



为 OpenNebula 配置 NetApp 存储

NetApp virtualization solutions

NetApp
February 13, 2026

目录

为 OpenNebula 配置 NetApp 存储	1
了解适用于 OpenNebula 的 ONTAP 存储架构	1
解决方案架构	1
适用于 OpenNebula 的 ONTAP 功能	1
OpenNebula 支持的存储类型	3
NAS协议支持	3
SAN协议支持	3
NetApp ONTAP API 驱动程序	4
存储类型兼容性矩阵	4
ONTAP 支持的 OpenNebula 集群存储类型	4
使用 NetApp 为 OpenNebula 配置存储协议	5
了解适用于 OpenNebula 与 NetApp ONTAP 的存储协议	5
为 OpenNebula 配置 SMB/CIFS 数据存储	5
使用 ONTAP 为 OpenNebula 配置 NFS 存储	14
为 OpenNebula 配置带有 iSCSI 的 NetApp 数据存储	21
使用 ONTAP FC 为 OpenNebula 配置 LVM Thin	25
使用 ONTAP iSCSI 为 OpenNebula 配置 LVM Thin	30
使用 ONTAP NVMe/FC 为 OpenNebula 配置 LVM Thin	35
使用 ONTAP NVMe/TCP 为 OpenNebula 配置 LVM Thin	40

为 OpenNebula 配置 NetApp 存储

了解适用于 OpenNebula 的 ONTAP 存储架构

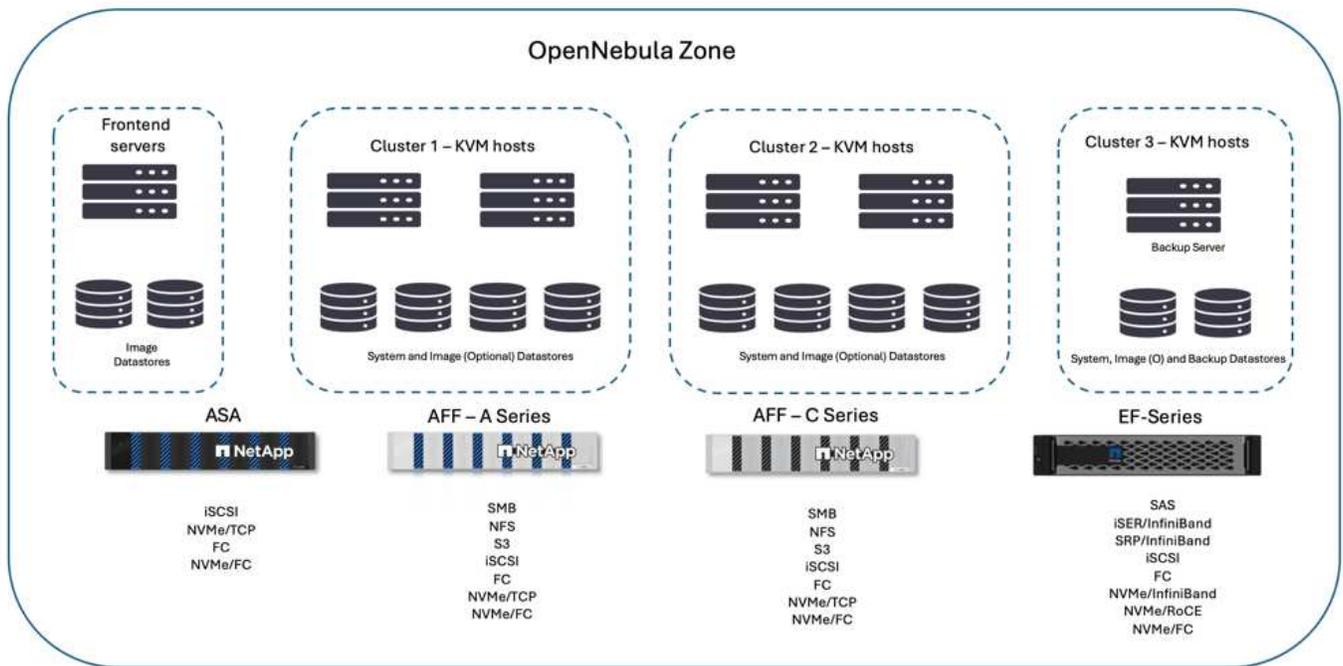
NetApp 产品与 OpenNebula 集成，通过 NAS 和 SAN 协议提供企业级存储功能。ONTAP 为运行在 OpenNebula 集群上的虚拟化工作负载提供高级数据管理功能，包括快照、克隆、复制和勒索软件保护。

解决方案架构

该解决方案架构包含以下关键组件：

- **OpenNebula 前端服务器：** 一组 OpenNebula 前端服务器，提供云管理功能来管理虚拟机 (VM) 和 Kubernetes 集群。
- **OpenNebula 计算节点：** 一组托管由 OpenNebula 管理的虚拟机和 Kubernetes 集群的计算节点。
- ***NetApp ONTAP 存储：** *为 OpenNebula 集群提供共享存储的高性能、可扩展存储系统。
- **网络基础设施：** 强大的网络设置，确保 OpenNebula 节点和 ONTAP 存储之间的低延迟和高吞吐量连接。
- *** NetApp Console：** * 用于管理多个 NetApp 存储系统和数据服务的集中式管理界面。

下图显示了集成了 NetApp ONTAP 存储的 OpenNebula 的高级架构：



适用于 OpenNebula 的 ONTAP 功能

ONTAP 提供了一套全面的企业存储功能，增强了 OpenNebula 部署能力。这些功能跨越 NAS 和 SAN 存储体系结构的数据管理、保护、效率和协议支持。

核心数据管理功能

- 横向扩展集群架构
- 安全身份验证和基于角色的访问控制 (RBAC) 支持
- 零信任多管理员支持
- 安全的多租户
- 使用SnapMirror进行数据复制
- 具有快照的时间点副本
- 节省空间的克隆
- 存储效率特性包括重复数据删除和压缩
- Trident CSI 对 Kubernetes 的支持
- SnapLock合规性
- 防篡改快照副本锁定
- 具备自主威胁检测功能的勒索软件防护
- 静态数据和传输中数据加密
- FabricPool将冷数据分层存储到对象存储中
- NetApp Console和Data Infrastructure Insights集成
- Microsoft 卸载数据传输 (Offloaded Data Transfer, ODX)

NAS协议特性

- FlexGroup卷为横向扩展的 NAS 容器提供高性能、负载均衡和可扩展性。
- FlexCache将数据在全球范围内分发，同时提供本地读写访问。
- 多协议支持使得同一数据可以通过 SMB 和 NFS 访问。
- NFS nConnect 允许每个连接建立多个 TCP 会话，从而提高网络吞吐量并利用高速网卡。
- NFS会话中继可提供更高的数据传输速度、高可用性和容错能力。
- SMB多通道可提供更高的数据传输速度、更高的可用性和容错能力。
- 与 Active Directory 和 LDAP 集成以实现文件权限
- 通过 TLS 使用 NFS 建立安全连接。
- NFS Kerberos 身份验证支持
- 通过 RDMA 使用 NFS 实现低延迟访问
- Windows 和 Unix 身份之间的名称映射
- 具备内置威胁检测功能的自主勒索软件防护
- 文件系统分析，获取容量和使用情况洞察

SAN协议特性

- 使用SnapMirror主动同步功能将集群扩展到故障域（始终检查 [互操作性表工具](#)）（适用于支持的配置）

- ASA型号提供主动-主动多路径和快速路径故障转移。
- 支持 FC、iSCSI 和 NVMe-oF 协议
- iSCSI CHAP 相互认证
- 选择性 LUN 映射和端口集以增强安全性

OpenNebula 支持的存储类型

OpenNebula 支持使用 NetApp ONTAP 的多种存储协议，包括用于 NAS 的 NFS 和 SMB 以及用于 SAN 的 FC、iSCSI 和 NVMe-oF。根据现有技能和要求，用户可以选择合适的存储协议。如果不打算使用 ONTAP 提供的任何数据服务，请考虑使用 FC、iSCSI、InfiniBand 和 NVMe-oF 协议提供块存储的 SANtricity 系统。

OpenNebula 使用通常装载在 `/var/lib/one/datastores` 文件夹中或由 `/etc/one/oned.conf` 文件中的 `DATASTORE_LOCATION` 属性定义的 Datastores。可以使用 `/etc/fstab` 文件装载存储，也可以使用 Automounter 或您的环境支持的其他过程进行动态装载。大多数文件夹权限都设置为由 `oneadmin` 用户和组拥有。请确保虚拟机监控程序主机可以使用所需的协议访问存储系统。

使用 `automounter` 时，使用直接挂载以避免 `automounter` 控制父文件夹的问题。要创建直接挂载，请在 `/etc/auto.master.d/` 下创建文件。例如，使用以下命令创建名为 `one.autofs` 的文件：

```
echo "/- /etc/auto.one --timeout=60 --ghost" >
/etc/auto.master.d/one.autofs
```

前端服务器需要有权访问映像数据存储。在虚拟机监控程序主机上装载映像数据存储是可选的，但建议这样做以获得更好的性能。系统数据存储需要安装在虚拟机监控程序主机上，因为它们托管虚拟机磁盘。内核和文件数据存储用于 VM 内核、`ramdisk` 和通过情境化过程向 VM 提供的其他文件。它可以安装在前端服务器和虚拟机监控程序主机上。备份数据存储用于 VM 备份，可以装载在 OpenNebula 集群上的所有主机上。如果 KVM 主机可以使用 SSH for `rsync`、SFTP for `restic` 访问备份数据存储主机，则其他集群上的 VM 也可以使用相同的备份数据存储。如果使用 `Veeam`，`oVirtAPI` 应可用。

NAS协议支持

NAS 协议（NFS 和 SMB）支持跨前端和虚拟机监控程序主机的共享文件系统。ONTAP 快照可以对客户端可见，以访问数据的时间点副本。ONTAP FlexCache 可用于地理分布区域内的图像数据存储。ONTAP NFS 支持 `nConnect`，通过在每个会话中使用多个连接来提高性能。在使用 `FlexGroup` 用于大型数据存储区（> 100TB）时，建议使用 `pNFS` 将负载分布在多个节点上。请记住，在 ONTAP 群集中为每个控制器配置至少一个数据 `lif`，并且虚拟机监控程序主机需要具有连接性。

所有数据存储区类型（映像、系统、内核和文件以及备份）都支持 NAS 协议。

SAN协议支持

企业版包括与 AFF 和 FAS 系统上的 iSCSI 协议兼容的 NetApp 驱动程序。其他 SAN 协议（FC、InfiniBand 和 NVMe-oF）通常配置为 LVM 驱动程序。每个虚拟机都会创建 LVM 精简池，以支持精简配置和快照。虚拟机监控程序主机需要连接到存储系统。使用 LVM 存储类型不需要群集 LVM 支持。

要与 NetApp 驱动程序一起使用，需要在虚拟机监控程序主机上配置 iSCSI 会话和多路径。对于 LVM 驱动程序

，除了系统数据存储之外，逻辑卷需要创建和装载文件系统。对于系统数据存储区，卷组需要命名为"vg-one-`<datastore_id>`"，其中 `<datastore_id>` 是 OpenNebula 中的数据存储区的数字标识符。所有数据存储区类型（映像、系统、内核和文件以及备份）都支持 SAN 协议。

NetApp ONTAP API 驱动程序

OpenNebula 的本机 NetApp 集成使用 ONTAP 的 API 自动创建和管理卷、LUN、快照和映射。这种方法提供了最佳的自动化水平，并避免了手动 iSCSI 和 LVM 设置。有关详细信息，请参见 "[OpenNebula 文档](#)"。

存储类型兼容性矩阵

数据存储库类型	NFS	SMB/CIFS	FC	iSCSI	NVMe-oF
映像	是	是	是	是 ¹	是
系统	是	是	是	是 ¹	是
内核和文件	是	是	是	是	是
备份	是	是	是	是	是

笔记：

1. NetApp 驱动程序在企业版中可用于 iSCSI 协议，以利用本机 ONTAP 功能。

ONTAP 支持的 OpenNebula 集群存储类型

以下是在使用 NetApp ONTAP 作为后端时，OpenNebula 不同存储类型所支持功能的对比。

功能	NetApp ONTAP API	LVM-thin	NFS/SMB
VM 磁盘	是	是	是
图像存储 ¹	是	是	是
实时快照	是	是	是
克隆 VM 或映像	是	是	是
增量备份 ²	是	是	是

笔记：

1. 图像存储是指使用 OpenNebula 图像数据存储区的后端。LVM-thin 和 ONTAP API 方法涉及从图像源复制或创建块设备。
2. 增量备份适用于 `qcow2` 磁盘（在 NFS/SMB 上）或支持跟踪更改的数据块设备。OpenNebula NetApp ONTAP 驱动程序使用滚动快照进行增量备份。



增量备份需要加载 nbd 内核模块。

使用 NetApp 为 OpenNebula 配置存储协议

了解适用于 OpenNebula 与 NetApp ONTAP 的存储协议

为 OpenNebula 使用 NAS 协议 (NFS、SMB) 和 SAN 协议 (FC、iSCSI、NVMe) 提供 ONTAP 存储。选择适当的特定于协议的过程，为您的 OpenNebula 环境配置共享存储。

确保 OpenNebula 前端和虚拟机监控程序主机具有连接到交换机的 FC、以太网或其他支持的接口，并与 ONTAP 逻辑接口进行通信。始终检查 ["互操作性表工具"](#) 以获取支持的配置。创建示例场景时假设每台 OpenNebula 主机上有两个高速网络接口卡，它们连接在一起以创建用于容错和性能的绑定接口。所有网络流量都使用相同的上行链路连接，包括主机管理、VM/容器流量和存储访问。当有更多的网络接口可用时，请考虑将存储流量与其他类型的流量分开。

有关 ONTAP 存储体系结构和支持的存储类型的信息，请参见 ["了解 NetApp 存储架构，适用于 OpenNebula"](#) 和 ["了解 OpenNebula 支持的存储类型"](#)。



当使用 LVM 和 SAN 协议 (FC、iSCSI、NVMe-oF) 时，卷组可以包含多个 LUN 或 NVMe 命名空间。在这种情况下，所有 LUN 或命名空间都必须属于同一个一致性组，以确保数据完整性。我们不支持跨越多个 ONTAP SVM 的卷组。每个卷组必须由同一 SVM 中的 LUN 或命名空间创建。

选择存储协议

选择符合您环境和要求的协议：

- ["使用 iSCSI 配置 NetApp 驱动程序"](#) - 使用 iSCSI 配置 OpenNebula NetApp 驱动程序，以便在支持多路径的标准以太网网络上进行块存储访问。这是仅限企业版的功能。它利用 ONTAP 本机克隆来实现高效的虚拟机配置。
- ["配置 SMB/CIFS 存储"](#) - 为 OpenNebula 配置 SMB/CIFS 文件共享，支持多通道以实现容错和通过多个网络连接增强性能。
- ["配置 NFS 存储"](#) - 使用多个网络连接为 OpenNebula 配置带有 nConnect 或会话中继的 NFS 存储，以实现容错和性能增强。
- ["使用 FC 配置 LVM Thin"](#) - 使用光纤通道配置逻辑卷管理器 (LVM)，以实现跨 OpenNebula 主机的高性能、低延迟块存储访问。
- ["使用 iSCSI 配置 LVM Thin"](#) - 使用 iSCSI 配置逻辑卷管理器 (LVM)，以便通过支持多路径的标准以太网网络进行块存储访问。
- ["使用 NVMe/FC 配置 LVM Thin"](#) - 使用 NVMe over Fibre Channel 配置 Logical Volume Manager (LVM)，以便使用现代 NVMe 协议实现高性能块存储。
- ["使用 NVMe/TCP 配置 LVM Thin"](#) - 使用 NVMe over TCP 配置 Logical Volume Manager (LVM)，以便使用现代 NVMe 协议在标准以太网网络上实现高性能块存储。



如果需要有关 E-Series 或 EF-Series 存储协议的帮助，请查看链接 ["用于在 Linux 环境中设置 LVM 的 NetApp E 系列和 EF 系列文档"](#) 以及 LVM Thin 文档之一以供参考。

为 OpenNebula 配置 SMB/CIFS 数据存储

为 OpenNebula 配置 SMB/CIFS 数据存储，使用 NetApp ONTAP。SMB 多通道通过

与存储系统的多个网络连接提供容错并提升性能。

SMB/CIFS 文件共享需要存储管理员和虚拟化管理员进行配置。更多详情请参阅 ["TR4740 - SMB 3.0 多通道"](#)。



密码保存在明文文件中，只有 root 用户可以访问。确保采取适当的安全措施来保护敏感信息。

存储管理员任务

如果您是ONTAP新手，请使用系统管理器界面完成这些任务。

1. 为 SMB 启用 SVM。跟随 ["ONTAP 9 文档"](#) 了解更多信息。
2. 每个控制器至少创建两个 LIF。请按照文档中的步骤操作。作为参考，这里是此解决方案中使用的 LIF 的屏幕截图。

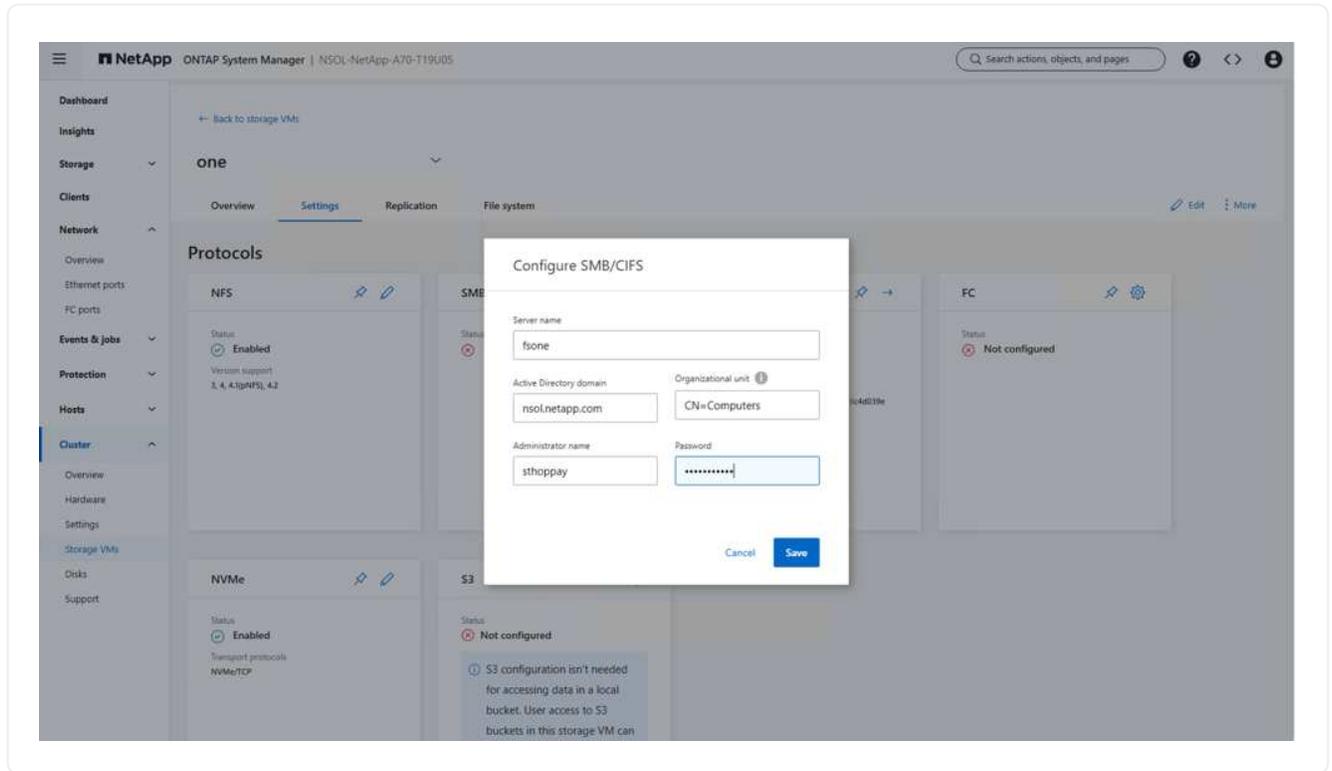
显示示例

The screenshot shows the NetApp System Manager interface for 'NSOL-NetApp-A70-T19U05'. The 'Network overview' page is active, displaying a table of network interfaces under the 'Network interfaces' tab. The table has columns for Name, Status, Storage VM, IPspace, Address, Current node, Current port, Portset, Protocols, Type, and Throughput. There are four rows of data representing different LIFs.

Name	Status	Storage VM	IPspace	Address	Current node	Current port	Portset	Protocols	Type	Throughput
lif_one_a1	🟢	one	Default	192.168.121.245	NSOL-NetApp-A70-T19U05a	a0a-121		SMB/CIFS, ...	Data	0
lif_one_a2	🟢	one	Default	192.168.121.246	NSOL-NetApp-A70-T19U05a	a0a-121		SMB/CIFS, ...	Data	0
lif_one_b1	🟢	one	Default	192.168.122.245	NSOL-NetApp-A70-T19U05b	a0a-122		SMB/CIFS, ...	Data	0
lif_one_b2	🟢	one	Default	192.168.122.246	NSOL-NetApp-A70-T19U05b	a0a-122		SMB/CIFS, ...	Data	0

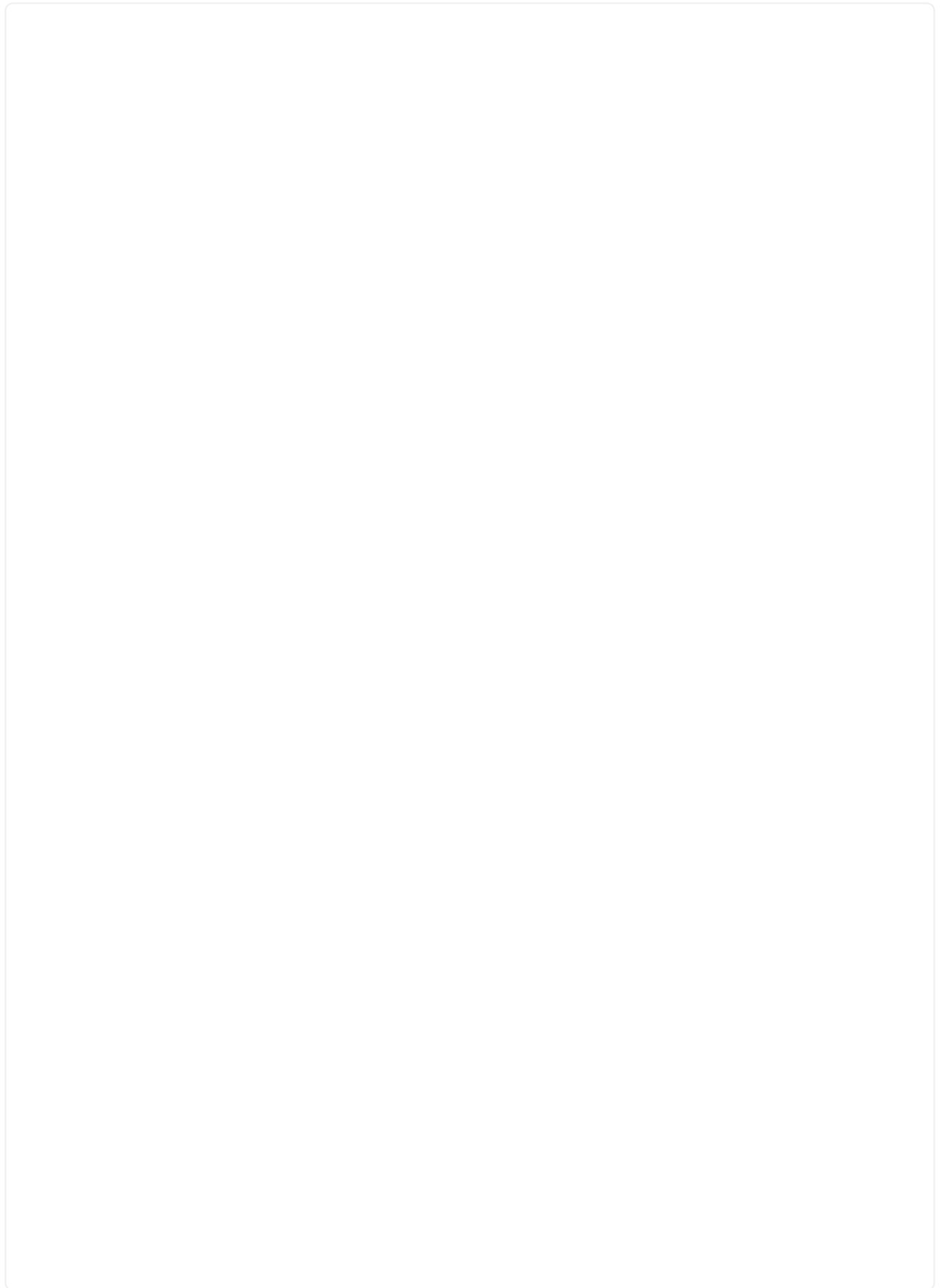
3. 配置基于 Active Directory 或工作组的身份验证。请按照文档中的步骤操作。

显示示例



4. 创建卷。选中“将数据分布到集群中”选项以使用FlexGroup。请确保该卷已启用反勒索软件保护。

显示示例



Add volume

×

Name

smb01

Storage VM

one

Add as a cache for a remote volume (FlexCache)

Simplifies file distribution, reduces WAN latency, and lowers WAN bandwidth costs.

Storage and optimization

Capacity

150

TiB

Performance service level

Extreme

Not sure? [Get help selecting type](#)

Optimization options

Distribute volume data across the cluster (FlexGroup) ⓘ

Advanced capacity balancing

ONTAP distributes file data to maintain balance as files grow.

Access permissions

Export via NFS

Share via SMB/CIFS

Name

one_sys_01

Grant access to user(s)

Everyone

Permission

Full control

SnapLock

[SnapLock considerations](#)

Enable SnapLock

With SnapLock, files can be stored and committed to a non-erasable, non-rewritable state either forever or for a designated retention period.

Protection

Enable snapshots (local)

Snapshot policy

default

Schedule na...	Maximum snapshots	Schedule	SnapMirror label	SnapLock retention period
hourly	6	At 5 minutes past the hour, every hour	-	0 second
daily	2	At 12:10 AM, every day	daily	0 second
weekly	2	At 12:15 AM, only on Sunday	weekly	0 second

Enable snapshot locking ⓘ

Enables the ability to lock snapshots that were created either manually or by snapshot policies. The snapshots are locked only when a retention period is specified.

Enable SnapMirror (local or remote)

Save

Cancel

[Save to Ansible playbook](#)

5. 创建 SMB 共享并调整权限。跟随"ONTAP 9 文档"了解更多信息。

显示示例

Edit Share ×

Share Name
smb01

Path
/smb01

Description

Access permission

User/group	User type	Access permission	
Everyone	Windows	Full control	

[+ Add](#)

Symbolic links

Symlinks

Symlinks and widelinks

Disable

Share properties

Enable continuous availability
Enable this function to have uninterrupted access to shares that contain Hyper-V and SQL Server over SMB.

Allow clients to access the snapshots directory
Client systems will be able to access the snapshots directory.

Encrypt data while accessing this share
Encrypts data using SMB 3.0 to prevent unauthorized file access on this share.

Enable oplocks
Allows clients to lock files and cache content locally, which can increase the performance for file operations.

Enable change notify
Allows SMB clients to request for change notifications for directories on this share.

Enable access-based enumeration (ABE)
Displays folders or other shared resources based on the access permissions of the user.

6. 向虚拟化管理员提供 SMB 服务器、共享名称和凭据。

虚拟化管理员任务

完成这些任务可将 SMB 共享添加为 OpenNebula 中的数据存储服务，并启用多通道以提高性能和容错。

1. 收集用于共享身份验证的 SMB 服务器、共享名称和凭据。
2. 确保在 Fedora 上安装以下软件包 `sssd realmd adcli oddjob oddjob-mkhomedir samba-common-tools krb5-workstation cifs-utils`，用于 Active Directory 集成和 SMB 挂载支持。Debian 软件包是 `realmd sssd sssd-tools libnss-sss libpam-sss adcli samba-common-bin packagekit krb5-user cifs-utils`。
3. 为了实现容错，请确保至少有两个接口配置在不同的 VLAN 中。确认网卡支持 RSS。
4. SSH 到前端服务器之一，并根据所需的 Datastore 类型创建配置文件。示例文件如下所示：

备份

a. 对于 Restic,

```
$cat smb-restic.conf
NAME = "Backup-Restic-SMB"
TYPE = "BACKUP_DS"

DS_MAD = "restic"
TM_MAD = "-"

RESTIC_PASSWORD = "<restic_password>"
RESTIC_SFTP_SERVER = "<backup server>"
```

a. 对于 Rsync,

```
$cat smb-rsync.conf
NAME = "Backup-Rsync-SMB"
TYPE = "BACKUP_DS"

DS_MAD = "rsync"
TM_MAD = "-"

RSYNC_USER = "<rsync_user>"
RSYNC_HOST = "<backup server>"
```

文件

```
$cat smb-kernel.conf
NAME = "File-Kernel-SMB"
TYPE = "FILE_DS"
DS_MAD = "fs"
TM_MAD = "local"
SAFE_DIRS = "/var/tmp/files"
```

映像

```
$cat smb-image.conf
NAME = "Image-SMB"
TYPE = "IMAGE_DS"
DS_MAD = "fs"
TM_MAD = "shared"
```

系统

```
$cat smb-system.conf
NAME = "System-SMB"
TYPE = "SYSTEM_DS"
TM_MAD = "shared"
```

5. 执行 `onedatastore create <configuration file>`。请注意创建后返回的数据存储 ID。

```
onedatastore 创建 smb-system.conf ID: 100
```

6. 在 `/etc/` 中创建 smb 凭据文件。如果使用 kerberos 身份验证（KVM 主机已加入 `<domain>`），则无需执行此步骤。

```
$cat /etc/smb-credentials-<datastore_id>.cfg
username=<smb_username>
password=<smb_password>
domain=<smb_domain>
```

7. 对凭据文件设置适当的权限 (640)。如果需要，将所有权更改为 `oneadmin` 用户和组。
8. 使用 `id oneadmin` 命令收集 `oneadmin` 用户的 `uid` 和 `gid`。
9. 更新 `/etc/fstab` 或 `automount` 配置以启用多通道。假设默认数据存储区位置为 `/var/lib/one/datastores`。如果不是，请检查 `/etc/one/oned.conf` 中的 `DATASTORE_LOCATION` 参数。确保 `<datastore_id>` 文件夹存在于数据存储区位置下。示例条目如下所示：

使用 `/etc/fstab`

```
# credentials mapping to file option is not required when using
kerberos authentication
//<smb_server>/<smb_share> /var/lib/one/datastores/<datastore_id>
cifs credentials=/etc/smb-credentials-
<datastore_id>.cfg,_netdev,noauto,x-systemd.automount,vers
=3.0,multichannel,max_channels=16,nofail,uid=<oneadmin uid>,gid
=<oneadmin gid> 0 0
```

使用 `automount`

```
# credentials mapping to file option is not required when using
kerberos authentication
/var/lib/one/datastores/<datastore_id> -fstype=cifs,credentials
=/etc/smb-credentials-<datastore_id>.cfg,vers
=3.0,multichannel,max_channels=16,uid=<oneadmin uid>,gid=<oneadmin
gid> ://<smb_server>/<smb_share>
```

10. 使用 `mount -a` 或 `systemctl reload autofs` 命令挂载数据存储库。
11. 使用 `mount` 命令验证数据存储库是否已装载，并使用 ``onedatastore show <datastore_id>`` 命令验证数据存储库容量。
12. 确保 `oneadmin` 用户和组拥有数据存储文件夹。使用 ``chown -R oneadmin:oneadmin /var/lib/one/datastores/<datastore_id>`` 命令调整权限。

使用 **ONTAP** 为 **OpenNebula** 配置 **NFS** 存储

使用 NetApp ONTAP 为 OpenNebula 配置 NFS 存储。在使用 FlexGroup 卷时，使用 nConnect 或带有 pNFS (v4.1 或更高版本) 的会话分组，以实现高效的资源管理、容错和性能提升。单个 NFS 导出可用于 OpenNebula 集群的 Image 和 System 数据存储。计划使用 FlexCache 时，请仅为 Image 数据存储专用 nfs 导出。

考虑高可用性和灾难恢复方案的 MetroCluster 配置。

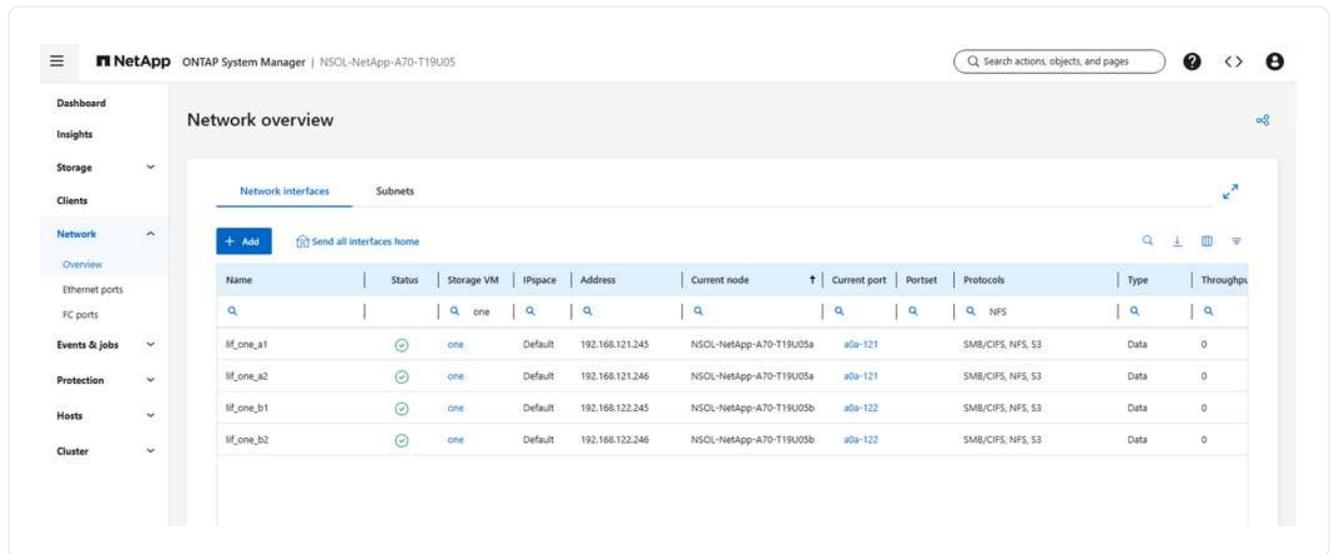
如果您是 ONTAP 新手，请使用系统管理器界面完成这些任务。

存储管理员任务

完成这些任务，在 ONTAP 上配置 NFS 存储以便与 OpenNebula 配合使用。

1. 为 NFS 启用 SVM。请参阅 "[ONTAP 9 文档](#)"。
2. 每个控制器至少创建两个 LIF。请按照文档中的步骤操作。作为参考，这里是实验室中使用的 LIF 的屏幕截图。

显示示例



The screenshot shows the NetApp ONTAP System Manager interface. The main content area is titled "Network overview" and displays a table of network interfaces. The table has columns for Name, Status, Storage VM, IPspace, Address, Current node, Current port, Portset, Protocols, Type, and Throughput. There are four rows of data, each representing a different network interface.

Name	Status	Storage VM	IPspace	Address	Current node	Current port	Portset	Protocols	Type	Throughput
lif_one_a1	✔	one	Default	192.168.121.245	NSOL-NetApp-A70-T19U05a	a0a-121		SMB/CIFS, NFS, S3	Data	0
lif_one_a2	✔	one	Default	192.168.121.246	NSOL-NetApp-A70-T19U05a	a0a-121		SMB/CIFS, NFS, S3	Data	0
lif_one_b1	✔	one	Default	192.168.122.245	NSOL-NetApp-A70-T19U05b	a0a-122		SMB/CIFS, NFS, S3	Data	0
lif_one_b2	✔	one	Default	192.168.122.246	NSOL-NetApp-A70-T19U05b	a0a-122		SMB/CIFS, NFS, S3	Data	0

3. 创建或更新 NFS 导出策略以提供对 OpenNebula 主机 IP 地址或子网的访问。请参阅 ["出口政策制定"](#) 和 ["向导出策略添加规则"](#)。
4. ["创建卷"](#)。对于大容量需求 (>100TB)，请选中在集群中分发数据以使用 FlexGroup 的选项。如果使用 FlexGroup，请考虑在 SVM 上启用 pNFS，以便通过以下方式获得更好的性能 ["在 SVM 上启用 pNFS"](#)。使用 pNFS 时，确保 OpenNebula 主机可以访问所有控制器（数据 LIF）的数据。确保已在卷上启用反勒索软件保护。

显示示例



Add volume

×

Name

NFS01

Storage VM

one

Add as a cache for a remote volume (FlexCache)

Simplifies file distribution, reduces WAN latency, and lowers WAN bandwidth costs.

Storage and optimization

Capacity

120

TiB

Performance service level

Extreme

Not sure? [Get help selecting type](#)

Optimization options

Distribute volume data across the cluster (FlexGroup) ⓘ

Advanced capacity balancing

ONTAP distributes file data to maintain balance as files grow.

⚠ You can't revert to an ONTAP version earlier than 9.16.1 after enabling. This option can't be undone. [Learn more](#)

Access permissions

Export via NFS

Grant access to host

default

Create a new export policy, or select an existing export policy.

Rule index	Clients	Access protocols	Read-only rule	Read/write rule
1	192.168.121.0/24	Any	Any	Any
2	192.168.122.0/24	Any	Any	Any

Share via SMB/CIFS

SnapLock

[SnapLock considerations](#)

Enable SnapLock

With SnapLock, files can be stored and committed to a non-erasable, non-rewritable state either forever or for a designated retention period.

Protection

Enable snapshots (local)

Snapshot policy

default

Schedule na...	Maximum snapshots	Schedule	SnapMirror label	SnapLock retention period
hourly	6	At 5 minutes past the hour, every hour	-	0 second
daily	2	At 12:10 AM, every day	daily	0 second
weekly	2	At 12:15 AM, only on Sunday	weekly	0 second

Enable snapshot locking ⓘ

Enables the ability to lock snapshots that were created either manually or by snapshot policies. The snapshots are locked only when a retention period is specified.

Enable SnapMirror (local or remote)

Save

Cancel

Save to Ansible playbook

5. 通知虚拟化管理员 NFS 卷已就绪，并提供 NFS 导出路径详细信息。

虚拟化管理员任务

完成这些任务以将 NFS 卷添加为 OpenNebula 中的数据存储服务，并配置 nConnect 或会话中继以提高性能。

1. 为了实现容错，请确保至少有两个接口配置在不同的 VLAN 中。使用网卡绑定。
2. SSH 到前端服务器之一，并根据所需的 Datastore 类型创建配置文件。示例文件如下所示：

备份

a. 对于 Restic,

```
$cat nfs-restic.conf
NAME = "Backup-Restic-NFS"
TYPE = "BACKUP_DS"

DS_MAD = "restic"
TM_MAD = "-"

RESTIC_PASSWORD = "<restic_password>"
RESTIC_SFTP_SERVER = "<backup server>"
```

a. 对于 Rsync,

```
$cat nfs-rsync.conf
NAME = "Backup-Rsync-NFS"
TYPE = "BACKUP_DS"

DS_MAD = "rsync"
TM_MAD = "-"

RSYNC_USER = "<rsync_user>"
RSYNC_HOST = "<backup server>"
```

文件

```
$cat nfs-kernel.conf
NAME = "File-Kernel-NFS"
TYPE = "FILE_DS"
DS_MAD = "fs"
TM_MAD = "local"
SAFE_DIRS = "/var/tmp/files"
```

映像

```
$cat nfs-image.conf
NAME = "Image-NFS"
TYPE = "IMAGE_DS"
DS_MAD = "fs"
TM_MAD = "shared"
```

系统

```
$cat nfs-system.conf
NAME = "System-NFS"
TYPE = "SYSTEM_DS"
TM_MAD = "shared"
```

3. 执行 `onedatastore create <configuration file>`。请注意创建后返回的数据存储 ID。

```
onedatastore create nfs-system.conf ID: 101
```

4. 使用 `id oneadmin` 命令收集 oneadmin 用户的 uid 和 gid。
5. 更新 `/etc/fstab` 或 `automount` 配置，以使用所需的挂载选项挂载数据存储库。假设默认数据存储库位置为 `/var/lib/one/datastores`。可通过 `onedatastore show <datastore_id>` 进行验证。如果没有，请检查 `/etc/one/oned.conf` 中的 `DATASTORE_LOCATION` 参数。确保 `<datastore_id>` 文件夹存在于数据存储库位置下。示例条目如下所示：

使用 `/etc/fstab`

```
# To use session trunking, use the option trunkdiscovery
//<nfs_server>/<nfs_share> /var/lib/one/datastores/<datastore_id>
nfs nconnect=8,max_channels=16,_netdev,noauto,x-
systemd.automount,nofail,uid=<oneadmin uid>,gid=<oneadmin gid> 0 0
```

使用 `automount`

```
# To use session trunking, use the option trunkdiscovery
/var/lib/one/datastores/<datastore_id> -fstype=nfs,nconnect
=8,max_channels=16,_netdev,noauto,x-systemd.automount,nofail,uid
=<oneadmin uid>,gid=<oneadmin gid> <nfs_server>:/<nfs_share>
```

6. 使用 `mount -a` 或 `systemctl reload autofs` 命令挂载数据存储库。
7. 使用 `mount` 命令验证数据存储库是否已装载，并使用 `onedatastore show <datastore_id>` 命令验证数据存储库容量。
8. 确保 oneadmin 用户和组拥有数据存储文件夹。使用 `chown -R oneadmin:oneadmin /var/lib/one/datastores/<datastore_id>` 命令调整权限。
9. 要验证 `nConnect` 选项是否已设置，请在任何 OpenNebula 主机上运行 `ss -an | grep :2049` 并检查到 NFS 服务器 IP 的多个连接。要验证 pNFS 是否已启用，请运行 `nfsstat -c` 并检查与布局相关的指标。根据数据流量，应该可以看到与数据 LIF 的多个连接。



在会话中继中，nconnect 选项仅在一个中继接口上设置。对于 pNFS，nconnect 选项设置在元数据和数据接口上。对于生产环境，请使用 nConnect 或会话中继，不要同时使用两者。

为 OpenNebula 配置带有 iSCSI 的 NetApp 数据存储

使用 iSCSI 协议配置 OpenNebula 数据存储，在 AFF 或 FAS 系统上运行 NetApp ONTAP。此配置可通过支持多路径的标准以太网网络实现块级存储访问。此数据存储设置利用本机 ONTAP 功能（包括快照和克隆）来提高存储效率和数据保护。

初始虚拟化管理员任务

完成这些初始任务，让 OpenNebula 主机为 iSCSI 连接做好准备，并为存储管理员收集必要的信息。

1. 确认两个 Linux VLAN 接口可用。
2. 确保在所有 OpenNebula 主机上安装了多路径工具和 iSCSI 启动程序实用程序，并在启动时启动。

Debian/Ubuntu

```
apt list | grep multipath-tools
# If need to install, execute the following line.
apt-get install multipath-tools open-iscsi
# If /etc/multipath.conf is not present, first make sure the
multipathd service is started.
systemctl enable --now multipathd
systemctl enable --now open-iscsi
```

RHEL/AlmaLinux

```
dnf list installed | grep device-mapper-multipath
# If need to install, execute the following line.
dnf install device-mapper-multipath iscsi-initiator-utils
# If /etc/multipath.conf is not present, first make sure the
multipathd service is started.
systemctl enable --now multipathd
systemctl enable --now iscsid
```

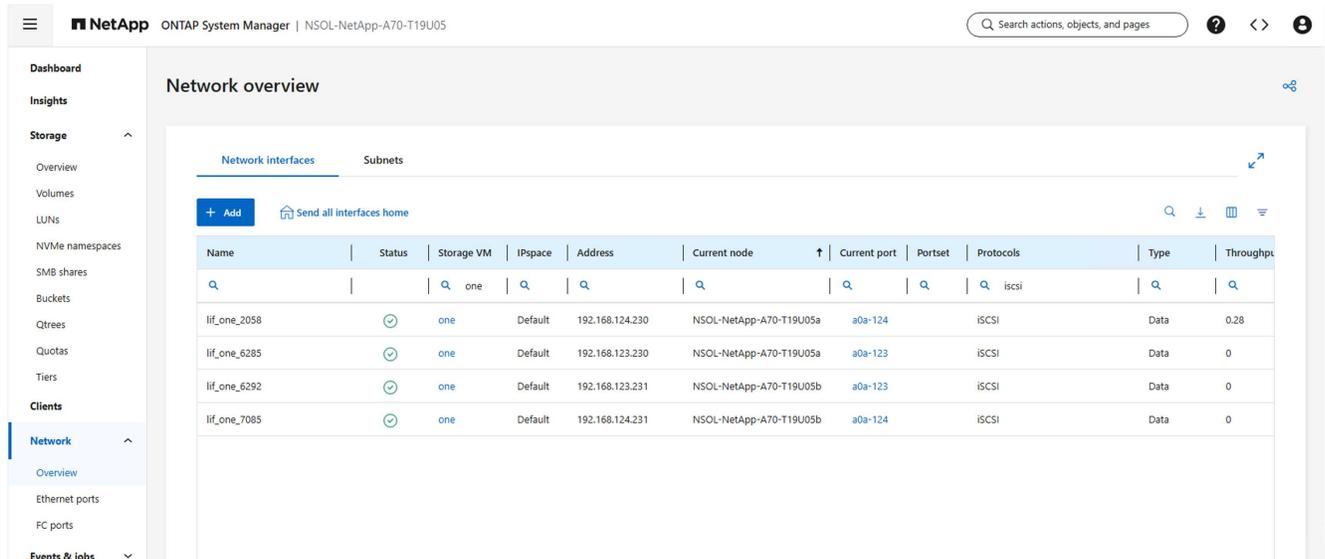
3. 收集所有 OpenNebula 主机的 iSCSI 主机 IQN 并将其提供给存储管理员。

```
cat /etc/iscsi/initiator.name
```

存储管理员任务

如果您是ONTAP新手，请使用系统管理器以获得更好的体验。

1. 确保SVM可用且已启用iSCSI协议。跟随 ["ONTAP 9 文档"](#)。
2. 为每个控制器创建两个专用于 iSCSI 的 LIF。建议每个控制器使用两个 LIF，以实现冗余和多路径性能。确保在 OpenNebula 主机上配置的 VLAN 接口上创建 LIF。建议使用巨型帧 (MTU 9000) 以提高性能。



The screenshot shows the 'Network overview' page in the NetApp ONTAP System Manager. The page has a sidebar on the left with navigation options like Dashboard, Insights, Storage, and Network. The main content area displays a table of network interfaces under the 'Network interfaces' tab. The table has columns for Name, Status, Storage VM, IPspace, Address, Current node, Current port, Portset, Protocols, Type, and Throughput. There are four rows of data representing different LIFs.

Name	Status	Storage VM	IPspace	Address	Current node	Current port	Portset	Protocols	Type	Throughput
lif_one_2058	✔	one	Default	192.168.124.230	NSOL-NetApp-A70-T19U05a	a0a-124		iscsi	Data	0.28
lif_one_6285	✔	one	Default	192.168.123.230	NSOL-NetApp-A70-T19U05a	a0a-123		iscsi	Data	0
lif_one_6292	✔	one	Default	192.168.123.231	NSOL-NetApp-A70-T19U05b	a0a-123		iscsi	Data	0
lif_one_7085	✔	one	Default	192.168.124.231	NSOL-NetApp-A70-T19U05b	a0a-124		iscsi	Data	0

3. 创建一个 igroup 并填充主机 iSCSI 启动程序。通常为一个 OpenNebula 集群创建一个 igroup。在同一 igroup 中包括前端服务器和虚拟机监控程序主机，以支持映像和系统数据存储。
4. 创建一个具有 ONTAP REST API 访问权限并限于目标 SVM 的 ONTAP 角色和用户帐户。此用户将由 OpenNebula 中的 NetApp 驱动程序使用。有关更多信息，请参阅 ["使用用户和角色"](#) ONTAP 文档。请记录用户名和密码，以便在虚拟化配置任务中使用。
5. 为虚拟化配置任务中使用的以下资源收集 SVM iSCSI 目标 IQN 和 UUID：
 - SVM
 - 要使用的聚合/层
 - 与 OpenNebula 主机的 igroup
 - iSCSI 目标 IQN（通常与 SVM IQN 相同）。虚拟化管理员可以在登录其中一个 OpenNebula 主机并发现 iSCSI 目标后，使用 `iscsiadm -m session` 命令检索此信息。+

```
NETAPP_SVM="85c23687-d5d9-11f0-86c4-d039eac4d4b3"  
NETAPP_AGGREGATES="6e8f9995-42dd-400a-a440-646639dc5d0b"  
NETAPP_IGROUP="5ad9faf3-d62c-11f0-86c4-d039eac4d4b3"  
NETAPP_TARGET="iqn.1992-  
08.com.netapp:sn.85c23687d5d911f086c4d039eac4d4b3:vs.6"
```

TIP: System Manager displays the UUID in the URL when viewing the resource details.

最终虚拟化管理员任务

完成这些任务以在 OpenNebula 上配置 iSCSI 数据存储区。

1. SSH 到前端服务器之一，并通过提供 iSCSI 数据 lif 地址之一来发现所有 iSCSI Lif 门户。

```
iscsiadm -m discovery -t sendtargets -p <iscsi data lif address>  
iscsiadm -m node  
iscsiadm -m node -l
```

2. 根据所需的 Datastore 类型创建配置文件。有关完整的属性列表，请参阅 "[OpenNebula NetApp SAN 文档](#)"。示例文件如下所示：

映像

```
$cat netapp-image.conf
NAME = "Image-NetApp-iSCSI"
TYPE = "IMAGE_DS"
DS_MAD = "netapp"
TM_MAD = "netapp"
DISK_TYPE = "BLOCK"
NETAPP_HOST = "<ontap_cluster_ip>"
NETAPP_USER = "<ontap_api_user>"
NETAPP_PASS = "<ontap_api_password>"
NETAPP_SVM = "<ontap_svm_uuid>"
NETAPP_AGGREGATES = "<ontap_aggregate_uuid>"
NETAPP_IGROUP = "<ontap_igroup_uuid>"
NETAPP_TARGET = "<ontap_iscsi_target_iqn>"
# Optional suffix to share SVM across multiple tenants
NETAPP_SUFFIX = "t1"
```

系统

```
$cat netapp-system.conf
NAME = "System-NetApp-iSCSI"
TYPE = "SYSTEM_DS"
TM_MAD = "netapp"
DISK_TYPE = "BLOCK"
NETAPP_HOST = "<ontap_cluster_ip>"
NETAPP_USER = "<ontap_api_user>"
NETAPP_PASS = "<ontap_api_password>"
NETAPP_SVM = "<ontap_svm_uuid>"
NETAPP_AGGREGATES = "<ontap_aggregate_uuid>"
NETAPP_IGROUP = "<ontap_igroup_uuid>"
NETAPP_TARGET = "<ontap_iscsi_target_iqn>"
# Optional suffix to share SVM across multiple tenants
NETAPP_SUFFIX = "t1"
```

3. 执行 `onedatastore create <configuration file>`。请注意创建后返回的数据存储 ID。

```
onedatastore 创建 netapp-system.conf ID: 105
```

4. 通过执行 `onedatastore show <datastore_id>` 验证是否已成功创建数据存储区。
5. 在映像数据存储库上下载应用程序，并使用模板在系统数据存储库上配置虚拟机。
6. 检查在 ONTAP 上为映像和虚拟机磁盘创建的 LUN。使用的命名约定如下：

- a. 映像数据存储: one_<datastore_id>_<image_id>_<suffix> (卷)
 , one_<datastore_id>_<image_id>_<suffix>_lun (LUN)
- b. 系统数据存储库: one_<vm_id>_disk_<disk_id>_<suffix> (卷)
 , one_<datastore_id>_<vm_id>_disk_<disk_id>_<suffix>_lun (LUN)

显示示例

Name	Storage VM	Volume	Size	IOPS	Latency (ms)	Throughput (MB/s)
one_106_47_11_lun	one	one_106_47_11	4 GiB	-	-	-
one_106_46_11_lun	one	one_106_46_11	2 GiB	-	-	-
one_106_45_11_lun	one	one_106_45_11	37 GiB	-	-	-
one_106_40_11_lun	one	one_106_40_11	120 GiB	-	-	-
one_106_39_11_lun	one	one_106_39_11	10 GiB	-	-	-
one_106_34_11_lun	one	one_106_34_11	10 GiB	0	0.02	0
one_106_33_11_lun	one	one_106_33_11	10 GiB	0	0.03	0
one_106_32_11_lun	one	one_106_32_11	512 MiB	0	0.02	0
one_39_disk_0_11_lun	one	one_39_disk_0_11	2 GiB	0	0.03	0
one_38_disk_0_11_lun	one	one_38_disk_0_11	4 GiB	0	0.03	0
one_35_disk_0_11_lun	one	one_35_disk_0_11	37 GiB	0	0.02	0
one_34_disk_0_11_lun	one	one_34_disk_0_11	37 GiB	0	0.02	0
one_33_disk_0_11_lun	one	one_33_disk_0_11	37 GiB	0	0.03	0
one_32_disk_0_11_lun	one	one_32_disk_0_11	10 GiB	0	0.02	0

使用 ONTAP FC 为 OpenNebula 配置 LVM Thin

使用 Fibre Channel 协议配置逻辑卷管理器 (LVM) 数据存储，以便在 OpenNebula 主机之间使用 NetApp ONTAP 实现共享存储。此配置可实现高性能和低延迟的块级存储访问。

初始虚拟化管理员任务

完成这些初始任务，让 OpenNebula 主机为 FC 连接做好准备，并为存储管理员收集必要的信息。

1. 确认是否有两个 HBA 接口可用。
2. 确保已在所有 OpenNebula 主机上安装 multipath-tools，并在启动时启动。

Debian/Ubuntu

```
apt list | grep multipath-tools
# If need to install, execute the following line.
apt-get install multipath-tools
# If /etc/multipath.conf is not present, first make sure the
multipathd service is started.
systemctl enable --now multipathd
```

RHEL/AlmaLinux

```
dnf list installed | grep device-mapper-multipath
# If need to install, execute the following line.
dnf install device-mapper-multipath
# If /etc/multipath.conf is not present, first make sure the
multipathd service is started.
systemctl enable --now multipathd
```

3. 收集所有 OpenNebula 主机的 WWPN，并将其提供给负责结构分区的存储管理员和管理员。

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

存储管理员任务

如果您是ONTAP新手，请使用系统管理器以获得更好的体验。

1. 确保SVM可用且已启用FC协议。跟随 ["ONTAP 9 文档"](#)。
2. 为 FC 专用的每个控制器创建两个 LIF。收集为 FC LIF 创建的 WWPN 地址，并将其提供给负责光纤分区的管理员。
3. 创建一个 igroup 并填充主机 FC 启动程序。通常为一个 OpenNebula 集群创建一个 igroup。将前端服务器和虚拟机监控程序主机包括在同一个 igroup 中，以支持 Image 和 System 数据存储。
4. 在 SVM 上创建所需大小的 LUN，并将其呈现给上一步创建的 igroup。确保在ASA系统的“安全”选项卡上启用反勒索软件保护，并在AFF/ FAS系统的“卷安全”选项卡上启用反勒索软件保护。
5. 通知虚拟化管理员 LUN 已创建。

最终虚拟化管理员任务

完成这些任务以在 OpenNebula 中将 FC LUN 配置为共享 LVM 数据存储。

1. SSH 到所有 OpenNebula 服务器，并在每台主机上完成以下步骤。
2. 执行 `rescan-scsi-bus.sh` 或 `echo "- - -" > /sys/class/scsi_host/host*/scan` 重新扫描 SCSI 总线并检测新 LUN。

3. 使用 `lsblk -S` 或 `fdisk -l` 命令验证 LUN 在所有 OpenNebula 主机上均可见。记下创建的 LUN 的设备名称（例如，`sde`、`sdf`）。
4. 通过执行 `multipath -a /dev/<device_name>` 将设备添加到多路径配置。然后，执行 `multipath -r` 以重新加载多路径配置。通过执行 `multipath -ll` 命令验证多路径配置。
5. SSH 到其中一个 frontend 服务器并根据所需的 Datastore 类型创建配置文件。有关完整的属性列表，请参阅 ["OpenNebula LVM 文档"](#)。示例文件如下所示：

备份

a. 对于 Restic,

```
$cat fc-restic.conf
NAME = "Backup-Restic-FC"
TYPE = "BACKUP_DS"

DS_MAD = "restic"
TM_MAD = "-"

RESTIC_PASSWORD = "<restic_password>"
RESTIC_SFTP_SERVER = "<backup server>"
```

a. 对于 Rsync,

```
$cat fc-rsync.conf
NAME = "Backup-Rsync-FC"
TYPE = "BACKUP_DS"

DS_MAD = "rsync"
TM_MAD = "-"

RSYNC_USER = "<rsync_user>"
RSYNC_HOST = "<backup server>"
```

文件

```
$cat fc-kernel.conf
NAME = "File-Kernel-FC"
TYPE = "FILE_DS"
DS_MAD = "fs"
TM_MAD = "local"
SAFE_DIRS = "/var/tmp/files"
```

映像

```
$cat fc-image.conf
NAME = "Image-FC01"
TYPE = "IMAGE_DS"
DS_MAD = "fs"
TM_MAD = "fs_lvm_ssh"
DISK_TYPE = "block"
LVM_THIN_ENABLE = "yes"
```

系统

```
$cat fc-system.conf
NAME = "System-FC02"
TYPE = "SYSTEM_DS"
TM_MAD = "fs_lvm_ssh"
DISK_TYPE = "block"
BRIDGE_LIST = "<space-separated list of OpenNebula hosts>" # If LUN
not presented to frontend hosts
LVM_THIN_ENABLE = "yes"
```

6. 执行 `onedatastore create <configuration file>`。请注意创建后返回的数据存储 ID。

```
onedatastore 创建 fc-system.conf ID: 107
```

7. 使用 `vgcreate <vg_name> <multipath_device>` 命令在 FC LUN 上创建卷组。对于映像数据存储，卷组名称可以命名为任何所需的名称。对于系统数据存储，卷组名称必须为格式 `vg-one-<datastore id>`。这是 OpenNebula 识别系统数据存储的正确卷组所必需的。如果要创建备份/文件/映像数据存储，请执行以下步骤。对于系统数据存储，请停止此处。
8. 使用 `lvcreate -l 100%FREE -n <logical volume name> <volume group name>` 命令创建逻辑卷精简池。对于系统数据存储区，OpenNebula 在需要时自动创建 LVM 精简池。
9. 使用 `mkfs.ext4 /dev/<volume group>/<logical volume>` 命令在逻辑卷上创建文件系统。系统数据存储不需要创建文件系统。
10. 更新 `/etc/fstab` 或 `automount` 配置，以使用所需的挂载选项挂载数据存储库。假设默认数据存储库位置为 `/var/lib/one/datastores`。可通过 `onedatastore show <datastore_id>` 进行验证。如果没有，请检查 `/etc/one/oned.conf` 中的 `DATASTORE_LOCATION` 参数。确保 `<datastore_id>` 文件夹存在于数据存储库位置下。示例条目如下所示：

使用 `/etc/fstab`

```
/dev/<vg name>/<logical volume>  
/var/lib/one/datastores/<datastore_id> ext4 _netdev,noauto,x-  
systemd.automount,nofail 0 2
```

使用 `automount`

```
/var/lib/one/datastores/<datastore_id> -fstype  
=ext4,_netdev,noauto,x-systemd.automount,nofail,rw :/dev/<vg  
name>/<logical volume>
```

11. 使用 `mount -a` 或 `systemctl reload autofs` 命令挂载数据存储库。
12. 使用 `mount` 命令验证数据存储库是否已装载，并使用 ``onedatastore show <datastore_id>`` 命令验证数据存储库容量。
13. 确保 `oneadmin` 用户和组拥有数据存储文件夹。使用 ``chown -R oneadmin:oneadmin /var/lib/one/datastores/<datastore_id>`` 命令调整权限。

使用 **ONTAP iSCSI** 为 **OpenNebula** 配置 **LVM Thin**

使用 iSCSI 协议和 NetApp ONTAP，为 OpenNebula 主机配置 Logical Volume Manager (LVM) 数据存储，实现共享存储。此配置支持在标准以太网网络上通过多路径实现块级存储访问。

初始虚拟化管理员任务

完成这些初始任务，让 OpenNebula 主机为 iSCSI 连接做好准备，并为存储管理员收集必要的信息。

1. 确认两个 Linux VLAN 接口可用。
2. 确保在所有 OpenNebula 主机上安装了多路径工具和 iSCSI 启动程序实用程序，并在启动时启动。

Debian/Ubuntu

```
apt list | grep multipath-tools
# If need to install, execute the following line.
apt-get install multipath-tools open-iscsi
# If /etc/multipath.conf is not present, first make sure the
multipathd service is started.
systemctl enable --now multipathd
systemctl enable --now open-iscsi
```

RHEL/AlmaLinux

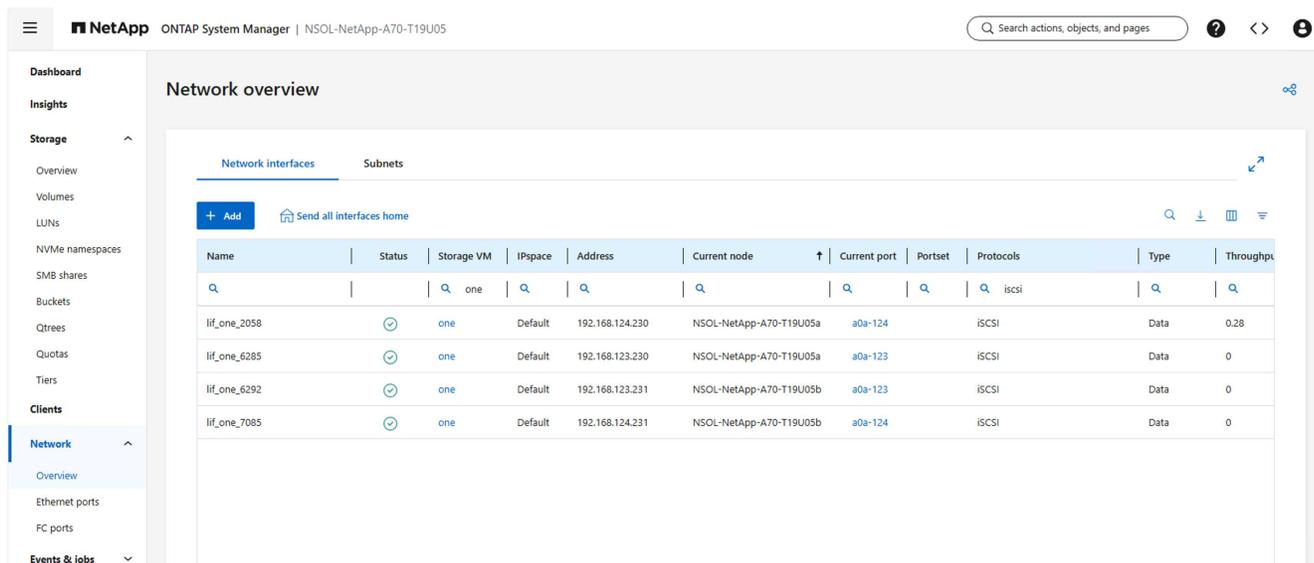
```
dnf list installed | grep device-mapper-multipath
# If need to install, execute the following line.
dnf install device-mapper-multipath iscsi-initiator-utils
# If /etc/multipath.conf is not present, first make sure the
multipathd service is started.
systemctl enable --now multipathd
systemctl enable --now iscsid
```

3. 收集所有 OpenNebula 主机的 iSCSI 主机 IQN 并将其提供给存储管理员。

```
cat /etc/iscsi/initiator.name
```

如果您是ONTAP新手，请使用系统管理器以获得更好的体验。

1. 确保SVM可用且已启用iSCSI协议。跟随 ["ONTAP 9 文档"](#)。
2. 为每个控制器创建两个专用于 iSCSI 的 LIF。建议每个控制器使用两个 LIF，以实现冗余和多路径性能。确保在 OpenNebula 主机上配置的 VLAN 接口上创建 LIF。建议使用巨型帧 (MTU 9000) 以提高性能。



3. 创建 LUN 并呈现给主机 iSCSI 启动程序。通常为一个 OpenNebula 集群创建一个 igroup。在同一 igroup 中包括前端服务器和虚拟机监控程序主机，以支持映像和系统数据存储。
4. 通知虚拟化管理员 LUN 已创建。

最终虚拟化管理员任务

完成这些任务，将 iSCSI LUN 配置为 OpenNebula 中的共享 LVM 数据存储区。

1. SSH 到前端服务器之一，并通过提供 iSCSI 数据 lif 地址之一来发现所有 iSCSI Lif 门户。

```
iscsiadm -m discovery -t sendtargets -p <iscsi data lif address>
iscsiadm -m node
iscsiadm -m node -l
iscsiadm -m session
```

2. 执行 `rescan-scsi-bus.sh` 或 `echo "- - -" > /sys/class/scsi_host/host*/scan` 重新扫描 SCSI 总线并检测新 LUN。
3. 使用 `lsblk -S` 或 `fdisk -l` 命令验证 LUN 在所有 OpenNebula 主机上均可见。
4. 执行 `iscsiadm -m session -P 3`` 以检索 LUN 到设备名称的映射。
5. 通过执行 `multipath -a /dev/<device_name>` 将设备添加到多路径配置。然后，执行 `multipath -r`` 以重新加载多路径配置。通过执行 `multipath -ll`` 命令验证多路径配置。
6. 根据所需的 Datastore 类型创建配置文件。有关完整属性列表，请参阅 ["OpenNebula LVM 文档"](#)。示例文件如下所示：

备份

a. 对于 Restic,

```
$cat iscsi-restic.conf
NAME = "Backup-Restic-iSCSI01"
TYPE = "BACKUP_DS"

DS_MAD = "restic"
TM_MAD = "-"

RESTIC_PASSWORD = "<restic_password>"
RESTIC_SFTP_SERVER = "<backup server>"
```

a. 对于 Rsync,

```
$cat iscsi-rsync.conf
NAME = "Backup-Rsync-iSCSI02"
TYPE = "BACKUP_DS"

DS_MAD = "rsync"
TM_MAD = "-"

RSYNC_USER = "<rsync_user>"
RSYNC_HOST = "<backup server>"
```

文件

```
$cat iscsi-kernel.conf
NAME = "File-Kernel-iSCSI03"
TYPE = "FILE_DS"
DS_MAD = "fs"
TM_MAD = "local"
SAFE_DIRS = "/var/tmp/files"
```

映像

```
$cat iscsi-image.conf
NAME = "Image-iSCSI04"
TYPE = "IMAGE_DS"
DS_MAD = "fs"
TM_MAD = "fs_lvm_ssh"
DISK_TYPE = "block"
LVM_THIN_ENABLE = "yes"
```

系统

```
$cat iscsi-system.conf
NAME = "System-iSCSI05"
TYPE = "SYSTEM_DS"
TM_MAD = "fs_lvm_ssh"
DISK_TYPE = "block"
BRIDGE_LIST = "<space-separated list of OpenNebula hosts>" # If LUN
not presented to frontend hosts
LVM_THIN_ENABLE = "yes"
```

7. 执行 `onedatastore create <configuration file>`。请注意创建后返回的数据存储 ID。

```
onedatastore 创建 iscsi-system.conf ID: 106
```

8. 使用 `vgcreate <vg_name> <multipath_device>` 命令在 iSCSI LUN 上创建卷组。对于映像数据存储，卷组名称可以命名为任何所需的名称。对于系统数据存储，卷组名称必须为格式 `vg-one-<datastore id>`。这是 OpenNebula 识别系统数据存储的正确卷组所必需的。如果要创建备份/文件/映像数据存储，请继续执行以下步骤。对于系统数据存储，请停止此处。
9. 使用 `lvcreate -l 100%FREE -n <logical volume name> <volume group name>` 命令创建逻辑卷精简池。对于系统数据存储区，OpenNebula 在需要时自动创建 LVM 精简池。
10. 使用 `mkfs.ext4 /dev/<volume group>/<logical volume>` 命令在逻辑卷上创建文件系统。系统数据存储不需要创建文件系统。
11. 更新 `/etc/fstab` 或 `automount` 配置，以使用所需的挂载选项挂载数据存储库。假设默认数据存储库位置为 `/var/lib/one/datastores`。可通过 `onedatastore show <datastore_id>` 进行验证。如果没有，请检查 `/etc/one/oned.conf` 中的 `DATASTORE_LOCATION` 参数。确保 `<datastore_id>` 文件夹存在于数据存储库位置下。示例条目如下所示：

使用 `/etc/fstab`

```
/dev/<vg name>/<logical volume>  
/var/lib/one/datastores/<datastore_id> ext4 _netdev,noauto,x-  
systemd.automount,nofail 0 2
```

使用 `automount`

```
/var/lib/one/datastores/<datastore_id> -fstype  
=ext4,_netdev,noauto,x-systemd.automount,nofail,rw :/dev/<vg  
name>/<logical volume>
```

12. 使用 `mount -a` 或 `systemctl reload autofs` 命令挂载数据存储库。
13. 使用 `mount` 命令验证数据存储库是否已装载，并使用 `onedatastore show <datastore_id>` 命令验证数据存储库容量。
14. 确保 `oneadmin` 用户和组拥有数据存储文件夹。使用 `chown -R oneadmin:oneadmin /var/lib/one/datastores/<datastore_id>` 命令调整权限。

使用 **ONTAP NVMe/FC** 为 **OpenNebula** 配置 **LVM Thin**

使用 NVMe over Fibre Channel 协议和 NetApp ONTAP，为 OpenNebula 主机配置 Logical Volume Manager (LVM) 以实现共享数据存储。此配置通过现代 NVMe 协议提供高性能、低延迟的块级存储访问。

初始虚拟化管理员任务

完成这些初始任务，让 OpenNebula 主机为 NVMe/FC 连接做好准备，并为存储管理员收集必要的信息。

1. 确认是否有两个 HBA 接口可用。
2. 在群集中的每个 OpenNebula 主机上，运行以下命令以收集 WWPN 信息并验证是否已安装 `nvme-cli` 包。

Debian/Ubuntu

```
apt update
apt install nvme-cli
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
nvme show-hostnqn
```

RHEL/AlmaLinux

```
dnf update
dnf install nvme-cli
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
nvme show-hostnqn
```

3. 向存储管理员提供收集的主机 NQN 和 WWPN 信息，并请求所需大小的 NVMe 命名空间。织物分区需要 WWPN。将这些信息提供给负责织物分区的管理员。

存储管理员任务

如果您是ONTAP新手，请使用系统管理器以获得更好的体验。

1. 确保SVM可用且已启用NVMe协议。请参阅 ["ONTAP 9 上的 NVMe 任务文档"](#)。
2. 确保为每个控制器创建两个 LIF，并专用于 NVMe/FC。收集为创建的 NVMe/FC LIF 的 WWPN 地址，并将其提供给负责结构分区的管理员。
3. 创建 NVMe 命名空间。
4. 创建子系统并分配主机 NQN。
5. 请确保在安全选项卡中启用反勒索软件保护。
6. 通知虚拟化管理员 NVMe 命名空间已创建。

最终虚拟化管理员任务

完成这些任务，以将 NVMe 命名空间配置为 OpenNebula 中的共享 LVM 存储。

1. 导航到集群中每个 OpenNebula 主机上的 shell，并验证新命名空间是否可见。
2. 检查命名空间详细信息。

```
nvme list
```

3. 检查并收集设备详细信息。

```
nvme list
nvme netapp ontapdevices
nvme list-subsys
lsblk -N
```

4. SSH 到其中一个 frontend 服务器并根据所需的 Datastore 类型创建配置文件。有关完整的属性列表，请参阅 ["OpenNebula LVM 文档"](#)。示例文件如下所示：

备份

a. 对于 Restic,

```
$cat nvme-fc-restic.conf
NAME = "Backup-Restic-NVMEFC"
TYPE = "BACKUP_DS"

DS_MAD = "restic"
TM_MAD = "-"

RESTIC_PASSWORD = "<restic_password>"
RESTIC_SFTP_SERVER = "<backup server>"
```

a. 对于 Rsync,

```
$cat nvme-fc-rsync.conf
NAME = "Backup-Rsync-NVMEFC"
TYPE = "BACKUP_DS"

DS_MAD = "rsync"
TM_MAD = "-"

RSYNC_USER = "<rsync_user>"
RSYNC_HOST = "<backup server>"
```

文件

```
$cat nvme-fc-kernel.conf
NAME = "File-Kernel-NVMEFC"
TYPE = "FILE_DS"
DS_MAD = "fs"
TM_MAD = "local"
SAFE_DIRS = "/var/tmp/files"
```

映像

```
$cat nvmevc-image.conf
NAME = "Image-NVMEFC01"
TYPE = "IMAGE_DS"
DS_MAD = "fs"
TM_MAD = "fs_lvm_ssh"
DISK_TYPE = "block"
LVM_THIN_ENABLE = "yes"
```

系统

```
$cat nvmevc-system.conf
NAME = "System-NVMEFC02"
TYPE = "SYSTEM_DS"
TM_MAD = "fs_lvm_ssh"
DISK_TYPE = "block"
BRIDGE_LIST = "<space-separated list of OpenNebula hosts>" # If NVMe
namespace not presented to frontend hosts
LVM_THIN_ENABLE = "yes"
```

5. 执行 `onedatastore create <configuration file>`。请注意创建后返回的数据存储 ID。

```
onedatastore 创建 nvmevc-system.conf ID: 108
```

6. 使用 `vgcreate <vg_name> <nvme_device>` 命令在 NVMe 命名空间上创建卷组。对于映像数据存储，卷组名称可以命名为任何所需的名称。对于系统数据存储，卷组名称必须为格式 `vg-one-<datastore id>`。这是 OpenNebula 识别系统数据存储的正确卷组所必需的。如果要创建备份/文件/映像数据存储，请执行以下步骤。对于系统数据存储，请停止此处。
7. 使用 `lvcreate -l 100%FREE -n <logical volume name> <volume group name>` 命令创建逻辑卷精简池。对于系统数据存储区，OpenNebula 在需要时自动创建 LVM 精简池。
8. 使用 `mkfs.ext4 /dev/<volume group>/<logical volume>` 命令在逻辑卷上创建文件系统。系统数据存储不需要创建文件系统。
9. 更新 `/etc/fstab` 或 `automount` 配置，以使用所需的挂载选项挂载数据存储库。假设默认数据存储库位置为 `/var/lib/one/datastores`。可通过 `onedatastore show <datastore_id>` 进行验证。如果没有，请检查 `/etc/one/oned.conf` 中的 `DATASTORE_LOCATION` 参数。确保 `<datastore_id>` 文件夹存在于数据存储库位置下。示例条目如下所示：

使用 `/etc/fstab`

```
/dev/<vg name>/<logical volume>  
/var/lib/one/datastores/<datastore_id> ext4 _netdev,noauto,x-  
systemd.automount,nofail 0 2
```

使用 `automount`

```
/var/lib/one/datastores/<datastore_id> -fstype  
=ext4,_netdev,noauto,x-systemd.automount,nofail,rw :/dev/<vg  
name>/<logical volume>
```

10. 使用 `mount -a` 或 `systemctl reload autofs` 命令挂载数据存储库。
11. 使用 `mount` 命令验证数据存储库是否已装载，并使用 `onedatastore show <datastore_id>` 命令验证数据存储库容量。
12. 确保 `oneadmin` 用户和组拥有数据存储文件夹。使用 `chown -R oneadmin:oneadmin /var/lib/one/datastores/<datastore_id>` 命令调整权限。

使用 **ONTAP NVMe/TCP** 为 **OpenNebula** 配置 **LVM Thin**

使用 NVMe over TCP 协议，在 OpenNebula 主机之间配置 Logical Volume Manager (LVM) 数据存储，以实现 NetApp ONTAP 的共享存储。此配置通过现代 NVMe 协议，在标准以太网网络上提供高性能的块级存储访问。

初始虚拟化管理员任务

完成这些初始任务，让 OpenNebula 主机为 NVMe/TCP 连接做好准备，并为存储管理员收集必要的信息。

1. 确认两个 Linux VLAN 接口可用。
2. 在每台 OpenNebula 主机上，运行以下命令来收集主机启动器信息。

```
nvme show-hostnqn
```

3. 向存储管理员提供收集的主机 NQN 信息以及主机名，并请求所需大小的 NVMe 命名空间。

存储管理员任务

如果您是 ONTAP 新手，请使用系统管理器以获得更好的体验。

1. 确保 SVM 可用且已启用 NVMe 协议。请参阅 ["ONTAP 9 上的 NVMe 任务文档"](#)。
2. 创建 NVMe 命名空间。
3. 创建子系统并分配给主机 NQN。为集群中的所有 OpenNebula 主机以及前端服务器创建一个子系统。前端服务器在子系统分配中是可选的，但对于图像数据存储是必需的。

4. 请确保在安全选项卡中启用反勒索软件保护。
5. 通知虚拟化管理员 NVMe 命名空间已创建。

最终虚拟化管理员任务

完成这些任务，以在 OpenNebula 中将 NVMe 命名空间配置为共享 LVM 数据存储。

1. 导航到群集中每个 OpenNebula 主机上的 shell 并创建 `/etc/nvme/discovery.conf` 文件。更新特定于您的环境的内容。

```
root@onehost01:~# cat /etc/nvme/discovery.conf
# Used for extracting default parameters for discovery
#
# Example:
# --transport=<trtype> --traddr=<traddr> --trsvcid=<trsvcid> --host
-traddr=<host-traddr> --host-iface=<host-iface>

-t tcp -l 1800 -a 172.21.118.153
-t tcp -l 1800 -a 172.21.118.154
-t tcp -l 1800 -a 172.21.119.153
-t tcp -l 1800 -a 172.21.119.154
```

2. 登录到 NVMe 子系统。

```
nvme connect-all
```

3. 若要在重新启动时保留 NVMe 命名空间，请启用 `nvme-autoconnect` 服务。

```
systemctl enable nvme-autoconnect
```

4. 检查并收集设备详细信息。

```
nvme list
nvme netapp ontapdevices
nvme list-subsys
lsblk -N
```

5. SSH 到其中一个 frontend 服务器并根据所需的 Datastore 类型创建配置文件。有关完整的属性列表，请参阅 ["OpenNebula LVM 文档"](#)。示例文件如下所示：

备份

a. 对于 Restic,

```
$cat nvmetcp-restic.conf
NAME = "Backup-Restic-NVME TCP"
TYPE = "BACKUP_DS"

DS_MAD = "restic"
TM_MAD = "-"

RESTIC_PASSWORD = "<restic_password>"
RESTIC_SFTP_SERVER = "<backup server>"
```

a. 对于 Rsync,

```
$cat nvmetcp-rsync.conf
NAME = "Backup-Rsync-NVME TCP"
TYPE = "BACKUP_DS"

DS_MAD = "rsync"
TM_MAD = "-"

RSYNC_USER = "<rsync_user>"
RSYNC_HOST = "<backup server>"
```

文件

```
$cat nvmetcp-kernel.conf
NAME = "File-Kernel-NVME TCP"
TYPE = "FILE_DS"
DS_MAD = "fs"
TM_MAD = "local"
SAFE_DIRS = "/var/tmp/files"
```

映像

```
$cat nvmetcp-image.conf
NAME = "Image-NVMETCP01"
TYPE = "IMAGE_DS"
DS_MAD = "fs"
TM_MAD = "fs_lvm_ssh"
DISK_TYPE = "block"
LVM_THIN_ENABLE = "yes"
```

系统

```
$cat nvmetcp-system.conf
NAME = "System-NVMETCP02"
TYPE = "SYSTEM_DS"
TM_MAD = "fs_lvm_ssh"
DISK_TYPE = "block"
BRIDGE_LIST = "<space-separated list of OpenNebula hosts>" # If NVMe
namespace not presented to frontend hosts
LVM_THIN_ENABLE = "yes"
```

6. 执行 `onedatastore create <configuration file>`。请注意创建后返回的数据存储 ID。

```
onedatastore 创建 nvmetcp-system.conf ID: 109
```

7. 使用 `vgcreate <vg_name> <nvme_device>` 命令在 NVMe 命名空间上创建卷组。对于映像数据存储，卷组名称可以命名为任何所需的名称。对于系统数据存储，卷组名称必须为格式 `vg-one-<datastore id>`。这是 OpenNebula 识别系统数据存储的正确卷组所必需的。如果要创建备份/文件/映像数据存储，请执行以下步骤。对于系统数据存储，请停止此处。
8. 使用 `lvcreate -l 100%FREE -n <logical volume name> <volume group name>` 命令创建逻辑卷精简池。对于系统数据存储区，OpenNebula 在需要时自动创建 LVM 精简池。
9. 使用 `mkfs.ext4 /dev/<volume group>/<logical volume>` 命令在逻辑卷上创建文件系统。系统数据存储不需要创建文件系统。
10. 更新 `/etc/fstab` 或 `automount` 配置，以使用所需的挂载选项挂载数据存储库。假设默认数据存储库位置为 `/var/lib/one/datastores`。可通过 `onedatastore show <datastore_id>` 进行验证。如果没有，请检查 `/etc/one/oned.conf` 中的 `DATASTORE_LOCATION` 参数。确保 `<datastore_id>` 文件夹存在于数据存储库位置下。示例条目如下所示：

使用 `/etc/fstab`

```
/dev/<vg name>/<logical volume>  
/var/lib/one/datastores/<datastore_id> ext4 _netdev,noauto,x-  
systemd.automount,nofail 0 2
```

使用 `automount`

```
/var/lib/one/datastores/<datastore_id> -fstype  
=ext4,_netdev,noauto,x-systemd.automount,nofail,rw :/dev/<vg  
name>/<logical volume>
```

11. 使用 `mount -a` 或 `systemctl reload autofs` 命令挂载数据存储库。
12. 使用 `mount` 命令验证数据存储库是否已装载，并使用 `onedatastore show <datastore_id>` 命令验证数据存储库容量。
13. 确保 `oneadmin` 用户和组拥有数据存储文件夹。使用 `chown -R oneadmin:oneadmin /var/lib/one/datastores/<datastore_id>` 命令调整权限。

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。