

## 太阳氢闪会摧毁地球吗

□ 科普时报实习记者 苏菁菁

近日热播的《流浪地球2》提出，人类将在2078年面临太阳氢闪危机，这一危机将摧毁地球。那么，太阳氢闪是怎么回事，2078年会发生太阳氢闪吗？

## 太阳氢闪释放的能量不能穿出太阳表面

“太阳氢闪是太阳成为红巨星、太阳内部的氢核被压缩成一种致密的物质状态，其点燃时发生的一系列爆燃。每次太阳氢闪的时长大概在几秒或几分钟，直到太阳氢核变成正常物质。”中国科学院国家天文台冷湖基地首席科学家邓李才说。

目前，太阳处于主序星阶段，正在持续进行氢元素的核聚变。在这一过程中，氢元素会转变为氦元素。当氢核燃烧殆尽后，太阳核心区域几乎全部是氢，成为氢核。

邓李才表示，在太阳的氢核温度达到2000万摄氏度左右时，氢核外侧原本没有参与过核聚变的氢大量发生核聚变，此时太阳的体积会膨胀，成为一颗红巨星，体积大到足以吞并水星和金星。

进入红巨星阶段的太阳，内部的氢核会逐渐进入致密的物质状态，当其质量达到0.45个太阳时，氢核就会由外向中心发生太阳氢闪。

“太阳氢闪释放的巨大能量不能穿出太阳表面，因此不会像《流浪地球2》描述的那样摧毁地球。”邓李才说。



地球、太阳、行星在宇宙空间示意图。（视觉中国供图）

## 真正的威胁在太阳氢闪之前

太阳氢闪离我们还很遥远，因为太阳需要在成为红巨星后才会发生太阳氢闪。

邓李才告诉记者，目前，太阳所处的主序星阶段相对稳定，一般认为太阳能保持这一状态100亿年左右。现在太阳的年龄为46

亿年，大约再过50亿年，太阳的氢会完全烧完，才会逐渐转变成红巨星。变成红巨星后，太阳氢闪的发生还需20亿年左右。

“其实，真正给地球带来威胁的是成为红巨星的过程，这一过程发生于太阳氢闪之前。”邓李才说。

太阳在成为红巨星的过程中并不稳定。

邓李才表示，当太阳不稳定后，地球的环境会急剧恶化，逐渐膨胀为红巨星的太阳表面将会接近地球轨道。

“不过，这些事件的发生还离我们非常遥远，那时还不知道地球是否存在。所以，‘2078年太阳氢闪危机’只会出现在电影情节中。”邓李才说。

## 名词链接

氢闪是指小质量恒星核心氢核反应结束后形成的氢核在简并状态下，即一种致密物质状态下的核聚变反应。

其实，太阳里是存在一个自发的负反馈机制的。核聚变需要非常高的温度和压强才能发生，而在主序阶段太阳核心一直具备氢聚变的条件，在负反馈机制的限制下，可以让太阳物质的万有引力与氢聚变的能量释放刚好达到平衡，这就促使太阳在几十亿年来一直相对稳定。

但是，小质量恒星中央的氢聚变，在点燃时没有这样的负反馈机制。当太阳晚期的氢核在引力的作用下向内收缩时，温度升高，但压强不变，直到氢核的温度高达一亿摄氏度，氢被点燃，聚变放出的能量让温度升得更高，让更多的氢聚变。

这个物理过程发生在简并条件下，此时氢聚变只有正反馈，没有负反馈，所以造成了这一系列的失控爆炸，这就是氢闪。

十厘米厚的冰板可抵挡子弹  
寒冰曾是作战「防御盾牌」

□ 李耕拓

1月22日，地处大兴安岭北麓黑龙江省漠河气温摄氏零下53度，地面堆积厚厚的冰雪。这些场景不禁让人想到在血与火交织的战争中，寒冰在军事作战中起到过不可替代的“防御盾牌”作用。

北宋名将杨延昭曾在逐城（今河北省徐水县）发动军民严寒汲水灌城，用冰城抵御辽国的进攻。面对萧太后亲临城下擂鼓督战的辽军，杨延昭招住寒潮来临机会，下令军民在城墙上一次次浇水，又一次次结冰，第二天高大的城墙就成了一道道冰墙，表面光滑，坚固无比。辽军虽勉强发起总攻，但箭头射在冰墙上最多只留下一个白坑，云梯则无法搭在光滑的冰墙上，士兵更无法攀爬。辽军数日攻城不下，只好退兵而去。

冰的表面光滑度、坚硬度、承载力在一次次战斗中发挥了重要作用。

说起冰的光滑度，很长一段时间以来，人们以为这是因为冰的表面有水形成的薄薄的膜而导致的，而且这一层水膜是因为外来的压力、摩擦等产生而形成的。直到近段时间，科学家才发现冰面的水是自带“润滑剂”的。2019年，科学家发现冰面上的水膜根本就不是“简单的水”，而是由与油一样黏稠的水组成，即冰水和碎冰的混合物，比水的润滑效果还要好。

水一般在0℃结冰，但在不同温度下冰的硬度是不同的，数值越大硬度越大：0℃时，硬度为1—2；-15℃时为2—3，这时硬度和铜块相当；-40℃时为4，与钢铁硬度相当；-50℃时为6，已超过钢铁的硬度；而在-70℃时可达7，硬度超过花岗岩。由此看出，冰随着温度降低体积缩小，冰越结实，硬度也会增加。在超低温的情况下，冰可能比钢铁、花岗岩还要硬，如果温度再低，硬度基本上就不变化了。

因此，战场上有时将冰用于防护，这样可以减少子弹造成的人员伤亡。那么多厚的冰可以抵挡子弹射击？这要具体情况具体分析，因为这与子弹的特性和射击的距离、角度，以及冰层的情况等多种因素有关。一般来说，一定厚度的冰层在比较低的温度下就能够抗子弹甚至炮弹。如在-25℃时，冰就变成非常坚硬，因而在战争中常常被当作作战“盔甲”。

在寒冷的冬季，如果水中加上木屑或纤维再结冰，会大大增加冰的强度，防护效果就更好。二战期间，盟军将木纤维与水混和冻在一起，使木纤维形成防冰融化的隔离层。这种经过加厚的冰异常坚实，厚度仅2.5厘米的冰板可承受6个人的重量，10厘米厚的冰板则可抵挡手枪和步枪子弹，从而使盟军在德军的战斗中伤亡大为减少。

冰还具有较大的抗拉、抗压强度和承载力。经科学试验得知，冰的抗拉强度为每方厘米12千克力—15千克力，抗压强度为每方厘米35千克力—45千克力。随着气温越来越低，水中冰层就会加厚，冰层的承载力也越强。当水面冰层厚度达15厘米，人可在冰上行走；冰层达20厘米就可成为天然的溜冰场；冰层厚度超过20厘米时，重约0.25吨的雪地球车可在上面驰骋；冰面厚度增加到40厘米时，冰面可承载重约2吨的小轿车；冰层厚度50厘米以上，连坦克都可以安全驶过。（作者系湖南省科普作家协会会员）

## 烘焙食品为何香气四溢

□ 莫尊理 陈艺



假日里，走进闹市区的甜品店，看到一个个金黄酥脆且散发诱人香气的甜点时，总让人欲罢不能，恨不能尽快品尝。这些食品为什么对我们有如此吸引力，其实油炸和高温烘焙食物在制作过程中发生了美拉德反应。

美拉德反应最早是1912年由法国化学家美拉德偶然发现的。在读博士期间，美拉德发现甘油和氨基酸在170℃下脱水产生多肽，于是大胆提出假设，将甘氨酸和葡萄糖溶液共热，以期合成甘氨酸多肽，结果发现葡萄糖和甘氨酸共热时溶液颜色会变成深褐色，冒出气泡，并且产生类似烤面包和烤肉的香气。当时美拉德对该反应机理百思不得其解，经过几十年的研究才发现竟然与我们日

常生活中食物的风味有关。

该反应是一种复杂的有机化学反应，主要是指氨基酸与还原糖、醛、酮等含有羰基化合物之间发生一系列复杂的缩合反应，生成褐色多聚化合物，同时还伴随生成超过3500种挥发性化合物，为食物增添了独特的风味。生活中，我们看到酱油的棕黑色、红烧肉的褐色、面包外皮的金黄色，以及食物飘来的浓郁香气都离不开美拉德反应。

美拉德反应的结果可以使食物颜色加深。准备烘焙面包时，可以先在和面过程中控制好还原糖和氨基酸的添加量及加热温度，也可以通过该反应生成不同的香精，分别产生烤猪肉香味和烤肉肉香味。木糖和酵母水解蛋白分别在90℃和160℃时产生饼干香味和酱肉香味。缬氨酸和葡萄糖在加热100—150℃时产生黑面包香味，而当温度升至180℃时则可闻到巧克力香味。在美拉德反应中的一些产物，如还原酮、促黑激素释放素，以及一些含有N、S的杂环化合物，具有

一定的抗氧化作用。木糖与赖氨酸、壳聚糖、葡萄糖等的氧化产物都有很好的抗氧化作用，甚至有些物质的抗氧化性与合成抗氧化剂功效不相上下。

美拉德反应虽然给食物带来美好的味道及独特的色泽，然而也有负面作用：婴儿奶粉中含有人体必需的赖氨酸，但是奶粉中的乳糖可与其反应使其降解；类黑素可以与一些金属发生螯合，在一定程度上也会影响我们对微量元素的吸收。

我们常听人说，咖啡、油炸膨化食品不健康，其实这句话的根据就来源于美拉德反应。还原糖和天冬酰胺的氨基酸发生美拉德反应时，会产生一种叫丙烯酰胺的副产物。据世界卫生组织规定，致癌物质分为4个级别，其中丙烯酰胺处于2A级致癌物，丙烯酰胺在工业中可做添加剂、颜料分散剂、印染糊剂。但是我们也不必谈癌色变。研究表明，当人体每日每千克体重摄入2.6—16微克丙烯酰胺时，就会有罹患癌症风险，然而一杯160毫升咖啡平均丙烯酰胺含量仅为

0.45微克，体重55千克的成年人至少每天喝318杯咖啡才可能产生致癌风险。由此可见，咖啡完全可以大胆饮用，不必为此恐慌。

在食品加工过程中如果想要对美拉德反应有所抑制，我们可以从加热温度、水分活度、加热时间、pH（溶液酸碱度）等影响因素入手。该反应受加热温度的影响较大，当反应体系温度升高10℃，褐变反应可以增加3—5倍，可以对容易褐变的反应进行低温储存。食品中水分含量过高或过低都不宜发生美拉德反应，其中最适宜的水分含量范围大致在15—80%之间。加热时间不宜过长，否则改变食物的风味特征，使香味发生恶化。随着pH上升，褐变反应速度上升，可以通过降低pH来控制反应发生程度。

作为食品加工过程中产生风味所必需的反应之一，只要适当改变烹饪方法，美拉德反应便不会对我们的身体健康产生影响。（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）

## 元素家族

## 镱：或将用于癌症治疗

□ 宋丹

镱，元素周期表第71号元素。

1794年钷被发现，1843年分离出铈、镱，另一个稀土元素镱被发现。近100多年时间里，科学家们终于找到了所有稀土元素。而镱本身纯净的金属样本直到1953年才被制取出来，之所以会这么困难，主要是因为稀土元素相似的核外电子层结构，使它们具有相似的物理和化学性质，因此当它们混合在矿石中时，就会很难被发现和分离。

镱在地壳中的含量比其他稀土金属要少，通常与镱共存于硅铈钇矿和磷钇矿中。镱因为分离困难导致价格较高，每克大概10美元，是黄金价格四分之一，由氟化镱用钙还原，多用于原子能工业。

镱为银白色金属，由于镧系元素的原子半径从左往右依次减小，所以是镧系元素中原子半径最小的元素。半径小，排列就比较紧密，镱成为了稀土元素中最硬、密度最大的金属。纯净的金属镱与其他镧系金属相差不大，在砂轮上磨时能迸发出明亮的火花。

含有镱离子的水溶液是无色的，会与7—9个水分子配位，于是科学家将镱离子和两个配位在大环两侧的醋酸根阴离子，组成莫特沙芬镱。这种大分子的药物在动态光疗中是一种良好的光敏剂，已经通过治疗前列腺癌的I期试验。

镱还被添加到铝合金中，增加合金的密度，或添加到铁和铝合金中用于生产航空航天工程的强磁铁。氧化镱在技术上的应用范围要相对狭窄，很适合作用来做探测器。当晶体中加入激活剂用的镱元素时，产生的晶体能用于正电子发射断层成像。在接受到经过正负电子对湮灭产生的伽马射线时，这类晶体会发出微弱的光。当注入病人体内的某些同位素发生核衰变时，探测器就会增强这种微弱的荧光，从而形成人体的三维断层图像。这些图像能显示出诸如肿瘤的一些变异。

镱在自然界中包含稳定的镱-175和放射性的镱-176。这些天然同位素的用途很少，不过人们制造出了一种同位素镱-177，并发现这种同位素能通过其与奥曲肽中的四氮杂十二烷—四乙酸（DOTA）配体进行配位，形成一种特殊的药物。这种药物能应用于一些癌症的实验性治疗和临床治疗。其中DOTA拥有多个配位键，能将镱的同位素产生的电离辐射导入肿瘤，并将肿瘤细胞杀死，而不影响周围健康的细胞。（作者系武汉市第二十中学化学教师、武汉市科学家科普团成员）

## 室内空气污染程度被严重忽视

## 国际前沿

科普时报讯（记者吴桐）国际著名学术期刊《自然》日前发表一篇评论文章。3位英国首席医疗官在文中指出，人们对室内空气污染及对健康影响所知甚少，需要全球行动应对这一被忽视的问题。

空气污染是造成多种疾病的主要原因

## 在柔性电子领域具有广阔应用空间

## 热固性材料可实现3D打印

科普时报讯（记者吴长锋）中国科学技术大学工程科学学院机器人与智能装备所李海军副教授、近代力学系王柳特聘教授与其他合作者，提出了一种原位双加热策略，成功实现了对具有多种流变性质和功能特性的热固性材料的墨水直写打印。相关研究成果日前在国际学术期刊《自然·通讯》上发表。

热固性材料在交联后形成三维空间网络结构，具有非常优异的力学性能和稳定性。近年来，热固性材料在软体机器人和柔性电子等领域扮演着越来越重要的角色。新型软体机器人对复杂结构与功能性

因之一，包括哮喘、肺癌、慢阻肺等。世界卫生组织已经设立了全球范围的室外最低空气质量标准，并通过国家规范和法律保护公众，但室内空气污染未能受到同样的关注。工业化国家中，人们大约有80—90%的时间处于室内。对室内空气污染的科学相对较少，导致政府部门难以有针对性制定措施。

这篇文章写道，在2020年全球室内空气污染可能导致了与室外空气污染一

样的死亡人数。世界各国需重视室内空气污染，为标准和政策提供信息，今后要在4个方面做好工作：建立一套室内空气质量的广泛衡量标准，开发更好的室内排放模型，研究本地房屋建筑、利用和通风系统，探讨改进室内空气质量的最佳方式。

文章总结说，要建立基于科学的室内空气质量全球标准，以降低污染物排放。

提出了更高的要求，面向其开发一种简单、普通、廉价的热固性材料制造方法具有重要的意义。然而，热固性材料的3D打印仍然存在诸多限制，如固化原理和材料的流变性、成型效率等。

通过邻接层快速加热和焦耳加热器加热的双重加热方式，科研人员成功实现未经改性的低黏度热固性材料直接3D打印，最快可以在两秒内固化，打印结构与模具铸造结构的力学性能类似。通过采用不同直径的喷头，该方法的尺寸可扩展性得到验证，实现了120毫米的最大打印高度和50微米的分辨率。论文作者展示了

一批具有不同性质的热固性材料的原位双重加热打印。这些材料具有跨越5个数量级的动态黏度变化，包括牛顿流体、剪切变稀流体、屈服应力流体等。

这项研究成果展示了原位双重加热打印丰富的功能性，包括打印多材料异质结构，以及不同含量的磁性柔性结构，如柔性血管支架等。通过与“拾取和放置”工艺结合，原位双重加热打印还可以制造柔性电子设备。这些研究结果表明，原位双重加热打印在新兴的软体机器人、柔性电子等领域有着广阔的应用空间。

## 上车即入院 5G赋能智慧急救

□ 韩冰 科普时报记者 李丽云

术赋能下，不仅给院内医生提前参与患者救治创造了条件，更为抢救生命争取了宝贵时间。

作为黑龙江5G建设的主力军，黑龙江移动在5G医疗应用上率先探索，与各大医院联合，共同寻求在医疗领域的突破与探索。

“呼入即定位”是利用5G高精度定位技术，实现对呼救者实时位置的精准定位，让救护车能更快到达现场进行抢救。“呼救即急救”是患者从呼救时起，就可由黄金救治时间内得到有效救治指导。患者只要拨打120急救电话，5G消息就会把救助指导视频推送至呼救手机上，一键接打即可实现院内医生、急

救现场面对面沟通。

“上车即入院”则是利用5G、网络切片技术，对救护车进行升级改造，实现患者生命体征实时同步传输至5G院前急救应用平台，让患者在救护车上就能得到院内专家的救治指导。

“对接无缝隙”是利用5G、物联网技术，让患者在救护车上即可完成挂号、分诊等手续，实现院前院内无缝对接。

通常情况下，患者在拨打120急救电话时，120坐席要根据拨打电话号码描述的位置由人工调度派车，中间会有很多调度环节，加长了救援时间。而调度系统启用后，可根据患者拨打的手机信号，立即定位患者位置，随即直接派出救护车。车载

摄像头可清晰呈现患者情况，同时各类监护仪器也可实时传输患者生命体征的各类指标，无论是院前急救还是长途转运，都给患者提供了多重保障。在转运过程中，医护人员在车上就能与医院专家进行远程连线，以便提前制定患者的治疗方案，将原来到医院后的诊断过程前移到急救车上。车上急救人员与院内医疗团队实现了“零时差”融合。

“中国移动5G技术让120、医生、急救现场间的交流打破了空间距离的限制，如同面对面一样。这套系统提升了120调度急救响应效率和患者的抢救成功率，为抢救争取了宝贵时间。”哈尔滨移动通河分公司政企客户部主任张雷介绍。