

云南省生态环境脆弱性评价研究

何云玲^{1,2}, 张一平²

(1. 云南大学 资源环境与地球科学学院, 昆明 650091; 2 中国科学院 西双版纳热带植物园, 昆明 650223)

摘要: 通过建立云南省生态环境脆弱性评价指标体系 和利用 德尔菲 调查方法确定评价因子权重, 构建了综合评价模型。研究表明: 云南省生态环境处于轻度脆弱的类型区面积仅占该省总面积的 19.62%, 主要分布在中部、南部自然地理环境条件优越, 以及人类活动向有利于生态恢复方向发展的地区; 中度脆弱性的类型区面积占了总面积的 32.02%; 强度和极强脆弱的类型区面积占了总面积的 53.63%, 主要分布在北部高寒山区, 以及植被破坏严重、相对贫困、生态系统处于退化的地区。因此, 对强脆弱性地区要加大生态环境建设力度, 防止生态环境的进一步退化, 降低对外界干扰的脆弱性。

关键词: 生态环境; 脆弱性; 评价; 云南省

中图分类号: X826

文献标识码: A

文章编号: 1003-2363(2009)02-0108-04

近年来, 人口、资源和环境问题日益成为人类生存所面临的严峻问题, 人口的急剧增加和资源的不合理利用使生态系统自身的协调能力不断下降, 人类生存的环境呈现出越来越脆弱的趋势。随着全球变化影响研究的加强, 特别是对于人类活动及人地关系研究的深入, “生态脆弱性”、“脆弱生态区”、“脆弱性评估”等研究受到越来越多的关注^[1-4]。脆弱生态环境的研究成为资源环境学科研究的热点领域, 而生态环境的脆弱性评估、驱动机制及其恢复重建工作成为该领域研究的重中之重。推动这一领域的研究对于中国当前的区域开发、经济结构调整、生态环境建设与保护都将具有十分重要的理论和现实意义。尤其对于生态环境普遍比较脆弱的中西部地区, 实施西部大开发战略更具指导作用。

云南省位于中国西南, 具有资源富集、环境复杂、生态脆弱、灾害严重、经济发展层次低、短期开发行为多、环境退化加剧、贫困普遍等诸多特点^[5-6]。文章在众多区域生态环境分析、自然资源管理以及可持续发展等研究的经验和方法基础上, 发展和应用评价模型来分析和估测云南省生态环境的脆弱性程度, 目的是为建立相应的生态安全战略, 实现云南省生态环境与社会经济可持续发展提供重要的决策支持依据。

1 研究区概况

云南省山地面积占土地总面积的 84% 以上^[7]。地势从西北向东南倾斜, 地势险峻, 江河顺着地势, 成扇形

分别向东、东南、南流去。从西向东依次是高黎贡山、怒江、怒山、澜沧江、云岭、金沙江。全省地势相对高差较大, 海拔高度从 764m 到 6740m, 北部一般在 3000~4000m, 是典型的高山-峡谷地貌, 高山与峡谷相间, 地形起伏大, 河流流域狭窄; 中部一般在 1500~2200m, 为中山宽谷区, 地形较为破碎; 西南部边境地区, 地势渐趋和缓, 河谷开阔, 海拔在 800~1000m, 个别地区下降至 500m 以下, 一般为中低山-盆地地貌景观, 一些小盆地散布在山间, 河谷的发育和水系展布总的仍受横断山脉南部的“帚”形山系控制。在气候上有热带、亚热带、温带等, 几乎包含了全国主要的气候类型。多样化的气候和复杂的地理环境, 使其拥有北半球的绝大多数生物群落类型和除沙漠与海洋外的各类生态系统。

在特定的地理环境条件下, 云南省生态环境最突出的特点就在于它的脆弱性^[8]。该地区自然生态系统生产量的潜力颇大, 但水热不协调的季风气候是第一限制条件; 干湿分明, 雨季高温、高湿, 土壤有机质分解快, 物质循环加速; 植被一旦破坏, 土壤有机质迅速由森林土的 4%~8% 下降到不足 1%, 形成寸草不生的干旱坡地, 是一种不稳定且脆弱的生态体系^[9]。

此外, 云南是我国民族种类最多的省, 全省辖 16 个州、市, 其中有 8 个民族自治州, 8 个省辖市。2005 年末全省人口 4450.4 万人, 少数民族人口 1440 万, 居全国第二位, 人口在 5000 人以上的世居少数民族有 25 种, 其中 15 种是云南所独有的^[10]。2004 年云南省城镇人口 1240 万人, 城镇化率为 28.1%, 仅高于西藏、贵州位居全国倒数第三。近年来, 云南省国民经济总量虽然也在快速增长, 经济效益显著提高, 但是相比其他东部省份, 全省经济比较落后, 受教育程度低, 高文化程度人口贫乏。

收稿日期: 2008-03-20 修回日期: 2008-12-04

基金项目: 云南大学青年科研项目 (2007Q018B)

作者简介: 何云玲 (1978-), 女, 云南大理人, 博士, 主要从事区域生态环境研究, (E-mail) hy61@126.com。

贫困人口、残疾人口仍占一定比例, 2004年云南省贫困人口650余万人, 占全省总人口的14.7%^[10]。尚未解决温饱的贫困人口主要集中在山区、少数民族地区, 这些地区往往也是各种疾病的高发区和医疗卫生条件相对较差地区, 所以扶贫济困、解决温饱仍是全省社会发展面临的重要任务之一。

2 评价方法

生态环境是指以人类为主体, 其它生命物体和非生命物质被视为环境要素(如地形、气候、土壤、植被等)所组成的综合体^[11-12]。脆弱生态环境是在特定的地理背景下, 生态系统物质、能量分配不协调的产物。生态脆弱性是景观或生态系统的特定时空尺度上相对于干扰而具有的敏感反应和恢复状态, 是生态系统的固有属性在干扰作用下的表现^[13]。脆弱生态环境形成因素可归纳为自然因素和人为因素两大类^[14-19], 自然因素包括地质、地貌、水文、生物群落类型、气候因子等特性, 决定了环境脆弱存在的潜在性。人为因素即人类对环境资源的不合理开发利用, 如过度垦殖、过度放牧、不合理灌溉、以及人口过度膨胀而远远超出生态环境的承载能力所造成的环境脆弱。所以, 云南省生态环境脆弱性评价需要建立在基于自然因子和人文因子综合考虑的基础上。

2.1 影响因子确立的依据

系统、科学地选取评价指标, 确定各指标因子的贡献率, 对评价结果的可信度和准确度有着重要影响。根据脆弱性的涵义, 该研究在选取影响区域生态环境脆弱性的评价指标体系时, 遵循了以下原则。

(1) 综合性原则: 影响因素有自然的, 也有人文的, 有来自系统本身的, 也有来自系统以外的。因此, 必须建立多指标评价体系, 客观地反映不同因素的影响。

(2) 科学性原则: 评价指标体系的确定, 必须能够正确反映区域生态环境脆弱性的涵义、以及人类活动对其的影响。

(3) 主导性原则: 在诸多影响因子中, 各因子大小的贡献率是不同的。通过定量分析和指标选择, 突出主导因素, 是建立系统、实用的评价指标体系的基础。

(4) 可操作性原则: 在保证综合性、科学性和主导性原则的前提下, 选择敏感性强、可测性好、易于获得的具体指标, 是实现脆弱性定量评价的基础。

(5) 可比性原则: 不同地区生态环境特性不同, 表现形式也不一样, 即生态环境空间分布规律和生态系统功能在不同地带上的差异性, 表现出不同程度的脆弱性特点。为了得到脆弱性的内部分异, 就要使各地区指标评价具有可比性。

2.2 指标的选取

根据上述原则, 结合研究区域实际状况, 经过筛选, 建立了以下评价指标体系(表1)。

(1) 自然因素。主要包括了水分条件, 热量条件, 水热关系, 地表植被覆盖状况, 地形因素中主要考虑坡度对地表物质稳定性有重要影响, 不同坡度下的坡面物质运动对外力作用响应的强弱不同^[11], 云南省地形区域差异显著, 选择坡度 $>25^\circ$ 土地面积占总面积比例来衡量自身稳定性强度。另外, 自然灾害的强度大小直接关系到生态环境的稳定性大小, 对外力的响应也不同, 选取直观易获的水土流失面积占总土地面积的比例作为指标。

(2) 人为因素。首先, 云南省各地区人口绝对数量相对来说不多, 但是生态环境的人口容量很小, 特别山区由于生活能源短缺而过度樵采, 以及片面开发资源造成植被破坏等一系列生态环境问题与人口密度的大小有一定的相关性。其次, 区域生态技术水平关系着区域对当前外界干扰变化时的调整能力^①, 也涉及到区域生态保护状况。另外, 自然保护区的建设对保护珍稀、濒危物种, 维持区域生态系统平衡起到了良好的作用。此外, 经济发展水平也反映着一个地区遭受外力冲击时缓解损失影响的忍受力^[20]。而土地利用状况则代表了人口与土地两大资源及其二者的结合状况, 也是促成脆弱生态环境形成或减弱脆弱性的主要因素之一。土地垦殖率是反映农业开垦利用的重要指标, 以山地为主的云南省来说, 这一数字偏高表明毁林毁草、陡坡垦殖较为严重; 土地利用率为土地利用程度的综合反映; 农业利用率也是反映一个地区生态环境状况的主要指标之一。

2.3 指标权重赋值

权重能够反映各评价因子对区域生态环境脆弱性作用的强弱, 突出主要因子对评价结果的影响。对权重的确定国内外学者已经进行了大量研究, 也提出了诸如模糊分级法、层次分析法(AHP法)、逐步回归法、灰色关联法、主成分分析法等很多种方法^[1]。任何方法本身在应用时都有一定的要求和局限性。在尽量提高权重的客观性和准确性, 又要具有灵活性和可操作性的原则下, 该研究选用目前常用的德尔菲调查方法进行权重赋值, 即在专家系统思想指导下, 请从事地理学、生态学研究的专家中选取不少于20人, 采用独立评价方法, 结合研究区域实际情况, 请各专家对各指标的重要性程度予以权重打分, 在收集各专家的赋值后, 采用平均值作为研究的指标权重。

① 赵昕奕, 区域土地利用对全球气候变化的响应研究, 北京大学博士论文, 2000年。

表 1 区域生态环境脆弱性评价指标体系

Tab 1 The index system and weight

of vulnerability assessment of eco-environment

指标	指标要素	指标权重
水	降水量 R	0.07
	降水变率 R_p	0.07
热	平均最低气温 T_{min}	0.02
	最高气温 T_{max}	0.02
	$\sum T \geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温	0.02
水热关系	干燥度	0.08
植被覆盖状况	森林覆盖率	0.08
自身稳定性强度	坡度 $> 25^{\circ}$ 土地面积占总面积比例	0.07
自然灾害强度	水土流失面积占总土地面积比例	0.06
人口状况	人口密度	0.06
生态技术状况	造林面积	0.06
	保护区面积比例	0.07
地区经济状况	人均 GDP	0.06
	农民人均纯收入	0.06
土地利用状况	土地垦殖率	0.08
	土地利用率	0.06
	农业利用率	0.06

说明: 1) 干燥度计算式为: $K = 0.16 \frac{\text{全年} \geq 10^{\circ}\text{C} \text{的积温}}{\text{全年} \geq 10^{\circ}\text{C} \text{期间的降水量}}$ 。

2) 气象数据资料来自于云南省气象局档案室, 云南省地面气象资料, 国家气象中心气象资料室, 中国气象科学数据共享服务网基础数据, 1970—2005 年的统计平均值。

3) 森林覆盖率、水土流失面积、人口状况、经济发展水平、土地利用状况等数据资料均来自 2000—2005 年云南省统计年鉴调查平均值。

表 2 云南省生态环境脆弱性分级标准

Tab 2 Degree standard of vulnerability of eco-environment in Yunnan Province

脆弱性强度		生态环境脆弱性系数 Y				
轻度脆弱	地名	玉溪	昆明	西双版纳		
	脆弱性	0.4209	0.4399	0.4677		
中度脆弱	地名	楚雄	大理	德宏	昭通	红河
	脆弱性	0.5045	0.5165	0.5328	0.5351	0.5366
强度脆弱	地名	保山	思茅	临沧	曲靖	怒江
	脆弱性	0.5655	0.5673	0.5767	0.5771	0.5805
极强脆弱	地名	丽江	文山	迪庆		
	脆弱性	0.6397	0.6573	0.6778		

发展最好, 城市化和工业化进程较快的昆明、玉溪地区, 以及南端低丘山谷地区的西双版纳, 面积 5.66 万 km^2 , 占总面积的 14.35%。在该类型区内, 主要经济技术条件良好, 抵抗外界干扰能力较强 (昆明、玉溪); 或者组成生态环境的地表物质特别是植被稳定程度相对较高 (版纳), 处于一种相对平衡状态, 脆弱性较轻。

(2) 中度脆弱类型区: 主要分布在滇中山原和高原盆地相间分布的楚雄、大理、德宏以及南部红河、滇东北昭通地区, 面积 12.62 万 km^2 , 占总面积的 32.02%。在

2.4 数据处理

第一步, 数据的标准化处理, 主要包括数据同趋化处理和无量纲化处理 2 个方面。数据同趋化处理主要解决不同性质数据问题。对不同性质指标直接加总不能正确反映不同作用力的综合结果, 须先采用赋值法对逆指标作同趋化处理, 使所有指标对测评方案的作用力同趋化, 才能得出正确结果。数据无量纲化处理主要解决数据的可比性, 在此我们采用指数化处理方法。指数化处理以指标的最大值和最小值的差距进行数学计算, 其结果介于 0~1 之间。

第二步, 根据下式求得研究区生态环境脆弱性系数 Y

$$Y = 1 - \sum P_i \cdot W_i \quad (1)$$

式中: P_i 为第 i 个指标经无量纲化处理后的数据, W_i 为第 i 个指标权重值。

采用上述方法计算出云南省 16 个地州市的生态环境的脆弱性大小 (表 2)。参照赵跃龙的方法^[21], 按脆弱度大小将 16 个地区划分为四类, 即脆弱度 Y 大于 0.6000 的为极强度脆弱区, Y 大于 0.5500 而小于 0.6000 的为强度脆弱区, Y 大于 0.5000 而小于 0.5500 的为中度脆弱区, Y 小于 0.5000 的为轻度脆弱区。

3 结果分析

(1) 轻度脆弱类型区: 主要分布在云南省中部经济

该类型区内虽然人类开发历史较早, 但是近年来国家大力投资进行植树造林、种草, 以及环境治理措施, 是生态恢复卓有成效的地区, 植被覆盖度明显增大, 生态环境处于相对稳定状态。在该类型区有一定的人为干扰, 但生态环境总体上处于良好状态, 生态系统虽然受到一定程度的破坏, 但仍然具有较好的自恢复能力。

(3) 强度脆弱类型区: 主要分布在云南省中部的曲靖, 西南部的保山、临沧, 和西北地势最高的怒江地区, 以及滇南低丘山谷地区的思茅地区, 面积 13.40 万 km^2 ,

占总面积的 34.01%。该类型区地质环境复杂且极不稳定,大部分属强烈的地带活动带,滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害频繁。生态环境极为脆弱,一旦受到破坏极难恢复;日益加强的人类活动使这种生态脆弱性日趋严重。生态系统自身恢复能力较差,生态环境处于退化态势。

(4)极强脆弱类型区: 主要分布在西北地势最高的丽江、迪庆地区,和滇南的文山地区,面积 7.73 万 km²,占总面积的 19.62%。该类型区生态环境自身稳定性较差,乱砍滥伐现象比较普遍,植被破坏严重;水土流失、滑坡、泥石流、山洪等灾害日趋严重^[22];大部分地区处于人口压力—生态恶化—贫困的恶性循环之中;生态环境极为脆弱,脆弱性强。

4 结语

云南省生态环境属于轻度脆弱性的类型区面积仅占总面积的 14.33%,中度脆弱性的类型区面积占了 32.02%,强度和极强脆弱性的类型区面积占了 53.63%。可以看出,该省生态环境处于不稳定,受外界干扰脆弱性较强状态的面积较大,在这些地区,人类不合理的资源开发利用极易产生生态环境的退化,导致滑坡、崩塌、泥石流、水土流失等生态环境问题的出现。面对云南省拥有丰富资源,却又是贫困地区的状况,对这些区域的资源开发应当慎重,坚持开发前的生态环境评价和做好保护规划,坚决不走破坏生态型开发之路。真正发掘云南省的生态环境价值,当前十分需要国家从战略高度,给予更优惠和更特殊的生态环境保护政策,建立并实施绿色核算体系,提升生态环境保护的财政支撑政策。对于目前处于脆弱性较强和极强的区域,要加大生态环境建设力度,纳入中国西部生态环境建设总体规划,实施重点治理,实现生态环境和社会经济的可持续发展。

参考文献:

- [1] 赵跃龙. 中国脆弱生态环境类型分布及其综合整治 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1999: 23–87.
- [2] Gaber T, Griffith T K. The Assessment of Community Vulnerability to Acute Hazardous Materials Incidents [J]. Journal of Hazardous Materials, 1980, 34(8): 323–333.
- [3] Liveman D. The Vulnerability of Urban Areas to Technological Risks [J]. Cities May, 1986, 4(5): 142–147.
- [4] Qin Penghua, Xu Songjun, Xie Genzong. Analysis of the Ecological Vulnerability of the Western Hainan Island Based on its Landscape Pattern and Ecosystem Sensitivity [J]. Acta Ecologica Sinica, 2007, 27(4): 1257–1264.
- [5] 何大明, 吴绍洪, 彭华, 等. 云南省生态系统变化及西南跨境生态安全研究 [J]. 地球科学进展, 2005, 20(3): 338–344.
- [6] 吴绍洪, 戴尔阜, 何大明. 我国西南云南省环境与发展问题初步研究 [J]. 地理科学进展, 2005, 24(1): 31–40.
- [7] 张荣祖, 郑度, 杨勤业, 等. 横断山区自然地理 [M]. 北京: 科学出版社, 1997: 78–100.
- [8] He D M, Zhao W J, Chen L H. The Ecological Changes in Manwan Reservoir Area and its Cause [J]. Journal of Yunnan University, 2004, 26(3): 220–226.
- [9] 云南省地方志编纂委员会. 云南省志 (卷二). 天文学气候志 [Z]. 昆明: 云南人民出版社, 1995: 80–120.
- [10] 云南省电子政务门户网站. 云南省国民经济和社会发展规划情况 [EB/OL]. (2005–01–20) [2007–10–02]. http://www.yn.gov.cn/yunnan_china/.
- [11] 钟诚, 何宗宜, 刘淑珍. 西藏生态环境稳定性评价研究 [J]. 地理科学, 2005, 25(5): 573–577.
- [12] 刘燕华, 李秀彬. 脆弱生态环境与可持续发展 [M]. 北京: 商务印书馆, 2001: 30–50.
- [13] Kovshar A F, Zatoka A L. Localization and Infrastructure of Pressures in the Arid Area of the USSR [J]. Problemy Osvoeniya Pustyn, 1991(1): 155–161.
- [14] 卞建民, 李凤全. 松嫩平原西部生态脆弱环境脆弱性及成因分析 [J]. 国土开发与整治, 2001, 11(1): 18–29.
- [15] Marceh V, Squez-Le on, Colin Thor West, Timothy J Finan. A Comparative Assessment of Climate Vulnerability: Agriculture and Ranching on Both Sides of the US-Mexico Border [J]. Global Environmental Change, 2003, 13(13): 159–173.
- [16] 王学雷. 江汉平原湿地生态脆弱性评估与生态恢复 [J]. 华东师范大学学报, 2001, 35(2): 237–240.
- [17] 孔红梅, 赵景柱. 生态系统健康评价方法初探 [J]. 应用生态学报, 2002, 13(4): 468–490.
- [18] 王国. 我国典型脆弱生态区生态经济管理研究 [J]. 中国生态农业学报, 2001, 9(4): 9–12.
- [19] 王让会, 樊自立. 塔里木内陆河流域生态脆弱性分析 [J]. 农村生态环境, 2000, 16(1): 17–20.
- [20] 赵昕奕, 蔡运龙. 区域土地生产潜力对全球气候变化的响应评价——以中国北方农牧交错带中段为例 [J]. 地理学报, 2003, 58(4): 584–590.
- [21] 赵跃龙, 张玲娟. 脆弱生态环境定量评价方法的研究 [J]. 地理科学进展, 1998, 17(1): 67–72.
- [22] 付保红, 陈丽辉, 朱彤. 云南省高山峡谷区大型水电站建设开发性移民研究——以漫湾电站、大朝山电站为例 [J]. 地域研究与开发, 2004, 23(6): 111–114.

(下转第 122 页)

- 糊综合评判 [J]. 安庆师范学院学报 (自然科学版), 1998, 4 (3): 11-15.
- [25] 熊飏, 赵颖, 王建英. 模糊数学在环境质量评价中的应用 [J]. 河南科学, 2002, 20(5): 549-552.
- [26] 秦奋, 张喜旺, 刘剑锋. 基于模糊分析法的水资源承载力综合评价 [J]. 水资源与水工程学报, 2006, 17(1): 1-6.

The Comprehensive Evaluation of Ecotourism Environment Quality in Wuyishan Scenery District of World Nature and Culture Heritage

HONG Tao¹, WANG Ying-zi¹, HE Dong-jin¹,
CHEN Bing-rong², YU Jian-an², HU Xiao-ling¹

(1 College of Forestry, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China; 2 Administration Committee of the Wuyishan Scenery District, Wuyishan 354300, China)

Abstract The comprehensive evaluation of ecotourism environment is important for perceiving the environment status and improving the tourism quality. Fuzzy comprehensive evaluation is one of the general application and effective methods used to comprehensive evaluation. According to the actuality of eco-tourism resource in Wuyishan Scenery District, this paper applies the Analytic Hierarchy Process (AHP) to the fuzzy comprehensive evaluation, sets up the mathematics model of the multi-hierarchy, multi-operator on fuzzy comprehensive evaluation and makes available and rational evaluation to eco-tourism environment in Wuyishan Scenery District. The results show that the quality grades of scenery district units are first to second class and the quality grades of Wuyishan Scenery District is first class. It indicates that the eco-tourism environment quality is perfect.

Key words ecotourism; environment quality evaluation; fuzzy comprehensive evaluation; AHP; Wuyishan Scenery District

(上接第 111 页)

Vulnerability Assessment of Eco-environment in Yunnan Province

HE Yun-ling^{1,2}, ZHANG Yi-ping²

(1 School of Resources Environment & Earth Science, Yunnan University, Kunming 650091, China; 2 Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, CAS, Kunming 650223, China)

Abstract The mountainous ecosystem in Yunnan Province is a complicated spatial composition of the life system and the environment system under the peculiar ecological, geographical and environmental backgrounds. Active geotectonics result in topographic unconformity; the rich and diverse ecosystems formed and influenced by unique environmental patterns in this region have attracted the strong interest of geologists and ecologists. By making an assessment index system and using Delphi technique to determine the evaluation factor's weights, this paper builds the assessing model of eco-environmental vulnerability of Yunnan Province based on the analysis of result data. The study results show that the eco-environmental vulnerability of Yunnan Province is not very strong. The eco-environmental vulnerability in the study area is far from the developed cities while the vulnerability in the low land is smaller than that in the plateau. The weak vulnerability area that is only 19.62% of the total area of Yunnan Province is distributed in the region with advantaged natural conditions and remarkable ecological recovery. While the strong vulnerability area that is 53.63% of the total area of Yunnan is located in the north part high and cold mountains. The government should pay more attention to the eco-environmental construction work and protect the eco-environment from farther degenerating in this area.

Key words eco-environment vulnerability assessment; Yunnan Province