

doi:10.6041/j.issn.1000-1298.2016.02.009

套管式蔬菜自动嫁接机出套装置设计与试验

褚佳¹ 张铁中^{1,2} 张立博¹ 张文波¹ 文桃¹ 尹权¹
(1. 中国农业大学工学院, 北京 100083; 2. 农业部土壤-机器-植物系统技术重点实验室, 北京 100083)

摘要: 针对套管式蔬菜自动嫁接机中套管的供给功能,设计套管排列振动盘、输送导管、套管逐次出套机构,采用基于可编程逻辑控制器(PLC)的控制系统,设计套管式蔬菜自动嫁接机出套装置。通过试验得,在输入电压为 185 V 时,套管排列振动盘工作性能较为稳定,套管输出时间间隔变异系数为 61.75%,套管能够较为稳定连续地进行有序定向输出。该装置的出套成功率达 100%,可充分保证后续嫁接作业的套管供给。
关键词: 蔬菜自动嫁接机; 套管; 出套; 设计; 试验
中图分类号: S223.1; S616 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2016)02-0064-07

Design and Experiment of Tube-outputting Device for Vegetable Grafting Machine Using Tube-grafting Method

Chu Jia¹ Zhang Tiezhong^{1,2} Zhang Libo¹ Zhang Wenbo¹ Wen Tao¹ Yin Quan¹
(1. College of Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China
2. Key Laboratory of Soil - Machine - Plant Systematic Technology, Ministry of Agriculture, Beijing 100083, China)

Abstract: Tube-grafting is a kind of vegetable seedling grafting with closed or open tube. Compared with using grafting clips, tube has the features of cheepness, well grafting wound moisturizing and so on. Grafting with tubes can not only reduce the grafting production cost, but also can improve the survival rate of grafting seedlings. In today's tube-grafting situation, it basically relies on manual grafting operation at home and abroad. There is much significance to develop a tube-grafting machine. The most important and key part of a tube-grafting machine is the tube-providing part, which provides the tube one-by-one and matches the pace of grafting processing. To provide tubes for a grafting machine based on tube-grafting method, a special tube-outputting mechanism was designed. The mechanism consisted of a vibration sorting-tube device, a tube duct and a tube one-by-one delivery unit. Experiments were conducted in laboratory, the results showed that at the voltage of 185 V, the variation coefficient of tube-outputting by the vibration sorting-tube device reached the lowest value of 61.75%. In this situation, the tubes were put out steadily. And the success rate of tube delivery by tube one-by-one delivery unit was 100%. The tube one-by-one delivery unit worked perfectly in the experiment. And the mechanism was available in situations of variable tube numbers. It can provide tube one-by-one with pace of grafting and it is useful for future development of grafting machines based on tube-grafting method.
Key words: vegetable grafting machine; tube; tube-outputting; design; experiment

引言

蔬菜自动嫁接技术自 20 世纪 80 年代问世以

来,在国内外都有不同程度的发展^[1-8]。嫁接过程中采用的嫁接方法和砧穗木固定方法也不尽相同^[9-11]。套管嫁接^[12-14]是一种在蔬菜嫁接过程中

收稿日期: 2015-08-21 修回日期: 2015-10-19
基金项目: 国家高技术研究发展计划(863 计划)项目(2012AA10A506-2)和公益性行业科技项目(201303014-09)
作者简介: 褚佳(1989—),男,博士生,主要从事生物生产自动化研究,E-mail: chujia_1117@126.com
通信作者: 张铁中(1956—),男,教授,博士生导师,主要从事生物生产自动化及机电一体化研究,E-mail: zhangtz56@163.com

利用封闭或有开口的套管做为砧穗木固定物的嫁接方法。与国内外现行使用嫁接夹作业方式相比较，套管具有价格低廉、规格齐全以及嫁接苗伤口保湿性好、幼苗存活率高的特点^[15]。

目前，国内外的套管式嫁接主要用于人工嫁接作业，日本农协最先应用瓜类嫁接，国内一些育苗场广泛用于西红柿和茄子的嫁接。基于套管式嫁接方式的机器自动嫁接技术还未成熟。日本烟草公司率先开发出套管式蔬菜嫁接机的雏形^[3]。该机器人采用一种具有热缩性的塑料管子。嫁接时，由套管供应装置切下适当长度的一节套管，穗木和砧木分别插入其中进行嫁接，然后用高温热气加热套管部位，套管受热收缩夹紧幼苗接合，冷却后完成嫁接作业。2003 年，陈世铭等^[16-17]研制出套管式蔬果种苗嫁接机，主要用于番茄等种苗的嫁接。

国内关于套管式嫁接机器的研究一直很少，仅有少数文献提及^[15,18]，并无实际样机。本文采用套管作为机器嫁接的作业方式，其核心在于基于套管的套管供应方式以及配套的嫁接接合技术的研究。本文研究设计一种套管出套装置，为后续的套管式蔬菜瓜果自动嫁接机的研制提供基础。

1 装置组成概述

1.1 机构作业对象概述

本研究设计的套管出套装置主要针对一种广泛用于目前人工进行的套管式嫁接作业套管，如图 1 所示。

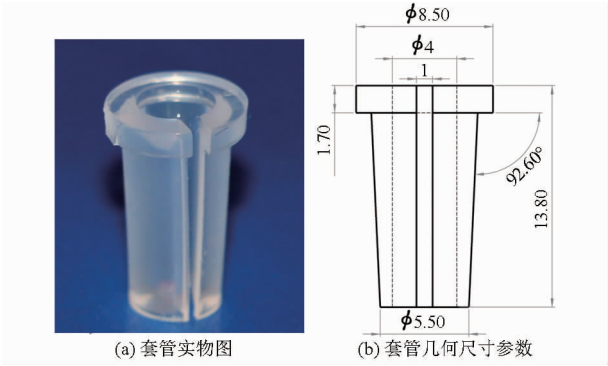


图 1 嫁接机所用套管
Fig.1 Grafting machine used tube

该套管呈半透明状，一侧开口，具有良好的扩张弹性，在一定程度上可适应不同株茎的砧木与穗木的接合。在人工进行嫁接时，分别将已切割的砧木和穗木插入该套管，完成嫁接作业。

若由机器完成该套管式的嫁接作业，则在嫁接过程中需要通过一定的装置来为嫁接作业连续提供该套管，以便自动完成嫁接作业。本文以此为背景，设计针对该套管的出套装置。

1.2 装置结构及工作原理

设计的套管出套装置主要由以下几部分构成：套管排列振动盘、输送导管、套管逐次出套机构，如图 2 所示。

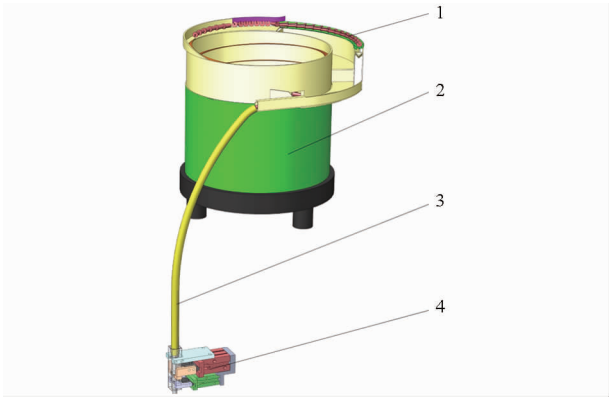


图 2 套管出套装置结构示意图
Fig.2 Structure diagram of tube-outputting mechanism
1. 套管 2. 套管排列振动盘 3. 输送导管 4. 套管逐次出套机构

工作时，振动盘内放置的无序套管在振动盘产生的一定方向和幅度的振动驱动下，经过几个阶段的定向关卡，最终形成单一有序的定向套管队列，再由输送导管输送至套管逐次出套机构进入待出套状态，套管逐次出套机构将已输送下来的套管进行逐个出套，以便于之后的机构利用套管配合嫁接机构完成嫁接作业。

2 关键部件设计与工作原理

2.1 套管排列振动盘

振动盘是一种生产上用于自动组装或自动加工机械的辅助送料设备，它能把各种产品有序地排列出来。其主要工作原理在于其料斗下面安装的脉冲电磁铁，可使料斗作垂直方向振动，由倾斜的弹簧片带动料斗绕其垂直轴作扭摆振动，料斗内的零件由于受到这种振动而沿螺旋轨道上升；在上升过程中经过一系列轨道的筛选或姿态变化，零件能够按照所需的要求呈统一状态自动排列输出^[19]。

其核心部分在于根据特定的零件所制定的上方料斗。本设计中采用了圆形筒状料斗，根据套管的形状及几何尺寸，在圆形筒状料斗内的螺旋轨道中设计布置了一系列导向筛选部件，如图 3 所示。

实际工作时，套管由于振动，沿螺旋轨道上升，经过第 1 级片状定向后，一些横向（与宽度方向一致）运动的套管就会被剔除，留下沿长度方向运动的套管继续沿螺旋轨道上升，到达第 2 级槽口定向部位，该部位的槽口大小根据套管的尺寸设计，能够使套管卡入并前行，而那些先前姿态相反的套管由

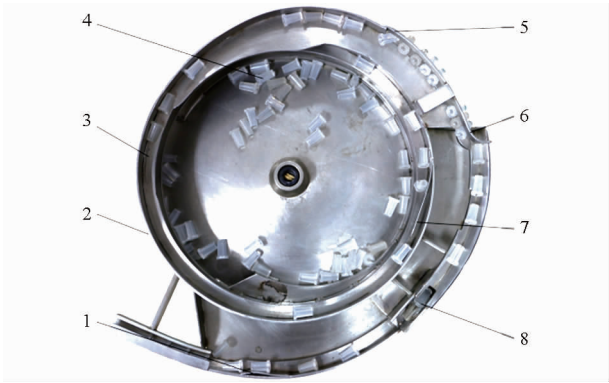


图 3 圆形筒状料斗

Fig. 3 Circular cylindrical hopper

1. 第 5 级片状导向 2. 料道内壁 3. 料道 4. 套管 5. 第 2 级槽口定向 6. 第 3 级片状定向 7. 第 1 级片状定向 8. 第 4 级片状定向

于无法卡入槽内继续沿轨道滑入最初的容纳盘,卡入槽内前行的套管经由第 3 级片状定向,产生以套管头朝前的方向的序列继续沿螺旋轨道运动,经由第 4 级片状定向后,套管呈与之前相反的姿态以头朝后的方向统一前行,再经第 5 级片状导向再次适当调整姿态,平稳并连续地输出。

2.2 套管逐次出套机构

上述的套管排列振动盘输出的套管通过输送导管后经过套管逐次出套机构可以进行与后续嫁接相配套的供套功能。套管逐次出套机构的作用是使连续输出的套管按嫁接步骤分个进行输出。如图 4 所示,其主要结构由套筒、上下夹托片、上下平行气夹、套筒连接板、连接件等部分组成。

该机构的工作过程及原理如图 5 所示:机构初始时下平行气夹处于闭合状态,上平行气夹处于打开状态,使下夹托片能够夹托住第 1 个套管而不落下,则其余套管在套筒中处于累积状态,如图 5a 所示;随后上平行气夹闭合,使上夹托片处于待夹托套管状态,如图 5b 所示;之后下平行气夹打开,下夹托片也随之打开,使第 1 个套管自由落下,完成第 1 个套管的出套过程,同时第 2 个套管也落下被上夹托片托住,如图 5c 所示;当 1 个套管完成出套后,下平

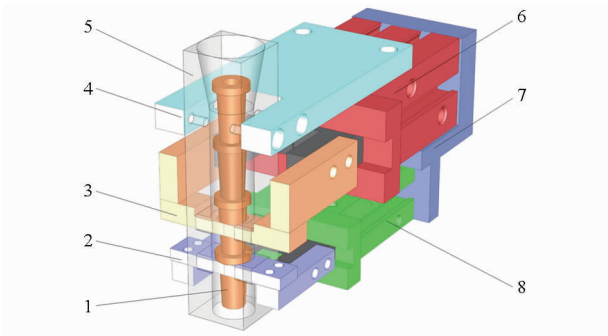


图 4 套管逐次出套机构示意图

Fig. 4 Structure diagram of tube one-by-one delivery unit

1. 套管 2. 下夹托片 3. 上夹托片 4. 套筒连接板 5. 套筒 6. 上平行气夹 7. 连接件 8. 下平行气夹

行气夹闭合,等待接收第 2 个套管;之后上平行气夹打开,上夹托片也随之打开,第 2 个套管落下,被下夹托片托住;随后重复进行以上步骤完成第 2 个套管的出套过程。通过上下 2 个平行气夹的配合动作,可完成套筒内的套管以一定时间间隔配合后续作业完成逐个出套的工作过程。

2.3 输送导管

输送导管主要用于将由套管排列振动盘所输出的套管由水平状态转换为竖直状态,以便于给套管逐次出套机构供套。为此必须确定输送导管的几何尺寸。

2.3.1 输送导管内径几何参数

输送导管的内径是根据套管的几何尺寸确定的,如图 6 所示。

图 6 为简化的套管在输送导管内部的情况,因套管的特殊构造,实际其与管壁只有上下两部分接触,设套管与管壁的下接触点为 A,上接触点为 B,以极端的情况为例,假设套管另一侧与管壁接触点为 P,过 P 作 $PD \perp AB$ 于 D,则理论上 P 距 AB 的距离 PD 为套管的最小内径,经过几何计算,得出此时 $l_{pd} = 8.62 \text{ mm}$,即选择的导管内径须大于 8.62 mm。参考市场上现有的导管,选用内径规格为 10 mm 半透明的可弯曲塑料硬直管。

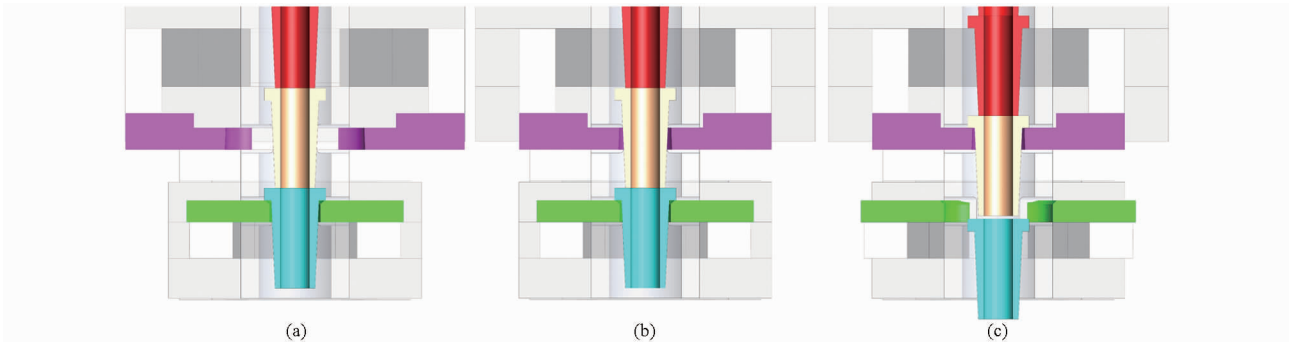


图 5 套管逐次出套机构工作过程

Fig. 5 Progress of tube one-by-one delivery

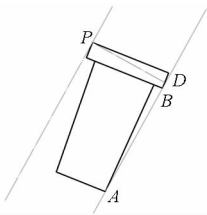


图 6 输送导管内径计算

Fig. 6 Calculation of inradius of tube duct

2.3.2 输送导管前段倾斜角度

要使套管由水平状态转换为垂直状态,输送导管前段应成倾斜状态,若要使套管能够在此段导管内自由下落,则倾斜角必须大于套管在该导管内的自然滑落的角度,所谓自然滑落的角度,即当斜面角度达到一定程度时,物体由静止开始滑动。

利用测量物料摩擦因数的斜面仪来测量套管在导管内能够自然滑落时的导管倾斜角。试验中分别随机选取 5 个套管,每个套管进行 10 次重复试验,试验数据如表 1 所示。得出套管在导管内的自然滑落角度为 58.6°,因此,输送导管前段倾斜角度应至少为 58.6°,取整为 60°。

表 1 输送套管前段倾斜角
Tab.1 Inclination angle of tube duct

参数	套管编号				
	1	2	3	4	5
试验次数/次	10	10	10	10	10
滑落角度平均值/(°)	59.0	59.5	58.5	58.0	58.0
滑落角度/(°)	58.6				

2.3.3 输送导管过渡半径

输送导管由倾斜到竖直采用圆角过渡,即过渡处采用部分圆的弧形。以过渡处能够容纳 2 个套管为前提进行设计。采用如图 7 所示的几何模型。

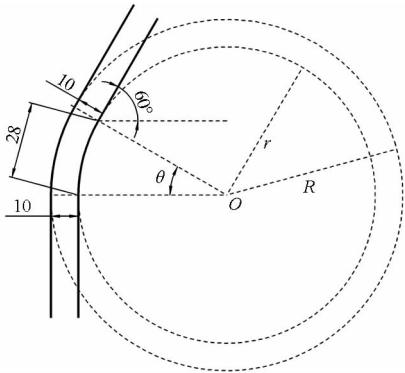


图 7 输送导管过渡圆弧半径计算示意图

Fig. 7 Calculation diagram of knuckle radius in tube duct

单个套管的长度为 13.80 mm,要使过渡处能容纳 2 个套管,则内侧过渡节点之间的距离应该大于 2 个套管的长度之和,现取 28.00 mm,确定过渡圆弧圆心为两过渡节点法线的相交点,根据图 7 所示

的几何关系,可得过渡处内外弧段的半径分别为

$$r = \frac{l}{2} \left(\sin \frac{\theta}{2} \right)^{-1}$$

$$R = r + d$$

- 式中 r ——输送导管过渡内圆弧半径
 R ——输送导管过渡外圆弧半径
 l ——内侧过渡节点之间的距离
 d ——输送导管内径
 θ ——内侧过渡节点所在圆心角

根据先前已经确定的有关参数,可计算得出输送导管过渡内圆弧半径 $r = 54.09\text{ mm}$,输送导管过渡外圆弧半径 $R = 64.09\text{ mm}$ 。分别向大取整为 $r = 55\text{ mm}$, $R = 65\text{ mm}$ 。

3 试验

3.1 套管排列振动盘工作性能参数试验

虽然套管排列振动盘可以将套管按照所要求的方向排列输出,但经前期试验知,其振动幅度的差异会直接导致套管输出的稳定及连续性,实际工作中,需要套管能够不间断且较为平稳地输出,因此,对于该振动盘在实际工作中的性能需要进行试验分析。

振动排序装置工作性能试验,采用的设备包括已加工完成的振动排序装置样机 1 台、与振动排序装置配套的 SDVC11 型数字稳压振动送料控制器 1 个、套管若干、佳能相机 (Canon 70D) 1 台、秒表 1 个。试验装置如图 8a 所示。

考察套管输出的连续性可以通过记录相邻 2 个套管输出的时间差来反映,时间差越小,则越连续;而稳定性则可以通过该时间差的变异系数来考察^[20]。变异系数可以表征考察变量的离散程度。此次试验中,套管输出时间差的变异系数可以表明套管输出的稳定性,变异系数越大,表明各套管输出时间差异明显,则输出越不稳定,反之,则越稳定。变异系数计算公式为

$$C_v = \frac{S}{\Delta t} \times 100\%$$

其中
$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta t_i - \overline{\Delta t})^2}{n - 1}}$$

$$\overline{\Delta t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta t_i$$

- 式中 C_v ——套管输出时间变异系数
 S ——试验样本标准差
 $\overline{\Delta t}$ ——相邻套管输出时间间隔平均值
 Δt_i ——相邻两个套管输出时间差
 n ——两套管输出时间间隔数

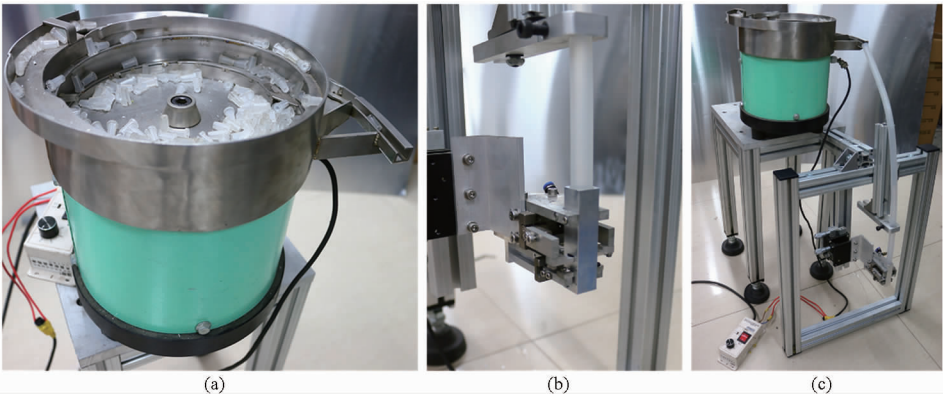


图8 试验装置
Fig. 8 Experiment devices

试验中,通过调节控制器使脉冲电磁铁获得不同的输入电压,从而产生不同的振幅,通过前期初步试验,控制器采用全波段电压输入,电压调节范围取为160~210 V。试验中,先通过相机记录试验过程,再通过观察试验视频,用秒表记录不同振幅下102个套管输出的101次时间间隔,单一振幅下重复3次试验,分别计算相应的套管输出时间间隔平均值和套管输出时间变异系数 C_v ,再取3次平均值作为该电压控制下的套管输出性能指标。

通过数据记录,整理出试验中从160~210 V各电压段时振动排列装置的工作性能参数,分别包括3次落下102个套管的总时间平均数 T (表征振动排列装置工作的效率)和相应的变异系数 C_v (表征振动排列装置工作的稳定连续性),如图9所示。

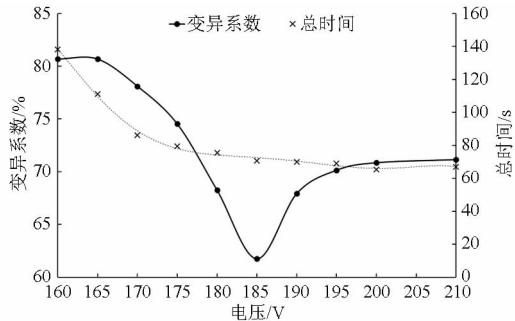


图9 套管振动排列装置工作性能曲线
Fig. 9 Working performance curves of tube-arranging vibrating device

从图中可知,随着电压的升高,套管输出的总用时逐渐减少,说明增加电压可以有效地提高振动排列装置的输出效率,但当电压超过180 V之后,电压对输出效率的贡献程度并不突出,总的输出时间始终维持在65~70 s之间;而对于变异系数来说,从160~210 V的电压变化期间,套管输出时间变异系统先减后增,说明随着电压的升高,套管输出开始逐渐稳定,后又开始有所波动,而电压为185 V时,变异系数达到了最小,说明此时套管的输出在试验组里是最为稳定的。

为了更为直观地对比各电压下每次试验套管输出的稳定性情况,从所记录的数据中分别选取电压160、185、210 V下的试验数据,整理得出相应的曲线,如图10所示。

从图中可知,当电压为160 V时,3次重复试验中套管输出的时间间隔波动都比较大,说明此时套管输出较为不稳定,而对应图中160 V时的变异系数为80.68%;当电压为185 V时,3次重复试验中套管输出的时间间隔较电压为160 V时波动明显变小,说明此时套管输出已趋于稳定,此时对应图中185 V时的变异系数为61.75%,达到试验中变异系数最小的情况;而当电压为210 V时,套管输出的时间间隔又产生波动,较电压为185 V时有较大的波动,对应图中210 V时的变异系数为71.15%。对比3个图,可以直观地看到套管输出时间间隔波动越

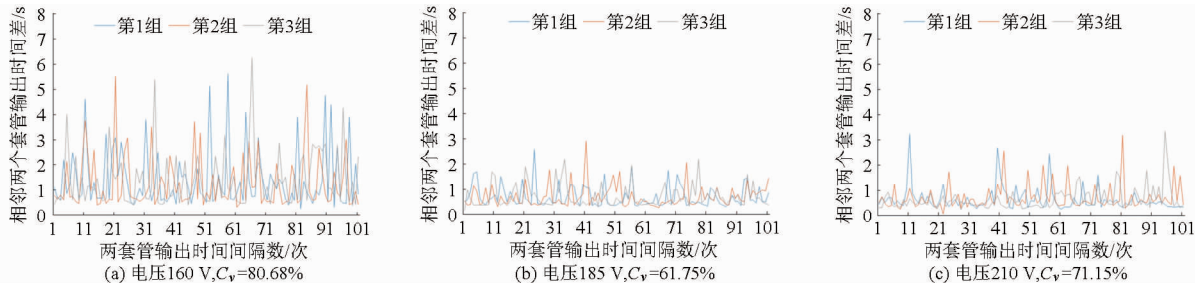


图10 各电压下套管逐次输出用时曲线

Fig. 10 Time curves of tube-outputting at different voltages

大,其相应的变异系数也就越大,从而也进一步说明变异系数对于评价套管振动排序装置输出稳定性的可靠性。

综上所述,通过对套管振动排序装置工作性能的试验可知,当工作电压为 185 V 时,套管输出时间间隔变异系数为 61.75%,套管输出稳定性最好,且工作效率也较高。

3.2 套管逐次出套试验

采用套管逐次出套试验验证所设计的逐次出套机构及其工作原理的可行性,主要考察机构的出套成功率,以保证为后续嫁接过程充分提供相配套的套管。

试验装置如图 8b 所示,分 3 组进行独立试验,每组试验时,在套管逐次出套机构上方的输送导管内放入不同数量的套管,以检测套管逐次出套机械在不同套管输送量情况下的成功率和稳定性。试验结果如表 2 所示。

表 2 套管逐次出套机构出套成功率

Tab.2 Success rate of tube one-by-one delivery unit

参数	试验组号		
	1	2	3
试验套管数/个	50	30	20
成功出套数/个	50	30	20
成功率/%	100	100	100

由表 2 可见,在所进行的 3 组独立试验中,每组出套成功率都达到了 100%,而且在输送套管量不同的情况下,能保持成功率的一致性,充分证明所设计的套管逐次出套机构功能的可行性以及性能的可靠性。

3.3 出套装置系统试验

根据上述套管排列振动盘工作性能参数试验的结论,采用电压 185 V 作为振动盘工作电压,对本文设计的套管出套装置进行系统试验,主要是将振动

盘振动排列与套管逐次出套机构结合使用进行试验。试验装置如图 8c 所示。

因考虑到实际工作中出套装置是逐次出套,为了不使由于输送导管中累积的套管造成对振动盘输出口套管的堵塞,在试验中,在输送导管某一高度增加了对套管的检测传感器,以控制工作中振动盘的间歇振动,从而保证系统的稳定动作。

分 3 组进行独立试验,每组测试 50 个套管的出套成功率,试验结果如表 3 所示。

表 3 出套装置系统出套成功率

Tab.3 Success rate of tube-outputting mechanism

参数	试验组号		
	1	2	3
试验套管数/个	50	50	50
成功出套数/个	50	50	50
成功率/%	100	100	100

由表 3 可知,对于整个出套装置系统而言,其工作性能也是非常稳定可靠的,可以充分可靠地为后续的嫁接机构提供套管的逐次供应。

4 结论

(1)设计了基于脉冲电磁原理的套管排列振动盘,可对嫁接套管进行有序定向输出,由此进一步设计了可将套管进行逐个输出的套管逐次出套机构,形成针对套管式蔬菜嫁接机的套管出套供套装置。

(2)本装置中的套管排列振动盘在输入电压为 185 V 时,套管输出时间差变异系数为 61.75%,在该电压参数下时,套管能够较为稳定连续地进行有序定向输出。

(3)试验结果显示,无论套筒内的套管数量多少,本装置的出套成功率均为 100%,可确保后续嫁接作业套管的可靠供给。

参 考 文 献

1 Lee J, Kubota C, Tsao S J, et al. Current status of vegetable grafting: diffusion, grafting techniques, automation[J]. Scientia Horticulturae, 2010, 127(2): 93-105.

2 辜松,江林斌. 国内外蔬菜嫁接机的发展现状[J]. 东北农业大学学报, 2007,38(6): 847-851.

Gu Song, Jiang Linbin. Development of domestic and foreign vegetable grafting robot [J]. Jounal of Northeast Agricultural University, 2007,38(6): 847-851. (in Chinese)

3 张品端. 日本的蔬菜嫁接机器人[J]. 机器人技术与应用, 1997(5): 11-14.

4 大越崇博. ウリ科用全自動接ぎ木ロボットの開発[J]. 農業機械学会誌, 2011, 73(1): 19-21.

5 张铁中. 2JSZ-600 型蔬菜自动嫁接机[J]. 农村百事通, 2000(21): 42.

6 褚佳,张铁中. 葫芦科营养钵苗单人操作嫁接机器人设计与试验[J]. 农业机械学报, 2014,45(增刊): 259-264.

Chu Jia,Zhang Tiezhong. Design and experiment of vegetable grafting robot operated by one-person for cucurbitaceous seedlings cultivated in humus pots[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2014,45(Supp.): 259-264. (in Chinese)

7 姜凯,郑文刚,张骞,等. 蔬菜嫁接机器人研制与试验[J]. 农业工程学报, 2012, 28(4): 8-14.

- Jiang Kai,Zheng Wen'gang,Zhang Qian,et al. Development and experiment of vegetable grafting robot[J]. Transactions of the CSAE,2012, 28(4): 8-14. (in Chinese)
- 8 林欢,许林云. 中国农业机器人发展及应用现状[J]. 浙江农业学报, 2015,27(5): 865-871.
Lin Huan, Xu Linyun. The development and prospect of agricultural robots in China[J]. Acta Agriculturae Zhejiangensis, 2015, 27(5): 865-871. (in Chinese)
- 9 Tian Subo, Xu Donglei. Current status of grafting robot for vegetable[C] // 2011 International Conference on Electronic and Mechanical Engineering and Information Technology, 2011,4:1954-1957.
- 10 郝金魁,张西群,齐新,等. 工厂化育苗技术现状与发展对策[J]. 江苏农业科学, 2012,40(1): 349-351.
- 11 王荣华,邱立春,田素博. 我国穴盘苗机械化生产的现状与发展[J]. 农机化研究, 2008(7): 230-231.
Wang Ronghua,Qiu Lichun,Tian Subo. Status and development of mechanized processing of plug seedling in China[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2008(7): 230-231. (in Chinese)
- 12 樊丽. 几种瓜果类蔬菜的嫁接方法[N]. 山西科技报, 2003-05-27(5).
- 13 李绪友,张章松. 番茄嫁接育苗新技术——斜切套管嫁接法研究[J]. 安徽农学通报, 2013,19(21): 49,92.
Li Xuyou, Zhang Zhangsong. Study on new technology of raising tomato seedlings by grafting—methods of casing pipes by slanting cutting[J]. Anhui Agricultural Science Bulletin, 2013,19(21): 49,92. (in Chinese)
- 14 刘叶琼,张燕燕,缪其松. 套管嫁接对茄子生长发育及产量和品质的影响[J]. 北方园艺, 2015,39(13): 47-49.
Liu Yeqiong, Zhang Yanyan, Miao Qisong. Influence of casing grafting on growth, yield and quality of eggplant[J]. Northern Horticulture, 2015,39(13): 47-49. (in Chinese)
- 15 谭妮克. 套管式蔬菜自动嫁接机的研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2005.
Tan Nike. Study on automatic grafting robot for tube grafting[D]. Beijing: China Agricultural University, 2005. (in Chinese)
- 16 陈世铭,邱奕志,陈钟华,等. 套管式蔬果种苗嫁接机之研制[J]. 台湾农业机械, 2003, 18(2): 5-7.
- 17 张振厚,郑荣瑞,钟瑞永. 番茄机械嫁接技术[J]. 台南区农业专讯, 2002(42): 1-6.
- 18 谭妮克,张铁中,杨丽. 蔬菜嫁接机器人砧、穗木套管式接合装置的设计[J]. 中国农业大学学报, 2005, 10(5): 91-94.
Tan Nike, Zhang Tiezhong, Yang Li. Tube jointing device of grafting robot[J]. Journal of China Agricultural University, 2005, 10(5): 91-94. (in Chinese)
- 19 姜凯,张骞,王秀,等. 嫁接夹自动排序供夹装置设计[J]. 农业机械学报, 2012, 43(增刊): 256-261.
Jiang Kai, Zhang Qian, Wang Xiu, et al. Design for automatic sequencing and supplying device for grafting clips[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2012, 43(Supp.): 256-261. (in Chinese)
- 20 田素博,杨继峰,王瑞丽,等. 蔬菜嫁接机嫁接夹振动排序装置工作参数优化试验[J]. 农业工程学报, 2014, 30(6): 9-16.
Tian Subo,Yang Jifeng,Wang Ruili,et al. Optimization experiment of operating parameters on vibration sorting-clip device for vegetable grafting machine[J]. Transactions of the CSAE, 2014, 30(6): 9-16. (in Chinese)