

气候变化背景下 生物多样性保护管理方略

以江西典型自然保护区为例

Management Strategies for Biodiversity Protection in Light of Global Climate Change
Case Studies from Nature Reserves in Jiangxi

许爱民 编著
郑沐春 刘 影

中国环境科学出版社

On behalf of

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



Federal Ministry for the
Environment, Nature Conservation
and Nuclear Safety

江西省发展和改革委员会
Jiangxi Development and Reform Commission

of the Federal Republic of Germany

气候变化背景下生物多样性保护管理方略

——以江西典型自然保护区为例

许爱民 郑沐春 刘 影 编著



中国环境科学出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

气候变化背景下生物多样性保护管理方略:以江西典型自然保护区为例/许爱民,郑沐春,刘影编著. —北京:中国环境科学出版社,2012.10

ISBN 978-7-5111-1135-7

I. ①气… II. ①许… ②郑… ③刘… III. ①自然保护区—生物多样性—保护—研究—江西省 IV. ①S759.992.56

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第227345号

责任编辑 张维平

封面设计 彭 杉

出版发行 中国环境科学出版社

(100062 北京市东城区广渠门内大街16号)

网 址: <http://www.cesp.com.cn>

电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn

联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)

010-67112738 (管理图书出版中心)

发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印装质量热线: 010-67113404

印 刷 北京东海印刷有限公司

经 销 各地新华书店

版 次 2012年10月第1版

印 次 2012年10月第1次印刷

开 本 787×1092 1/16

印 张 7.5

字 数 170千字

定 价 24.00元

【版权所有。未经许可,请勿翻印、转载,违者必究。】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题,请寄回本社更换

前言

近几十年来,全球气候变化已日益受到世界各国政府、学术界和普通公众的关注,深刻影响着人类的生存和发展,成为人类共同面临的重大挑战。大量研究表明,过去气候变化已经对生物多样性产生极大影响,物种的物候、行为、分布和丰富度、种群大小和种间关系、生态系统结构和功能等都已经发生了不同程度变化,甚至引起个别物种的灭绝。

面对气候变化严峻的挑战,适应和减缓是人类所能采取的应对气候变化影响的两条有效途径。2008年,胡锦涛总书记在中共中央政治局就气候变化问题进行集体学习中指出:必须充分认识应对气候变化重要性和紧迫性,采取更加有力的政策措施,全面加强应对气候变化能力建设,要加强气候变化综合影响评估,在经济建设和城乡建设中高度重视气候评价和灾害风险评估,夯实应对气候变化及其风险的工程基础。

江西省地处我国东南部,北临长江,东、南、西三面环山,中部为丘陵、盆地和平原。境内水网密布,赣江、抚河、信江、饶河、修水等五大干流,汇入鄱阳湖后,注入长江。江西省地处亚热带中部,属东部季风气候区,具有良好的生态环境和丰富的生物多样性。近50年来,江西省气候变化主要呈现三个方面的特征——温度上升趋势明显、降水量变化趋势不明显、极端天气与气候事件增多。1970年以来变暖趋势突出,累计升温 1.04°C ;1961—2000年江西降水强度总体呈略上升趋势,呈现出明显的年际和年代际振荡,暴雨降水量呈增多趋势,与强降水有关的极端气候事件发生概率增大;夏季高温事件增多,近10年来高温事件强度增强。同时,预测结果也表明,江西省未来气候变暖趋势将进一步加剧。与2000年相比,2020年江西省年平均气温将升高 $0.62\sim 0.64^{\circ}\text{C}$,2050年将升高约 1.6°C 。而且未来极端天气气候事件的发生频率将加大、强度增强。

应对气候变化需要世界各国和地区的共同努力和一致行动。江西省对气候变化及其带来的影响十分重视,2009年6月,江西省人民政府制定并发布《江西省应对气候变化方案》;2010年3月,江西省发展和改革委员会与德国技术合作公司GTZ(Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit,后更名为GIZ,Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit)开始共同组织、实施了中德合作《江西自然保护区应对气候变化管理评估项目》。通过一年多的合作和共同努力,进一步宣传了江西省在应对气候变化、保护生物多样性方面所开展的工作,加强了全省社会对气候变化问题的关注,提高了有关部门和保护区管理人员应对气候变化的意识和能力。与此同时,德国GIZ生物多样性与气候变化

项目（该项目由德国环境部委托 GIZ 中国实施，属德国国际气候倡议 ICI 项目之一）和江西省发改委委托江西师范大学江西省国土开发整治研究所，结合江西省生态系统特征和社会经济发展要求，与德国艾伯斯瓦尔德可持续发展大学（Eberswalde University for Sustainable Development）Pierre L.Ibisch 教授、Christoph Nowicki 和 Stefan Kreft 三位专家以及部分 GIZ 生态专家共同开展江西九连山、南风面、南矶湿地自然保护区等三个典型自然保护区应对气候变化管理脆弱性评估工作。本书就是在上述工作基础上，结合全球气候变化背景，分析了江西典型自然保护区生态系统的现状、未来变化的情景和应采取的对策，内容涉及生态系统服务、生态系统综合管理、生物多样性保护与可持续利用。全书共十章，主要内容包括引言、气候变化背景下生态系统脆弱性、江西气候变化的基本事实和自然保护区现状、典型自然保护区生态环境评价、气候变化脆弱性理论与方法、九连山保护区气候变化脆弱性分析与应对、南风面保护区气候变化脆弱性分析与应对、南矶湿地保护区气候变化脆弱性分析与应对，以及气候变化背景下生物多样性保护策略。

全书各章分工如下：第一章 刘影；第二章 贾晶晶、邓宇雄；第三章 殷剑敏、张敬伟、黄志强；第四章 李小港、卢成芳、黄志强；第五章 王韵晟、李小港；第六章 Pierre L.Ibisch、王春风；第七章 Stefan Kreft、邓仪；第八章 Christoph Nowicki、张琛；第九章 李小港、黄志强、詹书品、龚文娟；第十章 谢正磊；最后由许爱民、郑沐春、刘影总撰统稿。

本书在编写和出版期间，得到了有关方面的帮助和支持。首先要感谢江西九连山国家级自然保护区、江西南风面省级自然保护区、江西鄱阳湖南矶湿地国家级自然保护区领导和众多技术人员对本项目的支持和积极参与；德国艾伯斯瓦尔德可持续发展大学三位专家为项目提供脆弱性分析的技术方法和相关资料；德国国际合作机构（GIZ）贾晶晶女士、王韵晟博士在项目协调、组织培训等方面付出了巨大的努力；江西省发展和改革委员会应对气候变化处沈丰处长为本书的出版多方联系；有关厅局领导和专家为本书提出宝贵意见和建议。本书参考了大量的国内外相关文献，由于篇幅所限，仅列出了主要的参考文献。在此一并表示感谢。

本项目虽然有国内外相关领域的专家及有关部门领导和技术人员的共同参与，但由于区域气候变化影响涉及面广，目前江西省有关气候变化对自然保护区影响的研究相对比较薄弱、积累较少，加之书稿编撰时间紧迫，因此本书难免会挂一漏万，不足之处敬请读者批评赐教。

刘 影

2012 年 7 月于南昌

目 录

1	引言	1
2	气候变化背景下生态系统脆弱性	3
2.1	生态系统脆弱性概念与内涵	3
2.2	生态系统脆弱性驱动力分析	4
2.3	生态系统退化的代价	7
2.4	气候变化对生态系统脆弱性的影响	10
3	江西气候变化的基本事实和自然保护区现状	15
3.1	江西省气候变化基本事实和预测	15
3.2	江西自然生态系统特征	24
3.3	江西省自然保护区概况	27
4	典型自然保护区生态环境评价	29
4.1	三个典型自然保护区概况	30
4.2	生态环境评价技术方法	31
4.3	九连山自然保护区生态环境评价	33
4.4	南风面自然保护区生态环境评价	39
4.5	南矶湿地自然保护区生态环境评价	44
5	气候变化脆弱性评估理论与方法	51
5.1	气候变化脆弱性评估理论	51
5.2	气候变化脆弱性评估技术方法	56
6	九连山保护区气候变化脆弱性分析与应对	58
6.1	保护区生物多样性保护和管理面临的威胁	58
6.2	保护区应对气候变化脆弱性评估	61
6.3	保护区应对气候变化的管理策略	70
7	南风面保护区气候变化脆弱性分析与应对	77
7.1	保护区生物多样性保护和管理面临的挑战与威胁	77

7.2	保护区应对气候变化脆弱性评估	78
7.3	保护区应对气候变化的管理策略	78
8	南矶湿地保护区气候变化脆弱性分析与应对	90
8.1	保护区生物多样性保护和管理面临的威胁	90
8.2	保护区应对气候变化脆弱性评估	91
8.3	应对气候变化的管理策略	96
9	气候变化背景下生物多样性保护策略	101
9.1	生物多样性保护障碍分析	101
9.2	生物多样性保护路径分析	103
9.3	生物多样性保护管理方略	105
10	结论	108
	参考文献	109

1 引言

气候是构成地球环境系统的重要因素,适当和稳定的气候是人类在地球环境中产生并生存和发展的必要条件。但是近百年来,全球气候在人类活动的影响下,发生了一些非自然的和不正常的变化,这些变化主要是由于人类社会在生产和生活过程中大量使用煤、石油和天然气等矿物燃料,使地球大气中二氧化碳、甲烷等温室气体浓度不断增高,地球表面温度逐渐上升,导致气候变暖、极端天气与气候事件频发的现象。

气候变化关乎地球生命的生存环境。大量观测表明,过去气候变化已经对生物多样性产生极大影响,物种的物候、行为、分布和丰富度、种群大小和种间关系、生态系统结构和功能等都已经发生了不同程度改变,甚至引起个别物种的灭绝。生物多样性是生物(动物、植物、微生物)与环境形成的生态复合体以及与此相关的各种生态过程的总和,包括生态系统、物种和基因三个层次。生物多样性是地球亿万年发展进化的结果,是全人类共有的宝贵财富,是生命的基础,是人类赖以生存的条件,是经济社会可持续发展的基础,是生态安全和粮食安全的保障。

我国是世界上生物多样性最为丰富的 12 个国家之一,拥有森林、灌丛、草甸、草原、荒漠、河流和湖泊等地球陆地生态系统,以及黄海、东海、南海等海洋生态系统;拥有高等植物 34 984 种,居世界第三位;脊椎动物 6 445 种,占世界总种数的 13.7%;已查明真菌种类 1 万多种,占世界总种数的 14%。

气候变化严重影响着物种生存和生物资源的可持续利用,部分生态系统功能不断退化,物种濒危程度加剧,遗传资源不断丧失和流失。目前,生物多样性保护与气候变化已经成为全球高度关注的两大热点议题。生物多样性已经融入气候变化谈判构架,成为联合国气候变化谈判的重要议题之一。1992 年在里约热内卢召开的联合国环境与发展大会上各国代表签署了《生物多样性公约》,于 1993 年 12 月 29 日生效。中国政府参加了《生物多样性公约》,成为最早的缔约国之一。在多个部门和专家的共同努力下于 1996 年发表了《中国生物多样性研究国情报告》,2010 年又发表了《中国生物多样性保护战略与行动计划》,为我国与国际的生物多样性保护合作提供了良好的环境,同时也表明了我国对生物多样性保护的重视。

为了减缓和适应气候变化对生物多样性带来的不利影响,现行的主要保护措施分为“就地保护”(in situ conservation)和“迁地保护”(ex situ conservation)两种方式。其中,前者是主要措施,后者是补充措施。“就地保护”被公认为是生物多样性保护最有效的办法,其核心就是建立自然保护区,通过对自然保护区的建设和有效管理,从而使生物多样性得到切实的人为保护,降低气候变化等自然和人类活动的威胁。可以说,自然保护区的建设和发展已成为一个国家或地区文明与进步的象征。2009 年年底,我国已建立自然保护区 2 541 个,面积为 1.48 亿 hm^2 ,占我国陆地面积的 15%,保护区的建立对国家公布的《重

点保护野生动植物名录》中的大部分动植物进行了有效的保护,为中国生态保护、生态建设发挥了重要的作用,同时也对全球的生态环境保护和人类社会进步产生了深远的影响。

江西省地处我国东南部长江中下游南岸,全省地貌类型以山地、丘陵为主,占国土总面积的 78%,岗地、平原、水面占 22%。境内东、南、西三面群山环绕,主要有西北境的幕阜山脉和九岭山脉、西境的罗霄山脉、东北境的怀玉山脉和黄山、天目山余脉、东南境的武夷山脉、南境的南岭山脉分支大庾岭和九连山、中南部的雩山,内侧则丘陵广亘,中北部平原坦荡,整个地势周高中低,渐次向北倾斜,构成一个向北开口的巨大盆地;全省地处亚热带季风气候区,四季变化分明;植被类型以湿润型常绿阔叶林为主,植物种类丰富,全省森林覆盖率达到 63.1%,居全国第 2 位;全省河流众多,河流总长约 18 400 km,河网密集而均匀,赣江、抚河、信江、修河、饶河等主要河流均汇入中国最大的淡水湖——鄱阳湖,形成一个几乎遍布全省的鄱阳湖水系。

完好的森林植被、天然的湖泊湿地和丰富的生物多样性为全省自然保护区建设奠定了良好的基础。全省已查明高等植物 5 450 种、脊椎动物 943 种,分别占全国总数的 15.57%、14.63%。截至 2010 年年底,全省已建立国家级、省级和县市级各级各类自然保护区 188 个,总面积 1.178 6 万 km²,占全省国土总面积的 7.06%。全省自然保护区已形成了多类型、多功能、布局较合理的自然保护区网络,在中国的自然保护区网络中具有特殊的地位。

江西省自然保护区在建设和发展过程中,特别是近十几年来,广泛地开展了以生物本底为主的科学考察和科研监测,积累了大量的基础资料,取得了丰硕的成果,此外,还先后与 GEF、ICF、WWF 等国际机构开展了相关的合作和交流。2010 年 3 月,江西省发展和改革委员会与德国技术合作公司 GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, 后更名为 GIZ, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit) 共同组织和实施了“江西自然保护区应对气候变化管理评估项目”。项目先后于 2010 年 5 月和 2011 年 6 月组织江西省有关政府管理部门、研究机构和自然保护区工作人员,赴德国考察自然保护区,访问有关科研机构,学习德国自然保护区应对气候变化管理评估技术;2010 年 8 月和 11 月, GIZ 邀请德国艾伯斯瓦尔德可持续发展大学 (Eberswalde University for Sustainable Development) Pierre L.Ibisch 教授、Christoph Nowicki 和 Stefan Kreft 三位专家,以江西省九连山国家级自然保护区、南风面省级自然保护区、鄱阳湖南矶湿地国家级自然保护区作为典型案例,开展了实地考察、气候变化脆弱性评估及应对气候变化策略的技术培训;与江西省发展和改革委员会应对气候变化处和江西师范大学江西省国土开发整治研究所共同组织了两次江西自然保护区应对气候变化评估与管理研讨会。在项目实施过程中,各方注重合作,积极开展政策对话,重视多方参与,努力提高相关机构和公众应对气候变化的意识和能力。通过一年多的合作和共同努力,进一步宣传了江西省在应对气候变化方面所开展的工作,加强了全省社会对气候变化问题的关注,提高了江西省有关部门和保护区管理人员应对气候变化能力,完成了江西九连山、南风面、鄱阳湖南矶湿地等三个典型自然保护区气候变化脆弱性评估工作。

在上述工作基础上,我们运用自然保护区生态脆弱性理论分析和评估方法,分析了气候变化背景下江西自然保护区生态系统服务功能与生物多样性变化的特征及趋势,结合三个典型自然保护区气候变化脆弱性评估,提出了气候变化背景下江西生物多样性保护管理对策方略。

2 气候变化背景下生态系统脆弱性

2.1 生态系统脆弱性概念与内涵

生态系统 (ecosystem) 是英国植物生态学家坦斯利 (Tansley) 于 1935 年首先提出来的, 指在一定的空间内生物成分和非生物成分通过物质循环和能量流动相互作用、相互依存而构成的一个生态学功能单位。它把生物及其非生物环境看成是互相影响、彼此依存的统一整体。生态系统这个术语的产生, 主要在于强调一定地域中各种生物相互之间、与环境之间在功能上的统一性。

生态系统不论是自然的还是人工的, 都具有下列共同特性: ①生态系统是生态学上的一个主要结构和功能单位, 属于生态学研究的最高层次; ②生态系统内部具有自我调节能力, 其结构越复杂, 物种数越多, 自我调节能力越强; ③能量流动、物质循环是生态系统的两大功能; ④生态系统营养级的数目因生产者固定能值所限及能流过程中能量的损失, 一般不超过 5~6 个; ⑤生态系统是一个动态系统, 要经历一个从简单到复杂、从不成熟到成熟的发育过程。

脆弱性是一个广泛应用于各学科领域的概念, 但不同学科其内涵有所不同。最初使用脆弱性这一术语是指伤害的容量, 即系统由于对灾害暴露产生伤害的程度。世界粮农组织 (FAO) 将脆弱性定义为存在可能导致地方居民出现食物安全问题或营养不良的因素; 而自然灾害研究中的脆弱性则是指个体或群体在预期、应对、抵抗自然灾害影响及其从中恢复的能力, 认为脆弱性是对个体或群体受自然灾害影响程度及从事事件影响中恢复程度的度量。政府间气候变化专门委员会 (Intergovernmental Panel on Climate Change, 简称 IPCC) 在 1996 年的第二次评估报告中将脆弱性定义为气候变化对系统损伤或危害的程度, 并指出脆弱性不仅取决于系统对气候变化的敏感性, 还与系统对新的气候条件的适应能力有关。在 IPCC 的第三次评估报告中就气候变化研究中的脆弱性给出了更为明确的定义, 将脆弱性定义为一个自然的或社会的系统容易遭受来自气候变化 (包括气候变率和极端气候事件) 的持续危害的范围或程度, 是系统内的气候变率特征、幅度和变化速率及其敏感性和适应能力的函数。

由于研究目标和政策背景的不同, 脆弱性的概念体现出多样性的特点。但是总体来看, 生态脆弱性呈现以下主要特征:

第一, 生态系统脆弱性是系统自身具有敏感性或者不稳定性, 即系统在外界干扰或胁迫的影响下容易发生变化, 同时, 生态系统抵抗干扰能力以及干扰后的自我恢复能力较弱, 同样程度的干扰对于脆弱性较低的生态系统来说也许是在其承受范围内, 但对于脆弱性程

度较高的系统来说,就超出了生态系统抵抗干扰的阈值范围,从而使生态系统发生不可逆转的变化。

第二,生态系统脆弱性是多个方面的综合表现。首先,生态系统脆弱性与系统本身的组成结构和系统所处的自然环境背景的状况密切相关。与稳定性相似,脆弱性与物种的丰富度、群落类型、组成及其变化有关,它反映了生境、群落和物种对环境变化的敏感程度。其次,生态系统结构特征和自然条件的不利只是决定了系统脆弱存在的潜在性,而将这潜在性激化为现实的生态脆弱的则是外界的扰动。

第三,施加在生态系统上的扰动具有多尺度性。系统通常暴露于多重扰动,这些扰动既有来自于系统内部的,也有来自于系统外部的,并且不同尺度的扰动之间还存在复杂的相互作用。同时,脆弱系统本身具有多层次性。

第四,生态系统脆弱性是一个相对的概念。脆弱性总是针对特定的扰动而言。系统并不是针对任何一种扰动都是脆弱的,面对不同的扰动会表现出不同的脆弱性,因此,脆弱性总是与施加在系统上的特定扰动密切相关。同时,在稳定的生态系统和脆弱的生态系统之间没有不可逾越的鸿沟,随着人类改造自然的规模 and 强度持续增大,往往造成一些相对稳定的生态系统功能失调并发生退化而过渡为脆弱的生态系统;与此同时,也有一些原本脆弱的生态系统经过自然恢复或者人类有意识的生态建设,也会由脆弱、退化的状态趋于生态改善和稳定。

2.2 生态系统脆弱性驱动力分析

“驱动力”是指直接或者间接地导致生态系统变化的自然或者人为因素。直接驱动力是直接对生态系统过程造成影响,而间接驱动力是通过一种或者多种直接驱动力的改变间接地对生态系统造成影响。与直接驱动力相比,间接驱动力的作用相对更为广泛。

驱动力的惯性,不同驱动力(包括直接驱动力和间接驱动力)之间的时滞差别相当明显,因而在相关的生态系统问题确定之后,它对解决有关问题的时间框架将产生强烈的影响。对于某些驱动力来讲,例如对特定物种的过量收获,它们的时滞较短,因而可以在短时间内使其驱动力的影响得以最小化或者消除。对于其他驱动力来讲,它们的时滞较长,因而不可能在几年或者甚至几十年的时间内使其驱动力的影响得以明显减轻,例如气候变化。

2.2.1 间接驱动力

导致生态系统及其提供的服务变化的间接驱动力包括:人口的变化、经济活动的影响、社会政治因素、文化因素和技术进步。生态系统的驱动力总是具有多重作用和相互作用,因而很少存在特定驱动力和特定生态系统变化之间的一对一联系;这些驱动力在不同的地区以复杂的方式发生相互作用,进而改变自然保护区生态系统的压力和人类对生态系统服务的利用。任一间接驱动力的变化通常都会导致生态系统发生变化。

人口驱动力:进入 20 世纪下半叶,世界迎来了前所未有的人口急剧增长。不仅人口增长速度达到了历史巅峰水平,而且人口增量超过了人类在 200 多万年历史中积累的人口总量。随着人口的增加,人类对许多生态系统服务的需求相应增长。

经济驱动力：随着人均收入的增加，人类的消费结构也发生了变化。例如，以食物为例，随着收入的增加，所增加收入中用于食物消费的份额将会降低，淀粉类食品在日常生活中的重要性将会下降，日常饮食包括更多的脂肪、肉类、鱼类、水果和蔬菜，同时对工业产品和服务的均衡消费将会上升。

此外，在经济驱动力中，税和补贴是导致生态系统变化的重要间接驱动力。例如，化肥税将会刺激农民提高作物的化肥使用效率，从而减少化肥施用造成的负外部效应。当前，许多不合理的补贴大幅度增加了对资源的消费速度，增加了负外部效应。这些补贴刺激了对化石燃料的大量利用，因而增加了温室气体的排放。鼓励食物生产的农业生产补贴也刺激了对水资源的消费以及养分和杀虫剂的过度施放。

社会政治驱动力：指影响策略制定的各种因素，它包括参与公共决策制定的相关方、解决争端的机制、决策制定中的公众参与数量，以及科技和知识的水平。这些因素依次影响自然保护区生态系统管理策略的制定。同时，自然保护区作为生态系统服务的供应者，它相对于私有企业和个人也是重要的。

文化与宗教驱动力：作为某些人群共享的价值、观念和规范。事实证明，各种文化在价值、观念和规范方面存在巨大差别，文化差异确实对相关的直接驱动力具有重要的影响。文化因素可能影响消费行为（人类对消费项和消费量的选择）和自然保护区工作人员的价值观念，因而可能是环境变化方面的特别重要的驱动力。

科学与技术：科学知识以及相关技术的发展和推广对自然保护区生态系统和人类福祉的状况具有深远的影响。但是，技术进步也可能导致生态系统服务发生退化。例如砍伐和捕猎技术的提高已经显著地促进了林业、渔业资源的消耗和生物物种的灭绝速度。

上述五大因素是导致生态系统及其提供的服务发生变化的五种间接驱动因素。如果不能采取行动减少以上一种或者多种驱动因素的消极影响（或者提高它们的积极影响）的话，那么保护自然保护区、扭转生态系统退化的愿望就几乎难以实现。以上五种间接驱动因素共同影响着生态系统服务的生产和消费水平及生产的可持续能力。以往减缓生态系统退化的行动往往没有综合考虑以上间接驱动因素的作用，因而在自然保护区管理策略的制定和执行过程中来自管理部门之外（如贸易政策与体制，微观经济政策，以及农业、基础设施、能源与采矿业的政策）的影响较小。

为确保对生态系统实施可持续管理的有效策略必须考虑以上间接驱动因素的作用，同时也必须克服来自以下几个方面的障碍：

- （1）不合理的体制和管理安排，包括综合部门的监管与责任系统弱化；
- （2）市场失灵，经济刺激不当；
- （3）社会和行为因素，包括原住居民，他们特别依存于生态系统的服务，容易遭受生态系统退化的危害；
- （4）缺乏既可提高资源收益又能保护资源的有关知识（包括对现有知识的利用水平和手段），这些知识涉及生态系统服务及其管理、政策、技术、行为和制度对策，技术开发与推广可以提高对生态系统服务的利用效率，并且减少生态系统变化的各种驱动力的不利影响，但是在适应自然保护区保护方向的投资不足。

由于在评估和管理生态系统服务方面人类自身能力与制度功能较弱、用于调控与管理生态系统服务利用状况的投资不足、公众意识的缺乏以及决策制定者对生态系统服务退化

给人类造成的威胁和可持续管理的生态系统能够给人类提供的机遇了解不够，因而进一步增加了克服以上障碍的难度。

贸易内容和范围的发展可以扩大治理、监管和经营措施对生态系统及其提供的服务的影响，从而加快好的技术和措施的推广，但是它也导致由于措施不当而造成的损害更加严重。如果政策、监管和经营体系不完善的话，贸易的增加可能会导致出口生态产品区域的生态系统服务加速退化，例如：受林产品贸易增加的影响，许多区域对林产品的需求相应提高，因而可能导致那些在监管和经营方面体系不完善的区域出现森林加速退化。但是，如果监管框架足够有力，能够防止由于贸易和利润增加而可能导致的资源退化，那么在贸易扩大的刺激下也可能形成一种“良性循环”。历史上，与生态系统有关的大多数贸易总是指诸如食物、木材、纤维、基因资源和某些生物化学物质这些供给服务。目前，生态系统的一种调节服务——调节气候，或者更加具体地说碳吸收，也进入了国际贸易的行列。

虽然人口总数的增多和经济的增长导致生态系统的压力一直增加，但是城镇化建设使人口向城区的集中迁移已经显著地减轻了某些生态系统的压力；与此相比，大量的保护区内农村居民和进入保护区活动的城镇居民常常对生态系统造成更大的压力。

2.2.2 直接驱动力

导致生态系统变化的最重要的直接驱动力是栖息地变化、过度开发、外来物种入侵、污染和气候变化。

栖息地变化：导致生态系统服务变化的最重要的直接驱动力是土地覆被变化（特别是林地、草地、湿地等向农田的转化）和新技术的应用（它们已经显著地促进了诸如食物、木材和纤维这些服务的供应的提高）。土地覆被变化，以及对土地的经营措施和技术都可能造成生态系统服务的重要变化，还包括对湿地、河道、湖泊的物理改变和对水资源的利用。

过度开发：过度开发包括过量捕获和养分输入，是导致生态系统及其提供的服务变化的最重要的直接驱动力之一。过量捕获，例如林业砍伐或渔业捕捞，使部分区域资源的生物储量可能已经降低到了历史上的最低水平。养分输入既可能产生有益的影响（如增加产量），也可能造成有害的影响（如水域富营养化）。过高的养分负荷已经成了陆地、淡水生态系统变化的一种最重要的直接驱动力，尽管诸如磷、氮这些养分是生物系统所必需的，但是随着养分输入的增多，它对生态系统的有益影响将达到一个有限的稳定状态，而有害影响将持续增长。

外来物种的入侵：外来物种的引入是导致淡水和陆地生物系统部分物种灭绝的一个主要原因。

污染：工业企业排污和采矿等点状污染源一直是对区域陆地和水生生态系统破坏的重要原因。此外，面源污染如农业生产过量施用农药化肥、城市暴雨造成的地表径流、农村卫生设施简陋或者不存在卫生设施、牲畜排泄物也是造成污染的重要原因。污染使生态系统服务功能也随之降低：可能导致水生生物种群衰减甚至消失，对污染的淡水进行净化后才能利用造成费用上升。同时，一些生态文化的服务功能也将丧失，例如美学欣赏价值。

气候变化：在过去的一个世纪中，气候变化已经对生态系统造成了重要的影响，包括物种分布的变化，种群大小的变化，繁殖与迁移时间的变化，以及特别是森林生态系统中害虫和疾病发生频率的增加。

生态系统服务退化会对人类的生计、健康、经济产生严重的损害，危害生态安全，包括人身安全、财产安全、必需的资源安全和免受自然和人为灾害侵袭的安全。其中食物和水供给服务的变化、调控疾病、调节洪水等变化可能导致人类所需的资源缺少或丧失，对人类安全具有非常强烈的影响。文化服务的变化可能会促进社会网络的破裂或者强化原有的社会网络。自然保护区和周边区域一般是发展中区域，生态系统服务功能下降会造成贫困状况恶化，这可能导致区域经济增长减慢，引发社会矛盾，自然灾害时还可能发生难民迁移，因而对周边的工业化区域造成影响。促进温室气体排放的那些生态系统变化，会加速全球的气候变化，这将影响到所有的区域。

许多生态系统服务，例如净化水源、调节洪水或者提供美学收益，目前都没有明确的价值，也没有在市场上进行交易，大多数的资源管理决策是受进入市场交易的那部分生态系统服务强烈影响，结果常常导致没有进入市场交易的生态系统服务丧失或者退化。没有进入市场交易的生态系统服务缺乏足够的关注和投资以对它们进行维护，但常常与人类的福祉关联更高。在决策制定的过程中如果全面考虑生态系统服务的总价值，就可能减缓或者扭转生态系统服务的退化。

许多行业的运转仍然直接依赖于生态系统提供的服务。林业、农业、渔业和生态旅游业的前景都直接与生态系统服务的状况密切相关。此外，诸如保险、银行和卫生这些其他部门，也受生态系统服务变化的影响。对于生态系统在某些方面的退化所造成的有害影响，富裕人群有可能免受其害，但是这不包括生态系统的所有退化。例如，当生态系统的文化服务丧失之后，通常是没有替代品可以替代的。

贸易的增加常常增大某些地区（生态系统服务较低）对诸如粮食、鱼类和木材这些生态系统服务的需求。但是，这种贸易在减轻进口地区生态系统服务的压力的同时，却加重了出口地区的压力。城市人口不但通过贸易和消费对远距离的生态系统产生影响，而且也受到远距离的生态系统变化的影响。这些远距离的生态系统变化或者是对当地的商品供应和商品价格、空气质量、水质和全球气候产生影响，或者是通过影响远距离的城市地区的经济、人口或者安全状况这一途径进而对那些区域的社会经济状况产生影响。

2.3 生态系统退化的代价

作为自然界的有机组成部分，人类对自然界的依赖程度远远超出了我们的想象，健康的生态系统对于人类的福祉起着至关重要的作用：森林可以调节空气质量、水流以及气候，减缓温室效应。同时，自然系统可以为人类抵御或减缓自然灾害，植被可以防止水土流失，减少发生山体滑坡的可能性。人类所需要的营养物质都必须依赖于自然系统；从早期文明开始至今，我们仍然必须依赖自然系统来调节世界上各河流流域的水量；即便是在人类发明了众多的合成材料以后，我们在日常生活中仍然大量使用众多的天然产品。长期以来，人类一直依赖于地球生态系统不断为我们提供必需的产品。但是，人们往往错误地认为只要改进技术并付诸更大的努力，就能获得更多的服务功能，人类为了满足日益增加的需求，使生态系统状况遭受了前所未有的改变。

我们实际处于不断消耗自然资产的透支状态，甚至以牺牲子孙后代的利益为代价来获取利益。在使人们生活得到改善的同时，也削弱了自然界提供诸如净化空气和水、预防灾

害以及其他重要服务的能力,对人类社会功能的正常发挥至关重要的大量自然服务功能不断恶化。如果生态系统服务功能丧失的压力继续增加,可能引起人类疾病以及作物病虫害的爆发,从而给人类自身带来巨大的痛苦,并造成严重的经济损失。

人类在过去 150 年中向大气中所排放的大量化学物质,极可能是改变地球自然系统的最重要的原因,进而导致气候变化进一步加剧。我们所使用的能源以煤炭、石油和天然气为主,使封存在地下岩石中的碳被大量释放,大气中二氧化碳的含量因此急剧增加。由于大气中吸收了更多的太阳热量,世界范围内的气候系统已经发生变化。目前二氧化碳的含量持续增加,气候变化还会进一步加剧。

同时,生态系统正在丧失其维持局地气候稳定的能力。通常情况下,植被覆盖丧失以及毁林活动可能使该地区的降雨量减小,从而对区域的气候造成不利影响。另外,自然系统为人类提供的抵御极端气候事件的能力也在下降。比如,近年来洪灾、干旱发生的频率大大增加,这不仅是由于降雨量增多所造成的,森林减少或质量降低以及对沼泽湿地进行排水等引起的景观变化也是其原因之一。气候变化对中国生物多样性和生态系统功能已经产生了影响。一项对 1960 年以来我国主要陆地生态系统变化的分析表明:变化的温度和降雨量导致了生命地带多样性(Holdriges Life Zone Diversity)的持续递减。而对植被覆盖率改变与气候变化间关系的研究表明:1982—1999 年,我国北部地区春季和秋季的植被覆盖也发生了改变,这可能是由于温度上升所引起的植物生长季的提前和衰老的延迟导致的结果。科学家研究还证明了气候变暖造成了青藏高原土壤碳大量流失,生态系统退化严重。而在热带地区的西双版纳,自 1950 年以来森林覆盖率从 65%锐减至 30%,森林斑块则从 1959 年的 256 个上升至 1998 年的 1219 个。此外,气候变化还造成了大量的物种灭绝,比如科学家在西双版纳的傣族“龙山”上发现,过去的 30 年中有 55 种物种灭绝。我国北部的森林也同样有逐渐斑块化的趋势。

可以预言,气候变化及对生物多样性和生态系统服务功能的影响将日益增强。尽管全球的平均降水将会增多,但是某些地区将更加干旱,而另外一些地区将更加湿润,发生洪水和干旱的风险将会上升,水质将会降低。气候变化将会直接改变生态系统服务的状况,例如改变栽培植被与非栽培植被的生长带和生产力。此外,气候变化将改变与生态系统服务有关的一些极端事件的发生频率,气候变化还将通过许多间接的方式对生态系统服务及其功能造成影响。

气候变化将进一步对社会经济发展的方面造成不利影响,这些影响包括诸如供应洁净水、能源和食物;维持健康的环境;保护生态系统及其生物多样性以及有关的生态产品和服务。在亚热带地区,任何程度的变暖将会导致农业生产率下降,并将对渔业资源造成不利影响。在许多地区,诸如疟疾和登革热之类的媒介疾病和诸如霍乱之类的水传播疾病的发病率将会增加。

气候变化将会加剧生物多样性的丧失,提高许多物种灭绝的风险(特别是对于那些由于诸如种群数量降低、栖息地破碎和分布区受气候条件限制这些因素的影响已经面临灭绝风险的物种)。预计 21 世纪的气候变化至少在过去的 10 000 年中很可能是史无前例的。如此剧烈的气候变化,再加上土地利用变化和外来物种扩散所造成的综合影响,可能对物种的迁移能力,以及物种在破碎化的栖息地中持续生存的能力造成限制。

未来的几十年中,气候变化及其影响可能是导致全球生物多样性丧失和生态系统服务

变化的主要的直接驱动力。随着气候变化的日益加速和绝对变化量的日益增加,它对生物多样性的损害也将日益严重。对于生态系统服务来讲,根据气候情景预计的气温升高和降水增多,在开始阶段可能会对某些地区的某些服务产生收益。但是,均衡各方面的证据显示,如果全球的地表平均气温升高速度超过每 10 年 0.2°C 的话,气候变化将对世界范围内的生态系统服务及其功能产生显著的净损害。尽管目前对任一稳定的温室气体浓度将会产生的致暖幅度,还存在很多的不确定性,但是根据政府间气候变化专门委员会预测,对于 CO_2 来讲只需不足 450×10^{-6} 的最终平衡浓度即可导致以上的增温。这样将对许多独有的或者已经受到威胁的生态系统造成一定的风险,因而导致许多物种灭绝。同时,将导致极端气候事件显著增加,在水资源方面对那些水资源已经缺乏或者已经遭受水资源胁迫的区域造成不利影响,因而对人类福祉和财产造成影响。

人类活动正在世界范围内大规模地改变着地球上的生物多样性,这种改变在很大程度上是不可逆转的,其结果大多数是导致生物多样性的丧失。据估算,由于受人类活动的影响,目前全球物种灭绝的速度较地球漫长的演变过程中正常的灭绝速度可能已加快了 1 000 倍左右。在许多物种分类群中,当前就其大多数物种而言,不是种群的数量正在减少,就是种群的分布范围正在缩小,甚至种群的数量和分布两者在同时减少。

因栖息地丧失而导致的物种灭绝这一过程具有显著的惯性特征,即使在今后不再出现栖息地的丧失,已经发生的栖息地丧失也需要几百年的时间才能使物种数量达到一个新的而且较低的平衡状态。对于未来几个世纪中将会灭绝的大多数物种而言,它们的栖息地丧失或者退化(既可能是通过土地覆被变化,也可能是通过气候变化)将是主要的驱动因素。

同时,物种分布的同质化趋势正在加强,世界上不同地区之间的物种组成正在变得更加相似。物种分布的同质化趋势和两种因素有关:第一,物种灭绝和种群丧失导致特殊地区的独有种消失。物种灭绝和独有种群的消失造成有关独有遗传多样性的丧失;第二,物种入侵或者引种的速度已经很高,而且随着贸易的日益增长和更快的运输,它还继续急剧加速。当人类活动导致物种减少或者物种灭绝时,它们将被少数适宜在人类活动改变了的环境中生存的扩展物种所代替,有时甚至引起当地生命系统出现重大的转变。

对于大多数区域而言,近几十年人类对世界范围内生态系统的改变已经显著地促进人类福祉的提高和社会经济的发展,但是,获取以上效益的成本却日益上升。在 20 世纪的后半叶,诸如水循环、氮循环、碳循环和磷循环这些生态系统过程变化的速度比人类历史上记录的任何时期都快。人类活动不仅改变了生态系统的结构(例如特定地点的栖息地和物种),而且也改变了生态系统的过程和功能。生态系统变化必然影响到系统中的物种,物种变化反过来也影响生态系统过程。

如果我们能很好地了解自然系统,并且自然系统是按照可预测的方式正常运转的话,那么我们就有可能计算出向自然系统施加压力的“安全值”,而不至于会对自然系统提供给人类的基本服务构成威胁。然而不幸的是,目前地球自然系统正呈现出从渐变到剧变的趋势。究其原因,主要是由于动植物以及微生物之间的关系如此错综复杂,凭借现有的科学水平人们还无法预料其限值。但是,自然系统一旦发生剧变,将对人类社会带来灾难性的后果。气候变化也可能使自然系统迅速发生根本性的改变,从而带来破坏性的后果。临界点一旦触发,自然系统将很难甚至无法恢复其原貌。即便我们目前尚无法预知这些变化,

如果按照我们现有的行为方式继续下去的话，今后地球自然系统将会发生更大的变化。现在受人类活动的影响，自然系统自我恢复的能力已在降低、生物多样性在减少，自然系统正承受着前所未有的巨大压力。

面对上述问题，除非人类找出正确的解决办法，生态系统服务功能的退化与不可持续利用将使后代能够从生态系统获取的效益大大减少。虽然目前气候变化还不是生物多样性丧失最重要的驱动力（尽管它的影响已经被发现），但在这个世纪中期它将会成为最重要的因素。因此，考虑到生物多样性适应需要很长的滞后时期，我们现在需要制定能够帮助和支持生态系统适应不可避免的气候变化的方案。这些方案应该尽可能多地减缓气候变化，阻止那些引起气候变化的行为。另外，气候保护量度也应该被定型，这样它们才可以保护而不是破坏生物多样性，特别是当生态系统稳定时可以帮助形成稳定的小气候。

2.4 气候变化对生态系统脆弱性的影响

由于气候变化，在过去的 50 年中，洪水和火灾爆发的次数已经显著地增加，其中部分原因是由生态系统变化引起的。如果人类依存的大部分生态系统服务继续退化，那么在消除贫困与饥饿、改善卫生条件和环境可持续发展这些方面都不可能实现。相比之下，健全的生态系统服务管理机制可以通过相互协作的方式在实现多重发展目标方面提供成本比较划算的机会。以下三个方面的主要问题已经显著地对人类（特别是穷人）造成了危害，除非这些问题能够得到解决，否则将极大地减少生态系统提供给我们的长期收益。

第一，生态系统服务正在退化或者处于不可持续利用的状态，包括淡水、渔业捕捞、净化空气和水源、调节区域和地方气候、调控自然灾害，以及控制病虫害等。这些生态系统服务丧失和衰退的代价目前还难以测算，但是已有证据表明以上代价非常巨大，而且正在进一步加剧，例如，渔业资源的崩溃已经在工业化区域中对许多社区的人类福祉造成了严重的损害。过去为了提高某些特定的生态系统服务及其功能，例如食物供给服务功能，结果导致许多其他生态系统服务功能退化，这种交换常常导致生态系统服务功能退化的代价在不同人群之间发生转移，或者推给后代。

第二，人类对生态系统的改变正在加大生态系统发生非线性变化的可能性（包括变化加速、突变，以及潜在的不可逆变化），这将对人类福祉产生重要影响。例如，暴发疾病和虫害、水质突变，水域出现“死亡带”、区域极端气候变化等皆属于这种情况。特别是对于发展中区域来讲，预计养分负荷将成为一个日益严重的问题。无论是工业化区域，还是发展中区域，当前的养分负荷已经对淡水生态系统造成了较大的不利影响。这些影响包括出现有毒的水华现象、其他方面的人类健康问题、鱼类死亡和对湿地鸟类、水生生物栖息地的损害。

第三，生态系统服务退化的有害影响正在逐步加大。损害生态系统服务可能牺牲大量的经济成本和公众健康成本。例如，林业、农业、渔业，以及生态旅游行业的前景都与生态系统服务的状况直接相关。此外，就保险、银行，以及卫生等行业而言，尽管受生态系统服务的影响不是那么直接，但是生态系统服务变化对它们仍然具有强烈的影响。

生态系统退化加剧了人类社会的内部冲突。因为对生态系统退化的承受能力不同，使各类人群之间的不公平和悬殊逐渐加大，发展中区域的生态系统服务退化常常加剧贫困人