

P3, 5(1)

1-8

中国晚新生代湖泊沉积及其  
反映的环境概貌

王苏民 李建仁

P512.3

(中国科学院南京地理与湖泊研究所湖泊沉积与环境开放实验室, 南京 210008)

**摘要** 在地球历史上湖泊沉积大规模的发育或缺失,都和一定的构造背景和气候环境条件相关。本文依据我国晚新生代以来,湖泊沉积时空规模和分布的变化,来探讨我国大环境的变迁过程。上新世和早更新世我国西部存在许多大湖泊,发育巨厚的湖泊沉积,而东部分布的范围很局限,造成这种情况的原因,除了构造运动的差别外,当时大气环流的形势与今不同,西部的气候条件相当湿润。中一晚更新世西部的大湖大都萎缩,甚至消失,东部却表现出大湖增加的趋势,这显然与青藏高原的迅速隆起、东亚季风的加强有关。末次冰期以来,对应于冰期、间冰期的气候变化,不同气候带湖泊的响应差异颇大,既表现出区域环境的特点,也有全球变化事件的反映。

**关键词** 湖泊沉积 青藏高原 东亚季风 环境演化

湖泊是自然的综合体,是大气圈、生物圈、土壤圈和陆地水圈相互作用的连结点。湖泊的沉积过程受其所处的自然环境的控制,因此各种环境的物理、化学和生物要素相互作用和变化的信息可被记录在湖泊连续沉积的剖面中。尤其那些中低纬度的封闭湖泊,由于水体较小,流域范围有限,对于有效水汽的变化,响应极为敏感,而有效水汽的多寡与大气环流直接相关。所以湖泊的形成与消失、扩张与收缩及其引起的生态环境的演化过程是全球的、区域的和局部的构造和气候事件共同作用的结果。近年来湖泊沉积的研究引起了国内外科学家的广泛重视,其意义已远远超越湖泊本身的范围。许多地球科学家力图通过湖泊沉积的研究和时空比较,建立区域乃至全球性韵律、事件和演化的沉积记录,重建晚新生代陆地气候环境演替序列,以便与深海、极地进行对比,完善全球变化的研究系统。中国晚新生代以来的湖泊沉积分布广泛,遍及各个自然区和气候带。几十年来,许多科学家长期致力于该方面的研究,对北方的泥河湾、萨拉乌苏和南方的元谋盆地等的湖相地层作了详尽的研究;另外,近年来对现代湖泊也开展了许多钻孔与露头剖面的工作。尽管如此,由于中国湖泊沉积地理复盖面广,延续时段长,演化历史复杂,对其整体上的认识还是非常不够的。本文拟在大量前人的研究成果基础上,结合作者近年的工作,对中国晚新生代以来湖泊沉积的时空分布规律及其

本文于1992年6月12日收到,1992年8月25日改回。

所反映的环境概貌作一初步探讨;另外对研究程度较高的末次冰期以来湖泊沉积所反映的气候环境进行讨论。深信随着中国湖泊沉积的性质、时空分布规律研究和理解的不断深入,将有助于认识我国构造运动、古气候和古环境的演变历史和阶段特点,为检验和校正全球气候动力学模型作出贡献,为建立陆地米兰科维奇气候旋回的沉积记录提供可能,这也是近期的研究目标。

## 一、上新世(N<sub>2</sub>)—早更新世(Q<sub>1</sub>)湖泊沉积的分布格局

综观这一时期湖泊沉积的空间分布格局存在着明显的东西差异,大致以雪峰山—大兴安岭为界线。我国西部地区湖泊沉积发育,复盖面很广(表1、图1)。青藏高原曾经是湖泊星罗棋布的自然景观面貌,据统计西藏该时期的大湖有57个<sup>[1]</sup>。如藏北的色林错、伦坡拉、瓦里百里淌和振泉错,藏东的下秋卡、孔马和那曲,藏南的吉隆、札达、定日和夏雄等盆地均为湖泊占据,沉积了一套典型湖泊沉积,而且当时吉隆和沃马,札达和曲松都由于湖泊急剧扩张而成统一的大湖,札达古湖面积可达7000km<sup>2</sup>,沉积物厚达300—800m<sup>[2]</sup>。另外,尚有分布在青藏公路昆仑山垭口—唐古拉山口地区的湖相地层——姜塘组,其古地磁年龄大约为2.77—1.40Ma B. P.<sup>[3]</sup>。青海柴达木古湖形成较早,古—始新世开始成湖,渐新世晚期至中新世湖泊处于最盛期,上新世开始收缩,早更新世东部大幅度沉降,盆地中心东移,又趋于扩大<sup>[4]</sup>。黄河沿线分布着一系列N<sub>2</sub>、Q<sub>1</sub>古湖,其中包括现为沼泽湿地的诺尔盖古湖,以及共和、三门、银川、河套等古湖,现存的有青海湖等。据青海湖湖东南江西沟的54孔(孔深511.28m)深钻揭露,下部Q<sub>1</sub>有厚达百米的典型泥质湖相沉积,岩性均一,向上则砂、砾层增多,表明古青海湖为一面积、水深均大于现代的大湖<sup>[5]</sup>。三门古湖沉积物包括下部的“绿三门”和上部的“黄三门”,总厚200—700m,中间为一长时期的沉积间断<sup>[6,10]</sup>。新疆N<sub>2</sub>、Q<sub>1</sub>也有许多湖泊,包括玛纳期湖、艾比湖、罗布泊和乌伦古湖等<sup>[7,8]</sup>。河西地区的酒泉、张掖、玉门—踏实和武威等盆地,当时也有相当规模的湖泊存在<sup>[9]</sup>。华北地区有分布于山西大同、河北阳原、蔚县、怀来和北京延庆的泥河湾湖相地层,为中国北方早更新统的典型剖面,据古地磁测年,泥河湾湖相地层的年龄为3.21—1.55Ma B. P.<sup>[10]</sup>;另外,还有晋东南的榆社—武乡古湖<sup>[11]</sup>。内蒙的南、北部曾是湖泊和河网广布区,现残存的有达里湖、岱海、黄旗海等。云南高原沿南北向断裂构造分布有一系列盆地,滇东有元谋盆地、滇池、抚仙湖、阳宗海和杞麓湖等,滇西有丽江、剑川、洱源、洱海等盆地。其中元谋盆地的元谋组河湖相地层为我国南方Q<sub>1</sub>的典型剖面,厚近700m<sup>[12,13]</sup>。深为501.22m的滇池参1井(图1),穿透晚新生代地层,至寒武纪石英砂岩;N<sub>2</sub>为深灰、黄灰泥岩、泥质粉砂岩、夹多层褐煤,水较浅;Q<sub>1</sub>为灰、灰绿、黄灰色泥岩和粉砂质泥岩、夹粉砂岩、褐煤和碳质泥岩,其早期水尚浅,后期变深,为湖泊全盛时期<sup>[14]</sup>。

中国东部N<sub>2</sub>、Q<sub>1</sub>湖相地层分布局限(图1、表1)。鄱阳湖盆地的研究表明,该盆地断陷虽始于更新世初,但当时属于宽阔河谷环境,以堆积冲洪积相砾石层为主,湖泊尚未形成<sup>[15,16]</sup>。江汉平原和太湖地区虽有N<sub>2</sub>的湖相地层,但规模较小,而且下更新统以河流沉积占主导。由此可见,中国东、西部在N<sub>2</sub>、Q<sub>1</sub>湖泊分布差异很大。产生这种状况的原因有二方



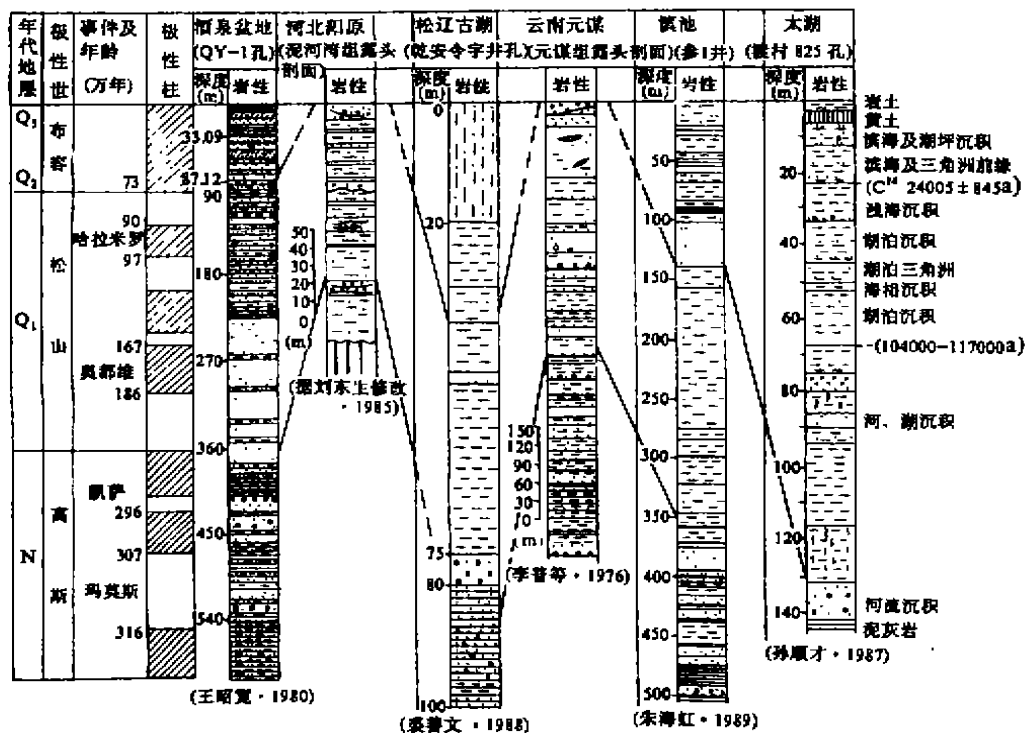


图1 中国晚新生代湖泊沉积物钻孔和露头剖面对比

Fig.1 The correlation of Late Cenozoic lacustrine sediments from cores and outcrops in China

## 二、中更新世(Q<sub>2</sub>)—晚更新世早期(Q<sub>3</sub>)湖泊沉积的分布

早更新世晚期元谋组、泥河湾组等湖相地层沉积后又发生一次强烈的构造运动(1.2—1.5 Ma B. P.)——元谋运动、羌塘运动、西域运动和公王岭运动等。青藏高原又开始了一个急剧隆起的构造幕。中国大陆逐渐形成了西高东低的地形格局,水系随之发生调整,并开始地形大切割。强烈的河流溯源侵蚀作用使得许多独立的水系归并,封闭的盆地发生外泄,大水系开始形成。这是Q<sub>2</sub>、Q<sub>3</sub>中国许多湖泊干涸、消亡的根本原因。三门古湖的外泄发生于Q<sub>3</sub>早期,在孟津以东形成巨大的冲积扇,现代意义的黄河遂告形成<sup>[18]</sup>。上游方向黄河沿线原来彼此孤立的封闭盆地,包括河套、银川、共和古湖也是以这种方式串通,但对于它们外泄的时间则目前仍有不同看法,如以兰州黄河最高级阶地的年龄(1.5MaB. P.)来推测,上游串通是比较早的。与上述情况相似,桑干河盆地由于海河溯源侵蚀,使桑干河与海河沟通,致使Q<sub>2</sub>泥河湾组地层沉积后,湖泊开始干涸<sup>[19]</sup>。藏东南许多湖泊的消亡也是溯源侵蚀的结果,如藏东的下秋卡、孔马和那曲盆地,藏南的吉隆、定日和夏雄盆地等<sup>[20]</sup>。云南元谋古湖的消亡归因于Q<sub>2</sub>初金沙江支流龙川江溯源的侵蚀。与长江上游支流溯源侵蚀有关而消亡的还有昔格达和甲哇等古湖。因此,强烈的构造抬升及相应的溯源侵蚀是西部许多湖泊于Q<sub>2</sub>、Q<sub>3</sub>

干涸的原因,使湖泊沉积停止,而代之以河流相或黄土等堆积。

青藏高原内部和西北各大盆地由于溯源侵蚀难以达到,使  $Q_2$ 、 $Q_3$  时期的一些湖泊得以保存,但其沉积分布范围较  $N_2$ 、 $Q_1$  已大大缩小。青海湖江西沟 54 孔说明  $Q_2$  转变成浅湖,甚至冲积平原环境; $Q_3$  为冲洪积、滨岸环境,湖泊更趋收缩。滇池参 1 井反映  $Q_2$  为灰、灰黄色泥岩、粉砂质泥岩或泥质粉砂岩,上段夹粉砂岩和褐煤层,表明湖水开始变浅; $Q_3$  早期较浅,有多层褐煤<sup>[44]</sup>。产生这种情况的原因主要与上新世末以来气候总的冷干化趋势有关。表现在:①黄土范围不断扩大,至中晚更新世时黄土分布范围已达长江以南;② $Q_1$  间冰期时第三纪亚热带孑遗植物尚可出现在北方, $Q_{2-3}$  时即使间冰期,这类孑遗植物也只限于秦岭以南<sup>[21]</sup>;③第四纪湖泊蒸发岩也主要出现在  $Q_3$  和全新世;④贵州草海沉积物研究也表明,更新世以来,寒冷期的冰冻幅度越演越烈,气候的波动性也加强<sup>[22]</sup>。目前认为,中国西部气候的干冷化趋势是由于青藏高原大幅度的隆升,至  $Q_2$ 、 $Q_3$  已达到了相当高度,开始阻挡海洋水汽向大陆内部的输送,使第四纪气候干冷化并导致西部湖泊范围的缩小和湖水矿化度的提高。

在  $Q_2$ 、 $Q_3$  西部湖泊不断消亡、收缩的同时,东部的湖泊却出现增加的趋势。 $Q_1$  晚期松辽古湖开始形成, $Q_2$  达到全盛。据乾安县令字井钻孔和大庆 7901 孔研究,松辽古湖当时面积达 50 000km<sup>2</sup>,有厚达 30—70m 的典型湖相淤泥沉积分布<sup>[23]</sup>。但该湖于  $Q_3$  由于松花江东流水系形成,袭夺牡丹江而消亡,留存大片沼泽(图 1)。河北平原这一阶段有湖泊沉积存在,主要分布在中部、东部平原及滨海平原,以构造上的拗陷地区最为发育<sup>[24]</sup>。太湖渡村 825 孔表明, $Q_2$ 、 $Q_3$  一些层段出现淡水湖相沉积<sup>[25]</sup>。目前认为, $Q_2$ 、 $Q_3$  早期东部湖泊沉积分布范围扩大同样是青藏高原不断隆起,对气候影响的结果,表现为东亚季风不断加强,使这一地区变得多雨湿润。

总之,早—中更新世是构造地貌、气候和水系的剧烈变动时期,相应地湖泊的空间分布格局也发生了根本性变化,奠定了现今西高东低的巨地形的基础,巨水系的格架和雏型也开始形成,西部干旱东部湿润已趋明显。

### 三、末次冰期以来的湖泊沉积及其反映的气候环境

前述了我国湖泊沉积宏观的时空分布与变动概貌。现就末次冰期以来湖泊沉积及其反映的环境进行讨论。由于年代较近,工作程度较深,已对多个湖泊该时段的沉积物进行了研究和讨论。根据湖泊阶地及钻孔的研究,发现不同地区的湖泊末次冰期以来的演变序列迥然不同。

位于东亚季风西北边缘的青海湖和岱海末次冰期为低湖面,钻孔沉积物粒度较粗;孢粉组合反映为含较多麻黄灌丛的蒿属(森林)草原,木本植物花粉含量较低,以云杉、冷杉、松等针叶林为主;介形类主要为冷水、浅水组合,甚至出露为湖滩环境,无介形类化石。全新世的早、中期气候暖湿,水位回升,青海湖和岱海周围有高湖面阶地出现。近 4000 年来水位虽有波动,但湖面总体为下降<sup>[26]</sup>。

中全新世西藏大多数湖泊处于扩张时期,有些湖泊成为外流湖,湖的周围广泛分布有该

时期的阶地。晚全新世西藏各地湖泊普遍强烈退缩<sup>[27]</sup>。

位于西南季风区云贵高原的滇池、西湖等,末次冰期为大湖时期,滇池与西街、玉溪、江川盆地构成统一的水体,其分水岭地区广布 10—40ka 前的湖相阶地,至全新世开始发生湖泊退缩<sup>[14]</sup>。

位于西风带的新疆艾比湖和柴窝堡湖末次冰期后期及全新世高温期皆为高湖面环境,近 2000—3000a 来则湖面下降<sup>[28,29]</sup>。

长江中下游地区末次冰期时湖泊被河流切开、疏干为冲积平原,堆积冲积成因的类黄土沉积;全新世高温期缺乏明显的大湖证据,以湖荡沼泽环境占优势。根据钻孔沉积物研究以及湖底存在的文化遗址等认为,近代的大太湖迟至 2500a B. P. 才形成<sup>[25]</sup>。鄱阳湖形成于约 3000a B. P., 汉代以来并一直处于扩张过程中,直到近代由于人工堤坝的限制才使此趋势中止<sup>[16]</sup>。这种情况与西部近 2000—3000a 来湖泊普遍退缩构成了明显的对比。

对应于冰期、间冰期的气候变化,不同地区湖泊表现出不同的演化序列,这种现象在世界其他地区也有报导<sup>[30]</sup>。美国西南部的湖泊末次冰期最盛期为高湖面,全新世湖面较低;赤道非洲和澳大利亚的湖泊 14 000a B. P. 为低湖面,而全新世为极高湖面(约 9000a B. P.)。

有关上述现象,目前可以肯定不同气候带相对于冰期、间冰期的气候变化,降水量的变化是不同的。如新疆和云南上述湖泊所在地区末次冰期降水是增加的,而其他地区则减少。降水量的不同变化可能与环流型式的改变有关。初步认为新疆湖泊末次冰期后期的高湖面与西风带南移,北冰洋气团加强,导致降水增加有关。这有待于进一步工作的证实。但有的湖泊晚冰期的高湖面则和大量冰融水的补给有关。

#### 四、结 论

我国晚新生代湖泊沉积的复盖面很广,湖泊本身的演变受到构造运动、气候变化、水系改变等因素的影响,具有较复杂的演化历史。目前对湖泊沉积的研究程度不高,有关湖泊沉积的范围、规模、年代以及沉积环境等方面的系统资料较少,还难以建立各个地区古气候环境演变的长序列。进一步加强不同区域湖泊钻孔计划研究和对比,探求不同时间尺度的环境演变的周期,将是第四纪全球变化研究的重要组成部分。应用湖泊沉积对环境变化具有的敏感、连续和高分辨的特点,进行百年、十年尺度周期的研究,对预测人类生存环境的未来演变趋势将作出贡献。

## 参 考 文 献

- [1] 陈志明. 西藏高原湖泊的成因. 海洋与湖沼, 1981, 12(2).
- [2] 中国科学院青藏高原综合科学考察队. 西藏第四纪地质. 北京, 科学出版社, 1983, 17—80.
- [3] 徐叔鹰. 唐古拉山上新世至第四纪古地理环境的演变——以山口地区为例. 中国第四纪研究, 1985, 1(2).
- [4] 杨治林. 柴达木盆地新生代岩相古地理及其演化. 青海柴达木盆地晚新生代地质环境演化, 北京, 科学出版社, 1986.
- [5] Wu Ruijin, Wang Sumin, Li Jianren. Evolution of Qinghai Lake Basin in Quaternary, 中日合作青海湖研究论文集, 1990.
- [6] 张茂增. 关中盆地第四纪河湖相地层时代划分与岩相特征初步研究. 第四纪冰川与第四纪地质论文集, 第3集, 北京, 地质出版社, 1987.
- [7] 中国科学院新疆分院罗布泊综合考察队. 神秘的罗布泊. 北京, 科学出版社, 1985.
- [8] 周廷儒. 中国自然地理, 古地理(上册). 北京, 科学出版社, 1984, 108—112.
- [9] 王昭宽. 酒泉盆地磁性地层的初步研究及河西地区第四纪下限问题. 甘肃地质, 1989, (9).
- [10] 钱方、马耀华、吴锡浩. 中国第四纪磁性地层的初步研究. 海洋地质与第四纪地质, 1983, 3(3).
- [11] 曹家欣、吴瑞金. 山西榆社武乡晚新生代拗陷湖盆的沉积特征与演变. 中国第四纪研究, 1985, 1(2).
- [12] 李普、钱方等. 用古地磁方法对元谋人化石年代的初步研究. 中国科学, 1976, (6).
- [13] 褚庆余、钱方. 对元谋人化石地层——元谋组的研究. 地质学报, 1977, (1).
- [14] 中国科学院南京地理与湖泊研究所等. 云南断陷湖泊环境与沉积. 北京, 科学出版社, 1989.
- [15] 王云飞等. 鄱阳湖盆地第四纪沉积与湖泊形成. 中国第四纪冰川冰缘学术讨论会文集, 北京, 科学出版社, 1985.
- [16] 《鄱阳湖研究》编委会编. 鄱阳湖研究. 上海, 上海科学技术出版社, 1988, 44—54.
- [17] 李吉均等. 青藏高原隆起的时代、幅度和形式的探讨. 中国科学, 1979, (6).
- [18] 张抗. 黄河中游水系形成史初探. 中国第四纪研究, 1989, 8(1).
- [19] 夏正楷、刘耀清. 泥河湾组古地理环境的初步认识. 海洋地质与第四纪地质, 1984, 4(3).
- [20] 中国科学院南京地理与湖泊研究所. 中国湖泊概论. 北京, 科学出版社, 1989, 36.
- [21] 杨怀仁、徐肇. 中国东部第四纪自然环境的演变. 第四纪冰川与第四纪地质论文集, 北京, 地质出版社, 1985.
- [22] 林树基、郑诺汉等著. 草海的演化. 贵阳, 贵州人民出版社, 1987.
- [23] 袁善文等. 松辽平原更新世地层及其沉积环境的研究. 中国科学(B辑), 1988, (4).
- [24] 陈望和等. 河北平原第四纪地质的若干问题. 中国第四纪研究, 1985, 6(1).
- [25] 孙顺才、伍贻范. 太湖形成演变与现代沉积作用. 中国科学(B辑), 1987, (12).
- [26] 王苏民等. 岱海——气候及环境的演变. 合肥, 中国科技大学出版社, 1990.
- [27] 李炳元、王富葆、杨逸畴、张青松. 试论西藏全新世古地理的演变. 地理研究, 1982, 1(4).
- [28] 文启忠、郑洪汉. 北疆地区晚更新世以来的气候环境变迁. 科学通报, 1988, 33(10): 771—774.
- [29] 王靖泰、熊克勤. 柴窝堡—达坂城地区地貌、第四纪沉积及湖面变化, 乌鲁木齐地区水资源若干问题研究(I). 柴窝堡—达坂城地区水资源和环境. 北京, 科学出版社, 1989.
- [30] J. E. Oliver, R. W. Fairbridge (Editors), The Encyclopedia of Climatology, Van Nostrand Reinhold Company, 1987, 660—670.
- [31] 吴瑞金. 关于榆社群沉积环境的探讨. 见: 黄宝玉等, 山西中南部晚新生代地层和古生物群. 北京, 科学出版社, 1991, 176—185.

## LATE CENOZOIC LAKE DEPOSITS OF CHINA AND ENVIRONMENTAL OUTLINE

Wang Sumin    Li Jianren

*(Lake Sediment and Environment Laboratory, Nanjing  
Institute of Geography and Limnology, Academia Sinica, Nanjing 210008)*

### Abstract

The development in large scale of lacustrine sediments or their deficiency in geologic history of the earth is closely related to the definite geostructural background and climatic conditions. According to the temporal-spatial distribution of lacustrine deposits since late cenozoic, the evolutionary processes of macroenvironments are discussed in this paper. There exist a great number of large lakes in West China, with a thick pliocene and Early pleistocene deposits in the lakes, whereas only limited lake sediments were found in East China. This situation was resulted from the different structural movement and air circulation, with a rather humid climate in West China at that time. In mid-late Pleistocene, most of large lakes in West China shrunk quickly or even disappeared, while the tendency of increasing and expanding of lake occurred in East China, which was evidently related to the rapid uplifting of Qingzhang Plateau and strengthening of East Asian monsoon. The lake response to in climatic zones glaciation and interglaciation since Last glacial age shows relatively obvious differentiation, indicating the influences of global, regional and local environments respectively.

**Key words** lake deposits, Qingzhang plateau, East Asian monsoon, Environmental evolution