

35832

844270

1033

中国湖泊水资源

王洪道 顾丁锡 刘雪芬 史复祥编著

5832

033

中国湖泊水资源

王洪道 主编

农业出版社

内 容 简 介

“中国湖泊水资源”是水利电力部主持的“六五”重点科研项目“水资源综合评价和合理利用研究”的组成部分。本书从区域水文角度出发,总结了多年考察和研究的成果,比较系统地阐述了湖泊的数量、水量、水质、分区特点、变化规律及其改造利用等有关问题。本书共分两篇七章。第一篇总论计二章,其中第一章湖泊水量资源的分析与评价,第二章湖泊水质状况的评价;第二篇区域湖泊水资源分析与评价计五章,其中第三章东部平原湖区湖泊水量资源的分析,第四章东部平原湖区湖泊水质状况的评价,第五章江苏湖泊水量资源分析,第六章干旱与半干旱地区的湖泊水资源及其保护,第七章云贵高原湖泊水资源及其利用。此外本书还附有我国主要省区1公里²以上湖泊特征一览表,有一定的实用性。

本书可供研究中国的湖泊、水利、环保、地理及水产等工作参考,也可作为高等院校有关专业师生的参考书。

中 国 湖 泊 水 资 源

王洪道 主编

* * *

责任编辑 姜 伟

农业出版社出版 (北京朝阳区东直门内大街)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米16开本 10印张 226千字

1987年12月第1版 1987年12月北京第1次印刷

印数 1—1,700册

统一书号 161.11·3346 定价 2.25元

序

湖泊是地球表面的水体,就其自然科学的属性言,应属地表水水文学范畴。过去的湖泊水文学以研究湖水的物理性质、辐射性质、光的现象、潮流及环流、湖水热状态及水温分布以及湖泊冰情为主,很少与当地的社会、经济问题以及环境生态影响发生联系。

如果把湖泊作为地表水资源的一个组成部分,就必须从水资源的综合利用的角度进行开拓性的研究,本书对我国湖泊水资源进行的分析和评价,是填补了我国水资源分析与评价中的一个空白,并使湖泊学为国民经济服务跨出了可喜的一步。

本书通过对我国湖泊水资源的分析与评价,摸清了我国湖泊的水量(包括补给系数及换水周期)及水质状况。根据大量的调查资料,摸清了我国面积在1公里²以上的湖泊近2300个,湖泊总面积达70928公里²,占全国总面积的0.8%,湖泊总贮水量7016亿米³,其中淡水贮量2194亿米³,占31.3%左右;咸水及盐水贮量4822亿米³,占70%左右;其中东部平原湖泊贮水量718亿米³,全部为淡水;云贵高原湖泊贮水量288亿米³,亦全部为淡水;东北平原山地湖泊贮水量为115.5亿米³,其中114亿米³即98.7%是淡水;青藏高原湖泊贮水量5182亿米³,仅有1035亿米³是淡水,淡水仅占总贮水量的20%;而蒙新高原湖泊总贮水量687亿米³,仅23.5亿米³是淡水,淡水仅占总贮水量的3.4%。上述数据不仅提供了湖泊水资源的地区分布特征,亦提供了开发利用湖泊水资源的基本数据,这些数据对国民经济发展具有重要的参考价值。

通过对湖泊水质和污染的分析调查,得到了我国主要湖泊污染状况的若干重要数据和基本概念,即到目前为止,我国大多数湖泊尤其是一些著名大湖的水质状况还是比较好的。本书列出了个别湖泊或湖泊的个别水域已经受到污染的程度,并列出一些湖泊的富营养化程度,这些数据对当地国民经济发展也具有方向性的指导和参考价值。

作为水资源系统中的一个组成部分,本书已对湖泊的调节洪水、抗旱、排涝、水运及水产养殖等兴利除害的综合利用提供了系统的基本数据,从而填补了我国水资源开发利用研究中的一个方面的空白,也是值得我们高兴的。

中国科学院南京地理研究所湖泊水资源课题组的同志在过去大量的实践和研究的基础上,在较短时间内完成了这一工作,是十分难能可贵的。可以预见,这一工作还将在今后各大流域水资源综合利用的系统规划、设计、管理和调度运用中发挥其作用,并将对湖泊与生态环境影响的研究以及指导人们对湖泊开发利用等方面提供重要参考,故乐为之序。

华士乾

1985年11月

前 言

水是人类生活和生产活动不可缺少的一种自然资源,人口、资源、环境和生态是人们面临的四大问题,而水资源的数量和质量的状况,不仅会影响到整个国民经济的布局,也关系到具体工程的成败,所以水资源的开发利用和科学管理已成为人类生存和发展的举世瞩目的重大问题之一。“水资源的综合评价和合理利用的研究”是国家重点科研项目之一,而湖泊水资源分析与评价又是这个重点科研项目的一个组成部分。水利电力部于1980年委托中国科学院南京地理研究所开展此项专题的调查研究,提出了“查清湖泊的数量和水量的分布,以及按大小、水质等分类情况列为工作重点”的要求。整个工作是在水利电力部水文局统一安排下进行的。1981年9月在我所以往工作的基础上,提出了湖泊水资源调查与分析的初步成果,现在又经过三年多时间的调查与分析,湖泊面积也重新进行了量算与统计,对初步成果作了较大的修改和充实,提出了湖泊水资源分析与评价的正式成果,作为全国水资源总体报告的一个组成部分。1985年3月邀请了华东水利学院施成熙教授、胡方荣副教授、熊椿懋先生,南京大学杨成副教授,中国科学院综考会袁子恭副研究员,中国科学院地理研究所汤奇成副研究员及北京大学关柏仁副教授等七位先生进行书面评议,评议认为本项成果达到一定学术水平、并有其应用价值,填补了湖泊水文学的一项空白。

本项课题由南京地理研究所王洪道同志负责,刘雪芬、史复祥二位同志参加。顾丁锡同志参加了课题的部分工作。在完成课题任务的基础上,我们编著了本书。全书共分二篇七章,第一章湖泊水量资源分析与评价(王洪道执笔),第二章湖泊水质状况的评价(顾丁锡执笔),第三章东部平原湖区湖泊水量资源的分析(王洪道执笔),第四章东部平原湖区水质状况的评价(刘雪芬执笔),第五章江苏湖泊水资源的分析(王洪道、史复祥执笔),第六章干旱与半干旱地区湖泊水量资源及其保护(王洪道、史复祥执笔)、第七章云贵高原湖泊水量资源及其利用(史复祥执笔)。本书由王洪道同志主编。桑婉玉及张辉玉两位同志清绘了书中所有插图。范云崎同志提供了西藏及新疆羌塘高原湖泊资料,本所湖泊一、二室同志也提供了有关资料。此外,书中还参阅了其他一些资料,这里就不一一罗列了。

我国幅员辽阔,湖泊众多,类型各异,加之我们水平有限,疏漏之处在所难免,因此,不足之处,诚请广大读者批评指正。

目 录

序
前言

第一篇 总 论

第一章 湖泊水量资源的分析与评价	1
第一节 湖泊概况	1
第二节 湖泊贮水量	4
第三节 湖泊水量平衡	6
第四节 湖泊水量资源的利用	8
第五节 湖泊水量资源的保护	10
第二章 湖泊水质状况的评价	13
第一节 资料整理方法	13
第二节 污染源评价	14
第三节 湖泊水质状况的分析	16
第四节 湖泊水质污染的危害及其防治	21

第二篇 区域湖泊水资源分析与评价

第三章 东部平原湖区湖泊水量资源的分析	23
第一节 湖泊概况	23
第二节 湖泊贮水量	26
第三节 湖泊水量	28
第四节 湖泊水量资源分析	35
第四章 东部平原湖区湖泊水质状况的评价	37
第一节 污染源评价	37
第二节 水质评价方法	39
第三节 湖泊水质污染状况的评价	39
第四节 五大淡水湖水质污染分析	45
第五节 结语	53
第五章 江苏湖泊水量资源分析	53
第一节 湖泊概况	53
第二节 湖泊的水系、水位及水量	54
第三节 湖泊贮水量	57
第四节 湖泊水量资源的利用与保护	59
第六章 干旱与半干旱地区的湖泊水资源及其保护	61
第一节 湖泊概况	61

第二节 影响湖泊变化的因素	63
第三节 生态环境变化所带来的影响	65
第四节 湖泊资源的保护	67
第七章 云贵高原湖泊水资源及其利用	68
第一节 湖泊概况	68
第二节 湖泊水量平衡	70
第三节 湖泊的演变	71
第四节 湖泊的利用与保护	72
附表 我国部分省(区、市)湖泊特征一览表(1公里²以上)	75
西藏自治区湖泊特征表	77
青海省湖泊特征表	95
新疆维吾尔自治区湖泊特征表	101
内蒙古自治区湖泊特征表	105
宁夏回族自治区湖泊特征表	114
江苏省湖泊特征表	115
江西省湖泊特征表	118
湖南省湖泊特征表	120
安徽省湖泊特征表	125
湖北省湖泊特征表	128
山东省湖泊特征表	134
河北省湖泊特征表	135
浙江省湖泊特征表	136
上海市湖泊特征表	137
黑龙江省湖泊特征表	138
吉林省湖泊特征表	140
辽宁省湖泊特征表	146
云南省湖泊特征表	147
贵州省湖泊特征表	148
四川省湖泊特征表	149

第一篇 总 论

第一章 湖泊水量资源的分析与评价

第一节 湖泊概况

我国是一个多湖泊的国家,天然湖泊遍布全国,常见的名称有“湖”、“池”、“淀”、“漾”、“洑”、“错”、“海”、“淖”、“诺尔”及“茶卡”等等。据初步统计,面积在1公里²以上的湖泊近2300个(不包括时令湖),湖泊面积达71787公里²*,占全国总面积8%左右。

我国的湖泊大致沿大兴安岭西麓,顺东北—西南向南下,经内蒙古高原南缘、阴山、贺兰山、祁连山、日月山、巴颜喀拉山、念青唐古拉山和冈底斯山,至西端国境线为界,此线东南,除了在鄂尔多斯高原、松嫩平原及雅鲁藏布江南侧等地区有面积不大的内陆湖区外,均属外流湖区,以淡水湖分布为主,湖泊面积为30650公里²,贮水量达2145亿米³,其中淡水贮量为1805.5亿米³;此线西北,除额尔齐斯河流域外,皆属内陆湖区,湖泊以咸水湖或盐湖**分布为主,但青藏高原尚分布了一些淡水湖泊,此线范围内湖泊面积为41137公里²,贮水量达4943亿米³,其中淡水贮量为455.5亿米³。我国主要湖泊的分布如图1所示。

根据湖泊的地理分布,可将我国的湖泊分为五个主要湖区。

1. 青藏高原湖区

主要指青海省及西藏自治区所包括的湖泊,这些湖泊多系构造运动和冰川作用所形成,也有因泥石流阻塞河床而形成的堰塞湖。湖水较深,湖面海拔多在4000米以上,藏北高原的喀顺错,海拔5556米,是目前我国已知的地势最高的湖泊,全区湖泊面积为36889公里²,占全国湖泊面积的51.4%。境内除东部及南部有少数外流湖为淡水湖外,其他多系内陆咸水湖或盐湖。由于高原尚处于新构造上升运动中,所以境内的湖泊不同程度地呈现出湖水浓缩,湖面减小的趋势。区内分布有青海湖、鄂陵湖、扎陵湖、纳木错、奇林错、班公错及羊卓雍错等较大的湖泊,其中扎陵湖、鄂陵湖地处黄河河源,是黄河流域上的两个最大的淡水湖。

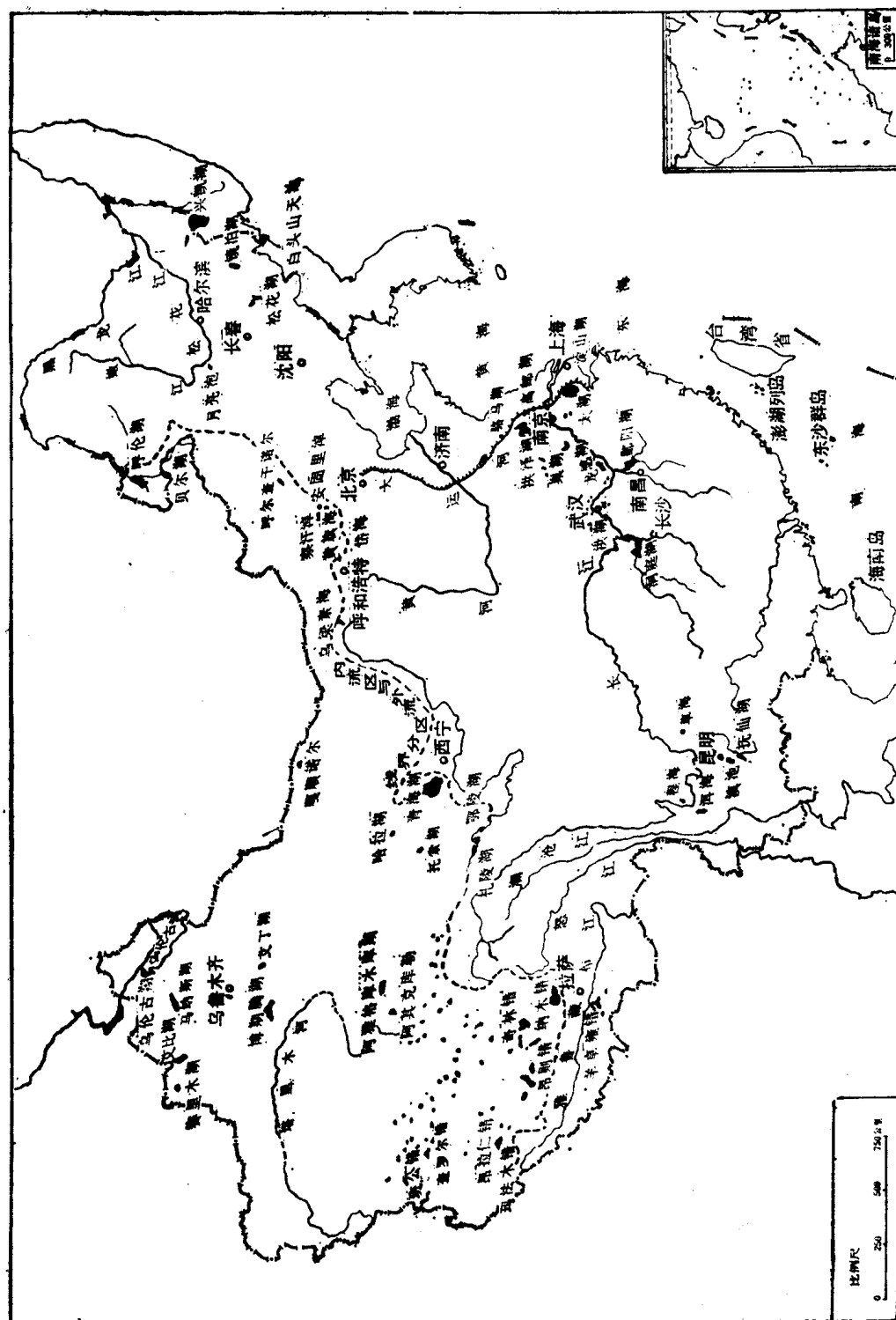
2. 东部平原湖区

系指长江及淮河中、下游,黄河、海河下游及大运河沿岸所分布的大小不等的湖泊。这些湖泊多由构造运动和水力冲积作用所形成的外流湖。区内湖泊面积为21641公里²,占全国湖泊面积30.2%。由于泥沙日益淤积,湖滩地不断围垦,所以境内湖泊面积缩小显著,湖水普遍较浅。我国著名的五大淡水湖泊——鄱阳湖、洞庭湖、太湖、洪泽湖及巢湖就分布在此区。

3. 蒙新高原湖区

* 1981年根据我所原有资料,仅作了适当修改,提出的湖泊面积为75610公里²。经过二年多工作后,改用这一数据。见参考文献13、14。

** 湖泊按矿化程度大小分为三类,矿化度 ≤ 1 克/升为淡水湖,1克/升 $<$ 矿化度 < 35 克/升为咸水湖,矿化度 ≥ 35 克/升为盐湖。



系指内蒙古自治区、河北省西北部及新疆维吾尔自治区所辖范围内的一些湖泊。区内湖泊大致以黑河为界，以西多构造湖，以东多小型风蚀湖，亦有部分构造湖。全区湖泊面积 9411 公里²，占全国湖泊面积 13.1%。境内湖泊多内陆咸水湖，仅有少数淡水湖。新疆吐鲁番盆地的艾丁湖，位于海平面以下 154 米，水深不足 1 米，是我国地势最低的湖泊。区内较大的湖泊有呼伦湖、博斯腾湖、贝尔湖(中蒙界湖)，还有象索果诺尔、玛纳斯湖等有名的游移湖泊。由于降水少、气候干燥，致使湖水日益浓缩，湖面不断减少，某些人为因素更加速了湖泊的消亡。

4. 东北平原及山地湖区

区内有火山湖分布，亦有少数构造湖，还有一些小而浅的泡子。区内除松嫩平原有部分内流湖外，多为外流淡水湖。湖泊面积为 2366 公里²，占全国湖泊面积 3.3%。境内分布有兴凯湖(中苏界湖)、镜泊湖、松花湖、五大连池及白头山天池(中朝界湖)等著名的湖泊，白头山天池深 373 米，是目前我国已知的最深湖泊。

5. 云贵高原湖区

区内多构造湖，也有象草海、异龙湖、纳帕海及车湖等溶蚀性湖泊。境内湖泊面积为 1108 公里²，占全国湖泊面积 1.5%。滇池、洱海、抚仙湖、泸沽湖及草海等知名的湖泊就分布在此区。湖水一般较深，风景秀丽，不少湖泊为著名的旅游湖。

我国主要湖泊的面积、贮水量的统计，如表 1 所示。

表 1 我国主要的湖泊

序号	湖 名	所在省(区)	湖泊面积 (公里 ²)	湖水贮量 (亿米 ³)	所 在 流 区		水 型	
					内陆湖区	外流湖区	咸水湖	淡水湖
1	青海湖	青海	4200	742.0	柴达木区		咸	
2	鄱阳湖*	江西	3960	259.0		长江水系		淡
3	洞庭湖**	湖南	2740	178.0		长江水系		淡
4	太 湖	江苏	2338	44.4		长江水系		淡
5	呼伦湖	内蒙古	2000	111.0	内蒙古区		咸	
6	纳木错	西藏	1961	768.0	藏北区		咸	
7	洪泽湖	江苏	1851	24.4		淮河水系		淡
8	色林错	西藏	1628	492	藏北区		咸	
9	南四湖	山东	1225	19.3		淮河水系		淡
10	扎日南木错	西藏	996	60.0	藏北区		咸	
11	博斯腾湖	新疆	960	77.3	甘新区		咸	
12	当惹雍错	西藏	835	208.9	藏北区		咸	
13	巢 湖	安徽	753	18.0		长江水系		淡
14	布伦托海	新疆	736	59.0	甘新区		咸	
15	高邮湖	江苏	650	8.7		淮河水系		淡
16	羊卓雍错	西藏	638	146.0	藏南区		咸	
17	鄂陵湖	青海	610	108.0		黄河水系		淡
18	哈拉湖	青海	588	161.0	柴达木区		咸	
19	阿雅格库木库勒	新疆	570	55.0	藏北区		咸	
20	扎陵湖	青海	526	46.7		黄河水系		淡
21	艾比湖	新疆	522	9.4	甘新区		咸	
22	昂拉仁错	西藏	513	102.0	藏北区		咸	
23	塔若错	西藏	487	97.0	藏北区		咸	

(续)

序号	湖 名	所在省(区)	湖泊面积 (公里 ²)	湖水储量 (亿米 ³)	所 在 流 区		水 型	
					内流湖区	外流湖区	咸水湖	淡水湖
24	格仁错	西藏	476	71.0	藏北区			淡
25	赛里木湖	新疆	454	210.0	甘新区		咸	
26	松花湖	吉林	425	108.0		黑龙江水系		淡
27	班公湖	西藏	412	74.0	藏北区			东淡西咸
28	玛旁雍错	西藏	412	202.0	藏南区			淡
29	洪 湖	湖北	402	7.5		长江水系		淡
30	阿次克湖	新疆	345	34.0	藏北区		咸	
31	滇 池	云南	298	12.0		长江水系		淡
32	拉昂错	西藏	268	40.0	藏南区			淡
33	梁子湖	湖北	256	6.5		长江水系		淡
34	洱 海	云南	253	26.0		元江澜沧江水系		淡
35	龙感湖	安徽	243	4.1		长江水系		淡
36	骆马湖	江苏	235	2.7		淮河山东水系		淡
37	抚仙湖	云南	211	189.0		珠江水系		淡
38	达里诺尔	内蒙古	210	21.6	内蒙古区		咸	
39	泊 湖	安徽	209	3.0		长江水系		淡
40	石白湖	江苏	208	3.5		长江水系		淡
41	月亮泡	吉林	206	4.8		黑龙江水系		淡
42	波特港湖	新疆	160	12.8	甘新区			淡
43	岱 海	内蒙古	140	13.0	内蒙古区		咸	
44	镜泊湖	黑龙江	95	16.3		黑龙江水系		淡
45	日月潭	台湾	7.7	1.5		东南沿海水系		淡
46	兴凯湖	中、苏界湖	4380	109.5		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	20.0		黑龙江水系		淡

注：系高水位资料，有待进一步修正。

第二节 湖泊贮水量

湖泊贮水量是表示湖泊蓄水能力的一个指标，是湖泊水资源分析的一项重要内容。

1. 湖泊面积的量算*

湖泊面积的量算，是湖泊水资源分析的一项基础工作，由于我国的湖泊多、分布广，所以量算面积的任务重，工作量大。为了能比较正确地反映出湖泊面积最新的量算数据，我们在我所以往工作的基础上，搜集了江苏、安徽、湖北、湖南、江西、山东、新疆、青海、内蒙古、吉林、黑龙江及河北等省(区)的60年代末或70年代的五万分之一、十万分之一的最新地形图，用数字显示求积仪进行面积量算，量算的相对误差控制在1%以内。此外，还搜集了70年代后期五十万分之一的全国湖泊卫星照片，在毛面聚脂薄膜上描绘出湖泊轮廓，然后在密度切割仪上进行面积量算，作为全国湖泊面积统计的参考。江

* 西藏湖泊面积及新疆羌塘高原的湖泊面积系我所范云琦同志提供。甘肃、陕西、山西、河南、广东、广西等少数湖泊不多的省(区)的湖泊，系用我所原有的资料。

苏、安徽两省还分别量算了解放前、50年代中期及70年代中期等不同时期的湖泊面积，作为变化的比较。湖泊是气候的产物，湖泊的盛衰与气候关系密切，干旱区与半干旱区内的湖泊尤为明显，部分湖泊的实际情况与地形图所反映的面积有较大出入，在征求了熟悉当地情况的专家意见后，改用卫星照片上所量算的湖泊面积值。因此，文中所采用的数据，能较为正确地反映这一时期的湖泊情况。在这个基础上，再根据内、外流区的分界线，分别统计出湖泊的个数与面积的大小，并初次提出了我国内、外流区的湖泊面积值(见表2)，供有关部门在工作中的参考。

2. 湖泊贮水量

湖泊贮水量的估算，视资料的不同，用以下三种途径之一的方法来进行确定：

1) 有实测湖盆地形资料的湖泊，系按湖泊水位容积曲线推出相应于平均水位下的湖泊贮水量；

2) 有水深资料的湖，先算出湖泊的平均水深，然后再乘以量算所得的湖泊面积，求出湖泊贮水量；

3) 缺乏水深测量资料的湖泊，按省(区)将湖泊进行分区，用类型相近的已知湖泊

表 2 我国湖泊面积、贮水量分省统计表 (大于1公里的湖泊，不包括时令湖)

省(区、市)	湖 泊 面 积 (公里 ²)						湖 泊 贮 水 量 (亿米 ³)					
	面 积	个	外流湖区		内流湖区		贮水量	外流湖区		内流湖区		
			个	面 积	个	面 积		贮水量	其 中 淡水贮量	贮水量	其 中 淡水贮量	
西 藏	25111	778	103	2876	675	22235	3472.0	630.0	326.0	2842.0	390.0	
青 海	11778	241	132	2401	109	9377	1710.0	300.0	269.0	1410.0	140.0	
新 疆	5072	137	2	54	135	5018	520.0	8.0	8.0	512.0	15.0	
内 蒙 古	4244	258			258	4244	174.0			174.0	0.5	
江 苏	6385	106	106	6385			97.0	97.0	97.0			
江 西	4411	71	71	4411			270.0	270.0	270.0			
湖 南	3871	185	185	3871			206.0	206.0	206.0			
安 徽	2976	92	92	2976			65.0	65.0	65.0			
湖 北	2417	182	182	2417			44.0	44.0	44.0			
山 东	1326	2	2	1326			22.0	22.0	22.0			
浙 江	88	36	36	88			3.0	3.0	3.0			
上 海 ^{*1}	75	7	7	75			2.0	2.0	2.0			
河 北	187	16	6	92	10	95	5.0	2.0	2.0	3.0		
黑 龙 江	1617	57	57	1617			55.0	55.0	53.5			
吉 林	679	43	43	679			133.0	133.0	133.0			
辽 宁	70	3	3	70			2.0	2.0	2.0			
云 南 ^{*2}	1108	30	30	1108			288.0	288.0	288.0			
其 他 ^{*3}	372	61	40	204	21	168	20.0	18.0	15.0	2.0		
合 计	71787	2305	1097	30650	1208	41137	7088.0	2145.0	1805.5	4943.0	455.5	

*1 淀山湖跨上海市、江苏省，面积已统计在上海市内。

*2 贵州省草海的面积已统计在云南省内

*3 其他地区的湖泊面积系指：1. 台湾省日月潭7.7公里²，贮水量1.5亿米³(淡)；2. 四川省69公里²(淡)，(泸沽湖已统计在云南省内，四川邛海29.1公里²，贮水量3.2亿米³)；3. 甘肃省150公里²(咸)；4. 宁夏自治区18公里²(咸)；5. 山西省74公里²(咸)；6. 陕西省18公里²(咸)；7. 广东省13.4公里²(淡)；8. 广西省3.0公里²(淡)；9. 河南省19公里²(淡)。

的水深，近似地推出无资料地区的湖泊贮水量。

据此，初步估算出我国湖泊的贮水量为7088亿米³，其中淡水贮量为2261亿米³，占湖泊贮水量的31.9%。湖泊按省和湖区所统计的面积和贮水量，可分别参见表2及表3所述。由表3可知，我国湖泊淡水资源主要分布在青藏高原、东部平原及云南高原三大湖区内，淡水资源的贮量高达2034亿米³，占湖泊淡水贮量的90.0%，其他湖区的湖泊淡水贮量仅占10.0%左右。在估算湖泊贮水量时，由于东部平原及云贵高原湖区，有较多的实测水深资料，可以保证一定的估算精度，青藏高原的湖泊实测资料不多，我们在估算青海省的湖泊贮水量时，与青海省水利局所估算的数值基本接近，说明我们的估算值还是比较切合实际的。因此文中所估算贮水量值是有一定代表性的。

表3 我国湖泊面积、贮水量分布

湖 区	湖 泊 面 积 (公里 ²)	湖 水 贮 量 (亿米 ³)	其中淡水贮量 (亿米 ³)
青藏高原	36889	5182.0	1035.0
东部平原	21641	711.0	711.0
蒙新高原	9411	697.0	23.5
东北平原—山地	2355	190.0	188.5
云贵高原	1108	288.0	288.0
其 他	372	20.0	15.0
合 计	71787	7088	2261.0

这里需要提及的，我们在估算湖泊贮水量时，为什么选用平均水位下的湖泊贮水量这一量值呢？这是因为平均水位（接近中水位）出现的频率高，它所表示的湖水贮量可资利用率大，而高水位下的湖水贮量是较难出现的，其水量可资利用率低，所以，我们认为取平均水位下的湖泊贮水量是较为合理。

第三节 湖泊水量平衡

湖泊水量，由于入流和出流在数量上不尽相等而发生变化，湖泊水量这一变化过程，可用水量平衡方程式来表示。

湖泊水量平衡方程式：

$$V_s + V_B + V_z = V_z' + V_B' + V_z' \pm \Delta V \quad (1-1)$$

式中：

- V_s ——计算时段内湖面上的降水量；
- V_B ——计算时段内入湖地表径流量；
- V_z ——计算时段内入湖地下径流量；
- V_z' ——计算时段内湖面蒸发量；
- V_B' ——计算时段内出湖地表径流量；
- V_z' ——计算时段内出湖地下径流量；

* 1981年我们初次估算出湖泊贮水量为7510亿米³，变化的原因，系湖泊面积缩小所致。

V_q ——计算时段内工农业用水量；

ΔV ——计算时段始末湖水贮量的变量。

以上各项的单位为亿米³。

对于闭合流域，因无地下径流量的流入和流出，则(1-1)式可简化为：

$$V_x + V_B = V_Z + V'_B + V_q \pm \Delta V \quad (1-2)$$

对于内流湖泊，因无地表径流自湖内流出，则(1-2)式还可简化为：

$$V_x + V_B = V_Z + V_q \pm \Delta V \quad (1-3)$$

鄱阳湖、洞庭湖等五大淡水湖及滇池、洱海的水量平衡，是用中等水年的典型年来进行计算的，其他湖泊是按多年平均水量平衡来进行计算的，少数湖泊是参阅了有关的文献资料*，这样就得到了我国一些湖泊的水量平衡表，其结果如表4所示，由表4可知：

表4 我国一些湖泊水量平衡

单位：亿米³

湖 名	收 入 项					支 出 项				
	V_B	V_x	V_a	ΔV	合 计	V'_B	V_z	V'_a	ΔV	合 计
鄱 阳 湖	1607.76 97.9%	33.88 2.1%			1641.64 100%	1599.02 97.4%	30.98 1.9%		11.64 0.7%	1641.64 100%
洞 庭 湖	3182.18 98.4%	50.8 1.6%			3232.98 100%	3150.00 97.4%	38.20 1.2%		44.78 1.4%	3232.98 100%
太 湖	61.51 68.3%	25.17 27.9%		3.38 3.8%	90.06 100%	67.18 74.6%	22.88 25.4%			90.06 100%
洪 泽 湖	337.54 88.2%	21.26 5.5%		23.98 6.3%	382.78 100%	362.8 94.8%	19.98 5.2%			382.78 100%
巢 湖	21.12 60.5%	6.20 15.6%		9.54 23.9%	39.86 100%	32.86 82.4%	7.0 17.6%			39.86 100%
洱 海	10.65 77.3%	3.13 22.7%			13.78 100%	10.39 75.4%	3.39 24.6%			13.78 100%
滇 池	9.02 75.2%	2.98 24.8%			12.00 100%	5.97 49.8%	4.33 36.1%		1.70 14.1%	12.00 100%
镜 泊 湖	32.2 93.5%	0.50 1.4%		1.74 5.1%	34.44 100%	32.4 94.2%	0.59 1.7%	1.45 4.1%		34.44 100%
博斯腾湖	25.8 85.7%	1.0 3.3%	3.31 11.0%		30.11 100%	9.55 31.7%	15.84 52.6%		4.72 15.7%	30.11 100%
布伦托海	4.60 55.9%	0.72 8.7%	2.31 28.1%	0.6 7.3%	8.23 100%		8.23 100%			8.23 100%
赛里木湖	3.06 60%	2.04 40%			5.10 100%		4.54 89%	0.56 11%		5.10 100%
艾 比 湖	17.22 93.1%	1.28 6.9%			18.50 100%		18.50 100%			18.50 100%
岱 海	1.08 61.4%	0.68 38.6%			1.76 100%		1.54 87.5%		0.22 12.5%	1.76 100%
青 海 湖	12.28 30.6%	15.64 39.1%	6.39 15.9%	5.77 14.4%	40.08 100%		40.08 100%			40.08 100%
羊卓雍错	6.34 74.2%	2.20 25.8%			8.54 100%		8.54 100%			8.54 100%

* 1) 新疆地理所毛德华等，乌伦古湖周围地区的合理利用，1982年油印本；2) 南京大学地理系杨成等，太湖典型年水量平衡，1982年油印本；3) 新疆巴音郭楞水文队成正才，试论博斯腾湖水量平衡，1981年油印本；4) 北京师范大学地理系刘培桐等，内蒙古凉城岱海水量平衡，1960年油印本。

(1) 在比较湿润的东部平原湖区,入湖地表径流量占湖泊补给水量的比重最大;西北干旱与半干旱地区,降水少,蒸发量大,入湖地表径流量占湖泊补给水量的比重相对减小。

(2) 湖泊水量的消耗,外流湖泊以出湖地表径流量为主;内流湖泊收入的水量几乎均为湖面蒸发所消耗。

(3) 湖泊补给系数*不同,各水量要素在平衡项中所占的比重不完全一样。湖泊补给系数大,注入湖泊的河流源远流而流长,在湿润地区,湖泊的水量也比较充沛,洞庭湖、鄱阳湖就属于此类湖泊。其中洞庭湖的补给系数为56.2、鄱阳湖为41.7;同一湿润地区的巢湖和太湖其补给系数较小,巢湖为10.2、太湖为6.6,这两个湖泊水量各要素,在平衡项中所占的比例与湿润地区补给系数大的湖泊不同。

(4) 水量在地区上的分配极不平衡,据统计,江淮流域的湖泊年补给水量为5000~6000亿米³;东北的镜泊湖、松花湖,内蒙古的呼伦湖年补给水量在100亿米³左右;新疆博斯腾湖年补给水量为20~30亿米³;青藏高原的鄂陵湖、扎陵湖年补给水量在10亿米³上下。

(5) 我国地处东亚季风区,湖泊水量不仅年际,就是年内各月的变化也比较大。以融雪径流补给为主的博斯腾湖,水量年际变化较小,丰水年的水量是枯水年的2倍,太湖丰水年水量是枯水年的2.5倍,鄱阳湖、洱海及镜泊湖水量年际变化较大,丰水年的水量是枯水年的4~5倍。在已有的资料中,以洪泽湖水量年际变化最大,丰水年的水量几乎是枯水年的23倍。湖泊水量的年内变化更为显著,鄱阳湖、洱海最大入湖月径流量是最小入湖月径流量的7~11倍,而镜泊湖和乌伦古湖则高达100倍以上。

第四节 湖泊水量资源的利用

我国水资源总量为27000亿米³,占世界第六位,人均水量为2700米³,却大大低于11000米³的世界人均水平。我国湖泊淡水贮量为2261亿米³,连同大、中、小型水库总贮水量可达6261亿米³,约占水资源总量的23.2%。我国湖泊利用的程度差异悬殊,东部平原湖区人口集中,开发历史悠久,不少湖泊具有调节河川径流、发电、灌溉、繁衍水生动物、植物及沟通航运等多种功能,与湖区人民生息相关,太湖、鄱阳湖、洞庭湖及巢湖等湖区,已成为我国重要的农业及渔业基地;青藏高原及蒙新高原的湖泊,以咸水湖和盐湖的分布为主,由于地广人稀,除少数湖泊已利用来发展水产和提取盐矿、天然碱、芒硝及硼、锂、钾等稀有元素外,多数湖泊尚处于未被开发利用的自然状态。

湖泊水量资源的利用,有消耗与不消耗水量资源两个方面。这里消耗水量资源的利用系指从湖内引水灌溉、发电,或将湖泊作为工业及生活供水的水源等等。不消耗水量资源的利用,系指靠湖泊水体来繁衍水生动物、植物和发展航运及旅游事业等等。

湖泊是换水缓慢的水体,大量从湖内或其补给的河流中引水,都能引起湖泊水量收支的不平衡,形成入不敷出的局面,而引起湖泊水位的下降、湖水面积的缩小,使湖区生态环境发生一系列的变化,造成许多不利的影响。因此,对于消耗湖泊水量资源的各种利用方式,应作全面分析,重视后效的研究,然后决定其利用的形式。

湖泊换水周期的长短,可以作为判断能否引用湖泊水量资源的一个参考指标。

* 湖泊补给系数 = 流域集水面积 / 湖水面积。

$$T = \frac{W}{Q \times 86400} \quad (1-4)$$

式中:

T——换水周期,以天计;

W——湖泊贮水量,以米³计;

Q——年平均入湖流量,以米³/秒。

公式(1-4)表示湖泊贮水量被年平均入湖水量完全替换所需要的时间。用(1-4)式,我们计算了一些湖泊的换水周期,其结果如表5所示。由表5可知,湖泊换水周期短,说明入湖径流量大,湖水一经利用,就能很快得到恢复,而不会引起生态环境的恶性循环。因此,在利用湖泊水量资源时,可参照下列三种情况予以分别考虑。

表5 湖泊换水周期表

湖 名	贮水量 (亿米 ³)	入湖流量 (米 ³ /秒)	换水周期 (天)
鄱 阳 湖	259	5093.1	59
洞 庭 湖	173	10353.0	20
洪 泽 湖	24.4	1064.3	27
巢 湖	18.0	164.3	127
太 湖	44.4	195.0	264
洱 海	26.0	33.8	891
滇 池	12.0	28.6	485
镜 泊 湖	16.3	102.1	184.8
博斯腾湖	77.3	92.31	969
布伦托海	59.0	21.9	3117
羊卓雍错	160	20.1	9211
青 海 湖	742	38.94	22054

1. 换水周期<1年的湖泊

如东部平原湖区的五大淡水湖和镜泊湖等,其换水周期短,湖水一经利用,就能很快得到补充,所以,这类湖泊是湖泊水量资源利用的重点湖,其水量可以充分地进行利用。

2. 1年<换水周期<3年的湖泊

云南的滇池、洱海、新疆的博斯腾湖,就属于这类湖泊。这些湖泊的水量可以部分地进行引用,如果要大量地从湖内引用湖水,就必须考虑在湖水恢复期内可能出现的生态环境的变化,及时采取有效地措施,以维持良性的生态循环。

3. 换水周期>3年的湖泊

这类湖泊大多位于干旱或半干旱地区内,湖泊贮水量虽大,但来水量却小,因而换水周期均比较长,如新疆的布伦托海换水周期要8.5年,西藏的羊卓雍错要25.2年,青海省的青海湖要60.4年。这些湖泊的水量一般不宜引用,否则一经利用后就难以得到恢复。如果湖水被大量引用,水量又得不到补充时,湖面就会明显缩小,湖泊生态环境也会发生一系列的变化,因此,对这类湖泊水量资源的引用,必须持慎重态度,重视引水的后效研究。

第五节 湖泊水量资源的保护

我国湖泊水量资源并不富裕，时间和空间的分布也不平衡，因此，在有限的湖泊水量资源中，应特别重视水量资源的保护，对已出现的问题要妥善加以解决。

1. 制止盲目围湖，发挥湖泊的调蓄功能

在长江中、下游两岸，由于泥沙日益淤积和湖滨滩地不断围垦的结果，使湖泊水面缩小显著。据初步统计，洞庭湖在1949年湖泊面积为4350公里²，是我国第一大淡水湖泊，鉴于泥沙在湖内淤积和连年围湖垦殖，到1977年湖泊面积已缩小为2740公里²，退居为我国第二大淡水湖了。最近我们在地形图上量算，面积又减少到2343公里²，可见变化之大。洞庭湖面积的变化，可参见表6所示。江汉湖群，自解放以来，湖泊从1066个减少

表6 洞庭湖面积的变化

年 份	1896年	1949年	1954年	1958年	1971年	1977年	最近量算 ^{*1}
面积(公里 ²)	5400	4350	3915	3141	2820	2740	2343
贮水量(亿米 ³)	293	268		210		178	159

到326个，湖面缩小近6000公里²，现有水面尚不足解放初的三分之一^{*2}。鄱阳湖自解放以来，由于不断围垦和泥沙在湖内淤积，已使湖泊面积缩小近五分之二，损失水面达2116公里²，湖泊面积的变化见表7所示。安徽省解放后不少湖泊也进行了垦殖，水面缩小也

表7 鄱阳湖面积的变化

年 份	1954年	1957年	1961年	1967年	最近量算 ^{*3}
面积(公里 ²)	5050	4900	4330	3960	2934
贮水量(亿米 ³)	321	314	280	259	246

比较显著，连同解放前的垦殖面积，湖泊共消亡了1225公里²。江苏省解放后由于围湖造田而缩小面积近八分之一，损失水面达812公里²。根据计算，仅洞庭湖、鄱阳湖、江汉湖群因围垦而失去的淡水贮量就达350亿米³，这一水量相当于淮河正常年径流量的1.3倍，

表8 不同围垦面积下，湖泊水位、流量的变化

围垦面积 (公里 ²)	湖泊水位增加 (垦子站水位，厘米)	湖口出流量的增加 (米 ³ /秒)	长江水位增加 (八里江站水位，厘米)	长江八里江流量增加 (米 ³ /秒)
200	2~3	400	3~4	200
600	6~7	800	9~10	500
1000	8~9	1100	13~14	700

*1 系高水位时的资料。最近量算，中水位时，湖泊面积为1451公里²，贮水量为29亿米³。

*2 华中师院地理系金伯欣“围湖垦殖与留湖调蓄问题初析”1978年11月油印本。

*3 系高水位时的资料。最近量算，中水位时，湖泊面积为2241公里²，贮水量为55亿米³。资料系江西省鄱阳湖湖泊实验站提供。