



## 欧盟“NEXTGenIO”项目充分开发超级计算机的计算潜力

欧盟的一个新方案成功设计并研发出了一个以新型存储技术为基础的计算机平台。该平台有助于提升高性能计算系统的输入/输出性能。

高性能计算系统具备较高精度的仿真能力，其应用范围覆盖各行各业。高性能计算系统涵盖数千个处理器，这些处理器同时运行，对数十亿条数据进行实时分析，因此，非常具有挑战性。

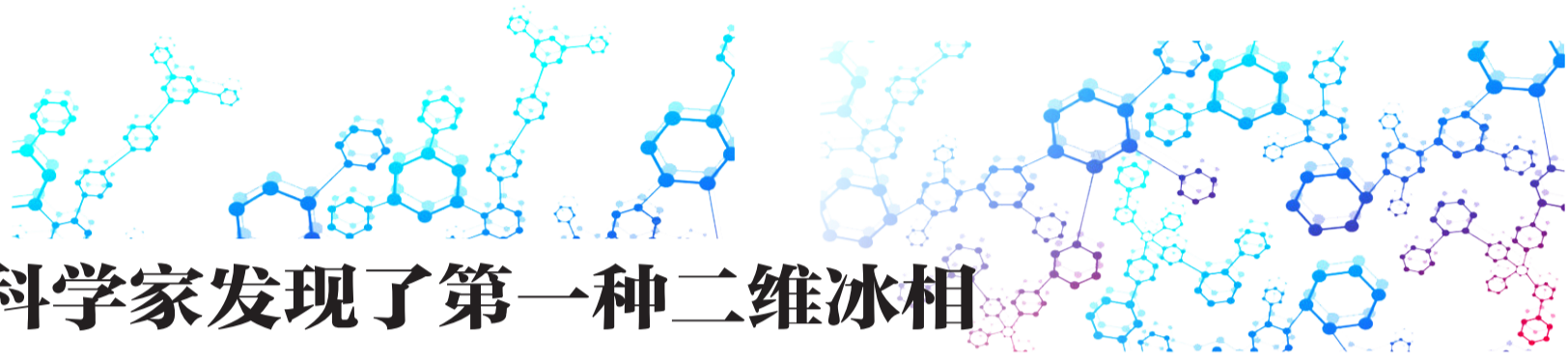
人们对科学建模与仿真技术的需求变得越为复杂，这突出了人们对高性能计算系统的迫切需求。当前，高性能计算每秒所执行的浮点运算次数达1017次。预计到2021年，每秒所执行的浮点运算次数至少就要达到1020次，该技术提供的建模与仿真能力比现有的系统还要准确、详细且范围更广。但是，目前实现该技术还存在着挑战。一个主要的问题就是输入/输出存在着瓶颈——系统的输入/输出性能还是不够快，而欧盟资助的“NEXTGenIO”项目正是为解决这一挑战。

新的系统具有颠覆性意义。

英国爱丁堡大学是“NEXTGenIO”项目的合作伙伴，而爱丁堡并行计算中心是位于该大学的超级计算中心。来自爱丁堡并行计算中心的米切尔·韦兰在《Primeur Magazine》的采访中进行了总结：“该项目的目标是——尽可能地消除因高性能计算模拟而带来的输入/输出瓶颈。除此之外，我们要尽可能地消除这个瓶颈，不论它是由传统的高性能计算模拟，还是由即将亮相的数据密集型与分析类型的应用程序而产生。此项目的宗旨是尝试并采用这种新型存储技术，消除动态随机存取存储器与功率提升之间的性能差距，并在两者之间建立一个表层。”米切尔·韦兰表示，由“NEXTGenIO”（具备百亿亿次级计算能力的下一代输入/输出）项

目所研发的系统还能持续运行三年。在《Primeur Magazine》的同一次采访中，来自爱丁堡并行计算中心的艾德里安·杰克逊表示：“现在，我们拥有一个稳定可用的良好系统，而且我们有三到三年的时间来充分加以利用。不过，我们要开展大量的工作来使用多个应用程序并对其优化、了解用户未来的使用方式以及业内机构未来的互动方式。”

“HPCwire（高性能计算领域知名专业媒体）”上的一则新闻重点介绍了该项目的几个高性能计算用例。其中一个用例涉及了“NEXTGenIO”项目的合作伙伴——欧洲中期天气预报中心。该新闻指出：“欧洲中期天气预报中心采用NEXTGenIO平台，展示了将数据输出到新的内存类别且性能还可以得到大幅度提升的能力。”（朱菡琪 李菡楠）



## 科学家发现了第一种二维冰相

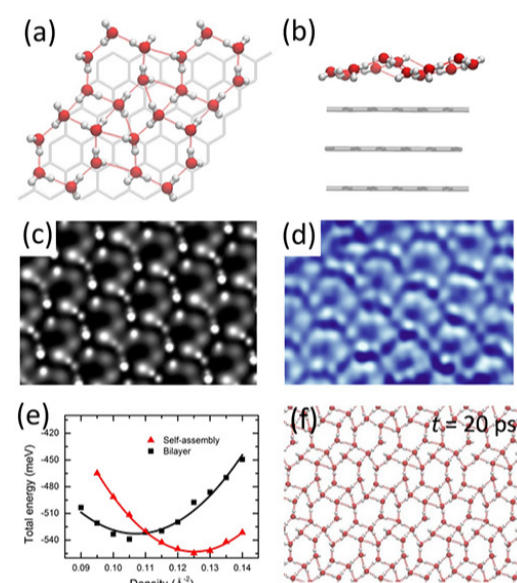
生物抗冻蛋白如何抗结冰，冰川之间的相对滑移、大气臭氧的降解催化，都与冰的结构和成核生长密切相关。

经过近百年的探索，人们已经发现了冰的18种三维晶体结构，其中自然界最常见的就是六角形的冰相。然而，是否有稳定存在的二维冰，学术界一直有很大争议。

近日，北京大学、美国内布拉斯加大学林肯分校以及中国科学院的研究团队，利用高分辨率qPlus型原子力显微镜技术，首次在实验上证实了二维冰的存在，并以原子级分辨率拍到了二维冰的形成过程，揭示其特殊的生长机制。1月2日，该成果在国际顶级学术期刊《自然》发表。

早在20世纪20年代，英国著名物理学家、X射线发现者布拉格与其他几位科学家便分别利用X射线“描绘”冰晶体结构，拉开了三维冰结构研究的序幕。2015年，石墨发现者安德鲁·盖姆带领的团队在双层石墨烯间发现了一种四方二维冰相，轰动学术界，但这种二维冰随后被质疑是氯化钠的晶体结构，二维冰存在与否一直成谜。

在此次研究中，科研人员精确控制温度和水压，在疏水的金衬底上，生长出一种单晶二维冰结构。他们将非侵入式原子力显微镜成像技术运用于二维冰的亚分子级分辨成像，再结合理论计算确定了其原子结构。



“结果表明，二维冰由两层六角冰无旋转堆叠而成，两层之间靠氢键连接，每个水分子与同一层的水分子形成三个氢键，与上层的水分子形成一个氢键，因此所有的氢键都被饱和，结构非常稳定，是一种可以独立存在的‘自饱和’二维冰。”北京大学量子材料中心教授江颖说。

此次研究发现的二维冰，不再是传统的四面体结构，而是六边形的二维平面结构，表面非常平整。1997年，美国科学家古贺、曾晓成等人利用分子动力学模拟首次预测

了这种“互锁型”双层二维冰，但一直缺乏确切的实验证据。因此，此次研究也是第一种被实验所证实的二维冰结构，研究人员将其正式命名为“二维冰I相”。

怎样才能看到二维冰的形成？研究人员巧妙地将二维冰从-153摄氏度到-268摄氏度，把冰生长过程中的一系列中间状态冻结下来，并对其进行了稳定的成像，最终看清了二维冰在原子尺度的动态生长过程。

同时，他们结合理论计算和模拟，提出了二维冰岛锯齿状边界的“搭桥”式生长和扶椅状边界的“播种”式生长机制。而且，二维冰边界亚稳态的相对稳定性，与衬底的具体结构几乎无关。

长久以来，冰是如何成核、生长的，大都局限在宏观尺度的研究，缺少微观尺度上的图像。该研究首次实现了二维冰成核生长的原子尺度表征，有助于人们理解冰在低维和受限条件下的形态和生长过程。

二维冰的发现不仅挑战了一百多年来人们对冰相的传统认识，而且应用前景广阔。“例如，我们最近发现二维冰对于三维冰的生长具有

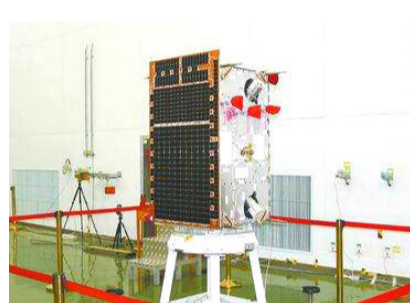
重要影响。如果有二维冰的存在，三维冰会贴着表面生长，非常稳固。但如果只有二维冰，形成的三维冰与表面接触面很小，很容易被风吹走。所以我们可以根据二维冰的结构更有针对性的设计和研发防结冰材料。”江颖认为，二维冰中水分子所有的氢键都被饱和，因此与表面的相互作用极小，可以起到超润滑的作用。利用二维冰，可以减小材料之间的摩擦。

同时，二维冰可以作为一种特殊的二维材料，为高温超导电性、深紫外探测、冷冻电镜成像等研究提供全新的平台。

“该研究打开了二维冰家族系列研究的大门，同时，这种二维冰的生长机理与以前所揭示的蜂窝二维材料，如石墨烯、氮化硼的生长机理，在成核和生长动力学方面有一定的类似性。”南京航空航天大学郭万林院士评价，该研究改变了人们对二维冰成核和生长的传统认识，对于材料科学、摩擦学、生物学、大气科学以及行星科学等领域的研究具有重要意义。

中国科学技术大学杨金龙院士认为，该研究突破实验挑战，捕获了二维冰生长过程中的边界原子结构，结合理论计算模拟，揭示了二维冰的生长机制，为人们理解受限空间里冰的生长和形态提供了新视角，具有重要的科学意义。（边际）

## “太极一号”在轨测试成功 我国首颗空间引力波探测卫星



中国科学院国家空间科学中心2019年12月25日宣布，我国首颗空间引力波探测技术实验卫星“太极一号”的各项功能、性能指标满足研制总体要求，在轨测试实验取得成功。今后，“太极一号”将转入拓展实验阶段。

据介绍，“太极一号”自2019年8月31日成功发射以来，卫星在轨

测试正在按计划有序开展。“太极一号”在轨测试实现了我国迄今为止最高精度的空间激光干涉测量，成功进行了我国首次在轨拖曳控制技术试验，并在国际上首次实现了微牛级射频离子和双模霍尔电推进技术的在轨验证。

据了解，中科院从2008年开始前瞻论证我国空间引力波探测的可行性，经过多年科学前沿研究，提出了我国空间引力波探测“太极计划”，确定了“单星、双星、三星”“三步走”的发展战略和路线图，并于2018年8月在空间科学（二期）战略性先导科技专项中立项实施“太极计划”单星工程任务，启动了三步走中的第一步，在不到一年的时间里完成了卫星的研制任务。（边际）

## 美国陆军研究办公室推动 碳纳米管和量子点技术研究

目前美国陆军将80%的研发资金用于满足陆军6个现代化建设重点，而余下的20%则用于长期基础研究。美国陆军研究办公室下属的陆军研究办公室正在致力于碳纳米管和量子点技术的研究。碳纳米管取代传统的硅基半导体，可以实现非常高频率（30多吉赫兹）和非极短的波长（毫米波）。碳纳米管厚度通常为6纳米或更小，因此其中可能容纳最长尺寸不超

过6纳米的量子点。量子点是半导体的微小晶体，也被称为“人造原子”，总是在一个非常特定的波长（波长取决于量子点的大小）发射。与传统半导体相比，发射精确频率的能力更强，持续时间更长。碳纳米管和量子点等技术有望带来军事和民用电子设备的变革，比如用于民用或军用5G网络。（王昌强）

## Premium AEROTEC公司推出混合碳纤维-增材制造金属混合材料飞机部件设计

陈济桥

当今的飞机结构由多种不同的材料组成。例如，空中客车A350XWB飞机的机身和机翼结构主要由带有一些金属零件的复合材料制成。在这种结构中采用了经典的混合设计，零件通过螺栓和铆钉连接在一起。这种设计导致装配时间、付出人力和生产成本增加。另外，在这种经典的混合设计中，大量紧固件的应用带来不必要的重量同时，还在载荷引入点处造成应力集中。目前，欧洲正在推行“热塑性复合材料增材制造结构”（TOAST）项目。该项目的成功将通过创新、现代化的设计，为飞机结构带来成本、时间和重量的降低。

在TOAST项目中，德国Premium AEROTEC公司是空客A350机身结构的一级供应商，该公司提出了一种全新的方法连接复合材料和金属，可以消除利用螺栓和铆钉的传统混合结构设计缺点。Premium AEROTEC使用现代化混合结构设计，在不到五个月的时间内开发并制造了一款类似飞机机翼减重板结构的演示验证件。在这一结构中包括了增材制造钛合金连接负载的挂件及碳纤维增强聚合物（CFRP）热塑性复合材料板，使用热塑性复合材料注塑成型。这种演示验证部件的创新之处在于无需

螺栓或紧固件即可连接各种材料，需要通过使用增材制造技术和热塑性注塑成型才能实现。钛合金部分下端设计为连接用的销接挂件，前端内部中空海绵状螺旋结构设计的肋条则利用增材制造技术生产。增材制造技术生产的钛合金部分和热塑性复合材料板一同放入热成型模具中。在热成型过程中，紧接着通过注射成型工艺将这两种不同材料的组件成型在一起。在此步骤中，V形热塑性复合材料肋条将通过注塑成型工艺嵌入钛合金部分肋条的中空海绵状螺旋结构中。

通过同类材料连接（CFRP-CFRP）或混合封闭成型（增材制造钛合金部件-CFRP）等方式，这款混合演示验证件接头实现了成功制造。研究人员对该接头的机械性能进行结构测试。测试结果表明，这种混合型的结构的载荷传递能力与铆钉和螺栓的传递能力相当。

与使用机械紧固件的传统设计相比，这种现代化的混合设计的优点包括无需紧固件即可实现快速制造和装配，所需零件更少，并且装配流程更短，可实现自动化。此外，通过使用增材制造和注塑成型可提高设计自由度，提升效率，减轻结构重量。这项技术



可广泛应用于必须在点和曲面之间传递载荷的任何部件中。

Premium AEROTEC公司是世界上第一家为一系列飞机持续提供由钛合金制成的3D打印组件的制造商。Premium AEROTEC公司是航空领域的全球供应商，2018年的营业额达到20亿欧元。公司的核心业务是金属和碳纤维复合材料飞机结构的设计和制造。该公司在德国奥格斯堡、不来梅、汉堡、诺登汉姆和瓦雷尔以及罗马尼亚的布拉索夫都拥有工厂。Premium AEROTEC公司目前在全球拥有约10000名员工。

## 欧盟“ENGIMA”项目助力 计算机和智能手机更加节能

纳米材料（NMs）因其更高的强度、更轻的重量、更好的导电性和化学反应活性等特性，被广泛应用于信息技术、能源和医药等领域。例如，目前已经成功地合成了具有不同尺寸、结构和化学成分的纳米管、纳米棒和纳米线，在机械、机电、电气和光电设备中均有应用。

纳米材料是指至少一个外部尺寸在1纳米到100纳米之间，或者内部结构在100纳米及以下的材料，它在下一代移动电话、计算机芯片、电池、自动装置和机器人技术中扮演着至关重要的角色。因此，了解纳米材料的结构和电气性能在特定应用中所具有最佳性能是很重要的。科学家和工程师们越来越关注于开发高效的纳米材料。但是，纳米材料变得越小，它们就越难以管理信息处理过程中产生的热量。

欧盟资助的“ENGIMA”项目（具有超强耐磁压电和多热功能的纳米结构工程）一直在致力于解决这些问题。该项目旨在探索“纳米结构多功能材料的结构-性能关系”。根据欧洲委员会网站上的一篇文章，“ENGIMA”致力于解决如何在极小的尺度上高效地重新分配电流的问题，利用纳米技术的突破，开启了直到几年前还不可能实现的新可能性和应用。

正如其所述，参与该项目的研究人员“开

发了一种永久性的静态负电容器”，这种装置直到大约十年前仍被认为是不可可能的。在此之前，研究人员提出的电容器的设计都是在临时、瞬态的基础上工作的，但该项目工程师开发的负电容器是第一个作为稳态可逆装置工作的。

这篇文章还补充道：“我们提出的方法利用了铁电材料的特性，这种材料具有可以被外部电场逆转的自发极化。增加正电容器上的电荷会增加电压。然而，对于负电容器来说，增加正电容器上的电荷会使电压降低。”这两种电容器的组合“可以使电流分配到需要更高电压的电路区域，而整个电路则在较低电压下运行。”这是一个至关重要的进展，因为它有助于解决影响传统计算电路性能的过热问题。“ENGIMA”项目的首席研究员Igor Lukyanchuk说：“基于这项研究，我们正在开发一个实用的平台，以实现超低功耗的信息处理设备。”

处理器性能的提高意味着智能手机和其他各种电子系统将变得更加节能。“ENGIMA”项目计划于2021年底结束，该项目还将帮助科学家为未来的光伏材料设计新的纳米结构。欧盟委员会的这篇文章表示：“ENGIMA”的成果有望为高科技产业带来重大的新机遇和可能性，尤其是在解决当前的能源消耗和收集问题方面，可以应用至许多领域。”（刘冀宽）