

# 甘肃省土地资源承载力格局的时空演变分析<sup>①</sup>

朱小娟, 刘普幸\*, 赵敏丽, 卓玛兰草

(西北师范大学地理与环境科学学院, 兰州 730070)

**摘要:** 以人粮关系为基础, 构建了土地资源承载指数(LCCI)模型, 从时间和空间 2 个尺度定量评价了 1985—2010 年甘肃省土地资源承载力的时空格局, 并以 1985、1990、2000、2010 年为代表年份, 讨论了全省 14 地州(市)、86 县(区)近 26 年来土地资源承载力的发展趋势。研究结果表明: 1985—2010 年全省粮食产量稳中有升, 土地资源承载力指数逐年降低, 土地资源承载力略有增强, 但全省人粮关系总体形势依然严峻。河西走廊绿洲农业区是全省主要粮食盈余区, 土地资源承载力稳居全省之首; 陇东高原区以低水平的人粮平衡为主, 土地资源承载力年际变化较大; 人口压力较大的陇中高原以及粮食生产水平较低的陇南山地、甘南高原区主要表现为粮食短缺, 人口超载, 土地承载力状况不容乐观。河西走廊和陇东高原区所辖县域中, 粮食盈余县域在增加, 人口超载县域在减少, 局部区域人粮矛盾得到缓解; 陇中高原和陇南山地所辖各县的土地资源承载力指数在逐年降低, 土地资源承载力在逐步增强, 但绝大部分县域仍然处于不同程度的人口超载状态。1985—2010 年全省土地资源承载力格局在时间和空间上都发生显著变化, 但是基于自然、经济层面的区域人粮关系在相当长的时间内无法扭转和改变。随着城市化进程加快, 粮食短缺地区的人粮矛盾会进一步加剧, 粮食调配和贸易趋势也就会越发明显, 此时粮食主产区的空间集聚效应对本区域和全省的人粮平衡作用也就日益突出。

**关键词:** 粮食; 人口; 土地资源承载力; 甘肃省; 时空格局

中图分类号: F062.1

我国是世界上人口最多且土地资源相对稀缺的国家, 耕地保护和粮食安全问题一直是制约我国农业乃至国民经济健康平稳发展的重要因素。随着区域经济跨越式发展, 工业化和城市化水平不断提高, 建设用地需求持续增长, 20 世纪 70 年代以来, “人地矛盾”、“人粮矛盾”愈演愈烈<sup>[1–5]</sup>。在人口、资源、环境与发展等全球性问题日益严峻的背景下, 国家和区域尺度的土地资源承载力研究广泛展开<sup>[6–9]</sup>。与此同时, 由于社会经济长期发展不均衡, 人口增长迅速和城市化进程中非耕地侵吞耕地, 近年来干旱半干旱地区土地资源承载力急剧衰退, 已经严重影响了该区域乃至国家的粮食安全, 从而引起了学者的广泛关注<sup>[10–14]</sup>。地处黄土、青藏和蒙古三大高原交汇地带的甘肃省是全国重要的有色冶金新材料基地、综合性高新石化基地、西北主要旱作农业区域、中药材加工基地、林牧业基地和旅游大省, 其土地资源承载力的强弱直接关系到全省社会经济能否健康可持续发展, 其人粮关系的和谐关系到全省至全国的

粮食战略安全。鉴于区域粮食供需平衡是确保国家粮食安全的重要前提, 充裕的粮食供给也是构建和谐社会的重要物质基础<sup>[15–16]</sup>, 笔者以封志明等<sup>[17–19]</sup>的观点和研究方法为思路, 以粮食为主要判据, 以人粮关系为基础, 构建了土地资源承载指数(LCCI)模型, 系统分析在时间和空间尺度上甘肃省土地资源承载力格局的演变, 从全省、分区、分县域 3 个空间尺度定量评价 1985—2010 年甘肃省土地资源承载力演变的时空格局, 试图为国家粮食安全与区域可持续发展提供科学依据和决策支持。

## 1 研究区概况

甘肃省地形狭长, 境内地貌复杂, 山地、高原、平川、河谷、沙漠、戈壁交错分布, 气候资源分布不均, 自然生产力水平低下。因农业生产主要取决于区域的光、热和水资源等环境因子, 所以按照气候、地形及地理特征可将全省划分为五大区域<sup>[20–21]</sup>(图 1): 陇南山区为暖温带湿润区, 是秦岭的西延部分, 包括成县、康县、

基金项目: 国家自然科学基金项目(40961035)和甘肃省自然科学基金项目(0803RJZA094)资助。

\* 通讯作者: (fmlpx@nwnu.edu.cn)

作者简介: 朱小娟(1986—), 女, 甘肃金昌人, 硕士研究生, 研究方向为干旱区域环境与绿洲建设。E-mail: mary20065255926@126.com

徽县等地; 陇中高原为温带半湿润区, 位于甘肃中部, 包括白银、兰州、定西等地; 陇东高原为温带半干旱区, 地处陕、甘、宁三省(区)交汇处, 居黄土高原西端, 包括庆阳、平凉等地; 甘南草原为高寒湿润区, 位于甘肃省西南部, 以高寒草甸草原为主, 包括夏河、临潭等地; 河西走廊为暖温带干旱区, 东起乌鞘岭, 西至甘新交界

处星星峡, 南以祁连山、阿尔金山为界, 北与内蒙古自治区相邻, 绿洲、戈壁和沙漠广泛分布, 包括马鬃山、敦煌、瓜洲、玉门等地。全省土地总面积为 45.44 万  $\text{km}^2$ , 其中农业用地面积所占比重为 56%, 人均占有耕地 1806  $\text{m}^2$ , 主要作物有小麦、玉米、马铃薯、糜子、胡麻、甜菜、棉花、大麻等。

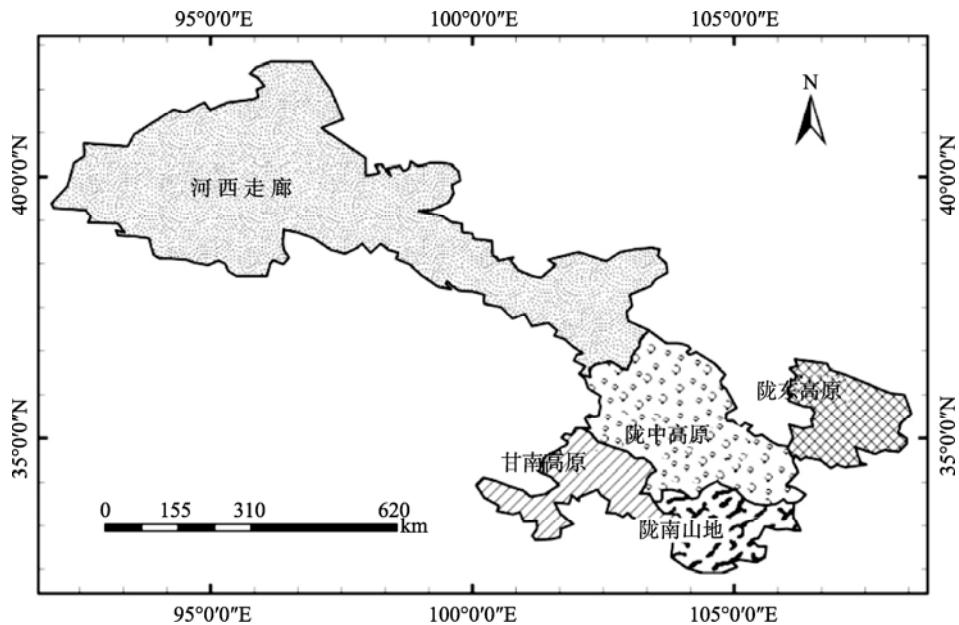


图 1 甘肃省自然类型区划图  
Fig. 1 Natural type zoning map of Gansu Province

## 2 数据来源和研究方法

### 2.1 数据来源

研究所用数据出自《甘肃年鉴》(1985—2010)。为消除年际误差, 分县域数据采用 3 年平均农业统计数据代表典型年份农业生产水平, 以此反映全省县域土地资源承载力年际变化趋势。

### 2.2 粮食生产波动及波动指数(GYFI)

从时间序列来看, 粮食产量并不是稳定的变化过程, 而是具有一定的起伏性。为了便于表达这种起伏性, 本文将年际粮食产量的实际变化偏离正常趋势产量的起伏变动定义为粮食生产波动, 并用波动指数<sup>[22]</sup>(grainyield fluctuation index, GYFI)来体现。公式如下:

$$\text{GYFI}_i = (Y_i - Y'_i) / Y'_i \quad (1)$$

式中,  $\text{GYFI}_i$  为第  $i$  年粮食产量的波动指数,  $Y_i$  代表第  $i$  年实际粮食产量(万 t),  $Y'_i$  为趋势粮食产量(万 t)。

### 2.3 土地资源承载力(LCC)模型

土地资源承载力反映的是区域人口与粮食的关系, 可以用一定粮食消费水平下, 区域粮食生产力所

能供养的人口规模来度量, 公式表示为<sup>[17]</sup>:

$$\text{LCC} = G / G_{pc} \quad (2)$$

式中, LCC 为土地资源承载力(人),  $G$  为粮食总产量(kg),  $G_{pc}$  为人均粮食消费标准(kg/人)。国内众多专家根据联合国粮农组织公布的人均营养热值标准, 结合中国国情计算并提出中国人均粮食消费 400 kg 即可达到营养安全的要求<sup>[23-24]</sup>, 因此本文把人均粮食消费 400 kg 作为营养安全的标准。

### 2.4 土地资源承载指数(LCCI)模型

为揭示区域现实人口数量与土地资源承载力之间的关系, 本文构建土地资源承载指数(LCCI)及其相关指数的计算公式<sup>[17]</sup>:

$$\text{LCCI} = P_a / \text{LCC} \quad (3)$$

$$R_p = (P_a - \text{LCC}) / \text{LCC} \times 100\% = \\ (\text{LCCI} - 1) \times 100\% \quad (4)$$

$$R_g = (\text{LCC} - P_a) / \text{LCC} \times 100\% = \\ (1 - \text{LCCI}) \times 100\% \quad (5)$$

式中, LCCI 为土地资源承载指数, LCC 为土地资源承载力(人),  $P_a$  为现实人口数量(人),  $R_p$  为人口超载率;  $R_g$  为粮食盈余率。根据 LCCI 的值可将不同地区的土地资源承载力划分为粮食盈余、人粮平衡和人口

超载 3 种类型区：粮食盈余地区，LCCI 低于 0.875，粮食平衡有余，具有一定发展空间；人粮平衡地区，LCCI 介于 0.875~1.125，人粮关系基本平衡，发展潜力有限；人口超载地区，LCCI 高于 1.125，

粮食缺口较大，人口超载严重。根据盈余或超载的程度差异，可以将土地资源承载力进一步细分为 8 个级别，基于 LCCI 的土地资源承载力分级评价标准如表 1<sup>[17]</sup>。

表 1 基于 LCCI 的土地资源承载力分级评价标准  
Table 1 Evaluation criteria of land carrying capacity based on LCCI

土地资源承载力		指数		人均粮食
类型	级别	LCCI	R <sub>g</sub> , R <sub>p</sub>	(kg)
粮食盈余	富富余	LCCI < 0.5	R <sub>g</sub> > 50%	800
	富裕	0.5 < LCCI < 0.75	25% < R <sub>g</sub> < 50%	533~800
	盈余	0.75 < LCCI < 0.875	12.5% < R <sub>g</sub> < 25%	457~533
人粮平衡	平衡有余	0.875 < LCCI < 1	0 < R <sub>g</sub> < 12.5%	400~457
	临界超载	1 < LCCI < 1.125	0 < R <sub>p</sub> < 12.5%	356~400
人口超载	超载	1.125 < LCCI < 1.25	12.5% < R <sub>p</sub> < 25%	320~356
	过载	1.25 < LCCI < 1.5	25% < R <sub>p</sub> < 50%	267~320
	严重超载	LCCI > 1.5	R <sub>p</sub> > 50%	< 267

### 3 结果与分析

#### 3.1 全省水平：粮食产量稳中有升，土地资源承载力逐年增强

根据 1985—2010 年时间序列资料，得到粮食产量趋势线拟合方程： $Y_t = 14.39x + 542.3 (R^2 = 0.848)$ ，式中  $Y_t$  为趋势粮食产量(万 t)； $x$  为年份序列(如 1985 年

为 1，1986 年为 2，…). 通过此拟合方程和公式(1)，得到历年粮食生产的波动指数(图 2)。结果表明：1985—2010 年甘肃省粮食产量波动较小，波动指数基本控制在 10% 以内，少数年份在 10%~15% 之间徘徊。甘肃省总体粮食生产水平较低，除 1995 年发生特大旱情造成粮食大幅度减产外，全省粮食总量一直保持逐年递增势头，在 2009 年创历史新高达到 9 530 232 t。

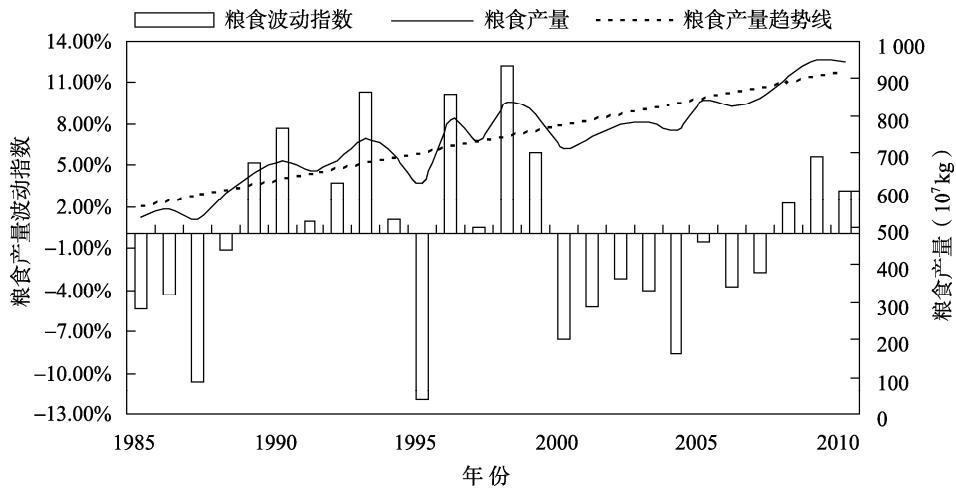


图 2 1985—2010 年甘肃省食粮产量的波动情况  
Fig. 2 Grain production fluctuation of Gansu during 1985-2010

由土地资源承载力(LCC)模型和土地资源承载指数(LCCI)模型，系统评估全省 1985—2010 年土地资源承载力，结果表明：1985—2010 年甘肃省土地资源承载力一直处于过载状态，粮食亏缺严重(图 3)。1985 年至今，虽然全省粮食产量稳中有增，土地资源承载力逐年增强，但较低的粮食生产量根本无法满足庞大的人口需求，土地资源承载指数(LCCI)长期处

在 1.11~1.61 之间，粮食自给率较低，人粮矛盾十分突出。今后伴随着城市化进程中农业产业结构调整和人口数量持续增长，甘肃省土地资源承载力将会长期处于超载状态，全省层面上的人粮紧张现象将加剧。

#### 3.2 分区格局：基于自然、经济层面的各区域人粮关系短期内难以改善

甘肃地形狭长，境内地貌复杂，各大自然区的农

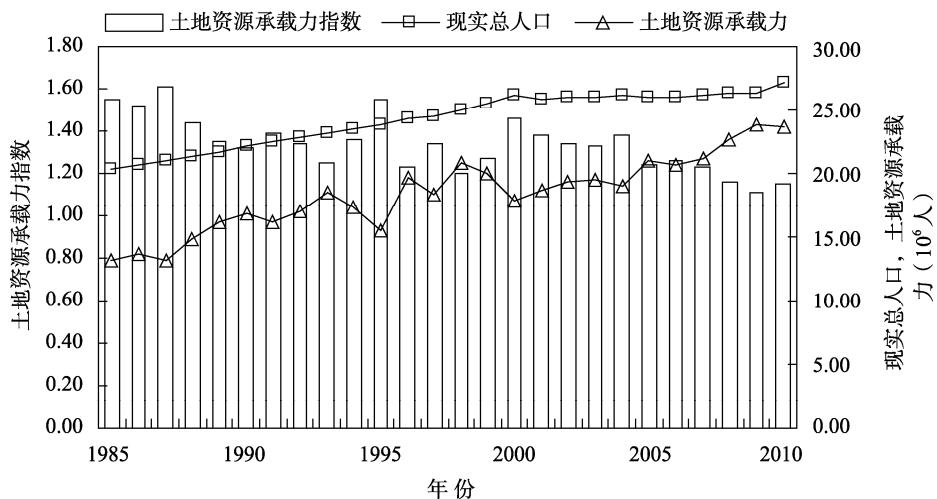
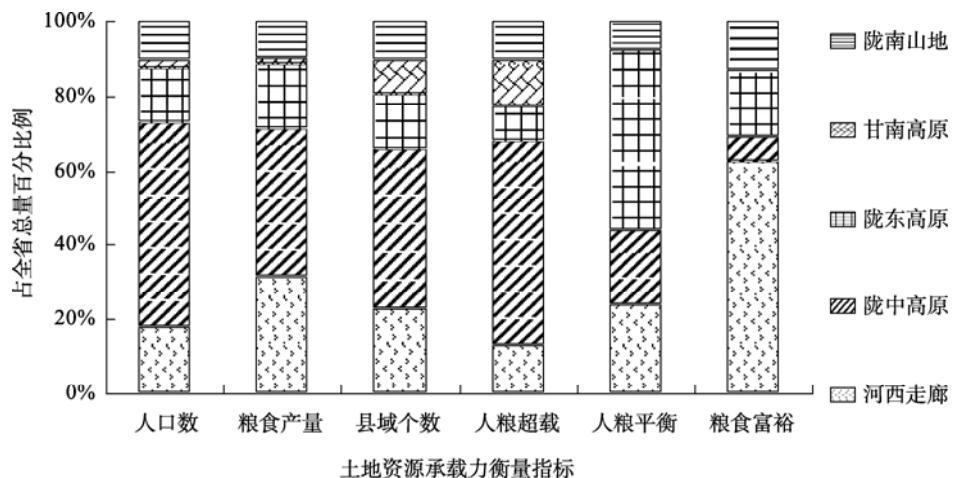


图3 1985—2010年甘肃省土地资源承载力  
Fig. 3 Land carrying capacity in Gansu from 1985 to 2010

业生产力水平层次不齐。从各自拥有的人口数, 粮食产量, 县域个数所占比重来衡量五大区土地资源承载力状况, 得到反映其空间分布的百分比堆积柱状图(图4):河西走廊属于传统灌溉农业区, 全区人口所占比重为18%, 而粮食产量却占全省粮食总产量的1/3, 提供了全省2/3以上的商品粮。该区现辖20个县(区), 1985—2010年间处于人粮超载状态的县域累计有195县次, 人粮平衡的县域有62县次, 而粮食富裕的县域则多达262县次, 占全省粮食富裕县域总数一半以上, 远远领先于其他各区;陇中高原区现辖37个县(区), 全区粮食产量所占比重为40%, 而人口数截止2010年底却已达1479万, 占全省总人口数的50%还多。1985年至今, 该区粮食富裕县域

累计只有33县次, 人粮平衡县域共有53县次, 而处于人粮超载状态的县域则多达819县次, 高居全省榜首;陇东高原区的粮食产量占全省比重不足20%, 人口也只占全省总人口的14%, 所辖13县(区)中处于人口平衡和粮食富裕状态的县域共有203县次, 人粮超载的县域则有135县次;陇南山地气候湿润, 水热条件配合较好, 但受复杂地形影响, 全区粮食产量比重只有10%。全区所辖9县(区), 除了徽县和两当地区粮食产量长期保持富足外, 其余各县均因人口超载处于粮食亏缺状态。截止2010年, 人粮超载县域已达到156县次, 是人粮平衡和粮食富裕县域累计县次之和的2倍还多;甘南高原气候湿寒, 人口稀少, 以牧业为主且主要粮食作物比重只占全省粮食总产量的1%。



(人粮超载, 人粮平衡, 粮食富裕型指标的单位均是: 每县/次; 人口数, 粮食产量, 县域个数指标的单位依次是: 人, kg, 个)

图4 甘肃省各大类型区土地资源承载力空间分布  
Fig. 4 Spatial pattern of land carrying capacity of different regions in Gansu

根据土地资源承载力(LCC)模型和土地资源承载指数(LCCI)模型, 得到甘肃省各大自然区 1985—2010 年土地资源承载力年际变化趋势图, 结果(图 5)表明: 1985—2010 年, 除甘南高原外各大区土地资源承载力指数均逐年降低, 土地资源承载力均逐年增强, 但变化幅度和方式各异。河西走廊的土地资源承载力多年来一直呈现增强态势, 但随着 2000 年以后“压粮扩经”政策导向的实施, 当地农业结构由“粮食型”转向“经济型”<sup>[25]</sup>, 从而使得该地区粮食产量在 2001 年出现大滑坡, 土地资源承载力也随之衰退, 后经短暂调整该区粮食产量和土地资源承载力相继复苏; 陇中高原区的粮食产量和土地资源承载力一直居各大区之首, 近年来也一直保持较大幅度增长, 但由于人口基数庞大和自然灾害因素, 该区土地资源承载力指数一直居高不下, 土地资源承载力状况起伏较大; 相对于陇东高原区的土地资源承载力在年际波动中增幅, 陇南山地因气候潜力较大的原因, 随着农业现代化的推进, 其土地资源承载力也实现相对稳定增长。

综上所述, 全省各大区土地资源承载力的空间分布和年际变化均呈现明显的地域特征。1985 年以来, 河西走廊的土地资源承载力指数基本处在 0.875 以下, 土地资源承载力总体表现为粮食盈余, 人粮关系较为和谐。可以看出随着时间推移, 河西走廊这个粮食主产区的空间集聚效应会越发明显, 其作为甘肃省重要农业区, 也是西北地区最主要商品粮基地的战略地位也将越发重要; 陇中高原区土地资源承载力指数多年来一直大于 1.5, 以人口严重超载, 粮食亏缺为主要特征。虽然全区粮食总产量一直稳居全省榜首, 但日益严峻的人口压力抵消了粮食增幅, 粮食自给严重不足, 需要大量的跨区调入粮食来满足本区需求; 陇东高原区的土地资源承载力指数一直维持在 0.90~1.25, 全区总体上处于临界超载和低水平的人粮平衡状态。鉴于该区生态环境脆弱, 气候灾害频发, 影响粮食产量的各种因素也相应偏多, 故粮食产量一旦减少就会导致该区土地承载力降低, 出现粮食亏缺、人口超载的状况; 陇南山地的土地资源承载指数处于 1.10~1.50 之间, 较低的农业生产水平难以满

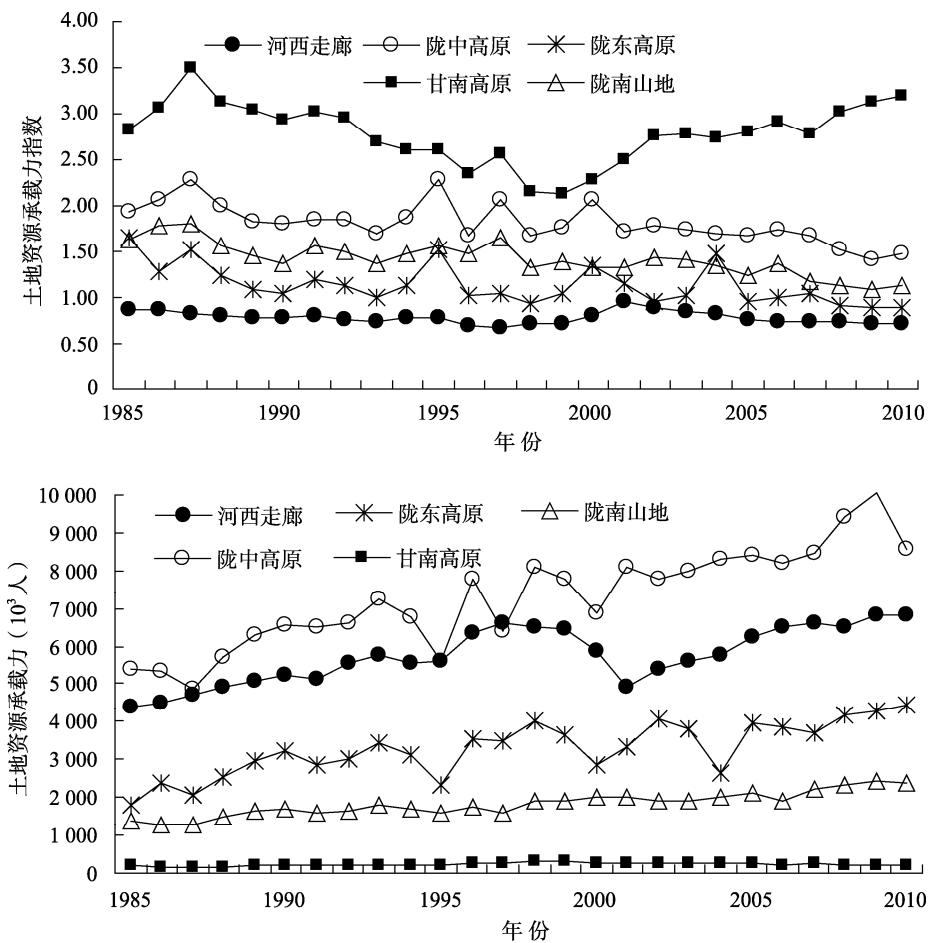


图 5 1985—2010 年甘肃省各大类型区土地资源承载力年际变化  
Fig. 5 Variation of land resources carrying of different regions in Gansu from 1985 to 2010

足日益增长的人口需求,土地资源承载力也以人口超载为主要特征;甘南高原区在本文不考虑牧区牛羊肉折粮时,其土地资源承载力也会持续表现为粮食亏缺、人口超载。

### 3.3 县域尺度:局部地区县域人粮紧张关系得到缓解

在全省和分区研究的基础上,本文以分县为基本

研究单元,采用连续3年的平均值反映各区所辖县域土地资源承载力时空变化趋势,具体而言1985—1987、1990—1992、2000—2002和2008—2010依次代表了1985年、1990年、2000年和2010年的承载力现状。结果(图6和表2)表明:1985—2010年,全省大部分县域的土地资源承载力指数逐年走低,土地资源承载力逐年增强;河西走廊和陇东高原区所辖县

表2 1985—2010年基于分县尺度的甘肃省土地资源承载力评价  
Table 2 Land carrying capacity at county level in Gansu from 1985 to 2010

年份	土地资源承载力	人口		分县单元	
		数量( $10^4$ 人)	比重(%)	数量(个)	比重(%)
1985	粮食盈余	350	16.91	17	19.54
	人粮平衡	275	13.28	11	12.64
	人口超载	1 447	69.82	59	67.82
1990	粮食盈余	312	13.84	16	18.39
	人粮平衡	378	16.75	14	16.09
	人口超载	1 566	69.41	57	65.52
2000	粮食盈余	514	19.82	19	21.84
	人粮平衡	448	17.27	16	18.39
	人口超载	1 631	62.92	52	59.77
2010	粮食盈余	600	22.05	20	23.26
	人粮平衡	587	21.59	19	22.09
	人口超载	1 463	53.81	47	54.65

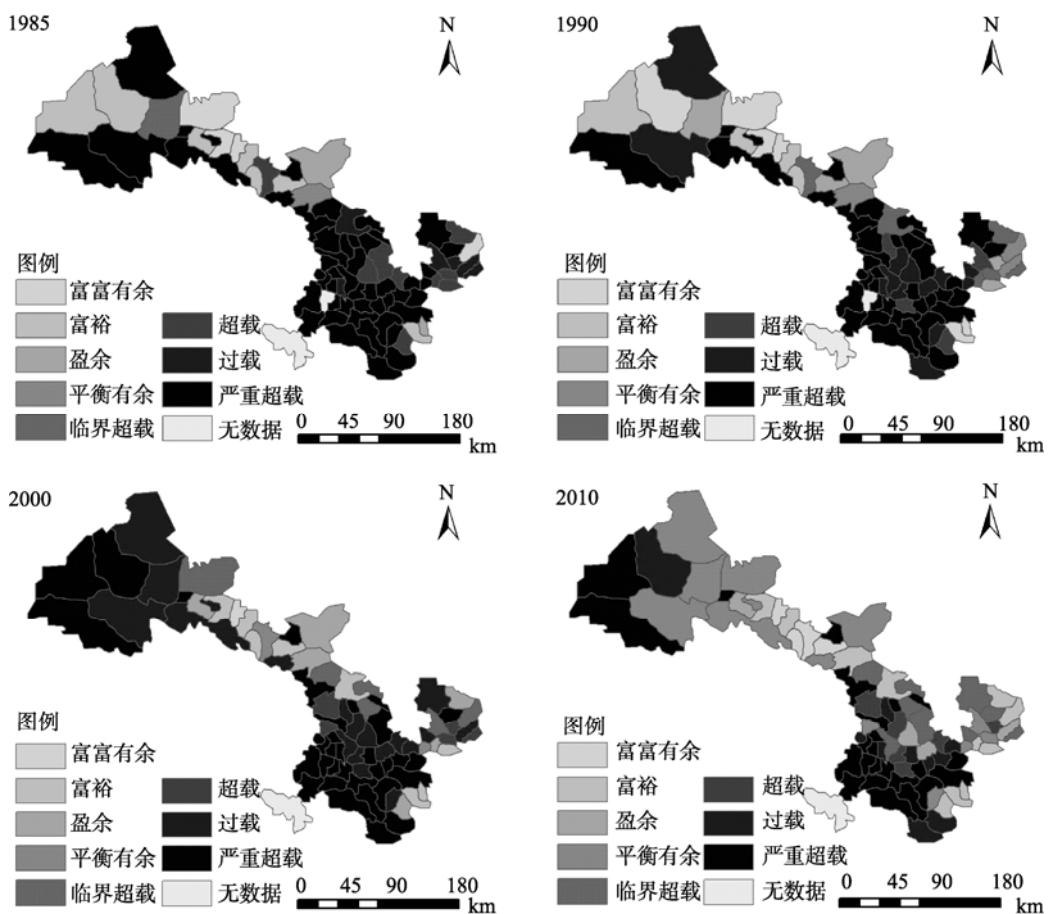


图6 1985—2010年基于分县尺度的甘肃省土地资源承载力空间分布变化  
Fig. 6 Land carrying capacity at county level in Gansu from 1985 to 2010

域中,粮食盈余县域在增加,人口超载县域在减少;陇中高原和陇南山地所辖各县的土地资源承载力虽近年来有所增强,但大部分县域仍处于人口超载状态。

截止 2010 年,全省粮食盈余县域人口总数达到 600 万,相比 1985 年有了较大增幅;处在人粮平衡状态的县域人口为 587 万,并呈现逐年递增趋势;从 1985 年至今,全省人口超载县域共减少 12 个,超载人口数由最严重时期的 1 631 万人减少到 1 463 万,其所占比重也由最初的 70% 下降到 54%。从具体代表年份来看:局部区域人粮紧张关系得到缓解。

(1) 1985 年,全省大部分县域的土地资源承载力状况以粮食短缺,人口超载为主要特征,全省 68% 的县域,70% 的人口存在不同程度的粮食亏缺。陇中高原、陇东高原以及陇南山地所辖各县总体上都处于人口严重超载状态;人粮平衡的县域分布在河西走廊石羊河流域的武威和疏勒河流域的玉门,其依靠传统内河灌溉,能够基本维持粮食自给;粮食盈余的县域主要集中在河西走廊酒泉、张掖等农业绿洲区和水热条件相对较好的陇南徽县和两当县。

(2) 1990 年,全省县域土地资源承载力状况与 1985 年相比未有明显改善,大部分县域仍因人口超载而出现粮食亏缺。但值得一提的是:除了陇中高原区的会宁、静宁等少数县域土地资源承载力在当年有所衰退外,其他各区所辖县域土地资源承载力指数都在下降,其中以陇东高原各县下降明显。究其原因,这可能与当地气候生产潜力有关,虽然陇东高原属雨养旱作农业区,农业生产至今未能全面摆脱“靠天吃饭”的局面,但是忽略地形影响,陇东高原气候生产潜力仅次于陇南山地位居全省第二<sup>[15]</sup>,一旦遇风调雨顺年份,当地粮食生产潜力还是很大。

(3) 2000 年,全省县域土地资源承载力状况较往年出现大幅度波动,人粮矛盾十分突出。河西走廊所辖酒泉市各县的粮食产量因当地政府“压粮扩经”的政策导向而大幅度减产,土地资源承载力恶化,人口超载县域骤增;相比之下河西走廊中部黑河上游张掖各县以及石羊河流域武威地区的粮食产量则继续保持相对稳定,土地资源承载力以粮食盈余为主;陇东高原各县的粮食生产极大地受制于外部自然条件,故土地资源承载力相应会产生周期性波动;陇中高原、陇南山地和甘南高原区所辖大部分县域依旧以粮食短缺,人口超载为主,人粮关系紧张。

(4) 2010 年,全省大部分县域的土地资源承载力增强,局部区域人粮紧张关系得到改善。粮食盈余的县域不仅覆盖了原有的传统绿洲农业区还新增了一

批高产梯田区,在国家多年退耕还林还草政策导向以及农业综合治理背景下,陇东高原区各县域的农业生态环境有所改观,粮食产量也有了较大提高,少数县域的粮食生产除了满足自给外也能向外输出,人粮关系逐渐趋于和谐;陇中高原区除了沿黄灌区景泰县农业较发达粮食略有盈余外其余各县由于人口基数大以及自然、社会和经济文化等诸多方面因素,土地资源承载力虽有所增强却无法抵消持续的人口增长带来的压力,因而该区所辖大部分县域一直处于人口超载状态,人粮矛盾在短期内无法解决。

总体上看,各区所辖县域的土地资源承载力都在逐年增强,但值得注意是:党河流域的敦煌、疏勒河流域的瓜洲和玉门以及黑河下游的金塔,均是河西走廊传统绿洲农业区,灌溉农业较发达,粮食产量较稳定。进入 21 世纪后,这些县域的粮食产量逐年减少,土地资源承载力也相应降低,呈现较大的波动性,人粮关系趋于紧张。究其原因,除了与当地政府“压粮扩经”的政策导向有关外,当地生态环境的日趋恶化可能也是导致土地资源承载力降低的重要因素之一<sup>[26-27]</sup>。

#### 4 结论

基于甘肃省地域差异明显,人粮矛盾突出的现实,本文以人粮关系为基础,构建了土地资源承载力(LCC)模型与土地资源承载指数(LCCI)模型,从时间、空间 2 个尺度定量评价了 1985—2010 年全省土地资源承载力演变的时空格局。结果表明:

(1) 时间尺度:除在 1995 年和 2000 年因自然和政策因素导致全省粮食产量滑坡,土地资源承载力衰退外,全省土地资源承载力指数自 1985 年以来一直呈现逐年下降趋势,土地资源承载力表现为逐年增强。

(2) 全省水平:1985—2010 年,全省粮食产量稳中有升,土地资源承载力指数逐年降低,土地资源承载力逐步增强,但较低的粮食生产水平无法满足日益增长的人口需求,粮食自给难以实现。到目前为止,甘肃省的土地资源承载力仍然处于粮食短缺,人口超载状态,人粮矛盾十分突出。

(3) 分区格局:全省 5 大自然区的土地资源承载力具有较大地域差异,基于自然、经济层面的区域性人粮关系短期内难以扭转。河西走廊是全省主要粮食盈余区,随着时间的推移,其作为粮食主产区的空间集聚效应会越来越明显,对调节区域乃至全省的人粮平衡有重要作用;陇东高原区目前处于低水平的人粮

平衡状态,一旦遇到欠年,粮食产量减少就会导致承载力降低,人口超载;人口密集的陇东高原、陇南山地以及以畜牧业为主的甘南高原区以粮食短缺,人口超载为特征,长期以来需要通过跨区调粮来缓解人粮矛盾。

(4) 县域尺度:1985—2010年,人口超载县域主要集中在陇中高原人口密集区以及自然环境相对恶劣的河西走廊中西部牧区及甘南高原牧区;粮食盈余县域主要集中在河西走廊绿洲农业区。河西走廊和陇东高原区所辖县域中,粮食盈余县域在增加,人口超载县域在减少,局部区域人粮矛盾得到缓解;陇中高原和陇南山地等区所辖各县的土地资源承载力指数在逐年降低,土地资源承载力在逐步增强,但绝大部分县域由于自然和经济原因仍然处于不同程度的人口超载状态。

#### 参考文献:

- [1] 陈念平. 土地资源承载力若干问题浅析[J]. 自然资源学报, 1989, 3(4): 371—380
- [2] 朱国宏. 关于中国土地资源人口承载力问题的思考[J]. 中国人口, 资源环境, 1996, 6(1): 18—22
- [3] 刘毅华. 我国耕地数量变化研究的回顾—进展与问题[J]. 土壤, 2003, 35(3): 193—197
- [4] Gerowitt B, Isselstein J, Marggraf R. Rewards for ecological goods: Requirements and perspective for agriculture land use[J]. Agriculture Ecosystem and Environment, 2003, 98: 541—547
- [5] Brown L. 地球不堪重负——水位下降、气温上升时代的食物安全挑战[M]. 北京: 东方出版社, 2004
- [6] 陈百明. 中国农业资源综合生产能力与人口承载力[M]. 北京: 气象出版社, 2001
- [7] 封志明, 张蓬涛, 杨艳昭. 西北地区的退耕规模, 粮食响应及政策建议[J]. 地理研究, 2003, 22(1): 105—113
- [8] 曹海霞. 山西土地资源承载力动态研[J]. 中国农业资源与区划, 2008, 29(2): 21—25
- [9] 李新运, 李荣升, 张晓青, 王忠山. 山东省土地资源人口承载力预测[J]. 山东师大学报(自然科学版), 1998, 13(2): 158—160
- [10] 尚正永. 干旱地区土地资源承载可持续利用空间差异的评价[J]. 干旱区研究, 2006, 23(4): 149—154
- [11] 程克坚, 彭补拙, 濮励杰. 干旱区绿洲土地资源承载力研究[J]. 安徽师大学报, 1998, 27(2): 170—174
- [12] 陈隆亨, 曲耀光. 河西地区水、土资源的合理开发利用[J]. 地理学报, 1988, 43(1): 11—18
- [13] 杨东, 刘强, 郭盼盼, 刘洪敏, 郑凤娟. 河西地区土地生产潜力及人口承载力研究. 西北人口, 2010, 31(2): 85—88
- [14] 李玉宝. 内蒙古磴口县土地资源承载力的研究[J]. 干旱区资源与环境, 1992, 6(2): 35—45
- [15] 贾科利. 宁夏粮食生产地域格局变化分析[J]. 水土保持研究, 2010, 17(2): 195—198
- [16] 李裕瑞, 卞新民. 江苏省粮食生产地域格局变化研究[J]. 地域研究与开发, 2006, 27(2): 311—411
- [17] 封志明, 杨艳昭, 张晶. 中国基于人粮关系的土地资源承载力研究: 从分县到全国[J]. 自然资源学报, 2008, 23(5): 865—874
- [18] 申更强, 查轩. 基于人粮关系的土地资源承载力研究[J]. 亚热带水土保持, 2010, 22(4): 22—25
- [19] 刘东, 封志明, 杨艳昭, 游珍. 中国粮食生产发展特征及土地资源承载力空间格局现状[J]. 农业工程学报, 2011, 27(7): 1—6
- [20] 申元村. 土地资源结构极其功能的研究[J]. 地理学报, 1992, 47(6): 490—498
- [21] 罗永忠, 成自勇, 郭小芹. 近40a甘肃省气候生产潜力时空变化特征[J]. 生态学报, 2011, 31(1): 221—229
- [22] 张勇, 曾澜, 吴炳方. 区域粮食安全预警指标体系的研究[J]. 农业工程学报, 2004, 20(3): 192—196
- [23] 卢良恕, 刘志澄. 中国中长期食物发展战略[M]. 北京: 农业出版社, 1993
- [24] 梅方权. 21世纪前期中国粮食发展分析[J]. 中国软科学, 1995(11): 99—101
- [25] 《甘肃年鉴》编委会. 甘肃年鉴 2002 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2002
- [26] 王枫叶, 刘普幸. 酒泉绿洲土地可持续利用评价[J]. 干旱区研究, 2009, 26(6): 779—785
- [27] 郭明, 肖笃宁, 李新. 黑河流域酒泉绿洲景观生态安全格局分析[J]. 生态学报, 2006, 26(2): 457—466

## Spatio-temporal Variation Characteristics of Land Resources Carrying Capacity in Gansu

ZHU Xiao-juan, LIU Pu-xing<sup>\*</sup>, ZHAO Min-li, ZHUOMA Lan-cao

(College of Geography and Environment Science, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China)

**Abstract:** With the increase of population, land carrying capacity and food safety have attracted great attention all over the world. From the point of man-grain relationship, on the basis of the theory of sustainable development and by using the land resources carrying capacity (LCCI) mode, the paper selected Gansu as the example that is the main dry land farming agricultural region in north western China. The results showed that: 1) General tendency of land resources carrying capacity improved in GanSu from 1985 to 2010, and grain possession increased gradually. However, the increasing population resulted in lacking of grain and overload. 2) The grain possession of Hexi Corridor was surplus and it was first in capacity in Gansu; Longdong Plateau kept balancing between population and grains in recent years, while the others such as Longzhong Plateau, Longnan Mountain and Gannan Plateau were overloaded. 3) Over the last 26 years (1985 – 2010), the number of overloading county in Hexi Corridor and Longdong Plateau decreased and the overloading counties mainly concentrated in agriculture developed regions, which indicated that the man-grain relationship was improved obviously during the past 26 years locally. 4) Based on the results, the man-grain contradiction in Gansu generally would keep stern for years although the carrying capacities of in some regions were improved.

**Key words:** Grain, Population, Land resources carrying capacity, Gansu, Spatio-temporal