

# 鄂尔多斯高原古城夯层沙的环境解释

王乃昂<sup>1,2</sup>, 黄银洲<sup>2</sup>, 何彤慧<sup>2,3</sup>, 冯文勇<sup>2,4</sup>, 隆浩<sup>2</sup>, 程弘毅<sup>2</sup>

(1. 兰州大学西部环境教育部重点实验室, 兰州 730000; 2. 兰州大学资源环境学院, 兰州 730000;  
3. 宁夏大学资源环境学院, 银川 750021; 4. 忻州师范学院地理系, 山西忻州 034000)

**摘要:** 在 2005 年野外实地考察过程中, 于内蒙古自治区准格尔旗十二连城、神木县大保当古城、鄂托克前旗巴彦呼日呼等古城址城墙中发现“夯层沙”。实验分析表明其成因皆为风成, 堆积时代应在建城之前, 反映当时地表流动沙丘或半固定、固定沙丘的广泛分布, 由此证明鄂尔多斯地区的沙漠在人类大规模开发之前即已存在。这一重要发现为研究本区土地退化、沙漠化等问题提供了新的依据, 对西部大开发战略重点之一的生态环境保护与建设具有特殊的历史借鉴意义。

**关键词:** 古城; 夯层沙; 历史沙漠化; 鄂尔多斯高原; 内蒙古; 陕西

## 1 引言

中国北方干旱半干旱地带是我国生态环境最脆弱的地区, 相对严酷的自然环境极大地限制了人类在该地区的活动, 该区人类活动较之其他地区更易对环境产生负面影响, 历史上自然变化导致的人类文明兴衰和人类活动造成的环境退化均不乏其例, 相关研究一直倍受学界关注。早在 20 世纪初, 美国地理学家亨丁顿就指出气候干湿变化导致了北方游牧民族周期性向中原扩张。随着中原王朝与周边少数民族政权力量对比的变化, 中国干旱、半干旱区发生了多次生产方式的转变, 出现了多次农牧交替, 导致了土地利用/土地覆盖的频繁变化。20 世纪 60 年代侯仁之院士<sup>[1]</sup>指出, 毛乌素等沙地的变迁与人类活动有密切联系。侯仁之等关于历史环境变迁的研究, 后来形成了一个新的学科生长点——沙漠环境考古与沙漠历史地理研究, 由此引发不同学科背景的学者, 从各自专业角度对中国北方沙漠古今环境变化问题展开了热烈讨论。

鄂尔多斯高原沙漠化的时代和成因一直是争论的焦点, 由于研究者采用的方法不同导致研究结果产生很多差异。关于历史时期沙漠化土地不断扩大的途径, 比较流行的观点有两种。一是“自然因素变化说”, 即沙漠化过程的成因以自然因素为主, 是“沙漠前移”的结果, 人类活动只是叠加其上而已<sup>[2]</sup>。对于鄂尔多斯高原上的库布齐沙漠、毛乌素沙地和河东沙地, 认为从早更新世后期起就断续存在, 并非人类历史时期才有<sup>[3,4]</sup>。二是“人类历史时期形成说”<sup>[5,6]</sup>, 即毛乌素等沙地历史上游牧民族和汉民族在此轮番交替从事畜牧业和农耕地, 农耕地更易翻动土壤表层, 形成“就地起沙”或“古沙翻新”, 从而导致沙漠化发展。一些学者指出, 历史时期尤其是秦汉、唐代及明清时期的三次大开发导致了本区沙地的扩大, 称之为“人造沙漠”<sup>[7]</sup>。至于沙漠化的时代, 又有多种说法。

由于争论双方各自研究的出发点不同, 在强调各自正确的同时不能真正否定对方的观点, 十分有必要选择典型地区系统地开展研究。从 2003 年到 2006 年, 我们多次深入到库布齐沙漠、毛乌素沙地和宁夏河东沙区, 对鄂尔多斯高原的众多古城进行考察, 得

收稿日期: 2006-07-02; 修订日期: 2006-08-03

基金项目: 国家自然科学基金项目 (40471138); 国家自然科学基金创新群体项目 (40421001) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.40471138; NSFC Innovation Team Project, No.40421001]

作者简介: 王乃昂 (1962-), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为气候变化、环境考古和历史地理。

E-mail: wangna@lzu.edu.cn

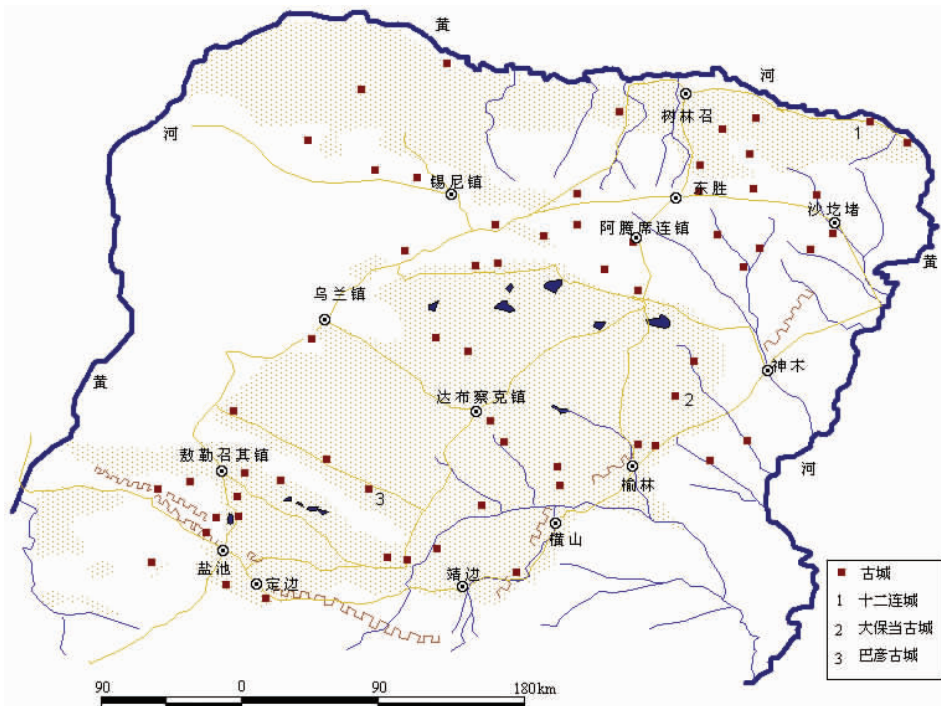


图 1 鄂尔多斯高原古城分布示意图

Fig. 1 Distribution of ancient cities on Erdos Plateau

出了一系列迄今为止最为精确的数据和历代古城址分布格局(图 1)。同时, 我们还在古城墙、古城附近地层采集样品, 发现许多古城墙夯层含沙量非常高, 一些古城的夯层则由沙层和粘土交相夯筑而成。实验分析结果显示“夯层沙”与风成沙的粒度特征一致, 这给研究毛乌素沙地、库布齐沙漠历史早期的地表景观提供了新的证据, 同时对认识历史时期沙漠化过程也有重要意义。现将研究过程和结果报道于后。

## 2 研究材料、方法和结果

### 2.1 样品采集

鄂尔多斯高原夯层沙主要发现于神木大保当汉代古城、准格尔旗十二连城和鄂托克前旗巴彦呼日呼等古城(图 1), 其中以十二连城夯层沙最具代表性。十二连城位于准格尔旗十二连城乡, 黄河南岸二级阶地之上, 与托克托县隔河相望。城址北面紧靠黄河, 西边为地势低洼的河滩地, 东面和南面分布有半固定沙丘, 生长有柠条、沙蒿、麻黄等。该城北墙和中墙北端夯层出露明显, 沙层与土层相间夯筑的结构清晰可见。夯层沙呈浅黄色, 厚度为 5~8 cm。夯土层呈灰黄色, 厚度 8~13 cm。采样点位于 6 号城北墙东段, 自城墙底部至城墙顶部间隔采样, 城墙基底地层采样间隔为 10 cm, 城墙上为每个夯层采一个样品, 总计 34 个样品(编号 SEL01~SEL34)。为进行比较鉴别, 还对黄河漫滩沉积物和现代地表沙丘沙进行了采样。

大保当古城位于神木县大保当镇西约 1 km 处的任家伙场, 城址东距黄河支流秃尾河约 15 km, 西部约 20 km 处是无定河支流榆溪河。古城城区被野鸡河分割为南北两部分。城址北部地势略高, 地形平缓, 周围分布半固定沙丘; 南部地势较低, 沙丘较少, 土壤肥沃, 现已辟为农田。城址现在覆盖着厚厚的沙层, 地表上没有暴露的墙基, 也没有裸露于地面的城墙夯层, 但地面随时可见筒瓦、板瓦、铺地砖等建筑材料及陶器残片, 从

附近居民家中采集到的古钱币主要有货泉、五铢、大泉五十。在考古队发掘后未曾填埋的出露城墙的探槽中，夯层清晰可见，厚 8~12 cm。夯层与夯层之间存在厚约 2~4 cm 的沙层，较十二连城“夯层沙”为薄。采样点分别为地下城墙剖面（编号 DBDG01~DBG12）、房基底部剖面（编号 F1K01~F1K14）、地表文化堆积剖面（编号 F1DJ01~F1DJ12）和现代沙丘。

巴彦呼日呼古城位于今鄂托克前旗昂素镇东南 20 km 许，时代为唐至西夏时期。城区中心位于北纬 38°06'33"，东经 108°13'03"。残垣东西 305 m，南北 605 m，北偏东 23°。城墙残存基宽 8 m，残高 2~6 m，夯层厚约 9.5~11 cm。南墙见有木椽眼，马面厚约 2.5 m，马面与瓮城结构很有特色。南城为瓮城，残壁最高处有 6~7 m。城内多见素面灰陶片、铁片、骨块等物，且在城墙两侧分布教多。2003 年 10 月，曾从古城附近牧民家中辑得开元通宝 6 枚，熙宁元宝、天圣元宝、宽永通宝、康熙通宝、乾隆通宝、嘉庆通宝各 1 枚。城区周围多固定、半固定沙丘和流动沙丘，沙丘最高达 15~20 m。城址周围地下水位 3 m 许，生长芨芨草、沙蒿等植被。城墙呈灰白色，夯层为粉沙质，含沙量达 72% 以上。采样点分别为城墙夯层沙、夯土层和城址附近的现代沙丘。

由于古城多属于文物保护单位，采样点的选择除了考虑城址保护、避免对古城造成破坏外，为了准确确定古城的年代，野外工作还对城墙建筑时遗留的木条、骨块、燃烧后残留的炭屑等进行采集，用于  $^{14}\text{C}$  测年。

## 2.2 分析方法

本研究所采集样品的粒度均使用兰州大学西部环境教育部重点实验室 Mstersize2000 激光粒度仪分析，粒度测量范围为 0.02~2000  $\mu\text{m}$ ，重复测量误差小于 2%。根据不同颗粒物对粒度仪散射度的不同，选取适量样品置于烧杯中。然后在烧杯中加入 10 ml 浓度为 10% 的  $\text{H}_2\text{O}_2$ ，在电热板上加热，除掉样品中的有机质；往烧杯中加入 10 ml 浓度为 10% 的  $\text{HCl}$ ，去除碳酸盐；清洗样品两次，每次间隔 12 小时；清洗后样品中加入 10 ml 分散剂 ( $\text{Na}_6(\text{PO}_3)_6$ )，使颗粒充分分散，以备激光粒度仪测试使用；正式在激光仪测试前，将样品在超声波震荡仪震荡 10 分

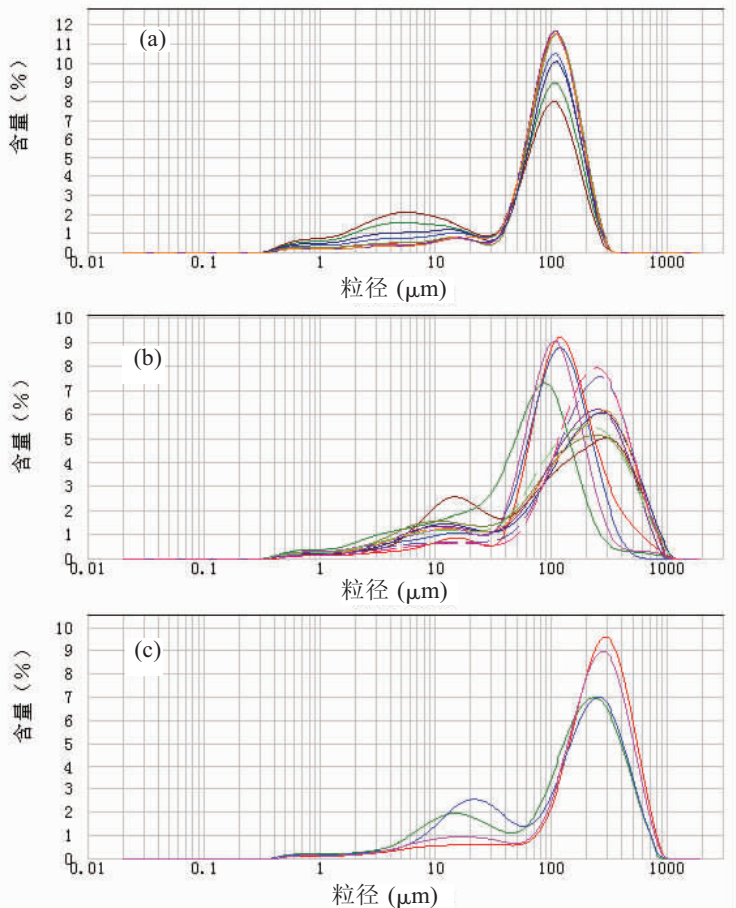


图 2 鄂尔多斯高原十二连城 (a)、大保当古城 (b)、巴彦呼日呼古城 (c) 夯层沙粒度频率曲线

Fig. 2 Grain size distribution of rampan's sand layer in Shi'er Lian Ancient Castle (a); Dabaodang Ancient Castle (b); Bayanhurihu Ancient Castle (c)

钟,以防止颗粒胶结。粒度组成的粒级划分按照 Udden-Wentworth 标准,并根据 Folk 和 Ward 的算法公式<sup>[8]</sup>计算了所有样品的粒度参数。

常规 <sup>14</sup>C 测年和加速器质谱 (AMS) <sup>14</sup>C 测年分别在兰州大学年代学实验室 (所用 <sup>14</sup>C 半衰期为 5730 年) 和北京大学第四纪年代测定实验室 (所用 <sup>14</sup>C 半衰期为 5568 年) 完成。

### 2.3 实验结果

沉积物的粒度一般用直方图和频率曲线来表示,尽管直方图各粒级的划分明显易于判别,但由于直方图的形状与粒度组距大小及粒级边界的选择紧密相关,受人为主观因素的影响,不能准确反映自然界的现实状况。另外,由于夯层样品在夯筑之时已经受到了人为活动的干扰,不能完全从沉积学的角度来分析其沉积环境,因此我们仅采用粒度频率曲线来分析样品的粒度特征和形成原因 (图 2)。

城墙夯层沙的粒度频率曲线表现为不对称双峰分布 (图 2),粗粒组分的众数粒径为 100~280  $\mu\text{m}$ ,即分布于细砂、极细砂范围内。其中,十二连城含砂量 (粒径  $> 63 \mu\text{m}$  组分所占比例) 平均为 78.5%,大保当古城为 77.5%,巴彦呼日呼古城为 78.4% (表 1)。细粒组分的众值粒径分布于 5~20  $\mu\text{m}$ ,以细粉砂、极细粉砂为主。其中粉砂 (粒径 2~63  $\mu\text{m}$ ) 含量占 20% 左右,十二连城为 19.8%,大保当古城为 21.3%,巴彦呼日呼古城为 20.3%。粘土 (粒径  $< 2 \mu\text{m}$ ) 含量,三个古城都非常低,十二连城为 1.8%,大保当古城为 0.2%,巴彦呼日呼古城为 1.3%。另外,由粗粒组分的砂粒级到细粒组分的粘粒级的过程中 20~60  $\mu\text{m}$  粒级的颗粒分布含量减少。此外,我们还注意到,虽然粒度组成的总体呈不对称分布,但各古城墙夯层沙的粗粒组分呈对称分布,各夯层沙所对应的众数粒径相差很小 (十二连城古城为 112.5  $\mu\text{m}$ ,大保当古城和巴彦呼日呼古城别为 230  $\mu\text{m}$  和 260  $\mu\text{m}$ )。这与风成沙的粒度特征极为接近。

采用粒度参数作为环境替代指标前人已经做过很多研究,同时粒度参数也指征了沉积物的形成原因。就风成沙而言,无论是现代风成沙还是古风成沙,粒度分布特征都呈明显的双峰不对称分布,粗、细粒组分之间存在一个明显低谷,该粒级集中于 20~60  $\mu\text{m}$ ,其含量急剧降低甚至降为零<sup>[9,10]</sup>。本文所采现代风成沙样品实验结果也证明了这个结论 (图 3)。对比夯层沙和现代风成沙的粒度频率曲线及其特征参数,可以发现二者粒度分布及组成基本相似,主峰含量很高,次峰含量很低。同时,比较现代风成沙和夯层沙的峰度、偏度等参数 (表 2),发现二者相差很小。综上所述,可以得出城墙夯层沙为风成的结论。

古城夯土层的结果大相径庭。十二连城夯土层的粒度频率曲线同样为双峰不对称分布,但细粒组分的含量较夯层沙大为增加,几乎占了组分含量的一半 (图 4a)。大保当古

表 1 鄂尔多斯地区古城夯层沙不同粒径含量及参数

Tab. 1 Parameters and composition of sandy layers in ancient castle ramparts on Erdos Plateau

古城	$< 2 \mu\text{m} / \%$	2~63 $\mu\text{m} / \%$	$> 63 \mu\text{m} / \%$	均值粒径/ $\mu\text{m}$	众数粒径/ $\mu\text{m}$
十二连城	1.8	19.8	78.5	95.3	112.5
大保当	0.2	21.3	78.5	116.8	231.5
巴彦呼日呼	1.3	20.3	78.4	154.9	268.4

注:表中粒度参数均采用 Folk 和 Ward 的算法公式

表 2 夯层沙与现代沙丘粒度的偏度、峰态

Tab. 2 Peak value and skewness of sandy layer and modern sand dune's grain size

粒度参数	十二连城 城墙夯层沙	十二连城 现代沙丘	巴彦呼日呼 城墙夯层沙	巴彦呼日呼 现代沙丘	大保当古城 城墙夯层沙	大保当古城 现代沙丘
偏度	-0.466	-0.330	-0.468	-0.442	-0.453	-0.432
峰态	1.021	1.119	0.885	1.011	1.098	1.050

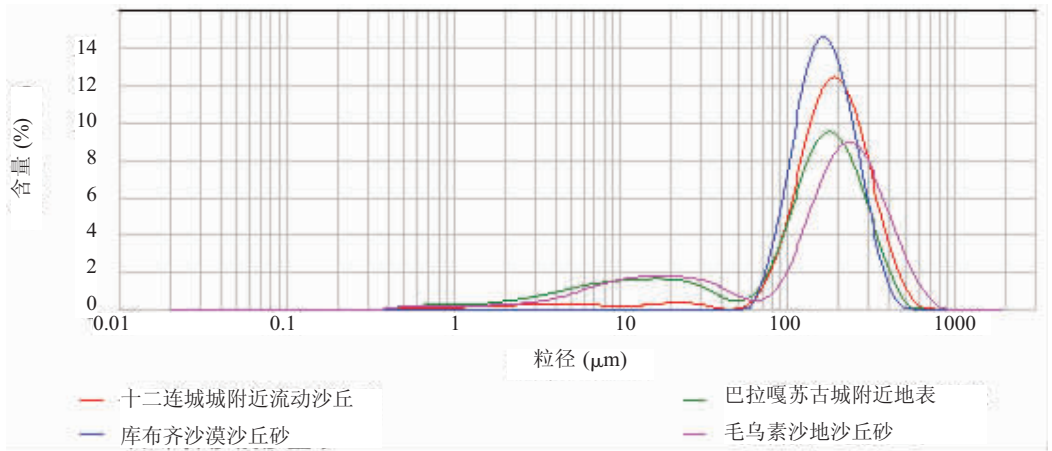


图3 鄂尔多斯高原现代沙丘粒度频率曲线

Fig. 3 Grain size distribution of modern sand dune on Erdos Plateau

城(图4b)夯土层的粒度频率曲线的结果与十二连城虽不尽相同,但相对夯层沙而言,其粗粒含量仍然较少。

### 3 环境考古和历史文献的分析

#### 3.1 环境考古分析

根据出土文物和《汉书·地理志》、《水经注》记载,大保当古城可能为汉代的白土、鸿门、圜阴、圜阳4县治城之一。陕西省考古研究所在对大保当古城址试掘时发现,每个夯层之间都夹一层细沙<sup>[11]</sup>。从建筑学的角度来说,由于沙子用于夯筑具有很高的不稳定性,要使之用于加固城墙,必然需要添加更多的粘合物,而且在将沙加入到夯层之前需要经过预处理,费时费料,因此如果有丰富的地表粘土来源的话是不必要这样做的。从考古地层学的原理来分析夯层沙所包含的环境信息,首先可以推定夯层沙早于城池的修筑年代,亦即汉之前古城周边分布有沙地。例如,在大保当古城东南4 km的彭素疙瘩(实为沙丘)有一处龙山晚期至夏代的新华遗址(38°37'55"N、110°00'28"E),该遗址堆积层下层及上层均为黄沙,中层色灰亦呈沙性,内含较多的夏代陶片。遗址含沙异常的现象,表明夏时期居民选择此地作为住址之前,附近已存在沙丘沙堆积,居住该地之时仍不断遭受流沙侵袭。薛祥煦等<sup>[12]</sup>在对新华遗存动物群的研究中发现,除羊等适合在草原上生存的动物外,当时活动在这里的还有鹿、狍、羚羊等动物。新华的羚羊很可能属于*G. subgutturosa*,这类羚羊大多生活在荒芜的沙漠地区。这些动物群反映出新华遗址周围当时是一个以草原为主,有小片树林,周边有沙地的自然景观。其次,夯层间的夹沙虽然是筑墙时的某种需要而人为形成,但足以说明当时地表积沙较为普遍。1996年7~8月,为了配合国家重点工程陕京天然气管道建设,陕西省考古研究所对任家伙场古城南约1 km的墓地(38°37'08"N、109°58'27"E)进行了抢救性发掘。该墓群大部分墓葬的墓道填土中都发现了较大量含沙的情况,这与墓道壁显现的原生黄土土质形成了明显的对比。该墓地现为任家伙场砖场,被推土机推开的取土坑深约5 m,可以看到富含碳酸钙结核的原生黄土剖面,足可证明墓道沙层非地下古风成沙,应是当时地表积沙的原生堆积。

十二连城地表遗存主要为唐代遗址,但城区东半部汉代遗物较多。古城北墙西段所采骨块(采样编号 SELC<sup>14</sup>C050401)AMS<sup>14</sup>C 年龄为 1410±40(实验室编号 BA05694),树轮校正年龄为 605~660AD。城区西北部沙丘埋压有筒瓦、板瓦残片等,所采炭屑(采样编号 SELC<sup>14</sup>C050403)常规 <sup>14</sup>C 年龄为 1312±49(实验室编号 LUG05-65),树轮校正年龄为

601~661AD。中部隔墙夯层所夹兽骨(采样编号 SELC<sup>14</sup>C050801)常规 <sup>14</sup>C 年龄为 2191 ± 52 aBP (实验室编号 LUG05-92), 树轮校正年龄为 360~196AD, 证明其前身确为汉代古城废墟。古城外汉代至唐代的墓葬均有发现, 其中姜义贞墓志铭文说明了该城的性质: “胜州榆林县归宁乡普静里故人品子姜义贞年卅五开元十九年岁次辛未二月庚辰朔三日壬午故其月十一日辛卯殡在州城南一里东西道北五十步祖在其前铭”。

《隋书·地理志上》记载: “开皇二十年(600), 置胜州。统县三, 户二千三百三十”。由历史文献、考古发现和年代测定结果, 可以认定该城为隋唐胜州所在地, 亦即榆林县治城。整个城址南部略高, 文化层堆积厚度约 2 m, 北部文化层堆积厚度约 1.5 m。地表遗物有各种纹的板瓦、筒瓦、瓦当、瓷片等。在整个古城遗址采集到的铜钱有汉半两、五铢、大泉五十、开元通宝、景德元宝、皇宋通宝、大观通宝、太平通宝等。十二连城夯层沙的出现(图 2), 证明在唐朝以前甚至汉代之前这里已分布有沙丘。例如, 《元和郡县志》卷四“榆林县”条载: “本汉沙南县地, 属云中郡”。汉代即称为“沙南县”, 说明附近沙丘的出现已有时日。

无独有偶, 王尚义等<sup>[13]</sup>在统万城的考察中, 发现西城宫殿遗址台阶下铺垫着一层很厚的木炭屑和草木灰, 并直接落在细沙之上。考古勘探也查明, 统万城“城址建筑物废墟的瓦砾层下, 是原生自然堆积的细沙”<sup>[14]</sup>。根据陕西省榆林地区文管会调查, 在统万城东垣及城南 1.5 km 无定河南岸同时发现有两个南北排列的圆形夯筑土丘, 其下均为细沙。凡此, 均证明建城时其周边环境已有沙地广泛分布。邓辉等<sup>[15]</sup>从自然环境区域分异的角度, 对历史文献中相互矛盾的记载作了分析, 认为流动沙丘、固定沙丘、梁地、低湿草甸等不同类型的隐域环境可以同时存在于毛乌素沙地内部。

### 3.2 历史文献分析

关于毛乌素沙漠的形成时代问题, 我们不能苛求古人有明确的记载, 但从早期的经典地理文献中却能看出鄂尔多斯高原历史沙漠化的些许端倪。例如, 成书于六世纪的《水经注》记载: “余按南河及安阳县以南, 悉沙阜耳, 无佗异山。故《广志》曰: 朔方郡北移沙七所, 而无山以拟之”。这条注明明确指出朔方郡北部的库布齐沙漠, 在两汉时期即已出现流沙。毛乌素沙地和宁夏河东沙区也有类似记载。《水经注》奢延水(今无定河)所出之“赤沙阜”, 根据《水经注》关于腾格里沙漠西南缘沙丘为“黄沙阜”的记载

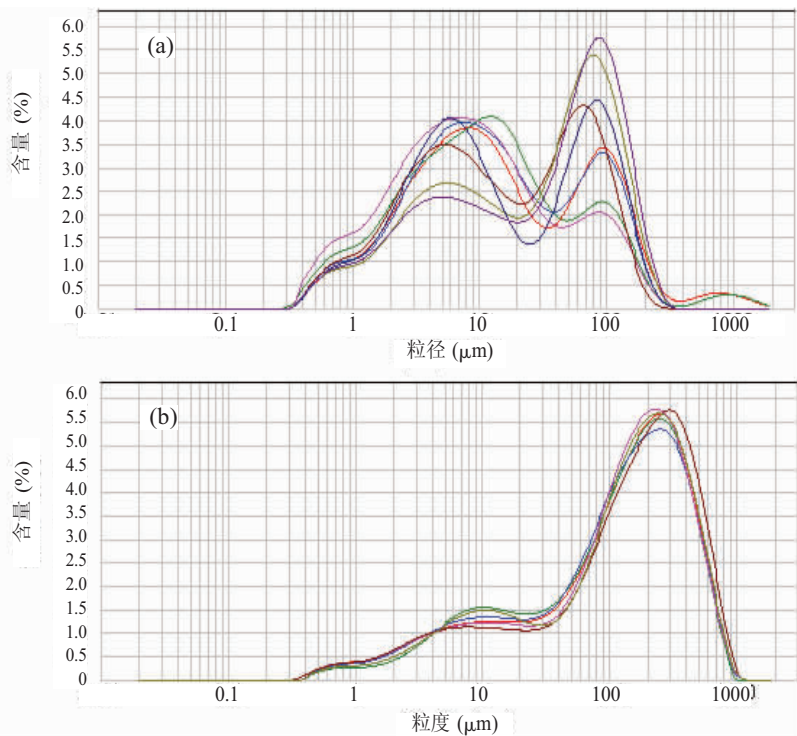


图 4 鄂尔多斯高原十二连城 (a), 大保当古城 (b) 的夯土层粒度频率曲线  
Fig. 4 Grain size distribution of ramparts soil layer in Shi'er Lian Ancient Castle (a); Dabaodang Ancient Castle (b)

以及清末陶保廉“辛卯侍行记”关于张掖西城驿沙漠为“沙阜”的记载,可以认为“赤沙阜”即是沙丘。至于奢延水支流黑水以及诸次水所经之“沙陵”,根据《说文解字》“陵,大阜也”的注记,可以认为“沙陵”是较沙阜更为高大的沙丘群、沙岭。这说明至迟在北魏末期,毛乌素沙地南部即已出现流沙。太平真君七年(446年),北魏在薄骨律镇(今宁夏灵武市)的屯田取得很大成功,政府下令由高平、安定、统万及薄骨律四镇共出车五千乘,将屯谷五十万斛,调给军粮匮乏的沃野镇。沃野镇位于今内蒙古临河市一带,与薄骨律镇同在黄河东岸,沿黄河向北行八百余里即可将军粮运到。镇将刁雍受命后先用车载粮,但“道多深沙”、“每涉深沙,必致滞陷”,于是刁雍建议“于牵屯山河水之次,造船二百艘”(《魏书·刁雍传》),结果运粮六十万斛,从而受到北魏皇帝的嘉奖。刁雍改车载运粮为船载运粮,从侧面说明今宁夏河套的东缘,在北魏初期已有较严重的土地沙漠化。

到了唐代,鄂尔多斯高原中南部沙丘扩展已酿成沙害。例如《新唐书·五行志》记载:“长庆二年(822年)十月,夏州大风,飞沙为堆,高及城堞”。《新唐书·地理志》收贾耽《从边州入四夷道里》记载:“夏州北渡乌水,经贺麟泽、拔利干泽,过沙。渡乌那水,经胡洛盐池,蹊纒伏干泉,四十八里度库结沙,一曰普纳沙,二十八里过横水,五十九里至什赆故城”。乌水即今纳林河,胡洛盐池即今杭锦旗盐海子,库结沙(普纳沙)当指库布齐沙漠。至宋淳化五年(994年),时为夏州州城的统万城不得不因“深陷沙漠中”而弃之。唐人诗文中也多有提到夏州、六胡州一带“风沙满眼”、“沙塞”、“沙碛”的诗句。李益《登夏州城观送行人赋得六州胡儿歌》有“沙头牧马孤燕飞”和“风沙满眼堪断魂”之句,所描述的是从夏州城上远眺的景象。同书《从军夜次六胡北饮马磨剑石为祝殇辞》云:“我行空碛,见沙之磷磷,与草之冪冪,……风沙四起云沉沉”。可知当时“六胡州”北既有灌丛、草地,也有沙丘,为唐代该区域古城夯层沙提供了物源。“六胡州”是唐初为安置突厥降户,在灵州、夏州之间设置的鲁、丽、含、塞、依、契等六个羁縻州的总称。关于“六胡州”的地理位置,史书记载不详,一直悬而未决。我们从2003年连续多年在内蒙古、宁夏、陕西三省、区交界的毛乌素沙漠,采用地形图、遥感影像、历史文献、考古发掘报告、地方史志资料等多学科交叉综合研究方法,对这一区域的古城址进行了多方寻访和踏勘。根据墓志铭、唐宋时代的“吴牛喘月”、“瓶花”等地表遗存、“开元通宝”钱币和放射性碳年代测定,确定宁夏盐池县明代兴武营旧城是“六胡州”的鲁州城治所在。关于六胡州的发现及其环境解释此处不赘,将另文专论。

综合上述,可以推定鄂尔多斯古城在建设前期周边地区已存在沙地甚或流动沙丘。城池的修建和废弃与环境变化有一定的关系,但并不完全由环境决定。一些研究者根据古城的存在而得出结论说建城时应该是一处水草丰美的环境,根据本文对古城夯层物质的研究结果和历史文献记载,显然不能支持这样的说法。当然,城址的选择依然要考虑生活的需要。十二连城建于黄河岸畔,大保当古城为野鸡河经流处,都有近水分布的特征,很容易获得生活必须的水源,保证了居民生活的需要。

## 4 结论

本文选择历史时期人类活动聚集的古城开展研究,避免了地层学在讨论历史时期沙漠化时间分辨率过小、无法参考人类活动记录的不足,同时将历史文献对应于实地考察和实验分析之中,克服了文献记载的片面性,一定程度上排除了文献记录中的不确定性。通过以上讨论,可将主要结论归纳如下:

(1) 鄂尔多斯高原不同地区、不同时代的古城夯层沙,实验分析证明皆为风成,其堆积时代应在建城之前,即早在汉代之前就已出现固定、半固定沙地和流动沙丘。古城址

的大量存在,不能说明建城时一定是“水草丰茂”的环境,而主要是出于当时的军事战略需要,有关毛乌素沙地是“人造沙漠”的观点缺少科学依据。

(2) 以古城的兴衰、人类活动遗迹、屯垦为主线分析环境的变化和人地关系演进是行之有效的研究途径,但以最后的遗物、遗址时代作为沙漠化的起始时间是不准确的。历史时期大规模的农垦活动或战乱无疑会造成植被大面积破坏,客观上加快了鄂尔多斯地区的沙漠化过程,但在明清以前农垦活动不是沙漠化的主要因素。

(3) 古城夯层沙作为直接的证据,所指示的环境背景具有很高的可信度,对说明鄂尔多斯历史时期沙漠化过程具有重要意义。流动沙丘、固定沙丘、梁地、低湿草甸、湖泽等不同类型的隐域环境可以存在于史前时期、历史时期和今天的鄂尔多斯高原,其间的差异主要是各地域类型的消长变化。

## 参考文献 (References)

- [1] Hou Renzhi. The evolution of the Mu Us Sandy Land from the ancient castles in Hongliu River. *Cultural Relics*, 1973, (1): 35-41. [侯仁之. 从红柳河上的古城废墟看毛乌素沙漠的变迁. *文物*, 1973, (1): 35-41.]
- [2] Wu Zheng. Problems of desertification in northern China. *Acta Geographica Sinica*, 1991, 46(9): 266-275. [吴正. 浅议我国北方地区的沙漠化问题. *地理学报*, 1991, 46(3): 266-276.]
- [3] Dong Guangrong, Li Baosheng, Gao Shangyu et al. Aeolian sand of Erdos in the Quaternary. *Acta Geographica Sinica*, 1983, 38(4): 341-347. [董光荣, 李保生, 高尚玉等. 鄂尔多斯高原的第四纪古风成沙. *地理学报*, 1983, 38(4): 341-347.]
- [4] Zhao Yongfu. Change of Mu Us desert in history. *Historical Geography*, 1981, (original publication): 34-46. [赵永复. 历史上毛乌素沙漠的变迁. *历史地理*, 1981, (创刊号): 34-46.]
- [5] Zhu Zhenda, Wang Tao. Theory and practice on sandy desertification in China. *Quaternary Sciences*, 1992, (2): 97-106. [朱震达, 王涛. 中国沙漠化研究的理论与实践. *第四纪研究*, 1992, (2): 97-106.]
- [6] Sun Jimin, Ding Zhongli. Process and cause of land desertification in northern east China. *Quaternary Sciences*, 1998 (2): 156-164. [孙继敏, 丁仲礼. 中国东部沙区的荒漠化过程与起因. *第四纪研究*, 1998, (2): 156-164.]
- [7] Jing Ai. *An Introduction to Desert Archaeology*. Beijing: Forbidden City Publishing House, 2001. [景爱. *沙漠考古通论*. 北京: 紫金城出版社, 2001.]
- [8] Shanbei Group of Chengdu College of Geology (ed.). *The Grain-size Analysis and Its Application of Sedimentary Rock*. Beijing: Geological Press, 1976. [成都地质学院陕北队编. *沉积岩(物)粒度分析及其应用*. 北京: 地质出版社, 1976.]
- [9] Chen C-T A, Lan H C, Lou J Y et al. The dry Holocene megathermal in Inner Mongolia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2003, 193: 181-200.
- [10] Hu Gang, Wang Nai'ang, Gao Shunwei et al. The discovery of Holocene aeolian sand in Huahai Lake and its environmental significance. *Journal of Desert Research*, 2002, 22(2): 159-165. [胡刚, 王乃昂, 高顺尉等. 花海湖泊全新世古风成沙的发现及其古环境解释. *中国沙漠*, 2002, 22(2): 159-165.]
- [11] Archaeology Institute of Shaanxi Province. *Shenmu Dabaodang*. Beijing: Science Press, 2001. 115. [陕西省考古研究所. *神木大保当*. 北京: 科学出版社, 2001. 115.]
- [12] Xue Xiangxi, Li Yongxiang, Yu Xuefeng. Animal Remains in Xinhua site in Shaanxi province, China. In: *Shenmu Xinhua*. Beijing: Science Press, 2005. 355-367. [薛祥熙, 李永项, 于雪峰. 陕西神木新华遗址中的动物遗骸. 见: *神木新华*. 北京: 科学出版社, 2005. 355-367.]
- [13] Wang Shangyi, Dong Jingbao. The rise and fall of Tongwan city with the environmental change of Mu Us Sandy Land. *Geographical Research*, 2001, 20(3): 347-353. [王尚义, 董靖保. 统万城的兴衰与毛乌素沙地之变迁. *地理研究*, 2001, 20(3): 347-353.]
- [14] Dai Yingxin. Survey on the site of Tongwan City. *Archaeology*, 1981, (3): 225-232. [戴应新. 统万城城址勘测记. *考古*, 1981, (3): 225-232.]
- [15] Deng Hui, Xia Zhengkai, Wang Fengyu. Human activities' influence on the areas of weak ecological environment in terms of the rise and fall of Tongwan City. *Collections of Essays on Chinese Historical Geography*, 2001, (2): 104-113. [邓辉, 夏 Zhengkai, 王臻瑜. 从统万城的兴废看人类活动对生态环境脆弱地区的影响. *中国历史地理论丛*, 2001, (2): 104-113.]



# The Environmental Significance of Tamping Sandy Layer in Ancient Castle Ramparts on Erdos Plateau

WANG Nai'ang<sup>1, 2</sup>, HUANG Yinzhou<sup>2</sup>, HE Tonghui<sup>2, 3</sup>,  
FENG Wenyong<sup>2, 4</sup>, LONG Hao<sup>2</sup>, CHENG Hongyi<sup>2</sup>

(1. *Key Laboratory of Western China's Environmental Systems (Ministry of Education), Lanzhou University, Lanzhou 730000, China;*

2. *College of Earth & Environmental Sciences, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China;*

3. *College of Resource & Environment, Ningxia University, Yinchuan 750021, China;*

4. *Department of Geography, Xinzhou Teachers University, Xinzhou 034000, Shanxi, China)*

**Abstract:** In 2005, when studying the process of historic sandy desertification on Erdos Plateau, we found that a lot of ancient castle ramparts were fortified by alternate layers of sand and soil, and these castles included Shi'er Lian Ancient Castle (located in Zungar Banner, Inner Mongolia, China), Dabaodang Ancient Castle (located in Shenmu county, Shaanxi province, China), Bayanhurihu Ancient Castle (located in Otog Front Banner, Inner Mongolia, China) and so on. They are located in deep desert now. Several researchers have thought that the fate of these ancient castles is associated with natural environmental conditions. However, our experimental result does not support this view. The discovery sheds new light into when and how sandy desertification occurred and provides new historic insight for eco-environment conservation in this district. Through the experiment, some conclusions are drawn as follows: (1) The sandy layer in the ramparts consisting of aeolian-sand which should deposit before the castles were built. Considering the time when these castles were built, we could conclude that the desert scene had existed before the Han Dynasty. Some researchers pointed out that the existence of these castles were associated with good natural conditions when they were built, while our experimental result did not support this view. Accordingly, the existence of these castles could not be an evidence to prove good environmental conditions on Erdos Plateau in historical times. (2) It is an effective way to analyze the environmental change and process of man-land relationship through the fate of the ancient castles, relics, traces of human activities and changes in wasteland reclamation. However, it is not accurate to quantify the time when sandy desertification occurred through the time when these relics were abandoned. Undoubtedly, farming activities in historical times to a certain extent destroyed vegetation on Erdos Plateau, thereby accelerating the process of sandy desertification, but it is not the main factor leading to sandy desertification before the Ming Dynasty. (3) It is credible that sandy layer in the ramparts as a direct sign to interpret the environmental background, so it is very useful for us to explain the process of sandy desertification in historical times. Through the discovery, mobile sand dunes, fixed sand dunes, meadows in low humid lands, lakes, and so on, can coexist on Erdos Plateau in prehistory and human history. Up to now, these environments still coexist in the district.

**Key words:** ancient castle; tamping sandy layer; historic sandy desertification; Erdos Plateau; Inner Mongolia; Shaanxi Province