



## 存储 ONTAP Select

NetApp  
January 29, 2026

# 目录

存储 .....	1
ONTAP Select存储：一般概念和特征 .....	1
存储配置阶段 .....	1
托管存储与非托管存储 .....	1
本地存储环境说明 .....	1
ESXi 上的外部存储环境图示 .....	3
适用于ONTAP Select本地连接存储的硬件 RAID 服务 .....	6
本地连接存储的 RAID 控制器配置 .....	7
RAID模式 .....	7
ONTAP Select和操作系统之间共享的本地磁盘 .....	8
本地磁盘在ONTAP Select和 OS 之间分配 .....	8
多个 LUN .....	9
VMware vSphere 虚拟机文件系统限制 .....	9
ONTAP Select虚拟磁盘 .....	10
虚拟磁盘配置 .....	11
虚拟化NVRAM .....	11
数据路径解释： NVRAM和 RAID 控制器 .....	11
适用于本地连接存储的ONTAP Select软件 RAID 配置服务 .....	12
本地连接存储的软件 RAID 配置 .....	13
ONTAP Select虚拟磁盘和物理磁盘 .....	13
直通 (DirectPath IO) 设备与原始设备映射 (RDM) .....	16
物理和虚拟磁盘配置 .....	16
将ONTAP Select磁盘与相应的 ESX 磁盘匹配 .....	17
使用软件 RAID 时出现多个驱动器故障 .....	18
虚拟化NVRAM .....	20
ONTAP Select VSAN 和外部阵列配置 .....	20
vNAS 架构 .....	20
vNAS NVRAM .....	21
在 ESXi 上使用 vNAS 时并置ONTAP Select节点 .....	21
增加ONTAP Select存储容量 .....	23
使用软件 RAID 增加ONTAP Select的容量 .....	25
ONTAP Select存储效率支持 .....	26

# 存储

## ONTAP Select存储：一般概念和特征

在探索特定存储组件之前，先了解适用于ONTAP Select环境的一般存储概念。

### 存储配置阶段

ONTAP Select主机存储的主要配置阶段包括以下内容：

- 部署前的先决条件
  - 确保每个虚拟机管理程序主机都已配置并准备好进行ONTAP Select部署。
  - 配置涉及物理驱动器、RAID 控制器和组、LUN 以及相关的网络准备。
  - 此配置在ONTAP Select之外执行。
- 使用虚拟机管理程序管理员实用程序进行配置
  - 您可以使用虚拟机管理程序管理实用程序（例如，VMware 环境中的 vSphere）配置存储的某些方面。
  - 此配置在ONTAP Select之外执行。
- 使用ONTAP Select Deploy 管理实用程序进行配置
  - 您可以使用部署管理实用程序来配置核心逻辑存储结构。
  - 这可以通过 CLI 命令明确执行，也可以由实用程序作为部署的一部分自动执行。
- 部署后配置
  - ONTAP Select部署完成后，您可以使用ONTAP CLI 或系统管理器配置集群。
  - 此配置在ONTAP Select Deploy 之外执行。

### 托管存储与非托管存储

ONTAP Select访问和直接控制的存储称为托管存储。同一虚拟机管理程序主机上的任何其他存储称为非托管存储。

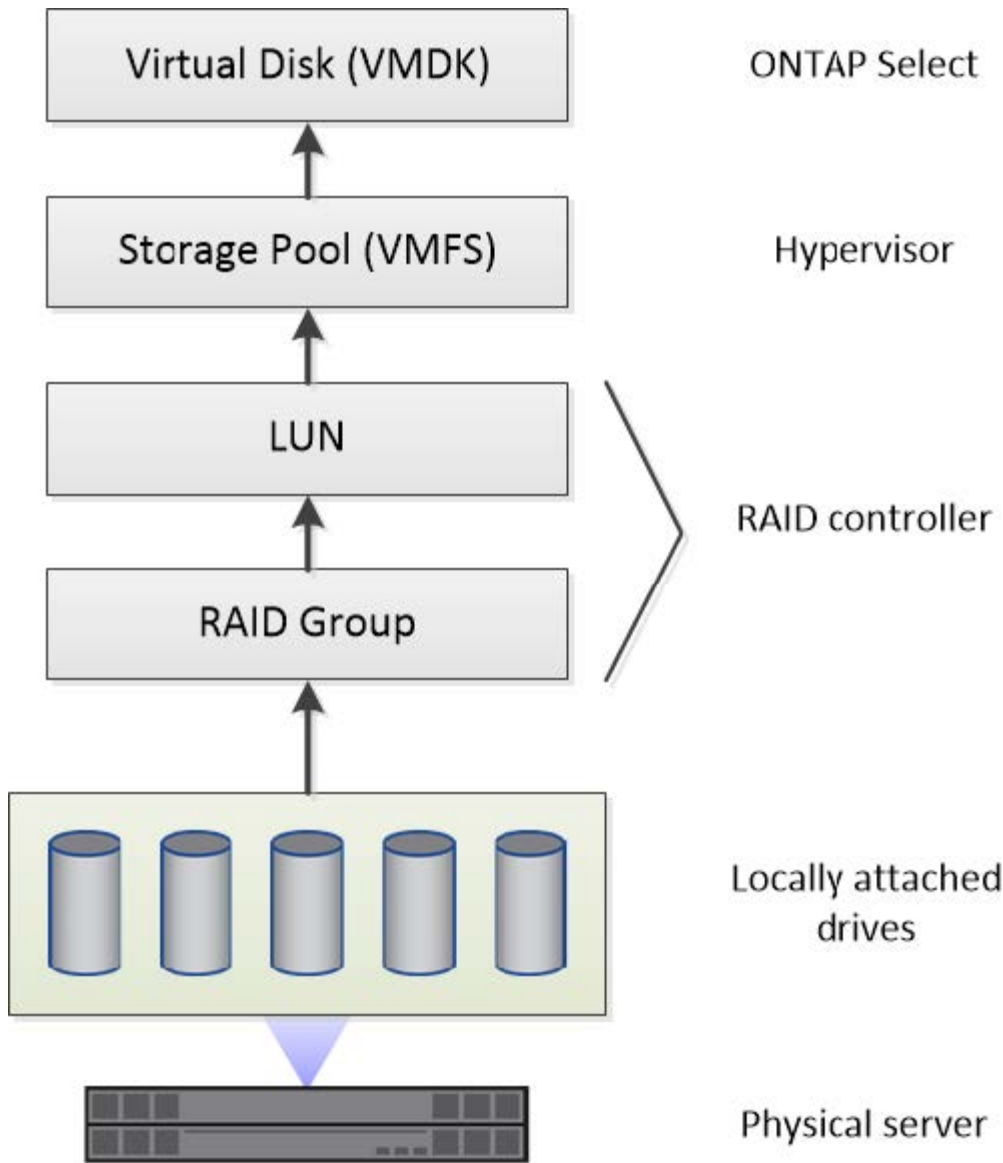
#### 同构物理存储

组成ONTAP Select托管存储的所有物理驱动器必须是同构的。也就是说，所有硬件在以下特性方面必须相同：

- 类型（SAS、NL-SAS、SATA、SSD）
- 速度（转/分）

### 本地存储环境说明

每个虚拟机管理程序主机都包含本地磁盘和其他可供ONTAP Select使用的逻辑存储组件。这些存储组件按分层结构排列，从物理磁盘开始。



## 本地存储组件的特性

有几个概念适用于ONTAP Select环境中使用的本地存储组件。在准备ONTAP Select部署之前，您应该熟悉这些概念。这些概念按类别排列：RAID 组和 LUN、存储池和虚拟磁盘。

### 将物理驱动器分组为 RAID 组和 LUN

可以将一个或多个物理磁盘本地连接到主机服务器，并供ONTAP Select使用。这些物理磁盘将分配给 RAID 组，然后作为一个或多个 LUN 呈现给虚拟机管理程序主机操作系统。每个 LUN 都作为物理硬盘呈现给虚拟机管理程序主机操作系统。

配置ONTAP Select主机时，您应该注意以下事项：

- 所有托管存储必须可通过单个 RAID 控制器访问
- 根据供应商的不同，每个 RAID 控制器支持每个 RAID 组的最大驱动器数量

一个或多个 **RAID** 组

每个ONTAP Select主机必须配备单个 RAID 控制器。您应该为ONTAP Select创建单个 RAID 组。但是，在某些情况下，您可能需要创建多个 RAID 组。请参阅["最佳实践摘要"](#)。

## 存储池注意事项

在准备部署ONTAP Select时，您应该注意与存储池相关的问题。



在 VMware 环境中，存储池与 VMware 数据存储同义。

## 存储池和 LUN

每个 LUN 在虚拟机管理程序主机上被视为本地磁盘，并且可以成为一个存储池的一部分。每个存储池都使用虚拟机管理程序主机操作系统可以使用的文件系统进行格式化。

您必须确保在ONTAP Select部署过程中正确创建存储池。您可以使用虚拟机管理程序管理工具创建存储池。例如，使用 VMware，您可以使用 vSphere 客户端创建存储池。然后，该存储池将传递到ONTAP Select Deploy 管理实用程序。

## 管理 ESXi 上的虚拟磁盘

在准备部署ONTAP Select时，您应该注意几个与虚拟磁盘相关的问题。

### 虚拟磁盘和文件系统

ONTAP Select虚拟机分配有多个虚拟磁盘驱动器。每个虚拟磁盘实际上是存储池中的一个文件，由虚拟机管理程序维护。ONTAP Select使用多种类型的磁盘，主要是系统磁盘和数据磁盘。

您还应该了解有关虚拟磁盘的以下信息：

- 在创建虚拟磁盘之前，存储池必须可用。
- 在创建虚拟机之前无法创建虚拟磁盘。
- 您必须依靠ONTAP Select Deploy 管理实用程序来创建所有虚拟磁盘（也就是说，管理员绝不能从 Deploy 实用程序之外创建虚拟磁盘）。

### 配置虚拟磁盘

虚拟磁盘由ONTAP Select管理。当您使用 Deploy 管理实用程序创建集群时，会自动创建虚拟磁盘。

## ESXi 上的外部存储环境图示

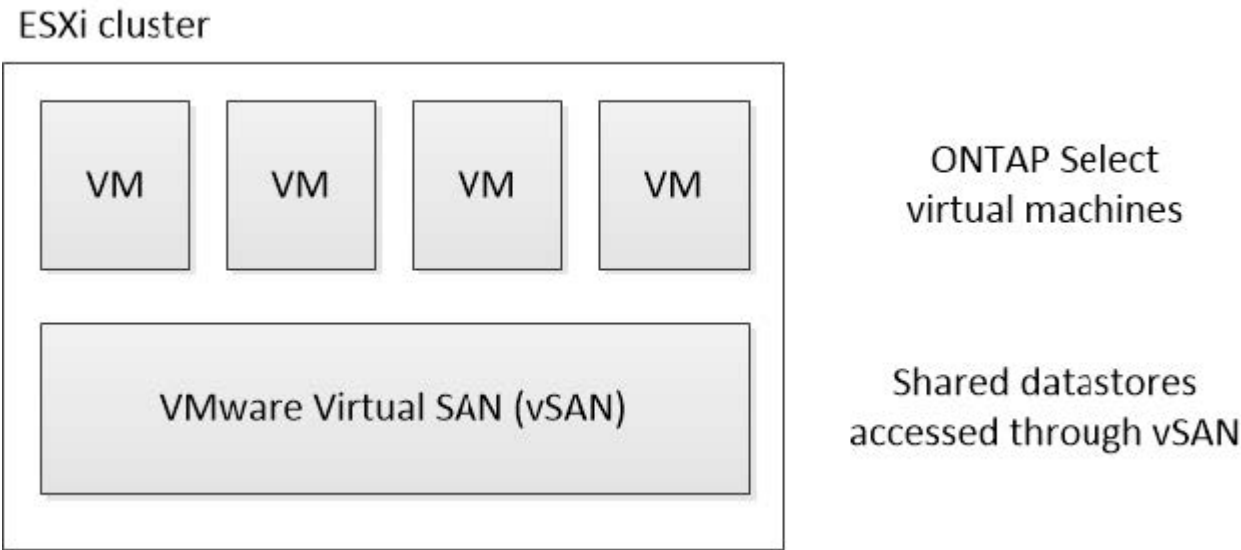
ONTAP Select vNAS 解决方案支持ONTAP Select使用位于虚拟机管理程序主机外部存储上的数据存储。您可以使用 VMware vSAN 通过网络访问这些数据存储，也可以直接在外部存储阵列上访问。

ONTAP Select可配置为使用虚拟机管理程序主机外部的以下类型的 VMware ESXi 网络数据存储库：

- vSAN（虚拟 SAN）
- VMFS
- NFS

**vSAN 数据存储**

每个 ESXi 主机都可以拥有一个或多个本地 VMFS 数据存储。通常，这些数据存储只能由本地主机访问。但是，VMware vSAN 允许 ESXi 群集中的每个主机共享群集中的所有数据存储，就像它们是本地数据存储一样。下图说明了 vSAN 如何创建在 ESXi 群集中的主机之间共享的数据存储池。

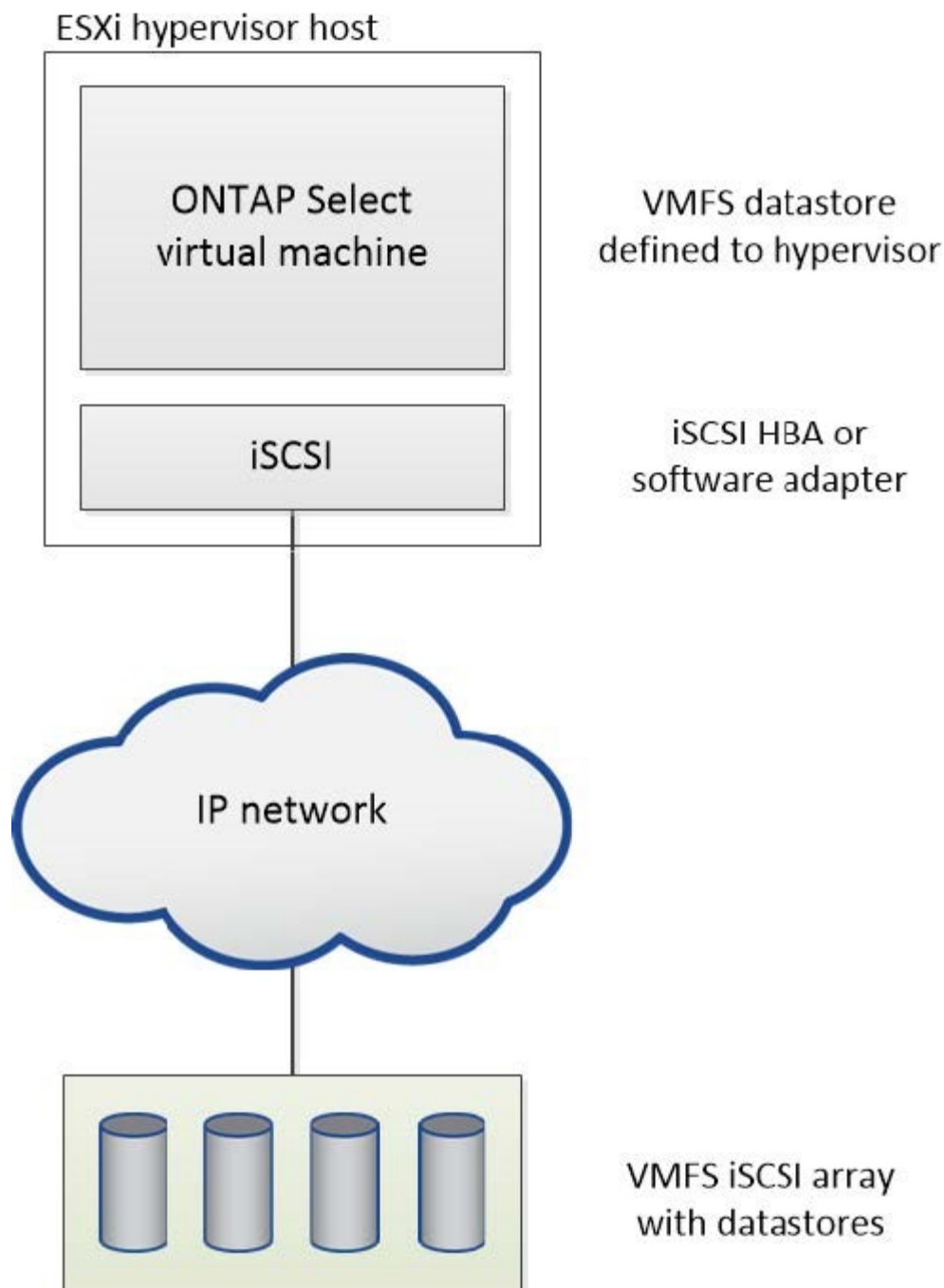


**外部存储阵列上的 VMFS 数据存储**

您可以创建位于外部存储阵列上的 VMFS 数据存储。可以使用多种不同的网络协议之一访问该存储。下图展示了使用 iSCSI 协议访问的外部存储阵列上的 VMFS 数据存储。

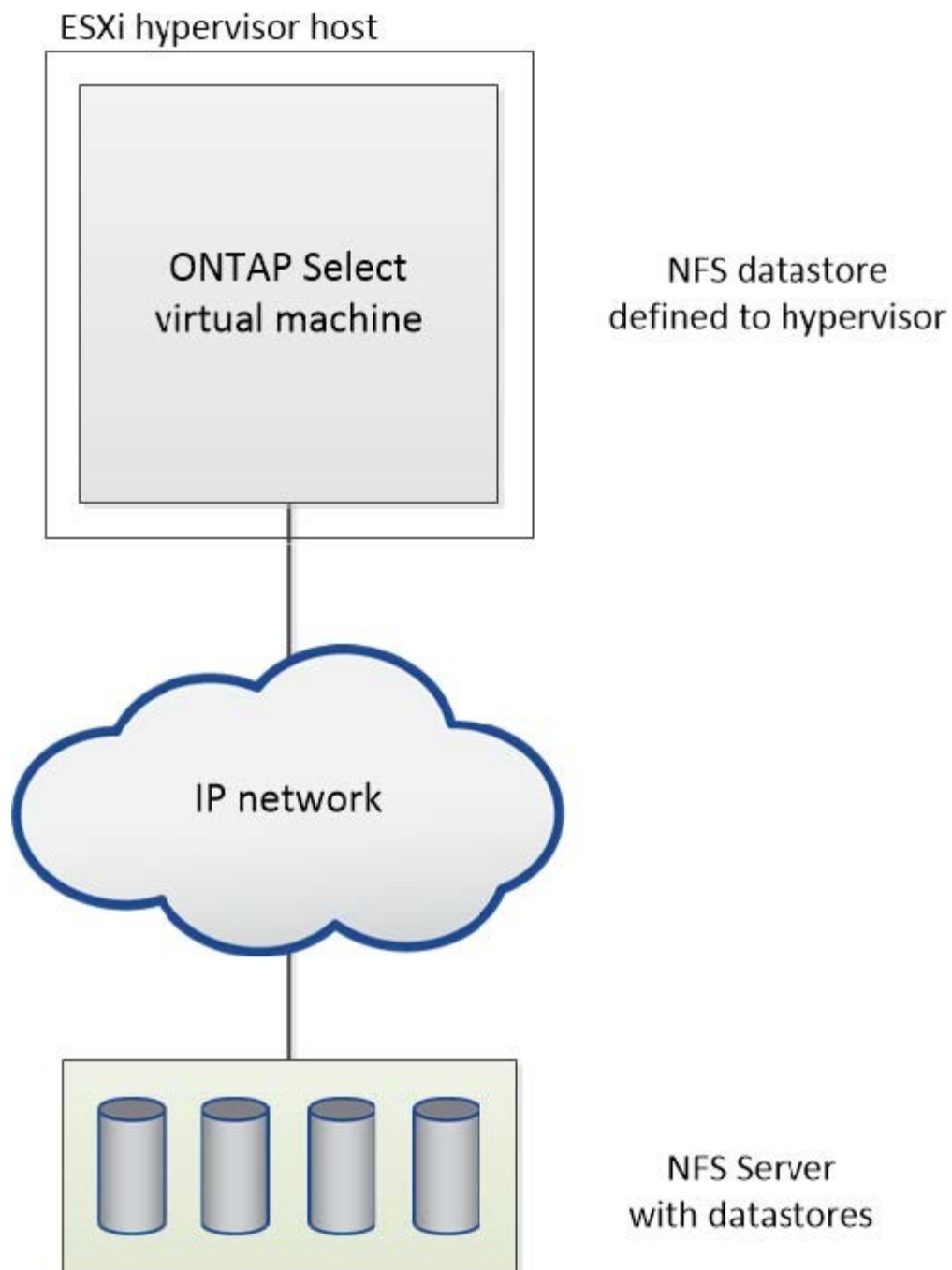


ONTAP Select支持 VMware 存储/SAN 兼容性文档中描述的所有外部存储阵列，包括 iSCSI、光纤通道和以太网光纤通道。



#### 外部存储阵列上的 **NFS** 数据存储

您可以创建位于外部存储阵列上的 NFS 数据存储。该存储使用 NFS 网络协议进行访问。下图展示了一个位于外部存储上的 NFS 数据存储，可通过 NFS 服务器设备进行访问。



## 适用于ONTAP Select本地连接存储的硬件 RAID 服务

当硬件 RAID 控制器可用时，ONTAP Select 可以将 RAID 服务迁移到硬件控制器，以提升写入性能并防止物理驱动器发生故障。因此，ONTAP Select 集群中所有节点的 RAID 保护均由本地连接的 RAID 控制器提供，而不是通过 ONTAP 软件 RAID 提供。



ONTAP Select 数据聚合配置为使用 RAID 0，因为物理 RAID 控制器正在为底层驱动器提供 RAID 条带化功能。不支持其他 RAID 级别。



## 本地连接存储的 RAID 控制器配置

所有为ONTAP Select提供后备存储的本地连接磁盘都必须位于 RAID 控制器后面。大多数商用服务器都提供多种 RAID 控制器选项，涵盖多个价位，每个选项的功能级别各不相同。我们的目标是尽可能多地支持这些选项，前提是它们满足控制器的特定最低要求。



您无法从使用硬件 RAID 配置的ONTAP Select虚拟机中分离虚拟磁盘。仅支持从使用软件 RAID 配置的ONTAP Select虚拟机中分离磁盘。看["更换ONTAP Select软件 RAID 配置中的故障驱动器"](#)了解更多信息。

管理ONTAP Select磁盘的 RAID 控制器必须满足以下要求：

- 硬件 RAID 控制器必须具有电池备用单元 (BBU) 或闪存支持写入缓存 (FBWC) 并支持 12Gbps 的吞吐量。
- RAID 控制器必须支持能够承受至少一个或两个磁盘故障的模式 (RAID 5 和 RAID 6) 。
- 必须将驱动器缓存设置为禁用。
- 必须将写入策略配置为写回模式，并在 BBU 或闪存发生故障时回退到写入模式。
- 必须将 I/O 读取策略设置为已缓存。

所有为ONTAP Select提供后备存储的本地连接磁盘都必须放入运行 RAID 5 或 RAID 6 的 RAID 组中。对于 SAS 驱动器和 SSD，使用最多 24 个驱动器的 RAID 组可使ONTAP受益于将传入的读取请求分散到更多磁盘上。这样做可以显著提升性能。对于 SAS/SSD 配置，我们针对单 LUN 和多 LUN 配置进行了性能测试。未发现显著差异，因此，为简单起见，NetApp建议创建满足配置需求所需的最少数量的 LUN。

NL-SAS 和 SATA 驱动器需要一套不同的最佳实践。出于性能考虑，磁盘的最小数量仍然为 8 个，但 RAID 组大小不应超过 12 个驱动器。NetAppNetApp，所有 RAID 组都可以使用全局备用驱动器。；



旧版 ESX 的最大范围和数据存储大小为 64 TB，这会影响支持这些大容量驱动器提供的总原始容量所需的 LUN 数量。

## RAID模式

许多 RAID 控制器支持最多三种操作模式，每种模式都代表写入请求所采用的数据路径的显著差异。这三种模式如下：

- 直写。所有传入的 I/O 请求都被写入 RAID 控制器缓存，然后立即刷新到磁盘，然后再向主机确认该请求。
- 绕写。所有传入的 I/O 请求都直接写入磁盘，绕过 RAID 控制器缓存。
- 写回。所有传入的 I/O 请求都直接写入控制器缓存，并立即返回主机确认。数据块通过控制器异步刷新到磁盘。

回写模式提供最短的数据路径，数据块进入缓存后立即进行 I/O 确认。此模式为混合读/写工作负载提供最低的延迟和最高的吞吐量。然而，如果没有 BBU 或非易失性闪存技术，系统在此模式下运行时如果发生电源故障，用户将面临丢失数据的风险。

ONTAP Select需要配备备用电池或闪存单元；因此，我们可以确保在发生此类故障时，缓存的块会被刷新到磁盘。因此，要求将 RAID 控制器配置为写回模式。

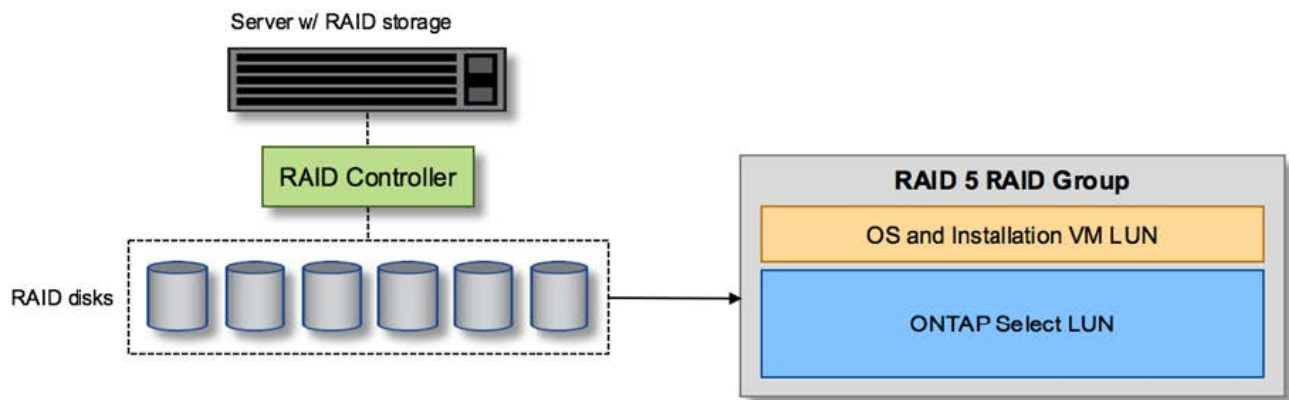
## ONTAP Select和操作系统之间共享的本地磁盘

最常见的服务器配置是所有本地连接的磁盘轴都位于单个 RAID 控制器后面。您应该至少配置两个 LUN：一个用于虚拟机管理程序，一个用于ONTAP Select虚拟机。

例如，假设一台 HP DL380 g8 配备六个内置硬盘和一个 Smart Array P420i RAID 控制器。所有内置硬盘均由该 RAID 控制器管理，系统中没有其他存储设备。

下图显示了这种配置方式。在此示例中，系统上没有其他存储；因此，虚拟机管理程序必须与ONTAP Select节点共享存储。

仅具有 RAID 管理主轴的服务器 LUN 配置



通过与ONTAP Select相同的 RAID 组配置操作系统 LUN，虚拟机管理程序操作系统（以及同样从该存储配置的任何客户端虚拟机）可受益于 RAID 保护。此配置可防止单个驱动器故障导致整个系统崩溃。

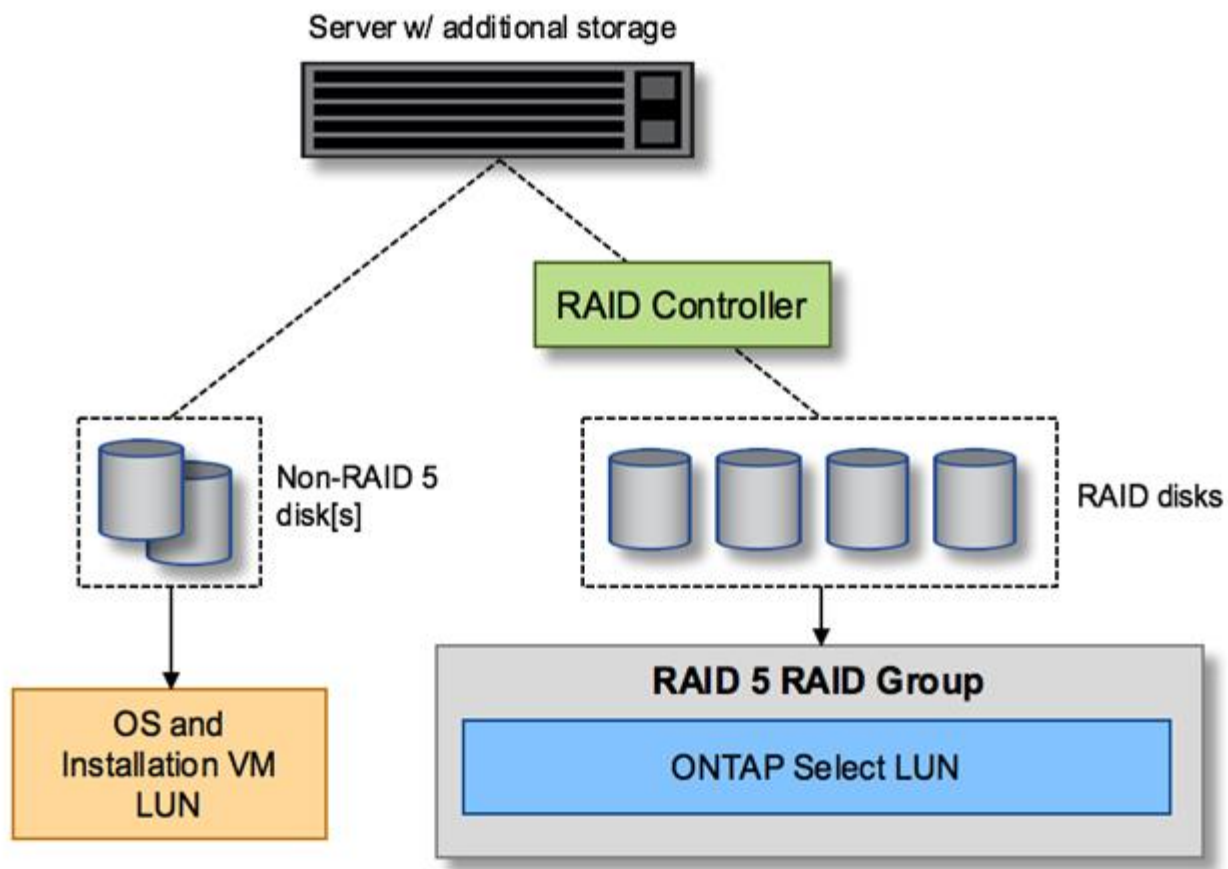
## 本地磁盘在ONTAP Select和 OS 之间分配

服务器供应商提供的另一种可能的配置是使用多个 RAID 或磁盘控制器配置系统。在这种配置中，一组磁盘由一个磁盘控制器管理，该控制器可能提供或不提供 RAID 服务。另一组磁盘由一个硬件 RAID 控制器管理，该控制器能够提供 RAID 5/6 服务。

采用这种配置方式，位于 RAID 控制器后面、可提供 RAID 5/6 服务的磁盘轴组应由ONTAP Select虚拟机独占使用。根据管理的总存储容量，您应该将磁盘轴配置为一个或多个 RAID 组以及一个或多个 LUN。然后，这些 LUN 将用于创建一个或多个数据存储库，所有数据存储库均受 RAID 控制器保护。

第一组磁盘保留给虚拟机管理程序操作系统和任何未使用ONTAP存储的客户端虚拟机，如下图所示。

混合 RAID/非 RAID 系统上的服务器 LUN 配置



## 多个 LUN

有两种情况必须更改单 RAID 组/单 LUN 配置。使用 NL-SAS 或 SATA 驱动器时，RAID 组大小不得超过 12 个驱动器。此外，单个 LUN 的大小可能会超过底层虚拟机管理程序的存储限制（单个文件系统扩展区最大大小或总存储池最大大小）。这时，必须将底层物理存储拆分为多个 LUN，才能成功创建文件系统。

## VMware vSphere 虚拟机文件系统限制

某些版本的 ESX 上数据存储的最大大小为 64TB。

如果服务器连接的存储空间超过 64 TB，则可能需要配置多个 LUN，每个 LUN 的容量都小于 64 TB。创建多个 RAID 组以缩短 SATA/NL-SAS 驱动器的 RAID 重建时间也会导致配置多个 LUN。

当需要多个 LUN 时，需要考虑的重点是确保这些 LUN 具有相似且一致的性能。如果所有 LUN 都用于单个 ONTAP 聚合，这一点尤其重要。或者，如果一个或多个 LUN 的子集具有明显不同的性能配置文件，我们强烈建议将这些 LUN 隔离到单独的 ONTAP 聚合中。

可以使用多个文件系统扩展区来创建单个数据存储库，最大可达数据存储库的最大大小。要限制需要 ONTAP Select 许可证的容量，请务必在集群安装期间指定容量上限。此功能允许 ONTAP Select 仅使用数据存储库中的一部分空间（因此需要许可证）。

或者，也可以先在单个 LUN 上创建单个数据存储库。当需要更大容量的 ONTAP Select 许可证来增加空间时，可以将该空间作为扩展区添加到同一数据存储库，直至达到数据存储库的最大大小。达到最大大小后，可以创建新的数据存储库并将其添加到 ONTAP Select。两种容量扩展操作均受支持，并且可以通过使用 ONTAP Deploy 的

存储添加功能来实现。每个ONTAP Select节点可以配置为支持高达 400 TB 的存储容量。从多个数据存储库配置容量需要两个步骤。

初始集群创建可用于创建使用初始数据存储库中部分或全部空间的ONTAP Select集群。第二步是使用其他数据存储库执行一个或多个容量添加操作，直到达到所需的总容量。此功能在本节中详细介绍["增加存储容量"](#)。



VMFS 开销非零（参见["VMware 知识库文章 1001618"](#)），并尝试使用数据存储区报告为可用的整个空间，导致集群创建操作期间出现虚假错误。

每个数据存储库中都有 2% 的缓冲区未使用。此空间不需要容量许可证，因为ONTAP Select不使用它。只要未指定容量上限，ONTAP Deploy 就会自动计算缓冲区的准确 GB 数。如果指定了容量上限，则首先强制执行该大小。如果容量上限大小在缓冲区大小范围内，则集群创建将失败，并显示一条错误消息，其中指定了可用作容量上限的正确最大大小参数：

```
"InvalidPoolCapacitySize: Invalid capacity specified for storage pool
"ontap-select-storage-pool", Specified value: 34334204 GB. Available
(after leaving 2% overhead space): 30948"
```

VMFS 6 既支持新安装，也支持作为现有ONTAP Deploy 或ONTAP Select VM 的 Storage vMotion 操作的目标。

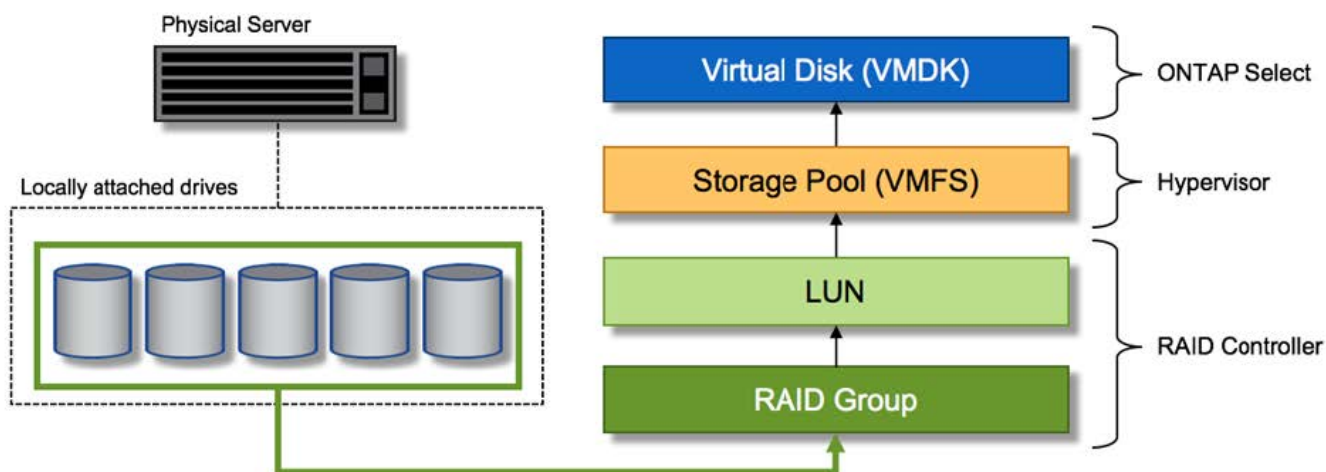
VMware 不支持从 VMFS 5 到 VMFS 6 的就地升级。因此，Storage vMotion 是唯一允许任何虚拟机从 VMFS 5 数据存储过渡到 VMFS 6 数据存储的机制。但是，除了从 VMFS 5 过渡到 VMFS 6 这一特定目的之外，ONTAP Select和ONTAP Deploy 对 Storage vMotion 的支持已扩展至涵盖其他场景。

## ONTAP Select虚拟磁盘

ONTAP Select 的核心是为ONTAP提供一组从一个或多个存储池配置的虚拟磁盘。ONTAP获得一组虚拟磁盘，并将其视为物理磁盘，而存储堆栈的其余部分则由虚拟机管理程序抽象化。下图更详细地展示了这种关系，突出显示了物理 RAID 控制器、虚拟机管理程序和ONTAP Select虚拟机之间的关系。

- RAID 组和 LUN 的配置在服务器的 RAID 控制器软件中进行。使用 VSAN 或外部阵列时，无需进行此配置。
- 存储池配置在虚拟机管理程序内部进行。
- 虚拟磁盘由各个虚拟机创建和拥有；在此示例中，由ONTAP Select创建和拥有。

虚拟磁盘到物理磁盘的映射



## 虚拟磁盘配置

为了提供更简化的用户体验，ONTAP Select 管理工具 ONTAP Deploy 会自动从关联的存储池中配置虚拟磁盘，并将其连接到 ONTAP Select 虚拟机。此操作在初始设置和存储添加操作期间都会自动执行。如果 ONTAP Select 节点是 HA 对的一部分，则会将此虚拟磁盘自动分配给本地和镜像存储池。

ONTAP Select 会将底层连接的存储拆分为大小相等的虚拟磁盘，且每个虚拟磁盘不超过 16 TB。如果 ONTAP Select 节点是 HA 对的一部分，则会在每个集群节点上至少创建两个虚拟磁盘，并将其分配给本地和镜像丛，以便在镜像聚合中使用。

例如，可以为 ONTAP Select 分配一个 31 TB 的数据存储或 LUN（即部署虚拟机并配置系统磁盘和根磁盘后剩余的空间）。然后，创建四个约 7.75 TB 的虚拟磁盘，并将其分配给相应的 ONTAP 本地 Plex 和镜像 Plex。



向 ONTAP Select 虚拟机添加容量可能会导致 VMDK 大小不同。有关详情，请参阅 ["增加存储容量"](#)。与 FAS 系统不同，不同大小的 VMDK 可以存在于同一聚合中。ONTAP 在这些 VMDK 中使用 RAID 0 条带，这样就可以充分利用每个 VMDK 中的所有空间，无论其大小如何。

## 虚拟化 NVRAM

NetApp FAS 系统传统上配备物理 NVRAM PCI 卡，这是一种包含非易失性闪存的高性能卡。该卡使 ONTAP 能够立即向客户端确认传入的写入操作，从而显著提升写入性能。它还可以安排将已修改的数据块移回速度较慢的存储介质，这个过程称为“降级暂存”。

商用系统通常不配备此类设备。因此，此 NVRAM 卡的功能已被虚拟化并放置在 ONTAP Select 系统启动磁盘的一个分区中。正因如此，实例的系统虚拟磁盘的放置至关重要。这也是为什么该产品需要配备具有弹性缓存的物理 RAID 控制器，以用于本地连接存储配置。

NVRAM 位于其自己的 VMDK 上。将 NVRAM 拆分到其自己的 VMDK 中，可使 ONTAP Select 虚拟机使用 vNVMe 驱动程序与其 NVRAM VMDK 通信。此外，还要求 ONTAP Select 虚拟机使用硬件版本 13，该版本与 ESX 6.5 及更高版本兼容。

## 数据路径解释：NVRAM 和 RAID 控制器

通过遍历写入请求进入系统时所采用的数据路径，可以最好地突出显示虚拟化 NVRAM 系统分区和 RAID 控制器之间的交互。



传入ONTAP Select虚拟机的写入请求会以虚拟机的NVRAM分区为目标。在虚拟化层，此分区位于ONTAP Select系统磁盘（即连接到ONTAP Select虚拟机的 VMDK）内。在物理层，这些请求会缓存在本地 RAID 控制器中，就像所有针对底层磁盘轴的块更改一样。从这里，写入操作会返回给主机确认。

此时，物理上，该块驻留在 RAID 控制器缓存中，等待刷新到磁盘。逻辑上，该块驻留在NVRAM中，等待降级到相应的用户数据磁盘。

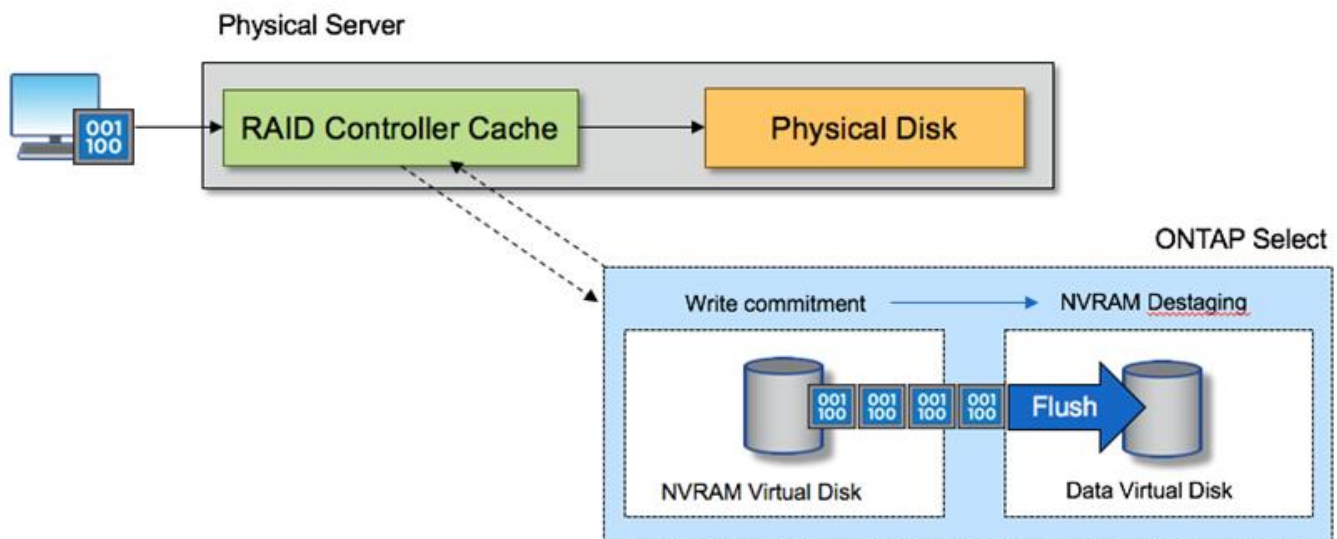
由于更改的块会自动存储在 RAID 控制器的本地缓存中，因此传入NVRAM分区的写入操作也会自动缓存并定期刷新到物理存储介质。请勿将此与定期将NVRAM内容刷新回ONTAP数据磁盘的操作混淆。这两个事件互不相关，并且发生的时间和频率也不同。

下图展示了传入写入所采用的 I/O 路径。它突出显示了物理层（由 RAID 控制器缓存和磁盘表示）与虚拟层（由虚拟机的NVRAM和数据虚拟磁盘表示）之间的区别。



虽然NVRAM VMDK 上更改的块会缓存在本地 RAID 控制器缓存中，但该缓存无法感知虚拟机结构或其虚拟磁盘。它会存储系统上所有已更改的块，而NVRAM只是其中的一部分。这包括发往虚拟机管理程序的写请求（前提是虚拟机管理程序是从相同的备用主轴配置的）。

### 传入ONTAP Select VM 的写入



NVRAM分区在其自己的 VMDK 上独立存在。该 VMDK 使用 ESX 6.5 或更高版本中提供的 vNVME 驱动程序进行连接。此更改对于使用软件 RAID 的ONTAP Select安装最为重要，因为此类安装无法从 RAID 控制器缓存中获益。

## 适用于本地连接存储的ONTAP Select软件 RAID 配置服务

软件 RAID 是在ONTAP软件堆栈内实施的 RAID 抽象层。它提供的功能与传统ONTAP平台（例如FAS）中的 RAID 层相同。RAID层执行驱动器奇偶校验计算，并针对ONTAP Select节点中的单个驱动器故障提供保护。

除了硬件 RAID 配置之外，ONTAP Select还提供了软件 RAID 选项。在某些环境中，例如在小型商用硬件上部署ONTAP Select时，硬件 RAID 控制器可能不可用或不合适。软件 RAID 扩展了可用的部署选项，使其涵盖此

类环境。要在您的环境中启用软件 RAID，请记住以下几点：

- 它可通过 Premium 或 Premium XL 许可证获得。
- 它仅支持ONTAP根磁盘和数据磁盘的 SSD 或 NVMe（需要 Premium XL 许可证）驱动器。
- 它需要一个单独的系统磁盘作为ONTAP Select VM 启动分区。
  - 选择一个单独的磁盘（SSD 或 NVMe 驱动器），为系统磁盘（多节点设置中的NVRAM、Boot/CF 卡、Coredump 和 Mediator）创建数据存储。

## 笔记

- 服务磁盘和系统磁盘这两个术语可以互换使用。
  - 服务磁盘是ONTAP Select VM 内使用的 VMDK，用于服务各种项目，例如集群、启动等。
  - 从主机的角度来看，服务磁盘物理上位于单个物理磁盘上（统称为服务/系统物理磁盘）。该物理磁盘必须包含 DAS 数据存储。ONTAPDeploy 会在集群部署期间为ONTAP ONTAP Select虚拟机创建这些服务磁盘。
- 无法进一步跨多个数据存储库或跨多个物理驱动器分离ONTAP Select系统磁盘。
- 硬件 RAID 并未被弃用。

## 本地连接存储的软件 RAID 配置

使用软件 RAID 时，理想情况下没有硬件 RAID 控制器，但是，如果系统确实有现有的 RAID 控制器，则必须遵守以下要求：

- 必须禁用硬件 RAID 控制器，以便磁盘可以直接呈现给系统（JBOD）。此更改通常可以在 RAID 控制器 BIOS 中进行。
- 或者，硬件 RAID 控制器应处于 SAS HBA 模式。例如，某些 BIOS 配置除了 RAID 之外还允许“AHCI”模式，可以选择该模式来启用 JBOD 模式。这将启用直通功能，以便物理驱动器在主机上可以按原样显示。

根据控制器支持的最大驱动器数量，可能需要额外的控制器。在 SAS HBA 模式下，请确保 IO 控制器 (SAS HBA) 至少支持 6Gb/s 的速度。不过，NetApp建议使用 12Gbps 的速度。

不支持任何其他硬件 RAID 控制器模式或配置。例如，某些控制器允许 RAID 0 支持，这可以人为地启用磁盘直通功能，但其后果可能不堪设想。支持的物理磁盘（仅限 SSD）大小在 200GB 至 16TB 之间。



管理员需要跟踪ONTAP Select VM 正在使用的驱动器，并防止在主机上无意中使用这些驱动器。

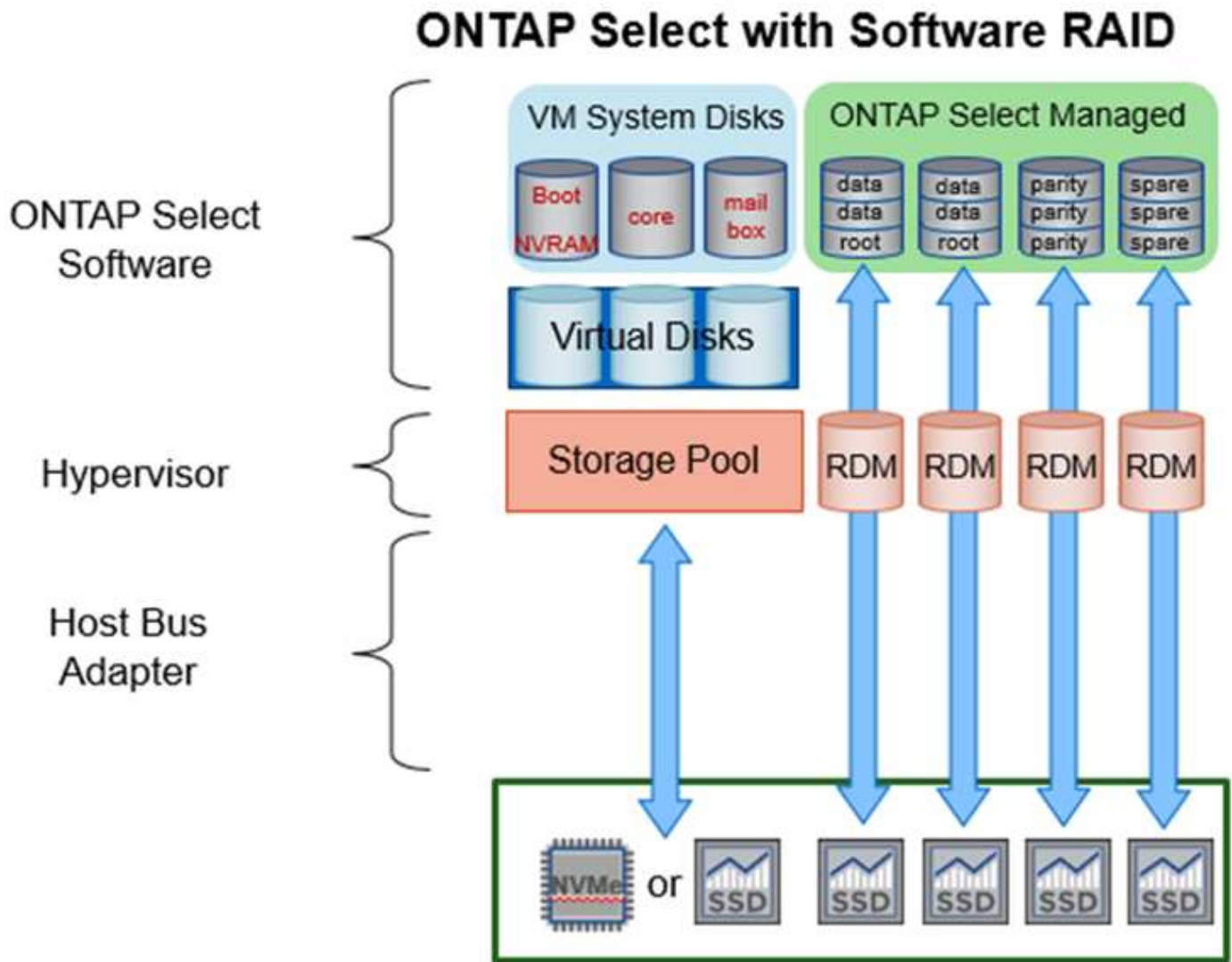
## ONTAP Select虚拟磁盘和物理磁盘

对于使用硬件 RAID 控制器的配置，物理磁盘冗余由 RAID 控制器提供。ONTAPONTAP Select会提供一个或多个 VMDK，ONTAP管理员可以从中配置数据聚合。这些 VMDK 以 RAID 0 格式进行条带化，因为ONTAP软件 RAID 冗余、低效且低效，这是由于硬件级别提供的弹性造成的。此外，用于系统磁盘的 VMDK 与用于存储用户数据的 VMDK 位于同一数据存储中。

使用软件 RAID 时，ONTAP Deploy 会向ONTAP Select提供一组虚拟磁盘 (VMDK) 和物理磁盘原始设备映射 [RDM]（用于 SSD）以及直通或 DirectPath IO 设备（用于 NVMe）。

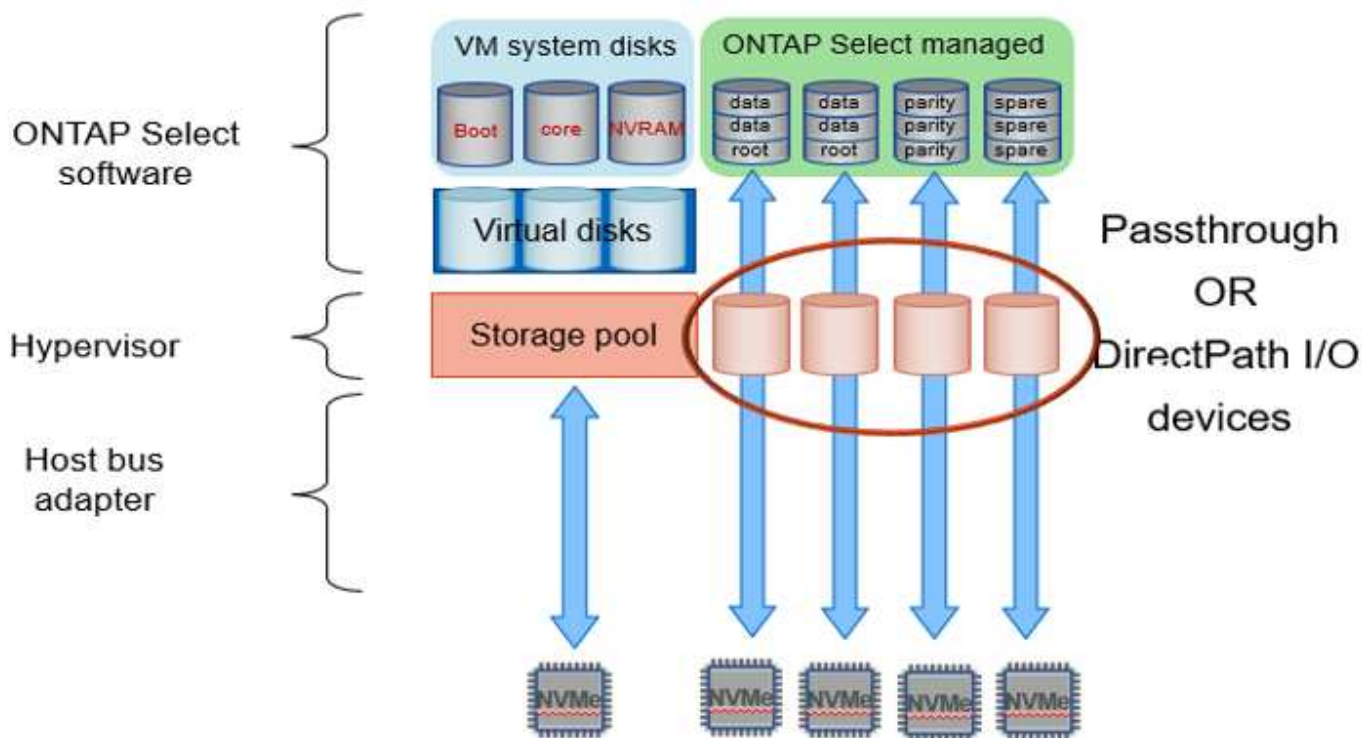
下图更详细地展示了这种关系，突出显示了用于ONTAP Select VM 内部的虚拟化磁盘与用于存储用户数据的物理磁盘之间的区别。

- ONTAP Select软件 RAID：使用虚拟化磁盘和 RDM\*



系统磁盘 (VMDK) 位于同一数据存储区和同一物理磁盘上。虚拟NVRAM磁盘需要快速且耐用的介质。因此，仅支持 NVMe 和 SSD 类型的数据存储区。





系统磁盘 (VMDK) 位于同一数据存储区和同一物理磁盘上。虚拟NVRAM磁盘需要快速且耐用的介质。因此，仅支持 NVMe 和 SSD 类型的数据存储区。使用 NVMe 驱动器存储数据时，出于性能考虑，系统磁盘也应为 NVMe 设备。在全 NVMe 配置中，英特尔傲腾卡是系统磁盘的理想选择。

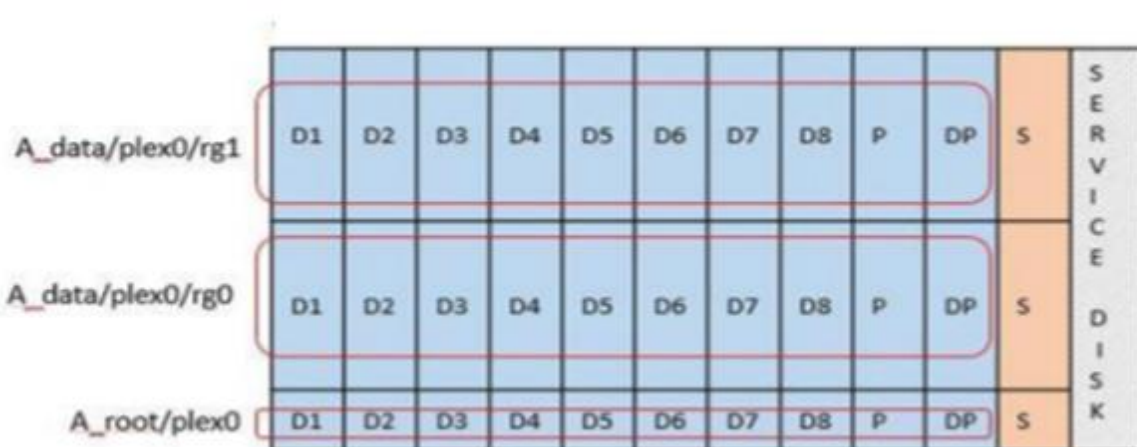


在当前版本中，无法进一步跨多个数据存储库或多个物理驱动器分离ONTAP Select系统磁盘。

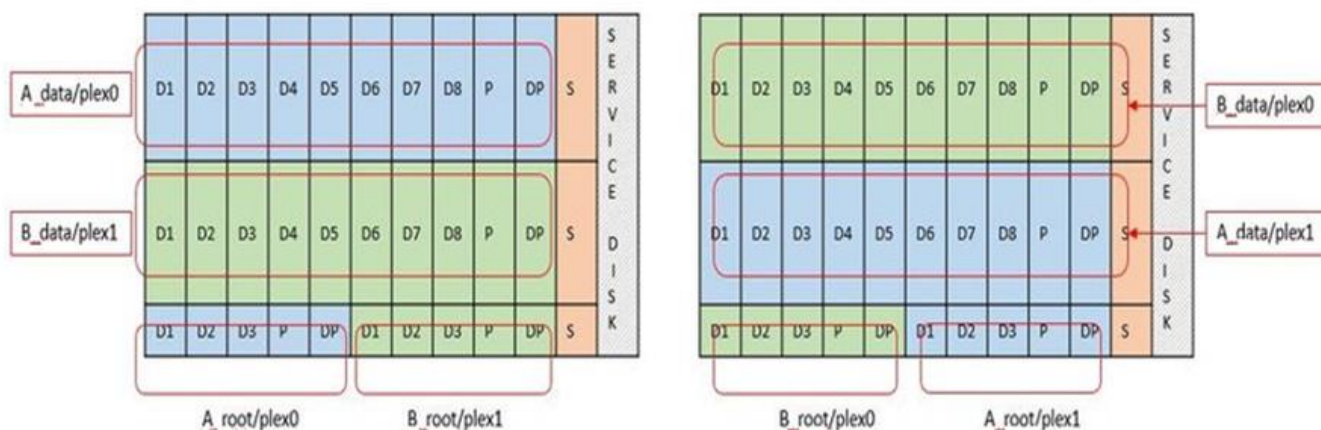
每个数据磁盘分为三部分：一个小的根分区（条带）和两个大小相等的分区，从而创建在ONTAP Select虚拟机中可见的两个数据磁盘。分区使用根数据 (RD2) 模式，如下图所示，针对单节点集群和 HA 对中的节点。

`P` 表示奇偶校验驱动器。`DP` 表示双奇偶校验驱动器，并且 `S` 表示备用驱动器。

单节点集群的 RDD 磁盘分区



多节点集群 (HA 对) 的 RDD 磁盘分区



ONTAP软件 RAID 支持以下 RAID 类型：RAID 4、RAID-DP 和 RAID-TEC。这些是 FAS 和 AFF 平台使用的相同 RAID 结构。对于根配置，ONTAP Select 仅支持 RAID 4 和 RAID-DP。当使用 RAID-TEC 进行数据聚合时，整体保护是 RAID-DP。ONTAP Select HA 使用无共享架构，将每个节点的配置复制到另一个节点。这意味着每个节点必须存储其根分区及其对等节点根分区的副本。由于数据磁盘只有一个根分区，因此最低数据磁盘数量将取决于 ONTAP Select 节点是否属于 HA 对。

对于单节点集群，所有数据分区都用于存储本地（活动）数据。对于属于 HA 对的节点，一个数据分区用于存储该节点的本地（活动）数据，另一个数据分区用于镜像来自 HA 对等节点的活动数据。

## 直通 (DirectPath IO) 设备与原始设备映射 (RDM)

VMware ESX 目前不支持将 NVMe 磁盘用作原始设备映射。要使 ONTAP Select 直接控制 NVMe 磁盘，必须在 ESX 中将 NVMe 驱动器配置为直通设备。请注意，将 NVMe 设备配置为直通设备需要服务器 BIOS 的支持，并且这是一个中断过程，需要重新启动 ESX 主机。此外，每个 ESX 主机的最大直通设备数量为 16 个。但是，ONTAP Deploy 将其限制为 14 个。每个 ONTAP Select 节点 14 个 NVMe 设备的限制意味着全 NVMe 配置将提供非常高的 IOP 密度 (IOP/TB)，但总容量会有所降低。或者，如果需要具有更大存储容量的高性能配置，建议的配置是较大的 ONTAP Select VM 大小、用于系统磁盘的 INTEL Optane 卡以及用于数据存储的额定数量的 SSD 驱动器。



为了充分利用 NVMe 性能，请考虑较大的 ONTAP Select VM 大小。

直通设备和 RDM 之间还有一个区别。RDM 可以映射到正在运行的虚拟机。直通设备需要重新启动虚拟机。这意味着任何 NVMe 驱动器更换或容量扩展（驱动器添加）过程都需要重新启动 ONTAP Select 虚拟机。驱动器更换和容量扩展（驱动器添加）操作由 ONTAP Deploy 中的工作流驱动。ONTAP Select 管理单节点集群的 ONTAP Select 重新启动以及 HA 对的故障转移/故障恢复。但是，必须注意使用 SSD 数据驱动器（不需要 ONTAP Select 重新启动/故障转移）和使用 NVMe 数据驱动器（需要 ONTAP Select 重新启动/故障转移）之间的区别。

## 物理和虚拟磁盘配置

为了提供更简化的用户体验，ONTAP Deploy 会自动从指定的数据存储库（物理系统磁盘）配置系统（虚拟）磁盘，并将其连接到 ONTAP Select 虚拟机。此操作会在初始设置期间自动执行，以便 ONTAP Select 虚拟机能够启动。RDM 会进行分区，并且会自动构建根聚合。如果 ONTAP Select 节点属于 HA 对，则数据分区会自动分配给本地存储池和镜像存储池。此分配操作会在集群创建操作和存储添加操作期间自动进行。

由于 ONTAP Select VM 上的数据磁盘与底层物理磁盘相关联，因此创建具有大量物理磁盘的配置会对性能产生影响。



根聚合的 RAID 组类型取决于可用的磁盘数量。ONTAPONTAP会选择合适的 RAID 组类型。如果分配给节点的磁盘数量足够，则使用 RAID-DP；否则，则创建 RAID-4 根聚合。

使用软件 RAID 为ONTAP Select虚拟机添加容量时，管理员必须考虑物理驱动器的大小以及所需的驱动器数量。有关详细信息，请参阅[“增加存储容量”](#)。

与FAS和AFF系统类似，只有容量相等或更大的驱动器才能添加到现有 RAID 组。容量更大的驱动器大小合适。如果您要创建新的 RAID 组，则新 RAID 组的大小应与现有 RAID 组的大小匹配，以确保整体聚合性能不会下降。

## 将ONTAP Select磁盘与相应的 ESX 磁盘匹配

ONTAP Select磁盘通常标记为 NET xy您可以使用以下ONTAP命令获取磁盘 UUID：

```
<system name>::> disk show NET-1.1
Disk: NET-1.1
Model: Micron_5100_MTFD
Serial Number: 1723175C0B5E
UID:
*500A0751:175C0B5E*:00000000:00000000:00000000:00000000:00000000:00000000:
00000000:00000000
BPS: 512
Physical Size: 894.3GB
Position: shared
Checksum Compatibility: advanced_zoned
Aggregate: -
Plex: -This UID can be matched with the device UID displayed in the
'storage devices' tab for the ESX host
```

Name	LUN	Type	Capacity	Operational State	Hardware Adapter	Drive Type	Transport
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0b54)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0b93)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d35)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS
Local HL-DT-ST CD-ROM (mpx.vmhba1:C0:T4:L0)	0	cdrom	894.25 GB	Attached	Not supported	HDD	Block Adapter
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0b5e)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d8e)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d54)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS
NETAPP Fibre Channel Disk (naa.500a0980517...	0	disk	10.00 GB	Attached	Supported	HDD	Fibre Channel
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d76)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d9e)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d00)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS

**Device Details**

**Properties** | **Paths**

**General**

Name	Local ATA Disk (naa.500a0751175c0b54)
Identifier	naa.500a0751175c0b54
LUN	0
Type	disk
Location	AmbsDevices/bsks/naa.500a0751175c0b54
Capacity	894.25 GB
Drive Type	Flash
Hardware Acceleration	Unknown

在 ESXi shell 中，您可以输入以下命令来使给定物理磁盘（由其 naa.unique-id 标识）的 LED 闪烁。

```
esxcli storage core device set -d <naa_id> -l=locator -L=<seconds>
```

## 使用软件 RAID 时出现多个驱动器故障

系统可能会遇到多个驱动器同时处于故障状态的情况。系统的行为取决于聚合 RAID 保护和故障驱动器的数量。

RAID4 聚合可承受一个磁盘故障，RAID-DP 聚合可承受两个磁盘故障，而RAID-TEC聚合可承受三个磁盘故障。

如果故障磁盘数量小于该 RAID 类型支持的最大故障数量，并且有备用磁盘可用，则重建过程将自动启动。如果没有备用磁盘可用，则聚合将以降级状态提供数据，直到添加备用磁盘为止。

如果故障磁盘数量超过 RAID 类型支持的最大故障数量，则本地丛会被标记为故障，聚合状态也会降级。数据由位于 HA 配对节点上的第二个丛提供。这意味着，节点 1 的任何 I/O 请求都会通过集群互连端口 e0e (iSCSI) 发送到物理上位于节点 2 上的磁盘。如果第二个丛也发生故障，则聚合会被标记为故障，数据不可用。

必须删除并重新创建发生故障的 plex，才能恢复正确的数据镜像。请注意，多磁盘故障导致数据聚合降级，也会导致根聚合降级。ONTAP Select使用根-数据-数据 (RDD) 分区模式将每个物理驱动器拆分为一个根分区和两个数据分区。因此，丢失一个或多个磁盘可能会影响多个聚合，包括本地根聚合或远程根聚合的副本，以及本地数据聚合和远程数据聚合的副本。

```
C3111E67::> storage aggregate plex delete -aggregate aggr1 -plex plex1
Warning: Deleting plex "plex1" of mirrored aggregate "aggr1" in a non-
shared HA configuration will disable its synchronous mirror protection and
disable
        negotiated takeover of node "sti-rx2540-335a" when aggregate
"aggr1" is online.
Do you want to continue? {y|n}: y
[Job 78] Job succeeded: DONE

C3111E67::> storage aggregate mirror -aggregate aggr1
Info: Disks would be added to aggregate "aggr1" on node "sti-rx2540-335a"
in the following manner:
    Second Plex
        RAID Group rg0, 5 disks (advanced_zoned checksum, raid_dp)
                                Usable
Physical
Size      Position  Disk                                Type      Size
-----
-----
-          shared   NET-3.2                            SSD        -
-          shared   NET-3.3                            SSD        -
-          shared   NET-3.4                            SSD      208.4GB
208.4GB   shared   NET-3.5                            SSD      208.4GB
208.4GB   shared   NET-3.12                           SSD      208.4GB
```

208.4GB

Aggregate capacity available for volume use would be 526.1GB.

625.2GB would be used from capacity license.

Do you want to continue? {y|n}: y

C3111E67::> storage aggregate show-status -aggregate aggr1

Owner Node: sti-rx2540-335a

Aggregate: aggr1 (online, raid\_dp, mirrored) (advanced\_zoned checksums)

Plex: /aggr1/plex0 (online, normal, active, pool0)

RAID Group /aggr1/plex0/rg0 (normal, advanced\_zoned checksums)

Usable

Physical

Position	Disk	Pool	Type	RPM	Size
----------	------	------	------	-----	------

Size Status

shared	NET-1.1	0	SSD	-	205.1GB
--------	---------	---	-----	---	---------

447.1GB (normal)	shared	NET-1.2	0	SSD	-	205.1GB
------------------	--------	---------	---	-----	---	---------

447.1GB (normal)	shared	NET-1.3	0	SSD	-	205.1GB
------------------	--------	---------	---	-----	---	---------

447.1GB (normal)	shared	NET-1.10	0	SSD	-	205.1GB
------------------	--------	----------	---	-----	---	---------

447.1GB (normal)	shared	NET-1.11	0	SSD	-	205.1GB
------------------	--------	----------	---	-----	---	---------

447.1GB (normal)	shared	NET-1.11	0	SSD	-	205.1GB
------------------	--------	----------	---	-----	---	---------

Plex: /aggr1/plex3 (online, normal, active, pool1)

RAID Group /aggr1/plex3/rg0 (normal, advanced\_zoned checksums)

Usable

Physical

Position	Disk	Pool	Type	RPM	Size
----------	------	------	------	-----	------

Size Status

shared	NET-3.2	1	SSD	-	205.1GB
--------	---------	---	-----	---	---------

447.1GB (normal)	shared	NET-3.3	1	SSD	-	205.1GB
------------------	--------	---------	---	-----	---	---------

447.1GB (normal)	shared	NET-3.4	1	SSD	-	205.1GB
------------------	--------	---------	---	-----	---	---------

447.1GB (normal)	shared	NET-3.5	1	SSD	-	205.1GB
------------------	--------	---------	---	-----	---	---------

447.1GB (normal)	shared	NET-3.12	1	SSD	-	205.1GB
------------------	--------	----------	---	-----	---	---------

447.1GB (normal)	shared	NET-3.12	1	SSD	-	205.1GB
------------------	--------	----------	---	-----	---	---------

10 entries were displayed..





为了测试或模拟一个或多个驱动器故障，请使用 `storage disk fail -disk NET-x.y -immediate`` 命令。如果系统中有备用磁盘，聚合将开始重建。您可以使用以下命令检查重建的状态 ``storage aggregate show`。您可以使用ONTAP Deploy 移除模拟故障驱动器。请注意，ONTAP已将硬盘标记为 `Broken`。驱动器实际上并未损坏，可以使用ONTAP Deploy 重新添加。要清除“Broken”标签，请在ONTAP Select CLI 中输入以下命令

```
set advanced
disk unfail -disk NET-x.y -spare true
disk show -broken
```

最后一个命令的输出应该是空的。

## 虚拟化NVRAM

NetApp FAS系统传统上配备物理NVRAM PCI 卡。该卡是一款高性能卡，包含非易失性闪存，可显著提升写入性能。它通过授予ONTAP立即向客户端确认传入写入的能力来实现这一点。它还可以安排将已修改的数据块移回速度较慢的存储介质，这个过程称为“降级暂存”。

商用系统通常不配备此类设备。因此，NVRAM卡的功能已被虚拟化，并放置在ONTAP Select系统启动磁盘的一个分区中。正因如此，实例的系统虚拟磁盘的放置位置至关重要。

## ONTAP Select VSAN 和外部阵列配置

虚拟 NAS (vNAS) 部署支持虚拟 SAN (VSAN)、部分 HCI 产品以及外部阵列类型的数据存储上的ONTAP Select集群。这些配置的底层基础架构提供了数据存储的弹性。

最低要求是底层配置受 VMware 支持，并且应在相应的 VMware HCL 上列出。

### vNAS 架构

vNAS 命名法适用于所有不使用 DAS 的设置。对于多节点ONTAP Select集群，这包括同一 HA 对中的两个ONTAP Select节点共享单个数据存储库（包括 vSAN 数据存储库）的架构。这些节点也可以安装在同一共享外部阵列的不同数据存储库上。这样可以提高阵列端存储效率，从而减少整个ONTAP Select HA 对的整体占用空间。ONTAP Select vNAS 解决方案的架构与带有本地 RAID 控制器的 DAS 上的ONTAP Select架构非常相似。也就是说，每个ONTAP Select节点都会继续拥有其 HA 伙伴节点数据的副本。ONTAP存储效率策略是节点范围的。因此，阵列端存储效率是可取的，因为它们可以应用于来自两个ONTAP Select节点的数据集。

HA 对中的每个ONTAP Select节点也可能使用单独的外部阵列。将ONTAP Select Metrocluster SDS 与外部存储结合使用时，这是一种常见的选择。

当为每个ONTAP Select节点使用单独的外部阵列时，两个阵列对ONTAP Select VM 提供相似的性能特征非常重要。

### vNAS 架构与配备硬件 RAID 控制器的本地 DAS

从逻辑上讲，vNAS 架构与配备 DAS 和 RAID 控制器的服务器架构最为相似。在这两种情况下，ONTAP Select 都会占用数据存储空间。该数据存储空间被划分为 VMDK，这些 VMDK 构成传统的ONTAP数据聚合。在集群创建和存储添加操作期间，ONTAP Deploy 会确保 VMDK 的大小正确，并分配给正确的丛（对于 HA 对）。

vNAS 与配备 RAID 控制器的 DAS 之间有两个主要区别。最直接的区别是 vNAS 不需要 RAID 控制器。vNAS 假设底层外部阵列能够提供配备 RAID 控制器的 DAS 所提供的持久性和弹性。第二个更细微的区别与 NVRAM 性能有关。

## vNAS NVRAM

ONTAP Select NVRAM 是一种 VMDK。换句话说，ONTAP Select 在块寻址设备 (VMDK) 之上模拟了一个字节可寻址空间 (传统 NVRAM)。然而，NVRAM 的性能对于 ONTAP Select 节点的整体性能至关重要。

对于具有硬件 RAID 控制器的 DAS 设置，硬件 RAID 控制器缓存充当事实上的 NVRAM 缓存，因为对 NVRAM VMDK 的所有写入都首先托管在 RAID 控制器缓存中。

对于 VNAS 架构，ONTAP Deploy 会自动使用名为“单实例数据日志记录 (SIDL)”的启动参数配置 ONTAP Select 节点。当此启动参数存在时，ONTAP Select 会绕过 NVRAM，将数据负载直接写入数据聚合。NVRAM 用于记录 WRITE 操作更改的块的地址。此功能的优势在于避免了双重写入：一次写入 NVRAM，另一次写入 NVRAM 降级后。此功能仅适用于 vNAS，因为本地写入 RAID 控制器缓存的额外延迟可以忽略不计。

SIDL 功能并非与所有 ONTAP Select 存储效率功能兼容。可以使用以下命令在聚合级别禁用 SIDL 功能：

```
storage aggregate modify -aggregate aggr-name -single-instance-data  
-logging off
```

请注意，如果关闭 SIDL 功能，写入性能会受到影响。禁用该聚合中所有卷上的所有存储效率策略后，可以重新启用 SIDL 功能：

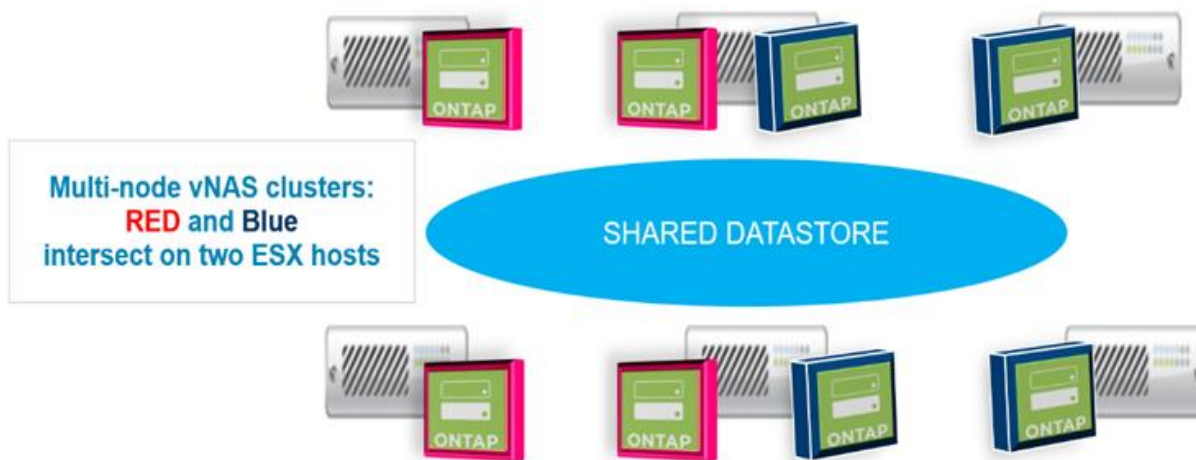
```
volume efficiency stop -all true -vserver * -volume * (all volumes in the  
affected aggregate)
```

## 在 ESXi 上使用 vNAS 时并置 ONTAP Select 节点

ONTAP Select 支持在共享存储上部署多节点 ONTAP Select 集群。ONTAP 支持在同一 ESX 主机上配置多个 ONTAP Select 节点，前提是这些节点不属于同一集群。请注意，此配置仅适用于 VNAS 环境（共享数据存储）。使用 DAS 存储时，不支持每个主机部署多个 ONTAP Select 实例，因为这些实例会争用同一个硬件 RAID 控制器。

ONTAP Deploy 确保多节点 VNAS 集群的初始部署不会将来自同一集群的多个 ONTAP Select 实例放置在同一主机上。下图显示了两个在两台主机上相交的四节点集群的正确部署示例。

多节点 VNAS 集群的初始部署



部署后，ONTAP Select节点可以在主机之间迁移。这可能会导致配置不理想且不受支持，因为同一集群中的两个或多个ONTAP Select节点共享同一底层主机。NetApp建议手动创建虚拟机反关联性规则，以便VMware自动维护同一集群中节点之间的物理隔离，而不仅仅是同一HA对中的节点之间的物理隔离。

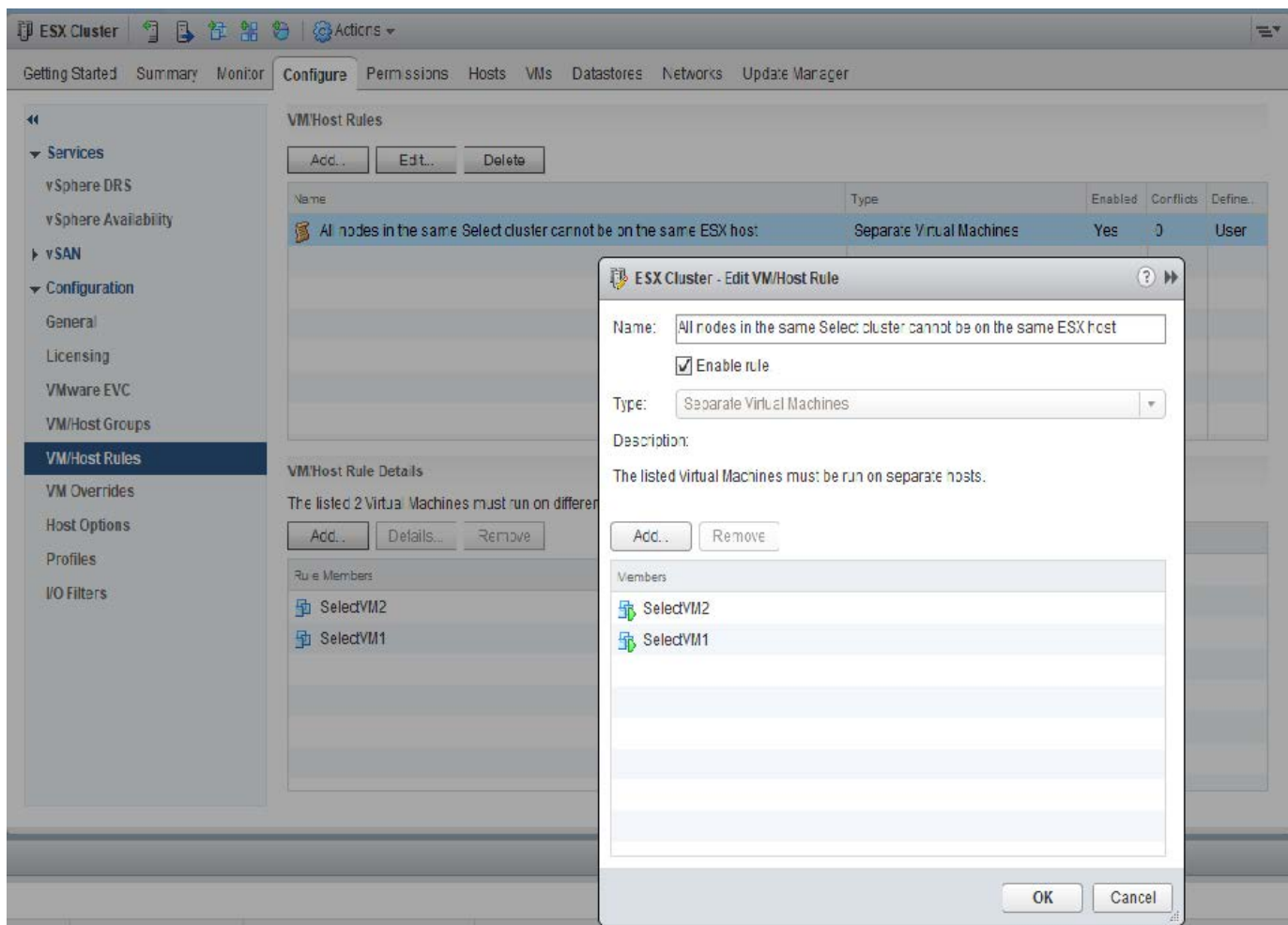


反亲和性规则要求在ESX群集上启用DRS。

请参阅以下示例，了解如何为ONTAP Select虚拟机创建反关联性规则。如果ONTAP Select集群包含多个HA对，则集群中的所有节点都必须包含在此规则中。

The screenshot shows the VMware vSphere Configuration window. The left sidebar contains a navigation tree with the following items: Services (vSphere DRS, vSphere Availability), vSAN (General, Disk Management, Fault Domains & Stretched Cluster, Health and Performance, iSCSI Targets, iSCSI Initiator Groups, Configuration Assist, Updates), Configuration (General, Licensing, VMware EVC, VM/Host Groups, **VM/Host Rules**, VM Overrides, Host Options, Profiles, I/O Filters). The main panel is titled "VM/Host Rules" and contains a table with the following columns: Name, Type, Enabled, Conflicts, and Defined By. The table is currently empty, with the text "This list is empty." displayed in the center. Below the table, the text "No VM/Host rule selected" is visible.





由于以下原因之一，同一ONTAP Select集群中的两个或多个ONTAP Select节点可能会位于同一 ESX 主机上：

- 由于 VMware vSphere 许可证限制或未启用 DRS，因此不存在 DRS。
- 由于 VMware HA 操作或管理员启动的 VM 迁移优先，因此 DRS 反亲和性规则被绕过。

请注意，ONTAP Deploy 不会主动监控ONTAP Select虚拟机的位置。但是，集群刷新操作会在ONTAP Deploy 日志中反映出此不受支持的配置：



## 增加ONTAP Select存储容量

ONTAP Deploy 可用于为ONTAP Select集群中的每个节点添加和许可额外的存储。

ONTAP Deploy 中的存储添加功能是增加管理存储量的唯一方法，不支持直接修改ONTAP Select虚拟机。下图显示了用于启动存储添加向导的“+”图标。



以下注意事项对于容量扩展操作的成功至关重要。增加容量需要现有许可证覆盖总空间量（现有空间量加上新空间量）。如果存储添加操作导致节点超出其许可容量，则操作将失败。应先安装具有足够容量的新许可证。

如果将额外容量添加到现有的ONTAP Select聚合，则新的存储池（数据存储）的性能配置文件应与现有存储池（数据存储）的性能配置文件相似。请注意，无法将非 SSD 存储添加到安装了类似AFF特性（启用闪存）的ONTAP Select节点。也不支持混合使用 DAS 和外部存储。

如果将本地连接的存储添加到系统以提供额外的本地 (DAS) 存储池，则必须构建额外的 RAID 组和 LUN（或多个 LUN）。与FAS系统一样，如果要向同一聚合添加新空间，应注意确保新 RAID 组的性能与原始 RAID 组的性能相似。如果要创建新的聚合，并且充分了解新聚合的性能影响，则新的 RAID 组布局可能会有所不同。

如果数据存储的总大小不超过支持的最大数据存储大小，则可以将新空间作为扩展区添加到同一数据存储中。将数据存储扩展区添加到已安装ONTAP Select 的数据存储中可以动态完成，并且不会影响ONTAP Select节点的运行。

如果ONTAP Select节点是 HA 对的一部分，则应考虑一些其他问题。

在 HA 对中，每个节点都包含其配对节点的一份镜像数据副本。向节点 1 添加空间需要向其配对节点 2 添加相同数量的空间，以便将节点 1 中的所有数据复制到节点 2。换句话说，作为节点 1 容量添加操作的一部分添加到节点 2 的空间在节点 2 上不可见或不可访问。将空间添加到节点 2 是为了在 HA 事件期间完全保护节点 1 的数据。

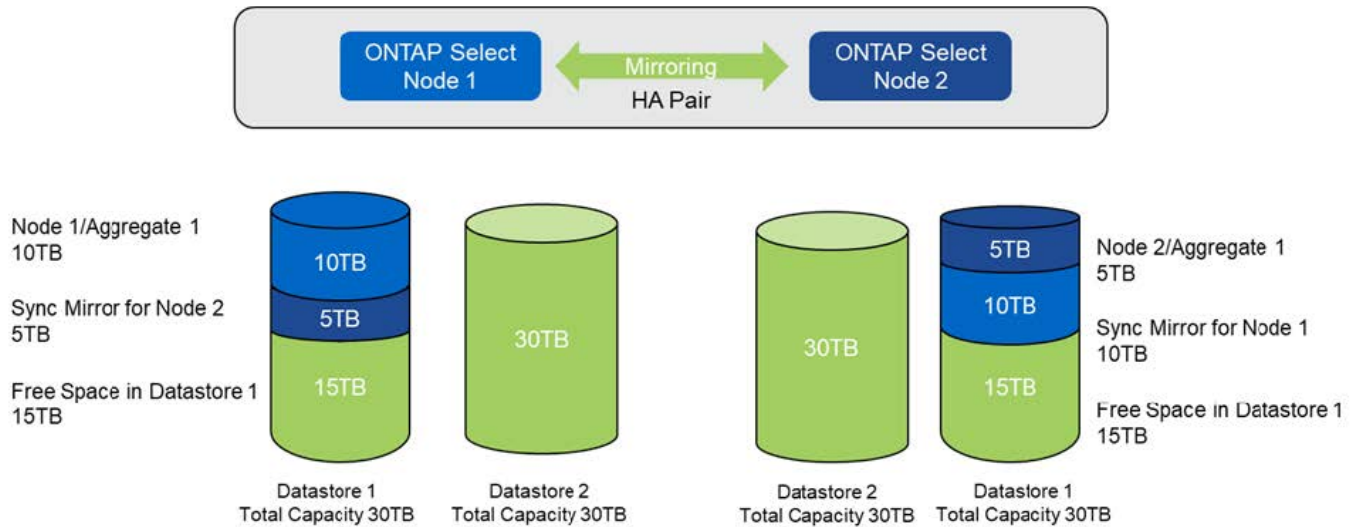
关于性能，还有一个额外的考虑因素。节点 1 上的数据会同步复制到节点 2。因此，节点 1 上新空间（数据存储）的性能必须与节点 2 上新空间（数据存储）的性能相匹配。换句话说，在两个节点上添加空间，但使用不同的驱动器技术或不同的 RAID 组大小，可能会导致性能问题。这是由于 RAID SyncMirror操作作用于在配对节点上维护数据副本。

要增加 HA 对中两个节点上用户可访问的容量，必须执行两次存储添加操作，每个节点一次。每次存储添加操作都需要在两个节点上增加额外的空间。每个节点所需的总空间等于节点 1 所需空间加上节点 2 所需空间。

初始设置包含两个节点，每个节点包含两个数据存储，每个数据存储有 30 TB 的空间。ONTAPDeploy 会创建一个双节点集群，每个节点占用数据存储ONTAP中的 10 TB 空间。ONTAPDeploy 为每个节点配置 5 TB 的活动空间。

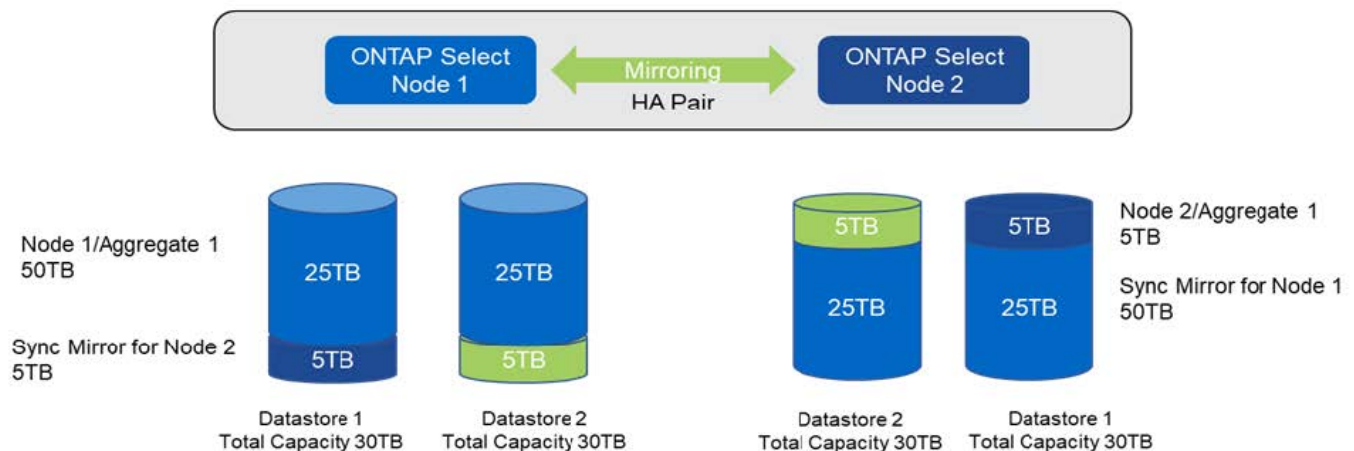
下图显示了节点 1 的单次存储添加操作的结果。ONTAP Select在每个节点上仍然使用相同的存储量 (15 TB)。但是，节点 1 的活动存储量 (10 TB) 大于节点 2 的活动存储量 (5 TB)。由于每个节点都托管对方节点数据的副本，因此两个节点都受到完全保护。数据存储库 1 中剩余额外的可用空间，而数据存储库 2 仍然完全可用。

容量分配：单次存储添加操作后的分配和释放空间



节点 1 上的另外两次存储添加操作占用了数据存储 1 的剩余空间以及数据存储 2 的一部分空间（使用容量上限）。第一次存储添加操作占用了数据存储 1 中剩余的 15 TB 可用空间。下图显示了第二次存储添加操作的结果。此时，节点 1 管理着 50 TB 的活跃数据，而节点 2 则拥有原来的 5 TB。

容量分布：节点 1 执行两次额外存储添加操作后的分配和可用空间



容量添加操作期间使用的最大 VMDK 大小为 16 TB。集群创建操作期间使用的最大 VMDK 大小仍然为 8 TB。ONTAP 会根据您的配置（单节点或多节点集群）和要添加的容量创建正确大小的 VMDK。但是，集群创建操作期间每个 VMDK 的最大大小不应超过 8 TB，存储添加操作期间每个 VMDK 的最大大小不应超过 16 TB。

## 使用软件 RAID 增加 ONTAP Select 的容量

类似地，存储添加向导也可用于增加使用软件 RAID 的 ONTAP Select 节点的管理容量。该向导仅显示可用的 DAS SDD 驱动器，这些驱动器可以作为 RDM 映射到 ONTAP Select 虚拟机。

虽然可以将容量许可证增加 1 TB，但在软件 RAID 时，无法以物理方式将容量增加 1 TB。与向 FAS 或 AFF 阵列添加磁盘类似，某些因素决定了单次操作中可添加的最小存储量。

请注意，在 HA 对中，向节点 1 添加存储需要节点的 HA 对（节点 2）上也拥有相同数量的驱动器。本地驱动器和远程磁盘均由节点 1 上的一次存储添加操作使用。也就是说，远程驱动器用于确保节点 1 上的新存储在节点 2 上得到复制和保护。为了在节点 2 上添加本地可用的存储，两个节点都必须执行单独的存储添加操作，并且拥

有相同数量的驱动器。

ONTAP Select会将所有新驱动器分区为与现有驱动器相同的根分区、数据分区和数据分区。分区操作在创建新聚合或在现有聚合上扩展期间进行。每个磁盘上根分区条带的大小设置为与现有磁盘上的现有根分区大小匹配。因此，两个相等的数据分区大小中的每一个都可以计算为磁盘总容量减去根分区大小再除以二。根分区条带大小是可变的，在初始集群设置期间按如下方式计算。所需的总根空间（单节点集群为 68 GB，HA 对为 136 GB）在初始磁盘数量减去任何备用驱动器和奇偶校验驱动器后分配。根分区条带大小在添加到系统的所有驱动器上保持不变。

如果要创建新的聚合，则所需的最小驱动器数量取决于 RAID 类型以及ONTAP Select节点是否属于 HA 对的一部分。

如果将存储添加到现有聚合，则需要考虑一些其他事项。假设 RAID 组尚未达到最大限制，则可以将驱动器添加到现有 RAID 组。将磁盘轴添加到现有 RAID 组的传统FAS和AFF最佳实践也适用于此，并且在新磁盘轴上创建热点是一个潜在的问题。此外，只有数据分区大小相等或更大的驱动器才能添加到现有 RAID 组。如上所述，数据分区大小与驱动器原始大小不同。如果要添加的数据分区大于现有分区，则新驱动器的大小是合适的。换句话说，每个新驱动器的一部分容量仍未得到利用。

您还可以使用新驱动器创建新的 RAID 组，作为现有聚合的一部分。在这种情况下，RAID 组大小应与现有 RAID 组大小匹配。

## ONTAP Select存储效率支持

ONTAP Select提供的存储效率选项与FAS和AFF阵列上的存储效率选项类似。

使用全闪存 VSAN 或通用闪存阵列的ONTAP Select虚拟 NAS (vNAS) 部署应遵循具有非 SSD 直连存储 (DAS) 的ONTAP Select的最佳实践。

只要您拥有带有 SSD 驱动器和高级许可证的 DAS 存储，新安装中就会自动启用类似AFF的特性。

凭借类似AFF的特性，以下内联 SE 功能会在安装过程中自动启用：

- 内联零模式检测
- 卷内联重复数据删除
- 卷后台重复数据删除
- 自适应内联压缩
- 内联数据压缩
- 聚合内联重复数据删除
- 聚合后台重复数据删除

要验证ONTAP Select是否已启用所有默认存储效率策略，请在新创建的卷上运行以下命令：

```

<system name>::> set diag
Warning: These diagnostic commands are for use by NetApp personnel only.
Do you want to continue? {y|n}: y
twonode95IP15::~*> sis config
Vserver:                               SVM1
Volume:                                _export1_NFS_volume
Schedule:                              -
Policy:                                auto
Compression:                           true
Inline Compression:                     true
Compression Type:                       adaptive
Application IO Si                       8K
Compression Algorithm:                  lzopro
Inline Dedupe:                          true
Data Compaction:                        true
Cross Volume Inline Deduplication:      true
Cross Volume Background Deduplication:  true

```



要从 9.6 及更高版本升级ONTAP Select，您必须使用高级许可证在 DAS SSD 存储上安装ONTAP Select。此外，在使用ONTAP Deploy 进行初始集群安装时，您必须选中“启用存储效率”复选框。如果先前的条件尚未满足，则在ONTAP升级后启用类似AFF的个性化功能需要手动创建启动参数并重新启动节点。请联系技术支持了解更多详细信息。

### ONTAP Select存储效率配置

下表总结了可用的各种存储效率选项，这些选项默认启用，或默认未启用但建议启用，具体取决于媒体类型和软件许可证。

ONTAP Select功能	DAS SSD（高级版或高级XL <sup>1</sup> ）	DAS HDD（所有许可证）	vNAS（所有许可证）
在线零点检测	是（默认）	是 由用户按卷启用	是 由用户按卷启用
卷内联重复数据删除	是（默认）	不可用	不支持
32K 内联压缩（二次压缩）	是 由用户根据每个卷启用。	是 由用户按卷启用	不支持
8K 内联压缩（自适应压缩）	是（默认）	是 由用户根据卷启用	不支持
后台压缩	不支持	是 由用户根据卷启用	是 由用户按卷启用
压缩扫描仪	是	是	是 由用户按卷启用
内联数据压缩	是（默认）	是 由用户根据卷启用	不支持
压实扫描仪	是	是	不支持
聚合内联重复数据删除	是（默认）	不适用	不支持
卷后台重复数据删除	是（默认）	是 由用户根据卷启用	是 由用户按卷启用
聚合后台重复数据删除	是（默认）	不适用	不支持

<sup>1</sup> ONTAP Select 9.6 支持新的许可证 (Premium XL) 和新的虚拟机大小 (Large)。但是, 大型虚拟机仅支持使用软件 RAID 的 DAS 配置。9.6版本中的大型ONTAP Select虚拟机不支持硬件 RAID 和 vNAS 配置。

## DAS SSD 配置升级行为注意事项

升级到ONTAP Select 9.6 或更高版本后, 等待 ``system node upgrade-revert show`` 命令指示升级已完成, 然后再验证现有卷的存储效率值。

在升级到ONTAP Select 9.6 或更高版本的系统上, 在现有聚合或新创建的聚合上创建的新卷的行为与在全新部署上创建的卷的行为相同。进行ONTAP Select代码升级的现有卷与新创建的卷具有大部分相同的存储效率策略, 但有一些差异:

### 场景 1

如果升级之前卷上未启用任何存储效率策略, 则:

- 卷与 ``space guarantee = volume`` 未启用内联数据压缩、聚合内联重复数据删除和聚合后台重复数据删除。这些选项可在升级后启用。
- 卷与 ``space guarantee = none`` 未启用后台压缩。此选项可在升级后启用。
- 升级后, 现有卷上的存储效率策略设置为自动。

### 场景 2

如果在升级之前卷上已经启用了某些存储效率, 则:

- 卷与 ``space guarantee = volume`` 升级后没有看到任何区别。
- 卷与 ``space guarantee = none`` 已启用聚合后台重复数据删除。
- 卷与 ``storage policy inline-only`` 将其策略设置为自动。
- 具有用户定义存储效率策略的卷在策略上没有变化, 但具有 `space guarantee = none`。这些卷已启用聚合后台重复数据删除。



## 版权信息

版权所有 © 2026 NetApp, Inc.。保留所有权利。中国印刷。未经版权所有者事先书面许可，本文档中受版权保护的任何部分不得以任何形式或通过任何手段（图片、电子或机械方式，包括影印、录音、录像或存储在电子检索系统中）进行复制。

从受版权保护的 NetApp 资料派生的软件受以下许可和免责声明的约束：

本软件由 NetApp 按“原样”提供，不含任何明示或暗示担保，包括但不限于适销性以及针对特定用途的适用性的隐含担保，特此声明不承担任何责任。在任何情况下，对于因使用本软件而以任何方式造成的任何直接性、间接性、偶然性、特殊性、惩罚性或后果性损失（包括但不限于购买替代商品或服务；使用、数据或利润方面的损失；或者业务中断），无论原因如何以及基于何种责任理论，无论出于合同、严格责任或侵权行为（包括疏忽或其他行为），NetApp 均不承担责任，即使已被告知存在上述损失的可能性。

NetApp 保留在不另行通知的情况下随时对本文档所述的任何产品进行更改的权利。除非 NetApp 以书面形式明确同意，否则 NetApp 不承担因使用本文档所述产品而产生的任何责任或义务。使用或购买本产品不表示获得 NetApp 的任何专利权、商标权或任何其他知识产权许可。

本手册中描述的产品可能受一项或多项美国专利、外国专利或正在申请的专利的保护。

有限权利说明：政府使用、复制或公开本文档受 DFARS 252.227-7013（2014 年 2 月）和 FAR 52.227-19（2007 年 12 月）中“技术数据权利 — 非商用”条款第 (b)(3) 条规定的限制条件的约束。

本文档中所含数据与商业产品和/或商业服务（定义见 FAR 2.101）相关，属于 NetApp, Inc. 的专有信息。根据本协议提供的所有 NetApp 技术数据和计算机软件具有商业性质，并完全由私人出资开发。美国政府对这些数据的使用权具有非排他性、全球性、受限且不可撤销的许可，该许可既不可转让，也不可再许可，但仅限在与交付数据所依据的美国政府合同有关且受合同支持的情况下使用。除本文档规定的情形外，未经 NetApp, Inc. 事先书面批准，不得使用、披露、复制、修改、操作或显示这些数据。美国政府对国防部的授权仅限于 DFARS 的第 252.227-7015(b)（2014 年 2 月）条款中明确的权利。

## 商标信息

NetApp、NetApp 标识和 <http://www.netapp.com/TM> 上所列的商标是 NetApp, Inc. 的商标。其他公司和产品名称可能是其各自所有者的商标。