

# 加快我国设施农业栽培机械化的发展建议

郑富强

华中农业大学资源与环境学院，武汉

**摘要** | 设施农业栽培精耕细作要求高、作业环节多、劳动强度大。文章结合设施农业栽培特点分析了深松、施肥、耕翻、整地、起垄等主要环节，对机械化作业的要求和机械化作业的现状，探讨设施农业栽培耕整地机械化技术的发展趋势，提出加快我国设施农业栽培机械化的发展建议。

**关键词** | 设施农业；栽培；耕整地；机械化

Copyright © 2021 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



我国目前设施农业栽培面积超过 2500 km<sup>2</sup> 约占世界设施栽培总面积的 85%。从种植品种结构来看蔬菜面积占 95% 以上。设施农业是高科技含量、高投入、高产出、高效益的现代农业为有效保障我国蔬菜等农产品季节性均衡供应改善城乡居民生活发挥了十分重要的作用。近几年来我国设施农业栽培面积呈逐年增长的趋势。而设施栽培机械化水平却很低其中机械化耕整地作业面积不足 10%。机械化水平低下已成为制约我国设施农业发展的瓶颈。设施农业栽培耕整地机械化在我国设施农业机械化发展中占有重要的地位研究设施农业栽

培条件下农艺特点和机械化耕整地作业技术对推动我国设施农业的快速发展具有十分重要意义。

## 1 设施栽培作业特点

### 1.1 设施栽培方式

我国的设施栽培大多采用垄作的栽培方式。作物垄作栽培是在克服了传统栽培（平作）许多不利因素的基础上发展起来的一种耕作栽培方式。垄作栽培在设施蔬菜和设施瓜果栽培中应用非常普遍像黄瓜、青椒、西红柿、草莓等很多园艺作物都是实行垄作移采用垄作栽培由于垄台土层厚土壤空隙度大不易板结有利于作物根系生长。垄台与垄沟的位差利于排水防涝干旱时可顺沟灌水以免受旱。与平地相比垄作地表面积增加 20% ~ 30% 昼间土温增高 2 ~ 3℃ 有利于光合产物积累。垄作栽培改善了作物赖以生存的小气候条件如光、热、水和微生物条件等有利于提高作物的质量和产量具有良好生态效益和社会经济效益。

### 1.2 设施栽培的垄形要求

我国的设施垄作栽培制度中不同的地区、不同的作物种类对垄形和垄距的要求各不相同。垄台截面形状相对统一分为龟背形、梯形二类。而垄台的宽度、高度等参数就相差较大这给机械化作业提出了较高的要求。我们根据不同作物的农艺要求把现有的垄型大致分为两类：窄高垄、宽平垄。窄高垄：垄台宽 30 ~ 60 cm 垄沟宽 20 ~ 30 cm 沟深 20 ~ 30 cm 适合于彩椒、草莓等种植。宽平垄：垄台宽 60 ~ 90 cm 垄沟宽 20 ~ 30 cm。沟深 15 ~ 20 cm 适合于黄瓜、西红柿等种植。

### 1.3 设施栽培耕整地作业特点

#### 1.3.1 作业环节

多设施栽培中与耕整地直接相关的作业环节有深松、施肥、耕翻、整地、起垄等多道程序。作业环节多采用机械化作业机具需要多次进地作业。

### 1.3.2 用工量大

蔬菜产业是劳动密集型产业单位面积用工量是粮食生产的数倍。以垄作为主要特征的设施蔬菜栽培是典型的精耕细作用工量大其中与起垄相关的耕整地用工量要占设施栽培所有用工量的一半左右。

### 1.3.3 作业条件差

温室大棚面积和空间有限棚内温度高、湿度大，工作环境恶劣。长时间在这种环境下工作对人体危害很大。特别是耕整地环节劳动强度大。农时要求严，劳动的负荷非常重。

### 1.3.4 作业质量要求高

设施垄作栽培农艺要求高，如垄形要一致，垄沟要齐直，垄面要平整，土壤要细碎，这样才有利于后续的移栽、定植。特别是机械化蔬菜移栽对耕整地的质量要求更高如果在起垄阶段没有高标准的质量保证那么性能再好的移栽机也无用武之地。

## 2 设施栽培耕整地机械化作业现状

### 2.1 深松和施肥作业

深松的主要作用是疏松土壤打破犁底层熟化底土层增加水的渗入速度和数量改善土壤的固相、液相、气相比比例等理化性能利于根系生长扩展吸收能力增强根深苗壮达到作物生产提高质量、提高产量、提高效益的目的。机械化深松按作业性质可分为局部深松和全面深松两种按作业机具结构可分为凿式深松、铲式深松、振动深松等。在深松时配施有机肥促进土壤微生物活动。设施栽培茬次多、产量高对土、肥、水的要求也较高特别对肥料的需求也比常规大田栽培要多。常见的设施栽培的施肥方法有撒施基肥和根部追肥二种。

#### 2.1.1 深松作业

大田深松是实施保护性耕作技术主要途径之一作业比较普遍已有比较成熟的机型。如山西运城施肥播种机厂生产的河东雄风牌 1sc-450 型深松机深松深度达到 35 ~ 45 cm。而在设施农业栽培耕整地作业中深松作业还没有引起足够的

重视也没有适应设施农业的深松机具。实际上耕层土壤因承受各种作业而被过度压实在耕层底部形成犁底层。通过对超大集团扬州蔬菜基地的犁底层进行测量犁底层一般在距地面 15 ~ 18 cm 的深处厚度为 8 ~ 12 cm。设施农业栽培的土壤环境急需改善研究和开发深松深度在 30 ~ 35 cm 的适应大棚作业的深松机具已迫在眉睫。

### 2.1.2 施肥作业

有机肥的施用要求是：腐熟充分施撒均匀翻入土中。基肥一般就地取材种类是五花八门。有畜禽粪便、圈舍垫料有河泥、塘泥也有草炭甚至是堆腐过的碎秸秆等。这类肥料的形态基本是自然散状的颗粒大小不一水分不一含杂不一这给机械化施用带来了很大困难。但是如果是商品化的有机肥一般呈较为规则的粉状或颗粒状机械施肥特性有所改善特别是对颗粒有机肥在大田作业中已广泛使用机械施肥。在我国设施栽培中目前还没有成熟的施基肥机具。无论是农家肥还是商品肥施用都是依靠人工施肥工作量大、劳动条件差、施肥不均匀等问题比较突出。另外为满足蔬菜作物整个生长期对养分的不断需求在生长期间追加施肥。追肥以化肥为主施肥量比较少但频次多。每公顷施用量一般为 150 ~ 300 kg 最多为 750 ~ 900 kg 根据作物和肥料的种类而定。追肥的方法一般是在作物的行间以穴施的方式进行深施。目前还没有专门的机械化追肥机具。在进行机具研发时考虑到垄面上作物茎叶的不规则分布可采用人机结合的半机械化化肥深施装备也可结合滴灌技术追施液态肥料。

## 2.2 耕翻整地作业

设施栽培蔬菜的品质和产量与根系分布深度有着密切的关系。作物根系分布越深吸收水肥的范围越大抵抗不良环境的能力越强也越有利于提高品质和产量。一般耕深要求达到 25 cm。大棚耕翻的机具主要有铧式犁、双向犁、旋耕机等。有时候要通过耕翻将地面上的作物残茎、秸秆落叶及一些杂草和施用的有机肥料一起翻埋到耕层内与土壤混拌经过微生物的分解形成腐殖质。此时采用旋耕的方式比较合适。耕翻整地作业是设施垄作过程中劳动强度最大、占用劳动力最多的作业环节也是我国设施栽培作业机械化水平最高的一个环节。但即

使是在经济发展水平较高的北京地区其机械化作业面积也不足 30%。目前国内用于大棚作业的耕作机械主要有二类一类是称为微耕机的手扶式微型田园管理机另一类是称为“大棚王”的乘坐式小型四轮拖拉机及配套机具。

### 2.3 起垄作业

起垄作业常见的有开沟起垄法、覆土起垄法和起垄刀起垄法。开沟起垄法是在地面上用开沟机开出一条垄沟或者是用铧犁犁出一道沟来。覆土起垄法是在耕整地的同时利用起垄铲或起垄圆盘把碎土由二侧向中间移送、堆覆形成中间高二侧低的畦面再通过整形器控制垄形。起垄刀起垄就是在旋耕的同时通过起垄刀将碎土由二侧向中间移送。在设施农业栽培作业中通常采用覆土起垄法和起垄刀起垄法。这两种方法都有比较成熟的机型在推广使用。覆土起垄需要先旋耕、再起垄机具需要多次进地效率较低。采用起垄刀起垄为旋耕起垄同步进行提供了可能。目前需要根据大棚作业特点和蔬菜垄作的农艺要求进一步完善旋耕起垄一体化的作业技术包括“一机一垄”和“一机两垄”技术。

## 3 设施栽培耕整地机械化技术的发展趋势

我国的设施栽培正在向大型化、规模化、产业化方向发展。温室空间扩大后便于机械化作业为设施农业机械化的发展提供了良好的机遇。我国设施垄作栽培耕整地机械化作业技术的发展趋势主要表现在以下几个方面。

### 3.1 耕作精细化

精耕细作是设施栽培的特点也是作物品质提高的根源。在设施栽培耕整地机械化作业中对土壤细碎垄沟齐直垄形平整的要求会越来越高特别是机械移栽对耕整地的质量要求将会更高。

### 3.2 土壤深松化

设施栽培农艺要求疏松土壤打破犁底层增加水的渗入速度和数量蓄水保墒使耕作效果更加适应农艺要求。设施垄作栽培机械化深松是今后研究的重点。

### 3.3 功能多样化

设施栽培耕整地作业除了完成旋耕、起垄功能外对深松、深施肥等功能的需求非常迫切。一种机型配套多种作业功能的机具能提高机具作业效率和适用性。

### 3.4 复式作业化

机具一次作业项目的多少是衡量农业机械是否有效合理利用效能是否得到最大发挥的重要标志。复式作业全程机械化能够节能减排进一步提高农机化效率和效益。

### 3.5 操作舒适化

大棚温室工作环境差作业机具驾驶舒适性也是优化产品性能的一个关键。驾驶方便舒适噪音较低振动较小转向轻便是设施栽培机械化发展的一个方向。

### 3.6 动力增大化

动力的增大有利于提高作业质量同时为复式作业提供保障从而大幅度地提高机械作业效率。

## 4 结语

我国设施农业逐步向高层次、高科技和自动化、智能化方向发展而设施农业栽培作业机械化却还停留在起步阶段不能满足我国设施农业发展的需要与发达国家相比还有很大的差距。目前我国设施栽培机械化作业技术研究投入太少在机具的研发和推广中农艺和农机结合得很不紧密。设施栽培农艺的设计应考虑到机械化作业而机具应保证完成作业功能的同时满足农艺栽培要求。在科研中应以设施栽培机械化复式作业技术研究为主。温室大棚的规范化、大型化为开展设施栽培机械化复式作业提高了有利条件。

## 参考文献

- [1] 宗锦耀. 深入贯彻落实科学发展观大力促进设施农业又好又快发展[J].

农机市场, 2007 (12): 4-6.

[2] 王旭清, 王法宏, 等. 作物垄作栽培增产机理及技术研究进展 [J]. 山东农业科学, 2001 (3): 41-45.

[3] 赵元玺. 高原温棚黄瓜—番茄—小油菜三种三收高效栽培模式 [J]. 北方园艺, 2007 (4): 95-95.

## Suggestions on the Development of Mechanization of Facility Agriculture Cultivation in China

Zheng Fuqiang

*College of Resources and Environment, Huazhong Agricultural University, Wuhan*

**Abstract:** Intensive cultivation in facility agriculture requires high requirements, many operation links and large labor intensity. Combined with the characteristics of facility agriculture cultivation, the paper analyzes the main links such as deep soiling, fertilization, tilling, land preparation, ridge raising, the requirements of mechanization operation and the current situation of mechanization operation, discusses the development trend of the mechanization technology of facility agriculture cultivation and land preparation, and puts forward some suggestions for speeding up the development of China's facility agriculture cultivation mechanization.

**Key words:** Facility agriculture; Cultivation; Tillage soil preparation; Mechanization