

鹫峰国家森林公园风景林健康评价研究

马志林^{1,2}, 陈丽华¹, 韩鹏³, 于显威^{1,4}, 聂森¹

(1. 北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083; 2. 陕西省治沙研究所, 榆林 719000; 3. 内蒙古农业大学, 呼和浩特 010018; 4. 沈阳农业大学 高等职业技术学院, 沈阳 110122)

摘 要: 健康的风景林可以持续发挥森林的生态效益和经济效益, 可以让人类找回失去的自然风光。对风景林的健康评价是风景林健康管理的前提。结合特尔菲法(Delphi), 在对鹫峰国家森林公园风景林实地调查和查阅相关林业年鉴、林业发展战略、林业规划的基础上, 提出了鹫峰风景林健康评价指标体系, 并依据该指标体系对鹫峰风景林近 10 a 以来(2000–2009 年)和未来 10 a 以后(2009–2020 年)的健康状况变化进行了分析。分析结果表明: 鹫峰风景林的健康状况比 10 a 前有 1.25 倍的改善; 在 10 a 以后鹫峰风景林的健康状况将进一步增强, 提高 1.24 倍, 提高幅度与前 10 a 基本相同; 评价体系中表现最为活跃的指标是年龄结构、服务设施、火灾恢复力、社会效益综合指标、经济效益综合指标。

关键词: 鹫峰国家森林公园; 风景林; 健康评价; 指标体系

中图分类号: X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)06-0207-05

Study on Health Assessment of Scenic Forest in Jiufeng National Forest Park, Beijing

MA Zhi-lin^{1,2}, CHEN Li-hua¹, HAN Peng³, YU Xian-wei^{1,4}, NIE Sen¹

(1. School of Soil and Water conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. Institute of Sand-Control of Shaanxi, Yulin, Shaanxi 719000, China; 3. Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010018, China; 4. Vocational College of Shenyang Agricultural University, Shenyang 110122, China)

Abstract: The healthy scenic forests can create sustainable ecological and economical benefits and also can help people to enjoy the ever-exist natural beauty. The assessment on the scenic forest is the precondition of its healthy management. By using the methods of Delphi and also on the basis of the spot investigation of the scenic forest of Jiufeng National Forest Park, the evaluation indicator system for Jiufeng scenic forest health has been put forward, with which an analysis on variation of the health of the Jiufeng scenic forest over nearly recent 10 years (from 2000 to 2009) and the years after that (from 2009 to 2020). As a result of this analysis, it is indicated that the healthy conditions of Jiufeng scenic forest is greatly improved by 1.25 times than ten years ago; and after these ten years, the health conditions of Jiufeng scenic forest will be improved further by 1.24 times, almost as high as that ten years ago. It is showed that the most dynamic indices are age structure, service facilities, the restoration capacity of fire disaster, the comprehensive index of social benefits, the comprehensive index of economical benefits, restoration from fire disaster, the comprehensive indices of social benefits, the comprehensive index of economic benefits.

Key words: Jiufeng National Forest Park; scenic forest; health evaluation; indices system

风景林是风景名胜区的森林植被景观, 由不同类型的森林植物群落构成, 在森林的经济分类中属特用林种之一^[1-2]。风景林的主要经营方向是发挥森林的游憩、欣赏和疗养功能, 对风景林的建设和改造应着重体现自然美、艺术美和生活美^[1]。风景林作为森林

资源的一个类型, 它具有发挥森林游乐效益的功能, 也有完善环境生态平衡的作用, 风景林有利于恢复大自然的生态平衡^[1]。

健康的森林生态系统是森林资源利用的前提, 也是森林资源管理的目标。森林生态系统健康经营是

指,对森林生态系统的功能状态、维持能力及其受损程度评价为基础,建立兼顾森林生态系统社会效益发挥、经济效益发挥和生态效益发挥的生态系统管理策略^[3-7]。显然,风景林生态系统的健康状况直接关系到风景林各种效益的发挥,对风景林生态系统进行健康评价是风景林持续发挥各种生态功能和带给人类身心愉悦精神享受的前提。笔者通过查阅文献发现,目前国内外鲜见有关风景林健康评价和健康经营的报道,对风景林的评价多限于它的美学特征^[8-21]。由此本文以鹫峰国家森林公园风景林(以下简称鹫峰风景林)为研究对象展开对风景林健康评价指标体系的研究,并依据建立的评价指标体系对鹫峰风景林的健康状况作评价分析,探讨鹫峰风景林当前的健康状况和未来的健康状况。

1 研究区概况

鹫峰国家森林公园位于北京市西北约 30 km,是距离北京市区最近的国家级森林公园之一。早在清代,鹫峰便是闻名京城的风景区,尤以树木繁多,树景奇特为妙。鹫峰共有林地 832.04 hm²,包含 110 科 313 属 684 种陆生植物,森林覆盖率 96.2%。鹫

峰年降水量 650~ 750 mm,其中夏季降水量占全年降水量的 74%,年平均气温 12℃,≥10℃有效积温 4 200℃左右,无霜期 190~ 200 d。鹫峰的天然植被为典型的暖温带落叶阔叶林,现在多为次生林和人工林,主要群落类型有:油松(*Pinus tabulaeformis*)林、侧柏(*Platycladus orientalis*)林、辽东栎(*Quercus liaotungensis*)林、栓皮栎(*Quercus variabilis*)与槲栎(*Quercus aliena*)混交林、刺槐(*Robinia pseudoacacia*)林等^[13]。

2 研究方法

2.1 数据来源

鹫峰森林公园 2000 年和 2005 年两期“二类”森林资源调查数据,2008 年 7 月和 2009 年 7 月样地调查数据,见表 1;部分数据来源于北京市森林规划报告,《北京市国民经济和社会发展第十个五年规划纲要》、《北京市生态环境建设规划》、《北京市“十五”时期生态环境建设规划》、《北京林业发展战略》、《北京市林业年鉴》;鹫峰森林公园有关图表和管理部门制定的各类规划;北京林业大学鹫峰试验站的气象、水文、植被、土壤数据,百余张鹫峰风景林景观照片。

表 1 样地基本情况

林分类型	样地数量/块	样地面积/ (m×m)	乔木株数/ 棵	林龄/ a	主要调查指标
油松林	2	40×60	257	30~35	每木检尺、灌草调查、枯落物持水、生物量、土壤入渗、土壤剖面、土壤含水量、土壤孔隙、幼苗更新、枯落物、标准木生长锥、乔木每株定位
		80×60	539		
侧柏林	2	40×60	208	30~35	
		100×100	874		
栓皮栎林	2	60×60	462	30~35	
		100×100	931		
油松×侧柏混交林	2	40×40	208	30~35	
		40×60	297		

2.2 评价指标体系建立

评价指标的选取既要体现风景林自身的发生、发展规律,还要体现风景林的生态、社会、经济效益。文章在对前人相关研究成果的总结^[14-18]和对鹫峰国家森林公园风景林长期定位观测,并咨询了有关专家,提出健康的风景林应具有以下几个特征:①风景林美化环境、愉悦人类健康的服务功能应与规划目标一致,并与周围的山、水、人文景致相协调,并能不断凝练和提升;②风景林自身具有一定的资源更新能力,在生物或非生物因素如病虫害、环境污染、人为破坏、景观改造等作用下,具有一定的自主恢复能力;③风景林能与现阶段及今后风景区景观变化相适应,能够产生一定的用于维持系统组成、结构相对完整和稳定的经济效益。

围绕已确立的风景林 3 个基本特征,结合已有数

据,遵循代表性、科学性、实用性 3 个评价指标选择原则^[19]。本文提出了鹫峰风景林健康评价指标集(31 个指标)供专家选择,然后采用特尔菲(Delphi)法,通过三轮专家调查,最后确定鹫峰风景林评价指标体系(18 个指标)。

2.3 评价指标权重确定

根据对鹫峰风景林实地调查结果,权衡各评价指标的特点,旨在最好的发挥鹫峰风景林的景观特色,探索风景林地健康经营模式,同时也为鹫峰风景林的规划、布局提供依据。将 18 个评价指标分为两组通过 Delphi 法,按照层次分析(AHP)法标度的含义对各评价指标的重要性赋值。通过两两比较构成判断矩阵,计算矩阵的标准化特征向量,并进行一致性检验,得到各评价指标的权重值,见表 2。

表 2 鹭峰风景林健康评价指标权重及各年度指标值

一级指标	二级指标	权重 F_j	三级指标	权重 q_{ij}	2000 年 C_{ix}	2009 年现状值 C_{ix}	2020 年目标 C_{ix}
鹭峰风景林健康评价	组织结构	0. 20	植被覆盖率	0. 30	0. 96	0. 96	1. 00
			物种丰富度	0. 15	3. 45	3. 65	4. 21
			年龄结构	0. 20	1. 82	2. 43	3. 28
			乔灌草比例	0. 15	1. 89	2. 64	3. 42
			水平郁闭度	0. 10	0. 36	0. 48	0. 58
			垂直郁闭度	0. 10	0. 43	0. 53	0. 65
	美景度	0. 30	透视度	0. 15	3. 53	3. 22	3. 45
			色调对照	0. 15	1. 84	2. 34	3. 52
			卫生状况	0. 20	2. 11	2. 67	3. 12
			树木配置	0. 30	2. 35	2. 55	3. 50
			空地结构	0. 10	1. 98	2. 27	3. 68
			服务设施	0. 10	1. 56	2. 86	3. 78
	恢复力	0. 20	火灾恢复力	0. 30	1. 67	2. 69	3. 58
			病虫害恢复力	0. 30	2. 17	2. 58	3. 27
			人为破坏恢复力	0. 40	2. 56	3. 26	3. 43
	三大效益发挥	0. 30	生态效益综合指数	0. 45	3. 25	3. 64	4. 21
			经济效益综合指数	0. 25	2. 28	3. 46	4. 10
			社会效益综合指数	0. 30	2. 62	3. 43	4. 63

注: 2000 年和 2009 年指标值由调查和分析数据得到; 2020 年指标值通过参考研究地相关规划, 并结合专家意见确定。

2. 4 风景林健康评价指标体系的计算方法

为便于计算, 每个评价指标的权重值之和都为 1. 0, 其计算公式如式(1)、式(2)。

$$F=\sum_{j=1}^nF_j=1.0 \tag{1}$$

式中: F ——风景林综合评价总的权重值; F_j ——二级指标要素的权重值。

$$Q_i=\sum_{j=1}^nq_{ij}=1.0 \tag{2}$$

式中: Q_i —— j 二级指标要素总的权重值; q_{ij} —— j 二级指标要素 i 三级指标因子权重值。

查阅历史资料(文献和图片) 得到 2000 年不同级数指标的指标值, 实地调查得到 2009 年不同级数指标的指标值; 根据 Delphi 法, 得到 2020 年不同级数指标的指标值, 然后通过下列公式求得风景林综合评价的评价系数。

$$M_{jx}=\sum_{i=1}^nC_{ix}q_{ij} \tag{3}$$

式中: C_{ix} —— x 二级指标要素 i 三级指标评价因子等级的指标; q_{ij} ——二级指标要素 i 三级指标因子权重值; M_{jx} —— j 二级指标要素总的指标值; M_{jx} 评价系数是反映二级指标的各评价因子的综合作用(一级指标), 也是二级指标之间进行对比分析的依据。

3 鹭峰风景林健康评价指标体系构建

3. 1 评价指标体系构建

依据研究方法中评价指标建立的原则和实际调查比选的结果, 提出鹭峰风景林健康评价指标集, 在评价

指标集的基础上构建鹭峰风景林健康评价指标体系。

3. 2 指标内涵及指标值测度

评价体系中各指标内涵的理解和各指标值的测度是评价的基础, 见表 3。

4 鹭峰风景林健康评价与分析

通过鹭峰风景林健康现状的指标值与 2000 年风景林健康状况的指标值进行比较(见表 4), 可以看出, 2009 年鹭峰风景林的健康总体状况比 2000 年有了 1. 25 倍的改善。其中, 组织结构要素中提高幅度最大的是乔灌草比例, 提高了 1. 40 倍; 美景度要素中改善最明显的是服务设施, 恢复力要素中的火灾恢复力指标增强了 1. 61 倍; 在风景林效益发挥中经济效益指数增幅最大。对这些指标值的变化做进一步的分析, 探讨鹭峰风景林健康状况改善的原因主要有以下几个方面: 管理机构对风景林经营方向和维护的措施的进一步明确; 生态系统自身的发育使风景林的组织结构趋于合理; 政府向群众提供舒适度高的休闲、游憩公园的服务理念的增强。

以专家咨询的形式获取 2020 年鹭峰风景林健康评价体系中的各个指标值, 并与现状值(2009 年) 的指标值进行比较(见表 5), 可以得到鹭峰风景林的总体健康状况在 2020 年时将比现在提高 1. 24 倍, 增幅与前一阶段 2000- 2009 年基本一致, 改善最为明显的指标是年龄结构、空地结构、火灾恢复力和社会效益综合指数。

表 3 评价指标内涵及指标值测度

评价要素	评价指标	指标意义说明	指标测量
组织结构	植被覆盖率	风景林所占森林公园总面积的比例	包括鹭峰森林公园内所有林分类型(%)
	物种丰富度	包括乔木丰富度、灌木丰富度和草本丰富度三项	分极低、较低、中等、较高、极高五个等级, 赋值为 1, 2, 3, 4, 5
	年龄结构	根据优势树种的生长地区和森林起源, 按其林龄确定林龄组	分幼龄林、中龄林、近熟林、成熟林、过熟林, 分别赋值 1, 2, 3, 4, 5
	乔灌草比例	调查样地中乔木、灌木、草本 3 者间数目比	按搭配程度划分为优、良、中、差四个等级, 分别赋值 4, 3, 2, 1
	水平郁闭度	反应风景林生态系统功能强弱的指标	水平方向树木的枝、干、叶总面积和占树木纵断面总面积的比例
	垂直郁闭度	反应风景林生态系统功能强弱的指标	指垂直方向树木的枝、干、叶总面积和占树木横断面总面积的比例
美景度	透视度	景与景之间的连通性, 林分内外透视效果的好坏	分优、良、中、差四个等级, 赋值 4, 3, 2, 1
	色调对照	林木季相变化的特点, 四季常绿、三季有花	分优、良、中、差 4 个等级, 赋值 4, 3, 2, 1
	卫生状况	林下枯落物多少, 林内游客生活垃圾丢弃量	分优、良、中、差 4 个等级, 赋值 4, 3, 2, 1
	树木配置	风景林营建中林分配比和树木配置的原则	分优、良、中、差 4 个等级, 赋值 4, 3, 2, 1
	空地结构	满足风景林自身物质和能量循环, 满足公园游客休闲、游览的需求	分优、良、中、差 4 个等级, 赋值 4, 3, 2, 1
	服务设施	为游客提供更好的服务, 能方便对风景林的养护管理	分优、良、中、差 4 个等级, 赋值 4, 3, 2, 1
恢复力	火灾恢复力	林分抵抗火险的能力, 公园管理对火险的处置能力, 林区火灾发生状况	分优、良、中、差 4 个等级, 赋值 4, 3, 2, 1
	病虫害恢复力	林分组成抵抗病虫害能力, 公园管理对病虫害的防控措施, 林区病虫害发生状况为依据	分优、良、中、差 4 个等级, 赋值 4, 3, 2, 1
	人为破坏恢复力	遭受人为扰动改变林区土壤、水质、小气候的风险性, 及遭受破坏后的恢复能力	分优、良、中、差 4 个等级, 赋值 4, 3, 2, 1
三大效益发挥	生态效益综合指数	发挥水源涵养功能、水土保持功能、提高的天然降水利用率、净化水质、净化大气的功能	分极低、较低、中等、较高、极高 5 个等级, 赋值 1, 2, 3, 4, 5
	经济效益综合指数	主要是公园旅游带来的经济效益	分极低、较低、中等、较高、极高 5 个等级, 赋值 1, 2, 3, 4, 5
	社会效益综合指数	对公园游客和周边群众进行问卷调查	分极低、较低、中等、较高、极高 5 个等级, 赋值 1, 2, 3, 4, 5

在研究开展过程中遇到了一些难点和提出了一些有意义的尝试需要进一步探讨:

(1) 当前, 针对风景林林种的森林健康研究并不多见, 健康的风景林应该具备哪些特征? 哪些指标更适用于风景林健康评价? 风景林健康和其他林种健康间的区别和联系? 都需要进一步研究。希望本文所提出的健康风景林的特征和风景林健康评价指标体系, 能够抛砖引玉, 为建立理想的风景林健康评价理论提供参考。

(2) 如何将森林承载力和森林区域环境承载力理论契合到森林生态系统健康评价中, 健康的森林生态系统和上述两者又有怎样的关系? 本研究在对鹭峰风景林未来 10 a(2020 年) 健康状况预测时就存在这样的问题, 2020 年鹭峰区域的环境承载力和该区域森林健康间是怎样的关系有待探讨?

5 结论与讨论

文章在实地调查和整理前人研究成果的基础上, 提出了鹭峰风景林健康评价的指标体系, 并依据该指标体系对鹭峰风景林近 10 a 以来(2000–2009 年) 和未来 10 a 后(2009–2020 年) 的健康状况变化进行了分析。分析结果表明鹭峰风景林的健康状况较 10 a 前有 1.25 倍的改善; 在 10 a 以后鹭峰风景林的健康状况将进一步增强, 提高 1.24 倍, 提高幅度与前 10 a 相同; 这其中反映最为活跃的指标是年龄结构、服务设施、火灾恢复力、社会效益综合指标、经济效益综合指标。分析鹭峰风景林健康状况好转的原因, 主要是管理部门对风景林营建目标的明确和管理上的重视, 和森林生态系统自身的成熟和稳定。

表 4 鹫峰风景林健康现状(2009 年) 评价

一级指标	指标值(Q_i)	二级指标	权重(F_j)	指标值(M_{jx})	三级指标	权重(q_{ij})	指标值(C_{ix})
鹫峰风景林健康评价	1. 25	组织结构	0. 20	1. 19	植被覆盖率	0. 30	1. 00
					物种丰富度	0. 15	1. 06
					年龄结构	0. 20	1. 34
					乔灌木比例	0. 15	1. 40
					水平郁闭度	0. 10	1. 33
					垂直郁闭度	0. 10	1. 23
		美景度	0. 30	1. 20	透视度	0. 15	0. 91
					色调对照	0. 15	1. 27
					卫生状况	0. 20	1. 27
					树木配置	0. 30	1. 09
					空地结构	0. 10	1. 15
					服务设施	0. 10	1. 83
		恢复力	0. 20	1. 35	火灾恢复力	0. 30	1. 61
					病虫害恢复力	0. 30	1. 19
					人为破坏恢复力	0. 40	1. 27
		三大效益发挥	0. 30	1. 28	生态效益综合指数	0. 45	1. 12
					经济效益综合指数	0. 25	1. 52
					社会效益综合指数	0. 30	1. 31

表 5 2020 年鹫峰风景林健康状况预测

一级指标	指标值(Q_i)	二级指标	权重(F_j)	指标值(M_{jx})	三级指标	权重(q_{ij})	指标值(C_{ix})
鹫峰风景林健康评价	1. 24	组织结构	0. 20	1. 19	植被覆盖率	0. 30	1. 04
					物种丰富度	0. 15	1. 15
					年龄结构	0. 20	1. 35
					乔灌木比例	0. 15	1. 30
					水平郁闭度	0. 10	1. 21
					垂直郁闭度	0. 10	1. 23
		美景度	0. 30	1. 33	透视度	0. 15	1. 07
					色调对照	0. 15	1. 50
					卫生状况	0. 20	1. 17
					树木配置	0. 30	1. 37
					空地结构	0. 10	1. 62
					服务设施	0. 10	1. 32
		恢复力	0. 20	1. 20	火灾恢复力	0. 30	1. 33
					病虫害恢复力	0. 30	1. 27
					人为破坏恢复力	0. 40	1. 05
		三大效益发挥	0. 30	1. 22	生态效益综合指数	0. 45	1. 16
					经济效益综合指数	0. 25	1. 18
					社会效益综合指数	0. 30	1. 35

(3)在人为干扰频度较高的鹫峰国家森林公园,怎样量化公园管理部门对森林的抚育管理和森林自身的成熟和稳定,这二者在森林健康维护中的贡献值?有待探讨。

参考文献:

[1] 孟平, 吴诗华. 风景林概述[J]. 中国园林, 1995, 11(4): 39-41.

[2] 张峰. 北京山区风景游憩林健康经营效果评价[D]. 北京: 北京林业大学, 2009.

[3] Rapport D J, Bohm G, Buckingham D, et al. Ecosys-

tem health: the concept, the ISEH, and the important tasks ahead [J]. Ecosystem Health, 1999, 5: 82-90.

[4] 肖风劲, 欧阳华, 傅伯杰, 等. 森林生态系统健康评价指标及其在中国的应用[J]. 地理学报, 2003, 58(6): 803-809.

[5] Nordin M, Azrina L A. Training and research for measuring and monitoring ecosystem health of a large scale ecosystem: the langat basin selangor Malaysia[J]. Ecosystem Health, 1998, 4: 188-190.

[6] 赵良平. 森林生态系统健康理论的形成与实践[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2007, 31(3): 1-6.

定性的影响程度均较大, 从整体来看, 全县土壤全氮、速效磷含量属于中等水平、有机质、碱解氮含量较低, 速效钾含量较高。空间上县域内西南部高, 中部和北部较低的分布规律, 并呈现出梯度下降的格局。从时间变化上全县整体水平呈现下降趋势, 西南部下降程度较低, 北部地区元素含量下降程度较大。土壤养分时间和空间上的变化对耕地生产力及稳定性的影响是客观的, 但有不乏人为施肥等客观因素的影响, 对其研究有待进一步加强。

参考文献:

[1] 朱万斌, 邱化蛟, 常欣, 等. 农业生态系统生产力的概念及其度量方法[J]. 中国农业科学, 2005, 38(5): 983-989.

[2] 王树涛, 门明新, 齐跃普, 等. 基于指数法的农田生态系统生产力稳定性研究[J]. 农业系统科学与综合研究, 2008, 24(4): 427-431.

[3] 朱万斌, 邱化蛟, 常欣. 农业生态系统生产力的概念及其度量方法[J]. 中国农业科学, 2005, 38(5): 983-989.

[4] 王树涛, 门明新, 李新旺, 等. 河北平原区农田生态系统生产力稳定性及影响因子时序特征: 以雄县为例[J]. 自然资源学报, 2009, 24(5): 871-880.

[5] MacArthur R. Fluctuations of animal populations, and a measure of community stability[J]. Ecology, 1955, 36: 533-536.

[6] Elton C S. The ecology of invasions by animals and plants[M]. London: Chapman and Hall, 1958: 143-153.

[7] Garder M R, Ashky W R. Connectance of large dynamic (cybernetic) system: critical for stability[J]. Nature, 1970, 228: 78-788.

[8] May R M. Will a large complex system be stable? [J]. Nature, 1972, 238: 413-414.

[9] May R M. Stability and complex city in model ecosystems[M]. Princeton: Princeton University Press, 1974.

[10] McNaughton S J. Diversity and stability of ecological community: a comment on the role of empiricism in ecology [J]. The American Naturalist, 1997, 111: 515-525.

[11] Frank D A, McNaughton. Stability increases with diversity in plant community: empitical evidence from the 1998 Yellowstone drought [J]. Oikos, 1991, 62: 360-363.

[12] Conndll J H. Diversity in tropical rain forests and coral reefs[J]. Science, 1978, 199: 1302-1310.

[13] Tillman D. Biodiversity: population versus ecosystem stability[J]. Ecology, 1996, 77: 350-362.

[14] Tillman D, Downing J A. Biodiversity and stability in grasslands[J]. Nature, 1994, 367: 350-362.

[15] Hariston N G, Allan J D, Colwell R K, et al. The relationship between species diversity and stability: an experimental approach with protozoa and bacteria[J]. Ecology, 1968, 49: 1091-1101.

[16] Lawler S P, Worin P J. Food webarchitecture and population dynamics in laboratory microcosms of protests [J]. The American Naturalist, 1993, 241: 675-686.

[17] Hurd L E, Mellinger M V, Wofl L L, et al. Stability and diversity at three trophic levels in terrestrial ecosystem[J]. Science, 1971, 173: 1314-1316.

[18] Luckingbull L S. Regulation, stability, and diversity in a modal experimental microcosm[J]. Ecology, 1979, 60: 1098-1102.

[19] 曾黄麟. 粗糙集理论及其应用[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 1998.

[20] 刘清. Rough 集及 Rough 推理[M]. 北京: 科学出版社, 2001.

(上接第 211 页)

[7] 李冰. 大兴安岭兴安落叶松林健康评价研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2009.

[8] 周根苗, 薛亮, 冯超, 等. 风景林景观美学评价指标体系的探讨[J]. 林业资源管理, 2008, 5(5): 69-74.

[9] 赵德海. 风景林美学评价方法的研究[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 1990, 14(4): 51-55.

[10] 瞿明普, 张荣, 阎海平. 风景评价在风景林建设中应用研究进展[J]. 世界林业研究, 2003, 16(6): 16-19.

[11] 陈鑫峰. 京西山地区森林景观评价和风景游憩林营建研究: 兼论太行山区的森林游憩业的建设[D]. 北京: 北京林业大学, 2000: 20-40.

[12] Canada, Province of British Columbia Ministry of Forests. Forest Landscape Handbook[Z]. Ottawa: Information Services Branch, Ministry of Forests, 1981: 100.

[13] 赵永泉, 彭道黎. 北京鹫峰公园主要人工林群落多样性

研究[J]. 西南林学院学报, 2008, 28(1): 17.

[14] Savolainen R, Kellom ä ski S. Scenic value of forest landscape[J]. Acta Forestalia Fennica, 1981, 170: 1-80.

[15] Kopka S, Ross M. A study of the reliability of the Bureau of Land Management visual resource assessment scheme[J]. Landscape Planning, 1994, 11(2): 161-166.

[16] Shafer E L, Rutherford W. Slection cuts increased natural beauty in two Adirondack forest stands[J]. J. For, 1996, 67: 415-419.

[17] 吴楚材. 张家界森林公园研究[M]. 北京: 中国林业出版社, 1991.

[18] 金莹杉, 瞿明普, 王超, 等. 北京西山风景林景观空间分布格局研究[J]. 北京林业大学学报, 2007, 29(3): 74-80.

[19] 高俊凯. 森林健康基本理论及评价方法研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2007: 30-52.