

中国湖泊地貌与湖泊沉积学研究概况

孙顺才 王苏民 郑长苏

(中国科学院南京地理与湖泊研究所)

提要 本文介绍了近二十年来中国湖泊地貌与湖泊沉积学的研究概况,如关于长江中、下游各大湖均形成于人类历史时期的新理论;长江中、下游浅水湖泊及云南断陷湖泊沉积模式和理论;为油气勘探服务的古湖泊环境研究;湖泊沉积与古气候变化关系;湖泊沉积速率测定以及评价湖泊环境的历史、现状及发展趋势等。

中国是一个多湖泊的国家,有湖泊 2300 多个,总蓄水量达 $7100 \times 10^8 \text{m}^3$,湖泊率为 0.8%,其中淡水湖泊约占 45%,总蓄水量约 $2210 \times 10^8 \text{m}^3$ [1, 3]。此外,解放以来,兴建的各种类型的大中型水库,总蓄水量亦达 $4300 \times 10^8 \text{m}^3$ 多。

湖泊不仅拥有丰富的水资源和生物资源,同时还蕴藏着极其丰富的矿产资源,全国湖泊中有经济鱼类达 110 多种,如太湖的银鱼,青海湖的稀鳞鱼等,驰名中外。西北地区和青藏高原的盐湖,富含硼、铯、钾等金属和非金属矿产,我国古湖盆的油气量居世界之最。湖泊四周广阔的湖滨平原地区,是我国重要的工农业生产基地。如太湖地区,有大小城市 38 个,人口 3100 多万,工农业产值占全国的 1/7,在我国国民经济中占有重要地位。因此湖泊学研究在我国日愈显示其重要意义。

近年来由于新技术新方法的广泛应用,湖泊地貌学与湖泊沉积学作为湖泊科学重要的组成部分,它在充分利用和开发湖泊自然资源,保护湖泊环境方面有着十分重要的作用。另外,湖泊沉积学作为沉积学的一个分支,在勘探和开发煤、石油、天然气和其它沉积矿产方面,亦取得了突出的成绩,引起了极大的重视。中国有 400 多万 km^2 的沉积盆地,它在不同地质历史时期,曾不同程度的经历过湖泊的发生、发展与消亡的过程。如东北的松辽盆地,下白垩系时古湖泊面积达 $26 \times 10^4 \text{km}^2$;苏北平原现代湖泊面积是 2950km^2 ,但是在第三纪渐新世时,有四个巨大的古湖,湖泊面积之和达 4000 多 km^2 ,即使在第四纪时期,亦有许多湖泊经历沧桑之变。因此这些古湖泊环境的研究为湖泊沉积学提供了极为广阔的研究领域和丰富的研究内容。

一、中国湖泊的分布和主要类型

中国湖泊分布遍布全国,多数是以中小型为主,其中面积大于 1000km^2 以上的湖泊有 11 个,面积大于 100km^2 的有 112 个, 100km^2 以下的有 2177 个(表 1)。根据我国湖泊的成因类型及地区分布以及区域自然地理特征,可以概括的划分为几个类型区:

表 1 中国湖泊数量与面积

Tab.1 Number and surface area of China's Lakes

湖泊规模 (km ²)	数量 (个)	面积 (km ²)
>1000	11	25026
500-1000	16	10602
100-500	96	19780
50-100	107	7635
10-50	234	4932
1-10	1836	5302

1. 东部平原湖区 分布于海河、淮河、黄河、长江中下游地区。主要沿着江、河两侧。大于 1km² 以上的湖泊有 786 个，总面积 22618km²，包括著名的五大淡水湖（鄱阳湖、洞庭湖、太湖、洪泽湖、巢湖）。这些湖泊多位于冲积平原上，湖水浅，湖底地形平坦，多数湖泊平均水深不超过 3m；为过水性湖泊，吞吐流量大，素有“洪水一片，枯水一线”之称。因而湖水交换率高，如太湖为 1.18。湖水矿化度低，一般仅 30-40mg/l，为典型的淡水湖。

2. 云贵高原湖区 它是新第三纪以来抬升的高原区。湖泊主要是沿着近南北向的深断裂带发育的断陷湖，如沿着红河断裂带发育的洱海、西湖、落碧湖、剑湖等湖泊；沿着小江断裂带发育的车湖、阳宗海、抚仙湖等。全区湖泊总面积 1188km²，占全国湖泊总面积的 1.5%。形成于上新世末至第四纪初期，盆地疏松沉积物厚达 1000m 以上，它较完整地记录了这一地区的气候与环境变迁。许多湖泊为出口窄狭呈半封闭状态的深水湖，其容蓄量大，吞吐量小。致使湖水交换率低，矿化度偏高。如云南湖泊湖水矿化度达 250-300mg/l，湖水分层现象明显，冬季逆温，夏季正温，并有温跃层分布。

3. 蒙新湖区 为内蒙、新疆等广大干旱、半干旱地区的内陆湖泊。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。全区湖泊总面积 9411km²，占全国湖泊总面积的 13.1%。因地处内陆，气候干燥，年降雨量大多在 100mm 以下，而蒸发量高达 1000mm 以上；湖水矿化度高达 1-2g/l，少数达 400-500g/l，以致湖泊多呈微咸水湖、咸水湖以及盐湖，并出现化学沉积和盐类沉积。

4. 东北湖区 湖泊总面积 2366km²，占全国湖泊总面积的 3.3%。主要有两种湖泊类型：一是分布于“三江”平原上的湖沼湿地，地势低洼，排水不畅，加之地下水位高和地层不透水性，致使地面蓄水而出现大片浅水沼地，被称之为水泡子或碱泡子，面积较大的如兴凯湖等；另一类是火山湖，如长白山的白头山上的天池（中朝界湖），是一典型的火山口湖，面积仅 12km²，湖水深达 373m，是中国第一深水湖。镜泊湖位于牡丹江上游，由熔岩流阻塞而成，是一面积最大的堰塞湖。

5. 青藏高原湖区 青藏高原是地球上海拔最高，隆起最强烈的地区，也是我国湖泊最密集的地区。湖泊面积 38694km²，占全国湖泊面积的 52.4%。湖面海拔多在 4000m 以上，如藏北的扎困切错湖，位于海拔 5560m。这些地区湖泊，大多是沿断裂带发育的构造湖，也有部分是沿着冰川谷地发育的冰川湖，或构造冰川湖，少数为冰川泥流堵塞的堰塞湖。因蒸发量大，湖水多为咸水或微咸水，矿化度达 10g/l 以上。少数靠高山融雪水补给的季节性湖泊则为淡水湖。

二、湖泊地貌与湖泊沉积学的研究概况

(一) 长江中、下游湖泊的成因与演变

长江中、下游地区的湖泊大于 0.5km^2 以上的有 4033 个, 是我国淡水湖泊分布最为集中的地区。近年来对于湖泊形成、演变的认识也有了新的进展。太湖是我国五大淡水湖之一, 最近测量结果, 湖泊面积为 2428km^2 ^①, 平均水深 1.89m, 最大水深 2.6m, 为典型的浅水湖^[2]。自 1936 年丁文江等发表“太湖构成与退化”一文起, 半个世纪以来, 一直认为太湖是由湖演化而来, 即认为大约在距今 6000 年前后的高海面时, 太湖平原受到了广泛海浸, 成为一个海湾, 以后由于长江南岸砂嘴与钱塘江北岸砂嘴相向增长后相接, 使海湾转变为封闭湖, 太湖及太湖平原湖泊就是由湖演化而来的。一些地质学者则认为, 太湖是一个第三纪以来下沉的构造盆地, 以后积水成湖, 由于沉积物的不断充填, 逐步形成现代的湖泊格局。近年来通过对这些湖泊的系统测量, 在湖中打了一系列深钻及浅钻以及浅地层剖面仪探测表明, 太湖以及这些湖泊的湖底, 均为坚硬的黄土物质所组成, 对这些黄土层顶部和底部的¹⁴C 测年分别为距今 11240 ± 130 年和 19750 年。在湖底的黄土层之上, 尚见有一系列被埋藏的古河道和洼地, 这些河道位置与现代地面的河道大体吻合。在湖底, 还发现有一系列古文化遗址, 这表明, 现代湖泊形成之前, 这里曾是被广泛覆盖着黄土的冲积平原环境。以后由于泥沙淤积及人类围垦, 以致河道疏泄不畅, 洪水于低洼处聚集, 扩展成湖。从太湖底部发现的春秋战国时古井来看, 其最后形成, 应在春秋战国前后, 即大约距今 2000--2500 年。太湖平原上的其它湖泊, 亦基本类同, 如阳澄湖原为战国吴城所在, 宋朝时论为湖泊。澄湖则形成于北宋大观元年 (公元 1107 年) 至南宋乾道六年 (公元 1170 年) 间。

洞庭湖是我国第二大淡水湖, 湖泊面积 2691km^2 。过去曾认为, 是由全新世最温暖时期形成的古云梦大泽演化而来。近年来从湖底发现的河流冲积物及大量楚国文化遗物表明, 形成时代不超过 1500 年。

鄱阳湖是我国第一大淡水湖, 湖泊面积 3210km^2 。长期以来认为它是一个构造断陷湖, 并认为是古彭蠡泽的残余。但是据近年来在湖底的深钻、浅钻资料以及湖底发现的汉墓, 古泉阳县城址、古海昏县城址, 及古水田等遗迹表明, 鄱阳湖形成于 2500--3000 年。而公元五到六世纪期间, 由于长江水位的波动、上涨和赣江入长江河口沙洲的不断淤涨, 致使赣江等河流洪水疏泄迂阻, 使得湖泊向南急剧扩大^[4]。据调查, 巢湖也是在原河道基础上扩展成湖。洪泽湖则是 1194 年黄河河道南移, 夺取淮河下游出口入海, 使淮河泄水受阻, 淹没河口洼地, 形成洪泽湖。由此可见, 长江中下游湖泊基本上形成于人类历史时期, 它们的形成发展及演化与气候变化, 海面波动以及人类活动有着密切关系。

(二) 湖泊沉积模式的研究和建立

自从 1886 年 Forcl 研究了罗纳河注入日内瓦湖形成水下河道与天然堤沉积以来, 国外对湖泊沉积学研究已有 100 多年的历史。我国近几十年来, 湖泊沉积学研究方面亦作了大量的工作, 取得了一些进展, 并建立了一系列的理论模式。这里仅着重介绍以下几个方

①含湖中岛屿面积。

面:

1. 长江中下游浅水湖泊沉积模式的建立

鄱阳湖是我国最大的淡水湖, 位于江西省北部, 湖泊面积为 3210km^2 , 洪水时可达 4000km^2 , 枯水时仅 1000km^2 。汇集了五条河流的来水, 年迳流量达 $14.8 \times 10^8\text{m}^3$, 年输沙量为 $2280 \times 10^4\text{t}$, 其中赣江为 $1200 \times 10^4\text{t}$, 占 53%。泥沙多数沿河口地区堆积, 形成了鄱阳湖三角洲沉积体系。由五条河流形成的三角洲总面积为 3467km^2 , 其中赣江三角洲面积最大, 为 1544km^2 , 占 44.5%。南京地理与湖泊研究所等^[4]曾系统的研究了鄱阳湖水动力条件, 泥沙淤积和三角洲沉积特征。认为有三种水动力条件: 一是牵引流, 即当入湖河流水位高于出口的长江水位时, 水流沿着水下河槽流动, 两侧相应形成水下天然堤及决口扇沉积; 其二, 当洪水期间出口的长江水位高于入湖河流水位时, 长江水流倒灌, 因长江的含沙量高于湖水六倍, 以致入湖的长江泥沙成为异重流形式, 在三角洲前缘堆积; 第三种是秋季时江、河水位相近, 洪水在湖中相遇, 使泥沙在开阔的湖中沉积下来。根据沉积特征, 划分出下列沉积相类型:

(1) 三角洲平原相。包括分流河道亚相、漫滩、天然堤亚相、决口扇亚相、废弃河道与天然堤亚相;

(2) 三角洲前缘相。包括水下河道、水下天然堤亚相, 水下决口扇以及分流间湖湾亚相;

(3) 湖泊沉积相。包括湖区、湖间洼地及滩地沉积。共三种沉积相及 13 种亚相。并建立了水下河槽—决口分歧”的生长模式。

太湖的现代沉积与鄱阳湖截然不同。主要有两种类型, 一是吞吐流沉积, 主要分布于湖泊南部沿岸地带; 另一类是风生流或风暴流沉积^[2]。由于太湖地处我国东南沿海季风区, 每年夏季常受台风袭击, 据记载自 1959—1978 年的 20 年间, 影响太湖地区的台风就有 32 次, 其中强台风 11 次, 如 1977 年 9 月 10—12 日的 8 号台风, 风力达 8—12 级, 最大风速达 30m/s 。台风过境时产生三种动力作用, 一是掀起大的风浪, 侵蚀湖底, 并形成混水体; 二是在湖面产生摩擦速度, 驱动水体自南向北运动; 三是在湖的北部产生风涌水, 最大风涌水可达 1m 以上, 形成持续的湖面增水并反向逆差, 同时产生补偿流, 以致在湖中形成反向环流, 把大量碎屑物质携带到太湖中部堆积下来, 在中部形成包括有细砾、粗砂等沙泥混含的风暴流堆积区, 其中 70—80% 是铁、锰结核, 面积可达 10km^2 。并在湖泊西岸形成风生沿岸流沉积带, 这些物质主要是来自湖底物质的侵蚀和再搬运。

2. 云南断陷湖泊沉积体系和沉积特征的研究

云南省有天然湖泊 30 多个, 主要是沿着构造带发育的裂谷湖。中国科学院曾组织南京地理与湖泊研究所等单位对滇池、洱海和抚仙湖的湖泊水域环境与现代沉积进行了研究, 较为系统的提供了断陷湖盆三个方面的沉积模式理论: 一是对滇池包括洱海弥沮河三角洲沉积体系的研究^[6, 9], 着重对构造、物源及动力因素作用下发育的鸟咀状、扇状等不同类型三角洲及其形成条件进行的研究; 二是对洱海抚仙湖等湖泊扇三角洲沉积模式的探讨。洱海是发育于红河断裂带上的地堑式湖盆, 湖泊面积为 250km^2 , 最大水深 20.7m , 其西侧苍山自新第三纪以来剧烈抬升, 主峰海拔 4122m , 高出湖面 2100m , 在水平距离仅 13km 之内, 落差如此之大, 因此山坡陡峻, 加之地区降雨量大, 5 月至 10 月降雨量达 1851mm , 干湿季分明, 因而在山前发育了一系列的冲积扇及扇三角洲沉积。在

冲积扇的水下前缘部分。尚见有水下河道与水下天然堤沉积。在澄江盆地的抚仙湖两侧,可以见到 19 个湖滨冲积扇,其扇顶、扇中在湖滨,而扇的前缘伸进水下。这些扇三角洲的发育是与湖盆迅速下沉,陡峻的湖滨地形及干湿季交替的气候条件有关;第三是对深湖浊流沉积的研究^[7, 8]。抚仙湖是发育于小江断裂带上的深水湖,湖泊面积 211km²,最大水深 156m,这里可以见到三种浊流沉积类型:

(1) 低密度流,亦称它为异重流沉积。这是由洪水所携带的泥沙直接入湖,并在湖底形成异重流浊积扇,其前缘可达 100 多 m 水深以下;

(2) 高密度流的浊流沉积。由某种突发性因素(如地震等)引起的水下崩塌、滑坡造成的。见于抚仙湖深湖中心地带,物质组成从砂到粘土,为具有递变层序的水下浊积扇沉积体;

(3) 碎屑流沉积。它是邻近湖滨的山地中所形成的泥石流直接注入湖泊,成为水下碎屑流沉积体,并形成水下冲积扇。此外在湖底因断层形成的水下谷地中,尚见有峡谷浊流及其沉积体系。

3. 干旱区化学沉积的研究

以青海盐湖研究所为主,在盐湖研究方面取得了大量的研究成果^[11],其内容包括:

(1) 青藏高原及内蒙地区盐湖的分布、成因与演化及卤水类型,并划分出四种盐湖类型,即碳酸盐型硫酸盐型、氯化物—硫酸盐型及氯化物型,

(2) 气候、环境变化与盐类沉积特征,中国盐湖有两次成盐期,一次是在晚更新世,距今约 25000 年前后^[12];另一次是在晚更新世末至现在,气候变干旱,湖泊演化到盐湖阶段。盐类沉积发育到最后阶段,出现了盐湖的最终产物——光卤石和水氯镁石;

(3) 对盐湖沉积中硼、钾、锂、锶、钡等各种矿物进行了研究,如柴达木盆地,面积有 $12 \times 10^4 \text{km}^2$,盆地内有盐湖 27 个,总面积达 1500km²,还有不少干盐湖^[11]。盐类沉积丰富多采,包括有石盐、芒硝、钾盐、硼酸盐等,卤水中尚赋存有钾,镁,锂,硼,并含有较高的铀、钷、锶、铯、重水等。此外,还通过盐类与陆源碎屑及黄土物质的交互沉积特征,建立了干旱地区气候变化系列的模式。

(三) 古湖泊环境与油气勘探方面的研究

至今,我国发现的主要油田均是陆相油田。这就是说,油气藏的形成与湖盆的构造沉积发展阶段,以及盆地内的砂体类型有着密切的关系。这方面的研究近二十多年来,有较大的进展,首先是不同类型的湖泊以及不同演化阶段的沉积物中有机物质类型含量与生油条件关系的研究。根据石油、天然气有机组分及特征标志化合物来分析油母岩形成的原始沉积环境。并通过对青海湖、滇池、洱海、抚仙湖以及其他湖泊现代沉积物中的有机组成的特点的研究,探索油母岩的最佳环境,建立了一套比较系统的陆相生油理论。一般认为现代湖泊的深水环境,富含脂类和蛋白质的浮游动植物和底栖生物,常以硅藻、节枝动物,原生动物和摇蚊幼虫等为主,它们是生成石油的母质。但是湖泊的原始生产率、生物量的多寡、营养状况决定了有机质的总量。而沉积后的保存条件又决定了沉积中实际的有机质含量。因此,有机质的数量、类型和保存条件三者的组合构成了沉积物的生油能力。云南断陷湖泊研究认为,水深 10m 以上常为成煤环境,而 10m 以下常为生油环境。

其次,是对含油气盆地不同类型储集砂体沉积相的研究和相模式的建立。研究范围几乎遍及全国所有的油田,其中对松辽盆地即大庆油田下白垩系中部含油组合的研究,作出

了创造性工作^[13]。继后克拉玛依油田, 辽河、大港、中原、胜利油田, 苏北、玉门等油田含油层系的砂体都进行了微相分析和砂体解剖。在分析各盆地沉积体系时空分布规律的基础上, 建立了不同类型盆地的构造沉积演化模式, 以及不同演化阶段盆地内的相模式。应用这些模式一方面在区域勘探上可以指明远景探区, 另一方面根据不同类型砂体内部的孔渗特点和空间展布规律, 指导油气开发, 同时可用于老油田的挖潜, 以提高最终采收率。

(四) 湖泊沉积与古气候变化的研究

第四纪以来, 世界气候曾多次发生冷暖交替, 相应地使地理环境和生态环境也发生了一系列的变迁。近年来对研究全新世和人类历史时期的气候变化及其引起的旱涝交替, 河湖环境变迁等尤为关注。目的在于预测近期气候变化的趋势。七十年代以来深海钻探工程(DSDP)和冰岩心的分析, 曾较完整地建立了第四纪气候波动图谱(Emery, Sharckreton.)但是对于全新世以来的气候变化, 未能获得满意的结果。近年来对湖泊沉积(如日本琵琶湖)的研究证明, 连续的湖泊沉积, 特别是封闭, 半封闭的湖泊, 能较为敏感地反映气候的变化, 为此, 选择了不同气候带的湖泊的比较研究, 以建立全球气候变化的模式, 例如洞庭湖、太湖、滇池、青海湖、艾比湖、柴铺、岱海、白洋淀和西双版纳地区的湖泊等都先后作了大量工作。太湖地区通过钻孔孢粉分析^[10], 建立了自更新世以来的九个气候带共经历了三次温暖、一次湿热、五次温凉的气候变化并证明全新世以来, 太湖地区至少经历了4次温暖期, 即距今6500-6000年, 4000-3500年, 2500-2000年及1500-1000年, 推测当时的平均温度比现在高出1-3℃, 降雨量多于现在。太湖平原许多泥炭层及湖泊的形成和扩展都出现在此气候温暖期。根据历史气候记载与湖泊沉积记录分析, 太湖地区气候干湿冷暖交替变化具有不同的尺度周期, 长周期约1000-1500年左右, 短周期为100年和10-12年。

云南滇池的孢粉分析也表明, 昆明盆地更新世末期以来, 气候和植被历经了五个发展阶段。第一阶段是13000年或10000年以前的较凉爽气候, 植被为落叶阔叶与针叶混交林带; 第二阶段为13000-8400年, 气候变暖, 但低于现代气温, 较多地出现了热带、亚热带植被, 属亚热带气候环境; 第三阶段为距今8400-7100年, 常绿阔叶树成分明显减少, 气温较第二阶段为低; 第四阶段为距今7100-3100年, 此时植被空前繁茂, 以亚热带常绿阔叶林为主, 气候较现在昆明盆地高, 为全新世最暖期。第五阶段为3100年至现在, 此时气温又较前期变冷。反映在喜热植物(如常绿阔叶树)的减少和消失, 而针叶植物则不断增加。

随着气候的变化, 湖泊环境也发生了变迁。在第一阶段, 滇池为大湖面的深湖阶段, 并与玉溪盆地的古湖泊相连通。湖泊沉积物中, 反映深水环境的盘星藻类较多地出现。第二阶段为深湖向浅湖的过渡阶段。8400年以来至现今, 为浅湖及小湖面阶段, 并逐渐演化为现在的湖泊环境。显示出云南湖泊演化的特点与东部湖泊是有所不同的。

柴达木盆地的盐湖研究工作^[11], 经 δO^{18} 与 δC^{13} 的同位素并结合孢粉分析和年代测定, 证明25000年以前的察尔汗盐湖, 乃是较湿润气候的淡水至半咸水环境。25000年以来, 气候曾经历了4次干旱与相对湿润的波动, 其中以15000-9000年时期, 气候最为干旱。湖泊演化到干盐湖阶段, 出现了大量蒸发岩的盐类沉积。

(五) 湖泊沉积过程和沉积速率的研究

湖泊的泥沙输移和沉积过程在湖泊资源的开发利用与湖泊环境保护工作中具有重要的作用。近年来,对长江流域湖泊的泥沙淤积,曾作了大量的调查和研究。长江中下游地区多为过水性湖泊,由于上游地区的水土流失严重,从而加剧了湖泊的泥沙淤积。如洞庭湖每年入湖泥沙量达 $2.06 \times 10^8 \text{t}$,而出湖泥沙量只有 $0.54 \times 10^8 \text{t}$,是入湖泥沙量的 26.7%,使每年有近 3/4,约 $1.52 \times 10^8 \text{t}$ 的泥沙沉积于湖中。鄱阳湖流域的水土流失面积为 $3.4 \times 10^4 \text{km}^2$,年流失沙量超过 10^8t 以上,而每年流入鄱阳湖的泥沙量达 $0.228 \times 10^8 \text{t}$,通过鄱阳湖排入长江的泥沙量只有 $0.116 \times 10^8 \text{t}$,有 $0.112 \times 10^8 \text{t}$ 的泥沙淤积于湖中。据对长江中下游五大淡水湖的泥沙统计资料分析(表 2),其每年泥沙的淤积总量达 $1.7 \times 10^8 \text{t}$ 。近年来我们通过 Pb^{210} 方法对几个湖泊的沉积速率的测定(表 3),除太湖、巢湖外其沉积通量值均小于水文测量值。表明湖泊中的泥沙沉积量似乎比实际预想的要小得多。

表 2 长江流域五大淡水湖泥沙淤积量表

Tab.2 Sediment deposition in five large fresh lakes of Changjiang River Basin

湖泊名称	年输入量 (10^4t)	年输出量 (10^4t)	年淤积量(10^4t)	平均沉积速率 (t/km^2)
洞庭湖	20600	5400	15200	36484
鄱阳湖	2280	1160	1120	2362
洪泽湖	1750	1020	720	3900
巢 湖	122	44	78	1036
太 湖	44	10	34	145
合 计	24796	7644	17152	

表 3 Pb^{210} 对几个湖泊沉积速率的测定

Tab.3 Measurement of sedimentary rates of several lakes by the method of Pb-210

湖 泊	沉积速率 (mm/a)	沉积通量 (t/km^2)
洞庭湖	35	26250
太 湖	1.2-1.6	1200
巢 湖	1.6	1200
鄱阳湖	2.0	1500

大量的泥沙淤积,使得长江中下游湖泊面积日益缩小。如洞庭湖,1950年时为 4350km^2 ,为全国第一大淡水湖,而1983年面积为 2691km^2 ,减少 1659km^2 。鄱阳湖1985年较1954年减少了 1185km^2 ,损失库容达 $50 \times 10^8 \text{m}^3$;江汉平原在五十年代有湖泊1141个,面积 8330km^2 ,因泥沙淤积和围垦,到八十年代仅剩下570个,面积 2370km^2 ,从而使湖泊对洪水的调蓄功能明显下降。

泥沙入湖后,受到湖水动力及湖底地形的影响,在湖中各处的沉积速率与分布是不同的,河口及水下三角洲地区,高于开阔地区2-5倍以上。太湖有进出口河道200余条,观测其泥沙量是十分困难的,最近我们采用了 Pb^{210} 同位素方法,测得东太湖泥沙平均沉积速率为 $1.8 \text{mm}/\text{a}$,最大沉积速率可以达到 $6 \text{mm}/\text{a}$,按此推算,约100多年以后,东太湖将沼泽化。

除湖泊外,对水库的泥沙淤积也相继进行了研究,长江流域有大型水库60座,中型

水库 400 座, 小型水库 2 万多座, 总面积达 7300 多 km^2 , 因泥沙淤积每年损失库容 10%。如嘉陵江上游碧口水库, 运行 6 年, 泥沙淤积 $0.74 \times 10^8 \text{m}^3$, 损失库容 65%; 大渡河上游的磨咀水电站, 运行 11 年淤沙 $1.8 \times 10^8 \text{m}^3$, 损失库容 48.1%; 苏北石梁河水库最大沉积速率达 2.73cm/a 。

(六) 湖泊污染与环境保护工作

湖泊周围地区通常也是工农业生产发达地区, 随着大量的化肥、农药及工业三废排入湖内, 湖泊环境受到了污染。污染物进入湖泊以后, 一部分随着湖水扩散、运移, 一部分则沉入湖底, 但是在一定条件下, 这些污染物和营养盐类可以不断从湖底再释放, 进入水中。以营养元素磷为例, 在含磷的水体进入湖泊以后, 磷元素可以与铁、铝等元素结合成为磷酸盐胶体沉淀, 或与钙结合成为磷灰石, 或以有机磷等三种形式沉入湖底。当湖底进入还原状态时 (如当 Eh 值 $< -200 \text{mv}$ 时), Fe^{+3} 可以转变为 Fe^{+2} , 成为可溶性盐类, 随同磷一起重新释放回水中。或者当 pH 改变时, 磷也可以再释放出来, 如夏季水温增高, 藻类的光合作用增强, 引起水中的 pH 值的改变, 或者细菌、微生物作用, 使有机磷重新释放, 并随水体扩散加剧了湖泊的营养化程度。近年来湖泊沉积学在为湖泊环境评价方面着重作了以下三方面的工作:

(1) 测定了营养盐和金属元素的沉积速率和堆积量。例如根据太湖北部测定, 因污染而使磷增加 24%, 锰增加 9%, 锌增加 23%, 铅增加 17.7%, 这些元素在一定条件下可以重新释放而成为污染源;

(2) 湖泊富营养化发展过程的研究。如对长江流域的许多湖泊研究表明, 湖泊的富营养化主要是在八十年代以后, 如滇池有机碳沉积速率达 $35-40 \text{g/m}^2/\text{a}$, 成为典型的富营养化湖泊;

(3) 底质中营养盐和元素释放速率和扩散模式的建立。如对巢湖营养盐释放模式的建立。

此外, 一些新技术, 新方法在湖泊地貌与湖泊沉积学中亦得到了广泛的应用, 如遥感与地理信息系统方法, 同位素仪器及地球物理方法等, 这里不再一一赘述。

参 考 文 献

- [1] 中国自然地理编委会, 中国自然地理概论——地表水, 科学出版社, 1981年。
- [2] 孙顺才等, 太湖形成演变与现代沉积作用, 中国科学B辑, (12), 1987年。
- [3] 王洪道, 中国湖泊水资源, 海洋湖沼学报 5 (3), 1987年。
- [4] 朱海虹等, 鄱阳湖的成因、演变及三角洲沉积, 中国科学院南京地理研究所集刊, 科学出版社, 1983年第1号。
- [5] 杨锡臣等, 洞庭湖水情变化的若干特征, 中国科学院南京地理研究所集刊, 科学出版社, 1987年第4号。
- [6] 冯 敏等, 洱海扇三角洲沉积, 中国科学院南京地理研究所集刊, 科学出版社, 1985年第2号。
- [7] 孙顺才等, 云南抚仙湖沉积相, 中国科学院南京地理研究所集刊, 科学出版社, 1983年第1号。
- [8] 孙顺才等, 云南抚仙湖现代浊流沉积的初步研究, 科学通报, (11), 1981年。
- [9] 郑长苏等, 滇池的成因、构造与演化, 中国科学院南京地理研究所集刊, 科学出版社, 1986年第3号。

号。

- 【10】吴标云等，长江三角洲第四纪地质，海洋出版社，1988年。
- 【11】陈克造等，柴达木盆地晚更新世盐湖演化，中国—澳大利亚第四纪合作研究论文集，83-91，科学出版社，1987年。
- 【12】中国科学院兰州地质研究所，青海湖，科学出版社，1979年。
- 【13】**祁延年**、王苏民等，松辽盆地下白垩系古地理环境与石油分布关系，中国科学B辑，(12)，1982年。

THE GEOMORPHOLOGY AND SEDTMENTOLOGY OF LAKE IN CHINA

Sun Shuncaï Wang Suming Zhcng Changsu

(*Nanjing Institute of Geography and Limnology, Acafemia Sinica*)

Abstract

This paper illustrates the outline of the recent 20-year research work on lake's geomorphology and sedimentology in China. The prolific results are achieved as follows: 1) All the large lakes in the middle-lower reaches of the Changjiang River were formed during human historical epoch. 2) A sedimentation model of the middle-lower reaches of the Changjiang River and the rift lakes of Yunan Province is established. 3) Some results of studying paleolimnological environment, which serves the exploration of oil and gas are obtained. 4) The relationship between lacustrine sediment and palaeoclimatic changes is studied. 5) The sedimentary rates in some lakes are measured and the past, present, future of the lake environment of the lacustrine sediment evaluated.