

湖盆三角洲分类的初步探讨

何 治 亮

(地质矿产部石油地质综合大队)

依据一些古代和现代湖盆水进型、陡坡型、浪控型三角洲的分析,以湖水进退、坡度陡缓、浪控河控三因素为基本原则,将湖盆三角洲分成八种端元类型。

G.K. Gilbert (1980) 对三角洲三层构造的认识,揭开了三角洲研究的序幕^[1]。继之对大量现代海盆三角洲的广泛研究,导致了 C.C. Bates (1953) 三角洲形成的喷流理论^[2]和 W.E. Galloway (1975) 三角洲三元分类的提出^[3], 这些均对现代及古代海盆三角洲的研究起了重要的指导作用。以上述理论为基础, 结合“注入湖盆的河水密度与盆地水体密度一致”和“湖盆无潮汐, 波浪作用微弱”等判断, 在不少学者的论著中, 河控的具备完整三层构造的吉尔伯特型三角洲似乎成了湖盆三角洲的同义语。近年来现代和古代湖盆三角洲的研究, 向我们展现出丰富多采的沉积模型, 其类型的丰富程度甚至可与海盆三角洲相抗衡。因此重新认识湖盆三角洲也逐步引起了不少学者的重视^[4,5]。笔者在对中国一些古代和现代湖盆三角洲的初步研究及对他人资料分析的基础上, 试图提出湖盆三角洲的成因分类, 以为引玉之砖。

一、分 类

湖盆三角洲的沉积条件和海盆三角洲呈现出许多量和质的差异, 表现在河流的流量, 蓄水体的范围、性质, 水体的密度、潮汐、洋流的作用, 盆地构造状况等方面。但是否因为上述形成条件的差异就必然导致湖盆三角洲只能为一种吉尔伯特型? 笔者对此持否定态度。事实将说明, 吉尔伯特型三角洲仅是湖盆三角洲的一种类型, 其它类型的三角洲占有同样甚至更重要的地位, 因为湖盆三角洲与海盆三角洲的控制条件除各具特点外, 亦多类似之处。

(1) 形成湖盆三角洲的河流作用与海盆三角洲是相似的。尽管其流量和泥沙含量低于源远流长的入海河流, 但作用基本相似, 并无质的分野。

(2) 河流与湖盆水体的相对密度也不完全相等。在干旱气候下的内陆湖泊和沿海地区与海间歇连通的湖泊(海侵湖), 其含盐度与海相近, 甚至超过海盆。因此, C.C. Bates 的三种不同密度条件下河口的喷流方式及伴随的三角洲形成和发育的机理, 在湖盆沉积中均可能产生。

(3) 湖盆的能量组合中并不只有河流作用, 波浪作用在湖盆沉积中也是一种不可忽视的力量。青海湖最大风速 22m/s , 平均为 $3.1\text{—}4.3\text{m/s}$ ^[6]。可在湖盆的向风岸形成

巨大的波浪、拍岸浪和沿岸流,足以搬运河口地带的碎屑物质,以新的形式沉积,并改造废弃的沉降较慢的三角洲。

(4) 陆盆构造运动频繁,气候变化无常,以及陆盆湖侵等因素的相互作用,导致湖盆地貌、水文条件经常变化,进而引起河流性质、流量、泥沙含量的改变和湖平面、湖面水动力结构的变化等,使湖盆三角洲的时空发育都有其明显的独特性。在其发展过程中,沉积对于沉降的补偿状态,也呈现出退积-垂直上升-进积的组合^[7]。比海盆有过之而无不及。

W. E. Galloway 的海盆三角洲成因分类,特别强调对三角洲形态和格架相特征的描述^[3],这些原则也可部分地应用于湖盆三角洲的分类。陡坡三角洲,正旋回序列的水进型三角洲和浪控三角洲的发现是笔者对湖盆三角洲成因分类的物质基础。笔者认为,惯用的形态分类仅反映了成因分类的一个方面,且有时呈现出一定的可变性,不如以湖水进退、坡度陡缓、浪控河控三因素所定的八种端元类型进行命名,(表1,图1),

表1 湖盆三角洲的八种端元类型

湖 盆 三 角 洲							
水 进				水 退			
陡 坡		缓 坡		陡 坡		缓 坡	
浪 控 三 角 洲	河 控 三 角 洲	浪 控 三 角 洲	河 控 三 角 洲	浪 控 三 角 洲	河 控 三 角 洲	浪 控 三 角 洲	河 控 三 角 洲

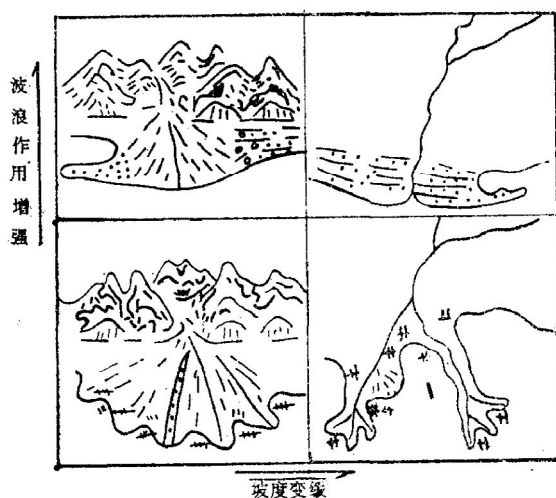


图1 湖盆三角洲平面形态分类

更能反映其成因特点。

值得指出的是,不少学者(W. E. Galloway, 1968, W. L. Fisher, 1969等)^[3]论及三角洲沉积的海进-海退旋回组合时,曾认为碎屑旋回的海退部分为河控三角洲,而海进部分为浪控三角洲。在湖盆沉积中,较多水进型河控三角洲(图2 A、C)和水退型浪控三角洲(图5)的发现表明,上述除可能在海盆三角洲发育中存在外,并非为三角洲形成的普遍规律,而只是某种特殊条件的特殊形式。因此水体进退和水动力因素作为湖盆三角洲分类的独立因素

是存在的。

二、分 论

(一) 水退型与水进型三角洲

三角洲沉积研究中的两个经典实例——湖盆中的吉尔伯特三角洲和海盆中的密西西比河三角洲, 都呈现出明显的反旋回水退型的沉积序列, 但是现代海盆中也曾发现过河口地区的水进河床充填砂体(图2D), 古代湖盆也有不少水进型三角洲的报道^{[8][9]}, 笔者也先后在湖南沅江凹陷东南部的桃园组¹⁾(图3), 塔里木北部克拉苏河黄山阶组(图2B), 准噶尔北部西山窑组(图2A)、梧桐沟组, 柴达木西部的下干柴沟组²⁾均见有较特征的水进型三角洲。鄱阳湖赣江三角洲(图2C)为水进型三角洲现代沉积的实例。由此可见, 水进型三角洲在湖盆沉积中是很普遍的。

水进型三角洲可进一步分为单一式和组合式。

单一式是单一三角洲叶状体发育过程中, 由于湖平面变化, 使分支河道的河流作用向剥蚀区后退, 而在河道沉积之上沉积了三角洲前缘河口坝和前三三角洲沉积, 使其纵向序列呈现向上变细的正旋回特征的沉积体。图2所列是单一式水进三角洲的部分实例。

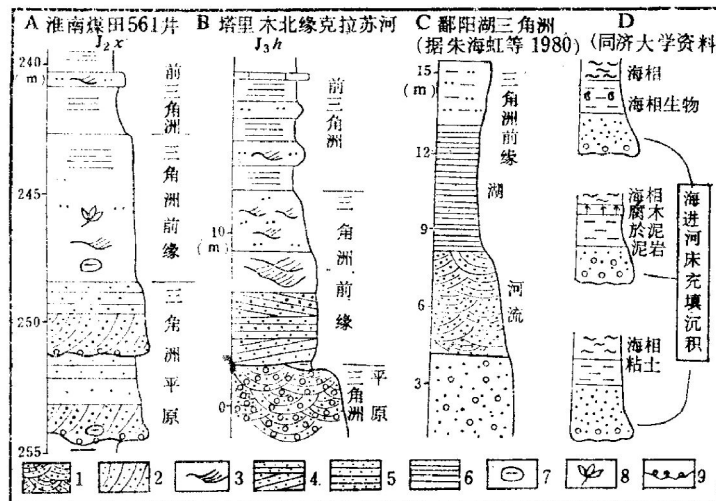


图2 单一式水进型三角洲部分实例的沉积序列

1—槽状交错层理, 2—板状交错层理, 3—波状交错层理, 4—楔状交错层理,
5—平行层理, 6—水平层理, 7—泥砾, 8—植物化石, 9—冲刷面

单一式水进型三角洲厚度几米到十几米, 底部多具明显冲刷, 下部由透镜状河道沉积构成, 中部为横向延展较稳定的河口坝或滩坝沉积, 上部则为成层良好的前三三角洲沉积。显然, 形成这种三角洲的条件, 除由于沉积>补偿而出现水体侵进外, 许多偶然因素也是不可忽视的, 如河流流量变化, 气候影响下的湖平面短期上升, 以及因新的三角洲叶状体的形成而造成原来三角洲的逐渐废弃等。

组合式水进型三角洲由多个单一三角洲叶体退积叠合而成, 纵向上构成河流-三角

1) 何治亮, 1982, 湖南沅江凹陷桃园组沉积特征分析。武汉地质学院82届毕业论文。

2) 丘东洲、何治亮, 1984, 中国西北地区中生代沉积相研究报告。内部报告。

洲平原-三角洲前缘-前三角洲-稳定湖相的水进型组合。沅江凹陷东侧水进型三角洲(图3)是较典型的实例。柴达木盆地西部和松辽盆地北部^[9]也有发现, 其中的三角洲砂体

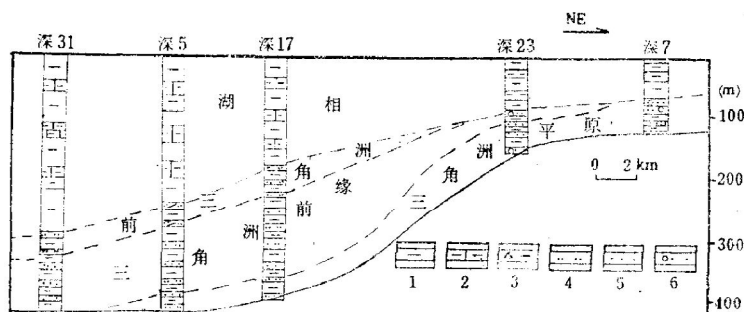


图3 沅江凹陷桃源组组合式水进型三角洲

1—泥岩, 2—泥灰岩, 3—含膏泥岩, 4—粉砂岩, 5—砂岩, 6—含砾砂岩

还是油气勘探的重要目的层。组合式水进型三角洲厚度数十到数百米, 一般分布于大型稳定水系入湖处。由于其中单一三角洲叶体可出现完整或不完整的水进型或水退型的三角洲平原、前缘和前三角洲的组合, 使组合式水进型三角洲的亚相之间仅具有不确切界线, 相带划分要依据经验或统计原则。很显然, 控制其发育的因素不是短期湖平面变化的结果, 而是湖盆某部位沉降>补偿时的具体表现。柴达木盆地第三纪水进型三角洲就是这种实例, 同时伴随着湖盆萎缩, 水体变浅的过程(图4)。

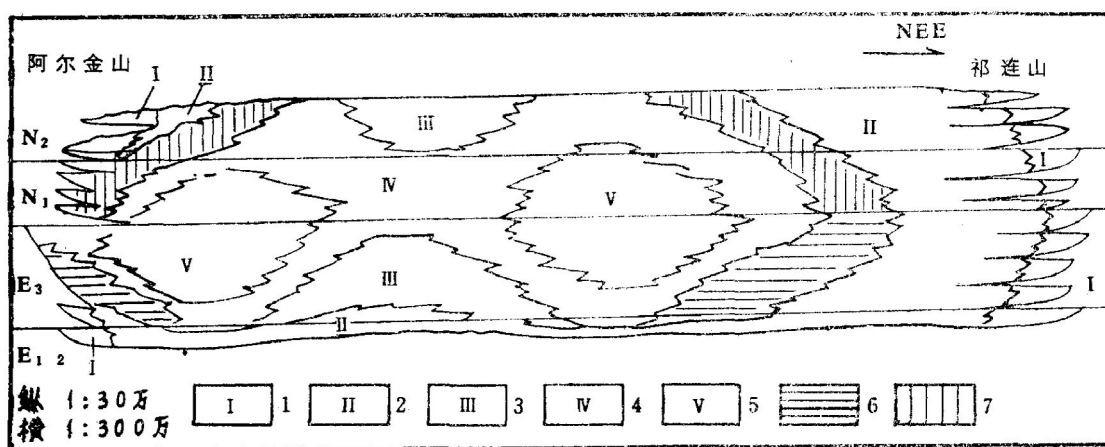


图4 柴达木盆地第三纪沉积相剖面示意图

1—冲积扇相, 2—河流相, 3—湖岸相, 4—浅湖相, 5—深湖相, 6—水进型三角洲, 7—水退型三角洲

(二) 陡坡型与缓坡型三角洲

断陷在湖盆中的优势, 导致了与深大断裂相伴生的扇形沉积体的大量发育, 而其中位于湖岸附近的扇形体, 就是很具特色的陡坡型三角洲, 即扇三角洲。从苏联阿拉湖北侧的扇三角洲和冲积扇的发育特点来看(图5), 湖盆陡坡型三角洲形成的基本条件之一, 是长期存在的陡坡地貌。受断层控制的直线和弧线状的陡坡边界, 导致山区河流和泥石流在山口地带迅速堆积。湖盆水体动力(波浪)对所搬运物质进行的再改造, 是陡坡型三角洲有别于其它扇体(冲积扇、水下扇)的重要因素。

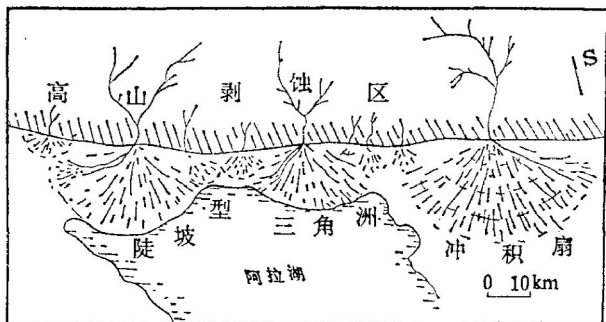


图5 苏联阿拉湖的陡坡型三角洲(卫片解译)

陡坡型三角洲作为部分位于水上,部分位于水下的扇形沉积体,按三角洲亚环境划分原则,也可分出三角洲平原、三角洲前缘和前三三角洲。很明显,水上部分的三角洲平原就是冲积扇扇根-扇中组合的特点,主河槽、侧缘槽、漫流带是其环境的主要部分,而红色的泥石流与辫状河道沉积则是其沉积微相的重要内容。三角

洲前缘的沉积特征受湖盆水动力的控制,波浪与河流作用的相对强弱,也必将导致水下分流河道、河口坝或砾质滩、坝等不同的格架相组合。前三三角洲地带为类似于湖相的暗色泥沙沉积,但因其坡度较陡,常在此沉积小规模浊积体。综上所述,粗粒(砾级)的红灰相间的碎屑沉积,水上和水下亚相的共生关系,多种水动力机制成因的砂体等是陡坡型三角洲的主要判定标志。中国西北地区和中国东部中、新生代沉积中均见较多的陡坡型三角洲沉积^{1)[10]}。

湖盆缓坡型三角洲,在沉积相、模式与分布上都取得了较清楚的认识。松辽盆地北部的下白垩统^[9]、黄骅地区下第三系^[1]和现代青海湖布哈河^[6]等都为较完整的缓坡型三角洲沉积。这类三角洲常发育完整的三角洲平原、前缘和前三三角洲,微相齐全,相带宽广,沉积厚度一般较大,多由众多的叶状体叠合而成。

库木库里盆地现代沉积形象地说明了构造边界对湖盆三角洲类型的控制(图6)。

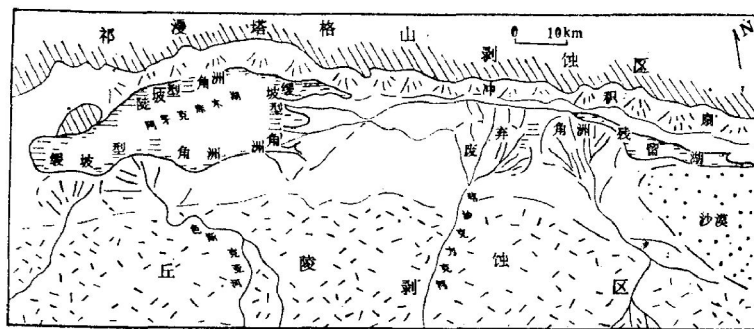


图6 新疆库木库里盆地沉积环境卫片解译图

(三) 河控型与浪控型三角洲

河控三角洲是湖泊三角洲中较常见的类型。现代鄱阳湖赣江三角洲^[12]、洪泽湖淮河三角洲,都类似于密西西比河三角洲沉积体系。外形多呈鸟足状,一般入湖延伸较远,三角洲平原的生长多以分流河道的分叉向湖推进和天然堤的决口而进行,有时发育较明显的河口坝。古代湖盆沉积中,这类三角洲也较常见,松辽、黄骅都有发现^{[9][11]},其前缘河口坝、席状砂、分流河道、天然堤和支间沼泽等都有反映。河控陡坡型三角洲的

1) 丘东洲、何治亮, 1984, 中国西北地区中、新生代扇体沉积及其油气意义, 待刊。

古代实例, 笔者在准噶尔克拉玛依地区的上、下克拉玛依组, 吐鲁番北缘的中下侏罗统, 都曾见及。经典的吉尔伯特型三角洲也可认为是河控陡坡型三角洲的具体类型。

除以河流作用为主的高建设性的河控型三角洲外, 湖盆中是否还存在着高破坏性的三角洲呢? 笔者在一次查阅地球资源卫星影象时偶然发现, 地处中国西陲的阿克赛钦湖的阿克赛钦河三角洲, 为一很典型的高破坏性的浪控三角洲, 其影象所表现的三角洲形状和格架相组合甚至可与圣弗兰西斯科河三角洲相媲美。进一步对卫片影象的观察, 相继发现青海湖东北侧的哈里根河三角洲, 呼伦湖东侧和南侧的乌尔逊河三角洲和克鲁伦河三角洲均为较典型的浪控三角洲, 其中克鲁伦河三角洲的形态特征和格架相组合与尼罗河三角洲极为相似。

阿克赛钦河三角洲发育在阿克赛钦湖东侧 (图7), 三角洲平原由近南北向分布的呈弧形的沙坝组成, 在沙坝上隐约可见小型积水凹地, 其北侧由于沙坝的延伸而形成小型湖湾, 中部为一向湖逐渐变宽的蛇曲河, 河口地带略呈尖头状, 使整个三角洲略呈新月形。在一个面积不足 100 km^2 的中小型湖盆中, 发育如此良好的浪控三角洲, 可见其波浪作用不可低估。呼伦湖的乌尔逊河三角洲 (图8) 与阿克赛钦

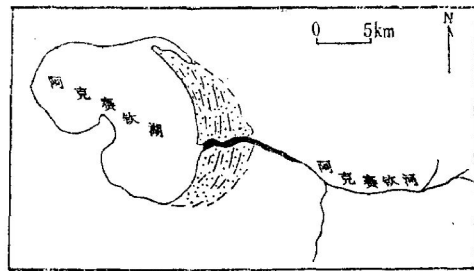


图7 新疆阿克赛钦湖的浪控三角洲
(卫片解译)

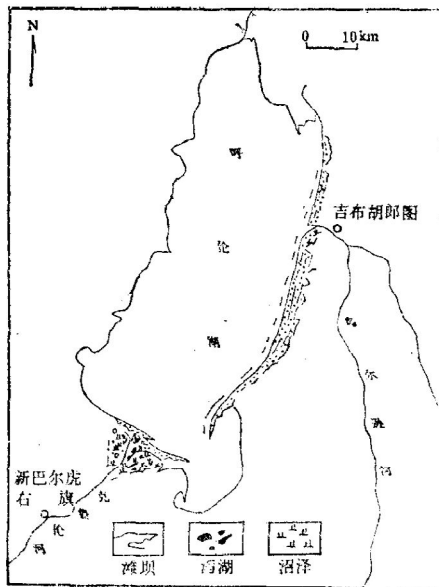


图8 内蒙呼伦湖的浪控三角洲
(卫片解译)

河三角洲较相似, 不同的是呼伦湖东岸较长, 使三角洲被破坏成长达 70 km 的浪控三角洲。三角洲平原的主要格架相为湖盆东岸平直的长条形滩坝沉积, 其南端沙嘴伸入湖内达 7 km , 在滩、坝及沙嘴的前端, 可见到由于能量较强而显现的白色假彩色影象特征, 推测在滨岸外缘高能带可能具有一般滩、坝前滨相的沉积特征。沿呼伦湖的长轴方向发育的克鲁伦河三角洲 (图8), 在来自北或西北方向波浪与沿岸流的作用下, 在河口地带形成呈东南方向伸长的沙坝、沙嘴, 其前滨岸线平直, 后滨岸线呈锯齿状, 并在后滨带形成淡水沼泽、泻湖和湖湾, 共同构成三角洲平原。

中国东、南部潮湿、半潮湿气候背景下的湖盆如鄱阳湖、洪泽湖、洞庭湖等, 其三角洲类型均为河控型三角洲, 而阿克赛钦河等四个浪控型

三角洲, 皆分布在中国西、北部的干旱、半干旱气候带的湖盆中, 且均分布于湖盆的东、南岸。联系西、北地区盛行西北风, 可以认为, 气候带和风向是决定湖盆三角洲类型中浪控、河控型三角洲发育和分布的主要因素。

青海湖三角洲的分布 (图9), 反映了风向对三角洲类型的控制。在此区, 全年盛

行西北风，因此，背风的湖盆西岸，波浪得不到充分的发育，形成典型的河控型三角洲（布哈河三角洲），而向风的湖盆东侧，则时成轩然大波，迅速改造和搬运哈里根河口的碎屑物质，向南、北两个方向形成沙滩、沙坝、沙嘴，并构成东南部泻湖（尕斯库勒湖、海晏湾）的障壁。呼伦湖和阿克赛钦湖浪控型三角洲显然也是上述因素控制的结果。

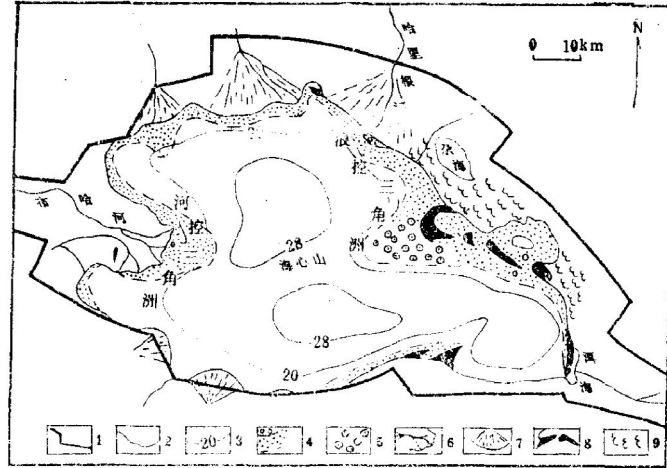


图9 青海湖地貌景观与现代沉积物分布略图（据中国科学院，1979）

1—边界断层，2—湖岸线，3—等深线，4—水下砂砾分布区，5—鲕状砂，6—缓坡三角洲，7—陡坡三角洲，8—沙坝嘴，9—风成沙丘

当然，现在要作出“潮湿盆地中仅存在河控型三角洲”的结论为时过早，但潮湿盆地因其风力一般较小，波浪作用相对微弱；河流多为常年性流水，所携碎屑物质具较多悬移质，湖岸有较多岸生植物作屏蔽，保护分流河道向湖推进等，确实为河控型三角洲的发育提供了不少有利条件。

迄今，虽未见古代湖盆浪控型三角洲的报道，但此类三角洲无疑存在。笔者在

塔里木、准噶尔、柴达木的古代沉积中曾见到较有意义的砂体。图2B河道砂砾岩之上的具低角度楔状交错层理的砂岩层；图10B具冲洗交错层理砂岩体中的具板状交错层理的河道砂体；图10A所示三角洲层序中由粒级显层的平行层理的砂砾岩及上部的鲕状灰岩层等，均反映了浪控型三角洲的某些特征。由此看来，重新认识以前所判定的湖岸滩坝沉积，将有助于发现较典型的湖盆浪控型三角洲沉积。

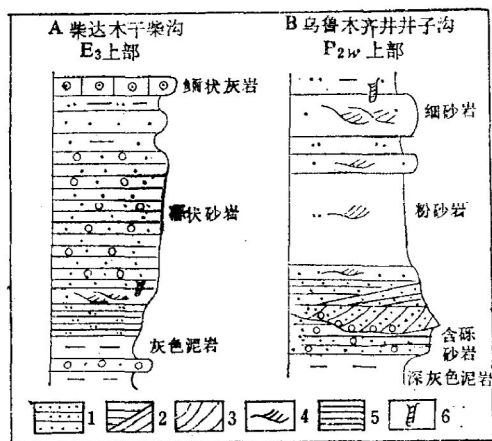


图10 浪控型三角洲的古代实例

1—平行层理，2—楔状交错层理，3—板状交错层理，4—波状交错层理，5—水平层理，6—虫孔

湖盆三角洲的八种端元类型，其沉积特征各不相同，初步归纳成表2。因研究程度有限，有些标志带有一定的臆想成分，有待于以后进一步的补充和更正。

表2 湖盆三角洲八种端元类型的沉积特征简表

三角洲类型	水 进				水 退			
	陡 坡	缓 坡	陡 坡	缓 坡	陡 坡	缓 坡	陡 坡	缓 坡
沉积特征	浪控	河 控	浪控	河 控	浪控	河 控	浪控	河 控
河流类型	辫状	辫 状	蛇曲	蛇 曲	辫状	辫 状	蛇曲	蛇 曲
河口水力组合	W/F	F/W	W/F	F/W	F/W	F/W	W/F	F/W
Rd 与 Rs关系	Rd<Rs	Rd<Rs	Rd<Rs	Rd<Rs	Rd>Rs	Rd>Rs	Rd>Rs	Rd>Rs
最大粒级	砾	砾	砂	砂	砾	砾	砂	砂
主要格架相	滩、坝	分流河道 河口沙坝	滩、坝	分流河道 河口沙坝	滩、坝	分流河道 河口沙坝	滩、坝	分流河道 河口沙坝
层序组合	正旋回	正旋回	正旋回	正旋回	反旋回	反旋回	反旋回	反旋回

W—波浪, F—河流, 主要水力/次要水力, Rd—沉积速度, Rs—沉降速度。

参 考 文 献

- [1] Gilbert, G.K., 1890, Lake Bonneville. U.S. Geol. Surv. Monogr. 1.
- [2] Bates, C.C., 1953, Rational theory of delta formation. A.A.P.G. Bull. V. 37.
- [3] Galloway, W.E., Scott, A.J.等, 1975, 三角洲沉积与油气勘探. 陈景山等译, 石油工业出版社.
- [4] 吴崇筠, 1983, 构造湖盆三角洲与油气分布. 沉积学报, 第1期.
- [5] 袁亦楠等, 1982, 湖盆三角洲分类的探讨. 石油勘探与开发, 第1期.
- [6] 中国科学院兰州地质研究所等, 1979, 青海湖综合考察报告. 科学出版社.
- [7] Curtis, D.M., 1970, Miocene deltaic sedimentation Louisiana Gulf Coast. Soc. Econ. Paleon. and Min. Spec. Pub. 15.
- [8] 罗启后, 1983, 水进河床充填砂体在古代沉积中的发现——四川盆地中西部上三叠统某些成因探讨并试论水进型三角洲. 沉积学报, 第3期.
- [9] 蔺毓秀, 1983, 试论松辽大型陆相湖盆水进三角洲沉积相. 石油实验地质, 第4期.
- [10] 顾家裕, 1984, 中国东部古代扇-三角洲沉积. 石油与天然气地质, 第3期.
- [11] 张服民等, 1981, 黄骅盆地早第三纪沉积史与环境特征. 石油与天然气地质, 第2期.
- [12] 朱海虹等, 1981, 鄱阳湖现代三角洲沉积相研究. 石油与天然气地质, 第2期.

PRELIMINARY APPROACH OF THE CLASSIFICATION OF LAKE BASIN DELTAS

He Zhiliang

(Comprehensive Research Institute of Petroleum Geology, Ministry of Geology and
Mineral Resources)

Abstract

The classic "Gilbert" delta is not a sole type of lake basin deltas, because the lake basin deltas though differ from those of marine basin in properties,

they still have many common properties. Especially in particular situation, the deposition of deltas in marine basin is also an innegligible factor for lake basin deltas.

The density of the water body of lake basins is close to that of rivers, but it may differs greatly from the river's or even exceeds that of marine basin. The effects of river of course played a decisive role in the formation of the lake basin deltas, but the effects of wave are very important. The transgression and regression of lake water even surpassed those of marine basin. Those deltas in special, such as steep slope deltas, transgressive deltas of normal cycle and wave controlled deltas which are discovered in paleo-sediments and present sediments in succession have provided material base for the classification in this paper.

In accordance with the combinations of the steepness or gentleness of slopes, transgression or regression of lakes and the controlling of waves or rivers, lake basin deltas can be divided into 8 end types so as to reveal their origin.

碳酸盐比较沉积学学术讨论会在青岛举行

中国海洋地质学会、中国地质学会海洋地质专业委员会、地质矿产部海洋地质研究所联合召开的碳酸盐比较沉积学学术讨论会，于1986年9月2日至8日在山东省的海滨城市——青岛市举行。来自中国科学院、高等院校、地质矿产部、石油工业部、国家海洋局、国家地震局、出版界等40多个单位的70多位代表参加了会议，为会议提交论文64篇。

会议开得丰富多采、生动活泼。在以大、小会议宣读论文为主体的同时，又辅以问题讨论和实物展览，为代表提供更多的争鸣机会。展出的海滩岩、礁岩及西沙风成石灰岩的标本、图片和录象，使代表们兴味盎然，犹若身临其境，感受颇深。

论文话今论古，内容广泛，尤以现代沉积的研究独具异彩，占全部论文的三分之一以上，反映我国沉积学的研究步入一个新的时期，由臆测、推论进入比较沉积学的阶段。礁、风成石灰岩、风暴岩、海滩岩等沉积作用与海岸变迁、海平面升降的研究，为沉积学的发展展现了更加广阔的视野，也为各地质时期沉积相的研究提出了新的课题。作为发展具有我国特色的碳酸岩比较沉积学已经迈出了坚实的一步，丰收在望。代表们也清醒地注意到，虽然取得可喜的突破，但在成岩作用、今古结合的研究方面尚有差距，在深度和广度上都不尽如人意，能否争取在短时期内推向一个新高度，有待沉积学者的共同努力，以加强横向联系、协作攻关而收事半功倍之效。

(贺自爱)