

山西省关帝山国有林区南海滩林场森林生态系统健康评价研究

王晓康 (山西省关帝山国有林管理局, 山西文水 032100)

摘要 以2019年森林资源二类调查为基础数据,采用VOR模型理论,运用层次分析法,在科学合理、操作可比、符合实际、易于推广的原则下,采用林木空间结构、群落层次结构、草本灌木层盖度、林龄结构、公顷林木蓄积量、天然更新能力、郁闭度、抗有害生物能力、火灾风险等级、土壤侵蚀度10个指标对山西省关帝山国有林区南海滩林场1376个小班健康状况进行评价,并划分为健康、亚健康、不健康和极不健康4个等级。结果表明:南海滩林场健康小班有119个,占小班数的8.6%,面积1237.24 hm²;亚健康小班有193个,占小班数的14.1%,面积为1668.34 hm²;不健康小班有318个,占小班数的23.1%,面积为3048.33 hm²;极不健康小班有746个,占小班数的54.2%,面积为6852.46 hm²。健康林分主要表现为混交复层林、林龄异林、灌木草本层较为发达、郁闭度为0.5~0.7,天然更新良好,生物多样性丰富,森林生态结构具有一定的稳定性和抗干扰性,是健康森林的标准化结构,但不健康的林分占研究区50%以上。最后提出了加快森林经营步伐,通过人工抚育措施,构建健康稳定林分,以此为南海滩林场乃至关帝山国有林区开展森林经营活动提供科技支撑。

关键词 森林健康;评价体系;南海滩林场;关帝山国有林区

中图分类号 S718.55*7 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)17-0102-03

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2022.17.025



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Study on the Health Assessment of Forest Ecosystem in Nanhaitan Forest Farm in Guandi Mountain State-owned Forest Area, Shanxi Province

WANG Xiao-kang (Guandi Mountain State Forestry Administration of Shanxi Province, Wenshui, Shanxi 032100)

Abstract Based on the second-class survey of forest resources in 2019, this paper adopts the VOR model theory and the analytic hierarchy process. Ten indicators of layer cover, forest age structure, hectares of forest volume, natural regeneration capacity, canopy closure, pest resistance, fire risk level, and soil erosion were used for 1376 Nanhaitan Forest Farms in Guandi Mountain State-owned Forest Area, Shanxi Province. The health status of the small class was evaluated and divided into four grades: healthy, sub-healthy, unhealthy and extremely unhealthy. The results showed that there were 119 healthy classes in the Nanhaitan Forest Farm, accounting for 8.6% of the class, with an area of 1237.24 hm²; 193 sub-health classes, accounting for 14.1% of the class, with an area of 1668.34 hm²; 318 unhealthy classes, accounting for 23.1% of the number of small classes, with an area of 3048.33 hm²; there were 746 extremely unhealthy small classes, accounting for 54.2% of the number of small classes, with an area of 6852.46 hm². Healthy forest stands were mainly represented by mixed stratified forests, forests with different ages, relatively developed shrub and herb layers, canopy density of 0.5-0.7, good natural regeneration, and rich biodiversity. Such forest ecological structure has certain stability and resistance. Disturbance was the standardized structure of healthy forests, but unhealthy stands account for more than half of the study area. Due to the accelerated pace of forest management and artificial tending measures, healthy and stable stands are constructed, which were used as the national forests of Nanhaitan Forest Farm and even Guandi Mountain. Provide scientific and technological support for forest management activities in the district.

Key words Forest health; Evaluation system; Nanhaitan Forest Farm; Guandi Mountain State-owned Forest Area

森林生态系统作为全球生物圈重要的生态系统,不仅能够为人类提供众多生态产品,更是我国生态文明建设的重要载体。目前,山西全省仅有宜林荒山地107余万hm²,按照目前山西省每年33余万hm²的造林速度,3年内将基本实现绿化任务。因此,积极开展森林经营,精准提升森林质量必将成为林草发展的转型方向。根据2019年山西省森林资源年度清查数据,全省森林覆盖率达23.18%,首次超过全国平均水平,但山西省森林蓄积量仅为8126万m³,平均蓄积仅为52.95 m³/hm²,仅为全国平均水平(94.80 m³/hm²)的44.15%,更是远低于世界平均水平(138.00 m³/hm²),与德国、日本、加拿大等发达国家差距更大。关帝林局蓄积103.50 m³/hm²,略高于全国平均水平,但远低于世界平均水平。山西省把提高森林质量作为“十四五”林草发展规划的重点任务,提出到2025年实现全省森林蓄积量达到1.69亿m³。关帝山国有林区作为山西省最大的省直国有林

区,针对山西森林由增量向提质的转变,笔者以林区南海滩林场为例,进行了森林健康评价,对进一步丰富森林经营技术,培育稳定优质的森林生态系统,提升森林生态系统服务功能价值有着重要的理论支撑。

森林健康评价是基于生态系统健康评价理论的基础上提出的^[1-2]。森林健康是指森林生态系统能够维持林分结构稳定,增强抗干扰免疫,保持生物多样性。随着森林经营理论和森林经营技术的不断发展,森林生态系统健康的概念也逐渐被各领域的专家学者接受和利用,对森林进行健康评估工作也越来越受到森林资源管理者和经营者的重视,同时,很多森林资源管理机构在开展森林经营活动中,将构建健康稳定的森林作为林草工作的标准和目标^[3-4]。

森林健康的概念于20世纪70年代由德国学者提出,并制定出监测方法和评价体系^[5-6],90年代又提出了新的“近自然经营”理论,目前,成为山西省森林经营的主要理论。我国森林健康评价研究起步较晚,始于21世纪初,陈高等^[7-8]从不同角度对森林健康进行了定义,孔红梅等^[9-10]从生物多样性、结构功能、养分循环的角度制定了评价体系,曹小玉^[11]等则运用基于结构方程的方法对森林健康构建了评价

基金项目 中央财政林业科技推广示范项目“油松、华北落叶松提质增效关键技术示范”(晋[2022]TG01号)。

作者简介 王晓康(1986—),男,山西吕梁人,工程师,硕士,从事森林生态研究。

收稿日期 2022-04-05

模型。目前,全国各地均开展了森林健康评价工作,周泉等^[12]利用 VOR 模型对阿尔泰山林区开展了森林生态系统健康,谭继旭^[13]对青海高寒地区人工林开展了健康评价,刘芬^[14]利用遥感技术建模对大兴安岭森林生态系统进行了健康评价。国家林业和草原局在理论研究的基础上,分别在北京八达岭、江西信丰县、云南丽江市、贵州麻江县和陕西佛坪县^[15]建立了森林健康示范区,这些示范区基本上涵盖了我国黄河、长江流域的主要森林类型,既有天然林又有人工林,既有次生林又有低效改造林,既有国有林场又有国家级自然保护区。

1 研究区概况

南海滩林场位于关帝山国有林区西部,属于吕梁山生态脆弱区,为温带大陆性气候,年均气温 8.5 ℃,年均降水量 480 mm,无霜期 100 ~ 125 d。林场经营总面积 12 806.37 hm²,林木活立木总蓄积量 6.69 万 m³。其中,有林地 8 016.45 hm²,灌木林地 2 671.75 hm²,宜林荒山地 225.69 hm²,基础数据为 2019 年林业资源二类调查数据。

2 森林健康评价体系构建原则

森林健康评价是对森林在生长过程中,受人为干扰或自然因素,进行林分结构、生态功能的诊断。对森林生态系统健康进行评价,指标体系的选择是重点,指标的选取将对评价结果的科学性产生最直接的影响。森林健康指标的选

取必须实现 3 个目标:一是指标体系能精准地反映该区域森林生态系统特点;二是能科学地反映该区域森林的健康状况;三是通过长期观测,能够反映该区域森林生态系统变化的趋势,分析出合理的原因。综上所述,主要包含以下几个原则:

(1) 遵循科学性。指标体系必须建立在科学理论的基础上才能客观、准确地评价该区域森林健康状况,并且将来能够指导森林经营。

(2) 有可操作性。指标要简单明了,易监测,易获取。同时,在评价计算中,不宜过于烦琐复杂。

(3) 具有推广性。指标的选择要面对服务基层林业技术人员,易理解,并得到基层林区技术人员的认可,在林区开展森林抚育等经营活动中易于推广。

3 森林健康评价体系构成

3.1 评价体系构成 根据构建原则,结合关帝山国有林区南海滩林场森林生态系统的实际情况,从生长结构指标、生长活力指标、抵抗能力指标 3 个层次构建关帝山国有林区南海滩林场森林生态系统健康评价体系。林木生长结构主要有林木空间结构、群落层次结构、草本灌木层盖度;生长活力指标主要有公顷活立木蓄积、天然更新能力、林龄结构、郁闭度;抵抗能力指标主要有抗有害生物能力、火灾风险等级、土壤侵蚀度。具体指标等级见表 1。

表 1 研究区森林健康评估指标体系

Table 1 Forest health assessment index system in the study area

指标层次 Indicator level	指标内容 Indicator content	等级 Grade		
		I 级 Grade I	II 级 Grade II	III 级 Grade III
林木生长结构层 Forest growth layer	林木空间结构 群落层次结构 草本灌木层盖度	阔叶树种为主的针阔混交林 乔灌草复层结构 >0.4	针叶树种为主的针阔混交林 只有灌木或草本单一群落 0.2~0.4	纯林 仅为乔木层 <0.2
林木生长活力层 Forest growth vitality layer	公顷活立木蓄积 天然更新能力 林龄结构 郁闭度	>150 m ³ /hm ² 更新数量多 异龄林 0.5~<0.7	105~150 m ³ /hm ² 更新数量适中 以中龄林为主 0.7~<0.8 或 0.3~<0.5	<105 m ³ /hm ² 几乎没有更新 以幼林、过熟林为主 <0.3 或 ≥0.8
林木抵抗能力层 Forest resistance layer	抗有害生物能力 火灾风险等级 土壤侵蚀度	较强,可自我调节 较低 较轻	一般,需人工干预 一般 中度	较弱,需完全靠人工干预 极高 严重

3.2 评价计算方法及赋值 应用下式对研究区各小班森林生态系统进行健康型评价。

$$H_i = \sum_{j=1}^n H_{ij} \cdot W_j \quad (1)$$

式中, H_i 为各小班森林健康评价的得分, H_{ij} 为各小班不同指标森林健康的等级得分, W_j 为各指标的权重; i 为小班; j 为森林生态系统健康评价指标。

式中分值采取指标赋值法,对评价的小班按指标予以赋值进行计算,表 1 中,I 级分值为 ≥8.5~10.0 分,II 级分值为 6.0~<8.5 分,III 级分值为 <6.0 分。根据研究区的林分特点,采用层次分析法,对各指标相应赋权。不同指标的权重值见表 2。

4 评价结果

根据式(1),对关帝山国有林区南海滩林场各小班森林

表 2 不同指标权重值

Table 2 Weights of different indicators

指标层次 Indicator level	指标内容 Indicator content	权重值 Weights
林木生长结构层 Forest growth layer	林木空间结构 群落层次结构 草本灌木层盖度	0.38 0.38 0.38
林木生长活力层 Forest growth vitality layer	公顷活立木蓄积 天然更新能力 林龄结构 郁闭度	0.29 0.29 0.29 0.29
林木抵抗能力层 Forest resistance layer	抗有害生物能力 火灾风险等级 土壤侵蚀度	0.33 0.33 0.33

健康分值进行计算。根据总体得分,将健康等级划分为健康

(分值 ≥ 7.5)、亚健康(分值为 $6.0\sim 7.4$)、不健康(分值为 $4.0\sim 5.9$)和极不健康(分值为 <4.0)4个等级,并利用 ArcGIS 绘制南海滩林场森林健康等级分布图(图1)。

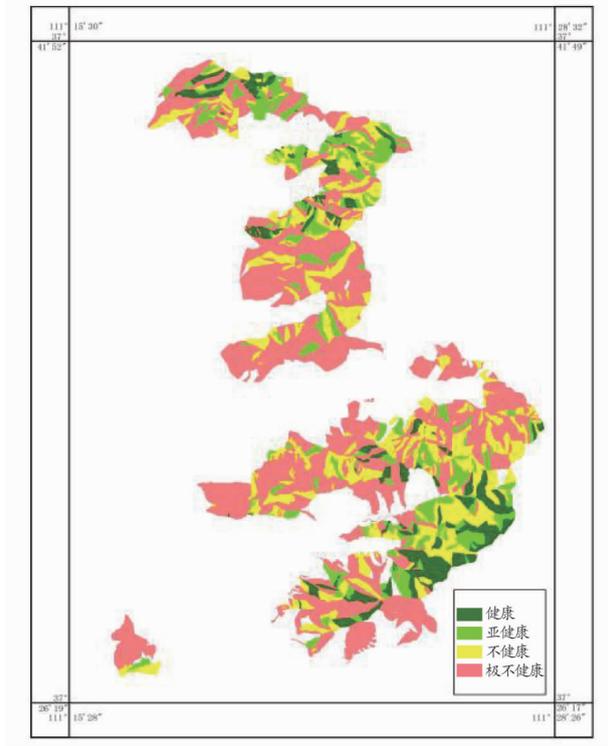


图1 研究区小班森林生态系统健康等级分布

Fig. 1 Distribution of the health level of Xiaoban forest ecosystem in the study area

评价结果显示,健康的森林小班有119个,占小班总数的8.7%,面积 $1\,237.24\text{ hm}^2$,天然林以辽东栎为主的阔叶混交林,人工林为2018—2020年人工抚育的小班。其主要特点为系统结构复杂,各要素之间形成良好的生物循环,物种多样性丰富,林木净生产力旺盛,土壤层厚,抵抗病虫害、火灾能力强,在森林经营中不需要进行过多的人为抚育措施。

亚健康小班有193个,占小班总数的14.0%,面积为 $1\,668.34\text{ hm}^2$ 。主要由人工油松、落叶松纯林或针叶混交林、杨桦混交林组成,其主要特点为群落层次为复合层,但生物多样性相对不足,抵抗能力偏弱,在森林经营中,需要进行卫生伐、生长伐等较多的抚育措施。

不健康小班有318个,占小班总数的23.1%,面积为 $3\,048.33\text{ hm}^2$ 。主要由人工油松、落叶松中幼龄纯林、阔叶树纯林组成,主要特点为群落结构单一,生物多样性偏少,生长力不足,稳定性差,火险和病虫害等级高。需要采取生长伐的方式,提高林木生长力。

极不健康小班有746个,占小班总数的54.2%,面积为 $6\,852.46\text{ hm}^2$ 。主要为人工针叶林幼林、阔叶树幼林、灌木林地、疏林地、荒山荒地等。主要特点为密度过大,结构单一,生产力极低,病虫害、火灾等级高,生态系统极不稳定。需要采取透光伐、生长伐、疏伐、灌木林改造、低效林改造等抚育

措施,调整结构,提高生长力,调节生态系统。

5 结论与讨论

通过以小班为单位,运用林木空间结构、群落层次结构、草本灌木层盖度、公顷活立木蓄积、天然更新能力、林龄结构、郁闭度、抗有害生物能力、火灾风险等级、土壤侵蚀度10个指标对关帝山国有林区南海滩林场森林生态系统进行健康评价,反映南海滩林场森林生态系统的健康状况,评价结果显示,健康林分主要表现为混交复层林、异龄林、灌木草本层较为发达,郁闭度为 $0.5\sim 0.7$,天然更新良好,生物多样性丰富,这样的森林生态结构具有一定的稳定性和抗干扰性,是健康森林的标准化结构,但南海滩林场1376个小班中,有54.2%的小班处于极不健康状况,这说明应该加快森林经营步伐,运用人工抚育措施,改良林分结构,释放林木生长力,从而提升森林质量,培育稳定健康的林分结构。

在不健康小班中,主要是人工油松幼林纯林,这主要是由于南海滩林场20世纪60年代为造林站,是老林业人留下的广大一片人工林,这说明南海滩林场应该将中幼林人工林抚育作为森林经营的重点。

森林生态系统的健康状况是动态变化的,因此,今后林区应设置固定样地,开展长期稳定的森林生态系统效益监测评价,积累更为精准动态监测数据,为森林经营提供科学支撑。该研究仅以关帝山国有林管理局1个林场进行小尺度研究,林区经营面积 30.71 万 hm^2 ,包含1个国家级保护区、1个国家级湿地公园、2个省级保护区、20个国有林场,下一步将对关帝山国有林区开展大尺度评价研究,为整个林区科学开展森林经营提供有力支撑。

参考文献

- [1] 马克明,孔红梅,关文彬,等. 生态系统健康评价:方法与方向[J]. 生态学报,2001,21(12):2106-2116.
- [2] 姚艳玲,刘惠清. 生态系统健康评价的方法[J]. 农业与技术,2004,24(2):79-83.
- [3] 肖风劲,欧阳华,孙江华,等. 森林生态系统健康评价指标与方法[J]. 林业资源管理,2004(1):27-30.
- [4] 袁兴中,刘红,陆健健. 生态系统健康评价:概念构架与指标选择[J]. 应用生态学报,2001,12(4):627-629.
- [5] 蔡元才,陈阿丽,毕克德. 树立森林健康理念 实现病虫害可持续控制[J]. 中国森林病虫,2004,23(4):42-44.
- [6] 王秋燕,陈鹏飞,李学东,等. 森林健康评价方法综述[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2018,42(2):177-183.
- [7] 陈高,代力民,范竹华,等. 森林生态系统健康及其评估监测[J]. 应用生态学报,2002,13(5):605-610.
- [8] 甘敬,朱建刚,张国祺,等. 基于BP神经网络确立森林健康快速评价指标[J]. 林业科学,2007,43(12):1-7.
- [9] 孔红梅. 森林生态系统健康理论与评价指标体系研究[D]. 北京:中国科学院生态环境研究中心,2002.
- [10] 谭三清,王湘衡,肖维,等. 基于复杂网络的森林健康评价研究[J]. 中南林业科技大学学报,2015,35(8):13-16,22.
- [11] 曹小玉,霞雯,赵文菲,等. 基于结构方程模型的森林健康评价[J]. 生态学杂志,2021,40(8):2635-2647.
- [12] 周泉,叶茂,赵凡凡. 基于VOR模型的阿尔泰山林区森林生态系统健康评价[J]. 甘肃农业大学学报,2021,56(3):137-148.
- [13] 谭继旭. 青海省高寒黄土区典型小流域人工生态公益林健康评价[D]. 北京:北京林业大学,2020:10-12.
- [14] 刘芬. 内蒙古大兴安岭森林生态系统健康评价遥感模型研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2016:8-10.
- [15] 王莹,臧贵君. 森林保护领域的前沿理念——森林健康[J]. 中国林副特产,2005(2):67-68.