

西藏纳木错晚更新世以来的湖泊发育

赵希涛¹⁾ 朱大岗²⁾ 吴中海²⁾ 马志邦¹⁾

(1)中国科学院地质与地球物理研究所 北京 100029 ; 2)中国地质科学院地质力学研究所 北京 100081)

摘 要 位于藏北高原东南部的纳木错是西藏面积最大(1 920 km²)的湖泊和海拔最高(4 718 m)的大湖。19 条剖面的水准测量结果表明 在纳木错沿岸 发育了拔湖 1.5~8.3 m、8.3~15.6 m、14.0~19.9 m、18.7~25.8 m、26.0~36.9 m 和 38.3~47.6 m 等 6 级湖岸阶地和拔湖 48 m 以上(最高至 139.2 m)的高位湖相沉积 在拔湖 27 m 以下 发育多达 8~30 条的湖岸堤 ; 而一条明显的湖蚀凹槽则集中出现在拔湖 17.5 m~19.8 m 的高度上 与纳木错和仁错的分水垭口的高度相当。纳木错沿岸 7 个剖面中的 12 个和邻近湖泊的 3 个富含碳酸盐的湖相或湖滨相沉积的铀系全溶样品的等时线年龄测定结果表明 高位湖相沉积形成于 90.7±9.9 ka B P 至 71.8±8.5 ka B P 的晚更新世早期 第六、五、四、三和二级阶地分别形成于 53.7±4.2 ka B P、41.2±4.7~39.5±3.0 ka B P、35.2±3.0 ka B P、32.3±4.4 ka B P 和 28.2±2.8 ka B P 的晚更新世中晚期 而与湖蚀凹槽相当的湖滨相沉积则稍早于 29.3±2.7 ka B P。因此 本文将纳木错的发育划分为 90~40 ka B P 间的羌塘古大湖 40~30 ka B P 间的外流湖和 30 ka B P 以来的纳木错等 3 大阶段。在古大湖阶段 包括纳木错、色林错等藏北高原东南部的一大批现代大中型湖泊 是互相连通的一个大湖 其范围可能超过了现代的内、外流水系(怒江)的分水岭 可称为“ 羌塘东湖 ”。它或许还与藏北高原中南部和西南部的其它古大湖相连 成为统一的“ 羌塘湖 ”。

关键词 西藏纳木错 水准测量 铀系法测年 晚更新世 羌塘古大湖

The Development of Nam Co Lake in Tibet since Late Pleistocene

ZHAO Xitao¹⁾ ZHU Dagang²⁾ WU Zhonghai²⁾ MA Zhibang¹⁾

(1) Institute of Geology and Geophysics , Chinese Academy of Sciences , Beijing 100029 ;

2) Institute of Geomechanics , CAGS , Beijing 100081)

Abstract Nam Co , located in the southeast part of the North Tibetan(Qiangtang) Plateau , is the largest lake(1 920 km²) and the highest large lake(4 718 m a. s. l.) in Tibet. Leveling of 19 profiles along the shores of Nam Co shows that there are 6 lake terraces of 1.5~8.3 m , 8.3~15.6 m , 14.0~19.9 m , 18.7~25.8 m , 26.0~36.9 m and 38.3~47.6 m respectively and high lacustrine sediments from 48 m to 139.2 m above the lake level. Below 27 m a. l. l. , 8 to 30 shore levees and an erosional trough were discovered , which are at the height of 17.5~19.8 m , as high as the water divide between the Nam Co basin and the Ren Co-Jiuru Co basin.

12 carbonate-bearing sediment samples of lacustrine and beach facies from 7 profiles along the shores of Nam Co and 3 samples from the adjacent lakes were dated by an isochron technique of total-sample-dissolution. U-series dating shows that the high lacustrine sediments were deposited in the early Late Pleistocene from 90.7±9.9 to 71.8±8.5 ka B P , the terraces of Nos. 6 , 5 , 4 , 3 and 2 were formed in the middle-late Late Pleistocene of ca. 53.7±4.2 ka B P , 41.2±4.7~39.5±3.0 ka B P , 35.2±3.0 ka B P , 32.3±4.4 ka B P and 28.2±2.8 ka B P , respectively , and the beach conglomerate as high as the lake eroded trough , a little older than 29.3±2.7 ka B P.

Based on the above-mentioned data , this paper divides the lake development of Nam Co into three stages : ① the early-middle Late Pleistocene Qiangtang great palaeolake before 40 ka B P , ② outflow lake between 40 and 30 ka B P and ③ Nam Co since 30 ka B P. In the stage of great palaeolake , a series of lakes , such as Nam Co , Siling Co and other big and moderate lakes in the southeast Qiangtang Plateau were joined together into a great lake whose range might overstep the water divide between the inland lakes and the

本文为中国地质科学院“西藏纳木错第四纪环境演变调查研究”(编号 DKD2001006)与 1:25 万当雄幅地质调查(编号 DKD9901001)资助项目部分成果。

改回日期 2002-4-9 , 责任编辑 宫月萱。

第一作者 赵希涛, 1940 年生, 研究员, 从事地貌学与第四纪地质学研究。

Nujiang River system , but no lakes were linked with each other by rivers. The great palaeolake is named the “ East Qiangtang Lake ” which might be connected with the other great palaeolakes in central – southern and southwestern Qiangtang Plateau , forming a united great “ Qiangtang Palaeolake ”.

Key words Nam Co lake in Tibet leveling U-series dating Late Pleistocene Qiangtang great palaeolake

位于藏北高原东南部、藏语意为天湖的纳木错 , 是西藏面积最大(1 940 km²)的湖泊和海拔最高(4 718 m)的大湖。

半个多世纪来 , 中国科学家对纳木错进行过一系列的科学考察(徐近之 , 1937 ; 杨逸畴等 , 1983 ; 关志华等 , 1984 ; 韩同林 , 1983 , 1984a , 1984b)。他们发现了不同高度的 3 级湖积阶地和 8 ~ 10 条古湖岸堤 , 因而形成了中、晚更新世在西藏有一个“ 大水湖时期 ”的看法 , 认为藏北高原东南部的几个大中型湖泊 , 包括纳木错和色林错在内 , 曾有河道相连 , 且一度是怒江外流水系的一部分^①。近年来 , Zheng Mianping等(2000)和李炳元(2000)还进一步提出了青藏高原 40 ~ 28 ka B P 或 25 ka B P 时期为“ 泛湖期 ”或“ 大湖期 ”的观点 , 可惜均未给出纳木错地区的资料。

笔者于 2000 年 6 ~ 8 月间在纳木错沿岸 , 特别是其西北岸的野外地质调查与填图中 , 发现了高出湖面 3 ~ 12 m、15 ~ 22 m、25 ~ 30 m 和 35 ~ 45 m 等 4 级宽广的湖相堆积阶地或基座阶地和分布于若干基岩山坡之上高出湖面 60 ~ 150 m 的湖相沉积 , 以及环湖分布的数十条湖岸砾石堤 ; 并发现了连通纳木错与仁错和久如错分水垭口均是由高出纳木错近 20 m 的第二级湖岸阶地堆积所组成 , 且垭口北面还保存着高于纳木错湖面 25 m 左右的第三级湖岸阶地及覆于其上的湖岸砾石堤。这一调查结果证明了纳木错与湖面分别比其低 70 m 与 40 m 的仁错和久如错曾经是相互连通的一个大湖。鉴于纳木错是藏北高原南部海拔最高的大湖 , 它与色林错等大中型湖泊各自均有宽谷相通 , 且这些宽谷中的分水垭口的海拔高度 , 均低于已经确认的纳木错古湖面高度(海拔 4 850 ~ 4 870 m) , 因此 , 笔者大胆地设想 , 藏北高原南部现存的几个大湖 , 包括纳木错、色林错、当惹雍错和扎日南木错 , 以及与它们相邻的大量中小型湖泊 , 在中、晚更新世中的某个或某几个时期曾经相连 , 而非仅以河流相互沟通 , 成为 1 ~ 2 个统一

的大湖 , 称为“ 古羌塘湖 ”或“ 古羌塘东湖 ”与“ 古羌塘西湖 ”。该古湖以后随青藏高原的隆起和气候的恶化而收缩和分崩离析 , 逐渐演变成为现今的面貌^②。当然 , 这种设想只能算作是一种猜想 , 因为笔者尚未对湖泊沉积进行年代学与环境学研究 , 高度数据也仅由等高距为 20 m 的 1 : 100 000 地形图、GPS 和空盒气压计的估计而不够精确 , 更没有到其他湖区进行调查和验证。

因此 , 笔者于 2001 年 4 ~ 7 月间 , 再度在纳木错沿岸进行了详细的野外地质调查与填图 , 对若干湖岸阶地、湖岸堤与湖相沉积剖面进行了水准测量与采样 , 并对邻近的仁错、久如错和那曲、安多地区的藏北内流区与怒江水系的分水岭进行了路线考察。

1 湖泊沉积与湖成地形的水准测量

2001 年 6 月 1 日至 7 月 11 日间 , 对纳木错沿岸 19 个剖面的湖岸阶地、湖岸堤、高位湖相沉积及邻近的湖蚀地形进行了水准测量。必须指出 , 尽管每一站位高度的测量精度可达到毫米级 , 但因多测站误差的积累 , 再加上以湖面为零点时标尺摆放的误差及湖水面在整个测量期间水位自身的可能变化 , 故我们所给出的高度 , 其精度仅为分米级。

1.1 湖岸阶地和高位湖相沉积

表 1 列出了纳木错沿岸所测量剖面的湖岸阶地前、后缘和最高湖相沉积的拔湖高度 , 所列的各级阶地 , 均以湖相沉积间有清楚的接触关系而划分。湖相沉积的最大高度也必须是成因无误者。接触关系不清的阶地和高度更大但成因混杂的湖相沉积不予考虑。

由表 1 可以看出 , 纳木错沿岸大体上可以划分出 6 级湖岸阶地 , 其拔湖高度自低至高依次为 1.5 ~ 8.3 m、8.3 ~ 15.6 m、14.0 ~ 19.9 m、18.7 ~ 25.8 m、26.0 ~ 36.9 m 和 38.3 ~ 47.6 m。湖相沉积的最大高度为拔湖 139.2 m。

1.2 湖岸堤与湖蚀地形

研究中测量了纳木错沿岸 14 条剖面的湖岸堤

① 中国地质科学院地质矿产研究所和中国科学院西藏综合考察队. 1974. 西藏盐湖硼矿研究报告.

② 赵希涛等. 2000. 从纳木错与仁错-久如错的连通试论西藏高原腹地的古大湖(研究报告).

及邻近地点的湖蚀地形的高度。因资料尚在整理 , 这里仅报道一些湖蚀地形的高度及与本文有关的湖岸堤的最大高度(26.6 m),为纳木错北岸与错龙角之间的大砂砾堤^①。测量结果表明 ,多青岛西北岸 3 个湖蚀洞底的高度自东向西分别为 19.8 m、19.6 m 和 19.8 m ;其南岸的湖蚀洞底与湖蚀柱上的湖蚀凹槽下限自南至北分别为 17.5 m、17.9 m、18.2 m、

18.2 m、19.3m 和 18.6 m ;多穷岛西南岸湖蚀洞底与湖蚀柱上的湖蚀凹槽下限自西至东分别为 19.5 m、19.3 m 和 19.7 m ,塔吉古日多加棍巴为 19.5 m ,所有数据均集中在 17.5~19.8 m 之间 ,只有纳木错南岸念青唐古拉山前洪积台地的湖蚀崖陡坎底部和纳木错北岸与错龙角之间的大砂砾堤陡坎底部的高度为 21.5~22.2 m 之间。

表 1 纳木错沿岸的湖岸阶地与最高湖相沉积高于纳木错湖面的相对高度

Table 1 Heights(m) of the terraces and the highest lacustrine deposits relativeto the lake level along the coasts of Nam Co /m

剖面名称	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	最高湖相沉积
扎弄淌	2.2~8.0	8.7~15.6	17.0~18.2	18.7~22.4	—	—	—
塔吉古日西南	—	—	15.0~19.5	—	27.7~33.3	42.8~45.8	136.7
夺玛南	3.8~4.6	8.3~12.9	17.4~19.9	—	—	—	90.8
干玛弄及西南	4.5~8.3	9.6~10.8	14.0~17.1	19.0~25.8	26.0~36.9	38.3~47.6	139.2
马尼洋淌	3.0~6.3	—	—	—	—	—	—
丁曲帕	2.4~4.4	—	—	—	—	—	—
多青岛西北	1.5~3.2	—	—	—	—	—	—

注 :T₁~T₆ 为各级阶地。

2 湖相与湖滨相沉积的铀系法测年

2.1 测年样品

在纳木错沿岸 ,湖相与湖滨相沉积广泛分布。前者多为富含碳酸盐的灰白色细砂、粉砂或粘土 ,在拔湖 50 m 以下多呈平坦的阶地状地形出现 ,沉积层中往往夹有多个水草层 ,而在 50 m 以上直至 140 m 高处 ,由于沉积厚度较小且多保存于山坡之上 ,故很少呈现出典型的阶地状地形 ,其水草夹层也很少。后者则以沿岸砂砾堤形式出现于拔湖 20 m 以下 ,个别地点可达 26.6 m。在某些地点 ,沿岸堤可多达 30 条以上。部分湖滨相砂砾石沉积已被钙质胶结。

本文所测试的 15 个铀系测年样品 ,均为富含碳酸盐的湖相细砂、粉砂或粘土质砂和湖滨相砂砾岩。其中 12 个样品采自纳木错沿岸 ,分别为西北岸的班戈县德庆乡塔吉古日基岩小丘的西南侧山坡及西北侧的扎弄淌东岸 ,同县保吉乡流入纳木错的雄曲与流入仁错的那曲的分水岭北岸的丘贡 ,北岸当雄县纳木错乡的干玛弄西南 ,东北岸同乡的期波拉和扎

西多半岛的多青岛西北岸与多穷岛西南岸(图 1)。作为对比 ,另 3 个样品分别采自班戈县保吉乡仁错北岸的马尺西与久如错东岸 ,以及安多县措玛乡洗夏达琼来钦玛 ,后者位于藏北内流区与怒江水系分水岭上方靠外流区一侧。

2.2 铀系法年龄测定

所测样品均为不纯的碳酸盐。样品往往是如下 3 种类型物质的混合物 :① 基质矿物颗粒或岩石碎片 ;② 不同年龄的非碳酸盐自生物质 ;③ 自生的碳酸钙 ,已引进了初始的²³⁰Th ,而不符合铀系法测年的基本要求 ,因而 ,用物理方法很难把碳酸盐相和非碳酸盐相完全分开。为了消除非碳酸盐碎屑组分对碳酸盐组分的污染 ,常用的方法是根据不同的假定前提而建立理论模式来校正污染的影响。也就是在化学处理样品时 ,以稀酸(小于 4 N HNO₃ 或 HCl)淋取样品 ,分成稀酸可溶组分(碳酸盐相)和稀酸不可溶组分(碎屑相) ,并以²³²Th 为“ 示踪 ” ,分别测定可溶组分和不可溶组分的²³⁰Th/²³²Th、²³⁴U/²³²Th 和²³⁸U/²³²Th 比值来对污染进行校正。这种方法

① 纳木错湖岸堤水准测量的结果将另文报道。

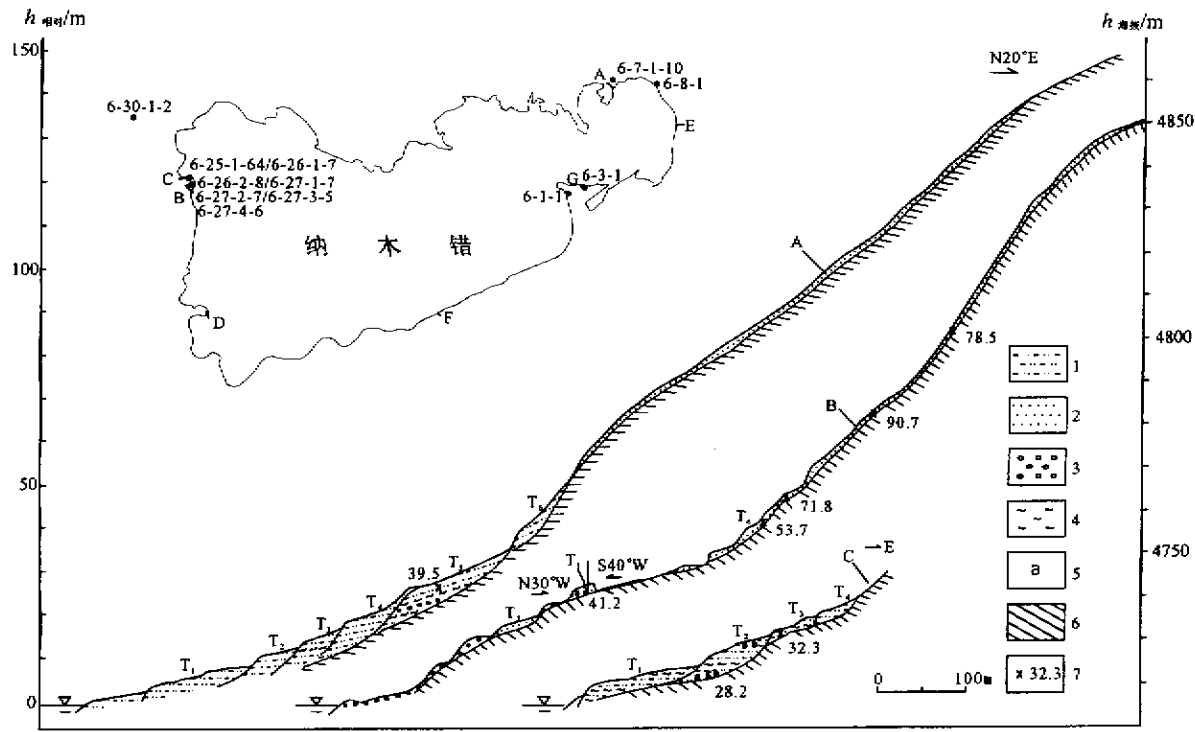


图 1 纳木错沿岸若干湖岸阶地实测剖面 and U 系样品采集地点及其编号

Fig. 1 Surveying profiles of some terraces from Nam Co

A-干马弄西 B-塔吉古日西南 C-扎弄淌;

1-粘土质砂 2-砂 3-砾石 4-水草层 5-螺壳 6-基岩 7-U 系样品采集部位及其年龄,单位 ka B P ;T₁~T₆-阶地 6-30-12-样品编号

A-western Ganmalong B-southwestern Tajiguri C-Zalongtang) and sites and codes of U-series samples ;

1-Clayey sand 2-sand 3-gravels 4-waterplants 5-spiral shells 6-bedrocks 7-sites and dates of U-series samples unit ka B P ;

T₁~T₆-terrace 6-30-12-number of samples

一个重要前提是在用稀酸淋取样品时不发生铀钍同位素的分馏。然而,在实际操作中往往难于把握,这将直接影响年龄数据的可靠性。为此,研究中采用了全溶样品的等时线技术(Luo 等,1991),其流程如下:

样品经过研磨、浸泡、过筛,分为小于 250 目、250~125 目和大于 125 目的 3 个子样品,然后分别进行 U 和 Th 的分离、纯化及其 α 谱测量,最后,对 U 和 Th 同位素比值和年龄值进行计算^①。

经过校正的铀系等时线年龄测定结果列如表 2。将铀系等时线年龄与湖相和湖滨相沉积的层位和地貌部位相对照,可以发现,在 15 个铀系年龄数据中,除 6-3-1 号样品的年龄数据可能较其它数据

偏小外,其余 14 个年龄数据在地质上都是可以接受的。

3 纳木错湖泊发育与羌塘高原南部的古大湖

纳木错及其邻近地区晚更新世以来的湖泊发育史可划分为 3 个阶段。

3.1 羌塘大湖期

纳木错沿岸高位湖相沉积的发现及其铀系法年龄测定结果(90.7~71.8 ka B P)表明,在晚更新世早期即末次间冰期时,纳木错已发育成为一个充满盆地的深水大湖。由于纳木错与邻近的仁错-久如错和申错湖盆的分水岭仅分别高于纳木错现今湖面 20 m 和 52 m,故古纳木错必然通过各分水岭与其

① 马志邦等,2002,西藏纳木错湖相沉积的铀系年代学研究(待刊)。

他湖盆连通成为一个统一的大湖 ,而不是通过河道相连的外流湖。

为了证实对藏北高原南部存在古大湖的猜想 ,一是在室内解译了涵盖整个羌塘区及邻区的1:10万地形图(444 幅)及有关遥感影像图。解译结果表明 ,如以海拔 4 740~4 850 m 作为古大湖的湖面 (考虑后期高原隆升幅度的差异) ,则纳木错与藏北高原东南部的若干大中型湖泊 ,如其北方的申错与巴木错 ,西北方的仁错、久如错、木纠错、错鄂、色林错与班戈错等湖都是连通的 ,而色林错与其以西和

西南方向的吴如错、达则错、格仁错和昂孜错及以东、东北与东南方向的其香错、东恰错、兹格塘错、董错、蓬错、错鄂和乃日平错等湖也是相连的。二是向西北方向考察了久如错、仁错及其与木纠错的分水岭 ,向东北方向考察了当雄至安多的青藏公路沿线及兹格塘错与错那间的分水岭地区 ,从而在久如错与仁错沿岸和藏北内流区分水岭地区及以外 ,发现了若干典型的高位湖相沉积物剖面。这些剖面湖相沉积物样品的部分铀系等时线年龄测定结果见表 2。

表 2 纳木错及邻区湖泊沉积的铀系测年结果

Table 2 U-series dates of the lacustrine deposits from Nam Co and adjacent lakes

编号	剖面地点与采样部位	采样点		岩性	CaCO ₃ / %	年龄/ka B P
		<i>h</i> /m	<i>h</i> 海拔/m			
6-25-1-64	扎弄淌东岸 T ₂ 底部	8.0	4 726.0	细砂	32	28.2±2.8
6-26-1-7	扎弄淌东岸 T ₃ 中部	16.1	4 734.1	细砂	57	32.3±4.4
6-30-1-2	丘贡 T ₄ 上部	22	4740	粉细砂	24	35.2±3.0
6-26-2-8	塔吉古日西南坡 T ₅ 下部	27.0	4 745.0	粘土质粉砂	52	41.2±4.7
6-27-1-7	塔吉古日西南坡 T ₆ 中部	42.1	4 760.1	粉砂	46	53.7±5.2
6-27-2-7	塔吉古日西南坡拔湖 47.5 m 剖面中部	46.8	4 764.8	粘土质细砂	43	71.8±8.5
6-27-3-5	塔吉古日西南坡拔湖 68.9 m 剖面中部	68.4	4 766.4	粘土质粉砂	61	90.7±9.9
6-27-4-6	塔吉古日西南坡拔湖 88.8 m 剖面下部	88.3	4 806.3	粉砂质粘土	45	78.5±4.2
6-7-1-10	干玛弄西南 T ₅ 上部	26.3	4 744.3	粘土质粉砂	58	39.5±3.0
6-8-1	期波拉 16.8 m 湖岸堤上部	16.5	4 734.5	砂砾岩	<5	29.3±2.7
6-3-1	多青岛西北岸东溶洞底砂砾岩上部	20.5	4 738.5	砂砾岩	78	18.7±3.8
6-1-1	多穷岛西南岸湖蚀台地基岩石缝中	15.4	4 733.4	砂岩	>95	26.7±2.8
7-11-1-3	久如错东岸 4 805 m 小丘西南坡	90	4 768	粉细砂	35	47.5±3.3
7-1-1-5	仁错北岸马尺西	102	4 750	粉细砂	38	39.4±4.5
5-16-2-7	错那湖(4 588 m)西北岸洗夏达琼来钦玛	137	4 725	粘土质细砂	—	44.2±4.7

由此可知 ,纳木错与前述藏北高原东南部的若干大中型湖泊 ,以至现今的怒江上源的错那和若干已消失的古湖 ,是相连在一起的古大湖 ,故可命名为“羌塘东湖”。而藏北高原中南部和西南部 ,则有可能与扎日南木错和塔若错等湖连成一片 ,从洞错到班公错连为一体 ,可分别称为“羌塘南湖”和“羌塘西湖”。上述古湖的分水岭多在海拔 4 800~4 850 m 万方数据

间 ,在某一或几个时段甚至连通在一起 ,这时则成为巨大的“羌塘湖” ,其总面积可达 100 000 km² 左右 ,是现今湖泊面积的 5~8 倍。

必须指出 ,在晚更新世中期的早期 ,即末次冰期早期 ,包括纳木错在内的古大湖湖面曾明显下降。晚更新世中期的晚期 ,也就是末次冰期间冰段之初的 53.7 ka B P 和 41.2~39.5 ka B P 前后 ,古大湖

湖面曾发生过 2 次较明显的升降,从而形成了纳木错沿岸的第六级和第五级阶地。

3.2 外流湖期

大约在 40 ka B P 和 35 ka B P 间,也就是末次冰期间冰段中期,羌塘高原东南部古大湖湖面再次上升之时,可能湖水冲开了古大湖与怒江水系的分水岭而外泄,使古大湖湖面急剧下降和局部解体,从而使充填纳木错盆地的古湖与残留的古大湖分离。由于当时水气来源丰沛,故湖水不断从纳木错西北宽约 2 km、高出现今纳木错湖面约 26 m 的雄曲-那曲谷地向 NWW 方向溢出。由于外泄河流的下切,形成了 35.2 ± 3.0 ka B P 前后、拔湖 18.7~25.8 m 的第 4 级阶地和拔湖 21.5~22.2 m 的湖蚀地形。

大约在 35.2 ka B P 与 32.3 ka B P 间某一短时间的湖面下降和 32.3 ± 4.4 ka B P 前后的湖面再次上升,并保持了相当时段,湖水继续从纳木错西北高出现今纳木错湖面近 20 m 的雄曲-那曲谷地分水垭口处的谷底向 NWW 方向溢出。从而形成了拔湖 14.0~19.9 m 的第 3 级阶地和拔湖 17.5~19.8 m,沿湖广泛分布的湖蚀地形。

3.3 纳木错期

随着青藏高原隆升到一定高度,成为南亚季风的屏障和末次冰期晚期,特别是盛冰期的到来,藏北高原气候日渐干旱化,湖水的补给赶不上蒸发,湖面开始下降。当湖面降到雄曲-那曲谷地的分水垭口后,湖水再也不能外泄了,现代纳木错得以形成,其时间应在 32.3 ± 4.4 ka B P 之后和第 2 级阶地底部堆积形成之前(28.2 ± 2.8 ka B P),大致稍早于 29.3 ± 2.7 ka B P。此后,纳木错湖面又经历了两次明显的波动和数十次小的停顿,从而形成了拔湖 8.3~15.6 m 和 1.5~8.3 m 的第 2 级与第 1 级阶地,以及多达 30 条的湖岸砂砾堤。

参 考 文 献

韩同林. 1983. 西藏东北部的新生界及其层序讨论. 青藏高原地质文

集(3)地层·古生物. 北京:地质出版社,255~266.

韩同林. 1984a. 西藏申扎-班戈一带地质构造分析. 青藏高原地质文集(15)岩石·构造地质. 北京:地质出版社,53~72.

韩同林. 1984b. 西藏古湖蚀微地貌的发现及其意义. 喜马拉雅地质 II. 北京:地质出版社,267~273.

李炳元. 2000. 青藏高原大湖期. 地理学报,55(2):174~182.

徐近之. 1937. 西藏之大天湖. 地理学报(4):891~904.

杨逸畴,李炳元,尹泽生等. 1983. 西藏地貌. 北京:科学出版社,1~238.

关志华,陈传友,区裕雄等. 1984. 西藏河流与湖泊. 北京:科学出版社,1~327.

References

Gintzte Hsü. 1937. The northern Heaven lake of Tibet, Acta Geographica Sinica.(4):891~904(in Chinese).

Guan Zhihua, Chen Chuanyou, Ou Yuxiong et al. . 1984. Rivers and lakes of Xizang (Tibet). Beijing:Science Press,1~327(in Chinese).

Han Tonglin. 1983. A discussion on the Cenozoic and its succession of northeast Xizang(Tibet). Contribution to the Geology of the Qinghai-Xizang(Tibet) Plateau, Beijing:Geological Publishing House,255~266(in Chinese).

Han Tonglin. 1984a. The characteristics of the structures of the Xianza-Baigoin area, Xizang(Tibet). Contribution to the Geology of the Qinghai-Xizang(Tibet) Plateau, Beijing:Geological Publishing House,53~72(in Chinese).

Han Tonglin. 1984b. Microgeomorphic features of ancient lake erosion in Xizang(Tibet) and their significance. Himalayan Geology II, Beijing:Geological Publishing House,267~273(in Chinese with English abstract).

Luo S D, Ku T L. 1991. U-series isochron dating: a generalized method employing total-sample dissolution. Geochimica et Cosmochimica Acta,55:555~564.

Li Bingyuan. 2000. The last greatest lakes on the Xizang(Tibetan) Plateau. Acta Geographica Sinica,55(2):174~182(in Chinese with English abstract).

Yang Yichou, Li Bingyuan, Yin Zesheng et al. . 1983. Geomorphology of Xizang(Tibet). Beijing:Science Press,1~238(in Chinese).

Zheng Meanping, Meng Yifeng, Wei Lejun. 2000. Evidence of the pan-lake stage in the period of 40~28 ka B P on the Qinghai-Tibet Plateau. Acta Geologica Sinica,74(2):266~272.