

萎缩的世界

——生境丧失的生态学后果

The Shrinking World:
Ecological Consequences
of Habitat Loss

Ilkka Hanski 著

张大勇 陈小勇 等译



高等教育出版社

Higher Education Press

萎缩的世界

——生境丧失的生态学后果

The Shrinking World:

Ecological Consequences of Habitat Loss

Ilkka Hanski 著
张大勇、陈小勇等 译

高等教育出版社

This book was originally published by the International Ecology Institute in Oldendorf/Luhe, Germany. This institute also holds original copy right.

图书在版编目(CIP)数据

萎缩的世界:生境丧失的生态学后果/(芬)Hanski,I.

著;张大勇等译.-北京:高等教育出版社,2006.6

书名原文:The Shrinking World: Ecological Consequences of Habitat Loss

ISBN 7-04-018950-X

I. 萎... II. ①H... ②张... III. 生态环境—环境保护—研究 IV. X171.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第049698号

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	北京民族印刷厂		http://www.landaco.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787×960 1/16		
印 张	18.25	版 次	2006年6月第1版
字 数	280 000	印 次	2006年6月第1次印刷
插 页	1	定 价	35.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 18950-00

中文版序

地球这个行星的物理大小是恒定的,但是对于居住在这颗行星上的生物来说,世界正在萎缩。对于人类,从某种意义上说世界已经大为缩小,因为每个人都可以通过书籍、电视、互联网和旅行而通晓整个世界。相反,对于大多数其它物种,由于它们的生境的丧失——适宜这些物种生存的地球面积的减少,世界更真实地已经萎缩和正在继续萎缩。请允许我展开详细阐述一下。

对于人类,世界的萎缩体现在从世界一地到达另一地所需要的时间和努力的减少。例如,我从芬兰首都赫尔辛基到北京可以只花几个小时的时间,而在 100 年前这个旅行需要几周、几个月的时间;1 000 年前甚至需要几年的时间。但我们所经历的世界也以许多其它方式在萎缩着。生态学家和其它人一样具有相互认识的网络,覆盖在整个地球上,尤其是科学家之间的相互认识。“小世界”概念意味着任何两个人在全球人类网络中不过是少数几个人的距离。举个例子,我和中国兰州大学的王刚教授没有联名发表过论文,但我和张大勇教授共同发表了几篇论文,而张大勇教授和王刚教授一起发表过论文。因此在科学家全球网络中,王刚教授和我只有一个人的间隔距离。

科学家密集网络的一个必然后果是科学研究的统一。这有很多优势,包括科学研究日益增长的技术标准、相互启发、科学成果的传播,以及生态学家群体更好地解决需要大量资源的大尺度问题。生态学,由于面临着全球环境问题如气候变化的挑战,正在迅速成为一门大科学。

生态学日益增长的全球化和统一化能够帮助解决科学中的一个问题。生态学过去曾经、现在仍然遭受着分散化研究的痛苦,即分别研究高度多样化世界中不同环境条件下的许许多多种群和物种。你只需查阅任何一本生态学刊物就可以发现几乎不可能把环境中所有物种信息都收集齐以完全了解一个生态系统。一些协同的研究是必要的,否则生态学家的辛苦工作只能给出零星的认知,不足以对任何环境问题给出相对完整的答案。我们生态学家应该像其它生物学

家一样选择一个生态学的“模式物种”和“模式系统”，并通过研究它们探索生命世界的内在过程。

但我们也需要承认，日益全球化的生态学产生了一些潜在问题。在研究项目和开展研究的方式中，不同国家的特点可能就像濒危物种一样消失。如果从事生态学研究的地域特色完全丢失那将是一个耻辱，而且也是有破坏性的。自然界非常多样化，表现出区域变异，我坚信生态科学及其在实践中的运用，应该反映出这种变异。摆在我们面前的挑战是寻找一个平衡点，充分利用全球科学的优势，同时发挥各个国家的强项。我们还需要记住，全球科学是随时随刻不断变化的，如果新思想、新结果和新视角能够从世界的各个角落出现，全球科学将会得到改善。

现在我转向其它物种，这些物种与我们人类享有共同的进化历史和共同的家园——地球。这些物种当中的相当一部分，和我们同样，可以利用人类的运输能力而可以更容易、更快捷地旅行。某些物种正在被有意识地引种到世界各地，而另外一些物种只不过紧紧跟随人类的步伐进行传播，尽管人类采取措施试图阻止它们的扩散。以这种方式，自然界正在变得更加全球化；尽管很大一组物种变成濒危物种并且到达了濒临灭绝的最后关口，较小一组物种极大地扩张了它们的地理分布区——给当地的濒危物种带来了额外威胁。用群落生态学家的术语，局域或者 α 多样性降低了，而区域或 β 多样性也降低了，因为在许多地点能够留下来的物种倾向于是相同的物种。全球变化生物学的一个重要领域就是处理病毒和其它疾病更大概率的大范围流行。

全球灭绝速率目前估计是“背景值”的100到1 000倍，而且灭绝速率就如本书所描绘的那样仍在不断上升。萎缩的世界是造成物种大灭绝的罪魁祸首，主要是由于大范围的生境丧失与破碎化。生境丧失是指物种的世界（它们的生境总量）减少；生境破碎化是指残余生境呈碎片状零星分布，这些碎片之间非常隔离以至于不同生境碎片上的同种个体之间无法发生联系。某种意义上说，这些物种的世界萎缩成了孤立的、局域种群太小以至于注定要灭绝的超微型世界。人类种群不断扩张和富裕发达国家不断增长的资源利用导致了生境丧失和破碎化。照这样，我们想要的结果（我们自己世界的全球化）和我们不想要的结果（大量其它物种生存机会的减少）紧密地、有因果关系地联系在了一起。当前的挑战是寻找一个土地利用的妥协以兼顾各方面的需求，这最终也是我们人类自己长期福祉的需要。

本书描述并讨论了生境丧失和破碎化的种群生物学与生态学后果。这是一个非常宽泛的命题,因为与生境相互作用是每个物种的生物学中一个基本过程。在中国,由于很多地区稠密的人口和由此产生的巨大土地利用压力,现存生境是高度破碎化的。我希望本书能够为中国的同行和学生提供富有刺激性的阅读。我自己最熟悉的环境是北方地区,本书的例子许多都来自这个区域。中国也有北方针叶林和其它北方生态系统,但还有许多其它类型的生物群区。我欢迎各位读者把和本书相似的分析与思考(主要针对北方针叶林生态系统)应用到其它生态系统当中去。

我非常感谢张大勇教授负责本书的中文翻译工作。Otte Kinne 教授,国际生态学研究所出版的杰出生态学系列的主编,欣然同意本书的翻译。感谢陈小勇教授、张全国、陈艳、石苗苗、马原的翻译,也感谢林金安先生和林琳女士为本书中文版出版所付出的努力。

Ilkka Hanski

2005 年 11 月

于赫尔辛基

简介

Otto Kinne

International Ecology Institute, Nordbunte 23, 21385 Oldendorf/
Luhe, Germany

关于本书

Ilkka Hanski 教授——ECI(国际生态学研究所)奖 1999 年陆地生态学领域的获奖者——在本书,“杰出生态学”系列的第 14 部中探讨了当前我们所面临的一个关键环境问题:由于人类活动所造成的自然生境的快速减少。他详细地说明了生境丧失与破碎化的生态学后果,并阐明,如果生境的丧失得不到遏制,就不能够真正实现政治上均赞成的目标:制止生物多样性的丧失。

给数以百万计与我们人类共同拥有地球的不同形式生命提供足够量的生境是生命能够继续生存的必要前提,而且它能补偿潜在威胁生命的事件,并支撑人类的生存。

为了形成、生存和演化,地球上的生命需要足够的环境条件、时间和空间。在任何一个地点,生命和空间不断地相互影响,并随时间推移建立起了愈加特殊的相互依存关系:它们创造了生境。

地球上的生命已经在众多体现生命过程的结构和功能之间建立起了精巧的相互关系。除非得到控制,生境丧失可能会摧毁这个平衡。它可能对生命以及人类产生灾难性的后果。

Ilkka Hanski 的著作主要基于在芬兰——他的祖国——和其它北方针叶林地区所收集的信息。尽管如此,“所得出的基本结论和启示仍然是广泛适用的”(前言,第 2 页)。Hanski 强调,世界范围内生境丧失的生态学后果需要我们开展比以往更多的研究工作。尤其是,我们需要了解更多的关于景观水平上种群动态的信息,以便评估现状和避免或减轻未来不可逆转的损失。他还进一步强调,仅仅具有生境丧失的生态学知识是不够的:“我们还应该确保最好的科学知识被客观地纳入到政治决策过程中去。”

除土地利用变化的影响之外,未来数十年预期的较剧烈气候变化将会改变许多类型生境的地理分布,并会显著降低许多生境的总面积。不利的生态学后果将体现在生境已经高度破碎化的地区。

数以百万计的陆地物种大部分都生活在热带森林。热带森林也是人类对环境的影响,即经济发展和旅游业的结果,对自然界造成最大伤害的地区。而且这也是我们记录到的生境和生物多样性最大程度减少的地区。

生境丧失减少了生命的质和量,增加了种群灭绝的风险。Ilkka 区分了不同形式的生境丧失,例如从地点角度(北方针叶林的丧失、热带森林的丧失、城乡过渡区森林的丧失,以及湿地的丧失等);从大小的角度(例如大生境和小生境);从功能的角度(生境质量的恶化、联结度和连续度的减弱等)。在所有情况下,生境丧失都改变了物种和它们的进化之间的相互作用。一般而言,灭绝风险随着生境量的减少而增加。

对于哺乳动物,自然的灭绝速率根据化石记录已经计算出来了,并和当前速率进行了比较。结果如何?当前速率高出 100 到 200 倍。总体评估,目前全球灭绝速率估计比自然灭绝速率高出 100 到 1 000 倍!结合了数以百计森林、淡水和海洋中物种种群趋势信息的生命地球指数(the Living Planet Index)显示,从 1970 年到 2000 年间全球种群的衰退为 37%。Ilkka 重复了以前就有的一个预测:大小不断增长的、技术能力显著增强的人类种群将会造成从 5 亿年前开始计算的第 6 次地球上物种大灭绝。

尽管看起来很难避免得出这样一个结论,即很大伤害已经产生,过去和现在生境丧失的不利后果在未来的数十年中将无可避免地不断显现,当前最需要做的工作就是尽可能地减少伤害。应该避免现存自然生境的丧失,并且在已经几乎没有自然生境的地方,应该采取相应措施恢复生境。不同的地点生境恢复的方法也不同,但还是存在一些普遍规律。“在距离现存生境和种群较近的地方恢复生境往往是有回报的,这样可以增加目标物种的个体到达已恢复生境的机会”。

我邀请本书的读者尤其关注 Ilkka Hanski 的“后记”,它给出了许多有意义的、重要的远见卓识。

(张大勇译)

Ilkka Hanski;

国际生态学研究奖 1999 年陆地生态学领域的获得者

获奖颂词

Fakhri A. Bazzaz

Harvard University, Department of Organismic and Evolutionary Biology,
Biological Laboratories, 16 Divinity Avenue, Cambridge, Massachusetts
02138, USA

现代陆地生态学的一个学术带头人,Ilkka Hanski 教授自从 80 年代早期就对种群和群落生态学以及保护生物学做出了卓越的贡献。他已经发表了关于种群调节,周期性种群动态,以及群落中共存机制的至关重要的论著。他和他的研究小组开展的研究大大地促进了集合种群生物学——对保护和管理具有重要意义的一个生物学分支——的发展。

集合种群是居住于生境斑块网络中各个种群的集合。Ilkka Hanski 在集合种群研究、景观生态学和保护生物学三者之间建立起了概念上的桥梁,他已经编写和编著了最重要的集合种群生物学书籍,包括《集合种群生态学》(1999 年,313 页,牛津)和《集合种群的生态学、遗传学和进化》(与 Oscar Gaggiotti 共同主编,2004 年,696 页,Elsevier)。

Hanski 关于芬兰庆网蛱蝶集合种群生物学的长期的、大尺度的研究项目是生态学中理论与实际研究有效结合的最好的例证之一。庆网蛱蝶已经成为一个公认的集合种群生物学的模式系统。这项研究促进了集合种群理论的发展,其成果阐明了许多关键概念,例如长期续存的灭绝阈、空间动态的多稳态、环境变化后随之而来的集合种群动态的衰减时间、变化环境中的扩散率进化,以及种群动态中近交衰退的作用等。

破碎景观中物种的生存和区域生物多样性紧密相连。Ilkka Hanski,与他的同事一道,运用现代集合种群理论致力于更好地了解北方针叶林生态系统中生物多样性的维持。这个工作对于森林资源的管理(以保持必要的生态学功能和结构)是很有帮助的。

(张大勇译)



ECOLOGY INSTITUTE

PRIZE 1999

In Terrestrial Ecology

Professor Ilkka Hanski

(Metapopulation Research Group, Division of Population Biology, Department of Ecology and Systematics,
PO Box 17 (Arkadiankatu 7), 00014 University of Helsinki, Finland)

has been elected by the Terrestrial Ecology Jury of the international Ecology Institute
as the winner of the 1999

ECOLOGY INSTITUTE PRIZE

Ilkka Hanski's research in population and community ecology spans 20 years. His work is characterized by a combination of theory, modelling and empirical research. Though he has worked on a range of taxa and questions, most of his research has focussed on the spatial structure and dynamics of populations. Spatial ecology has developed into an important area of ecology over the past 10 years, and Hanski's research has made significant contributions to this development. In the 1970s and early 1980s, much of Hanski's research was on small-scale spatial structure of populations, the empirical work being done on insects living in ephemeral microhabitats. Hanski demonstrated how intraspecifically aggregated spatial distributions of species may facilitate co-existence of competitors, and how a generalist predator using the spatially aggregated prey species may have the same effect. Experimental work on blowflies supported these predictions and may help to explain high species richness in insect communities. In the late 1980s, Hanski's research shifted to larger spatial scales and to metapopulations. He has made major contributions to both theoretical and empirical aspects in the field, and edited, together with Michael Gilpin, the two most widely read volumes in metapopulation biology (Metapopulation Dynamics, 1991, and Metapopulation Biology, 1997).

ECI Terrestrial Ecology Jury 1999:

Professor F. A. Bazzaz, Cambridge, MA, USA	Professor M. Gadgil, Maleswaram, India
(Chairman)	Professor J. Lawton, Ascot, UK
Professor F. S. Chapin, III, Fairbanks, AK, USA	Professor D. Schimel, Boulder, CO, USA
Dr P. R. Ehrlich, Stanford, CA, USA	Professor E. O. Wilson, Cambridge, MA, USA

ECOLOGY INSTITUTE

The Director


Professor Otto Kinne

Oldendorf/Luhe, Germany, August 10, 2000

Ecology Institute Prize 1999 in the field of terrestrial ecology. Reproduction of the
prize awarding document

前言

从月亮上看,地球是人类所能看到的最震撼人心的图象之一。你肯定看过地图,但看这个星球的真实照片给人的感觉是大不一样的——这就是我们的家园,也是我们所知道的所有其它生命的家园。一分不多一分也不少,地球之外就是无尽的黑暗。在宇宙中还有上万亿个其它星球,可能在某些星球上也存在某种形式的生命。但究竟有多少生命和有什么样的生命也许是无关紧要的,相当重要的原因是我们永远不知道完整的答案。我们实际上生活在一个具有独特生命发展历史的有限世界当中。我们人类不过是其中的一员罢了。

关于我们周边世界的知识在过去的几个世纪里已经不断积累起来了。今天,关于地球基本物理性质的描述实际上已经完成。现代技术使你我能够了解我们位于地球的哪一地点——误差范围不会超过几米。我们可以订购到世界任何一块地方的航片和卫星图片,清晰度足以让你看清楚各个大树。我们知道地球有多大,但对地球上居民的知识却相当匮乏,对于地球上生命是怎样来的、又是怎样发展的还有很艰巨的任务摆在我们面前。我们知道,地球上大约还有六七百万其它物种和我们共同拥有地球,但这个数字也许与实际物种数目相差数百万。对于哪些在科学上已经确知的物种,大部分也就是由发现并命名物种的人写上一点关于它们外貌的描述,对于它们在生命之树中的位置却知之甚少。分子工具的出现使得我们能够更加准确地确定物种之间的相互关系。毫无疑问,现代和未来的生物学家最终将会勾勒出生命之树的轮廓。

从太空中看,除了陆地板块的缓慢运动、萎缩和扩张等,数十亿年来地球几乎没有发生什么变化。但是,如果把一个物种的生存世界等同于它的适宜生境,那么变化就很显著了。最为引人注目的是,由于人类活动造成的生境丧失和改变,许多物种在近几个世纪内已经失去了大部分适宜的生境。生物多样性的不断丧失已经成为一个不仅是生物学的,而且也是政治的问题;对于大多数灭绝物种来说都可以主要归因于其生境——地球上具有恰当环境条件的区域——的丧失。

生境丧失和它对生物多样性造成的威胁,对于大多数生态学家和保护生物学家来说,都是耳熟能详的话题。那么为什么需要再来一本关于生境丧失的书呢?我的目的不是对生境丧失的程度与性质进行详尽地综述,因为这个工作已经在几份全球环境现状的评估报告中体现了。我也不想对物种丧失的当前和以后速率进行全面的阐述。生境和物种的全球丧失是在较小空间尺度上发生的事件的结果,即发生在可以支持物种有活力种群和集合种群的景观上的事件。关于某个物种最后一些种群的问题毫无疑问是很重要的,因为它们一旦没有了,这个物种也就永远灭绝了,但是关于那些无数仍然健康生存的种群和集合种群的问题至少是等同重要的;这是由生物多样性及其生物学功能的局域本性所决定的。正确地认识萎缩世界的后果只能是基于对景观水平上种群动态的理解。

大多数陆地物种生活在热带地区,尤其是在热带森林中。我本人的经历主要是在北半球的针叶林。与常规信念相反,针叶林实际上具有非常多样化的植物和动物群落,尽管它们的树种常常只有少数几个。另外一个热带森林和北方森林的差别是森林覆被的彻底缺失在北方针叶林地区通常不是一个严重问题;对于这个地区来说,生物多样性的威胁主要来自于天然林向人工林的转变。自然保护者把很大注意力投入到热带森林是正确的,因为热带森林面积正以极高速率丧失,估计是每年0.5%到1%,对生物多样性造成极大威胁。但是对北方森林的关注实在是太少了,本书的目的就是填补这个空白。简要地,我的目的就是写一本关于生境丧失和在种群和集合种群(而不是物种)水平上它的生态学后果的书,所采用的例子也主要是来自于芬兰和其它北方针叶林地区。尽管如此,所得出的基本结论和启示仍然是广泛适用的。

本书五章内容的每一章都以一个小故事开头。与本章随后部分相比,这个小故事以一种更加个人化、更加非正式的方式勾勒出了本章内容。每章序言的写作遵照杰出生态学著作系列的精神,该系列的主编鼓励作者“展示自己的个人经历、洞察力和远见”。最后一章略微涉及了一些科学范畴之外的话题;关心生境丧失与破碎化后果的生态学家们不能忽略它们。

许多人对本书的准备提供了很大的帮助。和 Juha Siitonen 的无数讨论以及许多次愉快旅行极大地帮助了我认识和理解北方森林以及其中的居民。自从 1999 年就与 Otso Ovaskainen 开始的合作研究集合

种群理论与模型,把我对集合种群动态的认识提升到了一个新的层次,反映在本书的许多部分。Juha, Otso 和 Hanna Kokko 阅读并评论了整个初稿。下列几位同事慷慨地提供了插图材料: Ronald C. Blakey, Mar Cabeza, Jim Cronin, Erik Doerr, Jane Elith, Mikael Fortelius, Aveliina Helm, Miska Luoto, Tarja Mäntylä, Otso Ovaskainen, Reijo Penttilä, 以及 Niklas Wahlberg。其它人则对搜寻某些特定信息提供了帮助或对本书部分章节加以评论: Karin Aune, Franck Courchamp, Mikael Fortelius, Eeva Furman, Antti Halkka, Sini Harkki, Laura Kivistö, Anna-Liisa Laine, Ilpo Mannerkoski, Tarja Mäntylä, Timo Pakkala, Stuart Pimm, Tomas Roslin, Rauno Ruuhijärvi, Marjo Saastamoinen, Jouko Silvola, Hanna Tuomisto, 以及 Timo Vuorisalo。我对上述所有人,同时也对 Camilla Ekblad, Tapio Gustafsson, 以及 Anu Väisänen 在准备参考文献和大部分插图中所提供的帮助,表示最诚挚的感谢。最后,但绝不是最不重要,我非常感谢 Otto Kinne 所提供的所有帮助及建议。

Ilkka Hanski

2004 年 11 月于赫尔辛基

(张大勇译)

目 录

I 生境	1
序言	1
1.1 生境和生态位	4
一、需要用到的概念	4
二、群落、集合种群和集合群落	8
三、生境构建	10
四、研究兴趣的变迁	12
1.2 生境分类	13
一、生境套娃	15
二、源、汇生境及其它分类方式	18
三、生境模型	20
1.3 破碎化的景观	24
一、高度破碎化的景观	26
二、生境边界和群落交错区	28
1.4 连通度与连续性	29
一、集合种群发展能力	32
二、生境连续性	35
1.5 独特的小生境	38
一、粪便和腐尸	40
二、真菌子实体	42
三、倒木和其它腐朽木质残体	43
四、小溪	44
1.6 过去的主要生境	45
一、古生代(距今5.7亿—2.45亿年)	47
二、中生代和早新生代(距今2.45亿—0.34亿年)	48
三、晚新生代(0.34亿年前至今)	50
1.7 当今地球上的主要生境	52

1.8 五项要点概览	55
一、生境	55
二、小生境	55
三、连通度	55
四、史前生境	55
五、当今地球上的主要生境	56
2 生境丧失	57
序言	57
2.1 从物种需求到全球变化	60
2.2 生境丧失的四种类型	62
一、生境质量下降	62
二、面积减少	66
三、连通度下降	68
四、连续性下降	70
五、动态的景观	71
2.3 森林丧失以及林内的生境丧失	72
一、俄罗斯的北方针叶林	73
二、北欧城乡交错带的森林变化	74
三、亚马孙河流域的热带雨林	76
2.4 湿地消失	77
2.5 小生境丧失	80
一、朽木和其它的森林小生境	80
二、草地和农业生态系统中大型草食动物的粪堆	81
三、城市和郊区生境中小生境的丧失	81
2.6 五项要点概览	82
一、四种生境丧失	82
二、北方针叶林质量的下降	82
三、粗死木	82
四、热带雨林面积的减少	83
五、城市和效区生境中的小生境丧失	83
3 个体、种群和物种对生境丧失的反应	84
序言	84
3.1 生境选择和选择生境的方法	88
一、生境选择模型	91
二、变化的生境选择	94
3.2 个体和种群对生境退化的反应	95

一、个体对生境质量变化的反应	96
二、从个体反应到种群动态	98
3.3 源和汇	100
生态陷阱	102
3.4 片断化	104
一、保护区选择和种群空间动态过程	105
二、一个相反的观点	108
3.5 生境廊道	109
3.6 生境丧失和片断化的遗传后果	111
3.7 对生境丧失的进化响应	113
3.8 新近片断化的种群中有什么特别的吗?	117
3.9 五项要点概览	118
一、生境选择	118
二、源汇和陷阱	118
三、SLOSS 和自然保护区的选择	118
四、生境丧失的遗传后果	119
五、生境丧失的进化结果	119
4 生境丧失和物种灭绝	120
序言	120
4.1 种群灭绝	124
一、一般格局	126
二、预测种群的随机灭绝	129
三、用关联函数模型估计灭绝概率	132
四、生境逐渐片断化和种群的灭绝	134
五、种群全球灭绝率	136
4.2 灭绝链和食物链内的灭绝	139
4.3 灭绝阈	141
4.4 集合种群的生境丧失	144
一、空间现实集合种群理论	146
二、空间现实集合种群模型中的生境丧失和片断化	152
三、灭绝阈下的灭绝债	155
4.5 处于灭绝阈边缘的集合种群	157
一、小生境网络	160
二、灭绝时间	162
4.6 实践中哪些是重要的:生境质量、丧失的面积还是	

片断化?	165
一、集合种群模型中的生境质量	166
二、生境质量与斑块面积:观测结果	167
三、片断化与生境总面积	168
4.7 种-面积关系	170
一、从各物种性质推导种-面积关系的斜率	173
二、利用种-面积关系预测灭绝	175
4.8 物种灭绝	178
大陆范围的萎缩	180
4.9 五项要点概览	182
一、集合种群	182
二、局域灭绝:种群大小和生境面积	182
三、灭绝阈和灭绝债	183
四、种-面积关系	183
五、物种灭绝	183
5 萎缩的世界	184
序言	184
5.1 生境丧失和保护	188
一、气候变化和保护区选择	191
二、常规生境中的常规物种	193
5.2 生境恢复	196
一、生境恢复和集合种群动态	197
二、生境恢复和迁地	199
三、北方针叶林中的生境恢复:不同备选方案的模型比较	201
5.3 生态、保育和社会利益中的矛盾冲突	205
一、重新定义生境和生态系统过程	207
二、种群过程未得到重视	209
三、生态学家的职责	210
5.4 生境扩张和入侵种	211
生命世界的全球化和岛屿化	214
5.5 人类的生境选择	216
5.6 我们心目中的生境丧失	218
带孩子去自然界很重要	221
5.7 五项要点概览	222
一、气候变化和生境丧失	222
二、常规景观的作用	223