

# 纤维素和木浆在造纸工业中的应用研究

邱伟凯

宁波大安化学工业有限公司 浙江 宁波 315000

**摘要:** 纤维素和木浆在造纸工业中发挥关键作用。纤维素作为主要原料, 具有高强度、韧性、吸墨性和印刷性等优点。木浆是制浆过程中的重要原料, 通过化学或机械法制浆可获得高质量纸浆。优化纤维素的制备和加工工艺可以提高纸张性能和附加值, 同时纤维素还可用于生产包装材料、建筑材料等新型产品。为满足市场对高质量纸张的需求, 需不断改进制浆工艺和优化纤维素的利用方式, 并加强纤维素与其他物质的相互作用研究, 推动造纸工业的可持续发展。

**关键词:** 纤维素; 木浆; 造纸工业; 应用研究

## 1 纤维素的基本性质和来源

### 1.1 纤维素的基本性质

(1) 物理性质。纤维素是一种无色、无味的固体, 具有较高的密度和硬度。其分子链呈线性结构, 具有高度的结晶性和有序性, 这使得纤维素材料具有较高的强度和耐久性。此外, 纤维素还具有较好的绝缘性能和抗紫外线性。(2) 化学性质。纤维素具有多种化学反应性, 可以与酸、碱、氧化剂等物质发生反应。其中最重要的反应是水解反应, 纤维素可在酸或酶的作用下逐渐分解成葡萄糖。此外, 纤维素还可以发生氧化、酯化、醚化等反应。

### 1.2 纤维素的来源

纤维素是一种天然的高分子化合物, 广泛存在于植物细胞壁中, 是植物细胞壁的主要成分之一。木材、棉花、麻等植物组织中都含有丰富的纤维素。(1) 木材是最常见的纤维素来源之一, 其中纤维素含量较高, 可达50%以上。木材中的纤维素主要存在于木纤维细胞壁中, 通过化学或机械制浆的方法可以将其提取出来。木材纤维素的分子链较长, 结晶度较高, 因此具有较高的强度和耐久性, 是制造高档纸张和优质纸板的重要原料。(2) 棉花是一种重要的纤维素来源, 其纤维素含量高达90%以上。棉花中的纤维素主要存在于棉纤维细胞壁中, 通过脱脂、化学或机械制浆等方法可以将其提取出来<sup>[1]</sup>。棉纤维素的分子链较短, 结晶度较低, 因此具有较好的柔软性和弹性, 可以用于制造高级纸张和纺织品。(3) 麻是一种古老的纤维素来源, 其纤维素含量较高, 可达70%以上。麻中的纤维素主要存在于麻纤维细胞壁中, 通过脱胶、化学或机械制浆等方法可以将其提取出来。麻纤维素的分子链较长, 结晶度较高, 因此具有较高的强度和耐久性, 可以用于制造优质纸张和纺织品。

## 2 木浆的基本性质和制备

### 2.1 木浆的定义和分类

木浆是一种由木片或木纤维经过化学或机械处理而制成的浆状物质。根据其制备方法和来源, 木浆可以进一步分为以下几种类型:(1) 机械木浆 (Mechanical Pulp): 通过机械方式将木材破碎成浆状物。机械木浆具有较高的得浆率和较低的化学耗氧量, 但其纤维长度通常较短。(2) 化学木浆 (Chemical Pulp): 通过化学方法将木材分解成浆状物。化学木浆具有较高的纤维长度和较好的成纸性能, 但其制备过程较复杂且化学耗氧量较高。(3) 半化学木浆 (Semi-chemical Pulp): 结合了机械和化学两种方法制备而成。半化学木浆的纤维长度和得浆率均介于机械木浆和化学木浆之间。(4) 热化学木浆 (Thermomechanical Pulp): 通过高温高压条件下的机械处理将木材破碎成浆状物。热化学木浆的纤维长度较长, 但其得浆率和化学耗氧量均较低<sup>[2]</sup>。

### 2.2 木浆的物理性质

木浆的物理性质主要包括其色泽、粒度分布、纤维形态、密度、含水率等。这些性质会因木材种类、制备方法和后续处理工艺的不同而有所差异。例如, 机械木浆的颜色通常较浅, 而化学木浆的颜色则较深; 同时, 不同类型木浆的粒度分布和纤维形态也会有所不同。这些不同的物理性质会影响到木浆在造纸过程中的使用效果和纸张的性能。

### 2.3 木浆的化学性质

木浆的化学性质主要包括其化学耗氧量、pH值、有机物含量等。化学耗氧量是指木浆在特定条件下氧化时所需的氧气量, 是衡量木浆氧化程度的重要指标。pH值反映了木浆的酸碱程度, 对于后续的纸张处理和废水处理都有一定影响。有机物含量则代表了木浆中纤维素的

含量,是评价木浆质量的重要参数。

#### 2.4 木浆的制备过程

木浆的制备过程主要包括以下步骤:(1)备料:将原木锯割成适当大小的木片,以便后续处理。(2)蒸煮:将木片放入蒸煮器中,加入化学药品进行高温高压处理,使木材软化并分离成纤维状物质<sup>[3]</sup>。(3)洗涤:将蒸煮后的木片进行水力洗涤,去除残余的化学药品和半纤维素等杂质。(4)筛选:将洗涤后的木片进行筛选和净化,去除其中的大颗粒物、残留物和细小纤维等杂质。(5)漂白:如果需要进一步提高木浆的质量,可以进行漂白处理以去除颜色和杂质,提高白度。(6)浓缩和成型:最后对木浆进行浓缩和成型处理,以便储存和使用。

### 3 纤维素在造纸工业中的应用研究

#### 3.1 纤维素作为造纸原料的选择性

纤维素是一种由葡萄糖单元组成的线性高分子化合物,通常从木材或其他植物材料中提取。由于其独特的化学结构和高分子量,纤维素成为造纸工业中的主要原料。与其他造纸原料相比,纤维素的优点在于其可再生性、高强度和良好的适应性。在造纸过程中,纤维素首先被加工成纸浆,然后通过一系列的脱水、压榨和干燥等步骤转化为纸张。由于纤维素的来源广泛且可再生,它成为造纸工业中最受欢迎的原料之一。此外,随着生物技术的发展,利用生物质资源生产纤维素也成为了一个重要的研究方向。

#### 3.2 纤维素在制浆过程中的作用

在制浆过程中,纤维素扮演着关键角色。首先,纤维素在化学或机械法制浆过程中被分解成单个的纤维单元。这些纤维单元在经过洗涤、漂白和筛选等步骤后,进一步加工成高质量的纸浆<sup>[4]</sup>。化学法制浆过程中,纤维素在酸或碱的作用下发生水解反应,生成葡萄糖和其它小分子物质。这个过程可以通过控制反应条件来调整纤维素的降解程度,从而获得不同质量的纸浆。机械法制浆则利用物理手段将植物材料破碎和分离成纤维,最大限度地保留纤维素的原始形态和性能。

#### 3.3 纤维素对纸张强度和韧性的影响

纸张的强度和韧性主要取决于纤维素的含量和质量。纤维素分子间的氢键作用力是决定纸张物理性能的关键因素。氢键的形成使得纤维素分子紧密排列,提高了纸张的强度和韧性。纤维素的分子结构也对其性能产生影响。纤维素的聚合度越高,纸张的强度和韧性就越好。为了提高纸张的强度和韧性,造纸过程中通常采用添加化学助剂、改变纤维素的聚合度和纤维形态等方

法。例如,通过添加增强剂和湿增强剂等化学助剂,可以增强纤维素的分子间作用力,提高纸张的强度和韧性。此外,通过改进制浆工艺和优化纸张成型条件,也可以获得具有优异强度和韧性的纸张<sup>[1]</sup>。

#### 3.4 纤维素对制造纤维素醚和粘胶纤维影响

(1)纤维素醚是以纤维素为原料,经过化学或物理作用,制成的一种具有柔软、透明、耐候、阻燃等特性的高分子材料。由于纤维素醚具有较好的成膜性、粘附性和保湿性,因此被广泛应用于建筑、医药、食品、化妆品等领域。此外,纤维素醚还可以作为增稠剂、悬浮剂、纸张涂层剂等,提高产品的质量和性能。(2)粘胶纤维是以纤维素为原料,经过化学反应制成的一种具有柔软、透气、吸湿等特性的纤维材料。它具有较好的力学性能和化学稳定性,可以用于制作各种纺织品、纸张、薄膜等。特别是在纺织领域,粘胶纤维被广泛应用于制作高档服装、家居用品等。总之,纤维素的物理和化学性质对制造纤维素醚和粘胶纤维的影响非常大。纤维素的分子量和结晶度会影响纤维素醚的透明度、强度和韧性;纤维素的官能团数量和活性也会影响纤维素醚的化学反应性和粘附性。同样,纤维素的分子量和结晶度也会影响粘胶纤维的强度、韧性和透气性;纤维素的化学改性也会影响粘胶纤维的亲水性和透气性。

#### 3.5 纤维素在未来造纸工业的发展趋势

随着科技的进步和环保意识的增强,纤维素在造纸工业中的发展趋势将更加注重环保、可持续性和高附加值。未来,纤维素将继续作为造纸原料的主要选择,并发挥更加重要的作用。同时,利用生物技术和纳米技术等新兴技术,可以进一步优化纤维素的制备和加工工艺,提高纸张的性能和附加值<sup>[2]</sup>。为了满足不断变化的市场需求,纤维素在造纸工业中的利用将更加多元化。除了传统的卷纸、打印纸、卫生纸等产品外,纤维素还可以用于生产包装材料、建筑材料、汽车零部件等新型产品。这些产品的开发将进一步拓展纤维素的应用领域,促进造纸工业的可持续发展。

### 4 木浆在造纸工业中的应用研究

#### 4.1 木浆在制浆过程中的作用

##### 4.1.1 提供原料

木浆是由木材经过加工制成的,其主要成分包括纤维素、半纤维素和木质素等。这些成分是制造纸张的基本原料,其中纤维素是构成纸张主体的重要成分,半纤维素则可以增加纸张的柔韧性和吸墨性,而木质素则可以提高纸张的强度和耐久性。

##### 4.1.2 决定纸张质量

木浆的质量直接决定了纸张的质量。不同类型的木浆,其纤维长度、粗细、硬度以及纤维间的结合力等都会有所不同,这些因素都会影响到纸张的质地、吸墨性、书写性等。

#### 4.1.3 影响生产效率

木浆的制浆过程也会影响到生产效率。不同的制浆方法,如机械制浆、化学制浆等,其生产效率、能源消耗、废水排放等都会有所不同。同时,木浆的纤维长度和分布也会影响到后续的加工过程,如调浆、抄纸等。

#### 4.2 木浆对纸张密度和厚度的影响

首先,木浆的含量对纸张的密度有着直接的关系。一般来说,木浆含量高的纸张密度较高,反之则密度较低。这是因为木浆中的纤维素含量较高,而纤维素是一种天然的高分子物质,具有较高的密度。在生产过程中,如果增加木浆的用量,纸张中的纤维素含量也会相应增加,从而提高了纸张的密度。其次,木浆的种类对纸张的厚度也有着重要的影响<sup>[3]</sup>。不同种类的木浆具有不同的纤维长度和粗细度,这些特性会直接影响到纸张的厚度。例如,使用长纤维木浆可以生产出更薄的纸张,因为长纤维能够更好地交织在一起,形成更加致密的纸张结构。而使用短纤维木浆则会使纸张变得更厚,因为短纤维之间的空隙较大,需要更多的填料和胶料来填补空隙。此外,木浆的质量也会影响到纸张的密度和厚度。如果木浆中的杂质和残渣较多,会导致纸张的密度不均匀或厚度不一致。因此,选择高质量的木浆对于生产出优质的纸张至关重要。

#### 4.3 木浆对制造醋酸纤维素和硝酸纤维素影响

(1) 醋酸纤维素是一种以纤维素为原料经过酯化反应后制成的有机化合物。在制造过程中,需要使用木浆作为原料,木浆的纤维素含量越高,制得的醋酸纤维素产品的性能就越好。因此,选择纤维素含量高的木浆对于生产优质的醋酸纤维素至关重要。(2) 硝酸纤维素是一种以纤维素为原料经过硝化反应后制成的有机化合物。在制造过程中,需要使用木浆作为原料,木浆的纤维素含量对硝酸纤维素的性能也有一定的影响。一般来说,木浆的纤维素含量越高,制得的硝酸纤维素产品的性能就越好。此外,木浆中纤维素的性质也会对醋酸纤

维素和硝酸纤维素的性能产生影响。例如,木浆中纤维素的聚合度越高,制得的醋酸纤维素和硝酸纤维素的分子量就越高,产品的性能也就越好。

#### 4.4 木浆对纸张耐久性的影响

首先,木浆的种类对纸张耐久性有很大的影响。例如,硫酸盐木浆和亚硫酸盐木浆具有不同的化学性质,它们的纤维长度和细度也不同,这些因素都会影响纸张的质量和耐久性。一般来说,硫酸盐木浆制成的纸张具有更高的耐久性,因为它的纤维较长,能够形成更加紧密的纤维结构。其次,木浆的质量也会影响到纸张的耐久性。如果木浆中含有杂质或者污染物,它们会在纸张中形成缺陷,加速纸张的老化过程。因此,制造高质量的纸张需要使用高纯度的木浆。此外,木浆的制备过程中也会对纸张的耐久性产生影响<sup>[4]</sup>。例如,如果木浆经过过度的化学处理,它们可能会变得过于脆弱,导致纸张易于碎裂或变形。因此,在制备木浆时需要控制化学处理的时间和强度。

#### 结束语

综上所述,纤维素和木浆在造纸工业中具有广泛的应用前景。纤维素作为优质纸张的主要原料,具有高强度、韧性、吸墨性和印刷性等优点,对提高纸张质量和性能起到至关重要的作用。同时,木浆作为制浆过程中的关键原料,通过化学或机械法制浆可以获得高质量纸浆。优化纤维素的制备和加工工艺可以提高纸张性能和附加值,纤维素还可用于生产包装材料、建筑材料等新型产品。为了满足市场对高质量纸张的需求,需要不断改进制浆工艺和优化纤维素的利用方式,并加强纤维素与其他物质的相互作用研究,推动造纸工业的可持续发展。

#### 参考文献

- [1] 赵传山,孟令辉,邵自强.木浆和纤维素在造纸工业中的应用研究[J].中国造纸,2021,40(10): 6.
- [2] 王晓东,张军,刘海洋.木浆和纤维素在提高纸张性能方面的研究[J].中国造纸学报,2019,34(2): 3.
- [3] 张新海,吴楠,王雪梅.木浆种类及打浆方式对纸张性能的影响研究[J].中国造纸,2020,39(5): 5.
- [4] 刘建平,王丽娟,张军.木浆和纤维素对纸张表面性能的影响[J].中国造纸,2019,38(4): 6.