

杆状木束定向铺装工艺初探

门全胜, 张齐生

(浙江林学院 工程学院, 浙江 临安 311300)

摘要: 简述了新型细木工板芯板杉木 *Cunninghamia lanceolata* 积成材制备过程中杆状木束定向铺装的必要性和基本工作原理。找出影响定向铺装效果的各项因素, 通过试验的方式确定使铺装效果达到最好的主要因素最佳值, 并对试验过程及结果做一些必要的分析。试验结果表明: 采用储料槽预定向→导向驱动→往复运动定向铺装的杆状木束定向铺装工艺是有效可行的。铺装头往复行程 170~180 mm, 往复频率 126~158 次·min⁻¹, 导向驱动轴转速 80~100 r·min⁻¹, 导向槽板间距 95 mm 时, 对长度 100~200 mm 木束定向铺装效果较好, 平均定向铺装率达 70% 以上。图 5 表 4 参 7

关键词: 林业工程; 杉木积成材; 杆状木束; 定向铺装

中图分类号: 781.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-5692(2009)03-0400-06

Technology of oriented forming of bacilliform wood stick

MEN Quan-sheng, ZHANG Qi-sheng

(School of Engineering, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

Abstract: A brief description of preparation process of new core-board Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*) orient laminated strand lumber, and the necessity and basic work principle of oriented forming of bacilliform wood stick were made. The various factors which influenced the effectiveness of oriented forming were tested to find out the factor which obtained the best effectiveness of oriented forming. The analysis of the process and results of the test was also conducted. The findings indicated that it was feasible to follow the following steps: pre-orientation of deposit slot→pilot drive→reciprocated oriented forming. When felting machine's reciprocated journey was 170-180 mm, reciprocated frequency was 126-158 times·min⁻¹, the speed of pilot driven shaft was 80-100 r·min⁻¹, the space between pilot socket plate was 95 mm, it had much better forming result for the length of 100-200 mm bacilliform wood stick, the average rate of oriented forming was over 70%. [Ch, 5 fig. 4 tab. 7 ref.]

Key words: forest engineering; Chinese fir orient laminated strand lumber; bacilliform wood stick; oriented forming

随着经济建设的发展, 保护生态环境和合理高效利用自然资源已越来越显示其重要性。杉木 *Cunninghamia lanceolata* 是中国最重要的速生用树种之一, 生长快, 材性好, 产量高, 在中国南方林区大面积人工栽培。特别是抚育间伐小径材^[1]和杉木加工剩余物边皮几无利用, 资源浪费严重。现在, 有一种杉木积成材是将杉木小径材或杉木边皮利用纵向碾压切条机^[2], 也称梳解机, 经特殊的梳解加工工艺, 即纵向向碾压→梳解加工→横向截断, 形成呈单根分离体, 彼此不黏连, 微观组织结构基本不变的木束条^[1,3], 它的结构形态既不像刨花、纤维等木碎料那样碎小, 也不像板材那样大而规则, 而是类似于筷子那样的形态^[4], 称之为杆状木束。以此杆状木束为基本构成单元, 经过分选、干燥、施胶、铺装、预压、热压和裁边制成新型细木工板芯板^[3]。在人造板生产中, 板坯的铺装成型

收稿日期: 2008-09-04; 修回日期: 2008-11-11

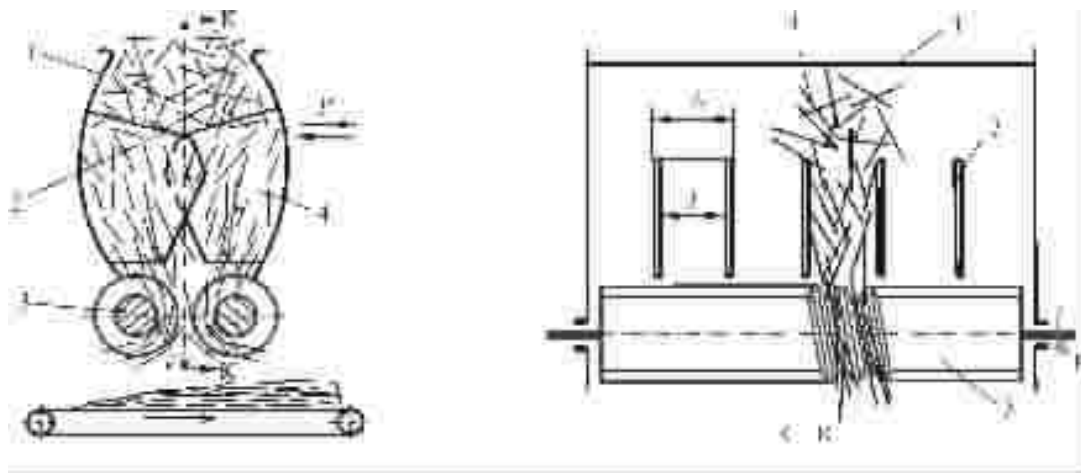
基金项目: 科学技术部农业转化项目(03EFN213300104); 浙江省科学技术重点项目(011102164)

作者简介: 门全胜, 实验师, 从事木材加工机械设计研究。E-mail: menqs@hotmail.com

是主要工序之一，它对产品的质量及原材料消耗有着很大影响。用不同的铺装方法和设备，可以得到不同的板坯结构和不同铺装精度的板坯，板坯结构和铺装质量直接影响刨花板的物理力学性能^[5-6]。杆状木束在干燥施胶后仍具有一定强度，不实现定向铺装将形成网状搭接结构，受压时回弹力增大并大量减少相邻杆状木束之间的胶合面积，使人造板预压性能和胶合强度下降，密度不均匀，内部孔隙较大较多，严重影响产品的使用性能和质量^[7]。现有的人造板定向铺装技术主要适用于长度小于 50 mm 厚度均匀的平直刨花，主要有 2 种定向方法，即静电定向法和机械定向法，制成定向结构刨花板 (OSB)。机械定向法主要有槽板式、鼓式、多圆盘式和多导板式等 4 种，其中以多圆盘式和多导板式效果较好^[5]。由于杆状木束的形态结构，对它们进行连续自动定向铺装，需要一种新的铺装工艺技术。本文就其定向铺装工艺进行初步探索和研究。

1 定向铺装工作原理

如图 1，施胶后的杆状木束经过计量料仓将结团的木束打散进入储料槽 1 上部，同时储料槽随同



1. 储料槽；2. 导向槽板；3. 导向驱动轴；4. 杆状木束

图 1 定向铺装工作原理示意图

Figure 1 Sketch of oriented forming principle

整个铺装头作水平往复运动，导向槽板 2 固定在储料槽侧板上，导向槽板间距 l 小于木束平均长度 L 且相邻槽板交错排列。杆状木束 4 在储料槽侧板和导向槽板 2 顶部冲击力、木束间碰撞力及自重作用下，处于一种分散混乱无序的不平衡状态。此时杆状木束必然一端倾斜向下先进入导向槽板 2 之间的垂直槽道内，使杆状木束实现了初步的定向运动(预定向)。当杆状木束降落到储料槽底部时，由于在储料槽底部安装了一对具有螺旋齿槽、旋向相反和齿槽交错相对布置的一对导向驱动轴 3，导向驱动轴与木束相互作用区域的旋转线速度方向和木束运动方向基本一致，因此无论杆状木束 4 处于什么样的倾斜状态，即木束与重力垂直方向呈多大夹角，木束下端很容易进入导向驱动轴 3 沿着其轴向移动的螺旋槽中。此后在铺装头完成一个往复运动的换向过程中(图 2)，杆状木束 4 的两端分别受到导向驱动轴的驱动合力 $W = \sum(Q_2, T_2)$ 和木束惯性力及重力合力 $G = \sum(P, F_2)$ ，木束两端的该 2 种合力使得杆状木束 4 进入导向驱动轴 3 的螺旋槽过程中，迫使杆状木束的倾斜角度进一步减小，强制加速向下运动实现精确导向驱动。当杆状木束朝下一端离开导向驱动轴 3 之间的作用区域(图 3)，此端成为自由端但受到与铺装头运动方向相反的惯性力 F_1', F_2' ，处于导向驱动轴 3 作用区域的另一端分别受到驱动力 T_1', T_2' 和约束力 Q_1', Q_2' ，其中惯性力 $F_1'(F_2')$ 和约束力 $Q_1'(Q_2')$ 、驱动力 $T_1'(T_2')$ 的水平分力使木束呈水平运动趋势，木束重力 P 和约束力 $Q_1'(Q_2')$ ，驱动力 $T_1'(T_2')$ 的垂直分力使木束呈垂直向下运动状态，结果杆状木束 4 在上述各力综合作用下呈水平趋势倾斜向下运动，最终撒落在输送带上。由于定向铺装头往复运动方向与输送带运动方向平行，撒落在输送带上的木束其长度方向与输送

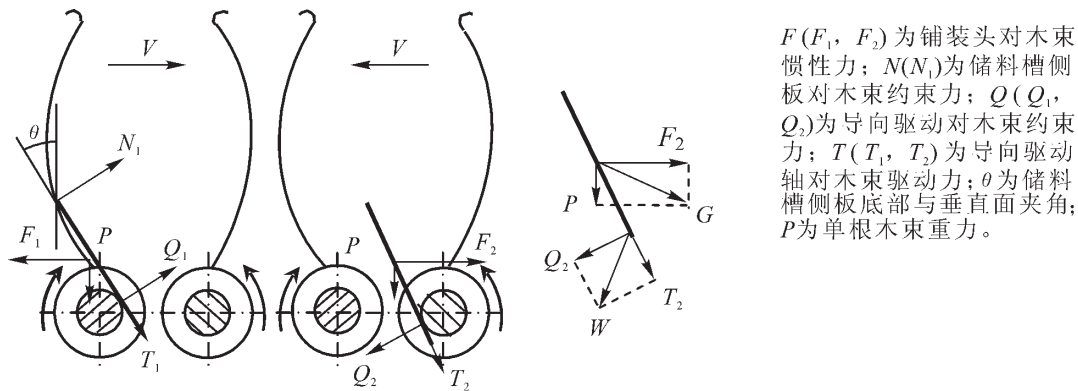


图2 木束进入驱动轴时受力分析

Figure 2 Analysis of force when wood stick is accessing driven shaft

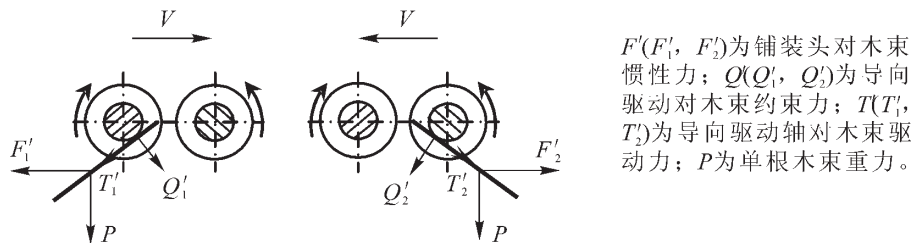


图3 木束离开驱动轴时受力分析

Figure 3 Analysis of force when wood stick is leaving driven shaft

带运动方向基本一致，从而实现了定向铺装。木束与输送带接触瞬间的状态是定向铺装效果的关键，木束离开导向驱动轴的初速度及方向、输送带速度、输送带与导向驱动轴之间的距离对定向铺装效果有较大影响。当木束离开导向驱动轴时，若其初速度的水平分速度与输送带速度方向相反，由于木束运动方向前端首先与输送带接触，因此，木束离开导向驱动轴时其初速度的水平分速度必须大于输送带速度，否则将影响定向铺装效果。输送带与导向驱动轴之间的距离应大于板坯厚度与木束长度之和，否则可能造成木束两端同时与输送带和导向驱动轴接触，严重影响定向铺装效果。

2 试验材料及设备

2.1 试验材料

从纵向碾压切条机(梳解机)生产出的木束条中随机选取一部分，得到横向尺寸2~5 mm，长度尺寸50~200 mm的杆状木束。横向尺寸过大的木束经铺装后预压性能差，热压后所得到的芯板内部容易出现较多孔隙，质量不高，横向尺寸过小且长度较短的木束进行定向铺装意义不大，无需定向。

2.2 试验设备

根据上述杆状木束定向铺装工作原理，设计制造了一台简易铺装头，将它安装在B6050牛头刨床工作台上，并与牛头刨床滑枕相连接，利用牛头刨床实现铺装头往复运动、分级调速(往复频率)及行程调节。以一块狭长平板代替输送带放在铺装头底部，导向驱动轴通过调速器实现无级调速(图4)。

3 试验方法

3.1 杆状木束分类

铺装过程中，相同条件下不同长度的木束铺装效果存在差异，把木束按长度分成3类，分别为： $L_1 = 50 \sim 100$ mm， $L_2 = 100 \sim 150$ mm， $L_3 = 150 \sim 200$ mm。

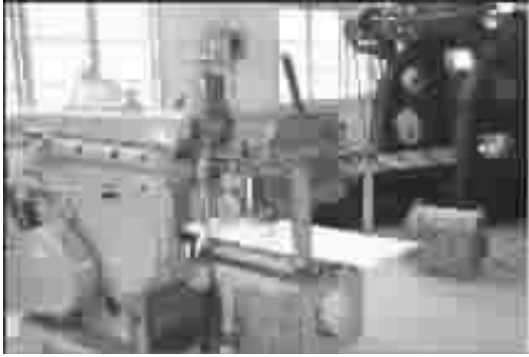


图 4 定向铺装试验装置

Figure 4 Experimental equipment for oriented forming



图 5 定向铺装效果图

Figure 5 Experimental results of fourth category wood stick

3.2 试验方案确定

将木束按长度分为上述 3 类，每一类分别进行铺装试验。影响铺装效果的运动参数有：铺装头往复行程、铺装头往复频率、导向驱动轴转速。机构参数有：导向槽板间距、导向驱动轴轴间距、导向驱动轴与输送带距离。由于试验条件限制，导向驱动轴轴间距、导向驱动轴与输送带距离 2 个参数值固定不变。试验采用 3 因素 3 水平的正交试验法。正交试验的因素只考虑运动参数，至于机构参数，试验时预设导向槽板间距为 95 mm。试验因素和水平见表 1。

表 1 试验因素和水平

Table 1 Test factors and levels

水平	因素		
	往复行程 A/mm	往复频率 $B/(\text{次}\cdot\text{min}^{-1})$	驱动轴转速 $C/(\text{r}\cdot\text{min}^{-1})$
1	175(A_1)	158(B_1)	50(C_1)
2	140(A_2)	126(B_2)	80(C_2)
3	105(A_3)	102(B_3)	100(C_3)

铺装试验的铺装效果指标以定向铺装率来衡量：定向铺装率=定向铺装的木束数量/进行铺装的木束总量。

铺装后的木束方向与理想铺装方向夹角小于 30° 的即视为达到定向铺装要求。为便于铺装结束后判断木束是否达到定向铺装要求，在平直木板上贴上白纸，并在白纸上按一定密度画上与理想铺装方向成 30° 的斜线，这样铺装后的木束是否达到定向铺装要求一目了然(图 5)。木束进料采用手工进行。记录各次试验中定向铺装的木束数量和进行铺装的木束总量。每种试验方法各做 3 次，定向铺装率取 3 次的平均值。

4 结果与讨论

4.1 第 1 类木束

第 1 类木束的铺装试验数据经初步计算后的结果如表 2。

对于第 1 类木束的铺装，铺装效果都不理想。首先导向槽板的间距(95 mm)接近木束长度的最大值，造成木束预定向效果不好。其次是导向驱动轴轴间距相对过大，使较多木束在没有进入导向驱动轴螺旋槽之前就从两轴螺旋齿顶圆之间较大的空隙中掉落，没有实现导向驱动。

4.2 第 2 类木束

第 2 类木束的铺装试验数据经初步计算后的结果如表 3。

第 2 类木束的铺装过程比较顺利，铺装效果比较理想。同因素同水平与其他不同因素不同水平组合的试验方法下进行试验所得的平均定向铺装率分别为： $A_1(B_1C_1, B_2C_2, B_3C_3)$: 73.7%; $A_2(B_1C_3, B_2C_1, B_3C_2)$: 73.1%; $A_3(B_1C_2, B_2C_3, B_3C_1)$: 72.6%; $B_1(A_1C_1, A_2C_3, A_3C_2)$: 75.6%; $B_2(A_1C_2, A_2C_1, A_3C_3)$: 75.8%; $B_3(A_1C_3, A_2C_2, A_3C_1)$: 68.1%; $C_1(A_1B_1, A_2B_2, A_3B_3)$: 70.9%; $C_2(A_1B_2, A_2B_3, A_3B_1)$: 72.9%; $C_3(A_1B_3, A_2B_1, A_3B_2)$: 75.6%。从试验结果分析，往复行程 A_1 为 175 mm，往复频率 B_2 为

表2 第1类木束试验结果

Table 2 Experimental results of first category wood stick

序号	试验方法	定向铺装率/%
1	$A_1B_1C_1$	55.1
2	$A_1B_2C_2$	60.5
3	$A_1B_3C_3$	47.7
4	$A_2B_1C_3$	60.1
5	$A_2B_2C_1$	61.6
6	$A_2B_3C_2$	52.2
7	$A_3B_1C_2$	48.5
8	$A_3B_2C_3$	52.7
9	$A_3B_3C_1$	57.8

表3 第2类木束试验结果

Table 3 Experimental results of second category wood stick

序号	试验方法	定向铺装率/%
1	$A_1B_1C_1$	76.3
2	$A_1B_2C_2$	71.0
3	$A_1B_3C_3$	73.9
4	$A_2B_1C_3$	73.0
5	$A_2B_2C_1$	76.3
6	$A_2B_3C_2$	70.1
7	$A_3B_1C_2$	77.6
8	$A_3B_2C_3$	80.0
9	$A_3B_3C_1$	60.2

表4 第3类木束试验结果

Table 4 Experimental results of third category wood stick

序号	试验方法	定向铺装率/%
1	$A_1B_1C_1$	88.2
2	$A_1B_2C_2$	84.3
3	$A_1B_3C_3$	80.4
4	$A_2B_1C_3$	81.4
5	$A_2B_2C_1$	73.8
6	$A_2B_3C_2$	78.0
7	$A_3B_1C_2$	83.6
8	$A_3B_2C_3$	71.9
9	$A_3B_3C_1$	67.8

126次·min⁻¹，导向驱动轴转速 C_3 为 100 r·min⁻¹ 时定向铺装效果最好。各因素对定向铺装率影响排序为： $B > C > A$ ，导向驱动轴转速越高，往复行程越大，木束定向铺装效果越好。考虑设计成本和运动稳定性，可适当提高驱动轴转速。

4.3 第3类木束

第3类木束的铺装试验数据经初步计算后的结果如表4。

第3类木束铺装效果也比较理想，同因素同水平与其他不同因素不同水平组合的试验方法下进行试验所得的平均定向铺装率分别为： $A_1(B_1C_1, B_2C_2, B_3C_3)$: 84.3%; $A_2(B_1C_3, B_2C_1, B_3C_2)$: 77.7%; $A_3(B_1C_2, B_2C_3, B_3C_1)$: 74.4%; $B_1(A_1C_1, A_2C_3, A_3C_2)$: 84.4%; $B_2(A_1C_2, A_2C_1, A_3C_3)$: 76.7%; $B_3(A_1C_3, A_2C_2, A_3C_1)$: 75.4%; $C_1(A_1B_1, A_2B_2, A_3B_3)$: 76.6%; $C_2(A_1B_2, A_2B_3, A_3B_1)$: 82.0%; $C_3(A_1B_3, A_2B_1, A_3B_2)$: 77.9%。从试验结果分析，往复行程 A_1 为 175 mm，往复频率 B_1 为 158 次·min⁻¹、导向驱动轴转速 C_2 为 80 r·min⁻¹ 时铺装效果最好。各因素对定向铺装率影响排序为： $A > B > C$ ，往复行程越大，往复频率越高，木束定向铺装效果越好。

由于导向槽板间距相对木束长度较短，在铺装过程中出现木束被导向槽板搁住现象；另外由于木束长度较长及导向驱动轴与平直木板之间的距离相对较短，在铺装过程中木束上端还没有脱离导向驱动轴作用区域时，其下端就已经接触到平直木板，这样就产生木束被拨乱的问题。因此，应适当增大导向槽板间距和增加导向驱动轴与平直木板(输送带)之间的距离。

5 结论与建议

采用储料槽预定向→导向驱动→往复运动定向铺装的杆状木束定向铺装工艺是有效可行的。

铺装头运动参数往复行程、往复频率、导向驱动轴转速和铺装头结构工艺参数导向槽板间距、导向驱动轴轴间距、导向驱动轴与输送带距离是影响杆状木束定向铺装效果的主要因素。杆状木束长度尺寸对其定向铺装也有一定影响。

铺装头往复行程为 170 ~ 180 mm，往复频率为 126 ~ 158 次·min⁻¹，导向驱动轴转速为 80 ~ 100 r·min⁻¹，导向槽板间距为 95 mm，对长度尺寸为 100 ~ 200 mm 的木束定向铺装效果较好，平均定向铺装率达 70% 以上。

应进一步试验研究铺装头结构工艺参数和木束长度尺寸对木束定向铺装效果的影响，找出木束长度、导向槽板间距、导向驱动轴轴间距、导向驱动轴与输送带距离这 4 个尺寸参数之间合理的比例关系。

上述分析结论，对以杆状类木质材料为基本构成单元的人造板坯定向铺装机设计使用具有借鉴指

导意义。

参考文献:

- [1] 刘志坤, 杜春贵, 门全胜, 等. 小径杉木梳解加工工艺研究[J]. 林产工业, 2003, **30** (3): 22 - 25.
LIU Zhikun, DU Chungui, MEN Quansheng, *et al.* Study on the combing process of small Chinese fir [J]. *China For Prod Ind*, 2003, **30** (3): 22 - 25.
- [2] 张齐生, 刘志坤, 门全胜. 纵向碾压切条机: 中国, ZL200610154544.9[P]. 2007-04-25.
ZHANG Qisheng, LIU Zhikun, MEN Quansheng. Vertical roller compaction billet cutter: China, ZL200610154544.9 [P]. 2007-04-25.
- [3] 张齐生, 刘志坤, 杜春贵, 等. 一种改进的新型细木工板芯板和制备方法: 中国, 02138600.5[P]. 2003-04-16.
ZHANG Qisheng, LIU Zhikun, DU Chungui, *et al.* An improved new blockboard-core board and it's preparation method: China, 02138600.5[P]. 2003-04-16.
- [4] 李延军, 张璧光, 陈臻, 等. 杉木木束干燥性能初探[J]. 木材加工机械, 2003, **16** (3): 23 - 26.
LI Yanjun, ZHANG Biguang, CHEN Zhen, *et al.* Preliminary exploration on drying property of wood bunch of Chinese fir[J]. *Wood Proc Mach*, 2003, **16** (3): 23 - 26.
- [5] 王恺. 木材工业实用大全: 刨花板卷[M]. 北京: 中国林业出版社, 1998.
- [6] 荣伟, 郭红英, 李刚. 不同类型刨花板铺装机性能之比较[J]. 人造板通讯, 2005, **12** (8): 25 - 27.
RONG Wei, GUO Hongying, LI Gang. Performance comparison and economic analysis of forming machines in particle-board production[J]. *China Wood-Based Panels*, 2005, **12** (8): 25 - 27.
- [7] 门全胜, 张齐生. 杆状木束自动定向铺装方法与铺装头: 中国, 200710068647.8[P]. 2007-10-17.
MEN Quansheng, ZHANG Qisheng. The method of bacilliform wood stick automatic oriented forming and head of felting machine: China, 200710068647.8[P]. 2007-10-17.

浙江林学院在建德市设立牡丹研发基地

2009年4月14日上午, 浙江林学院牡丹研发基地——建德盛发牡丹园正式挂牌。浙江林学院园林学院、建德盛发牡丹园和建德市林科所共同签订牡丹研究开发合作协议。

盛发牡丹园位于建德市乾潭镇, 牡丹的收集与栽植始于1998年, 收集传统品种5 000余株, 30余个品种, 分粉色、红色、紫红色、白色四大色系, 并自行分株和嫁接牡丹苗木5万余株, 栽植面积发展至7 hm², 是江南地区面积最大、资源最多的传统牡丹品种收集地。

牡丹研发基地是浙江林学院2008年与建德市政府签订全面合作协议的一个具体项目。今后, 牡丹园将作为浙江林学院的科研和教学基地, 为学校师生提供教学和实习场所, 进一步深化产学研结合, 积极解决江南地区牡丹栽培和生产的关键技术问题。

建德市领导表示, 将加强与浙江林学院的合作, 多种形式地发掘牡丹资源的优势, 充分发挥牡丹栽植的影响力和带动力, 促进周边村镇的特色农业发展。