1996—2004 年长江三角洲区域人地协调度演变分析

牛高华[1,2], 赵言文[1,3], 施毅超[1]
(1. 南京农业大学, 江苏 南京 210095; 2. 天津市农科院
农村经济与区划研究所, 天津 300192; 3. 河海大学 国土资源管理研究所, 江苏 南京 210098)

摘　要: 生态足迹是一种衡量人地协调和生态可持续性评估的方法。运用生态足迹模型,采用可变世界单产法从区域角度计算了长江三角洲地区 1996—2004 年间生态足迹和生态承载力。研究表明,随着人口的不断增长与经济的持续发展所带来的消费水平的不断提高,该区域生态赤字在不断增大,人地关系处于不协调发展状态,威胁着区域生态系统的稳定性和可持续发展。

关键词: 人地协调度; 生态足迹; 长江三角洲区域
文献标识码: A　　**文章编号**: 1000—288X(2008)03—0167—06　　**中图分类号**: F062.2

Human-Environment Coordination Fluctuations of Yangtze River Delta Between 1996 and 2004

NIU Gao-hua[1,2], ZHAO Yan-wen[1,3], SHI Yi-chao[1]
(1. *Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu* 210095, *China;*
2. *Institute of Agricultural Economy, Tianjin Academy of Agricultural Sciences,*
Tianjin 300192, *China;* 3. *Institue of Land Resource Management, Nanjing, Jiangsu* 210098, *China)*

Abstract: Ecological footprint is an important indicator to evaluate the sustainable use of ecosystem. Based on the theory of ecological footprint, the ecological footprint and ecological capacity of the Yangtze River Delta during the period from 1996 to 2004 are calculated and analyzed using the method of variable world average yield. Results show that the ecological deficits continue to increase, which demonstrates that great human-environment conflicts exist. The Yangtze River Delta is in a state of unsustainable development.

Keywords: human-environment coordination; ecological footprint; the Yangtze River Delta

生态足迹的概念最初是由加拿大学者 William Rees[1]和他的学生 Wackernagel[2]提出并加以完善。生态足迹作为一种衡量人地协调和生态可持续性评估的方法,受到了众多学者的关注和研究。我国在 1999 年引入生态足迹概念,并开始进行相关研究。2000 年杨开忠、杨咏[3]等对生态足迹分析方法进行了系统的介绍和评价,刘宇辉、徐中民、陈东景、张志强等学者[4—15]对该方法在中国的具体应用开展了深入地研究,并取得了一系列成果。

目前,针对全国以及西部各省市的相关研究较多,而关于长江三角洲地区[16—18]的研究相对较少,并且主要集中在部分地市,针对长江三角洲区域方面的研究报道鲜有出现。长江三角洲地区作为我国经济最发达的区域,其生态系统相关研究无疑对区域内乃至全国都具有很好的借鉴作用。

对于生态足迹而言,时间序列更有助于分析其随时间的变化,某地区人口的社会经济变化对资源消费的变化以及各类变化对该地区人口占用的生态足迹的影响[19]。

我国当前基于时间序列的生态足迹研究刚刚起步,且其相关研究大多采用的是恒定世界单产法。为此,本文利用联合国粮农组织(FAO)数据库、中国统计年鉴及相关省市统计年鉴(1997—2005)等自然资源生产与消费数据、单产数据及土地利用数据,采用可变世界单产法对 1996—2004 年长江三角洲地区区域人地关系演变进行定量分析。

收稿日期:2007-02-14　　**修回日期**:2007-12-10
资助项目:国家发展和改革委员会"长江三角洲地区区域规划土地利用"专题
作者简介:牛高华(1980—),男(汉族),河南省周口市人,硕士,研究方向为生态农业与可持续发展。E-mail:niugaohua@gmail.com。
通信作者:赵言文(1965—),男(汉族),江苏省徐州市人,博士,主要从事环境生态学及生态环境影响评价研究。E-mail: ywzhao@njau.edu.cn。

1 研究模型和计算

1.1 生态足迹模型[1,2,20]

生态足迹模型主要用来计算在一定的人口和经济规模条件下维持资源消费和废弃物吸收所必需的生物生产面积,其具体计算公式如下

$$E_F = Ne_f = N\sum_{i=1}^{n}(a_{ai}) = N\sum_{i=1}^{n}(c_i/p_i)$$

式中:i ——消费商品和投入的类型; p_i ——i 种消费商品的全球平均生产能力; c_i ——i 种商品的人均消费量; a_{ai} ——人均 i 种交易商品折算的生物生产面积; N ——人口数; e_f ——人均生态足迹; E_F ——总的生态足迹。

在生态足迹计算中把人类使用的生物生产面积分为化石燃料土地、耕地、林地、草地、建筑用地和水域 6 种类型。由于各土地类型生产力各不相同,需要对计算得到的各类生物生产面积乘以一个均衡因子,把这些具有不同生态生产力的生物生产面积转化为具有相同生态生产力的面积,以加总计算生态足迹。在计算 1996 —2004 年生态足迹时,均衡因子(表 1)不变,其取值来源于相关资料数据[2,20]。

在生态承载力(E_C)的计算中,利用上述生态足迹模型将现有的各种物理空间的面积乘以相应的等量化因子和当地的产量因子,就可以得到带有世界平均产量的世界平均生态承载力。

对于耕地产量因子,按中国统计年鉴中的长江三角洲地区粮食单产与 FAO 数据库中的世界单产比率进行计算,随年份而变化;而林产品和水产品的单产由于数据可获性的限制及其对计算结果影响较小,不随年份而变化,取长江三角洲地区的苏锡常地区数据[18]。建筑用地主要占用耕地,这里其产量因子采用耕地的产量因子。

此外因为该地区不存在草地,所以本文不予虑。同时出于慎重考虑,在生态承载力计算时扣除 12 % 的生物多样性保护面积(见表 1)。

表 1 均衡因子和产量因子

项目	耕地	林地	水域	建筑用地	草地	化石能源用地
产量因子	可变	1.35	9.68	可变	0.39	—
均衡因子	2.80	1.10	0.20	2.80	0.50	1.10

1.2 人地协调度及生态可持续性评估

基于生态足迹和生态承载力的计算结果可以对发展的生态可持续性进行评估。其计算公式如下

$$E_D(E_S) = E_F - E_C$$

式中:$E_D(E_S)$ 表示人均生态赤字(生态盈余)。它表明资源供需平衡的不协调性,是判断人地协调性与生态可持续性发展的依据。

1.3 生态足迹的计算

运用生态足迹理论和计算方法,采用 1996 —2005 年江苏省统计年鉴、浙江统计年鉴和上海市统计年鉴,对长江三角洲地区 1996 —2004 年生态足迹进行详细计算。在实际计算过程中,各项生物类消费量的计算如下:消费项的当年消费量 = 当年城镇人口 ×消费项当年城镇人均消费量 + 当年农村人口 × 消费项当年农村人均消费量。能源消费总量为生活消费量不包括生产消费量,采用数据为终端消费量,这样避免了数据中存在贸易量的问题,真正体现了全市的消费量。

长江三角洲浙江部分地市能源数据获得相对困难,但是考虑到长江三角洲地区江苏与浙江主要城市数量和经济发展水平大致相当,因此本文采用类比法基于浙江省各年 GDP 与江苏省 8 市 GDP 的比值进行估算求得。生态足迹需求由生物类资源消费用地和能源消费用地两部分组成。生物资源消费包括粮食、蔬菜、植物油、猪肉、牛羊肉、家禽、蛋、水产品、乳品、水果、酒类、木材。使用联合国粮农组织 1993 年计算的有关生物资源的世界平均产量资料,将长江三角洲地区区域 1996 年至 2004 年历年的消费转化为提供这种消费需要的生物生产面积,计算出历年生物资源消费的生态占用。能源消费的生态占用是指能源生产所需要的生态空间,以及能源消费后吸收其所产生的二氧化碳所需要的生态空间。

能源消费部分根据资料处理了如下几种能源:煤炭、焦炭、燃料油、煤油、汽油、柴油、其它石油产品、热力和电力。采用世界上单位化石能源土地面积的平均发热量为标准,将当地能源消费所消耗的热量折算成一定的化石能源土地面积,计算出历年的能源消费的生态占用。将以上对长江三角洲地区区域历年的各种生物资源和能源的消费计算得到各种生物生产面积类型进行汇总,并对各种生物生产面积乘以相应的均衡因子,就得到了按世界平均生态空间计算的长江三角洲地区区域历年的生态占用。

2　结果与分析

2.1　资源足迹数量变化

从总量来看,1996 —2004 年间长江三角洲地区生态足迹和生态承载力均呈现上升趋势,见表 2 —3。

长江三角洲地区生态足迹总量从 1996 年的1.34 $\times10^8$ hm^2 升至 2004 年的 1.99 $\times10^8$ hm^2,生态足迹以较块的速度上升,年增速约为 6.00 %。与生态足迹相比,生态承载力呈现波动性增长,且增速较小。1996 年,长江三角洲地区的生态承载力总量为 4.28 $\times10^7$ hm^2,2004 年上升至 4 312 hm^2,年均增长约0.083 %。我们可以看出,长江三角洲区域总生态足迹的增长明显快于总生态承载力的增长。从人均水平看,研究时段内长江三角洲地区生态足迹呈现上升趋势,而人均生态承载力总体呈现波动性下降趋势。长江三角洲地区人均生态足迹从 1996 年的 1.679 8 hm^2上升至 2004 年的 2.417 6 hm^2,年增速约为5.38 %。同时期,长江三角洲地区人均生态承载力则从初期的0.539 6 hm^2 下降到末期的0.521 0 hm^2,年均降速为 0.34 %。

表 2　长江三角洲地区生态足迹　　hm^2/人

年份	耕地	林地	水域	建筑用地	草地	化石能源用地	人均生态足迹
1996	0.703	0.042	0.063	0.124	0.027	0.731	1.690
1997	0.686	0.035	0.064	0.118	0.028	0.790	1.720
1998	0.664	0.039	0.063	0.119	0.027	0.858	1.770
1999	0.682	0.030	0.068	0.131	0.024	0.882	1.817
2000	0.703	0.035	0.066	0.164	0.024	0.961	1.953
2001	0.673	0.031	0.070	0.142	0.026	0.996	1.938
2002	0.727	0.022	0.075	0.133	0.027	1.143	2.127
2003	0.706	0.022	0.075	0.129	0.061	1.323	2.316
2004	0.687	0.018	0.072	0.150	0.060	1.431	2.418

表 3　长江三角洲地区生态承载力　　hm^2/人

年份	耕地	林地	水域①	建筑用地	草地②	化石能源用地	生物多样性 12 %	可利用的人均生态承载力
1996	0.379	0.049	0.061	0.124	0.000	—	0.074	0.540
1997	0.345	0.049	0.061	0.118	0.000	—	0.069	0.504
1998	0.341	0.049	0.061	0.119	0.000	—	0.068	0.501
1999	0.369	0.048	0.060	0.131	0.000	—	0.073	0.536
2000	0.453	0.048	0.059	0.164	0.000	—	0.087	0.637
2001	0.383	0.048	0.059	0.142	0.000	—	0.076	0.556
2002	0.340	0.048	0.059	0.133	0.000	—	0.070	0.510
2003	0.312	0.048	0.059	0.129	0.000	—	0.066	0.482
2004	0.340	0.048	0.059	0.150	0.000	—	0.072	0.525

注:①水域不包括海洋面积,承载力计算值比实际小;②草地面积较小,忽略不计。

2.2　资源足迹结构分析

从资源供需结构看,1996 —2004 年间长江三角洲地区生态足迹的构成发生了较大的变化,其中以耕地和化石燃料用地变化最大(图 1)。

1996 年耕地和化石燃料用地比例分别为41.63 %和 43.25 %; 2004 年,两者比例分别达到了28.41 %和59.20 %;耕地比例呈现下降趋势,而化石燃料用地则呈现上升趋势,两者占生态足迹的比重从 84.86 %上升到87.61 %,呈现上升趋势。从 1996 年到 2004 年,化石燃料用地生态足迹由 5.80 $\times10^7$ hm^2 上升到 1.18 $\times10^8$ hm^2,增幅达到 5.95 $\times10^7$ hm^2,占生态足迹总增长的92.42 %,是生态足迹增加的主要原因。同时,草地、水域和建筑用地生态足迹有所上升,但由于其基数比较小,其增幅占生态足迹比例很小。

从生态承载力的构成来看,耕地作为长江三角洲地区主要的土地类型之一,具有较高的生产力,是区域生态承载力的主要组成部分,但其呈现下降趋势。1996 年,耕地占总生态承载力的60.84 %,2000 年有所上升,达到62.61 %,此后又呈现下降趋势,2004 年下降到56.97 %。

生态足迹和生态承载力构成的变化反映了资源利用和供给结构的转变,它们是区域经济生产和消费

结构变化的结果。一方面,它反映了长江三角洲地区产业结构的演变。经济规模的迅速扩展,尤其是二、三产业在经济结构比例逐步增大,促成了能源消耗量的大幅度增加。另一方面,它反映了长江三角洲地区居民生活消费需求结构的变化。随着人们生活水平的不断提高,人们的饮食构成发生了重大变化,粮食所占的比例在不断减小,肉类奶类、渔产品的比例有所增加,但是存在波动,不太稳定,这可能与消费品市场价格波动有关。

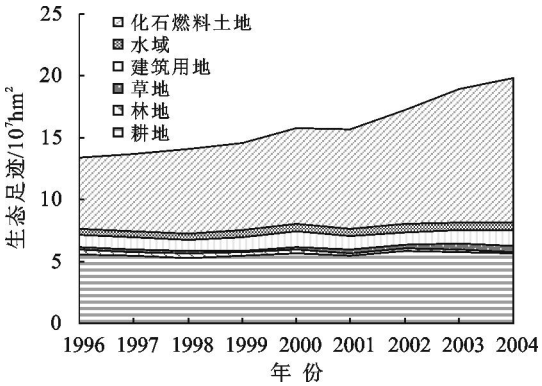

图 1 长江三角洲地区生态足迹构成

2.3 资源利用效益分析

由长江三角洲区域 GDP 和生态足迹,可计算出各产业的生态占用强度(万元 GDP 的生态足迹),其倒数即为生态效率。从图 2 中可以看出,长江三角洲地区 1996 —2004 年间万元 GDP 占用生态足迹总体呈现下降趋势,由 1996 年的 1.239 hm^2 下降到 2004 年的 0.690 hm^2,8 a 间下降了 44.31 %,年均降速为 6.96 %。说明长江三角洲地区经济发展对自然资源的利用效益在逐步提高,在各生产要素中,技术、人力、资金等非自然资源要素在经济发展中的作用逐步显现出来。以 2001 年为例,与全国 1.87 hm^2 相比,长江三角洲地区自然资源利用效益远高于全国,但是低于欧美发达国家。

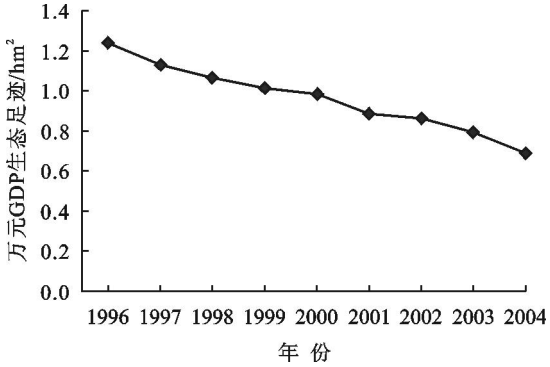

图 2 长江三角洲地区万元 GDP 生态足迹变化

假设长江三角洲地区经济的生态占用强度在 2004 年以后按 1996 —2004 年间的速率降低,那么,2010 年的生态占用强度将降低到 0.448 hm^2/万元;根据现有经济发展速度和区域各地市经济发展规划目标,以经济增速为 10 %计算,那么 2010 年长江三角洲地区生态足迹将达到 2.28×10^8 hm^2,比 2004 年增长 14.91 %。如果要在 2005 —2010 年经济发展同时实现生态足迹零增长,那么到 2010 年我国经济的生态占用强度需要降低到 0.389 hm^2/万元,其生态占用强度需以年均 9 %以上的速度逐年降低,因此,要实现该目标还需不断加大提高资源利用效益。

2.4 生态足迹演变分析

生态足迹的增加意味着对自然资源的利用程度加大,人口的持续增长与经济发展所带来的消费水平不断上升是主要原因。1996 —2004 年,长江三角洲地区人口由 7.94×10^7 上升到 8.21×10^7,年均增长速度为 4.32 ‰;GDP 由 1.08×10^{12} 元增加到 2.88×10^{12} 元,年均增长率为 20.73 %,两者共同促成了总生态足迹的增长,其年均增长速度达到 6 %(表 4)。1997 —2002 年长江三角洲地区资源消费水平表现出明显的与人口和 GDP 增长同步的倾向,在经济和人口增长速度最快的 2002 年,资源的消费增长速度同样达到最高水平;2002 —2004 年长江三角洲地区资源消费水平表现出与人口和 GDP 持续增长相反的发展倾向,呈现持续下降趋势,由 2002 年的 10.26 %下降到5.02 %。

表 4 生态足迹增长汇总

年份	年均增长率/ %		
	GDP	人口	生态足迹
1997	12.26	3.46	2.16
1998	9.08	2.52	3.13
1999	8.22	3.55	3.04
2000	11.31	4.73	8.00
2001	11.03	3.88	- 0.36
2002	12.72	4.76	10.26
2003	19.19	4.87	9.43
2004	20.81	6.30	5.02
1996 —2004	20.73	4.32	6.00

长江三角洲地区经济加速增长,反映出工业化进程的加速。长江三角洲地区工业的发展创造了大量的就业机会,吸引着农业人口和外来人口向城镇的聚集,使得总人口和城镇人口迅速增加。经济的快速发展需要大量的化石资源投入,而人口的增长也需要消费大量生物物质资源满足人们基本生活需要,最终消费总量的增加带动了区域内生态足迹的增长。

相对于生态足迹明显的增加,生态承载力增长相对缓慢。生态承载力的增长主要来源于技术增长带

来的土地生产力水平的提高和土地利用格局的变化,但其增长速度远远落后于生态足迹的上升速度,1996 —2004 年长江三角洲地区年均增长速度仅为 0.083 %。耕地作为长江三角洲地区生态承载力的主要贡献者,其贡献率在 50 %以上,耕地承载力的变化直接影响着区域承载力的变化,二者相关性达到了 0.997。

2.5　人地协调度及生态可持续性分析

生态系统的稳定性来自于人口、资源、环境、经济等组成要素的动态平衡。人口膨胀和消费水平上升提高了人类对资源的需求,但同时,技术的提高也可以扩大资源的供给能力。因此,在区域特定资源条件下,并没有绝对的人口容量、经济规模的限制,但必须保证生态系统各子系统发展的均衡性[10]。

在研究时段内,技术的增长提高了生态承载力,但是由于高生产力的耕地向其它较低生产力土地的转换,加之受到自然因素的影响,使得土地承载力增长不能抵消生态足迹的增长,从而造成生态赤字的不断扩大(表 5)。

表 5　长江三角洲地区生态足迹和生态承载力　hm^2/人

年份	人均生态足迹	人均承载力	生态盈亏
1996	1.690	0.540	- 1.150
1997	1.720	0.504	- 1.216
1998	1.770	0.501	- 1.268
1999	1.817	0.536	- 1.281
2000	1.953	0.637	- 1.316
2001	1.938	0.556	- 1.383
2002	2.127	0.510	- 1.617
2003	2.316	0.482	- 1.834
2004	2.418	0.525	- 1.893

从 1996 —2004 年,长江三角洲地区生态赤字由 1.150 hm^2 升至 1.893 hm^2,年均增速8.07 %。其中,2004 年是研究时段生态赤字最大状态。长江三角洲地区最大的赤字来源于耕地和化石能源用地,二者在总赤字中比例高达 90 %,2002 年达到了 94.69 %。其中,化石燃料用地生态赤字增长最快。如果从生态安全角度考虑,扣除 12 %生态承载力以保护生物多样性,那么生态超载的程度则更高。

本文以生态足迹与生态承载力相比,来反映长江三角洲地区对生物生产性土地需求[17,19],结果表明 1996 —2004 年间,其比值全部超过 3,即长江三角洲地区需要超过 3 个以上区域面积的土地来提供资源消费,其中 2003 年最大,达到 4.8;如果仅仅从生物资源方面考虑,其比值在 2 左右。因此,能源消耗是影响区域生态系统平衡的重要因素之一。通过以上数据分析表明,长江三角洲地区人地关系不协调程度在加剧。从维护生态系统的稳定出发,长江三角洲地区的发展方式不具可持续性,经济、人口与生态环境保护没有同时得到兼顾。

3　结 论

本文通过对长江三角洲地区 1996 —2004 年生态足迹计算,可以得出如下结论。

(1) 1996 —2004 年间长江三角洲地区生态足迹和生态承载力总体上均呈现上升趋势。区域总生态足迹的增长明显快于总生态承载力的增长。其中,化石燃料用地生态足迹占生态足迹总增长的 92.42 %,是生态足迹增加的主要原因。

(2) 长江三角洲地区人地关系不协调程度在加剧。长江三角洲地区生态承载力严重不足,生态功能水平薄弱,生态赤字显著,生态环境压力不断增加。区域生态赤字的主要直接原因在于化石能源的极大消耗造成对自然资源的过度利用,以及人为影响造成的耕地减少和建设用地的增加。耕地作为区域生态承载力的主要构成部分,直接影响着区域生态系统承载力的变化,而建设用地虽然具有较高的产出因子,但是从土地生产角度看它对区域生态系统承载力贡献很小。

(3) 本文综合考虑到长江三角洲地区实际,在产量因子计算中耕地因子采用动态因子,而林产品和水产品的单产由于数据可获性的限制及其对计算结果影响较小采用静态因子。对于短时期内,世界以及区域范围内土地生产潜力变化不大,对计算结果影响较小,但是由于生态资源和环境容量是随时间动态变化的,在计算时间序列发展潜力时则需要考虑其变化。此外,长时间序列更能反映区域生产潜力,更能准确反映区域实际情况。

[参 考 文 献]

[1] Wackernagel M, Onisto L, Bello P, et al. Ecological Footprint of Nations[R]. International Council for Local Environmental Initiatives, Toronto, l997: 10 —21.

[2] Wackernagel M, Onisto L, Bello P, et al. National natural capital accounting with the ecological footprint [J]. Concept Ecological Economic, 1999, 29:375 —390.

[3] 杨开忠,杨咏,陈洁. 生态足迹分析理论与方法[J]. 地球科学进展,2000,15(6):630 —636.

[4] 徐中民,张志强,程国栋. 甘肃省 1998 年生态足迹计算与分析[J]. 地理学报,2000,55(5):607 —616.

[5] 陈东景,徐中民,程国栋,等. 中国西北地区的生态足迹

[J]. 冰川冻土,2001,23(2):164—169.
[6] 张志强,徐中民,程国栋,等. 中国西部 12 省(区市)的生态足迹[J]. 地理学报,2001,56(5):599—610.
[7] 徐中民,陈东景,张志强,等. 中国 1999 年的生态足迹分析[J]. 土壤学报,2002,39(3):441—445.
[8] 陈六君,毛谭,刘为,等. 生态足迹的实证分析:中国经济增长中的生态制约[J]. 中国人口·资源与环境,2004,14(5):53—57.
[9] 刘宇辉,彭希哲. 基于生态足迹模型的中国发展可持续性评估[J]. 中国人口·资源与环境,2004,14(5):58—63.
[10] 刘宇辉. 中国 1961—2001 年人地协调演变分析:基于生态足迹模型的研究[J]. 经济地理,2005,25(2):219—235.
[11] 徐中民,程国栋,张志强. 生态足迹方法:可持续定量研究的新方法:以张掖地区 1995 年的生态足迹计算为例[J]. 生态学报,2001,21(9):1484—1493.
[12] 蔺海明,颉鹏. 甘肃省河西绿洲农业区生态足迹动态研究[J]. 应用生态学报,2004,15(5):827—832.
[13] 卢远,华璀. 广西 1990—2002 年生态足迹动态分析[J]. 中国人口·资源与环境,2004,14(3):49—53.
[14] 赵先贵,肖铃,兰叶霞,等. 陕西省生态足迹和生态承载力动态研究[J]. 中国农业科学,2005,38(4):746—753.
[15] 任志远,黄青. 陕西省关中地区生态安全定量评价与动态分析[J]. 水土保持学报,2005,19(4):169—172.
[16] 戴明忠,盛学良. 江阴市近五年生态足迹计算与分析[J]. 长江流域资源与环境,2004,13(5):482—487.
[17] 窦贻俭,苏慧,高超,等. 江苏省生态足迹分析与可持续发展研究[J]. 长江流域资源与环境,2004,13(6):519—523.
[18] 白艳莹,王效科,欧阳志云,等. 苏锡常地区生态足迹分析[J]. 资源科学,2003,24(6):31—37.
[19] 陈敏,张丽君,王如松,等. 1978—2003 年中国生态足迹动态分析[J]. 资源科学,2005,27(6):132—139.
[20] Wackermagel, Rees W E. Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth[M]. Gabriola Island: New Society Publishers, 1996.

(上接第 132 页)

(3) 由于上游引水引沙、水土保持等拦沙能力的增加,官厅水库泥沙淤积比例有较大幅度的减小。1950—1980 年期间,官厅水库泥沙淤积占总产沙量的比例为 14.91%,而 1981—2000 年所占的百分数则减小到 4.25%。(4) 官厅水库蓄水之前,下泄泥沙量较大;蓄水后,永定河上游大量的泥沙淤积库内,向下游排沙量很少,下泄泥沙量为3.93×10^8 t;1981 年以后,官厅水库向下游未排沙。

4 结论

近 50 a 来官厅水库上游流域泥沙输移平衡研究结果表明,泥沙分配可分为 5 个部分,分别是水利工程拦沙;水土保持措施拦沙;河系沉沙(包括河滩引沙淤地);引洪淤灌拦沙和流域泥沙下泄等 5 个部分。官厅水库以上流域近 50 a 泥沙侵蚀总量为 4.57×10^9 t。其中水利工程拦沙总量为 7.65×10^8 t;水土保持措施拦沙 7.71×10^8 t;河系沉沙 8.16×10^8 t;引洪淤灌拦沙 9.65×10^8 t;流域泥沙下泄 4.25×10^8 t。因此,改善和提高上述 4 个方面的拦沙能力,都可以有效地控制泥沙进入官厅水库,减少泥沙对官厅水库的淤积。

1983 年开展重点治理以来,官厅流域的水土保持拦沙率增幅很大,近 20 a 的产沙总量中水土保持拦沙量占 33.29%,和 1950—1980 年间的拦沙率相比,水土保持拦沙率提高了 26.27%,水土保持拦沙对减少流域的产沙及水库的泥沙淤积起到了非常重要的作用。

[参 考 文 献]

[1] 王金林. 官厅水库的历程[J]. 北京水利,1996(3):17—19.
[2] 李善征,陈宗文,张启舜. 官厅水库泥沙问题的研究[J]. 水利学报,1985(3):10—21.
[3] 王延贵,胡春宏. 官厅水库淤积特点及拦门沙整治措施[J]. 泥沙研究,2003(6):25—30.
[4] 水利电力部海河水利委员会. 官厅水库上游泥沙运行规律研究(官厅水库防淤减淤综合措施研究 Ⅰ—Ⅰ课题中间报告)[R]. 1984.
[5] 刘世海,胡春宏. 近廿年来官厅水库流域水土保持拦沙量估算[J]. 泥沙研究,2004(2):67—71.
[6] 刘世海. 官厅水库泥沙淤积及水质污染综合治理研究[R]. 中国水利水电科学研究院,2003:87—92.
[7] 钱宁,张仁,周志德. 河床演变学[M]. 北京:科学出版社,1987.
[8] 胡春宏,王延贵,张世奇,等. 官厅水库泥沙淤积与水沙调控[M]. 北京:中国水利水电出版社,2003:13—35.
[9] 水利电力部天津勘测设计院. 石匣里水库可行性研究设计输沙量分析报告[R]. 1989.
[10] 沈国舫,王礼先. 中国生态环境建设与水资源保护利用[M]. 北京:中国水利水电出版社,2001:170—182.