



中国科学院研究生院教材

Textbooks of Graduate University of Chinese Academy of Sciences

自然资源总论

■ 谢高地 主编

General Natural Resources



高等教育出版社
Higher Education Press



中国科学院研究生院教材

Textbooks of Graduate University of Chinese Academy of Sciences

自然资源总论

■ 谢高地 主编

General Natural Resources



高等教育出版社
Higher Education Press

内容提要

人类的生存和发展与自然资源有着根本不可脱离的依赖关系,自然资源无论过去、现在还是遥远的未来,都仍然是决定世界上所有地方人类生活质量的关键因素。本书在对自然资源进行总体概括和介绍的基础上,进一步阐述人类与自然资源的关系。由于自然资源知识体系过于庞杂,本书并不试图详尽讨论自然资源所覆盖的所有主题,而是将重点放在目前能帮助人们对自然资源建立正确态度的领域,如自然资源的多功能性、自然资源开发利用的环境影响以及自然资源的评价方法等方面,并力图介绍从事自然资源研究的学者在研究什么,发现了什么,提出了什么见解。

本书为中国科学院研究生院教材,可用作资源与环境科学相关专业的研究生以及大专院校相关专业高年级学生的教材和参考书,也适合资源、环境和经济学界科技人员和管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

自然资源总论/谢高地主编. —北京:高等教育出版社,

2009.2

ISBN 978-7-04-025551-5

I. 自… II. 谢… III. 自然资源-高等学校-教材

IV. X37

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 191879 号

策划编辑 南 峰 责任编辑 徐丽萍 封面设计 王凌波 责任绘图 杜晓丹
版式设计 史新薇 责任校对 姜国萍 责任印制 陈伟光

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京市鑫霸印务有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 46.25
字 数 900 000
插 页 4

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2009 年 2 月第 1 版
印 次 2009 年 2 月第 1 次印刷
定 价 68.00 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 25551-00

中国科学院研究生院教材编审委员会

主 任： 白春礼

顾 问： 余翔林

副 主任： 马石庄（常务） 刘志鹏 韩兴国 苏 刚

委 员(按姓氏笔画排列)：

石耀霖 刘嘉麒 杨 乐 李伯聪 李 佩 李家春

吴 向 汪尔康 汪寿阳 张文芝 张增顺 徐至展

黄荣辉 黄 钧 阎保平 彭家贵 裴 钢 谭铁牛

地学学科编审组

主 编： 黄荣辉

副 主 编： 石耀霖

编 委： 白世伟 许厚泽 刘昌明 刘嘉麒 施 平 陈述彭

周蕙兰 滕吉文

总 序

在中国科学院研究生院和高等教育出版社的共同努力下，凝聚着中国科学院新老科学家、研究生导师们多年心血和汗水的中国科学院研究生院教材面世了。这套教材的出版，将对丰富我院研究生教育资源、提高研究生教育质量、培养更多高素质的科技人才起到积极的推动作用。

作为科技国家队，中国科学院肩负着面向国家战略需求，面向世界科学前沿，为国家作出基础性、战略性和前瞻性的重大科技创新贡献和培养高级科技人才的使命。中国科学院研究生教育是我国高等教育的重要组成部分，在新的历史时期，中国科学院研究生教育不仅要为我院知识创新工程提供人力资源保障，还担负着落实科教兴国战略和人才强国战略，为创新型国家建设培养一大批高素质人才的重要使命。

集成中国科学院的教学资源、科技资源和智力资源，中国科学院研究生院坚持教育与科研紧密结合的“两段式”培养模式，在突出科学教育和创新能力培养的同时，重视全面素质教育，倡导文理交融、理工结合，培养的研究生具有宽厚扎实的基础知识、敏锐的科学探索意识、活跃的思维和唯实、求真、协力、创新的良好素质。

研究生教材建设是研究生教育中重要的基础性工作。由一批活跃在科学前沿，同时又具有丰富教学经验的科学家编写的中国科

学院研究生院教材，适合在校研究生学习使用，也可作为高校教师和专业研究人员的参考书。这套研究生教材内容力求科学性、系统性、基础性和前沿性的统一，使学习者不仅能获得比较系统的科学基础知识，也能体会蕴于其中的科学精神、科学思想、科学方法，为进入科学研究的学术殿堂奠定良好的基础；优秀教材不但是体现教学内容和教学方法的知识载体、开展教学的基本条件和手段，也是深化教学改革、提高教育质量、促进科学教育与人文教育结合的重要保证。

“十年树木，百年树人”。我相信，经过若干年的努力，中国科学院研究生院一定能建设起多学科、多类型、多品种、多层次配套的研究生教材体系，为我国研究生教育百花园增添一枝新的奇葩，为我国高级科技人才的培养作出新的贡献。

中国科学院 常务副院长
中国科学院研究生院 院长
中国科学院 院士

二〇〇六年二月二十八日

前 言

近 20 年的自然资源研究和课程教学生涯增强了我这样一个信念:人类的生存和发展与自然资源有着根本不可脱离的依赖,这种实际存在的关系并不像目前流行的知识经济或后工业经济所设想的那样,可以通过开发技术、依靠人的智力等方式从根本上加改变。自然资源无论过去、现在还是遥远的未来,都仍然是决定世界上所有地方人类生活质量的关键因素。

同时,我有些出乎意外地发现,由于自然资源涉及的种类很多,各类资源的信息总是散落在许多不同的出版物中,获取用于探讨自然资源储存、供给及消耗等方面问题的必要资料并不总是很容易。

编写本教材的目的是对自然资源进行一个总的概括和介绍,自然资源知识体系过于庞杂,本书并不试图详尽讨论自然资源所覆盖的所有主题,而是将重点放在目前能帮助人们对自然资源建立正确态度的领域,如自然资源的多功能性、自然资源开发利用的环境影响等方面,并力图介绍从事自然资源研究的学者在研究什么、发现了什么、提出了什么见解。必须指出的是本书的一系列理论与方法,你都不能把它们看得像经典数学和物理学那样永恒,因为目前科学发展面对的是更加复杂、更加具有不确定性的问题,如果本书介绍的理论和方法能对你有所启发,作为你未来研究的基础和出发点,或者使你能够更加珍惜和保护、节省自然资源,或者激起了你研究自然资源的兴趣,那就已经让本书编著者喜出望外了。

2000 年,我和同事鲁春霞、甄霖和肖玉开始共同承担中国科学院研究生院自然资源课程的教学工作,2006 年由中国科学院研究生院教材编写委员会遴选确定组织编写和出版《自然资源总论》这本教材。本教材由谢高地主编和统稿,各章编写分工如下:第 1、2、5、16 章,谢高地;第 3 章,张耀军、张灵波;第 4 章,王菱、谢贤群;第 6 章,鲁春霞、陈操操;第 7、8 章,肖玉;第 9、13 章,曹淑艳;第 10 章,鲁春霞;第 11 章,鲁春霞、于格;第 12 章,于格;第 14 章,孙新章;第 15 章,刘春兰;第 17 章,郭广猛。甄霖博士组织了第 3、4 章的编写。

本书若没有许多机构和个人的帮助和贡献是无法完成的。在此特别感谢中国科

II 自然资源总论

学院地理科学与资源研究所,为科研人员创造了良好的研究与教学平台,尤其要感谢成升魁副所长、李文华院士和封志明主任长期的支持与关怀,平时的每次学术讨论和活动,都能让人相互启发;特别感谢中国科学院研究生院,为我们提供了自然资源课程的教学平台,让我们与年轻的充满热情与责任感的研究生们共同探讨自然资源研究中的进展。

此外,中国科学院地理科学与资源研究所资源科学研究中心的程晓凌女士,为本书出色地完成了绘制草图的任务;李士美和祁悦始终协助我完成了书稿的编辑、校对和审阅。我对参加本书编写的人员甄霖、鲁春霞、王菱、肖玉、曹淑艳、孙新章、郭广猛、张耀军、张灵波、于格、刘春兰、陈操操和谢贤群表示深深的感谢和敬意,感谢他们为此所做出的长期努力。最后,我对担任本书策划、编辑、封面设计和责任绘图的南峰、徐丽萍、王凌波和杜晓丹表示感谢。

谢高地

2008年5月20日于北京

目 录

第1章 引论——人与自然	(1)
1.1 没有人类的大自然	(1)
1.1.1 时空中的地球	(1)
1.1.2 自然过程	(4)
1.2 处在自然过程中的人类	(12)
1.2.1 采集时代	(12)
1.2.2 农耕时代	(13)
1.2.3 工业时代	(14)
1.2.4 人口越来越多	(15)
1.2.5 思想越来越远离自然	(17)
1.3 人类对自然的影响	(21)
1.3.1 人类过分自信地面对自然	(22)
1.3.2 对大气圈的影响	(22)
1.3.3 对生物圈的影响	(25)
1.3.4 对自然资源的消耗	(29)
1.4 发展——自然无法适应的人类过程	(33)
1.4.1 “速度”时代	(33)
1.4.2 自然的节律	(34)
1.4.3 崩溃的危险	(35)
1.4.4 不明朗的前景——可能的选择	(36)
进一步的读物	(37)
思考题	(37)
第2章 自然资源稀缺性理论	(40)
2.1 自然资源的动态性	(41)
2.2 自然资源的类型	(42)
2.2.1 基于属性和用途的自然资源多级综合分类	(43)
2.2.2 基于可更新性的自然资源分类	(44)

II 自然资源总论

2.3 储存性资源可得性的度量	(46)
2.3.1 资源基础	(47)
2.3.2 探明储量	(47)
2.3.3 条件储量	(48)
2.3.4 远景储量	(49)
2.3.5 理论储量	(49)
2.3.6 最终可采资源储量	(49)
2.4 可更新资源可得性的度量	(50)
2.4.1 最大资源潜力	(50)
2.4.2 可持续产量	(51)
2.4.3 吸收能力	(51)
2.4.4 承载力	(52)
2.5 两极端自然资源稀缺性争论	(53)
2.5.1 自然资源有限性和稀缺性	(53)
2.5.2 自然资源稀缺性争论	(53)
进一步的读物	(58)
思考题	(58)

第3章 自然资源承载力理论

(60)

3.1 资源承载力理论的产生及发展	(60)
3.1.1 起源奠基阶段	(61)
3.1.2 探索争论阶段	(65)
3.1.3 理论深化阶段	(69)
3.2 自然资源承载力的种类	(73)
3.2.1 按自然资源种类的划分	(74)
3.2.2 按资源利用方式的划分	(76)
3.2.3 自然资源承载力的特点	(77)
3.3 自然资源承载力的研究方法	(77)
3.3.1 概念模型法	(78)
3.3.2 单要素加权法	(78)
3.3.3 指标体系法	(79)
3.3.4 资源承载率法	(79)
3.3.5 供需法	(80)
3.3.6 系统动力学法	(81)
3.3.7 生态足迹法	(81)
3.3.8 能值分析法	(82)
3.4 人类对自然资源承载力的影响与调控	(83)
3.4.1 科技进步	(83)
3.4.2 贸易流通	(86)

3.4.3 生活方式	(87)
3.4.4 制度管理	(88)
进一步的读物	(89)
思考题	(90)
第4章 气候资源与气候变化	(92)
4.1 气候资源特性和气候资源类型	(94)
4.1.1 气候资源特性	(94)
4.1.2 气候资源的形成因子	(95)
4.1.3 光能资源	(99)
4.1.4 热量资源	(102)
4.1.5 水资源	(105)
4.1.6 风资源	(108)
4.1.7 大气成分资源	(108)
4.2 现代气候资源评价方法	(108)
4.2.1 气候资源评价的原则	(109)
4.2.2 气候资源评价的主要方法	(109)
4.3 全球气候变化	(111)
4.3.1 地质时期的古气候变化	(112)
4.3.2 全新世-冰后期的气候变化(距今1万年)	(113)
4.3.3 现代气候变化	(114)
4.3.4 气候变化对自然生态系统和社会经济的影响	(116)
4.3.5 人类活动在气候变化中的作用	(118)
4.4 中国气候基本态势	(122)
4.4.1 中国气候资源时空分布的特点	(122)
4.4.2 中国气候资源概述	(126)
4.4.3 中国气候变化概况	(133)
4.5 开发利用气候资源的主要领域	(140)
4.5.1 气候资源的农业利用	(141)
4.5.2 太阳能开发利用	(142)
4.5.3 风能的开发利用	(143)
4.5.4 城市化发展与气候资源利用	(143)
4.5.5 气候资源开发利用的管理	(144)
进一步的读物	(145)
思考题	(145)
第5章 土地资源与土地利用变化	(147)
5.1 土地资源的多功能性	(147)
5.1.1 土地资源基本属性	(148)
5.1.2 土地的基本功能	(149)

IV 自然资源总论

5.2 土地资源类型划分	(150)
5.2.1 土地资源分级	(150)
5.2.2 土地资源分类系统	(153)
5.2.3 中国 1:100 万土地类型分类系统	(154)
5.2.4 《中国 1:100 万土地资源图》分类系统	(155)
5.2.5 中国土地利用现状分类系统	(156)
5.2.6 中国城市用地分类系统	(158)
5.3 土地资源评价方法	(159)
5.3.1 土地潜力评价	(160)
5.3.2 土地适宜性评价	(163)
5.3.3 土地利用经济评价	(166)
5.3.4 土地使用权出让价格评价	(166)
5.4 土地退化	(171)
5.4.1 土壤侵蚀	(171)
5.4.2 土地沙化	(172)
5.4.3 土壤盐碱化	(173)
5.4.4 土壤退化和污染	(173)
5.5 土地利用变化及环境影响	(174)
5.5.1 全球土地分布格局	(175)
5.5.2 全球土地结构和人地关系基本格局	(176)
5.5.3 土地利用变化压力	(178)
5.5.4 全球土地利用转变的环境影响	(183)
5.6 中国的土地资源与土地利用	(185)
5.6.1 中国土地资源和土地利用的总体特征	(185)
5.6.2 土地资源空间分布的差异性	(188)
5.6.3 土地用途转化	(189)
5.6.4 土地承载力	(191)
进一步的读物	(192)
思考题	(193)
第 6 章 水资源	(195)
6.1 水资源的基本属性和功能	(195)
6.1.1 概念	(195)
6.1.2 基本属性	(197)
6.1.3 功能	(199)
6.1.4 类型划分	(202)
6.2 水资源评价	(203)
6.2.1 评价原则	(203)
6.2.2 基础评价	(204)

6.2.3	供需评价	(206)
6.2.4	承载力评价	(207)
6.3	水资源的价值与水价制定	(209)
6.3.1	外部性	(209)
6.3.2	权属及其价值内涵	(211)
6.3.3	水资源价值的评价方法	(212)
6.4	世界水资源	(213)
6.4.1	空间分布格局	(213)
6.4.2	全球水循环	(215)
6.4.3	世界水资源供需平衡	(216)
6.4.4	世界水资源开发利用特征	(217)
6.5	中国水资源及其开发利用特征	(220)
6.5.1	中国水资源的分布特征	(220)
6.5.2	中国水资源的开发利用特征	(222)
6.5.3	水资源利用存在的问题	(224)
6.6	水资源工程及其环境效应	(225)
6.6.1	水资源工程与水资源保障	(225)
6.6.2	中外水资源开发利用重大事件分析	(227)
	进一步的读物	(230)
	思考题	(231)
第7章	森林资源	(232)
7.1	森林资源的多功能性	(232)
7.1.1	初级产品生产	(233)
7.1.2	提供清洁水	(233)
7.1.3	大气调节	(234)
7.1.4	水文调节	(234)
7.1.5	环境净化	(235)
7.1.6	土壤保育	(236)
7.1.7	防护功能	(237)
7.1.8	休闲旅游	(238)
7.1.9	维持生物多样性	(238)
7.2	森林资源分类	(239)
7.2.1	中国森林资源分类	(239)
7.2.2	国外森林资源分类	(244)
7.3	森林资源评价方法	(247)
7.3.1	森林资源经济效益及其评价方法	(248)
7.3.2	森林资源生态和环境效益及其评价方法	(250)
7.3.3	森林资源社会效益及其评价方法	(253)

VI 自然资源总论

7.4 世界森林资源态势	(255)
7.4.1 世界森林资源现状及其变化趋势	(255)
7.4.2 世界森林资源格局	(259)
7.5 中国森林资源态势	(263)
7.5.1 森林资源面积的上升	(263)
7.5.2 中国森林资源空间分布格局	(265)
进一步的读物	(267)
思考题	(267)
第8章 草地资源	(269)
8.1 基本属性	(269)
8.1.1 再生性	(271)
8.1.2 地域性	(271)
8.1.3 多功能性	(272)
8.2 分类	(272)
8.2.1 国外草地资源分类	(273)
8.2.2 中国草地类型分类系统	(274)
8.2.3 中国草地类型分类原则	(275)
8.2.4 中国各类草地类型	(275)
8.3 草地资源评价方法	(279)
8.3.1 基况评价	(280)
8.3.2 使用价值评价	(280)
8.3.3 草地生态系统服务评价	(283)
8.4 世界草地资源态势	(287)
8.4.1 世界草地资源现状	(287)
8.4.2 世界草地资源格局	(287)
8.4.3 世界草地资源利用态势	(288)
8.5 中国草地资源态势	(290)
8.5.1 分布格局	(291)
8.5.2 中国草地资源退化趋势	(292)
进一步的读物	(294)
思考题	(294)
第9章 生物资源与生物多样性	(296)
9.1 生物资源与生物多样性的关系	(296)
9.1.1 生物资源	(296)
9.1.2 生物多样性	(296)
9.1.3 生物资源与生物多样性的关系	(299)
9.2 生物资源的类型与价值	(300)
9.2.1 生物资源的类型	(300)

9.2.2 生物资源的价值	(303)
9.3 生物多样性的空间分布	(304)
9.3.1 全球范围内的空间分布	(304)
9.3.2 中国境内的空间分布	(307)
9.4 生物多样性的测度指标	(310)
9.4.1 遗传多样性的测度	(311)
9.4.2 物种多样性的测度	(311)
9.4.3 分类差异性的测度	(317)
9.5 生物多样性面临的威胁及其原因	(319)
9.5.1 世界范围生物多样性的丧失	(319)
9.5.2 中国生物多样性的丧失	(325)
9.5.3 生物多样性的丧失机制与原因	(326)
进一步的读物	(334)
思考题	(335)
第10章 矿产资源	(337)
10.1 矿产资源的特征及其分类	(337)
10.1.1 概念	(337)
10.1.2 特征	(338)
10.1.3 分类	(341)
10.1.4 开发利用	(343)
10.2 矿产资源研究的相关理论	(344)
10.2.1 矿产资源消费的生命周期理论	(344)
10.2.2 矿产资源资产价值理论	(346)
10.3 矿产资源评价的方法	(346)
10.3.1 现状和前景评价	(347)
10.3.2 需求分析方法	(348)
10.3.3 可供性评价	(348)
10.3.4 可保证程度评价	(349)
10.3.5 承载力评价	(349)
10.3.6 资产价值核算	(349)
10.3.7 战略评价	(350)
10.4 世界矿产资源	(350)
10.4.1 分布格局	(350)
10.4.2 生产与消费格局	(352)
10.4.3 世界矿产资源的开发利用态势	(354)
10.4.4 典型国家的矿产资源战略选择	(355)
10.4.5 未来全球矿产资源开发的热点区域	(357)
10.5 中国矿产资源	(358)

VIII 自然资源总论

10.5.1 中国矿产资源的基本特征	(358)
10.5.2 中国矿产资源的开发利用特征	(360)
10.5.3 中国矿产资源的消耗特征	(361)
10.5.4 中国矿产资源可持续利用	(363)
进一步的读物	(367)
思考题	(368)
第 11 章 能源资源	(370)
11.1 能源资源的类型和属性	(370)
11.2 能源资源的评价方法	(372)
11.2.1 能源消耗强度的投入产出模型评价	(373)
11.2.2 能源利用效率评价	(373)
11.3 能源生产与消耗的结构及变化特征	(375)
11.3.1 能源资源结构	(375)
11.3.2 能源生产结构	(375)
11.3.3 能源消费结构	(376)
11.4 世界能源的基本态势	(377)
11.4.1 世界能源资源的基本特征	(377)
11.4.2 世界能源生产的空间格局变化	(378)
11.4.3 世界能源的利用与消费特征	(379)
11.4.4 能源供应趋势的变化	(383)
11.4.5 世界能源发展态势预测	(385)
11.4.6 能源替代前景	(387)
11.5 中国能源资源态势	(389)
11.5.1 中国能源资源的特征	(389)
11.5.2 中国能源的开发利用特征	(390)
11.5.3 中国能源消费特征	(391)
11.5.4 中国能源资源评价	(392)
11.6 能源开发利用与环境效应	(395)
11.6.1 能源开发利用的环境效应	(395)
11.6.2 中国能源开发利用中面临的环境问题	(396)
进一步的读物	(397)
思考题	(398)
第 12 章 海洋资源	(400)
12.1 海洋资源基本属性及其功能	(401)
12.1.1 基本属性	(401)
12.1.2 功能	(405)
12.2 海洋资源分类	(408)
12.2.1 海洋物质资源	(410)

12.2.2 海洋空间资源	(414)
12.2.3 海洋能资源	(416)
12.3 海岸带资源——海洋与陆地的交界	(418)
12.3.1 海岸带资源的价值及海岸带生态系统服务	(418)
12.3.2 海岸带综合管理	(423)
12.4 海洋资源的评价	(427)
12.4.1 评价内容	(427)
12.4.2 评价方法	(429)
12.4.3 数字化技术在海洋资源评价中的应用	(430)
12.5 海洋资源的可持续利用	(431)
进一步的读物	(432)
思考题	(432)
第13章 自然资源消耗	(434)
13.1 “自然消耗”	(434)
13.1.1 “自然消耗”的类型	(435)
13.1.2 生物性消耗	(435)
13.1.3 流动性消耗	(437)
13.1.4 内驱动消耗	(438)
13.1.5 外驱动消耗	(440)
13.2 社会经济消耗	(441)
13.2.1 对能源矿产资源的消耗	(442)
13.2.2 对非能源矿产资源的消耗	(445)
13.2.3 对水资源的消耗	(449)
13.2.4 对可更新生物资源的消耗	(451)
13.3 国家消耗	(453)
13.3.1 生产消耗	(454)
13.3.2 生存消耗	(457)
13.3.3 占用消耗	(460)
13.4 不同产业的消耗	(462)
13.4.1 代表产业的筛选	(463)
13.4.2 化肥生产的资源消耗	(464)
13.4.3 火电行业的资源消耗	(466)
13.4.4 水泥工业的资源消耗	(467)
13.4.5 钢铁工业的资源消耗	(469)
13.5 自然资源消耗的伦理学	(473)
13.5.1 消耗问题是环境危机的核心	(474)
13.5.2 资源消耗问题的伦理归因	(475)
13.5.3 走出消耗困境的伦理导向	(477)