

引用格式: 马定国, 戴雄祖, 羊金凤, 等. 县域村镇建设资源环境承载能力评价及人口合理规模测算: 江西省以永丰县为例[J]. 资源科学, 2020, 42(7): 1249-1261. [Ma D G, Dai X Z, Yang J F, et al. Resource and environmental carrying capacity and optimal population size for village and town development: Taking Yongfeng County of Jiangxi Province as an example[J]. Resources Science, 2020, 42(7): 1249-1261.] DOI: 10.18402/resci.2020.07.03

县域村镇建设资源环境承载能力评价及 人口合理规模测算 ——以江西省永丰县为例

马定国¹, 戴雄祖¹, 羊金凤¹, 王传胜^{2,3}

(1. 江西师范大学地理与环境学院, 南昌 330022; 2. 中国科学院区域可持续发展分析与模拟
重点实验室, 北京 100101; 3. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要: 资源环境承载能力研究是现阶段中国国土空间规划和乡村振兴规划中重要的基础工作, 而以往的承载能力研究多是面向大区域尺度, 专门针对村镇建设的承载能力评估比较少。本文在总结前人研究的基础上, 以自然资源部最新公布的国土空间规划“双评价”技术指南为基准, 探讨了县域尺度面向村镇建设的资源环境承载能力评价方法, 选取的案例区为地处江南丘陵地区的江西省永丰县。通过永丰县村镇建设特点及其资源环境限制因素的初步评判, 建立了以土地、地质灾害、生态为主要限制因子的种植业和村镇建设不适宜区判定的指标体系, 划分了以行政村为基础单元的村镇建设适宜类型, 测算了高开发强度和平均开发强度两种情景下的全县人口合理规模。研究表明: ①永丰县种植业和村镇建设不适宜区面积分别为 1779.77 km² 和 1838.68 km², 剔除重叠面积后为 1838.94 km², 占全县面积的 67.81%。②按照各村不适宜区面积、现状人口、村镇建设的情况, 全县 216 个行政村可被分为生态保护重点村、种植业发展重点村、中心集聚重点村和其他村 4 大类。③当地高开发强度和平均开发强度情景下, 全县耕地种植业可承载的最大人口规模分别为 135.38 万人和 140.10 万人。④按照人均建设用地 100、140 和 200 m² 测算, 高开发强度情景下, 全县村镇建设用地可承载的人口数量分别为 84.05 万、60.04 万和 42.03 万人; 平均开发强度情景下可承载的人口规模分别为 54.61 万、39.01 万和 27.31 万人。本文研究结果可为现行“双评价”技术指南的应用与完善提供案例支撑, 也可为永丰县实施乡村振兴和村镇规划提供参考依据。

关键词: 村镇建设; 资源环境承载能力; 适宜性分类; 开发强度; 人口合理规模; 永丰县

DOI :10.18402/resci.2020.07.03

1 引言

资源环境承载能力研究是现阶段中国国土空间规划和乡村振兴规划研究的基础命题。早在国家“十一五”规划纲要中, 提出要根据资源环境承载能力、开发密度与发展潜力, 统筹考虑今后各方面的建设, 并进行主体功能区的划分^[1-3]。2017年, 国家出台《关于建立资源环境承载能力监测预警长效

机制的若干意见》, 提出要实现区域资源环境承载能力监测预警的规范化、制度化和常态化^[4,5]。2019年, 自然资源部国土空间规划局发布《资源环境承载能力和国土空间适宜性评价技术指南》, 进一步确立了资源环境承载能力对国土空间规划的基础支撑地位^[6]。在《乡村振兴战略规划(2018—2022年)》^[7]中, 明确提出要“强化空间用途管制……, 开

收稿日期: 2020-05-05 ; 修订日期: 2020-07-05

基金项目: 国家重点研发计划项目(2018YFD1100101); 国家自然科学基金项目(41361112; 41171109)。

作者简介: 马定国, 男, 江西永修县人, 博士, 教授, 研究方向为人口地理与区域发展。E-mail: dgm600@sina.com

通讯作者: 王传胜, 男, 副研究员, 主要从事国土空间规划、贫困地区农户生计与可持续发展、资源环境承载能力等领域的研究。E-mail: wangcs@igsnr.ac.cn

展资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价。”此外,美丽中国建设和新时期区域(空间)规划,也强调不同的区域要依据资源环境的承载能力对功能定位与开发模式进行确定^[8,9]。

提到资源环境承载能力,人们会很自然地联想到关于承载力的研究,这其中,又以关于“地球上到底能够承载多少人口”的探讨更引人关注^[10]。如18世纪末马尔萨斯的“人口学原理”^[11]和20世纪中后期罗马俱乐部关于“增长的极限”^[12]中关于“人口容量”的探讨。20世纪80年代,国内学者开展的以土地(粮食/食物)生产潜力为代表^[13]的中国“最大”人口容量研究,极大地推动了承载力研究在国内的发展^[14,15],上述研究主要是聚焦于国家或省域尺度的地理范围,测算其中可以承载的“最大”人口规模。在国家或省域内部,学者也进行了不同尺度以土地、水资源为限制条件的“人口承载力”研究,其中值得一提的是,国内学者关于全国分县承载力的研究^[16-18],将测算尺度降到县域。总体而言,上述研究大多是土地(粮食/食物)生产潜力研究的延伸。

除上述研究外,从当前实际应用和规划角度,也发展了一种基于资源环境和经济社会发展状态比较的研究方法,如国内学者提出的基于“状态空间法”的区域承载力研究^[19,20],通过区域资源环境和人口、经济发展的“状态”,并设定一定的衡量参数,来确定区域是否处于“超载”状态。20世纪初,面临日益增大的资源环境压力,在区域(空间)规划领域,政府及学者将资源环境承载“能力”评价引入规划的前期研究^[21]。从承载“力”到承载“能力”,学者在借鉴已有承载力研究的基础上,更多地从规划的实际运用考虑,通过资源环境承载力本底的评价,进行国土空间开发利用和保护的适宜性分区,以便更好地与规划需求接轨,其中的人口容量测算使用的是规划界推荐的人口规模预测方法。“十一五”期间,资源环境承载力评价被列为主体功能区规划的基础工作,并在此后的汶川、玉树、芦山等几次重大灾害的灾后重建规划(前期研究)中被广泛运用。其研究特点是,不拘泥于某一种类型资源环境的“短板因子”,而是通过对各种可能的限制因素进行综合评价,甄选出未来可以利用的土地空间,作为可以进行人口、产业集中布置的区域,再通

过一定的方法模型测算出可以容纳的合理人口规模^[22]。因而,上述研究被学者总结为“综合承载力”研究^[23]。2016年,国家发展与改革委员会推行省级空间规划试点,试点要求开展空间规划首先要进行“资源环境承载力评价”和“国土空间开发和保护的适宜性评价”,即“双评价”工作^[24]。2019年自然资源部在组织开展“全国国土空间规划”时,编制《资源环境承载能力和国土空间适宜性评价技术指南》(以下简称《指南》),要求在自然本底评价的基础上测算土地、水等资源的“最大可利用规模”、确定空间适宜性分区,并本着严格控制开发强度的原则,确定人均(资源)需求,进而推算合理人口规模。

纵观资源环境承载(能)力的研究历程,经典的以土地生产潜力为依据的人口承载力研究,在整体、宏观尺度上的“最大人口容量”测算方面具有显著指导意义;而在县域,特别是村镇一级的小尺度上则受到系统“开放性”的影响,解释力受到一定程度的限制^[16,17,23]。结合适宜性评价分区的“综合承载(能)力”研究,可依据格网数据对承载力单项要素进行评价;在行政区划(县或乡镇)尺度,侧重开发和保护的功能适宜性分区;在人口容量测度上,更多地是从人口发展预测视角衡量。对于村镇所处的乡村地区而言,从人口承载力的角度,更多地是将其视为承载力的“载体”区域,即城乡地域系统中承担资源环境“供体”的“分量区域”,也可以说,村镇资源环境承载力评价的主要目的是为上层级“总量区域”的人口规模测算提供依据。而实际上村镇自身也存在一个人口合理容量的测算问题,如对于一些农产品主产区的村镇而言,基于耕地生产潜力测算的最大人口容量可以作为“分量区域”对“总量区域”的支撑,其自身人口容量的测算还应同时考虑到满足村镇人口居住的聚落建设的需求,以便更好地为村镇聚落的空间布局、人口的空间集疏、土地利用效率的整体提升提供决策依据。要想实现村镇对上述两种区域尺度的人口合理容量测算,既要承袭经典承载力在总量区域人口容量测算的理论框架,也需要吸纳综合承载(能)力研究在微观尺度评价方面的长处,这正是本文试图解决的关键科学问题。自然资源部颁布的《指南》也正是以提高承载力评价在不同空间尺度的应用实践,力

2020年7月

求实现已有的资源环境承载能力评价方法整合为其中目的。因而,本文拟借鉴《指南》中的方法,探讨县域尺度面向村镇建设的资源环境承载能力评价,一则是为推动资源环境承载能力评价向中小尺度延伸,二则是为现阶段乡村振兴规划和美丽乡村建设提供区域本底评价的科学方法。本文选择的案例区是地处赣江上游的江西省永丰县,主体功能定位为农产品主产区,其村镇建设的资源环境承载能力状况在江南丘陵地区具有一定的代表性。

2 研究方法、数据来源与研究区概况

2.1 研究方法

按照《指南》要求,承载能力的测算分为两个大的步骤。首先,根据生态本底条件、农业生产条件、城镇建设条件,确定生态保护、农业发展和城镇建设3大类适宜区,其中农业又分为种植业、畜牧业和渔业3类;其次,分别测算农业适宜区和城镇适宜区的合理规模,为不同空间尺度的人口容量测算奠定基础。适宜区合理规模的测算采用限制因素方法:对水资源限制区,用水资源作为约束条件,分别测算耕地和城镇建设用地的合理规模;对土地资源限制区,用空间(土地)资源作为约束条件,分别测算耕地和城镇建设用地的合理规模。《指南》中的城镇建设适宜区主要是面向城市、镇,而本文主要面向的是村镇建设,包括镇及具有一定集聚潜力的中心村庄,所以在运用《指南》中城镇建设适宜区划分的时候,兼顾未来可以承担村庄人口集聚的重点村的选择条件。具体实施步骤分以下3个小节介绍。

2.1.1 评价、甄选生态保护极重要区域和种植业、村镇建设不适宜区

(1)生态适宜区

根据《指南》,生态适宜区的要求是选择生态功能极重要区域和生态极脆弱区域。因永丰县已经有生态保护红线的成果,该成果是在生态重要性和生态敏感性系统评价基础上划定的,对永丰县生态服务功能重要性和生态脆弱性所需的指标进行过完整的评价,因而本文对生态适宜区的划分直接采用地方生态保护红线的成果,把生态保护红线区确定为生态保护极重要区域。

(2)农业适宜区

农业适宜区是在生态极重要区域以外,以水、

土、光、热组合条件为基础,结合土壤环境质量、气象灾害等因素,评价种植业生产适宜程度,采取的方法主要是识别农业不适宜区。永丰县村镇的农业生产主要为种植业,因而本文主要是甄选种植业不适宜区。判定方法是将地形坡度大于 25° (山区梯田可适当放宽)、土壤肥力很差(粉砂含量大/有机质少/土壤厚度太薄,难以耕种)、光热条件不能满足作物一年一熟需要($0^{\circ}\text{C} \leq \text{积温} < 1500^{\circ}\text{C}$)、土壤污染物含量大于风险管控值的区域,确定为种植业不适宜区。永丰县地处中亚热带区域,多年平均降水量 1627.3 mm , $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 活动积温介于 $5800\sim 7600^{\circ}\text{C}$ 之间, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温除南部山区少部分地区外,其余地区在 $5500\sim 6000^{\circ}\text{C}$ 之间,无霜期为279天,水热条件均好。实地调研中发现,因河网较多,引水条件较好,耕地补灌便利,故各地用水不存在短缺现象,且各地差异不大。气象灾害中,永丰县所属的吉安市气象灾害以洪涝为主,且主要分布在赣江干流附近,永丰县位于赣江支流,受影响较小。土壤环境质量方面,永丰县现有5个针对土壤环境质量的监测点,近几年的数据显示,耕地地力水平为中或高,灌溉条件好,排水能力强,耕地的质量较好,且空间差异不大。综合评判,种植业主要以地形为限制因素,因而根据《指南》,同时考虑了永丰县土地利用现状的情况,选择坡度为主要因子。具体划分方法见表1。

(3)村镇建设适宜区

村镇建设适宜区主要是识别村镇建设不适宜区,即在生态保护极重要区以外的区域,识别不适宜村镇建设的区域。判定方法是将水资源短缺、地形坡度大于 25° 、地质灾害危险性极高的区域,确定为村镇建设不适宜区。根据永丰县的具体情况,本文主要考虑地形和地质灾害两个因素:地形不适宜区的选择以 $> 25^{\circ}$ 的坡度为准;地质灾害的评价,一是利用永丰县地质灾害调查成果,二是对不同的地质灾害类型选择不同范围的避让区标准^[21]。具体划分方法见表1和表2。

2.1.2 基于适宜性评价的村庄分类

适宜性评价给出了人口容量测算的基础量,但实际上不同类型的村庄因功能和发展方向的不同,对人口集聚的要求也不尽相同。因而,要想得出合

表1 种植业和村镇不适宜区判定的主要指标

Table 1 Main indicators for the non-suitability evaluation of cropping and village and town development

区域类型	生态保护重要程度	地形	土地利用类型	灾害
种植业	生态保护红线区	坡度大于25°的区域	坡度大于25°的非梯田、有林地、河湖库、风景名胜地、林场	—
村镇	生态保护红线区	坡度大于25°的区域	有林地、河湖库、滩涂、坑塘、风景名胜地、林场	地质灾害高风险区

表2 地质灾害高风险区判定

Table 2 High risk area of main geological disasters

灾害类型	灾害点风险区等级	灾害点危险程度	灾害点预警级别	避让范围/m
崩塌	高、中风险区	高或中	红或橙色	100
滑坡	高、中风险区	高或中	红或橙色	200
泥石流	所有风险区	高、中、低	红、橙、黄色	500

理的人口容量结果,必须在适宜性评价的基础上对村庄进行功能分类。村庄是最小聚落单元,中国地理环境复杂,村庄的立地条件差异大,导致其产业和功能类型也多样化。按产业产品类型可以将村庄分为很多类,如国内学者将全国的专业村镇分为7个一级类、24个二级类^[25]。按功能类型,中国《镇规划标准》(GB50188-2007)中,将村庄按功能分为中心村和一般村。乡村振兴规划中,将村庄分为集聚提升、城郊融合、特色保护、搬迁撤并4大类;学者在此基础上,又将4大类按村庄所处位置、生态及保护性质等特点分为22个小类^[26]。本文主要按照功能类型,根据永丰县的实际情况,也为方便人口合理容量的测算,将村庄划分为4大类:生态保护重点村、种植业发展重点村、中心集聚重点村和其他村。分类采用分步归类法,首先是根据村域内种植业和村镇建设不适宜区的面积占比,划分3类适宜

区,作为备选方案;不同类型村庄指标阈值的确定按照生态优先、统筹发展、突出农业、有利集聚、兼顾区域平衡的准则,综合考虑了不适宜区面积1/3、1/2、2/3、3/4各比例段村庄的数量和分布地区。其次是根据林地、规模经营耕地面积,进一步确定生态保护和种植业适宜类型;根据人口规模、村庄基础设施建设、留守人口比重3项指标,进一步确定村镇建设和种植业适宜类型。因为村庄涉及的类型较多,因而最后将旅游类、设施养殖类、传统村落保护类归入其他类,采用的指标为各村旅游接待人次、传统村落名录和设施养殖面积等。具体分类方法见图1。

2.1.3 基于村镇建设类型的潜在最大人口规模概算

根据适宜性结果,分别测算永丰县最大可利用的种植业面积和村镇聚落面积规模,并以此测算最大承载的人口。

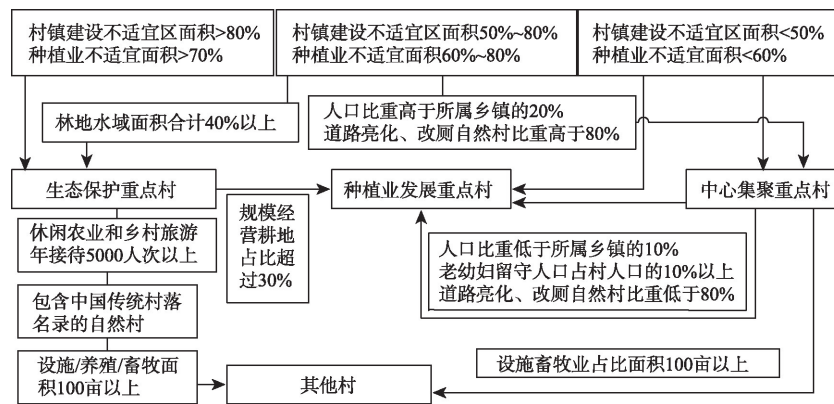


图1 基于资源环境承载力适宜性评价的永丰县村庄分类方法

Figure 1 Village classification based on the suitability of the resources and environmental carrying capacity in Yongfeng County

2020年7月

(1)种植业适宜面积和村镇建设适宜面积

本着集约利用土地的思想,对评价所得的结果按一定的开发强度控制总的利用规模,是全国国土空间规划工作所要求的。根据已有的研究,不同发展方向的地区对3类空间的开发强度(建设用地占比)要求不同^[24,27],一般的原则是生态区>农业区>城镇区。目前国内平原地区的建设用地占比最高可达0.40(上海市),江苏省平均水平为0.20^[28]。根据对吉安市不同类型主体功能区域的分析(表3),吉安市重点开发区中耕地面积占比一般在0.25以上,建设用地占比为0.06~0.17;农产品主产区中,建设用地占比一般不到0.10,耕地面积占比在0.18~0.30之间。永丰县不同类型乡镇的情况为:县城建设用地占比0.23,农业类乡镇建设用地占比小于0.10;生态类乡镇建设用地占比最高为0.10。因而,参照全国和当地的情况,本文对4类重点村的村镇建设适宜区面积分别给予了开发强度控制系数,结合当地情况,将开发强度系数分为两个情景:①当地平均强度水平情景,主要是参照永丰县不同类型乡镇、吉安市重点开发和农业类型主体功能区建设用地占比的平均水平;②当地高强度水平情景,本着严格控制开发强度的原则,按照当地不同主体功能类型县和乡镇的较高值,适当调高除生态保护重点村以外其他3类村的开发强度系数(表4)。

对村镇建设适宜面积的测算采用以下公式:

$$F_H = \sum_{i=1}^4 \sum_{n=1}^4 (S_i \times M_n) \quad (1)$$

表3 吉安市和永丰县不同功能类型区建设用度和耕地占土地面积的比例

Table 3 Proportion of cultivated land and construction land in various main functional zones of Ji'an City and Yongfeng County

地区类型	地名	耕地占比/%	建设用地占比/%
重点开发区	吉州区	0.37	0.17
重点开发区(县)	吉安县	0.25	0.06
农产品主产区(县)	泰和县	0.23	0.04
农产品主产区(县)	新干县	0.30	0.06
农产品主产区(县)	永丰县	0.18	0.04
县城(乡镇)	永丰县恩江镇	0.27	0.23
农业型(乡镇)	永丰县藤田镇	0.35	0.06
生态型(乡镇)	永丰县君埠乡	0.10	0.02

表4 4种类型村镇的开发强度控制系数

Table 4 Development intensity control coefficients of four types of villages and towns

项目	生态保护重点村	种植业发展重点村	中心集聚重点村	其他村
高强度情景	0.02	0.10	0.23	0.03
平均强度情景	0.02	0.06	0.15	0.02

$$F_A = \sum_{i=1}^4 \sum_{e=1}^4 (S_i \times M_e) \quad (2)$$

式中: F_H 和 F_A 分别为当地高强度情景和平均强度情景下的村镇建设适宜面积(km^2); S_i 为*i*村庄的村镇建设适宜性评价面积(km^2); M_n 和 M_e 分别为高强度情景和平均强度情景下4类村庄的开发强度控制系数。

(2)不同情景下永丰县潜在最大人口合理规模村镇建设潜在最大人口规模按以下公式计算:

$$Z_H = \frac{F_H}{P} \quad (3)$$

$$Z_A = \frac{F_A}{P} \quad (4)$$

式中: Z_H 和 Z_A 分别代表高强度情景与平均强度情景下的村镇建设承载人口合理规模(人); P 为人均建设用地测算标准,有3种情形,分别设置200、140和100 m^2 。设置的理由:①考虑目前永丰县人均建设用地情况,人均建设用地231.60 m^2 ,其中乡村人口人均农村居民点用地299.05 m^2 ,镇人口人均居民点用地96.65 m^2 ,乡村人均居民点用地偏高。②中国目前的状况是乡村人均建设用地是0.34亩^[29],约合226 m^2 ,高于2000年初期人均218 m^2 的水平。③根据住建部的标准^[30],在永丰县所处的III类建筑气候区,镇人均建设用地指标为100~120 m^2 ;村庄的标准,除特殊地区外,一般不能超过120 m^2 ,最大不能超过140 m^2 。④永丰县住建部门资料显示,农户住房一般按照占地面积89 m^2 规划。

种植业潜在最大人口规模按以下公式计算:

$$C_H = (F - F_H) \times \frac{Q}{W} \quad (5)$$

$$C_A = (F - F_A) \times \frac{Q}{W} \quad (6)$$

式中: C_H 和 C_A 分别代表高强度情景与平均强度情景下的种植业承载人口合理规模(人); F 为最初评价所得的种植业适宜面积; Q 为耕地粮食单产

(kg/hm^2); W 为粮食需求($\text{kg}/(\text{人}\cdot\text{年})$)。耕地承载能力的测算面积为 $F-F_H$ 和 $F-F_A$; 单位面积粮食产量因子采用永丰县的多年平均值; 年人均口粮按全面实现小康标准的人均 $450 \text{ kg}/\text{年}$ 计算。永丰县 2009—2017 年年均粮食产量为 35.79 万 t, 粮食作物播种面积 6.16 万 hm^2 , 单位播种面积粮食产量为 $5842.22 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 。2009 年耕地面积为 4.96 万 hm^2 , 2017 年增长至 5.00 万 hm^2 , 耕地粮食单产由 2009 年的 $6448.92 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 增长至 2017 年的 $7555.89 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 。考虑到产量波动因素, 各年的耕地面积按 2009—2017 年的年均增长幅度计算, 粮食单产取 9 年的平均值, 为 $7200 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 。

2.2 数据来源

本文所用的地形数据为 30 m 的栅格数据, 数据来源于中国科学院计算机网络信息中心地理空间数据云平台 (<http://www.gscloud.cn>); 土地利用、生态保护红线和地质灾害数据来源于当地自然资源部门; 村庄统计数据来源于永丰县统计局。

2.3 研究区概况

永丰县为江西省的重要农产品主产区, 地处赣江流域、吉泰盆地东沿, 四面环山, 地形北部以岗地为主, 中南部以盆地、丘陵和低山为主(图2)。境内河流主要为赣江支流, 其中流量较大的为乌江, 从南到北贯穿全县。全县共有 21 个乡镇 216 个行政村, 2017 年末常住总人口为 44 万人。农村居民人均可支配收入为 14722 元, 高出全省平均水平 1480 元。全县土地面积 2711.95 km^2 , 耕地面积 447.77 km^2 , 受地形影响分布较为分散。从水土资源的匹配来看, 地表水和地下水均较丰富, 对村镇建设而言不构成限制^[31,32], 而土地资源是其资源环境承载能力评价的主要限制性因素。

3 结果与分析

3.1 不适宜区判定结果

生态保护极重要区域主要分布在南部的山地、高丘和中北部的高丘等地形区域, 乌江及其支流流域的上游, 主要集中在南部的中村、上溪、沙溪和北部的七都、鹿冈等 1 镇 4 乡。此外, 西南部的 4 个乡也都有一定面积分布(图 3a、3b)。

种植业不适宜区(图 3a)面积为 1779.77 km^2 , 主

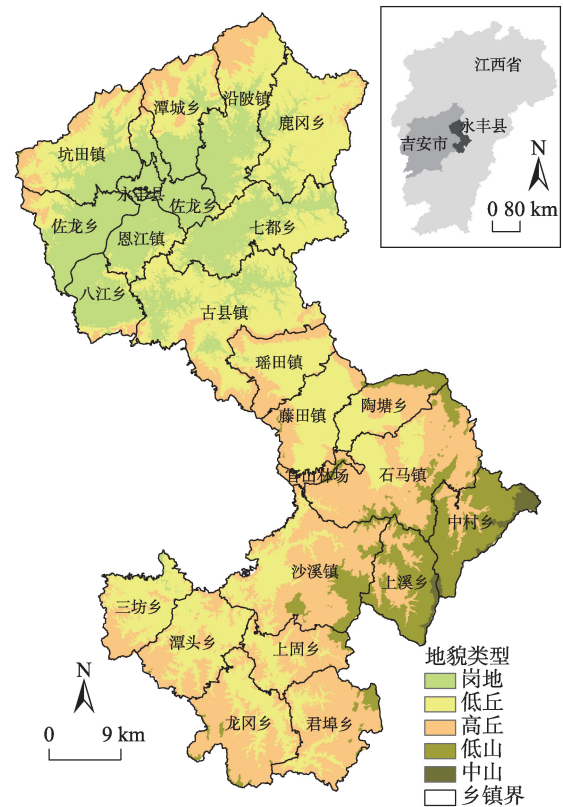


图2 永丰县位置、行政区划与地形

Figure 2 Location, administrative division, and topographic map of Yongfeng County

要分布在乌江支流与藤田河以南的地区。其中, 坡度大于 25° 的区域集中分布在东南部的山丘区, 以石马、沙溪、中村、上溪、上固 5 乡镇地区面积较大。从覆盖面来看, 几乎每个乡镇都有分布, 面积较大的地区有南部的君埠、龙冈、潭头、三坊 4 乡和北部的坑田、古县、鹿冈 3 乡镇, 上述 7 乡镇不适宜区面积占全县的 37.56%。村镇建设不适宜区(图 3b)面积为 1838.68 km^2 , 从限制因素看, 中村、上溪和沙溪 3 乡镇主要受地形限制, 君埠、龙冈、上固和潭头 4 乡除坡度外, 还受地质灾害影响。

从行政村来看, 种植业不适宜(图 3c)面积占行政村面积超过 75% 的有 52 个, 主要包括龙冈乡的全部村庄, 潭头乡的潭头、官田、卧龙 3 村, 中村乡的义溪、中村、龙头 3 村等; 低于 33% 的有 39 个, 主要分布在中部藤田盆地和县城周边的乡镇中; 占比 33%~75% 的有 125 个。村镇建设不适宜面积(图 3d)占行政村面积超过 75% 的有 63 个, 主要包括龙冈、三坊、上溪和中村 4 乡的全部村庄, 以及君埠、潭头等

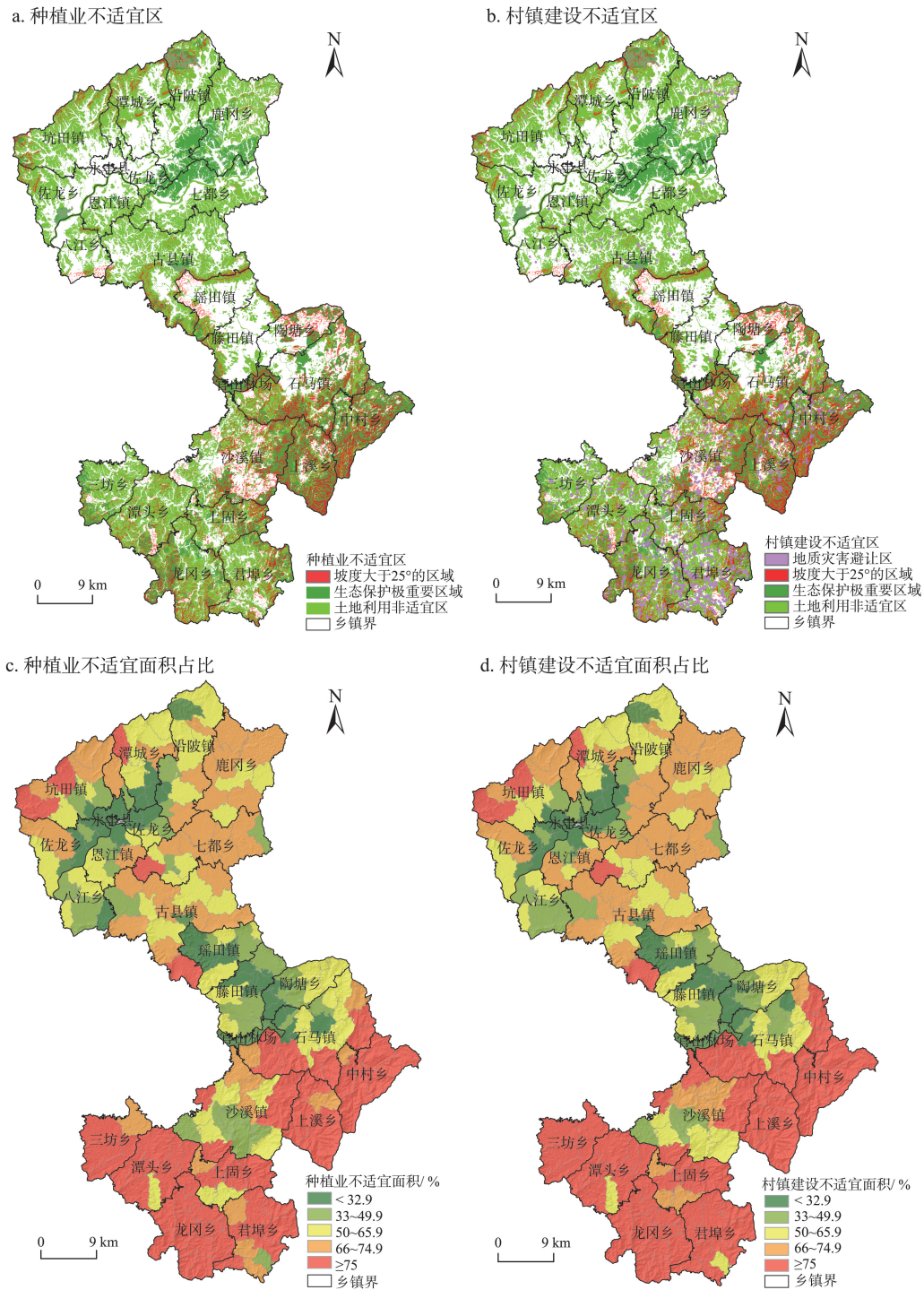


图3 种植业和村镇建设不适宜区的判定结果与各村占比

Figure 3 Result of unsuitable areas for cropping and village and town development, and their proportion in each village

乡的绝大部分村庄;低于33%的有36个;占比33%~75%的有117个,与种植业不适宜的分布格局相似。

整体来看,种植业和村镇建设不适宜区中,重叠的面积为1779.51 km²,剔除重叠面积,二者合计

占全县面积的67.81%。从空间分布上看,种植业和村镇建设的适宜区域主要分布两块区域:一是县城、恩江镇及其周边区域,二是中部藤田河干流的藤田盆地。

3.2 村庄分类方案

村庄分类结果显示(图4),生态保护重点村85个,占全县行政村数量的39.35%;种植业发展重点村84个,占全县行政村数量的38.89%;中心集聚重点村30个,占全县行政村数量的13.89%;其他村17个,占全县行政村数量的7.87%。

生态保护重点村集中分布在南部各乡镇,集聚程度明显高于北部各乡镇。种植业发展重点村,北部村庄的分布数量要多于南部地区,中部亦有较大面积的集聚分布;北部主要分布在沿陂、佐龙和八江3乡镇,中部集中分布在藤田和瑶田两镇,南部则

主要分布在沙溪镇。中心集聚重点村有两块集中的区域:藤田盆地、县城与恩江镇,其余主要分布在各乡镇驻地及其附近的村庄;整体上北部的分布数量要略多于南部地区。其他村有3块相对集中区域:北部的坑田—佐龙、沿陂—鹿冈,中西部的古县镇内,南部的龙冈和君埠乡内。

3.3 人口合理规模概算

(1) 种植业和村镇建设适宜面积

评价结果显示(表5),生态保护重点村、种植业发展重点村、中心集聚重点村和其他村的总面积分别为1327.29、833.82、241.20和309.64 km²。根据前文(表4)所设定的开发强度系数和公式(1)、(2)的村镇建设可用面积,以及公式(5)、(6)的耕地承载能力测算面积计算方法,得到在高强度情景与平均强度情景下,种植业的可用面积分别为846.18和875.62 km²,分别占适宜面积的90.96%和94.13%;村镇建设的可用面积分别为84.05和54.61 km²,分别占适宜面积的9.04%和5.87%。

(2) 种植业和村镇承载人口合理规模概算

种植业承载人口规模的测算结果(表6)显示,高强度情景下,潜在最大可承载人口为135.38万人,平均强度情景下为140.10万人。村镇承载人口合理规模的测算结果(表7)显示,高强度情景下,满足不了全部人口人均200 m²的需求;平均强度情景下,仅能满足全部人口人均100 m²标准的需求。

根据永丰县目前乡村人口的分布情况,在本文评价的中心集聚村中,村人口数占全县村人口的16.5%,如果加上县城及镇区中的人口,总计可达37.76%。目前的城镇化率为45%,如果按45%的人

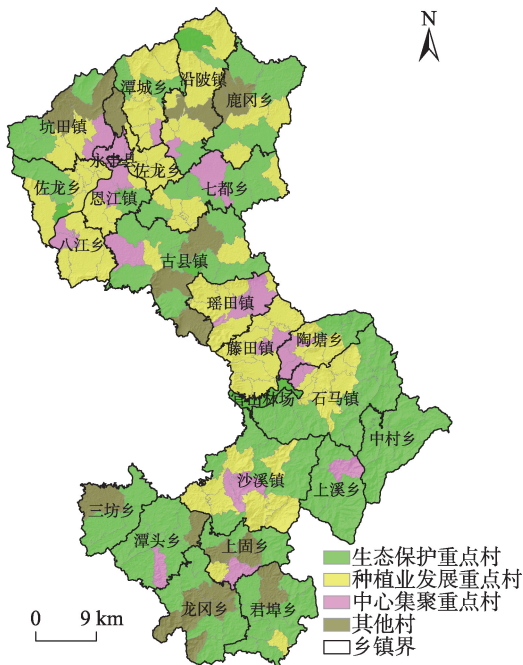


图4 基于资源环境适宜性评价的村庄分类方案

Figure 4 Village classification scheme based on the suitability of resources and environment in Yongfeng County

表5 各类村庄适宜面积统计

Table 5 Suitable area for various villages

项目	生态保护重点村	种植业发展重点村	中心集聚重点村	其他村	核计
行政村数/个	85	84	30	17	216
总面积/km ²	1327.29	833.82	241.20	309.64	2711.95
评价面积/km ²	282.06	422.10	147.10	78.97	930.23
种植业面积/km ²	高强度情景	276.42	379.89	76.60	846.18
	平均强度情景	276.42	396.77	125.04	875.62
村镇建设面积/km ²	高强度情景	5.64	42.21	33.83	84.05
	平均强度情景	5.64	25.33	22.07	54.61

2020年7月

表6 基于种植业适宜面积的人口规模概算

Table 6 Estimated population size based on suitable area for cropping

情景	最大可用面积/hm ²	耕地粮食单产/(kg/hm ²)	粮食需求/(kg/(人·年))	潜在最大承载人口/万人	现状人口/万人
高强度情景	84617.67	7200	450	135.38	44
平均强度情景	87561.84				

表7 基于村镇建设适宜面积的人口规模概算

Table 7 Estimated population size based on the suitable area for village and town development

情景	最大可用面积/km ²	人均建设用地指标/m ²	最大承载人口/万人	现状人口/万人	现状城镇化率/%
高强度情景	84.05	100	84.05	44	45
		140	60.04		
		200	42.03		
平均强度情景	54.61	100	54.61	44	45
		140	39.01		
		200	27.31		

口集中在县城、镇区和中心村的比例核算,村镇建设可用面积可满足19.8万人的需求;如果比例提高到60%,可满足26.4万人的需求,接近平均强度情景人均200 m²的人口容量。

永丰县为农产品主产区,按照乡村振兴“强、富、美”的要求,不仅农业要强,农民还要富裕、农村环境还要美丽。农民富的根本是提高农民收入,按照目前耕地收入概算,2017年人均耕地收入不到8000元,占当年农村居民人均可支配收入的54.11%。如果按本文确定的平均强度提供的耕地数量“满负荷”利用计算,并且37.76%的人集中在县城、镇区和中心村,那么在现状耕地收入下,人均收入可达10332.3元;如果人口集中程度提高到45%,那么人均收入可达14002.66元,接近永丰县全县均值;如果人口集中程度提高到60%,则可达到19253.65元,相当于同年城镇人均可支配收入的67.15%。

总体测算结果表明,村镇建设用地普遍存在浪费的现象,从两种情景3种用地标准的概算结果和目前永丰县镇、村人均建设用地看,目前村庄过于分散。实际调研中发现,村庄有1/3~2/3的人口靠外出打工谋生。因而,需要加快进行人口集中的镇及中心村建设,促进人口进一步集聚。

4 结论与讨论

4.1 结论

本文运用2019年自然资源部《指南》的方法,以

江西省永丰县为例,探索了村镇尺度资源环境承载能力评价的方法,在种植业和村镇建设适宜规模评价的基础上,通过村庄建设的适宜性分类,分别测算了种植业和村镇建设承载的人口合理规模。主要得出以下结论:

(1)土地资源是永丰县资源环境的主要限制因子,种植业和村镇建设不适宜区合计面积占全县总面积的67.81%。在当地高开发强度和平均开发强度情景下,种植业可利用的最大面积分别占全县面积的31.20%和32.29%,村镇建设可利用的最大面积分别占全县面积的3.10%和2.01%。在土地资源限制情形下,永丰县耕地(种植业)可供养的潜在最大人口规模为135万~140万人,与其农产品主产区的定位吻合;用于镇及村庄建设的土地可容纳的人口合理规模为27万~84万人。如采取当地高开发强度模式,则能满足全部人口人均100~150 m²标准的建设用地需求;如采取当地平均开发强度模式,仅能满足全部人口人均最大100 m²标准的需求。

(2)研究表明,在可用耕地“满负荷”利用的状况下,如要满足国家乡村振兴“农民富”的要求,需要45%的人口集中在县城、镇区和中心村,才能满足现状人均收入的要求;需要60%的人口集中在县城、镇区和中心村,才能使定居在乡村的人口来自土地的收入达到同年城镇人均可支配收入的2/3以上。

(3)永丰县耕地利用表现为“满负荷”与“低利

用率”两种状态并存,具体表现在部分耕地因过度施用化肥导致土壤板结,而部分耕地闲置、撂荒,这也是目前耕地的价值产出偏低的主要原因。近年来村镇建设用地,尤其是村庄用地浪费现象普遍。永丰县虽然定位为农产品主产区,但过多的人口分布在乡村,一是造成耕地的压力,不利于农产品主产区功能的充分发挥;二是村庄人口分布过于分散,不利于村镇整体的基础设施和公共服务水平的提升,影响乡村振兴战略和美丽乡村建设的有效实施。

4.2 讨论

本文测算的人口合理容量是整个县域“总量区域”的,因评价尺度精确到30 m格网,对村镇建设的人口容量而言,可以根据以后的实际工作需要,通过村庄的适宜性分类进一步实现单个村镇“分量区域”人口合理规模的测算,并以此为村镇建设规划提供依据。对于种植业而言,总量区域的人口最大规模比分量区域的更具政策指导意义,根据各功能适宜性的村庄类型,合理利用其种植业适宜规模,并结合村镇建设人口合理容量的测算结果科学规划人口的空间布局,提升耕地的利用效率,力求科学合理地保障土地的最大承载潜力。

考虑到评价结果在未来永丰县地区发展战略中的指导意义,按照以往地域功能区划和空间规划研究的思路,还应有各乡镇层面的分区内容,以便为区域发展战略提供更精准的依据。因而,以后的研究,需要在完善村庄分类体系的基础上,进一步细化不同空间尺度的功能分区研究,提升资源环境承载能力在空间规划和地区发展战略规划的实际价值。

本文的研究成果可为国土空间规划向村镇层面的推进提供借鉴,也可为当地实施乡村振兴规划和美丽乡村建设提供依据。但因承载力研究的复杂性^[33],目前学术界对真正意义上的“资源环境承载力”研究还停留在概念与宏观层面,可操作性较差,政策指导性偏弱。资源环境承载力研究出现了研究泛化或概念泛化等问题,或可理解为当前资源环境承载力研究普遍扩大了其“概念内涵”,有时甚至名为承载力而实质与其无关或不太相关”^[34,35]。本文从实际出发,综合吸纳经典人口承载力和区域(综合)承载能力研究的思路,希望能够对提高资源环

境承载能力研究与实际接轨,并推进在微观层面、小尺度空间范围的运用有所帮助。

参考文献(References):

- [1] 马凯. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要辅导读本[M]. 北京: 北京科学技术出版社, 2006. [Ma K. Guidance Reader for the Outline of the Eleventh Five-Year Plan for National Economic and Social Development of the People's Republic of China[M]. Beijing: Beijing Science and Technology Press, 2006.]
- [2] 国务院发展研究中心课题组. 主体功能区形成机制和分类管理政策研究[M]. 北京: 中国发展出版社, 2008. [Research Group of the Development Research Center of the State Council. A Study on the Mechanism and Policies for the Formation of Development Priority Zones[M]. Beijing: China Development Press, 2008.]
- [3] 樊杰. 我国主体功能区划的科学基础[J]. 地理学报, 2007, 62(4): 339-350. [Fan J. The scientific foundation of major function oriented zoning in China[J]. Acta Geographica Sinica, 2007, 62(4): 339-350.]
- [4] 樊杰, 王亚飞, 汤青, 等. 全国资源环境承载能力监测预警(2014版)学术思路与总体技术流程[J]. 地理科学, 2015, 35(1): 1-10. [Fan J, Wang Y F, Tang Q, et al. Academic thought and technical progress of Monitoring and Early-warning of the National Resources and Environment Carrying Capacity (V 2014)[J]. Scientia Geographica Sinica, 2015, 35(1): 1-10.]
- [5] 刘坤. 国家发改委: 推动资源环境承载能力监测预警规范化常态化制度化[N]. 光明日报, 2017-09-23(02). [Liu K. National Development and Reform Commission: Promoting the Normalization and Normalization of Monitoring and Early Warning of Resources and Environmental Carrying Capacity[N]. Guangming Daily, 2017-09-23(02).]
- [6] 郝庆, 邓玲, 封志明. 国土空间规划中的承载力反思: 概念、理论与实践[J]. 自然资源学报, 2019, 34(10): 2073-2086. [Hao Q, Deng L, Feng Z M. Carrying capacity reconsidered in spatial planning: Concepts, methods and applications[J]. Journal of Natural Resources, 2019, 34(10): 2073-2086.]
- [7] 中共中央国务院印发《乡村振兴战略规划(2018-2022年)》[J]. 农村工作通讯, 2018, (18): 8-35. [The State Council of the Communist Party of China issued 《The Strategic Plan for Rural Revitalization (2018-2022)》[J]. Rural Work Newsletter, 2018, (18): 8-35.]
- [8] 陈明星, 龙花楼, 王成金, 等. 我国人文与经济地理学发展回顾与展望: 变化大背景下我国人文与经济地理学发展高层论坛综述[J]. 地理学报, 2016, 71(8): 1456-1471. [Chen M X, Long H L, Wang C J, et al. The review and prospects of China's human and economic geography: The overview of "High level forum of the

2020年7月

- development of Chinese human and economic geography under the background of change”[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2016, 71(8): 1456–1471.]
- [9] 陈明星, 梁龙武, 王振波, 等. 美丽中国与国土空间规划关系的地理学思考[J]. *地理学报*, 2019, 74(12): 2467–2481. [Chen M X, Liang L W, Wang Z B, et al. Geographical thinking on the relationship between beautiful China and land spatial planning[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2019, 74(12): 2467–2481.]
- [10] Stokstad E. Will Malthus continue to be wrong? [J]. *Science*, 2005, DOI: 10.1126/science.309.5731.102.
- [11] Malthus T R. *An Essay on the Principle of Population*[M]. London: St Paul’s Church–Yard, 1798.
- [12] Meadows D H, Meadows D L, Randers J, et al. *The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome’s Project on the Predicament of Mankind*[M]. New York: Universe Books, 1972.
- [13] 封志明. 土地承载力研究的过去、现在与未来[J]. *中国土地科学*, 1994, 8(3): 1–9. [Feng Z M. Past, present and future of land carrying capacity research[J]. *China Land Science*, 1994, 8(3): 1–9.]
- [14] 陈百明. 中国土地资源的人口承载能力[J]. *中国科学院院刊*, 1988, (3): 260–267. [Chen B M. Population carrying capacity of land resources in China[J]. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 1988, (3): 260–267.]
- [15] 郑振源. 中国土地的人口承载潜力研究[J]. *中国土地科学*, 1996, 10(5): 32–35. [Zheng Z Y. Study on the population carrying potential of land in China[J]. *China Land Science*, 1996, 10(5): 32–35.]
- [16] 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): 865–875. [Feng Z M, Yang Y Z, Zhang J. The land carrying capacity of China based on man–grain relationship: From sub–county to nation [J]. *Journal of Natural Resources*, 2008, 23(5): 865–875.]
- [17] 封志明, 杨艳昭, 游珍. 中国人口分布的土地资源限制性和限制程度研究[J]. *地理研究*, 2014, 33(8): 1395–1405. [Feng Z M, Yang Y Z, You Z. Research on land resources restriction on population distribution in China, 2000–2010[J]. *Geographical Research*, 2014, 33(8): 1395–1405.]
- [18] 封志明, 杨艳昭, 游珍. 中国人口分布的水资源限制性与限制程度研究[J]. *自然资源学报*, 2014, 29(10): 1637–1648. [Feng Z M, Yang Y Z, You Z. Research on the water resources restriction on population distribution in China[J]. *Journal of Natural Resources*, 2014, 29(10): 1637–1648.]
- [19] 毛汉英, 余丹林. 环渤海地区区域承载力研究[J]. *地理学报*, 2001, 56(3): 363–371. [Mao H Y, Yu D L. Regional carrying capacity in Bohai Rim[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2001, 56(3): 363–371.]
- [20] 余丹林, 毛汉英, 高群. 状态空间衡量区域承载状况初探: 以环渤海地区为例[J]. *地理研究*, 2003, 22(2): 201–210. [Yu D L, Mao H Y, Gao Q. Study on regional carrying capacity: Theory, method and example: Take the Bohai–Rim area as example[J]. *Geographical Research*, 2003, 22(2): 201–210.]
- [21] 樊杰. 京津冀都市圈区域综合规划研究[M]. 北京: 科学出版社, 2008. [Fan J. *Research on the Regional Comprehensive Planning of the Beijing–Tianjin–Hebei Metropolitan Area*[M]. Beijing: Science Press, 2008.]
- [22] 樊杰, 周成虎, 顾行发, 等. 国家汶川地震灾后重建规划: 资源环境承载能力评价[M]. 北京: 科学出版社, 2009. [Fan J, Zhou C H, Gu X F, et al. *National Post–Wenchuan Earthquake Reconstruction Planning: Evaluation of Resources and Environmental Carrying Capacity*[M]. Beijing: Science Press, 2009.]
- [23] 封志明, 杨艳昭, 闫慧敏, 等. 百年来的资源环境承载力研究: 从理论到实践[J]. *资源科学*, 2017, 39(3): 379–395. [Feng Z M, Yang Y Z, Yan H M, et al. A review of resources and environment carrying capacity research since the 20th Century: From theory to practice[J]. *Resources Science*, 2017, 39(3): 379–395.]
- [24] 樊杰. 资源环境承载能力与国土空间开发适宜性评价[M]. 北京: 科学出版社, 2019. [Fan J. *Resource Environment Carrying Capacity and Applicability Evaluation of Land and Space Development*[M]. Beijing: Science Press, 2019.]
- [25] 曹智, 刘彦随, 李裕瑞, 等. 中国专业村空间格局及其影响因素[J]. *地理学报*, 2020, 75(8): 1647–1666. [Cao Z, Liu Y S, Li Y R, et al. Spatial pattern and its influencing factors of specialized villages and towns in China[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2020, 75(8): 1647–1666.]
- [26] 李裕瑞, 卜长利, 曹智, 等. 面向乡村振兴战略的村庄分类方法与实证研究[J]. *自然资源学报*, 2020, 35(2): 243–256. [Li Y R, Bu C L, Cao Z, et al. Village classification system for Rural Revitalization Strategy: Method and empirical study[J]. *Journal of Natural Resources*, 2020, 35(2): 243–256.]
- [27] 周侃, 樊杰, 盛科荣. 国土空间管控的方法与途径[J]. *地理研究*, 2019, 38(10): 2527–2540. [Zhou K, Fan J, Sheng K R. Research on methods and approaches of spatial governance[J]. *Geographical Research*, 2019, 38(10): 2527–2540.]
- [28] 刘毅, 周成虎, 王传胜, 等. 长江经济带建设的若干问题与建议[J]. *地理科学进展*, 2015, 34(11): 1345–1355. [Liu Y, Zhou C H, Wang C S, et al. Issues and suggestions on the construction of the Yangtze River Economic Belt[J]. *Progress in Geography*, 2015, 34(11): 1345–1355.]
- [29] 程鹏飞. 中国地理国情蓝皮书(2017版)[M]. 北京: 中国测绘出版社, 2017. [Cheng P F. *Blue Book of National Geographic Conditions of China (2017)*[M]. Beijing: China Surveying and Mapping Press, 2017.]

- [30] 中华人民共和国建设部, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 镇规划标准(GB50188-2007)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007. [Ministry of Construction of the People's Republic of China, General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. Town Planning Standards (GB50188-2007)[M]. Beijing: China Building Industry Press, 2007.]
- [31] 孙侦, 贾绍凤, 严家宝, 等. 中国水土资源本底匹配状况研究[J]. 自然资源学报, 2018, 33(12): 2057-2066. [Sun Z, Jia S F, Yan J B, et al. Study on the matching pattern of water and potential arable land resources in China[J]. Journal of Natural Resources, 2018, 33(12): 2057-2066.]
- [32] 陈飞, 徐翔宇, 羊艳, 等. 中国地下水资源演变趋势及影响因素分析[J/OL]. 水科学进展, (2020-07-02)[2020-07-05]. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1309.P.20200702.1151.004.html>. [Chen F, Xu X Y, Yang Y, et al. Investigation on the evolution trends and influencing factors of groundwater resources in China [J/OL]. Advances in Water Science, (2020-07-02)[2020-07-05]. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1309.P.20200702.1151.004.html>.]
- [33] 牛方曲, 封志明, 刘慧. 资源环境承载力评价方法回顾与展望[J]. 资源科学, 2018, 40(4): 655-663. [Niu F Q, Feng Z M, Liu H. A review on evaluating methods of regional resources and environment carrying capacity[J]. Resources Science, 2018, 40(4): 655-663.]
- [34] 封志明, 李鹏. 承载力概念的源起与发展: 基于资源环境视角的讨论[J]. 自然资源学报, 2018, 33(9): 1475-1489. [Feng Z M, Li Peng. The genesis and evolution of the concept of carrying capacity: A view of natural resources and environment[J]. Journal of Natural Resources, 2018, 33(9): 1475-1489.]
- [35] Feng Z M, Sun T, Yang Y Z, et al. The progress of resources and environment carrying capacity: From single-factor carrying capacity research to comprehensive research[J]. Journal of Resources and Ecology, 2018, 9(2): 125-134.

Resource and environmental carrying capacity and optimal population size for village and town development: Taking Yongfeng County of Jiangxi Province as an example

MA Dingguo¹, DAI Xiongzhu¹, YANG Jinfeng¹, WANG Chuansheng^{2,3}

(1. School of Geography and Environment, Jiangxi Normal University, Nanchang 330022, China; 2. Key Laboratory of Regional Sustainable Development Analysis and Simulation, CAS, Beijing 100101, China; 3. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: The research of resources and environmental carrying capacity is an important basic work in China's national land use planning and rural revitalization planning. Current research on resources and environmental carrying capacity remains at large regional scale, and the evaluation of carrying capacity for villages and towns is relatively uncommon. Based on a summary of previous research, this study explored the evaluation method of resources and environmental carrying capacity for villages and towns at the county scale on the basis of the "dual evaluation" technical guideline of the National Land and Spatial Planning published by the Ministry of Natural Resources. Yongfeng County of Jiangxi Province, which is located in the hilly area south of the Yangtze River, with a total population of 44×10^4 in 2017, was taken as an example. Based on the preliminary evaluation of the characteristics of the village and town development in Yongfeng County and the resources and environmental constraints, the index system for determining the unsuitable areas for cropping and village and town development with land, geological hazards, and

ecology as the main limiting factors was established, and administrative villages were classified. Appropriate types of village and town development for village units and optimal population size of the county were determined under two scenarios of high development intensity and average development intensity. The results of the study show that the areas unsuitable for cropping and village and town development in Yongfeng County were 1797.77 km² and 1838.68 km², respectively, which is 1838.94 km² excluding the overlapping area, accounting for 67.81% of the county area. According to the unsuitable area, current population, and village and town development level, the 216 administrative villages in the county can be divided into four major categories: ecological protection key villages, cropping development key villages, central key villages, and other villages. Under the scenarios of local high development intensity and average development intensity, the largest population that the county's arable land and planting industry can support will be 135.38×10^4 and 140.10×10^4 , respectively. Assuming 100 m², 140 m², and 200 m² per capita construction land, under the high-intensity development scenario, the number of population that can be supported by villages and towns in the county will be 84.05×10^4 , 60.04×10^4 , and 42.03×10^4 respectively; under the average development intensity scenario, the population size will be 54.61×10^4 , 39.01×10^4 , and 27.31×10^4 respectively. The results of this research can provide a case for the current "dual evaluation" technical guideline, and provide a reference for the implementation of rural revitalization and village and town planning in Yongfeng County.

Key words: village and town development; resource and environmental carrying capacity; suitability classification; development intensity; optimal population size; Yongfeng County