

基于土地自然与经济双重属性的 西部地区人口承载力测算¹

朱红波, 吴熙, 袁愿

(四川大学公共管理学院, 四川成都 610000)

【摘要】: 为明确我国西部土地人口承载力是否能够满足人口增长、经济发展和人民生活质量提高的需要, 进而为土地利用规划和人口发展战略的制定提供依据, 在综合考虑土地的自然属性和经济属性基础上, 对我国西部地区 2020 年、2025 年、2030 年的人口承载力进行测算。采用统计模型分析与灰色预测的方法测算基于土地自然属性即食物生产能力的人口承载力, 同时, 从土地经济属性的角度, 采用基于土地功能的产业活动关联法来测算人口承载力。最后利用短板分析法综合权衡两类基于土地不同属性角度的测算结果, 确定西部地区实际的土地人口承载力, 并与未来人口数量进行比较。测算结果显示: (1) 从总体上看, 2020 年、2025 年、2030 年西部地区人口承载力分别是 6.50 亿人、6.73 亿人、6.94 亿人, 而与之对应的未来人口数量是 3.81 亿人、3.87 亿人、3.92 亿人, 即西部地区土地能供养的人口数大于未来人口数量; (2) 从省级区域分布来看, 其中大部分地区能满足未来人口增长的需要, 内蒙古、广西、重庆、四川、宁夏、新疆等 11 省份的土地都能承载各省未来人口的发展, 只有青海省人口承载力低于未来人口数量。这表明西部地区整体的土地承载力能满足人口发展所需, 但存在区域不协调, 青海省土地承载力与人口发展需求尚不匹配。

【关键词】: 土地自然属性 土地经济属性 人口承载力 西部地区

【中图分类号】: F124.1 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1004-8227 (2018) 12-2684-13

DOI: 10.11870/cjlyzyyhj201812005

土地是重要的自然资源, 为人类生产和生活提供了重要的物质基础和保障。但由于人口的快速增长以及城市化进程的不断加快, 土地资源遭到了严重破坏, 出现了土地污染、土地可持续生产能力下降等一系列的问题, 这些问题如果不能解决, 势必会对人类的生存与发展造成严重的威胁。西部地区是我国未来社会经济发展的重点区域, 西部大开发战略直接关系到我国未来社会经济可持续发展的成败, 而西部土地资源开发又是西部大开发战略中最为重要的一个环节。同时, 西部地区土地资源开发面临着地形复杂、生态环境脆弱、利用粗放、结构不合理等问题。在此背景下, 研究测算西部地区人口承载力不仅可以摸清西部地区人口承载家底, 更有助于西部大开发战略的顺利实施, 实现社会经济的可持续发展。

国内外学者在土地人口承载力方面的研究由来已久。“承载力”一词最早是用来衡量特定区域在某一环境条件下可维持某一物种个体的最大数量, 是种群生物学中的一个概念^[1]。1812 年马尔萨斯^[2]就人口和粮食问题提出假说, 将承载力的研究引入了经济学和人口学等领域。1921 年, 美国 Park、Burgess^[3]首次提出承载力概念, 认为一个区域的人口负荷能力可以根据该区域

¹收稿日期: 2018-04-24; 修回日期: 2018-06-24

基金项目: 2013 年国家社会科学基金 (13BGL149)

作者简介: 朱红波 (1978~), 男, 博士, 教授, 研究方向为土地利用规划、土地资源管理. E-mail: zhb@scu.edu.cn

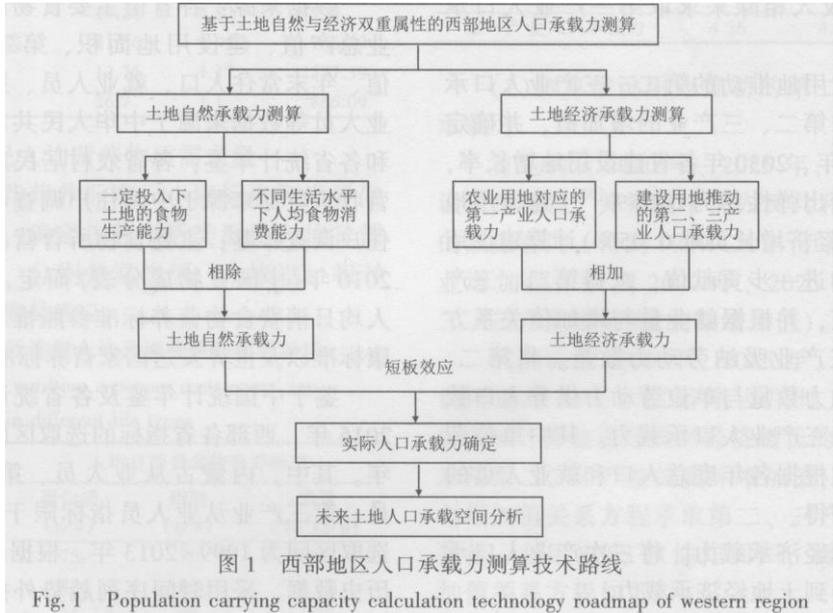
的食物资源来确定。1948年威廉·福格特在《生存之路》一书中提出土地资源承载力量化概念，表达式为 $C=B/E$ ，明确提出土地资源人口承载力就是土地提供饮食和住所的能力^[4]。我国土地人口承载力研究较国外晚，丁伟光^[5]、封志明^[6]、郑振源^[7]、尹春燕等^[8]、张红等^[9]学者都对土地人口承载力的概念进行了界定，总结起来土地人口承载力可以定义为一定区域土地在一定条件下可以持续稳定供养的人口数。土地人口承载力的研究可以细分为土地资源生产潜力研究和人口承载潜力研究两部分。对于土地生产潜力的研究集中于不同区域不同作物生产潜力测算^[10~15]和利用GIS等技术手段优化土地生产潜力评价^[16~18]等方面。对于土地人口承载潜力的研究可以细分为基于土地生产潜力的自然人口承载力和基于土地经济属性的经济人口承载力两类。前者是通过测算土地生产潜力，结合人口发展趋势预测和粮食需求量估算得到人口承载力，主要可以采用农业生态区位法^[19~21]、光温阶乘法^[22~24]、时间序列法^[25,26]等。后者是将土地视为一个整体系统，综合测算土地人口承载力，主要可以采用系统动力学模型(SD)^[27~29]、压力-状态-响应模型(P-S-R)^[30,31]和产业活动关联法。

国内外学者大多从土地的自然属性或经济属性出发，运用某一种人口承载力计算方法，对区域土地人口承载力进行测算，综合考虑土地的自然属性和经济属性来进行土地人口承载力测算的研究并不多见。本文在综合考虑土地的自然属性和经济属性的基础上，对西部地区2020年、2025年、2030年的人口承载力进行测算。采用统计模型分析的方法测算基于土地自然属性（食物生产能力）的人口承载力（以下简称土地自然承载力），同时，从土地经济属性的角度，采用基于土地功能的产业活动关联法来测算土地的人口承载力（以下简称土地经济承载力）。最后综合比较两种基于土地不同属性角度的测算结果，确定西部地区的土地人口承载力。

1 西部地区人口承载力测算方法及技术路线

1.1 西部地区人口承载力测算技术路线

西部地区人口承载力的测算首先要对西部12个省份的人口承载力进行测算，将其汇总为整个西部地区的人口承载力，然后对整个西部地区以及西部各省的人口承载空间进行分析。各省份人口承载力的测算可分为土地自然承载力测算、土地经济承载力测算以及综合土地自然与经济属性的人口承载力确定三大部分，技术路线如图1所示。



1.2 西部各省人口承载力测算具体方法

(1) 土地自然承载力测算方法

① 预测土地的食物生产能力。利用历年来土地提供的各类农产品、与耕地相关的各类畜产品以及各种水产品的产量，采用趋势外推法、灰色系统模型预测法，对 2020 年、2025 年、2030 年土地提供的各类食物产量进行预测。其中主要农产品包括粮食作物、油料作物、蔬菜、水果，主要畜产品包括肉类、禽蛋、奶类，主要水产品包括鱼类、虾蟹类、贝类、藻类。

② 预测食物所含的营养物质总量。根据各类农产品、各类畜产品、各类水产品每百克所含的蛋白质、脂肪、热量 3 种营养成分标准（参见 2010 年《中国食物成分表》），将每种食物按所含的蛋白质、脂肪、热量 3 种营养物质分量进行折合并汇总成蛋白质、脂肪、热量三大类，由此得到 2020 年、2025 年、2030 年主要食物所含蛋白质、脂肪、热量的总量。

③ 确定不同生活水平的人均日消费食物营养标准。参照推荐营养标准、小康标准以及世界发达国家营养标准，确定 3 种生活水平的人均日消费食物营养标准，分别是温饱型、小康型、相对富裕型。

④ 测算土地自然承载力。将 2020 年、2025 年、2030 年土地所能提供的蛋白质、脂肪、热量三大营养物质总量分别与不同生活水平下营养物质人均日需量相除，取蛋白质、脂肪、热量三种分量中所能供养的最小人口数作为不同生活水平下的土地自然承载力。

(2) 土地经济承载力测算方法

① 测算农业用地对应的第一产业人口承载力。由于受西部 12 省数据可得性的限制，农业用地的相关资料，如单位耕地面积农业收入、单位林业用地收入、牧业人均收入、渔业人均收入等不易得到，故本部分采用农林牧渔业总产值与人均家庭经营收入相除来求取第一产业人口承载力。

② 测算建设用地推动的第二、三产业人口承载力。预测未来第二、三产业的增加值，并确定 2020 年、2025 年、2030 年各省建设用地增长率，根据建设用地产出弹性约为 0.05%^[33]（建设用地每增长 1%，对经济增长贡献 0.05%）计算建设用地对经济增长的进一步贡献值，求得第二、三产业的实际增加值，并根据就业量与增加值关系方程求取第二、三产业吸纳劳动力数量。将第二、三产业吸纳劳动力数量与单位劳动力供养人口数相乘得到第二、三产业人口承载力。其中单位劳动力供养人口数根据各年度总人口和就业人员的比值取平均值而得。

③ 测算土地经济承载力。将三次产业人口承载力相加即可得到土地经济承载力。

(3) 实际人口承载力确定方法

① 实际人口承载力确定。根据短板效应，将土地自然承载力和土地经济承载力测算结果的较小值作为实际人口承载力。

② 预测未来人口数量。利用灰色系统均值 GM(1.1) 模型对未来的人口数量进行预测，将 2020 年、2025 年、2030 年的实际人口承载力与未来人口数量进行对比，分析未来土地的人口承载空间。

③ 测算人口承载比。利用未来人口预测数量除以实际人口承载力得到 2020 年、2025 年、2030 年人口承载比，分析未来各区域土地人口承载压力。

2 西部地区人口承载力测算

西部地区包括内蒙古、四川、重庆、贵州、云南、广西、陕西、甘肃、西藏、青海、宁夏、新疆共 12 个省、直辖市和自治区。占地面积 681 万平方公里，是全国土地总面积的 71%。截至 2014 年底，人口约 3.68 亿。西部地区资源丰富，开发潜力很大，但由于自然、历史、社会等原因，其经济发展相对落后。自 2000 年西部大开发以来，西部地区的产业发展、城乡面貌、人民收入等都得到了一定程度的提高。本文基于土地自然属性和经济属性两方面对西部地区未来的人口承载力进行测算，以期对土地利用规划及人口战略的制定提供参考。

数据来源：各省份主要食物产量、农林牧渔业总产值、建设用地面积、第二、三产业增加值、年末常住人口、就业人员、第二、三产业就业人员等数据来源于中华人民共和国国家统计局和各省统计年鉴；各省农村居民家庭人均家庭经营收入数据来源于中国住户调查年鉴和中国农村住户调查年鉴；主要食物所含营养成分标准依据 2010 年《中国食物成分表》而定，不同生活类型人均日消费食物营养标准参照推荐营养标准、小康标准以及世界发达国家营养标准而定。

鉴于中国统计年鉴及各省统计年鉴只更新到 2015 年，西部各省指标的选取区间为 1999~2014 年。其中，内蒙古从业人员、第二产业从业人员、第三产业从业人员指标限于数据的可得性，选取区间为 1999-2013 年。根据各变量时间序列历史数据，采用时间序列趋势外推法、灰色系统模型预测法、统计分析方法，对西部 12 省 2020 年、2025 年、2030 年的土地人口承载力进行预测，并将其汇总为整个西部地区的土地人口承载力。

2.1 土地自然承载力测算

(1) 预测土地食物生产能力

根据中华人民共和国国家统计局网站，获得 1999~2014 年各省主要农产品(粮食作物、油料作物、蔬菜、水果)、主要畜产品(肉类、禽蛋、奶类)、主要水产品(鱼类、虾蟹类、贝类、藻类)的产量，并以此预测 2020 年、2025 年、2030 年的产量。

(2) 汇总各类主要食物所含营养物质

表 1 主要食物每百克所含营养成分标准
Tab. 1 Nutritional standards in each hectogram of main food

食物类型		蛋白质 (g)	脂肪 (g)	热量 (KJ)
主要农产品	粮食作物	9.17	3.92	1 351.93
	油料作物	0	100	3 765.6
	蔬菜	1.50	0.30	92.05
	水果	0.44	0.36	207.28
主要畜产品	肉类	10.96	49.91	2 077.02
	禽蛋	12.5	9.86	604.59
	奶类	1.5	3.7	280.33
主要水产品	鱼类	19.28	4.82	598
	虾蟹类	31.36	3.95	786.59
	贝类	12.75	1.17	577.39
	藻类	26.7	1.1	866.09

根据 2010 年《中国食物成分表》确定每百克食物所含营养成分标准，如表 1 所示。从而将各省 2020 年、2025 年、2030 年

主要食物产量与食物所含营养成分标准相乘，得到各省主要食物所含营养物质总量。

(3) 确定居民人均营养物质需求量

参照我国推荐营养标准、小康标准和世界发达国家营养标准，确定 3 种生活类型的人均日消费食物营养标准，分别是温饱型、小康型、相对富裕型。具体标准见表 2。

表 2 不同生活类型人均日消费食物营养标准

Tab. 2 Food nutrition a person costs every day in different life types

生活类型	人均日消费食物营养标准		
	蛋白质 (g/d)	脂肪 (g/d)	热量 (10 ⁴ kJ/d)
温饱型	75	70	1.00
小康型	85	80	1.25
相对富裕型	95	90	1.42

(4) 测算土地自然承载力

将 2020 年、2025 年、2030 年各省主要食物所含营养物质总量与表 2 中不同生活水平营养物质人均日需量相除，得到各省营养物质所能供养的人口数，并依据短板效应，将蛋白质、脂肪、热量 3 种营养成分中供养人口数最少者作为不同生活类型下的土地自然承载力。各省份计算结果加总如表 3 所示。

表 3 西部地区土地自然承载力（亿人）

Tab. 3 Population carrying capacity in western region based on the natural attributes of land

生活类型	2020 年	2025 年	2030 年
温饱型	9.20	10.16	11.15
小康型	8.03	8.87	9.74
相对富裕型	7.17	7.93	8.70

2.2 土地经济承载力测算

(1) 测算第一产业人口承载力

表 4 西部地区第一产业人口承载力测算（亿人）

Tab. 4 Calculation of population carrying capacity in western region based on the first industry

年份	2020 年	2025 年	2030 年
第一产业人口承载力	4.26	4.27	4.26

根据中华人民共和国国家统计局的数据查询，得到西部各省 1999~2014 年“农林牧渔业总产值”，并查询《中国农村住户调查年鉴》、《中国住户调查年鉴》得到“人均家庭经营收入”；将“农林牧渔业总产值”与“人均家庭经营收入”相除，即得到第一产业人口承载力。各省计算加总如表 4 所示。

(2) 测算建设用地推动的第二、三产业人口承载力

首先确定 2020 年、2025 年、2030 年各省建设用地面积，并根据中华人民共和国国家统计局的数据查询，得到 1999~2014 年各省第二、三产业增加值，预测 2020 年、2025 年、2030 年第二、三产业增加值(初始增加值)。

其次确定 2020 年、2025 年、2030 年各省建设用地增长率，根据建设用地产出弹性约为 0.05%计算建设用地对经济增长的进一步贡献值，求得第二、三产业的实际增加值，并根据就业量与增加值关系方程求取第二、三产业吸纳劳动力数量。利用 SPSS 软件作回归，得到就业量与增加值关系方程如下：

$$EM = (ai)^{**} \cdot GDP_i^{bi^*}$$

式中：i 表示产业，i=2,3；EM 表示第 i 产业的实际就业量；GDP_i表示第 i 产业的增加值；(ai)** 是经过调整的第 i 产业回归方程常数项的估计值；bi*表示第 i 产业回归方程的偏回归系数 的估计值。

将 2020 年、2025 年、2030 年第二、三产业的实际增加值分别代入上述就业量——增加值函数，即可得出相应的第二、三产业吸纳劳动力数量。

再次将 1999~2014 年各省就业人口负担系数(常住人口/就业人员)的均值与第二、三产业吸纳劳动力数量相乘，获得第二、三产业供养的人口数即第二、三产业人口承载力。

各省第二、三产业人口承载力加总结果见表 5。

表 5 西部地区第二、三产业人口承载力测算(亿人)

Tab. 5 Calculation of population carrying capacity in western region Based on the second industry and the third industry(100 million)

年份	2020 年	2025 年	2030 年
第二产业人口承载力	0.85	0.93	1.01
第三产业人口承载力	1.39	1.53	1.67

(3) 测算土地经济承载力

将表 4 第一产业人口承载力与表 5 第二、三产业人口承载力相加，即可得到西部地区土地经济承载力。如表 6 所示。

比较表 3 与表 6，2020 年、2025 年、2030 年西部地区各生活层次下的土地自然承载力皆大于土地经济承载力，说明西部地区总体自然资源丰富，食物的供给能力较强，但经济发展实力相对较弱。

表 6 西部地区土地经济承载力（亿人）

Tab. 6 Population carrying capacity in western region based on the economic attributes of land

年份	2020 年	2025 年	2030 年
第一产业人口承载力	4.26	4.27	4.26
第二产业人口承载力	0.85	0.93	1.01
第三产业人口承载力	1.39	1.53	1.67
土地经济承载力	6.50	6.73	6.94

2.3 实际人口承载力确定

(1) 确定基于土地自然与经济双重属性的人口承载力

考虑到随社会经济发展，未来人口的生活水平不断提高，故取各省不同生活类型下相对富裕型所对应的人口承载力作为土地自然承载力，并将其与土地经济承载力对比，依据短板效应，取二者中较小者作为各省实际人口承载力。各省实际人口承载力加总结果见表 7。

表 7 西部地区实际人口承载力（亿人）

Tab. 7 The population carrying capacity in western region

年份	2020 年	2025 年	2030 年
实际人口承载力	6.50	6.73	6.94

在 3 个不同年份，土地自然承载力都要远远高于土地经济承载力，因此，实际的土地承载力是由土地经济承载力所决定的。从动态变化来看，西部地区实际人口承载力呈递增态势，2025 年实际人口承载力比 2020 年增加了 0.23 亿人，2030 年实际人口承载力比 2025 年增加了 0.21 亿人，这也间接说明西部地区未来经济水平也将呈稳步增长态势。

(2) 预测未来人口数量

根据中华人民共和国国家统计局网站查得 2000~2014 年西部各省年末总人口数，用灰色系统均值 GM(1,1) 模型来预测 2020 年、2025 年、2030 年的人口数量，各省加总结果如下表 8。

表 8 西部地区未来人口数量预测（亿人）

Tab. 8 Future population in western region

年份	2020 年	2025 年	2030 年
人口预测值	3.81	3.87	3.92

综合对比表 7 与表 8，西部地区未来人口承载力超过了未来人口的发展数量，说明从总体上讲，西部地区土地的人口承载空间有所富余。

(3) 测算人口承载比

土地承载比=预测人口数量/土地承载力，土地承载比来表示一个地区土地所需要承载的人口比例，能够较为清晰的反映出该区域土地人口承载的压力，人口承载比越大土地承载压力越大，反之则越小。根据表 8 和表 9 的数据计算西部地区土地承载比如表 9 所示。

表 9 西部地区人口承载比
Tab. 9 Population carrying rate in western region

年份	2020 年	2025 年	2030 年
人口承载比	0.586 2	0.575 0	0.564 8

2020-2030 年西部地区人口承载比均小于 0.6，整体来看人口承载压力较小。且随着经济的发展，2020~2030 年西部地区人口承载比逐渐减小，说明西部地区土地人口承载压力逐渐减小。

3 西部地区人口承载力的区域分布规律

3.1 土地自然承载力区域分布规律

根据 2.1 部分土地自然承载力测算方法及步骤，西部各省份土地自然承载力的测算结果如下表 10 所示。从时间上来看，2020~2030 年期间各省份土地自然承载力逐年增大，因为随着社会的发展，农业生产力也在不断提高，增加了土地的自然生产能力，进而提高土地自然承载力。从区域来看，各区域土地自然承载力差异较大，从四五百万到上亿都有。

西部 12 省土地自然承载力区域分布从 2020~2030 年的变化如图 2 所示。

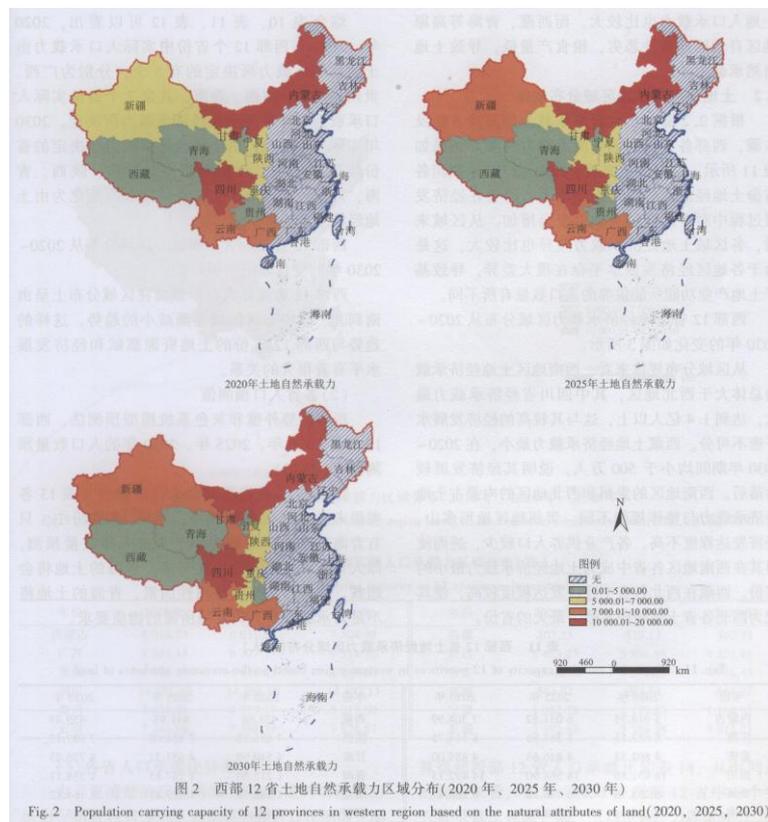


表 10 西部 12 省土地自然承载力区域分布 (万人)

Tab. 10 Population carrying capacity of 12 provinces in western region based on the natural attributes of land

年份	2020 年	2025 年	2030 年	年份	2020 年	2025 年	2030 年
内蒙古	11 659.64	13 529.86	15 400.15	西藏	407.55	429.13	450.73
广西	7 831.15	8 327.13	8 825.70	陕西	5 463.27	5 994.98	6 535.88
重庆	5 082.29	5 429.66	5 775.25	甘肃	5 151.15	6 112.99	7 217.65
四川	14 953.74	15 874.30	16 800.14	青海	544.92	603.84	666.32
贵州	4 484.81	4 759.17	5 017.90	宁夏	1 784.71	2 014.88	2 245.12
云南	7 976.95	8 851.44	9 752.89	新疆	6 358.19	7 323.01	8 289.85

从区域分布规律来看,位于中部的四川省和位于北部的内蒙古土地自然承载力最大,达到了上亿人。南部的云南和广西土地自然承载力较高,超过了 7000 万人,新疆和甘肃自然承载力逐渐增加,分别在 2025 和 2030 年超过 7000 万人。西藏、青海、宁夏和贵州人口承载力最小,其中西藏和青海人口承载力仅 500 万人左右。这样的土地 M 人口承载力分布与西部地区差异化的自然环境有很大关系。其中四川盆地位于西部中心,经济较为发达,土地生产能力高,自然承载力相对较大。内蒙古地域广袤,畜牧业发达,土地人口承载力也比较大。而西藏、青海等高原地区自然地理条件恶劣,粮食产量低,导致土地自然承载力小。

3.2 土地经济承载力区域分布规律

根据 2.2 部分土地经济承载力的测算方法及步骤,西部各省份土地经济承载力的测算结果如表 11 所示。从时间上来看,2020~2030 年期间各省份土地经济承载力也逐年增大,因为在经济发展过程中对于人口的承载力也会增加。从区域来看,各区域土地经济承载力差异也比较大,这是由于各地区经济发展水平存在很大差异,导致基于土地产业功能所能供养的人口数量有所不同。

西部 12 省土地经济承载力区域分布从 2020~2030 年的变化如图 3 所示。

从区域分布规律来看,西南地区土地经济承载力总体大于西北地区,其中四川省经济承载力最大,达到 1.4 亿人以上,这与其较高的经济发展水平密不可分。西藏土地经济承载力最小,在 2020~2030 年期间均小于 500 万人,说明其经济发展较为落后。西南地区的贵州和西北地区的内蒙古土地经济承载力与整体规律不同。贵州地区地形多山、经济发达程度不高,各产业供养人口较少,进而使得其在西南地区各省中成为土地经济承载力最小的省份。西藏在西北各省中经济发达程度较高,使其成为西北各省土地经济承载力最大的省份。

3.3 实际人口承载力区域分布规律

(1) 各省实际人口承载力分布

根据短板效应,由各省土地自然承载力与经济承载力确定其实际人口承载力,结果见表 12。其中,2020 年、2025 年、2030 年人口承载力均在 7000 万以上的有广西、四川、云南,内蒙古作为西部人口承载力预测增长最快的地区,在 2020 年其人口承载力为 5018.75 万人,2030 年增长到 7304.99 万人,成为西部人口承载力第四大的省份。而西藏、青海人口承载力最小,预测在 2020~2030 年期间,不会超过 700 万人。

综合表 10、表 11、表 12 可以看出,2020 年、2025 年西部 12 个省份中实际人口承载力由土地自然承载力所决定的有 5 个,分别为广西、贵州、西藏、陕西、青海,其余 7 个省份实际人口承载力则都是由土地经济承载力所决定。2030 年实际人口承载

力由土地自然承载力所决定的省份减少为 4 个，分别为贵州、西藏、陕西、青海，广西壮族自治区实际人口承载力变化为由土地经济承载力所决定。

西部 12 省实际人口承载力区域分布从 2020~2030 年的变化如图 4 所示。

西部 12 省实际人口承载力在区域分布上呈由南到北、从中心向四周逐渐减小的趋势，这样的趋势与西部 12 省份的土地资源禀赋和经济发展水平有着很大的关系。

(2) 各省人口预测值

根据趋势外推和灰色系统模型预测法，西部 12 省份 2020 年、2025 年、2030 年的人口数量预测如下(表 13)。

比较表 12 各省份实际人口承载力与表 13 各省份未来人口数量预测值，西部 12 省份中，只有青海未来人口承载力小于未来人口数量预测，即人口超载。换言之，在未来，青海的土地将会超载，综合自然与经济属性因素，青海的土地将不足以承载自身人口发展所需的物质要求。

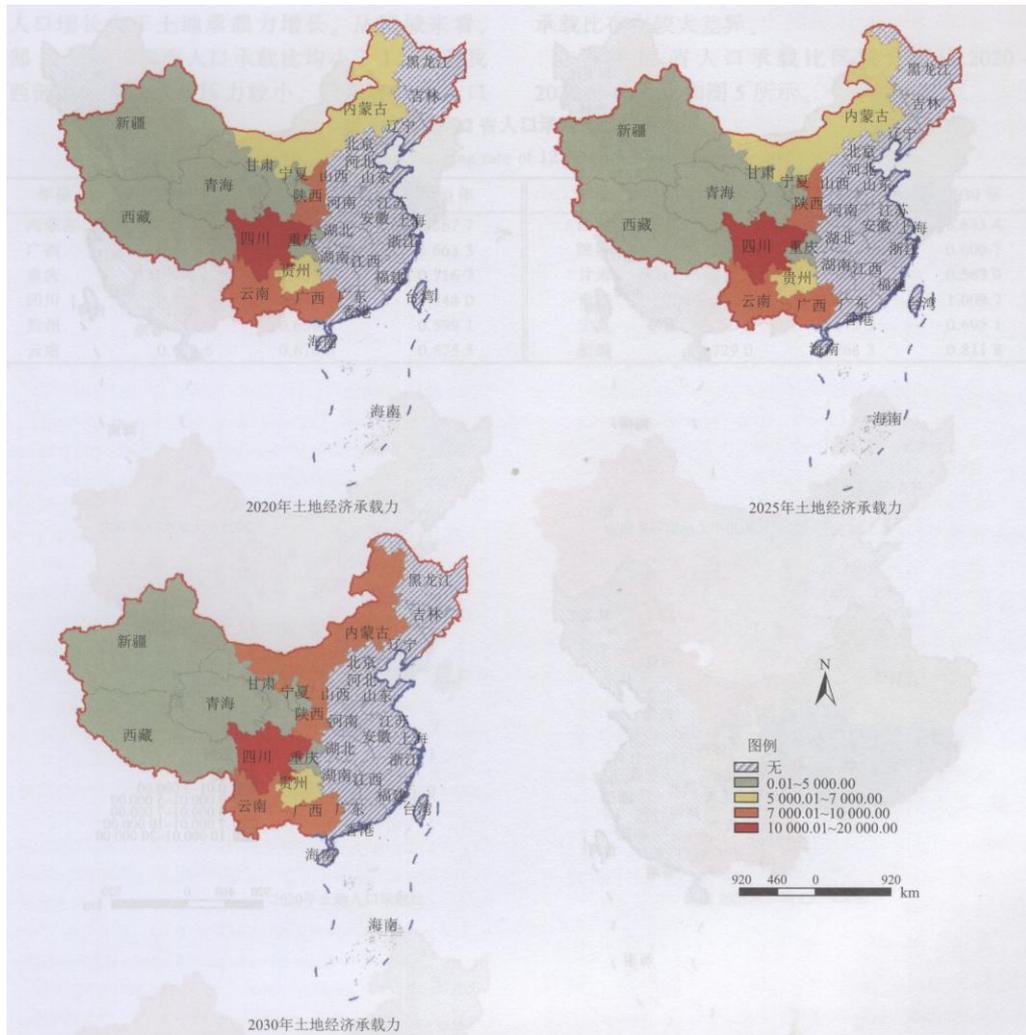


图 3 西部 12 省土地经济承载力区域分布(2020 年、2025 年、2030 年)

Fig. 3 Population carrying capacity of 12 provinces in western region based on the economic attributes of land(2020, 2025, 2030)

表 11 西部 12 省土地经济承载力区域分布 (万人)

Tab. 11 Population carrying capacity of 12 provinces in western region based on the economic attributes of land

年份	2020 年	2025 年	2030 年	年份	2020 年	2025 年	2030 年
内蒙古	5 018.75	6 031.52	7 304.99	西藏	428.64	441.95	459.48
广西	8 683.15	8 587.85	8 514.75	陕西	7 656.58	7 858.08	7 989.13
重庆	4 802.33	4 846.63	4 889.00	甘肃	4 540.90	4 651.21	4 726.45
四川	14 651.80	14 568.90	14 492.13	青海	1 217.50	1 287.85	1 338.17
贵州	6 238.76	6 638.28	6 950.47	宁夏	1 082.78	1 129.83	1 164.82
云南	7 246.08	7 588.38	7 876.87	新疆	3 492.43	3 586.38	3 673.73

表 12 西部 12 省实际人口承载力区域分布 (万人)

Tab. 12 Population carrying capacity of 12 provinces in western region

年份	2020 年	2025 年	2030 年	年份	2020 年	2025 年	2030 年
内蒙古	5 018.75	6 031.52	7 304.99	西藏	407.55	429.13	450.73
广西	7 831.15	8 327.13	8 514.75	陕西	5 463.27	5 994.98	6 535.88
重庆	4 802.33	4 846.63	4 889.00	甘肃	4 540.90	4 651.21	4 726.45
四川	14 651.80	14 568.90	14 492.13	青海	544.92	603.84	666.32
贵州	4 484.81	4 759.17	5 017.90	宁夏	1 082.78	1 129.83	1 164.82
云南	7 246.08	7 588.38	7 876.87	新疆	3 492.43	3 586.38	3 673.73

表 13 西部 12 省未来人口预测值 (万人)

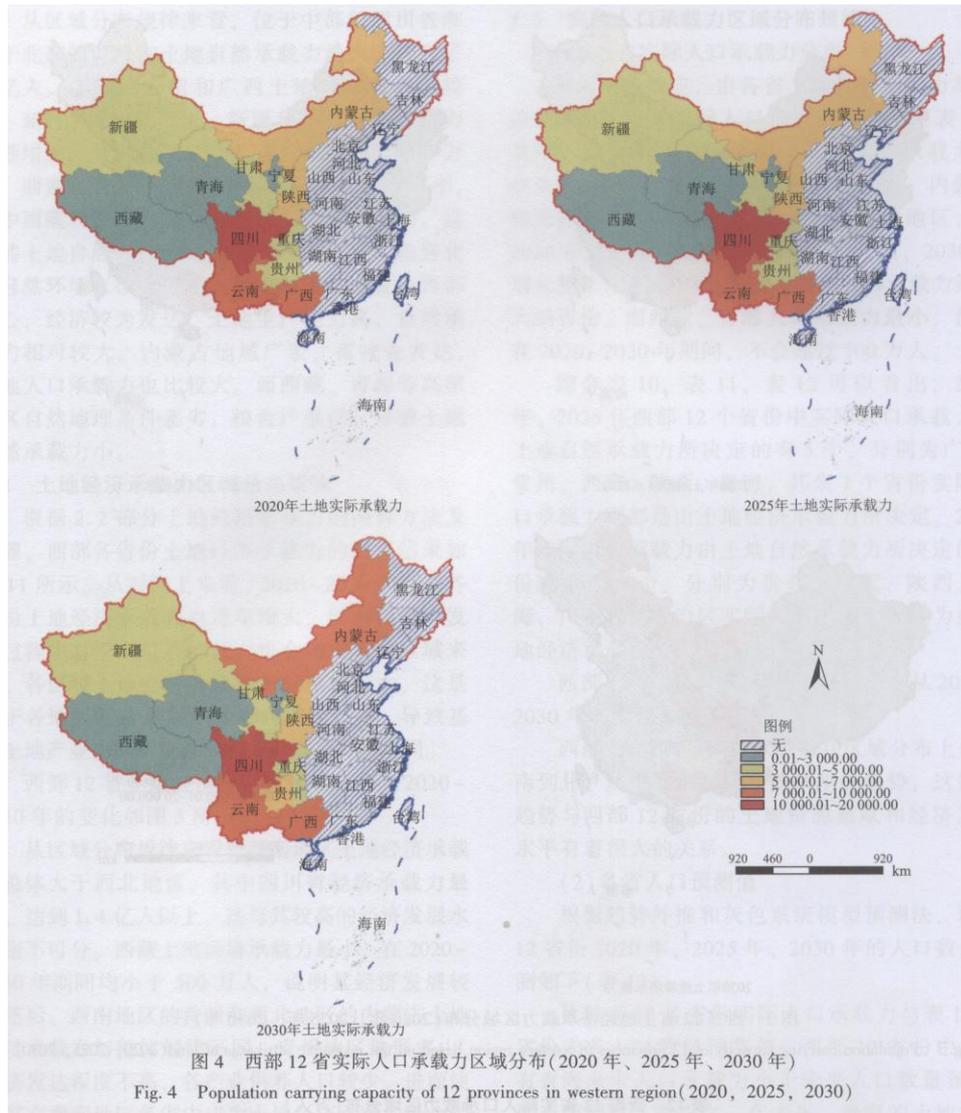
Tab. 13 Future population of 12 provinces in western region

年份	2020 年	2025 年	2030 年	年份	2020 年	2025 年	2030 年
内蒙古	2 573.36	2 629.14	2 686.14	西藏	3 45.62	370.96	398.17
广西	5 348.57	5 496.08	5 647.66	陕西	3 829.65	3 877.47	3 925.89
重庆	3 369.49	3 436.15	3 504.13	甘肃	2 612.70	2 636.78	2 661.08
四川	8 027.33	7 984.52	7 941.93	青海	6 18.74	635.44	672.76
贵州	3 271.13	3 135.98	3 006.41	宁夏	7 15.23	760.96	809.61
云南	4 945.99	5 129.87	5 320.59	新疆	2 545.86	2 755.55	2 982.50

表 14 西部 12 省人口承载比区域分布

Tab. 14 Population carrying rate of 12 provinces in western region

年份	2020 年	2025 年	2030 年	年份	2020 年	2025 年	2030 年
内蒙古	0.512 7	0.435 9	0.367 7	西藏	0.848 0	0.864 4	0.883 4
广西	0.683 0	0.660 0	0.663 3	陕西	0.701 0	0.646 8	0.600 7
重庆	0.701 6	0.709 0	0.716 7	甘肃	0.575 4	0.566 9	0.563 0
四川	0.547 9	0.548 1	0.548 0	青海	1.135 5	1.052 3	1.009 7
贵州	0.729 4	0.658 9	0.599 1	宁夏	0.660 5	0.673 5	0.695 1
云南	0.682 6	0.676 0	0.675 5	新疆	0.729 0	0.768 3	0.811 8

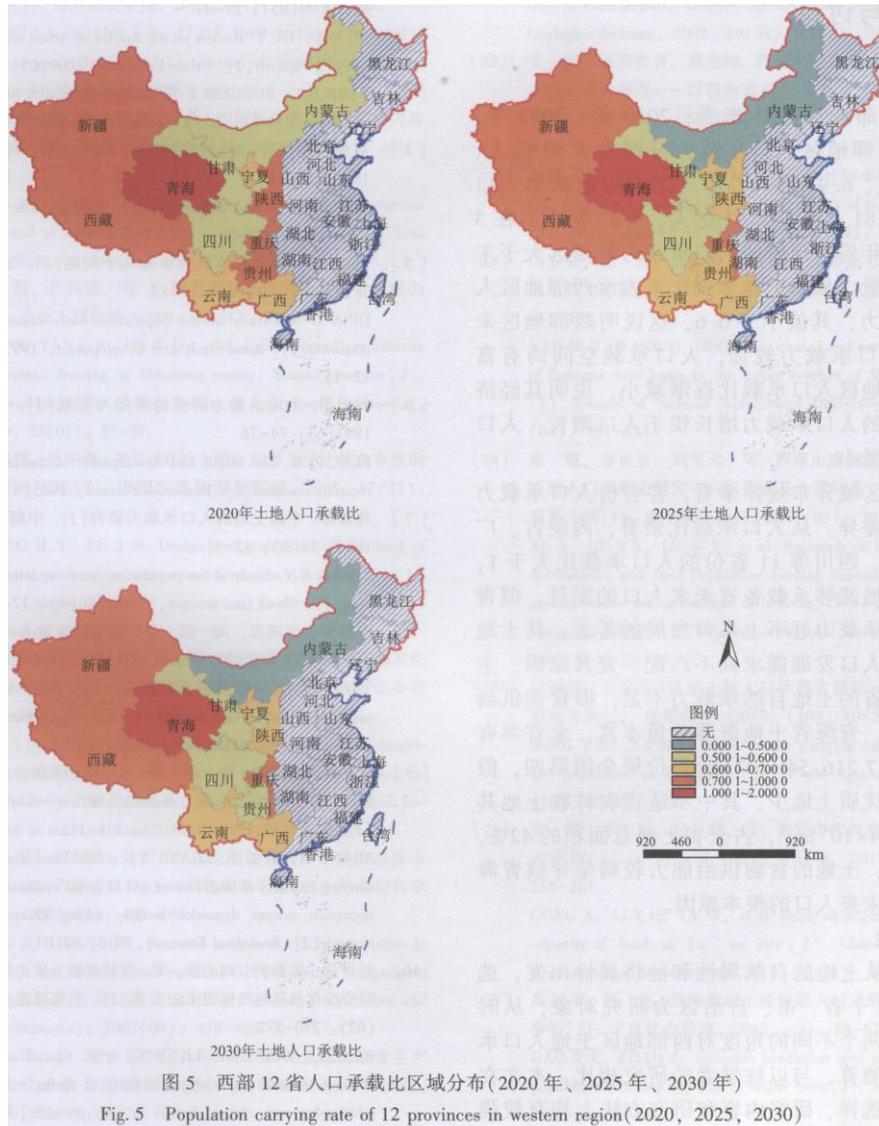


(3) 各省人口承载比分布

为了更清楚的反映西部 12 省土地人口承载的压力，结合各省实际人口承载力和人口预测值，测算得到西部 12 省人口承载比如表 14。从时间从时间上来看，2020~2030 年西部 12 省中 6 个省人口承载比逐渐下降，人口承载压力逐渐减小，包括内蒙古、贵州、云南、陕西、甘肃、青海，说明这些省份人口增长小于土地承载力增长。4 个省份人口承载比逐渐增加，人口承载压力逐渐增大，包括重庆、西藏、宁夏、新疆，说明这些省份人口增长大于土地承载力增长。从区域来看，西部 12 省除了青海人口承载比均小于 1，表明我国西部地区人口承载压力较小，但是各省份人口承载比存在较大差异。

西部 12 省人口承载比区域分布从 2020~2030 年的变化如图 5 所示。

西部 12 省人口承载比分布呈现出由中间向四周逐渐增大的趋势，其中青海省人口承载压力最大，到 2030 年仍处于人口超载状态，位于西部的西藏和新疆人口承载率也相对较高，人口承载的高压力与这些区域恶劣的自然环境以及落后的经济条件有着密切。东部的重庆和陕西人口承载率也比较高，这是由于该地区人多地少，单位面积土地承担的人口供养压力较大。相对于上述地区，地广人稀的内蒙古和经济相对发达的四川地区人口承载比较小，人口承载压力也比较小。



4 结论与讨论

4.1 结论

从西部地区整体来看, 2020年、2025年、2030年西部地区人口承载力分别为6.50亿人、6.73亿人、6.94亿人, 而与之对应的未来人口数量是3.81亿人、3.87亿人、3.92亿人, 在3个不同的年份, 预测的人口承载力都要远大于未来人口数量。采用土地承载力来表示西部地区人口承载压力, 其值小于0.6, 这说明西部地区未来土地人口承载力较强, 人口承载空间尚有富余。西部地区人口承载力逐渐减小, 说明其经济发展带来的人口承载力增长快于人口增长, 人口承载压力减小。

从各区域分布规律来看, 各省份人口承载力存在较大差异。从人口承载力来看, 内蒙古、广西、重庆、四川等11省份的人口承载力大于1, 说明其土地能够承载各省未来人口的发展, 但青海的土地承载力赶不上人口发展的需求, 其土地承载力与人口发展需求尚不匹配。究其原因, 主要是青海省的土地自然承载力不足, 即食物供给能力较低。青海省土地资源总量丰富, 全省共有土地面积 $7216.54 \times 10^4 \text{hm}^2$, 位居全国第四, 但质量差, 优质土地少, 其中不适宜农林牧土地共有 $3038.4 \times 10^4 \text{hm}^2$, 占全省土地总面积的42%, 由此可见, 土地的食物供给能力较弱是导致青海不能承载未来人口的根本原因。

4.2 讨论

本文从土地的自然属性和经济属性出发,选取西部 12 个省、市、自治区为研究对象,从时间和空间两个不同的角度对西部地区土地人口承载力进行测算,与以往学者的研究相比,本文在研究区域选择、研究内容和研究方法上均有较强的新意。论文不足之处主要体现在确定实际人口承载力的方法相对简单,这有待于今后进一步深入研究。

参考文献:

[1] 石忆邵,尹昌应,王贺封,等.城市综合承载力的研究进展及展望[J].地理研究,2013,32(01):133-145.

SHI Y S, YIN C Y, WANG H F, et al. Research progress and prospect on urban comprehensive carrying capacity [J]. Geographical Research, 2013, 32(01) : 133-145.

[2] 傅鸿源,胡焱.城市综合承载力研究综述 U].城市问题,2009(05):27-31.

FU H Y, HU Y. Review on the studies on urban comprehensive carrying capacity [J]. Urban Problems, 2009(05) : 27-31.

[3] PARK R E, BURGESS E W. An introduction to the science of sociology[M]. Chicago: University of Chicago Press, 1921.

[4] 威廉·福格特(美).生存之路[M].北京:商务印书馆.1988:23-24.

WILLIAM V. Road to survive[M]. Beijing: The Commercial Press. 1988: 23-24.

[5] 丁光伟.土地承载力研究中的几个问题[J].地域研究与开发,1991,10(2):12-15.

DING G W. Study of the population carry capacity of land resources[J]. Areal Study and Development, 1991, 10(2) : 12-15.

[6] 封志明.土地承载力研究的源起与发展 U].资源科学,1993(6):74-78.

FENG Z M. The origin and development of the land carrying capacity research[J]. Resources Science, 1993(6) : 74-78.

[7] 郑振源.中国土地的人口承载力研究[J].中国土地科学,1996,10(5):32-35.

ZHENG Z Y. Study of the population carry capacity of Chinese land[J]. China land science, 1996, 10(5) : 32-35.

[8] 尹春燕,匡鸿海,高勇,等.乐山市土地人口承载力研究[J].湖北农业科学,2014,53(17):4048-4051,4055.

YIN C Y, KUANG H H, GAO Y, et al. Population carrying capacity of land in Leshan city [J]. Hubei Agricultural Sciences, 2014, 53(17) : 4048-4051, 4055.

[9] 张红,李林峻,张洋,等.基于修正系统动力学模型的海岛城市土地综合承载力及其趋势评价——以舟山市为例 [J].生态

经济, 2016, 32(07): 178-182.

ZHANG H, LI L J, ZHANG Y, et al. Land comprehensive carrying capacity of island cities and its trend evaluation based on correction system dynamics model: taking Zhoushan as an example [J]. Ecological Economy, 2016, 32(07) : 178-182.

[10] 任景全, 郭春明, 刘玉沙, 等. 吉林省春玉米土地生产潜力 时空变化及其与气候因子的关系[J]. 土壤通报, 2017, 48 (02) : 270-277.

REN J Q, GUO C M, LIU Y X, et al. Spatial and temporal changes of land potential productivity of spring maize and its relationship with climate factors in Jilin province [J]. Chinese Journal of Soil Science, 2017, 48(02) : 270-277.

[11] 许艳, 濮励杰, 于雪, 等. 沿海滩涂围垦区土地生产潜 力模型构建与应用——以江苏省如东县为例[J]. 地理科学 进展, 2015, 34(07) : 862-870.

XU Y, PU L J, YU X, et al. Potential land productivity of the coastal reclamation zones of Rudong County, Jiangsu Province [J]. Progress in Geography, 2015, 34(07) : 862-870.

[12] 张国华, 谢崇宝, 皮晓宇, 等. 不同措施红壤坡地与梯田土 地生产潜力[J]. 山地学报, 2015, 33(03): 288-293.

ZHANG G H, XIE C B, PI X Y, et al. Land potential Produc-tivity of red soil slope land regarding different Measures [J] • Mountain Research, 2015, 33(03) : 288-293.

[13] 王少静, 张潇潇, 李伏生. 百色市主要农作物土地生产潜力 研究[J]. 南方农业学报, 2013, 44(11): 1841-1845.

WANG S J, ZHANG XX, LI F S. Land production potential of main crops in Baise City [J] . Journal of Southern Agriculture, 2013 , 44(11) : 1841-1845.

[14] 韩荣青, 郑度, 戴尔阜, 等. 中国粮食主产区生产潜力对 气候波动响应研究[J]. 资源科学, 2014, 36(12): 2611- 2623.

HAN R Q, ZHENG D, DAI E F, et al. Response of production potential to climate fluctuation in major grain regions of China [J]. Resources Science, 2014, 36(12) : 2611-2623.

[15] 刘勤, 严昌荣, 等. 山西寿阳县旱作农业土地生产潜力 [J]. 农业工程学报, 2009, 25(01) : 55-59.

LIU Q, YAN C R, HE W Q, et al. Land potential productivity of dryland farming in Shouyang county, Shanxi province [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2009, 25(01) : 55-59.

[16] 王海鹰, 陆军辉. 基于 AE 的土地生产潜力评价信息系统的 设计与实现[J]. 中国农业资源与区划, 2016, 37(11): 37-43.

WANG H Y, LU J H. Design and realization of the land of potential productivity evaluation information system based on AE [J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2016, 37(11) : 37-43.

[17] 石淑芹,陈佑启,李正国,等. 基于空间插值技术和辅助信息的吉林省玉米土地生产潜力研究[J]. 干旱地区农业研究, 2011, 29(05) : 209-218.

SHI S Q, CHEN Y Q, LI G Z, et al. Study on Land productivity potential of maize in Jilin province based on spatial interpolation technique and auxiliary information [J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2011, 29(05) : 209-218.

[18] 朱蕾, 黄敬峰. 基于 GIS 和空间插值技术的南方丘陵山区土地生产潜力估算[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2007(04) : 458-465.

ZHU L, HUANG J F. Potential land productivity calculation in foothill and mountain area based on GIS and spatial interpolation technology [J]. Journal of Zhejiang University (Agriculture and Life Sciences), 2007(04) : 458-465.

[19] 杜雄, 柴青, 孙小诺, 等. 华北农牧交错区粮食生产与人口承载力的解析研究[N]. 河北农业大学学报, 2009, 32(6) : 1-7.

DU X, CHAI Q, SUN X N, et al. Analysis of the relation between food production and population carrying capacity in the agro-pastoral ecotone of north China [N] • Journal of Agricultural University of Hebei, 2009, 32(6) : 1-7.

[20] 王超, 盖艾鸿, 赵瑞茂. 基于 AEZ 法的庆阳土地承载力研究[J]. 广东农业科学, 2010, 37(03): 258-261.

WANG C, GAI A H, ZHAO R M. Research on qingyang land carrying capacity based on AEZ method [J]. Guangdong Agricultural Sciences, 2010, 37(03) : 258-261.

[21] 刘丽君, 文霞, 龙枚梅, 等. 基于 GIS 的兴文县喀斯特山区土地人口承载力研究[J]. 四川地质学报, 2009, 29(S1) : 60-63, 74.

LIU L J, WEN* X, LONG M M, et al. Carrying capacity of land in karst terrain, Xingwen country based on GIS [J]. Acta Geologica Sichuan, 2009, 29(SI): 60-63, 74.

[22] 文倩, 杨柳青青, 霍金炜. 西洞庭湖区土地生产潜力与人口承载力研究——以湖南省安乡县为例 [J]. 湖南农业科学, 2009(04) : 130-132.

WEN Q, YANG LQ Q, HUO J W. Study on the potential land productivity and population carrying capacity in the west洞庭湖 region—A case study on Anxiang county of Hunan province [J]. Hunan Agricultural Sciences, 2009(04) : 130-132.

[23] 闫卫坡, 王青, 郭亚琳, 等. 岷江上游杂谷脑河流域土地承载力研究[J]. 四川农业大学学报, 2012, 30(04): 451-455.

YAN W P, WANG Q, GUO Y L, et al. Land carrying capacity of Zagunao river basin in the upper reaches of Minjiang River [J]. Journal of Sichuan Agricultural University, 2012, 30(04) : 451-455.

[24] 徐霞, 辜世贤, 刘宝元, 等. 西藏山南地区自然环境与土地人口承载力研究——以乃东县、琼结县、扎囊县与贡嘎县为例

[J]. 水土保持研究, 2007(01): 29-32.

XU X, GU S X, LIU BY, et al. Research on human natural environment and land population bearing capacity in southern area of Tibet—taking counties of Nedong, Chong-gye, Gonggar, Danang as examples[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2007(01) : 29-32.

[25] 宋耀辉, 马惠兰. 区域土地人口承载力研究——以塔吉克斯坦为例[J]. 世界农业, 2013, (10): 80-85, 188.

SONG Y H, MA H L. Study on the carrying capacity of land and population of Tadjikistan [J]. World Agriculture, 2013 , (10) : 80-85, 188.

[26] 宫雪, 李玉环, 吕玮, 等. 泰安市粮食耕地人口承载力评价[J]. 中国人口. 资源与环境, 2017, 27 (S1): 258-261.

GONG X, LI Y H, LV W, et al. Study on population carrying capacity of land in Tai ' an city [J]. China Population, Resources and Environment, 2017, 27(S1) : 258-261.

[27] 高新才, 赵玲. 黑河流域土地资源人口承载力动态预测 分析[J]. 宁夏社会科学, 2010, (3): 58-61.

GAO X C, ZHAO L. Dynamic prediction and analysis of the population carrying capacity in Heihe basin [J]. Social Sciences in Ningxia, 2010, (3) : 58-61.

[28] 谭术魁, 韩思雨, 周敏. 土地城市化背景下武汉市资源 环境承载力仿真研究 U]. 长江流域资源与环境, 2017, 26(11) : 1824-1830.

TAN S K, HAN S Y, ZHOU M. Simulation study on resources and environment carrying capacity in Wuhan city under the background of land urbanization [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2017, 26(11) : 1824—1830.

[29] 李文龙, 任圆. 城市综合承载力系统动力学仿真模型研究[J]. 生态经济, 2017, 33(02) : 78-80, 189.

LI W L, REN Y. Research on system dynamics simulation model urban comprehensive carrying capacity [J]. Ecological Economy, 2017, 33(02) : 78-80, 189.

[30] 陆传豪, 代富强, 周启刚. 山地城市环境承载力综合评价 与变化特征研究[J]. 资源开发与市场, 2015, 31(02): 183-187.

LU C H, DAI F Q, ZHOU Q G. Study on composite assessment and dynamic characteristics of environmental carrying capacity for mountain city [J]. Resource Development & Market, 2015, 31(02) : 183-187.

[31] 狄乾斌, 韩帅帅. 城市经济承载力的综合评价及其时空差 异研究——以我国 15 个副省级城市为例[J]. 经济地理, 2015, 35(09) : 57-64.

DI Q B, HAN S S. Comprehensive evaluation and its spatial and temporal differences of city economic carrying capacity —A case study of 15 sub-provincial cities [J]. Economic Geography, 2015, 35(09): 57-64.

[32] 皮庆, 王小林, 成金华, 等. 基于 PSR 模型的环境承载力评价指标体系与应用研究——以武汉城市圈为例[J]. 科技管理研究, 2016, 36(06): 238-244.

PI Q, WANG X L, CHEN J H, et al. Environment carrying capacity evaluation system and applied research based on psr model — A case study of Wuhan metropolitan area [J]. Science and Technology Management Research, 2016, 36 (06): 238-244.

[33] 尹锋, 李慧中. 建设用地、资本产出比率与经济增长——基于 1999~2005 年中国省际面板数据的分析[J]. 世界经济文汇, 2008, 33(3): 40-44.

YIN F, LI H Z. Construction land, capital output ratio and economic growth — based on the analysis of China 9 s inter provincial panel data in 1999 ~2005 [J]. World Economic Papers, 2008, 33(3) : 40-44.