

保护性耕作条件下深松技术研究

李洪文 陈君达 李问盈

【摘要】 根据保护性耕作的地表状况和对深松作业的要求,对比单柱凿铲式和可调翼铲式深松机的工作性能,并在玉米和小麦地进行了7年的田间试验。结果表明:可调翼铲式深松机在间隔深松底层土壤的同时,能够全面疏松表层土壤,而且不需使用大功率拖拉机。对于旱地小麦,利用可调翼铲式深松机深松后,可以增加播种前土壤含水量,改善播种质量,提高作物产量;对于旱地玉米,深松作业效果不明显。

叙词: 保护性耕作 深松 旱地

中图分类号: S345 文献标识码: A

Study on Subsoiling Technique for Conservation Tillage Field

Li Hongwen Chen Junda Li Wenying

(China Agricultural University)

Abstract

The working performances of a tine and a subsoiler with adjustable wings were compared based on the soil surface condition of conservation tillage and the requirement of subsoiling. The subsoiling experiments on fields of wheat and corn were carried out for seven years. The results showed that a subsoiler with adjustable wings could loose the deep soil with dead interval and loose the surface soil completely. For dryland wheat, subsoiling operation could increase pre-planting soil moisture, improve sowing quality and the yield could be increased by 10% compared with conventional tillage. For corn, after subsoiling soil moisture was higher than conventional tillage, but lower than no-tillage due to a following dry winter and the yield was similar.

Key words Conservation tillage, Subsoiling, Dryland

1 保护性耕作条件下深松的特点与要求

深松法是利用深松铲疏松土壤,加深耕层而不翻转土壤,达到调节土壤三相比、改善耕层土壤结构、减轻土壤侵蚀、提高土壤蓄水抗旱能力的目的。因此,在旱地保护性耕作技术体系中,深松被确定为一项少耕措施。

保护性耕作要求大量的作物残茬覆盖地表,耕作量减少到能保证种子发芽即可,使用农药来控制杂草和病虫害。其优点是能减少地表径流,增加土壤含水量,改善土壤结构,减少作业量,降低成本,增产增收。保护性耕作条件下深松的特点是:松前土壤较硬,入土难;要求松后地表平整,利于后续播种作业。

美国、西欧等国家对于深松机具的研究已相当完善,并形成系列,其松土方式主要有挤压松土和振动松土两种形式。我国研制的深松机主要有单柱凿铲式和倒梯形全方位式两种类型。这两种机型各具特点,实际生产中均在使用。本文重点对单柱凿铲式深松机与保护性耕作条件下的深松技术进行试验研究。

2 深松机具性能试验

根据保护性耕作条件下的深松要求和国内两种主要深松机的特点,1994年,中国农业大学旱地保护性耕作课题组设计了可调翼铲式深松机。这种深松机由3个可调翼式深松铲组成,采用双梁结构,以

收稿日期: 2000-01-26

李洪文 中国农业大学机械工程学院 博士 副教授, 100083 北京市

陈君达 中国农业大学机械工程学院 副教授

李问盈 中国农业大学机械工程学院 副教授

增大相邻两个铲之间的距离和秸秆通过性能。

可调翼式深松铲由铲柄和 2 个翼铲组成,翼铲对称安装在铲柄两侧,两个翼铲的铲尖水平距离为 60 cm。为了便于调节安装翼铲,将铲柄主体设计为垂直而且带有多个等距安装孔的立柱^[1];为了保证深松铲入土后,翼铲仍然具有一定的入土趋势,将翼铲固有入土角设计为 17°^[2](图 1)。

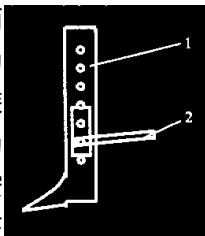


图 1 可调翼式深松铲示意图
1. 单柱凿铲 2. 可调翼铲

深松机具性能试验包括两部分,一是不带翼铲的单柱凿铲的试验,二是带翼铲的可调翼铲式深松机的试验。通过测试土壤密度以及观察地表状况和土壤剖面结构,确定松土范围,运用相关理论分析松土机理。密度的测定方法为:以松土铲沟为中心向两侧取样,取样点与深松沟的距离为 0、15 cm、30 cm、40 cm。

试验用拖拉机为 TN-55 型,地点为中国农业大学东校区实验农场,土质为轻壤土,0~30 cm 土层内的平均含水量为 15.6%。铲柄入土深度 $H=30$ cm,翼铲的铲尖入土深度 $h_1=15$ cm。

2.1 不带翼铲的单柱凿铲试验

表 1 的密度值和图 2a 的土壤剖面结构示意图表明,在试验条件下,单柱凿铲的松土范围是以铲尖为顶点,以近似 45°角向两侧上方延伸的扇面。离松土沟越近,土壤松动效果越好,土壤细碎,密度小;距离松土沟较远的地方,松土效果差,土块大,有些地方仅有裂纹,土壤无明显松动,密度较大。

2.2 可调翼铲试验

安装翼铲后,单柱凿铲的铲尖在翼铲的前方,铲尖部分的松土效果不受翼铲影响,单柱凿铲仍按原来的方式松土。

翼铲对土壤的作用机理与铲尖相似。在铲尖松动范围内的翼铲部分对上面的土壤进行二次疏松,没有扩大松土范围;在铲尖松动范围之外的翼铲部

分也是以近似 45°角向两侧上方延伸松动,扩大了松土范围。

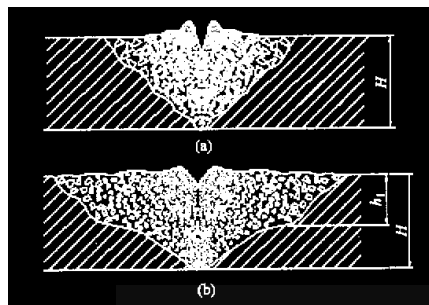


图 2 深松后的土壤剖面示意图
(a) 不带翼铲深松 (b) 带翼铲深松

表 1 中的数据表明,在土层深度 10 cm 处,存在着一个明显的分隔层,上面的土壤密度 ρ 全部小于 1.29 g/cm³,下面的土壤密度明显增大。特别是在离深松沟距离 $L=40$ cm 处,不带翼铲深松后,0~10 cm 耕层内的密度为 1.45 g/cm³,比最松的深松沟处的密度大 34%。带翼铲深松后,离深松沟 40 cm 处的表层土壤密度为 1.29 g/cm³,松土效果较好,比最松的深松沟处的密度高 18%,明显地降低了表层土壤的密度差别。田间观察表明,在距离深松沟 45 cm 处,不带翼铲深松后的地表仅有一些很小的裂缝,土壤没有松动,带翼铲深松后,地表明显蓬松。说明翼铲能够全面松动表层土壤,提高松土后的地表均匀性。

试验表明,翼铲扩大深松铲对表土的松土范围,实现土壤表层全面疏松、底层间隔深松,提高单柱凿铲的松土质量,而且不需使用大功率拖拉机。

3 田间试验

由于玉米行距较宽,通过调整作业机具的单体距离,可以保证播种机各行土壤密度基本相近,因此可以使用单柱凿铲式深松机。试验地点在山西省寿阳县,属半湿润偏旱区,海拔 1 100 m,全年无霜期为 120~140 天,年均降雨量 450~580 mm,主要集中在夏季,种植制度为一年一季玉米。

表 1 深松后的土壤剖面密度 ρ g/cm³

土层深度 h/cm	松前 密度	测点到深松沟的距离 L/cm							
		0		15		30		40	
		不带翼	带翼	不带翼	带翼	不带翼	带翼	不带翼	带翼
0~10	1.42	1.08	1.09	1.19	1.17	1.29	1.26	1.45	1.29
10~20	1.46	1.11	1.13	1.27	1.29	1.40	1.45	1.52	1.47
20~30	1.42	1.25	1.12	1.48	1.42	1.52	1.43	1.52	1.42
30~40	1.54	1.54	1.55	1.53	1.52	1.53	1.53	1.54	1.54

小麦是密植作物,行距仅有 15~20 cm,如果采用不带翼的单柱锄铲进行深松,地表 10 cm 土层内的密度差异较大,无法保证各播种行的土壤紧实度一致,需要使用能够提高种床质量的可调翼铲式深松机。试验地点在山西省临汾市,属半干旱偏旱区,

无霜期 170~190 天,年均降雨量 480~500 mm,主要集中在夏季,种植制度为一年一季小麦。

试验中,设定深松、免耕和传统铧式犁翻耕 3 种耕作方式。每年测定播种前土壤含水量、密度和作物产量。土壤含水量和密度的数据见表 2。

表 2 播种前的土壤含水量 m 与密度 ρ

作物	项目	处理	年 份							平均
			1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	
玉米	含水量 $m/\%$	传统	13.60	16.68	15.63	17.80	18.12	10.65	7.23	14.24
		深松	13.55	18.93	16.70	19.65	18.68	10.72	8.38	15.23
		免耕	14.21	18.43	17.10	19.28	18.44	10.43	8.93	15.26
	密 度 $\rho/g \cdot cm^{-3}$	传统	1.17	1.20	1.14	1.16	1.31	1.29	1.35	1.23
		深松	1.19	1.28	1.19	1.24	1.34	1.38	1.38	1.29
		免耕	1.27	1.29	1.27	1.28	1.44	1.37	1.46	1.34
小麦	含水量 $m/\%$	传统	12.96	11.37	14.20	9.04	15.73	17.89	15.15	13.76
		深松	13.75	11.66	16.80	10.78	17.28	18.55	15.53	14.91
		免耕	13.10	11.97	17.10	10.57	17.57	17.74	15.03	14.73
	密 度 $\rho/g \cdot cm^{-3}$	传统	1.20	1.19	1.32	1.23	1.20	1.26	1.34	1.25
		深松	1.34	1.29	1.41	1.45	1.38	1.41	1.33	1.37
		免耕	1.41	1.39	1.49	1.42	1.33	1.45	1.41	1.41

3.1 播种前土壤含水量

表 2 的数据表明,两种作物播种前深松地的土壤含水量均高于传统耕作。

小麦地深松是在收获后的雨季进行,有利于提高土壤蓄水能力,因此播种前的土壤含水量比传统耕作高 1.2 个百分点,而且略高于免耕地,保蓄水效果明显。

玉米地深松后即入冬休闲,降水少,深松不会增加更多的蓄水。相对于传统耕作,由于动土量小,因此水分散失少,播种前土壤含水量高;相对于免耕,增加了动土量,水分散失增多,播种前土壤含水量低。

3.2 播种前土壤密度

密度的变化规律与动土量的多少基本相符,动土量越大(传统耕作),土壤密度越小,反之越大。对于小麦地,由于深松后,降雨较多,土壤容易回实,因

此播种前的土壤密度仅比免耕地低 3% 左右,比传统耕作高 10% 左右;对于玉米地,深松后经过自然回实和冬春两季冻融作用,播种前土壤的密度比传统耕作高 7% 左右,比免耕地低 3% 左右。连续免耕地土壤的密度基本维持在 $1.35 \sim 1.45 g/cm^3$,没有逐年增大。

在播种前小麦地土壤测试中发现,采用可调翼铲深松的地块,虽然深松沟仍然存在,但并不明显,地表平整度较高,无须进行耙地作业,可直接播种。

玉米地采用单柱锄铲深松后,由于冬闲期间雨量较少,土壤回实小,存在明显的深松沟,且沟内集满秸秆,如果在沟内播种,播种质量难以保证^[3]。

3.3 产量

连续 7 年的作物产量见表 3。1997 年秋季非常干旱,玉米地没有进行深松,所以 1998 年没有深松地的产量。

表 3 作物产量

作物	处理	年 份							平均
		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	
玉米	传统	2.612	6.671	4.418	4.905	4.317	7.245	3.648	4.831
	深松	3.192	8.793	4.812	4.781	4.994		3.726	5.050
	免耕	3.138	8.030	5.256	5.057	4.634	8.243	3.892	5.464
小麦	传统		3.000	2.340	3.456	3.846	2.322	2.148	2.852
	深松		3.290	2.310	3.855	4.014	2.802	2.590	3.144
	免耕		3.455	2.570	3.803	3.950	2.736	2.697	3.202

与传统耕作相比,玉米地深松后,平均产量可以增加 4.5%,但是增产效果不稳定,最高的年份可以增加 32%,个别年份反而减产 2%。免耕地每年的产量均高于传统耕作,平均比传统耕作增产 13%,而且比深松增产 8%。相对于免耕作业,深松增加了机械作业投入,而且产量没有提高,经济效益降低。

小麦地深松的产量比传统耕作增产 10%,6 年产量中,仅有一年的产量略低于传统耕作。免耕比传统耕作增产 12%,比深松增产 2%。虽然小麦地深松后的产量与免耕地相差不大,但是深松增加了机械作业成本,经济效益有所降低^[4]。

综上所述,在干旱地区,与传统耕作相比,深松可以增加土壤含水量,提高作物产量,但是与免耕法相比,效果不明显,因此,深松可以作为一种传统耕作与免耕之间的过渡方法。

在山西省,玉米地深松效果较差,因为 10 月份玉米收获后,很少降雨,深松形成的深松沟只能增加水分散失,不利于保墒;如果在雨季到来之前深松,由于地表有秸秆,作业过程中非常容易损伤玉米苗,

而且秸秆覆盖可以减少径流,增加入渗,也不需要深松。对于小麦,6 月收获后,正是雨季,深松可以增加水分入渗,且降雨引起的土壤沉降有弥合深松沟的效果,因此深松具有良好的保墒作用。

4 结论

(1) 可调翼铲式深松机在土壤表层可以像全方位深松机一样全面疏松土壤,且保持较为平整的地表,在深层,可以像单柱凿铲一样间隔疏松土壤。利用这种深松机,可以为密植作物采用保护性耕作法准备良好的种床,且无需大功率拖拉机。

(2) 虽然在旱地深松效果比免耕差,但是相对于传统耕作,深松作业可以增加土壤含水量,增产增收,因此,在保护性耕作的推广初期,深松法可以作为一种过渡性少耕技术。

(3) 在土壤微生物和作物根系作用下,多年连续免耕的土壤密度基本维持在一个稳定的范围内,不会逐年增大。

参 考 文 献

- 1 李洪文,高焕文,王兴文. 可调翼铲式深松机的试验研究. 北京农业工程大学学报, 1995, 15(2): 33~39
- 2 中国农业机械化科学研究院. 农业机械设计手册(上册). 北京: 机械工业出版社, 1988. 145~147
- 3 李洪文,陈君达,高焕文. 旱地农业三种耕作措施的对比研究. 干旱地区农业研究, 1997, 15(1): 7~11
- 4 陈君达,李洪文. 旱地玉米保护性耕作机具与作业工艺的组合研究. 农业工程学报, 1998, 14(3): 129~133


书 讯

机械工业信息研究院是国家重点支持的工程文献中心。她集多年从事机电信息开发之优势,组织国内外行业众多企业家、专家、权威人士进行深入调研,撰写的市场调研报告《中国机电产品市场报告 第 1 辑》(涉及 32 种机电产品)于 1999 年推出后,受到行业内外关心机电产品市场人士的极大关注。

在此基础上,2000 年又推出了另外 54 种机电产品的市场调研报告《中国机电产品市场报告 第 2 辑》。该套市场报告侧重从微观角度透视我国机电产品市场发展状况,内容包括:市场综述、用户需求分析、行业经济结构分析、产品结构分析、市场状况和预测、市场竞争分析、产品技术发展展望、相关政策法规、产品质量监测、重点厂商介绍、行家市场点评等。其中农业机械分册包括排灌机械、耕整种植机械、收获机械、大中型拖拉机、农用运输车、轮式拖拉机等,是企业管理者、投资商、咨询评估机构、市场研究人士等不可多得的机电市场信息。欢迎广大读者订阅。

地址:北京市西城区百万庄大街 22 号(100037) 联系人:刘 烟

电话:(010)68326643、68320642、68326677 转 2207

作者: [李洪文](#), [陈君达](#), [李问盈](#), [Li Hongwen](#), [Chen Junda](#), [Li Wenying](#)
作者单位: [中国农业大学机械工程学院, 北京市, 100083](#)
刊名: [农业机械学报](#) 
英文刊名: [TRANSACTIONS OF THE CHINESE SOCIETY OF AGRICULTURAL MACHINERY](#)
年, 卷(期): 2000, 31(6)
被引用次数: 31次

参考文献(4条)

1. [李洪文](#); [高焕文](#); [王兴文](#) [可调翼铲式深松机的试验研究](#) 1995(02)
2. [中国农业机械化科学研究院](#) [农业机械设计手册](#) 1988
3. [冯广龙](#); [陈君达](#); [高焕文](#) [旱地农业三种耕作措施的对比研究](#) 1997(01)
4. [陆登槐](#); [李洪文](#) [旱地玉米保护性耕作机具与作业工艺的组合研究](#)[期刊论文]-[农业工程学报](#) 1998(03)

本文读者也读过(10条)

1. [郭志军](#). [佟金](#). [周志立](#). [任露泉](#) [深松技术研究现状与展望](#)[期刊论文]-[农业工程学报](#)2001, 17(6)
2. [余泳昌](#). [刘文艺](#). [赵迎芳](#). [孙建青](#). [Yu Yongchang](#). [Liu Wenyi](#). [Zhao Yingfang](#). [Sun Jianqing](#) [立柱式深松铲受力数学模型及试验分析](#)[期刊论文]-[农业工程学报](#)2007, 23(6)
3. [朱瑞祥](#). [张军昌](#). [薛少平](#). [姚万生](#). [李俊耀](#). [邓海涛](#). [Zhu Ruixiang](#). [Zhang Junchang](#). [Xue Shaoping](#). [Yao Wansheng](#). [Li Junyao](#). [Deng Haitao](#) [保护性耕作条件下的深松技术试验](#)[期刊论文]-[农业工程学报](#)2009, 25(6)
4. [许万同](#). [许连永](#). [霍红伟](#) [深松机深松铲的碎土方式及受力分析](#)[期刊论文]-[中国新技术新产品](#)2010(8)
5. [李磊](#). [柴民杰](#) [深松技术及深松机具研究现状](#)[期刊论文]-[湖北农机化](#)2008(3)
6. [王方艳](#). [Wang Fangyan](#) [IGSZ-160型旋耕深松机引选试验研究](#)[期刊论文]-[农机化研究](#)2009, 31(9)
7. [王方艳](#). [Wang Fangyan](#) [全方位深松机引选试验研究](#)[期刊论文]-[农机化研究](#)2010, 32(1)
8. [朱凤武](#). [佟金](#) [土壤深松技术及高效节能仿生研究的发展](#)[期刊论文]-[吉林大学学报\(工学版\)](#)2003, 33(2)
9. [周春霞](#). [Zhou Chunxia](#) [浅谈机械化深松技术](#)[期刊论文]-[农业技术与装备](#)2010(22)
10. [李艳龙](#). [刘宝](#). [崔涛](#). [张东兴](#) [460型杠杆式深松机设计与试验](#)[期刊论文]-[农业机械学报](#)2009, 40(z1)

引证文献(31条)

1. [王术杰](#) [农业机械化深松作业推广分析](#)[期刊论文]-[吉林农业C版](#) 2011(5)
2. [王福亮](#) [玉米田不同深松方式的效果比较研究](#)[期刊论文]-[黑龙江农业科学](#) 2010(9)
3. [朱瑞祥](#). [张军昌](#). [薛少平](#). [姚万生](#). [李俊耀](#). [邓海涛](#) [保护性耕作条件下的深松技术试验](#)[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2009(6)
4. [韩树明](#) [深松机功率消耗影响因素及其关系的试验研究](#)[期刊论文]-[农机化研究](#) 2008(5)
5. [宋淑云](#). [晋齐鸣](#). [张伟](#). [李红](#). [沙洪林](#). [苏前富](#). [王立新](#). [隋晶](#) [深松土壤病原真菌数量分布对玉米病害发生趋势的影响](#)[期刊论文]-[玉米科学](#) 2007(3)
6. [韦宝珠](#) [甘蔗种植深耕深松技术应用效果试验](#)[期刊论文]-[广西农业科学](#) 2006(5)
7. [王瑞丽](#). [李宝筏](#). [牛彦](#). [邱立春](#). [佟玲](#) [行间深松部件的试验研究](#)[期刊论文]-[农机化研究](#) 2006(7)
8. [孔德军](#). [王世学](#). [高焕文](#) [保护性耕作条件下松耕作业机具的探讨](#)[期刊论文]-[农机化研究](#) 2004(1)
9. [梁兆新](#) [甘蔗种植深耕深松技术及效益分析](#)[期刊论文]-[广西蔗糖](#) 2004(1)
10. [许益存](#). [韩树明](#). [崔国立](#). [浦甲辰](#) [耕整地联合作业技术及效益分析](#)[期刊论文]-[农机化研究](#) 2001(3)
11. [陈坤](#). [胡晓丽](#). [袁洪印](#) [圆弧状深松铲柄的有限元分析](#)[期刊论文]-[农业与技术](#) 2011(6)
12. [王庆杰](#). [李洪文](#). [奚佳有](#). [张旭](#). [尤晓东](#). [张洪涛](#) [垄作区几种保护性耕作种植模式研究](#)[期刊论文]-[农机化研究](#) 2009(7)

13. [余泳昌, 胡丰收, 郭仓库, 李宏松](#) SQS-2型深松、起垄、施肥联合作业机的设计与试验[期刊论文]-[河南农业大学学报](#) 2008(5)
14. [柴民杰, 李洪文, 何进, 邸英良, 王丽杰](#) 秸秆覆盖地深松机的设计与试验研究[期刊论文]-[农机化研究](#) 2006(7)
15. [赵文峰, 赵峰, 王攀](#) 保护性耕作和深松技术装备[期刊论文]-[农机使用与维修](#) 2013(10)
16. [张强, 张璐, 于海业, 肖英奎](#) 复合形态深松铲耕作阻力有限元分析与试验[期刊论文]-[农业机械学报](#) 2012(8)
17. [王方艳](#) 1GSZ-160型旋耕深松机引选试验研究[期刊论文]-[农机化研究](#) 2009(9)
18. [夏萍, 任丽](#) 机械作业下土壤理化性质和生态因子的变化[期刊论文]-[应用生态学报](#) 2002(3)
19. [余泳昌, 刘文艺, 赵迎芳, 孙建青](#) 立柱式深松铲受力数学模型及试验分析[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2007(6)
20. [张鲁云, 郑炫, 何兴村, 李帆](#) 弯曲式深松犁试验与保护性耕作关系分析[期刊论文]-[中国农机化学报](#) 2013(6)
21. [赵翔, 马洪亮, 张立峰, 张晋国, 魏淑艳](#) 新型全方位深松机的研究设计[期刊论文]-[农机化研究](#) 2012(5)
22. [苏美霞, 李玉宏](#) 玉米深松改土保护性耕作技术及其效应试验研究[期刊论文]-[现代农业科技](#) 2011(6)
23. [马越会](#) 辽宁省旱田保护性耕作机械化生产农艺及机械配备的研究[期刊论文]-[农业开发与装备](#) 2010(6)
24. [孙仕军, 闫瀛, 张旭东, 王铁良, 王殿武](#) 不同耕作深度对玉米田间土壤水分和生长状况的影响[期刊论文]-[沈阳农业大学学报](#) 2010(4)
25. [朱凤武, 佟金](#) 土壤深松技术及高效节能仿生研究的发展[期刊论文]-[吉林大学学报\(工学版\)](#) 2003(2)
26. [付威, 陈海涛, 坎杂](#) 萝卜收获机振动松土铲参数的优化[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2011(11)
27. [余泳昌, 鲁传涛, 冯春丽, 刘清民](#) 豫东平原实施保护性耕作的研究与实践效果[期刊论文]-[河南农业科学](#) 2005(7)
28. [郑超, 廖宗文, 谭中文, 刘可星, 杜建军](#) 深松对雷州半岛甘蔗产量的影响及其作用机理研究[期刊论文]-[土壤通报](#) 2004(6)
29. [余泳昌, 刘晓文, 李明枝, 梁晓辉](#) 夏玉米免耕秸秆覆盖机械化栽培技术的研究[期刊论文]-[河南农业大学学报](#) 2002(4)
30. [何进](#) 玉米免耕播种深松联合作业机研究[学位论文]硕士: 2004
31. [严洁](#) 四川稻田保护性耕作对土壤理化性质的影响研究[学位论文]硕士: 2005

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_nyjxxb200006013.aspx