

# 2020 年终盘点

YEAR IN REVIEW

## 这一年，科学高度不断刷新

即将过去的2020年，是极不平凡的一年。在这一年里，突如其来的新冠肺炎疫情打乱了人们生活与工作的节奏，而科学界奋斗的脚步却不曾停歇，并在奋力拼搏的过程中越战越勇。

“天问一号”开启人类探测火星的新旅程，嫦娥五号带来自月球的馈赠，“奋斗者”号创造中国载人深潜新纪录……这一年，科学家们在上下求索的过程中点亮更广阔的世界，在追逐真理的道路上打开更崭新的天地。沧海横流显砥柱，随着科学的高度不断被刷新，一个更精彩的未来正展现在我们眼前。

本报记者 付丽丽

- 存算一体架构在手写数字集上的识别准确率达到96.19%
- 截至12月14日21时，“天问一号”探测器已在轨飞行144天，飞行里程约3.6亿公里，距离地球超过1亿公里
- 嫦娥五号经历了11个阶段、23天的在轨工作，采集了约1731克月球样品返回地球
- “奋斗者”号创造了10909米的中国载人深潜新纪录
- 计算“高斯玻色取样”问题，处理100亿个样本，“九章”只需10小时，超级计算机则需要1200亿年
- 中国和尼泊尔联合公布珠峰“新身高”——8848.86米

### “天琴一号”通过技术在轨验证

每项技术指标均优于任务目标

“天琴一号”卫星是我国“天琴”引力波探测计划的首颗技术验证卫星，其核心任务是验证空间惯性基准技术，这是空间引力波探测技术体系中的核心技术之一，包括高精度惯性传感、微牛级连续可调微推进和无拖曳控制三大关键技术，以及高精度激光干涉测量技术、高精度温度控制技术和高精度质心控制技术。

1月18日，中国航天科技集团五院502所传来好消息，根据最新试验结果分析，“天琴一号”卫星已成功完成无拖曳控制飞行验证。

据介绍，无拖曳控制是指抵消除引力外所有干扰卫星的力，包括太阳光压力、大气阻力等，确保卫星处于“超静超稳”状态。无拖曳控制分为加速度模式与相对位移模式两类。由于要时刻保证卫星不受除引力之外的力的干扰，无拖曳控制从模型建立、算法设计到卫星平台控制都面临较大挑战。

从飞行数据看，在加速度模式下，实施无拖曳控制后，“天琴一号”卫星外部干扰力对加速度的影响降到了重力加速度的四亿分之一以下，优于欧空局“GOCE”（重力场与稳态海洋环流探测）卫星的三亿分之一，比打哈欠给人带来的加速度还要小得多。“天琴一号”卫星无拖曳控制在轨成功验证，表明我国向空间引力波探测迈出了坚实一步，但距离真正的引力波探测应用还有一定距离。

5月21日，我国空间引力波探测“天琴计划”首席科学家罗俊表示，经过多方评估，“天琴一号”卫星六大技术在轨验证全部通过，每项技术指标均优于任务目标。

### 多阵列忆阻器存算一体系统问世

打破算力瓶颈，满足复杂任务的高需求

2月，清华大学微电子所、北京未来芯片技术高精尖创新中心教授钱昊、吴华强团队与合作者宣布，成功研发出全球首款多阵列忆阻器存算一体系统，其在处理卷积神经网络时的能效比图形处理器芯片高两个数量级，在一定程度上突破了传统计算框架的限制，大幅提升计算设备的算力，且比传统芯片的功耗降低100倍。相关成果发表于《自然》杂志上。

如何用计算存储一体化突破AI算力瓶颈，是近年来国内外的科研热点。寻找合适的硬件，是提升算力的基础之一。该团队通过优化材料和器件结构，成功制备出高性能忆阻器阵列。为解决器件非理想特性造成的系统识别准确率下降问题，他们提出一种新型的混合训练算法，仅需用较少的图像样本训练神经网络，并通过微调最后一层网络的部分权重，就可使存算一体架构在手写数字集上的识别准确率高达96.19%。

同时，团队还提出空间并行的机制，将相同卷积核编程到多组忆阻器阵列中，各组忆阻器阵列可并行处理不同的卷积输入块，提高并行度来加速卷积计算。在此基础上，该团队搭建了全硬件构成的完整存算一体系统，在系统里集成了多个忆阻器阵列，并在该系统上高效运行了卷积神经网络算法，成功验证了图像识别功能，证明了存算一体架构全硬件实现的可行性。

“基于忆阻器的新型存算一体架构，可以打破算力瓶颈，满足人工智能等复杂任务对计算硬件的高需求。”团队成员、清华大学未来芯片技术高精尖创新中心教授吴华强说。

### 世界首个人类细胞图谱绘制成功

实现人体细胞数字化

浙江大学医学院郭国骥教授团队用自主研发的分析平台，绘制出人类首个细胞图谱。3月26日，国际顶级期刊《自然》在线刊登了这项研究成果。

细胞是生命的基本单位。在过去，科学家主要利用显微镜和流式分析等技术，依靠若干表型特征对自然界里不同物种的细胞进行分类和鉴定。单细胞测序技术的出现给这一传统的细胞认知体系带来了革命性的变化。

研究团队对60种人体组织样品和7种细胞培养样品进行了高通量单细胞测序分析，系统地绘制了跨越胚胎和成年两个时期、涵盖八大系统的人类细胞图谱，建立了70多万种单细胞的转录组数据库，鉴定了人体100余种细胞大类和800余种细胞亚类，开发了单细胞比对系统，并搭建了人类细胞图谱网站。

郭国骥介绍，这项工作概括地说就是人体细胞数字化。用数字矩阵描述每一个细胞的特征，并对它们进行系统性分类。此外，还定义了许多以前未知的细胞种类，发现了一些特殊的表达模式。通过人类细胞图谱，团队发现，多种成人的上皮、内皮和基质细胞也在组织中扮演着免疫细胞的角色。

此外，通过跨时期、跨组织的细胞图谱分析，团队揭示了一个普遍性的哺乳动物细胞命运决定机制：干细胞和祖细胞的转录状态混杂且随机，而分化和成熟细胞的转录状态就变得分明且稳定，也就是说，细胞分化经历了一个从混乱到有序的发展过程。

该研究首次从单细胞水平上全面分析了胚胎和成年时期的人体细胞种类，研究数据将成为探索细胞命运决定机制的资源宝库，也将对人体正常与疾病细胞状态的鉴定带来深远影响。在未来，临床医生有望通过参照正常的细胞来鉴别异常的细胞状态和起源。

### “天问一号”开启火星探测新征程

一次完成“环绕、着陆、巡视探测”三大目标

7月23日，我国在海南岛东北海岸中国文昌航天发射场，用长征五号遥四运载火箭成功发射首次火星探测任务“天问一号”探测器，火箭成功将探测器送入预定轨道，开启火星探测之旅，迈出了我国自主开展行星探测的第一步。

国际上对于火星的探测，起步于20世纪60年代。截至2020年6月底，人类已对火星实施了40余次探测任务，其中成功24次。我国首次火星探测任务起步虽晚，但起点高、跨越大，从立项伊始就瞄准当前世界先进水平确定任务目标，明确提出首次地外天体自动采样返回、推进我国科学技术重大跨越，三要完善探月工程体系，为载人登月和深空探测奠定一定的人才、技术和物质基础。此外还将开展一系列科学探测，如着陆区的现场调查和分析，月球样品的分析与研究等。

据介绍，发射成功只是任务第一步，此次任务飞行过程包括发射、地火转移、火星捕获、火星停泊、离轨着陆和科学探测6个阶段。相比于月球探测，火星探测任务的难度更大。由于火星相对地球距离较为遥远，对发射、轨道、控制、通信和电源等技术都提出了很高的要求。

截至12月14日21时，“天问一号”探测器已在轨飞行144天，飞行里程约3.6亿公里，距离地球超过1亿公里，距离火星约1200万公里，飞行状态良好。

### 嫦娥五号去月球“挖土”

书写人类探月新篇章

11月24日，中国探月工程嫦娥五号探测器在文昌航天发射场顺利升空，开启中国首次地外天体采样返回之旅。这是探月工程的第六次任务，也是我国航天领域迄今为止最复杂、难度最大的任务之一。12月17日，伴随着嫦娥五号任务的圆满成功，人类44年以来再次获得月球样品。这一任务开启了在月球自动采样并将样品带回地球的新篇章，对增加人类对月球历史的了解具有“革命性”意义。

去月球“挖土”，是很多人对嫦娥五号任务的通俗解读。事实上，嫦娥五号任务将重点实现三大工程目标，一是要突破一系列关键技术，提升我国航天技术水平；二是要实现首次地外天体自动采样返回，推进我国科学技术重大跨越；三是要完善探月工程体系，为载人登月和深空探测奠定一定的人才、技术和物质基础。此外还将开展一系列科学探测，如着陆区的现场调查和分析，月球样品的分析与研究等。

整个任务嫦娥五号经历了11个阶段、23天的在轨工作，采集了约1731克月球样品返回地球。

专家表示，嫦娥五号任务的顺利完成，实现了中国航天史上5个“首次”：一是地外天体的采样与封装，二是地外天体的起飞，三是月球轨道交会对接，四是携带样品高速地球再入，五是样品的存储、分析和研究。这是我国航天技术的一次重大跨越，为我们进一步认识月球提供了重要支撑。

### “奋斗者”号顺利返航

创造中国载人深潜新纪录

11月10日，“奋斗者”号创造了10909米的中国载人深潜新纪录，于11月28日顺利返航。这标志着我国具有进入世界海洋最深处开展科学探索和研究的实力，体现了我国在海洋高技术领域的综合实力。

已知的海洋最深处——西太平洋马里亚纳海沟是板块俯冲地带，地质运动活跃、水压高、温度低、完全黑暗，被称为“地球第四极”。包括探测马里亚纳海沟在内的深渊科学研究，有助于科学家了解海底生物、矿藏、火山山岩的物质组成和成因，以及深海海沟在调节气候方面的作用。

“奋斗者”号是我国自主设计、集成的万米载人潜水器。其成功研制，显著提升了我国载人深潜技术装备能力和自主创新水平，为我国探索深海科学奥秘、保护和合理利用海洋资源提供了又一利器。第二阶段万米海试任务中，海试队员克服台风、多雨、高温、高海拔等困难，进行了多项验收试验，还开展了深海视频着陆器“沧海”号和“奋斗者”号的联合作业。海试过程中获取了一批沉积物、岩石和海底生物样品。

“奋斗者”号的成功海试，充分验证了潜水器各项功能、性能以及我国在深海装备和深海技术上的突破，标志着我国进入深海科考第一梯队，将为我国后续深渊深海科学研究提供强有力的技术支撑。

### 人造太阳开始放电

加快人类探索未来能源的步伐

12月4日，我国新一代可控核聚变研究装置“中国环流器二号M”（HL-2M）在成都正式建成放电，对超高温等离子体的磁现象、流体不稳定性、约束湍流等前沿研究具有重大意义，标志着我国正式跨入全球可控核聚变研究前列。它也是国际热核聚变实验堆计划（ITER）的重要支撑，将进一步加快人类探索未来能源的步伐。

核聚变由氘、氚离子聚合成氦，聚合中损失的质量转化为超强能量，这和太阳发光发热原理相同，所以可控核聚变研究装置又被称为

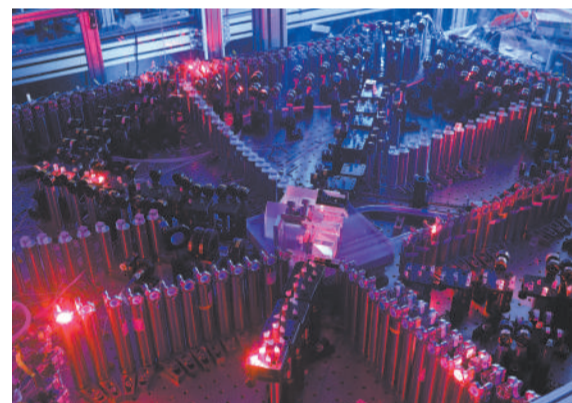
“人造太阳”。可控核聚变需要超高温、超高密度等条件，多采用先进托卡马克装置，通过超强磁场将1亿摄氏度的等离子体约束在真空室内，达到反应条件。目前全球在共同探索其实现方法，建造模拟实验平台。HL-2M是我国自主知识产权、规模最大、参数最高的“人造太阳”。

“放电是为了使HL-2M真空室内的气体变成等离子体态，我们科研人员将在这个装置上进行不同种类的放电，最终目标是让足够多的等离子体被加热到1亿摄氏度以上。我们太阳芯部温度是1500万到2000万摄氏度，这相当于太阳芯部温度的近10倍。等离子体只有被加热到了1亿摄氏度以上才可能实现可控核聚变。”相关研究人员表示。

国际热核聚变实验堆计划是当今世界规模最大、影响最深远的国际大科学工程，我国于2006年正式签约加入该计划。法国、日本、美国、英国等多国科学家持续多年在成都进行联合研究，并设立“中法联合实验周”，推动了全球相关科研进展。

### 量子计算原型机“九章”获重大突破

一分钟完成经典超级计算机一亿年任务量



量子干涉实验图 新华社发

12月4日，中国科学技术大学宣布，该校潘建伟、陆朝阳等学者研制的76个光子的量子计算原型机“九章”，求解数学算法“高斯玻色取样”，处理5000万个样本只需200秒，而目前世界最快的超级计算机进行相同操作要用6亿年。相关论文在线发表在国际学术期刊《科学》上。《科学》杂志审稿人评价，这是“一个最先进的实验”“一个重大突破”。

潘建伟团队介绍，之所以将这台量子计算机命名为“九章”，是为了纪念中国古代数学专著《九章算术》。量子计算机具有超快并行计算能力，它通过特定算法在一些重大问题方面实现指数级别的加速。“九章”解决的“高斯玻色取样”问题就是其中一种。

“高斯玻色取样”是一个计算概率分布的算法，可用于编码和求解多种问题。其计算难度呈指数增长，很容易超出目前超级计算机的计算能力，适合量子计算机来探索解决。

“九章”的算力究竟有多强？在室温条件下运行（除光子探测部分需4K低温），计算“高斯玻色取样”问题，处理100亿个样本，“九章”只需10小时，超级计算机则需要1200亿年——而宇宙诞生至今不过约137亿年。

“九章”在一分钟时间里完成了经典超级计算机一亿年才能完成的任务。”研究人员介绍。不得不说，其推动全球量子计算的前沿研究达到了一个新高度。尽管距离实际应用仍有漫漫前路，但已成功实现了“量子计算优越性”的里程碑式突破。

### 珠峰有了“新身高”

采用“空天地一体化”全覆盖测量

12月8日，中国和尼泊尔联合公布珠峰“新身高”——8848.86米。此前，5月27日，珠峰高程测量登山队8名攻顶队员从北坡登上珠穆朗玛峰并完成峰顶测量任务，2020珠峰“测身高”外业作业圆满收官。

据了解，此次珠峰“测身高”创下了多个第一。峰顶全球导航卫星系统（GNSS）测量首次依托中国自主研发的北斗卫星导航系统；人类首次在珠峰峰顶开展重力测量，提高珠峰高程精度；队员在峰顶停留了150分钟，其间还开展了峰顶雪深和气象等测量，创造了中国人在珠峰峰顶停留时长新纪录。

专家介绍，所谓高程，指的是某点沿铅垂线方向到绝对基面的距离。测量高程，首先要确定一个“原点”。我国法定的高程起算面是黄海平均海平面，珠峰高程就是峰顶岩面相对于黄海平均海平面的高差。

据介绍，本次珠峰的高程测量是分阶段进行的，从位于西藏拉萨的基准点开始到珠峰脚下的前半程采用水准测量法，每隔几十米竖立一个标杆，通过水准仪测出高差，一站一站地将高差累加起来。当精确高程传递至6个峰顶交会点后，则利用珠峰之巅竖立的测量视标，采用三角高程交会测量法测出峰顶相对于这几个点的高程差。最后，通过进行重力、大气等多方面的改正计算，确定珠峰高程。

除了水准测量法和三角高程交会测量法这些基本方法外，本次珠峰“测身高”可以说是“空天地一体化”全覆盖测量，综合运用GNSS测量、雪深雷达测量、重力测量、卫星遥感、似大地水准面精化等多种传统和现代测量技术，让珠峰的“身高”更加精准。



12月8日，中国和尼泊尔共同向世界宣布，珠穆朗玛峰的最新雪面高程为8848.86米。图为5月27日，2020珠峰高程测量登山队队员在珠穆朗玛峰峰顶开展测量。新华社特约记者 扎西次仁摄