

未来元宇宙如何看病

虚实融合，真正实现精准医疗

薛霄 周长兵 张颢

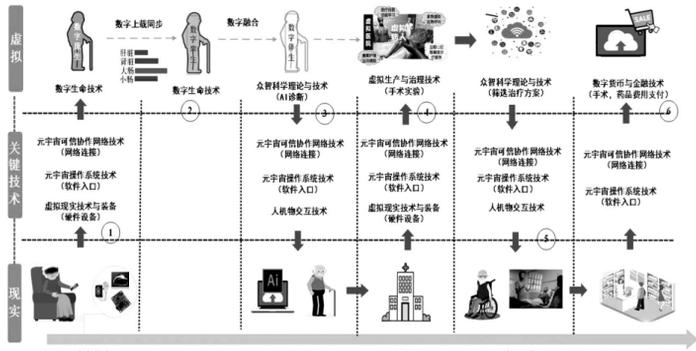
前沿科学

随着人们生活水平不断提高,对医疗健康服务的要求越来越高,需求也日趋多样化。元宇宙热度持续升温以来,研究人员对该领域的关注度也不断提高,希望通过融合现实世界与数字世界,为解决传统医疗存在的问题、提升目前的医疗健康服务水平,提供一种新的解决思路。

元宇宙的核心价值在于:数字世界和现实世界之间可以构成一个相互协作的共生动态反馈系统。在意识世界中,通过不同智能主体之间的协作与进化,获取在数字世界中重建这种相互依赖的知识,最终将现实世界中的问题抽象到数字空间;在数字空间中建立模型,进行计算实验,得到的结果可以动态指导或控制现实世界中的策略执行;现实世界执行结果反馈过来以动态数据输入的形式,不断更新意识世界的模型。

在目前这个阶段,医疗健康服务场景复杂多样,而元宇宙的技术体系也尚未建立,想要解释清楚二者如何实现能力融合,不是一件容易的事情。我们可以通过一个虚构的医疗案例来展示医疗元宇宙场景,具体描述虚实融合、相互赋能的医疗过程。

60多岁的老王已退休,患有高血压、高血脂、高血糖等常见病。某天,老王晨练回家,感觉身体有些不适,决定进行一次彻底检查。老王佩戴医疗健康监测设备,例如智能手表、智能头盔、智能座椅等,监测并检



在元宇宙基础上的医疗健康服务场景 (薛霄 张颢 绘制)

查自己身体健康数据,包括心跳、心率、血压等。在这个过程中,虚拟现实技术与装备、元宇宙操作系统,以及元宇宙可信协作网络,充当了现实世界到虚拟世界的桥梁。在虚拟世界中,利用数字生命技术,即数字原生、数字孪生与数字伴生,实现数字病人与老王的同步进化。

在虚拟世界中,借助异地医生与AI医生相互协作,对老王这个数字病人进行诊断,然后给出最终诊断结果。具体来说,数字病人可以提供当前老王身体的各项指标数据,以及近一年的身体指标历史纪录。通过将不

同数字器官的数据集成起来综合分析,异地医生与AI医生可以建立长期的更精准、更个性化和更具预测性的医疗诊断。例如,运用训练好的模型,通过异常的心脏声音,判断患有慢性心脏病的可能风险及其发展过程。如果遇到疑难病症,异地医生和AI医生会与不同地域的医学专家共同进行会诊,实现众智协同。最后,AI医生通过人机交互,以文字或语音的形式与老王交互,告知病情。

在现实世界中,老王被AI医生告知病情后,联系一家医院就诊。手术前,医生进入元宇宙调取老王的诊断病例,了解病

情,决定设计几种不同的治疗方案进行比较。在虚拟世界中,医生以老王的定制化数字病人为载体,对不同的治疗方案进行术前模拟。由于手术在虚拟空间进行,医生拥有试错机会,可以评估不同方案的手术时长、并发症的发生率、辐射暴露等,然后对方案进行修正。

遇到疑难杂症,不同地域的医生可以借助远程互联网互通平台,通过屏幕共享实时影音,形成虚拟的多方会诊空间,对虚拟手术的结果进行分析讨论,筛选出最佳治疗方案,为手术提供技术支持,实现异地会诊。医生借助元宇宙技术,采用筛选出的最佳方案,及时高效为老王进行手术。

老王手术顺利完成康复出院后,需支付手术费用,以及相应的元宇宙健康服务费用。整个支付过程可以在虚拟世界完成,利用数字货币与金融技术,完成相应费用支付。在这之后,老王还可以购买后续的手术后康复服务。

从目前来看,我们不可能一下子就实现一个包罗万象、高度真实、能让我们生活其中的元宇宙。更可能的是,有一定元宇宙雏形的各种场景先行发展,在各种技术尝试达到一定程度后再逐渐向最终形态发展。随着元宇宙不断发展,相信它将会有机会对现有的医疗场景进行深度重构,创造出全新的业务价值。

[第一作者系天津大学智算学部教授、博士生导师,第二作者系中国地质大学(北京)教授、博士生导师,第三作者系天津大学建筑学院讲师、硕士生导师]

海洋“活化石”是这样炼成的

梁悦 张志飞

腕足动物舌形贝是一种身裹双壳的海洋无脊椎动物,由于其形似豆芽菜,也被称作“海豆芽”。从寒武纪早期开始出现,舌形贝历经了地球动物出现以来所有的磨难和自然灾害,并经受住了地球最严重的“五次生物大灭绝”事件,延续至今。达尔文在其1859年出版的巨著《物种起源》中,认为这类生物的形态自志留纪以来变化非常小,首次描述并定义腕足动物舌形贝为“活化石”。

近日,西北大学地质学系科研人员联合国外专家,通过对5.2亿年以来的腕足动物舌形贝壳体进行多学科交叉研究,结果表明奥陶纪时期舌形贝类穴居型生活方式已经建立。相关研究成果日前在线发表于国际期刊《当代生物学》。

地质学家利用化石在对沉积环境和

沉积相分析时,通常会用到指相化石,即能明确指示生物生活时生存环境条件的化石,其中最常用的就是腕足动物舌形贝。由于现代的舌形贝穴居生活在滨浅海环境,因此通过“将今论古”原理,认为这类化石大量产出地层的沉积环境类似于现代的潮间带环境。

在奥陶纪时期,腕足动物舌形贝的部分形态已经与现代类群极为相似,海水及营养物质可以从壳体前端两侧流入,经壳体内纤毛环滤食和氧气交换后从舌形贝壳体前中央排出。除了形态和解剖特征发生了明显的变化之外,化石也为这一实证提供了有力的证据——爱沙尼亚奥陶纪的地层中,发现了在海底垂直原位生活的舌形贝壳体化石及其穿层保存的遗迹。

腕足动物舌形贝虽然在形态上较为简

单,但现代分子生物学证据表明它们的基因演化迅速,其细胞线粒体基因组比一般动物要长得多,且其基因组重排也是两侧动物中发生率最高的。它们是一类外表冷静、内心火热的动物。

面对寒武纪动物“适者生存”的生态环境,底栖生活的腕足动物只有不断地改变壳体外形和结构,调整壳体与海底的接触关系,保持种群的繁盛。在长期的演化和自然选择的压力下,其壳体或长或宽、或圆或方,一直在不断适应着海洋底栖生活的各种生存压力,为穴居生活创造身体条件。

科研人员研究发现,出现在寒武纪早期的腕足动物,一直“扎根”生活在泥质海底,壳体大小通常3—5厘米,最大不超过10几厘米,占有的生态空间十分有限,因此也被称作“草根”动物,其壳体形态

和生活方式(包括固着、黏附、群居和穴居)多样性在奥陶纪时期达到高峰。随后,穴居型和群居型生活类型在奥陶纪末和二叠纪末的生物大灭绝事件中得到了青睐,并被随机性地保留下来,其他的生活类型则遭到灭绝事件的重创或剔除。

科研人员认为,正是这种多样性积累,就像“机会总是会留给有准备的人一样”,腕足动物舌形贝类在面对显生宙的五次大灭绝中,尤其是显生宙生物大灭绝率最高的奥陶纪和二叠纪两次大灭绝事件中,有了“足够的可能”致使穴居的生活类型随机性,在偶然中每次都保留了下來,成为现代腕足动物穴居演化中的自然选择。

(第一作者系西北大学地质系博士后,第二作者系西北大学地质系教授)

移动星球,浪漫而悲壮的幻想

李博



跃引擎,把它直接开到了另一座人造天体“伊谢尔伦要塞”面前,让两个要塞面对面作战。

死星和太空要塞的尺寸实在太小了,放在地球上也就相当于一座城市,顶多和“星球”概念打个擦边球。相比之下,20世纪80年代的动画片《变形金刚》中的母星“赛伯坦”就大多了。这是一颗和地球大小差不多的行星。霸天虎曾用空间跳跃技术把赛伯坦开到了地球附近。在2011年上映的真人版电影《变形金刚3》中,移动赛伯坦的故事又上演了一次。除了赛伯坦,《变形金刚》里还有一个能够变成星球的角色“宇宙大帝”,在宇宙中不断游荡并吞噬其他行星。

《流浪地球》系列以外的科幻作品,在移动天体时普遍采用“空间跳跃”这样的技术。虽然现实中物理学并未否认空间跳跃,但要将其付诸实践却如天方夜谭。要构建连接空间不同区域的虫洞,需要具有负能量的奇异物质。新西兰数学家和物理学家卡特·魏泽估算,一个直径只有1米的虫洞,所需要的奇异物质的量就相当于太

阳系全部行星质量总和,更不要说传送星球这样的庞然大物了。

《流浪地球》系列则采用了更具真实感的思路——使用行星发动机推动地球移动。不过,故事中推动地球的能量来自重元素核聚变,这就难以实现了。现实中,重元素核聚变一般只在大质量恒星内部发生,在可控氢核聚变领域,科学家尚未实现真正突破,重核聚变更为任重道远。

从现有技术发展趋势来看,真想实现全民远航,移动星球也许并不是最优选择。就连科幻作家刘慈欣本人也认为,这样的方案是将大部分的推进能量消耗在毫无用处的质量上。不过,就科幻故事来说,“带着地球去流浪”有一种独特的壮阔和悲凉感。其他科幻作品,靠空间跳跃来平浩瀚宇宙的空旷和遥远,而《流浪地球》系列却用高过珠峰的行星发动机,以及对2500年岁月的遥想,诠释了太空长征的艰难和不可思议。

(作者系中国科技馆展览教育中心高级工程师)

2月初,一颗划破夜空的彗星,一时成为天文爱好者们竞相追逐的“明星”,天文学家为它命名编号为C/2022E3(ZTF)。这是5万年一遇的彗星回来了。上一次光临地球,还是5万年前,人类还处于旧石器时代。

彗星,俗称“扫把星”,是绕太阳运行的一种天体,目前已发现1600颗,能用肉眼看到的却很少。彗星家族中的哈雷彗星出现的周期为76年,是由一位叫哈雷的英国天文学家第一次算出来的。上次哈雷彗星光临地球是1986年,下次出现是2022年了。别小看哈雷彗星,它本事可不小,曾解决了我国古代历史上的一道难题。这道历史难题,没有被历史学家解决,却被天文学家解决了。这究竟是怎么回事呢?

武王伐纣是我国古代历史上的一件大事,而这一重大改朝换代的历史事件究竟发生在哪一年,由于史料缺乏记载,一直是个谜。为此事,史学界曾争论不休,众说纷纭。著名史学家郭沫若认为是公元前1027年,著名史学家范文澜却认为是公元前1066年。他们各抒己见,究竟谁是谁非,最后还是哈雷彗星给出了答案。

事情是这样的,西汉《淮南·兵略训》一书记载:“武王伐纣东面而迎岁,至汜而水,至共头而坠。彗星出而授殷人其柄”。这段文字的大概意思是说,武王伐纣的时候向东面迎着木星进军,到了汜水逢下雨,到共头山时发生山崩。此时,彗星从东方升起,柄朝东而尾西指,似乎天老爷有意把扫帚柄授与殷人,以扫除从西方来的军队。

天文学家、中科院紫金山天文台首任台长张钰哲,后来根据这一记载和哈雷彗星76年出现的周期,按照其轨道参数推算出这颗彗星便是赫赫有名的哈雷彗星。他还反推出这颗彗星在距今4000多年前的那次回归是公元前1057年3月1日经过近日点,当时人们只能在2—4月份断断续续窥见彗星,而1—3月份能见木星悬挂于东方。1976年3月,陕西临潼县发现的周代初期青铜器,其上铭文说:武王征商,在甲子清晨,见到了岁星。这就有力地证明了史籍记载的真实性和天文学家推算的精确性。由此可见,武王伐纣的时间是公元前1057年二月份。

彗星平时罕见,拖着一条亮闪闪的长尾巴,横扫天空。过去很多人认为不吉利,是灾难的预兆,借此大肆宣扬。其实,彗星也是太阳系的一种星体,它是绕太阳转动的轨道与一般行星不同。行星转动的轨道差不多是正圆形,而彗星转动的轨道则扁长得多,差不多成椭圆形。所以彗星有时离太阳很远,有时又很近,转一圈要好几十年。彗星转动距离我们近时,我们才能看见。彗星由稀薄的气体组成,有彗头、彗核、彗尾。彗星离太阳远的时候没有尾巴,自己也不发光;离太阳近的时候,组成彗星的物质点被太阳的压力所排斥,才出现尾巴。所以彗星的尾巴总是背着太阳,离太阳越近,尾巴越长,绝不是很多人认为的“彗星尾巴横扫地球”。

(作者系湖南省科普作家协会理事)

科学家揭示地球板块演化史

科普时报(记者吴长锋)中国科学技术大学地球和空间科学学院黄方教授课题组和美国同行合作,近日通过对冰碛岩和火成岩的钕同位素研究,确定长英质成分主导的陆壳形成于距今30亿年之后。

地球自45.6亿年前形成以来,历经漫长的演化和分异。现在的地球是太阳系中唯一一个拥有长英质大陆壳的类地行星。大陆地壳最初成分来自地幔的镁铁质岩浆,而板块运动使大陆地壳进一步演化,并形成大面积的长英质陆壳。

大陆地壳的化学成分变化对地球演化、板块运动和行星宜居性有着重要的意义。近几十年来,科研人员根据不同方法得出两种相反的结论:一种观点认为,太古宙早期以来,大陆地壳就已经是长英质成分主导;另一种观点认为,太古宙中晚期之前,大陆地壳成分仍然是镁铁质成分主导,从镁铁质向长英质成分的转变发生在太古宙中晚期—元古宙早期。产生争议的主要原因在于采用的地球化学指标具有多解性,而钕同位素则提供了一个可靠的方法。

科研人员首先通过分析俯冲带钙碱性火成岩的钕同位素组成,对比全球拉斑和钙碱性火成岩、太古宙绿岩带火成岩的数据,在排除磁铁矿过度结晶的样品后,发现火成岩的钕同位素组成、二氧化硅含量、氧化镁含量的相关性适用于太古宙的样品。

科研人员进一步测量了冰碛岩钕同位素组成。冰碛岩常被用来研究大陆地壳组成,但是冰碛岩受到胶结物质以及风化改造的影响,其微量元素不能直接用来指示陆壳成分。科研人员结合得到的岩浆岩钕同位素组成,重建了古老大陆地壳成分,发现在距今30亿年前的中太古宙大陆地壳依然以镁铁质成分为主,而从镁铁质到长英质地壳的转变发生在距今30亿年之后。这个成分转变可能标志着地球板块构造的开始。

此项科研成果日前在线发表于美国《国家科学院院刊》。



日前,威海高新区福河变电站项目顺利通过省住建厅评审,成为山东省内首座二星级绿色建筑变电站。项目建设采用了超疏水超自洁防凝露涂料、高分子防潮封堵剂、零损耗辐射制冷膜等新材料,绿色建材使用率超过80%。那么,超疏水材料是什么,它又如何实现超自洁呢?

超疏水材料是一类对水极端排斥的材料,通常由特殊的表面微纳粗糙结构和低表面能化学物质构成。它的疏水特性主要归功于表面的微纳粗糙结构。接触角大于150°、滚动角小于10°,是超疏水材料表面的典型特征。其中,水滴与表面的黏附力极小,且滚动角 $\alpha < 10^\circ$ 的“荷叶态”,是目前研究最为广泛的一种超疏水材料状态。在显微镜下,荷叶表面布满密密麻麻的微米级乳突。这些乳突结构之间充斥着空气,形成了一层极薄的空气膜,

再加上荷叶自身分泌的、表面能低的植物蜡质,共同造就了荷叶的疏水和自清洁效应。

在古代,人们就有利用超疏水材料的意识,油纸伞便是其中的产物。最早的油纸伞伞面还不是轻巧的宣纸,而是动物的皮革。后来,随着纸张的发展,人们就想到了在伞面上铺就浸透天然桐油的宣纸,一来可以减轻伞本身的重量,二来也达到了较好的疏水防水效果。在油纸伞的制作过程中,至关重要的一步工艺便是刷桐油。桐油熬好后,要用棉布沾满桐油涂刷在伞的阴阳两面,要重复三次,自然晾干后还需再涂一遍,这样才能保证油纸伞在雨中表现出较好的疏水性能,不被浸坏。

油纸伞盛行在水光潋滟的江南,“文化、历史、怀旧”,这些附着在油纸伞上美好而典雅的标签,凝聚着浓郁的古华夏民族的符号意义。现在的油纸伞,以其精美的图案、复古的造型,承载着古人精湛的工艺,勾连着人们怀旧的情愫。

而现在,围绕在人们生活周围的超疏水材料,在医学、建筑、纺织、军事等领

域有着广泛的应用前景。超疏水材料的显著特征是不润湿,这样就降低了与细菌接触的可能。医学上抓住了这个新思路来抑制细菌繁殖、防止伤口感染溃烂。科研人员就是利用超疏水粗糙表面间隙留存空气,迫使肽聚糖和底物之间的接触区域变得最小,基于这些空气层来抑制和减小细菌黏附,从而抑制生物膜形成,降低感染的可能性。

雨过天晴后,荷叶表面光洁如新,这是由于超疏水材料具有的自清洁性能。科研人员将这一性能迁移到建筑墙体的防护上,运用超疏水材料的墙面相较于普通墙面更干净。这是因为附着了超疏水材料的墙体,上面的颗粒及液体污染物容易通过水流的作用被冲走,从而减少了人工打扫的成本,降低了能源的损耗。一些户外玻璃、太阳能板、高层建筑外墙就是应用了超疏水材料的这一性能。

应用了超疏水材料的纺织品也表现出耐脏、自清洁的性能,被人们戏称为“不用洗的衣服”,即使酱油滴在衣服上也会“丝滑”溜走,不留污渍。具有这种优

良性能的织物可以满足人们日常生活的多方面需求。

在军事装备方面,超疏水材料为武器带来了更多的优良性能,以面对更严苛的外部环境,比如耐磨、防雾等综合防护能力。2017年4月,美国密歇根大学研制的一种高耐磨超疏水涂料,由氟化多面体低聚倍半硅氧烷低表面能材料和氟化聚氨酯高弹性黏合剂混合制成。在防雾方面,超疏水材料以多尺度的表面结构,抑制了潮湿环境中的雾气凝结,从而达到有效保护光学器件等重要设备的目的。

人类在自然中获得灵感,从亭亭净植的荷叶,到撑着油纸伞的姑娘,再到我们生活中随处可见的现象,超疏水材料的应用贯通古今,包罗万象,呈现出蓬勃的生命力。与此同时,我们也要关注超疏水材料还面临着许多难题,而对于科研人员来说,环境友好型、成本低廉、工艺简单的超疏水材料的研发又是重中之重。

(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研究生)

肖植文