

基于地区生态足迹差异的生态适度人口研究

陈勇^{1,2}, 茆长宝^{1,2}, 程琳³

1. 四川大学环境与区域发展研究所, 四川 成都 610064; 2. 四川大学人口研究所, 四川 成都, 610064;

3. 四川大学经济学院, 四川 成都 610064

摘要:以生态足迹理论为基础,对2006年我国生态足迹进行了计算,在此基础上对我国各省区以及东、中、西三大地带生态适度人口进行了研究。结果表明:第一,2006年我国共有25个省份出现生态赤字,最大赤字省份为上海,达到1.93。各地区人均生态足迹由东向西逐渐递减,生态承载力由东向西逐渐增加,生态赤字由东向西逐渐递减。地区间的可持续发展水平表现为:西部大于中部,中部大于东部。第二,2006年我国有25个省区出现生态人口赤字。全国的生态适度人口为62 482.41万人,赤字人口达到66 648.59万人,赤字人口比例达到51.61%,人口对生态环境资源的压力巨大。第三,生态赤字人口在地区间表现为由东向西的递减趋势,东部地区赤字最严重,西部最优。

关键词:生态足迹;地区差异;生态适度人口;中国

中图分类号: X24

文献标识码: A

文章编号: 1674-5906 (2009) 02-0560-07

“适度人口”(Optimum Population)就其本质而言就是人口数量与其资源、环境和经济条件相互匹配,达到一个理想的人口规模。早期适度人口论者英国学者坎南(O.E.Cannan)所关注的焦点是经济因素对人口的影响,后来,法国适度人口论者索维(A. Sauvey)在关注经济因素的同时,也注意到了技术进步等非经济因素对人口总量的影响。不过,作为对人口发展有重要制约作用的环境和资源并没有得到坎南和索维等人的重视,这或许成为适度人口理论研究的一个缺陷。随着全球环境变化和生态系统的恶化,如何保护资源和环境,实现人类社会可持续发展已经成为全球研究的热点。在这样的背景下,研究适度人口问题,即如何在实现资源环境可持续利用的基础上,实现适度人口的目标,达到最优人口规模,对我国经济社会发展具有特别重要的意义。

1992年,Rees首度提出了“生态足迹(Ecological footprint)”的概念^[3]。Wackernagel于1996年对其进行了完善与发展^[4-6]。此后,这一理论和模型在世界范围内得到了越来越多的推广和应用,并成为了许多学者定量研究国家^[7-9]和地区^[10-12]可持续发展的重要工具。2000年,该模型传入中国,并得到了中国学者的广泛关注和运用^[13-16]。通过运用生态足迹理论和方法,一些学者对生态适度人口进行了探讨。彭希哲等人^[17]以中国西部12省(市、区)为研究地域,对生态适度人口的影响因素进行了研究,认为资源、能源承载力是研究生态适度人口的决定因素。马晓钰^[18]2007年对广东、新疆两省(区)

的生态适度人口进行时间序列研究,发现两省(区)存在严重生态过剩人口。

本文在已有相关研究成果的基础上,运用生态足迹理论和方法,对中国各省区以及东、中、西部地区的生态足迹、生态承载力和适度人口规模进行计算和比较分析,并对我国东、中、西部的可持续发展程度进行了研究,最后提出了实现生态适度人口的一些相关政策建议。

1 原理、方法与数据

1.1 生态足迹概念

所谓生态足迹,就是一个人口(一个城市、一个国家或一个地区)所消费的所有资源和消纳这些人口所产生废弃物需要的生物生产土地面积(Biologically productive area)^[19]。生态承载力就是一个区域能够提供的生态生产性土地面积。生态足迹和生态承载力从正反两方面考虑人类与资源环境的相互关系。通过定量计算生态足迹和生态承载力及其对结果的比较,可以判断和评价一个区域的可持续发展水平。评价的结果主要有两个:生态盈余、生态赤字。当生态足迹大于承载力时为生态赤字,说明该国或地区可持续性弱,相反,当生态足迹小于承载力时为生态盈余,说明该国或地区可持续性强。

1.2 计算方法

1.2.1 生态足迹的计算方法^[6]

$$EF = N * ef = N \sum (a a_i) = N \sum \left(\frac{c_i}{p_i} \right) \quad (1)$$

式(1)中,EF为总的生态足迹,N为区域总

基金项目:四川大学“中国城镇新农村建设研究项目”(2007-03)

作者简介:陈勇(1965年生),男,教授,所长,研究方向为人口、环境与可持续发展。E-mail: yongchenscu@126.com

收稿日期: 2008-12-29

人口， ef 为人均生态足迹， aa_i 为人均*i*种交易商品折算的生物生产面积，*i*为消费商品和投入的类型， c_i 为*i*种商品的人均消费量， p_i 为*i*种商品的平均生产能力。

在生态足迹的计算中，涉及到耕地、林地、牧草地、建设用地、水域、能源用地等不同的土地类型。为使其具有可比性，需要对不同类型的土地进行均衡化处理，不同类型的土地的均衡因子见表1。

表1 不同土地类型的均衡因子和产出因子

Table 1 the balance and output factors of different land types

土地类型	耕地	林地	草地	水域	化石燃料用地	建筑用地
均衡因子	2.8	1.1	0.5	0.2	1.1	2.8
产出因子	1.66	0.91	0.19	1.0	0.0	1.66

注：数据来源于文献[14]。

1.2.2 生态承载力的计算方法^[6]

$$EC = N \times ec = N \times \sum_{j=1}^n a_j \times r_j \times y_j \quad (j=1,2,3,\dots,n) \quad (2)$$

式(2)中， EC 为生态承载力， N 为人口数， ec 为人均生态承载力， a_j 为人均实际占有的生物生产面积， r_j 为均衡因子， y_j 为产量因子， j 为生物生产面积类型。

1.2.3 生态赤字

$$ED = EF - EC = N(ef - ec) \quad (3)$$

式(3)中， ED 为生态赤字。 EF 、 EC 、 N 、 ef 、 ec 意义同上。公式表明：生态赤字由生态足迹和生态承载力共同决定。当生态足迹大于生态承载力时，表现为生态赤字；当生态足迹小于生态承载力时，表现为负生态赤字，即为生态盈余。

1.2.4 生态适度人口的计算方法

决定适度人口数量的方面很多，如经济、科技、农业产出、人口消费等。从生态足迹角度来看，一定时期的适度人口由人均生态足迹和生态承载力共同决定，即一定的资源供给和资源需求共同决定。一定的资源供给和一定的资源需求必然决定一定的人口数量，即生态适度人口[18]。当资源的需求量大于资源的供给量，即生态足迹大于生态承载力时，此时出现生态赤字，生态资源供给不能满足人口生活发展所需的资源量，出现人口过剩；当资源的需求量小于环境资源的供给量，说明人口的资源消费量低于环境资源能够提供的资源量，此时出现负生态赤字即生态盈余，出现生态盈余人口。因而，从生态足迹的角度来看，生态适度人口体现了生态承载力与生态足迹的相对应人口而言的适应程度，而生态适度人口状况正是这一适应程度的最好体现。其计算如下：

区域生态适度人口=区域总生态承载力/区域人

均生态足迹

$$\text{即: } P_0 = EC / ef \quad (4)$$

$$P = P_1 - P_0 \quad (5)$$

上式中， P_0 为生态适度人口数； P_1 为实际人口数； P 为生态过剩人口数； EC 、 ef 意义同上。当 P 值为正时，出现人口剩余；当 P 值为负时，出现人口负剩余，即生态盈余人口。

1.3 指标与数据

在本文研究中,考虑到农村与城市的实际情况，作者选用粮食、食油、蔬菜、水果、猪肉、牛羊肉、禽肉、蛋类、水产品、酒及能源等 11 大类作为人类消费的自然资源，其中能源部分包含了煤炭、焦炭、原油、汽油、煤油、柴油、天然气、电力等 9 类。其中，土地的利用类型有耕地、草地、林地、建筑用地、化石能源用地、水域等 6 大类。人口、粮食、食油、蔬菜、水果、猪肉、牛羊肉、禽肉、蛋类、水产品、酒等指标的数据来源于 2007 年中国统计年鉴和 2007 年各省区统计年鉴；煤炭、焦炭、原油、汽油、煤油、柴油、天然气、电力等指标的数据来源于 2007 年中国能源统计年鉴(其中，缺少西藏省份的能源消费数据)；各类型自然资源的单位面积产量以及单位面积的能源发热量指标以 FAO 数据中的中国部分的数据为准^[20]；土地资源数据来源于各省 2007 年统计年鉴。

2 结果与分析

2.1 我国各区域生态足迹的计算结果与分析

2.1.1 各省区生态足迹的计算结果与分析

通过公式(1)，对我国 2006 年各省区的生态足迹进行了计算，结果见表 2。2006 年，我国人均生物资源生态足迹为 0.68，人均能源生态足迹为 0.53，人均生态足迹为 1.22。

2.1.2 我国三大地带生态足迹的比较

对于生物资源生态足迹，我国东部、中部、西部地区分别为 0.90、0.60 和 0.51（东部地区包括：辽宁，河北，北京，天津，山东，江苏，浙江，上海，福建，广东，广西和海南。中部地区包括：黑龙江，吉林，内蒙古，山西，河南，湖北，江西，安徽和湖南。西部地区包括：陕西，甘肃，青海，宁夏，新疆，四川，重庆，云南，贵州和西藏。），东部地区明显高于中部和西部地区，中部和西部相差不大（表 3），中部地区略大于西部。可见，东部经济高水平，决定居民日常生活水平高。

对于能源资源生态足迹，我国东部、中部、西部地区相差不大。东部、中部、西部分别为 0.56、0.57、0.47。可见，虽然东部较之中部和西部发达，但各地区居民对能源资源的人均消费并没有太大区别。

表 2 2006 年我国各省区生态足迹与承载力

Table 2 Summary on ecological footprint and carrying capacity in provinces of China in 2006

地区省份	a	b	c	d	e	地区省份	a	b	c	d	e
北京	0.93	0.76	1.69	0.12	-1.57	湖北	0.82	0.54	1.36	0.42	-0.94
天津	0.80	0.88	1.68	0.23	-1.45	湖南	0.71	0.48	1.19	0.31	-0.88
河北	0.49	0.91	1.39	0.52	-0.87	广东	1.13	0.31	1.44	0.17	-1.26
山西	0.41	0.97	1.39	0.65	-0.74	广西	0.68	0.30	0.99	0.46	-0.52
内蒙	0.54	0.99	1.53	1.64	0.11	海南	1.17	0.22	1.39	0.49	-0.90
辽宁	0.81	0.61	1.42	0.47	-0.95	重庆	0.67	0.43	1.10	0.39	-0.71
吉林	0.59	0.73	1.32	1.01	-0.31	四川	0.63	0.30	0.93	0.55	-0.38
黑龙江	0.52	0.34	0.86	1.45	0.59	贵州	0.51	0.58	1.09	0.62	-0.47
上海	1.30	0.72	2.02	0.09	-1.93	云南	0.59	0.44	1.03	0.72	-0.31
江苏	0.87	0.47	1.34	0.32	-1.02	西藏	0.51	0.00	0.51	3.41	2.90
浙江	1.00	0.46	1.46	0.21	-1.24	陕西	0.35	0.45	0.80	0.66	-0.14
安徽	0.65	0.30	0.96	0.53	-0.43	甘肃	0.45	0.39	0.84	0.97	0.13
福建	1.07	0.46	1.53	0.21	-1.32	青海	0.49	0.60	1.09	1.27	0.18
江西	0.73	0.25	0.98	0.35	-0.63	宁夏	0.42	0.89	1.31	1.02	-0.29
山东	0.54	0.66	1.20	0.40	-0.80	新疆	0.45	0.64	1.09	1.16	0.06
河南	0.38	0.49	0.87	0.47	-0.41	中国	0.68	0.53	1.22	0.50	-0.72

注：单位为 $h m^2 c a p^{-1}$ ；a：生物资源生态足迹；b：能源生态足迹；c：人均生态足迹；d：生态承载力；e：生态赤字。

表 3 地区生态足迹、生态承载力与生态赤字比较

Table 3 The comparison among ecological footprint, ecological carrying capacity and ecological deficit in different regions

	a	b	c	a/c	b/c	D	e	f	f/e
东部	0.9	0.56	1.46	0.61	0.39	0.31	1.46	-1.15	0.79
中部	0.6	0.57	1.16	0.51	0.49	0.76	1.16	-0.4	0.35
西部	0.51	0.47	0.98	0.52	0.48	1.08	0.98	0.1	0.1
中国	0.68	0.53	1.22	0.56	0.44	0.5	1.22	-0.72	0.59

注：a：人均生物资源生态足迹；b：人均能源资源生态足迹；c：人均生态足迹；a/c：人均生物资源生态足迹对人均生态足迹的贡献率；b/c：人均能源资源对人均深入足迹的贡献率；d：人均生态承载力；e：人均生态足迹；f：人均生态赤字；f/e：人均生态赤字比率。

人均生态足迹则体现了明显的由东向西日益递减的趋势（表 3）。其中，东中西部地区分别为 1.46、1.16、0.98。由于各地区的能源资源生态足迹无大的差别，因而这一趋势的差别主要由各地区生物资源生态足迹决定，东部远高于中部和西部，中部略大于西部。这两者综合作用的结果即呈现了由东向西的递减趋势。其实质为居民的消费水平呈现：东部>中部>西部。

2.2 我国各区域生态承载力的计算结果与分析

运用公式（2），对我国 2006 年各省区生态承载力进行计算，计算的结果见表 2。2006 年，全国的生态承载力为 0.50，生态赤字为 0.72。赤字部分达到整个生态的 58.7%。可见，我国目前正在过分向自然界索取、过度消耗自然资源。显而易见，在目前的技术水平下，我国的消费和发展模式是不可持续的。

从各省的情况看，西藏、青海、黑龙江、宁夏等省的生态承载力都居全国的前列，尤其是西藏地区，其生态承载力全国最高，达到 3.41，是上海地区生态承载力的 39.7 倍。这些地区资源丰富，虽然技术水平不高，但居民的消费水平并不高，因而体

现了较高的生态承载力。相反的是技术水平高，而人均生态足迹更高的省区，如上海、北京、广东等地，由于资源本身较为匮乏，加之较高的足迹，造成这些省区生态承载力低，生态赤字相当严重。

从三大区域承载力看（表 3），东部为 0.31，最低；西部为 1.08，最高。生态赤字与之相反，由东向西呈递减的趋势，其中东部赤字最高，均值达到 1.15；西部最低且出现了盈余，盈余值为 0.10。这一趋势与我国地区间的经济发展的现状以及传统的经济格局相符，东部地区经济最发达，中部次之，西部最差。

2.3 各区域生态赤字与可持续发展水平分析

2.3.1 区域生态赤字比较

2006 年我国的平均生态赤字达到 0.72，占到人均生态足迹的 59%，赤字比例之高，说明全国的消费有近 60%是超出自然的承载限度。

从省区来看，赤字省区有 25 个，占到省区比例的 81%，上海赤字程度最严重，达到 1.93，占其生态足迹的 95.4%，仅有新疆、吉林、甘肃、西藏、内蒙、黑龙江 6 个省区出现盈余。其中盈余最大省西藏的生态盈余达到 2.9，人与环境关系最为和谐。

从区域来看，东部地区生态承载力仅为 0.31，为全国最低；而生态足迹却为 1.46，为全国最高。因而东部生态赤字也达到全国最高值 1.15。中部和西部地区生态承载力高于全国的平均水平，生态足迹低于全国平均水平。因而生态赤字水平低于全国的平均水平。

2.3.2 区域可持续发展水平比较

基于生态足迹理论，以生态赤字水平对可持续发展水平作出评价，结果见表 4。

就省区而言，可持续发展水平为优的有 6 个省区，分别为西藏、黑龙江、青海、甘肃、内蒙和新疆。而等级为良的省区只有陕西、宁夏、吉林 3 个。在全部省区中占 29%；等级为一般的有云南、四川等 5 个省；山西、重庆、江苏、上海等其余 17 个省的可持续发展状态为差和很差，差与很差状态的省区比例为 55%，超出全国省区的一半，其中包括东部所有的 12 个省。东部省和部分中部省的可持续发展状态对整个中国地区产生了严重影响，虽然经济发达，但可持续性却是最弱，这应引起重点关注。

就地区而言，西部地区为优；中部地区为一般；东部地区为很差。由东向西呈递增的趋势。但由于

处于优、良等级的省区较少，只占 29%，致使整个中国地区可持续发展水平为差。

2.4 生态适度人口与赤字人口等级分析

2.4.1 生态适度人口分析

依据公式 4、5，在 3.1、3.2 人均生态足迹和生态承载力计算的基础上，我国 2006 年各省区生态适度人口的计算结果见表 5 所示。

就全国来看（表 5），2006 年我国总生态适度人口为 62 482.41 万人，赤字人口达到 66 648.59 万人，赤字人口比例达到 51.61%，超过全国总人口的 50%。说明我国目前有超过一半的人口在过度的消耗我国的生态资源，生态环境资源承担着超过其自身承载力两倍多的人口。我国目前生态环境资源的压力巨大。

就省区来看，生态适度人口在 3 000~5 000 万之间的省区有河南、四川、安徽、云南等 7 省。其中，赤字人口最多的省份为山东，达到 6 229.17 万人，占其现有人口的 66.9%，高于全国的赤字水平 58.73%。生态适度人口位于 1 000~2 000 万之间的省份有河北、江苏、湖北、湖南、山西、广东等 14 省，其中赤字最高的省份为广东，比例达到 88.1%，赤字人口数达到 8 194.11 万人。其余的重庆、浙江、

表 4 地区可持续发展水平评价

Table 4 The evaluation on the levels of sustainable development in different regions

可持续发展水平	优	良	一般	差	很差
生态赤字范围 X	$X \geq 0$	$0 > X \geq -0.25$	$-0.25 > X \geq -0.5$	$-0.5 > X \geq -0.75$	$-0.75 > X \geq -1$
省份	西藏、黑龙江、青海、甘肃、内蒙、新疆	陕西、宁夏、吉林	云南、四川、贵州、安徽、河南	山西、广西、河北、江西、海南、重庆、辽宁、山东、湖北、湖南	江苏、浙江、天津、福建、广东、北京、上海
地区	西部	—	中部	中国	东部

表 5 我国各省生态适度与赤字人口

Table 5 The eco-optimum and deficit population of China

地区	a/万人	b/万人	c/万人	d	地区	a/万人	b/万人	c/万人	d
中国	129 131.00	62 482.41	-66 648.59	0.52	河南	9 392.00	4 997.08	-4 394.92	0.47
北京	1 581.00	108.83	-1 472.17	0.93	湖北	5 693.00	1 771.11	-3 921.89	0.69
天津	1 075.00	145.37	-929.63	0.86	湖南	6 342.00	1 657.13	-4 684.87	0.74
河北	6 898.00	2 588.24	-4 309.76	0.62	广东	9 304.00	1 109.89	-8 194.11	0.88
山西	3 375.00	1 577.22	-1 797.78	0.53	广西	4 719.00	2 224.43	-2 494.57	0.53
内蒙古	2 397.00	2 573.12	176.12	0.07	海南	836.00	295.11	-540.89	0.65
辽宁	4 271.00	1 413.58	-2 857.42	0.67	重庆	2 808.00	995.17	-1 812.83	0.65
吉林	2 723.00	2 083.72	-639.28	0.23	四川	8 169.00	4 845.79	-3 323.21	0.41
黑龙江	3 823.00	6 423.04	2 600.04	0.68	贵州	3 757.00	2 149.03	-1 607.97	0.43
上海	1 815.00	77.22	-1 737.78	0.96	云南	4 483.00	3 148.23	-1 334.77	0.30
江苏	7 550.00	1 794.39	-5 755.61	0.76	西藏	281.00	1 867.25	1 586.25	5.65
浙江	4 980.00	729.68	-4 250.32	0.85	陕西	3 735.00	3 103.18	-631.82	0.17
安徽	6 110.00	3 386.76	-2 723.24	0.45	甘肃	2 606.00	3 018.20	412.20	0.16
福建	3 558.00	488.85	-3 069.15	0.86	青海	548.00	640.51	92.51	0.17
江西	4 339.00	1 550.26	-2 788.74	0.64	宁夏	604.00	470.99	-133.01	0.22
山东	9 309.00	3 079.84	-6 229.16	0.67	新疆	2 050.00	2 169.19	119.19	0.06

注：a 总人口；b 适度人口；c 赤字人口；d 赤字人口比例。

北京、上海等 9 省的生态适度人口在 50 万到 1 000 万之间。其中赤字人口最高为浙江, 达到 4 250.32 万人, 占其现有人口的 85.3%; 其中赤字比例最高的省份为上海, 达到 95.7%, 全国最高。

生态赤字人口的本质意义为在现有的生态环境资源、消费水平的基础上, 生态环境资源所承载的超过其现有承载力能够承载的人口数。这说明我国目前有 25 个省的人口在不同的程度上超出了当地的环境资源的承载力, 给当前和后代带来了巨大的生态环境压力。这些省发展的可持续性弱, 人口压力大。此外, 有内蒙、黑龙江、西藏、甘肃、青海、新疆 6 个省区的生态适度人口高于当前实际的人口数。其中生态人口盈余最多的省份为黑龙江, 达到 2 600.04 万人, 占其现有人口比例的 68.01%, 盈余人口比例最高的省为西藏, 达到 564.5%, 即其生态适度人口为其现有人口的 5.645 倍。这些省区目前人口压力小, 对生态环境资源的压力不大, 发展的可持续性强, 依靠当地生态环境资源发展的空间大。

就地区而言 (表 6), 2006 年地区间总人口呈现由东向西的递减趋势, 东部人口最多, 中部次之, 西部最少, 其总人口分别为 55 896、44 194 和 29 041 万, 占全国的比例分别为 43.29%、34.22% 和 22.49%。其基本的传统格局仍然没有改变。而生态适度人口中, 中部最多, 达到 26 019.45 万人, 占全国总生态适度人口总数的 41.64%; 其次为西部, 最后为东部, 生态适度人口数分别为 22 407.54 万和 14 055.43 万, 占全国生态适度人口总数的 35.86% 和 22.5%。可见, 在各个地区中, 对我国生态适度人口贡献最大的地区为中部地区, 其次为西部地区, 最后为东部地区, 且中部和西部地区的贡献率达到 77.5%, 东部地区贡献率仅占 22.5%。而在生

态赤字人口中, 东部占据了全国生态赤字人口总数的 62.78%, 总数达到 41 840.57352 万人, 是中部和西部地区总和的 1.69 倍; 中部和西部地区生态赤字人口分别为 18 174.55 万和 6 633.46 万, 占全国的比例仅为 27.3% 和 10%。东部地区生态人口赤字严重, 人口压力相当大。东部地区本身的生态人口承载力低, 而其现实的人口数却占到全国 43.3%, 比中部和西部地区都要高, 这说明东部消耗中部和西部地区的环境资源, 以维持其现有人口和高消费水平。

2.4.2 赤字人口等级分析

就各省区生态人口赤字等级来看, 中西部地区生态人口赤字状况整体上优于东部地区 (表 7)。其中, 生态赤字为“优”的省区有西藏、黑龙江、新疆等 6 省, 其生态适度人口状况为盈余。这 6 个省区, 其中有 2 个为东部省, 4 个为西部省; 生态人口赤字状态为“良”和“一般”的省有吉林、陕西、四川等 8 个省, 其中中部地区有 3 个省, 西部为 5 个省。明显, “优”“良”“一般”状况的省全部为中西部省, 分别有 5 个和 9 个, 占各地区省的比例为 55.6% 和 90%; 赤字状态为“差”“很差”的省中, 东中西部分别有 12 个、4 个和 1 个, 分别占各地区省区的比例为 100%、44.4% 和 10%。东部地区所有省的人口都为赤字状态。这也正是生态足迹与承载力对人口适应度的集中表现。

就我国目前的情况看, 总人口在不断的增长, 短时间内的将人口控制在适度范围内存在很大的难度。当务之急是如何制定一个切实可行的措施, 以遏制生态赤字人口进一步扩大, 减轻赤字人口对环境造成的巨大压力, 这更具现实意义。同时, 这一措施的制定应当根据各省区、地区的差异而差别对待, 对生态人口盈余的省区如新疆、青海等省,

表 6 我国三大区域生态适度人口
Table 6 The eco-optimum population of there regions in china

地区	总人口		适度人口		赤字人口	
	总人口数/万人	占全国的比	生态适度人口数/万人	占全国的比	生态赤字人口数/万人	占全国的比
中国地区	129 131.00	1.00	62 482.41	1.00	-66 648.59	1.00
东部地区	55 896.00	0.43	14 055.43	0.22	-41 840.57	0.63
中部地区	44 194.00	0.34	26 019.45	0.42	-18 174.55	0.27
西部地区	29 041.00	0.22	22 407.54	0.36	-6 633.46	0.10

表 7 各省区生态人口赤字等级
Table 7 The degree of ecological deficit population in different provinces

赤字状态	优	良	一般	差	很差
生态人口赤字范围 X	X>0	0>X>-0.25	-0.25>X>-0.5	-0.5>X>-0.75	-0.75>X>-1
省份	西藏、黑龙江、青海、甘肃、内蒙、新疆	吉林、宁夏、陕西	河南、安徽、贵州、四川、云南	湖南、湖北、山东、辽宁、海南、重庆、江西、河北、山西、广西	上海、北京、广东、天津、福建、浙江、江苏

可加快当地经济发展, 提高居民的生活水平; 对赤字严重的地区应当改变当地的经济结构, 提高科技水平, 改变不合理的消费习惯, 提升当地的生态承载力, 增强适度人口的承载力。在中长期, 制定一个长远的人口发展规划, 以及经济发展和环境保护政策, 彻底解决生态人口赤字问题。

3 结论与对策

3.1 结论

从上面的分析可知, 2006 年, 我国共有 25 个省份出现生态赤字。最大赤字省份为上海, 达到 1.93。人均生态足迹由东向西逐渐递减, 生态承载力由东向西逐渐增加, 生态赤字由东向西逐渐递减。地区间的可持续发展水平为: 东部<中部<西部。经济最发达的东部地区, 可持续性最弱。全国的生态适度人口为 62482.41 万人, 赤字人口达到 66648.59 万人, 赤字人口比例达到 51.61%。说明我国目前有超过一半的人口在过度消耗我国环境资源, 我国人口、环境、资源压力大, 矛盾突出。对赤字人口的贡献率为: 东部>中部>西部; 对适度人口的贡献率表现为: 中部>西部>东部。造成这种情况的主要原因是, 东部地区本身的资源承载力较之中部和西部地区低, 而东部地区的人均生态足迹要远高于中部和西部地区。这一高一低造成了东部地区的生态赤字相当严重, 达到 1.15, 正是由于这一高水平的生态赤字, 直接导致了东部地区高的生态赤字人口, 也正体现了生态足迹与承载力对人口的适应度。

3.2 政策建议

(1) 坚持我国现行的计划生育政策。2006 年有 81% 省份出现了不同程度的人口赤字。由于历史的原因, 我国的人口经历了几次较大规模的增长, 致使目前我国的实际人口过多。目前保持低的生育率可以有效的控制我国的人口增长, 直接减少人口对环境资源的压力。

(2) 大力提高环境资源的承载力。从生态适度人口的计算结果来看, 我国目前相当部分省区的承载力低, 直接导致生态赤字人口的大量出现。反之, 通过增加环境资源的承载力, 却可以直接增加生态的适度人口, 提高环境资源的人口承载力, 直接减少生态的赤字人口。实现的途径有: 首先, 这可通过提高技术水平来实现。其次, 引导居民树立正确的消费观念, 反对过度、浪费消费, 提高相对生态承载力, 增加适度人口容量。第三, 提高人口的素质。一方面可以降低人口的出生率, 控制人口的出生数量; 另一方面可以提高劳动的效率, 增加生态承载力, 减少生态赤字人口, 实现良性循环。

(3) 加大地区间的相互联系, 取长补短。目前,

我国东部地区生态承载力基础弱, 而中部和西部地区的生态承载力要远强于东部地区, 加强地区联系, 东部地区可以输入中西部地区的消费产品和能源资源, 增加东部地区的生态承载力; 中西部地区虽然生态承载力高, 基础好, 但由于经济发展以及科技水平较之东部地区落后, 加强地区联系, 可以输入东部地区先进科技以及资金, 提高中西部地区的生态承载力, 提高生态适度人口规模。

参考文献:

- [1] E-坎南. 适度人口[M]. 北京: 北京大学出版社, 1985.
E-CANNAN. The Optimum Population[M]. Beijing: Beijing University Press, 1985.
- [2] A-索维. 人口通论[M]. 北京: 商务印书馆, 1983.
A-SANVY. General Theory Of The Population[M]. Beijing: The Commercial Press, 1983.
- [3] REES W E. Ecological footprint and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out[J]. Environment and Urbanization, 1992, 4(2):121-130.
- [4] WACKERNAGEL M, REES W E. Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on The Earth[M]. Gabriola Island: New Society Publishers, 1996.
- [5] WACKERNAGEL M, REES W E. Perceptual and structural barriers to investing in natural capital: economics from an ecological footprint perspective[J]. Ecological Economics, 1997, 20: 3-24.
- [6] WACKERNAGEL M, LARRY Onisto. National natural capital accounting with the ecological footprint concept[J]. Ecological Economics, 1999, 29: 375-390.
- [7] ERB KH. Actual land demand of Austria 1926—2000: A variation on ecological footprint assessments[J]. Land Use Policy, 2004, 21(3): 247-259.
- [8] VAN VUUREN DP, SMEETS EMW. Ecological footprints of Benin, Bhutan, Costa Rica and the Netherlands[J]. Ecological Economics, 2000, 34: 115-130.
- [9] WACKERNAGEL M, MONFREDA C, ERB KH. Ecological footprint time series of Austria, the Philippines and South Korea for 1961—1999: Comparing the conventional approach to an“actual land area”approach[J]. Land Use Policy, 2004, 22(3): 261-269.
- [10] SENBEL M, MCDANIELS T, DOWLATABADI H. The ecological footprint: A non-monetary metric of human consumption applied to North America[J]. Global Environ Change, 2003, 13: 83-100.
- [11] 蔺海明, 颀鹏. 甘肃民勤绿洲农业地区生态足迹的动态研究[J]. 应用生态学报, 2004, 15(5): 827-832.
LIN Haiming, XIE Peng. Dynamics of ecological footprints of agricultural region in Hexi oasis of Gansu Province[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2004, 15(5): 827-832.
- [12] 张志强, 徐中民, 程国栋. 生态足迹的概念与计算模型的回顾[J]. 生态经济, 2000, 10: 8-9.
ZHANG Zhiqiang, XU Zhongming, CHENG Guodong. Review on the concept and computable model of ecological footprints[J]. Ecological Economics, 2000, 10: 8-9.
- [13] 徐中民, 程国栋, 邱国玉. 可持续性评价的 ImPACTS 等式[J]. 地理学报, 2005, 60(2):198-208.

- XU Zhongming, CHENG Guodong, QIU Guoyu. ImPACTS identity of sustainability assessment, *Acta Geographica Sinica*[J]. 2005, 60(2): 198-208.
- [14] 徐中民, 张志强, 程国栋. 中国1999年生态足迹计算与发展能力分析[J]. *应用生态学报*, 2003, 14(2): 280-285.
- XU Zhongming, ZHANG Zhiqiang, CHENG Guodong, et al. Ecological footprint calculation and development capacity analysis of China in 1999[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2003, 14(2): 280-285.
- [15] 刘宇辉, 彭希哲. 中国历年生态足迹计算与发展可持续性评估[J]. *生态学报*, 2004, 24(10): 2257-2262.
- LIU Yuhui, PENG Xize. Time series of ecological footprint in China between 1962-2001: calculation and assessment of development sustainability. *Acta Ecologica Sinica*[J]. 2004, 24(10): 2257-2262.
- [16] 陈成忠, 林振山, 梁仁君. 基于生态足迹方法的中国生态可持续性分析[J]. *自然资源学报*, 2008, 23(2): 230-236.
- CHEN Chengzhong, LIN Zhengshan, LIANG Renjun. The analysis of the ecological sustainability of China That based on the method of ecological footprint[J]. *Journal of Nature Resources*, 2008, 23(2): 230-236.
- [17] 彭希哲, 刘宇辉. 生态足迹与区域生态适度人口—以西部12省市为例[J]. *市场与人口分析*, 2004, 10(4): 9-15.
- PENG Xizhe, LIU Yuhui. The ecological footprint and ecological optimum population of regions-A case study of 12 provinces and cities of western[J]. *Market and Demographic Analysis*, 2004, 10(4): 9-15.
- [18] 马晓钰. 基于生态足迹理论的生态人口过剩[J]. *广东社会科学*, 2007, (5): 189-194.
- MA Xiaoyu. The ecological overpopulation that based on the theory of ecological footprint[J]. *Social Sciences in Guangdong*, 2007, (5): 189-194.
- [19] 徐中民, 张志强, 程国栋. 生态经济学理论方法与应用[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2003: 26-32.
- XU Zhongming, ZHANG Zhiqiang, CHENG Guodong. Theory Approach And Apply in Ecological Economics[M]. Zhengzhou: Yellow River Water Conservancy Press, 2003: 26-32.
- [20] WACKERNAGEL M, ONISTO L, BELLO P. National natural capital accounting with the ecological footprint concept[J]. *Ecological Economics*, 1999, 29: 375-390.

A study on eco-optimum population in different parts of China using theory of ecological footprint

Chen Yong^{1,2}, Mao Changbao^{1,2}, Cheng Lin³

1. Institute of Environment and Regional Development, Sichuan University, Chengdu 610064, China;

2. Institute of Population Research, Sichuan University, Chengdu 610064, China; 3. School of Economics, Sichuan University, Chengdu 610064, China

Abstract: By using ecological footprint theory, this paper makes a study on the eco-optimum population in different provinces and regions in China in 2006. Results of the calculation of ecological footprint show that: First, there are 25 provinces in China which indicate ecological deficit, the largest deficit being in Shanghai as the value is 1.93. The per capita ecological footprint in the Eastern, Middle and Western parts of China indicates a decreasing trend from east to west while the ecological carrying capacity is increasing from east to west, and the ecological deficit is gradually declining from east to west. In terms of sustainable development level for different regions, the eastern region < the central region < the west region. Secondly, there are 25 provinces in China which are ecologically deficit for their population. While the ecologically optimum population in China is 624 824 100, the population which is ecologically deficit has reached 666 485 900 with a deficit ratio being 51.61% percent. At present more than half of its population is over-consuming our environmental resources. The eco-environment has been overloaded twice more than its carrying capacity, which has exerted an enormous pressure to life-support system in China. At the same time, the population with ecological deficit is declining from east to west. The ecological deficit in the eastern part is more serious than the middle and western parts. The western part in China has suffered the least in ecological deficit population.

Key words: ecological footprint; regional differences; eco-optimum population; China