

保护性耕作现状及发展趋势

李安宁 范学民 吴传云 李洪文

【摘要】 在分析美国、加拿大、巴西、澳大利亚、欧洲等国家、地区和我国保护性耕作技术现状的基础上,阐明了保护性耕作是旱地农业发展的一条重要途径,并针对我国实际情况,提出了相关的建议。

关键词: 保护性耕作 现状 发展趋势

中图分类号: S345; S233 **文献标识码:** A

Situation and Development Trends of Conservation Tillage in the World

Li Anning¹ Fan Xuemin¹ Wu Chuanyun² Li Hongwen³

(1. Department of Agricultural Mechanization, MOA

2. Agriculture Mechanization Technology Extension Center, MOA 3. China Agricultural University)

Abstract

Based on the analysis of conservation tillage situation in America, Canada, Brazil, Australia, and Europe etc., it is concluded that conservation tillage is an important way for dry land farming development, which will protect agricultural land, improve land utilization efficiency, solve the problem of agricultural ecological environment, and maintain sustainable development. Conservation tillage technology should be adopted and extended widely in the world. Suggestions on how to develop conservation tillage in China were also given.

Key words Conservation tillage, Situation, Development trends

1 保护性耕作起源与内涵

保护性耕作已成为目前世界上应用最广、效果最好的一项旱作农业技术,因此越来越受到世界各国的关注^[1]。

保护性耕作起源于美国。19世纪末,美国实施西部大开发,大量干旱半干旱草原被开垦成农田,虽然获得了几十年不错的粮食产量,但是由于植被破坏、土地大量翻耕、土壤退化,20世纪30年代,干旱、贫瘠、细碎的裸露农田难以抵挡大风的袭击,成千上万吨表土被刮走,沙尘遮天蔽日,酿成了震惊世界的“黑风暴”(强沙尘暴天气)。“黑风暴”引起人们对传统耕作方法的反思和对保土保水新方法的探索。经过多年研究,美国科学家认为铧式犁翻耕破坏

了土壤结构和地表植被,使得土壤缺乏抵抗干旱和大风天气的能力。并由此逐步创立了以秸秆、残茬覆盖和免耕播种为核心的保护性耕作,并发展成为美国主流的耕作制度^[2]。

保护性耕作主要包括4项技术内容:①改革铧式犁翻耕土壤的传统耕作方式,实行免耕或少耕。免耕就是除播种之外不进行任何耕作;少耕包括深松与表土耕作,深松即疏松深层土壤,基本上不破坏土壤结构和地面植被,可提高天然降雨入渗率,增加土壤含水量。②植被覆盖地表,用秸秆盖土,根茬固土,保护土壤,减少风蚀、水蚀和水分无效蒸发,提高天然降雨利用率,作物秸秆、残茬腐烂后,还可以增加土壤有机质,培肥地力。③采用免耕播种,在有植被覆盖的地表用机械实现开沟、播种、施肥、施药、覆土

收稿日期:2005-06-07

李安宁 农业部农机化司处长 博士生(中国农业大学),100026 北京市

范学民 农业部农机化司处长

吴传云 农业部农业机械化技术开发推广总站副处长,100078 北京市

李洪文 中国农业大学农业部保护性耕作研究中心副主任 教授 通讯作者,100083 北京市

镇压复式作业,简化工序,减少机械进地次数,降低成本。④改翻耕控制杂草为喷洒除草剂或机械表土作业控制杂草^[3]。

2 保护性耕作在国外推广应用及发展趋势

2.1 推广应用情况

20世纪80年代以后,保护性耕作逐步推广应用到70多个国家,2002年主要国家保护性耕作应

用面积如表1。据FAO统计,目前,全世界保护性耕作应用面积达到 $1.69 \times 10^8 \text{ hm}^2$,占世界总耕地面积的11%;其中免耕面积达到 $7476.23 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占世界总耕地面积的4.9%。主要在旱作农业区小麦、大麦、玉米、苜蓿、豆类、油菜、棉花、小杂粮等10多种作物的生产上应用。南美洲的一些国家和澳大利亚应用面积均已超过本国耕地面积的70%。

美国从20世纪40年代开始研究保护性耕作技

表1 2002年主要国家保护性耕作应用面积
Tab.1 World conservation tillage area in 2002

国家或地区	耕地面积/ hm ²	保护性耕作			
		面积/hm ²	占总耕地比例/%	免耕	
				面积/hm ²	占总耕地比例/%
美国	11400×10^4	6769×10^4	60	2241×10^4	19.7
加拿大	4256×10^4	1300×10^4	30.5	408×10^4	9.0
巴西	5330×10^4	3990×10^4	74.8	1735×10^4	32.6
阿根廷	2500×10^4	2000×10^4	80	1450×10^4	58.0
巴拉圭	220×10^4	178×10^4	80.1	130×10^4	59.1
瑞士	42×10^4	12×10^4	28.6	0.9×10^4	3
法国	1830.5×10^4	300×10^4	16.4	15×10^4	0.82
德国	1183.2×10^4	237.5×10^4	20.1	35.4×10^4	2.99
英国	538×10^4	144×10^4	26.8	2.4×10^4	1.02
西班牙	1434.4×10^4	200×10^4	13.9	30×10^4	2.09
南非	1536×10^4			30×10^4	1.9
澳洲	2000×10^4	1460×10^4	73	900×10^4	45
亚洲				$\geq 200 \times 10^4$	
和其他国家					

数据来源:联合国粮农组织FAO、美国保护性耕作信息中心CTIC、国际玉米和小麦改良中心CIMMYT、国际土壤耕作组织ISTRO、国际土壤保护组织ISCO、欧洲保护性农业联盟ECAE、澳大利亚谷物研究与发展委员会GRDC、非洲保护性耕作网站ACT。

术,60年代开发成功免耕播种机和除草剂后,开始进行大面积推广,2002年保护性耕作应用面积达到 $6769 \times 10^4 \text{ hm}^2$,已占到总耕地面积的60%。美国保护性耕作应用面积已经接近适宜区域总面积,除了收获时必须翻耕土壤的马铃薯、甜菜以及无法保留秸秆覆盖的蔬菜等作物之外,所有的谷物生产都采用了保护性耕作技术^[4]。

20世纪60年代以前,加拿大普遍采用铧式犁翻耕方式,土壤过度翻耕,地表残茬稀少,难以有效抵抗风蚀和水蚀,而且干旱严重。从60年代开始引进、试验保护性耕作技术,70~80年代研制成功配套机具和除草剂,1985年,开始在3个农业省大面积推广,截止2002年,保护性耕作应用面积达到 $1300 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占全国耕地的30.5%。近几年,加拿大举办的全国性农机展会上,传统耕作机具已经

消失,几乎全是保护性耕作机具^[5]。

1971年,巴西引进并试验成功保护性耕作技术,由于缺少免耕播种机具,4年多的时间应用面积不足1000 hm^2 。1975年开发成功免耕播种机后,应用面积逐步扩大,1985年达到 $40 \times 10^4 \text{ hm}^2$,1995年达到 $650 \times 10^4 \text{ hm}^2$,2002年超过 $1700 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。17年的时间内,保护性耕作面积增加40多倍,是世界上保护性耕作应用面积增长最快的国家。

截止2002年,阿根廷保护性耕作面积超过 $2000 \times 10^4 \text{ hm}^2$,巴拉圭超过 $170 \times 10^4 \text{ hm}^2$,均超过本国总耕地面积的80%。南美洲在短短的20多年时间内,能够大面积应用保护性耕作技术的最主要因素是开发出了适合当地经济条件、农民能够买得起的保护性耕作专用机具以及除草剂。目前,巴西生产的免耕播种机在性能上与美国的相近,但价格要

便宜三分之一^[6]。

澳大利亚是在土壤翻耕造成水土流失严重、导致土层快速变浅的情况下,从 20 世纪 70 年代开始保护性耕作试验、80 年代开始大规模推广的。澳大利亚谷物研究和发展委员会的调查报告显示,澳大利亚已经基本上取消铧式犁,在 1996~2002 年间,保护性耕作应用面积由 60% 增加到 73%。据澳大利亚粮食研究与发展中心介绍,澳大利亚近 20 年粮食产量增加一倍,其中保护性耕作的贡献率在 40% 以上^[7]。

欧洲在保护性耕作技术研究与应用方面起步相对较晚,但是发展较快,12 个国家应用了此项技术,总应用面积与北美洲相差不大,与南美洲相当。欧洲大部分国家降雨充沛,土壤侵蚀并不严重,但是,为了简化农业生产工序,降低生产成本,德国、法国、瑞士等国家从 20 世纪 80 年代开始推广应用保护性耕作,近 10 年保护性耕作应用面积有了较大增长,年年翻耕土地的农民越来越少,16%~28% 的耕地已经应用了保护性耕作技术。

2.2 国外发展趋势

联合国粮农组织在《联合国粮食与农业机构快讯》以及《世界农业:走向 2015/2030 年》中称,保护性耕作是一场新的耕作革命,是一种农业生产和环境保护“双赢”的耕作方法;未来 10—20 年中,保护性耕作将对农业可持续发展产生更加积极的促进作用。2002 年 8 月第二届可持续发展世界首脑会议呼吁,大力发展保护性耕作技术,促进农业可持续发展^[8]。

2004 年 4 月 16 日出版的国际权威机构《科学》周刊中,美国俄亥俄州立大学的生态学家认为,传统耕作导致的土壤有机质衰竭—土壤结构破坏—水分的入渗和储存减少—风蚀水蚀加剧、生态环境恶化—产量下降这一恶化过程是缓慢的,30~50 年才明朗化,但后果却是致命的,全世界必须更广泛地实行保护性耕作,否则,未来 20~50 年就要面临严重的气候、土壤和粮食生产方面的问题^[9]。

国际土壤耕作组织认为,保护性耕作是目前能够实现粮食生产和环境保护协调发展的可持续发展农业技术,是土壤保护的成功范例。

目前,国外保护性耕作的发展呈现以下几大趋势:一是各国都在积极探索,扩大保护性耕作的应用区域和作物种类。根据不同地区农业地理情况和作物种植生产特点,因地制宜地推广应用保护性耕作,并与旱作农业技术进行融合,逐步形成了多种模式,如:免耕模式、留茬耕作模式、条带垄作模式、少耕模式,合理的粮草轮作模式等。二是加快少耕向免耕的

过渡。免耕应用面积在逐年扩大,世界近 15 年免耕面积趋势如图 1,美国近 20 年保护性耕作应用面积趋势如图 2。三是重视非化学除草技术的研究,如机械除草、覆盖压制除草、轮作控制杂草、生物除草、臭氧除草等,建立杂草综合防控技术体系。四是保护性耕作机具的开发生产向专业化、复式化、大型化、产业化、智能化的方向发展。

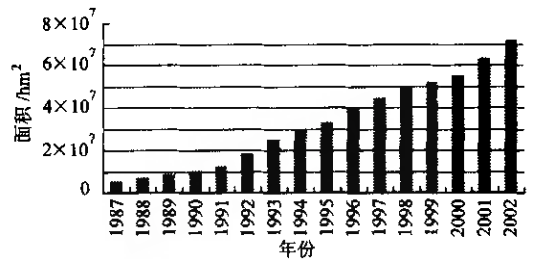


图 1 世界近 15 年免耕面积趋势图

Fig. 1 Development trends of no-tillage area in the world in recent 15 years

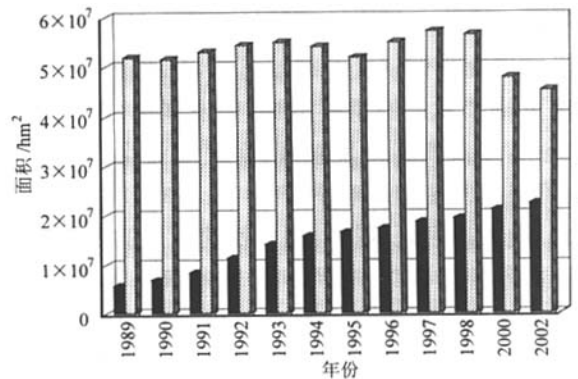


图 2 美国近 20 年保护性耕作应用面积趋势图

Fig. 2 Development trends of conservation tillage area in U.S. in recent 20 years

- ①美国保护性耕作信息中心没有提供 1999 年和 2001 年的数据;
②图中黑色部分为免耕面积;虽然受总种植面积变化的影响,少耕面积有所波动,但是免耕面积逐年上升,保护性耕作总面积稳步增长。

3 几点思考

20 世纪 90 年代以前,我国已有部分单位开展了免耕、深松、秸秆覆盖等与保护性耕作密切相关的技术研究与机具开发,其中华北地区夏玉米免耕播种技术与免耕播种机、全方位深松机等曾经得到大范围的推广应用,对我国北方旱作农业发展起到了积极作用。

进入 90 年代,澳大利亚昆士兰大学和中国农业大学、山西省农机局在山西省开展了黄土高原地区保护性耕作技术研究和机具开发;河北省农科院和加拿大农业部在河北省也合作开展相关的研究与试验工作。2002 年,保护性耕作在我国得到了普遍的认同,开始逐步示范推广。

3.1 保护性耕作是旱地农业可持续发展的根本出路

成功应用保护性耕作技术的国家,虽然耕地资源比较丰富,但是从发展战略上仍然将保护性耕作作为改革传统耕作方法、改善生态环境的一条重要途径。他们的经验表明,在干旱地区,当农业生产面临旱灾严重、土地退化、沙尘暴、产量降低等问题时,粮食生产和环境保护并不矛盾,没有必要全面退耕,而应该寻求能够实现粮食生产和环境保护“双赢”的先进农业技术,即保护性耕作技术。国际土壤耕作组织前任主席 Jeff Tullberg 博士认为,从目前的技术水平看,保护性耕作是旱作农业可持续发展的惟一选择。

旱作农业区约占我国耕地面积的 55% 以上,绝大部分旱区仍然沿用传统的以翻耕为主的耕作制度,干旱缺水、土壤贫瘠、水土流失、沙尘暴等问题日趋严重。在我国推广应用保护性耕作是改造我国北方旱地传统耕作制度的有效途径,是改善生态环境、实现可持续发展的重要措施,是发展旱地农业的希望所在,是落实科学发展观,实现农业生产全面、协调、可持续发展的战略举措。

3.2 政府重视是保护性耕作快速发展的保障

在示范推广之初,大部分国家都是通过项目支持或者政策扶持引导农民采用保护性耕作技术,国家对购买保护性耕作机具的农民给予一定的补贴。比如,美国成立“国家土壤保护局”,设立专项经费用于研究、示范、推广保护性耕作技术,联邦立法规定高侵蚀土地必须采用保护性耕作;加拿大将保护性耕作列入土壤保持政策;澳大利亚在推广保护性耕作初期,对农民购买免耕播种机给予 50% 的补贴,对改进机具、技术示范、人员培训给予 70% 的补助,同时,在税收、农机用油等方面还给予一定的优惠政策;巴西将保护性耕作列为国家一项农业政策;墨西哥对购买保护性耕作机具给予 20% 以上的购机补贴;欧洲和非洲启动了生命计划(life project),用于支持保护性耕作技术与示范。这些政策的实施,使得近 20 年保护性耕作得到大规模的推广应用。

目前,我国保护性耕作得到农业部等政府部门的高度重视,在试验示范上已经开始取得重大进展,但总体应用面积还不足全国总耕地面积的 1%,远没有发挥出保护性耕作的实际效应。需要各级政府的支持,将保护性耕作纳入国民经济和社会发展计

划,列入政府工作的重要议事日程,从政策和投入上加大支持力度。结合农业和农村经济的发展目标,分步确立阶段实施目标,采取有效措施,推进保护性耕作技术的大面积推广应用。

3.3 免耕播种机是大面积推广保护性耕作的关键

国外在大面积推广保护性耕作技术之前,首先解决的是免耕播种机和除草剂问题,而免耕播种机是实施保护性耕作的关键。迄今为止,国外尚无用人畜力实现大面积保护性耕作的报道。美国用了将近 20 多年的时间开发免耕播种机;加拿大在推广保护性耕作技术的前期,投入 1 亿加元,用于机具开发、选型和技术示范;澳大利亚每年从农业产值中提取 1.4% 用于农业科研,其中,25% 用于保护性耕作技术的研究与机具开发。

我国地域辽阔,农业生产条件差异较大,保护性耕作的推广应用对机具的适应性要求高。目前除一年一熟地区小麦、玉米保护性耕作配套免耕播种机较成熟外,适合我国其他地区的免耕播种机亟待研究开发。为适应我国保护性耕作大规模推广应用的需

3.4 必须坚持农机与农艺相合

国外在实施保护性耕作过程中,通过农机农艺相结合,明确了“黑风暴”的起因,农艺上解决了保护性耕作条件下土壤水、肥、气、热、病虫害变化规律问题,提出了保护性耕作条件下,作物高产优质高效栽培模式;农机上,解决了在免耕和地表有植被覆盖状态下,如何进行机械化作业的问题。这些问题的解决,促进了保护性耕作技术的推广应用。

加快适应不同类型区、不同作物的保护性耕作技术模式、病虫害防治方法、配套机具等方面的试验创新,是解决我国保护性耕作示范推广中的关键问题,是支持和保障保护性耕作技术广泛应用的重要举措。

4 结束语

保护性耕作技术已在许多国家被成功应用,我国应从生态建设和可持续发展角度,加大对保护性耕作的支持力度,加强国际合作,瞄准世界保护性耕作技术发展趋势,做好先进技术的引进和吸收,不断完善我国保护性耕作制度。

参 考 文 献

- 1 高煊文,李国盈. 保护性耕作技术与机具[M]. 北京:化学工业出版社,2004.

为精确地计算出瞬时声功率。

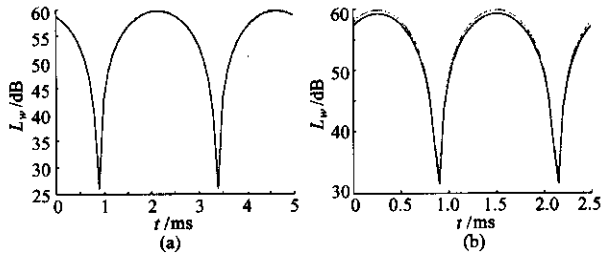


图 4 根据第 1 阶辐射模态计算的声功率

Fig. 4 Sound power in first radiation mode

(a) $f=200$ Hz (b) $f=400$ Hz

4 结束语

研究了在时域里运用辐射模态方法进行振动结构辐射声功率的计算,由于结构辐射的声功率可以表示为这些模态辐射声功率的线性叠加,且瞬时声功率主要由第 1 阶模态辐射的声功率所决定,这使得计算声功率得以简化。声功率的数值计算表明,在加速度的时间变化率不大的情况下,应用辐射模态计算的声功率与理论值基本重合,且仅用一阶辐射模态计算的声功率也与理论值相吻合。从而为瞬时声功率的计算提供了一种简单有效的方法。

参 考 文 献

- 1 Dokumaci E. On calculation of acoustic power[J]. J. Sound Vib., 2000, 238(5): 869~876.
- 2 Heng K, Iwao H, Nobuyuki I. Estimation and measurement of the sound power radiated from a circular plate with a solid shaft and a solid cylinder[J]. JSME International Journal, Series C, 1998, 41(1): 13~19.
- 3 Snyder S D, Tanaka N. Calculating total acoustic power output using modal radiation efficiencies[J]. J. Acoust. Soc. Am., 1995, 97(3): 1 702~1 709.
- 4 Borgiotti G V. The power radiated by a vibrating body in an acoustic fluid and its determination from boundary measurements[J]. J. Acoust. Soc. Am., 1990, 88(4): 1 884~1 893.
- 5 毛崎波,姜哲. 通过声辐射模态研究结构声辐射的有源控制[J]. 声学学报, 2001, 26(3): 277~281.
- 6 Elliott S J, Johnson M E. Radiation modes and the active control of sound power[J]. J. Acoust. Soc. Am., 1993, 94(4): 2 194~2 204.
- 7 倪振华. 振动力学[M]. 西安:西安交通大学出版社, 1989.

(上接第 180 页)

- 2 Milton A S, Glover B T. No-till and surface-tillage agriculture the tillage revolution [M]. New York: Wiley-Interscience Publication, 1986.
- 3 Milton Coughenour C, C Shankariah. Conservation tillage and cropping innovation-constructing the new culture of agriculture[M]. Iowa: Iowa State University Press, 2001.
- 4 Ralph P. Analyzing future farming practices today[C]// Proceedings of 2004 Western States Conservation Tillage Conference, University of California, USA, 2004.
- 5 Guy Lafond, Brian McConkey, Mark Stumborg. Conservation tillage models for small scale farming [C]// Proceedings of 2004 CIGR International Conference, Beijing, 2004.
- 6 Carlos Crovetto Lamarca. Stubble over the soil[M]. Madison: American Society of Agronomy Inc., 1996.
- 7 Neil J Southorn. Future directions for dry land soil management under direct seeding techniques-an Australian perspective[C]// Proceedings of 2004 Western States Conservation Tillage Conference, University of California, USA, 2004.
- 8 FAO. World agriculture towards 2015/2030[R]. FAO, 2003.
- 9 Rattan Lal, Michael Griffin, Jay Apt, et al. Managing soil carbon[J]. Science, 2004, 304(16): 393.

保护性耕作现状及发展趋势

作者: [李安宁](#), [范学民](#), [吴传云](#), [李洪文](#), [Li Anning](#), [Fan Xuemin](#), [Wu Chuanyun](#), [Li Hongwen](#)

作者单位: [李安宁](#)(农业部农业机械化技术开发推广总站, 100026 北京市), [吴传云](#), [Wu Chuanyun](#)(农业部农业机械化技术开发推广总站, 100078 北京市), [李洪文](#), [Li Hongwen](#)(中国农业大学农业部保护性耕作研究中心 100083 北京市)

刊名: [农业机械学报](#) **ISTIC EI PKU**

英文刊名: [TRANSACTIONS OF THE CHINESE SOCIETY FOR AGRICULTURAL MACHINERY](#)

年, 卷(期): 2006, 37(10)

被引用次数: 24次

参考文献(9条)

1. [高焕文](#); [李问盈](#) [保护性耕作技术与机具](#) 2004
2. [Milton A S](#); [Glover B T](#) [No-till and surface-tillage agriculture the tillage revolution](#) 1986
3. [Milton Coughenour C](#); [C Shankariah](#) [Conservation tillage and cropping innovation-constructing the new culture of agriculture](#) 2001
4. [Ralph P](#) [Analyzing future farming practices today](#) 2004
5. [Guy Lafond](#); [Brian McConkey](#); [Mark Stumborg](#) [Conservation tillage models for small scale farming](#) 2004
6. [Carlos Crovetto Lamarca](#) [Stubble over the soil](#) 1996
7. [Neil J Southorn](#) [Future directions for dry land soil management under direct seeding techniques-an Australian perspective](#) 2004
8. [FAO](#) [World agriculture towards 2015/2030](#) 2003
9. [Rattan Lal](#); [Michael Griffin](#); [Jay Apt](#) [Managing soil carbon](#)[外文期刊] 2004(16)

本文读者也读过(10条)

1. [王长生](#). [王遵义](#). [苏成贵](#). [李行](#). [王晶](#). [吴光华](#) [保护性耕作技术的发展现状](#)[期刊论文]-[农业机械学报](#)2004, 35(1)
2. [高焕文](#). [李问盈](#). [李洪文](#) [中国特色保护性耕作技术](#)[期刊论文]-[农业工程学报](#)2003, 19(3)
3. [张海林](#). [高旺盛](#). [陈卓](#). [朱文珊](#) [保护性耕作研究现状、发展趋势及对策](#)[期刊论文]-[中国农业大学学报](#) 2005, 10(1)
4. [刘福来](#). [刘国平](#). [陈治文](#). [孙德超](#). [Liu Fulai](#). [Liu Guoping](#). [Chen Zhiwen](#). [Sun Dechao](#) [保护性耕作技术及其机械的现状与发展趋势](#)[期刊论文]-[农机化研究](#)2009, 31(7)
5. [高焕文](#). [李洪文](#). [李问盈](#). [Gao Huanwen](#). [Li Hongwen](#). [Li Wenying](#) [保护性耕作的发展](#)[期刊论文]-[农业机械学报](#) 2008, 39(9)
6. [许广林](#). [王新峰](#) [保护性耕作的意义与前景](#)[期刊论文]-[中国科技纵横](#)2010(6)
7. [高旺盛](#). [GAO Wang-sheng](#) [论保护性耕作技术的基本原理与发展趋势](#)[期刊论文]-[中国农业科学](#)2007, 40(12)
8. [王敏](#). [张锋伟](#). [郑炫](#). [刘聚才](#). [马玉羊](#). [WANG Min](#). [ZHANG Feng-wei](#). [ZHENG Xuan](#). [LIU Ju-cai](#). [MA Yu-yang](#) [甘肃省保护性耕作的现状分析及效益分析](#)[期刊论文]-[湖北农业科学](#)2009, 48(1)
9. [刘巽浩](#). [LIU Xun-hao](#) [泛论我国保护性耕作的现状与前景](#)[期刊论文]-[农业现代化研究](#)2008, 29(2)
10. [谢瑞芝](#). [李少昆](#). [李小君](#). [金亚征](#). [王克如](#). [初震东](#). [高世菊](#). [XIE Rui-zhi](#). [LI Shao-kun](#). [LI Xiao-jun](#). [JIN Ya-zheng](#). [WANG Ke-ru](#). [CHU Zhen-dong](#). [GAO Shi-ju](#) [中国保护性耕作研究分析-保护性耕作与作物生产](#)[期刊论文]-[中国农业科学](#)2007, 40(9)

引证文献(31条)

1. [赵伟](#). [段燕燕](#). [王宁宇](#) [气喷式免耕播种机的气喷作业机理研究](#)[期刊论文]-[农机化研究](#) 2014(1)
2. [李维华](#). [孙宜田](#). [王小瑜](#). [荐世春](#) [2BMFJ-4型智能秸秆还田玉米免耕施肥播种机的研制](#)[期刊论文]-[现代农业装备](#)

2013(4)

3. 曹洁, 赵士杰. 正镶白旗风沙土农田实施保护性耕作研究[期刊论文]-农机化研究 2013(2)
4. 曹洁, 赵士杰. 高平原干草原天然草场恢复生产力研究[期刊论文]-农机化研究 2013(3)
5. 刘选伟, 王景立. 免耕播种机发展现状及存在问题浅析[期刊论文]-农业与技术 2014(1)
6. 孙钦华, 尚书旗, 杨然兵, 王延耀, 王东伟, 朱洪军. 2BMG-7型小麦免耕条播机的研制及试验*[期刊论文]-中国农机化学报 2013(4)
7. 姚雄, 廖敦秀, 唐永群, 蒋刚, 张现伟, 李经勇, 王龙昌. 稻田保护性耕作的生态效应研究进展与发展建议[期刊论文]-生态环境学报 2011(2)
8. 雷金银, 吴发启, 王健, 郭建华. 保护性耕作对土壤物理特性及玉米产量的影响[期刊论文]-农业工程学报 2008(10)
9. 步洪凤, 李永生. 城市森林保护性耕作现状及发展趋势研究[期刊论文]-科技信息 2008(24)
10. 王亮, 伦志安, 王安东, 解保胜. 寒地稻田保护性耕作研究进展[期刊论文]-北方水稻 2013(4)
11. 夏连明, 耿端阳, 王相友. 行星啮合式防滑地轮结构参数的优化及性能试验[期刊论文]-农业工程学报 2012(10)
12. 袁汉民, 董立国, 徐华军, 李生宝, 火勇, 陈洁, 袁海燕. 水分和温度对冬小麦和玉米免耕作产量影响的研究[期刊论文]-干旱区资源与环境 2008(7)
13. 朱立志, 冯伟, 邱君. 秸秆产业的国外经验与中国的发展路径[期刊论文]-世界农业 2013(3)
14. 张建华, 张定一. CIMMYT小麦育种特点及研究趋势[期刊论文]-山西农业科学 2012(5)
15. 孟淑华. 兖州市小麦亩产550kg免耕栽培技术[期刊论文]-农业科技通讯 2010(5)
16. 常春丽, 刘丽平, 张立峰, 刘玉华. 保护性耕作的发展研究现状及评述[期刊论文]-中国农学通报 2008(2)
17. 王汉羊, 陈海涛, 纪文义. 2BMFJ-3型麦茬地免耕精播机防堵装置[期刊论文]-农业机械学报 2013(4)
18. 夏连明, 耿端阳, 王相友, 赵奎兵. 免耕播种机行星啮合式防滑地轮设计与试验[期刊论文]-农业机械学报 2012(8)
19. 吴文革, 张健美, 张四海, 张玉海. 保护性耕作和稻田免耕栽培技术现状与发展趋势[期刊论文]-中国农业科技导报 2008(1)
20. 林林蔓. 东北地区保护性耕作对土壤及作物生长的影响[期刊论文]-现代农业科技 2012(17)
21. 李建政, 王道龙, 高春雨, 王亚静, 毕于运. 欧美国家耕作方式发展变化与秸秆还田[期刊论文]-农机化研究 2011(10)
22. 黄春国, 王鑫. 不同耕作模式对小麦生长动态和产量的影响[期刊论文]-山西农业科学 2009(3)
23. 仇倩倩, 张喜瑞, 梁栋, 翁绍捷. 香蕉免耕地深松铲的设计与有限元分析[期刊论文]-农机化研究 2013(5)
24. 张喜瑞, 何进, 李洪文, 王庆杰, 吴沙沙. 水平拨草轮式玉米免耕播种机设计和试验[期刊论文]-农业机械学报 2010(12)
25. 袁汉民, 惠建, 赵忠海, 袁海燕, 董立国, 张维军, 亢玲, 王小亮, 陈东升, 赵桂珍, 何尚进. 宁夏引黄灌区麦稻水旱轮作二熟制双免耕的土壤培肥效应[期刊论文]-麦类作物学报 2013(1)
26. 金亚征, 丁丽梅, 王兴月. 保护性耕作研究进展与评述[期刊论文]-河北北方学院学报(自然科学版) 2010(1)
27. 王瑜, 马加清, 张士永, 赵庆雷, 陈博聪, 刘奇华. 稻田少免耕土壤生态学效应的研究进展[期刊论文]-山东农业科学 2013(5)
28. 张金鑫, 穆兴民, 王飞, Peter R. Hobbs, 刘玉兰. 基于土壤质量的保护性农业技术及其政策取向[期刊论文]-水土保持研究 2009(1)
29. 雷金银, 吴发启, 王健, 李荣标. 毛乌素沙地南缘保护性耕作对土壤化学性质的影响[期刊论文]-干旱地区农业研

究 2008(6)

30. 袁汉民, 陈东升, 王晓亮, 赵桂珍, 张富国, 袁海燕, 张维军, 亢玲, 来长凯, 白冰 宁夏引黄灌区冬麦北移及耕作改制的发展[期刊论文]-麦类作物学报 2011(2)
31. 杨增玲, 楚天舒, 韩鲁佳, 刘贤, 肖卫华, 黄光群 灰色关联理想解法在秸秆综合利用方案优选中的应用[期刊论文]-农业工程学报 2013(20)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_nyjxb200610047.aspx