

# 半干旱退化山区生态农业建设与示范研究

## ——宁夏固原市原州区河川示范区

李壁成<sup>1,2</sup>, 李生宝<sup>3</sup>

(1. 中国科学院水利部水土保持研究所; 2. 西北农林科技大学, 陕西 杨陵 712100;  
3. 宁夏回族自治区农林科学院, 银川 750002)

**摘要:** 介绍了我国西部脆弱生态区研究项目背景, 对宁夏南部半干旱退化山区生态农业建设进行了研究与实践。集成本课题组多年研究成果, 在雨水资源化调配与高效利用、主要抗旱节水植物品种的高效栽培技术与无公害果品生产技术标准制定、半干旱山区生态农业模式的集成与示范推广、生态修复与环境质量监测评价等, 取得重要进展。

**关键词:** 半干旱; 山区; 生态农业; 示范研究

中图分类号: S 181      文献标识码: A      文章编号: 1005-3409(2005)03-0001-04

# The Construction and Demonstration of Ecological Agriculture in Semiarid Degradation Mountainous Areas

LI Bi-cheng<sup>1,2</sup>, LI Sheng-bao<sup>3</sup>

(1. Institute of Soil and Water Conservation, CA S&MWR; 2. Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China; 3. Ningxia Academy of Agriculture and Forestry, Yinchuan 750002, China)

**Abstract:** The background of west vulnerable ecosystem research item is presented, and the construction and demonstration of ecological agriculture in semiarid degradation mountainous areas were studied and practiced combined with the many years achievements of research team. Great progresses were made in following aspects, such as allocation and utilization of rainwater resources, anti-drought and introduction of water saving plant species and the standard of no public disaster fruits, the model of eco-agriculture and demonstration, ecological rehabilitation and environment monitoring and evaluation.

**Key words:** semiarid; mountainous area; eco-agriculture; demonstration

## 1 研究背景

### 1.1 项目的意义及必要性

我国是一个人口众多的发展中国家,亦是世界上生态环境比较脆弱的国家之一。在 960 万 km<sup>2</sup> 的国土面积中,山区面积占 2/3 以上,集中分布在西部等地区,这对资源开发利用,特别是农业生产有很强的环境约束,加之受季风气候影响,降雨时空分布不均,且多发暴雨,植被稀少的下垫面极易遭受破坏,造成强烈的水土流失、泥石流等山地灾害。不断恶化的生态环境已成为我国西部开发与可持续发展的主要障碍。我国脆弱生态区一般包括北方农牧交错脆弱生态区、黄土丘陵沟壑脆弱生态区、干旱荒漠-绿洲边缘脆弱生态区、长江上游干热河谷脆弱生态区、西南喀斯特(岩溶)脆弱生态区和青藏高原高寒脆弱生态区。特别是在我国西部江河源区、黄土丘陵沟壑区、长江上游、喀斯特和新疆干旱荒漠区,由于自然条件恶劣以及资源不合理开发利用,导致了区域生态环境严重失调。随着人口不断增长,生态环境恶化的形势

更为严峻,成为我国乃至世界上少有的生态脆弱、环境退化和生态敏感的区域。

西部脆弱生态环境的基本特点是:面积广、类型多和维护难度大、治理任务重。近十多年来,虽然国家投入了大量人力、物力,实施以陡坡退耕还林还草为重点的生态整治工程,但是西部生态环境改善尚需时日,一些地区还有退化加剧的趋势。这是由于我国脆弱生态区一般都为老、少、边、穷地区,经济与技术基础薄弱,既需要加大资金和技术的投入,更需要找出适合当地社会经济条件的生态治理技术和模式;同时脆弱生态治理难度较大,周期长,反复性强,需要长期研究和治理才能奏效。而我国生态环境治理的理论与技术体系还未取得重大突破,行之有效的相关技术组装与集成不够,一些科研基地与示范区的成果与成功经验大面积推广应用的机制需要创新。为此,国家将“中国西部重点脆弱生态区综合治理技术与示范”列入了“十五”科技攻关重大项目。

### 1.2 项目的总体目标与技术路线

本项目是在国家西部大开发战略中,针对我国西部存在

<sup>1</sup> 收稿日期: 2004-12-22  
基金项目: 国家“十五”重大科技攻关课题(2001BA606A-4)  
作者简介: 李壁成(1945-),男,研究员,博士生导师,主要从事水土保持与流域生态管理 3S 应用研究及生态农业综合研究。

的主要生态环境问题, 选择重点脆弱生态区建立相应的生态示范区, 研究各区主要环境问题的生态综合治理技术与模式, 探索其区域推广的机制和途径。经科学筛选, 系统集成后, 提出一系列适合于西部不同类型脆弱生态区综合治理的集成技术与治理模式、相应的技术规范与规程。研究探讨生态治理综合技术推广的保障体系和运行创新机制。发挥科技在生态环境综合治理中的作用, 构筑西部生态环境治理与整

治的技术行动方案, 成为西部生态环境治理与整治的宏观技术指南。促进西部生态环境建设和经济社会的可持续发展, 为西部大开发中的生态环境建设提供技术支撑和科学依据 (图 1)。  
“宁南半干旱退化山区生态农业建设与示范研究”作为本项目四大区域中黄河上中游地区 3 个专题之一, 在已有试验研究的基础上, 重点对宁夏南部旱退化山区生态农业进行系统研究与示范。

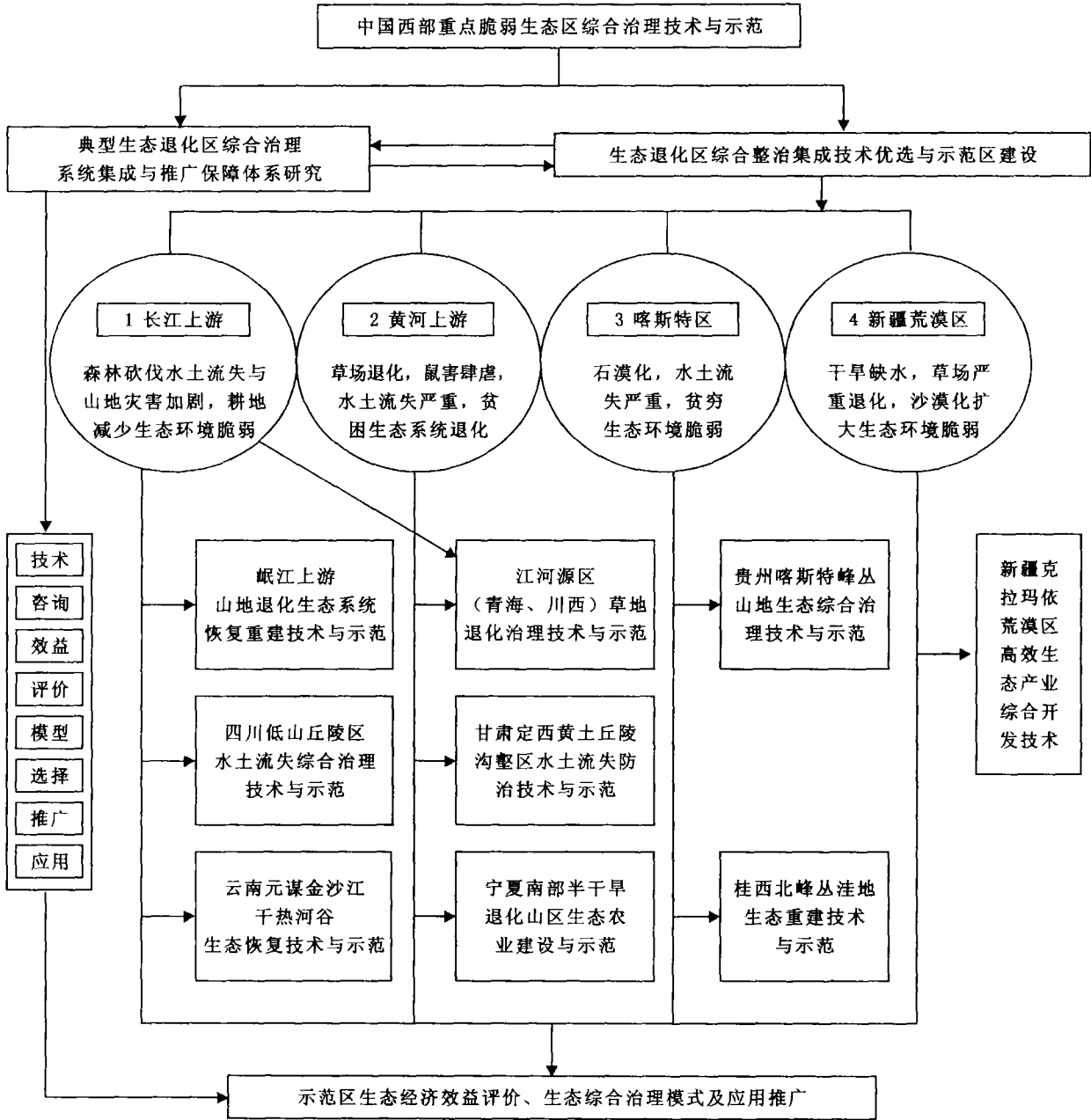


图 1 “中国西部重点脆弱生态区综合治理技术与示范”项目内容与技术路线

2 课题研究的目标与技术路线

2.1 研究的目标与内容

“宁南半干旱退化山区生态农业建设与示范研究”课题, 针对半干旱退化山区典型地区——宁夏南部丘陵山区突出的生态环境问题, 以区域可持续发展为目标, 以现有生态环境综合治理工程为依托, 通过科研与示范密切结合, 加强技术的组合集成, 开发水土保持、高效生态农业等关键配套技术和生态综合治理模式。

本课题原州区河川试区的主要研究内容为: 通过开展雨水集流与高效利用技术试验研究, 抗旱植物引选与无公害农产品技术标准制定, 高效生态农业模式集成与示范, 生态修复与环境质量监测评价等研究, 总结提出我国半干旱退化山区高效农林牧复合生态农业模式与生态环境综合治理技术体系, 以示范区建设带动技术开发与集成, 不仅要研究开发适宜半干旱退化山区生态综合治理的集成技术和模式, 而且要提出应用推广的技术保障体系; 不仅要实现半干旱退化山区生态系统结构和功能的整体优化, 而且要实现区域农牧民

生活水平的持续提高。研究成果可以直接用于生态环境综合治理工程, 具有较强的实用性和可推广性。

2.2 宁南山区社会经济与生态环境辩证

宁夏南部山区位于黄河中上游的黄土丘陵沟壑区, 包括固原市5县(区)和中卫市海原县及吴忠市盐池、同心2县的一部分。境内除六盘山、罗山等为石质山地外, 大部为黄土塬、梁、峁及河谷川地。据遥感调查, 宁夏全区土壤侵蚀面积达39 175 km<sup>2</sup>, 占全区总面积的75.6%, 其中水蚀面积22 897 km<sup>2</sup>, 主要集中在宁南山区, 年土壤侵蚀模数1 000~10 000 t/km<sup>2</sup>。严重的水土流失将地面切割的支离破碎, 沟壑纵横, 导致土壤贫瘠化和土地荒漠化, 而造成农业生产基本条件恶劣, 农业生产低下, 农民生活贫困。该区地处我国东西两大陆块—华北陆块、西域陆块的结合部, 是森林向干草原过渡地带, 为我国陆地生态系统的典型地区, 对周边地区的气候、水文乃至农业生产, 都有着重要的影响。高高耸立于黄土高原西部的六盘山, 不仅是黄河流域两大支流泾河、清水河的发源地及泾河与渭河的分水岭, 而且也是阻止西北风沙向东南入侵的天然屏障。这对于维护陇东、关中灌溉农业

高度持续发展, 具有不可替代的作用。为此国家已将宁南山区各县列入生态环境建设试点区, 将六盘山作为天然林保护工程, 加大投入, 加快建设, 并取得明显成效。区内除六盘山阴湿区外, 年降水量400 mm左右, 由南向北递减至240 mm, 且降雨时空分布不均, 蒸发强烈。水资源贫乏, 干旱缺水, 成为制约本区农业生产和经济发展的关键因素。据有关资料分析, 宁南山区人均水资源370 m<sup>3</sup>, 相当黄河流域人均水资源的一半, 全国人均水资源的14%。

2.3 技术路线与关键技术

课题研究以生态农业建设为中心, 以优化土地利用结构和改善生态环境为基础, 以发展高效庭园经济为突破口, 主攻雨水集蓄利用, 提高水肥利用效率, 集成大田旱作增产、庭园高效生态农业和流域生态修复技术体系, 建造生态经济建设同步、农牧有机结合, 人居环境不断改善的可持续发展模式和先进的科技辐射扩散基地。同时与地方政府与群众紧密结合, 形成试验区—示范区—辐射区推广技术体系与机制, 在同类地区大面积、规范化推广应用(图2)。

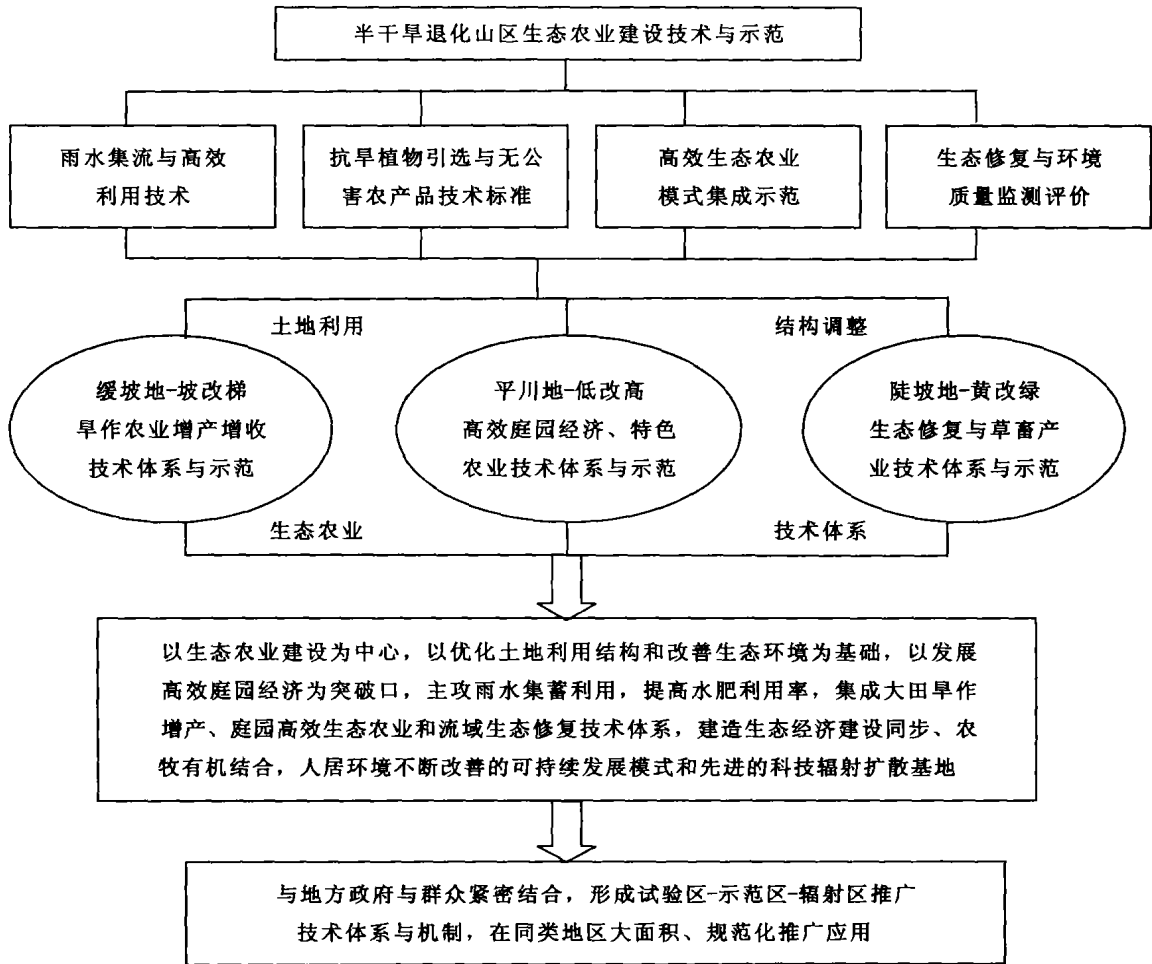


图2 半干旱退化山区生态农业建设技术与示范

3 研究进展

3.1 雨水资源化调配与高效利用研究与示范

以自然村为单元, 通过对不同下垫面分析计算, 摸清了宁南半干旱退化山区雨水资源化的潜力和利用前景。以现有的硬地面, 其集水效率为20%, 瓦面的集水效率为65%计算, 每

户可集蓄的雨水资源量为60~101 m<sup>3</sup>, 可供0.07~0.1 hm<sup>2</sup>高效果园的常规节水补灌, 如果采用微灌技术, 则可供0.2~0.33 hm<sup>2</sup>高效果园的节水补灌, 平均每户增收2 500~7 500元。通过场院、屋面集雨工程将雨水储存于水窖, 进行果树+蔬菜的节水灌溉, 使雨水资源得到高效利用。监测结果表明: 灌溉150 mm窖水, 梨树幼园中辣椒产量可达到36 000

kg/hm<sup>2</sup>, 水分利用效率达到 82.9 kg/(mm·hm<sup>2</sup>), 1 hm<sup>2</sup> 收入 21 600 元。

坡面集水+ 退耕还林还草雨水叠加利用试验测定表明: 春季和秋季土壤水分含量在隔坡水平沟的雨水叠加模式中, 坡面 0~200 cm 土壤储量经过一个生长季节后, 基本没有发生变化, 而水平沟内土壤储水量增加了 18 mm, 储水量增加的部分, 可以认为是来自坡面的径流。在退耕苜蓿沟坡水平沟的雨水叠加利用模式中, 坡面 0~200 cm 土壤储量经过一个生长季节后, 减少了 31 mm, 水平沟减少了 80.6 mm, 但是水平沟的土壤储水量仍然高出坡面 50 mm, 从总耗水量来讲, 水平沟较坡面多 50 mm, 说明了水平沟不仅接纳了坡面径流, 而且提高了对土壤和集雨水分的利用。

### 3.2 主要抗旱节水植物品种的高效栽培技术与无公害果品技术标准制定

对宁夏固原地区 8 种植物的组织结构进行了显微观察。结果表明: 同一植物不同的组织器官其抗旱性不同; 不同植物种的同一器官其组织结构差异较大, 抗旱性不同; 植物抗旱性与植物器官抗旱性的高低呈极显著的正相关; 不同植物的抗旱性有明显的差异。在所调查的 8 种植物中, 根据其根、茎和叶的综合抗旱性高低顺序为: 旱柳> 柠条> 山榆> 刺槐> 山杏> 沙棘> 枸杞> 山桃。植物种间抗旱性的研究在抗旱性植物引种中具有一定的实用价值。对固原市梨树主栽品种的生物学性状比较进行了比较, 从综合性状来看, 早酥和七月酥优于其它两个品种, 更适于在固原市规模化发展。为此制定了“梨果技术标准”(待审定), 本标准规定了绿色果品酥梨的要求、试验方法、检验规则、标志、标签、包装、运输和贮存。本标准范围用于 A 级绿色食品酥梨的生产和流通。

### 3.3 半干旱山区生态农业模式的集成与示范推广

试区利用宁南山区土地资源丰富和大搞井窖工程的条件, 建造了幼园立体复合种植- 果菜型、优良种质资源就地繁育- 果苗型、庭园种、养集约高效经营- 果畜型、生物能源循环种、养集约高效经营- 畜、厕、沼、菜(苗) 四位一体型等高效庭园经济模式, 在干旱温凉山区探索出了一条改造小环境, 发展集约化的高效农业的新路子。据 2002~2003 年对试区 15 户庭园经济示范户调查, 纯收入 17 343 元/hm<sup>2</sup>, 户均 3 645.9 元, 人均纯收入 816.26 元。尤其是庭园间作, 纯收入

参考文献:

[1] 科技部农村与社会发展司. “中国西部重点脆弱生态区综合治理技术与示范”可行性研究报告[R]. 2004.

[2] 李壁成, 安韶山, 等. 宁夏南部山区生态环境建设与科技扶贫战略研究[J]. 干旱地区农业研究, 2002, 20(1): 108- 110.

[3] 安韶山, 李壁成. 宁南半干旱退化山区庭园生态农业模式及效益分析[J]. 干旱地区农业研究, 2004, 22(4): 153- 157.

[4] 刘梦云, 安韶山, 常庆瑞. 宁南山区不同土地利用方式土壤化学性质特征研究[J]. 西北农林科技大学学报, 2005, 33(1): 39- 42.

[5] 郝仕龙, 李壁成. 土地利用的尺度转换[J]. 中国土地科学, 2004, 18(5): 32- 36.

[6] 赵世伟. 半干旱地区集雨利用模式及其评价[J]. 农业工程学报, 2004, 20(2): 301- 304.

[7] 赵世伟. 宁南山区小流域雨水资源潜力及评价初报[J]. 水土保持通报, 2004, 24(6): 94- 98.

[8] 安韶山, 黄懿梅, 李壁成. 云雾山自然保护区不同植物群落酶活性特征研究[J]. 水土保持通报, 2004, 24(6): 14- 17.

[9] 安韶山, 刘梦云, 李壁成. 宁南山区植被恢复措施的土壤养分效应研究[J]. 西北植物学报, 2003, 23(8): 1429- 1432.

[10] 安韶山, 李壁成, 等. 不同林龄植被培肥改良土壤效益研究[J]. 水土保持通报, 2001, 21(3): 75- 77.

[11] 赵世伟, 等. 不同植被类型土壤水分特征研究[J]. 水土保持学报, 2002, 16(4): 119- 122.

[12] 赵世伟, 等. 不同生育期干旱对冬小麦产量和水分利用率的影响[J]. 灌溉排水, 2001, 20(4): 56- 59.

[13] 李晓燕, 李壁成, 安韶山. 基于 GIS 的小流域坡耕地调查方法探讨[J]. 水土保持通报, 2001, 21(5): 37- 40.

[14] 李世华, 李壁成, 等. 黄土高原小流域景观虚拟现实技术研究与应[J]. 水土保持通报, 2003, 23(5): 46- 49.

[15] 李世华, 李壁成, 等. 三维动态透视景观图在水土保持中的应用[J]. 农业工程学报, 2000, 16(增刊): 74- 77.

为 31 229.7 元/hm<sup>2</sup>, 为大田农地的 10 倍左右。

生态农业模式(上黄经验)在河川乡等乡镇大面积推广, 成效十分显著。自 2001~2003 年在原州区河川乡实施, 2003~2004 年扩展到原州区适宜地区 5 个乡、34 个行政村、198 个自然村、11 036 户、6.2 万人。项目区共完成小流域治理 37 条, 建骨干坝 28 座, 建设“三田”0.6 万 hm<sup>2</sup>, 建造日光温室 100 栋, 建造养殖暖棚 600 栋, 推广膜侧小麦、专用脱毒薯等 1.7 万 hm<sup>2</sup>, 种植早酥梨、红梅杏 0.23 万 hm<sup>2</sup>。先后举办培训班 50 余次, 编写实用技术教材 3 000 多份, 培训农民 5.6 万人次。通过项目实施, 项目区农业生产基础条件有了明显的改善, 农民收入显著增加, 农民新增收入 1 849 万元, 新增粮食 1 527 万 kg。技术普及率由过去的 20%~40% 提高到 80% 以上, 土壤侵蚀模数由项目建设前的 2 000~3 000 t/(km<sup>2</sup>·a), 减少到 1 500 t/(km<sup>2</sup>·a) 左右, 水土流失基本得到治理, 生态环境有明显改善。

示范区在推广中实行了“三个结合”(地方政府与国家科研院所相结合, 国家投入和当地农民自筹相结合, 政府主管部门与科技等有关部门相结合)的运行机制, 实现了“三个同步”(生态环境建设与农村经济同步, 退耕还林还草与农民增收同步, 项目实施与农民科学文化素质同步)发展, 形成了“一个体系”(试验区—示范区—辐射区的科技项目推广体系), 对同类科技成果的大面积示范推广具有良好的借鉴作用。

### 3.4 生态修复与生态环境质量监测评价

生态环境建设的成效在很大程度上取决于生态恢复重建过程土壤质量的演化及其环境效应, 只有系统中的土壤能够不断形成发育、正向演替, 土壤质量逐步得到提高并保持在较高水平, 才能使已经退化的生态系统达到生态平衡和良性循环。按照层次分析的评价方法, 对上黄试区不同恢复措施表层土壤进行质量评价。不同植被恢复措施对土壤的质量影响差异明显, 土壤综合质量指数表现为灌木林> 天然草地> 人工草地> 农地> 果园。由于灌木林和天然草地土壤几乎常年处于被覆被状态, 在灌木林地内还有土壤结皮, 有效地抵抗了风蚀水蚀, 综合土壤质量指数是最高的。

同时应用遥感与 4D 技术, 进行了数字流域的构建与应用研究, 制作了试区彩色数字正射影像图, 三维景观透视图等高科技产品, 为试区动态监测和信息化管理提供了技术平台。