



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110228111 A

(43)申请公布日 2019.09.13

(21)申请号 201910477608.6

B32B 7/12(2006.01)

(22)申请日 2019.06.03

B32B 7/03(2019.01)

B32B 33/00(2006.01)

(71)申请人 南京林业大学

地址 210037 江苏省南京市龙蟠路159号

(72)发明人 王志强 董惟群 陈国骏 何磊

(74)专利代理机构 安徽知问律师事务所 34134

代理人 杜袁成

(51)Int.Cl.

B27D 1/08(2006.01)

B27K 1/00(2006.01)

B27D 5/00(2006.01)

B32B 21/04(2006.01)

B32B 21/14(2006.01)

B32B 9/02(2006.01)

B32B 9/04(2006.01)

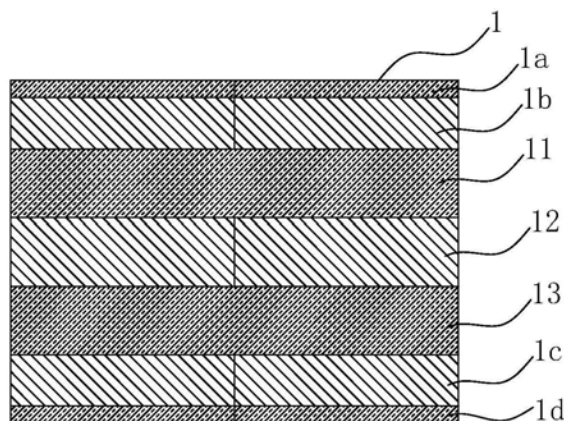
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54)发明名称

一种竹木复合正交胶合木的加工方法及所得产品

(57)摘要

本发明涉及一种竹木复合正交胶合木的加工方法及所得产品,属于工程木产品结构技术领域。竹木复合正交胶合木的加工方法,包括选料、刨光、调湿、选层、施胶、组坯、加压固化步骤,制作加工成的竹木复合正交胶合木包括相互正交的平行层和横向层,还包括竹木复合正交胶合木位于上下两表面的复合外层,组成复合外层的竹质材料和木质材料均沿平行于胶合木的长度方向设置,两个复合外层之间的平行层采用木质材料制作,两个复合外层之间的横向层采用竹质材料制作。本发明所公开的高滚动剪切强度、抗弯强度、刚度和横纹承压强度的竹木复合CLT,抗弯强度和抗弯弹性模量分别比普通结构CLT高40%以上,全表面横纹承压强度高达50%以上。



1. 一种竹木复合正交胶合木的加工方法,其步骤为:

S1、选料:选择木质材料和竹质材料;

S2、刨光:对S1中所选木质材料和竹质材料的待胶合表面进行刨光,清除材料表面的杂质;

S3、调湿:对S1中所选竹质材料含水率低于8%的,在竹质材料的待胶合表面喷水,对于含水率高于14%的,进行干燥处理;

S4、选层:竹木复合正交胶合木的层板结构包括复合外层、平行层和横向层,选择经以上步骤处理的木质材料和竹质材料作为相应层板的材料,竹木复合正交胶合木的总层数为奇数,且至少为三层;

S5、施胶:对作为承重构件的正交胶合木基材的待胶合表面施以结构用胶粘剂;

S6、组坯:复合外层作为竹木复合正交胶合木的表层,由木质材料和竹质材料复合形成,所述复合外层的长度方向与竹木复合正交胶合木的长度方向平行,复合外层共设置两组,分别作为竹木复合正交胶合木的上下两个表面,并在上述两组复合外层之间依次交替设置垂直于竹木复合正交胶合木长度方向的横向层和平行于竹木复合正交胶合木长度方向的平行层,两组复合外层之间的平行层采用木质材料制成,两组复合外层之间的横向层采用竹质材料制成,并使竹木复合正交胶合木的结构对称;

S7、加压固化:在周围环境温度高于15℃的条件下,对正交胶合木板进行四面加压,具体为:上下方向加压,加压压力为1.2~1.8MPa,以及宽度方向侧面加压,加压压力为0.2~0.6MPa,加压时间为0.5~6h。

2. 根据权利要求1所述的一种竹木复合正交胶合木的加工方法,其特征在于:步骤1中,选择的木质材料的含水率为8~14%。

3. 根据权利要求1所述的一种竹木复合正交胶合木的加工方法,其特征在于:对含水率低于8%的竹质材料的待胶合表面,喷水量为20~130g/m²,调至竹质材料表面含水率为8~14%。

4. 根据权利要求1所述的一种竹木复合正交胶合木的加工方法,其特征在于:步骤5中,结构用胶粘剂采用单组份聚氨酯胶粘剂、间苯二酚胶粘剂或异氰酸酯胶粘剂中的一种或多种。

5. 一种使用权利要求1-4中任意一项方法制作加工成的竹木复合正交胶合木,包括相互正交的平行层和横向层,其特征在于:

所述竹木复合正交胶合木的上下两表面均为复合外层;所述复合外层均由位于对应表面最外层的竹质材料和位于对应表面次外层的木质材料复合而成,且组成复合外层的竹质材料和木质材料均沿平行于竹木复合正交胶合木的长度方向设置,该竹质材料在复合外层中的厚度占比为15~65%;

两个所述复合外层之间的平行层采用木质材料制作,两个所述复合外层之间的横向层采用竹质材料制作;

竹木复合正交胶合木为对称结构。

6. 根据权利要求5所述的一种竹木复合正交胶合木,其特征在于:所述竹木复合正交胶合木在厚度方向上具有N层,所述N为3时,两个所述复合外层的厚度相同;所述N为大于等于5的奇数时,两个所述复合外层的厚度相同,且与任一平行层的厚度相同。

7. 根据权利要求5所述的一种竹木复合正交胶合木, 其特征在于: 所述竹木复合正交胶合木包括至少一层采用竹质材料制作的横向层。

8. 根据权利要求5所述的一种竹木复合正交胶合木, 其特征在于: 所述木质材料为实木锯材、单板层积材、长条刨片层积材中的一种或几种。

9. 根据权利要求5所述的一种竹木复合正交胶合木, 其特征在于: 所述竹质材料为重组竹、竹胶合板或竹集成材中的一种或几种。

10. 根据权利要求5-9中任意一项所述的一种竹木复合正交胶合木, 其特征在于: 所述竹木复合正交胶合木在厚度方向上具有N层, 所述N为大于等于3的奇数; 位于竹木复合正交胶合木最中间的对称层板为第 $\lceil (N+1)/2 \rceil$ 层的层板材料, 基于以上对称结构, 第i层的层板材料、尺寸及铺装的纹理方向与第 $(N+1-i)$ 层的层板材料、尺寸及铺装的纹理方向相同, 所述 $i \leq N$ 。

一种竹木复合正交胶合木的加工方法及所得产品

技术领域

[0001] 本发明涉及工程木产品结构技术领域,具体地说,涉及一种竹木复合正交胶合木的加工方法及所得产品。

背景技术

[0002] 正交胶合木(Cross-laminated timber,CLT)是一种至少由3层实木锯材或结构复合板材正交组坯,采用结构胶粘剂压制而成的矩形、直线、面板材形式的工厂预制工程木产品。如图1所示,CLT(正交胶合木)一般包括平行层和横向层,平行层即层板的纹理方向平行于CLT板的长度方向,横向层即层板的纹理方向垂直于CLT板的长度方向。CLT不同于胶合木,胶合木是一种将锯材沿顺纹方向叠层胶合而成的工程木产品,而正交胶合木是将锯材沿纹理方向正交组坯胶合,两者分别属于两种不同的工程木产品;同时,CLT也不同于(传统意义上的)人造板材,人造板是指以木材或其他植物的单板、纤维或刨花为原料,通过专门的工艺过程加工,施加胶粘剂或不加胶粘剂,在一定条件下压制而成的板材或型材,如胶合板、纤维板和刨花板等。

[0003] CLT(正交胶合木)属于一种新型的工程木产品,起源于20世纪90年代的欧洲,主要用作木结构建筑中的承重构件,如楼面板、墙面板和屋面板。一方面,与其它木质材料,如与实木锯材、胶合木相比,CLT具有很好的尺寸稳定性、弯曲刚度和强度等物理力学特性;另一方面,当CLT作为楼面板等构件受到面外荷载发生弯曲变形时,CLT主要破坏模式除了类似胶合木的底层层板拉伸破坏之外,还包括CLT横向层滚动剪切破坏,如图2。CLT滚动剪切,是指剪切应力引起CLT横向层锯材在其横切面产生的剪切应变。由于木材横纹方向力学性能较低,且在木材的横切面上存在早晚材抵抗剪切变形的差异、髓心和木射线等力学性能薄弱的宏观构造,使得CLT在受到面外荷载作用时,其横向层容易产生滚动剪切破坏。国内外的研究表明,滚动剪切性能是CLT作为楼面板和屋面板等承重构件力学性能的关键,提高横向层层板的滚动剪切性能和表层层板的抗拉压等力学性能,最终能够达到提高CLT弯曲性能的目的。现有技术中,国内外的尝试基本是选用不同的树种(如国产桉木、国产日本落叶松、加拿大西部铁杉等)或组坯形式(如45°交叉布置而非90°铺装)等来提高CLT(正交胶合木)的弯曲性能。

[0004] 我国竹材资源十分丰富,由此发展而来的工程竹产品,如重组竹、竹胶合板和竹集成材等,往往是利用竹材表面硬度大,耐磨性能好的性能,得以在建筑中得到广泛的应用。研究表明,与工程木产品相比,工程竹产品往往也具有一定的抗拉压强度和抗剪性能等力学特性。但在实践中将工程竹产品用于CLT(正交胶合木)的生产制造以提高其滚动剪切、弯曲和横纹承压等力学性能,往往并不能带来正交胶合木的滚动剪切、弯曲和横纹承压等力学性能的改善,仍需要增加其他非竹木构件或者改变结构,最终效果却并不明显,未能实际解决正交胶合木的滚动剪切、横纹承压等力学问题。

[0005] 南京林业大学曾于2018年5月申请了一种纤维增强竹木复合CLT梁(板)的专利,该专利的公开号为CN108406983A,公开日为2018年8月17日,其包括沿板(梁)长方向的上木构

件、下木构件；与板（梁）长度方向正交布置的竹构件；以及分布在竹构件和下木构件层间的下增强纤维层。但是该发明存在以下不足：第一，仅在下木构件和竹构件之间铺装增强纤维层，使得整个产品在结构上不对称，这种不对称性会导致CLT梁（板）因使用过程中环境温湿度的变化，容易产生弯曲等变形，不利于CLT产品的尺寸稳定性；且这种结构的CLT产品在使用过程中，不能反向放置，如用作楼面板时，只能将增强纤维层置于材料中性层的下侧，产品通用性受限；第二，当CLT受到垂直于板面的面外荷载作用时，表层层板受最大拉应力和压应力，表层层板的抗拉压性能对于提高CLT整体的弯曲力学性能十分重要，而该发明将增强纤维层未设置在表层，这对于提高CLT整体的弯曲力学性能不佳；第三，该发明采用的环氧树脂胶粘剂常用于粘结金属、碳纤维等材料，不属于国内外正交胶合木，胶合木标准或规范中推荐的胶粘剂种类，因此，该发明中采用环氧树脂结构胶黏剂胶合木构件和竹构件的做法不能解决现有技术中CLT（正交胶合木）滚动剪切破坏和表层层板的抗弯拉伸破坏的缺陷。

发明内容

[0006] 1、要解决的问题

[0007] 针对现有技术中，普通CLT（正交胶合木）材料在受到面外弯曲荷载作用时，容易发生滚动剪切破坏和表层层板的抗弯拉伸破坏，导致材料产生抗弯强度和刚度低的缺点，本发明通过对木质材料和竹质材料进行复合，综合利用木质材料和竹质材料各自的力学性能优点，优化正交胶合木的结构布置，大幅改善正交胶合木的滚动剪切、弯曲和横纹承压等力学性能。

2、技术方案

[0008] 为解决上述问题，本发明采用如下的技术方案。

[0009] 一种竹木复合正交胶合木的加工方法，其步骤为：

[0010] S1、选料：选择木质材料和竹质材料；

[0011] S2、刨光：对S1中所选木质材料和竹质材料的待胶合表面进行刨光，清除材料表面的杂质；

[0012] S3、调湿：对S1中所选竹质材料含水率低于8%的，在竹质材料的待胶合表面喷水，对于含水率高于14%的，进行干燥处理；

[0013] S4、选层：竹木复合正交胶合木的层板结构包括复合外层、平行层和横向层，选择经以上步骤处理的木质材料和竹质材料作为相应层板的材料，竹木复合正交胶合木的总层数为奇数，且至少为三层；

[0014] S5、施胶：对作为承重构件的正交胶合木基材的待胶合表面施以结构用胶粘剂；

[0015] S6、组坯：复合外层作为竹木复合正交胶合木的表层，由木质材料和竹质材料复合形成，所述复合外层的长度方向与竹木复合正交胶合木的长度方向平行，复合外层共设置两组，分别作为竹木复合正交胶合木的上下两个表面，并在上述两组复合外层之间依次交替设置垂直于竹木复合正交胶合木长度方向的横向层和平行于竹木复合正交胶合木长度方向的平行层，两组复合外层之间的平行层采用木质材料制成，两组复合外层之间的横向层采用竹质材料制成，并使竹木复合正交胶合木的结构对称；

[0016] S7、加压固化：在周围环境温度高于15℃的条件下，对正交胶合木板进行四面加压，具体为：上下方向加压，加压压力为1.2~1.8MPa，以及宽度方向侧面加压，加压压力为

[0017] 0.2~0.6MPa,加压时间为0.5~6h。

[0018] 优选地,在步骤1中,选择的木质材料的含水率为8~14%。

[0019] 优选地,对含水率低于8%的竹质材料的待胶合表面,喷水量为20~130g/m²,调至竹质材料表面含水率为8~14%。

[0020] 优选地,在步骤5中,结构用胶粘剂采用单组份聚氨酯胶粘剂、间苯二酚胶粘剂或异氰酸酯胶粘剂中的一种或多种。

[0021] 一种竹木复合正交胶合木,包括相互正交的平行层和横向层,所述竹木复合正交胶合木的上下两表面均为复合外层;所述复合外层均由位于对应表面最外层的竹质材料和位于对应表面次外层的木质材料复合而成,且组成复合外层的竹质材料和木质材料均沿平行于竹木复合正交胶合木的长度方向设置,该竹质材料在复合外层中的厚度占比为15~65%;两个所述复合外层之间的平行层采用木质材料制作,两个所述复合外层之间的横向层采用竹质材料制作;竹木复合正交胶合木为对称结构。

[0022] 优选地,所述竹木复合正交胶合木在厚度方向上具有N层,所述N为3时,两个所述复合外层的厚度相同;所述N为大于等于5的奇数时,两个所述复合外层的厚度相同,且与任一平行层的厚度相同。

[0023] 优选地,所述竹木复合正交胶合木包括至少一层采用竹质材料制作的横向层。

[0024] 优选地,所述木质材料为实木锯材、单板层积材、长条刨片层积材中的一种或几种。

[0025] 优选地,所述竹质材料为重组竹、竹胶合板或竹集成材中的一种或几种。

[0026] 优选地,所述竹木复合正交胶合木在厚度方向上具有N层,所述N为大于等于3的奇数;位于竹木复合正交胶合木最中间的对称层板为第 $\lceil (N+1)/2 \rceil$ 层的层板,基于以上对称结构,第i层的层板材料、尺寸及铺装的纹理方向与第(N+1-i)层的层板材料、尺寸及铺装的纹理方向相同,所述 $i \leq N$ 。

[0027] 3、有益效果

[0028] 相比于现有技术,本发明的有益效果为:

[0029] (1) 本发明所公开的高滚动剪切强度、抗弯强度、刚度和全表面横纹承压强度的竹木复合CLT(正交胶合木),充分发挥了竹/木两种材料各自的力学性能优点,这种新型复合CLT材料的抗弯强度和抗弯弹性模量分别比普通结构CLT(此处普通结构CLT,指层板材料都是实木锯材,层板之间都是正交铺设)高40%以上。

[0030] 具体地分析,当CLT受到垂直于板面的面外荷载作用时,一般情况下,首先发生的破坏为横向层材料的滚动剪切破坏,此时的破坏取决于横向层材料的滚动剪切性能,即横向层材料的滚动剪切性能是决定CLT整体力学性能的关键。其次,紧接着发生的破坏为底层层板的抗弯拉伸破坏,有时会伴随着上层层板的抗弯承压破坏,此时的破坏取决于底层层板的抗拉性能或上层层板的抗压性能。

[0031] 本发明将竹质材料,优选重组竹用作横向层材料(应对首先产生的横向层滚动剪切破坏),利用了重组竹可以明显提高CLT滚动剪切性能的特性,从而提升CLT的整体力学性能;将重组竹用作CLT的最外层材料(应对其次发生的底层层板的抗弯拉伸破坏或上层层板的抗弯承压破坏),可以明显提高CLT的抗弯性能等整体力学性能。

[0032] (2) 本发明为了获得较高的竹木复合正交胶合木抗滚动剪切性能,采用了适当含

水率的竹质材料和木质材料,使所涂胶粘剂能够更优地浸润包裹材料,达到最佳胶合效果,成型的竹木复合正交胶合木整体性高,胶合性能和抗滚动剪切性能优良。

[0033] (3) 本发明的最外层竹质材料与次外层的木质材料复合形成复合外层,该复合外层基于竹质材料和木质材料的合理厚度比,能够在提高材料结构强度的同时,保证CLT整体的密度维持在合理的范围内,降低密度较大的竹质材料对竹木复合正交胶合木本身的自重负担,从而反向提升竹木复合正交胶合木的承载极限,竹质材料在复合外层中的厚度占比推荐范围为15~65%,超过该范围,材料整体强重比会降低,影响承载极限。

[0034] (4) 本发明将竹质材料作为CLT的最外层,相较于木质材料,可明显提高CLT在使用过程中的横纹承压性能,提高幅度在50%以上,以此对其内部木质材料产生一定保护作用。

附图说明

[0035] 图1为现有技术中正交胶合木结构示意图;

[0036] 图2为现有技术中正交胶合木结构滚动剪切破坏样图;

[0037] 图3为本发明实施例1的立体图;

[0038] 图4为本发明实施例1的截面图;

[0039] 图5为本发明实施例3的立体图;

[0040] 图6为本发明实施例3的截面图。

[0041] 图中:

[0042] 1、复合外层;11、第二层;12、第三层;13、第四层;1a、上最外层;1b、上次外层;1c、下次外层;1d、下最外层。

具体实施方式

[0043] 实施例1

[0044] 如图3至图4所示,本实施例以三层结构的竹木复合CLT(正交胶合木)为例,采用云杉-松-冷杉(Spruce-pine-fir,SPF)木材与竹质材料中的重组竹材料制作成竹木复合CLT,具体制作过程所涉及到的技术方案为:

[0045] 从上向下依次设置层级结构,层一为复合外层1中的上表面复合外层,包括最外层1a和次外层1b,最外层1a采用重组竹材料制成,且纹理方向沿长度方向,次外层1b采用SPF材料,且纹理方向沿长度方向;层二为第二层11,即本实施例中的中间层(对称层板),对称层板为横向层,采用重组竹材料制成,且纹理方向沿水平垂直于长度方向;层三为复合外层1中的下表面复合外层,包括次外层1c和最外层1d,次外层1c采用SPF材料,且纹理方向沿长度方向,最外层1d采用重组竹材料制成,且纹理方向沿长度方向。上述上表面复合外层中的最外层1a与下表面复合外层中的最外层1d具有相同的层板材料及结构尺寸,相应地,根据正交胶合木的对称结构,上表面复合外层中的次外层1b与下表面复合外层中的次外层1c具有相同的层板材料及结构尺寸。

[0046] 本实施例中三层结构的竹木复合CLT(正交胶合木)的生产过程,具体如下:

[0047] S1、选料:按照制作三层结构的竹木复合CLT的层级布置要求,选择木质材料和竹质材料,其中木质材料为云杉-松-冷杉,竹质材料为重组竹;调整尺寸,使三层层板为沿厚度方向对称的结构;

[0048] S2、刨光:对S1中所选木质材料和竹质材料的待胶合表面进行刨光,清除材料表面的杂质;

[0049] S3、调湿:将S1中所选竹质材料和木质材料的含水率调节至8~14%,且优选含水率为12%,以实现本实施例中胶粘剂对材料的快速深度渗入与胶合,提高正交胶合木整体胶合强度,调节方式为:对于含水率低于8%的材料(一般为竹质材料),在材料的待胶合表面喷水,对于含水率高于前述范围的材料(一般为木质材料),进行干燥处理;

[0050] S4、选层:选择经以上步骤处理的木质材料和竹质材料,将竹质材料和木质材料依次布置,竹木复合正交胶合木的总层数为三层;其中上表面的最外层为上最外层1a,下表面的最外层为下最外层1d,两者沿板材厚度方向关于竹木复合正交胶合木的第二层11(本实施例中的中间层,内板)上下对称;相应地,上最外层1a下方的一层为上次外层1b,下最外层1d上方的一层为下次外层1c,上次外层1b与下次外层1c沿板材厚度方向关于竹木复合正交胶合木的第二层11(本实施例中的中间层,内板)上下对称;上最外层1a和上次外层1b相互贴合组成上表面的复合外层1,下最外层1d和下次外层1c相互贴合组成下表面的复合外层1;所述上最外层1a、下最外层1d和第二层11均由重组竹材料制成;上次外层1b、下次外层1c均采用SPF木材材料;

[0051] S5、施胶:对作为承重构件的正交胶合木基材的待胶合表面施以结构用胶粘剂,胶粘剂为异氰酸酯胶粘剂,施胶量为 $270\text{g}/\text{m}^2$;

[0052] 施胶量与材料含水率的相互作用为:木质材料和竹质材料含水率过低,会吸收胶粘剂中的水分,不利于胶的流动,不利于胶渗入到木质材料和竹质材料表面的组织内部,从而不利于胶合;如果含水率过高,胶粘剂的固含量会下降,不利于胶合质量,同时固化时间也会增加。

[0053] S6、组坯:将经上述处理的木质材料和竹质材料复合形成复合外层,所述复合外层的长度方向与竹木复合正交胶合木的长度方向平行,复合外层共设置两组,分别作为竹木复合正交胶合木的上下两个表面,并在上述两组复合外层之间设置垂直于复合外层的横向层,两组复合外层的结构相对于横向层上下对称;

[0054] S7、加压固化:在周围环境温度高于 15°C 的条件下,对正交胶合木板进行四面加压,具体为:上下方向加压,加压压力为 1.2MPa ,以及宽度方向侧面加压,加压压力为 0.2MPa ,加压时间为30min。

[0055] 通过以上工艺制作而成的三层结构竹木复合CLT(正交胶合木),其尺寸参数为: $1520\times 89\times 80\text{mm}$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 厚),其中厚度方向设置为上表面复合外层30mm(最外层重组竹1a为5mm,次外层SPF 1b为25mm)、横向层重组竹为20mm和下表面复合外层30mm(最外层重组竹1d为5mm,次外层SPF 1c为25mm),竹质材料在复合外层中的厚度占比为16.67%,根据国家标准GB/T 50329-2012《木结构试验方法标准》中推荐的弯曲性能和全表面横纹承压性能测试方法,测得该种结构的CLT的抗弯弹性模量、强度和全表面横纹承压强度分别为 11846MPa 、 73.12MPa 和 5.24MPa ,比三层等厚结构的纯SPF(三层结构沿厚度方向从上而下设置为平行层SPF 30mm、横向层SPF 20mm和平行层SPF 30mm)采用正交结构制作而成的CLT抗弯弹性模量、强度和全表面横纹承压强度分别提高了40.67%、91.06%和54.12%。

[0056] 实施例2

[0057] 在实施例1的其他技术方案保持不变的基础上,所不同的是,本实施例中:

[0058] S5、施胶：对作为承重构件的正交胶合木基材的待胶合表面施以结构用胶粘剂，胶粘剂为单组份聚氨酯胶粘剂，施胶量为 $180\text{g}/\text{m}^2$ ；

[0059] S7、加压固化：在周围环境温度高于 15°C 的条件下，对正交胶合木板进行四面加压，具体为：上下方向加压，加压压力为 1.5MPa ，以及宽度方向侧面加压，加压压力为 0.4MPa ，加压时间为 3h 。

[0060] 本实施例中，材料的含水率优选为 13% ，能够最佳地实现本实施例中胶粘剂对材料的渗入与胶合，提高正交胶合木板整体胶合强度。

[0061] 通过以上工艺制作而成的三层结构竹木复合CLT（正交胶合木），其尺寸参数为： $1520\times 89\times 80\text{mm}$ （长 $\times$ 宽 $\times$ 厚），其中厚度方向设置为上表面复合外层 30mm （最外层重组竹1a为 18mm ，次外层SPF 1b为 12mm ）、横向层重组竹为 20mm 和下表面复合外层 30mm （最外层重组竹1d为 18mm ，次外层SPF 1c为 12mm ），竹质材料在复合外层中的厚度占比为 60% ，根据国家标准GB/T 50329-2012《木结构试验方法标准》中推荐的弯曲性能和全表面横纹承压性能测试方法，测得该种结构的CLT的抗弯弹性模量、强度和全表面横纹承压强度分别为 12597MPa 、 75.11MPa 和 5.68MPa ，比三层等厚结构的纯SPF（三层结构沿厚度方向从上而下设置为平行层SPF 30mm 、横向层SPF 20mm 和平行层SPF 30mm ）制作而成的CLT抗弯弹性模量、强度和全表面横纹承压强度分别提高了 49.59% 、 96.27% 和 61.36% 。

[0062] 实施例3

[0063] 如图5、图6所示，本实施例以五层结构的竹木复合CLT（正交胶合木）为例，采用云杉-松-冷杉（Spruce-pine-fir, SPF）木材与竹质材料中的重组竹材料制作成竹木复合CLT，具体制作过程所涉及到的技术方案为：

[0064] 从上向下依次设置层级结构，层一为复合外层1中的上表面复合外层，包括最外层1a和次外层1b，最外层1a采用重组竹材料制成，且纹理方向沿长度方向，次外层1b采用SPF材料，且纹理方向沿长度方向；层二为第二层11，为横向层，采用重组竹材料制成，且纹理方向沿水平垂直于长度方向；层三为第三层12，即本实施例中的中间层（对称层板材料），内板，为平行层，采用SPF材料，且纹理方向沿长度方向；层四为第四层13，为横向层，采用重组竹材料制成，且纹理方向沿水平垂直于长度方向；层五为复合外层1中的下表面复合外层，包括次外层1c和最外层1d，次外层1c采用SPF材料，且纹理方向沿长度方向，最外层1d采用重组竹材料制成，且纹理方向沿长度方向。上述上表面复合外层中的最外层1a与下表面复合外层中的最外层1d具有相同的层板材料及结构尺寸，相应地，根据正交胶合木的对称结构，上表面复合外层中的次外层1b与下表面复合外层中的次外层1c具有相同的层板材料及结构尺寸，第二层11和第四层13具有相同的层板材料及结构尺寸。

[0065] 本实施例中五层结构的竹木复合CLT（正交胶合木）的生产过程，具体如下：

[0066] S1、选料：按照制作五层结构的竹木复合CLT的层级布置要求，选择木质材料和竹质材料，其中木质材料为云杉-松-冷杉，竹质材料为重组竹；调整尺寸，使五层层板为沿厚度方向两侧对称的结构；

[0067] S2、刨光：对S1中所选木质材料和竹质材料的待胶合表面进行刨光，清除材料表面的杂质；

[0068] S3、调湿：将S1中所选竹质材料和木质材料的含水率调节至 $8\sim 14\%$ ，且优选含水率为 14% ，基于本实施例中间苯二酚胶粘剂的耐水性特点，稍偏高的材料含水率有利于提

高胶粘剂渗透性能。竹质材料和木质材料的含水率调节方式为:对于含水率低于8%的材料(一般为竹质材料),在材料的待胶合表面喷水,对于含水率高于前述范围的材料(一般为木质材料),进行干燥处理;

[0069] S4、选层:选择经以上步骤处理的木质材料和竹质材料,将竹质材料和木质材料依次布置,竹木复合正交胶合木的总层数为五层;其中上表面的最外层为上最外层1a,下表面的最外层为下最外层1d,两者沿板材厚度方向关于竹木复合正交胶合木的第三层12(本实施例中的中间层,内板)上下对称;相应地,上最外层1a下方的一层为上次外层1b,下最外层1d上方的一层为下次外层1c,上次外层1b与下次外层1c沿板材厚度方向关于竹木复合正交胶合木的第三层12(本实施例中的中间层,内板)上下对称;上最外层1a和上次外层1b相互贴合组成上表面的复合外层1,下最外层1d和下次外层1c相互贴合组成下表面的复合外层1;

[0070] 上次外层1b的下方依次设置第二层11、第三层12和第四层13;

[0071] 复合外层1和第三层12的长度方向平行于竹木复合正交胶合木长度的方向;第二层11和第四层13长度方向正交于竹木复合正交胶合木长度的方向;

[0072] 上最外层1a、下最外层1d、第二层11、第四层13均由重组竹材料制成;

[0073] 上次外层1b、下次外层1c和第三层12均采用SPF木材材料制成;

[0074] S5、施胶:对作为承重构件的正交胶合木基材的待胶合表面施以结构用胶粘剂,胶粘剂为间苯二酚胶粘剂,施胶量为 $300\text{g}/\text{m}^2$;

[0075] S6、组坯:将经上述处理的木质材料和竹质材料复合形成复合外层,所述复合外层的长度方向与竹木复合正交胶合木的长度方向平行,复合外层1共设置两组,分别作为竹木复合正交胶合木的上下两个表面,并在上述两组复合外层1之间设置平行于复合外层的平行层(本实施例中的第三层12),平行层相对的上下两个表面上分别设有位于对应表面与对应复合外层1之间的横向层(即本实施例中的第二层11、第四层13),两组复合外层1的结构相对于平行层(本实施例中的第三层12)上下对称;

[0076] S7、加压固化:在周围环境温度高于 15°C 的条件下,对正交胶合木板进行四面加压,具体为:上下方向加压,加压压力为 1.8MPa ,以及宽度方向侧面加压,加压压力为 0.6MPa ,加压时间为6h。

[0077] 本实施例中复合外层的厚度与平行层的厚度相同。

[0078] 通过以上工艺制作而成的五层结构竹木复合CLT(正交胶合木),其尺寸参数为: $2375\times 178\times 125\text{mm}$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 厚),其中厚度方向设置为上表面复合外层25mm(最外层重组竹1a为10mm,次外层SPF 1b为15mm)、横向层重组竹为25mm、平行层SPF 25mm、横向层重组竹25mm和下表面复合外层25mm(最外层重组竹1d为10mm,次外层SPF 1c为15mm),竹质材料在复合外层中的厚度占比为40%,根据国家标准GB/T 50329-2012《木结构试验方法标准》中推荐的弯曲性能和全表面横纹承压性能测试方法,测得该种结构的CLT的抗弯弹性模量、强度和全表面横纹承压强度分别为 12974MPa 、 88.65MPa 和 6.75MPa ,比五层等厚结构(五层结构沿厚度方向从上而下设置为平行层SPF 25mm、横向层SPF 25mm、平行层SPF 25mm、横向层SPF 25mm和平行层SPF 25mm)的SPF制作而成的CLT的抗弯弹性模量、强度和全表面横纹承压强度分别提高了51.42%、85.13%和85.44%。

[0079] 该种结构的竹木复合CLT(正交胶合木)的力学性能得到了提升,明显优于由单一

材料制作的CLT。

[0080] 实施例4

[0081] 在实施例1的基本技术方案保持不变的基础上,所述木质材料采用实木锯材,竹质材料采用竹胶合板,并利用异氰酸酯胶粘剂粘接各层,异氰酸酯胶粘剂的使用量为 $220\text{g}/\text{m}^2$ 。

[0082] 实施例5

[0083] 在实施例1的基本技术方案保持不变的基础上,所述木质材料采用单板层积材,竹质材料采用竹胶合板,前述两种材料的微纤维间隙较其他实施例中的材料间隙偏大,因此可以使用更多的胶粘剂,使胶粘剂充分填充微纤维间隙,提高粘接强度,即本实施例中利用异氰酸酯胶粘剂粘接各层时,异氰酸酯胶粘剂的使用量取 $320\text{g}/\text{m}^2$ 。

[0084] 实施例6

[0085] 在实施例2的基本技术方案保持不变的基础上,所述木质材料采用长条刨片层积材,竹质材料采用竹集成材,并利用单组份聚氨酯胶粘剂粘接各层,前述两种材料的表面更加平滑,纹理更加细腻,在保证粘接强度的前提下,不宜施以过多胶液,保证适度的胶液凝固时长,故本实施例中,单组份聚氨酯胶粘剂的使用量为 $140\text{g}/\text{m}^2$ 。

[0086] 实施例7

[0087] 在实施例2的基本技术方案保持不变的基础上,木质材料采用实木锯材,竹质材料采用竹胶合板,利用单组份聚氨酯胶粘剂粘接各层,单组份聚氨酯胶粘剂的使用量为 $220\text{g}/\text{m}^2$ 。

[0088] 实施例8

[0089] 在实施例3的基本技术方案保持不变的基础上,木质材料采用长条刨片层积材,竹质材料采用竹胶合板,利用间苯二酚胶粘剂粘接各层,间苯二酚胶粘剂的使用量为 $250\text{g}/\text{m}^2$ 。

[0090] 实施例9

[0091] 在实施例3的基本技术方案保持不变的基础上,木质材料采用单板层积材,竹质材料采用竹集成材,利用间苯二酚胶粘剂粘接各层,间苯二酚胶粘剂的使用量为 $350\text{g}/\text{m}^2$ 。

[0092] 实施例4-9,制备得到的竹木复合CLT(正交胶合木)的抗弯弹性模量、强度和全表面横纹承压强度相对于普通的正交胶合木,都有显著的提高。值得强调的是,平行层的厚度可以与横向层的厚度不同。

[0093] 本申请所述竹木复合正交胶合木还可以采取其他更多层级,比如七层和九层等,参考实施例1、实施例2和实施例3的布置方式,进行对称增加层级。

[0094] 需要进一步说明的是,对胶粘剂的选择可以分以下三种:单组份聚氨酯胶粘剂,异氰酸酯胶粘剂和间苯二酚胶粘剂,为了达到较好的粘接效果,对于单组份聚氨酯胶粘剂的施胶量为 $140\sim 220\text{g}/\text{m}^2$;对于异氰酸酯胶粘剂,施胶量为 $220\sim 320\text{g}/\text{m}^2$;对于间苯二酚胶粘剂,施胶量为 $250\sim 350\text{g}/\text{m}^2$ 。

[0095] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征和本发明的优点。本领域的普通技术人员应当了解,本发明不受上述实施例的限制,上述实施例和说明书中描述的只是本发明的原理,在不脱离本发明精神和范围的前提下,本发明还会有各种变化和改进,这些变化和改进都应落入要求保护的本发明内。本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其等

效物界定。

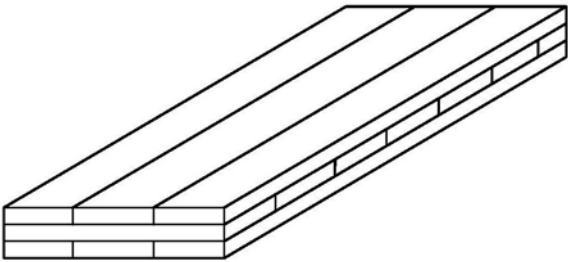


图1



图2

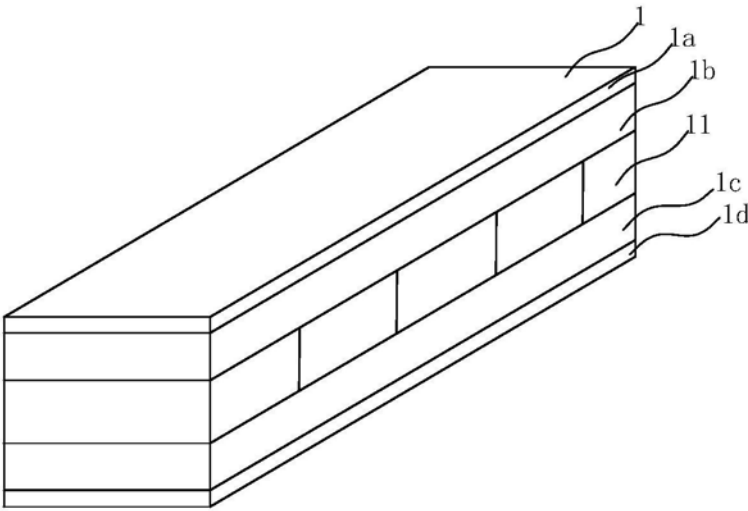


图3

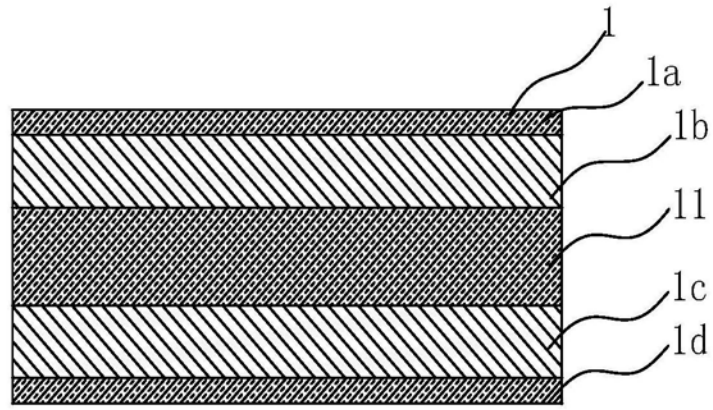


图4

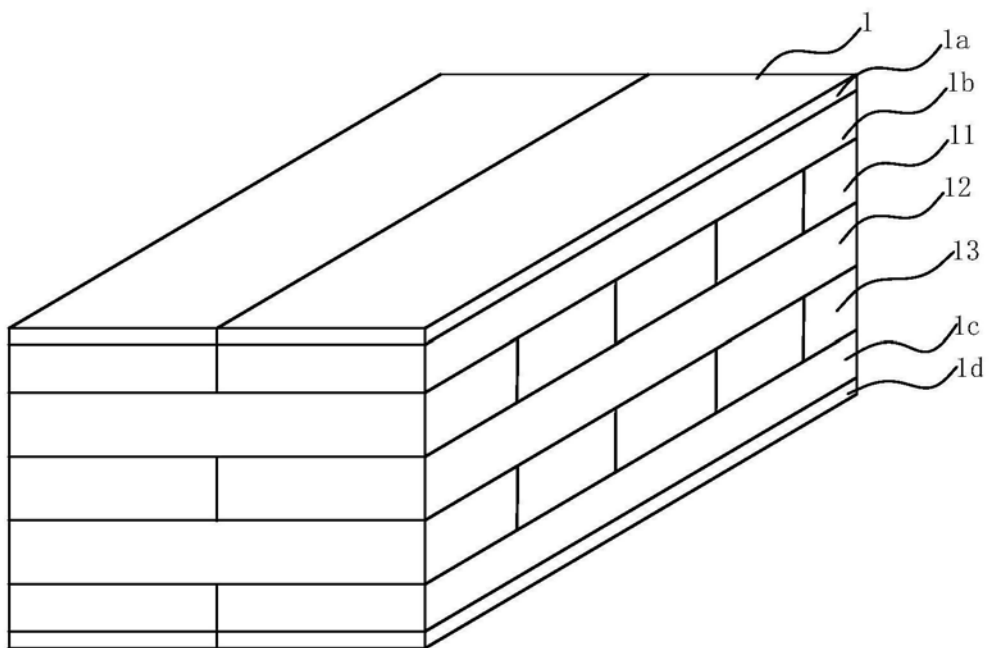


图5

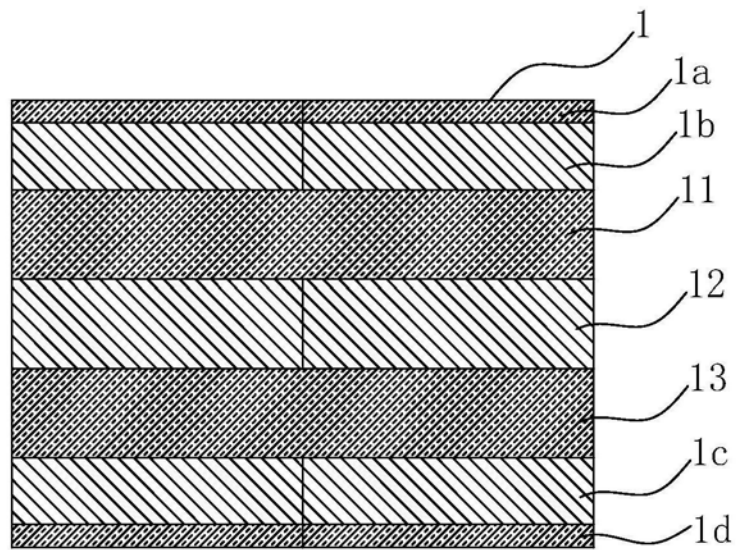


图6