(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102781639 B
(45)授权公告日 2015.03.25

(21)申请号 201180011701.X

(22)申请日 2011.03.02

(30)优先权数据
1000210-3 2010.03.05 SE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2012.08.31

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/SE2011/000042 2011.03.02

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2011/108967 EN 2011.09.09

(73)专利权人 利斯贝思·赫尔斯特罗姆
地址 瑞典松兹瓦尔
专利权人 珀·恩斯特兰
托尔比约恩·卡尔伯格
珀·格拉丁 欧依文·格雷格森

(72)发明人 利斯贝思·赫尔斯特罗姆
珀·恩斯特兰
托尔比约恩·卡尔伯格 珀·格拉丁
欧依文·格雷格森

(74)专利代理机构 北京派特恩知识产权代理有限公司 11270
代理人 武晨燕 张颖玲

(51)Int.Cl.
B27L 11/02(2006.01)
B02C 18/18(2006.01)

(56)对比文件
CN 200998686 Y,2008.01.02,
WO 0024555 A1,2000.05.04,
CN 200974031 Y,2007.11.14,
WO 9717177 A1,1997.05.15,
US 2004250899 A1,2004.12.16,

审查员 王艳艳

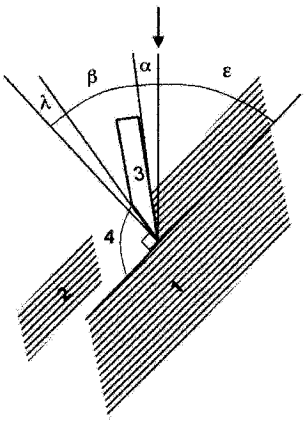
权利要求书1页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

用于生产和加工木材碎屑的方法

(57)摘要

该本专利申请描述了一种生产木材碎屑以降低后续用于浆料生产的过程步骤中的能耗的方法。通过本方法，木材切屑在一台木材切屑机中进行，在该木材切屑机中，切屑工具(3)具有在原木的纤维方向与该工具面向碎屑(2)的一侧之间处于75°到105°的区间内的一个角度γ(4)。在这个区间中的角度将致使该碎屑在轴向方向上的压缩，这致使了木材在切屑过程中开裂。



CN 102781639 B

1. 用于生产和处理木材碎屑以降低在后续的浆料生产过程阶段中的比能耗的方法，其特征在于，该切屑过程由一台切屑机进行，该切屑机自身具有处于从 75° 到 105° 区间内的负载角 γ (4) 中的多个切屑工具 (3)，这将致使这些碎屑的轴向压缩，这进而致使这些碎屑在切屑的过程中开裂，其中所述负载角 γ (4) 定义为纤维的方向与该切屑工具面向碎屑 (2) 的边缘一侧之间的角。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，该角度 γ (4) 是处于 85° 到 100° 的区间内。

3. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，将这些碎屑以在 10mm 与 40mm 之间范围内的长度进行切屑。

4. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，该方法包括预处理阶段，其中，将该原木的温度控制在 -10℃到 130℃的范围内。

5. 根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，将该方法与所述预处理阶段相结合，其中，将该原木的固体含量控制在 30％到 70％的固体含量区间内。

6. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，该方法包括将该切屑工具的速度控制在 15m/s 到 40m/s 的区间内。

7. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，使用相对于该原木的纤维方向 0° 到 45° 区间内的侧角来进行该切屑。

8. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，将该方法与碎屑的水浸渍、化学品浸渍或酶浸渍相结合。

9. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，将该方法与在压缩螺杆中对这些碎屑的处理相结合。

10. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，将该方法与至少一个以下过程阶段中的添加水相结合 :碎屑预蒸、碎屑浸渍、碎屑预热或碎屑精炼。

11. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，将该方法与至少一个以下过程阶段中的添加化学品相结合 :碎屑预蒸、碎屑浸渍、碎屑预热或碎屑精炼。

12. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，将该方法与至少一个以下过程阶段中的添加酶相结合 :碎屑预蒸、碎屑浸渍、碎屑预热或碎屑精炼。

13. 根据权利要求 1 至 12 中任一项所述的方法，其特征在于，将该方法与对化学品浆料的连续蒸煮相结合。

14. 根据权利要求 1 至 12 中任一项所述的方法，其特征在于，将该方法与对化学品浆料的间歇蒸煮相结合。

用于生产和加工木材碎屑的方法

技术领域

[0001] 根据权利要求书，本发明涉及一种用于生产和加工用于浆料和纸张生产的木材碎屑的方法。

背景技术

[0002] 在前已知了多种生产用于浆料生产的木片或者可替代地生物能源的方法。切屑通常是通过一些类型的木材切屑机（例如，盘式或鼓式切屑机）来进行的。这些切屑机的共通之处在于，它们包含将木材切割成碎屑的多个切屑工具。这些切屑工具通常由刀或类似物组成。这些碎屑的特征和特性受到这些切屑工具的几何形状的影响，而且还受到相对于木材中的纤维方向而言的切割角的影响。

[0003] 图 1 中展示了影响切屑过程和碎屑特性的多个角度，其中 1 是原木，2 是碎屑，并且黑线限定了纤维方向。三个角度 α、β 和 ε 分别是后角、边缘角和喷溅角 (spout angle)。喷溅角（ε）是在纤维取向与切割方向（如图 1 中箭头所示）之间的角度。根据现有技术，后角（α）典型地为 3°。该后角影响了该原木向切屑盘的供料速度。该边缘角（β）使切屑工具 3（刀或类似物）的楔形形状量化。图 1 中的角度 λ 是一个余角，其定义为：$\lambda = 90° - (\alpha + \beta + \varepsilon)$。对这些碎屑上的负载造成主要影响的角度 4 在图 1 中给定为 γ，并且定义为：$\gamma = \lambda + 90°$。

[0004] 在切屑的过程中，碎屑得到的特性会影响后续单元过程。例如，在硫酸盐（牛皮纸）或亚硫酸盐浆料的生产中，对于后续过程而言传统上认为，这些碎屑具有尽可能小的压缩损坏是有益的。因此，使用一种将此类压缩损坏最小化的技术来完成用于浆料生产的切屑。

[0005] 压缩损坏是由多种压缩应力导致的，这些压缩应力作用在切屑的过程中与切屑工具（刀）接触的碎屑边缘上。该切屑工具（刀）的形状和切割角将导致不同程度的此类压缩损坏。已显示，这些碎屑中的压缩损坏在喷溅角（ε）接近 30° 的情况下是最小的。因此，根据现有技术，在切屑过程中使用接近 30° 的喷溅角。该角度已经被认为是对于多种化学品浆料的多种纤维特性而言最为有益的。

[0006] 浆料和纸张生产的两个主要问题是能耗高以及处理设备的投资成本高。木材切屑过程的能耗是总能耗的一小部分（不重要的）。对于生产诸如热磨机械浆料 (TMP) 和化学热磨机械浆料 (CTMP) 的机械浆料而言，能耗很高，经常是在 1000kWh/t 到 3000kWh/t 的范围内。能量需求最大的加工设备是精炼机，在该精炼机中碎屑破裂成为浆料纤维并且将这些纤进行了进一步纤维化和发展。这些精炼机消耗了在该浆料生产中所使用电能的高达 90％的电能。目前高价格的能量以及对温室气体持续关注促使能耗在浆料生产过程中降低。更确切地说，存在一种需要来降低将碎屑转变为浆料的极端耗能过程中的能耗。此外，存在一种需要以在不进行新的资金投入的情况下增加在机械和化学浆料两者生产的过程中的生产能力。

[0007] 过去已研发出用于在精炼阶段降低电能消耗的多种方法。例如，已研发出碎屑在

精炼之前的若干预处理阶段。多个试验已表明，碎屑的预处理具有降低后续精炼阶段中的比能耗 [kWh/t] 的潜力。

[0008] 已研发出多种不同的设备类型，用以在切屑之后对木材碎屑进行压缩，从而降低精炼过程中的能耗。例如，这些碎屑可以在压缩螺杆（堵头螺杆）中受到压缩。这些压缩螺杆的缺点是，它们增加了工厂的资金成本和过程的复杂程度。本发明的方法主要还在以下方面有所不同：在一个螺杆中这些碎屑在一个随机的方向上进行压缩，然而在本发明的方法中，压缩被定向在纤维方向上。对这些碎屑进行压缩螺杆预处理的能耗在 20kWh/t 到 40kWh/t 的范围内。

[0009] 安德利茨 (Andritz) 公司已研发出一种作为 RT 型螺旋压榨机 (RT Pressafiner) 推向市场的设备。使用该 RT 型螺旋压榨机，这些碎屑在一个先进的压缩螺杆的作用下被压缩。该 RT 型螺旋压榨机的缺点是增加了过程的复杂程度。此外，这些碎屑不仅仅是在纤维的方向上被压缩。该设备还需要许多空间，并且因此可能难以在现有过程中进行安装。

[0010] 此外，已知的是，能耗可以通过在辊隙（位于至少两个辊之间）中压缩多个碎屑来降低。该设计基本上阻碍了这些碎屑在纤维方向上的压缩，从而导致这些碎屑关于纤维方向成一个直角进行压缩。因此，该方法显著不同于本专利申请中说明的方法。

[0011] 也已表明，碎屑精炼过程中的能耗可以通过在切屑与精炼之间对这些碎屑进行化学预处理来降低。在希尔 (Hill)、萨布林 (Sabourin)、艾兴格尔 (Aichinger) 和约翰逊 (Johansson) 于 2009 年松兹瓦尔的机械制浆国际会议 (IMPC Sundsvall2009) 上的一篇文章中描述这样一种方法。

[0012] 已意外地表明，在不引入新的过程阶段的情况下，碎屑精炼过程中的电能消耗也可能实现大大减少。这可以通过根据本发明的方法中说明的内容来应用不同的负载角 4 而实现。根据本发明的方法与所属领域中既定的知识相悖，该既定的知识表明在纤维方向上最小化压缩损坏是最佳的替代方案。已表明的是，当目的是以降低的总能耗生产至少品质相等的印刷纸和厚纸等级时，该既定的知识并不正确。本发明的方法仅使切屑过程中的能耗略微增加（验证实验 3）。

发明内容

[0013] 本发明的主要目的是创造一种用于切屑的方法，这种方法用以显著降低在多个后续过程步骤中木材纤维分离和发展成单个纤维过程中的能耗。这经由该木材结构的一个开口通过在切屑过程中产生的压缩负载下进行。这应当在不使切屑过程中的能耗发生任何显著增加的情况下实现。本发明的另一目的是创造一种用于切屑的方法，可以将该方法与至少一个额外的过程步骤相结合，以降低在纸浆料生产过程中的至少一个后续过程步骤中的能耗。本发明的另一个目的是使这些碎屑易于通过化学品或水进行浸渍，并且允许这些浸渍化学品与一个较大表面积相接触，这些化学品可以在该较大表面积上发生反应。本发明的另一个目的是增加生产能力，而无需对切屑之后的过程步骤进行新的投入。

[0014] 发明的详细说明

[0015] 本发明将在以下参照所附的示意图而进行更详细地描述，这些示意图以示例性的目的地示出了本发明当前优选的实施方案。

[0016] 图 1 展示了切屑工具的多个角。

[0017] 图 2 示意性地示出了用于制浆的木材碎屑生产的过程步骤。

[0018] 图 3 定义了（例如）侧角 12。

[0019] 图 4 示出了来自以下各项的结果：验证试验 1，TMP，游离度相对于比能耗。

[0020] 图 5 示出了来自以下各项的结果：验证试验 2，TMP 和 CTMP（印刷纸品质），游离度对比比能耗。

[0021] 图 6 示出了来自以下各项的结果：验证试验 2，TMP 和 CTMP（印刷纸品质），抗张指数对比比能耗。

[0022] 图 7 示出了来自以下各项的结果：验证试验 2，TMP 和 CTMP（印刷纸品质），光散射系数对比比能耗。

[0023] 图 8 示出了来自以下各项的结果：验证试验 2，TMP 和 CTMP（印刷纸品质），抗张指数对比游离度。

[0024] 以参照图 2，示出了一种对用于木浆料或类似产物的木材碎屑进行生产和处理的示意性方法。在切屑阶段 6 中，对木材原木 1 或类似物进行切屑。优选的是，之前已在去皮阶段 5 或类似阶段中对该原木进行了处理。在后续步骤 8 中对这些碎屑进行精炼之前，可将这些碎屑在步骤 7 中通过预热、浸渍、蒸发等进行处理。在一个第一精炼阶段之后，在一个或多个阶段 9 中对纤维分离的碎屑进一步进行精炼，直到完成造纸的浆料或类似物。这些阶段均由之前已知的技术组成，该技术是本发明所属领域的专业人员所熟知的。这些多个后续步骤是在本发明的定义之外，并且不在本专利申请中进行任何更为详细地描述。

[0025] 切屑过程中使用的木材切屑机由之前已知类型的木材切屑机组成，这种类型的木材切屑机具有一个或几个切屑工具 3、14，根据本发明的切屑方法切屑在这些切屑工具中进行。本发明适用于鼓式切屑机、盘式切屑机以及碎减式切屑机 (reduction chipper) 类型的多种切屑机。

[0026] 已经出乎意料地示出了，当通过切屑机的所有切屑工具以角度 4（在木材纤维方向与该切屑工具面向碎屑的一侧之间，处于从 75° 到 105° 的范围内，并且优选地处于 80° 到 100° 的范围内）进行木材切屑时，在这些后续精炼阶段中的能耗实质上降低了。

[0027] 根据本发明，由于切屑工具是楔形的形状，在 75° 到 105° 的范围内的负载角将导致在纤维方向上产生相当大的压缩力，从而致使该木材结构将发生大量开裂。最为有益的是，这些压缩力定向在纤维方向上。该过程将在下文中被称作定向切屑，即 DC。此类型的切屑的主要要求是应用处于 75° 到 105° 区间内的负载角 4。在当前使用的木材切屑机中，这些负载角主要为约 115° 。

[0028] 在本发明的替代实施方案中，碎屑长度的调整是根据木材原料类型和 / 或纤维长度来进行的。对于不同木材品种，最佳碎屑长度是不同的。碎屑长度的调整可以在相当的区间内发生。然而，出于实用的原因，例如后续供料螺杆的性能，碎屑长度应当保留在 10mm 到 40mm 的区间内。但，可想象的是，在替代过程中可以使用除了 10mm 到 40mm 以外的其他碎屑长度。

[0029] 在本发明的一个替代实施方式中，进行切屑之前，可以在预处理阶段 5 中对这些木材原木的温度进行控制。将这些木材原料的温度控制为在 -10℃到 130℃的区间内的所希望的温度。原木温度的控制可以在温度受控过程区或类似区中发生。在对这些原木的贮存条件选择中，也可以对温度进行控制。在去皮和切屑之前，可以在不同温度的水中或者可

替代地在传统的贮木场中进行贮存。例如，在去皮之后，原木可以立即贮存在热处理水中，这允许在切屑之前达到高的原木温度。由于木材的机械特性强烈地取决于温度，因此，在切屑过程中这些碎屑的开裂程度也将取决于温度。在本发明的方法的这个替代实施方案中，有可能选择一个预处理温度，使得进行最佳的碎屑开裂。

[0030] 在本发明的方法的一个替代实施方案中，将定向切屑与将这些木材原木的固体含量控制在 30％到 70％固体含量的区间内相结合。这发生在预处理阶段 5 中。这些固体含量会强烈地影响木材的机械特性，并且该负载角对碎屑开裂产生的效果可以通过控制该固体含量来进行优化。木材的固体含量可以进行调整并且在由一个组织完善的物流链（从伐木工作经过中间贮存到纸浆厂贮木场、去皮以及切屑）的控制下得到保持。贮存条件的选择，例如在水中、通过水灌溉的或不进行灌溉的陆地贮存，将对固体含量造成影响。本发明的方法的这个替代实施方案优化了该固体含量，使得能够发生最佳的碎屑开裂。

[0031] 在本发明的方法的一个替代实施方案中，将 6 中的定向切屑与切割速度控制在 15m/s 到 40m/s 的区间内相结合。木材通常表现为一种粘弹性材料，这意味着切割速度将会影响这些碎屑的开裂，并且该速度可以进行优化以实现最大程度的开裂。这种速度控制可以通过对切屑机的电动机的转速进行控制来完成。

[0032] 参照图 3，其中原木 13 相对于切割盘 10 和负载轴线 11 的方向被定义为侧角 12，本发明的方法的一个替代实施方案是用定向切屑与相对于该木材材料中的纤维方向将这些侧角 12 控制在 0° 到 45° 的区间内相结合。由该负载角实现并且进而影响碎屑开裂的这些应力条件也将取决于该侧角。在本发明的这个实施方案中，该碎屑中的应力状态可以进行优化以使碎屑给出最大程度的开裂。这种控制可以通过木材切屑机的不同几何构造的原木供料系统来完成。

[0033] 在本发明的方法的一个替代实施方案中，将 6 中的定向切屑与下一过程步骤 7 中使用水、化学品或酶进行碎屑浸渍相结合。通过使用适当的负载角来实现的增加的木材开裂将易于使液体扩散到这些碎屑中并且增加比表面积，其中在该比表面积上，液体等能够以有益的方式与木材发生反应。

[0034] 在诸如热机械制浆或化学热机械制浆的机械制浆过程中，化学品经常用于改进特定的最终产品（例如，印刷纸、板材、薄纸和绒毛浆料）的纤维 / 浆料特性。例如，这些化学品可以在以下不同的过程阶段中进行添加 :切屑、碎屑浸渍、碎屑预热 7 或者碎屑精炼 8。对于机械浆料的生产，使用不同类型的亚硫酸盐、过氧化物、苛性碱溶液（碱液）、复合粘结剂，并且近来还使用不同类型的酶来改进浆料的特性。已表明的是，相较于传统切屑技术所能达到的那些，这些类型的化学品与本发明一起显著地改进了浆料特性。

[0035] 对于诸如硫酸盐（牛皮纸）或亚硫酸盐过程的化学制浆过程，使用连续和间歇蒸煮两者。在此，本发明显著改进了化学品浸渍，并且蒸煮（反应）时间也被显著缩短。这将使现有碾磨机的生产能力得到改进。

[0036] 在本发明的详细描述中，设计细节和方法可以省略，这些设计细节和方法对于所属领域的专业人员而言是明显的。在必要的程度时会加入这些明显的设计细节，使得本发明的预期功能得意实现。

[0037] 即使本发明的某些优选实施方案已详细地进行了描述，但所属领域的专业人员也可以实现在本发明的范围内的其他变更以及修改。所有这些变更以及修改同样被认为是在

所附权利要求书的范围内。本发明的实验验证

[0038] 来自实验性试验的结果已经表明，本发明具有出乎意料的技术效果。已证明，碎屑中的较大压缩损坏会对制浆过程产生有益效果。这一新知识与本行业中既定好的知识（即，应当避免压缩损坏）相矛盾。在下文中，呈现了使用本发明的方法的定向切屑进行的三个试验所得到的结果。结果（验证试验 1：热机械浆料）

[0039] 在该试验中，使用三个不同的负载角 94°、104° 和 114° 来生产碎屑，其中 114° 对应于传统技术，参见图 1 中的角度 γ。然后将三个生产的碎屑品质在一个第一阶段（中试精炼机）中单独地进行精炼。对于以不同比能耗生产的浆料，测量脱水参数，即，加拿大标准游离度 (CSF)。平均碎屑长度为 25mm，并且切割速度为 20m/s。图 4 示出了相对于比能耗 (kWh/t) 进行标绘的 CSF(ml)。高 CSF 值对应于低程度的纤维发展，而低 CSF 值对应于高程度的纤维发展。位置 15 和 16 分别展示了在负载角为 114° 和 104° 时的结果。位置 17 和 18 示出了在一个高的对应一个低的生产率时负载角 94° 的结果。如果 114° 的曲线推测为 CSF 350ml，那么我们会得出 1700kWh/t 的比能耗。在 94° 时，CSF 350ml 对应于 1300kWh/t，这对应于比能耗的 20％到 25％的降低。在这个背景下，这是一种非常显著的能量降低，这种能量降低是完全出意外的。

[0040] 结果（验证试验 2：化学热机械浆料）

[0041] 在第二试验中，研究了负载角对生产热机械浆料和两种不同的化学热机械浆料产生的影响。切屑如试验 1 中的进行，但仅使用负载角 94° 和 114° 。不同于试验 1，此试验中的浆料精炼在两个阶段中进行。

[0042] 在图 5 中，垂直轴线上给定的是 CSF 值 (ml)，而水平轴线上给定的是比能耗 (kWh/t)。在图 5 中，位置 20 和 22 示出了以 94° 的负载角生产的碎屑的结果，其中对于位置 22，已将化学品 $NaHSO_3$ 添加到精炼机中的稀释水中，而位置 20 是 TMP。类似地，位置 19 和 21 分别示出了在稀释水中加入和未加入 $NaHSO_3$ 时以 114° （传统）的负载角生产的碎屑的结果。同样地在这种情况下，清楚明白的是以负载角 94° 生产的这些碎屑与在相同 CSF 下以 114° 生产的碎屑相比，给出了更少的比能耗。

[0043] 一个重要的特性（特别对于印刷纸而言）是抗张强度，这里所给出为抗张强度指数。在图 6 中，位置 23 示出了纸张的抗张指数随着在 TMP 生产过程中以 114° 的负载角切割的碎屑的比能耗而变化，并且在位置 24 处，示出了针对负载角 94° 的相同内容。位置 25 示出了从浆料生产的纸张的结果，其中使用了 94° 的负载角并且将 $NaHSO_3$ 添加到精炼机中的稀释水中。

[0044] 印刷纸的另一个重要的特性是它的不透明性，该不透明性取决于纸张的光散射特性。图 7 以如以上相同方式示出了比光散射系数随其比能耗而变化。位置 26、27 和 28 对应于关于负载角等的位置 23、24 和 25。

[0045] 纸张生产的过程中，有益的是，如果可以控制浆料的脱水特性 (CSF) 而使得该纸张中的预定最终使用特性（例如抗张强度和不透明性）尽可能地达到最佳。抗张刚度指数对脱水特性 CSF 的依赖关系在图 8 中进行了示出，其中位置 29 和 30 是来自分别以 114° 和 94° 生产的碎屑的 TMP，并且位置 31 和 32 是来自分别以 114° 和 94° 生产的碎屑的浆料，其中已将 $NaHSO_3$ 添加到精炼机中的稀释水中。

[0046] 对于印刷纸而言，由使用 94° 的装载角度进行切削的片屑并且通过稀释水中的

$NaHSO_3$ 生产的浆料具有最佳的特性组合以及另外最低的比能耗。

[0047] 在针对纸板、薄纸和绒毛浆料品质来生产化学热机械 (CTMP) 浆料时，高松度（低密度）和吸收特性是重要的，而不透明性却并不重要。这些类型的 CTMP 是通过以下方式生产的：通过在一个浸渍容器中将这些碎屑用一种碱性亚硫酸盐溶剂 ($Na2SO_3$) 进行浸渍来，在这之后然后对这些碎屑进行预热以使得亚硫酸盐在这些碎屑到达精炼机之前有时间与木材发生反应。给出高松度的纤维的能力取决于精炼机中已生产的完整纤维所占份数有多大。这受限于对浆料中非常低的碎块含量的需求。已表明的是，相较于以 114° 的负载角生产的 CTMP，以 94° 的负载角进行切屑的碎屑所生产的 CTMP 具有的比能耗相当低，从而达到特定低碎块水平。

[0048] 总之，可以得出以下结论（除其他之外）：（图 6 和 7）通过使用负载角 94° 生产的碎屑所精炼出的浆料来生产纸张，有可能的是对于同一抗张指数和光散射系数以降低的比能耗来生产用于印刷纸的热机械浆料和化学热机械浆料。此外已表明的是，在浆料是以 94° 的负载角生产的碎屑进行精炼时，有可能对于特定低的碎块含量以降低的比能耗生产用于纸板、薄纸和绒毛浆料的化学热机械浆料。

[0049] 结果（验证试验 3：负载角对浆料生产过程中总能耗的影响。）

[0050] 如果精炼过程中的后期阶段所保存的能量是大于以 94° 的负载角进行切屑的过程中增加的能耗（相较于 114°），那么根据本发明提出的方法具有极高的价值。为了研究以负载角 114° 和 94° 进行切屑过程中的能耗，进行了下述试验。

[0051] 当负载角为 114° 并且碎屑长度为 25mm 时，切屑机的速度调整为 400rpm，该速度对应于 20m/s 的切屑工具速度。达到此速度时，对驱动切屑机的电机停止能量供应。然后，测量由该系统中贮存的旋转能生产的碎屑长度的数目。这样做是为使得在切屑机完全停止之前测量经切屑的、具有的截面尺寸为 50mm×100mm 的木材原木的长度，并且将该木材原木的长度除以 25mm 的碎屑长度。对于负载角 114° 而言，碎屑段的数值为 134，而对于负载角 94° 而言，碎屑段的数值为 120。旋转系统的惯性力矩是 $142kgm^2$，因此可以在切屑开始之前不久对贮存的旋转能进行计算，为 $1.25*10^5J$。于是，对于两个负载角，每个碎屑段的能耗分别是对于 114° 为 0.90kJ，并且对于 94° 为 0.94kJ。假定干燥的挪威云杉的密度为 $350kg/m^3$，并且每个碎屑长度产生 $0.025\times0.05\times0.1m^3 = 1.24*10^{-4}\ m^3$ 的体积以及因此 0.043kg 的重量，这意味着在负载角为 114° 时生产一公吨碎屑要消耗 5.8kWh，而在负载角为 94° 时要消耗 6kWh。这必须与总能耗为 1500kWh/t 到 2000kWh/t 的浆料进行比较。

[0052] 发明的优点

[0053] 通过使用根据本发明的切屑方法，获得了多个益处。最突出的益处是，根据本发明的方法生产碎屑时，这些碎屑精炼的能效增加了。这一益处的实现是由于以下因素：根据本专利申请的切屑方法导致碎屑中的纤维之间发生有益开裂，使得这些碎屑更易于分开。

[0054] 更开放的碎屑结构还提供了以下益处，即，化学品，诸如亚硫酸盐溶液、过氧化物溶液、碱以及除了酶之外的其他物质，更好地触及了一个较大的反应表面。这增加了反应速度，改进了反应均匀度，并且降低了化学品消耗以实现特定的浆料特性。通过更均匀地浸渍这些碎屑，做出了更为有效地碎屑精炼，并且因此，未经化学品进行处理的这些碎屑的部分存在的问题较少。碎屑与化学品之间的无效反应致使精炼的过程中形成更多碎块，并且此外，添加的化学品使用效率低是制浆过程中的主要问题。

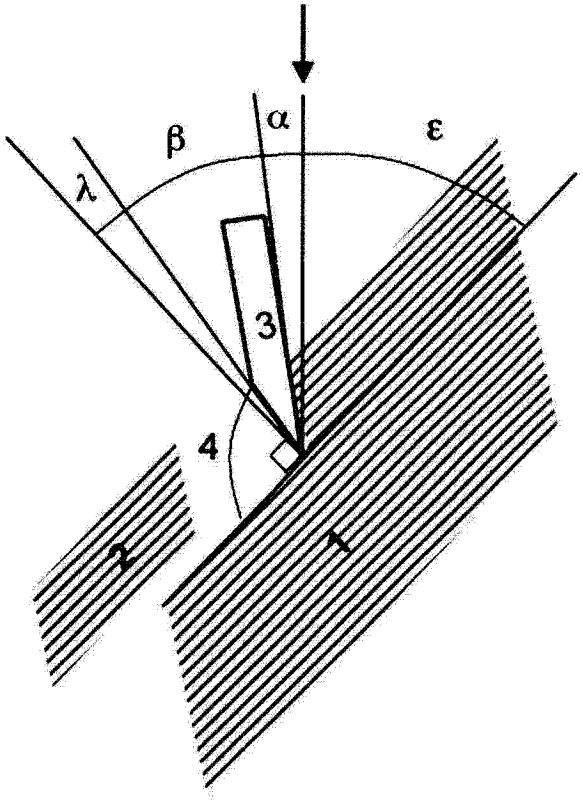


图 1

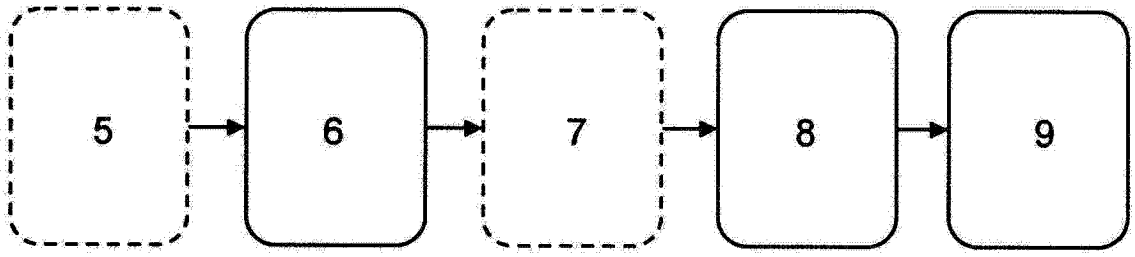


图 2

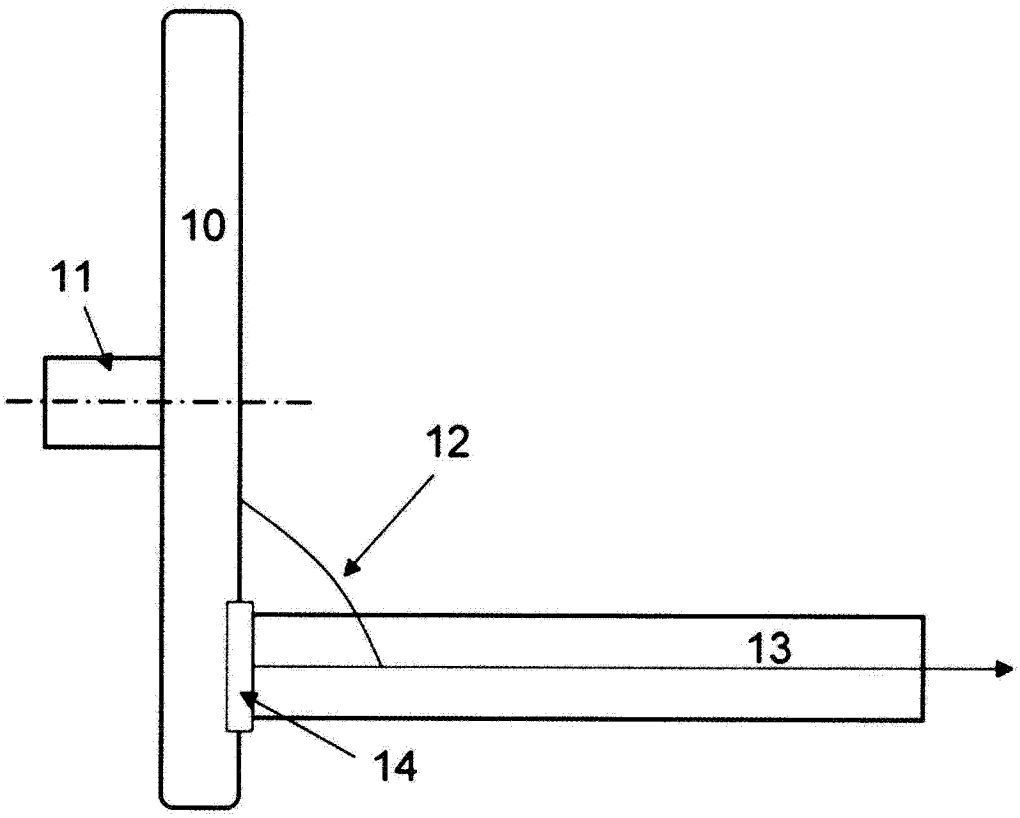


图 3

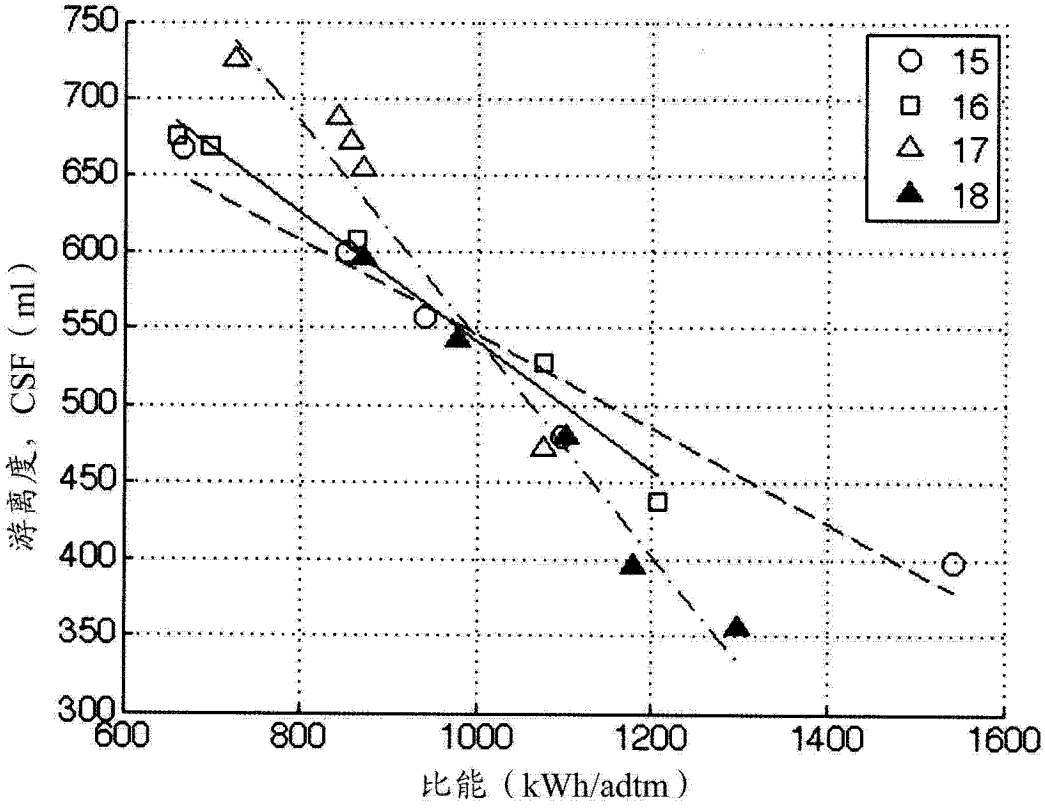

750
700
650
600
550
500
450
400
350
300
600
800
1000
1200
1400
1600
游离度，CSF（ml）
比能（kWh/adtm）
15
16
17
18

图 4

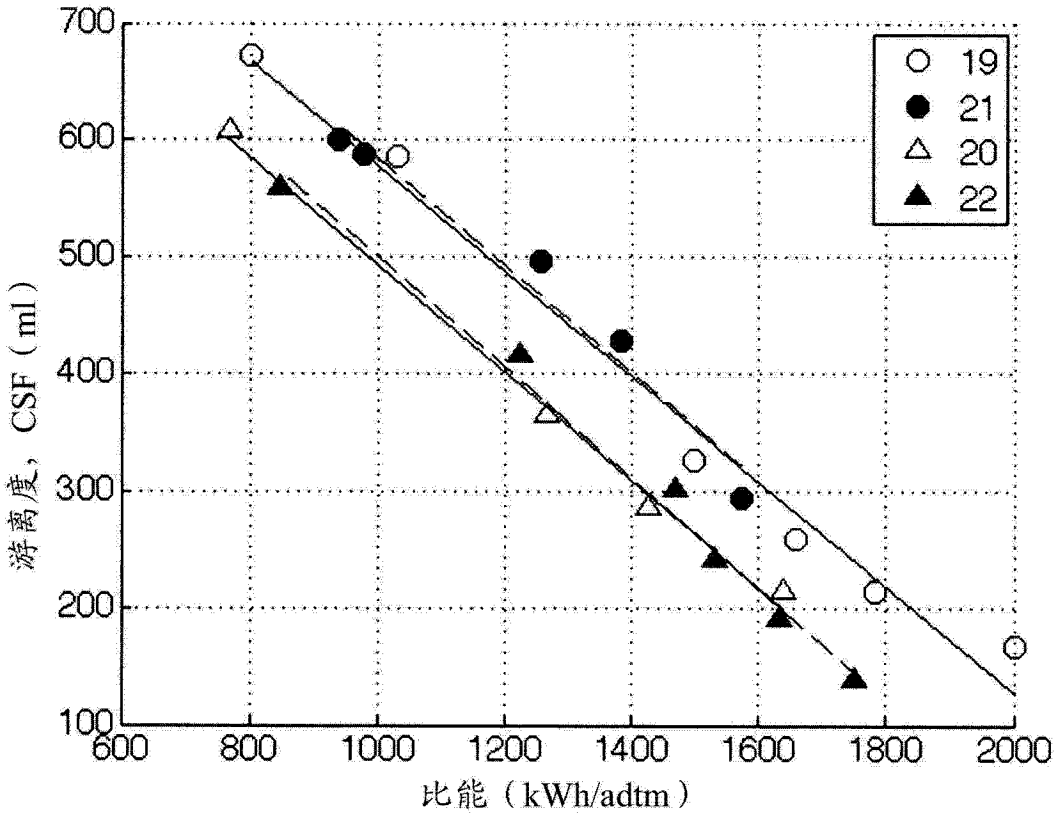

700
600
500
400
300
200
100
600
800
1000
1200
1400
1600
1800
2000
游离度，CSF（ml）
比能（kWh/adtm）
19
21
20
22

图 5

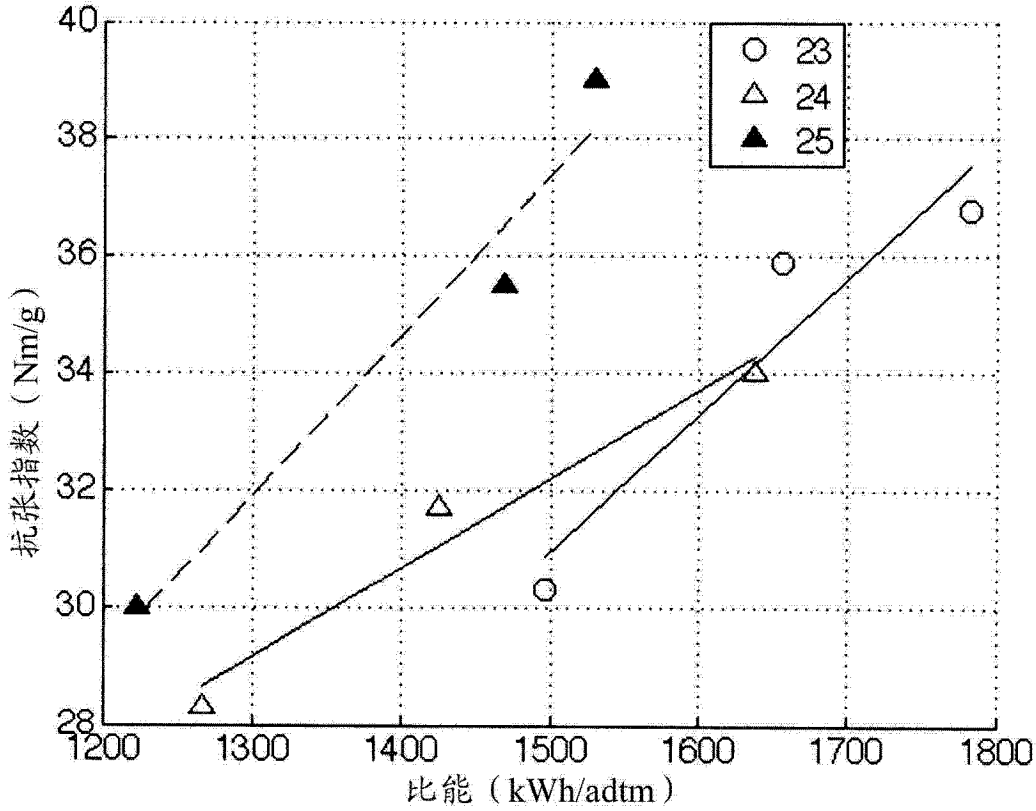

40
38
36
34
32
30
28
抗张指数（Nm/g）
1200
1300
1400
1500
1600
1700
1800
比能（kWh/adtm）
23
24
25

图 6

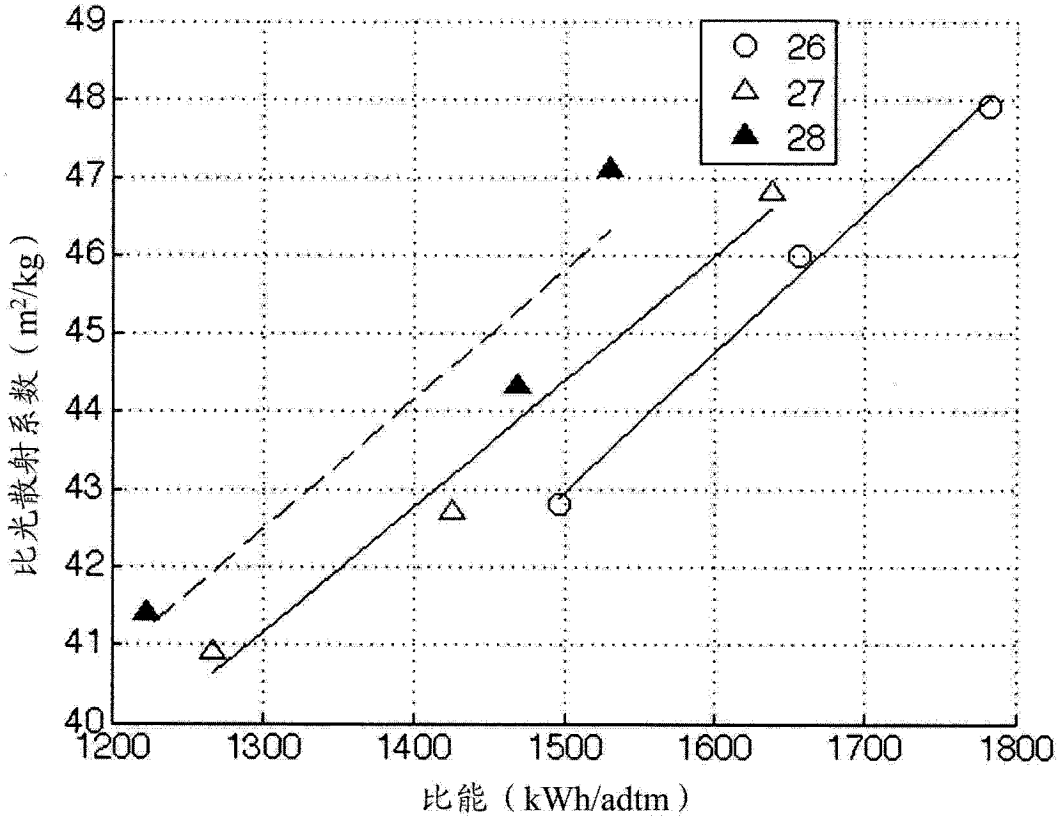

49
48
47
46
45
44
43
42
41
40
1200
1300
1400
1500
1600
1700
1800
比光散射系数（m²/kg）
比能（kWh/adtm）
26
27
28

图 7

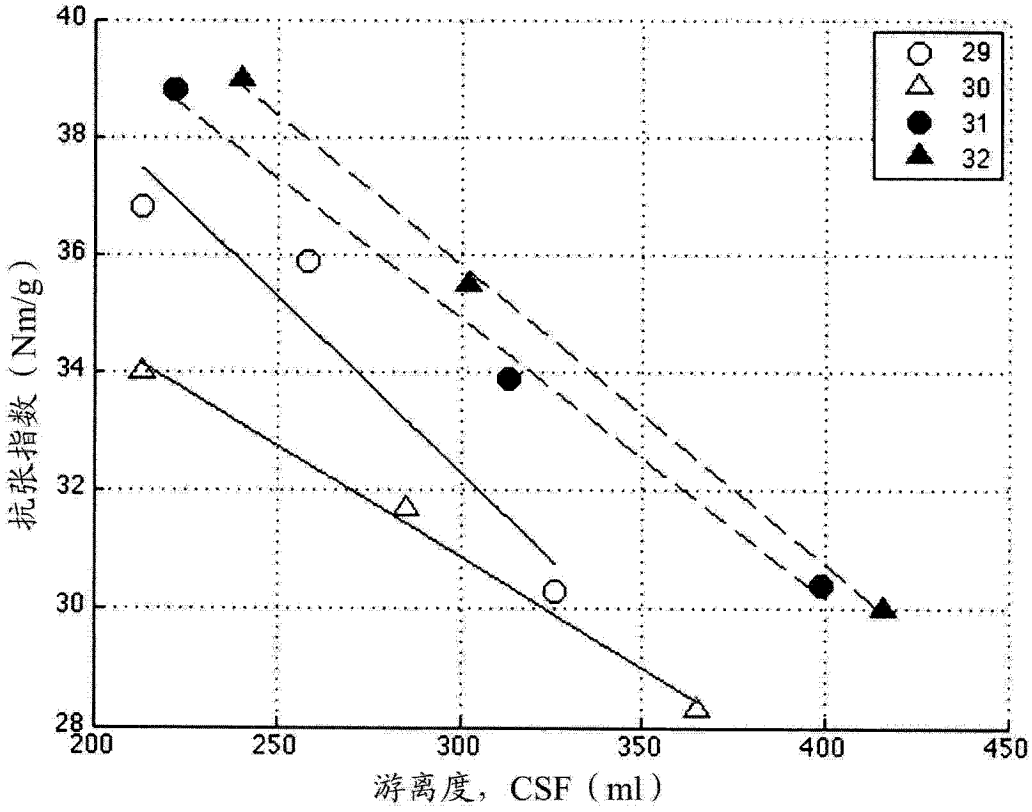

40
38
36
34
32
30
28
200
250
300
350
400
450
抗张指数（Nm/g）
游离度，CSF（ml）
29
30
31
32

图 8