛全 齐锦秋 孙正军 杜春贵 李凯夫 李建章  
李 黎 吴义强 吴章康 时君友 邱增处 沈 隽  
张士成 张 洋 罗建举 金春德 周捍东 周晓燕  
夏玉芳 顾继友 徐有明 梅长彤 韩 健 谢拥群  
秘 书 徐信武

# 前 言

人造板工业是林产工业领域的一个重要分支，与人类社会的发展、生态环境的建设以及科学技术的进步有着紧密的联系。近几十年来，特别是改革开放三十多年以来，我国人造板工业获得了突飞猛进的发展，发生了翻天覆地的变化。目前，我国人造板产量已位居世界之首。我国正在朝着人造板工业大国和强国的目标迈进。

伴随着人造板工业的科技进步，专业人才培养也受到了国家、企业和全社会的高度重视。历经几代人的努力，开设木材科学与工程专业的各高校在“人造板工艺学”的课程设置和教材建设方面形成了自己的优势和特色，为我国人造板工业技术创新和赶超世界先进水平发挥了重要的作用。为了促进人造板教材的结构调整和质量提升，各高校学科带头人提出了《胶合板制造学》、《纤维板制造学》和《刨花板制造学》三书合一的大胆构想，编写了《人造板工艺学》新教材，该教材以原料单元为主线，以工艺过程为重点，以材料改性为突破，形成了新教材的个性和亮点。教材受到了各个学校和广大师生的欢迎，至今已进行了第二次修订，多次重印，并被评为教育部国家级规划教材及江苏省级精品教材。

在肯定新教材各方面优点的同时，编者和读者已经注意到该教材存在的不足之处，比如，新教材在引进专业概念和具体技术时，入门起点偏高，引进速度偏快，学生的注意力难以集中，希望有一个循序渐进的平稳过渡。在广泛进行调查研究的基础上，我们组织编写了《胶合板制造学》、《纤维板制造学》和《刨花板制造学》三本教材，作为新教材的入门专业教材。这三本教材的共同特点是：既重视理论，更重视实践；既重视原料单元，更重视产品结构；既重视产业传承，更重视技术创新。相信这三本教材在人造板专业教学改革中必将发挥重要的作用。

本书由周晓燕教授（南京林业大学，编写第1章概述，第3章单板制造，第6章单板胶合，第8.2节单板层积材）任主编；王欣副教授（内蒙古农业大学，编写第2章备料，第5章单板施胶与组坯，第7章后期处理）和杜春贵教授（浙江农林大学，编写第4章单板干燥和加工，第8.1节竹材胶合板，第8.5节细木工板）为副主编；潘明珠副教授（南京林业大学，编写第8.3节平行单板条层积材，第8.4节集成材，第8.6节木材层积塑料）参编。周晓燕负责全文通稿，华南农业大学李凯夫教授担任本书主审，我们谨向为本书写作、编辑、出版和发行等作出积极贡献的各位专家、教授（其中特别包括年轻的专家和学者）和出版工作者表示衷心的感谢！

本书适合本科生在上“人造板工艺学”专业课程前先期阅读，提前接受专业感性认识，也可以用作大学生进行生产实习的专业辅助读物，还可以供企业管理人员以及操作工人阅读。

由于作者水平所限，本书难免存在不妥之处，请广大读者批评指正，以便再版时得以纠正。

编 者

2012年7月

# 目 录

## 前 言

## 第 1 章 绪 论

- 1.1 胶合板生产的发展历史 ..... (1)
- 1.2 胶合板的分类 ..... (6)
- 1.3 胶合板的性能 ..... (7)
- 1.4 胶合板的生产工艺流程 ..... (9)
- 1.5 胶合板的构成原则 ..... (10)

## 第 2 章 备 料

- 2.1 原料选择 ..... (15)
- 2.2 原木检验和贮存 ..... (22)
- 2.3 原木截断 ..... (23)
- 2.4 木段预处理 ..... (27)
- 2.5 木段剥皮 ..... (34)

## 第 3 章 单板制造

- 3.1 木段定中心 ..... (38)
- 3.2 单板旋切 ..... (41)
- 3.3 单板质量 ..... (60)
- 3.4 单板输送 ..... (67)
- 3.5 薄木制造 ..... (70)

## 第 4 章 单板干燥和加工

- 4.1 单板干燥方法 ..... (81)
- 4.2 单板干燥工艺 ..... (82)
- 4.3 单板干燥质量 ..... (90)
- 4.4 单板干燥设备 ..... (94)
- 4.5 单板加工 ..... (99)

<b>第 5 章 单板施胶与组坯</b>	
5.1 胶黏剂调制 .....	(110)
5.2 单板施胶 .....	(115)
5.3 组坯与预压 .....	(125)
<b>第 6 章 单板胶合</b>	
6.1 胶合原理 .....	(129)
6.2 胶合方法 .....	(134)
6.3 胶合工艺 .....	(135)
6.4 胶合质量 .....	(145)
6.5 胶合设备 .....	(148)
6.6 其他胶合方法 .....	(150)
<b>第 7 章 后期处理</b>	
7.1 裁边 .....	(159)
7.2 砂光 .....	(164)
7.3 检验分等 .....	(168)
<b>第 8 章 其他单板类人造板</b>	
8.1 竹材胶合板 .....	(171)
8.2 单板层积材 .....	(181)
8.3 平行单板条层积材 .....	(188)
8.4 集成材 .....	(191)
8.5 细木工板 .....	(196)
8.6 木材层积塑料 .....	(202)
<b>参考文献</b> .....	(210)

本章介绍了胶合板的定义、结构、种类、用途、特点、性能以及胶合板生产的发展历史，概述了胶合板的生产工艺流程，并从复合材料力学的角度阐述了胶合板的构成原则。

## 1.1 胶合板生产的发展历史

### 1.1.1 发展简史

胶合板的生产最早起源于公元前 3000 年的古埃及，首次利用手工锯切将贵重木材制造成小薄片（现在所谓的单板），然后用合适的磨料（如浮石）磨光，与具有艺术价值的金属薄片或象牙之类的材料黏合在一起，用于制造国王和王族所用的高级家具。之后，单板制造技术不断发展，1812 年法国获得了第一个单板锯机专利，1818 年世界上出现了第一台旋切机，这一发明使单板能批量生产。19 世纪中叶，第一个单板制造工厂在德国诞生，使胶合板的工业化生产成为可能。

据全球产业研究公司（Global Industry Analysts, Inc）公布的名为《胶合板：全球战略商业报告》研究报告中的预测，到 2015 年全球的胶合板产量可达 7590 万  $\text{m}^3$ 。这份报告对全球的胶合板市场做了全面审查，分析了胶合板市场的发展趋势，同时提供了美国、加拿大、日本、欧洲、中国以及亚太其他地区 6 年（2001 ~ 2006 年）的胶合板产量，并据此预测了 2007 ~ 2015 年全球的胶合板产量。报告中指出，目前中国是世界上第一大胶合板生产国。

我国的胶合板工业起步于 20 世纪初期。1920 年德国专家在天津建成了我国第一条胶合板生产线。自此以后，我国的胶合板工业迅速发展起来。从我国胶合板发展历程和生产来看，大致经历了六个阶段，第一阶段：1920 ~ 1957 年为启蒙阶段，这期间胶合板生产使用的胶黏剂为动植物蛋白胶，主要是血胶、豆胶，使用动植物蛋白胶生产的胶合板优点是环保、产品无毒无害，最大的问题是耐水性差，胶合强度低。这期间胶合板的发展速度很慢，产量大约只有 3.5 万  $\text{m}^3$ 。第二阶段：1957 ~ 1980 年为缓慢增长阶段，年产量从 3.5 万  $\text{m}^3$  增加到 32.9 万  $\text{m}^3$ ，年均增长超过 1 万  $\text{m}^3$ ，该时期胶合板工业的发展得益于化工工业的发展和合成树脂的诞生。第三阶段：1980 ~ 1993 年为波动增长阶段，年产量从 32.9 万  $\text{m}^3$  增加到 212 万  $\text{m}^3$ ，年均增长超过 14 万  $\text{m}^3$ 。该时期的胶合板工业发展，首先得益于加工技术的发展和加工机械的革新，以及计算机辅助控制技术和激光定芯技术等 在胶合板生产中的应用；其次是改革开放带来国内市场需求的大幅度提



高。第四阶段：1993~2003年为飞速发展阶段，年产量从212万 $\text{m}^3$ 增加到2102万 $\text{m}^3$ ，年均增长近200万 $\text{m}^3$ 。该时期的胶合板工业发展，主要得益于市场的巨大需求和西方工业发达国家的工业进行的结构性调整，劳动密集型的胶合板产业快速向发展中国家转移，劳动力资源丰富的中国成了理想的胶合板生产地。为了适应市场的快速变化，我国胶合板生产企业曾经有过一天提高6次出厂价格的经历，财富的快速积聚使不少胶合板生产和经营者很快成为百万元户、千万元户，并为我国胶合板产业的持续发展奠定了基础。中国胶合板产品质量的提升，得到发达国家的广泛认可，这期间许多欧美胶合板进口商在进口中国胶合板业务中取得巨大利益。第五阶段：2004~2008年为平稳发展阶段，该阶段我国胶合板工业呈现稳定态势，产量变化不大，国内外市场趋于平稳，虽然进口大径材日趋枯竭，但国内人工林小径材取代进口大径材，小型加工设备取代了大型加工机械和进口成套设备，市场分工呈现多元化并日趋合理。受2008年金融危机影响，我国胶合板行业面临巨大考验，有45%的胶合板企业关停，有20%~30%的胶合板企业艰难维持。第六阶段：2009至今为理性发展阶段，胶合板产业主要特征表现为：一是产品质量有所提升，特别是美国推出CARB认证以后，以自制脲醛树脂胶生产的小型胶合板企业生存艰难，它们或者采用低醛环保胶黏剂，或者采购市场上大品牌高档环保胶黏剂来维持生产；二是产业分工更趋市场化，具体表现是单板旋切工序和胶合成板工序分开，旋切工序更靠近原材料基地，胶合成板工序更靠近市场；三是地板基材用胶合板量骤增，受多层实木复合地板行业发展的影响，特别是南方速生桉树单板用于地板基材，直接带动胶合板产业的发展；四是由于国内装饰装修行业的带动，一大批小型胶合板企业改为生产细木工板，它们进入市场方便，不受国家生产许可证直接管理；五是部分技术装备稍好的企业，将普通胶合板生产改为非结构单板层积材生产，以满足快速发展的家具、木质门行业框架材料生产的需求。我国胶合板产业已经步入结构性调整期，受国际市场持续疲软、人民币升值压力增大、生产成本持续增加的影响，那些投机性质的企业、技术力量薄弱的企业、产品质量差的企业、没有市场开发能力的企业将失去继续生存和发展的机会。我国胶合板产业在“十二五”期间只有依靠科技创新和技术进步才能得到可持续发展。

### 1.1.2 生产现状

日本林业经济研究所理事长荒谷明日儿曾在文章《世界木材生产与贸易现状》中指出，与1995年相比，2008年世界胶合板生产量为8110万 $\text{m}^3$ ，增长47%。其中，欧洲因俄罗斯猛增1.8倍而增长52%，亚洲因中国猛增3.5倍而增长95%，北美大幅度减产34%。各洲生产量在世界的占有率以亚洲为最高，达到68%。从主要生产国来看，居世界前4位的生产大国分别是中国、美国、马来西亚和印尼。其中，中国作为世界第一大胶合板生产国其产量是美国的两倍多。同期，世界胶合板出口量增长28%，达到2500万 $\text{m}^3$ 。从出口占有率来看，亚洲从69%降至61%，欧洲从14%升至21%，北美洲从11%降至4%。

在1995~2008年的13年里，中国的胶合板工业取得了飞跃发展，胶合板产量增长2倍、出口量增长6.3倍，已经取代了美国和印尼成为世界胶合板生产和出口第一大

国。而且,中国胶合板产量在世界的占有率从15%升至40%,出口量从5%升至30%,完全取代了美国和印尼当年在世界的地位。

进入21世纪,尤其是自2003年由中共中央、国务院颁布《关于加快林业发展的决定》以来,我国各地贯彻落实发展人造板的方针政策(包括《林业产业政策要点》),加大投资力度和科技含量,千方百计扩大人造板原料,在体制上实行林板一体化,积极引进国外的先进生产工艺、设备与管理,使我国的人造板产业有了突飞猛进的发展。据统计(图1-1),2009年我国人造板产量达到11373万 $\text{m}^3$ ,比2008年增长21%,比2001年的2111.27万 $\text{m}^3$ 增加了4.39倍,平均每年递增59.85%。

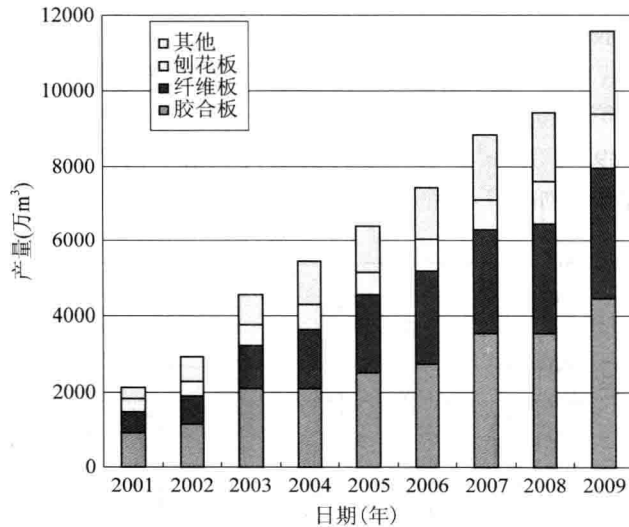


图 1-1 2001 ~ 2009 年全国人造板产量

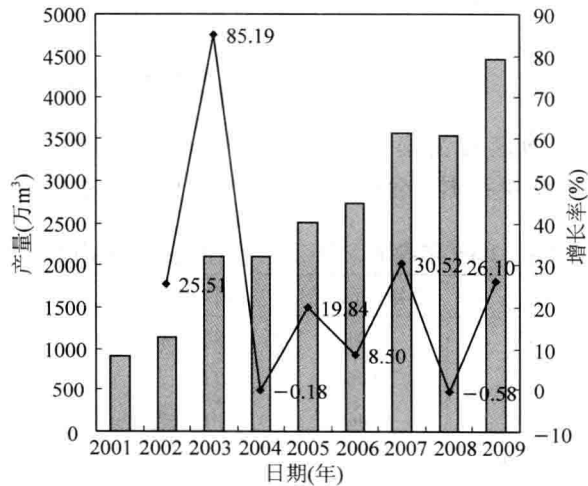


图 1-2 2001 ~ 2009 年胶合板产量及增长率

胶合板占人造板总量从 2001 年的 42.8% 到 2006 年的 36.7%，再到 2009 年的 39.3%，所占比例高低振荡，但总体呈下降趋势(图 1-2)。胶合板近 10 年来受市场和原料影响，产量有起有伏，除 2008 年外，总体上保持年均近 30% 的增长速度。我国胶合板从 2001 年年产 904.51 万 m<sup>3</sup>，到 2009 年的 4465 万 m<sup>3</sup>，9 年间产量增加了 3.94 倍。

目前我国胶合板产业规模以上企业约 4000 家，产能达到万立方米的企业约 1800 家，从事单板旋切的作坊型企业逾万家。生产区域主要集中在河北、山东、江苏、浙江、广西、广东等省，形成了五大产业集群，即以邢台、文安、廊坊为中心的河北省产业集群，以临沂为中心的山东省产业集群，以邳州、宿迁为中心的江苏省苏北产业集群，以嘉兴、嘉善为中心的浙江省产业集群和以南宁为中心的广西省产业集群，这些产业集群已成为我国胶合板生产的中坚力量。

20 世纪 90 年代中期，我国胶合板开始出口，历年来在我国人造板出口板种中居首位，出口量居世界第一位。2007 年后，我国胶合板出口呈下降趋势，2010 年 1~11 月，我国出口胶合板 689.48 万 m<sup>3</sup>，出口量有所回升。由于国产胶合板质量、产量逐年提升，进口量逐年减少。如图 1-3 所示。

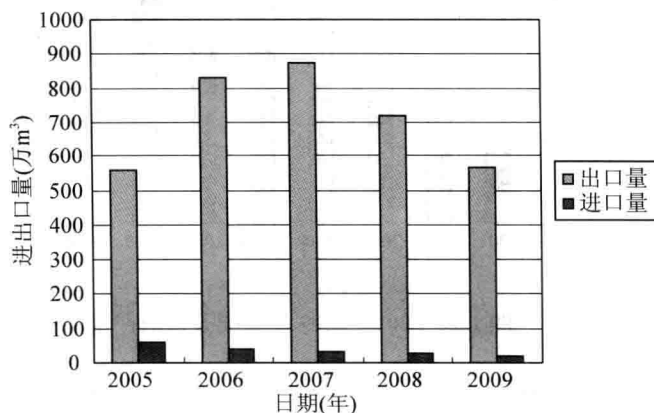


图 1-3 2005 ~ 2009 年胶合板进出口量

我国胶合板出口地区较为集中，2009 年出口量前十位的地区占了出口总量的 58.9%。表 1-1 为 2009 年我国胶合板出口量占前十位的国家和地区。

表 1-1 2009 年我国胶合板出口量占前十位的国家和地区

国家(地区)	数量(万 m <sup>3</sup> )	金额(万美元)	国家(地区)	数量(万 m <sup>3</sup> )	金额(万美元)
美国	107.79	62040	沙特阿拉伯	20.25	5955
日本	42.75	16068	以色列	20.10	7266
阿联酋	35.12	11469	中国香港	17.93	4688
英国	34.29	13749	比利时	15.92	10024
韩国	23.76	8229	新加坡	14.70	4477

### 1.1.3 发展趋势

林业的可持续发展,是目前世界迫切需要解决的问题,也是中国努力实现的目标。人造板工业是高效利用木材或其他植物纤维资源、缓解木材供需矛盾的重要产业,是实现林业可持续发展战略的重要手段,也是世界林产工业的支柱产业。

胶合板一直是我国人造板工业中的主导产品。进入21世纪以来,中国胶合板行业迅速发展,在基本满足国内市场需求的情况下,生产企业纷纷拓展国外市场。国产胶合板在国际市场上竞争力显著增强,市场份额逐步扩大。在国家扩大内需政策的积极推动下,随着基础设施建设规模的扩大与中西部开发力度的加强,胶合板市场将进一步发展完善,中国胶合板行业未来发展的潜力巨大。

在低碳时代的全新背景下,在国外贸易壁垒日趋频繁的挤压下,在国际先进生产力的巨大冲击下,中国胶合板行业要面对外来的挑战和自身的完善,实现可持续发展主要体现在以下三个方面:

#### (1) 开源节流

在当前世界可采伐森林资源日渐枯竭的情况下,充分利用速生丰产用材林等小径材资源,发展胶合板生产以代替大径级木材产品生产,对保护天然林资源、保护环境、满足经济建设和社会发展对林木产品的不同需求,有着不可代替的作用。

中国是一个少林国家,森林蓄积量仅占世界的2.9%,远不能满足占世界22%人口生产生活的需要。开源是解决原料可持续利用的首要方法。改革开放以来,中国开展了大规模的植树造林和生态工程建设,北方的杨树和南方的桉树在人工林和速丰林中的比例不断增大,平均产量也由20世纪90年代初的 $8 \sim 10 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 提高到现在的 $10 \sim 30 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ ,成为中国最重要的工业用材林的树种,有力地保障了胶合板工业的发展。目前,我国杨木胶合板产量占总量的50%,桉木胶合板占20%左右,中国胶合板原材料结构比例如图1-4所示。

解决中国胶合板产业面临原材料短缺的问题,不仅要开源,而且要节流。不断提高木材资源综合利用水平,提高木材从原木到成品出材率,并将短小料、边角料通过指接等技术加工成家具、线条等用材,木屑用来加工机制炭。目前采用改进小径木旋切技术以提高木材出材率和单板整板率,减少厚度偏差和背面裂隙。另外,采用纵横拼接技术扩大单板幅面,提高小径级原材料的利用率。

#### (2) 节能降耗

哥本哈根气候大会开启了全球的低碳时代,我国也随即做出了减少碳排放的庄严承诺。胶合板作为我国木材加工的重要产业,与其他众多传统行业一样,也面临着一场从

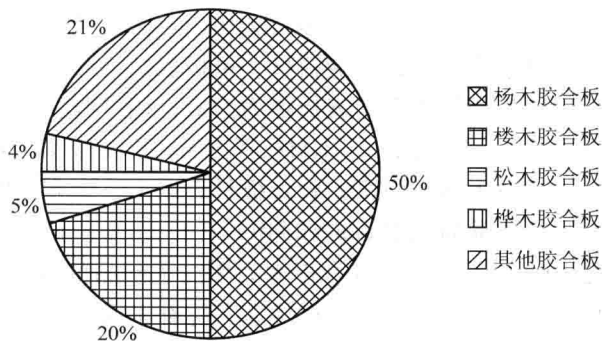


图 1-4 中国胶合板原材料结构比例(%)

粗放生产经营到精细生产经营的节能减排革命。

2008 年的统计数据显示,我国胶合板产品成本中能耗占 25% 左右,在胶合板生产企业中,能源浪费现象比较普遍,因此胶合板企业的节能问题亟待解决。节能降耗,降低成本将为胶合板生产企业带来显著的业绩改善。目前,胶合板生产企业主要通过以下措施实现节能降耗:以可燃性生产废料代替煤,废料包括树皮、旋切单板废料、锯屑和砂光粉等;供热站内热工设备(汽包、热交换器和热水箱等)与管道(蒸汽、热水管道、室外输送管道)敷设保温层后,可使散热损失减少 90%;采用节能电动机等。

### (3) 装备升级

中国胶合板企业属于劳动密集型企业,这也是中国胶合板在国际市场上占优势的原因之一,人力成本占有较大的比重,劳动要素成本的上升对企业的成本影响较大。随着胶合板产业的快速发展,胶合板生产的机械化、自动化是必然趋势。

目前,代表国际领先水平的胶合板设备生产企业主要有芬兰的劳特公司、意大利的克雷蒙娜公司、日本的名南制作所。国内胶合板生产线设备的设计、制造起步较晚,计划经济时期,胶合板生产线设备的设计、生产工艺适合当时的需求水平。改革开放以后,多以生产单台设备为主,且单台设备功能、质量差别较大。胶合板生产线用户在生产线设备配置选择过程中,存在主辅机连接、性能匹配等诸多难题。目前,针对胶合板产业快速发展的现状,国内大型木工机械制造企业已成功开发了胶合板单板旋切整套生产线,实现了全自动操作。

## 1.2 胶合板的分类

胶合板是由三层或多层旋切(或刨切)单板按相邻层单板木材纹理方向互相垂直组坯胶合而成的一种人造板材。单板层数一般为奇数。胶合板的最外层单板称为表板,其中用作胶合板正面的表板称为面板,用作胶合板背面的表板称为背板,胶合板的内层单板统称为芯板,其中,木材纹理方向和长度与表板相同的芯板称为长芯板或中板(图 1-5)。

相对于锯材而言,胶合板具有以下三个方面的特点:①增大了板材的幅面。胶合板的幅面通常为 1220mm × 2440mm(4' × 8'),而直接用原木锯解所得锯材最大宽度一般不足 300mm。可见,胶合板大大增加了制品的使用面积,克服了锯材受原木直径限制的缺点。②继承了天然木材优点,弥补了天然木材缺点。胶合板表面仍然保持了天然木材的纹理和质地。相邻层单板纹理互相垂直的结构决定了胶合板的各项物理力学性能比较均匀,克服了天然木材易翘曲开裂等缺陷。③提高了木材利用率。胶合板的最大经济效益之一是可以合理利用木材。用木段旋切(或刨切)成单板生产胶合板代替原木直接锯成的板材使用,可以提高木材利用率。每 2.2 ~ 2.5m<sup>3</sup> 原木可以生产 1m<sup>3</sup> 胶合板,可代替约 4.3m<sup>3</sup> 原木锯成板材使用,而每生产 1m<sup>3</sup> 胶合板产品,还可产生剩余物 1.2 ~ 1.5m<sup>3</sup>,这是生产中密度纤维板和刨花板比较好的原料。

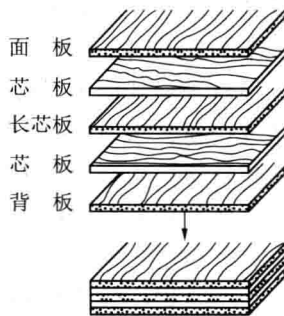


图 1-5 胶合板结构示意图

胶合板产品的种类繁多，分类方法也很多。主要可按构成、耐久性和使用性能进行分类。

### 1.2.1 按构成分类

胶合板按构成可分为单板胶合板、木芯胶合板和复合胶合板三类。单板胶合板是以旋切(或刨切)单板为基本单元制成的。木芯胶合板包括细木工板和层积板(或集成材)，是以木块为基本单元制成的。复合胶合板是以刨花板和纤维板为芯板，以单板为表板经复合粘压而制成的。

### 1.2.2 按耐久性分类

胶合板按耐久性可分为室外条件下使用胶合板(I类胶合板)、潮湿条件下使用胶合板(II类胶合板)和干燥条件下使用胶合板(III类胶合板)三类(表1-2)。

表1-2 胶合板种类(按耐久性分类)

类别	使用胶种及产品性能	用途
I类胶合板 (耐气候胶合板)	具有耐久、耐煮沸或蒸汽处理和抗菌性能。用酚醛类树脂胶或其他性能相当的优质合成树脂胶制成	供室外条件下使用，主要用于航空、船舶、车厢、混凝土模板等要求耐水性、耐气候性好的地方
II类胶合板 (耐水胶合板)	能在冷水中浸泡，能经受短时间热水浸泡，用脲醛树脂胶或其他性能相当的胶黏剂制成	供潮湿条件下使用，主要用于车厢、船舶、家具及室内装修等场合
III类胶合板 (不耐潮胶合板)	在室内常态下使用，具有一定的胶合强度，用豆胶或其他性能相当的胶黏剂制成	供干燥条件下使用，主要用于包装，如茶叶等食品包装箱用豆胶胶合板制成

### 1.1.3 按使用性能分类

按使用性能可分为结构胶合板和功能胶合板两类。结构胶合板的使用性能主要是指力学性能和耐老化性能，包括集成材、单板层积材、平行单板条层积材等。功能胶合板的使用性能主要是指装饰性能、阻燃性能、防虫性能及防腐性能，包括装饰胶合板、阻燃胶合板、防虫胶合板和防腐胶合板等。

## 1.3 胶合板的性能

胶合板的主要物理力学性能有：含水率、胶合强度和甲醛释放量。

### 1.3.1 含水率

产品含水率对其使用性能影响很大，所以国家标准(GB/T 9846.3—2004)中对胶合板的含水率作了规定(表1-3)。含水率计算公式如下：

$$W = \frac{G_1 - G_2}{G_2} \times 100\% \quad (1-1)$$

式中： $W$ ——试件的绝对含水率(%)；  
 $G_1$ ——干燥前试件的重量(g)；  
 $G_2$ ——干燥到恒重(绝干)时试件的重量(g)。

表 1-3 胶合板的含水率值(%)

胶合板材种	I类、II类	III类
阔叶树材(含热带阔叶树材)	6~14	6~16
针叶树材		

### 1.3.2 胶合强度

胶合板的胶合强度是胶合板质量的重要标志，反映了胶层的抗剪切强度，其计算公式如下：

$$S = \frac{P}{A \times B} \quad (1-2)$$

式中： $S$ ——试件的胶合强度(MPa)；  
 $P$ ——试件的破坏载荷(N)；  
 $A$ 、 $B$ ——试件破坏面的实际长、宽尺寸(mm)。

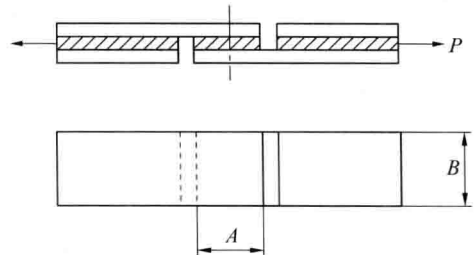


图 1-6 胶合板胶合强度测试示意图

胶合板胶合强度测试示意图见图 1-6。

国家标准(GB/T 9846.3—2004)中对胶合板的胶合强度规定见表 1-4。

影响胶合板胶合强度的因素有很多，如树种、单板质量、胶黏剂种类及质量、涂胶量、组坯结构以及热压工艺参数等。

表 1-4 胶合强度指标值(MPa)

树种名称或木材名称或国外商品材名称	类别	
	I类、II类	III类
椴木、杨木、拟赤杨、泡桐、橡胶木、柳桉、奥克榄、白梧桐、异翅香、海棠木	≥0.70	≥0.70
水曲柳、荷木、枫香、槭木、榆木、柞木、阿必通、克隆、山樟	≥0.80	
桦木	≥1.00	
马尾松、云南松、落叶松、云杉、辐射松	≥0.80	

注：不同种类胶合板胶合强度的测试条件各不相同。

I类胶合板：将试件放在沸水中煮4h，然后在63±3℃的空气对流干燥箱中干燥20h，再在沸水中煮4h，取出后在室温下冷却10min。煮试件时应将试件全部浸入沸水中并加盖煮。

II类胶合板：试件放在63±3℃的热水中浸渍3h，取出后在室温下冷却10min。浸渍试件时应将试件全部浸入热水中并加盖。

III类胶合板：将含水率符合要求的试件做干状试验。试件含水率应控制在8%~12%范围内。

### 1.3.3 甲醛释放量

国家标准(GB/T 9846.3—2004)中对室内用胶合板的甲醛释放量作了规定(表 1-5)。

表 1-5 室内用胶合板的甲醛释放限量

级别标志	限量值(mg/mL)	备注
E <sub>0</sub>	≤0.5	可直接用于室内
E <sub>1</sub>	≤1.5	可直接用于室内
E <sub>2</sub>	≤5.0	必须饰面处理后可允许用于室内

注：测试方法为干燥器法。

## 1.4 胶合板的生产工艺流程

胶合板生产工艺流程是指从原木进厂到成品出厂所经过的一道道加工工序。由于胶合板的生产方法不同，因而经历的工序也不同，生产工艺流程就略有区别。

胶合板的制造方法可分为冷压法和热压法。冷压法是指用干燥后的单板经涂胶、组坯，用冷压的方法制造胶合板。热压法是指用干燥后的单板通过热压生产胶合板。这两种方法中热压法因生产效率高、产品质量好而得到广泛应用。两种制造方法的工艺流程如图 1-7 和图 1-8 所示。

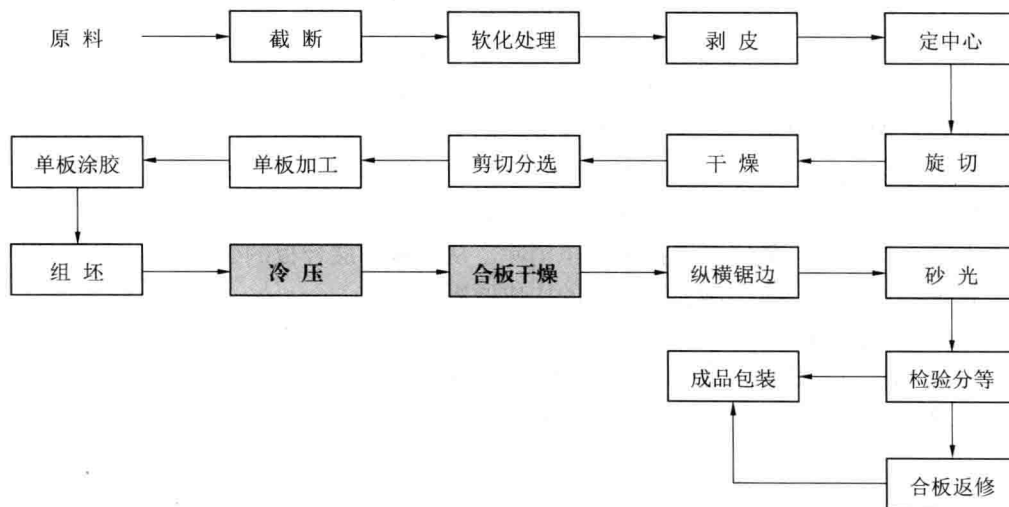


图 1-7 冷压法胶合板生产工艺流程

两种工艺流程不是一成不变的。各生产单位可根据设备、原材料和地区的气候条件对工艺进行增减，有的工序也可前后调换。南方地区，如果原木是软材且是水运材或新伐材则可不必要水热处理；水热处理与剥皮也可前后调换；还可根据所用单板干燥设备的不同来决定工艺流程是先干后剪还是先剪后干。



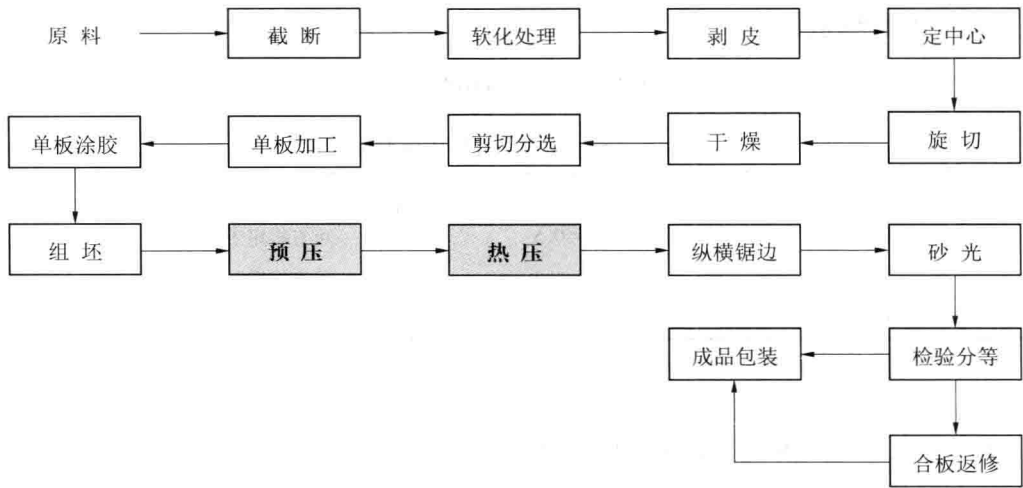


图 1-8 热压法胶合板生产工艺流程

胶合板生产过程的自动化与连续化是提高产品质量、提高生产效益的重要措施之一。

### 1.5 胶合板的构成原则

从复合材料力学角度来说，胶合板可以被看做是层合板。通常，层合板是指由两层或两层以上的单层板合成的整体结构单元。它可以由不同材质的单层板构成，也可由相同材质不同铺设方向的各向异性的单层板构成。人造板产品中，胶合板、实木复合地板等都可以看做是层合板。在层合板的厚度方向上都具有宏观非均质性，这使层合板的力学分析变得复杂。譬如，在一般情形下，面内内力可以引起弯曲变形(弯曲和扭曲)，而弯曲内力(弯矩和扭矩)可以引起面内变形，发生所谓的耦合效应。对于某些特殊的铺层形式，这种耦合效应可以减弱甚至消除，从而减小层合板的变形。以下通过对一般层合板弹性特性的分析，阐述胶合板的构成原则。

图 1-9 所示为层合板，由  $N$  层任意铺设的单层板构成。取层合板的中面作为  $XY$  平面，取  $Z$  轴垂直于板面。令第  $k$  层单层板的厚度为  $t_k$ ，其底的坐标为  $z_k$ ，顶的坐标为  $z_{k-1}$ ，显然， $z_0 = -h/2$ ， $z_N = h/2$  ( $h$  为层合板的厚度)。一般层合板的弹性特性可用以下

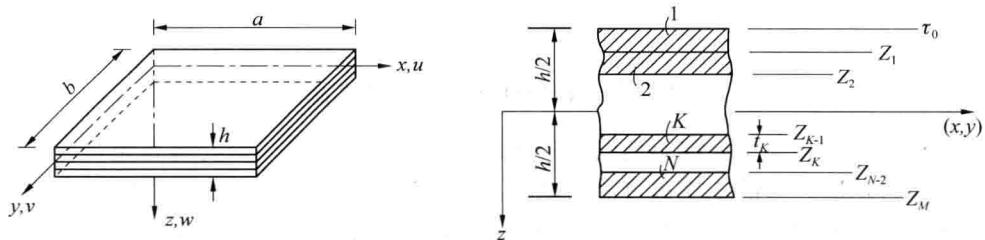


图 1-9 层合板结构示意图