

# 甘肃张掖市耕地变化及驱动力研究

刘普幸 张红侠

(西北师范大学地理与环境科学学院 兰州 730070)

**摘要** 本文通过对张掖市耕地动态变化的分析,得出影响该市耕地变化的驱动力为自然因素和社会经济因素。指出自然因素中水资源居于首要位置,采用主成分分析方法对社会经济因素进行归纳,概括为经济发展、人口增长和农业科技进步 3 个方面。并针对耕地变化的不同驱动力提出具体的对策措施。

**关键词** 耕地变化;驱动力;对策;张掖市

**中图分类号** F301.24

农业是干旱区绿洲经济发展的基础产业,土地是农业生产的第一性物质资料,是人类获取生物资源的最主要基地。作为土地资源的精华并承担粮食生产的耕地对人类的自身再生产作用不可替代,保持一定数量的耕地是人类赖以生存和发展的基础。对于干旱区人民来说,利用和保护好有限的耕地资源,是当地经济和环境可持续发展的重要前提。但由于长期的社会经济发展和人口急剧增长的需要,非农用地方式大量侵吞耕地,致使干旱区有限的耕地资源不断受到负面影响,人均耕地呈逐年减少趋势。张掖市作为全国重点建设的 12 个商品粮基地之一的重要组成部分和甘肃省粮食生产的一大基地,其耕地的动态变化无疑是影响地区可持续发展的关键问题。在这种背景下,对张掖市耕地变化驱动因子展开研究,将对该市和类似地区制定进一步的耕地保护措施和加强土地管理工作有很大的意义。

## 1 研究方法与数据获取

### 1.1 研究方法

主要采用主成分分析 (Principal Component Analysis-PCA) 方法。它可以把原来多个指标化为少数几个指标,这些新指标既能满足尽量多地反映原来较多指标的信息,彼此之间又相互独立。PCA 分析的主要步骤包括原始数据的提取和处理、计算相关系数矩阵、计算特征值和主成分累积贡献率、计算主成分载荷等<sup>[1, 2]</sup>。根据 PCA 方法的思想和要求,应用 SPSS 软件包进行相应的分析。

### 1.2 数据获取

PCA 分析中所用的原始数据大多来源于 1992~2002 年《甘肃统计年鉴》,部分数据取自《张掖市志》;或是基于两者应用相关公式计算的结果。

## 2 分析与研究过程

### 2.1 研究背景

**2.1.1 区域概况** 张掖市位于甘肃省西北部,河西走廊中段,总面积 4240km<sup>2</sup>,总人口 48.3 万(截止 2001 年末),是张掖地区政治、经济、文化中心;市境内中间为黑河的冲积扇型盆地,西南靠祁连山,东北依合黎山,地形走势由东南向西北呈狭长条带敞开。常年干旱少雨,年均降水量 129mm 且时空分布不均,年均蒸发量 2100mm,农业主要依赖发源于祁连山的黑河水系滋润,是典型的灌溉农业区。地表水资源量 16.87 亿 m<sup>3</sup>,地下水年补给量 8.13 亿 m<sup>3</sup>,年出境水量 11.24 亿 m<sup>3</sup>,可利用水资源十分有限<sup>[3]</sup>。在 4240km<sup>2</sup>的土地资源中,耕地约占 10.75%,园地占 3.43%,林地占 8.81%,草地占 29.76%,水域占 2.85%,未利用土地占 41.85%,居民点、工矿用地以及交通用地等占 0.89%<sup>[4]</sup>。

**2.1.2 区域耕地变化特征** 据统计资料,将张掖市的耕地面积变化绘图表示如图 1。从图 1 可以总结其耕地面积变化的特征为:20 世纪 60 年代前,耕地和人均耕地都呈现波动不定的特点,并于 50 年代后半期达到历史最高水平,这也与我国耕地总面积变化趋势相同<sup>[5]</sup>。从 1961 年开始,张掖市耕地面积变化幅度不大,数值维持在 45746.67hm<sup>2</sup> 左右;人均耕地面积总的趋势在逐年下降,其中以 1970 年

为界,1970 年以前下降较快,1970 年以后下降较缓。积下降到历史最低水平。  
从 90 年代开始,耕地面积变化不明显,人均耕地面

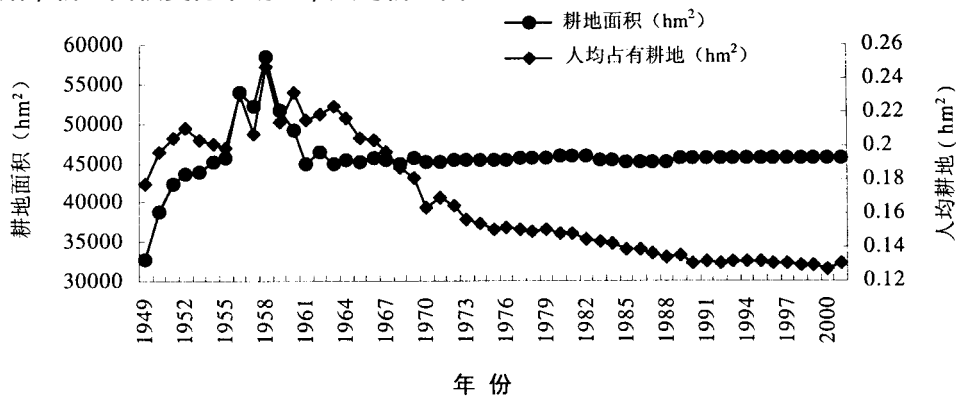


图 1 张掖市 1949~2001 年耕地面积变化图

Fig. 1 Variation of the cultivated land area in Zhangye in 1949~2001

从图 1 看,从 1963 年开始,张掖市的耕地面积总量基本处于平衡状态,在数量上没有多大的变化,但是每年因社会经济发展占用的耕地以及新开垦的耕地在质量上却是有差异的。由于特殊的地形决定张掖市的建设用地过分集中于市境内的铁路沿线和平川地带,占用的大部分是开垦时间较长的良田好地;加之张掖市地处我国西北内陆,气候干旱少雨,土壤质地较轻,通气性好,土壤养分易于分解而不容易积累,新开发出来的耕地土壤没有经过长期的浇灌、耕作,土壤质地不呈现壤质的特性,保水保肥性能不好,基本上为差地和劣地,虽然总体上在数量方面使耕地面积得到了补偿,但质量上却在短期内难以弥补<sup>[6]</sup>,只有通过加大农业科技投入和推广,才能加快耕地质量朝良性方向发展的步伐。

## 2.2 区域耕地变化驱动因子分析

综上所述,张掖市近 40 年耕地面积的总体变化不明显,说明该地区耕地主要受自然条件制约,后备资源不足;人均耕地面积呈逐年减少趋势,说明其在很大程度上受社会经济因素的制约。显然,张掖市的耕地变化驱动因子可以归纳为两大类:

### (1) 自然因素

张掖市地处温带干旱气候区,农业主要依靠灌溉,水资源的多少是影响耕地利用的关键因子。耕地灌溉补给充足,可以弥补天然降水量少的缺点,有效抵制干旱的发生;反之,耕地灌溉补给不足,加之天然降水少,很容易形成旱灾,使耕地面积和利用程度减小。张掖市狭长的条带状地形及有限的水资源,决定其耕地面积增加的后劲不足;走廊地势使张掖市经常出现风沙灾害,温差大和降水时空

分布不均容易产生霜冻和水灾,这些灾害对耕地剥蚀作用很大,极易形成耕地养分和表土层的流失,导致新增耕地面积填补被自然因素破坏掉的已有耕地面积,耕地总体上没有太大变化。

### (2) 社会经济因素

张掖市的耕地面积尤其是人均耕地受社会经济因素的强烈影响,探究社会经济因素中起主导作用的影响因子,对下一步制定耕地保护对策大有裨益。但同时社会经济因素纷繁复杂,对其的取舍少有标准。根据 PCA 分析方法的思路和要求,结合张掖市耕地变化特征和资料收集程度,选取 1992~2002 年系列资料作为基础数据,从中选取 7 个影响因子: $Z_1$ 代表总人口(人); $Z_2$ 代表 GDP(万元); $Z_3$ 代表人均粮食占有量(kg/人); $Z_4$ 代表第三产业产值(万元); $Z_5$ 代表工业总产值(万元); $Z_6$ 代表粮食单产水平(kg/hm<sup>2</sup>); $Z_7$ 代表非农业人口占总人口的比例(%)。根据 PCA 分析样本(表 1),应用 SPSS 软件包对样本进行分析,得出相关系数矩阵、特征根、主成分贡献率和累计贡献率以及主成分载荷(表 2,3,4)。

从表 2 中可以看出,影响耕地变化的 7 个变量存在不同程度的相关。 $Z_1$ 与  $Z_4$ 、 $Z_2$ 与  $Z_4$ 之间具有较高的相关性,相关系数分别为 0.995 和 0.996; $Z_1$ 和  $Z_2$ 及  $Z_7$ 、 $Z_2$ 和  $Z_7$ 、 $Z_3$ 和  $Z_6$ 以及  $Z_4$ 和  $Z_7$ 之间相关性也很大,这说明它们之间具有因果的必然联系性,从而也说明进行主成分分析的必要性。从表 3 可知,变量相关阵有两个最大特征根,即 4.521 和 1.803,与之相对应,第一和第二主成分的累积贡献率已达 90.342%,这说明前两个主成分提供了原始数据的足够信息,完全符合分析的要求<sup>[7]</sup>。

表 1 主成分分析原始数据

Table 1 Primordial data of the analysis of principal components

年份	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Z <sub>6</sub>	Z <sub>7</sub>
1992	436648	73526	638	25723	48572	406.28	20.3
1993	438353	85566	657.59	30096	51621	420.12	20.9
1994	442654	99843	653.9	35445	68938	421.82	21.8
1995	449182	140846	669.12	47474	89761	437.99	22.8
1996	454398	171770	690.12	58604	94170	456.99	23.3
1997	461121	198020	706.88	67934	101741	479.94	23.9
1998	469000	224000	727.87	78400	65524	491.84	24.6
1999	471600	238092	695.16	85000	70935	478.16	25.1
2000	481400	262000	595.36	96800	66344	418.71	25.4
2001	483000	290433	618.86	110005	100612	435.59	27.6

资料来源：1992~2002 年《甘肃统计年鉴》。

表 2 耕地变化驱动力变量相关系数矩阵

Table 2 Correlation coefficient matrix of variables of the driving force of the variation of cultivated land

	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Z <sub>6</sub>	Z <sub>7</sub>
Z <sub>1</sub>	1						
Z <sub>2</sub>	0.994	1					
Z <sub>3</sub>	-0.124	-0.051	1				
Z <sub>4</sub>	0.995	0.996	-0.122	1			
Z <sub>5</sub>	0.423	0.501	0.183	0.474	1		
Z <sub>6</sub>	0.413	0.479	0.849	0.414	0.420	1	
Z <sub>7</sub>	0.970	0.982	-0.086	0.986	0.571	0.432	1

表 3 特征根和主成分累积贡献率

Table 3 Latent root and cumulative contribution of the principal components

主成分	特征根	贡献率	累积贡献率
1	4.521	64.589	64.589
2	1.803	25.754	90.342
3	0.653	9.327	99.669
4	0.096	0.280	99.949
5	0.017	0.025	99.974
6	0.016	0.024	99.998
7	0.016	0.002	100.000

表 4 主成分载荷矩阵

Table 4 Loading matrix of the components

变量	第一主成分	第二主成分
Z <sub>1</sub>	0.963	-0.205
Z <sub>2</sub>	0.986	-0.126
Z <sub>3</sub>	0.064	0.990
Z <sub>4</sub>	0.974	-0.198
Z <sub>5</sub>	0.618	0.233
Z <sub>6</sub>	0.571	0.804
Z <sub>7</sub>	0.981	-0.154

由表 4 可知，第一主成分与 Z<sub>2</sub>、Z<sub>7</sub>、Z<sub>4</sub> 和 Z<sub>1</sub> 的相关程度很高，而 Z<sub>2</sub>、Z<sub>7</sub>、Z<sub>4</sub> 和 Z<sub>1</sub> 分别代表张掖市的 GDP、非农业人口占总人口的比例、第三产业产值和张掖市的总人口，这 4 个因素代表了张掖市国民经济和人口的发展状况；第二主成分与 Z<sub>3</sub> 和 Z<sub>6</sub>

有较大的正相关。Z<sub>3</sub> 和 Z<sub>6</sub> 分别指张掖市的人均粮食占有量和耕地的粮食单产水平，它们综合反映了张掖市农林业现代化水平。由以上的分析可以得出，张掖市的耕地变化在社会因素方面主要受以下几大因素的影响。

#### (1) 经济发展和人口增长

GDP 是反映张掖市经济综合水平的重要指标，它与第一主成分的相关性高达 0.986，第三产业是张掖市国民经济的重要组成部分。自改革开放以来，尤其是近 10 年来，张掖市经济增长较快，GDP 年均增长 16.59%，人均 GDP 从 1992 年的 1691 元增加到 2001 年的 8309.96 元<sup>[8]</sup>，几乎扩大了 5 倍，第三产业产值增大了 4.3 倍。经济的增长促使基础设施建设不断发展和完善，基建占地规模增加。同时，全市重点建设项目增加，投资增多，乡镇企业兴起，旧城改造、拆迁，公共绿地建设，都需要占用土地甚至是占用良好耕地，使得耕地整体素质下降。

人类是最具活力的土地利用与土地覆盖变化的驱动力之一，人口密度与土地利用变化速率成正相关，人口增长速度越快，土地利用变化越快<sup>[9]</sup>，因而人口对耕地数量变化起着重要的作用。从图 1 中也可以看出，近 40 年来，张掖市人均耕地面积一直呈减少趋势。随着经济的增长，人民生活水平的提

高,对物质文明和精神文明的要求越来越高,加上人口的不断增长,这些刺激了社会上出现各种各样的服务性行业,扩大了第三产业的用地,而且随着人口的进一步增加,耕地还将继续减少,这种逆向发展使人地矛盾更加尖锐,耕地的负荷将越来越重。

### (2) 农耕地现代化水平

人均粮食占有量和粮食单产共同构成第二主成分,它们反映了张掖市农业耕作水平。张掖市农耕历史悠久,始于汉代,经过几千年的发展,具有了相当高的农业耕作水平。尤其是解放后几十年,农业生产条件不断的改善,为甘肃和全国的商品粮生产做出很大的贡献。近几年来,节水农业发展较快,农耕地现代化水平逐步提高。截止 2001 年,农业机械总动力达 44.2 亿千瓦,比 2000 年增长 10.44%;化肥施用量(实物量)90846.76 吨,比 2000 年增长 9.35%;建立农业科技示范点 42 个,引进推广各类农作物新品种 211 个,农业新技术 46 项<sup>[8]</sup>。粮食单产、人均占有粮食提高了,温饱解决了,人们就开始寻找提高收入的新的土地经营方式,如种植果树等扩大经济林木面积,使耕地面积进一步减少。

## 3 结论与对策

总之,张掖市的耕地变化受自然和人为因素双重影响。为保护该区域的耕地资源,做好土地管理工作,协调人与水、地等资源合理配置,提出如下对策:

### (1) 积极发展节水农业,提高耕地实际效益。

由于张掖市地处温带干旱区,地表不产径流,没有黑河水的出山径流,张掖市乃至整个黑河流域的大小绿洲将失去存在的命脉,水资源是该区域农业和社会经济发展的决定性因素,亦是该区域耕地资源持续利用的先决条件。为实现张掖市乃至整个黑河流域农业持续稳定的发展,就必须合理利用水资源,积极发展综合成熟的节水农业,提高水资源利用效率。目前有成功范例并加以推广的先进节水技术有地膜覆盖栽培技术、田块平整小畦灌溉技术、优化种植结构节水技术、节水作物新品种、间混套种技术、设施栽培技术、水肥耦合技术等,节水率为 10%~50%<sup>[10]</sup>。通过发展节水农业,一方面可以消减黑河水系在张掖市的消耗量,给黑河下游地区尽可能多的余水,促进整个黑河流域的农业生态环境朝良性方向发展;另一方面可以扩大实际灌溉面积,提高耕地的利用效率,避免侵占其它的土地利用类型增加耕地面积,缓解张掖市人均耕地逐年减

少的趋势。另外,还可以采取适度提高水价、农业用水计量与水费计征等方式,加速培养农民的节水意识,为水资源的商品化和节约用水提供内驱动力,促进节水农业的发展。

### (2) 采取实用有效的防治措施,减缓和遏止耕地沙化。

耕地沙化是指由于风蚀、水蚀等原因引起的地面组成物质中细粒部分和营养物质损失,而出现地表粗化的过程,它是人类不合理开发利用耕地以及风力、水力等外力共同作用的产物<sup>[11]</sup>。张掖市地处欧亚大陆中部,气候干燥,常年干旱少雨且降水时空分布不均。6~8 月份,降水量可占全年的 55%~60%,且多以暴雨、大雨和雷阵雨的形式出现<sup>[12]</sup>,洪水冲蚀能力强,致使下垫面为坡耕地的地区极易发生表层壤质的冲刷流失,降低耕地生产率;在春季,张掖市经常出现风沙天气,耕地容易遭受风沙侵蚀,据统计,目前市境内已有 37667hm<sup>2</sup>耕地受到风沙危害<sup>[13]</sup>,占现有耕地面积的 82.34%,导致耕地退化,主要表现在耕作层变薄、土壤粗化和肥力下降,最终导致耕地生产力下降。水蚀和风蚀相互促进,水蚀撕破地表,为风蚀创造条件;风蚀吹走地面疏松物质,露出紧实底土,渗透性更差,也为水蚀创造条件<sup>[11]</sup>,使原本就已严重的耕地沙化问题更加突出。因此,必须采取实用有效的防治措施,减缓和遏止耕地的沙化趋势。利用生物措施和工程措施相结合的手段,栽种耕地防沙林网带;对不适宜种植业的用地,要坚决退耕还林还草;采用合理的耕作制度和方式,对耕地进行用养结合,努力实现对其持续、高效的利用。

### (3) 严格控制人口增长,努力降低耕地新负荷。

早在 1998 年,蒙吉军<sup>[14]</sup>经过研究得出结论,张掖市的人口压力为我国干旱区人口压力平均值(6.886)的 6.4 倍,人口的比较密度为 307.03 人/km<sup>2</sup>,远大于联合国界定的干旱区人口临界指标(7 人/km<sup>2</sup>)。截止 2001 年,0~14 岁人口占张掖市总人口的 23.96%,15~64 岁人口占 72.43%,65 岁以上人口占 3.61%<sup>[8]</sup>,人口发展仍然呈比较年轻型的态势,若不采取严格的控制人口的措施,在十几年的时段内,由于增长后劲的加强,张掖市的总人口将会有有一个增长高峰期。届时现在紧张的人地关系会更趋严重化。总而言之,张掖市的人口增长过快,使人均耕地资源日趋减少,而需求量日益加大,为解决矛盾采取掠夺式开发经营,造成环境退化。所以,控制人口数量、提高人民的文化素质和环境意

识是张掖市人口发展的方向,也是提高资源利用率,将经济模式由资源开发型变为智能开发型的基础。

(4) 调整种植业内部产业结构,合理高效利用耕地资源。

伴随着我国人民生活整体从温饱向小康方向发展,粮食供应问题不再成为制约社会稳定的主要因素,种植业内部结构根据市场的需要,趋向于多元化方向发展。张掖市作为甘肃省重点发展的区域,在考虑了水、土资源的约束基础上,充分发挥特有的光热资源优势,对种植业内部结构进行优化,在不削弱口粮生产的前提下,增加经济作物和饲料作物种植。在热量较为充足,农作物一季有余两季不足的川区扩大饲草复种面积,实现由粮经二元结构向粮、经、饲草/料三元结构的转变,把川区建成商品粮、油、果、菜等综合生产基地。即因地制宜、合理高效地利用张掖市的耕地资源,使农民基本的生活需求满足后,可以借助耕地获得更高的经济效益,自发自觉地保护和利用好耕地资源,为张掖市的农业发展起到积极的促进作用。

(5) 加大农业科技投入,提高张掖市的农作物单产。

在调整张掖市耕地资源所承载的农作物结构和面积比例的基础上,重视农业科技方面的投入,提高单位面积上的农作物产量。包括引进抗旱耐寒优良品种,提高水资源的利用效率等。有关机构已经研制成功的保水复合包衣剂、黄腐酸及多功能抑蒸抗旱剂和 ABT 生根粉等,是充分利用化学调控技术,提高作物抗旱性和水资源利用的成功范例<sup>[10]</sup>。利用现代高新科技,杜绝盲目扩大耕地面积,充分挖掘耕地的利用率,提高张掖市的农作物单产,既保证人民生活健康、稳步向前发展,又缓解了人地、水

土等矛盾,最终促使张掖市国民经济可持续发展。

#### 参考文献

- 1 卫海英,刘潇. SPSS10.0 for Windows 在经济管理中的应用. 北京: 中国统计出版社, 2000, 245~248
- 2 李昌志,刘兴年,曹叔龙等. 前期降雨与不同沙源条件小流域产沙关系的对比研究. 水土保持学报, 2001, 12 (6): 37~38
- 3 栾利民,胡小平. 杨录. 张掖市水资源微机管理系统的设计. 甘肃水利水电技术, 2000, 6 (2): 123
- 4 张掖市人民政府主编. 张掖年鉴. 兰州: 兰州大学出版社, 1999: 391
- 5 毕于运. 中国耕地. 北京: 中国农业科技出版社, 1995, 8~9
- 6 中国自然资源丛书编撰委员会. 中国自然资源丛书 (甘肃卷). 北京: 中国环境科学出版社, 1985, 98~99
- 7 徐建华. 现代地理学中的数学方法. 北京: 高等教育出版社, 1996, 39~44
- 8 《甘肃年鉴》编委会. 《甘肃年鉴》. 北京: 中国统计出版社, 1992~2002
- 9 黄宁生. 广东省耕地面积变化的宏观驱动机制研究. 地球科学, 1999, 24 (4): 359~362
- 10 李新文,柴强. 甘肃河西走廊灌溉农业水资源利用及其潜力开发对策. 开发研究, 2001, (6): 39~41
- 11 杨瑞珍,毕于运. 中国的耕地沙化及防止技术措施. 中国沙漠, 1996, (1): 37~42
- 12 甘肃省张掖市志编修委员会. 张掖市志. 兰州: 甘肃人民出版社, 1995, 80~98
- 13 金博文,赵军. 张掖地区沙漠化与可持续发展问题探讨. 甘肃农业大学学报, 2001, (2): 214~220
- 14 蒙吉军,刘家明. 绿洲土地利用评价—以张掖绿洲为例. 地理学与国土研究, 1998, 14 (2): 11~14

## VARIATION OF CULTIVATED LAND AND ITS DRIVING FORCES IN ZHANGYE CITY OF GANSU

Liu Puxing Zhang Hongxia

( Coll. Geog. & Env. Sci., Northwest Normal Univ., Lanzhou 730070 )

**Abstract** By analyzing the dynamic change of cultivated lands in Zhangye City, it was found that behind the change there were two groups of driving forces: natural factors and social economic factors. Of the former, water resource were the major component. With the method of principal component analysis, the social economic factors could be summed up as development of economy, growth of population and advancement in agricultural technology. In the end, in response to different driving forces, different specific countermeasures were brought forth.

**Key words** Changes of cultivated land, The driving forces, Countermeasures, Zhangye City