

定向结构板概论

定向结构板系列讲座之一

南京林业大学定向结构板工程研究中心*

1 前言

定向结构板 (Oriented Structural Board 或者 Oriented Strandboard, 缩写为 OSB) 是一种新型结构板材。当前, OSB 与 MDF 一起为世界范围内发展最迅速的板种。六十年代中期在美国建成了全世界第一座示范性的定向刨花板厂。由于大量的速生杨树和美国南方松要寻找用途以及建筑界对定向结构板性能的认可, 使定向结构板在美国和加拿大得到了突飞猛进的发展。据统计, 全世界现有定向结构板工厂数和总产量的 80% 以上在北美地区, 其中大部分在美国, 令人费解的是生产定向结构板的设备却大多产于欧洲, 主要被德国的申克公司、辛北尔康普公司和比松公司所包揽。定向结构板在国际人造板市场上的竞争地位已经确立。

在我国, 早在 1977 年, 已故的南京林学院原副院长陈桂升教授就倡导开展定向结构板的研究。现在这种在国际上已相当普遍的新型材料才为国内人士所理解、为决策部门所重视、为用户所认可。回顾过去 18 年的历史, 可以看出我国定向结构板的发展大致分为三个阶段: ①1977~1983, 为小试阶段; ②1984~1990, 在南京林业大学 (以下简称南林大) 木工厂建成了一条年产量为 3000m³ 的不联动中试生产线, 这项被列为林业部重点项目的“定向结构板中间试验”于 1988 年通过林业部鉴定, 1991 年获林业部科技进步三等奖; ③1991~1995, 国家“八五”科技攻关子专题“短周期工业材定向结构板制造和应用技术的研究”由南林大承担实施。先后取得了以下成果: 用全套国产化工艺与设备在福建建瓯木材厂建成了一条年产 10000m³ 的工业化生产线, 已开始试生产, 产品性能可以达到加拿大定向结构板标准规定的要求; 在铁道部南京浦镇车辆厂用贴有塑料装

饰板的定向结构板装备了一节硬座客车车厢, 已在南京—景德镇铁路线上运行一年多, 效果良好; 在南林大校园内用定向结构板建造了一座面积为 160m² 两层楼结构的试验房, 并跟踪测试了房子的隔热保温、吸声隔音、甲醛气体释放、板子尺寸稳定性以及抗老化、抗气候等指标; 在广州和北京分别用定向结构板作混凝土模板进行实际灌浆试验。定向结构板可以作为一种材料跻身市场、参与竞争已被人们所承认。

目前, 我国已建和在建的定向结构板生产线有 5 条: 即南京木器厂 (规模: 10000m³/a, 主机从德国进口, 国内配套辅机)、福建建瓯木材厂 (规模: 10000m³/a, 全部采用国产设备)、江西赣州第二木材厂 (规模: 16800m³/a, 主机从德国进口, 辅机在国内配套)、山东冠县华联家具有限公司 (规模: 8000m³/a, 全部采用国产设备) 和广东封开人造板有限公司 (规模: 16000m³/a, 全部采用国产设备)。此外, 还有近十家工厂正在与南林大定向结构板工程研究中心联系建厂事宜。由于同一规模的国产设备价格仅相当于引进设备的三分之一或四分之一, 估计下一步在我国发展定向结构板还是以国产设备为主。为了让有意生产和使用定向结构板的工厂和用户对这一新板种有一个比较清楚的了解, 本文谨就定向结构板的定义、分类和特点作扼要的介绍。

2 定义

所谓定向结构板, 是指以薄长条刨花 (长 50~80mm, 宽 5~20mm, 厚 0.45~0.6mm) 为原料, 添加合成树脂胶, 经定向铺装后再热压而制成的一种结构人造板。根据加拿大定向结构板标准提出的数据, 定向结构板必须具备以下几个条件: ①单向强度要比普通刨花板高得多; ②纵向定向方向的 MOR (MOE) 至少要超过横向定向方向 MOR (MOE) 的 2 倍以上; ③经过苛刻的耐老化试验后, 板子必须保留有足夠的强度残余值。当然, 板子表面排列应有一定

*“定向结构板研究”被列入国家“八五”科技攻关项目子专题; 编号 85-018-04-05-04。1995 年被列入国家科委科技攻关加强项目; 编号 85-018-04-08 (调)。

的定向度,不过最本质的还是要落实到力学性能上。

过去一段时间,在加拿大很风行的华夫结构板(Waferboard)近年来也逐步向定向结构板靠拢,缩小华夫刨花的宽度尺寸,其产品称为定向华夫板(Oriented Waferboard,缩写为OWB)。

由于定向结构板主要是作为承重结构材料应用在建筑、车船制造和集装运输上,因此,除了需要有足够的力学强度外,还必须有良好的防腐、防霉、阻燃和抗蛀能力,还要求甲醛散发量低、尺寸稳定性好、抗霉变和耐气候侵蚀能力强。

3 分类和分级

目前,我国尚未颁布定向结构板标准,因此,只能按传统的习惯对其进行分类。在加拿大定向结构板标准中对密度没有限制,无疑在分类时亦可不考虑这一指标。

3.1 按胶粘剂种类分类

3.1.1 脲醛树脂胶定向结构板,又称室内型定向结构板,这类板只能用在室内不需要防潮的地方,一般多用在室内隔墙和家具制造。为改良脲醛胶定向结构板的性能,国外有的工厂用三聚氰胺改性脲醛树脂胶制成MUF胶,可以大大提高脲醛胶定向结构板的力学强度和防潮能力。脲醛胶定向结构板应用于建筑物室内还面临着甲醛散发问题的挑战。欧洲共同体明文规定,只有符合E1级甲醛散发标准(即穿孔值小于10mg/100g板或气体分析值小于0.01ppm)的板子才允许用于室内。目前,国产刨花板达到这一要求者实在太少,定向结构板也不例外,看来,只有两条路,一是改进制胶工艺和制板工艺,使热压后的板子本身达到E1级,或是通过后处理使板子的甲醛释放量从E2级调整到E1级。

3.1.2 酚醛树脂胶定向结构板,又称室外型定向结构板,但是并不能理解为此类板子只能用于室外,恰恰相反,目前不少用户还乐于用酚醛胶定向结构板装饰室内。酚醛胶定向结构板一般不存在甲醛散发的问题,但是,酚醛胶板表面呈深红色,如果装饰时不另加贴面材料或作表面涂饰,室内采光会比较差。

酚醛树脂胶定向结构板用作外墙在国外已很普遍,尤其在北美更是司空见惯。在我国对此还众说不一。中国幅员辽阔,南北地域气候条件差异很大,对外墙板的要求不是千篇一律,看来,酚醛胶定向板能否充作永久性建筑的外墙板还需由实践来检验。在南林大校园内已设置了一个定向结构板抗自然气候的试验场,将连续15年观察6mm,10mm和25mm

三种不同厚度以及不涂保护涂料与刷桐油两种不同情况下板子抗日晒夜露、风吹雨打和高湿冷冻等条件的能力。据资料介绍,从地面以上500mm内一般不宜用定向结构板作外墙板,尤其在潮湿地区。

3.2 按板子的结构分类

3.2.1 单层定向结构板,通常这是一种薄板,可作为复合胶合板的厚芯板。它是用纵向定向铺装头铺装而成的。以小径材为原料,先生成单层定向结构板,再在两个表面上覆以单板,就可以得到复合胶合板(Com-plywood)。单板覆面工艺又分为一步法和两步法,这两种方法在技术上均已成熟。单层定向结构板容易发生横向翘曲变形,在制成三层结构复合板后也还存在着这一缺陷,建议最好能制成5层结构的复合板,借助第2和第4两层横向叠放的单板,可以提供一部分防止向横向翘曲的平衡力。

3.2.2 三层结构定向板,是市场上最常见的产品,它是由两个纵向定向铺装头和一个芯层横向定向铺装头铺装而成。通常大尺寸刨花铺在表层,稍小一些的刨花铺在芯层。一般说来,表层大尺寸刨花用量不能少于刨花总量的60%,否则会出现板子纵横向强度失调现象。三层定向结构板表面比较粗糙,如果用作室内装修,刷一层清水涂料亦可,但是如果用于车船制造,表面必须贴面,这就需要先用单板将表面补平再加上贴面材料,费工、费时,提高成本。据调查,三层定向结构板在国内市场上还不容易出售,希望建厂单位引起重视。

3.2.3 五层定向结构板,又称为表面细化的定向结构板,它是为弥补三层定向结构板的表面缺陷而发展起来的。为达到细化表面的目的,需在定向铺装机的头尾各增设一个气流式渐变铺装头,两表面的碎料量应恰到好处,通常碎料层厚度以板子砂光后表面不暴露大刨花为度,添加两个细表层给工艺上带来了不少麻烦。如果是新建的定向结构板生产线,一般将定向刨花分选时产生的碎料或一部分大刨花通过筛、环式打磨机制得表面所需的细料,若产量较高则应另安排表面碎料供应线。如果是原有刨花板厂增设定向板生产线,则可以考虑从老生产线上引一部分碎料来充作定向板表面碎料。不难想象,五层结构定向板生产线是可以生产三层定向结构板和单层定向结构板的。

3.3 分级

分级是不同于分类的另一概念。分级的依据是产品的质量指标。目前,国内主要还是依照加拿大定向结构板标准来进行分级,具体要求见表1。

表 1 定向结构板性能指标

项目	限值	单位	方向	R-1	0-1	0-2
第一组						
MOR	最小值	MPa	∥	17.2	23.4	29.0
			⊥	17.2	9.6	12.4
MOE	最小值	MPa	∥	3100	4500	5500
			⊥	3100	1300	1500
IB	最小值	MPa		0.345	0.345	0.345
煮 2h 后 MOR	最小值	MPa	∥	8.6	11.7	14.5
			⊥	8.6	4.8	6.2
浸 24h 后 TS 值						
板厚≤12.7mm	最大值	%		25	25	25
板厚>12.7mm				20	20	20
第二组						
六个试验循环后 MOR 值	最小值	MPa	∥	8.6	11.7	14.5
			⊥	8.6	4.8	6.2
线性膨胀 (由绝干到饱和)	最大值	%	∥	0.40	0.40	0.40
			⊥	0.40	0.40	0.40
线性膨胀 (RH50%~90%)	最大值	%	∥	0.20	0.20	0.20
			⊥	0.20	0.20	0.20
握钉力	最小值	N	∥	70t	70t	70t
			⊥			

注:R-1:随机铺装板;0-1:定向一级板;0-2:定向二级板;t:板厚(mm)。第一组指标为必测指标;第二组指标为选测指标

4 定向结构板的力学性能特点

4.1 强度和模量的单方向性

实验表明,定向结构板纵横向 MOR 和 MOE 的比值往往保持在 2~3,这对于发挥定向结构板应用于单向承重场所是十分有利的,实验结果见表 2。

表 2 定向结构板的强度模量单方向性

密度 (kg/m³)	MOR(MPa)			MOE(MPa)		
	∥	⊥	∥/⊥	∥	⊥	∥/⊥
550	38.0	18.1	2.11	5140	1660	3.10
680	60.9	27.1	2.21	6870	2280	3.01
810	67.1	31.1	2.16	7530	2460	3.06

对同一块试件来说,下式成立:

$$\frac{MOR_{\parallel}}{MOR_{\perp}} > 2; \quad \frac{MOE_{\parallel}}{MOE_{\perp}} > 3$$

定向结构板 MOR 与 MOE 之间存在着线性关系,下式成立:

$$MOR_{\parallel} = a + bMOE_{\parallel}$$

4.2 定向结构板纵横向的强度模量总和稳定性

有人认为,通过定向可以提高板的纵横两个方向的强度总和,这个看法是不正确的。实际上用同一尺寸的刨花,按同一工艺条件分别制成定向结构板和随机结构板,可以发现下式是成立的。

$$\frac{MOR_{\parallel} + MOR_{\perp}}{2} = MOR_R$$

(R 表示随机铺装)

$$\frac{MOE_{\parallel} + MOE_{\perp}}{2} = MOE_R$$

上式表明,定向铺装只能调节纵横方向的强度模量分配比,而不能增加其总量,调节的方法有两种:(a)调节纵横向刨花用量;(b)改变刨花定向角度。

4.3 定向结构板力学性能的人为设计

人为设计定向结构板性能是人们梦寐以求的目标,采用下列方法基本上可以实现这一目标。定义:

$$R = \frac{MOR_{\parallel}}{MOR_{\perp}} \left(\frac{MOE_{\parallel}}{MOE_{\perp}} \right)$$

$$K = \frac{MOR_{\parallel} + MOR_{\perp}}{2} \left(\frac{MOE_{\parallel} + MOE_{\perp}}{2} \right) = MOR_R (MOE_R)$$

$$f = \frac{MOR_{\parallel} - MOR_R}{MOR_R} \left(\frac{MOE_{\parallel} - MOE_R}{MOE_R} \right) \times 100\%$$

定向结构板的 R 值、K 值和 f 值见表 3。

表 3 定向结构板的 R 值、K 值和 f 值

密度 (kg/m³)	R		K		f	
	MOR	MOE	MOR	MOE	MOR	MOE
550	2.1	3.1	1.1	1.1	51	68
680	2.2	3.0	1.1	1.0	52	63
810	2.2	3.1	1.0	1.0	36	49

$$f_{\sigma} = \frac{2K_{\sigma}R_{\sigma} - (R_{\sigma} + 1)}{R_{\sigma} + 1}, f_E = \frac{2K_ER_E - (R_E + 1)}{R_E + 1}$$

$$K_{\sigma} = \frac{(f_{\sigma} + 1)(R_{\sigma} + 1)}{2R_{\sigma}}, K_E = \frac{(f_E + 1)(R_E + 1)}{2R_E}$$

$$R_{\sigma} = \frac{f_{\sigma} + 1}{2K_{\sigma} - f_{\sigma} - 1}, R_E = \frac{f_E + 1}{2K_E - f_E - 1}$$

从表 3 中,还可以看出,一般有下列不等式关系: $f_E > f_{\sigma}$, $K_E > K_{\sigma}$, $R_E > R_{\sigma}$ (注:上式下标 σ 相当于 MOR, E 相当于 MOE)

5 定向结构板的工艺特点

与普通刨花板的工艺要求相比,定向结构板工艺有其独特要求,详细的介绍将在系列讲座之二和三给出,这里仅作简单叙述。

5.1 原料要求

生产刨花板对原料几乎没有任何特殊要求,定向结构板则不然。一般说来,生产 1m³ 定向板需消耗 1.8m³ 原料,1 个年产 15000m³ 的定向结构板工厂全年需消耗 27000m³ 原料,其中至少要保证有 70% 的小径级原木,如果刨片机的大尺寸刨花得率较低,则比例还要上升。据经济学家提出的刨花板厂原料供应圈的最佳半径公式计算,年产 15000~30000m³ 定向结构板工厂其采购原料的最佳经济半径为

50km,建议欲上定向结构板项目的工厂应当充分考虑原料是否能稳定供应,最理想的是建立能永续利用的原料基地。

5.2 设备的特殊性

5.2.1 刨片设备 普通刨花制备主要用刨片机和环式刨片机,得到的是碎料。定向刨花制备主要用刨片机。欧洲喜欢用辊式刨片机,北美更热衷于用盘式刨片机,后者刨片质量比前者好,但产量稍低,国产化生产线上眼下选用的是刀轴式刨片机,正在研制盘式刨片机。定向刨花的长度是通过梳形刀片的槽口长度来控制的。

5.2.2 干燥设备 普通刨花干燥所用的转子式干燥机不能用于定向刨花的干燥。推荐用单通道干燥机和三通道干燥机来干燥定向刨花。以热空气或经严格净化的烟气作干燥介质,热效率高,用内装抄板的圆筒作干燥机主体,生产能力大。从安全考虑,通常要配备有防火、灭火和防爆系统。一般入口干燥介质温度在250~300℃左右,排气口介质温度仍旧超过100℃,可以用于预热刨花,这种带有预热装置的新一代定向刨花干燥机正在设计之中,不久将与用户见面。

5.2.3 分选设备 普通刨花专用的振动式分选机不能用来分选定向刨花。圆筛和气流分选器可以有条件地借用,适合于定向刨花分选的设备有转筒式分选机和圆盘式分选装置。

5.2.4 拌胶设备 普通刨花采用环式拌胶机拌胶。定向刨花拌胶只能使用滚筒式拌胶机。根据拌胶机旋转时的临界转速以及喷胶的方式,定向刨花只能采用雾化喷胶,这里有两种方式:即无空气压力喷胶和有空气负压喷胶。实践表明,若用无空气压力喷酚醛树脂胶,压力泵的额定压力要比较高。

以上几种设备选用的依据在于要保证定向刨花在实行工艺动作过程中尽最大可能地不破坏刨花的形态。

5.2.5 定向铺装设备 定向铺装是十分重要的关键设备,目前,生产线上常用的纵横定向铺装头组合形式有以下几种:圆盘+覆带+圆盘,圆盘+插片+圆盘;插片+转筒+插片,圆盘+星形辊+圆盘;插片+星形辊+插片等等。定向铺装时要注意三点:有足够的定向度,稳定的落料均匀性和表芯层刨花用量的合理配比。

总而言之,定向结构板生产过程与普通刨花板相比,所需工序基本相近,但每一工序所用设备及工艺参数却大相径庭。有人认为,只要换几台设备,就

可以把普通刨花板生产线改造成定向结构板生产线是不科学的。

6 定向结构板用途的特殊性

关于定向结构板的应用技术将在系列讲座之五详细阐述,这里简述如下:

6.1 用于建筑

南林大校园内已建成了一座定向结构板试验房,板材用作外墙板、内墙板、内部隔墙板、地板、楼梯踏板、天花板和屋面板等。这种板材幅面大,可锯、刨、钻孔、铣槽、拧螺钉,表面可油漆或贴其他装饰材料。此外,正在酝酿事先做成大幅面的预制墙体直接到现场组装。据专家预测,定向结构板建筑材料的出现将给建筑设计带来新的进展。

6.2 车船制造

列车和轮船是消耗人造板的大户。过去大量消耗结构胶合板,如今,胶合板原料短缺,结构胶合板供应困难,用定向结构板替代结构胶合板是可行的。分别用6mm,10mm和25mm厚的定向结构板经塑料装饰板贴面后装备列车车厢效果良好,主要用作车厢侧板、地板、乘务员休息室、卧铺床板、房间分隔板及餐车餐桌等。据分析,使用定向结构板还可使车厢制造成本大幅度下降。另一优点是用定向结构板替代结构胶合板,原有的工装设备无需作任何变动。

6.3 用于装修

南京某餐厅用定向结构板装修取得了意想不到的效果,室内墙裙、天花板和地板均用定向结构板,使就餐者感到仿佛身处于自然界,有说不尽的回归大自然的感受。用定向结构板装修,无需再作贴面,至多加刷一层清水涂料。保持板面刨花不被遮盖或者根本不考虑涂饰就保持原来本色。

6.4 用于混凝土模板

定向结构板用于混凝土模板在技术上已经没有难度。当前有两种形式:将定向结构板表面贴单板或再覆上酚醛浸渍纸以后,直接大幅面作模板或者锯割成一定尺寸用作钢模板的腹板,这两种形式已分别在广州和北京的建筑工地上试用。

随着科学技术的不断发展,定向结构板的用途还会不断地被开拓。

7 结语

定向结构板作为一种新型人造板,在我国已受到了政府和广大用户的重视,林业部的发展规划中,已提到加速发展定向结构板。我国是一个拥有广大

林产品销售市场的大国,一旦定向结构板站住了脚,其发展潜力是巨大的。所有从事人造板教学、科研、生产和经营的科技和管理人员有责任为发展我国的定向结构板生产贡献一份微力。

8 参考文献

- 1 Bill Keil. Adhesives & Bonded Wood Products. Wood Based Panels, 1992, May, 18~21
- 2 Evanyelos J. Biblis. Performance of Southern OSB Overlaid with Resin-impregnated Paper. Forest Prod. J. 1990, 40(4), 55~62
- 3 Eddie W. Price. Durability of Structural Panels. USDA Southern Forest Experiment Station General Technical Report SO-52. 1984, December, 1~182
- 4 Moeltner H. G. Structural Boards for the 1980's. Holz als Roh und Werkstoff, 1980, 38, 365~372
- 5 Maloney T. M. The Development of the United States and Canada, Waferboard, Oriented Strands Board, and Medium Density Fiberboard the Year, Holz als Roh und Werkstoff, 1984, 42, 361~365
- 6 Yasuo Yoshida etc. Production of Oriented Particleboard I. 日本木材学会志, 1989, 35(3), 227~233
- 7 Yasuo Yoshida etc. Production of Oriented Particleboard II. 日本木材学会志, 1989, 35(8), 718~728
- 8 Hikaru Sasaki etc. Production of Oriented Board with an Electrostatic Field I. 日本木材学会志, 1982, 28(5), 295~300
- 9 Hikaru Sasaki etc. Production of Oriented Board with an Electrostatic Field II. 日本木材学会志, 1982, 28(5), 301~306
- 10 Khuan C. Au etc. Influence of Wafer Thickness and Resin Spread on the Properties of Paper Birch Waferboard. Forest Prod. J. 1989, 39(4), 47~50
- 11 Otta Suchsland etc. A Simulation of the Horizontal Density Distribution in a Flakeboard. Forest Prod. J., 1989, 39(5), 29~33
- 12 H. F. Carino etc. Feasibility and Economic Impact of OSB Productions in North Alabama. Forest Prod. J., 1991, 41(2), 51~57
- 13 Otta Suchsland etc. Model Analysis of Flakeboard Variables. Forest Prod. J., 1991, 41(11/12), 55~60
- 14 Terry W. Zinn etc. Long-term Study of Formaldehyde Emission Decay from Particleboard. Forest Prod. J. 1990, 40(6), 15~18
- 15 J. Dobbin McNatt etc. Relationships between Small-specimen and Large Panel Bonding Test on Structural Wood-based Panels. Forest Prod. J., 1990, 40(9), 10~16
- 16 M C Yeh et al. Flexural Creep of Structural Flakeboards under Cyclic Humidity. Forest Prod. J., 1990, 40(10), 51~56
- 17 Evangelos J. Biblis. Properties of Commercial OSB from Three Southern Pine Mills. Forest Prod. J., 1989, 39(1), 55~57
- 18 华毓坤、邓玉和等. 新型结构定向刨花板的研究. 南京林业大学学报, 1980(2)
- 19 华毓坤. 人造板在 X-射线下的特征(I). 南京林业大学学报, 1980(2)
- 20 华毓坤等. A Study on OSB with Fast-Growing Species Poplar. 中美林产品研讨会论文, 1987
- 21 华毓坤. 定向刨花板(OSB)的生产研究. 林产工业, 1989(4)
- 22 华毓坤、殷苏州. 定向刨花板的快速老化试验. 南林学报, 1989(2)
- 23 承国义、张勤丽. 定向铺装头工作原理及铺装性能测试. 木材加工机械, 1990(1), 9~15
- 24 周定国. 定向刨花板物理力学性能的研究. 南林学报, 1983(1)
- 25 周定国. 评价碎料定向效果的几种方法. 林产工业, 1984(4)
- 26 周定国等. 刨花机械定向方法的研究, 振动筛板装置及定向效果. 南林学报, 1985(2)
- 27 周定国. 用投影长度法评价碎料的定向效果. 林产工业, 1987(5)
- 28 周定国. A Study of Oriented Structural Board from Hybrid Poplar, Part I. Holz als Roh und Werkstoff, 1989(10)
- 29 周定国等. 落叶松华夫板的工艺研究. 林产工业, 1992(5)
- 30 洪中立. 复合胶合板的研究 I. 组成部分对复合胶合板特性的影响. 南林学报, 1983(1)
- 31 洪中立. 复合胶合板的研究 II. 结构形式对复合胶合板特性的影响. 南林学报, 1983(2)

[编后语]定向结构板系列讲座主要介绍定向结构板的制造与应用基本知识、研究成果、科贸信息和经济分析,讲座分六讲,即定向结构板概论;定向结构板制造工艺;定向结构板关键主机;定向结构板特殊处理方法;定向结构板应用技术及其经济分析。每期刊出一讲。