

陈伟,朱继平,陈小兵,等.深松铲型式对深松作业的影响[J].江苏农业科学,2018,46(20):229-231.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.20.058

深松铲型式对深松作业的影响

陈伟¹,朱继平¹,陈小兵¹,袁栋¹,姚克恒¹,刘正刚²,丁艳¹,夏敏¹,张晓¹

(1.农业部南京农业机械化研究所,江苏南京 210014; 2.江苏清淮机械有限公司,江苏淮安 223005)

摘要:通过试验对比方法,分析不同结构形式的深松铲对深松作业的影响,试验评价指标为土壤坚实度、膨松度和牵引阻力。试验采用国内常见的 4 种深松铲,分别为凿型深松铲、凿型带翼铲、曲面深松铲和箭型铲,在单因素的基础上,设计出合理的方案。研究结果表明:(1)深松作业可以有效降低土壤坚实度,凿型铲和曲面铲在水平方向影响距离大,在 20 cm 测点处分别降低土壤坚实度 46.85%、53.14%;(2)从降低土壤坚实度最大值角度分析,曲面铲作业效果最好,凿型铲次之;(3)曲面深松铲作业在对土壤坚实度影响上具有明显的不对称性,两侧影响幅度不同;(4)深松作业对于深层土壤坚实度影响比浅层土壤大;(5)在相同作业条件下,曲面式深松铲深松作业需要更多的牵引阻力,作业后土壤膨松度最好。

关键词:深松铲;土壤坚实度;牵引阻力;对比试验

中图分类号: S222.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)20-0229-03

传统的整地方式主要有犁翻耕和旋耕 2 种,常用机具为铧式犁和旋耕机,在这 2 种机具的长期作用下,适耕土层薄化严重,地表下方 15~20 cm 处出现坚硬的土层,即犁底层^[1-3]。犁底层的厚度因地域不同相差很大,由于犁底层土壤坚实度大,板结情况严重,会导致 2 种情况,一是阻碍地表水分下土壤深处渗透,大多数水分留存于浅土层增加了地表径流和自然蒸发现象;二是阻碍了作物根系的生长,坚硬的犁底层大大增加了根系下扎阻力,作物根系发展空间小、增加倒伏、降低产量^[4-6]。深松的主要目的在于打破田块中的犁底层,提高土壤的蓄水能力,降低深处土层的容重、坚实度,为植物根系的生长创造有利的条件。国内关于深松铲的研究已开展多年,期间出现了很多新型样式的深松铲,然而现有的深松铲型式在主体结构上与几种经典的深松铲型式很相似的如凿型式、凿型带翼式、曲面式、箭型式^[7-8]。在主体没有变的情况下,很多企业或研究机构以经典深松铲为主体结构,设计出了众多型式的深松铲^[9-10]。为研究不同型式深松铲的作业性能,本研究以上述经典样式深松铲为研究对象,采取田间试验的方式评价各型式深松铲的作业性能,根据现有仪器条件及不可控因素,试验评价指标主要是土壤坚实度、功耗。

1 试验条件和设计

1.1 试验条件

收稿日期:2017-05-27

基金项目:公益性行业(农业)科研专项(编号:201503119-02-01);中国农业科学院创新工程;中央级科研院所基本科研业务费专项(编号:S201701);国家大麦青稞产业技术体系建设项目(编号:CARS-05-04A-01);国家西甜瓜产业技术体系建设项目(编号:CARS-25)。

作者简介:陈伟(1988—),男,江苏盱眙人,硕士,助理研究员,主要从事耕整地机械研究。E-mail:chenweicbb@163.com。

通信作者:朱继平,研究员,主要从事耕整地机械研究。E-mail:zhujip@163.com。

试验前,项目组对整个试验区进行了以下划分,区别出稳定区、耕前试验区、耕后测试区、隔离区和种植试验区。由于其他原因,项目组只对作业后的坚实度和功耗情况进行详细测量。图 1 为试验小区规划,图 2 为试验地的现场划分。

5 m	2 m	7 m	1 m	8 m
稳定区	耕前测试区	耕后测试区	隔离区	种植试验区

图1 试验区规划



图2 试验地划分

试验地前茬为麦茬,土壤为沙壤土,试验前对整个试验地的水分、坚实度以及每个测区的坚实度进行调查,测区坚实度在后面的结果对比分析中列出。

表 1 试验地水分调查

取样深度(cm)	绝对含水率(%)	平均含水率(%)
0~10	27.70	25.02
10~20	24.54	
20~30	22.81	

试验机具选用国内常用的 4 种机具,分别为凿型铲深松机、凿型带翼铲深松机、曲面铲深松机和箭型铲深松机,机具

配套动力使用江苏-120A 型拖拉机,采用 3 点悬挂式框架结构,具体规格参数见表 2。

表 2 试验机具主要技术参数

深松铲结构形式	外形尺寸(长×宽×高) (mm×mm×mm)	结构质量 (kg)	幅宽 (cm)	作业速度 (km/h)	生产率 (hm ² /h)	工作铲数 (个)	铲间距 (mm)	单铲幅宽 (mm)	深松深度 (cm)
凿型铲	2 000×935×1 302	142	120	3.54	0.4~0.6	2	600	40	30
凿型带翼铲	2 000×935×1 302	142	120	3.54	0.4~0.6	2	600	40(翼宽 150)	30
箭型铲	2 000×935×1 302	142	120	3.54	0.4~0.6	2	600	90	30
曲面铲	2 000×935×1 302	162	120	3.54	0.4~0.6	2	800	220	30

1.2 主要仪器及测试方法

试验效果的评价指标是作业后土壤坚实度变化和作业功耗比较,坚实度测量使用 TJSD-750 土壤坚实度测量仪,内置全球定位系统(简称 GPS)定位及深度测量系统,可同时显示土壤紧实度,测量深度及地理位置。与计算机连接后,可自动生成每个测量点的土壤紧实度曲线,并且可由多个测量点生成区域性土壤紧实度分布图,并且自动生成相关数据链。试验人员前期测量了各个测区内的土壤坚实度,作业后以右铲沟的左右沟壁为起始点,分别测量距离(左右)沟壁处 5、10、15、20 cm 处的土壤坚实度。

牵引阻力测量使用 ZX-2020 牵引力测试仪,以 MCS-51 系列单片微型计算机为核心的智能化测试仪器,配以点阵式液晶屏作为显示器件,汉字提示,实时显示测试数据及峰值数据,并支持无线传输。深松机作业过程中,利用拖拉机的悬挂装置支撑、调平、入土,仪器以牵引连接的方式固联于被测设备与牵引设备之间,须要再配置一辆拖拉机以“车拉车”的方式进行测量。

1.3 试验设计

项目组安排每种深松机做 3 个重复试验,记为行程 1、行程 2、行程 3(图 3),对每个行程后的坚实度、牵引阻力进行测量。

以下将凿型铲、凿型带翼铲、曲面铲、箭型铲分别记为

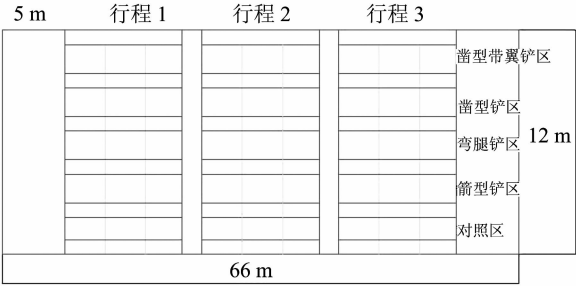


图 3 深松试验规划

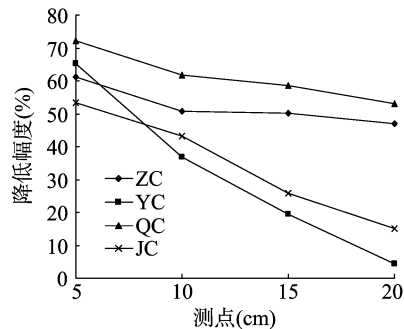


图 4 土壤坚实度水平方向测点的平均值变化情况

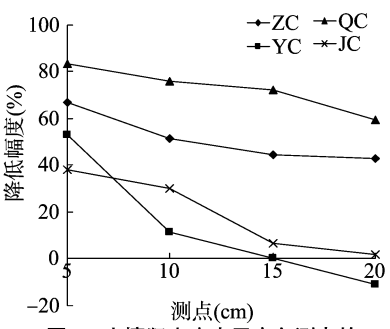


图 5 土壤坚实度水平方向测点的峰值变化情况

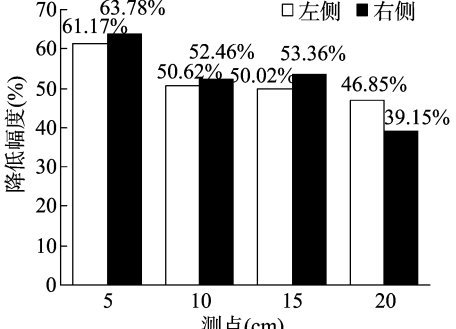


图 6 凿型带翼铲两侧比较

ZC、YC、QC、JC。

2 结果与分析

为保证试验数据的可靠性,项目组设计了每种铲试验做 3 次重复的操作,与耕后坚实度数据比较的耕前数据均来源于各自重复中的测量。

2.1 不同深松铲作业在水平方向上对土壤坚实度的影响

2.1.1 水平方向土壤坚实度变化情况 项目组对深松铲沟壁左右水平方向的坚实度都进行了测量,选取沟壁左侧的数据为研究对象,以 5、10、15、20 cm 为测点,统计出各测点土层坚实度的平均值和峰值作比较。

图 4 反映的是不同结构型式的深松铲作业后,土壤坚实度在水平方向上的整体变化情况。项目组分别统计出每个试验 3 个行程的数据,取平均数进行比较。坚实度降低幅度随着测点与沟壁距离的增加逐渐降低;在 5 cm 测点处,QC 作业后土壤坚实度下降幅度最大,与耕前比较下降 72.12%;在 20 cm 测点处,ZC、YC、QC、JC 作业后,坚实度平均值降低幅度分别为 46.85%、4.25%、53.14%、14.98%。

图 5 反映的是不同结构型式的深松铲作业后,土壤坚实度在水平方向上的峰值变化情况,项目组统计出每个测点 0~35 cm 内土层的坚实度峰值数据用以分析。QC 作业后,各测点的土壤坚实度峰值降低幅度均比较大,5、20 cm 处土壤坚实度降低幅度分别为 83.31%、59.32%;YC 和 JC 在 15、20 cm 处,对土壤坚实度的影响比较低。

结合图 4 和图 5 可得出,深松作业对土壤坚实度的影响随着距离的增加而降低;YC、JC 对土壤坚实度的影响相对于 QC、ZC 较低。另外,由于图 7 和图 9 中 YC 和 JC 的作业影响相对其他 2 种铲低得比较多,项目重新查阅了 YC 和 JC 的耕前坚实度数据,发现 YC 和 JC 试验区的 15、20 cm 测点区域土壤坚实度比其他 2 种铲试验地坚实度要大,导致作业效果并不明显,下文分析会将这个因素考虑在内。

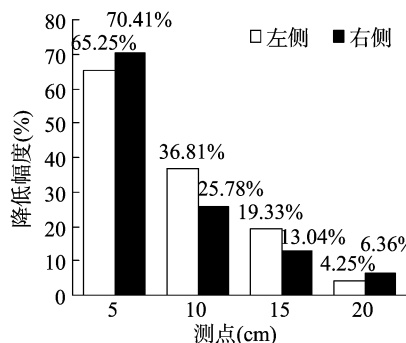


图7 凿型带翼铲两侧比较

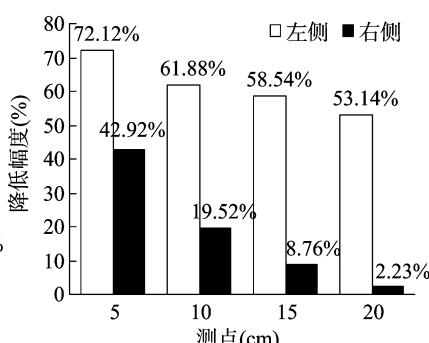


图8 曲面铲两侧比较

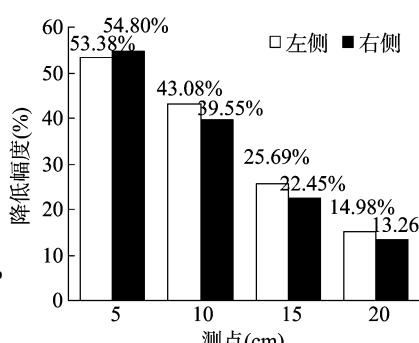


图9 箭型铲两侧比较

2.1.2 深松铲结构型式对两侧土壤坚实度影响分析 为分析深松作业,深松铲两侧土壤坚实度的变化情况,项目组统计出相应数据并作出图。由图 6 至图 9 可知,曲面式深松铲两侧的土壤坚实度变化幅度相差比较大,5 cm 测点处铲右侧土壤坚实度降低幅度为 42.92%,左侧为 72.17%,其他 2 处测点右侧土壤坚实度降低幅度均不足左侧幅度的一半;其他 3 种铲左右两侧对应测点土壤坚实度降低幅度基本相同。

2.2 不同深松铲作业在垂直方向上对土壤坚实度的影响

根据上文的分析结果,项目组选取了深松铲左侧 5 cm 处测点土下 0~35 cm 内的土壤坚实度变化情况来研究不同深松铲作业在垂直方向上对土壤坚实度的影响。由图 10 可知,在 0~5 cm 范围内,YC 作业后,土壤坚实度下降幅度为

71.58%,JC 降低幅度为 57.21%,比其他 2 种铲的作业影响要大;各铲在 6~10 cm 和 >11~15 cm 内对土壤坚实度的影响变化不大,这个范围属于适耕浅土层,土壤经常整理,所以受影响幅度也相同;在 16~20 cm 和 >21~25 cm 范围内,各铲对土壤坚实度的影响幅度均呈现大幅度上升的趋势,16~25 cm 范围的土层属于较硬的犁底层,当深松铲打破犁底层后,坚实度会大幅度下降;深松作业对土壤深处的影响程度明显高于浅层土壤的影响程度。

2.3 不同深松铲作业功耗和土壤膨松度的比较

由图 11 可知,曲面铲和凿型带翼铲在土壤膨松度方面要明显高于凿型铲和箭型铲;曲面铲牵引阻力要明显大于其他 3 种铲,凿型带翼铲牵引阻力次之。

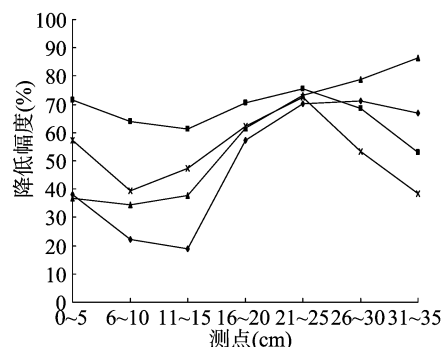


图10 不同深松铲作业土壤坚实度垂直方向的变化

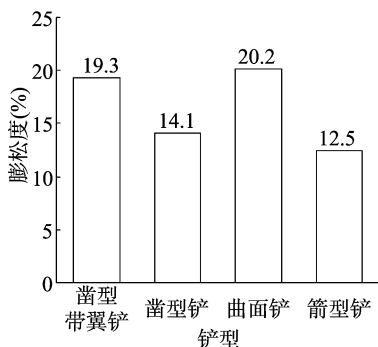
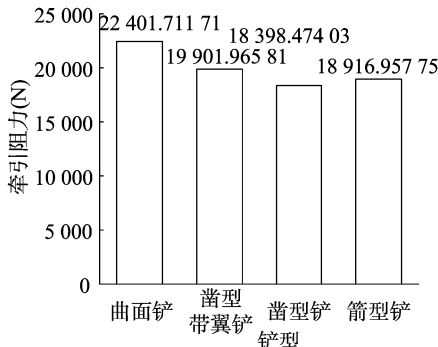


图11 不同深松铲作业土壤膨松度和牵引阻力比较



3 结论

深松作业可以有效降低土壤坚实度,但影响幅度不同,从本试验得出,凿型铲和曲面铲在水平方向影响距离大,在 20 cm 测点处分别降低土壤坚实度 46.85%、53.14%。从降低土壤坚实度最大值角度分析,曲面铲作业效果最好,凿型铲次之。曲面型深松铲深松作业在对土壤坚实度影响上具有明显的不对称性,两侧影响幅度不同。深松作业对于深层土壤坚实度影响比浅层土壤大。在相同作业条件下,曲面型深松铲深松作业产生较大的功耗,对于土壤膨松度影响也较大。

参考文献:

[1] 郑东辉,王保民,王雪峰. 机械超深松的作用与发展[J]. 农机化研究,2005(5):288.
[2] 朱瑞祥,张军昌,薛少平,等. 保护性耕作条件下的深松技术试验[J]. 农业工程学报,2009,25(6):145-147.

[3] 郭新荣. 土壤深松技术的应用研究[J]. 山西农业大学学报(自然科学版),2005,25(1):74-77.
[4] 闫宝生. 机械化保护性耕作深松机具的研究现状与展望[J]. 图书情报导刊,2004,14(4):115-116.
[5] 丁昆仑,Hann M J. 深松耕作对土壤水分物理特性及作物生长的影响[J]. 中国农村水利水电,1997(11):13-16.
[6] 刘爽,何文清,严昌荣,等. 不同耕作措施对旱地农田土壤物理特性的影响[J]. 干旱地区农业研究,2010,28(2):65-70.
[7] 李洪文,陈君达,李问盈. 保护性耕作条件下深松技术研究[J]. 农业机械学报,2000,31(6):42-45.
[8] 李艳龙,刘宝,崔涛,等. 1SZ-460 型杠杆式深松机设计与试验[J]. 农业机械学报,2009,40(增刊1):37-40.
[9] 韩树明. 深松机功率消耗影响因素及其关系的试验研究[J]. 农机化研究,2008(5):128-130.
[10] 朱凤武,王景利,潘世强,等. 土壤深松技术研究进展[J]. 吉林农业大学学报,2003,25(4):457-461.