

# 通渭县农林牧结构优化动态仿真模型探讨

## II —— 仿真结果评价

张汉雄

(中国科学院西北水土保持研究所)

### 提 要

通渭县农业系统仿真模型,通过基本运行的180对仿真数据与前15年的统计数据比较检验,结果表明,模型有效度为85%,可用于预测。该县农业发展的4种选择方案——农主型、林主型、牧主型和综合型,在IBM PC/XT计算机上进行1985—2030年仿真实验。文中分别讨论了几种主要目标——农林牧各业的土地利用面积、产值和粮食总产量在3个发展阶段1990年、2000年和2030年的动态变化趋势。应用多目标模糊评审技术确定了4种方案的最佳选择。从经济效益、生态效益、社会效益和可行性的总体效益权衡,综合型方案最好,可以作为该县农业发展模式。预计到本世纪末和2030年,该方案总产值将分别增加1.56倍和5.54倍。

动态仿真实验,是用系统的仿真模型模拟实际系统的功能与行为,即在计算机上输入不同的战略决策与发展方案模拟实际系统的动态响应。这样,一个实际系统在几十年、甚至几百年的各种复杂变化在计算机上几十分钟内就可显示出来。仿真过程中,通过“人机对话”的方式改变控制参数或结构,以实现对实际系统的决策控制和改变其行为。最后,从许多不同方案的仿真结果中选择可供实施的发展方案,作为宏观决策的依据。农业系统是一个多层次的庞大复杂系统,实施一项发展计划往往需要大量资金和劳力,涉及面广,实施困难,易受环境制约,效果再现周期长,甚至会出现决策风险,一旦失误,造成水土流失或环境恶化,恢复极为困难。所以,仿真实验在短时间内能提供优化方案的科学依据,避免了决策的盲目性与风险性,是农林牧结构调整中战略决策的有效工具。

## 一、仿真实验的战略思想

仿真实验的基本指导思想是在检验仿真模型有效的基础上,通过调整控制参数对多种发展方案进行动态控制和优选。

(一) 仿真模型的有效性。模型的有效性是评价仿真结果与实际系统行为的接近程度。有效的仿真模型可用于预测未来的发展,否则,需进行反馈,修改模型或参数,直到有效为止。为了检验前文(本刊今年第3期8—16页)已建立的通渭县农林牧结构优化动态仿真模型的有效性,我们收集了该县1970—1985年农林牧业的历史数据作为检验模型的标准。从1970—1985年模型基本运行的仿

真结果中，我们选择了人口、农林牧各业用地面积、粮食总产量及农林牧各业产值与总产值等12项主要指标与该县的历史数据进行比较。粮食总产量和农业总产值的仿真值与实际值的变化规律是有代表性的（图1）。虽然该县历年的粮食总产量和农业总产值的实际变化是极不规则的，波动很大，而仿真曲线能随着目标变化进行动态跟踪，即变目标自动跟踪控制。所以，仿真值与实际值偏差较小，有时则吻合。这说明，仿真模型与实际系统有足够的相似性。在总共约180对数据（15年仿真值与实际值）中，相对误差小于5%的占83.3%，误差小于10%的占14.5%。这表明，仿真模型有较好的有效性，可用于预测系统的未来发展。

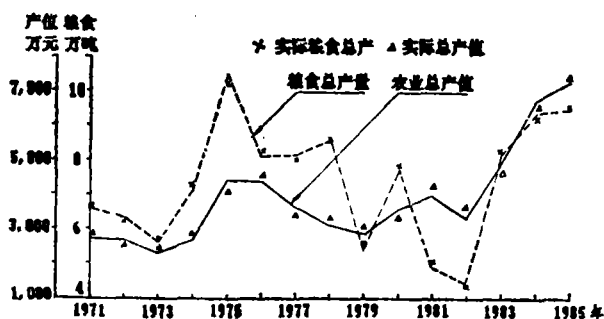


图1 通渭县粮食总产量和农业总产值的仿真结果与实际值的动态变化比较

(二) 仿真实验的战略思想。通渭县农林牧系统的结构诊断表明，农林牧业发展面临的主要问题，是土地利用结构不合理，单一粮食生产导致水土流失加剧，生态环境恶化，造成农林牧业发展缓慢，经济落后的贫困状况。针对这些问题，综合专家、领导和农民的群体智慧，集思广益，提出该县农业发展的宏观战略思想是，在确保粮食稳定增产、逐步减少水土流失和改善生态环境的基础上，实现农林牧业的全面发展，取得较好的经济效益。在适于该县的几十个发展方案中，有代表性的4个主要发展方案是：

1、农主型。以粮食生产为主，大抓基本农田建设和肥料投入量，实行集约经营，使粮食总产有较大幅度增长。在粮食、牧草多的基础上，畜牧业也有一定发展。

2、林主型。稳定当前粮食生产，加快林业发展速度，增加森林覆盖度，减少水土流失，改善生态环境；同时，畜牧业和副业也相应有一定的发展，最终建成一个林牧基地。

3、牧主型。大力发展人工种草和改良天然草场，改善畜群结构，促进畜牧业快速发展；在畜多有机肥多的基础上，促进粮食生产稳步发展，最终建成一个饲料饲草自给型牧业基地。

4、综合型。以农兴牧、以牧促农，农牧业协调地迅速发展，加速粮食、饲料和饲草的高效率转化；同时，林业和副业也有较大发展，建立高效率的农林牧副业综合型生态经济体系。

(三) 动态调控的方法与途径。为实现上述农业发展战略，需要合适的系统控制方法。农业系统属开放系统，具有多目标，易受环境干扰，跟踪控制困难。动态调控的途径有两种方法：一是改变系统结构以改善其功能；二是调整设计参数来改善系统的行为。该仿真模型检验合理，故采用调整设计参数对系统进行宏观控制。

仿真模型的变量集合中，除气象因子、土地资源数量等不可控变量外，其余均属可控变量（见今年第3期第11页图1），应从其中寻找对系统状态影响较大的若干主要因子作为设计参数。选择的设计参数：一是具有可控性和实施可行性；二要符合历史发展规律，便于从历史资料中确定其变化范围。通过系统流图中的反馈回路搜索和仿真运行中多次试调，我们选择了人口增长率  $M_1$ 、粮食平均递增率  $P_0$ 、基本农田发展速度  $P_1$ 、造林和种草发展速度  $P_2$  与  $P_3$ 、副业发展速度  $P_4$  以及总收入中生产投资比例  $P_5$  等7个参变量作为设计控制参数（表1），以对各种发展方案实施动

表 1

方 案	主要控制参数	时间趋势	总人口	农地面积	基本农田	粮食面积	油料面积	粮食单产量
		(年份)	(万人)	(万公顷)	(万公顷)	(万公顷)	(万公顷)	(公斤/公顷)
现状		1985	36.00	12.05	5.07	9.61	1.13	1,147.5
农 主 型	$P_1 = 0.06, P_2 = 0.18$	1990	38.31	11.22	6.20	9.56	1.47	1,522.5
	$P_3 = 0.25, P_4 = 0.045$	2000	43.38	10.01	8.27	8.11	1.67	2,212.5
	$P_5 = 0.07, P_6 = 0.0157$	2015	50.74	11.08	9.27	9.07	1.73	2,775.0
	$M_1 = 0.0125 - 0.0105$	2030	59.34	14.07	10.46	11.75	2.13	3,037.5
林 主 型	$P_1 = 0.05, P_2 = 0.32$	1990	38.31	11.53	5.40	9.79	1.53	1,455.0
	$P_3 = 0.25, P_4 = 0.03$	2000	43.38	9.71	6.73	7.71	1.67	2,145.0
	$P_5 = 0.075, P_6 = 0.01$	2015	50.74	9.98	9.20	7.87	1.80	2,707.5
	$M_1 = 0.0125 - 0.010$	2030	59.31	11.79	10.53	9.35	2.13	2,970.0
牧 主 型	$P_1 = 0.07, P_2 = 0.18$	1990	38.31	11.61	5.40	9.88	1.53	1,455.0
	$P_3 = 0.35, P_4 = 0.03$	2000	43.38	9.92	6.73	7.93	1.67	2,145.0
	$P_5 = 0.08, P_6 = 0.012$	2015	50.74	10.44	9.20	8.35	1.80	2,700.0
	$M_1 = 0.0125 - 0.01$	2030	59.34	12.63	10.53	10.21	2.13	2,790.0
综 合 型	$P_1 = 0.067, P_2 = 0.25$	1990	38.31	11.29	5.93	9.60	1.47	1,499.3
	$P_3 = 0.30, P_4 = 0.04$	2000	43.38	9.82	8.20	7.88	1.67	2,188.5
	$P_5 = 0.085, P_6 = 0.013$	2015	50.74	10.50	9.33	8.45	1.80	2,719.5
	$M_1 = 0.0125 - 0.01$	2030	59.34	12.89	10.67	10.51	2.13	3,014.3

注：农业产值均按1980年不变价格计算，每人平均产值和收入仅指农业产值和农业收入。

态调控，并确定各方案的设计变量合适值。

## 二、仿真实验结果分析

这个仿真模型曾在IBM PC/XT计算机上进行多次重复运行，仿真步长为1年，仿真初始时间是1970年，终止时间是2030年。预测分为4个阶段，即“七·五”计划末（1990年）、本世纪末、中后期（2015年）和远景（2030年）。由于人口增长率是共同的主要设计变量，故各方案均采用从1985年 $M_1 = 12.5\%$ 逐步降低到2000年 $M_1 = 10.5\%$ 。每次运行，从1985—2030年逐年的仿真

### 牧业动态仿真的主要结果

粮食总产量	每人生产粮	种草面积	乔木林面积	灌木林面积	经济林面积	羊存栏数	大家畜存栏数	农业总产值	每人产值	每人收入
(万吨)	(公斤/人)	(万公顷)	(万公顷)	(万公顷)	(万公顷)	(万只)	(万头)	(万元)	(元/人)	(元/人)
9.50	271	4.39	0.05	0.01	0.01	8.32	9.43	7,139	198.3	90.6
11.60	316	4.58	0.24	0.04	0.03	15.71	16.75	10,054	270.6	119.2
14.29	351	5.88	1.21	0.16	0.07	18.15	19.01	16,957	416.0	217.8
20.04	434	3.49	3.58	1.44	0.32	9.61	19.66	26,795	580.3	318.0
28.45	545	2.07	3.12	3.03	0.61	7.87	23.64	41,025	786.0	425.0
11.35	309	4.58	0.73	0.11	0.07	15.27	15.25	9,654	262.5	119.5
13.17	323	4.55	3.77	1.52	0.50	10.19	17.34	17,805	436.7	243.8
16.90	368	2.71	4.50	4.34	0.88	8.08	16.78	26,895	582.5	330.6
22.12	424	2.08	3.83	4.34	0.77	6.82	19.21	39,088	748.5	406.3
11.45	322	5.48	0.24	0.04	0.03	19.97	16.46	9,417	256.1	108.9
13.56	333	6.50	1.21	0.16	0.07	16.37	18.86	16,496	404.6	210.1
17.99	390	5.03	3.58	1.44	0.32	12.66	18.71	25,354	549.1	298.0
24.16	463	2.75	3.72	3.51	0.70	8.55	20.89	38,141	730.4	397.0
11.47	312	5.28	0.43	0.06	0.04	17.80	16.23	9,620	261.6	113.9
13.75	337	5.06	3.85	0.50	0.19	16.08	18.30	18,244	447.4	247.3
18.52	401	3.03	4.40	3.99	0.85	8.64	17.96	28,883	625.6	347.2
25.25	484	1.82	3.80	3.99	0.67	7.30	21.30	46,695	894.2	468.7

结果就被显示或打印出来，每年输出仿真数据100多个，通过观察比较，在计算机上进行“人机对话”式的动态调控，以便重新进行比较。我们从20多个仿真方案的运行结果中，送出有代表性的4种方案的20个主要输出指标（表1、表2）加以分析。

（一）4种方案的经济效益。农业总产值是最主要的经济效益指标。4种方案的农业总产值动态趋势（图2）表明，“七·五”期间，产值没有明显差异；从1990年到2010年，各种方案的产值显示出较小差别，农主型与林主型方案有相似地平行发展趋势，而林主型与综合型有交替的增长趋势；到后期，综合型有最好的产值增长优势，林主型产值则出现下降趋势，农主型产值增高，而牧主型产值增长率一直较低，效果最差。

表2

通渭县不同发展方案的农林牧业结构动态趋势

方 案	时间趋势 (年份)	土地利用比例 (%)			各业产值比例 (%)			
		农 地	林 地	牧 地	农 业	林 业	牧 业	副 业
现 状	1985	45.1	1.70	54.2	66.6	1.4	26.2	5.8
农主型	1990	40.8	7.3	57.8	59.4	1.6	33.8	5.2
	2000	37.7	5.4	57.0	44.4	3.9	46.0	5.7
	2015	41.9	20.2	38.0	38.3	9.0	42.7	10.0
	2030	53.4	25.6	21.0	34.5	8.2	39.4	18.0
林主型	1990	43.2	3.4	53.3	59.3	4.2	31.2	5.3
	2000	36.5	21.8	41.7	40.1	11.8	41.2	6.0
	2015	37.7	36.7	25.6	33.9	15.9	38.5	11.7
	2030	44.7	33.9	21.3	30.0	11.1	35.1	23.8
牧主型	1990	43.5	2.1	55.3	61.2	1.4	32.2	5.2
	2000	37.3	5.4	57.3	44.1	4.0	46.0	5.9
	2015	39.4	20.2	40.4	37.5	9.5	42.0	10.5
	2030	47.9	30.1	22.0	32.8	10.0	37.8	19.3
综合型	1990	42.3	2.5	55.7	59.9	2.5	31.7	5.9
	2000	36.9	17.1	44.0	40.2	11.3	41.5	7.0
	2015	39.7	34.9	25.5	33.6	13.7	37.7	15.0
	2030	48.9	32.1	19.0	27.7	8.7	32.0	31.6

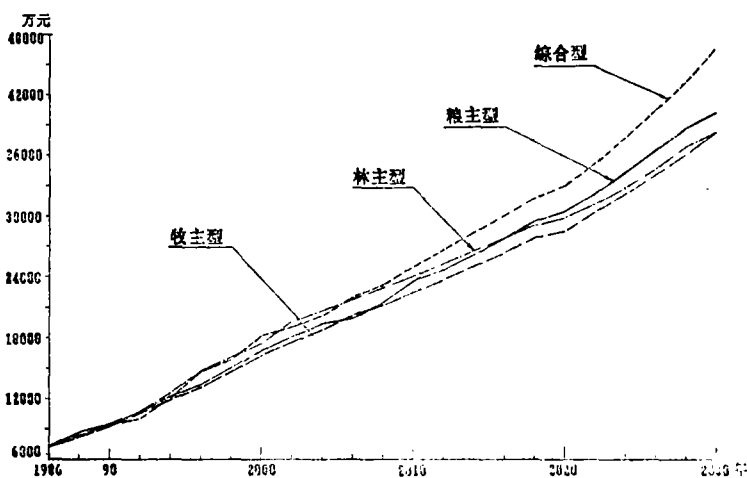


图2 4种方案的农业总产值增长趋势 (图中粮主型即农主型)

1、农主型。采取粮食生产为主的策略，粮食平均增长率 $P_0 = 1.57 - 2\%$ ，基本农田发展速度 $P_1 = 7\%$ ，化肥施用量相应会有较大的增加。到本世纪末，粮食平均每公顷产量达2,215.5公斤，总产量11.596万吨，分别比现状增加34.6%和22.1%；每人平均占有粮350.5公斤，每人平均产值416元；农业总产值是1985年的2.37倍；林业和副业发展较慢，产值比重较小。到2030年，

粮食总产量和农业总产值分别达到28.447万吨和4.1亿元，分别是现在的3倍和5.75倍；每人平均占有粮544.5公斤，每人平均产值786元。

2、林主型。在稳定粮食总产量并稍有增长的基础上，林业迅速发展，造林面积发展速度 $P_2 = 0.32$ ，以弥补目前林地面积太少的不足。到2000年，林地总面积由目前约667公顷发展到5,787万公顷；每人平均有粮323公斤，每人平均产值437元，粮食总产量和农业总产值分别是现在的1.39倍和2.39倍。到2015年，由于受可利用土地资源限制，林地总面积达极限状态，约9.72万公顷，并严重影响牧业的发展，开始出现下降趋势。到2030年，随着林龄增加，林业产值效益显著提高，农业总产值达3.91亿元，是现在的5.48倍，每人平均粮423.5公斤，每人平均产值749元。

3、牧主型。在粮食生产稳步增长的基础上，迅速发展人工种草和天然草场改良，种草发展速度 $P_3 = 0.35$ ，种草养畜促进了牧业快速发展。到2000年，农业总产值增加到现在的2.3倍，每人平均有粮332.5公斤，每人平均产值405元，牲畜存栏数是目前的2.2倍，牧业产值比重达到46%。但到了后期，由于林地和农地面积扩大、草地面积减少，羊只存栏数下降，以精饲料为主的畜禽增多；农业总产值达到3.8亿元，是现状的5.3倍；每人平均占有粮462.5公斤，每人平均产值730元。

4、综合型。在确保粮食生产稳步增长的基础上，林牧副业都以较快的增长率协调发展。到本世纪末，每人平均基本农田0.2公顷，每人平均粮401公斤，粮食每公顷单产达2,190公斤，粮食总产量和农业总产值分别是现状的1.5倍和2.56倍。到后期，粮食总产量和农业总产值分别达到现状的2.65倍和6.5倍，每人平均占有粮483.5公斤，每人平均产值894元，经济效益明显优于前3种方案。

**(二) 农业结构调整的变化趋势。**系统的结构决定其功能，各种方案的系统结构调整变化趋势直接影响其效果的变化，这可从表1明显看出。农主型方案的粮食生产虽有较大增长，但由于林牧业发展缓慢，近期和中期单产增长幅度较大，因而土地利用结构调整朝有利方向发展，本世纪末农地面积减至最小，相应地农地比例为37.7%。到2000年以后，由于人口增加和粮食单产增长减缓，农地面积却逐渐增加，土地利用结构朝逆转方向调整，2030年农地比例将达到53.4%，这是值得注意的一个重要方面。随着林牧副业的发展，农业总产值中种植业比重也逐渐降低，2000年降到44.4%，2030年可降到34.5%。林主型方案的林地面积增长迅速，从现在到本世纪末，结构调整向有利方向发展。但到后期，林地和农地面积的迅速增长使草地面积大幅度减少，畜牧业亦出现衰退趋势，农、林、牧土地结构调整到44.7%、33.9%、21.3%的较不合理状况。牧主型方案到本世纪末以后，土地利用结构亦出现逆转调整的发展趋势，林地面积迅速发展，农地面积增大，草地迅速减少，畜牧业发展受到限制，牧业产值比重也逐渐降低，与农主型方案的发展趋势略有类似。

综合型方案对上述3种方案加以综合，择其优而去其不足，农林牧的结构变化是相互制约与促进的。从结构动态演变的全过程看，各种方案的变化幅度虽有差异，但其变化趋势规律略同；综合型方案的典型趋势（图3），反映了农业结构调整发展中的必然规律。从现在到2000年，结构调整使农地面积逐渐减少，林地面积比例呈指数曲线增长，牧业用地出现抛物线型波浪式增减变化。到21世纪初期10年中，农地面积基本上保持相对稳定，而林牧业用地仍是前述的递增或递减。在最后20年中，由于人口增长和粮食需求增加，农地面积又趋于指数曲线快速增长；这种状况使林地达到极限以后又趋于减少，草地面积也相应缓慢递减。所以，在21世纪初期的30年中，严格控制人口增长和稳定粮食需求，对于抑制农地面积扩大和结构调整中出现的逆转趋势有深远的

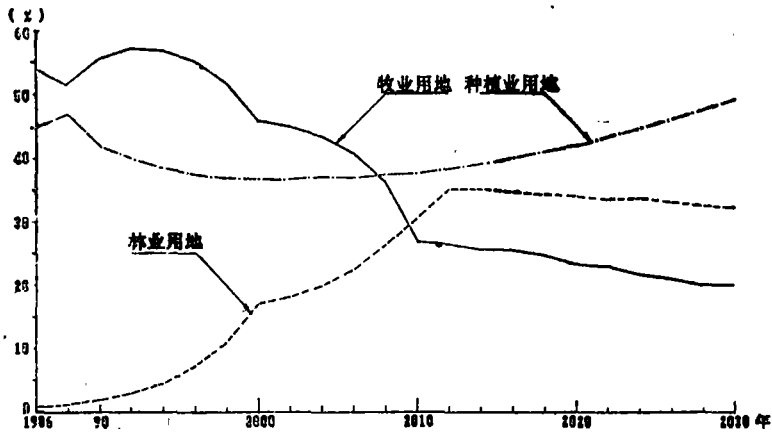


图3 综合型方案的土地利用结构调整动态趋势

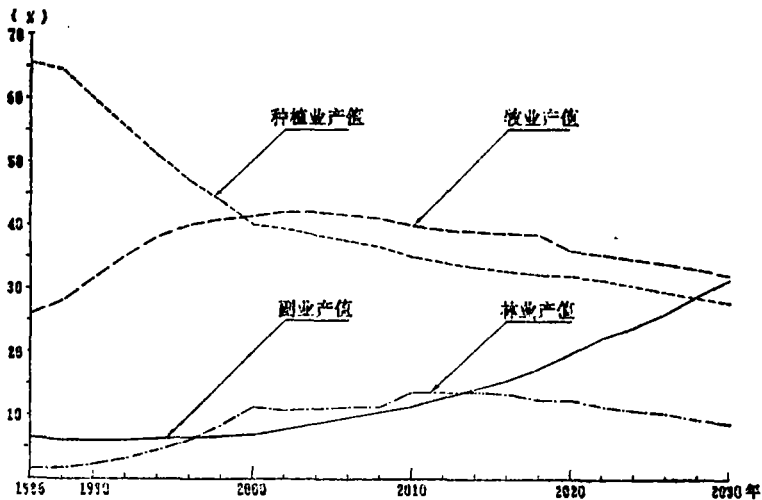


图4 综合型方案的农业总产值结构调整动态变化趋势

意义。

综合型方案的农业产值结构亦随土地利用结构调整发生显著变化(图4),其变化趋势分为3个阶段,从现在到本世纪末是产值结构的大幅度调整时期,种植业比重由65%降到40%,递减率约2%,牧业比重由25%递增到42%,林业和副业比重受条件限制缓慢增长;从2000年到2015年,农业和牧业产值比重同步地都在缓慢下降,副业产值比重在缓慢增长之后又趋于减少,最后15年中,林业比重的迅速增长导致农牧副业比重均处于减少趋势,这是由于林业生产的效益滞后效应引起的,即近期和中期大量造林随着树龄增长,木材积蓄量增多,到后期经济效益显著提高。故对林业生产要从资源永续利用的观点作长远的效益评价。

(三) 综合效益评价。农业系统追求多目标统筹兼顾,要对经济效益、社会效益、生态效益及实施可行性进行综合评价,以确定各种备选方案的优序。在黄土丘陵区,土壤流失量是主要的生态效益评价指标。土壤流失总量的仿真结果(图5)表明,到本世纪末,除牧主型方案土壤流失量最大外,其余3个方案效果基本接近,约减少水土流失量23%。到2000年以后,林主型和综合型方案有最好的水土保持效益,最终可使土壤流失量减少38.6%,以后减沙效益减慢;而农主

型方案的水土保持效益最差，后期土壤流失量还有增加的趋势。

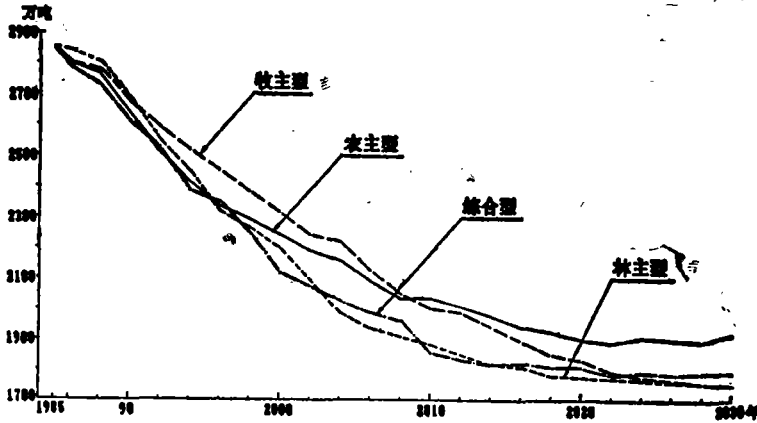


图5 4种方案的土壤流失量动态变化

为了对4种方案的效益进行综合评价，采用多目标模糊综合评审技术，按下式计算各方案或各目标集的功效系数  $V = \sum W_i \cdot V_i$

式中：

$V$ ， $V_i$ ——分别为总体及第  $i$  子集的功效系数；

$W_i$ ——分别为第  $i$  目标或子目标的权系数，按其重要性采用传统法给予模糊评分。

对各方案目标集的各种效益进行综合评审，并按其功效系数大小进行方案的优选排序（见第27页表3）。结果表明，虽然经济效益、社会效益、生态效益的各方案优序不同，但在2000年和2030年两时段末的总体效益优选排序是相同的。综合型方案最好，其次为林主型，牧主型最差，且愈到最后，综合型的最佳总体效果最明显。该优化评审结果与通渭县典型小流域综合治理的经验完全相符，所以，我们选择综合型发展方案作为通渭县农林牧结构调整的动态优化发展模式。

#### 四、农业结构调整的发展战略

根据仿真实验结果的综合评价，通渭县的农业结构调整应采取农林牧综合型的发展模式，并遵循仿真预测的结构动态变化和经济增长规律，逐步调整不同发展时期的结构变化。参照动态仿真的预测趋势，并考虑到该县目前农业发展的现状和社会经济基础，应采取的对策是：

1、严格控制人口增长，促进劳力转移。本世纪末人口将比现在增加20.5%，农业人口占94%，其中一半以上从事农业；2030年人口将增加64.8%，农业人口占88%；仍有近40%劳力从事农业。所以，要把人口增长率从目前的12.5%逐步降到2000年10%以下，从事农业的人数比例降到50%以下，大力发展第二、第三产业，促进农村劳力的转移。

2、继续加强农业基础，在确保粮食稳定增产的前提下促进结构调整。基本农田和肥料建设是山区粮食稳产高产的基础，应保持5%的年增长率，才能保证粮食总产有1.5%的增长率，并与人口增长率同步或稍大。到2000年以后，每人平均粮食控制在500公斤以下，以便与粮食单产增长同步。这样，种植业的单一粮食生产可逐步转向粮食—饲料—经济作物生产结构；粮食面积和油料面积的比例，2000年可调整到82.5%：17.5%，且油料面积以后不宜

（下转第37页）



# A study on the relation between distribution of landslide and its environment in Yangtze River Valley

Nie Shiping Wang Zhixu

(Chengdu Hydro-geology and Engineering-geology Centre, Geology and Mineral Ministry)

## Abstract

Up to now, 1,203 landslides have been researched in Yangtze River Valley. Most of them distribute along with the up reaches of Yangtze River on the western part of this valley in large scale and great number. The others are in the middle part of the valley, the major scales are small to middle, but on the slopes of the two banks of Yangtze River in the section between Fuling and Nanjunguan, the large and the largest landslides with a part of volume over thousands cubic meter are distributed. The eastern part is with fewer landslides, its major scales is in 10 to 100 thousands cubic meters. All of those mentioned above is from neotectonic action, stability of rock, shape of slope, rainfall intensity, the side erosion of river and the human activities. As the economy and engineering activity is increasing, the landslide event is tending to develop sharply.

---

(上接第26页)再扩大,应控制在20%以下。

**3、农林牧的综合发展要纵观全局,高瞻远瞩,有利于资源的永续利用。**由于该县林牧业基础较差,在本世纪末以前,造林和种草面积的增长速度应分别保持在25%和20%,才不致影响粮食生产,以后应逐步减慢。这样,在本世纪末农林牧的土地利用结构分别调整到37%、17%、46%,2030年控制在40%、30%、30%左右。近期农地退耕速度稳定在1—2%,以免产生系统结构失调和粮食总产下降的逆转趋势。

**4、产业结构调整应循序渐进,各业增长速度保持一定比例。**从现在到本世纪末,农业总产值平均增长率为10.4%,以后则逐渐减缓降到5.2%,其中副业增长速度为7—9%,且有逐步提高的趋势。农业内部,在“七·五”计划末,种植业比重可降到60%,本世纪末降到40%左右,2030年降到30%以下(图2);副业和林牧业比重相应增高。农业投资在保证粮食生产的前提下适当增加林牧副业投资比重,而投资主要依靠农业本身扩大生产。农业收入中用于扩大生产的投资比例保持在5—7%,这样,国家对农业投资在2000年以前呈31%的增长趋势,以后变为2%的递减趋势。

(下转第54页)

基岩顺层滑坡（100万立方米以上的）29个，累计体积达9.12亿立方米；基岩切层滑坡2个，累计方量0.68亿立方米。基岩顺层滑坡占滑坡崩塌总数的41.42%，累计体积占100万立方米以上的滑坡崩塌总体积的68.89%；基岩切层滑坡占滑坡崩塌总数的2.85%，占总体积的5%。

第四系松散堆积层滑坡（100万立方米以上的）30个，体积2.35亿立方米。松散堆积层滑坡占滑坡崩塌总数的42.85%，占总体积的17.73%。

从上述分类统计表明，河谷岸坡破坏的方式以基岩顺层滑坡为主，次为第四系松散堆积层滑坡；基岩切层滑坡及崩塌少许（表5）。

表5 100万立方米以上的滑坡崩塌分类统计表

类 型		个 数	占滑崩总数 (%)	体 积 (亿立方米)	占滑、崩总体积 (%)
基岩滑坡	顺 层	29	41.45	9.12	68.89
	切 层	2	2.85	0.68	5.00
第四系松散堆积层滑坡		30	42.85	2.35	17.73
崩 塌		9	12.85	1.10	8.33
总 计		70	100.00	13.25	100.00

（上接第37页）

**5、实现农业结构调整的基础。**发展农村第二、第三产业是农业结构调整的动力，重点是农副产品加工与提高乡镇企业的经济活力；大力发展山区交通和商业网点，建立商品流通场所；加强各种形式的经济联合，挖掘当地优势，鼓励资金、技术、劳力的流动，促进各业协调发展。同时，国家应充分利用经济制约手段，如农产品价格、农业投资与信贷、税收等经济杠杆作用，制定有利于结构调整的政策法令。

农业结构调整是一项涉及面广，影响深远，艰巨复杂的重要任务。我们用动态仿真方法进行结构调整的优化与预测，初步证明是有效的。但动态仿真建模困难，动态调控极为复杂，需多次反馈以趋完善，并有待于用其它方法互相验证和实践检验。

4种发展方案的多目标模糊综合评价

表3

目标期	发展方案	经济效益 (0.5)					社会效益 (0.15)							生态效益 (0.2)					可行性 (0.15)			总体效益 (1.0)		
		农业总产值 (0.45)	每人平均净收入 (0.45)	林牧副业产值比重 (0.1)	功效系数	优序	粮食总产值 (0.45)	木材蓄积量 (0.20)	肉总产量 (0.15)	蛋总产量 (0.1)	毛总产量 (0.1)	功效系数	优序	森林覆盖率 (0.35)	土壤流失量 (0.5)	农田养分含量 (0.15)	功效系数	优序	外部投资 (0.4)	资源合理利用 (0.6)	功效系数	优序	总功效系数	总优序
2000年	农主型	92.9	87.9	92.7	90.63	3	100	26.7	100	100	95.6	84.9	3	69.4	83.0	96.9	80.33	3	100	80.1	88.06	4	87.33	3
	林主型	97.6	98.8	96.0	98.08	2	92.2	100	93.7	95.5	68.7	91.97	1	100	89.4	99.8	94.67	2	98.6	93.0	95.24	1	96.01	2
	牧主型	90.4	85.0	93.2	88.25	4	94.9	27.5	96.9	95.4	100	82.28	4	75.0	73.5	100	78.0	4	87.6	96.7	93.06	8	86.03	4
	综合型	100	100	100	100	1	96.2	74.5	96.8	97.1	89.1	91.33	2	91.7	100	99.9	97.08	1	79.5	100	91.8	2	96.89	1
2030年	农主型	87.9	90.6	90.6	89.52	2	100	74.0	100	100	97.1	94.51	1	78.9	85.1	97.5	84.79	4	100	84.3	90.58	8	89.48	3
	林主型	83.7	87.8	96.8	86.86	3	76.4	100	83.5	82.8	93.4	84.53	4	100	99.8	99.5	99.83	1	89.5	100	95.8	1	90.45	2
	牧主型	81.2	84.6	92.9	83.9	4	84.9	81.5	87.9	90.2	100	86.71	3	97.4	100	100	99.09	2	70.5	94.4	84.84	4	87.50	4
	综合型	100	100	100	100	1	88.9	93.8	92.3	91.5	95.6	91.32	2	92.1	96.7	99.8	95.56	3	83.2	96.4	91.12	2	96.48	1

注: 表中 ( ) 内数字为权系数

# A dynamic simulation experiment study on the optimization of the construction of agriculture system in Tongwei County

## II—An estimation of the simulation results

*Zhang Hanziong*

*(Northwest Institute of Soil and Water Conservation, Academia Sinica)*

### Abstract

The simulation model on the agriculture system in Tongwei County was checked by the comparing 180 pairs of simulated data in a base-run with statistic data in previous 15 years, the result indicates that the model is an available prediction with an availability of 85%. Four selective developing layouts for agriculture in the county, the crop-leading, the forest-leading, the breeding-leading and the comprehensive developing type were simulated in IBM PC/XT computer for the period of 1985—2030 year. A dynamic change tendencies of several major objective, the areas of land use and the productive values for crop planting, forest and livestock breeding, and the total yields of crop were separately discussed at three developing steps in the year of 1990, 2000 and 2030.

An optimum selection of the four layouts was determined utilizing a multi-purpose comprehensive Fuzzy-adjudgment technique. The comprehensive layout is the best one in a general benefit and effect for economic, ecology, social and exercisable respects. Therefore, the layout can be used as an agriculture developing model in the county. By the end of this century and the year of 2030, the predicted values of total product of the layout would increase by 1.56 times.

A dynamic simulation optimization technique is a useful tool to make a comprehensive agriculture developing plan for a region.