

·学科进展与展望·

罗布泊地区环境研究的若干新进展

夏训诚¹ 赵元杰²

(1 中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011;

2 河北师范大学资源与环境科学学院, 石家庄 050016)

[摘要] 随着国家西部大开发战略的实施, 罗布泊及其临近地区再次受到社会各界的重视。经过有关科研人员的共同努力, 在罗布泊环境及其演化研究方面取得了若干新的进展。本文对罗布泊考察历史和部分新进展做一些简要介绍。

[关键词] 罗布泊, 环境研究, 进展

罗布泊及其临近地区位于塔里木盆地东部, 新疆巴音郭楞蒙古自治州境内, 东接甘肃省, 西临塔里木河下游, 北为天山前山带觉罗塔格山, 南至阿尔金山北麓。罗布泊是塔里木盆地各大河流的归宿地, 它的环境演变是整个塔里木盆地和周边山地环境演变的缩影。该地区自 19 世纪中叶以来, 特别是我国西部大开发战略实施以来, 成为科学界探险和考察的一个热点区域。本文对罗布泊考察历史和在最近科学考察中取得的部分新进展做一些简要介绍。

1 罗布泊科学考察简史

我国古代文献中, 有许多关于罗布泊的记载。成书于战国(公元前 403—221 年)的《穆天子传》记载了西周穆王在公元前 985—980 年旅游西域的见闻。穆王从河套经甘肃河西, 登昆仑、越帕米尔, 进入西母王之邦(波斯), 然后又越天山, 沿塔里木河至罗布泊。汉代张骞和班超出使西域, 开拓了穿越罗布泊地区南北两条丝绸之路, 使西域各民族与汉朝的关系密切起来。带回了大量的情报资料, 这些材料在司马迁的《史记》、班固的《汉书》中都有记载。东晋的法显于公元 399 年, 偕同慧景、道整等人, 从长安出发, 去天竺佛国求经。法显的《佛国记》不仅论述了通过罗布泊的行程, 而且描述了沙河的险恶环境。北魏酈道元公元 518—524 年所作《水经注》对罗布泊有较详细的记述, 他所记录的当年生态环境, 可供我们作对比研究。唐代玄奘, 于公元 627 年

从长安出发, 经伊吾、高昌、龟兹, 越天山到碎叶, 转向印度。回程时沿昆仑山北麓, 经且末、若羌到敦煌, 玄奘的弟子辩机撰写《大唐西域记》记述了此次沿途考察情况。清代为开发新疆, 组织过多次调查, 一批有志之士, 历尽艰辛进入罗布泊地区, 当中有阿弥达、徐松等人。阿弥达编写了《河源纪略》、徐松撰写了《西域水道记》、陶保廉编写了《辛卯侍行记》。特别是《西域水道记》, 根据新疆内陆干旱的特点, 创造性记载用湖泊这个受水体来划新疆的水系。

最早游历罗布泊地区, 并且留下文字记载的外国人, 是意大利商人马可波罗。他于 1271 年从罗马出发, 沿古代丝绸之路到中国, 在路上走了 3 年, 在中国生活了 20 年, 于 1291 年由海路返回波斯, 考察成果集中反映在《马可波罗游记》和《马可波罗行记》中, 为中西文化交流做出了重要的贡献。自 19 世纪下半叶开始的罗布泊探险考察热, 整整延续了一个世纪, 主要的代表人物有: 普尔热瓦斯基、斯文赫丁、亨丁顿、斯坦因、桔瑞超等。

近代我国科学工作者有组织地对罗布泊地区进行考察研究主要有三次。第一次是 1930—1934 年中国西北科学考察团进行的考察, 第二次是 1959 年中国科学院新疆综合考察队进行的考察, 第三次是 1980—1981 年, 中国科学院新疆分院罗布泊考察队进行的考察。此后, 地矿、考古、科研教育等部门亦相继来此考察研究。

2003—2004 年, 中国科学院新疆生态与地理研

本文于 2005 年 5 月 23 日收到。

究所聘请中国科学院院士刘东生研究员为学术顾问,再次组织罗布泊科学考察,使罗布泊地区的环境研究进入了一个新阶段,取得了许多新认识和新成果。对罗布泊科考的重要性,刘东生院士用了一句话概括:罗布泊,是一个地质学的实验室,第四纪地质的许多科学问题,都可以在这里得到满意的答案。

2 罗布泊地区环境研究的若干新进展

2.1 罗布泊环状盐壳的形成

罗布泊干涸湖盆的形状,在地球卫星影像(卫片)上,极像人的耳朵轮廓,于是“大耳朵”的名字便随之产生。1980年5月中国科学院沙漠考察团访问美国时,在华盛顿遥感专家艾尔·巴兹家做客时,他家就挂有罗布泊“大耳朵”卫片,当时他问“耳轮”、“耳垂”和“耳孔”等表示什么。经过考察发现“大耳朵”就是环状盐壳在卫片上的反映。

如果将卫片上的“大耳朵”,按位置套叠在有地形标高的地图上,就可以发现“大耳朵”的范围恰恰是罗布泊海拔高程780 m等高线,量测面积为5350 km²。

通过水准测量、光谱测定、分段采样分析和对1958年航空图像的判读及有关文献的综合分析后,得出对罗布泊“大耳朵”的新认识:(1)罗布泊“大耳朵”形态形成受原湖岸地形的控制,特别是受伸入湖中半岛的影响;(2)“大耳朵”是湖水退缩迅速形成的,具体时间是20世纪60年代初期4—5年之间;(3)“大耳朵”图像上“耳轮线”,是湖水退缩盐壳形成过程中的年、季韵律线;(4)环状盐壳色调深浅变化取决于卤水层埋深、盐壳含沙量及地面粗糙度的变化。

2.2 罗布泊近万年来环境变迁

2003年南京大学王富葆教授利用有关历史资料和实地调查,根据湖心剖面的磁化率,粒度和微量元素(C/N、Rb/Sr、Sr/Ba、fh/L和Ni/Co比值)及微体古生物化石的不同,将近万年罗布泊环境变化划分出7个阶段:(1)11 000—9500年:气候干燥,但湖泊稳定,沉积物中硫酸盐含量高,为咸水湖;(2)9500—4700年:气候较湿润,湖水淡化,为微咸水湖,沉积物中有碳含量增加,微体古生物增多;(3)4700—3700年:气候与上个时期相似,但逐步向干燥方向发展;(4)3700—2500年:为罗布泊演化过程中一次重要干涸事件,当时东、西湖全部干涸,东湖自此时起直到公元1958年间一直干涸;(5)2500—1200年:气候好转,西湖充水,湖泊一度扩大,湖泊面积达到

2000 km²左右,为微咸水湖;(6)1200—700年:为罗布泊气候环境最好时期—中世纪暖期,为淡水湖—微咸水湖,湖泊面积达2500 km²;(7)距今700年以来,湖泊逐渐变干,其间于公元1930年前后曾一度扩大,西湖面积缩减至1900 km²。公元1958年夏天山大洪水,东、西湖同时充水,形成5350 km²的大湖,但1965年干涸。研究表明,历史上罗布泊曾经有过干涸的过程。

2.3 红柳沙包年层及其应用

建立地层年龄序列是恢复和重建古地理环境的重要手段之一,从湖泊纹泥到²¹⁰Pb、¹³⁷Cs和¹⁴C等方法的应用,对建立不同地质体形成年代有了相应的测年方法,但不同方法对测试材料和测年范围有其特殊要求。在现代风沙作用强烈的荒漠地区,寻找符合上述方法的测年材料较为困难。在罗布泊地区,有许多红柳沙包具有清晰的、由风成沙与红柳枯枝落叶互层组成的层理,构成红柳沙包年层,它不仅是较理想的测年材料,而且可提供丰富的环境信息^[1]。

将红柳沙包年层与AMS测年和考古资料相对比,验证了利用红柳沙包年层计年的准确性。红柳沙包年层中的组成物质含有丰富的环境信息,如通过对沙层厚度、粒级和矿物组成的分析,研究不同时期风强和物源的变化;通过对红柳枯枝落叶的C、H、N和 $\delta^{13}\text{C}$ 等稳定同位素测定,研究气候要素的变化。用此方法研究罗布泊地区近132年以来的环境变化,取得了较理想的结果。

红柳沙包年层法研究出现了成功的曙光,但要使红柳沙包年层成为完善的环境变化研究手段,需要更系统的研究工作。红柳沙包年层法的确立,是在干旱荒漠区地质环境测年方法上的一次创新,在干旱荒漠区生态环境演变研究中具有十分重要的意义,从事第四纪环境研究60年的刘东生院士对此给予了高度的评价。

2.4 雅丹地貌的成因、年代和沙尘源

新疆罗布泊地区北部、东部和西部,分布着大面积的雅丹地貌,面积约计3000 km²,仅次于柴达木盆地西北部的雅丹地貌,是我国第二大面积分布区。

“雅丹”一词,原是维吾尔语“雅尔当”的变音,“雅尔当”的意思是陡崖。19世纪末到20世纪初,一些中外科学工作者赴罗布泊地区考察时,见到了大面积分布的土丘和沟谷相间的地貌形态时,在撰文中采用“雅丹”这个词,以后即逐渐为地学界所接受和采用。

雅丹地貌是在土状沉积物的基础上发育形成的,必要条件有 3 个:(1)土状沉积物一般都有很好的水平层理;(2)软硬相间的地层;(3)定向的外营力作用,如风、水等作用。

关于雅丹地貌的成因,过去都认为是风的吹蚀作用,归属为风蚀地貌类型。通过实地考察,结合航测像片资料分析,我们认为形成雅丹地貌的营力,除了风的作用外,周围山地阵发性的暴雨和洪水也起重要作用。

关于雅丹地貌的成因,可以归纳为以下 3 种类型:(1)以风的吹蚀作用为主的雅丹地貌类型。平原地区分布的雅丹地貌,距山区较远,山区的暴雨和洪水不易到达,明显是由风的吹蚀作用形成。风的吹蚀作用形成的雅丹地貌,沟谷长轴走向与当地主风向一致。孔雀河以南楼兰古城一带的雅丹,即属于此种类型;(2)以流水的侵蚀作用为主的雅丹地貌类型。邻近山区或湖滨附近的雅丹地貌,如龙城的北部和三垅沙一带,雅丹沟谷长轴的走向与当地主风向不一致,而与附近山地洪水的走向一致,并在雅丹的土丘上留有洪水的痕迹,说明该地区的雅丹地貌主要是洪水作用形成的;(3)在流水作用的基础上,再经风的吹蚀作用形成的雅丹地貌类型。平原地区分布的雅丹地貌,目前流水作用不甚明显。但是这些雅丹地貌发育最初阶段和流水作用有联系。首先是洪水的作用,将平坦的地表冲刷成无数条沟谷,使疏松地层直接暴露在地表,然后再经风的吹蚀作用,有时风和流水交替作用形成雅丹地貌。这种雅丹地貌,是在流水作用的基础上,再经过风的吹蚀作用而成。罗布泊的雅丹是三个不同时期的产物,即高雅丹(10 m 以上)、中雅丹(一般 4—5 m)和低雅丹(一般 1—2 m)。

因侵蚀而形成的雅丹地貌,侵蚀的尘土到哪里去了?这又是一个重要的科学问题。刘东生院士第一次将雅丹与我国黄土高原联系在一起,科学地解释了黄土、沉积物被侵蚀后尘土的归宿。

“沙尘暴”其实主要是尘而不是“沙”。罗布泊地区西南有库鲁克沙漠,东有三垅沙“八百里流沙”,都可以解释为沙的归宿,而雅丹的主要被侵蚀物质的尘土的去向,则十分令人关注,这是一个需要进一步探索的课题。

2.5 罗布泊是否游移湖

引起游移湖争论的是沙俄军官普尔热瓦尔斯基。1826 年他在塔里木河下游考察时,把罗布泊南面的喀拉和顺湖误认为是罗布泊,位置比我国地图

的标定要偏南,而且是淡水湖,和清朝实测图比较,有纬度一度之差。以其片面之见,认定喀拉和顺湖即是中国古籍所记载的罗布泊,他断定中国的地图是错误的,他的学生科兹洛夫完全支持他的看法。

普氏的这一报道,引起了国际地学界的关注。首先是德国的地理学会主席李希霍芬,他反对普氏的看法,认为普氏考察的湖泊,并非是中国清朝地图上的罗布泊,真正的罗布泊还在普氏考察的北部,中国的地图没有错。以后英国人斯坦因,瑞典人斯文·赫丁等先后到罗布泊地区实地考察,认为争论的双方都没有错,而是罗布泊游移到喀拉和顺去了,从此就有了罗布泊是游移湖的说法。这一提法得到很多人赞同,并且在刊物上相继引用。与此同时,斯文·赫丁还提出罗布泊由北向南和由南向北游移周期为 1500 年。他还进一步解释罗布泊南北游移的原因,是由于进入湖中的河水挟带有大量泥沙,沉积在湖盆里,而使湖底抬高,导致湖水往较低的地方移动。过一时期后,被泥沙抬高露出的湖底,又遭受风的吹蚀而降低,这时湖水又回到原来的湖盆中,罗布泊就像老式的大钟钟摆一样,南北游移不定。实地考察后认为:(1)从高程上来看。罗布泊和喀拉和顺都是平原中局部陷落的小洼地,前者要比后者更低些,罗布泊最低处为海拔 778 m,喀拉和顺最低处为海拔 788 m,两者相差 10 m,水往低处流,不可能发生罗布泊倒流喀拉和顺的现象;(2)从河流湖泊关系来看。位于罗布泊地区的台特马湖、喀拉和顺湖不是彼此分割的洼地,而是有河道联系勾通的串珠湖,水流一般先进入喀拉和顺,最后归宿到罗布泊。喀拉和顺不是终点湖,是一个淡水湖;(3)从沉积和吹蚀程度来看。塔里木河和孔雀河下游入湖口处,河流含泥沙较少,短期内不会产生大量泥沙堆积,抬高湖底地形,而使水往低的地方流去。在考察中我们还看到,干涸的湖底皆为坚硬的盐壳,用铁锤都很难敲碎,不易产生风的吹蚀作用致使湖底重新降低;(4)从湖底沉积速率来看。根据湖底岩芯¹⁴C 年代测定结果,湖底沉积物 1.5 m 深处,为 3600 年前的沉积,而不像斯文·赫定推测 1500 年左右会形成 10 m 以上的沉积;(5)从沉积物中花粉分析来看,沉积物中含有香蒲属和莎草科植物花粉,罗 4 井附近就生长这些植物。罗 4 井沉积物中,不同层次都有香蒲、莎草科等水生植物花粉的分布,说明近万年来,罗布泊经常有水成沉积物。

通过实地考察测量和运用现代航片资料分析认为,斯文·赫丁提出罗布泊南北来回移动的“游移湖”

提法是不符合实际情况的,在历史时期内罗布泊水体没有发现过倒流入喀拉和顺的现象。

罗布泊及其周围地区,是一个宽浅洼地,高差很小。2003年秋季,我们通过湖底实测 50 km 一条水平线,最大高差仅 3.02 m。又由于塔里木河和孔雀河下游,水系经常变动改道,使终点湖罗布泊位置、大小、形状会发生较大变化的客观事实是存在的。

2.6 楼兰古城衰亡原因

昔日楼兰是西域政治、经济、交通的枢纽,今日变成一片荒原,兴衰巨变。究其原因,说法甚多,综合起来主要有以下几种观点:第一种观点认为,第四纪以来塔里木盆地气候趋于干旱,因为气候的变化引起地理环境变化。美国人亨丁顿提出,罗布泊原来是面积很大的内陆海,由于气候变干,罗布泊渐渐缩小。他还根据澳大利亚的资料,创立气候变迁与人口迁移关系的理论,提出雨量降低 35%,养羊数量降低超过 80%,气候变干燥,对人口的压迫逐渐增加,最后造成大迁徙;第二种观点认为,塔里木盆地古城的衰落与降水无关,而是高山冰川萎缩,河流水量减少所造成的;第三种观点认为,干旱荒漠地区灌溉水系和湖泊不稳定,侵蚀和堆积交替作用,水系呈周期性的变化造成的。陈宗器提出的“交替湖”理论认为,由于河流变迁,水量减少,水中含盐浓度和地上析出的盐量日积愈甚,而不适于耕种,所以居民迁徙,楼兰废弃;第四种观点认为,人类活动是造成罗布泊地区环境变化的主要因素。罗布泊历次的变迁,尤其是近代的变迁,决不是自然原因,也不是自然和人为并重的原因,而主要是人为原因。

以上诸说,各强调某一种因素的作用,没有全面提示楼兰兴衰的原因。我们认为,楼兰兴衰是社会经济和自然条件变化综合作用的结果。

交通路线的变化是楼兰最直接最敏感的因素。西汉时,出玉门关有两道:南道经鄯善,路线比较稳定;北道一路经车师(今吐鲁番),一路经楼兰。经楼兰之路最为便捷,但沿途乏水草,多风沙,特别是要通过白龙堆和盐漠;而车师靠近匈奴,受匈奴的侵扰,动荡不稳。因此,楼兰成为西域交通重要枢纽,担负着“负水担粮,送迎汉使”的重任。为了保护这条通道而设屯田,带来楼兰的繁荣。随着高昌(今吐鲁番)局势的稳定,中央政府在高昌建立了巩固的统治,使它成为西域的门户。经高昌直通焉耆的天山南麓道逐渐代替了经楼兰的道路。道路的变化,使楼兰不知不觉丧失了中西交通中继站的地位,即“路断城空”。另一个原因是楼兰古城位于孔雀河下游,

水系变化较大,对人们生产和生活产生重大影响。人们为了生活,不得不另觅居住地即“水断城空”。

2.7 人与自然和谐发展

罗布泊地区是新疆最早有人类活动的地区之一,早在新石器时期,那里就有人类活动,是古代著名丝绸之路的门户,而丝绸之路南道又是从“玉石之路”发展起来的,因此,在汉代以前,罗布泊地区实际已扮演了内地与新疆之间陆路交通的重要角色。汉代,由于丝绸之路的日渐繁荣,为确保丝路的畅通,罗布泊地区又成为西域的重要屯田中心,并在事实上具有特殊的战略地位,五世纪开始,由于古丝路的通道和自然环境的日益恶化,罗布泊地区日渐荒凉。

1979—1980年,新疆考古工作者在孔雀河下游和楼兰遗址附近,出土了一批保存完好的古尸和许多随葬物,为研究罗布泊地区古代人类的生活提供了有力证据。其中有一种墓葬,地表有七圈规整的环列木桩,由内向外,粗细有序,环圈外为放射状四展的列木,井然不乱,蔚为壮观,很像四射的太阳,定名为太阳墓。

我们细数了一座太阳形的墓葬,使用胡杨树达 100 棵左右,仅仅为了一个人的墓葬砍伐了 100 棵成材的树木,如此破坏性的砍伐,给当时这一地区生态环境带来了无法估量的恶果。其后,在公元 3 世纪的鄯善王国时期,曾颁布过一纸法令:“连根砍树者,不管是谁都罚马一匹”,“在树的生长期,应防止砍伐。如果砍伐树木大枝,则罚牦牛一头”。这是面对已严重沙漠化的环境而不得不采取的保护性措施。这条法令,大概也算是我国最早的一部森林保护法了。古代罗布泊人受到大自然惩罚,对于现代人来说,实在是不能忘却的一课,历史是现实的镜子,人与自然要和谐发展。

2.9 加快开发罗布泊钾盐资源

中国地质科学院王弭力教授组织的罗布泊钾盐考察表明:罗布泊是塔里木盆地的集盐中心,钾盐资源十分丰富,储量达 299×10^8 t,价值 5000×10^8 元人民币左右。已出版的《罗布泊钾盐资源》专著,在罗布泊钾盐资源勘探开发中发挥着重要作用。最近,国家已将罗布泊年产 120×10^4 t 钾盐生产列入 2005 年重大支持项目[目前生产 $(2-4) \times 10^4$ t]。120 万吨钾盐投产后,所必须的水源可从车尔臣河整治和阿尔金山水系调水解决。

2.10 重铸罗布泊地区的历史辉煌

中国科学院植物研究所张新时院士任组长的中国科学院学部“西北干旱区生态环境建设与可持续

发展”院士咨询项目组,于 2002 年 9 月赴罗布泊及塔里木河下游进行野外考察,针对该区域社会经济与生态环境方面存在的诸多问题,提出了塔里木河下游及罗布泊地区生态重建与跨越式发展——新楼兰工程的设想^[2]。

考察组专家还对塔里木河下游、绿洲农牧业结构调整、工矿与交通、生态旅游、盐生植物生物工程等提出了一系列建设性意见,并建议规划建设楼兰市,成为区域经济发展的中心城市,带动区域经济的全面发展。专家组认为:将现代化的高新科学技术与系统性生态工程措施相结合,建立科学的管理体制,必将真正实现该地区的生态重建和跨越式的社会经济发展。

3 结 语

在我国历史上,罗布泊及其邻近地区,曾经有过辉煌灿烂的一页。上下五千年,罗布泊地区所经历

的沧桑,给我们留下了一部干旱区开发史。其中,既有可以借鉴的经验,也有值得吸取的教训。一个世纪以来,罗布泊由一个浩瀚大湖,变成了一个干涸的“大耳朵”。人类用自己的双手创造了闻名的楼兰文明,人类也用自己的行为彻底改变了罗布泊的面貌。罗布泊的未来,应该是什么模样?是继续荒漠干涸,还是再次振兴,这是值得我们认真思索的。

虽然仍有很多科学问题需要去进一步探索,但对人类科学认识罗布泊、借鉴历史、展望未来、重铸罗布泊历史辉煌,我们充满信心!

参 考 文 献

- [1] 夏训诚,赵元杰,王富葆等. 红柳沙包的层状特征及其可能的年代学意义. 科学通报,2004,49(3):1337—1338.
- [2] 中国科学院学部西北干旱区生态环境建设与可持续发展咨询考察组. 新楼兰工程——塔里木河下游及罗布泊地区生态重建与跨越式发展的设想. 地球科学进展,2002,25(4):819—830.

SOME LATEST ACHIEVEMENTS IN RESEARCH IN THE ENVIRONMENT AND EVOLUTION OF LOP NUR REGION

Xia Xuncheng¹ Zhao Yuanjie²

(1 Xinjiang Institute of Ecology and Geography, CAS, Urumqi 830011;

2 College of Resources and Environmental Science, Hebei Normal University, Shijiazhuang 050016)

Abstract Lop Nur and its near region have been given attention again with implement of the Western Development Strategy of China by the together endeavors of concerned scientific researchers. There are some latest achievements had been obtained in aspects of environment and its evolution in Lop Nur and its near region in recent years. In this paper, we review some latest progresses in brief.

Key words Lop Nur, environmental research, achievement

·资料·信息·

爱因斯坦小传

爱因斯坦于 1879 年出生在德国南部的乌尔姆,17 岁时为逃避服役迁居到瑞士。在苏黎世的工艺学校毕业之后,爱因斯坦到了瑞士的专利局工作,并且在业余时间撰写科学论文。

1905 年,爱因斯坦发表著名的狭义相对论并在 1919 年理论得到证实之后声名鹊起。1921 年,爱因斯坦获得诺贝尔奖,之后德国和瑞士均声称爱因斯坦是他们国家的公民。1932 年,爱因斯坦发表著名的“ $E = mc^2$ ”等式,为科学界迈进原子时代打开大

门。虽然真正理解这个等式的人不多,但是这个等式几乎尽人皆知。

爱因斯坦曾经在 1914 年重返德国,在柏林居住了 19 年并在 1933 年为逃避希特勒纳粹的迫害而离开德国。他迁往美国普林斯顿大学任教,一直到离世。

1932 年,已拥有瑞士国籍的爱因斯坦放弃了德国国籍,1940 年,爱因斯坦加入美国国籍。