湖水面演变历史与古湖沼学证据

谭红兵，于升松
（中国科学院青海盐湖研究所，西宁 810008）[20]

摘要：对世界各地许多保存完整的古湖沼学证据详加分析研究，可以获得大量湖水面演变历史的信息。而湖水面的动态变化受控于气候因素的变化。所以成为目前湖泊环境学研究的一大分支。该文从地貌学、相组合和沉积学、地球化学、古生态学以及考古学五个方面简述古湖沼学证据，以图更精确地恢复过去的湖泊演变历史，为区域和全球环境演变研究提供有力的佐证。

关键词：湖水面演变历史；古湖沼学证据
中图分类号：P343.3　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1008－858X(1999)04－0055－04

湖水面的动态变化作为气候变化的指示器，在很早以前就被人们注意到了。当时没有先进的仪器可供利用，因此一些古湖沼残迹如湖岸线、废弃河道、化石等成为他们识别湖水面演变的标志。例如，公元1776年，Welez de Escalante[1]在穿越Bonnerille Basin时在Utah湖附近发现了贝壳化石，由此推断出该干旱盆地中以前有大湖泊存在。我国地质学家在西藏考察的过程中，将湖岸线的发育规模视作湖泊形成大小、波动大小、高水位持续时间的标志，在更大范围内找到了过去湖泊存在、发展演化的大量证据。发展至今日，古湖沼学可以提供以下5个方面的湖水面演变历史证据。

1 地貌学

地貌学分析可以提供以下两方面的信息[2]：一是在一定的气候或水文模式下估量古湖泊的面积和体积(这个参数对于建立古湖泊水量平衡模式必不可少)；另一方面用于识别各种构造作用、水位高涨溢流或其它原因引起的湖盆响应变化。因此其研究手段着眼于湖岸线轮廓演变的识别和特征地貌现象(风蚀、湖蚀、湖积等)的观察。

例如，许多半干旱区的湖泊，在其顺风方向形成风成沙丘(如尕海周围的沙丘)[3]，其发育的月牙型边缘，既有邻近湖盆带来的砂，又有粘土类沉积。其中砂属高水位时期从岸滩上的沙丘等处带来，而粘土来自低水位时湖盆淤泥的暴露。在青藏高原这种风成沉积物是很常见的，而且根据这些风成沉积物的排列方向还可以勾绘古风向图，借此研究风力对湖水面的影响关系。再如艾比湖这样的内陆干旱区封闭型湖，湖岸地貌显得更具特征，借助航卫片，可以清楚的查明湖积堤、湖岸阶地、湖积平原的发育变迁，亦即湖水面的波动、湖岸线的变迁历史。另外，当湖泊扩大或缩小时，也可以在湖盆边缘一定高度上形成湖蚀崖、湖蚀穴和湖蚀阶地(高湖面时)

[20] 收稿日期：1999-06-28，修回日期：1999-09-03

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www

或者沿湖地区形成若干条环状沙砾堤(湖面退缩时),根据上述标志及其标高,可以恢复不同时期湖面高度。

对于封闭型湖盆,常常还会有藻类石灰华或泉华(青海湖)地貌现象出现,这种藻类生长的典型地域是:蒸发不太强烈的湖泊。石灰华和泉华常被选做^{14}C、U系和O同位素分析的样品,获得湖水面动态变化的年代。当然分析的过程中还得考虑石灰华结晶过程中旧碳的混入。

2 相组合和沉积学

对湖区岩芯剖面的岩相组合及岩性分析与对比,不仅可以获得湖面扩张、缩小的次数与演化过程,还可利用沉积相判断湖岸线变化,从而恢复湖泊面积和湖水深度、河湖补给关系及空间展布规律。一般而言,封闭型湖盆由于环境的快速恶化,在沉积物垂向上往往呈现清晰的周期性相变化,包括矿物组合、粒度、颜色、总碳含量、有机质等。一般而言,对大多数湖盆,从深部向上沉积相依次为淤泥相、硅质和泥灰土相,到浅水砂砾石相,接下来为岸滩、沼泽相沉积,最后为陆缘相沉积。如果哪个部位在相之间出现突变,找不到与自然界对应的某一相,或者沉积物出现再搬运改造现象,则有可能发生侵蚀间断,意味着湖泊当时处于干涸或极低水位状态。当然在分析相组合(或变化)时找准标志层是至关重要的,如陈镇东、罗建育等[4]对台湾大鬼湖沉积物岩芯研究中发现,其中的黑白两相沉积层在颜色、矿物类型、有机质含量等方面就很典型,白色沉积相的出现代表在干冷气候低水位条件下的沉积,晶粒较细,粘土矿物较多,而有机质含量极低;相反,黑色相粒径较粗,有机质含量很高,代表温暖潮湿高水位条件下的沉积;再如纹层状沉积物一般指示深水条件下的沉积,而砂质透镜体的出现代表典型的浅水环境[5]。另外,在封闭型湖盆中,碳酸盐含量的变化可视为气候变化的敏感性指标。在低湖面时,湖泊缩小,湖水浓缩,沉积物中碳酸盐含量增加,在沉积相中表现出粗粒沉积向湖心方向推进,代表干的环境。高湖面时期,湖泊扩大,湖水稀释,碳酸盐含量减少,在沉积相上表现出细粒沉积物向岸方向掩覆,代表湿的环境。当然,由于气候条件的不同,而封闭湖又易受外界条件影响,故碳酸盐含量的变化对封闭湖水深条件的指示并不尽相同,例如,柴达木盆地盐湖中出现碳酸盐沉积,却代表湿润条件[6],因此在研究中还要视具体环境条件联系其它指标综合考虑。

3 地球化学

绝大多数地球化学方法在湖水面动态演变信息研究中借鉴盐度和碱度随其水量变化的观察、特征地化元素的比值分析。因为水量的变化可导致盐度和碱度的变化,而不同的盐度和碱度可以控制不同的沉积物和矿物形成,以及同位素的分馏和地化元素的分配。一般湖盆在演化过程中首先发生碱性碳酸盐沉淀,之后别的盐类和从残积物中来的硅酸盐发生重结晶。这种变化行为以加利福尼亚的晚第四纪Searles湖的记录最为典型[7]:该湖从以前的大型外溢湖(面积1000km^2,最大深度200m)到目前的干盐湖(不足100km^2)发生巨大变化。其沉积物组成中泥灰土呈现旋回变化(以Ca、Mg碳酸盐为主),底部沉积了从边缘淋滤而来的盐类矿物;石盐、天然碱、苏打石等。估计在泥灰土沉积时期入湖水量比今天至少增加了3-6倍,但由于湖面积的扩大,湖水面上升不高。

一种更为广泛的适用于指示湖水面动态演化信息的方法是O同位素分析,在封闭型湖泊中$^{18}O/^{16}O$比率是随着蒸发浓缩程度的变化而变化的[8],在低纬度区,温度的影响并不显得十分重要,故控制^{18}O含量的主要是降水量和蒸发量的相对量之比,我国西北部大多数湖泊(青

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www

海湖) 冰后期以来湖水位变化曲线与 $\delta^{18}O$(‰,PDB) 变化曲线基本一致,高水位 $\delta^{18}O$ 偏负,低水位偏正[3],基于此,可以通过对现代湖泊 O 同位素与湖水面标高之间相关性的分析,来推测古湖水面高度。

另外,还有一种推测性的方法是重建地球化学温跃层来推断过去水位的变化。因为在许多热带湖泊水深每隔 50－100 米出现一个温度变化层[9]。在 0℃以下温度(或温度梯度) 迅速减小,而在深水缺 O 环境下急剧减小。其中的 Mn^{2+} 和 Fe^{2+} 起初积聚在深部,后又被搬运至上部,在严格的 pH－Eh 值范围内形成稳定存在的矿物,如〔(Mn,Fe) CO_3〕等。锰铁矿仅能搬运至邻近温度层的沉积物中,故 Mn 的高度富集,可以作为温度梯度变化的标志(温跃层的位置) ,借此推测当时的水深。

4　古生态学

古生态学方法研究对象主要为在一定深度生存的生物化石(包括木本、草本植物的花粉颗粒、残体及其种子等) 。

首先,藻类中硅藻等生活在严格的盐度和碱度范围内,不同的水深环境,生存的硅藻种类组合不同,故可作为精确分类的识别标志,可以提供水深和水化学两方面的信息,是适用最广、用途最多的古生态学方法。例如,在现代硅藻植物群大量出现的地区,对富集的硅藻化石进行定量和半定量校正是可能的,同时也可根据现代湖泊在一定碱度范围内生长的硅藻来推导其古碱度曲线,然后用过去水深进行校正也是可能的[10]。除此而外,轮藻植物是一组适于在盐湖生长的没入水中藻类植物,Burne et al[11]调查了澳大利亚 NaCl 富集型湖泊中生存的轮藻后推断出,在干旱、能接受季节性酸性大陆地下水的咸水湖里,其蒸发和轮藻卵细胞之间具有典型的相关关系。因此可作为生态学的指示器。而孙湘君等[12]对现代滇池水中盘星藻类做了研究发现:盘星藻在水下 5－6m 处极度富集,5m 以上逐渐消失,因此,根据盘星藻的丰度,也可以初步恢复当初湖面状况。由此而言,藻类在湖泊古生态学领域有突出的环境演变指示意义。

其次,古植物种子、孢粉分析,是目前古生态学领域一种成熟的方法[13],但令人不可思议的是在湖水面动态变化研究中使用的最少。事实上,在适宜的环境下,水生植物孢粉颗粒的相对富集意味着接近湖边缘,确定古湖泊的这个位置,其当时的面积和水深不难推测出来。有些情况下,草本植物种子,以及耐盐型孢粉等大量出现的地方,一般代表低水位的湖底开始扩张或变干,形成适于高等陆生植物生长环境[14]。

除此而外,有孔虫类、介形类、软体动物和鱼的残体都可大量用于古盐度标准的估算和对已建标准的检验[15－16]。

总而言之,运用以上各种方法,同时联系地球化学数据,建立比较精确的湖水面动态变化图是可能的。

5　考古学

在许多干旱、半干旱地区,淡水和微咸水湖泊中可以提供许多重要的史前有关水和食物资源之间的信息。不象内陆腹地那样一般地区都有人类居住生活,在干旱区人们只能居住于靠近水源地带的地方,因此湖岸线周围是考古的重点地区。永久性水体的存在(如湖泊等) ,可以证明水生食物及其食用废弃物的存在,例如鱼和水禽的骨头、贝壳、人造鱼网、人类活动产生的劳动工具、衣食住房等。仔细分析这些遗迹,同样也可以推测当时湖面位置及发展规模等。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www

综上述所，古湖沼学可以提供许多有关湖水面动态演变的历史证据。其中地貌学方法可以从宏观上研究古湖泊存在的位置，湖面积动态演变信息的推测；相组合和沉积学以及地球化学、古生态学可以从更深的层次详细揭示湖水面的时空演变过程，横向做全球对比，纵向建立地质历史演化序列；而考古学作为一种补充手段，可提供相关湖泊演变的线索，给人以启示或者作为其它方法推测假设的辅助检验。

参 考 文 献

[1]S·Veles de escalante，Journal and iternary of the route from Presidio de Santa Fe del Nuevo－Maxico to Monterey·in Northern California，English translation in Utah His，Q[N]，1776，11，27－113.

[2]B·V·Timms·Lake Geomophology[M]·Gleneagles Publishing Adelaide，1992，4－20.

[3]张彭熹等 ·青海湖近代环境的演化和预测[M]·北京：科学出版社，1994，10－20.

[4]罗建育，陈镇东 ·台湾大鬼湖沉积物元素分布所反应的环境意义[J]·湖泊科学 .1998，10(3)：13－17.

[5]Harrison Ps，Metcalfe SE·Variations in lake levels during the Holocene in North America an indicator of changes in atmospheric circulation patterns[J]·Geographie physique et Quaternaire·1985，39：141－150.

[6]张彭熹，张保珍等 ·古代异常钾盐蒸发盐的成因－－以柴达木盆地察尔汗盐湖钾盐的形成为例[M]·北京：科学出版社，1994，10－20.

[7]G·E·Smith·Subsurface stratigraphy and geochemistry of Late Quaternary evaporites，Sears Lake，California[J]·U·S·Geol·Surv·Prof·Pap·1979，1043：1－130.

[8]A·Zuber·On the Environmental Isotope Method for Determing the Uater Balance Components of Some Lakes[J]·J·Hydrol·1983，61：409－427.

[9]L·C·Beadle·the Inland Waters of Tropical Africa[M]·London Longman：1974.

[10]D·M·Churchill，R·W·Galloway，G·singh·Closed Lakes and the Paleocimatic Record·In：A·B·Pittock，L·A·Frakes，D·Jenssen，J·A·Peterson，J·W·Zillman，eds·Climatic Change Variability·A Sohthern Perspective[C]·Cambridge：Cambridege University Press：1978，97－108.

[11]R·V·Burne，J·Bauld and P·De Deckker·Saline Lake Charophytes and Their Geological Significance[J]·J·Sediment·Petral·1980，50：281－293.

[12]孙湘君，吴玉书 ·云南滇池地区全新世以来植被及环境变迁历史 ·见：中国－－澳大利亚第四纪学术讨论会论文集[C]·北京：科学出版社，1987，28－41.

[13]J·G·Pike and G·T·Rimmington，Malaw·A Geographical Study[M]·Oxford University Press，1965，87－100.

[14]T·C·Winter and H·E·Wright·Paleohydrologic Phenomena Recorded by Lake Sediments[J]·EOS·1977，58：188－196.

[15]L·D·Delorme·Paleoecological Determinations Using Pleistocene Freshwater Ostracodes[J]·Pau·1970，341－347.

[16]L·D·Delorme，S·C·Zoltai，L·L·Kalas·Freshwater Shelled Invertibrate Indications of Paeoclimate in Northwestern Canada During Late Glacial Times[J]·Can·J·E·Earth Sci，1977：2029－2046.

(下转第54页)

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www

decided for the elemination of the unfavorable influence of the Fe_2O_3 impurity on the activity of magnesium oxide.

Keywords: Magnesite, Roasting, Magnesium cement.

(上接58页)

History of Lake-level Fluctuations and Paleolimnological Evidences

TAN Hongbing, YU Shengsong
(*Qinghai Institute of Salt Lakes, Academy of Science, Xining* 810008)

Abstract

There are many paleolimnological evidences preserved all over the world. Carefully analysed on these, a great deal of information on the fluctuation of lake level can be abtained. But we know that the fluctuation of lake level is in fact attributed climatic changes. And in nowdays, it becomes and important divergence in lake environmental study. The article elaborates briefly some paleolimnological evidence on Geomorphology, facies relations and sedimentology, geochemistry, paleoecology and archaeology. Among these evidence, geomorphic techniques can provide us estimates of the area and volume of a paleolake, and identify any changes of basin respones resulting from overflow, tectonism or other causes. Facies relations and sedimentology can be widely used to reconstruct water level fluctuations from cores. Geochemical techniques, depending on the observation of the salinity and alcalinity of a closed lake varying its volume, can also draw the outline of the paleolakes. In lake level studies, paleoecological technique of course, is a successful method for use through analysis of fossiles in lake sediments. Besides, in many arid and semi-arid areas, there may be much information about Achaeological evidences, which can also be viewed as the change clue of lake shortlines of water level and help us discover the evolutional history of paleolakes.

Keywrod: Fluctuation of lake-level, Paleolimnological evidence.

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www