

# 耕地压力时空演变分析

## ——以青海河湟谷地为例

乔宝华<sup>1</sup> 曲衍波<sup>2</sup> 冶 祥<sup>3</sup>

(1. 山东省烟台市国土资源局开发区分局, 山东 烟台 264006; 2. 山东财经大学公共管理学院, 山东 济南 250014;  
3. 青海师范大学生命与地理科学学院, 青海 西宁 810008)

**[摘 要]** 耕地压力指数是最小人均耕地面积与实际人均耕地面积的比值, 粮食产量、粮食播种面积的比重是其重要影响因素。通过对青海河湟谷地 2006 – 2012 年耕地压力指数影响因素的分析, 将其转化为能值后进一步分析区域内整体耕地压力指数, 说明区域耕地压力指数随着农业产业结构调整而呈现的变化趋势, 以及研究区内各县耕地压力指数存在着差异性。地区耕地压力指数的分析结果, 对于区域未来土地利用规划具有重要指导作用。

**[关键词]** 河湟谷地; 耕地压力指数; 粮食产量  
**[DOI 编码]** 10. 13962/j. cnki. 37 – 1486/f. 2015. 03. 020  
**[中图分类号]** F301. 24      **[文献标识码]** A      **[文章编号]** 2095 – 3410(2015)03 – 0155 – 06

### 一、引言

土地是人类赖以生存的基础, 耕地是土地的精髓<sup>[1]</sup>。耕地资源作为农业生产的基础和保障, 在一定时期内, 耕地的数量、质量以及复种指数都会引起粮食产量的波动。而粮食作为稳固社会安全的战略性商品, 对社会稳定 and 经济发展具有决定作用。因此, 从耕地数量及其生产力角度, 研究区域内尤其是典型农业区的耕地压力状况具有重要的现实意义。国内学者进行了大量研究。蔡运龙(2002)<sup>[2]</sup>对我国东、中、西三大区域耕地压力指数与资源调控进行了研究; 郝瑞彬(2012)<sup>[3]</sup>以山东省耕地—粮食—人口与耕地压力指数进行了研究; 杨永芳(2013)<sup>[4]</sup>等以河南省两县为研究对象研究了粮食生产与耕地压力的关系; 李玉平(2007)<sup>[4]</sup>、徐玉霞(2012)<sup>[5]</sup>以陕西省为例、万莉莉(2011)<sup>[6]</sup>以酒泉市为例、郭素荣等(2012)<sup>[7]</sup>以临夏市为例研究了粮食安全与耕地压力的关系; 陈红等(2010)<sup>[8]</sup>研究了新疆的耕地时

空变化特征; 李春华等(2006)<sup>[9]</sup>研究了我国耕地利用压力的差异。

河湟谷地作为青海省人口最为密集、经济发展的重要地区, 近年来, 随着城镇化的加快和基础设施的健全, 土地利用发生显著变化, 建筑用地、交通用地和生态用地的增加, 耕地面积逐渐减少, 粮食需求的增加引起了耕地承载压力的变动。本文通过分析 2006 – 2012 年河湟谷地耕地压力指数, 得出相关结论, 对于规划用地、资源配置、缓解耕地承载力具有一定的理论指导作用。

### 二、区域概况

河湟谷地(35° – 38°N, 100° – 103°E) 位于青藏高原与黄土高原的过渡地带, 山峦起伏, 沟壑纵横, 山川相间, 地形以河谷、山地和高山为主。大部分地区海拔在 2200 – 3000m 之间, 受地形、海拔以及水、热条件的影响, 形成了川水、浅山、脑山三个不同的地理区, 该地区兼有高原山地气候和温带大陆性气

**[基金项目]** 本文是国家自然科学基金项目“农村居民点多功能演变及其人地系统适应机制研究”(项目编号: 41301616) 的阶段性成果。

**[作者简介]** 乔宝华(1970 – ), 女, 山东泰安人, 山东省烟台市国土资源局开发区分局经济师。主要研究方向: 土地资源管理。

候,年均温 2-8℃,年温差、日温差较大;年降水 300-500mm;地貌以黄土地貌为主,植被覆盖率低而土质疏松,降水极易造成洪水、泥石流、滑坡等山洪灾害,植被以寒温性常绿针叶林和落叶针叶林为主,农作物主要以春小麦为主,个别县区还种植蔬菜、玉米、大豆。

河湟谷地国土面积 3.16km<sup>2</sup>,仅占全省总面积的 6%,却集中了全省 53%的人口,以农为主,耕地占全省的 81%,工农业总产值 80% 以上,是青海省经济最发达的地区和最重要的经济增长带,由东往西依次为湟水流域的民和县、乐都县、平安县、互助县、西宁市、大通县、湟中县、湟源县、海晏县,及黄河流域的循化县、化隆县、尖扎县、共和县、贵德县等 14 个县(见图 1)。

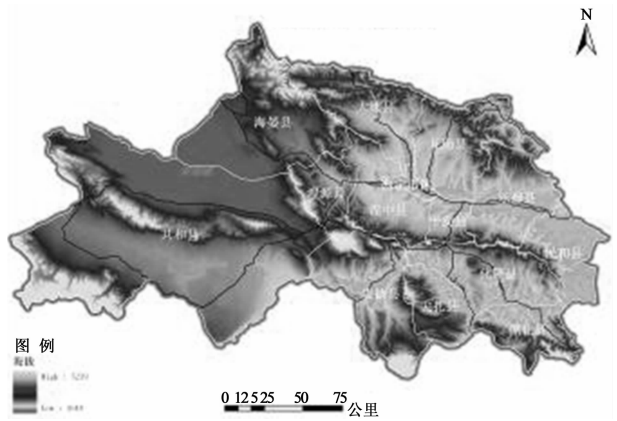


图 1 河湟谷地高程图

三、数据来源与研究方法

(一)数据来源

本文数据主要来源于《青海地理》<sup>[10]</sup>;能值计算表<sup>[11]</sup>;2007-2013 年青海省统计年鉴。

(二)研究方法

研究主要运用最小人均能量标准和耕地提供的实际人均能量以及耕地压力指数模型,针对河湟谷地的农作物播种面积、粮食播种面积、粮食产量、人口数量、人均粮食需求量、最小人均耕地面积、实际人均耕地面积以及耕地压力指数进行分析。

周强等(2011)<sup>[12]</sup>在研究以青海省达日县为例高原牧区草地变化对牧民粮食安全的影响时,将产草量、产肉量、产奶量转化为能量来计算。将河湟地区与耕地有关的三种农作物(粮食、蔬菜、油料)转化为能值来计算耕地压力指数,计算公式为:

$$E_a = \frac{E_1 \times Q_1 + E_2 \times Q_2 + E_3 \times Q_3}{R} \tag{1}$$

其中, E<sub>a</sub> 为耕地提供的实际人均能量, E<sub>1</sub> 为粮食作物的能值, Q<sub>1</sub> 为粮食作物的年产量, E<sub>2</sub> 蔬菜作物的能值, Q<sub>2</sub> 为蔬菜作物的年产量, E<sub>3</sub> 油料作物的能值, Q<sub>3</sub> 为粮油料作物的年产量, R 为研究区域的总人口数。

由式(1)可以得出,在农作物产量不变的情况下,人口数与实际人均所得能量成反比;在人口稳定的情况下,农作物产量与实际人均所得能量成正比。

耕地压力指数(K)是平均每人每年维持最低正常生理需求的热能标准(E<sub>min</sub>)与耕地提供的实际人均能量(E<sub>a</sub>)的比值,反映的是一个地区耕地资源的紧张程度。计算公式为:

$$K = \frac{E_{min}}{E_a} \tag{2}$$

根据周强等人的研究,由式(2)可以得出,平均每人每年维持最低正常生理需求的热能标准取 3.8325 × 10<sup>9</sup>J/人,耕地压力指数与耕地提供的实际人均能量成反比。

当 K > 1 时,表明该地区耕地压力较大,当地粮食产量不够满足人口粮食需求,需要当地政府从外地购进粮食保证该地区人口粮食需求; K = 1 时,该地区耕地压力处于临界点上,提醒政府和人民加强耕地保护,保证粮食的自我供应; K < 1 时,该地区耕地压力较小,实际人均耕地面积大于最小人均耕地面积,耕地无明显压力。

四、结果分析

(一)耕地压力指数变动趋势分析

由图 2 可以看出, 2006-2010 年,耕地压力指数持续下降;2010-2012 年,耕地压力指数有所上升;2011-2012 年,耕地压力指数保持平稳,但整体耕地压力指数 K < 1。

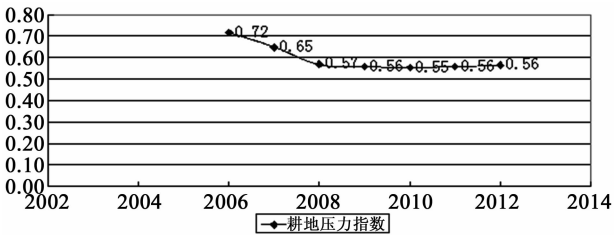


图 2 人均耕地压力指数变动趋势

2006 - 2012 年是青海省第十一个五年规划和第十二个五年规划的前两年,规划中政府对于改善农牧民生活条件、提高综合生产能力、提高生活水平、增加收入等方面投入大量的农业科学技术。化肥、农药、地膜、机械动力等的大量投入,灌溉设施的健全,灌溉面积的增加,耕作技术的调整,提高了农作物单产,增加了农作物总产量,耕地实际提供的能量有所增加,人均所得能量逐年增加。因此,河湟地区整体耕地压力不明显。

表 1		实际人均能量( × 10 <sup>9</sup> J)						单位:J/人
时间	总人数 (人)	粮食产量 (t)	蔬菜产量 (t)	油料产量 (t)	粮食能值 (J/t)	蔬菜能值 (J/t)	油料能值 (J/t)	实际人均能量 (J/人)
2006	3527485	616940	848827	202841	16.2	2.46	37.6	5.353
2007	3766934	711679	909201	226998	16.2	2.46	37.6	5.921
2008	3822605	805855	1093103	265500	16.2	2.46	37.6	6.731
2009	3884653	834956	1243222	269650	16.2	2.46	37.6	6.879
2010	3909551	862588	1357891	260307	16.2	2.46	37.6	6.909
2011	3958844	864307	1548561	250009	16.2	2.46	37.6	6.853
2012	3999470	859690	1522186	251644	16.2	2.46	37.6	6.784

资料来源:《青海统计年鉴》(2007 - 2013)。  
由以上结果可以分析,农作物产量的多少和人口总数的大小是决定实际人均能量的重要因素。从区域总人口数量的变化趋势看出,河湟地区生活水平逐年 在提高,社会经济的逐年发展吸引了外域人口的流入,年均增加率约为 2%,只是 2010 年相比 2009 年减少 710 人,由于人口基数较大,人口数量没有明显变化。从农作物产量的变化趋势看出,农业科学技术的投入是提高粮食单产的重要手段,从数据分析得出,河湟谷地各县每年的化肥、农药、地膜、农业机械、灌溉面积处于上升状态,产量的增加带动了河湟地区耕地提供能量的增加。

河湟谷地处于我国地势第一阶梯与第二阶梯的过渡地带,受季风影响比较明显,气候具有雨热同期的特征,再加上高原气候,使得热量和降水不足,农作物生长时间短,属于一年一熟耕作类型,局部地区运用套种技术,可达到两年三熟。

河湟地区人口逐年增加与该地区成为兰白西城市群的中心有关,国家西部大开发政策促进了本地区的大发展,进而显示出该地区在未来城市发展中 所表现出的巨大潜力;青藏高原属于生态脆弱地区,国家大力扶持青藏地区生态建设,部分耕地转化为林地、园地、建筑用地、交通用地、水利设施用地等,由于大量农业科学技术的投入,使得农作物产量逐

(二)耕地压力指数变动分析

1. 耕地实际提供的人均能量计算

由表 1 可以得出,整个河湟谷地人口数量逐年增加;粮食产量逐年提高,2012 年有所下降;蔬菜产量逐年增加,2012 年有所下降;油料产量逐年增加,尤其 2008 年增加较快,2011—2012 年有所下降;实际人均能量逐年增加,2011 - 2012 年有所下降,这与其计算公式中各因素的变化有关。

年增加,从而保证河湟地区人均能量基本保持稳定。

2. 耕地压力指数的计算

由表 2 可以得出,河湟地区整体的最小人均能量始终小于实际人均能量,耕地压力指数  $K < 1$ ,使得本地区耕地整体压力不明显。

表 2 实际人均能量与最小人均能量( × 10 <sup>9</sup> J) 单位:J/人			
时间	最小人均能量 (E <sub>min</sub> )	实际人均能量 (E <sub>a</sub> )	耕地压力指数
2006	3.833	5.353	0.69
2007	3.833	5.921	0.65
2008	3.833	6.731	0.57
2009	3.833	6.879	0.56
2010	3.833	6.909	0.55
2011	3.833	6.853	0.56
2012	3.833	6.784	0.56

资料来源:《青海统计年鉴》(2007 - 2013)。  
由以上结果可以分析,河湟地区地广人稀,山间河谷较广,农业科学技术的大量投入,提高农作物的年产量,耕地提供的实际人均能量高,消费结构多样,单方面的粮食需求较低,使得每亩耕地的能量要求较低,对于该地区耕地承载力的负压较轻,耕地压力指数小于 1,耕地压力不明显,对土地生产力没有过大的挑战性。

(三)耕地压力指数时间差异性分析

总体上 K 值小于 1,说明整个河湟谷地的耕地压力不明显,由于各地区之间的差异性,耕地压力呈

现出相应的差异性。

根据西北地区一亩耕地养活一人较牵强,将耕地压力指数分为四等: $K \geq 2$  时,耕地压力非常明显; $1.2 \leq K < 2$  时,耕地压力明显; $0.75 \leq K < 1.2$  时,耕地压力处于临界点上; $K < 0.75$  时,耕地压力不明显,见表 3。

表 3 河湟地区各县县耕地压力指数							
时间 地区	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
西宁市区	6.82	9.03	6.38	7.21	8.32	8.7	9.33
大通县	0.52	0.52	0.46	0.46	0.46	0.47	0.47
湟源县	0.25	0.23	0.20	0.20	0.21	0.20	0.20
湟中县	0.75	0.64	0.62	0.63	0.68	0.68	0.73
平安县	0.49	0.39	0.34	0.34	0.33	0.37	0.36
乐都县	0.68	0.63	0.61	0.58	0.54	0.54	0.56
民和县	1.13	0.77	0.53	0.49	0.39	0.40	0.38
互助县	0.34	0.32	0.30	0.30	0.30	0.30	0.31
循化县	0.71	0.66	0.52	0.51	0.61	0.54	0.57
化隆县	0.88	0.59	0.52	0.52	0.49	0.49	0.50
海晏县	1.44	1.24	1.24	1.22	1.36	1.27	1.37
贵德县	0.46	0.48	0.45	0.43	0.49	0.48	0.48
共和县	0.71	0.61	0.47	0.44	0.48	0.56	0.55
尖扎县	0.75	0.75	0.81	0.78	0.77	0.83	0.82

资料来源:《青海统计年鉴》(2007—2013)。

1. 耕地压力非常明显( $K \geq 2$ )分析

作为青海省经济中心的西宁,七年的耕地压力指数分别是 6.82、9.03、6.38、7.21、8.32、8.70、9.33,在 2007 年和 2012 年与其他年份的差异非常明显,分别是 9.03 和 9.22,耕地压力非常明显,而其他年份的耕地压力指数均小于 9;西宁粮食播种面积在农作物总播种面积的比重较小,分别是 0.17 和 0.20,从而粮食产量比较低,加上西宁人口密集、耕地面积小,粮食自给严重不足,需要从周边的粮食大县大通调入供应。从 2007 年开始,粮食播种面积加大,占农作物总播种面积的 1/3 还多,虽然 2007—2012 年,粮食播种面积从 35% 下降到 33%,但粮食播种面积仍然在 1/3 以上。2011 年,西宁实施菜篮子工程,这在一定程度上缓解了西宁粮食自给的紧张局面,但西宁耕地压力指数  $K$  均大于 6,呈现出西宁耕地压力非常大、要求政府亟待解决居民粮食需求供应不足的问题。

2. 耕地压力比较明显( $1.2 \leq K < 2$ )分析

根据表 3 可以得出,河湟地区耕地压力指数  $1.2 \leq K < 2$  是海晏县,其 7 年的耕地压力指数分别为:1.44、1.24、1.24、1.22、1.36、1.27、1.37。由于

海晏县海拔高,降水较丰富,热量不足,农作物产量低下,草场面积较大,耕地面积少使得实际人均耕地面积小,属于河湟地区耕地压力比较明显区;适宜发展牧业为主、农业为辅的农业。耕地压力明显,要求政府采取应急措施,防治耕地压力进一步明显。

3. 耕地压力处于临界点( $0.75 \leq K < 1.2$ )分析

据表 3 可以得出:2006 年湟中县(0.75)、化隆县(0.88)、民和县(1.13),2007 年民和县(0.77),2006—2012 年尖扎县等的耕地压力指数处于临界点,分别为 0.75、0.75、0.81、0.78、0.77、0.83、0.82。

由数据显示分析得出:湟中、民和两县人口数量已达到中小城市的规模,2006 年民和县压力指数较大是由粮食产量较低导致的,但区内耕地面积较大,农业生产条件相对良好,政府投入一定的农业科学技术,使得粮食产量较高,耕地压力指数较低;化隆和尖扎两县人口相对较少,耕地面积较小,农业生产条件不足,粮食产量较低,耕地压力指数较低,尖扎县耕地压力指数七年变动不明显。耕地压力处于临界点,提醒政府和居民加强耕地的保护,保证粮食的自给,避免粮食供应不足危机的出现。

4. 耕地压力不明显( $K < 0.75$ )分析

根据表 3 可以得出,2006—2012 年,耕地压力指数  $K < 0.75$  的区县有大通、互助、湟源、平安、乐都、循化、共和、贵德;2007—2012 年的湟中、化隆;2008—2012 年的民和。

由数据显示分析得出:互助、大通是青海省的粮食大县,粮食播种面积较大,单产较高;平安县粮食播种面积较大,单产较高,人口数量较少;乐都县是青海省的蔬菜大县,耕地面积较大,人口数量较少,粮食单产较高;循化县粮食播种面积较大,区内海拔较高,热量不足,粮食产量较低,但人口较少;共和县处于河湟地区的其中山间盆地中,粮食播种面积较大,但粮食单产低;贵德县热量充足,耕地面积较大,粮食播种面积也较大,粮食单产较高;湟中、化隆、民和的耕地压力指数也呈现不明显的趋势,是耕作制度以及种植面积的相应扩大导致的;由于农业结构的调整,大量投入农业科学的技术,提高了粮食产量,耕地压力指数  $K < 0.75$ 。要求政府和农牧民注重耕地的保护,避免过多的耕地为林地、园地、基建用地、交通建设、水利设施、牧草地等占用。

(四)耕地压力指数的空间差异性分析

由图 3 可以看出,西宁市区和海晏县的耕地压

力指数最高,湟源、平安、互助等县耕地压力指数最低,其他县耕地压力指数处于中间位置。

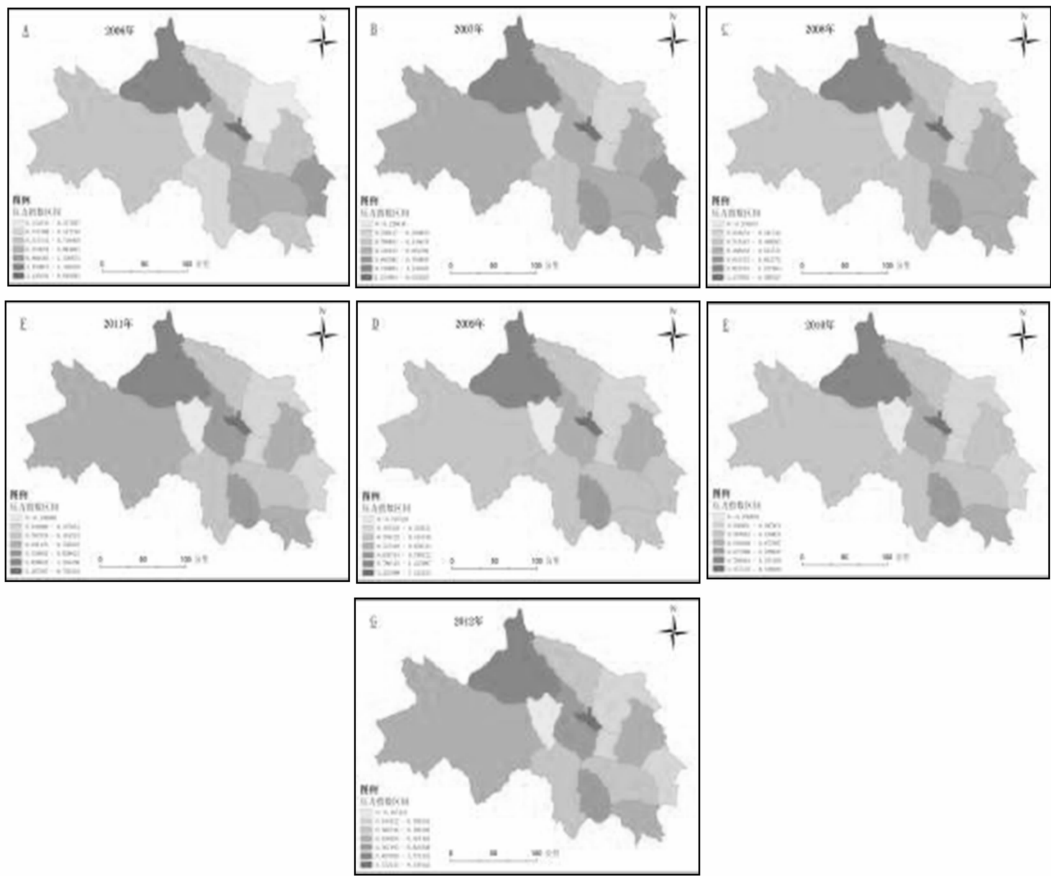


图 3 河湟谷地各县耕地压力指数空间时间分布图

图 3 分析得出:西宁市人口最为密集,占整个河湟谷地总人口的 26% 左右,耕地面积最小,农业产量相应地较低;海晏县人口不到总人口的 1%,但地处高海拔地区,降水适中而热量不足,牧业在农业中所占比重较大,粮食产量低,粮食自给困难,耕地压力指数大。互助、平安、湟源地理位置较适合农业生产,农作物产量高,人均分配的能量高,耕地压力指数较小。其他县地理位置较适合农业生产,产量较高,人口数量与耕地面积合理搭配;贵德耕地面积较大,热量丰富,只是降水不足,产量较低,但人口较少,亩均土地完全能养活人均,耕地压力指数较小。

五、结果与讨论

通过处理、分析河湟谷地 2006 - 2012 年的耕地压力数据,得出以下几点结果:

1. 粮食播种面积占总播种面积的比重和粮食单产是影响耕地压力指数的重要因素。河湟谷地粮食作物以春小麦为主,除西宁以工业为主、乐都县以蔬

菜为主、民和县以玉米为主外,其他 11 个县小麦种植面积在总播种面积中所占比重较大;2012 年西宁一市三县大豆种植面积较大,乐都蔬菜种植面积常年较大,民和玉米种植面积是小麦种植面积的 3 倍还多,从而民和粮食产量大增,耕地压力急剧减小。

2. 农业技术投入在一定程度上可以提高粮食产量,缓解耕地压力。河湟地区农业技术的投入逐年增加,粮食单产逐年提高,主要是化肥和地膜的施用,化肥为粮食作物提供生长所需的各种矿物质原料,地膜具有保温保湿作用,从而提高粮食单产,减小耕地压力。

3. 气候因子即气温和降水是影响粮食单产的重要因素。海晏县常年的降水量在河湟地区属于最丰富地区,气温常年最低(年均温 $\leq 2.3^{\circ}\text{C}$ ),粮食作物的生长期较短,单产难以提高,产量较低;贵德县常年气温较高,但降水量严重不足,粮食作物单产较低,耕地压力较大。

4. 人口密集、土地面积小的地区,耕地压力非常明显。西宁以河谷为城市扩展方向,地形的局限性使得西宁耕地面积很小,人口极度集中,粮食作物种植面积更小,导致粮食产量低,耕地压力非常大。

5. 土地生产力是影响粮食产量的主要因素。土地生产力主要取决于土地肥力的高低程度,对于同一块土地常年耕作,其肥力必然会下降,粮食产量也相应下降。生产力落后时代,通过休耕、轮耕来提高产量,如今施用大量化肥来提高土地肥力,保证粮食产量的稳定或提高。

6. 消费结构的多样性在一定程度上可以缓解耕地压力。从2006-2012年耕地压力数据分析得出,人均粮食需求量逐年减小,说明人民消费结构趋于多样化,生活水平在逐年提高,蔬菜、肉类的需求量在不断增加。

参考文献:

[1] 杨永芳,牛璞,朱连奇. 相邻县域粮食生产状况与耕地压力指数对比分析——以鄯陵、尉氏两县为例[J]. 河南大学学报(自然科学版), 2013,(01).

[2] 蔡运龙,傅泽强,戴尔阜. 区域最小人均耕地面积与耕地资源调控[J]. 地理学报, 2002,(02).

[3] 郝瑞彬. 山东省耕地—粮食—人口系统与耕地压力

指数时空分布[J]. 江苏农业科学, 2012,(06).

[4] 李玉平. 基于耕地压力指数的陕西省粮食安全状况分析[J]. 干旱区地理, 2007,(04).

[5] 徐玉霞. 基于耕地压力指数的粮食安全状况分析——以陕西省为例[J]. 河南科学. 2012,(04).

[6] 万莉莉. 基于耕地压力指数的酒泉市粮食安全状况分析[J]. 甘肃农业科技, 2011,(12).

[7] 郭素荣,李俊芬. 基于耕地压力指数的临夏市粮食安全状况分析[J]. 科技资讯. 2012,(03).

[8] 陈红,吴世新,冯雪力. 新疆耕地时时空变化特征[J]. 地理科学进展,2010,(03).

[9] 李春华,李宁,史培军. 我国耕地利用压力区域差异的RBF模拟判定[J]. 中国人口·资源与环境, 2006,(05).

[10] 张忠孝. 青海地理[M]. 西宁:青海人民出版社, 2004:58-77.

[11] Odun HT. Environmental Accounting:Energy and Environmental Decision Making[M]. New York: John Wiley & Sons, 1996:20-50.

[12] 周强,刘林山,张懿铨. 高原牧区草地变化对牧民粮食安全的影响——以青海达日县为例[J]. 自然资源学报, 2011,(08).

(责任编辑:宋 敏)

A Research on Space – Time Evolution of Cultivated Land Pressure  
——Taking Hehuang Valley in Qinghai Province as an Example

QIAO Baohua<sup>1</sup>, QU Yanbo<sup>2</sup>, YE Xiang<sup>3</sup>

(1. City Development Zone Branch, Yantai Bureau of Land and Resources, Yantai 264006, China;

2. School of Public Management, Shandong University of Finance and Economics, Jinan 250014, China;

3. School of Life and Geographic Science, Qinghai Normal University, Xining 810008, China)

**Abstract:** The pressure index of cultivated land refers to the ratio of minimum amount of cultivated land per capita to the actual arable land area per capita. Grain yield and grain sowing areas are essential influencing factors of this index. This paper analyzes the influencing factors of the 2006 to 2012 pressure indexes of the Hehuang Valley in Qinghai Province. Then after converting them into energy indexes, it further studies the pressure index of cultivated land of the whole region. The conclusion reveals that the local pressure index of cultivated land changes with the agricultural structure adjustment in the region, and there are variations among those counties in the research area. This research analysis on the regional pressure index of cultivated land plays an important guiding role in the regional land – use planning in the future.

**Key Words:** Hehuang Valley; pressure index of cultivated land; grain yield