



概念

Cloud Volumes ONTAP

NetApp
May 03, 2022

目录

- 概念 1
 - 存储 1
 - 高可用性对 13
 - Cloud Volumes ONTAP 许可 25
 - 基于节点的 BYOL 许可证管理 30
 - 安全性 32
 - 性能 34
 - AutoSupport 和 Active IQ 数字顾问 35
 - Cloud Volumes ONTAP 的默认配置 35

概念

存储

客户端协议

Cloud Volumes ONTAP 支持 iSCSI ， NFS ， SMB 和 S3 客户端协议。

iSCSI

iSCSI 是一种可在标准以太网网络上运行的块协议。大多数客户端操作系统都提供一个通过标准以太网端口运行的软件启动程序。

NFS

NFS 是 UNIX 和 Linux 系统的传统文件访问协议。客户端可以使用 NFSv3 ， NFSv4 和 NFSv4.1 协议访问 ONTAP 卷中的文件。您可以使用 UNIX 模式的权限， NTFS 模式的权限或两者的混合来控制文件访问。

客户端可以使用 NFS 和 SMB 协议访问相同的文件。

SMB

SMB 是 Windows 系统的传统文件访问协议。客户端可以使用 SMB 2.0 ， SMB 2.1 ， SMB 3.0 和 SMB 3.1.1 协议访问 ONTAP 卷中的文件。与 NFS 一样，支持混合使用多种权限模式。

S3

Cloud Volumes ONTAP 支持将 S3 作为 Microsoft Azure 中横向扩展存储的一个选项。通过 S3 协议支持，您可以配置 S3 客户端对 SVM 中存储分段中的对象的访问。

目前，AWS 或 Google Cloud 中的 Cloud Volumes ONTAP 不支持 S3 协议。

["了解如何在 ONTAP 中配置和管理 S3 对象存储服务"](#)。

磁盘和聚合

了解 Cloud Volumes ONTAP 如何使用云存储可以帮助您了解存储成本。



必须直接从 Cloud Manager 创建和删除所有磁盘和聚合。不应从其他管理工具执行这些操作。这样做可能会影响系统稳定性、妨碍将来添加磁盘的能力、并可能产生冗余云提供商费用。

概述

Cloud Volumes ONTAP 使用云提供商存储作为磁盘，并将其分组为一个或多个聚合。聚合可为一个或多个卷提供存储。



支持多种类型的云磁盘。您可以在创建卷时选择磁盘类型，在部署 Cloud Volumes ONTAP 时选择默认磁盘大小。



从云提供商购买的存储总量为 *raw capacity*。可用容量 _ 较小，因为预留给 Cloud Volumes ONTAP 使用的开销约为 12 到 14%。例如，如果 Cloud Manager 创建了一个 500 GiB 聚合、则可用容量为 442.94 GiB。

AWS 存储

在 AWS 中，Cloud Volumes ONTAP 将 EBS 存储用于用户数据，并将本地 NVMe 存储用作某些 EC2 实例类型的 Flash Cache。

EBS 存储

在 AWS 中，一个聚合最多可以包含 6 个大小相同的磁盘。最大磁盘大小为 16 TiB。

底层 EBS 磁盘类型可以是通用 SSD（GP3 或 GP2），配置的 IOPS SSD（IO1）或吞吐量优化型 HDD（st1）。您可以将 EBS 磁盘与 Amazon S3 配对 ["将非活动数据分层到低成本对象存储"](#)。



使用吞吐量优化型 HDD（st1）时，不建议将数据分层到对象存储。

本地 NVMe 存储

某些 EC2 实例类型包括本地 NVMe 存储，Cloud Volumes ONTAP 将其用作 ["Flash Cache"](#)。

- 相关链接 *
- ["AWS 文档：EBS 卷类型"](#)

- ["了解如何在 AWS 中为您的系统选择磁盘类型和磁盘大小"](#)
- ["查看 AWS 中 Cloud Volumes ONTAP 的存储限制"](#)
- ["查看 AWS 中支持的 Cloud Volumes ONTAP 配置"](#)

Azure 存储

在 Azure 中，一个聚合最多可以包含 12 个大小相同的磁盘。磁盘类型和最大磁盘大小取决于您使用的是单节点系统还是 HA 对：

单节点系统

单节点系统可以使用三种类型的 Azure 受管磁盘：

- `_Premium SSD 受管磁盘_` 以较高的成本为 I/O 密集型工作负载提供高性能。
- `标准 SSD 受管磁盘_` 可为需要低 IOPS 的工作负载提供稳定一致的性能。
- 如果您不需要高 IOPS 并希望降低成本，`_Standard HDD 受管磁盘_` 是一个不错的选择。

每个受管磁盘类型的最大磁盘大小为 32 TiB 。

您可以将受管磁盘与 Azure Blob 存储配对 ["将非活动数据分层到低成本对象存储"](#)。

HA 对

HA 对使用高级页面 Blobs ，这些页面的最大磁盘大小为 8 TiB 。

- 相关链接 *
- ["Microsoft Azure 文档： Azure 托管磁盘类型"](#)
- ["Microsoft Azure 文档： Azure 页面 Blobs 概述"](#)
- ["了解如何在 Azure 中为您的系统选择磁盘类型和磁盘大小"](#)
- ["查看 Azure 中 Cloud Volumes ONTAP 的存储限制"](#)

GCP 存储

在 GCP 中，一个聚合最多可以包含 6 个大小相同的磁盘。最大磁盘大小为 64 TiB 。

磁盘类型可以是 *zonal SSD persistent disks*、*zonal balanced_persistent disks_*或 *_zonal standard persistent disks*。您可以将永久性磁盘与 Google 存储分段配对 ["将非活动数据分层到低成本对象存储"](#)。

- 相关链接 *
- ["Google Cloud Platform 文档： 存储选项"](#)
- ["查看 GCP 中 Cloud Volumes ONTAP 的存储限制"](#)

RAID 类型

每个 Cloud Volumes ONTAP 聚合的 RAID 类型为 RAID0 （条带化）。Cloud Volumes ONTAP 依靠云提供商提供磁盘可用性和持久性。不支持其他 RAID 类型。

热备件

RAID0 不支持使用热备件实现冗余。

创建连接到 Cloud Volumes ONTAP 实例的未使用磁盘（热备用磁盘）是不必要的费用，可能会阻止根据需要配置额外空间。因此，不建议这样做。

数据分层概述

通过将非活动数据自动分层到低成本的对象存储，降低存储成本。活动数据保留在高性能 SSD 或 HDD 中，而非活动数据则分层到低成本对象存储中。这使您可以回收主存储上的空间并缩减二级存储。



Cloud Volumes ONTAP 支持在 AWS，Azure 和 Google 云平台中进行数据分层。数据分层由 FabricPool 技术提供支持。



您无需安装功能许可证即可启用数据分层（FabricPool）。

AWS 中的数据分层

在 AWS 中启用数据分层时，Cloud Volumes ONTAP 会将 EBS 用作热数据的性能层，而将 AWS S3 用作非活动数据的容量层。

性能层

性能层可以是通用 SSD（GP3 或 GP2）或配置的 IOPS SSD（IO1）。



使用吞吐量优化型 HDD（st1）时，不建议将数据分层到对象存储。

Capacity tier

Cloud Volumes ONTAP 系统使用 *Standard* 存储类将非活动数据分层到一个 S3 存储分段。Standard 是存储在多个可用性区域中的频繁访问数据的理想选择。



Cloud Manager 会为每个工作环境创建一个 S3 存储分段，并将其命名为 *fabric-pool-cluster unique identifier*。不会为每个卷创建不同的 S3 存储分段。

存储类

AWS 中分层数据的默认存储类为 *Standard*。如果您不打算访问非活动数据、可以通过将存储类更改为以下类型之一来降低存储成本：*Intelligent Tiering*、*_one-Zone Inrequent Access*、*Standard-Inrequent Access* 或 *S3 Glacier* 即时检索。更改存储类时，如果 30 天后未访问非活动数据，则非活动数据将从标准存储类开始，并过渡到选定的存储类。

如果您确实访问数据，访问成本会更高，因此在更改存储类之前，请考虑这一点。"[了解有关 Amazon S3 存储类的更多信息](#)"。

您可以在创建工作环境时选择一个存储类，之后可以随时对其进行更改。有关更改存储类的详细信息，请参见 "[将非活动数据分层到低成本对象存储](#)"。

数据分层的存储类是系统范围的，而不是每个卷。

Azure 中的数据分层

在 Azure 中启用数据分层后，Cloud Volumes ONTAP 会将 Azure 托管磁盘用作热数据的性能层，并将 Azure Blob 存储用作非活动数据的容量层。

性能层

性能层可以是 SSD 或 HDD。

Capacity tier

Cloud Volumes ONTAP 系统会使用 Azure *hot* 存储层将非活动数据分层到一个 Blob 容器中。热层非常适合经常访问的数据。



Cloud Manager 会为每个 Cloud Volumes ONTAP 工作环境创建一个新的存储帐户，其中包含一个容器。存储帐户的名称是随机的。不会为每个卷创建不同的容器。

存储访问层

Azure 中分层数据的默认存储访问层为 *hot* 层。如果您不打算访问非活动数据，可以通过更改为 *cool* 存储层来降低存储成本。更改存储层时，如果 30 天后未访问非活动数据，则非活动数据将从热存储层开始，并过渡到冷存储层。

如果您确实访问数据，访问成本会更高，因此在更改存储层之前，请考虑这一点。"[详细了解 Azure Blob 存储访问层](#)"。

您可以在创建工作环境时选择一个存储层，之后可以随时对其进行更改。有关更改存储层的详细信息，请参见 "[将非活动数据分层到低成本对象存储](#)"。

用于数据分层的存储访问层是系统范围的，而不是每个卷。

GCP 中的数据分层

在 GCP 中启用数据分层时，Cloud Volumes ONTAP 会使用永久性磁盘作为热数据的性能层，并使用 Google 云存储分段作为非活动数据的容量层。

性能层

性能层可以是 SSD 永久性磁盘，平衡永久性磁盘或标准永久性磁盘。

Capacity tier

Cloud Volumes ONTAP 系统使用 *Region* 存储类将非活动数据分层到一个 Google Cloud 存储分段。



Cloud Manager 会为每个工作环境创建一个分段，并将其命名为 *fabric-pool-cluster unique identifier*。不会为每个卷创建不同的存储分段。

存储类

分层数据的默认存储类为 *Standard Storage* 类。如果数据不常访问，您可以通过更改为 *Nearline Storage* 或 *Coldline Storage* 来降低存储成本。更改存储类时，如果 30 天后未访问非活动数据，则非活动数据将从标准存储类开始，并过渡到选定的存储类。

如果您确实访问数据，访问成本会更高，因此在更改存储类之前，请考虑这一点。"[了解有关 Google Cloud Storage 存储类的更多信息](#)"。

您可以在创建工作环境时选择一个存储层，之后可以随时对其进行更改。有关更改存储类的详细信息，请参见 "[将非活动数据分层到低成本对象存储](#)"。

数据分层的存储类是系统范围的，而不是每个卷。

数据分层和容量限制

如果启用数据分层，系统的容量限制将保持不变。此限制分布在性能层和容量层中。

卷分层策略

要启用数据分层，您必须在创建、修改或复制卷时选择卷分层策略。您可以为每个卷选择不同的策略。

某些分层策略具有相关的最小冷却周期，这将设置卷中的用户数据必须保持非活动状态的时间，以便将数据视为“冷”并移动到容量层。将数据写入聚合时，冷却期开始。



您可以将最小冷却期和默认聚合阈值更改为 50%（下文将提供更多信息）。"[了解如何更改冷却期](#)" 和 "[了解如何更改阈值](#)"。

通过 Cloud Manager，您可以在创建或修改卷时从以下卷分层策略中进行选择：

仅快照

在聚合达到 50% 容量后，Cloud Volumes ONTAP 将不与活动文件系统关联的 Snapshot 副本的冷用户数据分层到容量层。冷却时间约为 2 天。

如果已读取，则容量层上的冷数据块会变得很热并移动到性能层。

全部

所有数据（不包括元数据）都会立即标记为冷数据，并尽快分层到对象存储。无需等待 48 小时，卷中的新块就会变冷。请注意，在设置所有策略之前，卷中的块需要 48 小时才能变冷。

如果读取，则云层上的冷数据块将保持冷状态，不会回写到性能层。此策略从 ONTAP 9.6 开始可用。

自动

在聚合达到 50% 容量后，Cloud Volumes ONTAP 会将卷中的冷数据块分层到容量层。冷数据不仅包括 Snapshot 副本，还包括来自活动文件系统的冷用户数据。冷却期约为 31 天。

从 Cloud Volumes ONTAP 9.4 开始支持此策略。

如果通过随机读取进行读取、则容量层中的冷数据块会变得很热并移动到性能层。如果按顺序读取（例如与索引和防病毒扫描关联的读取）进行读取、冷数据块将保持冷态并且不会移动到性能层。

无

将卷的数据保留在性能层中、防止将其移动到容量层。

复制卷时，您可以选择是否将数据分层到对象存储。否则，Cloud Manager 会将 * 备份 * 策略应用于数据保护卷。从 Cloud Volumes ONTAP 9.6 开始，* 所有 * 分层策略将取代备份策略。

关闭 **Cloud Volumes ONTAP** 会影响冷却期

数据块通过散热扫描进行冷却。在此过程中，未使用的块的块温度会移动（冷却）到下一个较低的值。默认散热时间取决于卷分层策略：

- 自动：31 天
- 仅 Snapshot：2 天

要使散热扫描正常运行，必须运行 Cloud Volumes ONTAP。如果关闭 Cloud Volumes ONTAP，则散热也会停止。因此，您的散热时间会更长。



关闭 Cloud Volumes ONTAP 后，每个块的温度将保持不变，直到您重新启动系统为止。例如，如果在关闭系统时某个块的温度为 5，则在重新打开系统时，该临时值仍为 5。

设置数据分层

有关说明以及支持的配置列表，请参见 ["将非活动数据分层到低成本对象存储"](#)。

存储管理

Cloud Manager 可简化和高级管理 Cloud Volumes ONTAP 存储。



必须直接从 Cloud Manager 创建和删除所有磁盘和聚合。不应从其他管理工具执行这些操作。这样做可能会影响系统稳定性、妨碍将来添加磁盘的能力、并可能产生冗余云提供商费用。

存储配置

通过为您购买磁盘和管理聚合、Cloud Manager 可以轻松地为 Cloud Volumes ONTAP 进行存储配置。您只需创建卷即可。如果需要，您可以使用高级分配选项自行配置聚合。

简化配置

聚合可为卷提供云存储。当您启动实例以及配置其他卷时、Cloud Manager 会为您创建聚合。

创建卷时、Cloud Manager 会执行以下三项操作之一：

- 它将卷放置在现有聚合上、该聚合具有足够的可用空间。
- 它通过为该聚合购买更多磁盘将卷放在现有聚合上。

- 它为新聚合购买磁盘并将卷置于该聚合上。

Cloud Manager 通过查看以下几个因素来确定放置新卷的位置：聚合的最大大小，是否已启用精简配置以及聚合的可用空间阈值。



帐户管理员可以从 * 设置 * 页面修改可用空间阈值。

AWS 中聚合的磁盘大小选择

当 Cloud Manager 在 AWS 中为 Cloud Volumes ONTAP 创建新聚合时，随着系统中聚合的数量的增加，它会逐渐增加聚合中的磁盘大小。Cloud Manager 这样做是为了确保您可以在系统容量达到 AWS 允许的最大数据磁盘数之前利用系统的最大容量。

例如、Cloud Manager 可能会为 Cloud Volumes ONTAP Premium 或 BYOL 系统中的聚合选择以下磁盘大小：

| 聚合编号 | Disk size | 最大聚合容量 |
|------|-----------|--------|
| 1. | 500 GiB | 3 TiB |
| 4. | 1 TiB | 6 TiB |
| 6. | 2 TiB | 12 TiB |

您可以使用高级分配选项自行选择磁盘大小。

高级分配

您可以自己管理聚合而不是让云管理器为您管理聚合。"从 * 高级分配 * 页面"，您可以创建包含特定数量磁盘的新聚合，向现有聚合添加磁盘以及在特定聚合中创建卷。

容量管理

客户管理员可以选择 Cloud Manager 是否通知您存储容量决策，或者 Cloud Manager 是否自动管理您的容量需求。这可能有助于您了解这些模式的工作原理。

自动容量管理

默认情况下，容量管理模式设置为自动。在此模式下，Cloud Manager 会在需要更多容量时自动为 Cloud Volumes ONTAP 实例购买新磁盘，删除未使用的磁盘集合（聚合），根据需要在聚合之间移动卷以及尝试解除磁盘故障。

以下示例说明了此模式的工作原理：

- 如果具有 5 个或更少 EBS 磁盘的聚合达到容量阈值、则 Cloud Manager 会自动为该聚合购买新磁盘、以便卷可以继续增长。

Cloud Manager 每 15 分钟检查一次可用空间比率，以确定是否需要购买更多磁盘。

- 如果具有 12 个 Azure 磁盘的聚合达到容量阈值、Cloud Manager 会自动将卷从该聚合移动到具有可用容量的聚合或新聚合。

如果 Cloud Manager 为卷创建新聚合，则它会选择一个可容纳该卷大小的磁盘大小。

请注意，可用空间现在在原始聚合上可用。现有卷或新卷可以使用该空间。在这种情况下，此空间无法返回到 AWS，Azure 或 GCP。

- 如果聚合包含的卷不超过 12 小时、Cloud Manager 将删除该卷。

通过自动容量管理来管理 LUN

Cloud Manager 的自动容量管理不适用于 LUN。当 Cloud Manager 创建 LUN 时，它会禁用自动增长功能。

手动容量管理

如果帐户管理员将容量管理模式设置为手动，则在必须做出容量决策时，Cloud Manager 会显示 Action Required 消息。自动模式中描述的相同示例适用于手动模式，但您可以接受这些操作。

写入速度

您可以通过 Cloud Manager 为 Cloud Volumes ONTAP 选择正常或高写入速度。在选择写入速度之前、您应该了解正常和高设置之间的差异、以及使用高速写入速度时的风险和建议。

所有类型的单节点系统均支持高写入速度。在使用特定实例或 VM 类型时，AWS 和 Azure 中的 HA 对也支持此功能（有关受支持实例和 VM 类型的列表，请参见以下各节）。GCP 中的 HA 对不支持高写入速度。

正常写入速度

选择正常写入速度时，数据将直接写入磁盘。如果数据直接写入磁盘，则可以降低发生计划外系统中断或发生涉及计划外系统中断的级联故障（仅限 HA 对）时数据丢失的可能性。

默认选项为正常写入速度。

高写入速度

如果选择高速写入速度、则在将数据写入磁盘之前将数据缓冲在内存中、从而提供更快的写入性能。由于这种缓存，如果发生计划外系统中断，则可能会导致数据丢失。

在发生计划外系统中断时可能丢失的数据量是最后两个一致性点的范围。一致性点是将缓冲数据写入磁盘的操作。写入日志已满或 10 秒后（以先到者为准）会出现一致性点。但是，云提供商提供的存储性能可能会影响一致点处理时间。

何时使用高速写入

如果您的工作负载需要快速写入性能，则写入速度是一个不错的选择，您可以承受在发生计划外系统中断或涉及计划外系统中断的级联故障（仅限 HA 对）时数据丢失的风险。

使用高速写入时的建议

如果启用了高写入速度，则应确保在应用程序层提供写入保护，或者应用程序可以承受数据丢失。

在 AWS 中使用 HA 对时写入速度较快

如果您计划在 AWS 中的 HA 对上启用高写入速度，则应了解多可用性区域（AZ）部署与单个 AZ 部署之间的保护级别差异。在多个 AZs 之间部署 HA 对可提供更强的故障恢复能力，并有助于降低数据丢失的可能性。

["详细了解 AWS 中的 HA 对"](#)。

支持高写入速度的配置

并非所有 Cloud Volumes ONTAP 配置都支持高写入速度。默认情况下，这些配置使用正常写入速度。

AWS

如果使用单节点系统，则 Cloud Volumes ONTAP 支持对所有实例类型使用高写入速度。

从 9.8 版开始，如果使用几乎所有受支持的 EC2 实例类型（m5.xlarge 和 R5.xlarge 除外），则 Cloud Volumes ONTAP 支持 HA 对的高写入速度。

["详细了解 Cloud Volumes ONTAP 支持的 Amazon EC2 实例"](#)。

Azure 酒店

如果使用单节点系统，则 Cloud Volumes ONTAP 支持对所有 VM 类型使用高写入速度。

如果使用 HA 对，则从 9.8 版开始，Cloud Volumes ONTAP 支持对多种 VM 类型使用高写入速度。转至 "[《Cloud Volumes ONTAP 发行说明》](#)" 可查看支持高写入速度的 VM 类型。

Google Cloud

如果使用单节点系统，则 Cloud Volumes ONTAP 支持对所有计算机类型使用高写入速度。

Cloud Volumes ONTAP 不支持在 Google Cloud 中对 HA 对使用高写入速度。

["详细了解 Cloud Volumes ONTAP 支持的 Google Cloud 计算机类型"](#)。

如何选择写入速度

您可以在创建新的工作环境时选择写入速度，也可以选择写入速度 ["更改现有系统的写入速度"](#)。

发生数据丢失时的预期情况

如果您选择较高的写入速度并且发生数据丢失，则系统应能够启动并继续提供数据，而无需用户干预。当节点发生数据丢失时，将报告两条 EMS 消息。一个是带有错误严重性级别事件的 `waf.root.content.changed`，另一个是带有调试严重性级别事件的 `nv.check.failed`。这两条消息都必须显示为数据丢失的指示。

如何在发生数据丢失时停止数据访问

如果您担心数据丢失，希望应用程序在数据丢失时停止运行，并希望在正确解决数据丢失问题描述后恢复数据访问，则可以使用命令行界面中的 NVFAIL 选项来实现此目标。

启用 NVFAIL 选项

```
vol modify -volume <vol-name> -nvfail on
```

检查 NVFAIL 设置

```
vol show -volume <vol-name> -fields nvfail
```

禁用 NVFAIL 选项

```
vol modify -volume <vol-name> -nvfail off
```

发生数据丢失时，启用了 NVFAIL 的 NFS 或 iSCSI 卷应停止提供数据（不会影响无状态协议的 CIFS）。有关详细信息，请参见 ["NVFAIL 如何影响对 NFS 卷或 LUN 的访问"](#)。

以检查 NVFAIL 状态

```
vol show -fields in-nvfailed-state
```

正确解决数据丢失问题描述后，您可以清除 NVFAIL 状态，卷将可用于数据访问。

清除 NVFAIL 状态

```
vol modify -volume <vol-name> -in-nvfailed-state false
```

Flash Cache

AWS 和 Azure 中的某些 Cloud Volumes ONTAP 配置包括本地 NVMe 存储，Cloud Volumes ONTAP 使用这些存储作为 *Flash Cache* 来提高性能。

什么是 Flash Cache？

Flash Cache 通过实时智能缓存最近读取的用户数据和 NetApp 元数据来加快数据访问速度。它适用于随机读取密集型工作负载，包括数据库，电子邮件和文件服务。

AWS 中支持的实例

使用新的或现有的 Cloud Volumes ONTAP 高级版或 BYOL 系统选择以下 EC2 实例类型之一：

- c5d.4xlarge
- c5d.9x 大型
- c5d.18x 大型
- m5d.8xlarge
- m5d.12 x 大型
- r5d.2xlarge

Azure 中支持的 VM 类型

在 Azure 中选择具有单节点 Cloud Volumes ONTAP BYOL 系统的 Standard_L8s_v2 VM 类型。

限制

- 必须在所有卷上禁用数据压缩，才能利用 Flash Cache 性能改进功能。

在使用 Cloud Manager 创建卷时选择 "无存储效率"，或者先创建卷，然后再创建卷 ["使用命令行界面禁用数据压缩"](#)。

- Cloud Volumes ONTAP 不支持在重新启动后重新恢复缓存。

WORM 存储

您可以在 Cloud Volumes ONTAP 系统上激活一次写入、多次读取（WORM）存储、以在指定的保留期内以未经修改的形式保留文件。云 WORM 存储由 SnapLock 技术提供支持，这意味着 WORM 文件在文件级别受到保护。

WORM 存储的工作原理

将文件提交到 WORM 存储后，即使在保留期限到期后，也无法对其进行修改。防篡改时钟将确定 WORM 文件的保留期已过。

保留期结束后、您将负责删除不再需要的任何文件。

正在充电

根据 WORM 卷的总配置容量，WORM 存储的费用为每小时一次。

"了解 WORM 存储的定价"。

激活 WORM 存储

您可以在创建新的工作环境时在 Cloud Volumes ONTAP 系统上激活 WORM 存储。其中包括设置文件的默认保留期限。



您不能在单个卷上激活 WORM 存储—必须在系统级别激活 WORM。

下图显示了如何在创建工作环境时激活 WORM 存储：

The screenshot shows the 'Create a New Working Environment' wizard in the Cloud Manager interface. The 'WORM (write once, read many)' step is active. On the left, under 'Write Speed', the 'Normal' option is selected, with a description: 'Data is written directly to disk, reducing the likelihood of data loss in the event of an unplanned system outage.' The 'High' option is also visible, with a description: 'Data is buffered in memory before it is written to disk, which provides faster write performance. Due to this caching, there is the potential for data loss in the event of an unplanned system outage.' On the right, under 'WORM', the 'Activate WORM' option is selected. A notice states: 'Notice: If you activate WORM storage, data tiering to object storage will be disabled on the system.' Below this, the 'Retention Period' is set to 15 years. A 'Continue' button is at the bottom. The footer shows 'Cloud Manager 3.9.9 Build: 0 Jun 30, 2021 02:52:27 pm UTC Environment: staging'.

将文件提交到 WORM

您可以使用应用程序通过 NFS 或 CIFS 将文件提交到 WORM，或者使用 ONTAP CLI 自动将文件提交到 WORM。您还可以使用 WORM 附加文件来保留增量写入的数据，例如日志信息。

在 Cloud Volumes ONTAP 系统上激活 WORM 存储后，必须使用 ONTAP CLI 对 WORM 存储进行所有管理。有关说明，请参见 ["ONTAP 文档"](#)。

限制

- Cloud Volumes ONTAP 中的 WORM 存储在 "可信存储管理员" 模式下运行。虽然 WORM 文件不受更改或修改的影响，但集群管理员可以删除卷，即使这些卷包含未过期的 WORM 数据也是如此。
- 除了可信存储管理员模式之外，Cloud Volumes ONTAP 中的 WORM 存储还隐式地在 "可信云管理员" 模式下运行。云管理员可以通过直接从云提供商中删除或编辑云存储，在 WORM 数据到期之前将其删除。
- 激活 WORM 存储后，无法启用对象存储的数据分层。
- 要启用 WORM 存储，必须禁用 Cloud Backup Service 。

高可用性对

AWS 中的高可用性对

Cloud Volumes ONTAP High Availability (HA) 配置提供无中断操作和容错功能。在 AWS 中，数据会在两个节点之间同步镜像。

HA 组件

在 AWS 中，Cloud Volumes ONTAP HA 配置包括以下组件：

- 两个 Cloud Volumes ONTAP 节点之间的数据同步镜像。
- 一种调解器实例，在节点之间提供通信通道以帮助存储接管和恢复过程。

调解器

下面是有关 AWS 中调解器实例的一些关键详细信息：

Instance type

T2-micro

Disks

一个 EBS 磁性磁盘，大约为 8 GiB 。

操作系统

Debian 11



对于 Cloud Volumes ONTAP 9.10.0 及更早版本，在调解器上安装了 Debian 10 。

升级

升级 Cloud Volumes ONTAP 时，Cloud Manager 还会根据需要更新调解器实例。

对实例的访问

从 Cloud Manager 创建 Cloud Volumes ONTAP HA 对时，系统会提示您为调解器实例提供一个密钥对。您可以使用 admin user 使用该密钥对进行 SSH 访问。

第三方代理

此调解器实例不支持第三方代理或 VM 扩展。

存储接管和恢复

如果某个节点出现故障、另一个节点可以为其合作伙伴提供数据以提供持续的数据服务。客户机可以从伙伴节点访问相同的数据，因为数据已同步镜像到合作伙伴。

节点重新引导后、合作伙伴必须重新同步数据才能返回存储。重新同步数据所需的时间取决于节点关闭时更改了多少数据。

默认情况下，存储接管，重新同步和交还都是自动的。无需用户操作。

RPO 和 RTO

HA 配置可保持数据的高可用性，如下所示：

- 恢复点目标（RPO）为 0 秒。您的数据在传输过程中不会丢失数据。
- 恢复时间目标（RTO）为 60 秒。如果发生中断、数据应在 60 秒或更短的时间内可用。

HA 部署模式

您可以通过在多个可用性区域（AZs）或在单个 AZ 中部署 HA 配置来确保数据的高可用性。您应该查看有关每个配置的更多详细信息、以选择最适合您需求的配置。

多个可用性区域

在多个可用性区域 (AZS) 中部署 HA 配置可确保在运行 Cloud Volumes ONTAP 节点的 AZ 或实例发生故障时数据的高可用性。您应该了解 NAS IP 地址如何影响数据访问和存储故障转移。

NFS 和 CIFS 数据访问

当 HA 配置分布在多个可用性区域中时，*floating IP Addresses* 会启用 NAS 客户端访问。浮动 IP 地址必须位于该区域中所有 VPC 的 CIDR 块之外、在发生故障时可以在节点之间迁移。除非您的情况，否则 VPC 外部的客户端无法本机访问它们 ["设置 AWS 传输网关"](#)。

如果无法设置传输网关，则 VPC 外部的 NAS 客户端可以使用专用 IP 地址。但是，这些 IP 地址是静态的，无法在节点之间进行故障转移。

在跨多个可用性区域部署 HA 配置之前，应先检查浮动 IP 地址和路由表的要求。部署配置时，必须指定浮动 IP 地址。私有 IP 地址由 Cloud Manager 自动创建。

有关详细信息，请参见 ["适用于多个 AWS 中的 Cloud Volumes ONTAP HA 的 AWS 网络要求"](#)。

iSCSI 数据访问

由于 iSCSI 不使用浮动 IP 地址，因此交叉 VPC 数据通信不是一个问题。

iSCSI 的接管和交还

对于 iSCSI、Cloud Volumes ONTAP 使用多路径 I/O（MPIO）和非对称逻辑单元访问（ALUA）来管理活

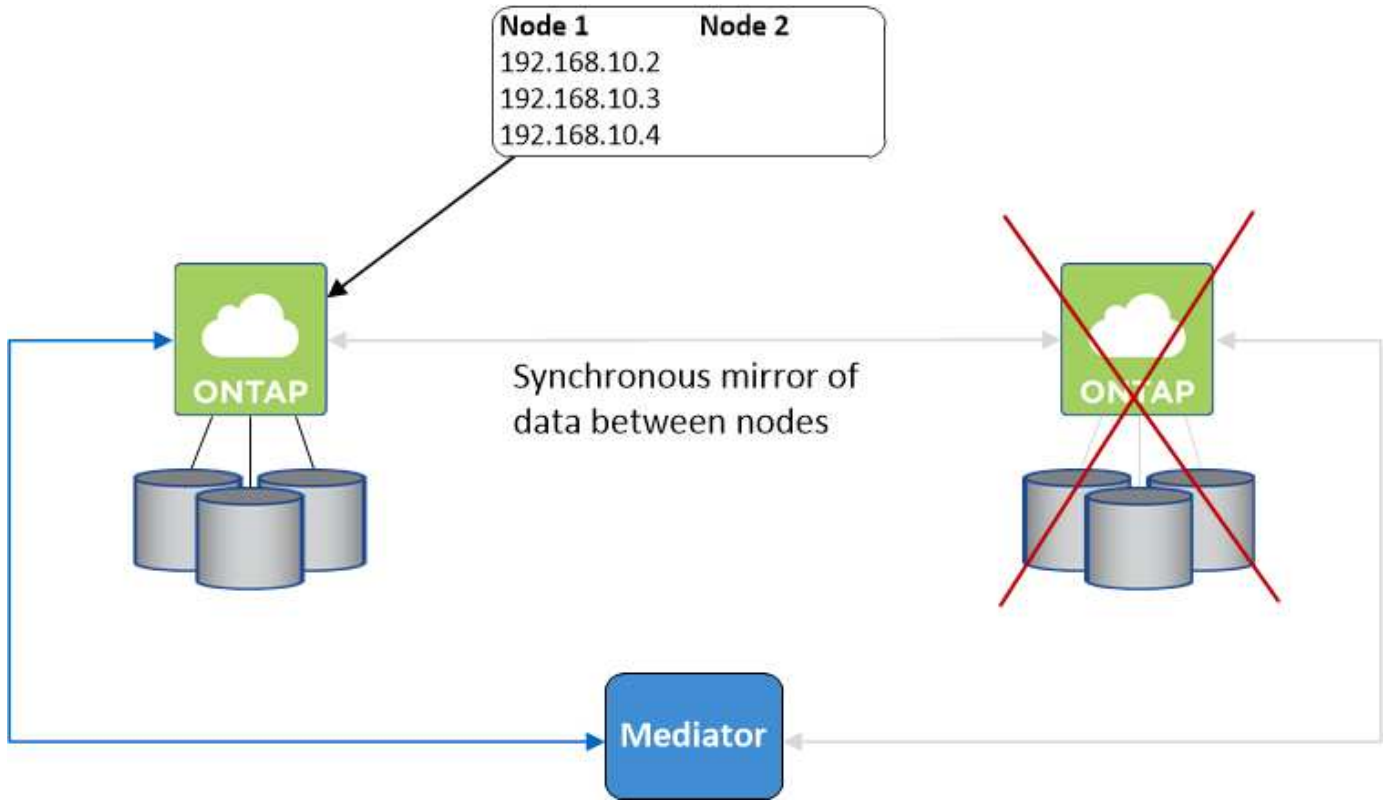
动优化路径和非优化路径之间的路径故障转移。



有关哪些特定主机配置支持 ALUA 的信息，请参见 ["NetApp 互操作性表工具"](#) 以及适用于您的主机操作系统的《Host Utilities 安装和设置指南》。

NAS 的接管和交还

在使用浮动 IP 的 NAS 配置中发生接管时，客户端用于访问数据的节点的浮动 IP 地址将移至另一节点。下图描述了使用浮动 IPS 的 NAS 配置中的存储接管。如果节点 2 出现故障、节点 2 的浮动 IP 地址将移至节点 1。



如果发生故障、用于外部 VPC 访问的 NAS 数据 IPS 将无法在节点之间迁移。如果某个节点脱机、则必须使用另一个节点上的 IP 地址将卷手动重新装入 VPC 外部的客户端。

故障节点重新联机后、使用原始 IP 地址将客户端重新装入卷。需要执行此步骤以避免在两个 HA 节点之间传输不必要的数据、这可能会对性能和稳定性造成重大影响。

通过选择卷并单击 * 挂载命令 *，您可以从 Cloud Manager 轻松识别正确的 IP 地址。

单个可用性区域

如果运行 Cloud Volumes ONTAP 节点的实例出现故障、在单可用性区域 (AZ) 中部署 HA 配置可以确保数据的高可用性。所有数据均可从 VPC 外部本地访问。



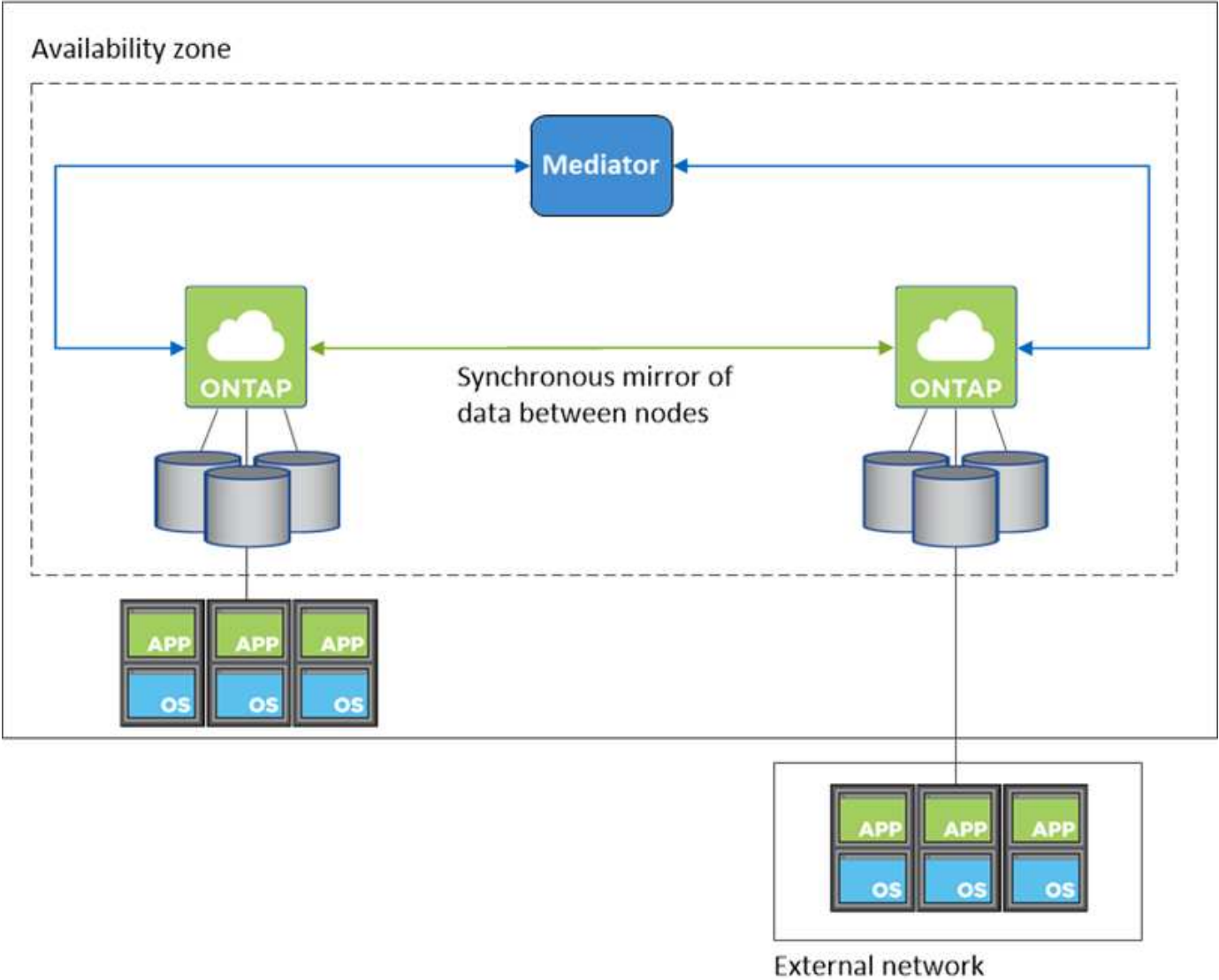
Cloud Manager 将创建 ["AWS 分布放置组"](#) 并启动该放置组中的两个 HA 节点。放置组通过将实例分散在不同的底层硬件上，降低同时发生故障的风险。此功能可从计算角度而不是从磁盘故障角度提高冗余。

数据访问

由于此配置位于单个 AZ 中，因此不需要浮动 IP 地址。您可以使用相同的 IP 地址从 VPC 内部和 VPC 外部进行数据访问。

下图显示了单个 AZ 中的 HA 配置。可以从 VPC 内部和 VPC 外部访问数据。

VPC in AWS



接管和交还

对于 iSCSI 、 Cloud Volumes ONTAP 使用多路径 I/O （ MPIO ） 和非对称逻辑单元访问 （ ALUA ） 来管理活动优化路径和非优化路径之间的路径故障转移。



有关哪些特定主机配置支持 ALUA 的信息，请参见 ["NetApp 互操作性表工具"](#) 以及适用于您的主机操作系统的《 Host Utilities 安装和设置指南》。

对于 NAS 配置、如果发生故障、数据 IP 地址可以在 HA 节点之间迁移。这样可以确保客户端访问存储。

存储如何在 HA 对中工作

与 ONTAP 集群不同、Cloud Volumes ONTAP HA 对中的存储不在节点之间共享。而是在节点之间同步镜像数据，以便在发生故障时数据可用。

存储分配

创建新卷并需要附加磁盘时、Cloud Manager 会为两个节点分配相同数量的磁盘、创建镜像聚合、然后创建新卷。例如，如果卷需要两个磁盘、则 Cloud Manager 会为每个节点分配两个磁盘、总共四个磁盘。

存储配置

您可以将 HA 对用作主动 - 主动配置、两个节点都将数据提供给客户端、也可以用作主动 - 被动配置、仅当被动节点接管了主动节点的存储时才响应数据请求。



仅当在存储系统视图中使用 Cloud Manager 时，您才可以设置主动 - 主动配置。

性能预期

Cloud Volumes ONTAP HA 配置可同步复制节点之间的数据、从而消耗网络带宽。因此，与单节点 Cloud Volumes ONTAP 配置相比，您可以期望以下性能：

- 对于仅从一个节点提供数据的 HA 配置、读取性能与单个节点配置的读取性能不相上下、而写入性能较低。
- 对于为来自两个节点的数据提供服务的 HA 配置、读取性能高于单节点配置的读取性能、写入性能相同或更高。

有关 Cloud Volumes ONTAP 性能的详细信息，请参见 ["性能"](#)。

客户端访问存储

客户端应使用卷所在节点的数据 IP 地址访问 NFS 和 CIFS 卷。如果 NAS 客户端使用伙伴节点的 IP 地址访问卷、则两个节点之间的通信量都会降低性能。

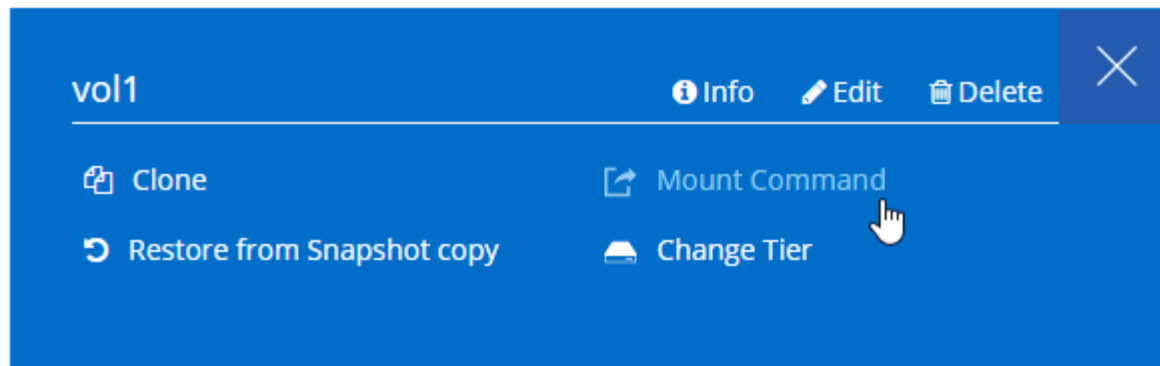


如果在 HA 对中的节点之间移动卷、则应使用其他节点的 IP 地址重新装入卷。否则，您可能会遇到性能降低的问题。如果客户机支持 NFSv4 引用或 CIFS 文件夹重定向、则可以在 Cloud Volumes ONTAP 系统上启用这些功能以避免重新装入卷。有关详细信息，请参见 ONTAP 文档。

您可以从 Cloud Manager 轻松确定正确的 IP 地址。

Volumes

2 Volumes | 0.22 TB Allocated | < 0.01 TB Used (0 TB in S3)



Azure 中的高可用性对

Cloud Volumes ONTAP 高可用性（High Availability，HA）对可在云环境发生故障时提供企业级可靠性和持续运行。在 Azure 中，存储在两个节点之间共享。

HA 组件

Azure 中的 Cloud Volumes ONTAP HA 配置包括以下组件：



请注意以下有关 Cloud Manager 为您部署的 Azure 组件的信息：

Azure 标准负载均衡器

负载均衡器管理传入 Cloud Volumes ONTAP HA 对的流量。

可用性集

Azure 可用性集是 Cloud Volumes ONTAP 节点的逻辑分组。可用性集可确保节点位于不同的故障和更新域中，以提供冗余和可用性。"[在 Azure 文档中了解有关可用性集的更多信息](#)"。

Disks

客户数据位于高级存储页面 Blobs 上。每个节点都可以访问另一节点的存储。此外，还需要为提供更多存储["启动，根和核心数据"](#)。

存储帐户

- 受管磁盘需要一个存储帐户。
- 高级存储页面 Blobs 需要一个或多个存储帐户，因为已达到每个存储帐户的磁盘容量限制。

["Azure 文档：存储帐户的 Azure 存储可扩展性和性能目标"](#)。

- 要将数据分层到 Azure Blob 存储，需要一个存储帐户。
- 从 Cloud Volumes ONTAP 9.7 开始，Cloud Manager 为 HA 对创建的存储帐户为通用 v2 存储帐户。
- 在创建工作环境时，您可以启用从 Cloud Volumes ONTAP 9.7 HA 对到 Azure 存储帐户的 HTTPS 连接。请注意，启用此选项可能会影响写入性能。创建工作环境后，您无法更改此设置。

RPO 和 RTO

HA 配置可保持数据的高可用性，如下所示：

- 恢复点目标（RPO）为 0 秒。您的数据在传输过程中不会丢失数据。
- 恢复时间目标（RTO）为 60 秒。如果发生中断，数据应在 60 秒或更短的时间内可用。

存储接管和恢复

与物理 ONTAP 集群类似，Azure HA 对中的存储在节点之间共享。通过连接到配对节点的存储，可以使每个节点在发生 *takeover* 时访问另一个节点的存储。网络路径故障转移机制可确保客户端和主机继续与正常运行的节点进行通信。当节点恢复联机时，配对节点 *gives back storage*。

对于 NAS 配置，如果发生故障，数据 IP 地址会自动在 HA 节点之间迁移。

对于 iSCSI、Cloud Volumes ONTAP 使用多路径 I/O（MPIO）和非对称逻辑单元访问（ALUA）来管理活动优化路径和非优化路径之间的路径故障转移。



有关哪些特定主机配置支持 ALUA 的信息，请参见 ["NetApp 互操作性表工具"](#) 以及适用于您的主机操作系统的《Host Utilities 安装和设置指南》。

默认情况下，存储接管，重新同步和交还都是自动的。无需用户操作。

存储配置

您可以将 HA 对用作主动 - 主动配置、两个节点都将数据提供给客户端、也可以用作主动 - 被动配置、仅当被动节点接管了主动节点的存储时才响应数据请求。

Google Cloud Platform 中的高可用性对

Cloud Volumes ONTAP High Availability（HA）配置提供无中断操作和容错功能。在 Google Cloud Platform 中，数据会在两个节点之间同步镜像。

HA 组件

GCP 中的 Cloud Volumes ONTAP HA 配置包括以下组件：

- 两个 Cloud Volumes ONTAP 节点之间的数据同步镜像。
- 一种调解器实例，在节点之间提供通信通道以帮助存储接管和恢复过程。

调解器在一个 f1-micro 实例上运行 Linux 操作系统，并使用两个标准永久性磁盘，每个磁盘均为 10 GB。

- 一个或三个分区（建议）。

如果选择三个分区，则这两个节点和调解器位于不同的 Google Cloud 分区中。

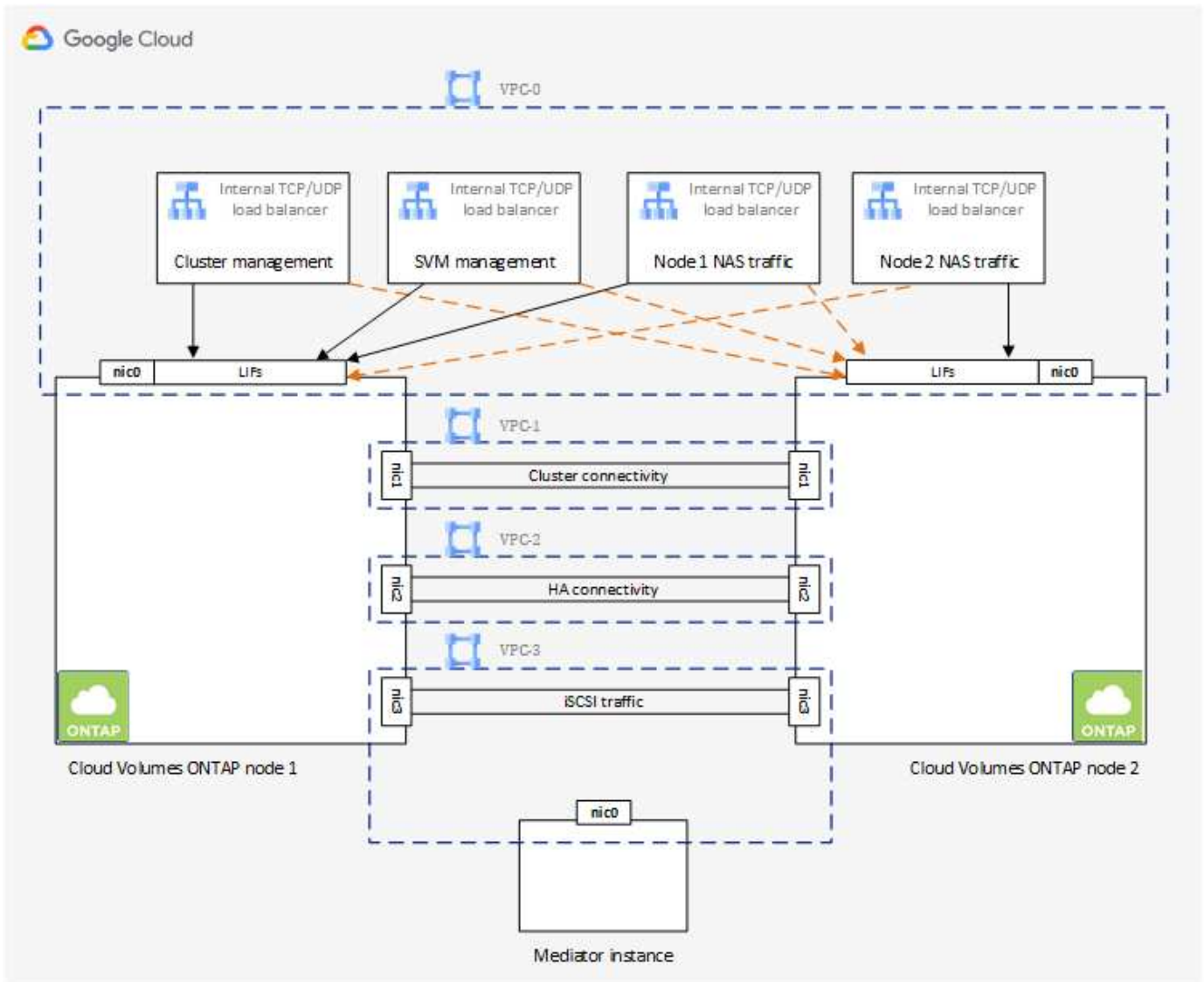
- 四个虚拟私有云（Virtual Private Cloud，vPC）。

此配置使用四个 VPC，因为 GCP 要求每个网络接口都驻留在一个单独的 VPC 网络中。

- 四个 Google Cloud 内部负载均衡器（TCP/UDP），用于管理传入到 Cloud Volumes ONTAP HA 对的流量。

["了解网络连接要求"](#)，包括有关负载均衡器，vPC，内部 IP 地址，子网等的更多详细信息。

以下概念图显示了 Cloud Volumes ONTAP HA 对及其组件：



调解器

下面是有关 Google Cloud 中调解器实例的一些关键详细信息：

Instance type

f1-micro

Disks

两个标准永久性磁盘，每个磁盘 10 GiB。

操作系统

Debian 11



对于 Cloud Volumes ONTAP 9.10.0 及更早版本，在调解器上安装了 Debian 10。

升级

升级 Cloud Volumes ONTAP 时，Cloud Manager 还会根据需要更新调解器实例。

对实例的访问

对于 Debian，默认云用户为 `admin`。在通过 Google Cloud 控制台或 `gcloud` 命令行请求 SSH 访问时，Google Cloud 会为 `admin` 用户创建并添加证书。您可以指定 `sudo` 来获取 root 权限。

第三方代理

此调解器实例不支持第三方代理或 VM 扩展。

存储接管和恢复

如果某个节点出现故障、另一个节点可以为其合作伙伴提供数据以提供持续的数据服务。客户机可以从伙伴节点访问相同的数据，因为数据已同步镜像到合作伙伴。

节点重新引导后、合作伙伴必须重新同步数据才能返回存储。重新同步数据所需的时间取决于节点关闭时更改了多少数据。

默认情况下，存储接管，重新同步和交还都是自动的。无需用户操作。

RPO 和 RTO

HA 配置可保持数据的高可用性，如下所示：

- 恢复点目标（RPO）为 0 秒。

您的数据在传输过程中不会丢失数据。

- 恢复时间目标（RTO）为 60 秒。

如果发生中断、数据应在 60 秒或更短的时间内可用。

HA 部署模式

您可以通过在多个分区或单个分区中部署 HA 配置来确保数据的高可用性。

多个分区（建议）

在三个分区之间部署 HA 配置可确保在分区发生故障时持续提供数据。请注意，与使用单个分区相比，写入性能略低，但写入性能极低。

单个分区

在单个区域中部署时，Cloud Volumes ONTAP HA 配置会使用分布放置策略。此策略可确保 HA 配置免受分区内单点故障的影响，而无需使用单独的分区来实现故障隔离。

此部署模式确实可以降低成本，因为分区之间没有数据传出费用。

存储如何在 HA 对中工作

与 ONTAP 集群不同，GCP 中 Cloud Volumes ONTAP HA 对中的存储不会在节点之间共享。而是在节点之间同步镜像数据，以便在发生故障时数据可用。

存储分配

创建新卷并需要附加磁盘时、Cloud Manager 会为两个节点分配相同数量的磁盘、创建镜像聚合、然后创建新卷。例如，如果卷需要两个磁盘、则 Cloud Manager 会为每个节点分配两个磁盘、总共四个磁盘。

存储配置

您可以将 HA 对用作主动 - 主动配置、两个节点都将数据提供给客户端、也可以用作主动 - 被动配置、仅当被动节点接管了主动节点的存储时才响应数据请求。

对 HA 配置的性能期望值

Cloud Volumes ONTAP HA 配置可同步复制节点之间的数据、从而消耗网络带宽。因此，与单节点 Cloud Volumes ONTAP 配置相比，您可以期望以下性能：

- 对于仅从一个节点提供数据的 HA 配置、读取性能与单个节点配置的读取性能不相上下、而写入性能较低。
- 对于为来自两个节点的数据提供服务的 HA 配置、读取性能高于单节点配置的读取性能、写入性能相同或更高。

有关 Cloud Volumes ONTAP 性能的详细信息，请参见 ["性能"](#)。

客户端访问存储

客户端应使用卷所在节点的数据 IP 地址访问 NFS 和 CIFS 卷。如果 NAS 客户端使用伙伴节点的 IP 地址访问卷、则两个节点之间的通信量都会降低性能。

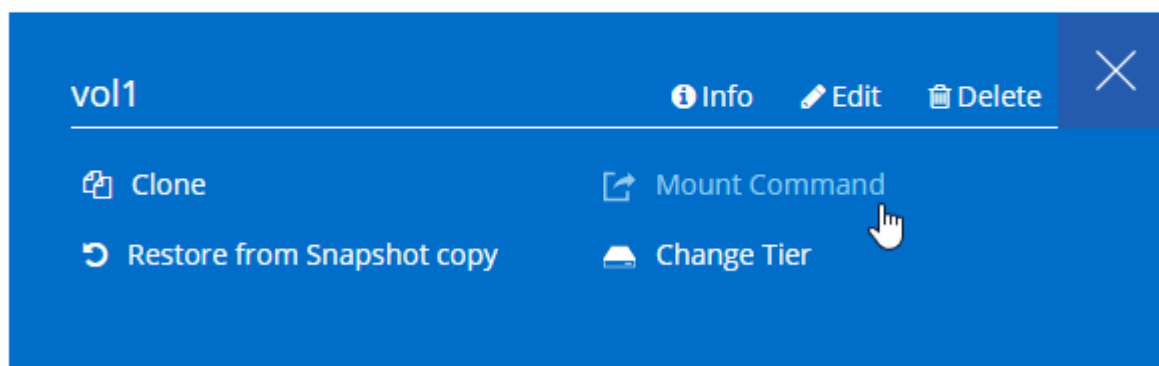


如果在 HA 对中的节点之间移动卷、则应使用其他节点的 IP 地址重新装入卷。否则，您可能会遇到性能降低的问题。如果客户机支持 NFSv4 引用或 CIFS 文件夹重定向、则可以在 Cloud Volumes ONTAP 系统上启用这些功能以避免重新装入卷。有关详细信息，请参见 ONTAP 文档。

您可以从 Cloud Manager 轻松确定正确的 IP 地址。

Volumes

2 Volumes | 0.22 TB Allocated | < 0.01 TB Used (0 TB in S3)



相关链接

- ["了解网络连接要求"](#)
- ["了解如何开始使用 GCP"](#)

接管期间操作不可用

如果 HA 对中的某个节点不可用，则另一个节点将为其配对节点提供数据，以提供持续的数据服务。这称为 *storage takeover*。在存储交还完成之前，无法执行多项操作。



如果 HA 对中的节点不可用，则 Cloud Manager 中工作环境的状态为 *Degraded*。

在存储接管期间，Cloud Manager 无法执行以下操作：

- 支持注册
- 许可证更改
- 实例或 VM 类型更改
- 写入速度更改
- CIFS 设置
- 更改配置备份的位置
- 设置集群密码
- 管理磁盘和聚合（高级分配）

在存储交还完成且工作环境的状态恢复为正常后，这些操作将再次可用。

Cloud Volumes ONTAP 许可

Cloud Volumes ONTAP 提供了多种许可选项。每个选项都允许您选择一种满足您需求的消费模式。

许可概述

新客户可以使用以下许可选项。

免费提供

免费提供高达 500 GiB 的已配置容量，无需购买许可证或合同。支持有限。

Essentials 软件包

在多种不同配置中按容量为 Cloud Volumes ONTAP 付费。

专业包

按容量为任何类型的 Cloud Volumes ONTAP 配置付费。包括使用 Cloud Backup 进行的无限备份。

Keystone Flex 订阅

基于订阅的按需购买服务，可为 HA 对提供无缝的混合云体验。

先前的逐节点许可模式仍然适用于已购买许可证或已订阅有效的 Marketplace 的现有客户。

以下各节提供了有关其中每个选项的更多详细信息。

免费提供

免费提供 NetApp 提供的所有 Cloud Volumes ONTAP 功能（仍需支付云提供商费用）。

- 不需要许可证或合同。
- 不包括 NetApp 的支持。
- 每个 Cloud Volumes ONTAP 系统的已配置容量限制为 500 GiB。
- 在任何云提供商中，每个 NetApp 帐户最多可以使用 10 个 Cloud Volumes ONTAP 系统以及免费提供的产品。
- 如果为 Cloud Volumes ONTAP 系统配置的容量超过 500 GiB，则 Cloud Manager 会将该系统转换为 Essentials 软件包（基于容量的许可）。

配置容量小于 500 GiB 的任何其他系统都会保留在 Freemium 上（只要这些系统是使用 Freemium 产品部署的）。

要开始使用免费提供的产品，请创建一个新的 Cloud Volumes ONTAP 工作环境，并在系统提示您选择充电方法时选择 * 免费 *。

- ["在 AWS 中启动 Cloud Volumes ONTAP"](#)
- ["在 Azure 中启动 Cloud Volumes ONTAP"](#)
- ["在 Google Cloud 中启动 Cloud Volumes ONTAP"](#)

基于容量的许可包

通过基于容量的许可，您可以按每 TiB 容量为 Cloud Volumes ONTAP 付费。此许可证与您的 NetApp 帐户关联，您可以使用此许可证向多个系统收取费用，前提是可通过此许可证获得足够的容量。

例如，您可以购买一个 20 TiB 许可证，部署四个 Cloud Volumes ONTAP 系统，然后为每个系统分配一个 5 TiB 卷，总共 20 TiB。该容量可供在该帐户中部署的每个 Cloud Volumes ONTAP 系统上的卷使用。

基于容量的许可可以 *package* 的形式提供。部署 Cloud Volumes ONTAP 系统时，您可以选择 _Essentials 或 _Professional 软件包。

Essentials 软件包

- 选择 Cloud Volumes ONTAP 配置：
 - 单节点或 HA 系统
 - 用于灾难恢复（DR）的文件和块存储或二级数据
- 增加 NetApp 的任何云数据服务，但需额外付费

专业包

- 为任何 Cloud Volumes ONTAP 配置（具有任何存储类型的单节点或 HA）提供许可
- 包括使用 Cloud Backup 的卷备份（仅适用于使用此许可证付费的卷）
- 增加 NetApp 的任何云数据服务，但需额外付费

消费模式

Essentials 和 Professional 软件包可用于以下消费模式：

- 从 NetApp 购买的一种许可证（BYOL），可用于在任何云提供商中部署 Cloud Volumes ONTAP。

此许可证不限于单个云提供商。

- 云提供商市场的每小时订阅（PAYGO）。
- 云提供商市场的年度合同。
 - 在AWS中、可以从AWS市场的公有 产品中获得年度合同。部署Cloud Volumes ONTAP 工作环境时、Cloud Manager会提示您订阅。
 - 在Azure中、您需要与NetApp销售代表合作购买年度合同。此合同在Azure Marketplace中以私人优惠形式提供。

在NetApp与您共享私人优惠后、您可以在创建工作环境期间从Azure Marketplace订阅年度计划。

- 在Google Cloud中、您需要与NetApp销售代表合作购买年度合同。此合同在Google Cloud Marketplace中以私人优惠形式提供。

在NetApp与您共享私人优惠后、您可以在创建工作环境期间从Google Cloud Marketplace订阅年度计划。

请注意以下事项：

- 如果您从 NetApp（BYOL）购买许可证，则还需要从云提供商的市场订阅 PAYGO 产品。

您的许可证始终会先付费，但在以下情况下，您将从市场上的每小时费率中扣除费用：

- 超出许可容量时
- 许可证期限到期时
- 如果您从某个市场签有年度合同，则您部署的 *all* Cloud Volumes ONTAP 系统将从该合同中扣除费用。您不能将年度市场合同与 BYOL 混合搭配使用。

定价

有关定价的详细信息，请访问 ["NetApp Cloud Central"](#)。

免费试用

您可以从云提供商市场的按需购买订阅中获得 30 天免费试用。免费试用包括 Cloud Volumes ONTAP 和 Cloud Backup，并在您订阅市场列表时开始。

实例无需按小时付费软件许可证，但云提供商提供的基础架构费用仍然适用。

免费试用版在过期后会自动转换为按小时付费的订阅。如果在该时间限制内终止实例，则您部署的下一个实例不属于免费试用（即使它是在这 30 天内部署的）。

您可以通过在付款人的帐户中创建第一个 Cloud Volumes ONTAP 系统，从 Cloud Manager 开始 30 天免费试用 Cloud Volumes ONTAP。

按需购买试用版由云提供商提供，不能通过任何方式延长。

支持的配置

Cloud Volumes ONTAP 9.7 及更高版本提供了基于容量的许可包。

Capacity limit

在此许可模式下，每个单独的 Cloud Volumes ONTAP 系统可通过磁盘和对象存储分层支持多达 2 个 PIB 的容量。

对于许可证本身，没有最大容量限制。

有关充电的注意事项

- 如果您超出 BYOL 容量或许可证到期，则会根据您的市场订阅按每小时费率向您收取超额费用。
- 对于每个软件包，至少需要 4 TiB 的容量费用。容量小于 4 TiB 的任何 Cloud Volumes ONTAP 实例将按 4 TiB 的速率进行收费。
- 对于其他提供数据的 Storage VM（SVM），无需额外的许可成本，但每个提供数据的 SVM 的最低容量费用为 4 TiB。
- 灾难恢复 SVM 会根据配置的容量进行收费。
- 对于 HA 对，您只需为节点上的已配置容量付费。您无需为同步镜像到配对节点的数据付费。
- FlexClone 卷使用的容量不会向您收取费用。
- 源和目标 FlexCache 卷被视为主数据，并根据配置的空间进行收费。

如何开始使用

1. ["要获取许可证，请联系 NetApp 销售人员"](#)
2. ["将许可证添加到 Cloud Manager"](#)
3. 创建 Cloud Volumes ONTAP 系统时，请选择基于容量的 BYOL 充电方法
 - ["在 AWS 中启动 Cloud Volumes ONTAP"](#)
 - ["在 Azure 中启动 Cloud Volumes ONTAP"](#)
 - ["在 Google Cloud 中启动 Cloud Volumes ONTAP"](#)

Keystone Flex 订阅

一种按需购买，基于订阅的服务，可为那些倾向于采用运营支出消费模式而不是前期资本支出或租赁模式的客户提供无缝的混合云体验。

费用根据您在 Keystone Flex 订阅中为一个或多个 Cloud Volumes ONTAP HA 对承诺的容量大小进行计算。

系统会定期汇总每个卷的已配置容量并将其与 Keystone Flex 订阅上的已承诺容量进行比较，并且任何超额费用都会计入 Keystone Flex 订阅上的突发容量。

["了解有关 Keystone Flex 订阅的更多信息"](#)。

支持的配置

HA 对支持 Keystone Flex 订阅。目前，单节点系统不支持此许可选项。

Capacity limit

每个单独的 Cloud Volumes ONTAP 系统通过磁盘和对象存储分层支持高达 2 PiB 的容量。

如何开始使用

1. 如果您还没有订阅，["请联系 NetApp"](#)。
2. mailto: ng-keystone-success@netapp.com（联系 NetApp）授权您的 Cloud Manager 用户帐户订阅一个或多个 Keystone Flex 订阅。
3. 在 NetApp 授权您的帐户后，["链接您的订阅以用于 Cloud Volumes ONTAP"](#)。
4. 创建 Cloud Volumes ONTAP 系统时，请选择 Keystone Flex 订阅收费方法。
 - ["在 AWS 中启动 Cloud Volumes ONTAP"](#)
 - ["在 Azure 中启动 Cloud Volumes ONTAP"](#)
 - ["在 Google Cloud 中启动 Cloud Volumes ONTAP"](#)

基于节点的许可

基于节点的许可是上一代许可模式，可用于按节点许可 Cloud Volumes ONTAP。新客户不能使用此许可模式，也不能免费试用。按节点充电已被上述按容量充电方法所取代。

现有客户仍可使用基于节点的许可：

- 如果您的许可证处于活动状态，则 BYOL 仅可用于许可证续订。
- 如果您订阅了有效的 Marketplace，则仍可通过该订阅付费。

许可证转换

不支持将现有 Cloud Volumes ONTAP 系统转换为其他许可方法。当前的三种许可方法是基于容量的许可，Keystone Flex 订阅和基于节点的许可。例如，您不能将系统从基于节点的许可转换为基于容量的许可（反之亦然）。

如果要过渡到其他许可方法，您可以购买许可证，使用该许可证部署新的 Cloud Volumes ONTAP 系统，然后将数据复制到该新系统。

最大系统数

无论使用哪种许可模式，每个 NetApp 帐户最多只能有 20 个 Cloud Volumes ONTAP 系统。

system_ 是 HA 对或单节点系统。例如，如果您有两个 Cloud Volumes ONTAP HA 对和两个单节点系统，则总共有 4 个系统，您的帐户中还有 16 个额外的系统。

如有任何疑问，请联系您的客户代表或销售团队。

["了解有关 NetApp 客户的更多信息"](#)。

基于节点的 BYOL 许可证管理

具有基于节点的 BYOL 的每个 Cloud Volumes ONTAP 系统都必须安装一个系统许可证，并具有有效的订阅。Cloud Manager 可管理您的许可证并在许可证到期前显示警告，从而简化此过程。



基于节点的许可证是上一代 BYOL for Cloud Volumes ONTAP。基于节点的许可证仅可用于许可证续订。

["了解有关 Cloud Volumes ONTAP 许可选项的更多信息"](#)。

BYOL 系统许可证

基于节点的许可证可为单个节点或 HA 对提供高达 368 TiB 的容量。

您可以为 Cloud Volumes ONTAP BYOL 系统购买多个许可证，以分配超过 368 TiB 的容量。例如，您可以购买两个许可证，以便为 Cloud Volumes ONTAP 分配高达 736 TiB 的容量。或者，您也可以购买四个许可证，以获得高达 1.4 PiB 的容量。

您可以为单节点系统或 HA 对购买的许可证数量不受限制。



您购买的某些内部 ONTAP 存储系统可能附带了免费的 Cloud Volumes ONTAP 许可证。您可以使用此许可证创建新的 Cloud Volumes ONTAP 系统，也可以将此许可证应用于现有 Cloud Volumes ONTAP 系统以扩展容量。 ["查看您是否有任何可用的许可证可供使用"](#)。

请注意，磁盘限制可能会阻止您单独使用磁盘来达到容量限制。您可以通过超出磁盘限制 ["将非活动数据分层到对象存储"](#)。有关磁盘限制的信息，请参见 ["《Cloud Volumes ONTAP 发行说明》中的存储限制"](#)。

新系统的许可证管理

创建基于节点的 BYOL 系统时，Cloud Manager 会提示您输入许可证的序列号以及 NetApp 支持站点帐户。Cloud Manager 使用帐户从 NetApp 下载许可证文件并将其安装在 Cloud Volumes ONTAP 系统上。

["了解如何将 NetApp 支持站点帐户添加到 Cloud Manager"](#)。

如果 Cloud Manager 无法通过安全 Internet 连接访问许可证文件，您可以 ["自行获取文件，然后手动将文件上传到 Cloud Manager"](#)。

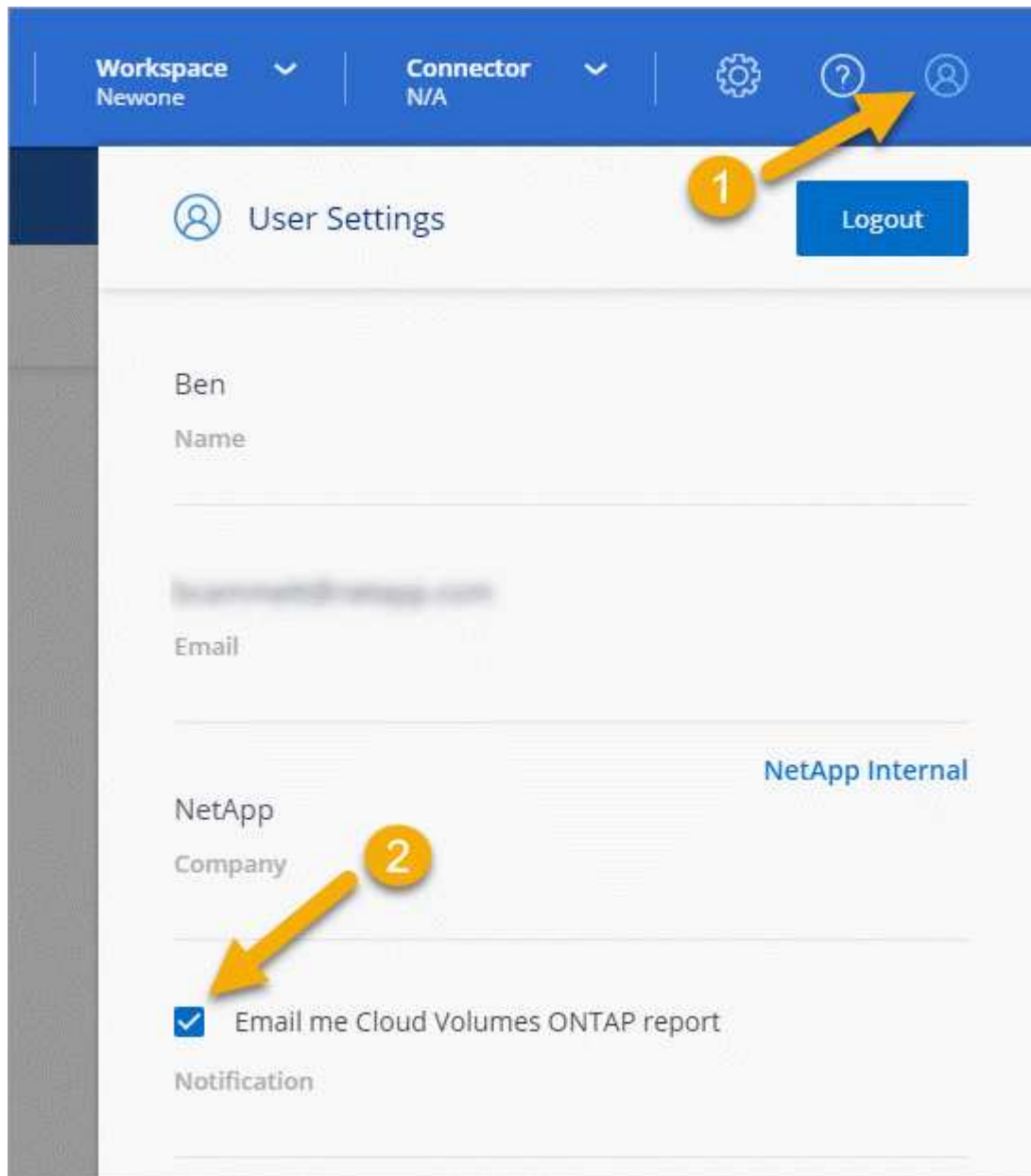
许可证到期

Cloud Manager 会在基于节点的许可证到期前 30 天显示警告，并在许可证到期后再次显示警告。下图显示了用户界面中显示的 30 天到期警告：



您可以选择工作环境来查看消息。

如果您是客户管理员且已启用此选项，则 Cloud Manager 会在通过电子邮件发送给您的 Cloud Volumes ONTAP 报告中显示许可证到期警告：



通过电子邮件发送的报告每 2 周显示一次许可证到期警告。

如果您不及时续订许可证，Cloud Volumes ONTAP 系统将自行关闭。如果重新启动它，它会再次自动关闭。

许可证续订

联系 NetApp 代表续订基于节点的 BYOL 订阅时，Cloud Manager 会自动从 NetApp 获取新许可证并将其安装在 Cloud Volumes ONTAP 系统上。

如果 Cloud Manager 无法通过安全 Internet 连接访问许可证文件，您可以 ["自行获取文件，然后手动将文件上传到 Cloud Manager"](#)。

将许可证传输到新系统

如果删除现有系统，然后使用同一许可证创建新系统，则基于节点的 BYOL 许可证将在 Cloud Volumes ONTAP 系统之间进行转让。

例如，您可能希望删除现有的许可系统，然后在其他 VPC-vNet 或云提供商中将此许可证与新的 BYOL 系统结合使用。请注意，任何云提供商都只能使用 *cloud* 不受限制的序列号。与云无关的序列号以 `_908xxxx` 前缀开头。

请务必注意，您的 BYOL 许可证与您的公司以及一组特定的 NetApp 支持站点凭据相关联。

安全性

Cloud Volumes ONTAP 支持数据加密，并提供防病毒和勒索软件保护。

空闲数据加密

Cloud Volumes ONTAP 支持以下加密技术：

- NetApp 加密解决方案（NVE 和 NAE）
- AWS 密钥管理服务
- Azure 存储服务加密
- Google Cloud Platform 默认加密

您可以使用采用 AWS，Azure 或 GCP 原生加密的 NetApp 加密解决方案，在虚拟机管理程序级别对数据进行加密。这样做会提供双重加密，这对于非常敏感的数据可能是理想的选择。访问加密数据时，加密数据会进行两次未加密，一次在虚拟机管理程序级别（使用云提供商的密钥），然后再次使用 NetApp 加密解决方案（使用外部密钥管理器的密钥）。

NetApp 加密解决方案（NVE 和 NAE）

Cloud Volumes ONTAP 支持 ["NetApp 卷加密（NVE）和 NetApp 聚合加密（NAE）"](#)。NVE 和 NAE 是基于软件的解决方案，支持（FIPS）140-2 合规的卷空闲数据加密。NVE 和 NAE 都使用 AES 256 位加密。

- NVE 一次对一个卷的空闲数据进行加密。每个数据卷都有自己唯一的加密密钥。
- NAE 是 NVE 的扩展—它对每个卷的数据进行加密，并且这些卷在聚合中共享一个密钥。NAE 还允许对聚合中所有卷之间的公用块进行重复数据删除。

外部密钥管理器支持 NVE 和 NAE。如果您使用 NVE，则可以选择使用 Azure 密钥存储（AKV）或 Google 云密钥管理服务来保护 ONTAP 加密密钥。

在设置外部密钥管理器后，新聚合会默认启用 NetApp 聚合加密（NAE）。默认情况下，不属于 NAE 聚合的新卷将启用 NetApp 卷加密（NVE）（例如，如果您有在设置外部密钥管理器之前创建的现有聚合）。

设置受支持的密钥管理器是唯一必需的步骤。有关设置说明，请参见 ["使用 NetApp 加密解决方案对卷进行加密"](#)。

AWS 密钥管理服务

在 AWS 中启动 Cloud Volumes ONTAP 系统时，您可以使用启用数据加密 ["AWS 密钥管理服务（KMS）"](#)。Cloud Manager 使用客户主密钥（CMK）请求数据密钥。



创建 Cloud Volumes ONTAP 系统后，您无法更改 AWS 数据加密方法。

如果要使用此加密选项，则必须确保正确设置 AWS KMS。有关详细信息，请参见 ["设置 AWS KMS"](#)。

Azure 存储服务加密

数据会使用在 Azure 中的 Cloud Volumes ONTAP 上自动加密 ["Azure 存储服务加密"](#) 使用 Microsoft 管理的密钥。

如果愿意，您可以使用自己的加密密钥。["了解如何设置 Cloud Volumes ONTAP 以在 Azure 中使用客户管理的密钥"](#)。

Google Cloud Platform 默认加密

["Google Cloud Platform 空闲数据加密"](#) 默认情况下，Cloud Volumes ONTAP 处于启用状态。无需设置。

虽然 Google Cloud Storage 始终会在数据写入磁盘之前对数据进行加密，但您可以使用 Cloud Manager API 创建使用 *customer-managed encryption keys* 的 Cloud Volumes ONTAP 系统。这些密钥可通过云密钥管理服务在 GCP 中生成和管理。["了解更多信息"](#)。

ONTAP 病毒扫描

您可以在 ONTAP 系统上使用集成的防病毒功能来保护数据免受病毒或其他恶意代码的攻击。

称为 Vscan 的 ONTAP 病毒扫描将同类最佳的第三方防病毒软件与 ONTAP 功能相结合，让您灵活地控制扫描哪些文件以及何时扫描。

有关 Vscan 支持的供应商，软件和版本的信息，请参见 ["NetApp 互操作性表"](#)。

有关如何在 ONTAP 系统上配置和管理防病毒功能的信息，请参见 ["《ONTAP 9 防病毒配置指南》"](#)。

勒索软件保护

勒索软件攻击可能会耗费业务时间，资源和声誉。您可以通过 Cloud Manager 实施 NetApp 解决方案 for 勒索软件，它可以提供有效的工具来实现可见性，检测和补救。

- Cloud Manager 可识别不受 Snapshot 策略保护的卷，并允许您在这些卷上激活默认 Snapshot 策略。

Snapshot 副本为只读副本，可防止勒索软件损坏。它们还可以提供创建单个文件副本或完整灾难恢复解决方案映像的粒度。

- Cloud Manager 还支持您通过启用 ONTAP 的 FPolicy 解决方案来阻止常见的勒索软件文件扩展名。

Ransomware Protection

Ransomware attacks can cost a business time, resources, and reputation. The NetApp solution for ransomware provides effective tools for visibility, detection, and remediation. [Learn More](#)

1 Enable Snapshot Copy Protection ⓘ


50 %
Protection

1 Volumes without a Snapshot Policy

To protect your data, activate the default Snapshot policy for these volumes ⓘ

Activate Snapshot Policy

2 Block Ransomware File Extensions ⓘ



ONTAP's native FPolicy configuration monitors and blocks file operations based on a file's extension.

[View Denied File Names ⓘ](#)

Activate FPolicy

"了解如何实施适用于勒索软件的 NetApp 解决方案"。

性能

您可以查看性能结果、帮助您确定哪些工作负载适合 Cloud Volumes ONTAP 。

性能技术报告

- 适用于 AWS 的 Cloud Volumes ONTAP

"NetApp 技术报告 4383：使用应用程序工作负载在 Amazon Web Services 中对 Cloud Volumes ONTAP 进行性能特征描述"。

- 适用于 Microsoft Azure 的 Cloud Volumes ONTAP

"NetApp 技术报告 4671：Azure 中的 Cloud Volumes ONTAP 的性能特征与应用程序工作负载"。

- 适用于 Google Cloud 的 Cloud Volumes ONTAP

"NetApp 技术报告 4816：《适用于 Google Cloud 的 Cloud Volumes ONTAP 性能特征》"。

CPU 性能

从您的云提供商的监控工具中可以看到 Cloud Volumes ONTAP 节点利用率很高（超过 90%）。这是因为 ONTAP 会保留提供给虚拟机的所有 vCPU，以便在需要时可用。

"了解如何监控 Cloud Volumes ONTAP 性能"或查看此信息 "有关如何使用命令行界面监控 ONTAP CPU 利用率的 NetApp 知识库文章"。

AutoSupport 和 Active IQ 数字顾问

ONTAP 的 AutoSupport 组件会收集遥测数据并将其发送以供分析。Active IQ 数字顾问可分析 AutoSupport 中的数据，并提供主动式维护和优化。利用人工智能，Active IQ 可以识别潜在问题并帮助您在问题影响业务之前解决这些问题。

Active IQ 通过基于云的门户和移动应用程序提供可操作的预测性分析和主动式支持，帮助您优化全球混合云中的数据基础架构。Active IQ 提供的数据驱动型洞察力和建议可供具有有效 SupportEdge 合同的所有 NetApp 客户使用（功能因产品和支持层而异）。

以下是您可以使用 Active IQ 执行的一些操作：

- 计划升级。

Active IQ 可确定环境中可通过升级到较新版本的 ONTAP 来解决的问题，Upgrade Advisor 组件可帮助您规划成功升级。

- 查看系统运行状况。

您的 Active IQ 信息板可报告任何健康问题，并帮助您更正这些问题。监控系统容量，确保存储空间不会用尽。查看您的系统的支持案例。

- 管理性能。

Active IQ 显示系统性能的时间比您在 ONTAP System Manager 中看到的时间长。确定影响性能的配置和系统问题。最大限度地提高效率。查看存储效率指标并确定如何在更少的空间中存储更多数据。

- 查看清单和配置。

Active IQ 将显示完整的清单以及软件和硬件配置信息。查看服务合同何时到期并续订，以确保您始终获得支持。

相关信息

- ["NetApp 文档：Active IQ 数字顾问"](#)
- ["启动 Active IQ"](#)
- ["SupportEdge 服务"](#)

Cloud Volumes ONTAP 的默认配置

了解默认情况下如何配置 Cloud Volumes ONTAP 可以帮助您设置和管理系统、尤其是在您熟悉 ONTAP 的情况下、因为 Cloud Volumes ONTAP 的默认设置不同于 ONTAP。

默认值

- Cloud Volumes ONTAP 在 AWS，Azure 和 GCP 中以单节点系统和 HA 对的形式提供。
- Cloud Manager 在部署 Cloud Volumes ONTAP 时会创建一个提供数据的 Storage VM。某些配置支持额外的 Storage VM。["了解有关管理 Storage VM 的更多信息"](#)。

从 Cloud Manager 3.9.5 版开始，将在初始 Storage VM 上启用逻辑空间报告。如果以逻辑方式报告空间，则 ONTAP 会报告卷空间，以便存储效率功能节省的所有物理空间也会报告为已用空间。

- Cloud Manager 会自动在 Cloud Volumes ONTAP 上安装以下 ONTAP 功能许可证：
 - CIFS
 - FlexCache
 - FlexClone
 - iSCSI
 - NetApp 卷加密（仅适用于 BYOL 或已注册的 PAYGO 系统）
 - NFS
 - SnapMirror
 - SnapRestore
 - SnapVault
- 默认情况下会创建多个网络接口：
 - 集群管理 LIF
 - 集群间 LIF
 - Azure 和 GCP 中的 HA 系统，AWS 中的单节点系统以及多个 AWS 可用性区域中的 HA 系统上的一个 SVM 管理 LIF
 - 节点管理 LIF（在 GCP 中，此 LIF 与集群间 LIF 结合使用）
 - iSCSI 数据 LIF
 - CIFS 和 NFS 数据 LIF



由于 EC2 要求，默认情况下，对于 Cloud Volumes ONTAP 禁用 LIF 故障转移。将 LIF 迁移到另一个端口会中断实例上 IP 地址和网络接口之间的外部映射、从而使 LIF 无法访问。

- Cloud Volumes ONTAP 使用 HTTPS 将配置备份发送到连接器。
可从访问这些备份 <https://ipaddress/occm/offboxconfig/> 其中 *ipaddress* 是 Connector 主机的 IP 地址。

- 与其他管理工具（例如 System Manager 或 CLI）不同、Cloud Manager 设置了几个卷属性。

下表列出了 Cloud Manager 设置的与默认设置不同的卷属性：

| 属性 | 由 Cloud Manager 设置的价值 |
|--------|--|
| 自动调整模式 | 增长 |
| 最大自动大小 | 1,000 % <div> 帐户管理员可以从 " 设置 " 页面修改此值。</div> |
| 安全风格 | 适用于 CIFS 卷的 NTFS UNIX （用于 NFS 卷） |
| 空间保证风格 | 无 |

| | |
|-----------------|------------------------------|
| 属性 | 由 Cloud Manager 设置的价值 |
| UNIX 权限（仅限 NFS） | 777. |

有关这些属性的信息，请参见 *volume crese* 手册页。

用于系统数据的内部磁盘

除了用户数据存储之外，Cloud Manager 还为系统数据购买云存储。

AWS

- 每个节点有三个磁盘用于启动，根和核心数据：
 - 45 GiB IO1 磁盘，用于存储启动数据
 - 140 GiB GP3 磁盘，用于存储根数据
 - 540 GiB GP2 磁盘，用于存储核心数据
- 每个引导磁盘和根磁盘一个 EBS 快照
- 对于 HA 对，为调解器实例配置一个 EBS 卷，大约为 8 GiB



在 AWS 中，NVRAM 位于启动磁盘上。

Azure（单节点）

- 三个高级 SSD 磁盘：
 - 一个 10 GiB 磁盘，用于存储启动数据
 - 一个 140 GiB 的根数据磁盘
 - 一个用于 NVRAM 的 512 GiB 磁盘

如果您为 Cloud Volumes ONTAP 选择的虚拟机支持超 SSD，则系统将使用 32 GiB 超 SSD 进行 NVRAM，而不是高级 SSD。

- 一个 1024 GiB 标准 HDD 磁盘，用于节省核心
- 每个引导磁盘和根磁盘一个 Azure 快照

Azure（HA 对）

- 两个用于启动卷的 10 GiB 高级 SSD 磁盘（每个节点一个）
- 根卷的两个 140 GiB 高级存储页面 Blobs（每个节点一个）
- 两个 1024 GiB 标准 HDD 磁盘，用于节省核心（每个节点一个）
- 两个用于 NVRAM 的 512 GiB 高级 SSD 磁盘（每个节点一个）
- 每个引导磁盘和根磁盘一个 Azure 快照

Google Cloud（单节点）

- 一个 10 GiB SSD 永久性磁盘，用于存储启动数据
- 一个 64 GiB SSD 永久性磁盘，用于存储根数据
- 一个用于 NVRAM 的 500 GiB SSD 永久性磁盘
- 一个 315 GiB 标准永久性磁盘，用于节省核心
- 用于启动和根数据的快照

Google Cloud（HA 对）

- 两个 10 GiB SSD 永久性磁盘，用于存储启动数据
- 四个 64 GiB SSD 永久性磁盘，用于存储根数据
- 两个用于 NVRAM 的 500 GiB SSD 永久性磁盘
- 两个用于节省核心的 315GiB 标准永久性磁盘
- 一个用于调解器数据的 10 GiB 标准永久性磁盘
- 用于启动和根数据的快照

磁盘驻留的位置

Cloud Manager 将存储布局如下：

- 启动数据驻留在与实例或虚拟机连接的磁盘上。

此磁盘包含引导映像、但不能用于 Cloud Volumes ONTAP。

- 包含系统配置和日志的根数据驻留在 aggr0 中。
- 存储虚拟机（SVM）根卷驻留在 aggr1 中。
- 数据卷也驻留在 aggr1 中。

加密

启动和根磁盘在 Azure 和 Google Cloud Platform 中始终加密，因为默认情况下，这些云提供商会启用加密。

如果您在 AWS 中使用密钥管理服务（KMS）启用数据加密，则 Cloud Volumes ONTAP 的启动磁盘和根磁盘也会进行加密。这包括 HA 对中调解器实例的启动磁盘。磁盘将使用您在创建工作环境时选择的 CMK 进行加密。

Copyright Information

Copyright © 2022 NetApp, Inc. All rights reserved. Printed in the U.S. No part of this document covered by copyright may be reproduced in any form or by any means-graphic, electronic, or mechanical, including photocopying, recording, taping, or storage in an electronic retrieval system-without prior written permission of the copyright owner.

Software derived from copyrighted NetApp material is subject to the following license and disclaimer:

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY NETAPP "AS IS" AND WITHOUT ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, WHICH ARE HEREBY DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL NETAPP BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

NetApp reserves the right to change any products described herein at any time, and without notice. NetApp assumes no responsibility or liability arising from the use of products described herein, except as expressly agreed to in writing by NetApp. The use or purchase of this product does not convey a license under any patent rights, trademark rights, or any other intellectual property rights of NetApp.

The product described in this manual may be protected by one or more U.S. patents, foreign patents, or pending applications.

RESTRICTED RIGHTS LEGEND: Use, duplication, or disclosure by the government is subject to restrictions as set forth in subparagraph (c)(1)(ii) of the Rights in Technical Data and Computer Software clause at DFARS 252.277-7103 (October 1988) and FAR 52-227-19 (June 1987).

Trademark Information

NETAPP, the NETAPP logo, and the marks listed at <http://www.netapp.com/TM> are trademarks of NetApp, Inc. Other company and product names may be trademarks of their respective owners.