

生态保护概论

(第二版)

孔繁德 主 编

魏国印 副主编
谭海霞

OUTLINE OF
ECOLOGICAL PROTECTION

中国环境科学出版社

高等院校环境类系列教材

生态保护概论

(第二版)

孔繁德 主 编
魏国印 谭海霞 副主编

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

生态保护概论/孔繁德主编. —2 版. —北京: 中国环境科学出版社, 2010.6

(高等院校环境类系列教材)

ISBN 978-7-5111-0300-0

I. ①生… II. ①孔… III. ①生态环境—环境保护—高等学校—教材 IV. ①X171.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 113575 号

责任编辑 陈金华
责任校对 刘凤霞
封面设计 龙文视觉

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
联系电话: 010-67112765 (总编室)
发行热线: 010-67125803

印 刷 北京市联华印刷厂
经 销 各地新华书店
版 次 2010 年 6 月第 1 版
印 次 2010 年 6 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 20.25
字 数 460 千字
定 价 39.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】
如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

序

中国环境科学出版社

孔繁德教授从事生态保护的教学与科研工作二十余年。在工作中致力于理论与实际相结合，积累了丰富的经验。由他主编的《生态保护》教材自1994年中国环境科学出版社出版以来，共5次重印，发行了2万余册，在生态保护的人才培养和宣传工作中都发挥了较好的作用。近十年来，我国生态保护工作进展迅速，取得了很多成绩，积累了一些经验，生态保护的科学研究也取得了大量成果。为适应生态保护发展形势和满足生态保护教学的需要，中国环境科学出版社提出将该教材修改再版。孔繁德教授带领编写组广泛收集资料，总结生态保护学的成果和我国生态保护工作的经验，进一步更新、丰富、完善了教材的内容，重新编写了《生态保护概论（第二版）》。我赞赏孔繁德教授和他的编写组的这种勤奋、求真的探索精神，我相信新版《生态保护概论（第二版）》的出版发行，将为我国生态保护的教学与宣传工作发挥新的更重要的参考作用。

曲松平

2009年10月20日

前 言

《生态保护概论》是我国高等学校生态学专业、环境专业的教材，也可以作为全国环境保护系统培训教材，还可以作为环境保护工作者的专业参考用书。

1994 年由中国环境科学出版社出版发行了环保局长岗位培训教材《生态保护》，共 5 次印刷，出版发行大约 2 万余册，在全国环境保护干部培训中发挥了重要作用。但是，我国生态保护工作发展很快，自 1999 年以来环境保护工作中生态保护与污染防治并重，西部大开发，生态建设要先行，生态保护工作出现了一些新的领域及取得了许多新的成果。为了适应生态保护工作发展的形势，2001 年编写出版了这本《生态保护概论》。

《生态保护概论》出版发行以来，共 3 次印刷，发行 1 万余册，应用广泛，反应良好，影响深远。为适应环境教育事业发展的需要，中国环境科学出版社提出编写《生态保护概论》第二版的建议，并委托中国环境管理干部学院组织编写组重新编写《生态保护概论》。

2001 年《生态保护概论》出版发行以来，世界环境保护形势发展很快，我国环境保护事业的发展更是突飞猛进，特别是 2003 年党中央提出科学发展观，强调统筹人与自然的和谐发展，2007 年中国共产党第十七次全国代表大会提出生态文明建设，都为生态保护工作提供了指导并有力地推动了生态保护工作的开展。因此，近年来我国生态保护工作从理论到实践，都取得了长足的进步，积累了许多经验与成果。编写组力求以科学发展观为统领，以统筹人与自然和谐发展为指导，充分吸纳当前国内外生态保护工作取得的最新成果，编写《生态保护概论》第二版，希望对我国生态保护

的教学与培训工作提供一本优秀的教材。

《生态保护概论》第二版仍由孔繁德任主编，并编写了第 1 章、第 7 章、第 8 章；魏国印和谭海霞任副主编，其中魏国印编写了第 2 章的 2.2，谭海霞编写了第 2 章的 2.1、2.8、2.9 及 2.10；冯雨峰编写了第 2 章的 2.3、2.4；彭红丽编写了第 2 章的 2.5、2.6、2.7；崔力拓编写了第 3 章的 3.1、3.3 及第 5 章的 5.1、5.2；荣誉编写了第 3 章的 3.2；赵美微编写了第 3 章的 3.4；臧传芹编写了第 3 章的 3.5；王连龙编写了第 4 章；赵忠宝编写了第 5 章的 5.3、5.4；塔莉编写了第 6 章的 6.1、6.3；王颖编写了第 6 章的 6.2、6.4。孔繁德、谭海霞完成书稿统编工作。

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 生态环境.....	1
1.2 生态承载力与生态占用.....	8
1.3 生态破坏与生态系统健康.....	10
1.4 生态安全与生态保护.....	15
1.5 生态保护学.....	21
第 2 章 生物多样性的保护	24
2.1 生物多样性.....	24
2.2 森林生态系统的保护.....	32
2.3 草原生态系统的保护.....	48
2.4 荒漠生态系统的保护.....	56
2.5 海洋生态系统的保护.....	65
2.6 陆地水生生态系统的保护.....	75
2.7 湿地生态系统的保护.....	85
2.8 物种保护.....	93
2.9 外来入侵物种及其防治.....	100
2.10 生物安全.....	105
第 3 章 自然资源保护	111
3.1 概 述.....	111
3.2 土地资源的保护.....	117
3.3 水资源的保护.....	124
3.4 矿产资源的保护.....	135
3.5 自然旅游资源的保护.....	140
第 4 章 自然保护区	148
4.1 概述.....	148
4.2 自然保护区的目标、任务和作用.....	155
4.3 自然保护区的评价、设计与规划.....	158
4.4 自然保护区的建设与管理.....	165

第5章 农业与农村的生态保护	172
5.1 农业生态系统	172
5.2 农业的生态保护	180
5.3 生态农业	186
5.4 生态村	198
第6章 城市生态保护	203
6.1 城市生态系统及其保护	203
6.2 城市的园林绿化	210
6.3 城市生物多样性的保护	217
6.4 宜居城市	221
第7章 生态保护的科学技术	231
7.1 生态调查	231
7.2 生态监测	239
7.3 生态评价	246
7.4 生态规划与设计	259
7.5 生态恢复与生态工程	263
第8章 生态环境管理	269
8.1 概述	269
8.2 生态系统管理	273
8.3 全国生态环境建设规划	275
8.4 全国生态环境保护纲要	280
8.5 全国生态功能区划	284
8.6 生态示范区	286
8.7 生态县、生态市、生态省建设指标	291
8.8 生态补偿与生态移民	296
8.9 生态环境监察	302
后 记	307
参考文献	308

第1章 绪论

1.1 生态环境

1.1.1 生态环境的概念和含义

生态学中的生态这个词的含义是指生物与其生存环境的关系及二者共同组成的有机整体。但在环境保护的实际工作中，又常常应用生态环境这个词。《中华人民共和国环境保护法》第一章总则第一条中，将环境区分为生活环境与生态环境两部分。1999年1月6日经国务院常务会议通过的《全国生态环境建设规划》和2000年11月26日国务院发布的《全国生态环境保护纲要》中，也应用生态环境这个词。在环境保护的实际工作的其他方面，也常常应用生态环境这个词。

生态环境是指除环境污染之外的人类生存的环境。生态环境主要包括自然生态环境、农业环境、城市生态环境三部分。其中自然生态环境是基础，是主要部分；农业环境是半人工生态环境，是在自然环境的基础上经人类改造发展起来的；城市生态环境则主要是人类建设的产物。

生态保护工作的关键是保护自然生态环境，其次是农业环境的保护；另外城市的生态环境的保护也应包括在内。我们这本教材主要讲述自然生态环境的保护。

1.1.2 自然生态环境的组成和结构

1.1.2.1 组成

(1) 物质与能量组成。自然生态环境是地球长期演化形成的，包括非生物因子和生物因子两类组成部分。非生物因子包括阳光、空气、岩石、矿物、土壤、河流、湖泊、湿地、地下水、海洋等；生物因子包括植物、动物和微生物。非生物因子组成岩石圈、大气圈和水圈，而生物因子则组成生物圈。

(2) 化学组成。地球表层生态环境的化学组成中，氧、硅、铝、铁、钙、钠、钾、镁、氢、钛十种元素占99%以上，其余80余种元素总计只占不到1%，而且这种比例与人体的化学元素组成比例有明显的相关性。

1.1.2.2 结构

(1) 岩石圈。岩石圈是指地壳及上地幔部分。地壳的平均厚度为17 km，其中又可为花岗岩层、玄武岩层、橄榄岩层。岩石圈由各种岩石组成，其中包括岩浆岩、沉积岩和变质岩。岩石圈表面岩石经日晒、风吹、雨淋、水冲、冰冻等物理和化学作用风化破

碎分解，再经生物作用形成土壤覆盖层。

(2) 大气圈。大气圈是包围地球表面的气体圈层，其厚度达数千公里。大气圈分为对流层、平流层、中间层和逸散层。平流层下部还存在薄薄的一层臭氧层。臭氧层的存在对地球上的生物免遭太阳光中的紫外线的照射及破坏起到了保护作用，被称之为“生命之伞”。大气圈主要由氮气和氧气组成，还含有少量的二氧化碳和不同含量的水蒸气。大气圈中的二氧化碳含量虽小，但作用很大，它可以阻止地球表面长波辐射的散失，对地球表层有增温作用。大气圈中的水蒸气含量不定，但却可形成雾、云、降水，对地球表层环境的水的循环和能量的交换起到了重要的作用。大气圈的形成和演化经历了漫长而复杂的过程，受到岩石圈、水圈、生物圈的深刻影响，又给岩石圈、水圈、生物圈带来巨大的作用。

(3) 水圈。地球表层各种形态的水的总和称之为水圈。水圈总量达 14 亿 km^3 ，覆盖地球表面 72% 的面积，仅海洋就占地球表面 71% 的面积。水圈中海洋占 97% 的质量，陆地水仅占 3% 的质量，其绝大部分是两极的冰盖。水圈的存在对自然生态环境影响巨大，特别是水在自然生态环境中的运动与循环，对自然生态环境中的物质与能量的运动与交换，对塑造地球表层的自然生态环境起到了重要作用，对生物形成与发展也起到了至关重要的作用。

(4) 生物圈。生物圈是地球表层全部有机体和与之相互作用的生存环境的整体。生物圈是岩石圈、大气圈、水圈长期演化并相互作用的产物，同时生物圈中的植物、动物、微生物给岩石圈（主要是土壤），以及大气圈、水圈的组成和演化带来广泛而深刻的影响与作用。生物圈是整个地球表层生态环境中最活跃、最敏感、最脆弱的部分。生态环境的破坏通常最先表现在生物圈，而生物圈的破坏又往往带来整个生态环境的破坏。可以说生物圈是生态环境的“晴雨表”。

1.1.3 自然生态环境的特点

1.1.3.1 整体性

自然生态环境的组成是复杂多样的，但其所有组成部分又形成一个统一的有机的整体，既互为依存，又互为制约，往往是牵一发而动全身。

(1) 从自然生态环境演化过程来看，某些组成部分孕育了其他组成部分，如岩石圈的形成和演化产生了地球原始的大气圈；岩石圈和原始大气圈的相互作用产生了最早的水圈；岩石圈、大气圈、水圈的长期相互作用产生了生物圈。

(2) 自然生态环境组成部分之间互相影响和作用，如生物圈的形成和演化极大地改变了大气圈、水圈的面貌；水圈则对大气圈、岩石圈又产生了深刻的影响；至于大气圈对岩石圈的影响和作用也是显而易见的。

(3) 自然生态环境各组成部分之间有物质流能量流相沟通、相联系，彼此渗透，彼此融合。岩石圈中有空气、水、生物；大气圈中有矿物质、水气、生物；水圈中含矿物质、空气、生物；生物圈更离不开岩石圈、大气圈和水圈；土壤则是岩石圈、大气圈、水圈、生物圈长期相互作用、渗透、融合的产物。

1.1.3.2 区域性

因为地球是围绕太阳旋转的球体，因此地球表层的自然生态环境由于所处纬度位置、

海陆位置、地形地貌和地质条件各不相同，带来生态条件各不相同，进而产生了生态环境区域分异。这就是自然生态环境的区域性。

由于纬度位置不同主要产生光热的差异，形成了热带、亚热带、暖温带、温带、寒带的区域分异。

由于大气环流和海陆位置的不同产生的是水分的分异，带来了不同降水量和蒸发量，形成了湿润区、半湿润区、半干旱区、干旱区的区域分异。

由于地形地貌的不同，光热水分都有分异，产生了山地垂直地带性区域分异、山地阳坡与阴坡、迎风坡与背风坡等区域分异。

由于地质条件不同，造成了某些区域分异，如由于岩石性质不同，形成了不同的地貌景观和土壤，带来了不同旅游风光和不同植被作物；由于地质构造的原因，也会形成某些区域分异，如火山、温泉、地下热水。

1.1.3.3 开放性

地球表层的自然生态环境是开放系统。它与宇宙空间和地球内部都有物质和能量的流动与交换。宇宙空间有大量的太阳光能和宇宙射线进入地球表层自然生态环境。陨石由宇宙空间不断地进入地球大气圈，少量直接达到地球表面。地球内部通过地震等形式向地球表面释放大量能量，还通过火山喷发向地球表面喷出大量火山物质，包括火山气体、火山灰、火山熔岩等。

非常难得的是，地球自然生态环境的开放性带有宝贵的自我调节、自我保护功能。厚厚的大气层将绝大部分陨石燃烧掉，使地表免遭陨石过多的破坏。大气圈中臭氧层又将太阳光中对生物细胞有杀伤破坏作用的紫外线大部分过滤掉，只有少量对生物有益无害的紫外线到达地球表面。地球表面又有一层又薄又硬又凉的地壳，将地幔火热的岩浆与地表自然生态环境隔开，保护了整个自然生态环境和生物界。

1.1.4 自然生态环境的演化

地球表层的自然生态环境是在不断演化的，由简单到复杂、由低级向高级发展；自然生态环境的演化，在地球产生的初期，以地球内能为主，但后来逐步演化到外能，即以太阳能为主。由于太阳能在地球表面有地带性和周期性，因此自然生态环境的演化也具有地带性和周期性。目前地球的内能对自然生态环境也有一定的影响，它的活动也有一定的规律性。总之，自然生态环境不断地发展变化，既生机勃勃，又有一定的规律性。

1.1.4.1 自然生态环境的演化过程

地球表层的自然生态环境经历了十分漫长而又复杂的演化过程。地球的产生距今大约 47 亿年了，由于地球产生初期的历史因无岩石可供研究，情况不清。从大约距今 38 亿年前形成的岩石可供人类研究，因此地球表层的自然生态环境的历史从距今 38 亿年开始（表 1-1）。

表 1-1 地质年代简表

地质年代			距今时间/ (×10 ⁶ 年)	植物	动物
新生代	第四纪	全新世	0.025	被子植物	人类
		更新世	2		哺乳动物
		上新世	13		
	第三纪	中新世	25		
		渐新世	36		
		始新世	58		
		古新世	63		
中年代	白垩纪		135	裸子植物	爬行动物
	侏罗纪		181		
	三叠纪		230		
古生代	二叠纪		280	陆生孢子植物	两栖动物
	石炭纪		350		
	泥盆纪		405		
	志留纪		425		
	奥陶纪		500	海生 菌藻类	鱼类 无脊椎动物
	寒武纪		600		
太古代			3 100	菌藻类	
元古代			4 700		

1.1.4.2 自然生态环境演化的原因

自然生态环境的演化有自然原因和人为原因。在地球演化历史的绝大部分时期，自然生态环境的演化是自然原因造成的。只是在人类产生以后，自然生态环境演化的原因中人为因素才逐步加大。

自然原因

(1) 地质构造运动的影响。地球表层的地壳由板块组成。板块中最大的分为六块，即欧亚板块、太平洋板块、美洲板块、非洲板块、印度洋板块、南极洲板块。在这六大板块中，又划分出不同级别的若干小板块。这些板块相互运动和影响，给地球表层的自然生态环境产生巨大的影响。例如，大约 6 000 万年前，印度洋板块向北运动，与亚欧板块相撞，地壳隆起，形成喜马拉雅等山脉和青藏高原，对整个地球的自然生态环境产生了复杂而深刻的影响。

火山喷发的影响和作用，也不可低估。在地球发展史上，曾有过几次火山活跃及喷发期。火山大规模的喷发，不仅形成一些岩石和矿物，还形成肥沃的火山土壤，更重要的是向大气圈喷发了大量的火山灰和火山气体，改变了大气圈的组成和性能，减少太阳辐射，改变了地球的气候，进而影响水圈和生物圈。有一些科学家认为，地球史上几次生物大灭绝都与火山大规模喷发改变地球气候直接有关。

(2) 天文因素的影响。有些科学家认为，地球与太阳系的运动有一定的周期性。太阳黑子活动就有 11 年半和 60 年的周期，而太阳系围绕银河的运动也改变太阳辐射，因而对地球表层的自然生态环境产生影响。

还有一些科学家认为，星际物质与地球相撞，会显著地改变地球表层的自然生态环

境。一些科学家近年来主张 6 500 万年前有一颗小行星与此地球相撞,造成火山喷发,太阳辐射明显减弱,绿色植物光合作用停止,森林大面积死亡,导致恐龙在全球几乎同时灭绝。

人为原因

人类产生之后,通过捕猎采集活动影响了生物界;通过农耕放牧活动影响了土地、森林、草原,通过工业活动影响了大气和水。这些活动的积累和叠加,产生了全球环境问题,影响了整个地球表层的自然生态环境,例如全球气候变暖、臭氧层破坏、酸雨等。当然人类对自然生态环境也有改善作用,不过目前这种作用还仅仅局限在部分地区。

1.1.5 目前地球表层自然环境的状况

按照科学家的研究预测,地球的寿命大约为 100 亿年。目前地球表层演化到一个非常特殊的时期。从热力学的能量分析来看,地球表层目前能量的收入与支出大体平衡,处在一个“耗散阶段”,既能维持生机勃勃的局面,又比较敏感、脆弱,易遭破坏而又难以恢复。但是人类产生以来,在原始社会破坏生物,在农业社会破坏土地和植被,在工业社会又直接破坏大气和水,进而产生全球环境问题,威胁全人类的生存和发展。因此保护地球表层的自然生态环境是人类面临的共同的重大战略问题。

1.1.6 生态系统服务与生态力

1.1.6.1 生态系统服务

全球生态系统服务价值

美国康斯坦扎等人在测算全球生态系统服务价值时,首先将全球生态系统服务分为 17 类子生态系统,之后建立和采用了物质量评价法、能值分析法、市场价值法、机会成本法、影子价格法、影响工程法、费用分析法、防护费用法、恢复费用法、人力资本法、资产价值法、旅行费用法、条件价值法等一系列方法,分别对每一类子生态系统进行测算,最后进行加总求和,计算出全球生态系统每年能够产生的服务价值。他们的计算结果是:全球生态系统服务每年的总价值为 16 万亿~54 万亿美元,平均为 33 万亿美元。33 万亿美元是 1997 年全球 GNP 的 1.8 倍。

生态系统服务的分类

与传统经济学意义上的服务不同,生态系统服务只有一小部分能够进入市场被买卖,大多数无法进入市场甚至在市场交易中很难发现对应的补偿措施。按照进入市场或采取补偿措施的难易程度,生态系统服务可以划分为生态系统产品和生态支持系统。

(1) 生态系统产品。是指自然生态系统所生产的,能为人类带来直接利益的因子,它包括食品、医用药品、加工原料、动力工具、自然景观、娱乐材料等,它们有的本来就是现实市场交易的对象,其他的则比较容易通过市场手段来对应地补偿。

(2) 生命支持系统。生命支持系统功能主要包括固定二氧化碳、稳定大气、调节气候、对干扰的缓冲、水文调节、水资源供应、水土保持、土壤熟化、营养元素循环、废弃物处理、传授花粉、生物控制、提供生境、新食物来源、新原材料供应、遗传资源库、休闲娱乐场所、科研、教育、美学、艺术等。

生命支持系统功能有以下 4 个特点:一是外部经济效益;二是属于公共商品;三是

不属于市场行为；四是属于社会资本。

1.1.6.2 生态力

概念

生态力是指生态系统服务的能力，即生态系统为人类提供服务的能力。

生态力评价及其意义

(1) 生态力评价。应用生态经济学的理论和方法对自然环境的生态力进行定量-定性的评价叫生态力评价。

(2) 生态力评价的意义。

- ☞ 有助于提高生态意识。
- ☞ 促使商品观念的转变。
- ☞ 有利于制定合理的生态资源价格。
- ☞ 促进将生态环境纳入国民经济核算体系。
- ☞ 促进环保措施的生态评价。
- ☞ 为生态环境功能区划和生态建设规划奠定基础。
- ☞ 促进区域国家及全球可持续发展。

生态力的定量评价方法

生态力的定量评价方法主要有三类：能值分析法、物质量评价法和价值量评价法。能值分析法是指用太阳能值计量生态系统为人类提供的服务或产品，也就是用生态系统的产品或服务在形成过程中直接或间接消耗的太阳能总量表示；物质量评价法是指从物质量的角度对生态系统提供的各项服务进行定量评价；价值量评价法是指从货币价值量的角度对生态系统提供的服务进行定量评价。其中，价值量评价方法主要包括市场价值法、机会成本法、影子价格法、影子工程法、费用分析法、人力资费法、资产价值法、旅行费用法和条件价值法。

1.1.6.3 生态力与可持续发展综合国力

综合国力与可持续发展综合国力

(1) 综合国力。综合国力是指一个主权国家赖以生存与发展的全部实力与国际影响力的合力，其内涵非常丰富，是一个国家政治、经济、科技、教育、文化、国防、外交、资源、民族意志、国家凝聚力等要素有机关联、相互作用的综合性整体。

(2) 可持续发展综合国力及其意义。可持续发展综合国力是指一个国家在可持续发展理论下具有可持续性的综合国力。可持续发展综合国力是一个国家的经济能力、科技创新能力、社会发展能力、政府调控能力、生态系统服务能力等各方面的综合体现。

从可持续发展意义上考察一个国家的综合国力，不仅需要分析当前该国所拥有的政治、经济、社会方面的能力，而且需要研究支撑该国经济社会发展的生态系统服务能力的变化趋势。

关于可持续发展综合国力的研究，是以可持续发展战略理念、条件、机制和准则为据，全方位考察和分析可持续发展综合国力各构成要素在国家间的对比关系及其各要素对综合国力的影响，系统分析和评价综合国力及各分力水平。对比分析并找出不足，同时提出相应对策和实施方案，以期不断提升综合国力，达到国家可持续发展的总体战略目标。

站在可持续发展的高度，用可持续发展的理论去衡量综合国力，使综合国力竞争统一于可持续发展的宏观框架内，从而适应社会、经济、自然协同发展的需要，就必须从观念、作用、评价标准等方面对综合国力进行全面的再认识。可持续发展综合国力的价值准则是国家在保持其生态系统可持续性的基础上，推动包括社会效益和生态效益在内的广义综合国力的不断增长，实现国家可持续发展的过程。显然，可持续发展综合国力的内涵决定了在提升可持续发展综合国力的过程中，科技创新是关键手段，生态系统的可持续性为基础，经济系统的健康发展是条件，社会系统的持续进步是保障。

当代资源和生态环境问题日益突出，向人类提出了严峻的挑战。这些问题既对科技、经济、社会发展提出了更高目标，也使日益受到人们重视的综合国力研究达到前所未有的难度。在目前情况下，任何一个国家要增强本国的综合国力，都无法回避科技、经济、资源、生态环境同社会的协调与整合。因而详细考察这些要素在综合国力系统中的功能行为及相互适应机制，进而为国家制定和实施可持续发展战略决策提供理论支撑，就显得尤为迫切和重要。

随着社会知识化、科技信息化和经济全球化的不断推进，人类世界将进入可持续发展综合国力激烈竞争的时代。谁在可持续发展综合国力上占据优势，谁便能为自身的生存与发展奠定更为牢靠的基础与保障，创造更大的时空与机遇。可持续发展综合国力将成为争取未来国际地位的重要基础和为人类发展作出重要贡献的主要标志之一。在这样的历史时刻，我们需要把握决定可持续发展综合国力竞争的关键，需要清楚自身的地位和处境、优势和不足，需要检验已有的同时制定新的竞争和发展战略，以实现可持续发展综合国力迅速提升的总体战略目标。

(3) 可持续发展综合国力的组成。可持续发展综合国力由经济力、科技力、军事力、社会发展程度、生态力、政府调控力、外交力共 7 个领域的能力组成。对以上 7 个领域的能力之间的顺序和比例，由专家评价后结果如下表：

序号	国力要素	赋权系数
1	经济力	0.35
2	科技力	0.20
3	军事力	0.10
4	社会发展程度	0.10
5	生态力	0.10
6	政府调控力	0.08
7	外交力	0.07
	合计	1.00

(4) 生态力在可持续发展综合国力中的地位和作用。根据上表可以得知，生态力在可持续发展综合国力中占有重要地位，有十分重要的作用，而且这种地位和作用是不可替代的。

(5) 主要国家生态力价值的测算结果。据国外某些专家测算，世界主要国家生态力价值排序如下：加拿大、美国、巴西、俄罗斯、澳大利亚、中国、印度。我国占世界人口第一，国土面积第三，而生态力价值仅排在第六，说明在生态力方面不容乐观。

1.2 生态承载力与生态占用

1.2.1 生态承载力

生态承载力是指在特定的时间与条件下,区域环境所能承受人类活动的阈值。人类活动的方向、规模、强度对环境都会产生影响。这种影响既有对环境不利的类型,也有对环境有利的类型,但目前从整体上分析,人类活动对环境的影响还是负作用更大一些。如果人类活动产生的影响超过了环境承载力,就会产生环境问题。例如,环境污染与生态破坏。

对于某一区域,生态承载力强调的是系统的承载功能,而突出的是对人类活动的承载能力,其内容应包括资源子系统、环境子系统和社会子系统,生态系统的承载力要素应包含资源要素、环境要素及社会要素。所以,某一区域的生态承载力概念,是某一时期某一地域某一特定的生态系统,在确保资源的合理开发利用和生态环境良性循环发展的条件下,可持续承载人口数量、经济强度及社会总量的能力。

1.2.2 生态占用

1.2.2.1 概念

生态占用就是能够持续地提供资源或消纳废物的、具有生物生产力的地域空间。针对不同的研究层次,生态占用可以是个人、区域的、国家甚至全球的,其含义就是要维持一个人、地区、国家或者全球的生态所需要的或者能够吸纳人类所排放的废物的、具有生物生产力的地域面积。

生态占用将每个人消耗的资源折合成为全球统一的、具有生态生产力的地域面积,这种面积是不是有区域特性的,可以很容易地进行比较。区域的实际生态占用如果超过了区域所能提供的生态占用,就表现为生态赤字;如果小于区域所能提供的生态占用,则表现为生态盈余。区域生态占用总供给与总需求之间的差值——生态赤字或生态盈余,准确地反映了不同区域对于全球生态环境现状的贡献。

1.2.2.2 基本理论与方法

生态占用分析基于两个基本的事实:我们能够追踪我们所消费的资源 and 所排放的废物,找到其生产区和消纳区。由于全球化和贸易的发展,追踪其具体的区位还需要大量的科学研究。大多数资源流量和废物流量能够被转化为提供或消纳这些流量的、具有生物生产力的陆地或水域面积。那么,如何核算区域或国家的生态占用?基本步骤如下:

(1) 追踪资源消耗和废物消纳。将消费分门别类地折算成资源消耗量;将资源消耗量和人类活动所排放的废物按照区域的生态生产能力和废物消纳能力分别折算成具有生态生产力的耕地、草地、化石能源用地、森林、建筑用地和海洋等六类主要的陆地和水域生态系统的面积。

(2) 产量调整。不同的国家或者地区,有不同的资源禀赋,或者不同的生态生产力。因此,要进行区域之间的比较,就需要进行适当的调整,方法是将其生物生产力乘以产量调整因子。产量调整因子是所核算区域单位面积生物生产力与全球平均生物生产力相

比较而得到的。

(3) 等量化处理。这六类生产系统的生产力是不同的,为了将不同生态系统类型的空间汇总为区域的生物生产力和生态占用,各种类型的生态系统面积需要乘以一个等量化因子,这个等量化因子是在比较不同类型生态系统的生物生产量的基础上得到的。也就是说,这些等量化因子将每一个类型的主要生物资源的生产潜力进行了等量化处理,每一种生态系统类型的等量化因子依据其单位空间面积的相对生物量产量而定。目前采用的等量化因子分别为:森林和化石能源用地为 1.1,耕地和建筑用地为 2.8,草地为 0.5,海洋为 0.2。当因子为 2.8 时,说明这种生态系统的生物生产力是全球生态系统平均生产力的 2.8 倍,将后者作为 1。通过等量化因子,将六类生态系统的面积调整为具有全球生态系统平均生产力的、可以直接相加的生态系统的面积,加总后就是生态系统占用。

1.2.2.3 世界研究成果

(1) 全球生态占用。全球可利用的生态空间有多大?研究表明:就耕地、草地、森林、海洋、建筑用地和能源用地等 6 种主要资源而言,前景不容乐观。

从生态学的观点来看,耕地是生态生产力最高的,估计全球人均耕地不足 0.25 hm^2 ;全球 33.5 亿 hm^2 或人均 0.6 hm^2 草地的积累或者生产生物量的潜力明显低于耕地。此外,从植物到动物再到人类的能量传递过程也直接降低了人类可以利用的生物化学能量;森林,除了能够生产木材,还提供其他的功能,诸如保持水土、调节气候、净化空气以及保护生物多样性等。全球共有 34.4 亿 hm^2 或人均 0.6 hm^2 森林。大多数森林占用了生态生产力较低的土地。

全球有 363 亿 hm^2 或人均 6 hm^2 的海洋,但 95% 的海产品来自于 8% 的沿海岸带,也就是说人均 0.5 hm^2 的海岸带是生态生产力较高的区域。

建筑用地,包括居住和交通用地,全球大约人均 0.03 hm^2 。因为大部分居民点都集中在全球最肥沃的土地地带,建筑用地造成了全球生态能力无法挽回的损失。

能源用地是用来吸收化石燃料燃烧所排放的 CO_2 ,以及通过木质生物量积累可利用能源的土地。后者是用途比 CO_2 的吸收需要更大的面积,因为不是所有的生物量都能够用作能源。而现在,还没有土地被仅仅用来吸收 CO_2 或者补充化石燃料燃烧所丧失的生物化学能源。

无论是人均的还是全球的生态占用,都已经超过了地球资源的持续供给能力。就人均而言,生态占用为 2.4 hm^2 ,而地球的供给能力仅人均 2.0 hm^2 ,也就是说,目前全球人均生态赤字 0.4 hm^2 ;就总体而言,人类总的生态占用为 13 420.1 万 km^2 ,地球的生态占用供给能力为 11 207.4 万 km^2 ,全球生态赤字高达 2 212.7 万 km^2 ,超出了地承载力 20%。如果所假设 12% 的地球表面还不足以保护生物多样性的话,那么人类的生态赤字将会更大!考虑到其他动物的生态占用,我们的地球已经变得不堪重负了。

(2) 国家生态占用。《国家的生态占用》报告估算了 52 个国家或地区的生态占用。这 52 个国家的人口占全球的 80%,其 GDP 占全球的 92%,其生态占用分析包括了食物、木材、能源等 20 类主要消费。

就生态占用而言,美国居民人均生态占用 10.9 hm^2 ,为全球之最,是全球平均水平 (2.4 hm^2) 的 4.5 倍,而孟加拉国的最低,人均仅 0.6 hm^2 ;生态占用最大的国家是美国,为 2 901.7 万 km^2 ,最小的为冰岛,仅 1.8 万 km^2 。人均生态占用可以反映一个国家