

我国湖泊、水库渔业现状 及其发展

宁宗德 魏开金 陈光凤 曹经晔

中国水产科学研究院长江水产研究所

1994年10月·湖北沙市

前 言

我国是世界上湖泊、水库众多的国家之一，据统计全国现有湖泊24880个，总面积83400平方公里，约占陆地面积的0.8%。水库有86852座，总库容4130.6亿立方米。自八十年代以来，随着水产业的发展，湖泊水库丰富的水生生物资源及其极大的渔业利用价值愈来愈被人们所重视，湖泊水库渔业的开发利用进入了一个崭新的阶段。到1990年止，湖泊已养水面约924万亩，占其可养水面积的33%，渔业单产已达29公斤/亩；水库总水面积为3082.1万亩，已养水面2162.27万亩，占其可养水面积的92.5%，渔业单产17公斤/亩。可以预言，方兴未艾的湖泊、水库渔业的前景是非常广阔的。

为了反映十余年来我国湖泊水库渔业利用的发展状况，我们承担了中国水产科学研究院1992年7月下达的《我国湖泊、水库渔业现状及其发展》情报研究课题，自本课题开展研究以来，我们除了收集参阅大量文献资料外，还通过走访调查和实地考察，掌握了许多第一手材料，有很多同志为我们提供了资料。本研究报告就是在此基础上编写而成的。我们谨向支持和帮助过我们的同志，以及所有文献资料的作者表示衷心的感谢！

由于我们水平所限，加之报告编印仓促，文中难免存在错误和不当之处，敬请批评指教。

《我国湖泊、水库渔业现状及其发展》课题组

1994年10月

10000/309/05

清钱志林院长指正

宁毅
95.3.21.

目 录

前言	(1)
----------	-----

湖泊部分

一、我国湖泊自然概况	(1)
(一) 湖泊的分布	(1)
(二) 湖泊的形态特征	(5)
(三) 湖水的物理性质	(6)
(四) 湖水的化学性质	(10)
二、湖泊渔业的生物学基础	(16)
(一) 水生生物	(16)
(二) 水生生物资源的渔业利用	(18)
(三) 湖泊主要鱼类组成	(19)
三、湖泊渔业现状	(21)
(一) 渔业产量	(21)
(二) 经营管理体制及政策	(23)
(三) 渔业开发利用方式	(25)
(四) 集约化养殖技术	(27)
(五) 综合养鱼形式	(30)
四、提高鱼产力的技术措施	(33)
五、环境对渔业的影响	(36)
(一) 水质污染及防治	(36)
(二) 水生植物的利用	(38)
(三) 鱼类资源、小型化及控制	(39)
六、湖泊(兼及水库)渔业开发利用存在的问题及对策	(40)
(一) 存在的主要问题	(40)
(二) 对策与措施	(41)
七、湖泊渔业的发展趋势	(46)

水库部分

一、我国水库自然概况	(47)
(一) 水库数量和分布	(47)
(二) 有关水库渔业的自然条件	(48)

二、水库渔业现状	(55)
三、水库养殖概述	(58)
(一) 粗放养殖	(58)
(二) 精养养殖	(61)
四、水库渔业若干进展	(64)
(一) 施肥养鱼	(64)
(二) 网箱养鱼	(65)
(三) 综合养鱼	(66)
(四) 移植驯化	(68)
(五) 渔业工程设施与水库调度运用	(68)
五、渔业开发利用存在的问题及对策	(70)
(一) 主要问题	(70)
(二) 对策与措施	(71)
六、水库渔业的潜力和发展	(74)
国外湖泊、水库渔业概述	(77)
(一) 湖泊渔业	(77)
(二) 水库渔业	(79)
参考文献	(82)

湖 泊 部 分

一、我国湖泊自然概况

(一) 湖泊的分布

中国是世界上多湖泊的国家之一，大小不一的湖泊遍布全国。据最近资料统计，全国现有湖泊 24880 个，总面积 83400 平方公里，约占全国内陆水体总面积的 33%，陆地面积的 0.8%。在湖泊总面积中，淡水湖泊占 45%，咸水湖和盐湖占 55%。面积大于 1 平方公里的湖泊共 2305 个，面积 70988 平方公里，储水量 7077 亿立方米。除罗布泊等已干涸的湖泊外，目前实有湖泊总面积 75600 平方公里。我国湖泊的面积以大于 50 平方公里的大中型湖泊为主，有 231 个，占全国湖泊总面积的 79.84%，但数量只占湖泊总个数的 0.93%，其中面积在 500 平方公里以上 1000 平方公里以下的有 15 个，1000 平方公里以上的有 13 个。小型湖泊面积虽然只占湖泊总面积的 20.16%，数量却占湖泊总个数的 99.07%。我国湖泊的数量和面积分级统计见表 1。表 2 示主要湖泊。

表 1 中国湖泊数量和面积的分级统计

湖 泊 类 型	小 型 湖 泊		中 型 湖 泊	大 型 湖 泊	合 计
	<1km ²	1—50km ²	50—500km ²	>500km ²	
占全国湖泊总数量的百分比 (%)	88.5	10.52	0.82	0.11	100
占全国湖泊总面积的百分比 (%)	3.30	16.96	32.61	47.23	100

资料来源：水环境容量综合手册

我国湖泊虽然众多，但分布不均，99%以上的湖泊面积分布在青藏高原、东部平原、蒙新高原、东北平原山区和云贵高原五大湖区。各湖区面积大于 1 平方公里的湖泊分布情况见表 3、表 4。在五大湖区中，又以青藏高原和东部平原地区的湖泊面积为最多。现将五大湖区简略介绍如下。

1. 青藏高原湖区

青藏高原湖区是地球上海拔最高、数量最多和面积最大的高原内

表 2 中国的主要湖泊

顺序	湖泊名称	所在省(区)	湖泊面积 (km ²)	湖水贮量 (10 ⁸ km ³)	所 在 流 域 区		水 型	
					内陆湖区	外流湖区	咸水湖	淡水湖
1	青海湖	青海省	4200	742	柴达木区		咸	
2	鄱阳湖	江西省	3210	251.7		长江水系		淡
3	洞庭湖	湖南省	1691	174		长江水系		淡
4	太湖	江苏省	2338	44.4		长江水系		淡
5	呼伦湖	内蒙古自治区	2000	111	内蒙古区		咸	
6	纳木错	西藏自治区	1961	768	藏北区		咸	
7	洪泽湖	江苏省	1851	24.4		淮河、山东水系		淡
8	色林错	西藏自治区	1628	492	藏北区		咸	
9	南四湖	山东省	1225	19.3		淮河、山东水系		淡
10	扎日南木错	西藏自治区	1996	60.0	藏北区		咸	
11	博斯腾湖	新疆维吾尔自治区	960	77.3	甘新区		咸	
12	当惹雍错	西藏自治区	853	209	藏北区		咸	
13	巢湖	安徽省	753	18.0		长江水系		淡
14	布伦托海	新疆维吾尔自治区	736	59.9	甘新区		咸	
15	高邮湖	江苏省	650	8.7		淮河、山东水系		淡
16	羊卓雍错	西藏自治区	638	146	藏南区		咸	
17	鄂陵湖	青海省	610	108		黄河水系		淡
18	哈拉湖	青海省	588	161	柴达木区		咸	
19	阿雅格库木湖	新疆维吾尔自治区	570	55	藏北区			淡
20	扎陵湖	青海省	526	46.7		黄河水系		淡
21	艾比湖	新疆维吾尔自治区	522	9.4	甘新区		咸	
22	古拉仁错	西藏自治区	513	102	藏北区		咸	
23	塔若错	西藏自治区	487	97	藏北区		咸	
24	格仁错	西藏自治区	476	71	藏北区			淡
25	赛里木	新疆维吾尔自治区	454	210	甘新区		咸	
26	松花湖	吉林省	425	108		黑龙江水系		淡
27	班公错	西藏自治区	412	74.0	藏北区		咸	
28	玛旁雍错	西藏自治区	412	202	藏北区		咸	
29	洪湖	湖北省	402	7.5		长江水系		淡
30	阿次克湖	新疆维吾尔自治区	345	34.0	藏北区		咸	
31	滇池	云南省	298	12.0		长江水系		淡
32	拉昂错	西藏自治区	268	40.0	藏南区		淡	
33	梁子湖	湖北省	256	6.5	长江水系			淡
34	洱海	云南省	253	26.0		元江澜沧江水系		淡
35	龙感湖	安徽省	243	4.1		长江水系		淡
36	骆马湖	江苏省	235	2.7		淮河、山东水系		淡
37	达里诺尔	内蒙古自治区	210	21.6	内蒙古区		咸	
38	抚仙湖	云南省	211	189		珠江水系		淡
39	泊湖	安徽省	209	3.0		长江水系		淡
40	石臼湖	江苏省	208	3.5		长江水系		淡
41	月亮泡	吉林省	206	4.8		黑龙江水系		淡
42	岱海	内蒙古自治区	140	13.0	内蒙古区		咸	
43	波特兴湖	新疆维吾尔自治区	160	12.8	甘新区			淡
44	镜泊湖	黑龙江省	95	16.3		黑龙江水系		淡
45	日月潭	台湾省	7.7	1.47		东南沿海水系		淡
46	兴凯湖	中、苏界湖	4380	109.6		黑龙江水系		淡
47	贝尔湖	中、蒙界湖	600	48.8	内蒙古区			淡
48	白头山天池	中、朝界湖	9.8	20		黑龙江水系		淡

资料来源:水环境容量综合手册

表 3 各湖区的湖泊(>1km²)面积和储水量分布

湖区	湖泊面积 (km ²)	占湖泊总面积的百分比 (%)	湖水储量 (10 ⁸ m ³)	占湖水总储量的百分比 (%)	其中淡水 储 量 (10 ⁸ m ³)	占淡水总储量的百分比 (%)
青藏高原湖区	36889	51.4	5182	73.1	1035	45.8
东部平原湖区	20842	30.2	700	10.0	700	31.4
蒙新高原湖区	9411	13.1	697	9.8	23.5	1.0
东北平原及山地湖区	2366	3.3	190	2.7	188.5	8.3
云贵高原湖区	1108	1.5	288	4.1	389	12.7
其它地区	372	0.5	20	0.3	15	0.8
合 计	70988	100	7077	100	2250	10

资料来源:水环境容量综合手册

表 4 湖泊面积(>1km²)分省统计

省、自治区、直辖市	湖 泊 面 积						湖 泊 储 水 量				
	面积 (km ²)	个	外流湖区		内陆湖区		储水量 (10 ⁸ m ³)	外流湖区		内陆湖区	
			个	面积 (km ²)	个	面积 (km ²)		储水量 (10 ⁸ m ³)	其中淡 水储量 (10 ⁸ m ³)	储水量 (10 ⁸ m ³)	其中淡 水储量 (10 ⁸ m ³)
西藏自治区	25111	778	103	2876	675	22235	3472	630	326	2842	300
青 海	11778	241	132	2401	109	9377	1710	300	269	1410	140
新疆维吾尔自治区	5072	137	2	54	135	5018	520	8	8	512	15
内蒙古自治区	4244	258			258	4244	174			174	0.5
江 苏	6385	106	106	6385			97	97	97		
湖 南	3822	185	185	3822			202	202	202		
江 西	3661	71	71	3661			263	263	263		
安 徽	2976	92	92	2976			65	65	65		
湖 北	2417	182	182	2417			44	44	44		
山 东	1326	2	2	1326			22	22	22		
浙 江	88	36	36	88	10	95	3	3	3		
河 北	187	16		92			2	2	2	3	
上 海 ¹⁾	75	7	7	75			2	2	2		
黑 龙 江	1617	57	57	1617			55	55	53.5		
吉 林	679	43	43	679			133	133	133		
辽 宁	70	3	3	70			2	2	2		
云 南 ²⁾	1108	30	30	1108			288	288	288		
其 它 ²⁾	372	61	40	204	21	168	20	18	15	2.0	
合 计	70988	2305	1097	29851	1208	41137	7007	2134	1794.5	4943	455.5

1. 淀山湖跨上海、江苏,面积已统计在上海市内;

2. 贵州省的湖泊面积统计在云南省内;

3. 其它系指不包括上述各省(区)的湖泊面积。其中:台湾(日月潭 7.7km²);四川 69km²(泸沽湖已统计在云南省区);甘肃 150km²(咸);宁夏 18km²(咸);山西 74km²(咸);陕西 18km²(咸);广东 13.4km²(淡);广西 3.0km²(淡);河南 19.0km²(淡)。

资料来源:水环境容量综合手册

陆湖区，以咸水湖和盐湖为主，一般都较深，每年冰封期 4~7 个月，且集中分布在藏北高原和柴达木盆地干旱、闭流的高原腹地，多是内陆湖泊，为内陆河流的尾间和汇水的中心。本地区气候寒冷干燥，湖水的蒸发量大于补给量，即使是面积较大的湖泊，其干化现象也很突出，约有 30% 的湖泊已发展到盐湖或干盐湖阶段。该地区湖泊中鱼类种数稀少，以冷水性鱼类为主。绝大部分湖泊在渔业上未经开发利用。

2. 东部平原湖区

东部平原湖区是我国湖泊分布密度最大的地区，包括长江和淮河中下游，黄河下游以及大运河沿岸所属的大小不等的湖泊。鄱阳湖、洞庭湖、太湖、洪泽湖和巢湖五大淡水湖就分布在这一地区。该地区由于气候温暖湿润，降水量大，使湖水来源丰沛，绝大多数湖泊与河流关系密切，属吞吐性的淡水湖，且湖盆浅平，多数湖泊平均水深低于 4 米，概属浅水湖类型。由于入湖河流携带大量泥沙的淤积和围垦的发展，导致一些湖泊面积日趋缩小，湖盆逐渐淤高，其演变的结果使湖泊生态系统及资源组成受到不同程度的影响和破坏。就渔业生产而言，由于地理、气候、水质等条件的优势，该湖区养鱼历史悠久，湖泊渔业历居全国之首。

3. 蒙新高原湖区

蒙新高原湖区系指内蒙、河北西部及新疆等地区的湖泊，地势高、纬度高、气温低，每年冰封期 4~7 个月。该区地处内陆，气候干燥，降水量少，湖水蒸发量一般超过补给量，湖水不断浓缩而发育成闭流型的咸水湖或盐湖，也有的湖泊水量补给波动不定，湖面时升时降，有的导致湖泊游移。发育于沙漠地区的风成湖，面积小，水浅，补给水少，湖水更易于蒸发浓缩积累盐分。还有的湖泊受沙丘移动的影响，使地面湖变成被流沙埋藏的地下湖。

4. 东北平原及山地湖区

在东北平原中部的沉降地区有大片的沼泽湿地，由此形成许多大小不等的湖泊，因大多数面积较小，习称“泡子”。由于火山活动的影响，还形成了一些火山熔岩堰塞湖（如镜泊湖）和火口湖（如白头山天池）。东北地处温带湿润、半湿润季风气候区，夏短而温凉多雨，入湖水量充沛，冬长而寒冷多雪，湖泊冰封期长。湖盆沉积物富含有机质和腐殖质，使湖水营养盐含量较高。

5. 云贵高原湖区

云贵高原的湖泊主要分布的滇中、滇西地区，以海拔高、面积较小而湖水深为其主要特征，既区别于东部平原海拔较低的浅水湖群，又与干旱地区的咸水湖有所不同。该区湖泊含盐量不高，多为淡水湖，水色清澈，冬季无冰情。区内湖泊分属金沙江、南盘江和澜沧江水系，湖水依靠地表水和地下水补给，入湖支流多，而不少湖泊出流只有一条。湖泊多沿褶皱断裂构造方向排列，多属构造湖。此外，碳酸盐类岩层的溶蚀对湖盆的形成发育也起着辅助作用。这类构造岩溶湖往往是南北长，东西窄。因该区气温较高，湖水较深，有利于湖泊渔业的发展。

（二）湖泊的形态特征

湖泊的形态指湖盆结构及其大小。湖盆结构通常由沿岸带、亚沿岸带和深水带（或湖心敞水带）三部分组成。湖泊形态的大小则以某一水位条件下相应的面积、长度、宽度、岸线周长、湖深、容积和岸线发展系数等几何形态度量指标来表示，湖泊形态特征制约着湖水的物理化学性质，影响着水生物的分布规律。湖泊的外部形态特征多种多样，无一定规律，面积有大有小，水深有深有浅。

我国湖泊因所处地理位置及其发育阶段不同，反映在湖盆结构的组成上有较大差异。如浅水型湖泊大多分布在沉降型的平原低地和沿江平原，沿岸带多以疏松沉积物组成，易受波浪、湖流作用而变形，亚沿岸带又大多发育有水下浅滩和入湖三角洲，水生植物茂盛甚至蔓延到湖心敞水带，加上入湖泥沙淤积使深水带消失，整个湖盆被沿岸带和亚沿岸带占据。而我国的深水型湖泊大多分布在新构造运动表现强烈的断陷的高原山区盆地，湖岸陡，沿岸带以基岩组成为主，除部分有亚沿岸带的水下浅滩发育外，大部分的湖盆是由沿岸带直接向深水带过渡。

湖泊的形态特征是以内外营力以及人力因素长期作用下的综合反映，一方面由于湖泊成因、演变过程和流域内自然条件的差异而有所不同，另一方面又随湖泊的发展而不断变化。我国目前湖泊形态的基本特征大多是自然和人为综合作用的结果，而很少是湖泊形成初期和自然形态，我国主要养鱼湖泊的形态特征（表5）多是其底部倾斜较小或平坦，水较浅，沉积物比较均匀地分布于湖底，与水接触而宽，分

解快，湖水含营养物丰富且均匀，有利于浮游生物和水生维管束植物，尤其是沉水植物的生长繁殖。底栖动物也因食料充足，栖息范围大，其种类和数量都远远比湖底斜度大、水深的湖泊为多，因此具有较高的生产能力。

表 5 我国主要养鱼湖泊形态特征

湖名	地域	湖面高程 (米)	面 积 (万亩)	最大水深 (米)	平均水深 (米)	容 积 (亿立方米)
太 湖	长 江 中 下 游 地	30.	363.0	4.8	2.27	48.7
洪泽湖		12.5	237.9	5.5	1.30	31.3
洪 湖		25.0	60.3	2.5	1.80	7.5
梁子湖		17.2	50.1	3.2	1.7	5.7
太白湖		6.9	30.15	2.4	1.70	3.4
长 湖		20.5	19.05	5.2	3.80	4.9
鄱阳湖		21.0	537.4	16.0	6.40	248.9
洞庭湖		34.5	423.0	30.8	6.70	188.0
湖名	地域	湖面高程 (米)	面 积 (万亩)	最大水深 (米)	平均水深 (米)	容 积 (亿立方米)
南四湖	区	37.0	189.9	6.0	5.00	53.6
巢 湖		10.0	123.0	5.0	4.40	36.0
东平湖	山东		21.0		1—2	1.68
扎龙湖	黑 龙 江	139.0	1.05	4.0	1.0	
小兴凯湖			21.0		1.5	
连环湖			53.5		2.0	
大兴凯湖			162.0		2.5	
			(中苏共 657.0)			
五大连池			2.76	12.0	2—5	1.2
茂兴湖			2.30		30.	
镜泊湖		350.0	14.25	62.0	13.9	16.3
红碱卓海子	陕西	1100.0	10.05	10.5	8.2	5.5
达赉湖	内蒙古	543.15	300.0		5.0	

资源来源：中国内陆水域渔业资源调查。

(三) 湖水的物理性质

湖水的物理性质与水体生产力和渔业生产有着密切的关系，尤其

是水温、水的透明度甚为重要。

1. 水温

水温是影响湖水各种理化过程和动力现象的重要因素，在湖泊生态系统的众多环境条件中，它不仅影响生物的新陈代谢和物质的分解，也是决定湖泊生产力的重要指标，水温对鱼类生长和生存有着重要影响，各种鱼类都有一定的适应温度范围，湖水温度的变化主要受太阳辐射能和湖盆形态等因素的影响。

湖水的热量来源于太阳辐射、大气交换、水源温度和地壳传导热等，其中来自太阳辐射的热量占90%以上，一般说，太阳辐射量随湖泊所处的纬度的降低而增加。射入湖泊的绝大部分太阳能，首先被表层湖水吸收。据观测资料介绍，水深1米以内的表层湖水吸收了约80%的辐射能，只有5%的辐射能达到5米深处，仅有1%才可透入10米深处。但是浅水湖泊水温的日变化可能影响到整个水层，深水湖泊也能影响到一定深度，如镜泊湖水温日变化可达20米，青海湖可及12米水深等。热变化所以能达到湖水深处，是因水体的对流混合和动力混合引起的热量交换而产生，并非水的导热性所致。

湖泊热量的散失主要有三个途径：一是湖面的长波辐射损失的热量约占总辐射收入量的30%。二是蒸发损失的热量占总辐射收入量的45~75%。三是由湖水对流和紊动等所引起的热量损失约占总辐射收入量的2—25%。

依湖水的深度不同，湖水存在着水温分层现象，一般情况下，水深5米以上的湖泊，上下水层间即有温差。当然，如果湖面开阔，风力作用强烈，湖水混合较充分，即使湖泊较深，水温分层也不明显或不存在。

不同地区湖泊水温的日变化和年变化是不同的。就水温日变化来说，东北、云贵及长江中下游的湖泊，最高水温多出现在16~18时，最低水温常出现在6时，而蒙新和青藏地区的湖泊，最高水温常出现在18~20时，最低水温出现在8~10时。由于水的热容量大于空气，水温的日变幅远比气温小，且最高和最低水温与气温变化相比滞后1~3小时。湖泊沿岸水温的日变化比敞水区明显，变幅也大。另外，天气状况和季节的变化对水温的日变化也有较大影响。

水温的年内变幅以长江中下游浅水湖泊为最大，达36~38℃，东

北与蒙新地区的湖泊为 24.5~31.7℃，云贵地区湖泊水温变幅较小，为 21.7~27.3℃，青藏地区湖泊水温年内变幅最小，其最大年内变幅低于 20℃。

我国各主要养殖地区的湖泊，一年中水温在 15℃以上的月份在 5~10 月，表层和底层水温，除冰冻地区外都比较接近，这不但有利于鱼类天然饵料的生长繁殖，也利于温水性鱼类的生长。

长江中下游的浅水湖泊，除冬季有时出现很短冰冻情况外，表层与底层水温基本一致或相差甚微。致于气温与水温，在气候正常时相差不大。长江中下游地区湖泊的水温，最低在 1 月份，为 2~4℃，最高在 7 月或 8 月为 26~32℃，4~8 月份约 5 个月在 15℃以上，全年约有 6 个月在 20℃以上。

东北地区的浅水湖泊，一年中冰封期长，11 月中旬至翌年 4 月中下旬封冻，冰厚常达 1 米以上。其间底层水温较上层高，水为停滞状态。4 月上旬冰层开始融化，解冻以后水温变化如表 6。

表 6 我国不同地区 5、7、9 三个月主要湖泊的水温变化

地 区	湖 名	水 温 (℃)		
		5	7	9
长江中下游地区	太 湖	年平均 19.52		
东北地区	五大连池	16.6	20.3	8.4
西北地区	红碱卓海子	14.8	24.4	18.4
内蒙古自治区	达赉湖	6.8	21.2	14.3
黄河下游地区	东平湖	平均 18 以上		

资料来源：中国淡水鱼类养殖学

西北地区气候干燥，气温低，雨量少，年降水集中在 7~9 三个月，从 11 月下旬湖泊开始结冰，冰封期约 4 个月，冰层厚 80~100 厘米，次年 3 月份开始解冻。

内蒙古地区霜冻时间较长，初霜在 9 月上旬或下旬，终霜在 4 月下旬或 5 月下旬。达赉湖从 11 月开始结冰，冰厚约 1 米，到翌年 4 月逐渐解冻，解冻后水温在 14℃以上仅 94 天左右。

华南地区的珠江水系各浅水湖泊年平均水温比长江流域同类水体的水温高。其平均水温 17.5~22.9℃，月平均水温最低的 1 月份也超过 12℃，而长江流域湖泊的年平均水温在 15.7~18.3℃之间。

2. 透明度

湖水透明度随其水化学成分的不同及水中悬浮物质和浮游生物的多少而变化,在自然条件相近的情况下,深水湖的透明度较浅水湖大,淡水湖比咸水湖要小。

青藏地区的湖泊主要依靠高山融雪补给,水深且含盐量高,而水中悬浮物质又少,平均湖水透明度属全国之冠,如玛旁雍错在 1~14 米之间,青海湖在 1.5~9.5 米之间,最大 10 米。

蒙新地区湖水的透明度也较大,如赛里木湖最大透明度 12 米,新疆天池 9 米。布伦托海透明度较小,为 1.5 米左右,岱海 6~9 米,乌梁素海由于水浅和灌溉尾水的注入,透明度仅 0.45 米左右。

东北地区湖水的透明度较上述两地区低,镜泊湖的沿岸浅水带透明度为 1 米,开敞的深水区也只有 2 米,最大达 4.3 米。五大连池透明度头池、二池为 0.8 米,三、四、五池在 0.25~0.40 米之间,兴凯湖只有 0.6 米。

云贵地区湖泊的透明度因水深不同而有明显差异,平均水深在 5 米以内的滇池和星云湖透明度明显增加,洱海在 4~5 米之间,阳宗海 5~6 米。而最大水深达 155 米的抚仙湖,透明度多在 7~10 米之间,最大可达 12.5 米。川西的邛海实测透明度 1.6~3.5 米。

长江中下游地区和黄淮海平原的湖泊,平均水深大多是小于 4 米的浅水湖,河湖相通,泥沙的进入和风浪的作用,常减低湖水透明度,一般都在 1 米左右(表 7)。湖北保安湖的透明度一般比较小且变化不大,据 1981~1987 年调查资料分析,该湖除个别湖区透明度达到 2 米外,一般多在 0.4~0.7 米之间,最小 0.25 米,全湖平均 0.76 米。我国不同地区主要湖泊的透明度一般在 0.25~1.70 米之间,这些湖泊都是相当肥沃的。

表 7 长江中下游地区及黄淮海平原主要湖泊的透明度

湖名	鄱阳湖	洞庭湖	太湖	洪泽湖	巢湖	南四湖	武昌东湖	骆马湖	白洋淀	洪湖	淀山湖	固城湖
透明度 (米)	0.35 3.50	0.15 0.45	0.15 1.00	0.10 0.40	0.15 0.25	0.24 0.45	0.20 3.50	0.50 3.00	2.00 3.00	0.50 1.50	0.50 2.30	0.15 3.65

在同一湖泊中,因水深、底质、悬浮物和浮游生物分布不同,透明度也有一定差异。一些深水湖及多数和小型湖泊,沿岸带的透明度比敞水

区的小,但少数以风生流为主的大型浅水湖,其透明度分布则相反。凡受入湖河流影响的湖区,透明度随入湖悬浮物质的增加而减少,而在平静的避风港湾,透明度较大。此外,沿岸带有无水生植物分布也决定透明度的大小,如在洪泽湖水生植物丛生的西岸,湖水清澈见底,而无水生植物分布的东岸,透明度仅 0.1~0.2 米。透明度直接影响着湖泊水生植物特别是沉水植物的生长。

湖水透明度的日变化一般早、晚小,中午稍大。透明度的年变化多是春、夏季较小,秋、冬季稍大。

(四) 湖水的化学性质

我国湖泊分布广泛,由于各地湖泊地质、地貌、气候、水文等自然条件的差异,导致了湖水化学性质的多种多样性。

1. 矿化度和主要离子

我国湖泊矿化度在地区分布上的情况是:东部平原地区湖泊的矿化度较低,其中尤以长江中下游地区为最低,成为全国湖泊矿化度最低的地区;由长江中下游地区向北,湖泊矿化度随纬度的增加而逐渐增加;由长江中下游地区向西,由于受海拔、干旱气候影响,湖泊矿化度也相应递增。由于矿化度在地区分布上呈现这种规律,所以形成我国由东部长江中下游淡水湖区,逐渐向北、向西转化为内陆咸水、盐湖区的总格局。云贵高原的湖泊其矿化度略高于长江中下游地区的湖泊,多在 200~250 毫克/升。青藏高原和蒙新地区湖泊的矿化度普遍较高,是我国咸水湖和盐湖最集中的分布区,仅柴达木盆地较大型的盐湖就有 24 个。如达布逊湖、团结湖、协作湖、东陵涌、尕斯库勒等,矿化度都超过 30 万毫克/升,为我国矿化度最高的湖泊。但也有例外,即有极少数湖泊因有丰沛的冰雪融水补给,矿化度能保持在较低水平。

湖水主要离子有钠、钾、钙、镁、氯根、硫酸根、重碳酸根和碳酸根等。湖水离子的组成,由于湖泊所处位置的自然条件不同,其他地区差异也颇明显(表 8)。

我国淡水湖中,阴离子以重碳酸根为主,占阴离子平均毫克当量总数的 70.51%,氯根和硫酸根离子分别为毫克当量总数的 12.36%和 12.41%,碳酸根离子含量最低,只占毫克当量总数的 5.08%,但其变化较大。淡水湖中的阳离子以钙离子为主,其平均含量占阳离子毫克

当量总数的 41.53%，钾、钠离子和镁离子含量较接近，分别占毫克当量总数的 29.39% 和 28.75%。由于淡水湖的离子组成以重碳酸根为主，所以我国的淡水湖水型大多属重碳酸盐类。

表 8 我国不同地区 5、7、9 月湖泊主要离子指标 (1981)

地 区	代表性湖泊	月份	主要阴离子 (毫克/升)				主要阳离子 (毫克/升)		
			Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	CCO ₃ ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺ Na ⁺
长江中、下游	太湖	年平均	11.86		0.1772	73.834	19.40	7.09	
东 北	五大连池	5	0.3367	4.6877	63.2156		15.070	5.411	8.092
		7	2.9415	11.4791	66.0409		12.024	4.669	19.325
		9	2.5375	0	60.9642		12.825	3.405	11.733
西 北	红碱淖海子	5	676.904	100.863	302.659	505.424	13.627	4.897	785.40
		7	772.592	100.383	—	—	10.621	42.438	854.42
		9	758.416	97.981	341.712	280.881	11.022	44.505	835.38
内 蒙 占	达赉湖	5	188.190	37.540	112.276	268.827	23.982	62.988	270.558
		7	184.819	39.264	104.497	261.315	21.593	60.099	270.368
		9	188.931	46.973	154.380	259.228	24.969	66.053	277.698
黄河下游	东平湖	年平均	40—60	55—70	0—4.8	2.54— 3.89	40—50	20	40—50

资料来源：中国淡水鱼类养殖学

咸水湖中以含氯根离子较高，硫酸根离子次之，分别占阴离子平均毫克当量总数的 34.49% 和 27.63%，但变幅较大。重碳酸根和碳酸根离子分别占阴离子毫克当量总数的 19.90% 和 17.26%。咸水湖中的阳离子以钠、钾占首位，约为毫克当量总数的 78%，镁离子占 20%，钙离子只占 1.7%。咸水湖的水型比较复杂。既有重碳酸盐类型，又有氯化物盐类型和硫酸类型。

盐湖的阴离子以氯根为主，多数湖泊的氯根离子约占阴离子毫克当量总数的 80%，硫酸根离子次之，占 12%，重碳酸根和碳酸根则分别占 2% 和 6%。在阳离子中以钠、钾为主，约占阳离子毫克当量总数的 81%，镁离子占 16%，钙占 2%。盐湖的水型主要是氯化物类的 $\text{Cl}_{\text{H}}^{\text{Na}}$ ，其次为 $\text{Cl}_{\text{H}}^{\text{Na}}$ 和 $\text{Cl}_{\text{H}}^{\text{mg}}$ 。

2. 溶解性气体与 pH 值

湖水中的溶解气体主要是氧气、二氧化碳、氮气、硫化氢和甲烷，其含量的多少对湖泊生物均具有不同程度影响。由于我国绝大多数湖

泊处于富氧状态的弱碱性氧化环境，故湖水中硫化氢和甲烷的含量极低。

湖水中溶解氧含量的高低，与湖泊所在的海拔高程、水温、水的循环运动、有机物的分解和水生生物的呼吸等有密切关系。湖泊海拔越高，溶氧量越低，水温愈高，溶氧量也愈低，水停滞不动，溶氧量就渐渐减少。我国湖泊溶氧的绝对含量，以水体表层比较丰富。实测平均值一般都在7毫克/升以上，且绝大多数湖泊溶氧的相对含量均在90%以上。从鱼类对溶氧量的要求来看，我国的浅水湖泊的氧含量状况是良好的。在东北地区的“泡子”或浅水湖泊，由于冰封期长，溶氧的消耗急剧增长，且冰冻期没有氧气补给，常常导致严重的缺氧现象，使鱼类大量窒息死亡。近些年来，水产科技人员对采用“冰下生物增氧”措施已有成效。

水中溶氧量有明显的日变化和年变化，白天高，下午最高，夜晚低，清晨太阳出来前最低。一年中以夏季低，冬季高。但在东北地区的“泡子”和浅水湖中，冰冻期低，5~9月则较高。浅水湖中，表层和底层溶氧量差不多，而在深水湖中，其溶氧量往往表层高于底层。

我国湖泊中游离二氧化碳的分布仅见于淡水湖，其含量大多在10毫克/升以下。湖水中二氧化碳含量的日变化，一般是白天低，夜间高。其年变化的高值一般出现在冬季，春季次之，夏秋两季最低。湖泊中二氧化碳含量普遍低的原因，主要是我国的淡水湖以重碳酸盐型湖分布为主，水中的重碳酸根离子的含量高，pH值又偏碱性，这与水中的游离二氧化碳大多以结合的形式，呈重碳酸根离子和碳酸根离子存在于水中而使其含量降低有一定的关系。还有，我国淡水湖多属营养型或富营养型湖泊，水中大量的藻类在其光合作用的过程中不断地消耗游离二氧化碳，也是降低其含量的一个原因。至于从空气中进入湖泊水体的二氧化碳，由于空气中二氧化碳的分压仅为0.03%，所以，从空气中进入的机会就不多。我国浅水水体中二氧化碳的含量是微量的。根据武汉东湖历年的记录，1~4月，为0.1~3.7毫克/升；5~10月为0.0~26.4毫克/升；11及12月为微量。华南地区如广西朱湖，5~8月，含量为2.9~11.0毫克/升。二氧化碳的含量在30毫克/升以上时会影响鱼类的生活，但水中溶氧量高时，较高的二氧化碳含量对鱼类也不会发生不良影响。

我国湖水的 pH 值具有地带性分布特点，东北及长江中下游地区湖泊的 pH 值较低，一般在 6.5~8.3 之间，呈中性或微碱性；云贵和黄淮海地区的湖泊次之，pH 值在 8.4~9.0 之间，呈弱碱性；而蒙新、青藏地区除少数湖泊的 pH 值为呈 7.5 左右的微碱性外，极大多数湖泊的 pH 值都在 9.0 以上，呈碱性或强碱性。一般在淡水湖中，pH 值的高低与湖水中游离二氧化碳和重碳酸根离子的含量多少有一定的关系。凡游离二氧化碳含量较高的湖泊，pH 值就低；而重碳酸根离子、碳酸根离子含量较高的湖泊，pH 值也相应增加。在咸水湖中，尤其是一些碳酸盐型的湖泊中，因碳酸盐易发生水解，使 pH 值相应增加。我国的浅水湖泊中，除了酸性土壤地区，或由于工业废水大量排入的可能使水呈强酸或强碱性外，一般都具有适合鱼类生活的 pH 值条件。pH 值的日变化，在长江中下游湖泊中其高值一般出现在 14~18 时，低值出现在 2~4 时，云贵地区的湖泊由于湖水同时含有重碳酸根和碳酸根离子。湖水缓冲性大，其日变化较长江中下游湖泊为小，高低值相差约 0.1，高值出现在 18~22 时，低值在 6~8 时。pH 值的年变化主要在长江中下游地区的中性或微碱性湖泊中比较显著，多在夏、秋两季高，冬、春季低。

3. 生物营养物质

湖泊中生物营养物质含量的多少，直接影响到各种水生生物的生长和发育，也是划分湖泊营养类型的重要依据之一，尤其是水中氮、磷含量直接影响到鱼产量，因为氮、磷是各种水生生物直接或间接的养料。在自然水体中，氮的化合物常以铵态氮 (NH_4^+)、硝态氮 (NO_3^-) 和亚硝态氮 (NO_2^-) 三种形式存在，我国湖泊中的氮化合物常以硝态氮为主，铵态氮次之，亚硝态氮含量最低，据计算三氮含量分别占无机氮总量的 75%、23% 和 2%。表 9 所列为我国主要湖泊的生物营养物质含量。我国湖泊水中磷和铁的含量都不高，大多数湖泊磷酸根离子含量在 0.02~0.06 毫克/升之间，淡水湖的铁离子含量在 0.1 毫克/升左右，咸水湖的多在 0.01 毫克/升左右。我国湖泊二氧化硅含量普通丰富，淡水湖含硅量多在 3~10 毫克/升之间，咸水湖约 5 毫克/升。淡水湖的有机物耗氧量一般在 2~10 毫克/升。从区域的差别来看，东北和长江中下游地区湖泊的无机氮、硅、铁含量及有机物耗氧量均高于其它地区。从湖泊生物营养物质的分布而言，东北和长江中下游湖泊