

国内残地膜回收设备应用现状与发展研究

王伟伟¹, 裴新民^{2*} (1. 新疆农业大学机械交通学院, 新疆乌鲁木齐 830052; 2. 新疆农牧机械管理局, 新疆乌鲁木齐 830052)

摘要 介绍了国内外残膜回收机具发展概况, 对国内典型结构的残膜回收机具进行了阐述并说明了不同型号装备的工作原理和部件组成, 然后对具代表性的收膜机构设备作了优缺点的对比分析, 以期将来残地膜回收机具的发展研究和机构改进优化提供参考。
关键词 残膜; 残膜回收设备; 研究现状
中图分类号 S223.5 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)23-368-03

Application Status and Development of Domestic Plastic Film Recycling Equipment
WANG Wei-wei¹, PEI Xin-min^{2*} (1. College of Mechanical and Traffic, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052; 2. Xinjiang Agricultural and Animal Husbandry Machinery Administration, Urumqi, Xinjiang 830052)
Abstract The paper introduced domestic and foreign residual film recycling equipment development situation, the typical structure of residual film recovery machine were elaborated and the different types of equipment of the working principle and components were explained, then the advantages and disadvantages of representative received film equipment were comparatively analyzed, so as to offer direction and reference for the improvement of future residue mulching film recovery machine research and development institutions.
Key words Plastic film; Plastic film recycling equipment; Research status

地膜覆盖种植技术自 20 世纪 70 年代引入我国以来, 便以保墒、保温、增产、抗旱等优点从起先的瓜果、蔬菜类生产到棉花、花生等经济作物再到玉米、小麦等迅速得到推广, 并作为一项重要农业发展战略贯彻落实。随着地膜覆盖技术的应用, 残地膜污染问题随之而来, 欧美、日、法、以等农业化程度较发达国家早于 20 世纪 60 年代便开始对残地膜的回收作初步研究^[1], 并取得一定成果。我国农业科技工作者经过二十多年来的研究, 也开发出多达一百余种机型的残地膜回收机具^[2]。

1 国内外发展现状

国外对残地膜回收问题的研究起步较早, 并且研制了几种不同类型回收效果较好的残膜机具^[3-10]。由于国外多采用 0.02~0.08 mm 厚的地膜, 具有强度高、韧性好、周期长等特点, 回收机具主要以卷膜辊机构为主, 工作时由松土部件将地膜上覆土疏松并挑起, 再由卷膜辊来卷收残膜, 技术上的关键是卷膜辊的线速度与机具作业前进的速度匹配^[2]。

我国对残地膜回收问题的研究开始于 20 世纪 80 年代左右, 由于我国地膜厚度较薄(一般为 0.006~0.008 mm)以及国家对地膜厚度规定标准不统一^[2], 其抗老化、抗拉性能和使用周期等性能大大低于国外农用地膜性能, 再加上我国地域辽阔, 各个地方的土壤、气候、温度、农艺条件等差异较大, 导致国内虽然对残膜回收技术和装备研究较广泛, 但开发的机型众多, 结构复杂, 且大多数机型设计上未能较好地适应回收残膜和作物农艺特性。

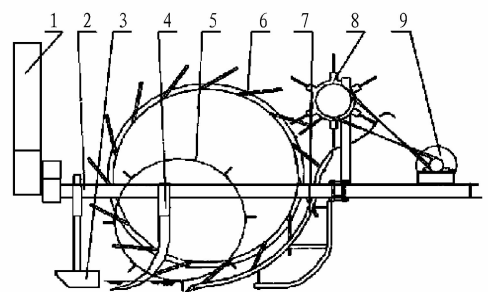
2 国内残膜回收机具工作性能特点

按照时间和农艺特点有苗期揭膜机械、秋后残膜回收机械、(耕后)播前回收机械; 按照收膜主要机构有卷膜辊式、伸缩杆齿式、轮齿式、弹齿式、链齿式、钉齿式、滚筒式、气力式

(气吸式)、链扒式、铲式等^[11]。其中, 复式作业的残膜回收^[0]机具的研究与推广取得了显著成果。

2.1 卷膜辊式 卷膜辊式残膜回收机的代表机型有新疆农科院农业机械化研究所研制的 MSM-1(3)型残膜回收机(如图 1)。该机型属于苗期揭膜机械, 主要由起膜、收膜和脱膜三大部件构成。其收膜过程为在 18.38 kW 小四轮拖拉机牵引下沿膜行前进, 刮土板清除表面覆土, 边膜杆齿将边膜铲起, 脱膜轮将地膜与起膜轮分开, 最后由卷膜辊将地膜卷起。

性能特点: 该机具收膜部件无需动力驱动, 卷膜辊可主动收集地膜, 适用于抗拉强度较好地膜(≥ 0.01 mm)的回收, 采用地轮传动, 能提高可靠性能, 减少断膜和停滞现象; 可调整用于不同棉花种植幅宽的残膜回收作业; 与起膜轮反向转动的脱膜轮在转动过程中可将杂质与膜分离, 收集的残膜干净无需打包, 便于回收再利用。



注: 1-悬挂架; 2-机架; 3-刮土板; 4-边膜杆齿; 5-地轮; 6-起膜轮; 7-起膜导轨; 8-脱膜轮。

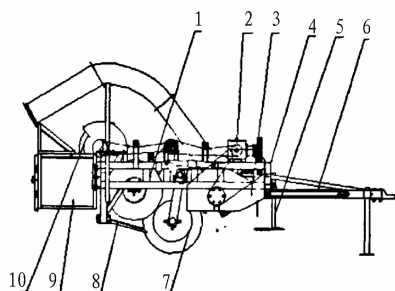
图 1 MSM-1(3) 残膜回收机机构简图

2.2 伸缩杆齿式 伸缩杆齿式残膜回收机构大多在秋后回收中应用。秋后残膜回收机械是近年来研究的重点, 新疆、内蒙古、甘肃和山西都对其进行了相关设备的研发。其中机型以复式作业为主, 如新疆农机化所研制的 4JSM-1.8 (如图 2)。该机具工作时, 在拖拉机牵引下前进, 其粉碎装置将膜行幅宽内的棉秆粉碎后向机具后上方抛出, 梳齿式松土齿将膜下土壤疏松后由弧形挑膜齿将膜挑起向后输送, 脱

作者简介 王伟伟(1986-), 男, 河北邯郸人, 在读硕士研究生, 研究方向: 农业机械技术推广与管理。* 通讯作者, 研究员, 硕士生导师, 从事农业机械技术应用与推广研究。
收稿日期 2015-06-23

膜装置将膜送入集膜箱^[12]。

性能特点:该机为棉秆粉碎与残膜回收联合作业机,整机卧式结构,粉碎装置采用立式水平刀盘,回收装置采用改进后的凸轮圆弧齿偏心滚筒捡拾机构,结构稳定性好;输送装置将粉碎的秸秆向后抛掷机具一侧,为捡拾残膜作业清理杂质,提高工作连续性。

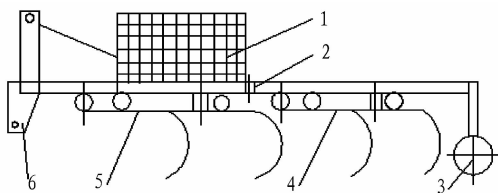


注:1-挑膜滚筒;2-传动系统;3-垂直刀盘式秸秆粉碎机;4-机架;5-边膜铲;6-牵引架;7-行走轮;8-松土齿;9-膜箱;10-脱送装置。

图2 4JSM-1800A2型残膜回收联合作业机构简图

2.3 (密排)弹齿式 弹齿式残膜回收机械在秋后和播前两个时期都有相应的机型,如东北农业大学研制的QS-2为秋后残膜回收机械;由新疆兵团149团研发的CMJ-5为(耕后)播前回收机械。CMJ-5型密排弹齿式残膜回收机械(如图3)为春秋两用,工作过程有一定的碎土功能,楼膜齿入土将地表5 cm内残膜楼集成条状,弹齿挂满残膜时,拖拉机上液压装置提升卸下,再由人工运出农田^[11]。

性能特点:主要回收地表5 cm以内残膜,与悬挂式轮式小功率拖拉机配套作业,前排100根弹齿将大土块和秸秆收起,后排200根弹齿将土层5 cm以内残膜回收,每工作几十米自动卸膜^[12]。弹齿梳妆结构轻简可调,造价低、易维护保养,不需外部驱动力;可以添加集膜箱,可根据实际情况可调节工作幅宽;通过增加弹齿密度和梳妆结构的层数可提高残膜收净率^[11]。



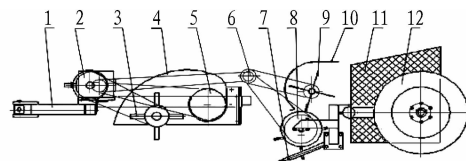
注:1-集膜箱;2-铰接销;3-深浅调节轮;4-后排弹齿;5-前排弹齿;6-机架。

图3 CMJ-5型春秋两用密排弹齿式残膜回收机构简图

2.4 滚筒杆齿式 新疆农垦科学院农机研究所研制的4SJ-1.6(如图4)为残膜回收与茎秆粉碎联合作业机,为秋后残膜回收复式作业机械,收膜装置采用滚筒捡拾机构,粉碎装置采用横轴锤爪式结构,动力由拖拉机后输出轴传递给茎秆粉碎和输送绞龙、捡拾滚筒和脱送叶轮。粉碎装置将茎秆粉碎后输送给绞龙,再输送到机具一侧实现膜秆分离;起膜梳齿将地表5~10 cm的覆膜图疏松,捡拾滚筒将地表5 cm内的残膜挑起,滚筒在动力驱动下转动将膜卷起,最后由脱

送叶轮将残膜送到集膜箱中^[12]。

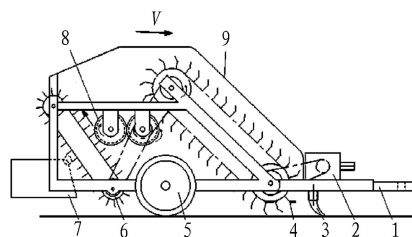
性能特点:该机构以半悬挂方式与小四轮拖拉机连接;回收地浅层5~10 cm内的残膜;叶轮护罩的设置减少了残膜在输送过程中缠绕和堵塞现象。



注:1-机架;2-齿轮箱;3-茎秆粉碎装置;4-茎秆还田机罩;5-茎秆输送绞龙;6-输送机构;7-起膜梳齿;8-捡拾滚筒;9-脱送叶轮;10-叶轮罩壳;11-集膜箱;12-地轮。

图4 4SJ-1.6型残膜回收与茎秆还田联合作业机构简图

2.5 钉齿式 由新疆叶尔羌农机科技开发有限公司研制的4CM-120/140/160(如图5)系列残膜回收机为钉齿式结构,主要部件包括松土齿、起土铲、碾压辊、收膜钉齿、脱膜刷以



注:1-机架;2-减速箱;3-松土齿;4-起土铲;5-地轮;6-收膜钉齿;7-集膜箱;8-碾压辊;9-机壳。

图5 4CM-120/140/160系列残膜回收机构简图

及集膜箱等。工作过程为在拖拉机牵引下,由松土齿松土,起膜铲将土和残膜一并铲起,碾压辊粉碎较大土块,碎土由重力落下与膜分离,最后由钉齿将残膜挂起输送到集膜箱^[12]。

性能特点:该机是集收膜、碎土、平整土地为一体的多功能残膜回收机械,配套30~60 kW动力的拖拉机,工作幅宽为1.2~1.6 m,入土深度14~18 cm,作业效率(0.2~0.5 hm²/h)不稳定,适用于秋后土壤封冻之前进行残膜回收与整地联合作业。

2.6 链耙式 由克拉玛依五五机械制造有限公司生产的4CM-2.0型复式残膜回收机是链耙式典型代表机型之一。工作过程为机具由拖拉机牵引,前部切割部件完成秸秆粉碎,后由后方起膜部件入土5 cm将膜挑起,再由链齿耙输送装置将残膜与杂物一同提升至一定高度,靠重力作用使土壤秸秆与残膜分离,并掉落到清理输送带上。

性能特点:该机具为秸秆粉碎和残膜回收复式作业,残膜收净率一般,结构设计较复杂,残膜易拥堵,卸膜时偶有不畅,适用于地表浅层残膜回收。

3 不同结构残膜回收机具的性能对比

由表1中几种典型残膜机械的性能对比分析可知:

(1)MSM-1(3)型卷膜辊式、4JSM-1.8型伸缩杆齿式和密排弹齿式残膜回收机的整体结构都相对较简单,其中前两者都有一定的作业和应用的局限性,后者虽然效果和应用较前两者好,但机械化程度低。

(2)4SJ-1.6 型滚筒杆齿和 4CM-120/140/160 型钉齿式

都是复式作业机械,结构较复杂,成本略高,但作业效率和工

作性能较前三者有很大提高,其关键运行机构的紧凑度和功

能稳定性及复合性还需进一步优化和提高。

表 1 几种主要典型机构残膜机械的优缺点

结构	代表机型	适用时期	单式/复式作业	优点	缺点
卷膜辊式	MSM-1(3)	苗期	单式作业	①收膜部件不需驱动 ②结构简单	①适用于强度较好地膜 ②收膜效率低
伸缩杆齿式	4JSM-1.8	秋后	复式作业	①可实现联合作业 ②动力(采用后牵引式)输出方便 ③结构简单,拾膜能力强,易维护保养	①输送秸秆时易堵 ②膜杆分离率低,作业效率不高 ③机具价格较高, ④田间作业要求较高,工作环境恶劣
(密排)弹齿式	CMJ-5	春秋两用 耕后播前	单式作业	①结构简单,造价低 ②效果较好,应用广泛	①机械程度低,需人工辅助 ②弹齿强度低易发生变形
滚筒杆齿式	4SJ-1.6	秋后	复式作业	①一次性完成打杆收膜,作业效率高 ②工作连续性好 ③由于叶轮加护罩输送膜结构,减少残膜易缠绕、堵塞现象	①传动路线长,易掉链,影响可靠性 ②由于动力分别传给粉碎装置、输送绞龙、滚筒、叶轮,耗能高、粉尘大、地面留茬高 ③结构复杂、成本高,收膜率低
钉齿式	4CM-120 140/160	秋后	复式作业	①收膜、碎土、整体多功能 ②由于设有外壳,改善工作环境 ③结构设计简单紧凑	①回收残膜杂质较多 ②整体功能不能完全取代整地作业,工作效率低 ③能耗较高,作业效率不稳定

4 结论

我国目前残膜回收机具类型各异、数量众多,但真正推广应用到实践中的装备为数不多,效果差异较大。从对国内几种典型结构及具有代表性的残膜回收机械的工作性能特点对比分析中可知,各项工作和机构性能参数如作业速度、传输速度、收膜部件结构强度、外形尺寸、重量、制造材料、机械运行连续性、牵引力匹配性等等都还有待进一步改进和优化;残膜回收机械从原来残膜回收单一作业已经飞越发展到集整地、碎土、残膜回收、秸秆粉碎为一体多功能复式作业机械装备。在将来的残膜回收机具设计研究中应在更高的作业质量和残膜回收率保证前提下,根据国家对农业面源污染防治出台的新政策,将工作重心逐渐转移到对标准膜以及提高边膜的回收机具研究设计上来,逐步实现提高回收残膜真正可再利用的回收机具的研发设计水平的目标。

参考文献

[1] 谢建华,侯书林,刘英超. 残膜清理回收机具的研究现状及存在的问题[J]. 中国农机化,2012(5):41-44.

[2] 平英华. 我国残膜机械化回收装备存在的问题及对策[J]. 安徽农业科学,2014,42(22):7678-7679,7682.

[3] SAWYER A G, ROBERSON R L. Plastic sheet take-up implement; U. S, 5236051[P]. 1993.

[4] BROOKS T W. Apparatus for removing and baling plastic mulch; U. S, 5452652[P]. 1995.

[5] PARISH R L. An automated machine for remove of plastic mulch[J]. Transaction of ASAE,1998,42(1):49-51.

[6] CHRYSLER R W. Apparatus for removing plastic film from raised plant beds; U. S,4796711[P]. 1989.

[7] WITTER S H. World-wide use of plastic in horticultural production[J]. Hort Technol,1993,3(1):6-19.

[8] LAMONT W J. Plastic mulches far the production of vegetable crops[J]. Hort Technol,1993,3(1):35-39.

[9] BERGLUND R,SVENSSON B,GERTSSON U. Impact of plastic mulch and poultry manure on plant establishment in organic strawberry production [J]. Journal of Plant Nutrition,2006,29:103-112.

[10] ROCCA A R. Plastic mulch retriever for use by e. g. farmer; Australia, WO2009076729-A1[P].

[11] 王鹏. 新疆兵团残膜回收机械与政策机制现状的分析研究[D]. 石河子:石河子大学,2013:6-7,20.

[12] 李斌. 后置链齿耙式残膜回收机工作机理研究[D]. 石河子:石河子大学,2013:4-7.

(上接第 367 页)

从图 8 转速跟踪曲线,可以看出,电机无超调且快速上升至 2 500 r/min,在 2 s 时,电机转速迅速降落到 1 500 r/min,过渡时间短,大概为 0.2 s。这反映出在专家 PID 的控制下,电机的实际转速能在较大范围内实现良好的给定转速跟踪性能。

4 结束语

该文介绍了专家 PID 在农用无刷直流电机的应用,对增量式 PID 和专家 PID 在无刷直流电机转速闭环控制应用效果进行了对比,同时验证了专家 PID 在无刷直流电机转速闭环控制系统的转速跟随能力。试验结果表明,专家 PID 在无刷直流电机转速控制中能够有效抑制超调,响应时间短,具有良好的转速跟随性能。同时比例积分微分参数的数值调

节难度小,并不局限于某个数值,只要设置在一定范围内都能实现无超调且响应时间短,在农业机械电机控制方面有着良好的应用。

参考文献

[1] 李军伟,崔师,李连强,等. 基于模糊 PID 的无刷直流电机控制系统设计开发[J]. 机械设计与制造,2013(2):77-79.

[2] 夏长亮,刘丹,王迎发,等. 基于模糊规则的无刷直流电机免疫 PID 控制[J]. 电工技术学报,2007,22(9):68-73.

[3] 任晶莹,姚绪梁,蔡晶,等. 基于神经网络控制器的直流无刷电机控制研究[J]. 农机研究,2012(6):226-229.

[4] 史敬灼,刘玉. 超声电机简单专家 PID 速度控制[J]. 中国电机工程学报,2013,33(36):120-125.

[5] 郭清,王元昔. 霍尔传感器在直流电机转速测量中的应用研究[J]. 传感器与微系统,2011,30(7):54-56.

[6] 袁碧金,吴雷,李鹏程. 基于专家 PID 控制三相交流斩波调压系统[J]. 电力电子技术,2010,44(5):82-83.

[7] 杨立秋,宋立忠. 船用起重机消摆系统的专家 PID 控制[J]. 计算机仿真,2011(10):161-164.