

应用技术

单组分聚氨酯胶生产多层复合地板工艺分析

王海田, 叶春香

(浙江省木业产品质量检测中心南浔检测所, 浙江湖州 313009)

摘要: 单组分湿固化液态聚氨酯胶(PUR)不同于传统水基胶黏剂,用于生产多层复合地板时,可避免生产过程中因水分和热量的介入对木材尺寸稳定性的影响。配合专用设备,可以优化传统复合地板的生产工艺,节省资金投入和场地,是一种发展前景广阔的新型木材胶黏剂。

关键词: 多层复合地板; 胶黏剂; 聚氨酯; 湿固化; 翘曲

中图分类号: TS65; TQ433.4 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654(2007)01-0042-03

Application of PUR adhesives in Multi-layer Parquet Manufacturing

WANG Hai-tian, YE Chun-xiang

(Nanxun Branch of Zhejiang Wood Products Quality Testing Center, Huzhou 313009, Zhejiang, China)

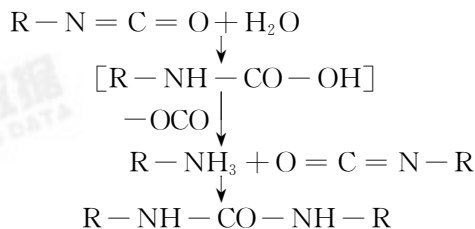
Abstract: This paper analyzed the characteristics of process, equipment, investment, quality and cost of traditional multi-layer parquet production using single-component moisture-curing liquid polyurethane (PUR) adhesives. It was concluded that using moisture-curing PUR adhesive could simplify the production process and improve product quality and profit.

Key words: multi-layer parquet; adhesive; PUR; moisture-curing; warpage

多层复合地板是指由二层、三层或多层木质或非木质材料(薄片)复合而成的地板。地板新产品的开发需要新的工艺和新型胶黏剂,而单组分湿固化聚氨酯胶(Polyurethane, PUR)完全不同于传统水基胶黏剂,不含水份,常温固化,可显著改善复合地板的产品质量,并为新型复合地板产品的开发提供了条件。

1 PUR 胶合原理与特点

单组分湿固化液态聚氨酯胶(PUR),主剂是二元或多元醇与过量二异氰酸酯反应生成的预聚体。其胶合原理:异氰酸酯首先与木材表面和空气中的水分反应,形成不稳定的氨基甲酸。氨基甲酸迅速转变成一种胺和 CO_2 ,产生气泡,胺本身迅速和另一个异氰酸酯基团反应,逐步形成长链线型分子,反应式如下:



同时,异氰酸酯也会与木材中的羟基反应,在胶黏剂与木材表面之间形成化学结合。

PUR 的固体含量为 100%,淡黄色黏稠液,黏度约 8 000 mPa·s(20℃),密度 1.1 g/mL,保质期 6 个月(20℃,干燥环境),不含甲醛和其他溶剂,易涂布,环保性能和施工性能优异。在材料含水率和空气湿度影响下,PUR 在室温条件下即可固化形成坚固而有韧性,具有耐水、耐热、耐腐蚀性能的胶层,尤其适合木材指接、拼板、贴面、封边和一般部件的组装。

PUR 胶按陈化时间(即板坯装配时间)不同有多个系列。如瑞士某公司“普伟”系列 PUR 胶,其陈化

收稿日期:2006-06-05; 修改稿:2006-12-27

作者简介:王海田(1978—),男,浙江省木业产品质量检测中心南浔所所长,南京林业大学硕士研究生。

时间有1.5、5、20和60 min不等,供用户根据不同的工艺需求选用。其中普伟625的陈化时间为5 min,加压时间15 min,适合多层实木复合地板生产。

2 生产工艺与设备分析

2.1 多层实木复合地板生产的工艺及流程

多层实木复合地板的结构由面板、基板和底板组成。其中:面板通常为不同厚度的刨切或锯切木单板、竹片或其他材料薄片等;基板多为实木条、指接拼板、多层胶合板、中/高密度纤维板、刨花板或秸秆板等;底板通常采用廉价的松木或速生材旋切单板,或不用底板(如双层结构复合地板)。根据用胶不同,复合地板的生产工艺分为3种:

1) 采用脲醛树脂(UF)胶的热压工艺。

传统生产工艺中,为提高生产效率,多数厂家采用先制成整张大板,然后剖分成留有一定加工余量的规格板条,再开榫、油漆等。因为采用热压工艺,所以平衡处理(即养生)是复合地板生产过程中必不可少的工序,目的是使胶黏剂继续固化完全,同时平衡地板的含水率和内应力分布,减少地板(整张大板)变形。整个加工过程需要2次平衡处理。工艺流程:

面板+基板+底板(整张大板)→涂胶组坯→室温预压→热压→平衡处理1周→剖分→砂光→二次平衡处理3~4天→开榫槽→油漆→检验→包装入库

2) 采用双组分乳液胶(EPI)的冷压工艺。

多数厂家也是先制成整张大板,然后剖分(也有些厂家先将各层材料剖分成留有一定加工余量的规格板条),再进行涂胶、组坯、加压及后续加工,其间也需要平衡处理1次。工艺流程:

面板+基板+底板(整张大板)→涂胶组坯→冷压→平衡处理1周→剖分→砂光→开榫槽→油漆→检验→包装入库

3) 采用单组分聚氨酯胶(PUR)的新工艺。

PUR胶不含水分,用以生产复合地板可不需热压,只需进行面板、基板和底板的平衡处理,使含水率达到产品最终使用地所要求的水平即可,省略了平衡处理工序,实现连续生产,提高生产率,避免了因热压工序引起板内含水率梯度和内应力产生,改善了产品质量。其工艺流程:

基板剖分→面板+基板+底板→涂胶组坯→冷压→砂光→开榫槽→油漆→检验→包装入库

2.2 PUR胶生产多层复合地板的工艺分析

2.2.1 备料工段 备料工段主要是按一定加工余量,将面板、基板和底板剖分成规格板条,并进行含水

率平衡处理。

按GB/T 18103-2000《实木复合地板》要求及产品种类和最终使用环境,板坯的含水率一般控制在12%左右(传统水基胶和热压工艺,要求面板和基材的含水率须在5%~8%),以利于水分携胶渗入,并减少开裂等缺陷的产生。

以使用普伟系列PUR胶为例,地板的面板、基材含水率皆可提高至接近成品地板的含水率,即控制在比最终产品使用地区的平均平衡含水率低2%的范围内。如我国南方地区(平衡含水率14%)成品含水率可为12%左右;北方或北美市场则要求 $\leq 9\%$ 。与传统工艺相比,板坯含水率提高了4%~6%,即相当于缩短干燥周期4天,平衡处理费用降低。按照平衡处理费用每天0.1元/m²计算,可节省平衡处理费0.4元/m²。

2.2.2 涂胶 PUR胶的用量仅为传统水基胶黏剂的1/3左右;PUR胶是单组分,无需调制,避免了由于调配胶误差导致的浪费和产品性能下降。涂布采用全封闭式的涂胶设备,感光开关控制,计量准确,涂布均匀,无需设备清洗(水基胶的涂胶设备每天至少清洗2次),既节省了胶黏剂和水资源,又杜绝了污水的生成。胶黏剂中不含甲醛等有害挥发物,工作环境清洁安全。

2.2.3 组坯加压 使用PURBONDER 2200L专用涂胶机,按最高涂布速度60 m/min计,配以1台9~10 m长的双面液压拼板机,年产量可达到100万m²。较之传统工艺,至少节省人工10个。按1000元/月·人计,每个月可节省人工费10000元,折合节省人工成本约0.1元/m²。

就设备投资而言,要达到100万m²/a的产量仅需30万元即可,而传统热压工艺需2台热压机。若按普通热压机投资200万元计,每年的折旧费为0.2元/m²。还要配套锅炉,增加能耗;采用双组分白乳胶的传统冷压工艺,则因固化速度慢,需要3~4台拼板机配套,场地占用面积较大。

2.2.4 平衡处理(养生) 由于使用PUR胶无需热压,在表板、基板前期平衡处理得当的前提下,不存在因水分重新分布引起内应力而导致翘曲变形;另外,胶层本身固化时不收缩,无内应力,卸压后即可进行地板坯料的后期加工,可完全省略了平衡处理工序。节省场地,也减少中间品囤积量(一般为1周的产量),加速资金周转。1周的平衡处理时间所囤积的地板坯料可滞留资金达200万元。

2.2.5 刀具磨损 PUR 胶层韧而不脆,硬度接近木材,因而可减少刀具损耗和更换刀具导致的生产停滞。根据刀具厂商的经验,刀具在多层复合地板加工成本中约为 0.3~0.5 元/m²,磨损主要由坚硬且脆的胶层引起。使用 PUR 胶可节约刀具损耗成本约 0.2 元/m²。

2.2.6 成品品质 由于生产过程中没有水分介入,只要原材料平衡处理得当,成品不会出现翘曲变形和面板开裂等缺陷,且胶层有韧性,可吸收部分内应力,地板的长期尺寸稳定性好;胶黏剂本身不含甲醛和其它有害物质,胶层具有优良的耐水、耐热、耐腐蚀性能,尤其适合生产地热、防潮等功能型地板。

按照 GB/T 18103-2000 要求,实木复合地板长度方向凸翘曲度 $f_l \leq 1.00\%$,长度方向凹翘曲度 $f_w \leq 0.50\%$ 。使用传统水基胶,地板产品因翘曲缺陷造成的废品率通常约 2%,改用 PUR 胶后,基本避免了地板的翘曲问题。依此测算,按 100 元/m² 计,可节省 2.0 元/m²。

2.3 生产设备的特点

2.3.1 涂胶机 由于 PUR 胶是通过与水分反应而固化,所以,需使用专业用封闭式挤涂设备,如日本松下工业设备公司设计制造的 PUR 涂布专用设备 PURBONDER-2200L。主要由供料输送台、储胶罐、胶泵、胶黏剂涂布头、出料输送台和系统控制箱组成。工艺参数如下:

最大涂布面板材尺寸(长×宽×厚):

2.2 m×127~205 mm×2~8 mm

涂布参数: 多线条涂布形状

涂布线条间距: 5~10 mm(中心点至中心点)

喷嘴口径: 2 mm

涂布量: 60~110 g/m²

涂布长度: ≤ 2200 mm

涂布宽度: 125~210 mm

涂布速度: 30~60 m/min

最大产能: 以涂布速度 60 m/min、运行 8 h/d、地板宽 150 mm 计,日产量可达 4320 m²/d,年产量可达到 100 万 m² 以上(月工作日按 21 天计)。

2.3.2 液压拼板机 以普伟 625 胶为例,其陈化时间为 5 min,加压时间为 15 min。据此,5 min 时间可涂布地板长度 60 m/min×5 min = 300 m。按每块地板长 2 m 计算,在 PUR 胶的有效活性期内,可涂布 300/2=150 块地板,足以堆 2 垛进行冷压(若是短板,块数可更多)。所以,8 个加压空位便可实现循环生产,2 台 4~5 m 长的双面液压拼板机便可满足生产要求。

拼板机最大加工尺寸(长×宽×厚): 4~5 m×1 m×20 mm

3 PUR 胶优势分析及应用前景

3.1 优势分析

1) 降低生产成本。每 m² 地板至少可节省 2.9 元(平衡处理 0.4 元+翘曲废品 2.0 元+热压设备折旧 0.2 元+刀具损耗 0.2 元+劳动力成本 0.1 元);

2) 减少投资。使用 PUR 胶,生产设备投资约 30 万(涂布设备 20 万,液压拼板机 10 万);

3) 不需要养生场地;

4) 生产周期比传统工艺缩短 11 天(平衡处理 4 天,后处理 7 天);同时也可避免因中间工序耗时过长,导致的周转资金滞留;

5) 环保产品,安全生产。从备料、生产、使用到报废,产品的整个生命周期不会对环境产生危害。

3.2 前景分析

单组分湿固化聚氨酯胶黏剂,因其独特、优异的性能和产品的优良品质,近年来盛行于欧洲结构材市场,并正逐步推向全球木制品市场。由于目前国内大多数生产商和消费者尚未充分认识到这一点,加之其相对较高的价格,限制了 PUR 胶在某些领域的应用和推广。但是,PUR 作为一种全新的胶黏剂体系,只有在全面、综合地考虑和评价生产成本以及对整个制造工艺产生的积极影响后,其优势才得以显现。制造工艺越复杂,对产品质量要求越高的木制品,应用 PUR 体现出的优势越显著。

PUR 胶的不断扩大应用,必将为木材胶黏剂市场带来全新的理念,为有创新意识的用户带来收益,尤其适合新建生产线和新型地板产品的开发。

(责任编辑 姜征)