宁南山区土地生态系统服务价值变动对经济发展的影响
——以隆德县为例

齐拓野[1,2], 米文宝[3,4]

(1. 宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021; 2. 法兰克福大学 生态、进化和生物多样性研究所, 德国 法兰克福 60438; 3. 宁夏大学 资源环境学院, 宁夏 银川 750021; 4. 宁夏大学 西北退化生态系统恢复与重建教育部重点实验室, 宁夏 银川 750021)

摘 要: 以宁夏回族自治区隆德县为例,通过最小二乘法的回归分析,对 1996—2011 年宁南山区土地生态系统服务价值变动对经济发展的影响进行了研究。研究结果表明:(1) 水域生态系统服务价值变动对隆德县经济发展的影响最大,应加强对水域生态系统的保护;(2) 林地生态系统服务价值变动对隆德县经济发展的影响最小,应在稳定林地建设的基础上,着重发展后续生态产业;(3) 农田生态系统服务价值变动对隆德县经济发展为正相关影响,其他地类为负相关影响,应设法增加农田的生态系统服务价值,同时适当控制林地、草地、水域、难利用地的面积;(4) 难利用地生态系统服务价值变动对经济发展的影响偏小,说明隆德县的经济发展较为依赖自然资源,现代化程度低,应进一步优化产业结构,提高经济发展水平。

关键词: 宁南山区; 生态系统服务; 经济发展; 隆德县

文献标识码: A **文章编号**: 1000-288X(2014)06-0277-05 **中图分类号**: F301.24

DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2014.06.004

Impact of Value Change of Land Ecosystem Services on Economic Development in Mountainous Area of Southern Ningxia Hui Autonomous Region
—A Case Study of Longde County

QI Tuo-ye[1,2], MI Wen-bao[3,4]

(1. *School of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia* 750021, *China*; 2. *Institute of Ecology, Evolution and Diversity, Goethe University Frankfurt am Main*, 60438 *Frankfurt am Main, Germany*; 3. *School of Resources and Environment, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia* 750021, *China*; 4. *Key Laboratory of Ministry of Education of Restoration and Reconstruction for the Degraded Ecosystem in Northwestern China, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia* 750021, *China*)

Abstract: In this paper, we made a scientific research on impact of the value change of land ecosystem services on economic development in mountainous area of Southern Ningxia Hui Autonomous Region from 1996 to 2011, by taking Longde County of Hui Autonomous Region as an example and based on the least square method. The results showed that: (1) The aquatic ecosystem should be strongly protected, as the value change of aquatic ecosystem services had the greatest influence on economic development in Longde County. (2) On the basis of steady forestry construction, the subsequent industry should be emphasized, as the value change of forest ecosystem services had the smallest influence on economic development in Longde County. (3) The value change of farmland ecosystem services had the positive correlation with the economic development in Longde County, in contrast, the others were negative correlation. In the future, the value of farmland ecosystem services should be increased, while the area of forestland, grassland, aquatorium and the land difficult to use should be decreased properly. (4) The influence, which value change of ecosystem services of the land difficult to use had on economic development in Longde County, was relatively weak. This illustra-

收稿日期:2014-01-24 **修回日期**:2014-03-21

资助项目:国家自然科学基金项目"宁夏回族聚居限制开发区区域发展机理与模式研究"(41161020)

作者简介:齐拓野(1983—),男(汉族),天津市人,博士研究生,研究方向为草地生态、资源与环境。E-mail:qty1983@yahoo.com。

通信作者:米文宝(1962—),男(汉族),陕西省富平县人,教授,博士生导师,主要从事生态学、区域地理与可持续发展方面的研究。E-mail:miwbao@nxu.edu.cn。

ted that the economic development of Longde County relied on natural resources and showed low degree of modernization. So the industrial structure should be further optimized in order to improve the level of economic development.

Keywords: mountainous area of Southern Ningxia Hui Autonomous Region; ecosystem services; economic development; Longde County

区域发展研究是目前经济学和生态学研究的热点之一,学者们[1-3]运用不同的方法对此问题进行了大量探索,包括层次分析法、生态足迹法、能值评价法等。这些方法各具特色,为区域发展研究积累了大量成果。然而,由于区域发展需要协调自然子系统、经济子系统、社会子系统三者的关系,具有复杂性和综合性,在方法论上仍有待进一步探索,以深化对该问题的研究[4]。生态系统服务价值是反映区域可持续发展水平的重要指标,研究土地生态系统服务价值和经济发展的关系,是定量分析评价区域发展的有效途径,目前同类研究尚不多见。为此,本研究以宁夏自治区隆德县为例,通过基于最小二乘法的回归分析,探究宁南山区土地生态系统服务价值变动对经济发展的影响,旨在找出制约经济发展的因素,为实现区域协调发展提供决策依据。

1 研究区概况

1.1 自然地理及经济概况

隆德县地处宁夏回族自治区南部,六盘山西麓,地理坐标为 105°48′—106°15′E,35°21′—35°47′N。县域内地势东高西低,可划分为六盘山山地、河谷川地、黄土丘陵、土石丘陵 4 大地貌类型,其中黄土丘陵地貌较为普遍。隆德县属中温带季风区半湿润向半干旱过渡型气候。1996—2011 年的气象资料显示,年平均气温 6.1 ℃,无霜期 116 d,年平均降水量 472.8 mm。降水多集中在夏秋两季,尤以 7—8 月份最为集中。据 2011 年统计,隆德县辖 10 乡 3 镇,年平均人口 161 613 人,人口出生率为 12.68‰,人口自然增长率为 8.28‰;当年地区生产总值127 070万元,其中第一产业占 27.79%,第二产业占 25.47%,第三产业占 46.74%,属于第三产业占主导地位的经济发展模式;人均地区生产总值同比增长 13.1%,其增长比例位列宁夏全区第 12 位,名次仍处于中下游。

1.2 土地质量概况

隆德县土壤多为绵黄土(覆盖面积约为县域总面积的 60%),肥力低,有机质含量仅为 5～7 g/kg,全氮低于 0.5 g/kg,速效磷约为 0.01 g/kg,土质疏松,持水能力差,土地生产力低。但在川地、台塬地及缓坡地的下部,分布有黑垆土及黑黄土,这些土壤有机层厚度高达 70—120 cm,有机质含量为 8.5～17 g/kg,全氮 0.2～1 g/kg,全磷 1～5 g/kg,总孔隙度为 53%～57%,耕性好,肥力优于绵黄土,土地生产力较高。县域内水土流失严重,干旱、山洪等自然灾害偶有发生,生物多样性程度低,但近年来植被覆盖率有所增加,部分沙化土地植被得到恢复。建设用地布局整齐、集中,景观破碎化指数低。水域水质较好,水体中 COD,BOD 等维持在较低水平,可以满足人民的生产生活需要。受自然条件的制约,其土地承载力低于全区平均水平。

2 隆德县土地生态系统服务价值计算

目前,对于生态系统服务价值的计算,有多种方法,不同方法得出的结果差异很大。其中,谢高地[5]等提出的“中国陆地生态系统单位面积生态服务价值当量表”得到了国内多数学者的认可。因此,采用的计算方法以此为基础,同时吸收了胡喜生[6]等学者的研究成果。

为了便于分析,将隆德县土地利用类型进行整合并重新划分,得出 5 种类型:森林、草地、农田、水域、难利用地。其中森林指林地和园地;草地指天然草地、人工和改良草地;农田指耕地;水域指湖泊、河流、沟渠、沼泽、坑塘等所有被水覆盖的土地;难利用地指居民点及建设用地等前述 4 类未包括的其他用地。

2.1 对生态服务价值当量表的修正

依据 Wall[7] 和 Ruhl[8] 等的研究成果,生态系统重要性系数是影响生态系统服务价值当量的关键因素。Costanza 等提出的价值当量被引入国内时,正是由于国内外不同区域生态系统重要性系数的差异,受到了国内大多数学者的质疑。为此,我国学者谢高地[5]等根据中国自然环境和经济发展的实际情况,在国外研究的基础上,分析总结出我国陆地生态系统单位面积生态服务价值当量表(表 1)。然而,由于我国幅员辽阔,不同地域的生态系统状况差异明显,在实际研究中仍然不能直接引入上述表格中的价值当量。因此,以 Wall 和 Ruhl 等的研究成果为基础,运用生态系统重要性系数,对上述价值当量做进一步修正。

表 1　中国陆地生态系统单位面积生态服务价值当量

服务功能	单位面积生态服务价值当量					
	森林	草地	农田	湿地	水体	荒漠
气体调节	3.5	0.8	0.5	1.8	0	0
气候调节	2.7	0.9	0.89	17.1	0.46	0
水源涵养	3.2	0.8	0.6	15.5	20.38	0.03
土壤形成与保护	3.9	1.95	1.46	1.71	0.01	0.02
废物处理	1.31	1.31	1.64	18.18	18.18	0.01
生物多样性保护	3.26	1.09	0.71	2.5	2.49	0.34
食物生产	0.1	0.3	1	0.3	0.1	0.01
原材料	2.6	0.05	0.1	0.07	0.01	0
娱乐文化	1.28	0.04	0.01	5.55	4.34	0.01

2.1.1　**隆德县生态系统服务功能的重要性系数**　生态系统重要性系数由区域异质性系数、生态系统服务功能重要性等级及支付能力三者的乘积决定。

区域异质性系数＝生态系统类型面积/区域土地总面积

通过对宁夏地区 10 位生态经济学领域专家的问卷调查,根据不同生态区各生态系统的重要性确定该区生态系统服务功能重要性等级。共分为 5 级:极重要(0.9≤重要性等级≤1),重要(0.7≤重要性等级<0.9),中等重要(0.5≤重要性等级<0.7),较重要(0.3≤重要性等级<0.5),不重要(0.1≤重要性等级<0.3)。

支付能力＝隆德县人均 GDP/宁夏人均 GDP

据此,计算出了隆德县生态系统重要性系数(表 2)。

表 2　隆德县生态系统重要性系数

项 目	重要性指数			
	森林	草地	农田	水域
区域异质性系数	0.451	0.030	0.394	0.012
重要性等级	0.900	0.900	0.300	1.000
支付能力系数	0.258	0.258	0.258	0.258
重要性系数	0.105	0.007	0.030	0.003

2.1.2　**隆德县生态系统单位面积生态服务价值当量**　运用表 2 中生态系统重要性系数,修正公式为:

新的价值当量＝原始当量×对应的生态系统重要性系数

例如,森林的气体调节原始当量为 3.5,森林生态系统重要性系数为 0.105,将二者相乘即得到修正后的价值当量 0.37。据此,可计算出隆德县各类型生态系统单位面积生态服务价值当量(表 3)。

2.2　隆德县土地生态系统服务价值计算

依据表 3,采用下列公式可计算出研究区不同年份的静态生态系统服务价值[9]。

$$E_a=\frac{1}{7}\cdot\sum_{i=1}^{n}\frac{m_i p_i q_i}{M}$$

式中:E_a——单位面积农田生态系统提供食物生产服务功能的经济价值;i——作物种类;p_i——i 种作物平均价格;q_i——i 种粮食作物单产;m_i——i 种粮食作物面积;M——n 种粮食作物总面积;1/7——在没有人力投入的自然生态系统提供的经济价值是现有单位面积农田提供的食物生产服务经济价值的1/7。

表 3　隆德县各类型生态系统单位面积生态服务价值当量

服务功能	单位面积生态服务价值当量				
	森林	草地	农田	水域	难利用地
气体调节	0.37	0.01	0.02	0	0
气候调节	0.28	0.01	0.03	0	0
水源涵养	0.34	0.01	0.02	0.06	0.03
土壤形成与保护	0.41	0.01	0.04	0	0.02
废物处理	0.14	0.01	0.05	0.06	0.01
生物多样性保护	0.34	0.01	0.02	0.01	0.34
食物生产	0.10	0.30	1.00	0.53	0.01
原材料	2.60	0.05	0.10	0.01	0
娱乐文化	0.13	0	0	0.01	0.01

$$E_{ij}=e_{ij}\cdot E_a \quad (i=1,2,\cdots,9;\ j=1,2,\cdots,6)$$

式中:E_{ij}——j 种生态系统 i 种生态服务功能的单价;e_{ij}——j 种生态系统 i 种生态服务功能相对于农田生态系统提供生态服务单价的当量因子;i——生态系统服务功能类型;j——生态系统类型。

$$V=\sum_{i=1}^{9}\sum_{j=1}^{6}A_j E_{ij} \quad (i=1,2,\cdots,9;\ j=1,2,\cdots,6)$$

式中:V——研究区生态系统服务静态总价值;A_j——j 类土地利用类型的面积;E_{ij}——j 类土地利用类型的 i 类生态服务单价;i——生态系统服务功能类型;j——土地利用类型。

依据胡喜生[6]等学者的研究成果,用下列公式计算研究区动态价值系数 R。

$$R=Q\cdot D\cdot S$$

式中：R——土地生态系统服务动态价值系数；Q——研究区空间异质系数；D——研究区社会发展系数；S——研究区资源稀缺系数。

$$Q=\left(\frac{g}{G}+\frac{w}{W}\right)/2$$

式中：g——研究区平均粮食产量；G——全国平均粮食产量；w——研究区林分单位面积蓄积量；W——全国林分单位面积蓄积量。

$$l=\frac{L}{1+e^{-(1/E_n-3)}}\cdot\frac{u}{U}$$

式中：l——与现实支付意愿有关的社会发展阶段系数；L——极富阶段的支付意愿；E_n——恩格尔系数；u——研究区城镇化水平；U——全国平均城镇化水平。

$$D=l_{研究区}/l_{全国平均}$$

$$S=\frac{\lg p}{\lg P}$$

式中：p——研究区平均人口密度；P——全国平均人口密度。

依据生态系统服务静态总价值和动态价值系数，用下式计算研究区不同年份的土地生态系统服务价值[6]。

$$E_y=(1+r)^{y-y_0}\cdot V_y\cdot R_y$$

式中：E_y——y 年度研究区土地生态系统服务总价值；r——贴现率；y_0——基准年份，即制定中国陆地生态系统单位面积生态服务价值当量表的年份 2002 年；V_y，R_y——y 年度的生态系统服务静态总价值和动态价值系数。通过计算得出隆德县 1996—2011 年土地生态系统服务价值（表 4）。

表 4 宁夏隆德县 1996－2011 年土地生态系统服务价值 万元

年份	生态系统服务价值				
	森林	草地	农田	水域	难利用地
1996	2 229.97	86.81	1 306.77	20.88	235.49
1999	3 619.15	115.81	1 570.62	20.66	255.49
2002	5 421.06	154.39	1 934.01	20.88	286.29
2005	8 753.28	206.10	2 175.72	10.93	244.18
2008	13 740.03	229.89	2 902.37	14.60	323.63
2011	20 380.85	263.71	3 878.14	19.47	428.43

注：计算所需原始数据来源于中国统计年鉴、宁夏统计年鉴、中国价格信息网、宁夏价格信息网、隆德县土地利用台帐数据、隆德县国民经济和社会发展统计公报。

3 隆德县土地生态系统服务价值与经济发展水平（人均 GDP）的回归分析

3.1 回归计算结果

为了探究土地生态系统服务价值变动对经济发展的影响，选取了对应年份的人均 GDP 作为被解释变量，将生态系统服务价值作为解释变量，进行回归分析，结果详见表 5—6。并采用最小二乘法进行分析，得出回归结果为：

$$Y=-519.793\ 4-7.725\ 5X_1-366.646\ 8X_2+99.181\ 7X_3-1\ 158.159\ 6X_4-232.401\ 9X_5$$

表 5 宁夏隆德县 1996－2011 年人均 GDP 元/人

年 份	1996	1999	2002	2005	2008	2011
人均 GDP	1 121	1 532	2 095	2 676	4 784	7 863

注：数据来源于宁夏隆德县统计局。

表 6 回归分析中的解释变量与被解释变量

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Y
森林	草地	农田	水域	难利用地	人均 GDP

3.2 结果分析

通过隆德县土地生态系统服务价值与人均 GDP 的回归结果可知：（1）水域生态系统服务价值变动对隆德县人均 GDP 的影响最大。说明在生态脆弱、经济落后的特定区域背景下，水域在隆德县“生态—经济”复合系统中发挥着重要作用。加强对水域生态系统的保护，防止水域生态系统服务价值频繁波动，可以极大促进当地的经济发展。（2）森林生态系统服务价值变动对隆德县人均 GDP 的影响最小。这是因为近年来，隆德县过于注重林地建设，尤其是在国家实施退耕还林工程的宏观背景下，将大量人力、物力、财力投入到林地保护和建设中。使得生态状况有了一些改善，但是对经济发展的拉动作用已十分有限。未来应在稳定林地建设的基础上，加大对经济发展的投入，着重发展后续生态产业。（3）农田生态系统服务价值变动对隆德县经济发展为正相关影响，森林、草地、水域、难利用地生态系统服务价值变动对经济发展为负相关影响。这一结果显示在隆德县未来的发展中，应扩大耕地面积以增加农田的生态系统服务价值，同时适当控制林地、草地、水域、难利用地的面积，尤其应控制退耕还林还草工程的进度。（4）难利用地生态系统服务价值变动对隆德县经济发展的影响偏小。在 5 种土地类型中，难利用地生态系统服务价值变动对人均 GDP 的影响仅居第三位。本研究中难利

用地包括建设用地、交通用地等,该数值偏小反映了当地经济较为依赖自然资源,现代化程度低,未来应进一步优化产业结构,提高经济发展水平。

4　结果讨论

通过调查问卷的方法,运用生态系统重要性系数对中国陆地生态系统单位面积生态服务价值当量表进行了修正,得出了适合研究区域的生态服务价值当量。通过比较可知,修正后的价值当量与谢高地等提出的价值当量数值差异很大,其原因主要包括:(1)研究区地处我国西部黄土高原,自然地理环境特殊,各类型生态系统的功能与我国其他区域有较为明显的差异;(2)谢高地等提出的价值当量是基于对我国200位生态学者的问卷调查得到的,而本研究中的生态系统服务功能重要性等级是通过对宁夏地区10位生态经济学领域专家的问卷调查确定的,后者更为贴近研究区实际状况。为验证修正后的价值当量的可靠性,将生态系统服务价值计算结果与黄土高原区的其他研究成果进行了比对。王飞[10]等运用GIS方法研究了黄土高原区的生态系统服务价值变化,结果显示2005年黄土高原区所有土地利用类型中,森林生态系统服务价值贡献率最大;本研究2005年的计算结果中,森林生态系统服务价值贡献率为76.85%,高于其他地类,这与王飞等的研究结果相符。王晓燕[11]等研究了1959—2007年黄土高原清水河流域的土地生态系统服务价值变化,研究发现多年来林地生态系统服务价值贡献率不断增加,草地、农田生态系统服务价值贡献率不断减小;本研究通过对隆德县1996—2011年的生态系统服务价值计算,亦得出了相同结论。另一方面,作者随机选择了2个黄土高原以外的区域,运用本研究的价值当量对其进行了生态系统服务价值计算,得出的结果与已有的研究成果差异很大[12-13],说明本研究计算出的价值当量有一定的局限性,只适用于研究区当地特殊的自然地理条件,不具有普适性,未来有待进一步完善。

我国的退耕还林工程已实施多年,隆德县作为宁夏南部山区退耕还林工程的重点实施区域,数年来进行了大面积的林地建设。如今,国家即将启动新一轮的退耕,未来宁南山区应延续现有模式实施,还是探寻新的模式,尚无定论。张霞[14]认为应从做好已造林地的补植补造、狠抓幼林抚育、创新荒山荒地造林机制等方面巩固退耕还林成果,推进退耕还林工作持续、健康、稳步发展。郭莹[15]认为自2000年退耕还林工程实施以来,隆德县取得了显著的经济效益、社会效益和生态效益,现有模式已相当完善。郭忠明[16]认为隆德县过去数年的林业建设存在一些问题,未来应建设5大生态林、发展林业生态经济、巩固建设成果、传播生态文化。李九仓[17]认为应按"生态优先,生态、社会和经济效益并重,长短结合、以短养长"的原则,积极发展林下药材产业。本研究的计算结果显示,隆德县近年来的林地建设使得该区生态状况有了一些改善,但是对经济发展的拉动作用十分有限,未来不应再局限于林地建设本身、而应该着眼于发展后续生态产业。

5　结 论

(1)在各类型生态系统中,水域生态系统服务价值变动对隆德县经济发展的影响最大,说明水域在隆德县"生态—经济"复合系统中发挥着重要作用,未来应加强对水域生态系统的保护,防止水域生态系统服务价值频繁波动。

(2)林地生态系统服务价值变动对隆德县经济发展的影响最小,说明隆德县的林地建设已逐渐失去对经济发展的拉动效应,未来应在稳定林地建设的基础上,着重发展后续生态产业。

(3)农田生态系统服务价值变动对隆德县经济发展为正相关影响,森林、草地、水域、难利用地生态系统服务价值变动对经济发展为负相关影响。因此,未来应设法增加农田的生态系统服务价值,同时适当控制林地、草地、水域、难利用地的面积。

(4)在5种土地类型中,难利用地生态系统服务价值变动对经济发展的影响仅居第三位,程度偏小。说明隆德县的经济发展较为依赖自然资源,现代化程度低,未来应进一步优化产业结构,提高经济发展水平。

[参 考 文 献]

[1] 蒋耀.基于层次分析法(AHP)的区域可持续发展综合评价:以青浦区为例[J].上海交通大学学报,2009,43(4):566-571.

[2] 杨柳,张明举.基于生态足迹方法的区域发展可持续性评估:以重庆市为例[J].西南农业大学学报:社会科学版,2009,7(6):17-20.

[3] 李加林,许继琴,张正龙.基于能值分析的江苏生态经济系统发展态势及持续发展对策[J].经济地理,2003,23(5):615-620.

[4] 赵士洞,张永民,赖鹏飞,译.千年生态系统评估报告集[M].北京:中国环境科学出版社,2007.

[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.

(下转第287页)

opment: Is there a Kuznets curve for air pollution emissions?[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 1994, 27(2): 147-162.

[3] Arrow K, Bolin B, Costanza R, et al. Economic growth, carrying capacity, and the environment[J]. Ecological Economics, 1995, 15(2): 91-95.

[4] Beckerman W. Economic growth and the environment: Whose growth?Whose environment?[J]. World Development, 1992, 20(4): 481-496.

[5] 李名升,佟连军.基于能值和物质流的吉林省生态效率研究[J].2009,29(11):6239-6247.

[6] Moll S, Gee D. Making sustainability accountable[C]. Eco-efficiency, resource productivity and innovation. Copenhagen: EEA, 1998.

[7] 王妍,卢琦,褚建民.生态效率研究进展与展望[J].世界林业研究,2009,22(5):27-33.

[8] Schmidheiny S, Stigson B. Eco-efficiency: Creating more value with less impact[M]. World Business Council for Sustainable Development, 2000.

[9] Korhonen P J, Luptacik M. Eco-efficiency analysis of power plants[J]. European Journal of Operational Research, 2004,154(2):437-446.

[10] 诸大建,邱寿丰.作为我国循环经济测试的生态效率指标及其实证研究[J].长江流域资源与环境,2008,17(1):1-5.

[11] 刘军.基于生态经济效率的适应性城市产业生态转型研究:以兰州市为例[D].甘肃 兰州:兰州大学,2007.

[12] 李俊莉,曹明明.基于能值分析的国家可持续发展实验区可持续性评估[J].水土保持通报,2012,32(6):172-176.

[13] 张研,杨志峰.北京城市物质代谢的能值分析与生态效率评估[J].环境科学学报,2007,27(11):1892-1899.

[14] 陈波,杨建新,石垚,等.城市物质流分析框架及其指标体系构建[J].生态学报,2010,30(22):6289-6296.

[15] 陈效逑,乔立佳.中国经济—环境系统的物质流分析[J].自然资源学报,2000,15(1):17-23.

[16] 黄和平,毕军,李祥妹,等.区域生态经济系统的物质输入与输出分析:以常州市武进区为例[J].生态学报,2006,26(8):2578-2586.

[17] 王微,林剑艺,崔胜辉,等.基于生态效率的城市可持续性评价及应用研究[J].环境科学,2010,31(4):1108-1113.

[18] 段宁,邓华."上升式多峰论"与循环经济[J].世界有色金属,2004(10):6-8.

[19] 段宁,邓华."上升式多峰论"与循环经济(续)[J].世界有色金属,2004(11):9-13.

[20] 邱寿丰.探索循环经济规划之道:循环经济规划的生态效率方法及应用[M].上海:同济大学出版社,2009.

(上接第 281 页)

[6] 胡喜生,洪伟,吴承祯.土地生态系统服务功能价值动态估算模型的改进与应用:以福州市为例[J].资源科学,2013,35(1):30-41.

[7] Wall D H. Sustaining biodiversity and ecosystem services in soils and sediments[M]. Washington D C: Island Press, 2004.

[8] Ruhl J B, Kraft S E, Lant C L. The law and policy of ecosystem services[M]. Washington D C: Island Press, 2007.

[9] 肖玉,谢高地,安凯.莽措湖流域生态系统服务功能经济价值变化研究[J].应用生态学报,2003,14(5):676-680.

[10] 王飞,高建恩,邵辉,等.基于 GIS 的黄土高原生态系统服务价值对土地利用变化的响应及生态补偿[J].中国水土保持科学,2013,11(1):25-31.

[11] 王晓燕,宋庆丰,毕华兴,等.黄土高原清水河流域土地类型利用变化及生态系统服务价值分析[J].林业资源管理,2012(5):89-93.

[12] 闵捷,高魏,李晓云,等.武汉市土地利用与生态系统服务价值的时空变化分析[J].水土保持学报,2006,20(4):170-174.

[13] 王宗明,张柏,宋开山,等.松嫩平原土地利用变化对区域生态系统服务价值的影响研究[J].中国人口·资源与环境,2008,18(1):149-154.

[14] 张霞.巩固退耕还林成果的对策措施[J].内蒙古农业科技,2012(3):135-135.

[15] 郭莹.隆德县退耕还林成效初探[J].科技信息,2013(24):437-437.

[16] 郭忠明.宁夏隆德县生态林业建设存在的主要问题及今后生态林业建设的重点[J].北京农业,2013(24):104.

[17] 李九仓.宁夏隆德县退耕还林地林下药材发展技术[J].北京农业,2013(27):80.