

# 企业级固态硬盘性能评估

作者：Russ Fellows

2016年2月

---



**Evaluator Group**

*Enabling you to make the best technology decisions*

此页面特意留白。

## 目录

<b>执行摘要</b> .....	<b>3</b>
评估结果摘要 .....	3
<b>评估过程</b> .....	<b>4</b>
评估概述 .....	4
评估目的 .....	5
性能测量 .....	5
<b>测试结果</b> .....	<b>6</b>
测试 1 - VDI 链接克隆桌面 .....	7
测试 2 - VDI 完全配置型桌面 .....	8
测试 3 - 虚拟服务器工作负载 .....	8
<b>企业级固态存储器</b> .....	<b>10</b>
IBM FlashSystem V9000 .....	10
<b>评估总结</b> .....	<b>11</b>
问题与注意事项 .....	11
最终结论 .....	11



## 执行摘要

由于计算机存储行业的技术创新，存储系统制造商已通过 NAND 闪存存储介质使存储系统的性能得到大幅提升。然而，许多 IT 组织并不情愿将最重要的应用程序转移到未受信任的闪存存储系统上，原因在于他们不熟悉这些系统，并且一些存储系统缺乏可靠的企业级保护功能，而这正是任务关键型业务应用程序所要求的。

性能确实很重要，但从需求来讲数据中心级存储系统具备可靠的企业级数据保护功能更重要。新的虚拟基础架构应用程序需要稳定且较高的随机 I/O 性能以履行其承诺，同时仍需要高度可靠的企业级存储功能。这些看似矛盾的要求使许多组织对他们的选择产生了怀疑：是继续使用无法满足性能要求的传统企业级存储器？还是部署未经验证且缺乏必要的企业级可用性功能的全闪存系统？

企业和云基础架构逐渐转变为使用虚拟化的应用程序，以提高服务器的利用率。这使得每台服务器上有更多的应用程序，同时还促使随机 I/O 操作需求的相应增长以应对这些工作负载。数据库应用程序、虚拟服务器应用程序和虚拟桌面持续成为闪存存储系统的首要部署对象，原因在于这些工作负载对存储系统提出了要求。

在本次验证中，接受测试的 IBM FlashSystem® V9000 运行了两种不同的应用程序工作负载：一种是链接克隆部署和完全配置型 VDI 桌面的虚拟桌面基础架构 (VDI) 工作负载，另一种是运行标准混合型工作负载的常用虚拟服务器基础架构应用程序的组合。性能测试由使用 IOmark 工具的应用程序工作负载完成，该工具运行 IOmark-VDI 和 IOmark-VM 两个基准程序（详情见附录）。

## 评估结果摘要

IBM FlashSystem V9000 提供一组企业级数据可用性功能，其全面性在所有存储系统中首屈一指。这些功能包括多个数据保护选项，以及包括快照、同步、异步和城域集群技术在内的高可用性等等。FlashSystem V9000 将这些可用性功能与特别设计的固态模块的高性能组合在一起，提供了比基于标准 SSD 外形规格的系统更高的性能和可用性。

总体来说，IBM FlashSystem V9000 的评估结果获得了三项世界纪录：

- 链接克隆 VDI 桌面数最多，共 4,096 个（由 IOmark-VDI 测量）
- 完全配置型 VDI 桌面数最多，共 2,816 个（由 IOmark-VDI 测量）
- VM 基础架构应用程序数最多，共 1,600 个（由 IOmark-VM 测量）

有关测试和配置的详情，可查看本文档的后续部分。

Evaluator Group 已受邀对 IBM FlashSystem V9000 阵列执行应用程序基准测试，以便了解该系统在支持数千个虚拟桌面和虚拟服务器应用程序的企业环境中有何表现。

测试的目的在于重新创建产生自多个虚拟服务器（运行了数据库）的工作负载，以及其他在线交易处理类型的工作负载。重新创建大量随机 I/O 以及由应用程序典型化的混合区块大小，是由基准工作负载而非合成工作负载来完成的，这在本文档的剩余部分中有详细解释。

---

***Evaluator Group 的注解：声称每秒执行数千次甚至数百万次 I/O 操作的典型合成基准程序其实是毫无意义的数据点，因为它们不关联业务应用程序。相反，IOmark 测试套件创建的是基于应用程序的真实工作负载，这些工作负载在众多的 I/O 配置文件中对存储容量和性能提出了要求。***

---

通过使用 IOmark 基准测试工具，IBM FlashSystem V9000 在虚拟服务器应用程序、数据库应用程序和桌面环境的真实 I/O 模式方面接受了测试。

## 评估过程

评估内容包括运行 IOmark 基准测试工具的多个配置，以便在运行不同应用程序工作负载类型时测出 FlashSystem V9000 的最高性能水平。测试的 IBM FlashSystem V9000 工作负载包括：

- 链接克隆模式下的 VDI 桌面（使用 IOmark-VDI 标准工作程序配置文件）
- 经过完全配置的 VDI 桌面（使用 IOmark-VDI 标准工作程序配置文件）
- 常规虚拟服务器应用程序工作负载，包括使用 IOmark-VM 基准程序测试的管理程序基础架构操作

所有工作负载和配置都使用相同的 FlashSystem V9000 系统进行测试，该系统包含一对冗余的 FlashSystem V9000 控制器和具有 26 TB 可用容量的单托盘 FlashSystem 模块（详情见附录）。

## 评估概述

Evaluator Group 于 2015 年 10 月和 11 月执行了基准测试，测试基础设施位于 Evaluator Group 的实验室内。测试使用了 Evaluator Group 服务器基础架构，以及 Brocade SAN 和 IBM 存储设备。Evaluator Group 员工执行了所有测试，并且在现场对所用的设备进行了额外的审核。

此次执行的验证旨在向 IT 管理员和架构设计师提供真实的数据点，以便在他们为虚拟桌面和应用程序服务器环境选择存储器时帮助评估候选产品和权衡利弊。

本报告重点说明在测试中发现的结果。Evaluator Group 的注解添加了背景信息，并对结果的得出过程进行了描述。有关评估的其他细节可在附录中找到。

## 评估目的

Evaluator Group 通过 IBM FlashSystem V9000 存储系统执行真实的工作负载测试，目的在于创建常见的企业和云应用程序环境。用来测试虚拟服务器应用程序的是 IOmark-VM；这部分是因为大量已公布的服务器结果是使用同一组应用程序获得的，同时还因为 IOmark-VM 能通过数千个虚拟应用程序重新创建企业级可扩展性需求。另外，在测试 FlashSystem V9000 时，IOmark-VDI 工作负载还扩展为数千个虚拟桌面。

以下为要通过测试来研究的主要结果：

- 单个 FlashSystem V9000 的最高 VDI 性能水平（使用 IOmark-VDI）
- 单个 FlashSystem V9000 的最高虚拟服务器性能（使用 IOmark-VM）
- 当容量利用率高达 80% 时对 FlashSystem V9000 进行测试
- 报告总体易用性和其他与测试相关的定性因素

## 性能测量

测量存储性能有多种方法。不过，对于大多数虚拟化应用程序而言，最重要的属性是随机工作负载的 I/O 速率和响应时间。为了了解期望的真实结果，评估使用了 IOmark-VM 和 IOmark-VDI 工具来生成并运行应用程序工作负载，同时测量由应用程序生成的所有 I/O 请求的响应时间。基准测试的细节规定，接受测试的存储系统必须始终保持较短的响应时间，才能通过基准测试。

在对基于 NAND 闪存的存储系统进行测试时，另一个重要的注意事项是，将系统的容量完全填满后，在稳态运行期间测试性能。此外，执行性能测试时的容量利用率应与实际使用期间达到的容量利用率类似。由于这些原因，Evaluator Group 先将存储系统完全填满，以强制造成 NAND 闪存重写状况，之后才在 80% 的容量利用率下对性能进行测试。

## 测试结果

对于在 IBM FlashSystem V9000 上执行的三项基准测试，每一项都实现了新的纪录级性能。就 VDI 工作负载而言，控制器的利用率并没有超过 50%，这表示额外的 FlashSystem 存储机箱将添加额外的容量和性能。

领先于行业的结果表明，FlashSystem V9000 能支持数千个同时运行的高度虚拟桌面和虚拟服务器应用程序。运行相同数量的虚拟服务器应用程序的先进刀片服务器需要 30 多个机架单元、1,500 个 CPU 核心以及 12 TB 的 DRAM。<sup>1</sup>

- FlashSystem V9000 支持 1,600 个 IOmark-VM，相当于 200 个 VMmark Tile。
- 运行 200 个 VMmark Tile 所需的当前刀片服务器基础架构具有以下要求：
  - 行业领先的刀片服务器支持每 10U 机箱 62 个 VMmark Tile<sup>1</sup>
  - 每个机箱总共使用 512 个 CPU 核心和 4 TB 的 DRAM
  - 需要 3 个以上的完全配置型机箱才能运行 200 个 VMmark Tile (62 \* 3 = 186)
  - 三个机箱约占用 30U 的机架空间 (3 个机箱，每个 10U，合共 30U)
  - 每个 VMmark Tile 运行一组共 8 个应用程序，各自在自己的 VM 中<sup>1</sup>

## 总结

IOmark 的 Web 站点 [iomark.org](http://www.iomark.org) 提供了针对 IBM FlashSystem V9000 且经过认证的 IOmark-VM 和 IOmark-VDI 结果：

- 经过认证的 1,600 个虚拟服务器应用程序 IOmark-VM 结果<sup>2</sup>
  - 对比此前最佳的 IOmark-VM 结果，性能**提升 1.6 倍以上**
- 经过认证的 4,096 个虚拟桌面实例 IOmark-VDI 结果<sup>3</sup>
  - 对比此前最佳的 IOmark-VDI 结果，性能**提升 2.5 倍以上**（在市售的存储系统中）

在下一页的图 2 中，您可以看到 IBM FlashSystem V9000（运行了 IOmark-VM 基准程序）经过认证的基准测试结果与此前领先的 IOmark-VM 结果的对比。

---

<sup>1</sup> <http://www.vmware.com/a/assets/vmmark/pdf/2012K10K05KHPKBL465cG8.pdf>

<sup>2</sup> [http://www.iomark.org/sites/default/files/IOmarkKVM\\_IBM\\_V9000KID\\_VMK151205Ka.pdf](http://www.iomark.org/sites/default/files/IOmarkKVM_IBM_V9000KID_VMK151205Ka.pdf)

<sup>3</sup> [http://www.iomark.org/sites/default/files/IOmarkKVDI\\_IBM\\_V9000KID\\_VDIK151205Ka.pdf](http://www.iomark.org/sites/default/files/IOmarkKVDI_IBM_V9000KID_VDIK151205Ka.pdf)

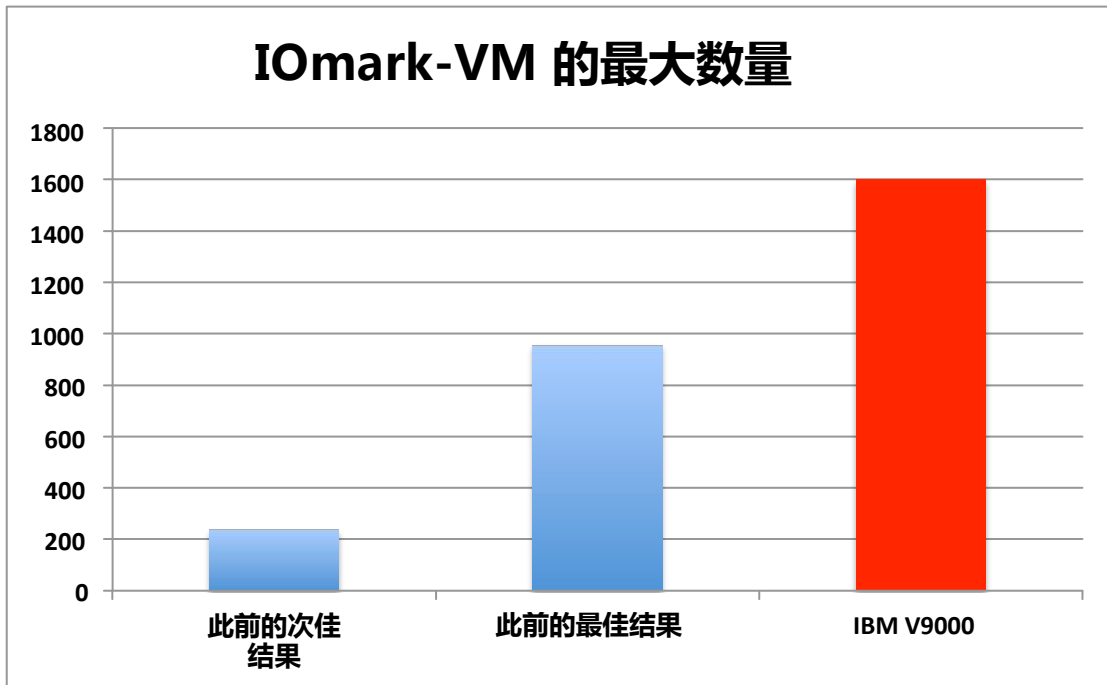


图 2 : IBM FlashSystem V9000 - IOmark-VM 结果

*Evaluator Group 的注解：正如上图所示，IBM FlashSystem V9000 的性能比此前表现最佳的系统高出将近一倍，优势相当明显。双机箱的横向扩展存储系统体系结构是此前的纪录保持者。高出一倍的性能优势十分明显，突显出 V9000 数据中心性能。*

## 测试 1 - VDI 链接克隆桌面

此测试的目标是，找出 IBM FlashSystem V9000 系统（在 6U 机箱中包含两个控制器和单架闪存模块）可以支持的链接克隆 VDI 桌面的最大数量。经过认证的测试结果在先前引用的 IOmark-VDI 认证报告中有记录。

测试的设置与操作：

1. 在 V9000 上为 VDI 工作负载创建 128 个精简卷，然后将其导出至 VMware 主机
2. 创建测试 VM，并将其存储器放在导出的 V9000 卷上
3. 通过运行 IOmark-VDI 的只写工作负载，为接受测试的存储器写入配置
4. 创建足够多的 1 TB 卷，然后填入数据，使已用容量的百分比达到 80%
5. 增加 IOmark-VDI 工作负载，直至找出仍能提供可接受的响应时间结果的最大级别



## 结果

- 系统成功支持了经过认证的 4,096 个 IOmark-VDI 实例
- 性价比等级为 183.59 美元/VDI 用户

## 测试 2 - VDI 完全配置型桌面

此测试的目标是，找出 IBM V9000 系统（在 6U 机箱中包含两个控制器和单架闪存模块）可以支持的完全配置型 VDI 桌面的最大数量。经过认证的测试结果在先前引用的 IOmark-VDI 认证报告中有记录。

测试的设置与操作：

1. 在 V9000 上为 VDI 工作负载创建 88 个压缩卷，然后将其导出至 VMware 主机
2. 创建测试 VM，并将其存储器放在导出的 V9000 卷上
3. 通过运行 IOmark-VDI 的只写工作负载，为接受测试的存储器写入配置
4. 增加 IOmark-VDI 工作负载，直至找出仍能提供可接受的响应时间结果的最大级别

## 结果

- 系统成功支持了经过认证的 2,816 个 IOmark-VDI 实例（受容量限制）
- 性价比等级为 267.05 美元/VDI 用户

## 测试 3 - 虚拟服务器工作负载

此测试的目标是，找出 IBM FlashSystem V9000（在 6U 机箱中包含两个控制器和单架闪存模块）可以支持的完全配置型 VDI 桌面的最大数量。经过认证的测试结果在先前引用的 IOmark-VDI 认证报告中有记录。

测试的设置与操作：

1. 在 V9000 上为 VM 工作负载创建 133 个卷，然后将其导出至 VMware 主机
2. 创建测试 VM，并将其存储器放在导出的 V9000 卷上
3. 通过运行 IOmark-VM 的只写工作负载，为接受测试的存储器写入配置
4. 增加 IOmark-VM 工作负载，直至找出仍能提供可接受的响应时间结果的最大级别

## 结果

- 系统成功支持了经过认证的 1,600 个 IOmark-VM 实例
- 性价比等级为 470.00 美元/VM 应用程序



图 3 : IBM FlashSystem V9000 - IOmark-VDI 工作负载期间的 GUI

*Evaluator Group 的注解：IBM FlashSystem V9000 系统取得了领先的基准测试结果，以及针对 VDI 和虚拟服务器应用程序的良好性价比结果。这两种工作负载以及数据库应用程序，对闪存存储系统部署而言是主要的应用程序。这些结果表明 IBM FlashSystem V9000 是全闪存类别中领先的高性能系统。*

## 企业级固态存储器

### IBM FlashSystem V9000

IBM FlashSystem V9000 存储系统是特别设计的区块存储固态系统系列的一员。FlashSystem V9000 在包含两个控制器的一个 6U 机箱中将 FlashSystem 900 与 IBM Spectrum Virtualize 软件全面整合在一起。FlashSystem V9000 使用设计先进的 NAND 技术增加系统的使用寿命。FlashSystem 系统设计为将固态技术应用于基于 DRAM 技术的原始系统中。

#### 要点

- 全闪存阵列 - 区块存储系统
  - 闪存存储器的可用容量可从 2.2 TB 扩展至高达 456 TB
  - 两个双活控制器
  - RAM 缓冲区带有电池供电的缓存
- 多个 iSCSI、FCoE、InfiniBand 和 FC 端口选择，可连接主机或 SAN
- 通过 AESP256 加密算法对闪存中存储的数据进行加密
- 数据压缩
- 多种容量选择，每个 FlashSystem V9000 存储架最多可包含 12 个（每个 5.7 TB）闪存模块，而且在最大配置中可包含 8 个存储架
- FlashSystem V9000 中先进的数据保护功能
  - Spectrum Virtualize 软件带有两个控制器（一个节点对），可扩展至 4 个节点对
  - Real-time Compression 功能可减少数据量
  - 对外部连接的存储器进行加密
  - 轻松进行层迁移 - 每个存储池的内部或外部磁盘最多有 3 层
  - HyperSwap - 提供跨城域的双活延伸集群
  - 从连接的第三方存储器进行非破坏性的数据迁移
  - 针对异步和同步复制的全球和城域镜像
  - FlashCopy 快照，每个系统多达 2,040 张快照
  - 自动精简配置 - 跨设备的分布式 RAID 存储池化
  - RAID 保护 - 每个闪存模块内的可变条带 RAID，以及跨 FlashSystem V9000 闪存模块的模块级 RAID 5
- 外部存储虚拟化支持
  - 可在 FlashSystem V9000 控制器之后连接容量高达 32 PB 的外部存储器
- 管理与支持
  - 基于 Web 且使用 IBM XIV 框架的 GUI
  - 支持 VAAI、VVol 及 VASA 2.0
  - 可在双活控制器之间自动进行故障转移和故障恢复
  - 预先在系统上安装了高级功能

## 评估总结

测试了 IBM FlashSystem V9000 在运行两种主要企业工作负载（即虚拟服务器应用程序和虚拟桌面应用程序）时的性能。对于这两种工作负载，FlashSystem V9000 均取得了行业领先的性能结果，从而证实了 FlashSystem V9000 是市场上行业领先的全闪存存储系统之一。

除了提及的性能结果外，Evaluator Group 在主观上还认为此系统高度可靠且易于使用。定性的易用性评估结果建立在数十年 IT 经验的基础上，并通过与其他接受评估和测试的存储系统相比较而得出。Evaluator Group 接触过大量存储系统，拥有丰富的实践经验。

根据我们的经验，IBM V9000 和类似的 IBM 产品具有业内最好的用户界面。在其直观、易于使用且功能强大的界面中，只需按一下键盘或鼠标即可完成大多数任务。用户可以轻松访问所有功能，并且花费很少的时间就能完成常见的任务，例如创建池和卷、迁移或复制卷和将卷导出至主机，以及扩展卷。另外，如果 IT 部门只有 IT 通才而没有专职的存储管理员，那么，要想高效运作，必须要有无需培训便能轻松使用的 Web GUI。

在相互竞争的闪存存储系统中，很少有系统能像 FlashSystem V9000 一样提供丰富的高级数据保护功能和高可用性功能。延伸的城域集群和同步复制是在相互竞争的全闪存系统中罕见的两项功能，甚至在 V9000 的竞争对手中，基本的双活 HA 控制器都不是标准配置。简而言之，IBM V9000 不仅提供数据中心级的可用性和保护功能，而且还提供行业领先的性能。

## 问题与注意事项

测试中没有出现任何问题。FlashSystem V9000 的易用性、高可用性和行业领先的性能令人印象深刻。各组织在按照自己的高性能应用程序需求来评估存储系统时，应该会考虑 IBM V9000 出色的企业级可用性、数据保护功能及其性能和易用性。尽管所测试的 FlashSystem V9000 配置在价位上达到了数据中心级别，但零售价可能会明显低于 IBM 提供的标价。

## 最终结论

IBM FlashSystem V9000 是成熟的存储系统，它将企业级功能与行业领先的性能结合在一起。V9000 的性能或功能是毋庸置疑的，特别是对于要求苛刻的虚拟服务器、数据库和虚拟桌面应用程序。

## 关于 Evaluator Group

*Evaluator Group Inc. 致力于帮助 **IT 专业人士**和供应商制定并实施战略，使他们能够从存储系统和数字化信息中获取最大价值。Evaluator Group 的服务能为 IT 专业人士**深入、公正地分析**存储体系结构、基础架构和管理做法。自 1997 年以来，Evaluator Group 已向成千上万的最终用户和供应商专业人员提供了产品和市场评估、竞争力分析以及**教育**方面的服务。[www.evaluatorgroup.com](http://www.evaluatorgroup.com) 请关注我们的 Twitter 帐号 @evaluator\_group*

### Copyright 2016 Evaluator Group, Inc. 保留所有权利。

*未经 Evaluator Group Inc. 明确的书面许可，无论出于何种目的，均不得以任何形式或者通过任何电子或机械方式（包括影印和录制）复制或传播本出版物的任何部分，或者将其存储于数据库或检索系统中。本文档中包含的信息如有更改，恕不另行通知。Evaluator Group 对错误或遗漏不承担任何责任。在本文档中，Evaluator Group 对文中所述产品的使用或操作不作任何明示或默示的保证。Evaluator Group 对因本出版物的任何方面引起或与之相关的任何间接、特殊、非继发性或附带损害概不负责，即使已被告知可能会发生此类损害也是如此。Evaluator Series 是 Evaluator Group Inc. 的商标。所有其他商标均为它们各自的公司所有。*

本文档的编写获得了 IBM 的资金支持。尽管本文档可能使用了 IBM 和其他供应商公开发表的资料，但这并不一定反映了这些供应商对本文档中所述问题的立场。

---

© 2016 Evaluator Group, Inc. 保留所有权利。未经事先书面许可，禁止以任何形式复制本出版物。

### 想了解更多 IBM FlashSystem V9000 解决方案信息

- 即刻致电 400/800-810-1818 转 5123
- 或 [点击发送咨询邮件](#) 获取 IBM 专家支持



这篇文章是否帮您了解了 IBM FlashSystem V9000? (点选图标)



有帮助



没帮助