

第四章 饵料生物

第一节 浮游植物

浮游植物是水域中最基本的食物源泉，各种水生动物都直接或间接地依赖浮游植物为生。鲢、鳙、罗非鱼等经济鱼类且以浮游植物为主要食物。因此浮游植物的产量和现存量是衡量水域生产性能的主要参数。

我国结合渔业利用而进行的内陆水域浮游生物调查工作始于一九五三年。当时中国科学院水生生物研究所为建立湖泊放养的科学基础对长江中下游和淮河流域中小型湖泊的浮游生物种类进行了规模较大、较系统的调查研究。以后一些科研机构和大专院校陆续开展了个别水域或部分地区水域的浮游生物调查。但是七十年代以前的工作集中于长江流域。并且由于定量结果用个体数或细胞数表示，数据的可比性较差。这次全国内陆水域渔业资源调查工作中，对黑龙江、黄河和珠江水系的浮游生物都进行了较全面、系统的调查，特别是采用了按平均容积换算生物量的方法，加强了数据的科学性和可比性。对我国内陆水域浮游生物的丰盛度有了一个重量的概念。

一、种类组成和主要种类

关于我国淡水浮游植物的种类组成，饶钦止和黎尚豪在《湖泊调查基本知识》（1956）中记载了长江中下游湖泊176个属的习见藻类。近年胡鸿钧等（1980）在《中国

淡水藻类》中描述了316个属和1117个种和变种，其中浮游藻类占大部分。这次全国内陆水域渔业资源调查中，黑龙江水系记载了166个属，黄河水系记载了195个种属，珠江水系记载了216个属，长江水系根据资料的汇集，约有174个属。由于调查的目的着重于生物量和产量，对种类组成一般未作深入鉴定，各水系实际的属数应当多得多。各水系所记载的藻类种属绝大多数前人已有报道，有些盐水产，如盐水拉西藻 (*Raci-borskiella salina*)、偏肿棒杆藻 (*Rhopalodia gibberula*) 等在国内尚属新纪录，小三毛金藻过去只在大连和天津等地的养鱼池中出现，这次在鸟梁素海以及宁夏、陕西和晋南地区的一些半咸水湖沼都有发现，表明这种害藻在我国北方干旱地区是一种习见藻类。

四大水系藻类种类组成以绿藻门属数最多，硅藻门次之，蓝藻门更次之，裸藻门，甲藻门，金藻门和黄藻门的属数一般均不多 (表4-1)

表4-1 四大水系浮游植物门类及常见属数

种类 水系	金 藻门	黄 藻门	蓝 藻门	绿 藻门	裸 藻门	甲 藻门	硅 藻门	隐 藻门	总 计
黑龙江	4	5	31	76	9	7	34	3	166
黄河	2	1	36	76	17	11	52	3	195
长江	6	3	32	80	7		40	2	174
珠江	6	10	38	97	6		53	2	216

由于淡水藻类绝大多数是世界性分布的，至于属的世界性比例就更大了。如果深入调查，不仅各水系出现的藻类属数要多得多，并且在属的组成上可能是大同小异的，但某些较罕见种属的分布还是有地区性的，如一些盐种仅见于黄河中游的干旱地区，红藻门的某些种类仅见于珠江水系。

常见且量大的有198个属。（表2），其中绿藻门76个，占总数38.4%；硅藻门44个，占总数22.2%；蓝藻门43个，占总数21.7%；其余裸藻门9个，甲藻门8个，金藻和黄藻门18个，共占总数的17.7%。表4-2列出我国内陆水域浮游植物主要属的名录。

表4-2 我国内陆水域浮游植物主要属的名录

蓝藻门：

微囊藻	Microcystis	色球藻	Chroococcus
腔球藻	Coelosphaerium	粘球藻	Gloeocapsa
粘杆藻	Gloeotheca	节旋藻	Arthrospira
颤藻	Oscillatoria	蓝针藻	Aphanizomenon
裂面藻	Merismopedia	蓝纤维藻	Dactylococcopsis
四边藻	Tetrapedia	鱼腥藻	Anabaena
筒胞藻	Cylindrospermum	蓝弧藻	Cyanarcus
念珠藻	Nostoc	螺旋藻	Spirulina
鞘丝藻	Lyngbya	束球藻	Gomphosphaeria

席藻	phormidium	集胞藻	Synechocystis
拟鱼腥藻	Anabaenopsis	尖头藻	Rophidiopsis
胶棒藻	Gloeocystis	顶胞藻	Gloeotrichia
费氏藻	Fischerella	集球藻	Synechococcus
胶须藻	Rivularia	厚球藻	Pleurocapsa
棒条藻	Phobdoderma	异球藻	Xanococcus
皮果藻	Dermocarpa	隐球藻	Aphanocapsa
真枝藻	Stryonema	软管藻	Hapalosiphon
须藻	Homocothrix	胶刺藻	Gloeotrichia
双尖藻	Raphidopsis	眉藻	Catothrix
织线藻	plectonema	单歧藻	Tolypothrix
微毛藻	Microchaeta	紫管藻	Parphrosiphon
管连藻	Aulosira		

硅藻门

直链硅藻	Melosira	娥眉藻	Ceratoneis
小环藻	Cyclotella	扇形藻	Meridian
圆筛硅藻	Coscinodiscus	短缝藻	Eunetia
冠盘藻	Stephanodiscus	曲壳藻	Achnanthes
角毛藻	Chaetoceros	卵形藻	Cocconeis
盒形藻	Biddulphia	布纹藻	Gyrosigma
三角藻	Tricexatium	美壁藻	Caloneis

双尾藻	Ditylum	双壁藻	Diploneis
根管藻	Rhizosolenia	辐节藻	Stauroneis
四棘藻	Attheya	异端藻	Gomphonema
针杆藻	Synedra	舟形藻	Navicula
星杆藻	Asterionella	羽纹藻	Pinnularia
脆杆藻	Fragilaria	双眉藻	Amphora
平板藻	Tabellaria	桥弯藻	Cymbella
等片藻	Diatoma	弯梭藻	Rhoicosphenia
窗纹藻	Epithemia	棒杆藻	Rhopalodia
菱形藻	Nitzschia	棍形藻	Bacillaria
波纹藻	Cymatopleura	马鞍藻	Campylodiscus
乳房藻	Mastogloia	肋缝藻	Frustulia
双菱藻	Surirella	双舟藻	Amphiprora
直弯藻	Eucampia	辐杆藻	Bacteriastrum
骨条藻	Sketoriema	辐柄藻	Actinoplychus

绿藻门:

衣藻	Chlamydomonas	浮球藻	Planktosphaeria
拉西藻	Raciborskiella	青氏藻	Westella
壳衣藻	Phacotus	网球藻	Dictyosphaerium
卡德藻	Carteria	集星藻	Actinastrum
盘藻	Gonium	伏氏藻	Franceia

实球藻	Panadorina	四角藻	Tetraedron
空球藻	Eudorina	蹄形藻	Kirchneriella
杂球藻	Pleodorina	四月藻	Tetraliantos
绿梭藻	Chloronium	四球藻	Tetrachlorella
盐藻	Dunaliella	并联藻	Quadrigula
团藻	Volvox	回棘藻	Traubaria
胶衣藻	Gloeocystis	栅列藻	Scenedsmus
球衣藻	Sphaerocystis	柯氏藻	Chodatella
绿球藻	Chlorococcum	肾形藻	Neophrocytium
小球藻	Chlorella	双毛藻	Schroedaria
月牙藻	Setenastrum	双胞胎藻	Geminella
四星藻	Tetrastrum	水绵	Spirogyra
纤维藻	Ankistrodesmus	双星藻	Zygnema
拟新月藻	Closteriopsis	孟氏藻	Mougeotia
十字藻	Crucigenia	丝藻	Ulothrix
空星藻	Coelastrum	刚毛藻	Cladophora
卵衣藻	Oocystis	悬球藻	Pyrobolus
盘星藻	Pediastrum	胶群藻	Palmella
水网藻	Hydradictyon	双月藻	Diclostera
角星鼓藻	Staurostrum	刺鼓藻	Xanthidium
棒形鼓藻	Genatozygon	多鞭藻	Polylepharides
四顶鼓藻	Euastrum	微芒藻	Micractinium

新月鼓藻	Closterium	竹枝藻	Draparandia
鼓藻	Cosmarium	椎首藻	Spondylosium
四棘鼓藻	Arthrodesmus	鞘藻	Oedogonium
拟真星藻	Euastropsis	多角藻	Polyedriopsis
星球藻	Asterococcus	三角藻	Hyalotheca
胶网藻	Collodictyon	四鞭藻	Tetrrablepharis
碍星藻	Sorastrum	叶衣藻	Lobomonas
粗刺藻	Acanthosphaerium	素衣藻	Polytoma
小星藻	Microsterias	宽板藻	Pleurotaenium
螺旋藻	Spirotaenia	毛枝藻	Stigeoclonium
精毛藻	Coleochate	柱胞藻	Cylindrocystis

裸藻门:

裸藻	Euglena	鳞孔藻	Lepocinclis
扁裸藻	Phacus	裸藻	Trachelomonas
素裸藻	Astasia	柄裸藻	Colacium
裸月藻	Menoidium	陀螺藻	Strombomonas

定形虫藻 Monomorphina

甲藻门:

角甲藻	Ceratium	光甲藻	Glenodinium
裸甲藻	Gymnodinium	多甲藻	Peridinium
隐藻	Cryptomonas	蓝隐藻	Cyanomonas

素隐藻 *Chilomonas*

色隐藻 *Chroomonas*

金藻门和黄藻门:

钟罩藻 *Dinobryon*

鱼鳞藻 *Mallomonas*

单鞭金藻 *Chromulina*

棕鞭藻 *Ochromonas*

金衣藻 *Chrysocapsa*

金颖藻 *Chrysococcus*

蛇胞藻 *Ophiocytium*

黄团藻 *Uroglenopsis*

顶刺藻 *Centritractus*

异鞭藻 *Heterochloris*

黄丝藻 *Tribonema*

黄群藻 *Synura*

黄管藻 *Ophiocytium*

球柄藻 *Mischococcus*

丛粒藻 *Botryococcus*

单粒藻 *Monullatus*

拟气球藻 *Botrydiopsis*

葡萄藻 *Botryococcus*

二、生物量及其组成

为了对四大水系的浮游植物量状况提供一个概貌,下面根据这次调查的实测数据结合已有的资料,在宏观上作一个统计。

黑龙江水系(包括辽河水系和鸭绿江水系)各类水域,浮游植物量变动于0.56~90.21毫克/升,平均45.9毫克/升。

按照生物量的高低可分为五个等级(何志辉, 1985):

“0”级(极低): < 1毫克/升,相当于贫营养型水体,如大凌河,鸭绿江等属之。浮游植物的组成以硅藻类和蓝藻类为主。

“1”级(低): 1~3毫克/升,相当于贫~中营养型

水体，如辽河、嫩江、水丰水库、云峰水库、海龙水库、石人水库等水体属之。浮游植物的组成以硅藻类和甲藻类为主。

“2”级（中）：3~5毫克/升，相当于中~富营养型水体，如黑龙江、乌苏里江、大兴凯湖、小兴凯湖以及官山嘴水库、东方红水库、红星水库等属之，浮游植物的组成以硅藻、绿藻类为主。

“3”级（高）：5~10毫克/升，相当于富营养型水体，如松花江、阿什河、镜泊湖、达赉湖、大山水库、红旗水库等属之，浮游植物组成主要是硅藻类与蓝藻类。

“4”级（极高）：>10毫克/升，相当于特富营养型水体，如拉林河、月亮泡、扎龙湖以及松花湖水庫、大伙房水库、莫力庙水库等属之。浮游植物组成以蓝藻类、硅藻类为主，间或裸藻较多。总计在黑龙江水系有一半以上（66.7%）的水体属于高或极高型水体，浮游植物量<1毫克/升的极少见。

黄河水系各类水域浮游植物量变动于0.41~17.6毫克/升之间，平均为0.037毫克/升。也可按生物量高低分以下五级：

“0”级：包括黄河干流、鄂陵湖、扎陵湖、刘家峡水库等水体，浮游植物组成以硅藻类为主，同时有甲藻类、裸藻类等。

“1”级：如红碱滩、东平湖、河口水库、冯家山水库等

水体。浮游植物以绿藻类、硅藻类、隐藻类为主。同时有甲藻类、蓝藻类的种类。

“2”级：如前进湖、河水库、汤山水库等，浮游植物以硅藻类、甲藻类为主。

“3”级：如中营盘水库、陆浑水库等水体，浮游植物以裸藻类、硅藻类为主。同时有绿藻类、蓝藻类的种类。

“4”级：如乌梁素海、哈素海、晋阳湖等，浮游植物以硅藻类、绿藻类、蓝藻类为主。

总计黄河水系有34%的水体浮游植物量属“0”，近21%的水体属1级，有15%的水体属“2”级，15%的水体属“3”级，15%的水体属“4”级。

长江水系各水体的浮游植物量变动于0.0104~43.8毫克/升之间，各类水体按生物量划分五个等级：

“0”级：主要有长江、赣江、金沙江、岷江、嘉陵江、汉江、湘江、沱江、长寿湖等水体，浮游植物的组成主要是硅藻类、绿藻类、蓝藻类等。

“1”级：主要有鄱阳湖、洪湖、梁子湖、邛海等水体。浮游植物的组成主要是硅藻类、绿藻类和蓝藻类。

“2”级：如太湖、天堂水库、龙坪水库等。

“3”级：如青山水库、张家嘴水库、金沙河水库、三河口水库、尾斗山水库、道观河水库、明山水库等。

“4”级：如金鸡湖、玄武湖、花园水库、梅川水库、白莲河水库、荆竹水库等。

长江水系约32%水域浮游植物量属“0”级，14%属“1”级，11%属“2”级，25%属“3”级，18%属“4”级。

珠江水系各水体的浮游植物生物量变动于0.21~1.89毫克/升之间，平均为0.7857毫克/升。按生物量状况属于“0”级的主要是北盘江、都柳江、黔江、濛江、柳江、西江以及西津水库、田维河水库、澄碧河水库、南水水库、抚仙湖等。浮游植物的组成主要是绿藻、硅藻、其次为蓝藻。属于“1”级的主要是右江、北江、珠江三角洲、西河水库、显岗水库、锦江水库、合河水库等，浮游植物的组成主要是硅藻、绿藻、甲藻等。属于“2”级的仅桂家湖水库，浮游植物的组成以黄藻、硅藻和绿藻占优势。属于“3”级的是异龙湖水库，浮游植物的组成以蓝藻为主，绿藻类次之。整个珠江水系64%的水体属“0”级，28%的水体属“1”级，4%的水体属“2”级，4%的水体属“3”级。

由于各水系所引用的资料中水域的面积大小、类型、数量上都有不同，以上的统计不一定都能说明问题。但从全国范围来看，浮游植物量从北向南降低的趋势是明显的。在四大水系中，黑龙江水系浮游植物量最高，珠江水系最低，黄河水系和

长江水系介于两者之间。这种情况主要决定于各地区的自然条件。如所周知，黑龙江流域小兴安岭、张广才岭及其延伸区，松嫩平原等分布有森林土和黑钙土，在我国属于最肥沃的土壤区。植被以阔叶林及次生林为主。地表草本植物亦较丰富，复盖率高达70~90%。丰富的外源性营养物质大量随雨水和雪融水流入使水质肥沃，浮游植物量较高。反之珠江流域以山地和丘陵为主，多花岗岩、石灰岩或砂质岩，土壤多为肥力较低的红壤、黄壤、砂砾土等构成。由于气候过分潮湿，土壤常年受淋溶，有机质和可溶性盐类难以积累，水的矿化度多在100毫克/升以内，所调查水域有机物耗氧量均在0.83~3.23毫克/升之间。

三、江河浮游植物

这次调查中黑龙江水系各河共见到141个属，黄河干流见到92个种属，珠江水系各河共见到210个属，长江干流据胡美琴等(1986)的材料共见到82属145个种。在组成上均以绿藻和硅藻的种属数最多。

四个河系中常见且量大的种类很相近，最主要的有：直链藻、小环藻、对杆藻、梳杆藻、舟形藻、异端藻、等片藻、菱形藻、栅藻、纤维藻、集星藻、衣藻、隐藻、颤藻、裸藻等。

珠江水系除习见种类以外，尚见到红藻门的串珠藻(*Batrachospermum*)、美芒藻(*Compsopogon*)和奥杜藻

表 4—3 主要河流浮游植物量及其组成

江 河	浮游植 物量 毫克/升	各 门 藻 类 %					
		硅藻	绿藻	金藻	甲藻	裸藻	蓝藻
黑龙江	4.30	58.9	82	9.0	15.1	5.7	3.1
乌苏里江	3.23	37.9	11.6	14.7	28.0	3.3	3.5
牡丹江	2.94	40.5	5.8	5.1	45	37.4	1.7
呼兰河	7.00						
松花江	7.00	73.7	5.4	8.3	5.1	0.5	7.0
第二松花江	2.46	39.2	30.5		6.4		23.9
辽河	2.36	58.8	25.0	0.1	7.2	2.5	6.4
鸭绿江	0.71	36.2	45.4	0	2.3	0.6	15.5
黄河	0.41	68.6	12.9	1.9	8.0	7.1	1.5
长江*	0.08	91.2	3.0		2.4		3.4
南盘江	1.89	80.0	12.6	2.4	3.0	0.8	1.2
红水河	0.29	81.1	16.2	0	1.8	0.3	0.6
黔江	0.44	97.5	0.2	0.1	0.2	1.8	0.2

(Andoviella)。

从表 4-3 可见，黑龙江干流和支流的生物量均超过 2 毫克/升，呼兰河甚至达到 21 毫克/升。辽河也达到 2.36 毫克/升，长江、黄河和鸭绿江均不及 1 毫克/升。

珠江水系各河中南盘江和珠江三角洲均接近 2 毫克/升，西江最低仅 0.03 毫克/升。

在生物量组成上，各河均以硅藻占首位，绿藻和甲藻次之。黔江和长江硅藻占总量的 90% 以上，但鸭绿江绿藻的生物量超过硅藻。

河流浮游植物主要是由相通的静水水域流进的，在本河流中仅在水流微弱的河湾中可以形成，此外就是由被水流冲刷而悬浮水中的底生藻类所组成。一般情形下，河流上游因水流湍急，浮游植物几乎均为底生藻类且种、量皆少，中、下流随着水流的减弱和支流的汇集，浮游植物种类和数量均有增高。但黄河干流中游进入黄土高原，水的含砂量急增以致浮游植物量降到极低点，呈现下游最高，上游次之，中游最低的情况；长江浮游植物数量在上游和中游各出现一个峰，总趋势是从上游逐渐往下游递减。到近河口区又稍见回升，这种情况可能与水的污染程度有关。

河流浮游植物的季节变化不象湖泊那么显著，但通常也在春季生物量最高。如黄河干流 1981 和 1982 两年都是春

季高于秋季；嫩江也是5月最高，7、9两月依次减少。长江在万县、宜昌、沙市江段都是春、秋两季各出现一个高峰，而春峰高于秋峰，珠江水系南盘江以春季生物量最高，上游急流河段夏季为丰水期且水温适宜，因而这时生物量最高，但珠江三角洲夏秋洪水期，因上游有大量泥砂顺流而下，河水十分浑浊，浮游植物量的高峰移到冬季。

四、湖泊浮游植物

湖泊生境多样化，浮游植物种类极多，淡水中习见的浮游藻类在我国湖泊中都能见到。前述我国藻类常见属在湖泊中都能找到其代表种。各门中最常见在生物量中常占优势的有下列普生性种类：

金藻门：密集锥衣藻 (*Dinobryon sertularia*)、散歧锥衣藻 (*D. divergens*)，

甲藻门：飞燕角藻 (*Ceratium hirundinella*)、卵隐藻 (*Cryptomonas ovata*)、蚀蚀隐藻 (*C. erosa*)，

硅藻门：颗粒直链藻 (*Melosira granulata*)、岛直链藻 (*M. islandica*)、扭曲小环藻 (*Cyclotella comta*)、孟氏小环藻 (*C. meneghiniana*)、星形冠盘藻 (*Stephanodiscus astraea*)、扎尔四棘藻 (*Attheya zachvatkini*)、尖针杆藻 (*Synedra acus*)、时状针杆藻 (*S. ulna*)、窗格平板藻 (*Tabellaria fenestrata*)，

美星杆藻 (*Asterionella formosa*)、舟形藻 (*Navicula* spp)、菱形藻 (*Nitzschia* spp);

绿藻门: 衣藻 (*Chlamydomonas* spp)、球衣藻 (*Sphaerocystis schroeteri*)、普通小球藻 (*Chlorella vulgaris*)、链形纤维藻 (*Ankistrodesmus falcatus*)、单角盘星藻 (*Pediastrum simplex*)、短棘盘星藻 (*P. boryanum*)、斜生栅藻 (*Scenedesmus obliquus*)、双对栅藻 (*S. biguga*)、四尾栅藻 (*S. quadricauda*)、水绵 (*Spirogyra* spp)、转板藻 (*Mougeotia* spp);

蓝藻门: 铜绿微囊藻 (*Microcystis aeruginosa*)、粉状微囊藻 (*M. pulverea*)、螺旋鱼腥藻 (*Anabaena spirioides*)、水华束丝藻 (*Aphanizomenon flos-aquae*)、颤藻 (*Oscillatoria* spp)、席藻 (*Phorimidium* spp)。

每个湖泊记载的种属数多在几十到一百多个。一般说来多水草的浅水湖出现的种类常较深水湖为多。大湖常 较小湖为多。

在盐度和碱度较高的湖泊, 出现的种属数较少, 占优势的主要为盐水种或淡水喜盐种。如面积 35.7 万亩的达里湖经 1 周年的深入调查, 反见到 72 种藻类, 优势种为: 旋圆鞘丝藻 (*Lynbya contorta*)、盐生微囊藻 (*Microcystis*

salina)、~~半~~勒微鱼腥(Anabaenopsis mulleri)、沼生双舟藻(Amphiprora paludosa)、菱形藻(Nitzschia sp)、双菱藻(Suriella sp)和孟氏小环藻。前6种都是盐种,孟氏小环藻则为喜盐性的淡水种。

我国湖泊浮游植物量相差极为悬殊,最低的如西藏纳术错湖和新疆的赛里木湖均不到0.1毫克/升,高的如连环湖,忙牛泡超过40毫克/升,但大多数湖泊,约在1~10毫克/升之间。

在生物量组成上一般以硅藻,蓝藻和绿藻为主,个别情况下以鞭毛藻类占优势(表4-4)。

表4-4 主要湖泊浮游植物量及其组成

湖 泊	浮游植物量 毫克/升	各 门 藻 类 %					
		硅藻	绿藻	金藻	甲藻	裸藻	蓝藻
鄱阳湖	0.527	70.0	9.5	13.3	3.6	2.7	0.9
扎陵湖	0.915	73.4	3.4	3.4	2.8	14.6	3.4
金川大龙湾	1.320	19.7	5.8	9.8	12.9	0.8	51.5
赛里木湖	0.039	33.3	48.7	0	15.4	0	2.6
抚仙湖	0.459	19.5	65.2	3.8	3.5	0	7.7
羊卓雍湖	19550个/升	54.8	25.7	10.5	2.0	4.8	2.2