

□记者 马纯潇

×女孩

2008年，俄罗斯考古工作者在西伯利亚南部阿尔泰山脉的丹尼索瓦洞发现一小段人类指骨化石，一同发现的还有一些石器。科学家通过对指骨化石提取的DNA进行分析得出结论，指骨的主人是一名5到7岁的小女孩，被昵称为“×女孩”。“×女孩”并不属于我们此前已知的任何一个人类种群，而是属于生活在几万年前的一支此前未知的古老型智人，被命名为“丹尼索瓦人”，其年代在距今7.6万—5.1万年。

丹尼索瓦人的发现，在学术界引起了巨大震动，该研究被《科学》杂志(Science)评为2012年度十大科学突破之一。丹尼索瓦人的发现为什么如此轰动?因为它对于研究人类演化和现代人起源具有重要意义。

近年来，随着分子生物学的发展，关于现代人起源的研究已经颠覆了许多我们原来的认知。比如，我们小时候课本上说，在中国发现的直立人，如蓝田人、北京人，是我们的祖先。现在我们知道，他们很可能不是我们的祖先或者直系祖先。国际学术界主流观点认为我们的祖先是 从非洲走出来的早期现代人，他们在走出非洲的过程中取代了当地的土著人群，如蓝田人和北京人的后裔。那么，我们的祖先在走出非洲以后，与遇到的非洲以外即欧亚大陆 的古老型人类是什么关系呢?他们之间曾经有过基因交流吗?

丹尼索瓦人被发现之后，科学家把他们的基因与现生人群的基因进行对比。结果发现，丹尼索瓦人对大洋洲的某些人群有约5%的基因贡献，对东亚、南亚及美洲的部分人群有约0.2%的基因贡献，而对现代非洲、欧洲和中亚人群没有任何基因贡献。这些发现和研究，对于我们回答“我是谁，我来自哪里”这一古老命题，无疑有着重要意义。

从此之后，关于丹尼索瓦人的发现与研究成为世界范围内的学术热点，而张东菊幸运地闯进了这个新的世界学术竞赛场。

一块古老的化石

丹尼索瓦人的发现改写了人们对人类演化历史的认识。科学家推断，过去的几十万年间，这个古老人群可能遍布欧亚大陆东部，在这期间与早期现代人有过频繁接触。然而，除丹尼索瓦洞外，考古学家却一直未找到丹尼索瓦人的化石证据，而张东菊及其团队幸运地成为破局者。

这要从一块古老而又富于传奇色彩的化石说起。

上世纪80年代，在甘肃省甘南州夏河县的白石崖溶洞，一位僧人偶然捡到了一块奇特的化石，化石形状显示可能是人类下颌骨。僧人觉得这肯定是个好东西，便将它交给自己非常尊敬的六世贡唐活佛。贡唐活佛看到这块奇特的化石，也觉得这个东西不简单。他从上世纪80年代起，便与中科院寒旱所研究员、兰州大学资源环境学院兼职教授董光荣有交往，知道董光荣经常和化石打交道，活佛便将僧人送来的重似石头的骨头交给了他，希望对他的研究有所帮助。

董光荣把化石的事情告诉了兰州大学环境考古团队的带头人陈发虎院士，希望能一起研究。但是由于二人的研究重点都在环境考古，所以对这块化石的研究并没有顾上。直到2010年张东菊博士毕业留校工作，作为陈发虎院士团队的主要成员之一，她开始对化石进行真正的深入研究。

张东菊，现任兰州大学资源环境学院教授。她本科毕业于山东大学考古学专业，保送到兰州



张东菊(左)和她的团队在白石崖溶洞进行考古发掘。(张东菊供图)

# 是谁带来远古的呼唤——青藏高原“夏河人”的发现及其未解之谜

“是谁带来远古的呼唤……”，无论是李娜还是韩红，每当听到她们唱起这首《青藏高原》，那荡气回肠的追问便会直抵灵魂深处。然而多少年来，没有人知道这个问题的答案。直到一位名叫张东菊的女考古学家用她震惊世界的发现告诉我们，青藏高原上最古老的呼唤，来自距今至少16万年前的“夏河丹尼索瓦人”(简称“夏河人”)。

这一发现，为张东菊赢得多项世界级荣誉，近日，她又因此荣获“第十七届中国青年女科学家奖”。那么，“夏河人”究竟是什么人?“夏河人”是如何被发现的?他们与现代人类是什么样的关系?又有哪些已解和未解之谜?这一切，需从“×女孩”讲起。

大学跟随陈发虎院士攻读环境考古方向的研究生，硕士和博士期间主要从事旧石器时代环境考古研究。化石能交到张东菊的手中，对她来说当然有幸运成分，但这其实更多的得益于她的学术背景，由她来研究这件化石是再合适不过了。

这是一枚长约12厘米，整体呈土黄色的人类右侧下颌骨化石，仅保存了古人类下颌骨的右侧，下颌骨附着第一臼齿和第二臼齿，其他的牙齿仅保留牙根部分，颌骨形态粗壮原始，臼齿较大。在没有测量的情况下，研究人员可以很清楚地看到它是没有下巴的，这说明它不是现代人化石。

对于化石的研究，张东菊首先想到的是对化石进行古DNA分析。遗憾的是，研究人员发现该化石并未保存古DNA信息。既然找不到DNA，研究团队便将目光转向了古蛋白分析。蛋白质比DNA“幸存”的时间要长，它们的化学和分子组成更稳定，分解速度没有那么快。而构成蛋白质的氨基酸化学结构最终由生物体DNA中特异的编码序列所决定，因此，通过比较不同物种中相同蛋白的氨基酸组成，可以认识物种之间亲缘关系的远近。

古蛋白质分析结果最终令张东菊和整个研究团队人员欣喜若狂。研究发现，该化石古蛋白中反映的遗传信息与丹尼索瓦洞的丹尼索瓦人亲缘关系最近，由此可以确定，该化石为青藏高原的丹尼索瓦人，研究人员命名为“夏河丹尼索瓦人”。研究人员还通过测量化石碳酸盐包裹体沉积的年代，确认该化石形成于距今至少16万年前。

2019年，张东菊团队的研究成果在国际顶级学术刊物的Nature(自然)杂志上发表。之后，基于这件化石和此前已知丹尼索瓦人的DNA信息，研究人员画出了第一幅丹尼索瓦人的头像。

成果一经公布，立刻在国际国内古人类学界和考古学界引起巨大轰动，并得到国内外同行专家的广泛肯定和支持。先后入选Science杂志评选的“2019年度十大科学突破”、Archaeology杂志评选的“2019年度世界十大考古发现”、

Science News杂志评选的“2019年度世界十大科技新闻”等。

深夜的发掘

荣誉纷至沓来，质疑也随之而至。仍有部分学者对张东菊团队的研究结果怀有质疑：白石崖溶洞是否就是真正的化石出土地点?古蛋白质分析显示下颌骨属于丹尼索瓦人这一结果是否可靠?

其实，田野考古出身的张东菊更知道这块化石固有的“硬伤”：这并非考古发掘所得，没有明确的出土地点，更没有明确的地层关系。要弥补这一缺陷，只有通过田野调查和发掘。因此，伴随着对化石的研究，张东菊团队从2010年就开始了田野调查。他们用了六七年的时间，以白石崖溶洞所在的甘加盆地为中心，逐一考察了方圆6000平方公里范围内的大小二十几个山洞，试图找到更多旧石器时代考古遗址，以及夏河人在白石崖溶洞生活的证据。

而连续六七年，团队成员每年都只能以游客的身份去白石崖溶洞考察，“只能看，不能挖，不能采集。”为什么呢?咱们前面曾经说过，那块夏河人化石最初是由一名僧人捡到的。而之所以被僧人捡到，是因为白石崖溶洞原本是个佛教场所，现在由当地的白石崖寺管理，平时也有许多僧人和信徒在此修行、朝拜。为了不影响当地僧众和群众的佛事活动，以及游客的参观，张东菊团队的考察活动只能“偷偷摸摸”地进行，很难有大的收获。

转机发生在2016年。张东菊等再次“游览”白石崖溶洞时，偶然间在洞口通道处发现了一处并未覆盖坚硬钙板的松散土状堆积，在群众踏开的堆积物中，张东菊发现了几块石头，仔细辨认，惊喜地发现竟然是打制石器!他们据此确认，白石崖溶洞遗址保存有史前考古遗存!

研究团队向国家文物局提交了考古发掘申请，历经两年之后终于获批。2018年12月上旬，兰州大学环境考古团队首次正式进洞进行考古发掘。

他们的发掘时间很特别——冬天的晚上。之所以选择

这样一个特殊的时段，是因为拟定发掘区域位于洞穴较为狭窄的入口通道区域，而一年之中，只有这个时段溶洞里佛事活动少，游客也少，发掘活动才能够正常进行，而且不会影响到僧众和游客的活动。

近二十天时间里，张东菊带领着研究生们一起发掘洞穴，每晚七八点进洞、清晨收工。虽然辛苦，但是收获颇丰。“我们挖到了1.6米深，出土了大量的石制品和动物骨骼。”张东菊介绍。

之后，兰州大学和甘肃省文物考古研究所又于2019年再次对白石崖洞遗址进行正式考古发掘，两次共发掘T1-T5五个探方，总发掘面积为11平方米。其中，T1-T4探方中出土了大量的石制品和动物骨骼，已发掘地层可分为11层(未见底)，每一层位均有石制品和动物骨骼出土，底部第10层和第11层尤为丰富，反映了该洞穴曾被史前人类长期占据。

两大重要成果

通过两次发掘，张东菊和她的团队到底收获了什么?概括来说，她们的主要成就一是在白石崖溶洞获得了丹尼索瓦人的古DNA，同时获得了丰富的史前人类活动遗存(石器和动物骨骼等);二是利用白石崖溶洞的出土样本获得了可靠的测年数据。

对张东菊来说，通过发掘获得丹尼索瓦人的化石和DNA应该是她最想得到的结果，因为获取DNA最直接的方式是找到化石。然而，他们并没能如愿，因为化石的形成和发现都是可遇不可求的。好在近些年科技的发展，让他们有了另外获取DNA的方法，那就是沉积物古DNA分析。

古DNA的提取分析是跨领域多学科协作的结果。与张东菊合作的是中科院古脊椎动物与古人类研究所的付巧妹团队。遗址发掘前，张东菊与付巧妹一起制定采样计划，考古人员身穿防护服把沉积物古DNA样本提取到无菌袋里，就像用吸铁石把一堆混杂的金属中的铁块吸出来一样。付巧妹团队通过实验捕获调取了样本中242个哺乳动物和

人类的线粒体DNA。分析显示，沉积物中的动物古DNA包括犀牛、鬣狗等灭绝动物，与遗址发现的动物骨骼遗存一致，验证了沉积物DNA分析的可靠性，同时成功获得了丹尼索瓦人的DNA!

出土样本的测年是张东菊团队遇到的又一大难题，同时也是又一项突破。现在考古学研究中，碳十四测年是最常用的测年方法。但是碳十四测年是有上限的(43500年)，他们送检的第4-6层的骨骼已经超出碳十四测年上限。好在近年兴起的单颗粒光释光测年技术为他们提供了另一条测年途径。张东菊团队将采集的12个光释光样品和澳大利亚李波团队共同开展单颗粒光释光测年分析，最终取得了突破性进展。结合碳十四和光释光测年结果，团队建立贝叶斯年龄模型，为遗址建立了距今约19-3万年的可靠年龄框架，将青藏高原史前人类最早活动历史又提早了3万年，也为化石出土于白石崖溶洞、夏河人下颌骨属于丹尼索瓦人等结论提供了更确凿的证据。

2020年10月30日，张东菊团队白石崖溶洞的研究成果在Science(科学)杂志在线发表，再次轰动世界，也回击了此前对他们的所有质疑。

已知的和未知的

通过发掘和研究，关于夏河人的一些疑问被解开，而有更多的疑问仍然待解。

比如，夏河人使用什么工具?他们吃什么?张东菊团队在发掘中发现了大量的打制石器，而石器又以刮削器为主，也就是相当于我们今天的刀。他们之所以大量使用这些工具显然与食物有关。发掘中出土了大量的动物骨骼，这反映夏河人吃了大量的肉类食物。但是，不同的地层也就是随着时间变化，出土的动物骨骼又有很大变化。下部地层也就是早期出土的多是犀牛、野牛、鬣狗等大型动物骨骼，而上部地层出土的多是羚羊、狐狸等小型动物骨骼。这反映出夏河人在十几万年的时间内捕猎对象发生了很大变化。这种变化到底是人类捕猎行为发生了变化，还是生活环境发生了变化?

科学家曾经在丹尼索瓦洞发现的化石中检出了EPAS1基因。这是一种人类适应高原高寒缺氧环境的基因，此前困扰大家的是，丹尼索瓦洞所在的海拔只有700米，丹尼索瓦人体内的这种基因是怎么来的呢?如今在青藏高原发现夏河丹尼索瓦人之后，似乎很容易找到答案：长期生活在青藏高原地区的夏河人有足够时间在适应高海拔环境的过程中出现基因突变并富集EPAS1基因。当然，这只是一种合理猜想，还需要通过更多的发现和更深入的研究来证实。那么问题又来了，我们今天青藏高原居民身上的EPAS1基因与夏河人有关吗?

夏河人化石同样还有许多未解之谜。夏河人下颌骨第三臼齿先天缺失或未萌发，但留有臼齿后空间。臼齿第三齿根现象在中国现生人群和美洲土著人群中发生概率超过40%，而在其他非亚洲现代人中发生概率不超过3.5%。这又说明了什么?

当然，还有更多更多的疑问。比如，当我们的祖先现代智人于四万年前也来到青藏高原，他们和夏河人有没有相遇?是爆发了血与火的战争还是相爱相杀?我们之所以成为今天的我们，夏河人是不是“亦有贡献”?

这一个个疑问既令人困惑又让人着迷。于是，刚刚从北京领奖归来，张东菊立马回到了发掘现场，她要继续做“高原做题家”。



扫码下载齐鲁壹点  
找记者 上壹点

编辑:马纯潇 组版:刘燕