

DOI: 10.5846/stxb201309082235

朱超, 方颖, 周可新, 穆少杰, 蒋金亮. 生态系统红色名录——一种新的生物多样性保护工具. 生态学报, 2015, 35(9): 2826-2836.

Zhu C, Fang Y, Zhou K X, Mu S J, Jiang J L. IUCN red list of ecosystems: a new tool for biodiversity conservation. Acta Ecologica Sinica, 2015, 35(9): 2826-2836.

生态系统红色名录 ——一种新的生物多样性保护工具

朱 超¹, 方 颖^{1,*}, 周可新¹, 穆少杰¹, 蒋金亮²

¹ 环境保护部南京环境科学研究所, 南京 210042

² 南京大学地理与海洋科学学院, 南京 210093

摘要: 生物多样性为人类提供了生存所必需的一系列生态系统服务和功能。然而, 由于人为活动的加剧, 生物多样性不断丧失。传统的生物多样性保护主要关注物种多样性, 存在着对生物多样性的代表性不足, 不能及时反应生态系统多样性的变化等缺点。近年来, 生态系统层次上的多样性保护成为研究热点, 一些国家和组织相继开展了大尺度的生态系统评估工作。文章回顾了已有的生态系统评估方案, 发现当前生态系统评估多采用 IUCN 物种红色名录的分级标准体系, 主要评估生态系统的濒危程度, 评估标准主要是分布范围和功能的变化, 不同评估方案采用的指标和阈值有差异, 需要建立统一的生态系统分类体系和评价方案。同时, 结合国内生态系统评价的现状, 提出了在我国开展生态系统红色名录研究的若干可行建议。

关键词: 生物多样性; 生态系统红色名录; 生态风险评估

IUCN red list of ecosystems: a new tool for biodiversity conservation

ZHU Chao¹, FANG Ying^{1,*}, ZHOU Kexin¹, MU Shaojie¹, JIANG Jinliang²

¹ Nanjing Institute of Environmental Sciences, Ministry of Environmental Protection, Nanjing 210042, China

² School of Geographic and Oceanographic Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China

Abstract: Biological diversity provides many ecosystem functions and services that are critically important for human survival and development. In the past hundreds of years, biodiversity decreases continuously due to accelerating human activities and climate changes, leading to the alteration of ecosystem processes and ecosystems stability. An explicit understanding of risks assessment of biodiversity loss is essential for biological conservation. However, traditional risk assessment mainly focused on species diversity, which could not represent biological diversity comprehensively and reflect biodiversity loss at ecosystem level directly. The results of assessment can hardly be applied to policy-making for biodiversity conservation at landscape level. Furthermore, species-by-species is time consuming and resources costing. By the year 2010, less than 3% of the world's known species had been evaluated for potential inclusion in the International Union for Conservation of Nature (IUCN) Red List of Threatened Species. Hence, a higher-level biodiversity assessment may provide a more cost-effective means for multi-scale biodiversity conservation. Recently, more and more attentions have been tailored to develop a set of criteria for ecosystem risk assessment. Several protocols have been developed in many countries over the past twenty years, such as Finland, Germany, Denmark and Bulgaria. Most of these assessment protocols adopted the assessment system of the IUCN Red List of Threatened Species. Threat status was adopted as the major ecosystem risk assessment indicator, and threat status of each ecosystem was assigned using rule-based criteria based on thresholds for

基金项目: 国家科技支撑计划课题(2012BAC01B08); 环保公益类项目(201209027); 环境保护部“生物多样性保护专项”

收稿日期: 2013-09-08; **网络出版日期:** 2014-08-01

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: fangying@nies.org

distributional and functional symptoms. However, there are significant differences between ecosystem classification, quantitative criteria, and spatial/temporal scale in different protocols, leading to possible distortions in results of assessment. In the year of 2008, IUCN created the Ecosystems Red List (RLE) Thematic Group that aims to develop a quantitative categories and criteria system, in order to establish a global standard for the ecosystem risks assessment that can be applied at local, regional, and global levels. The group released first version of ecosystem risk assessment system in 2011 which mainly consist of the definition and classification of ecosystems, identification of the threat status of ecosystems, quantitative criteria of ecosystem distributions and ecological functions, thresholds for these criteria, and standardized methods for assessments. IUCN Red List criteria for ecosystems version 2.0 was released two years later, along with twenty case studies to test the criteria. On the basis of previous version, the latest version introduced the criteria of environmental degradation and the ecosystem collapse, providing a workable and robust framework for ecosystem risk assessment. Up to now, there have been many countries that applied RLE categories and criteria to assess the ecosystem risk at regional or national scale, such as South Africa, Norway, Venezuela, Canada and New Zealand. Our study reviewed the ecosystem risk assessment protocols mentioned above, and found that IUCN Red List criteria for ecosystems are the most reasonable ecosystem risk assessment tools at present. We also briefly introduced the progress and future works of ecosystem assessment in China, and analyzed the importance and feasibility of applied RLE categories and criteria to assess ecosystem risk at national scale. We close by considering how to improve the ability of ecosystem management and biodiversity conservation using RLE and putting forward suggestions for developing RLE in China.

Key Words: biological diversity; IUCN Red List of Ecosystems; ecological risk assessment

生物多样性是地球生命支持系统最重要的组成部分,是人类生存和社会经济可持续发展的基础,它包括物种内、物种间的多样性和生态系统多样性^[1]。传统的生物多样性保护主要关注物种水平上的生物多样性^[2],通过评价物种的濒危等级确定物种保护的优先级,如国际自然保护联盟(International Union for Conservation of Nature, IUCN)的濒危物种红色名录^[3],该名录已在 100 多个国家的生物多样性保护和管理中得到应用。然而,随着人们对多样性认识的加深,基于物种层面的生物多样性保护的缺点逐渐显现:对生物多样性的代表性不足^[4];对无脊椎动物和真菌关注不多^[5];不能及时反应生态系统多样性的变化^[6];评估结果不能直接用于景观尺度上保护措施的制定^[7];对物种濒危状况的评价工作量浩大^[8]等。

为了弥补上述不足,近年来,一些国家和组织陆续开展了生态系统水平的多样性保护工作,如芬兰生境受威胁状况评价^[9]、德国生境红色名录的编制^[10]、波罗的海海洋与海岸带生境红色名录^[11]及 IUCN 生态系统红色名录的编制^[12],其中最受关注的是 IUCN 生态系统红色名录。

IUCN 生态系统红色名录主要收录生态系统的受威胁现状信息,通过选取一些指标对生态系统物种多样性和服务功能等进行评价,进而量化生态系统的受威胁程度,并将其分为若干等级^[13]。评估结果可被用于如下方面:①监测生态系统状态,确定保护优先级;②针对性地开展受威胁生态系统的保护和修复;③指导土地利用规划和国民经济规划的制定;④评估生物多样性保护和生态系统管理措施的效果等。

目前,我国尚未开展大尺度的生态系统现状评估,随着公众环境意识的提高和管理部门决策的需要,对生态系统现状信息的需求越来越多,开展全国尺度的生态系统现状评估势在必行。本文介绍了生态系统红色名录的发展历程,对部分国家开展的生态系统红色名录研究的特点和经验进行了总结,提出了在我国开展生态系统红色名录研究的必要性和若干可行建议。

1 国外生态系统红色名录的研究现状

1.1 国家或地区生态系统红色名录

20 世纪 90 年代以来,一些国家和地区陆续对本国生物群落或生态系统的受威胁状况进行了评估,如澳

大利亚、奥地利、保加利亚、丹麦、芬兰和德国等(表1)。这些工作多采用 IUCN 物种红色名录的思路,通过定量的评估标准和阈值将生态系统受威胁程度划分为不同等级。评估结果为当地生态系统的保护提供了参考,一些处于极危和濒危状态的生态系统得到了有效的保护,也为之后 IUCN 生态系统红色名录的制定提供了经验。

表 1 国外主要生态系统评估方案
Table 1 Summary of protocols for assessing the threat status of ecosystems

评估方案 Assessment protocols	评价对象 Assessment objects	对评价对象的定义 Definition of objects	评价要素 Features of assessment	风险等级 Threat status
美国生态系统受威胁等级评估 Assessment of the threat status of ecosystem in the United States ^[14]	自然生态系统	具有相似生态因子的植被类型,植物群丛,自然群落和生境等	范围,组成,结构和功能	极危,濒危和易危
德国受威胁生境红色名录 German Red Data Book on endangered habitats ^[10]	所有生境类型	具有相似环境条件,可为某些动植物类群提供栖息地的空间单位	范围,非生物条件,组成和结构,变化趋势,恢复力	完全破坏,极危,濒危,易危,近危,稀有,数据缺乏和无危
芬兰受威胁生境评估 Assessment of threatened habitat types in Finland ^[9]	所有生境类型	具有特定环境条件和生物群系的空间单位	范围,组成,结构,功能	区域灭绝,极危,濒危,易危,近危和无危
奥地利生境红色名录 Austrian Biotope Red List ^[15]	所有生境类型	具有相似环境条件,可为某些动植物类群提供栖息地的空间单位	范围,组成,功能	区域灭绝,极危,濒危,易危,近危,无危和数据缺乏
爱沙尼亚受威胁植物群落评估 Assessment of threatened plant communities in Estonia ^[16]	植物群落	未定义	范围,分布点,组成,功能	极危,濒危和易危
澳大利亚环境保护和生物多样性法案 Australian Environmental Protection and Biodiversity Act (EPBC Act) ^[17-19]	生态群落	占据一定自然空间的本地种组成的集合体	范围,组成,结构,功能,恢复力,灭绝风险	极危,濒危和易危
西澳大利亚受威胁群落名录 Western Australian List of Threatened Ecological Communities (WA TEC) ^[20]	生态群落	特定生境类型下自然存在的生物的集合体	范围,组成,结构,功能,恢复力	可能完全破坏,极危,濒危和易危
昆士兰州植被管理法 Queensland Vegetation Management Act (QVM Act) ^[21]	植被	未定义	范围,组成,功能,恢复力	濒危和易危
新南威尔士植被分类及评估 New South Wales Vegetation Classification and Assessment ^[22]	植被	未定义	范围,组成,结构,功能,恢复力,灭绝风险	可能灭绝,极危,濒危,易危,近危和无危
新南威尔士受威胁物种保护法案 New South Wales Threatened Species Conservation Act (NSW TSC) ^[23]	生态群落	占据一定空间的物种组成的集合体	范围,分布点,组成,结构,功能	极危,濒危和易危
新西兰陆地环境评估 Assessing the terrestrial environment of New Zealand ^[24-25]	陆地环境	基于 15 个气候和地貌因子将新西兰陆地环境分为四个等级	范围	极危,濒危,易危,极缺乏保护,缺乏保护,未评估
Nature Serve 保护等级评估 NatureServe conservation status assessment system ^[26]	生态系统	特定生境下共同存在的物种和生长型的集合体	范围,组成,结构,功能,恢复力	灭绝,可能灭绝,极危,濒危,易危,接近安全,安全,不能评估,未评估和不适合评估
保加利亚自然生境红色名录 Bulgaria Red Data Book on natural habitats ^[27]	自然生境	独立的生物圈单位和生物多样性的的重要组成部分	范围,结构,功能	灭绝,极危,濒危,易危和近危
波罗的海海洋与海岸带生境红色名录 Red List of Marine and Coastal Biotores of the Baltic Sea ^[11]	海洋与海岸带生境	具有相似环境条件,可为某些动植物类群提供栖息地的区域	范围,组成,结构,功能,人类活动	完全破坏,可能灭绝,极危,濒危和易危

1.2 IUCN 生态系统红色名录

为了建立统一的生态系统评价标准,IUCN 生态系统管理委员会(Commission on Ecosystem Management, CEM)于 2009 年成立了生态系统红色名录工作组,开始制定生态系统受威胁状况的评价标准。2011 年,Rodriguez 等^[12]提出了生态系统受威胁状况的评价体系,主要包括生态系统的定义和分类、生态系统分布和功能的评估标准、受威胁的测度、评价标准之间的阈值等。其中生态系统分布和功能的评估标准采用了近期分布或生态功能的减少量、历史上分布或生态功能的总减少量、伴有减少的小面积分布,及非常小范围的分布。此后,Keith 等^[28]对 Rodriguez 等^[12]提出的评估标准进行了完善,增加了环境退化和系统崩溃的判断标准,并利用修订后的标准对全球 20 个不同类型的生态系统(包括陆地、淡水和海洋生态系统)进行了评价,并与其其中 9 个已采用当地标准评估的结果做了比较。结果显示,9 个生态系统中有 8 个的评估结果一致。说明 IUCN 生态系统评价标准具有较强的普适性,可用于全球大多数生态系统的评价。IUCN 计划在 2025 年完成对全球所有生态系统的评估。

截止目前,已有新西兰、挪威、南非和委内瑞拉等国家依据 IUCN 生态系统红色名录完成了本国生态系统现状的评估。IUCN 目前正对美洲大陆的生态系统进行评估,预计 2014 年完成,塞内加尔、智利、巴西等国也在积极准备开展本国生态系统红色名录的编制。

1.2.1 南非受威胁生态系统国家名录

为了减缓生态系统及物种的消失速率,南非环境事务与旅游部(Department of Environmental Affairs and Tourism, DEAT)委托南非国立生物多样性研究所(South African National Biodiversity Institute, SANBI)组织了来自环境事务与旅游部、地方生物保护、林业等部门的专家对国内生态系统的状况进行评价。2011 年 12 月 9 日,南非发布了该国首个受威胁生态系统国家名录(表 2)^[29],收录了全国 225 个受威胁陆地生态系统的信息。南非陆地生态系统受威胁状况的评价采用与 IUCN 物种红色名录相似的方法,通过一系列评价标准和阈值将生态系统受威胁状况分为极危(CR)、濒危(EN)、易危(VU)和受保护四个等级^[30]。其中,生态系统的定义和划分基于南非植被图、国家森林类型图、生物多样性保护优先区域图等。具体的评价标准和阈值见表 2。

表 2 南非受威胁陆地生态系统的评价标准及阈值^[29]

Table 2 Criteria and thresholds used to identify threatened terrestrial ecosystems in South Africa^[29]

评价标准 Criteria	极危(CR) Critically Endangered	濒危(EN) Endangered	易危(VU) Vulnerable
A1:不可逆的自然生境丧失 Irreversible loss of natural habitat	现存生境面积≤初始生境面积*生物多样性目标***	现存生境面积≤初始生境面积*(生物多样性目标+15%)	现存生境面积≤初始生境面积的 60%
A2:生态系统退化及完整性丧失* Ecosystem degradation and loss of integrity*	生态系统 60% 以上显著退化	生态系统 40% 以上显著退化	生态系统 20% 以上显著退化
B:自然生境丧失的速率** Rate of loss of natural habitat**			
C:生态系统当前分布范围小且面临严重的威胁* Limited extent and imminent threat*		分布范围≤3000 hm ² , 且面临严重的威胁	分布范围≤6000 hm ² , 且面临严重的威胁
D1:受威胁的植物种间联结 Threatened plant species associations	含有 80 种以上濒危植物	含有 60 种以上濒危植物	含有 40 种以上濒危植物
D2:受威胁的动物种间联结** Threatened animal species associations**			
E:生境破碎度** Fragmentation**			
F:为达成生物多样性计划确定的目标而划定的优先区域 Priority areas for meeting explicit biodiversity targets as defined in a systematic biodiversity plan	具有不可替代性且面临高度威胁	具有不可替代性且面临中度威胁	具有不可替代性且面临轻度威胁

* 由于数据所限,标准 A2 和 C 暂时只被用来评价森林生态系统; ** 由于数据所限,标准 B 和 D2 暂时还未启用;标准 E 用于陆地生态系统的可行性正在论证; *** 生物多样性目标:维持植被类型和其中物种的正常生存所必需的生境面积占初始生境面积的比例,该目标基于 2004 年国家空间生物多样性评估报告而设定,介于 16%—36% 之间

评估报告显示,接受评价的南非 440 个陆地生态系统中,处于极危、濒危和易危等级的生态系统分别有 53、64 和 108 个,占国土面积的 0.7%、2.0%和 6.8%。名录还从政策角度提出了受威胁生态系统的保护措施。下一步南非计划对淡水、河口和海洋生态系统进行评估,从而形成完善的受威胁生态系统国家名录。

1.2.2 挪威生态系统和生境类型红色名录

为了评估挪威生态系统消失和功能丧失的风险,2010 年 1 月到 2011 年 5 月,挪威生物多样性信息中心(Norwegian Biodiversity Information Centre, NBIC)主持开展了生态系统受威胁状况评估,发布了《挪威生态系统和生境类型红色名录》(表 3)^[32]。

挪威生态系统的风险评价主要基于 IUCN 物种红色名录的评价体系,将受威胁等级分为全球绝灭(EX)、地方性绝灭(RE)、极危(CR)、濒危(EN)、易危(VU)、近危(NT)、数据缺乏(DD)、无危(LC)、未予评估(NE)、不适用(NA)10 个等级,采用四条评价标准(表 3)对生态系统过去 50 年或未来 50 年的变化进行评价。其中,生态系统的定义和划分基于挪威自然环境类型(Nature types in Norway, NiN)系统,NiN 是 NBIC 于 2009 年提出的一种描述生态分异的新的分类系统,它将生境类型分为 5 个等级水平:微生境(Microhabitat)、生态系统(Ecological System)、景观要素(Landscape Element)、陆地景观和海洋景观(Landscape and Seascape)以及区域(Region),每个等级水平又可分为不同的类别^[31]。生态系统风险评价主要在景观要素和生态系统两个水平上开展。

表 3 挪威生态系统红色名录的评价标准及阈值^[32]

Table 3 Criteria and thresholds used to identify threatened terrestrial ecosystems in Norway^[32]

标准 Criteria	受威胁等级 Threat status			
	CR	EN	VU	NT
1 面积缩减 Reduction in surface area				
1.1 分布范围在过去 50 年间缩减 Reduction in the extent of occurrence in the last 50 years	>90%	70%—90%	50%—70%	25%—50%
1.2 占有面积在过去 50 年间缩减 Reduction in the area of occupancy in the last 50 years	>80%	50%—80%	30%—50%	15%—30%
1.3 基于标准 1.1 和(或)1.2 及主要影响因素的变化情景,未来 50 年间 缩减 Reduction in the coming 50 years based on 1.1 and/or 1.2 and a realistic scenario for changes in important impact factors	未使用	未使用	>80%	50%—80%
2 较少的分布点* Few localities				
分布点的数量 Number of localities	≤5 个	≤10 个	≤50 个	≤250 个
3 极少的分布点 Very few localities				
分布点的数量 Number of localities	未使用	未使用	≤5 个	≤5 个
4 状态(生态、物理条件)的改变 Reduction in state				
4.1 过去 50 年间,由于状态下降导致现有状态不在合理范围内的生境 类型面积 In the last 50 years, the proportion of the habitat type's surface area has had a reduction in state that it is no longer regarded as being in an acceptable state.	缩减>80%	缩减 50%—80%	缩减 30%—50%	缩减 15%—30%
4.2 基于标准 4.1 及主要影响因素的变化情景,未来 50 年间,由于状态 下降导致现有状态不在合理范围内的生境类型面积 The proportion of the habitat type's surface area is assumed will be reduced in the coming 50 years based on 4.1 and a realistic scenario for changes in important impact factors	未使用	未使用	>80%	50%—80%

* 分布点:在 2 km×2 km 的方格内,生境分布范围占据的方格数;分布点数量的确定主要根据威胁事件的影响范围,如果某一事件可影响到生境的整个范围,则认为是一个分布点,否则分布点数等于生境分布范围占据的方格数量

评估报告发现,挪威全境有 80 种生境类型处于受到威胁,其中处于极危、濒危、易危等级的生态系统分别有 2、15 和 23 个;处于近危和数据缺乏等级的生态系统分别有 31 和 9 个;过去 50 年,没有生态系统从挪威消失。威胁生态系统健康发展的主要因素是物理侵蚀、农业活动(主要是耕作和林业)、环境污染、气候变化和物种入侵^[32]。

目前该名录已被作为挪威生物多样性和生态系统的保护工具,下一步挪威计划对海洋、淡水和半自然生态系统进行更详细的评估,重点关注人类活动对生态系统的影响。

1.2.3 新西兰稀有生态系统评价

为了验证 IUCN 生态系统评估标准的适用性,评估本地生态系统消失的风险,Holdaway 等^[33]应用 Rodriguez 等^[12]提出的生态系统分布和功能的评价标准(表 4)^[12],对新西兰 72 个稀有生态系统进行了评价。

表 4 新西兰稀有生态系统的评价标准及阈值^[12]

Table 4 Criteria and thresholds used to assess status of New Zealand's naturally uncommon ecosystems^[12]

标准 Criteria	受威胁等级 Threat status		
	CR	EN	VU
A1: 分布的短期缩减* Short-term decline in distribution	≥80 %	≥50 %	≥30 %
A2: 生态功能的短期衰退 Short-term decline in ecosystem function	≥80 % 分布范围的非常严重的衰退	(a) ≥50 % 分布范围的非常严重的衰退 (b) ≥80 % 分布范围的严重的衰退	(a) ≥30 % 分布范围的非常严重的衰退 (b) ≥50 % 分布范围的严重的衰退 (c) ≥80 % 分布范围的比较严重的衰退
B1: 分布的长期缩减** Long-term decline in distribution	≥90 %	≥70 %	≥50 %
B2: 生态功能的长期衰退 Long-term decline in ecosystem function	≥90 % 分布范围的非常严重的衰退	≥70 % 分布范围的非常严重的衰退	≥50 % 分布范围的非常严重的衰退
C1: 伴有缩减的小面积分布(分布范围)或非常少的分布点 Small current distribution (extent of occurrence) and decline or very few locations	分布范围 ≤20000 km ² 且至少满足下列条件之一: (a) 分布的持续缩减 (b) 生态功能的持续衰退 (c) 只有一个分布点	分布范围 ≤5000 km ² 且至少满足下列条件之一: (a) 分布的持续缩减 (b) 生态功能的持续衰退 (c) 分布点 ≤5 个	分布范围 ≤20000 km ² 且至少满足下列条件之一: (a) 分布的持续缩减 (b) 生态功能的持续衰退 (c) 分布点 ≤10 个
C2: 伴有缩减的小面积分布(占有面积)或非常少的分布点 Small current distribution (area of occupancy) and decline or very few locations	占有面积 ≤10 km ² 且至少满足下列条件之一: (a) 分布的持续缩减 (b) 生态功能的持续衰退 (c) 只有一个分布点	占有面积 ≤500 km ² 且至少满足下列条件之一: (a) 分布的持续缩减 (b) 生态功能的持续衰退 (c) 分布点 ≤5 个	占有面积 ≤2000 km ² 且至少满足下列条件之一: (a) 分布的持续缩减 (b) 生态功能的持续衰退 (c) 分布点 ≤10 个
D: 非常小范围的分布(占有面积)且面临严重威胁 Very small current distribution (area of occupancy) and serious threats	占有面积 ≤5 km ² 且面临严重威胁	占有面积 ≤50 km ² 且面临严重威胁	占有面积 ≤100 km ² 且面临严重威胁

* 短期减少:任意 50a 的时间段内; ** 长期减少:过去 500a 内

生态系统的定义和分类基于 Williams 等^[34]对新西兰稀有生态系统的定义,生态功能的评价应用了 Lee 等^[35]提出的新西兰生态指标。生态指标共分为 3 种类型:本地优势度、物种占有度和环境因素。其中,本地优势度选取本地植被覆盖面积、非本地动植物优势度、水质和生态系统破坏度作为指标;物种占有度选取植物组成和动物组成作为指标;环境因素选取气候变化作为指标。

评估结果显示,在 72 个受评估的生态系统中,处于极危、濒危、易危等级的生态系统分别有 18、17 和 10 个。报告指出,相比于普通生态系统,稀有生态系统内受威胁物种的密度更高。如稀有生态系统仅占新西兰陆地面积的 3%—10%,却容纳了 86% 的受威胁植物物种,其中 45% 的物种是这些生态系统特有的,将物种与生态系统层次的保护措施统一起来可以更好的保护生物多样性^[33]。

1.2.4 委内瑞拉陆地生态系统红皮书

2010 年,委内瑞拉发布了陆地生态系统红皮书,对 18 种植被类型进行了国家和州两个尺度的评价,并利

用遥感影像对 10 个典型区进行了详细评估。植被类型的分类主要基于 1988 和 2010 年两期植被图,评估标准采用 Rodriguez 等^[12]提出的生态系统分布和功能的评价标准。

评估结果显示,评估时段内,落叶林和稀树草原的分布范围分别减少了 90% 和 70%,相应的受威胁等级分别为极危和濒危。其他森林类型的受威胁等级分别为:雾林(VU)、落叶林(CR)、红树林(LC)、半落叶林(EN)、河岸森林(VU)、湿地森林(LC)、常绿林(VU)。如果考虑到扰动的影响,则其他森林类型的受威胁等级均变为濒危。由于委内瑞拉全国人口集中在北部海岸,南部的植被相对安全。

2 生态系统红色名录的特征

对比上述生态系统评价方案,可以看出:

2.1 各评估方案的基本框架相同

目前生态系统评估方案多采用 IUCN 物种红色名录的分级标准体系,该体系将评估对象的受威胁程度划分为不同等级,对评估对象的各项特征分别进行评估,选取结果中的较高等级作为评估对象的受威胁等级。主要内容包括评估对象的定义及评估标准和阈值的确定。其中评估标准和阈值的确定是评估工作的关键。

2.2 各评估方案的评价对象和标准不同

2.2.1 评价对象

对评估对象进行定义是评估工作的前提。由于缺乏统一的生态系统分类体系,各方案对评估对象的定义略有不同,欧洲多是对生境进行评估,而其他地区的评估对象多是生态系统或生态群落。不同的生态系统定义导致对生态系统结构和功能变化的界定方法不同,从而造成评价标准和阈值的不一致,使得评估结果可能被曲解或难以对比^[6]。而统一的生态系统分类体系可以避免上述问题,在不同尺度上对评估结果进行对比和应用。在未来的评估工作中,建立全球统一的生态系统分类体系是重要研究内容。

2.2.2 评估标准

评估对象确定后,接下来是评估标准的确定。不同评估方案采用的评估标准不同,这些标准大致可分为两类:分布范围变化和功能变化。分布范围变化主要采用生态系统的面积、分布范围(EOO)、占有面积(AOO)和分布点等指标进行评估;功能变化主要从生态系统的组成、结构和功能等方面进行评估。

(1) 分布范围变化

所有的评估方案都将分布范围的变化作为生态系统评估的主要标准,主要采用生态系统在研究时段内的面积变化反映分布范围变化,所用数据主要是遥感数据和历史地图集。除爱沙尼亚、保加利亚、波罗的海和德国外,其它评估方案均设定了面积变化阈值以划分生态系统受威胁等级,但阈值的设定因评估方案而异,如美国生态系统受威胁等级评估方案中极危、濒危和易危阈值分别是 98%、85% 和 70%;芬兰受威胁生境评估方案中相应值则为 80%、50% 和 20%;而 IUCN 评价标准中相应值则分别为 80%、50% 和 30%。此外,各评估方案的研究时段大都包括短期和长期变化,短期变化的研究时段多是过去 50 年,而长期变化的研究时段略有差异,如 IUCN 为 1750 年以来,而芬兰则为 1950 年以来。

针对一些分布范围较小,受到威胁后可能全部灭绝的生态系统,部分方案(11 个)还制定了专门的评估标准,采用生态系统的分布范围、占有面积和分布点等指标评估生态系统的受威胁等级。其中,占有面积的应用最广泛,有十个方案采用该指标,采用分布范围和分布点的方案各有 7 个。各方案对 EOO 和 AOO 的阈值设定也不相同,如澳大利亚环境保护和生物多样性法案(Australian Environmental Protection and Biodiversity Act, EPBC Act)、新南威尔士受威胁物种保护法案(New South Wales Threatened Species Conservation Act, NSW TSC)和 IUCN 红色名录中 AOO 评估标准的极危、濒危和易危阈值分别是 10、100、1000 km², 10、500、2000 km² 和 200、2000、5000 km²;EOO 评估标准的极危、濒危和易危阈值分别是 100、1000、10000 km², 100、5000、20000 km² 和 2000、20000、50000 km²。

(2) 功能变化

除新西兰陆地环境评估外,其它评估方案均考虑到生态系统的功能变化。在生态系统组成方面,主要考虑本地种的数量和优势度;生态系统结构方面,主要从垂直(NSW TSC Act、IUCN、奥地利和芬兰等方案)和水平结构(EPBC Act、NSW TSC Act 和 IUCN 等方案)进行评估,其中破碎度常作为水平结构的评估指标;功能方面则主要采用恢复力指标(新南威尔士植被分类及评估和昆士兰州植被管理法案。部分评估方案还对生态系统过程的变化进行了评估,如 NSW TSC Act、QVM Act 和 IUCN。

此外,目前的评估方案中较少考虑到评估过程中的不确定性,只有四个方案对不确定性进行了分析:EPBC Act、NSW TSC Act、Nature Serve 保护等级评估和 IUCN。

2.3 生态系统红色名录的不足

由于起步较晚,目前的生态系统评估的研究还存在一些不足。如,生态系统的定义和分类大多基于本地已有数据库,如南非、委内瑞拉采用植被图、挪威采用自然环境类型体系等;现有的评估多是对生态系统分布范围的评估,对生态系统功能的评估由于数据缺乏等原因开展的不多。未来的研究重点主要包括:建立全球统一的生态系统分类体系、制定合理的评估标准对生态系统分布和功能进行综合评价等。

总的来看,相比于其他的生物多样性保护工具,生态系统红色名录具有如下优点:

(1) 适用范围广

生态系统受威胁状况的评价体系较为灵活,可以适用于从局地到全球尺度的各类生态系统,可以利用历史和当前时期所有相关数据,不同地区可以根据数据的情况进行不同精度的评价。如咸海生态系统的评价所用数据的时间跨度长达 50a(1957—2007);新西兰稀有生态系统在评价过程中考虑到生态系统功能的下降,而欧洲柞柳先锋植被仅仅进行了分布范围变化的评价。

(2) 评估用时较短,可进行定期评估

相比于物种红色名录,生态系统红色名录的评估更为高效。截至 2012 年,全世界已知的 1728408 种动植物、真菌和原生生物中只有 61914 种依据 IUCN 物种红色名录标准进行了评价,完成比例不到 4%^[4],而挪威完成国内生态系统评估仅用了不到 2a 时间^[32]。对生态系统的快速评估可以及时反应生态系统的变化情况,在生态系统崩溃之前及时采取保护措施,同时还可以对生态系统进行定期评估,建立生态系统崩溃预警机制。

(3) 评估结果易于理解,应用广泛

生态系统红色名录的评估结果以受威胁等级的形式显示,政府和公众可以直观了解生态系统的现状;评估结果还可以指出威胁生态系统发展的主要因素,从而有针对性的制定生态系统保护措施。

此外,生态系统红色名录还可与 IUCN 的物种红色名录、保护地(WCPA)和生物多样性关键地区(KBAs)等数据库整合,形成物种、生态系统和区域多尺度的生物多样性保护体系。如新西兰稀有生态系统的评价结果发现,受威胁生态系统内含有更多的受威胁植物物种,对其进行保护的同时也会保护其中的受威胁物种,这更加突出了生态系统红色名录的重要性。

3 我国生态系统评价现状

我国的生态系统评价起步较晚,1994 年之后国内才开始开展相关工作。目前我国的生态系统评价可分为两类:一是对生态系统的状态进行评价;二是对生态系统服务功能进行评价。生态系统状态的评价方法主要有指示物种法和指标体系法^[36]。指示物种法简便易行,但是不能用于定量评价;在实际工作中,指标体系法应用较多。国内生态系统评价指标体系的建立多是基于 PSR(Pressure-State-Respond)概念模型^[37]。PSR 模型由联合国经济合作发展组织提出,它以“系统压力”、“系统状态”和“系统响应”作为生态安全判断准则。该模型清晰的阐明了人类-自然复合系统的因果关系,被广泛用于我国各类生态系统的评价,如流域生态系统^[38]、矿山生态系统^[39]、城市生态系统^[40]等。生态系统服务功能的评价早期多基于 Costanza 等^[41]对生物圈生态系统服务价值的评估工作,如 Chen 和 Zhang^[42]对中国生态系统服务价值的研究;Zhao 等^[43]对崇明岛 1990—2000 年间生态系统服务功能的变化研究。随着联合国千年生态系统评估(MEA)的成功实施,目前国

内生态系统服务评价多采用 MEA 的概念框架。如中国林科院主持完成的《中国森林生态服务功能评估报告》;刘纪远等^[44]对三江源区草地生态系统的评价等。

总的来看,我国生态系统评价的研究较为薄弱,存在着评估方法和标准不统一、评估结果难以对比和应用、过于注重服务功能而对生态系统自身状态关注不够等问题。因此,采用统一方法,开展国家尺度的生态系统评估势在必行。

4 我国开展生态系统红色名录的必要性与可行性

作为世界上生态系统类型最丰富的国家之一,我国面临着许多生态系统不断退化的现状。近年来,我国政府越来越重视生态系统生物多样性的保护,不断提出要尽快开展生态系统定期评估。2010 年,环境保护部发布了《中国生物多样性保护战略与行动计划》(2011—2030 年)(环发[2010]106 号),将“建立生态系统和物种资源的监测标准体系”、“对全国重要生态系统和生物类群的分布格局、变化趋势、保护现状及存在问题进行评估,定期发布综合评估报告”确定为未来我国生物多样性保护的优先领域。2011 年,国务院印发的《国家环境保护“十二五”规划》(国发(2011)42 号)中,也提出要“开展生态系统结构和功能的连续监测和定期评估”。随后,《全国生态保护“十二五”规划》(环发[2013]13 号)将“开展区域生态系统结构和功能的连续监测和定期评估”确定为“十二五”期间的主要任务。考虑到我国的幅员辽阔和生态系统类型众多,具有适用范围广、评估用时较短,可进行定期重复评估、评估结果易于理解,应用广泛等优点的生态系统红色名录无疑是理想的工具。通过对不同尺度的生态系统定期、重复的评估,可为各级部门提供多样性保护、生态系统管理、土地利用规划、国民经济规划等方面的决策参考。

生态系统红色名录在我国已得到了初步应用。中科院生物多样性委员会于 2011 年 4 月在中科院植物研究所举办了“生态系统受威胁程度评估办法培训班”,邀请 IUCN 生态系统红色名录工作组的负责人对生态系统红色名录进行介绍,培训班选取了内蒙古锡林河流域的草地生态系统和西北干旱半干旱生态系统进行案例分析。随后,陈国科和马克平^[13]在此基础上对辽河三角洲滨海芦苇湿地、草地、翅碱蓬盐化草甸和丘陵灌丛 4 个生态系统的受威胁等级进行了评估。由于数据的缺乏,评估标准主要采用 Rodriguez 等^[12]的生态系统分布的评价标准,对生态系统功能的变化未加评价。评估结果显示,滨海芦苇湿地、草地、翅碱蓬盐化草甸和丘陵灌丛的受威胁等级分别为濒危、极危、濒危和易危,从而为保护行动优先级的确定提供了科学依据。此外,我国已建成部分生态系统长期监测网络,这些监测网络积累的大量实测数据,为生态系统的评估奠定了良好的基础。

5 我国开展生态系统红色名录研究的若干建议

(1) 设立专项经费,建立稳定的资金支持政策

我国幅员辽阔,生态系统类型众多。生态系统红色名录的编制费时费力。鉴于生态系统评价工作的重要性,为保证这项工作的顺利进行,建议国家每年对此项工作拨给专项经费。

(2) 积极开展生态系统分类研究,健全生物多样性保护机制

中国现有的生态系统分类主要是依据《中国植被》提出的植物群落分类系统对陆地生态系统进行的划分,对淡水、海洋和地下生态系统还没有统一的划分标准。应积极探索适用于各类生态系统的统一分类体系,逐步实现生态系统红色名录、物种红色名录、保护地和生物多样性关键地区等数据库的整合和共享。建议设立一个“秘书处”来管理生态系统红色名录,并与物种红色名录、自然保护区协同管理,实现多尺度的生物多样性保护。

(3) 以红色名录为指引,对生态系统进行针对性管理

生态系统红色名录将生态系统的受威胁程度划分为不同等级,可根据生态系统的现状、面临的主要威胁和未来变化趋势等信息,采取不同的管理方法。对受威胁的生态系统进行针对性保护和修复;对于管理较好

的生态系统,作为典范进行推广。

(4) 以实施红色名录为契机,健全生态系统保护和监测机制

我国从 20 世纪 50 年代就开始开展生态系统的监测,截至目前已建成中国生态系统研究网络、国家生态系统观测研究网络、中国森林生态系统定位研究网络等生态系统长期监测网络。要将生态系统红色名录的研究与生态系统监测网络进行整合,借助监测网络长期、完善的监测数据,对我国生态系统的中长期变化进行研究。

(5) 以红色名录为结合点,提高生态系统管理能力

生态系统管理是一项长期而复杂的系统工程,它将生态学、社会经济和政治价值进行整合,以实现生态系统和区域经济的可持续发展。生态系统的管理不仅需要环保部门的参与,还需要国民经济规划、土地利用规划、民生等部门参与其中。要通过生态系统红色名录的实施,联合不同部门成立工作组,研究建立生态系统可持续发展的管理方法和技术体系,提高生态系统管理能力。

(6) 加强国际合作

生态系统红色名录研究在国际上仍处于起步阶段,很多评估标准还处在起草和讨论阶段。而中国是世界上生态系统类型最多的国家之一,作为负责任的大国,中国应积极参与到生态系统受威胁等级评估标准的制定工作中,进一步深化国际交流与合作。

参考文献 (References):

- [1] CBD (Convention on Biological Diversity). Convention on Biological Diversity. Montréal, Canada, 1992.
- [2] Bonn A, Gaston K J. Capturing biodiversity: selecting priority areas for conservation using different criteria. *Biodiversity and Conservation*, 2005, 14(5): 1083-1100.
- [3] Rodrigues A S, Pilgrim J D, Lamoreux J F, Hoffmann M, Brooks T M. The value of the IUCN Red List for conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, 2006, 21(2): 71-76.
- [4] Rodríguez J P, Rodríguez-Clark K M, Keith D A, Barrow E G, Benson J, Nicholson E, Wit P. IUCN red list of ecosystems. *Surveys and Perspectives Integrating Environment and Society*, 2012, 5(2) [2013-9-15]. <http://sapiens.revues.org/1286>.
- [5] Stuart S N, Wilson E O, McNeely J A, Mittermeier R A, Rodríguez J P. The barometer of life. *Science*, 2010, 328(5975): 177-177.
- [6] Nicholson E, Keith D A, Wilcove D S. Assessing the threat status of ecological communities. *Conservation Biology*, 2009, 23(2): 259-274.
- [7] Ferrier S. Mapping spatial pattern in biodiversity for regional conservation planning: where to from here?. *Systematic Biology*, 2002, 51(2): 331-363.
- [8] Rodríguez J P, Balch J K, Rodríguez-Clark K M. Assessing extinction risk in the absence of species-level data: quantitative criteria for terrestrial ecosystems. *Biodiversity and Conservation*, 2007, 16(1): 183-209.
- [9] Raunio A, Schulman A, Kontula T. Assessment of threatened habitat types in Finland (SY8/2008 Suomen luontotyyppien uhanalaisuus). Helsinki: Finnish Environment Institute, 2008.
- [10] Riecken U, Finck P, Raths U, Schröder E, Ssymank A. German Red Data Book on endangered habitats. [2012-9-3]. http://www.bfn.de/fileadmin/MDb/documents/themen/landschaftsundbiotopschutz/Red_Data_Book_Habitats_krz.pdf.
- [11] von Nordheim H, Boedeker D. Red List of marine and coastal biotopes and biotope complexes of the Baltic Sea, Belt Sea, and Kattegat; including a comprehensive description and classification system for all Baltic marine and coastal biotopes. Helsinki: Helsinki Commission, Baltic Marine Environment Protection Commission, 1998.
- [12] Rodríguez J P, Rodríguez-Clark K M, Baillie J E, Ash N, Benson J, Boucher T, Brown C, Burgess N D, Collen B, Jennings M, Keith D A, Nicholson E, Revenga R, Reyers B, Rouget M, Taber A, Walpole M, Zager I, Zamin T. Establishing IUCN red list criteria for threatened ecosystems. *Conservation Biology*, 2011, 25(1): 21-29.
- [13] 陈国科, 马克平. 生态系统受威胁等级的评估标准和方法. *生物多样性*, 2012, 20(1): 66-75.
- [14] Noss R F, LaRoe E T, Scott J M. Endangered ecosystems of the United States: a preliminary assessment of loss and degradation. Washington DC: U. S. Geological Survey, 1995.
- [15] Essl F, Egger G, Ellmauer T. Rote Liste Gefährdeter Biotoptypen Österreichs Konzept. Umweltbundesamt GmbH, Vienna, 2002.
- [16] Paal J. Rare and threatened plant communities of Estonia. *Biodiversity and Conservation*, 1998, 7(8): 1027-1049.
- [17] Commonwealth of Australia. Environment Protection and Biodiversity Conservation Act 1999. Act no. 91. [2013-9-20]. <http://www.comlaw.gov.au/Details/C2011C00369>.
- [18] Commonwealth of Australia. Environment protection and biodiversity conservation regulation 2000-reg 7.02: criteria for listing threatened ecological communities. [2013-9-20]. http://www.austlii.org/au/legis/cth/consol_reg/epabcr2000697/s7.02.html.

- [19] Commonwealth of Australia. Environment protection and biodiversity conservation regulations 2000. Statutory Rules 2000 no. 181. [2013-9-20]. <http://www.comlaw.gov.au/Details/F2005C00472>.
- [20] Department of Environment and Conservation (DEC). Definitions, categories and criteria for threatened and priority ecological communities. [2013-9-20]. http://www.dec.wa.gov.au/publications/cat_view/460-threatened-species-and-ecological-communities.html.
- [21] Queensland Government. Vegetation Management Act. Brisbane: Queensland Government, 1999.
- [22] Benson J S. New South Wales vegetation classification and assessment: introduction-the classification, database, assessment of protected areas and threat status of plant communities. *Cunninghamia*, 2006, 9(3): 331-381.
- [23] New South Wales Government. Threatened Species Conservation Regulation 2010. Sydney: New South Wales Government, 2010.
- [24] Walker S, Price R, Rutledge D. New Zealand's remaining indigenous cover: recent changes and biodiversity protection needs. Wellington: Department of Conservation, 2005.
- [25] Walker S, Price R, Rutledge D, Stephens R T T, Lee W G. Recent loss of indigenous cover in New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology*, 2006, 30(2): 169-177.
- [26] Faber-Langendoen D, Nichols J, Master L, Snow K, Tomaino A, Bittman R, Hammerson G, Heide B, Ramsay L, Teucher A, Young B. NatureServe conservation status assessments: methodology for assigning ranks. Arlington: NatureServe, 2012.
- [27] Bulgarian Academy of Sciences & Ministry of Environment and Water. Red Data Book of the Republic of Bulgaria, Volume 3: Natural habitats. Sofia: Bulgarian Academy of Sciences & Ministry of Environment and Water, 2011.
- [28] Keith D A, Rodríguez J P, Rodríguez-Clark K M, Nicholson E, Aapala K, Alonso A, Asmussen M, Bachman S, Basset A, Barrow E G, Benson J S, Bishop M J, Bonifacio R, Brooks T M, Burgman M A, Comer P, Comín F A, Essl F, Faber-Langendoen D, Fairweather P G, Holdaway R J, Jennings M, Kingsford R T, Lester R E, Nally R M, McCarthy M A, Moat J, Oliveira-Miranda M A, Pisanu P, Poulin B, Regan T J, Riecken U, Spalding M D, Zambrano-Martínez S. Scientific foundations for an IUCN Red List of Ecosystems. *PloS One*, 2013, 8(5): e62111.
- [29] DEAT (Department of Environmental Affairs and Tourism). National Environmental Management: Biodiversity Act: National list of ecosystems that are threatened and in need of protection (G34809). [2013-9-20]. <http://biodiversityadvisor.sanbi.org/wp-content/uploads/2012/10/20111209-National-Gazette-No-34809-of-09-December-2011-Volume-558.pdf>.
- [30] SANBI & DEAT (South African National Biodiversity Institute & Department of Environmental Affairs and Tourism). Threatened Ecosystems in South Africa: Descriptions and Maps. [2013-9-20]. http://bgis.sanbi.org/ecosystems/Threatened_Ecosystems_Descriptions_and_Maps.pdf.
- [31] Halvorsen R, Andersen T, Blom H H, Elvebakk A, Elven R, Erikstad L, Gaarder G, Moen A, Mortensen P B, Norderhaug A, Nygaard K, Thorsnes T, Ødegaard F. Naturtyper i Norge-Teoretisk grunnlag, prinsipper for inndeling og definisjoner. Naturtyper i Norge versjon 1.0, Artikkel 1: 1-210.
- [32] Lindgaard A, Henriksen S. The 2011 Norwegian Red List for ecosystems and habitat types. Trondheim: Norwegian Biodiversity Information Centre, 2011.
- [33] Holdaway R J, Wiser S K, Williams P A. Status assessment of New Zealand's naturally uncommon ecosystems. *Conservation Biology*, 2012, 26(4): 619-629.
- [34] Williams P A, Wiser S, Clarkson B, Stanley M C. New Zealand's historically rare terrestrial ecosystems set in a physical and physiognomic framework. *New Zealand Journal of Ecology*, 2007, 31(2): 119-128.
- [35] Lee W, McGlone M, Wright E. Biodiversity inventory and monitoring: a review of national and international systems and a proposed framework for future biodiversity monitoring by the Department of Conservation. Lincoln: Landcare Research, 2005.
- [36] Peng J, Wang Y L, Wu J S, Zhang Y Q. Evaluation for regional ecosystem health: methodology and research progress. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(11): 4877-4885.
- [37] 赵有益, 龙瑞军, 林慧龙, 任继周. 草地生态系统安全及其评价研究. *草业学报*, 2008, 17(2): 143-150.
- [38] Wang G, Nie B C, Wang L, Wu W. Research on methods of ecological security assessment of the middle and lower reaches of Liaohe River based on GIS. *Chinese Journal of Population Resources and Environment*, 2005, 3(4): 18-23.
- [39] Xu S T, Xiong L Y, Ai G H. Study on evaluating index system of ecological environment in mining areas // 2010 International Conference on Challenges in Environmental Science and Computer Engineering (CESCE). Wuhan, China: IEEE, 2010, 1: 134-137.
- [40] 史永亮, 杨东峰, 王如松, 陈亮. 基于 PSR 模型的大丰市城市生态系统健康综合评价. *环境科学与技术*, 2008, 31(2): 120-123.
- [41] Costanza R, d'Arge R, De Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neill R, Paruelo J. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 1997, 387(6630): 253-260.
- [42] Chen Z X, Zhang X S. Value of ecosystem services in China. *Chinese Science Bulletin*, 2000, 45(10): 870-876.
- [43] Zhao B, Kreuter U, Li B, Ma Z J, Chen J K, Nakagoshi N. An ecosystem service value assessment of land-use change on Chongming Island, China. *Land Use Policy*, 2004, 21(2): 139-148.
- [44] 刘纪远, 邵全琴, 樊江文. 三江源区草地生态系统综合评估指标体系. *地理研究*, 2009, 28(2): 273-283.