

根茬处理技术的现状与发展

吴子岳 高焕文

(中国农业大学机械工程学院)

摘要 阐述了作物根茬处理特别是玉米根茬处理的意义,介绍了秸秆、根茬粉碎技术的发展概况,对几种不同类型根茬处理复合作业机具的结构、性能和特点进行了分析,指出了我国北方旱作地区普遍采用的旋耕机具碎茬技术中存在的问题。提出应将灭茬过程的计算机模拟、仿真和图像处理,利用高新技术实现精确对行灭茬,及将农机与农艺结合等作为今后的研究方向。

关键词 根茬; 处理; 机具

分类号 S 222

Present State and Development on Technology of Stubble Chopping

Wu Ziyue Gao Huanwen

(College of Machinery Engineering, CAU)

Abstract The significance of breaking stubble, especially for maize, was discussed in this paper, and the development of the technology of chopping stalk and stubble was introduced. On the basis of analyzing the structure and performance of a few of types of multiplex chopping implements widely used in North China, the problems in the technology of chopping stubble were pointed out. It was put forward that computer analogy, imitation and image manipulation of chopping process, precise chop of stubble using high technology and the better combination of agronomy with agricultural machinery should be taken as the direction of future study in this area.

Key words stubble; chopping; implement

根茬处理是指采用机械作业切碎、消除作物根茬。其作用是提高播种机的通过性和播种质量,并充分利用根茬自身的有机养料,来增加土壤有机质,改善土壤的物理性质,增加团粒结构,以达到培肥地力、增产增收的目的。

玉米根茬的秆径约 2.2~ 2.6 cm,留茬高度约 10 cm,主根地表下沉深度约 5~ 6 cm,各层的次生根和根须在地表下呈灯笼状分布,聚积土壤成团,最大横截面处直径约 20~ 25 cm。粗大而结实的根茬位于耕作层中,旋耕碎土作业时,根茬难以切断,而且易缠绕旋耕机刀轴;播种作业时,开沟器遇根茬易发生堵塞,严重时无法正常作业;因此,必须对根茬特别是玉米根茬进行切碎处理,打破根须与土壤形成的团块,要求 90% 以上的根茬切碎长度 < 5 cm。有效的根茬处理,将有利于后续的种床准备作业,提高播种机特别是免耕播种机的通过性和播种质量。

收稿日期: 2000-01-06

农业部专项课题

吴子岳,北京清华东路 17 号 中国农业大学(东校区)46 信箱,100083

根茬切碎的同时,地表下 8~10 cm 内的土壤在一定程度上被松动和搅碎,这样既增加了土壤的通透性,又有利于提高地温。土壤的毛细管被切断,并且地表上有一部分秸秆和根茬覆盖,这些都能减少土壤中水分的蒸发,有利于蓄水保墒和种子出苗生长。

玉米根茬干物质中有机质含量高达 75%~85%,养料丰富,其中含氮 0.75%,磷 0.60%,钾 0.9%^[1]。根茬被粉碎处理后均匀拌入土层中,可增加土壤有机质,使土壤微生物活动增强,提高了肥料的利用率。根茬在土壤中熟化腐解,形成新鲜的腐殖质,而新鲜的腐殖质是很好的土壤胶结剂,从而改善土壤团粒结构,改善土壤的水、肥、气状况。

1 根茬处理技术发展概况

80 年代末以来,我国在引进国外技术的基础上自主研究开发出多种类型的秸秆还田机^[2]。这类机械多利用高速旋转的甩刀逆向切断茎秆,茎秆不断撞击罩板,并多次受到切割破碎,碎茎秆在刀辊上部甩出。玉米秸秆粗而脆,刚度较强,粉碎这类秸秆采用打击与切割相结合的方式。目前大多数玉米秸秆粉碎机的甩刀都采用斜切式 L 型,利用滑切作用可以减少 30%~40% 的切割阻力。对于细软的小麦、水稻秸秆,采用有支承切割较好,且刀刃要求锋利。锤爪式甩刀主要用于大中型粉碎机具上。

随着对地上秸秆粉碎技术研究的深入和机具性能的不断完善,人们又把目光转向对地下根茬的粉碎处理,发展并研制了旋转灭茬、振动灭茬、对行灭茬、复合灭茬等新的原理和机具。对刀的研究经历了从旋耕刀、砍切刀、直刃切茬刀到曲刃切茬刀的发展过程,刀的切茬性能不断提高,阻力和功耗明显降低。旋耕刀具有良好的切土、碎土、抛土性能,但为防止刀间缠草,对草根、作物残茬滑移和避让,因而切茬能力较弱。直刃切茬刀采用砍切为主,滑切为辅的切割方式^[3],且由于制造简单而得到广泛应用^[4]。

通过双轴旋转刀片作业将地上秸秆粉碎和地下根茬处理同时完成的机具也较多,如江苏理工大学研制的 HJF-130 秸秆粉碎掩埋复式作业机和 FG-120/150 型秸秆还田机。双轴式旋转作业能实现不同的切割要求^[5],但在机具的前进速度、生产率、功耗的分配上都存在相互牵制的问题,另外双轴之间容易产生缠绕堵塞。

2 根茬处理复合作业机具

据不完全统计,近 10 年来全国推广应用的根茬处理复合作业机具有 10 多种,主要生产地为吉林、河北、黑龙江、山东等省。单一的根茬处理是将大田作物的根茬粉碎后直接均匀混拌于 10 cm 的耕层中,达到播前整地要求,这种处理也称灭茬作业。根茬处理复合作业是指在碎茬的同时完成其他作业要求,如粉碎地上秸秆、深旋耕及播种等。由于复合作业能减少拖拉机对土壤的压实和动力消耗,因而应用更加广泛。

根茬处理机具按作业功能的不同可分为 3 类。

1) 单灭茬型。如 1G-4 型灭茬机,由吉林省四平市农机化所研制,于 1991 年通过省级鉴定,之后大面积推广应用。该机采用 4 组灭茬部件,每 2 组分别套装在左、右旋转方轴上,用定位销轴进行轴向固定,实现按垄灭茬^[6]。每组灭茬部件分别由 18 把螺旋排列、左右各半的 L 型直刃灭茬刀组成,耕幅 252 mm;还可根据要求左右展开,展开后的耕幅增至 412 mm,以适应垄距不均的地块。灭茬刀由 6~7 mm 厚的 65Mn 钢板制成,经热处理后,具有足够的强度和刚

度,并具有良好的韧性和耐磨性。该机设计合理、性能优良,但需凭机手经验实现按垄灭茬,因而准确性较差。

2) 灭茬加旋耕型。如1GW-2型还田机,由吉林省四平农机厂生产。该机能使碎茬、旋耕、起垄3项作业一次性完成。由于碎茬和碎土对刀轴转速、刀片形状的要求不同,故采用双刀轴旋转作业。前轴刀片破碎根茬,深度5cm(约为玉米主根地下深度),转速为 $380\sim 460\text{ r}\cdot\text{m in}^{-1}$;后轴刀片旋耕碎土,并对部分根茬2次破碎,深度 $10\sim 12\text{ cm}$,转速 $250\sim 300\text{ r}\cdot\text{m in}^{-1}$ 。双刀轴确能满足茬和土的不同切碎要求,但结构复杂。

3) 灭茬加播种型。如2BDG-6(3F)型带耕(种床旋耕)沟播机,一次进地可完成破茬、3条带浅耕和播种3项作业^[7]。浅耕碎茬由3组小型旋耕刀正向旋转实现,切土碎茬深度 $6\sim 10\text{ cm}$,切开的土和茬向后抛,经开沟器(导土板)向两边未切削部分上方飞去,一部分形成垄背,另一部分自动回落盖在种子上,经镇压轮压实松土,达到防风保墒的目的。该机的优点是浅旋耕沟播,抗旱保墒,但由于采用旋耕刀,切茬能力不强,碎茬率低,根茬易缠绕开沟器,影响播种质量。

3 当前根茬处理技术及其作业机具所存在的问题

1) 旋耕机具碎茬质量不高

我国北方旱作地区大力推广秸秆及根茬粉碎还田技术,即将地上秸秆粉碎,再用旋耕机深旋翻,深度超过 15 cm ,将碎茎秆和残茬翻埋到土层中。大的动土深度是为了完全掩埋秸秆,但根茬并未完全切碎,碎茬质量不高。一部分与土壤粘附在一起的根茬翻到地表,反而增加了整地、播种作业的难度。用弹齿耙只能把附土拨掉,难以切碎根茬。另外还存在旋耕掩埋效果差,动力消耗过大等问题。

2) 重机具研制,轻机理研究

我国北方旱作地区农机科研部门研制了不同功能的根茬处理机具,根茬处理机的使用量逐年增加。根茬机械粉碎还田技术在吉林省应用面积最大,仅1990年推广根茬粉碎还田机6000多台,作业面积20多 hm^2 。由于缺乏对灭茬机理和碎土功耗的试验研究,因而出现了机具多而杂,但性能高的机具较少这一严重问题,有的机具用旋耕刀代替切茬刀,碎茬效果差,且功耗较大。

3) 对行灭茬准确性较差

一些灭茬机按行距要求配置灭茬部件,刀片沿着行(垄)在根茬范围内旋转切茬,实际作业幅宽缩短,动土量随之减少,动力消耗降低,这是一项很有创意的设计;但拖拉机手操作时很难保证灭茬部件准确对行(垄)碎茬,以致造成切茬不完全甚至漏切。

4 今后的研究方向

1) 对灭茬过程进行计算机模拟、仿真和图像处理分析

利用Field Point模块建立自动测控系统和图像采集处理系统,在土槽试验台上模拟田间

作业工况,对秸秆粉碎、灭茬过程进行计算机模拟、仿真和图像处理分析。记录不同工况参数下刀片的旋转切茬过程,分析刀片动态轨迹和根茬碎裂规律,进而优化刀片设计,确定刀片最佳排列方式和运动参数,为提高切茬效果和降低切茬功耗提供理论依据。

2) 曲刃灭茬刀的研制

直线刀刃虽然制造简单,但滑切角沿刀刃方向无变化,使得根茬易从刀端滑出,不利于切茬。若采用曲线刃灭茬刀,可形成包围状砍切,砍切中带有滑切,滑切角的变化从大到小,保证了稳定砍切,提高了切茬效果。

3) 采用高新技术实现对行灭茬

将计算机视觉技术、激光制导技术等应用于对行灭茬控制装置中,提高对行灭茬的准确度,实现精确、高效灭茬。

4) 农机与农艺结合研究

要实现秸秆、根茬全部还田不仅动土量大,而且动力消耗多,因此,还田并非越多越好。应提倡保护性耕作技术,在减少动土量的前提下提高碎茬率,研制高效的秸秆、根茬粉碎机。设想使一部分秸秆根茬还田,大部分分布在地表,这样既提高了免耕播种机的通过性,又可达到保水保墒之目的。地表上下碎秆的比例需要农机与农艺相结合,通过长期的试验研究才能获得,这是一项很有意义的研究课题。

参 考 文 献

- 1 中国农机学会农机化学会科技交流中心编 农作物秸秆利用技术与设备 北京:中国农业出版社,1996 67~70
- 2 毛罕平,陈翠英 秸秆还田机研制现状 农业机械学报,1996,27(2):152~154
- 3 James G. Effect of knife angle and velocity on the energy required to cut cassava tubers Journal of Agricultural Engineering Research, 1996, 64(2): 99~106
- 4 贾洪雷,陈忠亮 新型旋耕碎茬通用机的研究与设计 农业机械学报,1998,29(增刊):26~30
- 5 毛罕平,陈翠英 秸秆粉碎掩埋复式作业机的试验研究 农业机械学报,1996,27(3):42~45
- 6 丛维军 1G-4型灭茬机的试验研究 农牧与食品机械,1993(3):16~17
- 7 李其昀 深松覆盖免耕沟播技术及其机具 干旱地区农业研究,1993,11(2):20~26