

北方旱作区蓄水保墒耕作模式配套装备应用分析^{*}

贾洪雷 陈忠亮 马成林 刘昭辰 杨青 李广宇

【摘要】 对北方旱作区蓄水保墒耕作模式配套用的耕整联合作业机具、播种机具和耕播联合作业机具的功能、结构特点等进行了阐述。试验证明这套地表覆盖联合少(免)耕配套机具,是适合我国国情的高效、低能耗、低投入的多功能技术装备,成为北方旱作农业区蓄水保墒耕作模式有力的技术支撑。

关键词: 旱作农业 联合少(免)耕机具 应用

中图分类号: S232.3

文献标识码: A

引言

适合我国北方旱作农业区(以东北垄作区与西北黄土高原区为代表)的两种蓄水保墒培肥地力高效机械化耕作模式——东北垄作蓄水保墒三年轮耕法及西北黄土高原自然降水高效利用技术,是以一整套地表覆盖联合少(免)耕成套设备作为技术支撑的。本文对耕整联合作业机具、播种机具、耕播联合作业机具的技术特点进行研究,为两种机械化耕作模式提供技术装备。

1 成套设备的构成

成套设备包括耕整、播种、耕播三大类联合作业机具的11种机具、16种机型(图1)。它可满足我国北方旱作农业耕整、播种等环节的作业需要,并且做到了高效、低耗,对于保护耕地资源、保护农业水资源、改善生态环境、提高农业生产效益、保证农业的可持续发展具有重要意义。

成套设备研制过程中体现了整机设计思想的创新及关键零部件的结构创新。多种机具整机设计中,采用分置(组合)式整机设计思想,通过模块式设计方法,实现了多种联合作业及不同机型的变换;一些机具国家尚无相应的试验方法,参照相近的国家标准,结合科研实践,提出了新的试验方法,保证了机具性能指标检测的科学性;在研究过程中,将机具的研究设计与耕作试验紧密结合起来,使其互相补

充与完善。

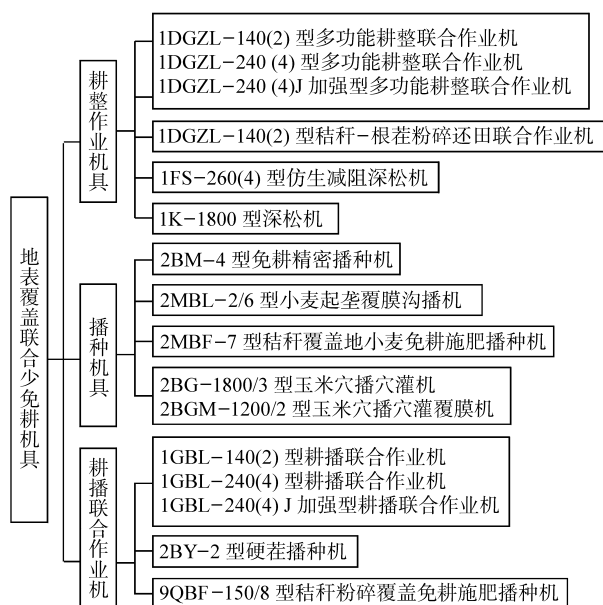


图1 地表覆盖联合少(免)耕成套设备构成框图

2 耕整联合作业机具技术特点

如图1所示,该类机具包含4种机具、6种机型,主要用来完成秸秆根茬处理、表土处理及深松等耕整作业。各种机型均进行了大面积多点试验,作业面积达3400hm²。

研制的各种耕整联合作业机具,实现了系列化、通用化和标准化。如采用模块化设计方法研制的1DGZL系列多功能耕整联合作业机(图2),可一次

收稿日期:2006-10-08

^{*} 国家科技支撑计划项目(项目编号:2006BAD11A08)和国家“863”高技术研究发展计划资助项目(项目编号:2002AA2Z4121、2004AA2Z4120)

贾洪雷 吉林大学地面机械仿生技术教育部重点实验室 教授 博士,130025 长春市

陈忠亮 吉林省科学技术厅农村发展处 助理研究员,130025 长春市

马成林 吉林大学地面机械仿生技术教育部重点实验室 教授 博士生导师

刘昭辰 吉林省农业机械研究院 高级工程师,130022 长春市

杨青 西北农林科技大学机械与电子工程学院 教授 博士生导师,712100 陕西省杨凌

李广宇 吉林省农业机械研究院 工程师

完成垄台碎茬(或全幅旋耕)、施肥、起垄、镇压、深松等多项作业,经拆分组合可完成 20 种联合作业、近 40 种变化形式^[1~3],14.7~88.2 kW 的拖拉机均有机型可配套,与国内同类单一作业机相比,可节省材料约 40%,节省燃油 19.2%,降低作业成本

43.3%,提高作业效率 46.3%。秸秆-根茬粉碎还田联合作业机^[4],一次作业就可完成秸秆粉碎还田、根茬粉碎还田并进行部分覆土的复式作业,减少了机具进地次数。

系列多功能耕整联合作业机^[1~2,5]均采用了

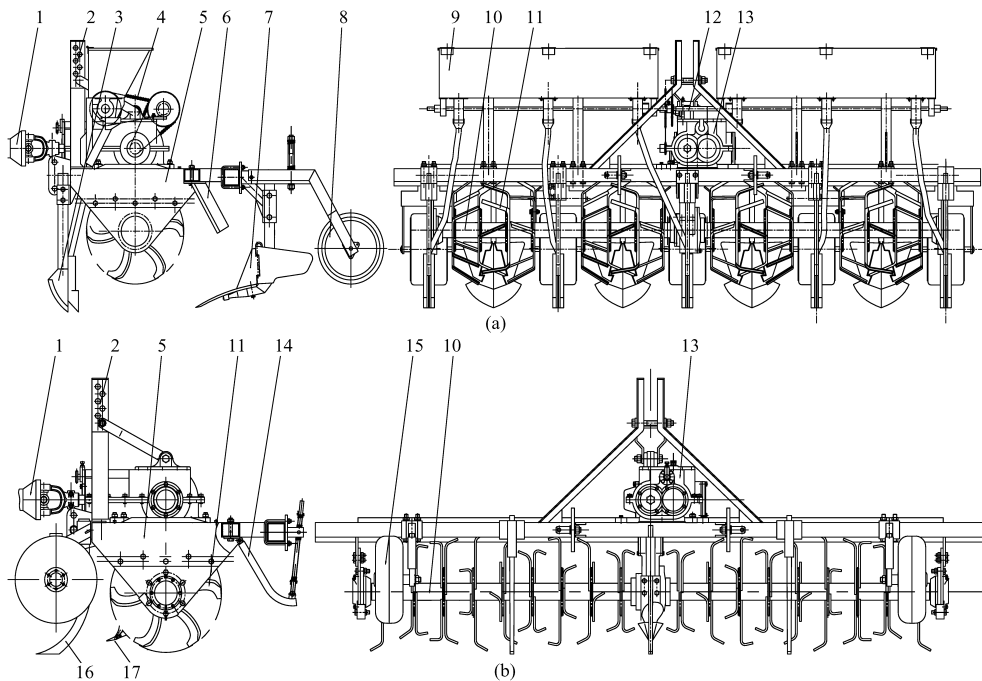


图2 加强型耕整联合作业机整机结构简图

1. 万向节 2. 悬挂架 3. 施肥铲 4. 施肥传动系统 5. 机架 6. 挡土板 7. 起垄铲 8. 镇压轮 9. 肥箱 10. 刀辊 11. 通用刀
12. 连接套 13. 变速箱 14. 拖板 15. 地轮 16. 深松铲 17. 小犁铧

“新型旋耕碎茬通用技术”,设计了旋耕-碎茬通用刀辊、通用刀盘及通用刀片结构,通过变速箱改变刀辊转速,即可满足旋耕与碎茬不同作业的要求,用一个刀辊取代原有机具的双刀辊结构^[6],用一种旋耕碎茬通用刀片取代单一作业的旋耕刀和碎茬刀。

秸秆-根茬粉碎还田联合作业机(图3)上设计了分置式结构,通用变速箱和对称齿轮两侧平衡式传动装置,实现了一机三用,即通过简单的拆分可成为单独的秸秆还田机或碎茬机,组合在一起便成为秸秆-根茬粉碎还田联合作业机^[7]。

仿生减阻深松机(图4)和加强型耕整联合作业机上均采用了仿生减阻深松铲柄^[8],运用仿生学原理,模仿洞穴动物挖掘足的结构形态,取得深松铲柄工作段曲线,使其耕作阻力比传统铲柄降低 3%~8%;V型框架深松机使深松铲错位配置,解决了堵塞与机架过长的问题^[9]。

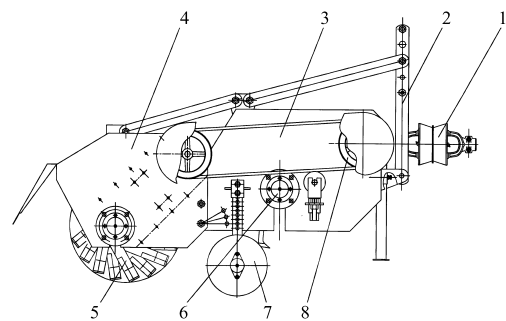


图3 秸秆-根茬粉碎还田联合作业机结构简图

1. 万向节 2. 悬挂架 3. 还田机架 4. 碎茬机架 5. 碎茬刀辊
6. 还田刀辊 7. 地轮 8. 带轮

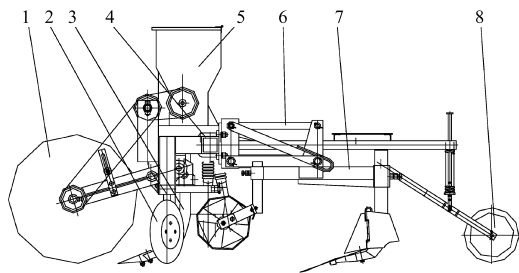


图4 1FS-260(4)型仿生减阻深松机结构简图

1. 橡胶支撑轮 2. 划印器 3. 仿生减阻深松铲 4. 机架 5. 施肥箱 6. 平行四杆机构 7. 齿翼式垄作犁体 8. 镇压辊

3 播种机具技术特点

如图1所示,该类机具包含 4 种机具、5 种机型,核心功能是播种,根据不同的农艺要求,增加了一些辅助作业如覆膜、施水等,另外包含在残茬覆盖地播种的免耕播种机。小麦起垄覆膜沟播机(图5)

是由原成熟机型改进而成，推广应用面积近7 000 hm²，其它机具作业近300 hm²。

小麦起垄覆膜沟播机采用了“起垄膜侧沟播技术”^[10]，它可一次完成开沟、起垄、覆膜、膜侧沟播

(一个沟内播3行)、覆土、镇压等作业。为了实现上述功能，该机采用了边行排种器联动装置、侧斜箭式开沟器、凸圆柱圆锥组合式镇压器新结构，突破了膜侧沟内奇数行(3行)播种的技术难点，比膜侧沟

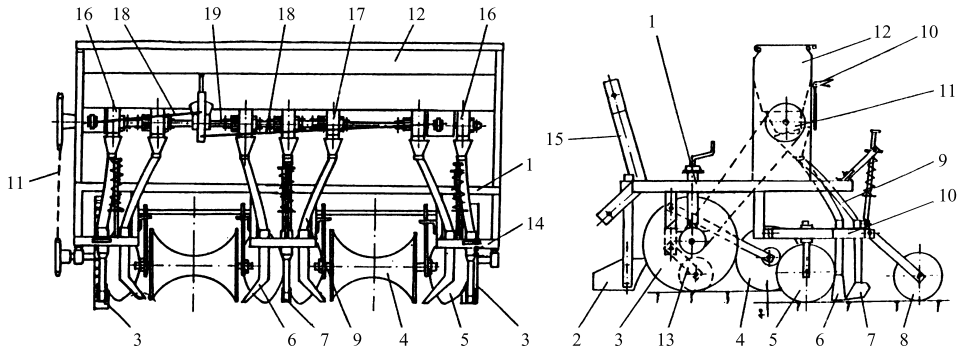


图5 小麦起垄覆膜沟播机结构示意图

1. 机架 2. 起垄铲 3. 驱动地轮 4. 压膜辊 5. 覆土圆盘 6. 侧斜式开沟器 7. 箭式开沟器 8. 镇压轮 9. 输种管 10. 两外侧排种器状态切换手柄 11. 链传动 12. 种子箱 13. 挂膜架 14. 开沟器架 15. 悬挂架 16. 带离合器的排种器 17. 标准排种器 18. 连杆 19. 排种轴

播2行增产15%~20%。

玉米穴播穴灌(覆膜)机^[11]采用了精密播种精量施水同步技术，设计有独特的水种联动控制阀，实现了精量施水、精密播种、覆膜同步作业，节水率比条施水的抗旱施水播种机高50%。

另外两种机具分别是高秸秆(玉米秸秆)覆盖地及小麦秸秆覆盖地的免耕播种机。2BM-4型免耕精密播种机，可一次完成施肥、破茬、清草(清除种床处的残株杂草)、开沟、精播、镇压等多项作业，采用了抛物线输种管、浮动刮种护种的窝眼式精量排种器^[12]。在秸秆覆盖地小麦免耕施肥播种机上(图6)，采用了“动力切草圆盘与夹持式开沟器协同作业”的防堵开沟播种机构，很好地解决了小麦秸秆覆盖还田地免耕播种时的壅堵难题。

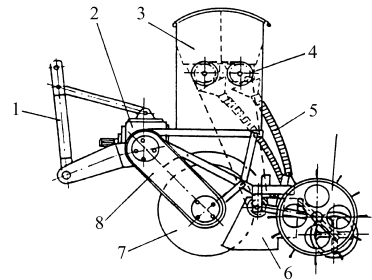


图6 2BMF-7型秸秆覆盖地小麦免耕施肥播种机结构简图

1. 悬挂架 2. 中间锥齿轮箱 3. 种肥箱总成 4. 排种排肥链传动装置 5. 种肥输送软管 6. 夹持式同位分层开沟器 7. 圆盘刀轴 8. 侧传动齿轮箱

型，均是由碎茬机(或秸秆粉碎还田机)与播种机组合而成的耕整种植联合作业机具。几种机具试验面积共计1 000 hm²。

4 耕播联合作业机具技术特点

如图1所示，该类机具包括3种机具、5种机

1GBL系列耕播联合作业机^[1-2,13](图7)体现了组合式整机设计思想，它前面是1GDZL型耕整

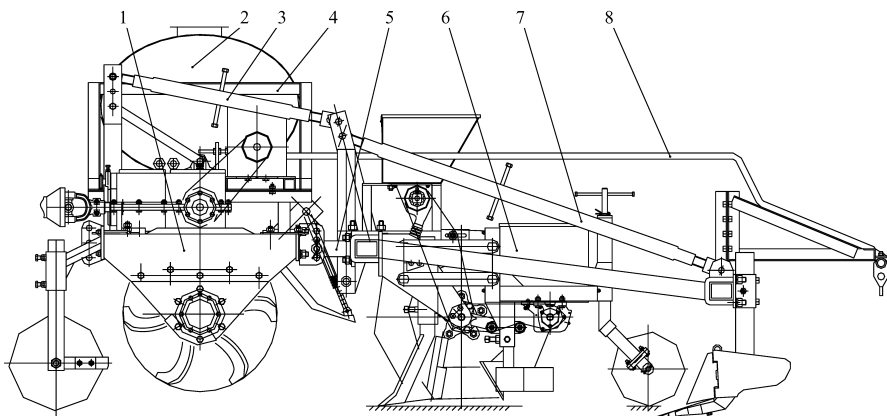


图7 耕播联合作业机结构简图

1. 1DGZL型耕整联合作业机 2. 药箱 3. 拉杆 4. 植保机架 5. 铰接件 6. 2BJ型播种机 7. 后拉杆 8. 植保管件

联合作业机,后面是2行或4行精密播种机^[14],用补偿式三点悬挂连接机构(主要由拉杆3及铰接件5组成)将其连接起来,保证作业中播种机相对耕整机的仿形,运输时保证机组的刚性及纵向稳定性。该机可联合作业,而拆掉连接机构,就可变为单独的耕整联合作业机或播种机^[15]。

播种机上的排种器可采用浮动护种刮种的窝眼轮式精密排种器^[12],还可采用组合内窝孔排种器^[16],保证了精量排种。硬茬播种机是为小型四轮拖拉机配套的耕播联合作业机具,可实现窄条带动土,采用了传动、限深、仿形、覆土、镇压五位一体的镇压轮,质量轻,结构简单、紧凑^[17]。

秸秆粉碎覆盖免耕施肥播种机(图8)采用了新型免耕秸秆防堵技术^[18],是集秸秆粉碎还田覆盖、施肥、小麦玉米免耕播种于一体的机具。该机利用高速旋转的锤爪产生的吸力,将秸秆吸入粉碎,并在气流作用下将粉碎后的秸秆和杂草抛向播种开沟器后面(已播完种并覆土的地表),为播种创造了无秸秆地面,同时实现同位分层免耕施肥播种,避免了播种施肥时秸秆杂草的缠绕堵塞,实现了秸秆粉碎覆盖和免耕施肥播种的联合作业^[19]。

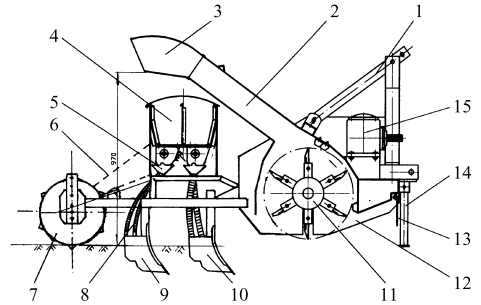


图8 9QBF-150/8型秸秆粉碎覆盖免耕施肥播种机总体结构简图

1. 悬挂架 2、3. 抛送风道 4. 种肥箱 5. 种肥漏斗 6. 排种、肥传动链 7. 镇压辊 8. 种肥溜管 9、10. 开沟器 11. 粉碎辊筒
12. 机体壳架 13. 活吊板 14. 支撑杆 15. 粉碎辊筒动力传动装置

5 结束语

至2005年,3大类、11种机具、16种机型中,各种机型的性能指标均通过了试验检测部门的性能检测,形成了一整套具有我国自主知识产权的地表覆盖联合少(免)耕配套机具。近年来,关键部件的研究如仿生深松铲和旋耕碎茬通用刀片等又有新的进展。

参 考 文 献

- 1 贾洪雷,马成林,刘昭辰,等. 东北垄作蓄水保墒耕作体系与配套机具[J]. 农业机械学报,2005,36(7):32~36.
- 2 贾洪雷. 东北垄作蓄水保墒技术及其配套的联合少耕机具研究[D]. 长春:吉林大学,2005.
- 3 贾洪雷,刘春喜,吴尚华,等. 一种多功能耕整联合作业机:中国,03252112[P]. 2004-10-27.
- 4 贾洪雷,马成林,刘枫,等. 秸秆与根茬粉碎还田联合作业工艺及配套机具[J]. 农业机械学报,2005,36(11):46~49.
- 5 Jia Honglei, Ma Chenglin, Tong Jin. Study on universal blade rotor for rototilling and stubble-breaking machine[J]. Soil & Tillage Research, 2007,94(1):201~208.
- 6 贾洪雷,闫洪余,黄东岩,等. 一种新型旋耕碎茬通用机:中国,03127106.5[P]. 2006-09-13.
- 7 贾洪雷,闫洪余,刘枫,等. 秸秆还田、根茬粉碎联合作业机:中国,200410010840.2[P]. 2005-03-09.
- 8 佟金,郭志军,任露泉,等. 仿生减阻深松铲柄:中国,200410010902.X[P]. 2007-08-29.
- 9 薛少平,杨青,卢博友,等. 一种V型深松机:中国,03241901.5[P]. 2004-06-02.
- 10 杨青,薛少平,朱瑞祥,等. 陕西黄土高原旱作农田机械化降水高效利用技术体系的研究[J]. 农业工程学报,2003,19(增刊):49~53.
- 11 薛少平,杨青,卢博友,等. 一种集水覆膜点穴施灌播种机:中国,200510041897.3[P]. 2007-12-05.
- 12 吴尚华,李洪刚,齐瑞峰,等. 一种改进的窝眼轮式排种器:中国,200320112883.2[P]. 2005-02-09.
- 13 贾洪雷,吴尚华,刘春喜,等. 耕整种植联合作业机:中国,03252205.3[P]. 2004-10-27.
- 14 贾洪雷,吴尚华,齐瑞峰,等. 一种播种机:中国,03252204.5[P]. 2004-10-27.
- 15 贾洪雷,李广宇,马成林,等. 分置式耕播联合作业机连接机构的研究[J]. 农业机械学报,2006,37(12):54~57.
- 16 马成林,于建群,杨海宽,等. 玉米精密排种器:中国,97122327.0[P]. 2001-09-12.
- 17 吴尚华,杨海天,韩国靖,等. 硬茬播种机:中国,200320112884.7[P]. 2004-12-15.
- 18 薛惠岚,薛少平,杨青,等. 秸秆粉碎覆盖免耕播种施肥机:中国,02114625X[P]. 2004-11-24.
- 19 薛惠岚,薛少平,杨青,等. 秸秆粉碎覆盖与施肥播种联合作业的实现及机具设计[J]. 农业工程学报,2003,19(3):104~107.
- 20 贾洪雷,马成林,刘昭辰,等. 北方旱作区蓄水保墒耕作模式研究[J]. 农业机械学报,2007,38(12):190~194.