

综 述

## 中国河流水生生物群落结构特征探讨

洪 松<sup>1,2</sup> 陈静生<sup>1</sup>

(1. 北京大学城市与环境学系, 北京 100871; 2. 武汉大学资源与环境科学学院, 武汉 430072)

### STRUCTURE CHARACTERISTICS OF AQUATIC COMMUNITY FROM THE MAIN RIVERS IN CHINA

HONG Song<sup>1,2</sup> and CHEN Jing-sheng<sup>1</sup>

(1 Department of Urban and Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871;

2 School of Source and Environmental Sciences, Wuhan University, Wuhan 430072)

**关键词:** 中国; 河流; 水生生物群落

**Key words:** China; River; Aquatic community

**中图分类号:** Q145+.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3207(2002)03-0295-11

中国学者自 20 世纪 50 年代起开展了局部河流或河段鱼类饵料生物资源的调查工作, 自 20 世纪 70 年代末起又从生物学角度监测和评价了若干河流的水质<sup>[1-51]</sup>, 国家环保局也于 1986 年规定在全国 20 个城市推广水环境的生物监测, 并建议监测 5 种生物群落<sup>[1]</sup>。这些工作为在流域及更大范围内开展河流生态学研究积累了资料。但由于技术力量薄弱和经费严重不足, 河流生物监测工作在我国还没有很好地进行, 至今仍缺乏对我国河流水生生物群落结构特征的全面了解。

尽管不同学者的研究目的、生物监测时间、监测指标不尽相同, 然而他们的工作也存在众多共同点, 如一般以浮游生物群落和底栖动物群落或者其中之一为监测对象, 监测指标也大多相同等。而且, 河流水生生物群落一般不会在短时间内发生显著的变化, 这使相同或相近年份的水生生物资料之间具有一定程度的可比性。本文试图在收集、整理和总结前人历年积累资料的基础上, 初步阐述中国主要河流水生生物群落结构及其空间差异和时间演替的若干特征, 从生物角度反映中国河流水质的整体状况, 为全面评价我国河流水质与污染控制提供参考。

收稿日期: 2001-03-11; 修订日期: 2001-09-10

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(49671017)

作者简介: 洪 松(1973—), 男, 武汉市人; 博士; 主要从事环境生态学方面的科研。E-mail: sonyhong@263.net

## 1 资料来源与处理

作者查阅了自 20 世纪 50 年代以来涉及中国河流水生生物群落的 100 余篇论文、研究报告、调查报告和环境质量报告书,收集到了我国主要河流(黑龙江、乌苏里江、松花江、海河、黄河、汉江、嘉陵江、沱江、长江、黄浦江、赣江、湘江、闽江、西江、北江、东江、珠江)现有的几乎全部生物监测资料。有关我国河流水生生物群落的监测资料,70 年代以前的资料可作为河流水质生物学评价的珍贵本底值;从 70 年代末至 80 年代前期积累最多,是本文主要引用源。在本研究中,尽可能将相同或相近年份的资料放在一起进行比较,尽可能利用 90 年代以来的最新资料对水生生物群落的时间上的演替趋势进行探讨。

在本文中,选择国内外研究较多的、对水质变化较敏感的三种代表性水生生物群落:浮游植物、浮游动物和底栖动物,从反映群落结构特征的种类数、密度、生物量、优势种和多样性指数等五项指标来描述。

应该指出,水生生物的种类鉴定及现存量测量是个十分棘手的问题。常常由于某个地区有关领域的专家多,发现生物的种类也多。因此,对现有资料中有关生物的种类数、密度等数据应该有审视的态度。在这个意义上,本文研究得到的结论只具有参考和启发价值。

## 2 结果与讨论

### 2.1 70—80 年代前期中国河流水生生物群落结构的一般特征

**2.1.1 种类数** 表 1 列举了 20 世纪 70 年代末至 80 年代前期中国主要河流浮游生物和底栖动物的种类数。表中  $N_{\max}$  表示种类数最多的生物门类。可以看出,中国河流浮游植物为 35—150 属左右,浮游动物为 35—170 种左右,底栖动物为 30—100 种左右。

表 1 中国河流浮游生物和底栖动物的种类数  
Tab.1 Species number of plankton and zoobenthos in Chinese rivers

河流 River	时间 Time(年)	浮游植物		浮游动物		底栖动物		文献 References
		属	$N_{\max}$	种	$N_{\max}$	种	$N_{\max}$	
黑龙江	1981	36	硅藻		原生动物		水生昆虫	[9]
松花江	1983—1984	68	硅藻	94 <sup>(1)</sup>	轮虫	96	水生昆虫	[10, 11, 12]
海河	1980—1987	54		43 <sup>(2)</sup>	桡足类			[13, 16]
黄河	1979—1982	50	硅藻	35	轮虫	33 <sup>(3)</sup>	水生昆虫	[19, 23]
沱江	1983—1984	64	绿藻	109	轮虫	63	水生昆虫	[29]
长江	1980—1981	82	绿藻	168	轮虫	41 <sup>(4)</sup>	水生昆虫	[33]
黄浦江	1982	66	绿藻			22	软体动物	[36, 37]
赣江	1980—1981	62	绿藻	125	轮虫			[33]
湘江	1979—1980					93	水生昆虫	[42]
西江	1981—1982	76	绿藻	165	轮虫	49	软体动物	[51]
北江	1981—1982	110	绿藻	95	枝角类	85	水生昆虫	[51]
东江	1981—1982	146	绿藻	70	轮虫	74	软体动物	[51]
珠江	1981—1982	82	硅藻	147	轮虫	72	软体动物	[51]

注:(1)1980—1982年;(2)1983年;(3)甘肃河段;(4)下游干流;表中空白处为原文献数据缺,下同

在种类组成方面,东北河流和黄河以硅藻门的种类数(属数)较多,其他河流中的浮游植物一般以绿藻门属数最多。硅藻属数在绝大部分河流中仅次于绿藻。浮游动物中种数最多的一般为轮虫,枝角类或桡足类次之。但北江以枝角类种数最多,海河以桡足类种数最多,轮虫种数均居其次。除东北河流中原生动物种类较多外(在黑龙江占第一位,松花江占第二位,其他河流干流中原生动物种类都比较少。大多数河流中的底栖动物以水生昆虫种数最多。珠江水系等少数河流以软体动物种数最多,水生昆虫种数次之。

**2.1.2 密度** 表 2 列举了浮游生物和底栖动物的平均密度。表中,  $N_{\max}$  表示密度最大的生物门类。在列举的河流中,浮游植物密度从每升数千或上万(黄河)到每升数百万(黑龙江)不等,相差上千倍。浮游动物和底栖动物的密度一般均为每升数十个到数千个左右。

几乎在所有河流中硅藻的密度都是最高的,只有个别河流以绿藻密度最高。大量调查表明,硅藻密度常常占浮游植物总密度的一半或更多,在有些河流(如长江、汉江、嘉陵江)中甚至占到 90% 以上。浮游动物密度一般以原生动物占多数。东北地区河流和西江、北江、东江中原生动物密度占浮游动物总密度的 70% 以上,长江水系河流中占 50% 左右,只有华北地区河流中原生动物较少,如海河 1983 年的调查只采集到了极少量的原生动物样品。大部分河流中底栖动物以水生昆虫密度最高,但软体动物和寡毛类在部分河流(如北江)或河段(如长江下游)是密度最高的种类。

**2.1.3 生物量** 表 3 列举了浮游生物和底栖动物的生物量。表中,  $N_{\max}$  表示生物量最高的生物门类。浮游植物生物量在 0.005—5mg/L 之间,且以硅藻生物量最高。浮游动物生物量在 0.05—2mg/L 之间,一般以体形较大的桡足类或枝角类生物量最高。底栖动物生物量在每平方米数十毫克到数百克之间,一般以软体动物最高。

**2.1.4 优势种** 表 4 列举了浮游生物和底栖动物的优势种。硅藻门种类是浮游植物的优势种类,直链藻在大多数河流中均属优势种之列,而且多为第一优势种。只有在少数水质污染较重的河流(如黄浦江)中蓝藻门的种类才成为优势种之一。除华北地区河流浮游动物以桡足类占优势外,其余河流均以原生动物种类为优势种。轮虫种类虽多,但密度不及原生动物。底栖动物中,水生昆虫幼虫一般在有机污染较轻的河流或河段占优势,软体动物和寡毛类则在底积淤泥、有机质较丰富的河流或河段成为优势种。

从优势种的组成看,砂壳虫、侠盗虫、棘壳虫和水生昆虫幼虫中的蜻蜓目、襁翅目、蜉蝣目、毛翅目属于寡污带种类,直链藻、小环藻、针杆藻、脆杆藻、舟形藻、等片藻、双菱藻、空星藻和筒壳虫属于寡污带至  $\beta$ -中污带种类,菱形藻、舟形藻、冠盘藻和表壳虫属于  $\beta$ -中污带至  $\alpha$ -中污带种类,颤藻和台湾温剑水蚤属于  $\alpha$ -中污带种类,水丝蚓等寡毛类属于多污带种类。摇蚊幼虫是淡水底质部分分布最广的底栖动物,河蚬则一般被认为不能栖息于多污带和  $\alpha$ -中污带水域。上述情况表明,70 年代末至 80 年代前期中国河流中水生生物的优势种以寡污带至中污带种类居多,多污带种类只在少部分河流或河段占优势,这说明当时中国河流水生生物群落已受到轻度至中度水质污染的影响。

**2.1.5 多样性** 关于中国河流水生生物多样性方面的研究并不多,能提供整条河流某类生物多样性指数平均值的报道更为少见。表 5 仅列举了已见于文献的若干河流浮游植物和底栖动物的多样性指数。表中,  $d$  表示 Margalef 多样性指数,  $H$  表示 Shannon 多样性指数。Wilhm & Dorris 建议  $d = 1.0$ — $3.0$  时<sup>[52]</sup>、黄玉瑶等人建议  $d = 1.0$ — $2.0$  时表示水质受

到中度污染<sup>[2]</sup>。Wilhm 建议  $H = 1.0-3.0$  时表示水质受到中度污染,沈韞芬等人建议  $H = 1.0-2.0$  时水质受到中度污染, $H = 2.0-3.0$  时水质受到轻度污染<sup>[3]</sup>。由表 5 可见,中国河流水生生物群落的多样性指数均显示河水在轻-中度污染范围内,与前述结论一致。

## 2.2 中国河流水生生物群落结构的南北向差异

将中国河流水生生物群落结构从北向南的变化规律初步归纳如下:

(1) 将表 1 所列各条河流中浮游植物、浮游动物和底栖动物的种类数相加(由于浮游植物只统计到属,加和值是粗略的),可以看出从北往南河流水生生物种类总数略有增加,最低值出现在黄河,但东北、华中与华南河流差别不大。这一现象与 Patrick 报道美国东南部河流水生生物种类总数变化不大、但种类组成有较大差别的情况类似<sup>[4]</sup>。

表 2 中国河流浮游生物和底栖动物的密度

Tab. 2 Population density of plankton and zoobenthos in Chinese rivers

河流 River	时间 Time(年)	浮游植物		浮游动物		底栖动物		文献 References
		个/L	$N_{max}$	个/L	$N_{max}$	个/m <sup>2</sup>	$N_{max}$	
黑龙江	1981	6914000	硅藻	1230	原生动物		水生昆虫	[9]
乌苏里江	1981	4502000	绿藻	2418.8	原生动物			[9]
松花江	1980—1982	1356000	硅藻	2230	原生动物	4241 <sup>(1)</sup>	水生昆虫	[10,11,12]
海河	1980—1987	2034000	硅藻					[16]
	1984	1336000	金藻	45.69 <sup>(2)</sup>	桡足类 <sup>(2)</sup>			[13,14]
黄河	1979—1982	11765	硅藻	0—10	桡足类 <sup>(3)</sup>	1—15 <sup>(3)</sup>	水生昆虫	[18,23,24]
汉江	1980—1981	15000	硅藻		原生动物	700 <sup>(4)</sup>	水生昆虫	[25,33]
嘉陵江	1980—1981	28500	硅藻			403 <sup>(5)</sup>	水生昆虫	[27,33]
沱江	1980—1981	48000	硅藻	36.03		382 <sup>(6)</sup>	水生昆虫	[28,29,33]
长江	1980—1981	26360	硅藻	31.43	原生动物	105—110	上游:水生昆虫	[32,33]
							下游:寡毛类	
赣江	1980—1981	70566	硅藻	8.96	原生动物			[33]
湘江	1980—1981	43500	硅藻	12.2	原生动物	500 <sup>(7)</sup>	软体动物	[33,43]
西江	1981—1982	259269	硅藻	142.44	原生动物	99		[51]
北江	1981—1982	253660	绿藻	198.40	原生动物	1327	软体动物	[51]
东江	1981—1982	114000	硅藻	163.90	原生动物	57		[51]
珠江	1981—1982	360000	硅藻	107.19	原生动物	207	软体动物	[51]

注:(1)1983—1984年;(2)1983年;(3)1958年;(4)1958年;(5)1985—1986年;(6)1983—1984年;(7)1979—1982年

(2) 从表 2 可以看出,从东北到华北河流中各类水生生物密度均趋于降低,至黄河达最低值,再向南又趋于升高,到华南浮游植物密度重新上升到与东北河流同一数量级,但浮游动物和底栖动物密度仍远低于东北河流。张曙光等认为黄河浮游生物密度低是因为河水中悬浮颗粒物含量过高<sup>[24]</sup>。由于黄河河床泥沙淤积极为严重,底栖动物群落因生存环境被破坏而趋于退化。

表 3 中国河流浮游生物和底栖动物的生物量

Tab.3 Biomass of plankton and zoobenthos in Chinese rivers

河流 River	时间 Time(年)	浮游植物		浮游动物		底栖动物		文献 References
		mg/L	N <sub>max</sub>	mg/L	N <sub>max</sub>	g/m <sup>2</sup>	N <sub>max</sub>	
黑龙江	1981	4.240	硅藻	0.200	轮虫		软体动物	[9]
乌苏里江	1981	3.400	硅藻	1.105	枝角类			[9]
松花江	1983—1984	1.510 <sup>(1)</sup>				38.511	水生昆虫	[10,12,32]
海河	1980—1987	3.710	硅藻	1.168 <sup>(2)</sup>	桡足类			[13,16]
黄河	1985					0.1—0.2		[18,24]
汉江	1980—1981	0.005	硅藻		桡足类	0.12 <sup>(3)</sup>	水生昆虫	[25,33]
沱江	1980—1981	0.019	硅藻	0.103 <sup>(4)</sup>	枝角类			[29,33]
长江	1980—1981	0.075	硅藻	0.908	桡足类	上游:0.03 下游:0.41	软体动物	[33]
赣江	1980—1981	0.028	硅藻	0.257				[33]
西江	1981—1982	0.654	硅藻	0.069	桡足类	25.54	软体动物	[51]
北江	1981—1982	1.463	硅藻	1.720	枝角类	234.63	软体动物	[51]
东江	1981—1982	0.217	硅藻	0.098	桡足类	48.59	软体动物	[51]
珠江	1981—1982	1.628	硅藻	1.670	桡足类	29.07	软体动物	[51]

注:(1)80年代初;(2)1983年;(3)1958年;(4)1983—1984年

表 4 中国河流浮游生物和底栖动物的优势种

Tab.4 Dominant species of plankton and zoobenthos in Chinese rivers

河流 River	时间 Time(年)	浮游植物	浮游动物	底栖动物	文献 References
松花江	1980—1982	直链藻、小环藻、针杆藻	砂壳虫、表壳虫、筒壳虫	水生昆虫幼虫、东北喇蛄 <sup>(1)</sup>	[11,12]
海河	1980—1987	等片藻、空星藻、小环藻	球状许水蚤 <sup>(2)</sup>	梨形环棱螺、糠虾、河蚬 <sup>(3)</sup>	[13,15,16]
黄河 <sup>(4)</sup>	1977—1980	直链藻、针杆藻、舟形藻	台湾温剑水蚤、桡足类幼体	摇蚊幼虫	[20,21]
汉江	1980—1981	直链藻、针杆藻	砂壳虫、棘壳虫	摇蚊幼虫 <sup>(5)</sup>	[3,25,33]
长江	1980—1981	直链藻、菱形藻	砂壳虫、球状许水蚤	上游:水生昆虫幼虫 下游:寡毛类	[33]
黄浦江	1981—1982	直链藻、冠盘藻、颤藻		河蚬、霍甫水丝蚓	[36,37]
赣江	1980—1981	直链藻、脆杆藻、双菱藻	棘壳虫		[33]
珠江	1981—1982	脆杆藻、直链藻、双菱藻	表壳虫、砂壳虫	河蚬、水蚯蚓、砂蚕	[50,51]

注:(1)1983—1984年;(2)1983年;(3)年;(4)兰州段;(5)1958、1992年

表 5 中国河流浮游植物和底栖动物的多样性

Tab.5 Diversity index of phytoplankton and zoobenthos communities in Chinese rivers

	海河	黄河	汉江	长江南京段	湘江	北江	东江	珠江广州段
年 Year	1984	1979—1982	1992	1994—1995	1979—1980	1981—1982	1981—1982	1982—1983
浮游植物 d	1.58	1.76						
底栖动物 H	2.35		2.18	1.19	1.42	1.87	1.95	1.26
文献	[14]	[23]	[3]	[35]	[43]	[46]	[47]	[48]

(3)由表 3 可见,中国河流水生生物的生物量,特别是浮游植物和底栖动物的生物量,东北和华南河流远远高于中部河流,最低值出现在黄河,由北向南呈“V”字形分布。

### 2.3 中国河流水生生物群落结构的上下游差异

中国河流从上游到下游其水生生物群落演替表现出以下特征:

(1)从上游至下游,大多数河流中浮游生物和底栖动物出现的种类数呈减少趋势,少数河流(如珠江)中呈增加趋势(图 1)。图中,从左至右表示从上游至下游。

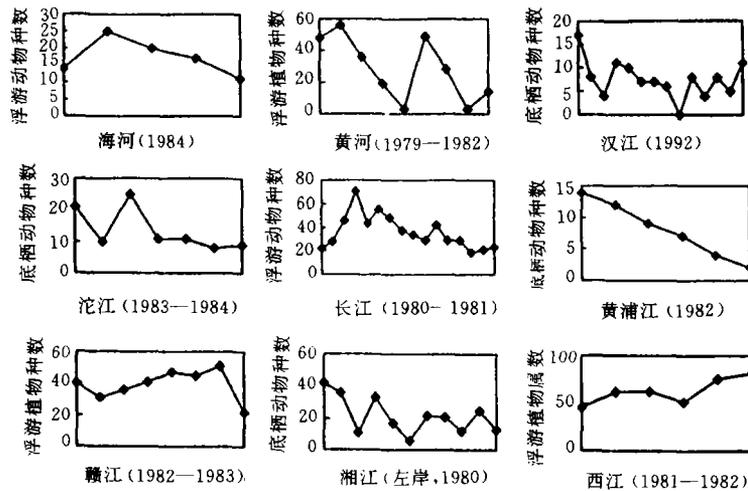


图 1 海河<sup>[13]</sup>、黄河<sup>[23]</sup>、汉江<sup>[3]</sup>、沱江<sup>[28]</sup>、长江<sup>[33]</sup>、黄浦江<sup>[37]</sup>、赣江<sup>[41]</sup>、湘江<sup>[42]</sup>、西江<sup>[51]</sup>种类数从上游至下游的变化

Fig.1 Changes of species number of plankton and zoobenthos communities along upper reaches to lower reaches of Chinese rivers

(2)不同河流其水生生物密度和生物量在河流纵向上没有共同的变化规律。例如,长江和松花江浮游植物的密度都是从上游到下游递减,而海河、沱江、湘江、赣江和黄浦江等河流的浮游植物密度却都是从上游到下游递增。海河、沱江的浮游动物密度上游高于下游,而长江是下游高于上游。从长江、海河、沱江的情况看,浮游植物和浮游动物数量在河流纵向上的分布似乎呈相反趋势。底栖动物的密度分布则常沿河流纵向呈波动起伏。

(3)在长江、珠江等大河中,从上游到河口水生生物群落类型有依次演替的表现。上游多为喜净水、急流的种类,如蜉蝣目、毛翅目昆虫、短沟蜷、侠盗虫、急游虫、着生硅藻等。中下游平原区多为喜缓流的种类,摇蚊幼虫、蚬类、螺类、寡毛类、小型浮游藻类等大量出现。在河口则常见一些咸淡水种类,如圆筛硅藻、砂蚕、球状许水蚤等。

(4)大多数河流以上游生物多样性指数较高,向下游多样性下降,但到河口处有时有所回升(图 2)。

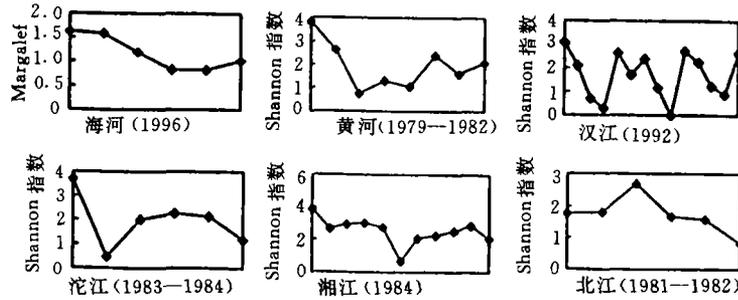


图 2 海河<sup>[17]</sup>、黄河<sup>[23]</sup>(浮游植物)、汉江<sup>[3]</sup>、沱江<sup>[28]</sup>、湘江<sup>[42]</sup>、北江<sup>[46]</sup>(底栖动物)生物多样性指数在河流纵向上的变化

Fig.2 Changes of diversity index of phytoplankton and zoobenthos communities along upper reaches to lower reaches of Chinese rivers

## 2.4 干、支流差异

由表 1 可知长江、珠江中浮游生物和底栖动物种类总数比支流丰富,但 50 年代和 80 年代的调查发现,黄河干流本身的水生生物无论种类数或密度都远低于支流<sup>[18,24]</sup>。

长江干流的浮游植物和底栖生物密度一般低于支流,珠江干流的浮游植物密度高于支流,黑龙江干流浮游生物密度高于或接近于支流,但大部分支流的底栖动物密度高于干流。

## 2.5 城市污染河段与清洁河段的差异

表 6 对若干河流城市河段与清洁对照河段的水生生物群落结构进行了对比。可以看出,与清洁对照河段相比,城市(市区)污染河段水生生物种类减少、密度增大(少数河段例外),多样性降低,种类组成中耐污性种类增加,且往往成为优势种。

## 2.6 中国河流水生生物群落结构的时间演替

表 7 列举了自 70 年代末和 80 年代初以来(少数河流是自 50 年代以来)中国若干河流和河段水生生物群落的演替,其趋势大致为:

(1)近 20 年来,河流水生生物群落结构趋于简单,生物多样性下降。水生生物种类向单一化发展,有些河流中甚至由某门类生物在群落中取得绝对优势地位。

(2)优势种类发生演替。浮游植物中的蓝、绿藻,浮游动物中的原生动物,底栖动物中的寡毛类,在群落种类组成和数量组成中的比例大为增加。在许多河流或河段,耐污性种类已取代了敏感种类或广布种类成为优势生物,同时一些清洁种类趋于消失。只要河流污染还在发展,这一演替过程就将继续进行下去。

表6 城市河段与清洁对照河段水生生物群落结构比较

Tab.6 Comparison of aquatic community structure in city and clean reaches

城市污染河段(年)	水生生物群落结构	清洁对照河段	水生生物群落结构
海河天津段(光明桥)1996 <sup>17</sup>	浮游植物:密度 132 万个/L, $d = 1.19$ ; 浮游动物: 12200 个/L; 底栖动物: 6008 个/m <sup>2</sup> , $H = 0.21$	海河(三岔口)	浮游植物: 密度 60 万个/L, $d = 1.58$ ; 浮游动物: 8520 个/L; 底栖动物: 3582 个/m <sup>2</sup> , $H = 0.37$
黄河兰州段 1979—1982 <sup>23</sup>	浮游植物: 36 种, 其中 16 种为 3-多污带种类。沿岸水域优势种有蓝纤维藻、颤藻、鞘丝藻、毛鞘藻等, $H = 0.8$	黄河玛曲段	浮游植物: 32 种, 全为寡污带种类 优势种有椎囊藻、菱形藻、桥弯藻、小硅藻、舟形藻等, $H = 3.8$
嘉陵江重庆段(江南) 1985—1986 <sup>27</sup>	底栖动物: 24 种, 密度 2429 个/m <sup>2</sup> 。其中水生昆虫幼虫种数占 71%, 数量占 54%; 寡毛类种数占 25%, 数量占 46%; $d = 2.03$	嘉陵江(合川)	底栖动物: 45 种, 密度 403 个/m <sup>2</sup> 。其中, 水生昆虫幼虫种数占 93%, 数量占 96.5%; 寡毛类种数占 6.7%, 数量占 3.5%; $d = 4.71$
汉江武汉段(汉正街)1992 <sup>3</sup>	底栖动物: 5 种, 优势种为霍甫水丝蚓, $H = 0.89$	汉江(舵落口)	底栖动物: 4 种, 主要为摇蚊幼虫和河蚬, $H = 2.25$
黄浦江上海段(外滩)1982 <sup>36, 37</sup>	浮游植物: 4 门 24 属, 密度 125.7 万个/L。其中, 蓝藻 6 属, 数量占 32%; 硅藻 7 属, 数量占 42%; 绿藻 10 属, 数量占 21%; 优势种是直链藻、颤藻、栅藻; 底栖动物: 2 种, 全是寡毛类动物	黄浦江(米市渡)	浮游植物: 5 门 22 属, 密度 80 万个/L。其中, 蓝藻 5 属, 数量占 14%; 硅藻 6 属, 数量占 59%; 绿藻 9 属, 数量占 11%; 优势种是直链藻; 底栖动物: 12 种, 主要是软体动物
闽江福州段(槐歧) <sup>44</sup>	浮游植物: 26 属, 其中硅藻 16 属, 绿藻 6 属, 蓝藻 4 属, 出现二裂双菱藻、衣藻, $H = 2.05$ ; 浮游动物: 58 种, 其中原生动物 15 处, 出现草履虫、月形腔轮虫	闽江(荆溪)	浮游植物: 26 属, 其中硅藻 17 属, 绿藻 5 属, 蓝藻 4 属, 优势种为直链藻、小环藻、脆杆藻等, $H = 2.46$ ; 浮游动物: 50 种, 其中原生动物 11 种。优势种为棘壳虫、砂壳虫、龟甲轮虫、晶囊轮虫等
珠江广州段(车陂)1980 <sup>45</sup>	底栖动物: 在左岸只发现有寡毛类, 优势种是霍甫水丝蚓; 在右岸寡毛类数量约占 50%, 其次是河蚬和多毛类	珠江(鹤岗)	底栖动物: 左岸以河蚬数量最多(约占 40%), 其次是寡毛类(35%)和多毛类(25%)

(3)自 80 年代以来,水生生物群落结构演替比之 70 年代末以前似有加速迹象。例如,浮游植物密度一直不高的汉江在 90 年代却发生了水华;原生动物在短短十多年前内就在海河获得了极大的发展;1984 年还在海河占优势的金藻门浮游植物到 1996 年已几乎绝迹。

表 7 若干河流和河段水生生物群落结构演替与水质等级变化

Tab.7 Succession of aquatic community structure and water quality in Chinese rivers

河流 River	时间 Time(年)	水生生物群落结构与水质等级	时间 Time	水生生物群落结构与水质等级
黑龙江	1958 <sup>[6]</sup>	浮游植物:密度 60 万—536.6 万个/L;硅藻数量占 40—70%,绿藻数量占 20%左右,优势种为小环藻	1981 <sup>[9]</sup>	浮游植物:密度 691 万个/L;硅藻、绿藻数量均占 28%左右,隐藻和蓝藻数量分别占 15%
海河	1984 <sup>[13,14]</sup>	浮游植物:密度 133.6 万个/L,金藻数量最多;优势种为锥囊藻;浮游动物:43 种,密度 45.69 个/L;桡足类数量约占 50%,原生动物极少;优势种有球状许水蚤;长肢秀体蚤、微型裸腹蚤;壶状臂尾轮虫;底栖动物:软体动物 12 种,优势种是环棱螺;II 级水	1996 <sup>[17]</sup>	浮游植物:密度 56 万—250 万个/L,绿藻种类最多,蓝藻数量最多;优势种为铜绿微囊藻、嗜蚀隐藻、梅尼小环藻;浮游动物:85 种,密度 8700—45400 个/L;其中原生动物种数占 40%,数量占 97—99.9%;优势种是大弹跳虫、普通滴虫、僧帽斜管虫;底栖动物:24 种,软体动物 8 种,寡毛类 4 种,优势种是霍甫水丝蚓;III—IV 级水
黄河	1958 <sup>[18]</sup>	浮游植物:80 余种,优势种有波纹藻、布纹藻、舟形藻、桥弯藻、小环藻等;浮游动物:21 种,轮虫 12 种,无原生动物,密度 0—60 个/L,主要是桡足类幼体;底栖动物:密度 1—15 个/L,最高 420 个/L,主要是水生昆虫,无寡毛类和软体动物	1979— 1982 <sup>[23,24]</sup>	浮游植物:74 种,中下游不超过 30 种,优势种是细胶鞘藻、颤藻、波纹藻、直链藻、羽纹藻、舟形藻等;浮游动物:35 种,轮虫 15 种,枝角类 10 种,原生动物 3 种;底栖动物:少于 20 种,主要是水生昆虫和寡毛类,中下游数量极少
长江	50 年代 <sup>[32]</sup>	浮游植物:密度 10—30 万个/L,硅藻种数占 34.6%,数量占 92.5%	1980— 1981 <sup>[32,33]</sup>	浮游植物:密度 1.5—11 万个/L,硅藻种数占 42%,数量占 91.2%
长江(三斗坪)	1958 <sup>[30]</sup>	底栖动物:密度 120 个/m <sup>2</sup> ,水生昆虫幼虫 80 个/m <sup>2</sup> ,其中摇蚊幼虫 70 个/m <sup>2</sup> ,寡毛类(仙女虫科) 20 个/m <sup>2</sup> ;I 级水	1985— 1986 <sup>[27]</sup>	底栖动物:共 12 种,密度 54 个/m <sup>2</sup> ,其中寡毛类 6 种,20 个/m <sup>2</sup> ;水生昆虫幼虫 4 种,10 个/m <sup>2</sup> ;II 级水
长江(南京)	1979 <sup>[31]</sup>	底栖动物:11 种,密度 10—1400 个/m <sup>2</sup> ;优势种是颤蚓、摇蚊幼虫、石蚕等	1994— 1995 <sup>[35]</sup>	底栖动物:2—9 种,密度 32—544 个/m <sup>2</sup> ;优势种是颤蚓、砂蚕、钩虾等
汉江(武汉)	1984 <sup>[34]</sup>	浮游植物:密度 16.12 万个/L,优势种是直链藻、颤藻	1992— 1998 <sup>[26]</sup>	浮游植物:1992 年 2 月首次发生水华,1998 年 2 月再次发生水华,藻类密度高达 1700 万—2600 万个/L,水华期间小环藻为绝对优势种
黄浦江(上游)	1982 <sup>[37]</sup>	底栖动物:软体动物种类最多,主要是河蚬;其次是甲壳动物、环节动物(水丝蚓);III 级水	1991— 1992 <sup>[39]</sup>	底栖动物:节肢动物、环节动物、软体动物种数近似,环节动物和软体动物密度较大;优势种有颤蚓、水丝蚓、珍珠蚌、钩虾等;IV 级水
东江	1981—1982	浮游植物:密度 11.4 万个/L,硅藻数量占 41.7%,绿藻 10.52%,蓝藻 5.08%,隐藻 42.5%,金藻 0.11%,裸藻 0.1%	1985 <sup>[49]</sup>	浮游植物:密度 15.4 万个/L,硅藻数量占 56.82%,绿藻 8.15%,蓝藻 27.76%,隐藻 1.39%,裸藻 5.50%,甲藻 0.38%

以上特点明显反映出中国河流水质的恶化趋势,而且水质等级降低的速度可能在加快。

### 参考文献:

- [1] 国家环境保护局. 环境监测技术规范(第四册)生物监测(水环境)部分[M]. 1986
- [2] 黄玉瑶, 滕德兴. 利用大型底栖无脊椎动物种类多样性指数监测蓟运河污染[J]. 动物学集刊. 1982, 2: 133
- [3] 沈韫芬, 冯伟松, 顾曼如, 等. 河流的污染监测[M]. 北京: 中国建筑工业出版社. 1995, 219—223
- [4] Hynes H B N. The ecology of running waters[M]. Toronto: University of Toronto Press. 1970
- [5] 中国农业百科全书总编辑委员会水产业卷编辑委员会. 中国农业百科全书. 水产业卷(上、下)[M]. 北京: 农业出版社. 1994, 250, 411—413
- [6] 章宗涉, 沈国华. 黑龙江的浮游植物及径流调节后的可能变化[J]. 水生生物学集刊. 1959, (2): 128—140
- [7] 伍焯田. 黑龙江的浮游动物及未来水库中浮游动物的可能组成[J]. 水生生物学集刊. 1959, (2): 140—145
- [8] 陈其羽. 黑龙江的底栖动物及水利枢纽建成后的预报[J]. 水生生物学集刊. 1959, (2): 147—156
- [9] 中国水产科学研究院黑龙江水产研究所. 三江平原地区水产资源调查及其发展规划的研究报告[R]. 黑龙江水产研究所研究报告 1985, (24): 5—7
- [10] 中国水产科学研究院黑龙江水产研究所. 黑龙江水产研究所研究报告[R]. 1985, (25): 79—101
- [11] 卢晏生. 松花江污染对浮游生物、着生藻类影响的初步研究[J]. 环境科学. 1985, (1): 33—39
- [12] 卢晏生, 李再培, 云宝琛, 等. 松花江水系水生生物的初步研究[J]. 水生生物学报. 1988, (1): 82—84
- [13] 徐振康. 海河干流的浮游动物[J]. 海洋湖沼通报. 1990, (3): 50—56
- [14] 叶常明, 黄玉瑶, 张景镛, 等. 水体有机污染的原理、研究方法及应用[M]. 北京: 海洋出版社, 1990, 205—216
- [15] 任淑智. 京津及邻近地区底栖动物群落特征与水质等级[J]. 生态学报. 1991(3): 262—268
- [16] 高玉荣. 京津地区主要河流浮游植物群落结构特征与河流质量的研究[J]. 中国环境科学. 1992, (3): 203—208
- [17] 秦保平, 翟德华, 袁倩, 等. 海河水生生态系统的研究[J]. 城市环境与城市生态. 1998, (1): 48—51
- [18] 中国科学院动物所. 黄河渔业资源生物学基础初步调查报告[M]. 北京: 科学出版社, 1959, 20—33
- [19] 颜京松, 游贤文, 苑省三. 以底栖动物评价甘肃境内黄河干支流枯水期的水质[J]. 环境科学. 1980, (4): 14—20
- [20] 黄河水资源保护办公室等. 黄河兰州段水质污染与自净作用及水质评价研究(1977—1980)[R]. 1980, 74—120
- [21] 关伯仁主编. 黄河水资源保护研究文集[C]. 北京: 北京大学出版社, 1990, 156—168
- [22] 黄河流域水资源保护局. 黄河水资源保护科技成果与论文选编[C]. 郑州: 黄河水利出版社, 1995, 218—219
- [23] 国家水产总局长江水产研究所沙市分所, 黄河水源保护研究所. 黄河干流水质污染对水生生物的毒性影响及生物学评价的研究[R]. 沙市, 1982, 12—20
- [24] 张曙光, 李雅卿, 赵玉仙, 等. 河流沉降物对有毒重金属的生物学转移及有效性影响[R]. 黄河流域水环境监测中心. 1998, 24—43
- [25] EB波鲁茨基等. 丹江口水库库区水生生物调查和渔业利用的意见[J]. 水生生物学集刊. 1959, (1): 37—47
- [26] 沙鸿勋. 对汉江(武汉段)两度出现“水华”污染的思考[J]. 环境导报. 1998, (3): 23—24
- [27] 谢翠娟. 三峡工程对库区底栖动物影响的预测[A]. 见: 长江三峡工程对生态与环境的影响及其对策研究论文集[C]. 北京: 科学出版社, 1987, 826—830
- [28] 刘天厚. 沱江干流水体质量评价及调查[J]. 中国环境科学. 1986, (1) 59—64
- [29] 范正年, 杨昌述, 詹玉涛, 等. 沱江的渔业自然资源[J]. 动物学杂志. 1991, (2): 7—10
- [30] EB波鲁茨基. 长江三峡水库库区水生生物调查和渔业利用的规划意见[J]. 水生生物学集刊. 1959, (1): 1—32
- [31] 吴天惠, 陈其羽. 长江下游南京至江阴江段底栖动物的种群密度与分布状况[J]. 水生生物学报. 1986, (1): 73—85
- [32] 胡美琴, 林锡之. 葛洲坝截流前长江干流的浮游植物[J]. 淡水渔业. 1986, (4): 28—32
- [33] 长江水系渔业资源调查协作组. 全国渔业资源调查和区划专集-长江水系渔业资源[M]. 北京: 海洋出版社, 1990, 1—281
- [34] 中国科学院武汉分院. 长江流域资源生态、环境与经济开发研究论文集[C]. 北京: 科学出版社, 1991, 196—203

- [35] 南京市环境保护局. 南京市环境质量报告书(1991—1995)[R]. 南京, 1996, 315
- [36] 姚根娣. 黄浦江浮游植物[J]. 水产科技情报. 1986(6):16—20
- [37] 朱大白, 李根宝. 上海内河水系底栖动物调查[J]. 水产科技情报. 1988, (3):6—11
- [38] 万丽华. 河流水质对底栖动物群落结构的影响调查[J]. 上海环境科学. 1990, (12):37—41
- [39] 万丽华. 黄浦江上游底栖动物的指示生物生态研究[J]. 上海环境科学. 1995, (1):11—14
- [40] 王红兵. 上海淀山湖、黄浦江水系浮游藻类及藻类毒素的动态研究[J]. 环境与健康杂志. 1995, (5):196—199
- [41] 胡美琴, 林锡之. 万安大坝截流前赣江的浮游植物[J]. 淡水渔业. 1988, (3):39—42
- [42] 王士达, 刘保元, 杨潼. 湘江的水生生物与水质污染[J]. 环境科学. 1981, (6):49—51
- [43] 杨潼, 胡德良. 利用底栖大型无脊椎动物对湘江干流污染的生物学评价[J]. 生态学报. 1986, (3):262—273
- [44] 高一平. 闽江(福州段)浮游生物监测与水质污染评价[J]. 福建环境. 1991, (2):17—18
- [45] 杞桑, 林美心, 黎康汉. 用大型底栖动物对珠江广州河段进行污染评价[J]. 环境科学学报. 1982, (3):181—187
- [46] 苏炳之, 李鸥. 利用大型底栖动物评价北江水质的研究. 华南师范大学学报[J]. 1985, (1):96—101
- [47] 赖泽兴. 广东东江水系底栖动物调查[J]. 淡水渔业. 1988, (2):28—35
- [48] 杞桑, 林美心. 用大型底栖动物再次对珠江广州河段污染的评价[J]. 环境科学学报. 1985, (3):354—359
- [49] 邓星明, 吴生桂. 东江梯级开发中的富营养化探讨[J]. 水资源保护. 1988, (3):34—36
- [50] 苏炳之, 黎伟新, 赖泽兴. 珠江水系(广东江段)底栖动物调查[J]. 动物学杂志. 1989, (3):15—19
- [51] 陆奎贤主编. 珠江水系渔业资源[M]. 广州:广东科技出版社, 1990, 26—76