



# 你从哪里来,宇宙重元素

本报记者 姜靖

“氢氦锂铍硼,碳氮氧氟氖,钠镁铝硅磷……”对于大多数人而言,化学“元素周期表”肯定不陌生。然而,宇宙中除了氢和氦之外,其他重元素是如何形成的却还是一个未解之谜。

目前科学界普遍认为,一些重元素由氢与氦通过恒星内部核聚变反应产生。而恒星爆发成为超新星之后,又形成了另外一些重元素。然而,最近发表在《物理评论快报》上的一项新理论模型表明,微型黑洞从其内部毁灭中子星,可能也会制造出重元素,其中包括贵重的黄金。除此之外,对于重元素的来源还有一些其他推测。

## 重元素诞生于超新星爆发

大质量恒星核心核聚变产生了铁及其之前的重元素之后,恒星会剧烈坍缩形成超新星爆发,恒星中的铁元素在高温高压下,与自由中子、电子、质子等发生反应,产生铀之前的所有重元素。

目前科学界主流观点认为,在宇宙大爆炸之后的一段时期内,空间中充满了氢和氦这样最常见的轻元素,而宇宙中的一部分重元素来自于恒星内部的核聚变。

科学家指出,在极高的温度和压力下原子核外的电子可以摆脱原子核的束缚,使得两个原子核能够互相吸引而碰撞到一起,发生原子核聚合作用,生成新的质量更重的原子核。这就是所谓的核聚变。而铁以前的重元素就都是在恒星的核心,靠核聚变产生的。

恒星诞生初期能量全部来源于氢聚变成氦。恒星对抗自身引力坍缩的能量来源就是聚变。当大质量的恒星上的氢燃烧完之后,会在自身引力作用下发生坍缩,这一过程会使得核心温度和压力大幅升高,然后达到发生氢聚变的条件,生成碳和氧。当氢逐渐消耗,恒星又开

## 中子星碰撞造就重元素

两颗中子星发生碰撞,一部分物质会被抛入太空,这些物质中富含中子,很多中子射向“种子核子”,这样便会形成原子量越来越大的元素。

虽然大多数科学家认为,从铁到铀,自然界稳定存在的重元素中有约半数是大质量恒星在生命终结阶段发生超新星爆发时生成的。但也有科学家给出了不同的可能性,他们指出,这些重元素的起源可能是一种更加狂暴而罕见的机制——密度超高的中子星之间发生的相撞。

中子星是恒星死亡并发生超新星爆发之后残留的遗骸,其密度极高。直径数百公里的一颗中子星,质量可以和太阳一样甚至更高。在地球上,如果你拿着一勺中子星物质,那么这一勺子

物质的重量将达到50亿吨。尽管绝大部分中子星都孑然一身,但也会两颗中子星组成双星系统,它们可以在一起相互绕转数十年,但是在这一过程中会逐渐相互靠近,直到有一天,这两颗中子星终于陷入毁灭性的相撞。

美国哈佛大学天体物理中心的科学家艾多·伯格说,这时候两颗中子星的绝大部分物质会发生进一步坍缩,形成黑洞,而另外一部分物质会被抛入太空。这些物质中富含中子,这样便

石墙、石圈和石台的石块,看起来都像是经过精心打磨,然后堆砌起来的。法里尼意识到,这些结构可能是人造的。两天后,他们离开了那里。离开之前他们用速写勾勒出了废墟的模样,还拍了几张照片。

回到欧洲之后,法里尼写了一本名为《穿越卡拉哈里沙漠》的书,书中详细描述了他发现这座城市废墟的过程,并坚称自己找到了沙漠中的失落之城。

然而考古学家并不这么认为,因为卡拉哈里沙漠并不具备建设一座城市的条件。首先是水源的问题。在过去的几千年中,卡拉哈里沙漠的气候没有发生过显著的变化,虽然在雨季时,这里会有一些暂时性的小湖泊,但是没有常年流动的河流和水量稳定的湖泊,这样的环境根本不可能为法里尼所描述的城市提供稳定的水源。

那么,有没有可能本来是有河道的,但是后来消失了?这显然也说不通,因为几千年来,在卡拉哈里沙漠中从未出现过一条能维持一座城市用水的河道。

其次,时间也对不上。传说中,卡拉哈里沙漠失落之城是1.5万年前的一个古老文明建造的。而公元4世纪至16世纪,非洲南部也曾有一个神秘的古文明——大津巴布韦文明。它是目前在非

会形成原子量越来越大的元素。美国加州大学伯克利分校天体物理学家丹尼尔·卡森解释说,你需要很多中子并将它们射向那些“种子核子”,才能合成那么重的元素,比如金、铅,或者铂。这就像是汽车挡泥板上不断累积的泥浆一样。

科学家得出这一结论,缘于一次伽马射线暴。这次伽马射线暴距离地球约39亿光年,虽然持续时间不到0.2秒,但其红外线余晖却持续数天时间。科学家将观测的结果与理论模型进行对比之后,得出结论认为这是大量重金属元素形成之后产生的放射性辉光,而这些重元素是在一次中子星的碰撞事件中产生的。

卡森对这次碰撞做了粗略的估算,认为这次

事件中约产生了相当于20倍地球质量的黄金。这一数量的黄金足以装满100万个油桶。而且这次撞击事件中所产生的铂数量甚至比产生的黄金还多7倍。

此外,科学家还在一个矮星系——网罟座二号9个最亮的恒星中发现了7个包含许多重元素的恒星,这比任何矮星系上发现的都要多。科学家表示,这些恒星上的重元素比其他相似星系上观察到的多了近100倍。而在一个矮星系上发现这么多重元素证明了网罟座一定发生过比超新星爆发还要罕见的事件,比如中子星撞击,因为大多数超新星爆发产生的重元素也远远达不到网罟座上那些重元素的惊人数量。

## 黑洞毁灭中子星成为重元素来源

原生黑洞从内部消耗中子星,使中子星收缩自转变快,最终导致一些部分脱离本体,这些富含中子的分离部分,很可能就是重元素的来源。

还有研究人员猜测,宇宙中的重元素(如金、银、铂和铀)可能是早期宇宙诞生时在黑洞的帮助下形成的。

在宇宙大爆炸时,其超乎寻常的力量会把一些物质挤压得非常紧密,形成了“原生黑洞”。这种黑洞并不是由恒星坍缩而形成的。理论上,原生黑洞比普通黑洞更小,甚至小到肉眼无法看到。

在这项最新研究中,研究人员认为原生黑洞会与中子星发生碰撞,中子星几乎完全是由中子构成,并且非常密集,原生黑洞将沉入中子星中心区域,从其内部吞噬它们。美国加州大学洛杉矶分校理论物理学家亚历山大·库先科认为,当这种情况发生时,黑洞会从内部不断消耗掉中子星,这个过程可能会持续1万年左右。

之后,中子星随着自身的收缩,自转会变得越来越快,最终导致一些小的部分脱离本体。而这些富含中子的分离部分,很可能就是重元素的来源。

然而,库先科同时表示,中子星捕获黑洞的可能性非常低,这种低概率与只有少量星系富含重元素的观察结果一致。形成于宇宙早期的黑洞与中子星相撞产生重元素的理论也解释了银河系中心区域中子星数量稀少的问题。

据了解,今年晚些时候,库先科和同事们将与普林斯顿大学的科学家合作,对“中子星-黑洞”相互作用产生重元素的过程进行计算机模拟,并希望能通过将模拟结果与临近星系中重元素的观测结果进行比较,来判断地球上存在的金、铂和铀是否来源于早期宇宙中的黑洞。

## 相关链接

## PANDA国际实验欲了解重元素形成过程

俄罗斯科学院西伯利亚分院核物理研究所所长帕维尔·洛加乔夫近日表示,俄科学家正与外国同事一起筹备PANDA国际实验,旨在了解重元素的形成过程。

实验将在欧洲的质子与离子研究装置中进行,能让人以新的方式一窥物质粒子和反物质粒子内部。包括俄罗斯科学院西伯利亚分院核

物理所和新西伯利亚国立大学的科学家在内,将来自17个国家的450位科学家参与试验。

洛加乔夫表示,宇宙、星辰中重元素的形成过程至今仍待解之谜。他指出,PANDA国际实验将是在欧洲质子与离子研究装置中进行的4项试验中的一项。计划于2023年进行首次试验。目前正在进行该科研装置的设备开发工作。

## 奇观



## 极光与彩虹 城市上空齐舞

当极光和彩虹同时出现,会是怎样一幅画面?来自冰岛首都雷克雅维克的摄影师最近捕捉到了这样极致的画面。在摄影师的镜头中,绿色的极光在暴雨云团的上空舞蹈,城市灯光闪烁,彩虹在天际划出迷人的弧线,这样的画面实在令看到的人感动。



## 肯尼亚发现 白色长颈鹿

据外媒报道,近日在非洲肯尼亚,当地人和动物保护者拍到了珍贵的“白变”长颈鹿的画面。据悉,作为网纹长颈鹿的一种,“白变”长颈鹿并不是得了

“白化病”,它们的体内是含有黑色素的。根据视频显示,两只“白变”长颈鹿母子距离拍摄者并不远,但它们看上去很冷静,并没有被打扰。

据悉,目击者之前曾分别于2016年1月和3月在坦桑尼亚见到两次白色长颈鹿。目前,全球网纹长颈鹿共有8500只,主要分布在索马里、埃塞俄比亚南部和肯尼亚北部。



## 巧克力厂商 研制天然粉巧克力

近日,一款不经过添加剂加工的、“天生的”粉色巧克力——Ruby巧克力在百乐嘉利宝的比利时工厂面世。这是自20世纪30年代白巧克力问世后,80年来首个新巧克力品类。这款巧克力的制作原料是红宝石可可豆,产地位于拉丁美洲的厄瓜多尔、巴西以及非洲的象牙海岸。这种豆子自带的果味和颜色,使得巧克力制成成品呈现出一种天然的粉色,口感不苦涩、没有奶味,也不甜,反倒拥有一种由莓类果味与浓厚顺滑感组成的新味觉体验。



## 冲浪遇200斤大鱼 男子将其拖回岸边

菲利普今年50岁,在法国Lacanau经营一家旅馆,最近他在Lacanau海滩冲浪时,突然海里翻起了一个很大的浪花,当时其他冲浪者都以为水中出现了鲨鱼,慌忙逃到岸上。只有菲利普很快辨认出那是一条巨大的金枪鱼,当时他从冲浪板上跳到海里,并用冲浪板的绳子把金枪鱼套住,然后用手臂抱住了它,花了10分钟时间将金枪鱼拖到了岸边。当他回到海岸时,所有的人都在欢呼鼓掌,钦佩他的勇气,这条金枪鱼重达200斤,身长两米,比菲利普还要重。后来菲利普和他的朋友把这条金枪鱼切成了薄片,把鱼肉发给在场的所有人,并把剩下的鱼肉冻了起来。

(本版图片来源于网络)

# 卡拉哈里沙漠谜城

## 惊奇档案

黄慧

曾经,历史学家们都认为,非洲南部没有像样的古代文明,因为他们从未找到过能证明古代文明曾经存在的大型城市遗址。然而,生活在非洲南部卡拉哈里沙漠边缘的人们却相信,非洲南部曾有一个非常古老的文明,它甚至比古埃及文明还要古老。这个文明的中心就在卡拉哈里沙漠的某处,在那里曾有一座繁华的城市。

那么,在卡拉哈里沙漠中真的一座曾经繁荣的失落之城吗? 1885年,加拿大人吉列尔莫·法里尼带着勘探队进入卡拉哈里沙漠,希望能找到钻石。然而走到了沙漠深处,也未能找到钻石的痕迹。就在绝望之际,他们看到不远处的黄沙之上有一片巨石地,在沙漠中显得很突兀。

出于好奇,他们靠近了那片区域,在那里发现了一些奇怪的东西。其中包括一道长约1.6千米的弧形石墙,虽然石墙的一些地方已经被严重风化,但是仍能看出墙的模样。在弧形石墙的旁边,他们发现了一些石堆,这些石堆按照一定的间隔围成一个巨大的椭圆形。此外,他们还发现了一个石台和一条以石台为起点延伸的石质路。组成



南部发现的最古老的文明,这个文明建造了著名的大津巴布韦巨石城遗址。这座巨石城不仅有坚固、高大的城墙,而且还有精心设计的城市排水系统等基础设施。

而根据法里尼的描述,能建造卡拉哈里沙漠失落之城的文明规模应该与大津巴布韦文明相当。但根据记载,大津巴布韦文明并不是从卡拉哈里沙漠发源的,大津巴布韦文明建立初期也没有证据显示卡拉哈里沙漠中有其他失落的文明。

那么,法里尼所见到的切面平整的石块是怎么回事?地质学家认为,在自然的条件下,玄武岩也能形成棱角分明的石块。而在沙漠中,石块经过长期的风沙侵蚀也会出现裂口整齐的裂痕,这些石头看起来就像是一块石头垒在另一块石头上。

还有一些专家认为,法里尼描述的那座失落

之城可能是他自己想象出来的。法里尼曾经到过许多地方,比如希腊的伯罗奔尼撒半岛、埃及的阿布杜斯等。在这些地方都有一些巨石墙。而当法里尼在沙漠中看到一些天然形成的巨石结构时,就想当然地认为这些结构与他曾见过的巨石墙一样,是人造的。

然而,尽管专家们认为卡拉哈里沙漠失落之城不存在,但许多人仍对那座神秘城市非常向往。不过,继法里尼之后再没人见到过那座沙漠中的废墟。当然,从另一个角度来说,考古学家没有找到那座失落之城,并不代表它不存在。或许,在沙漠中真的曾存在一个古老而强大的文明,它们分散在沙漠的不同区域,而法里尼所发现的可能是这个文明的权力中心。看来,卡拉哈里沙漠失落之城仍是一个未解之谜。