

安塞县粮食生产的资源高效利用研究

刘新卫¹, 张定祥²

(1. 国土资源部信息中心, 北京 100812; 2. 中国土地勘测规划院, 北京 100035)

摘 要: 鉴于西部地区粮食生产总体水平较低, 资源利用效率低下, 危及农业持续发展, 选取陕西省安塞县作为案例, 通过分析当地粮食生产的资源条件, 对粮食生产的资源利用效率展开综合评价, 在此基础上从资源配置、利用模式和生产技术方面分析了资源低效利用原因, 并从合理配置资源、优化利用模式和集成技术体系有机结合方面探讨了粮食生产的资源高效利用对策。

关键词: 资源高效利用; 粮食生产; 安塞县

中图分类号: F326.11; S062.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2007)04-0065-08

安塞县位于陕西省西北部黄土高原丘陵沟壑区, 土地总面积 2 950 km², 其中 90% 为黄土丘陵。由于侵蚀切割严重, 境内沟壑纵横、梁峁连绵。大约 3 000 年前, 这里林茂草丰, 以后随着气候变迁、战乱和毁林垦殖, 逐渐呈现灌丛草原景观。2001 年该县总人口 15.24 万, 农业人口占 90.1%。人均 GDP 4 620 元, 仅相当于全国平均 61%。农业包括种植业、林业、畜牧业和渔业, 其中, 种植业是支柱, 占农业产值 47.8%。

因历史原因形成的浓厚“粮食情结”和建国后以保障粮食安全为目标的政策导向, 粮食生产成为该县最重要农业活动, 导致大面积毁林毁草和垦荒种粮。由于自然条件较差特别是近年来受市场经济冲击, 1990 年以来, 粮食生产比较效益低下, 尽管种植面积保持稳定但单产总体较低(2 315 kg/hm²), 且年际变化大(变异系数 0.18), 大多数年份人均粮食 <400 kg。在粮食安全压力之下, 安塞县应基于现状资源条件, 不断提高利用效率, 以最大限度缓解粮食生产与需求矛盾。

1 粮食生产的资源条件

1.1 粮食生产的气候资源总体状况较差

安塞县位于暖温带半干旱气候区, 年均太阳总辐射 5.0~5.5×10⁵ J/(cm²·a), 按相关标准^[5], 生产力指数 0.9, 正常年份能满足作物需要; ≥10℃积温年均值为 3 350℃, 按相关标准^[5], 热量等级较差; 年均降水量 505.3 mm, 总体较少, 年内年际变化大且近几十年呈减少趋势^[6]; 此外, 粮食生产频遭干旱、霜冻、冰雹等灾害, 如 1990~2001 年间因灾

减产面积平均占总面积 56%。

1.2 水资源是制约粮食生产的主要因素

比较贫乏的降水决定了安塞县水资源总体匮乏。县境内有水库一座, 建国后陆续兴建了一批渠道, 使得灌溉设施面积和有效灌溉面积大大增加, 但农村改革后, 由于受多方面影响, 水利设施有效率和利用率逐年降低, 如 1990~2001 年间全县水浇地占全部耕地 6% 左右, 实际灌溉面积年均仅 1 755 hm²。

1.3 粮食作物种类较多, 但结构不稳定

安塞县粮食作物种类较多, 但得到大面积种植的并不多。1990~2001 年间, 小麦、谷子、玉米、土豆、大豆、糜子是主要作物, 播种面积合计占全部粮食作物的 84.35%, 但种植面积年际波动大, 在此期间各自种植面积变异系数分别高达 0.22, 0.21, 0.30, 0.46, 0.26 和 0.54。

1.4 土地资源丰富, 但质量总体上较差

1996 年以来安塞县人均耕地 0.188 hm², 是同一时期全国平均水平的近 2 倍。尽管数量丰富, 但质量总体较差。在 GIS 中将 2000 年该县土地利用现状图与土地资源分级评价图叠加后发现, 质量较好的 1、2 等地所占比重 <8.5%, 而将近 40% 耕地为边际或难利用土地(5、6 等地)。质量较差不仅表现为土壤肥力水平较低(90% 以上为黄绵土, 历经长时间掠夺式耕作且补给不及时和欠充足), 而且反映在陡坡耕地比重大(2000 年 >15° 坡耕地所占比重为 71.28%) 及其引发的严重土壤侵蚀(平均水土流失高达 1.08×10⁴ t/(km²·a))。

1.5 辅助资源投入总体偏低且结构欠佳

据统计, 1990~2001 年间安塞县小麦、玉米和大豆生产中投入劳力分别由 231、258 和 181.5 个劳动日/hm² 减少为 139.5、190.5 和 94.5 个劳动日/hm², 2001 年源自农家肥的 N、P、K 养分分别为 1990 年的 76.79%、76.15% 和 70.78%。与此相反, 无机辅助资源投入增多, 如 2001 年单位面积化肥和农电投入分别是 1990 年的 2.24 和 6.4 倍。但将 1990~2001 年间全国及安塞县逐年投入农电、柴油、农机、化肥、农药、农膜等数据按一定标准换算成能量后合计, 再除以各年耕地面积后发现, 安塞县无机辅助能投入强度仅相当于全国平均水平的 1/4 强。

表 1 粮食生产的资源利用效率评价指标体系

Table 1 Indicator system for assessing resources utilization efficiency of grain production

目标层 Target hierarchy	准则层 Rule hierarchy	指标层 Index hierarchy		
粮食生产 资源利用 效率 Grain-producing resources use efficiency	气候资源利用效率 Climate resources use efficiency	光能利用率 Light energy use efficiency	光温潜力利用率 Light temperature use efficiency	生产稳定指数 Production stable index
	水资源利用效率 Water resources use efficiency	灌溉指数 Irrigation index 光温水潜力利用率 Light, temperature and water potential use efficiency	水分利用率 Moisture use efficiency	水分产出率 Moisture output efficiency
	土地资源利用效率 Land resources use efficiency	土地产出率 Land output efficiency 土地潜力利用率 Land potential use efficiency	粮用耕地比率 Ratio of grain crop land	复种指数 Multiple crop index
	生物资源利用效率 Biological resources use efficiency	良种普及率 Ratio of improved seeds	秸秆还田率 Ratio of straw remaining in the field	主要作物规模指数 Major crops scale index
	辅助资源利用效率 Supplementary resources use efficiency	化肥利用率 Fertilizer use efficiency 科技贡献率 Ratio of contribution of sciences and technology	化肥产出率 Fertilizer output efficiency	劳动生产率 Labor productivity

2.2 综合评价模型的选建

鉴于粮食生产的资源利用活动系统性, 按资源类别构筑评价指标体系后, 应选建相关模型来综合量度资源利用效率。由于资源利用效率是一个“外延清楚, 内涵不明确”的概念, 而灰色系统理论善于处理贫信息系统, 能在少资料、缺信息条件下建模、预测和决策, 为从所掌握部分已知信息了解研究区粮食生产的资源利用效率, 本文采用基于三角白化权函数的灰色聚类评估法建立模型^[7], 评价粮食生产的综合资源利用效率, 并且选择 AHP 法确定评价指标权重。

2 粮食生产的资源利用效率评价

为在粮食生产中高效利用相关资源, 首先须科学量度当前资源利用效率。本文基于评价指标体系的构筑, 选建适宜模型来评价粮食生产的资源利用效率。

2.1 评价指标体系的构筑

通过专家咨询和文献参考, 本文先按资源类别罗列相关指标, 然后遵循科学性与操作性兼顾、综合性与主导性并重以及系统性与层序性结合原则, 对初选指标进行综合与归位, 确定如表 1 所示评价指标体系。

2.3 粮食生产的资源利用效率偏低

首先, 基于所建评价指标体系确定的层次结构, 根据该县粮食生产中各种资源的地位作用, 在咨询和参考专家意见后利用 AHP 法计算各层次指标权重; 然后, 根据需要将评价灰类划分为“很低”、“较低”、“中等”、“较高”和“很高”五个等级, 并结合专家意见和研究区实际确定各指标灰数; 最后, 基于各指标延拓值和实际值(1999~2001 年平均值), 利用相关公式计算得到如表 2 所示准则层和目标层综合聚类系数(亦即各类资源与资源整体利用效率)。

表 2 准则层与目标层综合聚类系数

Table 2 Synthetic clustering coefficients for rule hierarchy and target hierarchy

灰类 Degree	气候资源 Climate resources	水资源 Water resources	土地资源 Land resources	生物资源 Biological resources	辅助资源 Supplementary resources	资源整体 Total resources
很低 Very low	0.158	0.014	0.057	0.619	0.122	0.146
较低 Low	0.800	0.399	0.546	0.397	0.679	0.509
中等 Medium	0.509	0.674	0.494	0.022	0.604	0.534
较高 High	0.000	0.282	0.233	0.173	0.110	0.200
很高 Very High	0.000	0.000	0.088	0.173	0.000	0.033
评价 Assessment	较低 Low	中等 Medium	较低 Low	很低 Very low	较低 Low	中等 Medium

由表 2 可以看出,在 1999~2001 年安塞县粮食生产中,就区域资源整体而言,该县粮食生产的资源利用效率属“中等”灰类,但最接近“较低”灰类,总体上属中等偏低水平;其中,气候资源利用效率属“较低”灰类,总体偏低;水资源利用效率属“中等”灰类,但距“较低”灰类较近;土地资源利用效率属“较低”灰类,但距“中等”灰类最近;生物资源利用效率属“很低”灰类;辅助资源利用效率总体偏低,但距“中等”灰类已较接近。

3 粮食生产的资源低效利用原因

3.1 资源配置失当

3.1.1 水土资源匹配效果差 首先,就水土资源平均状况而言,2000 年安塞县人均耕地分别约为全国和陕西省的 2 倍和 1.3 倍,但地均水量仅及前两者 1/25 和 1/10,粮食生产“水—土”矛盾突出;其次,水土时间匹配效果差,县内降水和径流有明显季节性,虽较好迎合了秋粮生育需求,如夏粮收获后的农田休闲期正是降水峰期和土壤水分补偿期,但同时也是气温较高、土面蒸发最强时期,土壤水分蒸发损失大,致使下季作物生长时贮水贫乏;最后,水土空间配置效果差,质量较高,耕地局限河谷地区,水资源限制较少,但质量较差,耕地则因坡度等原因,水资源极度匮乏。

3.1.2 作物与耕地配置欠科学 安塞县粮食作物种植结构欠佳可从作物生态—经济优势分析与当前种植现状比较看出。主要粮食作物生态—经济优势分析关键是确定不同作物生态—经济优势度,生态—经济优势度高的作物更适宜种植,这可用 Fuzzy 数学方法进行判定。本研究参考文献[8],选择高产效益、生物量、稳产性能、产值性能、辐射时间效率、光能利用率、积温时间效率、生产率、降水时间效率及生产率和农田养分补偿力作为评价指标,并以该县主要粮食作物小麦、玉米、谷子、糜子、大豆和

马铃薯作为分析对象。基于 1990~2001 年相关数据,计算得上述作物生态—经济优势度依次为:玉米>马铃薯>谷子>糜子>大豆>小麦。因此,从发挥作物生态—经济优势角度安塞县应优先种植玉米,但当前粮食生产主导作物优势不明显,1999~2001 年间上述作物播种面积占总播种面积比重均<15%,且年际变化大,结构效应不明显。

3.1.3 辅助资源配置不佳 安塞县粮食生产辅助资源投入总体偏少,属低投入低产出类型,但研究还发现,当前对这有限资源配置也存在问题。例如,通过 GIS 空间分析可知,县内全部耕地中,1、2、3 等地是粮食生产主体,应增大辅助资源投入,加强基本农田建设,改善生产条件以提高粮食综合生产能力。但该县粮食生产当前仍依赖耕地数量而非质量,虽然边际耕地辅助资源投入有限(如化肥施用 $\leq 50\text{ kg/hm}^2$),但因这些耕地数量巨大,这部分投入相对于该县有限辅助资源总量仍相当可观,影响其它耕地的辅助资源投入增加。

3.2 利用模式欠佳

3.2.1 粮食生产一年一熟种植制度导致资源浪费严重 受无霜期限制,安塞县粮食生产占主导的是一年一熟种植制度。由于年内作物生长期较短,资源浪费严重。以气候资源为例,夏粮收获及其后一段时间,正值光热降水资源年内峰期,此时农田处于休闲期,光热资源浪费,降水虽能存储土壤内,但因蒸发强烈而损失较大,以 1999~2001 年三年平均值计算,麦田休闲期浪费的光、热资源占年总量 37%和 60%,另有 64%年降水发生在此阶段;秋粮作物虽与雨热同期,但 1999~2001 年间休闲期浪费的光热资源占年内总量比重分别为 46%~59%和 10%~32%,另有 23%~47%降水发生于此间。

3.2.2 利用模式粗放导致资源低效利用 从能量转化角度来看,安塞县粮食生产的资源利用组织方式较为粗放,能流路程较短且衔接较差。由于一年

一熟是主导种植制度,一季粮食作物收获通常意味着年内能流结束,休闲期粮田较少或基本没有因人类活动而产生的能流,新能流过程或原过程延续必须在下一年通过投入种子或种苗而重启,造成年内粮田能流间断,影响系统生产力和能量转化效率;另

外,在一季粮食生产能流过程中,因组织方式粗放,生产环节衔接差,能量往往从一个生产环节流出后即散逸,不能或很少进入另一环节被利用,造成能量浪费,难以实现多级多次循环利用。

3.3 主要技术陈旧

表 3 安塞县粮食生产的主要技术
Table 3 Main technology for producing grain in Ansai County

技 术 Techniques	特 点 Characteristics	缺 陷 Draw backs
品种选育 Breeding selection	传统育种方式比较普遍 Traditional breeding selection mode is prevalent	主要作物提纯复壮工作效果差,品种混杂,其它作物选育受忽视 It's inefficient to purify main crops, and other crops' breeding selection is ignored
大田播种 Field crops seeding	撒播、条播(手溜籽、手拢籽和机条播)和点播(手拿把、手排籽和安种) Boardcast sowing, drilling and point sowing	撒播费种、出苗差,手溜籽和手拢籽浪费较多,机条播受地形限制,点播费时费力 Boardcast sowing and drilling cost seeds, point sowing wastes time and energy
土地耕作 Land cultivation	山地推广七寸步犁,川地多用拖拉机,翻地方式有水平沟、垄沟等 Seven-inch furrow is spread in mountainous area, and tractor is used in plain; the mode of turning up the soil includes level channel, ridge channel, and etc.	所有土壤耕作都以保墒为首要目标,但其它目标常被忽略,总体效果欠佳 All cultivation is to keep soil moisture, but other purposes are ignored
农田施肥 Farmland fertilization	以豆类为绿肥与其它粮食作物套种或轮作,农家肥采用滚籽、拿把施肥、道壕溜粪、撒施等方式,化肥有追肥、基肥和种肥等方式 Beans and other cereal crops are inter-planted or rotated, farmhouse fertilizer and chemical fertilizer adopt different fertilizing mode	大部分地区粮食生产中不仅施肥数量不够、比例失调(N:P:K=1:0.43:0.10),而且浪费严重 The quantity of fertilizer is inadequate and the ratio is improper
地膜覆盖 Film covering	地膜覆盖有限且主要用于玉米 It's mainly used for maize	多次使用率低,浪费极大,影响土壤耕性 It's wasteful and affects soil nature
病虫害防治 Plant diseases and insect pests preventing and curing	防治技术有轮作倒茬、化学农药和生物防治等 Relevant techniques includes rotating and stubble inverting, chemical pesticide and bio-protection	轮作倒茬只有限缓解同一病虫害,农药施用有限且有品质问题,生物防治未推广开 Rotating and stubble inverting, only relax the same disease and pest finitely, chemical pesticide is finitely used and has quality problems, and bio-protection is not universally used
大田灌溉 Field crops irrigation	传统的大水漫灌方式 Traditional inundation flooding mode	灌溉水利用率低,加剧了水资源匮乏 Water utilization rate is low

4 粮食生产的资源高效利用途径

粮食生产的资源高效利用首先要通过资源科学配置从宏观层面消除障碍因素;然后对现有资源利用模式进行优选,设计适宜模式;最后,以设计模式为指导,对单项技术进行优化组合。

4.1 合理配置资源——资源高效利用前提

4.1.1 根据作物生态经济特点安排种植结构 参照文献[8]中方法,在计算出主要作物生态—经济优势度后,基于 1999~2001 年平均数据,首先确定不同作物调整比例,接着计算理论种植面积,然后确定不同作物分配比例,最后得到如表 4 所示作物调整后播种面积。由表 4 可以看出,从最大限度发挥粮食作物生态—经济优势角度出发,安塞县应大力压

缩小麦种植面积,糜子、大豆和谷子种植面积也要适当压缩,与此相反,而玉米和马铃薯的种植则要扩大。

4.1.2 多方集蓄雨水以协调水土资源配置

(1) 雨水集蓄改变降水时间分配

安塞县具备进行雨水集蓄改变降水时间分配以协调水土资源配置条件,如年降水>250 mm、雨季降水较稳定及有集蓄传统。根据实际,最先利用集流面是有较高集流效益和较易利用的居民点、工矿地和农田附近道路(2001 年合计 5 231 hm²),借鉴相关研究^[11],将可集流面积定为 35%,产流雨(≥100 mm/d)集流系数 0.85,全年产流雨系数 0.62,以 1990~2001 年平均值为准,则年集流量=集流面积×年均降雨量×集流面积系数×产流雨率×年集

流系数=52310000×0.482×0.35×0.62×0.85=4.65×10⁶ m³。如将年集雨量 1/2 用于粮食生产,并以作物灌溉高峰期灌水定额和利用系数为 70 mm 和 0.7,可增灌 1 992 hm²,若以补灌效益为 2 kg/m³ 计,可增产粮食>5 000 t,约占多年平均粮食总产 10%以上。

表 4 安塞县粮食作物种植结构调整

Table 4 Adjustment of planting structure of grain plants in Ansai County						
项 目 Items	小 麦 Wheat	玉 米 Corn	谷 子 Millet	糜 子 Glutinous millet	大 豆 Soy bean	马铃薯 Potato
生态经济优势度 Superiority of biological and economic benefits	0.09	0.31	0.14	0.12	0.12	0.22
作物调整比例 Ratio of adjustment	0.53	1.84	0.84	0.73	0.72	1.34
原种植面积(hm ²) Original growing area	4472	4333	3985	3521	3888	6210
理论种植面积(hm ²) Theoretic growing area	2353	7968	3349	2562	2818	8334
理论分配比例 Theoretic proportion	0.09	0.29	0.12	0.09	0.10	0.30
调整后面积(hm ²) Growing area after adjustment	2270	7684	3230	2471	2717	8037

(2) 坡地梯化和打坝淤地改变降水空间配置

2000 年安塞县由水浇地、梯田和坝地组成的基本农田人均仅 0.068 hm²,较之黄土丘陵区摆脱粮食安全困扰的人均 0.130 hm² 标准^[12]尚有差距。鉴于当前不宜也不可能盲目扩大灌溉面积,当地基本农田建设重点应是打坝淤地和坡地梯化。梯田和淤地坝修筑均是通过人力改造下垫面来协调水土资源空间配置的途径。安塞县坡改梯重点应是坡度较缓、离水源较近或植被覆盖条件较好的坡耕地;而在坝地修筑中,应根据沟壑密度、沟道比降、流域产沙、坝系安全和建设效益等,科学规划淤地坝,使大中小坝合理配套与布局。

(3) 合理转移退耕地辅助资源,以加强基本农田建设

为清偿生态欠债、促进生态环境良性发展,安塞县应实行“退耕还林还草”。根据初步部署,25°以上陡坡耕地应尽快退耕,25°以下也应根据质量评价结果适当退耕。以 2000 年数据为准,合计 6.86×10⁴ hm²。调查表明,虽然拟退坡耕地投入水平低,但因总量大,节省的人力物力仍相当可观,如化肥约占当前年施用量 1/4~1/3。为发挥节省辅助资源增产效益以弥补退耕损失,应针对剩余耕地特点因地制宜进行基本农田建设。

4.2 优化利用模式——资源高效利用组织

4.2.1 河谷地区推行集约经营模式 由于复种不只取决于热量,还受灌溉、肥力、劳力和作物生长期限制,鉴于安塞县质量较好耕地集中分布的河谷地

区自然与经济社会状况较好,可以推行一年两熟种植制度。为克服热量不足,首先应选早熟耐低温后季作物品种,前季作物也应具早熟品质;其次,对后季作物采取灵活播种方式,如套种或育苗地育苗后移栽;在平时田间管理中,注意水肥调节,控制后季作物生育。一年两熟改变了当地传统广种薄收粮食生产方式,在有限耕地上生产更多粮食,但对人力物力提出更高要求,鉴于“生态退耕”能节省大量人力物力,安塞县应利用这一有利时机,在高质量耕地上发展劳动密集型集约经营模式。

一年两熟粮食生产中,夏粮收获后,后季作物正好赶上年内光、热资源峰期,而且正值雨季,能明显提高气候和水资源利用效率;由于多出一季作物产量和提高了复种指数,土地利用效率也明显提高;该模式还能有效提高辅助资源利用效率,如施入土壤未被当季作物利用养分易被后季作物吸收,劳力也得到充分利用。

4.2.2 坡耕地区以生态农业为主导模式 鉴于坡耕地比重较大现状,难在短时间内根本改变,安塞县应在坡耕地区推行生态农业模式,可采取农牧结合和农林结合两种形式。农牧结合一方面可在夏粮收获后种植苜蓿等饲草,既为当地畜牧业发展提供饲料又起肥田作用,另一方面,可在秋粮收获后种植冬小麦等越冬作物,并将其当作青贮饲料,在深冬或开春饲草紧张时刈割作为草料。农林结合实际就是推行当前已在许多地区取得成功经验的等高固 N 植物篱种植模式^[13]。

在坡耕地区推行生态农业模式不仅能减轻粮食生产对脆弱生态的不利影响,而且可显著提高粮食生产的资源利用效率。如农牧结合通过粮—畜—肥—粮循环,增加了系统物质能量内循环,提高了物质能量利用效率;农林结合解决了坡耕地用地和养地、土壤培肥和改善土壤水分条件等问题,提高了坡耕地生产力。

4.3 技术体系集成——资源高效利用实现

4.3.1 集约经营模式的资源高效利用技术体系集成 该技术体系集成是在质量较高耕地上,改变“广种薄收”观念,将相关资源高效利用技术科学组

配,集约使用当地人力物力,以提高粮食单产为主要目标。鉴于当地经济社会发展实际,一方面要增加生产资料购买力度,另一方面要适时将退耕节省的人力物力投入到这部分耕地(表 5)。

4.3.2 生态农业模式的资源高效利用技术体系集成 该技术体系集成是相对于质量较差、生态脆弱度较高坡耕地而言,在当前尚不能全部退耕前提下,在其上进行粮食生产必须确保生态破坏程度最小。技术体系集成是通过对相关高效且负面影响轻的资源利用技术有机结合配套,旨在既发展粮食生产又不对当地脆弱生态造成明显破坏(表 6)。

表 5 集约经营模式的资源高效利用技术体系集成
Table 5 Efficient resources utilizing technology system integration of intensive management pattern

技术体系 Technique system	技 术 Technique	要 点 Main point
良种优播 Fine seed and optimal sowing	精选种子 Seed selection	后季作物早熟耐低温,前季早熟 Latter-season crop must be premature and able to endure low temperature, the former-season crop must be premature
	播前处理 Treatment before sowing	晾晒 2、3 天后用清水、盐水或石灰水浸种,或用农药拌种闷种 Leaching seed in eau douce, brine or limewater after 2 or 3 days of basking or using pesticide to mix or choke seed
	精细播种 Fine sowing	沟播、机播或垄作,播期遇旱时碾压保墒,播后遇雨则耙耱 Channel sowing, machine sowing or ridging, grinding to keep soil moisture in dry sowing period, and harrowing in rainy period
耕作栽培 Cultivation and planting	深度耕翻 Deeply furrowing	打破犁底层,提高降水入渗,利于作物根系穿插与发育,提高土壤水分和养分含量 Breaking furrow-bottom soil for precipitation seeping, root inter-luding and developing, and increasing soil water and nutrient
	营养柱耕作 Nutrition pole cultivation	按一定密度和深度钻孔洞,填入耕层肥土制成“营养柱”,而把其中取出的土阴干翻在地表起垅,每营养柱种一株作物 Drilling in certain density and depth, and infilling furrowing layer loam to made nurtition pole, grow one crop in each pole
	垄膜沟种 Ridge filming and channel sowing	前茬作物收获后翻耕、耙耱农田,按一定宽度起垄,使地面沟垄相间,垄上覆膜,使垄面降水向沟内汇集 Furrowing and harrowing farmland to make ridge in certain width after former-season crop is harvested
	地膜覆盖 Film covering	苗上覆盖(按行距作垄,垄上覆膜,膜上打孔播种)或苗侧覆盖(覆于作物行间,作物种在较地膜覆盖区稍低露地上以集中施肥播种) To use film to cover the young plant or cover the side
	秸秆覆盖 Stalk covering	前茬作物秸秆覆盖土壤表面 To use former-season crop stalk to cover soil surface
集水补灌 Irrigation through collecting water	雨水集蓄 Collecting rainwater	雨水汇集、存贮与净化 Collecting, saving and purifying rainwater
	补充灌溉 Supplementary irrigation	播前、生育期和作物关键需水期灌溉 To irrigate before sowing, in bearing period and key period of water needing
	膜上灌水 Irrigation on the film	沟畦中铺膜,灌水在膜上流动并经渗水孔或放苗孔渗透到作物根部 To film the channel, and make water flow on the film and seep to crop root through seeping hole or seeding hole
	化材节水 To save water by using chemical material	选择 FA 旱地龙在作物需水关键期进行喷施,使气孔开度缩小以减少水分蒸腾,并提高多种酶活性和叶绿素含量 To select FA Dry Land Dragon to spray in key period of water needing, to shrink crop air vent to reduce water transpiring, and increase enzyme activity and chlorophyll content

续表 5

病虫害害防治 Plant diseases, insect pests and grass preventing and curing	轮作倒茬 Rotating and stub- ble inversing	粮豆轮作、粮油轮作、粮草轮作、粮经轮作 Rotation of cereal and bean, rotation of cereal and cole, rotation of cereal and grass, rotation of cereal and economical crop
	化学药剂 Chemical pesticide	使用高效低毒低残留药剂 Efficient, low-poison and low-remaining medicament is used
高效施肥 Efficient fertilization	大力增施有机肥 Adding organic fer- tilizer abundantly	提倡畜禽舍饲圈养,提高人畜粪尿收集利用率,建立土地用养结合轮作制度,套种绿肥 Livestock and poultry is raised in houses and pens to collect dung and urine of man and livestock, establish the system of rotation and inter-planting
	适当增施化肥 Adding chemical fertilizer properly	根据作物肥料—产量关系模型确定施用量和施肥结构 To determine the quantity and structure of fertilizer according to the model of fertilizer and crop yield.
	化肥有机肥配施 Mixing chemical fertilizer and or- ganic fertilizer	根据试验结果,按有机肥施用量来调节化肥合理用量 To regulate chemical fertilizer quantity according to organic fertilizer quantity, based on the re- sults of tests

表 6 生态农业模式的资源高效利用技术体系集成

Table 6 Efficient resources utilizing technology system integration of ecologic agriculture pattern

技术体系 Technique system	技 术 Technique	要 点 Main point
良种优播 Fine seed and optimal sowing	精选种子 Seed selection	抗旱、耐寒、抗病、耐瘠薄 The seed should be anti-drought, cold resistant, disease resistant and barren resistant
	播前处理 Treatment before sowing	晾晒 2~3 天后用清水、盐水、石灰水或温汤等浸种 Leaching seed in eau douce, brine, limewater or warming water after 2 or 3 days of basking
	高效播种 Efficient sowing	雨后选择耧播、沟播或垄作等方式 To select animal-drawn seed sowing, channel sowing or ridge-making mode after rain
水保耕作 Cultivation of water-keeping	等高耕作 Cultivation along contour	沿等高线进行耕作和种植、改顺坡为等高种植 Cultivation and planting along contour
	地孔田耕作 Cultivation in hole	在坡耕地田间打孔,使地面均匀分布一定深度地孔,以缩短坡面径流运动距离 To drill hole of certain depth equably in slope farmland, to shorten distance of runaway
	隔坡水平沟 Inter-slope level channel	从地边将沟表及下沿堆土部位熟土上翻,用沟内生土做沟下硬埂,挖到深度后沿沟深翻将 农家肥和化肥施入,并将移出表土回填 To dig ripe soil up from terra border and channel surface, to make rigid bank by using raw soil in the channel, to apply farmhouse fertilizer and chemical fertilizer when it's dug to certain depth and backfill the hole by using the removed surface soil
节水保墒 Saving water and keeping soil moisture	秸秆覆盖 Stalk covering	前茬作物秸秆或篱笆植物枝叶覆盖土壤表面 To use former-season crop stalk or branches and leaves of fencing foliage to cover soil surface
	化材节水 To save water by us- ing chemical material	选择 FA 旱地龙在作物需水关键期进行喷施 FA Dry Land Dragon to spray in key period of water needing
病虫害害防治 Plant diseases, insect pests and grass preventing and curing	轮作倒茬 Rotating and stub- ble inversing	粮豆轮作、粮草轮作 Rotation of cereal and bean, rotation of cereal and grass
	生物防治 Bio-protection	利用病虫害害天敌进行防治,减少或不用化学药剂 To use natural enemy to prevent and cure plant diseases, insect pests and grass, to reduce chemi- cal medicament usage
高效施肥 Efficient fertilization	增施有机肥 Adding organic fertilizer	休闲期种植牧草或套种绿肥或刈割篱笆植物沤制施入 To plant pasture in fallow or inter-plant green manure or cradle and ret fencing foliage
	适施化肥 Adding chemical fertilizer properly	根据经济社会发展状况确定化肥施用量和施肥结构 To determine the quantity and structure of fertilizer according to status of socio-economy develop- ment
	化肥有机肥配施 Mixing chemical fertilizer and or- ganic fertilizer	以增施有机肥为主,适当配合无机肥料 It's mainly to add organic fertilizer, accompanied by proper inorganic fertilizer

参考文献:

- [1] 向洪宜. 中国土地资源调查工作总结[M]. 北京: 中国大地出版社, 1999.
- [2] Huang J. China's Food Economy to the 21st Century: Supply, Demand and Trade [J]. *Economic Development and Cultural Change*, 1999, 47(1999): 737—766.
- [3] 朱士光. 黄土高原地区环境变迁及其治理[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 1999. 10—49.
- [4] 李玉山. 黄土高原治理开发基本经验[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1999, 5(2): 51—57.
- [5] 李继由. 我国农业气候资源数量和质量及其开发利用方向[J]. 自然资源, 1991, (3): 1—9.
- [6] 徐学选, 刘文兆, 高 鹏, 等. 黄土丘陵区土壤水分空间分布差异性探讨[J]. 生态环境, 2003, 12(1): 52—55.
- [7] 刘思峰, 郭天榜, 党耀国, 等. 灰色系统理论及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [8] 王 莹, 李艳茹, 刘景辉, 等. 粮食作物生态—经济优势及作物布局调整研究[J]. 耕作与栽培, 2003, 6: 1—4.
- [9] 徐学选, 刘文兆, 据彤军, 等. 黄土丘陵区县域尺度农业水资源高效利用探讨[J]. 干旱地区农业研究, 2003, 21(4): 105—108.
- [10] 张成娥. 陕北中部丘陵区土壤肥力现状及提高土地生产力的途径[J]. 水土保持研究, 2000, 7(2): 88—90.
- [11] 张光辉, 陈致汉. 雨水集流水窖的主要类型与效益[J]. 水土保持通报, 1997(6): 57—60.
- [12] 邓西平, 张成娥, 王拴全, 等. 延安中尺度生态农业研究区域中不同土地类型粮食生产潜力的评估[J]. 水土保持学报, 2000, 14(5): 87—91.
- [13] 孙 辉, 唐 亚, 王春明, 等. 等高固氮植物篱技术—山区坡耕地保护开发利用的有效途径[J]. 山地学报, 2001, 19(2): 125—129.

Study on efficient resources utilization of grain production —— A case study of Ansai county of Shaanxi Province

LIU Xin-wei¹, ZHANG Ding-xiang²

(1. Information Center of Ministry of Land and Resources, Beijing 100812, China;

2. Chinese Land Surveying and Planning Institute, Beijing 100035, China)

Abstract: Grain security and the related security of resources and environment have been the grave trail for China's security stratage, which is now arousing more and more attention from both governmet and ordinary people. When confronted with heavy and increasing population pressure, the most promising way (maybe the only way) to resolving the grain security of China is to increase the efficiency of utilizing available resources and adheres to efficient and sustainable development to a great degree, or the grain security will still be the obsessing haze hovering over the nation for a long time. In view of the fact that the level of grain production in the west regions of China is generally low and the efficiency of resources utilization in grain production there is especially low (which has already become the great menace for agriculture sustainable development there), this paper selected Ansai County of Shaanxi Province as the case area. In the paper, the resources condition of grain production was first analyzed, and the resources utilization efficiency of grain production was then assessed. Based on these, the paper analyzed the causes for inefficient resources utilization of grain production through different angles of resources allocation, utilization patterns and agriculture technology, and finally explored the countermeasures for efficient resources utilization in grain production, namely synthesizing rational resources allocation, optimal utilization patterns and integrated technology system.

Key words: efficient resources utilization; grain production Ansai County