

# 胶合板厂技术改造和单板层积材生产

吴盛富 唐召群 吕斌

**摘要** 本文阐述了我国胶合板工业现状和存在的问题;介绍了单板层积材产品及其和实体木材及胶合木间的区别,着重论述了对胶合板生产线进行改造的可行性方案及在我国发展单板层积材的必要性和生产单板层积材的可行性。

**关键词** 技术改造;单板层积材;单板拼接

## Renovation of Plywood Production Lines & Possibility of Manufacturing LVL in Renovated Plywood Mills

Wu Shengfu

Tang Zhaoqun Lu Bin

(Kaukomarkkinat Co., Beijing 100027)

(National Quality Testing Center of WBP, Beijing 100091)

**Abstract** This paper analyses the present situation of Chinese plywood industry, introduced laminated veneer lumber(LVL)and it's difference compared with sawn timber and glued lumber, specified the possibilities of renovation on the existing plywood production lines and of manufacturing LVL in renovated plywood mills in China.

**Keywords** Renovation; Laminated veneer lumber; Veneer jointing

### 1 前言

我国现有胶合板生产企业逾二千家,其中约四百余家的生产设备相对较正规,其余大部分为私营小型作坊式企业,且生产设备均为简单拼凑而成。据92年国家工业(胶合板)生产许可证发放情况、95年国家统计局统计材料以及98年国家胶合板监督抽查的结果表明:我国胶合板企业现状是企业规模小,生产设备效率底、精度差,技术落后,出板(材)率低,品种单一,产品质量合格率低,产品综合成本比国外高。这些情况也正是94年以来暴露出来并反映强烈的国产板挡不住进口板(包括走私板)竞争的重要原因。因此,提高胶合板生产技术含量,增加产品附加值,降低生产成本,增强对原材料和产品的市场适应能力是我国胶合板发展的方向。特别是在国家对天然林保护禁伐木材的政策出台后,木材制品主要的原材料将以小径材、人工林木材为主,现有胶合板生产设备和技术肯定无法适应目前小径材原料的加工要求,绝大多数生产企业因种种原因已陷入困境。对现有企业进行改造,使之适应当前市场和小径材原料加工要求,提高其竞争力,是众多胶合板生产企业的首要问题。

### 2 我国胶合板发展的机遇和挑战

我国胶合板发展面临的机遇,一是我国政府正在

规范市场行为和进出口渠道,严厉打击胶合板走私犯罪,市场秩序已明显好转,给众多胶合板生产企业提供了良好的、公平竞争的外部环境;再者我国水灾后重建对原材料需求将增大,加上国家今年发放的千亿国债均用于基础设施建设,这都将给我国胶合板工业的发展提供机遇。但同时也面临严峻挑战:一是国家制定了天然林保护工程,限产禁伐已在逐步落实。由此木材产量将大幅度减少,中大径级国产原木在较长一段时间内将不复在市场上出现,取而代之的是大量小径间伐材和速生材,材质次。二是进口原木逐年困难。因此,我国的胶合板企业必须依靠自己的努力革新技术和装备,以适应原料结构变化的新形势。

在当今世界范围内,随着原材料的变化和新技术新设备的开发应用,胶合板市场面临定向刨花板、中密度纤维板的剧烈竞争,且将继续挤向现有胶合板的市场份额。因此胶合板生产企业必须加快自身发展步伐,提高市场适应性。根据发达国家的经验,结合我国的实际情况,在胶合板生产线上进行技术改造生产单板层积材,乃是一种较好的发展出路。

### 3 单板层积材

单板层积材于60年代首先在芬兰开始进入工业化生产,随后在美国、加拿大得到迅速发展<sup>[4]</sup>,我国的研究始于1985年。单板层积材是多层顺纹(也可以加入横纹)单板经拼接胶压而成的高性能产品<sup>[1]</sup>。其

长度可以不受生产方式的限制,它是一种高附加值材料,具有工程性能均匀、强度高和规格灵活多变的特点,特别适用于大跨度的木结构。它的另一个突出优点在于可以利用小径木材生产出大幅面结构板材,从而拓宽了杨木、松木等速生树种的应用领域。

3 1 单板层积材的主要优点

(1)规格 由于它是由单板重组而成,其尺寸大小可以不受原木径级或单板规格的限制,可以满足大跨距梁和车(汽车和火车)辆及船舶的应用需要。如需更厚结构的产品,可以通过单板层积材再次涂胶冷压胶合成厚材。

(2)强度 单板层积材因在制造过程中已将木材本身缺陷和单板裂缝等加工缺陷均匀地分布于产品之中,使其具有强度均匀的工程特性,这是一般胶合木和实体木材所无法比拟的(见表 1)。

(3)稳定性 单板层积材铺装时单板的紧面一上一下的特定层积结构,消除或抵消了单板间及层积合

表 1 单板层积材、锯材、胶合木性能比较

Tab. 1 Properties comparison among LVL, sawntimber and glue lumber

| 性能         | 单板层积材  | 锯材(T 30) | 胶合梁(L40) |
|------------|--------|----------|----------|
| 最大长度(mm)   | 无限制    | 6 000    | 30 000   |
| 抗弯强度(M Pa) | 18     | 11       | 14       |
| 剪切强度(M Pa) | 1. 7   | 1. 0     | 1. 2     |
| 弹性模量(M Pa) | 10 000 | 7 000    | 8 400    |

以上数据来源于芬兰标准,是以芬兰针叶树材为依据。

板的残余内应力,避免了单板层积材的翘曲和扭曲,也不会产生日后变形。研究表明:单板层材的强度变异系数小,许用设计应力很高<sup>[1~2]</sup>。单板层积材的稳定性优于胶合木和实体木材。

(4)经济性 单板层积材的经济性集中体现在小材大用,劣材优用的增值效应。从出材率看,胶合板为 69. 5%,胶合木为 35%,单板层积材为 57. 9%<sup>[1]</sup>。因此单板层积材的成本低于胶合木。

表 2 单板层积材物理力学性能<sup>[1]</sup>

Tab. 2 Physical and mechanical properties of LVL

| 试件尺寸<br>(mm) | 单板<br>接合 | 树种  | 单板厚度<br>(mm) | 弹性模量(G Pa)  |              | 静曲强度(M Pa) |             | 密度<br>(kg/ m <sup>3</sup> ) |
|--------------|----------|-----|--------------|-------------|--------------|------------|-------------|-----------------------------|
|              |          |     |              | 平行          | 垂直           | 平行         | 垂直          |                             |
| 300× 20× 20  | 无        | 落叶松 | 4            | 13. 3(7. 5) | 12. 7(8. 1)  | 106(8. 0)  | 108(12. 4)  | 703                         |
| 1350× 80× 80 | 对接       | 落叶松 | 4            | 12. 6(8. 5) | 12. 3(7. 3)  | 71(9. 8)   | 91(8. 3)    | —                           |
| 300× 20× 20  | 无        | 马尾松 | 3            | 13. 0(6. 1) | 18. 3(12. 7) | 98(11. 6)  | 102(10. 3)  | 605                         |
| 1800× 89× 89 | 对接       | 马尾松 | 3            | —           | 17. 0(7. 4)  | —          | 67. 5(8. 9) | —                           |
| 300× 20× 20  | 无        | 杨 木 | 4            | 6. 75(3. 6) | 6. 56(5. 5)  | 54(2. 7)   | 58(2. 7)    | 406                         |

注:括号内为变异系数。

表 3 胶合板、胶合木、单板层积材生产成本比较

Tab. 3 Comparison of product cost among plywood glue lumber and LVL

| 费用分类 | 胶合板(柳安)                 |         | 胶合木(结构用柱材)              |         | 单板层积材                    |         |
|------|-------------------------|---------|-------------------------|---------|--------------------------|---------|
|      | 12 mm× 90 cm× 180 cm    |         | 10. 5 cm× 10. 5 cm× 4 m |         | 52. 5 cm× 45 cm× 3. 65 m |         |
|      | 金额(日元/ m <sup>3</sup> ) | 所占比例(%) | 金额(日元/ m <sup>3</sup> ) | 所占比例(%) | 金额(日元/ m <sup>3</sup> )  | 所占比例(%) |
| 原材料费 | 50436                   | 69. 5   | 97100                   | 74. 4   | 31099                    | 48. 3   |
| 附加材料 | 6661                    | 9. 2    | 4600                    | 3. 7    | 7512                     | 11. 7   |
| 劳动力  | 8367                    | 11. 5   | 15100                   | 11. 6   | 14438                    | 22. 4   |
| 企业管理 | 7057                    | 9. 7    | 13700                   | 10. 5   | 11331                    | 17. 6   |
| 合 计  | 72520                   | 100. 0  | 130700                  | 100. 0  | 64380                    | 100. 0  |

注:此表为日本小仓高规的调查结果,引自文献[1]。

(5)加工性 和其它木材制品一样,单板层积材加工方便,可锯切、刨切、凿眼、开榫、钉钉等,并可进行铆接、斜接、铰接等后续加工。

(6)阻燃和耐候性 单板层积材的阻燃性优于实体木材,耐火性优于钢材,并具有较高的耐气候和耐其它腐蚀的能力。

(7)抗震减震性 单板层积材具有极强的抗震性能和减震性能,以及抵抗周期性应力产生的疲劳破坏,在日本神户地震中得到充分证实。

3 2 LVL在国外生产及应用情况

目前单板层积材生产均采用酚醛树脂胶粘剂,属于室外用耐气候工程结构产品。据预测 2002 年全世

界单板层积材的产量将达到 2 800 万 m<sup>3</sup>,目前市场价格稳定在 500~ 700 美元/ m<sup>3</sup>[9]。大洋洲的新西兰及亚洲的日本、印度尼西亚已开始生产单板层积材。

单板层积材以其卓越的物理力学性能在结构材领域获得了广阔的发展机会,除大跨度的建材构件及车船用材外,用作小规格结构材也有其独到之处,如用作门窗框架,由于其强度高和性能稳定而日益被看好,目前还被家具厂普遍用作桌面、家具框架等。单板层积材应用在北美及北欧已相当普及,并在承重墙、隔墙、滑动横档、桁架、桥梁、枕木等领域展示出其潜在市场。据悉,日本在神户地震后单板层积材的进口量急剧增加,96 年进口 27. 6 万 m<sup>3</sup>,97 年为 47. 5

万  $m^3$ 。

### 3.3 单板层积材和胶合板的异同

单板层积材是在胶合板生产的基础上发展起来的,其生产工艺及生产设备与胶合板极为相似。但在单板厚度、拼接、涂胶、组坯、热压、产品规格等方面有

所区别。采用普通热压工艺其产品厚度一般在 18~75 mm,单板厚度大致在 3~8 mm,但以 3~4 mm 最为常用;热压机有单层、双层和多层之分,单板端接方式有斜接、对接和搭接三种,斜接接口的制作有磨削、砂削和锯切之分。

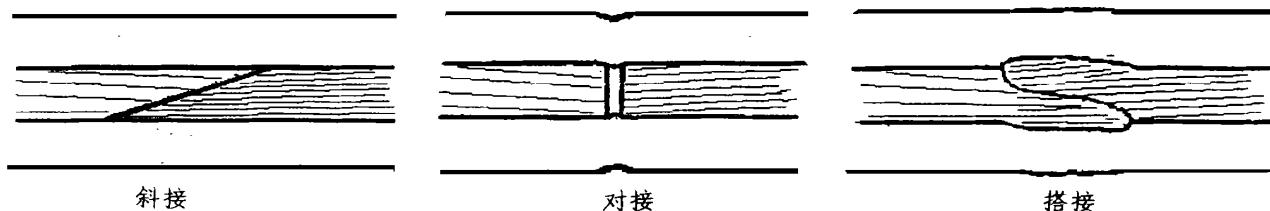


图 1 单板端接示意图

Fig. 1 Diagram of veneer's end joint

## 4 胶合板生产线技术改造的思路

我国胶合板生产历史悠久,但生产技术和设备还很落后,设备严重老化,更无法适应小径材生产的要求,势必进行技术改造,改造的思路和工艺方案如下:

### 4.1 旋切

目前我国小型和私营小作坊大多采用单卡轴旋切机和自制简易旋切设备,中型企业和新企业采用液压双卡轴旋切机,少数合资企业采用一些近年进口的较先进设备。众多中小企业采用人工定心和三点式机械定心,以进口原料为主的较大规模企业采用光环定心,但这些方式均不适应目前小径材的加工要求。所以旋切线的技术改造可以从定心和旋切入手,可采用激光扫描定心和液压三卡轴旋切设备,既能提高出板率又能保证单板质量。激光扫描定心技术,小径木利用率可提高 5%~15%,整张单板(面板)出板率提高 10%~15%,相应地零碎单板减少 20%~50%。液压三卡轴旋切机可减少木芯直径、提高出材率、提高单板质量和产量。配以动力压辊,它可以根据木段树种和旋切的不同阶段方便地调整旋切角度。

### 4.2 单板拼接

在我国众多的胶合板厂中,只有少数工厂采用了芯板整张化设备。随着原料结构的变化,相应地单板也变得更为零碎短小。以下解决办法可供参考。

(1)横向拼宽 芯板整张化的设备已经成熟。胶纸带将逐渐被胶线所取代,在横拼机上同时采用胶线点粘技术不仅提高了拼接质量和强度,而且为后续工序的操作提供了方便。

(2)纵向接长 由于原木径级小,其尖削度和弯曲度相对增大,采用传统的办法在造材时截成 8' 木段的难度加大,且其出材率会大大降低。如截成 4' 木段将会提高出材率 and 经济效益。但这样,长中板和背板必须进行纵向接长。目前磨削、砂削和锯切等单板接长技术均已被采用。

(3)制造横纹胶合板 目前我国胶合板有相当大

的量用于家具和室内装修。门和家具等显要部位因胶合板表面质量常不能满足日益提高的用户心理要求而大多数被实木和饰面人造板所取代。所以顺纹胶合板在一定程度上已失去其必要性,相反出材率高、强度不受影响的横纹胶合板在我国已显示出其发展的必然性。国外横纹胶合板早已在各领域应用。

### 4.3 热压线

我国胶合板生产所采用的热压机规格,有 3'×7'、3'×6'、4'×6'、4'×8' 等,它是我国胶合板初期发展的产物。多种规格的压机对生产设备的配套,原材料的利用,产品的应用设计等都带来了不利影响,表明对之进行改造的紧迫性。压机的改造似可从以下三个方面考虑:

一是规范其产品规格,采用能和国际市场接轨的 4'×8' 压机,减少裁边损失,为产品最终使用提供方便。但是,压机规格的变化必然引起单板规格的变化和旋切、干燥等设备的变化。

二是由于原材料质量的下降使面、背板的出板率日益减少,原先生产三合、五合薄板的企业不得不改变其产品结构生产厚胶合板,如混凝土模板,这样必须改造并增大热压机的开档以满足厚板生产的要求,同时减轻了原有旋切设备精度不高的压力,这样的改造简单易行。

三是更换或并联大幅面单板层积材压机,利用原来生产线既可生产原胶合板产品,同时也可生产单板层积材,以适应不同产品发展市场的要求。

## 5 单板层积材在我国发展的可能性

回归自然,是当今的世界潮流。木材及其制品在室内外装修和结构材等领域均受到青睐。70 年代单板层积材在北美和北欧得以迅速发展的原因在于:当时北美木材需求量迅速增长,优质木材、木质型材日益减少且价格大幅度上升,加上石油化工技术的迅速发展使得合成树脂的价格大幅度下降,这给单板层积

材的发展提供了良机。我国单板层积材的生产目前尚未起步,但我国除具备以上发展因素外,原料的结构已发生重大的变革,小径级低质木材将成主要原料。这无疑为发展单板层积材提供了良好的机遇,而且也是未来发展的一种趋势。这是因为(1)径级在 200~250 mm 左右的速生小径材和间伐材(松木,杨木等)比较适用于生产单板层积材。此规格材量大、价低,用它生产普通胶合板、锯材和胶合木等都难以达到类似效用;(2)虽然实木复合板材(包括胶合板、胶合木、指接材、地板块、复合木地板、单板层积材等)因其天然的木质纹理和木材特性而深受消费者喜爱。但在原料越来越珍贵的今天,似应特别注意提高木材原料的利用率;(3)目前胶合板市场竞争剧烈,受进口胶合板和私营小企业生产的劣质胶合板冲击大,正规大厂难以维持生计。对现有胶合板厂进行技术改造,生产单板层积材或同时生产胶合板和单板层积材将是值得探讨的方向。换言之,单板层积材在发展初期特别适合于胶合板厂的技术改造。改造现有胶合板生产线生产单板层积材有以下几个方案可供参考。

①利用原有胶合板生产设备增加一条拼板线和一台 4' 涂胶机,就可以生产标准幅面的单板层积材。

(上接第 16 页)

添加填料,可以调整胶液的粘度,防止过量渗透,试验表明对大部分杨木采用适量的填料(15 份)和加水量(3 份),可得到较高的胶合强度,但填料和水的加量过高将影响杨木单板的胶合强度。同时, I -69 杨和甘肃杨对调胶配方反应较为敏感。以 I -69 杨和 I -72 杨为例,调胶配比对胶合强度的影响见图 5。

因子 F(单板旋切压榨率)的水平 3(16%) 在 5 个树种中得分最高,说明杨树采用较大压榨率的旋切工艺有利于提高合板胶合质量;但相对比其他杨木密度和硬度均最高<sup>[1]</sup> 的新疆杨木材采用中、低压榨率进行旋切较为适宜。从杨木单板旋切试验结果可知,单板旋切随压榨率的增大单板的背面裂隙减小,除新疆杨外的 5 个品系杨树单板采用水平 3 旋切的单板背面裂隙均较低,有利于单板胶合强度的提高。以 I -69 杨和 I -72 杨为例,单板旋切压榨率对单板胶合强度的影响如图 6 所示。

## 4 结论

4.1 从正交试验结果来看,所试验的 6 个品系杨树中的大部分以采用热压单位压力 0.5~0.8 MPa、热压时间 40 s/mm、涂胶量 280~340 g/m<sup>2</sup>、等厚的三合板组坯结构、填料加量 15 份的调胶配比及单板旋切压榨率 16% 等工艺条件,能得到较高的胶合强度。

此方案投资省,但规格和市场很受限制。

②增加一台单板层积材压机,既可生产胶合板也可生产单板层积材。

③增加单板斜接线和组坯热压线,能够满足各种结构及高质量单板层积材的需要。但产量受旋切、干燥的限制。

④在达到以上要求的同时改造旋切线,提高了对原材料的适应能力和原材料的出材率,同时也提高产量和质量。

## 6 参考文献

- 孟宪树,陆从进. 新型结构材料—单板层积材. 中国林业科学院木材工业研究所
- 陆从进. 利用兴安落叶松小径原木高频胶合制造单板层积材的研究. 林业科学, 1988, 24(4): 422~428
- 陆从进. 单板层积材的加速老化性能研究. 林业科学, 1990, 26(5): 448~451
- 朱典想,刘林芳. 单板层积材用意杨厚单板制造中应注意的几个技术问题. 林产工业, 1998, 25(3): 34~37
- 人造板工业在复苏. 亚洲家具设计与制造. 1997, 36
- Leonard Guss Associates, INC. Market Perspectives for LVL 1993 to 2002

4.2 由于选用的杨树因组系、树种和产地等不同,树种间的材性差异很大,难以找出一个通用的胶合工艺来满足所有树种的要求。因此不同的树种采用不同的胶合工艺,胶合强度是完全可以达到国标要求的。

4.3 黑杨组的 I -69 和 I -72 杨是容易胶合的树种,采用通常的胶合工艺,胶合强度即可达到国标要求。

4.4 青杨组的三个品系杨树木材 pH 值高、缓冲容量大,不利于脲醛树脂胶的固化。其中小叶杨的 pH 值最高,甘肃杨心材的缓冲容量最大,因此在制定胶合工艺时应采取适当提高调胶时的固化剂加量等措施,以保证达到国标要求的胶合强度。

4.5 白杨组的新疆杨是 6 个品系杨树中 pH 值最低、缓冲容量最小的树种,其 pH 值和缓冲容量与胶合板常用树种紫椴(5.24、14.8)<sup>[4]</sup>、水曲柳(5.32、11.0)接近,所以新疆杨单板对胶合工艺条件无特殊要求。

## 5 参考文献

- 王金林等. 杨木旋切及单板质量与木材性质关系的研究. 木材工业, 1995, 9(5): 1~7
- 美国树脂公司 Maloney T M. Modern Particleboard and Dry-process Fiberboard Manufacture. Miller Free Publications, San Francisco, 1997, 162~163
- 郎奎健、唐守正编著. IBM PC 系列程序集—数理统计, 调查规划, 经营管理. 中国林业出版社, 1989
- 半井勇三. 木材胶合和胶粘剂. 日本森北出版株式会社, 1976
- 相亚明. 国产 25 种木材水浸提液的 pH 值和缓冲容量. 木材工业, 1987, 1(1): 16~23