

遥感影像上的罗布泊及其变迁

梁 匡 一

(中国科学院新疆地理研究所)

1987年3月17日收稿

摘 要

很长时间以来罗布泊被误认为游移湖,而且在各种文献上所论述及标绘的位置、大小、形状全然不对。60年代拍摄的航空像片及70年代拍摄的卫星像片准确地反映了罗布泊的各种自然条件。它是一个稳定的、受地质构造和新构造运动控制的、补给的水量急剧减少而最后干涸的一个大内陆湖。湖的中心部份正位于阿奇克地堑的不断沉陷区。笔者认为通过对这些遥感影像的深入分析和论证,将不会再被“游移说”所误。

罗布泊由两个水系所补给:一是从北西入湖的孔雀河水;二是从西南入湖的塔里木河与车尔臣河水,前者只占极小的比例。历史上最大湖面面积是12600平方公里,内湖蓄水时间较长,为5140平方公里。塔里木河水在入湖前受新构造运动的影响,共形成五级三角洲,其第五级正在现代的湖沿上。全湖于1970年前后彻底干涸。

地垒的存在为本文的判读结论,它就是遥感影像上看到的不正常湖形的原因。除地垒形成的早期有孔雀河水流到北缘上外,湖水未曾停于其上。F₂断裂之西形成陡坎,塔里木河水在陡坎下向北流,但未流入湖内。

一、研究罗布泊的意义

罗布泊(见封三图1)曾是我国最大的一个内陆湖,喀拉库顺湖也曾是一个鲜为人知的大内陆湖。十九世纪末,这两个湖引起了俄国、瑞典、法国等国探险家的兴趣,先后对它们作了踏勘和记述。斯文海丁还著书立说,把罗布泊说成是游移湖。

罗布泊的发展史是一部我国西部干旱区地理环境的演变史。湖盆的形成是周围山系的抬升和塔里木盆地水系向盆地东部低地汇流的结果。历史时期的罗布泊曾是满湖淡水,最大湖水面积是12,600平方公里,后来缩小为5,140平方公里。从卫星像片上可看出它维持了相当长一段时间。然而40年代以来,由于在盆地边缘扩大农业生产,截留了大量的河水,加上塔里木河中游沙丘间水量散失的加剧,罗布泊的补给水源日渐减少,以及在干旱区水分的强烈蒸发,因此加速了它的消亡过程,大致在1970年前后,干涸见底。

2000多年前班超、张骞出使西域时,罗布泊就有了记载。沿着湖走的古丝绸之路,以及湖滨的楼兰古城,留下了辉煌的历史及地理痕迹。楼兰王国的兴盛是靠古库姆达里亚(今孔雀河)河水的哺育,它也直接影响了罗布泊水量的盈亏。普里热瓦里斯基和斯文海丁等俄国、瑞典探险家慕名来罗布泊探险,由于无地形图作指导,把喀拉库顺湖误认为罗布泊。其实这是两个有连系却又分离着的两个湖体,它们成因不同,性质不同,消亡的时间也不同。

翻阅历史文献,喀拉库顺湖极少被述及,地面湖迹经长年的风蚀以后已不易辨认,只有卫星影像还能证实它的存在。这一条件优越、水量充足的湖泊,曾养育过一个兴盛的渔业部落,但由于补给水源变小,湖水逐渐变咸,这一部落随喀拉库顺湖在 19 世纪末叶的干涸,也迁移它处而消声匿迹。

2000 年以来,有很多关于罗布泊的文献记载可资考稽,然而由于当时交通条件困难,又无地形图和地学天文学知识,因而对罗布泊和喀拉库顺湖的廖廖记载,既不全面又欠正确。直到 20 世纪 30 年代才有少量的科学考察,然而也失之于片面,特别是外国探险家提出的罗布泊游移说,扰乱了国内外人士的视听。罗布泊是所有塔里木盆地水流的最终汇水地,而不是中途河段的洼地积水。黄文弼所绘“蒲昌海”(塔里木盆地考古记),意指新罗布泊以别于“故海”。斯坦因和斯文海丁以及我国自宣统元年至 1928 年前所印的“新疆全省舆地图”等 5 种地图都把喀拉库顺湖和“蒲昌海”误作罗布泊。

这样一个在历史上、地理环境上有重要意义的罗布泊,经历了漫长的历史时间,反复多次的水系变动后,全然消失了。它留下了什么痕迹?反映什么变迁过程?在阅读了陆地卫星影像以及航空像片后,人们可以获得清楚而准确的罗布泊和喀拉库顺湖的位置、成因、补给水源及新构造运动方面的遥感信息。为了使罗布泊的历史不再受到曲解,喀拉库顺湖不再被遗忘,根据遥感影像恢复这两个湖的真正的历史和地理面貌,是本文的目的。

二、历史上对罗布泊和喀拉库顺湖的错误认识

历史上曾有很多文献记载罗布泊的位置、形状、大小和水情,但多属于沿途观察随笔,

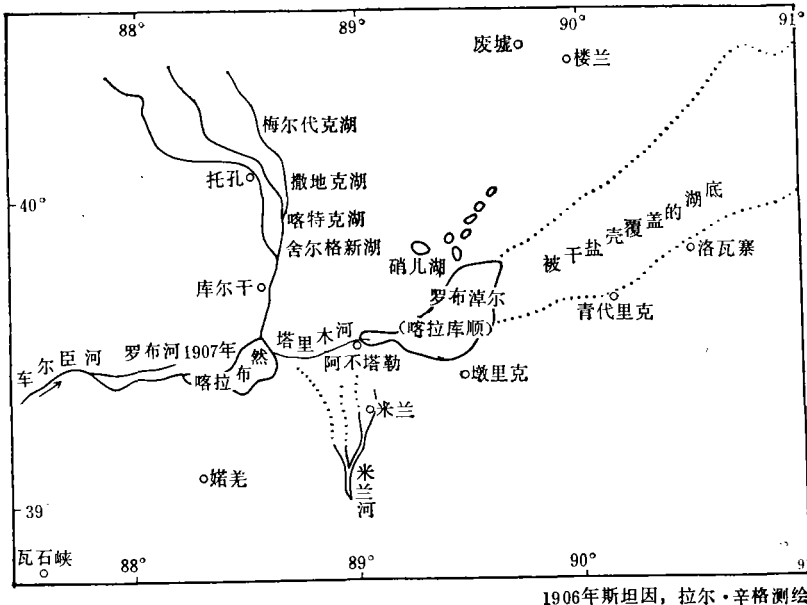
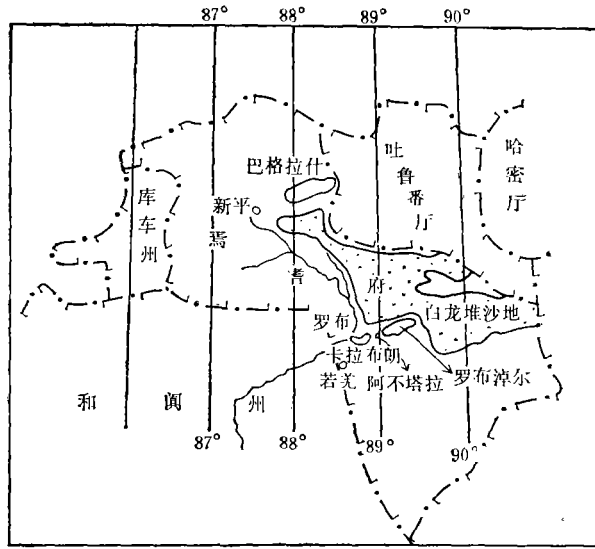


图 2 喀拉库顺湖及其邻区概貌图

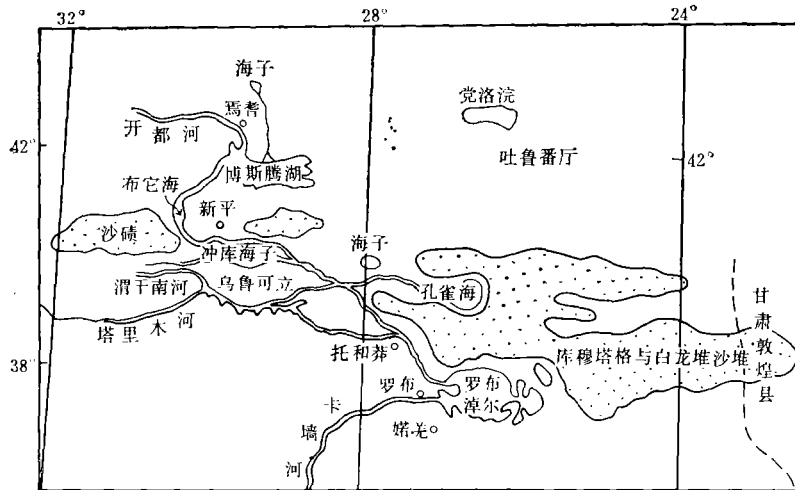
Fig. 2 The Sketch Map of Lake Kalakushun and its Vicinity



清光绪32年5月奉化孙海环编

图 3 二十世纪中外大地图新疆幅

Fig.3 The partial map of Xinjiang sheet from the Map of China and Foreign Countries in Twentieth Century



(据宣统元年新疆全省舆地图缩绘)

图 4 焉耆府总图

Fig. 4 The General Map of Yanqi Prefecture

缺乏全面的科学考察。

有代表性的是《汉书·西域传》的记述：“于田在南山下，其河北流，与葱岭河合东注蒲昌海，一名盐泽，去玉门阳关千三百里”；《河源记略》说：“罗布淖尔为西域巨泽，在西域近东偏北，合受西偏众山之水……以山势揆之回环于折，无不趋归淖尔……淖尔东西二百里，南北百余里……极四十度至五分，西二十八度至二十七度”。这些位置座标及湖大小

1877 年普里热瓦里斯基(以下简称普氏)从阿不搭勒出发考察,然而他一开始就错误地把喀拉库顺湖当成了罗布泊^[1]。斯坦因 1898 年,1906 年对楼兰及米兰一带的考察^[2],也从阿不搭勒出发,他沿用了普氏的地理资料,把喀拉库顺湖同时注上了罗布泊(见图 1)。在所有国内和国外探险人员所编绘的图中只有 1914 年斯文海丁所命名的喀拉库顺是对的,但他没有画出罗布泊的位置。

喀拉库顺湖为什么很少被人们提及? 有关资料阙如? 自最早(1877 年)被普氏记述后,其后喀拉库顺就被当作罗布泊,但多数作者所指的这一罗布泊与我国史书上及现在卫星影像上所指的罗布泊不是同一个湖。

综上所述,30 年代之前,上述作者都缺少对罗布泊的全面认识,十九世纪的南疆居民把塔里木河下游、若羌县以东以西的大片洼地统称作罗布淖尔。马勒塔克、梅尔代克、喀拉布朗、喀拉库顺及孔雀海、硕洛浣都在罗布淖尔含意之内,这是引起罗布泊游移说的混乱根源之一。

1959 年在塔里木盆地东部进行了航空摄影,1972 年陆地卫星影像问世后,罗布泊和喀拉库顺湖明确地展示了自己的真面目,这才有了澄清一切模糊认识的依据。斯文海丁的“罗布泊以 1500 年为周期改变其位置……罗布泊不久将回到北部……”之说,无从置信。

三、新构造运动

罗布泊的形成及演变,受塔里木地台的基底构造控制,新构造活动频繁。罗布泊的形态主要被两个构造单元所控制:一是阿奇克地堑,另一是湖西北角的地垒(无名)。

(一) 阿奇克地堑(图 7, F_7 , F_8 , F_9)

地堑成北东 $65^\circ-70^\circ$ 走向,向西直延至于田县以南的山中。地堑的南北两断裂距离为 24—29 公里(东经 $90^\circ30'$ 至 92° 一带)。南断裂 (F_8 , F_9) 边界在阿尔金山脚下的库塔格山崖下,该处形成的陡坎约 10 米(如在库木库都克所见),向西直至科什兰孜都有陡坎显示,在它与洛瓦寨这段距离中最大陡坎高度可达 33—40 米^[2],即为地堑持续下沉的证明。

北断裂 (F_7) 从北山的南端泥盆纪岩层中通过,它与南断裂 (F_9) 大致平行并向西展布,从卫星像片上可看到喀拉库顺湖的北岸界就是 F_7 通过处。地堑持续下沉,使罗布泊的湖心成为塔里木盆地的最低点。 F_7 继续向西伸过台特马湖后,向西再与车尔臣河大断裂相接¹⁾,最西端直伸到 $80^\circ30'$ 相当于田县的苦牙克处。

(二) 地垒 (F_2 , F_3) (未命名)

在罗布泊的西北角有两条走向近似平行的断裂,东面断裂 (F_3) 的走向是北东 355° ;西断裂 (F_2) 的走向是南北,两断裂的南端都止于北纬 $40^\circ08'$,被自北山通过来的 F_6 断裂

1) 有的地质资料,将其统称为车尔臣大断裂,但实际上即为北断裂 F_7 的通过处,是同一断裂而分别命名。

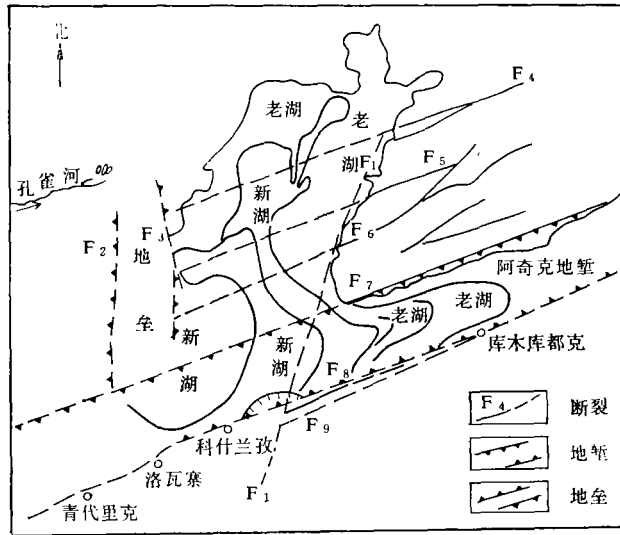


图7 罗布泊湖区地质构造纲要简图

Fig. 7 The Outline Map of Geological Structure in Lake Lop-Nor Area

所截切,在北纬 $40^{\circ}15'$, 两断裂的距离是 20—22 公里。陆地卫星影像可看到西断裂以西的水流沿地垒坎下向北流的痕迹;东断裂以东的湖水被地垒岸壁所阻,水痕向北迂迴。地垒的证据是:

(1) (F_2) 断裂以西比以东低,有水流痕迹,然而地垒上却没有,只在地形低的北端有小片水浸渍;

(2) (F_3) 断裂以东的湖面较以西为低,罗布泊湖水的纹线显示湖水曾浸至断裂处,遇崖即转而向北,未流上地垒。卫星像片上北纬 $40^{\circ}25'$ 处显有水痕,据判断它是早期水纹痕;

(3) (F_2) 与 (F_3) 断裂之间的北端有不规则的水痕,系早期孔雀河的水流痕迹,但水浸延续时间不长,在 1973 年 6 月 30 日卫星像片上显出白色的盐壳,且与东部的湖水纹痕不衔接;

(4) 罗布泊无西湖岸线;

(5) 地垒的南端正是湖的中心,湖水印痕只分布在东半部;西半部因地势高,湖水不曾浸及,故无印痕。

(三) F_1 断裂

在罗布泊的东北角,沿北山的基岩露头,以北东 10° 走向向北展布而止于北纬 $41^{\circ}30'$, 向南至北纬 $39^{\circ}30'$, 西盘下降。洛瓦寨洪积扇的东边缘线正是断裂通过处,从图像色调判断,洪积扇的东边界是受构造线控制的。

F_1 断裂使东盘的泥盆纪岩层直接与西盘的第四纪盐层、砂层接触;南部阿奇克地堑交叉相截。 F_1 断裂的活动性不强。

罗布泊内迄今没有深井钻探资料,参照 F_1 , F_3 , F_4 断裂展布情况,湖区北部第四纪沉

积物的覆盖厚度在 70—100 米以内。1981 年罗布泊考察队钻过 5 口浅井, 其中一口揭开最薄的第四纪沉积物只有 8 米^[3], 受新构造运动的持续影响, 活动断裂 F_3 在地表形成断崖。

(四) F_4 断裂

出现在北山的靠北部份, 走向北东 70° , 其两侧断岩具尖稜未被风蚀, 它向西展布, 伸过老湖区的盐壳而到达 Q_4^{1-L} , 而消失于北纬 $40^\circ 15'$; 东经 $90^\circ 45'$ 一带, 为左旋走向断裂。

(五) F_5 断裂

平行于 F_4 而在其南, 亦为最晚近活动断裂, 它也向西展布, 通过老湖区。在 C-1-10-10413 号航空像片上, 可见这一断裂的走向为北东 55° 。在立体镜下能看出地面上的陡坎, 直接显露于第四纪的盐壳上, 它向西展布到东经 $89^\circ 45'$, 北纬 $40^\circ 12'$ 后, 被风砂掩盖而不见。

四、遥感影像上的喀拉库顺湖和罗布泊所反映的真迹

(一) 喀拉库顺湖

俄国探险家普里热瓦里斯基于 1877 年最早记述了喀拉库顺。1906 年斯坦因和他的测量员拉尔·辛格绘出了它的正确位置, 但未提及湖的成因、补给来源。普氏说“现今的罗布泊(指 1877 年), 从西南向东北方向展布约 100 俄里¹⁾, 湖的西边缘抵达老阿不搭勒, 位于北纬 $39^\circ 31.2'$, 东经 $88^\circ 59.8'$; 这里的绝对海拔高是 2600 英尺^[1]。当地居民说罗布泊最宽处约近 20 俄里, 流向本湖的塔里木河洪水成东北向散流, 水流过处芦苇生长茂密, 凡是停滞的水呈棕红色, 很咸; 然而西半部的罗布泊不间断地接受来自塔里木河的补给, 因此完全是淡水”, 普氏实际上把喀拉库顺湖当作了罗布泊。

陆地卫星影像, 清楚地显示了喀拉库顺是一东西方向长的积水洼地, 面积最大时可达 81×25 平方公里, 70 年代的陆地卫星像片上看到的湖底影像是淡色调的细粒沉积物和黑色、白色的盐壳, 地形十分平缓无甚起伏, 与罗布泊成暗色及黑灰色的圈纹沉积易区分。

喀拉库顺湖的大小随塔里木河与车尔臣河来水量的变化而年年在变动, 其最大面积近 2000 平方公里。它是罗布泊的调节湖, 主要接受塔里木河水的补给, 其次是车尔臣河水的补给, 航空像片和卫星像片上都没有任何来自孔雀河水的迹像。

(二) 罗布泊

1. 罗布泊的精确位置和面积

通过陆地卫星和航空像片这些遥感影像, 可以准确地量出罗布泊的地理坐标是东经 $90^\circ—91^\circ$, 北纬 $39^\circ 50'—41^\circ$ 。它明显地分为外湖和内湖。外湖是早期湖, 最大覆盖面积为

1) 1 俄里等于 1.06 公里。

12600 平方公里, 东及东南都傍北山, 北抵库鲁克山脚下, 地形极为平坦。内湖为近代河流的汇流区, 均匀地坡向中心, 外形酷似左耳, 面积 5140 平方公里。

2. 罗布泊的水系变迁

罗布泊的补给水源, 一是自西北角流来的孔雀河; 二是自西南流来的塔里木河和车尔臣河。

(1) 来自孔雀河的补给水源

沿现今的孔雀河过尉犁县继续东流, 抵东经 90° 北纬 40°45', 在这里形成水网及水洼(小湖), 再向正南流至罗布泊的西北角。从影像上看河水的流程很短且又出一股水沿罗布泊的西岸向南流, 与自南向北流来的塔里木河水相遇于东经 90°10', 北纬 40°20', 但两股水流都未能流入罗布泊内。孔雀河的补给量, 只占全部入湖水量的极小部份。

今日的孔雀河即是古名的库穆达里亚, 历史上的楼兰王国即傍孔雀河而建并兴盛过一个历史时期, 它流至东经 88°22', 北纬 40°47', 遇帕塔克里山河水受阻, 壅高了水位, 因而在西南形成一片水泽¹⁾, 同时也形成了孔雀河三角洲的起始点。向南它分成三条支流: 卡拉-纳胜河, 艾列克河及“小河”²⁾, 卫星影像上呈浅灰黄色细颗粒沉积物, 灰黑色的细微斑点是植被的残迹。后来, 卡拉-纳胜河成为塔里木河的洪水和孔雀河共用的河床³⁾。

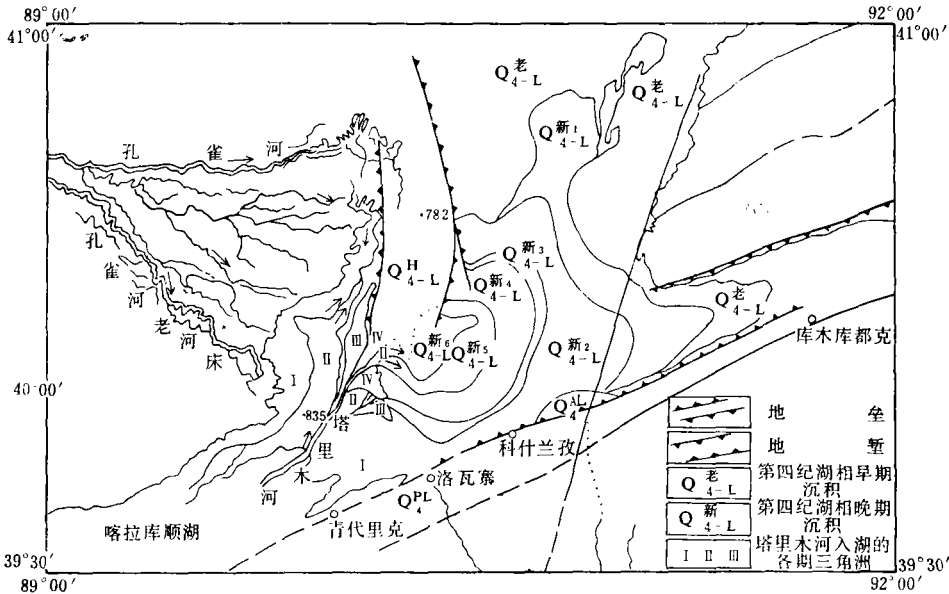


图 8 罗布泊湖区水系图

Fig. 8 The Water System of Lake Lop-Nor

在帕塔克里山南麓孔雀河三角洲的起点, 除上述三河外还有自水泽向东南流的五条古河床(图 8)。1961 年的航空像片上显示它们的流向是南东 130°—150°, 河宽 40—60

- 1) 滞汇在 18×15 平方公里的大片洼地, 然后再从这一水泽分出数条支流, 向东南散流;
- 2) 历史文献未提及过, 它位于艾列克河以东, 1928—1932 年瑞典人博格曼在这一带考察, 发现了两千多年前的文物。命名为“小河”。
- 3) 纳胜河原为自阿克苏甫歧出的孔雀河床, 后因塔里木河洪水抢入而成为交叉共用的河道。

米,尽管受到风吹和沙的掩盖,但从航空像片上依然可清楚地看出河床。各河的尾端流到东经 $89^{\circ}30'$ — 90° ,其散流的尾端距罗布泊西岸尚有 30 公里,有较多植被痕迹。

在航空像片上看不出有任何尾水流入罗布泊的迹象,在海头一带可见到最靠南端的一条孔雀河支流与自西南向东北流来的塔里木河支流相交,后者切过老孔雀河道的形迹明显。

(2) 来自塔里木河的补给水源

喀拉库顺湖的东岸距罗布泊的岸边尚有 35—40 公里,在这段湖漫滩上,卫星像片和航空像片都显有五级三角洲,其第五级的一半在湖内,一半在湖外(见图 7)。新构造运动在这一带活动频繁,五级三角洲反映了四次下降阶段,阿奇克地堑的南北边界正好就是喀拉库顺湖的南北边岸,自东经 $89^{\circ}55'$ 北纬 $39^{\circ}50'$ 起,塔里木河的三角洲受湖的下降影响,依次向前伸展,阿奇克地堑近期不停地在下沉。入湖前的三角洲上,形成了一条长 45 公里,宽 0.8—1.2 公里,深 15—20 米的下切河床。

(三) 罗布泊湖水的变迁

老湖区的水源,一是塔里木盆地的古湖盆水;二是现代天山北坡各河流汇入塔里木河的水。在卫星像片、航空像片上的痕迹显示:地面早已形成盐壳,白色调。这一带地形极为平坦,无任何湖水位纹线。老湖区在 2000 年前班超、张骞出使西域时即已形成。

新湖区面积为 5140 平方公里,系由老湖区的水向湖中心退缩而成,东部和北角各有一片极平坦的地形,湖的最低洼点在东经 $90^{\circ}20'$ 北纬 $40^{\circ}05'$ 处。

1973 年陆地卫星影像上的罗布泊已全干涸,1984 年美国航天飞机“挑战者”号所摄的大像幅航空像片再次证明它早已干涸。新湖区留有很细的同心水位线痕,反映了几千年来湖水因为来水量减少和强烈蒸发,使湖区逐渐缩减而最后变干的状况。影像上可辨认出这一进程十分均匀、稳定。

罗布泊不是一个封闭的完整的湖盆,在它的西北角有一块与湖的北半部湖纹不连续的面积,这应当是一个地垒。

据 1959 年 8 月新疆综合考察队对罗布泊的考察,当时湖北部尚有 0.4 米深的水。在 1961 年的航空像片上(C-1-10-11335 号,比例尺 1:6 万),湖的最低洼处仍残余有数平方公里的小水体,然而泊中心和东南部份则可看到巨大的犬牙交错、凌乱隆起的盐壳,厚度一般为 5—20 厘米。1981 年中国科学院新疆分院罗布泊考察队的钻探资料(南北向共 6 个)^[3],进一步证明了罗布泊地面盐壳的厚度、形状、分布以及 10 米深度内沉积物和盐夹层的情况。

1961 年的(C-1-10-10413)号航空像片上,还可以清楚地看到罗布泊东北角老湖区的湖盘上有大面积的雅当地形,由于它的坚硬岩性,在长久的强力风蚀作用下,被刻蚀成长达数百米的长垅,面北迎风的雅当包有一黑色的点;大面积的雅当组成平行于东北 10° 风向的线状垅体群。

(四) 罗布泊曾经游移过吗

历史上有很多文献都提到过罗布泊是游移湖,却提不出何时、如何、自哪里游移到哪

里,以及游移的条件。从陆地卫星像片上看,自从老湖区的范围形成以来,没有任何影像痕迹能说明它曾游移过。遥感影像真确地反映了它稳定地存在并原地消亡。

分析卫星像片和 1961 年及 1974 年的航空像片,它不是游移湖的理由是:(1)罗布泊的高程低于 780 米¹⁾,是盆地的最低点;(2)孔雀河及塔里木河流向罗布泊的方向未变,也未流到别处;(3)从遥感影像上分辨不出别的湖的痕迹;(4)错误论调的最可能原因是不同时期、不同作者、不同版本的地图所记述的罗布泊位置至少有四处,人们以为它游移到了不同地点。

五、结 语

(1) 十九世纪末及二十世纪初外国探险家的记载及国内文献、地图都把喀拉库顺湖当成罗布泊,这是错误的。塔里木河与车尔臣河汇合后,先形成喀拉布朗湖(即现代的台特马湖),再向东流汇成喀拉库顺湖,通过它再流入罗布泊,这是三个分离的湖体。

孔雀河在帕塔克里形成的水泽,与塔里木河在铁干里克汇集的梅尔代克等 5 个湖(黄文弼称之为“蒲昌海”),又是另外的两个水体,它们与罗布泊没有任何成因联系。

(2) 根据本文列举的卫星影像和航空像片,可判定罗布泊是稳定的湖体,从来没有游移到别处。斯文海丁所讲的 1500 年为一周期的游移及黄文弼所定的交替湖,在航空像片和卫星像片上没有任何证据。

(3) 入罗布泊的水,主要是塔里木河与车尔臣河汇合后的水,由罗布泊的西南角流入;孔雀河自罗布泊的西北角流入,后者占很小比例。由东部入湖的来水(疏勒河等),卫星像片上无显示。

(4) 罗布泊的形状及发育史是新构造运动不断作用的结果,它受地堑及地垒的控制,主要的构造线一组是北东 65° ,另一组是北西 355° 。还应特别指出,湖区以北、以东新构造运动很活跃,其中 F₁ 断裂在第四纪盐壳上形成的北东 55° 走向的坳坎,是晚近断裂。

参 考 文 献

- [1] Прижевальский, От границы Кяхты к истогики река желтая, выпуск 1936г. сс176—222.
- [2] A. STEIN, Innermost Asia, Detailed Report of Exploration in Central Asia, Vol. I—IV, 1928.
- [3] 夏训诚、樊自立,罗布泊并非游移湖,罗布泊论文集,科学出版社,1987年。

1) 海拔高程数据引自 1:10 万地形图(1971 版)。和法国地理院出版的 1:500 万世界地图的诺沃西比尔斯克幅 1972 年版。

The Environmental Evolutions of Lake Lop-nor as Seen on the Remote Sensing Images

Liang Kuangyi

(Xinjiang Institute of Geography, Academia Sinica)

Abstract

Lop-nor has long been misunderstood as a “wandering lake”. Its location, size, shape as shown on old maps and in past literatures are not correct. Began from the sixties, the aerophotos, and seventies, the Landsat images were obtained. They showed accurately all the detailed natural criteria of the Lop-nor: it had been a very stable, in-land lake, and was controlled by geo-tectonic and neo-tectonic in shape and evolutions. The water pouring into the lake from the rivers enormously deduced, and finally the lop-nor dried out totally at the beginning of seventies.

The central part of the lake is located in the successive subsidence area of “Aqik Graben”. The author considers that this study has used all the recent remote sensing images with high precision so there should be no further rumor that the Lop-nor had been a wandering lake.

Lop-nor was fed by two water systems, one of it was the river water that entered the NW part of Lop-nor-namely Kon-quie Dyria, the other was the river water both from Tarim and Cher-cheng, the discharge from the former was only a small proportion. The biggest surface area of the lake in the history had been about 12600 km², the lake in laterstage had a longer period of water storage, the water surface area was about 5140 km². Before the Tarim river flew into the lake, it formed 5 overlapping, advancing alluvial fans, which meant 5 stages of sinking of Lop-nor.

The occurrence of “horst” in the W and NW part of Lop-nor is the conclusion of the author’s image interpretation. On the image, one cannot find a normal western lake margin. There had been small amount of water immersions on the most northern part of the horst that fed by the Konquie Dyria, but there was no trace of lake water that had immersed the whole horst. At the west wall (steep-bank) of the F₂, the Tarim River water flew along the bank towards N, but could not enter the lake.

梁匡一：遥感影像上的罗布泊及其变迁

Liang Kuangyi: The Environmental Evolutions of Lake Lop-Nor as Seen on the Remote Sensing Images



图1 罗布泊