

重要生态功能区资源环境承载力研究

中国重要生态功能区 资源环境承载力 评价指标研究

王红旗 王国强 杨会彩 王红瑞 王会肖 等 著



科学出版社

重要生态功能区资源环境承载力研究

中国重要生态功能区资源环境 承载力评价指标研究

王红旗 王国强 杨会彩 王红瑞 王会肖 等 著

国土资源部“生态型地区资源环境承载力评价指标研究”项目
(项目编号: 1212011220097)



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书开篇全面系统地总结分析资源环境承载力概念的定义与特点及资源环境承载力评价指标体系结构,从资源环境承载力研究的要素识别角度提出把表征生态系统的生态支撑力和衡量经济社会系统的社会经济压力作为判定资源环境承载力两层面,从而构建重要生态功能区资源环境承载力的评价指标体系。以全国重要生态功能区资源环境承载力评价的指标构建过程为示范介绍重要生态功能区资源环境承载力指标体系构建的步骤和方法,并把重要生态功能区进一步细分为森林生态型、草地生态型、湿地生态型和复合型地区四种生态类型,分别针对性地介绍不同生态类型下资源环境承载力指标体系构建的方法,包括各个类型重要生态功能区的概念、生态问题分析、指标体系构建、典型区域资源环境承载力指标研究和重要资源环境承载力指标释义等,为实现我国重要生态功能区资源环境承载力的研究及应用提供重要学术参考。

本书可作为水文地质、生态环境、生态环境地质调查研究者和高等院校教师、研究生及高年级学生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

中国重要生态功能区资源环境承载力评价指标研究/王红旗等著. —北京:科学出版社,2017.7

(重要生态功能区资源环境承载力研究)

ISBN 978-7-03-053903-8

I. ①中… II. ①王… III. ①生态区—环境承载力—评价指标—研究—中国 IV. ①X21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 143878 号

责任编辑:杨帅英 张力群 / 责任校对:张小霞

责任印制:张 伟 / 封面设计:图阅社

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京教图印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017 年 7 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2017 年 7 月第一次印刷 印张:9 3/4

字数:228 000

定价:78.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《重要生态功能区资源环境承载力研究》

系列丛书编写说明

2010 年经国土资源部批准,“全国资源环境承载力调查与国土资源综合监测”项目正式启动。而北京师范大学所承担的“生态型地区资源环境承载力评价”是该项目的子课题。

我国重要生态功能区是维护我国生态系统结构和功能起到关键作用的区域,重要资源丰富,地域广阔,在我国的经济建设和社会稳定等方面都具有重要的战略地位;同时,由于首要目标是保证生态系统的结构稳定和功能完善,其特殊的自然地理条件又是我国极其重要的生态环境屏障。然而,我国人口众多而人均自然资源不足,加之生态环境整体不佳而软实力整体不强,导致资源环境日益严重。因此,党的十八大和十八届三中全会把生态文明建设放到前所未有的高度,并作为今后全面深化改革的有机组成部分。但在具体工作中,对生态环境建设应如何具体掌握,生态环境建设与经济社会的矛盾应如何解决,以及全国重要生态功能区的有限生态资源能否在保障国土生态安全的基础上支持社会经济的可持续发展等问题,仍存在着各种不同的看法和做法。为此,北京师范大学决定以“重要生态功能区资源环境承载力研究”为题,以自然地理范畴的全国生态功能区为研究范围,以生态系统的自然资源为中心,以生态环境的保护和建设为重点,以与经济社会可持续发展和促进生态文明建设为目标,开展跨学科的综合性和战略性研究。

在国土资源部有关单位、中国科学院、许多高等院校、科研院所和各级单位等的大力支持下,由生态学、环境学、数学模型、遥感技术等方面多位专家牵头,投入近 35 位科研人员,在资源环境承载力评价方面取得良好的科研价值和应用效果。为了更全面、更系统地展示相关研究成果,全面介绍重要生态功能区资源环境承载力体系及其应用,北京师范大学水科学研究院策划出版《重要生态功能区资源环境承载力研究》系列丛书。

丛书包括《中国生态安全现状与生态环境建设成效》、《中国重要生态功能区资源环境承载力评价指标研究》和《中国重要生态功能区资源环境承载力评价理论及方法》三本专著。这三本专著从重要生态功能区的资源环境承载力研究的基础理论方面以及实际应用方面出发,结合相关的研究成果,力求展示本研究领域最新的研究进展及发展动态。即在系列分析我国生态环境建设和国土生态安全现状的基础上,综合评价生态环境建设

对我国国土生态安全的作用和成效,研究建立重要生态功能区资源环境承载力综合评价指标体系,通过资源环境承载力评价识别重要生态功能区的主控因子,分析经济社会发展和生态环境建设对我国国土生态安全的影响,提出保障我国国土生态安全和促进生态文明建设的目标任务、实施方案和措施途径,为全国国土规划编制提供技术支撑和科学依据。并对重要生态功能区资源环境承载力的理论、方法及其实际应用进行全面阐述,为完善资源环境承载力体系提供理论基础和实践意义。

参加研究和编撰工作的全体人员,虽然做出了极大努力,但由于各种条件的限制,仍有疏漏之处,请读者批评指正。



2016年4月19日

前言

《中国重要生态功能区资源环境承载力评价指标研究》是《重要生态功能区资源环境承载力研究》系列丛书的组成部分之一，在丛书总体设置中，属于指标体系研究范畴，本书在丛书中的定位是如何构建重要生态功能区资源环境承载力评价指标体系。本书论述了重要生态功能区资源环境承载力的内涵及概念，将重要生态功能区划分为森林生态型、草地生态型、湿地生态型和复合型地区四种生态类型，分别论述每一种生态类型的主要生态问题和资源环境及社会经济问题，针对主要问题从生态支撑力和社会经济压力两个方面构建资源环境承载力指标体系，选取重要生态功能区典型地区进行实证研究，并对涉及指标进行指标含义诠释，以增强本书指标的实用性。

本书是国土资源部“生态型地区资源环境承载力评价指标研究”项目的研究成果之一，以保障我国国土生态安全和促进生态文明建设为目标，从重要生态功能区资源环境承载力的指标体系构建的角度来论述生态型地区资源环境承载力评价的方法。

本书参加编写的人员有：前言，王红旗；第1章，王红旗，杨会彩，田雅楠，顾琦玮，宋静，张亚夫，阿膺兰，刘胜娅，鲁婷婷；第2章，王红旗，王国强，杨会彩，田雅楠，宋静；第3章，王红旗，王国强，杨会彩，宋静，田雅楠，阿膺兰；第4章，杨会彩，顾琦玮，宋静，王会肖，刘胜娅；第5章，王红旗，张亚夫，李晓珂；第6章，王国强，阿膺兰，方青青；第7章，王红旗，鲁婷婷，崔胜玉；第8章，王会肖，刘胜娅，叶文。其中，王红旗，王国强，杨会彩负责全书的统稿。

本书可能存在许多不足之处需要在未来的研究中进一步完善，希望各位读者谅解。



2016年5月

目 录

《重要生态功能区资源环境承载力研究》系列丛书编写说明

前言

第 1 章 资源环境承载力研究进展	1
1.1 概述	1
1.2 国外资源环境承载力研究进展	4
1.3 我国资源环境承载力研究进展	6
1.4 资源环境承载力评价指标体系研究进展	8
1.4.1 区域资源环境承载力评价指标体系	8
1.4.2 资源环境要素承载力评价指标体系	8
1.4.3 生态环境压力评价指标体系	11
第 2 章 资源环境承载力研究的要素识别	13
2.1 资源环境承载力的特征	13
2.2 资源环境承载力的构成	15
2.2.1 生态支撑力系统	15
2.2.2 社会经济压力系统	16
第 3 章 资源环境承载力研究方法	17
3.1 资源环境承载力研究的理论依据	17
3.1.1 可持续发展理论	17
3.1.2 区域经济发展理论	18
3.1.3 系统工程理论	20
3.1.4 生态经济学相关理论	22
3.2 资源环境承载力评价方法研究进展	22
3.2.1 自然植被净第一性生产力估测法	23
3.2.2 资源与需求差量法	23
3.2.3 状态空间法	24
3.2.4 生态足迹法	24
3.2.5 综合评价法	25
3.2.6 系统动力学法	26
3.2.7 生态环境压力评价方法	26
3.3 资源环境承载力评价指标体系研究方法	28
3.3.1 PSR 模型	28
3.3.2 DSR 模型	29

3.3.3	DPSIR 模型	29
3.4	中国重要生态功能区资源环境承载力评价指标研究方法	30
第 4 章	全国重要生态功能区资源环境承载力评价指标构建	32
4.1	资料调研和现场调查工作	32
4.1.1	调查总体情况	32
4.1.2	重要生态功能区生态状况调查	32
4.1.3	重要生态功能区社会经济状况调查	33
4.1.4	重要生态功能区基础图件收集及解译分析	33
4.2	全国生态环境现状分析	33
4.2.1	研究区概况	33
4.2.2	主要面临的生态环境压力	35
4.2.3	环境压力的主要诱因	37
4.3	指标调研分析	37
4.4	备选指标库构建	38
4.5	指标优选分析	40
4.5.1	指标初步筛选	40
4.5.2	指标深度筛选	41
4.6	指标体系构建	44
4.6.1	生态支撑力指标体系构建	44
4.6.2	社会经济压力指标体系构建	46
4.7	指标内涵解析	48
4.7.1	自然驱动指标	48
4.7.2	生态结构指标	49
4.7.3	生态功能指标	51
4.7.4	资源能源消耗指标	54
4.7.5	环境污染指标	54
第 5 章	中国森林重要生态功能区资源环境承载力评价指标研究	56
5.1	概述	56
5.1.1	森林重要生态功能区的概念	56
5.1.2	我国森林现状	56
5.2	森林重要生态功能区生态问题分析	58
5.2.1	我国森林重要生态功能区存在的主要问题	58
5.2.2	森林重要生态功能区破坏的主要原因	59
5.2.3	森林重要生态功能区破坏的主要危害	60
5.2.4	防治对策	61
5.3	森林重要生态功能区资源环境承载力评价指标体系	62
5.3.1	森林重要生态功能区生态支撑力指标体系构建	63
5.3.2	森林重要生态功能区社会经济压力指标构建	63

5.4	典型森林生态系统类型区资源环境承载力指标研究	64
5.4.1	自然生态概况	65
5.4.2	社会经济状况	67
5.4.3	大兴安岭资源环境开发利用现状	67
5.5	重要资源环境承载力指标释义	69
5.5.1	自然驱动因子	69
5.5.2	生态结构	69
5.5.3	生态服务功能	69
第6章	草原重要生态功能区资源环境承载力评价指标	70
6.1	概述	70
6.1.1	草原重要生态功能区的概念	70
6.1.2	我国草原现状	71
6.2	草地重要生态功能区生态问题分析	73
6.2.1	草地生态系统的主要特点	73
6.2.2	我国草地重要生态功能区存在的主要问题	74
6.2.3	草地重要生态功能区生态问题的主要原因	76
6.2.4	草地重要生态功能区保护与建设	78
6.3	草地重要生态功能区资源环境承载力评价指标体系	79
6.3.1	草地重要生态功能区生态支撑力指标构建	79
6.3.2	草地重要生态功能区社会经济压力指标构建	80
6.4	典型草地生态系统类型区资源环境承载力指标研究	81
6.4.1	自然生态概况	81
6.4.2	社会经济概况	87
6.4.3	生态问题	88
6.5	重要资源环境承载力指标释义	89
6.5.1	自然驱动因子	90
6.5.2	生态结构因子	90
6.5.3	生态功能因子	90
第7章	湿地重要生态功能区资源环境承载力评价指标	93
7.1	概述	93
7.1.1	湿地重要生态功能区的概念	93
7.1.2	我国湿地现状	93
7.2	湿地重要生态功能区生态问题分析	95
7.2.1	湿地生态系统的主要特点	95
7.2.2	我国湿地重要生态功能区存在的主要问题	96
7.2.3	我国湿地退化的原因分析	99
7.2.4	加强湿地保护的对策建议	101
7.3	湿地重要生态功能区资源环境承载力评价指标体系	102

7.3.1	湿地重要生态功能区生态支撑力指标体系构建.....	103
7.3.2	湿地重要生态功能区社会经济压力指标体系构建.....	104
7.4	典型湿地生态系统类型区资源环境承载力指标研究.....	105
7.4.1	自然生态概况	105
7.4.2	社会经济概况	107
7.4.3	生态环境问题	110
7.5	重要资源环境承载力指标释义	112
7.5.1	自然驱动因子	112
7.5.2	生态结构	112
7.5.3	生态服务功能	112
7.5.4	资源能源消耗指标	114
7.5.5	污染排放指标	115
第 8 章	复合型重要生态功能区资源环境承载力评价指标.....	117
8.1	复合型重要生态功能区的概念	117
8.2	复合重要生态功能区生态问题分析	118
8.2.1	复合生态系统的特点	118
8.2.2	我国复合重要生态功能区存在的主要问题.....	119
8.2.3	复合生态系统良性循环的影响因素.....	121
8.2.4	复合生态系统良性循环的实施框架.....	123
8.3	复合重要生态功能区资源环境承载力评价指标体系.....	125
8.4	典型复合生态系统类型区资源环境承载力指标研究.....	126
8.4.1	自然生态概况	126
8.4.2	社会经济概况	131
8.4.3	生态环境问题识别	132
8.5	资源环境承载力指标释义	134
8.5.1	自然驱动因子	134
8.5.2	生态结构	134
8.5.3	生态服务功能	136
8.5.4	资源消耗	137
8.5.5	环境污染	138
参考文献		139

第 1 章 资源环境承载力研究进展

1.1 概述

“承载力”最初是力学领域的概念，本意是指物体在不产生破坏时所能承受的最大负荷，具有力的量纲，后来出现在畜牧管理中，意指草地的最大载畜量。20 世纪 20 年代，“承载力”一词被转入到生态学领域，以自然生态系统为研究对象，形成了种群承载力概念，是指某一环境条件下承载集体所能维持的承载对象的数量阈值。随着社会经济的发展，资源环境问题的日益突出，以及人们对环境问题认识的逐渐深入，相继出现了资源承载力、环境承载力和资源环境综合承载力等概念，见表 1-1（许联芳等，2006；杨志峰等，2007）。

表 1-1 常见资源承载力概念与意义

概念	来源	意义
资源承载力	联合国教科文组织	一国或一地区的资源承载力是指在可以预见的时期内，利用该地区的能源及其他自然资源和智力、技术等条件，在保证符合其社会文化准则的物质生活水平条件下能维持供养的人口数量
土地资源承载力	石玉林（1986）	在一定生产条件下土地资源的生产力和一定水平下所能承载的人口限度
土地资源承载力	徐永胜（1991）	一个国家或地区，在满足人民基本生活需要和人口正常繁衍的前提下，在其所占有的土地上能够负担的最大人口数
土地资源承载力	周锁栓等（1991）	以一定的自然条件为基础，以特定的技术、经济和社会发展水平及与此相适应的生活水准为依据，在保护生态系统和功能处于合理状态下某个地区利用自身的土地资源所能持续、稳定供养的人口数量
土地资源承载力	胡恒觉等（1992）	在一定时间内，特定地理区域在可预见的自然技术、经济及社会诸因素综合作用下的土地资源生产能力，以及所能持续供养的、具有一定生活水准的人口数量
土地资源承载力	威廉·福格特	量化地给出了土地承载力的概念，表达式为 $C=B/E$ 。其中， C 为土地承载力， B 为生物潜力， E 为环境阻力
地理环境承载力	王学军（1992）	在一定时间、一定空间内，由地理环境各组成要素，人类本身的数量、素质、分布、活动及人员、物质、能量、信息交流所决定的，保持一定生活水准，并不是环境质量发生不可逆恶化前提下，生产的物质及其他环境要素的状况所能容纳的最高人口限度
水资源承载力	施雅凤和曲耀光（1992）	在一定社会和科学技术发展阶段，在不破坏社会和生态系统时，某一地区水资源最大可承载的农业、工业、城市规模和人口水平
自然资源承载力	董锁成（1996）	在可以预见的时期内和一定的技术条件下，某一地区自然资源可以支撑的人口规模或经济规模
矿产资源承载力	王玉平（1998）	在可以预见的时期内，在当时的科学技术、自然环境和社会经济条件下，矿产资源存量用间接的方式表现的所能持续供养的人口数量

工业革命后，土地退化、人口膨胀、工业化迅猛发展以及环境污染、资源短缺等问题日渐明显，工业化发展引起大量资源消耗，已成为社会经济发展的严重制约因素，因此迫使人们对全球资源进行重新评估，资源承载力概念应运而生，联合国教科文组织于 20 世

纪 80 年代初提出了资源承载力的概念并被广泛接纳,其定义为“一个国家或地区的资源承载力是指在可预见的时期内,利用本地资源及其他自然资源和智力、技术等条件,在保护符合其社会文化准则的物质生活水平下所持续供养的人口数量”。20 世纪初期,生态学中承载力概念拓展并应用到土地资源承载力中,研究现存土地到底可养活多少人口。土地资源承载力概念最早由美国的 Allan 提出,随后中国自然资源综合考察委员会对土地资源承载力的定义为“在一定生产条件下土地资源的生产能力和一定生活水平下所承载的人口限度”。石玉林定义土地资源承载力为“在未来不同时间尺度上,以预期的技术、经济和社会发展水平及与此相适应的物质生活水准为依据,一个国家或地区利用其自身的土地资源所能持续稳定供养的人口数量”,他认为资源的承载能力取决于生产水平、科学技术水平和人类利用资源的能力(谢新民等,2006;赵淑芹和王殿茹,2006;张太海和赵江彬,2012)。土地资源承载力提出之后,紧接着水资源承载力研究也越来越受到生态学家的重视,国内外学者大多将其纳入到可持续发展理论框架体系中。随着社会经济的快速发展,人类对水资源的需求不断增加,人们在开采大量水资源的同时,水资源污染和过度浪费的现象不断加剧,再加上全球变暖,使得水资源量大大减少,逐渐成为区域社会经济发展的限制性因素。自 20 世纪 80 年代以来,许多生态学家、学者对水资源承载力概念进行定义,国内比较有影响力的是许新宜等(1997)在完成华北平原水资源承载力研究中对水资源承载力的定义:在水资源可持续利用的前提下,某个国家或区域的水资源可以持续支撑的人口总量(生物总量)和/或经济总量,他认为水资源承载能力是水资源可利用量与人均年综合用水量的比值,水资源可利用量 and 人均年综合用水量是进行水资源承载力评价的主要因素。之后,森林资源承载力、矿产资源承载力、旅游资源承载力、相对承载力等概念被相继提出,并被应用到国内外不同的研究领域。

日益严峻的环境污染问题,对人类的生存和发展构成了严重的威胁,促使人们重新评估环境问题。环境承载力概念是在承载力以及环境容量概念的基础上发展而来的,受到了世界各国的普遍关注,自 20 世纪 70 年代起,被普遍应用到环境管理和规划中。唐剑武和叶文虎等(1998)认为,环境承载力是指在某一时期、某种环境状态下,某一区域环境对人类社会经济活动的支持能力的阈值,这一阈值是指环境对人类活动支持能力的限度,一旦人类活动对环境的作用超过了环境自身的抗干扰能力,环境系统可能就会崩溃,反过来抑制人类社会经济的发展,因此环境承载力可以作为衡量人类社会发展水平和环境之间协调程度的依据。彭再德(1996)在对上海市浦东新区环境承载力进行分析研究中,认为环境承载力是指在一定的时期和一定的区域范围内,在维持区域环境系统结构不发生质的改变,区域环境功能不转向恶性方向的条件下,区域环境系统所能承受的人类各种社会经济活动的的能力,即区域环境系统结构与区域社会经济活动的适宜程度。从上述定义中不难看出,在进行环境承载力研究中,要以“人类—环境”符合系统作为研究对象,只有从环境结构和社会经济活动两方面考虑问题才能实现区域可持续发展。从本质上来说,环境承载力是环境系统组合与结构特征的综合反映,也反映了环境与人类经济活动之间的辩证关系(王莹,2009)。

区域资源环境承载力的早期研究可追溯到 20 世纪 60 年代末到 70 年代初,罗马俱乐部利用系统动力学模型对世界范围内的资源环境与人进行评价,构建了著名的“世界模型”,深入分析人口增长、经济发展与资源过度消耗、环境恶化和粮食生产的关系,并预测到 21 世纪中叶全球经济增长将达到极限。为避免世界经济社会出现严重衰退,提出了“零增长”

发展模式。英国的 Slessor 提出采用 ECCO 模型作为新的资源环境承载力的计算方法, 该模型在“一切都是能量”的假设前提下, 综合考虑人口—资源—环境—发展之间的相互关系, 以能量为折算标准, 建立系统动力学模型, 模拟不同发展策略下, 人口与资源环境承载力之间的弹性关系, 从而确定以长远发展为目标区域发展优选方案。该模型在一些国家应用取得了较好的效果, 并得到联合国开发计划署的认可 (刘育平和侯华丽, 2009)。

20 世纪 90 年代以来, 我国才开始涉足以区域资源环境诸要素综合体为对象的区域承载力研究。刘殿生以秦皇岛为例, 探讨了城市资源与环境承载力的基本概念及计算方法。认为一个包括大气资源、水资源、土地资源、海洋生物资源以及大气环境、水环境稀释自净能力等方面综合因素的环境承载力可称为“资源与环境综合承载力” (刘殿生, 1995)。资源环境综合承载力可由一系列相互制约又相互对应的发展变量和制约变量构成: ①自然资源变量包括水资源、土地资源、矿产资源、生物资源的种类、数量和开发量; ②社会条件变量包括工业产值、能源、人口、交通、通信等; ③环境资源变量包括水、气、土壤的自净能力。他采用专家咨询法针对 5 个要素: 大气、水质、生物、水资源、土地资源分别选取了发展变量和制约变量组成发展变量集和制约变量集, 然后将发展变量集的单要素与相对应的制约变量集中的单要素相比较, 得到单要素环境承载力, 再将各要素进行加权平均, 即得到资源与环境综合承载力值。毛汉英和余丹林 (2001) 在对环渤海地区资源环境承载力研究中, 探讨了区域承载力的定义、特点、影响因素等。提出区域承载力是指在不同尺度区域在一定时期内, 在确保资源合理开发利用和生态环境向良性循环的条件下, 资源环境能够承载的人口数量及相应的经济社会总量的能力, 并提出以状态空间法作为研究区域承载力的基本方法, 在此基础上辅以评价指标体系和系统动力学模型等定量方法, 进行区域承载力与承载状况和现状评价、动态模拟及趋势预测。指出在区域承载力研究中, 应用状态空间法构建评价指标体系, 除遵循共同原则外, 在指标选取时, 还必须充分考虑载体与受载体之间的互动反馈方式/强度、后效、潜力与相互替代等特点, 为此设计了以下 3 类指标: ①承压类指标; ②压力类指标; ③区际交流指标。为了确保指标选取的科学性和合理性, 在具体操作过程中, 进行指标间的多重共线性分析, 尽量减少由于指标间的重叠信息而影响分析结果的客观性, 通常采用线性回归方法, 以最小二乘原则求算 (毛汉英和余丹林, 2001)。

综上所述, 以资源环境为对象的区域综合承载力研究越来越受到国内学者的关注, 资源环境综合承载力的研究方法是在资源承载力和环境承载力研究的基础上发展而来的。其中, 水、土地等资源承载力研究奠定了理论和方法论基础, 环境承载力研究拓展了承载力研究的范围, 将大气、水环境等也纳入了研究范畴。因此, 有学者认为, “目前资源环境承载力研究主要是在土地资源承载力研究的基础上叠加了环境容量部分, 并试图通过评价包括环境容量资源在内的资源观, 探讨了人类活动与环境之间的协调程度” (刘晓丽和方创琳, 2008)。

在资源与资源承载力研究逐渐兴起的同时, 由于资源与环境间的相互影响和相互制约关系, 许多学者未将资源承载力、环境承载力和资源环境承载力加以区分, 这也使得明确区域资源环境承载力的概念变得更为迫切。

对区域资源环境承载力的研究经历了一个从资源承载力研究到环境承载力研究再到区域资源环境承载力研究的逐渐演化过程 (表 1-2)。最初普遍倾向于对单个资源要素的承载力进行研究, 研究资源环境对人口、社会经济发展的支持能力, 最主要的是土地承载力研究。随着研究的深入, 认为仅研究资源承载力是不完全的、不足以描述整个区域的承载力状况,

区域的承载力还受到环境因素的影响。当今环境问题，大多是人类活动超过了资源环境承载力造成的，于是提出了环境承载力的概念。还有的学者进一步提出了环境承载力及生态承载力等概念，承载力不仅包括环境的容量与质量，而且还包括环境承载力。近 10 年来，逐渐将人类的社会经济活动纳入了研究范畴，提出了一个综合资源环境以及人类经济活动多方面因素的综合评价指标——区域资源环境承载力，我国许多学者通过研究得出结论，区域资源环境承载力是人口容量的基本限制因素，许多地区的人口容量超出了资源环境的承载力；此外对资源、环境与经济作用机制和规律以及人口增长与环境污染相互作用规律进行了深入研究（表 1-3）。

表 1-2 承载力概念的演化与发展

名称	出现背景	含义
种群承载力	畜牧业管理的需要	生态系统对生活于其中的种群的可承载量
土地承载力	人口膨胀、土地资源紧张	一定条件下某区域土地资源的生产能力以及可承载的人口数量
水资源承载力	水资源紧缺、人口增加、工农业用水猛增	①水资源对社会、经济发展所能提供的最大支撑能力；②水资源最大可承载的农业、工业、城市规模和人口水平
资源承载力	考虑人类经济活动的影响	在一定时期和一定区域范围内，在确保资源合理利用和生态环境良性循环的条件下，区域资源环境能够承载的人口数量及其相应的经济和社会总量的能力
环境承载力	环境污染	①区域环境所能承受的污染物数量；②区域环境承受人类活动的能力；③区域环境对人类活动支持能力的阈值
生态承载力	考虑系统效应	某一特定区域在资源、环境和自然生态因素制约下，经济发展、资源利用、生态保护和社会文明各个领域均能符合可持续发展管理目标要求的最大人类经济社会发展负荷，包括人口总量、经济规模及发展速度

表 1-3 资源环境承载力概念总结

作者	来源	定义
刘殿生	资源与环境综合承载力分析	包括大气资源、水资源、土地资源、海洋生物资源以及大气环境、水环境稀释自净能力等方面综合因素的环境承载力可称为“资源与环境承载力”
洪阳，叶文虎	可持续环境承载力的度量及其应用	区域资源环境承载力是指不同尺度区域在一定时期内，在确保资源合理开发利用和生态环境良性循环的条件下，资源环境能够承载的人口数量及相应的经济社会总量的能力
毛汉英，余丹林	环渤海地区资源环境承载力研究	在一定时期和一定区域范围内，在确保资源合理开发利用和生态环境良性循环的条件下，区域资源环境所能够承载的人口数量及其相应的经济和社会总量的能力

1.2 国外资源环境承载力研究进展

承载力概念的起源可以追溯到马尔萨斯时代。马尔萨斯是第一个重视环境因素对人口规模影响的学者。他在 1798 年发表了著作《人口原理》，首次阐述了食物对人口增长的约束作用，并认为人口呈指数增长而食物呈线性增长。据此，马尔萨斯提出了一个著名的预言：人口增长若超越食物供应，会导致人均占有食物的减少。马尔萨斯预言的提出，拉开了早期承载力研究的序幕（张红，2007）。

Park 和 Burgess（1921）提出了生态学领域的承载力概念，即“某一特定环境条件下（主

要指生存空间、营养物质、阳光等生态因子的组合), 某种个体存在数量的最高极限”。Vogt (1949) 在《生存之路》中延续了马尔萨斯的框架, 以粮食为标准研究土地资源承载力, 其认为人类的生存完全取决于环境, 同时又影响着环境; 人类赖以生存的自然资源的供给能力决定着人类的生活; 相反, 物理、生物和人为等环境阻力又影响和制约着这种供给能力。其首次提出了——“生态失衡”的概念, 即人类对自然资源环境的过度开发将造成生态变化, 同时提出了区域承载力的概念。环境承载力由环境容量概念演化而来, 最早出现于 20 世纪 70 年代。Bishop (1974) 在《环境管理中的承载力》一书中提出, “环境承载力表明在一个可以接受的生活水平前提下, 一个区域所能永久地承载的人类活动的强烈程度”。

联合国粮农组织 (1977) 协同联合国人口活动基金会和国际应用系统分析研究所, 以国家为单位对全球五个区域 117 个发展中国家的土地资源的人口承载能力进行研究, 最后得出每公顷土地所能承担的人口数量。Slessor (1992) 提出了 ECCO 模型, 该模型将人口、资源、环境与发展四者的关系加以综合考虑, 应用系统动力学方法模拟不同策略方案下人口与承载力之间的变化, 从而建立一套满足上述四者条件的目标和政策, 并在一些发展中国家得到成功运用。加拿大生态经济学家 Rees 和其学生 Wackernagel (1992) 提出了生态足迹法, 并由 Wackernagel 进一步完善, 生态足迹法通过测量人类生存所需的真实生物生产面积, 将其同国家和区域范围所能提供的生物生产面积进行比较, 从而为判断一个国家或地区的生产消费活动是否处于当地生态系统承载力范围内提供定量依据。此后, 国内外许多学者都相继利用生态足迹评价人类自身对生态系统的影响。联合国等国际组织 (1993) 联合推出了环境经济综合核算体系 (简称 SEEA), 该体系的核心指标为 EDP, 即为绿色 GDP。它是指在现有国内生产总值的基础上, 通过扣减经济发展的环境成本所得到的余值, 其设计思想是假设经济发展的环境成本全部得到补偿, 在保持资源环境系统功能可以永续利用的条件下, 经济体系生产能力的阈值, 绿色 GDP 的实质是用产出指标表达的环境承载力。诺贝尔经济学奖获得者 Arrow 等 (1995) 与其他国际知名的经济学家和生态学家一起, 在《科学》杂志上发表了《经济增长、承载力和环境》一文, 在学术界及政界均产生了强烈的反响, 更进一步引发了人们对于环境承载力等相关问题的关注。美国国家研究理事会 (2002) 对 URS 公司关于佛罗里达 Keys 流域的承载力研究的报告做了中期考核, URS 公司的研究涵盖了承载力的概念、研究方法和模型量化手段。该研究认为, 承载力是指在不对自然和人工资源造成破坏的前提下该地区所能承载的最大发展水平, 其中心内容为一个由社会经济、财政、生活质量、基础设施、水资源、海洋和陆地等子系统和图形用户界面共同构成的承载力分析模型, 该模型允许用户切换不同的用地方案并评估其对环境承载力的影响 (陆建芬, 2012)。

另外, 印度学者 Joardor (1998) 从供水角度对城市水资源承载力进行了相关研究。Harris 和 Kennedy (1999) 着重研究了农业生产区域水资源的农业承载力, 将此作为区域发展潜力的一项衡量标准。Rijsberman 等 (2000) 在研究城市水资源评价和管理体系中将承载力作为城市水资源安全保障的衡量标准。Saveriades (2000) 对塞浦路斯东海岸的旅游环境承载力进行了研究, 指出要反映区域的综合环境承载力, 须对设施承载力、资源环境承载力、经济社会承载力及社会心理承载力进行研究。美国环保署 (2002) 研究了 4 个镇区的环境承载力, 计算分析了 4 个湖泊的环境承载力, 并提出了保护和改善湖泊水质的建议。Furuya (2004) 对日本东北部水产业环境承载力进行了研究。Gerst (2009) 以铜资源为例, 应用物质流分析

和未来情景分析来探索其未来的循环发展及其对环境的影响,从而实现资源的可持续利用。McKeon 等(2009)研究了气候变化对澳大利亚北部牧场的承载能力的影响。Bernhard(2010)利用物质流分析方法对智利的计算机废弃物进行了评价,以促进计算机废弃物的处置和再利用从而减少浪费,促进自然环境和社会环境的协调发展。

1.3 我国资源环境承载力研究进展

国内学者对资源环境承载力的研究起步较晚,然而随着资源短缺、环境污染问题的日益突出,资源环境承载力已经成为了我国当前资源环境经济学领域的研究重点。学者和专家对资源环境承载力的研究也取得了大量的成果。国内对资源环境承载力的研究主要表现在以下三方面:

1) 资源环境承载力的含义

环境承载力的概念最初出现于我国科研项目《我国沿海新经济开发区环境的综合研究——福建省湄洲湾开发区环境规划综合研究总报告》中,随后出现在一些学术论文中。彭再德和杨凯(1996)将区域环境承载力定义为:在一定时期和一定区域范围内,在维持区域环境系统不发生质的改变,区域环境功能不向恶性方向转变的条件下,区域环境系统所能承受的区域社会经济活动的能力,即区域环境系统结构与区域社会经济活动的适宜程度。唐剑武和叶文虎(1998)将环境承载力定义为:某一时期、某种环境状态下、某一区域环境对人类社会经济活动支持能力的阈值。他们认为环境承载力的本质就是环境系统的结构和功能的外在表现,并采用多指标综合的分析法对区域环境承载力的量化进行了初步尝试。

高吉喜等(2001)指出:环境承载力是指在一定生活水平和环境质量要求下在不超出生态系统弹性限度条件下,环境子系统所能容纳的污染物数量,以及可支撑的经济规模与相应的人口数量。2002年版《中国大百科全书》将环境承载力定义为:在维持环境系统功能及结构不发生变化的前提下,整个地球生物圈或某一区域所能承受的人类作用在环境上的规模、强度及速度的限值。国内学者对区域资源环境承载力的研究经历了一个从资源承载力到环境承载力再到区域资源环境承载力的逐步演化发展的过程。最初只倾向于研究单个资源要素的承载力,研究资源环境对人口、经济发展的支持能力,特别是土地承载力及水资源承载力的研究。但随着研究的深入,发现仅研究单个资源要素承载力是不全面的、不足以描述整个区域的承载力状况,区域的承载力还受到环境因素的影响。近些年来,学者们逐渐将人类的社会经济活动纳入到研究范围,提出了一个综合资源环境以及人类社会经济活动多方面因素的综合评价指标——区域资源环境承载力。区域资源环境承载力是指确定的区域在一定时期内,在确保资源合理开发利用和生态环境良性循环的条件下,资源环境能够承载的人口数量及相应的经济社会总量的能力。

2) 资源环境承载力的影响因素

冉圣宏等(1998)应用多目标模型最优化方法研究了北海市在不同发展模式下的环境承载力,根据计算得到的环境承载力指数分析了影响该区域环境承载力的主要因素,据此提出了提高该区域环境承载力的建议。陈南祥等(2005)分析了黄河流域水资源承载能力的影响因素。研究表明,除自然因素外,管理、工程、技术、社会经济以及宣传教育等因素对提高该区域的水资源承载能力具有重要意义。格日乐等(2006)应用大系统理论

的分解协调原理,从土地承载力的影响因素出发将其分成8个子系统,研究各个子系统的主要构成因子,并以水土资源开发效率、投入水平和人口增长速度作为主要影响因素,研究土地承载力随影响因素的变化情况。朱丽波(2008)以区域环境承载力研究为核心,调查了宁波北仑区近些年的环境现状,从大气环境、水环境及土地资源与经济增长的相关性的角度研究制约环境资源的因素。从环境纳污能力、资源供给能力以及人类支持能力三方面对北仑区环境承载力的相对剩余率进行定量计算和系统评价,并提出相应的环境保护对策。刘玉娟等(2010)从影响资源环境承载力的关键因素——耕地资源、水资源及环境容量出发,应用“木桶短板效应”对汶川地震重灾区雅安市的资源环境承载力进行研究。吴振良(2010)从资源和环境系统的基本概念入手,应用物质流和生态足迹模型定量评价了环渤海地区资源环境压力承载状况。研究发现,当地的生态空间构成及其生态产能两大要素对区域资源环境承载力具有决定作用。陈修谦等(2011)以自然资源丰裕度、资源使用效率、环境治理能力和水平、生态环境破坏程度四个影响资源环境承载力的主要因素入手,运用层次分析法对中部六省的资源环境综合承载力进行综合评价,并分析了各省资源环境发展的优势与不足。

3) 资源环境承载力评价指标体系

文传浩等(2002)在综述了近年来国内外旅游环境承载力研究进展的基础上,将旅游环境承载力划分为自然环境承载力、社会环境承载力、经济环境承载力三个层次,从而建立了自然保护区的生态旅游环境承载力评价指标体系。苗丽娟等(2006)从海洋生态环境系统与社会经济系统两个方面构建海洋生态环境承载力指标体系,一类指标用来反映区域社会经济发展对海洋生态环境的压力,另一类则用来反映海洋生态环境对区域社会经济发展的承载能力,为定量分析沿海地区生态环境承载力奠定了基础。程军蕊等(2006)在系统论述流域水资源承载力指标体系设计原则的基础上,根据钱塘江流域水资源的特点构建了该流域水资源承载力的评价指标体系,同时提出了流域水资源承载指数、压力指数及承载度指数的计算方法。黄秋香(2009)根据矿区资源环境承载力的内涵,建立了矿区资源环境承载力评价指标体系,并应用矢量法建立了多指标评价模型,为矿区资源环境承载力评价提供了一种更客观实际的方法。魏文侠等(2010)构建了造纸工业资源环境承载力评价指标体系,并结合我国造纸工业发展的区域差异性,采用层次分析法分区域确定各个指标的权重值,研究表明该指标体系对于进行造纸工业资源环境承载力评价具有实际可操作性。李树文等(2010)以地球系统科学、生态学为理论依据,以城市为研究背景,探讨了生态-地质环境评价指标体系的基本构成,建立了生态-地质环境承载力综合剩余率模型,该模型更科学地度量了区域人类活动与生态地质环境系统间的关系,为区域的可持续发展提供了理论依据。韩立民等(2010)介绍了海域环境承载力的概念及基本内涵,建立了评价指标体系并分析了影响和反映海域环境承载力的三类指标,最后应用模糊数学法对特定海域环境承载力进行了评价。董文等(2011)在资源环境承载力现有指标体系的基础上,选取空气、水、土地、能源和生态五类要素作为主要评价因子,分别从资源属性和环境属性两个角度以及发展潜力总量和质量两个方面,构建省级主体功能区划中资源环境载力的评价指标体系。