

## 蔬菜自动嫁接机器人系统 ——旋转切削机构的设计

徐丽明 张铁中 刘长青  
(中国农业大学机械工程学院)

**摘要** 对贴接法蔬菜自动嫁接机器人系统中的关键部件——旋转切削机构进行了研究, 通过计算机模拟和反复试验, 给出了旋转切削的切削半径和切削角度。针对试验中出现的问题, 增加了砧木和穗木的切削支点, 从而改善了切削效果。

**关键词** 蔬菜; 自动嫁接机器人; 贴接法; 旋转切削

**分类号** S 223. 94; S 616

## Study on Robot System for Auto-grafting of Vegetable ——Design of the Rotary Cutting Mechanism

Xu L i m i n g Zhang T i e z h o n g L i u C h a n g q i n g  
(College of Machinery Engineering, CAU)

**Abstract** The rotary cutting mechanism and the transmitting clip mechanism, which are the key parts in close-joining vegetable auto-grafting robot system, are designed. Through the computer simulation and repeated tests, the cutting radius and the cutting angle are given. According to the problem in tests, the cutting fulcrums of stocks and scions are added to improve the cutting result.

**Key words** vegetable; automatic grafting robot; the close-joining method; rotary cutting

蔬菜嫁接的方法有插接法、靠接法、贴接法等, 文献[1~ 3]中对插接法蔬菜自动嫁接技术进行了研究, 本文中着重贴接法蔬菜自动嫁接技术的研究。

贴接法(图 1)的基本方法是: 先用刀片自下而上轻轻地削去砧木的一片子叶和生长点, 切面与下胚轴轴心线角度约为  $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ; 然后以同样角度从穗木中部向下约 1.5 cm 处斜切一斜面, 保留带子叶的部分, 最后将砧木切面和穗木切面贴合在一起, 用固定夹夹住。



图 1 贴接嫁接方法

收稿日期: 1999-09-24

国家自然科学基金资助项目

徐丽明, 北京清华东路 17 号 中国农业大学(东校区)46 信箱, 100083

用蔬菜自动嫁接机器人来实现该工作过程时,其关键机构是取送苗机构、切削机构和送夹机构,本文中着重研究旋转切削机构。

## 1 旋转切削机构的设计

用贴接法嫁接时要求用刀片分别对穗木和砧木进行直行切削,通常,完成这种操作的机构需要 2 个单独的气缸来控制刀片。这种机构结构简单,容易调整,但整体结构庞大,空间布置零散。

笔者设计的旋转切削机构,用一个旋转气缸带动一个刀架,刀架两端安装切刀分别切削砧木和穗木(图 2)。这种机构仅需一个旋转切削部件就可同时完成对砧木和穗木的切削,不仅不影响嫁接苗的成活率,而且减少了工作部件和控制部件,使得整体结构紧凑。

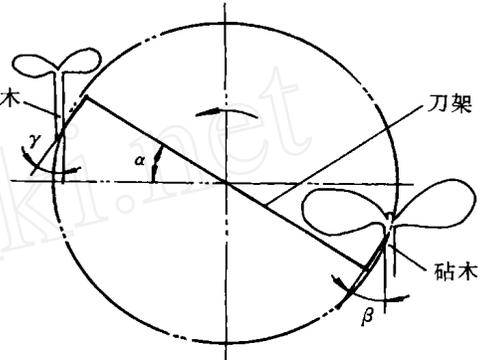


图 2 旋转切削机构

### 1.1 切削半径的确定

切削半径受秧苗的切削斜面 and 送苗机构 2 个因素的影响。对于穗木,切削斜面面积的大小对于嫁接无很大影响;而对于砧木,要求切刀把砧木的一片子叶和生长点切去。砧木最适嫁接苗龄一般是以第一片真叶刚出现时为最佳,这时苗的下胚轴直径为 3~4mm,从一片子叶的根部到生长点的外侧大约为 5~9mm。旋转切削半径越大,切削轨迹越近似直线,越利于刀面切削;而切削旋转半径越小,切削轨迹则越呈弧状,不利于切削斜面的吻合。

气缸将切削后的秧苗送到一起,结合、固定,完成嫁接。如果切削半径过大,则需选择大行程的气缸,使得送苗机构变大,送苗的距离加长,这不仅使秧苗切口长时间暴露在空气中,影响秧苗的嫁接成活率,而且也导致嫁接速度下降。

经过计算机模拟及试验,确定了较为合适的切削半径,既能够满足切削要求,又能使结构较为紧凑。

### 1.2 切削角度的确定

把旋转切削刀架在同时切削砧木和穗木时,与水平方向的夹角定义为切削角度  $\alpha$ 。

切削角度的大小与切削斜面的倾斜角有关,如图 2,切削角度  $\alpha$  与砧木切削斜面的倾斜角  $\beta$  穗木切削斜面的倾斜角  $\gamma$  相等,即  $\alpha = \beta = \gamma$ 。对于穗木,切削斜面的倾斜角  $\gamma$  的大小,不影响秧苗的吻合。而对于砧木,切削斜面的倾斜角  $\beta$  太大,会把砧木的 2 片子叶全部切去; $\beta$  太小,只能切去 1 片子叶,而不能切去生长点,因此必须确定合适的切削角度。

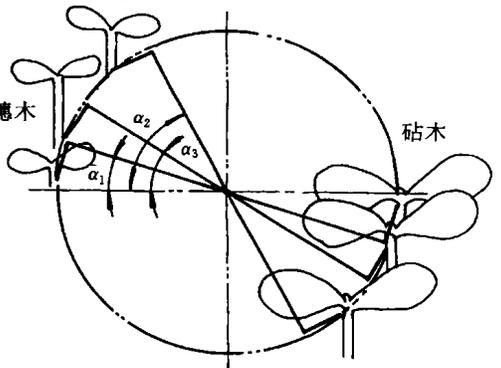


图 3 切削角度变化示意图

以砧木的 3 种放置(图 3)为例,对切削角  $\alpha$ (苗 1、苗 2、苗 3 所对应的切削角分别为  $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$  和  $\alpha_3$ )进行分析:第 1 种情况,切削角  $\alpha$  过小,可能在水平方向上生长点切除不彻底,而且容易造成切面过

大,下胚轴强度降低,以致于切后砧木弯曲,不利于嫁接贴合和夹子固定。第2种情况,切削角 $\alpha$ 过大,可能出现切面过小过平,2片子叶均被切掉的情况。第3种情况,切削角 $\alpha$ 合适,达到了既干净切除生长点,又保证有一定角度和长度的贴合斜面的设计要求。

通过计算机反复模拟和多次试验验证所确定的合适的切削角度 $\alpha$ ,既能把砧木生长点切除干净,又保证另一片子叶不受损伤,从而保证了嫁接质量。

## 2 试 验

1) 试验目的: 测试旋转切削机构的切削效果。

2) 试验材料: 砧木种子为云南黑籽南瓜籽, 穗木种子为黄瓜籽(津春2号)。

3) 试验准备: 首先进行育种, 直至南瓜长出2片子叶(角度成V型为最佳), 茎秆直径约3~4mm, 钵体上表面至生长点根部高度为50~90mm; 黄瓜长出2片子叶, 子叶平展, 茎秆直径约1~2mm, 钵体上表面至生长点根部高度为40mm。

4) 试验过程: 取砧木和穗木各100棵, 用直行气缸带动气爪固定砧木、穗木, 用旋转气缸带动切刀, 用可编程控制器进行控制。方案1中对砧木和穗木直接切削, 方案2中给砧木和穗木增加了切削支点机构。

5) 试验结果及分析: 用笔者所设计的旋转切削机构对砧木和穗木进行切削, 结果见表1。

表1 旋转切削机构的切削效果

方案	穗木切削斜面平均长度/ mm	砧木正好切去一片子叶和生长点的数量/棵	砧木生长点没切干净的数量/棵	砧木两片子叶全部切去的数量/棵	砧木切削的成功率/%
1) 无切削支点	5.5	20	25	5	40
2) 有切削支点	3.5	48	1	1	96

由表1可见, 方案1中穗木切削斜面太长, 砧木生长点没有切干净的比例较大。这是由于切刀在切削时, 由于碰击, 致使穗木和砧木向后弯曲而造成的。方案2中, 给砧木和穗木增加了切削支点机构, 穗木切削斜面平均长度减少了36%, 砧木切削的成功率提高了140%。

## 3 结 论

1) 旋转切削机构不仅能同时将砧、穗木进行切削, 而且使整个结构更加紧凑, 同时节省了驱动部件。2) 旋转切削机构的切削角与砧木和穗木切削斜面的倾斜角相等。3) 旋转切削机构的切削半径应使砧木的切削轨迹近似于直线, 以便于2个切面的吻合。4) 给砧木和穗木增加切削支点机构有利于改善切削效果。

## 参 考 文 献

- 张铁中. 蔬菜自动嫁接技术研究: I. 嫁接苗特性试验与机械设计方案选择. 中国农业大学学报, 1996, 1(6): 26~29
- 张铁中. 蔬菜自动嫁接技术研究: II. 嫁接装置的结构设计与试验. 中国农业大学学报, 1996, 1(6): 30~33
- 张铁中, 徐丽明, 方贤法. 蔬菜自动嫁接技术研究: III. 生长点切除机构的优化设计. 中国农业大学学报, 1997, 2(6): 63~65