

从约翰迪尔产品看美国保护性耕作技术现状

吴红丹^{1a}, 李 民², 胡东元³, 刘圣伟⁴, 李洪文^{1b}

(1. 中国农业大学 a. 信息与电气工程学院; b. 工学院, 北京 100083; 2. 农业部农业机械试验鉴定总站, 北京 100021; 3. 农业部农业机械化技术开发推广总站, 北京 100102; 4. 南昌市旋耕机厂, 南昌 330200)

摘 要: 介绍了美国保护性耕作的概念、保护性耕作设备及耕作模式特点, 分析了切茬碎土类、深松除草整地类、条状少耕类和联合作业机型(复式作业)4种类型的 John Deere 公司保护性耕作机具和免耕播种机的主要功能及特点。同时, 总结了免耕播种机3种结构形式的开沟、播种、覆土、镇压和防堵塞等构成组件的关键设计技术, 以及对发展我国保护性耕作技术的启示。

关键词: 农艺学; 保护性耕作; 综述; 机具; 约翰迪尔

中图分类号: S345; S233

文献标识码: A

文章编号: 1003 188X(2007)01 0012 04

1 美国保护性耕作现状

1.1 美国保护性耕作的概念与分类

美国的耕作模式总体上可分为两类^[1]: 第一类为保护性耕作(Conservation Tillage); 第二类为传统耕作(Conventional Tillage)和少耕(Reduced-till)。美国对保护性耕作(Conservation Tillage)的定义是: 为了减少水土侵蚀, 保证在播种后地表作物残茬覆盖率不低于 30%, 主要用农药或中耕来控制杂草和病虫害的任何形式的耕作技术。保护性耕作包括覆盖耕作(Mulch-Till)、免耕(No-Till/Strip Till)和垄耕(Ridge Till)。

传统耕作是全幅宽耕作(Full width tillage), 在播前或播种时进行翻耕加表土耕作, 作业后小于 15%的秸秆残茬覆盖地面; 少耕是在播前或播种时进行 1 次或多次条带表土作业, 作业后有 15%~30%秸秆残茬覆盖地上, 主要用农药或中耕来控制杂草和病虫害。所用机具具有: 板型犁(铧式犁)(Moldboard Plows)、凿型犁(Chisel)、圆盘犁(Disks)、表土耕作机(Field Cultivate)、联合作业机(Combination Tools)等。

1.2 美国保护性耕作所用机具

覆盖耕作(Mulch-Till)是全幅宽耕作, 在播前或播种时进行 1 次或 1 次以上条带表土作业, 作业后仍然有 30%以上秸秆残茬覆盖地上, 所用机具

有^[2]: 圆盘犁(Disks)、表土耕作机(Field Cultivate)、凿型犁(Chisel)、少耕机(Rip)、联合作业机(Combination Tools)等。

免耕(No Till)是指从农作物收获后到再种植土地休闲时, 可进行条状耕作, 动土将为行宽的 1/3, 所用机具具有^[2]: 少耕机(Rip)、条状耕作机(Strip Till)、施肥机(Fertilizer applicator)等。垄耕(Ridge Till)与免耕作业相同, 仅在播种季节进行起垄, 垄面上种植作物, 垄沟秸秆覆盖, 中耕修复垄形, 所用机具具有^[2]: 条播耕作机(Row Crop Cultivator)和施肥机(Fertilizer applicator)等。

1.3 美国的耕作模式的特点

美国耕作模式的特点^[3~6]如下:

1) 美国保护性耕作和非保护性耕作所用机具除了铧式犁外并没有严格的区别, 它们概念的区分是根据作业后地表秸秆覆盖量的多少决定的。

2) 传统耕作面积仍占相当比例, 传统耕作并不只是用铧式犁翻耕, 还用到凿型犁、圆盘耙、田地耕作机等少耕机具。

3) 覆盖耕作也是全幅宽耕作, 即整个田块动土, 耕层浅, 属于条带式表土作业。

4) 条状耕作常作为免耕技术的一个环节, 即免耕并非完全不耕作, 换句话说完全免耕(零耕作)是很少的。

5) 地表残余物覆盖 <30%或 >30%是指与地表残余物总量的比例, 而不是指占地表面积的比例。同时, 该比例是在耕作后自然形成的, 不是人为的在播种前进行处理(搬走后)剩余的。

基于对覆盖耕作和免耕概念的认识, 在美国保

收稿日期: 2006-08-12

基金项目: 农业部 948 重大专项(2004-Q1)

作者简介: 吴红丹(1968-), 女, 浙江义乌人, 副教授, 博士研究生, (E-mail)whd@cau.edu.cn。

通讯作者: 李洪文(1968-), 江苏泗阳人, 教授, 博士生导师, (E-mail)lhwen@cau.edu.cn。

护性耕作机具和免耕播种机是两类作业机械，谈到保护性耕作机具并不包括免耕播种机。保护性耕作机具的研制与使用被放在很关键的位置，与免耕播种机具有同等重要的作用。这不仅在于使用该类机具有助于防止秸秆对免耕播种机的堵塞，更在于其对土壤的综合功效有利于作物的生长，是保护性耕作技术实施的重要环节。

2 John Deere 公司保护性耕作机具和免耕播种机的主要功能及特点

John Deere 公司是美国乃至世界上最大的农业机械生产企业，生产的机具有多种类型与规格^[7]。保护性耕作机具按作业的次序可分为两类：最初耕作机具 (Primary Tillage Products) 和第二次耕作机具 (Secondary Tillage Products)。最初耕作

机具 (Primary Tillage Products) 包括：板型犁 (铧式犁) (Moldboard Plows)、凿型犁 (Chisel Plows)、圆盘犁 (Disks)、覆盖耕作机 (Mulch Tillers)、少耕机 (Ripper)。第二次耕作机具 (Secondary Tillage Products) 包括：松土除草机 (Cultivators)、覆盖整地机 (Mulch Finishers)、圆盘犁 (Disks)。

2.1 保护性耕作机具

从使用功能来看，美国的保护性耕作机具主要可分为 4 种类型，深松除草整地类、条状少耕类、切茬碎土类和联合作业机型 (复式作业)。松土除草机 (Cultivator)。John Deere 2210 型松土除草机如图 1 所示。



图 1 2210 型松土除草机

Fig.1 John Deere 2210 Cultivator

1) 下面介绍几种典型的保护性耕作机具的功能及特点。该机是在机架上安装有弧形铲，铲头为箭铲式，与铲柄组装，根据松土范围铲头设计有宽、窄两种形式。铲柄做成向前弧形，有利于减少土壤阻力；同时有弹性势能蓄积，具有浮动功能，遇过硬点可避让，起到保护作用。弧形铲有两种形式：一种为上端与机架固定联接，用弹簧限位；另一种制成 S 弧形，利用钢本身的弹性变形特性。机架整体设计强度高，采用液压系统调整耕作深度和运输时工作机构的升举。弧形铲沿机架前后错位等间隔排列，相邻铲间距为 60~70cm，整体为 30~35cm，耕作深度约为 15~20cm。作业时，箭铲可将杂草和作物根系切断，同时松土。在机器的后部设置钢丝梳齿，起到梳理碎秸秆与土壤的作用，使土壤细碎，耕过地表平复，秸秆分布均匀。该机为牵引式，与大功率拖拉机配套使用。

2) 条状少耕机 (Min-Till Ripper)。2100 型条状少耕机，如图 2 所示。该机机架前部设置有大直径圆盘切刀，与之正对后部安装了凿型深松铲。圆盘切刀直径 60cm，厚 5cm，切割深度可调，一般为 15cm。圆盘切刀的主要功能是切割地表残留物和

地表以下作物主根系，防止对后部凿型深松铲的堵塞。相邻深松铲间距约为 70cm，耕作深度为 25~40cm 可调，铲头有多种规格型式，可根据土壤硬度、作业宽度 (松土范围) 选择使用。在圆盘切刀和凿型深松铲与机架的联接中都安装有弹簧，起到调节压力作用。该机为后三点悬挂机型，作业动土量很小，主要功用为打破犁底层、疏松土壤、增加雨 (雪) 水入渗与蓄积，防止连年作业造成土壤压实与板结。该机可与其它保护性耕作机具配合使用，也可作为免耕的一个工艺环节独立使用。

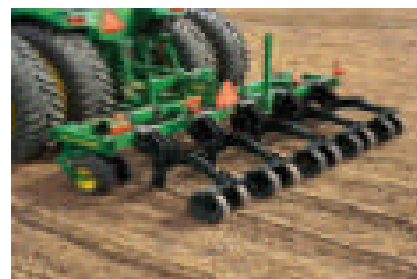


图 2 2100 型条状少耕机

Fig.2 John Deere 2100 Min-Till Ripper

3) 圆盘犁 (Disk)。圆盘犁如图 3 所示。其作用主要是将秸秆和土壤切碎，作业过程中对土壤有

翻动作用，翻后的土壤将部分秸秆覆盖压实，既减少了地表秸秆覆盖量有利于免耕播种机通过，又易于秸秆腐烂分解，同时在休闲期保持部分秸秆覆盖地表使风不易将其吹走。圆盘犁的犁片直径约 40cm，制成中部内凹的勺型，犁片间距约 20cm，两组犁片成前后镜像 V 型对称布置，前组犁片 V 型夹角 18° ，后组夹角为 20° ，其综合效果更有利于切茬碎土和翻动土壤。圆盘犁一般为牵引式，采用液压系统调整工作深度和运输时工作机构的升举。



图 3 圆盘犁
Fig.3 Disk

4) 联合作业机型 (Combination Tool)。联合作业机型如图 4 所示。该机结构主要是圆盘犁与凿型深松机的组合，其功能也是此两种机具的组合。联合作业机型可以减少作业次数，降低作业成本。



图 4 联合作业机型
Fig.4 Combination tool

2.2 免耕播种机

免耕播种机的主要功能是保证作业过程中机具不被地表残留物堵塞，能够按照农艺要求正常的播种。机具的关键技术是由开沟、播种、覆土、镇压和防堵塞等机构所构成组件的组合设计；设计与制造要点是该组件的各机构能够联合作用完成免耕播种功能所具有的结构形式、整体布局 and 关键零件的制造工艺与加工质量。免耕播种机有两类机型：小麦和玉米免耕播种机。John Deere 公司的免耕播种机开沟、播种、覆土、镇压和防堵塞等机构的组件布局有 3 种结构形式。

1) 第一种组件结构，如图 5 所示。该结构形式是用在玉米免耕播种机上，组件由连接架、种箱、排种器、波纹圆盘切刀、双圆盘开沟器、播种限深轮和 V 型镇压轮构成，以四连杆机构与主机架固连构成播种单体，作业时可对地仿形。波纹圆盘切刀

正对双圆盘开沟器并靠近设置在前方，主要功能是将地表作物秸秆与杂草切断，防止其对机具的堵塞，同时对硬实土地有切土开沟作用。播种限深轮紧靠双圆盘开沟器两侧设置，对其起到限深作用；限深高度可调整，与靠镇压轮限深的机型比较，这种设置限深准确、可靠，播种深度一致性好。V 型镇压轮的作用是覆土与镇压，其压力可调。在波纹圆盘切刀前侧方主机架上还安装有双圆盘施肥开沟器，可实现种侧施肥。排种器、排肥器的转速通过地轮、链轮与链条按相应传动比传递。



图 5 第一种组件结构形式

Fig.5 The first subassembly style

2) 第二种组件结构，如图 6 所示。该结构形式是用在小麦免耕播种机上，组件由光面圆盘切刀(单圆盘开沟器)、播种限深轮、覆土轮和镇压轮构成，以单臂结构与主机架铰接，单臂结构上安装了弹簧，实现对地仿形。该组件的结构特点是：圆盘切刀既起到切割秸秆与杂草的作用，又是单圆盘开沟器。圆盘切刀直径约 45cm，厚 5cm，加大直径且与播种限深轮前后轴心分离布置有利于切割，对地压力通过调整弹簧工作高度来实现。圆盘切刀与前进方向有 7° 斜角，切割时加大了开沟宽度，便于种子落入种沟内；排种管下部与圆盘刀紧贴布置，减少挂草与阻力，同时可顺利排种。由于种沟窄，用窄覆土轮和单镇压轮即可完成覆土与镇压。该机为种肥混施，通过控制排肥量来避免烧种现象。



图 6 第二种组件结构形式

Fig.6 The second subassembly style

3) 第三种组件结构，如图 7 所示。该结构形式是用在小麦免耕播种机上，组件前部在机架上安装了小波纹(窄槽)圆盘切刀，紧靠圆盘设置凿型开沟器。开沟器将圆盘刀切割的沟进一步扩宽，同时可施液态氮肥。在组件后部设置了大波纹(宽槽)

圆盘切刀,大波纹(宽槽)圆盘切刀两侧安装有拨草轮;拨草轮与前进方向成一定角度,作业时向侧后方拨草,防止秸秆拥堵。大波纹(宽槽)圆盘切刀后是双圆盘开沟器、播种限深轮和V型镇压轮,构成和布置与组件第一种形式相同。第三种组件结构形式采用设置两个波纹圆盘切刀二次切割,双圆盘开沟器开沟播种,行间拨草轮拨草的方案,是一种强化措施,保证了在大秸秆量下播种小麦不发生堵塞。



图 7 第三种组件结构形式(组件后部结构形式)

Fig.7 The third subassembly style

3 美国保护性耕作机具发展对我国的启示

1) 在保护性耕作技术的实施中,并不过分强调完全的免耕(零耕作),而是多采用覆盖耕作、少耕与免耕播种相结合,覆盖耕作、少耕被作为保护性耕作技术路线中必不可少的环节,这样做并不仅仅是为了防止秸秆对播种机的堵塞,而是基于这种做法对作物生长有利的科学实践与认识,收到较好的效果^[8,9]。

根据美国保护性耕作的经验,应对我国目前的作法做出适当的调整。在农作物产量低、秸秆量少的地区,可以采用完全免耕,同时要配合深松(条状耕作);在秸秆量大的地区,要积极地推广采用覆盖耕作与少耕,应避免旋耕;秸秆粉碎还田机应有选择的使用而逐步代之以覆盖耕作与少耕机具,而且随着性能优良的新机具研发、使用,逐步淘汰带状旋耕播种机。同时,要注意喷药机械的研发与正确使用。

2) 美国保护性耕作机具是配套的、构成系列产品,保护性耕作机具的研制与使用被放在很重要的位置。我国对免耕播种机的研制与发展很重视,将耙、除草机、深松机等耕作机具放在相对次要的位置。实际上,美国的保护性耕作机具在设计上并不要求将秸秆切得很碎,不使用秸秆粉碎机和旋耕机。而我国为了解决免耕播种机的堵塞问题,不得不大量使用秸秆粉碎机和旋耕机,正是因为我国缺乏开发像美国那样的保护性耕作配套机具。因此,建议引进美国保护性耕作机具的主要类型为:条状少耕机(Min-Till Ripper)、松土除草机(Cultivators)

和联合作业机(Combination Tools)。

3) 在引进和消化吸收项目中,要重视消化吸收国外先进技术^[10],更要通过学习和实践,掌握先进的理念和获得创造先进技术所具备的能力,培养具有这种创造能力的人才。948项目是一次很好的实践机会,在机具的研发上,应树立打造精品机型的概念,从一开始就要认真去做,从总体设计、各机构零部件设计、制造加工和试验都要认真对待、做好,这样一定会圆满完成这项工作。

参考文献:

- [1] Conservation Technology Information Center (CTIC).What is conservation tillage[EB/OL]. [2005-06-21].<http://www2.ctic.purdue.edu/Co-re4/CT/CT.html>.
- [2] Conservation Technology Information Center (CTIC).Tillage Type Definitions [EB/OL]. [2002-11-11].<http://www2.ctic.purdue.edu/Co-re4/CT/Definitions.html>
- [3] Drew Lyon, Sarah Bruce, Tony Vyn et al. Achievements and Future Challenges in Conservation Tillage[R].4th International Crop Science Congress,Brisbane,2004.
- [4] Casady WW, Massey RE. Costs and returns.In: Conservation tillage Systems and Management (2nd edition)[M].Ames,Iowa:MWPS245.Iowa State University,2000.
- [5] Derpsch, R. Historical review of no-tillage cultivation of crops, Proceedings[R].The 1st JIRCAS Seminar on Soybean Research. No-tillage Cultivation and Future Research Needs, Iguassu Falls, 1998.
- [6] Morrison, J.E. Development and Future of Conservation Tillage in America[R].China International Conference on Dryland and Water-Saving Farming.Bijing,2000.
- [7] Agriculture,Products & Equipment[EB/OL]. [2006-03-11].http://www.deere.com/en_US/deerecom/usa_canada.html
- [8] 高焕文,李问盈,李洪文.中国特色保护性耕作技术[J].农业工程学报,2003,19(3):1-4.
- [9] 高焕文,李问盈.保护性耕作技术与机具[M].北京:化学工业出版社,2004.
- [10] 李宝筏,杨文革,王 勇,等.东北地区保护性耕作研究进展与建议[J].农机化研究,2004(1):9-13.

(下转第 20 页)

[2] 张 勋,李 智,孔晓军.发挥种植业机械化优势促

进农业产业结构调整[J].农机化研究,2001(1):1-4.

Discussion of Resource Integration for AMSRO in Heilongjiang Province

ZHANG Xun¹, LI Zhi¹, ZHANG Yuan-zheng²

(1.Heilongjiang Province Agricultural Machinery Engineering Scientific Academy, Harbin 150081, China;
2.Heilongjiang Province Employee University for Science and Technology, Harbin 150076, China)

Abstract : The agricultural machinery science and research organization (AMSRO) has played an important role in Heilongjiang province agricultural science and technology innovation system. To optimize its configuration and integrate its resource are important measurements to make further reformation on science and technology system and improvement on independent innovation ability. Hence, this paper analyzes the AMSRO's status and action for improving the agricultural integrated production ability and promoting agricultural science and technology progress. Then, the development process of AMSRO system and its layout and present situation are introduced. The basic mode for integrating the science and research organization is analyzed. At last, this paper provides that the agricultural machinery science and research has the social commonweal character, and the viewpoint on supporting the agricultural machinery science and research is to promote development of agricultural and increment of farmer's income. Meanwhile, it must establish an excellent agricultural machinery science and technology innovation system to strengthen the agricultural machinery science and technology innovation ability, which will put forward the reference advice for the reformation.

Key words : economics; resource integration; summary; agricultural machinery science and technology organization

(上接第 15 页)

Abstract ID: 1003-188X (2007)01-0012-EA

Status of Conservation Tillage in America and John Deere's Equipments

WU Hong-dan^{1a}, LI Min², HU Dong-yuan³, LIU Shen-wei⁴, LI Hong-wen^{1b}

(1.a.College of Information and Electrical Engineering, b.College of Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China; 2.China Agricultural Machinery Testing Center (CAMTC), Beijing 100021, China; 3. Center of Agricultural Mechanization Technology Extension, Ministry of Agriculture, Beijing 100102, China; 4.Nanchang Rotary Cultivator Factory, Nanchang 330200, China)

Abstract : In review of the conservation tillage definition, equipments and tillage systems in America, the features of the planters and conservation tillage equipments were introduced. The conservation tillage equipments include Cultivator, Min-Till Ripper, Disk, and Mulch Ripper. There are three kinds of no-till planter subassembly styles on furrow opener, seeding, residue anti-blockage etc, which are the key design technique of the no-till planter. It will give some references for successfully adopting conservation tillage systems in china.

Key words : agronomy; conservation tillage; summary; equipment; John deer

作者: [吴红丹](#), [李民](#), [胡东元](#), [刘圣伟](#), [李洪文](#), [WU Hong-dan](#), [LI Min](#), [HU Dong-yuan](#), [LIU Shen-wei](#), [LI Hong-wen](#)

作者单位: [吴红丹, WU Hong-dan\(中国农业大学信息与电气工程学院, 北京, 100083\)](#), [李民, LI Min\(农业部农业机械试验鉴定总站, 北京, 100021\)](#), [胡东元, HU Dong-yuan\(农业部农业机械化技术开发推广总站, 北京, 100102\)](#), [刘圣伟, LIU Shen-wei\(南昌市旋耕机厂, 南昌, 330200\)](#), [李洪文, LI Hong-wen\(中国农业大学工学院, 北京, 100083\)](#)

刊名: [农机化研究](#) **PKU**

英文刊名: [JOURNAL OF AGRICULTURAL MECHANIZATION RESEARCH](#)

年, 卷(期): 2007(1)

被引用次数: 6次

参考文献(10条)

1. [Conservation Technology Information Center \(CTIC\) What is conservation tillage](#) 2005
2. [Conservation Technology Information Center \(CTIC\) Tillage Type Definitions](#) 2002
3. [Drew Lyon; Sarah Bruce; Tony Vyn Achievements and Future Challenges in Conservation Tillage](#) 2004
4. [Casady WW; Massey RE Costs and returns](#) 2000
5. [Derpsch R Historical review of no-tillage cultivation of crops](#) 1998
6. [Morrison J E Development and Future of Conservation Tillage in America](#) 2000
7. [Agriculture Products & Equipment](#) 2006
8. [高焕文; 李问盈; 李洪文 中国特色保护性耕作技术\[期刊论文\]-农业工程学报](#) 2003(03)
9. [高焕文; 李问盈 保护性耕作技术与机具](#) 2004
10. [李宝筏; 杨文革; 王勇 东北地区保护性耕作研究进展与建议\[期刊论文\]-农机化研究](#) 2004(01)

本文读者也读过(10条)

1. [高焕文. Gao huanwen 美国保护性耕作发展动向\[期刊论文\]-农业技术与装备](#)2007(9)
2. [高焕文 美国保护性耕作发展动向\[期刊论文\]-北京农业](#)2008(22)
3. [宋小琴, 路战远, 张德健, 李淑芳, 程国彦, 马旭明 农牧交错区保护性耕作小麦杂草防除技术研究\[期刊论文\]-内蒙古农业大学学报\(自然科学版\)](#) 2009, 30(4)
4. [路战远, 张德健, 程国彦, 马旭明, 李淑芳 农牧交错区保护性耕作油菜田间杂草发生规律及控制技术研究\[会议论文\]-2007](#)
5. [汤莹, 王希 保护性耕作食用向日葵田间杂草防除试验结果\[期刊论文\]-甘肃农业科技](#)2006(2)
6. [郎红波 保护性耕作玉米田播后苗前化学除草对比分析\[期刊论文\]-农村牧区机械化](#)2005(3)
7. [王建国, 张德健, 吴润新, 韩苏廷 农牧交错区保护性耕作玉米田杂草控制技术体系研究\[期刊论文\]-农村牧区机械化](#)2007(4)
8. [李丙智, 张林森, 栾东珍, 安孟林 保护性耕作与果园种草技术\[期刊论文\]-果农之友](#)2005(10)
9. [沙洪林, 纪明山, 刘宇眉 保护性耕作条件下播后苗前除草剂防除玉米田杂草试验\[期刊论文\]-吉林农业科学](#)2007, 32(2)
10. [李洪文, 王晓燕, 李兵, 魏延富 小麦对行免耕播种机试验研究\[期刊论文\]-农机化研究](#)2004(5)

引证文献(6条)

1. [刘秀艳, 吕金庆, 林君堂, 刘国平 黑龙江省保护性耕作技术试验研究\[期刊论文\]-农机化研究](#) 2009(7)
2. [杨爱民, 刘孝盈 发展保护性耕作技术有效防治耕地土壤侵蚀\[期刊论文\]-中国水土保持科学](#) 2010(6)
3. [杨爱民, 刘孝盈 发展保护性耕作技术有效防治耕地土壤侵蚀\[期刊论文\]-中国水土保持科学](#) 2010(6)
4. [刘立晶, 刘忠军, 杨学军, 李长荣 气流输送式小麦免耕播种机设计和试验\[期刊论文\]-农业机械学报](#) 2011(2)
5. [刘立晶, 杨学军, 李长荣, 刘昱程, 刘殿生 2BMG24型小麦免耕播种机设计\[期刊论文\]-农业机械学报](#) 2009(10)
6. [美国玉米持续增产的因素及其对我国的启示\[期刊论文\]-玉米科学](#) 2009(5)