

基于生态绿当量的生态移民区生态效益评价 ——以盐池县移民区为例

韩沐汶, 庄逐舟, 马超, 吴涔, 马雪, 石云

(宁夏大学 资源环境学院, 银川 750021)

摘 要:以宁夏盐池县花马池镇的四个生态移民区为研究对象,进行生态移民区生态效益评价。应用 2008 年 SPOT 卫星遥感影像和 2013 年无人机航摄影像,首先对研究区 5 a 间土地利用变化进行监测与分析;其次应用生态绿当量评价模型进行生态移民研究区生态效益评价。研究显示:(1) 2008—2013 年 5 a 间研究区的生态绿当量均有所提高,生态环境有改善;(2) 2008 年和 2013 年研究区域的生态绿当量均低于 1,移民区生态环境仍较为脆弱;(3) 研究区森林覆盖率低于联合国最低值 20%,高于环保部生态县 15%的覆盖率,基于生态绿当量森林覆盖率与最佳森林覆盖率有很大的差距,表明研究区土地利用方面仍需调整,需加大保护生态恢复措施力度,继续实行封山育林禁牧、退耕还林等措施制度。

关键词:生态效益;评价;绿当量;生态移民区;盐池县

中图分类号:X171.1

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2014)06-0211-07

Evaluation for Benefit in Ecological Shelter Area Based on Ecological Green Equivalent Weight — Example of Shelter Area in Yanchi County

HAN Mu-wen, ZHUANG Zhu-zhou, MA Chao, WU Jin, MA Xue, SHI Yun

(School of Resources and Environment, Ningxia University, Yinchuan 750021, China)

Abstract: The paper evaluates the ecological benefits in ecology shelter based on the research about four ecology shelters in Hua Machi town of Yanchi County, Ningxia Hui Autonomous Region. SPOT satellite remote sensing image in 2008 and UAV aerial image in 2013 were used to monitor and analyze the change of land application in the research area, then the ecological benefits in the area were evaluated by ecological green equivalent evaluation model. The results showed that the ecological green equivalent weight in research area had increased from 2008 to 2013, which meant that the ecological environment was improved; the ecological green equivalent weight in research area was still less than 1 in 2008 and 2013, which showed the ecological environment in shelter area was relatively weak at present; the forest coverage rate in research area was 20%, less than minimum value of UN standard, and that was higher than the coverage rate (15%) which environment-protection department required ecology county to meet. The forest coverage rate based on green equivalent weight had a large gap behind the best forest coverage rate, which indicated that the land use in the research area need more adjustment. More efforts should be made for ecology protection and restoration. Essential methods such as closing hillsides to facilitate forestation, banning raising livestock on hills, and returning the grain plots to forestry are all supposed to be continued.

Key words: ecological benefit; evaluation; green equivalent; ecological environment in shelter area; Yanchi County

宁夏回族自治区盐池县是我国典型农牧交错生态脆弱区,2002年盐池县全面实施生态移民工程,该工程及保护和恢复已迁出区生态恢复措施的实施后,移民区土地利用/覆被显著变化,生态环境有很大的改善。对于生态移民区的生态恢复进程与移民后地区的效益评价直接影响到工程实施的可持续性,也对工程后续的高效实施具有指导意义。

纵观国内外对区域生态效益的评价研究,从评价方法上有绿当量的评价模型、基于生态足迹的评价方法、基于因子分析等方法。马莉娅等^[1]利用生态足迹法对宁夏盐池县近10a的生态安全进行评价,杨显明等^[2]基于因子的角度,从生态、经济、社会三个方面对宁夏生态移民效益进行评价研究,钟晓娟等^[3]对退耕还林生态效益评价的指标体系及方法等也做了较完善的阐述,刘军利等^[4]应用因子分析方法研究探讨内蒙古伊金霍洛旗风沙区退耕还林还草生态效益。但是对于区域生态环境效益评价指标体系方面,评估没有统一的、公认的评价指标体系,指标设置有很大差异,需要应用大量的统计数据。本研究选取宁夏盐池县花马池镇麦垛山、官记台等四个典型生态移民区,以高分辨率卫星遥感影像和无人机航测影像为数据源,进行生态移民区土地利用动态监测与分析,建立生态绿当量的生态效益评价模型,从生态恢复的角度对不同时间、空间范围下生态移民区生态效益进行研究,以期生态移民工程提供科学的评价,为后续实施提供指导。

1 研究区概况

盐池县位于宁夏回族自治区东部,介于北纬 $37^{\circ}04'—38^{\circ}10'$,东经 $106^{\circ}30'—107^{\circ}47'$,总面积 $6\,748.86\text{ km}^2$ 。盐池县北部与毛乌素沙漠相连,深受风沙灾害影响,东南部与黄土高原相靠,自然环境具有典型的过渡性特点,即地形自南向北由黄土丘陵向鄂尔多斯台地过渡,气候从半干旱区向干旱区过渡,植被类型从干草原向荒漠草原过渡,资源利用从农区向牧区过渡,这种地理上的过渡性造成了盐池县自然资源的多样性和脆弱性^[5]。

盐池是典型的生态移民、退耕还林工程示范县,属典型中温带大陆性季风气候,常年干旱少雨,风大沙多,水资源十分缺乏,没有过境地表径流和地下径流补给,年平均降水量 $250\sim 350\text{ mm}$,年平均气温为 8.31°C 。全县植被低矮、稀少,多为草本植物,其中以草原植被、沙地植被和沙柳等灌丛居多,土壤类型以灰钙土为主,其次是黑垆土和风沙土,此外有黄土,少

量的盐土、白浆土等^[6-7]。本研究以盐池县四个典型生态移民区为研究区域,该区域涉及两个行政村,四个自然村,研究区东南部有鄂尔多斯缓坡丘陵,西北部地势平缓,总面积 24.98 km^2 。

2 数据来源和研究方法

2.1 数据来源

(1) 卫星遥感影像。SPOT5 卫星影像相对于其它卫星影像如 Landsat TM/ETM,MODIS 等分辨率较高,在精度要求较高的研究中应用广泛。本文选取研究区 2008 年 9 月 12 日 SPOT5 卫星遥感影像,空间分辨率 2.5 m 。

(2) 无人机航摄影像。航摄影像范围包括研究区在内的盐池县花马池镇麦垛山、官记台等四个移民自然村。拍摄时间为 2013 年 10 月 9 日,飞行一个架次,飞行相对行高 700 m ,像幅范围 $1\,054\text{ m}\times 698\text{ m}$,影像重叠度为 $525\text{ m}\times 140\text{ m}$,搭载镜头焦距 24 mm 的 Canon EOS 5 D mark II,获取无人机航摄相片。航摄结束后,应用飞行质量检查软件检查航摄飞行质量,符合《CH/Z 3005—2010 低空数字航空摄影规范》^[8]。相片采用数字摄影测量网格低空数码影像智能处理系统 DPGrid 进行处理获得研究区正射影像,分辨率为 0.2 m 。无人机航摄影像的特点是精度高、信息丰富,保证研究的精度。

(3) 土地利用数据。土地利用专题图件等相关资料;

(4) 其他资料。气象资料、统计年鉴等。

2.2 技术路线

研究区选取移民自然村辐射范围,以自然单元为区划,即所在各移民区几公里半径圆范围,研究区气候、降水、土壤均符合盐池县概况。收集相关数据后,应用 2013 年无人机航摄影像、2008 年 SPOT 卫星遥感影像为数据源,在地理信息系统平台 ArcGIS 下,经过矢量化和空间叠加、统计分析等,获取研究区土地利用数据,应用生态绿当量评价模型,进行生态移民研究区生态效益评价(图 1)。

2.3 研究方法

2.3.1 生态绿当量 生态绿当量是基于衡量生态补偿能力而提出的。生态补偿是自然生态系统对由于社会、经济活动造成的生态环境破坏所起的缓冲和补偿作用^[9-10]。

森林作为地球陆地生态的支柱,具有涵养水源、保持水土、改善气候、防风固沙、调节大气组分、净化空气、维持景观、生物多样性保护等众多功能^[11]。生态绿当量为具有和森林基本相同的生态功能当量,其

主体可以是其它绿色植被，比如耕地、园地、林地、牧草地、部分未利用地等。所以绿当量可以被定义为其
其他绿色植被的绿量相对于等量森林面积的绿量的比
率。“绿量”相当的概念包括保证等量的光合作用和

适合布局足以抵偿定量森林植被所能发挥的区域生
态功能^[12]。
根据生态绿当量的原理，传统的土地利用类型可
按如下方式划分为三类，具体如表 1 所示。

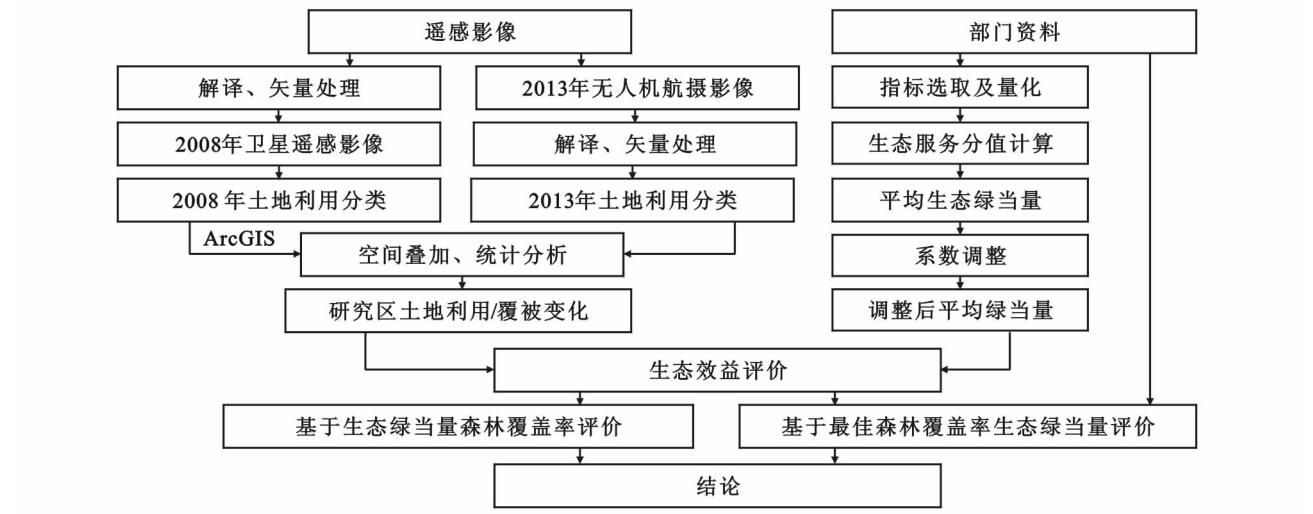


图 1 移民区生态效益评价技术路线

表 1 基于生态绿当量的土地重分类

生态绿当量概念	地类名称	合并地类
具有生态绿当量的用地	农地	普通旱田、水田
	园地	园地
	林地	自然林地、人工林地
	自然草地	荒草地
	人工草地	人工牧草地
	其他农用地	耕地及农用地中其他农用地
隐含绿当量的用地	部分未利用地	未利用地中的稀疏植被地
不具有绿当量的用地	水体	苇地/坑塘、养殖水面、水库水面等
	建设用地	工矿用地、交通用地、房屋
	未利用地	沙地、盐碱地

2.3.2 指标选取与其量化分值 生态移民区土地利用的变化,改变了移民区下垫面构型和生态系统的过程和功能,对区域气候、水体、土壤及生物等生态环境的影响极为深刻。因此,应选取具反映研究区生态环境变化的有代表性、典型性和系统性的指标。根据研究区实际情况,结合实地调查,研究从大气、水、土壤、自然灾害和生物等 5 个方面,列举了生态系统所发挥的 13 种生态环境功能,并引用日本专家通过调查法得出的评分分值^[13],结合研究区域的实际情况,针对不同生态系统的服务,赋予不同的功能分值,如表 2 所示。

2.3.3 计算各类生态系统的生态服务分值和平均生态绿当量 应用如下公式计算每类植被的生态系统服务功能价值分值:

$$P=\sum_{i=1}^{13}F_i$$

式中: P ——生态服务总分值; F ——指标量值; i ——指标体系的指标数(13 项生态服务功能)。由此得出林地

的生态功能服务价值分值为 132.05(该值为自然林地和人工林地生态服务总分值的算术平均值),相同面积及全年播种情况下,自然草地为 102.25,人工草地为 96.39,普通旱田为 89.55,园地为 94.87。由此,与自然林地的生态服务功能价值分值比较,定义:

$$X_i=F_i/F_{林}$$

式中: X_i ——第 i 类地表绿色覆被生态系统的生态绿当量; F_i ——第 i 类地表绿色覆被生态系统的生态服务总分值; $F_{林}$ ——林地生态系统的生态服务总分值。计算得到各生态系统的绿当量:林地为 1.00,自然草地为 0.77,人工草地为 0.73,普通旱田为 0.68,园地为 0.72。

考虑到各地区作物的不同生长期和熟制,以上所要计算的各生态系统的绿当量结果还需要乘以一个相对于全年满种的生长期系数。根据刘艳芳等^[14]的研究结果,如表 3 所示。研究区域地处西北内陆,属荒漠绿洲农业生态系统,农作物一年一熟,取得相对于全年满种的生长期系数为 0.46。

表 2 生态系统各种环境保护功能评价分值

	功能	自然林地	人工林地	自然草地	人工草地	普通旱田	园地
大气	大气组成改善 1	9.45	9.08	6.95	7.4	6.5	6.1
	大气组成改善 2	10	9.75	5.13	5.48	5.1	7.1
	大气净化 1	9.13	8.55	5.33	5.33	5.8	6.38
	大气净化 2	8.9	9.63	5.23	5.33	5.8	6.48
	气候缓和	9.45	9.28	5.23	4.9	5.4	6.26
水	水源涵养	9.8	9.48	6.85	6.2	5.3	4.8
	水质净化	9.45	8.65	8.15	6.43	6.7	5.83
	防止土砂崩溃	9.58	8.95	7.73	7.18	5.4	5.63
土壤	防止表面侵蚀	9.78	8.85	8.38	7.73	5.3	7.15
	防止地面下沉	5.83	7.7	6.78	6.2	5.25	6.78
	污染物净化	8.4	8.13	7.28	7.4	8.1	6.2
空间	防止发生灾害	9.73	8.75	7.5	7.6	7.3	7.88
	维持景观	9.12	8.45	9.45	7.93	7	7.65
生物	生物多样性保护	9.8	7.83	6.63	5.1	4.6	4.9
	防止有害动植物	6.95	5.65	5.63	6.18	6	5.73

注：评价意义：10 为极大；7.5 为较大；5 为较小；大气组成改善 1 表示吸收 CO₂ 的生态服务功能；大气组成改善 2 表示制造 O₂ 的生态服务功能；大气净化 1 表示吸尘滞尘的生态服务功能；大气净化 2 表示吸收有毒气体的生态服务功能。

表 3 相对于全年满种的生长期系数

类型	东北西北温带地区	华北暖温带地区	东南西南热带		亚热带
熟制	一年一熟	一年两熟	两年三熟	一年两熟	一年三熟
相对于全年满种的生长期系数	0.46	0.67	0.50	0.67	0.83

由此调整得到的各类生态系统的全年平均绿当量分别为：林地 1.00，自然草地为 0.36，人工草地为 0.34，普通旱田为 0.31，园地为 0.33。

3 生态移民区生态效益评价

3.1 研究区土地利用现状

按《全国土地分类》分类，应用 ArcGIS 从 2013 年

无人机航摄影像和 2008 年卫星遥感影像中将生态移民研究区域以自然单元方式划分四个范围，划分标准以最大覆盖整个影像范围为准。

提取出四个移民区空间范围并矢量化土地利用，结合绿当量的土地利用分类，对麦垛山、官记台、赵记梁、马记梁 4 个自然单元计算并重分类后的各土地利用类型的面积如表 4 所示。

表 4 2008 年、2013 年研究区各类土地利用变化现状

不同范围	年份	自然林地	人工林地	自然草地	人工牧草	普通旱田	园地	建设用地	未利用地	总面积
麦垛山	2008	11.26	53.43	273.70	0.00	40.33	0.63	12.28	0.00	391.63
	2013	22.89	67.42	268.32	2.13	15.38	1.66	13.83	0.00	391.63
官记台	2008	3.72	59.62	271.16	0.00	56.83	0.00	8.67	17.56	417.56
	2013	8.51	63.25	326.11	0.00	13.37	0.00	1.60	4.72	417.56
赵记梁	2008	6.81	21.85	325.57	2.68	19.23	0.00	16.14	4.80	397.08
	2013	10.63	49.93	314.69	7.91	7.48	0.00	3.77	2.67	397.08
马记梁	2008	4.94	0.00	167.79	2.25	41.85	0.00	10.63	0.00	227.46
	2013	8.84	56.25	139.76	3.84	17.04	0.00	1.73	0.00	227.46

综合上述数据，5 a 间，研究区各类用地面积变化较大。其中，人工林地和普通旱田的变化最大，四区累加面积分别由 2008 年 134.90 hm² 增加至 2013 年 236.85 hm²，普通旱田由 2008 年 158.24 hm² 减少至 53.27 hm²，平均变化率分别为 43.03%和 197.05%。

2008 年正处于生态移民工程的高峰期，迁出区在实行退耕还林、封山育草的政策措施后，一方面由于生态补助的政策激励，耕地面积大幅减少，人工林地面积大幅增加；另一方面由于封山育林、封山禁牧的保护作用，自然草地的面积大幅度递增，自然林地的面

积也出现了递增现象,符合退耕还林(草)工程实施后的土地利用类型变化特点。其次,赵记梁和马记梁位于丘陵沟壑区,近年来盐池生态建设荒山造林,沟壑两侧自然草地类型转换为人工林地,自然草地面积递减,人工林地递增。

3.2 基于最佳森林覆盖率标准下生态绿当量生态效益评价

设区域总面积为 $S_{\text{总}}$,区域最佳森林覆盖率为 R ,按最佳森林覆盖率要求的区域林地面积为 $S_{\text{林}}$,区域实际林地面积为 $S_{\text{实}}$, i 类用地的面积为 S_i ,绿当量为 g_i , i 代表用地的类型($i=1,2,3\cdots$),则:

(1) 确定区域最佳森林覆盖率。这里借鉴张健等^[15-18]的研究方法,根据区域降水量、森林土壤饱和蓄水能力等来计算区域最佳森林覆盖率 R 作为区域生态评价的参考标准。计算公式为:

$$R=(P\times S_i)/(W\times S_{\text{总}})\times 100\%$$

式中: P ——一年内日最大降水量(t/hm^2); $S_i=S_{\text{总}}-(\text{交通、工矿、水田、水面占地面积})(\text{hm}^2)$; W ——森林土壤单位面积饱和蓄水能力(t/hm^2)。

(2) 计算最佳森林覆盖率 R 要求下的森林面积,其对应的绿当量为 1。

$$S_{\text{林}}=S_{\text{总}}\times R$$

(3) 计算区域实际林地的生态绿当量 $X_{\text{林}}$:

$$X_{\text{林}}=S_{\text{实}}/S_{\text{林}}$$

(4) 计算区域总生态绿当量 $X_{\text{总}}$:

$$X_{\text{总}}=X_{\text{林}}+\sum S_i\times g_i/S_{\text{林}}\times 100\%$$

根据盐池县农业、气象、林业等部门提供的土壤、降水、气候、规划等资料,取一年内日最大降水量 $778\text{ t}/\text{hm}^2$,森林土壤单位面积饱和蓄水能力 $855.42\text{ t}/\text{hm}^2$ 。根据上述生态绿当量计算方法,结合 2008 年、2013 年土地利用现状数据,计算 2008 年、2013 年研究区最佳森林覆盖率及生态绿当量如表 5 所示。

从表 5 可见:1) 林地和自然草地的生态绿当量对区域生态绿当量的贡献较大,林地主要为自然林地和退耕还林人工林地,自然草地主要为荒草地;2) 2008 年、2013 年研究区域的生态绿当量均低于 1,表明区域生态环境较为脆弱,需加大保护力度,继续实行封山育林禁牧、退耕还林等措施制度;3) 2008 至 2013 年五年间研究区的生态绿当量均有所提高,研究区生态环境有改善。普通旱田的绿当量整体水平呈下降趋势,林地和草地呈上升趋势,反映出退耕还林(草)工程对生态效益的积极作用;4) 麦垛山、官记台自然草地的绿当量分值有递增趋势,与该区域封山育林,自然草地得到保护的实际情况相吻合;而赵记梁、马记梁自然草地的绿当量分值呈减少趋势,与两区域地处丘陵地带,实行宜林荒山荒地造林措施实际情况相吻合;5) 官记台生态绿当量分值增加最少,和官记台地势平缓,5 a 间官记台土地利用中自然草地的比重变化较小有很大关系。

表 5 2008 年、2013 年研究区生态绿当量

不同范围	年份	最佳覆盖率 $R/\%$	最佳森林面积 $S_{\text{林}}/\text{hm}^2$	生态绿当量					
				$X_{\text{林}}$	$X_{\text{自然草地}}$	$X_{\text{人工草地}}$	$X_{\text{普通旱田}}$	$X_{\text{园地}}$	$X_{\text{总}}$
麦垛山	2008	0.881	345.017	0.187	0.286	0.000	0.036	0.001	0.510
	2013	0.877	343.607	0.263	0.289	0.002	0.014	0.002	0.570
官记台	2008	0.852	355.913	0.178	0.274	0.000	0.049	0.000	0.502
	2013	0.896	374.021	0.192	0.312	0.000	0.011	0.000	0.515
赵记梁	2008	0.862	342.097	0.084	0.343	0.003	0.017	0.000	0.446
	2013	0.895	355.285	0.170	0.319	0.008	0.007	0.000	0.503
马记梁	2008	0.867	197.206	0.025	0.306	0.004	0.066	0.000	0.401
	2013	0.903	205.300	0.317	0.245	0.006	0.026	0.000	0.594

3.3 基于生态绿当量森林覆盖率生态效益评价

森林覆盖率在一定程度上可以反映水土流失量、大气环境质量、人均绿地等生态状况。在此,以最低森林覆盖率作为区域生态预警的参考标准,最佳森林覆盖率作为理想生态状态下的一个建议指标进行探讨。这里引用刘艳芳^[14]等基于生态绿当量森林覆盖率公式:

基于生态绿当量森林覆盖率=(区域林地面积+区域其他具有绿当量用地面积按“绿量相当”原则折合

成的林地面积)/区域土地总面积,折算如表 6 所示。

结果显示:2008 年麦垛山、官记台、赵记梁、马记梁生态绿当量森林覆盖率分别为 44.92%,42.77%,38.47%,34.77%,相比 2013 年四区域生态绿当量森林覆盖率 49.27%,46.11%,45.04%,53.63%各提高了 4.34%,3.34%,6.58%,18.86%,其实际森林覆盖率的比值提高,均表明研究区的生态系统状况逐步改善(表 7)。

表 6 生态移民研究区折算绿当值及生态绿当量森林覆盖率

不同范围	年份	土地类别	类型			合计/ hm ²	基于生态绿当量 森林覆盖率/%
			面积/hm ²	绿当量	折算面积/hm ²		
麦垛山	2008	林地	64.690	1.00	64.690	175.932	44.92
		自然草地	273.700	0.36	98.532		
		人工草地	0.000	0.34	0.000		
		普通旱田	40.330	0.31	12.502		
		园地	0.630	0.33	0.208		
	2013	林地	90.310	1.00	90.310	192.945	49.27
		自然草地	268.320	0.36	96.595		
		人工草地	2.130	0.34	0.724		
		普通旱田	15.380	0.31	4.768		
		园地	1.660	0.33	0.548		
官记台	2008	林地	63.340	1.00	63.340	178.575	42.77
		自然草地	271.160	0.36	97.618		
		人工草地	0.000	0.34	0.000		
		普通旱田	56.830	0.31	17.617		
		园地	0.000	0.33	0.000		
	2013	林地	71.760	1.00	71.760	192.538	46.11
		自然草地	323.980	0.36	116.633		
		人工草地	0.000	0.34	0.000		
		普通旱田	13.370	0.31	4.145		
		园地	0.000	0.33	0.000		
赵记梁	2008	林地	28.660	1.00	28.660	152.738	38.47
		自然草地	325.570	0.36	117.205		
		人工草地	2.680	0.34	0.911		
		普通旱田	19.230	0.31	5.961		
		园地	0.000	0.33	0.000		
	2013	林地	60.560	1.00	60.560	178.857	45.04
		自然草地	314.690	0.36	113.288		
		人工草地	7.910	0.34	2.689		
		普通旱田	7.480	0.31	2.319		
		园地	0.000	0.33	0.000		
马记梁	2008	林地	4.940	1.00	4.940	79.083	34.77
		自然草地	167.790	0.36	60.404		
		人工草地	2.250	0.34	0.765		
		普通旱田	41.850	0.31	12.974		
		园地	0.000	0.33	0.000		
	2013	林地	65.090	1.00	65.090	121.992	53.63
		自然草地	139.760	0.36	50.314		
		人工草地	3.840	0.34	1.306		
		普通旱田	17.040	0.31	5.282		
		园地	0.000	0.33	0.000		

根据联合国确定森林覆盖率平均不少于 20% 为最低森林生态下限指标^[14]和国家环保总局《生态县、生态市、生态省建设指标(修订稿)》的平原地区森林覆盖率必须≥15% 的生态县指标,结合表 6,表 7,2008 年麦垛山、官记台、赵记梁、马记梁实际森林覆盖率均明显低于最低森林生态下限 20% 指标,麦垛山、官记台森林覆盖率在 15% 指标浮动,而赵记梁、马记梁则明显低于 15% 指标要求,表明研究区在 2002—2008 年全面实施生态移民、退耕还林工程,生态环境得到改善。麦垛山、官记台基本符合《生态县、生态市、生态省建设指标(修订稿)》的要求,而赵记梁、马记梁仍需加大工程实施力度,以达到上述指标要求。至 2013 年,四个研究范围实际森林覆盖率均略高于《生态县、生态市、生态省建设指标(修订稿)》

15%的标准,表明四区域经过生态移民工程的实施,生态标准符合了《生态县、生态市、生态省建设指标(修订稿)》的最低要求,但与联合国 20%最低森林生态下限指标还有一定差距,土地利用仍需向林地转化,继续落实退耕还林、封山育林等政策。

表 7 研究区不同森林覆盖率比值表

不同范围	年份	森林覆盖率		
		实际森林覆盖率/%	生态绿当量森林覆盖率/%	最佳森林覆盖率/%
麦垛山	2008	16.52	44.92	—
	2013	23.06	49.27	87.70
官记台	2008	15.17	42.77	—
	2013	17.19	46.11	89.60
赵记梁	2008	7.22	38.47	—
	2013	15.25	45.04	89.50
马记梁	2008	2.17	34.77	—
	2013	28.62	53.63	90.30

4 结 论

(1) 本文研究探索应用高分辨率影像结合生态绿当量评价模型对盐池县生态移民区进行生态效益评价,分析生态效益状况及其变化趋势,对区域土地生态环境的保护和改善具有积极意义。结果显示:2008—2013 年 5 a 间该区域生态环境质量逐步改善,但研究区生态绿当量值均低于 1,移民区生态环境仍较为脆弱,与标准森林覆盖率相比,表明区域土地利用规划仍需进一步调整,该结果与盐池县生态移民区恢复现状和区域建设生态文明县的政策实施结果相符。

(2) 无人机航摄系统以其快速、高精度获取影像的特点在小范围作业中优势较强,本研究获取的 2013 年无人机航摄影像分辨率高,各类地物属性提取精度高。利用遥感和地理信息系统技术对研究区域进行两期影像空间和时间上的动态监测和分析,分析数据精度可靠。但研究区的选择考虑到无人机作业范围小的特点,最终确定研究范围为移民区辐射范围,未来在相关调查中随着无人机航摄调查能力的提高和作业相关费用的降低可将调查范围进一步扩大。

(3) 研究充分挖掘各类生态用地(耕地、园地、草地等)的生态服务功能,运用基于生态绿当量的两种角度对宁夏生态移民区的生态恢复进行定量研究,突破传统基于大量统计资料研究的局限,提高生态环境评价的科学性和可操作性,为相关生态恢复及效益评价提供范例。

参考文献:

[1] 马莉娅,吴斌,张宇清,等. 基于生态足迹的宁夏盐池县生态安全评价[J]. 干旱区资源与环境,2011,25(5):57-62.

[2] 杨显明,米文宝,齐拓野,等. 宁夏生态移民效益评价研究[J]. 干旱区资源与环境,2013,27(4):16-21.

[3] 岳耀杰,闫维娜,王秀红,等. 区域生态退耕对生态系统服务价值的影响:以宁夏盐池为例[J]. 干旱区资源与环境,2014,28(2):60-68.

[4] 刘军利,秦富仓,岳永杰,等. 内蒙古伊金霍洛旗风沙区退耕还林还草生态效益评价[J]. 水土保持研究,2013,20(5):104-107.

[5] 钟兆站. 中国海岸带自然灾害与环境评估[J]. 地理科学进展,1997,16(1):44-50.

[6] 杜灵通,李国旗. 基于 SPOT-VGT 的宁夏盐池县近 8 年生态环境动态监测[J]. 北京林业大学学报,2008,30(5):46-51.

[7] 夏照华,张克斌,李瑞,等. 基于 NDVI 的农牧交错区植被覆盖度变化研究:以宁夏盐池县为例[J]. 水土保持研究,2006,13(6):178-181.

[8] 国家测绘局. 低空数字航空摄影规范[S]. CH/Z 3005-2010.

[9] 王重玲,朱志玲,王梅梅,等. 基于生态服务价值的宁夏隆德县生态补偿研究[J]. 水土保持研究,2014,21(1):208-212.

[10] 罗志军,张军. 生态绿当量及其在土地利用结构优化中的应用:以江西省新建县为例[J]. 江西农业大学学报,2007,29(5):851-856.

[11] Jim C Y. Managing urban trees and their soil envelopes in a contiguously developed city environment[J]. Environmental Management,2001,28(6):819-832.

[12] 牛继强,徐丰. 基于 RS 与生态绿当量的土地利用结构优化研究[J]. 信阳师范学院学报:自然科学版,2009,22(3):410-413.

[13] 毛永文. 生态环境影响评价概论[M]. 北京:中国环境科学出版社,2003.

[14] 刘艳芳,明冬萍. 基于生态绿当量的土地利用结构优化[J]. 武汉大学学报:信息科学版,2002,27(5):493-498.

[15] 张健,陈林武. 最佳防护效益森林覆盖率定量探讨[J]. 林业科学,1996,32(4):317-324.

[16] 宫渊波,陈林武. 四川盆地低山丘陵区县级最佳防护效益森林覆盖率定量研究[J]. 四川农业大学学报,1996,14(2):231-236.

[17] 胡华科,郑春燕. 土地利用变化的环境影响生态绿当量评价:以梅州市为例[J]. 农业现代化研究,2008,29(6):743-746.

[18] 赵丹,李锋,王如松. 基于生态绿当量的城市土地利用结构优化:以宁国市为例[J]. 生态学报,2011,31(20):6242-6250.