

文章编号: 1004-8227(2009)08-0759-06

昆山生态系统服务价值变化 及其驱动力差异性分析

孙洪波^{1,2}, 杨桂山¹, 万容容¹, 吴 业^{1,2}

(1. 中国科学院南京地理与湖泊研究所湖泊与环境国家重点实验室, 江苏 南京 210008;

2. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘 要: 首先结合研究区实际对生态系统服务价值年际单价进行了修订, 根据昆山市 1985~2006 年土地利用详查数据, 分析了昆山市生态系统服务价值的变化特征, 并利用 STIRPAT 模型对生态系统服务价值变化及其驱动因子进行了对数回归模拟。结果表明: (1) 从总体上来看, 昆山生态系统服务价值在 1985~2006 年总体呈减少的趋势, 但是存在阶段性特征, 其减少幅度也呈现差异性。1985~1997 年阶段持续不断减少, 年平均减少率达到 9.51%; 1998~2006 年阶段平均减少幅度小, 年均减少 1.05%, 但是存在很大波动, 这一阶段有 5 年生态服务价值反而是增长的。(2) 生态系统服务价值的变化过程与社会经济发展具有密不可分的联系, 产业结构变化是昆山市生态系统服务价值变化的最主要因子, 在 1985~2006 年阶段昆山生态系统服务价值变化的主要驱动因子是第二产比重、第三产比重、外资产值比重。为了更好的改善当地的生态环境质量和提高生态系统服务价值, 还应采取一些措施, 比如: 适当提高林地覆盖率; 尽量减少农田化肥施用量, 减小点源污染力度; 加大污水、工业废气和工业固废排放管理力度, 提高污水、废气等排放达标水平等。但是如何协调经济发展与生态环境保护的关系, 既保护好生态环境又不限制经济的发展, 这有待进一步研究。

关键词: 昆山; 生态系统服务价值; 驱动力; 差异性

文献标识码: A

生态系统服务是指生态系统与生态过程所形成及所维持的人类赖以生存的自然效用^[1], 生态系统为人类提供的服务包括两大类: 一是提供人们生活必需的生态系统产品; 二是提供保证人类生活质量的生态功能, 包括维持生命物质的生物化学循环和水文循环、维持生物物种与遗传多样性、土壤肥力的更新与维持、光合作用及分解作用等支持与维持地球生命系统的功能等^[2,3]。土地利用是人与自然交叉最为密切的环节, 土地利用/覆被变化(LUCC)必然影响生态系统的结构和功能, LUCC 在全球环境变化中具有特殊的重要意义, 对于维持生态系统服务功能具有决定性作用^[4], 研究土地利用/覆被变化背景下生态系统服务价值的变化具有重要意义。

1997 年 Costanza 等在《自然》杂志发表的“全球生态系统服务价值和自然资本”一文, 使生态系统服务价值研究在国际上掀起了一个热潮。我国学者谢高地^[5,6]在 Costanza 研究成果的基础上利用专家问

卷调查的方法制定了中国陆地生态系统单位面积服务价值表, 对青藏高原不同生态资产的价值进行了估算, 并对生态系统服务价值研究的理论和方法进行了探讨, 之后很多学者分别在西北干旱区、东北林区等地利用 GIS、RS 等技术并结合问卷调查、实地调查等方法展开了对生态系统服务价值的研究^[7~13], 这些研究主要集中在各个区域生态系统服务价值不同时段内量的变化, 很少涉及生态系统服务价值变化机理与生态系统服务单位价值变化, 而且在研究方法上主要还是按照谢高地的中国陆地生态系统单位面积服务价值表对生态系统服务价值进行核算。严格来讲不同时间的单位面积生态系统服务价值不是固定值, 是在时刻变化的, 而且不同区域的同一种生态系统, 其单位面积生态系统服务价值也是不固定的, 在对生态系统服务价值变化进行研究时, 应对单位面积生态系统服务价值进行修订, 这方面的研究还很少, 而在对单价修订的基础上, 对生

收稿日期: 2008-07-18; 修回日期: 2008-09-10

基金项目: 国家自然科学基金项目(40601098); 中国科学院南京地理与湖泊研究所知识创新工程所长专项基金(CXNIGLAS2006-06)

作者简介: 孙洪波(1979~), 男, 山东省莱芜人, 博士研究生, 主要从事资源利用与生态效应研究. E-mail: hbs27@163.com

态系统服务价值变化特征以及影响因子的定量研究在国内也相对较少,尤其是对不同经济发展阶段社会经济多因子驱动的研究更少。

昆山市经济综合实力排全国百强县第一,作为经济快速发展城市的典型,随着经济的快速发展,土地利用和覆被变化也发生了剧烈变化。因此,在对昆山生态系统服务价值单价修订的基础上研究昆山这一典型区生态系统服务价值变化特点以及驱动因子的差异性,对于掌握长江三角洲经济快速发展地区生态系统服务价值与经济发展各因子关系的机理以及保持经济可持续发展具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

昆山市位于东经 120°48′21″~121°09′04″、北纬 31°06′34″~31°32′36″,地处江苏省东南部、上海与苏州之间,属长江三角洲太湖平原。北至东北与常熟、太仓两市相连,南至东南与上海嘉定、青浦两区相接,西与吴江、苏州交界。东西最大距离 33 km,南北 48 km。气候属北亚热带南部季风气候,全年平均气温为 16.5℃,年均降水量 1 063.71 mm,平均年蒸发量为 1 338.5 mm。昆山地势自西南向东北略呈倾斜,自然坡度较小。玉峰山是境内最高点,主峰高程 80.8 m,其余均为平原地区,地面高程在 2.8~3.7 m,部分高地达 5.6 m,平均为 3.4 m。北部为低洼圩区,中部为半高田地区,南部为濒湖高田地

区。土壤以水稻土类和沼泽土类为主。

1.2 研究方法

1.2.1 LUCC 数据来源

昆山 1985~2006 年土地利用/覆被变化数据来自昆山市国土资源局土地详查数据,根据国内土地利用分类体系结合昆山市实际,昆山市土地利用分类主要包括 5 类:耕地;林地;园地;建设用地;水域。

1.2.2 生态系统服务价值评价方法

Costanza 等^[1]的研究成果使得生态系统服务价值评估的原理与方法从科学意义上得以明确。但是 Costanza 等的研究存在很多不足。谢高地等^[8]根据中国的实际情况,参考 Costanza 部分可靠研究成果,在对我国 200 多位生态学家进行问卷调查的基础上,制定了中国不同生态系统单位面积生态服务价值表(表 1)。该表将生态服务划分为气体调节、气候调节、水源涵养、土壤形成与保护、废物处理、生物多样性保护、食物生产、材料生产、娱乐休闲共 9 个功能。本研究采用该成果对昆山生态服务价值进行评估,首先对单位面积上每一类生态系统的某种生态服务功能进行评价,进而估计该生态系统单位面积上所有生态功能的总服务价值,以此来计算某一生态系统的总生态系统服务价值,用公式(1)表达:

$$V = \sum_{i=1}^n P_i \cdot A_i \tag{1}$$

式中:V 为研究区生态系统服务总价值;Pi 为单位面积上土地利用类型 i 的生态系统服务总价值;Ai 为研究区内土地利用类型 i 的面积。

表 1 中国不同陆地生态系统单位面积生态服务价值(元/a·hm²)
Tab.1 Ecological Service Values Unit Area of Different Ecosystem Types in China

服务类型	森林	草地	农田*	湿地	水体	荒漠
气体调节	3 097.0	707.9	442.4	1 592.7	0.0	0.0
气候调节	2 389.1	796.4	787.5	15 130.9	407.0	0.0
水源涵养	2 831.5	707.9	530.9	13 715.2	18 033.2	26.5
土壤形成与保护	3 450.9	1 725.5	1 291.9	1 513.1	8.8	17.7
废物处理	1 159.2	1 159.2	1 451.2	16 086.6	16 086.6	8.8
生物多样性保护	2 884.6	964.5	628.2	2 212.2	2 203.3	300.8
食物生产	88.5	265.5	884.9	265.5	88.5	8.8
原材料	2 300.6	44.2	88.5	61.9	8.8	0.0
娱乐休闲	1 132.6	35.4	8.8	4 910.9	3 840.2	8.8

注:* 指全国土地分类系统中的农用地,耕地属于农田范畴。

1.2.3 生态系统服务价值单价的校正

由于生态系统服务功能是随着生态系统质量变化而变化的,一般来说,单位面积生物量越大,生态服务功能越强^[8],因此不同时间的单位面积生态系统服务价值也不应是固定值,需要对生态系统服务价值单价进行修订。由于连续长时间序列的研究区

生物量数据难以获取,因此对表 1 的绝对修订较难,故采用相对校正参数法,具体如下:

以表 1 为基础,研究区起始年份采用表 1 数据计算生态系统服务价值,根据时间序列数据建立相对年际生态系统服务价值校正参数。对于耕地采用单位面积粮食产量除以单位面积化肥使用量作为耕

地的年际校正参数, 具体以起始年份 1985 年的耕地校正参数作为标准值 1, 其他年份的以此类推, 分别得到 1986~ 2006 年的耕地生态服务价值校正参数, 此校正参数对生态服务价值为正效应, 校正后耕地生态服务价值计算见公式(2):

$$V_f = P_f \cdot B_f$$

(2)

式中: V_f 是校正后的耕地生态系统服务价值; P_f 为校正前耕地生态系统服务价值; B_f 是耕地校正参数。

由表 1 可以看出水域的生态服务价值主要集中在水源涵养和废物处理这 2 个功能上, 因此对于水域的生态服务价值校正也从这 2 方面展开, 分别利用水源地高锰酸盐指数和水中氨氮含量这 2 个指标进行 2 次校正, 具体采用 1985 年高锰酸盐指数和水中氨氮含量作为标准值 1, 依次分别计算 1986~ 2006 年的高锰酸盐指数校正参数和氨氮含量校正参数, 获得 1986~ 2006 年的高锰酸盐指数校正参数和氨氮含量校正参数, 高锰酸盐指数和氨氮含量这 2 个指标对水体生态服务价值呈负效应, 对水体生态服务价值的 2 次校正计算见公式(3):

$$V_w = (P_w/G_w)/N_w$$

(3)

式中: V_w 是校正后的水体生态系统服务价值; P_w 为校正前水体生态系统服务价值; G_w 是高锰酸盐指数校正参数; N_w 是水中氨氮含量校正参数。

昆山土地利用类型主要是耕地、水域和建设用地; 建设用地生态系统服务价值单价很低, 而林地和园地面积都很少, 校正时暂不做考虑。

1. 2. 4 生态系统服务价值变化的多因子分析

蔡邦成等^[14]利用 SPSS 软件对生态系统服务价值变化进行了单因子拟合分析, 是对定量评价生态系统服务价值变化与社会因子关系的尝试, 昆山作为经济快速发展地区, 短期内, 人类活动是其生态系统服务价值变化的主要原因, 但是造成其生态系统服务变化的因子很多, 其生态服务价值变化不是单个因子造成的, 而必然是在多因子相互作用下才形成其生态系统服务价值的变化, 本文从大量社会经济因子中选取相关因子与生态系统服务价值变化进行多因子 STIRPAT 模型对数回归拟合分析, 以期能找到最佳拟合因子组合, 从而找出对生态系统服务价值影响最大的社会经济因子组合。

2 结果与分析

2. 1 昆山市 1985~ 2006 年生态系统服务价值变化

以昆山市 1985~ 2006 年土地详查数据为基础, 根据式 1、式 2、式 3 和表 1, 另外依据统计数据所得的校正系数, 我们可以计算得到昆山市 1985~ 2006 年生态系统服务价值, 结果见表 2。从计算结果我们可以看到昆山市生态系统服务价值的变化。

表 2 昆山市 1985~ 2006 年生态系统服务价值估算表(万元)
Tab. 2 Ecosystem Service Values of Kunshan from 1985 to 2006

年份	耕地	建设用地	林地	园地	水域	总和
1985	31 719. 85	290. 94	578. 02	208. 54	124 316. 60	157 113. 96
1986	30 869. 49	292. 97	594. 91	221. 00	111 635. 96	143 614. 33
1987	29 848. 38	295. 01	611. 81	233. 45	100 789. 50	131 778. 15
1988	28 877. 99	297. 04	628. 70	245. 90	86 624. 44	116 674. 07
1989	27 877. 51	299. 08	645. 59	258. 36	79 148. 34	108 228. 87
1990	26 912. 99	301. 11	662. 48	270. 81	72 583. 90	100 731. 30
1991	25 916. 50	303. 15	679. 37	283. 27	66 788. 40	93 970. 68
1992	23 082. 73	441. 00	696. 26	295. 72	61 646. 08	86 161. 79
1993	21 775. 46	480. 60	713. 15	308. 18	57 062. 30	80 339. 69
1994	20 357. 35	533. 14	668. 41	470. 72	50 166. 10	72 195. 73
1995	19 207. 86	562. 46	654. 55	449. 39	46 809. 86	67 684. 12
1996	18 265. 87	578. 91	645. 40	428. 05	43 836. 35	63 754. 58
1997	16 444. 69	612. 26	660. 30	369. 08	35 056. 85	53 143. 18
1998	15 364. 91	650. 05	788. 18	367. 55	43 548. 76	60 719. 45
1999	17 759. 72	653. 74	785. 44	365. 81	43 581. 34	63 146. 06
2000	17 306. 95	672. 44	785. 57	372. 18	50 969. 27	70 106. 40
2001	13 371. 94	701. 43	773. 80	358. 53	37 348. 55	52 554. 25
2002	12 145. 88	744. 17	1 070. 87	362. 13	30 883. 28	45 206. 33
2003	7 535. 278	855. 85	1 065. 38	361. 01	39 006. 06	48 823. 58
2004	6 374. 165	977. 48	898. 95	445. 18	37 730. 99	46 426. 75
2005	8 057. 936	1 050. 57	915. 84	457. 63	53 484. 79	63 966. 77
2006	11 404. 42	1 192. 86	932. 73	470. 08	41 261. 03	55 261. 11

自 1985 年开始,一直是一个持续下降的趋势,自 1985~ 1997 年这一阶段保持了一个平稳的下降幅度,但是自 1998 年开始,生态系统服务价值出现较之前阶段的较大波动。采用生态系统服务价值年递减率这一指标能更加形象的说明生态系统服务价值年际变化轨迹。生态系统服务价值年递减率为去年生态系统服务价值减去当年生态系统服务价值后与去年生态系统服务价值的百分比。年递减率为负值说明生态系统服务价值增加,为正值说明生态系统服务价值减少,其值越大说明生态系统服务价值减少速度越快。从图 1 我们可以看出昆山市生态系统服务价值的变化,1998 年是一个分水岭,1998 年之前,昆山生态系统服务价值保持一个持续减少的状态,而自 1998 年开始,昆山生态系统服务价值不再是持续下降的趋势,9 年中有 5 年出现了生态系统服务价值增加的情况。1998 年之前,昆山生态系统服务价值年递减率平均为 9.51%,1998~ 2006 年平均递减率下降到 1.05%,但是波动较大。

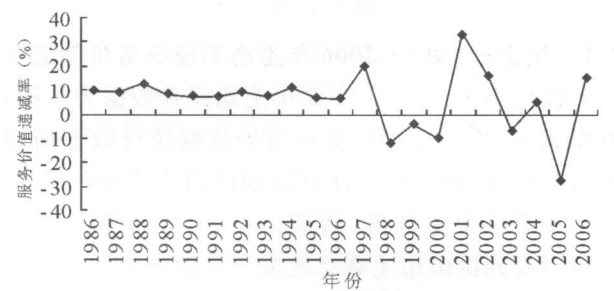


图 1 昆山生态系统服务价值年递减率
Fig.1 Dedining Rate of the Ecosystem Service Value in Kunshan

2.2 昆山生态系统服务价值变化的多因子 STIRPAT 模型分析

生态系统服务价值的变化受到多种驱动因子的共同作用,在参考国内外学者研究的基础之上,本研究分别选用了以下指标来反映昆山社会经济发展程度: P_1 (总人口,即户籍人口与外来人口之和,单位:人); P_2 (非农人口,单位:人); A_1 (地区生产总值,单位:万元); A_2 (人均地区生产总值,单位:元/人); A_3 (实际利用外资额,单位:万美元); A_4 (固定资产投资完成额,单位:万元); T_1 (城市化率,即非农人口/户籍人口,单位:%); T_2 (第一产业比重,即第一产业增加值占地区生产总值比重,单位:%); T_3 (第二产业比重,即第二产业增加值占地区生产总值比重,单位:%); T_4 (第三产业比重,即第三产业增加值占地区生产总值比重,单位:%); T_5 (外资产值比重,

即外资工业总产值占全市工业总产值比重,单位:%)。将 1985~ 2006 年的以上社会经济指标数据及表 2 所计算的 1985~ 2006 年生态系统服务价值数据(V,单位:万元)均取对数,利用统计分析软件 SPSS 建立 STIRPAT 模型如下:

$$LN(V) = 18.650^{**} - 1.484LN(T_3)^{**} + 0.337LN(T_4)^{**} - 0.096LN(T_5)^{**} \quad (4)$$

对整个模型进行显著性检验时,式(4)调整的判定系数 $R^2 = 0.891$;查 $F_{0.01}(3, 20) = 4.938 < F = 58.153$,SPSS 输出结果显示各回归系数均通过 t 检验,说明回归方程中的自变量都有意义。

2.3 驱动力差异性分析

从式(4)来看,昆山生态系统服务价值的影响因子主要包括:第二产业比重、第三产业比重、外资产值比重,3 个因子都跟生态系统服务价值呈负相关,第二产业比重对生态系统服务价值的影响力度最大,对原始数据取对数后,第二产业比重每增加 1%,生态系统服务价值减少 1.484%,第三产业比重每增加 1%,生态系统服务价值减少 0.337%,外资产值比重每增加 1%,生态系统服务价值减少 0.096%。

3 结论与讨论

(1) 生态系统服务价值为生态系统质量研究提供了新的思路和方法,但是不同地域的同类生态系统具有不同的生态系统服务价值,不同时段同一生态系统其服务价值也是变化的,因此对于不同生态系统服务价值单价的订正是未来研究的重点和难点,本文仅讨论了水域和耕地这两类生态系统的生态服务单价的相对年际变化,未来的研究可以进一步探索其他生态系统服务单价的校正以及不同地区生态系统服务单价的差异性。

同时在方法上由于数据的限制,文中对于单位面积耕地和水域生态系统服务价值的修订还只是相对修订,修订的实际上只是时间序列上的差异性,真正意义上的修订需要大量野外数据和遥感数据的配合,当前的研究中的学者也从服务功能指标入手,用单位面积生态系统质量的变化来对生态系统服务单价进行修订,如于格等^[15]利用 RS 和 GIS 技术,以生长季为时间单元,通过选取服务功能和基础指标,对青藏高原研究区草地生态系统服务功能的动态过程进行了有效分析和评价,这种方法为进行长

时间序列的生态系统服务价值动态变化研究提供了借鉴。

(2) 从总体上来看, 昆山生态系统服务价值在 1985~ 2006 年总体呈减少的趋势, 但是存在阶段性特征, 其减少幅度也呈现差异性。1985~ 1997 年阶段持续不断减少, 年平均减少率达到 9.51%; 1998~ 2006 年阶段平均减少幅度小, 年均减少 1.05%, 但是存在很大波动, 这一阶段有 5 年生态服务价值反而是增长的。

生态系统服务价值的变化过程与社会经济发展具有密不可分的联系, 产业结构变化是昆山市生态系统服务价值变化的最主要因子, 在 1985~ 2006 年阶段昆山生态系统服务价值变化的主要驱动因子是第二产比重、第三产比重、外资产值比重, 这些因子与昆山生态系统服务价值变化均呈现对数负相关, 虽然不能说明昆山从 1985~ 2006 年这一阶段生态系统服务价值的减少是经济发展的直接后果, 但是我们可以看到经济的确给昆山生态系统造成了破坏, 使得昆山生态环境遭受了破坏。

随着社会经济发展, 对于生态环境保护的认识也逐步深入, 另外对于生态环境保护的各项制度和法规不断完善, 地方政府也采取了一系列改善和保护生态环境的措施, 昆山生态系统服务价值在经历了前期的持续下降后目前已经进入一个相对稳定期, 为了更好的改善当地的生态环境质量和提高生态系统服务价值, 还应采取一些措施, 比如: 适当提高林地覆盖率; 尽量减少农田化肥施用量, 减小点源污染力度; 加大污水、工业废气和工业固废排放管理力度, 提高污水、废气等排放达标水平等。但是如何协调经济发展与生态环境保护的关系, 既保护好生态环境又不限经济地发展, 这有待进一步研究。

参考文献:

- [1] COSTANZA R, D'ARCE R, de GROOT R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. NATURE, 1997, 386(6 630): 253~ 260.
- [2] 欧阳志云, 王如松, 赵景柱. 生态系统服务功能及其生态经济价值评估[J]. 应用生态学报, 1999, 10(5): 635~ 640.
- [3] 欧阳志云, 王效科, 苗 鸿. 中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究[J]. 生态学报, 1999, 19(5): 607~ 613.
- [4] LAMBIN E F, BAULIES X, BOCKSTAELE N, et al. Land use and land cover change, implementation strategy[C]//IGBP Report No. 35/HDP Report No. 10. Stockholm: IGBP, 1999.
- [5] 谢高地, 鲁春霞, 冷允法, 等. 青藏高原生态资产的价值评估[J]. 自然资源学报, 2003, 18(2): 189~ 196.
- [6] 谢高地, 肖 玉, 鲁春霞. 生态系统服务研究: 进展、局限和基本范式[J]. 植物生态学报, 2006, 30(2): 19~ 199.
- [7] 赵同谦, 欧阳志云, 郑 华, 等. 中国森林生态系统服务功能及其价值评价[J]. 自然资源学报, 2004, 19(4): 480~ 491.
- [8] 黄 青, 孙洪波, 王让会, 等. 干旱区典型山地-绿洲-荒漠系统中绿洲土地利用/覆被变化对生态系统服务价值的影响[J]. 中国沙漠, 2007, 27(1): 76~ 81.
- [9] 王新华, 张志强. 黑河流域土地利用变化对生态系统服务价值的影响[J]. 生态环境, 2004, 13(4): 608~ 611.
- [10] 胡海胜. 庐山自然保护区森林生态系统服务价值评估[J]. 资源科学, 2007, 29(5): 28~ 36.
- [11] 谢春花, 王克林, 陈洪松, 等. 土地利用变化对洞庭湖区生态系统服务价值的影响[J]. 长江流域资源与环境, 2006, 15(2): 191~ 195.
- [12] 张宝雷, 张淑敏, 周启刚, 等. 土地利用和生态系统服务功能变化研究——以三峡库区大宁河流域为例[J]. 长江流域资源与环境, 2007, 16(2): 181~ 185.
- [13] 吴后建, 王学雷, 宁龙梅, 等. 土地利用变化对生态系统服务价值的影响——以武汉市为例[J]. 长江流域资源与环境, 2006, 15(2): 185~ 190.
- [14] 蔡邦成, 陆根法, 宋莉娟, 等. 土地利用变化对昆山生态系统服务价值的影响[J]. 生态学报, 2006, 26(9): 3 005~ 3 010.
- [15] 于 格, 鲁春霞, 谢高地. 青藏高原草地生态系统服务功能的季节动态变化[J]. 应用生态学报, 2007, 18(1): 47~ 51.

ACCORDING ANALYSIS OF THE CHANGE OF ECOSYSTEM
SERVICE VALUE AND THE DIFFERENTIATION OF
THE DRIVING FACTORS IN KUNSHAN

SUN Hong-bo^{1,2}, YANG Gui-shan¹, WAN Rong-rong¹, WU Ye^{1,2}

(1. State Key Laboratory of Lake Science and Environment, Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China; 2 Graduate School of Chinese Academy of Science, Beijing 100049, China)

Abstract: According to the actual conditions of the study region, the yearly unit price of ecosystem service value was revised, and then based on the land use data of Kunshan from 1985 to 2006, the changing characteristics of ecosystem service value of Kunshan was analyzed. The ecosystem service value and the driving factors were fitted using STIRPAT model. The result showed: (1) The general trend of the ecosystem service value of Kunshan was decreasing from 1985 to 2006, but there was stage differentiation. The continuously fast decreasing speed occurred from 1985 to 1997, and annual rate of decrease reached 9.51%; However, the annual rate of decrease was 1.05% only from 1998 to 2006, but the change range showed obvious fluctuations, and the ecosystem service value was rising in five years. (2) There were close relationship between the change of ecosystem value and the development of social economy, the change of industries structure was the key factor of the change of ecosystem service value in Kunshan from 1985 to 2006. The proportion of the second industry, the proportion of the third industry and the proportion of foreign investment output value were the main driving factors of the decrease of ecosystem service value. The relationship between those factors and the change of ecosystem service value of Kunshan was negative correlation of log. There are some ways which can improve the quality of the local ecological environment and the ecosystem service value, such as: appropriately improving the forest coverage rate, minimizing the application rate of chemical fertilizers, decreasing the strength of point pollution, strengthening the emission management about the waste water, industrial waste material, and improving the emission standard of the waste water and the industrial waste gas, and so on. Further research is needed to coordinate the relationship between the economy development and the protection of ecological environment in the future.

Key words: Kunshan; ecosystem service value; driving; differentiation