

基于生态系统服务价值的新疆后备土地资源质量评价

吕妍¹ 宁虎森² 王让会¹ 闵首军³ 赵福生³

摘要

由于人口激增、气候变暖等因素导致的环境恶化、资源短缺及其各种影响成为当今研究的重点. 土地资源的有限性对人类的生存和发展产生了制约作用, 更加成为研究的热点之一. 为了解决土地制约的问题, 必须客观地对土地资源做出评价. 利用新疆土地调查资料, 以新疆土地资源的利用变化图, 估算生态系统服务价值(ESV), 总 V_{ES} 为 7.13×10^8 元. 其中: 农田 V_{ES} 为 0.31×10^8 元; 林地 V_{ES} 为 1.27×10^8 元; 草地 V_{ES} 为 3.29×10^8 元; 水体 V_{ES} 为 1.89×10^8 元; 未利用土地 V_{ES} 为 0.37×10^8 元.

关键词

后备土地资源; 土地质量评价; 服务价值; 可持续利用

中图分类号 X171.1; F301.2

文献标志码 A

收稿日期 2009-10-12

资助项目 中国科学院知识创新工程重大项目(KSCX-YW-09); 国家 973 计划(2006CB705809); 国家科技支撑项目(2006BAD26B0902); 南京信息工程大学科研基金(20070105)

作者简介

吕妍, 女, 硕士生, 主要研究方向为环境评价. ly20021304@163.com

王让会(通信作者), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事生态学、地理学等领域的研究工作. rhwang@nuist.edu.cn

1 南京信息工程大学 环境科学与工程学院 学院, 南京, 210044

2 新疆林业科学研究院, 乌鲁木齐, 830000

3 新疆油田公司, 克拉玛依, 834000

0 引言

Introduction

粮食安全是关系我国国民经济发展、社会稳定和国家自立的全局性重大战略问题. 我国人口众多, 对粮食的需求量大, 粮食安全的基础比较脆弱, 为缓解粮食紧缺, 应合理利用土地, 保护耕地, 开发后备土地资源. 但是随着我国西部地区城镇化水平迅速提高, 非农建设用地将继续占用大量的土地, 土地资源短缺和不合理利用成为制约经济和社会协调发展的重要因素.

新疆维吾尔自治区地处我国西北干旱地区, 是我国土地资源最为丰富的地区之一. 它的土地面积为 1.65×10^6 km², 占全国总面积的 17.2%, 干旱的气候特点和复杂的地貌特征, 使新疆形成了独特的土地资源类型和利用方式. 至 2000 年, 新疆未利用土地面积为 9.84433×10^7 hm², 占自治区土地总面积的 59.67%, 占全国未利用土地面积的 39.99%, 但其中适宜开发为耕种地的后备土地资源受到质量差、开垦难度大、投入高、生态环境脆弱等诸多因素的限制. 因此, 对土地进行适宜性评价显得非常重要. 土地适宜性评价是根据土地的自然和社会经济属性, 研究土地对某一现状用途或预定用途的适宜程度, 进行土地适宜性评价可以了解土地利用存在的问题, 为土地可持续利用提供基础.

后备土地资源开发是补充耕地、增加其他农用地和发展建设用地的的重要途径, 科学合理地开展利用土地后备资源, 有利于土地资源的可持续利用, 促进国民经济的可持续发展.

1 后备土地资源的评估方法及一般步骤

The methods of evaluating the reserved land resources and the general steps

土地适宜性的评价方法一般有经验指数法^[1]、模糊综合评判法^[2-3]、人工神经网络法^[4]、投影寻踪回归技术^[5-6]、可拓法^[7]、物元分析法^[8]、基于决策树的评价方法^[9]等.

土地资源评价一般有 5 个步骤: 评价单元的划分; 参评因子的选取及其权重的确定; 参评因子等级划分; 评价标准确定; 土地质量等级确定.

选好参评因子是土地适宜性评价的关键, 影响到评价结果的可

靠性和准确度. 选择参评因子应考虑:

- 1) 分析土地的自然条件和社会经济条件, 确定预选参评因子;
- 2) 根据土地用途或利用方式不同, 选择有直接影响的因子;
- 3) 选择对土地具有长期稳定影响的因子, 放弃短期异变的因子;
- 4) 确定主导因子, 考虑其他因子的相关性, 以保证所选因子的典型性和代表性;
- 5) 充分利用现有资料;
- 6) 考虑评价目的、区域大小、制图精度和比例尺、避免选取因子过于详细而影响信息的提取.

确定评价因素的权重主要有层次分析法(AHP)^[10-14]、回归分析法、特尔斐法(Delphi)^[14-17]、关联度分析法、模糊综合评判法^[18]、变异系数法、主成分分析法(PCA)^[19]、调试法^[20]等, 这些方法并非单独应用于土地评价中, 通常是改进某种方法或几种方法结合使用.

层次分析法是将所有要研究的复杂问题看做一个大系统, 通过系统内的因素及其相关关系的分析, 划分出各因素相互联系的有序层次结构体系, 再对结构体系中的每一层次按某一给定的准则, 请有关专家对各层次中各因素进行相对客观的逐对比较和判断后, 相应给出各因子相对重要性的定量表示, 进而建立数学模型, 计算出每一层次全部因子相对目标的重要性权值, 并加以排序, 最终根据排序结果进行决策分析和选择解决问题的措施.

主成分分析法是把原来多个变量化为少数几个综合指标的一种统计分析方法, 这些较少的综合指标既能尽量多地反映原来较多指标所反映的信息, 同时彼此之间又相互独立.

调试法是用控制样本对参试权重进行多次检验、调整 and 比较, 逐步选出能够较好表达各参评因子区分土地适应性差异能力的权重(组), 并将其作为最终的确权结果.

2 后备土地资源的生态系统服务价值

Ecosystem service value of the reserved land resources

生态系统服务就是通过生态系统的结构、过程和功能直接或间接得到的生命支持产品和服务. 生态系统主要为人类提供生活必需品以及保持生态系统的物质和能量的动态平衡^[21]. 人类活动改变了土地利用现状, 土地覆盖变化必然引起生态系统服务

价值的变化, 因此估算生态系统服务价值从一定程度上反映了土地利用变化引起的影响, 使土地利用的生态效果更具有直观性和科学性.

评价土地适宜性时, 应从生态效益、经济效益以及社会效益 3 个方面考虑, 综合判断土地利用是否合理. 其中, 经济效益可以通过计算生态系统服务功能价值来体现, 因为体现土地效益最直接的方法就是土地利用所提供的产品与服务以货币形式量化^[22]. 生态系统服务功能价值主要包括直接价值、间接价值、选择价值以及存在价值.

一般生态系统服务价值评价采用 Costanza 等^[23]提出的价值系数, 利用生态系统服务价值(Ecosystem Service Value, ESV)公式进行估算^[24-26],

$$V_{ES} = \sum (A_k \cdot V_{ck}),$$

$$V_{ES,f} = \sum (A_k \cdot V_{ck,f}).$$

式中: V_{ES} 为生态系统服务价值(元); A_k 为研究区 k 类土地的面积(hm^2); V_{ck} 为该类土地单位面积的价值系数(元/ $(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$); $V_{ES,f}$ 为生态系统单项服务价值(元); $V_{ck,f}$ 是单项服务价值系数(元/ $(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$). 但因针对评价对象不同, 应适当调整, 制定符合评价地区的生态系统服务价值表^[27-28]. 张宝雷等^[29]以 Costanza 等^[23]对湿地的计算结果为基础应用于三峡库区大宁河流域时, 对不同生态类型生态服务价值进行了重新赋值. 汤洁等^[30]根据我国森林和草地的特点, 结合吉林省大安市的具体情况, 对 Costanza 等^[23]提出的价值系数进行修正, 得出了大安市生态系统服务价值单价表, 并以此为依据计算出该地区生态系统服务价值.

本文根据谢高地等^[27]生态服务价值表及新疆各类型土地利用面积(表 1), 套用 Costanza 的生态系统价值公式来计算新疆维吾尔自治区 2000 年陆地生态服务价值, 农田 V_{ES} 为 0.31 亿元, 林地 V_{ES} 为 1.27 亿元, 草地 V_{ES} 为 3.29 亿元, 水体 V_{ES} 为 1.89 亿元, 未利用土地 V_{ES} 为 0.37 亿元, 总 V_{ES} 为 7.13 亿元. 可以看出, 未利用土地的生态服务价值占总价值比例的超过 5%.

表 1 新疆各类型土地利用面积

Table 1 Utilized area of various types of land in Xinjiang 10^6hm^2

类型	耕地	林地	草地	水域	未利用土地	总计
合计	5.113 197	6.564 1	51.360 48	4.655 75	98.443 3	166.136 83

3 后备土地资源可持续利用策略

Policies toward sustainable utilization of the reserved land resources

我国可利用的土地相对较少,应努力寻求节约土地资源的技术,不闲置、不浪费可利用土地,并且在维持生态平衡的前提下合理开发利用后备土地资源,达到土地资源可持续利用的目标. 新疆不宜农牧业生产用的土地面积约为 $9.300 \times 10^7 \text{ hm}^2$,宜利用土地受干旱因素制约,水土承载力有限,利用难度较大,开发利用成本较高,土地利用率低^[31];人们赖以生存的绿洲面积只有 $5.89 \times 10^6 \text{ hm}^2$,仅占全疆总面积的 3.54%,而集聚人口却占全疆人口的 95% 以上,人口密度比全国高出近 1 倍^[32]. 因此,本着因地制宜,当前利益和长远利益相结合的原则,就目前土地利用状况建议通过以下途径实现后备土地资源的可持续利用.

1) 加强土地复垦,采用工程、生物等措施,对在生产建设过程中因挖损、塌陷、压占造成破坏、废弃的土地进行整治,使其恢复到可利用的状态.

2) 实施土地流转政策,优化资源配置,克服土地细碎化及撂荒问题,促进土地的集中和土地规模经营,提高土地利用率和产出率^[33].

3) 在不破坏生态环境的前提下,人力开发宜耕草地及耕沙地、盐碱地、沼泽地、苇地和滩涂等^[34]未利用地的开发.

总之,后备土地资源开发要按照相关法律法规、土地利用总体规划进行,要协调国土、农业、建设、交通、环保和水利等众多部门和单位后进行,要统筹兼顾社会、经济、生态 3 个效益,保持社会稳定的前提下进行.

致谢:感谢中国自然资源数据库,中国气象科学数据共享网和中国西部环境与生态科学数据中心提供的土地利用数据.

参考文献

References

[1] 文正敏. 广西巴马县土地适宜性评价模式探讨[J]. 桂林工学院学报, 2001, 21(4): 376-380
WEN Zhengmin. Discussion of land suitability evaluation mode in Bama County of Guangxi [J]. Journal of Guilin Institute of Technology, 2001, 21(4): 376-380

[2] 刘耀林, 焦利民. 基于计算智能的土地适宜性评价模型[J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2005, 30(4): 283-287

LIU Yaolin, JIAO Limin. Model of land suitability evaluation based on computational intelligence [J]. Journal of Wuhan University: Geomatics and Information Science, 2005, 30(4): 283-287

[3] 焦利民, 刘耀林. 土地适宜性评价的模糊神经网络模型[J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2004, 29(6): 513-516
JIAO Limin, LIU Yaolin. Models of fuzzy neural networks for land suitability evaluation [J]. Journal of Wuhan University: Geomatics and Information Science, 2004, 29(6): 513-516

[4] 杨国栋, 贾成前. 高速公路复垦土地适宜性评价的 BP 神经网络模型[J]. 系统工程理论与实践, 2002(4): 119-124
YANG Guodong, JIA Chengqian. BP neural network models for the reclaimed land suitability assessment of temporary land-use of highway [J]. Theory and Practice of System Engineering, 2002(4): 119-124

[5] 周江红, 林洪涛. 基于 RAGA 的 PPE 模型在小流域土地适宜性评价中的应用[J]. 水土保持科技情报, 2004(1): 15-17
ZHOU Jianghong, LIN Hongtao. The application of RAGA-based PPE model in the evaluation of small valley land suitability [J]. Scientific Information of Water and Soil Conservation, 2004(1): 15-17

[6] 盛建东, 文启凯, 蒋平安, 等. 投影寻踪回归技术在棉花土地适宜性评价中的应用[J]. 干旱区研究, 1997, 14(2): 36-41
SHENG Jiandong, WEN Qikai, JIANG Pingan, et al. Application of the projection pursuit regression technique in the cotton-growing land suitability evaluation [J]. Arid Zone Research, 1997, 14(2): 36-41

[7] 刘文锴, 陈秋计, 刘昌华, 等. 基于可拓模型的矿区复垦土地的适宜性评价[J]. 中国矿业, 2006, 15(3): 34-37
LIU Wenkai, CHEN Qiuj, LIU Changhua. Suitability evaluation of reclaimed land in mining area based on the extension model [J]. China Mining Industry, 2006, 15(3): 34-37

[8] 苏海民, 陈健飞. 土地适宜性的综合评判物元模型[J]. 河北师范大学学报: 自然科学版, 2005, 29(1): 92-95
SU Haimin, CHEN Jianfei. The model of matter element analysis in land suitability evaluation [J]. Journal of Hebei Normal University: Natural Science Edition, 2005, 29(1): 92-95

[9] 任周桥, 刘耀林, 焦利民. 基于决策树的土地适宜性评价[J]. 国土资源科技管理, 2007, 24(3): 21-25
REN Zhouqiao, LIU Yaolin, JIAO Limin. Suitability evaluation of land use based on decision tree model [J]. Scientific and Technological Management of Land and Resources, 2007, 24(3): 21-25

[10] 李璞, 王慎敏, 周寅康. 基于层次分析法的土地开发项目区未利用地地方评价研究——以克拉玛依市 2 000 hm^2 土地开发项目为例[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(2): 754-756
LI Pu, WANG Shenmin, ZHOU Yinkang. Research on productivity evaluation of the unused land in the land exploitation area based on AHP method [J]. Journal of Anhui Agri Sci, 2008, 36(2): 754-756

[11] 任艳敏, 张加恭, 张争胜. 基于层次分析法的城市土地集约利用评价[J]. 广东土地科学, 2007, 6(3): 20-24
REN Yanmin, ZHANG Jiagong, ZHANG Zhengsheng. The evaluation of land intensive use based on analytic hierarchy process [J]. Guangdong Land Science, 2007, 6(3): 20-24

[12] 胡月明, 肖莉, 江华, 等. 层次分析法在中山市土地利用对策研究中的应用[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2001, 9(3): 57-60
HU Yue ming, XIAO Li, JIANG Hua, et al. Application of analytic hierarchy process in study on land use measures [J]. Jour of

- Northwest Sci-Tech Univ of Agri & For:Nat Sci Ed,2001,9(3):57-60
- [13] 张再生.层次分析法在城市土地分级中的应用[J].山东师大学报:自然科学版,1996,11(4):78-83
ZHANG Zaisheng. The application of AHP in urban land grading [J]. Journal of Shandong Normal University: Natural Science, 1996,11(4):78-83
- [14] 毛艳玲. GIS 支持下的闽侯县未利用土地适宜性评价[J]. 福建农林大学学报:自然科学版,2005,34(3):382-385
MAO Yanling. Suitability evaluation of the unused land based on GIS [J]. Journal of Fujian Agriculture and Forestry University: Natural Science Edition,2005,34(3):382-385
- [15] 金志丰,陈雯,孙伟.基于土地开发适宜性分区的土地空间配置——以宿迁市为例[J].中国土地科学,2008,22(9):43-50
JIN Zhifeng, CHEN Wen, SUN Wei, et al. Spatial allocation of land use based on regionalization by land development suitability: A case study of Suqian City [J]. China Land Science,2008,22(9):43-50
- [16] 张丽君,曹红.沈阳市土地生态适宜性初步评价[J].环境保护科学,2005,31(131):49-52
ZHANG Lijun, CAO Hong. Evaluation of land ecosystem adaptability in Shenyang [J]. Environmental Protection Science,2005,31(131):49-52
- [17] 刘明皓.基于 GIS 的土地适宜性评价方法研究——以重庆市城口县为例[J].重庆师范大学学报:自然科学版,2007,34(4):21-25
LIU Minghao. Methods for GIS-based land suitability evaluation: A case study of Chengkou County, Chongqing [J]. Journal of Chongqing Normal University: Natural Science Edition,2007,34(4):21-25
- [18] 陈守煜,柴春岭,苏艳娜.可变模糊集方法及其在土地适宜性评价中的应用[J].农业工程学报,2007,23(3):95-97
CHEN Shouyu, CHAI Chunling, SU Yanna. Variable fuzzy sets methods and its application in land suitability evaluation [J]. Journal of Agricultural Engineering,2007,23(3):95-97
- [19] 张彩霞,许丽,周心澄.阜新矿区煤矸石植被恢复土地适宜性评价[J].水土保持研究,2007,14(3):246-248
ZHANG Caixia, XU Li, ZHOU Xincheng. Suitability assessment of restored land in coal gangue vegetation of Fuxin mine areas [J]. Research on Soil and Water Conservation,2007,14(3):246-248
- [20] 岳健,杨发相,罗格平,等.调试法——一种农用地适宜性评价中确定参评因子权重的方法[J].干旱区地理,2004,27(3):332-337
YUE Jian, YANG Faxiang, LUO Geping. Debug method —— A method for determining the weights of involved factors in the natural suitability evaluation of land for agricultural use [J]. Arid Land Geography,2004,27(3):332-337
- [21] 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
WANG Xinhua, ZHANG Zhiqiang. Effect of land-use change on ecosystem services value in Heihe River basin [J]. Ecology and Environment,2004,13(4):608-611
- [22] 王成,魏朝富,邵景安,等.区域生态服务价值对土地利用变化的响应[J].应用生态学报,2006,17(8):1485-1489
WANG Cheng, WEI Chaofu, ZHAO Jingan, et al. Responses of regional ecological service value to land use change: A case study of Shapingba District in Chongqing [J]. Chinese Journal of Applied Ecology,2006,17(8):1485-1489
- [23] Costanza R, d'Arge R, de Groot R, et al. The value of world's ecosystem services and natural capital [J]. Nature, 1997, 387: 253-260
- [24] 贡贲,吕光辉,丁建丽,等.塔里木河上游土地利用变化中的生态价值损益分析[J].生态学杂志,2006,25(5):526-530
GONG Lu, LV Guanghui, DING Jianli, et al. Profit and loss analysis on ecological value of land use changes in upper reaches of the Tarim River [J]. Chinese Journal of Ecology, 2006, 25(5): 526-530
- [25] 史永亮,王如松,周海波,等.南疆生态脆弱区土地利用变化及其生态影响评价——以新疆阿克苏市为例[J].生态学杂志,2006,25(7):753-758
SHI Yongliang, WANG Rusong, ZHOU Haibo, et al. Land use changes and its ecological effects in the ecotone of Southern Xinjiang Uyghur Autonomous Region: A case study of Akesu City area [J]. Chinese Journal of Ecology, 2006, 25(7): 753-758
- [26] 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
MIN Jie, GAO Wei, LI Xiaoyun, et al. Analysis of spatial-temporal changes of land use and ecosystem services value in Wuhan City [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2006, 20(4): 170-174
- [27] 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
XIE Gaodi, LU Chunxia, LENG Yunfa, et al. Ecological assets evaluation of the Tibetan Plateau [J]. Journal of Natural Resources, 2003, 18(2): 189-196
- [28] 于书霞,尚金城,郭怀成.基于生态价值核算的土地利用政策环境评价[J].地理科学,2004,24(6):727-732
YU Shuxia, SHANG Jincheng, GUO Huaicheng. Environmental evaluation of land-use policy based on ecological value assessment [J]. Scientia Geographica Sinica, 2004, 24(6): 727-732
- [29] 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
ZHANG Baolei, ZHANG Shumin, ZHOU Qigang, et al. Dynamic study of land use and ecosystem service —— A case of Daning River Watershed in Three Gorges Reservoir areas [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2007, 16(2): 181-185
- [30] 汤洁,庄玉夏,刘亚修,等.土地利用变化对生态系统服务价值的影响研究——以吉林省大安市为例[J].吉林农业大学学报,2007,29(3):298-302
TANG Jie, ZHUANG Yuxia, LIU Yaxiu, et al. Study on the effects of land use change on ecosystem service value——A case study of Da'an City in Jilin [J]. Journal of Jilin Agricultural University, 2007, 29(3): 298-302
- [31] 杨德刚.新疆土地资源可持续利用[J].干旱区资源与环境,2003,17(3):7-11
YANG Degang. Sustainable utilization of land resources in Xinjiang [J]. Journal of Arid Land's Resources and Environment, 2003, 17(3): 7-11
- [32] 马松海,李鲁华,李丽红,等.新疆土地资源可持续利用问题剖析及对策探讨[J].新疆农业科学,2008,45(4):635-658
MA Songhai, LI Luhua, LI Lihong, et al. Analysis of the sustainable utilization of land resources in Xinjiang and discussion on the countermeasures [J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2008, 45(4): 635-658
- [33] 姚洋.农地制度与农业绩效的实证研究[J].中国农村观察,

1998(6):1-10

YAO Yang. System of agricultural land and practical study on agricultural performance [J]. China Rural Survey, 1998(6):1-10

[34] 刘军芳. 关于山西省土地后备资源开发的思考[J]. 太原科

技, 2003(4):12-13

LIU Junfang. Consideration of the development of land reserved resources in Shanxi Province [J]. Taiyuan Science & Technology, 2003(4):12-13

Quality assessment of land reserved resources based on ecosystem service value in Xinjiang

LÜ Yan¹ NING Husen² WANG Ranghui¹ MIN Shoujun³ ZHAO Fusheng³

1 College of Environmental Science and Engineering, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044

2 Xinjiang academy of forestry, Urumqi 810000

3 Xinjiang oil petrochemical company, Kelawayi 834000

Abstract In recent years, due to rapid population growth, environmental degradation caused by climate warming, the shortage of resources and its effect have become key issues. Limited land resources have a function to restrain human's survival and development, which is given more attention as one of the hot spots. In order to solve the problem of land restraint, we must make an objective assessment of land resources. Based on the data of Xinjiang land use and cover change (LUCC), the dynamics of ecosystem services value (ESV) caused by LUCC are evaluated. The results indicate that the total V_{ES} of Xinjiang is 7.13×10^8 yuan, in which the V_{ES} of farmland is 0.31×10^8 yuan, the V_{ES} of forest land is 1.27×10^8 yuan, the V_{ES} of grassland is 3.29×10^8 yuan, the V_{ES} of water is 1.89×10^8 yuan, the V_{ES} of unutilized land is up to 0.37×10^8 yuan, and the V_{ES} of unexploited land is one quarter of the total V_{ES} of Xinjiang. This paper provides scientific grounds for the evaluation of land use benefits and the organization of land use planning.

Key words land reserved resource; land suitability evaluation; ecosystem service value (ESV); sustainable utilization