



ESXi

SAN hosts and cloud clients

NetApp
March 29, 2024

目录

- ESXi 1
 - 将VMware vSphere 8.x与ONTAP结合使用 1
 - 将VMware vSphere 7.x与ONTAP结合使用 9
 - 将VMware vSphere 6.5和6.7与ONTAP结合使用 17

ESXi

将VMware vSphere 8.x与ONTAP结合使用

您可以为使用FC、FCoE和iSCSI协议的VMware vSphere 8.x版本配置ONTAP SAN主机设置。

虚拟机管理程序SAN启动

您需要的内容

如果您决定使用 SAN 启动，则配置必须支持它。您可以使用 ["NetApp 互操作性表工具"](#) 验证您的操作系统，HBA，HBA 固件和 HBA 启动 BIOS 以及 ONTAP 版本是否受支持。

步骤

1. 将 SAN 启动 LUN 映射到主机。
2. 验证是否有多个可用路径。



主机操作系统启动并在多个路径上运行后、这些路径将变为可用。

3. 在服务器 BIOS 中为 SAN 启动 LUN 映射到的端口启用 SAN 启动。

有关如何启用 HBA BIOS 的信息，请参见供应商专用文档。

4. 重新启动主机以验证启动是否成功。

多路径

ESXi提供了一个称为本机多路径插件(NMP)的可扩展多路径模块、用于管理子插件、存储阵列类型插件(Storage Array Type Plugin、SATP)和路径选择插件(Path Selection Plugins、PSP)。默认情况下、这些SATP规则在ESXi中可用。

对于NetApp ONTAP 存储、VMW_SATP_ALUA 默认情况下、插件与一起使用 VMW_PSP_RR 作为路径选择策略(PSP)。您可以使用以下命令进行确认：

```
`esxcli storage nmp satp rule list -s VMW_SATP_ALUA`
```

示例输出：

Name	Device	Vendor	Model	Driver	Transport	Options
VMW_SATP_ALUA		LSI	INF-01-00			
reset_on_attempted_reserve			system			
VMW_SATP_ALUA		NETAPP				
reset_on_attempted_reserve			system			

Rule Group	Claim Options	Default PSP	PSP Options	Description
tpgs_on	VMW_PSP_MRU			NetApp E-Series arrays with ALUA support
tpgs_on	VMW_PSP_RR			NetApp arrays with ALUA support

非ASA配置

对于非ASA配置、应具有两组具有不同优先级的路径。优先级较高的路径为主动 / 优化路径，这意味着它们由聚合所在的控制器提供服务。优先级较低的路径处于活动状态，但未进行优化，因为它们是从其他控制器提供的。只有在没有优化路径可用时，才会使用非优化路径。

示例

以下示例显示了具有两个主动 / 优化路径和两个主动 / 非优化路径的 ONTAP LUN 的正确输出：

```
# esxcli storage nmp device list -d naa.600a0980383148693724545244395855
```

示例输出：

```
naa.600a0980383148693724545244395855
  Device Display Name: NETAPP Fibre Channel Disk
(naa.600a0980383148693724545244395855)
  Storage Array Type: VMW_SATP_ALUA
  Storage Array Type Device Config: {implicit_support=on;
explicit_support=off; explicit_allow=on; alua_followover=on;
action_OnRetryErrors=off;
{TPG_id=1000,TPG_state=ANO}{TPG_id=1001,TPG_state=AO}}
  Path Selection Policy: VMW_PSP_RR
  Path Selection Policy Device Config:
{policy=rr,iops=1000,bytes=10485760,useANO=0; lastPathIndex=1:
NumIOsPending=0,numBytesPending=0}
  Path Selection Policy Device Custom Config:
Working Paths: vmhba4:C0:T0:L11, vmhba3:C0:T0:L11
Is USB: false
```

```
# esxcli storage nmp path list -d naa.600a0980383148693724545244395855
```

示例输出:

```
fc.20000024ff7f4a51:21000024ff7f4a51-fc.2009d039ea3ab21f:2003d039ea3ab21f-  
naa.600a0980383148693724545244395855
```

```
Runtime Name: vmhba4:C0:T0:L11
```

```
Device: naa.600a0980383148693724545244395855
```

```
Device Display Name: NETAPP Fibre Channel Disk
```

```
(naa.600a0980383148693724545244395855)
```

```
Group State: active
```

```
Array Priority: 0
```

```
Storage Array Type Path Config: {TPG_id=1001,
```

```
TPG_state=AO,RTP_id=4,RTP_health=UP}
```

```
Path Selection Policy Path Config: PSP VMW_PSP_RR does not support path  
configuration.
```

```
fc.20000024ff7f4a50:21000024ff7f4a50-fc.2009d039ea3ab21f:2002d039ea3ab21f-  
naa.600a0980383148693724545244395855
```

```
Runtime Name: vmhba3:C0:T0:L11
```

```
Device: naa.600a0980383148693724545244395855
```

```
Device Display Name: NETAPP Fibre Channel Disk
```

```
(naa.600a0980383148693724545244395855)
```

```
Group State: active
```

```
Array Priority: 0
```

```
Storage Array Type Path Config: {TPG_id=1001,
```

```
TPG_state=AO,RTP_id=3,RTP_health=UP}
```

```
Path Selection Policy Path Config: PSP VMW_PSP_RR does not support path  
configuration.
```

```
fc.20000024ff7f4a51:21000024ff7f4a51-fc.2009d039ea3ab21f:2001d039ea3ab21f-  
naa.600a0980383148693724545244395855
```

```
Runtime Name: vmhba4:C0:T3:L11
```

```
Device: naa.600a0980383148693724545244395855
```

```
Device Display Name: NETAPP Fibre Channel Disk
```

```
(naa.600a0980383148693724545244395855)
```

```
Group State: active unoptimized
```

```
Array Priority: 0
```

```
Storage Array Type Path Config: {TPG_id=1000,
```

```
TPG_state=ANO,RTP_id=2,RTP_health=UP}
```

```
Path Selection Policy Path Config: PSP VMW_PSP_RR does not support path  
configuration.
```

```
fc.20000024ff7f4a50:21000024ff7f4a50-fc.2009d039ea3ab21f:2000d039ea3ab21f-  
naa.600a0980383148693724545244395855
```

```
Runtime Name: vmhba3:C0:T3:L11
Device: naa.600a0980383148693724545244395855
Device Display Name: NETAPP Fibre Channel Disk
(naa.600a0980383148693724545244395855)
Group State: active unoptimized
Array Priority: 0
Storage Array Type Path Config: {TPG_id=1000,
TPG_state=ANO,RTP_id=1,RTP_health=UP}
Path Selection Policy Path Config: PSP VMW_PSP_RR does not support path
configuration.
```

所有SAN阵列配置

在全SAN阵列(ASA)配置中、指向给定LUN的所有路径均处于活动状态并已进行优化。这样可以同时通过所有路径提供I/O操作、从而提高性能。

示例

以下示例显示了 ONTAP LUN 的正确输出：

```
esxcli storage nmp device list -d naa.600a098038304759563f4e7837574453
```

示例输出：

```
naa.600a098038314962485d543078486c7a
Device Display Name: NETAPP Fibre Channel Disk
(naa.600a098038314962485d543078486c7a)
Storage Array Type: VMW_SATP_ALUA
Storage Array Type Device Config: {implicit_support=on;
explicit_support=off; explicit_allow=on; alua_followover=on;
action_OnRetryErrors=off;
{TPG_id=1001,TPG_state=AO}{TPG_id=1000,TPG_state=AO}}
Path Selection Policy: VMW_PSP_RR
Path Selection Policy Device Config:
{policy=rr,iops=1000,bytes=10485760,useANO=0; lastPathIndex=3:
NumIOsPending=0,numBytesPending=0}
Path Selection Policy Device Custom Config:
Working Paths: vmhba4:C0:T0:L14, vmhba4:C0:T1:L14, vmhba3:C0:T0:L14,
vmhba3:C0:T1:L14
Is USB: false
```

```
# esxcli storage nmp path list -d naa.600a098038314962485d543078486c7a
```

示例输出：

```

fc.200034800d756a75:210034800d756a75-fc.2018d039ea936319:2015d039ea936319-
naa.600a098038314962485d543078486c7a
  Runtime Name: vmhba4:C0:T0:L14
  Device: naa.600a098038314962485d543078486c7a
  Device Display Name: NETAPP Fibre Channel Disk
(naa.600a098038314962485d543078486c7a)
  Group State: active
  Array Priority: 0
  Storage Array Type Path Config: {TPG_id=1000,
TPG_state=AO,RTP_id=2,RTP_health=UP}
  Path Selection Policy Path Config: PSP VMW_PSP_RR does not support path
configuration.

fc.200034800d756a75:210034800d756a75-fc.2018d039ea936319:2017d039ea936319-
naa.600a098038314962485d543078486c7a
  Runtime Name: vmhba4:C0:T1:L14
  Device: naa.600a098038314962485d543078486c7a
  Device Display Name: NETAPP Fibre Channel Disk
(naa.600a098038314962485d543078486c7a)
  Group State: active
  Array Priority: 0
  Storage Array Type Path Config: {TPG_id=1001,
TPG_state=AO,RTP_id=4,RTP_health=UP}
  Path Selection Policy Path Config: PSP VMW_PSP_RR does not support path
configuration.

fc.200034800d756a74:210034800d756a74-fc.2018d039ea936319:2014d039ea936319-
naa.600a098038314962485d543078486c7a
  Runtime Name: vmhba3:C0:T0:L14
  Device: naa.600a098038314962485d543078486c7a
  Device Display Name: NETAPP Fibre Channel Disk
(naa.600a098038314962485d543078486c7a)
  Group State: active
  Array Priority: 0
  Storage Array Type Path Config: {TPG_id=1000,
TPG_state=AO,RTP_id=1,RTP_health=UP}
  Path Selection Policy Path Config: PSP VMW_PSP_RR does not support path
configuration.

fc.200034800d756a74:210034800d756a74-fc.2018d039ea936319:2016d039ea936319-
naa.600a098038314962485d543078486c7a
  Runtime Name: vmhba3:C0:T1:L14
  Device: naa.600a098038314962485d543078486c7a
  Device Display Name: NETAPP Fibre Channel Disk
(naa.600a098038314962485d543078486c7a)
  Group State: active

```

```
Array Priority: 0
Storage Array Type Path Config: {TPG_id=1001,
TPG_state=AO,RTP_id=3,RTP_health=UP}
Path Selection Policy Path Config: PSP VMW_PSP_RR does not support path
configuration.
```

VVOL

虚拟卷(Vvol)是一种VMware对象类型、对应于虚拟机(Virtual Machine、VM)磁盘、其快照和快速克隆。

适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具包括适用于 ONTAP 的 VASA Provider，它为 VMware vCenter 提供了一个集成点，可用于利用基于 VVol 的存储。部署ONTAP 工具开放虚拟化设备(OVA)时、它会自动注册到vCenter Server并启用VASA Provider。

在使用 vCenter 用户界面创建 VVOL 数据存储库时，它会指导您创建 FlexVol 作为数据存储库的备份存储。ESXi主机可使用协议端点(PE)访问卷数据存储库中的卷。在 SAN 环境中，会在数据存储库中的每个 FlexVol 上创建一个 4 MB 的 LUN，以用作 PE。SAN PE 是一个管理逻辑单元（ALU）。VVOL 是辅助逻辑单元（SLU）。

使用 VVOL 时，SAN 环境的标准要求和最佳实践适用，包括（但不限于）以下内容：

- 在每个要使用的 SVM 的每个节点上至少创建一个 SAN LIF。最佳做法是，每个节点至少创建两个，但不超过所需数量。
- 消除任何单点故障。在使用多个虚拟交换机时使用NIC绑定的不同网络子网上使用多个VMkernel网络接口、或者使用连接到多个物理交换机的多个物理NIC来提供HA并提高吞吐量。
- 根据需要配置分区和/或VLAN以实现主机连接。
- 验证所有必需的启动程序是否均已登录到所需SVM上的目标SVM。



要启用 VASA Provider，您必须为 VMware vSphere 部署 ONTAP 工具。VASA Provider将为您管理所有iGroup设置、因此无需在vvol环境中创建或管理iGroup。

NetApp 不建议此时更改任何 VVOL 设置的默认值。

请参见 ["NetApp 互操作性表工具"](#) 适用于特定版本的 ONTAP 工具或适用于特定版本的 vSphere 和 ONTAP 的原有 VASA Provider。

有关配置和管理vvol的详细信息、请参阅适用于VMware vSphere的ONTAP 工具文档、["TR-4597"](#)，和 ["TR-4400"](#)。

建议设置

ATS锁定

对于与 VAAI 兼容的存储和升级的 VMFS5，ATS 锁定是 * 必填项 *。要与 ONTAP LUN 实现适当的互操作性和最佳的 VMFS 共享存储 I/O 性能，必须锁定 ATS。有关启用 ATS 锁定的详细信息，请参见 VMware 文档。

设置	Default	建议使用 ONTAP	Description
HardwareAcceleratedLocking	1.	1.	帮助启用原子测试和设置（Atomic Test and Set，ATS）锁定
磁盘 IOPS	1000	1.	IOPS 限制：轮循 PSP 默认为 IOPS 限制 1000。在这种默认情况下，发出 1000 次 I/O 操作后，将使用一个新路径。
disk.qFullSampSize	0	32	在 ESXi 开始限制之前所需的队列已满或繁忙状态计数。



-enable Space-alloc 为映射到VMware vSphere for的所有LUN设置 UNMAP 工作。有关详细信息、请参见ONTAP 文档。

子操作系统超时

您可以使用建议的子操作系统调整手动配置虚拟机。调整更新后，必须重新启动子系统，更新才能生效。

- GOS 超时值： *

子操作系统类型	超时
Linux 变体	磁盘超时 = 60
Windows	磁盘超时 = 60
Solaris	磁盘超时 = 60 繁忙重试 = 300 未就绪重试 = 300 重置重试 = 30 最大限制 = 32 最小限制 = 8

验证vSphere可调功能

您可以使用以下命令验证 HardwareAcceleratedLocking 设置。

```
esxcli system settings advanced list --option /VMFS3/HardwareAcceleratedLocking
```

```
Path: /VMFS3/HardwareAcceleratedLocking
Type: integer
Int Value: 1
Default Int Value: 1
Min Value: 0
Max Value: 1
String Value:
Default String Value:
Valid Characters:
Description: Enable hardware accelerated VMFS locking (requires
compliant hardware). Please see http://kb.vmware.com/kb/2094604 before
disabling this option.
```

验证磁盘IOPS设置

您可以使用以下命令验证IOPS设置。

```
esxcli storage nmp device list -d naa.600a098038304731783f506670553355
```

```
naa.600a098038304731783f506670553355
  Device Display Name: NETAPP Fibre Channel Disk
(naa.600a098038304731783f506670553355)
  Storage Array Type: VMW_SATP_ALUA
  Storage Array Type Device Config: {implicit_support=on;
explicit_support=off; explicit_allow=on; alua_followover=on;
action_OnRetryErrors=off;
{TPG_id=1000,TPG_state=ANO}{TPG_id=1001,TPG_state=AO}}
  Path Selection Policy: VMW_PSP_RR
  Path Selection Policy Device Config: {policy=rr,
iops=1,bytes=10485760,useANO=0; lastPathIndex=0:
NumIOsPending=0,numBytesPending=0}
  Path Selection Policy Device Custom Config:
Working Paths: vmhba4:C0:T0:L82, vmhba3:C0:T0:L82
Is USB: false
```

验证QFullSampleSize

您可以使用以下命令验证QFullSampleSize。

```
esxcli system settings advanced list --option /Disk/QFullSampleSize
```

```
Path: /Disk/QFullSampleSize
Type: integer
Int Value: 32
Default Int Value: 0
Min Value: 0
Max Value: 64
String Value:
Default String Value:
Valid Characters:
Description: Default I/O samples to monitor for detecting non-transient
queue full condition. Should be nonzero to enable queue depth throttling.
Device specific QFull options will take precedence over this value if set.
```

已知问题

采用ONTAP的VMware vSphere 8.x版本存在以下已知问题：

NetApp 错误 ID	标题	Description
1543660	如果使用vNVMe适配器的Linux VM遇到较长的All Paths Down (APD)窗口、则会发生I/O错误	运行vSphere 8.x及更高版本并使用虚拟NVMe (vNVME)适配器的Linux VM会遇到I/O错误、因为默认情况下、vNVMe重试操作处于禁用状态。为了避免在所有路径关闭(All Paths Down、APD)或I/O负载繁重期间对运行旧内核的Linux VM造成中断、VMware引入了可调"VSCSIDisableNvmeRetry"以禁用vNVMe重试操作。

相关信息

- ["TR-4597：采用 ONTAP 的 VMware vSphere"](#)
- ["NetApp MetroCluster 支持 VMware vSphere 5.x，6.x 和 7.x（2031038）"](#)
- ["采用 NetApp SnapMirror 业务连续性（SM-BC）和 VMware vSphere Metro Storage Cluster（VMSC）的 NetApp ONTAP"](#)

将VMware vSphere 7.x与ONTAP结合使用

您可以对采用FC、FCoE和iSCSI协议的vSphere 7.x版使用ONTAP SAN主机配置设置。

虚拟机管理程序 SAN 启动

您需要的内容

如果您决定使用 SAN 启动，则配置必须支持它。您可以使用 ["NetApp 互操作性表工具"](#) 验证您的操作系统，HBA，HBA 固件和 HBA 启动 BIOS 以及 ONTAP 版本是否受支持。

步骤

- 1. 将 SAN 启动 LUN 映射到主机。
- 2. 验证是否有多个可用路径。



主机操作系统启动并在多个路径上运行后、这些路径将变为可用。

- 3. 在服务器 BIOS 中为 SAN 启动 LUN 映射到的端口启用 SAN 启动。

有关如何启用 HBA BIOS 的信息，请参见供应商专用文档。

- 4. 重新启动主机以验证启动是否成功。

多路径

ESXi 提供了一个称为原生多路径插件（NMP）的可扩展多路径模块，用于管理存储阵列类型插件（Storage Array Type Plugin，SATA）和路径选择插件（Path Selection Plugin，PSP）的子插件。默认情况下，这些 SATA 规则在 ESXi 中可用。

对于 NetApp ONTAP 存储，默认情况下会将 VMW_SATP_ALUA 插件与 VMW_PSP_RR 结合使用，作为路径选择策略（PSP）。可以使用以下命令来确认这一点。

```
*esxcli storage nmp satp rule list -s VMW_SATAP_ALUA *
```

Name	Device	Vendor	Model	Driver	Transport	Options
-----	-----	-----	-----	-----	-----	

VMW_SATP_ALUA		NETAPP				
reset_on_attempted_reserve						
Rule Group	Claim Options	Default PSP	PSP Options	Description		
-----	-----	-----	-----	-----		
system	tpgs_on	VMW_PSP_RR		NetApp arrays with		
ALUA support						

非ASA配置

对于非ASA配置、应具有两组具有不同优先级的路径。优先级较高的路径为主动 / 优化路径，这意味着它们由聚合所在的控制器提供服务。优先级较低的路径处于活动状态，但未进行优化，因为它们是从其他控制器提供的。只有在没有优化路径可用时，才会使用非优化路径。

示例

以下示例显示了具有两个主动 / 优化路径和两个主动 / 非优化路径的 ONTAP LUN 的正确输出：

```
*esxcli storage nmp device list -d naa.600a098038313530772b4d673979372f *
```

```

naa.600a098038313530772b4d673979372f
  Device Display Name: NETAPP Fibre Channel Disk
(naa.600a098038313530772b4d673979372f)
  Storage Array Type: VMW_SATP_ALUA
  Storage Array Type Device Config: {implicit_support=on;
explicit_support=off; explicit_allow=on; alua_followover=on;
action_OnRetryErrors=off;
{TPG_id=1000,TPG_state=AO}{TPG_id=1001,TPG_state=ANO}}
  Path Selection Policy: VMW_PSP_RR
  Path Selection Policy Device Config:
{policy=rr,iops=1,bytes=10485760,useANO=0; lastPathIndex=1:
NumIOsPending=0,numBytesPending=0}
  Path Selection Policy Device Custom Config:
  Working Paths: vmhba3:C0:T3:L21, vmhba4:C0:T2:L21
  Is USB: false

```

```
*esxcli storage nmp path list -d naa.600a098038313530772b4d673979372f*
```

```

fc.20000090fae0ec8e:10000090fae0ec8e-fc.201000a098dfe3d1:200b00a098dfe3d1-
naa.600a098038313530772b4d673979372f
  Runtime Name: vmhba3:C0:T2:L21
  Device: naa.600a098038313530772b4d673979372f
  Device Display Name: NETAPP Fibre Channel Disk
(naa.600a098038313530772b4d673979372f)
  Group State: active unoptimized
  Array Priority: 0
  Storage Array Type Path Config:
{TPG_id=1001,TPG_state=ANO,RTP_id=29,RTP_health=UP}
  Path Selection Policy Path Config: PSP VMW_PSP_RR does not support path
configuration.

fc.20000090fae0ec8e:10000090fae0ec8e-fc.201000a098dfe3d1:200700a098dfe3d1-
naa.600a098038313530772b4d673979372f
  Runtime Name: vmhba3:C0:T3:L21
  Device: naa.600a098038313530772b4d673979372f
  Device Display Name: NETAPP Fibre Channel Disk
(naa.600a098038313530772b4d673979372f)
  Group State: active
  Array Priority: 0
  Storage Array Type Path Config:
{TPG_id=1000,TPG_state=AO,RTP_id=25,RTP_health=UP}
  Path Selection Policy Path Config: PSP VMW_PSP_RR does not support path
configuration.

```

```

fc.20000090fae0ec8f:10000090fae0ec8f-fc.201000a098dfe3d1:200800a098dfe3d1-
naa.600a098038313530772b4d673979372f
  Runtime Name: vmhba4:C0:T2:L21
  Device: naa.600a098038313530772b4d673979372f
  Device Display Name: NETAPP Fibre Channel Disk
(naa.600a098038313530772b4d673979372f)
  Group State: active
  Array Priority: 0
  Storage Array Type Path Config:
{TPG_id=1000,TPG_state=AO,RTP_id=26,RTP_health=UP}
  Path Selection Policy Path Config: PSP VMW_PSP_RR does not support path
configuration.

fc.20000090fae0ec8f:10000090fae0ec8f-fc.201000a098dfe3d1:200c00a098dfe3d1-
naa.600a098038313530772b4d673979372f
  Runtime Name: vmhba4:C0:T3:L21
  Device: naa.600a098038313530772b4d673979372f
  Device Display Name: NETAPP Fibre Channel Disk
(naa.600a098038313530772b4d673979372f)
  Group State: active unoptimized
  Array Priority: 0
  Storage Array Type Path Config:
{TPG_id=1001,TPG_state=ANO,RTP_id=30,RTP_health=UP}
  Path Selection Policy Path Config: PSP VMW_PSP_RR does not support path
configuration.

```

所有SAN阵列配置

在全SAN阵列(ASA)配置中、指向给定LUN的所有路径均处于活动状态并已进行优化。这样可以同时通过所有路径提供I/O操作、从而提高性能。

示例

以下示例显示了 ONTAP LUN 的正确输出：

```
*esxcli storage nmp device list -d naa.600a098038304759563f4e7837574653*
```

```

naa.600a098038304759563f4e7837574453
  Device Display Name: NETAPP Fibre Channel Disk
(naa.600a098038304759563f4e7837574453)
  Storage Array Type: VMW_SATP_ALUA
  Storage Array Type Device Config: {implicit_support=on;
explicit_support=off; explicit_allow=on; alua_followover=on;
action_OnRetryErrors=off;
{TPG_id=1001,TPG_state=AO}{TPG_id=1000,TPG_state=AO}}
  Path Selection Policy: VMW_PSP_RR
  Path Selection Policy Device Config:
{policy=rr,iops=1,bytes=10485760,useANO=0; lastPathIndex=2:
NumIOsPending=0,numBytesPending=0}
  Path Selection Policy Device Custom Config:
  Working Paths: vmhba4:C0:T0:L9, vmhba3:C0:T1:L9, vmhba3:C0:T0:L9,
vmhba4:C0:T1:L9
  Is USB: false

```

```
*esxcli storage nmp device list -d naa.600a098038304759563f4e7837574653 *
```

```

fc.20000024ff171d37:21000024ff171d37-fc.202300a098ea5e27:204a00a098ea5e27-
naa.600a098038304759563f4e7837574453
  Runtime Name: vmhba4:C0:T0:L9
  Device: naa.600a098038304759563f4e7837574453
  Device Display Name: NETAPP Fibre Channel Disk
(naa.600a098038304759563f4e7837574453)
  Group State: active
  Array Priority: 0
  Storage Array Type Path Config:
{TPG_id=1000,TPG_state=AO,RTP_id=6,RTP_health=UP}
  Path Selection Policy Path Config: PSP VMW_PSP_RR does not support path
configuration.

fc.20000024ff171d36:21000024ff171d36-fc.202300a098ea5e27:201d00a098ea5e27-
naa.600a098038304759563f4e7837574453
  Runtime Name: vmhba3:C0:T1:L9
  Device: naa.600a098038304759563f4e7837574453
  Device Display Name: NETAPP Fibre Channel Disk
(naa.600a098038304759563f4e7837574453)
  Group State: active
  Array Priority: 0
  Storage Array Type Path Config:
{TPG_id=1001,TPG_state=AO,RTP_id=3,RTP_health=UP}
  Path Selection Policy Path Config: PSP VMW_PSP_RR does not support path
configuration.

```

```

fc.20000024ff171d36:21000024ff171d36-fc.202300a098ea5e27:201b00a098ea5e27-
naa.600a098038304759563f4e7837574453
  Runtime Name: vmhba3:C0:T0:L9
  Device: naa.600a098038304759563f4e7837574453
  Device Display Name: NETAPP Fibre Channel Disk
(naa.600a098038304759563f4e7837574453)
  Group State: active
  Array Priority: 0
  Storage Array Type Path Config:
{TPG_id=1000,TPG_state=AO,RTP_id=1,RTP_health=UP}
  Path Selection Policy Path Config: PSP VMW_PSP_RR does not support path
configuration.

fc.20000024ff171d37:21000024ff171d37-fc.202300a098ea5e27:201e00a098ea5e27-
naa.600a098038304759563f4e7837574453
  Runtime Name: vmhba4:C0:T1:L9
  Device: naa.600a098038304759563f4e7837574453
  Device Display Name: NETAPP Fibre Channel Disk
(naa.600a098038304759563f4e7837574453)
  Group State: active
  Array Priority: 0
  Storage Array Type Path Config:
{TPG_id=1001,TPG_state=AO,RTP_id=4,RTP_health=UP}
  Path Selection Policy Path Config: PSP VMW_PSP_RR does not support path
configuration.

```

VVOL

虚拟卷（VVOL）是一种 VMware 对象类型，与虚拟机（VM）磁盘及其快照和快速克隆相对应。

适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具包括适用于 ONTAP 的 VASA Provider，它为 VMware vCenter 提供了一个集成点，可用于利用基于 VVol 的存储。部署 ONTAP 工具 OVA 时，它会自动注册到 vCenter 服务器并启用 VASA Provider。

在使用 vCenter 用户界面创建 VVOL 数据存储库时，它会指导您创建 FlexVol 作为数据存储库的备份存储。VVOL 数据存储库中的 VVOL 可由 ESXi 主机使用协议端点（PE）进行访问。在 SAN 环境中，会在数据存储库中的每个 FlexVol 上创建一个 4 MB 的 LUN，以用作 PE。SAN PE 是一个管理逻辑单元（ALU）。VVOL 是辅助逻辑单元（SLU）。

使用 VVOL 时，SAN 环境的标准要求和最佳实践适用，包括（但不限于）以下内容：

1. 在每个要使用的 SVM 的每个节点上至少创建一个 SAN LIF。最佳做法是，每个节点至少创建两个，但不超过所需数量。
2. 消除任何单点故障。在使用多个虚拟交换机时，在使用 NIC 绑定的不同网络子网上使用多个 VMkernel 网络接口。或者，使用连接到多个物理交换机的多个物理 NIC 来提供 HA 并提高吞吐量。
3. 根据主机连接的需要配置分区和 / 或 VLAN。
4. 确保所有必需的启动程序均已登录到所需 SVM 上的目标 LIF。



要启用 VASA Provider，您必须部署适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具。VASA Provider 将为您管理所有 igroup 设置，因此无需在 VVOL 环境中创建或管理 igroup。

NetApp 不建议此时更改任何 VVOL 设置的默认值。

请参见 ["NetApp 互操作性表工具"](#) 适用于特定版本的 ONTAP 工具或适用于特定版本的 vSphere 和 ONTAP 的原有 VASA Provider。

有关配置和管理 VVOL 的详细信息，请参见适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具文档以及 ["TR-4597：采用 ONTAP 的 VMware vSphere"](#) 和 ["TR-4400"](#)。

建议设置

ATS 锁定

对于与 VAAI 兼容的存储和升级的 VMFS5，ATS 锁定是 * 必填项 *。要与 ONTAP LUN 实现适当的互操作性和最佳的 VMFS 共享存储 I/O 性能，必须锁定 ATS。有关启用 ATS 锁定的详细信息，请参见 VMware 文档。

设置	Default	建议使用 ONTAP	Description
HardwareAcceleratedLocking	1.	1.	帮助启用原子测试和设置（Atomic Test and Set，ATS）锁定
磁盘 IOPS	1000	1.	IOPS 限制：轮循 PSP 默认为 IOPS 限制 1000。在这种默认情况下，发出 1000 次 I/O 操作后，将使用一个新路径。
disk.qFullSampSize	0	32	在 ESXi 开始限制之前所需的队列已满或繁忙状态计数。



为映射到 VMware vSphere 的所有 LUN 启用 space-alloc 设置，以便 UNMAP 正常工作。有关详细信息，请参见 ONTAP 文档。

子操作系统超时

您可以使用建议的子操作系统调整手动配置虚拟机。调整更新后，必须重新启动子系统，更新才能生效。

- GOS 超时值：*

子操作系统类型	超时
Linux 变体	磁盘超时 = 60
Windows	磁盘超时 = 60
Solaris	磁盘超时 = 60 繁忙重试 = 300 未就绪重试 = 300 重置重试 = 30 最大限制 = 32 最小限制 = 8

验证 vSphere 可调

使用以下命令验证 HardwareAcceleratedLocking 设置。

```
*esxcli system settings advanced list -option /VMFS3/HardwareAcceleratedLocking*
```

```
Path: /VMFS3/HardwareAcceleratedLocking
Type: integer
Int Value: 1
Default Int Value: 1
Min Value: 0
Max Value: 1
String Value:
Default String Value:
Valid Characters:
Description: Enable hardware accelerated VMFS locking (requires
compliant hardware). Please see http://kb.vmware.com/kb/2094604 before
disabling this option.
```

正在验证磁盘 IOPS 设置

使用以下命令验证 IOPS 设置。

```
*esxcli storage nmp device list -d naa.600a098038304731783f506670553355*
```

```
naa.600a098038304731783f506670553355
Device Display Name: NETAPP Fibre Channel Disk
(naa.600a098038304731783f506670553355)
Storage Array Type: VMW_SATP_ALUA
Storage Array Type Device Config: {implicit_support=on;
explicit_support=off; explicit_allow=on; alua_followover=on;
action_OnRetryErrors=off;
{TPG_id=1000,TPG_state=ANO}{TPG_id=1001,TPG_state=AO}}
Path Selection Policy: VMW_PSP_RR
Path Selection Policy Device Config:
{policy=rr,iops=1,bytes=10485760,useANO=0; lastPathIndex=0:
NumIOsPending=0,numBytesPending=0}
Path Selection Policy Device Custom Config:
Working Paths: vmhba4:C0:T0:L82, vmhba3:C0:T0:L82
Is USB: false
```

正在验证 QFullSampleSize

使用以下命令验证 QFullSampleSize

```
*esxcli system settings advanced list -option /Disk/QFullSampleSize*
```

```
Path: /Disk/QFullSampleSize
Type: integer
Int Value: 32
Default Int Value: 0
Min Value: 0
Max Value: 64
String Value:
Default String Value:
Valid Characters:
Description: Default I/O samples to monitor for detecting non-transient
queue full condition. Should be nonzero to enable queue depth throttling.
Device specific QFull options will take precedence over this value if set.
```

已知问题

对于采用ONTAP版本的VMware vSphere 7.x、没有已知问题。

相关信息

- ["TR-4597：采用 ONTAP 的 VMware vSphere"](#)
- ["NetApp MetroCluster 支持 VMware vSphere 5.x，6.x 和 7.x（2031038）"](#)
- ["采用 NetApp SnapMirror 业务连续性（SM-BC）和 VMware vSphere Metro Storage Cluster（VMSC）的 NetApp ONTAP"](#)

将VMware vSphere 6.5和6.7与ONTAP结合使用

您可以对采用FC、FCoE和iSCSI协议的vSphere 6.5.x和6.7.x版使用ONTAP SAN主机配置设置。

虚拟机管理程序 SAN 启动

您需要的内容

如果您决定使用 SAN 启动，则配置必须支持它。您可以使用 ["NetApp 互操作性表工具"](#) 验证您的操作系统，HBA，HBA 固件和 HBA 启动 BIOS 以及 ONTAP 版本是否受支持。

步骤

1. 将 SAN 启动 LUN 映射到主机。
2. 验证是否有多个可用路径。



主机操作系统启动并在多个路径上运行后、这些路径将变为可用。

3. 在服务器 BIOS 中为 SAN 启动 LUN 映射到的端口启用 SAN 启动。

有关如何启用 HBA BIOS 的信息，请参见供应商专用文档。

4. 重新启动主机以验证启动是否成功。

多路径

ESXi 提供了一个称为原生多路径插件（NMP）的可扩展多路径模块，用于管理存储阵列类型插件（Storage Array Type Plugin，SATA）和路径选择插件（Path Selection Plugin，PSP）的子插件。默认情况下，这些 SATA 规则在 ESXi 中可用。

对于 NetApp ONTAP 存储，默认情况下会将 VMW_SAP_ALUA 插件与 VMW_PSP_RR 结合使用，作为路径选择策略（PSP）。可以使用以下命令来确认这一点。

```
*esxcli storage nmp satp rule list -s VMW_SATAP_ALUA *
```

Name	Device	Vendor	Model	Driver	Transport	Options
VMW_SATP_ALUA		LSI	INF-01-00			
reset_on_attempted_reserve						
VMW_SATP_ALUA		NETAPP				
reset_on_attempted_reserve						

Rule Group	Claim Options	Default PSP	PSP Options	Description
system	tpgs_on	VMW_PSP_MRU		NetApp E-Series arrays with ALUA support
system	tpgs_on	MW_PSP_RR		NetApp arrays with ALUA support

所有SAN阵列配置

在全SAN阵列(ASA)配置中、指向给定LUN的所有路径均处于活动状态并已进行优化。这样可以同时通过所有路径提供I/O操作、从而提高性能。

示例

以下示例显示了 ONTAP LUN 的正确输出：

```
*esxcli storage nmp device list -d naa.600a098038304759563f4e7837574653 *
```

```
fc.20000024ff171d37:21000024ff171d37-fc.202300a098ea5e27:204a00a098ea5e27-  
naa.600a098038304759563f4e7837574453  
  Runtime Name: vmhba4:C0:T0:L9  
  Device: naa.600a098038304759563f4e7837574453  
  Device Display Name: NETAPP Fibre Channel Disk  
  (naa.600a098038304759563f4e7837574453)  
  Group State: active  
  Array Priority: 0  
  Storage Array Type Path Config:
```

```

{TPG_id=1000,TPG_state=AO,RTP_id=6,RTP_health=UP}
  Path Selection Policy Path Config: PSP VMW_PSP_RR does not support path
  configuration.

fc.20000024ff171d36:21000024ff171d36-fc.202300a098ea5e27:201d00a098ea5e27-
naa.600a098038304759563f4e7837574453
  Runtime Name: vmhba3:C0:T1:L9
  Device: naa.600a098038304759563f4e7837574453
  Device Display Name: NETAPP Fibre Channel Disk
(naa.600a098038304759563f4e7837574453)
  Group State: active
  Array Priority: 0
  Storage Array Type Path Config:
{TPG_id=1001,TPG_state=AO,RTP_id=3,RTP_health=UP}
  Path Selection Policy Path Config: PSP VMW_PSP_RR does not support path
  configuration.

fc.20000024ff171d36:21000024ff171d36-fc.202300a098ea5e27:201b00a098ea5e27-
naa.600a098038304759563f4e7837574453
  Runtime Name: vmhba3:C0:T0:L9
  Device: naa.600a098038304759563f4e7837574453
  Device Display Name: NETAPP Fibre Channel Disk
(naa.600a098038304759563f4e7837574453)
  Group State: active
  Array Priority: 0
  Storage Array Type Path Config:
{TPG_id=1000,TPG_state=AO,RTP_id=1,RTP_health=UP}
  Path Selection Policy Path Config: PSP VMW_PSP_RR does not support path
  configuration.

fc.20000024ff171d37:21000024ff171d37-fc.202300a098ea5e27:201e00a098ea5e27-
naa.600a098038304759563f4e7837574453
  Runtime Name: vmhba4:C0:T1:L9
  Device: naa.600a098038304759563f4e7837574453
  Device Display Name: NETAPP Fibre Channel Disk
(naa.600a098038304759563f4e7837574453)
  Group State: active
  Array Priority: 0
  Storage Array Type Path Config:
{TPG_id=1001,TPG_state=AO,RTP_id=4,RTP_health=UP}
  Path Selection Policy Path Config: PSP VMW_PSP_RR does not support path
  configuration.

```

在上面的示例中，LUN 已从 NetApp 存储映射到 4 个路径（4 个主动优化路径）。

非ASA配置

对于非ASA配置、应具有两组具有不同优先级的路径。优先级较高的路径为主动 / 优化路径，这意味着它们由聚合所在的控制器提供服务。优先级较低的路径处于活动状态，但未进行优化，因为它们是从其他控制器提供的。只有在没有优化路径可用时，才会使用非优化路径。

示例

以下示例显示了具有两个主动 / 优化路径和两个主动 / 非优化路径的 ONTAP LUN 的正确输出：

```
*esxcli storage nmp path list -d naa.600a098038313530772b4d673979372f *
```

```
fc.20000090fae0ec8e:10000090fae0ec8e-fc.201000a098dfe3d1:200b00a098dfe3d1-  
naa.600a098038313530772b4d673979372f  
  Runtime Name: vmhba3:C0:T2:L21  
  Device: naa.600a098038313530772b4d673979372f  
  Device Display Name: NETAPP Fibre Channel Disk  
(naa.600a098038313530772b4d673979372f)  
  Group State: active unoptimized  
  Array Priority: 0  
  Storage Array Type Path Config:  
{TPG_id=1001,TPG_state=ANO,RTP_id=29,RTP_health=UP}  
  Path Selection Policy Path Config: PSP VMW_PSP_RR does not support path  
configuration.  
  
fc.20000090fae0ec8e:10000090fae0ec8e-fc.201000a098dfe3d1:200700a098dfe3d1-  
naa.600a098038313530772b4d673979372f  
  Runtime Name: vmhba3:C0:T3:L21  
  Device: naa.600a098038313530772b4d673979372f  
  Device Display Name: NETAPP Fibre Channel Disk  
(naa.600a098038313530772b4d673979372f)  
  Group State: active  
  Array Priority: 0  
  Storage Array Type Path Config:  
{TPG_id=1000,TPG_state=AO,RTP_id=25,RTP_health=UP}  
  Path Selection Policy Path Config: PSP VMW_PSP_RR does not support path  
configuration.  
  
fc.20000090fae0ec8f:10000090fae0ec8f-fc.201000a098dfe3d1:200800a098dfe3d1-  
naa.600a098038313530772b4d673979372f  
  Runtime Name: vmhba4:C0:T2:L21  
  Device: naa.600a098038313530772b4d673979372f  
  Device Display Name: NETAPP Fibre Channel Disk  
(naa.600a098038313530772b4d673979372f)  
  Group State: active  
  Array Priority: 0  
  Storage Array Type Path Config:  
{TPG_id=1000,TPG_state=AO,RTP_id=26,RTP_health=UP}
```

```
Path Selection Policy Path Config: PSP VMW_PSP_RR does not support path configuration.
```

```
fc.20000090fae0ec8f:10000090fae0ec8f-fc.201000a098dfe3d1:200c00a098dfe3d1-naa.600a098038313530772b4d673979372f
```

```
Runtime Name: vmhba4:C0:T3:L21
```

```
Device: naa.600a098038313530772b4d673979372f
```

```
Device Display Name: NETAPP Fibre Channel Disk  
(naa.600a098038313530772b4d673979372f)
```

```
Group State: active unoptimized
```

```
Array Priority: 0
```

```
Storage Array Type Path Config:
```

```
{TPG_id=1001,TPG_state=ANO,RTP_id=30,RTP_health=UP}
```

```
Path Selection Policy Path Config: PSP VMW_PSP_RR does not support path configuration.
```

在上面的示例中，LUN 已从 NetApp 存储映射到 4 个路径（2 个主动优化路径和 2 个主动 - 非优化路径）。

VVOL

虚拟卷（VVOL）是一种 VMware 对象类型，与虚拟机（VM）磁盘及其快照和快速克隆相对应。

适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具包括适用于 ONTAP 的 VASA Provider，它为 VMware vCenter 提供了一个集成点，可用于利用基于 VVol 的存储。部署 ONTAP 工具 OVA 时，它会自动注册到 vCenter 服务器并启用 VASA Provider。

在使用 vCenter 用户界面创建 VVOL 数据存储库时，它会指导您创建 FlexVol 作为数据存储库的备份存储。VVOL 数据存储库中的 VVOL 可由 ESXi 主机使用协议端点（PE）进行访问。在 SAN 环境中，会在数据存储库中的每个 FlexVol 上创建一个 4 MB 的 LUN，以用作 PE。SAN PE 是一个管理逻辑单元（ALU）；VVOL 是辅助逻辑单元（SLU）。

使用 VVOL 时，SAN 环境的标准要求和最佳实践适用，包括（但不限于）以下内容：

1. 在每个要使用的 SVM 的每个节点上至少创建一个 SAN LIF。最佳做法是，每个节点至少创建两个，但不超过所需数量。
2. 消除任何单点故障。在使用多个虚拟交换机时，在使用 NIC 绑定的不同网络子网上使用多个 VMkernel 网络接口，或者使用连接到多个物理交换机的多个物理 NIC 来提供 HA 并提高吞吐量。
3. 根据主机连接的需要配置分区和 / 或 VLAN。
4. 确保所有必需的启动程序均已登录到所需 SVM 上的目标 LIF。



要启用 VASA Provider，您必须为 VMware vSphere 部署 ONTAP 工具。VASA Provider 将为您管理所有 iGroup 设置，因此无需在 VVOLs 环境中创建或管理 iGroup。

NetApp 不建议此时更改任何 VVOL 设置的默认值。

请参见 ["NetApp 互操作性表工具"](#) 适用于特定版本的 ONTAP 工具或适用于特定版本的 vSphere 和 ONTAP 的原有 VASA Provider。

有关配置和管理 VVOL 的详细信息，请参见适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具文档以及 ["TR-4597"](#) 和 ["TR-4400"](#)

建议设置

ATS 锁定

对于与 VAAI 兼容的存储和升级的 VMFS5，ATS 锁定是 * 必填项 *。要与 ONTAP LUN 实现适当的互操作性和最佳的 VMFS 共享存储 I/O 性能，必须锁定 ATS。有关启用 ATS 锁定的详细信息，请参见 VMware 文档。

设置	Default	建议使用 ONTAP	Description
HardwareAcceleratedLocking	1.	1.	帮助启用原子测试和设置（Atomic Test and Set，ATS）锁定
磁盘 IOPS	1000	1.	IOPS 限制：轮循 PSP 默认为 IOPS 限制 1000。在这种默认情况下，发出 1000 次 I/O 操作后，将使用一个新路径。
disk.qFullSampSize	0	32	在 ESXi 开始限制之前所需的队列已满或繁忙状态计数。



为映射到 VMware vSphere 的所有 LUN 启用 space-alloc 设置，以便 UNMAP 正常工作。有关详细信息，请参见 ["ONTAP 文档"](#)。

子操作系统超时

您可以使用建议的子操作系统调整手动配置虚拟机。调整更新后，必须重新启动子系统，更新才能生效。

- GOS 超时值： *

子操作系统类型	超时
Linux 变体	磁盘超时 = 60
Windows	磁盘超时 = 60
Solaris	磁盘超时 = 60 繁忙重试 = 300 未就绪重试 = 300 重置重试 = 30 最大限制 = 32 最小限制 = 8

验证 vSphere 可调

使用以下命令验证 HardwareAcceleratedLocking 设置：

```
*esxcli system settings advanced list -option /VMFS3/HardwareAcceleratedLocking*
```



```
Path: /VMFS3/HardwareAcceleratedLocking
Type: integer
Int Value: 1
Default Int Value: 1
Min Value: 0
Max Value: 1
String Value:
Default String Value:
Valid Characters:
Description: Enable hardware accelerated VMFS locking (requires
compliant hardware). Please see http://kb.vmware.com/kb/2094604 before
disabling this option.
```

正在验证磁盘 **IOPS** 设置

使用以下命令验证 IOPS 设置。

```
*esxcli storage nmp device list -d naa.600a098038304731783f506670553355 *
```

```
naa.600a098038304731783f506670553355
  Device Display Name: NETAPP Fibre Channel Disk
(naa.600a098038304731783f506670553355)
  Storage Array Type: VMW_SATP_ALUA
  Storage Array Type Device Config: {implicit_support=on;
explicit_support=off; explicit_allow=on; alua_followover=on;
action_OnRetryErrors=off;
{TPG_id=1000,TPG_state=ANO}{TPG_id=1001,TPG_state=AO}}
  Path Selection Policy: VMW_PSP_RR
  Path Selection Policy Device Config:
{policy=rr,iops=1,bytes=10485760,useANO=0; lastPathIndex=0:
NumIOsPending=0,numBytesPending=0}
  Path Selection Policy Device Custom Config:
Working Paths: vmhba4:C0:T0:L82, vmhba3:C0:T0:L82
Is USB: false
```

正在验证 **QFullSampleSize**

使用以下命令验证 QFullSampleSize

```
*esxcli system settings advanced list -option /Disk/QFullSampleSize *
```

```

Path: /Disk/QFullSampleSize
Type: integer
Int Value: 32
Default Int Value: 0
Min Value: 0
Max Value: 64
String Value:
Default String Value:
Valid Characters:
Description: Default I/O samples to monitor for detecting non-transient
queue full condition. Should be nonzero to enable queue depth throttling.
Device specific QFull options will take precedence over this value if set.

```

已知问题

具有ONTAP的VMware vSphere 6.5和6.7版本存在以下已知问题：

* 操作系统版本 *	* NetApp 错误 ID*	* 标题 *	* 问题描述 *
ESXi 6.5 和 ESXi 6.7.x	1413424	测试期间，WFC RDM LUN 失败	在所有 7- 模式 C 模式集群控制器上进行存储故障转移测试期间，在 VMware ESXi 主机上的 Windows 虚拟机（例如 Windows 2019，Windows 2016 和 Windows 2012）之间进行 Windows 故障转移集群原始设备映射失败。
ESXi 6.5.x 和 ESXi 6.7.x	1256473	在 Emulex 适配器上测试期间出现 PLOGI 问题描述	

相关信息

- ["TR-4597：采用 ONTAP 的 VMware vSphere"](#)
- ["NetApp MetroCluster 支持 VMware vSphere 5.x，6.x 和 7.x（2031038）"](#)
- ["采用 NetApp SnapMirror 业务连续性（SM-BC）和 VMware vSphere Metro Storage Cluster（VMSC）的 NetApp ONTAP"](#)

版权信息

版权所有 © 2024 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。