

竹原纤维的性能及相关产品开发

竹纤维的概念已经得到广泛推展和细分，真正意义上的竹纤维是指采用独特的工艺从竹子中直接分离出来的纤维，即竹原纤维。介绍了竹原纤维的性能与产品开发，并阐述了竹原纤维纺纱、织造与染整等各工序的生产工艺及注意事项。

1 竹原纤维的生产过程

竹原纤维是指采用独特的工艺从竹子中直接分离出来的纤维。一般是根据纺织厂采用的纺纱系统的不同，将天然的竹材锯成生产上所需要的长度，采用机械、物理的方法去除竹子中的木质素、多戊糖、竹粉、果胶等杂质，从竹材中直接提取竹原纤维。竹原纤维与采用化学处理的方法生产的竹浆粘胶纤维（再生纤维素竹纤维）有着本质上的区别。前者是纯粹的天然纤维，属绿色环保型纤维，纤维性能优异，具有特殊的风格，服用性能极佳，保健功效显著，为区别于竹浆粘胶纤维，故取名为竹原纤维；而后者则属于化学纤维中的再生纤维素纤维，竹纤维中的某些优良的性能和含有的保健成分在化学加工中受到影响，加之化学加工造成的污染，所以它不是真正意义上的环保纤维。

1.1 前处理工序

前处理工序分为整料、制竹片、浸泡。首先将竹材去枝节与尖梢，根据纺纱系统的要求切成定长竹筒；然后采用机械或手工方式将竹筒劈裂成一定宽度的竹片；最后将竹片浸泡在特制的脱胶软化剂中，浸泡一定时间。

1.2 分解工序

分解工序分3步：蒸煮、水洗、分丝。蒸煮：将竹片连同浸泡液一起加热到某一温度，同时施加一定的压强，蒸煮一定的时间，对其进行脱糖、脱脂、脱胶

与杀菌。水洗：将蒸煮过的竹片取出，用水洗净，去除附着的浸泡液。分丝：采取机械方式压扁竹片，接着用成丝机分解出粗纤维。

1.3 成形工序

成形工序大致要经过蒸煮、分丝、还原、脱水、软化等几个步骤。蒸煮：将分解工序获得的粗纤维置于蒸煮皿中，加入浸泡液，加热到一定的温度，加压处理一定的时间。分丝：将粗纤维分为更细的纤维，并用水冲洗脱胶。还原：将竹纤维置于浸泡液中，加入适量的助剂，由此来增加竹原纤维的强度。脱水：一般采用离心式脱水。软化：采用软化剂将竹纤维软化，使其具有一定的柔软度。

1.4 后处理工序

后处理工序一般分3步：干燥、梳纤、筛选检验。在专用干燥设备上将纤维烘干一定的时间，使含水率低于10%；用梳纤机对其进行梳理，整理成竹纤维丝；去除短纤维及其粉末，对其进行检验，如果合格则打包。

2 竹原纤维的性能

2.1 竹原纤维的化学成分与组成

竹原纤维的化学成分主要是纤维素、半纤维素和木质素（表1），3者同属于高聚糖，总量占纤维干质量的90%以上，其次是蛋白质、脂肪、果胶、单宁、色素、灰分等，大多数存在于细胞内腔或特殊的细胞器内，直接或间接地参与其生理作用。

纤维素是组成竹原纤维细胞的主要物质，也是它能作为纺织纤维的意义所在。由于竹龄的不同，其纤维素含量也不同，如毛竹嫩竹为75%，1年生为66%，3年生为58%。竹原纤维中的半纤维素含量一般为14%~25%，毛竹平均含量约为

22.7%，并且随着竹龄的增加，其含量也有所下降，如2年生竹24.9%，4年生竹23.6%。

2.2 竹原纤维的结构形态

经扫描电子显微镜观察，竹原纤维纵向有横节，粗细分布很不均匀，纤维表面有无数微细凹槽。横向为不规则的椭圆形、腰圆形等（图1），内有中空，横截面上布满了大大小小的空隙，且边缘有裂纹，与苧麻纤维的截面很相似（图2）。竹原纤维的这些空隙、凹槽与裂纹，

犹如毛细管，可以在瞬间吸收和蒸发水分，故被专家们誉为“会呼吸的纤维”，用这种纯天然竹原纤维纺织成面料及加工制成的服装服饰产品吸湿性强、透气性好，有清凉感。

2.3 竹原纤维的性能

经过傅立叶变换红外光谱法、x射线衍射、电子显微镜、抗菌测试、热重分析及其它常规测试仪器的测试，表明竹原纤维是一种服用性能极佳的天然纤维素纤维。

2.3.1 竹原纤维的物理性能

纤维的长度可根据使用者的要求，制成棉型、中长型和毛型所需要的长度，长度整齐度较好。竹原纤维的一般技术参数见表2。竹原纤维具有较强的毛细管效应（试验条件：30℃，预张力4g），5min时为6.74cm，15min时为6.85cm，30min时为6.90cm，60min以后保持不变，略高于棉纤维，远高于苧麻、粘胶纤维和再生竹纤维。

2.3.2 竹原纤维的抗菌性能

竹原纤维具有较强的抗菌和杀菌作用，按照 AATCC6538 对竹原纤维、亚麻纤维、苧麻纤维与棉纤维进行抗菌性能测试，结果见表 3。可以看出，竹原纤维与亚麻、苧麻均具有较强的抗菌作用，其抗菌效果是任何人工添加化学物质所无法比拟的，天然、环保、持久、保健等特点与人工加工的抗菌纤维截然不同，且其抗菌效果具有一定的光谱效应。由于竹原纤维中含有叶绿素铜钠，因而具有良好的除臭作用。实验表明，竹原纤维织物对氨气的除臭率为 70%~72%，对酸臭的除臭率达到 93%~95%。另外，叶绿素铜钠是安全、优良的紫外线吸收剂，因而竹原纤维织物具有良好的防紫外线功效。

3 竹原纤维的纺纱、织造与染整工艺

3.1 纺纱工艺

竹原纤维可在棉纺、毛纺、麻纺和绢纺系统的设备上进行纯纺或与棉、麻、丝、毛、化学纤维进行混纺。根据不同的纺纱系统来选择竹原纤维的长度。在纺纱时必须根据竹原纤维的性能进行合理的工艺设计，调节有关的工艺参数，并需对竹原纤维施加一定数量的专用油剂。采用专用油剂和专用工艺参数后便可顺利进行纺纱，目前纺纱线密度最低可达 12.5 tex (Nm 80)，成纱质量达到国家相关标准，可供机织和针织使用。在进行具体工艺设计时应注意以下几点。

1) 制条：宜采用低速度、轻定量，适当的张力牵伸，适当提高纤维伸直度，同时还应避免纤维的意外损伤；

2) 并条：宜采用低速度、轻定量、重加压。在保证通道光滑的前提下，采用小口径喇叭口喂入，以提高条干的均匀度和光洁度，使条子成形良好，同时加入专用油剂，以提高条子的可纺性和纱线的抱合力；

3) 粗纱：采用低速度、轻定量喂入，捻系数偏大掌握，以不出“硬头”、不断粗纱为准；

4) 细纱：采用低速度、较小牵伸倍数，加压适当，适宜的罗拉隔距和纺纱张力，以减少毛羽，降低断头，提高条干均匀度，降低强力不匀率；

5) 温湿度：为了提高纱线质量，车间要求有较高的温湿度环境，以减少纤维的飞逸散失。

3.2 织造工艺

1) 络筒：以清除粗节、杂质为主，使用电子清纱器和空气捻接器，采用“低速度、少增毛羽”的工艺原则，适当降低纱线张力，保证纱线通道光滑；

2) 整经：由于竹原纤维纱线毛羽偏多，整经宜采用“低速度、轻加压、匀张力”的工艺配置原则，保证经纱排列与张力均匀，避免因毛羽纠缠而造成断头；

3) 浆纱：根据竹原纤维纱线强力高、毛羽较长、弹性差的特点，在浆料选择上以高浓低粘为原则，浆纱配方必须保证浆膜的硬度和耐磨度。上浆采用重被覆、减磨为主，增强与保伸并重的“高浓、低粘、保弹性、保浆膜”的工艺路线。浆纱机可选用前、后双浆槽浆纱机；

4) 机织：机织工艺参数是影响布面实物质量、外观疵点和织造效率的重要工艺因素，应对竹原纤维织物的不同品种规格认真优选。在工艺参数设计时，主要采用“中张力、大开口、迟引纬”的工艺原则，以减少由纱线间的摩擦及粘连所造成的开口不清、断经、断纬等现象。织机速度不宜过高，车间温湿度以偏大掌握为宜；

5) 针织：针织工艺参数会直接影响到布面实物质量、外观疵点和织造效率。应根据织物的不同规格和用途进行优选。织造时宜采用低速度、中等而均匀的张力，同时，车间的温湿度宜偏高掌握。

3.3 染整工艺

竹原纤维织物的染整工艺比较复杂，不同品种、规格，其染整工艺不同；即使相同品种，风格要求不同，染整工艺也有较大的区别，选用不同的化学助剂及工艺参数，制定切实可行的染整工艺，以保证客户的质量要求。一般采用的工艺流程为：烧毛→退煮→漂白→酶处理→染色→拉幅→预缩。

3.3.1 烧毛

由于竹原纤维织物表面毛羽多而密，为使成品面料表面光洁，色泽均匀，必须经过烧毛处理，而且要两对火口加强烧毛。烧毛时要两对毛刷正反刷毛，适当使用刮刀，火口上方不宜使用凉水辊，实行透烧，以保证烧毛质量。

3.3.2 酶处理

酶处理是利用酶的催化降解作用，使纤维发生部分水解作用，致使纤维变细，刚性降低，从而达到增强织物的柔软度及悬垂度，改善织物服用性能的目的。在制定酶处理工艺时，为保证织物强力不过度受损，必须掌握好酶制剂的活力，严格控制其用量、处理时间、浴比、温度及 pH 值，并及时使酶“失活”。

实验结果表明：

- 1) 随着酶用量的增加，织物的减量增加，断裂强力下降，手感明显改善；
- 2) 酶的作用效果取决于其活性的大小，而活性的大小与工作液的 pH 值密切相关，即在一定的 pH 值范围内，酶才会起作用；
- 3) 温度对酶的活性有很大的影响，温度过高，则酶的活力降低，甚至“失活”，反之，温度过低，则作用效率缓慢，因此，只有在最佳的温度范围内，酶才能发挥最大的作用；
- 4) 时间和机械的作用也会对酶处理的效果产生不同程度的影响，在使用时务必给予充分的考虑。

竹原纤维织物经过酶处理后，一方面纤维分子无定形区的部分水解使结晶区之间的空隙变大；另一方面，结晶区分子的部分水解使结晶区尺寸变小。因此，在受到外力作用时，结晶区之间较容易产生相对运动，导致纤维的抗弯能力降低，刚度减弱，从而使织物服用性能得到改善。

4 竹原纤维的产品开发

竹原纤维可纯纺，也可与羊毛、棉或彩色棉、绢丝、苧麻及涤纶、Tencel、Modal、大豆蛋白纤维、粘胶纤维等纤维混纺，用于机织或针织，生产各种规格的机织面料和针织面料及其服装。机织面料可用于制作夹克衫、休闲服、西装套服、衬衫、连衣裙、床上用品和毛巾、浴巾等。针织面料适宜制做内衣裤、睡衣、汗衫、T恤衫、运动衫裤、袜子和婴幼儿服装等。

由于竹原纤维具有优良的服用性能，又有极佳的保健作用，特别适合于婴幼儿和老年人穿着。由湖南株洲雪松麻业有限责任公司独家开发的竹原纤维纯纺与混纺产品，经过1年多时间的精心研究与设计，已有数十种机织面料、服装和针织产品推向国外市场。

5 结语

从竹子中制取可用于纺织的纤维是前所未有的创新，但目前仅仅处于起步阶段，竹原纤维的许多基础研究工作还有待探索，以为竹原纤维纺织产品的开发和生产提供理论指导依据。为使竹原纤维纺织产业健康发展，必须投入大量人力、物力来研究、改进加工设备，优选工艺路线、工艺参数，生产出真正体现竹子优良服用性能和风格的纺织产品。