

# 20 年磨一剑，中法联手探秘宇宙伽马暴

■本报记者 张晴丹

近日，中法天文卫星搭载长征二号丙运载火箭在西昌卫星发射中心成功发射。该卫星是中法两国联合论证研制的空间科学卫星，是迄今为止全球对伽马暴开展多波段综合观测能力最强的卫星，将对伽马暴研究等空间天文领域的科学发现发挥重要作用。

从启动论证到成功发射经历 20 余年，中法两国团队倾尽心血、携手并进。今年正值中法建交 60 周年，此次中法天文卫星项目的成功实施是中法航天领域深度合作的典范。

## 捕捉伽马暴的一张“大网”

中法天文卫星的主要科学目标是探测来自宇宙深处的伽马暴。

“当恒星的生命快要终结时，它的能量已经不能支撑整个星体，便会发生坍缩，这个过程会产生黑洞或中子星，同时向外喷射出剧烈的、接近光速的喷流，这种能量爆发现象便是伽马暴。”中法天文卫星中方首席科学家、中国科学院国家天文台首席研究员魏建彦告诉《中国科学报》。

伽马暴是目前已知宇宙中除了宇宙大爆炸以外最剧烈的爆发现象，涉及从恒星、星系到宇宙学等天体物理学中的多个领域，并与这些领域中的多个天体物理问题直接相关。伽马暴也与很多物理学的前沿问题有关。魏建彦认为，对伽马暴进行深入观测和研究，把它作为一个“探针”，将有助于人类解决基础科学中的若干重大问题。

不过，伽马暴发生的时间非常短，而且没有规律，要想捕捉它极为困难。

此次发射的中法天文卫星配置了由中国科学院研制的伽马射线监视器、光学望远镜和法方研制的硬 X 射线相机、软 X 射线望远镜共 4 台科学载荷，目的就是为又快又准地捕捉伽马暴。

载荷分为大视场和高精度观测两类，其中大视场探测仪器为伽马射线监视器和硬 X 射线相机，它们的观测视场范围角度面积在 1 万平方度左右，相当于覆盖全天的四分之一，就像张



中法天文卫星在轨运行示意图。  
中国科学院微小卫星创新研究院供图

开一张“大网”，可以捕捉天空中无法预测的伽马暴。一旦发现伽马暴后，卫星会自动转向目标，利用两个小视场望远镜——光学望远镜和软 X 射线望远镜，对准目标开展长时间的高精度观测。

科学载荷的联动探测能发现和快速定位各种类型的伽马暴，全面测量伽马暴的电磁辐射性质。科学家可利用伽马暴研究宇宙的演化和暗能量、快速后随观测引力波等天文暂现源，从而了解伽马暴现象的起源和物理性质及其在宇宙学中的应用等。

“我们预计，中法天文卫星每年将观测到大约 70 次伽马暴，但这些伽马暴并非都来源于宇宙早期，即便如此也具有重要的价值和意义。因为伽马暴非常明亮，观测和研究伽马暴是这个时代解密早期宇宙的一个非常有效的途径。”中法天文卫星法方首席科学家贝特朗·科迪尔告诉《中国科学报》。

## 合二为一，中法友谊的又一见证

中法天文卫星自 2005 年启动论证。2006 年 10 月，中法两国签署了《中国国家航天局与法国国家空间研究中心关于合作实施中法天文卫星的谅解备忘录》，确定了中法天文卫星任务的科学目标、研究内容、合作方式、双方的权利和义务、时间进度等。2014 年，两国又完成了新一轮谅解备忘录的修订、签署，明确了后续研制进度。

该卫星历经 20 余年中法两国的共同努力，科学家和工程团队倾注心血与努力，携手完成了卫星概念研究、可行性论证、方案设计、初样和正样阶段的研制工作。

国家航天局负责中法天文卫星工程组织实施，中国科学院作为工程大总体抓总研制，中国科学院国家空间科学中心负责中方地面支撑系统的建设，中国科学院微小卫星创新研究院负责抓总研制卫星系统及提供卫星平台，中国科学院高能物理研究所、中国科学院西安光学精密机械研究所负责中方科学载荷研制，国家天文台负责中方科学应用系统研制建设。法方载荷及科学应用系统由法国国家空间研究中心、法国原子能和替代委员会、法国国家科学研究中心等机构负责建设和运行，德国、英国的研究机构也参与其中。

“中法两国分别有百余人参与，这是一次从科学到工程、科学仪器、地面系统等全方位的国际合作。在我参与的国际合作项目中，中法天文卫星是最有深度、最复杂的国际合作项目，时间跨度、人员数量、合作程度都前所未有。”中法天文卫星中方项目经理、中国科学院微小卫星创新研究院副院长张永合在接受《中国科学报》采访时说。

科迪尔表示：“这些年，中国的科研水平迅速提高，中国在研发卫星系统、运载火箭系统、地面支撑系统等方面已经达到了非常高的水平，在某些方面比我们更出色。在合作过程中，我们遇到了很多挑战，也经历过非常艰难的時刻，但双方都尽力互帮互助。经过 20 余年的沟通和磨合，我们已经从最初的两个团队完全融合成为一支队伍。”

今年是中法建交 60 周年，60 年来，中法两国在航天领域开展了务实合作。2018 年中法联合研制的中法海洋卫星成功发射，2024 年嫦娥六号探测器搭载法国氦气探测仪着陆于月球背面。此次中法天文卫星的成功发射是中法两国在航天领域的又一重大合作成果，见证了中法两国的友谊。



# 全球首列商用碳纤维地铁列车问世

本报讯(记者廖洋 通讯员邓旺盛)6 月 26 日，碳纤维地铁列车“CETROVO 1.0 碳星快轨”在青岛正式发布，这是全球首列用于商业化运营的碳纤维地铁列车。该车较传统地铁车辆减重 11%，具有轻质、节能等显著优势。

碳纤维因具有轻质、高强度、抗疲劳、耐腐蚀等优点，被称为“新材料之王”。它的强度是钢铁的 5 倍以上，但重量不到钢铁的 1/4，是轨道交通轻量化的绝佳材料。

据介绍，中车四方股份公司联合青岛地铁集团等单位共同攻关，攻克碳纤维大型复杂主承载结构一体化设计、高效低成本成型制造、全方位智能检测维护等关键技术，系统解决工程化应用难题。

目前，该碳纤维地铁列车已完成厂内型式试验。按照计划，年内将在青岛地铁 1 号线投入载客示范运营。

碳纤维地铁列车。      中车四方股份公司供图

# 科学家发现“最强中微子”



本报讯 在近日于意大利米兰举行的 2024 年国际中微子会议上，中微子物理学家 João Coelho 透露，地中海在建的宇宙深渊天体粒子研究天文台(ARCA)可能发现了有史以来能量最高的中微子。

据《自然》报道，ARCA 是欧洲立方千米中微子望远镜(KM3NeT)项目的一部分。KM3NeT 的主要目标是发现并持续观察宇宙中高能中微子的来源、测定中微子的质量等级。

ARCA 被部署在意大利西西里岛东南 3500 米深的海底，由串联有光学模块的垂直缆绳阵列构成。每根缆绳长 800 米，串联有 18 个探测器单元——直径约为半米的有机玻璃球，内置光探测器，每个探测器只能探测到少量光子。目

前阵列内包含 28 串缆绳，ARCA 团队希望到 2028 年能将其增加到 230 串。

超高能中微子是以接近光速运动的亚原子微粒。人们认为它们是宇宙中一些灾难性事件的“信使”，比如遥远星系中超大质量黑洞的爆发。

ARCA 探测到的大部分光是高能宇宙射线粒子产生的。当这些粒子撞击地球大气层时，会产生粒子簇射“阵雨”。这种粒子雨可以在水中传播数公里，并留下微弱的闪光，可被 ARCA 捕捉到。

ARCA 还可以探测到包括中微子在内的其他种类粒子产生的光，但它并不能直接“看”到中微子。当中微子撞击空气、水或下层岩石分石时，会产生一种高能带电粒子——μ 子，当 μ 子穿过探测器时，会产生其他带电粒子簇射，从而被捕捉到。

Coelho 表示，超过 1/3 的 ARCA 传感器记录到了与 μ 子水平穿过探测器一致的闪光。这些 μ 子来自自低于水平线一度的中微子产生。该粒子

的能量可能高达数十 PeV，这将使其成为有史以来探测到的能量最高的中微子。

会上，Coelho 并未透露 ARCA 发现该中微子的太多细节，比如粒子产生的确切方向和观测时间等，以免被竞争对手利用。他表示，相关细节将在后续发表的论文中详细阐述。

(徐锐)



5 个待部署的 ARCA 探测器。  
图片来源:KM3NeT Collaboration

# 嫦娥六号月背采样 为完整了解月球历史提供机会

本报讯(记者甘晓)6 月 27 日，国务院新闻办举行新闻发布会，介绍嫦娥六号任务有关情况。发布会上，嫦娥六号任务副总设计师、中国科学院国家天文台研究员李春来指出：“嫦娥六号首次实现月球背面样品采集，有望为完整了解月球的历史提供机会。”

嫦娥六号于 6 月 25 日携带月背样品重返地球，成功实现世界首次月球背面采样返回。而在此之前，包括嫦娥五号在内，人类采集的 10 多份月球样品都是在月球正面采到的。

李春来介绍：“嫦娥六号选择在月球背面的南极－艾特肯盆地进行着陆，主要是基于科学技术的综合考虑。”

在技术方面，嫦娥六号在月球背面采样和着陆必须通过发射中继星，克服无法直接与地球通信的障碍，这对深空通信技术是一个重要的验证和提升。同时，由于月球背面的地形和地貌比正面复杂得多，在这样的地方成功着陆、采集样品有助于提升月球探测任务的技术水平，为未来在复杂的探测任务条件下开展工作奠定基础。

在科学研究方面，李春来表示，南极－艾特肯盆地是现在发现的月球上最大、最深、最古老的盆地，研究这里的地质构成、物质组成、演化历史，有助于了解月球甚至地球早期的地质演化历史。

“以往采集的样品，我们只认识到半个月球。”他说，“嫦娥六号采样点位于巨大的撞击盆地里，由于受到早期撞击事件的抛射，在此很可能挖掘到深部物质。深部物质是非常珍贵，且很难有机会获得的，这为我们了解月球内部结构和物质成分提供了很好的机会。”

同时，从月球背面，尤其是选择南极－艾特肯盆地采集样品，在矿物化学成分上可能与正面样品有非常大的差别。“不久就会见分晓。”李春来期待，“研究这些样品有助于揭示月球背面特有的地质构造和物质成分的差异，更全面理解月球的地质演化历史。”

在科学家看来，选择在背面着陆采样，既能够实现科学研究的重重大突破，也推动了月球探测技术的进步，体现出嫦娥六号任务的多重意义。

# 高动态强度碳纳米管纤维制备成功

本报讯(记者李思辉 通讯员杨柳)近日，北京大学、武汉大学等研究团队合作，提出了一种高动态强度碳纳米管纤维的制备方法——引入聚对苯撑苯并二噁唑(PBO)增强碳纳米管管间作用，机械训练提高取向性，机械处理提高纤维致密性，获得了动态强度高达 14 GPa 的碳纳米管纤维。相关成果已发表于《科学》。

碳纳米管具有轻质、高强、高模、高导电、高导热等优异特性，被认为是新一代高性能纤维的理想组装单元。然而，由于纤维结构组装的原因，碳纳米管宏观组装纤维的强度仍远低于其理想强度。

研究团队基于微尺度高速冲击拉伸实验，深入研究了碳纳米管纤维在高应变率加载下

的力学行为。随着应变率的提高，纤维发生脆脆失效模式转变，展现出显著的应变率强化效应。当应变率约 1400 s<sup>-1</sup> 时，纤维动态强度达 14 GPa，超过了现有高性能纤维，表明碳纳米管纤维在冲击防护领域具有巨大的应用潜力。

此外，实验和多尺度理论计算分析表明，碳纳米管管间作用、取向性和纤维致密性是纤维力学性能提升的关键。在高速加载条件下，纤维中碳纳米管的断裂比例显著提升，纤维断裂模式从碳纳米管管间滑移转变为更多碳纳米管的协同断裂，从而赋予纤维优异的动态力学性能。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1126/science.adj1082>

# 钟掘：为祖国强盛不懈奋斗

■本报记者 王昊昊

“自强不息，科学报国。”这是钟掘对自己的要求和期望。

钟掘是我国机械专业领域首位当选为中国工程院院士的女科学家。作为中南大学教授，她几乎每天准时出现在中南大学的实验基地。她虽已 88 岁，但精神矍铄、充满激情，常常出差、下厂，到全国各地参加学术会议。

钟掘的故事，是一个中国知识分子随祖国发展而成长的故事。她曾获得两项国家科技进步奖一等奖、两项国家科技进步奖二等奖、一项国家技术发明奖二等奖等奖项，以及“全国先进工作者”等荣誉称号。

## 开启在重工业领域的奋斗生涯

还是小学生的钟掘，就背着行李与家人从湖南徒步到重庆，一路上，她饱尝日本侵略带来的苦难，深感只有祖国强大，人民才能安生。她从童年开始就下决心要为国家的强大而努力奋斗，这也成了钟掘毕生的追求。

1955 年，在北师大女附中求学的钟掘即将毕业。

当时，党中央作出优先发展重工业的决策。周恩来总理在报告中指出“重工业是国家工业化的基础”，强调“集中主要力量发展重工业”。

“总理的报告长久萦绕于心。当时学校组织毕业生去钢厂煤矿接受现场择业教育，虽然生产条件十分艰苦，但工人的勇敢、勤劳振奋人心。我决心为国家经济建设努力奋斗，便填报冶金机械专业志愿。”从此，钟掘进入北京钢铁学院冶金机械专业学习，开启了在重工业领域的奋斗生涯。

几十年后的今天，她仍和团队里的年轻人一起迎接新型空天装备、空天运载功能升级带来的新挑战。

“这些领域里既有必须竞争制胜的国家任务，又潜藏亟待破解的技术奥秘。”钟掘努力将占空天装备结构重量 60%至 80%的超高性能轻合金结构向多尺度形性精准制造推进，创造了国际最大、最轻的大型结构件，为空天往返复用长期服役战略目标的实现提供了基础条件。“团队的新一代技术和产品，一定能更好地助力国家空天制胜。”

## 打造世界最好的生产线

重工业这个充满“阳刚之气”的领域，在很多人印象中是男性的天下。但钟掘毫不犹豫踏入了这个“硬冷世界”，她是那届北师大女附中 300 余名毕业生中选择冶金机械专业的两名女生之一。

1960 年大学毕业后，钟掘被分配到中南矿冶学院(中南大学前身)工作。“带学生到冶金厂实践调研后，我就想，要努力助推我国冶金工艺过程全线机械化、自动化，让工人从危险中走出来，让机器工作如人一样准确。”钟掘的科研工作就从这些具体的技术革新开始。

到了上世纪 70 年代后期，经济建设迎来高潮，钟掘和同事开始向一个又一个冶金机械方面的大型工程技术难题发起冲击。

上世纪 80 年代初，武汉钢铁引进日本 1700 热轧轧机特大型工业生产系统。然而，这套号称集各种现代科技于一身的世界上功能最强的材料生产装备，在空载试车时就出现重大故障——传动系统非承载面异常破坏，日方指责是中方使用不当所致。

钟掘课题组应邀进行故障诊断，发现设备传动系统内部有一个设计之外的力流，以数倍于设计值的巨大负载在系统内反向传递而导致设备



钟掘      受访者供图

异常损坏。这一问题的揭示令日方折服，不仅作出赔偿，还修改了相应的硬件设计。

这是此类设备设计、制造、运行中从未被人发现过的内部隐蔽问题。发现问题所在，不仅让我国打赢了国际技术较量战，也打开了钟掘认识机械工程世界的大门。

通过处理多类国外引进装备技术的缺陷，钟掘在实践中得到了锻炼。“只要不懈努力、潜心观察思考、不惧权威，揭示已有的未知故障，大胆提出新方法，就一定能够创造超过他人的工程系统，打造世界最好的工业生产体系。”她总结说。

## 发掘机械集成科学新内涵

几十年的教学与科研生涯中，钟掘热衷于在生产线上观察、琢磨。“我喜欢欣赏机器强大的功能，也关注其中有无出现异常的生产现象，继而通过采集数据、思考源头机理等，提出解决异常问题的方法，最终以高效率获得高质量产品。”钟掘说，“同时思考有没有更好的方法，生产出性能更好的产品。”

在工作积累中，钟掘日益感受到机械工程是一个神秘而又丰富多彩、潜力无穷的世界，是自然科学与人类智慧的美好结合，是不断创造的“人造系统”，是人类生存发展的利器，隐藏了无穷的威力。

“要始终带着好奇心学习思考、不懈实践，运用多学科的新知识，才能创造出具有新功效的机械装备。”钟掘表示。

在完成中国材料加工生产现代化改造任务的过程中，钟掘发现了奇异现象并总结提出“封闭力流”概念；在完成我国 3 万吨水压机能力升级的技术改造中，钟掘发现水压机存在巨大附加力矩，导致压机米级直径立柱、近千吨级重梁受损，只有严格控制作业状态能量传递路径和近零运行误差才能规避；在解决高速轧机振动、轧件周期缺陷问题时，钟掘发现不同轧机有不同的机电耦合谐振机理和不同的触发敏感参数关联规律……

钟掘常说，“物理学的科学成就，最能引导人的创造欲望和创新想法。”她一直热衷于寻求新的制造能量来充分调动物质深藏的本性，使其演变为产品超常的服役性能，先后将超声技术、电磁技术引入材料形性制造中，在解决铸件均质净化、锻件连续细晶化、薄壁构件高刚度化等方面的问题中获得了意想不到的效果。

(下转第 2 版)

