



江蘇大學
JIANGSU UNIVERSITY

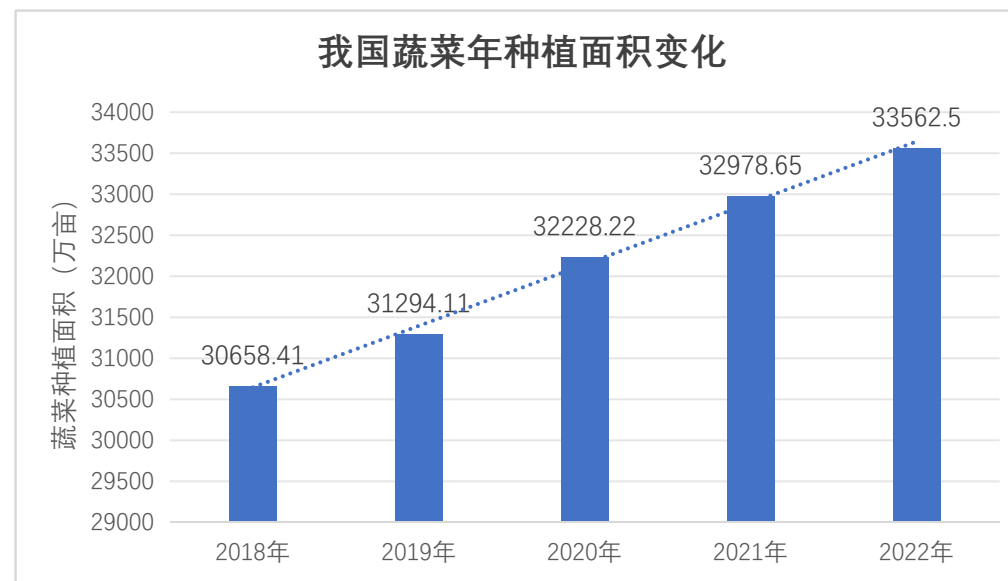
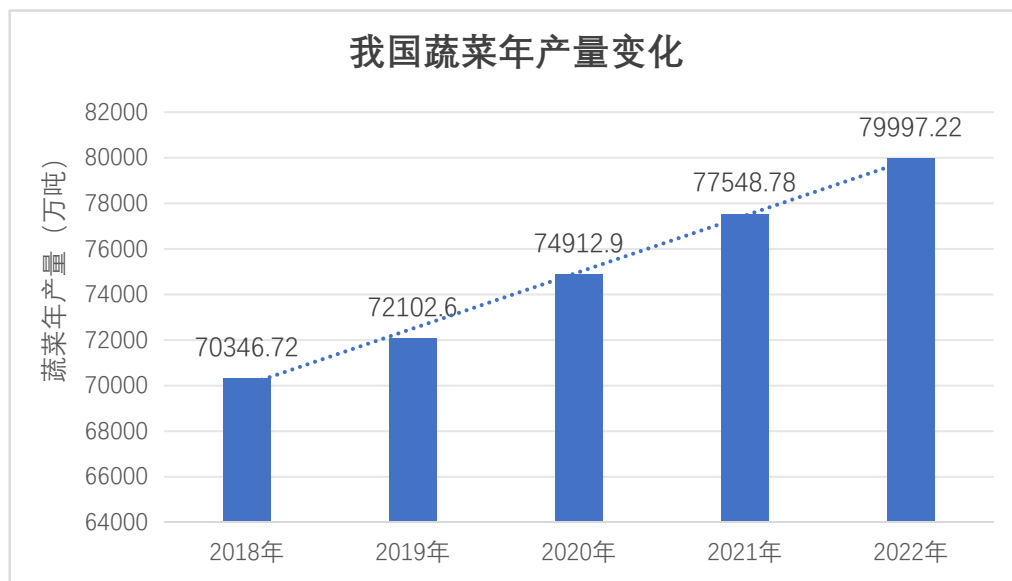
绿叶菜高密度自动 移栽机创新

汇报人：胡建平 教授/博导
江苏大学农业工程学院





- 2022年我国蔬菜种植年产量达到7.87亿吨，年种植面积达3.3亿亩，是世界蔬菜生产和消费**第一大国**。
- 约**60%**以上的蔬菜品种采用育苗移栽的方式种植，机械化移栽效率可达人工移栽的**20**倍，较人工移栽有**10%~20%**的增产，但我国蔬菜移栽种植机械化水平仅为**10%**。





密植蔬菜其主要以绿叶蔬菜（如上海青、莴苣、结球生菜、芹菜等）为主，主要分布在江苏、上海、山东、浙江、四川、湖南、广东等地。其特点是行株距普遍在10~15cm，单垄种植行数在6~10行，每亩种植密度在2万株以上。



我国密植蔬菜移栽作业方式



江苏大学
JIANGSU UNIVERSITY



01 | 人工移栽

人工移栽，效率很低，
3~5人1天栽1~2亩地，
劳动强度大。



02 | 机械播种

机械播种，效率高。但
后续要间苗，且伴生杂
草多，生长周期长。



03 | 机械移栽

机械移栽，只有半自动移
栽机可选，效率仅比人工
提高4~5倍，需要2人以
上取投苗，省力不省工。



国外全自动移栽机现状



江苏大学
JIANGSU UNIVERSITY

欧美国家



荷兰TTS公司KMR-1大型多行移栽机



法拉利Fastblock系列蔬菜全自动移栽机

- 适合大地块、规模化蔬菜生产；
- 全自动移栽机多为**大型机械**；
- 融合电控、液压、气压驱动等，效率高；
- 多行作业，可达10行以上；
- 栽植机构体积大、**不适合小株距、小行距**。

日本



日本洋马PF2R乘坐式自动移栽机

- 体积小、成本不高；
- 能适合小行距、小株距蔬菜移栽；
- 只能**单行或2行**移栽作业。



国内全自动移栽机现状



山东田内尔自走式自动移栽机



润禾农业装备公司自动移栽机



新疆农大韩长杰研制自动移栽机

国内近年来十分重视全自动移栽机研制，但也是以两行机为主，且成熟产品少。

密植型 蔬菜移栽机与常规蔬菜移栽机的主要**区别** 在于栽植行株距更小、单垄种植行数更多（通常为6-10行）。目前，针对**小株距、小行距的密植型**蔬菜的移栽作业，国内外均无全自动移栽机可用。



国内密植移栽机现状——以半自动为主



江蘇大學
JIANGSU UNIVERSITY

半自动



韩国的密植蔬菜半自动移栽机

- 其采用 **2** 人取投苗，间隙式栽植；
- 一次栽 **8** 株苗；
- 但**栽植效率低**，1 亩地移栽需要3~4小时，比人工栽植仅仅提高了 3~4 倍，且**省力不省工**。

半自动



山东华龙2ZBLZ密植蔬菜半自动移栽机

- 其采用 **4-6** 人取投苗；
- 一次栽 **4-12** 株苗；
- 效率达**1.5-5亩/小时**，效率略有提高，但**省力不省工**、不能带来明显的经济效益。



国内全自动密植蔬菜移栽机研究进展



江蘇大學
JIANGSU UNIVERSITY



浙江理工大学的俞高红教授团队的一种八行蔬菜自动移栽机

- **取苗机构**在两个行星轮系机构的两端均设置取苗臂部件，同步运动带动其上的秧针组件实现一次性夹取八颗苗；
- **栽植机构**通过史蒂芬森型六连杆机构实现栽植作业，可满足密植蔬菜的小株距多行作业。



机器工作视频



国内全自动密植蔬菜移栽机研究进展



江蘇大學
JIANGSU UNIVERSITY



沈阳农业大学的**田素博**教授团队的一种八行蔬菜自动移栽机

- **取苗机构**由分别装在两端的丝杆模组控制进行移动，由电缸控制取苗针收缩来进行取投苗，两组取投苗机一次性可取8颗苗；
- **栽植机构**由液压缸驱动，通过导轨滑块机构进行栽植作业，可满足密植蔬菜的小株距多行作业。



机器工作视频



■ 多行密植自动移栽机创新研发

江苏大学

润禾（镇江）农业装备有限公司



技术难点

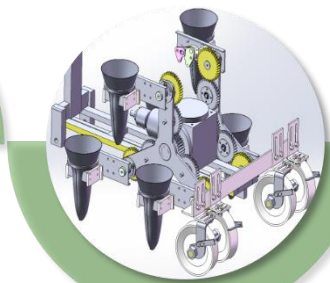
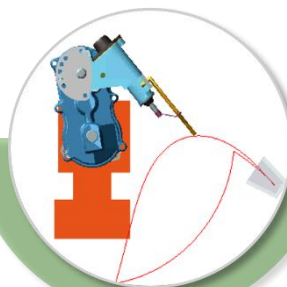
亟需一台自主研发且与国内农艺要求匹配的全自动移栽机

整机协同作业复杂、难度大

国内企业和科研机构的研究均处于初试阶段



移盘 ▶ 取苗 ▶ 分苗投苗 ▶ 栽植 ▶ 覆土



三大难点

A. 苗盘输送技术

不能解决通用育苗盘
的精确定位问题

B. 自动取苗技术

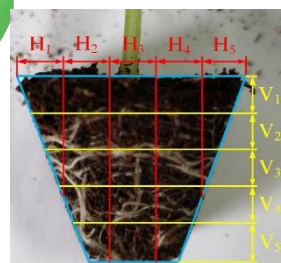
取苗颗数多，结
构复杂

C. 栽植技术

多个栽植器同时栽苗
难度大



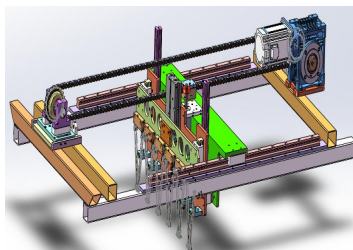
关键创新1 整排间隔低损高效自动取投苗装置及取投苗方法



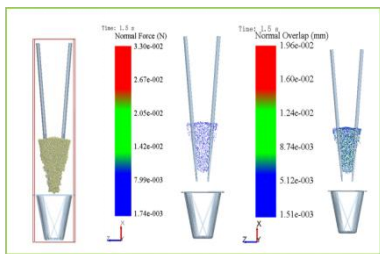
苗钵三维重构



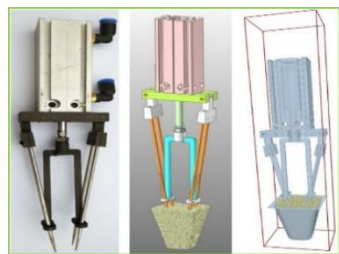
苗钵强度分析



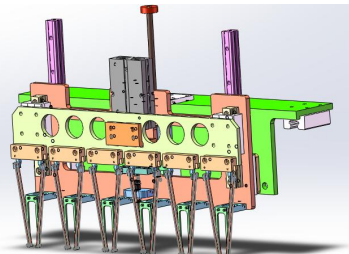
成排并列取苗机构



取苗针离散仿真



取苗爪结构优化



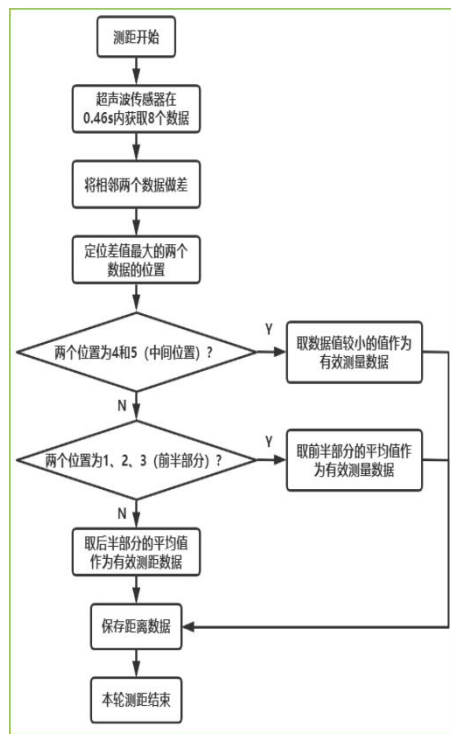
取苗机构运动仿真

整排间隔低损高效自动取投苗装置及取投苗方法

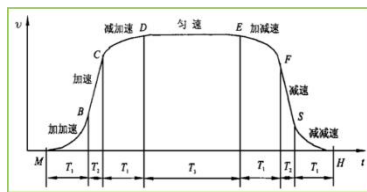
取苗—取得“多”取得“好”

- 通过由**同一气缸驱动整排多个取苗爪**，可避免因气缸伸缩不同步而产生的相互干扰；
- 针对密植蔬菜钵体**小叶片大**的特点，优化取苗**针夹取角度、插入深度、取投苗路径**等参数，减少了对苗钵的损伤，保证了苗钵的完整性，提高了取苗成功率实现**高效低损取苗**。

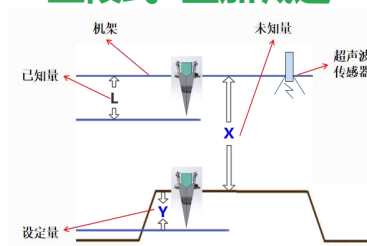
一种自动移栽机用取投苗机构及取投苗控制方法
专利申请号：CN202310151131.9



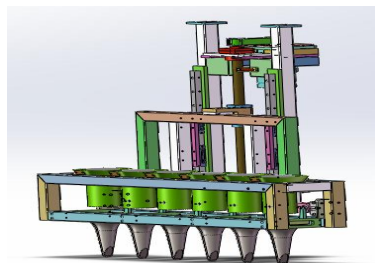
差值校验算法流程图



五段式S型加减速



电控栽深控制



栽植—多行栽苗、结构“柔”性

- 解决现有移栽机栽植行距过大且栽植行数较少的问题；
- 攻克传统机械式栽植机构调节困难适应性差的问题，实现了自适应无级调节、智能调控；
- 通过超声波传感器，基于卡尔曼滤波控制算法，实时测量垄面高度并调节，保证栽深一致。

一种多行联动栽植器及包括该栽植器的移栽机
专利授权号：ZL202121528051.3



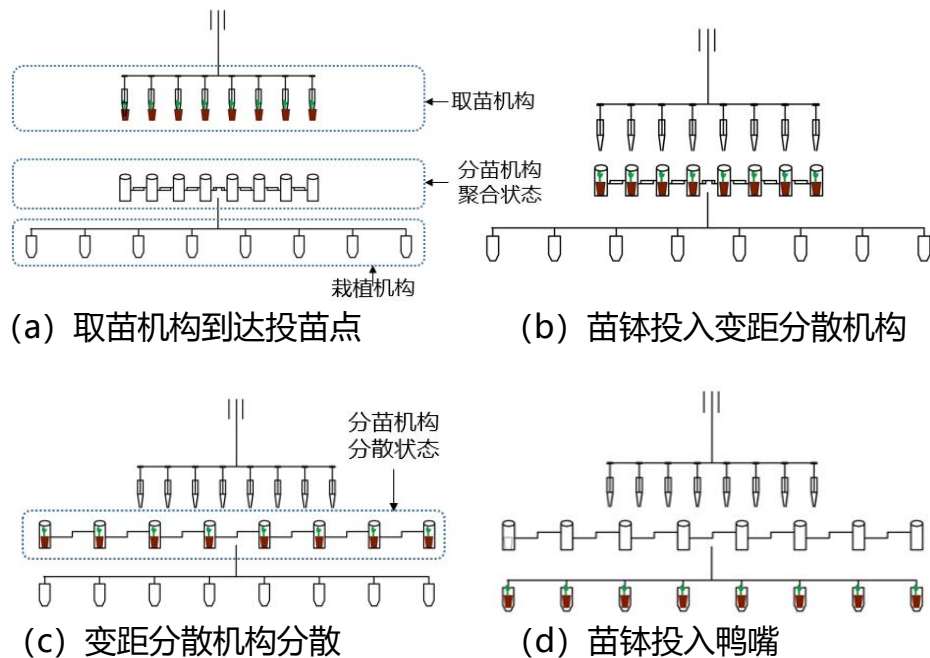
关键创新3 基于多传感器定位的苗钵分散装置



江苏大学
JIANGSU UNIVERSITY

分散—苗钵分散又“快”又“准”

- 基于电机驱动，同步带轮传动的方式，配合传感器定位，可将苗钵高效精确地分散到设定距离；
- 解决取苗机构取苗爪之间取苗间距与栽植鸭嘴之间的栽植行距不匹配问题。

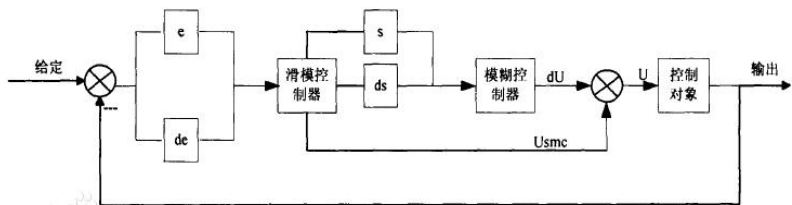


分散变距机构工作流程图

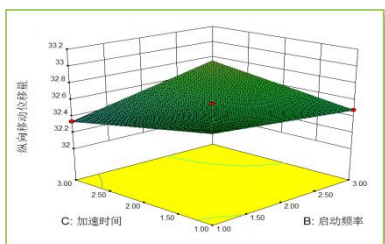
基于变距分散机构的苗钵分散装置



关键创新4 整机协调控制方法

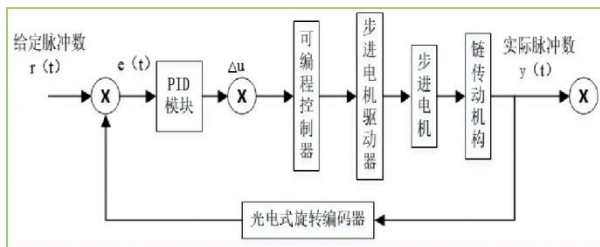


模糊滑膜控制算法在线调整车速



区间分析算法

闭环控制系统框图



整机协调控制方法

运行—整机运行又“稳”又“准”

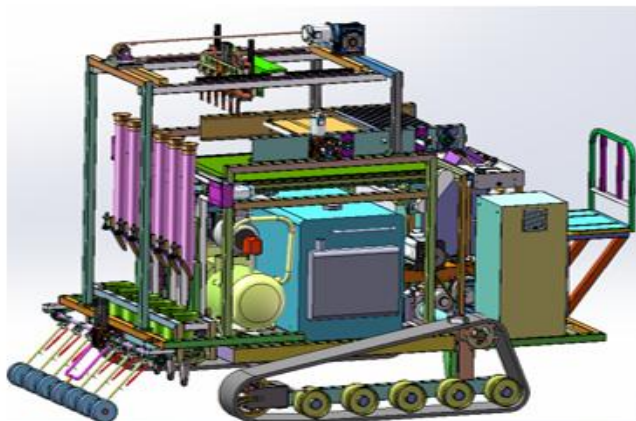
- 采用模糊滑膜控制算法在线调整车速，降低行驶速度的微小变化对密植蔬菜的小株距小行距产生的显著影响；
- 通过电动底盘低速行走、成排间隔取苗、分散投苗、电驱鸭嘴式多行联动栽植机构集成的机-电-气整机协调智能控制技术，实现多行整排取苗-投苗-分苗-栽植全过程高效智能作业。

一种自走式全自动密植蔬菜移栽机及栽植控制方法
专利申请号：CN202310151199.7

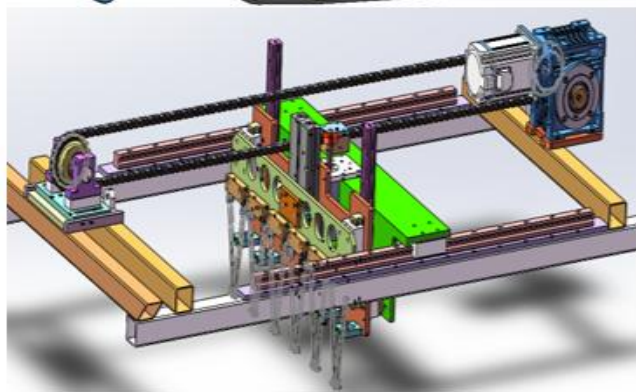


整机集成——自走式全自动多行密植蔬菜移栽机

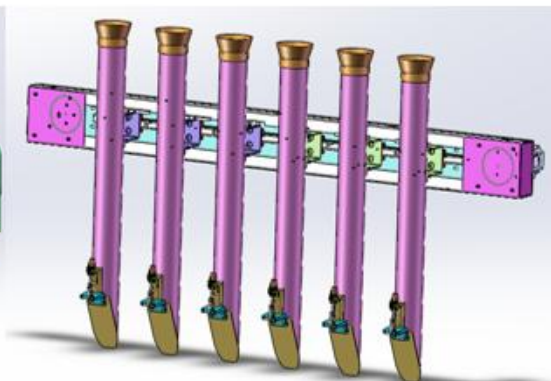
整机结构



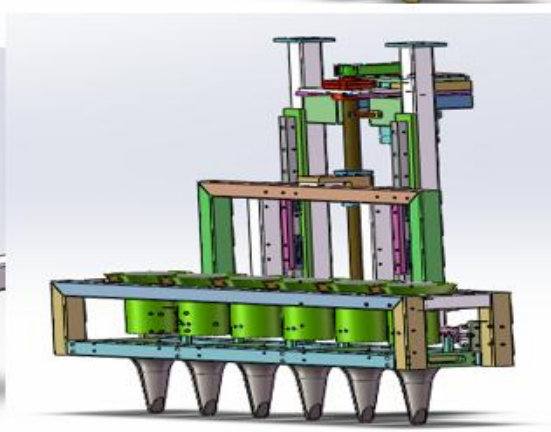
取投苗机构



苗钵分散机构



联动栽植机构



机器参数

产品型号	2ZBA-6/8
外形尺寸(长×宽×高)(mm)	2800×1650×1920
机器质量(kg)	650
轮距(前/后)(mm)	1450
栽植机构型式	鸭嘴吊杯式
工作行数(行)	6/8
纯工作小时生产率(株/h)	≥9000
行距(mm)	120
株距(mm)	100~250
栽插深度调节范围(mm)	40-80
栽植秧苗种类及育苗盘规格	适合128孔/162孔标准穴盘苗的上海青、生菜、芹菜等高密度绿叶蔬菜
储苗盘数量	18
适用苗高(mm)	80-150
适用垄高(mm)	≤200
作业人数	1

智能化

无级调节株距、栽深
可视化智能调节

成本低

仅需1人作业
匹配国内通用穴盘

品种多

上海青、茼蒿、结球生菜、芹
菜等密植型蔬菜

效率高

9000株/时，较人工提高
10倍，半自动提高1倍以上

适用广

露地、大棚
膜上、垄上



集移盘、取苗、投苗、分苗、栽植、覆土、苗盘回收于一体



成果转化、系列产品——润禾（镇江）农业装备有限公司



2行手扶式、乘坐式自动移栽机

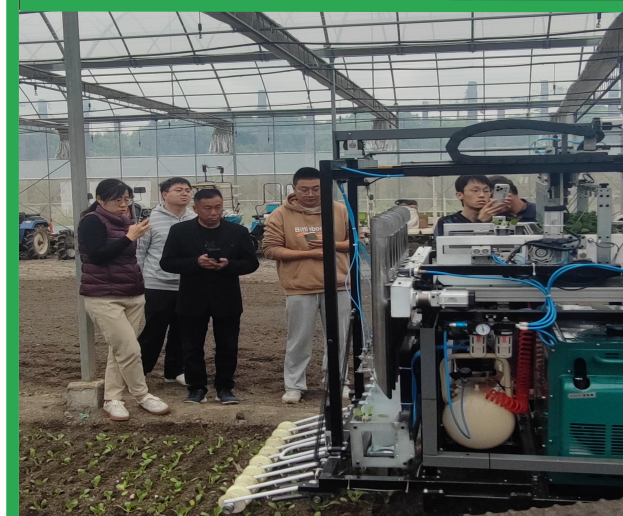


4行乘坐式自动移栽机



推广示范

机器奔赴上海金山区、青浦区、松江区、奉贤区等地进行大规模推广示范



8行机在上海绿煜蔬菜种植专业合作社种植上海青

6行机在上海金山蔬菜种植专业合作社种植上海青



推广示范

机器奔赴上海金山区、青浦区、松江区、奉贤区等地进行大规模推广示范



江苏大学
JIANGSU UNIVERSITY



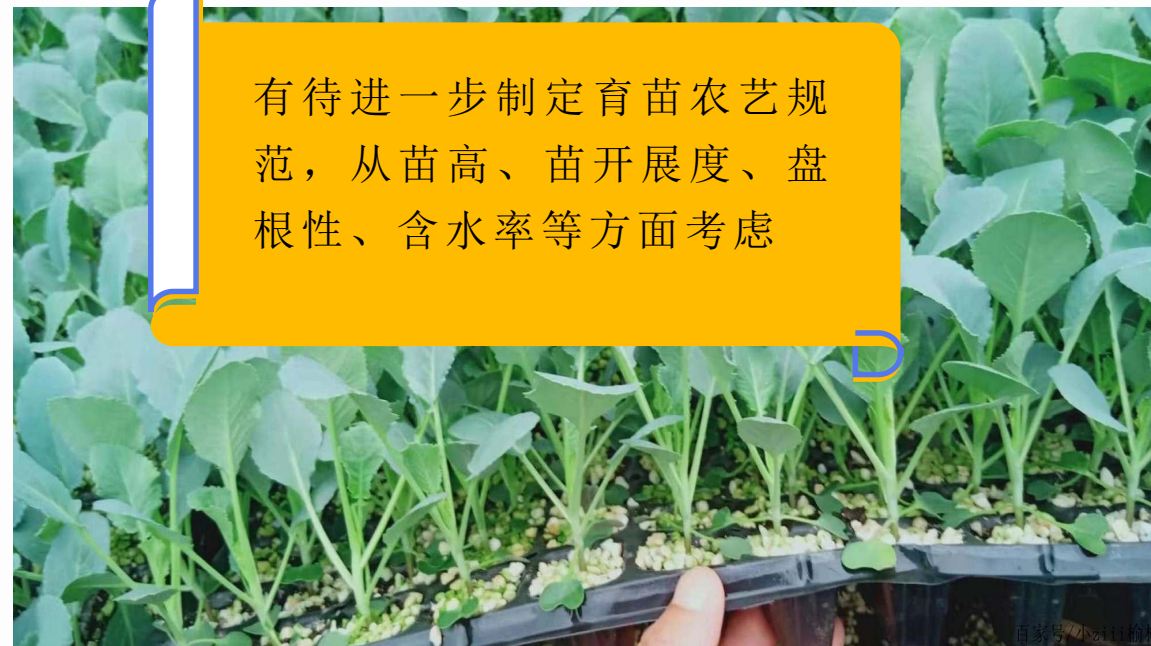
6行机在上海春昌蔬果专业合作社、上海天合果蔬专业合作社
种植上海青、生菜



6行机生菜种植

PVC材质育苗穴盘尺寸表（单盘克重 ≥ 130 克）

名称	穴数	长度	宽度	高度	口径	底径	匹配机型
72孔穴盘	(6*12)	54cm	28cm	45mm	38*38mm	22*22mm	6行机
128孔穴盘	(8*16)	54cm	28cm	45mm	30*30mm	14*14mm	8行机
162孔穴盘	(9*18)	54cm	28cm	40mm	25*25mm	12*12mm	6行机



在上海地区试验

垄型结构参数：垄顶宽1.1米、垄底宽1.25米，垄沟宽0.2米，垄沟中心距1.45米，垄高小于20厘米。标准8米大棚：刚好起5垄





展望未来



江蘇大學
JIANGSU UNIVERSITY





江苏大学
JIANGSU UNIVERSITY

谢谢大家！

欢迎合作，共同推进移栽机械发展

汇报人：胡建平 教授/博导

江苏大学农业工程学院

联系电话;13852984643

