

## 云南湖泊的碳酸盐沉积\*

王云飞 胡文英

(中国科学院南京地理与湖泊研究所)

张秀珠

(中国科学院兰州地质研究所)

**提要** 云南湖泊多属中等矿化度的淡水湖泊,碳酸盐沉积物处于缓慢的积累过程。就其外形和成分可分为微粒碳酸盐、颗粒碳酸盐、生物贝壳碳酸盐和陆源碎屑碳酸盐。颗粒碳酸盐多分布在特定环境的湖区,集合粒成因与微生物的生物化学沉积作用有关;球状粒为微晶方解石组成,由藻群落及其代谢物形成的微环境对方解石缓慢沉淀有利;鲕状粒的形成可能与湖泊不定期干涸引起镁、钙比值变化及方解石、文石交替沉淀有关。微粒方解石是碳酸盐沉积的主要矿物形式,局部湖区形成的以颗粒碳酸盐为主的堆积体是云南湖泊早期碳酸盐沉积作用的主要特点。

碳酸盐类岩石是地表分布较广、经济意义较大的岩石类型。石油和天然气的勘探与开发促进了碳酸盐岩石学和沉积学的发展。但有关湖泊碳酸盐的研究还不多,尤其是淡水湖泊碳酸盐沉积作用报道得更少。1980 年以来,我所协同有关单位对云南 20 余个主要湖泊进行了综合考察研究,本文以综考的实际资料和分析成果为依据,对云南湖泊碳酸盐沉积物类型、结构特征、成因和现代沉积作用作初步分析和探讨。

### 一、概 况

云南湖泊主要分布在区域构造线上。在滇西沿元江、红河断裂带分布了泸沽湖、程海、拉什海、剑湖、茨碧湖及洱海;在滇东沿小江断裂带发育了滇池、清水海等一系列湖泊。这些湖泊位于亚热带西南季风区,年均气温为 15.7°C,降水量约 1000 mm,蒸发量在 1000—1500mm。

本区湖泊具有较复杂的演变历史,在强烈的新构造运动影响下彼此分割,自然环境也存在许多差异(表 1)。

### 二、类型与特征

湖泊碳酸盐沉积物鉴定,主要采用偏光显微镜油浸薄片和染色法<sup>[5]</sup>,部分样品还采用扫描电镜、X 衍射、红外光谱分析和电子探针成分测定等方法。

\* 王苏民同志审阅全文。本所一、二、三室部分同志协同野外工作,吕虹妹清绘插图。扫描电镜由中国科学院南京地质古生物研究所协助完成,红外光谱分析由中国科学院兰州地质研究所完成,电子探针由地质矿产部南京地质矿产研究所完成,X 衍射分析由本所张立仁同志完成,在此一并致谢。

收稿日期: 1987 年 8 月 10 日。

表 1 云南高原主要湖泊自然要素

Tab. 1 Main physical-geographical factors of lakes, Yunnan Plateau

湖名	地理位置		水系	湖面 高程 (m)	水深 (m)		面积 (km <sup>2</sup> )	湖区年 均气温 (°C)	湖水矿 化度 (mg/L)	水型	pH
	北纬	东经			平均	最大					
滇池	24°51'	102°40'	金沙江	1885.0	3.9	5.7	297.5	15	236.02	C <sub>I</sub> <sup>Ca</sup>	8.62
洱海	25°50'	100°11'	澜沧江	1974.0	10.2	20.7	249.8	15	192.24	C <sub>I</sub> <sup>Ca</sup>	8.50
抚仙湖	24°29'	102°52'	南盘江	1721.0	87.0	151.5	211.0	15.5	242.31	C <sub>II</sub> <sup>Mg</sup>	8.62
程海	26°32'	100°40'	金沙江	1503.0	15.0	36.9	78.8	15	1004.5	C <sub>I</sub> <sup>Na</sup>	9.05
泸沽湖	27°42'	100°49'	金沙江	2690.7	40.3	93.6	48.5	10	187.87	C <sub>I</sub> <sup>Ca</sup>	8.58
杞麓湖	24°10'	102°45'	南盘江	1713.5	4.0	15.0	42.3	17	316	C <sub>III</sub> <sup>MgCa</sup>	8.9
异龙湖	23°40'	102°35'	元江	1411.0	3.5	7.0	42.0	18	308	C <sub>II</sub> <sup>Mg</sup>	8.9
星云湖	24°20'	102°50'	南盘江	1723.0	9.0	12.0	39.0	16	272	C <sub>I</sub> <sup>Mg</sup>	8.7
阳宗海	24°55'	103°00'	南盘江	1770.0	20.0	30.0	31.0	15	235.08	C <sub>III</sub> <sup>MgCa</sup>	8.7
长桥海	23°25'	103°23'	南盘江	1281.0	1.3	2.5	10.0	20	219	CS <sub>I</sub> <sup>CaMg</sup>	9.1
茨碧湖	26°10'	99°56'	澜沧江	2150.0	11.0	30.0	7.0	14	225	C <sub>I</sub> <sup>Ca</sup>	8.4

目前关于湖泊碳酸盐的分类还没有一个统一标准, 本文借用海洋碳酸盐的分类方法<sup>[5]</sup>, 以结构为主结合矿物成分来对湖泊碳酸盐进行分类。

### 1. 微粒碳酸盐

为小于 0.05mm 的微粒或细小集合体, 在湖泊沉积物中分布不均。根据其矿物成分可分为:

文石: 为斜方晶系结构的碳酸钙。使用硫酸锰和硫酸银溶液将文石染成黑色而区别方解石。以隐晶质泥质团块为主, 外形呈不规则状, 粒径为 0.01—0.05mm。其次为针状细晶体和放射状集合体(图版 I: 1)。

方解石: 是湖泊碳酸盐中分布最广的类型。以灰白色显微晶集合体和隐晶团块为主, 松软易碎, 部分与有机残体共生, 常混杂较多其他矿物。其次为菱柱状和菱面体单晶, 偶尔可见附着在藻类分泌物上发育的柱状单晶体(图版 I: 2)。表面无色透明, 长径在 0.01mm 左右, 晶形好, 解理不明显。折光率  $N_o = 1.65$ ,  $N_e = 1.50$ , 双折射率高, 假吸收明显, 平行、对称消光。

此外, 在部分湖泊的滨岸带, 还检测出微晶白云石、菱镁矿和菱铁矿。白云石外形为菱面体, 粒径为  $0.01 \times 0.02\text{mm}$ , 茜素红和铁氰化钾混合溶液不染色(图版 I: 3); 菱镁矿粒径为 0.02—0.05mm, 为淡黄色柱状或放射状集合体, 可由曙红溶液染成鲜艳的玫瑰色(图版 I: 4); 菱铁矿经成分测定和 X 衍射分析证实, 多为短柱状和菱柱状, 黄褐色, 常与粗大集合体颗粒共生<sup>[1]</sup>。

### 2. 颗粒碳酸盐

为粒径大于 0.05mm 的显粒碳酸盐沉积物, 多分布在特定环境的湖区。它们对湖泊碳酸盐的沉积作用和湖泊环境分析有重要意义。

集合粒: 是隐晶质碳酸盐胶结若干细碎屑物质而形成的不规则集合体(图版 I: 5), 半透明至不透明, 黄褐色, 粒径为 0.05—0.3mm。其间混有藻类残迹(下端)和贝壳碎片(中部)。红外光谱曲线 2900 和  $1300\text{cm}^{-1}$  的吸收谱带也证实了其含较多的有机质(图

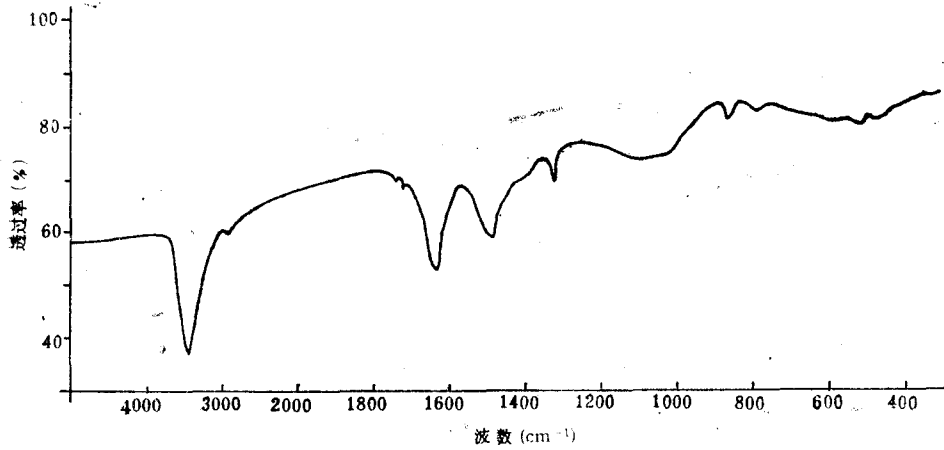


图1 集合粒的红外光谱曲线

Fig. 1 Infrared spectrum band of the aggregates

1)。X衍射分析,图2a晶面反射说明其主要矿物成分为方解石,同时表明还混杂有白云石和细粒石英。集合粒中的方解石多由不规则的隐晶质微粒组成,偶见发育较好的晶体(图版 I: 6)。

球状粒:外形为椭球状或多球状(图版 I: 7),灰白色,粒径为 0.1—0.25mm,在扫描电镜下显示为若干小球聚合而成,每个小球又由边长小于 0.01mm、发育程度不同的菱面体组成(图版 I: 8)。X衍射分析表明,球状粒主要由方解石组成,4.29 Å 和 3.35 Å 晶面反射说明内部含有较多的细粒石英(图 2b)。对方解石作电子探针分析,其成分 CaO 为 56.34%, MnO 为 0.02%, CO<sub>2</sub> 为 43.33%, TiO<sub>2</sub> 为 0.07%, SiO<sub>2</sub> 为 0.1%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 为 0.01%, K<sub>2</sub>O 为 0.01%, Na<sub>2</sub>O 为 0.11%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 为 0.01%。葡萄粒是一种结构特殊的球状粒,由直径 0.01—0.03mm 的方解石小球集合而成,外形酷似葡萄串(图版 II: 1)。小球无色透明,隐约可见从中心向四周放射状延伸的生长线和贯串小球的藻丝痕迹。在球状粒分布区还观察到方解石充填藻囊而形成的具有生物体外形的方解石粒。藻囊形态保存较好,呈球状或椭球状,粒径约为 0.05mm(图版 II: 2)。它为揭示球状粒成因提供了线索。

鲕状粒:指围绕着一个核心而发育的具有一个或多个规则壳层的碳酸盐颗粒。粒径为 0.08—0.3mm,有单鲕,也有鲕集合体。在镜下可见鲕粒中心有 0.01—0.03mm 的碎屑矿物或碳酸盐团块形成的核心和围绕核心的同心壳层(图版 II: 3),壳层厚度为 0.002—0.014mm,层数为数层至十余层不等,最多二十余层,其发育有的对称,有的不对称。一般为淡黄色,透明至半透明,假吸收明显。双偏光下转动载物台可见假一轴晶不消失的十字形干涉图。扫描电镜放大显示:壳层是由沿球面放射状生长的菱面体方解石(宽带)和沿切线方向发育的针状文石(狭带)规则交替组成(图版 II: 4)。X衍射分析也证实,除了方解石各晶面反射,文石特有的 3.39 Å, 2.69 Å, 2.36 Å 及 1.97 Å 等晶面反射也有所表现(图 2c)。经电子探针分析:方解石层, CaO 为 56.30%, MnO 为 0.05%, FeO 为 0.03%, CO<sub>2</sub> 为 43.23%, TiO<sub>2</sub> 为 0.06%, SiO<sub>2</sub> 为 0.11%, Na<sub>2</sub>O 为 0.13%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 为

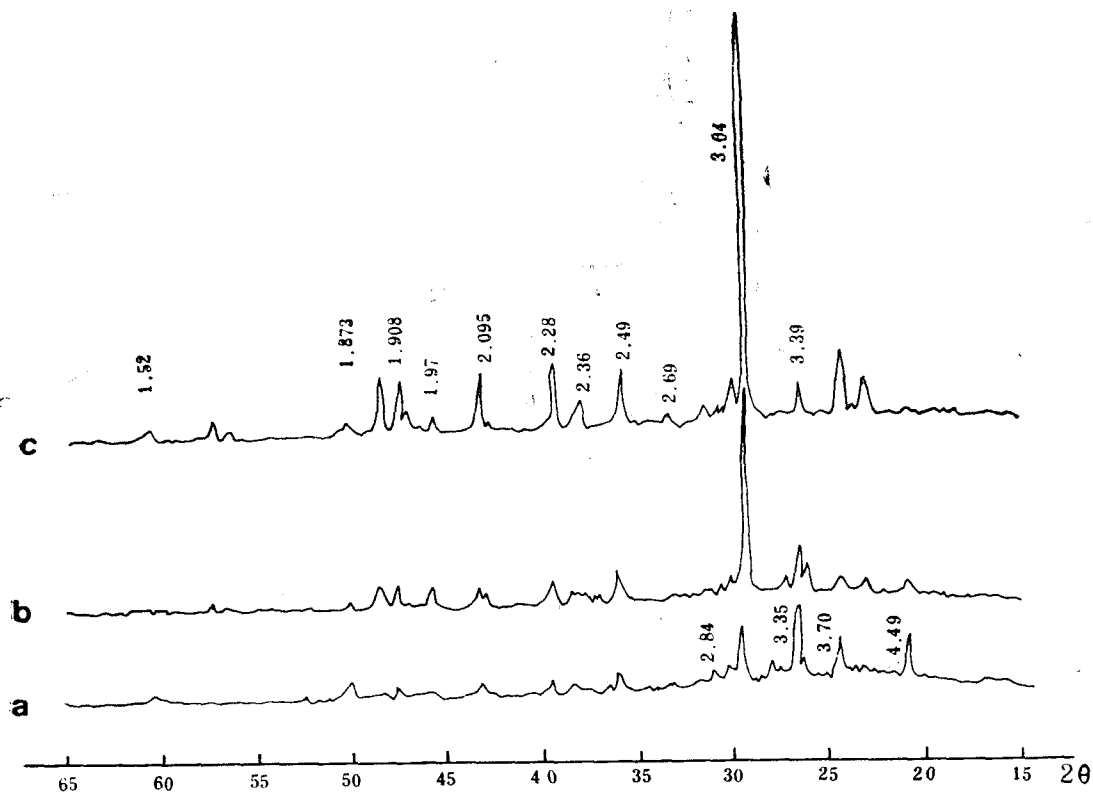


图2 颗粒碳酸盐的X衍射曲线

Fig. 2 X-ray diffraction curves of the grained carbonate

a. 集合粒; b. 球状粒; c. 鲕状粒。

0.04%; 文石层, CaO 为 56.03%, MnO 为 0.02%, CO<sub>2</sub> 为 43.48%, BaO 为 0.1%, TiO<sub>2</sub> 为 0.08%, SiO<sub>2</sub> 为 0.09%, Na<sub>2</sub>O 为 0.22%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 为 0.06%。这些差异表明鲕状粒的形成可能与湖泊环境的变化有关。

### 3. 生物贝壳碳酸盐

在云南湖泊中,造碳酸盐的生物以腹足类为主<sup>[2]</sup>,其次是瓣鳃类和介形类。生物贝壳碳酸盐多由方解石组成,颗粒较粗,多呈叶片状和菱柱状排列。有些种属如短沟蠕(*Semisulcospira*)是由文石组成,形成重叠交错的纹层构造(图版 II: 5)。

### 4. 陆源碎屑碳酸盐

分布局限于碳酸盐岩丘陵山地附近的滨湖地带。其特征与物源区岩性一致。表面因风化和溶蚀而散布褐色斑点(图版 II: 6)。其含量除湖滨陡崖坡麓,多低于 5%。

在程海东北部陡峭的岸带,还有蜂窝状的石灰华分布。这种现象在其他湖泊发现不多。

## 三、分布和成因

贝壳碳酸盐和陆源碎屑碳酸盐的成因这里不作论述。下面仅就湖泊自生碳酸盐的分

布和湖泊环境作分析,并对其成因作初步探讨。

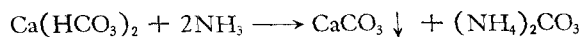
云南湖水阴、阳离子组成和海洋有明显区别(表2)。湖泊受  $Mg^{2+}$ ,  $SO_4^{2-}$  等离子降低活度值的影响相对较小、偏低的温度和 pH 值较有利于方解石的无机化学沉淀、干湿分明的气候、丰富的重碳酸根和钙离子补给,以及大量的湖泊生物和较强的有机地球化学作用等因素,促使了微粒方解石的形成。而这些因素对文石和白云石的形成不太有利。文石主要分布在以白云岩为物源的部分湖泊沉积物中,如抚仙湖东部、洱海东南部,其形成与湖水中镁离子含量较高有关。当碳酸钙沉淀时,镁离子大量存在,抑制了晶体侧向生长而形成针状和纤维状文石<sup>[4]</sup>。白云石仅分布于个别滨岸带,这可能与旱季滩面强烈蒸发,造成局部高矿化度、高 pH 值和高镁离子浓度有关。

表 2 湖水与海水主要阴阳离子对比

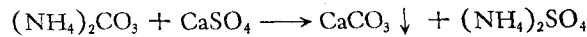
Tab. 2 Comparison of anions and cations between lake and ocean waters

区域	离子 (mg/L)	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
滇池		15.59	15.93	34.28	5.09	17.77	22.02	165.92
洱海		7.03	10.13	20.98	2.71	2.58	1.78	126.20
海洋 <sup>[4]</sup>		10760	1294	413	387	19353	2712	142

集合粒在浅水湖湾和远离物源的粘土质滨岸带分布较广。这些地区风浪较小,形成不同的水生植物群落带<sup>[3]</sup>。集合粒成因通过对滇池北部湖湾中全氮含量实测和分析得到启示<sup>1)</sup>: 该区沉积物中有机质含量较高, Eh 值为 60—83mV, pH 值为 7 左右。如果硝态氮忽略不计,则氨态氮应与全氮含量呈正相关。湖湾沉积物中全氮含量为 0.499%,而其他地区仅为 0.06%,表明在湖湾中由于反硝化细菌的生命活动产生了氨逸出,氨逸出在 pH 中性条件下必然引起碳酸钙沉淀:



此外该区  $SO_4^{2-}$  平均含量为 1.548mg/L, 较外海 0.458mg/L 高出约三倍。还原硫酸盐细菌活动也能产生碳酸盐<sup>[4]</sup>:



它们以死亡的细菌细胞为核心,沉淀时胶结生物碎片、细碎屑物质形成隐晶质或微晶碳酸盐集合粒。

方解石生物充填体、葡萄粒和球状粒主要分布在部分平缓的扇三角洲前缘,如洱海和茨碧湖北部。这里水深在 4.75—10.5m, 高等挺水植物消失,藻类繁茂。沉积物为泥质粉砂,受风浪作用处于缓慢振荡。洱海西部方解石充填色球藻属 (*Chroococcus*) 藻囊,形成锥形球状粒的现象较普遍(图版 II: 2),表明球状粒等可能是藻类生命活动的产物。云南湖泊中蓝藻门、绿藻门为优势群落。其中蓝藻门中的微泡藻属 (*Microcystis*)、束丝藻属 (*Aphanizomenon*)、项圈藻属 (*Anebaena*) 和绿藻门中的盘星藻属 (*Pediastrum*)、

1) 化学分析资料由余源盛提供。

栅列藻属 (*Seenedeemus*) 等在代谢中产生的藻囊和生长过程中分泌的果胶质粘液或不定形的胶质鞘, 往往成为去氮细菌的活动场所。微生物以胶质粘液为食料, 消耗二氧化碳, 促使方解石沉淀。由于藻类代谢物提供了半封闭的微环境, 方解石沉淀较缓慢, 有可能发育成较好的晶体。早期形成半固结的碳酸盐藻微晶, 随着晶体增大渐渐沉入湖底, 在动荡水流作用下相互结合, 逐渐固结形成较大的球状粒碳酸盐。葡萄粒形成可能与特殊丝状藻群的生命活动有关。它固结在较深的湖底, 藻群新陈代谢消耗二氧化碳, 碳酸钙在三度空间沉淀, 形成葡萄状小球集合体<sup>[7]</sup>。

鲕状粒在长桥海北部普遍分布, 发育也较典型。平均含量占碎屑矿物总量的 73%, 最高含量达 90.32%。现代海洋碳酸盐鲕粒研究证实, 鲕粒形成必须具备 4 个条件<sup>[8]</sup>。许多学者还指出藻类活动对鲕粒形成也有促进作用<sup>[6]</sup>。长桥海是一个全湖深度在波浪基面以上的浅平湖泊 (表 1), 盆地东部和北部有大片石灰岩和白云岩裸露。在过饱和的湖水中, 以藻类分泌物捕获的细碎屑物质为核心, 在正常情况下沉淀了放射状方解石微晶集合体。该湖位于北回归线以南, 高程偏低, 温度较高, 旱季蒸发量大, 干燥度达 1.30。据调查, 70 年代以来该湖已两次干涸。每当湖面大规模收缩, 就要引起矿化度增高和碳酸钙沉淀, 使 Mg/Ca 比值增加而有利文石的形成<sup>[4]</sup>。早期生成的方解石小球, 又往往成为微晶文石的生长点, 形成了沿切线方向发育的文石束, 逐渐形成了由方解石放射状微晶丛和沿切线方向发育的文石束组成的壳层构造。据观察, 方解石壳层宽厚, 文石带狭窄。后者表明, 文石每个壳层可能不代表年间韵律, 而与区域大旱和湖水明显浓缩有联系。

#### 四、沉积作用的特点

湖泊碳酸盐沉积作用的强弱首先决定于碎屑沉积物和碳酸盐沉积物两者的堆积比例。例如, 长桥海、茨碧湖等小型湖泊, 由于入湖河流少和水利工程的控制, 碎屑沉积很不发育, 因此碳酸盐含量较高。其次在同一时段, 各湖泊的陆源碎屑物质供给大体相同时, 碳酸盐沉积作用的强度, 决定于由一系列物理、化学、生物条件控制的可供物质多少, 其中最重要的因素是 pH 值和  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  离子浓度。如程海属于重碳酸盐钠型水, 湖水 pH 值高达 9.05, 碳酸根离子克分子浓度值为  $1.6 \times 10^{-3} \text{mol/L}$ , 钙离子为  $1.3 \times 10^{-4} \text{mol/L}$ , 说明该湖水中可供沉积的物质比滇池、洱海丰富, 所以程海碳酸盐含量明显高于滇池和洱海。

微粒碳酸盐是广湖性的矿物类型, 其相对百分含量分布构成了湖泊碳酸盐沉积的基本轮廓。在水深大于波浪基面的中深湖泊, 如洱海和程海, 微粒碳酸盐的沉积作用受粒度分异的影响明显, 随水深增大碳酸盐含量有逐渐增高的趋势。滇池、长桥海等浅水湖泊, 由于湖底物质不断受波浪搅动, 微粒碳酸盐在全湖分布趋向均一。但部分湖区的沉积环境, 对颗粒碳酸盐的形成有利, 因此使这部分湖区的碳酸盐沉积作用明显增强 (图 3)。

总的来说, 现阶段云南多数湖泊仍以陆源碎屑沉积为主, 碳酸盐沉积物多作为沉积组分的一部分参与沉积作用。以碳酸盐沉积作用为主的沉积体规模小, 分布零星, 并且是特殊湖泊环境的产物。例如在洱海东岸双廊街附近垂直岸线, 每隔 75—100m 连续取样, 经分析, 颗粒碳酸盐在岸线外约 200—250m 处含量大于 60%, 形成了宽约 100—150m 以碳酸盐沉积为主的平台 (图 4)。这种以颗粒碳酸盐为主的小型沉积体是淡水湖泊碳酸盐

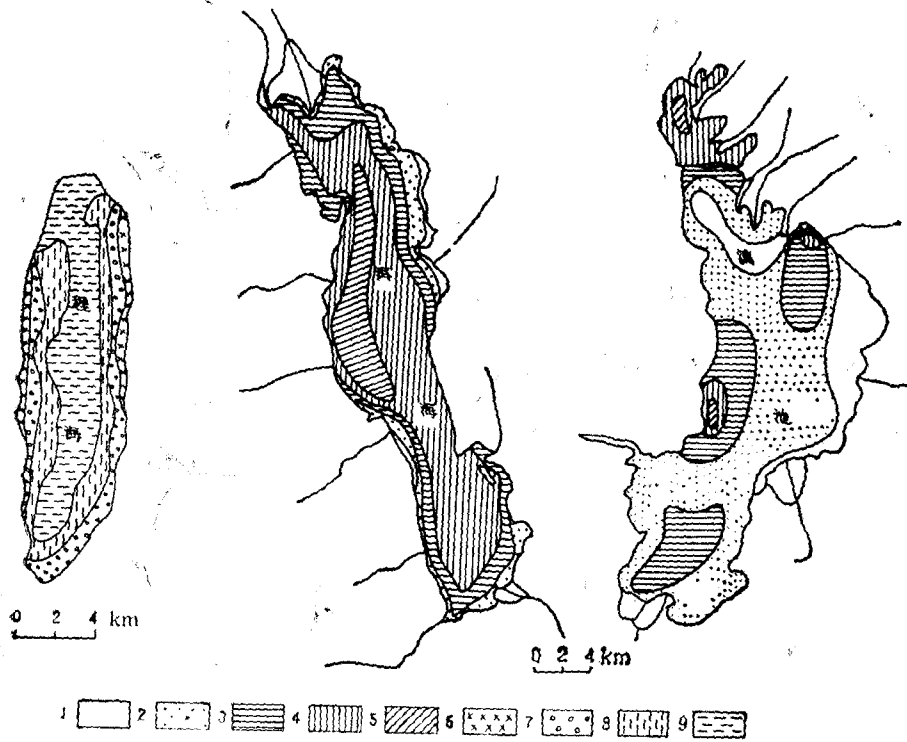


图3 滇池、洱海、程海方解石相对百分含量分布

Fig. 3 Distribution of calcite (%) in Dianchi, Erhai and Chenghai Lakes

1. < 0.3; 2. 0.3—0.6; 3. 0.6—1; 4. 1—2; 5. 2—3; 6. > 3; 7. 3—5; 8. 5—10; 9. > 10.

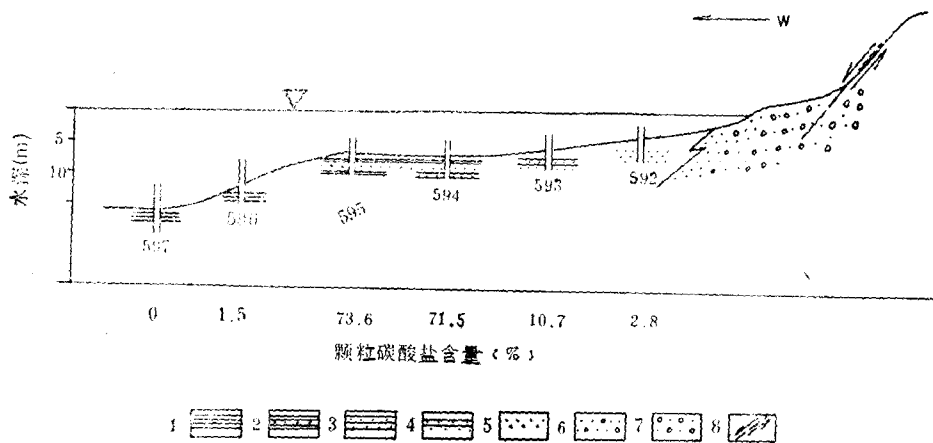


图4 洱海东岸双廊街附近沉积剖面示意

Fig. 4 Profile of lake deposits at Shuanglang, eastern part of Erhai Lake

1. 湖相粘土; 2. 粘土质粉砂; 3. 粉砂; 4. 粉、细砂; 5. 细砂; 6. 含砾砂; 7. 砂砾层; 8. 推测断层线。

沉积的主要形式。

由于湖泊中缺少大型造碳酸盐的生物类型, 所以生物贝壳碳酸盐沉积作用远比海洋微弱, 分布也较为零星。据调查, 腹足类和瓣鳃类在河口附近最大密度为 10 余个/ $\text{m}^2$ , 受波浪作用, 使其富集, 形成小型生物贝壳碳酸盐砂堤。例如滇池东北部大江尾沉积剖面, 夹 3—4 层贝壳砂, 单层厚 10—20cm, 贝壳碳酸盐含量约 50%。

纵上所述, 在以陆源碎屑沉积作用为主的云南淡水湖泊, 碳酸盐沉积并不是不存在, 而是处于缓慢的积累过程。在新构造运动和气候的影响下, 有些湖泊的碳酸盐沉积作用会逐渐增强。例如程海, 据历史记载, 在明朝时面积较现在约大一倍, 向外流入金沙江, 湖水矿化度约为 200—300mg/L; 清朝道光年间外流出口堵塞, 成为一个封闭的湖泊, 蒸发使湖面平均每年下降约为 14.4cm, 矿化度不断增加, 已从淡水湖转变为微咸水湖。由此可见, 从湖泊发展的一种模式, 可以说云南现代淡水湖泊是湖泊碳酸盐沉积的早期阶段, 它对于完整认识湖泊碳酸盐沉积演变历史也许是不可缺少的。

## 五、结 语

1. 云南湖泊多属中等矿化度的淡水湖泊, 碳酸盐沉积物处于缓慢的积累过程。局部地区也存在以碳酸盐沉积物为主的堆积体, 反映了湖泊早期碳酸盐沉积的某些特征。
2. 水生植物群落和代谢物形成的微环境是湖泊碳酸盐形成的重要条件。
3. 区域环境和湖水理化性质决定了方解石是湖泊碳酸盐的主要矿物形式。
4. 淡水湖泊碳酸盐集合粒、球状粒和鲕状粒成因复杂, 认识也不统一。本文根据湖泊环境、矿物特征和测试数据对其成因作了初步分析和探索, 以期有关学者进一步研究和讨论。

## 参 考 文 献

- [1] 王云飞, 1987. 云南高原现代湖泊沉积物中铁的自生矿物. 海洋与湖沼 18(1): 96—105.
- [2] 张立, 1985. 云南洱海淡水腹足类. 中国科学院南京地理研究所集刊 3: 40—47.
- [3] 戴全裕, 1985. 云南抚仙湖、洱海、滇池水生植被的生态特征. 生态学报 5(4): 324—335.
- [4] 米利曼, J. D., 1974. 海洋碳酸盐. 地质出版社, 1: 4—11, 115—116 页.
- [5] 奇林格, G. V., 1967. 碳酸盐岩. 石油化学工业出版社, 63—70, 260—268 页.
- [6] 罗宾·巴瑟斯特, 1971. 碳酸盐沉积物及其成岩作用. 科学出版社, 221—238 页.
- [7] 福迪, B., 1975. 藻类学. 上海科学技术出版社, 11—23, 206—214, 419 页.
- [8] Donahue, J. D., 1965. Laboratory growth of pisolite grains. *J. Sediment Petrol.* 35: 251—256.



## CARBONATE SEDIMENTS IN LAKES OF YUNNAN, CHINA

Wang Yunfei, Hu Wenying

(*Nanjing Institute of Geography and Lake Sciences, Academia Sinica*)

and

Zhang Xiuzhu

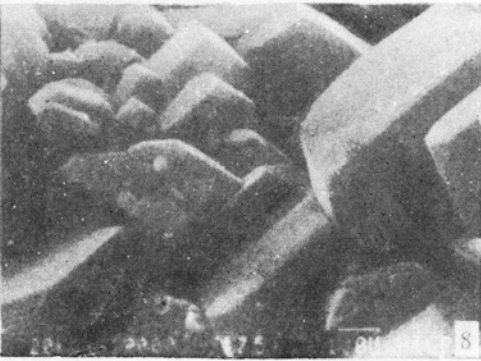
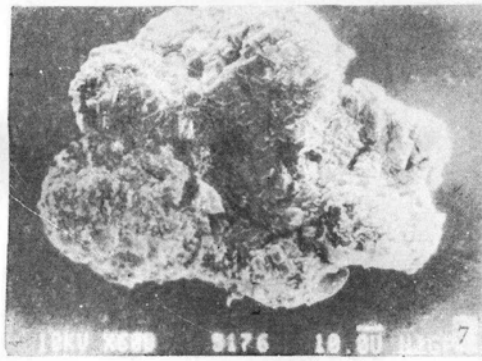
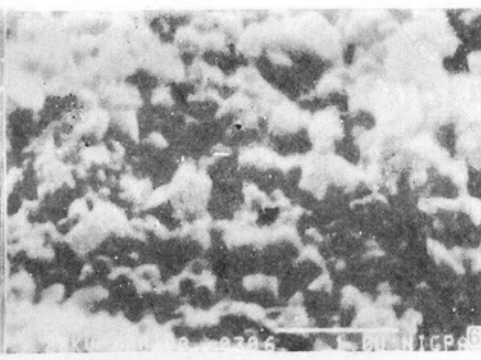
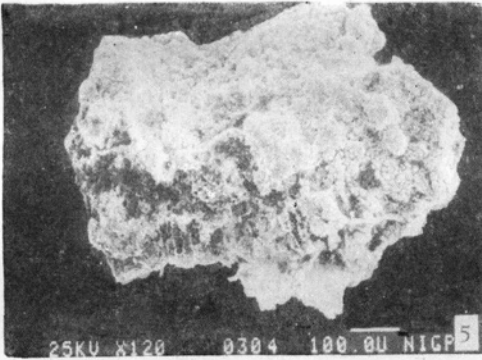
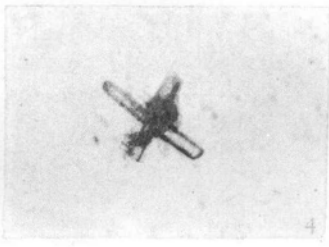
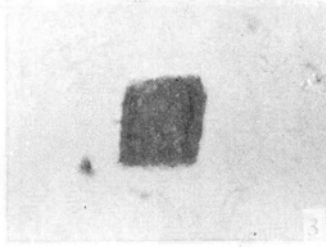
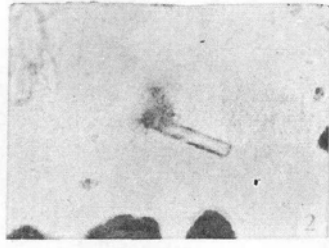
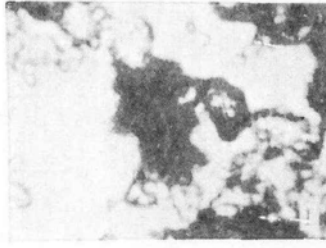
(*Lanzhou Institute of Geology, Academia Sinica*)

### ABSTRACT

The lakes in Yunnan have a complicated evolutionary history under the action of the intensive Neu-tectonism and regional physical conditions. As a result, the carbonate sediments are accumulated slowly in the lakes. According to their appearance and origin, three kinds of the carbonate sediments can be distinguished: 1. Organic shell carbonate which are mainly from gastropoda and Lamellibranchia; 2. Micro-grained carbonate, including aragonite needles or radial aragonite aggregates, crypto-crystalline calcite lumps or monocrystalline aggregates and dolomite; 3. Cleargrained carbonate of lumps, pellets and ooids distributed in definite environmental areas of the lakes. The lumps are composed of fine clastics cemented by crypto-crystalline carbonate and are considered being the result of the biochemical sedimentation of micro-organism on the basis of total nitrogen analysis. The pellets are small ellipoids consisting of micro-crystal calcite formed in an area with abundant algae. Calcite was converted into pellets due to activity of denitrifying bacteria in a micro-environment produced by algae metabolism. Ooids have some laminae which express the alternation of calcite growing radially with the aragonite growing in a tangential direction around its core. Its origin is likely related to temporary dryness of lakes and hence a change in Mg/Ca ratio, displaying alternated precipitation of calcite with aragonite.

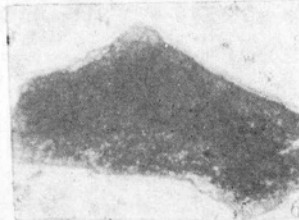
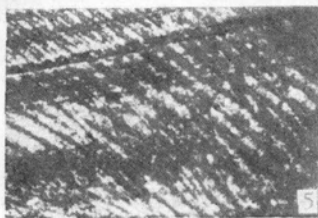
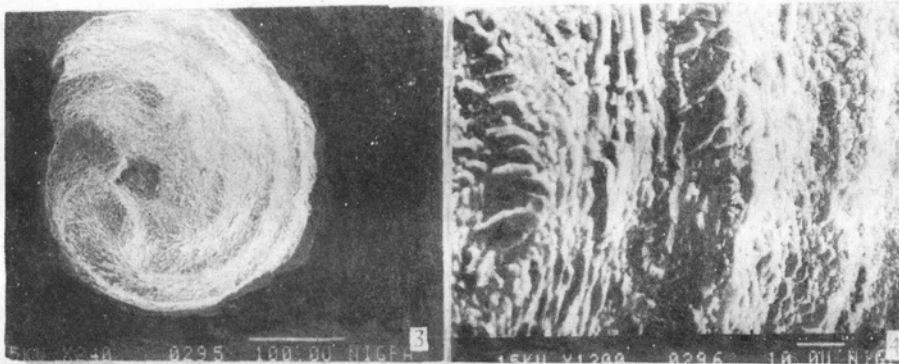
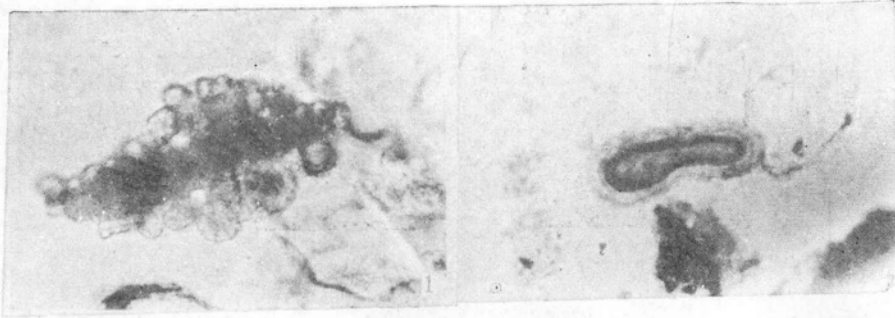
There are seldom large carbonate-forming organism like those in marine. Therefore, carbonate sedimentation in lakes is mainly subject to the micro-grained carbonate, but it is also possible for clear grained carbonate to occur in some areas of the lakes, causing the complication of the carbonate sedimentation in lakes. By comparison of characters of the carbonate sedimentation in Chenghai lake of recent 100 years, the general regularity about the lacustrine carbonate sedimentation is obtained.

ate) I



1. 文石针放射状聚合体(经染色后,透射电镜拍摄); 2. 附着在藻类分泌物上发育的方解石柱状单晶体; 3. 白云石菱面体; 4. 菱镁矿放射状集合体; 5. 碳酸盐集合粒; 6. 集合粒微观形貌; 7. 碳酸盐球状粒; 8. 球状粒由发育程度不一的方解石菱面体组成。

1. 文石针放射状聚合体(经染色后,透射电镜拍摄); 2. 附着在藻类分泌物上发育的方解石柱状单晶体; 3. 白云石菱面体; 4. 菱镁矿放射状集合体; 5. 碳酸盐集合粒; 6. 集合粒微观形貌; 7. 碳酸盐球状粒; 8. 球状粒由发育程度不一的方解石菱面体组成。



1. 碳酸盐葡萄粒形态； 2. 碳酸盐生物充填体； 3. 碳酸盐鲎状粒形态； 4. 鲎状粒壳层的微观形貌； 5. 短沟蜆贝壳构造,系由文石组成(染色后拍摄)； 6. 陆源碎屑碳酸盐。