



甘肃泾川更新世晚期人类头骨研究

李海军, 吴秀杰, 李盛华, 黄慰文, 刘武

中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 北京 100044;

中国科学院研究生院, 北京 100049;

香港大学地球科学系, 香港

E-mail: Lindavy@163.com

2008-11-10 收稿, 2009-02-24 接受

中国科学院知识创新工程重要方向项目(编号: KZCX2-YW-106)、国家重点基础研究发展计划(编号: 2006CB806400)和科技部国际合作重点项目(编号: 2007DFB20330)资助

摘要 甘肃泾川人类头盖骨化石发现于1976年, 1984年进行了简要报道, 但缺少遗址的同位素年代, 对头骨形态及演化特点的观察研究也很初步。为进一步发掘泾川头骨蕴含的科学信息, 2006年对人化石发现地点进行了地层考察、年代测定, 并开展对人化石的进一步研究。本研究采用光释光法对泾川人化石出土地点进行了年代测定, 分别获得15, 48, 7.9 ka的结果。综合地层考察、伴生动物化石、石制品研究, 测年结果中15~48 ka可能更加接近泾川人化石的真实年代。人化石研究显示, 所比较的头骨大多性状在更新世晚期人类与现代人间无明显差异, 所以泾川头骨与现代人接近的形态特征并不与其较早的年代相矛盾。同时, 对更新世晚期人类头骨测量数据的主成分分析显示泾川头骨分布位置偏离现代人主要分布区域, 除说明更新世晚期人类头骨测量性状变异范围较大外, 可能提示泾川头骨有一定的原始性。

关键词

泾川

头盖骨

人类化石

更新世晚期

头骨特征

甘肃泾川人类头盖骨化石是泾河流域首次发现的人类化石, 1984年刘玉林等人^[1]对其进行了简要报道。该化石出土于灰褐色砂质黏土中, 同层还发现有石制品和一些哺乳动物化石(图1, 2)。刘玉林等人根据该地区第四纪黄土地层的对比和共生的动物化石研究, 认为泾川年代可能与萨拉乌苏、峙峪遗址大体相当, 时代为晚更新世。然而, 泾川人化石迄今未进行深入形态对比及演化特点研究, 地层年代也不够清楚。为了充分挖掘泾川人化石所蕴藏的科学信息, 2006年5月, 我们对化石发现地进行了地层考察及测年取样, 并对人化石重新进行了研究。

1 地层考察及年代测定

1.1 地层考察

甘肃省泾川县地处陇东黄土高原东缘, 隶属于

黄河水系的泾河自西北而东南流贯全境, 至陕西省境内汇入黄河最大支流渭河。泾河流域是我国旧石器考古的重要发祥地之一。1920年法国古生物学家桑志华(Emile Licent)在甘肃庆阳以北首次发现有记录的第一批中国旧石器标本。此后, 中国学者又陆续在陕西长武窑头沟、甘肃庆阳巨家塬、环县楼房子、镇原姜家湾和寺沟口、泾川牛角沟、桃山嘴、泾川大岭上等地发现有明确地层的旧石器^[2,3]。从黄土冲沟切割出来的剖面上可以看到, 这里出露的地层按岩性特征、地层结构和时代可划分为2个主要单元, 即白垩系砂岩和第四系黄土。前者为考察区出露的时代最古老的岩层, 表面起伏不平, 与其上的黄土堆积成不整合接触。后者为色调鲜明的黄土与古土壤序列。

在当年的化石采集者刘玉林的引导下, 我们找到了人化石地点。它位于泾川县城东南约35 km的泾

引用格式: 李海军, 吴秀杰, 李盛华, 等. 甘肃泾川更新世晚期人类头骨研究. 科学通报, 2009, 54: 3357~3363

Li H J, Wu X J, Li S H, et al. Late Pleistocene human skull from Jingchuan, Gansu Province. Chinese Sci Bull, 2009, 54, doi: 10.1007/s11434-009-0462-2

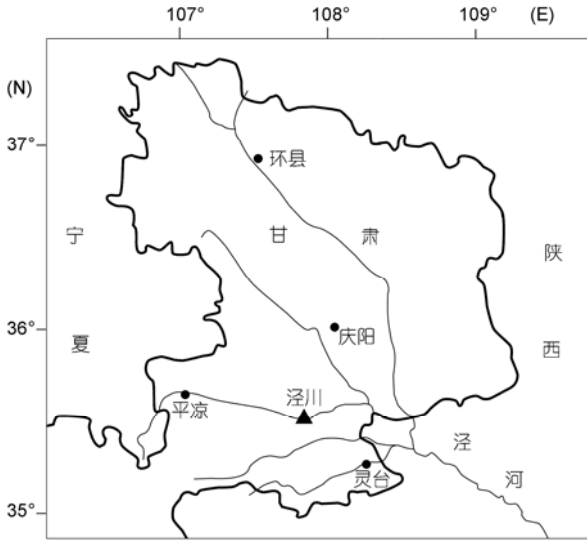


图1 泾川地理位置图

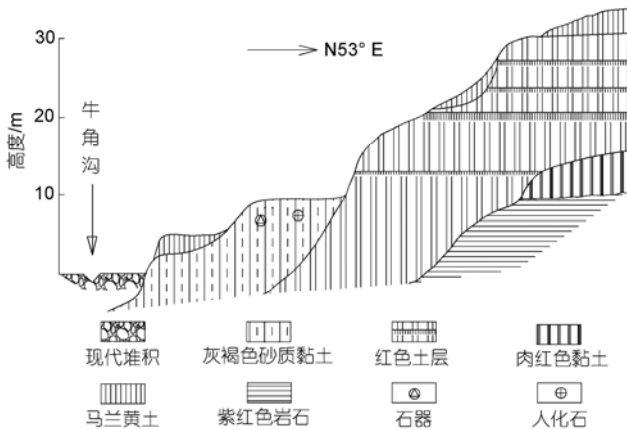


图2 1984年刘玉林等绘制的泾川人化石地点地层剖面

明镇白家村附近牛角沟。白家村东面有一条当地称为“东沟”的大冲沟。它上溯泾河左岸(北岸)白家塬,向南面进入泾河谷地。在抵达河谷前与一条从“东沟”东侧切入、名叫“牛角沟”的小支沟会合,化石地点正好位于两沟汇合处的三角地带。

牛角沟地点的堆积层由灰褐色砂质黏土组成,内含化石和旧石器(图2)。这个堆积层不整合地覆盖在午城黄土层(出露厚度约4 m)之上。据刘玉林等人^[4]报告出示的地层剖面图,含化石和石器堆积出露的厚度约10 m。20世纪70年代当地人在牛角沟一带黄土塬的坡面上修筑梯田植树,原来的堆积层受到很大扰动。现在保存的堆积厚度已不及10 m。据当年在该地工作的刘玉林回忆,早在1974年他就从这

里采集到动物化石和旧石器。1974年10月上旬,我国旧石器考古学家、中国科学院古脊椎动物与古人类研究所贾兰坡先生来泾川考察时曾提醒刘玉林多留心人类化石。两年后,林场人员在牛角沟平整土地时发现化石,刘玉林闻讯后即赶到现场,从出露的化石中认出多块人类头骨碎片,可拼合成一个不完整的头骨,只可惜化石出土的确切层位当时没有做详细记录。

考虑到牛角沟原生地层因平整土地造成扰动,我们决定对化石地点周围进行基本地质和地貌观察,为评估实验室测年结果提供地层学根据。牛角沟地点附近的泾河谷地只发育了一级阶地,由厚的底砾层和砂层组成,上覆内含以零星钙质结核条带为代表第1古土壤层(S1)的马兰黄土,与现代河床之间形成大约13 m高的陡坎。陡坎下部为约8.8 m厚的基岩(白垩系砂岩)露头,阶地堆积不整合地覆盖其上。由河岸向化石地点水平方向追溯,在临近化石地点时与牛角沟相遇。这条冲沟正好把阶地和化石地点切开,加上此处林木茂密,我们难以观察到两者明确的接触关系。不过,从阶地的水平延伸趋势和阶地、含化石堆积两者的高差来看,将牛角沟地点含化石堆积看作泾河第一阶地后缘的推断应该是合理的(图3)。然而,此次考察因时间仓促,未能通过扩大考察范围找到阶地与化石地点接触关系的直接证据仍然是此次考察的一个缺陷。

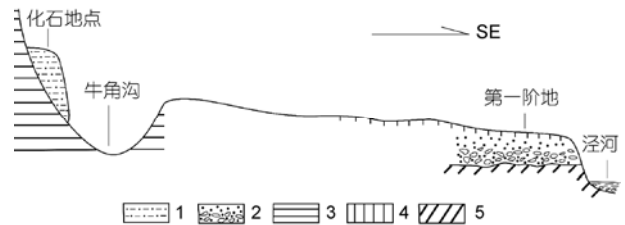


图3 本次考察泾川牛角沟化石地点示意剖面图

1, 砂质黏土; 2, 河流砂砾层; 3, 黄土-古土壤序列; 4, 马兰黄土; 5, 白垩系砂岩

1.2 年代测定

在牛角沟人化石出土地点采集了3个代表性样品供光释光(OSL)测定。样品1和样品2来自堆积北面(内面)的陡壁;样品3则来自从陡壁向坡面水平延伸的探槽,其位置比样品2的位置高。化石出土位置的高度位于样品1和样品2之间。以下为测定结果:

样品1(NJG-1): 距顶部70 cm处, OSL 测年结果

为距今 15 ka; 样品 2(NJG-2): 距顶部 255 cm 处, 是 3 个样品中位置最低的一个, OSL 测年结果为距今 48 ka 年; 样品 3(NJG-3): 来自水平探沟, OSL 测年结果为距今 7.9 ka.

2 人类化石研究

本文作者对涪川头骨化石重新进行研究, 通过对涪川头骨颅外和颅内结构、骨壁厚度、颅容量及颅内模的分析和探讨, 为其在人类演化上的特点提供新的信息. 涪川头骨化石来自涪川县博物馆. 参加对比的人类头骨标本和模型来自中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 包括: 更新世晚期柳江、资阳、武山、山顶洞 101、山顶洞 102、山顶洞 103; 现代华北人头骨 130 例.

参照近年有关学者对更新世晚期及全新世头骨的研究^[4-6], 本文选取了 7 项非测量性状(矢状脊、角圆枕、枕圆枕、枕外脊、枕外隆凸、乳突、乳突上脊)进行对比, 6 项测量性状(颅宽、耳上颅高、顶骨弦长、颧鳞高、星点间宽、人字点-星点弦长)进行主成分分析. 此外, 本文作者复原了涪川颅内模, 对其颅容量和颅内模的形态特征进行分析.

2.1 头骨外表面形态特征观察

涪川头骨呈淡黄褐色, 有一定程度的石化. 化石出土时已裂为多块, 后经过黏接, 构成一个不完整的头盖骨(图 4). 保存部分有: 右额骨鳞部一小片(图 4 (a)); 右顶骨的大部缺失左上角(图 4 (a), (b)), 左顶骨的右下角(图 4 (b), (c)); 部分较完整的右颧骨(图 4 (a)), 小部分左颧骨(图 4 (c)); 枕骨的大部分(图 4 (d), (e)). 冠状缝、人字缝、矢状缝和顶颧缝清晰可见, 除矢状缝顶孔间区段有部分愈合外, 其他骨缝都未愈合. 参考有关学者对骨缝愈合年龄的研究^[7-9], 此头骨年龄可能为 20 多岁. 头骨表面有多处蚀刻痕迹, 可能是植物根系及真菌直接接触后生长所产生的酸腐蚀的结果.

顶面观(图 4 (b)), 头骨近卵圆形, 右侧顶结节显著, 最大宽位于颧骨的中上部. 顶孔前方的矢状脊微弱隆起, 顶孔区向后的区域略微平坦. 右侧面观(图 4 (a)), 头骨圆隆, 乳突发达, 角圆枕不存在. 颧骨鳞部的上缘呈弧线形, 乳突上脊清晰可见. 左侧面观(图 4 (c)), 顶骨侧面的残余部分似乎平直. 枕面观(图 4 (d)), 上项线、最上项线较为明显; 枕骨圆枕呈条带状, 表现微弱; 枕外隆凸明显, 枕项平面呈圆弧形转折; 枕骨上项线以上保存部分骨面粗糙, 枕脊显著. 内面

观, 顶骨内表面乳突角处有乙状沟, 脑膜中动脉前后支均细, 与现代人相似.

表 1 比较了涪川与更新世晚期化石人类及现代人头骨的 7 项非测量性状的表现形式. 发现这些性状的表现形式在更新世晚期化石人类和现代人中没有明显区别.

2.2 骨壁厚度

涪川头骨骨壁较薄, 外板、板障和内板层清晰可见, 靠近顶结节部位的骨壁厚度为 4.58 mm, 外板层 1.72 mm, 板障层 1.29 mm, 内板层 1.57 mm. 现代人顶结节处骨壁的厚度为 2.5 ~ 6.3 mm, 外板较内板厚而坚韧^[10]. 涪川顶结节骨壁的厚度比武山人(7.0 mm)略薄^[11], 位于现代人的变异范围内.

2.3 测量性状主成分分析

涪川头骨的测量值中颅宽、耳上颅高、颧高、人字点-星点弦长在所比较的化石人类中是很大的, 且都超过现代人(华北)的平均值, 但均在其变异范围内(最小~最大值)(表 2). 为了综合比较各个性状, 我们测量了 45 个现代人头骨的数据, 将 6 项测量性状(颅宽、耳上颅高、颧高、顶骨弦长、星点间宽、人字点-星点弦长)进行了主成分分析, 提取 2 个因子后做了散点图(图 5). 虽然提取的 2 个因子贡献率都不高, 但还是可以看出一些特点: 图 5 中显示现代人头骨较为集中, 晚期智人头骨较为分散, 涪川头骨的分布位置偏离现代人主要分布区域.

2.4 颅容量

涪川头骨保存不完整, 本文根据公式法, 对其颅容量进行了以下估算:

依耳上颅高的计算公式^[15]: 颅容量 = $20.64963 \times$ 耳上颅高 - 973.261, 获得涪川颅容量为 1504 mL; 依人字点-星点弦长的计算公式^[16]: 颅容量 = $31.53 \times$ (人字点-星点) - 1324, 获得涪川颅容量为 1545 mL. 取平均值 1524 mL 作为涪川头骨颅容量的估计值. 在所比较的晚期智人中(表 2), 涪川颅容量值最大.

2.5 颅内模及脑形态特征

颅内模是从颅骨内表面得到的脑的外部形态, 颅内模并不代表原始的脑的解剖结构, 但因其保存有脑表面形态特征的信息, 故而成为分析和探讨人类脑进化的重要研究材料^[17]. 图 6 为人工复原的涪川头骨的颅内模, 可见颅骨内壁的脑膜中动脉和静脉

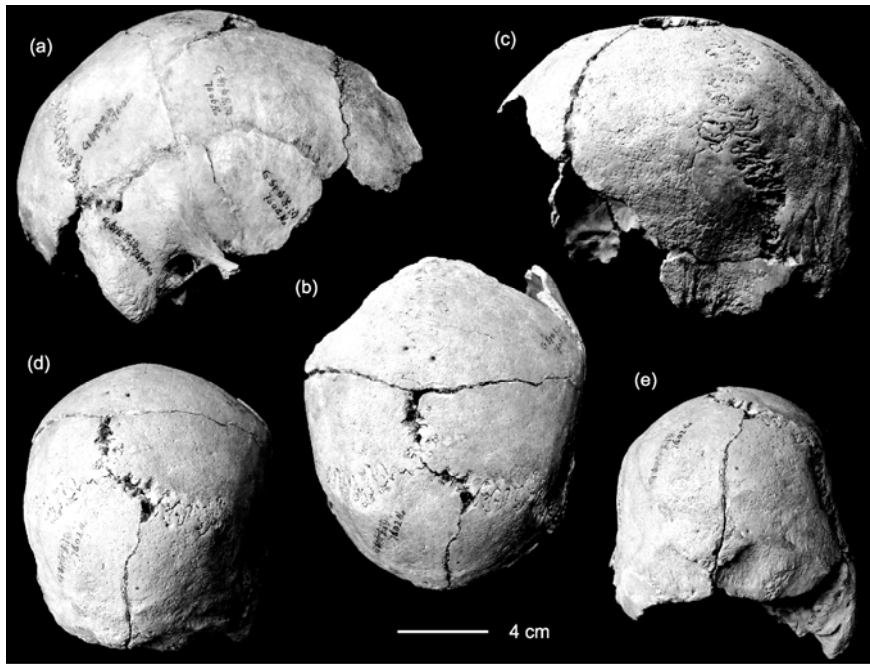


图4 泾川头骨化石不同侧面观
(a) 右侧面; (b) 顶面; (c) 左侧面; (d), (e) 枕面

表1 泾川与更新世晚期化石人类及现代人头骨形态特征比较^{a)}

| | 矢状脊 | 角圆枕 | 枕圆枕 | 枕外脊 | 枕外隆凸 | 乳突 | 乳突上脊 |
|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 泾川 | 不显 | 不显 | 稍显 | 明显 | 明显 | 较大 | 稍显 |
| 武山 | 不显 | 稍显 | 明显 | 稍显 | 明显 | — | — |
| 柳江 | 不显 | 稍显 | 稍显 | 明显 | 稍显 | 较小 | 明显 |
| 资阳 | 明显 | 稍显 | 稍显 | 稍显 | 稍显 | 较小 | 明显 |
| 山顶洞 101 | 稍显 | 稍显 | 明显 | 明显 | 稍显 | 较大 | 明显 |
| 山顶洞 102 | 稍显 | 稍显 | 不显 | 明显 | 不显 | 较大 | 不显 |
| 山顶洞 103 | 明显 | 不显 | 稍显 | 明显 | 稍显 | 较小 | 明显 |
| 现代人 | 不显 24.7% | 不显 39.4% | 不显 8.9% | 不显 0.1% | 不显 2.3% | 较小 14.9% | 不显 0.1% |
| N=130 | 稍显 45.7% | 稍显 50.8% | 稍显 38.8% | 稍显 16.0% | 稍显 20.1% | 较大 88.1% | 稍显 16.0% |
| | 明显 29.6% | 明显 9.8% | 明显 52.3% | 明显 83.9% | 明显 77.6% | | 明显 83.9% |

a) “—”示化石保存不完整而无法观察到

表2 泾川与更新世晚期化石人类及现代人头骨测量特征比较

| | 颅宽 | 耳上颅高 | 顶骨弦长 | 颧高 ^R | 星点间宽 | 人字点-星点弦 ^R | 颅容量/mL |
|------------|---------|---------|-----------|-----------------|------------|----------------------|--------------------|
| 泾川 | 143.0 | 120.0 | 115.5 | 52.5 | 107.0 | 91.0 | 1524 |
| 柳江 | 143.0 | 115.0 | 118.8 | 45.5 | 109.0 | 86.5 | 1480 ^{a)} |
| 资阳 | 131.0 | 112.0 | 108.0 | 33.5 | 100.0 | 84.5 | 1156 ^{b)} |
| 山顶洞 101 | 145.0 | 115.0 | 122.5 | 49.0 | 123.0 | 76.0 | 1500 ^{c)} |
| 山顶洞 102 | 136.0 | 121.0 | 122.1 | 42.0 | 107.5 | 91.0 | 1380 ^{c)} |
| 山顶洞 103 | 132.2 | 119.0 | 122.0 | — | 106.4 | 79.5 ^L | 1300 ^{c)} |
| 现代人平均值 | 138 | 111.8 | 111.3 | 47.3 | 105.9 | 83.8 | 1360 |
| 变异范围(N=45) | 129~147 | 105~119 | 102~121.2 | 36.5~55.8 | 94.5~116.5 | 66.5~94 | 1135~1595 |

a) 引自吴秀杰等人^[12]; b) 引自云南省博物馆^[13]; c) 引自吴新智^[14]; 上角“L”, “R”分别示左和右. 颅容量的测量标本 N=39. 单位: mm

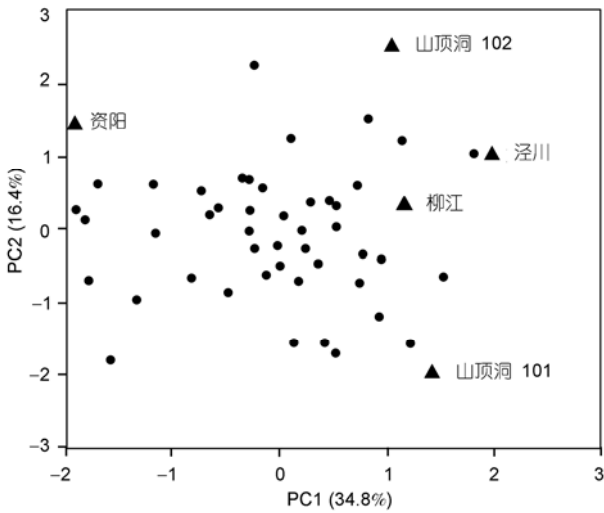


图5 泾川与更新世晚期化石人类及现代人(男性)头骨的主成分分析

· 代表现代人

窦的压迹非常清楚。脑膜中动脉从颞叶前方的基部发出后，沿颞叶内面前进，分为前、后二支：前支向上延伸占据顶骨前 2/3 区域，后支向后延伸至顶骨的后 1/3 区域，前支分布面积明显大于后支(图 6(a))。泾川人脑型呈卵圆形(图 6(b))，顶叶圆隆(图 6(c))；右侧枕极向后突起程度大于左侧，左右枕叶不对称，顶面观，枕极与小脑在冠状面上几乎水平(图 6(b), (c))；静脉窦系统由上矢状窦发出后偏向左侧(图 6(d))。泾川人脑的形态特征与现代人的表现方式相似^[17,18]。

泾川人脑宽 126.1 mm，脑最高点至颞叶最低点的距离为 132.1 mm，星点间宽 98.2 mm。现代人脑宽的变异范围为 117.0~137.3 mm，脑最高点至颞叶最

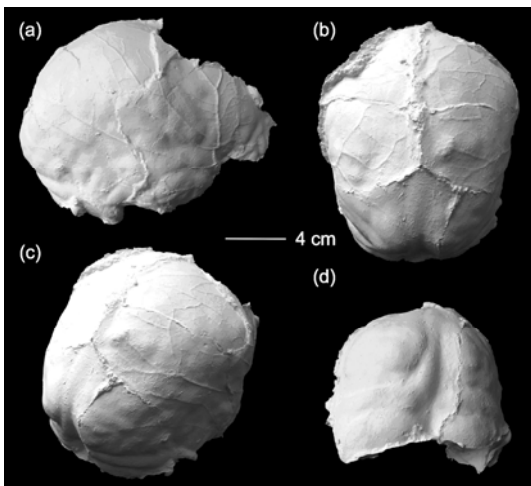


图6 泾川头骨颅内模形态特征

低点的距离为 110.9~133.8 mm，星点间宽 91.5~107.5 mm。泾川人脑的测量数据位于现代人的变异范围内。

3 讨论

3.1 泾川人头骨化石年代

据刘玉林等报道，牛角沟地点的堆积层由灰褐色砂质黏土组成，内含化石和旧石器，人类头骨化石亦出自此层。出土化石有马(*Equus sp.*)、鹿(*Cervus sp.*)、披毛犀(? *Coelodonta antiquitatis*)、牛科(Bovidae)和中华鼯鼠(*Myospalax fontanieri*)等，均为华北晚更新世萨拉乌苏动物群成员。石制品有 88 件(部分出自层位相当的合志沟地点)，包括石核(12 件)、石片(39 件)和工具(37 件)。原料以石英岩为主，脉石英次之。打片用锤击、砸击两种方法。工具类型有边刮器、尖状器、球状器和砍斫器等^[1]。

从年代测定结果来看，样品 3(NJG-3)处于全新世范围。这个年代与地貌学观察结果以及对出土动物化石和旧石器研究结论不合。如果它能代表牛角沟地点，则需要证明牛角沟含化石堆积层不是原生的，而是黄土塬上的新石器遗址堆积层被自然或人为因素破坏后搬运下来的坡积物。但是，牛角沟含化石堆积层是一种纯净的灰褐色砂质黏土，不具备坡积物的沉积特征。而且，该层出土的动物化石和旧石器具有明确的更新世特征，不同于当地新石器遗址常见的磨制石器、陶片和现生动物骨骼等遗物。总之，样品 3 代表牛角沟地点年代的可能性基本上可以排除。

样品 1(NJG-1)和样品 2(NJG-2)都处于晚更新世马兰黄土的年代范围，与出土的动物化石、旧石器性质相符。同时，从野外观察结果来看，牛角沟化石地点在地貌上很可能相当于泾河第一阶地后缘。这也支持把人类化石归入晚更新世的安排。因此，在今后进一步研究之前，可以认为化石的年龄应在 15~48 ka 之间。当然，今后有必要加强地层工作，特别是在可能的情况下，从化石地点获取进行碳同位素年代测定的材料以印证现有的光释光测定。

3.2 泾川人化石与现代人及更新世晚期人类对比

泾川头骨的 7 个非测量性状表现对应的级别在现代人中占有不少的比例。泾川各个测量性状数值均高于现代人的平均值，但都位于现代人的变异范

围内. 骨壁厚度、颅容量、颅内模形态均位于现代人变异范围内或与现代人相似. 泾川颅容量复原平均值1524 mL, 一般男性颅容量较大, 约1450 mL, 女性较小, 约1300 mL^[7], 支持其为男性的可能性较大^[19].

泾川头骨的非测量性状表现除枕外隆突外, 都没有超出更新世晚期人类的形态变异范围. 泾川的枕外隆突明显, 对比的化石人类多为稍显或不显. 测量性状中泾川的耳上颅高、颧高、人字点-星点弦长均为最大或接近最大, 顶骨弦长值偏小. 颅容量值在对比的化石人类中也最大, 但同时我们注意到, 泾川的颅容量值为计算所得, 不一定能准确反映其真实值大小.

测量性状的主成分分析散点图显示现代人头骨分布较为集中, 晚期智人头骨较为分散, 泾川头骨在图中的位置偏离所选的现代人主要分布区域. 这些显示更新世晚期人类头骨测量性状变异范围较大, 同时可能提示泾川头骨有一定的原始性.

3.3 泾川人化石形态特征的演化特点

更新世晚期人类头骨的形态特征一直以来是古人类学家探讨的焦点问题之一. 目前, 学术界对于更新世晚期人类演化及现代人群形成与分化过程中的许多细节和机制, 还不是十分清楚. 传统的观点认为, 更新世晚期化石人类的形态特征与全新世人类已经很接近, 现代人种族特征很可能形成于这一时期或更早的阶段^[20-22]. 在东亚地区, 山顶洞人和柳江人代表着尚未分化完成的古老型蒙古人种, 或原始的蒙古人种, 更新世晚期化石人类具有原始和现代镶嵌的形态特征^[20,23-25]. 近年来, 一些学者提出更新世

晚期以来颅骨的形态特征仍然在进化^[26-29]. 更新世晚期人类头骨在大多数测量项目上明显地大于全新世早期人类^[26], 在新石器时代人类颅骨上尚可看到一些介于化石人类与现代人之间的特征^[30]. 现代人种族特征的形成可能发生在更新世晚期以后, 或者发生在全新世阶段^[28,29].

如前所述, 15~48 ka 更可能是泾川头骨化石的年代, 但头骨形态特征中矢状脊、角圆枕、枕圆枕、枕外脊、枕外隆凸、乳突、乳突上脊等却与现代人接近或在多数现代人表现范围内, 本文作者认为这并不矛盾. 因为所比较的这些性状在更新世晚期人类与现代人间并无显著差异. 如本文所观察的项目中柳江人的性状表现与现代人也无显著差异, 而他的年代早于67 ka. 刘武等人^[31]认为柳江人头骨绝大多数特征的表现情况位于现代中国人的变异范围, 只有低眶等极少数原始特征. 由于化石保存不完整, 泾川头骨的面部是否有原始特征不得而知.

4 结论

综合地层考察、伴生动物化石、石制品研究, 我们认为测年结果中15~48 ka 可能更接近泾川人化石的真实年代. 根据泾川头骨的保存状况, 所比较的头骨性状在更新世晚期人类与现代人间无明显差异, 所以泾川头骨与现代人接近的形态特征并不与其较早的年代相矛盾. 同时, 测量性状主成分分析的散点图偏离对比现代人的主要分布区域, 可能提示其有一定的原始性. 泾川人化石为研究中国及东亚地区现代人的起源提供了新的证据.

致谢 感谢甘肃省泾川县政府、宣传部、文化局对泾川人化石研究及地层考察提供的大力支持, 平凉博物馆原馆长刘玉林先生对泾川头骨化石相关研究提供的热心帮助. 释光测年得到香港研究资助局项目(HKU703205)资助.

参考文献

- 1 刘玉林, 黄慰文, 林一璞. 甘肃泾川发现的人类化石和旧石器. 人类学学报, 1984, 3: 11—18
- 2 谢骏义. 甘肃省旧石器时代考古的回顾与进展. 见: 韩国国立忠北大学, 先史文化研究所, 中国辽宁省文物考古研究所, 编. 东北亚旧石器文化. 沈阳, 1996. 165—177
- 3 张宏彦. 泾水上游旧石器时代遗存的年代与分期研究. 西北大学学报(哲学社会科学版), 2005, 35: 87—94
- 4 刘武, 何嘉宁, 吴秀杰, 等. 山顶洞人与现代华北头骨非测量性特征比较及中国更新世晚期人类演化的一些问题. 人类学学报, 2006, 25: 26—41
- 5 刘武, 吴秀杰, 汪良. 柳江人头骨形态特征及柳江人演化的一些问题. 人类学学报, 2006, 25: 177—194
- 6 吴秀杰. 中国全新世人群头骨形态特征的变异. 博士学位论文. 北京: 中国科学院研究生院, 2006. 13—40

- 7 邵象清. 人体测量手册. 上海: 上海辞书出版社, 1985. 1—201
- 8 吴汝康. 化石人类头骨年龄和性别的鉴定. 古脊椎动物与古人类, 1962, 6: 116—118
- 9 莫世泰, 张文光, 雷绍伯, 等. 中国人颅骨缝的变化与年龄关系. 人类学学报, 1989, 8: 131—138
- 10 Wu X J, Liu W, Wang Z X. A human parietal fossil found at the Shuidonggou site, Ningxia, China. *Anthropol Sci*, 2004, 112: 83—89[[doi](#)]
- 11 谢骏义, 张振标, 杨福新. 甘肃武山发现的人类化石. 史前研究, 1987, 4: 47—51
- 12 吴秀杰, 刘武, 吴永胜. 中国化石人类脑量演化特点及其意义. 见: 董为, 主编. 第十届中国古脊椎动物学术年会论文集. 北京: 海洋出版社, 2006. 109—120
- 13 云南省博物馆. 云南丽江人类头骨的初步研究. 古脊椎动物与古人类, 1977, 15: 157—161
- 14 吴新智. 周口店山顶洞人化石的研究. 古脊椎动物与古人类, 1961, 3: 181—203
- 15 丁士海, 阎锡光, 法德华, 等. 颅容积的测量与推算的改进. 人类学学报, 1992, 11: 241—248
- 16 Oliver G, Dricot J M. Estimation of the cranial capacity of fossil hominids. In: Tuttle R H, ed. *Primate Functional Morphology and Evolution*. Paris: Mouton Publishers, 1975. 443—464
- 17 吴秀杰, 刘武, Christopher N. 颅内模——人类脑演化研究的直接证据及研究状况. 自然科学进展, 2007, 17: 705—715
- 18 吴秀杰. 脑膜中动脉的形态变异及其在人类进化上的意义. 人类学学报, 2003, 22: 19—28
- 19 李海军, 吴秀杰. 甘肃泾川化石人类头骨性别鉴定. 人类学学报, 2007, 26: 107—115
- 20 吴新智. 关于周口店山顶洞人的种族类型. 中国科学, 1961, 10: 999—1005
- 21 Coon C S. *The Origin of the Races*. New York: Alfred A. Knopf, 1962
- 22 Suzuki H. Skulls of the Minatogawa Man. In: Suzuki H, Hanihara K, eds. *The Minatogawa Man*. Tokyo: The University of Tokyo Press, 1982. 7—49
- 23 裴文中, 吴汝康. 资阳人. 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所甲种专刊第1号. 北京: 科学出版社, 1957. 1—71
- 24 吴汝康. 广西柳江发现的人类化石. 古脊椎动物与古人类, 1959, 1: 97—104
- 25 吴茂霖. 中国的晚期智人. 见: 吴汝康, 等, 主编. 中国远古人类. 北京: 科学出版社, 1989. 42—61
- 26 Frayer D W. Biological and cultural change in the European late Pleistocene and early Holocene. In: Smith F H, Spencer F, eds. *The original of Modern Humans: A world survey of the fossil evidence*. New York: Alan R Liss, 1984. 211—250
- 27 Lahr M, Foley R. Towards a theory of modern human origins: Geography, demography, and diversity in recent human evolution. *Yearbook Phys Anthropol*, 1998, 41: 137—176
- 28 Jantz R, Owsley D. Variation among early north American crania. *Am J Phys Anthropol*, 2001, 114: 146—155
- 29 张振标. 现代中国人起源的实证——颅骨特征的时空变化. 第四纪研究, 1999, 2: 113—124
- 30 张振标. 我国新石器时代居民体型特征分化趋向. 古脊椎动物与古人类, 1981, 19: 87—97
- 31 刘武, 吴秀杰, 汪良. 柳江人头骨形态特征及柳江人演化的一些问题. 人类学学报, 2006, 25: 177—194