

# 中国旧石器时代晚期鸵鸟蛋皮串珠制作技术的模拟实验研究\*

## ——以水洞沟遗址发现的鸵鸟蛋皮串珠为例

王春雪<sup>1,3</sup> 张乐<sup>2,3,4</sup> 张晓凌<sup>2,3</sup> 沈辰<sup>1,2,3,5</sup> 高星<sup>2,3</sup>

(吉林 长春 130012)(北京 100044)(江苏 南京 210008)(加拿大 多伦多 M5S2C6)

**摘要** 本文采用模拟实验和显微观察的方法以水洞沟地区发现的鸵鸟蛋皮串珠为例,对旧石器时代鸵鸟蛋皮串珠的两种生产路线尝试进行复原,归纳和讨论模拟实验中不同生产路线各个生产阶段的特征、事故及其原因,并根据实验结果推测我国及南非地区旧石器时代晚期古人类选择以生产路线 1 作为鸵鸟蛋皮串珠主要制作技术的原因,最后提出鸵鸟蛋皮串珠模拟实验在未来应与微痕分析和显微 CT 扫描技术结合起来应用具有广阔的前景。

**关键词** :旧石器时代晚期;鸵鸟蛋皮;串珠;制作技术;模拟实验

中图分类号 :K871.11

文献标识码 :A

文章编号 :1001-0327(2011)02-0090-13

### 一、引言

近年来,原始艺术的起源问题逐渐成为古人类学、旧石器考古学界学术研究的热点问题,由此引发国外部分学者开始致力于旧石器时代装饰品制作技术的专题研究以解决这一科学问题。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皮制成的环状装饰品<sup>[1]</sup>,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。2008 年 10 月中旬,上述单位在对水洞沟诸地点进行石器原材料来源地调查时,在水洞沟第 12 地点附近的地表上采集了一百余件鸵鸟蛋化石碎片,其中可辨

认出部分为串珠。经过初步研究发现,这些串珠主要为先钻孔后进行修型、磨光,且钻孔方向主要为由内而外,破碎产品主要出于修型阶段<sup>[2]</sup>。这些遗物的发现,为研究鸵鸟蛋皮装饰品制作技术、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水洞沟遗址地表采集的鸵鸟蛋皮串珠的生产过程尝试进行复原,进而归纳总结生产各个阶段的特征,通过实验手段了解各种不同类型钻孔技术所产生的显微痕迹形成的因果关系,并以其为依据,与考古学材料进行对比研究,进而判明古人类生产加工鸵鸟蛋皮串珠的生产路线及技术,尝试解决以下问题:1.为什么古人类倾向于由蛋皮内表面进行钻孔,并存在一定数量的对向钻孔;2.通过模拟实验以及与非南非晚期石器时代(LSA)诸遗址的材料进行对比,是否可以在一定程度上推测鸵鸟蛋皮串珠的

收稿日期:2010-11-10

作者简介:王春雪(1981-),男,内蒙古宁城县人,现为吉林大学边疆考古研究中心讲师。

1. 吉林大学边疆考古研究中心 2. 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所 3. 中国科学院人类演化实验室 4. 现代古生物学与地层学国家重点实验室(南京) 5. 加拿大皇家安大略博物馆

表一 鸵鸟蛋皮串珠的两种生产路线<sup>[2][3][4]</sup>(“a”代表完整的串珠,“b”代表破碎的串珠)

阶段	阶段描述	
	生产路线 1	生产路线 2
I	不规则的鸵鸟蛋皮碎片	不规则的鸵鸟蛋皮碎片
II	可能的/略加修整的鸵鸟蛋皮串珠毛坯	可能的/略加修整的鸵鸟蛋皮串珠毛坯
IIIa, IIIb	钻孔但未钻透的串珠	边缘经过部分修整的串珠
IVa, IVb	完全钻透的串珠	边缘经过完全修整的串珠
Va, Vb	边缘经过部分修整的串珠	钻孔但未钻透的串珠
VIa, VIb	边缘经过完全修整的串珠	完全钻透的串珠
VIIa, VIIb	边缘部分磨光	边缘部分磨光
VIIIa, VIIIb	边缘完全磨光	边缘完全磨光

两种生产路线哪一种效率比较高,及其具体原因如何。

## 二、研究材料与方法

### 1. 材料描述

2008 年在水洞沟遗址第 12 地点共采集鸵鸟蛋皮碎片 109 件,其中穿孔的串珠 54 件。标本保存状况较好,风化和磨蚀程度多属于轻度。颜色多为灰白色,个别还有灰褐色、浅黄色及灰黄色等。这些标本切片后,经显微观察鉴定为安氏鸵鸟(*Struthio andersoni*)<sup>[2]</sup>。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(*Struthio camelus*)蛋壳作为实验材料。故本文选取在水洞沟第 2 及第 7 地点附近地表所采集的一些安氏鸵鸟蛋皮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皮作为显微观察实验材料。

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钎(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。

### 2. 研究方法

鸵鸟蛋皮串珠的制作和使用实验在国内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皮经过修型、钻孔、磨光等工序而制成的。鸵鸟蛋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,而鸵鸟蛋皮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;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皮串珠的特征来看<sup>[3][4]</sup>,生产路线主要有两个: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)为先将蛋皮毛坯进行修型,大致修成圆形,再进行钻孔及抛光等步骤<sup>[4]</sup>(表一)。

鸵鸟蛋皮串珠模拟实验的理论依据是使用与遗址质地相同的原材料加工钻孔工具,将钻(drilling)、凿(gouging)、刻划(scratching)、锯(sawing)、磨光(grinding)及锤敲(hammering)等多种钻孔技术应用于鸵鸟蛋皮之上,观察其使用部位因力学作用而发生的不可逆转的物理变化在鸵鸟蛋皮表面留下各种不同程度的破损、磨耗等痕迹。因此,为更好地描述、分析鸵鸟蛋皮串珠,并根据 Kandel 和 Conard 以及 J. Orton 的分类依据<sup>[3][4]</sup>,本文共设计了 16

个观测属性：

- 串珠外形的完整程度( Y/N )
- 串珠钻孔内径 (aperture)的完整程度 (Y/N)
- 钻孔类型 (无/单面钻/对钻)
- 钻孔方向 (无/由内表面向外表面钻/由外表面向内表面钻/两面对钻)
- 串珠钻孔内径的大小 (mm)
- 串珠钻孔外径 (external diameter of bore)的大小 (mm)
- 串珠个体直径的大小 (mm)
- 串珠的重量 (g)
- 串珠的厚度 (mm)
- 串珠的面积 (cm<sup>2</sup>)
- 串珠断裂状态 (1/4 处、1/2 处、2/3 处断裂)
- 所处的生产阶段 ( stages I~VIII)
- 颜色 (浅灰色/灰白色/浅黄色/灰褐色/灰黑色)
- 光泽 (patina) (Y/N)
- 串珠表面 (inner or outer surface)的磨光 (grinding) (Y/N)
- 串珠径切面 (radial section) 的磨光 (grinding) (Y/N)

根据以上技术特征 对实验标本进行基本数据的测量、统计 建立数据库 对所发现的鸵鸟蛋皮串珠进行总体分析 (mass analysis) ,通过显微观察和数理统计等方法 复原鸵鸟蛋皮串珠的各个生产阶段。进而对鸵鸟蛋皮原料的可利用性( raw material availability )、活动性 (Mobility )、功能( function)等进行分析 ,并将

表二 鸵鸟蛋皮串珠制作模拟实验生产路线 1 中各阶段串珠成功与失败样本的统计

生产阶段 \ 钻孔方向	单面钻孔				对向钻孔			
	内表面		外表面		先内表面后外表面		先外表面后内表面	
	成功	失败	成功	失败	成功	失败	成功	失败
钻孔阶段	19	2	8	3	9	0	2	1
修型阶段	17	2	5	3	8	1	2	0
磨光阶段	17	0	5	0	8	0	2	0
总计	17	4	5	6	8	1	2	1
	21( 65.6% )		11( 34.4% )		9( 75% )		3( 25% )	

之与南非一些遗址的研究材料进行比较 ,从而全面阐释这些串珠的性质及其所反映的人类信息。

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<sup>[5][16]</sup>。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。

### 三、实验结果分析

模拟实验共涉及 80 件标本 ,目的在于观察和分析两种鸵鸟蛋皮串珠生产路线的各个阶段中串珠产品的标志性特征 ,以及期间可能发生的各种事故及原因。

#### 1. 生产路线 1

生产路线 1 涉及标本共计 44 件。其中成功制作的串珠 32 件 ,出现事故而失败者 12 件。

实验者的技术等级( 技术等级划分 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。)是影响串珠生产实验一个重要因素。从选择生产路线 1 的实验者技术等级来看 ,实验者多没有参与过任

表三 鸵鸟蛋皮串珠制作模拟实验生产路线 2 中各阶段串珠成功与失败样本的统计

生产阶段	单面钻孔				对向钻孔			
	内表面		外表面		先内表面后外表面		先外表面后内表面	
	成功	失败	成功	失败	成功	失败	成功	失败
修型阶段	14	4	6	2	6	1	2	1
钻孔阶段	8	6	3	3	4	2	1	1
磨光阶段	8	0	3	0	4	0	1	0
总计	8	10	3	5	4	3	1	2
	18( 69.2% )		8( 30.8% )		7( 70% )		3( 30% )	

何装饰品的模拟实验,无相关经验,主要以 I 级为主,II 级次之,III 级最少(表二)。

从表二可以看出,无论单面钻孔还是对向钻孔,事故均发生于钻孔和修型阶段。事故主要表现为以下几个方面(封二):

(1)钻孔阶段中,当单面钻孔尚未完全钻透时,串珠毛坯发生破碎;

(2)钻孔阶段中,当毛坯钻孔钻透并继续扩大时,串珠毛坯发生开裂;

(3)修型阶段中,将毛坯相对凹的内表面或相对凸的外表面置于手心或扁平砾石其他媒介物进行轻敲修型时,串珠毛坯发生破碎,多见于穿孔周围区域;

(4)修型阶段中,由于敲砸位置过于靠近串珠毛坯的中心位置,使得产生的破碎痕迹一直延伸至穿孔周围,导致串珠废弃。

根据鸵鸟蛋皮串珠生产模拟实验记录,结合串珠的显微结构以及实验者自身的因素分析,究其事故原因主要有以下几个方面:

1.在鸵鸟蛋皮毛坯的准备阶段,有一部分 I 级、II 级实验者们选择了弯曲度较小的蛋皮碎片作为毛坯,这就意味着毛坯不甚平直。在钻孔阶段毛坯尚未钻透时,由于工具钻孔存在一个下压的冲力,且毛坯较弯曲,无论单向或对向钻孔都使其不能承受这种力量,导致破碎事故频发。

2.修型阶段的事故也与实验者的技术水平有着直接关系。I 级及 II 级在修型过程中,太过专注于一侧面修整,有时力度过大或者着力点太靠近钻孔处,都会导致在钻孔出发生破

碎。事实上,串珠毛坯的修型应该反复翻转毛坯,内外表面修整交替进行,而不应仅着眼于侧面,修型时,手指尽量捏住修型受力部位,可以延缓打击力的传导,从而达到较少事故的目的。

## 2.生产路线 2

生产路线 2 所涉及标本共计 36 件。其中成功制作出的串珠 16 件,出现事故而失败者 20 件(表三)。

按照实验所要记录要素中所设定的标准对其进行技术水平评估并进行统计。由于实验前向实验者介绍串珠模拟实验背景知识时,提到该路线对于个人技术的要求较高,因此可能激发了实验者的避险情绪,很容易给实验者造成其较难进行的首因效应,从而导致选择该路线的人较生产路线 1 要少得多。总体来看,实验者还是以 I 级为主,II 级次之,III 级最少。

从实验过程来看,无论单面钻孔还是对向钻孔,事故均发生于钻孔和修型阶段。事故主要表现为以下几个方面(封二):

1.修型阶段中,将毛坯相对凹或凸的内表面置于手心或扁平砾石其他媒介物进行轻敲修型时,串珠毛坯发生破碎,多见于穿孔周围区域;

2.钻孔阶段中 I 级实验者钻孔时,钻孔着力点在毛坯上发生位移,从而使串珠毛坯发生破碎,多见于穿孔周围区域;

3.钻孔阶段中,实验者对向钻孔时,一侧钻孔外径过大,另一侧向其钻孔时,由于受力不均,串珠毛坯容易会发生破碎,这种情况下的

产品通常以破碎状态出现，两侧面钻孔程度明显不同，主要发生于钻孔尚未完全钻透的生产阶段( stage V)。

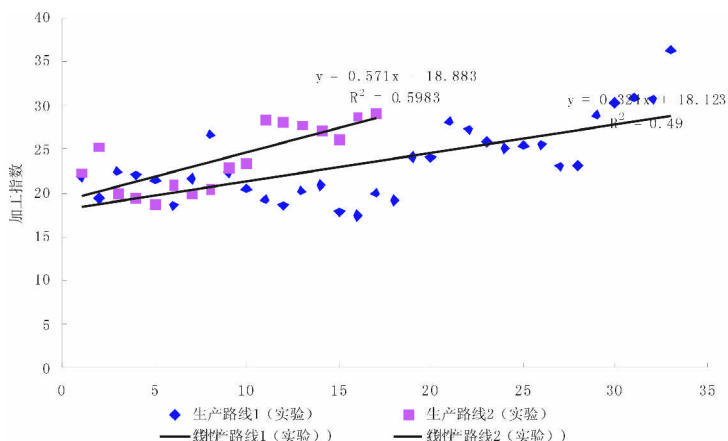
根据鸵鸟蛋皮串珠生产模拟实验记录 结合蛋皮串珠的显微结构以及实验者自身的因素分析 究其事故原因主要有以下几个方面：

1. 修型阶段事故原因也与实验者的技术水平有着直接关系。I 级与 II 级实验者在修型过程中 由于受技术水平的限制 毛坯修整力度不均 或对串珠毛坯边缘敲砸位置的把握不准 容易导致产生较大的蛋皮碎片( 往往超过串珠毛坯的三分之一甚至二分之一)，使得该件串珠毛坯废弃。

2. 另一个重要原因就是串珠毛坯较生产路线 1 中钻孔阶段的毛坯相对要小得多。因为生产路线 2 为修型阶段先于钻孔阶段 通常情况下 修型后的串珠毛坯直径约比磨光后的串珠成品大 4mm 左右，这就限定钻孔的大致位置 这个位置一般位于毛坯的正中部。事故发生的次要原因是实验者的技术水平。在限定毛坯大小和钻孔位置的前提下，I 级及 II 级实验者对于钻孔位置的把握能力较差，常会出现钻孔位置过于偏离毛坯中心位置，钻孔时就会出现钻孔两侧一侧大一侧小的现象，随着孔径的不断变大，就会越来越增加相对较小一侧破裂的可能性，最终导致串珠毛坯破碎。

#### 四、鸵鸟蛋皮串珠毛坯可利用性的评估

鸵鸟蛋皮串珠毛坯的可利用性可以通过模拟实验前后串珠毛坯的尺寸等属性 以及实验者技术等级等因素体现出来。为了更加形象的体现古人类对串珠毛坯的利用程度 本文在此创设了“鸵鸟蛋皮串珠加工指数( Retouch



图一 鸵鸟蛋皮串珠生产模拟实验的生产路线 1 和 2 中串珠产品的加工指数分布

index of OES beads)"<sup>[7]</sup>的概念。该指数为串珠成品面积与毛坯面积的比值，该指数的大小，可以反应古人类对于鸵鸟蛋皮毛坯利用的倾向性及制作者相应的技术水平。加工指数越高，说明制作者对串珠毛坯的利用程度就越高，技术水平也较高，反之，其利用程度和技术水平就相对较低。

通过对鸵鸟蛋皮串珠生产模拟实验的生产路线 1 和 2 中串珠产品的加工指数进行统计( 图一)，可以看出生产路线 1 和 2 中串珠的加工指数分布区间大体一致，但从峰值上来看，生产路线 1 中串珠的加工指数要略高于生产路线 2，且前者加工指数区间的变异程度要大于后者。这可能是由于两种生产路线的模拟实验中成功生产串珠的实验者技术水平差异较大造成的。在生产路线 1 中，I 级实验者成功制作出 17 件，II 级者 13 件，III 级者 2 件；而在生产路线 2 中，I 级者、II 级者均为 6 件，III 级者为 4 件。因为在生产路线 1 中以 I 级实验者为主，在选择串珠毛坯时缺乏考虑，没有尽可能选择较平直、个体适中的毛坯，而是选择了一些个体大小不均，弯曲度较小的蛋皮碎片作为毛坯，修型时去掉了毛坯的大部分，这就造成了蛋皮原材料的浪费，导致加工指数变异较大，使得串珠毛坯整体利用率不高。

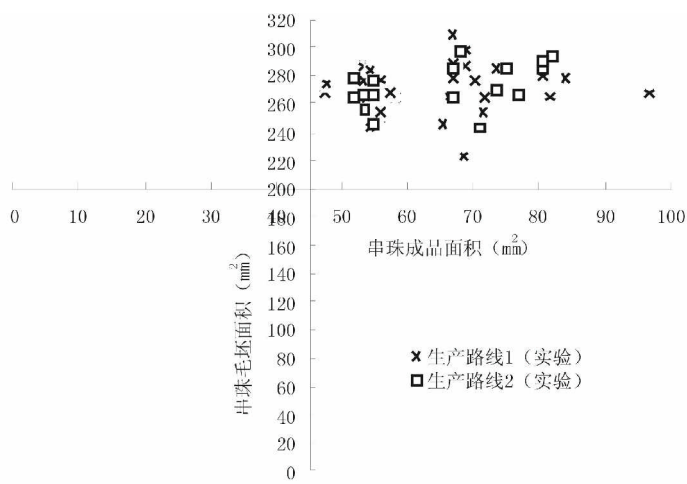
根据图二来看，可以体现出鸵鸟蛋皮串珠

生产模拟实验生产路线 1 和 2 中串珠毛坯面积与成品面积的对应关系,并在一定程度上反映出实验者相应的技术等级。图二中下部的阴影区域是Ⅲ级技术等级的实验者所制作串珠面积的分布范围,其串珠成品面积较小,而串珠毛坯面积相对较小,体现了这些标本的制作者技术水平较高,而Ⅱ级实验者选择的串珠毛坯较大,串珠成品面积相对小一些,反映出其技术水平略逊于Ⅲ级实验者,Ⅰ级实验者选择的串珠毛坯较大,由于技术水平和经验的原因,制作的串珠成品也较大,消耗的蛋壳材料也最多,投入与产出比较低,所以其利用率不高。而图三反映出生产路线 1 和 2 的串珠产品面积分布均与预设尺寸相差不大,由于技术水平相对较低的实验者占实验者总数的一半以上,所以其产品面积分布存在一定程度的变异,总体来看各个生产路线串珠的面积趋于一致。

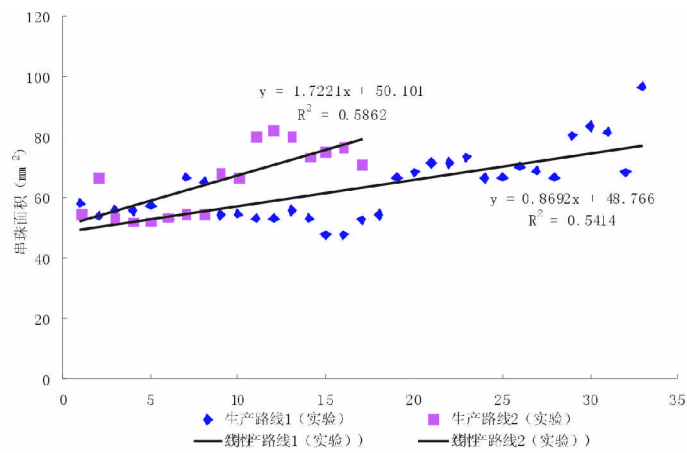
## 五、结语与讨论

根据对实验标本的总体分析和鸵鸟蛋皮串珠制作模拟实验记录,并结合鸵鸟蛋皮的显微结构进行分析归纳,主要可以得出以下几个方面认识:

首先,古人类选择钻孔的方向与蛋壳的显微结构有着密切关系。通过对鸵鸟蛋壳进行显微分析可以看出,在径切面中,柱状层又可以分为内外两层,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,再往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<sup>[8-10]</sup>(封三)。这种结构使蛋壳柱状层—外表面特别致密,具有很高



图二 鸵鸟蛋皮串珠生产模拟实验生产路线 1 和 2 中串珠毛坯及成品面积与实验者技术等级的关系图



图三 鸵鸟蛋皮串珠生产模拟实验生产路线 1 和 2 中串珠产品的串珠面积分布

的坚固性,此外,蛋壳外表面较为光滑,难于找到钻孔所需的着力点,容易发生破碎。由此可以解释古人类倾向于内表面钻孔而外表面钻孔多会造成串珠破碎的原因。

其次,通过模拟实验以及与南非晚期石器时代诸遗址以及水洞沟地区的材料进行对比,可以发现均以生产路线 1 占绝对优势,而在模拟实验中,这两种生产路线的生产事故均发生于钻孔及修型阶段,总体来看,生产路线 1 的事故率要远低于生产路线 2,但不可以就此认为前者的效率要高于后者。模拟实验表明,造

成这种结果的原因是多方面的,主要与实验者的技术水平高低有关。I级及II级实验者的经验尚浅,且掌握的串珠制作技巧不够扎实,从而导致事故频发;而III级实验者技术水平相对较高,有丰富的制作经验,一般情况下不会发生生产事故。但在一些考古遗址中发现的串珠产品以生产路线1为主,生产路线2的产品很少,为什么会出现这种现象呢?结合模拟实验研究的结果,针对这一问题可以提出以下两个假说来作出一定的解释:

(1)技术决定论,即古人类的串珠制作技术决定着主要的串珠生产路线。根据南非晚期石器时代一些遗址出土的串珠标本和水洞沟地区的串珠采集品特征,结合模拟实验可以看出

出,修型及钻孔阶段是整个生产序列中较容易出现事故的生产阶段,在生产路线1中,古人类可以选择体型较大的毛坯进行钻孔,减少事故发生率。因而古人类倾向于选择生产路线1,较具逻辑性。

(2)人群迁徙论,即不同人群的迁徙导致古人类行为的差异,同一人群或族群作为一种人群的风俗习惯,自始至终使用生产路线1来制作串珠,造成串珠制作技术的定型化、单一化。根据民族学材料记载,一些人群或族群偏爱于某种生产技术及产品,形成一种具有地域特色和人群或民族特色的生产技术或生产习俗。例如,印度安达曼群岛的土著居民主要由已婚妇女以固定的工序来完成垂饰等装饰品的制作<sup>[11]</sup>;在加拿大,塞利希族和科尔雅克族印第安人加工兽皮时,虽然金属工具被广泛利用,但仍然用北美麋的肋骨、桡骨或肩胛骨制成的锯齿刃工具用来去肉,用赤鹿腿骨制成的凸刃工具梳理、平整兽皮。此外在对兽皮进行染色前,需将其浸泡在混有女人尿液的水中<sup>[12]</sup>;南非布须曼人一般由已婚妇女制作鸵鸟蛋皮串珠,通常采用木杆加一个金属钻头组成的复合工具用来钻孔,将串珠毛坯在一个特定大小的凹槽进行磨光,使其磨光后大小一致,然后将其放在表面有凹坑(凹坑尺寸即是串珠的大

小)的石砧上加以固定,利用钻孔工具进行钻孔,生产出来具有高度标准化的串珠<sup>[13]</sup>。

此外,不同的人群或民族有着自己特定生产技术生产出来的具有特定特征的产品,他们将这些技术和产品应用于自己的物质生活和精神生活,成为其文化的一部分。不同的人群或民族有着不同的技术传统以及文化积淀。一般来说,技术文化上的相对差异具体表现为它的民族特征、地域特征以及时代特征等,这些特征贯穿于技术的发展、象征、感觉、功能等各个方面。以串珠为例,主要体现在其制作技术、染料获取与应用、染色技术等方面。例如非洲南部博茨瓦纳的达卡(D'kar)人,他们是主要以生产鸵鸟蛋皮串珠为生的职业工匠<sup>[14]</sup>,民族学者调查了几十个年龄在24~75岁之间的工匠,串珠制作被认为是部落中女人的工作,男人只制作弓箭和长矛。他们虽然不实际测量串珠的具体尺寸,但其产品却很明显的分为两类,一类直径为3~5mm,另一类为7~10mm,较大的一类上面有两个钻孔。整个部落的工匠只遵从一种生产路线,即文中所提出的生产路线2,先用手、牙齿或小钳子将蛋皮碎片修整成圆形,而后用金属钻头在中心位置钻孔,最后在黑斑羚角上进行磨光,使用时通过牛筋线串起来。尺寸较大的一类串珠是用来作为纽扣使用的,而较小的一类串珠是专门为儿童设计的,将其串起来佩戴在脖子上或缠在腰间,可以保佑孩子健康成长。

综上,根据南非晚期石器时代以及水洞沟地区发现串珠的特征、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着一定的差异,这可能是由于不同的人群迁徙、相互交流的结果。

上述假说对阐释旧石器时代晚期装饰品的标准化都有一定启示意义。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。

装饰品模拟实验研究在探讨装饰品制作工艺方面,除了目前通用的常规实验和民族学类比之外,还需侧重对装饰品生产所使用的工具(钻孔及磨光工具)进行分析,尝试揭示古人使用什么工具进行钻孔,钻孔的具体方式如何,对工具的形制有无特殊要求等方面的信息。为解决上述问题,需要将模拟实验与微痕分析、显微CT扫描等研究方法结合起来。这两种方法分别侧重于两个研究方向:微痕分析侧重于通过不同原料制成的工具对串珠毛坯进行钻孔时,分析工具刃部或执握部位产生的微痕,进而与考古材料进行对比,进而判断古人使用的装饰品制作工具<sup>[15][16]</sup>,而显微CT扫描主要通过对串珠产品的钻孔部位进行显微CT扫描,建立钻孔处的三维模型,从而判断古人具体的钻孔方式(如管钻、实心钻等)<sup>[17-19]</sup>。一般说来,鸵鸟蛋皮串珠穿孔直径较大、长度较短时,原则上可观察到穿孔内壁的局部加工痕迹。然而,光学显微镜通常只能观测到穿孔内壁边缘的几毫米处,即便借助数码显微镜的景深扩展技术,最多也仅能斜向显示穿孔口沿内壁的局部区域。当装饰品的穿孔直径小到一定程度时,无论光学显微镜或电子显微镜,都无法显示整个穿孔内壁的加工痕迹。另一方面,光学显微镜或电子显微镜也无法建立穿孔的三维模型,对穿孔形状难以提供有效的信息。在未来的工作中可以尝试采用高分辨率的显微CT扫描,重建鸵鸟蛋皮串珠穿孔内壁的三维图像,获取较为清晰的穿孔形状和微痕信息,以此为依据探讨装饰品的钻孔加工工艺。

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

在研究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,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。我国旧石器考古模拟实验理论尚处于薄弱环节。无论是中国本土形成的,还是国外引进的先进方法和理念,都未完全与考古资料很好地结合,也没有完全上升到理论的高度,形成科学系统的理论体系。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实验考古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也提出了宝贵的建议,他们的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);吉林大学2011年基本科研业务费青年科研骨干培育计划(2011QG007)及中国博士后科学基金的资助。

注释:

[1] 高星、王惠民、裴树文等:《水洞沟遗址调查与发掘的新进展》《天道酬勤桃李香——贾兰坡院士百年诞辰纪念文集》,科学出版社,2008年。

[2] 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》《科学通报》2009年第19期,第2886~2894页。

[3] 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.

[4] Jayson Orton. Later Stone Age ostrich eggshell bead manufacture in the Northern Cape, South Africa[J]. Journal of Archaeological Science, 2008, 35: 1765-1775.

[5] Odell G. H. Micro-wear in perspective: A sympathetic response to Lawrence H. Keely[J]. World Archaeology, 1975 (7): 226-240.

[6] 沈辰.《石器微痕分析的考古学实验 理论、方法与应用》,见 高星、沈辰主编《石器微痕分析的考古学实验研究》,科学出版社 2008 年,第 1~22 页。

[7] 王春雪.《水洞沟遗址第八地点废片分析和实验研究》,中国科学院研究生院博士学位论文 2010 年,第 1~224 页。

[8] 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》,《古脊椎动物与古人类》1981 第 4 期,第 327~336 页。

[9] 余德伟.《卵壳的超微结构特征》,《动物学报》1995 第 3 期,第 243~255 页。

[10] 安芷生.《华北鸵鸟蛋壳化石的新发现及其显微结构的初步研究》,《古脊椎动物学报》1964 第 4 期,第 374~382 页。

[12] Joao Zilhao. The Emergence of Ornaments and Art: An Archaeological Perspective on the Origins of "Behavioral Modernity" [J]. Journal of Archaeological Research, 2007, 15:1-54.

[11] 拉德克利夫-布朗(著)、梁粤(译).《安达曼岛人》,广西师范大学出版社,2005 年,第 359~365 页。

[12] 黄强、杨英.《加拿大印地安人的早期生活和贸易交通》,《重庆交通大学学报(社会科学版)》2007 第 2 期,第 14~16 页。

[13] Plug, I. Bone tools and shell, bone and ostrich eggshell beads from Bushman Rock Shelter (BRS), eastern Transvaal[J]. South African Archaeological Bulletin, 1982, 37: 57-62.

[14] Milton C. Tapela. An archaeological examination of ostrich eggshell beads in Botswana[J]. Botswana Journal of African Studies, 1998, 15(1):60-74.

[15] 高星、沈辰.《石器微痕分析在中国考古学中的应用与发展前景》,见高星、沈辰主编,《石器微痕分析的考古学实验研究》,科学出版社 2008 年,第 23~40。

[16] 张晓凌.《石器功能和人类适应行为——虎头梁遗址石制品微痕分析》,中国科学院研究生院博士学位论文,2009 年,第 1~155 页。

[17] 张敬国、杨竹英、陈启贤.《凌家滩玉器微痕迹的显微观察与研究》,《东南文化》2002 年第 5 期,第 16~27 页。

[18] 朔知、杨德标.《薛家岗石刀钻孔定位与制作技术的观测研究》,《中国历史文物》2003 第 6 期,第 21~27 页。

[19] 杨益民、郭怡、谢尧亭等.《西周邠国墓地绿松石珠微痕的数码显微镜分析》,《文物保护与考古科学》2008 年第 1 期,第 1~8 页。

附录 鸵鸟蛋皮串珠模拟实验过程记录样表(说明 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。)

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

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

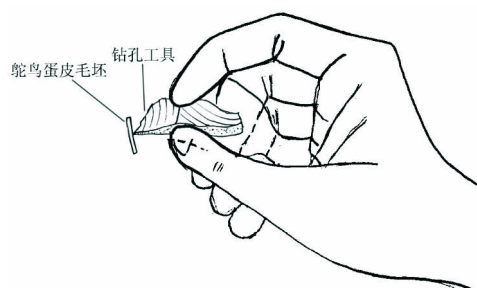
11.6 Please draw an outline tool on a separate sheet to show used point, contact area.

(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 RETOUCED? 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 ) : 264.75mm<sup>2</sup>

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 I( 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)(鸵鸟蛋壳毛坯的磨光阶段--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(鸵鸟蛋壳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壳串珠制作实验,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: Final products observation(串珠最终产品观察)<sup>[1]</sup>

23. Evaluation on availability of OES blank(鸵鸟蛋壳串珠毛坯可利用性的评估)

该件标本加工前毛坯面积 264.75mm<sup>2</sup>,厚度 2.2mm ,重 0.5g ;加工后的串珠成品直径 8.4mm ,面积 55.39mm<sup>2</sup>,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。

24. Evaluation on standardization of OES beads(鸵鸟蛋壳串珠标准化的评估)

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壳串珠尺寸的均值(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。

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

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

VI: After Experiments(实验完成后的其他情况)

27. 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

注 [1] 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

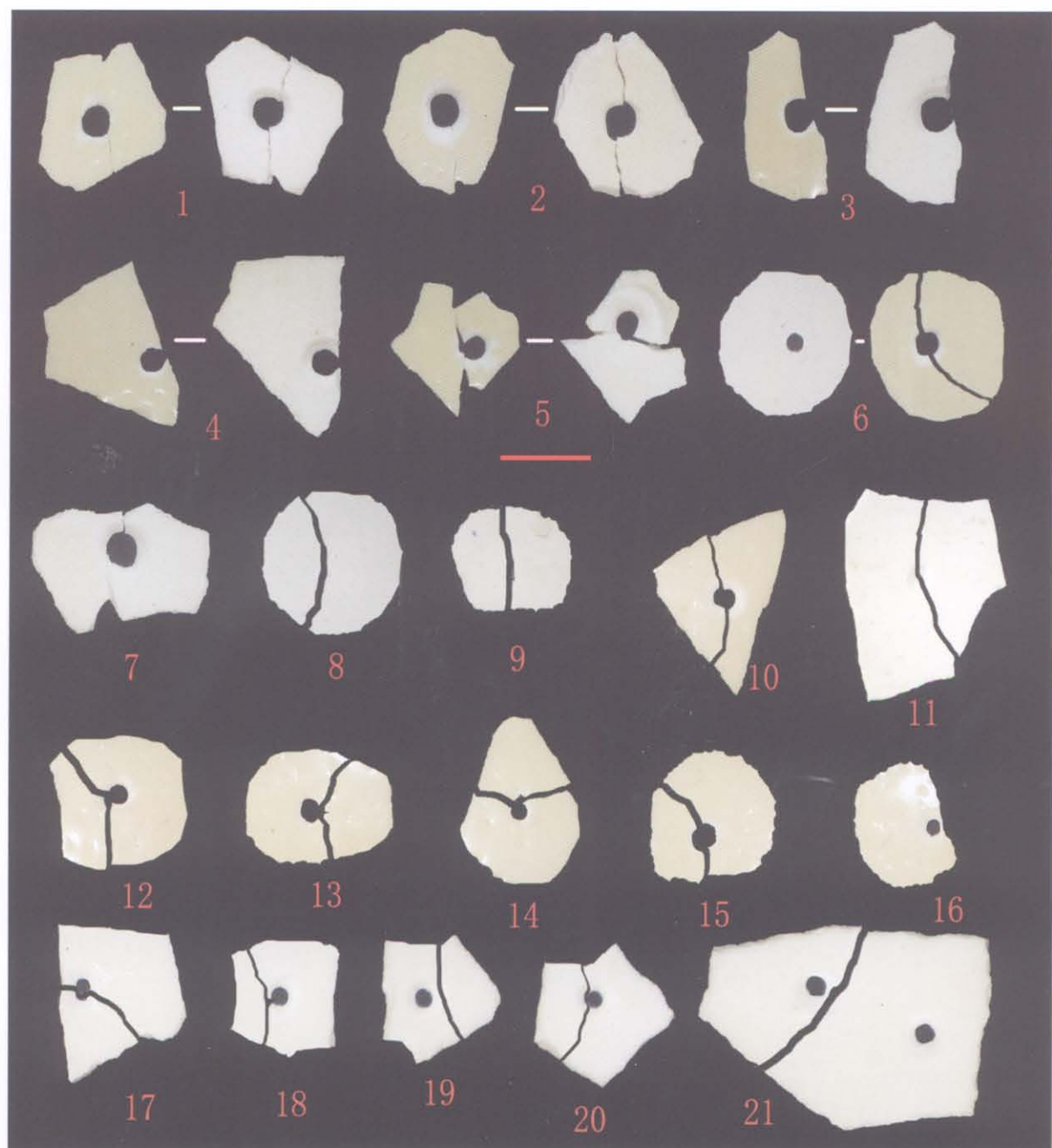
珠的原料可利用性、标准化程度以及趋势。在实际应用中则不存在单个个体的可利用性和标准化的探讨。原因有二:一是单个标本的测量参数数值存在偶然性和不确定性,不具代表性。遗址内发现的串珠可能是由不同的人群不同的工匠制作而成的,标准化程度可能存在着不同的标准;二是只有存在一定数量的标本群时,才能从各种参数的统计中体现出其可利用程度以及标准化趋势。

Experimental Study on Manufacturing Technology of Ostrich Eggshell  
Beads in Upper Paleolithic China——  
An Example of Ostrich Eggshell Beads Collected from Shuidonggou Site  
Wang Chunxue Zhang Yue Zhang Xiao-ling  
Shen Chen Gao Xing

Abstract: Based on the experimental study and microscopical observation, this study analyzes ostrich eggshell (OES) beads collected from Shuidonggou Site (SDG) and establishes two manufacturing modes of OES beads. The paper discusses the characteristics, breakage accidents and reasons of the two different manufacturing modes. The experiments were designed in a series of production replicas in order to analyze and explain why hominids were inclined to choose Mode 1 as dominant manufacturing mode. OES beads experimental research has the broad applicable prospects in the future study, especially when integrating with use-wear analysis and Micro-CT (computed tomography).

Keywords: Upper Paleolithic Age, Ostrich eggshell, Beads, Manufacturing technology, Experiments

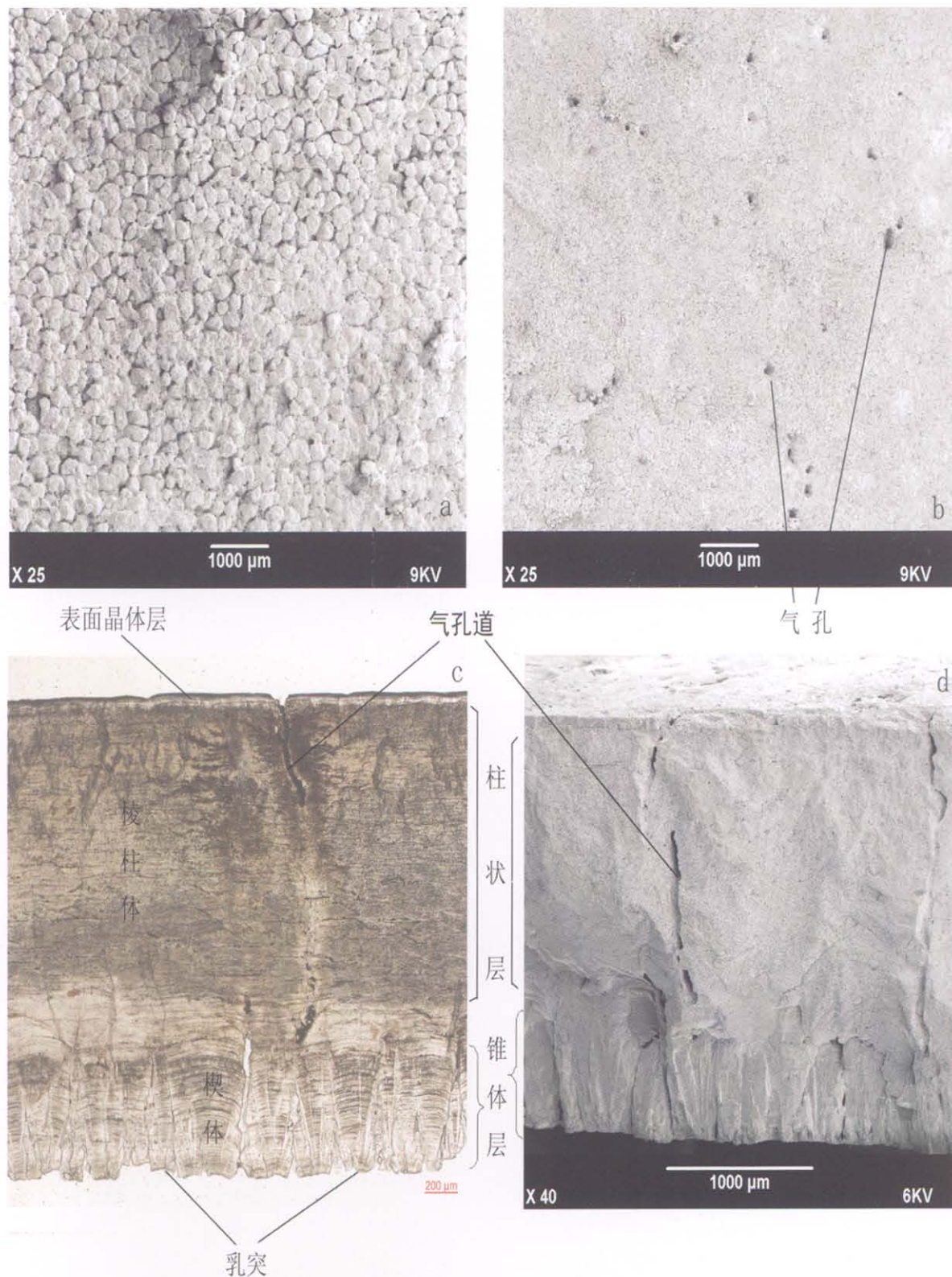
(责任编辑、校对:陈丽新)



鸵鸟蛋皮串珠制作模拟实验两种生产路线中不同生产阶段过程产生的事故产品

1、4、10、11、17~20. 生产路线1 中钻孔阶段产生的事故产品 (OSB051, OSB055, OSB054, OSB057, OSB059-OSB063) 2、3、5、7、21. 生产路线1中修型阶段产生的事故产品 (OSB0052, OSB053, OSB056, OSB058, OSB065) 8、9. 生产路线2中修型阶段产生的事故产品 (OSB064, OSB072) 12~16. 生产路线2中钻孔阶段产生的事故产品 (OSB073, OSB069, OSB081, OSB080, OSB077) (图中红色短线代表1cm)

## 中国旧石器时代晚期鸵鸟蛋皮串珠制作技术的模拟实验研究 —以水洞沟遗址发现的鸵鸟蛋皮串珠为例



鸵鸟蛋壳显微结构模式图<sup>[5]</sup>

A. 内表面 B. 外表面 c、d. 径切面

中国旧石器时代晚期鸵鸟蛋皮串珠制作技术的模拟实验研究  
—以水洞沟遗址发现的鸵鸟蛋皮串珠为例