

总成本对比： VMware vSphere 与 Microsoft Hyper-V

管理更简便， 更具投资价值

与 Microsoft® 相比，
VMware 能更大幅度
提升运营效益，从而
实现更低的总体成本。

vmware®



总体拥有成本 (TCO) 是对比各种 IT 基础架构平台时采用的最终衡量标准，因为它包含平台的购买和支持成本以及日常运营和管理开销。软件体系内在的运营效率会显著影响您的盈收，一旦您购买并实施了平台，管理和维护的运营成本很容易会激增。如使用可优化日常维护任务并实现自动化的解决方案，即可增加正常运行时间并为企业节约时间和资金。在此次研究中，我们采用了 VMware 应用程序单位成本计算器得出的结果，并在五种场景中对两个平台的运营开销加以测评，以进行假设性的总体拥有成本 (TCO) 对比。

在 Principled Technologies 开展的实验中，我们通过多个场景对两个常见虚拟化平台，即 VMware vSphere® 5 和 Microsoft Windows Server® 2008 R2 SP1 Hyper-V™ 的自动管理功能进行了对比。使用 VMware 解决方案完成常见管理任务所花费的时间明显更少。在我们测试的五项运营任务中，与 Microsoft 解决方案相比，购置 VMware 解决方案后，两年内的运营开支有望比前者低 91%。

当我们将 VMware vSphere 节省的运营成本与 VMware 应用程序单位成本计算器预测的资金开销相结合时，我们发现使用 VMware 虚拟化平台两年后，总体拥有成本与 Microsoft 平台相比明显低得多。

运营开销评估结果（两年期）

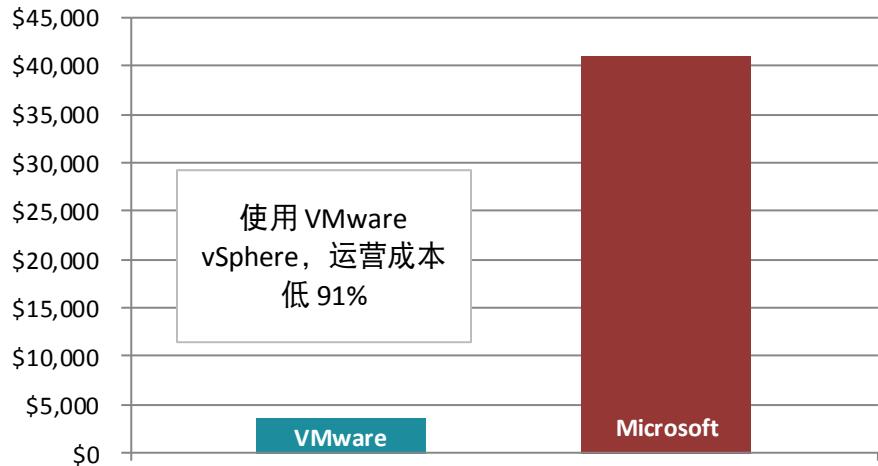


图 1: 在所测试的运营场景中，相比两年的运营成本，VMware 要低 91%。

选择全面的解决方案

选择虚拟化平台时，必须要考虑所有成本，包括与购置相关的成本以及运营成本。企业不仅要考虑购买许可证和软件的成本，还必须考虑每个环境中系统管理员将要花在维护和管理任务方面的时间成本。相对日常维护而言，系统管理员将时间花在制定可为企业创造竞争优势的 IT 战略计划上更有价值，因此降低运营成本从来都是符合效益的。当这些运营成本随着时间的推移而增加时，它们可能会占到数据中心总成本的很大一部分。下文将同时对购置成本和运营成本予以论述。在预估购置成本时，我们使用了 VMware 网站上提供的 VMware 虚拟化应用程序单位成本计算器，链接为：

<http://www.vmware.com/technology/whyvmware/calculator/>。

购置成本

经 Principled Technologies 2011 年开展的测试证实，¹ VMware vSphere 可提供显著优势，能够实现比 Microsoft Hyper-V 更高的虚拟机密度。更高的虚拟机密度即意味着能够降低虚拟化平台的资金成本，因为客户只需较少的虚拟机管理程序主机和管理服务器就可支持大量的虚拟化应用。在与基于 Microsoft Hyper-V 和 System Center 的解决方案的对比中，VMware 应用程序单位成本计算器将 vSphere 虚拟机密度优势作为其中一个因素进行计算，结果表明，虚拟机密度越高，VMware 在硬件、软件、管理组件、数据中心空间、电力和散热方面所耗费的购置成本与 Microsoft 相比就越低。

管理和维护场景摘要

为了比较这两个平台的管理和维护功能，我们选择了大型企业通常会在两年期间执行的多个代表性运营任务进行了测试。这些场景包括：

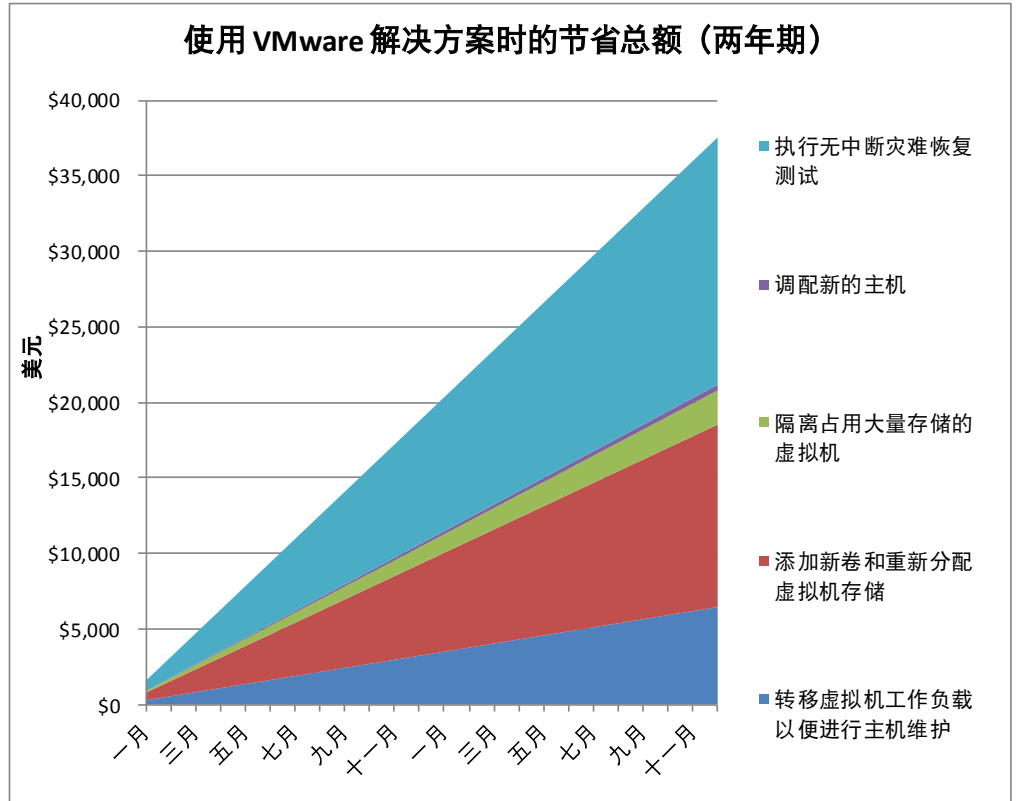
- 转移虚拟机工作负载以便进行主机维护
- 添加新卷和重新分配虚拟机存储
- 隔离占用大量存储的“邻位干扰”虚拟机
- 调配新的主机
- 执行无中断灾难恢复测试

在对每个场景进行计时之后，我们以一个配备 1000 个虚拟机的数据中心为例，估算每位 IT 工作人员通常在两年期间能够完成多少次此类日常维护任务。VMware 应用程序单位成本计算器的默认结果显示，VMware 与 Microsoft 相比虚拟机密度高 50% 以上，但我们选用了 25% 这一较为保守的估计值，并将这些虚拟机密度用作我们估计定价的指导原则。因此，在购置成本方面，我们估计每台 VMware vSphere 服务器上部署 15 个虚拟机，每台 Microsoft Hyper-V 服务器上部署 12 个虚拟机。

在对每项任务使用密度近似值、时间估计值以及执行次数后，我们随后使用标准 IT 工作人员工资和福利水平计算出总工时及这些工时的成本，从而确定企业使用 VMware vSphere 后可以在管理方面节省的金额。通过使用我们选择的具有代表性的任务和场景，与 Microsoft 同类解决方案相比，VMware 解决方案在两年期间能够节省 37,540 美元的管理成本。（请参见图 2）。

¹ <http://www.principledtechnologies.com/clients/reports/VMware/vsphere5density0811.pdf>

图 2: 与 Microsoft 同类产品相比, 使用 VMware 产品在两年期间能够使您的运营成本节省多达 37,540 美元。



转移虚拟机工作负载以便进行主机维护

固件升级、BIOS 更新和硬件更换往往需要短时中断服务器的运行。为执行这一例行维护, 管理员必须先将正在这些服务器上运行的虚拟机负载分流到其他服务器上, 以确保基础架构的正常运作。将虚拟机从源服务器迁移到目标服务器的过程中, 管理员必须花费宝贵时间亲身参与; 因此, 此类迁移所花时间越短越好。图 3 描绘了实时迁移过程。

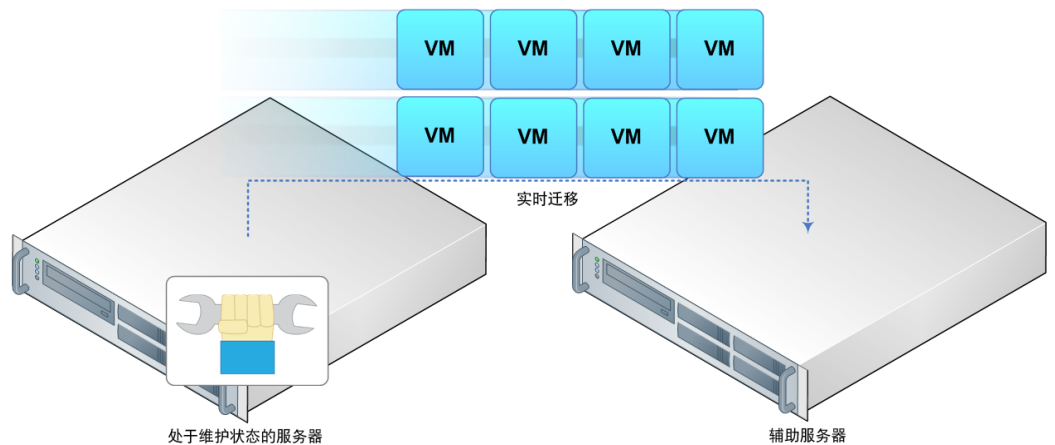


图 3: 进行服务器维护时, 虚拟机的实时迁移时间至关重要。

在对 VMware 和 Microsoft 产品进行此场景测试时，我们在由三台服务器组成的集群中安置了十八个虚拟机（每台服务器上安置六个），每个虚拟机分配 10 GB 内存，并在每个虚拟机上运行中等数据库负载。然后，我们测量了使集群中的一台服务器进入维护模式，将其上的所有虚拟机全部转移到其他两台服务器，然后再将这些虚拟机迁回到原始服务器所花费的时间。我们分别使用 VMware 和 Microsoft 解决方案对此进行了测试。结果发现，VMware vSphere 5 解决方案完成虚拟机负载迁移所需时间较 Microsoft 解决方案少 79%。图 4 和图 5 列出了在服务器上执行物理维护时，每项所需任务的耗时。更多详情请见[附录 C](#)。

转移虚拟机负载所花费的时间

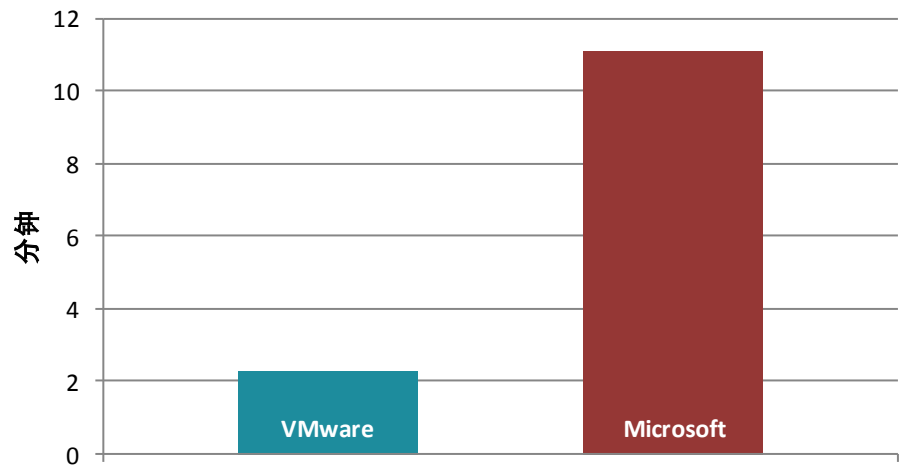


图 4: 使用 VMware 解决方案迁移虚拟机负载所需的时间较 Microsoft 解决方案少 79%。用时越少越好。

任务	VMware 解决方案	Microsoft 解决方案
将所有虚拟机全部迁离节点并进入维护模式所花费的时间	01:06	07:56
退出维护模式所花费的时间	00:01	00:14
迁回虚拟机所花费的时间	01:09	02:55
总耗时 (不含启动耗时)	02:16	11:05

图 5: 为在一台服务器上执行物理维护而进行的实时迁移所耗费的时间 (分:秒)。

添加新卷和重新分配虚拟机存储

随着业务不断增长，企业环境中的虚拟机数量和数据会不断增多，这意味着必须添加新的存储。系统管理员不得不频繁添加新的存储容量，而这需要他们将现有的虚拟机存储重新分配到新的存储上，或对现有存储进行重新调配。我们使用这两个平台所提供的相关功能，测量了“向集群中添加新的存储容量后，重新分配虚拟机存储”所需的时间。扩展存储是为了扩展集群的总容量，进而缓解先前容量快要耗尽的数据存储所面临的压力。

在此场景中，这两个平台所提供的相关功能略有不同。在 VMware vSphere 上，我们采用的是 VMware Storage Distributed Resource Scheduler (Storage DRS) 这一全自动解决方案。而在 Microsoft Hyper-V 上，由于 Microsoft 平台中不存在同等功能，因而我们采用了由管理员人工制定决策和用 System Center Virtual Machine Manager (SCVMM) 执行 Quick Storage Migration 相结合的办法。

使用 VMware Storage DRS 时，终端用户不会遭遇任何停机（请参见图 6）；因此，除了管理员在界面中输入数据和确认所花费的时间外，我们未在本场景中计入任何其他耗时。而在 Microsoft SCVMM Quick Storage Migration 方面，虚拟机会出现短暂的“保存状态”，导致虚拟机内部的应用中断使用。因此，我们决定为这其中的每一个虚拟机计入额外的管理员时间，因为管理员不仅需要对虚拟机文件进行物理移动，还不可避免地要花时间与应用的相关人员和业务用户进行协调。为了确保用户为迁移期间的停机做好准备，这些工作是必不可少的。

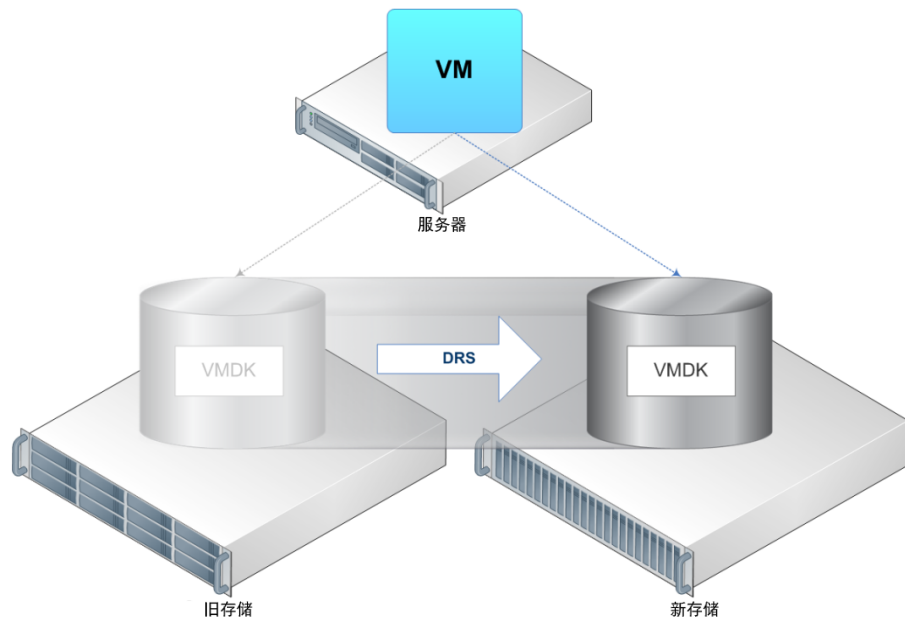


图 6: VMware Storage DRS 自动、高效地处理新存储层的添加工作。

我们发现，使用 VMware 功能执行此项管理操作所花的时间较使用 Microsoft 功能少 95%，这是因为 VMware Storage DRS 可自动执行操作，且 VMware 解决方案不会导致停机。图 7 列出了每个解决方案迁移虚拟机存储所花费的时间。图 8 和[附录 D](#) 提供了我们执行的每项任务的详细说明，及完成各项任务所需的时间。我们未测量实施新存储托盘所需的时间（因为在这一点上，两个平台是相同的），也未测量存储迁移的实际耗时（因为我们假定管理员会将此操作交由系统自动运行）。

迁移虚拟机存储所花费的时间

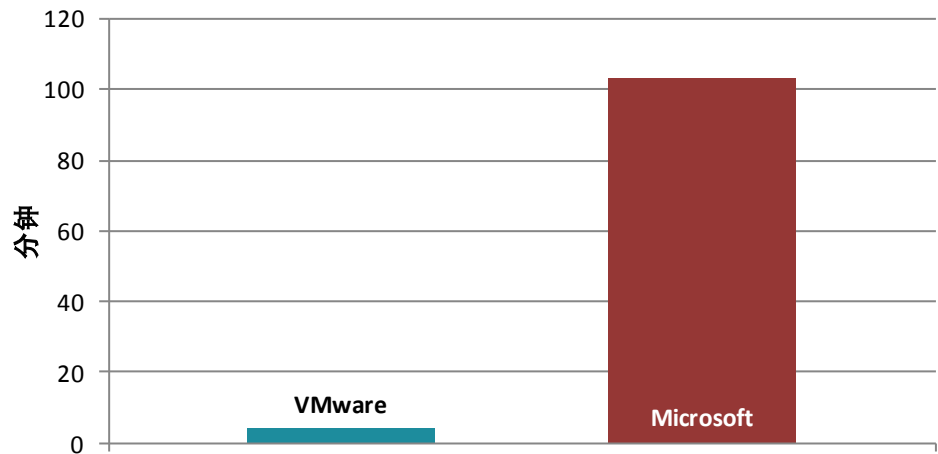


图 7: 使用 VMware 解决方案添加新卷和重新分配虚拟机存储的耗时较 Microsoft 解决方案少 95%。用时越少越好。

VMware 解决方案		Microsoft 解决方案	
任务	时间	任务	时间
		1. 针对 Quick Storage Migration 造成的短暂但不可避免的停机时间加以规划。我们假定管理员需要在每个虚拟机上花费 15 分钟与各方进行协调，且受影响的卷上有六个需要迁移的虚拟机。	1:30:00*
1. 在主机上，重新扫描新存储层上新 LUN 的 iSCSI 软件适配器。	0:02:10	2. 在每台主机上，使用 iSCSI 启动器连接新 LUN。假定有三台主机。	0:01:07
2. 将新 LUN 作为数据存储添加至集群。	0:01:40	3. 在其中一台主机上使用磁盘管理，使用新 LUN 创建一个新的简单卷。	0:00:36
		4. 在每台主机上将 LUN 置于联机状态。	0:02:12
3. 将此新数据存储添加至之前已存在的数据存储集群。	0:00:23	5. 在管理服务器上使用故障切换集群服务，将此磁盘添加至集群，并将其添加至集群共享卷。	0:01:10
		6. 评估管理员手动计算“需要多少次迁移操作才能借助新存储层平衡 LUN 容量”所需的时间。假定每个虚拟机耗时 1 分钟，且受影响的卷上包含六个虚拟机。	0:06:00*

VMware 解决方案		Microsoft 解决方案	
4. 单击“Run Storage DRS”（运行 Storage DRS），开始使用新存储层重新分配虚拟机。	0:00:10	7. 使用 SCVMM 和 Quick Storage Migration，利用内置向导将各个 Quick Storage Migration 排队。	0:02:01
总计	0:04:23	总计	1:43:06

图 8：与添加新数据存储和重新分配虚拟机存储相关的各项任务的耗时（小时:分:秒）。（*= 估算时间）

隔离占用大量存储的虚拟机

在 CPU 和内存管理方面，VMware 和 Microsoft 虚拟化解决方案均实现了一定程度的资源管理。但是，当特定用户的虚拟机大量占用存储 I/O 资源时，IT 员工必须隔离这个“邻位干扰”虚拟机，以便其他用户能分配到适当资源。对于 VMware，这一隔离流程需要在 vCenter Server 控制台中启用 Storage I/O Control 并限制此虚拟机的 IOPS。在这方面，Hyper-V 又遇到了与前一存储场景中同样的尴尬：缺少相应的功能。要通过 Hyper-V 完全隔离此虚拟机，必须将此虚拟机的虚拟磁盘负载分流至其他物理存储。图 9 展示了 VMware Storage I/O Control 的工作原理。

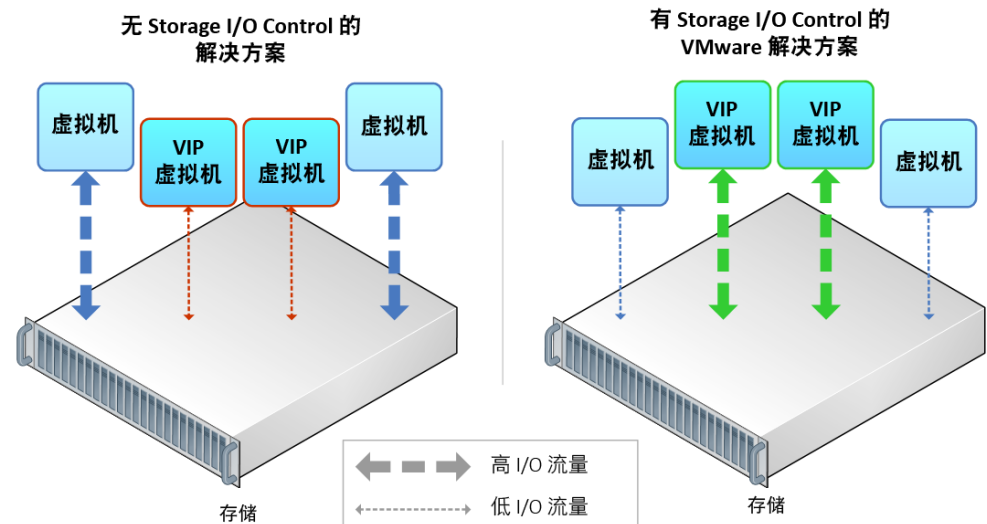


图 9：VMware Storage I/O Control 可轻松隔离和限制虚拟机的存储带宽。

我们分别使用两种解决方案对“邻位干扰”虚拟机的资源进行隔离和重新分配，结果表明，使用 VMware 解决方案执行此操作所花的时间较 Microsoft 解决方案少 97%（请参见图 10）。VMware vSphere Storage I/O Control 能够迅速隔离用户，而 Microsoft 的手动隔离方法则花费相当长的时间。图 11 和[附录 E](#) 中列出了我们所采取的具体步骤。

在此次对比中，我们假定使用 Microsoft 解决方案时，无需为进行隔离而另外购买新的存储硬件。我们假定公司可通过重新调配现有存储来应对此类隔离事件。在实验中，我们重新调配了额外的 iSCSI 存储，但对于调配额外的光纤通道托盘和结构，可能也需要类似的步骤。

隔离占用大量存储的虚拟机所花费的时间

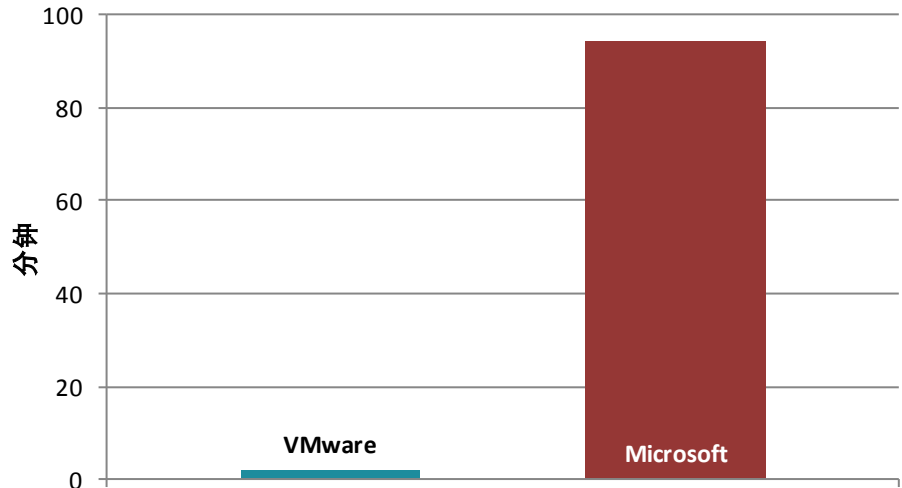


图 10: 使用 VMware 解决方案隔离占用大量存储的虚拟机的耗时较 Microsoft 解决方案少 97%。用时越少越好。

VMware 解决方案		Microsoft 解决方案	
任务	时间	任务	时间
1. 在每个数据存储上启用 Storage I/O Control 以平衡虚拟机间的 I/O 使用量。	0:00:24	1. 在全部三台主机上安装新网卡，并在关闭主机前将虚拟机迁离每台主机。	0:50:27
2. 调节 Storage I/O Control 高级设置中的拥塞阈值。	0:00:50	2. 搭设和连接新的存储托盘。	0:10:00
3. 调节单个虚拟机的磁盘共享。	0:00:24	3. 使用串行连接配置初始使用的存储阵列，创建新的存储组和新的存储池，并使用与当前存储分隔的独立 IP 子网，以实现完全隔离的结构。	0:02:03
4. 调节单个虚拟机的虚拟磁盘 IOPS 限制。	0:00:27	4. 使用 EQL Web 管理控制台在新托盘上配置 LUN。	0:05:10
		5. 在每台主机上为新网卡更新必要的驱动程序。	0:14:24
		6. 在每台主机上为每个新网卡配置 iSCSI 设置 (MTU、IP 地址)。	0:06:33
		7. 使用 iSCSI 启动器，连接到集群中每台主机的新 LUN。	0:01:48
		8. 使用磁盘管理，将集群中每台主机上的 LUN 置于联机状态并进行格式化。	0:02:42

VMware 解决方案		Microsoft 解决方案	
		9. 在“故障切换集群服务”中，将新磁盘添加为集群磁盘。	0:00:21
		10. 将磁盘添加至集群共享卷。	0:00:26
		11. 借助 SCVMM，使用 Quick Storage Migration 功能将“邻位干扰”虚拟机移至新磁盘。	0:00:38
总计	0:02:05	总计	1:34:32

图 11: 与重新分配“邻位干扰”虚拟机资源相关的各项任务的耗时(小时:分:秒)。

调配新的主机

无论是处于成长期的企业，还是只需更新硬件的企业，都需要经常在数据中心环境中调配新的主机。两种解决方案都具有完成此类调配任务所需的自动化工具。在测试中，我们设置了两种平台的自动化解决方案：对于 VMware，我们采用了 VMware vSphere Auto Deploy（参见图 12），而对于 Microsoft Hyper-V，我们采用了 System Center Configuration Manager 2007 R3 裸机部署任务序列。

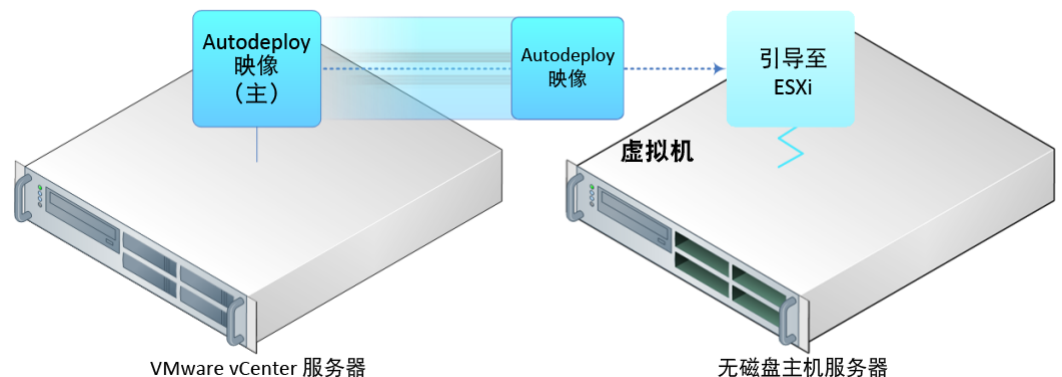


图 12: VMware Auto deploy 可快速部署新的无磁盘主机。

使用 VMware Auto Deploy 调配新主机要比使用 Microsoft SCCM 2007 R3 快 78%，且无需使用板载存储（请参见图 13）。图 14 和附录 F 中列出了我们所采取的具体步骤。

调配新主机所花费的时间

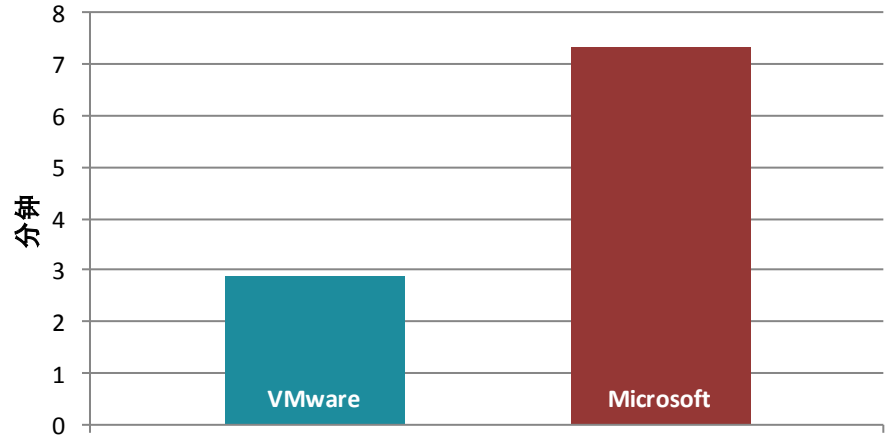


图 13: 使用 VMware 解决方案调配新主机的耗时较 Microsoft 解决方案少 78%。用时越少越好。

VMware 解决方案		Microsoft 解决方案	
任务	时间	任务	时间
1. 单击“Apply Host Profile”（应用主机配置文件）。	0:00:05	1. 输入许可证并登录域。	0:00:45
2. 回答配置文件问题。	0:01:03	2. 通过 iSCSI 启动器连接 LUN。	0:01:44
3. 等待主机完成配置并准备就绪。	0:01:45	3. 通过磁盘管理将磁盘置于联机状态。	0:00:36
		4. 为 Hyper-V 创建四个新的虚拟网络。	0:02:12
		5. 将主机加入集群。	0:02:04
总计	0:02:53	总计	0:07:21

图 14: 与调配新主机相关的各项任务的耗时（小时:分:秒）。

执行无中断灾难恢复测试

我们准备测试无中断的灾难恢复计划，即此流程的所有步骤都不会导致停机、生产负载重定位或生产网络变更。对于 VMware，我们采用了 VMware Site Recovery Manager，而对于 Microsoft，我们采用了两个不同的站点集群和一套手动操作规程。我们选择不使用地理跨度很广的 Hyper-V 故障切换集群，这是因为距离限制会使其不适合某些使用情形，且无法在不中断或不改变生产负载的情况下执行灾难恢复测试场景。

在测试中，我们先测量了使用 VMware Site Recovery Manager 执行完整的无中断灾难恢复测试所花的时间，然后测量或估算了 Microsoft 解决方案执行类似操作的耗时。在这些时间计量场景中，我们假定组织拥有五个 SAN 系统和 1000 个虚拟机，但其中只有两个 SAN 和 75 个虚拟机位于第 1 层且必须进行灾难恢复测试。

在我们的配置中，使用 VMware 解决方案执行无中断灾难恢复场景测试的耗时较 Microsoft 方案少 94%（请参见图 15）。图 16 和附录 G 中列出了我们所采取的具体步骤。

测试无中断灾难恢复所花费的时间

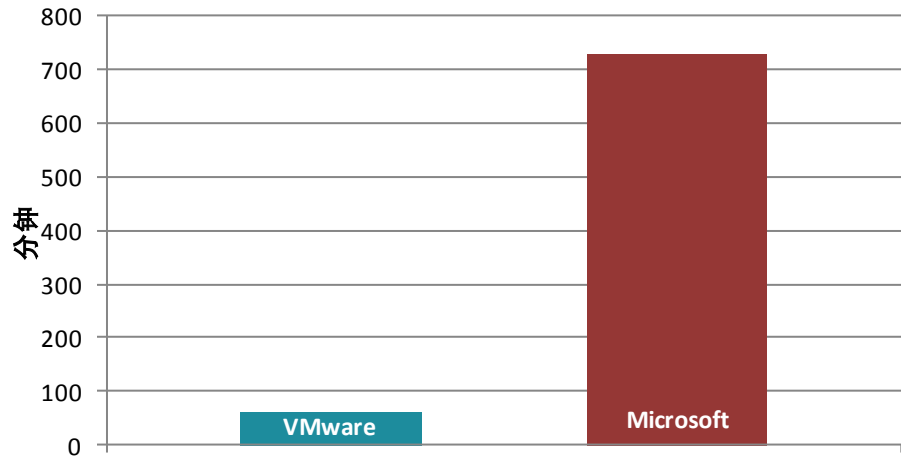


图 15：使用 VMware 解决方案执行无中断灾难恢复测试的耗时较 Microsoft 解决方案少 94%。

VMware 解决方案		Microsoft 解决方案	
任务	时间	任务	时间
1. 时间成本 - 需每月对基于向导的恢复计划进行维护。 ²	1:00:00*	1. 时间成本 - 需每月对基于脚本的元数据进行维护，包括虚拟机同步、引导顺序偏好设置以及执行恢复时必定会出现的 IP 地址变更。	10:00:00*
2. 在 vCenter Server 的 SRM 插件中，右键单击恢复计划并选择“Test”（测试）。	0:00:10	2. 暂停 SAN 复制。 ³	0:00:50
		3. 修改 DNS 或 WAN，确保不会有流量流向灾难恢复站点。 ⁴	0:10:00*
		4. 配置用于灾难恢复测试的存储快照和卷。 ⁵	0:22:00
		5. 在每台主机上，将磁盘置于联机状态。 ⁶	0:10:37

² 我们假定基于脚本的恢复计划的维护耗时较基于图形化向导的恢复计划高 10 倍。

³ 我们假定在示例组织的五个 SAN 中，有两个为在灾难恢复测试期间必须暂停的第 1 层灾难恢复 SAN。因此，我们将原先手动计时的“暂停”步骤的耗时 (0:00:25) 乘以 2。

⁴ 网络人员在网络硬件上调节配置所需的时间（估算值）。我们假定此类操作的耗时一律为 10 分钟。

⁵ 此耗时因 SAN 供应商而异。在实验中，我们在 Dell EqualLogic 存储上执行的手动流程模拟了 VMware 执行的自动流程。我们将灾难恢复副本集手动升级为卷，后者会自动创建用于灾难恢复测试的可写快照。我们假定有两个灾难恢复 SAN，而每个 SAN 包含 10 个卷；因此，我们将原始耗时 (0:01:06) 乘以 20。

⁶ 我们假定 1000 个虚拟机中有 75 个为第 1 层的受保护虚拟机。此外，我们还假定 Microsoft 的主机密度为每台主机包含 12 个虚拟机，所以共需要 7 台主机 (75/12=6.25，即 7 台主机)。因此，我们将原始耗时 (0:01:31) 乘以 7。

VMware 解决方案		Microsoft 解决方案	
		6. 将每个卷挂接至集群主机。 ⁷	0:20:00
		7. 运行事先准备好的脚本，以启动虚拟机并执行 IP 寻址。执行灾难恢复测试。 ⁸	0:30:00*
3. 在 vCenter Server 的 SRM 插件中，右键单击恢复计划并选择“Cleanup”（清理）。	0:00:10	8. 运行事先准备好的脚本，以关闭虚拟机。 ⁹	0:01:00*
		9. 彻底删除灾难恢复集群上的卷。 ¹⁰	0:11:20
		10. 对于每台主机上的每个卷，将磁盘置于脱机状态，然后断开与磁盘的连接。 ¹¹	0:01:10
		11. 清理并还原灾难恢复测试所用的存储配置。 ¹²	0:11:20
		12. 还原 DNS 或 WAN，以恢复正常操作。 ¹³	0:10:00*
		13. 恢复 SAN 复制。 ¹⁴	0:00:50
总计	1:00:20	总计	12:09:07

图 16: 与调配新主机相关的各项任务的耗时 (小时:分:秒)。(*= 估算时间)

⁷ 我们假定有两个灾难恢复 SAN，而每个 SAN 包含 10 个卷；因此，我们将原始耗时 (00:01:00) 乘以 20。

⁸ 我们假定此类操作的耗时一律为 30 分钟。

⁹ 我们假定此类操作的耗时一律为 1 分钟。

¹⁰ 我们假定有两个灾难恢复 SAN，而每个 SAN 包含 10 个卷；因此，我们将原始耗时 (0:00:34) 乘以 20。

¹¹ 我们假定有 7 台主机（见脚注 6），共享两个卷，但每台主机只连接一个卷。因此，我们将原始耗时 (0:00:10) 乘以 7。

¹² 此耗时因 SAN 供应商而异。在实验中，我们在 Dell EqualLogic 存储上执行的手动流程模拟了 VMware 执行的自动流程。手动移除存储上的可写快照，然后将卷降级为用于灾难恢复复制的副本集。我们假定有两个灾难恢复 SAN，而每个 SAN 包含 10 个卷；因此，我们将原始耗时 (0:00:34) 乘以 20。

¹³ 网络人员在网络硬件上调节配置所需的时间（估算值）。我们假定此类操作的耗时一律为 10 分钟。

¹⁴ 我们假定在示例组织的五个 SAN 中，有两个为在灾难恢复测试期间必须暂停的第 1 层灾难恢复 SAN。因此，我们将原先手动计时的“恢复”步骤的耗时 (0:00:25) 乘以 2。

计算各场景的两年期运营成本

为计算这两个解决方案的管理运营成本，我们测量了使用 VMware 和 Hyper-V 执行五个管理场景中的任务所花的时间。结果表明，VMware 在执行每组任务时都更快些。图 17 列出了 VMware 和 Hyper-V 在这五个测试场景中测得的时间以及两者间的时间差距。

场景	VMware 解决方案	Microsoft 解决方案	VMware 解决方案节省的时间
场景 1: 转移虚拟机工作负载以便进行主机维护	0:02:16	0:11:05	0:08:49
场景 2: 添加新卷和重新分配虚拟机存储	0:04:23	1:43:06	1:38:43
场景 3: 隔离占用大量存储的虚拟机	0:02:05	1:34:32	1:32:27
场景 4: 调配新的主机	0:02:53	0:07:21	0:04:28
场景 5: 执行无中断灾难恢复测试	1:00:20	12:09:07	11:08:47

图 17: VMware 较 Hyper-V 在五个测试场景所节省的时间 (小时:分:秒)。此处的耗时和节省时间均为我们在测试服务器上对各场景执行一次测试后所得的结果。

为了说明节省下来的这些时间如何影响组织的盈亏状况，我们假定了一个示例环境，其中包含 1000 个虚拟机，VMware vSphere 服务器的虚拟机密度为每台服务器 15 个虚拟机，Microsoft Hyper-V 服务器则为每台服务器 12 个虚拟机。然后，我们计算了企业选择 VMware vSphere 相较于选择 Microsoft Hyper-V 可实现的成本节约，前提是企业在两年时间内必须多次重复执行上述场景。我们假定这些任务由资深系统管理员完成，并根据此管理员的工资加福利来计算成本。¹⁵ 此资深系统管理员的每分钟成本为 1.02 美元。图 18 列出了上图中的耗时和节省时间乘以 1.02 美元后所得的结果。

场景	每执行一次测试的 VMware 成本	每执行一次测试的 Microsoft 成本
场景 1: 转移虚拟机工作负载以便进行主机维护	2.32 美元	11.30 美元
场景 2: 添加新卷和重新分配虚拟机存储	4.47 美元	105.16 美元
场景 3: 隔离占用大量存储的虚拟机	2.12 美元	96.42 美元
场景 4: 调配新的主机	2.94 美元	7.50 美元
场景 5: 执行无中断灾难恢复测试	61.54 美元	743.70 美元

图 18: 对各场景执行一次测试后 VMware 可省下的成本。

然后，我们估算了两年期间系统管理员在每个场景下可能需要执行这些任务的次数。为了估算两年期间的任务次数，我们考虑了虚拟机的数量（1000 个）、上文所述的各平台的虚拟机密度以及行业经验，从而合理估算出维护事件、添加存储、部署等任务的次数。下面，我们列出了比较成本时用于计算事件次数的假设值。

¹⁵ 根据 salary.com 于 2012 年 3 月 5 日登出的数据，美国资深系统管理员的全国平均基本工资为 88599 美元，总体薪酬为 126662 美元。总体薪酬包含基本工资、员工贡献奖、社会保险（401k 和 401b、伤残保险、医疗保险和养老金）以及带薪休假。基于此薪酬，我们按一年 52 周、每周 40 个工时计算得出：资深系统管理员的每分钟平均成本为 1.02 美元。

转移虚拟机工作负载以便进行主机维护

我们假定每台服务器每季度进行一次固件和 BIOS 检查，且每年发生硬件故障的服务器数量占服务器总数的 5%。按此假设值计算，VMware 的事件数为 272，Microsoft 为 341。计算方法如下：

VMware 解决方案

(1000 个虚拟机/每台服务器 15 个虚拟机) = 67 台服务器
(67 台服务器 * 4 个季度) + 取整 (67 台服务器 * 0.05 的故障率) = 每年 272 宗事件
272 宗事件 * 2 年 = 544 宗事件

Microsoft 解决方案

(1000 个虚拟机/每台服务器 12 个虚拟机) = 84 台服务器
(84 台服务器 * 4 个季度) + 取整 (84 台服务器 * 0.05 的故障率) = 每年 341 宗事件
341 宗事件 * 2 年 = 682 宗事件

两年内省下的成本 = (682 * Microsoft 事件成本) - (544 * VMware 事件成本)

添加新卷和重新分配虚拟机存储。

我们假定拥有 1000 个虚拟机的数据中心需要至少五个存储系统，每个存储系统每月需要调配一个新的 LUN，因而可算出此场景的事件数为 120。

隔离占用大量存储的虚拟机

我们未考虑购置新硬件所需的时间，只计入隔离事件中调配硬件所花的时间。我们假定数据中心每月至少需要执行一宗隔离事件，则两年期间的事件总数为 24。

调配新的主机

我们假定数据中心每年要更新三分之一的主机，且每年另外新增 10% 的主机。计算部署事件次数的方法如下：

VMware 解决方案

(1000 个虚拟机/每台服务器 15 个虚拟机) = 67 台服务器
取整 (67 台服务器 * 0.33) + 取整 (67 台服务器 * 0.1) = 30 宗事件
30 宗事件 * 2 年 = 60 宗事件

Microsoft 解决方案

(1000 个虚拟机/每台服务器 12 个虚拟机) = 84 台服务器
取整 (84 台服务器 * 0.33) + 取整 (84 台服务器 * 0.1) = 37 宗事件
37 宗事件 * 2 年 = 74 宗事件

两年内省下的成本 = (74 * Microsoft 成本) - (60 * VMware 成本)

执行无中断灾难恢复测试

我们假定每月执行一次灾难恢复测试，则两年期间的事件总数为 24。图 19 列出了企业选择 VMware 来管理这些场景时两年期间的事件数及可省下的成本（估算值）；该值为估计事件数乘以上图中每执行一次事件可省下的成本所得的结果。

场景	两年期间的事件总数	两年内省下的成本
场景 1: 转移虚拟机工作负载以便进行主机维护	VMware: 544 Microsoft: 682	6444.52 美元
场景 2: 添加新卷和重新分配虚拟机存储	120	12082.80 美元
场景 3: 隔离占用大量存储的虚拟机	24	2263.20 美元
场景 4: 调配新的主机	VMware: 60 Microsoft: 74	378.60 美元
场景 5: 执行无中断灾难恢复测试	24	16371.84 美元
总计节省成本		37540.96 美元

图 19: 假定虚拟机数量为 1000 时，两年内在这些场景中使用 VMware 相比使用 Microsoft 可省下的运营成本（估算值）。

计算购置成本和资金成本

我们使用 VMware 应用程序单位成本计算器来计算虚拟化平台（用于支持拥有 1000 个虚拟机的数据中心）的购置成本。我们在计算器中输入了以下数据：1000 个虚拟机、“典型”负载状况、“服务器 B”的配置、iSCSI 存储、VMware Enterprise Plus 版本、使用物理管理服务器、平均用电及占地空间成本。通常情况下，VMware 应用程序单位成本计算器假定 vSphere 的虚拟机密度比 Hyper-V 高 50%，但我们将 VMware 的这一密度优势设为较保守的 25%（即 Microsoft 为每台主机 12 个虚拟机，VMware 为每台主机 15 个虚拟机）。根据这些假设值，VMware 应用程序单位成本计算器得出的结果为：VMware 平台需要 67 台 vSphere 主机和 2 台 vCenter 管理服务器，而 Microsoft 平台则需要 84 台 Hyper-V 主机和 11 台 System Center 及 SQL Server 管理服务器（基于 Microsoft 公布的最佳实践，具体请参见 VMware 应用程序单位成本计算器使用方法¹⁶）。此外，我们还计入了 VMware Site Recovery Manager Standard 版本的购置成本和 75 个受保护虚拟机的两年期支持费用（20768 美元）。硬件（服务器、网络连接和存储）、软件（虚拟化、管理、操作系统许可、VMware vCenter Site Recovery Manager）和数据中心基础架构及两年期支持费用的总成本计算结果为：

- VMware: 2,300,768 美元
- Microsoft: 2,278,533 美元

¹⁶ <http://www.vmware.com/go/costperapp-calc-methods>

计算总体拥有成本

我们将以下两项成本之和作为两年期的总体拥有成本：VMware 应用程序单位成本计算器生成的平台购置成本，以及根据我们假设的拥有 1000 个虚拟机的数据中心所评估出的五种场景的运营成本（请参见图 20）。

	VMware 解决方案	Microsoft 解决方案
2 年期资金开销（硬件、软件及支持成本）	2,300,768 美元	2,278,533 美元
2 年期运营开销（依据所评估的五种场景）	3,503 美元	41,044 美元
2 年期 TCO	2,304,271 美元	2,319,577 美元

图 20: 两种解决方案的两年期总体拥有成本。

结果显示，将所测试的五种场景列入考虑范围后，与 Microsoft 相比，VMware 平台的运营成本更低，所得出的 TCO 也更低。不过，这五种场景只占到组织常见运营任务的一小部分，而且据其他跨行业 IT 开支调研报告显示，年运营开销是年资金开销的两倍多。¹⁷ 这意味着，在虚拟化等平台技术上省下的运营成本所产生的效应，可能远远超出本分析报告中五种常见任务的成本节约总和。因此，组织可能会发现 VMware vSphere 5 的其他功能特性（如 vCenter 中的单个统一管理界面、客户虚拟机的 CPU 热添加功能、“虚拟机与主机”和“虚拟机与虚拟机”关联性功能、虚拟机存储层安置自动功能）有利于进一步节省运营时间。

测试对象

VMware vSphere 5 简介

vSphere 5 是 VMware 最新推出的虚拟化平台。vSphere 5 可帮助企业虚拟化服务器、存储和网络资源，实现极高的整合率，同时像本文所述一样省下大量管理时间。有关 VMware vSphere 5 的更多信息，请参阅

<http://www.vmware.com/cn/products/vsphere/overview.html>。

Microsoft Windows Server 2008 R2 Hyper-V 简介

Microsoft Windows Server 2008 R2 是 Microsoft 的服务器操作系统平台，其中包含用于虚拟基础架构的 Hyper-V 虚拟化管理程序。Microsoft 解决方案中包含的管理产品是 System Center Virtual Machine Manager 2008 R2（可实现对物理和虚拟 IT 基础架构的集中管理）和 System Center Configuration Manager 2007（可实现部署及其他功能）。

¹⁷ <http://storage.networksasia.net/content/migrating-cloud-beware-prickly-financial-situations>

结论

管理持续运行的虚拟化基础架构必然需要 IT 员工提供某种程度的维护。通过系统自动化和能力强大的管理功能执行日常维护任务时节省下的任何时间，都可以让 IT 员工解放出来，集中精力帮助您实现业务增长。在我们测试的场景中，与使用 Microsoft 提供的同类产品相比，使用 VMware 解决方案有望节省 91% 的管理人力成本。

当我们将 VMware 应用程序单位成本计算器得出的硬件购置成本估算值与预计节省的运营效率成本相加后，我们发现，与 Microsoft 解决方案相比，使用 VMware 解决方案时的两年期总体拥有成本更低。

附录 A - 服务器和存储配置信息

图 21 和图 22 列出了我们所使用的测试服务器和存储的配置信息。

系统	3 台 Dell PowerEdge R710 服务器
电源	
总数	2
供应商及型号	Dell Inc. N870P-S0
单台功率 (W)	870
散热风扇	
总数	5
供应商及型号	Nidec UltraFlo™ RK385-A00
单个尺寸 (高 x 宽)	2.5 x 2.5
电压 (V)	12
电流 (A)	1.68
一般配置	
处理器封装数量	2
单个处理器的核心数	6
单个核心的硬件线程数	2
CPU	
供应商	Intel®
名称	Xeon®
型号	X5670
步进	B1
插槽类型	FCLGA 1366
核心频率 (GHz)	2.93
总线频率	6.4 GT/s
一级缓存	32 KB + 32 KB (单个核心)
二级缓存	6 x 256 KB (单个核心)
三级缓存	12 MB (共享)
平台	
供应商及型号	Dell PowerEdge R710
主板型号	OYDJK3
BIOS 名称及版本	Dell Inc. 6.0.7
BIOS 设置	默认
内存模块	
系统总内存 (GB)	96
供应商及型号	M393B1K70BH1-CH9
类型	PC3-10600
频率 (MHz)	1333
在系统中的运行速度 (MHz)	1333
时序/延迟 (tCL-tRCD-tRP-tRASmin)	9-9-9-24
容量 (GB)	8
内存模块数	12
芯片封装	双面

系统		3 台 Dell PowerEdge R710 服务器
内存块		双列
Microsoft 操作系统		
名称		Windows Server 2008 R2 SP1
内部版本号		7601
文件系统		NTFS
内核		ACPI x64 PC
语言		英语
VMware 操作系统		
名称		VMware vSphere 5.0.0
内部版本号		469512
文件系统		VMFS
内核		5.0.0
语言		英语
显卡		
供应商及型号		Matrox® MGA-G200ew
显存 (MB)		8
RAID 控制器		
供应商及型号		PERC 6/i
固件版本		6.3.0-0001
缓存大小 (MB)		256
硬盘驱动器		
供应商及型号		Dell ST9146852SS
驱动器数量		4
容量 (GB)		146
转速 (RPM)		15000
类型		SAS
板载以太网适配器		
供应商及型号		Broadcom® NetXtreme® II BCM5709 Gigabit Ethernet
类型		集成
用于 vMotion 场景的 10 Gb 光纤适配器		
供应商及型号		Intel Ethernet Server Adapter X520-SR1
类型		独立
用于 Storage I/O Control 场景的四端口以太网适配器		
供应商及型号		Intel PRO/1000 Quad Port LP SVR Adapter
类型		独立
光盘驱动器		
供应商及型号		TEAC DV28SV
类型		DVD-ROM
USB 端口		
数量		6
类型		2.0

图 21: 测试用服务器的详细配置信息。

存储阵列	Dell EqualLogic™ PS5000XV 存储阵列
阵列	3
活动存储控制器数	1
活动存储端口数	3
固件版本	5.1.2
交换机编号/类型/型号	Dell PowerConnect™ 5448
磁盘供应商及型号	Dell ST3600057SS/ST3450856SS/ST3600002SS
磁盘容量 (GB)	600/450/600
磁盘缓冲区大小 (MB)	16
磁盘转速 (RPM)	15000/15000/10000
磁盘类型	6.0 Gbps SAS / 3.0 Gbps SAS/ 6.0 Gbps SAS
用于 Windows 的 EqualLogic Host Software	Dell EqualLogic Host Integration Tools 3.5.5
用于 VMware 的 EqualLogic Host Software	Dell EqualLogic Multipathing Extension Module (MEM) 1.1

图 22: 测试用存储的详细配置信息。

附录 B - 测试硬件设置

对于本项测试，我们配置了三台服务器，每台服务器包含两个 RAID 1 卷，而每个卷又包含两个 146 GB SAS 驱动器。在第一个卷上，我们以默认方式安装 Windows Server 2008 R2 并启用 Hyper-V 角色，然后按照 Microsoft 文档中的说明执行其他 Microsoft 故障转移群集步骤。在每台服务器的第二个卷上，我们以默认方式安装 VMware vSphere 5 (ESXi)。每个操作系统均安装了最新的驱动程序和更新。

为避免硬件差异对计时造成影响，我们将 VMware 和 Microsoft 安装在三台相同的服务器上。为在各测试场景中实现两个平台间的切换，我们使用 PERC 6/i RAID 控制器来切换引导卷，以控制要引导的操作系统环境。

在外部存储方面，我们使用了三个 Dell EqualLogic PS5000XV 阵列，每个阵列包含 16 个驱动器且配置为 RAID 10 模式。其中一个阵列包含 10K SAS 驱动器，其余两个包含 15K SAS 驱动器。我们创建了一个存储池，并为其分配了速度较慢的驱动器托盘。此外，我们还另外创建了一个存储池，并为其分配了两个速度较快的驱动器托盘。对于这两个平台，我们将虚拟机文件平均分摊到这两个存储池中。

我们将每个 Dell EqualLogic PS5000XV 阵列通过其三个可用端口连接到一台 Dell PowerConnect 5448 交换机，并通过两块板载服务器 iSCSI 网卡将每台服务器连接到同一台交换机。我们按照各个供应商提供的文档对每个操作系统及交换机进行了 iSCSI 优化（如巨型帧等）。关于 Dell PowerConnect 5448 的具体配置，我们采用了《Dell EqualLogic 配置指南》(Dell EqualLogic Configuration Guide) 中的建议设置。

我们为每个平台创建了 30 个虚拟机，每个虚拟机均安装 Windows Server 2008 R2 作为客户操作系统。我们为每个虚拟机配置了 2 个虚拟 CPU 和 10 GB 内存，并挂接了四个虚拟磁盘：一个操作系统磁盘（13 GB）和另外三个虚拟磁盘（25 GB、15 GB 和 4 GB）。每个虚拟机总共挂接了 57 GB 的存储。在联网方面，每个虚拟机均设有一个虚拟网络连接，并利用主机的网络连接来连接到 Dell PowerConnect 6248 交换机（即我们用于虚拟机和管理流量的交换机）。

有关完成基础安装后针对特定场景所做的变更，请参阅后面部分相应的操作方法附录。

附录 C - 场景 1: 转移虚拟机工作负载以便进行主机维护

VMware vSphere 5: 完成安装后针对场景 1 所做的额外配置

为执行此项测试，我们配置了 vMotion 网络和 VMware DRS 来将虚拟机从一台主机负载分流和完全转移到集群中的其他主机上。下面的步骤概述了如何针对 vMotion 在每台主机上配置额外的 10 Gb Intel X520-SR1 服务器适配器，以及如何在测试用集群上启用 VMware vSphere Distributed Resource Scheduler (DRS)。每台主机的 Intel 网卡均被连接至一台 10 Gb 交换机。

1. 通过 vSphere 客户端登录 vCenter Server。
2. 在 vCenter 控制台上，单击“Hosts and Clusters”（主机和集群）。
3. 单击左侧的第一台主机。
4. 单击“Configuration”（配置）选项卡，然后单击“Networking”（网络连接）。
5. 单击“Add Networking...”（添加网络连接...）。
6. 在“Connection Type”（连接类型）屏幕上，选择 VMkernel，然后单击“Next”（下一步）。
7. 在“VMkernel-Network Access”（VMkernel 网络访问）屏幕上，选中 Intel X520-SR1 服务器适配器，同时确保其他适配器未选中。
8. 单击“Next”（下一步）。
9. 在“VMkernel-Connection Settings”（VMkernel 连接设置）屏幕上，在“Network Label”（网络标签）框中为此新连接输入一个名称。
10. 选中“Use this port group for vMotion”（将此端口组用于 vMotion）复选框，然后单击“Next”（下一步）。
11. 在“VMkernel-IP Connection Settings”（VMkernel IP 连接设置）屏幕上，为此新网络对象输入新的 IP 地址和子网掩码（尽量使其位于与虚拟机和存储网络分隔的独立子网中）。
12. 单击“Next”（下一步）。
13. 在“Ready to Complete”（即将完成）屏幕上，单击“Finish”（完成）。
14. 在其余两台主机上重复执行步骤 4 - 13（为这两台主机指定第一台主机的 vMotion 网络所在的 IP 子网）。
15. 为确保所有主机上的网络设置均正确无误，在每台主机上执行迁离及迁回虚拟机的操作。
16. 要启用 DRS，右键单击测试集群，然后单击“Edit Settings...”（编辑设置...）。
17. 在“Cluster Features”（集群功能）屏幕上，选中“Turn On vSphere DRS”（开启 vSphere DRS）旁边的复选框。
18. 出于测试目的，我们将保留 DRS 的所有默认设置。单击“OK”（确定）。

VMware vSphere 5: 运行场景 1 测试

在测试中，我们为每台主机分配了六个虚拟机（共计 18 个虚拟机）。我们使用中等负载的数据库基准测试来填充每个虚拟机的内存，并在测试计时期间运行此基准测试。我们将一台主机置于维护模式，从而让 vSphere DRS 使用 vSphere vMotion 将虚拟机从原来的主机平均分配到其余两台主机上。以下是我们为完成此项测试所采取的步骤。我们测量并记录了每个步骤的耗时，且在报告正文中提供了相应的计时结果。

1. 开始基准测试，以填充虚拟机的内存分配。
2. 在所有虚拟机平均分布至各台主机（每台主机运行六个虚拟机）且基准测试保持运行的情况下，右键单击其中一台主机，然后单击“Enter Maintenance Mode”（进入维护模式）。
3. 当出现“Confirm Maintenance Mode”（确认维护模式）提示时，取消选中复选框，以避免在测试期间发生其他迁移活动，然后单击“OK”（确定）。
4. 待所有六个虚拟机均迁移至其余两台主机后，右键单击处于维护模式的主机，然后单击“Shutdown”（关机）。此时，我们暂停计时，以模拟系统升级或更换硬件并重启的操作。
5. 待此主机重新连接至集群后，恢复计时，右键单击此主机，然后单击“Exit Maintenance Mode”（退出维护模式）。

6. 待此主机退出维护模式后，选中集群，然后单击“Virtual Machines”（虚拟机）选项卡。
7. 同时选中迁移至其他两台主机的六个虚拟机，然后单击“Migrate...”（迁移...）。
8. 在“Select Migrate Type”（选择迁移类型）屏幕上，选择“Change”（更改）主机，然后单击“Next”（下一步）。
9. 在“Select Destination”（选择目标）屏幕上，展开集群，选中之前刚启动的主机，然后单击“Next”（下一步）。
10. 在“Ready to Complete”（即将完成）屏幕上，单击“Finish”（完成）。

Microsoft Hyper-V: 完成安装后针对场景 1 进行的额外设置

为执行此项测试，我们配置了实时迁移网络来将虚拟机从一台主机负载分流和完全转移到集群中的其他主机上。下面的步骤概述了如何针对 Microsoft Live Migration 在每台主机上配置额外的 10 Gb Intel X520-SR1 服务器适配器。安装完网卡后，我们在每台主机上安装了最新的驱动程序。每台主机的 Intel 网卡均被连接至一台 10 Gb 交换机。鉴于维护模式功能并非 Hyper-V 和故障切换集群服务的原生功能，因此，我们在运行 Microsoft System Center Virtual Machine Manager 的域上设置了一台独立服务器，并通过此台服务器调用维护模式事件。我们假定在测试前已安装了 SCVMM 2008 R2 且主机已添加至 SCVMM 2008 R2。

1. 登录第一台主机，然后打开“Network and Sharing Center”（网络和共享中心）。
2. 单击“Change”（更改）适配器设置。
3. 右键单击新的 Intel 网卡，然后单击“Properties”（属性）。
4. 选择“Internet Protocol Version 4”，然后单击“Properties”（属性）。
5. 为这一新的网络连接输入 IP 地址和子网掩码。务必分配一个与域和存储网络分隔的独立子网的 IP。
6. 在其余两台主机上重复执行步骤 1 - 5。
7. 打开“Server Manager”（服务器管理器），展开“Features”（功能）→“Failover Cluster Manager”（故障切换集群管理器）→“Cluster Name”（集群名称）。
8. 单击左侧的“Networks”（网络），确保新网络子网已添加至集群。
9. 展开左侧的“Services and Applications”（服务和应用程序），然后单击一个虚拟机。
10. 在中央窗格中，右键单击此虚拟机对象，然后单击“Properties”（属性）。
11. 单击“Network for Live Migration”（实时迁移网络）选项卡。
12. 选中新网络旁边的复选框，然后单击“OK”（确定）。

Microsoft Hyper-V: 运行场景 1 测试

在测试中，我们为每台主机分配了六个虚拟机（共计 18 个虚拟机）。我们使用中等负载的数据库基准测试来填充每个虚拟机的内存，并在测试计时期间运行此基准测试。我们将一台主机置于维护模式，从而让 SCVMM 使用 Microsoft Live Migration 将虚拟机从原来的主机平均分配到其余两台主机上。以下是我们为完成此项测试所采取的步骤。我们测量并记录了每个步骤的耗时，且在报告正文中提供了相应的计时结果。

1. 开始基准测试，以填充虚拟机的内存分配。
2. 在虚拟机平均分布且基准测试保持运行的情况下，登录 SCVMM 服务器，然后打开 SCVMM 管理员控制台。
3. 单击左侧的“Virtual Machines”（虚拟机）。
4. 右键单击目标主机，然后单击“Start maintenance mode”（启动维护模式）。
5. 在“Start maintenance mode”（启动维护模式）屏幕上，选择“Live Migration”（实时迁移）选项，然后单击“Start maintenance mode”（启动维护模式）。
6. 待所有虚拟机均迁移完毕后，登录目标主机，然后将其关闭。此时，我们暂停计时，以模拟系统升级或更换硬件并重启的操作。
7. 待此主机在“Failover Cluster Manager”（故障切换集群管理器）中出现后，恢复计时。单击“Services and Applications”（服务和应用），然后右键单击之前迁移的某个虚拟机。
8. 单击“Live migrate virtual machine to another node”（将虚拟机实时迁移至其他节点），然后选择目标服务器。
9. 对其余九个虚拟机重复执行步骤 7 - 8，并计入直到最后一个虚拟机完成迁移所花的时间。

附录 D - 场景 2: 添加新卷和重新分配虚拟机存储

VMware vSphere 5: 完成安装后针对场景 2 进行的额外设置

在此场景中, 我们模拟了卷容量接近上限、向集群添加新存储, 以及在事件后重新分配虚拟机存储。为模拟存储容量不足事件, 我们使用 Storage vMotion 向两个存储 LUN 中手动加载了大量虚拟机, 使其容量接近上限。之后, 我们通过 Dell EqualLogic 控制台在独立的存储层上另外创建了一个 LUN 并将其用作新添加的存储, 以缓解那两个容量接近上限的 LUN 的压力。我们将新 LUN 的容量设定为 1 TB, 以确保满足容量需求。

之后, 我们使用那两个容量接近上限的 LUN 创建了一个数据存储集群, 并启用了 VMware vSphere Storage DRS。以下是创建数据存储集群并启用 SDRS 的步骤。

1. 通过 vSphere 客户端登录 vCenter Server。
2. 在 vCenter 主页上, 单击 “Datastores and Datastore Clusters” (数据存储和数据存储集群)。
3. 右键单击左侧的数据中心对象, 然后单击 “New Datastore Cluster” (新建数据存储集群)。
4. 为新数据存储集群输入一个名称, 保持 “Turn on Storage DRS” (开启 Storage DRS) 复选框为选中状态。
5. 单击 “Next” (下一步)。
6. 在 “SDRS Automation” (SDRS 自动化) 屏幕上, 选择 “Fully Automated” (全自动), 然后单击 “Next” (下一步)。
7. 在 “SDRS Runtime Rules” (SDRS 运行时规则) 屏幕上, 保留 “I/O Metric Inclusion” (包含 I/O 指标) 和 “Threshold” (阈值) 的默认设置。请注意, “Utilized space Threshold” (可利用的空间阈值) 应设为 80%。
8. 单击 “Next” (下一步)。
9. 在 “Select Hosts and Clusters” (选择主机和集群) 屏幕上, 选中测试集群旁的复选框。
10. 在 “Select Datastores” (选择数据存储) 屏幕上, 选中上文提到的那两个容量接近上限的相同的数据存储, 然后单击 “Next” (下一步)。
11. 在 “Summary” (摘要) 屏幕上, 单击 “Finish” (完成)。

VMware vSphere 5: 运行场景 2 测试

我们测量并记录了以下步骤的耗时, 且在报告正文中提供了相应的计时结果。

1. 在测试集群中选择一台主机, 然后单击 “Configuration” (配置) 选项卡。
2. 在 “Hardware” (硬件) 标题下, 单击 “Storage Adapters” (存储适配器)。
3. 右键单击所配置的 “iSCSI Software Adapter” (iSCSI 软件适配器), 然后单击 “Rescan” (重新扫描)。
4. 待重新扫描 VMFS 任务完成后, 单击 “Storage” (存储)。
5. 单击右上角的 “Add Storage...” (添加存储...)。
6. 在 “Select Storage Type” (选择存储类型) 屏幕上, 选择 “Disk/LUN” (磁盘/LUN), 然后单击 “Next” (下一步)。
7. 在 “Select Disk/LUN” (选择磁盘/LUN) 屏幕上, 选择新的 LUN, 然后单击 “Next” (下一步)。
8. 在 “File System Version” (文件系统版本) 屏幕上, 保持默认设置为 VMFS-5 不变, 然后单击 “Next” (下一步)。
9. 在 “Current Disk Layout” (当前磁盘布局) 屏幕上, 单击 “Next” (下一步)。
10. 在 “Properties” (属性) 屏幕上, 为此新数据存储输入一个新的名称, 然后单击 “Next” (下一步)。
11. 在 “Disk/LUN-Formatting” (磁盘/LUN 格式化) 屏幕上, 选择 “Maximum” (最大) 可用空间, 然后单击 “Next” (下一步)。
12. 在 “Ready to Complete” (即将完成) 屏幕上, 检查数据存储设置, 然后单击 “Finish” (完成)。
13. 待 “Create VMFS Datastore” (创建 VMFS 数据存储) 任务完成后, 返回 “Datastores and Datastore Clusters” (数据存储和数据存储集群) 屏幕。
14. 右键单击之前创建的数据存储集群, 然后单击 “Add Storage...” (添加存储...)。

15. 选择新的数据存储，然后单击“OK”（确定）。
16. 待此数据存储添加到数据存储集群中后，选择此数据存储集群，然后单击“Storage DRS”选项卡。
17. 默认情况下，Storage DRS 每 8 小时自动运行一次。要手动运行 Storage DRS，可单击右上角的“Run Storage DRS”（运行 Storage DRS）。
18. 由于集群中原来的两个数据存储已接近容量上限（超过 80% 的阈值），而现在又向此数据存储集群中添加了新的容量，因而 Storage DRS 会建议将虚拟机移到新的数据存储上，以使之前两个数据存储的已用容量降低到 80% 阈值以下。要开始移动虚拟机，单击“Apply”（应用）建议即可。

注意：在我们的测试中，原来的两个数据存储分别向新数据存储移动了三个虚拟机（一共六个）。我们未计入此迁移过程的时间，因为 Storage DRS 会自动执行余下流程，无需系统管理员干预。

Microsoft Hyper-V: 完成安装后针对场景 2 进行的额外设置

在此场景中，我们模拟了卷容量接近上限、向集群添加新存储，以及在事件后重新分配虚拟机存储。与在此场景中 VMware 部分的操作一样，我们向两个相同的 LUN 中加载了大量虚拟机，使其接近容量上限。在运行此测试前，我们使用 Dell EqualLogic Web 控制台在现有存储层上创建了一个新的 LUN，以便添加到集群中。我们将新 LUN 的容量设定为 1 TB，以确保满足容量需求。与前一场景相同，我们仍使用 SCVMM 2008 R2。由于 Quick Storage Migration 是默认功能，因而无需对 SCVMM 执行任何额外的设置步骤。

Microsoft Hyper-V: 运行场景 2 测试

下列步骤概述了我们执行此测试的方式。对于此项测试，我们在总计时加入了两项未涵盖在下方步骤中的预估时间。第一项是系统管理员与虚拟机应用相关人员及业务用户沟通所花费的时间，因为 Quick Storage Migration 会在迁移期间进入保存状态，从而导致虚拟机短暂停机。第二项是系统管理员思考并决定如何手动安置虚拟机以缓解容量压力所花费的时间。

1. 登录第一台主机。
2. 依次单击“Start”（开始）→“Administrative Tools”（管理工具）→“iSCSI Initiator”（iSCSI 启动器）。
3. 单击“Targets”（目标）选项卡，然后单击“Refresh”（刷新）。
4. 连接到新的 LUN，然后选中“Enable multi-path”（启用多路径）复选框。
5. 单击“OK”（确定）以关闭“iSCSI Initiator Properties”（iSCSI 启动器属性）窗口。
6. 打开“Server Management”（服务器管理）控制台。
7. 单击左侧的“Storage”（存储）→“Disk Management”（磁盘管理）。
8. 右键单击刚刚连接的磁盘，然后单击“Initialize”（初始化）。
9. 待磁盘初始化完成后，右键单击该磁盘，然后单击“New Simple Volume”（新建简单卷）。
10. 按“New Simple Volume Wizard”（新建简单卷向导）执行操作，格式化此新磁盘。
11. 在其余两台服务器上，执行步骤 1 - 8，然后右键单击新磁盘并单击“Online”（联机）。
12. 登录第一台主机，然后打开“Server Manager”（服务器管理器）。
13. 展开左侧的“Features”（功能）→“Failover Cluster Manager”（故障切换集群管理器）→“Cluster Name”（集群名称）。
14. 单击左侧的“Storage”（存储），然后单击“Add”（添加）磁盘。
15. 选择新的磁盘，然后单击“OK”（确定）。
16. 待磁盘添加完成后，单击左侧的“Cluster Shared Volumes”（集群共享卷）。
17. 单击“Add Storage”（添加存储）。
18. 选择刚刚添加的集群磁盘，然后单击“OK”（确定）。
19. 登录 SCVMM 服务器，然后打开“SCVMM Administration”（SCVMM 管理）控制台。
20. 单击左侧的“Virtual Machines”（虚拟机）。

21. 选择此集群。
22. 右键单击一个目标虚拟机，然后单击“Migrate Storage”（迁移存储）。
23. 将此虚拟机及四个 VHD 文件的路径更改为此新存储 LUN，然后单击“Next”（下一步）。
24. 在“Summary”（摘要）屏幕上，单击“Move”（移动）开始迁移。
25. 对其余五个虚拟机重复执行步骤 22 - 24。

附录 E - 场景 3：隔离占用大量存储的虚拟机

VMware vSphere 5：完成安装后针对场景 3 进行的额外设置

在此场景中，我们对隔离虚拟机存储进行了模拟。由于 VMware vSphere Storage I/O Control 是 vSphere 5 的基本功能，因而在本测试场景中，无需执行任何额外设置。

VMware vSphere 5：运行场景 3 测试

我们测量并记录了以下步骤的耗时，且在报告正文中提供了相应的计时结果。

1. 通过 vSphere Client 登录 vCenter Server，然后选择目标虚拟机所在的主机。
2. 单击“Virtual Machines”（虚拟机）选项卡，然后右键单击目标虚拟机。
3. 单击“Edit Settings...”（编辑设置...）。
4. 选择“Resources”（资源）选项卡，然后选择“Disk”（磁盘）。
5. 调节每个磁盘的 IOPS 以限制允许每个磁盘使用的资源，然后单击“OK”（确定）。

Microsoft Hyper-V：完成安装后针对场景 3 进行的额外设置

在此场景中，我们对隔离虚拟机存储进行了模拟。Microsoft 未提供用于完全隔离虚拟机 IOPS 的专用工具。因而在此场景中，无需执行任何额外的操作系统设置。在我们的测量中，隔离目标虚拟机的过程中需要向集群手动添加存储托盘和存储网络（详见下文）。

Microsoft Hyper-V：运行场景 3 测试

要开始测试此场景，我们必须在安装新网卡之前将每台主机置于维护模式，以对主机上的虚拟机进行负载分流。由于这涉及到场景 1 中的步骤（虚拟机负载分流和实时迁移的耗时），因此我们将这些计时结果用到本场景中。

我们测量并记录了下列任务的耗时。由于首先要将服务器置于维护模式以进行虚拟机负载分流（与场景 1 中的步骤相同），因而我们也在本场景中计入了负载分流的耗时。

此操作与第一个场景类似，因而我们将这些计时结果计入到本场景的总计时中，同时加上安装新硬件的耗时。在安装完新网卡后，我们在测试集群中搭设和连接了一个新的存储托盘。之后，我们对此新托盘进行了配置并通过 EqualLogic web 管理控制台创建了一个新的 LUN。这一切准备完毕后，我们重新启动了服务器，更新了每块新网卡的驱动程序，为每块网卡配置了与此新存储位于同一子网的 IP 地址，并在每块网卡上启用了“Jumbo Frames”（巨型帧）。以下为其余测试部分的分步说明。

1. 登录第一台主机。
2. 依次单击“Start”（开始）→“Administrative Tools”（管理工具）→“iSCSI Initiator”（iSCSI 启动器）。
3. 单击“Discovery”（发现）选项卡，将存储组的 IP 地址添加到“Discover Portals”（发现门户）列表中。
4. 单击“Targets”（目标）选项卡，然后单击“Refresh”（刷新）。
5. 连接到新的 LUN，然后选中“Enable multi-path”（启用多路径）复选框。
6. 单击“OK”（确定）以关闭“iSCSI Initiator Properties”（iSCSI 启动器属性）窗口。
7. 打开“Server Management”（服务器管理）控制台。
8. 单击左侧的“Storage”（存储）→“Disk Management”（磁盘管理）。
9. 右键单击刚刚连接的磁盘，然后单击“Initialize”（初始化）。
10. 待磁盘初始化完成后，右键单击该磁盘，然后单击“New Simple Volume”（新建简单卷）。
11. 按“New Simple Volume Wizard”（新建简单卷向导）执行操作，格式化此新磁盘。
12. 在其余两台服务器上，执行步骤 1 - 8，然后右键单击新磁盘并单击“Online”（联机）。

13. 登录第一台主机，然后打开“Server Manager”（服务器管理器）。
14. 展开左侧的“Features”（功能）→“Failover Cluster Manager”（故障切换集群管理器）→“Cluster Name”（集群名称）。
15. 单击左侧的“Storage”（存储），然后单击“Add”（添加）磁盘。
16. 选择新的磁盘，然后单击“OK”（确定）。
17. 待磁盘添加完成后，单击左侧的“Cluster Shared Volumes”（集群共享卷）。
18. 单击“Add Storage”（添加存储）。
19. 选择刚刚添加的集群磁盘，然后单击“OK”（确定）。
20. 待新磁盘添加至“Cluster Shared Volumes”（集群共享卷）后，登录之前为 Live Migration 和 Quick Storage Migration 场景设置的 SCVMM 服务器。
21. 使用 Quick Storage Migration 将目标虚拟机移动至此新存储磁盘，并计入完成迁移所花的时间。

附录 F - 场景 4: 调配新的主机

VMware vSphere 5: 完成安装后针对场景 4 进行的额外设置

安装 VMware Auto Deploy

VMware Auto Deploy 需要 TFTP 服务器。此次安装 Auto Deploy 时，我们使用了 <http://www.solarwinds.com> 网页中提供的软件。我们在 vCenter Server 上安装了 TFTP 服务器。此外，Auto Deploy 还要求安装 vSphere PowerCLI。有关 PowerCLI 的更多信息，请参阅 <http://www.vmware.com/support/developer/PowerCLI/>。

我们将 TFTP 配置为向 192.168.20.190 - 192.168.20.199 范围内的所有 PXE 引导服务器应用 ESXi 离线捆绑包。然后，我们启动了目标系统。

1. 通过 vSphere Client 登录 vCenter。
2. 在 VMware vCenter 5 安装介质中，单击“Autorun”（自动运行）。
3. 单击“VMware Auto Deploy”。
4. 选择“English”（英语），然后单击“Next”（下一步）。
5. 在安装向导欢迎屏幕中，单击“Next”（下一步）。
6. 同意许可协议，然后单击“Next”（下一步）。
7. 选择 2 GB 作为存储库大小，然后单击“Next”（下一步）。
8. 输入 vCenter IP 地址，输入 administrator 作为用户名，然后为此管理员帐户输入密码。
9. 使用默认服务器端口 6501，然后单击“Next”（下一步）。
10. 选择“Use the IP address of the server”（使用服务器 IP 地址）选项以便在网络上识别 Auto Deploy，然后单击“Next”（下一步）。
11. 单击“Install”（安装）。
12. 单击“Finish”（完成）。
13. 在 vSphere 客户端中，单击“Plug-ins”（插件），然后单击“Manage plug-ins...”（管理插件...）。
14. 右键单击“Auto Deploy”，然后单击“Enable”（启用）。
15. 忽略安全警告并选中“Install this certificate and do not display any security warnings about this host”（安装此证书且不显示关于此主机的任何安全警告）文本旁的复选框。
16. 关闭“Plug-in”（插件）管理器。
17. 在 vSphere Client 中，依次访问“home”（主页）→“Administration”（管理）→“Auto Deploy”→“vCenter”。
18. 单击“Download the TFTP boot zip”（下载 TFTP 引导压缩包）链接。
19. 将 TFTP 引导文件解压至 TFTP 服务器 (vCenter)。

配置 Auto Deploy ESXi 软件库和部署规则

1. 从 www.vmware.com/cn 下载 ESXi 5.0 离线捆绑包。
2. 打开 PowerCLI。
3. 键入 `Set-ExecutionPolicy Unrestricted`
4. 输入 `Connect-VIServer vCenter 的 IP 地址`
5. 键入 `Add-EsxSoftwareDepot <步骤 1 中文件的位置>`
6. 键入 `Get-EsxImageProfile` 并记下与 standard 对应的名称（例如：ESXi-5.0.0-20111104001-standard）。
7. 键入 `new-deployrule -name "IP-deployrule" -item "<步骤 6 中的名称>" -Pattern "ipv4=192.168.20.190-192.168.20.199"`
8. 键入 `Add-DeployRule -DeployRule "IP-deployrule"`

创建主机配置文件

9. 打开 vSphere Client 并转至 “Hosts and Clusters”（主机和集群）。
10. 右键单击预配置主机，然后选择 “Host Profiles”（主机配置文件）→ “Create Profile from Host”（从主机创建配置文件）。
11. 为新配置文件创建一个名称，然后单击 “Next”（下一步）。
12. 在 “Ready to Complete”（即将完成）屏幕上，单击 “Finish”（完成）。
13. 转至 vCenter 主页，然后单击 “Host Profiles”（主机配置文件）。
14. 右键单击刚刚创建的配置文件，然后单击 “Attach host/cluster”（连接主机/集群）。
15. 在 “Attach host/cluster”（连接主机/集群）上，选中此测试集群，单击 “attach”（连接），然后单击 “OK”（确定）。

VMware vSphere 5: 运行场景 4 测试

在执行以下步骤前，我们启动了目标主机并允许其从 Auto Deploy 以 PXE 方式引导至 ESXi 映像。我们测量并记录了以下每个步骤的耗时。

1. 待 Auto Deploy 将目标主机添加至集群后，右键单击该主机，然后单击 “Apply Host Profile”（应用主机配置文件）→ “Apply Profile...”（应用配置文件...）
2. 出现 “Apply Profile”（应用配置文件）向导时，在 “Software iSCSI Initiator Selection”（软件 iSCSI 启动器选择）屏幕上单击 “Next”（下一步）。
3. 在 “Initiator IQN”（启动器 IQN）屏幕上，单击 “Next”（下一步），保持 iSCSI 适配器的默认 IQN 不变。
4. 在 “Initiator Alias”（启动器别名）屏幕上，为 iSCSI 适配器输入一个别名，然后单击 “Next”（下一步）。
5. 在 “Determine how MAC address for vmknic should be decided”（明确 vmknic 的 MAC 地址的选定方式）屏幕上，输入一个新的 MAC 地址，然后单击 “Next”（下一步）。
6. 在 “IPv4 address”（IPv4 地址）屏幕上，为存储网络输入有效的 IP 地址和子网，然后单击 “Next”（下一步）。
7. 对辅助 iSCSI vmknic 重复执行步骤 5 - 6。
8. 在 “Configuration Tasks”（配置任务）摘要屏幕上，单击 “Finish”（完成）。
9. 待应用主机配置任务完成后，在此项测试的总耗时中加入完成此任务所花费的时间。

Microsoft Hyper-V: 完成安装后针对场景 4 进行的额外设置

在测试中，我们使用了 Microsoft System Center Configuration Manager 2007 R3 (SCCM) 来与 VMware Auto Deploy 进行对比。我们在一台运行 Windows Server 2008 R2 SP1 的虚拟机上安装了 SCCM。之后，我们在 SCCM 中配置了一个 PXE 服务点，以便将预配置的 Windows Sever 2008 R2 SP1 映像部署到目标服务器上。最后，我们使用来自 Dell 的特定驱动程序和部署软件包创建了一个任务序列。有关 SCCM 安装步骤和最佳实践的具体细节，请参阅 <http://technet.microsoft.com/en-us/library/bb735860.aspx>。下面是我们在配置特定任务序列和通过 SCCM PXE 服务点广播此新任务序列时所遵循的步骤。

创建任务序列

1. 在 “Configuration Manager”（配置管理器）控制台中，转至 “System Center Configuration Manager”（系统中心配置管理器）→ “Site Database”（站点数据库）→ “Computer Management”（计算机管理）→ “Operating System Deployment”（操作系统部署）→ “Task Sequences”（任务序列）。
2. 右键单击 “Task Sequences”（任务序列）。
3. 依次选择 “Bare Metal Server Deployment”（裸机服务器部署）→ “Create a Dell PowerEdge Server Deployment Template”（创建 Dell PowerEdge 服务器部署模板）。
4. 在 “Server Hardware Configuration”（服务器硬件配置）下，选择 “Set RAID Config”（设置 RAID 配置）向导。
5. 在 “Network (Admin) Account”（网络（管理员）帐户）下，输入域\用户及域管理员凭证。

6. 在“Operating System Installation”（操作系统安装）项下，选择“Use an OS WIM image”（使用操作系统 WIM 映像），然后对“Operating System Package”（操作系统软件包）和包含 Sysprep.inf 信息的“Package”（软件包）分别选择“<do not select now>”（<暂不选择>）。
7. 单击“Create”（创建），然后单击“Close”（关闭）。
8. 右键单击任务序列，然后选择“edit”（编辑）。
9. 在出现“Missing Objects”（缺少对象）提示时，单击“OK”（确定）。
10. 选择“Set RAID Config”（设置 RAID 配置）向导。
11. 单击“View”（查看）按钮，打开“Array Builder”（阵列构建器）。
12. 右键单击“Each Controller”（各控制器），然后选择“Delete”（删除）。
13. 单击“Controllers”（控制器），然后选择“New Controller”（新建控制器）。
14. 选择“Select any controller with exactly 2 disks”（选择正好包含 2 个磁盘的控制器）。单击“OK”（确定）。
15. 右键单击“Embedded Controller”（嵌入式控制器），然后选择“Delete”（删除）。我们只需定义一条控制器规则。
16. 展开刚刚创建的控制器。
17. 单击“No variable conditions defined”（未定义可变条件）。
18. 单击“Arrays/New Array”（阵列/新建阵列）并选择“RAID 1:Mirrored pair”（RAID 1: 镜像对），然后单击“OK”（确定）。
19. 在错误处理规则下拉列表中，选择“Fail the task if any controller does not match a configuration rule”（如有任何控制器不匹配配置文件，则停止任务）。
20. 单击“OK”（确定）以关闭阵列构建器。
21. 选择“Apply Operating Image”（应用操作系统映像）。
22. 在“Apply operating system from a captured image”（从捕获的映像应用操作系统）下，单击“Browse”（浏览）。
23. 选择导入的操作系统映像文件。
24. 取消选中“Use an unattended or sysprep answer file for a custom installation”（使用无人值守或 sysprep 应答文件方式进行自定义安装）复选框。
25. 单击“Apply Windows Settings”（应用 Windows 设置），将“Server licensing”（服务器许可方式）更改为“Per server”（按服务器数量）。
26. 单击“Enable”（启用）此帐户，然后指定本地管理密码并输入凭证。
27. 设置时区。
28. 单击“Apply Driver Packages”（应用驱动程序软件包）。
29. 单击“Browse”（浏览），选择适当的 x64 Dell PowerEdge R710 驱动程序软件包，然后单击“OK”（确定）。
30. 单击“Apply Network Settings”（应用网络设置）。
31. 单击星号按钮以添加新的网络 IP 设置。
32. 根据第一个物理网卡（即我们场景中的域）的用途为此设置输入一个名称。
33. 选择“Use”（使用）以下地址，并为域添加一个 IP 地址。
34. 单击“OK”（确定）。
35. 对余下的三个网络连接重复执行步骤 31 - 34，并为最后两个网卡配置存储设置。
36. 单击“OK”（确定）以关闭“Task Sequence Editor”（任务序列编辑器）。

广播任务序列

1. 在“Configuration Manager”（配置管理器）控制台中，转至“System Center Configuration Manager”（系统中心配置管理器）→“Site Database”（站点数据库）→“Computer Management”（计算机管理）→“Operating System Deployment”（操作系统部署）→“Task Sequences”（任务序列）。
2. 右键单击任务序列，然后选择“Advertise”（广播）。
3. 在“General”（常规）屏幕中，单击“Browse”（浏览）并选择适当的集合。

4. 选中“Make this task sequence available to boot media and PXE”（使此任务序列可用于引导介质和 PXE）复选框，然后单击“Next”（下一步）。
5. 在“Schedule”（计划）屏幕中，单击工具栏上的新建图标以添加强制任务。
6. 选择“Assign immediately after this event”（在此事件后立即分配），然后选择“As soon as possible”（尽快），并单击“OK”（确定）。
7. 单击“Next”（下一步）。
8. 选中“Access content directory from a distribution point when needed by the running task sequence”（当所运行的任务序列需要时，从分发点访问内容目录）。
9. 选中“When no local distribution point is available, use a remote distribution point”（当本地分发点不可用时，使用远程分发点）。
10. 选中“When no protected distribution point is available, use an unprotected distribution point”（受保护的分发点不可用时，使用不受保护的分发点）。
11. 单击“Next”（下一步）。
12. 在“Interaction”（交互）屏幕中，单击“Next”（下一步）。
13. 在“security”（安全）屏幕中，单击“Next”（下一步）。
14. 在“Summary”（摘要）屏幕中，单击“Next”（下一步）。
15. 单击“Close”（关闭）。

Microsoft Hyper-V: 运行场景 4 测试

在执行以下步骤前，我们启动了目标主机并允许其从 SCCM 以使用 DHCP 的 PXE 方式引导至 Windows Server 2008 R2 映像。我们创建并导入到 SCCM 中的映像预安装了所有角色、功能、驱动程序和更新，所以等映像应用之后，我们便直接配置存储并将服务器添加到集群中。我们测量并记录了以下每个步骤的耗时。

1. 待系统完成引导至 Windows Server 2008 R2 映像的操作后，输入许可证信息，然后单击“Next”（下一步）。
2. 在登录屏幕中，登录域并允许加载桌面。
3. 依次单击“Start”（开始）→“Administrative Tools”（管理工具→）“iSCSI Initiator”（iSCSI 启动器）。
4. 单击“Discovery”（发现）选项卡，将存储组的 IP 地址添加到“Discover Portals”（发现门户）列表中。
5. 单击“Targets”（目标）选项卡，然后单击“Refresh”（刷新）。
6. 分别连接所有 4 个 Hyper-V LUN，选中“Enable multi-path”（启用多路径）复选框。
7. 单击“OK”（确定）以关闭“iSCSI Initiator Properties”（iSCSI 启动器属性）窗口。
8. 打开“Server Management”（服务器管理）控制台。
9. 单击左侧的“Storage”（存储）→“Disk Management”（磁盘管理）。
10. 分别右键单击刚刚连接的各个磁盘，然后单击“Online”（联机）。
11. 单击左侧的“Roles”（角色）→“Hyper-V”→“Hyper-V Manager”（Hyper-V 管理器）。
12. 单击右侧的“Virtual Network Manager...”（虚拟网络管理器...）。
13. 在“Virtual Network Manager”（虚拟网络管理器）窗口中，单击“New virtual network”（新建虚拟网络）。
14. 选择“External”（外部），然后单击“Add”（添加）。
15. 在“new virtual network properties”（新建虚拟网络属性）屏幕中，为此网络输入一个与集群中其他主机的虚拟网络名称相匹配的名称。
16. 在“connection type”（连接类型）下，确保所选的外部网络与用于访问域的网络为同一个。
17. 单击“OK”（确定），即完成了新虚拟网络的创建。
18. 单击左侧的“Features”（功能）→“Failover Cluster Manager”（故障切换集群管理器）。
19. 在中央窗格中，单击“Manage a cluster”（管理集群）。
20. 输入 Hyper-V 集群的域名称，然后单击“OK”（确定）。
21. 展开左侧的目标集群。
22. 右键单击“Node”（节点），然后单击“Add Node”（添加节点）。

23. 在“Add Node Wizard”（添加节点向导）屏幕中，输入刚才部署的主机的名称，然后单击“Add”（添加）。
24. 待此服务器名称出现在“Selected servers list”（已选择服务器列表）中后，单击“Next”（下一步）。
25. 在“Confirmation”（确认）屏幕中，单击“Next”（下一步）。

附录 G - 场景 5：执行无中断灾难恢复测试

VMware vSphere 5：完成安装后针对场景 5 进行的额外设置

对于这一场景，我们设置了一个辅助 VMware vSphere 5 集群，由两台额外的 Dell PowerEdge R710 服务器和两个 Dell EqualLogic PS 阵列托盘组成。此外，我们还设置了一台辅助 vCenter Server 来管理这个新的集群。在实验环境中，我们将此辅助集群连接到同一内部网络中，并分配了原先存储和集群网络测试台所在子网的 IP。

我们在两个 EqualLogic 阵列组之间配置了复制功能，并允许复制功能将 VMware 卷同步到此辅助站点。复制功能配置好后，我们在每台 vCenter Server 上设置了新的 SQL Server 数据库，用于处理 VMware vSphere Site Recovery Manager (SRM) 的数据。之后，我们在每台 vCenter Server 上安装和配置了 SRM、vCenter SRM 插件和适用于 SRM 的 Dell EQL 复制适配器，并确保两个站点可在 vCenter 层面和存储层面进行通信。有关设置 EqualLogic 复制适配器和 SRM 的详细步骤，请参阅《利用 Dell EqualLogic PS 系列 SAN 和 VMware vSphere Site Recovery Manager 5 进行灾难恢复》(Disaster recovery with Dell EqualLogic PS series SANs and VMware vSphere Site Recovery Manager 5) 文档。要从 Dell 网站下载此文档，请参阅：

<http://www.dellstorage.com/WorkArea/DownloadAsset.aspx?id=2248>。我们在测试前设置了一个恢复计划。

VMware vSphere 5：运行场景 5 测试

在运行测试前，我们通过 vSphere Client 登录 vCenter Server 并打开 Site Recovery 插件，然后提供了辅助站点凭证。在计时结果中，我们加入了预估的恢复计划维护耗时，并计入了以下步骤的计时结果。由于测试和清理工作无需管理员干预或监督，因此我们未测量完成此任务所花的时间。

1. 单击左侧的“Recovery Plans”（恢复计划）。
2. 选择左侧的测试恢复计划。
3. 单击“Recovery Steps”（恢复步骤）选项卡。
4. 单击“Test”（测试）以开始测试。
5. 待测试完成后，单击“Cleanup”（清理）将辅助站点还原至恢复前状态。

Microsoft Hyper-V：完成安装后针对场景 5 进行的额外设置

我们还利用相同的存储技术在主站点和辅助站点上配置了用于复制的 Hyper-V 卷。有关 EqualLogic 复制配置的详细信息，请参阅上文 VMware 部分中引用的文档。对于 Hyper-V 辅助站点集群，我们在同一台 Dell PowerEdge R710 硬件上安装和配置了一个 Hyper-V 集群。

Microsoft Hyper-V：运行场景 5 测试

在此 Microsoft 灾难恢复测试场景的预估时间中，有许多计时为估测数据，因为这些环节将由自定义脚本驱动，且可能因组织的不同而有所差异。但我们手动测量了手头可用的拓扑元素（如配置和取消配置 SAN 复制，具体步骤见下文）的耗时。对于其他计时结果，我们在报告正文中提供了相关的假设和估测数据。

我们测量和记录了以下关于 SAN 复制的步骤的用时，并添加了估计耗时。

1. 使用基于 Web 的 Dell EqualLogic 管理器来管理主站点存储组，然后单击“Replication”（复制）。
2. 选择提供复制功能的合作伙伴名称，然后单击“Pause outbound”（暂停出站）和“Pause inbound”（暂停入站）。
3. 在管理辅助站点存储组时，重复执行步骤 1 - 2。

4. 在登录辅助站点存储组管理控制台期间，查看“Replication”（复制）选项卡，展开“Inbound”（入站）副本，然后右键单击第一个副本对象。
5. 单击“Promote to volume”（升级为卷）。
6. 在“Volume”（卷）选项屏幕上，选中“Keep ability to demote to replica set”（保留降级为副本集的能力），然后单击“Next”（下一步）。
7. 在“iSCSI Access”（iSCSI 访问）屏幕上，为此卷设置所需的访问设置，然后单击“Next”（下一步）。
8. 在“Summary”（摘要）屏幕上，单击“Finish”（完成）。
9. 待副本升级完成后，此页面将跳转至“Volume”（卷）。
10. 选中与此新卷关联的最新快照，然后单击“Access”（访问）。
11. 单击“Add”（添加），然后输入适当的访问设置。
12. 单击“OK”（确定）。
13. 在“Activities”（活动）下，单击“Set snapshot online”（将快照置于联机状态）。
14. 在辅助站点集群的第一台主机上，打开“iSCSI Initiator”（iSCSI 启动器），然后连接至新卷并选中启用多路径的复选框。
15. 待成功连接后，使用“Disk Management”（磁盘管理）将此新磁盘置于联机状态，然后分配驱动器盘符。
16. 在其他集群主机上重复执行步骤 14 - 15。
17. 打开“Failover Cluster Manager”（故障切换集群管理器），然后展开集群名称并单击“Storage”（存储）。
18. 单击“Add a disk”（添加磁盘），选中此新磁盘，然后单击“OK”（确定）。
19. 单击左侧的“Cluster Shared Volumes”（集群共享卷）。
20. 单击“Add Storage”（添加存储），选中此新集群磁盘，然后单击“OK”（确定）。
21. 对每个复制的卷重复执行步骤 1 - 20。
22. 从此处开始，将使用脚本启动虚拟机并分配 IP 地址。由于我们并不使用脚本，因此将继续执行存储清理步骤。
23. 在“Cluster Shared Volumes”（集群共享卷）文件夹中使用“Failover Cluster Manager”（故障切换集群管理器），选中每个集群共享卷，然后单击“Remove from Cluster Shared Volumes”（从集群共享卷中移除）。
24. 单击“Yes”（是）。
25. 单击左侧的“Storage”（存储）。
26. 选中每个集群磁盘，然后单击“Delete”（删除）。
27. 单击“Yes”（是）。
28. 打开“Disk Management”（磁盘管理），然后将每个外部存储磁盘设为“Offline”（脱机）。
29. 打开 iSCSI 启动器，然后断开与每个卷的连接。
30. 使用基于 Web 的 EqualLogic 管理器，登录辅助站点存储组。
31. 单击“Volumes”（卷）。
32. 右键单击每个快照，然后单击“Set snapshot offline”（将快照置于脱机状态）。
33. 右键单击每个卷，然后单击“Set offline”（置于脱机状态）。
34. 右键单击每个卷，然后单击“Demote to replica set”（降级为副本集）。
35. 单击“Yes”（是）。
36. 待任务完成后，此页面将跳转至“replication”（复制）。
37. 选择提供复制功能的合作伙伴名称，然后单击“Resume outbound”（恢复出站）和“Resume inbound”（恢复入站）。
38. 对主站点存储组重复执行步骤 38。

关于 PRINCIPLED TECHNOLOGIES



Principled Technologies, Inc.
1007 Slater Road, Suite 300
Durham, NC, 27703
www.principledtechnologies.com

我们提供业界领先的技术评估和基于事实的营销服务。凭借在技术测试和分析的各个方面（从研究新技术，到开发新方法再到运用现有工具和新工具进行测试）的专业知识和丰富经验，我们总能出色地完成每项任务。

我们了解在评估完成后如何向广大目标用户展示结果。我们为客户提供他们所需的材料，从用于辅助营销材料的以市场为导向的数据到定制销售支持材料，如测试报告、性能评估和白皮书。每份文档均出自我们的独立分析，测试结果值得客户信赖。

我们还根据客户的个别需求提供定制服务。无论技术涉及到硬件、软件、网站还是服务，我们都能凭借经验、专业知识和工具帮助客户评估竞争优势、性能和进入市场的时机，以及质量和可靠性。

我们的创始人 Mark L. Van Name 和 Bill Catchings 已在技术评估领域携手合作了 20 多年。作为记者，他们发表了一千多篇以技术为主题的系列文章。他们创立并领导了 Ziff-Davis 基准测试委员会，该委员会制定了 Ziff Davis Media 的 Winstone 和 WebBench 等行业标准基准。他们成立并领导了 eTesting 实验室，Lionbridge Technologies 收购这家公司后，仍聘请他们担任 VeriTest 的主管和 CTO。

Principled Technologies 是 Principled Technologies, Inc. 的注册商标。
所有其他产品名称分别是其各自所有者的商标。

免责声明；有限责任：

PRINCIPLED TECHNOLOGIES, INC. 已尽一切努力确保测试的精确性和有效性，但 Principled Technologies, Inc. 特此明确声明对测试结果和分析及其精确性、完整性或质量不做任何明示或默示的保证，包括对于任何特定目的的适用性的任何默示保证。依赖任何测试结果的所有个人或实体风险自负，并同意 Principled Technologies, Inc. 及其员工和承包商对因任何测试流程或结果中任何声称的错误或缺陷引起的任何损失或损害索赔概不负责。

任何情况下，Principled Technologies, Inc. 都不会对其测试相关的间接、特殊、偶然或必然的损害负责，即使已被告知发生此类损害的可能性。任何情况下，Principled Technologies, Inc. 的责任承担范围，包括直接损失，均不超出与 Principled Technologies, Inc. 的测试相关的支付金额。客户的独有补救方法在此处作了阐明。
