

如图 1 所示, HP P4000 SAN 能够从 P4000 Virtual SAN Appliance 软件 (VSAs) 支持的入门级软件解决方案扩展至基于 P4000 SAN 设备集群的企业级物理 SAN。截止到撰写本报告时, P4000 VSA 软件是唯一通过 VMware 认证的存储虚拟应用。¹ P4000 SAN 具备按需购买、所有的许可模式和直观的存储管理功能, 支持在线升级、固件更换、SAN 设置变更以及先进的高可用性, 以满足不断变化的业务需求。

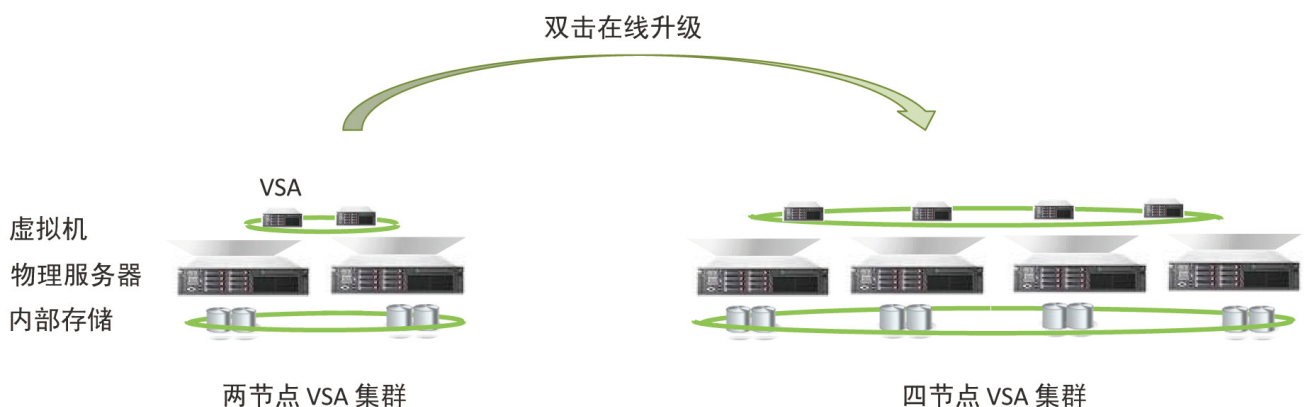
从 VSA 软件选项 (可免费下载试用 60 天) 到预封装 P4000 SAN 硬件设备, SAN/iQ 软件提供了 P4000 SAN 的基本功能和企业级功能:

- 存储集群
- 网络 RAID5、6、10、10+1、10+2 (存储卷层面的高可用性最多可达 4 个条带化保护数据集)
- 有带宽限制的远程拷贝和多站点复制
- 通过单一平台管理的虚拟和物理 SAN 设备
- 包括所有许可定价模式的企业级功能集
- 为 P4000 SANs 提供三年的技术支持服务
- 按需购买的定价方式
- 连续的在线升级
- 向导驱动的易用性
- 硬件 RAID 5、6 和 10
- 精简配置
- SmartClones
- 应用集成快照

开始启用 Virtual SAN Appliance

图 2 中的测试图展示了 P4000 Virtual SAN Appliance 软件 (VSA) 启用 P4000 SAN 技术的简易性。测试从两台 HP ProLiant DL380 服务器开始, 每一台都配备了 2GB RAM 和一对 36GB 的硬盘驱动器用于内部存储。这些物理服务器都预安装了免费的 VMware ESXi 软件, 以创建一个服务器虚拟化平台。HP P4000 VSA 作为一台业界标准的 VMware 虚拟设备, 在两台物理服务器的虚拟机中安装并运行。

图 2. 开始启用虚拟存储设备



¹ <http://www.vmware.com/resources/compatibility/search.php?>

应该注意的是，作为2台虚拟机（图2中左方）安装的P4000 VSA通过两台物理服务器上内部存储的条带化容量创建了一个配备2个节点的集群SAN。还应当注意的是，VSA能够与大量的虚拟机并行运行，以最大限度实现服务器的整合和节省。例如，专门用于常用工具（如活动目录）和普通业务应用（如Microsoft Exchange）的虚拟机可同VSA一起部署在虚拟机内部。

P4000 SAN的集中化管理控制台可用来向集群添加两台VSA设备、创建卷，并将这些卷映射至iSCSI连接的Microsoft Windows 2008服务器。正如以前报告所记载的那样，ESG实验室发现创建和管理P4000卷所使用的管理控制台不仅直观还易于操作。²

然后，对集群进行在线升级，使P4000 SAN节点数从两个升级至四个。这个阶段首先测试Windows 2008服务器上运行的后台IO负载。然后使用直观的“节点添加”菜单选项进行升级。双击鼠标，不到1分钟，该集群就从两个节点扩展至四个。当SAN/iQ开始自动进行容量和性能再均衡时，IO访问并未出现中断。

意义

随着越来越多的企业开始部署服务器虚拟化以降低成本和提高效率，IT经理们面临着大量新的存储难题。可预见的快速性能、永久在线的升级功能，以及保证存储与虚拟服务器增长、虚拟机移动和虚拟服务器高可用性相匹配显得至关重要。

ESG实验室证实，作为HP P4000 SAN架构核心的SAN/iQ软件可以作为一个VSA安装在VMware支持的虚拟服务器环境中。因为VSA可作为一台行业标准的VMware设备来部署，因此，操作起来十分简单。只需双击鼠标，在一分钟内即可添加两台服务器和额外的处理能力以及存储容量。

截止本报告发布时，HP P4000 VSA是唯一通过VMware认证的存储虚拟设备实现软件，将支持Microsoft Hyper-V。

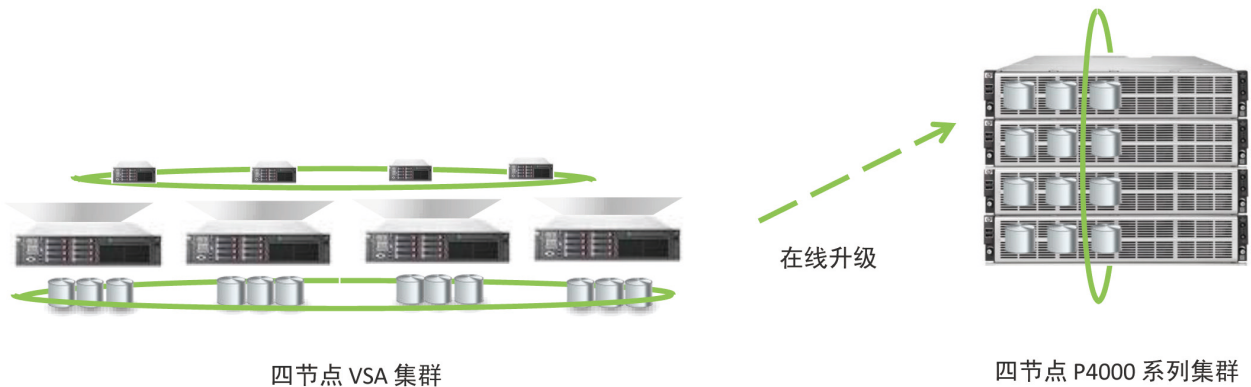
零费用的VMware ESXi许可以及功能齐全的P4000 VSA软件（可从HP官网下载，免费试用60天）可用来创建一个经济的服务器与存储虚拟化平台，将是那些有中等性能需求的虚拟化应用的理想之选。

² ESG实验室验证报告：《LeftHand Networks开启iSCSI平台》，2006年5月；ESG实验室验证报告，《LeftHand Networks 100 TB SAN》，2007年7月；ESG实验室验证报告，《HP LeftHand P4000 SAN—采用Citrix XenDesktop优化虚拟桌面基础设施》，2009年7月。

从虚拟 SAN 升级至物理 SAN

HP P4000 SAN 支持从虚拟到物理设备的在线升级。物理 P4000 SAN 节点和 VSA 支持的虚拟 SAN 节点一样运行相同的 SAN/iQ 软件。P4000 SAN 将行业标准的服务器和存储技术以及 SAN/iQ 软件集成到一个事先整合好的存储解决方案里。P4000 SAN 节点的集群用以创建一个统一的存储池，服务器则通过以太网（使用了业界标准的 iSCSI 协议）上的虚拟 IP 地址来访问存储池。图 3 中的测试台将虚拟机内运行的四节点 VSA 集群升级为在四个 P4000 SAN 节点上运行的物理 SAN。

图 3. 从虚拟到物理 HP P4000 SAN 的升级



升级进程通过集中式管理控制台 GUI 在线进行。利用向该集群添加 VSA 节点的相同步骤可向集群添加 P4000 SAN 节点。然后使用类似的操作将 VSA 节点从集群中移除。从管理员的角度来说，这个升级过程耗时不足五分钟。数据从旧集群自动迁移到新集群的总时间视迁移的数据量、迁移期间发生服务器级别活动的数量，以及管理员为后台重新条带化指定的优先级而定。在运行过程中，后台重新条带化的优先级可以瞬间完成更改。

意义

在 VSA 部署中，SAN/iQ 软件和虚拟化设备共享相同的处理器、内存、IO 和存储。因此，当虚拟应用和虚拟存储争夺共享资源时，就会出现资源争用现象。随着环境的扩展，资源争用可能需要新增的专用 HP P4000 SAN。

ESG 实验室确认，VSA 集群可在线升级，以利用 P4000 SAN 内部专用的处理器、内存和存储。由于虚拟和物理存储设备共享相同的 SAN/iQ 软件，因此，它们的管理界面也一样，而向虚拟或物理 P4000 SAN 集群添加资源也是很直观的在线操作。服务器通过符合行业经济高效标准的以太网基础设施的 iSCSI 协议来访问物理 P4000 SAN 设备集群。

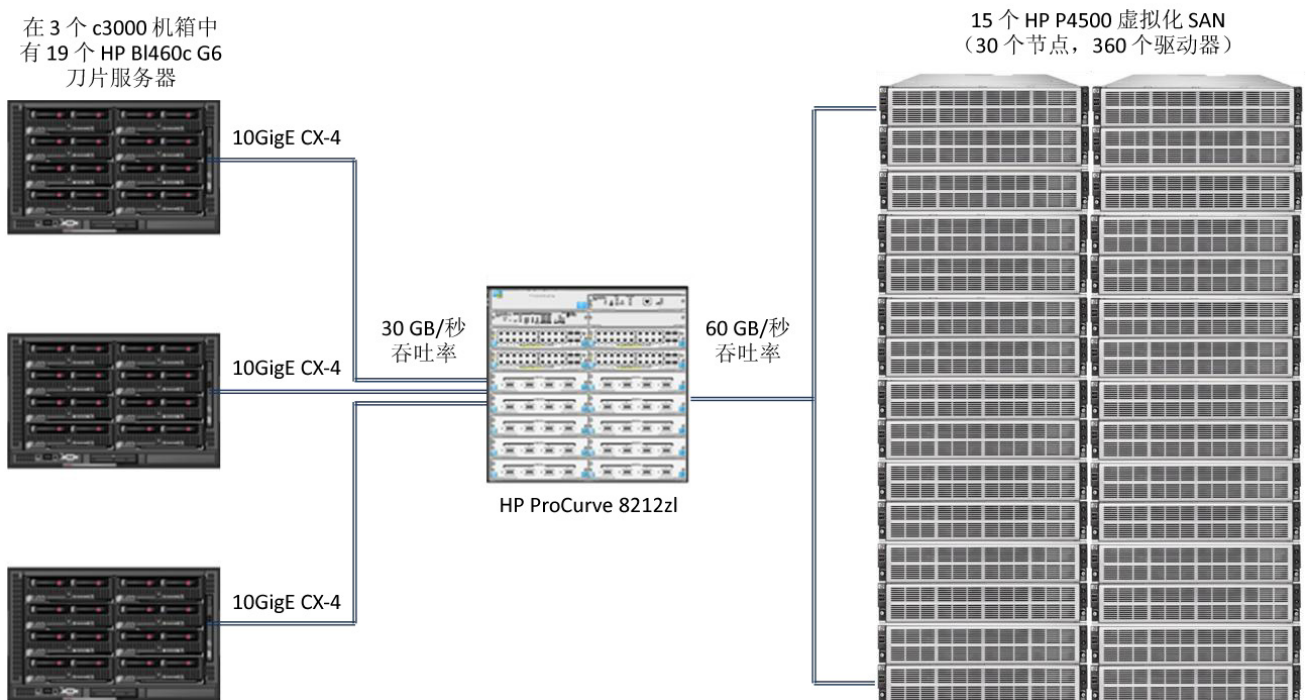
Microsoft Exchange 的可扩展性

ESG 实验室凭借对最新发布的 Microsoft ESRP 2.1 结果进行审核，在高度整合的 Microsoft Exchange 环境中验证了 P4000 SAN 架构的企业级性能表现。Exchange Solution Review Program (ESRP) 是一个旨在协助第三方进行针对 Exchange Server 的存储测试和解决方案发布的微软计划。ESRP 2.1 版本重点关注 Exchange 2007。该计划是对存储测试工具 (Jetstress) 以及“微软金牌认证”和“存储 OEM 合作伙伴”指南的整合。Jetstress 是一个轻量级的工具，适用于预测 Microsoft Exchange 环境下的存储性能。它采用了 Microsoft Exchange 内部使用的 jet 引擎数据库。

制造商使用 ESRP 框架测试存储解决方案，然后将测试结果提交给微软审核。经批准后的解决方案结果将在 Microsoft Exchange ESRP 网站上公布。ESRP 与标准的 IO 基准测试套件之间存在着两个重要的不同之处：一、ESRP 使用 Jetstress 工具创建真正的交易流量（和现实中真正的 Exchange 数据库产生的流量完全一样）。二、该测试旨在衡量指定解决方案的性能和可靠性。性能测试持续 2 小时，而可靠性测试持续 24 小时。微软明确指出，这些测试不应用于性能比较。但实际上，终端用户通常依靠这些测试来衡量指定存储解决方案在 Exchange 环境中的运行表现。

图 4 是 HP 使用的微软认可的 ESRP 测试环境配置概要。Microsoft Exchange 服务器在 19 个 HP BL460c 刀片服务器上运行，测试 152,000 个 Exchange 邮箱，而这些邮箱由跨越 15 台 HP 双节点 P4500 SAS 虚拟 SAN 的单个存储池来提供服务。HP 选择配备 2 个 SAN 节点和 24 个 SAS 磁盘的 P4500 SAS 虚拟化 SAN（P4000 SAN 产品组合中最受欢迎的一个型号）作为 ESRP 测试的构建组件。

图 4. ESRP 测试环境，用来测试 152,000 个 Microsoft Exchange 邮箱



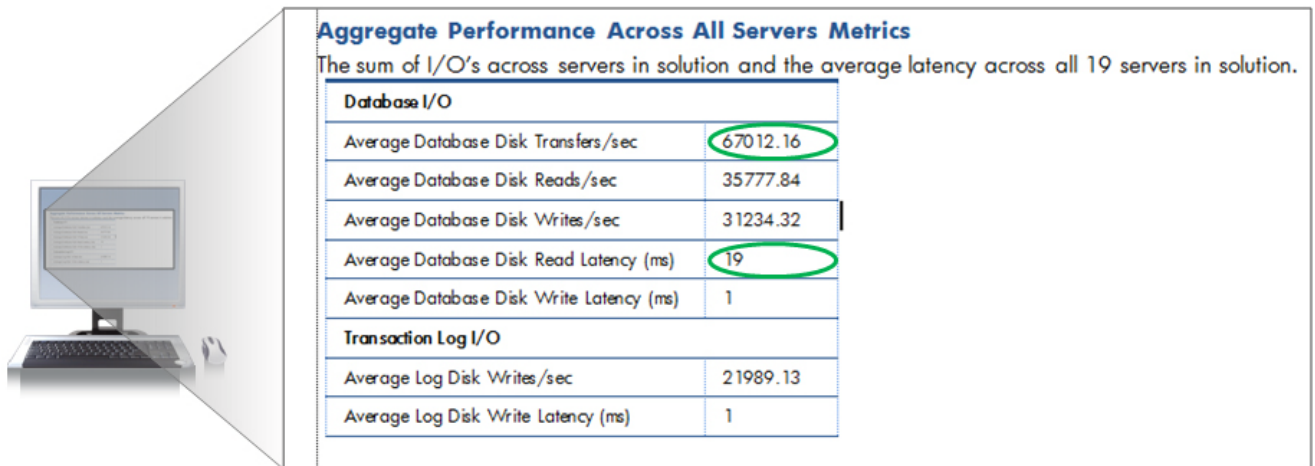
该测试台可支持 152,000 个 Microsoft Exchange 2007 邮箱，其配置如下：

- 总计 15 台 HP P4500 SAS 虚拟化 SAN，配备 30 个节点和 360 个磁盘
- 19 个活动的 Exchange 服务器

- 每个 Exchange 服务器 8,000 个用户
- 邮箱容量配额 200MB
- 每个“繁忙”用户文件程序 IOPS 为 0.4
- 每个服务器 24 个存储组
- 每个服务器 1 个数据库

下图 5 中显示了从 80 页的提交文件中摘录出来的总体性能表现。该报告全文可从 Microsoft ESRP 网站下载。³

图 5. HP P4500 ESRP 测试结果



Aggregate Performance Across All Servers Metrics	
The sum of I/O's across servers in solution and the average latency across all 19 servers in solution.	
Database I/O	
Average Database Disk Transfers/sec	67012.16
Average Database Disk Reads/sec	35777.84
Average Database Disk Writes/sec	31234.32
Average Database Disk Read Latency (ms)	19
Average Database Disk Write Latency (ms)	1
Transaction Log I/O	
Average Log Disk Writes/sec	21989.13
Average Log Disk Write Latency (ms)	1

图表中数字的含义

- P4000 SAN 展示出的整体性能为：集合 I/O 每秒 89,001 次，其中数据库 I/O 每秒 67,012 次，交易日志 I/O 每秒 21,989 次。
- 19 个 JetStress 客户端平均数据库每秒 I/O 结果为 3,527 次，超出了每个邮箱 0.40 IOPS 的目标吞吐率（每台 Exchange 服务器 3,200 次）。
- HP P4000 SAN 以数据库读取平均响应时间为 19 毫秒的结果完成此项认证测试。通过此测试要求数据库读取响应时间必须在 20 毫秒以内。微软将这些数值作为一个临界值，而超过了这一数值，终端用户就会体验到他们的电子邮件系统响应较慢。

意义

可扩展性差、响应慢的存储系统不仅会有损销量、客户信誉度、生产效率和竞争力，还会导致成本增加。随着越来越多的企业以电子邮件作为最重要的一项业务应用，因此，IT 经理们需要其存储系统架构，无论系统的用户数量多少，都能够提供可预测的、快速的电子邮件响应时间。

用 152,000 个 Exchange 邮箱进行的微软认证的 ESRP 测试证实，按需购买的 HP P4000 集群架构以可预测的快速响应时间有效地满足了大量 Exchange 用户的需求。

³ <http://technet.microsoft.com/en-us/exchange/bb412164.aspx>

超冗余集群存储

HP P4000 SAN 通过整合集群和网络 RAID 技术，增强了传统模块磁盘阵列的容错性。网络 RAID 将数据进行切分，然后将其分配至 P4000 集群中的多个节点。最多可创建四个拷贝，并将集群延伸至区域或城域网，以便在数据中心断电后得以运营。测试结果表明，P4000 SA 的适当配置可以保证 P4000 集群中的一个或多个驱动器、一个或多个网络接口、一个或多个节点出现故障时保持运营。HP 将这种功能称为超冗余集群存储。

如图 6 所示，为了检测四节点 HP P4000 集群的容错能力，大量的错误被引入作为测试。当主机 I/O 正在运行超冗余网络 RAID-10 卷和一个未保护的网路 RAID-0 卷时，注入一个节点故障和一个网络故障。先前进行的 ESG 实验室验证期间，对多驱动器故障已经进行了测试。

图 6. 错误注入测试



从 Windows 2008 服务器的 E 盘驱动器可访问超冗余网络 RAID-10 卷。未保护的网路 RAID-0 卷则通过 F 盘驱动器来访问。当引入灾难性错误时，文件被拷贝至两个卷。在四节点 SAN 集群中，将其中一个 P4000 节点的电源线拔掉。之后，未保护的 RAID-0 卷停止工作，并无法通过 Windows 浏览器访问。而 RAID-10 卷依然可以访问。SANIQ 管理控制台在故障注入约 10 秒钟出现故障报告。该集群自动进行了修复，在故障节点再次通电后，F 盘驱动器恢复了使用状态。在服务器和一个 P4000 节点间使用被拔出的网络接口卡来重复该测试。正如预期的那样，直到重新接上网线，才能对 RAID-0 卷进行访问，而 RAID-10 在测试期间一直处于可访问状态。

ESG 实验室之前对 P4000 SAN 进行验证期间，在向不同楼层的实验室内配置的扩展集群中引入一系列错误时，该系统依然完全可用。ESG 实验室的操作如下：

- 拔掉一个绑定冗余以太网后端接口；
- 拔掉 2 个驱动器；
- 关闭上半部集群的电源；
- 再次插入以太网；
- 重启上半部集群；
- 更换 2 个故障驱动器；

意义

随着虚拟服务器和存储部署在规模和复杂性方面的增长，设备出现故障的后果也越来越严重。无论电子存储信息资产在生命周期内发生的硬件故障数量和类型怎样，员工、管理者以及客户都期望他们的数据永久可用。ESG 实验室证实，HP P4000 SAN 的超冗余集群存储架构能用来创建可自我修复的虚拟存储解决方案，且无需关机。

重要事实

服务器虚拟化技术的使用比例在全球范围内各种规模和各种行业的企业中呈现着上升趋势。ESG最近的一份IT专业人士调查显示，有70%的企业表示他们已经部署了服务器虚拟化技术（51%在生产中，19%在测试/开发中），同时17%计划部署该技术。⁴考虑到服务器虚拟化的突出的经济效益，昂贵且利用率不足的处理能力出现过剩，以及人们对供电和散热问题的日益关注，因此，ESG预测，服务器虚拟化的快速普及势头将延续至未来几年。

随着越来越多的应用依赖服务器虚拟化技术，IT经理们开始逐渐关注共享存储基础设施（虚拟服务器依靠它来保持应用的联机状态）的成本、可扩展性以及可靠性。由于中小型企业的IT经理们正面临平衡重新构建现有IT基础设施所需的时间和成本，因此，他们尤其关注上述问题。越来越多的应用依赖共享存储的整合池，因而，坚如磐石的可靠性、高可用性、在线可扩展性以及易管理性都成为了至关重要的关注因素。

ESG实验室证实，HP P4000 SAN的超高冗余集群架构是解决以上难题的理想之选。HP的Virtual SAN Appliance软件可降低部署启动的成本，它按照行业标准的VMware设备分配，并可免费下载试用60天。无所不包的许可模式加上免费的VMware ESXi服务器虚拟化堆栈降低了更多的入门成本。ESG实验室利用P4000架构按需购买的可扩展性，从2台虚拟设备的集群升级至4台虚拟机，然后再扩展至4台物理P4000系列设备。一份最新公布的ESRP报告（经过了微软许可和ESG实验室审核）证实，P4000 SAN设备的单个集群能够进行扩展，以满足152,000个Microsoft Exchange 2007邮箱的需求。最后一点也是最重要的一点，ESG确认超高冗余的P4000 SAN架构能够提供传统双控制器磁盘阵列所无法实现的不同级别容错，因为SAN显然能够度过灾难性的节点和网络故障期。

ESG实验室在过去五年测试了几十项存储解决方案。从我们2006年首次验证LeftHand Networks，到2010年刚刚验证的HP，P4000架构的经济性、可扩展性、易用性和容错性给我们留下了很深刻的印象。ESG实验室尤其对152,000 Microsoft Exchange ERSP的测试结果记忆犹新。日前，ESG实验室表示HP已于2010年2月开始发售G2版本的P4000系列硬件平台。再次强调，HP使客户能够轻松使用最新的行业标准x86主板和处理器技术。横向扩展的集群架构可利用行业标准的硬件创建一个存储共享池，这实际上是一个非常理想且意义重大的方案。HP凭借着HP P4000 SAN免费的软件试用、价格合理且按需购买的定价模式以及先进的容错功能，扫除了传统方案在入门、成本和风险方面的障碍。

所有商标和公司名称是其各自公司的财产。本出版物中包含的信息是由Enterprise Strategy Group (ESG) 认为可靠的来源提供的，但ESG不保证其可靠性。本出版物可能包含ESG的观点，这些观点随时间可能会有所改变。本出版物的版权归ESG所有。未经ESG的明确许可，不得对本出版物的整体或部分以硬拷贝方式、电子方式或其他方式进行复制或将其分发给无权接收它的人，否则都将违反美国版权法并将引起民事损害诉讼，乃至刑事诉讼。有任何问题请联系ESG客户关系部：(508) 482.0188。

⁴ 来源：ESG研究报告，《2010年IT支出意向调查》，2010年1月。