

# HPC 世界的七大奇迹

高性能计算 (HPC) 如何为创意锦上添花，充分发掘其潜力，并推动创新发展。

# HPC 正在重塑未来

## 通过助力当今的非凡发现达成

Dell Technologies 和 AMD 的 HPC 技术是当今许多进步背后的推动力量。它们促成的研究带来了多项意义深远的发现，而 HPC 显著加快了这类发现的步伐，有助于重塑更美好的未来。

如今的突破性发现对于人类的未来有着重大影响。更好的健康、环境可持续性和人类进步有赖于工程和科学领域不断创新的能力。

这些领域的进步不仅让工程师和科学家振奋，更激荡着我们每一个人的心弦。

这正是数据和技术发挥作用的地方，特别是高性能计算 (HPC) 的超级计算类别。HPC 正在将以往仅存在于想像之中的可能性化为现实，引发充满奇思妙想的创新，为所有人开创更美好的未来。

## 目录

- |   |            |       |   |         |       |   |               |       |
|---|------------|-------|---|---------|-------|---|---------------|-------|
| 1 | HPC 正在重塑未来 | 第 1 页 | 2 | 破解宇宙的奥秘 | 第 2 页 | 3 | 破解宇宙的奥秘       | 第 3 页 |
| 4 | 发现疾病的治愈之道  | 第 4 页 | 5 | 野火行为建模  | 第 5 页 | 6 | 了解人类大脑存储信息的机制 | 第 6 页 |
| 7 | 研究材料科学     | 第 7 页 | 8 | 研究计算生物学 | 第 8 页 | 9 | 攻克心血管疾病       | 第 9 页 |





# HPC 超级计算的强大力量。

## 什么是 HPC?

高性能计算 (HPC) 可处理海量数据，并在多台服务器上通过并行、快速的方式执行复杂计算。超级计算机是 HPC 的一种特殊类别，类似于让成千上万台 PC 协同工作，以闪电般迅捷的速度产生更多算力，并完成复杂任务。

例如，配备 4.2 GHz 处理器的 PC 每秒可执行 42 亿次计算。2022 年，HPC 算力达到百万兆级，而时至今日，其每秒可执行的计算次数至少达到 1,000,000,000,000,000 (100 万的五次幂)。

## HPC 解决方案

HPC 解决方案有三个相互依存的组成部分：计算、网络和存储。在 HPC 体系结构中，由成百上千台服务器（称为节点）组成的多个群集通过网络彼此相连。这些节点并行工作，实现高性能计算的标志性特征——令人惊叹的处理速度。

戴尔 HPC 解决方案支持本地、边缘或云端部署。简而言之，HPC 技术利用先进的组件（如 CPU 和 GPU），可实现下一代处理能力，更提供了存储和网络组件。

## HPC 应用领域和行业

由于 HPC 性能卓越，人们如今正通过 HPC 来解决世界上极为复杂的问题，更快地将数据转化为见解，AMD 为此提供了重要支持。其中涉及到诸多行业和应用领域，例如研究、能源、工程、医疗金融服务、汽车和航空航天等。

为了更好地理解这一切，我们下面介绍七个堪称伟大的真实实例，了解 HPC 的实际应用及其对人类的深远影响。



# 破解宇宙的奥秘

帮助我们探究我们究竟来自何处，应该去往何方。

詹姆斯·韦伯太空望远镜 (JWST) 与 HPC 仿真相辅相成，近期在星系形成方面有了出人意料的重要发现。科学家正在开展相关工作，核实发现结果。借助 JWST，人类得以窥见接近宇宙拂晓之时（135 亿年前）的景象，并发现了六个新星系，而且所有星系的成熟度和庞大程度都要远超人们的预期。

如果没有 HPC，人类不可能取得这种意外发现。因为要解答关于宇宙起源的宏大问题，就需要海量的计算能力。

为了开始解答这些问题，达勒姆大学与 Dell Technologies 和 AMD 合作，组建了一台宇宙学机器 (COSMA)。COSMA 是利用高级计算 (DiRAC) 设施的分布式研究的一部分，共有五处部署，分别位于剑桥大学、达勒姆大学、爱丁堡大学、莱斯特大学和伦敦大学学院<sup>1</sup>。COSMA 让科学家能够处理海量数据，并持续进行大规模、深入的仿真。JWST 揭示的线索随后可用于探索宇宙起源和构成方式，从而揭示相关的重大见解。

达勒姆大学 COSMA 高性能计算系统技术经理 Alastair Basden 博士表示：“HPC 让我们可以运行细节更丰富的大规模仿真，从而更好地与通过望远镜观察到的结果进行比较。这有助于我们了解宇宙、暗物质、暗能量的含义，以及宇宙的形成方式，实现从根本上认识我们身处的这个世界。”

<sup>1</sup> <https://www.itpro.co.uk/data-insights/big-data/369538/big-data-nasa-james-webb-space-telescope>



## 发现疾病的治愈之道

以惊人的速度改变患者医护服务，影响我们的健康和福祉。

人类对于人体的探索从未停歇。我们有着复杂而动态的分子生物网络，其许多方面迄今依然是未解之谜。但 HPC 正在改变这种状况，它让基因组学方法和复杂分析方法得以实现，有助于解释令人惊叹的人体精密结构。这让科学家得以发现有助于对抗疾病、改善生活的新见解。

DNA 测序是基因组学研究的核心。为确保有效性，DNA 测序要使用来自世界各地、数以千计的家族的海量数据去识别 DNA。其目标是分析数据并找到 DNA 与疾病之间的联系，从而帮助我们更好地预防和治疗疾病。只有在海量算力的支持下，这种规模和速度的数据分析才能实现，这正是 HPC 的用武之地。在一个实例中，借助 HPC 的力量，过去需要 10 年时间才能完成的 DNA 测序如今可在 4-6 周内完成。

Simons Foundation 内部部门 Flatiron Institute 在研究工作中结合使用 HPC 与 DNA 测序，近期发现了一项惊人的关联。在对 COVID-19 患者和糖尿病肾病患者的肾细胞进行研究后，科学家们发现，这两类患者经历了一组相似的分子过程<sup>2</sup>。这一发现表明，糖尿病患者可能属于 COVID-19 高度易感人群，并解释了这两种疾病并发为何会造成极高的死亡率。此外，该研究还消除了以往的一种错误观点，即用于治疗高血压和糖尿病的药物不太可能增加 COVID-19 感染风险。

而这仅仅是起点。破译人类基因组仅仅是起步，我们会实现更多成就。但有一点确切无疑，HPC 与基因组学研究的结合正在将以往的“不可能”化为“可能”。未来的人类同胞必定受益匪浅。

“借助 HPC，我们可以快速、精准地找到通过其他方式无从发现的关联。例如，在 DNA 研究中，我们现在能够观察整个基因组序列，大幅度提高精度、扩展知识，并最终影响人们的生活。”

Ian Fisk 博士，Flatiron Institute  
科学计算核心联合主任

<sup>2</sup> <https://www.simonsfoundation.org/2020/10/23/molecular-processes-in-kidney-cells-may-prime-diabetics-for-covid-19-infection/>



# 野火行为建模

帮助我们了解如何减轻野火的影响、改善人们的安全并更好地保护我们的环境。

森林火灾越来越严重。根据世界资源研究所的一项研究，如今因森林火灾而烧毁的树木覆盖面积几乎是 20 年前的两倍。<sup>3</sup>

据预测，在全球气候变暖和气候变化的推动下，森林火灾的范围和严重程度将持续增长。根据气候反馈循环，更多的森林火灾会使环境状况恶化，引发越来越多的此类火灾。

为了更好地保护生命、财产和我们的森林，加州大学圣地亚哥超级计算机中心在其 Expanse 中心内使用由 Dell Technologies 和 AMD 提供支持的 HPC 进行野火建模。HPC 建模力求了解野火的蔓延方式，从而做出有效预测，通过比实时检测方案速度更快的反应来减轻其影响。

野火属于复杂、高度动态、无法计划的事件，HPC 建模是破译其行为方式的优秀方案。有关风速、风向和湿度（包括可燃物水分含量）的大气数据与其他输入信息（如地形、卫星数据和景观变化数据）相结合，通过 HPC 庞大而复杂的模拟和建模功能来模拟野火行为。

“这项工作意义非凡，因为减轻野火的影响对于确保世界各地社区未来的长治久安至关重要。HPC 是一种能预测野火蔓延的工具，从而在最有效的时机实施应对措施，也就是野火发生之前。这是一套强大的组合。”加州大学圣地亚哥分校圣地亚哥超级计算机中心副主任 Shawn Strande 指出。

野火建模是 HPC 帮助我们打造更健康的星球的一种方式。

<sup>3</sup> <https://www.wri.org/insights/global-trends-forest-fires>

<sup>4</sup> [https://ral.ucar.edu/sites/default/files/public/file\\_attach/features/KosovicHPCUserForum2022-compressed.pdf](https://ral.ucar.edu/sites/default/files/public/file_attach/features/KosovicHPCUserForum2022-compressed.pdf)





## 了解人类大脑存储信息的机制

帮助我们回答关于学习的基本问题，同时造就更出色的人工智能。

我们都有一些难以忘怀的回忆。但是，对于我们的大脑如何保留这些回忆，科学家们的认知正在发生根本性的转变。长久以来，我们一直相信记忆与特定神经元及其连接突触相关联。在 Flatiron Institute 的计算神经科学中心，HPC 与近期的研究表明情况并非如此，并指向了一种称为“表征漂移”的新概念。<sup>5</sup>

当您在小区附近驾车时，激发记忆的特定回忆神经元并非像以往设想的那样一成不变，而是持续在变化。一个神经元组可在星期一指引您找到路线，另一个神经元组则在星期二发挥相同的作用。这就是表征漂移，这个概念与细胞间不断变化的关系有关，而非与具体细胞本身有关。尽管存在这种动态现象，但我们仍然有着强大的记忆和习得型行为。对于科学家来说，这是一个令人困惑的悖论。

Dell Technologies 和 AMD 正在帮助 Flatiron Institute 的科学家进行表征漂移建模，从而探索这方面的可能答案。初步研究结果提供了波动性表征运作方式的见解。简而言之，在神经突触无法传递信号时，我们的神经表征会在不同通路之间偏移，但保持相似的模式，从而实现了记忆的持久保留。

Flatiron Institute 科学计算核心联合主任 Ian Fisk 博士表示：“我们在人类大脑记忆方面的研究工作体现了 Flatiron Institute 的使命，即借助计算方法推进科学研究，其中包括数据分析、理论、建模和仿真。虽然我们的新模型意义重大，但距离了解大脑的运作机制，我们还有很长的路要走。值得庆幸的是，HPC 正以惊人的速度推进我们的研究。”

大脑既是奇迹，也是难解的谜题。HPC 模型有着快速而强大的特点，犹如老师一般指引着我们了解人类的大脑、记忆和学习方式。

<sup>5</sup> <https://www.simonsfoundation.org/2023/03/09/computational-model-uncovers-new-insights-into-how-our-brains-store-information/>



# 研究材料科学

在我们为全人类创造更美好未来的共同努力中，帮助我们快速、负责、可靠地改善能源状况。

室温超导体在发展成熟之后，将彻底改变人类社会的游戏规则。目前，室温超导体是物理界梦寐以求的“圣杯”。数十年来，制造室温超导体的方法一直困扰着科学家，许多人毕生致力于解决这一难题。一旦得到解决，超导技术将给世界带来深远的变化，尤其是电网和交通（例如电动车和磁悬浮列车系统）领域，还有一个颇为出人意料的领域——超级计算本身。

当今的电力输送导体效率低下，在电网发电量中，有大约 6-10% 的部分会在电网输送过程中白白流失。<sup>6</sup>这样的能源浪费每年会给消费者造成数十亿美元的损失，也导致我们更加依赖化石燃料。相比之下，超导体可实现顺畅无损失的电力传输，不会产生浪费，也不会产生过热现象。但从历史上来看，只有在超低温（例如 -450 华氏度）下才能实现超导。近期的发现表明，突破性材料有望在 59 华氏度（也称为室温）下实现超导。

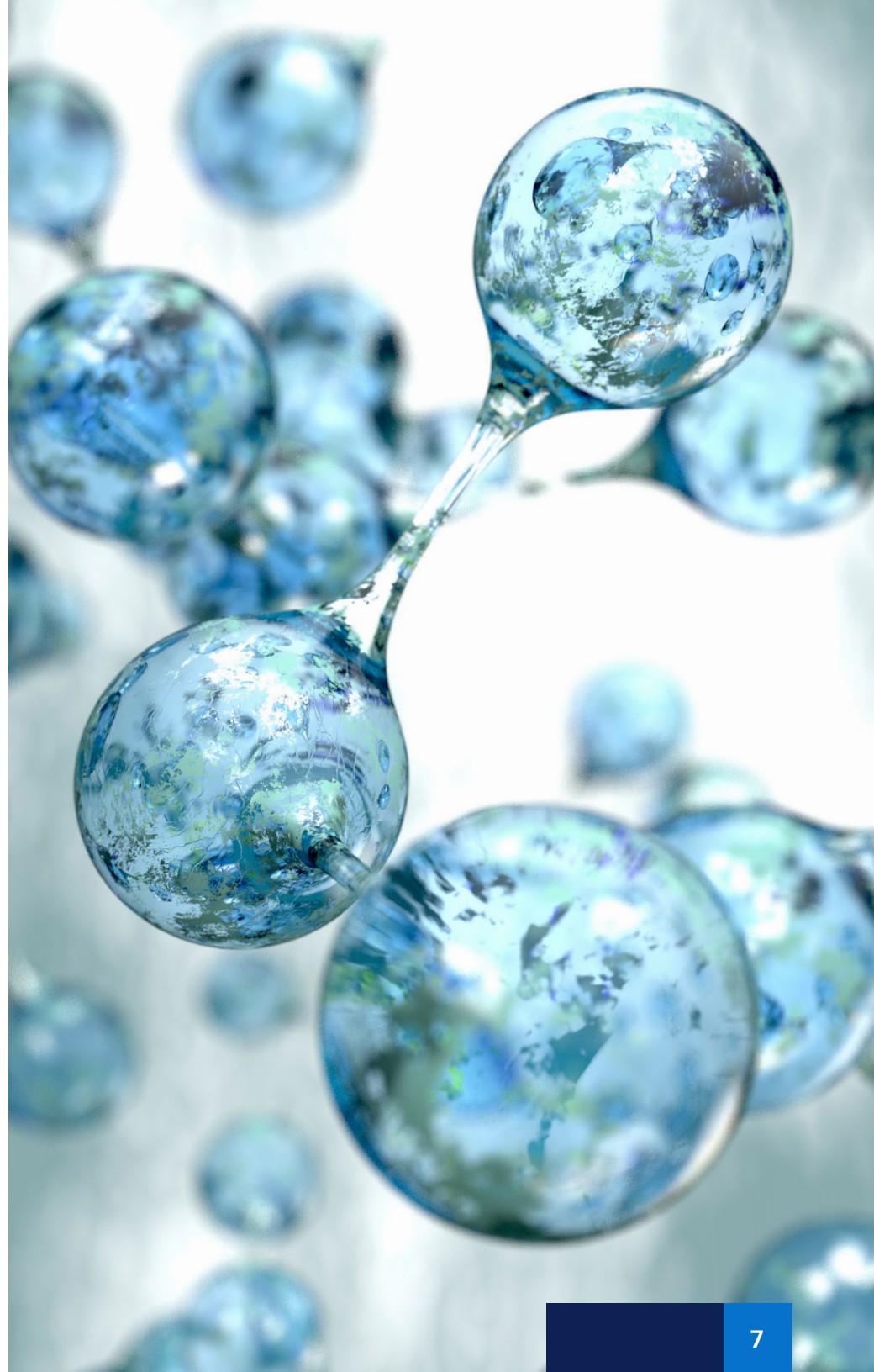
在 Flatiron Institute, Dell Technologies 和 AMD 正在帮助材料科学研究提速，从而释放超导的惊人潜力。它支持借助仿真来快速增加可研究的潜在材料数量，快速消除不切实际的材料，并确定成功率较高的选择，从而节省多年的研究时间。

Flatiron Institute 科学计算核心联合主任 Ian Fisk 博士表示：“我们在材料科学方面的工作意义重大。过去一个人在自己的整个职业生涯中，或许只能研究 10,000 种备选材料或化合物。如今，由 HPC 推动的研究有着出色的深度和生产力，可在几个月内完成 10,000 种材料的分析，而且精度很高，比如可以达到数个百分点。”

这意味着，我们或许能实现能源革命，开辟一条加速弃用化石燃料的道路，从而按照比预想更快的速度创造更美好的未来。

6 <https://www.vice.com/en/article/y3gdgw/ok-what-is-room-temperature-superconducting-and-will-it-change-everything>

7 <https://theconversation.com/a-tenth-of-all-electricity-is-lost-in-the-grid-superconducting-cables-can-help-199001>







## 研究计算生物学

拉近我们与疾病治愈方法的距离。

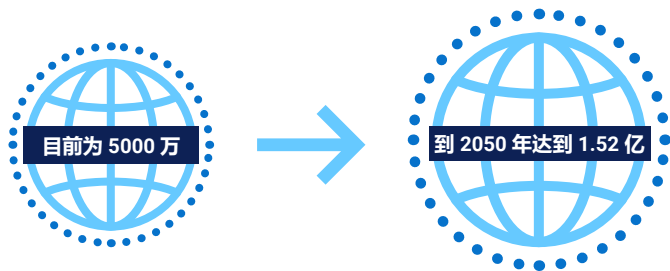
阿尔茨海默症是一种十分广泛的严重疾病，全球约有 5000 万人受其影响。遏制阿尔茨海默症的突破意义重大。如果无法取得突破，到 2050 年，可能会有超过 1.52 亿人受到阿尔茨海默症的困扰。

科学家正在使用圣地亚哥超级计算机中心 (SDSC) 的 Expanse 开展研究，寻找这种疾病的治愈方法。\*堪萨斯大学研究人员利用计算生物学和 SDSC 的 Expanse，研究家族性或遗传性的阿尔茨海默症，并取得了一项重要发现。尖端 HPC 仿真首次提供了有关  $\gamma$  分泌酶（在家族性阿尔茨海默症中有着重要影响的一种蛋白酶）机制的见解。了解  $\gamma$  分泌酶的相互作用和突变是探索更好地控制思想、语言和记忆的途径的关键。

加州大学圣地亚哥分校 SDSC 的副主任 Shawn Strande 表示：“解决阿尔茨海默症是一项崇高的事业，HPC 超级计算机 Expanse 为此提供了独一无二的支持。在为大众寻求治愈方案的持续努力中，初期研究结果表明了极好的前景，我们的科学家正在积极探索有帮助的发现。”

随着全球人口日趋老龄化，由 HPC 提供支持的研究将促成更有效、带来根本变化的治疗方法，令阿尔茨海默症患者、其家人和社区受益。

\* 此研究在 HPC 和赞助方组织的支持下实现。这项工作由美国国家科学基金会和美国国立卫生研究院资助。Expanse 上的超级计算时间由 NSF 的 Extreme Science and Engineering Discovery Environment 资助。



目前有 5000 万人受到阿尔茨海默症的影响

到 2050 年，可能有超过 1.52 亿人受这种疾病所困扰



# 攻克心血管疾病

通过预防性医护造就更健康、更长寿的人生。

每年的死亡人数大约为 5600 万。<sup>8</sup>主要致死原因是心血管疾病，占到全球死亡人数中超过 33% 的比例。

经过抽丝剥茧后发现，人类心血管疾病的一个主要原因是动脉粥样硬化。早期引发动脉粥样硬化病情发展的重要罪魁祸首是泡沫细胞的形成。<sup>9</sup>泡沫细胞形成的主要因素是脂滴。脂滴管理着脂质储存、脂质平衡和潜在的蛋白质关联。<sup>10</sup>值得关注的是，脂质失衡与心血管疾病以外的多种疾病有关，如肥胖、脂肪肝、2 型糖尿病、阿尔茨海默症和癌症。正因如此，获得有关脂滴的见解具有变革性的意义。

这促使犹他州大学<sup>11</sup>的研究人员探索泡沫细胞的形成和脂滴，以期解决动脉粥样硬化问题。他们在圣地亚哥超级计算机中心的 Expanse 使用 AMD EPYC 计算技术来模拟甾醇酯和非编码 RNA 对脂滴相变和泡沫细胞形成的影响。这一科学领域的突破意义非凡，可减轻这种通常具有致命性的疾病对全球数百万人的影响。

“SDSC 是高性能与数据密集型计算领域的先行者，我们的研究人员正在 SDSC 借助 HPC 的力量紧锣密鼓地开展相关工作，探索各种可能性。帮助应对动脉粥样硬化等全球流行病很好地体现了 HPC 能给世界带来的贡献。”加州大学圣地亚哥分校 SDSC 副主任 Shawn Strande 指出。

8 <https://ourworldindata.org/causes-of-death>


9 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7961492/>

10 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6770496/>

11 <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2022.06.05.494869v1>







通过 HPC 世界的七大奇迹，我们得以一窥超级计算带来的非同凡响的全新可能性。虽然由 HPC 支持的转型规模难以确定，但有一点非常明确：结合 HPC 技术的强大能力，我们可以化解世界上部分最紧迫、重大的挑战，推动创新并实现突破，从而通过前所未有的方式帮助人类。

Dell Technologies 和 AMD 始终在不断创新，帮您加速落实构思、推动创新发展。正因如此，我们携手前行，为全人类开创更美好的未来。

**若要详细了解 HPC 或探讨您的特定需求，请访问  
[Dell.com/HPC](https://Dell.com/HPC)。**