

农牧交错区耕地净第一性生产力动态变化研究

——以陕西榆林市榆阳区为例

莫宏伟^{1,2}, 刘礼英², 任志远³, 阳岳龙¹, 韩用顺¹

(1. 湖南科技大学建筑学院, 湖南 湘潭 411201; 2. 西渡中学, 湖南 衡阳 421200; 3. 陕西师范大学, 陕西 西安 710062)

摘要: 以榆林市榆阳区 1984~2003 年各乡镇的粮食产量统计数据为依据, 选用了适合农用地的净第一性生产力估算模型, 对该区耕地净第一性生产力单位面积量及总量进行分区动态测算, 以揭示生态环境对耕地净第一性生产力的影响。研究表明: (1) 1984~2003 年间, 榆阳区耕地净第一性生产力总量在波动中上升, 20a 内总物质质量从 $21.94 \times 10^4 \text{ t/a}$ 增加到 $57.98 \times 10^4 \text{ t/a}$, 年度递增率为 5.24%。(2) 在 1984~2001 年间, 榆阳区北部耕地净第一性生产力远高于南部, 且呈较快上升趋势, 而南部黄土丘陵沟壑区的耕地净第一性生产力呈较平缓的波动变化, 且略有下降。(3) 在 1984~2001 年间, 榆阳区城区、近郊、远郊的差异性在单位耕地面积净第一性生产力上体现为城区>近郊>远郊; 在耕地 NPP 总量方面, 城区、近郊和远郊都表现为在波动中上升, 三区变化以远郊波动幅度最大。(4) 榆阳区耕地净第一性生产力总量的大幅增长有农业投入增加的原因, 但主要得益于该区的生态环境的改善。

关键词: 农牧交错区; 榆阳区; 耕地; 净第一性生产力; 动态变化。

中图分类号: F 301.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2007) 01-0015-06

生态环境的优劣直接影响着人们的生活和生产的各个方面。本文选择实施“退耕还林, 退耕还草”政策取得明显生态效益的陕西榆林市榆阳区为研究样区, 综合中外学者在生态价值及净第一性生产力方面的研究成果^[1~13], 对榆阳区南部黄土丘陵沟壑区、北部风沙草滩区及城区、近郊、远郊的耕地净第一性生产力进行时空动态研究, 以研究耕地净第一性生产力对生态环境的响应情况, 为生态环境建设与发展经济的一致性提供依据。

1 研究区概况

榆阳区位于东经 $108^{\circ}58'$ ~ $110^{\circ}24'$ 、北纬 $37^{\circ}49'$ ~ $38^{\circ}58'$, 地处毛乌素沙漠与陕北黄土高原丘陵沟壑区连接地带; 东西长 128 km, 南北长 124 km, 总面积为 $7\,053 \text{ km}^2$ 。境内地形地貌大致以长城为界, 北为风沙草滩区, 地势开阔平坦, 沙丘、草滩交错分布, 约占总面积的 65.1%; 南属黄土高原丘陵沟壑区, 梁峁起伏, 沟壑纵横, 约占总面积的 34.9%; 全境地势东北高, 中部、南部低, 最高海拔 1 413 m(位于麻黄梁乡), 最低海拔 870 m(位于镇川镇)。该区属中温带半干旱大陆性季风气候, 雨少不均, 气候干燥; 年均气温 8.3°C , 最高气温 38.6°C , 最低气温 -32.7°C ; 区内降水主要集中在 6~9 月, 且由南向

北递减, 年均降水量为 405 mm, 最大为 695.4 mm, 最小为 159.6 mm。

根据地形和土壤分布等自然因素的实际情况将本区划分为北部的风沙草滩区和南部的黄土丘陵沟壑区, 其中风沙草滩区包括 17 个乡镇, 面积为 $490\,447.81 \text{ hm}^2$, 占榆阳区总面积的 71.16%; 黄土丘陵沟壑区包括 12 个乡镇, 面积为 $198\,722.64 \text{ hm}^2$, 占全区总面积的 28.84%(见图 1)。

为研究人类活动强度对榆阳区生态系统服务功能价值影响, 将该区划分为城区、近郊区和远郊区: 城区部分包括城市建成区和榆阳乡, 面积 $10\,660.70 \text{ hm}^2$, 占榆阳区总面积的 1.55%; 近郊区包括芹河乡、牛家梁镇、青云乡和刘官寨乡, 面积 $73\,102.81 \text{ hm}^2$, 占榆阳区总面积的 10.61%; 其它的 23 个乡镇为远郊区, 面积 $605\,406.93 \text{ hm}^2$, 占榆阳区总面积的 87.84%(见图 2)。

2 研究方法

耕地净第一性生产力(NPP) 测算模型^[13]:

$$Q = B \times (1 - R) / f$$

式中: Q 为净第一性生产力; B 为经济产量^[14]; R 为经济产量含水率; f 为经济系数^[15,16](见表 1)。

收稿日期: 2006-03-23

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40371003)

作者简介: 莫宏伟(1968—), 男, 湖南衡阳人, 硕士, 研究方向为城乡国土资源评价与 GIS。E-mail: mhw819@sina.com。



图 1 榆阳区北部风沙草滩区和南部黄土丘陵沟壑区分布示意图

Fig. 1 Distribution map of northern wind drift sand region and southern loess hilly gully region

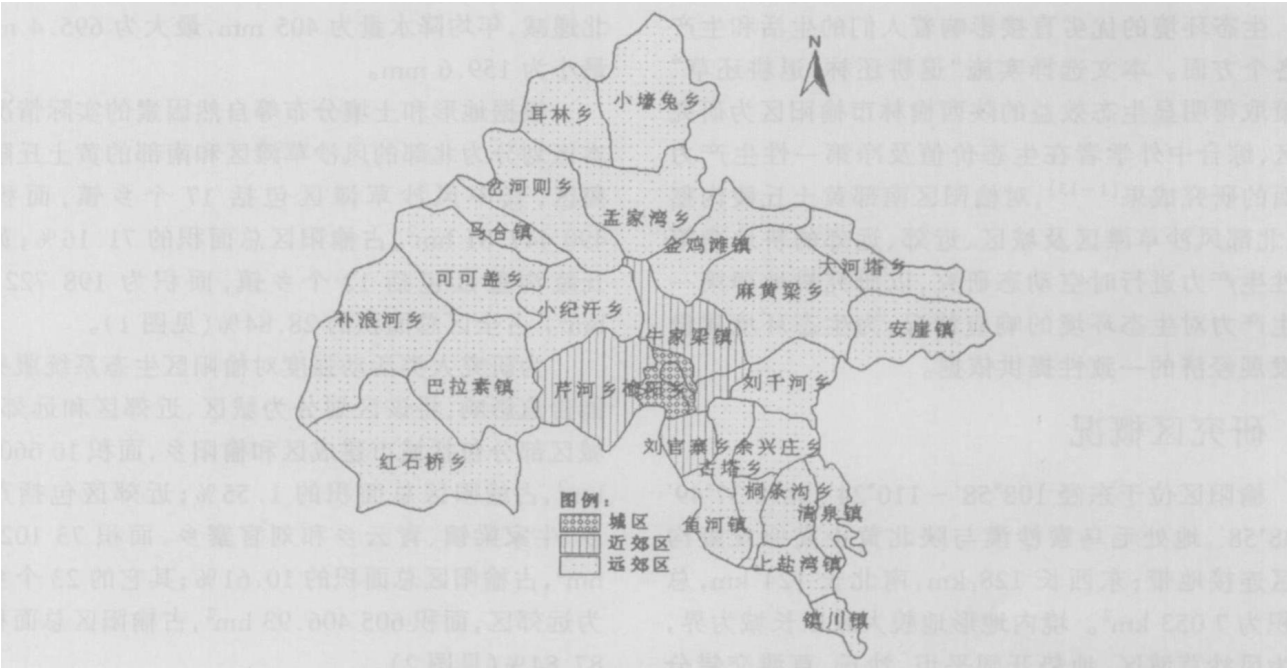


图 2 榆阳区城区、近郊区及远郊区分布示意图

Fig. 2 Distribution map of urban , suburb and outer suburb of Yuyang district

表 1 农作物经济系数及经济产量含水率

Table 1 Econo mical coefficient and econo mical output moisture content of crops

种类 Category	经济系数(上限) Econo mical coefficient (top)	经济系数(下限) Econo mical coefficient (low)	经济产量含水率(%) Econo mical output moisture content
小麦 Wheat	0.35	0.50	13.0
稻谷 Rice	0.38	0.51	14.0
玉米 Corn	0.30	0.40	14.0
薯类 Potato	0.33	0.45	13.3
豆类 Pulse	0.20	0.30	12.5

3 结果与分析

3.1 耕地净第一性生产力测算及时间变化特点分析

1984~2003 年间,榆阳区耕地净第一性生产
力总量在波动中上升(见图 3),20 年内总物质量从
21.94 万 t/a 增加到 57.98 万 t/a,在 1984 年的基
础上增加了 1.64 倍,年度递增率为 5.24%。榆阳

区耕地净第一性生产力总量的提高主要源于单位耕
地面积净第一性生产力的提高,即耕地单产的提
高,榆阳区单位耕地面积净第一性生产力在研究的
20 年内从 4.16 t/(hm²·a) 上升到 10.82
t/(hm²·a),增加了约 1.6 倍,因而在耕地面积减少
的情况下仍能保持榆阳区耕地净第一性生产力总量
的大幅增长。

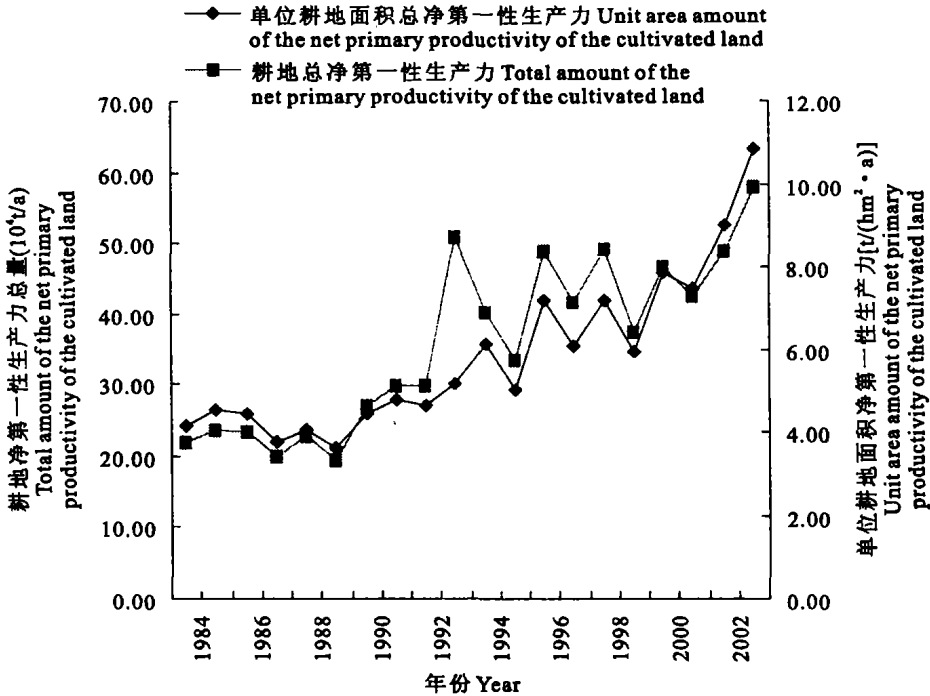


图 3 榆阳区 1984~2003 年耕地净第一性生产力总量及单位面积量变化曲线

Fig. 3 Total amount and unit area amount of the net primary productivity of the cultivated land in Yuyang district during 1984~2003

3.2 耕地净第一性生产力分区测算及空间差异分析

榆阳区的耕地净第一性生产力存在自然因素主
导的南北差异和人文因素主导的城乡差异。下面根
据各分区单位耕地面积净第一性生产力(见表 2) 及
耕地净第一性生产力总量(见表 3) 的测算结果来分
述南北差异和城乡差异。

南北差异表现为:北部风沙草滩区单位耕地面
积净第一性生产力从 1984 年的 6.73t/(hm²·a) 增
加到 2001 年的 13.01t/(hm²·a),增加了近 1 倍;而
南部黄土丘陵沟壑区单位耕地面积净第一性生产力
从 1984 年的 2.55t/(hm²·a) 变为 2001 年的 2.11
t/(hm²·a);在研究期内北部平均单位耕地面积净第
一性生产力为 9.08t/(hm²·a),南部仅为 2.35
t/(hm²·a),北部为南部的 3.86 倍;说明北部单位耕
地面积生产力远高于南部,且呈较快上升趋势,而南
部黄土丘陵沟壑区的单位耕地面积净第一性生产力
在 1984~2001 年间呈较平缓的波动变化,且略有下

降。北部的耕地净第一性生产力总量从 1984 年的
12.95 万 t/a 增加到 2001 年的 37.19 万 t/a,总体呈
快速波动上升趋势,而南部耕地净第一性生产力总
量从 1984 年的 8.99 万 t/a 减少到 2001 年的 5.29
万 t/a,呈下降趋势^[14];北部总量的增加有耕地面积
增加的因素,但单位耕地面积生产力的提高是主因,
南部总量下降是面积和耕地生产力共同减缩的结
果。

榆阳区城区、近郊、远郊的差异性在耕地净第
一性生产力上表现为:在研究期内平均单位耕地面积
净第一性生产力方面:城区从 1984 年的 7.76
t/(hm²·a) 增加到 2001 年的 16.48t/(hm²·a),平均
值为 13.70t/(hm²·a);近郊从 7.06t/(hm²·a) 增加
到 9.75t/(hm²·a),平均值为 8.80t/(hm²·a),远郊
从 3.64t/(hm²·a) 增加到 7.45t/(hm²·a),平均值
为 5.04t/(hm²·a),体现为城区>近郊>远郊;在耕
地净第一性生产力总量方面,城区、近郊和远郊都表

表 2 榆阳区 1984~2001 年单位面积耕地净第一性生产力分区统计 $[\text{t}/(\text{hm}^2\cdot\text{a})]$

Table 2 Region statistical table of unit area amount of the net primary productivity of the cultivated land in Yuyang district during 1984~2001

年份 Year	城区 Urban	近郊 Suburb	远郊 Outer suburb	北部风沙草滩区 Northern wind drift sand region	南部黄土丘陵沟壑区 Southern loess hilly gully region
1984	7.76	7.06	3.64	6.73	2.55
1985	12.60	8.53	3.91	7.57	2.77
1986	12.66	8.44	3.80	6.63	3.06
1987	12.24	6.93	3.09	5.78	2.22
1988	13.03	7.55	3.54	5.23	3.33
1989	14.04	7.61	2.69	5.99	1.62
1990	14.73	8.09	3.82	7.93	1.80
1991	13.08	7.84	4.19	8.74	1.28
1992	13.07	7.75	4.06	7.70	1.82
1993	12.86	7.70	7.64	13.09	2.54
1994	14.00	8.23	5.70	8.92	3.31
1995	11.61	8.65	4.50	8.49	1.61
1996	14.94	10.89	7.18	11.92	3.80
1997	16.45	10.41	5.66	10.88	1.52
1998	17.73	11.09	6.85	11.52	3.21
1999	12.94	9.99	5.52	10.68	1.03
2000	16.35	11.83	7.56	12.65	2.72
2001	16.48	9.75	7.45	13.01	2.11

表 3 榆阳区 1984~2001 年耕地净第一性生产力总量分区统计 $(10^4\text{t}/\text{a})$

Table 3 Region statistical table of total amount of the net primary productivity of the cultivated land in Yuyang district during 1984~2001

年份 Year	城区 Urban	近郊 Suburb	远郊 Outer suburb	北部风沙草滩区 Northern wind drift sand region	南部黄土丘陵沟壑区 Southern loess hilly gully region
1984	0.54	3.81	17.59	12.95	8.99
1985	0.87	4.55	18.30	14.32	9.40
1986	0.84	4.48	18.12	13.04	10.40
1987	0.83	4.02	15.10	12.44	7.50
1988	0.89	4.57	17.41	11.69	11.17
1989	1.46	4.48	13.39	13.91	5.42
1990	1.55	5.40	20.08	20.93	6.11
1991	1.42	5.55	22.90	25.55	4.31
1992	1.43	5.78	22.70	23.79	6.11
1993	1.42	5.93	43.58	42.45	8.48
1994	1.59	6.51	32.18	29.55	10.73
1995	1.32	6.65	25.46	28.27	5.16
1996	1.70	8.61	38.59	36.76	12.13
1997	1.87	8.29	31.37	36.88	4.65
1998	1.84	8.94	38.47	39.24	10.01
1999	1.34	7.94	27.97	34.44	2.81
2000	1.66	8.71	36.22	39.83	6.76
2001	1.54	7.18	33.76	37.19	5.29

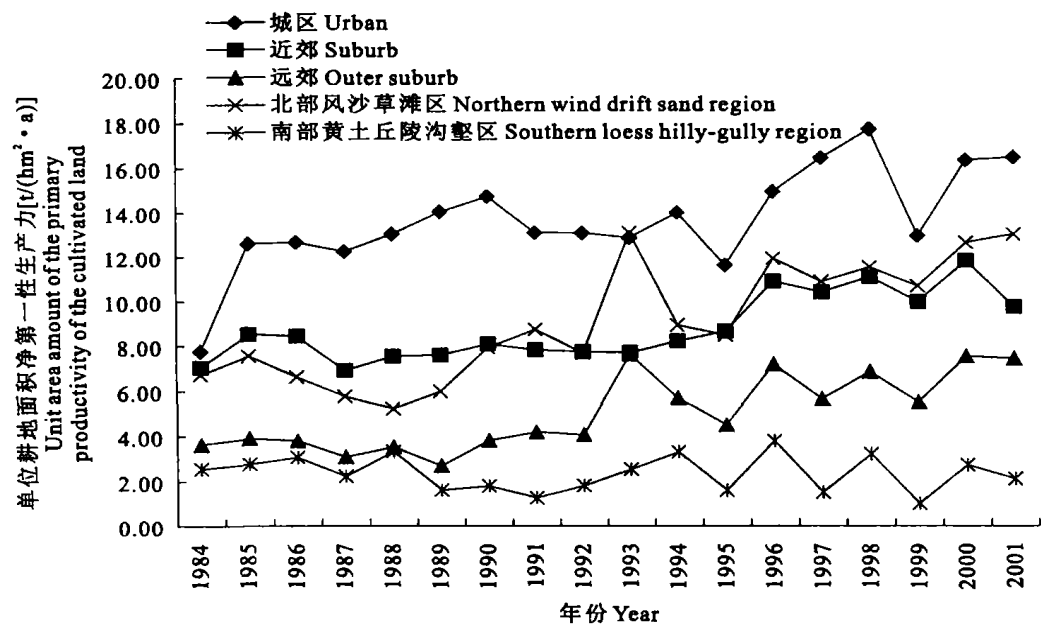


图 4 榆阳区 1984~2001 年各分区单位耕地面积净第一性生产力变化

Fig. 4 Region statistics chart of unit area amount of the net primary productivity of the cultivated land in Yuyang district during 1984~2001

现为在波动中上升,三区变化以远郊波动幅度最大(见图 4);城区、近郊、远郊耕地净第一性生产力差异的形成主要是政策及经济利益等人文因素驱动的结果,由于耕地的经营比较利益一般是城区>近郊>远郊,对耕地的投入也基本形成了城区>近郊>远郊的局面,其耕地产出率也必然是城区>近郊>远郊,同时,前期的大规模开荒和后期政府的退耕还林还草都主要发生在远郊,因而出现了远郊耕地净第一性生产力总量大起大落的现象。

3.3 生态环境对耕地净第一性生产力影响定量分析

为了更进一步了解各影响因素在榆阳区净第一性生产力变动中所起的作用,在统计软件 SPSS 12.0 支持下,根据榆阳区现有的资料水平,在研究时段系列资料的影响因子中选取了生态系统服务功能价值^[1] X_1 、化肥使用量 X_2 、农机使用量^[14] X_3 等三项指标对净第一性生产力 Y 做多元线性回归分析,得出以下数学模型:

$$Y = 1.634X_1 - 0.724X_2 - 0.196X_3 \quad (R^2 = 0.837, \text{通过了 } 1\% \text{ 的显著性检验})$$

模型表明生态环境的改善是该区耕地产出能力提高的重要原因。“三北防护林带”等治沙工程建设及“退耕还林、退耕还草”政策的实施不仅使该区的生态环境显著优化,同时也使该区耕地净第一性生产力大幅提高,实现了环境和经济的双赢。

4 结 论

- 1) 1984~2003 年间,榆阳区耕地净第一性生产力总量在波动中上升,20a 内总物质质量从 21.94 万 t/a 增加到 57.98 万 t/a,在 1984 年的基础上增加了 1.64 倍,年度递增率为 5.24%。
- 2) 在 1984~2001 年间,榆阳区北部耕地净第一性生产力远高于南部,且呈较快上升趋势,而南部黄土丘陵沟壑区的耕地净第一性生产力呈较平缓的波动变化,且略有下降。
- 3) 在 1984~2001 年间,榆阳区城区、近郊、远郊的差异性在单位耕地面积净第一性生产力上体现为城区>近郊>远郊;在耕地净第一性生产力总量方面,城区、近郊和远郊都表现为在波动中上升,三区变化以远郊波动幅度最大。
- 4) 榆阳区耕地净第一性生产力总量的大幅增长有农业投入增加的原因,但主要得益于该区的生态环境的改善。

参考文献:

[1] Lieth H, Whittaker R H. Primary Productivity of the Biosphere [M]. New York: Springer-Verlag Press, 1975.

[2] Carbon and Climate Working Group. A.U.S. Carbon cycle science plan [EB/OL]. <http://www.carboncyclescience.gov/plan-night.html>, 1999.

[3] 周广胜,张新时.自然植被净第一性生产力模型初探[J].植物生态学报,1995,19(3):193—200.

[4] 周广胜,张新时.全球气候变化的中国自然植被净第一性生产力研究[J].植物生态学报,1996,20(1):11—19.

[5] 郑元润,周广胜,张新时,等.农业生产力模型初探[J].植物学报,1997,39(9):831—836.

[6] 周广胜,郑元润,陈四清.自然植被净第一性生产力模型及其应用[J].林业科学,1998,34(5):2—11.

[7] 冯险峰,刘高焕,陈述彭,等.陆地生态系统净第一性生产力过程模型研究综述[J].自然资源学报,2004,19(3):369—378.

[8] 胥 晓.四川植被净第一性生产力(NPP) 对全球气候变化的响应[J].生态学杂志,2004,23(6):19—24.

[9] 柯金虎,朴世龙,方精云.长江流域植被净第一性生产力及其时空格局研究[J].植物生态学报,2003,27(6):764—77.

[10] 崔林丽,史 军.中国陆地净初级生产力的季节变化研究[J].地理科学进展,2005,24(3):8—17.

[11] 郝明德,党廷辉,刘冬梅.黄土高原沟壑区生态系统适度生产力与生态环境协调发展研究[J].干旱地区农业研究,2003,21(1):94—97.

[12] 许英勤,吴世新,刘朝霞.塔里木河下游垦区绿洲生态系统服务的价值[J].干旱区地理,2003,29(3):208—216.

[13] 韩晓增,王守宇,宋春雨,等.土地利用/覆盖变化对黑土生态环境的影响[J].地理科学,2005,25(2):203—208.

[14] 榆阳区统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,1985—2004.

[15] 肖 寒.区域生态系统服务功能形成机制与评价方法研究[D].北京:中国科学院生态环境研究中心,2001.119—129.

[16] 封志明.资源科学导论[M].北京:科学出版社,2004.

[17] 莫宏伟,任志远,谢红霞.农牧交错区土地利用动态与生态效应变化—以榆阳区为例[J].干旱区地理,2005,28(3):352—356.

Study on the dynamic changes of net pri mary productivity
of cultivated land in pasturing far ming region
——A case over Yuyang district

MO Hong wei^{1,2}, LI U Li ying², REN Zhi yuan³, YANG Yue tong¹, HAN Yong shun¹

(1. Hunan University of Science and Technology, Xiangtan Huna 411201, China ;

2. Xi Du middle school of Hengyang of Hunan 421200; 3. Shanxi Nor mal University , Shanxi xi 'an 710062)

Abstract : Based on the grain yield of Yuyang district from 1984to 2003,the author chosen a suitable mod - el to esti mate net pri mary productivity of cultivated land of different region to research the relation between eco - logical environment and NPP of cultivated land . The results shown as follows : (1) The total amount of NPP of cultivated land in Yuyang district generally increased during 1984~2003. Its total amount has grown from 21.94×10^4 t /a in 1984to 57.98×10^4 t /a in 2003. The annual increasing rate was 5.24%. (2) The unit area amount of NPP of cultivated land in the north was not only much more than that in the south but also increased fast during 1984~2001. At the same time , the unit area amount of NPP of cultivated land changed little in the south . (3) During 1984~2001,the unit area amount of NPP of cultivated land in urban was the highest and that in suburb followed it . The total amount of NPP of cultivated land in urban , suburb and outer suburb of Yuyang district all increased generally , and that in outer suburb fluctuated largely . (4) The increase of the NPP of cultivated land was partly because of increasing investition in agriculture , but mainly because of ecological en - vironment i mprove ment of Yuyang district .

Key words : pasturing far ming region ; Yuyang district ; cultivated land ; NPP ; dynamic research