

我国西北干旱地区耕作高效综合利用技术分析

李志熙^{1,2}, 彭珂珊^{1,3}

(1. 西北农林科技大学农学院, 陕西 杨陵 712100;
2. 陕西榆林学院, 陕西 榆林 719000; 3. 中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100)

摘 要: 我国西北干旱地区是西部地区的重要组成部分, 在国家实施西部大开发的进程中, 如何保证农民的吃饭问题, 已成为人们关心的头等大事。在目前解决吃饭问题仍然要依靠农业生产, 农业是世界上最原始、最古老和最根本的产业, 随着人口的不断增长和自然环境的不断枯竭恶化, 农业可持续发展已成为当今世界各国在其农业和农村经济发展乃至整个国民经济发展过程中的核心内容。在西北干旱地区实施有效的耕作技术, 对改变坡面微地貌、减少土壤侵蚀、增加土壤抗性、蓄水、保土性能、培肥地力和提高作物产量均有显著作用。在上述背景下, 分析了地膜覆盖、节水灌溉、保护性耕作和间套四种效果较好的耕作高效综合利用技术, 可供决策部门在制订农业发展计划时参考。

关键词: 土壤侵蚀; 耕作技术; 利用效果; 西北地区
中图分类号: F301.24 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2006)02-0237-04

Analysis of Efficient Farming Technique in Arid Area of West China

LI Zhi-xi^{1,2}, PENG Ke-shan^{1,3}

(1. College of Agronomy, Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China;
2. Yulin College, Yulin, Shaanxi 719000, China;
3. Institute of Soil and Water Conservation, CAS & MWR, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The northwest arid area is an important part of China west region, in the process of west development, the problem of grain has become the priority one, which relies on agriculture. Agriculture is the most primitive, ancient and basic industry, with the increase of population and the worsen of natural environment, the agriculture sustainable development is becoming the core in agricultural development of the world and national economy. In west area, the efficient farming technique can change slope landforms, reduce soil erosion, increase the ability of soil conservation, improve soil fertility and increase crop yield. Four kinds of farming techniques such as film cover, water-saving irrigation, protective farming and intercropping are analyzed, which provide references in working out agricultural plan for departments of decision-making.

Key words: soil erosion; farming technique; use effect; northwest area

我国农耕历史源远流长, 新旧石器交替时期原始农民们, 开始由狩猎动物、采集植物转入初始的农业耕作, 无疑是人类社会的一大进步。解放 50 多年以来, 遵照继承与改革结合的原则, 促进了耕作制度的发展, 在我国粮食作物播种面积单产低于美国的情况下, 却以高过美国耕地单产水平, 实现了粮食、棉花、肉类等主要农产品总量世界第一, 成功的以占全世界 10% 的耕地, 解决占全世界 22% 的人口温饱问题, 举世瞩目, 堪称典范, 西北旱区为此作出了巨大的贡献。在实施西部大开发战略和全面建设小康社会的新形势下, 根据西北旱地农业资源特点, 最大限度发挥其生产力, 加快耕作技术研究, 促进旱地农业再上台阶, 已成为摆在我们面前的重大课题。自从 20 世纪 50 年代初耕作学科在我国创立以来,

耕作技术的研究在西北取得了前所未有的进展。在近半个世纪的历史进程中, 西北干旱地区广大科技工作者根据不同地区、不同时期的农业状况和社会需求, 不断地探索新的农耕技术, 推进耕作制度改革, 在理论上具有我国特色的耕作技术体系得以完善, 在实践上对农业的迅速发展发挥了巨大的推动作用。现在在西北干旱地区实践过程中耕作高效综合利用技术介绍于下, 供大家在实际工作中参考。

1 地膜覆盖

地膜覆盖技术是一项人工调控土壤—作物间水分条件的栽培技术, 是降低农业水分无效蒸发, 提高用水效率的有效农业措施之一。在 20 世纪中叶, 随着塑料工业的兴起而发

¹ 收稿日期: 2005-05-18
基金项目: 中国科学院知识创新项目(KZCX1-06)
作者简介: 李志熙(1965-), 男, 陕西米脂人, 副教授, 主要从事果树栽培和生态恢复与重建方面的教学与研究。
© 2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

展起来的,世界上一些发达国家都在广泛应用塑料覆盖技术。我国从 1978 年开始引进地膜栽培技术,地膜栽培试验始于 1978 年。当年在全国的 14 个省(市区)对以蔬菜为主的作物组织试验。该技术引入我国之后在西北地区发展迅速,相继在经济作物上推广应用,尤其是在地膜小麦上获得了较大的成功,甘肃、陕西等地相继研究了覆膜穴播、垄盖膜际精播、旱地周年覆盖栽培技术。经历了阶段性^[a]覆膜到全生育性期覆膜。在我国西北干旱半干旱地区,地膜覆盖技术得到广泛的应用,已成为一项重要的农业增产技术手段,并从生态效益、植物生理生态、耕层土壤效应、水肥利用、蓄水保土等方面揭示了地膜覆盖的生产应用规律,进而形成比较完善的耕作栽培制度。我国北方半干旱偏旱区,耕地面积 166.5 万 hm^2 , 半干旱区耕地面积 1 576.2 万 hm^2 ,均以旱作农业为主,受干旱影响,作物生产力低下,降水利用率不高,通过地膜覆盖技术,可以最大程度地利用有限的降水资源,同时可以将地膜覆盖技术运用到旱区的植树造林上。通过试验,增产效果明显(见表 1),它不仅能改善土壤物理化学性状,平抑地温,提高降水利用率,而且还增强了植株活力和群体动态发育,抑制田间杂草,增加土壤有机质,保证了农田土壤的可持续提高。通过在陕西的澄城、千阳、三原、合阳、乾县、安塞、神木试验(表 2),地膜覆盖的产出效益优于其它覆盖,能显著地抑制田间土壤水分无效蒸发,具有保水、保墒、提墒、提高地温、缩短作物生长期,避免冷冻灾害的作用,因此地膜覆盖比其它更具有节水增产的效果。

处理	小区产量/kg				位次	重量 /($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)	差异显著性	
	1	2	3	平均			0.05	0.01
¹	5.72	6.24	5.96	5.96	1	2982.0	a	a
④	6.00	5.84	5.56	5.80	2	2901.0	a	a
④⑥	4.96	5.12	5.24	5.12	3	2558.0	b	b
$\frac{1}{4}$	4.52	6.16	5.28	5.00	4	2502.0	b	b

注: ¹ 膜侧栽培并在其膜下加盖秸秆 6 000 kg/hm^2 ; ④膜侧栽培; ④⑥ 0 000 kg/hm^2 秸秆单纯覆盖栽培; $\frac{1}{4}$ 露地条播(ck)、小区面积为 20 m^2 ,随机区配合,三次重复。

节水技术	作物	试验站数	试验年数	覆盖效益/(元· hm^{-2})	产出增加/(元· hm^{-2})
地膜覆盖	冬小麦	3	2	525	1410
	玉米	3	5	600	930
	棉花	6	2	600	2370
秸秆覆盖	冬小麦	5	2	360	780
	玉米	2	2	360	690
	棉花	3	2	360	1545
垄膜沟灌	冬小麦	3	2	675	1620
	玉米	1	1	870	1455
膜上灌	冬小麦	1	2	525	900

产出增加栏为各种覆盖与现状条件下地面灌相比产出增加值。

表 3 喷灌与常规地面灌溉相比较的节水效果												
作物名称		灌溉方式	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	灌溉定额 /($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$)	灌水总次数/次
冬小麦	喷灌	灌水定额/($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$)	450	450	450			743	382	382	4207	
		灌水次数/次	1	2	3			1	1	1		
	沟灌	灌水定额/($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$)	1193	1193	1193			1193	1193		7158	
		灌水次数/次	1	2	1			1	1			9
棉	喷灌	灌水定额/($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$)	900	450	450	450	450				4500	
	灌	灌水次数/次	1	1	2	3	2					9
花	沟灌	灌水定额/($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$)	1512		1353	1195	1195				6450	
	灌	灌水次数/次	1		1	2	1					5

2 农田节水灌溉技术

合理调控农田土壤水分与作物之间供求关系是耕作技术中培育肥力的重要环节,灌溉是克服农田土壤水分不足,协调植物生活因素,促进作物生长发育的有力措施,它不仅能够满足作物对水分的需要,而且能直接影响到土壤理化性质和生物学特性。在西北干旱地区推广节水灌溉效果很好,收到了一定效益。节水灌溉具有节水、增产、增收、省工、省时、节能等特点,发展节水灌溉是增强农村基础设施建设,提高农村现代化水平的重要技术手段,推广节水灌溉,发展节水灌溉面积,不仅是缓解西北干旱区水资源供需矛盾的需要,也是促进“三农”问题解决,促进国民经济发展的需要。节水灌溉技术包括工程技术和 管理技术,生产上常用的节水灌溉技术有: ¹ 改进畦灌; ④沟灌; ④⑥ 沟道防渗技术; $\frac{1}{4}$ 低压管道灌溉技术; $\frac{1}{2}$ 喷灌; $\frac{3}{4}$ 滴灌; ⑧渗灌。通过农作物措施节约用水也高效可行,如优化种植结构,确立与水资源相适应的种植体系,整体地提高农田水分利用效率,根据各种作物需水临界期,合理安排作物种植比例,建立科学的轮灌制。

20 世纪 80 年代以来,我国的甘肃、山西、内蒙古、宁夏等省区先后在雨水集蓄利用方面作了大量的工作,如甘肃省的“121”雨水集流工程和雨水集蓄工程,(即每户利用现有庭院屋面修建 100 m^2 左右的砼集流场,建 2 眼水窖,发展一处庭院经济),宁夏自治区的“窑窖”节水补灌工程;内蒙古自治区的“112”工程,陕西在旱作农业区开展的雨水集蓄灌溉工程,都对解决水资源短缺,促进当地的脱贫致富和经济快速发展起到了显著的作用。20 世纪 90 年代以来,随着水资源的日益缺乏,供需矛盾突出和干旱加剧,发展节水灌溉得到党和国家的重视,在“九五”期间,国家加大了节水灌溉扶持力度,在全国组织实施了 300 个节水增产重点县和节水型井灌区建设,在 208 个大型灌区开展了以节水为主的续建配套和技术改进,建设了 668 个节水灌溉示范项目区。新疆建设兵团农一师在阿克苏农垦区发展节水灌溉,1996 推广喷灌工程,效果比较明显,与常规地面灌溉相比节水 30% ~ 41.7%,一般可增产 20% ~ 30%(表 3—表 4)。西北农林科技大学水利与建筑工程学院科研人员提出了陕西关中地区小麦—玉米一年两作制和棉花、油菜的节水灌溉方案。灌溉方案经在宝鸡峡、泾惠渠、交口抽渭、洛惠渠 4 大灌区大面积示范推广,节水增产效果十分显著。据 1986 ~ 1999 年的调查统计,涉及耕地面积约 达 16 万 hm^2 ,每年节约灌溉水 3.77 亿 m^3 ,平均节水 1 687.5 m^3/hm^2 。4 年平均全灌区粮食产量 8 034 kg/hm^2 ,棉花产量 906 kg/hm^2 ,分别较实施前增产 56.9% 和 96.7%,并出现许多粮食达 15 000 kg/hm^2 、棉花超 2 250 kg/hm^2 、油菜过 3 750 kg/hm^2 的高产田块。从而充分显示了节水灌溉制度对于高效利用灌溉水资源,促进西北干旱地区农业和粮食持续增长的重要意义。

表 4 喷灌增产效果

作物	使用前产量	使用后产量	增产	增产率/%
	$/(\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2})$	$/(\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2})$	$/(\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2})$	
小麦	3975.75	4623.75	648	16.3
棉花	1419.75	1694.25	271.5	19.33

3 保护性耕作

我国干旱半干旱地区的总面积约占国土面积的52.5%，主要分布在北方以旱作农业为主，其现有的翻耕模式加上大量的荒山草地和施用化肥农药，以致造成水土流失加大、风沙灾害频繁发生和生态环境恶化，其中风蚀则是西北干旱地区近几年来最为突出的问题。我国从20世纪60年代就开始了保护性耕作的单项技术和农业技术的试验研究，直到90年代，取得了抗旱增产的效果。但还没有看到其环保功能，在上个世纪末，农业部联合多个部门对保护性耕作进行了长达10年的系统研究，完成了保护性耕作在我国适应性研究。保护性耕作有利于减少农田扬尘、抑制沙尘、防止水土流失，保护土壤墒性，改善土壤水分结构，提高土壤肥力，促进作物增产，简化农田作业，减少耕作次数，节约生产成本。宁夏自治区彭阳县农技中心在旱地对地膜玉米采用保护性耕作进行

表 5 不同处理玉米的生育进程及生育期及生长发育状况

处理	生育阶段(日/月)							生育期 /d	苗期			大喇叭口期		
	播种期	出苗期	拔节期	抽雄期	开花期	叶丝期	成熟期		株高/cm	单株叶面积/cm ²	单株干重/g	株高/cm	单株叶面积/cm ²	单株干重/g
1	23/4	7/5	13/6	20/7	23/7	26/7	5/10	164	27.0	110.2	2.6	147	616.0	8.5
④	23/4	6/5	10/6	17/7	20/7	22/7	1/10	160	27.5	118.4	3.0	153	706.8	9.5
④④	23/4	5/5	9/6	16/7	20/7	22/7	1/10	160	28.0	127.1	3.6	149	666.0	9.5
¼ (CK)	23/4	8/5	13/6	20/7	23/7	26/7	6/10	165	26.0	113.3	2.7	146	602.0	8.3

注: 1 浅松一次; ④旋耕一次; ④④旋耕2次; ¼ 春耕1次(对照)。

表 6 不同处理产量及其构成因素

处理	株高/cm	穗位高/cm	茎粗/cm	株数 $/(\text{株} \cdot \text{hm}^{-2})$	空秆率/%	穗数 $/(\text{穗} \cdot \text{hm}^{-2})$	穗粒数/粒	百粒重/g	折合产量 $/(\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2})$	增产率/%
1	292	120	8.5	54450	2	53355	615	24.9	7186.5	3.4
④	298	132	8.5	55560	2	54480	640	27.1	7539.0	8.5
④④	288	129	9.2	57780	1	57210	672	28.7	8517.0	22.5
¼ (CK)	275	117	8.1	50340	1	52800	616	25.8	6948.0	

4 间作套种

农作物间套技术在中国农作史上具有悠久的历史，是中国传统精细农艺的精华，在世界农作史上享有盛誉。它能够充分用光、热、水、土资源，提高农作物产量。目前中国间套面积达0.2亿hm²。近几年随着资源环境、粮食等安全性问题的严峻挑战，间作套种再次引起世界各地科学家的关注，间作套种在养分吸收方面较单作而言具有显著的优势，其作物营养状况也比单作条件下好，因此作物间套在抗病虫方面具有优势(见图1)。今后中国扩大耕地面积的潜力很小，农业发展的主要出路是充分利用土地、空间、时间，提高年单位面积的产量，同时又要保护和改善环境资源，实现农业的可持续发展。在陕西千阳县旱地采用马铃薯优良品种脱毒种与普通杂交玉米、糯玉米、秋白菜、春白菜、葱、生姜、胡萝卜等作物间套种植，进行马铃薯不同间套高产高效立体种植模式研究，结果表明，均有增产效益。宁夏自治区平罗县农技中心实行春甘蓝套种玉米，不仅增加效益，也解决了各类作物互相争地的矛盾和资源浪费问题。春甘蓝套种玉米栽培是一项投资少，效益高的栽培模式，春甘蓝耐寒能力强，采取冬季温室育苗，可提前在3月中旬定植大田，使甘蓝在5月下旬收获。

的表土不同作业处理，即浅松一次，旋耕一次，旋耕2次，春耕1次(对照)的试验结果表明(见表5)，旋耕2次处理的玉米出苗较其它处理提前1~3d，全生育期缩短1.0~5d，水分生产率17.1kg/(hm²·mm)，较其它处理提高2.0~3.3kg/(hm²·mm)，产量为8517.0kg/hm²，较对照增产22.5%，产投比为5.13。保护性耕作不同处理对玉米产量构成因素及产量的影响由表6可知，旋耕各处理的穗数、穗粒数、百粒重、折合产量均高于对照，其中处理④④玉米的个体性状与群体结构又都优于其它处理，其穗数为57210穗/hm²，较处理1、处理④和处理¼分别多3855、2730、4140穗/hm²；穗粒数为672粒，较处理1、处理④和处理¼分别多57、32、56粒；百粒重为28.7g，较处理1、处理④和处理¼分别高3.8、1.6、2.9g；而且处理④④的株高、穗位高居中，茎粗壮，空秆率低。处理④④的折合产量较高，为8517.0kg/hm²，较处理1、处理④和处理¼分别增产3.4%、8.5%、22.5%。西北农林科技大学农学院的试验表明，保护性耕作有延缓径流，增加降雨入侵的作用，其稳定入渗是非保护性耕作的1.22~6.67倍，在降雨强度为68mm/h时其地表产生径流时间比传统耕作晚6~15min，免耕与深松耕处理土体含水量、接纳降水的能力明显高于传统耕作。

5月上旬在甘蓝行间点种玉米，使其共生，待甘蓝收获后，加强玉米的田间管理，从而获得高产。近年来，在平罗县头闸镇内大面积种植，667m²产值超过千元，甘蓝产量在3500kg/667m²，由于上市早，每kg平均价格为0.25元，667m²产值达900~1250元；玉米667m²达600kg，每kg按0.90计算，667m²产值达540元，两茬作物合计667m²产值达1440~1790元，效益十分可观。

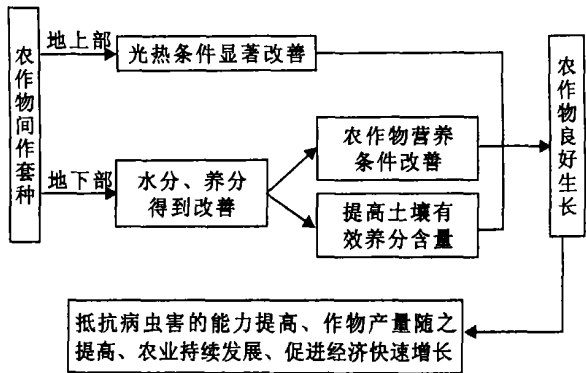


图 1 间作套种良性循环图

5 结 语

上述四种耕作技术虽在西北地区已实施多年,在农业生产的持续发展上产生了明显的综合效益,但也存在一些不足之处,总之是优点大于缺点。随着科学技术的不断发展,一些问题可以通过科学研究得以解决,况且我国农耕历史悠久,耕作技术将来还会在我国农业生产上发挥着巨大的作用。根据今后农业的发展形势,其重点应该放在:①耕作栽培的复合技术。从综合的角度入手,总结以往成功的经验,分析存在参考文献:

- [1] 中华人民共和国国家统计局. 2003 年中国统计年鉴[Z]. 北京: 中国统计出版社, 2004. 117- 118.
- [2] 上官周平, 彭珂珊. 黄土高原粮食生产与持续发展研究[M]. 西安: 陕西人民出版社, 1999. 121- 124.
- [3] 上官周平, 彭珂珊. 中国粮食问题观察[M]. 西安: 陕西省人民出版社, 1998. 3- 9.
- [4] 蔡建文. 中国人还会不会饿肚子[M]. 北京: 经济日报出版社, 1999. 304- 310.
- [5] 王立祥. 耕作学[M]. 重庆: 重庆人民出版社, 2001. 1- 3.
- [6] 王健. 黄土高原丘陵沟壑区水资源高效利用技术试验研究[J]. 水资源与水工程学报, 2005, 15(4): 25- 38.
- [7] 常庆瑞, 安韶山. 黄土高原恢复植被防止土地退化效益研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1999, 5(4): 6- 9.
- [8] 彭珂珊. 黄土高原水土流失地区农业(粮食)生产防旱体系配套技术工程之分析[J]. 宝鸡文理学院学报(自然科学版), 1996, (5): 195- 208.
- [9] 朱颖元. 小型灌溉水库群优化调度图解法[J]. 农业工程学报, 2005, 21(2): 34- 37.
- [10] 魏青松. 滴灌灌水器低成本快速开发理论与方法研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21(2): 17- 21.
- [11] 刘京, 常庆瑞. 连续不同施肥对土壤团聚性影响的研究[J]. 水土保持通报, 2000, 20(4): 24- 26.
- [12] 马新明. 论种植制度的改革与发展[J]. 干旱地区农业研究, 1995, 12(2): 1- 6.
- [13] 段红平. 湖南省耕作制度 50 年(1949- 1998)演变分析[J]. 耕作与栽培, 2001, (3): 1- 4.
- [14] 王继军. 陕北丘陵区农业经济发展战略研究[J]. 水土保持研究, 2000, 7(2): 22- 24.
- [15] 常欣, 程序. 黄土高原农业可持续发展方略初探[J]. 科技导报, 2005, 23(1): 52- 56.
- [16] 彭珂珊, 谢永生. 退耕还林(草)工程发展模式的探讨[J]. 世界林业研究, 2004, 17(3): 56- 59.
- [17] 何文清, 高旺盛, 董志斌. 论黄土高原生态保护与农业生产的协调发展[J]. 干旱地区农业研究, 2004, 22(1): 183- 187.
- [18] 彭珂珊. 贫困地区立体农业发展过程中的研究分析[J]. 国土经济, 1994, (1): 57- 63.
- [19] 赵印英. 不同覆盖技术特点及其增产节水效果与投入产出分析[J]. 山西农业科学, 2004, 32(4): 37- 40.
- [20] 刘巽浩. 对西北旱区农业发展战略的思考[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(1): 1- 2.
- [21] 常旭虹. 保护性耕作技术的效益及应用前景分析[J]. 耕作与栽培, 2004, (1): 1- 3.
- [22] 顾明. 贵州作物生产可持续发展探讨[J]. 耕作与栽培, 2004, (4): 1- 2.
- [23] 李素青. 山西省生态环境破坏对可持续发展的影响及对策研究[J]. 干旱区资源与环境, 2005, 20: 56- 61.
- [24] 杨建国. 旱地农业在宁夏农业中的地位及发展战略措施[J]. 甘肃农业科技, 2005, (2): 21- 24.
- [25] 张建新, 郑大玮. 国外集雨农业研究进展与展望[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(2): 223- 229.
- [26] 张玉欣, 周建萍. 对我国节水灌溉建设的几点思考[J]. 节水灌溉, 2005, (1): 38- 39.
- [27] 姚文波. 解决黄土高原水资源问题途径[J]. 甘肃农业科学, 2005, (1): 25- 27.
- [28] 彭珂珊. 陕西中部地区间作套种增产机理分析研究[J]. 人民黄河, 1994, (4): 30- 32.
- [29] 彭珂珊. 黄土高原地区制约粮食生产的干旱原因分析[J]. 干旱区资源与环境, 1997, 11(1): 16- 25.
- [30] 吕新, 张伟, 张凤华. 西北干旱区内陆绿洲农业特征及可持续发展策略[J]. 新疆农业科学, 2005, 42(1): 1- 4.
- [31] 李为民. 浅谈西干渠灌区农业供水体制改革与实践[J]. 宁夏农林科技, 2004, (6): 47- 48.
- [32] 罗其友. 21 世纪北方旱地农业战略问题[J]. 中国软科学, 2000, (4): 102- 105.
- [33] 缪祥辉. 青海东部旱区农田匮乏型补灌的水分调控及其技术体系研究[J]. 青海农林科技, 2004, 40: 1- 3.
- [34] 杨正礼, 梅旭荣. 论中国农田生态保育[J]. 中国农学通报, 2005, 21(4): 280- 284.

(上接第 236 页)

- [11] 王秀芬, 郝晋瑶, 毕继业, 等. 西部大开发中的耕地保护问题[J]. 水土保持通报, 2003, 23(1): 12- 15.
- [12] 夏万年. 试从另一种经济角度审视土地资源价值[J]. 上海土地, 2004, (4): 21- 23.
- [13] 薛继斌, 吴次芳. 运用价格杠杆, 促进土地资源的可持续利用[J]. 价格理论与实践, 2004, (1): 34- 35.
- [14] 辛文. 土地是经济社会可持续发展最重要的支撑基础[J]. 天府论坛, 2004, (5): 40- 41.
- [15] 杨涛, 朱博文, 王雅鹏. 西南地区土地资源利用问题与对策探讨[J]. 中国人口·资源与环境, 2003, 13(5): 88- 91.
- [16] 张丽萍, 朱钟麟. 我国节水灌溉评价研究的特点及展望[J]. 西南农业学报, 2004, 17(1): 106- 109.
- [17] 周缓, 邢立新. 基于遥感信息的土地资源可持续利用研究[J]. 世界地质, 2004, 23(2): 175- 178.
- [18] 周保同. 土地资源可持续利用基本理论探讨[J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 2004, 29(2): 310- 314.
- [19] 朱兵. 以可持续发展思路推进水土保持生态环境建设[J]. 四川水利, 2004, (1): 16- 14.

的问题, 进行组装配套和技术革新, 以期形成新的技术体系, 实现农业的增产增收, 保护生态环境; ④无公害生产技术。从耕作制度上, 从选用抗性品种上, 从病虫害防治策略上, 从肥料的搭配上, 从抗逆栽培上进行研究; ④高效技术。在尽量减少人力、物力、财力的基础上, 加快机械化的实施力度, 实行跨区作业和规模经营, 求得高效。④利用“3S”技术改造耕作技术, 使“3S”技术与传统农业有机结合, 完成硬件和决策支持系统、专家系统、咨询系统等核心系统的软件开发工作, 逐步投入使用。