

DOI: 10.16359/j.cnki.cn11-1963/q.2017.0065

泥河湾盆地板井子遗址锯齿刃器实验研究

马东东^{1,2}, 赵海龙^{3,4}, 郑雪芳⁵, 裴树文¹

1. 中国科学院脊椎动物演化与人类起源重点实验室, 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 北京 100044;
2. 中国科学院大学, 北京 100049; 3. 河北师范大学历史文化学院, 石家庄 050024; 4. 河北师范大学泥河湾考古研究院, 石家庄 050024; 5. 中国社会科学院研究生院, 北京 102488

摘要: 锯齿刃器是中国旧石器时代存在的一种重要器物类型, 然而, 其模糊的类型学鉴定标准使得该器物的研究在国内学术界没有得到足够的重视。板井子遗址是河北泥河湾盆地晚更新世早期的一处重要旧石器遗址, 出土较多锯齿刃器。本文通过实验研究, 证明板井子遗址的锯齿刃器齿凹的大小与石锤修理部位面积大小呈正相关关系, 且遗址中有一部分锯齿刃器是用修理部位面积较小的带尖石锤打制而成, 并在遗址标本中找出尖端有散漫坑疤的带尖石锤。本文复原了锯齿刃器的制作工艺流程, 证明锯齿刃器是一个稳定的加工过程, 需要特殊的石锤来加工, 并对其功能进行讨论。

关键词: 锯齿刃器; 带尖石锤; 修理方法; 板井子遗址; 泥河湾盆地

中图分类号: K871.11; 文献标识码: A; 文章编号: 1000-3193(2017)03-0318-13

A replication study of denticulates from the Banjingzi site, Nihewan Basin

MA Dongdong^{1,2}, ZHAO Hailong^{3,4}, ZHENG Xuefang⁵, PEI Shuwen¹

1. Key Laboratory of Vertebrate Evolution and Human Origins, Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044; 2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049; 3. College of History and Culture, Hebei Normal University, Shijiazhuang, 050024; 4. Institute of Nihewan Archaeology, Hebei Normal University, Shijiazhuang, 050024; 5. Graduate School of Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 102488

Abstract: The denticulate is one of the most important retouched tool types for the Paleolithic in China. However, the relatively indeterminate classification of the category results in the denticulate receiving less attention in Paleolithic research. Banjingzi site is an important early Late Pleistocene Paleolithic site in the Nihewan basin, North China. The large number of excavated denticulates (accounting for 9% of the retouched tools) makes the site most peculiar in the Paleolithic of the Nihewan basin, and even in north China. Denticulates, are known at the

收稿日期: 2016-02-12; 定稿日期: 2017-01-21

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41372032); 科技部科技基础性专项 (2014FY110300) 资助

作者简介: 马东东 (1992-), 男, 河北邢台人, 硕士研究生, 主要从事旧石器时代考古学研究。E-mail: kaogumadong@126.com

通讯作者: 裴树文, 男, 研究员, 主要从事旧石器时代考古学研究。E-mail: peishuwen@ivpp.ac.cn

Citation: Ma DD, Zhao HL, Zheng XF, et al. A replication study of denticulates from the Banjingzi site, Nihewan Basin[J]. Acta Anthropologica Sinica, 2017, 36(3): 318-330

Donggutuo site in the Nihewan since the Early Pleistocene. Those excavated from the Banjingzi site may imply some special adaptive behaviors adopted here by early hominins during early Late Pleistocene. Through stone artifact replication, the authors consider that there are at least two retouch techniques to create denticulates, one using a small pebble hammerstone and a second using a pointed hammerstone. The pointed hammerstone modification technique, however, is the main retouching technique for denticulate fabrication in the Banjingzi site. Another approach of our replication study is to reconstruct the processes of denticulate manufacture, which has shown that it is a relatively stable fabrication procedure. As a result, the current study should bring attention to the denticulate in Paleolithic research in China. Finally, we also combine sample observation with the experimental replications for this current paper.

Key words: Denticulate; Pointed hammerstone; Retouched technique; Banjingzi site; Nihewan Basin

1 引言

在旧石器时代考古学研究中，工具被认为是经过人类有意识修理和加工的产品，某类工具的集中、重复出现，是研究者探究其类型学意义和文化行为的基础和前提。锯齿刃器是一类较为特殊的工具，具有“锯齿”般的边缘。在欧洲莫斯特文化中，锯齿刃器受到很大的关注，自 F. Bordes 研究法国西南部的一些有锯齿特征刮削器的莫斯特文化并对锯齿刃器做出定义^[1]后，欧洲史前学家对锯齿刃器的研究逐渐增多，并把锯齿刃器视为欧洲锯齿刃器莫斯特文化的标志性器物之一。在西方旧石器时代考古学研究中，锯齿刃器在欧洲阿舍利（Acheulean）文化晚期和克拉克当（Clactonian）文化中就已出现，在莫斯特文化中达到鼎盛^[2]，到了新石器时代仍有少量出现，只不过修理更加精致。二十世纪 90 年代，锯齿刃器的概念被引进中国，但中国报道锯齿刃器的遗址相对较少，对其研究也相对滞后。

1.1 锯齿刃器研究简史

自 1872 年莫斯特文化被辨识之后，考古学家就开始对莫斯特文化复杂多变的石器工业进行研究。20 世纪初，E. Pittard 和 A. Darpeix 等曾经怀疑过含有锯齿刃器的莫斯特文化的存在，但是没有进行深入研究^[3]。1948 年 F. Bordes 采用了一种全新的方法研究莫斯特文化，根据各种类型器物的数量比例大小提出五种莫斯特文化变体，其中一种文化变体就是锯齿刃器莫斯特文化（Denticulate Mousterian）^[3]。1953 年，F. Bordes 总结了锯齿刃器莫斯特文化的特点，随后被 M. Bourgon 采纳，并在其著作《Les industries moustériennes et pré-moustériennes du Périgord》研究中得以发扬^[3]。20 世纪 60 年代，鉴于越来越多的含有锯齿刃器和凹缺器的莫斯特文化被发现，F. Bordes 重新修订了关于锯齿刃器莫斯特文化的内涵，对锯齿刃器做出了具体的定义，即一个石片或者石叶上，一边具有两个或以上连续凹口的是锯齿刃器^[4]。以该定义为标准，大量锯齿刃器在不同遗址中被辨识出来，但是随后许多学者发现某些遗址中的锯齿刃器并不是有意加工的，甚至有些锯齿刃器可能是

自然原因造成,这就引发了学者对自然原因形成的假锯齿刃器的研究^[5]。20世纪90年代,部分学者采取了实验的方法来研究自然原因造成锯齿刃器的可能性,实验表明动物踩踏和埋藏原因可能会造成部分假锯齿刃的形成^[3,5],但是这种由自然原因形成的“锯齿”没有规律,与人为加工的锯齿刃器有一定的差别^[4]。同时,还有学者对锯齿刃器的功能进行实验探索^[3]。近几年,有学者开始对锯齿刃器的定义和分类与锯齿刃器莫斯特文化的性质进行研究^[3,5]。

在中国,锯齿刃器的概念提出的较晚,在90年代之前,基本不见“锯齿刃器”的说法。国内最早借用锯齿刃器的概念的是王益人,他在研究山西高平县羊头山细石器材料时辨认出了一件锯齿刃器,这是国内首次明确使用“锯齿刃器”的概念^[6]。而之前的一些遗址报告中,有过类似锯齿刃器的报道,如1977年,贾兰坡等在峙峪遗址的报告中介绍有一类石器为“单边刃刮削器”,在报告中的描述为“呈锯齿状,当锯子使用是有可能的”^[7],1978年,王建等在研究下川遗址的材料时,将一类器物称为“石锯”^[8],1990年,在向安强整理的湖南澧县调查材料中,有一类疑似锯齿刃器的石器被称为“齿状刮削器”,其被描述为“加工刃缘呈明显的锯齿状”^[9]等,这些材料无论从文字描述还是器物线图来看都可以称之为锯齿刃器。1993年,王建在讨论丁村文化时简单介绍了锯齿刃器的特征^[2],并于1994年在《丁村旧石器时代遗址群调查发掘简报》中提出了锯齿刃器的类型学鉴别特点^[10]。事实上,自该报告发表之后,锯齿刃器的概念才开始在中国流行。2006年,陈淳在研究小南海遗址1978年的材料时,将锯齿刃器和凹缺器放在一起研究,共辨认出40件,占石器总数的50.6%,这引起了作者的重视并进行模拟实验研究锯齿刃器的功能^[11]。之后锯齿刃器的报道逐渐增多,不断有学者在新发掘的如乌兰木伦^[12,13]、桃山^[14]等诸多遗址中辨识出了锯齿刃器。

1.2 锯齿刃器的类型学标准

1961年,F. Bordes在《Typologie》中首次对锯齿刃器做出定义,他认为一个石片或者石叶上,一边具有一个凹口的是凹缺器,一边具有两个或以上连续凹口的是锯齿刃器^[4],这也是目前广泛被接受的鉴定标准。F. Bordes对锯齿刃器的定义是一个定性的标准,没有对锯齿刃器的凹口之间的距离做出限定。《Handbook of Paleolithic Typology》对锯齿刃器的特征做过介绍。在第三章中,该书介绍了“锯齿刃”加工技术的特点,介绍说“锯齿修理技术”(denticulation)是在毛坯一边加工形成连续的“小齿”(notches or serration)的修理技术,有时候一个不均匀的刮削器修理(scraper retouch)可能会归为锯齿刃修理(denticulated retouch),所以有的史前学家倾向于称之为锯齿刃刮削器(denticulated scraper),有时候,锯齿刃连续规整的修理边和粗糙修理的刮削器难以区分^[15]。在第八章,介绍了锯齿刃器(denticulates)的定义:锯齿刃器,或者叫“齿状刃器”(“Tooth-edged”pieces),是一边有两个或者以上连续“凹口”(notches)的石片或者石叶,这些凹口的交汇处会形成一系列的小尖^[16]。

在国内,1993年,王建提出锯齿刃器有直刃和环状刃两种^[2],于1994年进一步总结了锯齿刃器的特征,他认为“锯齿刃器是在石片的一边或者两边或一端修成直的或弧突的或微凹的或环状的锯齿刃缘,修整以正向为主”^[10]。黄慰文等认为锯齿刃器“是一类具有

线状刃口的工具，但有时也用断块或石核制作，它的特征是刃口由一系列陡峭打击的小凹缺组成，刃口连线可以是近乎平直的，也可以是凸出或凹入的弧线。由于‘锯齿’间距显著和缺口较深，可以将此类工具同刃口不平齐的边刮器分开”^[17]。侯亚梅在整理东谷坨遗址材料时对锯齿刃器作了简要的探讨，她认为锯齿刃器通常是“以石片为毛坯，加工成呈锯齿状工作刃的一类器物”^[18]。陈淳等认为锯齿刃器的主要鉴别特征是“沿着石片较锐的边缘有连续或断续的齿状凸起”^[11]。

上述讨论基本上是对锯齿刃器的形制特征进行概括，但是缺乏定量标准，定义范围较广，以至于有的疑似锯齿刃器的器物被划归为刮削器或者凹缺器，有些不具有锯齿刃器特征的石器被认为是锯齿刃器^[5]。因此，有必要对锯齿刃器的标准进行重新的讨论和确定。

笔者根据前人的研究，对锯齿刃器的形态和技术特征进行细化，总结出锯齿刃器的辨别特征。在总结之前，我们先对锯齿刃器的定位和典型部位特征进行描述。本文对锯齿刃器进行定位与一般石器定位相同，即锯齿刃缘向上，正向加工的一面面对观察者，观察者能看到的一面为前面，观察者看不到的一面即与前面相对的一面为背面，观察者的左面即为锯齿刃器的左面，观察者的右面为锯齿刃器的右面。同时增加一些术语方便本文对锯齿刃器的测量与描述。名称如下：

- 1) 齿凸：锯齿刃器突出的小齿。（见图 1:1）
- 2) 齿凹：两个齿凸之间的凹陷部分。（见图 1:1）
- 3) 齿间距：两个齿凸之间的连线长度。（见图 1:1）
- 4) 齿深：齿凹的深度，是垂直于齿间距的最大深度。（见图 1:1）
- 5) 锯齿刃：由齿凹和齿凸组成。（见图 1:2）
- 6) 锯齿刃缘：锯齿刃所在的毛坯的一边。（见 :1:2）

本文中关于齿凹的顺序为：将锯齿刃器定位好后，齿凹的顺序从右往左依次为第一个齿凹，第二个齿凹，第三个齿凹…

锯齿刃器的辨别特征包括：1) 修理边具有明显的齿状形态；2) 具有两个或以上连续的齿凹；3) 至少有一个齿凹的平均深长指数大于 0.15，齿间距在 3-13mm 之间；4) 两个齿凹之间的距离不超过两个齿凹中的任何一个齿凹的齿间距。

需要说明的是，测量时笔者采用了“齿凹深长指数”，即齿凹的齿深与齿间距的比值，深长指数为一个大于 0 的数值，深长指数越大，则说明齿凹越狭窄。有一些刮削器修理的时候也有一定的凹度，但并不是为了修理锯齿刃器，为了将一些目的不是修理锯齿刃器的凹口较浅、较小和过于大的石器排除在外，笔者对锯齿刃器的齿凹的深长指数进行了限定，齿间距也进行了限定，限定标准为笔者对板井子遗址标本和实验标本观察测量后所得，这个标准适用于锤击法产生的标本，对于旧石器时代晚期压制法产生的锯齿刃器暂不做讨论。

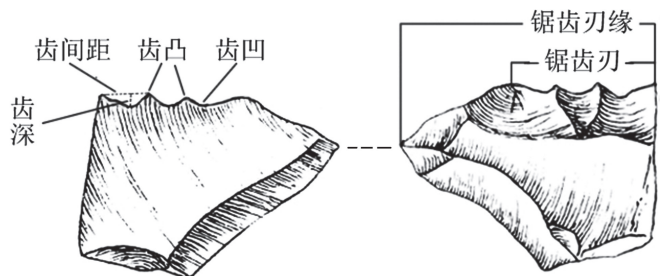


图 1 锯齿刃器说明图

Fig.1 The instruction of denticulates

2 材料与方法

2.1 材料

2.1.1 板井子遗址

板井子遗址位于河北省阳原县化稍营镇泥河湾村和下沙沟村之间。遗址地处泥河湾盆地东缘,桑干河左岸。桑干河经石匣口入逐鹿盆地,河流两岸断断续续可以分为三级阶地,板井子遗址发现于第三级阶后缘的含砾砂质粘土中。1984年河北省文物研究所组织在泥河湾盆地进行考古调查时发现,并于1984和1986年分别进行了两次发掘。1988年,石金鸣对板井子遗址进行了第三次发掘,获得大量石制品和动物化石,其中石制品共3383件,包括215件石核,1557件石片,22件石锤和329件石器^[19,20]。板井子的石制品主要以燧石为原料,用锤击法打片,并能利用石核上的脊打片,石核利用率较高。修理基本用锤击法,以正向加工为主。工具较多,占石制品的近10%,且普遍较小,多在20-40mm之间,主要为刮削器、尖状器、砍砸器、端刮器、凹缺刮器和石锥,其中刮削器最多,达84.5%^[19,20]。遗址的铀系法年代为74ka-108ka BP,最新的光释光测年为 $86\pm 4\text{ka}$ ^[21],绝对年代数据与哺乳动物化石所在的生物地层年龄接近,较为可信。板井子遗址的哺乳动物化石与丁村、许家窑等遗址的动物群作对比,也可以大致推断其年代为更新世晚期^[19,20]。

2.1.2 锯齿刃器观察描述

本次研究的锯齿刃器全都为板井子遗址1988年发掘所得,根据上文标准,一共辨识出28件。大部分形制呈不规则形,只有两件呈三角形。毛坯以断块和残片为主,块状为15件,片状毛坯为13件(表1)。

几件代表性标本如下:

006(图2:4),原料为燧石,毛坯为石片,轮廓呈直角三角形,锯齿刃缘为三角形最长一边,长宽厚为 $24.05\times 42.7\times 11.32\text{mm}$,重约8.53g。锯齿刃为单直刃,由三个齿凹组成,三个齿凹的齿间距分别为12.84mm, 4.47mm, 5.63mm。其中第一齿凹由两个片疤组成,为两次修理而成,锤击法修理。第二齿凸较平,上有细小的使用疤痕,深长指数为0.421。

F(13):30(图2:1),原料为燧石,毛坯为石片,长宽厚为 $26.38\times 33.78\times 10.94\text{mm}$,重约10.92g。这件锯齿刃器的原料质地细腻,无杂质,颜色较纯。锯齿刃刃角为 60° ,锤击法修理。锯齿刃在毛坯远端,上有三个连续的齿凹,齿凹排列整齐,大小几乎相同,中间的齿凹由两个修疤构成。三个齿凹的齿间距分别为6.71mm, 5.77mm, 7.18mm,齿深分别为1.03mm, 1.23mm, 1.32mm,深长指数分别为0.154, 0.213, 0.183。这件锯齿刃器无论是原料还是加工形制,都很精美。修理疤叠压关系来看,中间齿凹的修疤打破了两边齿凹的修疤,应是工匠先修理了两边的两个齿凹,然后打下两个齿凹所形成的齿凸,形成第三个齿凹。这是相当困难的一步,由于齿间距较小,要用尖部较小的石锤打下中间的齿凸形成一个新的齿凹,对打击点的准确度要求是相当高的。

B⑧:22(图2:3),毛坯为燧石石片,形体较小,长宽厚为 $24.11\times 16.6\times 5.93\text{mm}$,

表 1 锯齿刃器统计表
Tab.1 Statistical table of the denticulates

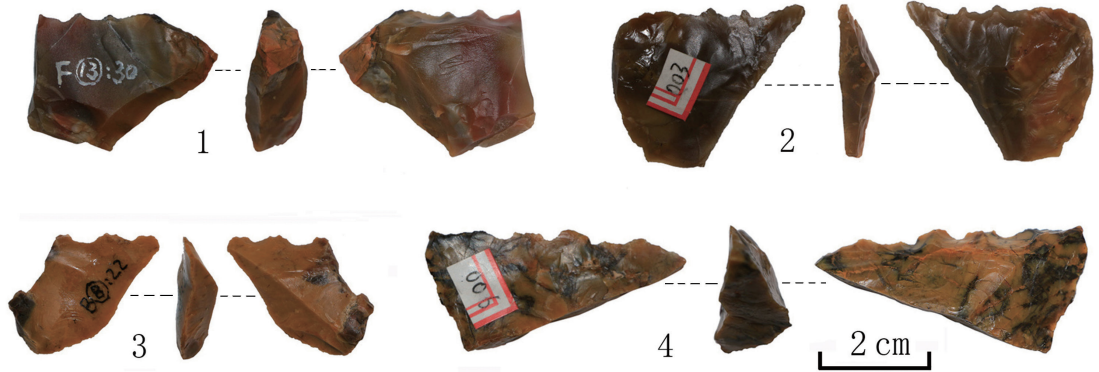
原料 (Raw material)	燧石为 26 件, 其它类型 2 件;
尺寸 (Size)	平均长宽厚为 31.56×26.58×12.36mm, 最长的锯齿刃器为 59.95mm, 最短的为 18.65mm, 宽度在 16.6mm 到 42.7mm 之间, 厚度在 5.93mm 到 23.96mm 之间
重量 (Weight)	平均重量为 10.57g, 最重为 35.23g, 最轻的为 2.39g
刃角 (Angle)	平均刃角为 54.74°, 最大刃角为 80°, 最小刃角为 24°
锯齿刃 (Edge of the notch)	锯齿刃的平均长为 21.2mm
锯齿刃缘 (Margin of the notch)	锯齿刃缘的平均长为 30.86mm
齿凹数量 (Number of the notches)	2-3 个齿凹的有 25 件, 4 个齿凹的有 3 件
齿凹尺寸 (Size of the notch)	第一齿凹的平均齿间距为 8.26mm, 平均齿深为 1.49mm, 第二个齿凹的平均齿间距为 8.30mm, 平均齿深为 1.57mm, 第三个齿凹的平均齿间距为 7.52mm, 平均齿深为 1.37mm

重约 2.39g, 是锯齿刃器中最轻的一件锯齿刃器。以正向加工加工出两个齿凹。锯齿刃长 11.55mm, 锯齿刃比为 71.12%, 齿间距分别为 6.22mm, 6.24mm。这件锯齿刃器的两个齿凹呈弧形, 构成每个齿凹的修理疤也呈弧形。每个齿凹的修理疤有两层, 外层是成弧状的大修理疤, 内有一层细小的疤痕。

003 的毛坯为燧石近端片, 远端是断裂的节理面。锯齿刃在毛坯的右侧边, 毛坯较薄, 长宽厚为 39.69×30.27×7.67mm, 重 7.01g。这件锯齿刃器有三个齿凹, 中间的齿凸很小, 每个齿凹都是经过多次修理形成的, 中间的齿凹甚至经过三次修理才形成。从齿凹上的密集片疤来看, 其修理石锤是相当小的 (图 2: 2)。

2.1.3 存在的问题

板井子遗址出土大量锯齿刃器, 器型稳定, 其中一部分相当精美。据观察, 大部分齿凹由一个片疤组成, 部分锯齿刃器的齿凹打击点明显, 根据特征应是用锤击法一击而成。有些锯齿刃器齿凹相当小, 且齿凹的大小具有连贯性, 显然经过有意加工, 而不是修理刮削器时偶尔出现。因此, 锯齿刃器的加工技术是一个值得探讨的问题, 而加工石锤打击部位面积大小与其所修理的锯齿刃器的齿凹的大小有什么样的关系是探讨的关键。在旧石器时代的发掘报告中, 大部分石锤是体积较大、打击部位具有较宽的弧形边缘的砾石, 笔者怀疑一般具有较大较宽弧形边缘的砾石石锤能否连贯地修理出这样小的齿凹。在标本 F(13):30 上有两个因打击未成功而形成的表皮破裂的环状痕 (图 3), 这也证明遗址中锯齿刃器为锤击法修理。根据赫兹锥体原理, 这两个环状痕的大小应大于修理石锤与毛坯接触面积的大小, 弦长分别为 2.49mm 和 2.16mm, 可见修理石锤尖部非常之小。在原报告中, 石金鸣提到在遗址中出土有两种石锤, 第一类为砾石石锤, 第二类为块状石锤, 其中关于块状石锤的描述为: “7 件, 均选择有一定体积和重量的石块作石锤, 以棱角凸起的地方作为打击部位, 该部位常遗有零乱的、呈浅色的坑疤 (如标本 E(11): 26), 坑疤的数量和面积与使用的次数成正比。这类石锤虽然不多, 但在其它石制品中有相当一部分标本呈现出类似上述之现象, 标本 F ⑩: 7 本是一件石核, 但在台面的后部及台面相对的一端均为三棱状隆突, 棱角已被打钝, 并布满了坑点和碎疤, 应是兼作石锤的证据之一例^[19]”。根据描述, 这种石锤打击部位为棱角凸起之处, 其与毛坯的接触面积是相当小的, 笔者推



F(13):30; 2.003; 3.006; 4.B ⑧ :22

图 2 板井子遗址出土的部分锯齿刃器
Fig.2 Selected denticulates from banjingzi site

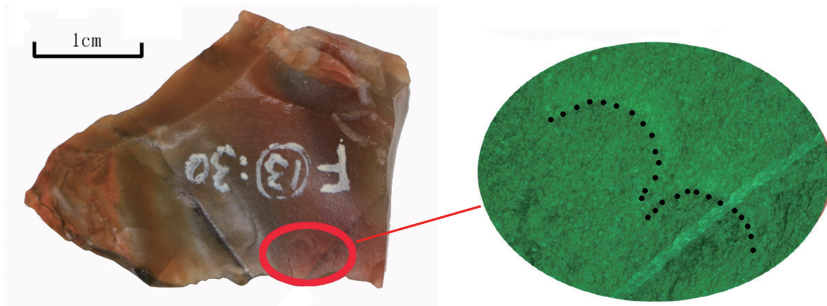


图 3 锯齿刃器上的环状痕
Fig.3 Annular traces from denticulate

测这类带尖石锤（块状石锤）可能的用途之一是加工锯齿刃器。

为了讨论上述猜想，本文将进行模拟实验来研究锯齿刃器的加工技术。

2.2 研究方法

运用打制实验与遗址标本的对比研究是复原打制技术的有效途径^[22]。本文主要用实验复制的方法，以板井子遗址的锯齿刃器为参考对象，用不同工具修理锯齿刃器，试图发现不同修理工具修理出来的锯齿刃器的特征，形成不同制作方法与锯齿刃器类型之间的对应关系，然后通过与遗址中的锯齿刃器作对比，推断不同修理方法和修理工具在板井子遗址中存在的可能性。

2.2.1 实验设计

板井子遗址中大部分锯齿刃器原料为燧石，所以实验主要以燧石为原料，以便与遗址中出土的锯齿刃器作比较。

首先，打制若干燧石石片，然后将石核修理成打击部位大小不同的带尖石锤，共准备打击部位宽度大小不同 5 种砾石石锤、3 种燧石石锤以及 2 个鹿角，鹿角主要用来进行压制实验（图 4）。需要说明的是，由于实验在室内完成，条件有限，而本文主要为了说明石锤打击部位面积大小与齿凹的关系，所以将石核修理成尖部大小不同的带尖石锤，在

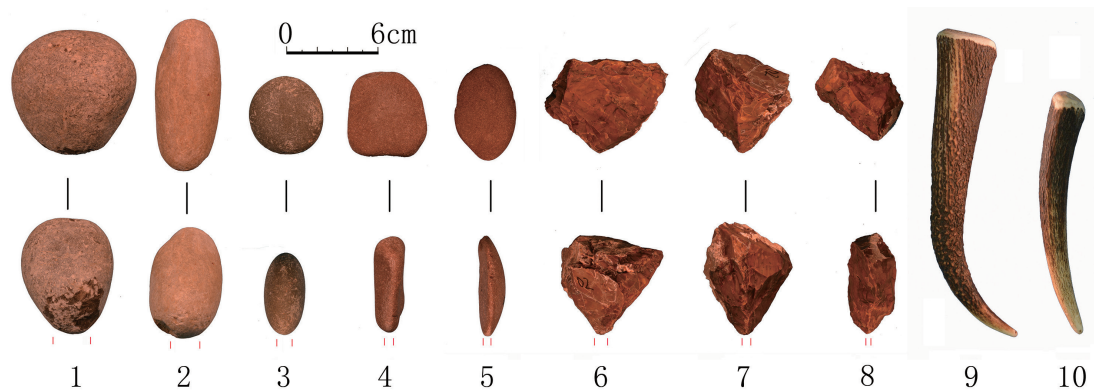


图 4 实验石锤

Fig.4 Hammers used in the experiment



图 5 原料及实验过程

Fig.5 Raw materials and experimental procedure

遗址中，可作为带尖石锤使用的石材相当多，不需要专门修理。

实验先后由四名均有一定打制经验的实验人员完成（图 5），以观察实验的客观性和重复性。最后测量统计各种石锤修理出的锯齿刃器齿凹的大小及特征。实验具体目标有三个：1）观察石锤尖部修理面积与齿凹大小的关系；2）观察较大的砾石石锤能否连续加工出齿凹较小的锯齿刃器；3）观察软锤压制法修理的锯齿刃器的特征。

2.2.2 实验过程

实验原料为采自泥河湾盆地周家山一带的燧石。根据板井子遗址锯齿刃器的大小及锯齿刃器刃缘角的大小，选取刃部长度、刃缘角度与遗址出土锯齿刃器的刃部长度、刃缘角度相近的毛坯进行实验。实验人员在正式实验之前进行一定的打制练习，然后开始制作锯齿刃器。由三名实验人员分别用不同的石锤进行打制，其中一名人员主要用较大的砾石石锤进行打制，以观察是否能用打击部位较宽的石锤连续打制出齿凹较小的锯齿刃器。压制实验由两名实验人员实施。

在实验过程中，用最大的砾石石锤很难打制出锯齿刃器，因为打击部位比较宽，打制较平直的刮削器很容易，但打制锯齿刃器比较困难，屡次试验之后不是很成功，只修理出

一件锯齿刃器。用带尖石锤打制时取得了较好的效果。然后我们尝试将毛坯放在石砧上进行修理，这种方法不是十分理想，因为石锤尖部很容易与石砧接触，导致带尖石锤尖部更容易损毁。之后又尝试将毛坯放在腿上，这样的方法对于比较薄的毛坯行之有效，但是对于比较厚的或刃角较大的毛坯不合适，因为放在较软的腿上时，毛坯在受到石锤冲击力时容易形成缓冲，抵消了一大部分来自石锤的力，加之带尖石锤较小，不会形成很大的冲击力，所以不容易修理。由于燧石较为坚硬，当用鹿角压制刃缘角度较小的毛坯时很容易，但是用来压制刃缘角度较大的毛坯时则非常费力，并且压制出来的齿凹很浅，效果不是很理想。

3 实验结果

3.1 模拟实验

通过实验，实验人员成功用锤击法打制若干锯齿刃器，从中挑选 49 件各种石锤加工的锯齿刃器进行统计，如表（表 2）。

从实验结果可以看出，齿凹齿间距的大小与石锤宽度成正相关关系。石锤宽度越大，其修理出的锯齿刃器的齿间距越大；石锤宽度越小，其修理出锯齿刃器的齿间距越小。屡次实验后，打击部位宽度较宽的 1 号、2 号石锤几乎没有打制出齿凹较小的锯齿刃器，而宽度较小的石锤能打制出齿间距较大的齿凹。用 7 号石锤和 8 号石锤能很容易并且连续的修理出平均齿间距在 7mm 以下的锯齿刃器，而 3 号、4 号和 6 号石锤虽能偶尔修理出齿间距在 7mm 以下的齿凹，但是不能连续修理出齿凹齿间距在 7mm 以下的锯齿刃器。5 号石锤为打击部位相当小的扁状砾石石锤，能够连续的修理出齿间距在 7mm 以下的锯齿刃器。大多数情况下，修理工具尖部的轮廓形状和宽度决定了齿凹的轮廓形状和齿间距。

通过对实验标本的观察，我们发现 5 号、7 号、8 号带尖石锤修理出的齿凹有 8 件成 V 字形，因为带尖石锤尖部较小，打击点较小，所以呈 V 字形，而较大砾石石锤修理的齿凹大部分呈 U 字形，可以作为辨别带尖石锤是否存在标准之一。

鹿角压制的标本共 10 件，根据观察，鹿角打制产生的锯齿刃器的特征有五点：1)

表 2 实验锯齿刃器统计表
Tab.2 Statistics of denticulates produced in the experiment

石锤 编号 / number	打击部位宽 度 /Width of Percussion(mm)	平均齿间距 / Mean width of notch(mm)	平均齿深 /Mean depth of notch(mm)	平均深长指数 /Mean depth/ width index	最大齿间距 / Notch size (Max)(mm)	最小齿间距 /Notch size (Min)(mm)
1	27	14.61	2.39	0.16	18.19	12.14
2	23	10.87	2.48	0.23	14.84	6.08
3	14	8.49	1.90	0.23	10.92	6.25
4	6	7.15	1.58	0.22	11.69	5.1
5	5	6.54	1.53	0.24	10.53	4.54
6	7	7.66	1.82	0.25	10.05	4.98
7	4	5.93	1.46	0.25	8.94	3.63
8	3	5.30	1.37	0.26	7.37	3.14

由于压制部位可控，所以压制出来的锯齿刃器都很规整；2) 对于刃缘角较小的毛坯（小于 20 度）有比较好的效果，但是对于刃缘角较大的毛坯则产生的齿凹通常很浅；3) 锯齿刃器其齿凹与鹿角压制部位的宽度高度重合，且这种重合比较连贯，不会出现同一锯齿刃器齿凹大小差别较大的情况；4) 锯齿刃器的齿凹全部呈 U 字形，没有发现呈 V 字形的标本；5) 压制的齿凹的片疤通常较浅且陡，与锤击法产生的相对较长的片疤有一定的区别。

3.2 实验标本与考古标本 对比研究

通过对比，实验中压制法所产生的标本的特征与板井子遗址标本特征差异较大，并且在板井子遗址其他标本中也未发现有压制法特征的标本，故本文将板井子遗址用压制法生产锯齿刃器的可能性排除在外。

通过实验，我们以平均齿间距小于 7mm 为标准对板井子遗址中的锯齿刃器进行统计，有 11 件锯齿刃器平均齿间距小于 7mm，有 17 件锯齿刃器平均齿间距大于 7mm。

在平均齿间距小于 7mm 的锯齿刃器中，有 4 件平均齿间距小于 6mm，且这 4 件锯齿刃器所有齿凹的齿间距都没有超过 7mm，大部分在 3-5mm 之间，这说明在这 4 件锯齿刃器都保持了很好的连贯性，在实验中，我们经过多次实验，这种连续有连续的小齿凹，且齿间距在 3mm 左右的齿凹只有尖部宽度在 5mm 以下的石锤才能修理出来。

平均齿间距大于 7mm 的锯齿刃器中有 4 件锯齿刃器平均齿间距大于 10mm，且每个齿凹都在 10mm 以上，而在实验中我们在实验过程中，尖部宽度在 6mm 以下的石锤能够偶尔修理出齿凹在 10mm 以上的石锤，但是没有连续修理出齿凹在 10mm 以上的锯齿刃器。并且平均齿间距在 10mm 到 7mm 之间的锯齿刃器中，有些锯齿刃器的齿凹大小具有连贯性，有些锯齿刃器有大于 10mm 的齿凹，也有小于 5mm 的齿凹，与实验中 2 号、3 号、4 号和 6 号石锤较为相似。

在遗址中有 5 件锯齿刃器的齿凹成 V 形，与实验中带尖石锤修理出的较为相似，可以作为带尖石锤作为修理部分锯齿刃器的证据之一（图 6）。

通过对比研究，表明生活在在板井子遗址的古人会不同的石锤修理锯齿刃器，且会用带尖石锤修理较小齿凹的锯齿刃器。

3.3 工艺流程

锯齿刃器的加工是一个稳定的操作过程，现将板井子的锯齿刃器制作的工艺流程复原，其大致程序如下：

- 1) 选材，一般选质地较好的燧石石片或者断块作为毛坯；
- 2) 选择毛坯的一个较长的刃，但这个刃不会太长，且有一定的刃角；
- 3) 根据所选毛坯的刃角、厚度等因素，选择较小的带尖石锤或者小砾石石锤来进行加工；

4) 用锤击法进行修理，修理前一只手必须紧紧地握住毛坯，保证其在接受石锤冲击时不会晃动。另一只手要根据毛坯的具体情况来把握打击点的位置和抡锤所使用的力度，然后选择从比较平坦的一面向另一面进行单向加工。当第一个齿凹修理成功后，第二个齿凹的加工需要更加谨慎，因为这一步不但需要重复上一个齿凹的加工过程，而且需要对打击点进行更加精确地定位，这样才能保证齿凹的连续性和规整性。

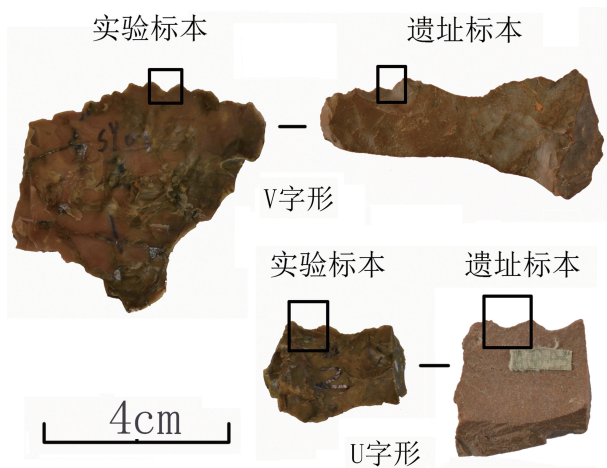


图 6 具有 V 字形与 U 字形齿凹的标本
Fig.6 Comparison between different types of notches

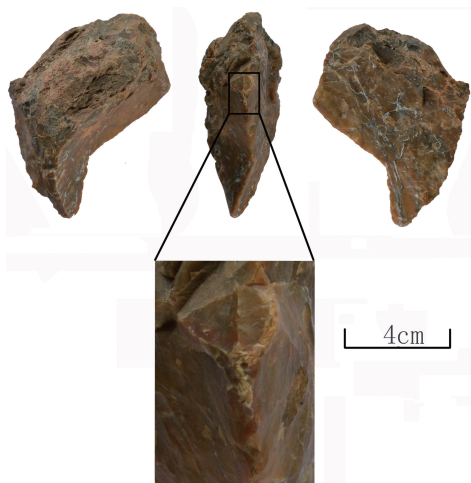


图 7 板井子遗址中带尖石锤
Fig.7 Hard hammer with a sharp point excavated in the banjingzi site

3.4 遗址发现的石锤

1988 年发掘的板井子遗址标本现收藏于河北省文物研究所，在总共 3383 件标本中，笔者找到一件有明显作为石锤使用过的具有散漫坑疤特征的带尖石锤（图 7），这件标本原为一件厚石片，原料为燧石，四周边缘新鲜，风化磨蚀程度很低，可判断后期埋藏对本标本没有大的影响，但在三棱状隆凸部位有明显的散漫的坑疤，与实验中的带尖石锤打击后所造成的散漫的、泛白的坑疤很相似。此件石锤打击部位宽度为 4mm，应是带尖石锤存在的有力证据。另外在原报告中，石金鸣描述过“标本 F ⑩：7 本是一件石核，但在台面的后部及台面相对的一端均为三棱状隆突，棱角已被打钝，并布满了坑点和碎疤，应是兼作石锤的证据之一例^[19]”。此件标本可能已经外借，或因为其他原因并未找到，但是从其描述来看，这件标本三棱状隆凸应该与图中标本相似，也应是带尖石锤存在的有力证据。

4 结 论

通过实验，笔者成功用不同石锤修理出锯齿刃器，经测量，锯齿刃器齿间距的大小与石锤打击部位宽度存在正相关关系，只有打击部位较小的带尖石锤才能够连贯的修理出平均齿间距在 7mm 以下的锯齿刃器，尖端部位稍宽的石锤能够偶尔打制出齿间距在 6mm 以下的齿凹，但是不能够连续修理出齿间距在 6mm 以下的锯齿刃器。而打击部位宽度在 20mm 以上的石锤基本不能修理出齿间距在 6mm 以下的齿凹。

通过实验材料与板井子遗址的材料对比，排除了板井子遗址锯齿刃器是压制法产生的可能性，遗址中有 11 件锯齿刃器符合带尖石锤修理的特征，基本说明在板井子遗址存在一类带尖石锤加工锯齿刃器，并在遗址标本中找到带尖石锤一件，可以作为带尖石锤存在的证据。

从以上分析中我们可以看到锯齿刃器的齿凹的大小与石锤打击部位面积大小呈正相

关关系，板井子遗址的锯齿刃器需要特殊的石锤进行修理，加工过程是一个稳定、成熟的加工过程。锯齿刃器在我国一些 8 万年左右遗址中有较多的发现，如乌兰木伦遗址^[12,13]等，应该引起我国学者的重视。

5 余 论

1) 自然形成的锯齿刃器与遗址中出土的锯齿刃器有什么区别？2010 年，C. Thiébaud 做了一个实验，他将燧石、石英岩等四种石料所打制的 200 多件石片分别放到耕地中让牛踩踏和溪流中让水冲刷，以观察这两个环境下所产生的假锯齿刃器与遗址中出土的锯齿刃器的区别，最后他发现两种环境下所产生的有限的假锯齿刃器相对于遗址中出土的锯齿刃器来说片疤更加短浅，锯齿刃缘分布无规律，锯齿刃缘上的齿凹分布规律性不强，并且同一锯齿刃缘上的齿凹距离不等、大小差别大，与遗址中出土的锯齿刃器有较大的差别^[3]。

2) 板井子先民为什么用带尖石锤来修理锯齿刃器？根据现代铁锯的形状，较大的锯齿相对于较大木材而设计，使用时用力也更大；锯齿越小，用力越小，而且纵向运动起来相对更加平滑。对于大部分只有两三个齿凹的锯齿刃器来说，小锯齿应比大锯齿更易使用，当然这需要后续实验来证明。如果我们以此为假设前提，则可以理解板井子遗址先民为什么主要选择带尖石锤来修理齿凹较小的锯齿刃器。

3) 板井子遗址的锯齿刃器是文化习惯还是功能适应？泥河湾盆地 10 万年左右的遗址有许家窑-侯家窑遗址^[24,25]、雀儿沟遗址^[26]、摩天岭遗址^[27]等，但这些遗址中没有发现数量如此多且修理规整的锯齿刃器。早期的一些遗址如三棵树遗址^[28]等虽也有锯齿刃器的发现，但是数量少，也没有像板井子遗址出土的锯齿刃器这样规整，难以做文化上的对比。在板井子遗址，数量多且加工稳定的锯齿刃器或许与其某种功能相关。陈淳等曾以燧石复制的锯齿刃器锯木头，但锯齿很快崩断，刃缘变得直而圆钝，基本上排除了锯齿刃器是锯木头的可能性^[11]。1993 年，意大利国家旧石器博物馆和考古公园组织了一次石器实验，实验以复制遗址中出土的石制品形态为目的，但是他们的结论是锯齿刃器是石核废弃物或废片。他们又对遗址锯齿刃器做了微痕研究，发现使用微痕基本上在未经加工的石片上，而锯齿刃器反倒是没有什么使用微痕^[23]。笔者用 200 倍的显微镜观察板井子遗址部分锯齿刃器时同样没有发现任何使用痕迹，其齿凸也没有崩碎的使用疤痕，故推测其应该所用于较软的物体上。生活在远古的人类，获取食物应该是其打制工具的主要目的，所以其功能可能有两种，一种是作用在植物上，如水草，带有锯齿的石器的效率相比较平滑的刮削器要高；另一种可能是作用在动物上，笔者曾做过实验，如果是宰割动物，石片的锋利刃缘完全能够胜任，锯齿刃器的工作效率不比石片高多少，而冬天的冻肉相对较软，但用石片切割会比较费力，用锯齿刃器的锯齿刃来切割应该会有比较好的效果，这需要将来设计专门的实验和更多遗址的信息来证明。

致谢：本文系在第一作者本科毕业设计基础之上加工而成，在论文成文过程中，河北师范大学考古实验室对实验提供了支持与帮助，武庄老师、梅惠杰老师给予修改意见，

河北省文物研究所刘连强老师为观察标本提供便利,中国科学院古脊椎动物与古人类研究所博士生任进成和岳健平、硕士生靳英帅协助实验实施,审稿人给出诸多修改意见,作者表示衷心的感谢!

参考文献

- [1] Bordes F. "Encoches et denticulés"[A]. *Typologie du Paléolithique ancien et moyen*[M]. Burdeos: Imprimeries Delmas. 1961, 35-36
- [2] 王建, 陶富海, 王益人. 丁村遗址群简述 [A]. 见: 山西省考古所编, 山西旧石器考古文集 [C]. 太原: 山西经济出版社, 1993, 975-981
- [3] Thiébaud C. Denticulate Mousterian: myth or reality[J]. *Middle Palaeolithic Human Activity and Palaeoecology: New Discoveries and Ideas*, 2010, 41: 347-387
- [4] Arnold K. Experimental archaeology and the denticulate Mousterian[J]. *Papers from the Institute of Archaeology*, 1991.
- [5] Picin A, Peresani M, Vaquero M. Application of a new typological approach to classifying denticulate and notched tools: the study of two Mousterian lithic assemblages [J]. *Journal of Archaeological Science*, 2011, 38(3): 711-722
- [6] 王益人, 常四龙. 山西高平县羊头山细石器 [J]. *文物季刊*, 1992, (2): 1-6
- [7] 贾兰坡, 盖培, 尤玉柱. 山西峙峪旧石器时代遗址发掘报告 [J]. *考古学报*, 1972, (1): 39-58
- [8] 王建, 王向前, 陈哲英. 下川文化——山西下川遗址调查报告 [J]. *考古学报*, 1978, (3): 259-288
- [9] 向安强. 湖南澧县金鸭旧石器地点调查 [J]. *东南文化*, 1992, (1): 113-123
- [10] 王建, 陶富海, 王益人. 丁村旧石器时代遗址群调查发掘简报 [J]. *文物季刊*, 1994, (3): 1-75
- [11] 陈淳, 安家媛, 陈虹. 小南海遗址 1978 年发掘石制品研究 [J]. *考古学研究*, 2008, 149-166, 602
- [12] 刘扬, 包蕾. 鄂尔多斯乌兰木伦遗址第 2 地点 2011 年试掘简报 [J]. *草原文物*, 2014, (1): 24-27
- [13] 杨俊刚, 刘扬. 鄂尔多斯乌兰木伦河上游 2011 年考古调查发现的石制品 [A]. 见: 董为主编, 中国古脊椎动物学学术年会论文集 [C]. 北京: 海洋出版社, 2014, 235-246
- [14] 常阳, 侯亚梅, 杨石霞, 等. 黑龙江省伊春市桃山遗址 2013 年发掘报告 [J]. *人类学学报*, 2016, 35(2): 223-237
- [15] Debenath A, Dibble HL. *Handbook of Paleolithic Typology, Volume One: Lower and Middle Paleolithic of Europe*[M]. Philadelphia: University of Pennsylvania, 1994, 34
- [16] Debenath A, Dibble HL. *Handbook of Paleolithic Typology, Volume One: Lower and Middle Paleolithic of Europe*[M]. Philadelphia: University of Pennsylvania, 1994, 106-107
- [17] 黄慰文, 侯亚梅, 斯信强. 盘县大洞的石器工业 [J]. *人类学学报*, 1997, 16(3): 2-23
- [18] 侯亚梅, 卫奇, 冯兴无, 等. 泥河湾盆地东古坨遗址再发掘 [J]. *第四纪研究*, 1999, 19(2): 139-147
- [19] 石金鸣. 板井子石工业探折 [J]. *山西大学学报 (哲学社会科学版)*, 1992, (4): 15-18
- [20] 李炎贤, 谢飞, 石金鸣. 河北阳原板井子地点石制品初步研究 [A]. 见: 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所编, 参加第十三届国际第四纪地质大会论文集 [C]. 北京: 北京科学技术出版社, 1991, 74-99
- [21] Guo YJ, Li B, Zhang JF, et al. Luminescence ages for three 'Middle Palaeolithic' sites in the Nihewan Basin, northern China, and their archaeological and palaeoenvironmental implications[J]. *Quaternary Research*, 2016, 85(3): 456-470
- [22] 赵海龙. 细石叶剥制实验研究 [J]. *人类学学报*, 2011, 30(1): 22-31
- [23] Crovetto C, Ferrari M, Peretto C, et al. The carinated denticulates from the Paleolithic site of Isernia La Pineta (Molise, Central Italy): Tools or flaking waste? The results of the 1993 lithic experiments[J]. *Human Evolution*, 1994, 9(3): 175-207
- [24] 马宁, 裴树文, 高星. 许家窑遗址 74093 地点 1977 年出土石制品研究 [J]. *人类学学报*, 2011, 30(3): 275-288
- [25] 贾兰坡, 卫奇. 阳高许家窑旧石器时代文化遗址 [J]. *考古学报*, 1976, (02): 97-114, 207-212
- [26] 谢飞, 梅惠杰, 王幼平. 泥河湾盆地雀儿沟遗址试掘简报 [J]. *文物季刊*, 1996 (4): 4-5, 7-10
- [27] 谢飞, 李珺, 刘连强. 泥河湾旧石器文化 [M]. 花山文艺出版社. 2006
- [28] 侯亚梅, 刘扬, 李英华, 等. 泥河湾盆地三棵树旧石器遗址 2008 年试掘报告 [J]. *人类学学报*, 2010, 29(3): 227-241