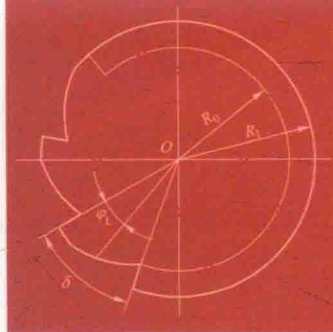


玉米垄作 免耕播种机设计

YUMI LONGZUO MIANGENG BOZHONGJI SHEJI

刘艳芬 林静 著



冶金工业出版社

www.cnmp.com.cn

玉米垄作免耕播种机设计

刘艳芬 林静 著

北京

冶金工业出版社

2019

内 容 简 介

本书共分7章, 主要内容包括免耕播种的耕层土壤条件研究、东北玉米垄作新型免耕播种机的总体设计、水平圆盘排种器设计与试验、免耕播种机组工作性能研究、播种单体田间性能试验研究、新型免耕播种机整机试验研究。

本书可供农村农机合作社和免耕播种机生产企业的技术人员阅读, 也可作为保护性耕作技术与配套机具推广和管理培训教材, 并可供高等院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

玉米垄作免耕播种机设计/刘艳芬, 林静著. —北京:
冶金工业出版社, 2019. 3

ISBN 978-7-5024-8059-2

I. ①玉… II. ①刘… ②林… III. ①玉米—垄作—
免耕—播种机—机械设计 IV. ①S223. 202

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 042439 号

出版人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷 39 号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjcs@cnmp.com.cn

责任编辑 贾怡雯 美术编辑 郑小利 版式设计 禹蕊

责任校对 郭惠兰 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-8059-2

冶金工业出版社出版发行; 各地新华书店经销; 三河市双峰印刷装订有限公司印刷

2019年3月第1版, 2019年3月第1次印刷

169mm×239mm; 8.75印张; 168千字; 130页

58.00元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs.tmall.com

(本书如有印装质量问题, 本社营销中心负责退换)

前 言

玉米是中国东北垄作区主要粮食作物，对东北地区农村经济发展有着重要作用。东北垄作区玉米一年一熟，生长周期较长，秸秆和残茬普遍粗壮，免耕播种田间工况复杂，因而对免耕播种机的工作性能要求较高。传统玉米免耕播种机依靠增加自身重量来保证作业下压力，这样的方式会导致播后土壤压实、垄形被破坏等严重技术问题。

针对这些问题，本书在对国内外免耕播种机及其关键部件和关键技术深入分析研究基础上，运用动力学分析、离散元仿真分析与正交试验研究等方法，对玉米垄作免耕播种机关键部件进行理论分析与优化设计；将拖拉机和玉米垄作免耕播种机联结成作业机组，探究拖拉机液压系统对免耕播种机播深控制的机理和方式，以位调节控制免耕播种机破茬犁刀入土深度与播种深度，取代加大机器自重控制深度的机理。

本书是一本介绍免耕播种技术与新型机具优化设计机理相结合的科技图书，由青岛农业大学刘艳芬、沈阳农业大学林静合著。

在本书出版之际，首先要感谢长期以来在该领域给予作者指导和帮助的各位老师以及一起从事该研究的同事们。其次，本书除著者的研究成果外，还参考引用了许多国内外专家学者的研究成果，均在文后参考文献中列出，在此一并表示感谢。

限于作者学识与经验，书中不妥之处，恳请专家和读者批评指正。

作 者

2018年12月

目 录

1 绪论	1
1.1 研究目的意义	1
1.2 国内外免耕播种机研究与应用现状	2
1.2.1 国外免耕播种机研究现状	2
1.2.2 国内免耕播种机研究现状	5
1.3 免耕播种机关键部件与关键技术研究现状	9
1.3.1 切拔防堵装置与防堵技术研究现状	9
1.3.2 播种与施肥装置研究现状	11
1.4 主要研究内容与方案	12
1.4.1 主要研究内容	12
1.4.2 研究方法	13
1.4.3 技术路线	13
1.4.4 拟解决的关键技术问题	13
2 免耕播种的耕层土壤条件研究	15
2.1 东北玉米垄作区不同耕作模式分析	15
2.2 垄形断面几何模型	15
2.3 土壤理化分析	17
2.3.1 研究区域概况	17
2.3.2 试验设计	17
2.3.3 土样采集与处理	17
2.3.4 试验结果与分析	18

3	东北玉米垄作新型免耕播种机的总体设计	32
3.1	新型免耕播种机设计方案	32
3.2	总体结构及工作机理	32
3.2.1	总体结构	32
3.2.2	工作机理	32
3.2.3	主要技术参数	33
3.3	传动系统的设计	34
3.4	切拨防堵装置的设计	35
3.5	仿形机构的设计	38
3.6	播种单体播深稳定性分析	40
3.7	播深调节机构的设计	44
3.8	免耕播种开沟器的设计	46
3.9	压种覆土机构设计	47
3.10	镇压轮的设计	47
3.11	施肥装置的设计	50
3.11.1	免耕播种机施肥装置的结构	50
3.11.2	施肥开沟装置的设计	51
4	水平圆盘排种器设计与试验	53
4.1	玉米种子物理特性的测定	53
4.1.1	种子籽粒含水率	53
4.1.2	种子千粒重和外形尺寸	54
4.1.3	种子休止角和内摩擦角	54
4.1.4	种子与水平圆盘间静摩擦系数	55
4.1.5	种子与水平圆盘间滑动摩擦系数	56
4.2	水平圆盘排种器结构设计	57
4.2.1	排种器的结构与工作原理	57
4.2.2	排种器型孔结构设计	58

4.3 基于 EDEM 的排种器离散元仿真分析	64
4.3.1 仿真参数的确定	64
4.3.2 几何模型的建立	65
4.3.3 EDEM 排种过程仿真	66
4.3.4 EDEM 仿真结果分析	66
4.4 排种台架试验和结构参数优化	72
4.4.1 试验条件	72
4.4.2 试验因素与试验指标	73
4.4.3 试验结果与方差分析	75
4.4.4 试验因素对试验指标的影响	78
4.4.5 参数优化	79
4.5 验证试验	80
5 免耕播种机组工作性能研究	82
5.1 免耕播种机组的播深控制机理	82
5.1.1 力调节控制播深的机理	82
5.1.2 位调节控制播深的机理	83
5.2 免耕播种机组工作性能分析	84
5.2.1 机组作业状态的工作性能分析	84
5.2.2 机组作业状态的牵引性能分析	86
5.2.3 作业机组的提升性能分析	88
5.3 免耕播种机组纵向稳定性分析	89
5.3.1 机组运输状态性能分析	89
5.3.2 机组纵垂面内瞬时回转中心数学模型的构建	90
5.3.3 机组纵向稳定性分析	92
6 播种单体田间性能试验研究	94
6.1 土壤工作部件测试装置的设计	94
6.1.1 测试装置设计目的	94

6.1.2	测试装置的结构设计	94
6.1.3	测试装置的工作机理	94
6.1.4	试验设备与试验方法	96
6.1.5	土槽试验结果与分析	99
6.1.6	田间试验验证	102
6.2	田间性能试验设备与方法	103
6.2.1	试验设备	103
6.2.2	播种单体牵引阻力的分析	105
6.2.3	试验条件分析	106
6.2.4	试验方法	106
6.3	试验结果及分析	107
6.3.1	基于 Matlab 的时域分析	107
6.3.2	基于 Matlab 的相关分析	110
6.3.3	基于 Matlab 的频域分析	110
6.3.4	位调节下播种单体不同速度对比	111
7	新型免耕播种机整机试验研究	115
7.1	新型免耕播种机室内性能试验	115
7.1.1	排种能力测定	115
7.1.2	排肥能力测定	116
7.1.3	种子机械破损率测定	117
7.2	新型免耕播种机田间性能试验	118
7.2.1	试验条件	118
7.2.2	田间试验性能测试结果	118
7.2.3	镇压轮压强	119
7.2.4	播种后垄台断面形状	120
7.3	新型免耕播种机田间适应性试验	121
	参考文献	126

1 绪 论

1.1 研究目的意义

保护性耕作技术是指减少田间作业工序,减轻土壤风蚀、水蚀,改善耕层土壤结构,提高农作物产量的一项先进的农业耕作技术(高焕文,2003年),主要包括免耕、少耕、秸秆残茬覆盖、深松、杂草和病虫害防治四项基本技术内容,其中,免耕是在地表有秸秆覆盖、地下有作物根茬的条件下直接播种(罗红旗,2010年)。免耕作为保护性耕作中的关键技术,近年来已成为保护性耕作研究的核心,是实现中国农业可持续发展的有效途径之一。垄作也称垄作耕作法,是在平整的地表上人为创造出凹凸状的垄形结构,其比平作增加25%~30%的地表面积,光能利用率高,垄台白天温度比平作高出2~3℃,利于春播时种子发芽和幼苗的生长(卢宪菊,2014年);夜间垄台散热面积大,土壤昼夜温差大,利于促进作物生长成熟。垄作是中国东北地区玉米种植长期采用并一直沿用至今的耕作法。

免耕播种作为保护性耕作的一项重要措施,是目前东北玉米垄作区主要推行的种植模式,其核心作业机具是免耕播种机。免耕播种在未耕地直接进行播种作业,田间工况复杂,对免耕播种机的工作性能要求较高。

目前,中国东北地区玉米垄作免耕播种机的研发存在的主要问题有:

(1) 播种机的通过性问题。东北玉米一年一作,根茬粗壮,免耕播种机须有较强的破茬能力和防堵性能。根茬处理能力是影响免耕播种机播种质量的关键技术难题(李宝筏等,2004年)。

(2) 播种深度的稳定性问题。地表秸秆和地下根茬使免耕播种机田间作业时受力不均衡,影响了播种深度的稳定性。

(3) 播种机的入土性能问题。未耕地土壤硬度大,免耕播种机的破茬装置和开沟装置入土困难,现有中国东北地区的免耕播种机大多通过加大整机质量来保证入土深度,两行牵引式玉米垄作免耕播种机整机质量在1t以上,有的甚至超过了1.5t。对免耕地块垄形断面进行的调研发现,免耕播种机质量过大,垄台几乎被压平,失去垄作优势,土壤压实严重,加重土壤板结,不利于作物生长;若播种机自重过小,则入土困难,难以保证播种深度,要解决播种机轻量化与入土性能之间的矛盾问题。

(4) 排种器的性价比问题。现在东北玉米免耕播种机大多采用进口的指夹式排种器，价格昂贵，提高了播种机整机价格。

(5) 侧深施肥问题。保护性耕作提倡减少作业机具进地次数以减轻对土壤的压实，因此免耕播种施肥量要满足玉米整个生长周期对肥料的需求，施肥量较大，为避免肥料烧种，采用侧深施肥。

综上所述，研制新型的轻量化玉米垄作免耕播种机，探求控制轻量化免耕播种机播深稳定性的新方法，提高免耕播种机作业质量，改善耕层土壤结构，对免耕播种机的改进与设计具有重要的现实意义。

1.2 国内外免耕播种机研究与应用现状

1.2.1 国外免耕播种机研究现状

保护性耕作最早由美国发起，澳大利亚和加拿大等国家也从 20 世纪 40 年代初即开始保护性耕作研究，这些国家目前已大面积实施保护性耕作，拥有较成熟的技术和配套的保护性耕作关键机具——免耕播种机，几十年的研究表明，保护性耕作可有效减少地径流、减少土壤水分蒸发、改善耕层土壤结构、提高土壤肥力，是一项先进的旱地农业生产技术 (J. A. Smith et al, 2002; John Emorrison, 2000)。比利时、德国、俄罗斯、英国等欧洲国家和巴西、阿根廷、乌拉圭等南美洲国家的保护性耕作相对起步较晚，但发展迅速，保护性耕作面积推进很快。目前，保护性耕作在澳洲、北美、南美、亚洲、欧洲、非洲推广应用总面积达到 $1.6 \times 10^8 \text{hm}^2$ ，生态效益和发展前景良好 (王庆杰等, 2013 年)。欧美国家耕地面积大，农业生产以规模求取效益，免耕播种机自重大，可一次完成破茬、开沟、播种、施肥、喷药等多项作业；大多采用气力式或指夹式排种器；作业时需配套大功率拖拉机。美国约翰迪尔 (John Deere) 公司率先研制保护性耕作所需的各种作业机具，此外，美国 Kinze、Case、Great Plains、Ten Square International Inc.，加拿大 Flexi-coil、澳大利亚 John Shearer、法国 KUHN、德国 AMAZONE、巴西 Baldan 等世界著名公司都生产有各种免耕播种机。

美国约翰迪尔 (John Deere) 公司生产免耕播种机种类很多，多为适合于平作的大中型牵引式，播种机通过性和播种效果普遍较好。John Deere 1890 系列免耕播种机、John Deere 7200 型变量施肥免耕播种机、John Deere 1895 型种肥分施免耕播种机都是约翰迪尔 (John Deere) 公司的代表机型。John Deere 1590 型 16 行免耕条播机 (A Solhjoudand Desbiolles Fielke J. M., 2012 年) 如图 1-1 所示。该机为牵引式，采用波纹式双圆盘开沟器，能够高效切开残茬，且破土角度小，扰动土壤程度轻，破坏耕层土壤结构较轻；机架离地间隙大，作业时通过性能好；开沟器的作业下压力依靠液压系统提供，开沟深度可调性好。整机质量

3130kg, 工作幅宽 3.1m。种箱和肥箱容积大且比例可调, 可有效提高免耕播种机的田间作业效率。

图 1-2 为 John Deere 1830/1910 型气力式免耕变量播种机。JD1910 型种肥车用来贮存种肥, 与 JD1830 型免耕播种机配套使用, 可变量排出种肥输送到免耕播种机。JD1910 型种肥车控制系统性能可靠, 种肥箱容积大, 一次添加可满足 13hm² 连续作业, 减少播种过程中停车加种肥时间, 利于提高作业效率。两侧挠性侧翼可上下前后浮动, 增强机器播种时的仿形能力, 利于播种机准确地将种子播入种沟。



图 1-1 John Deere 1590
型免耕条播机



图 1-2 John Deere 1830 (35) /1910
型免耕变量播种机

美国大平原公司 (Great Plains) 研发的 1206NT 免耕条播机, 如图 1-3 所示。条播机为牵引式, 采用波纹圆盘作为破茬装置, 播种、施肥均采用双圆盘开沟器, 通过链轮盒装置控制播量, 土壤坚硬时可增加配重来加大下压力, 以达到好的播种效果。

图 1-4 为美国 Kinze 公司研发的 3500 型免耕播种机。机器采用平行的刚性双框架, 可升降和旋转。采用双圆盘开沟器, 覆土轮由两个橡胶轮和两个铸铁轮呈 V 形安装。作业下压力由压力弹簧或气动压力装置提供, 安装有监控控制系统, 作业效果较好。

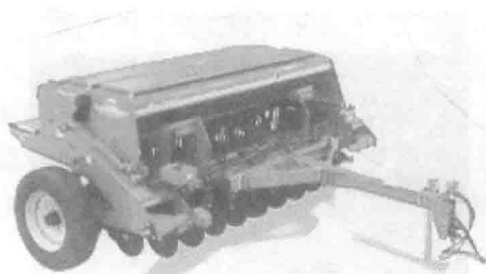


图 1-3 Great Plains 1206NT 免耕条播机



图 1-4 Kinze 3500 型免耕播种机

澳大利亚 John Shear 公司生产的 4BIN 免耕播种机, 如图 1-5 所示。播种机采

用单体仿形，铲式开沟器上的双弹簧结构可提供超过 1130N 下压力，利于工作装置入土。开沟器采用多梁式结构，每个梁上布置 4~6 个开沟器，全压力液压悬挂系统保证开沟深度的稳定性。该机为牵引式，整机重量大，作业效率高，通用性较好。

德国阿玛松公司 (AMAZONE) 研发的 primera DMC 300 免耕播种机，如图 1-6 所示。播种机前部配置动力驱动耙，先进行灭茬整地作业，后部的播种机再开沟播种。采用气力式中央集排播种，播种施肥都用锐角凿式开沟器，采用 V 形镇压轮覆土镇压，为种子发芽提供良好的种床条件。

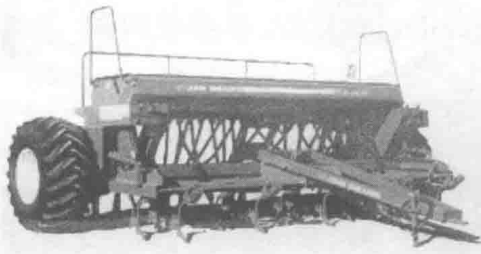


图 1-5 John Shear 4BIN 免耕播种机



图 1-6 AMAZONE primera DMC 300 免耕播种机

法国 KUHN 公司生产的 SD4000 免耕播种机，如图 1-7 所示。采用由单破茬开沟圆盘和双播种开沟圆盘组成的三圆盘系统，每个开沟器的入土下压力高达 2500N。为适应不同的土壤环境作业，配有凹凸形和波浪形的圆盘可供更换。各工作部件之间间距大，在恶劣的土壤条件和大量植物残留的工况下也可保持良好的通过性和稳定播深。

巴西 Baldan 生产的 COP suprema 13 行玉米精量播种机，如图 1-8 所示。该机采用气吸式排种器，主要用于常规或免耕播种玉米和大豆。圆盘破茬刀的直径为 54.9cm，双圆盘式播种开沟器应用单组浮动仿形播种，以适应不平的地表。施肥开沟器采用锄铲式，覆土镇压轮采用两个“人”字形的实心胶轮覆土镇压。该机



图 1-7 KUHN SD4000 免耕播种机

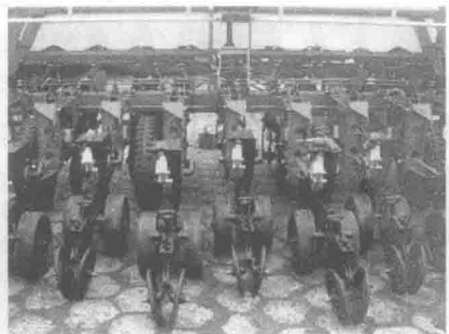


图 1-8 COP suprema 玉米精量播种机

器装有监视和调节装置,可实现精量施肥与播种。播种机的结构复杂,整机重量大,作业效率高,可实现自动化精准施肥播种。

丹麦格兰 Optima HD 免耕播种机,如图 1-9 所示。该机采用外槽轮式排肥器和指夹式排种器,一次可播种六行,覆土镇压轮采用两个“八”字形的实心胶轮来覆土镇压。但在地表较硬的田间作业时,入土比较困难。

美国满胜 (Monosem) 公司 2015 年全新上市的悬挂式可收缩折叠播种机如图 1-10 所示,改变以往免耕播种机的牵引式为悬挂式,并且取消后轮,使得播种机整机更加靠近拖拉机,整体重量前移,转弯半径小,田间操作灵活,采用单体仿形,播种深度稳定性好。



图 1-9 格兰 Optima HD 免耕播种机



图 1-10 满胜公司悬挂式可收缩播种机

综上所述,国外免耕播种机大多为牵引式、功率大、整机重量大且价格昂贵,主要适用于大块土地的平播作业,难以在广大干旱地区推广,不适合中国农业生产的国情,但其工作原理与关键技术可供参考借鉴。

1.2.2 国内免耕播种机研究现状

国内自 20 世纪 90 年代开始免耕播种机的研发,起步相对较晚。近年来随着种子质量以及栽培技术的逐步提高,免耕播种机械化技术体系不断发展和完善,国内免耕播种机的种类和技术含量都有大幅提高。随着国家对农机行业投入力度加大,从事免耕播种机研发生产的企业增多,企业主要是在引进吸收国外技术的基础上,结合当地种植模式进行改进,研制有当地特色的免耕播种机。国内各大高校、科研院所则从自己擅长的理论分析入手,针对免耕播种的关键技术问题,应用建模软件、仿真分析软件等对免耕播种机的防堵装置、仿形机构、开沟器开沟结构和安装位置、播深稳定等关键装置部件进行理论分析与设计,通过对样机的台架试验和田间试验等检验校核,进一步优化设计。国内目前已有多种成型的免耕播种机。

吉林省康达农业机械有限公司生产的 2BMZF 系列免耕指夹式精量施肥播种

机，是近年来东北垄作区玉米免耕播种使用较多的机型，采用进口指夹式排种器，可在秸秆全覆盖条件下免耕播种，机器一次完成施肥、清理秸秆、种床整形、精量播种、覆土重镇压等作业，是国内先进的玉米免耕播种机（梁栋等，2011年）。其中，2BMZF-4型指夹式精确施肥免耕播种机，如图1-11所示。采用大波纹盘拔草轮式的清垄防堵装置，双圆盘开沟器，缺口盘施肥开沟器，并装配有智能多路漏播装置。作业行数4行，牵引式，整机质量2000kg，能够保证播种时有足够的下压力，对土壤压实严重，垄形破坏大。

现代农装科技股份有限公司生产的2BQX-4玉米清垄免耕播种机，如图1-12所示。前方安装由拖拉机动力输出轴驱动的清扫器，可将播种带上的小麦秸秆扫向两侧，使播种施肥都在干净位置完成，解决了播种机的堵塞问题，适用于地表覆盖小麦秸秆的地块播种玉米。可一次完成开沟、播种、施肥、镇压、铺设滴灌管带等多种工序的联合作业，工作性能强。播种机采用气吸式排种器和外槽轮式排肥器，覆土装置采用覆土圆环，单体仿形，保证播种机仿形能力强，以适应地表不平的作业情况。



图 1-11 2BMZF-4 免耕播种机



图 1-12 2BQX-4 玉米清垄免耕播种机

河北农哈哈机械集团有限公司生产的2BMFS-5免耕施肥播种机，如图1-13所示，采用滑刀型开沟器，外槽轮式排种器、排肥器，侧深施肥。播种机最前端设置旋转刀具，作业时将作物秸秆和根茬打碎或打走，形成干净的种床，以此解决免耕播种机的作业堵塞问题，适用于直立玉米秸秆、秸秆还田地块的小麦或玉米播种，一次作业完成碎秆灭茬、开沟、施肥、播种和镇压等工序，有效减少作业机具进地次数。

北京德邦大为科技有限公司研发生产的2BM系列，如图1-14所示，采用悬挂式挂接方式，方便运输和地头转弯等作业，整机质量1762kg，依靠重量保证免耕作业效果。采用气吸式排种器，通过不同工作部件的变换组合，实现耕整后播种或免耕播种的变换，播种单体仿形，采用前仿形轮、侧深施肥，播种开沟采用

双圆盘开沟器，施肥开沟使用单缺口圆盘。采用后镇压轮和双侧橡胶轮限深，确保播种的可靠性和准确性。



图 1-13 2BMFS-5 免耕施肥播种机



图 1-14 2605 气吸式免耕精密播种机

河南豪丰机械制造有限公司生产的豪丰 2BXS-12C 免耕施肥播种机，如图 1-15 所示。机器采用后置液压全悬挂的挂接形式，可播种到地边，减少土地浪费，提高土地利用率，尤其适合小地块播种。采用旋耕灭茬，外槽轮式排种器、排肥器，一次可播种小麦 12 行，施肥 6 行，整机质量 740kg，作业效率为 0.40~0.67hm²/h。采用镇压辊进行重镇压。

2BMYFC-4/4 玉米清茬免耕施肥精量播种机由山东大华农业机械有限公司研制，如图 1-16 所示。采用驱动旋转式播种带清理防堵装置清除地表秸秆和残茬，播种腿和镇压轮均单独仿形，播种和施肥都采用锐角凿式开沟器，整机质量 600kg，适宜在前茬作物是小麦的地里播种玉米。



图 1-15 豪丰 2BXS-12C 免耕施肥播种机



图 1-16 2BMYFC-4/4 玉米清茬免耕施肥精量播种机

图 1-17 所示的 2BJM-3 型玉米免耕施肥播种机，采用锐角双翼铲式开沟器强行入土破茬，指夹式排种器，外槽轮式排肥器，配套动力为 36.8~58.8kW。播种机开沟破茬能力强，需配备动力较大，适用于西北地区的玉米免耕播种。

中国农业大学研发的 2BMQF-4C 轮齿拨草型玉米免耕覆盖播种机，如图 1-18 所示，将垂直圆盘和轮齿式拨草器相组合，即采用“先切后拨”的防堵方式，作业时由垂直圆盘切断秸秆，装在切草盘后的拨草轮将秸秆向两侧分开，防堵性能好，利于开沟播种。采用尖角开沟器，入土性能好，自动回土能力强，省去覆土装置。种肥垂直分施，采用单体仿形，结构简单，适用于秸秆量较少的地块。



图 1-17 2BJM-3 型玉米免耕
施肥播种机



图 1-18 2BMQF-4C 轮齿拨草型
玉米免耕覆盖播种机

沈阳农业大学和辽宁省农机推广站共同研制的 2BG-2 型气吸式玉米垄作免耕播种机，如图 1-19 所示，滚动缺口圆盘破茬刀和圆盘螺旋线形清垄轮相组合，在土壤阻力带动下旋转完成破茬动作，并将垄顶的秸秆等覆盖物清除至垄沟。设有垄上作业稳定装置，保证田间作业时播种机不掉垄。采用气吸式排种器和外槽轮式排肥器。试验证明，该机在垄上作业效果、保护垄形以及播后出苗率均表现出良好效果，适合东北玉米垄作区一年一作制的玉米免耕播种。

黑龙江省农业机械工程科学研究院研发生产的 2BJM-6 免耕精量播种，如图 1-20 所示，采用悬挂式挂接方式、强击式精密排种器、大外槽轮排肥器、双圆盘开沟器、波纹圆盘破茬、V 形轮镇压，具有整机结构紧凑、侧深施肥精确、故障



图 1-19 2BG-2 型玉米垄作免耕播种机

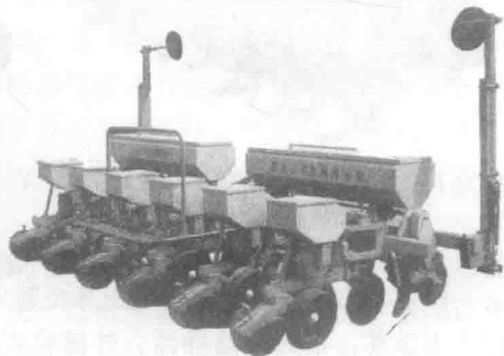


图 1-20 2BJM-6 免耕精量播种机

率低、通过性好等优点。该免耕播种机主要用于在原茬地上进行播种作业。适合东北地区旱田作业。

目前,东北玉米垄作区使用的免耕播种机主要有中国农业大学和辽宁省农业机械化推广站联合研制的 2BML-2 型苗带旋耕式玉米垄作免耕播种机,以及吉林省康达农业机械有限公司生产的 2BMZF-2 型牵引式免耕播种机。

2BML-2 型苗带旋耕式玉米垄作免耕播种机先对根茬进行浅旋处理,后施肥播种,机器采用尖角式开沟器。播种机的旋耕刀端点的运动轨迹是余摆线。苗带旋耕式玉米垄作免耕播种机苗带清理耕作强度大,会导致地表破坏严重,容易在垄上开出新沟,不利于保持垄形,作业功耗大等问题。

2BMZF-2 型牵引式免耕播种机是目前东北玉米垄作区使用数量最多的免耕播种机,至 2017 年大概有 6000 台投入田间作业中,牵引式,作业行数 2 行,质量 1000kg。采用滚动圆盘大波纹犁刀和拔草轮式的清垄器的清垄防堵装置,双圆盘播种开沟器,缺口盘施肥开沟器,防堵能力较强,田间作业机器基本不堵塞。滚动圆盘犁刀为被动式,对土壤扰动轻,动土量少,作业效果较好,基本可以满足农业技术的要求。但仍存在不足之处:播种机自重过大,导致播种时垄台几乎被压平,影响垄作优势的发挥;拖拉机和播种机的轮子对土壤压实严重,土壤坚实度加大。

综上所述,国产免耕播种机形式多样,或采用旋耕灭茬、清扫的主动防堵方式,或采用锐角开沟器强制入土破茬,或采用圆盘破茬开沟装置的被动防堵方式,都可以较好地完成免耕播种作业,但有些存在动土量大、功耗高等缺点。大多为牵引式,机具自重大,极少的悬挂式播种机也并没有减轻自身重量,播种、施肥开沟入土需要的下压力都是依靠播种机自重提供,对土壤压实严重,造成土壤板结,不利于玉米生长发育。其排种器大多采用进口指夹式,能够保证播种精确,但成本较高。

1.3 免耕播种机关键部件与关键技术研究现状

1.3.1 切拨防堵装置与防堵技术研究现状

免耕播种是在有秸秆和根茬杂物的未耕地上进行播种,播种机必须有切拨防堵装置。国外的免耕播种机多采用圆盘刀式破茬器,每个圆盘刀需增加配重,结构庞大笨重。目前国内免耕播种机的防堵装置从动力源上分类,主要有主动式和被动式两种。主动式,又称驱动式,主要包括驱动苗带旋耕式防堵装置和圆盘式防堵装置。被动式,主要包括移动式防堵装置和滚动式防堵装置。

(1) 苗带旋耕式防堵装置。张晋国等(2000年)设计了带状粉碎防堵装置,将播种带上的秸秆用组合刀片切碎,然后沿导草板抛撒到种行的侧后方。卢彩云(2014年)在小麦免耕播种机上配置了浮动支撑式防堵装置,有效降低了播种机