

# 中耕施肥机械技术研究现状及发展趋势

王吉亮, 王序俭\*, 曹肆林, 王敏 (新疆农垦科学院, 新疆 石河子 832000)

**摘要** 中耕、施肥是我国农业的重要作业环节。文章论述了国内外中耕施肥机械的现状、结构特点及存在的问题; 对中耕施肥机械技术发展趋势进行了分析预测。

**关键词** 中耕机; 施肥机; 现状; 发展趋势

**中图分类号** S244.1<sup>+</sup>2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)04-01814-03

## The Status and Development Trend of Cultivator and Fertilizer Mechanization Technique

WANG Ji-liang et al (Xinjiang Academy of Agricultural and Reclamation Science, Shihezi, Xinjiang 832000)

**Abstract** Cultivation and fertilization are important operation in agricultural production in China. The current situation, structural characteristics and existing problems of cultivator and fertilizer mechanization at home and abroad were discussed, the development trend was forecasted.

**Key words** Cultivator; Fertilizer; Current situation; Development trend

中耕、施肥是我国农业精耕细作的重要环节之一, 是保证稳产、高产不可缺少的重要措施。中耕的主要作用是疏松土壤, 增强透气性, 提高地温; 切断土壤中的毛细管, 保墒抗旱; 改善土壤的物理性状, 提高土壤肥力; 消灭杂草, 消灭虫害。

中耕机械主要指农作物生长期用于除草、松土、表土破板结、培土起垄或完成上述作业同时进行施肥等作业的机械, 包括全面中耕机、行间中耕机和专用中耕机。全面中耕机用于包括播前整地、休闲地管理, 化肥和化学药剂的掺和等种床准备作业。农作物的行间中耕作业包括, 松土、表土破板结、间苗、除草、追肥及行间开沟培土等。一些专用中耕机用于果园、茶园、胶园的专项作业。

## 1 国外中耕施肥机械的发展现状及趋势

### 1.1 国外中耕机械的发展现状与结构特点

国外中耕机械种类较多, 主要用于休闲地管理及作物行间的中耕。

在干旱地区或丘陵地带为防止土壤水分蒸发和水分流失, 使用重型中耕机灭茬取得较好效果。这种全面中耕机耕深 38 cm 左右。工作部件有弹性及刚性锄齿, 铲柄装有安全弹簧, 保险螺栓或保险销等安全装置。铲多呈 S 形, 铲的安装距离为 16~25 cm, 分为 3~4 排安装, 以增强土壤通过性和防止堵塞。宽幅为牵引式, 分 3~5 组, 运输时折叠。

行间中耕机大多采用后悬挂式, 也有前悬挂式的机具。广泛用于粮棉中耕的通用型中耕机品种很多, 如丹康斯基尔公司生产的 VRC 系列悬挂式中耕机, 有 2~12 行 5 种规格。其中 8~12 行的为折叠型, 幅宽 2.5~9.5 m, 有结构简单的平行四连杆仿形机构及无压橡胶仿形轮, 工作部件有 S 形振动弹齿, 作业速度在深 15 cm 时为 8~12 km/h, 每根弹齿需功率 1~2 马力。

驱动型中耕机在欧美国家使用越来越多。这种工作部件碎土性好, 不易缠草, 耕后地表平整, 与其他部件容易组合

成松土、灭茬、除草、施肥等复式作业。意大利旋转中耕机生产厂约有 14 家, 有多种类型刀片, 刀轴转速 119~270 r/min, 行走速度 2.5 km/h 左右, 通过增减刀片可改变幅宽, 机架装有可调的限深轮, 耕深 10~12 cm。刀片有钝形、直角形、叶形、L 型和弧形。

中耕机的机架, 牵引的为框架式, 悬挂式的多为单梁式, 普遍采用矩形钢管; 折叠及耕深调节采用液压油缸操作。

工作部件主要是铲式部件, 为中耕机的基本型。大多数铲式工作部件均已安装弹簧松脱装置, 及各种类型的弹性铲柄, 最大的松脱力达 100 kg。S 形弹齿工作时能产生前后中均匀的作用保证耕深均匀, 抖松草根并抛掷地表, 达到碎土, 灭草的良好效果。单双翼铲张角趋于减小, 以增强铲子排除杂草的能力, 中耕后的地表平整。单翼铲由于入土性差, 侧压力不平衡, 近年来中耕机趋向不用单翼铲, 而代之采用各式护苗器。旋转锄主要用于作物苗期苗行的松土, 直径 350~500 mm, 滚动阻力小。

## 1.2 国外中耕机械发展趋势

### 1.2.1 向宽幅高效发展。

为了提高生产率, 大力发展大功率高效机具, 提高作业速度(有的可达 12 km/h), 增加机组耕幅。如加拿大莫里斯公司生产的杆式中耕机, 幅宽 15 m, 该国用于少耕法的全面中耕机幅宽达 18 m。当前重点解决最佳机器工作速度与幅宽如何配置使功率利用率最高。

### 1.2.2 发展联合机组。

采用行间中耕与喷雾、喷洒除草剂联合作业、中耕播种联合作业机等。

### 1.2.3 采用电子等高新技术。

采用电子摄像机装在拖拉机机架下, 监视器和显示管置于机手可见处, 监视后悬挂中耕机的作业状况, 便于机手操作。反射镜监视装置, 拖拉机手通过两个可调节的平面镜看到作物苗在中耕机护苗器内的状况。

国外正在研究火焰除草、微波除草等技术, 这样就没有化学药剂残留和空气污染。德、丹麦在研究一种振动式中耕机, 利用振动将杂草除掉并抛掷土表枯死。另外, 采用专业化程度较高的自走式中耕机是机械化水平较高地区的一种趋势, 虽然机具费用较高, 但是用调节及作业前准备工作简

**作者简介** 王吉亮(1966-), 男, 新疆石河子人, 硕士, 副研究员, 从事农业装备科研工作。\* 通讯作者, 研究员, 从事农业装备研究, E-mail: nkywxj@sohu.com.

**收稿日期** 2012-12-20

单方便。

**1.3 国外施肥机械现状及技术水平** 美国 1987 年平均施化肥  $93.3 \text{ kg/hm}^2$ , 法国达  $299 \text{ kg/hm}^2$ , 德国  $487 \text{ kg/hm}^2$ 。施用肥料是国外发达国家农业生产中重要环节。

除播种机械带有施肥装置外,国外还大量使用专用的施肥机械用于整地前撒播、中耕施肥、改良土壤等。该类机械有化肥施肥机和有机肥施肥机。固体化肥撒肥机有全幅式、转盘离心式、摆动式等,广泛使用的是离心式撒肥机,有单、双圆盘,生产率高。气流式施肥机是 70 年代发展起来的产品,便于机械化装肥,撒幅大,施肥均匀。

液体化肥在美国 30 年代首先使用,现在已在加拿大、丹麦等国普遍使用。液氨易挥发,一般采取深沟施肥和注入施肥。美国生产的 700 型液氨施肥机用施肥刀开深沟将液氨施入其中,这种方法易伤作物根系。最好的方法是注入施肥,如前苏联的 MBY-3 型施肥机,工作部件用旋转式针状注肥器。美国新研制了一种液氨注施装置,即液氨由耕作机械后面的槽经过调节器进入转换器,在其中受冷达  $-33 \text{ }^\circ\text{C}$ ,形成 85% 的液体和 15% 的蒸汽,然后通过分配导管撒到较浅的土中,耕作机具立即覆土。

有机肥料能够给作物增加养分,又能调节土壤微生物的营养,改善土壤物理化学状态,提高肥力,有机肥比化肥便宜,因此世界各国都很注意有机肥料的生产和使用。家畜粪尿用固液分离机将液体与固体成分通过挤压或分离筛分离,固状物经与土及粉碎了的植物秸秆混合发酵,晾干后施用或制成颗粒肥料施用。分离的液体肥料置于储罐直接施用。一般采取土壤耕作部件与液肥罐挂在一起,一边深开沟一边施肥。施肥深度达 40 cm。日本巴依克米株式会社研制一种小型制肥机,将收割的杂草树枝等切碎加入稻壳破碎和高压混合,制成无臭味肥料。配 18~37 kw 拖拉机,加工能力为 200~250 kg/h。

固体厩肥采用输送带式和甩链式厩肥撒播机施用。典型的有前苏联生产的 1-TY-325 型单轴半悬挂厩肥撒肥机及双轴式,还有侧向牵引式底架撒肥机、堆肥堆条撒肥机,及德国门格勒公司生产立式四列击肥轴撒肥机均属输送带式撒肥机。英国霍华德公司生产的 SPR250 型甩链式堆肥撒肥机便属于后一种型式。

#### 1.4 国外施肥机械发展趋向

**1.4.1 增大播幅,增加装载量。** 荷兰施维格斯公司的双圆盘离心式撒肥机撒幅 17 m;日本有光工业公司生产的背负式万能撒肥机撒幅 20~30 m;前苏乌克兰研制的化肥气动撒肥机,幅宽达 20~50 m。装载量的增加也是目前国外施肥机械发展的一个趋向,如苏联生产的施肥机械牵引式达 10 t,液体厩肥撒肥机达 22~24 t。

**1.4.2 改善运肥装肥机械。** 法国吕卡公司生产一种牵引式自走式装肥撒肥机,撒肥机的转轮既可装肥又可撒肥。尤其利用自走式施肥机以提高生产率,并同时配备自卸式运输设备,如美国 Rikel 公司生产的 Twin Louder 型双箱式汽车装载机,1 min 可往施肥机装肥 4 t, Killebur 公司的汽车液压装载

机具有单独的传动内燃机用以带动装载部件给正在田间作业的自走式和牵引式机具肥箱装肥。

国外使用的自走式施肥机装备大马力发动机(150~350),并用宽断面低压轮胎及低位重心,以保证在坡地作业时的稳定。作业速度可自己选择,达 40 km/h。

**1.4.3 发展联合作业机组,实现一机多用。** 联合作业机组始终是国外农机具发展的趋势。施肥机械同时与耕耘、作畦、平垄等作业一起进行。改进工作部件的使用性能,和通过更换工作部件,使施肥机械可以进行施化肥、厩肥、撒石灰、运牧草及给畜舍供给草,使施肥机一机多用。

## 2 国内中耕施肥机械的发展现状及存在的问题

### 2.1 行业产品概况

(1) 厂家发展状况。全国生产旱田中耕施肥机械产品的骨干企业 80 年代原有约 20 多家,产品品种约有 30 多种。由于中耕机械产品市场的需求,受国家农业政策的影响较大,不少原骨干企业到了 90 年代先后转产或停产,中耕施肥机产品产量呈下降趋势。

(2) 化肥深施机具产品,据不完全统计,目前生产企业约有 80 多家,机具 130 多种,其中形成生产能力、制造质量相对较好的产品约占一半,基本上形成了中、小配套的格局。化肥深施机具产品的研制和推广,南北方发展不平衡,北方旱作机具产品发展较成熟,在产品结构品种的配置上,比较适合我国现阶段的国情,基本上能满足北方不同地区农艺对化肥深施机具产品的要求。

(3) 骨干企业生产的施肥机具产品,制造质量稳定。一些小企业生产的产品,其产品结构、制造质量、性能指标和批量生产的质量保证体系等都不完善,停留在低层次的重复设计、生产阶段。

(4) 适于南方水田化肥深施机具缺乏定型产品,技术上没有大的突破,产品质量低劣,急待解决。

(5) 农机产品季节性,真正利用率低。随着当前市场经济以销定产的格局,中耕施肥机械生产企业的产品结构也已形成多样化产品经营,一般播种机与中耕机在同一企业交替生产,便于产品配套及调节市场需求的变化,有利于产品优势互补,增强对市场的适应。

**2.2 国内中耕机械的发展现状** 目前国内研制并生产的中耕施肥机械有十几种产品,有全面中耕机、行间中耕机、通用中耕机、旋转式中耕机等。通用中耕机由机架、行走轮、操向机构、起落机构及锄铲组等组成。工作部件包括:单翼铲、双翼铲和凿形松土铲 3 种。锄铲组铰接在机架横梁上,故可适应地形。全面中耕时,工作幅宽可达 4.5 m,耕作深度可在 6~16 cm 范围内调节。进行行间中耕时,行距可调整为 45、60、65、70 cm,并可调整为 51、15 cm 不等行距进行作物行间中耕,又可按 41 cm 的铲苗段及 24 cm 的留苗段进行间苗作业。

**2.2.1 旋转锄中耕机械。** 旋转锄是我国根据国外样机消化吸收的一种中耕机械。其工作部件为从动的弯曲形尖齿圆盘。主要用于作物出苗前后、苗行内及行间中耕(对某些出

苗能力差的作物,如甜菜、棉花等尤其重要),可破碎土壤板结层,促使种子或作物幼苗迅速、整齐地出土,消灭萌芽杂草,并可抑制行间后期草荒。疏松土层深度3~5 cm,最大深度7~8 cm。作业速度一般在7 km/h以上,中耕两次灭草率可达60%左右。3ZX(5)型驱动旋转式中耕机由农机院等单位研制成功。其工作部件由拖拉机动力输出轴驱动,在作物行间进行耕作。适合粘重土壤,水浇后板结地、过湿或过干、杂草过多的地况。其主要特点表现为碎土性能好,灭草率高,耕后地表平整。旋转式中耕机除可用于作物的行间中耕、施肥、培土等项作业外,还可在粮棉间套作田间灭茬或在种有绿肥的间套作田间进行埋青作业。

**2.2.2 后悬挂式行间中耕机。**后悬挂式行间中耕机是在我国农业生产中应用最为广泛的一种机械。其特点是,可根据不同的需要配置工作部件,对行距适应性良好,可减少伤苗率,结构简单,节约金属。后悬挂式中耕机种类较多,结构大致相同,一般由单梁、悬挂架、支持轮、锄铲组及追肥机构等组成。锄铲组采用四连杆仿形机构,以保持入土稳定性。工作部件有单翼铲、双翼铲、松土铲、施肥器及培土器等。有些用于窄行距的中耕机设有操向装置,可尽量减小保护带宽度。行间中耕机可进行作物的行间松土、除草、培土、深中耕、开灌溉沟及追施肥料等项作业。

**2.2.3 其他中耕施肥机。**除用于粮棉中耕作物的通用型中耕机外,我国还研制了多种类型的专用中耕机。如果园中耕机、茶园中耕机、蔗田中耕机、薯类中耕培土机、林业中耕机、胶林中耕机、动力水稻中耕机等。

3Z-0.6型自动避让松土除草机主要用于橡胶园林地段较平坦,橡胶树大小基本一致,树径在12 cm以下的行间和株间中耕作业。其主要特点是,机具进行作业时,工作部分的右侧置于树行的中心,当传感器的触杆碰到树干时,机具即横向移动自动避让,绕过树干后又恢复到原来的位置。

浙江省研制的C12型茶园耕作机(中耕、深松)、ZF-80型茶园施肥机;湖南省研制的3ZG-50型果园中耕机;江西省研制的3ZG-1.6桔(果)园中耕机;黑龙江省研制的甜菜中耕施肥机系列;广西研制的3ZF-1型甘蔗中耕机及为手扶拖拉机配套的多种小型蔗田中耕培土施肥机等产品都先后定型投产和推广使用。20世纪80年代末,3ZG-2.0伸缩调幅果园中耕施肥机由中国农机院研制成功,该机采用液压系统控制机具两侧可伸缩活动架,机架可在2~3 m范围内调节,当在树冠较大的果树下进行中耕时,活动架向两侧伸出,最大限度地靠近树干下耕作,这种机型在国内属首创,获实用新型专利,它为大型果树场提供了现代化的中耕施肥机械化装备。

根据节本增效工程的实施要求,为解决在播种前施底肥抢农时的需要,各地均陆续研制成功多种撒肥机。如2FL-10离心式撒肥机,这种机型功效高,撒肥均匀,机械撒肥的功效是人工作业的50多倍。农村小型拖拉机保有量的增加,促进了小型施肥机械产品的发展。粒肥深施机、液体肥料深施机等多种施肥机产品先后在一些中、小农机企

业生产。

**2.3 国内中耕机械存在的问题** 品种单一,不能适应农业生产的需要。目前生产上应用的中耕机基本上就是后悬挂式行间中耕机一种。这种机型存在问题是①四杆铰接处易磨损,磨损后易晃动,影响作业质量;②凿式松土铲工作时易挂带残膜、作物残茬(秆),从而损坏作物幼苗。同时,凿式深松铲工作时碎土能力差,易掀起大的土块,容易损坏作物幼苗且易跑墒;③工作速度慢,效率低,不能满足深中耕的农业要求。

驱动型中耕机碎土性能好,不易缠草。我国曾进行过研究,但未在生产中推广应用,应进一步加强这一机型的研究。另外,应加强中耕与喷雾、喷洒除草剂,中耕与收膜等联合作业机的研究。

**2.4 国内施肥机械现状及存在的问题** 目前的施肥方式有①与犁地相结合的全层施肥,即将肥料撒于地表,然后由犁耕翻入土;②播种时施种肥;③中耕追肥;④叶面施肥。

将肥料撒于地表,然后翻入土的全层施肥方式存在的问题是,①撒肥与翻地两道作业之间间隔时间较长,肥料在地表容易挥发;②翻地时由于扣垄不严,有一部分肥料仍在地表或浅土层,容易挥发,造成损失。种肥按要求应施于种子5 cm以下,种侧3~5 cm,目前的施肥机构很难达到这一要求,造成种肥的浪费。液氨施肥与等量的氮肥相比,可使棉花增产10%以上,液氨施肥操作方便,适于大面积机械化作业,可降低成本30%,尚有待于进一步推广。

### 3 中耕施肥机械产品的技术发展趋势

我国东北、新疆地区农垦系统国营农场是粮、棉、油作物的主要生产基地,农场一个机务队的作业服务规模约在万亩以上。地块长度超过800 m。使用大型中耕施肥机组有明显的技术优势及经济效益,是田间作业的主要装备之一。广大农村的农户科技致富,经济收入逐年增加,科学种田观念的深化,将促进农户对农业机具加大投入力度。物美、质优、价廉的中、小型中耕施肥机具产品,将成为农村的畅销产品。因此,提高中耕施肥机械产品科技含量的研究,必然提到日程。在进一步提高田间作业性能与质量、减轻人的劳动强度、改善人的劳动条件、增强环保意识等方面的技术课题,也势必受到关注。

我国中耕施肥机械主要产品的研究设计水平,经过几十年的努力,在产品品种和设计技术水平上,完全可以与国外同类产品当代先进技术媲美。但在制造工艺技术水平方面,仍需多方努力去突破、提高。制造出性能一流、价格合理、外观上乘的名牌产品,创造打人国际市场的硬优势。

展望新世纪开头十年,中耕施肥机械产品的研制,应当在以下的新技术领域发展和探索,①宽幅、高效的大型中耕施肥机,会继续使用发展,仍是方向性的产品。②采用新技术,提高调节、保养和操作的自动化水平。研究解决行间中耕施肥机自动调行、自动避让、自动调节耕深、自控施化肥、电子选间苗等新机型。③增强环境保护意识,研究发展环保型防除杂草的产品体系减少或消灭化学除草剂所造成的

井位于哪个功能区、综合进行决策)、周边缓冲区分析(如分析在周边 500 m 直径范围内的机井分布、种类、密度分布情况)、生成综合分析报告功能(通过 GIS 系统的分析,最终生成分析报告,行政 OA 系统可以根据分析情况,进行综合决策)。



图 5 凿井 GIS 分析



图 6 取水许可证管理



图 7 取水许可 GIS 分析

图 6 为取水许可证的管理页面,主要记录取水许可填报信息。图 7 为取水许可 GIS 分析页面,基本功能同凿井 GIS。

#### 4 结语

取水许可与凿井许可地理信息分析系统是北京市水资源管理系统的重要组成部分。系统通过 GIS 与 MIS 的结合,不仅实现了水务许可证业务的办理和电子化管理,同时,地理信息系统的引入为业务系统的办理提供直观、科学的决策依据。系统完成了和水务信息平台的集成、和外网申报系统、内外行政 OA 系统等的对接。目前,系统已经成熟地应用于水务日常的工作中,空间数据也实现了周期更新机制,系统运行稳定、用户体验评价较高,达到了系统建设的初衷,很好地为北京市的水资源管理工作提供决策支持。

#### 参考文献

- [1] 胡军,吴爱华. 基于 WebGIS 的取水许可管理系统设计[J]. 北京水务, 2010(6):28-31.
- [2] 林坊,刘梅. 北京市水资源配置管理系统数据库合计[J]. 中国农村水利水电,2009(9):82-84.
- [3] 李达,栗文辉. 北京市水资源数据管理系统[J]. 环境科学,1997,18(1):73-75.
- [4] 左建兵,陈远生. 城市水资源需求管理信息系统初探——以北京市公共用水为例[J]. 水资源保护,2007,23(3):83-87.

(上接第 1816 页)

严重污染。④新材料、新工艺的研究,在中耕施肥产品上的采用将有更多新的突破。

#### 4 结语

我国中耕施肥机械的发展经历了建国后 60 年漫长岁月及几代人不懈的努力,获得了较大的成就。产品已从牵引式单项中耕作业发展到悬挂式多项联合作业机型,从通用机型发展到研制各种专用中耕施肥机型。至 20 世纪 90 年代,无论是产品总体结构设计、土壤工作部件的类型参数、新材料工艺的研究应用及产品田间作业性能等技术方面,都迈入了与国外同类产品当代技术先进水平的行列,某些产品结构并有所创新取得我国专利权。在产品品种上基本齐全。中耕施肥机械产品类别多,农艺要求各异,一种有生命力产品的

研制与推广、使用,必须适应自然条件与地理环境。设计一代、预研一代,是确保技术储备、增强技术后劲的必要途径。在国外,使用化学药剂防除田间杂草已有数十年历史,虽有提高生产率的优点,却相反造成土地环境严重污染,从而又重视发展机械中耕。长期实践证明,化学药剂防除杂草不能替代机械中耕。面向新世纪,国外的教训值得我国引以为戒。

#### 参考文献

- [1] 王序俭. 新疆兵团农业机械发展方向研究[R]. 新疆农垦科学院,2003;
- [2] 陈志,华国柱. 农业机械设计手册[M]. 北京:中国农业技术出版社,2007:551.
- [3] 鲍秉启. 水田中耕机的新探讨[J]. 农机使用与维修,2010(1):108.
- [4] 高嵩. 大型折叠复式中耕机的设计[J]. 黑龙江科技信息,2011(1):68.
- [5] 杨拥军. 一种小型茶园中耕机的研制[J]. 茶叶通讯,2011(4):11-14.
- [6] 秦朝民. 兵团研制的施肥机械[J]. 新疆农垦科技,2006(1):6.
- [7] 王吉亮. 3ZF-5 旋转中耕追肥机[J]. 新疆农机化,2003(3):12.