

引用格式: 廖李红, 戴文远, 陈娟, 等. 平潭岛快速城市化进程中三生空间冲突分析[J]. 资源科学, 2017, 39(10): 1823-1833.
[Liao L H, Dai W Y, Chen J, et al. Spatial conflict between ecological-production-living spaces on Pingtan Island during rapid urbanization[J]. *Resources Science*, 2017, 39(10): 1823-1833.] DOI: 10.18402/resci.2017.10.03

平潭岛快速城市化进程中三生空间冲突分析

廖李红¹, 戴文远^{1,2,3}, 陈娟⁴, 黄万里^{1,2,3}, 江方奇¹, 胡秋风¹

(1. 福建师范大学地理科学学院, 福州 350007; 2. 福建师范大学地理研究所, 福州 350007;
3. 湿润亚热带山地生态国家重点实验室培育基地, 福州 350007; 4. 福建师范大学旅游学院, 福州 350007)

摘要:三生空间冲突的定量研究可为三生空间的利用管控及合理布局提供理论支撑, 并为区域可持续发展提供科学依据。基于土地利用的主导功能及其多功能性质, 将福建省平潭岛2000年、2009年和2015年三期土地利用数据划分为生活生产空间、生产生态空间、生态生产空间和生态空间; 借鉴景观生态指数方法构建空间冲突指数, 对平潭岛“生态-生产-生活”空间冲突进行分析。研究结果表明, 平潭岛2000-2015年间生态生产空间均占主导地位, 其次是生产生态空间, 这两种空间类型的比重均呈下降趋势, 而生活生产空间比重则不断增高, 生态空间比重趋于平稳; 15年间平潭岛空间冲突水平呈上升趋势, 并在芦洋乡、中楼乡和敖东镇出现集聚现象, 至2015年失控冲突的面积比重已占研究区的41.77%, 空间冲突态势已非常严峻; 不同空间类型的空间冲突存在一定差异, 冲突程度从大到小依次为, 生产生态空间 > 生态空间 > 生态生产空间 > 生活生产空间。

关键词:三生空间; 空间冲突; 冲突指数; 城市化; 平潭岛

DOI: 10.18402/resci.2017.10.03

1 引言

土地利用冲突的实质是各土地利用主体及利益相关者之间以同一空间区位上的土地为核心的资源要素的时空竞争和博弈的过程, 其内涵是以土地利用空间冲突为缩影的各种利益矛盾和多种土地利用类型(功能)的演变^[1-2]。随着城市化进程的加快, 区域“生态-生产-生活”空间结构比例趋于失衡, 空间冲突愈演愈烈, 土地利用空间冲突逐渐成为学术界的研究热点^[3-12]。

近年来, 众多学者基于不同的专业背景和研究视角, 对土地利用空间冲突开展了广泛的研究^[3-5], 不过, 众多学者对土地利用空间冲突的分析多集中于城市群等宏观尺度, 中小尺度的研究较少。如于伯华等、李占军等、杨永芳等对土地利用冲突的识别、诊断、类型、演变特征及形成机制的研究^[6-8]; 彭

佳捷、王海鹰等从生态安全的视角出发, 分别对长株潭城市群和广州市的土地利用空间冲突进行测度和模拟生态安全隐患情景分析^[9, 10]; 周德等、贺艳华等借鉴景观生态理论与方法, 构建空间类型冲突指数, 对环杭州湾城市群和长株潭城市群进行空间冲突分析^[11, 12]。2013年中央在城镇化工作会议提出“提高城镇建设土地利用效率, 按照促进生产空间集约高效、生活空间宜居适度、生态空间山清水秀的总体要求, 形成生产、生活、生态空间的合理结构”, 众多学者集中于三生空间概念、内涵^[13, 14]及其分类体系的研究^[15-17]等, 为研究土地利用空间冲突打开了新的视角。在实证层面上, 主要表现为三生空间定量识别研究^[18], 旅游区的三生空间分区^[19, 20]、演化过程^[21]以及采矿复垦区^[22]、空心村整治^[23, 24]等三生空间优化研究。

收稿日期: 2017-05-11; 修订日期: 2017-07-05

基金项目: 福建省科技厅公益类项目(2017R1034-2); 福建省科学技术协会科技思想库研究项目(FJKX-A1507); 福建省教育厅项目(JB12049S)。

作者简介: 廖李红, 女, 江西新余人, 硕士生, 研究方向为土地资源管理。E-mail: 824637395@qq.com

通讯作者: 戴文远, E-mail: dwy_geo@163.com

平潭岛是福建第一大岛。2009年福建省成立了平潭综合实验区,使其成为中国东南海疆对台经贸和人文交往的重要窗口。由于受台湾海峡“狭管效应”和海岛环境的影响,平潭岛风大水少,海岛生态系统脆弱性特征明显。因此,如何在快速城市化过程中解决“生态-生产-生活”空间冲突,实现三生空间协调发展成为平潭岛当前必须要解决的现实问题。本文基于高分辨率影像从三生空间视角对平潭岛土地利用三生空间格局进行分析,借助景观生态指数方法构建空间冲突指数,测算平潭岛三生空间的冲突水平,以期平潭岛未来三生空间的协调健康发展提供科学依据和决策参考,并为中小尺度的土地利用空间冲突管理与调控提供参考。

2 研究区概况、数据来源与研究方法

2.1 研究区概况

平潭岛亦称海坛岛,位于 $25^{\circ}15'N$ - $25^{\circ}45'N$, $119^{\circ}32'E$ - $120^{\circ}10'E$ 之间。岛屿南北长 29km,东西宽 19km,2015 年土地总面积为 324.67km^2 ,是中国第五大岛、福建省第一大岛(图1)。平潭岛地处中国东南沿海福建省,距福州 128km,东面与台湾新竹港相距仅 68 海里,是祖国大陆与台湾本岛距离最近处。平潭岛地势南北高,多为起伏的丘陵与低山,中部较低为海积平原,属亚热带海洋性季风气候,

常年主导风向为东北风,年平均降水量为 1193mm。

2009 年福建省委决定成立平潭综合实验区,2011 年平潭开放开发上升为国家战略,平潭岛作为平潭综合实验区的主体部分,由此开启了快速城镇化的新篇章。近 15 年来,平潭地区生产总值先后实现了两次飞跃发展,从 2000 年的 30.98 亿元增长到 2009 年的 73.58 亿元,到 2015 年达到 189.62 亿元;人口城镇化率也由 2000 年的 12.92% 增至 2009 年的 25.70%,到 2015 年达到 44.30%。因此,2009 年后平潭岛的城镇化进程迅速,地区生产总值和人口城镇化率后 6 年的年变化率分别约是前 9 年的 4.09 和 2.18 倍,大规模高强度的开发建设对平潭岛三生空间格局产生了巨大的影响。

2.2 数据来源与处理

针对平潭岛面积较小,为提高研究精度,以 2000 年 Landsat7_ETM+ ($30\times 30\text{m}$) (美国 NASA 和 USGS 研制管理,1999 年发射)、2009 年 SPOT_5 ($10\times 10\text{m}$) (法国 CNES 研制管理,2002 年发射) 和 2015 年 SPOT_7 ($6\text{m}\times 6\text{m}$) (法国 CNES 研制管理,2014 年发射) 遥感影像为数据源,经几何校正处理后,采用 eCognition 软件进行解译。eCognition 采用决策专家系统支持的模糊分类算法,能充分利用对

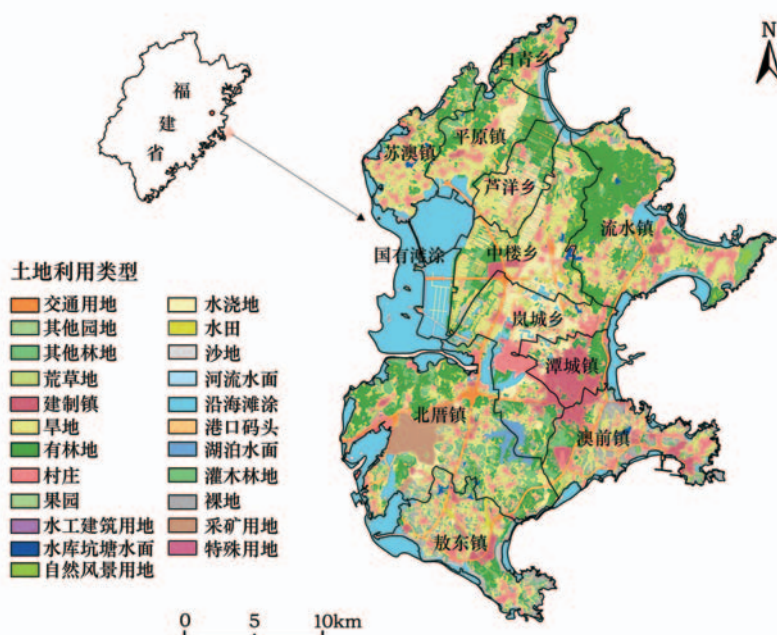


图1 2015年平潭岛区位及土地利用类型

Figure 1 Location and land-use of Pingtan Island in 2015

2017年10月

象信息和类间信息,有效提高了遥感影像数据的自动识别精度。在此平台下,首先对2009年SPOT_5数据采用NDVI、NDBI和NDWI分别确定水域、植被以及人工表面,其次通过阈值方法和实地取样的方法生成样本区,结合土地利用现状图对其进行监督分类。再次,为统一数据精度,将解译后的2009年数据分别基于2000年Landsat_ETM+和2015年SPOT_7影像进行修改,并与土地利用变更数据比对,得到2000年、2009年和2015年三期平潭岛土地利用数据(图1)。利用ArcGIS随机选点的功能,选取500个点,得到2000年、2009年和2015年解译结果精度分别为90.30%、92.20%和91.40%,符合解译的数据精度要求。其他相关社会经济数据来源与《福州统计年鉴(2001-2016年)》^[25]。

2.3 研究方法

2.3.1 三生空间分类体系构建

三生空间即生态空间、生产空间和生活空间的简称^[15]。科学辨识区域三生空间是相关研究的重要基础,但三生空间分类是一项非常复杂的工作,具有空间尺度的差异性、空间功能的复合性和空间用地的异质性等特征^[16]。由于土地是一个多功能复杂综合体,是生产功能、生活功能和生态功能相互关联和相互统一的整体^[13],每一种土地利用方式都不是唯一的单项功能,经常表现出多功能性,但不同的土地利用方式、强度和相关的使用者,可使土地表现出上述3种功能的主次和高低^[15,26,27],即土地具有主导和其他功能。本研究参考其他学者相关研究^[15-17],以土地利用的主导功能为主并结合土地利用的多功能性质,根据研究区实际情况进行三生空间的分类,具体分类如表1。

2.3.2 三生空间冲突测度指数构建及分区

土地利用系统具有复杂性、脆弱性及动态性等特点^[11],土地利用空间冲突分析需要从系统复杂性、

脆弱性及稳定性等三个方面加以考虑。同时,为避免研究区域的空间单元过于破碎化,并考虑研究尺度、研究范围、数据类型、斑块状况和空间分辨率等因素,选择850m×850m空间网格作为评估单元,对研究区边界地区未布满整个方格面积的空间斑块按一个完整方格参与计算,以此计算各空间单元内的相关景观生态指数,以定量评估其空间冲突程度。参考以往研究^[11],城市化过程中空间冲突综合水平可表示为:

$$SCCI = CI + FI - SI \quad (1)$$

式中SCCI为空间冲突综合指数;CI、FI、SI分别为空间复杂性指数、空间脆弱性指数以及空间稳定性指数。

(1)三生空间复杂性指数(CI)。快速城市化扩张使土地利用变得更加复杂与破碎,导致土地利用效率低下与空间冲突加剧。AWMPFD在一定程度上反映了人类活动对空间景观格局的影响,一般来说,受人类活动干扰小的自然景观的分形值高,而受人类活动影响大的人为景观的分形值较低。借鉴景观生态指数中的面积加权平均拼块分形指数(AWMPFD)^[11,28]来表征三生空间复杂性指数(CI),用以测量空间斑块的形状复杂性。

$$AWMPFD = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[\frac{2 \ln(0.25P_{ij})}{\ln(a_{ij})} \left(\frac{a_{ij}}{A} \right) \right] \quad (2)$$

式中 P_{ij} 为斑块周长; a_{ij} 为斑块面积; A 为空间类型总面积; i, j 为第 i 个空间单元格内第 j 种空间类型; m 为研究区总的空间评价单元数; n 为三生空间类型总数。为下一步测算方便,将其结果线性标准化到0和1之间。

(2)三生空间脆弱性指数(FI)。土地利用系统脆弱性主要来自于外部压力的影响^[12],在不同的阶段,土地利用类型对外界干扰的抵抗能力也不同。

表1 平潭岛三生空间分类体系

Table 1 Ecological-production-living spaces classification system of Pingtan Island

空间类型	具体对应的土地利用类型
生活生产空间	建制镇、村庄、采矿用地、交通用地、水工建筑用地、港口码头、特殊用地
生产生态空间	水田、旱地、水浇地、果园、其他园地
生态生产空间	有林地、灌木林地、其他林地、自然风景用地、水库坑塘水面
生态空间	河流水面、湖泊水面、荒草地、沿海滩涂、沙地、裸地

景观脆弱性指数可用来表示土地利用系统脆弱度——空间脆弱性指数(FI),是度量土地利用空间单元对来自外部压力和土地利用过程的响应程度的指标。

$$FI = \sum_{i=1}^n F_i \times \frac{a_i}{S} \quad (3)$$

式中 F_i 为 i 类空间类型的脆弱度指数; n 为空间类型总数, $n=4$; F_i 的具体计算方法见参考文献^[11]; a_i 为单元内各类景观面积; S 为空间单元总面积。为下一步测算方便,将各空间单元的脆弱性指数计算结果标准化到0和1之间。

(3)三生空间稳定性指数(SI)。土地利用稳定性可用景观破碎度指数来衡量,公式如下^[29,30]:

$$SI = 1 - PD \quad PD = \frac{n_i}{A} \quad (4)$$

式中 PD 为斑块密度; n_i 为各空间单元内第 i 类空间类型的斑块数目; A 为各空间单元面积。 PD 值越大,表明空间破碎化程度越高,而其空间景观单元稳定性则越低,对应区域生态系统稳定性亦越低,并将各空间单元的稳定性指数计算结果标准化到0和1之间。

借鉴冲突的倒“U”型曲线模型,按照冲突的抛物线发展进程,可将空间冲突的可控性分为稳定可控、基本可控、基本失控和严重失控4个层次^[4,9]。本文根据研究区空间冲突指数的累积频率曲线分布

特征并结合等间距法将空间冲突指数划分为稳定可控冲突[0.00,0.40)、基本可控冲突[0.40,0.60)、基本失控冲突[0.60,0.80)、严重失控冲突[0.80,1.00]4个区段。

3 结果及分析

3.1 三生空间格局分析

根据三生空间分类体系,将平潭岛28种土地利用类型划分为生活生产空间、生产生态空间、生态生产空间和生态空间,得到2000年、2009年和2015年平潭岛三生空间格局图(图2)。从图中可以看出,生态生产空间分布最广且斑块面积较大。生产生态空间和生活生产空间零散分布,但生活生产空间在平潭岛东西两侧有两大集聚区域,并随着时间的推移,表现为东侧集聚区域的生活生产空间不断地向外围扩大,这是当前快速城市化进程导致城镇扩大的表现。生活生产空间呈现不断扩张的态势,尤其是2009年福建省委决定成立平潭综合实验区后,平潭岛城市化加速,中心城区迅速扩张,坛西大道、环岛东路等主干道先后修建致使2015年平潭岛生活生产空间与2000年、2009年相比发生了巨大变化。而以滩涂为主的生态空间呈带状、环岛边沿分布,但主要位于研究区西部。

从三生空间结构比重来看(表2),具有“二降一升一稳定”的特点:

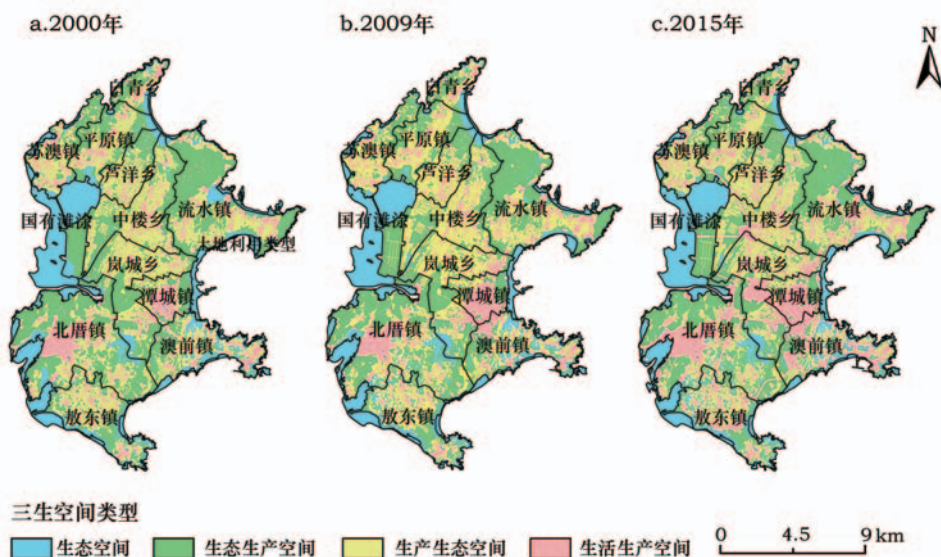


图2 2000年、2009年和2015年平潭岛三生空间格局对比

Figure 2 Spatial distribution of ecological-production-living spaces in Pingtan Island in 2000, 2009 and 2015

2017年10月

表2 2000年、2009年和2015年平潭岛三生空间类型结构对比

	生活生产空间		生产生态空间		生态生产空间		生态空间	
	面积	占比	面积	占比	面积	占比	面积	占比
2000年	4 195.35	12.94	9 447.03	29.15	11 499.33	35.48	7 270.59	22.43
2009年	4 852.91	14.97	9 226.32	28.47	11 158.93	34.43	7 174.15	22.13
2015年	6 859.52	21.13	8 371.95	25.79	10 243.93	31.55	6 991.07	21.53

(1)生态生产空间和生产生态空间比重下降。2000-2015年生态生产空间始终占主导地位,但比例在不断下降,由2000年的35.48%下降到2009年的34.43%,再到2015年的31.55%。其次是生产生态空间,2000年、2009年、2015年所占比例分别为29.15%、28.47%、25.79%,其比重也在不断减少且减少速率加快。

(2)生活生产空间比重上升,由2000年的12.94%上升至2015年的21.13%。

(3)2000-2015年生态空间面积比重变化较小,2009年后开始显示出下降的趋势。这一结构变化表明,追求生活生产功能是当前平潭岛社会经济发展阶段对空间功能的客观要求,也是其快速城镇化的必然结果。

3.2 三生空间转移矩阵分析

基于三生空间转移面积矩阵可以得出,2000-2009年,平潭岛生活生产空间动态变化最强,主要以转入为主,转入与转出量之差为657.55hm²,扣除生活生产空间转入这三类空间量之后,分别由生态

生产空间转入283.03hm²、生产生态空间转入226.73hm²、生态空间转入147.79hm²;其次是生态生产空间、生产生态空间和生态空间,均以转出为主,转出与转入量之差分别为340.40hm²、220.71hm²和96.44hm²(表3)。2009-2015年,不同空间类型之间的转移情况较简单(表4),主要集中表现为其他三种空间类型转入生活生产空间,具体情况为生产生态空间、生态空间、生态生产空间分别转入生活生产空间的量为909.66hm²、225.51hm²、867.57hm²,其余转移量非常小。综合前后两个时段三生空间面积转移情况可以看出:生活生产空间动态变化最强,然后依次是生产生态空间、生态生产空间、生态空间,尽管生活生产空间变动最大,最不稳定,但其变化主要为转入过程,则可判别该系统并不脆弱,生态用地变化不大,较稳定;从转出分析来看,生产生态、生态生产空间变化较大,而生产生态空间主要以耕地为主,人为作用较强,其空间脆弱性并不弱。

因此,根据研究区的空间类型面积转移分析结

表3 2000-2009年平潭岛三生空间转移矩阵

2000年	2009年			
	生产生态空间	生活生产空间	生态空间	生态生产空间
生产生态空间	7 711.51	720.29	212.89	802.33
生活生产空间	493.56	3 454.48	58.05	189.26
生态空间	93.84	205.84	6 425.96	544.95
生态生产空间	927.40	472.29	477.25	9 622.39

表4 2009-2015年平潭岛三生空间转移矩阵

2009年	2015年			
	生产生态空间	生活生产空间	生态空间	生态生产空间
生产生态空间	8 312.00	909.66	0.35	4.31
生活生产空间	4.13	4 846.73	0.47	1.58
生态空间	2.91	225.51	6 944.04	1.70
生态生产空间	52.91	867.57	2.10	10 236.34

果,可将平潭岛4种土地利用空间类型脆弱度由强到弱排序为:生态生产空间、生产生态空间、生态空间、生活生产空间;在参考其他学者研究成果^[9,11]的基础上,分别对4种空间类型赋予脆弱度指数:生态生产空间4,生产生态空间3,生态空间2,生活生产空间1,再进行归一化处理,得到各空间类型的脆弱度指数(F_i)。

3.3 三生空间冲突测算

3.3.1 三生空间冲突时空演变特征

据公式(1)、公式(2)、公式(3)、公式(4)计算平潭岛3个时期空间冲突综合指数(表5),结果表明:伴随快速城市化进程,平潭岛三生空间的空间冲突作用强度总体呈现上升趋势,但仍属于基本可控级别。①2000-2015年可控级别(稳定可控和基本可控)的比重基本维持在58.23%~88.29%之间,占研究区所有空间单元总量的一半以上,为维护平潭岛三生空间协调发展以及控制空间冲突起到了重要作用;②稳定可控冲突级别的空间单元比重每年持续下降,至2015年只占26.99%;基本可控冲突级别的空间单元比重在2000-2009年期间虽有增加,但远不及2009-2015年下降的比重;③基本失控冲突级别的空间单元比重呈递增趋势,且后6年的增速是前9年的3.17倍;④严重失控冲突级别的空间单元比重自2009年起开始增加,由2009年的0.56%增至2015年的9.98%,表明研究区随着生活生产空间的增加开始存在部分冲突失控的地区,并有范围逐步扩大的趋势,应对这些区域加以控制管理,确保平潭岛三生空间协调发展。

借助 ArcGIS10.2 对平潭岛三生空间冲突水平的空间分布进行可视化刻画(图3),结果显示:2000年和2009年三生空间不同类型冲突水平的空间单

元格分布较为集中,其中基本失控级别的空间单元主要集中分布于研究区中部偏北的芦洋乡和中楼乡,南部地区的敖东镇亦有的零散分布,且随着时间的推移,失控空间单元由上述地区逐渐向周边扩散。至2015年,一些基本失控的空间单元演变成了严重失控的空间单元,主要集中于研究区中北部的芦洋乡和中楼乡。由于2009-2015年间平潭公路网大规模建设,对主岛生境的切割干扰强烈,特别是芦洋乡和中楼乡二者以耕地为主的生产生态空间被坛西大道、福平大道以及城镇等生活生产空间分割占用,导致空间冲突加剧;同时,受城镇化迅速扩张,基本失控的空间单元快速扩散,在空间分布上有南北汇合之势,致使可控级别的空间单元分布范围进一步萎缩,零散分布于失控空间单元的外围。表明平潭岛在这6年内的冲突程度愈演愈烈,且失控级别的面积在不断扩散,基本失控和严重失控冲突单元由2009年的106个增加到2015年的226个。

3.3.2 三生空间冲突分异特征

对研究区4种空间类型分别进行空间冲突水平测算,统计结果对比发现(图4),平潭岛生产生态空间的冲突水平最高,其次是生态空间、生态生产空间,而生活生产空间的冲突水平最低;不同空间类型的空间冲突水平的构成存在一定差异,但均以稳定可控冲突为主,表明平潭岛三生空间仍处于协调发展格局阶段。

(1)生产生态空间受快速城市化过程影响较大,主要表现为严重失控单元比重不断上升。平潭岛生产生态空间的冲突水平主要集中在稳定可控冲突等级上,比重达到70%以上,其次是基本可控冲突单元,比重在18%左右,且这两种冲突等级的比重几乎处于相对稳定的状态。基本失控型生产

表5 2000年、2009年和2015年平潭岛三生空间冲突指数测算结果统计

Table 5 The calculated results of spatial conflict indexes in Pingtan Island in 2000, 2009 and 2015

冲突级别	冲突值	空间单元个数/个			空间单元百分比/%		
		2000年	2009年	2015年	2000年	2009年	2015年
稳定可控	0.00~0.40	247	193	146	45.91	35.87	26.99
基本可控	0.40~0.60	228	239	169	42.38	44.42	31.24
基本失控	0.60~0.80	60	103	172	11.15	19.14	31.79
严重失控	0.80~1.00	3	3	54	0.56	0.56	9.98
总计		538	538	541	100.00	100.00	100.00
冲突平均值(SSCI)		0.42	0.46	0.53	—	—	—

2017年10月

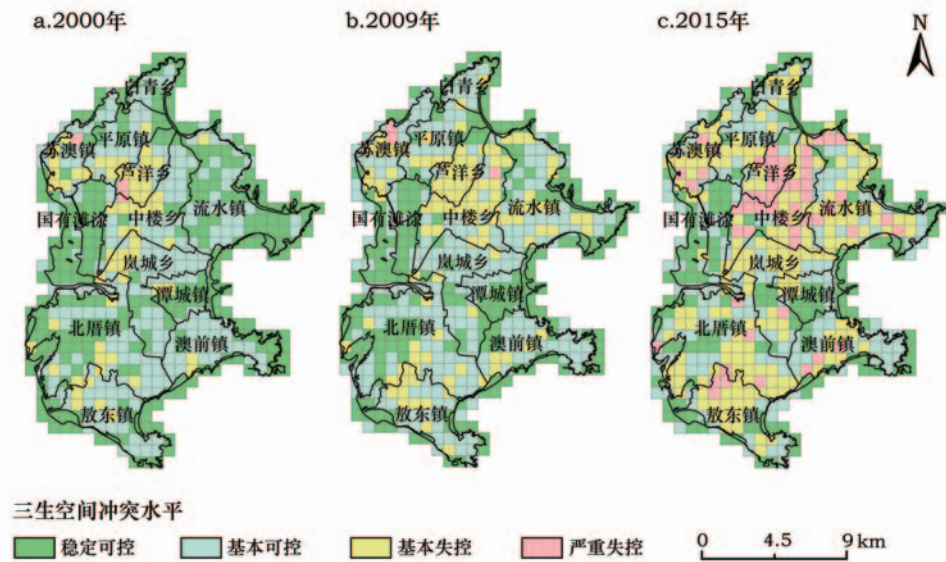


图3 2000年、2009年和2015年平潭岛三生空间冲突水平空间差异

Figure 3 The levels of spatial conflict of Pingtan Island in 2000, 2009 and 2015

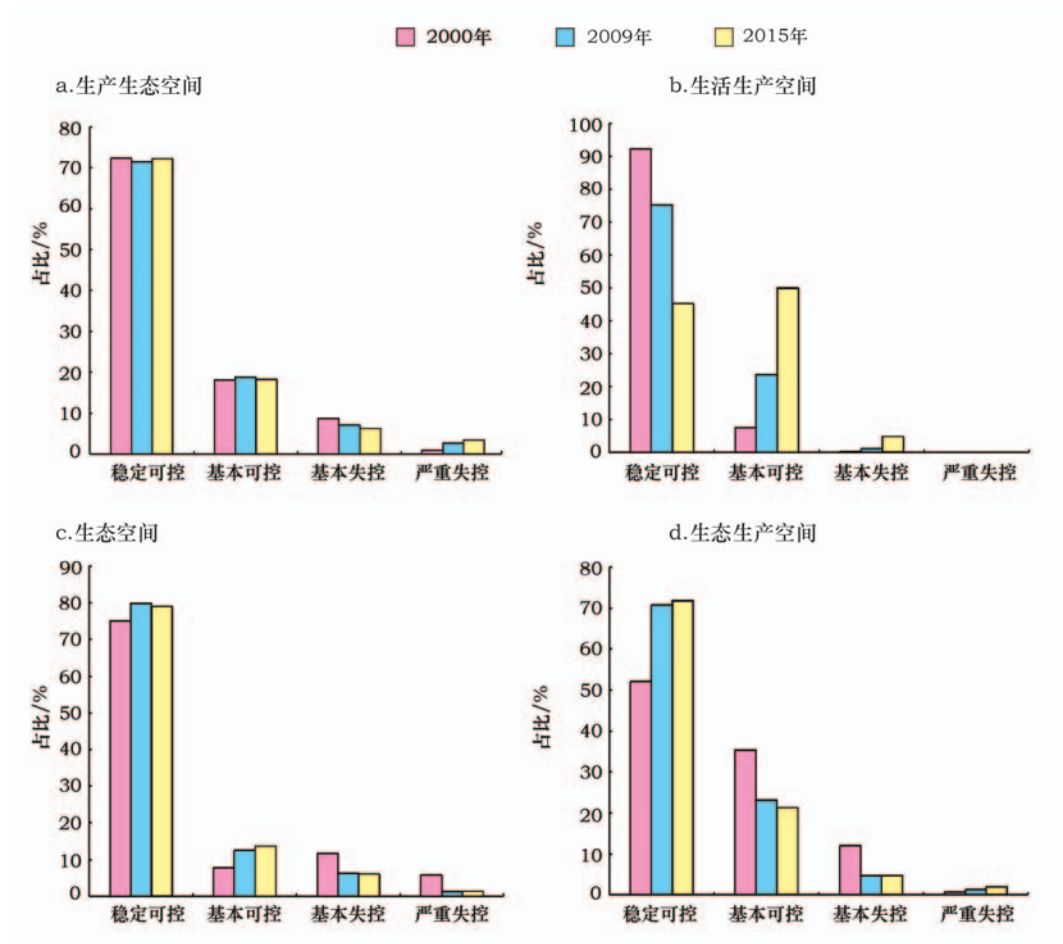


图4 2000年、2009年和2015年平潭岛不同空间类型的空间冲突等级变化

Figure 4 The spatial conflict level changes of different land use types in Pingtan Island in 2000, 2009 and 2015

生态空间单元比重稍有下降趋势;而严重失控型级别的空间单元比重则在不断增加,尤其是2009-

2015年,其增速是前9年的4.36倍,且与其他3种冲突级别相比,其变化最大,说明基本失控的空间单

元正在不断转变为严重失控的空间单元。生产生态空间主要是以水田、旱地、果园等为主,受人类活动影响较大,分形值低,在平潭岛城市化进程中被生产生活空间大量占用 1629.95hm^2 ,致使其破碎度升高,越来越不稳定,所以其空间冲突水平也较高。

(2)生活生产空间冲突水平构成的变化幅度最大。主要表现为2000-2015年稳定可控冲突单元比重大幅下降(由92.38%降至45.30%)及基本可控冲突单元比重大幅上升(由7.40%增至50.00%);15年间平潭岛生活生产空间中有较大比例的稳定可控冲突单元快速转为基本可控冲突单元,也有部分基本可控冲突单元逐渐转为基本失控冲突单元,但尚未出现严重失控的空间单元。其原因一是受海岛用地空间限制,平潭岛以建设用地为主的生活生产空间在城市化过程中用地较为集中导致其破碎度较低;原因二是随着平潭岛城市化进程的深入,土地利用逐步趋向成熟,其空间脆弱性指数相对较低。但海岛生活生产空间是人类活动干扰的重点,在大开发的背景下,冲突水平构成的变化幅度较大,且失控型冲突单元有进一步发展及激化的态势,所以在潜在冲突(基本可控)转为公开冲突(基本失控和严重失控)之前对其进行调控,是冲突调控预防的重点所在。

(3)生态空间的冲突水平变化幅度较小,以稳定可控冲突为主。生态空间的冲突水平呈现出失控冲突单元向可控冲突单元转变的现象,2000-2015年,生态空间景观中稳定可控冲突单元和基本可控冲突单元比重仅呈现出小幅上升(分别上升4.07%和5.93%),至2015年二者比重之和达92.73%;而同期基本失控级别和严重失控级别的单元比重仅略有降低(分别由11.59%、5.68%降至5.95%、1.32%)。研究区内的生态空间以沿海滩涂占绝对优势(三期平均占76.91%),2009年以来的平潭岛的开发建设主要是在陆域上进行,因此对生态空间产生的干扰影响甚微。

(4)生态生产空间冲突水平波动较大,但受快速城市化影响较小。生态生产空间的冲突水平主要表现为2000-2009年稳定可控冲突级别比重的上升明显(由52.07%升至70.78%),而2009-2015年其比重只上升了1.06%;其次是严重失控冲突级别比

重的上升,由2000年的0.62%增至2015年的4.76%;而基本可控冲突和基本失控冲突比重存在不同幅度的下降,且主要发生在前9年。其原因是2009年后平潭岛城市化进程中对生态保护更加重视,如平潭岛在快速开发的同时也加强了绿化工作,实施了2012-2015年大绿化工程,每年植树约1000万株。

4 结论与讨论

4.1 结论

本文基于三生空间视角,在遥感与GIS技术支持下,构建三生空间冲突综合测度模型,对快速城市化下2000-2015年平潭岛的空间冲突水平进行测算分析,主要结论如下:

(1)2000-2015年生态生产空间始终占主导地位,其次是生产生态空间,两者的比重之和超过研究区总面积的一半,但随着城市化的推进,两者的比重呈不同幅度的下降;而生活生产空间比重在不断上升。表明平潭岛在快速城市化过程中,以建设用地为主的生活生产空间通过占用生产生态空间和生态生产空间进行快速扩张。

(2)2000-2015年伴随着快速的城市化过程,平潭岛的三生空间冲突作用强度总体呈现上升的趋势,尤其是2009-2015年,基本失控和严重失控级别空间冲突的区域面积比例增幅最大,至2015年失控冲突的单元面积比重已达到41.77%,空间冲突态势已非常严峻,三生空间的协调发展将面临威胁。

(3)不同空间类型的空间冲突存在一定差异,冲突程度从大到小依次为,生产生态空间>生态空间>生态生产空间>生活生产空间;其空间冲突水平构成亦存在差异,4种空间类型的冲突程度均集中在稳定可控和基本可控两个等级上,但其在基本失控和严重失控两个等级上差异较大,并随着时间发生变化。

4.2 讨论

三生空间的分类结果直接影响空间冲突的测度,本研究在分类时太过依赖于土地利用分类现状导致空间冲突结果存在一定偏差。三生空间分类是一项非常复杂的工作,具有空间尺度的差异性、空间功能的复合性和空间用地的异质性等特征,今后应在这些方面进行深入研究,提高三生空间分类

2017年10月

的精度,确保冲突测量结果的可靠性。

土地利用空间冲突涵盖了社会、经济和生态等多方面的内容,单从景观生态格局理论去构建冲突测度指数具有一定的局限性,仍需进一步验证与完善。从多方面深化完善土地利用空间冲突指数构建将是今后努力研究的重点。

参考文献(References):

- [1] 刘贵利,严奉天,许顺才,等. 城市发展中内外空间冲突与协调的战略选择:以石家庄市为例[J]. 地理研究, 2006, 25(4): 701-709. [Liu G L, Yan F T, Xu S C, et al. The strategic disposition between the conflict and coordination from internal and external space in urban development: taking Shijiazhuang city as a case [J]. *Geographical Research*, 2006, 25(4): 143-151.]
- [2] Zhao L Y, Peng Z R. Land system: An agent-based cellular automata model of land use change developed for transportation analysis[J]. *Journal of Transport Geography*, 2012, 25(3): 35-49.
- [3] 叶玉瑶. 城市群空间演化动力机制初探:以珠江三角洲城市群为例[J]. 城市规划, 2006, 30(1): 61-66. [Ye Y Y. Spatial evolution mechanism of urban conglomeration: a case study of the Pearl River delta[J]. *City Planning Review*, 2006, 30(1): 61-66.]
- [4] 周国华,彭佳捷. 空间冲突的演变特征及影响效应-以长株潭城市群为例[J]. 地理科学进展, 2012, 31(6): 717-723. [Zhou G H, Peng J J. The evolution characteristics and influence effect of spatial conflict: a case study of Changsha-Zhuzhou-Xiangtan urban agglomeration[J]. *Progress in Geography*, 2012, 31(6): 717-723.]
- [5] Campbell D J, Gichohi H, Mwangi A, et al. Land use conflict in Kajiado District, Kenya[J]. *Land Use Policy*, 2000, 17(4): 337-348.
- [6] 于伯华,吕昌河. 土地利用冲突分析:概念与方法[J]. 地理科学进展, 2006, 25(3): 106-115. [Yu B H, Lv C H. The progress and prospect of land use conflicts[J]. *Progress in Geography*, 2006, 25(3): 106-115.]
- [7] 李占军,刁承泰. 西南丘陵地区土地资源利用的冲突与协调-以重庆江津区为例[J]. 水土保持研究, 2009, 16(2): 239-244. [Li Z J, Diao C T. Land resource conflicts and coordination in Hilly Area of Southwestern China-a case study of Jiangjin district, Chongqing[J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2009, 16(2): 239-244.]
- [8] 杨永芳,安乾,朱连奇. 基于PSR模型的农区土地利用冲突强度的诊断[J]. 地理科学进展, 2012, 31(11): 1552-1560. [Yang Y F, An Q, Zhu L Q. Diagnosis based on the PSR model of rural land-use conflicts intensity[J]. *Progress in Geography*, 2012, 31(11): 1552-1560.]
- [9] 彭佳捷,周国华,唐承丽. 基于生态安全的快速城市化地区空间冲突测度-以长株潭城市群为例[J]. 自然资源学报, 2012, 27(9): 1507-1519. [Peng J J, Zhou G H, Tang C L, et al. The analysis of spatial conflict measurement in fast urbanization region based on ecological security: a case study of Changsha-Zhuzhou-Xiangtan urban agglomeration[J]. *Journal of Natural Resources*, 2012, 27(9): 1507-1519.]
- [10] 王海鹰,秦奋,张新长. 广州市城市生态用地空间冲突与生态安全隐患情景分析[J]. 自然资源学报, 2015, 30(8): 1304-1318. [Wang H Y, Qin F, Zhang X C. The scenario analysis on urban ecological land spatial conflict and ecological security hidden danger in Guangzhou[J]. *Journal of Natural Resources*, 2015, 30(8): 1304-1318.]
- [11] 周德,徐建春,王莉. 环杭州湾城市群土地利用的空间冲突与复杂性[J]. 地理研究, 2015, 34(9): 1630-1642. [Zhou D, Xu J C, Wang L. Land use spatial conflicts and complexity: a case study of the urban agglomeration around Hangzhou Bay, China [J]. *Geographical Research*, 2015, 34(9): 1630-1642.]
- [12] 贺艳华,唐承丽,周国华. 基于地理学视角的快速城市化地区空间冲突测度-以长株潭城市群地区为例[J]. 自然资源学报, 2014, 29(10): 1660-1674. [He Y H, Tang C L, Zhou G H. The analysis of spatial conflict measurement in fast urbanization region from the perspective of geography: a case study of Changsha-Zhuzhou-Xiangtan urban agglomeration[J]. *Journal of Natural Resources*, 2014, 29(10): 1660-1674.]
- [13] 陈婧,史培军. 土地利用功能分类探讨[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2005, 41(5): 536-540. [Chen J, Shi P J. Discussion on functional land use classification system[J]. *Journal of Beijing Normal University (Natural Science)*, 2005, 41(5): 536-540.]
- [14] 念沛豪,蔡玉梅,张文新,等. 面向综合区划的国土空间地理实体分类与功能识别[J]. 经济地理, 2014, 34(12): 7-14. [Nian P H, Cai Y M, Zhang W X, et al. Geographic entity division and functions identification oriented comprehensive regionalization [J]. *Economic Geography*, 2014, 34(12): 7-14.]
- [15] 张红旗,许尔琪,朱会义. 中国“三生用地”分类及其空间格局[J]. 资源科学, 2015, 37(7): 1332-1338. [Zhang H Q, Xu E Q, Zhu H Y. An ecological-living-industrial land classification system and its spatial distribution in China[J]. *Resources Science*, 2015, 37(7): 1332-1338.]
- [16] 扈万泰,王力国,舒沐辉. 城乡规划编制中的“三生空间”划定思考[J]. 城市规划, 2016, (5): 21-26. [Hu W T, Wang L G, Shu M H. Reflections on delimiting the three basic spaces in the compilation of urban and rural plans[J]. *City Planning Review*,

- 2016, (5): 21-26.]
- [17] 于莉, 宋安安, 郑宇, 等. “三生用地”分类及其空间格局分析-以昌黎县为例[J]. 中国农业资源与区划, 2017, 38(2): 89-96. [Yu L, Song A A, Zheng Y, *et al.* The ecological- living-industrial land classification system and the analysis of its spatial distribution-a case of Changli county[J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2017, 38(2): 89-96.]
- [18] 李广东, 方创琳. 城市生态-生产-生活空间功能定量识别与分析[J]. 地理学报, 2016, 71(1): 49-65. [Li G D, Fang C L. Quantitative function identification and analysis of urban ecological-production-living spaces[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2016, 71(1): 49-65.]
- [19] 陶慧, 刘家明, 罗奎, 等. 基于三生空间理念的旅游城镇化地区空间分区研究-以马洋溪生态旅游区为例[J]. 人文地理, 2016, (2): 153-160. [Tao H, Liu J M, Luo K, *et al.* The study of spatial division of tourism urbanization area based on the conception of Production-Living-Ecological space: a case study of Mayangxi ecotourism area[J]. *Human Geography*, 2016, (2): 153-160.]
- [20] 唐承丽, 贺艳华, 周国华, 等. 基于生活质量导向的乡村聚落空间优化研究[J]. 地理学报, 2014, 69(10): 1459-1472. [Tang C L, He Y H, Zhou G H, *et al.* The research on optimization mode of spatial organization of rural settlements oriented by life quality [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(10): 1459-1472.]
- [21] 席建超, 王首琨, 张瑞英. 旅游乡村聚落“生态-生产-生活”空间重构与优化-河北野三坡旅游区苟各庄村的案例实证[J]. 自然资源学报, 2016, 31(3): 425-435. [Xi J C, Wang S K, Zhang R Y. Restructuring and optimizing Production- Living- Ecology space in rural settlements: a case study of Gougezhuang village at Yesanpo tourism attraction in Hebei Province[J]. *Journal of Natural Resources*, 2016, 31(3): 425-435.]
- [22] 胡兴定. 基于人居环境的采矿复垦区“三生”空间优化研究[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2016. [Hu X D. Optimization for the Production, Living and Ecological Space Based on Human Settlements in Reclamation Area of Coal Mine [D]. Beijing: China University of Geosciences (Beijing), 2016.]
- [23] 李伟松, 李江凤, 姚尧, 等. 三生空间重构视角下的镇域农村居民点整治分区-以湖北省荆门市沙洋县官垌镇为例[J]. 地域研究与开发, 2016, 35(1): 139-143. [Li W S, Li J F, Yao Y, *et al.* Consolidation division of rural residential areas based on reconstruction of Production, Living and Ecology space: a case Study of Guandang town of Shayang county in Jingzhou city of Hubei Province[J]. *Areal Research and Development*, 2016, 35(1): 139-143.]
- [24] 龙花楼. 论土地整治与乡村空间优化[J]. 地理学报, 2013, 22(8): 164-169. [Long H L. Land consolidation and rural spatial restructuring[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2013, 22(8): 164-169.]
- [25] 福州统计局, 国家统计局福州调查队. 福州统计年鉴 2001-2016[M]. 北京: 中国统计出版社, 2001-2016. [Fuzhou Statistics Bureau. Fuzhou Statistical Yearbook 2001-2016[M]. Beijing: China Statistics Press, 2001-2016.]
- [26] Nelson E, Mendoza G, Regetz J, *et al.* Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales[J]. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2009, 7(1): 4-11.
- [27] Bennett E M, Peterson G D, Gordon L J. Understanding relationships among multiple ecosystem services[J]. *Ecology letters*, 2009, 12(12): 1394-1404.
- [28] 杨国安, 甘国辉. 基于分形理论的北京市土地利用空间格局变化研究[J]. 系统工程理论与实践, 2004, 24(10): 131-137. [Yang G A, Gan G H. Landscape pattern change research of land use in Beijing based on fractal theory[J]. *Systems Engineering: Theory & Practice*, 2004, 24(10): 131-137.]
- [29] 裴彬, 潘韬. 土地利用系统动态变化模拟研究进展[J]. 地理科学进展, 2010, 29(9): 1060-1066. [Pei B, Pan T. Land use system dynamic modeling: literature review and future research direction in China[J]. *Progress in Geography*, 2010, 29(9): 1060-1066.]
- [30] 陈彦光. 分形城市系统: 标度·对称·空间复杂性[M]. 北京: 科学出版社, 2008. [Chen Y G. Fractal Urban Systems: Scaling Symmetry Spatial Complexity[M]. Beijing: Science Press, 2008.]

Spatial conflict between ecological–production–living spaces on Pingtan Island during rapid urbanization

LIAO Lihong¹, DAI Wenyuan^{1,2,3}, CHEN Juan⁴, HUANG Wanli^{1,2,3}, JIANG Fangqi¹, HU Qiufeng¹

(1. College of Geographical Sciences, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China;

2. Institute of Geographic Research, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China;

3. Cultivation Base of State Key Laboratory of Humid Subtropical Mountain Ecology, Fuzhou 350007, China;

4. College of Tourism, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China)

Abstract: Quantitative research into the conflict between ecological- production- living spaces provides support for space use allocation, conflict management and sustainable development. Based on dominant function and multifunction of land use, we divided land use data (from remote sensing images) for three years (2000, 2009 and 2015) into four space types (living- production space, production-ecological space, ecological-production space and ecological space) on Pingtan Island. The comprehensive index (SSCI) of spatial conflict was conducted by constructing a comprehensive calculation model (based on the theory of landscape ecological and landscape metrics), then assessing the level of ecological- production- living spaces' spatial conflict for Pingtan Island. We found that ecological-production space occupied a dominant position, followed by production-ecological space from 2000 to 2015; the proportion of the two space types was over 50% in the study area and showed a downward trend. But the proportion of living- production space was increased and ecological space was in a stable state. The development of spatial conflict evolved from 0.42 to 0.53 for Pingtan Island over the 15 years, and the concentration phenomenon occurs in Luyang, Zhonglou and Aodong. The spatial conflict situation is serious because the proportion of out of control conflict already accounted for 41.77% of the study area in 2015. There are some differences between various spatial conflicts, and space conflicts grade followed the order: production- ecological space > ecological space > ecological- production space > living- production space. Production-ecological space, living-production space (except 2015), ecological space and ecological- production space (except 2000) were all dominated by stable controllable conflict and the proportion was more than 70%. Followed by basically controllable conflict, the proportion of uncontrollable conflict was small.

Key words: ecological- production- living spaces; spatial conflict; conflict index; urbanization; Pingtan Island