

河南省国土资源科学研究院 生态环境·地质环境系列之二

HUANJING SHENGTAI SHUIWEN YANTU LILUN TANTAO YU YINGYONG SHIJIAN

环境·生态·水文·岩土 理论探讨与应用实践

邢永强 窦 明 张 璋 李金荣 邢永杰
商真平 潘元庆 夏梦丽 吴 梅 曹希强

著

地 质 出 版 社

河南省国土资源科学研究所 生态环境·地质环境系列之二

环境·生态·水文·岩土

理论探讨与应用实践

邢永强 窦 明 张 璋 李金荣 邢永杰 著
商真平 潘元庆 夏梦丽 吴 梅 曹希强

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书分为两部分:上篇 理论探讨精选了作者近 5 年来关于环境·生态·水文·岩土的代表性论文 16 篇;下篇 应用实践从环境·生态·水文·岩土四个方面,分别实录了作者主持的重大典型项目。提出了河南省生态环境承载能力研究体系架构的具体思路,分析了生态环境承载能力与环境容量的区别与联系;将物元分析模型、模糊识别模型和灰色关联模型应用到矿山地质环境质量评价中,并将结果进行对比、总结。其理论探讨与应用实践为建设生态文明社会、社会经济协调发展、生态环境保护和水土环研究工作提供了一种科学的研究思路和实例借鉴。

本书可供地质科学、环境科学、生态学、水文水资源、岩土工程、环境工程、地质工程、农田水利等领域的科研、生产和管理工作参考,也可供高等院校相关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

环境·生态·水文·岩土:理论探讨与应用实践/邢永强等著. —北京:地质出版社, 2008. 9
ISBN 978-7-116-05754-8

I. 环… II. 邢… III. ①环境科学—研究 ②环境生态学—研究 ③环境科学:水文学—研究 ④岩土工程—研究 IV. X

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 114609 号

责任编辑:李 莉

责任校对:王素荣

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号, 100083

电 话:(010) 82324508 (邮购部); (010) 82324567 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

电子邮箱: zbs@gph.com.cn

传 真:(010) 82310759

印 刷:北京地大彩印厂

开 本: 787 mm × 1092 mm $\frac{1}{16}$

印 张: 14.5

字 数: 350 千字

版 次: 2008 年 9 月北京第 1 版·第 1 次印刷

定 价: 35.00 元

书 号: ISBN 978-7-116-05754-8

(如对本书有建议或意见, 敬请致电本社; 如本书有印装问题, 本社负责调换)

环境·生态·水文·岩土

理论探讨与应用实践

编辑委员会

顾 问 张德祯 张天义 魏也纳

主 编 邢永强 窦 明 张 璋 李金荣 邢永杰
商真平 潘元庆 夏梦丽 吴 梅 曹希强

编 委 宋文举 赵仕沛 常秋玲 王琳琳 赵鸿燕
康鸳鸯 田晓玉 戴立乾 饶 欢 潘 涛
贺传阅 郭 艳 强武刚 张海梅 张 焱
张献伟 高 鹏 王 涛 张 博

千江有水千江月

(自序)

时光匆匆，流水飞逝，有多少美好被遗忘，身后散落了一地记忆。找点时间认真梳理所有感动和美丽，收获满满的幸福甜蜜。

光阴荏苒，屈指算来，与环境·生态·水文·岩土已有10多年的缘分，自从接触第一个项目：国家“九五”重点工程——高压低密度聚氯乙烯30万吨/年装置（荷兰设计），就一直对她情有独钟；我珍藏着每一个项目，序列整齐，在我记忆的深处，是我成长中的一座宝库。

在岁月匆匆的交替中，每个季节都是太阳在人间种下的花，都有着自己独特的明媚。热爱每一个果实浓香的季节，收藏起每一个令人心动的时刻，倾心于自己所从事的工作，思于斯，事于斯，乐于斯……唯有那样，真切的感动才会时时流入心灵的隧道，默默地凝结在心底，淡淡的日子便有了简洁而深刻的诗意。人的生命历程中，没有哪一段是可以抹去的。人的一生总得有一些收藏，一些光明的希望、崇高的探索、境界的追求，以平和的心境守住那丰富、亮丽、金黄、充满暖暖的质感的光阴，留下一串坚实的足迹。我感谢环境·生态·水文·岩土，她已经伴我走过十多年的成长岁月，并将继续伴我走过今后人生的漫漫旅途。

环境是大气的。她的大气不是张扬的，而是包容有度的，百川归海，胸藏海岳，古今中外，熔于一炉。她有一种长者的气度，与她交谈，让人如沐春风，教人雍容儒雅、胸襟开阔。

生态是清雅的。她的清雅不是造作的，而是自然流露的，花开花落，云舒云卷，闲庭信步，一派诗意。她有一双艺术的慧眼，由她点化，让人心旷神怡，教人醍醐灌顶、心生诗意。

水文是宁静的。她的宁静不是老暮的，而是充满生机的，松间明月，石上清泉，闲花落叶，静夜空山。她有一派宜人的风景，经她熏陶，让人如临其境，教人淡泊名利、笑对人生。她是一根银线，贯穿于环境·生态·岩土之间。

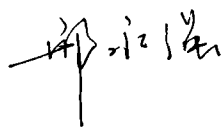
回想曾经完成的每一个项目，林林总总，它的气息就会沿着岁月的长河飘落到身边，成为风景、记忆、情结：工作中，它是历久弥新的风景；风景里，它是意味绵长的记忆；记忆处，它是挥之不去的情结。一

粒尘埃，在空气中凝结，最后生成磅礴的云雨；一粒沙石，在蚌体内打磨，最后结成昂贵的珍珠。

本文集精选了作者近5年来关于环境·生态·水文·岩土的代表性论文16篇（包括2篇英文核心类论文），实录了作者主持的重大典型项目，基本反映了作者及合作者多年来思考和研究的历程，也是各级领导长期关怀和学界朋友经常研究的见证。愿与同行朋友携手努力，雁点青天字一行。

婴儿在产房的第一声啼哭，是生命的开始；冰雪在山坡上消融成河，是春天的开始；人与人彼此在凝视中用笑脸相迎，是沟通的开始；送人玫瑰后，发现手有余香，是快乐的开始。

风翻白浪花千片，美丽的笑容使我心如莲花，在温暖的阳光下，和千百朵莲花一起嫣然开放。



2008年7月

目次

千江有水千江月（自序）

上篇 理论探讨

河南省生态环境承载能力与可持续发展体系架构研究	(3)
矿山地质环境多级模糊识别模型评价方法研究	(20)
基于物元分析法的小秦岭金矿区地质环境评价	(26)
小秦岭金矿区泥石流成因、危险性评价及其防治	(33)
土壤中硝态氮的空间变异研究	(39)
河岸渗滤系统除污功效的研究进展	(45)
地质统计学理论在水文数值模拟中的应用	(52)
石羊河流域水资源过度开发利用的思考	(58)
河南省泥石流发育特征、成因与防治对策	(64)
德商高速公路鄆城黄河大桥桥基砂土液化综合评判	(69)
软弱地基的石灰桩加固处理	(77)
浅谈地质环境与环境地质、生态环境的关系及其保护	(82)
浅谈土地荒漠化环境的生态安全与可持续发展	(88)
浅议生态环境承载能力与环境容量的区别与联系	(92)
Dynamic Analysis and Water Quality Evaluation of Groundwater in Dawu Headwaters Ground	(95)
Discussion on Reasons and Comprehensive Control of Spontaneous Combustion and Explosion of Gangue of Tianan Coal Mining Group	(105)

下篇 应用实践

环境·重点矿山篇

陕县鱼里铝土矿矿区地质灾害危险性评估报告	(121)
----------------------------	---------

环境·高速建设篇

德州至商丘高速公路河南范县段建设场地地质灾害危险性评估报告	(152)
-------------------------------------	---------

生态·水文可研篇

河南省生态环境承载能力与可持续发展研究可研报告	(168)
-------------------------------	---------

岩土·高速工程篇

河南许昌至安徽亳州高速公路太康段工程可行性研究报告

（工程地质勘察报告） （195）

善意的力量，像空气一样是会流通的（后记） （219）

CONTENTS

Grateful feeling is spreading everywhere (Preface)

Part I : Theory Discussion

System Framework on Carrying Capacity of Ecological Environment and Sustainable Development in Henan Province	(3)
Research of Multi-Classification Fuzzy Pattern Recognition Model in Mine Geological Quality Evaluation	(20)
Geological Environment Evaluation of Xiaoginling Hill Goldfield Based on Matter Element Analysis Method	(26)
Causes Analysis and Risk Comprehensive and Countermeasure Evaluation of Xiaoginling Hill Goldfield Debris Flow	(33)
Spacial Variations of NO_3^- -N in Soil	(39)
Progress of Pollutants Removal Efficiency in Riverbank Filtration System	(45)
Utilization of Geostatistics in Hydrologic Numerical Simulation	(52)
The Thought on Excessive Exploitation and Utilization of Water Resources in Shiyanghe River Basin	(58)
The Occurrence Characteristics, Causes of Formation and Countermeasures of Debris Flows in Henan Province	(64)
Estimation of Sand Liquefaction about the Foundation of the Yellow River-Bridge in the Project of De-Shang Expressway in Juan County	(69)
Stabilizing Soft Foundation with Quicklime Piles	(77)
Discussion on Relationship and Protection between Geological Environment and Environmental Geology, Ecological Environment	(82)
Discussion on Ecological Safety and Sustainable Development Resulting from Land Desertification	(88)
Discussion on Differences and Relations between Carrying Capacity of Ecological Environment and Environmental Capacity	(92)
Dynamic Analysis and Water Quality Evaluation of Groundwater in Dawu Headwaters Ground	(95)

Discussion on Reasons and Comprehensive Control of Spontaneous Combustion and
Explosion of Gangue of Tianan Coal Mining Group (105)

Part II : Theory Application

Environment · Major Mines
 Geologic Hazard Risk Evaluation Report of Yuli Bauxite Mining Area in Shan County (121)

Environment · Expressway Construction
 Geologic Hazard Risk Evaluation Report of Construction Site of Dezhou-Shangqiu
 Expressway Fan County Section in Henan (152)

Ecology · Hydrological Feasibility Study
 Feasibility Study Report on Carrying Capacity of Ecological Environment and Sustainable
 Development in Henan (168)

Rock and Soil · Expressway Engineering
 Feasibility Study Report (Engineering Geological Investigation Report) of Xuchang
 (in Henan) -Bozhou (in Anhui) Expressway Taikang County Section (195)

Power of good will permeates everywhere just as air goes (Postscript) (219)

上 篇

理 论 探 讨

河南省生态环境承载能力与可持续发展体系架构研究

邢永强

(河南省国土资源科学研究院, 郑州 450016)

摘 要 本文首先从国家层面提出的生态环境承载能力与可持续发展研究要求, 结合《河南省可持续发展“十一五”规划》, 从河南省人口、资源、环境与经济问题分析入手, 围绕目前该课题的研究背景, 深入分析了该课题对于河南省的研究意义与紧迫性; 其次, 介绍了该课题国内外研究现状、水平及发展趋势, 确定了研究目标、任务, 着重分析了拟解决的关键科技问题、主要技术指标和创新之处, 提出了研究方法、技术路线、课题设置与主要研究内容, 最后进行了社会经济效益分析, 为全省自然资源合理开发利用和生态环境质量安全保障提供技术支撑。

关键词 河南省 生态环境承载能力 可持续发展 体系架构

国家“十一五”发展规划提出, 实现经济发展由“又快又好”到“又好又快”的转变。

党的十七大报告中讲到面临的困难和问题时, 把经济增长的资源环境代价过大列在第一位。这表明, 资源环境问题已经成为党中央的关注重点。

党的十七大就实现全面建设小康社会奋斗目标提出了五个方面的要求, 其中首次提到了“建设生态文明, 基本形成节约能源资源和保护生态环境的产业结构、增长方式、消费模式”的理念。这些都是新的国家发展战略的科学注解。

生态环境已成为党的十七大报告所描绘的 2020 年中国小康社会图景的重要组成部分。党的十七大提出, 到 2020 年全面建设小康社会目标实现之时, 我国应当成为“人民富裕程度普遍提高、生活质量明显改善、生态环境良好的国家”。

1 该课题对于河南省的研究意义与紧迫性分析

如何有效地实现社会经济的可持续发展, 是河南省 21 世纪经济与社会发展的重要任务之一。河南省政府在《河南省可持续发展“十一五”规划》中曾明确指出, “‘十一五’期间, 河南省可持续发展面临的任务十分繁重。……从总体上看, 经济增长与人口、资源、环境之间的矛盾仍未缓和, 经济的快速增长与资源大量消耗、生态破坏之间的矛盾日渐突出, 特别是粗放型的增长方式加剧了人口与资源、环境的矛盾。‘十一五’及今后一个时期, 随着我省城镇化和工业化的快速推进, 对资源、环境的压力将越来越大。”

自然资源与生态环境是支撑河南省社会经济可持续发展的重要基础条件，为此，《河南省可持续发展“十一五”规划》中明确要求“加强水、土地、矿产等自然资源的管理，实行有限、有序开发，……努力提高资源对国民经济和社会发展的保障程度。……协调人与自然的关系，做到人与自然与其他生物和谐相处。”由此，保证河南省社会经济可持续发展的首要条件就是摸清河南省自然资源和生态环境的承载能力大小，进而提出可持续发展调控措施。

根据《河南省可持续发展“十一五”规划》的总体目标，在“十一五”期间，“（全省）初步建立低投入、高产出，低消耗、少排放，能循环、可持续的国民经济体系，可持续发展能力不断增强，人口数量继续得到控制、素质大幅度提高，生态环境明显改善，资源开发趋于合理，初步建成经济发展、生活富裕、生态良好的社会。”

1.1 河南省人口、资源、环境与经济问题分析

近年来，在将可持续发展从概念和理论逐步推向实践的过程中，出现一个亟待研究解决的核心问题，即如何评价可持续发展，并使社会经济系统内部各要素均处于自然资源和生态环境的承载能力允许范围内运行。因此，对区域进行可持续发展评价和调控模式研究，就成为可持续发展领域的前沿课题之一。研究某一区域是否可持续发展，首先应着眼于其内部系统结构，通常这是一个由社会经济、自然资源、生态环境等各要素构成的复合系统，且内部要素之间存在着非线性、多链条的联系。要研究区域可持续发展与承载能力首先应从摸清其内部结构入手。

1.1.1 人口问题分析

河南省人口规模巨大，截至2006年年底统计人口有9820万，居全国首位，占全国总人口的7.4%；而总土地面积约16.7万 km^2 ，仅占全国国土总面积的1.74%，在全国31个省（区、市）中居第18位。庞大的人口规模一直制约着河南省社会经济的可持续发展，主要表现在：①人口基数大，年净增人口多。河南省是个人口大省，近年来，在国家计划生育政策的控制下，人口自然增长已进入相对较稳定的阶段，但因为人口基数大，年净增人口绝对数仍很大。②人口素质差，科教水平低。农村人力资源素质低、开发难度大，人口年龄结构处于成年型，并逐渐趋于老年化。科技教育文化水平不仅低于其他先进省份，甚至低于全国平均水平。③非农人口比重小。河南省城市化水平低，非农人口所占比重仅19%，远低于全国29%的平均水平，造成了劳动力就业结构矛盾突出。

1.1.2 资源问题分析

河南省地处中原，黄河中下游地区，气候适宜，沃野千里，自古以来就是人类活动密集的地区，形成了灿烂的中华文明。适宜的气候、地形条件使河南的气候资源、水资源、生物资源、土地资源条件优越，总量丰富，不仅如此，还具有丰富的矿产资源。河南省依托丰富的矿产资源，大力发展矿业产业，近年来矿产采掘业和矿产品加工业产值已占河南工业总产值的25%以上。但由于资源组合的不平衡性，河南省资源问题非常严重。主要表现在：①人口基数大，资源总量虽多，但人均占有量少。如人均土地面积、人均耕地面积、人均林地面积和人均草地面积分别为全国人均水平的1/4，3/4，1/4和1/17，且资源后备不足，潜力有限。②资源浪费、破坏现象严重。由于长期以来经济利益的驱使，养

成了人们重用轻养的习惯，使资源浪费、破坏现象严重，造成土地资源质量下降，矿产资源乱采滥挖问题突出。③ 资源环境恶化、质量下降。由于人们无节制地使用，使资源质量严重恶化，特别是水资源严重污染，使部分水体已失去利用价值，进一步加剧了本来就甚为严重的缺水矛盾，阻碍了经济、社会的发展。

1.1.3 环境问题分析

自改革开放以来，河南省经济迅速发展，但环境污染和生态破坏程度也随之增长。主要表现在：① 环境污染加剧。近几年来，在环境污染治理方面虽然投入了大量的人力、物力、财力，但废水、废气、废渣的生产和排放量仍居高不下，大气、水、土壤质量仍在下降。② 生态环境不断恶化。主要表现在林地面积不断减少，水土资源流失严重，地下水资源超采过度，自然灾害频繁等方面。因此，河南省环境问题是一个长期性、艰巨性的问题，究其原因一是环境保护意识差，人们现在仍把经济作为唯一目的，而忽视了环境的依赖和制约作用；二是由于河南省的产业结构仍以资源型加工业为主，粗放式的经营方式造成了环境问题的激化。

1.1.4 经济问题分析

河南省经济自改革开放以来取得了长足的发展。2006 年全年国民生产总值达到 12 464.09 亿元，比上年增长 14.1%。农业生产获得丰收，畜牧业、林业、渔业也获得好的收成，农业生产条件继续改善，工业、固定资产、贸易实现了持续增长，第三产业也取得了蓬勃发展。但同时应意识到，同全国其他先进省份相比，经济建设仍存在着效益低，不符合持续发展的问题，主要表现为：① 产业结构矛盾突出。河南省产业结构仍处于转型期，第一产业比重较，工业化程度较低。第三产业比重更低于全国平均水平。② 区域内差异明显。区域内经济发展极不平衡，豫中、豫北发展快，发展水平较高，而豫东南、豫东则显得较落后，发展速度也慢，全省贫困县基本上都处于这两个区，制约了全省的发展。③ 增长方式原始，难以持续。河南省目前的高速增长是在粗放型增长方式和高强度投入上实现的，随着资源条件的恶化，经济增长将失去动力与源泉。

通过上面分析可以看出，目前河南省在经济发展、资源开发利用、生态环境保护等各方面存在一定的问题，这些都已经成为制约河南省可持续发展的限制因素。

1.2 研究背景和依据

自 19 世纪末期以来，随着科技进步和社会生产力提高，人类创造了前所未有的财富，极大地推进了整个社会文明的进步。然而，与此同时，人类活动也损害和改变了自然生态系统，使人类赖以生存的环境受到严重干扰，并引发了土地沙漠化、土壤盐碱化、地质环境恶化、生态系统退化等一系列生态环境问题。在受到自然界对人类活动的反作用后，人类开始反思自己的行为，进而致力于寻求一条健康和谐的发展道路。

“生态环境承载能力”与“可持续发展”理论正是基于这种背景下提出来的，它们都出现于 20 世纪 70 ~ 80 年代，并且随着人类对自身行为以及人与自然的关系认识的深入而不断得到完善和推广。可持续发展是指“人类在社会经济发展和能源开发中，以确保它满足目前的需要而不破坏未来发展需求的能力”；而生态环境承载能力则是指“在一定时期内，在一定的生产力和科技水平条件下，利用当地的自然资源和环境条件，为能维系生态

环境系统良性循环，所能够支撑的最大社会经济发展规模”。国内外不少学者就以上两者之间的关系作了比较和总结，如朗克和哈尼曾指出，可持续发展是为全世界而不是少数人的特权提供公平的经济增长机会，并且不进一步消耗世界自然资源的绝对量和涵容能力，对自然资源的利用不会因过度开发地球承载能力和涵容能力而导致生态债务；刘传祥也指出，可持续发展要以保护自然资源和环境为基础，同资源与环境的承载能力相协调。从两者的关系可以看出，在研究生态环境承载能力时，必须以可持续发展为指导思想，同时运用水土资源优化配置、环境污染防治、生态恢复建设等各种技术手段，来实现资源与环境系统对社会经济发展的最大支撑。

这些新理念的出现体现了人类在经过一个多世纪的征服自然、改造自然社会实践后，在自然条件对人类的进一步发展产生制约后，人类首次对自然界作出的妥协和让步，同时，这也是人类在经历了各种挫折和教训后总结出来的成功经验。

根据前面的分析发现，由于河南省资源组合的不平衡性以及经济发展的地区差异性，导致全省的资源开发利用与社会经济发展极不均衡，进而引发诸多生态环境问题。与经济发展不相匹配的资源条件以及由于经济快速发展而引发的生态环境问题，已成为当前影响和制约全省社会经济健康发展的关键因素。基于此，从“生态环境承载能力”和“可持续发展”的概念和内涵出发，以下几个基本问题需要给出答案：

(1) 河南省的社会经济系统、自然资源系统、生态环境系统之间的相互制约关系是怎样的？它们与生态环境承载能力之间有什么样的联系？

(2) 选择哪些评价指标更能清楚地表达生态环境承载能力的内涵？如何计算和度量河南省生态环境承载能力？

(3) 如何修复和改善目前超出承载能力限度的生态环境系统？如何适应未来发展对生态环境承载能力的需求？

(4) 在计算出生态环境承载能力的基础上，如何进一步通过合理调整经济发展模式和资源分配方式来实现全省社会经济可持续发展目标？

区域生态环境承载能力是个新生事物。目前，有关生态环境承载能力的概念、理论与方法正在发展，它也是国际上资源优化配置与环境可持续发展研究的前沿课题。特别是对于像河南省这样一个人口密集、资源紧缺的中部地区来说，生态环境承载能力研究更是促进河南省社会经济与环境可持续发展、建设人与自然和谐的重要举措。

2 国内外研究现状、水平及发展趋势

生态环境承载能力研究是区域资源与环境规划以及实现区域人与自然和谐发展的基础理论。截至目前，国际上很少有专门以生态环境承载能力为专题的研究报道，大都将其纳入可持续发展的范畴，进行社会经济与资源、环境可持续发展研究。近年来，我国由于面临巨大的社会经济发展和资源短缺、环境污染的压力，对生态环境问题的认识也日益提高，因此逐步演化出“生态环境承载能力”问题，并正成为环境与资源研究领域一个新的热点。

随着社会发展以及人类对生存环境要求的不断提高，目前迫切需要从“社会经济-自然资源-生态环境复杂大系统”更宏观的系统层面上，来量化区域生态环境承载能力

大小，并建立可持续发展调控模式，最终实现“人与自然”的协调发展。

2.1 承载能力概念的由来

“承载能力”一词在生物科学、资源科学、区域科学和社会科学等研究领域的广泛应用，是随着地球上资源与环境问题逐步加剧，人们对人-地关系的认识不断深化与发展的结果。20 世纪 60 年代晚期至 70 年代早期，随着人口和经济增长，人类对生态环境的破坏日益加大，人们逐渐认识到自然资源是支持地球上生命系统和人类生存发展的物质基础，然而其数量和质量是有限的，它们满足人类现在与未来发展需要的能力也是有限的，自然资源的枯竭和人类活动对生态系统的破坏对人类和其他种属的生存形成了威胁。因此关于承载能力的讨论也日益引起了人们的广泛关注。作为上述领域中描述发展限制程度的最常用的概念，承载能力在促进人类对经济活动中存在的限制及提高公众的政治环境意识方面有重要的作用。

2.2 生态环境承载能力的研究进展

2.2.1 生态环境承载能力概念的演化与发展

“承载能力”一词的内涵随着人们认识水平的提高而不断发展，尤其是在对资源短缺和环境污染问题的研究中，“承载能力”概念得到延伸发展并广泛应用于说明环境或生态系统承受发展和特定活动能力的限度，其概念的演化经过了人口承载能力→种群（人口）承载能力→自然资源承载能力→生态环境承载能力（即综合承载能力）等一系列过程（图 1）。

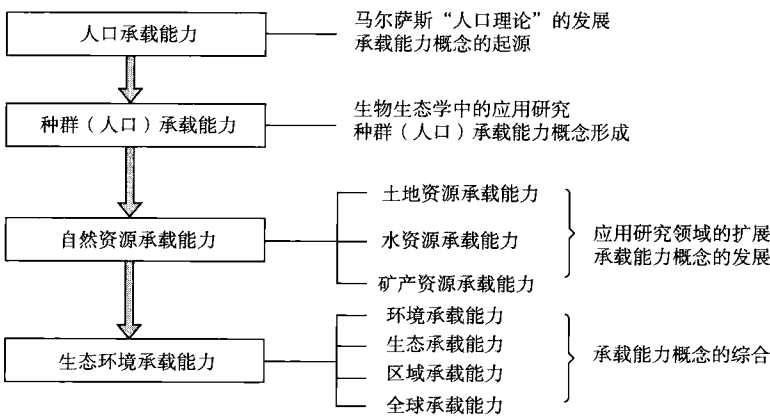


图 1 承载能力概念的演化与发展过程

Fig. 1 Evolution and development process of carrying capacity concept

近半个世纪以来，对自然资源承载能力的研究主要集中于土地、水和关键矿产资源方面。1949 年美国的 Allan 将土地资源承载能力定义为：“在维持一定水平并不引起土地退化的前提下，一个区域能永久供养的人口数量及人类活动水平”。1950 ~ 1970 年，国外许多学者探讨了土地资源承载能力的计算依据：在确保不会对土地资源造成不可逆的负面影响的前提下，土地的生产潜力能容纳的最多人口数量。同时，对承载能力的研究从静态转