

张文凯,吴克宁,黄 晴,等.北京市房山区土地利用生态功能分区[J].江苏农业科学,2017,45(12):250-256.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.12.063

# 北京市房山区土地利用生态功能分区

张文凯<sup>1</sup>,吴克宁<sup>1,2</sup>,黄 晴<sup>3</sup>,谢苗苗<sup>1</sup>,常 青<sup>4</sup>

(1. 中国地质大学土地科学技术学院,北京 100083; 2. 国土资源部土地整治重点实验室,北京 100035;  
3. 中国地质大学信息工程学院,北京 100083; 4. 中国农业大学,北京 100193)

**摘要:**房山区是北京市重要的资源型辖区,又肩负北京西南“生态屏障”“世界地质公园”等诸多重要角色。基于北京市房山区的生态环境特征,运用景观生态分类理论,结合房山区“世界地质公园”的定位,采用生态功能评价的方法,运用地理信息系统系列软件(ArcGIS)、遥感图像处理平台(ENVI)、碎片统计软件(Fragstats)等技术手段,以房山区多个小流域为评价单元,对房山区遥感影像、土地利用覆被数据、土地利用数据库进行叠加分析,完成房山区土地利用生态功能分区。结果表明,房山区处于生态转型进程中,土地生物生产功能分区面积 1 087.66 km<sup>2</sup>,环境服务功能分区面积 451.10 km<sup>2</sup>,文化支持功能分区面积 480.24 km<sup>2</sup>。房山区生态功能区域的划分可用于指导房山区矿产资源的有序开发利用和合理的产业布局,为北京市生态环境保护提供科学依据,为维护房山区“世界地质公园”称号及北京西南区“生态屏障”提供重要指导,对于房山区生态安全具有重要的意义。

**关键词:**生态系统服务;生态功能分区;环境保护;生态安全;房山区;土地利用

**中图分类号:** F323.211 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)12-0250-06

土地利用生态功能分区是依据区域地貌等环境要素的同一性、土地资源与土地利用的相似性、土地生态环境现状与未来发展趋势以及治理措施的相对一致性,将某区域内土地划分为不同的生态功能区<sup>[1]</sup>。生态功能是生态系统的属性,生态功能区划主要考虑生态、地理、气候的空间分异特征<sup>[2]</sup>。根据区域生态系统类型、生态敏感性、生态系统服务功能重要性的空间分异规律,生态功能区划可对区域生态功能进行地理空间分区<sup>[3]</sup>。19 世纪初开始提出地表自然区划和主要单元内部逐级分区的概念,以及后来现代自然区划研究的开创,直到首次真正意义上的生态区划实施,经历了一个不断完善和发展的过程<sup>[4]</sup>。1976 年,Bailey 提出了美国真正意义上的生态分区等级系统<sup>[5]</sup>。我国于 2002 年发布了《生态功能区划技术暂行规程》,2008 年环境保护部和中国科学院发布了《全国生态功能区划》,是国际上首次提出基于生态系统服务功能的生态功能区划思路和区划方法,并完成了国家尺度生态功能区划方案,同时对区域生态系统管理以及区域发展战略提供了指导和借鉴<sup>[6]</sup>。

房山区位于北京市西南部,矿产、地热、旅游资源极为丰富,联合国教科文组织于 2006 年批准成立中国房山世界地质公园,同时《北京市城市总体规划 2004—2020》中将房山区定为北京市西南区的生态屏障。资源型产业是房山区的传统产业,但随着资源枯竭、区域定位变化,大量废弃矿区造成地质环境恶劣、生态风险加剧,造成生态环境现状与发展规划背道

而驰。本研究基于地理信息系统(简称 GIS)平台,结合房山区遥感影像和空间栅格矢量数据,采用层次分析法确定指标权重,借助遥感图像处理平台(ENVI)和碎片统计软件(Fragstats)等技术手段,进行房山区土地利用生态功能分区,并对房山区重要生态功能区的主要环境问题进行分析,为指导房山区环境保护和生态建设、因地制宜进行产业结构布局及调整,协调房山区经济发展提供科学依据,为区域生态系统管理提供理论框架。

## 1 研究区概况与数据来源

### 1.1 房山区概况

北京市房山区地处北京西南(115°25′~116°15′E,39°3′~39°55′N),处于华北平原与太行山交界地带,总面积 2 019 km<sup>2</sup>(图 1)。海拔高度为 -8~2 014 m,平均海拔 381.92 m,其中 66% 为山地、丘陵,34% 为平原。地表形态从西北至东南依次分布山地、丘陵、平原,西北山区坡度较大,且走向散乱。房山区属于暖温带半湿润半干旱大陆性季风气候区,年平均气温为 11.9℃,年平均降水量为 582.8 mm,年平均相对湿度为 61%。境内有大小河流 13 条,全区多年平均地表水径流量 2.05 亿 m<sup>3</sup>,其中山区 1.52 亿 m<sup>3</sup>,平原 0.53 亿 m<sup>3</sup>。土壤类型以褐土为主,分布于全区南部和西部等大部分地区,占全区耕地土壤面积的 51.34%;其次为棕壤,主要分布于中部和北部等地区,占耕地土壤面积的 27.00%;再次为潮土,主要分布于东部地区,占耕地土壤面积的 12.58%。土地利用类型中林地面积 1 204.4 km<sup>2</sup>,占房山区总面积的 60.5%;耕地面积 392.4 km<sup>2</sup>,占房山区总面积的 19.7%。

房山区历史文化底蕴深厚,有文物保护单位 328 处,周口店北京人遗址是中国首批世界文化遗产,距今 3 000 多年历史的西周燕都遗址是北京建城的重要标志。房山旅游资源居

收稿日期:2016-03-20

基金项目:国土资源部公益性行业科研专项(编号:201211084-02)。

作者简介:张文凯(1992—),男,山东济宁人,硕士研究生,主要从事土地评价与利用规划研究。E-mail:584812010@qq.com。

通信作者:吴克宁,博士,教授,主要从事土地评价与利用规划研究。E-mail:knwu@sohu.com。

京郊之首,境内有石花洞、银狐洞、仙栖洞等岩溶洞群,有十渡风景名胜、上方山国家森林公园等众多自然人文景观。2006 年 9 月,房山世界地质公园通过联合国教科文组织评审,使北京成为世界上第 1 个拥有“世界地质公园”的首都城市。



图1 房山区地理位置

1.2 数据来源

数据来源于第 2 次全国土地资源调查数据,包括房山区

土壤类型图、行政区划图、地籍调查数据,2010 年房山区数字高程模型( DEM)、TM 遥感影像图,土地利用/土地覆被数据,气象部门资料及房山区统计年鉴。通过以上数据提取地形、土地覆被类型、植被、土壤类型及分布、水资源分布数据:(1)分析房山区覆被类型及分布;(2)土壤类型分布与典型土壤的区域分布状况;(3)利用房山区 DEM 影像提取河流、坡度、坡向和高等等相关数据,得出平原、丘陵、山地等分布状况及集水流域;(4)利用房山区 TM 影像图提取年降水量、年均温度等气象指标。

数据处理软件包括 ArcGIS、ENVI、Fragstats、Excel,主要用于数据提取、处理、叠加分析与统计。数据格式主要包括矢量和栅格数据 2 种,栅格单元大小为 30 m × 30 m,矢量数据比例尺为 1 : 10 000。

2 研究方法

2.1 构建生态功能分区评价指标体系

联合国千年生态系统评估将生态系统服务分为供给服务、调节服务、文化服务、支持服务四大类<sup>[7]</sup>。本研究依据联合国千年生态系统千年评估方法,结合房山区自然环境和社会经济特点,以土地支持功能为综合调节服务系数,将房山区土地生态功能类型划分为生物生产功能、环境服务功能、文化支持功能。

表 1 土地利用生态功能评价指标体系

准则层	指标层	元指标层
综合调节服务系数(0.15)(土地支持功能)	第一性生产力(0.48)	年均降水量(0.13)
		年均温度(0.12)
	生物多样性(0.52)	植被覆盖度(0.32)
		林、草、耕地土地总面积(0.43)
		物种丰富度指数(0.52)
		散布毗邻指数(0.26)
生物生产能力(0.25)	食物供给(0.56)	平均斑块大小(0.22)
		粮食及农产品产量(1.00)
环境服务能力(0.29)	原材料供给(0.44)	木材、燃料等产量(1.00)
	降温效应(0.47)	地表温度(1.00)
	水土保持(0.53)	土壤侵蚀量(1.00)
文化支持能力(0.31)	历史文化价值(0.45)	文化遗产遗迹等级(1.00)
	休闲娱乐价值(0.32)	名胜区或公园等级(1.00)
	社会经济支持价值(0.23)	地均国内生产总值(1.00)

2.2 权重集确定

在生态功能评价中,各指标因子的性质、计量单位、阈值范围存在较大差异,文化支持功能中诸多因素不宜直接比较。为方便比较,本研究采用极差标准化法<sup>[8]</sup>针对各因素进行标准化处理,将相关指标值转为无量纲的相对数,标准化公式见公式(1)。鉴于层次分析模型(简称 AHP)主观性较强,本研究采用客观的熵权模型<sup>[9]</sup>来确定权重,分别为公式(2)至公式(5)。

$$X_{ij} = (S_{ij} - S_{j\min(\max)}) / (S_{j\max} - S_{j\min}); \tag{1}$$

$$X_{ij}' = X_{ij} + 1; \tag{2}$$

$$C_{ij} = X_{ij}' / \sum_{i=1}^n X_{ij}'; \tag{3}$$

$$F_j = (-1 / \ln n) (\sum_{i=1}^n C_{ij} \ln C_{ij}); \tag{4}$$

$$W_j = (1 - F_j) / \sum_{i=1}^m (1 - F_j)。 \tag{5}$$

式中: $X_{ij}$ 为指标标准化值; $S_{ij}$ 为指标值; $S_{j\min(\max)}$ 为指标的最小值或最大值; $i$ 为第  $i(i = 1, 2, 3, \cdots, n)$  个评估单元; $j$ 为第  $j(j = 1, 2, 3, \cdots, m)$  个指标; $X_{ij}'$ 为对  $X_{ij}$ 的范围修正,因为可能  $X_{ij}$ 全为零; $C_{ij}$ 表示评估单元  $i$  对第  $j$  个评估指标的贡献率; $n$ 为评估单元数量; $F_j$ 为输出熵; $W_j$ 为指标的权重。

2.3 评价单元综合值计算

在房山区土地利用生态功能评价中,共选取 14 个评价指标。土地支持的综合调解系数加之三者的结合构成了生态分区的结果,本研究为了计算方便,采用综合法对土地利用生态功能进行评价。

$$S_{efc} = \sum_{z=1}^4 W_k [\sum_{v=1}^9 W_v (\sum_{u=1}^{14} W_u X_{ij})]。 \tag{6}$$

式中: $S_{qz}$ 为评定土地单元土地生态功能分值; $z$ 为准则层数量; $W_k$ 为准则层权重; $v$ 为指标层数量; $W_v$ 为指标层权重; $u$ 为元指标数量; $W_u$ 为元指标权重。

2.4 分区原则

- 房山区土地生态功能分区主要遵循以下 5 个原则。
- (1)生态系统功能分异原则。该区地处北京市西南区,是西南重要的生态屏障,在本研究中特别强调和重视房山区资源产业转型与“世界地质公园”的关系,以及由于自然因素和人类活动的区域差异性所导致的区域生态系统结构、功能、服务的差异。
- (2)主导生态功能一致性原则。重点考虑分区域生态环境问题、生态环境敏感性、生态服务功能和结构,以及主导因子的生态学基础与依据。在各评价参数中,筛选出主导因素,并赋予相关权重,同时还要考虑参数的相互影响与综合作用<sup>[9]</sup>。
- (3)区域共轭原则。生态功能区域划分单元必须具有独特性和空间上完整的自然区域。即任何一个生态功能区必须是完整的个体,不存在彼此分离的部分。
- (4)生态-社会-经济可持续发展原则。生态功能分区

结合了社会经济发展水平,实现资源的合理开发利用,坚持生态、社会、经济效益相统一的原则,促进区域社会的可持续发展<sup>[10-11]</sup>。

(5)前瞻性原则。生态功能分区的目的是保护具有重要生态服务功能的生态区。分区在充分把握生态系统结构与功能演变趋势的基础上,结合区域社会经济发展方向,高度重视区域未来社会经济发展导致的生态环境效应、生态服务功能的变化。

根据《北京市房山区国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》制定的“两轴三带五园区”发展战略,结合房山区“十三五规划纲要”加快房山转型,着力推进生态文明建设,奋力打造“京保石发展轴桥头堡”,确定房山区文化支持功能优先于环境服务功能,优先于生物生产功能。首先将文化支持功能主导性和环境服务功能主导性进行多因素叠加,根据表 2 划分为文化支持功能区、环境服务功能区和待定区,再将环境服务功能主导性和生物生产功能主导性进行多因素叠加,根据表 3 将待定区划分为环境服务功能区和生物生产功能区。

表 2 文化支持-环境服务功能叠加逻辑组合规则

功能分区		环境服务功能		
		一类功能区	二类功能区	三类功能区
文化支持功能	一类功能区	文化支持功能区	文化支持功能区	文化支持功能区
	二类功能区	环境服务功能区	待定区	
	三类功能区	环境服务功能区		

表 3 环境服务-生物生产功能叠加逻辑组合规则

待定区		生物生产功能		
		一类功能区	二类功能区	三类功能区
环境服务功能	一类功能区	环境服务功能区	环境服务功能区	环境服务功能区
	二类功能区	生物生产功能区	环境服务功能区	生物生产功能区
	三类功能区	生物生产功能区	环境服务功能区	生物生产功能区

3 结果与分析

3.1 综合调节服务系数评价

综合调节服务系数用以表征土地生态系统在维持生物生产、环境服务和文化支持功能 3 项功能的主导性。基于房山区土地利用类型,结合利用现状可以得出,房山区综合调解服

务系数标准化值在 0.005 9~0.976 9 之间;林地分布区域的综合调节服务功能较强,主要原因是林地涵养水源、调解气候的能力较强,第一性生产力和生物多样性较高,主要分布在房山区的西部蒲洼乡、南窖乡、霞云岭乡;西南地区十渡镇及北部佛子庄乡地区综合调节功能次之;东部城关镇、石楼镇、良乡等地区建设用地广泛分布的地区综合调节功能最弱(图 2)。

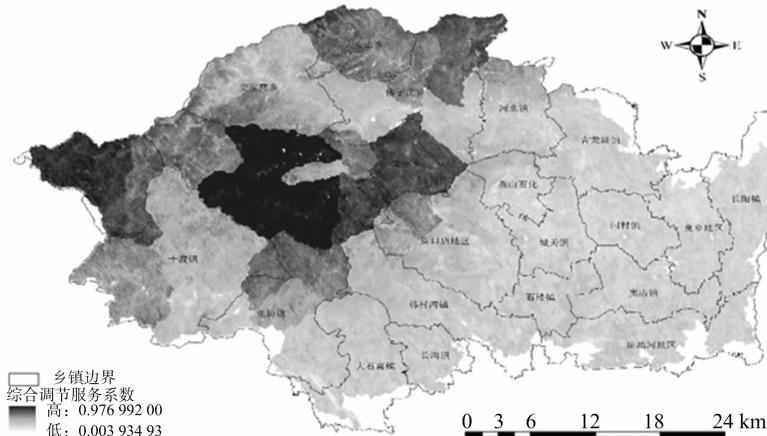


图2 房山区土地综合调解服务系数

3.2 生物生产功能评价

生物生产功能表征一个区域生产能力的大小,它支持着区域的经济社会发展。房山区生物生产功能评分标准化值在 0.000 0~0.859 8 之间,总体呈西部、北部高,东南低的趋势,这与西北分布广阔的森林和粮食主产区有密切的关系,其具体状况如表 4 所示。其中,一类功能区面积为 911.66 km<sup>2</sup>,占房山区面积的 45.15%,主要集中在西部和北部,该地区土地利用类型主要为林地和农田,原材料供给和粮食产量较高,应

成为林地保护区和粮食主产区;二类功能区面积为 744.74 km<sup>2</sup>,占房山区面积的 36.89%,主要集中在中部及南部地区,该地区土地利用类型主要以农田为主,应注重农田质量,着力发展农业;三类功能区面积为 362.60 km<sup>2</sup>,占房山区面积的 17.96%,主要集中在东部,该地区中城镇化、工业化较高的地方,土地多用于生产建设,生物生产能力相对较弱,具体分布范围见图 3。

表 4 房山区生物生产功能分区

分区	阈值范围	面积 (km <sup>2</sup> )	面积所占比例 (%)	分布
一类功能区	0.52~0.86	911.66	45.15	十渡镇、霞云岭乡、佛子庄乡、大安山乡
二类功能区	0.21~0.52	744.74	36.89	张坊镇、韩村河镇、大石窝镇、长沟镇
三类功能区	0.00~0.21	362.60	17.96	城关镇、良乡地区、琉璃河地区、长阳镇

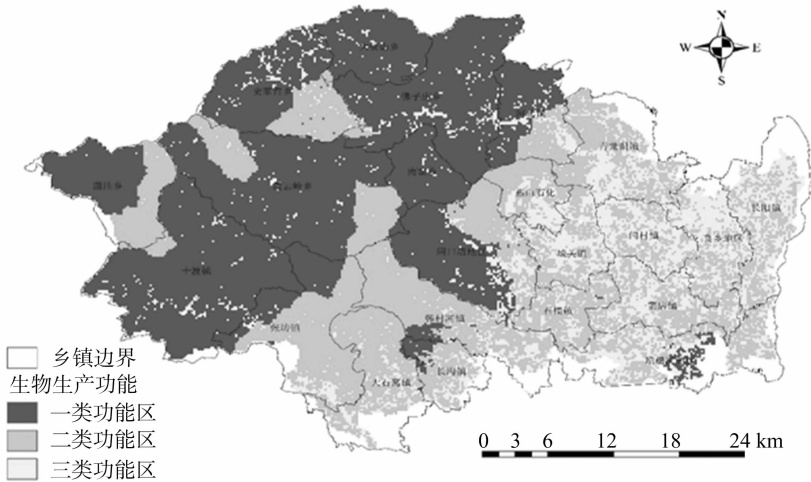


图 3 房山区生物生产功能分区

3.3 环境服务功能评价

环境服务功能体现出区域环境保护对周边环境影晌程度的大小,结合房山区地形图与土地利用现状图可以得出,房山区西部、南部山区森林分布较广,对环境服务具有较大价值;北部农田分布较广的地区也有较高的服务价值;东部城市与工业区的环境服务功能最弱。

房山区环境服务价值标准化分值在 0.11~0.99 之间,总体分布与林地和农田分布一致,具体状况如表 5 所示。其中,一类功能区面积为 1 176.94 km<sup>2</sup>,占房山区面积的 58.29%,主要集中在西部、南部大部分地区,该地区土地利用类型主要以林地为主,植物生长发育较好,生物多样性高,无高温区,水土保持量高;二类功能区面积为 810.36 km<sup>2</sup>,占房山区面积的 40.14%,主要集中在北部,该地区以农田为主,生物多样性居中,高温区分布、水土保持量一般;三类功能区面积为 31.70 km<sup>2</sup>,占房山区面积的 1.57%,主要集中在矿区及建设用地密集区域,该地区植物生长发育差,生物多样性低,有大

面积的高温区,水土保持量低,具体分布范围见图 4。

3.4 文化支持功能评价

文化支持功能是展现区域文化特色的重要指标,房山区历史文化古迹众多,加之“世界地质公园”的挂名,生态旅游已经成为房山区着力发展的项目之一。房山区文化服务价值标准化分值在 0.00~0.82 之间,主要位于涵盖历史文化景点与自然地理景点的区域,其具体状况如表 6 所示。其中,一类功能区面积为 957.34 km<sup>2</sup>,占房山区面积的 47.42%,主要分布在房山区西部“房山世界地质公园”、周口店猿人遗址及北部等国际级和一级景区周围,具有较高的文化保护价值;二类功能区面积为 758.17 km<sup>2</sup>,占房山区总面积的 37.55%,主要集中在中部和南部的部分二级景区区域,该区文化服务功能一般,具有一定的文化保护价值;三类功能区面积为 303.49 km<sup>2</sup>,占房山区总面积的 15.03%,零散分布在东部地区,该区主要以建设用地为主,城镇化发展水平较高,相对文化服务功能较低,具体分布情况见图 5。

表 5 房山区环境服务价值分区

分区	阈值范围	面积 (km <sup>2</sup> )	面积所占比例 (%)	分布
一类功能区	0.58~0.99	1 176.94	58.29	十渡镇、张坊镇、大石窝镇、韩村河镇、河北镇、周口店地区
二类功能区	0.29~0.58	810.36	40.14	霞云岭乡、佛子庄乡、大安山乡、
三类功能区	0.11~0.29	31.70	1.57	长阳镇、琉璃河地区

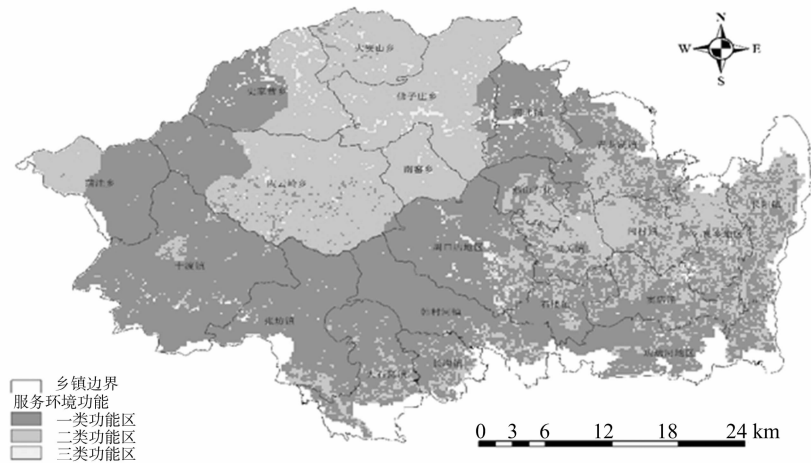


图4 房山区环境服务功能分区

表 6 房山区环境服务价值分区

分区	阈值范围	面积 (km <sup>2</sup> )	面积所占比例 (%)	分布
一类功能区	0.48 ~ 0.82	957.34	47.42	十渡镇、周口店地区、佛子庄乡、霞云岭乡、史家营乡、大安山乡
二类功能区	0.26 ~ 0.48	758.17	37.55	张坊镇、韩村河镇、石楼镇、城关镇
三类功能区	0.00 ~ 0.26	303.49	15.03	窦店镇、良乡地区、长阳镇

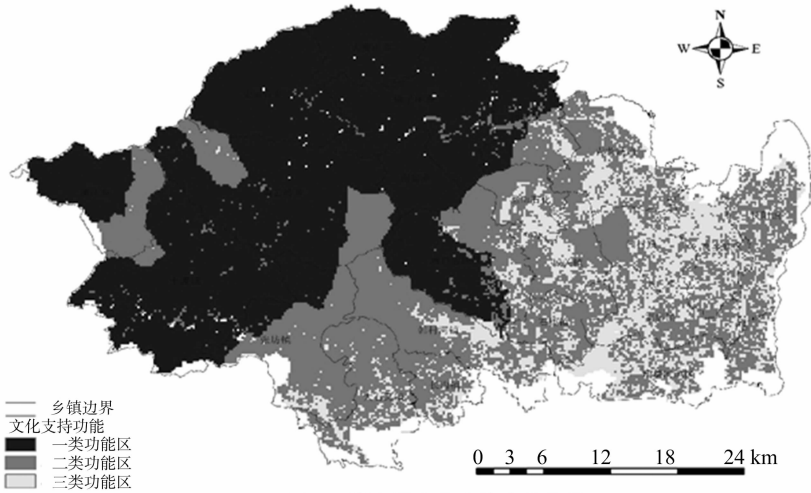


图5 房山区文化支持功能分区

3.5 房山区土地利用生态功能分区

依据评价单元综合调解服务系数,叠加分析房山区生物生产、环境服务及文化支持等相关指标,将房山区划分为生物生产功能区、环境服务功能区和文化支持功能区(图6)。结合房山区土地利用规划大纲中将房山西部和北部作为生态·文化创意旅游带、中部作为文化休闲宜居带、东部作为经济发展带的整体规划,说明本研究在基于14个评价指标(表1)的土地利用生态功能分区具有可行性,能够很好地反映房山区的自然、社会状况,分区含义见表7。

3.5.1 文化支持功能区 该区域属西部山区,平均海拔为595.99 m,平均坡度为22.94°。该功能区土地利用类型主要为林地、工矿用地、建筑用地。现有十渡风景区、圣莲山风景区、仙栖洞、石花洞、银狐洞等休闲娱乐风景区,周口店北京猿人遗址、“没有共产党就没有新中国”纪念馆、万佛堂等历史文化遗产,是中国房山世界地质公园和历史人文景观的集

中区。  
建设重点和发展方向:该区域以中国房山世界地质公园和北京(房山)历史文化旅游集聚区为依托,充分发挥世界地质公园的优势,结合地方历史文化遗迹,大力发展自然与人文旅游。应加大该区矿山遗迹的复垦力度,复垦方向以文化旅游为主,可建设为矿山公园或者矿区遗址公园。  
3.5.2 环境服务功能区 该区域平均海拔为660.84 m,平均坡度为22.53°。该功能区土地利用类型主要为林地,植被覆盖度高,平均植被归一化指数达0.52,涵养水源、水土保持能力较好,生态系统降温能力强,对于控制水土流失、改善区域气候、净化空气、提高生态环境质量具有重要作用。  
建设重点和发展方向:北京市每年都饱受西北季风的影响,秋季经常发生沙尘暴等恶劣天气,近年来北京市雾霾问题十分严重,该地区应该以保护和进一步提高植被覆盖度为主,加强涵养水源、保持水土的能力,使其成为名副其实的北京市

西南“生态屏障”。

3.5.3 生物生产功能区 该区域地处东部平原区,平均海拔为 170.18 m,地势平坦、气候温和、土壤肥沃、交通便捷,是村镇集中地和粮食生产基地,粮食年达产 14.76 万 t。

建设重点和发展方向:该功能区是房山区粮食主产区,应加强基本农田的保护,严控生产建设占用耕地的面积,禁止非法占用耕地。应注重耕地质量的保护,时刻监测土壤肥力,保障土壤生产力。

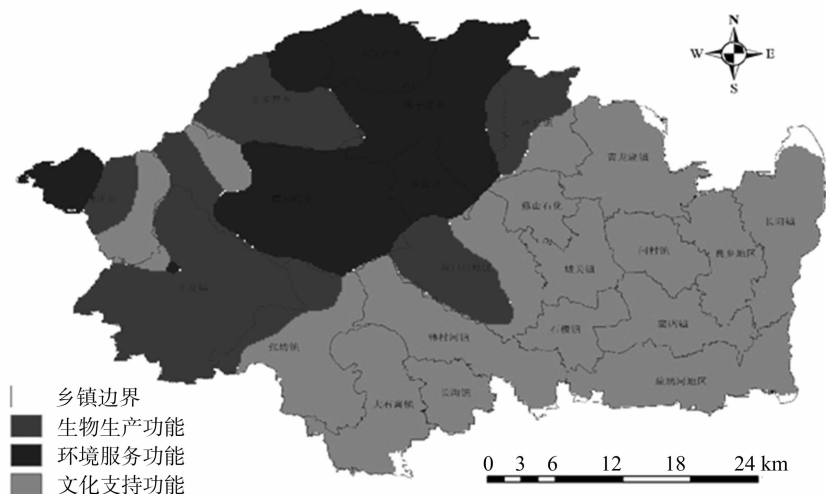


图6 房山区土地利用生态功能分区

表 7 房山区土地利用生态功能分区

分区	面积 (km <sup>2</sup> )	面积所占比例 (%)	分布
文化支持功能区	480.24	23.79	河北镇、燕山、周口店、霞云岭西部、十渡、蒲洼中部和史家营中南部
环境服务功能区	451.10	22.34	大安山、佛子庄、南窖、河北镇西北部、霞云岭和史家营北部
生物生产功能区	1 087.66	53.87	长阳、良乡、青龙湖、城关、闫村、窦店、石楼、琉璃河、韩村河、长沟和张坊

4 结论与讨论

土地生态系统是自然、社会、经济的复合整体,在进行土地生态系统功能评价的同时应考虑诸多因素,特别是社会经济与区域规划布局等方面。划分重要生态功能区对实施流域生态环境保护和资源合理利用具有重要意义<sup>[12]</sup>。房山区拥有丰富的人文资源和旅游资源,也承担着北京市西南“生态屏障”的重要作用。本研究通过评价房山区各项指标,明确区域特点并进行合理分区,得出如下结论:(1)房山区西部应加强林地保护。林地对于调节气候、涵养水源、保持水土具有重要的作用;与此同时,林地分布的范围也正是房山“世界地质公园”的分布范围。因此,加强西部山区林地保护,对于调节区域气候,保持水土,减轻首都北京雾霾具有重要意义。(2)生物生产能力与城市化水平有关,东部地区需减少破碎化农田。房山区东部城市化水平较高,人地矛盾突出,土地利用强度大,农田及林地等生产用地较少,生物生产能力相对中西部较低。但中西部更多承担的是文化支持和环境服务功能,这就要求东部地区进行合理的土地整理,提高单位面积良田产出量以供社会经济发展需求。(3)房山区应大力发展生态旅游与人文旅游。房山区拥有丰富的旅游资源,应围绕“世界地质公园”与周口店猿人遗址大力开展生态旅游与人文旅游,建设北京西南“生态屏障”,为房山区构建“两轴三带五园区”提供有力支持。(4)评价分区可行性较强。本研究基于 GIS 平台,综合分析房山区气候、植被、坡度、土壤等诸多因素,得出房山区土地利用生态功能分区,与房山区现状及规

划基本吻合,对房山区下一轮规划制定有借鉴意义。(5)不足。本研究只是将土地利用现状分为建设用地和林地、耕地、文化遗址简单几大类,并没有具体叠加房山区土地利用现状图,所以在分类上并没有增加城市建设区。实际上,生物生产功能区的很多区域都是城市驻地,全部划分为生物生产功能区有些不妥。此外,在实际规划中,还需考虑土地实际用途,实际的界限划定往往是过渡边界,即生态交错区<sup>[13-14]</sup>。(6)展望。本研究从房山区实际生态问题的角度出发,在现有土地利用类型基础之上进行分区,有利于保障区域生态格局安全,协调区域社会经济发展的土地利用优化结构。但对本区域未来生态环境的预测,区域在北京市的整体定位,以及如何实施生态保护,因地制宜地进行环境保护还需要结合房山“十三五”规划进行深入研究。

参考文献:

[1] 孙彬淳,丁兆连,王大庆,等. 基于 ARCGIS 方法的双鸭山市土地利用生态功能分区[J]. 东北农业大学学报,2011,42(5):109-112.  
[2] Wayne S D, Thomas P S. Biological assessment and criteria: tools for water resource planning and decision making [M]. Boca Raton: CRC Press, 1995.  
[3] 贾良清, 欧阳志云, 赵同谦, 等. 安徽省生态功能区划研究[J]. 生态学报, 2005, 25(2): 254-260.  
[4] 傅伯杰, 陈利顶, 刘国华. 中国生态区划的目的、任务及特点[J]. 生态学报, 1999, 19(5): 591-595.  
[5] Bailey R G. Ecoregions of the United States [M]. New York: Forest Service, 1980: 93-114.

徐满厚,马 丽,白皓宇,等. 山西吕梁山植被群落多样性的垂直空间分异[J]. 江苏农业科学,2017,45(12):256-260.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.12.064

# 山西吕梁山植被群落多样性的垂直空间分异

徐满厚,马 丽,白皓宇,冀 钦,李晓丽

(太原师范学院地理科学学院,山西晋中 030619)

**摘要:**以山西省吕梁山脉北段管涔山、中段关帝山、南段五鹿山为研究区,在垂直方向上分不同海拔梯度进行植被群落多样性特征(包括乔木基径、高度以及灌草物种多样性)调查,探讨吕梁山植被群落多样性的海拔梯度格局。结果表明,乔木的基径与高度符合等速生长模型(幂指数平均为 1.079,  $P < 0.01$ ),且基径与高度随海拔升高均显著增大( $P < 0.05$ ),但常绿乔木变化较为平缓且不显著( $P > 0.05$ ),落叶乔木呈显著增大趋势( $P < 0.05$ )。灌草物种多样性指数随海拔升高表现为偏低单峰变化曲线,灌木峰值出现在 1 586 m 处,草本峰值出现在 1 800 m 处;灌木 Simpson 指数和 Shannon-Wiener 指数随海拔升高显著降低( $P < 0.05$ ),草本各物种多样性指数与海拔梯度关系均未达到显著水平( $P > 0.05$ )。因此,海拔梯度导致的环境差异对吕梁山植物群落多样性的垂直空间分异产生了重要影响。

**关键词:**吕梁山;植物群落多样性;海拔梯度;空间分异;多样性指数

**中图分类号:** Q948.13 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)12-0256-05

植物群落多样性的海拔梯度格局主要受植被演化、物种进化、地理差异和环境因子等因素控制,可反映出物种的生物学、生态学特性,分布状况及对环境的适应性<sup>[1-2]</sup>。一些研究表明,群落多样性在中海拔达到最大<sup>[3]</sup>,而另一些研究则表明,群落多样性随海拔升高逐渐下降<sup>[4]</sup>或与海拔无关<sup>[5]</sup>。不同山地和不同类型的群落多样性海拔分布格局差异较大,这可能与山地所处的区域环境条件、山的相对高度和地质地貌等因素有关。就山的高度而言,低海拔地区严重的人为干扰对生物多样性产生负面影响<sup>[6]</sup>;高海拔区的寒冷气候使土壤生成和植物生长缓慢,加上强烈的太阳辐射和昼夜温差大等严酷的环境条件使大多数物种超出了其生长的耐受极限<sup>[7]</sup>;而中海拔地带则成为这 2 个极端区域植物种类分异的过渡

区,加之人为干扰相对较少,物种多样性较高<sup>[7]</sup>。因此,研究山地植物群落多样性及其海拔梯度格局具有重要的科学意义和价值。

吕梁山地处黄土高原,降水稀少、蒸发强烈,水土流失严重,抵御自然灾害能力低,遭到破坏后恢复极为困难,是典型的生态环境本底恶劣地区<sup>[8]</sup>。以往对吕梁山植被的研究,多是针对单座山体,如北段的管涔山<sup>[9]</sup>、中段的关帝山<sup>[10]</sup>、南段的五鹿山<sup>[11-12]</sup>等。然而,根据系统论的观点和方法,将吕梁山作为一个整体进行植被空间分异的系统研究尚未见报道。因此,本研究将吕梁山脉的管涔山、关帝山、五鹿山作为研究区,对气候变化和人类干扰下的吕梁山植物群落多样性及其海拔梯度格局进行研究。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

管涔山位于山西省宁武县东寨镇,地理坐标为 38°57' ~ 39°03' N、112°36' ~ 112°37' E,研究地海拔 1 740 ~ 2 675 m;年平均气温 6 ~ 7 ℃,年平均降水量 450 ~ 500 mm;土壤类型是山地褐土、棕壤,植被处于暖温带落叶阔叶林与温带草原交界处,有明显的垂直分布<sup>[9]</sup>。关帝山位于吕梁市交城县庞泉

收稿日期:2016-04-12

基金项目:山西省应用基础研究计划项目(编号:2016021136);山西省哲学社会科学“十二五”规划项目(编号:晋规办字[2015]3号);山西省高等学校重点学科建设项目(编号:晋教研函[2016]4号);山西省高等学校科技创新项目(编号:晋教科函[2016]4号)。  
作者简介:徐满厚(1983—),男,山东临沂人,博士,副教授,硕士生导师,主要从事区域气候变化及其影响研究。E-mail: xumanhou@163.com。

[6] 岳东霞,李文龙,李自珍. 甘南高寒湿地草地放牧系统管理的 AHP 决策分析及生态恢复对策[J]. 西北植物学报,2004,24(2):248-253.

[7] 高俊刚,吴 雪,张德锂,等. 基于等级层次分析法的金沙江下游地区生态功能分区[J]. 生态学报,2016,36(1):134-147.

[8] 秦伟霞,马守臣,张合兵. 基于熵权模型的土地生态质量评价及功能分区——以河南省新乡市为例[J]. 江苏农业科学,2015,43(8):322-327.

[9] Zhou Y C, Narumalani S, Waltman W J, et al. A GIS-based spatial pattern analysis model for eco-region mapping and characterization [J]. International Journal of Geographical Information Science, 2003,17(5):445-462.

[10] Bertinelli L, Black D. Urbanization and growth[J]. Journal of Urban Economics, 2004,56(1):80-96.

[11] Olsson P, Folke C, Berkes F. Adaptive comanagement for building resilience in social-ecological systems [J]. Environmental Management, 2004,34(1):75-90.

[12] Wallace K J. Classification of ecosystem services: problems and solutions[J]. Biological Conservation, 2007,139(3/4):235-246.

[13] Bailey R G. Identifying ecoregion boundaries[J]. Environmental Management, 2004,34(增刊1):14-26.

[14] Attrill M J, Rundle S D. Ecotone or ecocline: ecological boundaries in estuaries[J]. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 2002,55(6):929-936.