



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103072159 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 24

(21) 申请号 201310029781. 2

B27K 5/00(2006. 01)

(22) 申请日 2013. 01. 28

B27K 1/00(2006. 01)

(73) 专利权人 南京工业大学

B27D 1/08(2006. 01)

地址 211816 江苏省南京市浦口区浦珠南路  
30 号

B32B 21/14(2006. 01)

审查员 沈生文

(72) 发明人 岳孔 刘伟庆 陆伟东 刘宇  
霍瑞丽(74) 专利代理机构 南京知识律师事务所 32207  
代理人 蒋海军

(51) Int. Cl.

B27D 1/04(2006. 01)

B27D 1/10(2006. 01)

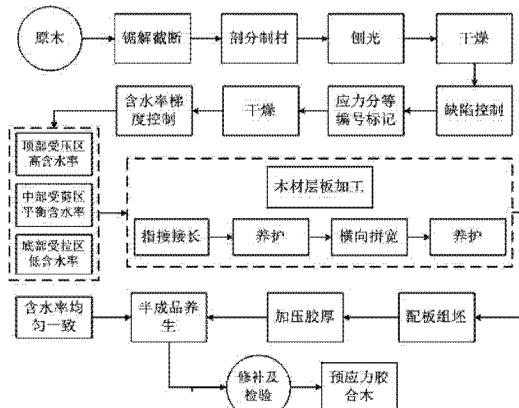
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

## (54) 发明名称

具有抗蠕变变形性能的预应力胶合木及其制备方法和用途

## (57) 摘要

本发明公开了具有抗蠕变变形性能的预应力胶合木及其制备方法和用途，属于建筑用结构构件领域。其包括沿木梁高度方向的顶部受压区、中部受剪区、底部受拉区和胶粘剂层，所述顶部受压区、中部受剪区和底部受拉区内部和之间的层板通过胶粘剂层相互粘结固定成型，所述含有顶部受压区、中部受剪区和底部受拉区的胶合木构件，三个部分木材的最终含水率相同，均为10%-12%。其原理是在胶合木木梁受拉、受压区配置高应力等级结构木材，并沿构件高度的三个部分的木材设置含水率梯度，不同含水率木材达到平衡一致后，由于木材的失水干缩和吸湿膨胀受到抑制，不能充分自由伸缩变形而产生预应力，长期荷载作用下胶合木木梁的抗蠕变性能得到明显改善，并且在构件制备初期对木材中影响力学性能的固有天然缺陷进行控制，产品结构性能稳定可靠，刚度高，抗蠕变性能优异，可用作木结构建筑用承重木梁。



1. 具有抗蠕变变形性能的预应力胶合木的制备方法，其步骤为：

(1) 将原木加工成规格材，规格材的尺寸为厚度 20~45mm、宽度 80~280mm、长度 1000~6000mm；

(2) 对规格材干燥将其含水率控制在 15%~25% 范围内，并对其进行应力分级；

(3) 对规格材进行防腐防虫或阻燃改性处理；

(4) 将已经分等后的高应力等级的作为顶部受压区和底部受拉区的规格材的木材含水率分别调整到 14%~16% 和 6%~8% 的范围内，将低应力等级的作为中部受剪区的规格材的木材含水率控制在 10%~12% 范围内；

(5) 分别在含水率 14%~16%、10%~12% 和 6%~8% 恒定的环境条件下对顶部受压区、中部受剪区和底部受拉区的规格材进行指接接长和横向拼宽，接长和拼宽中木材纹理方向朝向一致，经涂胶加压并养护至胶粘剂完全固化，指接接长中指榫端部涂胶量  $150\text{g}/\text{m}^2$ ~ $350\text{g}/\text{m}^2$ ，加压压力 3.0MPa~6.0MPa，加压时间 5s~20s，横向拼宽中涂胶量  $150\text{g}/\text{m}^2$ ~ $500\text{g}/\text{m}^2$ ，加压压力 0.6MPa~1.2MPa，加压时间 0.5h~2h，制得顶部受压区层板、底部受拉区层板和中部受剪区层板，在接长和拼宽工序中，以及后期养护中始终在维持其在含水率恒定的环境条件下进行；

(6) 对顶部受压区、中部受剪区和底部受拉区的层板沿厚度方向组坯配置，层板组坯和涂胶均在维持其各自层板含水率恒定的环境条件下进行，并在温度 18°C~22°C、相对湿度 60%~70% 的环境条件下加压并养护至胶粘剂完全固化，其中叠厚加压中涂胶量  $150\text{g}/\text{m}^2$ ~ $500\text{g}/\text{m}^2$ ，加压压力 0.6MPa~1.2MPa，加压时间 2.0h~8.0h，养护完毕后的胶合木，其内部各处木材含水率均匀一致，均达到 10%~12%；

(7) 最后进行胶合木的表面刨光磨光、修补、涂饰和使用方向的标识，检验包装入库；所述顶部受压区和底部受拉区采用花旗松、落叶松、欧洲赤松或南方松高应力等级的结构木材为原料，中部受剪区使用杨木、杉木、马尾松或桉木人工速生木材或低应力等级的结构木材为原料。

2. 根据权利要求 1 所述的具有抗蠕变变形性能的预应力胶合木的制备方法，其特征在于，所述步骤 4 中将已经应力分等后的高应力等级的作为顶部受压和底部受拉区的木材的含水率分别调整到 15%~15.5% 和 6.5%~7% 范围内，将低应力等级的作为中部受剪区的木材的含水率调整为 11%。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的具有抗蠕变变形性能的预应力胶合木的制备方法，其特征在于，所述胶粘剂使用的胶粘剂为结构用冷固化型苯酚-间苯二酚-甲醛树脂胶粘剂、聚氨酯胶粘剂、尿素-三聚氰胺-甲醛树脂胶粘剂或三聚氰胺-甲醛树脂胶粘剂。

4. 根据权利要求 3 所述的具有抗蠕变变形性能的预应力胶合木的制备方法，其特征在于，所述步骤 2 中在对规格材干燥将其含水率控制在 15%~25% 范围内后，对规格材的固有天然缺陷腐朽、节子、斜纹、裂隙、虫眼和孔洞进行剔除和控制。

5. 根据权利要求 1~4 所述方法制备的具有抗蠕变变形性能的预应力胶合木，其特征在于：所述胶合木包括沿木梁高度方向的顶部受压区、中部受剪区、底部受拉区和胶粘剂层，所述顶部受压区、中部受剪区和底部受拉区通过胶粘剂层相互粘结固定成型，所述含有顶部受压区、中部受剪区和底部受拉区的胶合木构件，三个部分木材的最终含水率相同，均为 10%~12%。

6. 根据权利要求 5 所述的具有抗蠕变变形性能的预应力胶合木,应用于胶合木木梁的生产。

## 具有抗蠕变变形性能的预应力胶合木及其制备方法和用途

### 技术领域

[0001] 本发明涉及建筑用结构构件，具体涉及具有抗蠕变变形性能的预应力胶合木及其制备方法和用途。

### 背景技术

[0002] 胶合木结构由于具有节能环保、结构性能优良、尺寸形状不受原木径级限制等优点，目前在国外建筑结构领域应用广泛。近几年来，由于我国的节能减排及绿色建筑技术的政策向导，胶合木结构建筑在我国也呈现出迅速发展的势头，因此利用先进的木材加工技术制造出轻质高强的胶合木材料，将其用于建筑领域，有广阔的发展前景和市场。

[0003] 在实际使用中，常规胶合木木梁的结构梁截面如图2所示，由胶粘剂层1和为木材层板2组合，常规胶合木木梁的弯曲破坏绝大部分是由其受拉区的木节、斜纹等木材固有天然缺陷或机械接头部位人工缺陷等薄弱环节最先失效引起，木材强度尤其是顺纹受压强度得不到充分利用。同时，常规胶合木木梁在长期荷载作用下抗蠕变性能较差，因此在建筑结构设计中构件的截面一般较大，胶合木木梁显得粗重而笨大，且材料浪费严重。同时建筑结构设计中，胶合木木梁截面尺寸的确定往往是根据其刚度进行控制，在刚度符合设计要求的条件下，构件的强度均远超设计值，这也造成了材料的严重浪费，并且构件轻巧性得不到充分体现，不利于木结构的推广使用，为解决这一问题，现有的方法是通过在胶合木梁受拉区配置高强FRP或钢筋等非天然材料来增强，但该方法存在以下不足：粘结高强的FRP或钢筋等非天然材料，需要特殊的胶粘剂进行粘结，这无疑使施工工艺复杂化，导致成本增加；产品加工制作的可操作性差；采用高强的FRP或钢筋等非天然材料进行预应力的张拉，需要利用专门的锚固装置进行高强材料在胶合木木梁端部的固定，锚固操作存在困难，现有的锚固技术和装置不够成熟，应用性差，且预应力损伤大，锚固装置的加入使得产品成本增加；采用昂贵的高强FRP等材料，产品成本增加，采用高强钢筋等金属材料，有锈蚀的可能，从而影响构件的性能，同时这些材料的加入使产品不属于绿色生态材料；高强的FRP或钢筋等增强材料和木材的相容性差，产品在服役期间易与木材本体发生剥离，产品质量的可靠性差。

### 发明内容

[0004] 发明要解决的技术问题

[0005] 针对上述现有技术中存在的常规胶合木木梁在长期荷载作用下抗蠕变性能差，建筑中胶合木木梁截面过大，且受压区木材得不到充分利用；高强的FRP或钢筋等非天然材料增强的胶合木木梁施工工艺复杂，材料之间相容性差，容易发生剥离等问题，本发明提供了具有抗蠕变变形性能的预应力胶合木及其制备方法和用途，所述预应力胶合木，用于胶合木木梁领域，通过预先在胶合木木梁高度方向层板中设定含水率梯度，通过后期含水率梯度消除，木材的干缩湿胀受到含水率不变尺寸稳定的木材的约束而无法自由变形，从而产生预应力的方式来增强木梁，克服了上述种种不足，有效解决了常规胶合木木梁和非天

然材料增强木梁中存在的以上问题。

[0006] 技术方案

[0007] 发明原理：

[0008] 胶合木木梁按照建筑设计和结构使用要求,对影响木材力学性能和外观可视性的固有天然缺陷节子、裂隙、斜纹、腐朽、虫眼和孔洞进行剔除和控制,利用在胶合木木梁受拉、受压区配置高应力等级结构木材,并沿构件高度的三个部分的木材设置含水率梯度,不同含水率木材达到平衡一致后,由于木材失水干缩和吸湿膨胀受到含水率未发生变化的中部木材的抑制,不能自由发生干缩湿胀变形而产生预应力,胶合木木梁的抗蠕变性能得到明显改善;在实际加工中在胶合木层板组坯中将力学性能较高的木材层板配置在木梁底部受拉区和顶部受压区,并在沿木梁高度方向的顶部、中部和底部三个区域内将所含木材层板的含水率分别调整到高于、等于和低于气干平衡含水率的状态,木梁胶合加压成型并养护过程中,木梁高度的中部区域内由于木材含水率基本不发生改变而尺寸恒定,顶部区域内木材解吸失水至气干平衡含水率,底部区域内木材吸湿至气干平衡含水率。最终胶合木木梁由于顶部木材失水变短,但受到中部木材尺寸不变的约束而承受张拉应力,同时,其底部木材吸湿变长,但受到中部木材尺寸不变的约束而承受压缩应力,胶合木木梁顶部的张拉应力和底部的压缩应力赋予其预应力。

[0009] 技术内容：

[0010] 具有抗蠕变变形性能的预应力胶合木的制备方法,其步骤为:

[0011] (1) 将原木锯解成规格材,规格材的尺寸为厚度范围 20mm~45mm、宽度范围 80mm~280mm、长度范围 1000mm~6000mm;

[0012] (2) 对规格材干燥将其含水率控制在 15%~25%,再对其固有天然缺陷节子、裂隙、斜纹、腐朽、虫眼和孔洞进行剔除和控制,并对其进行应力分级和编号标记;

[0013] (3) 对规格材进行防腐防虫或阻燃化学药剂浸渍改性处理;

[0014] (4) 将已经强度分等后的高应力等级的作为顶部受压区和底部受拉区的规格材的木材含水率分别调整到 14%~16% 和 6%~8% 的范围内,将低应力等级的作为中部受剪区的规格材的木材含水率控制在 10%~12% 范围内;

[0015] (5) 分别在保持含水率 14%~16%、10%~12% 和 6%~8% 恒定的环境条件下对顶部受压区、中部受剪区和底部受拉区的规格材进行指接接长和横向拼宽,并养护直至胶粘剂完全固化,接长和拼宽中木材纹理方向朝向一致,最终制备得到顶部受压区、底部受拉区和中部受剪区木材层板,在接长、拼宽和养护中,始终在维持其在对应的含水率恒定的环境条件下操作;

[0016] (6) 对顶部受压区、中部受剪区和底部受拉区的木材层板组坯,并对其进行厚度方向的叠合加压,组坯和涂胶均在维持其各自层板含水率恒定的环境条件下操作,然后在温度 18~22℃、相对湿度 60~70% 的环境条件下加压并养护至胶粘剂完全固化,压力取值 0.6MPa~1.2MPa,最终胶合木内部各处木材含水率达到均匀一致,均达到 10%~12%;

[0017] (7) 最后对胶合木进行定尺寸加工、表面刨光磨光、修补、涂饰、检验、使用方向的标识,最终包装入库。

[0018] 特别在所述步骤 4 中将已经分等后的高应力等级的作为顶部受压区和底部受拉区的规格材的木材含水率分别调整到 15%~15.5% 和 6.5%~7% 的最佳范围内,将低应力等级

的作为中部受剪区的规格材的木材含水率控制在 11% 最佳范围内。

[0019] 所述顶部受压区和底部受拉区采用花旗松、落叶松、南方松、欧洲赤松高应力等级的结构木材为原料，木梁中部受剪区使用杨木、杉木、马尾松、桉木人工速生木材或低应力等级的结构木材为原料。

[0020] 所述胶粘剂层使用的胶粘剂为结构用冷固化型苯酚 - 间苯二酚 - 甲醛树脂胶粘剂、聚氨酯胶粘剂、尿素 - 三聚氰胺 - 甲醛树脂胶粘剂或三聚氰胺 - 甲醛树脂胶粘剂。

[0021] 根据上述方法制备的具有抗蠕变变形性能的预应力胶合木包括沿木梁高度方向的顶部受压区、中部受剪区、底部受拉区和胶粘剂层，所述顶部受压区、中部受剪区和底部受拉区通过胶粘剂层相互粘结固定成型，所述含有顶部受压区、中部受剪区和底部受拉区的胶合木，三个部分木材的最终含水率相同，均在 10%~12% 范围内。

[0022] 具有抗蠕变变形性能的预应力胶合木，可以应用于胶合木木梁生产。

[0023] 有益效果

[0024] 所述具有抗蠕变变形性能的预应力胶合木，主要应用在胶合木木梁领域内，其主要技术点在于在胶合木木梁制备前，预先在胶合木木梁高度方向上设定木材含水率梯度，并将高应力等级木材层板配置在木梁的顶部和底部，其有益效果主要有以下六点：

[0025] (1) 所述的具有抗蠕变变形性能的预应力胶合木木梁利用木材含水率梯度产生预应力的方式，来提高木梁的结构性能，提高了构件的抗蠕变性能，不改变材料成本；

[0026] (2) 与常规胶合木木梁相比，在相同力学性能的条件下，所述的具有抗蠕变变形性能的预应力胶合木木梁截面面积更小，可节约使用木材，具备减碳效果；

[0027] (3) 与等截面常规胶合木木梁相比，所述的全木质预应力胶合木木梁力学抗蠕变变形性能改善效果明显，即需控制在相同的蠕变变形范围时，所需构件的体积更小，可节约木材，具备减碳效果；

[0028] (4) 所述的具有抗蠕变变形性能的预应力胶合木全部采用纯绿色生态的木材，避免了使用高强 FRP 和钢筋等非天然材料增强带来的环保、技术、应用和耐久性等方面问题；

[0029] (5) 所述具有抗蠕变变形性能的预应力胶合木木梁，其生产工艺简单、可操作性强；

[0030] (6) 所述具有抗蠕变变形性能的预应力胶合木木梁在制作过程中对木材原料固有天然缺陷节子、腐朽、斜纹、裂隙、虫眼和孔洞进行剔除和控制，构件力学性能可靠度高。

## 附图说明

[0031] 图 1 为具有抗蠕变变形性能的预应力胶合木的制备方法流程图。

[0032] 图 2 为常规胶合木木梁截面示意图。其中 1 为胶粘剂层，2 为木材层板。

[0033] 图 3a 为实施例 1 中所述具有抗蠕变变形性能的胶合木木梁的截面示意图。

[0034] 图 3b 为实施例 8 中所述具有抗蠕变变形性能的胶合木木梁的截面示意图。

[0035] 图 3c 为实施例 9 中所述具有抗蠕变变形性能的胶合木木梁的截面示意图。

[0036] 图中标注为：1 为顶部受压区高含水率状态下的高应力等级结构木材层板，2 为中部受剪区平衡含水率状态下的速生木材层板或低应力等级木材层板，3 为底部受拉区低含水率状态下的高应力等级结构木材层板，4 为胶粘剂层，5 为顶部受压区平衡含水率状态下的高应力等级结构木材层板，6 底部受拉区平衡含水率状态下的高应力等级结构木材层板。

[0037] 具体实施方式

[0038] 以下结合实施例对本发明作进一步详细说明。

[0039] 实施例 1

[0040] 如图 1 为具有抗蠕变变形性能的预应力胶合木的制备方法,其步骤为:

[0041] (1)木材原料预处理:根据设计要求,通过机械锯切的加工方式对花旗松和速生杨木木材通过机械进行锯解截断、剖分制材和刨光,制出厚度 20mm、宽度 80mm、长度 1000mm 的规格材。对规格材进行干燥处理,将其含水率控制在 15% 范围内,并对花旗松和速生杨木木材原料的固有天然缺陷腐朽、节子、斜纹、裂隙、虫眼和孔洞进行剔除和控制,并对其进行应力分级(应力分等编号标记),应力分等一般采用机械弹性模量和机械应力分等。机械弹性模量分等层板分为 9 等,各等平均弹性模量性能指标见表 1。应力分等层板分为 6 等。机械弹性模量分等层板等级和机械应力分等层板等级的对应关系见表 2。

[0042] 表 1 机械弹性模量分等层板强度性能指标(Mpa)

[0043]

分等级	ME7	ME8	ME9	ME10	ME11	ME12	ME14	ME16	ME18
平均弯曲弹性模量	7000	8000	9000	10000	11000	12000	14000	16000	18000

[0044] 表 2 机械应力分等层板等级与机械弹性模量分等层板等级的对应关系

[0045]

机械弹性模量分等	ME8	ME9	ME10	ME11	ME12	ME14
机械应力分等	M10	M14	M22	M26	M30	M40

[0046] 再对规格材进行防腐防虫或阻燃化学浸渍改性处理;然后通过人工干燥的方式,进行含水率梯度控制,将顶部受压区和底部受拉区花旗松木材含水率分别调整为 14% 和 6%,中部受剪区速生杨木木材含水率调整为 10%;

[0047] (2)胶合木层板的制作:对同层的相同含水率的木材(规格材)进行指接接长、养护、横向拼宽和养护,指接、拼宽和两次的养护工序均在维持其各自含水率恒定的环境条件下操作,每次养护结束时,构件内胶粘剂应完全固化,指接接长中指榫端部涂胶量 150g/m<sup>2</sup>,加压压力 3.0MPa,加压时间 5s,横向拼宽中涂胶量 500g/m<sup>2</sup>,加压压力 0.6MPa,加压时间 0.5h,制备得到顶部受压区、底部受拉区和中部受剪区层板,胶粘剂为苯酚-间苯二酚-甲醛树脂胶粘剂;

[0048] (3)指接和拼宽后层板的叠厚加压:顶部受压区、底部受拉区和中部受剪区层板组坯叠厚,根据顶部受压区、底部受拉区和中部受剪区层板分别配置,将速生杨木层板配置在中部受剪区,花旗松层板配置在顶部和底部受拉区。组坯和涂胶均在维持底部受拉区木材层板含水率在 6%、顶部受压区木材层板含水率 14% 和中部受剪区木材层板含水率 10% 恒定的环境条件下操作。最后在温度 18°C -22°C、相对湿度 60%-70% 的环境条件下加压,叠厚加压中涂胶量 500g/m<sup>2</sup>,加压压力 0.9MPa,加压时间 2.0h,制成半成品,胶粘剂为苯酚-间苯二酚-甲醛树脂胶粘剂;

[0049] (4)半成品养护:使胶合木木梁在温度 18°C -22°C、相对湿度 60%-70% 的环境条件下养生至胶粘剂完全固化,同时最终构件内部木材含水率趋于一致,均达到 10%,制得胶合木构件,如图 3a 所示制备的具有抗蠕变变形性能的预应力胶合木包括沿木梁高度方向的顶部受压区、中部受剪区、底部受拉区和胶粘剂层,所述顶部受压区、中部受剪区和底部受拉区通过胶粘剂层相互粘结固定成型,所述含有顶部受压区、中部受剪区和底部受拉区的

胶合木,三个部分木材的最终含水率相同,胶合木构件的顶部抗压区为高含水率状态下的高应力等级结构木材层板 1,中部受剪区为平衡含水率状态下的速生木材层板或低应力等级木材层板 2,底部受拉区为低含水率状态下的高应力等级结构木材层板 3,各层板之间通过胶粘剂层 4 连接而成。

[0050] (5)性能指标:采用该方式制造的胶合木构件,与常规方法全部采用速生杨木木材制作的胶合木木梁相比,其抗弯刚度提高了 60% 以上;在 20℃温度和 65% 相对湿度环境下,在 0.3 应力水平的荷载作用下,3 个月后构件的最大蠕变变形降低了 40% 以上。采用该方式制造的胶合木构件,与常规方法全部采用花旗松木材制作,且层板不经应力分等和含水率梯度布置的胶合木木梁相比,其抗弯刚度提高了 10% 以上;在 20℃温度和 65% 相对湿度环境下,在 0.3 应力水平的荷载作用下,3 个月后构件的最大蠕变变形降低了 15% 以上,材料成本降低了 15% 以上。

#### [0051] 实施例 2

[0052] (1)木材原料预处理:根据设计要求,通过机械锯切等加工方式,制出厚度 45mm、宽度 280mm、长度 6000mm 的规格材,对规格材进行干燥处理,将其含水率控制在 25% 范围内,对木材原料的固有天然缺陷腐朽、节子、斜纹、裂隙、虫眼和孔洞进行剔除和控制。然后通过应力分级和人工干燥,将高应力等级的受拉区和受压区花旗松木材含水率分别调整为 8% 和 15%,低等级的受剪区马尾松木材含水率调整为 12%;

[0053] (2)胶合木层板的制作:对同层的相同含水率的木材进行指接接长、养护、横向拼宽和养护,指接、拼宽和两次的养护工序均在维持其各自含水率的恒定的环境条件下操作,每次养护结束时,构件内胶粘剂应完全固化,指接接长中指榫端部涂胶量 350g/m<sup>2</sup>,加压压力 6.0MPa,加压时间 20s,横向拼宽中涂胶量 150g/m<sup>2</sup>,加压压力 1.2MPa,加压时间 2h,制备得到顶部受压区、底部受拉区和中部受剪区层板,胶粘剂为聚氨酯胶粘剂;

[0054] (3)指接和拼宽后层板的叠厚加压:层板组坯叠厚中,根据受压、受剪和受拉层板要求分别配置,同时含水率分别控制在 8% 和 15% 的花旗松层板配置在胶合木的外侧(底部和顶部),含水率为 12% 的马尾松层板配置于胶合木的中部,组坯和涂胶均在维持底部受拉区木材层板含水率在 8%、顶部受压区木材层板含水率 15% 和中部受剪区木材层板含水率 12% 恒定的环境条件下操作。最后在温度 18℃ -22℃、相对湿度 60%-70% 的环境条件下加压,叠厚加压中涂胶量 150g/m<sup>2</sup>,加压压力 0.6MPa,加压时间 8.0h,制成半成品,胶粘剂为聚氨酯胶粘剂;

[0055] (4)半成品养护:使胶合木木梁在温度 18℃ -22℃、相对湿度 60%-70% 的环境条件下养生至胶粘剂完全固化,同时最终构件内部木材含水率趋于一致,均达到 12%,最后对胶合木进行定尺寸加工、表面刨光磨光、修补、涂饰、检验、使用方向的标识,最终包装入库。;

[0056] (5)性能指标:采用该方式制造的胶合木构件,与常规方法全部采用花旗松木材制作,且不经应力分等和含水率梯度布置的胶合木木梁相比,其抗弯刚度提高了 10% 以上;在 20℃温度和 65% 相对湿度环境下,在 0.3 应力水平的荷载作用下,3 个月后构件的最大蠕变变形降低了 20% 以上。

#### [0057] 实施例 3

[0058] (1)木材原料预处理:根据设计要求,通过机械锯切等加工方式,制出厚度 35mm、宽度 140mm、长度 3000mm 的规格材,对规格材进行干燥处理,将其含水率控制在 20% 范围内,

对木材原料的固有腐朽、节子、斜纹、裂隙和虫眼等缺陷进行控制，并应力分等编号标记。然后通过人工干燥的方式，将受拉区和受压区花旗松木材含水率分别调整为 6% 和 16%，受剪区马尾松木材含水率调整为 11%；

[0059] (2) 胶合木层板的制作：对同层的相同含水率的木材进行指接接长、养护、横向拼宽和养护，指接、拼宽和两次的养护工序均在维持其含水率恒定的环境条件下操作，每次养护结束时，构件内胶粘剂应完全固化，指接接长中指榫端部涂胶量  $200\text{g}/\text{m}^2$ ，加压压力  $5.0\text{MPa}$ ，加压时间  $10\text{s}$ ，横向拼宽中涂胶量  $300\text{g}/\text{m}^2$ ，加压压力  $1.0\text{MPa}$ ，加压时间  $1\text{h}$ ，制备得到顶部受压区、底部受拉区和中部受剪区层板，胶粘剂为尿素 - 三聚氰胺 - 甲醛树脂胶粘剂；

[0060] (3) 指接和拼宽后层板的叠厚加压：层板组坯叠厚中，根据受压、受剪和受拉层板分别配置，同时高应力等级结构材配置在胶合木木梁的外侧。组坯和涂胶均在维持其含水率恒定的环境条件下操作。最后在温度  $18^\circ\text{C} - 22^\circ\text{C}$ 、相对湿度  $60\%-70\%$  的环境条件下加压，叠厚加压中涂胶量  $300\text{g}/\text{m}^2$ ，加压压力  $1.2\text{MPa}$ ，加压时间  $6.0\text{h}$  制成半成品；

[0061] (4) 半成品养护：使胶合木木梁在温度  $18^\circ\text{C} - 22^\circ\text{C}$ 、相对湿度  $60\%-70\%$  的环境条件下养生至胶粘剂完全固化，同时最终构件内部木材含水率趋于一致，均达到 11%；

[0062] (5) 性能指标：采用该方式制造的胶合木木梁，与常规方法全部采用马尾松木材制作的胶合木木梁相比，其抗弯刚度提高了 50% 以上；在  $20^\circ\text{C}$  温度和  $65\%$  相对湿度环境下，在  $0.3$  应力水平的荷载作用下，3 个月后构件的最大蠕变变形降低了 30% 以上。采用该方式制造的胶合木构件，与常规方法全部采用花旗松木材制作，且不经应力分等和含水率梯度布置的胶合木木梁相比，其抗弯刚度提高了 8% 以上；在  $20^\circ\text{C}$  温度和  $65\%$  相对湿度环境下，在  $0.3$  应力水平的荷载作用下，3 个月后构件的最大蠕变变形降低了 25% 以上。

#### [0063] 实施例 4

[0064] 具体实施同实施例 2，不同在于顶部受压区和底部受拉区采用落叶松高应力等级的结构木材为原料，木梁中部受剪区使用杉木低应力等级的结构木材为原料，胶粘剂为三聚氰胺 - 甲醛树脂胶粘剂，其性能指标同实施例 2。

#### [0065] 实施例 5

[0066] 具体实施同实施例 2，不同在于顶部受压区和底部受拉区采用欧洲赤松高应力等级的结构木材为原料，木梁中部受剪区使用桉木低应力等级的结构木材为原料，其性能指标同实施例 2。

#### [0067] 实施例 6

[0068] 在对各生产影响因素的组合，同时兼顾制备中工艺参数的条件下，获得具有更好的抗弯刚度等产品参数的胶合木，经过了长期大量的实验，获得掌握较多的技术参数，进行数据比较和各影响因素的优化结合，慢慢得到在底部受拉区和顶部受压区的南方松规格材的木材含水率分别调整到 7% 和 15%，将低应力等级的作为中部受剪区的规格材的木材含水率控制在 11%，具体实施同实施例 1，制备的胶合木其性能指标与实施例 1 相比，均能提高 5%-8%。

#### [0069] 实施例 7

[0070] 具体实施同实施例 6，不同在于作为底部受拉区和顶部受压区的规格材的木材含水率分别调整到 6.5% 和 15.5%，将低应力等级的作为中部受剪区的规格材的木材含水率控

制在 11%，其性能指标与实施例 2 相比，均能提高 5%-12%。

[0071] 实施例 8

[0072] 如图 3b 中所示，具体实施同实施例 6，不同在于作为底部受拉区和顶部受压区的规格材的木材含水率分别调整到 6.5% 和 15.5%（即底部受拉区低含水率状态下的高应力等级结构木材层板 3 和顶部受压区高含水率状态下的高应力等级结构木材层板 1）；同时设置顶部受压区平衡含水率状态下的高应力等级结构木 5、底部受拉区平衡含水率状态下的高应力等级结构木材层板 6 和中部受剪区平衡含水率状态下的速生木材层板或低应力等级木材层板 2，将上述木材层板的木材含水率控制在 11%，所述的顶部受压区平衡含水率状态下的高应力等级结构木 5 和底部受拉区平衡含水率状态下的高应力等级结构木材层板 6 的处理和制作同于中部受剪区平衡含水率状态下的速生木材层板或低应力等级木材层板 2，且底部受拉区平衡含水率状态下的高应力等级结构木材层板 6 和底部受拉区低含水率状态下的高应力等级结构木材层板 3 交叉叠厚加压，顶部受压区平衡含水率状态下的高应力等级结构木 5 与顶部受压区高含水率状态下的高应力等级结构木材层板 1 交叉叠厚加压，各层板通过胶粘剂层 4 连接，制备的胶合木木梁其性能指标与实施例 2 相比，均能提高 8%-12%。

[0073] 实施例 9

[0074] 如图 3c 中所示，具体实施同实施例 8，不同在于叠厚加压时，在胶合木木梁高度上依次按照底部受拉区低含水率状态下的高应力等级结构木材层板 3、底部受拉区平衡含水率状态下的高应力等级结构木材层板 6、中部受剪区平衡含水率状态下的速生木材层板或低应力等级木材层板 2、顶部受压区平衡含水率状态下的高应力等级结构木材层板 5 和顶部受压区高含水率状态下的高应力等级结构木材层板 1 进行组坯叠厚，各层板通过胶粘剂层 4 连接，制备的胶合木木梁其性能指标与实施例 2 相比，均能提高 6%-12%。

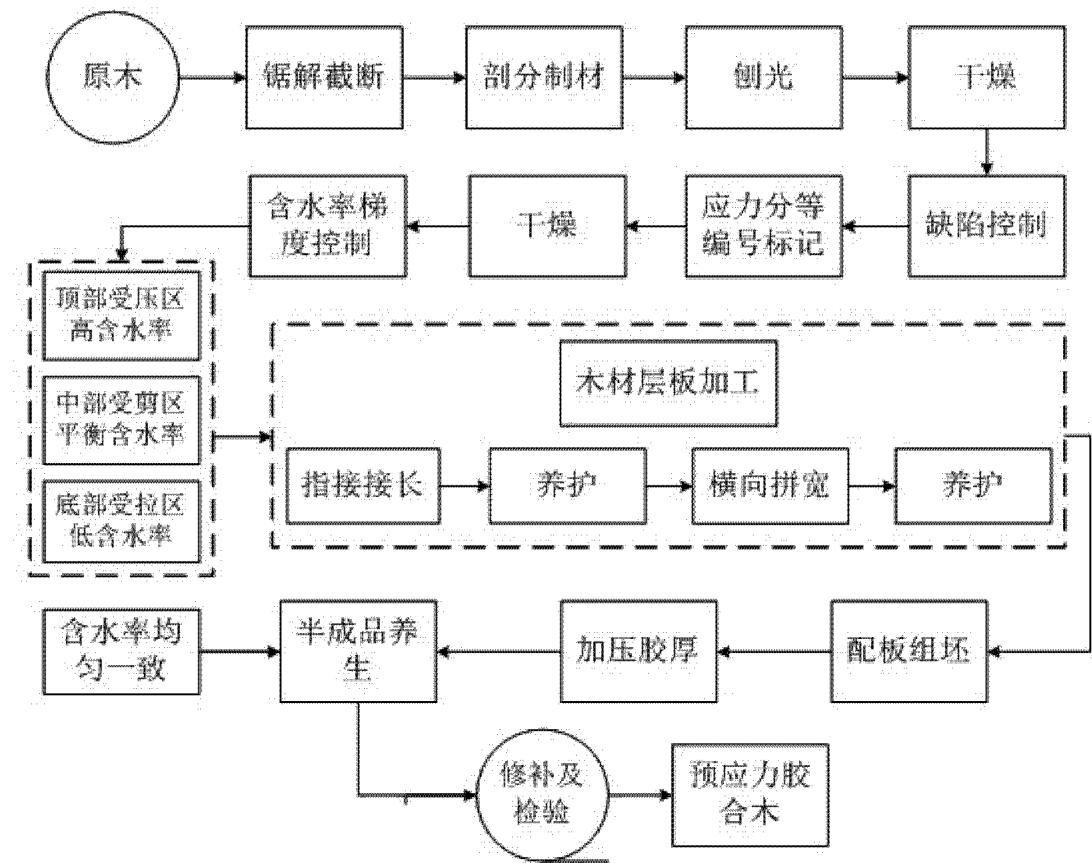


图 1

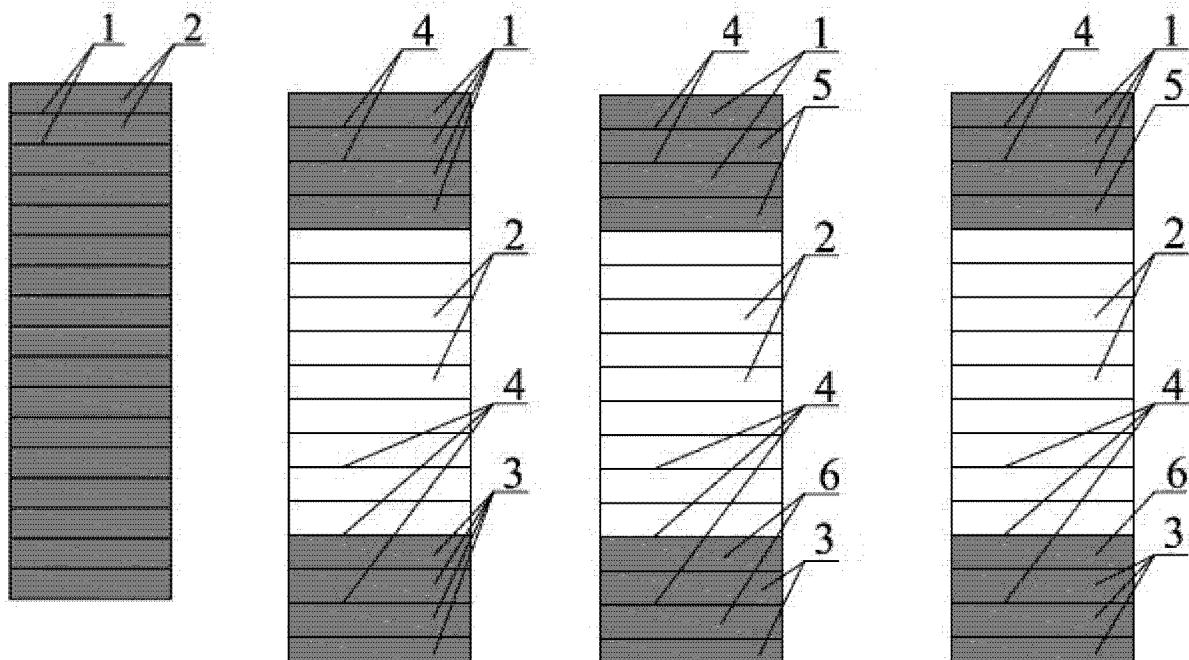


图 2

图 3a

图 3b

图 3c