

DOI: 10.5846/stxb201308162095

陈江龙, 徐梦月, 苏曦, 高金龙. 南京市生态系统服务的空间流转. 生态学报, 2014, 34(17): 5087-5095.

Chen J L, Xu M Y, Su X, Gao J L. Spatial transfer of regional ecosystem service in Nanjing City. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(17): 5087-5095.

南京市生态系统服务的空间流转

陈江龙¹, 徐梦月², 苏曦^{1,3}, 高金龙^{1,3,*}

(1. 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008;

2. 湖州市发展规划研究院, 湖州 313000; 3. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 生态系统服务的空间流转研究是生态系统服务研究的重要部分, 对于制定区域生态补偿标准具有重要意义。为了衡量地区生态系统服务流转外部区域的相对价值大小, 提出了地区比较生态辐射力概念, 利用断裂点公式、指数距离衰减函数, 衡量比较生态辐射力的大小。基于南京市主体功能区研究, 定量研究南京市各保护型区域的生态系统服务对各开发型区域的辐射力, 计算出各开发型区域从不同保护型区域提供的生态系统服务价值比例。结果表明: 高淳县、江宁区、溧水县对于白下区、秦淮区比较生态辐射力相对较大, 六合区对于鼓楼区、下关区比较生态辐射力相对较大, 浦口区对于鼓楼区、秦淮区的比较生态辐射力相对较大。以白下区为例, 提出了南京市实施生态补偿建议, 根据白下区从外部保护型区域获得的生态系统服务总量, 在其提供的生态补偿金中, 浦口区、江宁区、六合区、溧水县、高淳县应分别获得总额的 22.76%、22.67%、21.50%、17.27% 与 15.80%。

关键词: 生态系统服务; 空间流转; 比较生态辐射力; 南京

Spatial transfer of regional ecosystem service in Nanjing City

CHEN Jianglong¹, XU Mengyue², SU Xi^{1,3}, GAO Jinlong^{1,3,*}

1 Nanjing Institute of Geography and Limnology, CAS, Nanjing, Jiangsu 210008, China

2 Huzhou Development Planning & Research Institute, Huzhou, Zhejiang 313000, China

3 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

Abstract: Studies of the spatial transfer of ecosystem services are an important part of ecosystem service research. The present study shows that they can also contribute to both the construction of meaningful ecological compensation standards, and to the appropriate level of these in a particular situation. To determine the comprehensiveness and impact of ecosystem service value transfers in our study areas, we took two factors into consideration, namely, the distance to be covered and the effect that the value of the ecosystem services in each area has on the spatial transfer of those services. Then, we put forward the concept of regional comparative ecological radiation force and a relevant calculation method in order to measure the relative levels of ecosystem service value transfers from inner to exterior zones. Regional comparative ecological radiation force is defined as being the service providing zone impact on service receiving zones through the transfer of ecosystem services. This study used a gravity model, breaking point formula and an exponential distance reduction function to measure regional comparative ecological radiation force. Based on the Major Function Oriented Zone (MFOZ) planning system of Nanjing, we categorized 11 City Districts (including Jianye, Qixia, Xuanwu, Baixia, Qinhuai, Yuhuatai, Gulou, Pukou, Liuhe, Jiangning, and Xiaguan) and 2 Counties (Gaochun and Lishuie) within the city into two zones; development zones and protection zones. The main differences between the two are that development space in the development zones is much larger than in the protection zones, and that conversely, protection zones have much more protection space than development

基金项目: 国家自然科学基金 (70873120, 41130750); 中国科学院知识创新工程重要方向项目 (KZCX2-YW-339)

收稿日期: 2013-08-16; **修订日期:** 2014-06-29

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: jlgao@niglas.ac.cn

space. Land use data show that Liuhe, Jiangning, Pukou, Lishui and Gaochun are protection zones, and that Jianye, Qixia, Xuanwu, Baixia, Qinhuai, Yuhuatai are development zones. We calculated the comparative ecological radiation force from different protection zones to the development zones, and the proportion of their ecosystem service value that development zones get from the protection zones. The results show that Gaochun, Jiangning, and Lishui receive more regional comparative ecological radiation force than Baixia and Qinhuai, which means that Baixia and Qinhuai receive more ecosystem services from these three zones than from the other protection zones. At the same time Liuhe's regional comparative ecological radiation force is more than that of Gulou and Xiaguan, while Pukou's is more than that of Gulou and Qinhuai. According to the proportion of ecosystem service value that protection zones offer, these results indicate that Pukou contributes the most value, while Gaochun contributes the least ecosystem service value to other zones. Also, because Qixia's own ecosystem service value is high, the regional comparative ecological radiation force of the protected areas on Qixia development zone is small. In order then to assure each region's fair share of development rights, local government should allocate ecological compensation in accordance with the proportion of the ecosystem service different zones provide and receive. Taking Baixia as an example, we see that this city district development zone benefits from ecosystem service function transfers originating in the protection zones of Pukou, Jiangning, Liuhe, Lishui, Gaochun, at the rate of about 22.8%, 22.7%, 21.50%, 17.3% and 15.8% respectively. Therefore, these five protection zones should be eligible for a corresponding level of compensation from Baixia. For the other protection zones, ecological compensation from development zones can be calculated in the same way.

Key Words: ecosystem service; spatial transfer; comparative ecological radiation force; Nanjing City

加快实施主体功能区战略,推动各地区严格按照主体功能定位发展,构建科学合理的城市化格局、农业发展格局、生态安全格局是国家主体功能区的战略规划。主体功能区中保护型区域(即限制开发区与禁止开发区)的首要任务是提供生态产品,主要体现在:吸收二氧化碳、制造氧气、涵养水源、保持水土、净化水质、防风固沙、调节气候、清洁空气等^[1],也即生态系统服务。每个人的生产生活都离不开地球的生态系统及其提供的服务,生态系统服务是指生态系统提供给人类的收益,包括供给服务、调节服务、文化服务和支持服务^[2]。同时,生态系统是一个连续的资源系统,生态系统服务具有社会性和外部性^[3]。生态系统提供的生态系统服务是“活”的,会在域外发生效用,其受益者是有层次的,且其影响范围会随距离增加而递减^[3-6]。也就是说,区域提供的生态系统服务会发生空间流转,在本地发生作用的同时对不同位置区域会产生不同大小的效用^[7]。因此,对于生态系统服务功能的研究一直是学术界关注的热点问题,也是一个难点问题。

目前对于生态系统服务功能的研究主要以生态系统服务功能价值的静态评估为主^[8-10]。也有学者从理论上提出了生态系统服务功能的流动性概

念,认为生态资产空间流转的主要表现形式有区际贸易与物资交流中生态资产的跨区域流动,区域生态系统对外来人口提供的生态系统服务,以水、大气为介质的生态资产跨区域转移,物种迁移引起的生态资产转移,区域生态环境对外来污染物的吸收和净化作用等^[4];还有学者指出了生态系统服务的时空性概念,认为生态系统服务存在长期、全球性服务和季节周期性、区域性(如某些生物产品的提供),因此生态系统服务可以在不同的空间范围内实现,其范围的大小可以从面积较小的海岛生态系统到面积很大的森林生态系统^[11];其他学者也认为重要生态功能区与普通区域的生态系统一样,具有明显的空间转移特征,即重要生态功能区生态系统所产生的服务及其价值可以通过水、空气等流通介质流动到区域外其它地方,并在具备适当外部条件时对这些地方的经济社会发展产生效用^[12]。还有学者认为需要在科学的信息利用环境下进行环境价值转移研究,并在此基础上提出了价值转移研究的可替代方法^[13];并有学者利用条件价值法提供了环境价值转移有效性的证据,认为废弃物大多会经过自然或人为的作用迁移出去,通过外部地区生态环境的吸收、降解、分解作用,实现环境净化和物质的循环利用,

产生了类似于生态资产空间流转的现效果^[14-15]。除此之外,也有少数学者对生态系统服务功能的空间流动性进行了定量研究,范小彬等以临近北京市城区的门头沟区森林、草地植被对北京市城区具有的大气净化、防风固沙生态服务功能为例,通过构建生态资产空间流转评价技术模型,对流转的生态资产进行评价^[4];乔旭宁等以渭干河流域为例计算出流域上下游各县可转移的生态系统服务功能价值^[6]。总之,在一定区域范围内,地区的生态系统服务功能会通过空间流转到外部区域产生效用,且随着距离的增大而衰减,而生态系统服务的区域性和行政区划的不一致性对于政策的制定产生了严重的限制。政策制定也会涉及多个行政区。但是目前国内外关于生态系统服务跨区域流转的研究,以及对于多对象的生态系统服务定量研究还很少。因此,生态系统服务功能实现的区域性与行政区划人为划分的矛盾与涉及行政区的多元性,使得对于多主体的生态系统服务空间流转定量研究的需求愈加迫切。

本文基于南京主体功能区研究,从生态系统服务的空间流转角度出发,提出地区比较生态辐射力概念,利用断裂点公式、指数距离衰减函数,构建比较生态辐射力计算方法。文章暂不考虑保护型区域之间生态系统服务功能的互相影响,计算得到南京市不同保护型区域对于各开发型区域的生态系统服务影响力大小,最后得到开发型区域从不同保护型区域获得的生态系统服务比例,以为相关部门制定生态补偿等区域政策提供一定的科学依据。

1 研究区概况

南京是长江三角洲重要的中心城市,我国六大古都之一,融山、水、城、林于一体的古城,先后荣获全国卫生城市、国家园林城市、联合国人居特别荣誉等称号。市域总面积 6582.31 km²,2012 年全市实现地区生产总值 7201.57 亿元,公共财政预算收入 733.02 亿元,年末全市常住人口 816.1 万人,按常住人口计算的人均地区生产总值达到 88243 元。2012 年南京市节能环保预算支出 15.81 亿元,占公共财政预算支出 2.05%。2004 年确立了“实施绿色南京战略,建设生态市”的战略,提出到 2020 年将南京建设成为生态市。2013 年行政区划调整前,南京市辖玄武、白下、建邺、鼓楼、秦淮、下关、雨花台、栖霞、浦

口、江宁、六合 11 个区和溧水、高淳两县(图 1),其中高淳、溧水、浦口、江宁先后已成功创建国家生态示范区。依据《江苏省重要生态功能保护区区域规划》、《南京市国民经济和社会发展的第十二个五年规划纲要》、《南京市空间发展战略研究》,开发空间主要集中在下关区、建邺区、栖霞区、玄武区、白下区、秦淮区、浦口区、雨花台区,故将以上行政区划为开发型区域;保护空间主要集中在六合区、江宁区、浦口区、溧水县、高淳县,故将以上行政区划为保护型区域。

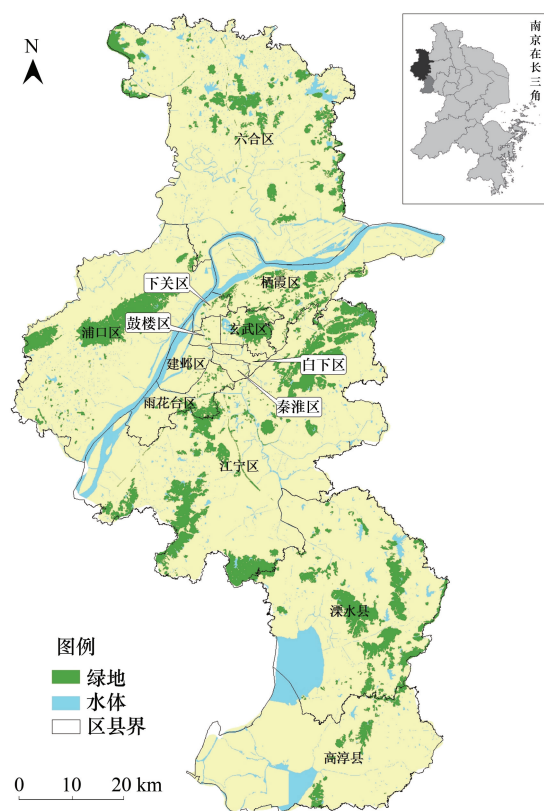


图 1 研究区位置示意图

Fig.1 Location of the study area

2 研究数据与方法

2.1 研究数据

本文所用的社会经济数据主要来源于《南京统计年鉴 2009》与《南京市 2008 年国民经济和社会发展统计公报》,土地利用数据由 2008 年南京市土地利用现状矢量图中提取。

2.2 生态系统服务价值的计算

由于生态系统本身的复杂性,各项服务之间存在着相互依赖的关系,使生态系统服务的分类本身

就缺乏严格的标准,同时,存在着时间和空间上复杂的尺度转换问题使生态系统服务的价值评估容易出现重复计算^[16]。不同计算方法得到的结论千差万别,目前还没有公认的评估方法。鉴于文章重点在于计算生态系统服务的空间流转特征,文中生态系统服务价值的计算参考谢高地等确定的我国不同生态系统单位面积生态服务价值^[8](表1)。

保护型区域内的森林、湿地、草地等生态系统为区域提供气候调节、水源涵养、土壤形成与保护、废弃物处理、生物多样性保护、食物生产、原材料与娱乐文化等生态服务功能。其中,食物生产和原材料

的生态系统服务的市场价值已经在市场中得到实现,不存在补偿的问题,可在确定生态补偿量时摒弃这部分的生态系统服务价值^[17]。生态服务价值的计算公式如下:

$$E_i = \sum_{t=1}^n \sum_{m=1}^7 S_{it} P_{mt} \quad (1)$$

式中, E_i 为*i*区域提供的生态系统服务总价值, S_{it} 为*i*区域中的第*t*类土地利用类型面积, P_{mt} 为第*t*类土地利用类型提供的第*m*种生态系统服务(如气体调节等)单位面积生态服务价值。

表1 中国不同陆地生态系统单位面积生态服务价值(元/hm²)

Table 1 Chinese ecosystem service value unit area of different ecosystem types (yuan/hm²)

生态系统 Ecosystem	森林 Forest	草地 Grassland	农田 Farmland	湿地 Wetland	水体 Water body	荒漠 Desert
食物生产 Food production	88.5	265.5	884.9	265.5	88.5	8.8
原材料 Raw materials	2300.6	44.2	88.5	61.9	8.8	0.0
气体调节 Gas regulation	3097.0	707.9	442.4	1592.7	0.0	0.0
气候调节 Climate regulation	2389.1	796.4	787.5	15130.9	407.0	0.0
水源涵养 Water conservation	2831.5	707.9	530.9	13715.2	18033.2	26.5
土壤形成与保持 Soil formation	3450.9	1725.5	1291.9	1513.1	8.8	17.7
废弃物处理 Disposal of waste	1159.2	1159.2	1451.2	16086.6	16086.6	8.8
生物多样性保护 Biodiversity	2884.6	964.5	628.2	2212.2	2203.3	300.8
娱乐与文化 Entertainment & culture	1132.6	35.4	8.8	4910.9	3840.2	8.8

2.3 地区比较生态辐射力概念

生态系统服务主要通过大气、水、动植物等生态因子,区域贸易、人口流动等在不同位置地区发生不同效用,功能发生流转且基本遵循距离衰减规律,即随着距离生态空间的增加而递减^[4-6]。如植被与土壤所涵养的水分,通过河流水系等通道转移到外部地区并产生生态服务;水体、森林通过水、大气的扩散和流动吸收、降解污染物;植被减少大风对土壤表层颗粒吹扬,减缓或避免下风向区域沙尘气候,从而达到净化空气、调节气候的效用^[4-5,12]。影响程度会随着距离、风向、水流、地形地貌等自然条件以及人口的流动数量等条件的不同而不同(由于生态系统的复杂性及数据的难获取性,在本文中暂不考虑自然条件及人口流动数量的影响)。为了比较不同地区生态系统服务对外部地区产生的效用,综合考虑距离与生态系统服务功能相对大小的影响,提出地区比较生态辐射力概念:在一定区域内,不同地区的生态系统服务通过空间流转对不同距离范围内的外

部地区产生的影响力。

2.4 地区比较生态辐射力计算

引入物理学中的引力模型,借鉴断裂点公式定量研究两区域之间的生态系统服务的互相作用关系^[4,6]。引力模型起源于牛顿力学的引力定律, $F = GM_1M_2/R_2$,它表明了两个物体之间的引力与这两个物体的质量和距离的关系。借鉴康维斯(Converse P.)在此基础上提出的断裂点公式^[18],得到生态系统服务流转的断裂点公式:

$$A = \frac{D_{dp}}{1 + \sqrt{N_d/N_p}} \quad (2)$$

式中, A 是保护型区域到断裂点的距离,也就是保护型区域*p*对于开发性区域*d*的生态辐射力。 D_{dp} 是开发性区域*d*与保护型区域*p*之间的距离, N_d 、 N_p 分别为开发性区域*d*与保护型区域*p*的生态系统服务功能价值,*d*为开发区,*p*为保护区。

由于生态系统服务的空间流动性,地区生态系统服务功能会在外部区域发生作用,且随着距离的

增加而衰减。为了计算在一定区域范围内,不同保护型区域流转到不同开发型区域的生态系统服务相对大小,并进行综合比较,利用固定距离加权函数对式 2 中的 D_{dp} 进行修正,引入指数距离衰减函数:

$$W_{dp} = e^{-D_{dp}/H} \tag{3}$$

式中, W_{dp} 为开发性区域 d 与保护型区域 p 之间的指数衰减距离, H 为各保护型区域与开发型区域之间的最大距离。

最后得到地区比较生态辐射力计算公式(式 4)。距离越大,相对生态系统服务功能差距越小,比较生态辐射力越小,即地区对于外部区域的生态系

统服务影响力越小,外部区域从此地区得到的生态系统服务流转量越小。

$$E_c = \frac{e^{-D_{dp}/H}}{1 + \sqrt{N_d/N_p}} \tag{4}$$

式中, E_c 为地区比较生态辐射力。

3 研究结果

根据式 1,计算得到各个区县的生态系统服务功能价值 N_d 、 N_p (图 2)。利用 Arcgis9.3 的 Near 工具算出各个区县之间的相对距离 D_{dp} (表 2), H 取最大距离,即六合与高淳之间的距离。

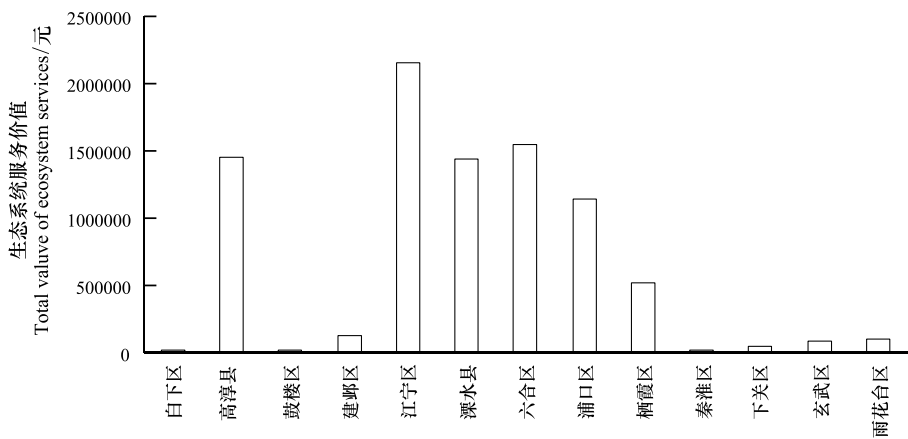


图 2 南京市各区县生态系统服务总价值
Fig.2 The total value of ecosystem services of each county in Nanjing City

表 2 南京市各区县相对距离/m

Table 2 The relative distance of each county in Nanjing

区县 County	高淳县	溧水县	六合区	浦口区	江宁区
高淳县	—	29586.4	118781.9	88962.1	59826.7
溧水县	29586.4	—	91022.2	67876.6	35040.2
六合区	118781.9	91022.2	—	46227.0	59768.6
浦口区	88962.1	67876.6	46227.0	—	33556.4
江宁区	59826.7	35040.2	59768.6	33556.4	—
雨花台区	72297.2	50107.6	52631.0	17805.3	15915.3
栖霞区	92311.8	63750.1	28061.8	39194.9	35888.8
秦淮区	76147.1	50406.2	43732.6	23706.0	16348.6
下关区	90570.3	64783.6	30758.8	20405.1	30743.8
建邺区	79396.9	55685.5	44433.2	14713.3	20648.2
白下区	77854.7	51566.8	41526.6	25168.2	18271.0
鼓楼区	83539.4	58280.3	37887.2	18506.5	23768.8
玄武区	82414.6	55571.6	36624.0	26545.4	23160.2

根据式 4,得到保护型区域(高淳县、江宁区、溧水县、六合区、浦口区)的生态系统服务通过空间流转,对于开发型区域(下关区、建邺区、栖霞区、玄武

区、白下区、秦淮区、浦口区、雨花台区)的比较生态辐射力(表 3)。

表 3 保护型区域对于开发型区域比较生态辐射力

Table 3 Comparative ecological radiation force of the protection zones

区县 County	高淳县	溧水县	六合区	浦口区	江宁区
雨花台区	0.43	0.46	0.51	0.63	0.63
栖霞区	0.29	0.31	0.50	0.39	0.37
秦淮区	0.50	0.54	0.65	0.72	0.72
下关区	0.40	0.42	0.67	0.67	0.53
建邺区	0.40	0.42	0.54	0.64	0.57
白下区	0.49	0.53	0.66	0.70	0.70
鼓楼区	0.47	0.50	0.69	0.76	0.64
玄武区	0.40	0.44	0.60	0.58	0.57
合计 Total	3.37	3.62	4.82	5.09	4.73

为更直观地表现各保护型区域对不同开发性区域的比较生态辐射力大小,借鉴 Michae 和 Newman 设计的方法^[19],基于 Esri 开发的 Arc Scripts Cartograms

插件绘制比较统计地图,得到南京市各区县比较生态辐射力图(图 3),开发型区域从相应保护型区域获取的生态系统服务越多,则图斑面积膨胀度越高。

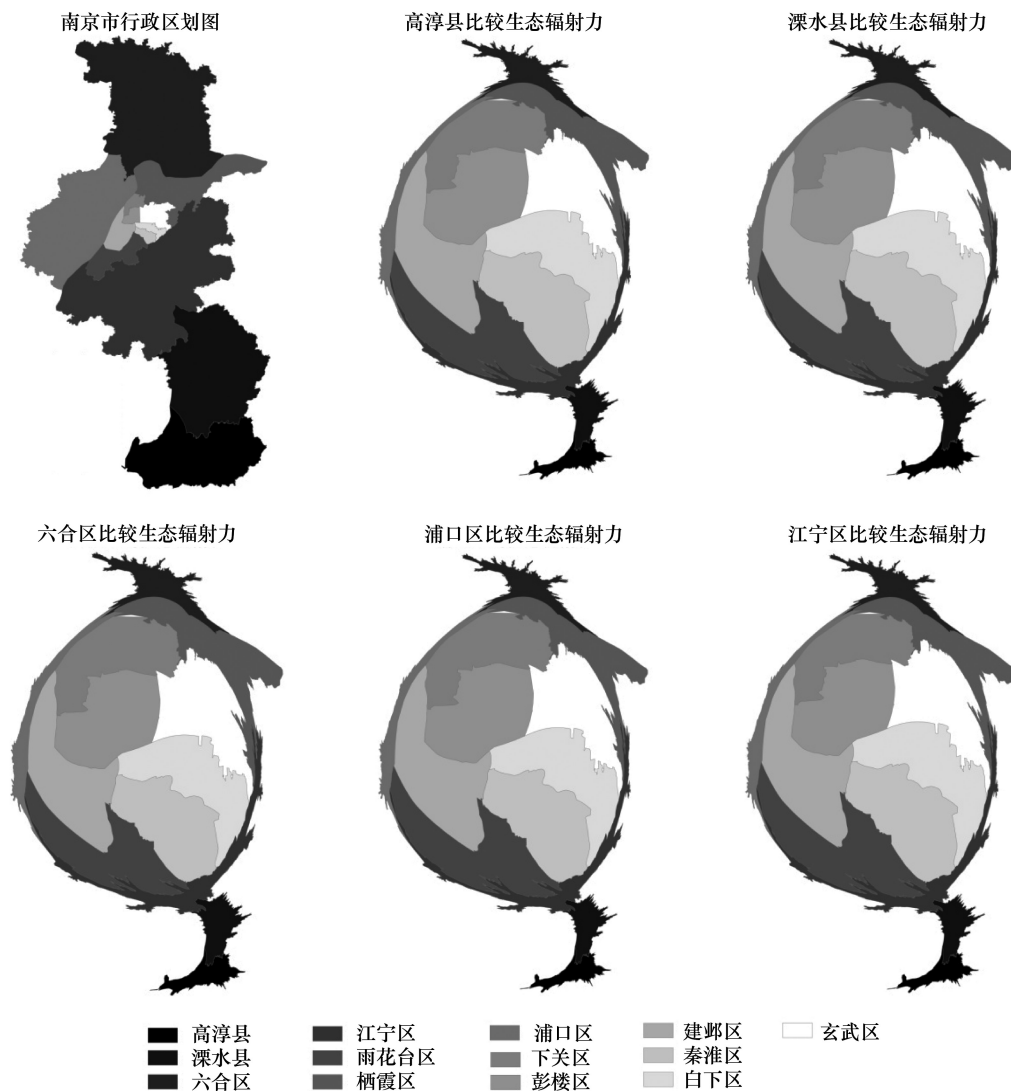


图 3 南京市各保护性区域比较生态辐射力图

Fig.3 Comparative ecological radiation force of each protection zone in Nanjing City

由此可以看出,高淳县、江宁区、溧水县对于白下区、秦淮区,六合区对于鼓楼区、下关区,浦口区对于鼓楼区、秦淮区的比较生态辐射力相对较大。高淳县对于栖霞区,江宁区对于栖霞区、下关区,溧水县对于栖霞区、建邺区、下关区,六合区对于栖霞区、雨花台区,浦口区对于栖霞区、玄武区的比较生态辐射力相对较小。总的来说,浦口区的比较生态辐射力总和最大,流转 to 外部区域的生态系统服务总量最大,对外部地区的生态贡献度最高,高淳县的比较生态辐射力总和最小;由于栖霞区自身的生态系统服务总价值较大,各保护型区域对于栖霞区的比较生态辐射力较小。

最后,根据表 3 得到各开发型区域从不同保护型区域获取的生态系统服务比例(表 4)。其中,白下区、鼓楼区、建邺区、下关区、雨花台区获得的生态系统服务中,浦口区通过空间流转提供的生态系统服务最多,从高淳县获取的最少;栖霞区、玄武区获得的生态系统服务中,六合区通过空间流转提供的生态系统服务最多,从高淳县获取的最少;秦淮区获得的生态系统服务中,江宁区通过空间流转提供的生态系统服务最多,从高淳县获取的最少。总的来说,各开发型区域从高淳县通过生态系统服务空间流转获得的生态系统服务最少,从浦口区获得的生态系统服务相对较多。

表 4 南京市各开发型区域从不同保护型区域获取的生态系统服务比例/%
Table 4 The proportion of ecosystem services that development zones got from protection zones

区县 County	高淳县	溧水县	六合区	浦口区	江宁区
雨花台区	16.20	17.15	19.24	23.73	23.68
栖霞区	15.55	16.77	27.03	20.77	19.89
秦淮区	15.85	17.29	20.86	22.87	23.13
下关区	14.92	15.69	24.80	24.97	19.63
建邺区	15.49	16.38	20.94	24.89	22.30
白下区	15.80	17.27	21.50	22.76	22.67
鼓楼区	15.30	16.29	22.51	24.91	20.99
玄武区	15.57	16.91	23.04	22.56	21.9

4 结论与讨论

基于南京主体功能区研究,从生态系统服务的空间流转角度出发,提出地区比较生态辐射力概念,并在此基础上利用断裂点公式、指数距离衰减函数,构建了比较生态辐射力计算方法,计算得到南京市不同保护型区域对于各开发型区域的生态系统服务影响力大小,最后得到开发型区从不同保护型区域得到的生态系统服务比例。研究结果表明,保护型区域中高淳县、江宁区、溧水县对于白下区、秦淮区,六合区对于鼓楼区、下关区,浦口区对于鼓楼区、秦淮区的比较生态辐射力相对较大。从流转 to 外部区域的生态系统服务总量来看,浦口区最大、而高淳县最小。且由于栖霞区自身的生态系统服务总价值较大,各保护型区域对于栖霞区的比较生态辐射力较小。依据开发型区域从保护型区域获得的生态系统服务总量比,地方政府可以进行生态补偿金的安排,从而保障地公平的方发展权。以白下区为例,在白

下区从外部保护型区域获得的生态系统服务总量中,浦口区提供了 22.76%,江宁区提供了 22.67%,六合区提供了 21.50%,溧水县提供了 17.27%,高淳县提供了 15.80%。因此,在白下区提供的生态补偿金中,浦口区、江宁区、六合区、溧水县、高淳县应分别获得总额的 22.76%、22.67%、21.50%、17.27% 与 15.80%。其他地区生态补偿金分配方法同白下区。

由于区域生态系统服务功能流转的整体性与综合性,本文考虑距离与相对生态系统服务价值大小对于生态系统服务空间流转的影响,提出比较生态辐射力概念及计算公式,能较好地定量衡量生态保护型地区对不同外部地区的生态系统服务辐射力大小,较适用于省市尺度上对生态系统服务功能空间流转的宏观研究。所采用的变量数据较易获取,方法简单可靠,具有很强的操作性,能为生态补偿等相关政策制定提供科学依据。相比于现阶段对于生态补偿的计算多采用机会成本法与条件价值法,前者忽略了生态系统服务本身的价值,而后者对于生态

保护者的激励作用不大。本文所提出的比较生态辐射力的大小与相对距离和生态系统服务接受方与提供方的生态系统服务相对大小有关,相对距离无法改变,若生态系统服务提供方想要获取的生态补偿越多,则需要在生态保护上做出更大的努力以提高地区生态服务功能总价值,从而获取生态服务接受方提供的生态补偿中更大的比例。而生态服务功能接受方也可以通过增加生态保护的投入来提高本地区生态系统服务总价值,以减少对其他地区的补偿,此方法能在一定程度上激励各地区生态保护的热情,实现区域的可持续发展。

但是,生态系统服务类型多种多样,生态系统的辐射力会因其类型、质量、结构、生物多样性的不同而不同,且不同生态系统服务的流转在不同自然与社会经济条件下产生的影响力是不同的,不同生态系统服务功能的去向和各开发型区域获得的不同服务功能的来源及其量化是一个难点。而且,不同区的比较生态辐射力的差异与区域间的空间距离有很大关系,因此,距离相近的区域间会存在某种程度的“被动”补偿问题,某些区域被动接受生态辐射,也是政策制定者需要考虑的重要问题。此外,由于生态系统的复杂性及数据的难获取性,本文所提出的地区比较生态辐射力概念仅考虑了距离与相对生态系统服务功能大小的影响,风向、水流、地形地貌等自然条件及生态系统本身状况对受益程度产生的影响还有待更深入的研究。最后,本文基于行政区单元来估算生态服务价值大小,很有可能与自然生态系统或自然地理空间单元的真实情况有一定的矛盾,也有待于进一步的细化研究。总之,本文研究价值与意义更多的是关于生态补偿方法的探索性讨论,为后续研究提供思路的参考与借鉴,同时对地方区域政策的制定也更多的是参考价值。

References:

- [1] Ministry of Environmental Protection. State Council issued the national main functional area planning notice. http://zfs.mep.gov.cn/fg/gwyw/201106/t20110609_211861.htm.
- [2] The Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being. Beijing: Chinese Environmental Science Press, 2007.
- [3] Wang Z B, Yu J, Liu X W. Research on the relationship between ecosystem services and ecological compensation. *China Population Resources and Environment*, 2009, 19(6): 17-22.
- [4] Fan X B, Gao J X, Wen W. Exploratory study on eco-assets transferring and the valuating models. *Research of Environmental Sciences*, 2007, 20(5): 160-164.
- [5] Fan X B, Gao J X, Yu Y. NSE classifying system of ecosystem service & its application model based on ecosystem compensation. *Ecological Economy*, 2007, (4): 35-39.
- [6] Qiao X N, Yang Y J, Yang D G. Assessment of ecosystem service value transfer in Weigan River Basin, Xinjiang, China. *Journal of Desert Research*, 2011, 31(4): 1008-1014.
- [7] Xu M Y, Chen J L, Gao J L, Ye Q. Study on ecological compensation model for Major Function Oriented Zones. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2012, 20(10): 1404-1408.
- [8] Xie G D, Lu C X, Leng Y F, Zheng D, Li S C. Ecological assets valuation of the Tibetan Plateau. *Journal of Natural Resources*, 2003, 18(2): 189-196.
- [9] Costanza R, Stern D, Fisher B, Heb L, Ma C. Influential publications in ecological economics: a citation analysis. *Ecological Economics*, 2004, 50(3/4): 261-292.
- [10] Zhang F T, Su W C, Zhao W Q. Urban ecosystem service values based on land use change /cover (LUCC) in Chongqing. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 2008, 24(3): 21-25.
- [11] Wang G C, Li Z C. The valuation of ecosystem services based on temporal, spatial and benefit Characters. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(11): 4758-4765.
- [12] Han Y W, Gao X T, Gao J X, Xu Y M, Lu C C. Typical ecosystem services and e valuation indicator system of significant eco-function areas. *Ecology and Environmental Sciences*, 2010, 19(12): 2986-2992.
- [13] Spash C L, Vatn A. Transferring environment value estimates: issue and alternative. *Ecological Economics*, 2006, 60(2): 379-388.
- [14] Brouwer R, Spaninks F A. The validity of environmental benefits transfer: Further empirical testing. *Environmental and Resource Economics*, 1999, 14(1): 95-117.
- [15] Costanza R, D'Arge R, de Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neill R V, Paruelo J, Raskin R G, Sutton P, van den Belt M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 1997, 387(6630): 253-260.
- [16] Yang G M, Li W H, Min Q W. Review of foreign opinions on evaluation of ecosystem services. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(1): 205-212.
- [17] Wang N J, Liu J, Wu D Q, Gao S, Wang R Q. Regional eco-compensation based on ecosystem service assessment: a case of Shandong province. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(23): 6646-6653.
- [18] Converse P D. New laws of retail gravitation. *Journal of Marketing*, 1949, 14: 379-384.
- [19] Gastner M T, Newman M E J. Diffusion-based method for producing density equalizing maps. *Proceeding of the National*

Academy of Sciences of the United States of America, 2004, 101 (20): 7499-7504.

参考文献:

- [1] 中华人民共和国环境保护部. 国务院关于印发全国主体功能区规划的通知. http://zfs.mep.gov.cn/fg/gwyw/201106/t20110609_211861.htm.
- [2] 生态系统与人类福祉评价框架-千年生态系统评估报告集. 北京: 中国环境科学出版社, 2007.
- [3] 王振波, 于杰, 刘晓雯. 生态系统服务功能与生态补偿关系的研究. 中国人口·资源与环境, 2009, 19(6): 17-22.
- [4] 范小杉, 高吉喜, 温文. 生态资产空间流转及价值评估模型初探. 环境科学研究, 2007, 20(5): 160-164.
- [5] 范小杉, 高吉喜, 于勇. 基于生态补偿实施的 NSE 生态系统服务功能分类体系及应用模型. 生态经济, 2007, (4): 35-39.
- [6] 乔旭宁, 杨永菊, 杨德刚. 生态系统服务功能价值空间转移评价——以渭干河流域为例. 中国沙漠, 2011, 31(4): 1008-1014.
- [7] 徐梦月, 陈江龙, 高金龙, 叶欠. 主体功能区生态补偿模型初探. 中国生态农业学报, 2012, 20(10): 1404-1408.
- [8] 谢高地, 鲁春霞, 冷允法, 郑度, 李双成. 青藏高原生态资产的价值评估. 自然资源学报, 2003, 18(2): 189-196.
- [10] 张凤太, 苏维词, 赵卫权. 基于土地利用/覆被变化的重庆城市生态系统服务价值研究. 生态与农村环境学报, 2008, 24(3): 21-25.
- [11] 王广成, 李中才. 基于时空尺度及利益关系的生态系统服务功能. 生态学报, 2007, 27(11): 4758-4765.
- [12] 韩永伟, 高馨婷, 高吉喜, 徐永明, 刘成程. 重要生态功能区典型生态系统服务及其评估指标体系的构建. 生态环境学报, 2010, 19(12): 2986-2992.
- [16] 杨光梅, 李文华, 闵庆文. 生态系统服务价值评估研究进展——国外学者观点. 生态学报, 2006, 26(1): 205-212.
- [17] 王女杰, 刘建, 吴大千, 高甦, 王仁卿. 基于生态系统服务价值的区域生态补偿——以山东省为例. 生态学报, 2010, 30(23): 6646-6653.