

深松技术与深松机具发展现状

袁军, 王景立* (吉林农业大学工程技术学院, 吉林长春 130118)

摘要 保护性耕作是一种新型耕作方式, 作为保护性耕作关键技术之一的土壤深松技术近来受到越来越多地重视, 深松技术也得到不断地推广和发展。该文就近年国内外涌现出来的一大批新型深松机具及深松理论研究成果进行了总结与梳理, 介绍了深松技术及其当前的发展状态, 分析了当前深松机具存在的一些问题, 并就深松技术与深松机具发展方向进行了探讨。

关键词 保护性耕作; 深松技术; 深松机具

中图分类号 S222.12*9 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)33-11978-02

1 保护性耕作技术

19 世纪初, 伴随着欧洲工业技术革命的爆发, 农用机械也得到了快速发展, 大型农业机械应运而生, 并得到广泛地使用。然而正是由于农业机械的长期使用以及不合理的耕作方式使得土壤发生板结, 同时犁底层的产生也使得地表径流、水土流失越发严重(如图 1 所示), 农田肥力变得日趋衰竭, 从而导致作物产量的逐年下降^[1]。美国西部在 20 世纪 30 年代爆发了震惊世界的黑风暴彻底吹醒了人们的头脑, 于是人们开始探寻新的耕作制度, 从而达到环保和增产双重目的。研究结果显示免耕播种技术、秸秆残茬处理技术、杂草及病虫害控制技术和土壤深松为主的保护性耕作技术体系能够解决上述问题。因此保护性耕作技术被世界许多国家和地区认同和接受, 并在各国的努力下得到迅速发展, 成为“保护性农业”里的非常重要的一部分^[2]。



图 1 农田中土壤侵蚀情况

在我国, 正式开展保护性耕作制度研究也已有近 40 多年的历史。近年来北方部分省、自治区、直辖市等 30 多个县, 在保护性耕作方面开展了大量的试验研究与示范工作, 并取得了一定的成果。研究结果显示通过转变传统耕作方法, 并大力发展保护性耕作技术, 对于发展农业生产的条件和生态环境具有十分重要的意义。

2 土壤深松技术

土壤深松是保护性耕作中一项关键技术, 它是通过拖拉机带动深松机具行走, 并通过深松铲对土壤进行切削与疏松作业。由于深松机不翻土而只对土壤切削和松土, 因此它不会破坏耕层植被和土壤的团粒结构, 从而保持耕层土壤的层次和土壤的自我修复能力^[3]。深松的耕作深度一般在 35 ~ 45 cm, 因此它能够有效地打破由于常年机具作业产生的犁

底层, 加深耕作深度, 形成上虚下实的耕层结构, 从而促进植物根系的发育(如图 2 所示), 提高作物的产量; 同时耕层结构的改善和耕层的增加还可以形成土壤小水库, 雨季的时候可以起到蓄水的目的, 旱季的时候可以为禾苗提供生长所需水分, 从而实现了土壤水分的自我调节, 增强了田间土壤抗旱、排涝的能力, 抗风蚀和水蚀的能力, 从而抑制沙尘暴, 减小环境污染; 深松还可以增强土壤对热量的吸收, 空气温度低的时候还可以减小土壤的散热性能, 从而达到提升地表温度的目的, 据统计深松可以提高低温约 0.5 ~ 1 °C。我国现有耕地约 1 亿 hm², 按平均耕深 0.2 m, 并以较小的土壤比阻值 100 kN/m 来计算, 每耕翻一次至少需要消耗能量 5.6 × 10¹⁰ kWh, 采用深松作业可以明显降低农业机械耕作量和动土量, 从而降低能量消耗, 节省了作业成本。综上所述推广土壤深松技术, 对促进农业生产的可持续发展具有巨大的生态效益、社会效益和经济效益。

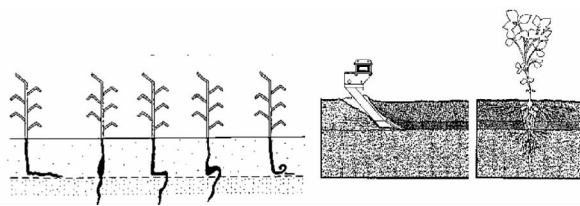


图 2 深松技术

3 深松技术及深松机具的国内外发展状况

随着土壤深松技术不断地推广和发展, 土壤深松机具的研究也越来越受到重视, 新的机具设计及其理论研究不断推陈出新, 涌现出了一大批有关新型深松机具及深松理论研究的报道, 其中有很多值得学习和借鉴的地方。

3.1 国外深松技术及机具的研发现状 国外深松技术及机具的研究开始于 20 世纪 50 年代, 研究多注重关键部件及整机试验的研究。欧美等西方国家在深松机具的研究上已经形成了相对完善的技术体系, 以松土机具上分主要有挤压式和振动式(图 3)。

20 世纪 80 年代, Willians 等人设计了弯腿犁, 接着加拿大人 Harrison 对弯腿犁进行了优化, 设计弯腿犁的弯折角为 45°, 且具有 15° 的起土角, 优化后的弯腿犁比齿型齿在碎土和提高机具的入土性能方面都体现出良好的效果。

1983 年, 为了降低深松耕作阻力, 德国人研制出了振动式深松机, 虽然在深松铲减阻方面成绩显著, 降低牵引阻力

作者简介 袁军(1985 -), 男, 江苏宿迁人, 硕士, 助教, 从事农业机械工程研究。* 通讯作者, 教授, 研究生导师, 从事农业机械工程研究。

收稿日期 2014-10-09



图3 挤压式和振动式深松机具

约 30%，但同时也加大了整体机具上能量的消耗，所以总体方面没有达到降低能耗的目的。研究确定了振动式深松机在振幅 R 为 20~25 mm，激振频率 f 为 2~3 Hz 和铲机速比 λ 为 1.7~2.2 时的新样机参考数据。

1993 年，日本人 Sakai 研制的 4 铧振动深松机确定了振动深松机在齿尖振幅为 50 mm、振动频率 3.4 Hz、振动角 30° ，机具牵引力可以减少 40%，同时功率仅增加 2% 左右，体现了振动式深松机在节能减阻方面的优越性，但与此同时也提高了机具的复杂程度。

1994 年，Araya K^[4] 在其论文中描述，为减少减少耕作阻力，在深松过程中添加固体润滑剂的方法，结果显示松土效果良好，但是减阻效果不明显。

1995 年，Larson 和 Clyma^[5] 在其论文中运用电渗技术对深松铲进行减阻处理，结果显示采用 40 V 的电压，最大可减少 39% 的耕作阻力，用 45 V 的电压在粘土中可减少 11% 的耕作阻力，达到了减阻同时降低约 32% 能耗的目的。

约翰迪尔公司在其 900 V 型松土机的深松铲柄上装配了两个侧翼，使得机具在纵向深松的同时还能对耕层内的土壤进行横向疏松，起到了双向深松的目的。但是铲子容易挂草，杂草多了会导致机具堵塞，机具通过性不好，同时会增加耕作阻力。

西德劳公司的悬挂式深松机把深松与加工鼠道相结合，机具的深松铲带有暗沟器能直接加工出暗沟，深松铲的铲刃刃面为弧形，中间部位近似于直线，且铲尖到铲柄内侧面的距离较长，因此该铲柄具有良好的切削性能，深松效果好，不挂草。

3.2 国内深松技术及机具研发现状 国内深松理论及机具研究始于 20 世纪 70 年代，并逐渐形成了自己的“深松耕作法”。近年来有关深松理论及深松机具的研究也逐渐增多，可见大家对深松及其保护性耕作的认识程度也在不断深入。很多科研单位和农业院校对此作了大量的工作，目前深松技术和机具在我国生产实践中得到了广泛的应用和飞速发展。

2001 年，邱立春^[6] 等在其论文《土壤——全方位深松机系统随机振动研究》中建立了土壤——全方位深松机非线性系统模型，分析了系统振动减阻的复杂内共振机理。

2003 年，周宙^[7] 在其论文《多功能振动式深松机的技术特点及应用效果》中阐述了振动式深松机的工作原理、结构设计、技术特点及田间作用效果。

2004 年，吉林大学佟金教授发明了仿生减阻深松铲，从仿生学的角度研究土壤与机具作用的深层机理，试验结果达到了良好的减阻效果。

2005 年，朱凤武^[8] 在《金龟子形态分析及深松耕作部件

仿生设计》一文中通过对金龟子的生物形态进行的研究，设计出了一款新型仿生深松铲。

2006 年，周玉乾^[9] 在其论文《深松铲受力数学模型与计算机模拟》中分析了深松铲耕作机理，建立了深松铲切削土壤的受力数学模型，并在此基础上对深松铲结构参数进行了优化。

2007 年，余泳昌^[10] 在其论文《立柱式深松铲受力数学模型及试验分析》一文中建立了立柱式深松铲受力的数学模型，并对深松铲的结构进行了优化。

2011 年，徐天月^[17] 在其论文《SPSS 的深松铲结构运动参数最优化设计》中研制了 6 种抛物线形刃口形状的深松铲的结构，优化出了抛物线形深松铲的最佳形状，为研究和设计深松铲提供了新的理论与研制方法。

2012 年，袁军^[18] 在其论文《基于 Pro/E 与 ANSYS Workbench 的深松铲结构分析及优化》中对普通深松铲与弧形深松铲进行了有限元静力分析，通过修改深松铲的结构参数对深松铲进行优化设计。

4 结语

概括前人在深松技术及其机具方面的研究，可以看出：第一，研究多集中在深松铲本身的结构参数，而对于土壤深松耕作系统中的土壤物理特性研究相对较少；第二，有的研究则是静态分析，或是在某些假定条件下进行的，还不能完全模拟田间的工作状态，其研究成果仅供参考借鉴；第三，在深松机械土壤动力学方面的研究，目前鲜有报道。

从深松铲方面的研究可以看出：第一，在深松铲减阻方面的研究取得了很多成果，但是深松的阻力依然很大，所以这方面仍需作进一步研究；第二，减阻技术中多数从改善外部条件来对深松铲进行改进，在深松铲的减阻方面也起到了很好地作用，但同时也增加了机器结构的复杂性和成本；第三，研究成果多是从试验结果所得，计算参数多是经验值，因此不具有实用性。

综上所述，今后在深松机具的研制上，还需要加大研究力度，应积极开展中试产品的研发，进行深松技术示范推广，将深松铲机具的研究成果真正转化为生产力。

参考文献

- [1] CAIRNS J. The status of the theoretical and applied science of restoration ecology[J]. Environ Professional, 1991, 13(3): 186-194.
- [2] ADAM HAYES. Ridge tillage planters[R]. Ministry of Agriculture and Food. Ontario, 1988.
- [3] 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.
- [4] ARAYA K. Optimization of the design of subsoiling and pressurized fluid injection equipment [J]. Journal of Agricultural Engineering Research, 1994, 57(1): 39-52.
- [5] LARSON D L, CLYMA H E. Electro-osmosis effectiveness in reducing tillage draft force and energy requirements [J]. Transactions of the ASAE, 1995, 38(5): 1281-1288.
- [6] 邱立春, 李宝筏. 土壤——全方位深松机系统随机振动研究[J]. 农业工程学报, 2001, 17(3): 62-66.
- [7] 周宙, 司振江, 孙彦君, 等. 多功能振动式深松机的技术特点及应用效果[J]. 黑龙江水利科技, 2003, 31(4): 71-72.
- [8] 朱凤武. 金龟子形态分析及深松耕作部件仿生设计[D]. 长春: 吉林大学, 2005.

族代表寨神的神林、傣族的神山、神树等。历史发展到今天,由神山文化衍生出来的拜树、拜石、拜敖包、转山等习俗更是屡见不鲜^[20]。有些地区民间忌讳在墓地种植棕树等文化习俗,树种棕与终、桑与丧音近,墓地种棕为墓地种“终”,门前栽桑即为门前栽“丧”,声音难听,故忌之^[21]。总之,这些文化传统和宗教背景应该得到尊重,在森林经营管理过程中,如果碰到相关情形,应该特殊情况特殊对待,不能以偏概全,笼统管理。

3.2.2 开发人的潜能。在森林经营管理行为中充分发挥人的主观能动性,有意识地培养创新,树立学习意识,拥有风险意识,建立一系列激励奖惩机制,鼓励各利益方参与。在科技进步的今天,不断学习是适应社会快速发展的要求,要具备活到老学到老的精神,而创新能使传统的学习这个适应社会需要的过程实现飞跃,成为“领衔”。同时还应该具备风险危机的判断能力。在管理中规避风险,寻求机遇,开发出人的潜能,为森林经营谋求发展。

3.2.3 塑造高素质的管理人才。从生态伦理角度看,生态文化是林业从业人员的职业标尺。现代森林经营管理,需要的不仅是技术型人才,稀缺的是懂得运筹学、伦理学、哲学、生态学、森林文化美学等知识融为一体的高素质管理人才。应该加强企业文化教育培训,将人由传统的“技术机器”转变为“自转”的文化人,符合职业标尺的高素质管理才是硬道理。

3.2.4 建立完善的信息管理系统。一个有效的信息管理系统可以让企业准确、及时地了解到企业经营过程中发生的各种情况,也可以让员工清楚、明白地了解到履行职责过程中所需要的各种各样的信息,从而让企业稳定运行。信息管理系统一般是由人和电脑组成的系统,主要发挥着对信息的收集、处理、存储、发送等作用。通过对信息进行有效的分析,可以做出对企业发展有利的决策,也可以让员工通过信息管理系统对企业有比较深刻的了解,从而对企业经营中所发生的问题做出及时的反映,减少企业的损失^[22]。

4 结语

随着森林价值观念和林业地位的转变,林业正处在从传统林业向现代林业的转折时期。森林经营管理学科也在围绕着国民经济发展的需要、林业的目的和任务以及科学技术的进步,其对象、目标、内涵、方法与手段都在改变。研究的对象及内容已经从生物的、技术的、经济的,更多地转向人文和社会方面。森林经营管理是一项有目的的组织经营与管理的复杂工作的组合。在经营单位内,从时间和空间上,从

林业与生态、经济、社会的相互联系与功能耦合上建立起一种科学的秩序,即所谓的“秩序化的经营”^[23]。应该看到人的思想、价值观、伦理观在森林经营中的导向作用,顺应人性的管理,这才是最好的管理。人性有善恶,有光明积极的一面,也有懒散、消极、阴暗的一面,问题在于如何诱导以人为本的森林经营管理,这涉及到人的观念培育与人的积极性、能动性、创造性的发挥及各群体间利益的协调。它们又受到政治、经济、社会、文化、技术、心理等诸多因素相互交织的影响。森林经营管理是一项多目标、多因素、多功能的复杂的系统工程,需要不断探索和完善,实现人与事业良性互动,人人各尽所能,各得其所,森林生态文化充分发展,森林经营可持续稳健前进。

参考文献

- [1] 张宝生. 论和谐林业背景下的林业建设[J]. 科技与企业, 2013(23): 2.
- [2] 朱凯. 环境伦理视野下的森林问题研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2005.
- [3] 樊宝敏, 张钧成. 中国林业政策思想的历史渊源——论先秦诸子学说中的林业思想[J]. 世界林业研究, 2002(2): 56-62.
- [4] 郭风平. 中国森林文化之我见[J]. 西北农林科技大学学报: 社会科学版, 2006(5): 90-95.
- [5] 徐文明. 论五行中的金[J]. 北京师范大学学报: 人文社会科学版, 2001(2): 19-24.
- [6] DESJARDINS J. Environmental Ethics[M]. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company, 1983: 152-156.
- [7] 张婉丽. 森林伦理初探[D]. 哈尔滨: 哈尔滨理工大学, 2010.
- [8] 吴国盛. 自然的隐退——科学革命与世界图景的诞生[M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1996.
- [9] 奥尔多利奥波德. 沙乡年鉴[M]. 长春: 吉林人民出版社, 1997: 201-202.
- [10] 胡志强, 任光凌, 梅艳. 论“天人合一”与林业可持续发展[J]. 林业科学, 2004(5): 56-61.
- [11] 徐国祯. 生态是适应 生态是选择[J]. 绿色中国, 2005(20): 10-12.
- [12] 蔡登谷. 森林文化初论[J]. 世界林业研究, 2002(1): 12-18.
- [13] 李想. 人与自然和谐共生研究[D]. 北京: 中共中央党校, 2010.
- [14] 郑小贤. 森林文化、森林美学与森林经营管理[J]. 北京林业大学学报, 2001(2): 93-95.
- [15] 但新球. 中国历史时期的森林文化及其发展[J]. 中南林业调查规划, 2003(1): 62-64.
- [16] 孟建林. 论森林资源的人本管理[J]. 中南林业调查规划, 2010(2): 7-10.
- [17] 史兰栋, 闫海山. 林业企业管理中的“以人为本”[J]. 中国林业, 2008(13): 62.
- [18] 钟立娟. 人性与管理[J]. 黑龙江社会科学, 2006(1): 96-98.
- [19] 雒文虎, 万志芳. 林业生态文化对林业改革发展的推动力研究[J]. 林业经济, 2012(1): 19-22.
- [20] 杜受祜. 参与式管理与农民权益保护[J]. 农村经济, 2004(1): 7-10.
- [21] 文红. 林业民俗文化探析[J]. 三峡文化研究, 2008(00): 346-359.
- [22] 张延猛. 林业企业内控管理制度的优化[J]. 绿色财会, 2010(8): 44-45.
- [23] 黄家荣. 森林经理学科与现代林业建设[J]. 中国林业教育, 2010(1): 17-20.

(上接第 11979 页)

- [9] 周玉乾. 深松铲受力数学模型与计算机模拟[D]. 郑州: 河南农业大学, 2006.
- [10] 余泳昌, 刘文艺, 赵迎芳, 等. 立柱式深松铲受力数学模型及试验分析[J]. 农业工程学报, 2007(6): 109-113.

- [11] 徐天月, 王景立. SPSS 的深松铲结构运动参数最优化设计[J]. 农业与技术, 2011(5): 26-31.
- [12] 袁军, 王景立. 基于 Pro/E 与 ANSYS Workbench 的深松铲结构分析及优化[J]. 中国农机化, 2012(5): 77-79.