

# 西部欠发达地区耕地动态变化及需求预测研究

## ——以四川省井研县为例

丁武泉 (重庆文理学院化学与环境科学系, 重庆402168)

**摘要** 以四川省井研县为例, 结合新一轮土地利用总体规划修编, 分析了该县域耕地利用中存在的问题, 分别采用主成分分析和灰色关联度法分析了井研县耕地利用变化的驱动力; 然后, 运用灰色系统预测模型, 研究其耕地的未来发展趋势, 以期掌握其发展动向; 最后, 以实现耕地总量动态平衡为目标, 提出实现土地可持续利用的对策, 从而有效地指导当前土地资源管理工作和控制未来的土地利用。这对于促进西部欠发达地区资源、环境和人口的协调与经济可持续发展有着重要意义。

**关键词** 耕地; 动态变化; 需求预测; 西部欠发达地区

中图分类号 F301.21 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)33-10801-03

### Dynamic Study and Prediction of Cultivated Land Use Change in Developing West China

DING Wu-quan (Department of Chemistry and Environmental Science, Chongqing University of Arts and Science, Chongqing 402168)

**Abstract** The cultivated land is the base of farming manufacture and the foundation of mankind existence. Based on the new general land use planning of Jing-yuan county in Si-chuan province, the cultivated land use items and these problems were firstly discussed and then the driving forces of change of the cultivated land use was analyzed with the principal component analysis and the theory of gray system respectively; and, by employing the gray system predicting model, the future development tendency of the cultivated land in this county was forecasted in order to control its developing trend; and finally, the target of dynamic balance of the cultivated land in total could be achieved and the counter measures to realize the sustainable use of the land, consequently to guide the current land resource management and control the future land use effectively were presented. It was significant to promote the coordination of resources, environments and population and the sustainable development of the economy in this county.

**Key words** Cultivated land; Dynamic change; Demand forecast; Developing west China

耕地是最基本的自然资源, 是人类赖以生存的基本条件, 其数量和质量反映了一个国家的基本国情, 大体上决定了国家的人口承载量和可持续发展能力。国家实施西部大开发政策, 西部地区正在发挥后发优势, 实现经济社会的跨越式发展。同时, 也要以生态建设促进经济发展, 实现经济效益与生态效益的统一。保持该区域一定数量的耕地不仅是保证粮食安全的需要, 而且对维持区域生态平衡也十分重要。随着经济的发展, 区域土地利用变化日趋频繁, 基于此, 研究其耕地的时间序列分布及动态变化、未来发展趋势具有重要意义。

### 1 研究区概况

**1.1 自然地理条件** 井研县位于四川盆地西南部, 属乐山市管辖, 其地势由西北东三面向西南倾斜, 龙泉山脉穿过北部, 形成北部深丘向西南部中丘、浅丘和平坝地区过渡的独特地貌。深丘、中丘、浅丘和平坝分别占幅员面积的15.7%、39.3%、43.1%和1.9%。气候属中亚热带湿润性季风气候, 冷热分明, 干湿两季交替明显。境内无大江、大河经过, 水资源总量贫乏, 降水不均, 干旱频繁。

**1.2 社会经济条件** 全县辖10个镇和17个乡, 2004年全县总人口436 684人, 其中农业人口378 605人, 占总人口的86.7%; 非农业人口58 079人, 占总人口的13.3%。自然增长率1.36‰, 人口密度519人/km<sup>2</sup>。

井研县为典型的农业县, 工业基础薄弱, 经济上主要以农业为主。2004年全县国内生产总值190 788万元, 2003~2004年其增长速度为17.55%, 国内生产总值中第一、二、三产业的比重分别为33.5%、28.1%、28.4%。工农业总产值

97 566万元, 其中农业总产值34 929万元, 占35.8%; 工业总产值62 637万元, 占64.2%。农民人均纯收入2 486元, 粮食总产量187 182 t, 农业人均494.40 kg, 全县人均428.64 kg。

全县以公路运输为主, 公路总里程1 616 km, 其中等级公路251.42 km, 基本实现了乡乡通车。

### 2 耕地动态变化分析及需求预测研究

**2.1 耕地利用现状及存在的问题** 2004年末井研县土地总面积84 064.20 hm<sup>2</sup>, 其中耕地面积30 768.39 hm<sup>2</sup>, 占土地总面积的36.60%; 建设用地7 369.18 hm<sup>2</sup>, 占8.77%; 未利用地5 080.02 hm<sup>2</sup>, 占6.04%。可以看出, 耕地面积超过了总面积的1/3, 这从数量上来说还是相当可观的, 但实际中, 耕地利用存在着如下问题:

**2.1.1 耕地质量差, 水土流失严重。** 井研县共有中、低产田土17 477.91 hm<sup>2</sup>, 其中中、低产田8 000.00 hm<sup>2</sup>, 占水稻播种面积的51.5%; 中、低产土为9 477.91 hm<sup>2</sup>, 占旱地面积的70.6%。耕地中坡度小于5°的旱地有426.70 hm<sup>2</sup>; 5~25°的旱地为10 998.10 hm<sup>2</sup>; 大于25°的有2 000.00 hm<sup>2</sup>。且全县水土流失面积十分庞大, 大多为中、强度的水土流失, 不利于耕作的坡耕地面积达12 998.10 hm<sup>2</sup>, 占土地总面积的15.46%。森林覆盖率仅为28.7%, 树种单一, 不利于生态环境的调节。

**2.1.2 耕地减少数量大, 占补平衡失调(表1)。** 由表1可知: 1996~2004年, 耕地面积共减少2 544.28 hm<sup>2</sup>, 年均减少318.04 hm<sup>2</sup>。依据井研县历年土地利用变更资料, 建设用地共占用333.09 hm<sup>2</sup>, 剩余均为农业结构调整所占用。其中: 退

表1 1996~2004年耕地年度面积变化 hm<sup>2</sup>

年份	耕地	年份	耕地
1996	33 312.67	2001	31 837.93
1997	33 319.80	2002	31 501.02
1998	33 294.33	2003	30 813.32
1999	33 294.00	2004	30 768.39
2000	31 880.03		

**基金项目** 重庆市教委重点项目(020206); 井研县国土资源局土地利用总体规划修编项目(2006~2010年); 重庆文理学院人才引进科研启动费资助项目。

**作者简介** 丁武泉(1982-), 男, 江西临川人, 硕士, 讲师, 从事资源环境方面的教学和研究工作。

**收稿日期** 2007-07-19

耕还林 1 146.82 hm<sup>2</sup>, 还园 910.60 hm<sup>2</sup>, 转化为其他农用地类 284.88 hm<sup>2</sup>。经土地开发、整理和复垦, 补充耕地为 131.11 hm<sup>2</sup>。耕地数量减少面积较大, 8 年间补充的耕地远远少于耕地减少量, 保持耕地总量动态平衡形势严峻。

**2.1.3 耕地利用布局不合理, 协调性差。** 由于上一轮规划对建设用地的选址缺乏很好的预见性, 并研县城区周围分布了大量的基本农田, 使得大片耕地被建设用地切成零星地块, 形成了基本农田和城镇用地相互交错的局面。一方面, 基本农田在城市化和工业化进程中土地质量下降了; 另一方面, 城市扩建, 侵占了基本农田, 造成了土地利用的混乱<sup>[4]</sup>。

**2.2 耕地变化的驱动力分析** 驱动力是土地利用变化的动力源, 并研县耕地变化的驱动力研究可以进一步地讨论其耕地变化的内部原因<sup>[5]</sup>。近 10 年来, 并研县周边的自然驱动因素并没有发生显著的变化, 而人文驱动力则是导致该区域土地利用变化的主要原因。

**2.2.1 驱动力因子主成分分析。** 影响耕地变化的因素不仅与耕地面积存在着相关关系, 而且相互之间也耦合关联。主成分分析可以将若干个自变量“压缩”成几个独立成分变量, 减弱自变量之间的相互干扰。该研究拟对耕地面积变化的驱动力采用主成分分析<sup>[6]</sup>。

根据并研县现有资料, 选取 8 个影响因子:  $X_1$  为全县总人口(人),  $X_2$  为国内生产总值(万元),  $X_3$  为社会固定资产投资总额(万元),  $X_4$  为全县工业总产值(万元),  $X_5$  为粮食总产量(t),  $X_6$  为非农业人口(人),  $X_7$  为城镇化率(%),  $X_8$  为肥猪出栏数(头),  $Y$  为耕地面积(hm<sup>2</sup>)。在 DPS 数据分析软件中输入数据, 结果如表 2~4 所示。

表 2 主成分分析原始数据

年份	Y	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$
1996	33 312.67	419 899	85 081	16 551	65 517	200 762	45 210	16.95	473 273
1997	33 319.80	420 301	95 008	19 345	69 756	206 283	45 53	17.60	505 000
1998	33 294.33	419 641	102 462	19 602	86 252	208 968	46 999	18.32	508 099
1999	33 294.00	418 096	109 816	21 543	102 206	209 114	49 427	19.00	510 037
2000	31 880.03	418 025	116 728	23 605	121 981	201 251	50 781	19.80	514 176
2001	31 837.93	416 956	128 553	25 300	152 061	181 503	51 530	21.70	526 573
2002	31 501.02	415 836	141 753	30 029	185 810	187 779	53 170	22.50	600 043
2003	30 813.32	414 707	162 309	30 590	225 331	182 180	55 133	22.88	620 082
2004	30 768.39	416 953	190 788	39 876	257 369	186 986	58 079	23.60	657 982

表 3 耕地变化驱动力变量相关系数矩阵

相关系数	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$
$X_1$	1.000 0							
$X_2$	-0.796 1	1.000 0						
$X_3$	-0.749 8	0.988 5	1.000 0					
$X_4$	-0.861 4	0.990 2	0.973 2	1.000 0				
$X_5$	0.822 8	-0.747 4	-0.718 0	-0.812 9	1.000 0			
$X_6$	-0.853 9	0.983 8	0.973 1	0.984 6	-0.758 6	1.000 0		
$X_7$	-0.909 3	0.948 6	0.935 9	0.971 6	-0.854 3	0.969 2	1.000 0	
$X_8$	-0.784 4	0.970 7	0.967 2	0.968 3	-0.707 2	0.937 2	0.916 2	1.000 0

由表 3 可知, 影响耕地数量的 8 个因子存在不同程度的相关性, 其中  $X_2$  与  $X_3$ 、 $X_2$  与  $X_4$ 、 $X_4$  与  $X_6$  之间都具有较大的相关性。这种现象有其因果必然性, 也说明了进行主成分

表 4 特征值和主成分贡献率

主成分	特征值	百分率 %	累计百分率 %
1	7.234 38	90.429 73	90.429 73
2	0.492 28	6.153 49	96.583 23
3	0.180 93	2.261 64	98.844 87
4	0.063 93	0.799 13	99.644 00
5	0.021 23	0.265 41	99.909 40
6	0.006 35	0.079 39	99.988 79
7	0.000 64	0.008 00	99.996 79
8	0.000 26	0.003 21	100.000 00

分析的必要性。由表 4 可知, 前三个主成分的贡献率高达 98.84%, 8 个因素与耕地面积具有很强的相关性。

**2.2.2 驱动力因子灰色关联度分析。** 为综合反映土地利用变化的驱动力, 采用灰色关联度分析作进一步分析。

由表 2 可计算耕地面积与驱动力因子的绝对差值(表 5), 确定关联系数计算公式中的  $\min$  和  $\max$ , 取  $\rho = 0.1$ , 计算关联系数及关联序列。驱动力因子关联系数  $G(11)$ 、 $G(12)$ 、 $G(13)$ 、 $G(14)$ 、 $G(15)$ 、 $G(16)$ 、 $G(17)$ 、 $G(18)$  分别为: 0.775 87、0.343 81、0.349 93、0.220 29、0.781 19、0.525 49、0.439 27、0.461 57。关联序:  $X_5 > X_1 > X_6 > X_8 > X_7 > X_3 > X_2 > X_4$ 。由关联序得出: 影响耕地面积变化最大的是粮食总产量, 县域总人口居第 2 位, 其次是非农业人口与肥猪出栏数。8 大因子对耕地面积都有很大的正相关性。这些活动因子表现为以下 4 方面: 一是粮食产量的下降直接体现了耕地面积的减少; 二是人口作为重要的社会因素, 深刻影响着土地利用的变化; 三是工业化与城镇化进程中, 土地非农化现象日益加重; 四是社会经济管理体制的运行, 由于利益差值等方面的影响, 部分效益低的耕地转向养殖业用地, 这是作为农业用地内部结构调整, 也影响着耕地的数量变化。

表 5 耕地面积与其他驱动因子的绝对差值

$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$
0.028 8	0.357 6	0.375 9	0.568 1	0.009 9	0.141 8	0.197 2	0.167 2
0.028 1	0.279 0	0.265 1	0.538 2	0.018 0	0.129 4	0.165 3	0.109 3
0.028 8	0.218 9	0.254 1	0.420 2	0.032 5	0.106 0	0.129 0	0.102 9
0.032 5	0.160 5	0.176 9	0.306 8	0.033 2	0.058 0	0.095 4	0.099 3
0.011 2	0.061 7	0.051 1	0.122 3	0.037 0	0.012 5	0.012 1	0.047 8
0.009 9	0.033 6	0.017 6	0.092 8	0.062 4	0.028 6	0.083 0	0.023 8
0.017 7	0.149 0	0.216 0	0.343 1	0.019 9	0.071 4	0.133 0	0.121 2
0.036 3	0.333 7	0.259 6	0.645 3	0.027 1	0.131 5	0.173 1	0.179 2
0.043 1	0.561 4	0.630 1	0.874 4	0.001 2	0.191 0	0.210 0	0.250 0

注: 最小差值  $\min = 0.001 2$ , 最大差值  $\max = 0.874 4$ 。

**2.3 未来耕地数量预测分析** 为强化对土地资源的科学管理, 必须开展土地利用变化预测研究, 把现状管理和预测有机结合起来, 以便有效控制未来的土地利用。预测分析应选择适合的模型, 使预测值更接近实际发展情况。土地利用系统本质上是一个灰色系统, 既包含确定因素, 又包含不确定因素, 是一个内部机制复杂、不明确的系统<sup>[7]</sup>。因此, 采用灰色系统理论为基础的灰色预测模型来预测土地利用系统是可行的, 该研究拟采用灰色动态模型 GM(1, 1) 来预测未来的耕地变化情况。

灰色预测 GM(1, 1) 模型建立在历史数据基础上, 即利用过去的土地利用覆盖变化规律来预测未来的土地利用覆盖变化。样点土地利用覆盖变化的趋势是耕地面积持续下

降。根据1996~2004年耕地的数量变化情况,建立耕地面积的灰色动态预测模型<sup>[8]</sup>,GM(1,1)模型为:

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = b$$

式中,  $\begin{matrix} a \\ b \end{matrix} = [X^T X]^{-1} X^T Y$ 。

利用最小二乘法求解:

$$X = \begin{matrix} -\frac{1}{2}(x^{(1)}(2) + x^{(1)}(1)) & 1 \\ -\frac{1}{2}(x^{(1)}(3) + x^{(1)}(2)) & 1 \\ \dots & \dots \\ -\frac{1}{2}(x^{(1)}(m) + x^{(1)}(m-1)) & 1 \end{matrix}$$

$$Y = [x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), \dots, x^{(0)}(m)]^T$$

由此可得GM(1,1)预测模型:

$$x^{(1)}(t+1) = x^{(0)}(1) - \frac{b}{a} e^{-at} + \frac{b}{a}$$

根据GM(1,1)模型,对耕地进行预测,建模结果如下:

$$x^1(t+1) = -2\,555\,279.385\,570 e^{-0.013\,234t} + 2\,588\,592.055\,570$$

( $c=0.279\,8 < 0.35$ ,  $p=1 > 0.95$ , 通过显著性检验)

依据新一轮土地利用总体规划修编的要求,规划近期年为2010年,目标年为2020年。由此,预测未来16年的耕地数量(表6)。

表6 耕地未来16年预测值  $hm^2$

年份	预测值	年份	预测值
2005	30 219.110 08	2013	27 183.274 28
2006	29 821.822 63	2014	26 825.898 64
2007	29 429.758 27	2015	26 473.221 37
2008	29 042.848 33	2016	26 125.180 72
2009	28 661.025 07	2017	25 781.715 72
2010	28 284.221 59	2018	25 442.766 22
2011	27 912.371 91	2019	25 108.272 85
2012	27 545.410 89	2020	24 778.177 04

**2.4 耕地动态平衡分析** 依照上述灰色模型的预测,耕地减少数量相当大。根据《井研县近期土地整理规划2005~2010年》,至2010年,将整理增加耕地面积1 704.34  $hm^2$ ;全县未利用地5 080.10  $hm^2$ 中,坡度小于25°、土层厚度大于30 cm的可垦荒草地只有30.18  $hm^2$ ,可见,全县可开发的耕地后备资源严重不足;又加之全县的中、低产田土较多,复垦难度较大,由此看来,保持耕地动态平衡的形势相当严峻。

### 3 耕地保护对策研究

**3.1 增强土地意识,强化国土法制** 坚持以土地集约利用为核心,严格保护耕地为根本的指导方针,严格控制非农业建设用地占用耕地,落实耕地保护与占补平衡数量与质量并重的原则;努力增强全体公民爱护土地,珍惜资源,保护环境的土地意识。对国家颁布的法律法规必须坚持认真贯彻执行,使《规划》成为指导全县土地利用、保护、整治和管理工作的政策工具。由此,从政策方面对耕地保护制度加以强化。

**3.2 严格控制非农用地占用耕地,加强土地开发整理复垦**

非农建设占地往往是城镇近郊较好的耕地,比例小而影响大。因此,应加强非农建设占用耕地的管理,在土地利用总体规划修编时,确定2004~2020年建设用地、基本农田保护区等控制性目标和土地开发整理目标,确定城市发展、开发区和工业园区建设、重要基础设施建设用地范围。

针对井研县土地资源未充分利用,“四荒”、“四低”地数量较多的情况,应根据具体原因,采取相应措施,从培肥地力、科学管理、加强农田基本建设等方面着手,采取工程技术措施、生态措施和农业措施对其加以改造和利用,逐步提高耕地质量;同时加强土地开发、整理,提高土地利用效率,扩大耕地面积。

**3.3 建立耕地保护新理念,注重对粮食生产能力的保护**

目前,工业化和城镇化、农业经济结构调整、生态退耕等都对耕地保护造成了巨大的冲击,为此,应建立耕地保护的新理念,允许根据市场供求的大环境,在一定范围内适度调整耕地的农业用途。对基本农田,一方面,只要不破坏其原有的耕作层就可以发展林果业或进行其他类型的农业生产结构调整;另一方面,确实因建设需要并得到有关部门批准占用基本农田后,一些土壤肥沃、地力优良且保有良好耕作层的园地、林地或种植其他经济作物的农用地,就可以补划为基本农田,从而实现以不改变耕地地类性质的农用地数量的耕地总量动态平衡。

**3.4 加强动态监测,建立耕地预警系统,严厉查处违法占地,严格用途管制** 运用现代信息、遥感等高新技术,完善土地利用动态监测体系,逐步扩大监测范围和精度,提高对土地利用和耕地变化情况的检测能力,同时建立耕地预警体系,以便能及时、准确地发现和制止土地违法行为<sup>[9-10]</sup>。

### 4 结论

井研县保持耕地动态平衡的形式非常严峻,而经济发展使得耕地不可避免地被其他地类所占用,土地供需矛盾十分尖锐。要继续坚持理性发展、理性规划的思想,做到土地利用与开发并举,以求最大限度地保证各项用地的供给量与需求量达到协调一致,实现全县国民经济可持续发展。

### 参考文献

- [1] 甘永萍,周兴,郑小平.耕地供需预测方法研究——以博白县为例[J].地域研究与看法,2002,21(4):60-61.
- [2] 汪超辉,王克林,熊艳,等.湖南省耕地动态变化及驱动力研究[J].长江流域与环境,2004,13(1):53-57.
- [3] 赵红,刘建华.灰色系统理论在土地规划中的应用[J].河北农业大学学报,2001,24(1):76.
- [4] 陈玉萍,李江凤,高燕.城市边缘区土地利用动态变化与预测[J].湖北农业科学,2003,1(3):11.
- [5] 陈浮,陈刚,包浩生,等.城市边缘区土地利用变化及人文驱动力机制研究[J].自然资源学报,2001,16(3):204-205.
- [6] 陈玉成,吕宗清,李章平.环境数学分析[M].重庆:西南师范大学出版社,1998:107-113.
- [7] 刘耀林,刘艳芳,张玉梅.基于灰色-马尔柯夫链预测模型的耕地需求量预测研究[J].武汉大学学报:信息科学版,2004,29(7):575-576.
- [8] 蔡常丰.数学模型建模分析[M].北京:科学出版社,1995:148-151.
- [9] 王秀兰,苏忠.基于GIS的内蒙古耕地时空变化研究[J].干旱区地理,1999,22(2):71-72.
- [10] 高占国,赵旭阳.基于GIS的土地利用动态变化与预测[J].首都师范大学学报:自然科学版,2002,23(2):75-76.