

旧石器时代晚期装饰品染色模拟实验的初步研究

——以水洞沟和南非晚期石器时代遗址发现鸵鸟蛋皮串珠为例

王春雪^{1,3} 张乐^{2,3,4} 张晓凌^{2,3} 高星^{2,3}

(1. 吉林大学边疆考古研究中心, 长春, 130012; 2. 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 北京, 100044; 3. 中国科学院人类演化实验室, 北京, 100044; 4. 现代古生物学与地层学国家重点实验室, 南京, 210008)

摘要: 本文采用模拟实验和显微观察的方法以水洞沟和南非晚期石器时代一些遗址发现的鸵鸟蛋皮串珠为例, 对旧石器时代鸵鸟蛋皮串珠的染色过程、表面痕迹变化尝试进行复原, 归纳和讨论模拟实验中不同埋藏环境染色痕迹中的特征及其变化原因, 并根据实验结果推测我国及南非地区旧石器时代晚期鸵鸟蛋皮串珠染色痕迹主要集中分布于内表面而外表面较少的现象, 是与串珠的埋藏环境和蛋壳的显微结构具有密切关系。

关键词: 旧石器时代晚期; 鸵鸟蛋皮; 串珠; 染色; 模拟实验

中图法分类号: K871.11 **文献标识码:** A **文章编号:**

1 引言

实验考古学由来已久, 是在“新考古学”兴起之后才成为考古学的一个重要分支。在实验考古学发展初期, 模拟实验主要被应用在三个方面: 1) 剥片与制作实验; 2) 使用实验; 3) 埋藏与器物生命史实验。主要通过预制石核、剥离石片和加工石器、骨器及装饰品等过程的模拟复原, 来推论史前人类的技术水平、工艺特点、特定工具的制作原理与方式和对原料开发与利用的能力与程度等^[1]。从上世纪八九十年代开始, 国外学者立足于民族学材料, 开始着手对旧石器时代遗址内出土的装饰品进行模拟复原, 从最大限度上模拟原始的环境与条件, 通过模拟原始工匠的选料、加工、使用、废弃等阶段, 以求能够正确解读考古遗址所提供的远古人类文化与行为信息。目前, 我国进行装饰品模拟实验的研究较少, 尚处于起步阶段, 仅见于上世纪九十年代中期, 顾玉才先生根据辽宁海城仙人洞遗址出土的4枚穿孔兽牙及1枚穿孔贝壳共5件装饰品, 运用实验考古学的方法, 在模拟制作穿孔装饰品的基础之上, 重新观察和研究了这批材料^{[2][3]}。他先模拟制作了一批钻孔的石制品, 包括钻器、尖状器及带尖石片等, 实验材料选用哺乳动物齿根和贝壳, 进行不同方法的钻孔实验, 然后在显微镜下观察, 记录各种方法所钻出来孔的特征, 在此基础上重新研究了仙人洞遗址出土装饰品的钻孔技术。通过实验和对比研究发现, 该遗址装饰品采用对钻和先挖后钻等方法进行钻孔, 主要采用磨、挖、钻等制作技术, 由此可以看出古人类高超的制作工艺。

在过去几十年里, 我国旧石器考古学家们进行了一系列考古学调查与发掘, 在出土大量石制品的同时, 也发现了丰富的、由各种原料制成的各种类型装饰品, 它们属于旧石器时代中期向晚期过渡阶段及旧石器晚期。丰富的考古学材料为研究物质文化的发展趋势提供了坚实的基础, 同时, 也为复原OIS3阶段的古环境提供了重要材料。诸如, 上世纪三十年代, 在北京房山龙骨山山顶洞遗址内出土了一批装饰品, 包括穿孔兽牙、海蚌壳、青鱼眶上骨、骨管及石珠^[4]; 上世纪八十年代, 在辽宁海城小孤山遗址出土的穿孔兽牙和蚌壳^[5]; 河北泥

收稿日期: 2010-10-20; **定稿日期:** 2010- —

基金项目: 吉林大学“985工程”项目; 国家重点基础研究发展规划项目(2006CB806400); 科技部科技基础性工作专项基金(2007FY110200); 现代古生物学和地层学国家重点实验室(中科院南京地质古生物研究所)资助(093112)

作者简介: 王春雪(1981-), 男, 内蒙古宁城县人, 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所博士, 现为吉林大学边疆考古研究中心讲师, 主要从事动物考古和旧石器考古研究。E-mail:chunxuewang@163.com

河湾盆地虎头梁遗址出土的一批较为丰富的装饰品,包括穿孔贝壳、鸵鸟蛋壳、鸟的管状骨制成的扁珠及穿孔石珠等^[6];在山西朔县峙峪遗址出土的一件钻孔石墨佩带具^[7];小南海遗址出土的一件有孔石珠^[8];我国三峡地区兴隆洞出土的距今 120—155 ka前带有成组刻划痕迹的剑齿象门齿^[9];宁夏灵武水洞沟遗址发现的由鸵鸟蛋壳制成的串珠^[10]。然而,我国学者对于近年来发现较多的、较引人注目的鸵鸟蛋壳串珠则较少进行相关的模拟实验研究。值得注意的是,鸵鸟蛋壳串珠的制作及使用实验在国内外的一些民族学材料和研究中早已多有涉及,它是由破碎的鸵鸟蛋壳经过修型、钻孔、磨光等工序而制成的。鸵鸟蛋壳最初是为了满足古人类摄取营养,而后由于其破碎后的蛋壳较为坚硬致密,个体较大,被用来作为容器;而鸵鸟蛋壳串珠的最初制作可能是源自于有意或无意识地造成鸵鸟蛋壳的破碎。大的蛋壳碎片直接被制成一些大的装饰品,例如挂饰等^[11];而一些相对较小的碎片被加工至较小的尺寸,并储存在鸵鸟蛋壳的容器内。根据一系列民族学材料和南非、纳米比亚等地旧石器时代遗址发现的鸵鸟蛋壳串珠的特征来看^{[11][12]},这种串珠的生产制作路线主要有两个:生产路线 1 (Pathway 1)为在对毛坯进行修型之前,先进行钻孔;生产路线 2 (Pathway 2)为先将蛋壳毛坯进行修型,大致修成圆形,再进行钻孔及抛光等步骤^[12](表 1)。在这两种工序过程之中及之后,可能会对串珠毛坯进行烘烤及使用矿物质染料进行染色。

中科院古脊椎所与宁夏文物考古研究所于 2003~2005 年和 2007 年对水洞沟遗址第 2、7、8、9 及 12 共 5 个地点进行了系统的考古发掘,在出土大量石制品的同时,在第 2、7、8 地点的文化层中出土了相当数量的鸵鸟蛋壳制成的环状装饰品^{[13][14]},个体很小,多单向钻孔,有的边缘保留琢击或压制的痕迹,有的标本上有赤铁矿粉痕迹。此外,在南非一些晚期石器时代(LSA)地点(JKB-N、JKB-L、JKB-M、KN2005/067(1)、KN2005/067(2)、SK2005/057A 地点)内也出土了大量带有染色痕迹的鸵鸟蛋壳串珠,其染色痕迹多集中出现于鸵鸟蛋壳串珠的内侧,而外侧出现较少^{[11][12]}。这些遗物的发现,为研究史前原始艺术的起源和发展以及现代人在东亚地区的扩散提供了重要的信息。

本文采用模拟实验和显微观察的方法对鸵鸟蛋壳串珠的染色过程及其变化尝试进行复原,归纳总结其暴露地表及埋藏过程的特征,尝试解释串珠内外表面染色痕迹变化的原因。

2 模拟实验背景

该项实验主要是根据民族学中对装饰品染色的记载,来对鸵鸟蛋壳串珠进行染色,而后将染色后的串珠放置于地表,一段时间后将其置于土状堆积中,观察串珠暴露于地表以及埋藏于堆积期间串珠内外表面矿物质染色的变化情况,并与考古标本进行对比,从而尝试解释串珠内外表面染色保存状况存在差异的原因。

根据目前国内外民族学材料记载,对于装饰品染色主要为利用自然界中天然材料进行染色^[15]。这些天然材料主要包括两大类^[16]:一类是矿物质染料,它们主要是从当地的矿土中提取加工而成,用来染色的矿物燃料主要有赤铁矿、朱砂、石黄、空青、蓝铜矿、粉锡、蜃灰、白云母、炭黑等,例如红色、褐色及黄色染料是从赭石矿土中获得,黑色染料则是从锰矿中获得;另一类是动植物性染料,植物染料有茜草、紫草、苏木、靛蓝、红花、石榴、黄栀子、茶等,主要利用植物的花、草、茎、叶、果实、种子、皮、根等提取色素作为染料;动物染料有虫(紫)胶、胭脂红虫等。矿物质染料作为自然的无机染料,具有比动植物性染料有更好的稳定性和覆盖能力强,耐光、耐热性强,不易消褪,且资源丰富,易于获得和使用,所以与动植物性染料相比更具有可利用性。

依据考古材料和民族学记载,利用矿物质染料对装饰品进行染色一般有两种方式^{[17][18][19]}:一种方法是简单的浸染,即把矿石粉碎、研磨,用水调和后涂在装饰品上。依据南非布须曼人(bushman)民族学材料所记载的鸵鸟蛋壳串珠染色方法^[20],先将赭石研磨出一

部分赭石粉，然后将其与一定比例的水相混和（约 1g 的赭石粉混合 5-7ml 的水），制成稀释的“染料浆”。而后将制成的鸵鸟蛋皮串珠投入到“染料浆”中，约 12 小时后取出，使矿物质染料能完全浸入蛋皮表面内。放置阴凉处将其晾干，然后用麻绳及干草反复轻搓，使其表面不稳定的染色剂脱落，使其看起来更具光泽感。另一种方法是将矿物质染料研磨成粉，与粘土或其他植物性材料制成染色粘合剂，由于装饰品材料多为动物骨骼、牙齿、鸵鸟蛋皮等，与单纯的矿物质染料没有较强的亲和力，这种染色粘合剂具有较强的粘合性，即使长时间的水淋也不会脱落。俄罗斯阿尔泰地区的 Kara-Bom 遗址出土的装饰品即是采用这种方法染色的。根据俄罗斯学者 N.A. Kulik 的研究^[21]，该遗址的装饰品染色是通过先将赭石研磨成粉，然后在遗址附近的沼泽区获取一种含碳黏土，将赭石粉末与其相混合，制成具有粘附、凝固和一定防水性的赭黏土。同时在该遗址内还发现了研磨矿物质染料的磨石，以及一件可能用来调色用的扁平砾石，砾石表面的空隙内含有黏赭土成分，且微痕分析显示该件工具经过短期的单向运动。

综上，根据一些学者对水洞沟及南非部分晚期石器时代遗址周围环境调查初步认为这些遗址尚不具备存在上述矿物质黏土的自然条件，故本项研究主要采用相对较为简单的浸染，即把赭石粉碎、研磨，用水调和后涂抹在鸵鸟蛋皮串珠上或将其浸泡在赭石染料浆中。

3 模拟实验准备工作

3.1 实验仪器

利用 JSM-6100 型扫描电镜观察鸵鸟蛋皮（包括安氏鸵鸟和现生非洲鸵鸟）径切面，了解其显微结构，以利于实验结果的分析 and 解释；先利用手持放大镜（放大倍数为 10X）初步观察处于不同生产阶段串珠钻孔的方向以及表面磨光情况，而后利用 Nikon-SMZ1500 体视显微镜（放大倍数为 7.5X—180X）进一步观察、验证及记录串珠钻孔的方向以及染色后矿物质在鸵鸟蛋壳内、外表面浸染的情况。

3.2 实验材料

目前，在我国一些旧石器时代遗址内（如水洞沟、周口店）发现的鸵鸟蛋皮串珠经切片显微观察后鉴定，均为安氏鸵鸟（*Struthio andersoni*）^[22]。鉴于其现已灭绝，故不适宜作为串珠实验材料，针对于此，模拟实验倾向于选择物理特性和显微结构与安氏鸵鸟蛋壳较为相似的现生非洲鸵鸟蛋壳作为实验材料。现生非洲鸵鸟（*Struthio camelus*）从分类体系上来看，其与安氏鸵鸟一样，也属于鸟纲鸵科。

本项研究选取在水洞沟第 2 及第 7 地点附近地表所采集的一些安氏鸵鸟蛋壳化石以及来自黑龙江省牡丹江市一个鸵鸟养殖场的现生非洲鸵鸟蛋壳作为显微观察实验材料，以正确认识二者之间的蛋壳结构及物理特性的差别。首先用普通磨片的方法将上述标本切制成垂直于蛋壳表面（径切面）和使不同层次（弦切面）大致平行于蛋壳表面的显微标本，在 JSM-6100 型扫描电镜下进行观察。

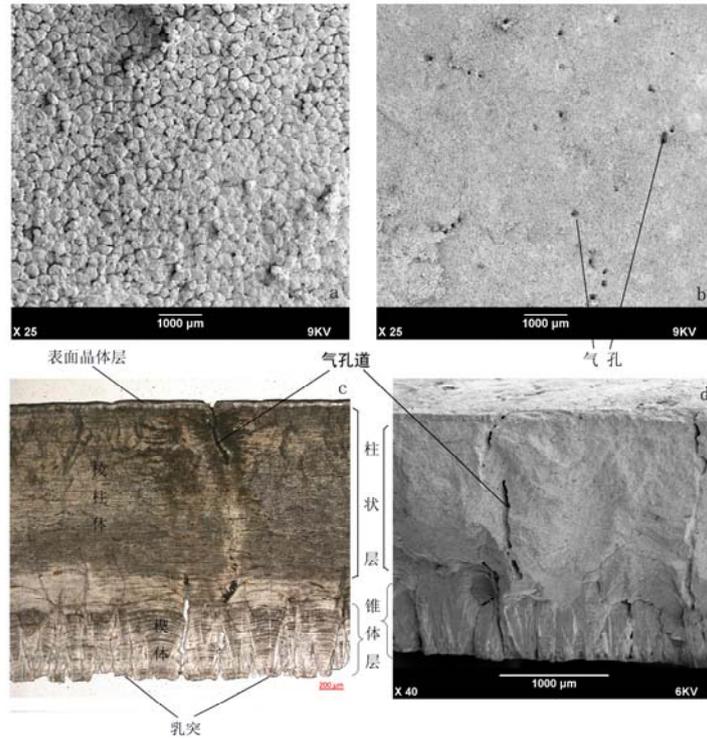


图 1 鸵鸟蛋壳显微结构模式图^[23]

a.内表面 b.外表面 c、d. 径切面

经过对这两种鸵鸟蛋壳的切片观察，可以发现：水洞沟遗址采集的安氏鸵鸟蛋壳（乳黄色和灰黄色）厚约 1.9 毫米，锥体层厚约 0.6 毫米，约占蛋壳厚度的 1/3。柱状层特别致密。在径切面中，柱状层可以再分为内、外两层，内层与锥体层为过渡接触，柱状体基本上与蛋壳的平面垂直，外层则逐步过渡为放射状的交叉排列。在弦切面中，每个柱状体的弦切面呈现不规则的锯齿状，与其相邻的柱状体相互嵌结。这种结构使得蛋壳柱状层具有很高的坚固性（图 1）^{[22][24][25]}。另外，安氏鸵鸟蛋壳的气孔道一般较直，偶尔呈分枝，气孔道壁不平滑，气孔道中常填充有次生的细粒方解石碎屑。在弦切面上可以看到气孔的分布疏密很不均匀。与其相比，现生非洲鸵鸟蛋壳的气孔道成群分布，在每隔一定的距离，气孔道由乳突间隙经层状棱柱层及分成许多小枝，一直通到外表面^{[22][24]}（图 3）。总的来说，现生非洲鸵鸟蛋壳的物理特性与安氏鸵鸟蛋壳较为相似，因而可以作为鸵鸟蛋壳串珠制作模拟实验的实验材料。

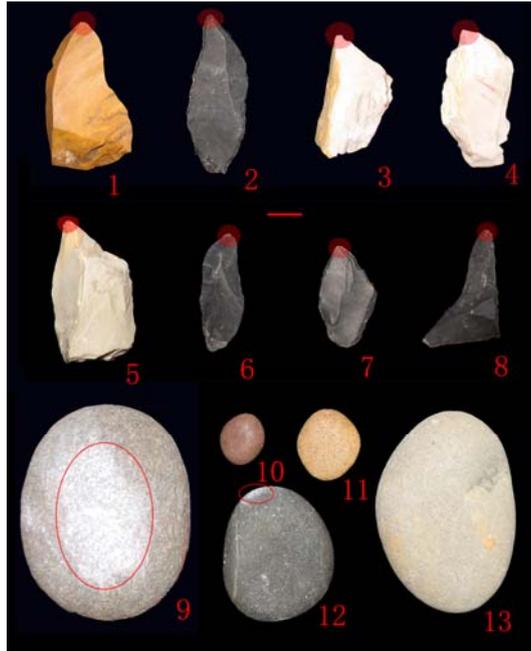


图2 鸵鸟蛋皮串珠制作模拟实验所用的部分工具^[26]

1-8.钻孔工具 9、10、13.磨光工具 11、12.修型工具

(红色阴影部分为钻孔工具的使用刃部, 红圈处表示磨光痕迹(9)及敲砸痕迹(12))

鸵鸟蛋皮串珠钻孔工具选用以水洞沟第2及第8地点周围采集的硅质白云岩、燧石、石英岩等为原料(这些原料均为这两个地点石制品的主要原料)制成的石片, 由于是初次尝试进行相关模拟实验, 故主要选用剥片后自然带有锐尖(尖角小于 45°)的石片直接使用, 少量使用修理出的尖状器或石钻(尖刃角小于 45°)。磨光工具使用采自水洞沟边沟河河床的花岗岩质河卵石(图2)。

鸵鸟蛋皮串珠染色所需染料为采自河南灵井的赭石, 使用时取其部分研磨成粉, 并与水混合制成染色剂, 对串珠成品进行染色。

3.3 实验地点

实验地点选择在与宁夏水洞沟遗址地理环境较为接近的内蒙古赤峰市宁城县大明镇三姓庄东南的半截塔村以北一公里处的山前台地上。二者同处于北方干旱区, 晚更新世末气候比现今温暖湿润。孢粉分析和脊椎动物化石组合显示古人类在此活动期间, 植被为阔叶疏林草原, 局部地区有积水洼地, 挺水植物较繁茂, 周边还适宜阔叶树生长, 显然气候条件优于现在; 附近地形平坦开阔, 并有沙漠出现, 总体表现为干旱区草原环境, 各类食草动物适于在此繁衍生息。

3.4 相关观测术语说明

实验术语说明是模拟实验研究中的一个重要问题, 描述和记录需要按照统一的标准进行。本项研究中实验相关术语参考了南非学者J.Orton、A.W.Kandel和N.J.Conard的相关实验规则以及中国学者赵资奎和余德伟所建立的蛋壳术语并加以调整^{[11][12][22][25]}(图1, 图3)。

●弦切面(tangential section): 蛋壳纵剖面的纵向切面, 有利于了解蛋壳由外表面至内表面的各种组织结构;

- 径切面(radial section): 垂直于蛋壳表面的平面;
- 内表面(inner surface): 可以观察到颗粒状的锥体;
- 外表面(outer surface): 较为光滑, 分布有小气孔;
- 乳突(mammilla): 位于锥体的基部, 主要由方解石晶体构成;

- 锥体 (cone): 由乳突和放射状的楔体组成;
- 锥体层 (cone layer): 锥体所在的一层;
- 柱状层 (column layer): 锥体层之外的那层, 二者间无明显分界线;
- 气孔道 (pore canal): 鸵鸟蛋壳内通气的孔道;
- 表面晶体层 (surface crystal layer): 位于柱状层之外, 由垂直排列的晶体组成;
- 串珠的直径 (diameter): 将串珠看作近似圆形, 其最大弦长即为直径;
- 串珠钻孔的内径 (aperture diameter): 钻孔成功时所在平面的圆形直径;
- 串珠钻孔的外径 (external diameter): 钻孔入口处所在平面的直径;
- 串珠的厚度 (thickness): 蛋壳毛坯内、外表面间的垂直距离。

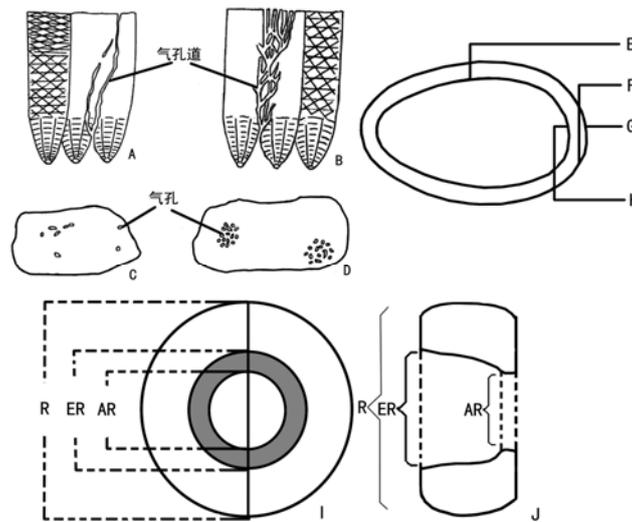


图3 鸵鸟蛋壳的显微结构以及有关实验方面的术语^{[22][25]}

A.安氏鸵鸟蛋壳径切面 B.现生非洲鸵鸟蛋壳径切面 C.安氏鸵鸟蛋壳弦切面 D.现生非洲鸵鸟蛋壳弦切面
E.径切面 F.弦切面 G.外表面 H.内表面 R.鸵鸟蛋皮串珠外径 ER.串珠钻孔外部直径 AR.串珠钻孔内部直径
I.鸵鸟蛋皮串珠平面图 J.鸵鸟蛋皮串珠纵剖图

3.5 实验过程所需记录的要素

对复原鸵鸟蛋皮装饰品生产的认识是随着实验工作的增加而不断深入的。串珠的生产受到制作者的熟练程度、技术水平、钻孔工具原料的质地、尖刃角大小、工具运动方式、使用强度等多种因素影响。因此,对于串珠生产的复原需要建立在大量的针对不同变量而设计的可掌控性实验 (controlled experiment) 之上^{[27][28]}。实验过程中的各个环节和变量都是可以控制的,实验目的、材料、步骤、结果都有详尽的纪录和表述,并且这种实验过程可以重复进行,实验结果可以相互对比并被检验 (见附录)。

A.实验者

性别:男/女;

年龄区间:Ⅰ级-10~20岁,Ⅱ级-21~30岁,Ⅲ级-31~40岁,Ⅳ级-41~50岁;

技术等级:Ⅰ级-从未进行过串珠生产模拟实验者;Ⅱ级-参与过串珠模拟实验,且有一定的钻孔经验者;Ⅲ级-熟悉鸵鸟蛋皮的显微特征,熟练掌握钻孔、修型、磨光等生产技术者;

利手:左利手/右利手;

钻孔动作:Ⅰ-以手心作为串珠毛坯钻孔时的依托,另一只手旋转工具进行钻孔;Ⅱ-一只手将钻孔工具保持固定,而旋转另一只手中的串珠毛坯;Ⅲ-钻孔时将串珠毛坯放在硬物

上固定，旋转工具进行钻孔；

钻孔方向：内表面/外表面/对钻；

钻孔角度：钻孔工具与鸵鸟蛋皮内（外）表面相垂直（90°或近似90°）/倾斜（50-85°）；

实验时间：记录每个实验者进行串珠的不同生产阶段时所需的时间。

B. 钻孔工具

编号：依照鸵鸟蛋皮串珠钻孔工具的英文名称（ostrich eggshell beads perforating tool），将编号主体部分缩写为 OESB.PT，第一件标本编号则为 OESB.PT01；

原料：鉴定岩性与质地；

尺寸大小：包括工具的长、宽、厚以及重量；

尖刃角：测定其未经加工直接使用的自然边所夹的角，记录在钻孔过程中尖刃角变化的情况；

尖刃：工具刃部的大小，主要记录其尖刃具体发生作用的部分的大小。

C. 磨光工具

编号：依照钻孔工具的英文名称（grinding tool），将编号主体部分缩写为 OESB.GT，第一件标本编号则为 OESB.GT01；

原料：鉴定岩性与质地；

尺寸大小：包括工具的长、宽、厚以及重量。

D. 鸵鸟蛋皮毛坯

编号：以 OSB（ostrich eggshell blank）指代鸵鸟蛋皮毛坯，以第一件标本为例，编号为 OSB001；

尺寸大小：包括其大致面积、厚度、重量等，分别记录这几种因素在串珠不同生产阶段的变化情况；

弯曲度：I-平直，II-微凹，III-较凹，IV-强烈弯曲；

断块及碎屑：串珠毛坯修型过程中产生的副产品，记录其尺寸大小以及其大致分布情况。

E. 染料

编号：以 OSB（ostrich eggshell blank）指代鸵鸟蛋皮毛坯，P（Pigment）代表染料，以第一件标本为例，编号为 OSB.P001；

原材料：染料的原料，如赭石、矿物质黏土以及蓝草等植物性染料；

来源：染料的具体产地，是出自遗址还是地表采集；

颜色：染料的颜色，如暗红色、浅红色、红褐色等。

5 实验结果分析

5.1 实验工作概况

本项实验的主要目的是观察染色后的鸵鸟蛋皮串珠在埋藏过程中内外表面染色情况的变化，这种变化是否与串珠埋藏时的具体状态及保存的条件存在关系。基于上述研究目的，为建立串珠考古标本观察和分析的基础，本项研究考虑到标本的完整回收问题以及时间、精力及自然条件等因素，将染色串珠的埋藏过程设定为一个假想的安全模式，即不存在人为扰动现象。



图4 鸵鸟蛋皮串珠染色模拟实验所用工具及原材料^[26]

- 1.赭石研磨工具 2.赭石（正面） 3.赭石（反面） 4.赭石粉 5.赭石粉与水混合的“染料浆”
6.浸泡在“染料浆”中的鸵鸟蛋皮串珠

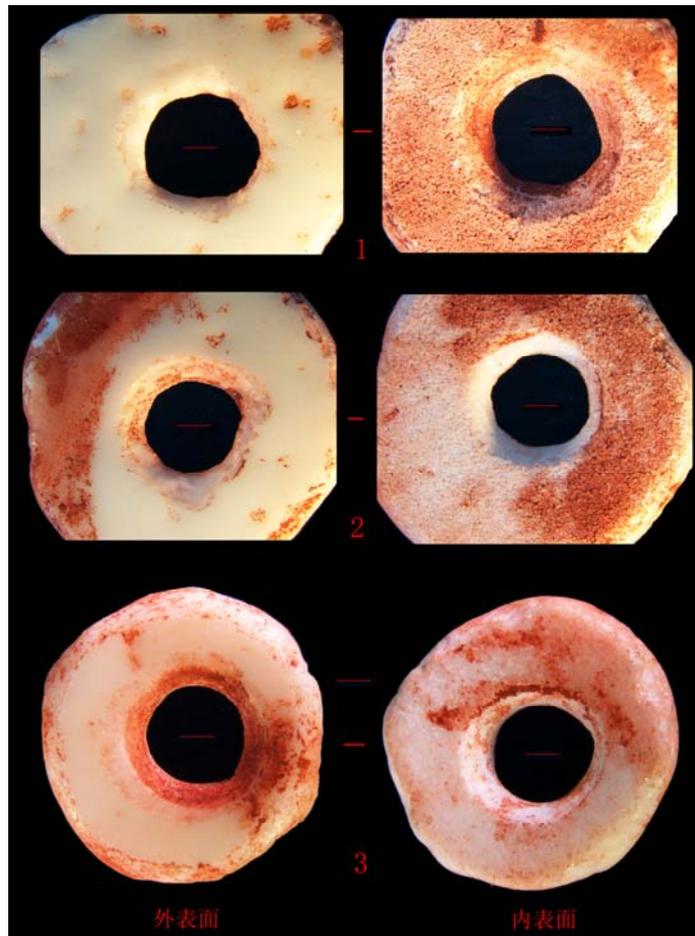


图5 模拟实验中经过两个月埋藏的串珠内外表面染色痕迹的保存状态^[26]

- 1.OSB023 2.OSB033 3.OSB015

串珠矿物质染色实验所用的串珠即鸵鸟蛋皮串珠生产模拟实验中所生产出来的串珠成品，共计 20 件。根据西北地区区域矿产调查，可以看到在遗址以北的银川地区贺兰山——石嘴山一线蕴藏着丰富的赤铁矿^{[29][30]}，考虑到矿物质染料的来源，本次实验则选用赤铁矿作为串珠染色的原材料（图 4）。赤铁矿又名赭石，主要成分是三氧化二铁，呈暗红色。选用遗址附近边沟河河床上采集的花岗岩质河卵石作为研磨工具（图 2）。利用河卵石对赭石进行研磨，研磨出一部分赭石粉，然后将其与一定比例的水相混和（约 5g 的赭石粉混合

15-20ml的水),制成稀释的“染料浆”(图4)。而后将制成的鸵鸟蛋皮串珠投入到“染料浆”中,约12小时后取出,使矿物质染料能完全浸入蛋皮表面内。放置阴凉处将其晾干,然后用麻绳及干草反复轻搓,使其表面不稳定的染色剂脱落,使其看起来更具光泽感。

在模拟染色后的鸵鸟蛋皮串珠的埋藏过程中,先后主要分为两个阶段:首先是将其暴露于地表,将染色后的串珠放置地表位置较高的地方,防止其下雨期间被雨水冲走,该阶段记录时间约1个月,第一周末下雨,后来三周共下过3场雨(其间2场小雨(降雨量平均10mm),一场中雨(降雨量为23mm)),每个星期观察一次。下一个阶段将暴露于地表一个月的串珠放置于深约20-30cm的砂土内,时间也为一个月(期间2场小雨(降雨量平均12mm))。详细记录串珠刚刚染色后内外表面的状态,染色后串珠的摆放及位移情况(内表面/外表面置于下面),时间段内的天气变化情况以及串珠内外表面染色情况的变化等。根据以上实验记录,并结合串珠本身的显微结构以及矿物质染料对其表面的浸染情况等方面,来分析串珠内外表面染色状态的变化及其原因,探究串珠的埋藏状态及过程是否对其表面染色状态发生改变起重要作用。

5.2 实验典型标本观察

OSB015,直径为7.6mm,厚1.9mm,重0.07g,钻孔内径3.3mm,钻孔外径4.3mm,为内表面向外表面钻孔。在暴露地表期间,第一周结束时观察内表面染色无变化,外表面变化不明显,阳光下观察颜色稍微变浅;三周后进行观察,串珠变为内表面朝上,且发生位移,位于一个较缓的斜坡上,推测应该是雨水的作用将其在地表较高的地方冲下来,其距原始位置约0.18m。串珠外表面所染颜色越发变淡,呈浅红色,内表面颜色也变淡,但程度不及外表面,且明显能观察到染料已渗入至内表面锥体层内。而后在标本的埋藏过程中,位置未发生较大改变,轻擦去表面的浮土,外表面颜色较之深埋之前变得更浅,但是能看出其明显的染色痕迹,内表面颜色较深,呈暗红色,变化不大(图5,3)。

OSB023,直径为8.4mm,厚1.8mm,重0.09g,钻孔内径3.4mm,钻孔外径4.6mm,为对向钻孔。在暴露地表期间,第一周结束时观察内外表面染色均无明显变化;三周后进行观察,串珠仍为外表面朝上,发生位移,位于缓坡上,其距原始位置约0.13m。串珠外表面所染颜色变淡,呈浅红色,内表面颜色变化不大,为深红色。而后在标本的埋藏过程中,其位置未发生较大改变,外表面颜色较之深埋之前变得更浅,只能观察到零星的染色痕迹;而内表面颜色较深,呈暗红色,变化不大(图5,1)。

OSB033,直径为8.3mm,厚1.8mm,重0.08g,钻孔内径3.3mm,钻孔外径4.4mm,为对向钻孔。在暴露地表期间,第一周结束时观察内表面染色无明显变化,外表面颜色变浅;三周后进行观察,串珠状态呈倾斜状,约三分之二部分被浮土覆盖,内表面约三分之一部分朝上,且发生位移,其距原始位置约0.08m。串珠外表面所染颜色变淡,呈浅红色,暴露于地表三分之一部分的内表面颜色较被埋藏的部分变化较大,为浅红色。而后在标本的埋藏过程中,其位置未发生较大改变,外表面颜色变得更浅,染色痕迹不甚明显;而内表面约一半部分颜色较深,呈暗红色,变化不大,另一半颜色痕迹不明显(图5,2)。

5.3 考古标本与实验标本的对比分析

从染色串珠埋藏模拟实验记录表中(表1),可以观察到染色后的串珠以外表面朝上的状态暴露于地表时,一段时间后内表面的染色痕迹变化不大,但外表面染色痕迹变得不十分明显,且有的仅见于外表面气孔处或钻孔周围;而以内表面朝上的状态暴露于地表时,一段时间后内表面的染色痕迹变化仍然不大,仅为变淡;而外表面染色痕迹变得不明显,且有的仅见于外表面气孔处或穿孔周围。此外,从表1中可以看出串珠埋藏及出土时状态无论内表面朝上还是外表面朝上,串珠内表面矿物质染色的痕迹都较为明显,仅程度有所差别,以分布均匀为主;而外表面染色以较为明显为主,且分布零散,仅见于外表面气孔及串珠穿孔处。根据暴露于地表以及埋藏状态下串珠内、外表面染色痕迹的变化情况,表明串珠经过一段时

间暴露于地表以及埋藏后出土时内外表面染色痕迹的区别与其放置状态无明显联系。这一点从水洞沟遗址及南非JKB-N、JKB-L、JKB-M、KN2005/067(1)、KN2005/067(2)等地点^[11-14]发现的染色串珠也可以看出来，虽然一些串珠内表面朝上，串珠内表面染色痕迹却十分明显，而外表面染色痕迹不甚明显，仅见于气孔周围，有的染色痕迹不确定，甚至完全观察不到。

表 1 鸵鸟蛋皮串珠染色及埋藏模拟实验中串珠染色情况及埋藏状态

项目 标本号	染色情况		串珠埋藏及 出土状态
	染色位置及保存程度		
	内表面	外表面	
OSB014	明显，分布均匀	明显，分布零散	内表面朝上，有倾斜
OSB015	明显，分布均匀	明显，分布零散	内表面朝上，有倾斜
OSB016	较明显，分布均匀	不明显，仅见于气孔内	内表面朝上
OSB017	较明显，分布均匀	不明显，仅见于气孔内	内表面朝上
OSB018	较明显，分布均匀	明显，仅见于钻孔处	外表面朝上，有倾斜
OSB019	颜色较浅，分布均匀	较明显，分布零散	内表面朝上
OSB020	明显，分布均匀	较明显，分布零散	内表面朝上
OSB021	明显，分布不均	较明显，分布零散	外表面朝上，有倾斜
OSB022	明显，分布均匀	较明显，分布零散	内表面朝上
OSB023	明显，分布均匀	明显，仅见于钻孔处	内表面朝上
OSB024	较明显，分布均匀	较明显，分布零散	外表面朝上，有倾斜
OSB025	明显，分布均匀	较明显，分布零散	外表面朝上
OSB026	明显，分布不均	明显，仅见于钻孔处	外表面朝上
OSB027	较明显，分布均匀	不明显，仅见于气孔内	外表面朝上，有倾斜
OSB028	明显，分布不均	不明显，仅见于气孔内	外表面朝上，有倾斜
OSB029	较明显，分布均匀	不明显，仅见于气孔内	外表面朝上，有倾斜
OSB030	较明显，分布均匀	明显，仅见于钻孔处	内表面朝上
OSB031	较明显，分布均匀	较明显，分布零散	内表面朝上，有倾斜
OSB032	较明显，分布均匀	较明显，分布零散	内表面朝上，有倾斜
OSB033	较明显，分布均匀	较明显，分布零散	内表面朝上

如果串珠内、外表面染色痕迹的保存程度与其埋藏状态关系不大的话，那么究竟是什么因素导致其内外表面染色痕迹差别如此之大呢？究其原因，鸵鸟蛋皮的显微结构是导致内外表面染色痕迹较大差异的主要原因。因为古人类在串珠的磨光阶段中，通常会对串珠内外表面进行抛光，但每个串珠的抛光程度不同。而鸵鸟蛋皮串珠内表面最外层为卵壳膜，紧接着为锥体层，古人类在对内表面进行磨光时，一般会将卵壳膜磨掉，而露出锥体层；锥体层中的锥体是由乳突和放射状的楔体组成，乳突直接与卵壳膜接触，卵壳膜被磨掉之后乳突暴

露出来，而乳突主要有放射状的方解石晶体构成，具有放射状超微结构，因此内表面磨光后锥体间是存在空隙的，串珠染色之后矿物质染料很容易浸入其中，不易消退。而鸵鸟蛋皮串珠外表面主要由表面晶体层以及柱状层构成，外表面在磨光之后，一般会将表面晶体层磨光，而有的会露出柱状层；在径切面中，柱状层往外表面逐渐过渡为放射状的交叉排列，而在弦切面中，每个柱状体的弦切面呈现不规则的锯齿状，与其相邻的柱状体相互嵌结。由于外表面这种特殊的显微结构，矿物质染料很难浸染进去，但一般会填充进外表面的气孔内，其余染料只会附着于外表面之上，在遇到水流浸泡、雨水淋漓、风化磨蚀等自然条件下，外表面上附着的染料就会变淡消失。此外，外表面染色痕迹常见于穿孔处，结合串珠制作模拟实验中钻孔阶段的观察记录，是由于工匠由内表面进行钻孔，一段时间后钻透时，会在外表面钻孔周围产生许多崩裂的小疤，这些小疤崩裂程度不同，有的程度较深使柱状层棱柱体的外部受到严重破坏，而使矿物质染料能够较容易得浸染进来。综上，鸵鸟蛋壳的显微结构可以解释无论考古标本还是模拟实验标本都表现为内表面染色痕迹较明显而外表面染色痕迹不明显且分布零散的现象。

6 结语

水洞沟遗址及南非一些晚期石器时代遗址发现的鸵鸟蛋皮串珠仅在内表面能观察到明显而集中分布的染色痕迹，且分布均匀；而外表面则染色不明显，仅见于气孔或穿孔处。有学者推测可能与串珠的埋藏状态有关系，而根据串珠染色及埋藏学模拟实验来看，这种现象还与鸵鸟蛋皮的显微结构有关。虽然古人类对串珠内、外表面都进行磨光，但由于其内、外表面的致密程度不同，从而影响了矿物质染料对其的浸染或吸附程度。通过模拟串珠在埋藏过程中的各种状态下染色痕迹的变化情况以及结合考古标本出土时状态来看，埋藏状态及条件对串珠染色痕迹的保存程度具有一定的影响，在遇到水流浸泡、雨水淋漓、风化磨蚀等自然条件下，外表面上附着的染料就会变淡甚至消失，而内表面变化不明显，仅表现为颜色变淡。因此，如果说埋藏状态及条件（沉积过程）是影响鸵鸟蛋皮串珠染色痕迹保存的外因，那么鸵鸟蛋壳特殊的显微结构则是影响其染色痕迹保存的内因。

综上，根据水洞沟遗址及南非一些晚期石器时代遗址内串珠的特征、模拟实验结果以及民族学材料来看，旧石器时代晚期鸵鸟蛋皮串珠等装饰品形制较为规整、尺寸大小趋于统一，体现了产品的高度标准化。这些现象归根到底都与制作者的技术水平有着直接联系，这也从侧面说明这些装饰品可能是由特定的、较熟练的工匠制成。考古标本及采集品的各种属性可能存在一定的差异，这可能是由于不同的人群迁徙、相互交流的结果。

上述分析对阐释旧石器时代晚期装饰品的标准化和象征性意义都有一定启示意义。但这些理论或认识都是从一个方面来进行探索和诠释，或着眼于地理障碍，或囿于区域生态条件，或止步于原料资源的局限，强调的都是外在的因素，而对人的主观能动性有所忽略；而且这些尝试都是对单个遗址或地区的装饰品制作特征加以解释，希望能透过现象研究更广泛的人类行为。

考古学研究的方法论本身存在三个方面的研究：发现、分析和归纳演绎，装饰品模拟实验分析方法也不例外。需将装饰品实验研究的每个方面都被划分为高、中、低水平的理论。在实际分析过程中，这些不同研究方向、水平的方法相互混杂在一起，使其有些混乱。装饰品模拟实验的研究者今后应该将重点放在分析领域而非推测领域。在今后的实验设计上，须侧重对不同埋藏环境以及埋藏后不同外在动因扰动情况下的、长时间（一年以上）的模拟动态实验研究。

现在经常呼吁与国际接轨，与国际接轨的目的是什么呢？笔者认为让世界了解中国的旧石器考古是其目的之一，但不是现阶段研究的主要目的。主要目的应是学习和吸收国外的新

技术与新方法,然后将之用于中国旧石器考古学的研究,使中国的旧石器考古学无论在技术、方法和研究成果上都不逊色于其他国家,达到世界先进水平。当然这不是一朝一夕所能完成的,我们必须去做,才不会固步自封在过去的业绩里。如果说原有的旧石器考古研究是粗放型的,那我们要向集约型转变,切合中国的实际情况来应用国外的先进理念和技术,以保证考古材料能够得到充分的、可持续的利用,也为新方法与新理论的应用创造一个全方位的载体,为中国旧石器考古学的迅猛发展提供一个广阔的空间。

目前,装饰品模拟实验研究还是一个新兴的研究方向,受到认识和理论上的局限,本文在运用这两种方法上还不是很成熟,需要在以后的实践中加以检验。但我们有理由相信,在21世纪全球化思想的指导下,这些新方法的应用将会逐步步入正轨,相应地,中外的合作与交流将日渐强化。我国旧石器理论尚处于薄弱环节。无论是中国本土形成的,还是国外引进的旧石器考古学方法和理念,都未完全与考古学资料很好的结合,也没有完全上升到理论的高度,形成科学系统的考古学理论体系。所以,在学习国外先进方法的同时,应该探索出一套适合我国旧石器考古学发展现状的理论和方法体系。

致谢:中科院古脊椎所陈福友、裴树文、冯兴无、张双权、刘德成、关莹、周振宇、彭菲、马宁、李锋、仪明杰、牛东伟、徐欣等参加了野外调查并参与讨论;就有关化石鉴定曾与中科院古脊椎所王强博士及张蜀康博士进行过有益交流,张蜀康还帮助部分显微照相;亚利桑那大学的 Steven L.Kuhn 教授寄来了一些国外相关研究文献;研究过程中与英国牛津大学的 Jayson Orton 博士、德国图宾根大学的 Andrew W. Kandel 博士以及中科院古脊椎所的宋艳花博士进行了有益的讨论;此外,北京大学的王幼平老师,中科院古脊椎所的刘武老师、李超荣老师、侯亚梅老师,社科院考古所的陈星灿老师,加拿大皇家安大略博物馆的沈辰老师也提出了宝贵的建议,他们的意见、建议对本文的写作提供了重要帮助,谨此表示深切的谢意。本文得到吉林大学“985 工程”项目;国家重点基础研究发展规划项目(2006CB806400);科技部科技基础性工作专项基金(2007FY110200);现代古生物学和地层学国家重点实验室(中科院南京地质古生物研究所)(093112);国家基础科学人才培养基金(J0630965);中国科学院知识创新工程青年人才领域前沿项目的资助。

参考文献:

- [1] 高星. 旧石器时代考古学[J]. 化石, 2002, (4): 2-4, 7.
- [2] 顾玉才. 海城仙人洞出土钻器的实验研究[J]. 人类学学报, 1995, 14 (3): 219-226.
- [3] 顾玉才. 海城仙人洞遗址装饰品的穿孔技术及有关问题[J]. 人类学学报, 1996, 15 (4): 294-301.
- [4] 张森水:《中国旧石器文化》[M], 天津科学技术出版社 1987 年。
- [5] 黄慰文等:《海城小孤山的骨制品和装饰品》[J],《人类学学报》第 5 卷(1986)第 3 期。
- [6] 盖培等:《虎头梁旧石器时代晚期遗址发掘报告》[J],《古脊椎动物与古人类》第 15 卷(1977)第 4 期。
- [7] 贾兰坡等:《山西峙峪旧石器时代遗址发掘报告》[J],《考古学报》1972 年第 1 期。
- [8] 安志敏:《河南安阳小南海旧石器时代洞穴堆积的试掘》[J],《考古学报》1965 年第 1 期。
- [9] 高星、黄万波、徐自强等:《三峡兴隆洞出土 12~15 万年前的古人类化石和象牙刻划》[J],《科学通报》第 48 卷(2003)第 23 期。
- [10] 贾兰坡, 盖培, 李炎贤:《水洞沟旧石器时代遗址的新材料》[J],《古脊椎动物与古人类》第 8 卷(1964)第 4 期。
- [11] Kandel, A.W., Conard, N.J. Production sequence of ostrich eggshell beads and settlement dynamics in the Geelbek Dunes of the Western Cape, South Africa[J]. Journal of Archaeological Science, 2005, 32: 1711-1721.

- [12] Jayson Orton. Later Stone Age ostrich eggshell bead manufacture in the Northern Cape, South Africa[J]. *Journal of Archaeological Science*, 2008, 35: 1765-1775.
- [13] 高星, 王惠民, 裴树文, 等. 水洞沟遗址调查与发掘的新进展[A]. 天道酬勤桃李香——贾兰坡院士百年诞辰纪念文集[C], 科学出版社, 2008年.
- [14] 高星, 王惠民, 裴树文, 等. 中国学者重新发掘宁夏水洞沟遗址[N]. 中国文物报, 2003年12月19日1-2版.
- [15] 龚建培. 中国传统矿物颜料、染色方法及应用前景初探[J]. *美术与设计*, 2003, (4): 80-84.
- [16] 张国学, 裴盛基. 民族植物学方法在民族民间染色植物研究中的应用[J]. *云南植物研究*, 2003, 25(14): 1-3.
- [17] Francesco Errico, Marian Vanhaeren, Lyn Wadley. Possible shell beads from the Middle Stone Age layers of Sibudu Cave, South Africa[J]. *Journal of Archaeological Science*, 2008, 35: 2675-2685.
- [18] J. Parkington, C. Poggenpoel, J.-P. Rigaud and P.-J. Texier, From tool to symbol: the behavioural context of intentionally marked ostrich eggshell from Diepkloof, Western Cape[A]. In: F. d'Errico and L. Backwell, Editors, *From Tools to Symbols. From Early Hominids to Modern Humans*[C], Witwatersrand University Press, Johannesburg, 2005, 475-492.
- [19] Francesco d'Errico, Christopher Henshilwood, Graeme Lawson, et al. Archaeological Evidence for the Emergence of Language, Symbolism, and Music—An Alternative Multidisciplinary Perspective[J]. *Journal of World Prehistory*, 17(1): 1-70.
- [20] Conard, N. An overview of the patterns of behavioral change in Africa and Eurasia during the Late Pleistocene. Abstract, international roundtable *From Tools to Symbols. From Early Hominids to Modern Humans*. Johannesburg, 16-18 March, 2003. (<http://www.roundtable.wits.ac.za/abstracts.htm>)
- [21] A.P. Derevianko. The Middle to Upper Paleolithic transition in the Altai[J]. *Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia*, 2001, 3: 70-103.
- [22] 赵资奎, 袁全, 王将克, 等. 中国猿人化石产地鸵鸟蛋壳化石的显微结构和氨基酸组成[J]. *古脊椎动物与古人类*, 1981, 19(4): 327-336.
- [23] 王春雪, 张乐, 高星, 等. 水洞沟遗址采集的鸵鸟蛋皮装饰品研究[J]. *科学通报*, 2009, 54(19): 2886-2894.
- [24] 安芷生. 华北鸵鸟蛋化石的新发现及其显微结构的初步研究[J]. *古脊椎动物学报*, 1964, 8(4): 374-382
- [25] 余德伟. 卵壳的超微结构特征[J]. *动物学报*, 1995, 41(3): 243-255.
- [26] 王春雪. 水洞沟遗址第八地点废片分析和实验研究[D]. 中国科学院研究生院博士学位论文, 2010, 1-224.
- [27] Odell G. H. Micro-wear in perspective: A sympathetic response to Lawrence H. Keely[J]. *World Archaeology*, 1975, (7): 226-240.
- [28] 沈辰. 石器微痕分析的考古学实验: 理论、方法与应用[A]. 见: 高星, 沈辰, 主编, *石器微痕分析的考古学实验研究*[C]. 科学出版社 北京, 2008: 1-22.
- [29] 宁夏回族自治区地质矿产局. 宁夏回族自治区区域地质志——中华人民共和国地质矿产部地质专报(区域地质第22号)[M]. 北京: 地质出版社, 1990, 1-522.
- [30] 宁夏回族自治区地层表编写组. 西北地区区域地层表——宁夏回族自治区分册[M]. 北京: 地质出版社, 1980, 1-188.

Experimental Study on Dyeing Technology of Ornaments in Upper Paleolithic Sites——

An Example of Ostrich Eggshell Beads Collected from SDG Site and Some Localities (LSA) in South Africa

WANG Chun-xue^{1,3} ZHANG Yue^{2,3,4} ZHANG Xiao-ling^{2,3} GAO Xing^{2,3}

(1. *Research Center of Chinese Frontier Archaeology of Jilin University, Changchun 130012*; 2. *Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044*; 3. *Laboratory of Human Evolution, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044*; 4. *State Key Laboratory of Palaeobiology and Stratigraphy, Nanjing 210008*)

Abstract: Based on the experimental study and microscopical observation, this study takes these ostrich eggshell (OES) beads collected from SDG site and some localities (LSA) from South Africa as example and reestablishes dyeing process and the change of color of dyeing surfaces on the OES beads, concludes and discusses the characteristics and reasons of the change of color. It also designed and did a series of dyeing and taphonomy experiments for analyzing and interpreting why distinct dyeing traces is concentrated on the inner surfaces on the OES beads. According to analysis of experiments and microscopical observation, it is closely related to detailed burial environment and special microstructure of OES beads.

Key words: Upper Paleolithic; Ostrich eggshell; Beads; Dyeing process; Experiments

附录 鸵鸟蛋皮串珠模拟实验过程记录表 (样表)¹

I: Background of experimenter (实验者基本信息)

1. the person(s) WHO carry out this experiment (实验操作者): 李锋
2. the time WHEN this experiment takes place (实验时间): 2009年8月28日 19:30
3. the place WHERE this experiment takes place (实验地点):
中国科学院古脊椎动物与古人类研究所人类演化实验室
4. gender (性别): 男
5. age range (年龄范围): II
6. skill level (技术等级): II级
7. handedness (利手): 右利手
8. perforated motion (钻孔动作): I
9. direction of perforation (钻孔方向): 由内表面向外表面钻
10. angle of perforation (钻孔角度): 钻孔工具与鸵鸟蛋皮内表面相垂直 (88°)

II: Information on the Perforated Tools (钻孔工具的基本信息)

11. Characteristics of the Perforated Tool (钻孔工具的基本信息)

11.1 Number (编号): OESB.PT03

1. 本表格样式修改自高星、沈辰主编的《石器微痕分析的考古学实验研究》中的石器微痕实验记录表。

11.2 Raw Material (原材料): 硅质白云岩

11.3 Color (颜色): 灰黄色

11.4 Blank (毛坯): 石片

11.5 Retouched (修理): 无

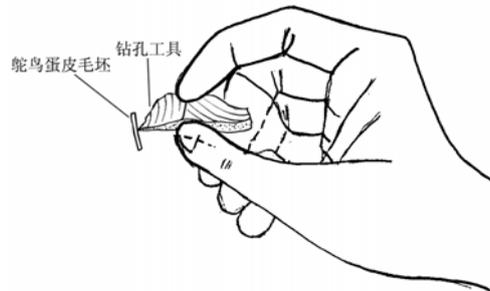
11.6 Please draw an outline tool on a separate sheet to show used point, contact area.

(画图说明钻孔工具尖部使用的部位)



11.7 Please draw a picture of tool in hand, showing the angle of perforation.

(画图说明利用工具钻孔时, 工具与鸵鸟蛋皮毛坯间的作用关系)



12. Size of the perforated tool (钻孔工具的尺寸)

12.1 Length of the perforated tool (长度): 31.62mm

12.2 Width of the perforated tool (宽度): 18.29mm

12.3 Thickness of the perforated tool (厚度): 9.13mm

12.4 Weight of the perforated tool (重量): 5.95g

12.5 Point angle (尖刃角): 56°

12.6 Size of point(尖刃的大小, 仅测量自尖部开始 3mm 的尖刃部分): 长 3mm, 宽 3.69mm

12.7 Is point of tool RETOUCHE? If so, please show on drawing) (尖刃是否经过加工? 如果加工, 画图表示)

尖刃未经加工

12.8 Please take digital images of the point before use (照相记录钻孔工具使用前尖刃的情况)



III: Information on the Ostrich Eggshell blank (鸵鸟蛋壳毛坯的基本信息)

13. Number of ostrich eggshell blank (such as OSB001) (编号) OSB014

14. Size of ostrich eggshell blank (尺寸)

14.1 Area of ostrich eggshell blank (面积): 264.75mm²

14.2 Thickness of ostrich eggshell blank (厚度): 2.2mm

14.3 Weight of ostrich eggshell blank (重量): 0.5g

15. Curvature of ostrich eggshell blank (弯曲度): 170°

IV: Activity – Manufacture of Ostrich Eggshell (OES) Beads (鸵鸟蛋壳串珠生产实验)

16. Choose the Pathway at random (选择生产路线)

生产路线 1 (Pathway 1)

17. Preparation phase of OES beads (stage I & II) (鸵鸟蛋壳毛坯的准备阶段——第 I 和 II 阶段)

选择了一块近似四边形的、干燥的现生非洲鸵鸟蛋壳碎片作为串珠毛坯

18. Perforation phase of OES beads (stage III & IV) (鸵鸟蛋壳毛坯的钻孔阶段——第 III 和 IV 阶段)

18.1 Describe the Activity (Perforation) (描述实验的细节——钻孔)

实验者以右手执工具由毛坯内表面进行钻孔。257 秒时，将毛坯钻透，外表面形成一小孔；290 秒时，将钻孔部分扩大至预设尺寸。

18.2 Size of aperture (钻孔的尺寸)

钻孔内径: 3.6mm; 外径: 4.7mm

18.3 Change of point on the perforated tool (钻孔工具尖部的变化)

钻孔进行 187 秒时，可观察到工具尖刃部出现破损，尖刃两侧边可见磨损痕迹，磨圆较为严重。

18.4 How efficient was the tool? Explain (解释钻孔工具的使用效率)

由于该件钻孔工具刚刚投入使用（之前仅钻过一例标本），尖部仍较锋利，故工具始终较为适用。

18.5 Was accident (such as breakage) observed in this phase? If so, explain (如果在该阶段发生了断裂等事故，请予以解释)

无事故发生

19. Trimming phase of OES beads (stage V & VI) (鸵鸟蛋壳毛坯的修型阶段——第 V 和 VI 阶段)

19.1 Describe the Activity (Trimming) (描述实验的细节——修型)

实验者先将穿孔后的鸵鸟蛋壳串珠毛坯倾斜放在花岗岩质卵石（编号 OES.GT06），一只手将其固定，另一只手持小卵石（编号 OES.GT04）按预设尺寸在毛坯周围轻敲，用 264 秒将其修型至直径为 10.4mm 的近似圆形。

19.2 Size of OES trimmed blank (鸵鸟蛋壳串珠毛坯修型后的尺寸)

直径 10.4mm

19.3 Describe the trimming tool (记录修型工具的细节)

小石锤 (OES.GT04) 长 44.09mm，宽 36.85mm，厚 11.34mm，重 28.9g；石砧 (OES.GT06) 长 65.02mm，宽 44.49mm，厚 20.58mm，重 84.8g。二者原料均为花岗岩砾石。小石锤边缘可见敲啄蛋壳产生的明显白色痕迹。

19.4 Describe the debris of OES blank (描述修型过程产生的碎屑)

该过程共产生 36 件碎屑，分布无明显规律。其中长度 2—4mm 之间者 22 件，4—7mm 者 13 件，7mm 以上者 1 件，重量共计为 0.29g。

19.5 Was accident (such as breakage) observed in this phase? If so, explain (如果在该阶段发生了断裂等事故, 请予以解释)

无事故发生

20. Grinding phase of OES beads (stage VII & VIII) (鸵鸟蛋皮毛坯的磨光阶段——第 VII 和 VIII 阶段)

20.1 Describe the Activity (Grinding) (描述实验的细节——磨光)

利用花岗岩质河卵石 (编号 OES.GT08) 作为研磨石, 将修型后的毛坯纵向与研磨石垂直接触, 往返磨光, 并不停地旋转毛坯, 以使各部分磨光均匀, 共计 245 秒; 而后进行串珠内外表面的抛光, 共需时 195 秒。

20.2 Size of OES ground bead (鸵鸟蛋皮串珠毛坯磨光后的尺寸)

串珠钻孔内径 3.2mm, 外径 4.5mm, 厚度 1.9mm, 直径 8.4mm, 重量 0.09g。

20.3 Describe the grinding tool (记录磨光工具的细节)

研磨石 (OES.GT08) 为花岗岩质河卵石, 长 68.17mm, 宽 53.46mm, 厚 33.15mm, 重 181g, 采自河漫滩, 表面较为粗糙。

20.4 Was accident (such as breakage) observed in this phase? If so, explain (如果在该阶段发生了断裂等事故, 请予以解释)

无事故发生

21. Record of Action Time (动作时间记录)

21.1 Time of perforating process (钻孔过程所需时间): 290 秒

21.2 Time of trimming process (修型过程所需时间): 264 秒

21.3 Time of grinding process (磨光过程所需时间): 440 秒

21.4 Total time (总计时间): 994 秒

22. Which factors affected the phase or experiment? If so, explain (哪些因素影响了实验的某一阶段或者整个实验, 请解释)

影响因素主要是来自实验者的主观因素, 由于其刚刚接触鸵鸟蛋皮串珠制作实验, 在得知串珠生产的预设尺寸后, 显得较为小心谨慎, 因此导致实验部分阶段所需时间略高于平均值。此外在串珠钻孔阶段期间, 由于用力过猛, 致使钻孔工具尖部受损, 尖刃角变大。

V: Dyeing and Embedding Ostrich Eggshell (OES) Beads (with ochre) (鸵鸟蛋皮串珠染色及埋藏实验)

23. Characteristics of the pigments (染料的基本信息)

23.1 Number (编号): OES.P002

23.2 Raw Material (原材料): 赭石

23.3 Color (颜色): 暗红色

23.4 Source (来源或产地): 河南灵井

24. Describe the Activity (Dyeing) (描述实验的细节——染色)

依据南非布须曼人 (bushman) 民族学材料所记载的鸵鸟蛋皮串珠染色方法, 先将赭石研磨出一部分赭石粉, 然后将其与一定比例的水相混和 (约 1g 的赭石粉混合 5-7ml 的水), 制成稀释的“染料浆”。而后将制成的鸵鸟蛋皮串珠投入到“染料浆”中, 约 12 小时后取出, 使矿物质染料能完全浸入蛋皮表面内。放置阴凉处将其晾干, 然后用麻绳及干草反复轻搓, 使其表面不稳定的染色剂脱落, 使其看起来更具光泽感。

25. Please take microscopical images of the inner and outer surface of OES beads before and after dyeing (显微照相记录鸵鸟蛋皮串珠染色后内外表面的染色情况)



外表面

内表面

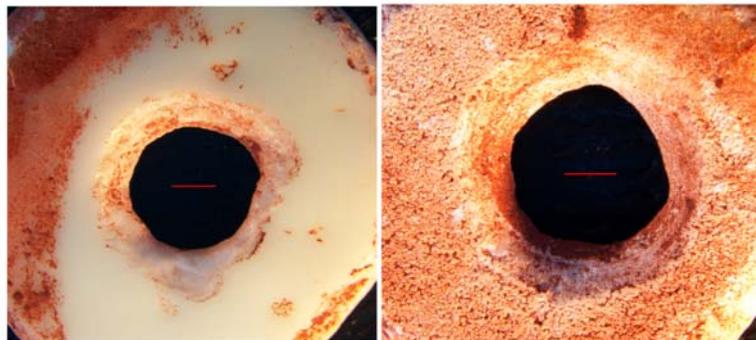
26. Record the change of color on them during the deposition process, after dyeing the OES beads (记录染色后的串珠在埋藏过程中颜色的变化)

26.1 The time range of experiment (实验时间): 2009年9月1日-10月30日

26.2 Describe the change of color of dyeing surfaces on the beads exposed on the earth's surface for some time (描述暴露于地表染色串珠在一定时间内染色表面的变化)

将其外表面朝上平放于沙地位置较高的地方，周围无树遮盖。一周之后（期间未下雨），观察外表面颜色稍微变浅，内表面颜色变化不明显；三周之后继续进行观察，期间共下过3场雨（其中2场小雨，1场中雨），串珠位置稍微发生位移（距离0.17m），由平行于地表变为倾斜，但仍为外表面向上，推测可能由于最后一场中雨雨势较大，将其从地表较高处冲至斜坡处。串珠外表面所染颜色越发变淡，呈浅红色，内表面颜色也变淡，但程度不及外表面，且明显能观察到染料已渗入至内表面锥体层内。

26.3 Please take microscopical images of the change of color of dyeing surfaces on the beads exposed on the earth's surface for a month (显微照相记录鸵鸟蛋皮串珠暴露于地表一个月后内、外表面染色的变化情况)



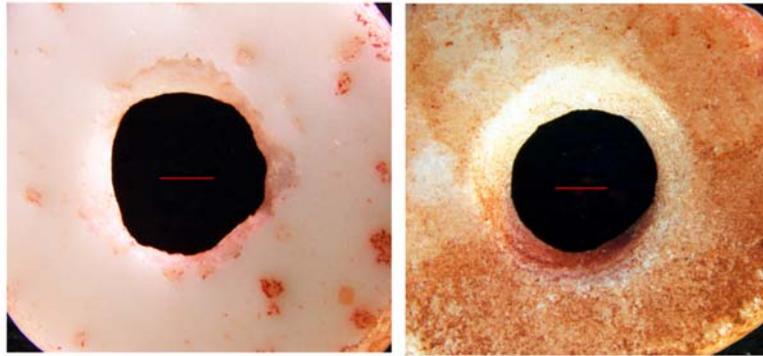
外表面

内表面

26.4 Describe the change of color of dyeing surfaces on the beads in the deposition for some time (描述染色串珠埋藏在沉积物内一段时间内染色表面的变化)

将该件标本外表面向上放置于深约20cm的砂土内，一个月后将其取出，位置未发生较大改变，轻擦去表面的浮土，外表面颜色较之深埋之前变得更浅，但是能看出其明显的染色痕迹，内表面颜色较深，呈暗红色，变化不大。

26.5 Please take microscopical images of the change of color of dyeing surfaces on the beads in the deposition for a month (显微照相记录鸵鸟蛋皮串珠埋藏在沉积物中一个月后内、外表面染色的变化情况)



外表面

内表面

VI: Final products observation (串珠最终产品观察)²

27. Evaluation on availability of OES blank (鸵鸟蛋皮串珠毛坯可利用性的评估)

该件标本加工前毛坯面积 264.75mm^2 ，厚度 2.2mm ，重 0.5g ；加工后的串珠成品直径 8.4mm ，面积 55.39mm^2 ，厚度 1.9mm ，重 0.09g ，产生的碎屑重 0.29g ，串珠加工指数为 0.21 ，略低于平均值。因此，可以认为该件串珠毛坯可利用性不高，这可能与实验者的经验和等级有关。

28. Evaluation on standardization of OES beads (鸵鸟蛋皮串珠标准化的评估)

加工后的串珠成品内径 3.2mm ，外径 4.5mm ，厚度 1.9mm ，直径 8.4mm ，重量 0.09g ，这些数值与预设尺寸——水洞沟第八地点出土鸵鸟蛋皮串珠尺寸的均值（内径 2.76mm ，外径 3.61mm ，厚度 1.76mm ，直径 7.7mm ，重量 0.075g 。）相比差别不大，因此可以认为该标准化程度较高。

29. Please fill in the OES beads experiment INVENTORY FORM (填写“鸵鸟蛋皮串珠生产实验观察记录表”)

30. Establish the photos (including microscopical photos) data-base (建立实验图片档案库)

VII: After Experiments (实验完成后的其他情况)

31. Where and how the samples stored? (实验标本的存放地和存放情况)

存放于中国科学院古脊椎动物与古人类研究所人类演化实验室

2. 通常情况下，鸵鸟蛋皮串珠毛坯可利用性以及标准化的评估只用于探讨一定数量的标本，而不对单个标本的可利用性和标准化进行判断，在该记录表中对单个个体进行这两方面的评估仅作为**样例使用**，因为作者已经采集了所有实验标本的所有参数，已知该批串珠的原料可利用性、标准化程度以及趋势。在实际应用中则不存在单个个体的可利用性和标准化的探讨。原因有二：一是单个标本的测量参数数值存在偶然性和不确定性，不具代表性。遗址内发现的串珠可能是由不同的人群不同的工匠制作而成的，标准化程度可能存在着不同的标准；二是只有存在一定数量的标本群时，才能从各种参数的统计中体现出其可利用程度以及标准化趋势。