

生态保护地协同管控成效评估

陈妍¹, 侯鹏¹, 王媛², 彭凯锋³, 翟俊¹,
徐海涛⁴, 祝汉收¹, 孙晨曦¹

(1. 生态环境部卫星环境应用中心, 北京 100094; 2. 吉林省环境科学研究院, 长春 130012;
3. 北京师范大学地理科学学部, 北京 100085; 4. 成都理工大学地球科学学院, 成都 610059)

摘要: 分区分类管理是我国生态保护的重要管控制度, 生态保护地是事关国家生态安全的关键区域, 开展生态保护地保护成效评估及不同类型生态保护地之间的协同管控成效评估具有重要意义。以吉林省自然保护区和重点生态功能区等生态保护地(即禁止开发区和限制开发区)为研究对象, 以重要生态空间、植被生态、水源涵养功能为主要内容, 基于“禁止开发区—限制开发区—省域”的管控梯度差异, 评估分析了生态保护地的协同管控成效。结果表明: (1) 从重要生态空间协同管控成效来看, 自然保护区的重要生态空间面积比例最高、人类活动干扰指数最低, 这与生态保护管控严格程度呈现很好地正相关。但是 1980—2015 年间重要生态空间面积比例均有所减少, 减少幅度与管控严格程度没有表现出正相关。(2) 从植被生态协同管控成效来看, 植被覆盖总体呈现出自东向西逐步降低的特点, 与东部分布有重点生态功能区和森林类自然保护区、西部分布较多的湿地类自然保护区的空间特征一致。但是, 由于湿地及水域类型自然保护区面积占比较高, 且分布在吉林西部草原和平原区的面积比例较高, 自然保护区的际年变化较大、且植被覆盖稳定度低于重点生态功能区。(3) 从水源涵养功能协同管控成效来看, 水源涵养能力呈现出东部和西部高、中部低的特点, 与这两个区域主要分布有森林、草地和湿地等重要生态空间密切相关, 也与分布着大面积的重点生态功能区和各类自然保护区密切相关。自然保护区的水源涵养能力最高, 且际年变化最小、稳定性最高。

关键词: 省域尺度; 保护地; 协同管控; 保护成效评估

人与自然和谐共生的“天人合一”思想, 是中华优秀传统文化的主体, 也是世界各国社会共同奉行的思想观念。19 世纪 70 年代开始, 较早完成工业革命的欧美国家开始探索建立各种类型的自然保护区, 目前已有近 200 个国家或地区结合当地生态环境特点建立了各自的自然保护区体系。我国自 1956 年建立第一个自然保护区——鼎湖山自然保护区以来, 逐步形成了以自然保护区为核心, 以风景名胜区、森林公园、地质公园、文化自然遗产为主要组成, 重点生态功能区、生物多样性保护优先区为重要补充的自然保护地体系^[1]。随着生态文明体制改革的不断推进和国家公园制度的提出, 国家研究提出了《关于建立以国家公园为主体的自然保护区体系指导意见》, 将推动建立以国家公园为主体、自然保护区为基础、各类自然公园为补充的自然保护地管理体系。

收稿日期: 2019-08-10; 修订日期: 2019-11-06

基金项目: 国家重点研发计划专项 (2017YFC0506506, 2016YFC050206)

作者简介: 陈妍 (1982-), 女, 北京人, 硕士, 助理工程师, 主要从事生态遥感应用研究。

E-mail: chenyan30033@163.com

通讯作者: 侯鹏 (1978-), 男, 山东泰安人, 博士, 正高级工程师, 主要从事生态评估与环境遥感应用研究。

E-mail: houpcy@163.com

生态保护成效评估一直是生态学和生态系统综合评估^[2]的研究热点问题, Liira等^[1]评估分析了不同措施下爱沙尼亚 Soomaa 国家公园洪泛湿地与草地的保护恢复成效。Joppa等^[3]评估了全球 359 个自然保护地对全部物种多样性的保护成效。Willcock等^[4]对非洲生物多样性热点区域评估分析了保护区建立前后的生态变化。张懿铨等^[5]基于 NPP 数据探讨了青藏高原自然保护区的保护成效。郑姚闽等^[6]和杨军等^[7]探讨了不同类型湿地自然保护区的指标体系对国家级湿地自然保护区保护成效的影响。侯鹏等^[8-11]将自然保护地置于其所在的自然地理空间, 提出生态安全贡献度的概念, 开展自然保护区、生态功能区、生态保护红线等不同类型的生态保护地的成效评估研究, 利用人类活动干扰指数分析生态空间变化及生物多样性维持功能的变化情况, 利用降水贮存量法评估水源涵养服务功能及其保护成效, 均取得了较好的应用效果。由于对同一地区或者同一地理单元开展不同生态保护地成效差异评估及协同管控的成效研究相对较少, 侯鹏等^[12]基于植被长势评估分析了不同类型生态保护地对植被长势的协同管控成效。如何实现生态保护地不同管理制度互补效应和协同管理制度, 形成区域生态保护合力, 成为生态保护地建设和管理的重大命题。

作为典型的低温带大陆性气候区域, 吉林省自西向东分布着平原、丘陵和山地等复杂多样的自然地理特征, 形成了西部草原生态区、中部松辽平原生态区、东部的次生植被及原始森林生态区等, 分布着各种类型生态保护地。臧正等^[13]基于生态系统服务价值理论和突变理论对吉林省西部自然保护区湿地生态效益进行评价; 王士远等^[14]通过集成生态环境的绿色度、湿度、热度和干度等指标构建了遥感生态指数对长白山自然保护区生态环境进行了评价。尽管许多学者开展了自然保护地的研究工作, 但是全省域的生态保护地综合评估及协同管控成效分析, 尚未见到。因此, 本文以吉林省自然保护区、森林公园、风景名胜区、湿地公园、地质公园、水产种质资源保护区、重点生态功能区等各类生态保护地(即禁止开发区和限制开发区)为研究对象, 以重要生态空间、植被生态、水源涵养服务功能为主要内容, 基于“禁止开发区—限制开发区—省域”的管控梯度差异, 对各类生态保护地保护成效及不同类型生态保护地之间的协同管控评估成效进行探索研究。

1 研究方法 with 数据来源

本文以吉林省 41 个自然保护区, 64 个其他类型自然保护地和 1 个国家级重点生态功能区为主要研究对象。其中, 41 个自然保护区总面积约 1.48 万 km²; 64 个其他类型自然保护地主要包括 4 个风景名胜区、23 个森林公园、15 个湿地公园、4 个地质公园、18 个水产种质资源保护区等, 面积约 1.06 万 km²; 1 个国家级重点生态功能区为长白山森林生态功能区, 面积约 5.05 万 km²。本文将重点生态功能区作为整体进行研究, 其中包含生态功能区中的自然保护区和其他类型自然保护地。自然保护区和其他类型自然保护地都属于禁止开发区, 重点生态功能区属于限制开发区。吉林省地理概况及生态保护地分布如图 1 所示。

本文以重要生态空间、植被生态、水源涵养功能为主要内容。其中, 重要生态空间以森林、草地、湿地、荒漠等自然生态系统类型组成的生态空间面积占比变化为评价指标, 植被生态以植被指数均值与人类扰动指数为评价指标, 水源涵养服务以水源涵养功

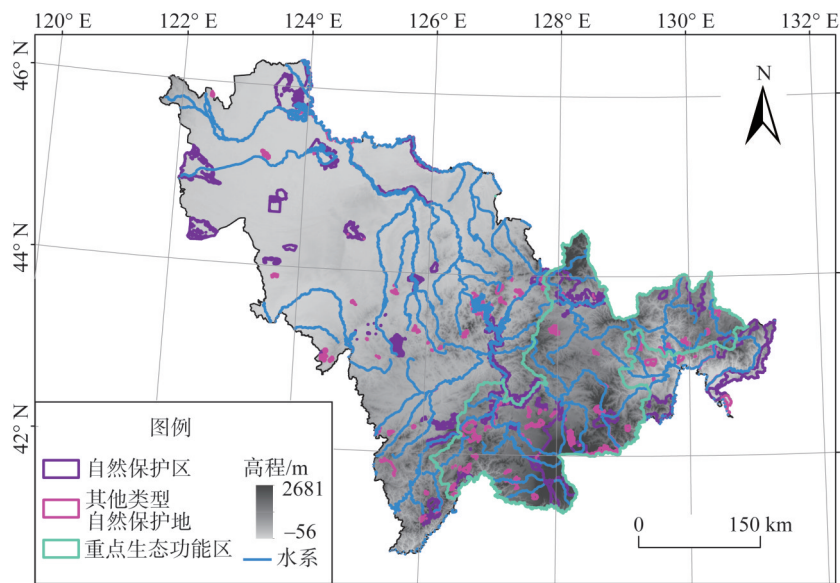


图1 吉林省生态保护地分布

Fig. 1 Distribution of nature reserves of Jilin province

能为评价指标，同时，基于“禁止开发区—限制开发区—省域”的管控梯度差异，即分别获取禁止开发区、限制开发区和省域范围内的评价指标参数，从而评估分析生态保护地的协同管控成效。

(1) 基于以美国 Landsat 卫星遥感影像数据为主要数据源解译的我国多时期土地利用变化遥感监测数据集^[15]，重点对森林、草地、湿地及水域、农田、建设用地、荒漠及裸地等六种生态系统类型，分析1980年、1990年、2000年、2010年和2015年的生态空间变化。

(2) 人类扰动指数^[16]通过不同生态系统类型及不同级别的扰动程度构建获得，即对拥有不同扰动级别的生态系统类型进行加权求和，并在加权求和的基础上进行标准化，用于评估分析区域人类活动干扰强度。

(3) 水源涵养服务功能评估采用了降水贮存量法^[17]估算得到的水源涵养量为主要指标，即用生态系统的水分调节效应来衡量其涵养水源的能力。

(4) 以MODIS数据的植被指数产品（产品MOD13Q1）为数据源，评估分析植被长势及其变化。

(5) 对于水源涵养服务功能和植被长势的变化，主要基于线性变化系数法、标准方差法、多年均值法等经典的统计学方法，分析2000—2015年变化趋势、稳定性及平均状态。

2 结果分析

2.1 生态保护地对生态空间的协同管控成效

吉林省重要生态空间主要包括东部山区的森林生态系统和西部平原区的草地与湿地生态系统。2015年，森林、草地和湿地等自然生态系统构成的重要生态空间面积比例为58.31%，三种类型生态系统的面积比例分别为44.08%、4.26%和9.97%。1980—2015年间，重要生态空间面积略有减少，面积比例减少了2.73个百分点；其中，草地生态系统

的面积比例减少最为明显，减少了2.56个百分点，减少面积约为4879 km²。吉林省生态系统构成及空间分布、重要生态空间面积统计特征分别如图2和图3所示。

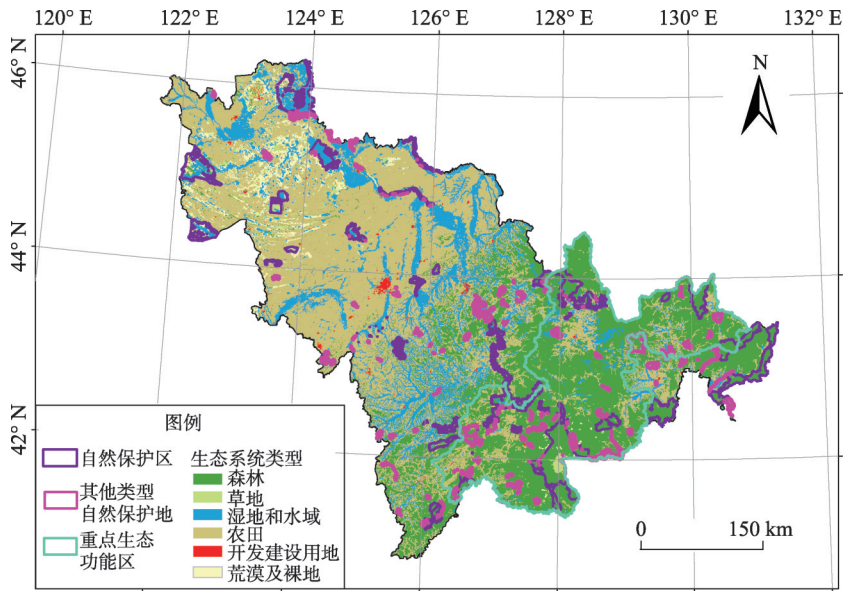


图2 吉林省生态系统类型构成及空间分布

Fig. 2 Ecosystem classification and spatial distribution in Jilin province

作为限制类开发区域，2015年重点生态功能区的重要生态空间面积比例高达89.30%；其中森林生态系统的面积比例最高，约为83.99%，人类活动干扰指数为0.37，低于全省0.45的水平；1980—2015年间，重点生态功能区内重要生态空间面积比例略有降低，降低约0.78个百分点；其中森林生态系统面积比例变化最大，减少了0.80个百分点，面积约为404.13 km²（图4、图5）。

作为禁止类开发区域，2015年自然保护区及其他类型自然保护地重要生态空间面积比例高达89.65%；森林类型生态系统的面积比例最高，比例为73.72%。1980—2015年间，自然保护区重要生态空间面积比例降低了1.62个百分点，约为410.47 km²；草地生态系统面积比例变化幅度最大，减少了1.72个百分点，面积约为445.62 km²。人类活动干扰指数为0.34（图5、图6）。

对于自然保护区来说，2015年重要生

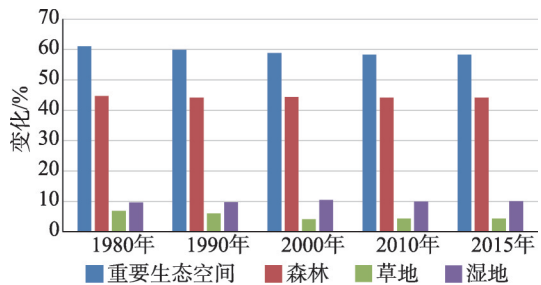


图3 吉林省重要生态空间及生态系统变化

Fig. 3 Statistical characteristics of important ecology space and ecosystems of the whole Jilin province

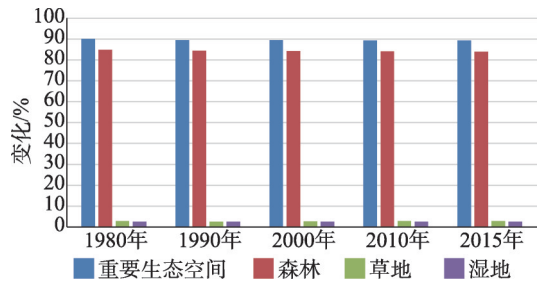


图4 重点生态功能区重要生态空间及生态系统变化

Fig. 4 Statistical characteristics of important ecology space and ecosystems of key ecological region

态空间面积比例为87.03%；森林生态系统的面积比例最高，比例为64.07%。1980—2015年间，重要生态空间面积比例有所下降，下降了2.01个百分点；草地生态系统的面积比例变化幅度最大，减少了2.60个百分点，面积约为383.44 km²。人类活动干扰指数为0.33，低于全省水平和重点生态功能区水平（图5、图6）。

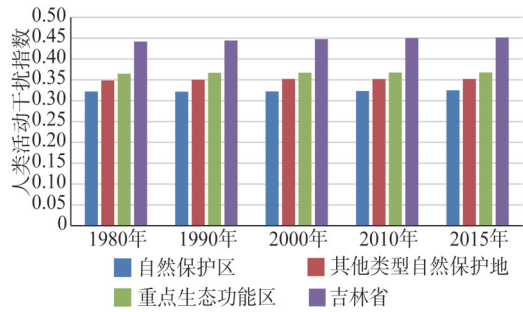


图5 人类活动干扰指数及其年际变化统计特征
Fig. 5 Statistical characteristics of variation of human activity interference index

对于其他类型自然保护区来说，2015年重要生态空间面积比例为93.33%；森林生态系统的面积比例最高，比例为87.26%。1980—2015年间，重要生态空间面积比例下降了1.09个百分点；草地生态系统的面积比例变化幅度最大，减少了0.59个百分点，面积约为62.18 km²。人类活动干扰指数为0.35，低于重点生态功能区、高于自然保护区（图5、图6）。

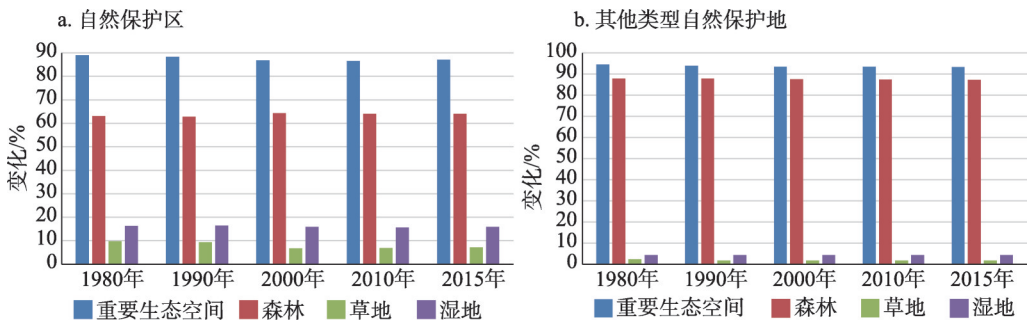


图6 自然保护区和其他类型自然保护区的重要生态空间生态系统类型变化统计
Fig. 6 Statistical characteristics of important ecology space and ecosystems of nature reserves

对比禁止开发区、限制开发区和全省域的不同管控空间，禁止开发区的重要生态空间面积比例最高，人类活动干扰指数最低，这与生态保护管控严格程度呈现很好的正相关关系。但是，从1980—2015年间的变化来看，三者的面积比例分别减少为1.62、0.78和2.73个百分点，分别为410.47 km²、394.56 km²和5239.77 km²；人类活动干扰指数分别增加了0.0032、0.0029和0.0098，总体呈现出重点生态功能区最小的特点，重要生态空间减少特点与生态保护管控的严格程度没有表现出正相关关系（图4~图6）。

2.2 生态保护地对植被生态的协同管控成效

基于2000—2015年间植被生态多年均值来看，吉林省植被指数很好地反映了覆盖情况，平均值为0.45。从空间分布特征来看，植被覆盖总体呈现出自东向西逐步降低的特点，与吉林省东部分布有重点生态功能区和森林类自然保护区、西部分布较多的湿地类自然保护区的空间特征一致，如图7所示。自然保护区、其他类型自然保护区和重点生态功能区的植被长势均优于全省。其中，重点生态功能区NDVI均值最高，达到0.57，比全省高0.12；其他类型自然保护区NDVI均值达到0.55，比全省高0.10；自然保护区NDVI均值达到0.51，比全省高0.06。

基于2000—2015年间植被生态恢复和稳定性来看，自然保护区、其他类型自然保护区

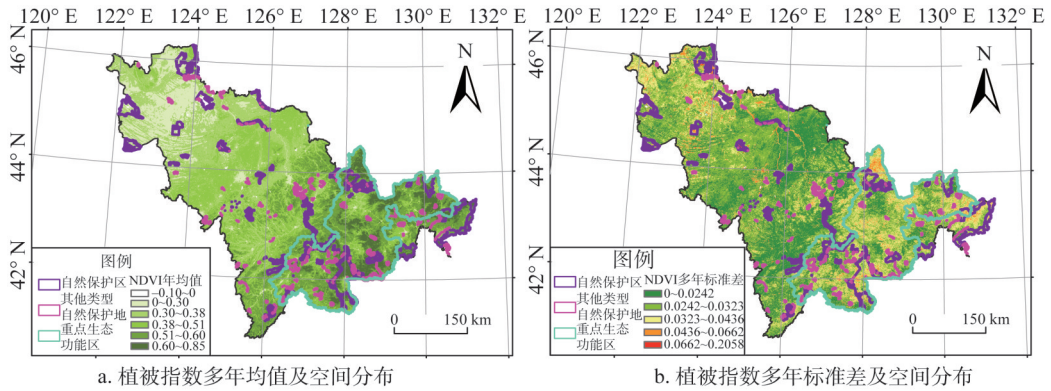


图7 植被指数多年均值和多年标准差

Fig. 7 Spatial and temporal distribution of multi-year mean and standard deviation of vegetation index

和重点生态功能区 NDVI 均值均呈现逐渐上升的变化特征，且均高于全省 NDVI 均值。重点生态功能区 NDVI 均值在 0.49~0.58 之间浮动，其他类型自然保护区 NDVI 均值在 0.47~0.56 之间浮动，自然保护区 NDVI 均值在 0.44~0.51 之间浮动，说明重点生态功能区植被长势优于自然保护区内植被长势。重点生态功能区和自然保护区 NDVI 均值均呈现上升的变化趋势，其中，自然保护区的上升趋势较重点生态功能区和其他类型自然保护区略明显，如图 7 所示。基于 2000—2015 年间植被指数标准方差来看，重点生态功能区的稳定性最好，明显好于自然保护区和其他类型自然保护区。后两者植被稳定性较差、年际变化较大的主要原因可能是两者的湿地及水域类型保护地面积占比较高，分别为 37.27% 和 29.16%；两者分布在吉林西部草原和平原区的面积比例较高，分别为 31.08% 和 16.58%。重点生态功能区主要分布在东部的长白山森林区，基本全部为森林生态系统，进而稳定性较好、年际变化较小。

2.3 生态保护地对水源涵养服务功能的协同管控成效

吉林省单位面积水源涵养功能为 16.32 万 t/km²。从空间分布特征来看，水源涵养功能呈现出东部和西部高、中部低的特点，与这两个区域主要分布有森林、草地和湿地等重要生态空间密切相关，也与分布着大面积的重点生态功能区和各类自然保护区密切相关。如图 8 所示。

基于 1980—2015 年间单位面积水源涵养功能平均值来看，自然保护区的水源涵养功能为 20.36 万 t/km²，明显好于重点生态功能区和全省的平均水平，分别比两者高出 14.38% 和 24.77%；自然保护区的水源涵养功能为 22.53 万 t/km²，更是明显好于其他类型自然保护区、重点生态功能区和全省的平均水平，分别比三者高出了 26.56%、27.67% 和 38.07%。重点生态功能区的水源涵养功能也好于全省的平均水平，高出了 10.40%。如图 8 所示。

基于 1980—2015 年间单位面积水源涵养功能标准方差来看，自然保护区水源涵养功能的稳定性最好，明显优于重点生态功能区和全省平均水平。特别是自然保护区的水源涵养功能最为稳定，与多年均值的平均偏离度仅为 5.81%。

3 结论与讨论

分区分类管理是我国生态保护的重要管控制度，生态保护地是事关国家生态安全的

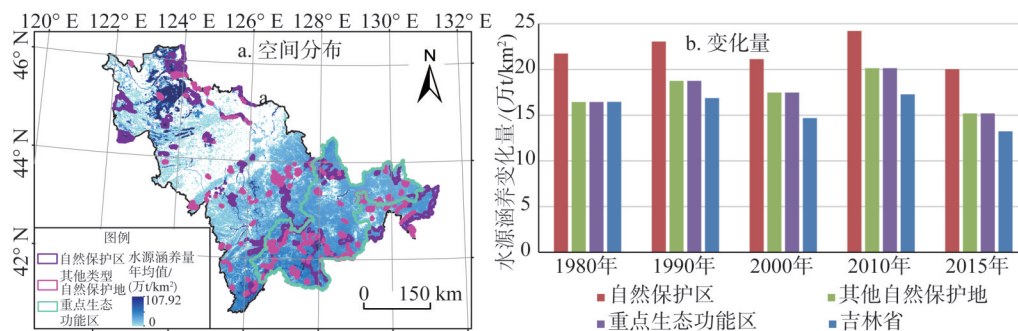


图8 水源涵养功能空间分布及变化统计特征

Fig. 8 Spatial distribution and variance statistical characteristics of water conservation services

关键区域，开展生态保护地保护成效及不同类型生态保护地之间的协同管控成效评估具有重要意义。本文以吉林省自然保护地和重点生态功能区等生态保护地（即禁止开发区和限制开发区）为研究对象，以重要生态空间、植被生态、水源涵养功能为主要内容，基于“禁止开发区—限制开发区—省域”的管控梯度差异，评估分析了生态保护地的协同管控成效。结果表明：

(1) 从重要生态空间协同管控成效来看，自然保护地和生态功能区的重要生态空间面积比例较高，分别达到89.65%和89.30%。自然保护区人类活动干扰指数最低，这与生态保护管控严格程度呈现很好的正相关。但是，从1980—2015年间的变化来看，禁止开发区、限制开发区和全省域的重要生态空间面积比例分别减少为1.62、0.78和2.73个百分点，人类活动干扰指数分别增加了0.0032、0.0029和0.0098，总体呈现出重点生态功能区最小的特点，重要生态空间减少特点与生态保护管控的严格程度没有表现出正相关关系。

(2) 从植被生态协同管控成效来看，植被覆盖空间分布总体呈现出自东向西逐步降低的特点，与吉林省东高西低的地形特征密切相关，也与东部分布有重点生态功能区 and 森林类自然保护区、西部分布较多的湿地类自然保护区的空间特征一致。自然保护区、其他类型自然保护区和重点生态功能区的植被长势均优于全省。从植被生态恢复和稳定性来看，自然保护区、其他类型自然保护区和重点生态功能区NDVI均值均呈现逐渐上升的变化特征，且均高于全省NDVI均值；自然保护区的上升趋势较生态功能区和其他类型自然保护区略明显。重点生态功能区的稳定性最好，明显好于自然保护区和其他类型自然保护区，主要原因可能是由于湿地及水域类型自然保护区面积占比较高，且分布在吉林西部草原和平原区的面积比例较高。

(3) 从水源涵养功能协同管控成效来看，水源涵养功能空间分布总体呈现出东部和西部高、中部低的特点，与这两个区域主要分布有森林、草地和湿地等重要生态空间密切相关，与分布着大面积的重点生态功能区和各类自然保护区也密切相关。自然保护区水源涵养功能稳定性最好，明显好于重点生态功能区和全省平均水平。特别是自然保护区的水源涵养功能最为稳定，与多年均值的平均偏离度仅为5.81%。

参考文献(References):

- [1] LIIRA J, ISSAK M, JÖGARÜ, et al. Restoration management of a floodplain meadow and its cost-effectiveness: The results of a 6-year experiment. *Annales Botanici Fennici*, 2009, 46: 397-408.

- [2] 侯鹏,王桥,申文明,等.生态系统综合评估研究进展:内涵、框架与挑战.地理研究,2015,34(10):1809-1823. [HOU P, WANG Q, SHEN W M, et al. Progress of integrated ecosystem assessment: Concept, framework and challenges. Geographical Research, 2015, 34(10): 1809-1823.]
- [3] JOPPA L N, PFAFF A. Global protected area impacts. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 2011, 278: 1633-1638.
- [4] WILLCOCK S, PHILLIPS O L, PLATTS P J, et al. Land cover change and carbon emissions over 100 years in an African biodiversity hotspot. Global Change Biology, 2016, 22: 2787-2800.
- [5] 张懿铨,胡忠俊,祁威,等.基于NPP数据和样区对比法的青藏高原自然保护区保护成效分析.地理学报,2015,70(7):1027-1040. [ZHANG Y L, HU Z J, QI W, et al. Assessment of protection effectiveness of nature reserves on the Tibetan Plateau based on net primary production and the large-sample-comparison method. Acta Geographica Sinica, 2015, 70(7): 1027-1040.]
- [6] 郑姚闽,张海英,牛振国,等.中国国家级湿地自然保护区保护成效初步评估.科学通报,2012,57(1):1-24. [ZHENG Y M, ZHANG H Y, NIU Z G, et al. Protection efficacy of national wetland reserves in China. China Science Bulletin, 2012, 57(1): 1-24.]
- [7] 杨军,张明祥,雷光春.《中国国家级湿地自然保护区保护成效初步评估》中的偏差.科学通报,2012,57(15):1367-1370. [YANG J, ZHANG M X, LEI G C. Biases in "Protection efficacy of national wetland reserves in China". China Science Bulletin, 2012, 57(15): 1367-1370.]
- [8] 侯鹏,杨旻,翟俊,等.论自然保护区与国家生态安全格局构建.地理研究,2017,36(3):420-428. [HOU P, YAN M, ZHAI J, et al. Discussion about natural reserve and construction of national ecological security pattern. Geographical Research, 2017, 36(3): 420-428.]
- [9] 侯鹏,王桥,杨旻,等.生态保护红线成效评估框架与指标方法.地理研究,2018,37(10):53-63. [HOU P, WANG Q, YANG M, et al. China's ecological protection redlines: Evaluation framework and method of protection effect. Geographical Research, 2018, 37(10): 53-63.]
- [10] 侯鹏,翟俊,曹巍,等.国家重点生态功能区生态状况变化与保护成效评估:以海南岛中部山区国家重点生态功能区为例.地理学报,2018,73(3):429-441. [HOU P, ZHAI J, CAO W, et al. Ecosystem changes and implementation effect evaluation in the national key ecological function zones: Central mountainous area of Hainan Island. Acta Geographica Sinica, 2018, 73(3): 429-441.]
- [11] ZHAI J, HOU P, CAO W, et al. Ecosystem assessment and protection effectiveness of a tropical rainforest region in Hainan Island, China. Journal of Geographical Sciences, 2018, 28(4): 415-428.
- [12] 侯鹏,王桥,房志,等.国家生态保护重要区域植被长势遥感监测评估.生态学报,2013,33(3):780-788. [HOU P, WANG Q, FANG Z, et al. Satellite-based monitoring and appraising vegetation growth in national key regions of ecological protection. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(3): 780-788.]
- [13] 王士远,张学霞,朱彤,等.长白山自然保护区生态环境质量的遥感评价.地理科学进展,2016,35(10):1269-1278. [WANG S Y, ZHANG X X, ZHU T, et al. Assessment of ecological environment quality in the Changbai Mountain Nature Reserve based on remote sensing technology. Progress in Geography, 2016, 35(10): 1269-1278.]
- [14] 臧正,郑德凤,孙才志,等.吉林西部自然保护区湿地生态效益及生态恢复评价.应用生态学报,2014,25(5):1447-1454. [ZANG Z, ZHENG D F, SUN C Z, et al. Evaluation of wetland ecological benefit and restoration in the natural reserves of Western Jilin province, China. Chinese Journal of Applied Ecology, 2014, 25(5): 1447-1454.]
- [15] LIU J Y, KUANG W H, ZHANG Z X, et al. Spatiotemporal characteristics, patterns, and causes of land-use changes in China since the late 1980s. Journal of Geographical Sciences, 2014, 24(2): 195-210.
- [16] 赵国松,刘纪远,匡文慧,等.1990—2010年中国土地利用变化对生物多样性保护重点区域的扰动.地理学报,2014,69(11):1640-1650. [ZHAO G S, LIU J Y, KUANG W H, et al. Disturbance impacts of land use change on biodiversity conservation priority areas across China during 1990-2010. Acta Geographica Sinica, 2014, 69(11): 1640-1650.]
- [17] 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.自然资源学报,2004,19(4):480-491. [ZHAO T Q, OUYANG Z Y, ZHENG H, et al. Forest ecosystem services and their valuation in China. Journal of Natural Resources, 2004, 19(4): 480-491.]

Evaluation of protection effect of coordinated management of different kinds of nature reserves

CHEN Yan¹, HOU Peng¹, WANG Yuan², PENG Kai-feng³, ZHAI Jun¹,
XU Hai-tao⁴, ZHU Han-shou¹, SUN Chen-xi¹

(1. Satellite Environment Center, MEP, Beijing 100094, China; 2. Research Academy of Environmental Sciences of Jilin Province, Changchun 130012, China; 3. Faculty of Geographical Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100085, China; 4. College of Earth Sciences, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract: Ecology reserves are the key regions relating to national ecology security. Diving into different protection regions and taking effective measures play an important role in ecological protection management in China. Evaluation of protection effect of nature reserves and coordinated management of different kinds of nature reserves is of great significance. This paper takes nature reserves and key ecological function regions in Jilin as study reasons, they are prohibited and restricted development areas respectively. This article analyses ecological space, vegetation ecology and water conservation services in different kinds of nature reserves, then evaluates and examines different management effects of these regions resulting from management gradient. According to protection effect of important ecological space, the highest area proportion of important ecological space in Jilin province was observed in nature reserves, and the lowest human disturbance index was found in the study area, which is positively correlated with the strict degree of management and control of ecological protection. However, the proportion of important ecological space area decreased from 1980 to 2015, and the extent of reduction was not positively correlated with strictness of management and control. Secondly, according to protection effect of vegetation ecology, the vegetation coverage gradually decreased from the east to the west, which is consistent with the spatial characteristics that the key ecological function areas and most of forest nature reserves are in the east, and the wetlands are in the west. However, due to the high area proportion of wetlands and water type nature reserves, and most of them are located at grassland and plain in the west, the annual variation of vegetation coverage in nature reserves is larger than that of the key ecological function areas, while the multi-year stability of vegetation coverage is lower than that of the key ecological function areas. Thirdly, in terms of protection effect of water conservation services, the water conservation services capacity in the east and west is higher than that in the middle of Jilin province. This is closely related to the fact that most of forests, grasslands and wetlands of Jilin are located in the east and west, and that the key ecological function zone and most of forest nature reserves are also in these areas. The water conservation capacity and its stability in nature reserves is better than those outside the reserves.

Keywords: provincial scale; nature reserve; associate management; protection effect evaluation