

石英岩硬锤直接剥片的实验考古学研究

刘 扬

侯 亚 梅

(中山大学社会学与人类学学院, 广州 510275) (中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 北京 100044)

目 次

- 一 实验材料和方法
- 二 实验结果和分析
- 三 结论与讨论

石器剥片实验作为打制实验的重要部分,其对象不仅是石核或工具,还能为重建史前石器技术提供重要信息〔1〕。本文关注石英岩这一非优质原料,采用硬锤直接剥片的方法进行实验考古学研究。主要原因是在中国的旧石器时代遗址中,石英岩是一类较广泛利用的原料,如宁夏水洞沟〔2〕、内蒙古乌兰木伦等〔3〕,石英岩比例都很高,而该类原料的主要剥片方法就是硬锤直接剥片。本实验主要关注三个问题,原料、剥片技术以及它们之间的关系,并从破裂率、剥片、裂片和碎片类型以及完整石片和石核的技术特征等方面进行定量分析。

一 实验材料和方法

(一)实验材料

剥片实验用的石英岩全部采集于内蒙古鄂尔多斯乌兰木伦河流域的基岩砾石层,距新近发现的乌兰木伦遗址约6公里(图一)。该地点砾石层最厚约6米。

石英岩是一种主要由石英组成的变质岩(石英含量大于85%),具有硬度高、结构紧密、晶体结构独特并呈现出不同颜色及纹理、质地较脆等特点。前两个特点对于石制品打制和使用

〔1〕 Fish, P. R. Beyond Tools: Middle Paleolithic Debitage Analysis and Cultural Inference. *Journal of Anthropological Research* 1981, 37: 373—386.

〔2〕 宁夏文物考古研究所:《水洞沟——1980年发掘报告》,科学出版社,2003年。

〔3〕 王志浩、侯亚梅、杨泽蒙、甄自明、刘扬、包蕾、杨俊刚、白林云、张立民:《内蒙古鄂尔多斯市乌兰木伦旧石器时代中期遗址》,《考古》2012年第7期。

实验对每个剥片事件进行单独保管和分析。一个剥片事件的开始到结束以该初始石核第一次剥片直到再也不能有进一步的有用石片产生为止，取决于石核极小的尺寸或缺乏好的剥片角度等因素。需要说明的是，一个石核如果在同一个台面甚至同一个剥片面一直有好的剥片条件，则不刻意转换台面和剥片面。本次剥片实验也不采用修理台面技术，即所有的剥片产品均来自剥片过程，而不会有修理台面过程产生的废片。

实验记录程序很严格。对每一名实验人员每一个剥片事件中的每一次有效打击产生的所有 ≥ 10 毫米剥片产品予以收集，并按照打击的先后顺序进行单独编号。如剥片者A即A组在第一个事件中第一次有效打击剥下的第一件 ≥ 10 毫米的剥片产品编号为AC1:1.1。其中A表示组别，其后的C1表示石核即第一个剥片事件；比号后边的数字1是指在第一个事件中第一次有效剥片，最后一个数字1则是指第一件剥片产品。事实上，每一次有效打击并不只产生一件剥片产品，可能会同时产生二件甚至更多，所以在同一个事件中同一次有效打击其编号可能会出现多个。不同剥片事件的标本分开放入标本盒。这样的编号设计和存放有利于下一步的观察、统计和分析，以及迅速的拼合并评价破裂的模式。同时也能够将石核的整个剥制过程变得可控，可以清楚地知道哪件剥片产品产生于哪个时段。如此，石核的整个生命流程就变得很清楚。

在一定程度上可以说，每次有效打击产生的 ≥ 10 毫米的剥片产品都有收集。对于一些更小的剥片产品，如 < 10 毫米的碎片，则不单独收集和编号，被留下直到每一个剥片事件结束再进行统一收集装袋。碎片的分析主要对其数量进行统计，并测量总体重量。最终石核和该事件的所有剥片产品放在一起分析。

二 实验结果和分析

(一) 剥片产品

1. 破裂率 本次剥片实验十八件石核共产生了剥片产品一千六百八十八件，其中5—10毫米内的剥片产品数量最多，达到九百四十七件，超过半数；其次为 ≥ 10 毫米的石片，数量为四百五十四件，占27%； ≥ 10 毫米的废片数量最少，为二百八十七件，占17%。

从重量来看(表一)，A组剥片产品总重1800克，其中 < 10 毫米的废片占5%， ≥ 10 毫米的废片占15%，石片占80%。B组剥片产品总重3390克，其中 < 10 毫米的废片占3%， ≥ 10 毫米的废片占13%，石片占84%。C组剥片产品总重2770克，其中 < 10 毫米的废片占3%， ≥ 10 毫米的废片占12%，石片占85%。

以上实验数据说明两点。第一，硬锤锤击法石英岩剥片，从数量上来看，废片率较高，比例达到70%以上，即有超过70%的剥片产品不是打制者预先想要的。但从重量上来看，超过80%的剥片产品属于石片，即石核体积超过80%的改变都是打制者所预期的。可见，石英岩对

表一 各组剥片产品汇总

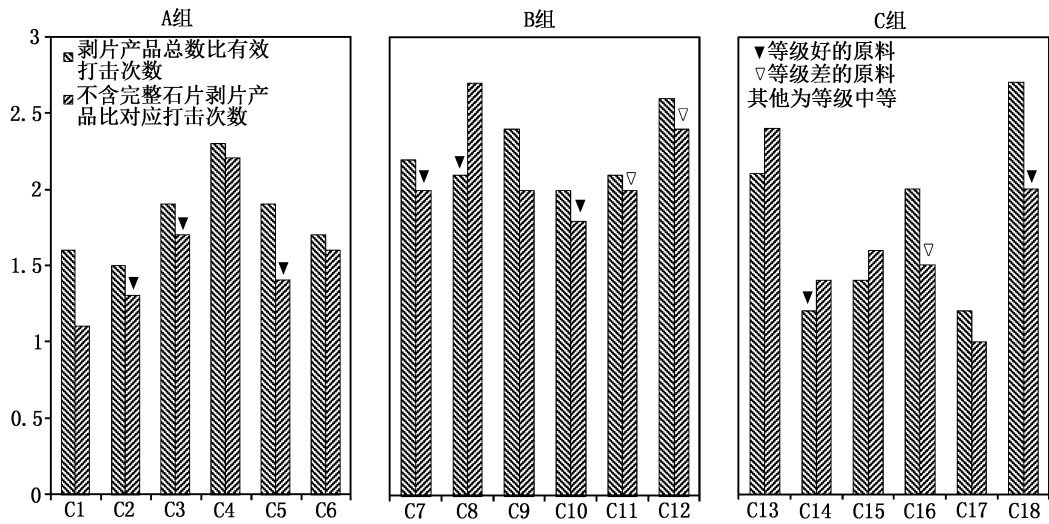
组别	统计	石片	废片 ≥10 毫米	废片 <10≥5 毫米	废片 <5 毫米	汇总
A 组	数量(N)	174	99	391		664
	百分比(%)	26	15	59		100
	重量(g)	1436	268	51	45	1800
	百分比(%)	80	15	3	2	100
B 组	数量(N)	173	147	320		640
	百分比(%)	27	23	50		100
	重量(g)	2859	451	46	34	3390
	百分比(%)	84	13	2	1	100
C 组	数量(N)	107	41	236		384
	百分比(%)	29	10	61		100
	重量(g)	2356	344	39	31	2770
	百分比(%)	85	12	1.6	1.4	100

于锤击剥片来说,是一种较为可控的原料。第二,石英岩硬锤锤击剥片产品的废片率不受不同打制者的影响。在本次剥片实验的三个组别中,各类型剥片产品无论在数量上还是重量上都表现出高度的一致。

≥10 毫米含完整石片和不完整石片的剥片产品与相应有效打击次数的比值,称为破裂率。计算方法是:将≥10 毫米含完整石片数量除以有效打击次数得到剥片产品与有效打击次数的比值,≥10 毫米不含完整石片与有效打击次数的比值计算则首先要减去完整石片数量以及剥片过程中只产生了完整石片的有效打击次数。从剥片产品的破裂率来看,A 组每次打击产生的剥片产品数量为 1.5—2.3 件,平均 1.8 件;B 组 1.8—2.7 件,平均 2.2 件;C 组 1.3—2.7 件,平均 1.7 件;三组合计平均 1.9 件。而每次打击能够产生的非完整石片 A 组 1.1—2.2 件,平均 1.5 件;B 组 1.7—2.7 件,平均 2.1 件;C 组 1—2.4 件,平均 1.6 件;三组合计平均 1.7 件。三组比较,B 组略高,但总体差别不大(图二)。

考虑到原料等级对剥片结果的影响,黑色三角和空心三角分别对应等级好和差的石英岩,而无三角则对应等级中。一些等级好的石英岩原料并没有表现出每次有效打击会产生更多的≥10 毫米剥片产品的优势。如 B 组 C8 原料等级为好,但其单次有效打击对应不含完整石片的数量达到 2.7 件,是所有剥片事件中最多的。C 组 C25 也是如此。不过,等级差的原料其单次有效打击产生的剥片产品平均值为 2.2 件,略高于所有剥片事件的平均值 1.9 件。而产生的不含完整石片剥片产品的平均值为 2.1 件,高于所有剥片事件的平均值 1.7 件。可见,不同质量的原料在有效剥片产品数量上会有一定影响。

以上数据分析说明三点。第一,采用硬锤锤击法进行石英岩剥片,平均每次有效打击至少



图二 各组剥片产品(≥10 毫米)破裂率

要产生近二件剥片产品。而产生了不含完整石片的有效打击平均每次产生废片 1.7 件。两者相差不大,即平均每次有效打击基本上会产生我们所需的产品,但同时也会产生对等数量的废片。第二,不同打击者每次有效打击产生的剥片产品数量和每次有产生非完整石片的有效打击所产生废片的数量上会有区别,这可能与剥片者的技术及经验有关。不过,由于难以对不同剥片者的技术经验进行评估,所以在这里也不宜过于强调。但是很明确的是,每次有效打击产生的剥片产品与废片的比值相当,如 A 组为 1.2,B 组为 1,C 组为 1。最终剥片结果最大的影响因素应该是原料和剥片方法。第三,原料的质地对剥片产品结果有一定影响。相对来说,等级差的原料平均破裂率要高些,即每次有效打击产生打击者所期望的剥片产品的同时,会产生更多不必要的废片。

2. 剥片产品类型(≥10 毫米) 从三组≥10 毫米的不同类型剥片产品来看,62%具有石片特征,其中有 75%为完整石片,占有剥片产品的 46%。

表二 各组不同类型剥片产品(≥10 毫米)统计

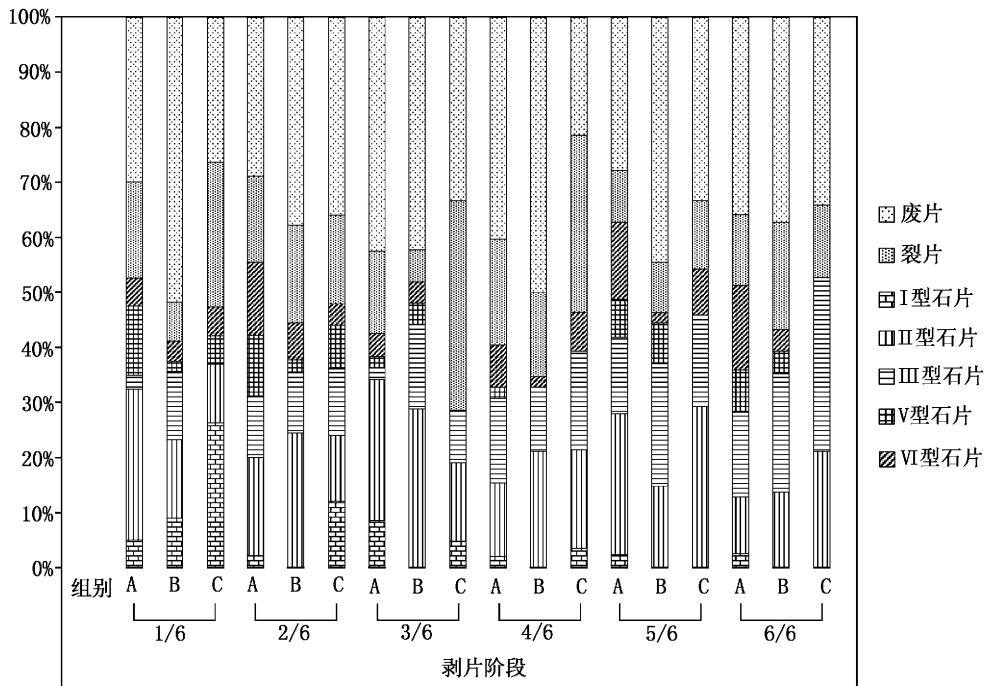
剥片产品类型	I 型石片	II 型石片	III 型石片	V 型石片	VI 型石片	左裂片	右裂片	近端	远端	中段	废片	
A 组	数量 N	10	53	27	18	26	15	19	5	1	0	92
	比例%	4	20	10	7	10	6	7	2		0	34
B 组	数量 N	5	60	49	10	11	20	17	1	0	0	137
	比例%	2	19	16	3	4	6	6		0	0	44
C 组	数量 N	10	28	26	3	6	22	6	2	3	1	48
	比例%	6	18	17	2	4	14	4	1	2	1	31
汇总	数量 N	25	141	102	31	43	57	42	8	4	1	277
	比例%	3	19	14	4	6	8	6	1	1		38

从具有石片特征的剥片产品与废片之间的比例即废片率来看,A、B、C 三组并没有表现出太大的差异性。A 组废片率为 34%,B 组为 44%,C 组为 31%,三组平均 38%。单从具有石片特征的剥片产品来看,A、B、C 三组在完整石片和裂片的比例上差异不大,A 组完整石片占具有石片特征剥片产品的 77%,B 组为 78%,C 组为 68%。

实验结果产生了一定数量的裂片,包括左、右裂片,近、远端和中段。经统计三组裂片占有剥片产品的比例平均为 16%,其中 C 组略高。从不同类型裂片的数量上看,三组表现一致,均以左、右裂片为主,近、远端数量很少;中段仅在 C 组出现一件。此外,裂片对应类型在数量上并不对等(表二)。

以上统计说明三点。第一,在 ≥ 10 毫米的剥片产品中,废片率较低,在 30%—40%之间。这些废片不见打击点和半锥体等标志性石片特征,两个面都比较平整,可以推测是在剥片过程中被震落下来的,并没有直接和石锤接触。废片的产生对于石核剥片这样一个递减的过程来说是一种无益的消耗。石英岩硬锤锤击剥片较低的废片率,表明石英岩是一种较好的剥片原料,而锤击法也不失为一种较适宜的剥片方法。第二,除废片外,在具有石片特征的剥片产品中,完整石片的比例约占 70%,高出了非完整石片近四十个百分点。结合主要是为了得到 ≥ 10 毫米完整石片的实验目的,可见石英岩锤击剥片能够产生足够多打制者预期的剥片产品。第三,本次实验产生了一定数量的裂片。不同组之间的裂片率有一些差异,可能与剥片者的技术和经验有关。在这些裂片类型中,以左、右裂片为主,比例约 90%。此外,裂片对应类型数量不对等,不能实现真正意义上的拼合。通过对实验石核的拼合,发现有些裂片的另一半是在下一次有效打击时掉下的,而个别则变成了数件碎片。

本实验采用可控的剥片过程和剥片事件记录方法,清楚地知道每一件剥片产品产生于哪一次有效打击。如果将一个完整剥片事件的所有有效打击次数分为不同阶段,再结合剥片产品类型进行分类统计,那么可以清楚地知道每一个阶段产生剥片产品的类型。本项研究将每个剥片事件的有效打击次数平均分为六个阶段,并按组统计每个阶段产生的剥片产品类型比例。剥片产品类型主要区分 I—VI 型石片、裂片和废片。统计结果如图三,可知以下四点。第一,各组在各剥片阶段剥片产品类型的比例上差异不大,这可能主要受限于剥片方法的简单性,其不会在剥片者之间造成太大的影响;也可能与石英岩的锤击破裂机理有关,在采用锤击法剥片时,其自身的破裂机理会减少来自不同剥片者的影响。第二,从所有剥片产品的比例来看,废片和完整石片的比例在各个阶段都是最高的,并且几乎对等。裂片相对较少。这一点与前文分析的破裂率结果一致。可见每次有效打击产生的剥片产品数量与非完整石片剥片产品数量在不同剥片阶段都有一致的表现。第三,从完整石片的各个类型来看,II 型石片在各个阶段都占有极高的比例,其次为 III 型石片,VI 型、V 型和 I 型石片平分秋色,不见 IV 型石片。总的来说,石皮台面石片要多于破裂面台面石片。这主要与剥片方法和剥片实验设计有关。本实验规定只要有适于进一步剥片的条件,则不刻意转换台面,必然要产生较多的石皮台面石片。



图三 各组不同阶段剥片产品(≥10毫米)类型比例图

而在石皮台面石片中,由于 I 型石片一般产生于第一次剥片或者在转换台面后的第一次剥片,其数量必然有限。第四,不同阶段各类型剥片产品的出现频率并没有非常明显的趋势。相对来说, I 型石片在较晚剥片阶段出现的频率略低,但其在最后阶段仍有出现。如 A 组在第五和六阶段都有出现,表明 A 组在最后剥片过程中还转换了台面。II 型石片和 III 型石片则在各个阶段都有占有较高的比例。V 型石片和 VI 型石片在各个阶段也都有出现,并没有表现出越在后期阶段出现频率越高的趋势。

3. 完整石片和近端石片 保存了石片的台面、打击点、半锥体、放射线、锥疤、同心波等。如果是完整石片的话,则还保存了石片的边缘形态、远端形态、腹面形态等信息。很多研究者对实验标本的研究都将完整石片和近端石片单独列出来进行统计^[1]。

本实验产生完整石片三百四十二件,近端八件。各组比例差别不大。

从台面类型上看,本次实验共出现自然台面、破裂面台面、点状台面和线状台面四类。自然台面在各组中所占比例都是最高的,平均超过了 70%,其中最高者 B 组为 79%,C 组为 78%,A 组为 68%。破裂面台面和点状台面、线状台面比例差别不大。可见,剥片方法和剥片

[1] Tallavaara, M., Manninen, M. A., Hertell, E. and Rankama, T. How flakes shatter: a critical evaluation of quartz fracture analysis. *Journal of Archaeological Science* 2010, 37: 2442-2448; Knutsson, K. *Making and Using Stone Tools: The Analysis of the Lithic Assemblages from Middle Neolithic Sites with Flint in Västebotten, Northern Sweden*. Uppsala, Societas Archaeologica Uppsaliensis. 1998.

实验的设计会影响石片台面类型,从而影响到石片类型,特别是自然台面和破裂面台面石片的比例。这种差别在前文对剥片产品类型的统计中已经看到,但又有微小的差异,即此处统计的自然台面和破裂面台面石片的总和分别要小于前面统计 I—III 型石片和 V、VI 型石片的总和。是因为在统计剥片产品的类型时,一些点状台面和线状台面石片结合实际的剥片过程以及后期的拼合结果分别将其归入了对应的各型石片中。三组在石片台面类型比例上的极小差异也表明剥片方法是影响石片台面类型的主要因素,而非不同剥片者之间的差别。破裂面台面的形成,主要是台面转换造成的。但由于台面转换的次数有限,从而使得破裂面台面十分有限,平均为 10%。值得关注的是点状台面和线状台面的出现,可能与石英岩的性质和打击点的落点有关。石英岩脆性较高,当打击点落在石核台面边缘的时候,就容易形成点状台面和线状台面。

所有完整石片和近端石片台面宽和厚度的测量统计结果显示,具有比较好的正相关性,即台面越宽,石片厚度也就相应增加。主要是因为实验的设计中并没有强调要剥下薄型石片,剥片者主要追求尺寸较大的石片,而宽型台面往往会带来理想的结果。这就意味着,剥片者想要获得尺寸较大的石片,就会带来台面厚度较大的石片。可见,剥片者的技术经验很大程度上造成了石片台面厚度和宽度的正相关性,即剥片者可能还没有能力去控制石片的厚度。

对完整石片和近端石片台面内外角统计显示,石片内角平均值大于 91 度,而石片外角则要小于 88 度。因为大的石片内角意味着在石核阴面会留下小的台面角,从而有利于下一次剥片。石片外角则是石核剥片面台面角的反映。有一部分石片外角要大于 90 度,意味着该件石片在剥下来之前,石核的台面角已不适合剥片。迪布尔(Dibble)在他的可控实验中,就提到实验中存在较高的石片外角,而它们的上限一般是 90 度^[1]。他指出这一方面可能是测量错误,因为石片外角的测量不好操作;另外硬锤锤击法也往往容易造成大的石片外角。本实验具有较大的样本量,其显然倾向于支持后一种推测,即剥片方法会影响石片外角的大小。此外,通过对三百五十件完整石片和近端石片内外角的统计,还有两个比较有意思的发现:一是石片内、外角在不同的石片个体上虽然各有差异,但是对于一批石制品来说,总体分布在 90 度附近;二是石片内、外角总体上互补,这也验证了迪布尔的实验结果^[2]。当然,后一点是否在不同原料或者采用不同剥片方法产生的剥片产品上仍能观察到这一结果,则还需更多的实验来证明。

完整石片和近端的腹面特征统计显示,打击点和放射线几乎在所有完整石片和近端上可见,其中打击点平均比例达 97%,而放射线平均比例达 95%。三组表现一致。这可能主要与使用的锤体有关。在德里斯科尔的石英剥片实验中,硬锤锤击法和砸击法石片的打击点比例

[1] Dibble, H. L. and 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. *Journal of Archaeological Science* 2009, 36: 1945—1954.

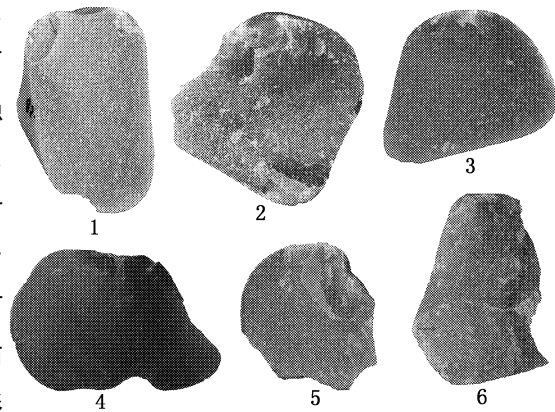
[2] Dibble, H. L. and Whittaker, J. C. , New Experimental Evidence on the Relation Between Percussion Flaking and Flake Variation. *Journal of Archaeological Science* 1981, 8: 283—296.

都很高,分别为 96.2%和 95.7%,而使用软锤锤击法则为 78.8%〔1〕。

与打击点和放射线比例较高形成鲜明对比的是,锥疤和同心波比例极低,前者平均 6%,后者平均 5%。不同组别之间体现出一些差异,特别是 C 组,其没有发现有锥疤的石片,而同心波的比例也仅为 1%。这反映出不同剥片者对这两项特征的可能性影响。此外,通过对锥疤和同心波出现在不同质量原料上的考察,它们在优质原料剥片产品上出现频率较高。以锥疤为例,在八件优质石英岩石核中有五件的剥片产品出现了锥疤,比例为 62%,而中等石英岩原料比例为 15%,劣等石英岩原料比例为 0。这一点也可以从德里斯科尔的剥片实验得到启发。他对石英和燧石剥片实验对比后发现,同样采用软锤法和硬锤法,在同心波的出现比例上,石英只有两件石片有明显的同心波,燧石石片则只有一件没有同心波。同样,对锥疤的考察,石英只有 5%有明显的锥疤,而燧石石片的比例则高达 88%〔2〕。可见,锥疤和同心波在石片上出现的比例,与原料有很大关系,而与使用的锤体、不同的剥片者等关系不大。当然,同一原料或者不同原料在不同剥片方法如软锤法、压制法、锤击法上是否会有不同的结果,还有待相关实验来证明。此外,约 30%的完整石片和近端石片观察到了明显的半锥体,各组比例相当。

石片腹面特征较为特殊的一类是具有两个或多个半锥体的石片,又称双锥石片。本次实验中,双锥石片出现较少。三组一共十二件,占有完整石片和近端石片的 3%;各组之间差别不大。在剥片的过程中,剥片者常常在选择了一个较佳的台面和剥片面后,随即会选择一个好的石锤着力点进行打击。但是,一次甚至多次锤击可能并不会剥下预期的石片,而此时石核打击点处的原料内部已经形成了贝壳状的隐形裂痕〔3〕,但是打制者并没有意识到这一点,而是转换了打击位置,并成功剥下了石片,同时将已形成的隐形裂痕带下来并留在了该件石片上从而形成了双锥石片(图四,1、2、6)。或者打制者在剥片时,石锤的落点不集中,每次都会有一定距离,导致石核内部形成多处贝壳状隐形裂痕(图四,3—5)。由此可见,双锥石片可能具有打制者剥片经验方面的指示意义。

石片侧边形态主要观察到了汇聚、反汇聚、扇形、平行或准平行、不规则五类,边缘形态则



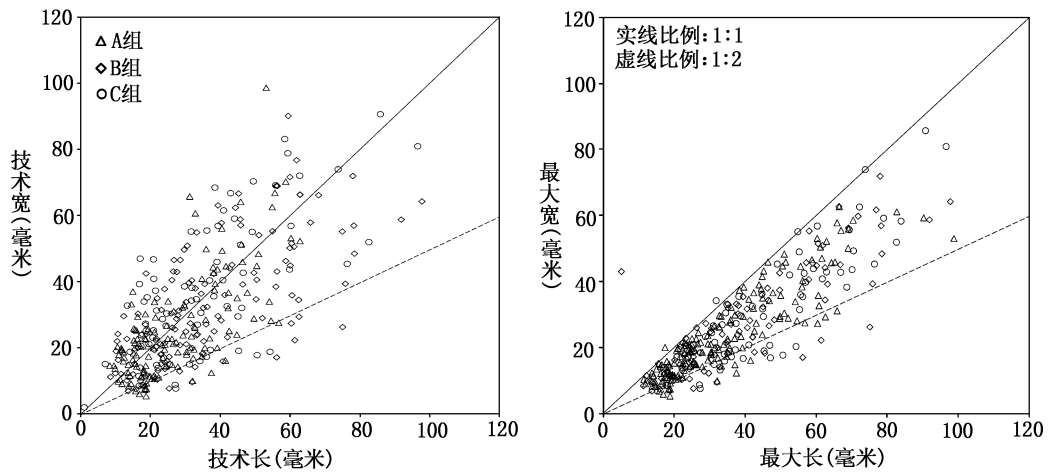
图四 双锥石片

1. BC8 : 7.1 2. CC25 : 17.2 3. BC8 : 4.1 4. BC7 : 1.1
5. AC2 : 28.1 6. BC10 : 19.1 (1、2、6. 转移打击点,3—5. 打击点落点分散)

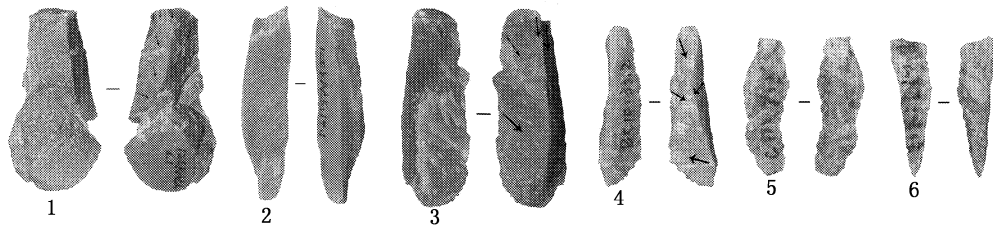
〔1〕 Driscoll, K. *Understanding quartz technology in early prehistoric Ireland*. The thesis of University College Dublin for the degree of PhD in the College of Arts and Celtic Studies. UCD School of Archaeology. 2010.

〔2〕 Driscoll, K. *Understanding quartz technology in early prehistoric Ireland*. The thesis of University College Dublin for the degree of PhD in the College of Arts and Celtic Studies. UCD School of Archaeology. 2010.

〔3〕 Cotterell, B. and Kamminga, J. The Formation of Flakes. *American Antiquity* 1987, 4: 675—708.



图五 完整石片技术长、宽和最大长、宽分布散点图



图六 剥片实验产生的石片

1、3—5. 长形石片(AC6 : 6. 1、AC6 : 5. 2、BC10 : 33. 2、CC17 : 7. 2) 2、6. 长形废石片(AC5 : 14. 1、CC17 : 8. 3)

主要分为锯齿和平滑两类。从侧边形态上看,这些剥片产品更趋向于不规则形,三组平均比例为 40%,最高者 C 组为 45%。其次是汇聚和平行或准平行,两者比例相近。扇形最少。边缘形态的统计中,平均 78%为锯齿状,这可能与石英岩的本身结构有关。较好的石英岩虽然颗粒较小,也较为致密,但还是不如燧石、黑曜岩等优质原料细腻。

没有数据显示不同组石片长宽比有什么不同(图五)。可见不同剥片者对本次实验完整石片的尺寸影响不大。完整石片长宽等比特征也表现得非常明显。还有少量的石片技术长是宽的二倍以上,这些石片两侧边如果平行的话,就是所谓的长形石片。

本次实验产生了一定数量长形石片和长形废石片(图六),它们的技术长是技术宽的二倍以上,而且两侧边近似平行。长形石片和长形废石片在三组均有产生,并且在不同等级原料上都有出现。这从一个侧面说明,至少在本次剥片实验中,剥片者的技术和经验以及原料都不是产生该类剥片产品的因素,而且也不是剥片者预期的剥片产品。它们是剥片过程中无意产生的。这样偶然产生的长形石片显然不具备特定的技术如石叶技术的指示意义。

在面对一批新的石制品标本时,长形废片是很容易区分的,因为在其腹面观察不到石片的基本特征,甚至没有台面(图六,2、6)。但很难将长形石片与具有特殊剥片技术和文化指示意

义的石叶区别开来。这个问题已经有研究者〔1〕意识到,并认为可以从石叶的技术和背脊属性来进行区别。技术属性认为是从预制平直脊的石核上剥离,但这样的判断有时会显得过于理想化,因为考古发掘出来的标本具有不确定性,即不一定每一批标本都能发现所有相应剥片技术特征的石核。此外,从背脊属性区分长形石片和石叶也并不容易(图六,1、3—5),背脊与石叶的预制背脊没有区别。但是 AC6:6.1、AC6:5.2 实际上是可以拼合的,后者是从其右侧剥下来的一件普通石片。事实上,普通长形石片和真正意义上的石叶难有可靠的区分方法,只有将这类标本放入整个石制品组合中即对这批石制品的剥片技术进行充分认识的基础上再去判断才是具有现实意义的。

4. 曲率、石皮和远端形态 腹面曲度区分直、凸、凹三种。本项实验只对完整石片的腹面曲度进行了统计,标本量为三四二件。三组平均 65% 的完整石片其腹面曲度为直;曲度为凸和凹的比例相差不大,分别为 18% 和 17%。德里斯科尔对石英的剥片实验结果表明,没有什么变量显示出对石片曲率有较为直接的影响〔2〕,这些变量包括剥片技术、原料来源等方面。然而同一实验中的燧石石片其腹面都为凸,显示出与原料有非常明显的对应关系〔3〕。可见,原料是影响剥片产品腹面曲度的重要因素。

本次实验采用的是基岩砾石层石英岩砾石,在剥片之前石皮比例为 100%。剥片之后,对所有 ≥ 10 毫米剥片产品背面石皮比例分六个阶段进行统计。统计采用等级制,主要分成四个等级,即 0%(无石皮)、1—49%、50—99% 和 100%(全石皮)。统计结果如图七。不同组在不同阶段的石皮比例相差很大,如在第一阶段全石皮背面剥片产品 A 组仅为 15%,而 C 组则将近 60%;在其他各个阶段也存在类似情况。很显然,细化阶段的石皮比例受到了不同剥片者的影响,但也不排除由于细化阶段后各阶段标本量过少而影响对比结果。但总的来看,三组都表现出阶梯状变化的趋势,即越早期剥片阶段,全石皮剥片产品比例越高;越晚期剥片阶段,无石皮剥片产品比例越高。可见,背面石皮比例可能对于判断石核剥片率和石核剥片阶段具有一定指示意义。

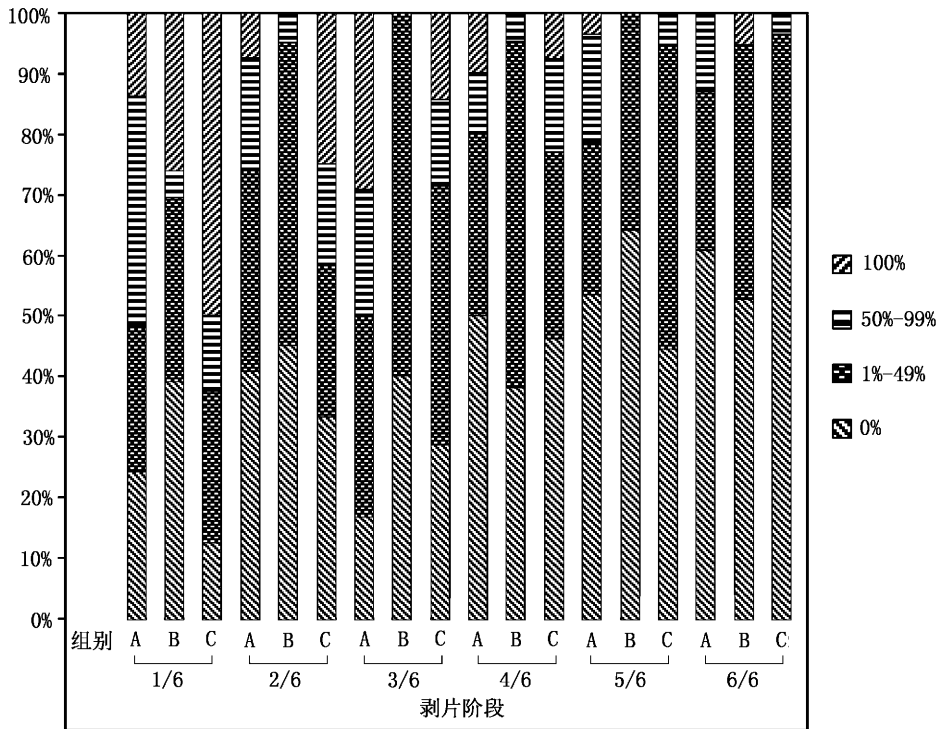
不分剥片阶段,从所有剥片产品的背面石皮比例来看,背面石皮 $< 50%$ 的剥片产品比例占 80%,其中无石皮剥片产品最多,占 44%。而全石皮的剥片产品数量最少,仅 9%。这与德里斯科尔的石英剥片实验结果一致〔4〕,他的实验背面石皮 $< 50%$ 的剥片产品比例在 74%—83%,略微受到不同原料产地的影响;而全石皮剥片产品则仅为 4%—12%。对比表明,一批石制品背面石皮的比例不会受到原料的影响,其一般规律是全石皮剥片产品比例最少,而较少

〔1〕 李锋:《石叶概念探讨》,《人类学学报》2012 年第 1 期。

〔2〕 Driscoll, K. *Understanding quartz technology in early prehistoric Ireland*. The thesis of University College Dublin for the degree of PhD in the College of Arts and Celtic Studies. UCD School of Archaeology. 2010.

〔3〕 Driscoll, K. *Understanding quartz technology in early prehistoric Ireland*. The thesis of University College Dublin for the degree of PhD in the College of Arts and Celtic Studies. UCD School of Archaeology. 2010.

〔4〕 Driscoll, K. *Understanding quartz technology in early prehistoric Ireland*. The thesis of University College Dublin for the degree of PhD in the College of Arts and Celtic Studies. UCD School of Archaeology. 2010.



图七 各组不同剥片阶段背面石皮比例图

石皮(<50%)剥片产品比例最高,一般约 80%。在剥片过程中,全石皮剥片产品的产生主要是在原料的第一次开料和剥片中途转换到石皮台面和石皮剥片面,其数量必然要少;如果具备好的剥片条件,没有必要一直转换台面和剥片面,其产生的石片背面基本上都是很少或没有石皮的。

剥片产品的远端形态主要分为羽状、阶梯状、贝壳状、翻转(plunging)和不规则等五种。其中,羽状远端形态的比例平均超过了 70%,在三组之间差别不大,其中 C 组最少,为 62%;B 组最高,为 80%。贝壳状、阶梯状和不规则远端形态比例接近,平均约 10%。翻转远端形态比例最少,平均仅 1%。B 组和 C 组之间的差异,主要体现在 C 组阶梯状与羽状远端形态的比值相对要高。这表明不同剥片者对石片远端形态可能是有影响的。阶梯状的远端形态表明石片在剥离核体过程中折断,这一方面可能受到原料自身性质如节理的影响,另一方面则可能受到剥片者技术经验的影响。单从石片远端形态的统计,C 组打制者剥片经验要少些,这与我们对不同剥片者剥片熟练程度的估计一致。

德里斯科尔的石英剥片实验显示,羽状远端形态占主要部分,且不受原料和剥片技术的影响〔1〕。而迪布尔以玻璃为原料进行的剥片实验也显示羽状远端形态占有剥片产品的主要

〔1〕 Driscoll, K. *Understanding quartz technology in early prehistoric Ireland*. The thesis of University College Dublin for the degree of PhD in the College of Arts and Celtic Studies. UCD School of Archaeology. 2010.

部分〔1〕。可见,不管什么原料,羽状远端形态都是石核剥片最容易形成的。

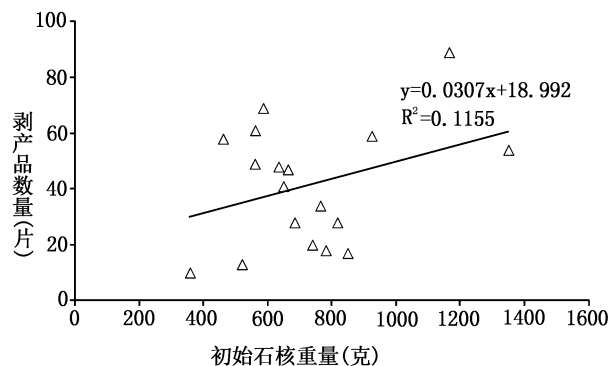
(二)石核

十八件初始石核或剥片事件共产生最终石核二十六件。这表明初始石核在剥片事件中发生了断裂。一共有七件初始石核发生了断裂,断裂率为 38%。其中,有一件初始石核断裂并最终形成三件最终石核,六件分别断裂成二件。断裂的原因有两个,一是原料内部节理导致在初始石核受力后沿节理断裂;二是在剥片过程中造成初始石核内部隐性破裂,并在某次打击后造成最终断裂。

根据石核台面的数量,有单台面石核九件,双台面石核十一件,多台面石核六件。这意味着只有 34%的石核(包括初始石核和子石核)始终没有发生台面和剥片面的转换。对比实验的设计“只要有适于下一次剥片的条件即不转换台面和剥片面”,可以推测:第一,并不是每次有效打击都会给下一次剥片形成好的剥片角度等条件,因此需要转换台面;第二,多台面石核的出现,确实可以反映剥片者对石核的利用情况,即有尽可能从该石核上剥下更多石片的愿望。

初始石核总重量 13065、平均 725 克,最终石核总重量 5016、平均 186 克。最终石核总重量是初始石核总重量的 38%,三组比值相当。从最终石核停止原因上看,40%是因为核体太小,60%是因为缺乏合适的剥片角度,其中有一件两者兼有。

关于石核大小与可产生剥片产品数量的关系是一个值得探讨的问题。由于实验采用的原料均为石英岩,其密度相差



图八 初始石核重量和剥片产品数量关系图

不大,因此石核的重量基本能够代表其大小。分析结果表明, ≥ 10 毫米剥片产品数量与初始石核重量之间的关系不明显,两者之间没有体现出明显的线性关系(图八)。

三 结论与讨论

(一)结论

本文对石英岩硬锤直接剥片法进行实验考古学研究,并利用数理统计的方法对实验结果进行了分析。研究从破碎率,剥片、裂片和碎片的类型以及完整石片和石核的技术特征等几个方面为研究者理解石英岩在硬锤直接剥片方法下的破裂机理以及石英岩与剥片技术之间的关

〔1〕 Dibble, H. L. and Whittaker, J. C. New Experimental Evidence on the Relation Between Percussion Flaking and Flake Variation. *Journal of Archaeological Science* 1981, 8: 283-296.

系提供了详实的实验数据,为含石英岩原料考古遗址的古人类技术行为研究提供了重要的实验对比材料。

在本项研究中,剥片产品的大部分技术特征在不同剥片上都没有显示出较大的差异,除了在石片的裂片率和远端形态,相对较差的剥片经验会造成较高的裂片率和阶梯状远端形态。双锥石片的出现也表明剥片者剥片技术经验的不熟练。总的来看,较低的破裂率和废片率表明石英岩是一种较好的剥片原料,并适用于硬锤直接法剥片。此外,通过对剥片产品技术特征的分析也得到了一些认识,如六型石片分类法可能对于判断石核利用率和剥片阶段不具备指示意义,而石片背面石皮比例和最终石核类型则可以。

从石核的角度来讲,初始石核在剥片过程中常常会断裂,这表明在一批考古石制品中,最终石核的数量一般要多于打制者利用初始原料的数量。多台面石核的出现反映出较高的石核利用率。石核大小与剥片产品数量不具备相关性,大石核并不代表能够产生更多的石片。

将本实验结果与他对燧石和石英硬锤直接剥片实验结果〔1〕对比(表三),表明在采用同一剥片方法的前提下,原料是影响剥片产品技术特征以及最终石核特征的重要因素。

表三 燧石、石英岩和石英实验数据比较表

技术特征	燧石	石英岩	石英
最终石核构成	完整石核	30%断裂	20%断裂
剥片产品组成	基本全是完整石片	62%具有石片特征	<50%具有石片特征
完整石片形态	长、窄、薄	长宽基本等比,较厚	短、宽、厚
石片组成	基本全部完整	16%裂片	基本全部裂片
腹面曲度	全部为凸	65%直、18%凸、17%凹	43%直、51%凸、6%凹
石片规则性	基本全部规则	大部分规则	基本全不规则
锥疤	基本全有	6%有	基本没有
同心波	基本全有	5%	没有
有打击点和放射线	基本全有	超过 95%有	超过 95%
远端形态	基本为羽状	超过 70%为羽状	超过半数羽状

(二)讨论

实验结果最终要回到与考古材料的对比和讨论上。本次剥片实验研究对考古材料的解释具有以下几方面的意义。

〔1〕 Driscoll, K. *Understanding quartz technology in early prehistoric Ireland*. The thesis of University College Dublin for the degree of PhD in the College of Arts and Celtic Studies. UCD School of Archaeology, 2010; Dibble, H. L. and Whittaker, J. C. New Experimental Evidence on the Relation Between Percussion Flaking and Flake Variation. *Journal of Archaeological Science* 1981, 8: 283-296.

1. 原料与破裂率 本项实验石英岩硬锤锤击剥片破裂率为 1.9。对比德里斯科尔的实验〔1〕,石英的破裂率为 5.4,燧石的破裂率为 1.2。这意味着,不同类型原料在对等利用的情况下,它们的剥片产品在数量上会有很大的差别。因此,一个遗址优质原料石制品数量比劣质原料石制品少,并不能说明前者的利用率低。反过来说,劣质原料因为会产生大量的废片和碎片,相对来说其蕴含的剥片技术等人类行为方面的信息容易淹没在这些不起眼的剥片产品之中。这提醒我们在面对劣质原料石制品时需要加倍认真对待。如果说要探讨旧石器时代原料与技术东西方文化中的差异及影响,位于东方的劣质原料区需要考古学者更多的重视。

2. 有关石核剥片阶段和利用率 石核剥片阶段和利用率主要通过石核和石片类型、石片背面石皮比例来进行研究。

托斯(Toth)的六型石片分类法〔2〕介绍到中国后,被广泛引用。在一批石制品中,I—VI型石片的比例被认为是反映石核剥片率和剥片阶段的重要指标〔3〕。如石皮台面石片特别I型石片的比例代表较低的石核利用率和较早的剥片阶段;而破裂面台面特别是V型和VI型石片的比例则代表了较高的石核利用率和相对较晚的剥片阶段。本实验采用的记录方法可以清楚的知道每一件剥片产品产生于哪次有效打击,有利于进行阶段统计分析。实验结果表明,完整石片的不同类型在石核剥片的六个阶段比例不等,I型石片在最后阶段仍有出现,而V、VI型石片在早期阶段也有出现。考虑本实验的目的是要让每件石核剥片到无法进行为止,意味着它们的利用率是一样的。因此,在利用六型石片的比例来判断石核剥片率和剥片阶段需要谨慎。至少本项实验研究表明不能一概而论,因为I型石片和VI型石片均可以在各个剥片阶段出现〔4〕,并且在不同阶段比例上没有表现出具有剥片阶段指示意义的差异。

在一次剥片事件中,所有剥片产品背面石皮比例不会受到不同原料和剥片技术的影响,总体上都是以背面石皮<50%的剥片产品为主。这意味着,如果一个遗址背面石皮<50%的剥片产品比例很少,则可能存在石核和背面石皮<50%的剥片产品迁出或背面石皮≥50%的剥片产品迁入。不同阶段石皮比例呈现出明显的阶梯状变化,越早期剥片阶段,全石皮剥片产品比例越高,越晚期剥片阶段,则相反。这表明,背面石皮比例可能可以作为判断石核利用程度的一个指标。

3. 裂片类型与数量 本实验产生了一定数量的裂片(16%),以左、右裂片为主(90%)。可进行拼合的裂片对应数量并不相等。通过对一件石核的完整拼合,发现有些裂片的另一半保

〔1〕 Driscoll, K. *Understanding quartz technology in early prehistoric Ireland*. The thesis of University College Dublin for the degree of PhD in the College of Arts and Celtic Studies. UCD School of Archaeology. 2010.

〔2〕 Toth, N. The Oldowan reassessed: a close look at early stone artifacts. *Journal of Archaeological Science* 1985, 12: 101—120.

〔3〕 Toth, N. and Schick, K. *The Oldowan: Case Studies Into the Earliest Stone Age*. Stone Age Institute Press, Gosport. 2006.

〔4〕 Jelinek, A. J. The Tabun Cave and Paleolithic Man in the Levant. *Science* 1982, 216: 1369—1375.

留在石核上,并没有与该裂片同时剥落;而个别裂片的另一半则变成了数件废片。拼合作为石制品研究中将众多单元相互连接以复原操作链的工作,往往被作为复原打制现场分布、技术特征、打制阶段、埋藏状况甚至是否有石制品的迁入和迁出等方面的重要证据。本实验裂片类型和数量的结果分析表明,石制品拼合特别是裂片之间的拼合对于解释遗址埋藏、石制品迁入和迁出等问题时要慎重。

4. 锤击法对石英岩剥片的适用性 技术的目的是要解决特定的问题,其会根据人类的需求而进行选择或调整。这意味着在面临某种特定的原料时,需要有一种最为适用的剥片方法。

本实验研究结果表明,锤击法是适用于石英岩剥片的较佳技术。其主要表现在以下三个方面。第一,从重量上来看,83%的剥片产品为石片,废片比例不到 20%。这表明石核在剥片过程中体积上的改变大部分是打制者所预期的。锤击法对于石英岩剥片是一种较为可控的方法,产出比较高。第二, ≥ 10 毫米剥片产品的破裂率为 1.9,即每次有效打击会产生大约两件剥片产品。如果其中一件是打制者所预期的,那么同时只会产生一件废片。这表明石英岩锤击剥片不会有太大的浪费,是一种高效率的剥片方法。第三, ≥ 10 毫米剥片产品超过 62%具有石片特征,其中 75%属于完整石片。在 ≥ 10 毫米剥片产品即可利用的剥片产品中,废片的比例对石核剥片这样一个递减的过程十分重要,因为它实际上是一种无益的损耗。石英岩锤击剥片较低的废片率表明其是一种较好的剥片原料,并且也比较适用于硬锤锤击剥片。在不统计废片的前提下,完整石片的比例高出不完整石片近四十个百分点,也进一步表明石英岩锤击剥片能够产生足够多的打制者预期的产品。

锤击法对于石英则没那么高效,且得到的剥片产品大多是毫无形状可言的〔1〕,所以古代先民主要采用砸击法来适应它。

5. 遗址性质和功能 石制品组合的多样性(assembly diversity)是判断遗址性质和功能的一个重要方面〔2〕。宾福德(Binford)等通过民族学的方法来对考古遗址石制品组合进行考察,进而推测遗址的性质以及该人群的生活组织形式,对后来的研究提供了重要参考〔3〕。实际上,除民族学的方法外,实验考古学的研究也能为遗址性质和功能的判断提供依据。如有学者对非洲豪伊森关口(Howiesons Poort)遗址石制品进行研究时,通过对其中可能属于镶嵌的

〔1〕 Lindgren, C. Shapes of Quartz and Shapes of Minds. In L. Holm and K. Knutsson (eds), *Proceedings from the Third Flint Alternatives Conference at Uppsala, Sweden, October 18–20, 1996*; Uppsala, Occasional Papers in Archaeology 16. 1998, pp. 95–103.

〔2〕 Andrefsky, W. *Lithics: macroscopic approaches to analysis*. Cambridge University Press. 1998.

〔3〕 Binford 将考古材料与民族学材料相结合进行研究,并发表了一系列研究成果。Binford, L. Dimensional analysis of behavior and site structure: learning from an Eskimo hunting stand. *American Antiquity* 1978, 43: 330–361; Binford, L. Organization and formation process: looking at curated technologies. *Journal of Anthropological Research* 1979, 3: 255–273; Binford, L. R. *In Pursuit of the Past: Decoding the Archaeological Record*. New York: Thames and Hudson Inc. 1983.

工具进行模拟实验,证实该遗址是一个存在多样狩猎技术的狩猎遗址。

一个受后期埋藏影响较小的遗址,其能够较好的保存古人类当时活动的信息,包括剥片生产、工具制作乃至其他生活行为等。要判断古人类是否在遗址进行了剥片生产和石器加工等行为,主要从石制品组合及其比例来分析。如是否有一整套石器制作和加工的产品,包括石核、石片、碎片和废片、工具等,它们的比例如何。而将遗址石制品组合及其比例与实验结果进行对比,无疑会增强遗址性质和功能判断的可信度。

6. 人类行为 石制品研究一个很重要的方面就是探讨背后的人类行为。模拟实验可以通过模拟古人类的技术行为来将今论古。

实验中产生了3%的双锥石片。双锥石片有两种类型:一个是两个打击泡属于同一个台面,其形成原因是打击落点不集中;另一个是两个打击泡分属不同的台面,形成原因是打击点转移。两者形成的共同原因是剥片者在石核上首次选择了一个较佳剥片位置后,经过数次打击,在石核内部已经形成了隐形贝壳状断口。然而剥片者却显然没有意识到这一情况,以为此处不适宜剥片,而转移了打击点。从这一点来讲,双锥石片的形成与剥片者的打制经验有很大的关系。如果在遗址中发现有一定比例的该类石制品,则可能意味着存在少数剥片经验相对不多或者属于练习者的剥片人员,值得进一步探讨。

附记:本项研究是内蒙古自然科学基金项目“内蒙古鄂尔多斯乌兰木伦遗址第1地点动物考古学研究”(批准号:2017BS0404)阶段性成果。

EXPERIMENTAL STUDIES ON DIRECT HARD-HAMMER PERCUSSION FLAKING OF QUARTZITE

[WT5BX]by[WT5BZ]

Liu Yang and Hou Yamei

In the Paleolithic archaeology, knapping experiment is an essential research method. As an important part of the knapping experiment, flaking experiment provides important information and reference for the analysis and restoration of the prehistoric lithic techniques. This paper focuses on the experiment of the direct hard-hammer percussion flaking of quartzite, which is very popular but not perfect material in the Paleolithic sites in China. The mathematical statistics is used to analyze the fragmentation rate, break and fragment types, complete and proximal flakes, debitage types, curvature, cortex and termination and cores. The experimental assemblage produced 1688 pieces of products from 18 knapping events of 13065g of quartzite. The products included 454 flakes (27%) and 1234 pieces of debris (73%). According to analysis, although the rate of debris is higher in quantity, the weight of products is mainly that of flakes (80%), which indicates that the most change of volume of cores meets the expectation of the knappers. The per strike fragmentation rate for $\geq 10\text{mm}$ debitage is 1.9, that means every effective knapping could produce the expected product on average, but produces an equal number of scrap debris. Most of the $\geq 10\text{mm}$ debitage are characterized by flakes, and 75% of them are complete flakes. The characteristics of flakes are obvious in these experimental specimens, which show that the direct hard-hammer percussion is suitable for quartzite. In the experiment, the fragmentation rate of initial cores is 38%, and the size of the core and the number of the flaking products are not linearly dependent. Compared with the experimental results of flint and quartz by other researchers, it is revealed that by using the same knapping method, raw material is the important factor affecting the technique results of the products and the final cores. Moreover, the experimental results also provide the detailed and important comparative materials for the study of the site nature and human behaviors.

责任编辑: 杨毅