

英特尔 IT 部门数据中心解决方案： 提升效率战略

我们的长期数据中心规划
将帮助英特尔节约
约 10 亿美元的成本，
并提高我们响应业务需求
的速度和灵活性。

Matt Beckert

英特尔 IT 部门战略金融分析师

Bradley A. Ellison

英特尔 IT 部门高级数据中心架构师

Shesha Krishnapura

英特尔 IT 部门首席高级工程师

Sanjay Rungta

英特尔 IT 部门首席工程师

Arlene Sanchez

英特尔 IT 部门项目经理

Ananth Sankaranarayanan

英特尔 IT 部门项目技术经理

我该如何开始？

最好不用向贵刊下订单。

概要

随着时间的推移，英特尔 IT 部门已经制定出数据中心基础设施的优化战略，旨在快速响应业务需求，并帮助 IT 部门为整个企业提供更多的服务和价值。英特尔全新的数据中心战略摒弃了过去注重减少数据中心物理设施的理念，转而采用全面发挥英特尔全球数据中心潜能的方法。这有助于提升整体数据中心基础设施的业务价值。英特尔预计，截止 2014 年，这套全新的战略方案将为英特尔带来款额上大约 10 亿美元的成本节约。¹

我们的方案包括三大战略：优化、利用率和战略投资。其中的关键要素包括：

- 加快服务器更新速度，充分利用性能和能效提升优势。
- 对服务器资源进行整合和虚拟化。
- 对设施进行升级，提高设施能力、利用率和能效。
- 以模块化和可扩充的方式添加新能力。
- 尽量把新数据中心建设在聚合站点。
- 在技术和资金条件允许时尽量撤销数据中心。
- 对广域网配置进行优化，从而替代本地数据中心能力，并支持远程数据中心服务。

- 切换到高性能计算（HPC）领域的并行存储解决方案。

我们采取的全新战略已经初见成效。例如，从 2006 年至 2008 年，由于优化工具（如虚拟化工具和服务器更新工具）的使用率不断提高，数据中心设施的资本投资降低了 65%。

英特尔的长期规划流程将帮助我们不断提高数据中心环境的效率以及业务需求响应速度，从而让 IT 部门能为整个企业提供更高水平的服务和价值。

¹净现值为 5.5 亿至 6.5 亿美元。

目录

概要	1
背景	2
我们的计划	2
数据中心战略	3
英特尔战略演进	3
流程与通讯	4
长期规划	4
设施设计战略	5
计算服务器	6
通过加快服务器更新速度来优化性能和总拥有成本	6
虚拟化服务器资源	7
数据中心虚拟化	8
计算战略成果	8
网络环境	9
广域网优化：管理带宽	9
存储	10
优化存储	10
并行存储 (Parallel Storage)	10
里程碑	10
展望未来	11
下一步工作	11
云计算	11
IT 可持续发展	11
固态硬盘	11
持续的计划	12
更多信息	12
缩写词	12

IT@Intel

IT@Intel 致力于促进 IT 员工、管理人员和高管与英特尔 IT 部门同仁以及数千名其他 IT 业界精英的交流，从而让您深入了解可有效应对当前严峻 IT 挑战的工具、方法、战略和最佳实践。如欲了解更多信息，请访问：www.intel.com/IT 或联系当地英特尔代表。

背景

数据中心是英特尔大规模全球计算环境的核心。97 个数据中心占地将近 443,000 平方英尺，存放了大约 100,000 台服务器，每月平均电子邮件讯息传输量达到 1.48 亿条，平均广域网 (WAN) 流量达到 2,183 TB。²

随着业务需求的迅猛增长，我们对数据中心资源的需求也在不断增加。我们主要使用四类计算应用 — Design 设计（有时称为工程计算）、Office 办公、Manufacturing 制造和 Enterprise 企业，简称 DOME。每种计算类型均有其各自的特征与要求：

- **设计计算。**支持英特尔芯片设计社区，约有 70% 的服务器属于此类计算。
- **办公计算。**通用计算，约有 10% 的服务器属于此类计算，主要包括 IT 和客户服务。
- **制造计算。**约有 10% 的服务器属于此类计算，支持制造、装配和测试生产。
- **企业计算。**约有 10% 的服务器属于此类计算，支持电子商务和企业资源规划。

目前使用的 97 个数据中心中，大部分办公计算和企业计算由三大主要数据中心支持。

为了满足每类计算的特定需求，我们需要不断探索创新方法，从而充分实现数据中心的潜能，并有效应对不断变化的

业务环境。我们目前的数据中心管理方法正是基于以上宗旨。

我们的计划

数据中心计划自 2000 年开始执行起就一直处在不断改进和完善的过程中（参见图 1）。

- **1995 至 2000 年。**在这期间，我们没有针对计算需求、数据中心数量、增长率或公司成本的整体规划。我们也没有适当的整体战略或任何确定的数据中心标准。支持不同设计的数据中心是业务收购的一部分。每个业务部门都有专用服务器和专用数据中心，数据中心总数不断增加，成本也在不断攀升。
- **2000 至 2004 年。**我们设立了一个专门负责规划和管理数据中心的小组。他们的职责之一至制定一份完整的财产清单，以评估整个公司数据中心的数量和组成。与当时其它的大型公司一样，英特尔也开始致力于建立一个指导数据中心投资的流程。
- **2005 至 2007 年。**我们推出了一项带有八年数据中心效率计划，目标是减少数据中心数量，从而降低设施成本并提高效率。该计划收到了显著成效。我们将 150 多个数据中心整合为不到 100 个。然而，我们也认识到，整合并不适用于所有的数据中心。例如，每座工厂都需要本地的数据中心来为生产流程提供自动防故障保护，从而减少 24x7 生产过程中出现中断的可能性。在工程计算环境中，交互式工作负载需要一个近距离的设计中心，从而减少距离造成的设计数据延迟。

² 源自 2009 年 5 月的英特尔 IT 部门数据。这些数据为动态数据，将随着时间的推移而有所变化。

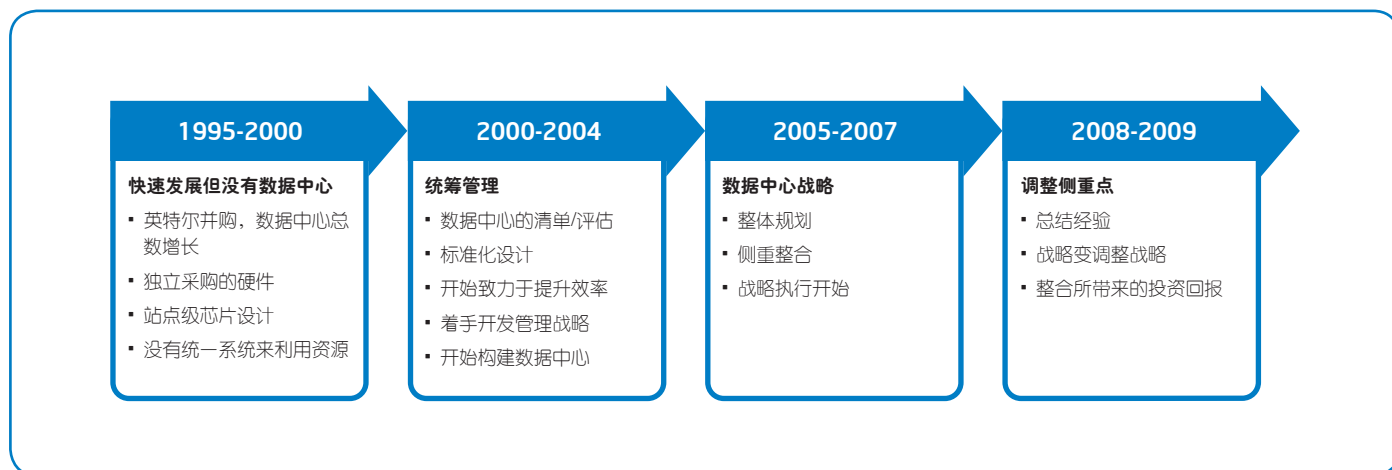


图 1. 英特尔数据中心计划是一个不断改进的过程。

- 2008 至 2009 年。虽然我们的数据中心效率计划有了良好的开端，但是我们认识到，我们需要的是一个持续的改进过程，而不仅仅是一个八年计划，除了整合计划外，还应包括对数据中心设施和 IT 基础设施进行优化的计划。此项战略不仅仅要改变英特尔 IT 部门的思维方式，而且还需要在内部建立一套明确的指导方针，并根据具体的业务需求与内部业务伙伴共享。

数据中心战略

在过去的两年中，我们的数据中心战略从侧重数据中心整合的计划演变为范围更广的计划，开始侧重优化数据中心安装设备的业务价值。

我们采用的新方法注重长期规划以及基于业务和预算的需求响应决策。我们会首先考虑如何全面利用数据中心现有的能力，其次再考虑添加新能力。有必要添加数据中心设施时，我们将使用模块化和可扩充构建模块，并尽可能将新数据中心建设在聚合站点，从而提高资金利用率。经过改进的设施和全新设施采用了最新设计，可以提高能效和材料利用率，并降低碳排放量。

英特尔战略演进

将数据中心减少到固定数量已经不是我们的主要目标。我们更加侧重通过可预测地使用所有 IT 和设施资产实现最佳的业务效率。这种长期规划主要包括三大战略：

- **优化。**在考虑整合或构建新设施前，我们会先分析通过优化不同组件的升级现有数据中心能带来的潜在优势。这可能包括更新服务器、存储、网络能力或设施本身，投资回报是最主要的考虑因素。
- **利用率。**我们注重提高现有数据中心的可用能力。例如，我们可以利用虚拟化在单个服务器上安装多个应用，将利用

我们认识到，整合并不适用于所有数据中心。例如，每座工厂都需要本地的数据中心来为生产流程提供自动防故障保护，从而减少 24x7 生产过程中出现中断的可能性。在工程计算环境中，交互式工作负载需要一个近距离的设计中心，从而减少距离造成的设计数据延迟。

率提高 5 倍。这将最大限度提升现有数据中心基础设施的利用率，包括节约空间、降低地板负荷、减少功耗和散热，以及最大限度减少资本投入。我们还会将批处理服务器集成成虚拟化数据中心，从而使这些服务器的利用率提高到 80% 或更高。基础设施利用率提高也意味着效能的提高，因为闲置设备消耗的功率将显著降低。

- **数据中心投资。**当需求超出现有能力时，我们会投资购买能够快速投入使用的低成本模块化设施。我们会尽量将这些设施设置在数据中心聚合点。对于交互式设计和制造站点，我们还将继续投资购买本地数据中心能力。

我们将利用上述战略来进一步提高效率，同时降低数据中心、服务器和存储等关键物理资产的成本，这些成本在运营成本中占有很大比例。针对上述不同战略领域，我们将设定相应的目标和成功衡量标准，并采取恰当举措不断降低计算服务成本。

例如，英特尔优化战略的主要目标之一是减少数据中心的能源使用效率（PUE）比率，并在不增加碳排放量的前提下平衡支持计算需求点可用功率。此外，英特尔计算服务器战略的核心目标之一是提升服务器性能，我们充分利用摩尔定律来，通过购买性能更强、更节能的服务器以及每四年更新一次服务器来实现这一目标。两种战略均支持提升数据中心效率的总体目标。

我们可以通过分析技术、业务和要求，以及采用完美的战略和措施组合来实现最佳效率。这可能包括下列内容的组合：

- 加快服务器的更新速度。
- 对服务器进行整合和虚拟化。
- 对设施进行升级，提高设施能力、利用率和能效。
- 以模块化和可扩充的方式添加新能力。
- 尽可能将新数据中心建设在聚合站点。
- 对广域网配置进行优化，从而替代本地数据中心能力。
- 优化存储。

我们将中心扩展到了工作流模型、分层服务模型、成本透明度、业务连接性、灾难恢复能力和虚拟化的调整和改善。

流程与通讯

由于涉及许多财务和技术因素，流程的组织 and 执行对于提高数据中心效率来说至关重要。该战略的开发和执行需要业务部、IT 部、公司财务部、设施工程部、规划部和高管层之间的共同协作。

我们必须从整体着眼考虑成本，而不能从每个部门的角度出发，这非常重要。此外，我们还将执行下列战略：

- **架构。**有关如何设计、如何构建、构建内容、构建地点，以及如何将众多因素集成到决策过程的蓝图。
- **工程。**设计全新技术，并将其集成到组成 IT 基础设施解决方案的构建模块中。

- **运营。**制定协调一致的标准化运营流程，像运营工厂一样运营数据中心。
- **财务。**分析现金影响和单位成本，了解计算周期的成本或内容大小。
- **通讯。**通过互联网和其它通讯方式来整合和调整支持英特尔战略的措施。
- **规划。**对业务需求、技术可行性和财务分析进行整合，以提供经济高效的服务。

长期规划

为了预测计算与存储需求，我们的规划团队每季度都会从每个业务部门（我们的客户）收集长期和短期需求。随后，我们会对这些需求进行审核和分析，从而确定我们的数据中心设施是否可以满足这些需求。这有助于为供应相应奠定基础。如果我们不能满足这些需求，我们将通过财务和技术分析比较备选方案，从而确定最经济高效的方法。这样，我们便可从总体上了解整体业务需求，从而预测未来两到三年的情况，并制定增加能力的战略规划。

这项长期预测将可确保我们的数据中心投资更明智，从而带来丰厚回报。例如，通过利用应用虚拟化，以及将已使用四年的服务器替换为高性能的多核系统，我们在 2008 年的数据中心设施资金投入比 2006 年降低了 65%，性能则提升了 2.5 倍（参见图 2）。

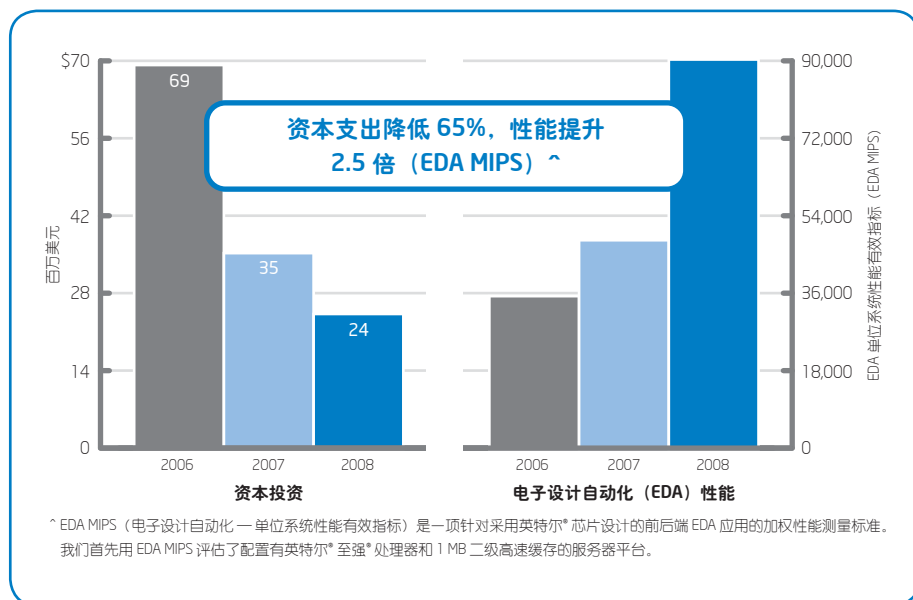


图 2. 从 2006 年到 2008 年，我们将数据中心基础设施的资金投入降低了 65%，并将性能提升了 2.5 倍。

设施设计战略

随着计算需求的不断增长，我们也开始探索降低成本和提高数据中心设施和 IT 基础设施运营效率的办法。

我们在设计高效数据中心时，考虑到了功耗、散热、空间和地板负载需求等诸多因素。以上任一因素的不均衡都会限制数据中心的能力。我们通过两种方法来解决此问题：（1）通过采用最新技术的模块化设计，循序渐进地解决相关问题；（2）尽量构建更高密度的数据中心，而非把负载到处分发。通常情况下，增加数据中心中的计算能力密度是更加经济和节能的数据中心设计方法。通过纵向扩充来添加新能力可有效降低散热、构建材料、电缆布线和其它成本。

我们还优化特定设施来减少散热所需的功耗，并且已经取得了切实的成效（参见边栏案例）。英特尔的目标是在 2009 年将功耗降低 5%，并且未来几年里都将保持持续下降的趋势。

提升数据中心能效

目前我们已经采用了各种创新型方法来改善数据中心设施的能效，并降低能源使用效率（PUE）。部分范例如下：

节能式水冷系统。我们最新的数据中心采用了分离式的节能水冷系统，一年可提供高达 40% 的免费冷却。

空气节能器。在一项历时 10 个月的研究中，我们利用空气节能器用 100% 的室外空气对 90 度的生产服务器进行冷却。研究结果显示，与标准空调环境相比，在 91% 的时间内使用空气节能器大约可节省 67% 的功耗，并且故障率也大大降低。根据研究结果推算，使用空气节能器每年可为一个 10-兆瓦 (MW) 的数据中心节约 287 万美元的运营成本。

防泄漏解决方案。许多数据中心存在的空气泄漏问题会导致冷气损失，从而致使散热能力利用率达不到最佳状态。热空气可通过机架中的空闲空间流过机柜，并与冷空气相混合，从而导致散热能力利用率降低。我们通过两种升级措施来解决此问题。第一级升级措施是将线缆从气流路径中移走，然后堵住闲置插槽，防止冷热空气混合。这种简单的旁路管理解决方案可以将散热能力翻一番，每个机架数据中心的冷却能力从 2 至 4 千瓦 (KW) 提升到了 4 至 8 千瓦。而我们的二级升级措施则是增加防泄漏装置，并使用“烟囱柜” (“chimney cabinets”) 来隔离冷热空气。这种创新型方法的成效更加明显，可将冷却能力在一级升级的基础上再翻一番，提升至 8 至 14 千瓦，从而进一步降低 PUE。

如欲了解有关这些创新方法和其它英特尔数据中心创新和方法的白皮书，请访问：www.intel.com/it

我们的另一个目标为数据中心能力添加测量和监控能力，从而准确地测量能耗情况。数据中心取样的初步结果显示，我们最新的高密度数据中心和较旧数据中心的年度平均 PUE 数值分别为 1.2 和 2.0 以上。随着对英特尔全球能耗情况的日益了解，我们将在未来几年利用最佳实践来优化和改善我们的能耗。

展望未来，随着我们在数据中心采用更多的新技术和模块化方法，并根据需要采用更多节能能力，我们将进一步降低成本和能耗。我们还在继续运行各种概念验证（PoC），以测试其它针对数据中心的创新方法的可行性，包括企业级测量和测量、防泄漏、空调成本节约和在高温的环境中运作。这项挑战传统设计和技术的长期探索为将来的创新奠定了基础，这些创新有可能改变未来数据中心的设计、构建和运营方式。

计算服务器

在过去两年中，我们对计算服务器战略做出了重大调整，旨在提高效率并降低成本和能耗。

我们做出的战略调整包括：加快基于最新高性能英特尔® 架构服务器的服务器更新、虚拟化服务器资源，以及利用数据中心虚拟化。

通过加快服务器更新速度来优化性能和总拥有成本

随着设计计算日趋复杂，英特尔的服务器计算能力需求也在快速激增。（参见图 3）由于我们 70% 以上的服务器都用于设计计算，因此实现工作负载的最佳性能以及提高利用率和可靠性至关重要。

过去，我们侧重于尽量延长服务器的使用寿命。和许多企业一样，我们将服务器的折旧周期定为四年。然而，即使在服务器完全折旧之后，我们一般还会继续使用这些服务器，不作更换。尽管本

意是好的，但这实际上却提高了 TCO，因为老化机器效率降低，同时也需要更多的维护。使用四年后的服务器的维护费用通常都十分昂贵。

因此，我们改变了策略，只侧重于优化那些基于高性能系统的服务器，服务器一旦完全折旧就对其进行更新。服务器更新可以让我们加快迁移到基于多核英特尔® 至强® 处理器的更加节能、经济的服务器。这将显著降低数据中心的占地空间和功耗要求。

以下实例将为您说明英特尔如何通过使用最高性能的处理器和每隔四年更新服务器来显著提高数据中心效率。

- 我们发现，配有最新四核英特尔® 至强® 处理器 5500 系列的服务器比一台已使用四年的基于单核处理器的服务器性能高 13 倍。这意味着，仅用一台全新服务器就可以替代 13 台已使用四年的旧服务器（参见图 4）。

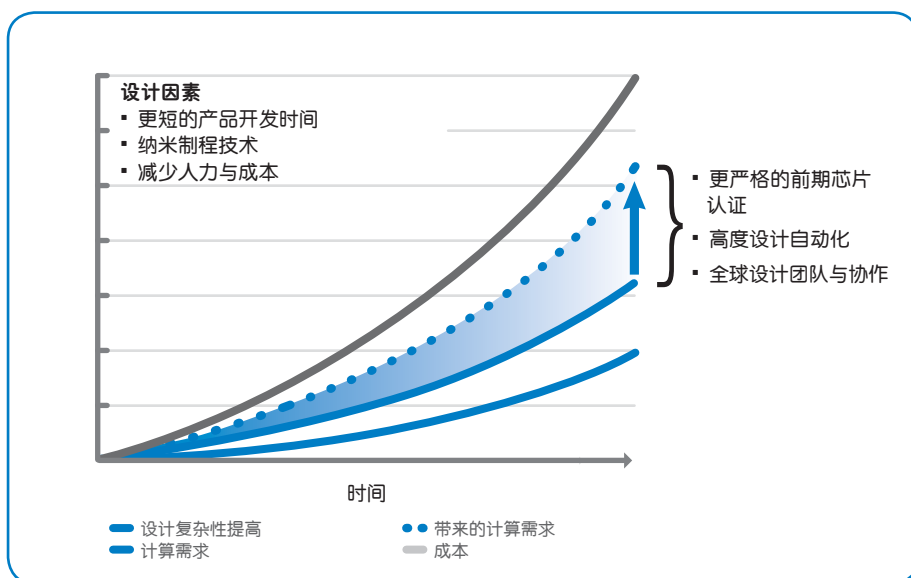


图 3：设计复杂性和业务需求的不断增加导致计算能力和成本显著增长。

- 通过研究我们还发现，一台基于四核英特尔® 至强® 处理器 X5570 的最新服务器可以替代 2005 年购买的 10 台配置单核 64 位英特尔® 至强® 处理器和 2 MB 二级高速缓存的服务器，且两者所能提供的设计应用吞吐率相同（参见图 5）。³

³ 英特尔内部测量，2007 年 5 月，2007 年 11 月和 2009 年 2 月。

研究还表明，高端英特尔® 至强® 处理器可为英特尔 IT 部门带来最大价值。通过分析我们发现，已使用四年的服务器总拥有成本主要来自于包括应用、数据库、操作系统和中间件等在内的软件成本，是硬件平台成本的 3.8 倍。服务器平台（或者说处理器）成本仅占总成本的一小部分，如图 6 所示。因此，高端和低端处理器平台的成本差异对服务器总

拥有成本的影响非常小。高端处理器能够显著提高平台性能，因此可以为英特尔 IT 部门创造更大的价值。

虚拟化服务器资源

在过去两年中，我们主要致力于优化设计和生产环境的效率和性能。这些数据中心主要由服务器和网络环境构成，为英特尔的业务战略提供了关键的能力。

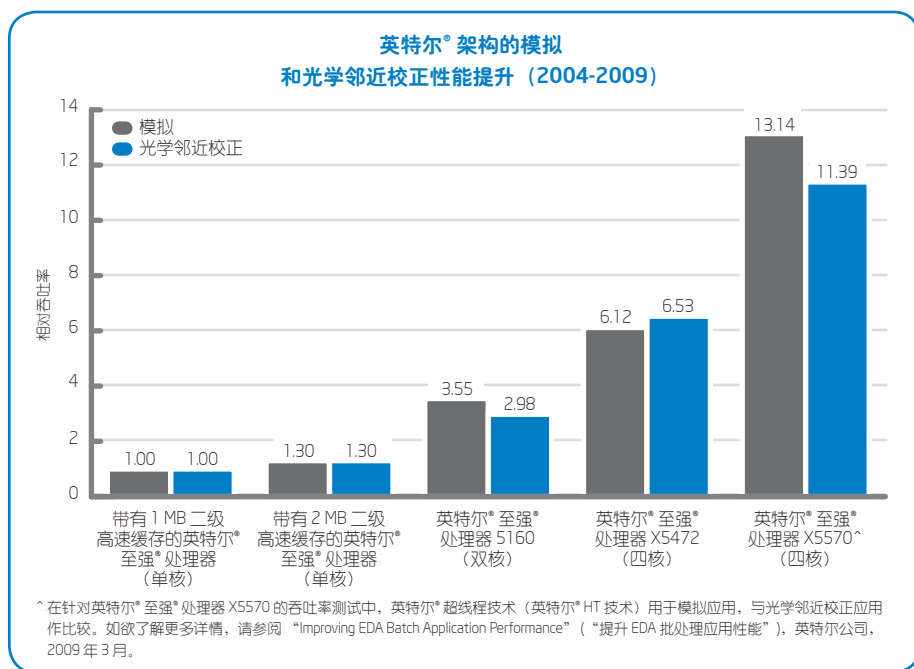


图 4. 采用四核英特尔® 至强® 处理器 5500 系列的服务器在模拟和光学邻近校正中达到了最高吞吐率。

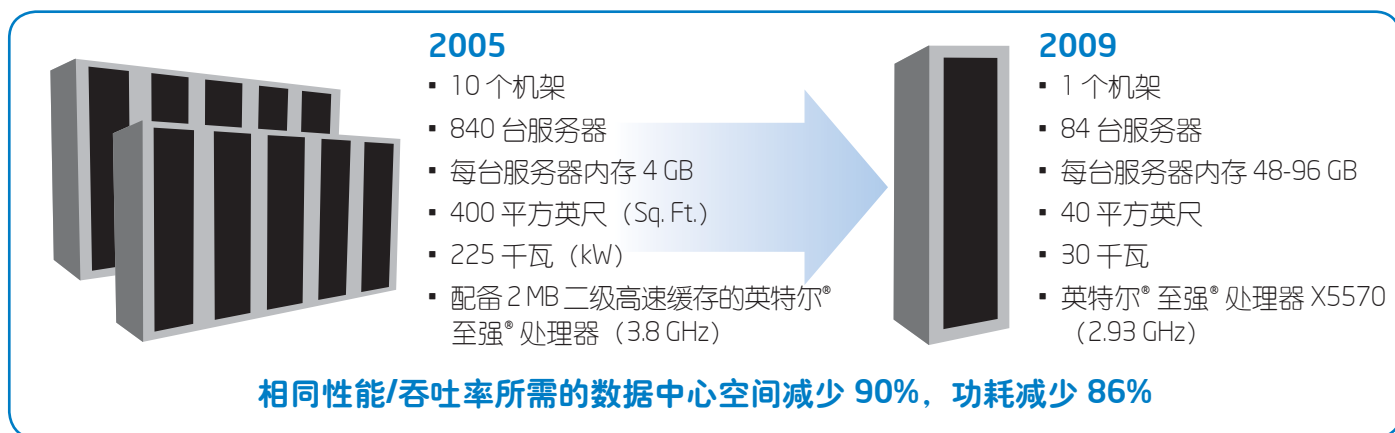


图 5. 一台基于英特尔® 至强® 处理器 5500 系列的服务器可以替代 10 台基于英特尔® 至强® 处理器的服务器，且两者所能提供的设计应用吞吐率相同。通过标准化采用高端处理器，我们节省了 90% 的数据中心空间和 86% 的功耗，同时还能确保相同的电子设计应用性能吞吐率。

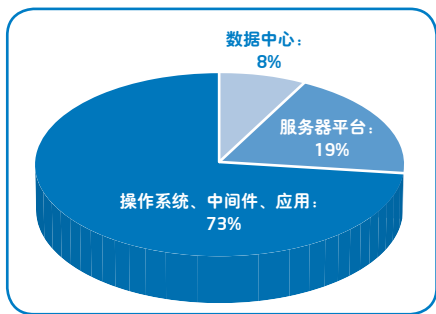


图 6. 硬件平台成本仅占服务器总拥有成本 (TCO) 的一小部分。

随着 2010 年的临近，我们正计划通过虚拟化加快提升办公环境和企业环境中的基础设施效率。目前，我们已经对这些数据中心中 10% 至 20% 的服务器进行了虚拟化，这大大提高了服务器利用率，降低了物理硬件成本和能耗，并增加了投资回报。此外，我们还将供应新应用的速度由数周缩短到了数天，这使我们能够更快速地响应瞬息万变的业务需求，同时还能降低总体成本。

全新英特尔® 至强® 处理器 5500 系列的测试结果和英特尔在虚拟化部署方面的经验表明，在总拥有成本相同的前提下，1 台采用英特尔® 至强® 处理器 5500 系列的服务器支持的虚拟机数量是上代

双插槽服务器的两倍，而且可以实现 20:1 的整合比率。

作为英特尔四年服务器更新战略的部分内容，我们计划在办公环境和企业环境中积极部署英特尔® 至强® 处理器 5500 系列，从而进一步加快虚拟化的采用速度，并在未来几年内将 70%-80% 的环境实现虚拟化。

数据中心虚拟化

过去，英特尔半导体设计小组在很大程度上依赖于本地设计计算数据中心的服务器。为了满足项目不断增长的计算能力需求，设计团队通常需要添加足够的本地能力以适应高峰需求。使用率的高峰和低谷意味着在需求未达到峰值时，许多本地服务器均未得到充分利用。如果考虑到分散在世界各地的数据中心，那么未能充分利用的服务器资源就更不容小觑。

通过数据中心虚拟化这个问题迎刃而解，我们让设计团队使用远程数据中心的闲置服务器。在单个项目上应用英特尔的全球计算资源可提高整体服务器利用率并缓解计算需求量的波动，从而降低添加计算能力的需要，并缩减成本。

图 7 中阐释了数据中心虚拟化如何最充分地利用现有服务器容量。

我们的目标是将远程资源利用变得高度自动化和透明化。设计团队应该能够使用任何地方的计算资源，而无需考虑自己实际所处的位置。通过采用这种方法，占用一个芯片设计项目中 70% 的可用计算能力的批量处理模拟设计活动的计算需求可以得到满足。然而，交互式设计和后端设计活动却需要本地计算能力。

消除站点依附有助于我们整合数据中心并提升利用率，因此数据中心虚拟化是我们总体数据中心效率计划的重要组成部分。我们已在三大聚合站点中添加了批数据处理能力。批处理软件支持各地设计站点的工程师访问全新大型服务器资源池，从而提高全球计算能力利用率（目标利用率为 80% 至 85%），以满足项目需求（参见图 8）。

计算战略成果

我们侧重于服务器更新的战略取得了显著成效，数据中心占地面积和功耗大幅减少，性能显著提升。2008 年时，我们将原有的 20,000 台基于单核处理器的服务器替换为了 4,000 台基于四核英特尔®

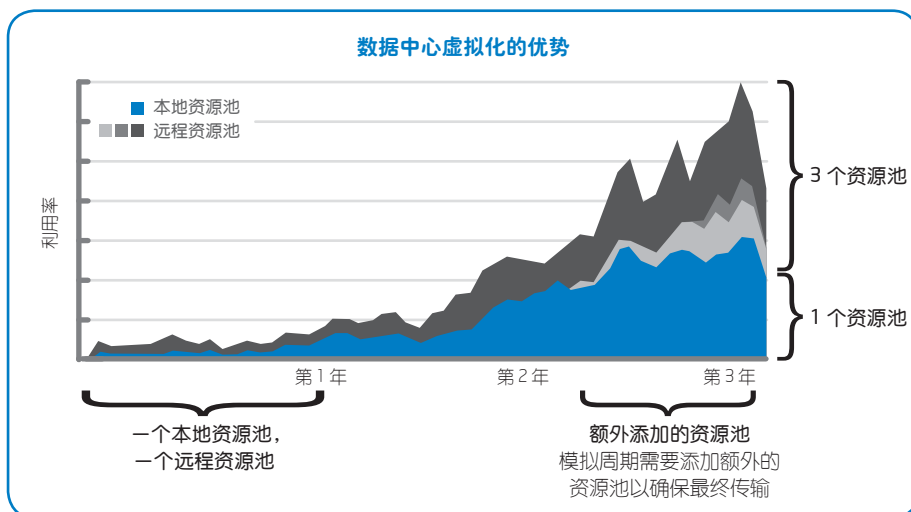


图 7. 数据中心虚拟化可有效提高整体服务器利用率，并显著降低成本。

至强® 处理器 5400 系列的服务器。这项服务器更新举措为英特尔 2008 年节省了 4500 万美元的成本：

- 运营成本节约 500 万美元。
- 通过减少、延迟或消除数据中心容量节约了 40 万美元成本。

此外，由于更新服务器节约了大量能源，因此英特尔能够充分利用俄勒冈州的一项节能计划，并由此将实用程序运行速率功耗降低了 5%，节约了 250,000 美元。

通过数据中心虚拟化，我们将批处理设计计算数据中心的利用率由 2006 年的 55% 提高到了 2008 年的 80%（如图 8 所示）。为了实现这一目标，我们已开发了各种工具，其中包括可为遍布多个数据中心的服务器资源池分配工作的调度程序，以及可在 30 分钟之内为多达 100 台服务器自动配置操作系统的软件。目前，大约 50% 的批处理作业都在远程运行。

在提高利用率的同时，我们还通过增加远程数据中心的计算能力来缩短许多项

目的工作完成时间。这将支持设计小组按时或提前完成项目。

而且，通过增加虚拟化和服务器更新等优化工具的使用，我们在过去三年的数据中心设施资本投入减少了 65%。

网络环境

我们还通过提高网络配置的标准化程度来进一步提升数据中心效率。标准化涉及物理互连、布线，以及物理与逻辑网络拓扑。

我们不再采用过去用于满足个别业务部门需求的定制方案，转而设计模块化的多用户数据中心，从而支持 DOME 环境中更大的用户群。由于每个数据中心采用的网络标准、参考设计、服务产品和访问层基础设施均相同，因此这类设计非常经济高效。

我们预计，计算效率的提高将显著节省局域网（LAN）成本。例如，我们预计服务器整合将会减少网络端口的数量，从而显著降低成本，因为我们需要的网络组件有所减少。这将有效降低线缆基础设施成本。

广域网优化：管理带宽

在我们将计算资源由本地数据中心转向全球聚合站点时，为了提供足够的带宽来维护许多应用的服务等级协议，我们增加了广域网的投入。

表 1 列举了位于三个不同地区的英特尔数据中心站点之间的广域网延迟。

我们还研究和实施了包括存储、压缩、传输控制协议（TCP）优化等广域网优化技术，旨在尽量减少所需投入。在实验室和生产测试中，我们发现这些工具在减少广域网负载方面十分有效，可显著加速数据传输，并可部分应用的传输文件大小缩小 99%。⁴

通过对广域网网络的优化，我们对小型设施中的数据中心进行了整合，在 2006 年到 2008 年间共减少了 45 个数据中心。

表 1. 数据站点间的广域网延迟

地区	延迟
美洲地区内	20-35 毫秒
亚洲至美洲地区之间	200 毫秒
欧洲至美洲地区之间	200 毫秒

⁴ “Optimizing WAN Performance for the Global Enterprise”（“优化全球企业的广域网性能”）英特尔公司，2006 年 5 月。

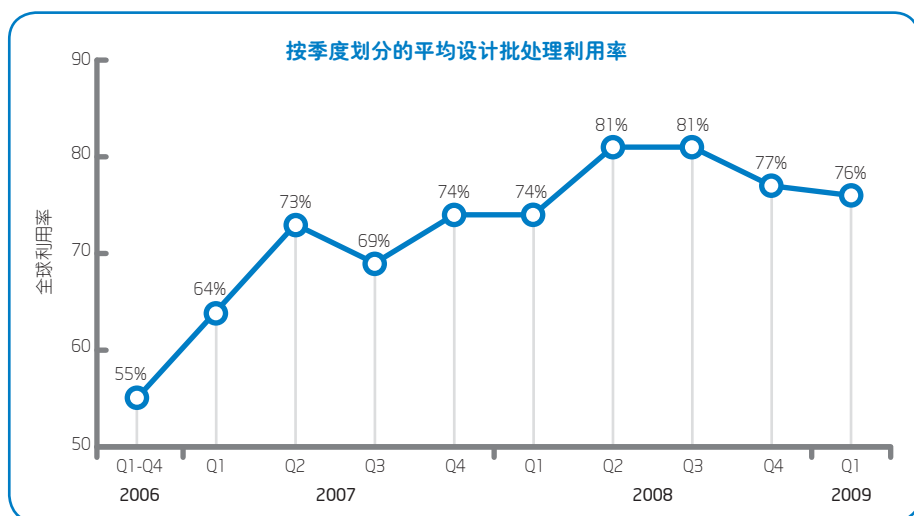


图 8. 在三大主要站点中添加批数据处理能力可显著增加服务器利用率。

存储

如今，我们管理着设计计算、办公和企业环境中 18 PB 的主要存储和备用存储。我们预计，未来许多因素都会推动存储的增长，其中包括芯片设计复杂性日益增加、企业交易量的日趋增长、跨站点数据共享和协作、法律法规遵从，以及保留需求的不断增长。

我们目前的存储情况可以映射到多个计算领域：设计计算、办公计算、制造计算与企业计算。我们针对上述领域的应用使用模式分别选取了存储、备用和恢复解决方案（参见表 2）。

- **设计计算。**我们的芯片设计计算采用了 Linux* 操作系统环境，主要依赖于网络连接存储（NAS）进行文件数据共享。除了 NAS 以外，我们还使用并行存储来满足高性能计算（HPC）需求。我们在设计计算环境中共有 8 PB 以上的 NAS 存储容量和 1 PB 的并行存储容量。我们在设计计算环境中使用的存储域网络（SAN）存储略低于 1 PB，主要用于满足数据中心和后期芯片验证需求。
- **办公计算、企业计算与制造计算。**我们主要依赖于容量超过 8 PB 的 SAN 存储来进行模块级数据共享。而有限的 NAS 存储则用于进行文件数据共享。无论是 NAS 存储还是 SAN 存储，存储都将根据

各自计算领域所需的性能、可靠性、可用性和各种解决方案的成本，以一个三级模式（一级、二级和三级）来使用。

- **备用、存档与恢复。**备用、存档与恢复是数据管理中所用的主要操作。我们使用磁盘和磁带来进行备用存储。磁带主要用于存档功能，供灾难恢复时的长期异地数据存储之用。磁带保持脱机状态，可显著节约能源，是一款经济高效型解决方案。而在需要快速备用存储和恢复时才会使用磁盘。我们的虚拟磁带库支持磁盘到磁带的备用方式，可以满足快速备用存储和恢复需求，在办公和企业计算领域更是如此。

优化存储

我们的总体存储战略主要侧重于优化可靠性、可用性、性能和可扩充性方面的指标。而在这些领域取得的优化成果也有利于提高效率，并减少资金和运营成本。

虽然我们的存储战略涵盖了办公和企业两个领域的数据中心，但是这次我们主要侧重于优化设计计算领域的存储。

我们已经确定，存储性能和可扩充性是设计计算领域的主要瓶颈：我们过去使用的存储解决方案只能支持 400 台分布式客户机，而且有 400-GB 的容量限制。

然而实际上，我们至少需要支持 4,000 台客户机和 3 TB 大小的容量。

如果继续采用先前的存储解决方案，我们需要为此添加 10 个容纳 4,000 台客户机的存储服务器机架，并且随着时间的推移，需要添加的机架数还会增加，这将会大大增加数据中心占地面积以及功耗和散热成本。因此，这种解决方案是不可取的。此外，通过跨多个存储服务器复制大型设计数据来突破扩展局限的方法会对设计工程师的效率造成不利的影响。

因此我们决定另辟蹊径，研究并行存储解决方案，这不仅能够满足当前的存储需求，而且还能轻松扩展，以满足未来的需求。该存储解决方案还可以显著降低总拥有成本，并提高性能。

并行存储（Parallel Storage）里程碑

并行存储解决方案是一个具有重大意义的里程碑：在生产领域使用这种解决方案来满足半导体行业和 IT 企业的特殊需求尚属首次。

自我们转而采用并行存储解决方案以来，我们已在过去的三年中（2006 年至 2008 年）节省了 2268 万美元，并在下述众多领域内取得了显著成果：

- **可扩充性。**仅用一台并行服务器就可替代 10 台传统存储服务器。这种 10:1 的整合比率将会显著节约空间和能源成本。

表 2. 英特尔 IT 部门存储概览

	设计计算	办公基础设施计算	制造计算	企业计算
网络连接存储（NAS）	中高端服务器	中端服务器	中端服务器	中端服务器
存储域网络（SAN）	二级	二级	一二级	一级、二级和三级
备用与恢复	磁带库，磁盘到磁盘	磁带库，磁盘到磁盘	磁带库，磁盘到磁盘	磁带库，磁盘到磁盘

- **性能。**对于部分应用，并行存储服务器可提供的性能比先前的存储解决方案高 300% 以上。
- **容量大小。**采用并行存储后，容量从 400 GB 增加到了 6,400 GB，整整提高了 16 倍。我们能够在不降低备用、存档和恢复服务水平的前提下支持 6,400 GB 的容量。

表 3 中总结了并行存储所带来的各种优势。

展望未来

我们采用的高性能计算系统是针对我们的设计需求而定制，并且符合英特尔的制程技术路线图。展望未来，该存储解决方案将继续与英特尔制程技术的演进步伐保持一致 — 由 45 纳米技术提升到 32 纳米技术，最终到 22 纳米技术。

下一步工作

我们坚持积极参与行业研究和技术开发社区，并始终保持积极对话，同时致力于评估能进一步降低能耗并提升数据中心效率的创新技术。

以下实例是我们目前正在探索的几个领域。

云计算

我们的云计算战略始于 2008 年中期，最初融入了三个模式：软件即服务 (SaaS)、平台即服务 (PaaS) 和基础设施即服务 (IaaS)。最近几年来，英特尔一直在使用第三方提供的 SaaS，并且在公司不具备竞争优势但采用标准化工作流程的应用领域取得了巨大成功。到目前为止，英特尔并未广泛使用外部 PaaS 和 IaaS 服务。

作为总体云计算战略的一部分，我们正在采用一项双管齐下的方法：改善内部托管环境 — 让内部环境与云计算环境更加一致，提高灵活性、可用性、效率和经济性，并且探索外部云计算环境。我们已于 2009 年上半年完成了多项概念验证，旨在研究 PaaS 和 IaaS 产品，由此得出的数据可以帮助我们改善未来计划。我们从这些概念验证测试结果中得出了以下结论：近期，安全性、法规遵从、总拥有成本和缺乏标准等方面的问题将外部云计算局限在了特定应用中。然而，云计算领域仍在进行快速创新，我们也将继续密切关注全新云计算技术和服务的快速发展，今后的英特尔计算战略中可能会采用更多此类服务。

IT 可持续发展

在 2009 年，英特尔 IT 部门创立了一个可持续发展项目办公室，致力于减少二氧

化碳排放并解决消耗和废弃物问题，这是英特尔始终关注可持续发展的又一例证。现在，相关工作已经让我们更清楚地了解到了我们的直接碳排放量。

该计划还创建了一个节能蓝图，这与 2009 年减排 5% 的公司目标完全一致。目前，我们开展了多个项目，涉及的领域包括应用使用期终结、服务器更新、功耗测量与监控和概念验证测试。总体而言，这些项目预计会为我们减少超过 5% 至 10% 的二氧化碳基线排放量。该团队也意识到了在上述领域所获得的成功，这有助于让企业分享我们的成就，并在制定决策和日常业务任务中融入可持续发展原则。

固态硬盘

目前我们正在研究针对企业计算和设计计算的固态硬盘 (SSD) 技术。经过研究我们发现，笔记本客户机上的固态硬盘能够减少笔记本启动时间和加载应用的时间，从而提高用户工作效率。目前我们正在进行一项概念验证测试，旨在确定固态硬盘在服务器领域的优势。对于需要大量内存的设计计算领域来说，固态硬盘尤为有用，因为它能够显著提高性能。而针对企业计算环境，我们正在研究面向虚拟机启动和交换的固态硬盘技术。

表 3. 存储和备用领域的改进

领域	类别	先前的解决方案	并行存储解决方案
存储与备用 (I/O 吞吐率、可扩展性和性能)	每秒 I/O 理论操作	512	5,210
	每秒 I/O 实际操作	未知	超过 3,500 MBps
	容量大小	400 GB	6,400 GB
	单数据流性能	70 MBps	160 MBps

持续的计划

我们制定指导未来数据中心开发的战略，我们认识到我们的目标不可能一蹴而就。业务情况不断变化，而且我们也在不断寻找创新技术，因此我们的数据中心战略必须具备足够的灵活性，可以将新因素融入到长期愿景中。

要想实现这一愿景，我们必须平衡利用资源，并充分利用现有数据中心的最大容量。我们还需要提前 18 至 20 个月预知数据中心达到最大容量，并且做出添加新数据中心的决策。

我们还意识到，所有利益相关方之间的交流、规划和协调也至关重要。如同许多其它 IT 公司一样，要想做到统筹兼顾并获得各方支持，需要业务部、公司财务部、设施工程部和高管层之间的密切合作。

我们将通过侧重于三大战略（优化、利用率和战略投资）的长期规划来进一步提升数据中心环境的效率。确保战略侧重于设施、计算服务器、网络和存储等关键领域有助于我们更迅速地响应业务需求，并提高 IT 部门为企业提供的服务水平和价值。

更多信息

如欲深入了解该白皮书中讨论的数据中心创新和方法，请从 www.intel.com/it 下载 IT@Intel 出版物。

- “IT@Intel Information Technology 2008 Performance Report”（“2008 年英特尔 IT 部门信息技术业绩报告”）

- “A Quantitative Approach to ERP Server Platform Sizing”（“量化调节 ERP 服务器平台的容量”）
- “Building a Long-Term Strategy for IT Sustainability”（“为实现 IT 可持续性建立长期战略”）
- “Developing an Enterprise Cloud Computing Strategy”（“制定企业级云计算战略”）
- “Faster Chip Design with Intel® Xeon® Processor 5500 Series”（“采用英特尔® 至强® 处理器 5500 系列加快芯片设计速度”）
- “Implementing Virtualization in a Global Business-Computing Environment”（“在全球商业计算环境中部署虚拟化技术”）
- “Improving EDA Batch Application Performance”（“提高 EDA 批处理应用性能”）
- “Increasing Data Center Efficiency through Metering and Monitoring Power Usage”（“通过测量和监控功耗来提高数据中心效率”）
- “Realizing Data Center Savings with an Accelerated Server Refresh Strategy”（“通过加快服务器更新战略来实现数据中心的成本节省”）
- “Reducing Data Center Cost with an Air Economizer”（“借助空气节能器降低数据中心成本”）
- “Reducing Data Center Energy Consumption with Wet Side Economizers”（“借助节能式水冷系统降低数据中心能耗”）
- “Reducing Storage Growth and Costs: A Comprehensive Approach to Storage Optimization”（“降低存储增长速度和成本：完整的存储优化方案”）
- “Selecting Server Processors to Reduce Total Cost”（“选择适当的服务器处理器以降低总成本”）
- “Solid-State Drives in the Enterprise: A Proof of Concept”（“企业中的固态硬盘：概念验证”）
- “Virtualization with the Intel® Xeon® Processor 5500 Series: A Proof of Concept”（“采用英特尔® 至强® 处理器 5500 系列进行虚拟化：概念验证”）

缩写词

DOME	设计、办公、制造与企业
HPC	高性能计算
IaaS	基础设施即服务
KW	千瓦
NAS	网络区域存储
PaaS	平台即服务
PB	拍字节
PoC	概念验证
PUE	能源使用效率
SaaS	软件即服务
SAN	存储域网络
SSD	固态硬盘
TB	万亿字节
TCO	总拥有成本

如欲与英特尔 IT 高管针对本文主题进行直接对话，请访问：www.intel.com/it

性能测试和等级评定均使用特定的计算机系统和/或组件进行测量，这些测试反映了英特尔产品的大致性能。系统硬件与软件的设计或配置的任何差异都可能影响实际性能。购买者应进行多方咨询，以评估其考虑购买的系统或组件的性能。如欲了解有关性能测试和英特尔产品性能的更多信息，请访问：www.intel.com/performance/resources/benchmarkjimitations.htm 或致电（美国）1-800-628-8686 或 1-916-356-3104。

本白皮书仅供参考之用。本文件以“概不保证”方式提供，英特尔不做任何形式的保证，包括对适销性、不侵权性，以及适用于特定用途的担保，或任何由建议、规范

或范例所产生的任何其它担保。英特尔不承担因使用本规范相关信息所产生的任何责任，包括对侵犯任何知识产权的责任。本文不代表英特尔公司或其它机构向任何人明确或隐晦地授予任何知识产权。

英特尔、Intel 标识、Xeon 和至强是英特尔公司在美国和其它国家（地区）的商标。

* 文中涉及的其它名称及商标属于各自所有者资产。

版权所有 © 2009 英特尔公司。保留所有权利。

♻️ 请注意环保 0909/KAR/KC/PDF 321370-001 CN

