

中更新世晚期许家窑人化石的研究进展

吴秀杰

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

摘要: 许家窑人类化石在 1976-1979 年发现于泥河湾盆地北部许家窑遗址 (又名许家窑 - 侯家窑遗址) 的 74703 地点。化石包括 1 件儿童左侧上颌骨、3 颗游离臼齿、2 块枕骨、1 件上颌支残段和 13 块顶骨碎片, 代表约 16 个个体, 生存于中更新世晚期。对于许家窑人的演化地位, 长期以来学者们一直持有不同观点, 分别将其归入直立人、尼安德特人、早期智人或者未知人群。最新研究显示: 许家窑人的牙齿、头盖骨和下颌骨的形态都具有原始与进步混合的特征; 许家窑个体呈现有罕见的先天巨顶孔缺陷遗传疾病、暴力冲突产生的创伤愈合痕迹、因营养缺乏导致的牙齿釉质发育不良及适应潜水环境产生有耳圆枕结构; 许家窑人的颅容量为 1700 mL 以上, 其上颌骨内鼻底、颞骨内耳迷路和枕圆枕的形态类似尼安德特人, 牙齿生长发育模式接近现代人。许家窑人特殊的形态特征, 特别是低而宽的头盖部和巨大的颅容量, 与许昌人头骨形态相近, 二者可能代表中更新世晚期 - 晚更新世早期东亚境内生存的一种新型古老型人类——巨颅人, 可能是欧洲先驱人或者尼安德特人的祖先向东亚扩散, 与东亚直立人杂交的后代。

关键词: 许家窑; 人类化石; 中更新世晚期; 东亚; 巨颅人

Research progress on human fossils from the Xujiayao site in late Middle Pleistocene

WU Xiujie

Laboratory of Vertebrate Evolution and Human Origins, Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology,
Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044

Abstract: The Xujiayao hominin remains are key to the study of East Asian human evolution but also the most controversial. The Xujiayao (Houjiayao) site is located west of Liyigou, a tributary on the left bank of the Sanggan River in the northern Nihewan Basin of northern China. The site was first discovered in 1973. Between 1976 and 1979, 21 human fossils were found at the site, including one partial left maxilla, three isolated teeth, two occipital bones, one partial mandible, one left temporal bone and 13 parietal fragments, all representing 16 individuals. Based on the associated fauna, and OSL dating on the middle-lower culture layers, the Xujiayao hominins

收稿日期: 2023-05-05; 定稿日期: 2023-05-11

基金项目: 科技部重点研发项目 (2023YFF0804502); 国家自然科学基金项目 (42372001)

作者简介: 吴秀杰, 研究员, 主要从事古人类学研究。E-mail: wuxiujie@ivpp.ac.cn

Citation: Wu XJ. Research progress on human fossils from the Xujiayao site in late Middle Pleistocene[J]. Acta Anthropologica Sinica, 2023, 42(1): 5-18

lived in the late Middle Pleistocene (about 160-200 kaBP). Evaluations of Xujiayao taxonomy have ranged from being representatives of Asian *H. erectus*, pre-modern *Homo sapiens*, archaic *Homo sapiens*, Neandertals, intermediate between *H. erectus* and modern *H. sapiens*, unidentified hominin species, or related to Xuchang 1, Penghu 1, Xiahe 1 or Denisovans. Over the past 10 years, there has been renewed attention to these fossils. New results suggest that the Xujiayao hominins have a suite of unusual morphological traits that do not conform to existing patterns of morphology from either the time period or the region. These traits include large and morphologically complex teeth, very large cranial capacity (about 1700 mL), Neanderthal-like traits of bi-level nasal floor and temporal labyrinthine patterns that are common, but not exclusive to that lineage, live slow and die old modern growth and development patterns in the immature maxilla, and several primitive early East Asian traits despite the fossils' recent age. In addition, the Xujiayao hominins show various pathologies, including a very rare congenital defect of an enlarged parietal foramen associated with cerebral venous and cranial vault anomalies, multiple traumatic lesions of endocranium, and minor temporal auditory porous new bone in external auditory exostoses. In conclusion, the Xujiayao hominins are characterized by a mosaic of archaic morphological features that distinguish them clearly from *H. erectus*, Neandertals, and modern humans. Given that the Xujiayao and Xuchang crania group closely together in multiple analyses and are quite different from all other comparative Pleistocene hominin crania, we conclude that they represent a new hominin population for the region, Juluren meaning "large head people". It is quite possible that this population represents gene flow between Asian *H. erectus* and possibly *H. antecessor* or early Neandertals, which supports the idea of continuity with hybridization as a major force shaping Chinese populations during the late Middle and early Late Pleistocene.

Keywords: Xujiayao; human fossils; Late Middle Pleistocene; East Asia; Juluren

1 引言

许家窑（许家窑－侯家窑）遗址位于山西省和河北省交界处梨益沟的西侧，即 74093 地点 (113°59'E, 40°06'N)。该遗址发现于 1973 年，经过 1976-1977 和 1979 年三次发掘，清理出 20 件人类化石，包括 1 件儿童上颌骨、3 颗游离臼齿、2 块枕骨、1 件上颌支残段和 13 块顶骨碎片，代表约 16 个个体^[1-5]。人类化石出土于距离地表 8~12 m 深的河湖相地层里，与人类化石伴生的地层中出土了万余件石制品、数以千计的石球、大量具有加工坎砸痕迹的骨角制品和超过 20 个种类的哺乳动物化石。许家窑石制品以石英岩和脉石英为主要原料，小型居多，锤击法为主要剥片方法，砸击法应用较少，石器组合属于华北小石器工业传统^[6]。普氏野马和野驴许家窑遗址动物群中的优势属种，石球可能一种用来捕猎野马和野驴的投掷工具。许家窑人已经出现了有计划地组织很多人到野马集中的地方进行

捕猎的行为，具有捕获整个马科动物居群中任意年龄个体的能力^[7]。从遗址中发现的大量人工切割、砍砸痕迹的碎骨推测，许家窑遗址可能是当时人类的一个“屠宰场”和生活场所^[8]。根据伴生的哺乳动物种类及综合各种年代测定方法判断，许家窑人的生存年代为中更新世晚期，距今约 20~16 万年左右^[5,9]。

由于许家窑发现的人类化石比较破碎（表 1），缺乏反映整体形态特征的典型材料，长期以来学者们对其演化地位一直存有不同的观点：许家窑人可能是北京猿人向尼安德特人的过渡类型^[2]、或者属于尼安德特人^[3]、或者是介于直立人与现代人之间的早期智人^[4]。一些学者注意到许家窑人化石碎片的特殊病理现象，提出许家窑人生前可能遭受过创伤^[3]和得过氟斑病^[2]的观点，但是由于研究手段、研究方法及对比标本的限制，并没有对其进行深入分析。近年来，伴随着高分辨率 CT 技术的发展，一些学者对许家窑人类化石进行了深入研究，对许家窑人的体质特征、健康状况及其演化地位获得了一些新的认识，发现许家窑人是一类非常特殊的人群，迄今难以将其归入任何已有的古人类群体^[5,10]。基于这一背景，本文在汇总近十年来许家窑人类化石的最新研究进展的基础上，探讨和分析许家窑人类化石的演化地位及其意义。

表 1 许家窑人类化石编号、保存状况及死亡年龄
Tab.1 The Xujiayao human fossils catalogue, preservation and age at death

个体编号 Individuals	馆藏编号 IVPP number	发掘编号 Excavation	保存状况Preservation	死亡年龄 Age at death
XJY-1	PA1480	No.1	左侧上颌骨附有3颗萌出恒齿(M1, I1和C1)、3颗埋藏在齿槽中的恒齿(P3, P4, M2)及1颗乳齿齿根	未成年
XJY-2	PA1481	No.2	右侧上颌第2或者第3白齿	成年
XJY-3	PA1482	No.3	小的顶骨碎片	成年
XJY-4a	PA1483	No.4	靠近冠状缝处左侧顶骨前部碎片	成年
XJY-4b	PA1484	No.5	靠近冠状缝处右侧顶骨前部碎片	成年
XJY-4c	PA 491	No.11	靠近矢状缝处左侧顶骨中间部碎片	成年
XJY-5	PA1485, PA1488	No.6	基本完整的左侧顶骨	未成年
XJY-6a	PA1486	No.7	枕骨大部分	成年
XJY-6b	PA1490	No.10	右侧顶骨的大部分	成年
XJY-6c	PA1498	No.17	左侧颞骨的大部分	成年
XJY-7	PA1487	No.8	左侧顶骨后部	成年
XJY-8	PA1489	No.9	右侧顶骨前部	成年
XJY-9	PA1492	No.12	右侧顶骨下部	成年
XJY-10	PA1493	No.13	右侧顶骨靠近星点角	未成年
XJY-11	PA1494	No.14	两侧后上部顶骨	成年
XJY-12	PA1495	No.15	枕骨项部和鳞部	成年
XJY-13	PA1496	No.16	左侧上颌第1或者第2白齿	成年
XJY-14	PA1497	No.10A	右侧下颌支残段	成年
XJY-15	PA1499	No.18	右侧顶骨前部碎片	未成年
XJY-16	PA1500	No.19	右侧下颌第2或者第3白齿	成年

2 人类化石个体编号

表1列举了许家窑化石标本的3类编号系统、化石的保存状况和个体死亡年龄,分别为: 1) 1977-1979年发掘时,根据化石出土顺序采用的发掘编号,共计20个编号,分别为No.1, No.2, ..., No.10, No.10A, No.11, No.12, ..., No.19; 2) 根据中国科学院古脊椎动物与古人类研究所标本馆的馆藏编号,共计21个编号,分别为PA1480, PA1481, PA1482, ..., PA1500; 其中PA1485和PA1488属于同一个体,即No.6,可以较好地拼接在一起; 3) 近10年来,这些许家窑人类化石经过辨析后归入16个个体,并重新编号为XJY-1, XJY-2, ..., XJY-16(图1)。

许家窑人类化石比较破碎,所以无法对其性别进行鉴定。其年龄是根据牙齿萌出的时间、牙齿磨耗状况、骨缝愈合情况或者骨壁的厚度进行的推算^[1],其中未成年个体4例、成年个体12例。标本的石化程度都非常重,呈浅黄色或者黄褐色,保存在中国科学院古脊椎动物与古人类研究所。

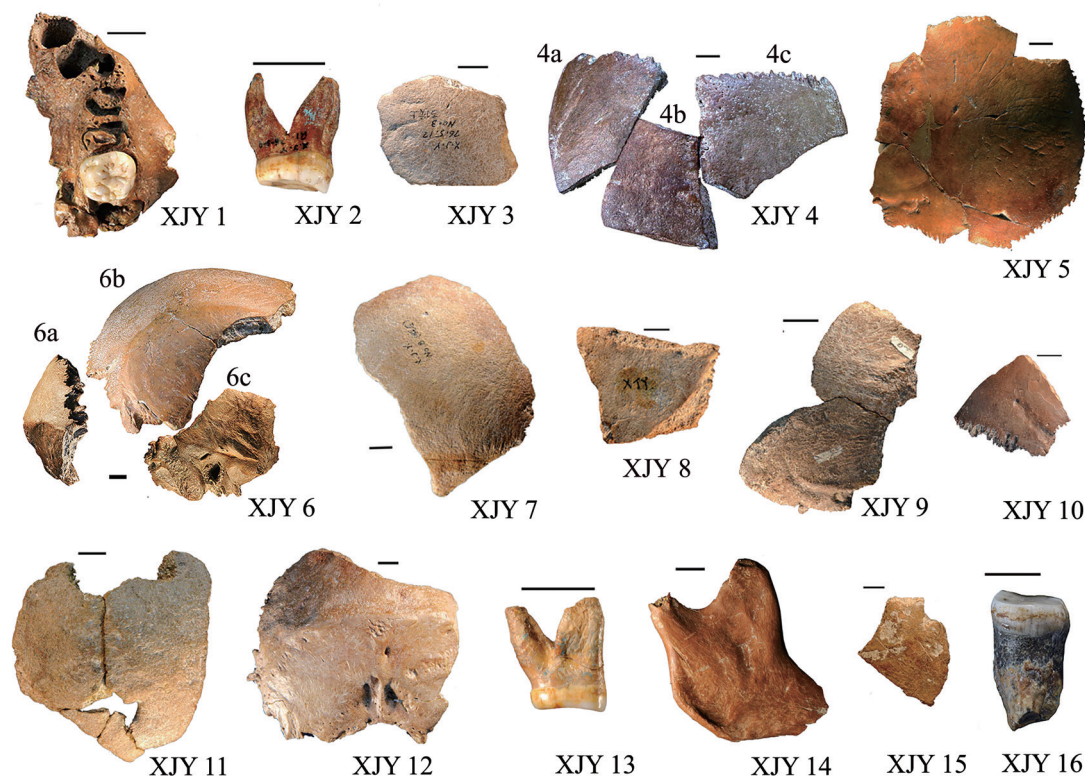


图1 用于本文分析的许家窑人类化石16个个体

Fig.1 The 16 individuals of Xujiayao hominins used in the present study

XJY-1. 许家窑1号个体上颌骨顶面观 Xujiayao 1 maxilla in superior view; XJY-2, 13, 16. 许家窑三颗游离牙齿远中面观 Three Xujiayao isolated teeth in distal view; XJY-3-12, 14-15. 许家窑头盖部化石碎片外侧面观 Xujiayao cranial fossil fragments in lateral view. 比例尺 Scale: 1 cm

3 体质形态学

许家窑 20 件人类化石碎片分属于 16 个个体（表 1），包括 1 件附有部分牙齿的儿童左侧上颌骨（XJY-1）、3 颗游离臼齿（XJY-2, XJY-13 和 XJY-16）、13 件顶骨（XJY-3, XJY-4a, XJY-4b, XJY-4c, XJY-5a, XJY-5b, XJY-6b, XJY-7, XJY-8, XJY-9, XJY-10, XJY-11 和 XJY-15）、2 件枕骨（XJY-6a, XJY-12）、1 件颞骨（XJY-6c）和 1 件右侧下颌支残段（XJY-14）。

近十年来，一些学者对许家窑上颌骨、下颌骨、牙齿和部分头盖骨碎片进行了研究，利用 CT 技术 3D 虚拟复原了 XJY-6 头盖骨，勾画出许家窑人的大体形态特征。以下分别从上颌骨、下颌骨、牙齿、头盖骨等 4 个方面，介绍许家窑人类化石体质形态方面的研究成果。

3.1 许家窑 XJY-1 个体生长发育及其内鼻底形态

XJY-1 人类化石的面部骨骼只保存有 1 块附有部分牙齿的左侧上颌骨残段。该化石发现于 1976 年，保留有不同生长时期的牙齿（图 2: A, B）：第一恒臼齿刚刚萌出不久；门齿、犬齿、前臼齿和第二臼齿还都在颌骨中即将萌出，或者隐藏在齿槽中。贾兰坡等^[2]根据现生儿童牙齿萌出的一般程序，认为这件上颌骨属于一个年龄为 7-9 岁的儿童个体。邢松等^[12,13]使用 CT 和同步辐射扫描技术，根据 XJY-1 萌出和未萌出恒齿的内外长短周期线，推算出该个体的死亡年龄为 6.5 岁。区别于其他灵长类、非洲早期人属、南方古猿和直立人牙齿的较快生长发育节奏，现代人儿童的牙齿具有独特的、较长的生理系统生长和发育期，表现为齿颈侧较多的釉面横纹、较长的齿冠形成时间、较晚的第一臼齿萌出时间。XJY-1 恒齿的齿冠形成时间、齿根形成时间和速率、齿冠钙化的开始时间和第一臼齿的萌

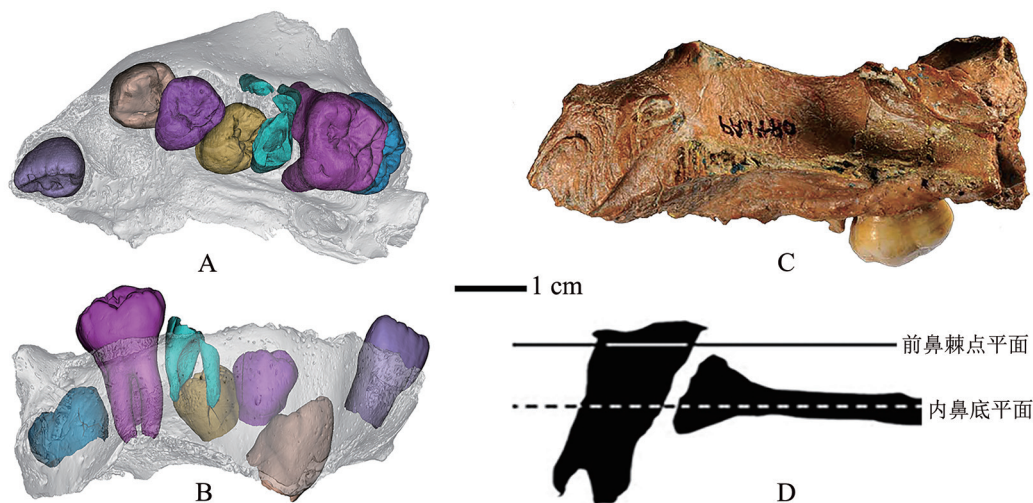


图 2 许家窑 1 号上颌骨形态

Fig.2 The XJY-1 maxilla morphology features

A, B. 三维虚拟复原上颌骨牙齿发育程度顶面和前面观 3D reconstruction of the dental development in superior and anterior views;

C. 内面观示双层型内鼻底 Interior view showing bi-level nasal floor; D. 模式图示前鼻棘点平面和内鼻底平面 Drawing image showing the anterior nasal spine floor and internal nasal floor

出时间和釉面横纹的分布规律，位于现代人幼童生长和发育期的变异范围内，显示其已经步入现代人的生长发育模式。

XJY-1 保存有完好的内鼻底解剖结构。内鼻底即鼻腔内部底部的平面，根据其通过与上颌侧门齿、鼻腔入口外鼻口的位置，内鼻底通常被分为 3 种类型：1) 水平型，鼻棘点与内鼻底的高度相近，二者连续形成一个平坦面；2) 缓坡型，鼻棘点略高于内鼻底，形成一个缓慢向内略倾斜的坡面；3) 双层型，鼻棘点明显高于内鼻底，向内急剧倾斜或形成一个明显的向下凹陷。

内侧面观（图 2: C），XJY-1 鼻腔内部的内鼻底平面明显低于前鼻棘点平面，表现为明显的双层型内鼻底结构（图 2: D）。以往研究显示，尼安德特人双层型内鼻底的出现率大于 80%，远远高于其他非 - 尼安德特人的更新世人类及现代人群，因此双层型内鼻底通常被认为是尼安德特人特异的或自近裔性状。结合 XJY-1 双层型内鼻底的出现特点，吴秀杰等^[14]对欧亚大陆东亚古人类的内鼻底结构进行了观察，发现欧亚大陆东方的古老型智人多表现为双层型内鼻底，晚期人类及现代人群则主要表现为水平型内鼻底，虽然也有双层型出现，但比例很低，证实高频率出现的双层型的内鼻底并不是尼安德特人独有的特征。

3.2 许家窑 XJY-14 下颌支的镶嵌型形态特征

XJY-14 右侧下颌支残段发现于 1977 年，该下颌支保留有大部分外侧面和部分内侧面，喙突、下颌切迹和下颌角基本完整，髁状突缺失。1980 年，吴茂霖^[3]对这件下颌支进行了初步描述，提出许家窑下颌支比现代人低而宽、下颌角比现代人小、内面翼肌粗隆比北京猿人（周口店直立人）显著，下颌支的总体特点位于北京猿人和现代人之间。

2014 年，吴秀杰和 Trinkaus^[15]对 XJY-14 下颌支进行了细致的研究（图 3），通过与欧亚大陆中更新世晚期古人类下颌支的对比，发现许家窑人的下颌支的形态具有复杂的镶嵌型形态特点，在保留下来的可对比的 6 个非连续型性状中：2 个性状（下颌切迹凹嵴位于髁突外侧、开放型下颌孔后缘）在现代人群中的出现率非常高，属于晚期人类特征；2 个性状（不对称下颌切迹、宽阔型下颌支）属于古老型人类特征，在现代人群中出现率很低；2 个性状（粗大型上翼内肌结节、外翻型下颌角）在尼安德特人出现率特别高，通常被认为是尼安德特人的性状。许家窑下颌支呈现出来的混合特征，在以往中更新世晚期人类还没有发现，作

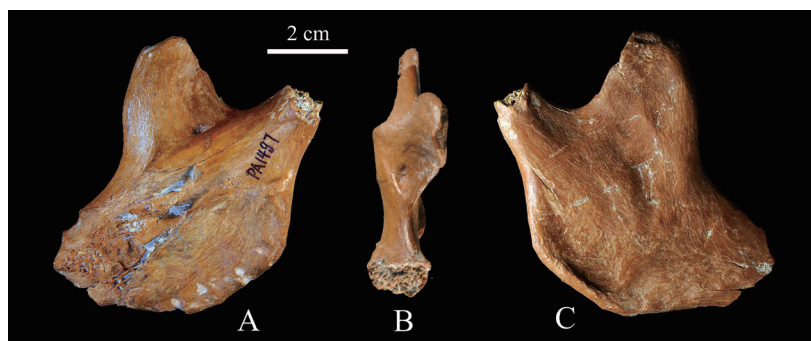


图 3 许家窑 14 号下颌支
Fig.3 The XJY-14 mandible ramus

A. 内侧面 medial view; B. 顶面 superior view; C. 外侧面 lateral view

者认为可能与东亚人类的地区变异有关。

3.3 牙齿的原始与进步特征

许家窑牙齿化石一共 9 颗恒齿, 包括 XJY-1 下颌骨附着有 6 颗和 3 颗游离臼齿 (XJY-2、XJY-13 和 XJY-16), 化石分别发现于 1976、1977 和 1979 年 (图 4)。以往学者对许家窑牙齿进行过初步研究, 主要是侧重对其大小尺寸和大体形态的描述, 提出: 许家窑牙齿的粗壮程度大于现代人, 落入了北京猿人的变异范围之内; 牙齿的形态特征保留了北京猿人牙齿主要特点, 如门齿具有发育的舌突、犬齿舌面和臼齿冠状面纹饰复杂等^[2,3]。

2015 年, 邢松等对许家窑 9 颗人类牙齿化石进行了综合细致研究^[10], 利用 CT 技术复原出许家窑儿童个体尚未萌出的恒齿以及 3 颗游离的成年个体牙齿的齿质表面形态 (Enamel-dentine junction), 结合传统的牙齿表面的形态观测, 结果发现许家窑人牙齿的形态呈现出原始与进步特征混合的镶嵌状态, 具体表现为: 1) 保留了许多东亚早中更新世化石人类的原始特征, 包括牙齿齿冠尺寸较大、前部牙齿复杂的附属结构、上颌第四前臼齿不对称的齿冠外轮廓、上颌第一第二臼齿梯形的齿冠外轮廓、上下颌第二臼齿粗壮且分叉明显的齿根系统, 这些特点使其明显区别于同时代的早期现代人和尼安德特人; 2) 相对东亚早中更新世人类, 又表现出现代人常见的特征, 包括相对较弱的前部牙齿附属结构、前臼齿咬合面纹理简单和颊侧面光滑、上颌第三前臼齿的齿冠外轮廓对称, 以及下颌第三臼齿齿冠外轮廓呈对称的椭圆形; 3) 第 1 臼齿偏菱形且突出的次尖、第 3 臼齿具有连续的中三角脊等尼安德特人的典型特征, 在许家窑牙齿中没有体现。据此, 作者提出形态的

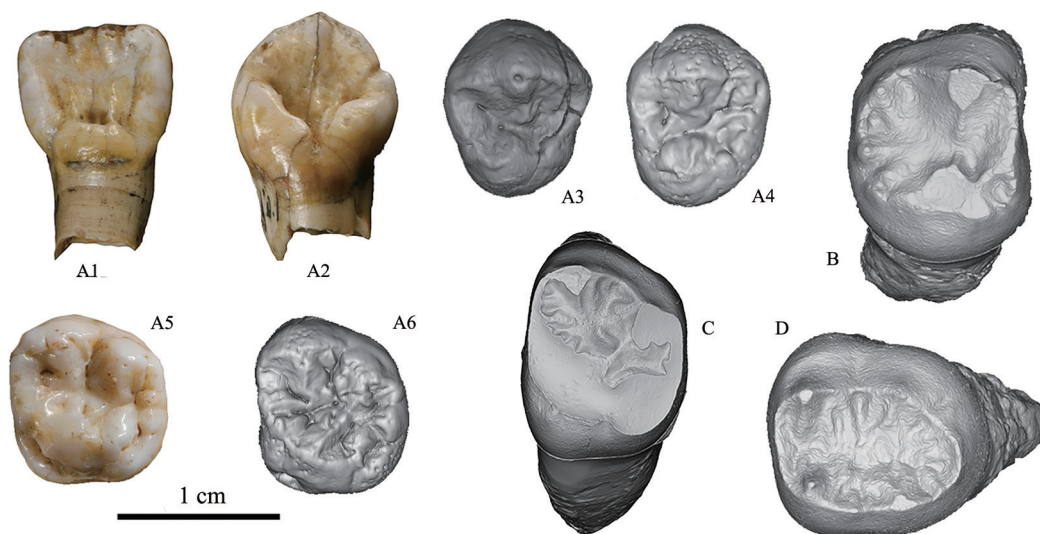


图 4 本文分析的许家窑人的 9 颗牙齿化石

Fig.4 The nine Xujiayao teeth fossils used in the present study

A1-A2. 许家窑 1 号上颌骨门齿和犬齿化石舌面观 XJY-1 maxillary incisor and canine in lingual views; A3-A4. 三维虚拟复原的许家窑 1 号上颌骨第 3、第 4 前臼齿咬合面观 3D virtual reconstruction of XJY-1 maxillary third and fourth premolars in occlusal views; A5. 许家窑 1 号上颌骨第 1 臼齿咬合面观 XJY-1 maxillary first molar in occlusal view; A6. 三维虚拟复原的许家窑 1 号上颌骨第 2 臼齿咬合面观 3D virtual reconstruction of XJY-1 maxillary second molar in occlusal view; B, C, D. 三维虚拟复原的许家窑 2 号、13 号和 16 号臼齿齿质表面形态冠状面观 3D virtual reconstruction the EDJ surface of XJY-2, 13 and 16 in occlusal views

原始到进步并非简单地随演化时间而呈线性变化,像许家窑这样原始状态在相对晚的时间出现,可能是由于地域隔离造成的,或者代表一种未知人群^[10]。

3.4 许家窑头盖骨碎片及其 3D 虚拟复原的头后骨

许家窑人类头盖部骨骼保留的部位包括 13 件顶骨、1 件颞骨和 2 件枕骨,分别属于 8 个成年个体 (XJY-3, XJY-4, XJY-5, XJY-6, XJY-7, XJY-8, XJY-9, XJY-11) 和 2 个未成年个体 (XJY-5, XJY-15)。以往学者只对许家窑游离的骨片表面形态特征进行过简单的描述和对比^[2-4],最新研究确定^[5],1976 年发现的枕骨(图 5: A)、1977 年发现的右侧顶骨(图 5: B)和 1979 年发现的左侧颞骨(图 5: C)属于同一个个体,根据个体编号命名为 XJY-6,代表 1 件较为完整的头盖骨后部(图 5: D-F)。

许家窑头盖部的骨骼比较厚重,顶骨厚度接近北京猿人的上限值,超过了尼安德特人和现代人^[2];顶骨颞线发达,脑膜中动脉分支比北京猿人细且多,但比现代人粗^[3]。枕骨的形态与北京猿人相比有很大区别,枕骨圆枕呈中间宽而两翼窄的一条横脊,无明显圆

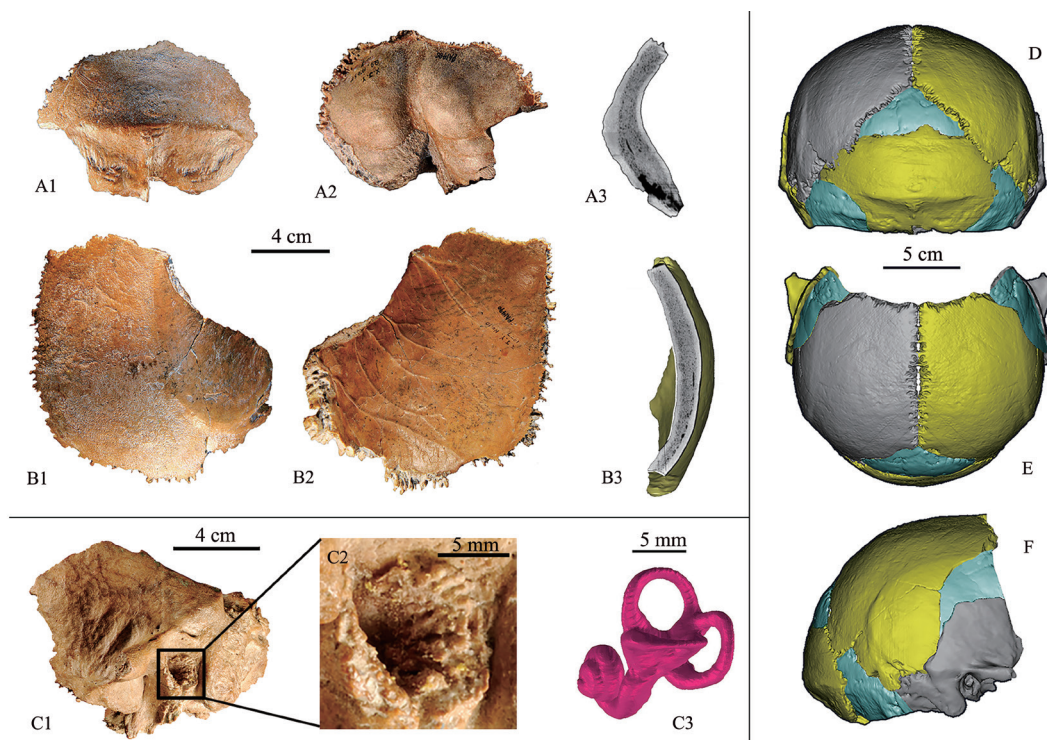


图 5 许家窑 6 号化石碎片及三维虚拟复原的头盖骨

Fig.5 The XJY-6 fossil fragments and 3D virtual reconstruction cranium

A1-A2. 枕骨化石外侧面和内侧面观 Lateral and internal views of the occipital bone fossil; C3. 通过枕外隆凸位置的 3D 虚拟复原矢状切面,示枕骨骨壁厚度 3D virtual reconstruction sagittal section through the external occipital protuberance, showing the thickness of the occipital bone; B1-B2. 顶骨化石外侧面和内侧面观 Lateral and internal views of the parietal bone fossil; B3. 通过顶结节位置的 3D 虚拟复原矢状切面,示顶骨骨壁厚度 3D virtual reconstruction sagittal section through the parietal tuber, showing the thickness of the parietal bone; C1-C2. 颞骨化石外侧面观及扩大的耳圆枕 Lateral view of the temporal bone fossil and enlarged external auditory exostoses; C3. 三维虚拟复原的内耳迷路外侧面观 Lateral view of the 3D image of the internal labyrinths; D, E, F. 三维虚拟复原的头盖骨后面、顶面和右侧面观 3D Posterior, superior and right lateral views of the 3D virtual reconstruction cranium.

枕上沟，大脑窝明显大于小脑窝^[2]。枕骨和顶骨一样，骨壁非常厚，枕骨圆枕处中心厚度 18 mm，超过了尼安德特人和现代人，落入了北京猿人的数值^[3]。许家窑颞骨的形态大多数介于直立人与现代人之间，包括乳突上脊粗壮程度、乳突稍偏向内侧等；与现代人相同的特征，主要有颞鳞的形状、乳突上脊与颞突处在同一水平面上等；少数性状与北京猿人接近，如关节结节不明显、乳突厚度等^[4]。

利用 CT 技术，研究工作深入到颞骨骨壁的内部结构及整体形态的分析^[16]，在许家窑颞骨外耳孔内壁发现了耳圆枕结构（图 5: C2）。XJY-6 颞骨的外耳孔前部的内壁光滑，后下方内壁表面不规则，具有微弱的隆起的骨质结构——耳圆枕。耳圆枕为颞骨外耳孔内壁增生的骨质突出物，通常为圆形，可部分或者大部分堵塞外耳道，严重的可导致耳聋。临床和生物考古学观察表明，耳圆枕产生的原因主要是由于长期冷水刺激外耳道粘液骨膜管而形成的适应性结构。XJY-6 个体颞骨的外耳孔窄而高，外耳孔内壁后下方有不规则的增厚的骨质隆起小结节——耳圆枕，这些小结节沿着外耳道向内延伸长度 13~15 mm 左右^[16]。许家窑人生存的环境为河湖相沉积，推测许家窑人生前可能是潜水捕鱼能手，因适应长期在水中的捕食活动，冷水刺激耳部导致耳孔内部感染，形成隆起的骨质结构^[16]。

许家窑颞骨的枕圆枕呈线形且不发育，无枕圆枕上沟；内耳迷路半规管的形态表现为“尼人内耳迷路模式”，即前半规管较小、外半规管较大、后半规管位置靠下，表现出不同于其他人属成员的特殊形态。相对于尼人内耳迷路模式，其他更新世及全新世人类相似的内耳迷路类型被称为“祖先内耳迷路模式”。XJY-6 颞骨较为完整，3D 虚拟复原的内耳迷路显示出与尼安德特人相似的模式，表现为典型的“尼人内耳迷路模式”，但是其颞骨的外表上并没有表现出尼人特有的衍生性状。该研究为探讨性状的演化意义提供了证据，同时也说明“尼人内耳迷路模式”并不是欧亚大陆西方尼安德特人特有的特征^[17]。

利用 CT 技术和镜像原理，吴秀杰等^[5]3D 虚拟复原出 XJY-6 头盖骨后部的整体形态（图 5: D, E, F），推算出许家窑人的颅容量为 1700 mL 左右，这是迄今为止发现的中更新世颅容量最大的古人类。从整体形态上看，XJY-6 头盖骨后部最宽处位置较低，类似于东亚直立人；顶骨向两侧隆起，呈圆隆形，类似于现代人。结合其颞骨外表东亚古人类特征及内部的尼安德特人内耳迷路模式，以及与许昌人相似的众多形态特点，笔者认为，许家窑人和许昌人可能是同一类人群；在距今 30-10 万年左右，中国境内可能生存着一种体质特征特殊的人群。

4 病理和创伤

在许家窑 16 个体中，3 个个体（XJY-5, XJY-8, XJY-12）的外表面有创伤愈合痕迹^[18]，1 个个体（XJY-11）具有先天遗传疾病^[19]，1 个个体（XJY-1）的牙齿表现为釉质发育不全^[20,21]。

4.1 创伤痕迹

当骨骼遭到外部强力撞击后，被击中部位的骨壁解剖结构被破坏，导致局部骨骼凹陷、线性骨折、破碎或者穿孔，形成愈合或者未愈合的创伤痕迹，古人类化石表面的创伤痕迹

是分析人与人之间发生争斗或者摔伤的重要证据。XJY-5 左侧顶骨的右下角 (图 6: A)、XJY-8 右侧顶骨碎片的中央区域 (图 6: B) 和 XJY-12 枕骨的圆枕上部 (图 6: C) 的外表骨质呈现有受到外力的撞击而产生的不规则骨质凹陷及其愈合的创伤痕迹, 其产生的原因可能是捕食、被捕食或者个体间冲突造成的, 如果是后者, 导致的原因可能是事故、小争执或严重的攻击。鉴于创伤的位置处于头盖骨的中上部的顶骨颞线或枕骨项线上方, 最大可能是人与人发生冲突时, 面对面或者从后面打击导致^[18]。

4.2 罕见的先天遗传疾病

XJY-11 为一成年个体双侧顶骨中后部残片, 骨壁厚重, 标本后方有 1 个 2 cm 左右的异常穿孔 (图 6: D)。贾兰坡等^[2]最初研究时注意到这个孔洞, 发现虽然此孔的一边在发掘时破损, 但其余三边可以看出并不是自然的破损面, 提出可能是生前受过创伤。吴秀杰等^[19]利用高分辨率 CT 对这个穿孔重新进行了研究, 发现穿孔边缘处外板光滑转向内板, 无受伤愈合迹象, 穿孔后方的矢状缝斜行偏向右侧顶骨, 颅内面加宽的上矢窦静脉压迹延伸伸到巨顶孔后缘。排除创伤、脑瘤、大蛛网膜颗粒压迹、颅骨纤维异常增生症、结核和梅毒感染等因素造成的骨壁缺损, 鉴定结果显示, 穿孔为先天形成的穿过矢状缝的单巨顶孔伴随血管系统异常, 此缺陷虽然没有导致个体死亡, 但是却可能导致次生的神经系统异常。

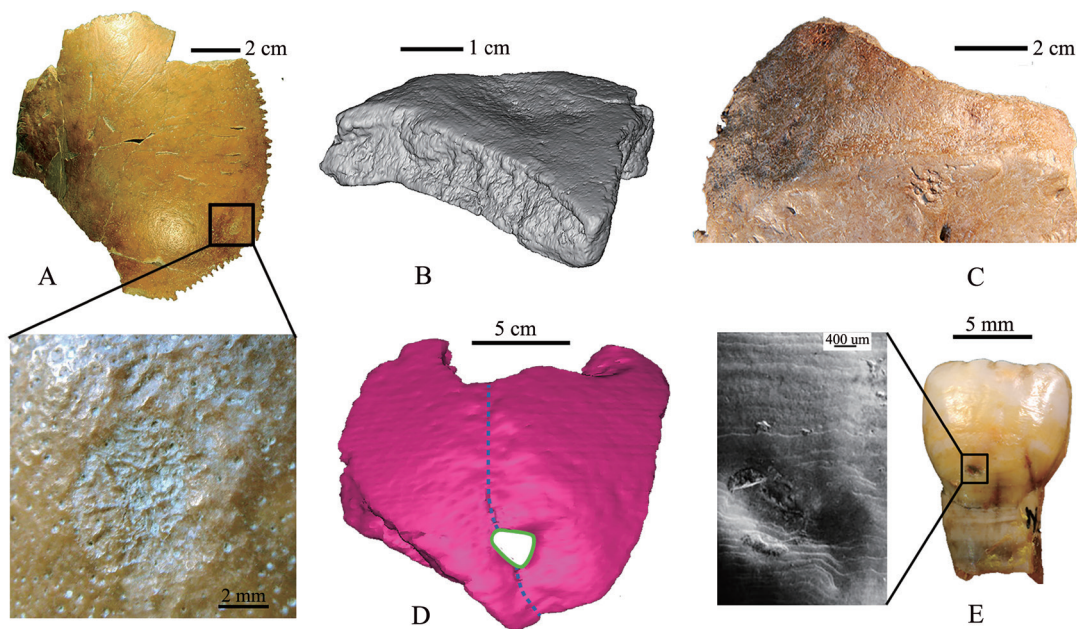


图 6 许家窑化石的创伤和病理

Fig.6 Trauma and pathology of the Xujiayao fossils

A. 许家窑 5a 号顶骨上外侧观, 示后上位置的放大创伤痕迹 Superolateral view of the XJY-5a extracranial surface, showing detail of the posterosuperior lesion; B. 3D 虚拟复原的许家窑 8 号顶骨后外侧观, 示凹陷的创伤位置 Posterosuperior view of 3D reconstruction XJY-8 parietal bone, showing the depressed lesion; C. 许家窑 12 号枕骨化石外侧观, 示 3 处小的不规则创伤痕迹 External views of the XJY-12 extracranial surface, showing the three small extracranial irregularity lesions; D. 3D 虚拟复原的许家窑 11 号顶骨外侧观, 示扩大的顶骨孔 Exterior view of 3D reconstruction XJY-11 parietal bone, showing the enlarged parietal foramen; E. 许家窑 1 号上颌门齿颊侧面凹陷坑处的电镜扫描图片 Scanning electron microscopy scan of the depression pit on the buccal side of XJY-1 I¹

正常情况下, 顶孔位于颅骨状缝顶孔段, 其直径通常小于 4 mm, 是贯通枕静脉和上矢状窦之间的导静脉、以及脑膜动脉和枕动脉之间吻合的孔道。不同于正常顶孔, 巨顶孔为少见的颅骨先天发育缺陷导致的骨壁缺损, 具有家族遗传性, 是常染色体显性遗传导致的疾病。现代人群巨顶孔出现率为 1/25000, 孔直径为 10 mm 左右, 个别达到 15 mm 以上, 多数患者的巨顶孔对称地出现在顶骨后部矢状缝的两侧, 单巨顶孔病例极其罕见。XJY-11 是首次在更新世古人类发现的巨顶孔病例。

4.3 牙釉质发育不良

XJY-1 儿童个体前部牙齿齿冠基部有明显的黄色小凹坑, 贾兰坡等^[2]认为这可能是氟性斑釉齿病症留下的痕迹, 但没有对此进行深入研究。邢松等^[20,21]利用电子显微镜和显微断层 CT 扫描技术, 发现前部门齿和犬齿表面的这些黄色小坑或凹陷是釉质发育不良的表现(图 6: E), 而不是个体患有氟斑牙病后牙齿受咀嚼压力而产生的物理破损; 进一步同步辐射扫描证实, 前部牙齿的釉质密度均匀, 没有出现浅层釉质矿化减小的现象, 不支持该个体因釉质矿化过程受影响而患有典型氟斑牙的结论。

5 讨论和分析

5.1 许家窑人的独特体质特征

综合许家窑上下颌骨、牙齿和头盖骨的形态结构, 许家窑人具有原始和进步特征混合的体质特征, 但同时也显示出不同的特点:

1) 保存有东亚直立人的一些原始特征, 表现在宽阔的下颌支、不对称型下颌切迹、牙齿较大、明显的铲形门齿、前臼齿齿冠轮廓不对称且具有复杂的附属结构、上下颌第二臼齿粗壮且分叉明显的齿根系统、头盖骨低矮、乳突小而内向、外耳孔窄高呈卵圆形、两侧顶骨旁矢状缝凹陷、顶骨和枕骨骨壁厚重等; 不同于直立人较小的颅容量(600~1225 mL), 许家窑人的颅容量非常大(1700 mL)。此外, 二者的差异还表现在许家窑人头盖骨的后部明显增大、颞鳞较高、枕项平面转折呈钝角、角圆枕微弱、头骨纤细化。

2) 具有尼安德特人的一些特征或者在尼安德特人出现率较高的性状, 表现在双层型内鼻底、粗大的上翼内肌结节、翻转型下颌角, 颞骨内耳迷路的前半规管较小、外半规管较大、后半规管位置靠下, 枕圆枕不发育。但是同时, 一些尼安德特人的典型特征在许家窑化石中并没有体现, 如第 1 臼齿偏菱形且突出的次尖、第 3 臼齿连续的中三角脊、外耳孔呈长而矮的水平卵圆形、颧弓基部水平延长线穿过外耳孔中部、向后馒头状凸起的枕部以及枕圆枕上凹陷等。

3) 具有早期现代人的进步特征或者在现代人中出现率较高的性状, 表现在增大的颅容量、指状突起减弱的门齿、较弱的犬齿脊等。不同于现代人, 许家窑人的颅穹隆宽而低矮, 最大宽的位置位于两侧颞骨基部, 牙齿较大; 而现代人的头盖部圆隆, 最大宽的位置在两侧顶骨中部, 牙齿较小。

5.2 许家窑人在中国古人类演化上的地位

迄今在中国境内发现的更新世人类化石, 主要包括距今 170-40 万年的直立人、距今 10-1.2 万年的早期现代人, 及处于二者之间的距今 30-10 万年之间的演化地位不明确的中更新世晚期古老型人类。因这些古老型人类的体质特征位于直立人和早期现代人之间, 以往这些化石被笼统地归纳为“古老型智人”或者“早期智人”, 如大荔人、金牛山人、马坝人、华龙洞人、哈尔滨人及许昌人等。近年来的研究发现这些化石的形态特征表现为多样性, 将其全部归入古老型智人不能准确地反映中国古人类演化的模式及规律^[22-24]。

大荔标本的颅容量为 1120 mL^[25], 与许家窑头盖骨对比, 大荔头骨最大宽位置靠上、顶骨较短、矢状脊明显、枕项平面转折角度小、枕骨的上项平面较长。二者的共同特征包括: 颞线明显, 其末端连接较弱的角圆枕; 颞鳞较高、乳突较小内收、枕圆枕较弱、顶结节不显著。金牛山标本的颅容量为 1390 mL^[26], 最大宽的位置在两侧颞骨中上部, 类似大荔, 但明显高于许家窑。不同于许家窑, 金牛山头骨具有较弱的顶矢状脊、较薄的骨壁、较长的枕上平面、枕项平面转折角度较小, 总体形态更接近大荔。马坝人的颅容量为 1300 mL 左右^[27], 其圆形的似尼安德特人的眼眶引起学术界的关注。许家窑和马坝头盖骨共同的特征包括: 无矢状脊、两侧旁矢状缝顶部凹陷、颞线长而明显; 不同于许家窑, 马坝头骨的骨壁较薄, 整体尺寸较小。华龙洞 6 号头骨为未成年个体, 颅容量为 1150 mL^[28]。与许家窑对比, 华龙洞头骨和牙齿的尺寸都较小、颅骨最大宽位置靠上、牙齿结构简单。哈尔滨头骨的颅容量为 1420 mL^[24], 与许家窑头骨的共同特点包括: 头骨长而低、无矢状脊、枕项平面转折为钝角、顶结节不明显、颞线末端连接线形角圆枕、乳突较小内收、枕圆枕发育较弱、无圆枕上凹陷; 但也存在不同之处, 与许家窑头骨相比, 哈尔滨头骨的最大宽位置相对较高。相比其他中更新世古人类, 许昌 1 号^[29]与许家窑 6 号头骨有更多相似的特征, 包括: 巨大的颅容量、低而宽头骨形状、最大宽位置较低、无矢状脊、乳突小且内收、垂直的卵圆形外耳孔、旁矢状缝顶骨凹陷、较弱的枕圆枕、较高的颞鳞片等, 特别是二者都具有尼安德特人的内耳迷路模式, 这在其它的中国古人类化石中还没有发现。

近年来报道的丹尼索瓦人牙齿、澎湖和夏河人下颌骨文章, 许家窑人牙齿和下颌支为其中最重要的对比标本^[30-32]。丹尼索瓦、澎湖和夏河保留下来的牙齿都很大, 牙齿都不具有典型的尼安德特人牙齿特点, 虽然下颌支有部分解剖结构可以对比, 但由于化石比较零碎, 缺乏反映整体形态特征的典型材料, 对于三者之间的演化关系目前还难以定论。

5.3 许家窑人健康和生存适应

许家窑人栖息在湖滨岸边, 过着渔猎和采集生活。根据颞骨耳圆枕出现、遗址中发现的大量石球及人工切割、砍砸痕迹的碎骨, 推测许家窑人已经具备潜水和集中狩猎的技能。多个个体的创伤愈合痕迹及生长发育异常病例的高出现率, 提示许家窑人有着特殊的生存压力和近亲繁殖现象。

近年来, 更新世古人类化石一系列创伤、病理及生长发育异常的病例被相继发现, 这些病例有些是后天因素导致的, 如许家窑 5 号、8 号和 12 号个体的创伤痕迹、1 号个体的牙釉质发育不良、6 号个体的耳圆枕结构; 还有一些异常是先天缺陷遗传因素造成的, 如许家窑前臼齿咬合面纹路简单 11 号个体出现的罕见的先天缺陷巨顶孔, 有些异常或病变即使在现代人群中的出现率也非常低, 有些甚至极其罕见。导致创伤的主要原因有意外

摔伤或者人群之间的暴力冲突, 牙釉质发育不良与营养缺乏有关, 先天遗传疾病可能与更新世人群的近亲交配有关, 目前尚不能确定这些人群在多大程度上是近亲交配的, 但是尼安德特人和一些晚更新世晚期人类埋藏学上的证据已经显示, 更新世人群内部的遗传关系是非常密切的, 小群体、高密度近亲交配的结果是人口出现高比例的先天异常或疾病。如果综合这些异常的出现比例, 那么在极其稀少的更新世古人类化石中发现这些病例的概率低到几乎不可能。中更新世晚期古人类成员复杂, 直立人、古老型智人、尼安德特人、早期现代人交叉出现在这个阶段, 人口不稳定似乎是大多数更新世狩猎者的特点^[33]。

许家窑人类发现的人类化石虽然代表的个体数较多, 但异常个体的出现率很高, 占 37.5%(6/16)。人群间的暴力冲突、营养缺乏、疾病等生存压力以及近亲繁殖现象, 即便不致命, 也会造成人群健康水平、生存竞争能力、平均寿命的降低, 最终导致这个人群灭绝消失。

6 结论

许家窑人类化石是探讨东亚地区中更新世晚期人类演化及其生存状况的最重要化石标本之一。许家窑人的牙齿、下颌骨和头盖骨的形态既表现出东亚直立人、欧洲尼安德特人和晚更新世早期现代人混合的原始和进步特征, 但同时又具有明显区别于东亚更新世古人类、欧洲中更新世人类以及同时代的早期现代人、尼安德特人的形态特点, 是一类非常特殊的群体, 体现了东亚地区中更新世晚期人类演化的多样性和复杂性。对比其他更新世古人类, XJY-6 与许昌 1 号头盖骨有更多相似的形态特征, 二者的生存年代和生存环境接近, 两个遗址的距离也较近, 二者可能属于同一类人群。基于二者都具有巨大的颅容量, 本文作者认为他们代表了该地区一种新型的古人类, 将其命名为“巨颅人”, 该类群可能源自于东亚直立人与欧洲尼安德特人祖先等迁入者杂交的后代。许家窑人特殊的体质特征支持杂交连续性是中更新世晚期和晚更新世早期中国古人类演化模式的观点。

致谢: 感谢刘武研究员最早提出的“巨颅人”一词。感谢吴茂霖研究员对许家窑人化石研究的支持和帮助!

参考文献

- [1] 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, 2: 97-114
- [2] 贾兰坡, 卫奇, 李超荣. 许家窑旧石器时代文化遗址 1976 年发掘报告 [J]. 古脊椎动物与古人类, 1979, 17(4): 277-293
- [3] 吴茂霖. 许家窑遗址 1977 年出土的人类化石 [J]. 古脊椎动物与古人类, 1980, 18(3): 229-238
- [4] 吴茂霖. 许家窑人颞骨研究 [J]. 人类学学报, 1986, 5(3): 220-226
- [5] Wu XJ, Bae JC, Martin F, et al. Evolution of cranial capacity revisited: A view from the late Middle Pleistocene cranium from Xujiayao, China[J]. Journal of Human Evolution, 2022, 163: 103119
- [6] 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, 23: 275-288
- [7] Li JS, Zhang SQ, Bunn HT, et al. A preliminary application of dental cementum incremental analysis to determine the season-of-death of equids from the Xujiayao site, China[J]. Science China Earth Sciences, 2017, 60: 1183-1188

- [8] Norton CJ, Gao X. Hominin-carnivore interactions during the Chinese Early Paleolithic: Taphonomic perspectives from Xujiayao[J]. *Journal of Human Evolution*, 2008, 55: 164-178
- [9] 王法岗, 李锋. “许家窑人”埋藏地层与时代探讨 [J]. *人类学学报*, 2020, 39(2): 161-172
- [10] Xing S, Martínón-Torres M, Bermúdez de Castro JM, et al., 2015. Hominin teeth from the early Late Pleistocene site of Xujiayao, Northern China[J]. *American Journal of Physical Anthropology*, 2015, 156: 224-40
- [11] 吴汝康, 吴新智, 张振标. 人体测量方法 [M]. 北京: 科学出版社, 1984, 11-15
- [12] Xing S, Guatelli-Steinberg D, O'Hara M, et al. Perikymata distribution in Homo with special reference to the Xujiayao juvenile[J]. *American Journal of Physical Anthropology*, 2015, 157: 684-693
- [13] Xing S, Tafforeau P, O'Hara M, et al. First systematic assessment of dental growth and development in an archaic hominin (genus, Homo) from East Asia[J]. *Science Advances*, 2019, 5(1): 0-eaau0930
- [14] Wu XJ, Maddux SD, Pan L, et al. Nasal floor variation among eastern Eurasian Pleistocene Homo[J]. *Anthropology Science*. 2012, 120(3): 217-226
- [15] Wu XJ, Trinkaus E. The Xujiayao 14 Mandibular Ramus and Pleistocene Homo Mandibular Variation[J]. *Comptes Rendus Palevol*, 2014, 13: 333-341
- [16] Trinkaus E, Wu XJ. External auditory exostoses in the Xuchang and Xujiayao human remains: Patterns and implications among eastern Eurasian Middle and Late Pleistocene crania[J]. *PLoS One*, 2017, 12(12): e0189390
- [17] Wu XJ, Crevecoeur I, Liu W, et al. The temporal labyrinths of eastern Eurasian Pleistocene humans[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences the United States of America*, 2014, 111(29): 10509-10513
- [18] Wu XJ, Trinkaus E. Neurocranial Trauma in the Late Archaic Human Remains from Xujiayao, Northern China[J]. *International Journal of Osteoarchaeology*, 2015, 25: 245: 252
- [19] Wu XJ, Xing S, Trinkaus E. An Enlarged Parietal Foramen in the Late Archaic XJY 11 Neurocranium from Northern China[J]. *PLoS One*, 2013, 8(3): 1-10(e59587)
- [20] Xing S, Guatelli-Steinberg D, O'Hara M, et al. Micro-CT imaging and analysis of enamel defects on the early Late Pleistocene Xujiayao juvenile[J]. *International of Osteoarchaeology*, 2014, 26(6): 935- 46(2015)
- [21] 邢松. 许家窑人幼年个体的釉质发育缺陷 [J]. *人类学学报*, 2019, 38(4): 499-512
- [22] Liu W, Athreya S, Xing S, et al. Hominin evolution and diversity: a comparison of earlier-Middle and later-Middle Pleistocene hominin fossil variation in China[J]. *Philosophical Transactions B*, 2022, 377: 20210040
- [23] 刘武, 吴秀杰. 中更新世晚期中国古人类化石的形态多样性及其演化意义 [J]. *人类学学报*, 2022, 41(4): 563-575
- [24] Ni XJ, Ji Q, Wu WS, et al. Massive cranium from Harbin establishes a new Middle Pleistocene human lineage in China[J]. *The Innovation*, 2021, 2: 100130
- [25] 吴新智. 陕西大荔县发现的早期智人古老类型的一个完好头骨 [J]. *中国科学*, 1981, 2: 200-206
- [26] 吴汝康. 辽宁营口金牛山人化石头骨的复原及其主要性状 [J]. *人类学学报*, 1988, 7: 97-101
- [27] 吴汝康, 彭如策. 广东韶关马坝发现的早期古人类类型人类化石 [J]. *古脊椎动物与古人类*, 1959, 1(4): 159-163
- [28] Wu XJ, Pei SW, Cai YJ, et al. Archaic human remains from Hualongdong, China, and Middle Pleistocene human continuity and variation[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences the United States of America*, 2019, 116, 9820-9824
- [29] Li ZY, Wu XJ, Zhou LP, et al. Late Pleistocene archaic human crania from Xuchang, China[J]. *Science*, 2017, 355: 969-972
- [30] Zubova AV, Chikisheva TA, Shunkov MV. The morphology of permanent molars from the Paleolithic layers of Denisova Cave[J]. *Archaeology, Ethnology & Anthropology of Eurasia*, 2017, 45: 121-134
- [31] Chang CH, Kaifu Y, Takai K, et al. The first archaic Homo from Taiwan[J]. *Nature Communication*, 2015, 6: 6037.mo
- [32] Chen FH, Welker F, Shen CC, et al. A late Middle Pleistocene Denisovan mandible from the Tibetan Plateau[J]. *Nature*, 2019, 569: 409-412
- [33] Trinkaus E. An abundance of developmental anomalies and abnormalities in Pleistocene people[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences the United States of America*, 2018, 115: 11941-11946