

526846

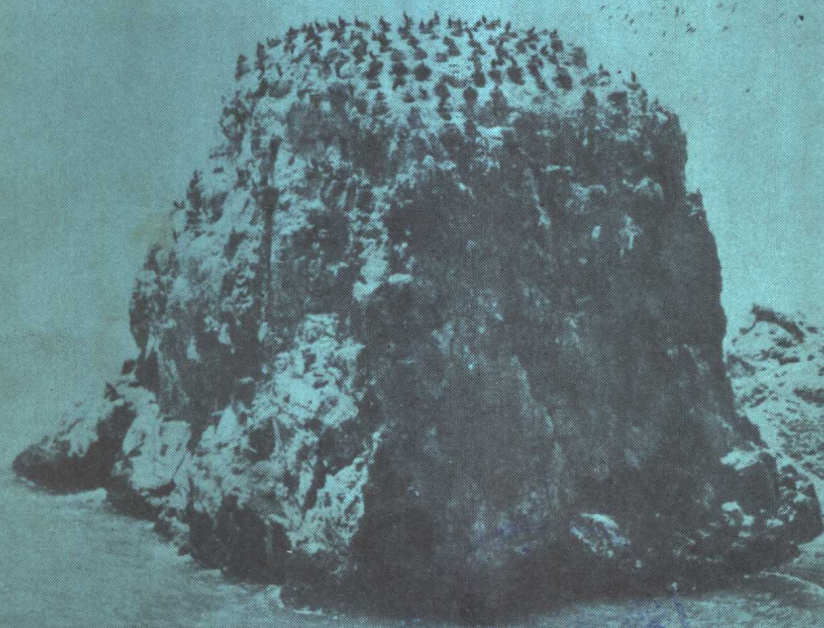
35832
56277

526846

青海湖

综合考察报告

中国科学院兰州地质研究所
中国科学院水生生物研究所
中国科学院微生物研究所
中国科学院南京地质古生物研究所



青海湖综合考察报告

中国科学院兰州地质研究所
中国科学院水生生物研究所
中国科学院微生物研究所
中国科学院南京地质古生物研究所

科学出版社

1979

内 容 简 介

这是我国内陆第一大湖——青海湖的多学科综合考察报告。

报告中系统搜集了青海湖的地理、地质、湖水物理化学、水生生物、水动力、沉积物、早期成岩作用、元素地球化学、有机地球化学和微生物等方面的资料,共 89 项 17200 多个数据,围绕石油地质的有关问题,用“将今论古”的方法,研究了一个内陆湖泊的各种现代地质作用。

本报告可供湖沼学、水生生物学、微生物学、第四纪地质学、沉积学、地球化学等方面的工作者,特别是石油地质工作者以及有关高等院校、科学研究部门参考。

青海湖综合考察报告

中国科学院兰州地质研究所
中国科学院水生生物研究所
中国科学院微生物研究所
中国科学院南京地质古生物研究所

*

科学出版社出版

北京新阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1979 年 2 月第 一 版	开本: 787×1092 1/16
1979 年 2 月第一次印刷	印张: 17 1/4
精 1—2,500	插页: 插 18 平 16
印数: 平 1—1,350	字数: 400,000

统一书号: 13031·895

本社书号: 1270·13—18

定 价: 布背精装: 4.40 元
平 装: 3.40 元

前 言

青海湖是我国内陆第一大湖。

1961年7月,国家科委和中国科学院组织了兰州地质研究所、水生生物研究所、微生物研究所和南京地质古生物研究所的有关人员,共同成立青海湖综合考察队,进行了两年野外考察。

这次考察的目的,是以青海湖作为天然实验场,从湖泊地质、湖水物理化学、水动力、水生生物、微生物、现代沉积作用、地球化学、有机质,直到早期成岩过程,系统地收集资料,针对石油地质的有关问题,研究一个现代内陆湖泊的各种地质作用,探讨沉积物中有机质的堆积、保存和转化条件,“将今论古”,为古代陆相沉积盆地的石油地质研究,提供一个类比。

在考察中,在青海湖中布置了113个实测点,系统采集了水样、水生物样和泥样;某些项目的观测,是分季节进行的。同时打了6个专用钻孔,总进尺531.73米,揭露第四纪剖面最厚210米未见底,全部取芯。1963年至1964年间进行了室内分析实验。整个考察过程中共取得了89项17200多个数据。1965年五月完成了报告的初稿。经过伟大的无产阶级文化大革命,在党的领导下,考虑到生产、教学和科研部门的要求和意见,1973年我们对个别项目又补充了一些工作,并将原报告进行修改。

青海湖综合考察项目负责人:黄第藩、陈克造、晋慧娟、罗斌杰、王大珍、卢奩英。参加这项工作的主要研究人员有:兰州地质研究所黄第藩、陈克造、晋慧娟、罗斌杰、梁狄刚、朱莲芳、林禾杰、程克明、刘中庆、杨世倬、王有孝、杨惠秋、江德昕、马秀贞;水生生物研究所卢奩英、伍焯田、邱昌强、孙兴湘、莫珠成;微生物研究所王大珍、赵玉峰、印明善、谢树华、沈舜杰;南京古生物研究所黄宝仁。本报告共九章、一个结语,其中各章的编写人员是:第一章,青海湖的形成和发展:陈克造、黄第藩、梁狄刚;第二章,湖水:罗斌杰、孙兴湘、邱昌强、陈刚、李正蒙、卢奩英;第三章,水生生物:伍焯田、莫珠成、顾月萍;第四章,湖水动力:罗斌杰;第五章,湖底沉积物:沉积物的形成:晋慧娟、朱莲芳、林禾杰、梅震亚、杨世倬,元素的分异与聚集:黄第藩、梁狄刚、刘中庆;第六章,沉积物的氧化还原环境和有机质:化学:梁狄刚、刘中庆,沉积:朱莲芳、晋慧娟、杨世倬;第七章,早期成岩作用:林禾杰;第八章,第四纪湖相沉积物中有机质向石油方向的转化:黄第藩、罗斌杰、程克明、陈克造、王有孝、刘中庆、郭丽芬;第九章,微生物在有机质转化中的地质作用:王大珍。参加工作的还有:来常玉、常秋君、杨希先、张焕新、陆维藩、马淑琪、李承先、吴貽华、沈平、程学惠、钱吉盛、张谦、杜金娥、马世年、喻德科、耿桂元、邓平、陈延章、范璞、徐永昌、颜玉贵、惠荣耀。此外,许汉奎、卢礼昌、赵纪文、冯西奎、王光适、孙天林、黄书兴、宁志珍、武天爱、罗瑞鹿、胡伯良、冯爱敏、赵玉珍、艾志莲等同志参与了青海湖的野外考察、样品采

24652/08

集、分析和图件清绘等工作,付出了辛勤的劳动。

同时,在野外考察和报告整理过程中,我们得到了青海省科委、水产厅、新华社青海分社、中国科学院贵阳地球化学研究所、青海盐湖研究所和新疆分院等单位的大力支持。大庆和大港油田对报告初稿提出了十分宝贵的意见。华东石油学院、武汉地质学院和成都地质学院,热情鼓励报告的出版。应当说,这个考察报告,是社会主义大协作的成果。

本书的出版,如果能够在陆相沉积盆地的石油地质理论研究中起到某些作用,这就是我们的希望。

考察中所得资料十分浩繁,涉及许多学科和领域;我们的认识,难免有不符合客观实际的地方。错误之处,恳切希望得到批评和指正。

中国科学院兰州地质研究所

中国科学院水生生物研究所

中国科学院微生物研究所

中国科学院南京地质古生物研究所

一九七七年四月

目 录

前言	(i)
----------	-----

第一章 青海湖的形成和发展

一、自然地理和地貌特征	(1)
二、第四纪地层	(9)
1. 剖面综述	(9)
2. 划分对比	(9)
3. 青海湖早一中更新世黄土成因的讨论	(12)
三、湖区三次新构造上升运动	(13)
四、青海湖的形成及其成因类型	(15)
五、青海湖的发展	(19)
1. 河湖共存及其闭塞	(19)
2. 湖泊的全盛时期	(20)
3. 湖面缩小与湖水位下降	(21)

第二章 湖 水

一、湖水的物理化学特征	(24)
1. 某些物理性质	(24)
2. 水化学状况	(25)
二、淤泥水的化学性质	(30)
三、沿湖主要河流及子湖的水化学状况	(30)
1. 河水	(30)
2. 子湖	(33)
四、几个问题的讨论	(34)
1. 青海湖碳酸盐的化学平衡	(34)
2. 青海湖水离子组成与盐度的关系	(35)
3. 湖水矿化特征的形成及发展	(39)

第三章 水 生 生 物

一、浮游生物	(44)
1. 种类组成	(44)
2. 分布状况	(45)
3. 数量的季节变化	(47)
二、底栖动物	(50)
1. 种类组成	(50)
2. 分布状况	(52)

3. 数量的季节变化	(52)
三、鱼类	(54)
四、水生高等植物	(54)
五、湖区其它水体的生物相	(55)
六、青海湖区水生生物的基本特征	(59)
七、关于青海湖营养类型的讨论	(60)
附录 青海湖浮游生物的昼夜变化	(64)

第四章 湖水动力

一、青海湖水动力状况	(67)
1. 湖流	(67)
2. 湖浪	(69)
3. 其它水动力因素	(74)
二、水动力对湖水理化性质分布的作用	(74)
1. 水团中悬浮物质的分异	(75)
2. 湖水矿化度的分布	(77)
3. 湖水氧化还原性分区	(79)
三、青海湖水动力区	(84)
1. 河口射流区	(84)
2. 湖滨浅水浪扰区	(87)
3. 中深水湖流-浪力作用区	(87)
4. 深水湖流影响区	(87)
5. 湖湾回流区	(88)

第五章 湖底沉积物

沉积物的形成	(89)
一、现代沉积作用的主要特点	(89)
1. 处于从碎屑沉积向化学沉积的过渡阶段	(89)
2. 沉积速度较大	(91)
3. 湖水动力分带明显	(91)
二、碎屑沉积物	(91)
1. 湖底沉积物的类型和分布	(91)
2. 应用中径、分选度和歪度分析沉积水动力	(95)
3. 利用重矿物分布判断沉积水动力	(105)
4. 淤泥沉积物中的粘土矿物	(109)
三、碳酸盐沉积物	(111)
1. 碳酸盐沉积的成因类型	(111)
2. 碳酸盐沉积的分布	(113)
四、青海湖现代沉积相	(116)
元素的分异与聚集	(120)
一、沉积物的元素组成	(120)
二、元素在湖底沉积物中的分布	(121)

三、讨论	(136)
------------	-------

第六章 沉积物的氧化还原环境和有机质

一、沉积物的氧化还原电位	(140)
二、变价铁、硫元素	(144)
1. 铁、硫自生矿物	(144)
2. 各种铁、硫的分布和转化	(145)
三、青海湖沉积物的氧化还原相	(152)
1. 各种铁、硫环境指标的评价	(152)
2. 氧化还原相的划分	(155)
四、沉积物中的有机质	(156)
1. 数量	(156)
2. 质量	(159)
3. 分布	(160)
4. 有机质中的沥青	(165)

第七章 早期成岩作用

一、埋藏初期(1米深度内)沉积物的变化	(170)
1. 氧化薄层	(170)
2. 生物层频繁出现	(172)
3. 沉积物迅速脱水	(172)
4. 还原性增强	(172)
5. 碳酸盐的选择性溶解和再沉淀	(175)
二、青4孔第四纪湖相沉积物的早期成岩作用	(176)
1. 上覆静压力增大,沉积物进一步脱水压实	(176)
2. 还原环境的增强和物质重新分配	(179)
3. 局部胶结层的形成	(185)
三、早期成岩阶段的划分	(188)
1. 自生矿物形成阶段	(188)
2. 物质重新分配阶段	(188)
3. 固结作用阶段	(188)

第八章 第四纪湖相沉积物中有机质向石油方向的转化

有机质和沥青	(190)
一、沉积物埋藏初期(1米深度内)有机质的变化	(190)
二、早期成岩过程中有机质的“转耗”	(194)
三、沥青组分的变化	(205)
1. 原始有机质的性质——决定转化的可能性	(205)
2. 时间(埋藏深度)——决定转化的方向性和阶段性	(211)
3. 沉积相和氧化-还原相——决定着转化的旋回性	(213)
四、甾仿沥青元素组成的变化	(214)
五、粘土矿物与有机质	(216)

1. 青海湖钻孔剖面上的粘土矿物	(216)
2. 利用差热分析研究分散有机质的对比实验	(217)
3. 不同粘土矿物中的分散沥青	(219)
有机化合物	(220)
一、氨基酸、碳水化合物、类脂化合物和杂环化合物	(221)
1. 氨基酸	(221)
2. 碳水化合物	(222)
3. 类脂化合物	(222)
4. 杂环化合物	(222)
二、烃类	(222)
1. 游离气态烃	(223)
2. 吸附烃	(223)
3. 分散烃类	(223)
三、湖泊淤泥的热解产物	(226)
四、沉积物埋藏过程中烃类转化的迹象	(231)

第九章 微生物在有机质转化中的地质作用

一、岩样	(233)
二、分析方法	(233)
1. 微生物生理菌群的分析	(233)
2. 脂肪酸发酵试验	(234)
3. 生化分析	(234)
三、实验结果	(234)
1. 布哈河三角洲全新世沉积物中微生物及生化物质的分布	(234)
2. 耳海更新世沉积物中微生物及生化物质的分布	(246)
3. 二郎尖晚更新世沉积物中微生物及生化物质的分布	(252)
四、微生物的地质作用	(257)
1. 微生物活动与有机质	(257)
2. 微生物的活动创造了有利于有机质向石油方向转化的条件	(258)
3. 微生物的产氢、转氢及脱氧作用	(258)
4. 微生物的脱氮作用	(259)
5. 微生物活动促进成岩作用	(259)
五、关于脂肪酸发酵问题的探讨	(260)
六、几点认识	(264)
结语	(265)
参考文献	(268)
照片	

第一章 青海湖的形成和发展

青海湖,蒙语叫“库库诺尔”,藏语叫“错温布”,意即“蓝色的湖泊”。“青海”得名于北魏。

历史上最早关于青海湖的记载,见于酈道元(公元465—527年)的《水经注》。书中写道:“海周围七百五十里。中有二山,……东西对峙。水色青绿,冬夏不枯不溢。自日月山望之,如黑云冉冉而来。”一千五百年前,这位热爱祖国的地理学家,为我们描绘了一幅古青海湖的壮丽图画。

公元1844—1930年间,二十多个外国人,先后出于不同的目的来到青海湖,进行过“探险”和“考察”。他们的资料片断零星,且多限于地理描述。

解放前,荒凉的青海湖,几乎没有进行过什么科学研究。应该提到的是,1938年我国地质学家孙健初在湖区考察以后,首次提出它是因地层断陷、倒淌河倒流而形成的科学推论^[1]。

解放后,青海湖获得了新生。随着渔业、农牧业的蓬勃发展,1955年起,青海省水利厅环湖建立了多个水文气象站,收集了湖区系统的水文气象资料。同年,有关部门测出了第一张湖水等深图。1957年,国家测绘局航测了湖区并编制地形图,青海省地质局所属各单位也陆续进行了各种比例尺的区域地质、水文地质普查、物探和浅钻工作。青海省农垦厅在湖区作了大量植被、土壤调查。自1957年起,青海湖历史上第一次开始了大规模机船捕鱼作业。多年来,渔业工人在生产实践中积累了大量湖底地形、湖积物分布、风向和湖流的资料。随着生产的发展,科学研究也进入了一个新阶段。1955年起,中国科学院地理研究所、水生生物研究所、动物研究所、地质研究所,水电部,青海师范学院,以及甘青综合考察队、南水北调地质队、高原生物研究所等单位,先后多次在湖区进行过地理、地质、地貌、新构造、湖沼、动物、水生生物、矿产和水力资源等各方面的考察,积累了十分丰富的资料^[2-6],提出了很多宝贵的科学论断,为开发这个湖泊,付出了辛勤的劳动。

一、自然地理和地貌特征

青海湖是我国最大的内陆高原微咸水湖泊。其自然地理和湖沼学的主要数据如下:

位置: 东经 $99^{\circ}36'$ — $100^{\circ}47'$
北纬 $36^{\circ}32'$ — $37^{\circ}15'$

最宽: 63 公里

形状: 近菱形,长轴
北西西向近 315°

周长: 360 公里

最长: 106 公里

湖面积: 4635 平方公里¹⁾

1) 据方永按地形图多次计算。

流域面积: 34950 平方公里

年平均降雨量¹⁾: 北部 377 毫米
南部 395 毫米

流域面积
湖面积: 7.5

年平均蒸发量²⁾: 北部 1433 毫米
南部 1487 毫米

湖面海拔: 3196 米

年平均气温: 0.9—2.7℃

湖岸发育程度: 1.52

年平均气压: 690 毫米汞柱

水深¹⁾: 最大 28.70 米
平均 19.15 米

风向: 西风及西北风为主

湖水总容量: 854.45 亿方

最大风力: 10 级

湖水含盐量: 12.49 克/升

日照时数: 3040 小时

年总迳流量: 地表 16 亿方
地下 6.4 亿方

日照百分率: 70—80%

山脉 湖区为大通山、日月山和青海南山所环绕。北面的大通山走向近东西,主峰海拔在 4200 米以上,在湖区西部布哈河谷北侧出露下古生界浅变质岩和花岗岩,在刚察以西主要由中生界砂页岩组成,以东则出露前震旦系及震旦系变质岩。湖区东面的日月山走向北北西,由前震旦系片麻岩、花岗片麻岩、花岗岩和花岗闪长岩组成,自北而南分作三段:北段团保山(4025 米),中段达坂山(4389 米)、南段野牛山(4832 米),越南越高;它们组成湖区与湟水流域的分水岭。湖区南面的青海南山呈北西西向延伸,自西而东也可分作三段:西段由三列平行山脉组成,它们是切十字大坂(3500 米,下古生界浅变质岩)、中吾农山(3800—4300 米,二迭、三迭系灰岩、变质砂岩、板岩)和茶卡北山(4300—4700 米,花岗岩、闪长岩及二迭、三迭系火山岩、变质砂板岩),向西延伸,成为湖区与柴达木盆地的分水岭;中段是海拔 4200—4500 米的塔温山、哈堵山和龙保欠山,由下古生界千枚岩、石英砂岩、片岩、片麻岩和花岗岩组成,它们把湖区与南侧的共和盆地分隔成两个截然不同的地貌景观;东段是海拔 3800—4000 米左右的加拉山和蛙里贡山,由三迭系下部龙羊峡统浅变质岩组成,它们和野牛山共同组成湖区与贵德盆地的分水岭。

水系 湖区大小河流 40 条,都属内陆封闭水系,且大部分是间歇河,干流短,但雨季流量颇大。水系分布明显不对称,西面和北面河流多,流量量大;东面和南面则相反。主要的河流有 7 条,即布哈河、乌哈阿兰河、沙柳河、哈里根河、甘子河、倒淌河及黑马河,它们的流量占入湖总迳流量的 95%。其中以布哈河最大,全长 300 多公里,下游宽 22 米,集水面积 16570 平方公里,年总迳流量 10.64 亿方,占入湖总迳流量的 67%,并且在湖盆西部冲出一个伸入湖中达 13 公里的布哈河三角洲。地下迳流除老地层中的裂隙水、层间裂隙水外,主要是第四纪砂砾层中的潜水。

气候 湖区属较高寒半干燥草原气候,气温在元月最低,可达零下 30℃,平均为零下 12.7℃;七月份最高可达 28℃,平均为 12.4℃。每年 11 月至翌年 3 月,平均气温在零度以下,湖面冰封,冰厚可达 0.5 米。湖区夏季降雨量平均为 247.6 毫米,占全年降雨量近 2/3。年平均蒸发量为降雨量的 3.8 倍左右。据粗略估算,青海湖年蒸发量为 76.76 亿方,年降雨量加入湖总迳流量为 40.34 亿方,入不敷出,导致湖面下降,湖水含盐量逐渐增高。不过,巨大湖体的存在,又对气温起着一定的调节作用,所以湖区年温差比邻区要小些,降雨量则大些。

1) 据我们 1962 年 113 个实测点的资料。

2) 据青海省气象局到 1970 年为止的资料。北部以刚察为代表;南部以铁布卡为代表。

夷平面

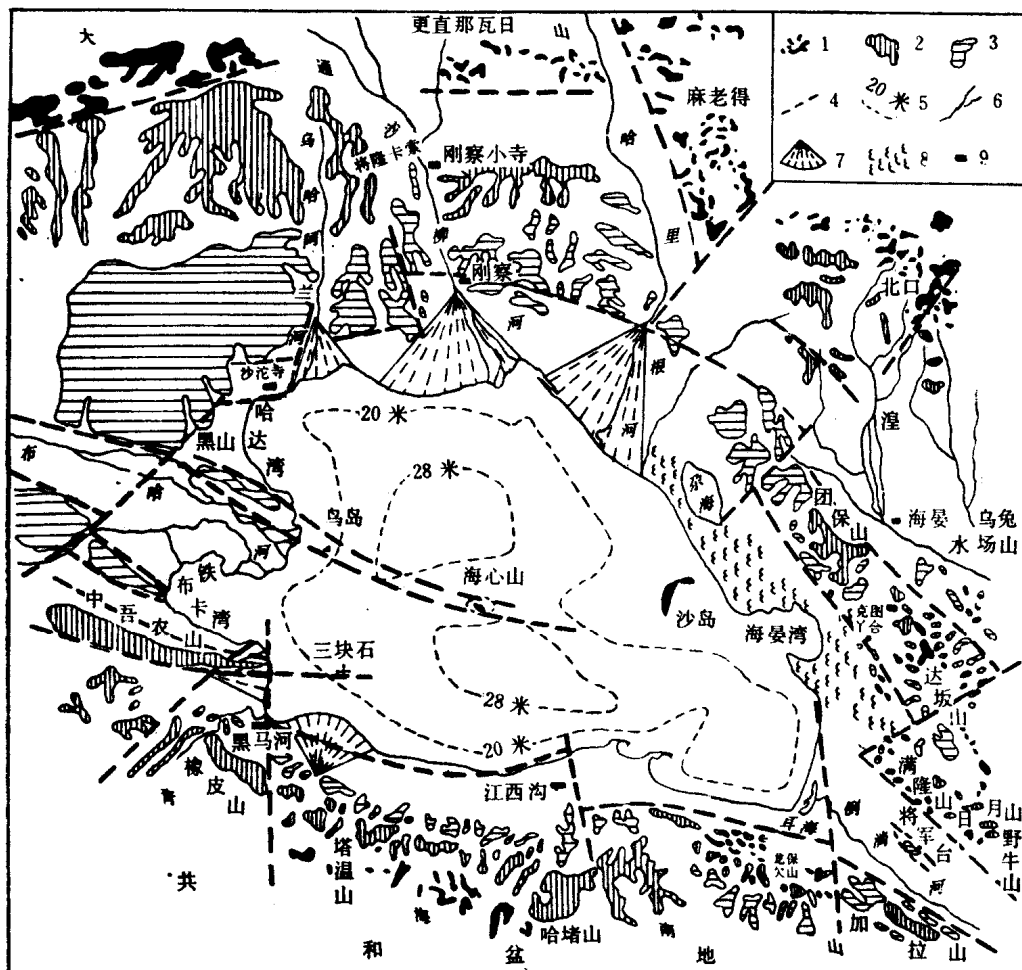


图 1 青海湖区地貌略图

1.第Ⅰ级夷平面,组成高山带,新第三纪初升起;2.第Ⅱ级夷平面,组成中山带或高山带的山前高台阶,第四纪初升起;3.第Ⅲ级夷平面,组成低山带或高、中山带的山前低台阶,晚更新世初升起;4.新构造断裂;5.湖水等深线;6.河流;7.几个大型冲积扇;8.风沙堆积带;9.居民点。

第1级——海拔4200—4600米,由于升起最早,故保存最差,其上发育有峥嵘尖削的冰蚀地形。无新沉积物覆盖。

第 II 级——海拔 3800—4000 米,升起较晚,保存较好,只在边坡有沟谷切割。局部地区有上第三系红层覆盖。

第 III 级——海拔 3500—3600 米, 升起最晚, 保存最好, 局部地区有新沉积物覆盖。

这三级夷平面,与施雅风、陈梦熊等 1958 年在湖区划分的高、中、低山带相当^[2]。各级夷平面间或以断裂相接触,在地形上表现为走向平行、被深沟分隔的长条形山脉,以湖区西南部的茶卡北山—中吾农山—切十字大坂最为典型(图 2);或形成山脉两侧之山前高、低台阶,以山脉斜坡上的阶梯式陡坎相过渡,这在青海南山北坡、大通山和日月山南坡都表现得十分清楚(图 3)。它们是湖区新构造时期中几次大规模间歇性上升的标志。

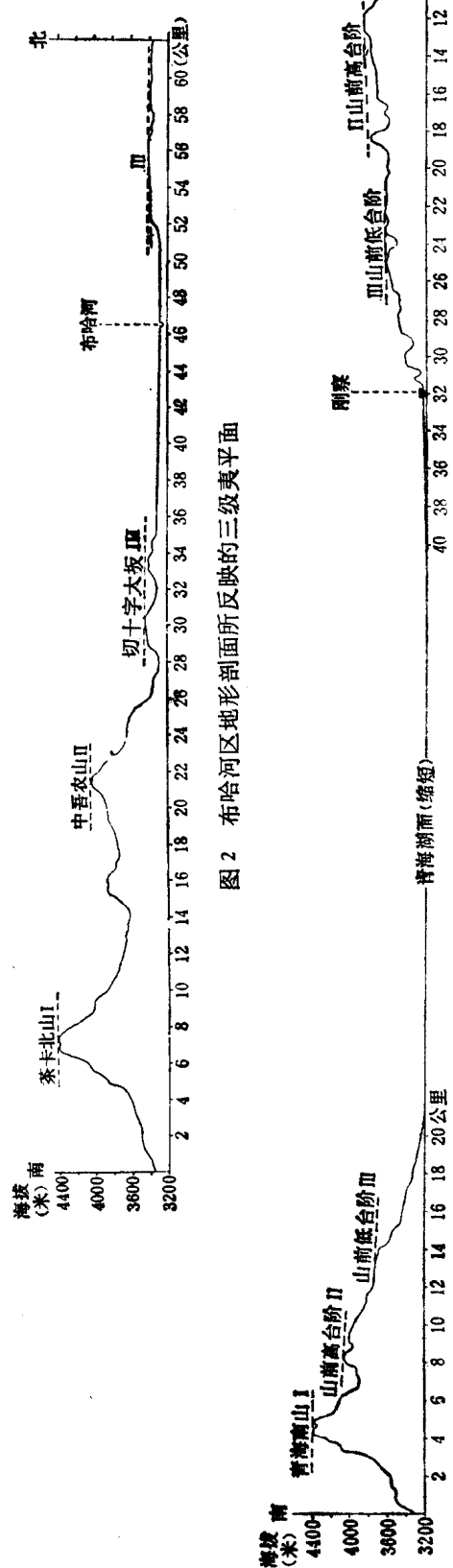


图 2 布哈河地区地形剖面所反映的三级夷平面

图 3 湖盆中部地形剖面所反映的三级夷平面

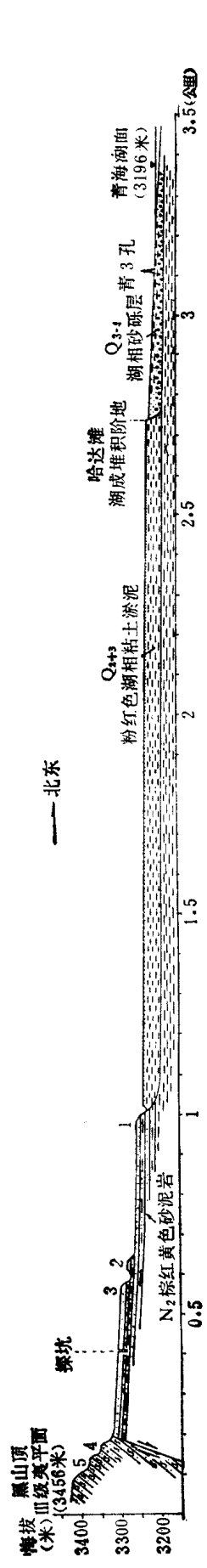


图 4 黑山—哈达滩侵蚀、堆积阶地实测剖面图

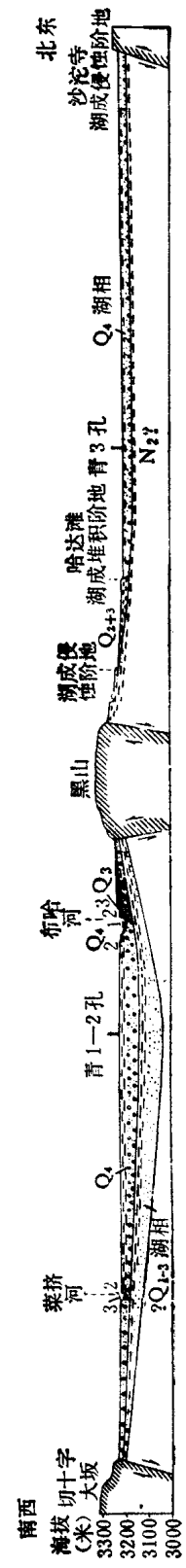


图 5 湖区西部河湖剖面略图

(本图根据以下资料编制: 1. 野外观测及钻井资料; 2. 物探电测资料; 3. 十万分之一地形图)

阶地 湖区阶地发育,可分侵蚀阶地和堆积阶地两种。侵蚀阶地分布于第Ⅲ级夷平面以下的山脉斜坡上,共3—5级,组成低山带的多层地形和谷中谷地形,在湖盆西缘的黑山斜坡上表现得十分清晰,拔湖高度分别为50、75、100、150和175米(图4)。海心山顶面以下见有三级侵蚀阶地^[6];沙陀寺、铁布卡等处也见有不同时代基岩组成的湖成侵蚀阶地。堆积阶地高度小,主要是内迭式(图5)。在布哈河、倒淌河、菜挤河、沙柳河等河两岸

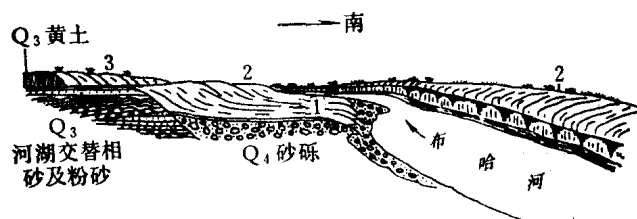


图6 布哈河下游三级阶地地貌素描图

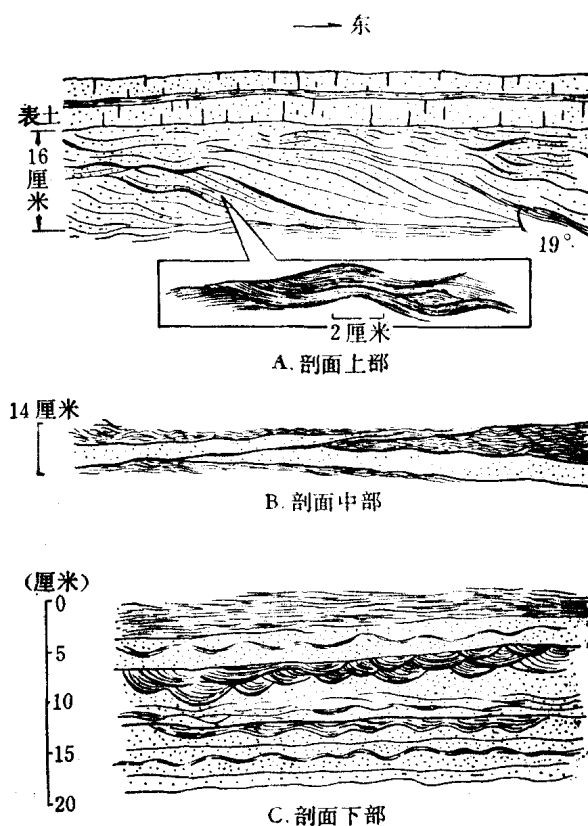


图7 布哈河二级阶地上更新统剖面河湖交替相沉积物斜层理素描图

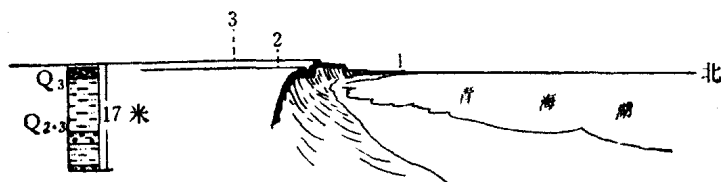


图8 二郎尖湖阶地地貌素描图

普遍发育有三级河成内迭阶地。黑山南麓的布哈河 2 级阶地(图 6、照片 1)由晚更新世河湖交替相沉积物组成,在厚度不过 3 米的剖面上,各种斜层理十分发育(图 7、照片 2)。湖区西岸和南岸,在哈达滩、二郎尖、黑马河一带,多处发育有 1—3 级湖成堆积阶地(图 8、照片 3)。河湖堆积阶地的高度对比见表 1、2,它们反映出湖区不同部分近期上升运动的

表 1 青海湖区河成堆积阶地距河面高度(米)对比

地 区 级	西 部 布 哈 河 区			东 部 倒 淌 河 区	
	天棚公社	黑山南麓	菜挤河	倒淌河镇	将军台
3	—	5—6	11.3	16.2	28.7
2	3.3	3	2.2	4.6	6.2
1	1.5	1	1	0.6	4.5

表 2 青海湖区湖成堆积阶地距湖面高度(米)对比

地 区 级	哈 达 滩	铁 布 卡	黑 马 河	二 郎 尖	江西沟渔场
3	—	—	—	17	10
2	5	7.1	7.1	8	5
1	1	3.1	2.1	2	2

差异。洪积阶地见于近期强烈上升的山麓地带;在野牛山南麓的一道沟有三级内迭洪积阶地,距河面高度分别为 10 米、14 米和 16 米(图 9、照片 4),它们反映出野牛山近期的强烈上升。

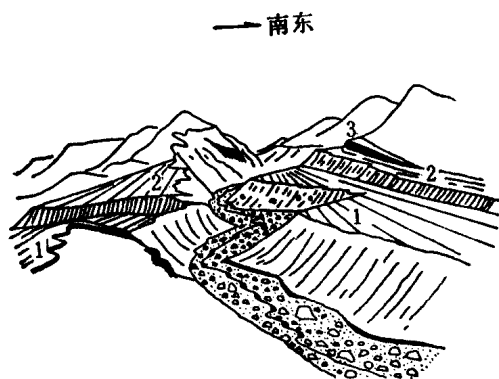


图 9 野牛山南麓一道沟三级洪积阶地地貌素描图

冲积扇 湖区地貌的又一特色,是在山麓倾斜平原带上分布着大大小小的冲积扇。湖盆南缘倾斜平原带窄,一般只 1—6 公里,从倒淌河镇向西,冲积扇沿环湖公路连绵波状起伏,梯度陡而保存差,面积一般小于 30 平方公里。湖盆北缘倾斜平原带宽,可达 6—16 公里,由几个大型冲积扇连接而成,梯度较缓,保存也好(表 3)。湖盆南缘冲积扇出山处有大至 1 米的巨砾,向前缘逐渐变小,临近湖滨处砾径一般只有 5—6 厘米。据铁道部资料,北岸冲积扇直到前缘处砾石仍占

表 3 湖区几个大型冲积扇对比

地 点	湖 盆 南 缘		湖 盆 北 缘		
	黑马河北	黑马河东南	乌哈阿兰河	沙柳河	哈里根河
坡 角	43°	1°10′	24°	21°	22°30″
半径, 公里	9	8	9	16	17

70—90%，砂占10—30%，粉砂和粘土极少，充分表现出山区冲积扇的特点。

湖堤 青海湖滨湖地带，特别是在湖湾地区，常见湖堤垄垄成行。湖堤由湖滨砾石组成，砾径在0.5—6厘米左右，多扁圆状。堤宽8—15米，坡角背湖陡（近10度），向湖缓（近7度）。它们又分近代湖堤和古湖堤两种。近代湖堤距岸在1公里以内，拔湖高度小于15米，保存好、延伸远、高度大的一般有三道（表4），其上砾石裸露（照片5）。古湖堤常遭

表4 湖区近代湖堤对比

地 点	哈达湾	石乃海湾	黑马河	二郎尖	耳海	海晏湾	哈里根河口
数 目	3	3	3	5	6	3	3
拔湖最大高度(米)	10	5	4	9	14	11	8.5
距湖最大距离(米)	800	20	200	450	380	400	700

破坏，断续延伸。我们在湖盆东部海晏湾曾发现6道比较清楚的古湖堤，最远的一道距湖3.75公里，拔湖51米（图10），因为脱出水面年代已久，距岸很远，上面已为植被覆盖。另据方永报道，沙柳河冲积扇上有古湖堤三道，最远的一道距岸13公里，拔湖80米^[6]。

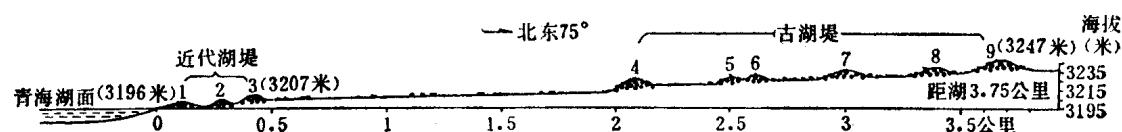


图10 海晏湾湖堤实测剖面图

风砂堆积 湖东岸北起甘子河口，南至海晏湾以南，大小沙丘一字排开，成群分布。沙丘有金字塔型和新月型两种（照片6），高度常达百米以上；新月型沙丘一般向西北方向突出。沙丘紧临湖岸，中间常有湖水淤塞后残留的沼泽洼地。黄沙碧水，交相辉映，独具特色（照片7）。

湖底地形 根据我们1962年在113个点上实测的湖水等深线图（图11A）可以看出，湖底边缘陡急，中部宽平，纵剖面成“U”型（图11B）。25米水深线距岸2.5—8公里，在此范围内，水深梯度为3—10米/公里；以外则变缓，只有0.3—1米/公里。在湖盆西部，因布哈河夹带大量泥沙淤积，水深小于10米的浅水区可延伸入湖7—8公里。湖盆东北部因风砂堆积，环绕沙岛周围出现一个延入湖中达18公里、水深小于10米的湖底沙咀地形。从水深图计算，青海湖水深大于10米的湖面积为3484平方公里；大于15米区为3110平方公里；大于20米区为2620平方公里；大于25米区为2080平方公里。在海心山南北两侧和东南湖湾各有一个水深大于27米的深水区。最大水深位于海心山以北12公里处。因为湖底边陡中缓，20米以上的深水区占全湖面积的56.5%。

岛屿 碧蓝的湖水中，耸立着五个岛屿。在黑山东南135°延线上是蛋岛、鸟岛和海心山。蛋岛和鸟岛恰似布哈河三角洲的门户，基岩与黑山相同，由下古生界浅变质岩组成，二岛以水下浅滩相连。蛋岛面积0.11平方公里，拔湖7.6米，各种水鸟夏秋温暖季节棲息其上；鸟岛面积0.46平方公里，拔湖32米，岛顶平坦，上覆从布哈河谷吹来的风砂，岛东北缘有断层陡崖壁立湖中（照片8）。海心山位于湖心偏南，长2.3公里，宽800米，高

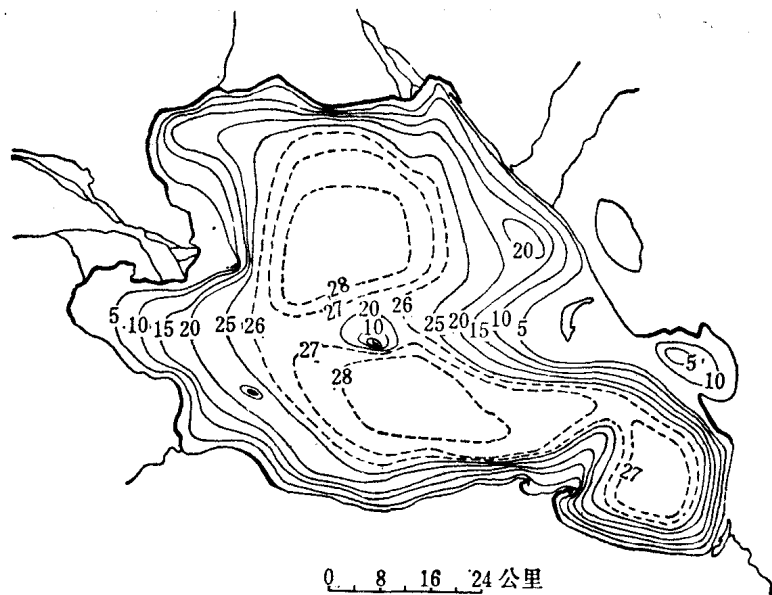


图 11 A 青海湖水深等值线图
(据 1962 年 113 个实测点资料编制)

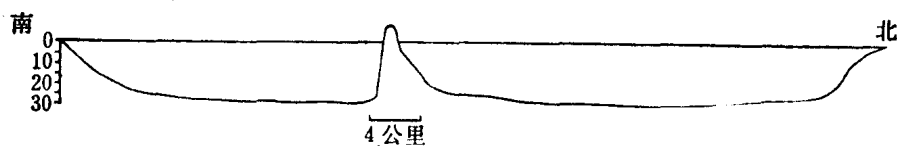
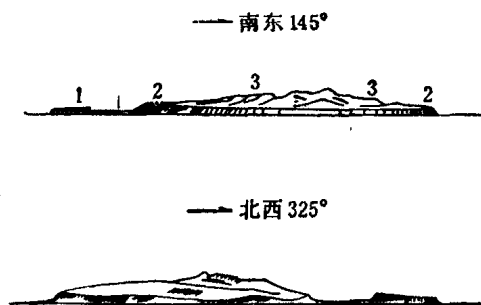


图 11 B 南北向湖底地形剖面图

出湖面 113 米,面积近 1 平方公里(照片 9),由花岗岩和前震旦系片麻岩组成,其上为桔红色含砂粘土所不整覆,红层出露厚度不及 2 米。岛的边缘整齐陡立,浪蚀遗迹到处可见。因几次抬升,全岛被削出三级侵蚀阶地(图 12)。湖东北部的沙岛是湖中最大的一个岛屿,



数字表示三级侵蚀阶地
图 12 海心山地貌素描图

长约 8 公里,宽 2.8 公里,面积近 11 平方公里,高出湖面 113 米,它的外形很象一个向西北呈弧形突出的新月形大沙丘,显然是因湖中沙垄突出水面接受风砂堆积而成的。此外,在湖的西南部,在中吾农山向湖延伸的方向上,有 7 块密集在一起的石灰岩礁石(照片 10),岩性与湖边山脉的中三迭统灰岩一致而产状相反,在太阳照耀下,发出银白色的夺目光辉,这就是著名的“三块石”。总的说来,岛屿分布的特点,是与湖周山脉之间有着明显的成因联系。

子湖 在蒸发最强、补给最弱的东部湖滨,出现两个子湖。尕海(又名“哈拉诺尔”)位于东北部风砂堆积区,面积 12 平方公里,与湖之间为沙丘所隔。耳海位于东南湖湾(照片 11),面积 4 平方公里,最深 4—5 米,与湖之间为湖堤及沙滩所隔,有倒淌河注入其中。