

科普时报

科技创新、科学普及是实现创新发展的两翼，要把科学普及放在与科技创新同等重要的位置。没有全民科学素质普遍提高，就难以建立起宏大的高素质创新大军，难以实现科技成果快速转化。

——习近平

欢迎订阅 2024 年度《科普时报》



扫码订阅
更方便！

《科普时报》是国内专业从事科普宣传的综合性报纸。以“提高全民科学素养为使命，面向大众传播科学知识、科学方法、科学精神和科学思想”为办报宗旨，打造集科学性、权威性、趣味性和服务性为一体的优质科普传播平台。2024年将推出新闻政务、行业科普、生活休闲和科学文化等四大版块，增加政策广角、科学教育、博物天地、未来时空等版面，以全新面貌为您带来不一样的知识盛宴。

国内统一连续出版物号：CN11-0303
邮发代号：1-178，每周一期，4开16版
全年订价：150元/份
全国各地邮局均可订阅，邮局订电话：11185
报社咨询热线：010-58884190

科普全媒体平台 中国科普网 www.kepu.gov.cn 投稿邮箱：kepushibao@kepu.gov.cn

2023年12月15日
星期五
第314期
今日8版
科技日报社主管主办
科普时报社出版
国内统一连续出版物号
CN 11-0303
代号1-178
社长尹传红



对话

12月10日，在上海开幕的“对话·芬奇——文艺复兴与东方美学艺术特展”上，达·芬奇油画真迹《头发飘逸的女子》等18件文艺复兴艺术珍品，与唐寅代表作《秋风纨扇图》等18件中国古代绘画名作同场展出，让观众领略了一场跨越时空的艺术“对话”。

图1为观众在参观明代著名画家唐寅的代表作《秋风纨扇图》；图2为观众在拍摄展出米开朗基罗的素描《腿》；图3为观众在参观达·芬奇的油画《头发飘逸的女子》。

新华社记者 刘颖 摄

全球首座第四代核电站商运

高温气冷堆的核燃料穿上了“铠甲”

□ 科普时报记者 张英贤

12月6日，我国具有完全自主知识产权的高温气冷堆核电站示范工程，在山东省荣成市商运投产，标志着我国在高温气冷堆核电技术领域处于全球领先地位。

作为第四代球床模块式先进反应堆，高温气冷堆采用高温下也不会反应的惰性气体氦气作为冷却剂，堆芯全是耐超高温度的石墨材料。由于该反应堆不需要应急冷却也能够处于安全状态，被称为固有安全的反应堆。高温气冷堆的工作原理是什么，为什么说它的主要特征是“固有安全”？记者采访了中核能源科技有限公司高级工程师何琳。

石墨加氦气组合造就“高温气冷”

如果把核反应堆比作一个大火

炉，它的炉膛，也就是存放核燃料元件的地方，就是堆芯。在堆芯里，大量中子飞行，不断与各种原子核发生碰撞，产生了核反应。

“高温气冷堆的核燃料元件是耐高温全陶瓷包覆颗粒燃料球，直径为6厘米，最外层是石墨层，里面是基体石墨粉，这就是核反应的慢化剂。石墨粉中分散着上万个直径为0.9毫米的核燃料颗粒。”何琳告诉记者。

也就是说，如果我们剖开炉膛，就会发现里面整齐划一地摆放着由全陶瓷制作、裹着石墨材料的直径为6厘米的“煤球”。其中，石墨材料扮演着慢化剂的角色，“就像打球时，发球速度越快、接到球的概率越低一样，如果堆芯要获得更高的核反应率，就要减缓中子的发射速度。”何琳介绍，石墨最大的优点

是，它对中子的吸收率远低于水，从而达到更高的核反应效率，同时也没有吸收中子后产生放射性的问题。

此外，高温气冷堆采用了高温下也不会反应的惰性气体氦气作为冷却剂。何琳介绍，氦气在高温气冷堆中作为冷却剂，在主氦风机的驱动下，流经反应堆，将热量带到热交换器进行冷却，然后再由另一路冷却剂将氦气冷却，降温后的氦气再次回到堆芯继续冷却反应堆，形成闭合循环回路。依靠自身高导热性和低沸点的物理特性，氦气将堆芯释放的热量带出核反应堆。

据悉，高温气冷堆堆芯出口温度可以达到其他堆型难以实现的高度。目前，高温堆的氦气出口温度高达750℃。未来，高温气冷堆还会继续

升级，提高反应堆的出口温度，最高可达1000℃。

独特“造型”避免堆芯熔毁

核电项目的设计，可以比喻成一个高压锅。核燃料就好比是装在高压锅内的物质，虽然燃料采用了耐高温的陶瓷材料，但当其温度一旦超过了某种限度，也是会熔化的。这就是所谓的“堆芯熔化”。

在高温气冷堆的堆芯里，核燃料采用了层层设防的包覆颗粒，即每个颗粒里面包裹着用于发生核反应的核燃料。这意味着，大概有1.2万个燃料颗粒穿上了3层陶瓷“铠甲”，后又做成拳头大小的煤球状。这样的“造型”，保证了燃料球既能输出高温，又绝对安全。

(下转第2版)

“作为‘大学之都’，西安是一个十分适合开展知识传播的城市。”

继走进清华大学、重庆大学后，《张朝阳的物理课》第三站日前来到西安交通大学。张朝阳认为他的物理课走进高校多少有点“班门弄斧”，但还是希望能抛砖引玉激发公众对物理学的兴趣，并带动更多物理老师或相关人才加入到知识传播的队伍中来。

新媒体有益知识传播

《张朝阳的物理课》已走过第二个年头，至今已开讲近200期。此次西安交通大学的高专专场以“狭义相对论时空观”为主题，张朝阳通过三小时的硬核推导，再一次将物理公式写满了黑板。

在回顾麦克斯韦、洛伦兹、爱因斯坦等科学家们关于狭义相对论的逐步研究过程时，张朝阳表示，“相对论时空观在19世纪就好像火山爆发前冒着热气的感觉。”课堂上，他从时间独立会导致速度无上限，推导至洛伦兹变换以及尺缩效应、时间膨胀效应，通过一个简单的理想实验，最终得出的结论：“时间独立一定会导致速度无限，但是速度无限难以接受的，因此时间一定不是独立的。”

在互动环节，西安学子们提出五花八门的问题都被张朝阳一一拆解：油泼辣子淋上滚烫的热油更好吃，是因为高温使辣味分子活性增大；手掰的羊肉泡馍更香，是因为接触面大于切口更便于吸收味道，这是一个几何问题；降低重心产生力矩让人平衡，所以西安“不倒翁小姐姐”摇摇晃晃总是不倒；文物禁止闪光灯拍照是防止较高频率的光对古董造成伤害……从西安的特色美食美景中解读出各种物理小常识，让课堂的气氛在烟火气与硬核科普的交融中高涨迭起。

张朝阳说，23年前他曾经在西安交大作过演讲，当时互联网还是“天刚破晓”，经过20多年的发展，互联网已经成为我们生活中不可或缺的重要部分。“直播和短视频对古老又先进的物理学，以及更广泛知识的探讨和传播，赋予了一种新的态势。”

成为自己的“时间主人”

《张朝阳的物理课》带来的不仅是创新理论的“热气”，更是触手可及的烟火气。

“这堂物理课既有满满的硬核科普，也有生活的思考。”西安交通大学物理学院院长高宏表示，思考和学习让一个人可以永远热烈而好奇，也能让更多人开启对自然科学的浓厚兴趣。

在谈到两年物理课的“成功经验”时，张朝阳表示，从直播开始，边讲边学、边学边讲，因为在向外输出的时候会促进你的兴奋度，来打通你思维的另外一条通道。“我研究物理的兴趣所在，其实是把早年没有弄懂的物理问题搞明白。年轻人应该早点运用兴趣来树立自己的价值观，就一定能够找到更好的自己。”

张朝阳鼓励年轻人多在互联网上自谋职业，他认为无论带货还是知识传播都非常有前途。“在短视频和直播时代，知识走向市场化，年轻人应该努力抓住这一机会，借助互联网把热爱变成专业，就一定会有所收获。”

对于很多年轻人因渴望成功而压力巨大，张朝阳建议，人生的成功道路有很多，应该根据自己的情况设定自己的人生目标，在不断尝试中坚持，并在坚持中找到方向。此外，要有效管理时间、提高学习或工作效率，要限制被动刷手机的时间。“手机只是用来互动、交流、获取信息的工具，不要过度依赖，把时间有效地利用起来，把被动的消磨时间变为主动利用时间，成为自己的‘时间主人’。”

朱雀二号再入轨 新成员将助力中国“星链”计划

□ 科普时报记者 史诗

12月9日7时39分，朱雀二号遥三运载火箭在我国酒泉卫星发射中心发射升空，将搭载的鸿鹄卫星、天仪33卫星及鸿鹄二号卫星顺利送入460千米太阳同步轨道，发射任务圆满成功。

此次发射有什么重要意义？朱雀三号火箭有哪些新亮点？科普时报记者就此采访了蓝箭航天相关负责人。

液氧甲烷火箭开启批量交付的商业化阶段

朱雀二号是我国首型以液氧甲烷为推进剂的中大型液体火箭，由蓝箭航天自主研发，致力于为客户提供低成本、高可靠的发射服务，满足多场景下的商业发射需求。今年7月12日，朱雀二号火箭顺利复飞，成为全球首枚成功入轨的液氧甲烷火箭。此次朱雀二号遥三火箭的成功发射，使该型号成为中国首款连续成功发射的民营液体火箭。

蓝箭航天朱雀二号火箭副总师戴政表示，朱雀二号火箭的技术状态成熟度和稳定性得到进一步验证，可靠性达到商业化交付要求，标志着液氧甲烷火箭量产和批量交付的商业化之路开启了从0到1

的标志性阶段。

作为民营航天唯一一款完成连续发射的液体火箭，朱雀二号运载火箭为火箭后续的设计改进和可靠性提升，提供了良好的数据基础和飞行样例。“2024年，朱雀二号火箭计划实施3次发射，2025年实现6发，2026年完成12发，也就是每年都实现翻倍增长。”蓝箭航天副总裁黄河说。

进入应用发射阶段并不意味着朱雀二号火箭彻底定型。戴政透露，后续朱雀二号火箭还将利用蓝箭航天掌握的设计、生产、试验、测发全链条能力，进一步提升火箭的运载能力，明年的朱雀二号将通过全过冷加注技术、发动机推力提升、二级发动机两次点火技术来大幅提升火箭的运力，降低每千克进入轨道的成本。

目前，朱雀二号火箭已具备近地轨道1.5吨的运载能力，未来其运力将提升至4吨。

不锈钢“朱雀”或2025年首飞

中国商业航天经过8年淬炼，迎来需求迭代和共振的新时期。为了适应我国商业发射服务市场的新

要求，近年来，星际荣耀的“双曲线三号”、天兵科技的“天龙三号”、箭元科技的“元行者一号”、东方空间的“引力二号”等火箭相继问世，且它们均具有起飞规模大、运载能力大、箭体直径大、一级可重复使用等特点，与我国传统的“长征”系列运载火箭均有明显区别。

国家航天局发布的“十四五”及未来一个时期发展重点规划中提到，将可重复使用天地往返运输系统列为重大科技工程，多次强调运载火箭必须走可回收复用道路，降低进入空间的成本。

发射当天，新型号朱雀三号火箭也正式发布。朱雀三号火箭是我国首款不锈钢运载火箭，其一次性任务低轨运载能力可达21.3吨，预计将于2025年具备首飞能力。

“朱雀三号火箭的贮箱结构采用不锈钢材料制造。火箭设置4个栅格舵作为气动操纵面，用于一级级气动减速的姿态调整与落点控制。火箭尾部安装着陆腿，实现一级垂直着陆与回收。未来火箭一级可重复使用次数可达20次，可以将发射成本降低一个数量级。”戴政透露。

新火箭保驾护航中国“星链”计划

太空探索技术公司SpaceX的“星链”计划是目前知名度最高、部署规模最大的卫星互联网星座。

中国也有自己的“星链”计划，同样聚焦地球低轨卫星通信。自2020年中国卫星互联网首次被纳入国家网络基础设施范畴，我国已经发布了多个大型卫星互联网星座计划，总体规模超过20000颗，总发射规模超过1万吨，相当于发射100个空间站。

“不同于单星或者小规模星座的部署，卫星星座的运营需要不同轨道的大量卫星能够在短时间内快速部署，对运载火箭周期内的发射能力要求极高，需要具备综合发射能力的系统。”戴政表示，朱雀三号是针对中国卫星互联网星座建设及深空任务需求，集高质量的运载能力、成本控制、发射能力、保障能力、运营能力于一体的全方位集成系统。目前，在不锈钢复用箭体结构优化设计与制造技术、液氧甲烷发动机多次启动、推力提升与深度节流技术、复用火箭高精度返回导航、制导与控制技术攻关等方面已经取得突破。

年轻人应抓住知识市场化的机会

□ 科普时报记者 陈杰

责编：陈杰 美工：纪云丰
编辑部热线：010-58884135
发行热线：010-58884190
印刷：新华社印务有限责任公司
印厂地址：北京市西城区宣武门西大街97号



中国科普网微信公众号