



寨沟遗址聚族核心区。

站在正在发掘的甲字形大墓的边缘,会产生一种眩晕感。它仿佛一座巨大的倒金字塔,口大底小、台阶状四壁层层向地下延伸,直至20米深处。面对如此深邃的营造,人们不由得会问——3000多年前,怎样的文明,才能完成如此巨量的工程?

这里是黄土丘陵上的陕西寨沟遗址,2023年度全国十大考古新发现之一。在这里,商文明与西北文明3000余年前的多元互动,留下了引人遐思的物质见证。

黄土丘陵现大城
猜想陕西西北部黄土丘陵地区存在商代遗址,始于两条线索:20世纪40年代以来,这里发现过为数不少的商代青铜器,它们从哪里来,一直是个谜;历史文献中,也有殷商王朝统治区域西北分布有大小近70个方国的记载,正指向这一区域。

2022年6月,陕西省考古研究院联合北京大学和榆林市相关单位组建考古队,由副研究员孙战伟担任项目负责人,以榆林市清涧县解家沟镇寨沟村为中心,开展了一系列考古调查、勘探和发掘。

初期调查就收获颇丰。一处被称为寨沟盖的山岭上,地面散落着大量有商晚期特征的陶片,而黄土断面上则有夯土层的痕迹。“10多厘米一层的夯土细密坚实,层层夯筑,至今还保留16米之高。夯层薄、夯窝小,正是殷商时期的夯筑特点。”孙战伟说。

考古人员当即着手以寨沟盖为中心四下调查,在周围10多个山岭上也发现了商代的陶片等遗物。进一步的地下勘探探测其他山岭上也有夯土建筑,及墓地和多处灰坑。

猜想不断成真,接下来的考古发掘更是惊喜不断:

——大型建筑群遗迹昭然。寨沟盖原顶约2万平方米区域经过了人工修筑,整体夯筑,建有一组由下沉式中心院落和四周廊房组成的回字形建筑群,合围区域面积约6000平方米。

——发现11座甲字形商代大墓,并发掘了其中3座。11座的数目在商都殷墟外堪称无与伦比,其中一座长64米、深19米的墓葬工程土方量估计有6000多立方米,规模堪比殷墟王陵。

——出土了大量青铜车马器、兵器等,特别是在一段夯土墙基槽中出土了30余块陶范残块,可辨识出繁缛精美的云雷纹、联珠纹,可以判断这一区域在商代晚期存在高度发达的青铜文明。

一处规模巨大的遗址群显现于寨沟山岭之间。300万平方米的总面积提示着每一个凝视这里的人,公元前1200年到公元前1000年之间的商代晚期,此地正是一处文明的枢纽。

历史可辨文明
黄土丘陵地区的商代遗迹,长期湮没于历史的风沙之下,后人难探究其究竟。寨沟石破天惊的发现,让考古学家开始看清商文明西北方国的样貌。

以墓道的有无和数量的多少,来区分不同层

商代边城可以如此壮观

级的人群,是商王朝重要的墓葬制度。四条墓道的亚字形墓和两条墓道的中字形墓为商王等最高等级人群专用,一道墓道的甲字形墓则属于等级略低的贵族使用。

寨沟遗址发现的11座大墓虽然体量恢弘,但构造皆为一条墓道的甲字形大墓。“显然商文化的尊卑制度在寨沟得到了严格遵循。”孙战伟说。

商王朝高等级墓葬中随葬车辆的习俗,在寨沟遗址也得到了印证。一座编号为M8的大墓,葬车共9辆,不仅保存较为完整,更难得的是一些精美的车器构件仍在原位,当年的功能一目了然。

在葬车12辆的墓葬M3的发掘中,一件靠靠墓壁的车形制非常奇特,引起了考古工作者的注意。不同于以往商代墓葬中常见的车前端只有一根辕的单辕车,这辆车有平行的双直辕,前端横置一弓形軛,后部连接椭圆形车舆,单轴贯穿两轮。这是一辆双辕车!

“寨沟遗址第一次发现了双辕车,应该就是文献记载的牛车或大车。”中国社会科学院学部委员王巍曾在2023年度全国十大考古新发现终审会上这样说明,“这将我国双辕车的出现时间上推到了商代晚期。”

孙战伟告诉笔者,寨沟的双辕车,可说是今天我国农村仍普遍使用的农具“架子车”的“老祖宗”。

孙战伟介绍,寨沟墓葬出土器物也不乏鲜明的地方特色,金耳环、蛇首匕等更具有草原文化特征。综合起来看,透过寨沟物的世界,可以看到一张3000年前黄土丘陵地区与商王朝核心区之间极为密切的交流网络,商文明的辐射力,历历可辨。

几多谜题待破解

如何让山岭间出土文物讲一段寨沟日常生活的故事?寨沟人平时吃什么,他们的常见病又是什么?这就需要科技考古来帮忙了。

通过对贵族墓葬中出土人骨的分析可以知道,他们的饮食结构是以粟黍为主,同时还摄入了丰富的动物蛋白,与下葬于平民墓葬的人群相比,贵族显然“吃得更好”。

研究者还发现,寨沟人群患有骨膜炎的比例很高,这可能与当地多山岭的地理环境有关——人们在生产生活中经常需要爬坡,胫骨承重较大。同时,人骨中还发现3例“跪距面”,也就是足部跖趾关节有所变形。这可能是当时通行的足尖点地式的跪坐姿势造成的后果,这一姿势出于中原礼制,也可见寨沟方国受文明中心的影响。

寨沟遗址到底是文献记载的哪个商代方国?它与商王朝之间的关系是敌是友?初现峥嵘的寨沟遗址还有许多谜题待解。孙战伟表示,接下来寨沟考古将深入探究各座大墓,努力寻找文字刻画的痕迹;同时,还将进一步动员多学科力量,力争逐步还原出寨沟先民生活世界的立体图景,为早期中国文明互动的故事充实更多细节。

□杨一苗



后刘家塔墓地出土的金耳环。



瓦窑沟墓地出土的车具。



瓦窑沟墓地出土的葬车。

“太空养鱼”有何奥秘



斑马鱼。

神舟十八号航天员乘组进驻中国空间站已近1个月,一系列空间科学实验有序开展。此次随航天员一同来到空间站的还有一批特殊“乘客”——4条斑马鱼。神舟十八号任务期间,4条斑马鱼将与4克金鱼藻组成小型水生生态系统,实现中国在空间培养脊椎动物方面的突破。

搭建小型水生生态系统
斑马鱼是一种常见的观赏鱼,体长约4-6厘米,因身体两侧从头至尾布满多条蓝色条纹而得名。它们性情温和、活泼好动,成群结队游动时,犹如奔驰的斑马群。

这次来到“太空之家”的4条斑马鱼承担“重任”——借助由斑马鱼和金鱼藻组成的小型水生生态系统,科学家将研究空间环境对鱼类生长发育、生态系统运行与物质循环的影响。

进入空间站后,斑马鱼生活如何?专家介绍,空间站小型受控生命生态实验组件由神舟十八号航天员转移至问天舱生命生态实验柜中开展实验后,目前在轨运行稳定,4条斑马鱼状态良好。

中国科学院上海技术物理研究所研究员郑伟波说,目前,航天员成功开展了两次水样采集和1次鱼食盒更换操作,发现了斑马鱼在微重力环境下表现出腹背颠倒游泳、旋转运动、转弯等定向行为异常现象。后续科学家将利用返回的回收水样、鱼卵等样品,结合相关视频开展空间环境对脊椎动物生长发育与行为的影响研究,同时对空间密闭生态系统物质循环研究提供支撑。

和人类一样,在太空环境中生存,鱼类也面临着适应性问题。为此,科学家打造了一套周密的生态系统。

在问天舱生命生态实验柜小型受控生命生态实验模块中,鱼类、植物和微生物协同参与——藻类光合作用产生的氧气供斑马鱼呼吸,鱼呼出的二氧化碳供藻类进行光合作用,进食产生的粪便则提供了藻类生长的养料。在饮食方面,科学家专门设计了鱼食,用注射器推进“鱼缸”。

这套“太空鱼缸”看上去很简单,实际上面临着不少已知和未知的考验。在太空中,鱼类生存的氧气不够怎么办?水变浑了该如何处理?面对可能出现的问题,科学家设



置了紧急供氧系统、水质置换系统等诸多“配套”功能。

为了让斑马鱼在空间站更好地存活,航天员必须给鱼类喂食、供氧,为藻类提供营养液、照明,同时还要满足该系统pH值、溶氧、温度、电导率等指标要求,并进行参数调节、鱼卵收集、废物处理等操作。

为理解生命科学提供帮助
除了研究空间环境对脊椎动物生长发育与行为的影响之外,科学家还期待着斑马鱼能够在太空中产卵。

斑马鱼的繁殖周期约7天,1年可连续繁殖6-7次,产卵量高。专家表示,一旦发现小鱼排卵,系统将启动专用的排卵装置,把鱼卵收集起来。

为何选择斑马鱼作为研究对象?专家介绍,斑马鱼与人类基因组相似度高达87%,被称为“模式生物”(可用于研究与揭示生命体某种具有普遍规律的生物现象的一类生物)。此前在中国空间站种植的拟南芥和水稻,同样也是“模式生物”。

专家介绍,斑马鱼体型小,具有体外受精、体外发育、早期胚胎透明等特点,科学家可以完整观察研究其发育过程,这对于理解人类生命科学、疾病预防和治疗以及药物研发等意义重大。

上世纪70年代,美国遗传学家乔治·施特雷辛格首次对斑马鱼进行发育生物学研

究。得益于其特性,斑马鱼在发育生物学、遗传学、基础医学、药理学、毒理学、药物研发以及生态环境评价等诸多领域得到广泛应用,成为生物学家的“宠儿”。

斑马鱼进入太空的时间也很早。1976年,斑马鱼随着苏联“礼炮五号”空间站进入太空。此后10余年间,苏联多次通过联盟火箭与宇宙系列卫星将斑马鱼等送入太空,开展在轨生物载荷实验。

2012年,日本将一个水生舱送入了国际空间站的日本实验舱,用于研究微重力对海洋生物的影响。3年后,日本实验舱利用18条斑马鱼进行肌肉实验,为制定航天员保健策略提供了参考和指导。

空间站90余项(试)实验相继开展

除了“太空养鱼”,神舟十八号还将利用舱内科学实验机柜和舱外载荷,在微重力基础物理、空间材料科学、空间生命科学、航天医学、航天技术等领域,开展90余项(试)实验,其中包括实施国际上首次植物茎尖干细胞功能在轨研究,揭示植物进化对重力的适应机制,为后续定向设计适应太空空间的环境作物提供理论支撑。

中国载人航天工程新闻发言人、中国载人航天工程办公室副主任林西强此前表示,中国空间站已在轨实施了130多个科学研究与应用项目,在空间生命科学、航天医学、空间材料科学、微重力流体物理等方面已取得重要成果,在国际一流期刊发表学术论文280余篇。

利用高温科学实验柜开展的新型材料空间生长研究项目,中国首次在空间获得了地面难以制备的高质量晶体材料,对高性能多元半导体合金材料制备具有指导作用;利用生物技术实验柜开展的干细胞定向分化的分子靶点研究、对骨骼肌影响的生物学基础研究等项目,取得的成果为促进骨折、脊柱损伤修复等骨质疾病的防治,以及对抗肌萎缩、防治代谢性疾病提供了新的解决方案。

林西强表示,中国将继续坚持应用为纲、效益为先,充分发挥国家太空实验室平台优势,持续产出更多高水平成果。□刘峻

浩瀚星空存在第二个地球吗?从大气“逃跑”说起



太阳系外是否存在像地球这样适宜居住的行星?在解答这个问题前,科学家首先要搞清楚,该行星是否具有宜居性,而大气是否长期存在尤为关键。若行星发生大气逃逸,则会变得像火星一样荒凉,不宜生命居住。

近期,我国天文学家在该领域有新发现。他们通过巧妙使用恒星行星系统的基本物理参数,对行星大气逃逸机制作出清晰的判定和分类,推进了人们对行星大气逃逸的认识,为下一步研究行星宜居性和行星大气演化过程提供了理论依据。这也引发了大众对寻找下一个宜居星球等问题的新一轮思考。

太阳系早期,大气会更猛烈地“逃跑”?

研究表明,恒星对行星大气的加热和潮汐力拉扯作用可以造成一种更猛烈的逃逸——流体动力学逃逸。这是一种整体性的、猛烈的逃逸现象,也被称为行星风。

中国科学院云南天文台研究员郭建恒介绍,2003年,哈勃空间望远镜在太阳系外行星HD 20945b上发现了行星风的踪迹。这种逃逸不仅每秒钟可以损失数万吨的物质,还可以把行星大气中较重的粒子,如氮和氧,也拖拽出行星的引力范围,造成行星大气中生命所需气体的逃逸。

郭建恒说,当前太阳系行星不会发生行星风式的逃逸。但是,在太阳系早期遗留有行星风存在的证据。对于地球、金星和火星而言,它们大气中一些化学性质不活泼的惰性气体是太阳和行星形成的产物。探测发现,它们大气中这些惰性气体的含量颇为不同。美国科学家吉姆·卡斯汀等认为,早期太阳系行星经历了行星风的过程,从而导致了那些惰性气体含量的迥异。

中山大学大气科学学院崔峻教授介绍,早期类地行星上的行星风逃逸也会改变行星的宜居条件。比如,相比地球,金星距离

太阳更近,研究认为早期金星上充满了水蒸气,大气温度达到几千度。此时,金星上的行星风可以在其形成的数千万年内带走了它的海洋,最终形成我们今天看到的不宜居的金星。

地球会成为下一个火星吗?

众所周知,地球大气遮蔽了来自太阳的紫外辐射,保护了地球的生命体。行星上大气的存在是形成人类宜居环境的基本条件。然而,地球大气受到太阳辐射的加热,因此总有一些粒子的速度可以超过地球的逃逸速度,就像我们发射的飞行器可以摆脱地球引力束缚一样,逃逸到太空中。

20世纪初,英国天文学家詹姆斯·金斯提出,大气中的原子和分子能够从大气层顶部一个地离开行星的束缚,逃逸到太空中,从而造成大气的损失。这种逃逸后来被称为金斯逃逸,也叫大气蒸发。

郭建恒介绍,对行星而言,大气中越轻的粒子越容易发生逃逸。在今天的地球上,金斯逃逸造成每秒大约3公斤氢和50克氦的损失。尽管金斯逃逸在太阳系行星中一直存在,但是行星大气中一些化学反应放热和太阳风的侵蚀等造成的大气逃逸才是目前太阳系行星大气流失的主角。在地球和金星上,绝大部分氢的逃逸是由它们造成的,大约每秒有几到几十公斤的物质流出行星。按照氢流失的速度,在太阳膨胀到可以吞噬地球之前(大约50亿年),大气总质量会减少到不足目前的一半,大气将会变得很薄。

有人难免提出担忧,地球是否会变得像火星一样荒凉?对此,尽管科学家目前并没有明确的答案,但也不必过于担心。

郭建恒说,首先,除了太阳的加热外,决定大气是否会逃逸的另一个重要因素是行星的质量。火星是比地球小得多的行星,它的大气很容易逃逸。而对于地球,抓

住大气的能力比火星强很多。其次,地球大气主要是比氢气重很多的氮气和氧气组成,它们的流失率相对于氢更低。最终,地球受到磁场的保护可以抵挡太阳风的侵蚀,从而使地球大气在将来可以保留。

因此,天文学家认为,在未来数十亿年后,地球的大气可能比现在更稀薄,但也许不会变得像火星那样荒凉。

下一个适合生命居住的地球在哪?

浩瀚星际是否存在适宜生命居住的另一个地球?科学家一直致力于寻找答案。郭建恒介绍,这个所谓的“地球”对人类来说应该是宜居的。一个宜居的行星,最重要的因素是上面要有液态水的存在。天文学家把行星上可以有液态水存在的区域(离恒星的距离)叫作宜居带,也就是说它们不能离恒星太远也不能太近。

宇宙中,除了和太阳相似的恒星外,还有很多比太阳大或者比太阳小的恒星。由于那些恒星温度差异很大,围绕它们公转的行星上,液态水可以存在的区域也不同。同时,这些可能宜居的行星应该有陆地表面和大气,否则也不适于人类生存。

天文学家希望,能从有陆地表面的行星大气信号中探测到水和氧气等代表宜居环境的信号。郭建恒说,到目前为止,已经发现有几十颗和地球差不多的宜居行星候选体。对其大气的探测取决于它们的距离。目前发现的最近的太阳系外行星离我们也有几个光年,探测它们大气信号的难度可想而知。经过数十年的努力,依然没有确定的证据表明哪一个行星是宜居的。

最近,美国航天局官网发布消息称,一个国际团队利用詹姆斯·韦伯空间望远镜在一个有岩石圈的行星上发现了可能由二氧化碳组成的大气,但其表面温度高达1500度,不适于生命存在。这样的探索永不止步,包括中国在内的各国科学家都在努力寻找下一个宜居星球。□严勇