

青海湖现代沉积环境与沉积相特征^①

王新民¹ 宋春晖² 师永民¹ 晁吉俊¹ 武安斌²

1 (西北地质研究所, 兰州 730020) 2 (兰州大学, 兰州 730000)

提 要 青海湖系第四纪以来形成的一个高原内陆断陷湖盆。湖盆的形成与演化经历了断陷期、河湖共存期、全盛时期和萎缩时期四个阶段, 目前处于萎缩期。沉积体系展布受气候、物源、河流、地形、构造演化和断裂系统等多种因素的控制, 具有山间断陷近物源沉积的特点。沿盆地长轴方向, 西部发育有辫状河、曲流河、三角洲、水下河、深湖相沉积体系; 东部有风成堆积相、泻湖相。湖盆南北短轴方向, 北岸较缓, 形成山间河道、辫状河、洪积扇、扇三角洲和滨浅湖沉积体系; 南岸较陡, 形成几个大大小小的冲积扇裙和下水扇沉积。滨浅湖地带, 沿岸砂坝、沙嘴、砾石滩、沙滩、泥坪、沼泽、湖湾相当发育。与国内外其它湖泊相比, 风成堆积、下水河流相和滨岸砂坝较为发育是其主要特点。

本文是在野外考察、采样分析和综合研究的基础上, 对青海湖的形成及其区域构造背景、湖泊环境、沉积作用和沉积相, 以及湖盆的构造与沉积演化进行了一些探讨。

关键词 青海湖 现代沉积 沉积相 沉积环境 断陷湖盆 构造沉积体系

分类号 P 512.2~3

第一作者简介 王新民 男 36 岁 硕士 高级工程师 石油地质学

前 言

青海湖是中国内陆干燥气候条件下发育的最大高原微咸水湖泊, 位于中国西北部青藏高原的东北缘, 青海省境内。湖区被大通山、日月山和青海南山所环绕, 属于典型的山间断陷型湖盆, 其陆源碎屑沉积类型丰富多样且较为典型。这里海拔较高(湖面海拔 3200 米以上), 水天一色, 人烟稀少, 人为改造和污染较少, 是研究现代湖泊沉积的良好场所。

通过对青海湖现代沉积环境与沉积相研究, 并结合古代沉积盆地进行对比分析, 认为青海湖是现代干燥气候条件下内陆山间断陷型湖盆沉积的一个典型代表, 与中国东部第三系和西部中、新生代断陷型含油气盆地较为相似。深入进行青海湖现代沉积环境与沉积相研究, 对于认识地史时期的古湖盆, 将今论古, 借鉴现代沉积模式指导陆相含油气盆地油气勘探与开发具有重要的理论价值和现实意义。

本文是在近年来中国石油天然气总公司西北地质研究所等单位结合油田沉积相研究, 将今论古, 开展青海湖现代沉积环境与沉积相研究的基础上, 对所取得的成果和认识的概括和总结。因其在油气勘探中和沉积学上的意义而引起许多国内外同行的兴

趣和关注。

1 青海湖区自然地理和地貌特征

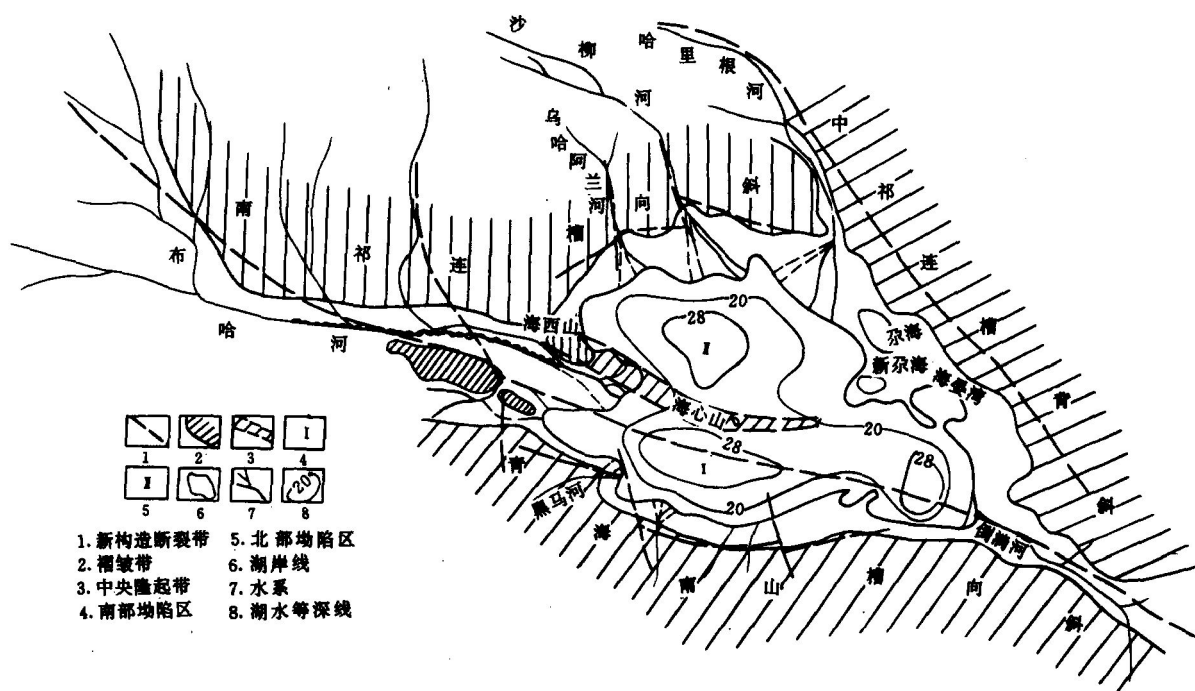
青海湖自然地理位置位于东经 99°36′~100°47′、北纬 36°22′~37°15′, 湖泊形状近似菱形, 长轴方向呈北西西向近 315°, 长轴长 106km, 短轴长 63km, 湖泊周长 360 公里, 湖泊面积 4635 平方公里(图 1)。湖区被大通山、日月山和青海南山所环绕, 构成呈北西—南东向延伸、北西高、南东低的封闭式山间内陆断陷型湖盆。山间河谷和滨湖平原是本区主要的地貌特征。

注入青海湖的大小河流约 50 余条, 主要的河流有布哈河、乌哈阿兰河、沙柳河、哈里根河、倒淌河及黑马河^②。水系呈明显不对称状态分布, 西北多、流量大, 东南少、流量小。

青海湖处于中国东部季风区、西北部干旱区和西南部高寒区交汇地带, 并具有其自身的湖泊效应。因而有着明显的地区性气候特点: 半干旱、高寒、少雨、多风、太阳辐射强烈、气温日差较大, 属于北温带高原半干旱高寒气候区, 又具备典型的高原草原性气候特征。

① 收稿日期:

② 宋春晖, 师永民, 王新民. 青海湖现代沉积环境与沉积相研究, 1995。



1. 新构造断裂带 2. 褶皱带 3. 中央隆起带 4. 南部凹陷区 5. 北部凹陷区 6. 湖岸线 7. 水系 8. 湖水等深线

图1 青海湖新构造略图

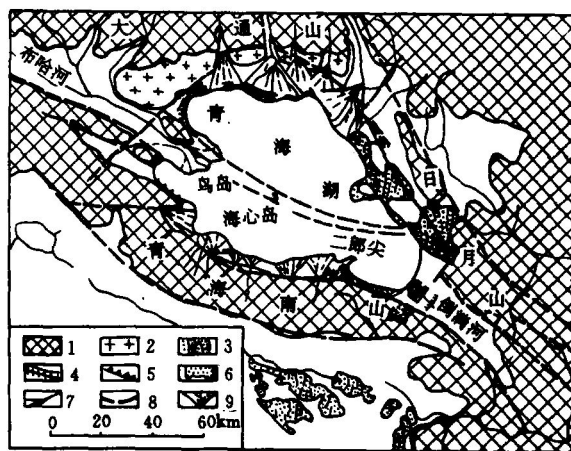
Fig.1 The sketch of tectonics in Qinghai Lake

2 构造特征与湖盆演化

青海湖区域构造背景处在南祁连槽背斜(加里东期)的东南部,东部和北部已跨入中祁连槽背斜带(前震旦纪),南部紧临青海南山槽向斜(海西期)^[1]。系发育在南祁连南缘区域性深大断裂带上的湖泊(见图1),其形成与演化受区域性深大断裂的控制,因而使湖盆地貌形态呈长条形不对称状态展布。湖盆周缘均为断裂所限,其主要受北西西向、北北西向和近南北向三组断裂构造格局所控制。青海湖基本构造格局为两拗一隆,即南部拗陷、北部拗陷和中央隆起。其中南部拗陷比北部拗陷沉降幅度大,构成南断北超的基本构造面貌。

湖盆的形成与演化经历了新构造断陷期、河湖共存期、全盛期和萎缩期四个阶段^②。第四纪初,区内发生一次强烈块断差异升降运动,使青海湖构造洼地进一步下沉,形成断陷盆地。随着新构造差异上升运动,青海湖在它形成之初,曾经是一个外泄湖,亦即在早、中更新世时有过河湖共存阶段,当时的青海湖是黄河上游水系的一部分,正像目前黄河源头附近的扎陵湖和鄂陵湖一样是一个外泄湖,湖盆基本面貌为南北较窄,而东西较长,湖水较浅。

中、晚更新世时,由于东部日月山和南部青海南山的强烈隆起,湖泊日益封闭,尤其是在中一晚更新世二郎尖组沉积时,一方面,随着湖盆闭塞状况日益显著,导致水位上升;另一方面,众所周知,中国西部山区中更新世晚期是一次气候最温暖的大间冰期,当时气



1. 山地 2. 夷平面 3. 沙丘 4. 古湖滨砂砾坝 5. 湖蚀陡岸
6. 古冰斗 7. 河流及河谷平原 8. 断层 9. 洪积扇

图2 青海湖区自然环境略图

候向温暖潮湿变化,水源充足,导致水位上升,使青海湖从浅水湖泊相过渡为较深水湖相,进入了湖泊发展的全盛时期,湖面扩大,据推测当时的古青海湖湖面范围比目前约大三分之一,水位高出现在湖面100米左右。全新世以来,处于强烈构造运动中,周围山地继续上升,随着气候由比较湿润逐步转为半干旱,导致青海湖水位持续下降,开始了大规模的湖退过程,使湖泊发展进入萎缩期(图2)。

3.1 河流沉积

下河沉积。辫状河分布在布哈河的上游和沙柳河的中上游(图3)。河道宽浅,水流湍急。主河道流量大,流速高,常年流水,沉积物粗。浅河道流量小,流速缓,沉积物以细砾粗砂为主,有时河道干涸。河床中砾石定向排列呈叠瓦状,最大扁平面指向河流上游方向,倾角较大,长轴平行水流分布。这一点为判断古水流方向提供了重要依据。边滩沉积规模较小,发育程度比曲流河差。心滩发育,呈不对称梭形,滩头为沙和砾较粗沉积物;滩尾为沙和泥较细沉积物,垂向上以加积为特征,下部为砂、砾层,砾石大小不均,可见粗糙斜层理和交错层理;上部粉砂与泥质互层,粉砂呈透镜状,分布不稳定,发育平行层理,微细交错层理,其上小灌木生长繁茂。形成两个正旋回,旋回之间有砾石冲刷面,多为叠加砂层。

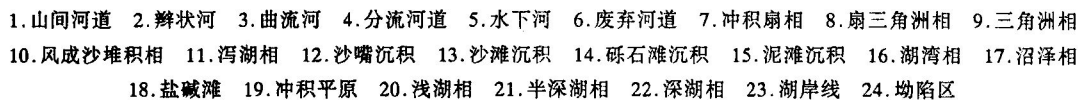


Fig.3 The distribution plan of sedimentary system in Qinghai Lake

布哈河从宽约 20 余米的河道流入广阔的湖面时,犹如一个巨大的喷嘴将河水注入湖中,形成水下

河,向湖中一直延伸到 13km 处的 28m 深湖区,随着水流速度向湖中逐渐减小,粗粒砂迅速沉积,细砂和粉砂则被射流继续携带,到了水流速度减缓的前端和两侧,才逐渐沉积下来,形成粉砂和泥质粉砂。

3.2 三角洲沉积

布哈河是注入青海湖的最大河流,年平均流量每秒 25m^3 ,雨季多有洪水,巨大的水量携带大量的泥沙在河口沉积,从而形成一个伸向湖中达 13km,面积 120km^2 的鸟足状三角洲(图 3)。

三角洲平原曲流河段河床弯曲程度较大,发育有河边滩、河心滩及河漫滩微相。河道废弃时,上部突变为漫流充填的粘土沉积。分支河道亚相位于河段靠近湖面附近,地势相对平坦,流速进一步减慢,河道不断进行分叉伸向湖中,它和曲流河段一起构成了鸟足状三角洲平原相沉积的基本骨架。

三角洲前缘是三角洲在湖平面以下平缓部分,向湖中延伸 1 至 3km,形成水下分流河道。这里水深不超过 7m。河流入湖处呈喇叭口状,湖浪与河浪相互干涉,形成干涉波痕和浪成波痕。河流携带的大量泥沙在入湖处快速堆积,形成河口砂坝,在河口较远处堆积形成远砂坝。分支河道外侧低洼地区,排水不良,为一停滞的还原环境,其沉积物为灰黑色有机质粘土,夹有洪水成因的纹层状粉砂。

布哈河三角洲的增长和向湖方向的推进速度很高,据统计,每年向湖中延伸 200m。昔日的海西山、鸟岛等孤岛已与三角洲相连,成为半岛(图 3)。

3.3 风成堆积

风成砂堆积外貌呈新月型或链状金字塔形沙丘与沙山。湖环境中的风成砂堆积相不同于沙漠环境下的沉积,在其他现代湖泊也不多见,而且分布广泛,约占湖盆面积的五分之一。集中分布在湖东岸滨湖平原和湖西岸滨岸带上(图 3)。

东岸沙丘北起干子河口,南抵满隆山北麓,南北延展近 60km,东西宽为 10 至 15km(图 3)。强劲的西风和西北风把湖区西岸和北岸河口三角洲地带的沙粒吹扬起来并向东南方向输送,在受到湖盆东部日月山等高山阻挡后沙粒便停落下来,从而造成湖岸东侧广泛的沙山堆积。这些风成沙堆积不仅在滨湖平原造成沙丘,而且还大量降落在水中,形成水下风成沙堆积,并使湖中的沙岛与沙堤不断增高,造成堰塞湖。风成沙波痕有长而平的直脊,不对称,波痕指数高,可见发育良好的分叉脊。弯曲的波痕有变直的趋势,直至与风向垂直。在一个完整的大波痕

中可以有小波痕,这些大波痕与小波痕相协调呈相互平行关系,或者不协调而呈相互垂直关系。波痕指数的变化与粒度成正比,最粗的颗粒聚集在沙波痕的脊上,而波谷沙粒则较细。粗颗粒表面毛玻璃化,上面有许多细小的不规则小凹坑。

滨岸沙丘分布于湖西岸海西山北面,平行于湖岸方向呈带状展布,宽 2km,长可达 12km(图 3)。沉积物为细粉砂,分选性、磨圆度均较好。滨岸沙丘形态呈新月型沙丘和新月型沙丘链,迎风坡向湖一侧,坡度缓。在迎风坡发育风成波痕,形状不对称。

3.4 泻湖沉积

青海湖目前处于萎缩阶段^[2],泻湖较为发育,主要分布于湖东缘滨湖地带(图 3)。尕斯库勒湖、新尕斯库勒湖为两个封闭泻湖,进一步咸化。海晏湾泻湖处于半封闭状态,广湖与泻湖之间有一通道相连,使之与广湖进行水质交换。位于湖东南端的洱海为一淡化泻湖,一端发育砂坝使之与广湖隔绝,另一端有来自日月山中倒淌河河谷奔流而下的淡水注入泻湖。

3.5 冲积扇沉积

在湖盆南岸和北岸山麓洪积平原上,发育有完整的洪积扇,形成大大小小的洪积扇群(图 3)。扇根位于山前带靠近山口,与山间河道相连,地势较高,海拔在 3400m 左右,沉积物以粗碎屑砾石沉积为主,砾石大小混杂,分选差,呈次棱角状。扇中即广阔的冲积平原,地势相对平坦,季节性流水河道为辫流,具有洪积和河流双重特征,沉积物以砾石为主,沉积层具粗糙平行层理和洪积斜层理,砾石群定向构造和砾石定向排列,最大扁平面倾向于河流上游方向。扇缘是扇的最外部或下部,其坡度是洪积扇中最缓,最小部分。河道属十分浅的分散体系,也是洪积扇边缘地下水溢出带,形成地表积水、沼泽及砾石泥滩。湖北岸的洪积扇由于坡降相对较缓,物源丰富,因此在形成发展过程中,不断进行侧向迁移并不断向湖中推进。主水流也随之改道迁移。

坡积物是本区不同于洪积扇沉积的另一种沉积类型,分布面积较小,沉积物主要由卵石组成,大小混杂,分选差,呈棱角状、颗粒支撑,细砾充填孔隙。

3.6 扇三角洲沉积

在青海湖盆短轴方向南、北两侧,扇三角洲较为发育。多发育在古冲积扇的前端,陆上扇三角洲亚相包括洪积扇扇缘、辫状冲积河道、沼泽和泛滥平原微相。水下扇三角洲发育于浅湖至半深湖区。垂向序列下部由泥质粉砂与砂砾层组成,发育交错层理

和水平层理;过渡带砂层与砂砾层互层,砂砾层分布不稳定,呈凸镜状;上部由砾石与砂层组成,可见平行层理和交错层理。

3.7 滨浅湖沉积

滨浅湖沉积分布于水深0到15m,水动力复杂,各种亚相的形成与湖流、湖浪、物源和湖岸地形等关系密切,因而沉积类型复杂多样。

海湾亚相是由沿岸沙嘴、砂坝等的遮挡作用,使近岸湖水受到限制而产生的,沉积物为黑色粉砂质泥,垂向剖面上水平层理及水平薄纹层理发育。

泥坪分布于海湾和湖岸地形平缓以及坝后沼泽等湖水滞流地带。沉积物由黑色淤泥、粉砂和泥质粉砂组成,垂向层序常为灰黄色粘土质粉砂与黑色腐泥互层,反映了湖水的多次波动。

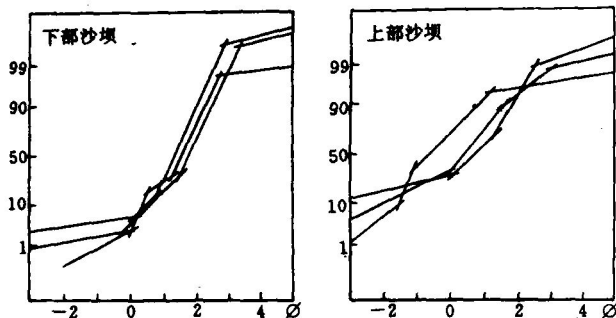


图4 青海湖滨岸现代砾砂坝概率曲线图

Fig. 4 The grain size probability curve of modern lakeshore bars in Qinghai Lake

砂质湖滩分布于湖东岸开阔湖岸的滨湖区,砂质物源供应充分,击浪岸的冲刷、筛选和淘洗,使中细砂成熟度增高,分选性好,磨圆度高。向湖一侧粒度变细。

砾石质湖滩分布于湖西南陡岸,湖浪作用强,近物源河流砾石供应充分,形成宽阔的砾石滩沉积。

环湖滨岸带沿岸砂坝分布较广,这里湖岸开阔,物源供应充分。激浪带、回流带、缓冲带、破浪带等对沉积物冲刷、淘洗,结果造成下细上粗的反粒序结构,原始层序产状向湖倾斜,发育交错层理、斜层理和平行层理。沉积物为细砾粗砂,分选性好,磨圆度

高。粒度概率曲线表明以滚动组份和双跳跃组份为主(图4),悬浮组份含量少,反映往复性波浪水流作用的特征。由于湖水含盐度高,露出水面近地表的松散沉积物在雨水作用下形成钙华,固结成硬岩块。砂体形态平直岸线分布,延伸长达七十多公里,向湖一侧坡度缓,背湖一侧坡度陡。

沙嘴沉积主要分布在湖东南岸,著名的二郎尖就是典型的沙嘴沉积。一端与岸相连,另一端与岸形成一定夹角,不断向湖中延伸达数公里。这里沿岸流作用强烈,中细砂质物源供应充分,与湖岸斜交的湖浪在向岸传播过程中,遇到凸出地形,单波就分解为相互斜交的两个波向砂嘴前端传播过来,将携带物堆积在尖头。

4 结 论

(1)青海湖现代沉积研究说明,把一个内陆湖泊沉积体系简单地归结为冲积平原、滨浅湖、半深湖、深湖相等同心环状沉积模式是远远不够的,实际情况要比这复杂得多、丰富得多,其沉积相展布受气候、物源、河流、地形、构造演化等因素的控制。

(2)断陷湖盆的断裂构造控制了盆地的形成与演化,进而控制着湖盆沉积体系的展布。湖盆的构造格局不仅控制了湖盆的形态特征和长轴方向,而且在很大程度上控制了湖盆的物源方向、水系分布、河流规模、搬运方式和沉积模式。

(3)青海湖是现代干燥气候条件下内陆山间断陷湖盆的一个典型代表,与中国西部许多中、新生代断陷型含油气盆地较为相似。深入研究青海湖现代沉积环境与沉积相,对于认识地史时期的古湖盆,将今论古,借鉴现代沉积模式指导西部地区油气勘探工作具有重要的理论价值和现实意义。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院兰州地质研究所等. 青海湖综合考察报告. 北京: 科学出版社, 1979, 15~22.
- [2] 中国科学院兰州分院等. 青海湖近代环境的演化和预测. 北京: 科学出版社, 1994, 7~9.

Modern Sedimentary Environment and Sedimentary Facies Characteristics in Qinghai Lake

Wang Xinmin¹ Song Chunhui² Shi Yongmin¹
Chao Jijun¹ and Wu Anbin²

1 (Northwest Geology Research Institute, CNPC, Lanzhou 730020)

2 (Lanzhou University, Lanzhou 730000)

Abstract

Qinghai lake is a plateau inland intermountain rift – subsidence lake basin developed since quaternary. The development and evolution of the lake basin have experienced four stages, that is, the rift period, the lake and river coexistence period, the most flourishing development period and the shrivel period. The distribution of the sedimentary facies is controlled by climate, sediment source, rivers, topography and tectonic evolution histories, which is characterized by intermountain rift – subsidence and near sediment source deposition. Along the long axis direction of the basin, the sedimentary deposit system of braided river, meandering river, delta, subaqueous channel and deep water lacustrine facies are developed at the west end, whereas at the east end of the basin mainly distributed the aeolian and lagoon deposits. In the areas along the short axis direction of the basin, the systems of intermountain fluvial, braided river, diluvial fan, fan – delta and shallow lake shore facies are deposited. The south bank is relatively steeper, where mainly formed several large and small alluvial fan or aprons. In shallow lake shore areas, sedimentary deposits of longshore bar, sand spit, shingle beach, sand beach, mudflat, swamp and lakebay facies are well developed. Compared with other lakes in China and abroad, the deposits in Qinghai lake are featured by their better developed aeolian, subaqueous fluvial and longshore bar facies.

Based on field survey, sampling analysis and comprehensive research the paper discusses its development, regional tectonics milieu, lake environment, sedimentation, sedimentary facies, and structure – sediment evolution of lake basin.

Key Words Qinghai Lake modern deposition sedimentary facies sedimentary environment rift – subsidence lake tectonic – sedimentary system