

讨论与建议

水泥刨花板的发展历程与前景

马红霞, 于文吉, 王天佑

(中国林科院木材工业研究所, 北京 100091)

摘要: 在分析水泥刨花板的特点、国内外水泥刨花板发展历程和研究状况的基础上, 对我国水泥刨花板生产现有的主要问题及发展前景进行了探讨。

关键词: 水泥刨花板; 墙体材料

中图分类号: TS653 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2005)06-0028-04

Current Status and Potential Application of Cement Bonded Particleboard

MA Hong-xia, YU Wen-ji, WANG Tian-you

(Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: This article reviews the development of cement bonded particleboard (CBP) around the world covering the board properties, development history as well as current research and application problems. It also discusses future development trends of CBP in China.

Key words: cement bonded particleboard (CBP); wall material

水泥刨花板是一种具有水泥和木材双重优点的人造板材, 是以硅酸盐水泥为胶结材料, 以木质刨花(或棉秆、麻秆、豆秆、稻草等植物纤维)为加强材料, 加入水和化学助剂, 经混合搅拌、铺装、加压成型、养护和人工干燥等工序制成。

与水泥制品相比, 水泥刨花板的质量轻, 机械加工(锯、钻、钉、刨削、打孔、开槽等)性能好, 易装饰; 与木制品相比, 水泥刨花板的强度高, 耐候、防潮防水、阻燃、防腐抗菌等性能良好, 可用作屋顶、天花板、地板、非承重内外墙、屋面望板、隔音板、防火板、建筑模板等, 广泛用于室内装修、厨房、温室、通风道、地下土建工程以及各种高低层建筑等。此外, 板材采用水泥作为凝胶材料, 使用过程中无甲醛释放; 隔音、隔热性能优良, 节约能量; 是一种优良的绿色环保建材, 也是国家重点推广的墙体材料之一。

1 水泥刨花板的发展历程

最早的水泥刨花板由20世纪30年代瑞士的Durisol公司研制成功; 60年代美国的Elmondof发

明了干法生产工艺; 在此基础上, Durisol公司和德国Bison公司合作, 对工艺进行了改进。70年代建成了一个规模较大的水泥刨花板试验厂, 并在以后的生产过程中不断改进和完善, 最终形成了水泥刨花板的半干法生产工艺。由于半干法生产周期较长, 1989年芬兰Rauma-Repola公司和匈牙利Falo公司合作发明了二氧化碳气体喷射法水泥刨花板的热压工艺, 在一定程度上达到了缩短生产周期的目的, 但同时也存在一些技术或成本方面的问题, 致使此类工艺的推广存在困难。此外, 有研究人员曾尝试采用特种水泥生产水泥刨花板。但目前水泥刨花板的生产主要还是以半干法工艺为主。

目前世界上已有水泥刨花板生产线40余条(其中年产3万~5万m³的生产线有30多条), 总的年产能达140万m³, 主要分布在前苏联地区, 其次是日本、美国、法国、德国、匈牙利、马来西亚、土耳其、墨西哥和中国等地。生产线的设备大部分由德国Bison公司、荷兰Elten公司、瑞士Durisol公司以及芬兰、意大利、挪威、美国、日本等国提供, 其中Bison公司的设备约占总生产能力的80%。

70年代在欧洲等地水泥刨花板就已得到迅速推广和大规模的生产。近年来, 水泥刨花板制作的装配

收稿日期: 2005-03-01; 修改稿: 2005-04-20

作者简介: 马红霞(1981—), 女, 中国林科院木材工业研究所硕士研究生。

式房屋以其方便灵活、拆装便利和较低的建筑成本为欧洲各国所接受^[1]。日本是世界上使用水泥刨花板数量最多的国家。作为一个多地震的国家,日本对建筑材料的防火性能相当重视,而水泥刨花板恰恰迎合了这一要求。在热带的菲律宾、马来西亚等地,利用当地树种和植物,生产包括水泥刨花板在内的水泥复合板材的企业亦较多。这类板材防潮、耐候性好,现场施工快捷方便,且当地木材资源丰富,大部分板材为手工铺装,生产成本低,在当地倍受青睐。

我国对水泥刨花板的研究始于70年代初。1980年底,中国林科院木材工业研究所与北京市建筑材料研究院、北京市单店砖厂合作,建成了国内第1条水泥刨花板生产线。80年代中期,福建龙岩、江西宜春、湖南华容、湖北钟祥、福建南平、山西榆次等地也曾相继建厂,各厂的生产设备多由普通刨花板设备改造或自行设计,比较简陋,加之产品性能不稳定等原因,部分工厂已被迫停产。进入90年代,我国墙体材料改革方案的出台,为水泥刨花板的发展再次提供了机遇。1993年吉林省天成公司从德国Bison公司引进了我国第1条年产3万m³的水泥刨花板生产线;1997年哈尔滨林业机械厂为山东鲁中新型建材有限公司提供了年产1万m³的水泥刨花板生产线^[2]。随着我国建筑行业的发展,水泥刨花板的需求不断增加,许多企业看好这一产品,纷纷计划通过引进国外设备或改造原有设备,筹建规模在3万m³/a左右的水泥刨花板厂,福建甚至计划筹建规模在10万m³/a的水泥刨花板厂。国内的主要人造板设备制造厂也纷纷开发出生产能力为1万~3万m³/a的成套水泥刨花板设备。

2 目前水泥刨花板生产存在的问题

2.1 木质材料与水泥的相容性

目前,木质材料与水泥的相容性仍是水泥刨花板生产亟待解决的问题。由于木质材料中含有抽提物、半纤维素等成分,在水泥的碱性环境中可水解生成单糖类物质,并转化为糖酸,与水泥的钙离子形成糖酸钙,在新生水泥颗粒的外表面形成薄膜,阻碍水泥颗粒与水的接触,导致水泥凝固过程减慢甚至不凝固,对水泥固化存在不同程度的抑制作用。

此外,有研究认为,木质材料的抽提物以及水解半纤维素等物质会吸附水泥体系中的钙离子,使体系中钙离子浓度过低,从而减缓水泥的水化速度^[3];而某些酸性抽提物可降低水泥体系中的pH值;酚类物质和水泥中的铝、铁等离子形成络合物等情况,都会

对水泥固化产生负面影响。同时单宁在水泥碱液中溶出,淀粉的水解产物——糖类和油脂也会阻碍水泥的凝结与硬化。

木材与水泥的相容性差会显著影响板材的强度。不同木质材料因其所含的抑制成分及含量不同,与水泥相容程度也存在一定差异。人们曾尝试过多种方法来评估木材与水泥的相容程度,如通过水化试验测量水泥-木材混合物的水化特征;比较水泥-木材混合物的力学性能;视觉评估水泥-木材体系的微观结构等。目前国内外多以水化特征为主要的评估手段,通过测定面积比率和最大温差,以及达到最高温度所需的时间进行评定。

水化试验可以从一定程度上反映最终产品的强度性能,但这种关系并不稳定。Miller等^[4]认为,即使是同一树种的木材,由于生长的地理位置、采伐期不同,其化学成分也不同;同一立木的不同部位、木材的储存期对其化学成分也有很大影响。因此,实践中不推荐使用水化特征来判断板材实际的强度。Ma Lingfeng等^[5]的研究发现,当水化程度作为决定水泥刨花板强度的主导因素时,板材的强度可以通过水泥和木质材料混合物释放的总热量进行预测。在用新材料或不同混合物生产水泥刨花板时,这种方法可以很快确定生产过程中不同原料混合的适应性,但还需对原料形态和尺寸与水化温度的关系进行大量研究,以更好地确定某些特定关系。近来,Karade等^[6]采用CI指标评价体系,这种方法考虑了体系中的热容量、冷却速度和在水化过程中各种温度 and 不同时间内的反应程度,初步结果表明,该方法可合理地反映水泥的水化过程,有助于理解混合物中各种参数在水化过程中所起的作用。

总体而言,大多数针叶树材与水泥的适应性要好于阔叶树材,主要是由于阔叶树材中半纤维素的含量通常较针叶树材高10%左右,因此,含糖量相对高,对水泥水化作用的阻碍亦较大。此外,非木材植物纤维所含抽提物、半纤维素的量都比较多,有些表面还含有蜡质层,故与水泥的相容性亦相对较差。

为了改善木质材料与水泥相容性,通常采用的办法有如下几种:

一是将材料露天堆放3~4个月甚至更长时间,可以平衡木材中的含水率,使一些糖分局部氧化,转变为非糖成分。该方法相对简单但周期较长,且效果不显著;二是通过冷水、热水或一定浓度NaOH溶液浸渍抽提,以减少木质材料中的阻凝成分。该方法消耗水量大,成本较高;三是加入某些添加剂,促使水泥

在木材阻凝成分溶出前固化,或阻止木材中水泥阻凝成分的溶出。该方法简便易行,但添加剂的选择很重要。目前国内外应用最广的是露天堆放与加入添加剂相结合的方法。

添加剂主要有早强型和阻溶型2大类,其作用原理是,通过助剂加速水泥固化或在木材表面形成膜状物,以克服木材抽提物对水泥微粒表面的包围作用,使之溶解并及时析出晶体,这种作用与电解质能改变微粒表面电荷及表面性能有关^[7]。国内外有关研究结果显示:添加剂以氯化物的效果最好,主要是氯离子的扩散力极强,可穿透硅酸三钙(C_3S)表面的保护膜,与铝酸三钙(C_3A)形成氯铝酸三钙($3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot CaCl_2 \cdot 10H_2O$),其溶解度大于钙矾石,使水泥微粒在水化初期被一层渗透性好的物质所包围,从而加速水化。而 $CaCl_2$ 促进水泥固化的原因,可能是可溶性钙盐可使液相提早达到必需的 $Ca(OH)_2$ 过饱和度,以便析出晶体。有研究认为, $Al_2(SO_4)_3$ 之所以可作为促凝剂,是由于其水解后产生的 $Al(OH)_3$ 是很强的絮凝体,能吸附木质材料中的抽提物,使之不能阻碍水泥结晶过程;也有研究提出, $Al_2(SO_4)_3$ 可减少水泥碱性环境对木质材料的破坏,减少因半纤维素降解而产生的可溶性碳水化合物,从而减少对水泥固化的抑制程度。Semple等^[8]的研究结果表明, $AlCl_3$ 、 $MgCl_2$ 、 $FeCl_3$ 等添加剂的效果比 $CaCl_2$ 要好。其原因可能是 Al^{3+} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{3+} 等阳离子可以与酚类物质形成络合物,或者改变酚类物质的化学结构,从而阻止酚类物质对水泥水化的影响。刘正添等^[9]通过试验发现,添加剂中的阳离子在水泥固化过程中起了重要作用。在水泥碱性介质中,盐类水解生成的氧化物溶胶可能呈凝固或半凝固状态,被木刨花吸附在表面并形成一层保护层,从而减少木材中可溶物的析出。

助剂施加时需与木质材料充分搅拌,混合均匀。助剂(尤其是封闭木质材料可溶物析出的助剂)应先与木质材料混合,然后再加入水泥,水化效果会更好,但这样也为原料搅拌均匀增加了一定的困难。助剂的选择与木材抽提物的成分、材性及对材料的处理有关,生产中具体采用哪一种试剂以及适宜的加入量,均应通过试验确定。

2.2 工艺因素对板材性能的影响

生产中木质材料的形态、原料配比、添加剂的选择和用量等因素对板材性能都有较大的影响。木质材料和植物纤维不同,其水泥刨花板的生产工艺参数和设备也有差别。

一般地,刨花厚度越薄,长度越大,板材的静曲强度越高,抗冲击性能越好,但会导致其内结合强度的下降。反之,则静曲强度较低,内结合强度增加。实际生产中,木刨花的适宜长度为18~25 mm,宽4~6 mm,厚0.2~0.4 mm^[10]。刨花太碎小,材料的比表面积增大,抽提物渗出量增加,对水泥固化的抑制作用增强;对于秸秆纤维而言,抽提物含量则更是高于木材;因此,纤维以细长形态为宜,不仅可以在板中形成很好的交织效果,还可以减少渗入水泥中的抽提物。但也有研究提出,在板中加入部分纤维碎屑,反而可提高板材性能。显然这对原料的充分利用具有积极意义,但还有待进一步论证。

水泥和木质材料的配比(木灰比)应根据产品的最终用途来选择。木灰比越低,板材厚度膨胀率越小,抗弯强度越高,耐候性等越好。各种试验表明,木灰比在2.5:1到4:1范围内为宜。对于麦秸类的植物纤维水泥刨花板,木灰比可相对较低。

木灰比的大小取决于木灰比。一般认为,加水量应满足水泥水化所需要的水量,相当于水泥重量的21%,加上木质材料在生产过程中所需水量。一般以加压时板坯周边无水溢出为准。水量过少,水泥固化不完全;过多则纤维易结团,影响板材均匀性和强度,加压过程中易造成原料的流失。混合料含水率一般为39%~43%较为合适。

2.3 水泥刨花板生产中需要关注的技术问题

1) 铺装质量。板坯铺装不均,一方面导致板材密度不均,影响板材的最终用途;另一方面导致板材在后续加工和使用过程中胀缩不均,而引起板材变形;同时还会造成较大的厚度偏差。生产中应注意调节铺装机设置,减小板坯内纵、横向密度的偏差,提高板材铺装质量。

2) 生产周期。水泥刨花板目前的生产规模相对较小,与生产中水泥的固化技术要求有关。半干法生产的板坯经冷压后还需在养护室加热养护6~8 h,然后室温养护至少10天。养护期间需要大量夹紧模具,室温养护需有足够的空间。

目前,采用喷蒸热压工艺(110℃、11 min左右)与后加热处理(100℃、24 h)组合的快速热压工艺生产水泥刨花板,已成功取得中试试验^[5]。

3) 翘曲变形。水泥刨花板对尺寸稳定性的要求较高。若胀缩变形过大,用于墙体时易在板材接缝处产生干缩裂缝或湿胀起拱。木灰比是影响板材尺寸稳定性的一个重要原因,木质材料的干缩湿胀特性远远高于水泥,因此,木灰比越小越利于板材的尺寸

稳定性,可根据板材的具体用途选择适宜的木灰比;其次,板坯铺装不均或板坯结构不对称,均易造成板材翘曲变形;另外,板材出厂时含水率偏高,施工过程中环境湿度过大,也会造成板材收缩不一致,出现翘曲变形。因此,水泥刨花板经养护后还须进行调湿处理,并控制施工环境的条件。对板材表面进行的涂饰、贴面等封闭处理,可在一定程度上降低板材的干缩湿胀和翘曲。

4) 厚度偏差。厚度偏差大是水泥刨花板生产中存在的主要问题,其产生原因除铺装不均匀外,还与堆积加压的生产方式有关。此外,在板材堆放加热养护期间,由于自重的压力造成底部板材厚度偏小,直接影响墙面的质量和二次加工。目前主要是通过砂光来减少厚度偏差,不仅降低板材性能,而且浪费较严重。还需通过改进设备和生产工艺、提高板坯铺装和压制的准确性以解决根本问题。

3 几点建议

近几年来我国出台了一系列相关的政策性法规,如鼓励开发人造板新产品,采用新型墙体材料,将水泥刨花板等列入免税产品等,为水泥刨花板的发展提供了很好的机遇。“十五”期间我国城乡每年约有16亿~18亿 m^2 的建筑竣工。根据我国墙体材料革新“十五”规划要求,新型墙体材料产量要占墙体材料总产量的40%。也就是说,仅墙体一项,每年大约需要8.8亿~9.6亿 m^2 的新型材料。可见,随着我国政策的推动和建筑业的迅速发展,水泥刨花板这一产品必将有广阔的发展空间。促进水泥刨花板的发展应从以下几个方面着手:

1) 继续探寻抑制水泥固化和添加剂促凝的作用机理,寻找最佳添加剂。继续改进水泥刨花板的生产技术和设备,以提高板材的尺寸稳定性,减小厚度偏差。另外,发展快速热压工艺,简化生产工艺,克服生产周期长、占地面积大的问题,减小板材厚度偏差,一直是国内外有关研究人员关注的热点,也将是水泥刨花板工艺的发展趋势,但尚需进一步完善。

2) 扩大原料来源,进一步研究农业剩余物在水泥刨花板中的应用,一方面缓解木材资源供应紧张,另一方面充分利用这一生物质资源,做到物尽其用。

3) 作为轻质墙体材料,水泥刨花板与黏土砖等材料相比,不仅成本较高,而且在应用方面的研究也相对较少,应用范围没有展开,人们对该产品的具体特点和性能尚未充分了解。因此,针对水泥刨花板,还需要加大宣传力度,同时借鉴国外相关经验,结合我国的具体情况,在解决好生产、应用过程中的设备和施工技术配套问题的同时,加强应用研究,开拓产品应用市场。

4) 制定有关水泥刨花板产品质量标准和应用施工技术的规范及法规,培训施工队伍具备相关的施工技能,保证施工质量,促进和推动我国的水泥刨花板健康快速地发展。

参考文献:

- [1] Moslemi A A. University of Idaho's Conference on Wood-mineral Board[J]. Wood Based Panels International, 1989 (6): 37-40.
- [2] 李道育. 水泥刨花板发展现状及模压法工艺[C]. 北京: 第二届全国建筑板材发展与应用研讨会论文集, 2000.
- [3] Pereira C, Jorge C C, Irle M A, et al. Extractive Contents of Two Woods and Cork of Portuguese Origin and The Interaction of These Substrates with Cement Suspensions [J]. Forest Products Journal, 2003, 53(10): 39-43.
- [4] Miller D P, Moslemi A A. Wood-Cement Composites: Species and Heartwood-Sapwood Effects on Hydration and Tensile Strength [J]. Forest Products Journal, 1991, 41(3): 9-14.
- [5] Ma L F, Yamauchi H, Pulido O R, et al. Manufacture of Cement-Bonded Boards from Wood and Other Lignocellulosic Materials: Relationships Between Cement Hydration and Mechanical Properties of Cement-Bonded Boards[C]. Australia: Wood-cement Composites in the Asia-Pacific Region, 2000.
- [6] Karade S R, Irle M, Maher K. Assessment of Wood-Cement Compatibility: A New Approach[J]. Holzforschung, 2003, 57(6): 672-680.
- [7] 陆仁书. 刨花板制造学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1994.
- [8] Semple K E, Evans P D. Screening Inorganic Additives for Ameliorating the Inhibition of Hydration of Portland Cement by the Heartwood of Acacia mangium[C]. Australia: Wood-cement Composites in the Asia-Pacific Region, 2000.
- [9] 刘正添, 韦益民, 孙志刚. 37种试剂对木材-水泥混合物水化的影响[J]. 北京林业大学学报, 1991, 13(3): 36-41.
- [10] 涂平涛. 水泥刨花板生产中的几个问题[J]. 林产工业, 1994, 21(2): 19-22, 18.

(责任编辑 姜征)

欢迎订阅 2006 年《木材工业》杂志 全年 48 元 邮发代号 2 311