

竹片表面等离子处理设备的研制

赵明, 黄河浪, 董丽君, 董亚飞

(南京林业大学, 江苏南京 210037)

摘要: 利用低温等离子技术进行竹片表面处理,可有效改进竹片的胶合性能。文中详细介绍了竹片表面等离子处理机的设计、开发、研制与调试。等离子处理机的应用与推广,可使竹条制备加工实现尺寸最大化,提高竹地板以及其他竹产品的原料利用率,降低生产成本。

关键词: 等离子体; 竹片; 表面处理; 等离子处理机; 胶合性能

中图分类号: S795; TS65

文献标识码: A

文章编号: 1001-8654(2008)06-0008-03

Technique of Surface Plasma Treatment of Bamboo Strips

ZHAO Ming, HUANG He-lang, DONG Li-jun, DONG Ya-fei

(Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China)

Abstract: This paper introduces a surface treatment of low temperature plasma on bamboo strips to improve their surface gluability and increase the product efficiency. A detailed description of this technique as applied to commercial equipment such as design, manufacture, and installation was described. A low temperature plasma processor was successfully used in a commercial plant. The result showed that after surface treatment bamboo utilization and bonding strength were both improved.

Key words: plasma; bamboo strip; surface treatment; plasma processor; gluability

我国的竹林面积高达 520 万 hm^2 , 有 40 多属, 400 余种, 是世界上竹林资源最丰富的国家。其中经济价值最高的是毛竹, 其生长速度快, 一般 4~6 年即可砍伐利用, 数量占竹林总面积的 80% 左右^[1]。我国的竹材工业化利用, 经历了 20 多年的发展, 取得了瞩目的成就。

在毛竹的工业化利用中, 以竹条为基本原料单元体, 胶合、集成的产品占相当大的比例, 如竹地板、竹集成材等。由于毛竹的构造特殊(竹壁由竹青、竹肉、竹黄 3 层组成, 呈圆弧状), 在加工过程中, 既要竹条的内、外表面刨平, 还要将内、外壁的竹黄、竹青完全刨除, 以保证竹条的胶合性能。因此, 在竹制品生产的备料阶段, 常产生大量的加工废料, 原料的利用

率很低^[2]。

对带有竹青和竹黄的竹片进行等离子处理, 可使竹片表面的润湿角减小, 从而提高竹片表面润湿性和表面自由能, 有效地改善竹片的胶合性能^[3]。为此, 笔者等与贵州省科技厅合作, 开发和研制了竹片表面等离子处理设备, 以期通过竹片表面的改性, 实现竹条制备尺寸的最大化, 提高竹条胶合制品的原料利用率, 最终达到降低生产成本, 提高经济效益的目的。

1 竹片表面等离子体处理的机理与特点

1.1 作用机理

大气低温等离子体, 是空气中的分子在低气压放电时电离而获得的一种气态物质, 包含多种类型的粒子, 而对材料表面起作用的, 主要是电子、离子等^[4-5]。其作用机理: 通过在等离子电极两端施加交流高频高压, 使两电极间的空气产生气体弧光放电而形成等离子区。等离子在气流的吹动下, 到达被处理

收稿日期: 2008-03-26; 修改日期: 2008-10-08

基金项目: 贵州省科技厅科技攻关项目“等离子处理竹地板的研究开发”(黔科合 GY(2006)3012)。

作者简介: 赵明(1957—), 男, 南京林业大学副教授。

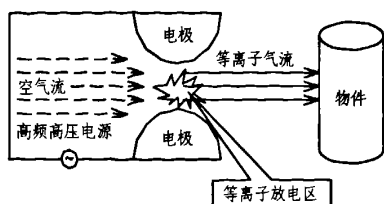


图1 等离子体表面处理原理

Fig. 1 Principle of plasma surface treatment

物体的表面,从而实现对物体表面改性的目的,其原理如图1所示。

1.2 技术特点

- 1) 处理后的材料表面因产生刻蚀而增加粗糙度,或形成致密的交联层;
- 2) 可引入含氧极性基团,使竹片表面的黏结性得到改善;
- 3) 仅对材料表面进行处理,不影响竹材基体的性能;
- 4) 等离子为喷射状体,可同时处理竹片的正面和侧面,适用于三维物体的表面处理;
- 5) 等离子体处理作用时间短、效率高,工艺简单,操作方便,无污染。

2 等离子处理机的结构设计与技术参数

2.1 设计方案

1) 工艺目的:选择制造竹地板的竹片(带有竹青、竹黄)进行表面等离子处理。竹片尺寸(长×宽×厚):(100~2 600) mm×(20~25) mm×(3~8) mm。

2) 工艺路线:采用通过式处理,即在输送装置的上、下方,设置若干个等离子头,采用辊筒输送装置实现进给,完成对竹片上、下表面及其侧面的处理。

3) 布局设计:采用卧式布局,便于形成生产流水线;为与已有的竹地板生产流程兼容,采取插入式工序,便于生产企业在原有的生产线上进行技术改造。

4) 生产效率:根据前期预备试验,确定最佳的进给速度为5.4 m/min。综合考虑单机的生产率与造价,样机采用4头、双面配置,进给速度可提高至10.8 m/min,竹片的同一表面可经过2次处理。样机等离子头的有效火焰宽度为70 mm,可3条竹片并行进给。

5) 设备产能:处理单层双面竹片的面积为38.9

m²/h;年产能(按日工作8 h,年工作300 d计)可达9.3万 m²。

2.2 结构与参数

1) 等离子处理机的结构与技术参数

根据设计方案,确定的等离子处理机结构如图2所示。

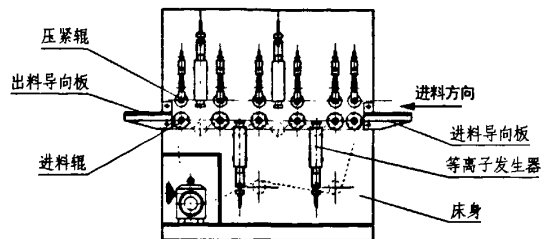


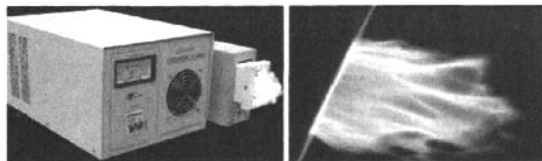
图2 竹片表面等离子处理机结构图

Fig. 2 Schematic of plasma treatment on bamboo strips

型号:DLZJ-300;生产率:40 m²/h(单层双面);进给速度:10 m/min(5~15 m/min);处理宽度:70 mm;主机功率:4×650 W(最大4×1 200 W);进给电机功率:500 W;外形尺寸(长×宽×高):1 800 mm×650 mm×1 500 mm。

2) 等离子处理机的主要装置及其参数

① 等离子发生装置:通过工艺试验及前期的广泛调查,选用CTD-2000F宽幅喷射式大气低温等离子体表面处理机,如图3所示。



a. CTD-2000F主机与等离子表面处理机 b. 喷射放电产生低温等离子火焰

图3 CTD-2000F主机与等离子焰

Fig. 3 Commercially available CTD-2000F plasma equipment

主要技术参数:电源AC 220 V(±20%);最大功率1 200 W;频率20 kHz;流量1 m³/min;主机体积(长×宽×高)250 mm×200 mm×360 mm。

喷头与被处理表面的距离为10 mm(5~25 mm);等离子器功率为650 W(输入电压150 V);竹条进给速度为5.4 m/min。等离子头安装在机架的侧壁上,可独立调整每只等离子头的高度(调整范围为5~30 mm),以调节喷口与竹片表面的距离。

② 竹片输送装置:采用辊筒进给,表面线速度为

5~15 m/min。下辊筒为动力辊,动力源通过链传动,使其同步转动;上辊筒为压紧辊,其位置高低可调,压紧力由弹簧独立调节。共设6对辊筒,其分布为:4个等离子头之间各1对,进料口2对,出料口1对;动力系统选用机械无级调速电机,或普通电机与带式无级变速设备组合。

③ 导向装置:为实现竹片的顺利进给,采用高分子材料(塑料、尼龙)制作导向板^[6],将其设于进给辊筒之间。

④ 绝缘装置:在等离子火焰的四周,采用高分子材料(塑料、尼龙)制作绝缘板,避免火焰直接喷射到金属材料表面。

⑤ 散热通风:处理机的工作区采用封闭式构造。为便于观察,机盖上设有透明的玻璃窗。机箱的上部设有通气孔,下部为非封闭结构。在工作中,通过热压的作用,形成自然通风。

3 样机制造与调试

样机在浙江安吉德迈竹木机械有限公司制造。在制造过程中,对局部结构作了调整:

1) 输送装置的压紧辊,改为摆动式弹簧压紧机构;

2) 输送装置的调速,采用带式锥轮无级调速机构。

样机(图4)的调试运行在贵州新宇竹业有限公司实施。对该公司生产线上带有竹青和竹黄的竹片进行处理试验,进给速度设为10 m/min。经过连续24 h的运行,设备性能、运行状况良好。



图4 样机调试现场

Fig. 4 Equipment installation of plasma surface treatment

4 竹片胶合试验

将等离子体处理与未处理的竹片分别胶合,并进行强度性能的检测。

1) 试验材料

竹片:经过低温等离子样机处理;

胶黏剂:选用脲醛树脂胶(UF),固体含量48.2%,黏度150 mPa·s(20℃)。

2) 工艺流程

竹片→涂胶→组坯→热压→陈放→试件制备→剪切强度测试。

其中胶合工艺参数:竹片单面施胶,涂胶量150 g/m²;热压压力:2.5 MPa;温度:125℃;时间:1 min/mm。

3) 性能检测

参照GB 17657-1999《人造板及饰面人造板理化性能试验方法》,进行剪切强度测试。结果(表1)显示:低温等离子处理后,竹片的胶合强度较未处理时有明显提高。

表1 竹片处理前后剪切强度的对比

Tab. 1 Comparison of shear strength between treated and control bamboo samples

竹片类型	剪切强度/MPa		提高/%
	未处理	处理后	
竹黄	7.56	9.90	31
竹青	3.91	6.77	73

5 结论

1) 通过试车证明,该设备的各项性能满足竹制品生产的工艺要求与生产率要求。

2) 通过等离子机处理的竹片,胶合性能较未处理时有明显的提高。

3) 由于采用双面喷射的方法,对于多个竹片并行进料时,相邻两竹片不宜靠得太近,否则影响竹条侧面的等离子处理效果。

4) 样机目前尚采用手工进料,劳动强度大、效率低。进料方式有待改进。

参考文献:

- [1] 张齐生. 中国竹材工业化利用[M]. 北京:中国林业出版社, 1995:3-5.
- [2] 中国林业产业协会. 中国竹地板消费白皮书[M]. 北京, 2007.
- [3] 黄河浪,卢晓宁,薛丽丹,等. 用氧等离子体处理改善竹地板胶合性能[J]. 浙江林学院学报, 2006, 23(5):486-490.
- [4] 周茂堂,陈捷. 高分子材料的等离子体表面改性[J]. 合成树脂塑料, 1990(4): 53-56.
- [5] 叶先科,张开. 低温等离子体改性聚合物膜的原理[J]. 高分子通报, 1991(2): 76-80.
- [6] 王之泰,杨荣芝,孟淑敏. 非金属材料学(上册)[M]. 北京:物资出版社, 1984:173-177.

(责任编辑 姜征)