

# 加速型计算与超级计算的普及



加速型计算正在革新数据中心的经济性。高性能计算和超大规模客户纷纷开始部署加速服务器，以充分利用 GPU 为其数据中心带来的前所未有的成本节省。

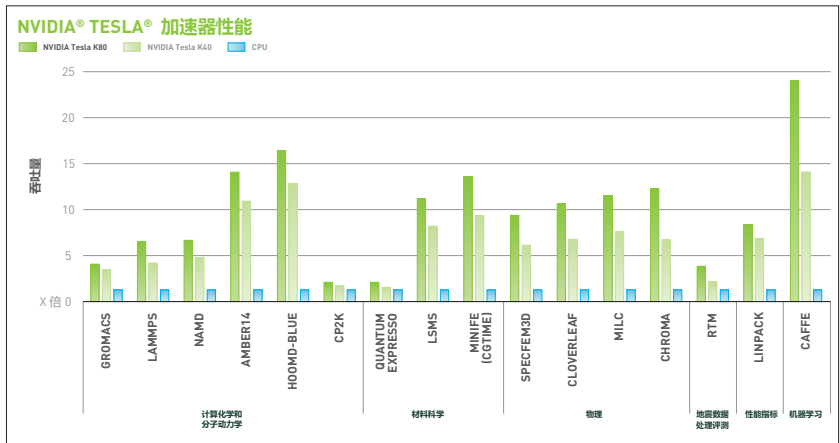
本白皮书分析了诸如 NVIDIA® Tesla® K80 等加速器如何能够将数据中心成本降低高达 50%。

## 新型数据中心

当今的数据中心由大量互连的商用 (COTS) 技术构成。客户需要在 CPU、内存和互连等商用组件之间权衡得失，以打造出最经济高效的系统。然而，此举所能节省的成本需要循序渐进地实现。

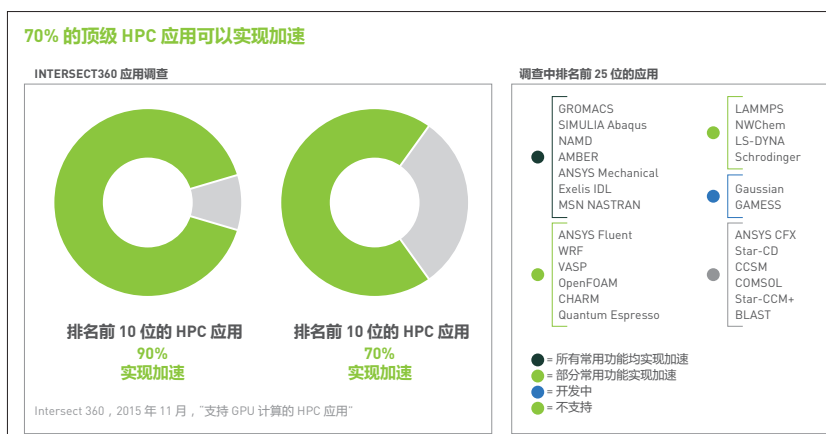
加速器从根本上改变了数据中心的经济性，让应用性能能够实现突破性的提升。通过使用加速器，应用性能通常可以提升 5-10 倍。当使用 Tesla K80 时，部分应用体验还能够实现超过 15 倍的性能提升，如下图所示。

图 1：加速器带来 5-10 倍性能提升，全面革新数据中心经济性。



领先的 HPC 分析公司 Intersect360 Research 最近开展的一项调查显示，当前 70% 的常用 HPC 应用支持 GPU 加速。面对上百款可以加速的应用，现在的问题已不再是是否应该在数据中心部署 GPU，而变成应该部署多少个的问题。对此问题所做的决定将会实现大幅的成本节省。

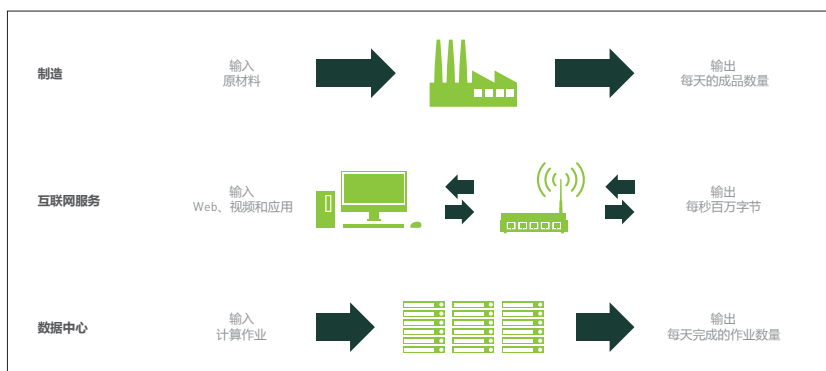
图 2：HPC 和深度学习领域的许多最受欢迎的应用都可以通过 GPU 加速，为数据中心带来前所未有的效率提升和成本节省。



## 效率终极衡量指标

基础设施的效率通常用吞吐量衡量。在制造领域，决定盈利能力的主要指标是每天产出的商品数量。在互联网服务领域，用户根据数据吞吐量等级付费，使用 Mbps (每秒百万字节) 进行衡量。数据中心也并不不同。

图 3：基础设施的效率通常用吞吐量衡量，数据中心也并不例外。



数据中心吞吐量使用在给定时间内完成的工作量进行衡量 (即每天或每月完成的作业数量)。尽管这一架构非常复杂，但用户通常可以将所有系统复杂性简化为一种简单的工作模式。他们只需通过作业调度程序将作业请求提交至后台，然后静待很快便可得出的结果即可。

在高性能计算领域，研究人员依赖于数据中心的输出速度来发现信息和获取洞察。更高的吞吐量意味着每天可以向研究人员提供更多科学发现信息。在 Web 服务领域，成千上万的消费者会通过不同类型的设备请求观看某一新潮活动的实时视频流。更高的吞吐量意味着更佳的用户体验。

吞吐量是衡量数据中心效率的终极指标。

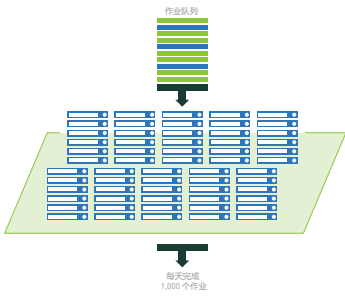


图 4：仅含 CPU 的数据中心具有 1000 个 CPU 节点，每天可以处理 1000 个作业。

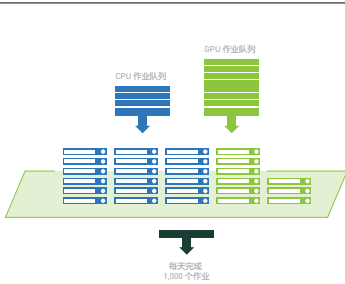


图 5：加速型数据中心具有 300 个仅含 CPU 的节点和 140 个采用 Tesla K80 加速器的节点，能够在节点数量减少 56% 的同时，实现与仅采用 CPU 的数据中心相同的吞吐量。

## 相同的吞吐量、更少的服务器节点数量

为了揭示吞吐量和成本节省之间的关系，让我们假定存在两个数据中心。仅采用 CPU 的数据中心由传统 CPU 服务器构成，加速型数据中心由传统 CPU 服务器和 GPU 加速型服务器混合构成。每个节点均为双路 CPU 设计，GPU 加速的节点安装有两个 NVIDIA Tesla K80 加速器。在两个数据中心的工作负载方面，我们假定 70% 的作业由支持 GPU 计算的应用来处理。

在本白皮书中，我们假定单个 CPU 节点每天可以处理一个作业。因此仅采用 CPU 的数据中心所包含的 1,000 个节点可以处理 1,000 个作业。

接下来我们看一下加速型数据中心。由于 70% 的作业支持 GPU 计算，因此队列中的 700 个作业可以在加速节点上运行，其余 300 个作业则在仅含 CPU 的节点上运行。我们保守假定支持 GPU 的作业在 Tesla K80 节点上的运行速度比 CPU 节点快 5 倍，因此每天处理 700 个作业将只需 140 个加速节点。处理剩余的作业需要 300 个 CPU 节点，总计 440 个服务器节点。

加速型数据中心能够在将服务器、机架和网络设备数量减少 56% 的同时，实现相同的效率。得益于更低的电力和物理空间要求，这可转换为采购成本与运营成本的显著节省。

## GPU 加速型服务器是不是更贵呢？

加速器会增加节点的成本，从而使得客户经常会错误地认为 GPU 加速解决方案更加昂贵。为了分析添加加速器对于成本的影响，让我们来详细剖析一下服务器节点。

| 成本          | 仅含 CPU 的节点<br>(双路 CPU) | 加速节点<br>(2 个 Tesla K80) |
|-------------|------------------------|-------------------------|
| CPU         | 2,000 美元 (x2)          | 2,000 美元 (x2)           |
| GPU         | -                      | 4,000 美元 (x2)           |
| NIC、内存和其他成本 | 4,000 美元               | 4,000 美元                |
| 节点总成本       | 8,000 美元               | 16,000 美元               |

表 1：仅含 CPU 的节点与 GPU 加速节点成本细分。

单个 CPU 插座的成本为 2,000 美元，诸如 NIC 和 DDR4 内存等其他必要组件的成本为 4,000 美元，节点总成本合计 8,000 美元。通过为相同节点设计添加两个 Tesla K80 加速器，节点成本现在变为 16,000 美元。

虽然采用 GPU 的节点成本更高，但同时节点还需要依赖于其他数据中心技术，包括线缆、交换机、存储和软件等。所有这些组件均会大幅拉高总体成本。典型数据中心成本细分如下所示：

| 数据中心技术 | 系统采购预算百分比 |
|--------|-----------|
| 服务器    | 60%       |
| 网络     | 10%       |
| 存储     | 10%       |
| 软件和服务  | 20%       |
| 总成本    | 100%      |

表 2：数据中心的典型系统预算分配。

基于这一细分，仅采用 CPU 的数据中心需要 800 万美元的服务器节点预算，150 万美元的网络和存储预算，以及 300 万美元的软件和服务预算。由于需要互连的节点数量大幅减少，加速型数据中心需要较低的服务器节点和网络预算。由于节点数量减少，软件和服务预算也显著降低，从而使得总系统预算大幅减少。存储预算与仅采用 CPU 的数据中心相同。

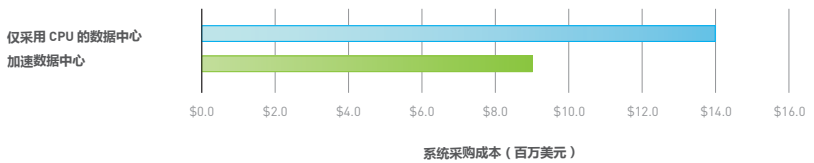
| 成本           | 仅采用 CPU 的数据中心        | 加速型数据中心             |
|--------------|----------------------|---------------------|
| CPU 节点       | 8,000 美元 x 1,000 个节点 | 8,000 美元 x 300 个节点  |
| Tesla K80 节点 | -                    | 16,000 美元 x 140 个节点 |
| 服务器          | 800 万美元              | 450 万美元             |
| 网络           | 150 万美元              | 100 万美元             |
| 存储           | 150 万美元              | 150 万美元             |
| 软件和服务        | 300 万美元              | 200 万美元             |
| 数据中心总成本      | 1,400 万美元            | 900 万美元             |

表 3：与仅采用 CPU 的数据中心相比，采用 Tesla K80 的加速数据中心将系统成本降低 36%。

客户需要 1,400 万美元来部署仅采用 CPU 的数据中心，相比之下，当部分节点在加速型数据中心得到加速时，他们只需 900 万美元。最终结果显示通过采用加速型数据中心，可以节省 36% 的费用。

图 6：加速型数据中心带来 36% 的成本节省

#### 相同吞吐量的系统成本



## 如果 CPU 免费呢？

在某些情况中，CPU 价格可能会打折，以便保持与 GPU 加速解决方案相比的竞争力。现在让我们假设一种极端情况，仅采用 CPU 的数据中心在购买 CPU 时免费，但加速型数据中心仍需要支付全部费用。

| 成本           | 仅采用 CPU 的数据中心<br>(免费 CPU) | 加速数据中心              |
|--------------|---------------------------|---------------------|
| CPU 节点       | 4,000 美元 x 1,000 个节点      | 8,000 美元 x 300 个节点  |
| Tesla K80 节点 | -                         | 16,000 美元 x 140 个节点 |
| 服务器          | 400 万美元                   | 450 万美元             |
| 网络           | 150 万美元                   | 100 万美元             |
| 存储           | 150 万美元                   | 150 万美元             |
| 软件和服务        | 300 万美元                   | 200 万美元             |
| 数据中心总成本      | 1,000 万美元                 | 900 万美元             |
| 数据中心总吞吐量     | 每天 1,000 个作业              | 每天 1,000 个作业        |

表 4：尽管 CPU 在仅采用 CPU 的数据中心中免费，采用 Tesla K80 的加速数据中心仍然可以节省 20% 的成本。

虽然仅采用 CPU 的数据中心在部署 1,000 个节点时需要较少的预算，但数据中心内的其他成本因素保持不变。节点成本缩减一半，变为 4,000 美元，数据中心总成本减少 29%，变为 1,000 万美元。

即使在这一不可能发生的极端情况中，加速型数据中心的成本仍然要低 10%。

## 最大限度地利用预算和提高吞吐量

如果客户的预算固定不变，Tesla K80 可通过最大限度地提高吞吐量，带来无与伦比的投资回报 (ROI)。由于 70% 的主流应用已可以充分利用 GPU 加速，并且越来越多的应用正在提供此功能，许多客户决定在数据中心部署更多 GPU。

由于加速型数据中心可以节省 36% 的成本，IT 经理可以用节省的资金来购买更多的 GPU 节点。我们将这一新型数据中心称为最高加速数据中心，它同样由仅采用 CPU 的节点和 GPU 加速节点混合构成，但加速节点的数量要多于普通加速数据中心。这一情况假定存在足够多的工作负载，以充分利用更多的 GPU 节点。

| 成本           | 仅采用 CPU 的数据中心<br>(免费 CPU) | 加速数据中心              |
|--------------|---------------------------|---------------------|
| CPU 节点       | 8,000 美元 x 1,000 个节点      | 8,000 美元 x 300 个节点  |
| Tesla K80 节点 | -                         | 16,000 美元 x 410 个节点 |
| 服务器          | 800 万美元                   | 900 万美元             |
| 网络           | 150 万美元                   | 100 万美元             |
| 存储           | 150 万美元                   | 150 万美元             |
| 软件和服务        | 300 万美元                   | 250 万美元             |
| 数据中心总成本      | 1,400 万美元                 | 1,400 万美元           |
| 数据中心总吞吐量     | 每天 1,000 个作业              | 每天 2,350 个作业        |

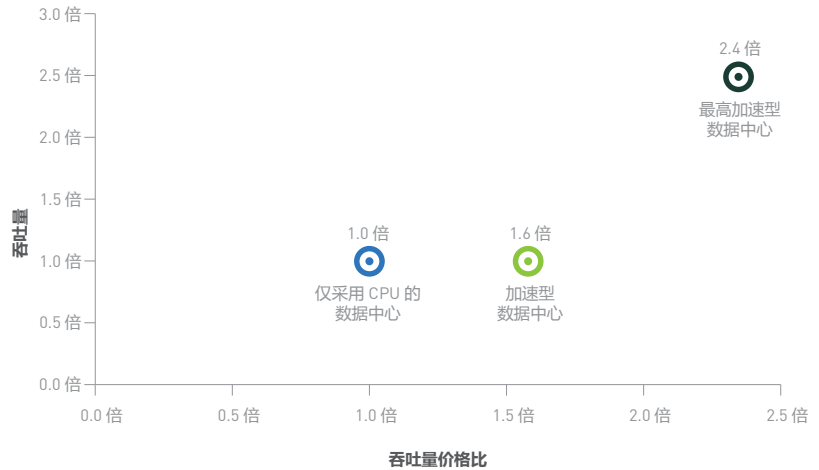
表 5：采用 Tesla K80 的最高加速数据中心可带来比仅采用 CPU 的数据中心高 2 倍的吞吐量。

IT 经理可使用 Tesla K80 GPU 节省的成本，额外部署 270 个 GPU 节点。由于节点数量减少，最大加速型数据中心还可以实现更低的网络、软件和服务成本。凭借可带来 5 倍吞吐量提升的 410 个 GPU 节点，最高加速型数据中心每天可以完成 2,350 个作业，吞吐量相比仅采用 CPU 的数据中心提高 2 倍。

## 通过加速将成本降低高达 50%

IT 经理极为关注成本。预算永远无法涵盖组织正常运营所需的所有程序和 设备，因此任意成本节省都会受到青睐。通过采用 Tesla K80，IT 经 理可以将其数据中心成本最高降低一半。

图 7：GPU 加速型数据中心显著降低 成本，同时具备最高的吞吐量价格比。 （上图中的数据以仅采用 CPU 的数据 中心为基准）



在本白皮书中，我们使用了客户当今部署的三种数据中心示例。与仅采 用 CPU 的数据中心相比，加速型数据中心中的 Tesla K80 可将成本降 低 36%，相比 1,400 万美元的总预算能够节省 500 万美元。对于期望最 大限度地提升效率的客户而言，最大加速型数据中心中的 Tesla K80 可 带来超过 2 倍的总体效率提升。

## 超级计算机日益普及

高性能计算和超大规模计算领域的研究人员与工程师依赖数据中心开展 工作。无论是使用本地数据中心还是公有云，数据中心的成本和访问障 碍始终高不可攀。数据中心的成本一直以来都太过高昂。

加速型计算将能够促进超级计算的普及，让更多的研究人员和科学家能 够承受部署系统的费用，进而从中获益。现在，着力于计算癌症疗法的 大学团队，或希望揭秘宇宙起源的研究部门，将能够部署以前为超级计 算中心专用的计算系统。

在加速计算的时代，超级计算将变得日益经济，能够为越来越多的人 所用。