

我国耕地面积与粮播面积的时序变化研究

党安荣

(清华大学建筑学院, 北京 100084)

阎守邕

(中国科学院遥感所, 北京 100101)

摘 要 本文就建国以来我国耕地面积和粮播面积的时序变化进行了深入的分析。作者在 1949 年~ 1995 年全国粮食生产数据库的支持下, 从变化趋势和变化机制两个方面, 对中国耕地面积和粮播面积的时序特征进行了定量研究; 在此基础上, 分别应用综合增长法和灰色等维递补法对耕地面积和粮播面积进行了动态预测, 结果表明: 到本世纪末 (2000 年), 我国耕地面积将是 9 400 万公顷, 粮播面积可保持 10 800 万公顷; 并分析了达到上述预测结果的可能性和艰巨性。

关键词 中国 耕地面积 粮播面积 时序变化 动态预测

耕地是土地自然属性与经济属性相结合的产物, 是人类农业生产活动的物质基础。耕地的数量和质量是一个国家的基本国情, 从总体上决定着国家的人口承载量。而用于种植粮食作物的耕地的数量 (粮播面积) 和质量, 则直接影响着粮食产量规模和农业经济水平。因此, 对建国以来我国耕地面积和粮播面积的时序变化趋势和变化机制进行研究, 认识其变化规律, 进而对未来作出预测, 将有助于我国宏观农业政策和农业发展战略的制定, 有利于农业的可持续发展。

1 耕地面积时序变化研究

1.1 耕地面积时序变化趋势分析

1.1.1 耕地面积以减为主, 绝对减少 290 万公顷

从耕地面积变化曲线 (图 1) 可直观地看出, 建国以来我国耕地面积除解放初期有一定增长外, 一直处于不断减少的状态。表 1 的定量分析则具体说明了这种变化, 在 1949~ 1995 的 47 年间, 47.39% 的年份耕地在减少, 只有 32.61% 的年份有增加, 而其中绝对增加的年份仅为 17.39%, 其余年份均是相对增加, 增加幅度也很小。从表 2 的变化率频数分布分析看, 耕地年变化幅度集中在 - 4.5% ~ 4.5% 之间, 呈正态分布, 峰值位于 0~ 0.50% 区域, 这进一步说明了耕地面积以不断减少为主的变化特征。正是由于这种变化特征, 使四十多年来耕地面积绝对减少 290 万公顷。

表 1 1949 年~ 1995 年中国耕地面积变化主要指标

Tab. 1 Major percentages of China's farmland area variation during 1949~ 1995			
主要指标	百分率	主要指标	百分率
增长年份比例	32.61	累积年增长	14.96
减少年份比例	67.39	累积年减少	17.63
最大增长率	4.10	平均年增长	0.99
最大减少率	4.41	平均年减少	0.57

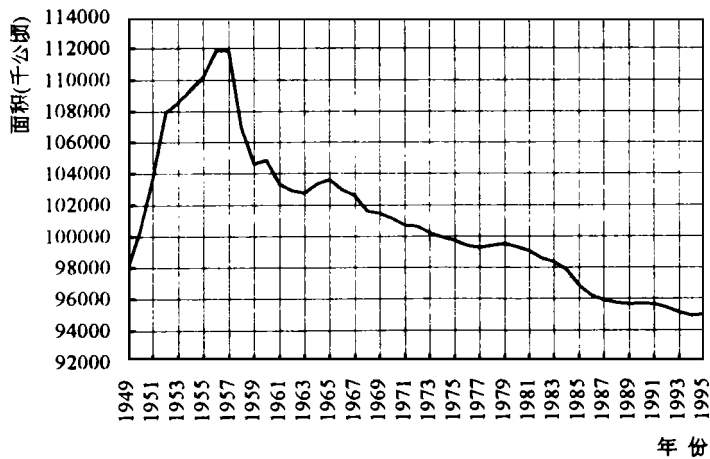


图 1 1949 年~ 1995 年中国耕地面积变化曲线

Fig. 1 Curve of China's fam land area variation during 1949~ 1995

表 2 1949 年~ 1995 年中国耕地面积变化率频数分布

Tab. 2 Frequencies of China's fam land area variation during 1949~ 1995

年变化区间 %	频 数	累积频数	频 率	累积频率
> 4. 50	0	15	0. 00	32. 61
1. 25~ 4. 50	4	15	8. 70	32. 61
0. 50~ 1. 25	4	11	8. 69	23. 91
0. 00~ 0. 50	7	7	15. 22	15. 22
0. 00	0	0	0. 00	0. 00
- 0. 50~ 0. 00	23	23	50. 00	50. 00
- 1. 25~ - 0. 50	5	28	10. 87	60. 87
- 4. 50~ - 1. 25	3	31	6. 52	67. 39
< - 4. 50	0	31	0. 00	67. 39

1. 1. 2 耕地减幅逐渐缩小、递减趋势得到控制

不同时间序列耕地面积综合增长率的计算结果(表 3), 从不同侧面反映了耕地面积的变化幅度和变化趋势, 所揭示的共同规律是耕地逐年递减的幅度正在加速降低。如 1955 年~ 1965 年, 耕地年平均递减率 0. 59%、1965 年~ 1975 年为 0. 35%、1975 年~ 1985 年为 0. 27%、1985 年~ 1995 年为 0. 18%、而 1990 年~ 1995 年仅为 0. 12%, 这定量地表明耕地减少幅度在不断降低; 特别是 1995 年较 1994 年耕地面积增加 0. 06%, 这种可喜的现象出现在我国经济飞速发展时期, 在一定程度上表明, 耕地减少的势头是可以控制的, 当然这是非常艰难的。

表 3 中国耕地面积增长率变化趋势分析

Tab. 3 Trends analyses of China's fam land area increase ratio changing (1949~ 1995)

序列区间	综合增长率	序列区间	综合增长率	序列区间	综合增长率
1949~ 1955	1. 712 69	1949~ 1995	- 0. 071 415	1949~ 1955	1. 712 69
1949~ 1965	0. 320 133	1955~ 1995	- 0. 374 276	1955~ 1965	- 0. 595 14
1949~ 1975	0. 059 569	1965~ 1995	- 0. 283 831	1965~ 1975	- 0. 348 536
1949~ 1985	- 0. 037 193	1975~ 1995	- 0. 236 422	1975~ 1985	- 0. 271 316
1949~ 1995	- 0. 071 415	1985~ 1995	- 0. 180 035	1985~ 1995	- 0. 180 035

1. 2 耕地面积时序变化机制分析

影响耕地变化的因子有土地属性、农业政策、农业结构、社会发展和土地垦殖等（党安荣，1997），其中能够量化的指标可归纳为五类十种，定量分析耕地面积变化与这十个指标的相关系数及灰色关联度（表 4）不难发现，耕地的减少与人口的增加和经济发展关系最为密切。其中经济发展具有双重作用：一方面，经济发展使综合国力增强，人均国民总产值增加必然导致农业财政支出和农业基本建设投资增加，有利于土地垦殖与农田基建的开展，使耕地面积扩大；另一方面，第二及第三产业经济的大力发展，直接使耕地向商业用地转化；而且经济的发展必然促进社会消费及基础建设，使部分耕地被征用或占用引起耕地流失。这种关系可用下述多元回归方程定量表达：

$$Y = 127\,240.090\,89 + 2.329\,78X_1 + 8.903\,31X_2 + 20.679\,83X_3 - 0.945\,57X_4 - 0.304\,92X_5 - 0.318\,57X_6$$

式中 Y——耕地面积

X₁——人均国民总产值

X₂——财政农业支出

X₃——农业基建投资

X₄——总人口

X₅——第二产业产值

X₆——社会消费

$R = 0.997\,44, F = 129.96$

即：耕地面积变化与综合国力及农业投资成正相关，与总人口、工业发展及社会消费成负相关。对于难以量化的因子（如农业政策）对耕地变化的影响，一方面体现在上述量化指标中，另一方面从

不同时间序列耕地变化率（表 3）可以说明，如 1949~ 1955 年耕地的扩大、1955~ 1965 年耕地的锐减、1985~ 1995 年耕地减少幅度的降低，都充分说明了农业政策的巨大作用。

1. 3 耕地面积动态预测分析

根据上述耕地面积时序变化特征分析，以近十五年的耕地面积变化率及变化趋势预测未来是较为合理的，为此我们选择 1980 年~ 1995 年，1985 年~ 1995 年及 1990 年~ 1995 年三个子序列数据，分别计算其综合增长率及变化率，建立综合增长预测模型和灰色预测模

表 4 中国耕地面积与主要影响因素的相关性分析

Tab. 4 Correlation between Fam land area and main related factors in China

相关因素	单相关系数	灰色关联度
1. 耕地面积与总人口	0. 945 23	0. 972 873
与人均国民生产总值	0. 710 60	0. 736 519
2. 耕地面积与财政农业支出	0. 769 46	0. 737 921
与农业基本建设投资	0. 635 41	0. 723 485
3. 耕地面积与农民人均纯收入	0. 763 98	0. 805 686
与居民人均纯收入	0. 706 91	0. 727 512
4. 耕地面积与社会消费水平	0. 751 70	0. 726 185
与居民消费水平	0. 762 97	0. 727 978
5. 耕地面积与第二产业产值	- 0. 666 05	- 0. 701 995
与第三产业产值	- 0. 716 07	- 0. 680 795

型, 进行动态预测, 结果分别列于表 5 和表 6。三个子序列分别代表着三种可能的变化趋势: 子序列一是耕地递减较快、且逐年加剧, 子序列二是耕地递减较快、但逐年变缓, 子序列三则是耕地递减较缓、且逐年减慢。显然, 这将对对应着三种可能的政策控制水平: 其一是政策不力, 随经济快速发展、大量耕地被占用、而且愈演愈烈, 如同L ister Brown 所言; 当然, 这种情况是不希望出现的; 其二是政策比较适当, 有效地保护了基本耕地, 使经济发展对耕地的占用得以控制, 但并不影响经济快速发展, 这是比较适中的方案; 其三则是政策非常强硬, 一切从保护耕地出发, 严格控制耕地流失, 象近两年的种种措施一样; 这是较高的方案, 难度很大。从两种方法及三种方案的预测结果 (表 5, 表 6) 看, 到本世纪末 (2000 年), 我国保持 9 400 万公顷耕地是有潜力的。

表 5 综合增长法动态预测中国耕地面积				表 6 等维灰色递补法动态预测中国耕地面积			
Tab. 5 Dynamic prediction of China's farmland area by comprehensive method				Tab. 6 Dynamic prediction of China's farmland area by equal dimension GM (1, 1)			
年份	耕地递减较快且逐年加剧 (千公顷)	耕地递减较快且逐年变缓 (千公顷)	耕地递减较缓且逐年减慢 (千公顷)	年份	低方案 (千公顷)	中方案 (千公顷)	高方案 (千公顷)
1996	94 704. 0	94 799. 9	94 851. 5	1996	94 095. 5	94 696. 5	94 781. 3
1997	94 437. 8	94 629. 4	94 732. 3	1997	93 907. 6	94 576. 1	94 684. 4
1998	94 172. 2	94 459. 5	94 613. 4	1998	93 749. 6	94 479. 8	94 550. 6
1999	93 907. 3	94 290. 0	94 494. 8	1999	93 626. 5	94 364. 5	94 397. 9
2000	93 643. 1	94 121. 0	94 376. 4	2000	93 508. 1	94 241. 2	94 245. 3

2 粮播面积时序变化研究

2.1 粮播面积时序变化趋势分析

2.1.1 粮播面积有增有减、正负变化接近平衡

图 2 是建国以来我国粮播面积变化曲线, 从中可以直观地发现, 中国粮播面积经历了迅速增长、急剧下降、上下波动、逐渐减少和趋于稳定的变化过程。表 7 及表 8 的分析数据, 则定量地揭示了我国粮播面积的时序特征。四十多年来, 我国粮播面积在 24 个年份里有增加, 而其中绝对增长年份只有 7 年, 相对增长年份则为 17 年; 另外 22 年则有程度不等的减少。累积年增长率 45. 83%, 而累积年减少率为 44. 02%; 最大年增长率仅 5. 52%, 而最大年减少率达 9. 08%。对粮播面积变化率频数分布的分析表明: 变化率主要集中在 - 6. 75% ~ 6. 25% 之间, 而且在 - 1. 25% ~ 1. 25% 区间出现峰值, 由此向外逐渐减少, 呈现出较为典型的正态分布。这说明粮播面积变化虽有大起大落, 但主要是在 - 1. 25% ~ 1. 25% 之间左右振荡, 处于上下徘徊状态, 从而使总增长与总减少接近平衡。

表 7 1949 年~ 1995 年中国粮播面积变化主要指标			
Tab. 7 Major percentages of China's grain-crop sown area variation during 1949~ 1995			
主要指标	百分率	主要指标	百分率
增长年份比例	52. 17	累积年增长	45. 83
减少年份比例	47. 83	累积年减少	44. 02
最大增长率	5. 52	平均年增长	1. 91
最大减少率	9. 08	平均年减少	2. 00

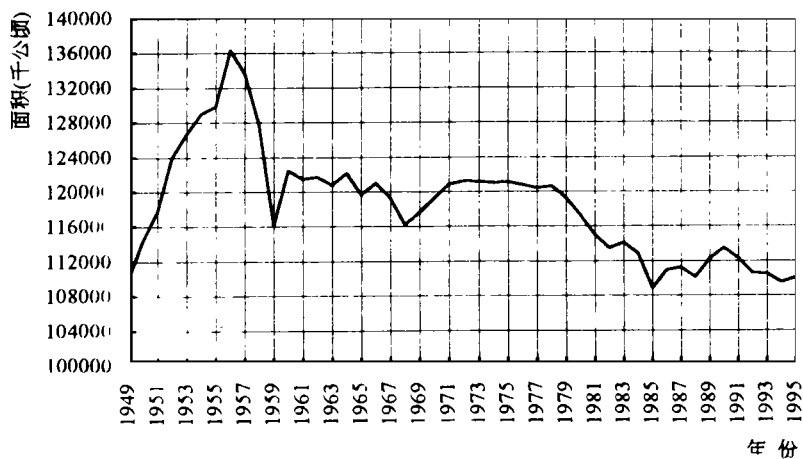


图 2 1949 年~ 1995 年中国粮播面积变化曲线

Fig. 2 Curves of China's grain-crop sown area variation during 1949~ 1995

表 8 1949 年~ 1995 年中国粮播面积变化率频数分布

Tab. 8 Frequencies of China's grain-crop sown area variation during 1949~ 1995

年变化区间	频 数	累积频数	频 率	累积频率
> 6.75	0	24	0.00	52.17
4.50~ 6.75	4	24	8.69	52.17
2.25~ 4.50	2	20	4.35	43.48
1.25~ 2.25	6	18	13.04	39.13
0.00~ 1.25	12	12	26.09	26.09
0.00~ 0.00	0	0	0	0
- 1.25~ 0.00	10	10	21.74	21.74
- 2.25~ - 1.25	7	17	15.22	36.96
- 4.50~ - 2.25	2	19	4.35	41.31
- 6.75~ - 4.50	2	21	4.35	45.66
< - 6.75	1	22	2.17	47.83

2.1.2 粮播面积变化趋缓、总体呈现减势

表 9 所列数字，是对 1949 年~ 1995 年我国粮播面积各序列组数据进行处理后获得的综合增长率。由表可知，基于全序列的综合增长率是- 0.129 384，此为多年平均状况，说明了粮播面积总体呈现出减少的趋势。而当固定序列起点，以间隔 10 年滑动序列终点时，得到的综合增长率（第 2 列）明显地反映出粮播面积由大幅度增长、缓慢增长到缓慢减少的趋缓型变化势态。当固定序列终点，以 10 年为间距滑动起点时，得到的综合增长率（第 4 列）则更多地反映了粮播面积有增有减、增减交替、而总体呈减的变化过程。固定间隔而滑动起点与终点的子序列分析（第 6 列）则综合反映了上述两个方面的信息。上述分析所

揭示的我国粮播面积“总体呈现减势”的结论提醒我们, 虽然四十多年来粮播面积增减大致平衡, 但潜在着继续减少的危机, 只有积极采取保护耕地、保护基本农田的有效措施, 方可稳定粮播面积。

表 9 中国粮播面积增长率变化趋势分析

Tab. 9 Trends analyses of China's grain-crop sown area increase ratio changing (1949~ 1995)

序列区间	综合增长率	序列区间	综合增长率	序列区间	综合增长率
1949~ 1955	2. 416 72	1949~ 1995	- 0. 129 384	1949~ 1955	2. 416 72
1949~ 1965	0. 392 819	1955~ 1995	- 0. 560 928	1955~ 1965	- 0. 930 827
1949~ 1975	0. 240 186	1965~ 1995	- 0. 357 695	1965~ 1975	0. 015 148 6
1949~ 1985	- 0. 156 254	1975~ 1995	- 0. 539 61	1975~ 1985	- 0. 995 958
1949~ 1995	- 0. 129 384	1985~ 1995	0. 091 732	1985~ 1995	0. 091 732 2

2. 2 粮播面积时序变化机制分析

影响粮播面积的六大因素分别是耕地面积、耕地属性、种植结构、粮食政策、经济环境和复种指数(党安荣, 1997), 其中粮食政策因素由于缺乏数据的支持, 无法定量分析; 而对其余五因素, 本文做了大量统计分析与关联分析, 表 10 所列就是对建国以来我国粮播面积变化与相关因素进行全序列研究所得结果。对比表列所有相关系数及灰色关联度可以得出结论: 引起粮播面积变化的主要因素是耕地面积与复种指数, 其次是种植结构(经播面积、粮播面积), 再次是耕地属性(水田面积、旱地面积); 此外还与社会经济状况(总人口、农业投资)及主要粮食作物种植结构有一定关系。采用逐步回归方法得到粮播面积(Y)耕地面积(X_1)、复种指数(X_2)、经播面积(X_3)、它播面积(X_4)等因素的多元回归方程为:

$Y = 1. 279\ 256X_1 + 863. 966\ 727X_2 - 0. 938\ 059X_3 - 0. 853\ 971X_4 - 112\ 937. 983\ 6$
方程的复相关系数为 0. 992 0, F 检验值 601. 784, 效果非常显著。回归方程进一步表明, 粮播面积与耕地面积和复种指数成正比、与经播面积和它播面积成反比。

至于政策及经济环境对粮播面积的影响, 可借助表 9 的粮播面积变化率进行分析, 1949 年~ 1955 年, 我国粮播面积平均每年增长 2. 42%, 这多半是政策得当, 经济环境也有利于粮食生产发展; 而 1955 年~ 1965 年, 粮播平均每年减少 0. 93%, 主要原因是政策上的失误, 也与自然灾害有关; 1975 年~ 1985 年虽然农村改革政策有利于粮食生产, 但粮播面积再次锐减, 主要是由于经济环境决定的比较利益驱使粮田向非粮田转化, 当然, 政府的有意识结构调整也是次要原因之一; 而 1985 年~ 1995 年耕地面积趋于稳定, 则主要得益于“基本农作保护”等

表 10 中国粮播面积与主要影响因素的相关性

Tab. 10 Correlation between grain-crop sown area and main related factors in China

相关因素	单相关系数	灰色关联度
1. 粮播面积与耕地面积	0. 914 80	0. 79 9152
与复种指数	0. 635 04	0. 902 703
2. 粮播面积与经播面积	- 0. 612 89	- 0. 563 585
与它播面积	- 0. 611 52	- 0. 682 733
3. 粮播面积与旱地面积	0. 870 12	0. 666 530
与水田面积	0. 565 77	0. 612 014
4. 粮播面积与农业投资	0. 729 98	0. 651 694
与总人口数	0. 684 57	0. 731 758

行之有效的政策。因此，制定合理的农业及粮食政策、加强基本农田保护、减少耕地流失、提高复种指数，是稳定粮播面积之关键。

2.3 粮播面积动态预测分析

按照上述关于粮播面积变化趋势的分析，本文应用“综合增长预测”和“等维灰色递补预测”两种方法对粮播面积进行动态预测；同时探索以有代表性的子序列数据来对全序列进行预测的新途径。根据粮播面积的变化规律，分别选择 1949 年~ 1995 年，1965 年~ 1995 年和 1985 年~ 1995 年三个子序列进行预测。因为一方面，这三个子序列分别代表了粮播面积变化的长期趋势、中期趋势和近期趋势，有利于我们从不同时间尺度上将历史、现实与未来结合起来进行分析；另一方面，这三个序列分别代表着“减速减少、加速减少和波动增加”三种变化方式下可能的变化趋势；这样可使预测结果更具可信度。表 11 所列是用综合增长法，以 1995 年为基数进行预测所获结果；表 12 则是等维灰色递补预测法分别建立动态预测模型群，进行计算所得预测值。从六个预测数字来看，到本世纪末（2000 年）保持 10 800 万公顷的粮播面积大有希望，但任务很艰巨，必须采取切实可行的措施。

表 11 综合增长法动态预测中国粮播面积
Tab. 11 Dynamic prediction of China's grain-Crop
sown area by comprehensive method

年 份	加速减少 (千公顷)	减速减少 (千公顷)	波动增加 (千公顷)
1996	109 918	109 666	110 161
1997	109 775	109 274	110 263
1998	109 633	108 883	110 367
1999	109 492	108 494	110 472
2000	109 350	108 106	110 579

表 12 等维灰色递补法动态预测中国粮播面积
Tab. 12 Dynamic prediction of China's grain-crop
sown area by equal dimension GM (1, 1)

年 份	低方案 (千公顷)	中方案 (千公顷)	高方案 (千公顷)
1996	109 294.8	110 464.0	110 419.3
1997	108 724.5	109 540.5	110 017.5
1998	108 057.0	108 744.5	109 578.8
1999	107 251.8	108 117.0	109 031.5
2000	106 428.8	107 637.5	108 642.3

参 考 文 献

1 Dent & M. J. Blackie System Simulation in Agriculture London: Applied Science Pub, 1979
2 Dalton edit Study of Agricultural Systems London: Applied Science Publisher, 1975
3 C. R. W. Spedding Introduction to Agricultural Systems London: Applied Science Publisher, 1979
4 Vaclav Smil China's Agro-Ecosystem. Agro-Ecosystems, 1981, 7 27~ 46
5 党安荣 基于 GIS 的中国粮食生产潜力与时空变化研究 中国科学院遥感所博士论文, 1997.
6 刘志澄 中国粮食之研究 中国农业科技出版社, 1989.
7 中华人民共和国国务院新闻办公室 中国的粮食问题 光明日报, 1996-10-25 日
8 王宏广. 中国粮食问题、潜力、道路、效益 农业出版社, 1993
9 林毅夫, 梅方权等 中国粮食前景与战略 中国农村经济, 1995, 8 3~ 18
10 中国农业科学院农经研究所 我国粮食问题的宏观分析 农业经济问题, 1995, 2
11 刘天福, 姚监复 农业实用预测技术及其应用 广东科技出版社, 1988, 1
12 刘志澄 “九五”农业发展的两大主题 农业经济问题, 1996, 1, 15~ 16

A STUDY ON THE TEMPORAL VARIATION OF CHINA'S FARMLAND AREA AND GRAIN-CROP SOWN AREA

Dang Anrong

(School of Architecture, Tsinghua University, Beijing 100084)

Yan Shouyong

(Institute of Remote Sensing Application, CAS, Beijing 100101)

Abstract

The temporal variation of China's farmland area and grain-crop sown area since the year 1949 are studied comprehensively in this paper. Supported by the database of China's national grain production, the author studies the temporal variation characteristics of China's farmland area and grain-crop sown area quantitatively in two aspects: temporal variation tendency and temporal variation mechanism. Based on the temporal variation regularity obtained above, China's farmland area and grain-crop sown area are predicted by "comprehensive dynamic prediction method" and "equal dimensional GM (1, 1) dynamic prediction method". The prediction result is that China's farmland area will be 94 000 thousand hectares and China's grain crop sown area will be 108000 thousand hectares by the year 2000.

Key words China, Farmland area, Grain-crop sown area, Temporal variation, Dynamic prediction

作者简介

党安荣, 男, 一九六四年生于陕西佳县。一九八五年获陕西师范大学“地理学”学士学位; 一九八八年获西北大学“地图学与遥感”专业硕士学位, 同年分配到煤炭部航测遥感局计算中心从事 GIS 与 CAD 工作; 一九九七年获中国科学院遥感应用研究所“地图学与地理信息系统”专业博士学位, 博士论文题目是“基于 GIS 的中国粮食生产潜力与时空变化研究”; 目前在清华大学建筑学院博士后流动站, 主要从事基于 RS 和 GIS 的城市总体规划研究。已发表论文 30 余篇。专长于 RS 与 GIS 在农业工程及其他领域中的应用研究。