

# 打开三种感知方式 捕捉宇宙深处的信使

□ 孙志斌

在四川省稻城县海子山海拔4410米的高原上建立的“拉索”高海拔宇宙线观测站(英文缩写LHAASO),主要目标是观测能量高达千万亿电子伏特的高能宇宙线。

在探究宇宙的起源和演化中,高能宇宙线是一个重要的观测手段。虽然其起源目前尚不确定,但星系之间的碰撞、超新星爆炸、黑洞活动等宇宙现象产生时,一部分高能宇宙线穿越银河系到达地球,成为人类了解和研究宇宙的重要手段。

## 有望破解宇宙线起源之谜

高能宇宙线可以分为两种:带电粒子和中性粒子。宇宙线中绝大多数都是带电粒子。宇宙中处处存在着磁场,比如银河系磁场、太阳系磁场和地球磁场。磁场会改变带电粒子的运动方向,所以我们无法从探测到的高能带电粒子活动中确定它的来源方向。但是,带电粒子与星际介质作用产生的高能光子在传播的过程中可以不受磁场影响。因此,在地球上观测到高能光子组成伽马射线的传播方向,就可以研究宇宙线的起源。

高能宇宙线进入地球大气层时,不论粒子是否带电,都会与大气层物质的原子核发生相互作用,产生次级粒子。随着入射深度增加,这些次级粒子又会与原子核作用产生更多新的次级粒子,形成粒子的链式反应引发雪崩式的“大气簇射”。

宇宙线入射能量、入射方向和宇宙线成分构成决定大气簇射的整体径迹结构特征。同时,绝大部分簇射带电粒子在大气中的运动速率大于光在大气中的运动速率,从而引发切伦科夫辐射。此外,高能宇宙线的能量到达极高能区,次级正负电子激发氮气分子荧光辐射。“拉索”通过观测找到大气簇射的结构特征,反推出宇宙线入射地球前的基本信息,进而为研究宇



位于平均海拔4410米的四川稻城海子山高海拔宇宙线观测站。(图片由张重阳提供)

宙线加速机制、传播过程,以及宇宙线的起源相关理论提供了实验观测支撑。

## 用“触觉”“双视觉”捕捉宇宙线

人类对于事物的感知可以通过触觉、视觉、听觉等,而“拉索”依靠它的“触觉”和“双视觉”对高能宇宙线基本信息进行测量。

“拉索”的“触觉”,采用方圆一平方公里探测阵列(KM2A),通过在地面均匀分布5195个电磁粒子和1188个缪子探测器,直接接触到达地面的大气簇射产生的电子和缪子,实现对大气簇射次级粒子的直接量能探测。“拉索”的“双视觉”,采用水切伦科夫探测器阵列(WCDA)和广角切伦科夫望远镜阵列(WFCTA):一方面在KM2A的中心安置水池,在水池底部

接收切伦科夫光子;另一方面由18台望远镜对不同天区进行巡天观测,进而对大气簇射产生切伦科夫辐射现象进行观测。此外,WFCTA也可以用来探测极高能宇宙射线在大气层中产生的荧光。

这些探测器对同时性的要求非常高,针对探测器的特点,还开发了远距离时钟在亚纳秒精度上的同步技术,并把它应用散布在方圆一平方公里范围的电子学系统。

## 开启“超高能伽马天文学”时代

“拉索”探测阵列内的1188个缪子探测器,专门用于挑选伽马光子信号,使之成为全球最灵敏的超高能伽马射线探测器。借助前所未有的灵敏度,在初步运行期间,“拉索”就探测到了来自蟹状星云能量超过PeV(拍电子伏)的伽马光子。这表

明,银河系内普遍存在能够将粒子能量加速超过1PeV的宇宙加速器。而人类在地球上建造的最大加速器——欧洲核子研究中心的大型强子对撞机,只能将粒子加速到0.01PeV。

能将宇宙线加速到PeV能量的天体,也被称为“拍电子伏特宇宙加速器”,该能量相当于医学诊断用的X射线能量(大约1万电子伏特)的1000亿倍。拍电子伏特宇宙加速器周围产生的“超高能伽马光子”信号非常弱,即便天空最为明亮且被称为“伽马天文标准烛光”的蟹状星云,发射出来的能量超过1PeV的光子,在一年内落在在一平方公里的面积上也就1到2个,而这1到2个光子还被淹没在几个宇宙线事例之中,分辨出伽马光子就像大海捞针一样。

银河系内的宇宙线加速器存在能量极限,在此前只是个“常识”,过去预言伽马射线能谱在0.1PeV附近有“截断”现象。而“拉索”的发现完全突破了“极限”,大多数探测没有截断。这就突破了此前流行的理论模型所宣称的银河系宇宙线能量极限,对重新认识银河系高能粒子的产生、传播机制,探索极端天体现象及其相关的物理过程,并在极端条件下检验基本物理规律有着重大意义。

我们期待“拉索”取得更加激动人心的发现。

(作者系中国科学院国家空间科学中心研究员)



世界卫生组织近日发布了一份关于非糖甜味剂的新指南,称不建议使用非糖甜味剂,如安赛蜜、阿斯巴甜,以及糖精等来控制体重或降低非传染性疾病风险。该指南指出,虽然短期内摄入非糖甜味剂可减少总能量摄入,但长期使用可能会导致身体适应对甜味的反应,进而增加对高热量食品摄入,从而导致肥胖和其他健康问题。

对于甜味的追求,人们与生俱来。那么,人们是怎样感受到甜味的?要获得甜味就要激发“甜味感受器”,才能让大脑尝到甜头。

味觉受体第一家族是一类能感知甜味和鲜味的受体家族,它包括T1R1、T1R2、T1R3三个成员,在哺乳动物的味觉细胞上起着关键作用。对于人和动物来说,当甜味分子激活舌上皮味蕾上的甜味受体,经过一个复杂的传递过程,然后激活大脑的奖赏区,释放出多巴胺等神经递质,一份适合的甜点不仅能满足食欲还能让人感到快乐。

那么,你有没有想过,是什么化学物质在承担着这份“甜蜜”的工作?一般来说,糖基是使物质变甜的主要官能团。糖基是一种典型的极性基团,可以与水形成氢键。它以带负电荷离子的形式存在于无机化合物水溶液中。碳水化合物中的羟基越多,这种物质越甜。

糖主要分为单糖、寡糖和多糖,在我们生活中扮演着非常关键的角色。

单糖,顾名思义指的是最简单的糖,不可再水解,可直接被人体吸收。单糖的主要代表物质为葡萄糖、果糖、半乳糖等。

寡糖,又称低聚糖,是由2—9个单糖通过糖苷键聚合形成的。寡糖分为普通寡糖和功能性寡糖,其中功能性寡糖包括果寡糖、半乳糖寡糖、褐藻寡糖、异麦芽寡糖、大豆寡糖、甘露寡糖等。它们不被胃酸及消化道分泌的酶所水解,可以选择性地促进肠道内有益细菌的繁殖,具有促进肠道蠕动、防止便秘的功效,因此已成为功能食品开发领域研究的热点。

多糖也称多聚糖,是由10个以上的单糖通过α-糖苷键或β-糖苷键结合而成的高分子碳水化合物。由于单糖的数量和官能团等因素,使得多糖的碳键连接方式更加复杂。多糖在自然界分布广泛,从天然产物中分离出的多糖化合物多达数千种,根据其来源不同可分为植物多糖、动物多糖和微生物多糖。我们平日里吃的蛋糕、面包,以及各种水果中都富含大量的多糖。

至于丝般柔滑的巧克力和醇厚的冰淇淋蛋糕,是什么让人们品尝起来如此“甜蜜蜜”,以至爱不释手?事实上,这是因为这些巧克力、蛋糕中添加了木糖醇、甘露醇、乳糖醇、山梨醇、甜菊糖苷、干果糖苷、阿斯巴甜、阿勒泰、安赛蜜等甜味剂的缘故。它们热量低或没有热量,甜度高,用它们来代替精制糖,可以减少肥胖和龋齿,还可成为戒掉高糖饮食的一个过渡品。

目前,市场上应用广泛的甜味剂阿斯巴甜,是一种氨基酸二肽衍生物,具有与蔗糖非常相似的自然甜味和新鲜自然的口感,已成为蔗糖的替代品。然而,阿斯巴甜的安全性尚存争议,过量食用可能危及健康。鉴于此,天然甜味剂,如甜菊糖、甘草甜素和罗汉果皂苷已成为甜品爱好者的最爱,它是继蔗糖和甜菜糖之后的世界第三大天然糖源。由于其耐酸碱性,可口可乐和百事可乐等国际饮料公司,已使用大量甜菊糖等天然甜味剂来降低阿斯巴甜或糖精钠的含量。

罗汉果有“东方圣果”的美誉,皂苷是其活性成分,是一种三萜类化合物。罗汉果皂苷具有高甜度、低热量和安全性特点,是唯一可以添加到婴幼儿食品中的甜味剂。罗汉果皂苷广泛应用于饮料、乳制品、调味剂、糖果等食品行业。

更神奇的是木糖醇,虽然其甜度与蔗糖相近,热量却极低,也就是说,在享受甜味的同时不用担心发胖,还具有护肝、防龋、增殖双歧杆菌等功能,成为糖尿病患者福音。(第一作者系西北师范大学教授、博士生导师,第二作者系西北师范大学硕士研究生)

# 大脑是如何尝到『甜』头的

□ 莫尊理 孔重娟

# 人体衰老从细胞开始

□ 王婷



在国家自然博物馆“走进人体”展厅,在场的每一位小朋友可能既期待小朋友快点成长,又希望自己更能更慢变老。那么,人为什么会变老?今天,就让我们一起来探讨衰老的秘密。

我们平常挂在嘴边的衰老,常常指头发变白了、长皱纹了、体力不如以前了。衰老是一个自然的生命过程,是所有生物体都要经历的。从微观上讲,衰老的本质其实就是细胞的衰老,随着年龄的增长会积累越来越多的衰老细胞,导致人体各个器官和系统功能衰退,甚至出现一系列与衰老相关的疾病。

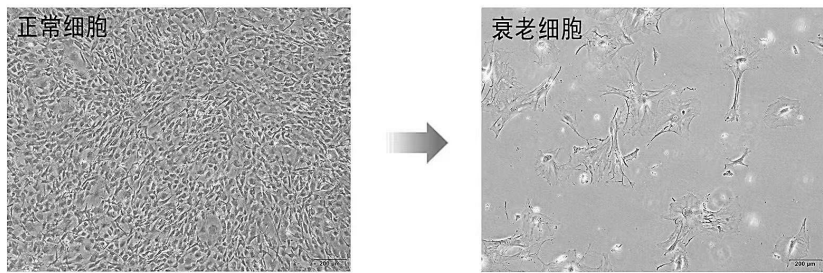
那么,是什么原因导致细胞衰老呢?在我们的细胞中,染色体末端有一种叫作端粒的保护性区域,它像一个帽子一样保护着我们遗传物质相对稳定。细胞每分裂

一次,端粒就会缩短一点,直至最终耗尽。此时,遗传物质变得十分不稳定,如果细胞继续分裂,将会造成大量DNA突变,最直观的影响就是容易诱发癌症。为了阻止在复制DNA时将错就错,细胞会主动停止分裂,并进入一种衰老状态。可以这样说,衰老是细胞分裂时的一种自我保护机制。

衰老细胞也会分泌炎症因子影响周围的细胞,和我们平时感冒、发烧这种剧烈炎症反应不同,衰老细胞带来的炎症往往是慢性、持久且无法根除的,最直观的就是影响血管内皮细胞造成动脉硬化。此外,这种慢性炎症会造成免疫系统紊乱,甚至攻击正常细胞,最终导致类风湿性关节炎等自身免疫性疾病。

衰老的原因看似简单,实际上却非常复杂,除了细胞本身会面临端粒缩短和慢性炎症外,还有很多外界因素也是造成衰老的原因。比如,过强的紫外线辐射、烟酒刺激,往往也使细胞产生一种具有强氧化性的自由基。这种自由基会损伤DNA和蛋白质,扰乱细胞正常功能,让细胞进

## 衰老的本质是细胞衰老



入一种衰老状态。面对这种生命力全面衰退,我们就束手无策吗?

在过去20年时间里,科学家一直在解读衰老密码,并提出新的抗衰老策略。2021年,我国科学家通过基因治疗的方法,降低KAT7这个基因表达,可以使衰老小鼠的运动能力增强,直观表现就是小鼠在滚轮上能够奔跑更长的时间,最终延

长了寿命。这些研究虽然还停留在实验室阶段,但人们已从概念上证明了延缓衰老的可行性。随着科技不断创新,总有一天人们能够突破想象,实现老而不衰、老而无病的愿望。

(作者系北京市科学技术研究院2023年科普讲解大赛三等奖获得者、北科科普宣讲团成员、国家自然博物馆助理研究员)

# 为什么钟乳石“敲”不得

□ 科普时报记者 吴琼

近日,在贵州黄果树景区天星洞内,一男孩用砖头敲下钟乳石带走。黄果树景区已报警,将就此事追究当事者责任。

“钟乳石是在碳酸盐岩地区的洞穴内广泛分布的一种钟乳状碳酸盐沉积物。”南京师范大学地理科学学院副教授李涛告诉科普时报记者,这些沉积物在成千上万年,甚至上万年的漫长地质历史中,在特定地质环境条件下形成了不同的形态。

李涛介绍,这些地质形态主要分为钟乳石、石笋和石柱三种。钟乳石是从洞顶像时钟的钟摆一样向下垂直悬挂的部分;石笋一般位于钟乳石的正下方,像地面长出的竹笋一样;由于溶洞顶部的钟乳石不断自上向下沉积生长,而正下方的石笋也不断由下向上沉积生长,当钟乳石和石笋长到一起上下相连

时,就称为石柱。

“景区钟乳石既是国家重要和稀缺的自然资源,又具有极高的科研价值,还有观赏和游憩价值。”李涛认为,很多人还不了解钟乳石的价值。钟乳石是一种重要的自然资源,属于国家所有。《中华人民共和国矿产资源法》法律法规明确规定,要保护钟乳石资源。钟乳石是在极其漫长和特殊的地质环境条件下形成的,它记录了地球历史时期的地质、气候、环境等信息,可以研究和认识地球环境的演化,具有极高的科研价值,在短时间内是一种非可再生资源,一旦被破坏将无法弥补。

“这次黄果树景区报警,并非小题大做,此前也有因破坏钟乳石而被处罚的案例。”李涛说。

2019年10月,游客何某某在游览古

郎洞景区途中,将两颗钟乳石破坏,长约30厘米到40厘米,并将较大的一颗扔掉,较小的一颗准备带回家做观赏摆件。景区发现并报警,后起诉至法院,被告认识到自己的错误。在法官的主持下双方达成调解协议,被告当庭向原告赔偿损失2500元,并向原告认错道歉。

李涛呼吁游客文明出行,景区来之不易的美景,需要我们好好爱护。



# 人类干细胞「太空造血」有啥不一样

(上接第1版)

此外,“太空造血”实验是对原有的干细胞分化扩增机制研究更好的扩展,是一个非常好的研究模型。“通过这个过程,还可以对造血过程基因组学方面的检测、细胞重要信号通路起的作用,包括细胞之间的作用等方面进一步深入研究,有可能揭示出一些最基本的细胞生物学问题,为干细胞研究提供新思路。”刘子川举例说,如果发现微重力对干细胞扩增有帮助,那么就可以考虑在地面上模拟这种环境;或者发现在微重力环境下有一些特殊的细胞通路能调控干细胞的增殖,那么就可以人为地增加或减少它们的功能,有助于干细胞药物的研发。

刘强认为,受地球重力的影响,干细胞在培养过程中容易聚集和结块。而太空中因具有微重力的条件,干细胞体外培养更接近于胚胎内干细胞的增殖与增殖,可均匀悬浮、自由生长。此外,不受重力影响,干细胞生长环境也较为稳定,有助于实现产业化发展。

“而且,与地球上生长的细胞相比,在太空微重力环境中生长的细胞功能显著改善,免疫抑制能力更强。”刘强说。

由于时间和资源限制,本次任务中,雷晓华团队只开展了部分实验,后续还将开展诱导多能干细胞在空间微重力环境下的3D生长研究,通过长时程在轨培养,对在轨实验和地面平行对照实验样品的对比和分析,来探讨空间环境下干细胞3D生长的规律及微重力对干细胞生长影响的作用机理。

“核聚变能是人类最理想的清洁能源之一,也是解决人类社会能源问题和环境问题的根本途径。”日前,核集团核工业西南物理研究院聚变物理研究所所长钟武律在2023搜狐科技峰会上作主题演讲时表示,能源是百姓的生计之本,更是国民经济的命脉。能源安全是关系国家经济社会发展的全局性、战略性问题,对国家繁荣发展、人民生活改善、社会长治久安至关重要。

在破解能源问题上,可控核聚变被誉为“人类解决能源危机的终极手段”,相关研究也一直是人类历史上最具挑战性的课题。

纵观可控核聚变发展的进程不难发现,从最初的少数核大国进行秘密研究磁约束可控核聚变,到技术解密,再到世界范围开放合作,探索出箍缩、磁镜、仿星器等众多技术途径,各方都在寻求更高参数的“聚变三

乘积”实现聚变点火条件。1968年,苏联T3托卡马克装置获得1000万摄氏度以上、稳定环形高温等离子体,在全球核聚变界引起轰动,托卡马克也逐渐发展成为主流技术路线。

在钟武律看来,超过半个世纪的研究已表明,开发可控核聚变能源的科学可行性已得到实验证实。“目前,世界上已建成了超过100台聚变实验装置,在聚变等离子体物理科学技术问题研究方面取得了许多标志性成果。”

我国也一直在积极探索可控核聚变的技术研究。早在20世纪80年代,我国就制定了核能发展三步走战略:热堆—快堆—聚变堆。热堆就是商用的核电站,最终一步则是聚变堆。国务院印发的2030碳达峰碳中和的方案当中,也明确要加强可控核聚变颠覆

性技术研究。“未来‘双碳’目标当中,核能和可控核聚变是重要的途径之一。”钟武律表示。

核工业西南物理研究院是我国最早从事核聚变能源开发的专业研究院,也是我国“热堆、快堆、聚变”核能发展三步走战略中聚变堆研发的核心单位,更是我国参加国际热核聚变实验堆(ITER)计划重要技术支持单位。除此之外,中科院等离子体所也建立了托卡马克装置HP6P,分别在2021年到2022实现了1.2亿摄氏度、超过100秒的高温等离子体。

“我国在基础物理研究取得的一系列重要突破,为未来超导聚变堆提供了支撑。”钟武律表示,目前我国核聚变的运行水平,包括产业化水平,以及人才队伍方面,均取得很大的进展。自20世纪50年代开始,我

# 可控核聚变或在本世纪中叶实现商用

□ 科普时报记者 陈杰

国的可控核聚变已迈入燃烧实验堆阶段,逐步从基础科学研究转向工程验证。未来以ITER为标志,我国的可控核聚变将转入工程阶段。

目前,世界主要核大国都在积极开展聚变示范堆设计,布局示范堆关键技术研发,力争在本世纪中叶实现商用,不少企业也在聚变领域加大投资,积极抢占聚变能开发的制高点。

“我国也应加速推进聚变能开发的进程。”钟武律认为,一方面可以通过国际合作加强国际交流,加速推进关键技术的突破;另一方面可以积极参与ITER建设,培养ITER运行和实验的专业化人才队伍,提高我国在国际聚变界的话语权;还要强调自立自强,积极抢占聚变能开发的制高点,依托核工业体系来解决目前产业所面临的问题。