

DOI: 10.16359/j.cnki.cn11-1963/q.2015.0048

模拟打制实验及其在丁村角页岩 石器研究中的应用

杨石霞^{1,2}, 侯亚梅¹, Jacques PELEGRIN³

1. 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 中国科学院脊椎动物演化与人类起源重点实验室, 北京 100044; 2. 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100029; 3. 法国科研中心 UMR 7055 史前考古与技术实验室, Nanterre 92023

摘要: 模拟打制是史前考古研究中的重要实验考古方法之一, 对于正确认识考古标本的类型和技术、解读当时人类的认知水平和知识积累具有不可取代的作用。本文简要回溯了模拟打制实验的发展史, 并评述其应用现状。模拟打制实验在欧美有较长的发展与应用历史, 但最终趋向了不同的发展方向。传统的模拟打制实验研究在欧洲得到了更加深入的继承和发展, 而美国在上世纪 90 年代后期逐渐发展起了以定量控制、数理统计为核心的实验方法。本文以近期在山西丁村开展的角页岩模拟打制实验为例, 介绍传统的模拟打制实验的基本流程和内容, 包括实验的内容设计、实施及记录和分析等。本次实验结果肯定了硬锤锤击技术在丁村角页岩石核剥片和修理中的广泛应用, 并在一定程度上否定了以往对使用碰砧法的推测。文章最后对模拟打制实验存在的问题和应用前景作了讨论和展望。

关键词: 石器时代考古; 模拟打制实验; 发展简史; 应用现状; 丁村角页岩

中图分类号: K871.11; 文献标识码: A; 文章编号: 1000-3193(2015)04-0492-11

Brief Review of Lithic Experimental Replication and its Application to the Knapping of Hornfels Artefacts

YANG Shixia^{1,2}, HOU Yamei¹, Jacques PELEGRIN³

1. Key Laboratory of Vertebrate Evolution and Human Origins of Chinese Academy of Sciences, Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044; 2. State Key Laboratory of Lithospheric Evolution, Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029; 3. MAE, UMR 7055 "Préhistoire et Technologie", CNRS et U. Paris Ouest Nanterre, Nanterre cedex 92023, France

Abstract: Experimental knapping is an essential method in the study of prehistoric lithics. It not only plays a fundamental role in typological and technological studies, but also helps us understand the development of hominid cognitive capacities and transmitted knowledge. This

收稿日期: 2014-10-16; 定稿日期: 2015-02-10

基金项目: 中国科学院战略先导科技专项(XDA05130203), 国家自然科学基金(41272033)

作者简介: 杨石霞(1988-), 内蒙古锡林郭勒盟人, 博士, 主要从事旧石器考古学研究。E-mail: sxyang@mails.iggcas.ac.cn

通讯作者: 侯亚梅(1965-), 陕西三原人, 研究员, 主要从事旧石器考古学研究。E-mail: houyamei@ivpp.ac.cn

Citation: Yang SX, Hou YM, Pelegrin J. Brief review on lithic experimental replication and its application to the knapping of hornfels Artifacts[J]. Acta Anthropologica Sinica, 2015, 34(4): 492-502

article looks at the development of experimental knapping, and reviews its modern application. Although experimental knapping work has a long history in both Europe and North America, this method has developed in two different directions. The traditional approach has been inherited and developed in Europe, while American scholars have introduced mechanically-controlled systems into knapping experiments.

In this paper, recent knapping experiments of the Dingcun industry of Shanxi Province are introduced as an example, including the design of the experiment, the process and record of its results, and the conclusion of the experiments. Hornfels is not a rock commonly used in Paleolithic China, but it has a very high proportion among raw materials used at Dingcun (94.7%). Knapping experiments can show what kind of characteristics a rock such as hornfels may have had causing it to be the site's principal raw material. The knapping technique used in the Dingcun industry is a long-standing controversy, as large wide flakes (typical of Dingcun) were supposedly produced by the block-on-block method. By comparing experimental products and archaeological artifacts, the knapping experiment gives us two important clues about the techno-economic behaviors of the Dingcun industry. The first is the possibility of producing large flakes by using hard-hammer percussion, and will help in resolving the debate about the block-on-block (or anvil) technique. When large flakes were first reported from Dingcun, it was believed that only the block-on-block method could produce such flakes, but now it seems that hard-hammer percussion was more likely. The second clue is to show that soft-hammer percussion was not applied in the Dingcun industry: hard-hammer percussion is the main technique in both core reduction (débitage) and in the shaping (façonnage) process.

But there are some limitations to this method. For instance, the lack of high-quality raw materials has been regarded as one of the main factors that influenced the development of Paleolithic stone-working techniques in China. Knapping experiments can help solve these questions. Stone knapping is a skill that is not easy to learn or conduct, and usually involves a long training period.

Key words: Prehistoric archaeology; Experimental; Knapping; Dingcun; Hornfels; Hard-hammer percussion

1 引言

不同于陶器、青铜器等产品经由铸造形成，石器是在不断削减的过程中形成的产品^[1]，因此理解石器的生产过程，也就是理解其削减的过程，以及该过程中所有副产品的可能形态和特征，并了解最后产品的形制和遗址中所有石制品在原有生产序列中的位置。模拟打制是实验考古学的重要内容，是感性认识史前石器的有效方法，更是理性分析的重要途径。我们无法替代史前人类进行石制品的生产，模拟过程中会不可避免带入打制者的主观意识，

但模拟打制始终是理解石制品加工过程的有效路径。正如 Odell 所讲,去理解石料是如何破裂的,始终是石器研究的核心^[2]。另外,值得注意的是,模拟打制并非追求对遗址中石制品的完美复制,而是解读其生产过程的一种科学手段。

早在 1868 年英国考古学家 J.Evans 便将模拟打制引入公众视野,用于证实石制品的人工性质^[3],直至 20 世纪 30 年代模拟打制正式进入研究领域。20 世纪 50-60 年代,在法国学者 F. Bordes、J. Tixer 以及美国学者 D. Crabtree 等人的推动下,模拟打制实验被正式应用于考古学研究中,其重要性得到了一致的肯定,并在欧美及日本得以推广和应用^[1,4-8]。

八十年代起,国内学者也开始意识到了模拟打制的重要性,并展开了相关的尝试。如对山西丁村遗址石制品的早期研究中,进行了碰砧法的实验^[9-10]。半个世纪以来,国内有不少学者陆续针对碰砧法开展了相关的实验研究和讨论^[11-15],基于当时的局限,这些实验在具体的实验步骤记录和细节分析方面不尽完善,在实验内容的设计上也不够丰富,更是缺乏围绕一批材料的多个技术问题和操作链本身设计的实验。

本文将回顾模拟打制研究的历史及其发展情况,并结合本文作者近期在山西丁村开展的角页岩模拟打制实验,进一步介绍模拟打制实验在旧石器考古学研究中的应用。

2 模拟打制实验的发展历史及应用现状

模拟打制实验研究正式创始于二十世纪 60 年代,自此研究者开始逐步建立起通过打制实践来理解史前石器打制工艺的研究方法,产生了以法国学者 F. Bordes、J. Tixer 以及美国学者 D. Crabtree 等为代表的模拟打制大师,他们深受后辈学者的推崇^[16-20]。波尔多第一大学的 J. Tixer 更是致力于模拟打制实验的规范和分析术语的推广,与后来的学者一起形成了欧洲旧石器考古学史上的 Tixer 学派(Tixer School),建立在模拟打制基础上的技术类型学研究至今仍在推广,并不断被丰富^[19]。而北美则出现了以量化研究为目标的模拟打制实验,机械设备、定量控制等方法被引入石料的破裂研究,形成了与传统模拟打制实验差别较大的研究方法^[20]。

2.1 传统模拟打制在欧洲的发展和继承

二十世纪 60-80 年代,一大批学者,通过探索一些基本的原理和规则奠定了最初的打制实验基础,比如尝试反复改变影响打制过程的主要技术要素:打制位置(角度、台面大小)、动作、打制工具、石核持握方式和角度等,来理解打制过程中这些因素之间的关系。由于这些因素的可变性太强,导致寻求数理关系的探索最终被放弃^[22-23]。对各类打制技术的区分和基本确立也是早期学者们共同完成的,主要是厘清目前在史前考古学中正式定义的几类主要打制方法:锤击法(硬锤、软锤)、砸击法、间接打制法、压制法等,并在之后的论著中介绍各类打制法的产品特征,为在考古遗址中识别各类打制法的产品提供基本的依据^[24]。

在进一步实验研究中,不断完善和补充几类被基本确认的打制方法,例如分别对不同硬度的石锤进行实验:表明硬石锤和软石锤打制所产生的石片有明显的区别^[25-26]。借助辅助设施(如杠杆等)进行剥片的实验也在开展,但其说服力及其与考古遗址中石制品的

结合还需进一步的探讨^[27]。

除了对打制技术的确认和实验分析对比外，也展开了针对某些特定类型工具的模拟打制实验。例如对手斧的模拟打制研究，实验者在限定条件下，进行工具打制，对过程中产生的所有石片和碎屑进行观察、测量并称重，对手斧成型三个过程（修型、去薄、精修）中产生的石片特征进行了描述，并对其尺寸进行了测量统计^[28-30]。此外，模拟打制也被应用于探讨不同原料在打制过程中所反映出的特征，特别是针对石英等在观察和分析中有较多模糊边界的原料^[6, 31]。

上述应用发展主要是围绕打制技术层面，并将其与遗址中石制品的“操作链”研究相结合。模拟打制实验研究的另一个重要目的，是对于有意识行为的探讨，最基本的是区分技术事故（knapping accident，如 sired break 等）和有意图的改造（石叶折断等）；区分技术上的难易，即一个打制任务的技术含量；区分预制和剥片；区分预制痕迹和使用痕迹（如软锤打制中，台面边缘的磨边）。在区分以上情况的基础上，二十世纪 80 年代后期，J. Tixier 的学生 J. Pelegrin 在原有基础上，深入探讨模拟打制方法与意识研究之间的关系，由此发展形成了认知研究体系^[32-35]。该研究的开展是通过仔细观察和记录考古遗址中石制品的技术类型，再进行模拟打制，并对石制品中出现的技术、方法进行反思，参与式的评估古人类的技术水平和认知能力，以理解和恢复古人类的认知过程为核心理念，成为法国当代史前技术研究中重要的学术理念之一。

研究证明人类早在距今 200 万年前就开始积累和传承石器打制技术的知识，而非此前所认为的 200 万年前人类只是随意磕碰卵石形成有刃的简单工具^[37-38]。两百万年前，人类的祖先有了最初的“技术认知”（technical conscience），而工具制造技能和相关知识的积累必然伴随着人类的进化：两面器的加工是人类从认知走向概念化知识的表现；预制石核（如勒瓦娄哇石核）的出现是明确逻辑和技能的体现。以上几个阶段代表性石制品的生产技术，很好地体现了人类认知与技能水平在进化过程中的不断发展^[34, 35]。人类的认知和技术能力是一个累积和进步的过程，通过模拟实验可以实践式的参与其中。一个石器工业中具体技术的模拟实验，是解读当时人类的知识和技能水平的有效辅助方法之一。通过实验来了解、提出并检验生产序列的正确性，可以更有效地恢复“操作链”和客观地评价具体遗址中石制品的生产技术所反映的人类的知识水平（knowledge）、技术认识（know-how）和技能（skill）^[35]。

2.2 数理分析在北美模拟实验中的应用

将模拟打制应用于史前石器研究，在北美形成了与欧洲差异较大的另一种研究体系。例如，美国宾夕法尼亚大学以 H. Dibble 为代表的研究团队利用机械装置进行精确有控制地模拟实验。他们把原料固定在玻璃板上，利用空气压缩机等机械动力模拟。对产品进行精确测量后，利用聚类分析、质量分析等多种数理统计方法进行计算，并尝试建立相关方程式，总结各类因素对于石片大小的影响^[38-40]。他们发展出注重测量和数据统计的实验考古学。例如，针对影响石片大小的因素——石片台面外角（exterior platform angle=EPA），台面厚度（platform depth/thickness=PD/PT）等作了大量的实验统计和数值计算（图 1），以期获得在数值上的相关性，并尝试建立以 PT、EPA 为变量的公式^[38-41]（表 1）。

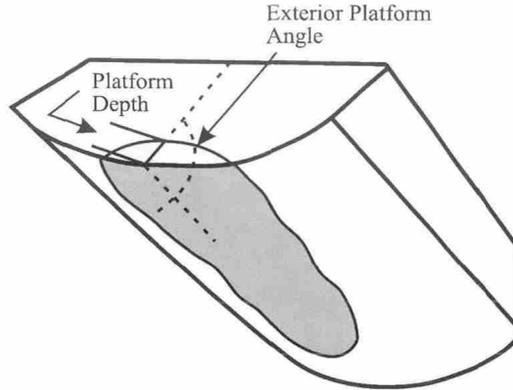


图 1 石片台面外角 (EPA) 与台面厚度 (PD/PT) 示意图^[7]
Fig.1 Flake platform variables (EPA and PD/PT)

表 1 Dibble 和 Pelcin 等人建立的以 PT、EPA 为变量的公式^[41]

Tab.1 Prediction equations for flake mass from controlled experiments (by Dibble and Pelcin)

公式 Formulas	出处Reference
1) $(-0.361*PT)-(3.305*\tan EPA)+(1.663_tan\ EPA)*PT$	Dibble & Pelcin (1995: 432)
2) $(0.0006*(TPT*\tan EPA))^3-(0.034*(TPT*\tan EPA))^2+(1.837*(TPT*\tan EPA))-(1.12_tan EPA)$	Pelcin (1998: 619) (conchoidal)
3) $(0.0001*(TPT_tan EPA))^3-(0.009*(TPT_tan EPA))^2+(0.732*(TPT_tan EPA)-(0.041*\tan EPA)$	Pelcin (1998: 619) (bending)
4) $(0.0001*(TPT_tan EPA))^3-(0.005*(TPT_tan EPA))^2+(0.989_TPT_tan EPA)-(1.209*\tan EPA)$	Pelcin (1998: 619)

PT=platform thickness; TPT=theoretical platform thickness; EPA=exterior platform angle.

此类实验多是在机械控制力度的情况下进行的硬锤打制，而软锤打制的情况会变得更加复杂，以上的公式对具体的石料、打制技术等因素欠缺完整的考虑。这些方程式在后来的研究中未被证明其能很好的服务于史前石制品的具体研究，也未得到从事传统模拟打制研究者的认可^[23]。其在实验中将材料固定并使用现代工业产品如玻璃等作为实验材料，忽略了石制品原料差异对打制结果的影响。另外实验中将石核固定的做法与传统打制实践并不相符，在打制实践中石核并非被机械固定，其支撑和转动是灵活的，并作为有效的因素影响打制结果。综上，北美的数理分析的方法，虽然在方法论上是一种创新，但在实践中不及传统方法接近史前人类行为，因此并未被大范围的采用。

3 模拟打制实验的基本流程——以丁村石制品为例

为了更深入地认识和分析丁村石器工业，模拟打制实验被应用于新一轮的研究之中。实验过程主要包括实验设计、实验操作及实验分析三个部分。实验设计是在充分“阅读”的基础上掌握考古遗址标本的特征，并提出在石制品生产技术分析中产生的疑问。在完成以上“阅读”和“提问”工作的前提下，设定实验的目标和内容。在此基础上，准备合适的原料和适当的打制工具（石锤、木锤、骨角锤及压制工具等），完成预设的具体实验内容。完成打制工作后，收集打制产品给予适当的编号。在完成所有打制工作后，将所获得的实验标本进行必要的观察和统计分析。以2014年6-7月份完成的丁村模拟打制实验为例，

以下介绍具体的工作内容。

3.1 设计实验程序与内容

开展模拟打制实验的第一个环节是有效地“阅读”出土石制品，主要包括原料的类型及特性、剥片的方向、数量及次序，这是一个逆向推导的过程：通过目前所见的石核上，石片背面或是工具上的片疤的状况来推导其产生的过程^[42-43]。掌握这种阅读方法的前提是具备打制实验的经历、熟悉模拟打制和接受一定的拼合训练，依赖简单的想象和认识并不能胜任本职工作^[45]。

在“阅读”过程中需要首先对考古标本所呈现的打制、修理技术有所认定。在开展打制实验之前，应当可以初步识别和判断不同的剥片技术，如锤击（硬锤、软锤）、砸击、间接法、压制法等。因为无论是要完成“剥片坯”^[35]（debitage），还是完成工具“修型”^[36]（façonnage）的模拟，都需要在初步判断的基础上，经过实验予以确认。在丁村石制品的初步观察中，我们推断锤击法为丁村石制品生产的主要技术，可能包括硬锤锤击和软锤锤击（鹿角或硬木等）。间接和压制法所产生的产品识别度较高，其规整程度高，背面脊线一般平行，这样一类产品并不存在于丁村石器工业中。而砸击和之前讨论较多的碰砧法也可以被排除，砸击不适应于角页岩这种硬度和韧性均较强的石料。关于碰砧法，其本身并不是一种受到广泛认可的剥片方法，其存在性也长期受到争论，而其本身也是一种极为危险的工作方式^[46-48]。丁村石片整体上有较为清晰的贝壳状裂口，不少保留了清晰的打击点，判断为锤击石片。硬锤锤击较为肯定地存在于丁村，但软锤是否被应用于丁村石器生产过程中需要通过实验来验证。在初步观察中，识别出不少具有软锤石片特点的石片。修理技术同样以锤击为主，可能涉及硬锤和软锤。而修理的方法较为多样：正向、反向、转向及交互都存在。在整个“阅读”过程中对原料的类型和特性，及其对打制过程的影响有了较为深刻的认识，为打制实验中完成原料测试奠定认识基础。

通过完成标本的“阅读”，我们拟定了本次实验的基本内容：

1) 对原料进行测试，其一，测试角页岩的硬度及在打制过程中的应力反应等，其二，了解角页岩的层状结构是否普遍存在，角页岩内部是否有不同的级别，哪一类角页岩更适合打制，角页岩的特质是否限制一些技术的应用等多个方面的问题；

2) 在打片实验中验证在丁村石片的打制中是否同时存在硬锤和软锤打片，用硬锤和软锤分别打制石片，观察其技术特征（台面、腹面及台面角等）并进行比较，判定两种类型的锤击是否同时存在于遗址的石制品生产中；

3) 修理实验，选择已经生产的石片毛坯，制作遗址中所具有的相应类型的工具，一方面修理过程中分别应用软锤和硬锤修理同一类工具，对比其产品在特征上的区别，另一方面加工部分典型的丁村工具，观察产生副产品的特征，并通过称量成品与副产品的重量，了解修理过程中产生的副产品的量。

3.2 实施打制实验

我们在大崮堆山及附近的沟壑寻找角页岩原料，对不同种类的角页岩进行采集，采集过程中注意石料的外部特征：是否有明显裂痕，成层性及其延伸特征，化学风化的程度及深度，是否经受过强烈的温度变化影响。在民族志的相关研究中，澳大利亚的土著在开

始打片前也要花数个小时来完成原料的采集，可见这是完成打制的重要步骤^[8]。在完成首次原料采集工作和石锤选择工作之后，开展对于原料的初步实验，由于实验者是首次接触角页岩的打制，因此需要对角页岩的硬度和应力特征有基本的尝试和了解。角页岩是一种高温变质岩，原岩为页岩与砂质页岩，即使在采集的石料表面看不到裂痕，轻敲听声判断似无裂隙，但在实验敲击过程中仍会经常遇到角页岩内部的原始层面裂隙。打制中应注意平行于原始层面进行剥片打制。经过第一次的原料采集和打片尝试，我们对于石料的寻找识别，有了新的认识，之后展开第二次原料采集工作，用于后面的剥片和修理实验。

剥片实验，首先分别进行硬锤剥片和软锤剥片，选取相同原料，用两类锤击法各生产石片 25 个。在软锤打片实验中为了应对角页岩硬度较大的特点，准备了重达 2kg 的硬木锤（图 2-a），但仍无法生产完整石片，最终软锤打制实验采用鹿角完成。在分别

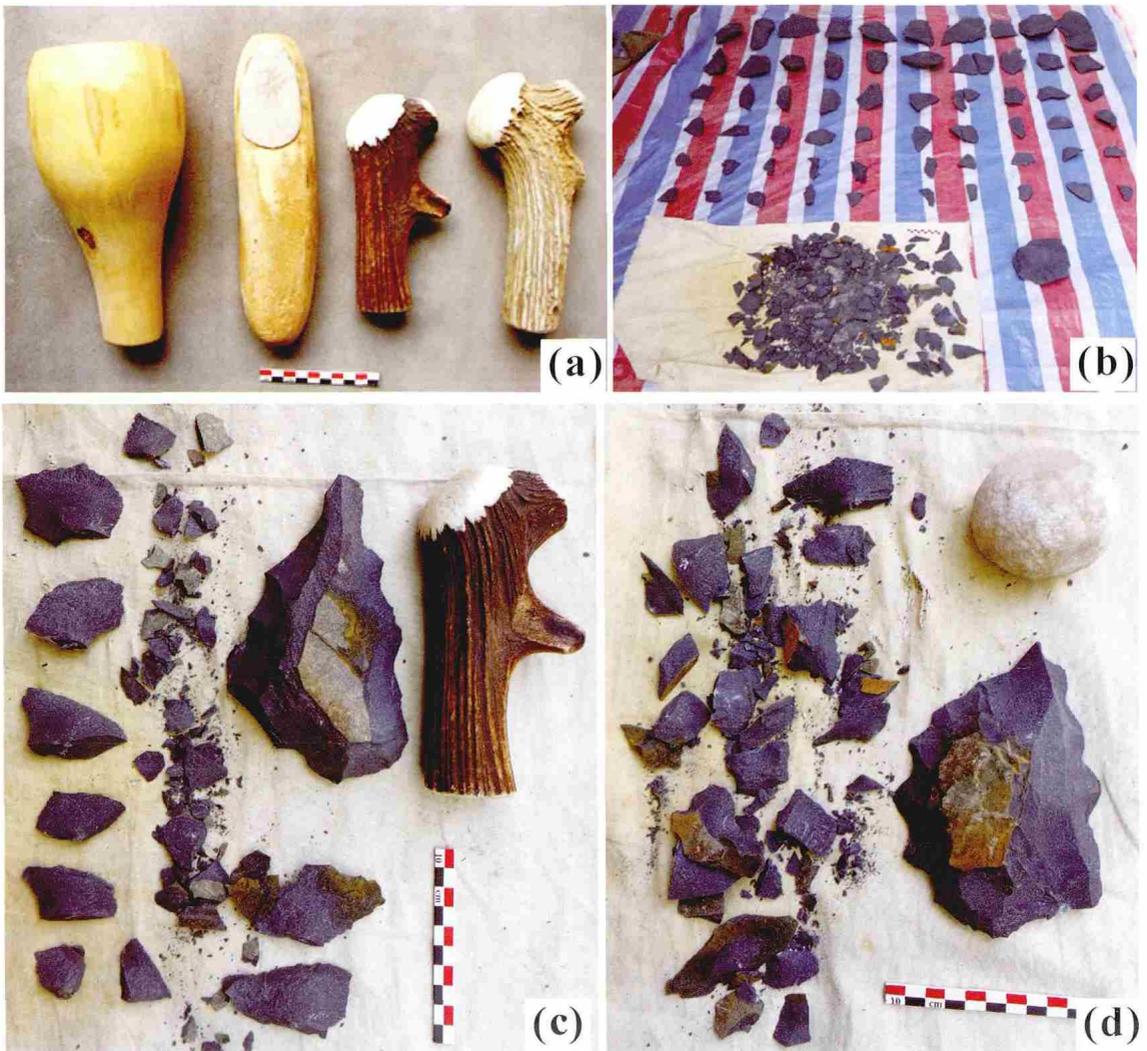


图 2 实验中采用的工具及部分实验举例

Fig.2 Knapping tools and samples of the experiment

完成硬锤和软锤的实验后，对两类产品进行了初步的观察和分析，并参照之前选取的考古材料中的疑似软锤石片进行对比，初步确定硬锤锤击法是丁村角页岩剥片过程中采用的主要方法。

确定剥片方法以硬锤剥片为主后，选取一块较大的石料（45×30×20cm）作为石核，进行连续剥片，最终生产大小石片 60 片（图 2-b）。对石片、裂片和最终的残余石核进行简单记录之后，选取合适的石片毛坯进行工具修理实验。此次实验中选取毛坯修理出手镐、薄刃斧、重型刮削器及锯齿刃器等工具。并用软锤及硬锤分别修理同类工具，对两种工具修理的工具及其副产品进行记录和对比（图 2-c/d）。

3.3 实验流程记录和结果分析准备

实验中，应详细记录实验者、实验品序号、所采用的打制技术等，在一批实验完成后，我们很可能获得成百上千的石片或裂片等。因此编号和记录它们之间的相互关系是非常重要的，同一石核上连续剥下的石片尽量保持在同一编号序列之中。实验的标签应针对实验内容设计，尽量有效地记录重要的信息。

后续分析之中，两类对比分析具有重要的意义。一是实验产品之间的对比，二是实验产品与遗址中出土物的对比。此次针对丁村遗址角页岩开展的打制实验的分析中，首先对实验中软锤与硬锤锤击石片进行了对比，观察、记录两类锤击法在实验中产品技术特征上的差异，其次是对实验产生的硬锤 / 软锤石片与通过观察挑选出的遗址中的疑似软锤石片进行对比。通过以上的对比分析，来判断软锤锤击是否在丁村石器加工中被使用。在工具修理实验中，对同类工具采用不同方法修理所产生的修理痕迹进行记录和对比，并分别与考古标本进行对比，帮助认识该遗址中使用的具体修理技术。限于篇幅，具体的实验数据分析另文介绍，本文只对结果略做总结介绍。

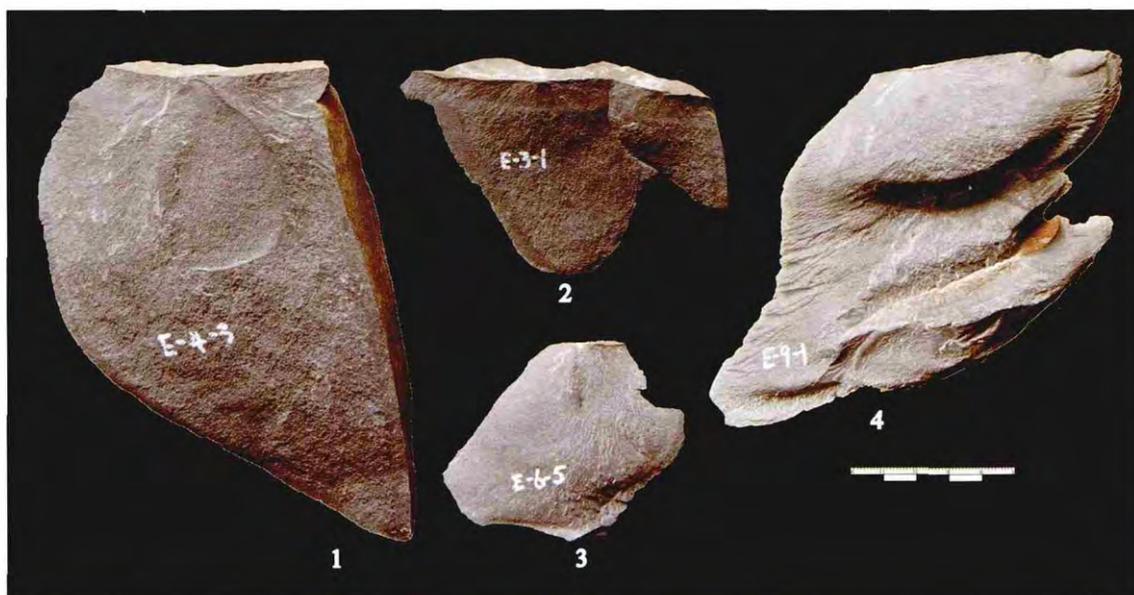


图 3 实验中硬锤剥片所获石片举例

Fig.3 Samples of hard-hammer percussion flakes

4 结论和讨论

4.1 丁村角页岩模拟打制实验结果

通过这种叠加的对比,目前的实验结果否定了丁村存在软锤剥片技术。硬锤锤击是该工业体系中主导的生产技术,在剥片和修理中都广为应用。另外实验中,对重型工具的模拟修理让我们可以更清晰的理解两种不同类型的修理,一种是手稿等具有规范化修理工具,一类是重型刮削器和锯齿刃器等主要以获得功能边为目的的简单修理工具。两者所产生的副产品有较大的差别。

在硬锤剥片实验中,随机产生的石片中宽型石片的比例可达 44%。打制实验中产生的石片的台面角在 70-90° 之间波动且集中于 75-85° 之间,这些均与考古标本的情形类似。部分石片的打击泡突出,锥疤明显,且石片远端的波纹明显凸起(图 3: 1, 3, 4),这与角页岩本身硬度大,打片过程中需要较大的作用力有关。双锥石片在遗址发现之初作为一种特殊石片被报道并认为与碰砧法有关^[9],在硬锤打制实验中我们随机的得到了这种石片(图 3: 2),它是在打制中两次锤击并在第二次锤击中成功剥离的情况下产生,因此说明双锥石片不能作为特殊打制技术(如碰砧法)的标志。而只是由于第一次打击时用力不足或是打击点不合适未能剥离石片,而第二次打击时,打击点变动并成功剥片。

对丁村石制品的模拟打制实验,一方面,肯定了硬锤锤击技术在石核剥片和修理中的广泛应用,并在一定程度上否定了以往对碰砧法的推测^[9];另一方面,为深入了解石制品的形制提供了参考,帮助研究者更准确的恢复“操作链”。

4.2 讨论

能够熟练地进行模拟打制不是“一日之功”,也不能一蹴而就。大多数熟练的打制者需要经过多年的练习,这是模拟打制未能在国内广泛应用的主要原因之一。另外,模拟打制研究并不等同于艺术品的复制工作,不要求精准的照搬模仿,它更是一种充满逻辑和理性的科学方法。实验者非但要有熟练的打制技术,更需要丰富扎实的考古学知识,切身观察过较多不同地点不同时期的考古标本,具备较好的“阅读”观察能力和空间想象力。目前,模拟打制实验的传统在欧洲,特别是在法国得到了较好的继承和发展。随着现代机械和计算机的发展,不少学生倾向于快速、数字化的研究手段,而对于这种需要经历较长的培训和经年练习的传统方法则缺乏足够的重视。模拟打制除了技术上的要求,在个人体力方面也确有一些差异,因而不少实验本身对于打制者的不同经验和性别会做统计^[48-49]。模拟打制实验本身在应用上除了针对个别遗址做分析,更基础的是可以普遍地帮助研究人员正确地认识考古标本所蕴含的信息,并有效地解读这些信息。模拟打制应成为石器研究者一种广泛地体验和参与,虽然不必要求所有的史前考古研究者都能熟练掌握模拟打制,但相应的参与和体验,的确可以为正确认识石制品提供莫大帮助。

近年来一些研究和讨论中提出中国的旧石器打制技术发展受到了缺乏优质原料的限制,或者针对特殊的原料形成了具有自身特色的石器工业^[50-52]。在将来的工作中,利用本土石器原料开展相关技术的模拟打制,将会为探讨这一问题提供有益的新线索。在华北旧

石器早中期遗址中，石英岩和石英等原料的应用也为石制品观察和分析带来了不少困难，原料的特性加大了“阅读”的难度，因此可以尝试借以打制实验帮助理解和认识这些石器工业。综上所述，模拟打制在国内推广和应用有较大的发展空间和实践意义。

致谢：山西省考古研究所王益人研究员对本项工作给予了建议和帮助；丁村博物馆（周侗）和襄汾县博物馆（夏宏茹）为实验提供了场地和人员协助；古脊椎所研究生常阳与岳建平在实验过程中，帮助进行标本记录和收纳；对以上人员在本次实验中给予的帮助，在此一并表示感谢。

参考文献

- [1] Whittaker JC. Flint Knapping: Making and understanding stone tools [M]. Texas: University of Texas Press, 2010, 1-63
- [2] Odell GH. Experiments in lithic reduction[A]. In: Amick D and Mauldin R, Eds. Experiments in Lithic Technology. British Archaeological Reports International Series 528, 1989: 163-198
- [3] Johnson LL, Behm JA, Bordes F, et al. A history of flint-knapping experimentation, 1838-1976 [J]. Current Anthropology, 1978: 337-372
- [4] Bradbury AP. The examination of lithic artifacts from an Early Archaic assemblage: Strengthening inferences through multiple lines of evidence[J]. Midcontinental Journal of Archaeology, 1998, 23: 263-288
- [5] Pelegrin J, Texier PJ. Les techniques de taille de la pierre préhistorique[J]. Dossiers d'Archéologie, 2004, 290: 26-33
- [6] Driscoll K. Vein quartz in lithic traditions: An analysis based on experimental archaeology[J]. Journal of Archaeological Science, 2011, 38(3): 734-745
- [7] Dibble HL, Rezek Z. Introducing a new experimental design for controlled studies of flake formation: Results for exterior platform angle, platform depth, angle of blow, velocity, and force [J]. Journal of Archaeological Science, 2009, 36(9): 1945-1954
- [8] 克雷布特利唐，陈淳．石器技术的潜力 [J]．江汉考古，2012 (3): 127-130
- [9] 裴文中，贾兰坡．丁村旧石器 [J]．山西襄汾县丁村旧石器时代遗址发掘报告 [M]．北京：科学出版社，1958: 97-111
- [10] 陈淳．谈旧石器打制实验 [J]．人类学学报，1993, 4: 1-11
- [11] 刘源．丁村石制品再观察 [J]．人类学学报，1988, 3(4): 306-313
- [12] 李莉．碰钻法和锤击法的打片实验研究 [J]．南方民族考古，1992, 5: 180-197
- [13] 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
- [14] Wang S, Shen C. A Preliminary Study of the Anvil-Chipping Technique: Experiments and Evaluations[J]. Lithic Technology, 2000, 25(2): 81-100
- [15] 王益人．碰钻石片及其实验研究之评述 [A]．见：陈星灿，邓聪，编．桃李成蹊集——庆祝安志敏先生八十寿辰 [C]．香港：香港中文大学中国考古艺术研究中心，2004: 22-29
- [16] Bordes F. Etude Comparative des Differentes Techniques de Taille du Silex et des Roches Dures[J]. L'Anthropologie, 1947, 51: 1-29
- [17] Knowles FHS. Stone-workers progress: A study of stone implements in the Pitt Rivers Museum[J]. Occasional Papers on Technology VI, Pitt Rivers Museum, Oxford: University of Oxford, 1953
- [18] Crabtree DE. A stoneworker's approach to analyzing and replicating the Lindenmeier Folsom [J]. Tebiwa, 1966, 9(1): 3-39
- [19] Bordes F, Crabtree D. The Corbiac blade technique and other experiments[J]. Tebiwa, 1969, 12(2): 1-21
- [20] Roux V, Brill B, Dietrich G. Skills and learning difficulties involved in stone knapping: The case of stone bead knapping in Khambhat, India[J]. World Archaeology, 1995, 27(1): 63-87
- [21] Tixier J. A Method for the study of Stone Tools. Collection Archéologiques du Centre National de la Recherche Archeologique[M]. Musée National d'Histoire de D'Art. Fond National de la Recherche, Luxembourg, 2012.1-195
- [22] Tixier J. Terminologie et Technologie[J]. Préhistoire de la Pierre Taillée Antibes: CREP, 1980
- [23] Inizan ML, Reduron-Ballinger M, Roche H, et al. Technology and terminology of knapped stone[M]. Cercle de Recherches et d'Etudes Préhistoriques. Nanterre, 1999: 96-100
- [24] Tixier J. Le débitage par pression[J]. Préhistoire de la pierre taillée, 1984, 2: 57-70
- [25] Pelegrin J. Sur une recherche technique expérimentale des techniques de débitage laminaire[C]. Expérimentation en archéologie:

- Bilan et perspectives. Colloque international. 1991: 118-128
- [26] Pelegrin J. Les techniques de débitage laminaire au Tardiglaciaire: Critères de diagnose et quelques réflexions[J]. L'Europe Centrale et Septentrionale au Tardiglaciaire. Confrontation des modèles régionaux, 2000, 7: 73-86
- [27] Volkov PV, Guiría E. Recherche expérimentale sur une technique de débitage[C]//Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, 11. 1991: 379-390
- [28] Newcomer MH. Some quantitative experiments in handaxe manufacture [J]. World Archaeology, 1971, 3(1): 85-94
- [29] Patterson LW. Characteristics of bifacial-reduction flake-size distribution [J]. American Antiquity, 1990: 550-558
- [30] Sharon G. The impact of raw material on Acheulian large flake production [J]. Journal of Archaeological Science, 2008, 35(5): 1329-1344
- [31] Tallavaara M, Manninen MA, Hertell E, et al. How flakes shatter: a critical evaluation of quartz fracture analysis[J]. Journal of Archaeological Science, 2010, 37(10): 2442-2448
- [32] Pelegrin J. Réflexions sur le comportement technique[C]//La Signification Culturelle des Industries Lithiques. Actes du Colloque de Liège du, 1985, 3: 72-91
- [33] Pelegrin J. Les savoir-faire: Une très longue histoire[J]. Terrain---Revue d'ethnologie de l'Europe, 1991, 106-113
- [34] Pelegrin J. Cognition and the emergence of language: A contribution from lithic technology[J]. Cognitive archaeology and human evolution, 2009: 95-108
- [35] 李英华, 侯亚梅, Bodinl E. 法国旧石器技术研究概述 [J]. 人类学学报, 2008, 27(1): 51-65
- [36] Roche H, Delagnes A, Brugal JP, et al. Early hominid stone tool production and technical skill 2.34 Myr ago in West Turkana, Kenya[J]. Nature, 1999, 399(6731): 57-60
- [37] Pelegrin J. Remarks about archaeological techniques and methods of knapping: Elements of a cognitive approach to stone knapping[C]. In: Roux V, Bril B (Eds.). Stone Knapping: The Necessary Conditions for a Uniquely Hominin Behaviour. Cambridge: McDonald Institute for Archaeological Research, 2005, 23-33
- [38] Dibble HL, Pelcin A. The effect of hammer mass and velocity on flake mass[J]. Journal of Archaeological Science, 1995, 22(3): 429-439
- [39] Pelcin AW. The effect of core surface morphology on flake attributes: Evidence from a controlled experiment [J]. Journal of Archaeological Science, 1997, 24(8): 749-756
- [40] Pelcin AW. The threshold effect of platform width: A reply to Davis and Shea[J]. Journal of Archaeological Science, 1998, 25(7): 615-620
- [41] Shott MJ, Bradbury AP, Carr PJ, et al. Flake size from platform attributes: Predictive and empirical approaches [J]. Journal of Archaeological Science, 2000, 27(10): 877-894
- [42] Bradley B. Prehistoric hunters of the high plains[J]. Lithic technology, 1991: 369-396
- [43] Young DE, Bonnicksen R. Understanding stone tools: A cognitive approach[M]. Orono, ME: Center for the Study of Early Man, University of Maine at Orono, 1984
- [44] Leroi-Gourhan A, Brézillon MN. Fouilles de Pincevent: Essai d'analyse ethnographique d'un habitat magdalénien(La section 36)[M]. Centre national de la recherchescientifique, 1973
- [45] Wymer J. Lower Palaeolithic archaeology in Britain as represented by the Thames Valley[M]. Humanities Press, 1968
- [46] Schick KD, Toth N. Making silent stones speak: Human evolution and the dawn of technology[M]. Simon and Schuster, 1994, 15-325
- [47] Bordes F, Anderson JE. The old stone age[M]. London: Weidenfeld& Nicolson, 1968
- [48] Driscoll K, García-Rojas M. Their lips are sealed: Identifying hard stone, soft stone, and antler hammer direct percussion in Palaeolithic prismatic blade production [J]. Journal of Archaeological Science, 2014, 47: 134-141
- [49] Terradillos-Bernal M, Rodríguez-Álvarez XP. The influence of raw material qualities in the lithic technology of Gran Dolina (Units TD6 and TD10) and Galería (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain): A view from experimental archeology[J]. Comptes Rendus Palevol, 2014, 13(6): 527-542
- [50] 高星, 裴树文. 中国古人类石器技术与生存模式的考古学阐释 [J]. 第四纪研究, 2006, 26(4): 504-513
- [51] Schick KD. The Movius line reconsidered: Perspectives on the earlier Paleolithic of Eastern Asia[C]. In: Corruccini RS, Ciochon RL (Eds.). Integrative Paths to the Past. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1994, 569-596
- [52] 张森水. 中国北方旧石器工业的区域渐进与文化交流 [J]. 人类学学报, 1990, 9(4): 322-333