

· 研究进展 ·

## 现代人在中国的出现与演化:研究进展

刘 武\* 吴秀杰

(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)

**[摘要]** 兴起于20世纪80年代的关于现代人起源的研究与争论围绕“非洲起源”和“多地区进化”两个对立学说不断深入,其研究关注点逐渐聚焦到与现代人起源与演化规律密切相关的4方面细节和过程:(1)早期现代人的出现;(2)完全现代类型人类的出现与扩散;(3)现代人出现与演化过程中的健康与生存适应活动;(4)欧亚地区古人类之间的基因交流。近10年,中国古人类学界在以上4个方面开展了大量的野外调查、发掘和实验研究,取得了一系列新的发现和认识,本文对这些研究进展做了简要回顾。

**[关键词]** 现代人起源;人类化石;形态特征;基因交流

20世纪80年代以来,关于现代人起源的争论一直占据着古人类学研究的前沿与热点,形成了“非洲起源”和“多地区进化”两个对立的学说。基于分子生物学和化石年代两方面的证据,古人类学界主流观点认为现代人首先出现在非洲,然后向欧洲和亚洲迁徙,取代当地古老人类,成为欧亚地区现代人的祖先<sup>[1,2]</sup>。就东亚地区(尤其是中国)而言,支持“多地区进化”的一些研究则强调中国古人类具有若干共同的化石形态特征,其中一些特征还呈现演化上的连续性和镶嵌性。基于这些证据,有学者提出“连续进化附带杂交”来解释中国古人类演化,认为中国境内的现代人主要起源于当地的古老人类,但与其他地区古人类发生过一定程度的基因交流<sup>[3,4]</sup>。近10年,在非洲、欧洲和亚洲发现了一批与现代人起源有关的人类化石,相关研究也取得了许多重要进展,主要体现在对现代人起源与演化规律和细节过程的关注,并呈现出一些值得注意的趋势:

(1) 早期现代人的出现。早期现代人(early modern human)是指已经具有现代人基本解剖特征,同时保留部分原始特征的古人类,属于古人类向现代人演化的过渡类型。阐明早期现代人化石的出现和演化规律是确定一个地区现代人起源的关键。早期现代人在世界各地出现时间不尽一致,从距今

16—20万年的中更新世晚期,一直到距今5万年以内的晚更新世晚期<sup>[5,6]</sup>。

(2) 完全现代类型人类的出现与扩散。完全现代类型人类(fully modern human)是指骨骼和牙齿形态特征完全位于现生人类变异范围的人类。以往对现代人起源研究的关注点大多集中在早期现代人的出现时间,而对古人类何时演化到与我们现生人类一样的状态或阶段并不清楚。2015年,Nature报道在以色列Manot洞穴地点发现的5.5万年前人类头盖骨化石,几乎所有特征都位于现生人类变异范围,被认为是这个地区最早的完全现代类型人类,并可能是欧洲现代人的祖先<sup>[7]</sup>。这一研究引发了古人类学界对以往不是很清楚的完全现代类型人类何时出现以及可能的扩散路线的关注。

(3) 现代人出现与演化过程中的健康与生存适应活动。古人类化石除保存骨骼和牙齿外表及内部形态或结构信息外,很多情况下还保留当时人类健康状况、疾病、生存活动留下的各种痕迹。研究显示早期现代人出现及演化主要发生在中更新世晚期到晚更新世早期,这一时段人类健康状况和生存适应活动非常复杂多样。这个时期人类健康和生存适应活动很可能对现代人形成及演化产生一定程度的影响<sup>[8,9]</sup>。

收稿日期:2016-03-10;修回日期:2016-03-28

\* 通信作者,Email:liuwu@ivpp.ac.cn

(4) 欧亚地区古人类之间的基因交流。化石形态及遗传学研究发现,在更新世中、晚期欧洲与亚洲的古人类之间存在一定程度的基因交流。但由于对多数化石特征的人群属性及可能的影响机制还不清楚,古人类学界对更新世晚期欧亚地区古人类之间基因交流争议较大<sup>[10-12]</sup>。

近年来,中国古人类学界在上述领域开展了多方面的研究,取得了一系列新的发现和认识。这些研究包括对古人类化石、石器、动物群、年代、遗址环境等多方面的研究,限于篇幅及作者的专业背景,本文将仅就古人类化石方面研究进展做简要的回顾。

## 1 近年在中国发现的早期现代人化石

自上世纪初在内蒙古河套地区发现更新世晚期人类化石以来,迄今已经在中国40多处地点发现了更新世晚期人类化石,但由于多数地点的年代不确定,加之相关研究对从古老型智人向早期现代人演化过渡的形态证据缺乏足够的关注,古人类学界对早期现代人在中国的出现时间及演化并不清楚<sup>[13-14]</sup>。作为现代人起源研究的核心内容,在中国寻找具有可靠年代数据的早期现代人化石并确认其最早出现时间一直是中国古人类学研究的重要内容。

2003年在周口店附近的田园洞发现了34件人类化石(图1A)。通过对伴生哺乳动物化石组成的分析以及对一件人类股骨提取的样品进行的质谱加速器<sup>14</sup>C测定,人类化石的年代被确定为4.2—3.9万年前,这是首次对中国更新世晚期人类化石进行的准确年代测定<sup>[15]</sup>。田园洞人类化石包括下颌骨、牙齿、肩胛骨、脊椎骨、肢骨等,记载了较多的形态信息。研究发现田园洞人类化石已经具有一些现代人类的衍生性特征,包括发育明显的下颌联合结节及侧窝、近乎垂直的下颌联合前部(下颌联合倾角=96°)、欠发育的下颌侧结节等。基于这些研究发现,田园洞人类化石曾被认为是东亚地区年代最早的早期现代人。田园洞人类化石的发现和研究表明中国古人类学界开始在准确的年代框架下探讨早期现代人在中国的出现<sup>[16]</sup>。

2004年发现的湖北郧西黄龙洞遗址经过3次发掘发现了7枚人类牙齿化石(图1B)。分别采用铀系法和ESR法对与人类化石同一层位提取的洞穴次生碳酸钙和动物化石样品进行的年代测定结果显示人类化石的年代在7—10万年前<sup>[17,18]</sup>。黄龙洞人类牙齿形态特征的总体特点是牙齿结构简单,常

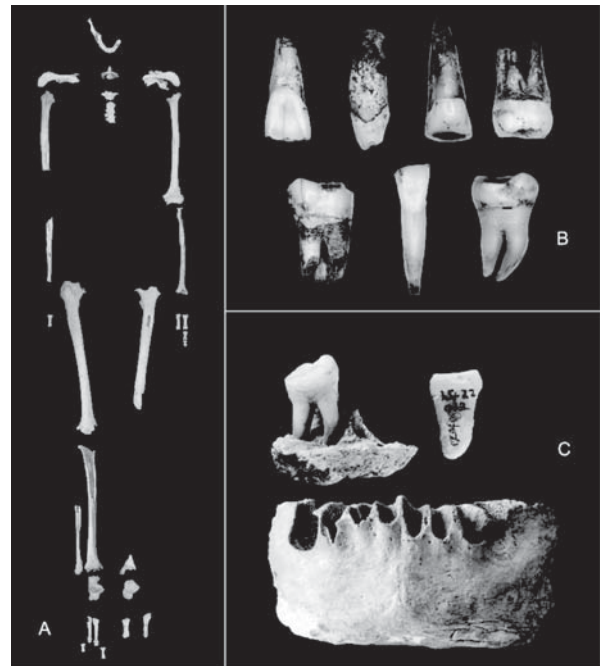


图1 近年在中国发现的早期现代人化石

A. 田园洞人骨架; B. 黄龙洞人牙齿; C. 智人洞人下颌骨和牙齿。

见于更新世中期人类的牙齿形态特征(如门齿舌面结节、指状突、齿带;臼齿咬合面的附加脊、沟、复杂皱纹等)在黄龙洞牙齿都没有出现。相反,黄龙洞牙齿在这些方面表现相对较纤细。黄龙洞人类与现代人牙齿形态特征的差别主要在上颌前部牙齿(侧门齿及犬齿),体现在黄龙洞前部牙齿较为粗壮。这种差别可能代表了黄龙洞牙齿仍保留一些相对原始的特征。值得注意的是黄龙洞上颌中门齿呈现的明显发育的双铲形特征是常见于东亚现代人的特征。黄龙洞人类牙齿各项尺寸都在现代中国人的变异范围,其中多数数据与现代中国人的平均值接近。尽管如此,仍有一些黄龙洞牙齿的测量数据及尺寸比例呈现出与更新世晚期人类相似的特点。总体上看,多数黄龙洞人类牙齿形态特征与现代人相似,但在某些方面仍然呈现一些不同于现代人的表现特点,可以确定为早期现代人。

2007—2008年,在广西崇左木榄山智人洞发现一件古人类下颌骨前部残段,二枚牙齿(图1C),以及大量共生的哺乳动物化石。经鉴定,智人洞与人类化石共生的动物群为晚更新世早期(或中更新世晚期)。采用<sup>230</sup>Th-<sup>234</sup>U不平衡铀系法对智人洞出土人类化石的地层进行了年代测定,智人洞古人类的生存年代在10—11.3万年前。对智人洞人类化石的研究<sup>[19]</sup>发现,智人洞人类牙齿尺寸较小。两枚牙

齿的齿冠颊舌径、近中—远中径以及齿冠面积均位于现代人变异范围之内。牙齿咬合面有5个齿尖,无前凹和中央三角脊结构。齿根分叉位置较高,髓腔偏大的牛型齿结构不明显。这些特征表现多见于早期现代人。智人洞人类下颌骨形态特征呈现进步与古老并存的镶嵌混合特点。对比研究显示:智人洞人类下颌骨已经出现一系列现代人类的衍生特征,包括较明显的颞三角、突起的联合结节、中央脊、明显的颞窝、中等发育的侧突起、近乎垂直的下颌联合部(下颌联合倾角=91°)、明显的下颌联合断面曲度等。另一方面,崇左下颌还具有有一些相对原始的特征,包括下颌体比较粗壮及较明显的下横圆枕。与迄今发现的早期现代人相比,崇左下颌比较原始,呈现出原始与进步特征镶嵌特点,在形态上似乎代表一种古老型智人与早期现代人之间的过渡类型,属于正在形成中的早期现代人。此外,对贵州盘县大洞中更新世晚期人类牙齿化石的研究发现一些可能与早期现代人出现有关的形态特征,提示东亚大陆某些中更新世晚期人类可能已经呈现向早期现代人演化过渡的趋势<sup>[20]</sup>。黄龙洞、智人洞等大约10万年前的早期现代人化石的发现以及盘县大洞人类化石的研究揭示早期现代人10万年前在中国某些地区就已经出现,而古老型智人向早期现代人演化过渡的时间可能更早<sup>[16]</sup>。

## 2 完全现代类型人类在中国的出现——道县人类化石发现与研究

尽管田园洞、黄龙洞和智人洞人类化石的发现和证实早期现代人大约10万年前在中国就已经出现,但对于早期现代人在中国的进一步演化,尤其是具有完全现代形态的人类在中国的出现时间以及现代人在中国的迁徙扩散还不清楚。最近在湖南道县福岩洞发现的人类牙齿化石及相关研究为解决这一问题带来希望。

2010年9月,本文作者根据以往化石线索前往道县福岩洞考察,发现该洞穴富含化石地层堆积,具有较大的发掘潜力。2011—2015年,本文作者领导的研究团队对该洞穴进行3次正式发掘和多次探查,共发现47枚人类牙齿(图2)和大量的哺乳动物化石。我们与国内外相关研究机构合作对道县福岩洞洞穴地质、动物群、年代及人类化石开展了多方面的研究<sup>[21]</sup>。福岩洞地层清晰,可以明确划分为四层,地层在整个洞穴延伸连接并可直接对比,人类化石及动物化石均发现于第二层。在整个发掘期间,

我们对出土人类化石区域的地层顺序进行了细致勘察,确定人类化石及动物化石埋藏后未受扰动。我们系统采集了测年样本,分别采用<sup>230</sup>Th-<sup>234</sup>U不平衡铀系法和质谱加速器<sup>14</sup>C方法对地层和化石样品进行了年代测定。同时采用古地磁方法确认了化石原地埋藏。铀系测年结果表明,人类化石的埋藏年代在8—12万年前。化石样本的AMS<sup>14</sup>C测试结果和动物群组成呈现晚更新世早期的特点,进一步支持铀系测年的结果。

对道县人类牙齿的研究发现几乎所有特征都与现代人非常接近。总体上看,道县人类牙齿尺寸较小,位于现代人变异范围。道县牙齿尺寸小于其他非洲和亚洲更新世晚期人类,而与欧洲更新世晚期人类及现代人类牙齿长大小接近。在形态特征方面,道县牙齿齿冠和齿根都呈现出现代智人的典型特征,具有简单的咬合面、颊面(唇面)形态结构以及短而纤细的齿根。

许家窑、黄龙洞、以及西亚Qafzeh和欧洲Dolni Vestonice等更新世晚期人类犬齿、前臼齿和白齿经常出现齿冠基底隆起、颊侧纵沟等形态特征。而这些特征在道县人牙齿均未出现,使得道县人牙齿特征与更新世晚期中、后段人类,甚至现代人类更为接近。道县人前臼齿和白齿轮廓形状及齿尖大小比例也与现代人接近,而与多数早期现代人以及欧洲尼安德特人明显不同。例如,道县上颌第一白齿齿冠轮廓形状呈典型现代人的大致方形,而与尼安德特人的偏菱形轮廓,以及亚洲直立人颊舌方向较大的轮廓形状不同。道县上颌第一白齿相对齿尖面积以及齿尖夹角区(polygon)面积与现代人接近,仅

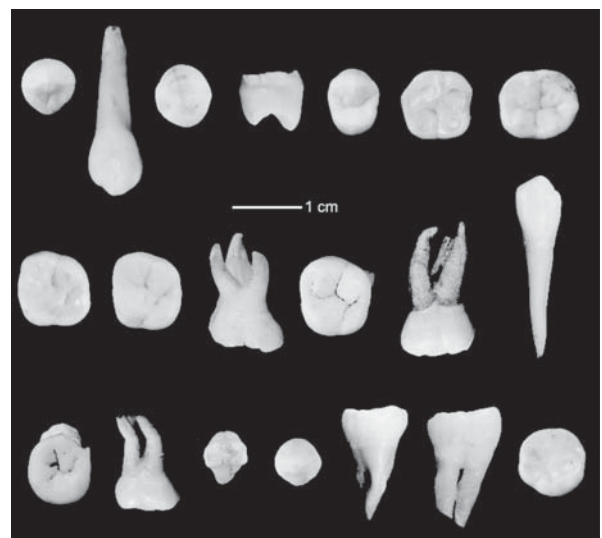


图2 道县福岩洞部分人类牙齿化石



仅分别相差 0.6% 和 1.1%。相比之下,在西亚 Qafzeh 地点发现的早期现代上颌第一白齿这些特征表现较原始,与现代智人相差较大。根据上述这些牙齿特征表现,说明道县人类牙齿已经具有完全现代形态(fully modern morphology),比黄龙洞、智人洞等早期现代人更为进步,呈现出一系列现代人特征,与更新世末期人类以及现生人类相似,在形态上可以明确归入现代智人。道县人类化石研究成果的科学意义主要体现在以下方面:

(1) 代表东亚地区最早的现代人。最近在以色列 Manot 洞穴地点发现的 5.5 万年前的头盖骨化石已经呈现现代人类的特征引发了学术界对完全现代类型人类在世界各地何时出现的关注<sup>[7]</sup>。迄今在亚洲和太平洋地区发现的年代确定早于 4.5 万年前,保存状态良好,并且可以根据形态特征明确归入现代智人的更新世晚期人类化石非常少。在华北田园洞、南亚尼阿洞和澳大利亚蒙哥湖发现的呈现现代人特征的人类化石的年代都在 4—5 万年前。在广西智人洞发现的 11 万年前人类化石较破碎,并且还保留有一些相对原始的特征,因此难以将其归入现代类型人类。迄今为止,国内古人类界对中国早期现代人向现代类型人类的演化过程还不了解,几乎没有开展过专门研究。对于中国古人类在形态特征上何时、何地演化到与现生人类一样的程度,古人类学界还不清楚。道县人类化石的发现和以可靠的地层年代数据和详实的化石形态特征提供了迄今最早的现代类型人类在华南地区出现的化石证据:具有完全现代形态的人类至少 8 万年前在华南局部地区已经出现,填补了以往缺乏的现代类型人类在东亚地区最早出现时间和地理分布的空白。根据现有的化石证据,最早的现代类型人类在西亚和欧洲出现的时间在 4.5—5 万年前<sup>[22-25]</sup>。对道县人类化石的年代和形态研究显示具有完全现代形态特征的人类在东亚大陆的出现时间比欧洲和西亚要早至少 3.5—7.5 万年。

(2) 挑战了非洲早期现代人 6 万年前进入中国的观点。尽管一系列化石发现、分子生物学以及年代证据使得许多学者相信最早的现代人起源于非洲,但对于非洲早期现代人向欧洲和亚洲扩散的具体时间和路线有不同认识。最近,一些学者基于现代非洲人群线粒体 DNA、相关考古发现以及化石形态特征的分析,提出非洲早期现代人大约 6 万年前经过阿拉伯半岛的南部扩散路线(Southern Route)进入南亚和东亚大陆<sup>[26-28]</sup>。按照上述关于非洲早

期现代人向亚洲扩散的研究,支持现代人起源于非洲的学者倾向于认为现代人 6 万年前经过南线扩散到东亚,进入中国,因而在中国没有早于 6 万年前的现代人。随着黄龙洞、智人洞等年代在大约 10 万年前的具有现代人形态的人类化石的发现,可以确定早期现代人至少 10 万年前在中国就已经出现。而道县人类化石的发现进一步说明具有完全现代形态的人类这一时期已经现身华南局部地区。这些化石以可靠的年代和详实的形态特征使得东亚不存在早于 6 万年前的早期现代人的观点难以成立。

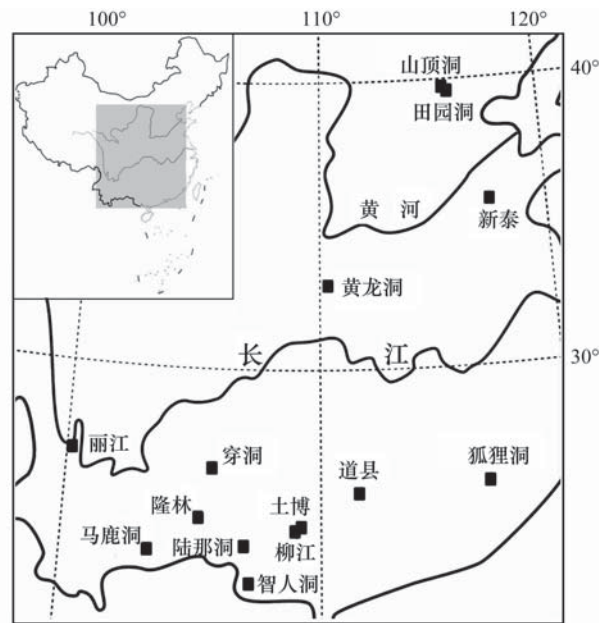


图 3 中国主要更新世晚期人类化石地点

(3) 华南是现代人类形成与扩散的中心区域。近年对现代人在中国出现与演化研究的一个重要进展就是确认的早期现代人化石地点(如智人洞、黄龙洞、土博、陆那洞)以及呈现向早期现代人演化过渡趋势的中更新世晚期人类地点(如盘县大洞),大多位于华南地区<sup>[29]</sup>(图 3)。最近发现的现代类型人类化石地点道县,以及柳江、资阳、丽江等地点也都位于华南地区。相比之下,在华北地区,以许家窑人为代表的晚更新世早期人类仍保留较原始的化石形态,其演化尚未进入早期现代人阶段,年代较晚的山顶洞人也保留较多的原始特征。因此,至少在大约 10 万年前的晚更新世早期,南方人类较同时期北方人类与现生人类更为接近,在演化上比北方人类更早进入现代人阶段。华南很可能是东亚地区现代人形成与扩散的中心区域,早期现代人以及完全现代类型的人类都可能首先在华南地区出现,然后向

华北地区扩散。对道县人类化石研究发现对于探讨现代人在东亚地区的出现和扩散具有重要的意义。但本文作者也意识到对这一现象解释需要未来更多化石发现和研究证据的支持。

### 3 现代人在中国出现与演化过程中的健康与生存适应活动

作为古人类骨骼和牙齿形态与结构信息的载体,古人类化石除保存了骨骼和牙齿外表及内部形态或结构信息外,很多情况下还能够保留当时人类健康状况及生存适应活动在骨骼或牙齿上留下的各种痕迹。随着对现代人起源细节过程研究的深入,一些研究注意到在早期现代人出现及演化过程中,除呈现明显的骨骼和牙齿形态特征变化外,这一时段人类具有较高出现率的创伤、病理、先天畸形<sup>[8,9]</sup>。通过对这些痕迹的研究,可以从另外的侧面揭示古人类健康、环境、食物、生存活动等方面的信息。化石证据显示早期现代人在中国的出现及演化主要发生在中更新世晚期到晚更新世早期。近10年,本文作者对这一时期中国古人类化石上保留的健康与生存适应活动的各种证据开展了一些相关研究。

#### 3.1 马坝人头骨创伤痕迹分析与暴力行为

发生在古人类之间的暴力行为往往与人类为争夺领地、食物、配偶等相关,可以提供当时人类生存竞争压力方面的信息。以往由于化石标本、研究手段及认识水平的限制,国内古人类学界没有开展过这方面的研究。最近,本文作者采用CT扫描手段对马坝人和许家窑人头骨表面痕迹及骨壁结构的分析发现呈现在马坝人和许家窑人头骨表面的痕迹都是生前受到外力造成创伤愈合后形成的<sup>[30-31]</sup>。

1958年发现于广东的马坝人头骨化石是华南地区最完整的中更新世晚期人类化石,年代测定大约13万年前。自发现以来,马坝人化石在东亚地区古人类演化研究中一直发挥着重要的作用。马坝人头骨眼眶形状被认为是与欧洲尼安德特人基因交流的证据<sup>[13,14]</sup>。马坝人化石发现后,曾经有学者注意到其右侧额骨表面有一个凹陷的痕迹,但没有进行过深入的研究。本文作者通过形态观测、CT扫描和病理分析发现马坝人右侧额骨的痕迹表面粗糙,呈现波纹状隆起的细脊。痕迹对应的颅骨内面呈凸出状。在痕迹周边可见有明显的伤后愈合迹象,包括颅骨外板和板障区域明显增厚等。与相关标本和数据的对比,马坝人头骨的痕迹符合局部受到钝性物体打击的表现,可能是受到局部钝性力量冲击造成

的外伤愈合后所致。根据外伤痕迹的形态和部位,这种痕迹很可能是当时人类之间暴力行为的结果。同时,马坝人头骨外伤痕迹的愈合显示了当时人类在受到严重暴力伤害后的长时间生存能力(图4A)。我们对许家窑三件头骨化石化石表面痕迹的分析证实这些痕迹同样是生前受到外力打击所致。

#### 3.2 生长发育异常及先天畸形

对世界范围古人类化石的研究发现,更新世晚期古人类具有较高出现率的生长发育异常导致的疾病,如骨膜炎、牙釉质发育不全、人字缝先天闭合、腰椎脊柱后凸畸形、成年个体前凶区不愈合、先天股骨畸形、关节松弛症、巨颅症、骶和骨盆不对称等。这些异常有些对人体危害较轻,还有一些对人体健康有严重影响。这些异常虽然在现代人群中出现,但通常出现率非常低,有些甚至极其罕见,造成各种先天发育异常和疾病的原因可能与更新世人群内部遗传密切,人口不稳定有关。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。各种先天缺陷和疾病即便不致命,也会造成人群健康水平、生存竞争能力、平均寿命的降低,最终导致人群灭绝消失或被外来群体替代。

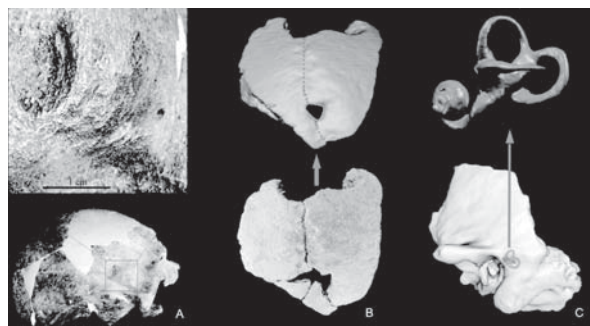


图4 古人类之间的暴力行为、生长发育异常及与尼安德特人相似性状的化石证据

- A. 马坝头骨创伤痕迹; B. 许家窑人先天扩大顶孔;  
C. 3D虚拟复原的许家窑人颞骨内部的内耳迷路。

最近,本文作者对11万年前许家窑人头骨化石的研究发现,许家窑人11号化石顶骨后方有一个直径2cm左右的异常穿孔,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向巨顶孔后缘。研究显示,穿孔为先天形成的穿过矢状缝的单巨顶孔,个体血管系统可能异常,此缺陷虽然没有导致个体死亡,但是有可能导致次生的神经系统异常。巨顶孔在现代人群的出现率仅为1/25000,孔直径10mm左右。许家窑11号标本是迄

今为止发现的更新世古人类唯一例巨顶孔病例<sup>[32]</sup>(图4B)。在许家窑人头骨化石上发现如此罕见的巨顶孔先天畸形对于研究当时人类演化以及可能存在的人群绝灭(或被替代)具有重要的价值。

在马坝人和许家窑人头骨化石上发现的创伤痕迹和先天畸形表明,中国更新世中、晚期人类生存压力和竞争异常激烈,不排除这些创伤痕迹是当地居民与入侵者发生冲突而导致的结果。根据现有的资料可以推测,生活在东亚大陆更新世晚期的某些人群由于近亲繁殖或激烈的生存竞争最终灭绝消失了。

### 3.3 古人类牙齿使用痕迹及生存活动分析

古人类牙齿除承担咀嚼功能外,有时还被用于其他用途,如啃咬、叼衔、剔牙、牙齿修饰等,在牙齿表面造成一些使用痕迹。通过对这些使用痕迹的分析可以获取当时人类食物结构、生存环境及一些特殊行为方面的信息。作者对黄龙洞人类牙齿的研究发现其前部牙齿切缘局部有粗糙面,在齿冠咬合面及附近呈现出许多釉质表面破损、崩裂<sup>[33]</sup>。进一步分析发现黄龙洞人类前部牙齿表面具有釉质破损与崩裂、齿冠唇面破损、齿间邻接面沟三种类型的使用痕迹。根据这些牙齿使用痕迹的分布和表现特点,推测生活在黄龙洞的更新世晚期人类经常使用前部牙齿从事啃咬、叼衔、或剥离坚韧的食物或非食物物品等活动,并可能将前部牙齿作为工具使用;齿间邻接面沟提示当时人类经常从事剔牙活动。结合已经在黄龙洞发现的其他人类活动证据,认为当时人类可能从事狩猎活动,食物构成中包含有较多的肉类及粗纤维植物。

### 3.4 病理现象

田园洞和智人洞是近10年来在中国发现的最为重要的早期现代人化石。对这些化石的研究除揭示早期现代人出现与演化的形态信息外,还发现了一些反映当时人类健康状况的病理现象<sup>[34-35]</sup>。对田园洞人类化石的研究发现该个体生前患有颈椎炎和指关节炎、肌腱和韧带骨化、牙齿生前缺失(右侧下颌中门齿—左侧第三前臼齿)、牙齿釉质发育不全、齿槽变化与牙骨质增生病变等。对智人洞人类化石病理现象的研究显示智人洞三件人类化石上都呈现有明显的病变。附带有部分齿槽的下颌第三臼齿齿槽骨明显萎缩,生前患有牙周炎;单个的下颌第二(或第三)臼齿呈现非常明显的龋齿病灶和次生的牙骨质增生;而智人洞下颌骨双侧前臼齿位置呈现对称性根尖周炎。智人洞发现的人类龋齿是目前我

国乃至东亚地区报道的最早的龋病病例。

从我们近年开展的相关研究看,病理、创伤、各种生存活动,以及生长发育异常等现象在中国中更新世晚期以及晚更新世人类较为常见,为研究现代人在中国起源与演化提供了重要的信息,已经成为近年早期现代人在中国出现与演化研究的一个重要组成部分。现有的研究证据显示早期现代人在中国形成与演化的过程似乎经历复杂的生存适应活动,面临很大的生存压力。由于迄今开展的研究还比较局限,对相关研究发现在早期现代人出现与演化上的确切作用还未阐明。

## 4 现代中国人演化过程中与欧洲古人类的基因交流

中国古人类演化过程中是否与欧洲古人类(尤其是尼安德特人)发生过基因交流在古人类学界一直存在争议。根据对一些中国古人类化石特征的分析,吴新智认为一些中国更新世中、晚期人类化石上呈现有尼安德特人特征,其中包括南京直立人高耸的鼻梁、出现在丽江人头骨枕部的发髻状隆起、鼻额缝位置高以及卡氏尖、马坝人圆形眼眶、柳江人和穿洞人枕部的发髻状隆起、资阳人鼻额缝上凸呈拱形等<sup>[3,4]</sup>。对于这些特征表现是否真正是与欧洲尼安德特人基因交流的结果,国内古人类学界的相关专题论证研究还不多,但对其中一些特征的欧洲古人类属性存在争议。近年,本文作者围绕这一问题开展了探索性研究,取得了一些新的发现和认识。

### 4.1 发现东亚古代人类具有“尼人内耳迷路模式”的化石证据

内耳迷路是埋藏在颞骨内面的结构,由半规管、前庭和耳蜗三部分组成。以往研究发现尼安德特人半规管的大小、比例及其角度上表现出一系列不同于其他人类成员的特殊形态,这种形态的内耳迷路在其他更新世古人类及全新世人群中极其罕见,因而被称为“尼人内耳迷路模式”<sup>[36]</sup>。

以往对于中国古人类内耳迷路形态没有人做过研究。最近,本文作者采用高分辨率工业CT技术扫描并复原了出更新世早—中期蓝田直立人与和县直立人、更新世晚期许家窑早期智人和柳江早期现代人以及现代中国人的内耳迷路形态。与世界各地更新世和全新世人类内耳迷路的形态特征的对比分析,发现中国更新世古人类内耳迷路的形态呈现出两种类型:蓝田人、和县人和柳江人内耳迷路的形态同现代人基本一致,许家窑人内耳迷路的形态与尼



安德特人极其相似,表现为典型的“尼人内耳迷路模式”(图4C)。以往对许家窑颧骨外表形态的研究并发现尼人的衍生性状,但本研究提示“尼人内耳迷路模式”或许并非尼安德特人特有的特征<sup>[37]</sup>。

#### 4.2 发现发现东亚更新世中、晚期人类鼻骨基底断面形态

早期研究发现,鼻骨底部断面形态在不同古人类成员的表现不尽一致。阶梯状的内鼻底在尼安德特人中的出现率较高(80%),远远高于其他“非—尼安德特人”的更新世人类(15%—50%)及现代人群(10%—20%)的出现率,因而被认为是尼安德特人自近裔性状。本文作者采用CT和激光扫描对比分析东亚更新世中、晚期人类鼻腔基底断面形态,发现阶梯状鼻腔基底断面在早期现代人和中更新世晚期人类居多数,否认了这一特征为尼安德特人标志性特征的观点<sup>[38]</sup>。由于开展的研究还很局限,目前对古人类鼻底形态在演化分类上的确切价值还不确定。尽管如此,我们的研究结果提示阶梯状内鼻底并不是尼安德特人独有的特征,未来有必要对性状功能上的意义做进一步的研究。

#### 4.3 发现许家窑人下颌骨呈现的可疑尼安德特人特征

通过对11万年前许家窑人下颌骨形态特征的研究发现:在所观测的6项特征中有2项特征呈现较原始的特点;2项特征的表现特点与尼安德特人相似;另外2项特征的表现特点一个在尼安德特人出现率非常低,另1个则在现代人非常普遍。提示许家窑人下颌骨形态呈现出复杂的镶嵌型表现特点,或许与更新世晚期东亚人类变异有关<sup>[39]</sup>,但根据目前的发现还难以确定是否存在与尼安德特人基因交流。

#### 4.4 分析了中国更新世中、晚期人类牙齿形态

近年,本文作者的研究团队对部分中国更新世中、晚期人类(智人洞、黄龙洞、盘县大洞、和县、许家窑、道县、沂源)牙齿形态开展了系列专题研究<sup>[17,19,20—21,40,42]</sup>。但这些研究并未发现中国更新世中、晚期人类牙齿具有尼安德特人特异性的衍生特征。

从迄今开展的研究及发现看,我们对以往学术界提出的一些尼安德特人特征在中国古人类化石的出现情况进行了检验和分析,发现其中一些可能与尼安德特人有关的特征,但对这些特征的确切意义还无法确定,还需要深入研究。确切或可信度较高

尼安德特人化石形态在中国古人类化石上的证据还不多,可以说目前对中国更新世中、晚期人类与欧洲尼安德特人之间的基因交流情况还不清楚,论证更新世中、晚期中国古人类与尼安德特人之间是否存在基因交流还需要更多的化石证据。

## 5 未来展望

近10年来,中国古人类学界在现代中国人起源方面的研究取得了一系列重要进展,新发现了一批重要的古人类化石,对早期现代人及完全现代类型人类在中国的出现和扩散获得了新的认识。同时,在中国早期现代人出现过程中的健康和生存适应活动以及与欧洲尼安德特人基因交流方面也开展了一些研究。但目前对现代人在中国出现及演化规律还不清楚,古人类学界对早期现代人在中国出现时间、现代中国人起源于非洲或起源于当地古老人类的争论仍在进行中。作者认为,目前掌握的关键时段化石证据还不够充分,未来需要进一步寻找与现代人在中国出现相关的化石证据;对中更新世晚期—晚更新世中国古人类化石特征及演化变异进行深入研究;针对早期现代人在中国出现及演化过程中是否存在与欧洲古人类的基因交流的争论,开展更为细致深入的化石特征对比及古DNA研究;澄清健康和生存适应活动的化石证据在中国早期现代人出现与演化过程中的作用。由于一些人类化石特征表现特点在年代方面呈现相当程度的重叠或缺乏规律,加之在很多情况下人类化石保存状态欠佳,丧失了关键特征信息,仅仅依靠人类化石提供的信息还不足以全面准确理解人类演化规律。在这种情况下,建立在细致的地层和化石埋藏研究基础上的准确年代框架对于阐明现代人在中国出现与演化的规律将发挥至关重要的作用。

**致谢** 本研究得到国家自然科学基金(项目批准号:41272034,41302016)资助。

## 参 考 文 献

- [1] Cann RL, Stoneking M, Wilson AC. Mitochondrial DNA and human evolution. *Nature*, 1987, 325: 31—36.
- [2] Wolpoff M, Hawks J, Frayer D, et al. Modern human ancestry at the peripheries: A test of the replacement theory. *Science*, 2001, 291:293—297.
- [3] Wu XZ. On the origin of modern humans in China. *Quaternary International*, 2004, 117: 131—140.
- [4] 吴新智. 现代人起源的多地区进化说在中国的证实. 第四纪研究, 2006, 26: 702—709.

- [5] Trinkaus E. Early modern humans. *Annual Review of Anthropology*, 2005, 34: 207—230.
- [6] White T, Asfaw B, DeGusta D, et al. Pleistocene *Homo sapiens* from Middle Awash, Ethiopia. *Nature*, 2003, 423: 742—747.
- [7] Hershkovitz I, Marder O, Ayalon A, et al. Levantine cranium from Manot Cave (Israel) foreshadows the first European modern humans. *Nature*, 2015, 520: 216—219.
- [8] Zollikofer C, Ponce De Leon M, Vandermeersch B, et al. Evidence for Interpersonal violence in the St. Cesaire Neanderthal. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 2002, 99: 6444—6448.
- [9] Lordkipanidze D, Vekua A, Ferring R, et al. The earliest toothless hominin skull. *Nature*, 2005, 434: 717—718.
- [10] 张银运, 刘武, 张罗. 南京直立人的鼻骨形态及其与欧洲化石人类基因交流的可能性. *人类学学报*, 2004, 23: 187—195.
- [11] 吴新智, 尚虹. 南京直立人的高鼻梁是由于对寒冷气候的适应吗? *人类学学报*, 2007, 26: 289—294.
- [12] Fu QM, Hajdinjak M, Moldovan OT, et al. An early modern human from Romania with a recent Neanderthal ancestor. *Nature*, 2015, 24: 216—219.
- [13] 吴汝康, 吴新智(主编). 中国古人类遗址. 上海科学教育出版社. 1999, 1—307.
- [14] 刘武, 吴秀杰, 邢松, 等. 中国古人类化石. 北京: 科学出版社, 2014, 1—378
- [15] Shang H, Tong HW, Zhang SQ, et al. An early modern human from Tianyuan Cave, Zhoukoudian, China. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 2007, 104: 6575—6578.
- [16] 刘武. 早期现代人在中国的出现与演化. *人类学学报*, 2013, 32: 233—246.
- [17] Liu W, Wu XZ, Pei SW, et al. A preliminary report on Huanglong Cave: A Late Pleistocene human fossil site in Hubei Province, China. *Quaternary International*, 2010, 211: 29—41.
- [18] Shen GJ, Wu XZ, Wang Q, et al. Mass spectrometric U-series dating of Huanglong Cave in Hubei Province, central China: Evidence for early presence of modern humans in eastern Asia. *Journal of Human Evolution*, 2013, 65:162—167.
- [19] Liu W, Jin CZ, Zhang YQ, et al. Human remains from Zhirendong, South China, and modern human emergence in East Asia. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 2010, 107: 19201—19206.
- [20] Liu W, Schepartz L, Xing S, et al. Late Middle Pleistocene hominin teeth from PanxianDadong, South China. *Journal of Human Evolution*, 2013, 64:337—355.
- [21] Liu W, Martínón-Torres M, Cai YJ, et al. The earliest unequivocally modern humans in Southern China. *Nature*, 2015, 526:696—699.
- [22] Rougier H, Milota S, Rodrigo R, et al. Pesteria cu Oase 2 and the cranial morphology of early modern Europeans. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 2007, 104:1165—1170.
- [23] Higham T, Compton T, Stringer C, et al. The earliest evidence for anatomically modern humans in northwestern Europe. *Nature*, 2011, 479:521—524.
- [24] Benazzi S, Douka K, Fornai C, et al. Early dispersal of modern humans in Europe and implications for Neanderthal behavior. *Nature*, 2011, 479:525—528.
- [25] Benazzi S, Slon, V, Talamo S, et al. The makers of the Protoaurignacian and implications for Neanderthal extinction. *Science*, 2015, 348: 793—796.
- [26] Mellars, P. Why did modern human populations disperse from Africa ca. 60,000 years ago? A new model. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 2006, 103: 9381—9386.
- [27] Armitage S, Jasim S, Marks A, et al. The southern route “Out of Africa”: evidence for an early expansion of modern humans into Arabia. *Science*, 2011, 331:453—456.
- [28] Reyes-Centeno H, Ghiretto S, Détroit F, et al. Genomic and cranial phenotype data support multiple modern human dispersals from Africa and a southern route into Asia. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 2014, 111: 7248—7253.
- [29] 刘武, 吴秀杰, 邢松. 现代人的出现与扩散—中国的化石证据. *人类学学报*, 2016, 35: 161—171.
- [30] Wu XJ, Schepartz L, Liu W, et al. Antemortem Trauma and Survival in the Late Middle Pleistocene Human Cranium from Maba, South China. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 2011, 108: 19558—19562.
- [31] Wu X and Trinkaus E. Neurocranial trauma in the late archaic human remains from Xujiayao, Northern China. *International Journal of Osteoarchaeology*, 2015, 25: 245—252.
- [32] Wu XJ, Xing S and Trinkaus E. An enlarged parietal foramen in the late archaic Xujiayao 11 neurocranium from Northern China. *PLoS ONE*, 2013, 8(3): 1—10(e59587).
- [33] 刘武, 武仙竹, 吴秀杰, 等. 古人类牙齿表面痕迹与古人类生存适应及行为特征——湖北郧西黄龙洞更新世晚期人类牙齿使用痕迹. *第四纪研究*, 2008, 28:1014—1022.
- [34] Hong Shang, Erik Trinkaus. *The Early Modern Human from Tianyuan Cave, China*. 2010, Texas A&M University Press, 1—247.
- [35] 吴秀杰, 金昌柱, 蔡演军, 等. 广西崇左智人洞早期现代人下颌骨和牙齿的病理现象及形态异常. *人类学学报*, 2013, 32: 293—301.
- [36] Spoor F, Hublin J, Braun M, et al. The bony labyrinth of Neanderthals. *Journal of Human Evolution*, 44: 141—165.
- [37] Wu XJ, Crevecoeur I, Liu W, et al. Temporal labyrinths of eastern Eurasian Pleistocene humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 2014, 111: 11509—11513.
- [38] Wu XJ, Maddux S, Pan L, et al. Nasal floor variation among Eastern Eurasian Pleistocene *Homo*. *Anthropological Sciences*, 2012, 120: 217—226.
- [39] Wu XJ, Trinkaus E. The Xujiayao 14 mandibular ramus and Pleistocene *Homo* mandibular variation. *Comptes Rendus Palevol*, 2014, 13: 333—341.
- [40] Xing S, Martínón-Torres M, Bermúdez de Castro JM, et al. Middle Pleistocene hominin teeth from Longtan Cave, Hexian, China. *PLoS ONE*, 2014, 9(12): e114265.
- [42] Xing S, Sun C, Bermúdez de Castro JM, et al. Middle Pleistocene hominin teeth from Yiyuan, Eastern China. *Journal of Human Evolution*, 2016, 95: 33—54.



## Research progresses of modern human origin and evolution in China

Liu Wu      Wu Xiujie

(Key Laboratory of Vertebrate Evolution and Human Origin of Chinese Academy of Sciences,  
Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044)

**Abstract** Since 80s of last century, the research and debates on the modern human origin have been going on surrounding the two opposite theories of “Out of Africa” and “Multiple Regional Evolution”. The attentions of the studies have been gradually paid to the four aspects of the detailed process related to the origin and evolution of modern humans: (1) emergence of early modern humans; (2) emergence and dispersal of fully modern humans; (3) health and living adaptation activities during the origin and evolution of modern humans. For the past decade, a lot of field surveys, excavations and related lab analysis have been carried out in the four aspects in China and a series of new discoveries and understandings have been achieved. In this paper, these research progresses of modern human origin and evolution are reviewed.

**Key words** modern human origin; human fossils; morphological traits; gene flow

---

## 《中国科学基金》征稿简则

《中国科学基金》(双月刊)创刊于1987年,由国家自然科学基金委员会主管、主办,旨在成为国家自然科学基金委员会联系广大科学基金项目申请者、承担者、评审者和管理者的桥梁与纽带。

本刊已被CSCI、CSSCI等国内各主要检索系统及日本《科学技术文献速报》等国外部分重要检索系统收录。

欢迎学术思想新颖、观点明确、有学术水平和对科学基金工作者有指导意义的论文和评述文章,尤其是欢迎有关基金资助项目的研究进展及关于科学基金资助管理的研讨性论文。

本刊常设栏目简介:

**研究进展:**刊登有关学科的具有战略性、全局性、前瞻性的综述性和评论性文章,以促进学科间的了解、交叉与融合。

**成果快报:**报道和选登重要的、有影响的、具有

代表性的科学基金资助项目的研究进展以及优秀人才和优秀群体介绍。

**管理纵横:**报道国家自然科学基金委员会制定的各种重要的政策、规定和文件通告等;探讨和交流基金申请、评审、管理等方面的经验或体会。

**科学论坛:**围绕科技界普遍关注的热点与焦点问题,如研究评价、同行评议、学术道德等,各抒己见,展开讨论。

**编辑部地址:**北京市海淀区双清路83号(邮政编码:100085)

**期刊网址:**<http://pub.nsf.gov.cn/sficc/ch/currentissue.aspx>

**投稿邮箱:**[weikan@nsf.gov.cn](mailto:weikan@nsf.gov.cn)

**投稿网址:**<http://zkj.cbpt.cnki.net/WKD/WebPublication/index.aspx?mid=zkkj>

**联系电话:**010-62326893