

人类承载力研究面临的困境与原因

张林波¹, 李 兴¹, 李文华², 王 维¹, 刘孝富^{1,*}

(1. 中国环境科学研究院, 北京 100012; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要:建立在自然生物种群数量动态基础之上的承载力理论, 当其应用于人类生态系统的研究时, 遇到了极大的挑战和困惑。总结了人类承载力研究在理论基础、调控机理和估算方法 3 个方面存在的关键问题与困境, 指出在理论基础方面人类承载力的客观性一直是生态学界和经济学界争论的焦点; 在调控机理方面, 现有的承载力研究尚不能解释人类经济社会增长不符合 Logistic 增长规律的因素和机理; 在估算方法方面, 现有的人类承载力估算方法还不能为人类经济社会的实践提供切实可行的决策依据。通过广泛收集和吸纳生态科学、地球科学、物理科学、环境考古学等诸多领域的最新研究成果, 指出地球生态系统的复杂性、人类承载力的社会属性和承载力研究思路上存在的偏差是承载力研究困境产生的主要原因, 在此基础上提出了解决承载力研究困境的研究思路和未来研究重点。

关键词:人类承载力; 承载力二相性; 进化树; 增长限制; 展望

文章编号: 1000-0933(2009)02-0889-09 中图分类号: Q14, Q988 文献标识码: A

Human carrying capacity research: dilemma and reasons

ZHANG Lin-Bo¹, LI Xing¹, LI Wen-Hua², WANG Wei¹, LIU Xiao-Fu^{1,*}

¹ Chinese Research Academy of Environment Sciences, Beijing 100012, China

² China Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China

Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(2): 0889 ~ 0897.

Abstract: Traditional theory of ecological carrying capacity, which was established on the basis of quantitative dynamic of natural biological population, met extreme challenge while applied to human ecosystem research. This paper summarized the key problems and dilemmas in three aspects of theoretical foundation, regulation mechanism and estimation method of human carrying capacity research, respectively. As to theoretical foundation, the objectivity of human carrying capacity has always been the arguing issue among ecologists and economists. As to regulation mechanism, current achievements of carrying capacity researches have been unable to explain the unusual mechanism that the development of economy and society didn't grow along Logistic increasing law. Furthermore, current estimation methods could not provide practical decision-making foundation for the development of economy and society either. With extensively reviews on the latest achievements in ecological science, earth science, physics and environmental archaeology, this paper summarized that complexity of earth ecosystem and social property of human carrying capacity as well as researchers' wrong perception on carrying capacity were three main reasons that led to the research dilemma of human carrying capacity. Based on this understanding, the future ways out from the dilemma and the key fields of human carrying capacity research are proposed at the end of the article.

Key Words: human carrying capacity; carrying capacity dualism; evolutionary tree; growth limit; prospect

承载力理论起源于人口统计学、应用生态学和种群生物学^[1-6], 最早可以追溯到 1798 年的马尔萨斯人口

基金项目: 中国环境科学研究院中央级公益性科研院所基本科研业务专项资助项目(2007KYYW28)

收稿日期: 2007-09-17; 修订日期: 2008-04-02

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: liuxf@craes.org.cn

论。在承载力理论起源发展的早期,承载力研究主要以自然生物种群增长规律的理论探讨为主,在实验室条件下许多微生物种群或昆虫种群研究都能较好地符合承载力的数学表达方程——逻辑斯蒂曲线特征^[3-5,7,8]。20世纪六七十年代爆发了全球性资源环境危机,作为生态学前沿的承载力理论开始积极投身于人类发展与自然界之间的关系问题,承载力研究由以自然生物承载力研究为主转向以人类承载力研究为主。但当承载力这个概念扩展到人类生态系统的研究时,建立在实验室微生物种群或昆虫种群数量动态基础之上的承载力理论遇到了极大的挑战和困惑^[2,3]。在200多年的发展过程中,承载力概念在理论方法上都反复不断地受到批评、质疑甚至否定,还存在许许多多难以解决的难题。甚至有的学者认为承载力概念没有任何科学意义而应抛弃这个概念^[1,9-14]。

本文总结了人类承载力研究在理论基础、调控机理和估算方法3个方面存在的关键问题与困境,指出在理论基础方面人类承载力的客观性一直是生态学界和经济学界争论的焦点;在调控机理方面,现有的承载力研究尚不能解释人类经济社会增长不符合 Logistic 增长规律而呈现无限增长的趋势因素和机理;在估算方法方面,现有的人类承载力估算方法还不能为人类经济社会的实践提供切实可行的决策依据。本文通过广泛收集和吸纳生态科学、地球科学、物理科学、环境考古学等诸多领域的最新研究成果,指出地球生态系统的复杂性、人类承载力的社会属性和承载力研究思路上存在的偏差是承载力研究困境产生的主要原因,并提出了解决承载力研究困境的研究思路和未来研究重点。

1 人类承载力理论面临的困境

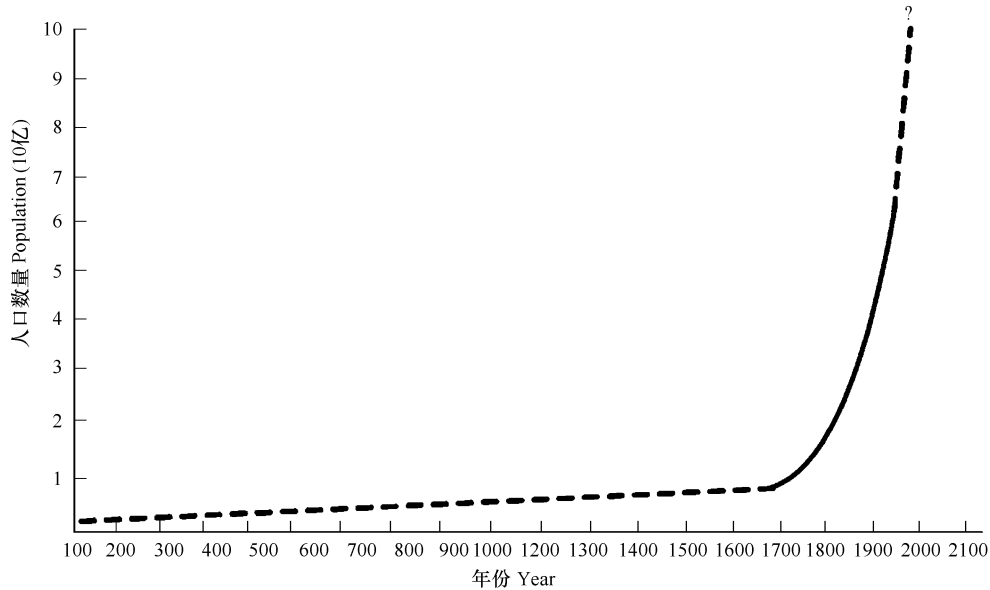
1.1 理论基础应用的困境

绝大多数生态学家都认为人类承载力是客观存在的,人类经济社会的发展存在着一个类似于 Logistic 曲线 K 值的阈值,当人类的社会经济活动规模或负荷超过这个阈值一定程度或一定时间的情况下,会对生态环境产生不可逆转的损害,从而影响到人类经济社会的持续稳定发展,甚至造成人类经济社会的崩溃^[15]。但事实上,几乎所有学者在开展人类承载力研究时,都会遇到或发现这样一个困惑,那就是人类的人口数量和经济社会发展规模似乎是无限的,人类经济社会系统的发展并不符合生物种群的 Logistic 曲线特征,尚没有充分的实证数据支持人类人口和经济社会发展存在着 Logistic 曲线中的 K 值。

马尔萨斯人口论问世时,全世界人口不到 10 亿;1924 年 Pearl^[16] 利用逻辑斯蒂方程估算全球最大可支持人口大约为 20 亿。1948 年英国学者 Voget 出版了《Road to Survival》一书,认为世界人口约 22 亿时就已经超过土地和自然资源承载力,人类正面临灭顶之灾。1968 年全世界人口约 35 亿人,斯坦福大学昆虫学家 Paul Ehrlich 出版了《The Population Bomb》^[17] 一书,认为人类“已经达到和超过承载力,世界面临着粮食危机”,并预测 20 世纪 70 年代和 80 年代将爆发不可收拾的饥荒和动乱,人类将进入资源匮乏时代,许多人类赖以生存的矿产将濒临枯竭。12a 后,全球又增加了 15 亿人口,学者们仍然认为“无论从哪个角度来看待,人口问题在将来都会对生物圈产生巨大的威胁^[18]”。1972 年《增长的极限》预言人类社会将在未来 100a 崩溃。1995 年 Lester Brown 预测,中国到 2030 年人口将增加到 16 亿,粮食缺口将为 2.16~3.17 亿 t,届时全世界都无力养活中国^[19]。

人类发展的历史经验表明人类经济社会发展似乎是无限的,并且呈现越来越快的增长速率(表 1,图 1)^[27]。在过去的 10000 多年里,人类人口数量增长了 1000 倍,从最初的 200 万~2000 万人增加到 1997 年的近 60 亿人。2000a 以前地球上大概有 2 亿人,相当于美国 1990 年的人口数量。到 1650 年,地球人口增加了 1 倍多达到 5 亿人。大约在 1830 年世界人口超过 10 亿,从人类最初诞生开始到第 1 个 10 亿人口大约经历了近万年的时间;而地球上另外第 2 个 10 亿人口的增加仅用了 1 个世纪,到 1930 年世界人口达到 20 亿。地球上新增第 3 个 10 亿人口的时间只用了 30a,最近的 10 亿人口增加则仅仅用了 12a^[20]。

今天全世界人口约 65 亿^[19],比马尔萨斯时代增长了约 6.5 倍,是 Pearl 预测的全球最大人口的 3.25 倍,是《人口炸弹》出版时世界人口的近 1 倍。根据联合国的估算,世界人口于 2025 年将增长到 85 亿人,到本世纪末世界人口将超过 100 亿人^[20]。那么到本世纪末,世界人口将比马尔萨斯时代增长了约 10 倍,是 Pearl

图1 世界人口数量动态变化^[27]Fig. 1 Trend of World Population Growth^[27]

预测的全球最大人口 5 倍,是《人口炸弹》出版时世界人口的近 3 倍。

《增长极限》发表 30 多年后可以验证的结果也表明罗马俱乐部当时的论调过于悲观:“30 年弹指一挥间,罗马俱乐部最可怕的预言并没有实现。照他们的推算,重要的矿产资源,如金、银、铜、锌、水银、铅和石油,到现在应该已经消耗殆尽,但事实并非如此。由于人口的指数级增长,现在世界应该面临着严重的耕地短缺和食品价格暴涨的问题。可是如今的食品价格低的不能再低了。由于污染的迅速发展,世界的保健水平应该每况愈下,但是如今人均寿命却在延长。……没有什么资源是不可或缺的,……持续发展的所谓极限,并不是静止不变的^[21]。”

因此,几乎所有关于人类承载力的悲观预测都失败了,马尔萨斯及其随后关于承载力超载所预言各种可怕后果——战争、疾病、瘟疫、社会崩溃都没有一个得以验证或实现,而事实恰恰相反,随着时间推移所有能够验证的预测都出现了相反的结论。除了一次次中国“狼来了”寓言式的失败预言和不证自明式的直觉外,承载力悲观论者没有足够充分的证据和实例。人类历史发展的轨迹,特别是工业革命几百年以来人类社会所取得的辉煌成就为乐观主义者提供了令人信服的证据,即使是最坚决的悲观论者也不得不认真思考与面对这些乐观主义者提出的批评与反驳论据。

几乎所有生态学者在开展人类承载力研究时都不得不面临这样一个困惑——人类承载力是不是真的是客观存在的? 这个问题是承载力理论方法存在和继续深入发展的基本前提,如果这个基本前提不存在,关于承载力的一切研究工作都是毫无意义的。

1.2 调控机理研究困境

根据 Logistic 方程,生物种群在无限的环境中增长时,决定生物种群增长速率是马尔萨斯参数,即出生

表 1 世界人口数量估算(×10 亿)^[27]Table 1 Estimation of World Population (× Billion)^[27]

年 Year	世界人口 Population
8000 BC	0.2
1	0.3
1000 AD	0.5
1500	0.5
1830	1.0
1930	2.0
1960	3.0
1975	4.0
1987	5.0
1999	6.0
2060	10 ~ 11.0

率与死亡率之间的差值,生物将呈现指数增长,种群增长曲线呈 J 型曲线。而在有限的环境中,生物的增长由于受到环境阻力的制约,增长速率将会随着种群数量的增大而逐渐降低,最终使出生率等于死亡率,种群数量达到稳定的最大值,种群增长曲线呈 S 型曲线。

人类所生活的地球基本上就是一个类似培养皿的封闭环境^[22~28],人类经济社会的发展应该受到地球资源环境的制约,不可能无限制地呈现 J 型曲线增长方式,在理论上也应该像生长于培养皿环境中的生物一样呈现 S 型曲线增长特征。因此许多生态学家坚信地球存在人类增长的承载力极限,并且相信人类经济社会活动正在接近或已经超过了地球的承载力极限^[24, 29~34]。

但人类发展的历史表明,除以上已经述及的人口总数和经济发展外,其它人类经济社会的增长几乎都呈现 J 型曲线特征^[35]。Pearl 和 Reed 利用美国 1790~1910 年人口统计数据拟合了逻辑斯蒂曲线,曲线 1910 年以后数据为外推数据,外推预测美国人口大约在 2060 年达到逻辑斯蒂 K 值大约为 1.97 亿。1920~1940 年期间美国的人口统计数据与曲线吻合的极好,但随后美国人口增长近似呈现指数增长方式,人口增长不再符合逻辑斯蒂曲线特征。1968 年美国实际人口就已经达到了 Pearl 预测的将在 2060 年达到的 1.97 亿的最大人口数量,至 1995 年和 1999 年美国人口估计约分别为 2.5 亿和 2.73 亿人,据估算 2025 年美国人口将在 2.60 亿和 3.57 亿之间(图 2)^[2, 8]。

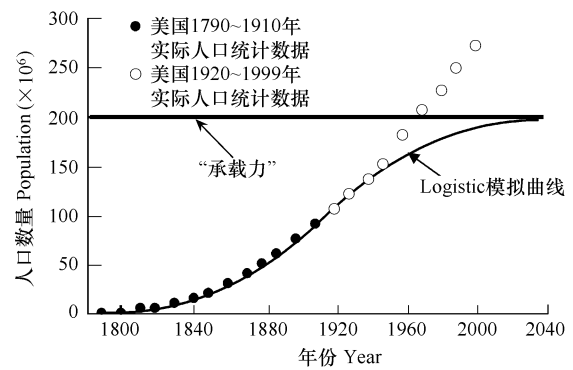


图 2 美国 1790~1990 年人口统计数据^[2,8]

Fig. 2 Actual census data and estimated logistic curve of USA population^[2,8]

为什么人类发展的实际情况与理论推测不相符合?是什么原因造成了人类经济社会增长不符合 Logistic 增长规律而呈现无限增长的趋势,或者说是什么因素和机理导致了马尔萨斯及其随后的研究者预言一次又一次地失败?从 20 世纪 80 年代中后期开始,生态学家们已经意识到了这个问题的原因在于人类自身社会文化因素对承载力的影响,并开始尝试从不同角度回答这个问题,如从人类科技进步、生活消费方式、贸易、制度等各个方面加以阐释。但是这些阐释又引起了更多的、更强烈的关于人类承载力的理论争论,甚至存在着截然相反的观点,没有任何一方的观点能够说服或驳倒另外一方。例如,关于科技进步对于承载力的影响,许多学者都认为科技进步可以大幅度甚至无限地提高人类承载力,而生态足迹的作者 William E. Rees 则持强烈的反对意见,认为即使在最理想的状态下,技术革新进步在本质上也不会提高承载力,而只是提高了资源利用效率,由于技术进步所带来的经济收益会带来收入的增加或者使物品更为便宜,从而刺激了净消费,因此技术进步在根本上不是提高了承载力,而是减少了承载力^[25]。

由此可见,虽然世界各国学者从不同的角度对承载力调控机理有所涉及并加以阐述,但这些研究大多是只看到了承载力调控因素某一方面的作用,或仅从某一个角度和方面考虑,并没有系统整体地分析承载力调控机理,目前承载力研究尚未解决调控机理问题。

1.3 估算方法研究困境

在承载力研究发展的 200 多年时间里,各国学者提出了许多种人类承载力的估算方法,例如植被第一性生产力估测法、资源与需求的差量法、综合评价法、状态空间法、生态足迹法等等。但是由于承载力研究在理论基础和调控机理方面还存在大量的困惑和尚未解决的问题,目前世界各国学者提出的承载力计算方法还存在较多的问题,还没有任何一项承载力研究结果能够真正能为人类经济社会的实践提供切实可行的决策依据。

在这些方法当中,即使针对同一研究目标,不同的方法之间得到的估算结果差异巨大,或者即使利用同一种方法,由于在参数选择、模型构建等方面存在差异,所得到的承载力估算结果也各不相同。以地球可以承载

的最大人口估算为例,Cohen^[20]系统总结了1679年至1994年之间65个有关地球可以支持的最大人口数量估算结果,最早的关于地球最大支持人口数量估算可以追溯到1679年,荷兰科学家、显微镜的发明者 Antoni van Leeuwenhoek 估算地球可以支持的最大人口数量为134亿人,1994年5位学者分别独立地估算了地球可以支持的最大人口数量,估算结果分别在30亿至440亿之间。这65个有关地球最大支持人口数量的估算研究结果差异巨大,最小的估算结果为10亿,最大为1万亿,并且没有明显的上升或下降趋势,并随着时间的推移越来越加分散。因此Cohen认为这些估算结果肯定有很多是不正确的,或者根本就没有一个唯一正确的答案。

2 承载力理论困境产生的原因

本文广泛收集和吸纳生态科学、地球科学、物理科学、环境考古学等诸多领域的最新研究成果,得知上述人类承载力研究困境产生的根本原因在于人类目前的科学知识难以对地球生态系统的复杂性进行预测模拟和人类所具有的社会属性使人类承载力充满了不确定性和假设。目前的人类承载力研究大多简单地将地球生态系统假设成简单的封闭系统,或者忽视人类承载力的社会文化属性,而将自然生态系统规律的简单套用,必然导致了承载力研究必然将遇到一个又一个难解的困境和疑惑。

2.1 地球生态系统的复杂性

实验室条件下的生物种群增长都能较好地符合 Logistic 曲线方程,这是因为实验室研究为这些生物提

供了培养皿、培养箱等稳定的、封闭的生存环境,封闭稳定的生存条件造成实验室环境下的生物种群数量最终稳定在一个特定的 K 值上。在野外自然生态条件下,生物生存环境并不是实验室条件下稳定封闭的理想状态,具有一定的开放性,与其它系统之间存在着物质能量的交换过程,因此野外生物种群很难找到符合 Logistic 曲线增长规律的实例^[3,5,8],但由于栖息空间相对具有局限性,野生生物种群的数量也存在某一特定的最大种群数量 K 值,例如 St. Paul、St. George 和 St. Matthew Island 等岛上驯鹿种群的数量^[36,37]。

而人类承载力的研究目标往往是地球上的某一特定的人类生态亚系统,如流域、城市、社区等等,是完全开放的生态系统,除与自然生态系统一样具有生物地球化学循环外,人类生产生活所需要的大量能量和物质必须依靠其他生态系统人为地输入到人类生态系统中。同时,人类生产生活所排放的大量废物,也通过人为的手段或生物地球化学循环输送到其它生态系统。随着科学技术的进步和经济全球一体化的进程加快,人类生态系统的物质能量交换能力越来越强,即使是封闭自然条件下的人类生态亚系统也与外界有着强烈的物质能量交换过程。因此,人类的生态位置与地理位置不再重合,任何人类生态亚系统的承载力必须从区域乃至全球生态系统的角度加以审视和考虑^[25]。

而地球生态系统是一个极为复杂的整体系统,其独特的内部运行机制具有动态性、整体性、突变性、级联性的特点,在没有任何人类干扰的情况下,地球系统的特征和过程在不同的时间空间上都是动态变化的。地球生态系统也是充满复杂内部联系的、独立完整的复杂系统,各子系统之间通过物理的、化学的或生物过程在时间空间上都相互紧密地联系在一起,使整个地球成为一个完整的系统。即使是距离非常遥远且在空间上互不连接的生态子系统之间也有可能存在非常密切的关系,充满了随机性、突变性,即使是系统中微小的、局部性的变化都可能引起其它生态子系统甚至整个系统发生不可逆的变化^[20, 35, 38-42]。因此,地球上任何一个生态子系统都不是实验室理想状态的封闭、稳定的系统,地球生态系统必须被作为一个完整的系统加以研究^[25,35,43]。

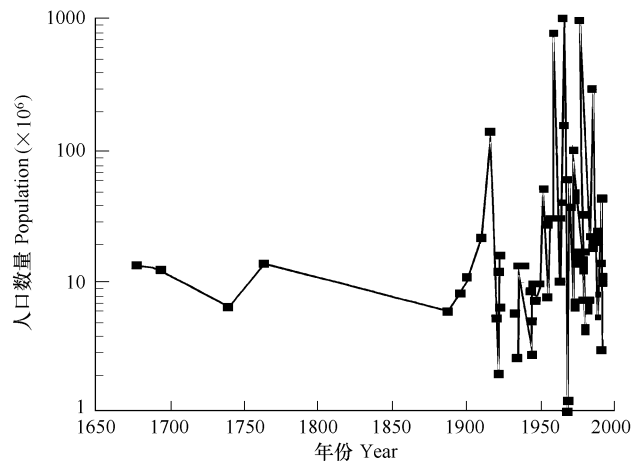


图3 不同历史时期地球人口承载力估算结果^[44]

Fig.3 Assessment Results of Human Carrying Capacity of the Earth^[44]

相比于地球漫长的历史,人类社会在地球上存在的时间仅仅是一个极为短暂的瞬间,人类研究观测地球的时间和现代科学研究的历史则更为短暂。虽然在过去 30a 里人类对于地球生命系统的认识和理解也取得了近乎爆炸式的增长,但是真正将地球作为一个整体系统来研究只是最近 10 ~ 15a 的时间,人类对于地球作为一个完整的系统是如何运行的、地球各个部分之间是如何联系在一起的以及地球不同部分之间具有何种重要性还知之甚少,对于地球的反馈机制和动态变化也缺乏了解和认识^[35,41,43]。

由于地球生态系统极其复杂,人类对于地球生态系统的认识还是充满了无限的未解之谜,人类目前的认知能力和研究基础还远远不能充分认识和理解地球生命支持系统的结构和功能,对于地球生态系统本身的变化趋势无法模拟预测,更无法准确地模拟出人类与自然之间的压力响应关系以及人类压力可能造成的后果。

2.2 人类承载力的社会属性

地球上大约共有 3000 万到 1 亿个物种,被生物学家正式分类的物种有 170 万个。在分类学上,人类是人属中的一个物种(现代人),属于动物界,脊索动物门,哺乳纲,灵长目,人科。与地球上存在的其它生物相比,人类除了具有复杂的大脑和较高的智力外,人在生物学属性上与其它生物相比没有多少其它特别之处,只是地球上 3000 万到 1 亿个物种和 4500 个哺乳动物物种中的一种^[27]。

自然动物种群个体数量和体重之间存在以下关系^[44]:

$$D = aWx^b \quad (1)$$

其中, D 为种群密度, W 是成年个体的重量。即其成年个体的重量越大,在特定时间内、单位土地面积上其个体的数量将越少。Peters 和 Raelson^[45] 根据以上公式计算了成年个体体重与人类相似的热带哺乳动物种群的期望种群密度,然后乘以地球上无冰雪覆盖的土地面积 1.33 亿 km^2 , 得出了成体重量在 50 ~ 70kg 的大型肉食和杂食动物全球种群规模理论值应该在在 $1.7 \times 10^7 \sim 2.3 \times 10^7$ 之间。而根据人类考古学研究,农耕文明前猎获生产方式下的人类人口数量在相当长的时期内基本维持在很低的稳定数量上,大约在 $2 \times 10^6 \sim 2 \times 10^7$ 之间,相当于 1970 年美国人口总数量,这与 Peters 和 Raelson 估算出来的热带哺乳动物种群全球理论种群数量惊人地一致,说明在农业生产技术发明之前人类承载力与其它生物承载力没有较大差异。

正是在大约距今 10000 万 a 以前,在更新世结束和最后一个间冰期开始的时候,人类发明了农业^[27],使人类承载力具有了社会文化属性,从而与自然生物承载力有了本质的差别。此后随着每一次重大的科技进步,例如铁器的发明、耕种技术的提高、化肥的发明、医药、公共卫生、基因技术等,人类克服了制约其它生物种群数量增长的一个又一个制约因素,如食物、天敌、疾病、繁殖力等,人类人口数量一直呈现 J 型增长。除了科技进步,人类其它社会文化因素,如贸易流通、生活生产方式、制度管理等因素也都影响着人类人口的数量。

人类所具有的独一无二的社会文化属性使人类与其它生物种群有着极大的不同,使人类承载力比其它生物种群承载力更为复杂,充满了不确定性和假设^[4,24,46,47]。人类的自适应能力和正反馈的人工调控能力决定了人类承载力不同于生物种群的“生存承载力”,而是“文化承载力”,除了在战争、饥荒、重大自然灾害等特定条件下,人类所具有的自主意识,如道德和伦理价值、品味和时尚、经济、环境效应、文化接受力、知识水平和管理能力等社会文化因素,使人类自身数量的发展不会影响到最基本的生存需要,也使人类承载力具有自我提升的特点。

人类的社会文化性特点决定了人类承载力必定与生活质量呈负相关,与特定的生存发展目标相关^[4,24,46,48]。自然生物种群的 Logistic 曲线 K 值是由于生物种群数量增长而导致资源环境不能满足其最基本的生存需要时的生物个体数量,每个生物物种对资源环境的需求虽然不同,但个体间的差异很小。而人类可以根据自己的知识主动地选择消费模式,改变生产方式以及其它行为方式,不同社会文化背景下的人群的生活方式差异极大,从而对承载力产生较大影响。Malthus 关于人口数量和每天享受牛奶葡萄酒的论述正是说明了这一点:“在一个国家中,如果每天晚餐要享受一杯葡萄酒和一块牛肉,那一个国家就不应该有更多的人口”^[48]。Garrett Hardin 则认为:“可以通过放弃奢侈生活使人口数量得以提高,如街灯照明、休假、多余的私人汽车、空调、艺术作品、舞蹈、音乐以及演讲等等。建筑物取暖效率肯定不如多层衣服^[48]”。

人类的社会文化属性也使人类不再仅仅只是生态的简单施压者,也是承载力的共同创造者,人类承载力具有自我提升的特点。自然生态系统中的生物种群与其所赖以生存的资源环境之间的关系是简单的利用和消费关系,生物物种通过利用生存所需要的资源环境进行生物性生产,在增加其种群数量的同时消耗可利用的资源环境,并最终达到种群数量增长的极限— K 值。人类与其它生物物种有着极大的不同,人类在消费生存所需要的资源环境的同时,还具有通过科技进步、经济生产以及贸易流通等手段,提高生物生产能力和资源利用效率,合理配置资源,从而可以不断地增加着生存所必需的资源环境的有效数量,提升自身的承载力能力。

科学技术发展的后果无法预测^[49~51]。1893 年为了庆贺在芝加哥召开的世界哥伦布博览会,美国出版协会邀请了 74 位各个领域著名的评论家撰写文章分别预测 20 世纪 90 年代的美国生活。100 多年后 Walter 又重新编辑并出版了这些 100 多年前有世界哥伦布博览会召开期间发表在美国全国性报纸上的文章。今天来验证这些预测,除了极少数的预测,例如电话和城市的增长等,当年这些著名人物的预测与 20 世纪美国实际情况大相径庭,在这 100 年里人类重要的技术、经济和政治变化都没有被预测出来^[52]。

2.3 承载力研究思路的偏差

人类承载力研究必须充分考虑地球生态系统的复杂性以及人类承载力的社会属性。但目前的承载力研究大多没有充分认识到以上两点,在研究思路存在偏差,或者将某一特定的研究区域简单地将假设成封闭的系统,或者忽视人类承载力的社会文化属性,忽视了人类生态系统不同于自然生态系统的本质特征,而是将实验室生物承载力规律简单套用。

如前所述,人类社会本身具有复杂性,其包含范围广,影响因素多,导致了人类承载力不是固定的、静态的或者单一的,取决于技术、人的选择和生产消费的方式,也取决于物理和生物环境之间相互作用的状态。由于在以前的研究过程中尚没有任何一个学者系统地、完整地对这些人类生态系统不同于自然承载力特点的复杂因素进行分析和总结,大多简单套用生物种群承载力的概念,或仅从人类承载力特点的某些方面加以考虑,因此虽然目前国内外学者提出了众多的承载力概念,但这些承载力概念当中尚没任何一个得到普遍的认同。

在现有的承载力理论方法研究中,大多只看到了人类经济社会活动对于资源环境产生的压力和影响,而只是像生物种群研究一样,简单地将人类经济社会活动与资源环境之间的关系看作是利用与被利用的关系、影响与被影响的关系,没有看到人类经济社会活动的两面性特点,人类经济社会活动不仅仅对资源环境产生压力,也可以通过科技进步、人类生产等手段提高生产效率,从而可以在相同的资源环境条件下极大地提高承载力。

3 结论与未来研究展望

由于地球生态系统的复杂性在目前知识水平下还难以模拟或预测,人类文化因素所造成的承载力二相性,决定了人类承载力必然是一个受社会文化因素影响的弹性阈值,也决定了人类承载力永远不会像化学键一样精确^[24],精确客观地估算承载力还存在着目前科学知识水平无法解决的大量理论难题。但承载力理论目前存在的困境不应成为放弃承载力研究的借口^[4],目前应从以下方面加强人类承载力研究,从而突破人类承载力研究面临的困境:

3.1 深入研究社会文化因素对承载力的影响

人类承载力与生物承载力最大的不同就是文化影响因素,科技进步、贸易流通、生产方式、生活方式以及制度管理等人类文化因素具有两面性的特点,决定了人类承载力是文化承载力,具有明显的有限与无限、动态与静态、局部与整体等二相性特点,人类不仅是简单的施压者,也是承载力的共同创造者,人类在提升自身承载力的同时也可能会削弱地球生态系统持续承载能力。因此,人类承载力研究应充分重视并深入研究探讨人类文化因素的影响,以期在未来能够真正解决制约承载力客观精确估算的关键问题。

3.2 采用不同于自然生物承载力的研究思路和研究范式

在当前的一段时间里,承载力研究更重要的是应该根据人类目前已经获得的地球自然运行规律和人类社

会文化特点发展一种全新的、不同于自然生物承载力的研究思路和研究范式,以便在现有知识水平条件下结合可持续发展实践和管理的需求,通过主观与客观相结合的方法寻找一种更为有效和可操作的承载力估算方法。对于人类社会文化因素发展采用主观方法设定刚性标尺;对于自然环境约束则采用相对客观的数学估算方法;从而构建有效的和可操作的承载力估算方法,使承载力研究能够真正运用于当前人类可持续发展的实践之中。

References:

- [1] Dhondt A A. Carrying capacity: a confusing concept. *Acta Oecologica Generalis*,1988, 9(4): 337—346.
- [2] Cohen J E. How many people can the earth support?. New York: W. W. Norton & Co. , 1995.
- [3] Price D. Carrying capacity reconsidered. *Population and Environment*, 1999, 21(1): 5—26.
- [4] Seidl I, Tisdell C A. Carrying Capacity Reconsidered: From Malthus' Population Theory to Cultural Carrying Capacity. *Ecological Economics*, 1999, 31(3): 395—408.
- [5] Clarke A L. Assessing the Carrying Capacity of the Florida Keys. *Population & Environment*, 2002, 23(4): 405—418.
- [6] Graymore M. Journey to Sustainability: Small Regions, Sustainable Carrying Capacity and Sustainability Assessment Methods. Griffith University, 2005.
- [7] Young C C. Defining the Range: The Development of Carrying Capacity in Management Practice. *Journal of the History of Biology*,1998, 31(1): 61—83.
- [8] Krebs C J. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. San Francisco, California: Benjamin/Cummings, 2001: 695.
- [9] Barrett G W, Odum E P. The twenty-first century: The world at carrying capacity. *BioScience*, 2000, 50(4): 363—368.
- [10] Dasmann R F. *Wildlife Biology*. New York: John Wiley, 1964.
- [11] Del Monte- Luna P, Brook B W, Zetina-rejo M J, *et al.* The carrying capacity of ecosystems. *Global Ecology and Biogeography*, 2004, 13(6): 485—495.
- [12] Edwards R Y, Fowle C D. The concept of carrying capacity. *Transactions of the 20th North American Wildlife Conference*, 1955: 589—602.
- [13] Smith R L. *Elements of ecology*. 3 ed. New York: HarperCollins, 1992.
- [14] Trewavas A. Malthus foiled again and again. *Nature*, 2002, 418: 668—670.
- [15] Abernethy V D. Carrying capacity: the tradition and policy implications of limits. *Ethics in Science and Environmental Politics*,2001, 2001: 9—18.
- [16] Pearl R. *Studies in Human Biology*. Baltimore, MD: Williams and Wilkins, 1924.
- [17] Ehrlich P R. *The population Bomb*. New York: Ballantine Books, 1971.
- [18] Worthington E B. World campaign for the biosphere. *Environmental Conservation*,1982, 9(2): 93—100.
- [19] Balter M. The Bomb That Wasn't. *Science*,2006, 312(5782): 1896.
- [20] Silver C S, Defries R S. *One Earth, One Future: Our Changing Global Environment*. Washington, D. C: National Academy Press, 1990. 4.
- [21] Lomborg B, Rubin O. The dustbin of history: Limits to growth. *Foreign Policy*,2002(133): 42—44.
- [22] Boulding K E. *The Economics of the Coming Spaceship Earth*. Environmental Quality in a Growing Economy, Jarrett H, Baltimore: Hopkins University Press, 1966. 3—14.
- [23] Hardin G. Living on a lifeboat. *BioScience*, 1974, 24(10): 561—568.
- [24] Hardin G. Cultural Carrying Capacity: A Biological Approach to Human Problems. *BioScience*,1986, 36(9): 599—606.
- [25] Rees W E. Revisiting carrying capacity: Area-based indicators of sustainability. *Population and Environment*,1996, 17(3): 195—215.
- [26] Kelly K W. *The home Planet*. New York: Addison-Wesley, 1997.
- [27] Williams R S. A modern earth narrative: What will be the fate of the biosphere? *Technology in Society*,2000, 22(3): 303—339.
- [28] John C J. Sustainability Ethnic: Tales of Two Cultures. *Ethics in Science and Environmental Politics*,2004: 39—43.
- [29] Detwyler T R. *Man's Impact on Environment*. New York: McGraw Hill, 1971.
- [30] Higgins G M. *Potential Population Supporting Capacities of Lands in the Developing World*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 1982.
- [31] Ehrlich P R. Human ecology for introductory biology courses; an overview. *American Zoologist*, 1985, 25(2): 379—394.
- [32] Brown L. *The Changing World Food Prospect: the Nineties and Beyond*. Washington, D. C. : Worldwatch Institute, 1988.
- [33] Ehrlich P R, Ehrlich A H. *Earth*. New York: Franklin Watts, 1988.

- [34] Ehrlich P R, Daily G C, Ehrlich A H, *et al.* Global Change and Carrying Capacity: Implications for Life on Earth Washington, D. C. : National Academy Press, 1989. 16 — 26.
- [35] Steffen W, Sanderson A, Tyson P, *et al.* Global Change and the Earth System: A Planet Under Pressure. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 2004.
- [36] Scheffer V B. The Rise and Fall of a Reindeer Herd. *Scientific Monthly*, 1951, 73: 356 — 362.
- [37] Klein D R. The introduction increase and crash of reindeer on St. Matthew Island. *Journal of Wildlife Management*, 1968, 32(2): 350 — 367.
- [38] Schneider E D, Kay J J. Life as a Manifestation of the Second Law of Thermodynamics. *Mathematical and Computer Modelling*, 1994, 19(6-8): 25 — 48.
- [39] Scheffer M, Carpenter S, Foley J A, *et al.* Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature*, 2001, 413(6856): 591 — 596.
- [40] Holling C S, Gunderson L H, Ludwig D. In Quest of a Theory of Adaptive Change. Washington, D. C. : Island Press, 2002.
- [41] Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Washington, D. C. : Island Press, 2005.
- [42] Motomi G K. Regime shifts: catastrophic responses of ecosystems to human impacts. *Ecological Research*, 2007, 22(2): 214 — 219.
- [43] Clark W C, Crutzen P J, Schellnhuber H J. Science for Global Sustainability: Toward a New Paradigm. Earth System Analysis for Sustainability, Schellnhuber H J, Crutzen P J, Clark W C, *et al.*, Cambridge, MA: The MIT Press, 2004.
- [44] Cohen J E. Population, economics, environment and culture: An introduction to human carrying capacity. *Journal of Applied Ecology*, 1997, 34(6): 1325 — 1333.
- [45] Peters R H, Raelson J V. Relations between individual size and mammalian population density. *American Naturalist*, 1984(124): 498 — 517.
- [46] Daily G C, Ehrlich P R. Population, sustainability, and earth's carrying capacity: A framework for estimating population sizes and lifestyles that could be sustained without undermining future generations. *BioScience*, 1992: 42, 761 — 771.
- [47] Cohen J E. Population growth and the Earth's human carrying capacity. *Science*, 1995, 269(5222): 341 — 346.
- [48] Hardin G. Carrying Capacity and Quality of Life. *Environmental Science: Sustaining the Earth*. Miller G T, Wadsworth, 1991. 195 — 196.
- [49] Ausubel J H. The Liberation of the Environment. Technological Trajectories and the Human Environment. Ausubel J H, Langford H D. Washington, DC: National Academy Press, 1997. 1 — 13.
- [50] Gary P E. The Paradox of Technological Development. *Technology and Environment*. Ausubel J H, Sladovich H E. Washington, D C: National Academy Press, 1989. 192 — 204.
- [51] Starr C. Sustaining the Human Environment: The Next Two Hundred Years. Technological Trajectories and The Human Environment. Ausubel J H, Langford H D. Washington, D C: National Academy Press, 1997. 185 — 198.
- [52] Walter D. Today Then: America's Best Minds Look 100 Years into the Future on the Occasion of the 1893 World's Columbian Exposition. Helena, MT: American World Geographic Publishing, 1992. 226.