

南京汤山早更新世猎豹头骨 CT 扫描数据的三维重建*

董 为^{1,2} 侯新文² 房迎三³ 刘金毅¹ 朱奇志⁴

1. 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 北京 100044; 2. 中国科学院自动化研究所模式识别国家重点实验室, 北京 100080;
3. 南京博物院, 南京 210016; 4. 北京大学人民医院放射科, 北京 100044

摘要 CT技术和计算机图像处理技术的发展已使得人们可以将标本的CT数据复原成虚拟标本进行无创解剖. 本研究使用这一技术重建并无创解剖了产于南京汤山驼子洞的早更新世猎豹头骨化石, 测量了颅内模各部分的容量. 驼子洞猎豹的额窦呈蜂窝形, 脑内模显示其额叶较大、颞叶较小, 大脑上的沟回比家猫复杂, 与家狗相似, 但比熊猫、猪、牛和马的简单. 化石标本虚拟三维重建与解剖技术可以将古生物学的研究从标本外表延伸到内部, 克服疏松脆弱标本修理保存方面的困难, 为珍稀标本制作虚拟备份.

关键词 CT影像 三维重建 猎豹头骨 早更新世 南京汤山

生物遗骸能够石化并保存下来的比例非常小, 保存完整的就更少. 因此在对珍稀化石进行研究时决不允许对化石标本进行实体解剖, 研究工作只能停留在标本的外表形态上. 另外, 有些保存比较完整的化石标本由于地下水长期浸泡而使骨骼结构非常疏松, 在修理和翻模时很容易损坏. 这些客观条件的限制无疑阻碍了我们对化石的深入研究. 虽然计算机断层扫描成像(CT)技术解决了X光透视的重影问题, 可以帮助古生物学家了解化石标本内部的一些结构^[1-4], 但是理解和描绘并展示这些内部的形态构造非常抽象, 因此不利于进行跨专业、跨学科的交流研讨. 最近若干年随着计算机运算速度和容量及可视化三维影像处理软件的不断升级完善, 使得古生物学家可以将CT扫描数据用计算机软件进行处理^[5, 6], 在计算机上进行古人类头骨化石标本的三维重建并进行虚拟解剖学研究^[7-11]或颅内模研究^[12, 13], 对恐龙头骨化石的颌部咬合功能进行力学研究^[14, 15], 对化石在地层中受到挤压变形或

破损的部位进行矫正复原, 然后测量准确的数据^[16, 17]. 但这项新的课题在我国尚未展开, 而国内有不少珍稀的哺乳动物和古人类头骨化石有待研究内部形态. 为此, 我们在这方面进行了尝试, 选择了产于南京汤山驼子洞早更新世堆积中的猎豹头骨做CT扫描, 并对扫描数据进行了可以无创解剖的虚拟三维重建及观察.

1 材料与方法

1.1 材料的选择

现生猎豹是陆地上奔跑速度最快的哺乳动物, 最高速度为110 km/h. 猎豹能够成为奔跑最快的哺乳动物是由于它除了有修长的四肢、弯曲度和弹性都很好的躯干、强劲的心脏和大容量的肺外, 还有流线型的头骨、用以进行高效呼吸的扩张鼻孔^[18]. 研究猎豹头骨的形态结构及演化不仅具有生物学意义, 而且还具有一定的仿生学意义. 因此我们选择了出土于南京汤山驼子洞堆积中的1件猎豹头骨做

2005-11-23 收稿, 2006-02-27 收修改稿

* 国家自然科学基金(批准号 40372016)和模式识别国家重点实验室开放基金资助

E-mail: dongwei@ivpp.ac.cn

为研究材料。与这件标本伴生的驼子洞动物群含有三趾马、真马、山西轴鹿和丽牛,其生物地层年代相当于欧洲陆相哺乳动物分带的MN16,绝对年龄约2.4 Ma^[19, 20]。按照目前我国主流意见将上新世和更新世的界线划分定在松山-高斯极性转变事件的界线上^[21],驼子洞堆积及所含哺乳动物化石的地质年代为早更新世。这件标本的鼻吻部、一对颧弓、右侧的听泡已经破损,但其他部分保存完好,尤其是脑颅保存完整。其形态特征介于西瓦猎豹(*Sivapanthera*)^[22]和猎豹(*Acinonyx*)之间,目前我们根据这件标本的头颅更圆隆而近于流线型,头骨长度明显小于西瓦猎豹的特点暂时将它归入猎豹属,头骨标本的系统研究将另行撰文,本文主要讨论使用常规方法无法观察到的猎豹头骨的颅内模及方法。虽然出土于南京汤山的猎豹头骨标本不如产于甘肃龙担的西瓦猎豹头骨完整,但它在系统关系及形态特征上与现生的猎豹最接近,因此更有利于研究猎豹头骨形态的演化,这也是我们选择汤山标本的主要原因。

1.2 CT扫描方法

我们在北京大学人民医院使用美国通用电器集团医用器材公司(GE MEDICAL SYSTEMS)生产的医学CT扫描仪(型号 Lightspeed QX/i)对这件猎豹头骨沿长轴方向(四足行走哺乳动物的轴位,相当于两足行走人类的冠状位)按0.25 cm的间距进行了扫描。这个间距比我们原先期望的0.1 cm要大一些,原因是医用CT扫描仪主要用于临床诊断,在设计中同时考虑了病人对X光的辐射承受能力及诊断成本,所以扫描容量不大,1次只能扫描数十张切面,对于长度为19 cm左右的猎豹头骨做完整的扫描只能增加扫描间距,不然会超出CT扫描仪的负荷而损坏机器。扫描电压为140 kV,电流120 mA,每层扫描时间2 s,无间隔扫描,扫描野直径(data collection diameter)25 cm。猎豹头骨的下方垫了折叠的桌布,使得头骨的位置尽可能水平地位于扫描区域内。

1.3 CT扫描数据的处理方法 CT扫描的原始数据由CT仪厂家配置的软件 LightSpeedApps(版本10.5_2.8.2I_H1.3M4)根据1.1 Routine Head协议处理,重建成像素矩阵为512×512、色深(color

depth)为16位的二维影像并录入光盘。二维影像重建直径(reconstruction diameter)为15.3 cm(图1(a)~(d)),每个像素的实际大小为0.0298828 cm×0.0298828 cm。我们使用Mercury公司(www.mc.com/tgs)出品的可视化三维图像处理软件Amira(版本3.1.1)对猎豹头骨的CT光盘数据进行了3项处理:

1.3.1 等色度面(isosurface)的提取 这项处理是根据二维断层扫描影像系列重建头骨的三维虚拟影像。二维断层扫描影像是X光对本标本各部分的穿透量大小的反映,X光通过密度大的物体穿透量小,在二维断层影像上显示为浅色,密度越大,色度越浅(越白);X光穿透密度小的物体则相反,密度越小,色度越深(越黑)。对于洞穴堆积中的化石来说,化石骨骼的密度较大,而化石周围的围岩及化石中的充填物的密度则较小。三维重建的方法就是把每张二维的断层影像中的色度(实际上是标本的密度)相同的像素连成二维的等色度矢量线(isoline),然后又把相邻的断层影像之间的等色度线连成三维的等色度矢量面(实际上是等密度面)。所以重建好的虚拟标本最外层的面与我们用肉眼看到的标本外形相似,而内层的面则反映我们无法用肉眼看到的标本内部结构。由于用计算机重建的标本只是一个虚拟的影像,因此可以沿轴面、矢状面、冠状面或任意角度的斜面对虚拟标本进行任意的无创解剖。

1.3.2 图像的分割提取(segmentation) 根据等色度重建的虚拟三维标本虽然有等色度面将标本中的不同结构区分开,但所有的等色度面在生成时都是相同的颜色,所以要区分不同的器官、组织或结构成分还要对虚拟标本进行分割提取。这项工作只能由从事本标本研究的专业人员对一些关键的断层影像的边界进行人工定义,用不同的颜色加以标记,然后由计算机对所有的二维影像进行自动定义分割边界,最后对所有定义好的边界的所有切面逐一进行人工确认,人工修改在自动定义中不够准确的边界,完成标本的分割工作。在这个基础上计算机软件就可以根据定义好的那些边界的图像提取出分割好的三维结构成分。图像分割提取工作是进行虚拟解剖的关键一环,也是工作量最大、最细致的一部分。

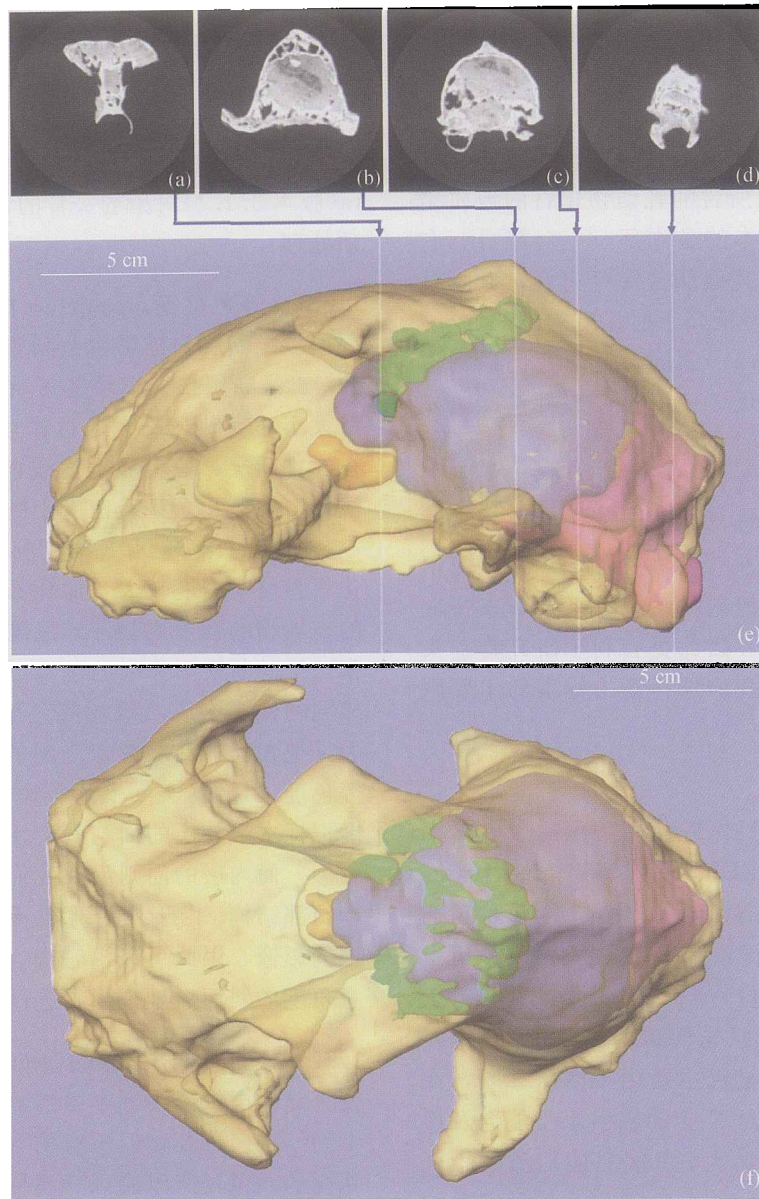


图1 根据CT扫描数据重建的猎豹化石三维虚拟头骨及颅内模

(a)–(d) 代表性CT扫描切片(切片尺寸: $15.3\text{ cm} \times 15.3\text{ cm}$); (e) 虚拟颅内模及其在透明头骨中的位置与代表性CT扫描切片在头骨上的位置, 左侧视; (f) 虚拟颅内模及其在透明头骨中的位置, 背侧视

在二维断层影像上完成边界定义后, 再根据定义好的二维断层影像组提取出三维影像。由于二维断层影像之间有一定的厚度或间距, 所以为了避免出现阶梯式三维图像, 在提取三维影像时做了折线的曲线化及折面的曲面化处理, 使三维影像的边缘光滑一些, 更加接近自然状态。

1.3.3 标本测量 CT断层扫描影像是位图, 重建和分割提取的三维影像都基于位图。二维位图由一个个大小相等但色度因物体密度变化而异的像素(pixel)排成矩阵组成, 每个像素都有一个相应的实际的面积; 三维位图由一个个体积相同但色度因物体密度变化而异的体素(voxel)排成立方矩阵组成, 每个体素也有一个相应的实际体积。在本文研究标本

的 CT 影像中每个像素的实际面积为 $0.0298828 \text{ cm} \times 0.0298828 \text{ cm}$, 重建的虚拟三维标本中每个体素的实际体积为 $0.0298828 \text{ cm} \times 0.0298828 \text{ cm} \times 0.25 \text{ cm}$. 所以可根据标本所占据的像素和体素的数量换算出标本的长度、面积和体积. 即三维影像中任意两个体素之间的距离可以根据它们在立方矩阵中的像素坐标通过勾股定律和三角函数计算得出, 任何一个平面图形的面积可以根据这个图形所包含的像素的数量及单位像素的面积计算得出, 任何一个立体几何图形的体积则根据这个图形所包含的体素的数量乘以单位体素的体积得出.

2 虚拟三维头骨的重建与观察测量

根据上述方法我们对驼子洞早更新世猎豹化石头骨进行了 CT 扫描, 获得了 76 张 CT 扫描影像. 从 CT 影像切片上看, 头骨内部虽然有分布不均的充填物, 头骨内有些反映脑颅结构的较软的部分如大脑镰等未能保存下来, 但脑颅内部的主要结构如大脑窝、小脑窝、嗅窝及额窦等的位置和轮廓基本可辨(图 1(a)–(d)), 因此可以对影像进行分割提取. 我们分割提取出大脑内模、小脑内模、嗅球内模、延髓内模及额窦内模(图 1(e)–(f), 图 2), 重建了可以进行虚拟解剖的可视三维头骨(图 1(e)–(f), 图 2(c)1), 并对颅内模的各个部分进行了测量或换算(表 1).

表 1 南京汤山驼子洞早更新世猎豹虚拟头骨颅内模的测量

材料	体素计数 ^{a)}	容量/mL	X 轴中心	Y 轴中心	Z 轴中心
头骨	19007060	4243.24	7.59888	7.67473	9.56815
小脑内模	131080	29.26	8.31858	7.82084	2.59109
大脑内模	615060	137.31	8.43288	6.31446	5.98383
嗅球内模	12639	2.82	8.47451	7.34700	10.37548
延髓内模	108228	24.16	8.21787	9.57672	3.47958
额窦内模	48878	10.91	8.32082	4.10175	7.92605

a) 体素大小 (voxel size) = $0.0298828 \text{ cm} \times 0.0298828 \text{ cm} \times 0.25 \text{ cm}$

我们参考了有关家猫^[23]、大熊猫^[24]、狗、猪、牛、马^[25]、长臂猿^[26]等的头骨与脑神经的解剖资料, 对驼子洞猎豹虚拟头骨及脑内模进行了观察比较. 根据对虚拟颅内模的形态观察, 驼子洞猎豹大脑内模背视呈前窄后宽, 近于三角形(图 1(f), 图 2(b)), 侧视呈上大下小、后大前小的倒三角形(图

1(e)), 外形与猫和狗的大脑相似, 而脑内模上所反映的沟回比家猫略复杂而与狗相似, 但比大熊猫、猪、牛和马略简单. 这一现象与哺乳动物的脑容量有关, 根据我们对大量哺乳动物的大脑资料^[27]分析, 脑容量大的种类大脑的沟回会相应多一些. 猎豹的脑容量比家猫大, 比家狗略大, 而小于大熊猫、猪、牛和马. 驼子洞猎豹虚拟脑内模上有些沟回的形态可以分辨, 如图 2(b)所示; 但还有一些沟回的边界模糊, 无法辨认. 其原因一方面是化石保存质量与 CT 扫描精度不够, 另一方面是脑内模只是脑颅骨骼内部与脑组织接触部分的形态, 与脑组织的实际形态有一定的差距.

根据 CT 数据重建的头骨看, 猎豹化石的额窦呈蜂窝状(图 1(e)–(f); 图 2(a)), 而不是一个整体, 在额部所占的空间有 10.91 mL. 蜂窝状结构既可以减轻额骨的重量又可以保持额骨的强度, 我们认为这是猎豹对捕食搏斗生活的一种适应. 根据驼子洞猎豹化石脑内模的形态看, 冠状沟和后十字沟之前的额叶(运动区)比较大, 猎豹的体长与家猪相似, 但家猪的额叶在大脑中的比例则明显比驼子洞猎豹小得多. 冠状沟之后、薛氏沟之前的顶叶(体感区)和大脑后侧的枕叶(视区)适中, 薛氏沟和后缘沟之间的颞叶(听区)较小(图 2(b)), 这也许说明驼子洞猎豹的运动机能较强而听觉相对较弱. 猎豹的身体大小与体重和直立人相近, 但驼子洞猎豹 193.55 mL 的总脑容量比北京猿人 1075 mL 的平均脑容量^[28]的 1/5 还小一些, 可见驼子洞猎豹的脑容量很小, 大脑沟回不发育, 说明驼子洞猎豹的智力不高. 但驼子洞猎豹的小脑较大, 表明运动平衡能力较强, 加上其主管运动区的大脑额叶偏大, 也许说明驼子洞猎豹的奔跑速度已经很快了.

驼子洞猎豹虚拟头骨还为我们展示了一些在实物标本上显示得不太清楚的形态结构. 如图 2(c)所示, 在左侧的虚拟头骨的腭面上我们可清晰地看到后腭孔, 但这一对后腭孔在图 2(c)右侧的实物标本上并不清晰. 原因是标本在埋藏过程中这样的孔被围岩充填物所充填遮掩, 但这些充填物的密度与骨骼不同, 所以在虚拟头骨的等密度面上被自动删除了. 这对后腭孔的位置在左右 P3 中点的连线上, 与临夏西瓦猎豹 (*Sivapanthera linxiaensis*)^[22] 相似.

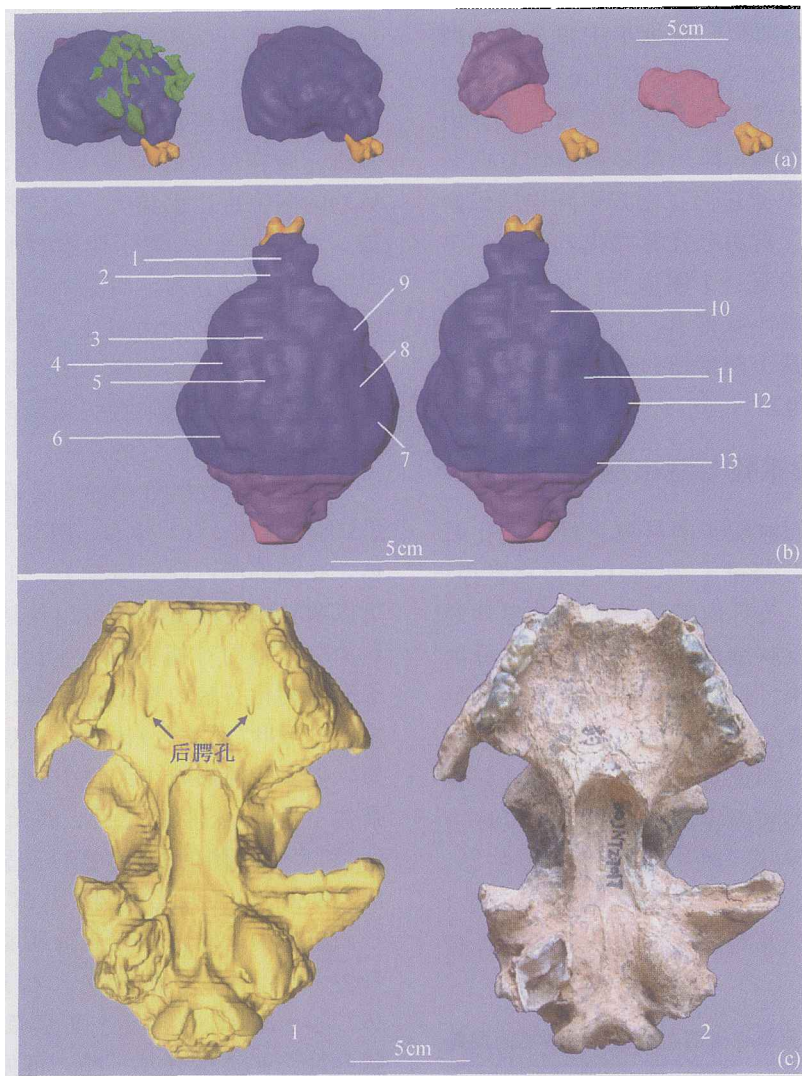


图2 化石猎豹的头骨及颅内模

(a) 化石猎豹颅内模组图: 分割提取出的额窦(绿色)、大脑内模(蓝色)、小脑内模(紫色)、嗅球内模(橙色)及延髓内模(粉红色); (b) 脑内模背侧立体视: 1. 纵裂; 2. 前十字沟; 3. 十字沟; 4. 冠状沟; 5. 后十字沟; 6. 薛氏沟; 7. 薛氏回; 8. 冠状回; 9. 乙状回; 10. 额叶; 11. 顶叶; 12. 颞叶; 13. 枕叶; (c) 化石猎豹头骨腹面: 1. 虚拟的标本; 2. 实际的标本

3 讨论

化石标本虚拟三维影像的质量取决于3个主要因素: 化石标本本身的保存质量、CT仪的分辨率、数据处理工具的功能(计算机硬件及软件的容量与速度)。化石在地层中的保存过程中受到挤压变形的问題不是很大, 可以进行虚拟矫正, 但如果化石骨骼被矿化成和围岩或充填物的密度相等或相近时,

在CT影像上就难以区分骨骼和围岩或充填物的界线, 这时就很难处理CT数据。目前的CT仪种类比较多, 医学CT仪的种类不多但数量比较多, 一般较大的医院都有。但由于这类扫描仪是为观察人体设计的, 只能满足切片量较少或间距较大的扫描, 标本的尺寸与人体接近时才能达到最佳效果。本文研究的标本使用医学CT仪基本上能满足对颅内模形态研究的需要。工业扫描仪的数量不多但种

类较多,二维断层影像的分辨率可以达到很高,扫描间距可以调控到很小,从而可减少断层之间所遗漏的信息,提高三维复原影像的精度,但所需的扫描时间很长.所以对于尺寸大小不同的标本必须使用不同类型的工业CT扫描仪.著名的乍得人头骨就是使用工业CT扫描仪做了间距为0.04 cm的扫描,扫描电压高达450 kV^[17],花费了两天时间才将标本扫描完毕,扫描数据非常庞大.由于CT扫描数据所占的空间很大,所以处理起来需要运算速度快、内存容量大的计算机并配套功能强大的软件,这一点是显而易见的.在上述3个因素中化石保存质量是无法改变的,而CT扫描仪、CT数据处理工具的功能则是可以不断提高的.因此这项技术还有很大的发展潜力.

化石标本虚拟三维影像技术的发明是古生物学研究方法上的飞跃式突破.首先,这使得古生物学家可以把研究工作从化石标本的外表延伸到标本内部(如探察颅内模、蛋化石中的胚胎),从而可以从化石标本中发现更多的鲜为人知的特征,帮助古生物学家更深入地解读生物进化的自然历史.其次,在古生物学研究中常常会遇到这样的遗憾,化石标本形态特征的保存状况较好,但化石本身非常疏松脆弱不适宜修理,并且容易风化不易长期保存(如山东山旺硅藻页岩中出土的哺乳动物标本).有了化石标本虚拟三维影像技术就可以很好地解决这个问题,我们可以不做标本的修理工作而直接将化石用固定剂封存防止风化,然后用CT仪扫描标本,使用计算机处理研究扫描数据.再次,“二战”期间周口店北京猿人头盖骨的丢失已成为古生物学界不可挽回的重大损失,虽然人类可以争取避免战争,但是地震、火灾、恐怖袭击、自然风化等人力无法控制的因素仍然会威胁珍稀化石的保存工作.如果将珍稀标本都做CT扫描,就可以将标本主要的内外形态数据永久保存,我们可以通过这些数据使用三维雕刻机^[7]复制出能够反映标本内外形态结构的模型.最后,根据信息产业目前的发展态势,计算机及宽带网络的功能、速度及价格承受力很有可能在十来年后提高到使古生物学家可以在洲际间轻松交流研讨化石标本的三维数据,研究专家和大专院校的师生可以在网上访问并解剖虚拟博物馆中的三维标本,这也是在古生物学领域应用这项技术的前瞻

性所在.

致谢 笔者感谢Mercury公司(www.mc.com/tgs)提供三维可视化软件Amira.

参 考 文 献

- 1 Eubanks B A, Cann C E, Brand-Zawadski M. CT measurement of the diameter of spinal and other bony canals: Effects of section angle and thickness. *Radiology*, 1985, 157: 243—246
- 2 Conroy G C. Enamel thickness in South African Australopithecines: Noninvasive evaluation by computed tomography. *Palaeont Afr*, 1991, 28: 53—59
- 3 Rae T C, Koppe T. Isometric scaling of maxillary sinus volume in hominoids. *J Hum Evol*, 2000, 38: 411—423
- 4 Weber G W, Kim J, Neumaier A, et al. Thickness mapping of the occipital bone on CT-data—A new approach applied on OH 9. *Acta Anthropologica Sinica*, 2000, 19(Suppl): 52—61
- 5 Ketcham R A, Carlson W D. Acquisition, optimization and interpretation of X-ray computed tomographic imagery: Applications to the geosciences. *Computers & Geosciences*, 2001, 27: 381—400
- 6 董 为, 刘金毅, Jaeger M, 等. 化石头骨虚拟3D图像的复原与矫正. 见: 董 为主编. 第九届中国古脊椎动物学学术年会论文集. 南宁, 2004. 北京: 海洋出版社, 2004, 175—182
- 7 Seidler H, Falk D, Stringer C, et al. A comparative study of stereolithographically modelled skulls of Petralona and Broken Hill: Implications for future studies of middle Pleistocene hominid evolution. *J Hum Evol*, 1997, 33: 691—703
- 8 Zollikofer C P E, Ponce de León M S. Computer-assisted paleoanthropology: Methods, techniques and applications. *Acta Anthropologica Sinica*, 2000, 19(Suppl): 90—97
- 9 Zollikofer C P E, Ponce de León M S. Computer-assisted morphometry of hominoid fossils: The role of morphometric maps. In: de Bonis L, Koufos G, Andrews P, eds. *Hominid Evolution and Climatic Change in Europe*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001, 50—59
- 10 Ponce de León M S, Zollikofer C P E, Martin R D, et al. Investigation of Neanderthal morphology with computer-assisted methods. In: Stringer C B, Barton R N E, Finlayson J C, eds. *Neanderthals at the Edge*. Oxford: Oxbow Books, 2000, 237—248
- 11 Ponce de León M S, Zollikofer C P E. Neanderthal cranial ontogeny and its implications for late hominid diversity. *Nature*, 2001, 412: 534—537
- 12 Falk D, Hildebolt C, Smith K, et al. The Brain of LB1, *Homo floresiensis*. *Science*, 2005, 308: 242—245
- 13 Weber J, Czarnetzki A, Pusch C M. Comments on “The Brain of

- LBI, *Homo floresiensis*". *Science*, 2005, 310: 236
- 14 Erickson G M. The bite of Allosaurus. *Nature*, 2001, 409: 987—988
- 15 Rayfield E J, Norman D B, Horner C C, et al. Cranial design and function in a large theropod dinosaur. *Nature*, 2001, 409: 1033—1037
- 16 Vialet A, Li T, Grimaud-Hervé D, et al. Proposition de reconstitution du deuxième crâne d' *Homo erectus* de Yunxian (Chine). *C R Palevol*, 2005, 4(3): 265—274
- 17 Zollikofer C P E, Ponce de León M S, Lieberman D E, et al. Virtual cranial reconstruction of *Sahelanthropus tchadensis*. *Nature*, 2005, 434, 755—759
- 18 Hildebrand M. *Analysis of Vertebrate Structure*. New York: John Wiley & Sons, 1982, 1—654
- 19 董 为, 房迎三. 记南京汤山骠子洞的鹿科化石. *人类学学报*, 2004, 23(增刊): 197—206
- 20 董 为, 房迎三. 南京汤山骠子洞的马科化石及其意义. *古脊椎动物学报*, 2005, 43(1): 36—48
- 21 刘嘉麒, 刘 强. 中国的第四纪地层. *第四纪研究*, 2000, 20(2): 129—141
- 22 邱占祥, 邓 涛, 王伴月. 甘肃东乡龙担早更新世哺乳动物群. *中国古生物志*, 新丙种, 2004, 27: 1—198
- 23 鲁子惠. *猫的解剖*. 北京: 科学出版社, 1979, 1—155
- 24 北京动物园, 北京大学, 北京农业大学, 等. *大熊猫解剖*. 北京: 科学出版社, 1986, 1—641
- 25 北京农业大学, 内蒙古农牧学院. *家畜解剖学(下册)*. 北京: 农业出版社, 1961, 1—233
- 26 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所及昆明动物研究所所长臂猿解剖组. *长臂猿解剖*. 北京: 科学出版社, 1978, 1—163
- 27 Welker W, Johnson J I, Noe A. Comparative mammalian brain collections. [http://www.brainmuseum.org/\[2006-2-20\]](http://www.brainmuseum.org/[2006-2-20])
- 28 吴新智, 黄慰文, 祁国琴, 等. *中国古人类遗址*. 上海: 上海科技教育出版社, 1999, 1—307

中华医学会生殖医学分会和中国动物学会生殖生物学分会 2007(联合)年会征文通知

由中华医学会生殖医学分会和中国动物学会生殖生物学分会联合主办的 2007(联合)年会, 定于 2007 年 4 月在浙江省杭州市召开. 此次会议由浙江大学主办, 复旦大学, 南京医科大学, 上海交通大学协办. 会议征文通知如下:

(1) 征文内容包括生殖生物学基础研究; 男性生殖医学的基础和临床研究; 女性生殖医学的基础和临床研究; 男女性生殖内分泌学; 生殖医学的伦理和心理; 生殖医学的法规和政策管理等.

(2) 征文要求: 论文全文(限 4000 字以内)及 800 字以内论文摘要, 论文题目要求中英文. 具体可登陆会议网站(www.csrmeeting.org)注册后通过“网上征文”项录入.

(3) 截止日期: 2006 年 12 月 31 日.

(4) 参加会议者可授予国家继续教育 I 类学分.

(5) 会务秘书处联系方式: 地址: 浙江省杭州市学士路 2 号浙江大学医学院附属妇产科医院, 联系人: 张艳玲, 电话: 0571-87061501-1812. 传真: 0571-87061878. Email: ylzn@zju.edu.cn 邮政编码: 310006