

DOI: 10.16359/j.cnki.cn11-1963/q.2017.0058

小议石片石器加工程度的测量方法

李昱龙

北京大学考古文博学院, 北京 100871

摘要: 旧石器考古学中石片石器的研究涉及诸多方面, 石片石器加工程度的测量则是其中十分重要的组成部分, 目前, 已有诸多西方学者提出了不同的测量方法。本文试图在介绍这些方法的同时, 对其进行对比和归类分析, 提出石片石器加工程度的测量方法目前可分为以“减核率”为核心的测量方法和不以“减核率”为核心的测量方法两大类。针对石器加工程度测量方法目前存在的问题, 提出应该在统一的测量标准下, 以石器的类型、生产过程和使用过程为基础对石片石器加工程度进行定量测量。

关键词: 旧石器时代; 石片石器; 减核率; 加工程度; 测量方法

中图分类号: K871.11; 文献标识码: A; 文章编号: 1000-3193(2019)01-0050-10

Discussion on the measuring methods of retouched degree on flake tools

LI Yulong

Peking University, Beijing 100871

Abstract: Research on flake tools in Paleolithic archeology involves many aspects, and the measurement of the degree of retouch is one of the most important. At present, many Western scholars have proposed different measurement methods. This paper attempts not only to introduce these methods but also to compare and classify them. According to the utility of the “reduction rate of the raw-material”, these measurement methods can be divided into two different groups, the methods using the reduction rate and the methods do not. According to the existing problems in the measurement of degree of retouch on flake tools, it is proposed that this attribute should be measured quantitatively on the basis of the type of retouch, its production process, and the intended use of the tool.

Key words: Paleolithic; flake tools; core reduction rate; raw materials; retouch; measurement

收稿日期: 2016-10-08 定稿日期: 2017-03-23

基金项目: 郑州中华之源与嵩山文明研究会重大课题研究经费 (DZ-3), 国家社会科学基金重大项目 (11&ZD120) 资助

作者简介: 李昱龙 (1989-), 男, 北京大学考古文博学院, 博士研究生, 旧石器时代考古专业

Citation: Li YL. Discussion on the measuring methods of degree retouched on flake tools[J]. Acta Anthropologica Sinica, 2019, 38(1):

石片石器工业是中国旧石器时代出现最早、延续时间最长,分布也最为广泛的石器工业类型^[1]。石片石器以人工剥落的石片为毛坯,经过进一步的加工形成。通常石核是剥落石片最为主要的来源,与此同时,砾石石器的加工、石核的预制等过程也会产生人工剥落的石片。从石器生产操作序列的角度来看,不带有任何加工或使用痕迹的石片一般称为空白石片(blank flake),空白石片即进一步加工石器的坯材,亦有学者直接称之为石片毛坯^[2]。

一般而言,“加工”是一个在石器生产操作序列里具有特定含义的词汇,一般是指从空白石片到石片石器这一过程中人类的行为,英文中常用“retouch”一词来表示。也有学者认为“retouch”表示的是从空白石片到使其最终废弃这一过程中人类对石器的初次加工,损坏后的修理,改型等一系列行为。然而,在诸多文献中我们经常可以见到用“修理”一词来表示从空白石片(blank flake)到石器(retouched tool)这一过程中的人类行为,实际上,在操作序列中“修理”应该指的仅是已加工完成的石器在使用过程中损坏而进行的人工修理刃部或柄部等行为,英文中常用“resharpen”来表示^[3-5]。“加工”和“修理”其实代表着石器生命史的不同阶段,应该把两者区别对待。对于石器加工程度而言,学者们意见则较为统一,即从空白石片到石器最终废弃这一过程中人类的行为程度,通常用“curation indices”一词来表示。有诸多学者对 curation 一词进行了定义:Shott 认为石器的“curation”指从石器使用过程中提取出的石器的最大利用程度,代表了从石器开始使用到最终废弃这一过程中人类对它的利用程度^[6];Binford 等人认为“curation”可以包括石器和石核的预制、运输、储存和重新利用,它受石器生产组织和具体使用需要的影响^[7-9];Quinn 等人认为“curation”一词的概念,指的是可测量到的石器的最大利用程度,对了解石器技术组织有着指导性的作用^[10]。综上所述,石器加工程度应该代表的是从空白石片到石器阶段人类对空白石片的影响程度;由于遗址中所见的发掘品一般属于石器生命史的废弃阶段,我们很难判断其之前是否存在着修理过程,所以,目前所见的石器加工程度测量,都是指从空白石片到石器最终废弃这一过程中人类的行为程度,实际上包含着加工、使用与修理三个过程。因此,石器加工程度实际上测量的是加工程度、使用程度和修理程度的总和,即“curation indices”。

目前,已有诸多学者认识到石片石器加工程度的测量在旧石器研究中有着十分重要的作用。对石器加工程度的研究有助于了解古人类的日常工作组织、遗址的循环占据、人群流动的模式以及资源的日常利用情况等^[11-13]。在石器加工程度分析的基础上特别是对石核式石器和两面加工石器的加工程度分析,Kelly 提出了影响人群流动性强弱的一个重要因素是石器的加工程度。一般而言,精制加工的小型石器其耐用性、使用寿命、一器多用途性以及可携带性多超过简单加工的石器,比较适应流动性距离较长、流动频率较高的人群;相反,简单加工的大型石器则代表了流动性程度较弱的人群^[14-16]。Andrefsky 在对 Birch Creek 地区居住的印第安人的研究中,把石器加工程度和北美黑曜石原料的分布进行了联系,对人群的流动范围,食物供给策略等进行了分析^[17]。Hiscock 和 Clarkson 通过石器加工程度测量对莫斯特文化基纳型边刮器进行了重新分类,与 Borde^[18]和 Dibble^[19]等学者之前的发现不同,认为之前的分类体系并不能代表基纳型边刮器实际的加工和使用过程,提出了基纳型边刮器的生产操作序列体现出“多线分支”(Parallel branching scheme)的

特征^[20]。

石器加工程度的测量在旧石器考古学中的应用十分广泛，但是对具体测量方法的探索多局限于西方旧石器考古学界，国内学者对石器加工程度测量方法的探讨则较少。高星在周口店 15 地点石片石器研究中，首创了“加工长度指数”的概念，并与 Kuhn “加工深度指数”和“单个标本刃口数量”相结合，从而得出周口店 15 地点古人类对原料利用的倾向性和开发方略^[21]。裴树文等对东谷陀遗址石片石器研究中运用此方法，得出东谷陀遗址石器“加工长度指数”多集中于 0.2-0.4，结合加工深度测量，表明多数毛坯的利用率是很低的^[22]；王春雪等在吉林和龙石人沟石器分析中运用了此方法，得出大部分标本加工深度在 0.3-0.5 之间^[23]。近年来，西方学者在审视已有方法的基础上，提出了石片石器加工程度测量的几种新的方法，本文试图对这些测量方法进行简要的梳理归类，提出一点自己的看法。

1 以“减核率”为核心的定量测量方法

上世纪 60 年代，美国学者 Frison 提出了著名的 Frison 效应^[24]，认为石器生产是一个不断离心的过程，是通过不断打击使核体不断减少去掉多余的部分最终形成的，打制过程中的失误无法弥补，石器生产过程具有不可逆性，Deetz 等人也通过研究提出了同样的观点^[25]。这一观点也被称之为“减核理论”，对旧石器研究产生了重要的影响。在此基础上，石片石器加工程度的测量方法中很大一部分都是基于“减核理论”来进行的定量测量，其基本的测量项目即从空白石片到石器最终废弃这一过程中，空白石片所减少的程度，通常的测量对象是体积或重量。目前来看，学术界影响较大的测量方法主要有以下三种。

1.1 石器加工深度指数 (I_R)

石器加工深度指数 (Index of Reduction, I_R) 最初由 Steve Kuhn 首先提出。他认为，石片石器的加工程度可以从石器加工部位最深处的厚度与石片最厚部位之间的比值来进行观察，石器加工的部位主要集中在石片的边缘并未向内延伸，所以厚度较小，与最厚处的比值也较小；加工程度高的石器，其向内部延伸的程度越高，加工部位最深处的厚度也越接近于石片最厚处，所以，该比值就越大^[26]。基于此，他提出了对石片石器加工程度的测量方法，如图 1 所示。

图中， t 为石器刃部加工疤痕终止处的厚度， T 为石片的最大厚度， $\angle a$ 为刃角， D 为加工片疤深度。石器加工深度指数 $I_R = t/T$ 。由于实际操作中 t 有时很难直接测量出来，而 D 的测量更为便利，故也可用三角函数关系，通过可测量的 $\angle a$ 和 D 来表示，这样加工深度指数公式为：
 $I_R = D \sin a / T$ 。

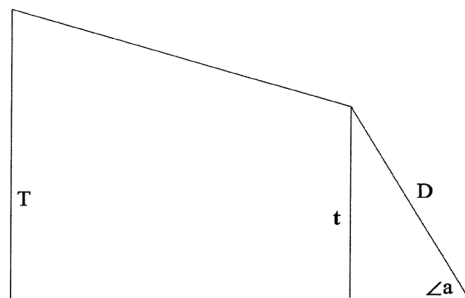


图 1 Kuhn 加工深度指数测量方法示意图
Fig.1 Measurement required for calculating
Kuhn's index of reduction

据此公式, I 值越大, 则石器刃部加工疤痕终止处的厚度越接近石片最大厚度, 加工深度越大, 反之, 加工深度越小。

这一方法的提出, 对旧石器考古研究产生了很大的影响, 诸多学者在测量石片石器加工程度的过程中使用了这一方法。

1.2 估计加工比率 (ERP)

Estimated Reduction Percentage (ERP) 估计加工比率, 是 Eren 等学者所提出的一种新的石片石器加工程度测量方法, 其本质上是 Kuhn 加工程度的进一步细化。考虑到库恩加工程度测量方法仅使用石片石器刃缘部位的一点厚度数据与石片最大厚度进行求比, 存在很大的误差, 两位学者选用了石片石器刃缘的多个点的厚度分别与这几个点垂直延伸线上的最大厚度求比, 最后该系列数据取平均值, 该平均值作为进一步测量的指数。之后对石片原始边缘的角度进行估计, 然后通过三角函数的方法直接测量出该石片石器在加工和使用过程中所减核的体积^[27]。具体操作方法如图 2。

1) 在石片石器刃缘选取尽可能多的点, 向内垂直延伸至石片最厚处, 腹面和背面延伸形成三角形断面, 之后, 求取减核区域 A 的面积 S , 具体方法如图 3。

2) 测量石片石器的刃缘长度 L , 图中显示的石片石器刃缘长度 $L=L_1+L_2$;

3) 各三角形断面中 A 区域的面积 S 的平均值与刃缘长度 L 的乘积即为石片减核体积; 据上图可知, 该三角形为石片石器刃缘多个点像内垂直延伸至最大厚度所形成的断

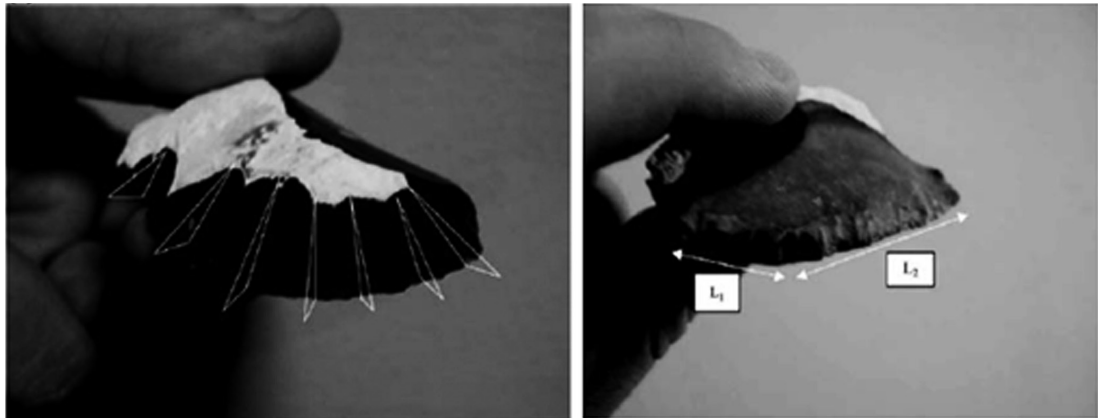


图 2 ERP 测量石器加工程度测量项目选取示意图^[27]

Fig.2 The area of each triangle and the length of retouched edge

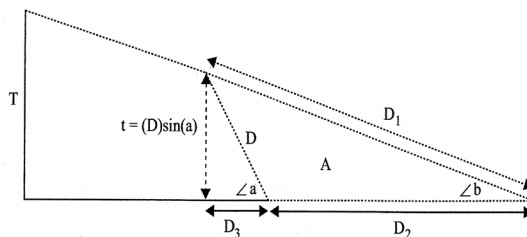


图 3 ERP 估计加工比率测量方法示意图^[27]

Fig.3 Measurement required for calculating ERP

面。已知数据为石片最大厚度 T ，刃缘石片疤加工 I_R 。ERP 测量的是该三角形 A 区域的面积，计算出各个三角形内 A 区域的面积的平均值 S ，之后该面积乘以刃缘长度 L ，即该石片的减核体积 V 。

由已知的几个数据无法进行 S 的测量，必须通过石片腹面和背面的延伸对石片边缘角 $\angle b$ 进行估计。由此可以得出 V 的计算公式为：

$$V=LDt(\sinacotb-\sinacosb)/2$$

ERP 是目前为止唯一一种对石器减核程度进行严格定量测量的方法，其最终数据就是石器的减核体积，当然，在测量过程中仍有无法严格确定的数据，即石片原始边缘角 $\angle b$ 。为了尽可能的减少该过程出现的误差，使估计值尽可能的接近原始数据，研究者提出该方法的应用更多地适用于单面加工的石片石器^[28]。对于两面加工的石器虽然也可进行数据上的测量，但是边缘角 $\angle b$ 的估计值存在较大的误差，对最终减核体积的计算有着较大的影响。

1.3 厄尔 - 卡伊姆尖状器的加工程度指数 (I_E)

I_E (El-Khiam point curvation indices) 是 Quinn 等人对黎凡特地区约旦河谷遗址发现的厄尔 - 卡伊姆尖状器 (El-Khiam point) 的加工程度测量所采用的方法。该遗址属黎凡特前陶新石器时代 A 期，年代距今 11500-11200 年。考虑到遗址中出土的厄尔 - 卡伊姆尖状器的具体情况，Quinn 等人并未对其直接进行加工程度的测量，而是首先从四个方面进行了分析，并结合实验数据加以证明，在此基础上寻找到最为适合此类石器的测量方法^[29]。

- 1) 对石器实验有效性的定性分析。
- 2) 确定石器加工位置。
- 3) 确定石器使用过程中的破裂方式。

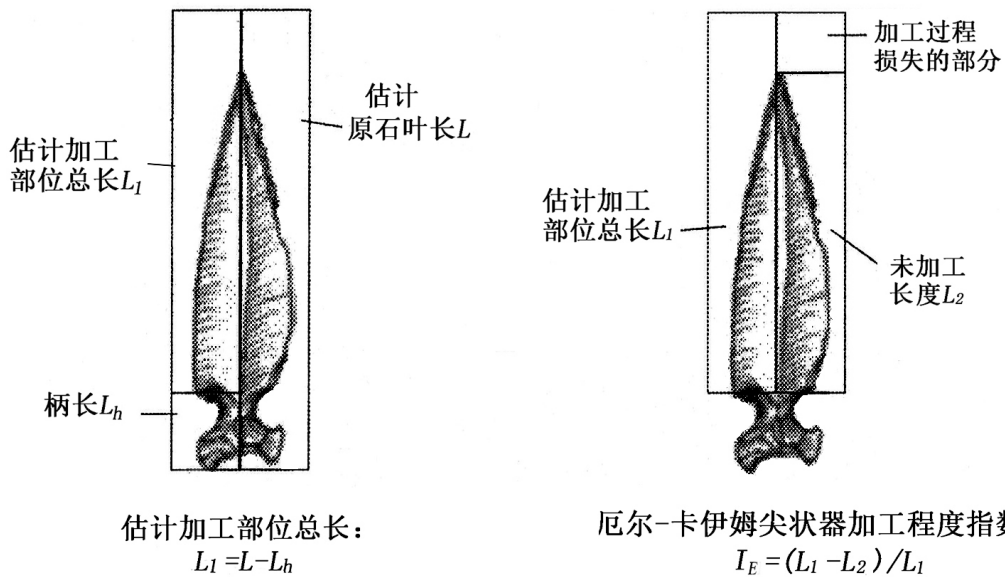


图 4 I_E 测量方法示意图 (修改自 Colin PQ, 2008)^[29]
 Fig.4 Estimation of blade length based upon thickness values

4) 使用尖状器锋利指数进行检验。

通过上述四个方面的分析，研究者最终确定了厄尔 - 卡伊姆尖状器的加工技术、具体使用方式、使用过程中的破裂方式以及使用过程中锋利程度的变化。厄尔 - 卡伊姆尖状器是用长宽比大于 2 的石叶为毛坯进行加工而成，通常在石叶的一端单向加工形成肩部，另一端加工出凹槽用来装柄；微痕、实验和破裂方式分析显示，该尖状器应为钻孔工具，但工作对象为软质的毛皮等，非为木头、骨头等硬质材料；随着使用的继续，尖部经常出现断裂、崩损，尖部疤痕可以显示出是加工形成还是使用所致。在此基础之上，研究者提出了一种新的针对该类型尖状器的加工程度测量方法 (图 4)。

如图 4 所示， I_E 的测量过程如下：1) 首先依据遗址中未加工的石叶和实验数据对石叶长和厚进行相关性分析，得出两者之间的线性方程： $L=11.8T+7.4$ ；式中， L -- 估计石叶长度， T -- 石叶厚度。之后，任一件尖状器的毛坯长度都可以通过此方程进行估计 (图 5)。2) 估计区域长度 $L_1=L-L_n$ 。3) 测量未加工部位长度 L_2 。厄尔 - 卡伊姆尖状器加工程度指数 $I_E=(L_1-L_2)/L_1$ 。

最终， I_E 的范围在 0-1 之间，随着数据的变大，尖状器的加工程度也随之增大。

仔细分析 I_E 的测量方法，不难发现该测量方法是对尖状器加工和使用过程中尖部的减少程度进行的估计，实际上也是对减核率的估计测量。在严格的毛坯长度，使用长度和现存长度测量的基础上对减核率进行计算，最终结果确实可以反映厄尔 - 卡伊姆尖状器最终的减核程度。值得注意的是，在进行计算之前，首先对其加工方式、使用方式特别是破裂模式所显示石器功能进行判断，这点是值得称许的。

具体的计算过程仍有可以讨论的地方。测量的对象是石叶毛坯在加工成尖状器以及之后使用过程中的减核程度，但是并未对柄部的加工程度进行测量，柄部加工所造成的石叶毛坯的减核率并不能从最终的加工程度指数中体现。

上述几种石器加工程度的测量方法都是以“减核理论”为依据所提出的，可以看出，不管是 $ERP(I_R)$ 还是 $EKCI(I_E)$ ，最终测量数据的变化都和减核率呈正相关，减核率越高，这三个指数就越高，所代表的石器加工程度就越高。三者也有着不同的地方，库恩指数最终的结果是两个厚度之间的比率，是刃部最深处厚度与石片最大厚度的比率，反映的是减核程度；ERP 测量的是直接的减核量，测量对象为体积。如果转化成比例关系，则应该与原始石片体积求比，但是原始石片在加工过程中已失去大部分原始状态，原始石片的体积很难求得，也需要一个估计值来进行测量；EKCI 则是针对特定类型石器进行的加工程度测量，以长度为

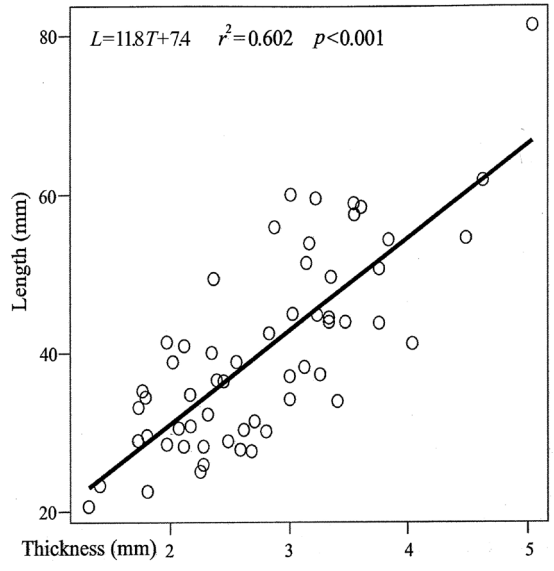


图 5 厄尔 - 卡伊姆尖状器石叶毛坯长度与厚度指数线性关系图 [29]

Fig.5 Schematic illustration showing method of calculating the el-Khiam index

主要的测量项目，所得的数据为石叶长度在加工和使用过程中的减少程度。

2 不以减核率为核心的测量方法

与减核理论指导下的上述几种测量方法不同，通过对石器周身石片疤的分布和石器形态在加工和使用过程中的变异观察，有学者提出了如下几种测量方法。

2.1 Clarkson 指数

美国学者克拉克森提出了“侵入指数”(invasive indices)，这种统计方法比较容易操作，并且十分适宜石片石器加工程度的测量。克拉克森把石片石器的腹面和背面各分成了 8 个区域，共计 16 个区域，并且在腹面和背面各画出一条平行于边缘的曲线，该曲线连接各区域分界线的中点，这样就把手片腹面和背面区分成内外两个部分。每一个区域以 0 为加工程度的起点，若这一区域内没有加工现象，则计为 0。如果这一区域内有加工行为，则依照石片疤的向石片内部延伸状况进行区分统计，如果石片疤仅仅位于石片工具外部，则计为 0.5；若石片疤延伸到石片工具内部，则计为 1.0^[30]（图 6）。

当然，“克拉克森指数”也存在一定的局限性，对于两面加工的石片石器而言，石片腹面和背面在加工过程中皆布满石片疤，此时的侵入指数为 1，在之后过程中使用和修理都会形成新的石片疤，而此时的侵入指数仍为 1，即使石器出现了改型，通过此方法进行测量也无法观察到。因此，侵入指数实际上对两面加工的工具并不十分适合，但对于仅刃部进行加工且后期不存在改型的石片石器则较为合适。

仔细思考这种测量方法，其实并没有严格的按照减核理论来进行，没有完全依据减核程度越高，加工程度越高这条原则。从测量内容来看，他仅仅观察的是石片疤向内延伸的范围到达石片内部的程度，而对加工过程中减掉的体积和重量并无考虑。

2.2 石片异率分析

该测量方法以 Dibble 等人所提出的方法为代表，主要是通过对石片在加工和使用过程中的石片原始面的表面积变异程度进行测量^[31, 32]。

考虑到石片在加工过程中台面很少被减少，Dibble 利用石器上石片原始面表面积和石片台面面积的比率来观察石器的加工程度。他认为加工程度很高的石器所失去的原始石片面很多，反之失去的原始石片面很少。与 Clarkson 指数类似，该方法侧重石片原始面表面积的变化，对加工过程中减掉的体积和重量并无考虑，实际上不能够反映具体的减核程度。

该观点提出来之后也受到了很多学者的质疑，关键点在于，这些学者并不赞同石器加工程度和石片原始表面积的减少有着很强的相关性，并且石片台面在加工过程中有时候也会很大程度的被剥落掉，此时该比率可能不能很好地体现石器加工程度的强弱^[33]。

上述两种测量方法实际上都不是依据减核理论来进行的定量测量，所得出的数据实际上并无严格的统计意义，如 Clarkson 指数，规定的 0, 0.5, 1 三个数据实际上只是描述性统计，并不是定量测量数据，也可以定为 0, 50, 100 甚至更大的数据。

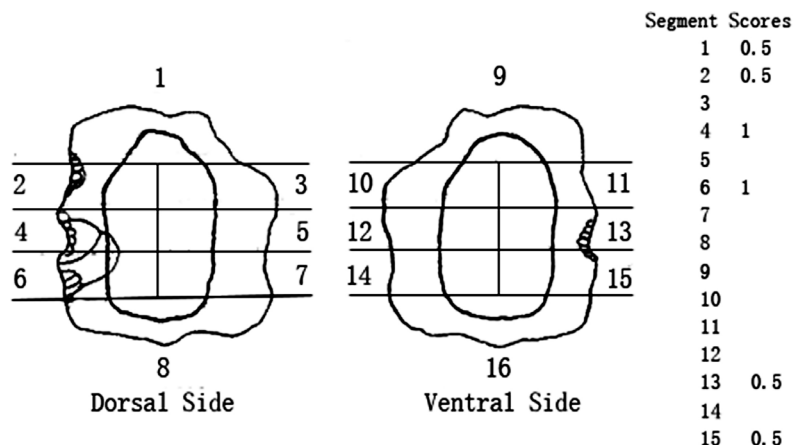


图 6 克拉克森指数测量方法示意图 (修改自 Clarkson C^[30])

Fig.6 Invasiveness of retouch pattern on the dorsal and ventral sides of flake tool

3 讨论

以往学者们试图寻找一种统一的石器加工程度的测量方法,因此,对不同测量方法之间的对比进行深入的分析。但是目前的大多数分析,并未建立在对各个测量方法分类讨论的基础上,并没有深入探讨各种方法的实际测量内容和理论核心,而是把它们放到一起,直接利用各个方法测量的数据来进行相关性的分析,力证某种方法更为合理。有学者把上述几种测量方法全部放到一起来观察其相互之间的相关性,但是发现最不相关的几个方法实际上是相关性很高,而库恩指数和 ERP 这两个本应极为相关的方法,数据的耦合程度却很低^[34]。在以减核率为标准进行分类讨论之后,我们可以看出,上述两类石器加工程度测量方式依据不同,实际上所得出的定量数据在本质上是不同的,不能简单的进行比较讨论应该首先了解其实际的测量意义。

目前来看,对于类型复杂,加工和使用过程多样的石片石器而言,越来越多的学者认为去寻找一种独一无二的的加工程度测量方法是不可行的^[13, 35]。Michael J Shott 等人认为,针对目前石器加工程度测量方法存在的问题,研究者应该注意到以下几个问题。首先,考古学者应该考虑更多的维度,利用新技术通过三维模式来进行石器加工的分析;其次,新的测量方法的出现需要进行相互对比,这其中可控性强的石器实验是最为必要的;再次,研究者必须以石器生产过程为基础以确保每次测量的精确度;最后,研究者应该认识到石器生产和石器加工程度之间的联系,不能只把石器生产看作是连续的过程,加工程度也不是一个定性的描述,也应是变化的动态的过程^[36]。实际上,在选择加工程度测量方法时,石器的类型、加工过程、使用方式及使用过程都是必须所要考虑的问题,不同类型和加工过程的石器可能并不能适合同一种石器加工程度测量方法。回顾 EKCI 的测量,研究者在进行方法的选择之前充分考虑到了厄尔-卡伊姆尖状器的加工方式和使用方式,并提出了有针对性的加工程度测量方法。虽然,具体测量过程有待进一步讨论,但是,这种前期的

分析工作是值得倡导的。从不同类型、加工过程和使用过程的石器为出发点, 区别分析测量每类石器的加工程度或许是应该着重考虑的。

考虑到由此产生的石器加工程度的测量方法的多样性问题, 确定一个相对统一的石器加工程度测量标准是必须的。从根本上来看, 石器加工程度测量其目的不在于仅仅获得一个数据, 更多的应该是通过数据的分布来分析整体的遗址石器的加工过程, 人类的流动性以及空间利用方式等问题, 单独的一类石器的加工程度数据对解决上述问题没有任何意义, 只有通过群体数据之间的对比找到数据变化规律才能更好的分析上述问题。因此, 不同类型石器加工程度的测量应该遵循一个标准。首先, 考虑到任何石器的生产都是一个不断减核的过程, 以“减核率”为核心的测量是可行的; 其次, 数据类型上应该以定量测量的连续性数值变量为准, 不应使用描述性统计数据; 最后, 考虑到毛坯大小对具体的石器减核体积和重量有较大影响, 最好通过比例换算得出范围在 0-1 以内的减核率, 以便于不同石器类型加工程度之间的对比。

4 结 语

通过对已有的石片石器加工程度测量方法的分析, 可以看出不同测量方法之间存在着较大的差异。以是否以“减核率”为核心进行测量为标准可以区分出两类, 一类为库恩指数、ERP 和 EKCI 为代表, 以“减核率”为核心进行定量测量; 另一类以 Clarkson 侵入指数和石片异率分析为代表, 不以“减核率”为测量核心, 而是以石片在加工过程中的变异程度的描述性统计为核心。由于测量的核心和数据性质不同, 上述两类测量方法之间并不存在数据上的可比性, 因此, 并不能够完全判断哪类方法更具优势。针对石器加工程度测量方法目前存在的多样性问题, 特别是数据间尚无法进行相互对比这一问题, 在统一的测量标准下, 以石器的类型、生产过程和使用过程为基础的石器加工程度测量势在必行。

“测量标准”和“测量方法”是不同的, 从文中介绍可见不同学者测量方法并不相同, 但是“测量标准”指的是最终测量所得数据的表现形式。笔者认为无论测量方法如何, 最终的数据都应表现为 0-1 之间的比率, 也就是“减核率”。这就要求首先以减核测量为手段, 测量对象可以是体积、重量、长度、宽度等的减少程度; 其次最终测量数据表现形式应该是加工过程减少的部分(体积、重量、长度等)与原始毛坯(体积、重量、长度等)的比值, 数值位于 0-1 之间, 统一的数据表现形式以便于对比研究。

对石器生产行为、遗址空间利用和人群流动性特征等问题的深入分析, 需要石器加工程度测量的不断深入, 目前可见测量方法已有多种, 但具体测量标准的不统一, 特别是数据表现形式的多样对综合对比研究造成很大困扰, 因此, 以“减核率”为核心, 测量结果的数据统一为 0-1 范围内的减核比率可能在之后的综合对比研究中更为合适。

参考文献

- [1] 王幼平. 石器研究 - 旧石器考古方法初探 [M]. 北京: 北京大学出版社, 2006: 105
- [2] Andrefsky W. Lithics—Macroscopic Approaches to Analysis[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2005: 31-32

- [3] George HO. Lithic Analysis(Manuals in Archaeological Method, Theory, and Technique)[M]. New York: Springer Science+Business Media, Inc, 2004: 64-65
- [4] Inizian M-L, Roche H, Tixer J. Technology of Knapped Stone[M]. Meudon: CREP, 1992: 67
- [5] Andrefsky W. An Introduction to Stone Tool Life History and Technological Organization[A]. In: Lithic Technology: Measures of Production, Use and Curation[C]. Cambridge: Cambridge University Press, 2008: 4-5
- [6] Michael JS. An exegesis of the curation concept[J]. Journal of Anthropological Research, 1996, 52(259): 80
- [7] Binford LR. Organization and formation processes: Looking at curated technologies[J]. Journal of Anthropological Research, 1979, 35(3): 255-27
- [8] Bamforth, Douglas B. Technological efficiency and tool curation[J]. American Antiquity, 1986, 51(1): 38-50
- [9] Nelson, Margaret C. The study of technology organization[J]. Archaeological Method and Theory, 1991, 3: 57-100
- [10] Colin PQ, Andrefsky W. Perforation with Stone Tools and Retouch Intensity : A Neolithic Case Study[A]. In: Lithic Technology: measures of production, use and curation[C]. Cambridge: Cambridge University Press, 2008: 151
- [11] Hiscock P. Technological responses to risk in Holocene Australia[J]. Journal of World Prehistory, 1994, 8: 267-292
- [12] Kuhn S. "Unpacking" reduction: Lithic raw material economy in the Mousterian of West-Central Italy[J]. Journal of Anthropological Research, 1991, 10: 76-106
- [13] Andrefsky W. Experimental and archaeological verification of an index of retouch for hafted bifaces[J]. American Antiquity, 2006, 71(4): 743-757
- [14] Robert JK. Hunter-gatherer mobility strategies[J]. Journal of Anthropological Research, 1983, 39: 277-306
- [15] Robert JK. The three sides of a biface[J]. American Antiquity, 1988, 53:717-734
- [16] Robert JK. The Life ways of Hunter-Gatherers: the Foraging Spectrum[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2013
- [17] Michael JS, Margaret CN. Lithic reduction, its measurement, and implications: comments on the volume[A]. In: Lithic Technology: measures of production, use and curation[C]. Cambridge: Cambridge University Press, 2008: 25
- [18] Bordes F. The Old Stone Age[M]. New York: McGraw Hill, 1968: 1-255
- [19] Dibble HL. The interpretation of Middle Paleolithic scraper morphology[J]. American Antiquity, 1987, 52: 109-117
- [20] Hiscock P, Clarkson. C. The construction of morphological diversity: A study of Mousterian implication retouching at CombeGrenal[A]. In: Lithic Technology: measures of production, use and curation[C]. Cambridge: Cambridge University Press, 2008: 106-135
- [21] 高星. 周口店第 15 地点石器原料开发方略与经济形态研究 [J]. 人类学学报, 2001, 20(3): 186-200
- [22] 裴树文, 侯亚梅. 东谷陀遗址石制品原料利用浅析 [J]. 人类学学报, 2001, 20(4): 271-281
- [23] 王春雪, 陈全家. 试析吉林和龙石人沟旧石器时代晚期遗址古人类的技术与行为 [J]. 边疆考古研究, 2007, 6: 39-55
- [24] Frison GC. A functional analysis of certain chipped stone tools[J]. American Antiquity, 1968, 33(2): 149-155
- [25] Deetz J. Invitation to Archaeology[M]. New York: Natural History Press, 1967
- [26] Kuhn SL. A geometric index of reduction for unifacial stone tools[J]. Journal of Archaeological Science, 1990, 17: 585-593
- [27] Eren M, Dominguez RM, Steven LK. Defining and measuring reduction in unifacial stone tools[J]. Journal of Archaeological Science, 2005, 32: 1190-1206
- [28] Eren M, Mary E. Comparing and synthesizing unifacial stone tool reduction indices[A]. In: Lithic Technology: Measures of production, use and curation[C]. Cambridge: Cambridge University Press, 2008: 49-85
- [29] Colin PQ, Andrefsky W. Perforation with Stone Tools and Retouch Intensity: A Neolithic Case Study[A]. In: Lithic Technology: measures of production, use and curation[C]. Cambridge: Cambridge University Press, 2008: 150-174
- [30] Clarkson C. An index of invasiveness for the measurement of unifacial and bifacial retouch: A theoretical, experimental and archaeological verification[J]. Journal of Archaeological Science, 2002, 29: 65-75
- [31] Harold LD, Pelcin A. The effect of hammer mass and velocity on flake mass[J]. Journal of Archaeological Science, 1995, 22: 429-439
- [32] Shott MJ, Andrew PB. Flake size from platform attributes: predictive and empirical approaches. Journal of Archaeological Science, 2000, 27: 877-894
- [33] Peter H, Clarkson C. Experimental evaluation of Kuhn's geometric index of reduction and the flat-flake problem. Journal of Archaeological Science, 2005, 32: 1015-1022
- [34] Peter H, Amy T. Generalization, inference and the quantification of lithic reduction[J]. World Archaeology, 2010, 42(4): 545-561
- [35] Clarkson C. An index of invasiveness for the measurement of unifacial and bifacial retouch: a theoretical, experimental and archaeological verification[J]. Journal of Archaeological Science, 2002, 29: 65-75
- [36] Michael JS, Margaret CN. Lithic reduction, its measurement, and implications: Comments on the volume[A]. In: Lithic Technology: measures of production, use and curation[C]. Cambridge: Cambridge University Press, 2008: 37-40