

未来谁来种地？如何种地？

农业机械化的发展

特别是小型多功能农机具
和配套轻简化栽培技术的推广普及
是解决今后谁来种地的重要途径

蔬菜

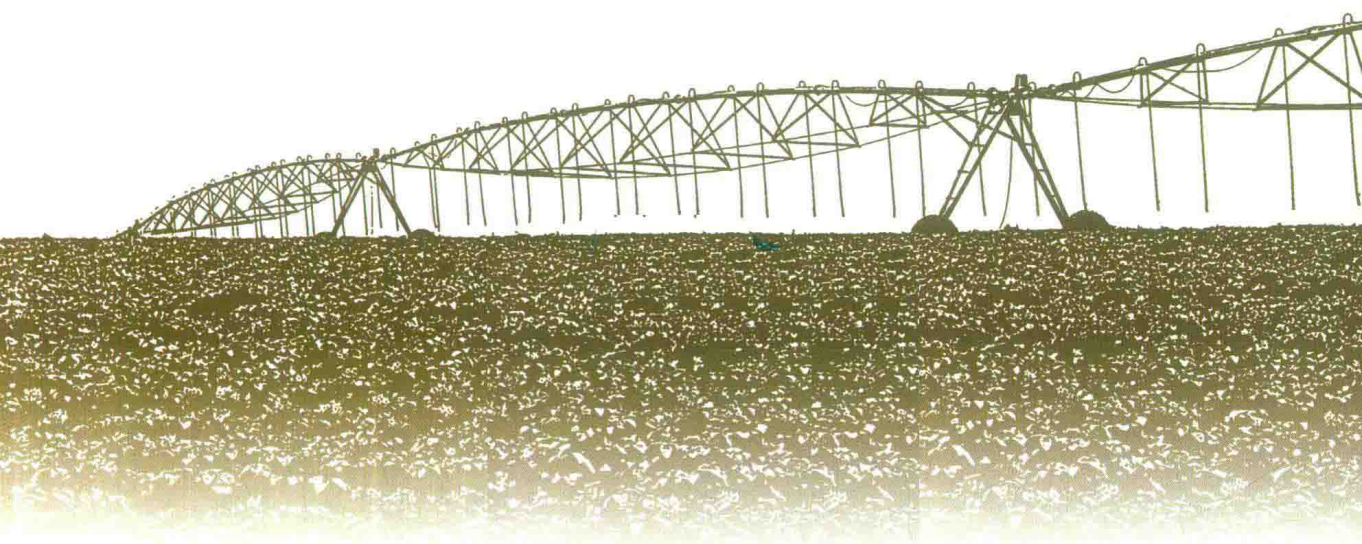
生产机械化范例和 机具选型

陈永生 李莉 ◎ 主编

 中国农业出版社

蔬菜生产机械化 范例和机具选型

SHUCAI SHENGCHAN JIXIEHUA FANLI HE JIJU XUANXING



陈永生 李 莉 主编

中国农业出版社

图书在版编目(CIP)数据

蔬菜生产机械化范例和机具选型 / 陈永生, 李莉主编. —北京: 中国农业出版社, 2017.10
ISBN 978-7-109-23439-0

I. ①蔬… II. ①陈… ②李… III. ①蔬菜园艺—机械化生产 IV. ①S63

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第253370号

中国农业出版社出版
(北京市朝阳区麦子店街18号楼)
(邮政编码 100125)
责任编辑 孟令洋 郭晨茜

北京通州皇家印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2017年10月第1版 2017年10月北京第1次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 11.25

字数: 250千字

定价: 60.00元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

主 编：陈永生 李 莉

副主编：王娟娟 韩柏和

编 委 （以姓氏笔画为序）：

王少康 刘 宇 许斌星 杨雅婷

肖体琼 陈明江 赵丽霞 胡 桢

高庆生 唐玉新 崔思远 彭卓敏

管春松

资助项目

“十二五”国家科技支撑计划课题“园艺作物机械化高效栽培关键技术研究与示范”（2013BAD08B03）

江苏现代农业（蔬菜）产业技术体系农机装备创新团队

中国农业科学院基本科研业务费项目“蔬菜生产机械化水平评价体系研究”

序 言



《蔬菜生产机械化范例和机具选型》一书，图文并茂，详实地介绍了国内外蔬菜机械的情况以及一些实施机械化的典型范例，是近些年来关于蔬菜生产机械化的最综合的专著和集大成者。对本书的出版，我感到十分欣喜，并向关心农业机械化和蔬菜产业的广大读者推荐。

蔬菜是人们每天不可或缺的重要农产品。近年来蔬菜产业取得较快发展，目前全国种植面积已达2 000万 hm^2 以上，总产量达到7亿t以上，基本保证了全国各地全年市场供应；蔬菜品种日益丰富，质量不断提高，为提升城乡居民生活质量作出了重要贡献。蔬菜产业吸纳了大量劳动力就业，为增加农民收入也发挥了积极作用。因此，蔬菜产业是农业农村经济的重要支柱产业，同时又是一个重要的民生产业。

当前，我国农业发展进入了加快转型升级的历史阶段。农业面临成本上升、环境超载、动能减退的新的挑战，对此要推进农业供给侧结构性改革，提高农业的效益和竞争力。从蔬菜产业看，蔬菜生产是传统的劳动密集型产业，劳动力成本不断上升将成为蔬菜生产发展尤为突出的制约因素。因而可以说，蔬菜产业的根本出路在于机械化。在看得见的未来，随着一代老农民的消失，传统的以人工为主的生产模式必将发生根本性的转变，让位于以科学技术为支撑的机械化生产新模式。

与我国主要粮食作物相比，目前蔬菜生产机械化水平非常低，全国蔬菜生产综合机械化水平据测算在20%左右，而小麦、水稻、玉米的综合机械化率到2016年分别达到了94%、79%、83%。与世界农业发达国家相比，美欧和日本等国除部分果菜和叶菜的收获尚需人工外，蔬菜生产各环节都基本实现了机械化。



因此，提升蔬菜生产机械化水平是当前蔬菜产业发展的一项紧迫任务，具有重要的战略意义。主要体现在以下三个方面：一是蔬菜产业实施科学发展的需要。今后蔬菜生产发展主要不是靠扩大面积和传统生产方式，而要靠科学技术和现代生产方式，因而机械化将成为促进蔬菜产业内涵式发展的主要支撑之一。二是提高蔬菜劳动生产率的根本途径。机械化可以大幅度降低生产的人工成本和其他投入成本，大幅度提高劳动生产率和技术水平，从而大大提高蔬菜的产量、质量和效益。三是蔬菜生产实现标准化、集约化、专业化的保证。机械化将与新科技的开发应用融会贯通、相互推进，机械化的一个重要功能是靠机械新技术来实现以往靠人工“精耕细作”所无法达到的高水平，通过科技来进一步提高土地产出率和资源利用率。

随着现代科学技术的进步，机械化的内涵也将进一步拓展。农业是一个“自然+人工”的生态系统，作业对象是具有无限变量、无规则的生物体，在这个意义上，农业机械化将是对科技水平要求最高的行业之一。它将包含自动化、信息化、智能化等前沿学科，以互联网、物联网、空间遥感和定位系统等为依托，形成一个综合的天地人机系统，从而带来农业包括蔬菜生产的新一代生产方式。与此相联系，必将产生一代有知识、有技术的新农民，我们现在面临的“将来谁来种地”的问题，将随着一代新农民的回归而得到解决。

面对现实，我国的蔬菜生产机械化起步较晚，目前存在着诸多难题，主要表现在：一是蔬菜农艺复杂，农机研制难；二是蔬菜种植规模小，农机作业难；三是农艺农机脱节，农机配套难；四是农机技术储备少，新科技应用难。对此，我们必须脚踏实地，从头干起，攻坚克难，以改革创新为动力，着力培育新动能、打造新业态、扶持新主体、拓展新渠道，加快推进蔬菜机械从设计、制造到应用的转型升级，促进蔬菜产业现代化发展。应抓住以下几个关键点：

——规划先行。国家有关主管部门要尽快制定蔬菜生产机械化的战略规划和顶层设计，明确总方向，确定重点领域，抓住关



键技术，瞄准起步突破口。

——创新农艺与农机结合新机制。蔬菜生产机械化发展的关键环节是农艺与农机相结合，蔬菜新品种选育、栽培模式与农机设计制造、作业方式等应互为条件、相互促进，应大力推动农业与农机部门间、企业间、企业与科研单位间的协同创新和集成创新。

——加强蔬菜机械技术的攻关和创新。蔬菜农艺复杂，既是农机发展的难点，也恰恰是它的创新点，应着眼于蔬菜生产全程机械化，不断在各个生产环节取得技术突破和进步；创新应用优化设计、优质材料、精密制造、自动控制，推进农业机械向高水平农机更新换代；引入信息技术、智能技术、识别技术、遥感技术等现代新技术，开发精准农业机械装备。

——创新社会化服务的新的生产组织形式。针对人多地少、生产规模小的国情，20世纪90年代在农机作业领域首创了小麦跨区作业的社会化服务模式，现已广泛用于大田粮食作物，开辟了小生产农业同样能够实现规模化、现代化生产的道路。方向已经指明，道路已经开通，模式可以复制，在相比粮食作物更为分散的蔬菜领域，大力发展多种形式的农机社会化服务模式，发展规模化新型蔬菜生产经营主体和专业化农机服务经营主体，是解决蔬菜生产机械化面临一系列矛盾的重要途径。

——政策保证。各级政府部门应在中央关于农业机械化发展的大政方针和《农业机械化促进法》指引下，制定加快蔬菜机械化发展的鼓励支持政策，激励蔬菜和农机行业不断创新前行，吸引更多的各方资源向蔬菜生产机械化倾斜投入，促进蔬菜机械化有一个飞跃发展。

以上有感而发，是为序。

中国蔬菜协会会长 薛亮

2017年8月

前言



我国是世界上最大的蔬菜生产国和消费国，蔬菜播种面积和产量分别占世界总量的40%和50%以上。蔬菜产业已经从昔日的“家庭菜园”逐步发展为主产区农业农村经济发展的支柱产业，保供、增收、促就业的地位日益突出。当前我国蔬菜供求总量基本平衡，但是在我国农业已进入高投入、高成本阶段的背景下，用工难、用工贵的问题在蔬菜生产中越发突显。随着我国城镇化进程的加快和农村富余劳动力向非农产业的转移，劳动力成本不断增大将成为蔬菜生产发展的主要制约因素，也将成为实行机械化的直接推动力。因此，加快蔬菜生产机械化是当前蔬菜产业发展的一项紧迫任务。

本书从农机农艺融合的视角出发，系统梳理了蔬菜机械化生产典型模式、各环节的适用机具和相关规范，旨在为蔬菜生产经营和推广人员普及相关信息知识。

全书共分三章。第一章为国外蔬菜种植标准化模式，主要介绍了日本、澳大利亚与荷兰等国蔬菜机械化种植模式；第二章为典型蔬菜生产机械，主要介绍国内外蔬菜耕整、种植、田间管理、环境调控、收获和收获后处理等环节的典型适用机具；第三章为国内典型蔬菜生产机械化解方案，主要介绍江苏、山东、四川、上海和北京等地的一些露地和设施蔬菜生产机械化解方案。附录部分为蔬菜机械化生产典型规范规程，主要介绍近年来各地制定的与蔬菜机械化生产相关的规范规程，包括菜地建设、装备配置、机具作业等技术规程。

本书在编著过程中，得到了“十二五”国家科技支撑计划“园艺作物机械化高效栽培关键技术与示范”课题组的大力支持，同时，江苏省农机具开发应用中心、江苏省农业科学院农



业设施与装备研究所、北京市农业机械试验鉴定推广站、南京市农业机械技术推广站、成都市农林科学院农业机械研究所、武汉市农业机械化技术推广指导中心、上海市农业科学院设施园艺研究所、南京市蔬菜科学研究所等单位为编者提供了丰富的素材，在此一并表示感谢！

我国蔬菜生产机械化事业刚刚起步，发展艰难，非常需要用开创精神来进行研究。本书是对我国蔬菜机械化生产模式与机具的初步归纳整理，希望起到抛砖引玉的作用，为蔬菜机械化生产技术的普及与推广贡献一份力量。

限于作者水平，书中疏漏和不妥之处在所难免，恳请读者予以批评指正，以期后续能够修改完善。

编者

2017年8月1日

目 录



序言 前言

第一章 国外蔬菜种植标准化模式	1
1.1 日本蔬菜标准化种植模式	1
1.2 蔬菜地固定道作业模式	3
1.2.1 澳大利亚塔斯马尼亚蔬菜地固定道作业模式	3
1.2.2 荷兰Langeweg有机农场蔬菜地固定道作业模式	4
第二章 典型蔬菜生产机械	5
2.1 耕整地机械	5
2.1.1 清茬机械	5
2.1.2 平地机械	9
2.1.3 基肥撒施机械	9
2.1.4 耕地机械	11
2.1.5 整地机械	14
2.1.6 铺管覆膜机械	17
2.1.7 联合复式作业机械	18
2.2 种植机械	19
2.2.1 种子加工机械	19
2.2.2 育苗机械	22
2.2.3 移栽机械	26
2.2.4 直播机械	33
2.3 田间管理机械	37
2.3.1 中耕除草机械	37
2.3.2 水肥一体化与节水灌溉设备	38



2.3.3	植保机械	42
2.4	环境调控装备	49
2.4.1	加温装备	49
2.4.2	保温装备	51
2.4.3	通风降温装备	52
2.4.4	补光装备	54
2.4.5	空气调节装备	55
2.4.6	温室环境控制系统	57
2.4.7	土壤基质处理装备	58
2.5	收获机械	62
2.5.1	根茎类蔬菜收获机械	62
2.5.2	结球类叶菜收获机械	67
2.5.3	不结球类叶菜收获机械	69
2.5.4	茄果类蔬菜收获机	71
2.5.5	其他蔬菜收获机	72
2.5.6	蔬菜收获移动平台	74
2.6	收获后处理机械	77
2.6.1	整理机械	77
2.6.2	清洗机械	78
2.6.3	分级机械	80
2.6.4	预冷装备	82
2.6.5	包装机械	83
2.6.6	尾菜肥料化利用机械	84
2.6.7	其他蔬菜收获后处理机械	86
第三章	国内典型蔬菜生产机械化解决方案	87
3.1	常熟碧溪露地青花菜生产机械化方案	88
3.2	山东鑫诚露地结球生菜生产机械化方案	90
3.3	内蒙古通辽露地红干椒生产机械化方案	92
3.4	四川郫县露地生菜生产机械化方案	93
3.5	四川彭州露地胡萝卜生产机械化方案	95
3.6	上海大棚鸡毛菜生产机械化方案	97
3.7	江苏沛县日光温室番茄生产机械化方案	99
3.8	北京延庆露地甘蓝生产机械化方案	100
3.9	江苏射阳大棚甘蓝生产机械化方案	102



3.10 山东沃华大葱生产机械化方案	103
附录 蔬菜机械化生产规范规程	106
附录1 农业机械化水平评价 第6部分：设施农业 (NY/T 1408.6—2016)	106
附录2 农业机械田间行走道路技术规范 (NY/T 2194—2012)	110
附录3 日光温室大棚微型耕整地机械化作业技术规范 (DB34/T 896—2009)	118
附录4 现代设施农业园区农业装备配套规范 (DB3201/T 202—2012)	121
附录5 蔬菜钵苗移栽机械化技术规程 (DB 4201/T 425—2013)	126
附录6 设施蔬菜生产机械化技术规范 (DB 4201/T 473—2015)	129
附录7 小白菜生产全程机械化技术规范 (DB 4201/T 525—2017)	134
附录8 韭菜生产全程机械化技术规范 (DB 4201/T 526—2017)	137
附录9 南京市标准化菜地建设技术规程	141
附录10 蔬菜机械化耕整地作业技术规范	152
附录11 菠菜全程机械化生产技术规程	160
附录12 鸡毛菜机械化生产技术规范	163
主要参考文献	166



第一章

国外蔬菜种植标准化模式

1.1 日本蔬菜标准化种植模式

日本蔬菜种植也曾面临和我国相似的种类多、田块小、农艺差异性大、机具配套难、机械化推广难等问题，日本农林水产省在20世纪90年代集成了甘蓝、白菜、茼蒿等11种蔬菜的标准化种植模式并普及推广（表1-1），从而有力地推动了日本蔬菜生产机械化的进程。其技术核心是垄距（图1-1）的系列化，从45cm到120cm都是15cm的倍数，而且以90cm和120cm为多，便于规范作业机械的轮距，方便各作业环节装备的配套。

表 1-1 日本蔬菜标准化种植模式

单位：cm

作物	每垄行数	垄距	垄高	行距	株距	适合的高性能农业机械
甘蓝	1行	45	0~20	—	30~45	全自动移栽机 甘蓝收获机 蔬菜种植管理车
		60	0~20	—	30~45	
	2行	120	0~25	45~60	30~45	
白菜	1行	60	0~20	—	30~50	全自动移栽机 蔬菜种植管理车 白菜收获机
	2行	120	0~25	40~60	30~50	



(续)

作物		每垄行数	垄距	垄高	行距	株距	适合的高性能农业机械
茼蒿		1行	45	0~20	—	25~40	全自动移栽机 蔬菜种植管理车
		2行	90	0~15	40~45	25~40	
菠菜		4~6行	120	0~20	15~20	2~15	非球状叶菜收获机 蔬菜种植管理车
		平垄栽培	无限制	0~20	15~20	2~15	
葱	大葱	1行	90	10~25 (30~50)	—	2~4	大葱收获机
			120	10~25 (30~50)	—	2~4	
	青葱	3~6行	120	0~20	15~35	15cm以下	非球状叶菜收获机
萝卜		1行	60	0~20	—	25~35	萝卜收获机 蔬菜种植管理车
		2行	120	0~25	30~60	25~35	
胡萝卜		2行	60	0~20	15~20	5~15	胡萝卜收获机 蔬菜种植管理车
		4行	120	0~25	15~20	5~15	
牛蒡		1行	60	0~15	—	5~15	牛蒡收获机
甘薯		1行	90	20~30	—	25~40 (15~35)	通用薯类收获机
马铃薯		1行	75	15~30	—	20~35	通用薯类收获机
芋头		1行	120	0~25 (35)	—	30~60	通用薯类收获机

注：1. 垄高“0”为不起垄的情况。

2. 大葱的垄高为起垄后移栽时沟的深度；(30~50)为收割时培土后的沟深度。

3. 甘薯的株距(15~35)为移栽穴盘苗时的数值。

4. 芋头的垄高“0”为相对平垄而言，“25”为移栽时的垄高，(35)为培土后的垄高。

5. 蔬菜种植管理车在行间进行中耕、培土、追肥作业，需要行距在45cm以上。

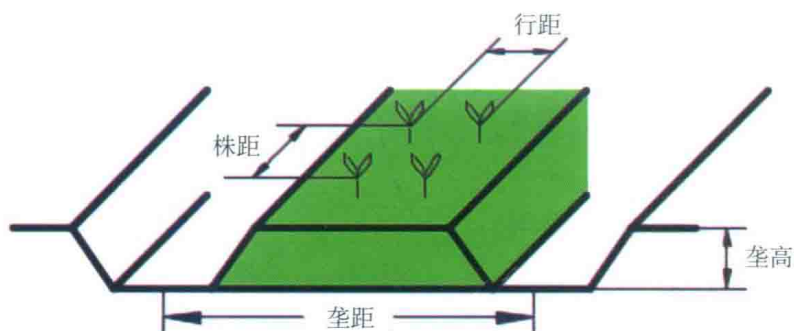


图 1-1 垄形示意图



1.2 蔬菜地固定道作业模式

固定道作业，就是依据农艺和农机具的作业要求，在田间规划出固定的、间隔均匀的作物生长带和固定的机具行走带，从而保证在作物生产的耕、种、管、收各环节，机械行走在固定的车道上，作物生长带不被车轮压实。国外多年的实践表明，固定道作业是一项高效节能、保土、增产的技术，有利于农业的可持续发展。其优点体现在：改善土壤结构，增强土壤水分的人渗能力，促进增产；减少功率浪费，提高作业质量和作业效率；有利于农田作业的便捷化、精密化、自动化。澳大利亚、美国、英国、荷兰等国已在棉花、玉米、小麦、蔬菜等多种作物生产中成功推广应用固定道作业模式。2003年，澳大利亚固定道作业面积已达到100万hm²。以下介绍两个在蔬菜生产中应用固定道作业模式的例子。

1.2.1 澳大利亚塔斯马尼亚蔬菜地固定道作业模式

澳大利亚塔斯马尼亚蔬菜农场采用的是2m轨距的固定道作业模式（图1-2），耕、种、管、收各环节的作业机械的轮距也都是2m，仅作业幅宽有所不同，但作业幅宽和轮距之间是整数倍的关系。如耕整地、播种、移栽、收获时的作业幅宽是6m，植保作业的幅宽是18m。

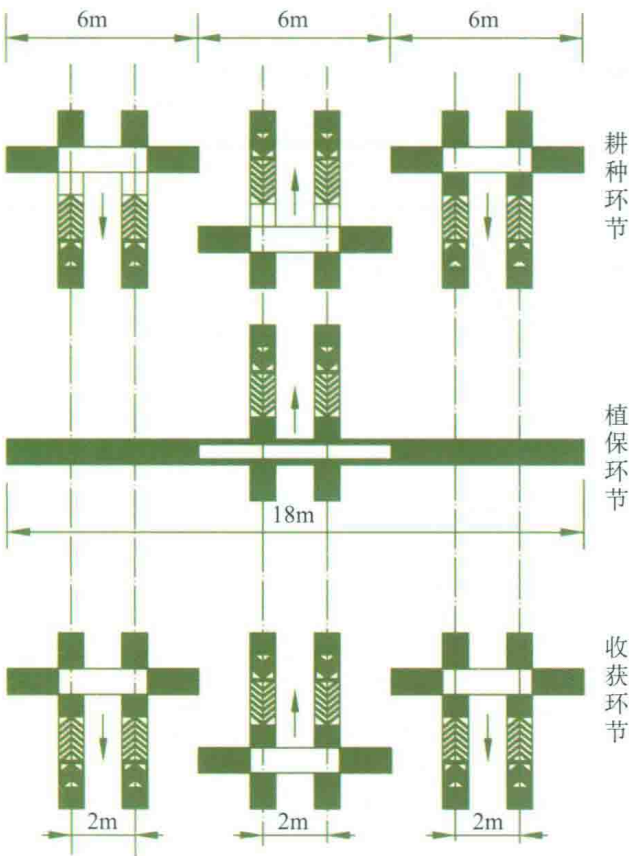


图1-2 澳大利亚塔斯马尼亚蔬菜地固定道作业示意图



1.2.2 荷兰 Langeweg 有机农场蔬菜地固定道作业模式

位于荷兰西南部的 Langeweg 有机农场在种植胡萝卜、洋葱、豌豆、菠菜时实行的是 3.15m 轨距的季节性固定道作业模式（图 1-3）。所谓季节性固定道作业即并非所有环节的作业都是在固定道上,轨距 3.15m 的机耕道只是对应春季基肥撒施、苗床精整、播种移栽和田间管理环节时的作业,作业幅宽都是 6.3m,而在秋季收获以及耕翻时都是不按固定道作业,包括垄作胡萝卜整地时采用的作业幅宽是 3m（垄距是 0.75m）。

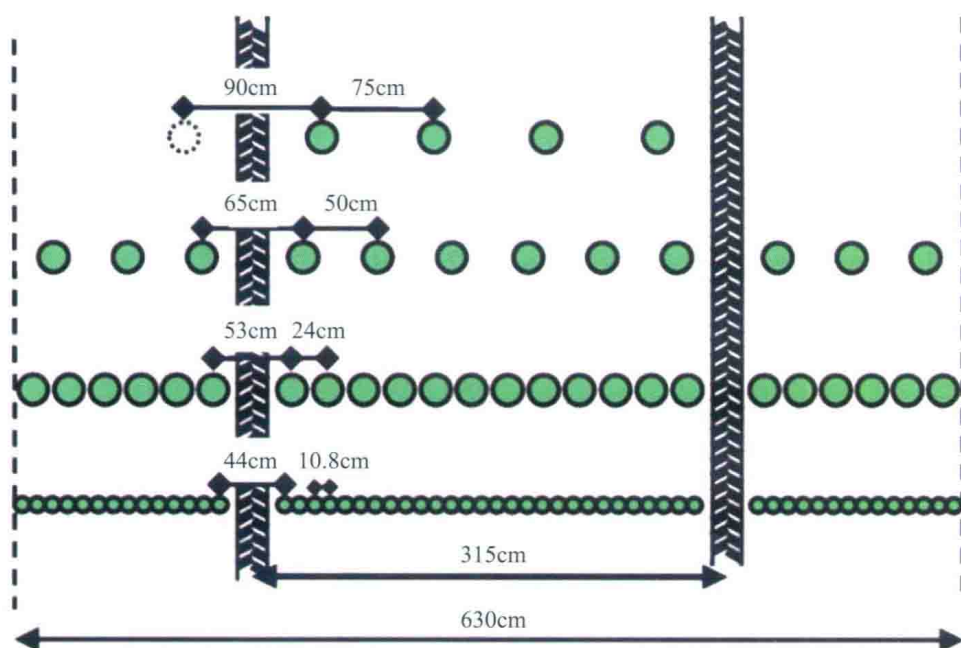


图 1-3 荷兰 Langeweg 有机农场蔬菜地固定道作业示意图



第二章

典型蔬菜生产机械

本章主要针对蔬菜土壤栽培模式，从耕整地、种植、田间管理、环境调控、收获及收获后处理6个方面，介绍各类蔬菜生产机械或装备的功能及特点、国内外相关生产企业（限于篇幅，只列举了部分企业）、典型机型的技术参数。

2.1 耕整地机械

蔬菜耕整地阶段包括直播和定植前的清茬、平整、施基肥、耕翻、起垄、铺管、覆膜等作业环节。环节之多、作业质量要求之高远非一般粮食作物所比。蔬菜生长要求有合理的耕层土壤结构，而且为便于排水及田间管理，通常要起垄（作畦），并要求垄面平整、垄沟宽直，为后续机械播种、移栽作业创造条件。耕整地的标准化、规范化是蔬菜生产全程机械化的基础。

2.1.1 清茬机械

在蔬菜直播或定植前，需要对残茬进行清除、灭茬处理。常用的清茬机械有秸秆粉碎还田机和灭茬还田机两类。

2.1.1.1 秸秆粉碎还田机

目前该机技术比较成熟，采用皮带侧边传动，通过刀轴的高速旋转带动刀轴上的动刀