

讲 座

定向结构板的应用
定向结构板系列讲座之五

南京林业大学定向结构板工程研究中心

1 概述

定向结构板与其他人造板相比,其特点是强度高,纵、横方向的静曲强度和弹性模量有明显差异。定向结构板的用途也充分体现了板材的力学性能特征,即主要应用于有一定承载要求的场所。国内外的研究表明,定向结构板可以用作墙体材料和屋面、地面材料,混凝土模板材料,船的内部装饰材料,板式家具材料和包装材料等。对定向结构板应用的力学计算、结构设计、施工规范、质量检验和经济分析已有较为详尽的研究,有的国家还颁布了专门法规。定向结构板已为越来越多的人所接受。

2 用作墙体、屋面和地面材料

定向结构板是一种理想的墙体材料,在北美和西欧已应用得相当普遍。一般说来,用于外墙板的板材需用酚醛树脂胶制造,用于内墙板的可用脲醛树脂胶。但是不少科技人员认为,用作墙体的定向结构板最好都采用酚醛树脂胶。

定向结构板墙体的结构型式有以下几种:(1)砖墙加定向结构板内墙,一般外墙是一砖厚,内墙是定向结构板,以木龙骨固定在砖墙上。其间可以填充保温材料,也可以保留一定的空气层,砖外墙可用水泥粉刷、涂外墙涂料或镶嵌马赛克。内墙板可以用清水涂料涂饰,以保留定向结构板表面大刨片的天然本色。此外,也可以用单板、浸胶的木纹纸或其他材料贴面。在多雨水的我国南方地区,这种墙体结构往往更能迎合群众对传统墙体和新型轻型墙体二者的揉合心理;(2)水泥刨花板或者石膏刨花板作外墙加定向结构板内墙,这种型式在国外应用得比较广泛,也能在多雨水的地区应用。内墙板用 6 mm 厚的定向结构板,内外墙板通过木龙骨或金属、木材组合龙骨连成一体,中间通常需填以玻璃纤维、岩棉、泡沫塑料和发泡木丝板等隔热保温材料,这种型式的墙体在北美或欧洲司空见惯;(3)内外墙板均为定向结构板的复合墙体,这种墙体在国外私人建筑中应用得非常普遍,一般外墙板厚 10 mm,内墙板厚 6 mm,内

外墙板通过木龙骨连接在一起,外墙通常每隔 1~2 年刷一次防水涂料,有的可以用塑料罩板覆于定向结构板表面,内外墙板中间需以各种隔热保温材料填充,这种类型的墙体按 30 年使用寿命设计。

一般说来,如果不采用钢筋混凝土框架结构,而主要为钢木结构,采用定向结构板墙体的建筑物楼层局限于 3 层左右。如果采用钢筋混凝土框架结构建造多层建筑物,则多选用砖墙加定向结构板内墙型式。

除用作外墙体之外,定向结构板用作室内空间分隔的内墙体已经相当普及,在各种专业期刊上的已有大量报道。常见的型式有两大类:(1)定向结构板组合墙体,两面均为 6 mm 厚的定向结构板,固定在木龙骨上,中间填上隔热保温材料或在现场发泡的材料,墙体的厚度根据设计规范,结合用户的要求而定,板面可以刷清水涂料或遮盖性涂料,也可以覆贴其他装饰材料。与传统的粘土砖分隔墙体相比,定向结构板墙体重量轻,施工简便,占地面积少,成本与传统墙体基本相平;(2)家具式室内分隔墙体,采用这种型式,可以把分隔墙体与室内家具二者的功能溶为一体。根据用途不同,分别采用 6~25 mm 各种厚度的定向结构板,做成书橱、挂衣橱和文件柜等,并用以分隔空间。这种型式墙体的优点之一是有很大的灵活性,主人可以依照自己的居住需要和对室内布置的追求,随时可以重新组合家具式分隔墙体,以形成新的室内布置格局。这类定向结构板也可以采用脲醛树脂胶,但必须采取有效措施,切实解决好室内空气游离甲醛含量可能会升高的问题。

用定向结构板作墙板,关键是要解决好以下几个问题:(1)板材的阻燃处理,根据有关部门规定,板材的阻燃等级必须达到难燃 B1 级。通常可在制板时添加阻燃剂或在使用时在板表面刷阻燃涂料;(2)板材的耐气候处理。用于室外的定向板表面应进行特殊处理,而且在制板时应当加入防霉、防腐等药剂;(3)板材之间的接缝处理。必须考虑到板材的线性膨胀,防止经过一段时间后板的长宽边交接处产生开

裂,一般可采用加强固定,在接缝处覆贴遮盖带和在接缝处使用装饰性附件等;(4)降低室内空气中甲醛含量的处理。可以采用各种各样的措施,使板材散发游离甲醛的潜势受到抑制,将室内空气中的甲醛浓度控制在 0.1 ppm 以下。至于板的静曲强度和弹性模量应达到定向结构板标准规定的要求。

墙体的定向结构板之间、板与龙骨之间或龙骨之间的连接方式很多,常见的有:(1)胶粘连接;(2)圆钉或螺钉连接;(3)金属铰链连接;(4)金属板块连接等。具体采用何种连接方式,应视具体情况而异。

定向结构板用作屋面材料,如屋面板、天花板等,已不存在技术上的困难。在国外,用定向结构板作为直接暴露在大气中的屋顶板也是常有的事。定向结构板作为地面材料包括直接作地板或地板的衬板两种。有人曾试验,把不覆面定向结构板铺在地面上,然后用砂光机砂磨,再涂上透明的树脂漆,就可以得到木刨花纹理清晰、有较强耐磨性的地板。上海某厂用定向结构板作为保龄球球道的底层衬板,成本比用结构胶合板至少降低 30%。

南京林业大学在校园内已经建造了一座定向结构板试验房作为示范,供木材工业的同行和建筑业、建筑材料业界的人士参观和评估。在这座试验房中,采用 6 10和 25 mm 三种厚度、酚醛胶胶合的定向结构板作屋面板、天花板、外墙板、内墙板和地板等。试验房的主要承重构件包括钢筋混凝土梁和原木或木枋。施工中,定向结构板可以锯、刨、铣槽和拧螺钉,表现出了良好的机械加工特性。目前,正在对定向结构板试验房的保温性能、隔声性能、室内空气中的甲醛浓度和抗老化性能进行跟踪测试。

迄今为止,定向结构板在建筑上的应用在我国才刚刚起步,作者认为,要想尽快使定向结构板能够推广应用,应当从以下几个方面入手:(1)进一步提高定向结构板的性能,以满足作为建筑材料而对板材提出的各种要求;(2)进一步完善定向结构板作为建筑材料使用的设计规范和施工规范,建造生产定向结构板建筑构件的专业工厂,以最终产品而不是以半成品的形式进入建材市场;(3)依靠科技进步改进定向结构板制造工艺,降低生产成本和销售价格,使定向结构板在建材市场上有更强的竞争力;(4)广泛宣传在建筑行业推广应用定向结构板的经济效益、社会效益和环境效益,造成一个有利于定向结构板推广应用的外部环境。

3 用作混凝土模板材料

高楼大厦的建筑离不开混凝土模板,在一些工业发达国家混凝土模板的投资费用常占整个混凝土工程费用的 10% 以上。一种理想的混凝土模板应具有以下条件:(1)有足够的强度和刚性,能够承受混凝土浇注和成型过程中产生的负荷;(2)易于加工成型,尤其是不规则面的成型,便于安装与拆除,重复使用次数多;(3)表面平整光滑,易于脱模,浇注的混凝土表面质量高;(4)材料来源广,成本低。

目前,常用的混凝土模板有以下几种:(1)木模板,优点是自重轻,易加工,保温、保水性好,但幅面小,拼缝多,可重复使用次数少;(2)钢模板,自重较大,保温性能差,不利于冬季施工,幅面小,易锈蚀,易粘模;(3)胶合板模板,虽具有自重小,幅面大,易加工,可多次重复使用等优点,但价格偏高,材料来源日趋短缺;(4)竹材混凝土模板是中国研究成功的新产品,但自重偏高,价格昂贵,且可用于制板的竹材资源也越来越紧张。经过试验研究和实际试用结果表明定向结构板是理想的混凝土模板。

定向结构板可以按照使用胶合板模板的方式或是按照大版面钢框模板的方式用于混凝土浇注。这两种方式国内均已开始在施工现场应用。

实际试用表明,定向结构板素板直接用作混凝土模板效果欠佳,往往会产生混凝土表面质量不够理想和重复使用次数不多等缺陷。为使定向结构板能有效地用作混凝土模板,应解决好以下几个问题:(1)应使用防水型胶粘剂,通常为酚醛树脂胶或异氰酸酯类胶粘剂,用胶量应酌情增加。此外,还需加防水剂等添加剂;(2)必须加强成品板的封边处理,防止在使用时水分从端边渗入板材内部,导致板材厚度出现过大的变形,封边的方法以现场涂刷防水涂料为宜,重复使用几次后,如发生边部膨胀现象,则可以裁去膨胀部分再重复涂刷封边;(3)板材表面需作贴面处理,一般用单板贴面,有时还再覆贴一张酚醛树脂或三聚氰胺树脂浸渍纸。用作混凝土模板的定向结构板必须具有足够的强度和刚性,为了满足混凝土浇注的使用特点,即纵横两个方向的强度和刚性应大体相近,故单板贴面时应将单板的纤维方向垂直于结构板的定向方向。表 1 给出了单板贴面定向结构板的物理力学性能。

定向结构板混凝土模板能否在市场上占有一席之地,的另一个关键因素是能否在成本和售价上与其他模板竞争。据统计,中国混凝土模板市场上除钢模板以外,尚有覆面竹材胶合板、覆面胶合板和竹编板等板种。按照现在的报价(见表 2),可以认为,定向

表 1 单板贴面定向结构板的物理力学性能

性能指标	单板厚度 1. 58 m m		单板厚度 0. 77 m m		定向结 构 板
		⊥		⊥	
密度 (g / cm ³)	0. 77	0. 75	0. 80	0. 75	0. 74
含水率 (%)	5. 3	5. 0	6. 7	6. 4	6. 7
MOR (M Pa)	84. 8	36. 5	94. 7	52. 1	42. 4
MOR _⊥ (M Pa)	16. 7	59. 5	23. 2	49. 4	17. 1
MOE (M Pa)	7 024	3 716	7 669	6 037	6 550
MOE _⊥ (M Pa)	1 974	4 700	2 171	4 254	2 300
水煮 24h后 MOR (M Pa)	49. 6	26. 5	50. 4	30. 8	28. 1
水煮 24h后 MOR _⊥ (M Pa)	13. 5	41. 8	12. 8	34. 3	12. 0
TS (%)	12. 4	11. 9	9. 5	12. 3	19. 6

注: 两面覆贴单板; ||、⊥分别表示单板纤维方向与结构板定向方向的平行或垂直; 胶合板混凝土模板标准规定 $MOR \geq 35. 0$ MPa, $MOE \geq 4500$ MPa

结构板混凝土模板在销售价格上占有竞争优势。 作者认为,通过采用新技术,使定向结构板在性能上能满足混凝土模板的特定要求,进一步挖掘减少消耗、降低成本的潜力,及时把握大径级原木短缺,用户迫切寻找胶合板混凝土模板替代品的机遇,定向结构板混凝土模板的发展前景是令人乐观的。

表 2 几种混凝土模板的价格对比

模板种类	板材厚度 (mm)	单 价 (元 /m ³)
覆面定向结构板	12	5700
	16	5 700
覆面竹材胶合板	12	7 980
	18	6 270
覆面胶合板	12	7 140
竹编板	12	4 800

4 用作车、船内部装饰材料

目前,列车客车车厢(包括硬座车、硬卧车、软卧车和餐车等)内部装饰主要应用结构胶合板。 铁道部规定,车厢每 1年半进行一次段修,每 6年进行一次大修。 大修一辆车厢要用胶合板 3 m³,新造一辆车厢需用胶合板 5 m³,按每年新造车厢 2 000辆和修理车厢 3 000辆计,需用胶合板约 20 000 m³。

试验表明,用定向结构板替代结构胶合板用于列车客车车厢内部装饰是完全可行的。 无论采用何种基材,板材表面都必须覆贴塑料装饰板,贴面后板材的物理力学性能对比见表 3

南京林业大学和南京浦镇车辆厂合作,用双贴面定向结构板装备了一节硬座客车车厢,已在南京—景德镇铁路上运行了一年半。 段修时将该车厢与用结构胶合板装备的车厢对比,未发现有异常现

表 3 双贴面定向结构板和结构胶合板的物理力学性能对比

性能指标	双贴面定向结构板			双贴面结构胶合板		
	6 mm	10 mm	25 mm	6 mm	10 mm	25 mm
	6 mm	10 mm	25 mm	6 mm	10 mm	25 mm
密 度 (g/cm ³)	0. 99	0. 78	0. 80	0. 90	0. 79	0. 64
含水率 (%)	8. 7	9. 2	8. 4	8. 4	10. 3	8. 4
静曲强度 (M Pa)	83. 1	48. 8	60. 6	109. 6	60. 6	46. 2
弹性模量 $\times 10^3$ (MPa)	10	6. 4	5. 5	11	6. 4	4. 3
吸水厚度膨胀率 (%)	1. 0	1. 2	7. 3	4. 5	2. 7	4. 3
冲击韧性 (kJ/m ²)	44. 2	41. 9	42. 4	45. 7	40. 3	64. 3
握螺钉力 (N)	1 207	1 347	2 158	934	1 246	1 627

注: 双贴面定向结构板指 双面各贴一层 0. 7 mm柳 安单板及一层 0. 8 mm三聚氰胺装饰板 (基板用杨木制成); 双贴面结构胶合板指 双面各贴一层 0. 8 mm三聚 氰胺装饰板 (基板为榉木板)

象。 定向结构板可应用在车厢的以下几个部位: (1) 6 mm薄板用于车厢侧板、顶板等; (2) 10 mm板用于窗户外侧护板等; (3) 20~ 25 mm板用于地板、乘务员室门板及隔板等。 用定向结构板替代结构胶合板,原先的工装条件和所有构件无需作任何变动。

用于列车车厢,尤其是用作车厢地板的定向结构板,必须严格测试其动态弹性模量。 此外,还必须检验板材在温差快速大幅度变化条件下强度的变化特征,以适应列车冬季运行在南北地区所受到的气候影响。 用定向结构板替代结构胶合板可以给车辆制造厂带来良好的经济效益。 据测算,生产成本可降低三分之一。

船舶(海轮和江轮等)业是消耗木材的大户。 客轮内部的房间分隔,旅客床铺以及办公家具等都用人造板,主要用三聚氰胺装饰板贴面的胶合板和普通刨花板。 用定向结构板替代结构胶合板和普通刨花板,在产品性能和工装技术上均不存在问题。 关键是板材的阻燃特性必须得到国家指定的权威检测机构的认可。 有关定向结构板在船舶上推广应用的工 作还刚刚开始,还需要做许多深入细致的调查研究和试验探索。

由于列车和船舶与广大群众的生命安全密切相关。 车辆厂和造船厂每选用一种新材料必须履行严格的报批和审查手续。 因此,作者以为,开展跨行业、跨学科的科研合作十分重要。 比如,可以吸收一部分铁道和船舶制造部门的专家参加课题的攻关,以缩短定向结构板向其他行业辐射和扩散的周期。

5 用作家具制造材料

板式家具用刨花板作材料已有较长的历史,也

积累了丰富的经验,迄今为止,用于板式家具制造的刨花板主要为渐变结构的普通刨花板,表面用三聚氰胺浸渍纸贴面,端面用单板或其他材料封边。据作者统计,全国已从国外引进以普通刨花板为主体材料的家具生产线近百条,全国普通刨花板总产量的 70%~80% 是用于家具生产。

板式家具的构件中,不少是承载的,比如,橱柜的直立侧板和书橱的搁板等,其受力状态常为单向承载。我们有时看到板式家具的构件发生永久挠曲变形,原因在于普通刨花板的强度和刚性不够。

用定向结构板作为板式家具承载部位用材是科学的选择,一般选用表面有细料的定向结构板。按照国内的使用习惯,往往要在板的正反两面覆贴三聚氰胺浸渍纸或单板,为了美化表面,有时还在普通单板上再覆贴类似水曲柳等树种纹理美丽的微薄木切片。福建建瓯木材厂在定向结构板正反两面各贴纵横两张单板,使产品的性能有很大的改进,该板受到家具制造者的欢迎。

与普通刨花板相比,定向结构板应用于家具生产有以下优点:(1)板材的静曲强度和弹性模量有大幅度的提高,纵横两个方向有明显的差异,能够符合板在不同方向的承载特征;(2)握螺钉力比普通刨花板高得多,而且可以重复拧入,能够满足家具构件通过绞链重复拧入拧出的要求。当然,使用定向结构板会使生产成本有所上升,据调查,在板材厚度相同的前提下,定向结构板的售价约比普通刨花板高 20% 左右。用于家具制造的定向结构板不一定非用酚醛树脂胶,而可以采用脲醛树脂胶,但由此而带来的游离甲醛散发问题不容忽视。按照欧洲共同体定向结构板标准,将用于干燥场所的板材定义为 01 级和 02 级,可以用脲醛树脂胶制造,用于潮湿场所的板材被定义为 03 级和 04 级,要用酚醛树脂胶制造。

6 用作包装材料

随着我国经济的发展,货物运量大增,其中有相当大数量的货物需外运,为定向结构板用于包装提供了机遇。作包装材用的定向结构板应用酚醛树脂胶制造,当然,对强度和刚性的要求可以有所缓解。包装业中能否大量选用定向结构板的关键是能否降低定向结构板的成本和价格。看来定向结构板要想和其他材料竞争包装市场,还需做很多的工作。

7 结语

中国是一个木材消耗大国,又是一个森林资源

短缺、木材供应紧张的国家。由于大径级原木的日益缺乏,结构胶合板将越来越难以满足市场需求,用定向结构板替代结构胶合板大方向是对的,有着良好的发展前景。目前,全国已建成投产的定向结构板生产线有两条,生产能力为 25 000 m³/年,在建的生产线 3 条,生产能力为 40 000 m³/年,预计到 2 000 年,我国将拥有定向结构板生产线十余条,生产能力达 15 万 m³/年,对板材的应用研究必须超前一步进行,能否打开定向结构板的销售市场,是关系到定向结构板能否在我国持续发展和推广应用的关键。

定向结构板的最大特点是单向强度高,有方向性。应用定向结构板必须充分发挥它的特点和长处,以用于建筑和车船制造为主渠道。在应用技术上与国际先进水平接轨。开展定向结构板研究并不单纯是木材工业界的事,而是涉及到建筑、建材、环保、质检和法规等多部门的综合性课题,应当调动多学科、跨行业的积极性搞联合攻关,不断提高定向结构板应用技术研究的水平和档次。

8 参考文献

- 1 Biblis F J. Performance of Southern OSB Overlaid with Resin-impregnated Paper. F. P. J., 1990(4): 55
- 2 Deppe H-J Verarbeitung der Spanplatten. DRW - Verlags-GmbH, Stuttgart, 1967
- 3 周定国. 刨花板的甲醛散发研究. 博士论文, 1996
- 4 华毓坤等. 定向结构板. 新型建筑材料, 1996(2): 11~13
- 5 华毓坤等. 定向刨花板研究. 世界林业研究, 1993
- 6 戚虎臣. 定向结构板浸渍纸贴面技术的研究(硕士论文), 木材工业, 1996(5): 7~9
- 7 Biblis E J. Properties of Commercial OSB from Three Southern Pine Mills. F. P. J., 1989(1): 55~57
- 8 华毓坤等. A Study on OSB with Fast-Growing Species Poplar. 中美林产品研讨会文集, 1987
- 9 Miltner H G. Structural Board for the 1980's. Holz als Roh- und Werkstoff, 1980, 365~372
- 10 Geimer R L. Predicting Shear and Internal Bond Properties of Flakeboard. Holz als Roh- und Werkstoff, 1981, 409~415
- 11 南京林业大学定向结构板工程研究中心. 定向结构板应用技术研究报告, 国家“八五”科技攻关项目《国产化定向结构板生产线及产品应用技术研究》鉴定会文件之八, 1996
- 12 周晓燕. 新型墙体材料——轻质发泡木丝板的研究. 南京林业大学硕士论文, 1995
- 13 傅峰. 功能人造板的研究. 南京林业大学博士论文, 1995