

## “元”，超级计算新纪元

### 背景

中国科学院超级计算中心是隶属于中国科学院计算机网络信息中心(CNIC)的支撑服务单位，旨在为院内外科研单位提供超级计算服务和技术支持，主要从事并行计算的研究、实现及应用服务，为大规模复杂技术和商业应用提供解决方案。

随着时间的推移，6年前服役的深腾 7000 百万亿次超级计算系统已经无法满足中科院系统日益增长的计算需求。从实际需求出发，中科院超级计算中心决定适时更新计算系统，如何选择合适的超级计算机系统，成为摆在各位专家面前的一道难题。

### 挑战

在中科院超级计算机选型的过程中，专家对超算的发展趋势把握十分准确，提出新的超级计算需要采用异构计算框架，选用 GPU 作为加速单元，提高系统的计算能力。

超级计算的发展日新月异、一日千里，从 TOP500 的趋势看，单纯的 CPU 计算已经无法满足人类对计算的需求，GPU 毫无悬念的成为目前超级计算首选的加速单元。

由于摩尔定律的惯性，人们理所当然的以为 CPU 的计算能力可以无限提高，但现实却是非常残酷，由于物理极限的限制，单纯依靠制造工艺的提升已经无法支撑人类“贪婪”的计算需求。X86、Power Cell、SPARC 等平台，无一例外都陷入了技术发展的瓶颈，CPU 已经遇到了非常严重的发展瓶颈，主要包括：

- a) 计算与通信瓶颈
- b) 存储器延迟与带宽无法适配计算速率
- c) 功耗

由于 CPU 的性能提升并不是无止境的，这也就催生出计算技术向多样化发展，而不仅仅依赖于传统的计算平台。

当计算技术进一步细化，GPU 作为一种独立的计算单元，以其优异的运算性能脱颖而出，为计算技术的革新带来了一种新的思路。这种新技术并非突破了冯·诺依曼，而是参考 CPU 中传统的 ALU 单元，将众多的 ACL 单元集成到一颗芯片内部，形成 ALU 运算单元阵列，简化逻辑控制结构，从而满足计算密集型程序的运行，成为一个独立的计算加速单元。这样的设

计理念，为用户带来的巨大的福音，之前的 X86 程序，只需经过简单的重构，就可以在 GPU 平台上实现加速，大大降低用户程序的移植难度。

### 方案

曙光公司一直是 GPU 异构计算的坚定支持者和践行者，从国内第一套 GPU 集群开始，积极推进国内 HPC 领域的计算加速技术。在中科院超级计算机选型的过程中，我们积极向用户推荐曙光 HC2000 异构计算框架，在此框架下，我们从供电、散热、计算平台、HPC 软件等方面，为用户提供完整的异构计算解决方案，满足用户不同的计算需求。

曙光工程师选用了 NVIDIA 公司的 K20 作为通用加速单元。共配置 30 台曙光天阔 I620-G15 GPU 服务器，总性能能达到 83.64Tflops，其中 CPU 13.44Tflops，GPU 70.2Tflops。每台 GPGPU 计算节点配置 2 块 NVIDIA Tesla K20 加速卡，达到 1:1(CPU:GPU)的最佳配置，支持 CUDA、OpenACC、OpenCL，支持 GPU Direct，整个集群采用业内最先进的 FDR IB 网络，带宽达到 56GB/s。

### 影响

《说文》中记载：“元，始也”。新老更替是历史的必然，以“元”命名新的超级计算系统，意味着新的超级计算机必将掀开一页新的历史篇章，为中国科学事业的计算出一片新的天地。

目前，一期已完成并交付的“元”超级计算系统，总体计算能力 303.4Tflops。待 15 年二期项目完成，整个项目的运算能力将达 700Tflops。整个项目均由曙光公司研制、建造和调试。

