

可可西里地区错达日玛陨坑湖成因初探*

胡东生

(中国科学院青海盐湖研究所, 西宁 810008)

摘 要 本文根据可可西里地区综合调查资料和地球资源卫星遥感信息的研究, 分析了错达日玛环形构造体系网络及湖泊地貌构型特征的动力条件, 从而确定了错达日玛陨坑湖的成因类型, 并建立了陨坑湖形成过程的演化模式。

关键词 环形构造体系网络 陨坑湖 演化模式 错达日玛

国家可可西里地区综合科学考察队对青藏高原腹地巨大的无人区开展大规模多学科的调查时(1989~1990), 在可可西里地区发现许许多多的不解之谜。由于当时各学科专业任务主要目标的限制, 对它们均无暇顾及, 只有完成综考主体任务后, 对这些不解之谜进行科学探索才成为可能。本文就是对其中之一作一些初步研究, 以珍人耳目。

区域地质环境

错达日玛位于可可西里地区的东北部, 处在楚玛尔河的上游地带, 是个相对独立的半封闭的湖泊盆地。它与楚玛尔河上游的河间湖(过水湖)——多尔改措仅一山之隔, 但其盆地地势高出后者近百米。错达日玛盆地周边山系是由巴音多格日旧(海拔 5369m)——北湖山(海拔 5306m)——好日阿日旧(海拔 5404m)等组成的环形山系, 山系岩石组成是白垩系的红色砂岩岩系建造, 地层呈单斜状, 岩层倾向 SSW, 倾角约 45°。错达日玛湖泊形态为椭圆状, 湖岸较陡, 并与山系坡面连为一体。湖的南、北、西三面环山, 山脊线约在海拔 5000~5200m 之间, 形成紧闭的马蹄形盆地。湖的东面有一出口峡谷, 宽约 3~4km, 地形也较为开阔, 并有第三系杂色碎屑岩系组成的低缓山峦分布其中, 海拔一般在 4800m 以下。周边山系狭窄陡峭, 水系不发育。湖水补给来源仅依赖于环形湖盆东部出口峡谷, 沿其东北方向有发源于约巴(海拔 5407m)南麓的错达日玛河。错达日玛河源地区已处于环形盆地的外缘地带, 主要是由中生界青灰色碎屑岩系组成的中—低山系, 泉线发育, 构成源头区水洼地及沼泽相杂的涵水带, 维持了错达日玛湖泊的补给水量。错达日玛盆地盆缘地带植被以紫花针茅、羽柱针茅草原为主, 山系山麓地带植被以羽柱针茅、垫状绒藜草原为主, 周边山体地带植被多以高寒草甸为主^[1]。

错达日玛属于内流湖。湖面海拔 4770m, 流域汇水面积 588km², 湖水面积 84.2km², 长约 14.1km, 宽约 8km。因湖泊处于环形山系紧密包围之中, 形成山高湖深的小区域环境, 风平浪静, 导致湖水透明度增大, 推测约达 10m 以上。根据美国地球资源卫星的遥感影象分析, 与环形山系相伴而发育有环形构造体系(见图 1), 周边山系劈理化强烈。沿环形山系主脊向外围山

* 国家科委、中国科学院、国家环保局、青海省可可西里地区综合科学考察基金资助项目

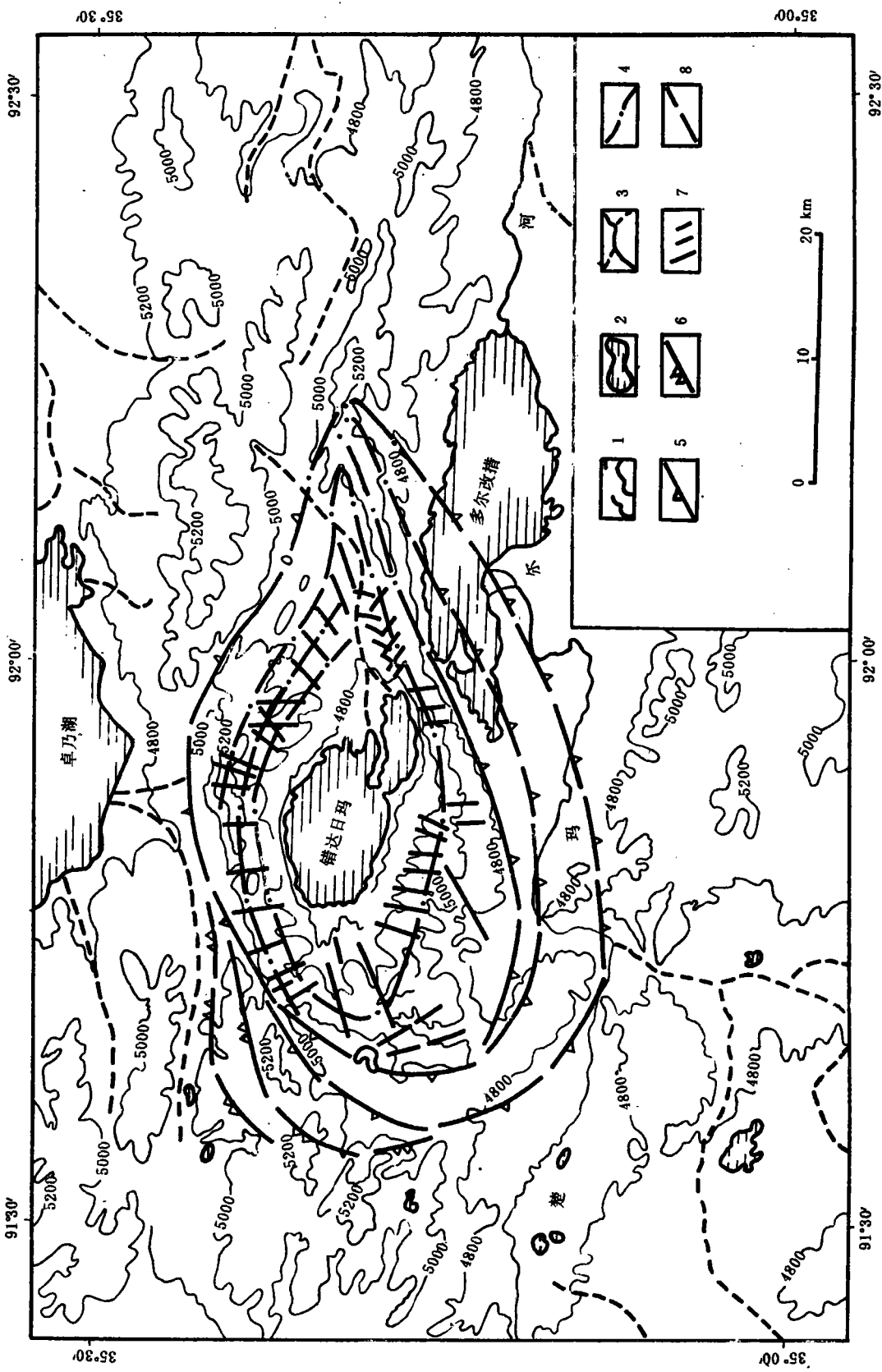


图 1 可可西里地区错达日玛环形构造体系分布图

1. 地形等高线 2. 湖泊 3. 河流 4. 环形山系山脊线 5. 扭性断裂 6. 压性断裂 7. 次级断裂 8. 推测断裂

系之间出现三层环形构造网络,主要表现为脆性破裂带,外层是逆断层,内层是劈理带.沿环形山系主脊线向湖泊方向之间并出现近等间距的辐射状的次级破裂带,沿其展布方向多形成垂直山脊线的沟壑.

区域地质调查分析表明,错达日玛盆地所处范围是地壳活动相对稳定的微地块,内部岩石多是中生代较老的浅变质的海相沉积基底,盖层是白垩纪陆相碎屑岩系建造.由此可见,错达日玛微地块岩石结构比较均一,原生构造不发育.仅在错达日玛微地块的外围才有区域性断裂构造通过,在其东北端发育有北西西向、北东向和北西向的断裂构造网络.它们与环形山系及环形构造网络没有成生关系,即错达日玛盆地的形成和发育与区域构造作用间不存在控制关系,而是具有另外的景观动力学的途径.

• 湖泊结构特征

错达日玛湖泊总体形态呈椭圆状,靠近东南部湖区中央有狭长沙洲半岛将其分为北、南两湖.北湖较大,形态为浑圆状,湖水面积约 71.7km^2 ;南湖较小,形态为弧带状,湖水面积约 12.5km^2 .中央砂洲半岛长约为 5km ,宽约 $100\sim 200\text{m}$,在其西端有狭窄水道使南北两湖相通.错达日玛盆地综合剖面(见图2)的分析表明,错达日玛湖面与一山之隔下的多尔改措湖面要高 85m ,其湖面与周边环形山系的相对高差平均约达 300m 以上,两岸陡峭,坡面平滑,坡度约

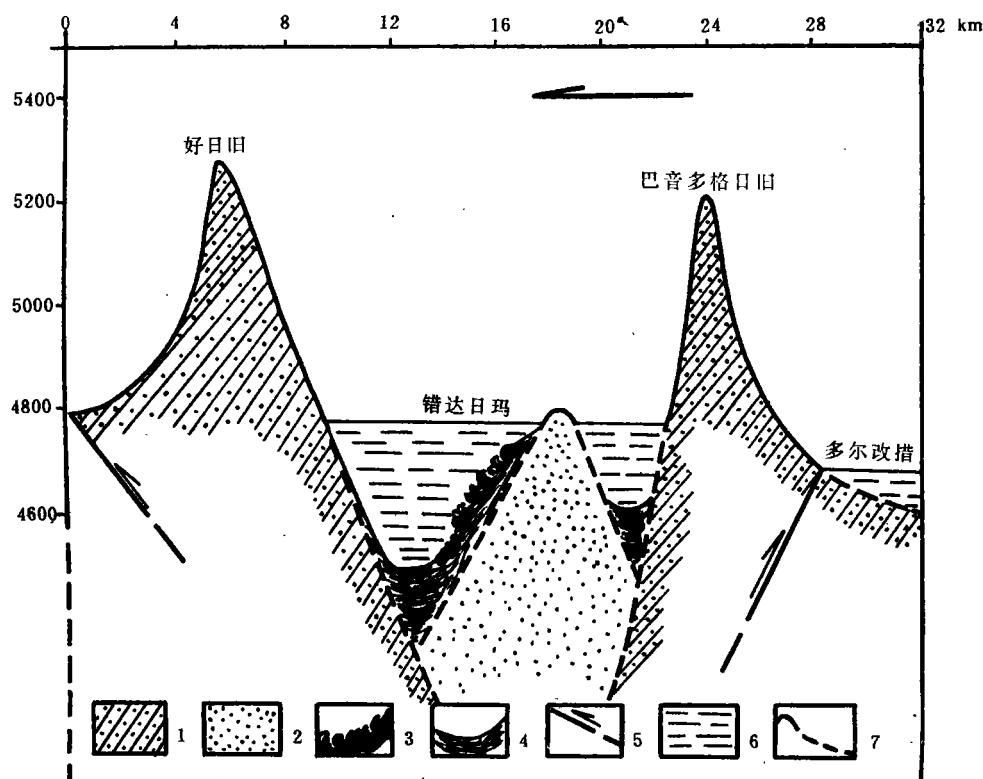


图2 错达日玛盆地综合剖面图

1. 基岩;2. 松散屑碎堆积物;3. 湖相沉积滑塌物;4. 湖相深水沉积;5. 断裂及运动方向;6. 湖水;7. 地质界线

达 $70^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 之间。中央砂洲半岛在水中呈现为上部窄下部宽大的金字塔形态,而且岩性与山系基岩迥然不同,呈现为比较疏松的砂质结构;在环形山系的外缘山麓地带发育大倾角的环形逆断层。湖底有细碎屑沉积物,岩性以粉砂、粘土质为主。错达日玛河从东北方向沿中央砂洲半岛的南北两侧分别注入错达日玛南北两湖。其中南湖水深较大,湖泊细碎屑沉积物沿砂洲前缘北西方向呈大倾斜展布,由于水下堆积物斜坡稳定度的影响,湖泊沉积层出现滑塌现象,导致南湖湖底微地形结构复杂化;北湖水深较小,碎屑物沿河口浅水区呈水下三角洲沉积状态,沉积层展布比较平缓。

根据卫星遥感信息分析,错达日玛湖泊水下沉积相存在分带现象(见图 3),由河口岸向背水岸依次展布如下:河口浊流带—水下砂梁带—浅水滑塌带—次深水推挤带—深水淤积带。

河口浊流带:沿河口湖湾呈宽阔的弧带状展布,长度可达 $2\sim 3\text{km}$ 以上,展布形态主要受河口射流运动的控制,水下碎屑沉积物的产状是非定位性的,而是可以运移的。物质组成具有分异性,粗碎屑沉淀在河口附近,细碎屑进入湖湾沉淀并且随湖流运动能够迁移至湖泊中央。河口浊流带水深约 3m 。错达日玛北湖河口浊流带比较宽大,而南湖则较狭窄。

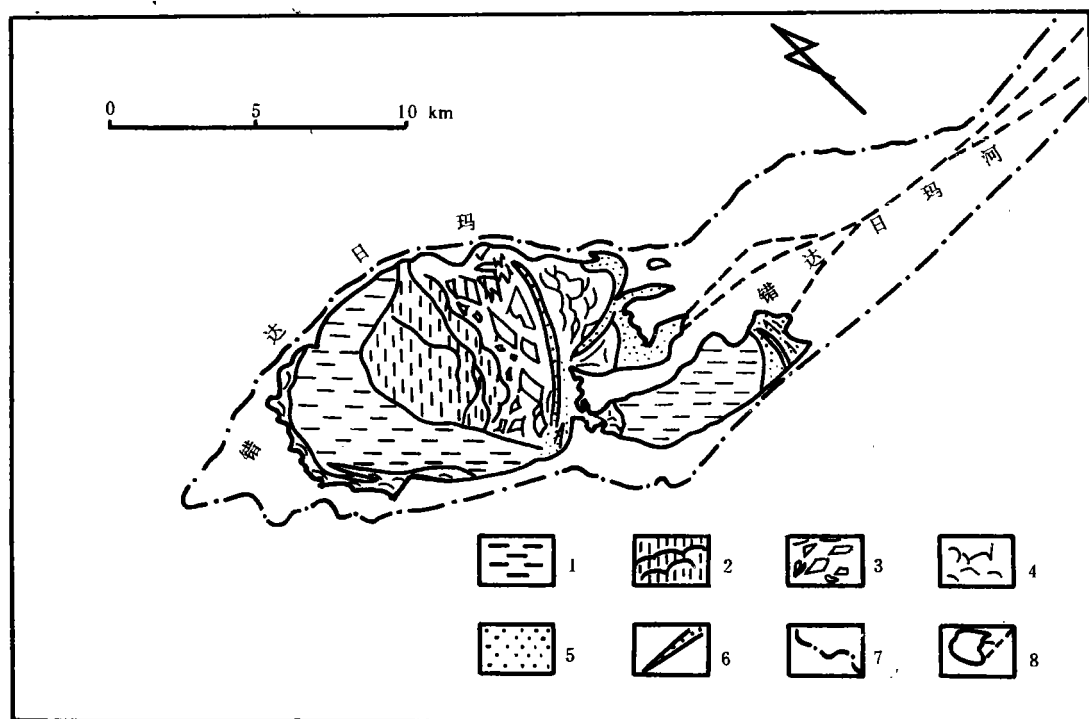


图 3 错达日玛湖泊分带展布图

1. 深水淤积带; 2. 次深水推挤带; 3. 浅水滑塌带; 4. 浅水滑挤带;
5. 河口浊流带; 6. 水下砂梁带; 7. 湖泊盆地边缘界线; 8. 湖泊及河流。

水下砂梁带:是湖区主流运动与河口射流运动的交汇带,沿这两种水流运动的辐合线呈狭长弧梁状展布,水下砂梁是沉积物进入湖泊后经湖流运动的搬运而再次堆积的产物,长度可达 $2\sim 7\text{km}$ 之间;水下砂梁的高度和宽度受湖流运动搬运能量的控制,砂梁的脊部也可高出湖面。水下砂梁带水深 $3\sim 5\text{m}$ 。错达日玛北湖中部发育长达约 2km 的水下砂梁(暗砂),其深度约在 2m 左右;南湖东部发育长达 1.5km 的水下砂梁(明砂),其脊部高度接近水面。在错达日玛

中央湖区(北南两湖汇合处)发育长达 7km 的水下砂梁,部分地段已高出湖面。

浅水滑塌带:沿水下砂梁带的前缘发育,其展布范围主要受湖底边坡度和沉积物稳定度的影响。随湖流运动进入水下砂梁带前缘的沉积物其成分以粘土质为主,在水下的稳定度为 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ ^[2]。滑塌带是水下碎屑物永久性沉淀后,受重力作用而发生的定向塌陷搬运而形成的,其迁移程度受湖底边坡度的控制,一般由浅水区往深水区作断块破碎状运动。浅水滑塌带水深约为 5~10m。错达日玛中央湖区的滑塌带长达 2~3km,在湖底形成复杂的蜂窝状微地貌。在错达日玛北湖东端发育了一种过渡性类型的滑挤带,是一种快速过渡而达到相对稳定的状态。在南湖东西两端的局部地段也有发育。

次深水推挤带:沿滑塌带前缘呈舌状展布,是水下沉积物经滑塌转移向稳定状态的调整过程,斜层理发育,依赖重力分量以及塌陷碎块物质滑落冲量而产生推挤(挤压性)迭置堆积,越向舌弧前缘堆积物结构密度越大。次深水推挤带水深约为 10~100m。错达日玛湖区中央的次深水推挤带长达 4km 之上,在舌形推挤带的弧后地段还可发育其内部进一步调整的次级运移纹络(次级砂坎)等。

深水淤积带:沿次深水推挤带的前缘呈新月形弧带状展布,是湖水深度最大的地带;深水淤积带是次深水推挤带堆积物发生层内滑移而达到恒稳定状态的产物,碎屑物质运移速度极慢,是一种物质的蠕滑现象,沉积物产状变得平缓,水平层理发育。深水淤积带水深 > 200m。错达日玛北湖的深水淤积带范围较大,水较深,南湖则均较小。运用水下沉积物稳定滑塌临界角(粘土质为 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$)的演算,错达日玛湖水最大深度大于 600m。

另外,根据湖泊侧向补给水动力条件分析,错达日玛亦存在着湖水分异现象,西部湖水(背水岸)水质较浓,东部湖水(入水岸)则较淡。根据区域地质背景和遥感信息的综合研究,错达日玛湖泊为咸水—半咸水湖,水化学类型可能属硫酸钠亚型。

成因演化

错达日玛盆地的出现及其湖泊的孕育都具有特殊性,是地球营力作用所不能形成的。从区域地质环境条件分析,它缺少形成环形盆地及其环形构造网络的地球动力学因素。从湖泊结构特征分析,它具有一般湖泊不可具有的湖心锥形(金字塔形)疏松的次生堆积物及其倒锥形的湖底形态的特异景观。这种环形构造体系(包括环形湖盆)及其湖心锥状回填体的有机组合正是陨石坑^[3]的典型特征,即表明错达日玛为陨坑湖(meteoritic crater lake),是一种天外陨星碰撞地面的产物。

根据综合分析,错达日玛陨坑湖的成因演化模式(见图 4)如下:

原始景观阶段(见图 4—1):区域地质资料表明,白垩系红色碎屑岩系建造沉积回返隆升成山时,错达日玛呈现为单斜山,岩层倾向 SSW,倾角约为 45° 。山系呈北西西向延伸,北坡较缓,南坡较陡。山系整体结构致密,构造活动平缓,岩层无明显强烈破坏迹象。

陨石溅落阶段(见图 4—2):从错达日玛环形构造体系无重大改造迹象和湖水变质程度较浅以及湖区剥蚀程度不太强烈等因素分析,陨石出现时发生在晚新生代初以后;从环形山系破坏强度和环形构造应力场受力状态等因素分析,陨石溅落轨迹为东西向(约东偏北 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$),仰角约为 70° 左右,也即陨石自东东北方向以大角度溅落而下,向西西南方向冲击而来。

地面撞击阶段(见图 4—3):陨石与地表山体相撞,陨石以巨大的冲击动能致使撞击区物质发生爆炸式的状态,岩石高速破碎并向空中呈辐射状喷射出去,原始错达日玛山体破裂成漏斗状负地形景观;沿山体外缘产生辐射状岩石破裂带,漏斗中心位置亦可出现半环形状与辐射

状相配套的破裂网络. 另外, 由于地壳对撞击冲量的反作用而形成了山体前缘环形展布倾斜相向的逆断层.

漂尘回落阶段(见图 4-4): 山体破碎岩石向空中喷射以后, 在地球引力作用下又回落地面. 由于岩块破碎程度不同, 向空中喷射所获得的动能亦是不同的, 它们回落地面的速度和时间也有差别, 故而漂尘回落地面时也能在空中产生物质分异作用, 而不象自由落体那样同时到达地面. 于是便形成粗粒堆积在下、细粒堆积在上的回填层序. 在撞击后错达日玛负地形其深度约达 1000m 左右, 形成了喇叭口吸尘效应, 回落的岩石碎块及漂浮尘土比较多而且比较集中, 便出现了漏斗状盆地中央产生的锥状(金字塔形)碎屑堆积物; 另外, 由于当时空中气流的影响, 锥状回填堆积物的中心不在盆地正中, 而是偏离至靠近其东南的方向.

聚水成湖阶段(见图 4~5): 错达日玛原始山体通过陨石撞击, 物质喷射及漂尘回填以后, 环形盆地便基本定型; 但由于陨石撞击时产生的高温使岩层间的孔隙水汽化和撞击核部岩石颗粒熔融化, 深部地下水丧失运移条件, 所以产生环形盆地以后并不能立即形成湖泊水体. 错达日玛湖泊水量的补给主要依赖于环形盆地东北部出口峡谷之外的外围泉线水源. 从区域湖泊演化过程和错达日玛湖水变质程度等因素分析认为, 环形盆地聚水成湖的时间可能发生在晚更新世末前后.

综上所述, 错达日玛具有陨坑湖的结构特征, 其湖盆定型时代大约在晚新生代以后, 其聚水成湖时代大约在晚更新世末前后. 这些分析和认识还是宏观的、粗略的, 详细勘查研究目前还无法进行, 有待有识之士去完善. 尽管如此, 它还是为深入研究青藏高原腹地可可西里地区的众多不解之迷提供了基本资料和理论依据.

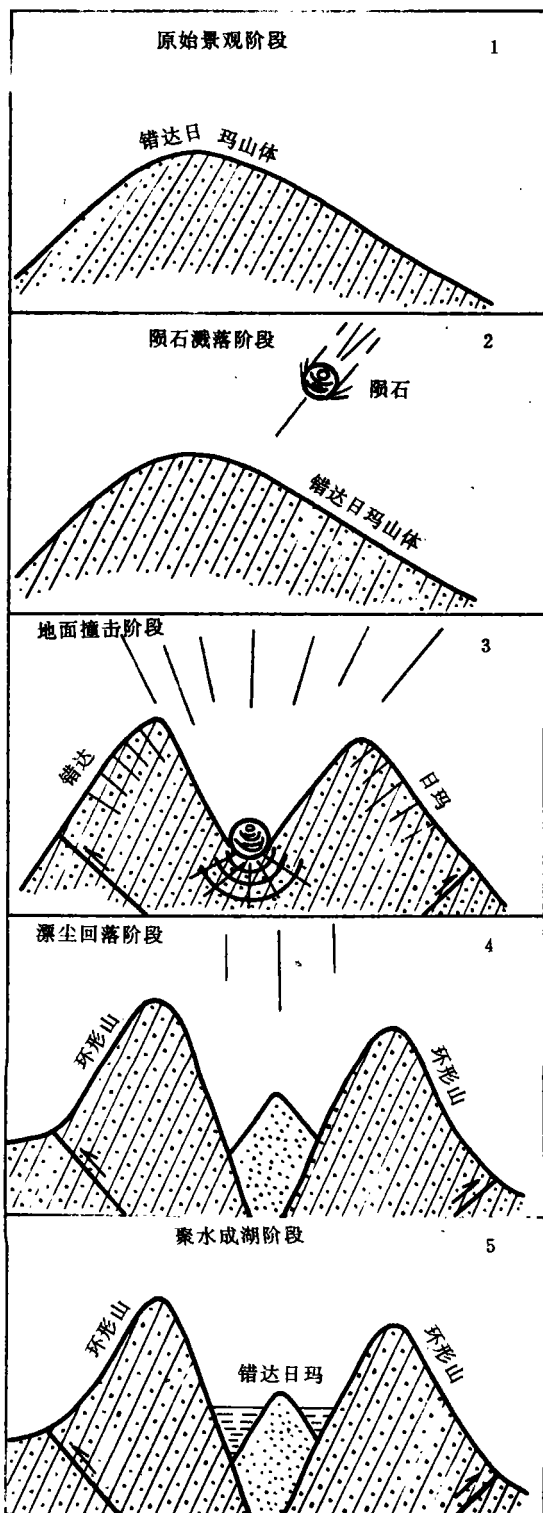


图 4 错达日玛湖泊形成过程演化模式

参 考 文 献

- 1 中国科学院植物研究所编,中国植被,中华人民共和国地图集,地图出版社,1984
- 2 北京地质学院工程地质教研室编,工程地质学,中国工业出版社,1964
- 3 (美) E. A. King, 王道德译,宇宙地质学概论,科学出版社,1983

Preliminary Probe into the Genesis of the Cuodarima Meteoritic Crater Lake in the Kekexili Region

Hu Dongsheng

(Qinghai Institute of Salt Lakes, Academia Sinica, Xining 810008)

ABSTRACT

On the basis of study for the synthetical investigation datas of the Kekexili region and the remote sensing information of earth resource satellite, the motive condition of ring shaped structural system network and the lake geomorphology component characteristics in the Cuodarima, were analysed, therefore, genesis type of the Cuodarima meteoritic crater lake was defined, and the evolution pattern of form process for the meteoritic crater lake was set up.

Keywords ring shaped structural system network, meteoritic crater lake, evolution pattern, Cuodarima.