

辽宁本溪庙后山遗址铀系测年初步结果*

张 丽 沈冠军

(南京师范大学地理科学学院 江苏南京 210046)

傅仁义

(辽宁省文物考古研究所 辽宁沈阳 110003)

赵建新

(Radiogenic Isotope Laboratory, Centre for Microscopy
and Microanalysis, University of Queensland, Brisbane, QLD 4072, Australia)

The Miaohoushan site, with the recovery of three hominid fossils, 76 stone artifacts and a faunal assemblage of 72 mammalian species, is known for marking the northernmost human presence in Middle Pleistocene China. This paper presents $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ dates on four calcite and two fossil samples from the hominid fossil-bearing 5th and 6th depositional layers of the site. The flowstone intercalated in 5th layer yields an age of 526 ± 30 ka, while three speleothem horizons of the 6th layer give ages of 276^{+60}_{-38} , >535 and 346^{+160}_{-60} ka respectively. Based on these results we propose that the topmost section of the 6th layer should be no less than 200 ka, and the middle part of the 5th layer older than 500 ka. The results here presented, much older than the previous temporal frame based on the U-series dates on fossil bones, are in support of the proposition for a much earlier Homo erectus-archaic Homo sapiens interface in China.

Key word: Miaohoushan site hominid fossil U-series dating speleothem calcite the erectus-sapiens interface

内容提要 庙后山是位于我国东北的重要中更新世人类遗址。报道该地点出土人类化石的第5、6堆积层次生碳酸盐岩和骨化石样的铀系测年结果。夹生于第6堆积层3个钙板的年龄分别为 276^{+60}_{-38} 、 >535 、 346^{+160}_{-60} ka, 其下第5层中的钙板为 526 ± 31 ka, 据此第6层顶部应至少为 200 ka, 第5层中部应大于 500 ka。结果远大于该地点原基于骨化石铀系测年的年代框架, 支持中国直立人和早期智人交替比原认为约 200 ka 早得多的观点。

关键词 庙后山遗址 次生碳酸盐岩 铀系年代 直立人 早期智人

中图分类法 K878

文献标识码 A

一 引言

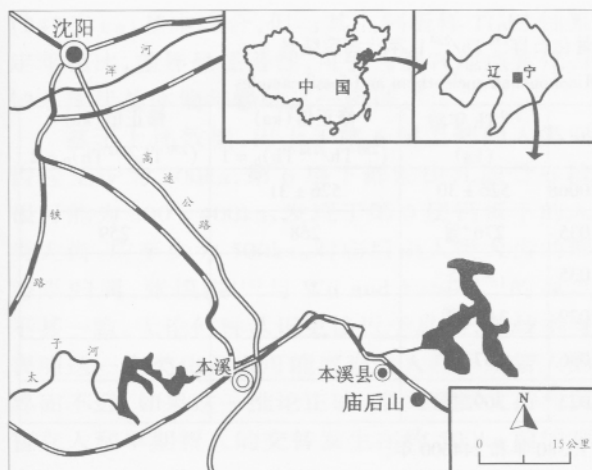
庙后山位于辽宁省本溪市东约 30 公里的本溪县山城子村(图一)。1978 年 5 月,采石工人于山之南坡发现一堆积含化石的石灰岩洞穴,洞口

海拔标高 325 米,地理坐标 $124^{\circ}7'50''\text{E}$, $40^{\circ}14'49''\text{N}$, 与高出流经山下的汤河水面 60 余米的第三级阶地相当。

辽宁省博物馆于 1978~1980 年间会同市县

收稿日期 2007-03-28

* 基金项目:国家自然科学基金(40373031)与 Wenner-Gren Foundation (Gr. 6975) 资助项目。



图一// 庙后山遗址地理位置示意图

文物部门对庙后山地点进行了3次发掘,1982年又组织省内外多家研究单位进行综合研究,并作补充发掘。历次发掘共获人化石3件,其中1枚轻度磨损的臼齿和1少儿股骨残段分别出土于第6堆积层上部和底部,形态学研究将其定为早期智人^[1]。另1枚深度磨损的犬齿发现于第5层中部,张镇洪^[2]将其归为直立人,Wu and Poirier^[3]则认为“从其形态和尺寸上看更接近于智人”。该地点还出土石制品76件,哺乳动物化石72种,其中绝灭种占53%。

庙后山是我国迄今为止发现的地处最北的中更新世洞穴人类遗址,也是我国少有的同时出土早期智人化石和石制品的地点,其年代位置的确立对远古人类地域分布和体质、文化演化史的研究有重要性。原思训等^[4]测定了该地点9个动物化石的 $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ 和 $^{231}\text{Pa}/^{235}\text{U}$ 年代,据此他们将含石制品的第4~7层定在18~337ka,其中出土人类化石的第5~6层为112~247ka。这一年代框架在相关学术研究中广为引用。

具现代解剖特征智人(anatomically modern Homo sapiens,晚期智人,现代人)起源的时间、地点和环境背景是当今古人类学研究的前沿课题之一。东亚直立人(Homo erectus)和早期智人(early Homo sapiens)在演化系统上的联系与此直接相关^[5]。依原有人类化石地点的年代系列,一般认为中国直立人和早期智人的交替发生在约200ka前^[6],远晚于同一事件在非洲发生的~600ka^[7]。这一格局应有利于关于东亚直立人演化较慢和当地早期智人外来的假说。相关遗址年代的准确测定,对中更新世人类演化模式的确立十分重要。

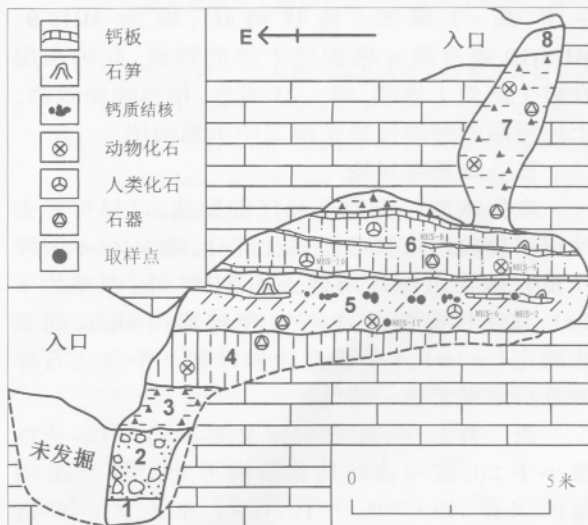
比较纯净致密、结晶良好、无明显风化迹象次生碳酸盐岩的铀系年代具较高可信度^[8]。Chen

and Yuan^[9]曾报道庙后山位于第5堆积层中上部一钙板的 $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ 年代,为 208^{+56}_{-40} ka,与同层动物化石的年代结果基本一致,似支持上述庙后山年代框架的可信度。但这一年代数据的U-Th同位素比相对误差较大,为~6%,若考虑 $\pm 2\sigma$ 误差范围,难以区分150ka以外地质事件的年代。近年来我们和国内外同行实验室积累的数据表明,由于铀迁移模式的不确定性,动物化石不是测定铀系年代的理想材料,洞穴地点这一时标以偏低为主要倾向^[10]。庙后山原有年代框架似难以摆脱这一局限性,其确切的年代位置因此有进一步研究的必要。

我们在2004年10月考察该地点的过程中,找到了前人^[11]描述的夹生于第5堆积层的钙板,遂取样(MHS-6)携回测试。该样用热电离质谱法(TIMS)测定的 $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ 年龄为 526 ± 31 ka,远大于原有对这一层位年代的估计。为获得更为系统、坚实的年代数据,我们于2006年6月再度考察该地点,又采集了3个具有明确层位意义的钙板样和1件动物化石。本文将报道这些样品用经典的alpha能谱铀系测年的初步结果,并讨论其对中更新世人类演化的意义。

二 地层和样品

庙后山遗址堆积总厚~13.5米,依性状可分为8层^[12](图二)。为保护远古文物,剖面被发掘弃土回填。限于时间和规模,我们在现场只清理了覆盖于第5、6堆积层的回填土。第5层为褐黄色粘质砂土层,厚1.5米,中上部有一薄层钙板,除1枚人牙外,还出土少量石器 and 大量哺乳动物化石。第6层为褐黄色砂质粘土层,含少量角砾,厚



图二// 庙后山遗址堆积剖面与测年样品位置示意图

表一// 庙后山地点次生碳酸盐岩和骨化石样 $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ 年代测定结果
Isotopic ratios and $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ age results of Miaohoushan speleothem and fossil samples

样品编号	铀含量(ppm)	$^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$	$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$	$^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$	^{230}Th 年龄 (ka)	修正值(ka) ($^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$) ₀ = 1	修正值(ka) ($^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$) ₀ = 2
MHS-6	0.1447 ± 0.0001	641	1.5936 ± 0.0031	1.8198 ± 0.0068	526 ± 30	526 ± 31	
MHS-8	0.13	11	1.213 ± 0.029	0.969 ± 0.035	276^{+60}_{-38}	268	259
MHS-9	0.07	5.3	1.223 ± 0.034	1.110 ± 0.035	> 535		
MHS-10	0.15	31.3	1.090 ± 0.025	0.986 ± 0.029	346^{+160}_{-61}		
MHS-2	7.9	74	1.479 ± 0.031	0.965 ± 0.036	237^{+33}_{-26}		
MHS-11	10.4	152	1.362 ± 0.019	1.022 ± 0.023	309^{+42}_{-31}		

* 表中同位素比均为放射性强度比, ^{230}Th 和 ^{234}U 半衰期分别为 75380 年和 244600 年。

1.2 米,除人牙和少儿股骨残段外,还出土相当数量的石制品和大量哺乳动物化石,该堆积层顶部与第 7 层交界处、中部和底部与第 5 层界面各有一层钙板发育。这 3 个钙板层形态自然、生长纹理清晰,应为原地生成,但前人似未曾描述。

第 5 堆积层中的钙板横贯整个剖面,但厚度、纯度变化较大。在我们取 MHS-6 处,这一钙板层厚 ~5 厘米,其最上部 0.2 ~ 0.3 厘米呈半透明状、特别纯净致密,作 TIMS 铀系测年的样品即取于此,其下为含大量碎屑物质的胶结物,其中发现一小片骨化石,取为 MHS-2。钙板下堆积中发现一动物骨片,取为 MHS-11。MHS-8 取自第 6 堆积层顶部的钙板层,此为一局部形成的钙板,延展 ~50、厚 ~5 厘米,泥沙含量较高,测定铀系年代的样品为从中剔选出的尽可能纯净致密的亚层。第 6 堆积层中部的钙板在出露剖面上连续,厚 ~10 厘米,泥沙含量甚高,但之上发育一小石笋,直径 ~10、高 ~7 厘米,性状稍好,取为 MHS-9。MHS-10 采自第 6 堆积层下部的钙板,此钙板层在整个剖面上连续,厚 ~25 厘米,相当纯净致密。上述样品的剖面位置在图二中示意给出。

三 结果与讨论

次生碳酸盐岩原样经仔细剔选,以尽可能去除碎屑物质污染和疏松多孔部分。除 MHS-6 因样品量有限而由赵建新博士用 TIMS 外(误差为 $\pm 2\sigma$),其余样品的 $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ 年龄均用 alpha 能谱法测定($\pm 1\sigma$)。4 个碳酸盐岩样和 2 个骨化石样的分析结果于表一给出。

表一样品中, MHS-8 和 MHS-9 的 $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ 值小于 20,需考虑碎屑物质携带的初始 ^{230}Th 引起的误差。设 ($^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$)₀ = 1 和 2, MHS-8“修正”后的年代值亦在表一给出。MHS-9 因 $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ 接近平衡而无需修正。

MHS-6 因样品性状特好, $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ 值高达 641,其年代结果($526 \pm 31\text{ka}$)应有很高的可信度。与 Chen and Yuan^[13]报道的同一钙板测年结果(208^{+56}_{-40}ka)相比,尽管看起来相去甚远,实际上这 2 个数据在 $\pm 2\sigma$ 误差范围内一致,表明原有年代数据的异常偏低主要由统计误差所致。本文 TIMS 铀系测年数据的精度要高得多,正确的可能性应大得多。

第 6 堆积层 3 个钙板层也都给出了比原有骨化石铀系定年大得多的年代结果。位于该层最上部的 MHS-8 性状一般,铀含量较低,致使 $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th} = 11$,其年代结果(276^{+60}_{-38}ka)可信度因此不很高。但即使考虑 $\pm 2\sigma$ 误差范围并修正初始 ^{230}Th ,该样也很少有可能小于 200ka,比原有对这一层位年代的估计(142ka)大得多。若考虑误差范围的另一端,该样很可能大于 300ka。MHS-9 位于该层中部,该样因铀含量偏低,且纯度不很高,致使 $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ 仅为 5.3,年代结果的可信度因此较低。但该样 $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ 在 $\pm 1\sigma$ 范围内为平衡值,表明未被严重风化,支持这一层位年代较老的结论。MHS-10 相当纯净致密,其年代结果($346^{+160}_{-60}\text{ka}$)应有较高的可信度。但限于 alpha 能谱的分辨率,难以给出确切的年代值。鉴于其上 MHS-8 不大可能小于 200ka,其下 MHS-6 的 TIMS 铀系年龄($526 \pm 31\text{ka}$)有较高可信度,并考虑到钙板和碎屑堆积交替反映着全球气候冷暖干湿的旋回, MHS-9 和 MHS-10 为 300 ~ 400ka 的可能性更大些。暂将第 6 层的年代定在 200 ~ 400ka 间,应是合理的。

骨化石从总体上对铀及其子体不构成封闭体系,只在某些场合下方可提供有意义的年代信息。MHS-2 和 MHS-11 的结果分别为 237^{+33}_{-26} 和 309^{+42}_{-31}ka ,与原思训等^[14]报道的同层骨化石样的结果

(247_{-49}^{+83} ka)基本吻合,但与其上钙板样 TIMS 铀系定年相比,差异呈显著性,可引为洞穴地点骨化石铀系年代总体偏年轻的又一例证。

基于上述数据,出土于第6层上部的人类臼齿应至少为200ka,第6层下部的少儿股骨残段很可能为300~400ka,发现于第5层钙板下的人类犬齿,应至少为500ka。对庙后山人类犬齿的形态学归属,张镇洪^[15]与Wu and Poirier^[16]的观点不甚一致。无论何种认识更接近于真实,分歧本身表明这一人类化石很可能离直立人和早期智人的界面不远。如果这一推论正确,本文数据支持我国直立人和早期智人的交替发生在约500ka前的观点。

近年来,基于次生碳酸盐岩铀系定年,我们研究了出土早期智人化石的安徽巢湖银山^[17]、周口店第4地点^[18]和出土同期旧石器的周口店第15地点^[19]的年代,还研究了出土直立人化石的北京周口店第1地点^[20]和南京汤山葫芦洞^[21],这些地点更为可信的年代位置均呈大幅度前移的趋势。主要基于骨化石铀系定年的我国中更新世人类遗址的原有年代序列,很可能被整体低估。我国直立人和早期智人的交替,很可能与非洲同一事件无重要的时间距离。

对庙后山地点进一步的年代研究可望获得有意义的成果。本文给出的alpha能谱数据已接近该法测年上限,数据误差较大。如用质谱法分析经仔细剔选、尽可能纯净致密的次生碳酸盐岩颗粒,应可给出相关层位更为精确的年代。庙后山堆积含多层钙板,为人类遗存年代位置的确立提供了难得的有利条件,这在我国北方的人类遗址中并不多见。该地点遗物丰富,文化堆积保存完好,在本文年代结果的基础上,倘能系统清理剖面,有可能在上部第7和下部第4堆积层中找到适于定年的次生碳酸盐岩样。如是,可进一步确定远古人类在这一地区生存繁衍的年代范围,为中更新世人类演化模式的建立提供重要证据。

(现场考察得到了辽宁省文物考古研究所、本溪市博物馆、本溪县文化局的大力支持,房迎三先生提供了有益的讨论,高斌和王红协助分析样品,向上述单位和个人表示感谢)

[1][2][15]张镇洪:《人类化石》,辽宁省博物馆、本溪市博物馆编《庙后山—辽宁省本溪市旧石器文化遗址》,文物出版社1986年,第17~20页。

[3][16]Wu XZ and Poirier FE. Human Evolution in China.

New York: Oxford University Press. 1995, PP. 150~151.

- [4][14]原思训、陈铁梅、高世君:《骨化石的不平衡铀系年代测定》,辽宁省博物馆、本溪市博物馆编《庙后山—辽宁省本溪市旧石器文化遗址》,文物出版社1986年,第86~89页。
- [5]Etler DA. Homo erectus in East Asia: human ancestor or evolutionary dead-end? Athena Review. 2004, 4(1): PP. 55~67.
- [6]吴新智:《中国远古人类的进化》,《人类学学报》1990年第4期,第312~321页。
- [7]Clark J, Heinzelin J de, Schick KD et al. African Homo erectus: old radiometric ages and young Oldowan assemblages in the Middle Awash Valley, Ethiopia. Science, 1994, 264: PP. 1907~1910.
- [8]Ludwig, KR, Renne, PR. Geochronology on the Paleanthropological time scale. Evolutionary Anthropology, 2000, 9(2): PP. 101~110. Schwarcz HP. Uranium-series dating and the origin of modern man. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B, 1992, 337: PP. 131~137. Shen GJ. $^{227}\text{Th}/^{230}\text{Th}$ dating method, methodology and application to Chinese speleothem samples. Quaternary Science Review, 1996, 15: PP. 699~707.
- [9][13]Chen Tiemei, Yuan Sixun. Uranium-series dating of bones and teeth from Chinese palaeolithic sites. Archaeometry. 1998, 30(1): PP. 59~76.
- [10]Shen GJ. U-series dating of fossil bones: results from Chinese sites and discussion on its reliability. Chinese Journal of Geochemistry, 1996, 15(4): PP. 303~313.
- [11]杨文才:《地层》,辽宁省博物馆、本溪市博物馆编《庙后山—辽宁省本溪市旧石器文化遗址》,文物出版社1986年,第6~16页。
- [12]辽宁省博物馆、本溪市博物馆:《庙后山—辽宁省本溪市旧石器文化遗址·结语》,文物出版社1986年,第92页。
- [17]沈冠军、房迎三、金林红:《巢县人年代位置新证据及其意义》,《人类学学报》1994年第3期,第249~256页。
- [18]Shen GJ, Cheng H, Edwards R L. Mass spectrometric U-series dating of New Cave at Zhoukoudian, China. Journal of Archaeological Sciences, 2004, 31: PP. 337~342.
- [19]Shen GJ, Gao X, Zhao JX et al. U-series dating of Locality 15 at Zhoukoudian, China, and implications for hominid evolution. Quaternary Research, 2004, 62: PP. 208~213.
- [20]Shen GJ, Ku T-L, Cheng H et al. High-precision U-series dating of Locality 1 at Zhoukoudian, China. Journal of Human Evolution, 2001, 41: PP. 679~688.
- [21]Zhao JX, Hu K, Kenneth DC et al. Thermal ionization mass spectrometry U-series dating of a hominid site near Nanjing. Geology. 2001, 29: PP. 27~30.