中国速度的新传奇：超算

在发展迅猛、竞争激烈的世界超算领域，中国超算以骄人的成绩向世界表明了自主创新与发展的信心与潜力。着眼下一代百亿亿次超级计算系统的新一轮国际竞争，我国“超算人”正在开展前沿技术攻关，力争长期保持我国在世界超算领域的核心竞争力，继续书写“中国速度”新的传奇。

运筹方寸 决胜千里

本报记者 曹红艳 郭静原

在2015年11月16日公布的新一期全球超级计算机500强榜单中，中国“天河二号”超级计算机连续第六度称雄。据榜单，第一名“天河二号”的浮点运算速度为每秒33.86千万亿次，第二名美国“泰坦”的浮点运算速度为每秒17.59千万亿次。第三名至第五名依次为美国“红杉”、日本“京”和美国“米拉”超级计算机。实际上，这5台超级计算机的排名自2013年6月以来就没有变化。图为“天河二号”超级计算机系统。

新华社记者 龙弘涛摄

2015年11月16日，第46届世界超级计算机500强榜单出炉，由国防科技大学研制的“天河二号”超级计算机系统再次荣获第一。这是“天河二号”自2013年6月问世以来，连续6次位居世界超算500强榜首，创造了超算领域一项新的世界纪录。

在发展迅猛、竞争激烈的世界超算领域，“天河二号”六度称雄，中国超算以骄人的成绩向世界表明了自主创新与发展的信心与潜力。

从无到有，中国超算创出好成绩

在一些人看来，超级计算机就是“堆芯片”，堆的数量级越大，计算速度也就越快。事实上，基于集群结构的超级计算机通过网络进行分布式计算，如果分布不合理，每个CPU的效能就得不到充分发挥，并非1+1=2的公式所能够简单概述。

这就好比领导一家50人或5000人的公司，如果不能合理安排运营，人数多者的工作效率反而会远低于人数少者。研制一款超级计算机也是如此，如何让它所装备的上万枚CPU的性能尽可能发挥出来，形成高效运转的计算系统，成为关键。

2010年11月，国防科大研制的“天河一号”以峰值速度每秒4700万亿次、实际速度每秒2566万亿次的优越性能，在第36届国际超算500强排行榜上位居世界第一，中国超算首次站上了世界超算之巅。

“天河一号”所采用的“CPU+GPU异构融合体系”，走着一条不同于此前任何系统的技术路线，更因低能耗、低成本、高集成度等优点，一度成为国际超算设计的主流。升级后的“天河一号”还首次安装了“中国芯”——飞腾1000，搭载了2048颗中国设计师自主研制的微处理器，部分取代此前中国超算完全使用进口芯片的局面，实现了国产CPU芯片从无到有的蜕变。

两年半后，经历了超级计算机世界榜单冠军的轮番更迭，“天河二号”以每秒33.86千万亿次的持续计算速度，重新回归“世界第一”的宝座。

国防科技大学“天河二号”主任设计师杨灿群介绍，“天河二号”的设计目标是保障珠三角地区的高性能计算和大数据处理需求，同时要能辐射港澳并向国外开放，所以“天河二号”设计性能指标定位于“天河一号”运算能力的10倍以上，高起点谋划“天河二号”的研制。

中国团队大胆创新，放弃此前出色的GPU，利用被称为MIC的英特尔部件作为加速器，设计出“新型异构多态体系结构”，不仅创造出比上届冠军美国“泰坦”快近一倍的惊人成绩，还将其应用从科学计算拓展至大数据处理、大规模信息服务等多个领域。

这一回，“天河二号”所采用的国产CPU“飞腾1500”已占到全部CPU的1/8，虽然目前我国仍然摆脱不了多数大型应用软件只能从国外引进的困局，但“飞腾1500”性能比“飞腾1000”提高了18倍，中国正通过自主创新逐步缩小与世界的差距。

自慢逐快，超算打响全球争夺战

当今世界，高性能计算已成为理论和实验之外的第三种科学研究手段。超级计算机更是一个国家科技创新能力和综合国力的重要标志，成为世界大国争夺的战略制高点。

在超级计算机强大的运算速度下，人们可以通过数值模拟来预测和解释诸多无法实验的自然现象，并运用到地震监测、材料科学、天体物理、公共健康、生物信息等方面，逐一探索未知的奥秘。

同时，它还能“玩转”艺术——电影《阿凡达》动漫渲染制作耗时1年多完成，如果用“天河二号”，则仅需1个月时间；“玩转”机械制造——传统手段研发新车要经过上百次碰撞实验、历时两年多才能完成，而利用“天河二号”进行模拟，只需3到5次实车碰撞、两个月即可实现；“玩转”那些高深莫测的地球科学——回溯地球上的气候变迁历史，“天河一号”可以模拟2000年前的变化，“天河二号”则可以模拟到5000年前甚至更远。

超级计算机可问九天、可探黄土，引得世界各国为超级计算机的研发竞折腰——

1976年，美国克雷公司推出了世界上首台运算速度达每秒2.5亿次的超级计算机。1983年11月，我国第一台亿次巨型计算机“银河”在国防科学技术大学诞生，中国成为继美、日后独立设计和制造巨型计算机的国家。

2011年，日本的超级计算机“京”拔得头筹，却迅速在2012年被美国“红杉”超越，同年，美国“泰坦”问鼎超级计算冠军，美日之间的“第一之争”愈演愈烈，直到“天河二号”的问世和6连冠的无可匹敌。

当前，美国等发达国家都在积极研制新一代超级计算机，希望能够尽快超越“天河二号”。不久前，奥马巴发布了“创造全国性的战略计算行动”计划，把超算研究上升为国家战略。从实力上说，美国从来都是超算研究和应用的实力派，其在下一代超算“极光”的研发上，采用新思维，整合几大国家实验室力量，吸收顶级计算机公司参与，大大加快科技成果的转化，这给“天河二号”继续领跑形成强大压力。

杨灿群说，“天河二号”团队正加紧研制具有自主知识产权的新一代“飞腾”CPU和众核加速器，推出基于自主众核加速器的10亿亿次“天河二号”升级系统。同时，他们将着眼下一代百亿亿次超级计算系统的新一轮国际竞争，开展前沿技术攻关，力争长期保持我国在世界超算领域的核心竞争力，继续书写“中国速度”新的传奇。

由虚入实，科技服务社会显神通

一边，科技领域一路高歌猛进寻突破，不断刷新数字记录；另一边，中国企业从未停下将创新致力于服务社会的脚步，积极作用于实践。

在本期榜单中，中国超算拿到了500个席位中的109席，超过欧洲和日本，位居第二。其中，中科曙光以49台的成绩超过IBM问鼎榜单系统份额三甲，实现中国企业在世界超算领域的历史性突破。

此前，在2015年HPC China大会上，中科曙光才刚刚摘得中国HPC TOP100的桂冠，连续7年作为国内高性能计算（HPC）领域的领军企业，带头谋发展。

中科曙光一直专注于将科技成果转化为真正服务于实际的强大动力，不仅“顶天”，还要“立地”。

在中石油、中石化和中海油勘探计算机房内，随处可见曙光HPC的身影，在勘探石油时，它们为工程师提供高精度的采油区地下构造和地质信息；去年9月，中科曙光与大气物理所等单位共同研发“地球数值模拟装置”原型机系统，填补了我国地球系统模式大数据实践平台的空白。如今，其高性能计算应用已广泛部署在互联网大数据、工程计算、气象海洋、生命科学、石油物探等领域。

中国经济的高速发展对高性能计算提出更多迫切需求，这样的需求将持续到“十三五”时期，智能制造、智慧城市、战略性新兴产业、大数据国家战略等，都需要HPC作为基石。

我国“十三五”时期经济转型的巨大需求，以及互联网大数据的快速发展，不断对计算速度和精确度提出更高的要求。我们相信，中国超算的领先从来不是昙花一现，它还将在未来继续比肩世界最前沿，实现“中国速度”的新超越。

故事

走出科研“盆景”天高地阔

本报记者 曹红艳

去年入冬以来，我国东北、华北等地多次遭受严重雾霾，加强雾霾预报预警成为大气污染防治的重中之重。这其中，中科曙光为中国环境监测总站研制的“一体化区域空气质量预报预警平台”发挥了重要作用，借助高性能计算集群，它可以较准确地预报未来3-7天甚至更长时间的雾霾情况，为有关部门采取防控措施、作出决策提供科学依据。

空气污染的预报模拟，跟目前我们熟知的天气预报有异曲同工之处，都是通过大规模的计算机数值模拟实现的。它们都属于一门叫“数值预报”的领域，只不过用到的“方程式”不同。空气污染的模拟，还需要用到天气模拟的结果作为驱动，因为空气污染跟天气状况紧密相关。

早在1998年，曙光公司便开始跟国家气象局、中科院大气所等国内领先的数值模式应用和开发单位合作，在应用的移植、优化方面积累了大量经验。他们还成立了国内领先的数值预报模式支持团队，全部由行业应用出身的硕士、博士等组成。截至目前，曙光在这个行业的深耕与创新一直在持续。

中科曙光在气象、海洋、环保领域提供的专业服务是其在互联网大数据、工程计算、生命科学、石油物探等更多领域开疆拓土的缩影，让象牙塔里的科研成果接地气，是中科曙光成长壮大的“秘籍”。

20多年前，在国家“863计划”支持下，时任国家智能计算机研究开发中心主任的李国杰带着一支从没有设计经验的队伍，自行研制出我国第一台高性能计算机“曙光一号”；3天后，由英、美、日等发达国家组成的“巴黎统筹会”即解除了10亿次计算机对中国的禁运。

具有完全自主知识产权，并不意味着是最好的公司。作为一家以国家“863计划”重大科研成果组建的高新技术企业，曙光将高性能计算机技术转移到通用服务器产品市场，让中国的高性能计算产业告别了科研“盆景”，走向了气象、生物制药、化工、航空航天、精密仪器等众多领域，并促使这些产业呈现出日新月异的发展态势。

最新一期全球超级计算机500强榜单上，中科曙光入围49台，超过传统巨头IBM公司的45台，以9.8%的份额仅次于惠普（31.2%）和克雷公司（13.8%）。在此之前，中科曙光已经第7年蝉联中国高性能计算机性能TOP100排行榜市场份额冠军。以中科曙光为代表的中国企业在本次TOP500榜单上的整体亮相，不仅从一个侧面反映了中国经济发展对于计算能力的强劲需求，同时也激励了中国超算企业，秉持面向市场、面向应用的科研路径，走向世界。

2015年11月

国际TOP500组织发布第46届世界超级计算机500强排行榜，国防科技大学研制的“天河二号”再次位居第一，成为世界超算史上第一台连续6次夺冠的超级计算机，创造了超算领域一项新的世界纪录

2013年6月

国际TOP500组织公布最新全球超级计算机500强排行榜榜单，中国国防科学技术大学研制的“天河二号”以每秒33.86千万亿次的浮点运算速度，成为全球最快的超级计算机

2010年11月

国际TOP500组织发布最新全球超级计算机前500强排行榜，中国的“天河一号”二期系统以每秒4700万亿次的峰值速度和每秒2566万亿次的Linpack实测性能，位居世界第一

2009年10月

中国首台千万亿次超级计算机“天河一号”诞生。这台计算机每秒1206万亿次的峰值速度和每秒563.1万亿次的Linpack实测性能，使中国成为继美国之后世界上第二个能够研制千万亿次超级计算机的国家

2008年

“深腾7000”是国内第一个实际性能突破每秒百万亿次的异构机群系统。Linpack性能突破每秒106.5万亿次

2004年

由中科院计算所、曙光公司、上海超级计算中心三方共同研发制造的曙光4000A实现了每秒10万亿次运算速度

1993年

国家智能计算机研究开发中心（后成立北京市曙光计算机公司）研制成功曙光一号全对称共享存储多处理机，这是国内首次以基于大规模集成电路的通用微处理器芯片和标准UNIX操作系统设计开发的并行计算机

1983年

中国第一台被命名为“银河”的亿次巨型电子计算机在国防科技大学诞生，中国成为继美、日等国之后，能够独立设计和制造巨型机的国家

评说

做智慧产品的“梦工坊”

国家超级计算广州中心主任 袁学锋

自从2014年4月国家超算广州中心开始试运行至今，使用“天河二号”的累计用户数已经达到688家，支撑国家级课题超过100项，10万核以上应用20多个，百万核以上应用9个。

诸如在大型工业设计制造领域，自试运行以来，该平台的应用覆盖了航空、船舶、汽车、能源、电器、半导体等各大领域，完成了诸如机翼选型、船舶减阻、汽车碰撞、电磁环境模拟、器件结构优化等仿真计算，累计有效使用计算资源超过1.5亿核·时，支撑了诸如“商用客机全机全参数气动优化设计”“高速列车隧道气动效应计算”等大型工程项目。

此外，广州中心与广东省工业研究院、广汽、广船、格力、亚仿科技等行业龙头企业联合组建了数字制造协同创新中心，与广州光机电研究院等组建了3D打印云制造创新服务平台等，共同推动传统制造业升级转型和协同创新，加速推进“中国制造2015”在“互联网+”时代的信息化进程。

再比如，在地球科学、环境工程应用领域，截至目前，该平台已累计使用计算资源超过1.36亿核·时，应用单位覆盖地震模拟，地壳元素含量探测，海浪、海洋预警，海洋数字化管理，天气预报，风能预测和管理，区域气候变迁，宇宙射线，星系诞生，高能物理研究等。其中，中科院海洋所开发的南海模型在“天河二号”上实现了运行速度增加2倍，国家海洋局南海预报中心海洋模式也已在“天河二号”上全模式运行，7分钟内即可完成南海78小时的波浪预报。

国家超算广州中心通过“中心+分中心”服务模式，以点带面实现片区服务覆盖。以天河、萝岗、增城分中心为依托，辐射当地企业；以南沙分中心为窗口，开拓港澳和东南亚地区的云超算市场；以中山国家健康科技产业基地为纽带，融合建立起健康云超算产业基地；以惠州仲恺高新技术产业开发区为桥梁，辐射惠东地区电子行业企业；与增城开发区和中国开源软件联盟合作，全力打造数字制造服务平台；以韶关高新园区为突破口，招商引资，振兴粤北老工业基地。

此外，超算中心推进云超算产业孵化，联合广州市番禺信息技术投资发展有限公司等，围绕广州云超算产业园孵化器建设，针对设立以企业牵头全市场化经营的云超算孵化器管理有限公司、建立创业投资资金池并委托投资基金管理公司管理、建设云超算服务平台和云超算产业学院等事宜进行充分沟通和有益研讨，目前已形成了云超算产业园孵化器建设工作方案。

当前我们遇到的是一些结构性的矛盾，诸如正处“黄金服役期”的超级计算机却面临云超算应用市场仍欠发育的现状。此外，可用性超算应用软件的开发与硬件飞速发展达不到同步，以及云超算需求的日新月异与云超算人才的匮乏还远远不能满足当前国内产业升级、转型的需求等。下一步，我们要继续在连接“产、学、研、政、金、互联网社区”方面发挥纽带作用，积极促进高性能计算、大数据和云计算应用与多学科、多行业领域的深度融合以及应用成果的转化，加强互联网技术在“天河二号”云超算服务中的应用深度和广度，催生新型业态，利用云超算平台努力营造“大众创业、万众创新”生动局面，打造涌现智慧产品的“梦工坊”。

本版编辑 陈 郁 向 萌