



《采用 NFS 的 NetApp AFF 系统上的 SAP HANA 配置指南》

NetApp solutions for SAP

NetApp
February 25, 2026

目录

《采用 NFS 的 NetApp AFF 系统上的 SAP HANA 配置指南》	1
《采用NFS的NetApp AFF系统上的SAP HANA—配置指南》	1
SAP HANA 量身定制的数据中心集成	2
使用 VMware vSphere 的 SAP HANA	2
架构	3
SAP HANA 备份	4
SAP HANA 灾难恢复	5
存储规模估算	7
性能注意事项	7
混合工作负载	8
配置性能测试工具	9
存储规模估算流程概述	11
基础架构设置和配置	12
网络设置	12
时间同步	15
存储控制器设置	15
主机设置	24
NFSv4 的 SAP HANA 安装准备	30
SAP HANA 的 I/O 堆栈配置	31
SAP HANA 数据卷大小	32
SAP HANA 软件安装	32
添加其他数据卷分区	35
从何处查找追加信息	39
更新历史记录	39

《采用 NFS 的 NetApp AFF 系统上的 SAP HANA 配置指南》

《采用NFS的NetApp AFF系统上的SAP HANA—配置指南》

NetApp AFF A 系列产品系列已通过认证，可在定制数据中心集成 (TDI) 项目中与 SAP HANA 一起使用。本指南提供了此平台上适用于 NFS 的 SAP HANA 的最佳实践。

NetApp 公司 Marco Schoen

此认证适用于以下型号：

- AFF A20、AFF A30、AFF A50、AFF A70、AFF A90、AFF A1K

有关适用于 SAP HANA 的 NetApp 认证存储解决方案的完整列表，请参见 ["经过认证并受支持的 SAP HANA 硬件目录"](#)。

本文档介绍了 NFS 协议版本 3（NFSv3）或 NFS 协议版本 4（NFSv4.1）的 ONTAP 配置要求。



仅支持NFS版本3或4.1。不支持NFS版本1、2、4.0和4.2。



要为 SAP HANA 实现所需的 SAP HANA KPI 和最佳性能，必须采用本文所述的配置。更改此处未列出的任何设置或使用的功能可能会导致发生原因性能下降或出现意外行为，只有在 NetApp 支持人员建议的情况下，才应执行此操作。

有关使用 FCP 的 NetApp AFF 系统以及使用 NFS 或 FCP 的 FAS 系统的配置指南，请访问以下链接：

- ["基于采用 FCP 的 NetApp FAS 系统的 SAP HANA"](#)
- ["基于采用 NFS 的 NetApp FAS 系统的 SAP HANA"](#)
- ["基于采用 FCP 的 NetApp AFF 系统的 SAP HANA"](#)
- ["基于采用 FCP 的 NetApp ASA 系统的 SAP HANA"](#)

下表显示了 NFS 版本，NFS 锁定和所需隔离实施的受支持组合，具体取决于 SAP HANA 数据库配置。

对于不使用主机自动故障转移的 SAP HANA 单主机系统或多个主机，支持 NFSv3 和 NFSv4。

对于采用主机自动故障转移的 SAP HANA 多主机系统，NetApp 仅支持 NFSv4，而使用 NFSv4 锁定作为服务器专用 STONITH（SAP HANA HA/DR 提供程序）实施的替代方案。

SAP HANA	NFS 版本	NFS 锁定	SAP HANA HA/DR 提供程序
SAP HANA 单个主机，多个主机，而不具有主机自动故障转移功能	NFSv3	关闭	不适用
	NFSv4	开启	不适用

SAP HANA	NFS 版本	NFS 锁定	SAP HANA HA/DR 提供程序
使用主机自动故障转移的 SAP HANA 多个主机	NFSv3	关闭	必须实施特定于服务器的 STONITH
	NFSv4	开启	不需要



本指南不包括特定于服务器的 STONITH 实施。请联系您的服务器供应商进行此类实施。

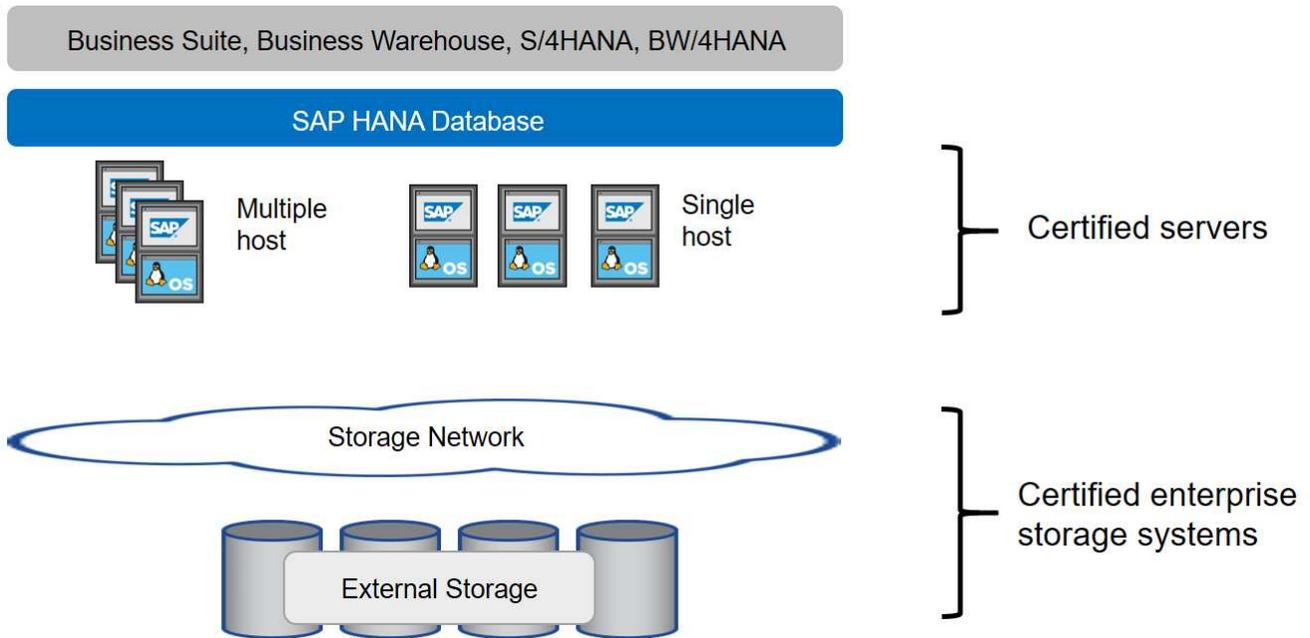
本文档介绍了在物理服务器和使用 VMware vSphere 的虚拟服务器上运行的 SAP HANA 的配置建议。



有关操作系统配置准则和特定于 HANA 的 Linux 内核依赖关系，请参见相关 SAP 注释。有关详细信息，请参见 SAP 注释 2235581：SAP HANA 支持的操作系统。

SAP HANA 量身定制的数据中心集成

NetApp AFF 存储控制器已通过 SAP HANA TDI 计划的认证，并同时使用 NFS（NAS）和 FC（SAN）协议。它们可以部署在任何当前 SAP HANA 方案中，例如采用单主机或多主机配置的基于 HANA 的 SAP Business Suite，S/4HANA，BB/4HANA 或基于 HANA 的 SAP Business Warehouse。任何经认证可与 SAP HANA 结合使用的服务器均可与 NetApp 认证的存储解决方案结合使用。有关 SAP HANA TDI 的架构概述，请参见下图。



有关 producti SAP HANA 系统的前提条件和推荐的详细信息，请参见以下资源：

- ["SAP HANA 定制数据中心集成常见问题解答"](#)

使用 VMware vSphere 的 SAP HANA

可通过多种方法将存储连接到虚拟机（VM）。首选选项是直接从子操作系统中连接具有 NFS 的存储卷。使用此选项时，物理主机和 VM 的主机和存储配置不会有所不同。

此外，还支持 NFS 数据存储库和采用 NFS 的 VVol 数据存储库。对于这两个选项，数据存储库中只能存储一个 SAP HANA 数据或日志卷，以用于生产用例。

本文档介绍了从子操作系统直接挂载 NFS 的建议设置。

有关将 vSphere 与 SAP HANA 结合使用的详细信息，请参见以下链接：

- ["基于 VMware vSphere 的 SAP HANA —虚拟化—社区 Wiki"](#)
- ["《基于VMware vSphere的SAP HANA最佳实践指南》"](#)
- ["2161991 — VMware vSphere 配置准则— SAP One Support Launchpad \(需要登录\)"](#)

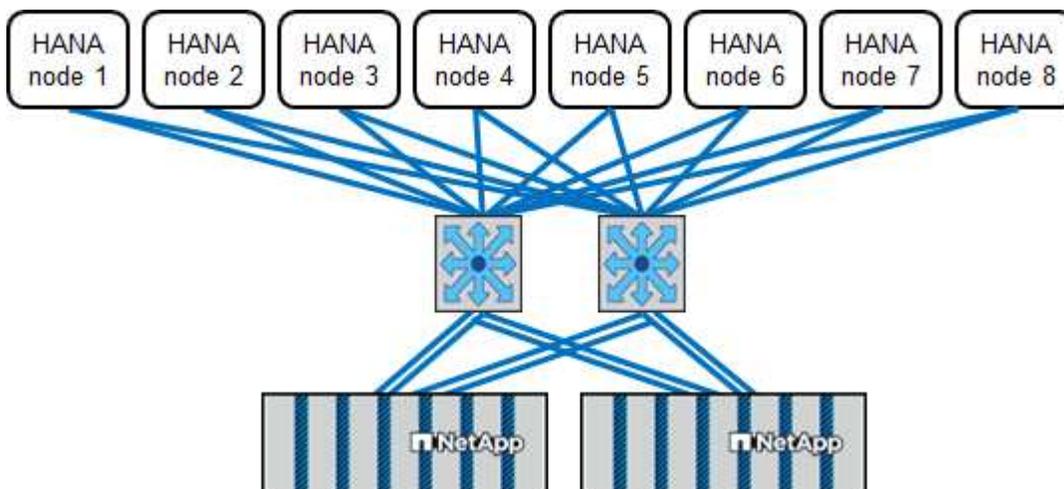
架构

SAP HANA 主机通过使用冗余 10GbE 或速度更快的网络基础架构连接到存储控制器。SAP HANA 主机和存储控制器之间的数据通信基于 NFS 协议。如果交换机或网络接口卡（Network Interface Card，NIC）发生故障，则需要一个冗余交换基础架构来提供容错 SAP HANA 主机到存储连接。

这些交换机可能会将各个端口的性能与端口通道进行聚合，以便在主机级别显示为一个逻辑实体。

AFF 系统产品系列的不同型号可以在存储层混用并匹配，以满足增长以及不同的性能和容量需求。可以连接到存储系统的最大 SAP HANA 主机数由 SAP HANA 性能要求和所用 NetApp 控制器型号定义。所需磁盘架的数量仅取决于 SAP HANA 系统的容量和性能要求。

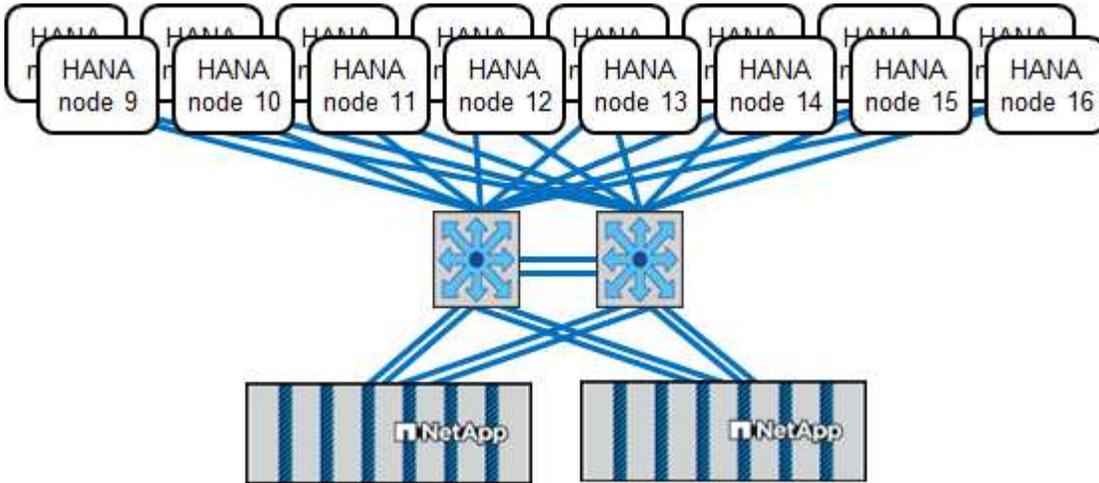
下图显示了一个配置示例，其中八个 SAP HANA 主机连接到一个存储高可用性（HA）对。



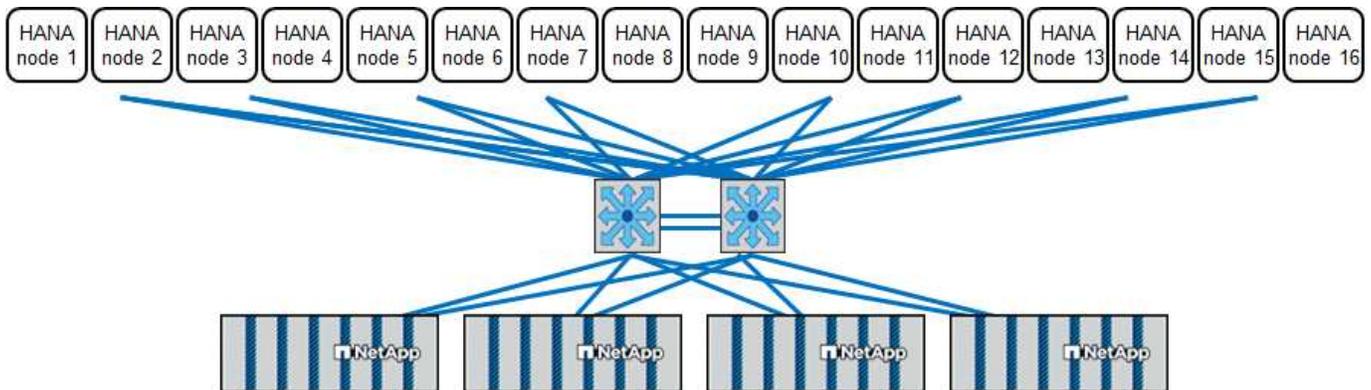
该架构可扩展到两个方面：

- 如果存储控制器提供的性能足以满足当前 SAP HANA 主要性能指标（KPI）的要求，则可以将更多的 SAP HANA 主机和存储容量附加到现有存储。
- 通过为其他 SAP HANA 主机添加更多具有额外存储容量的存储系统

下图显示了一个配置示例，其中，更多 SAP HANA 主机连接到存储控制器。在此示例中，要满足 16 个 SAP HANA 主机的容量和性能要求，需要更多的磁盘架。根据总吞吐量要求，您必须向存储控制器添加更多 10GbE 或更快的连接。



无论部署的 AFF 系统如何，SAP HANA 环境也可以通过添加任何经过认证的存储控制器来进行扩展，以满足所需的节点密度，如下图所示。



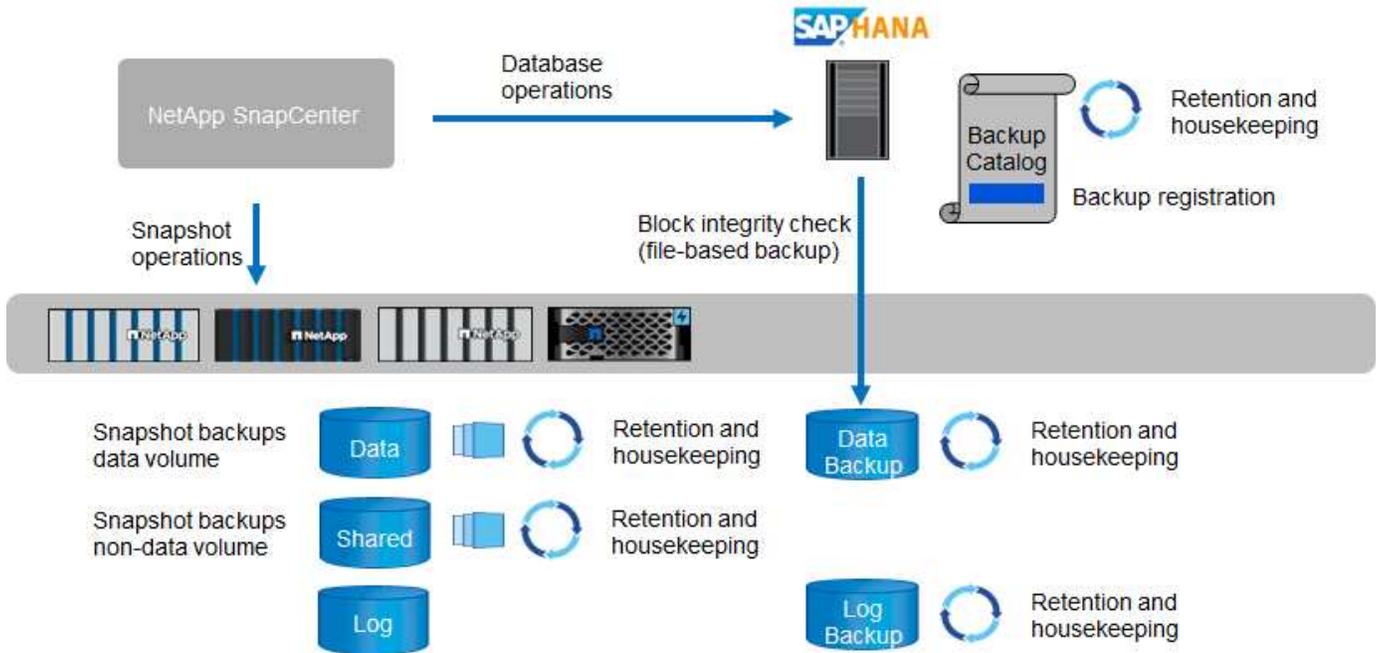
SAP HANA 备份

所有 NetApp 存储控制器上的 ONTAP 软件都提供了一种内置机制，可在运行期间备份 SAP HANA 数据库，而不会影响性能。基于存储的 NetApp Snapshot 备份是一种完全受支持的集成备份解决方案，可用于 SAP HANA 单个容器以及具有单个租户或多个租户的 SAP HANA 多租户数据库容器（MDG）系统。

基于存储的 Snapshot 备份可使用适用于 SAP HANA 的 NetApp SnapCenter 插件来实施。这样，用户就可以使用 SAP HANA 数据库本机提供的界面创建一致的基于存储的 Snapshot 备份。SnapCenter 会将每个 Snapshot 备份注册到 SAP HANA 备份目录中。因此，SnapCenter 所做的备份可以在 SAP HANA Studio 和 Cockpit 中查看，您可以在其中直接选择这些备份进行还原和恢复操作。

通过 NetApp SnapMirror 技术，可以将在一个存储系统上创建的 Snapshot 副本复制到由 SnapCenter 控制的二级备份存储系统。然后，可以为主存储上的每个备份集以及二级存储系统上的备份集定义不同的备份保留策略。适用于 SAP HANA 的 SnapCenter 插件可自动管理基于 Snapshot 副本的数据备份和日志备份的保留，包括备份目录的管理。适用于 SAP HANA 的 SnapCenter 插件还允许通过执行基于文件的备份对 SAP HANA 数据库执行块完整性检查。

可以使用 NFS 挂载将数据库日志直接备份到二级存储，如下图所示。



与基于文件的传统备份相比，基于存储的 Snapshot 备份具有显著优势。这些优势包括但不限于：

- 备份速度更快（几分钟）
- 由于存储层上的恢复时间（几分钟）以及备份频率更高，因此恢复时间目标（RTO）缩短
- 在备份和恢复操作期间，SAP HANA 数据库主机，网络或存储的性能不会下降
- 根据块更改，将节省空间和带宽的复制到二级存储



有关 SAP HANA 备份和恢复解决方案的详细信息，请参阅 ["使用 SnapCenter 实现 SAP HANA 备份和恢复"](#)。

SAP HANA 灾难恢复

SAP HANA 灾难恢复（DR）可以通过 SAP HANA 系统复制在数据库层上完成，也可以通过存储复制技术在存储层完成。下一节概述了基于存储复制的灾难恢复解决方案。

有关 SAP HANA 灾难恢复解决方案的详细信息，请参见 ["TR-4646：《使用存储复制实现 SAP HANA 灾难恢复》"](#)。

基于 SnapMirror 的存储复制

下图显示了一个三站点灾难恢复解决方案，它使用同步 SnapMirror 复制到本地灾难恢复数据中心，并使用异步 SnapMirror 将数据复制到远程灾难恢复数据中心。

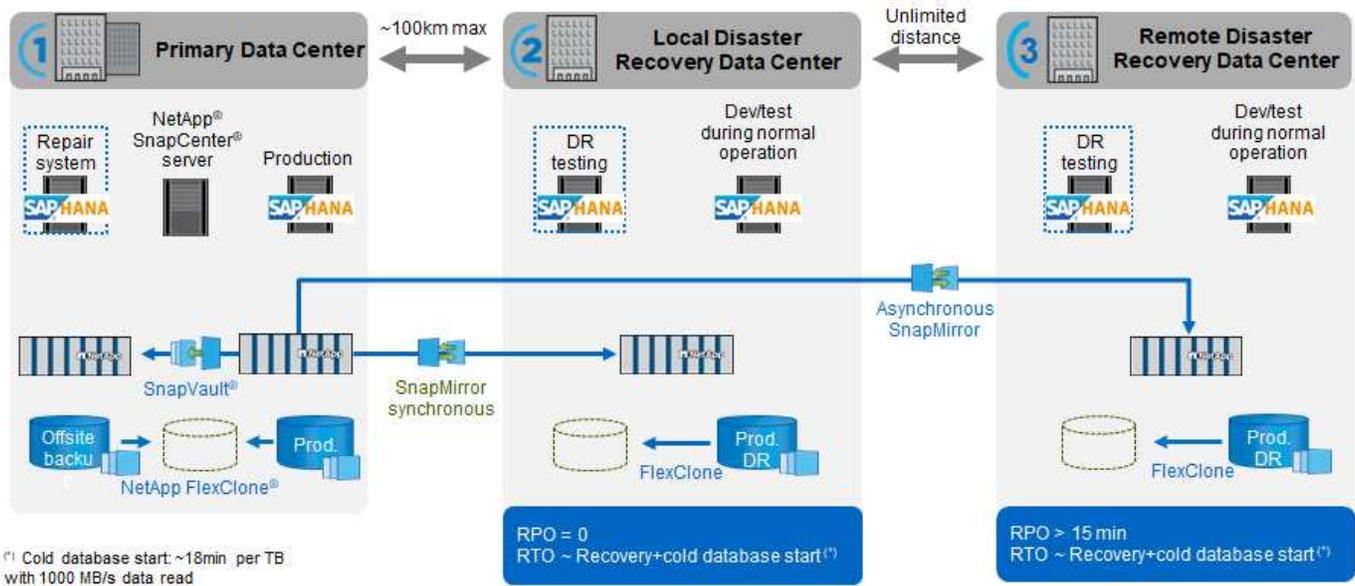
使用同步 SnapMirror 进行数据复制可提供零 RPO。主灾难恢复数据中心与本地灾难恢复数据中心之间的距离限制为 100 公里左右。

通过使用异步 SnapMirror 将数据复制到第三个远程灾难恢复数据中心，可以防止主灾难恢复站点和本地灾难恢复站点发生故障。RPO 取决于复制更新的频率以及传输更新的速度。理论上，距离是无限的，但限制取决于必须传输的数据量以及数据中心之间的可用连接。典型的 RPO 值介于 30 分钟到多小时之间。

这两种复制方法的 RTO 主要取决于在灾难恢复站点启动 HANA 数据库并将数据加载到内存所需的时间。假设数据的读取吞吐量为 1000 Mbps，则加载 1 TB 数据大约需要 18 分钟。

正常运行期间，灾难恢复站点上的服务器可用作开发 / 测试系统。发生灾难时，需要关闭开发 / 测试系统并将其作为灾难恢复生产服务器启动。

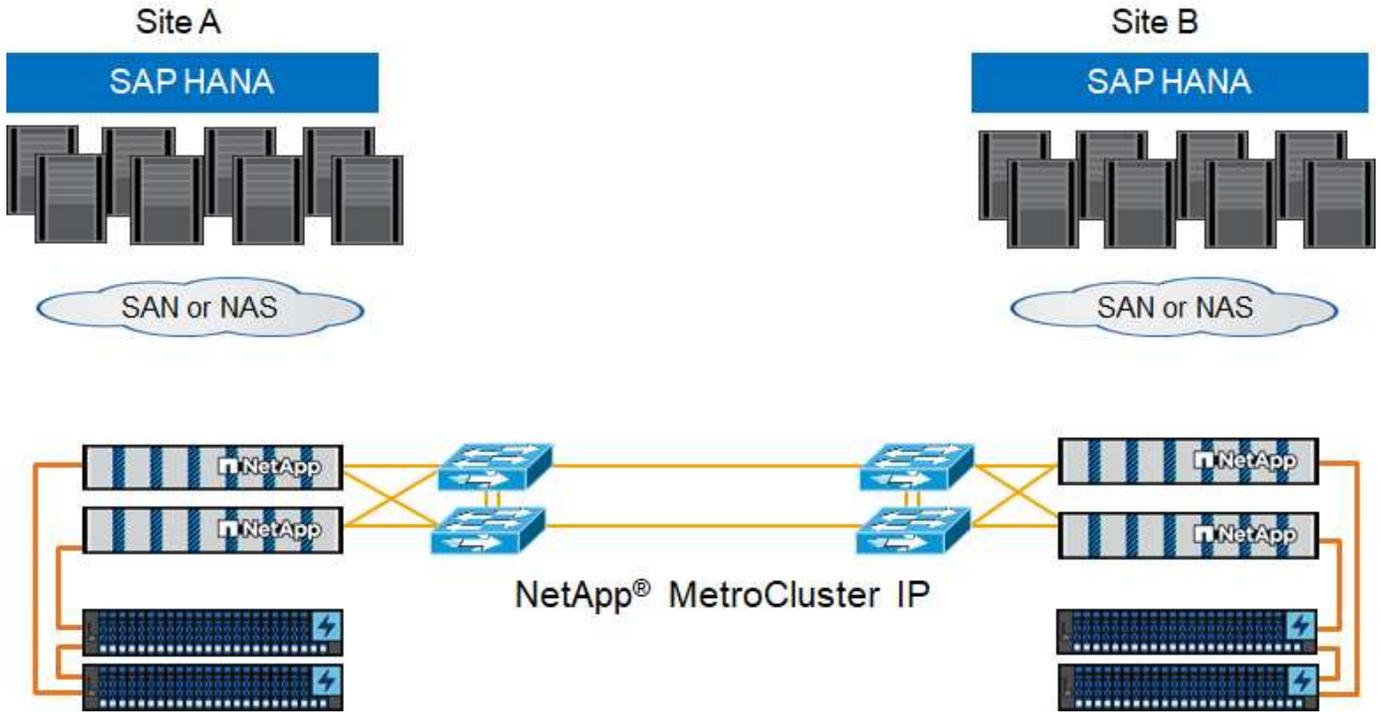
这两种复制方法均允许您执行灾难恢复工作流程测试，而不会影响 RPO 和 RTO。FlexClone 卷在存储上创建并连接到灾难恢复测试服务器。



同步复制提供 StrictSync 模式。如果由于任何原因未完成对二级存储的写入，则应用程序 I/O 将失败，从而确保主存储系统和二级存储系统完全相同。只有在 SnapMirror 关系恢复为 InSync 状态后，主系统的应用程序 I/O 才会恢复。如果主存储发生故障，则在故障转移后可以在二级存储上恢复应用程序 I/O，而不会丢失数据。在 StrictSync 模式下，RPO 始终为零。

基于 MetroCluster 的存储复制

下图简要展示了解决方案。每个站点上的存储集群可提供本地高可用性，并用于生产工作负载。每个站点的数据会同步复制到另一位置，并可在发生灾难故障转移时使用。



存储规模估算

下一节概述了为 SAP HANA 估算存储系统规模所需的性能和容量注意事项。



请联系 NetApp 或您的 NetApp 合作伙伴销售代表，帮助您创建大小合适的存储环境。

性能注意事项

SAP 已定义一组静态存储 KPI。无论数据库主机和使用 SAP HANA 数据库的应用程序的内存大小如何，这些 KPI 都适用于所有生产 SAP HANA 环境。这些 KPI 适用于单主机，多主机，HANA 上的 Business Suite，HANA 上的 Business Warehouse，S/4HANA 和 BB/4HANA 环境。因此，当前的性能规模估算方法仅取决于连接到存储系统的活动 SAP HANA 主机的数量。



存储性能 KPI 仅适用于生产 SAP HANA 系统，但您可以在中为所有 HANA 系统实施。

SAP 提供了一个性能测试工具，必须使用该工具来验证连接到存储的活动 SAP HANA 主机的存储系统性能。

NetApp 测试并预定义了可附加到特定存储模型的最大 SAP HANA 主机数，同时仍满足 SAP 为基于生产的 SAP HANA 系统提供的所需存储 KPI。

可以在磁盘架上运行的最大 SAP HANA 主机数以及每个 SAP HANA 主机所需的最小 SSD 数均通过运行 SAP 性能测试工具来确定。此测试不会考虑主机的实际存储容量要求。您还必须计算容量要求，以确定所需的实际存储配置。

SAS 磁盘架

对于 12 Gb 串行连接 SCSI（SAS）磁盘架（DS224C），可使用以下固定磁盘架配置来执行性能规模估算：

- 半负载磁盘架，带 12 个 SSD
- 满载磁盘架，含 24 个 SSD



这两种配置都使用高级磁盘分区（Advanced Disk Partitioning，ADPv2）。半负载磁盘架最多可支持九个 SAP HANA 主机，而满载磁盘架最多可在一个磁盘架中支持 14 个主机。SAP HANA 主机必须在两个存储控制器之间平均分布。相同的适用场景 AFF A700s 系统的内部磁盘。必须使用 12 Gb SAS 连接 DS224C 磁盘架，以支持 SAP HANA 主机的数量。

6 Gb SAS 磁盘架（DS2246）最多支持四个 SAP HANA 主机。SSD 和 SAP HANA 主机必须在两个存储控制器之间平均分布。

下表汇总了每个磁盘架支持的 SAP HANA 主机数。

	满载 24 个 SSD 的 6 Gb SAS 磁盘架（DS2246）	12 GB SAS 磁盘架（DS224C），半个装有 12 个 SSD 和 ADPv2	12 GB SAS 磁盘架（DS224C），满载 24 个 SSD 和 ADPv2
每个磁盘架的最大 SAP HANA 主机数	4.	9	14



此计算与所使用的存储控制器无关。添加更多磁盘架不会增加存储控制器可以支持的 SAP HANA 主机的最大数量。

NS224 NVMe 磁盘架

一个 NVMe SSD (数据) 最多支持 2/5 个 SAP HANA 主机、具体取决于使用的 NVMe 磁盘。SSD 和 SAP HANA 主机必须在两个存储控制器之间平均分布。这同样适用于 AFF 系统的内部 NVMe 磁盘。



添加更多磁盘架不会增加存储控制器可支持的最大 SAP HANA 主机数量。

混合工作负载

支持在同一存储控制器或同一存储聚合上运行的 SAP HANA 和其他应用程序工作负载。但是，NetApp 的最佳实践是将 SAP HANA 工作负载与所有其他应用程序工作负载分开。

您可能会决定在同一存储控制器或同一聚合上部署 SAP HANA 工作负载和其他应用程序工作负载。如果是，您必须确保在混合工作负载环境中为 SAP HANA 提供足够的性能。NetApp 还建议您使用服务质量（QoS）参数来控制这些其他应用程序对 SAP HANA 应用程序可能产生的影响，并保证 SAP HANA 应用程序的吞吐量。

必须使用 SAP 性能测试工具检查是否可以在已用于其他工作负载的现有存储控制器上运行其他 SAP HANA 主机。SAP 应用程序服务器可以安全地放置在与 SAP HANA 数据库相同的存储控制器和 / 或聚合上。

容量注意事项

有关 SAP HANA 容量要求的详细问题描述，请参见 "[SAP 备注：1900823](#)" 白皮书。



必须使用 NetApp 的 SAP HANA 存储规模估算工具来确定使用多个 SAP HANA 系统的整体 SAP 环境的容量规模估算。请联系 NetApp 或您的 NetApp 合作伙伴销售代表，以验证适当规模的存储环境的存储规模估算流程。

配置性能测试工具

从 SAP HANA 1.0 SPS10 开始，SAP 引入了一些参数来调整 I/O 行为并针对所用文件和存储系统优化数据库。使用 SAP 性能测试工具测试存储性能时，还必须为 SAP 的性能测试工具设置这些参数。

NetApp 进行了性能测试以定义最佳值。下表列出了必须在 SAP 性能测试工具的配置文件中设置的参数。

参数	价值
max_parallel_io_requests.	128.
异步读取提交	开启
异步写入提交活动	开启
异步写入提交块	全部

有关配置不同 SAP 测试工具的详细信息，请参见 ["SAP 注释 1943937"](#) 适用于 HWCCT（SAP HANA 1.0）和 ["SAP 注释 2493172"](#) 适用于 HCMT/HCOT（SAP HANA 2.0）。

以下示例显示了如何为 HCMT/HCOT 执行计划设置变量。

```
...{
    "Comment": "Log Volume: Controls whether read requests are
submitted asynchronously, default is 'on'",
    "Name": "LogAsyncReadSubmit",
    "Value": "on",
    "Request": "false"
},
{
    "Comment": "Data Volume: Controls whether read requests are
submitted asynchronously, default is 'on'",
    "Name": "DataAsyncReadSubmit",
    "Value": "on",
    "Request": "false"
},
{
    "Comment": "Log Volume: Controls whether write requests can be
submitted asynchronously",
    "Name": "LogAsyncWriteSubmitActive",
    "Value": "on",
    "Request": "false"
},
{
    "Comment": "Data Volume: Controls whether write requests can be
submitted asynchronously",
    "Name": "DataAsyncWriteSubmitActive",
    "Value": "on",
    "Request": "false"
}
```

```

    },
    {
        "Comment": "Log Volume: Controls which blocks are written
asynchronously. Only relevant if AsyncWriteSubmitActive is 'on' or 'auto'
and file system is flagged as requiring asynchronous write submits",
        "Name": "LogAsyncWriteSubmitBlocks",
        "Value": "all",
        "Request": "false"
    },
    {
        "Comment": "Data Volume: Controls which blocks are written
asynchronously. Only relevant if AsyncWriteSubmitActive is 'on' or 'auto'
and file system is flagged as requiring asynchronous write submits",
        "Name": "DataAsyncWriteSubmitBlocks",
        "Value": "all",
        "Request": "false"
    },
    {
        "Comment": "Log Volume: Maximum number of parallel I/O requests
per completion queue",
        "Name": "LogExtMaxParallelIoRequests",
        "Value": "128",
        "Request": "false"
    },
    {
        "Comment": "Data Volume: Maximum number of parallel I/O requests
per completion queue",
        "Name": "DataExtMaxParallelIoRequests",
        "Value": "128",
        "Request": "false"
    },
    }, ...

```

必须在测试配置中使用这些变量。SAP 使用 HCMT/HCOT 工具提供的预定义执行计划通常会出现这种情况。以下 4K 日志写入测试示例来自执行计划。

```

...
{
  "ID": "D664D001-933D-41DE-A904F304AEB67906",
  "Note": "File System Write Test",
  "ExecutionVariants": [
    {
      "ScaleOut": {
        "Port": "${RemotePort}",
        "Hosts": "${Hosts}",
        "ConcurrentExecution": "${FSConcurrentExecution}"
      },
      "RepeatCount": "${TestRepeatCount}",
      "Description": "4K Block, Log Volume 5GB, Overwrite",
      "Hint": "Log",
      "InputVector": {
        "BlockSize": 4096,
        "DirectoryName": "${LogVolume}",
        "FileOverwrite": true,
        "FileSize": 5368709120,
        "RandomAccess": false,
        "RandomData": true,
        "AsyncReadSubmit": "${LogAsyncReadSubmit}",
        "AsyncWriteSubmitActive":
"${LogAsyncWriteSubmitActive}",
        "AsyncWriteSubmitBlocks":
"${LogAsyncWriteSubmitBlocks}",
        "ExtMaxParallelIoRequests":
"${LogExtMaxParallelIoRequests}",
        "ExtMaxSubmitBatchSize": "${LogExtMaxSubmitBatchSize}",
        "ExtMinSubmitBatchSize": "${LogExtMinSubmitBatchSize}",
        "ExtNumCompletionQueues":
"${LogExtNumCompletionQueues}",
        "ExtNumSubmitQueues": "${LogExtNumSubmitQueues}",
        "ExtSizeKernelIoQueue": "${ExtSizeKernelIoQueue}"
      }
    }, ...
  ]
}

```

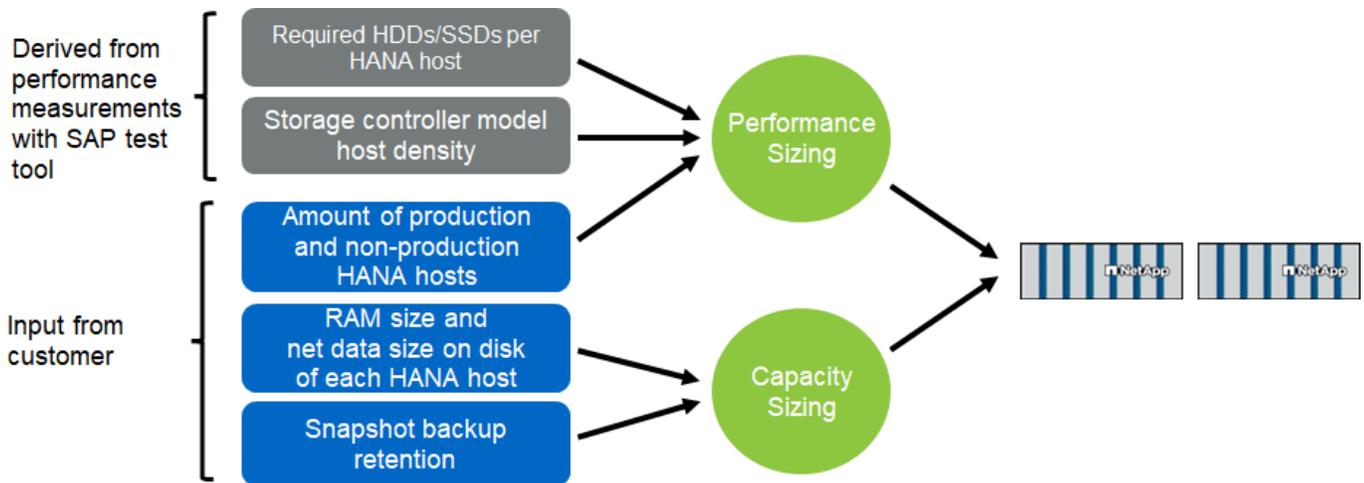
存储规模估算流程概述

每个 HANA 主机的磁盘数以及每个存储模型的 SAP HANA 主机密度均通过性能测试工具确定。

规模估算过程需要详细信息，例如生产和非生产 SAP HANA 主机的数量，每个主机的 RAM 大小以及基于存储的 Snapshot 副本的备份保留。SAP HANA 主机的数量决定了存储控制器和所需磁盘的数量。

在容量规模估算期间，RAM 大小，每个 SAP HANA 主机磁盘上的净数据大小以及 Snapshot 副本备份保留期限均用作输入。

下图总结了规模估算过程。



基础架构设置和配置

网络设置

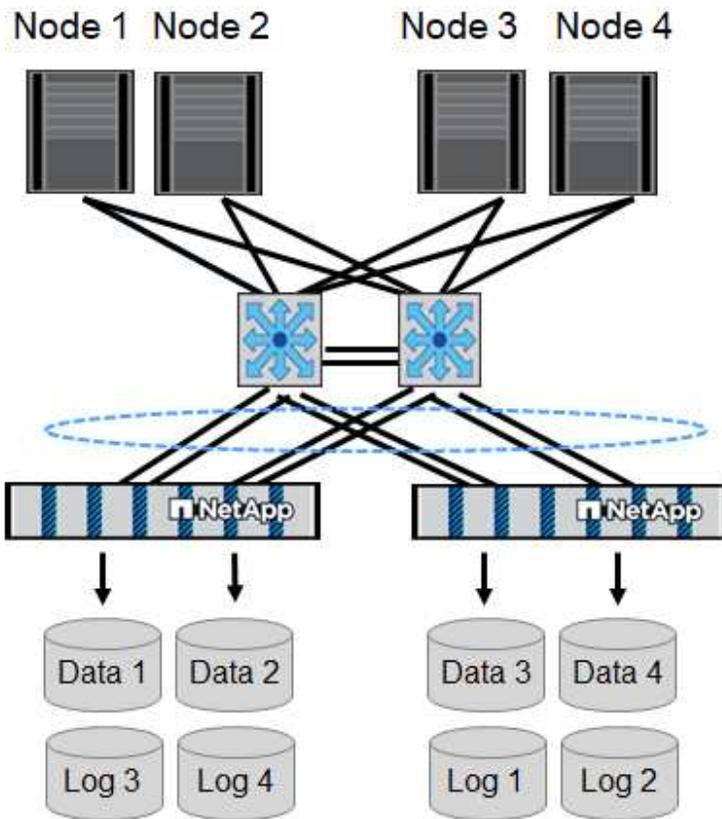
本节介绍 SAP HANA 主机的专用存储网络设置。

配置网络时，请遵循以下准则：

- 必须使用专用存储网络将 SAP HANA 主机连接到具有 10GbE 或更快网络的存储控制器。
- 对存储控制器和 SAP HANA 主机使用相同的连接速度。如果无法做到这一点，请确保存储控制器和 SAP HANA 主机之间的网络组件能够处理不同的速度。例如，您必须提供足够的缓冲区空间，以便在存储和主机之间的 NFS 级别进行速度协商。网络组件通常是交换机，但也必须考虑刀片式服务器机箱中的其他组件，例如背板。
- 在存储网络交换机和主机层上用于存储流量的所有物理端口上禁用流量控制。
- 每个 SAP HANA 主机都必须具有一个冗余网络连接，带宽至少为 10 Gb。
- 必须在 SAP HANA 主机和存储控制器之间的所有网络组件上启用最大传输单元（MTU）大小为 9,000 的巨型帧。
- 在 VMware 设置中，必须为每个正在运行的虚拟机分配专用 VMXNET3 网络适配器。有关更多要求，请查看“简介”中提及的相关文章。
- 为避免彼此干扰，请在日志和数据区域使用单独的网络 I/O 路径。

下图显示了一个示例，其中四个 SAP HANA 主机使用 10GbE 网络连接到一个存储控制器 HA 对。每个 SAP HANA 主机都与冗余网络结构建立了主动-主动连接。

在存储层，配置了四个活动连接，可为每个 SAP HANA 主机提供 10 Gb 吞吐量。在存储层，将配置 MTU 大小为 9000 的广播域，并将所有必需的物理接口添加到此广播域。此方法会自动将这些物理接口分配给同一故障转移组。分配给这些物理接口的所有逻辑接口（LIF）都会添加到此故障转移组中。



At least one redundant 10GbE connection

Active-Active Link Aggregation

Data and log of each SAP HANA hosts distributed to a different controller

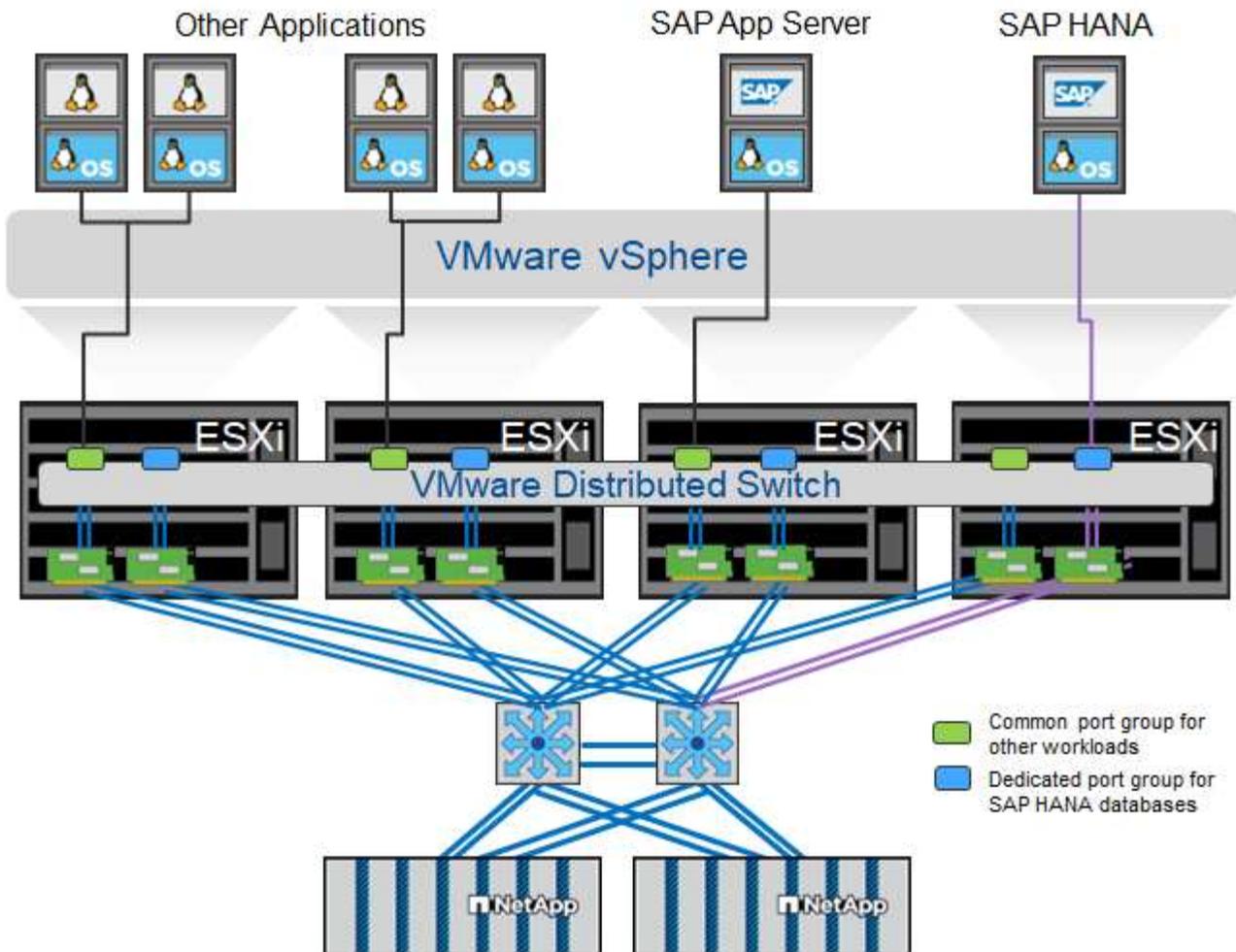
通常、建议在服务器(绑定)和存储系统上使用HA接口组(例如链路聚合控制协议[LACP]和ifgroups)。使用 HA 接口组，验证负载是否在组内的所有接口之间平均分布。负载分布取决于网络交换机基础架构的功能。



根据 SAP HANA 主机的数量和使用的连接速度，需要不同数量的活动物理端口。有关详细信息，请参见一节“LIF 配置”。

VMware 专用网络设置

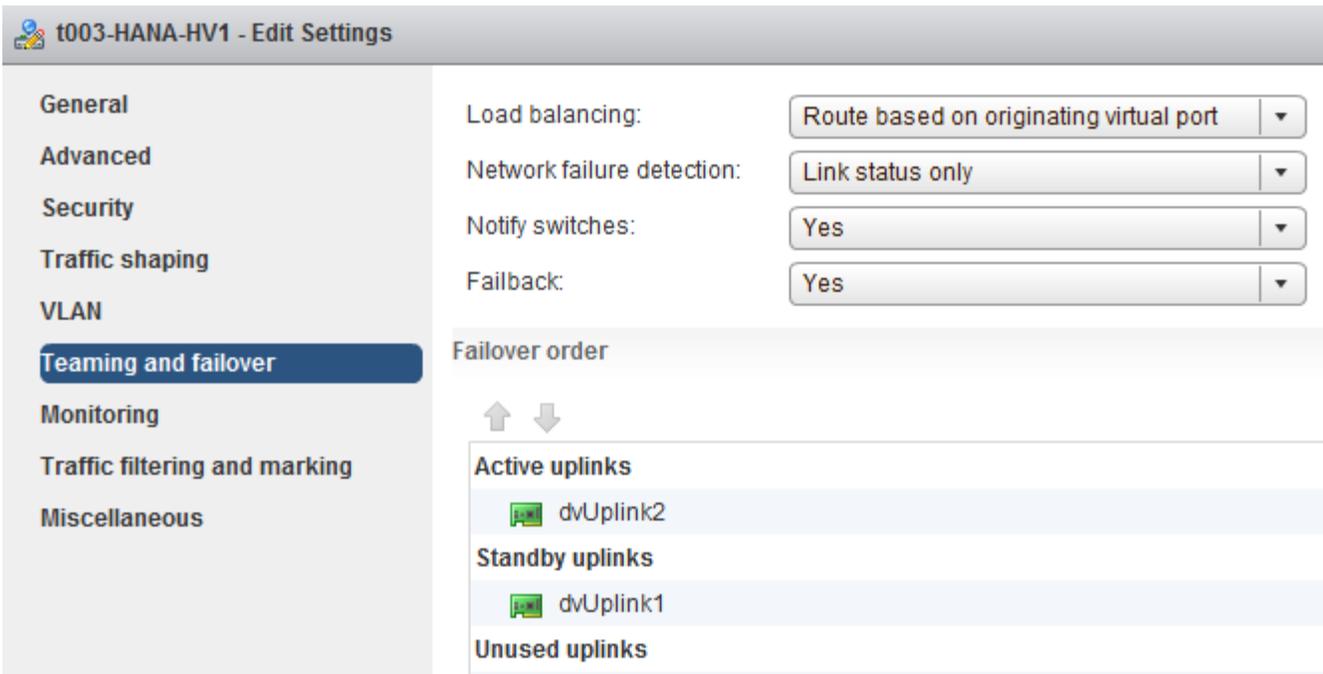
正确的网络设计和配置至关重要，因为 SAP HANA 实例的所有数据，包括数据库的性能关键型数据和日志卷，均通过此解决方案中的 NFS 提供。专用存储网络用于将 NFS 流量与 SAP HANA 节点之间的通信和用户访问流量分开。每个 SAP HANA 节点都需要一个冗余专用网络连接，带宽至少为 10 Gb。此外，还支持更高的带宽。此网络必须通过网络交换和计算从存储层端扩展到端，直到 VMware vSphere 上托管的子操作系统为止。除了物理交换基础架构之外，还可以使用 VMware 分布式交换机（VDS）在虚拟机管理程序层为网络流量提供足够的性能和易管理性。



如上图所示，每个 SAP HANA 节点都会在 VMware 分布式交换机上使用一个专用端口组。通过此端口组，可以在 ESX 主机上增强服务质量（QoS）并专用分配物理网络接口卡（NIC）。要在发生 NIC 故障时使用专用物理 NIC 并保留 HA 功能，专用物理 NIC 将配置为活动上行链路。其他 NIC 会在 SAP HANA 端口组的绑定和故障转移设置中配置为备用上行链路。此外，物理和虚拟交换机上必须端到端启用巨型帧（MTU 9,000）。此外，关闭服务器，交换机和存储系统上用于存储流量的所有以太网端口上的流量控制。下图显示了此类配置的一个示例。



对于用于 NFS 流量的接口，必须关闭 LRO（大型接收卸载）。有关所有其他网络配置准则，请参见相应的适用于 SAP HANA 的 VMware 最佳实践指南。



时间同步

您必须同步存储控制器与 SAP HANA 数据库主机之间的时间。为此，请为所有存储控制器和所有 SAP HANA 主机设置相同的时间服务器。

存储控制器设置

本节介绍 NetApp 存储系统的配置。您必须根据相应的 ONTAP 设置和配置指南完成主安装和设置。

存储效率

在 SSD 配置中，SAP HANA 支持实时重复数据删除，跨卷实时重复数据删除，实时压缩和实时数据缩减。

NetApp FlexGroup 卷

SAP HANA 不支持使用 NetApp FlexGroup 卷。由于 SAP HANA 的架构，使用 FlexGroup 卷不会带来任何优势，可能会导致性能问题。

NetApp 卷和聚合加密

SAP HANA 支持使用 NetApp 卷加密 (NVE) 和 NetApp 聚合加密 (NAE)。

Quality of service

QoS 可用于限制共享使用控制器上特定 SAP HANA 系统或其他应用程序的存储吞吐量。其中一个使用情形是，限制开发和测试系统的吞吐量，使其不会影响混合环境中的生产系统。

在规模估算过程中，您应确定非生产系统的性能要求。开发和测试系统的规模可以采用较低的性能值进行调整，通常在 SAP 定义的生产系统 KPI 的 20% 到 50% 范围内。

从 ONTAP 9 开始，QoS 会在存储卷级别进行配置，并使用最大吞吐量值（MBps）和 I/O 量（IOPS）。

大型写入 I/O 对存储系统的性能影响最大。因此，应将 QoS 吞吐量限制设置为数据卷和日志卷中相应写入 SAP HANA 存储性能 KPI 值的百分比。

NetApp FabricPool

SAP HANA 系统中的活动主文件系统不能使用 NetApp FabricPool 技术。这包括数据和日志区域的文件系统以及 `/hana` 或共享文件系统。这样做会导致性能不可预测，尤其是在启动 SAP HANA 系统期间。

可以使用 "仅快照" 分层策略，也可以在 NetApp SnapVault 或 SnapMirror 目标等备份目标上使用 FabricPool。



使用 FabricPool 在主存储上分层 Snapshot 副本或在备份目标上使用 FabricPool 会更改还原和恢复数据库或执行其他任务（例如创建系统克隆或修复系统）所需的时间。在规划整体生命周期管理策略时，请考虑此因素，并检查以确保在使用此功能时仍符合 SLA。

FabricPool 是将日志备份移动到另一存储层的理想选择。移动备份会影响恢复 SAP HANA 数据库所需的时间。因此，应将选项 "分层最小冷却天数" 设置为一个值，以便在本地快速存储层上放置恢复所需的日志备份。

存储配置

以下概述总结了所需的存储配置步骤。后续章节将详细介绍每个步骤。在本节中，我们假定已设置存储硬件，并且已安装 ONTAP 软件。此外，存储端口（10GbE 或更快）与网络之间的连接必须已建立。

1. 按照中所述检查正确的磁盘架配置 "[磁盘架连接]"。
2. 按照中所述创建和配置所需的聚合 "[聚合配置]"。
3. 创建 Storage Virtual Machine（SVM），如 "SVM 配置"。
4. 按照中所述创建 LIF "[LIF 配置]"。
5. 在聚合中创建卷、如 "和 "SAP HANA 多主机系统的卷配置" 中所述 SAP HANA 单主机系统的卷配置。
6. 按照中所述设置所需的卷选项 "[卷选项]"。
7. 按照中所述为 NFSv3 设置所需的选项 "NFSv3 的 NFS 配置" 或 NFSv4，如 "NFSv4 的 NFS 配置"。
8. 将卷挂载到命名空间并设置导出策略，如 "[将卷挂载到命名空间并设置导出策略]"。

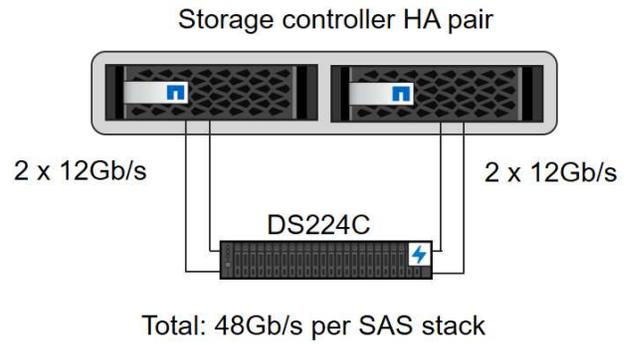
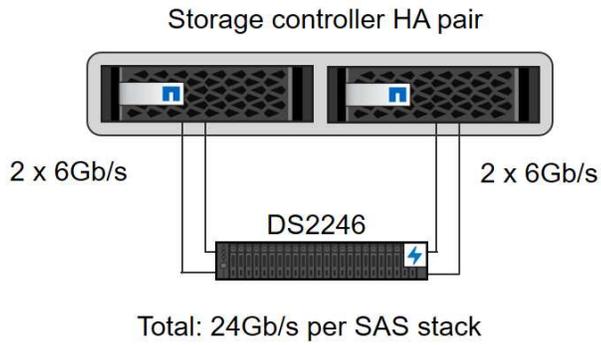
磁盘架连接

SAS 磁盘架

最多可以将一个磁盘架连接到一个 SAS 堆栈，以提供 SAP HANA 主机所需的性能，如下图所示。每个磁盘架中的磁盘必须平均分布到 HA 对的两个控制器。ADPv2 可用于 ONTAP 9 和 DS224C 磁盘架。

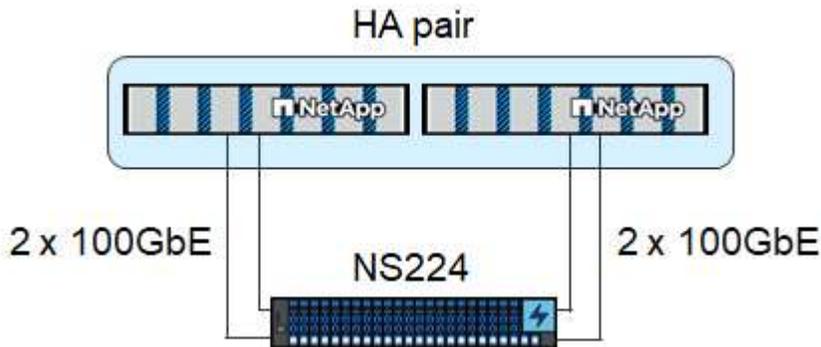


对于 DS224C 磁盘架，也可以使用四路径 SAS 布线，但这并不是必需的。



NVMe (100GbE) 磁盘架

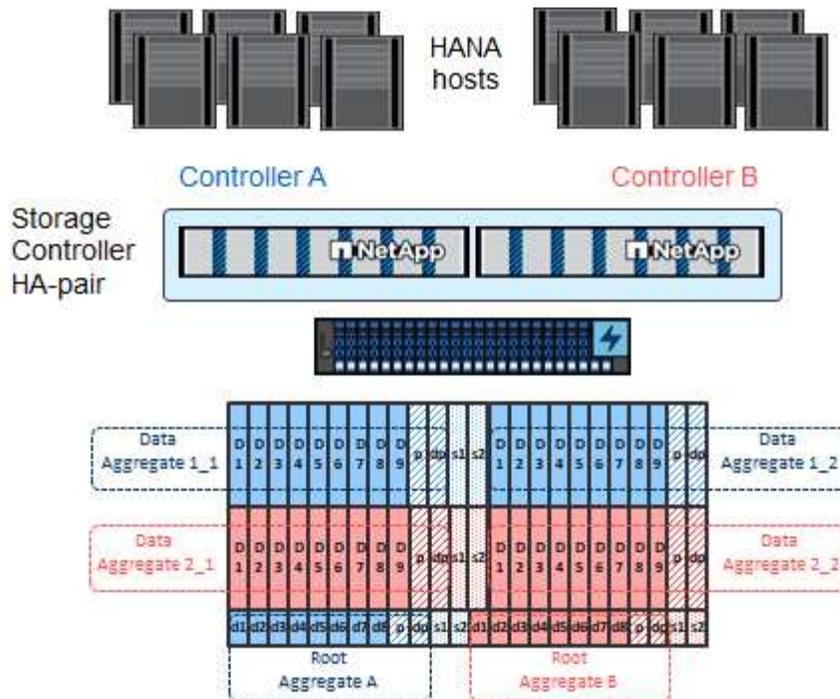
每个NS224 NVMe磁盘架都通过每个控制器两个100GbE端口进行连接、如下图所示。每个磁盘架中的磁盘必须平均分布到 HA 对的两个控制器。聚合配置一章中所述的 ADPv2 也用于 NS224 磁盘架。



聚合配置

通常，您必须为每个控制器配置两个聚合，而不受所使用的磁盘架或驱动器技术（SAS SSD 或 NVMe SSD）的影响。

下图显示了在配置了 ADPv2 的 12 Gb SAS 磁盘架上运行的 12 个 SAP HANA 主机的配置。每个存储控制器连接六个 SAP HANA 主机。配置了四个单独的聚合，每个存储控制器两个。每个聚合都配置有 11 个磁盘，其中包含九个数据分区和两个奇偶校验磁盘分区。每个控制器都有两个备用分区。



SVM 配置

使用 SAP HANA 数据库的多个 SAP 环境可以使用一个 SVM。如果需要，还可以为每个 SAP 环境分配一个 SVM，以防这些 SVM 由公司内的不同团队管理。

如果在创建新的 SVM 时自动创建和分配了 QoS 配置文件，请从 SVM 中删除此自动创建的配置文件，以便为 SAP HANA 启用所需的性能：

```
vserver modify -vserver <svm-name> -qos-policy-group none
```

LIF 配置

对于 SAP HANA 生产系统，您必须使用不同的 LIF 从 SAP HANA 主机挂载数据卷和日志卷。因此，至少需要两个 LIF。

不同 SAP HANA 主机的数据和日志卷挂载可以通过使用相同的 LIF 或为每个挂载使用单独的 LIF 来共享物理存储网络端口。

下表显示了每个物理接口的最大数据和日志卷装载量。

以太网端口速度	10GbE	25GbE	40GbE	100 个地理位置
每个物理端口的最大日志或数据卷挂载数	3	8	12	30



在不同 SAP HANA 主机之间共享一个 LIF 可能需要将数据或日志卷重新挂载到其他 LIF。如果将卷移动到其他存储控制器，此更改可避免性能降低。

开发和测试系统可以在物理网络接口上使用更多的数据和卷挂载或 LIF。

对于生产，开发和测试系统，`/ha/shared` 文件系统可以使用与数据或日志卷相同的 LIF。

SAP HANA 单主机系统的卷配置

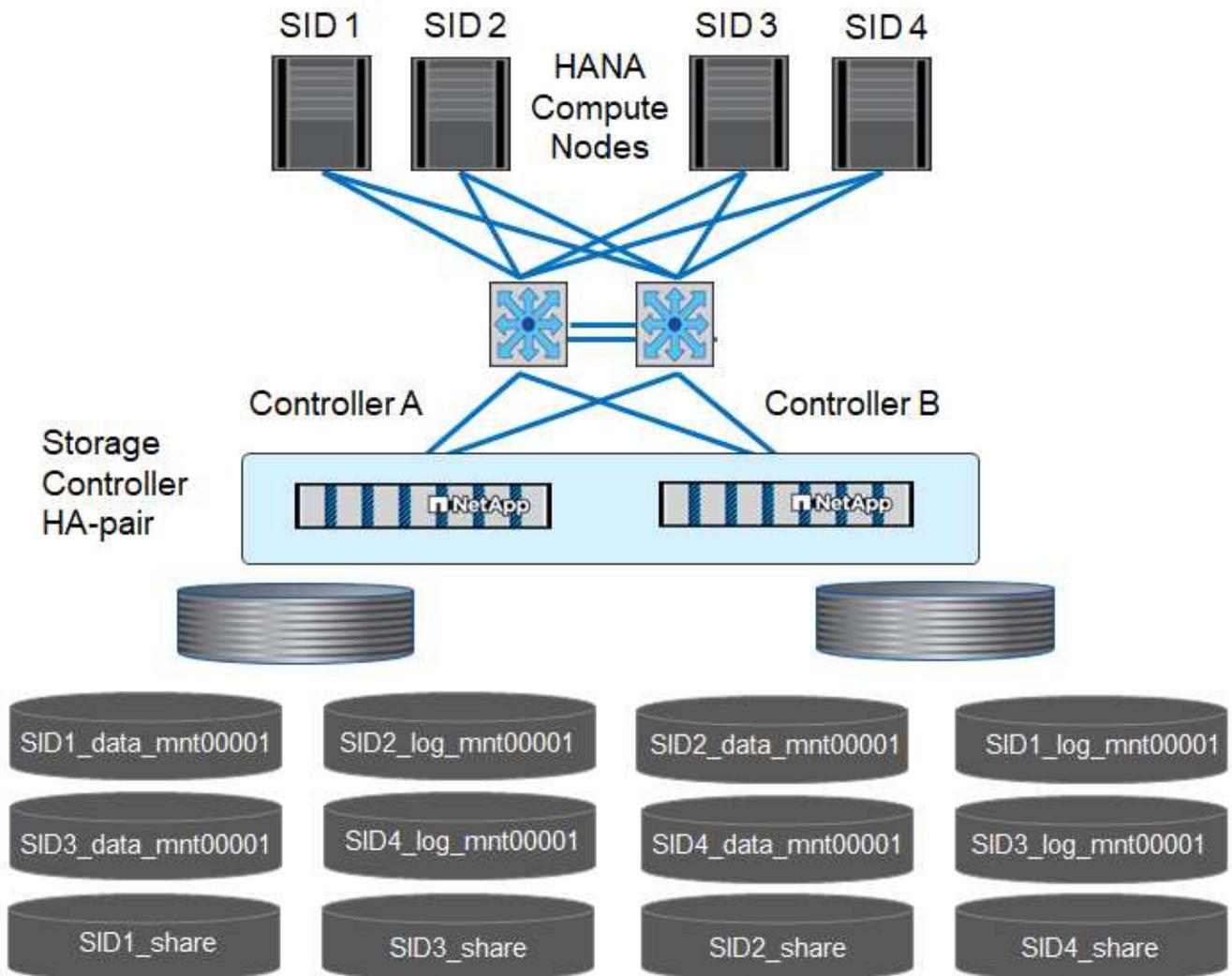
下图显示了四个单主机 SAP HANA 系统的卷配置。每个 SAP HANA 系统的数据卷和日志卷会分布到不同的存储控制器。例如，在控制器 A 上配置了卷 SID1_data_mnt00001，在控制器 B 上配置了卷 SID1_log_mnt00001



如果 SAP HANA 系统仅使用 HA 对中的一个存储控制器，则数据和日志卷也可以存储在同一个存储控制器上。



如果数据卷和日志卷存储在同一控制器上，则必须使用两个不同的 LIF 从服务器访问存储：一个 LIF 用于访问数据卷，另一个 LIF 用于访问日志卷。



对于每个 SAP HANA 主机，都会为 `或 HANA 或 Shared` 配置一个数据卷，一个日志卷和一个卷。下表显示了单主机 SAP HANA 系统的配置示例。

目的	控制器 A 上的聚合 1	控制器 A 上的聚合 2	控制器 B 上的聚合 1	控制器 b 上的聚合 2
系统 SID1 的数据， 日志和共享卷	数据卷： SID1_data_mnt0000 1	共享卷： sid1_shared	–	日志卷： SID1_LOG_mnt0000 1
系统 SID2 的数据， 日志和共享卷	–	日志卷： SID2_LOG_mnt0000 1	数据卷： SID2_data_mnt0000 1	共享卷： sid2_shared
系统 SID3 的数据， 日志和共享卷	共享卷： sid3_shared	数据卷： SID3_data_mnt0000 1	日志卷： SID3_LOG_mnt0000 1	–
系统 SID4 的数据， 日志和共享卷	日志卷： SID4_LOG_mnt0000 1	–	共享卷： SID4_shared	数据卷： SID4_data_mnt0000 1

下表显示了单主机系统的挂载点配置示例。要将 `sidadm` 用户的主目录放在中央存储上，应从 `SID_shared` 卷挂载 `us/sap/SID` 文件系统。

Junction path	目录	HANA 主机上的挂载点
<code>sid_data_mnt00001</code>		<code>/ha/data/sid/mnt00001</code>
<code>sid_log_mnt00001</code>		<code>/ha/log/sid/mnt00001</code>
<code>sid_shared</code>	use-sap 共享	<code>/usr/sap/SID /has/shared/</code>

SAP HANA 多主机系统的卷配置

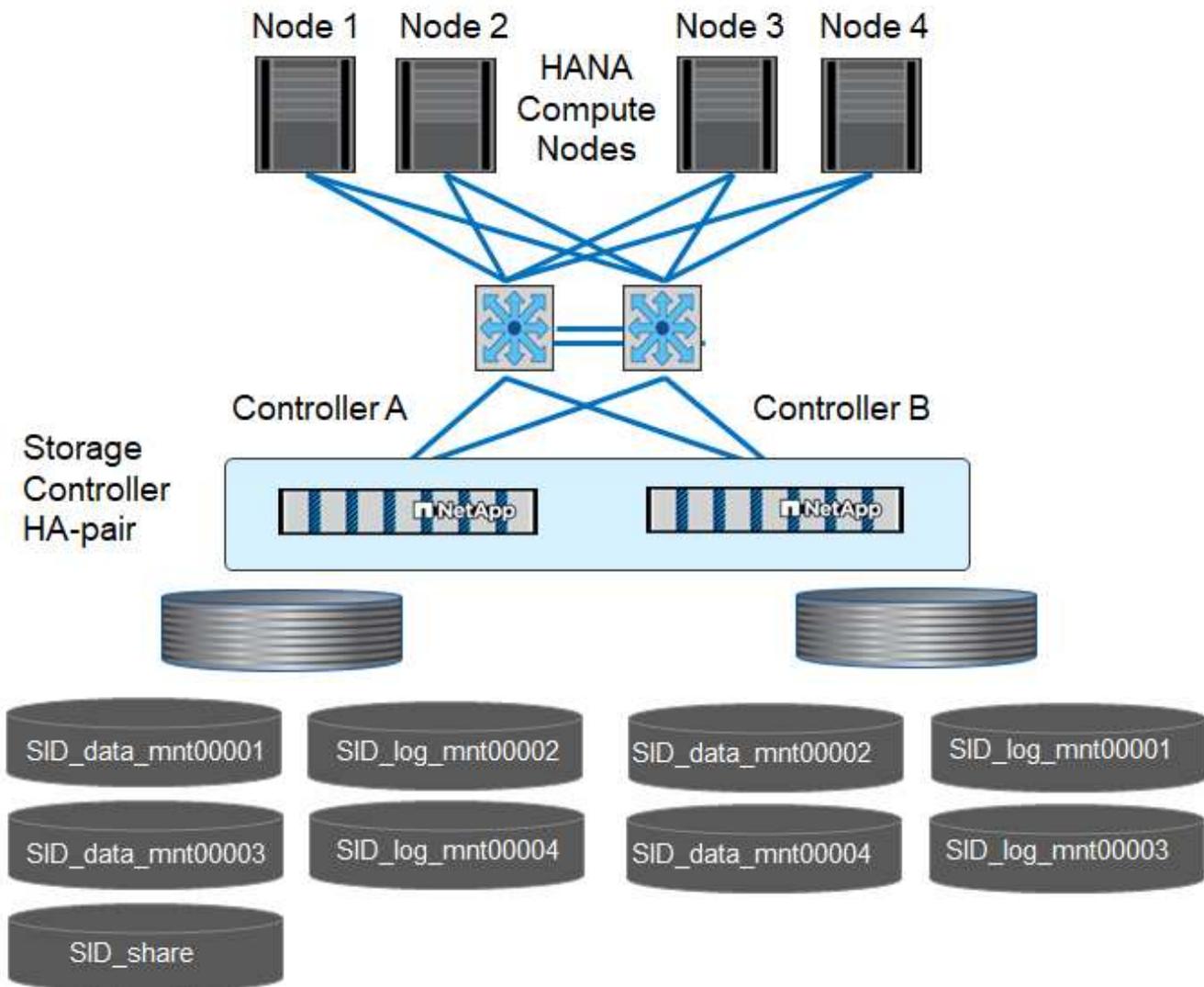
下图显示了 4+1 SAP HANA 系统的卷配置。每个 SAP HANA 主机的数据卷和日志卷分布到不同的存储控制器。例如，在控制器 A 上配置了卷 `SID1_data1_mnt00001`，在控制器 B 上配置了卷 `SID1_log1_mnt00001`



如果 SAP HANA 系统仅使用 HA 对的一个存储控制器，则数据和日志卷也可以存储在同一个存储控制器上。



如果数据卷和日志卷存储在同一控制器上，则必须使用两个不同的 LIF 从服务器访问存储：一个 LIF 用于访问数据卷，一个 LIF 用于访问日志卷。



对于每个 SAP HANA 主机，系统会创建一个数据卷和一个日志卷。`HANA 系统的所有主机都使用` /hana / 共享卷。下表显示了具有四个活动主机的多主机 SAP HANA 系统的配置示例。

目的	控制器 A 上的聚合 1	控制器 A 上的聚合 2	控制器 B 上的聚合 1	控制器 B 上的聚合 2
节点 1 的数据卷和日志卷	数据卷： sid_data_mnt00001	—	日志卷： sid_log_mnt00001	—
节点 2 的数据卷和日志卷	日志卷： sid_log_mnt00002	—	数据卷： sid_data_mnt00002	—
节点 3 的数据卷和日志卷	—	数据卷： sid_data_mnt00003	—	日志卷： sid_log_mnt00003
节点 4 的数据卷和日志卷	—	日志卷： sid_log_mnt00004	—	数据卷： sid_data_mnt00004
所有主机的共享卷	共享卷： sid_shared			

下表显示了具有四个活动 SAP HANA 主机的多主机系统的配置和挂载点。要将每个主机的 sidadm 用户的主目录放置在中央存储上，会从 SID_shared 卷挂载` us/sap/SID` 文件系统。

Junction path	目录	SAP HANA 主机上的挂载点	注意
sid_data_mnt00001	–	/ha/data/sid/mnt00001	已挂载到所有主机上
sid_log_mnt00001	–	/ha/log/sid/mnt00001	已挂载到所有主机上
sid_data_mnt00002	–	/ha/data/sid/mnt00002	已挂载到所有主机上
sid_log_mnt00002	–	/ha/log/sid/mnt00002	已挂载到所有主机上
sid_data_mnt00003	–	/ha/data/sid/mnt00003	已挂载到所有主机上
sid_log_mnt00003	–	/ha/log/sid/mnt00003	已挂载到所有主机上
sid_data_mnt00004	–	/ha/data/sid/mnt00004	已挂载到所有主机上
sid_log_mnt00004	–	/ha/log/sid/mnt00004	已挂载到所有主机上
sid_shared	共享	/ha/shared/SID	已挂载到所有主机上
sid_shared	usr-sap-host1	/usr/sap/SID	挂载在主机 1 上
sid_shared	usr-sap-host2.	/usr/sap/SID	挂载在主机 2 上
sid_shared	usr-sap-host3.	/usr/sap/SID	挂载在主机 3 上
sid_shared	usr-sap-host4.	/usr/sap/SID	挂载在主机 4 上
sid_shared	usr-sap-host5	/usr/sap/SID	挂载在主机 5 上

卷选项

您必须在所有 SVM 上验证并设置下表中列出的卷选项。对于某些命令，您必须在 ONTAP 中切换到高级权限模式。

Action	命令
禁用 Snapshot 目录可见性	<code>vol modify -vserver <vserver-name> -volume <volname> -snapdir-access false</code>
禁用自动 Snapshot 副本	<code>vol modify – vserver <vserver-name> -volume <volname> -snapshot-policy none</code>
禁用访问时间更新， SID_shared 卷除外	设置高级 <code>vol modify -vserver <vserver-name> -volume <volname> -atime-update false set admin</code>

NFSv3 的 NFS 配置

下表中列出的 NFS 选项必须在所有存储控制器上进行验证和设置。对于此表中显示的某些命令，您必须切换到高级权限模式。

Action	命令
启用 NFSv3 :	<code>NFS modify -vserver <vserver-name> v3.0 已启用</code>
将NFS TCP最大传输大小设置为1MB	设置 <code>advanced nfs modify -vserver <vserver_name> -tcp-max-xfer-size 1048576 set admin</code>



在工作负载不同的共享环境中、将最大NFS TCP传输大小设置为262144

NFSv4 的 NFS 配置

下表中列出的 NFS 选项必须在所有 SVM 上进行验证和设置。

对于此表中的某些命令，您必须切换到高级权限模式。

Action	命令
启用 NFSv4 :	NFS modify -vserver <vserver-name> -v4.1 已启用
将NFS TCP最大传输大小设置为1MB	设置 advanced nfs modify -vserver <vserver_name> -tcp-max-xfer-size 1048576 set admin
禁用 NFSv4 访问控制列表 (ACL)	nfs modify -vserver <vserver_name> -v4.1-acl 已禁用
设置 NFSv4 域 ID	nfs modify -vserver <vserver_name> -v4-id-domain <domain-name>
禁用 NFSv4 读取委派	nfs modify -vserver <vserver_name> -v4.1-read -delegation disabled
禁用 NFSv4 写入委派	NFS modify -vserver <vserver_name> -v4.1-write -delegation 已禁用
禁用 NFSv4 数字 ID	nfs modify -vserver <vserver_name> -v4-numeric-id 已禁用
更改NFSv4.x会话插槽的数量 可选	设置高级 nf修改-vserver hana -v4.x-sSession-num-sports <value> 设置admin



在工作负载不同的共享环境中、将最大NFS TCP传输大小设置为262144



请注意、禁用数字ID需要用户管理、如一节所述"《NFSv4 的 SAP HANA 安装准备工作》。"



在所有Linux服务器(/etc/idmapd.conf)和SVM上、NFSv4域ID必须设置为相同的值、如一节所述"《NFSv4 的 SAP HANA 安装准备工作》。"



可以启用和使用pNFS。

如果使用具有主机自动故障转移功能的SAP HANA多主机系统、则需要在中调整故障转移参数
nameserver.ini 如下表所示。

在这些部分中、保持默认重试间隔10秒。

部分 nameserver.ini	参数	价值
故障转移	normal 重试	9
Distributed watchdog	deactivation_retries	11.
Distributed watchdog	takeover_retries	9

将卷挂载到命名空间并设置导出策略

创建卷时，必须将卷挂载到命名空间。在本文档中，我们假定接合路径名称与卷名称相同。默认情况下，使用默认策略导出卷。如果需要，可以调整导出策略。

主机设置

本节所述的所有主机设置步骤对物理服务器上的 SAP HANA 环境和在 VMware vSphere 上运行的 SAP HANA 均有效。

SUSE Linux Enterprise Server 的配置参数

必须根据 SAP HANA 生成的工作负载调整每个 SAP HANA 主机上的其他内核和配置参数。

SUSE Linux Enterprise Server 12 和 15

从 SUSE Linux Enterprise Server 12 SP1 开始，必须在 `/etc/sysctl.d` 目录的配置文件中设置内核参数。例如，您必须创建一个名为 91-netapp-hana 的配置文件。

```
net.core.rmem_max = 16777216
net.core.wmem_max = 16777216
net.ipv4.tcp_rmem = 4096 131072 16777216
net.ipv4.tcp_wmem = 4096 16384 16777216
net.core.netdev_max_backlog = 300000
net.ipv4.tcp_slow_start_after_idle=0
net.ipv4.tcp_no_metrics_save = 1
net.ipv4.tcp_moderate_rcvbuf = 1
net.ipv4.tcp_window_scaling = 1
net.ipv4.tcp_timestamps = 1
net.ipv4.tcp_sack = 1
sunrpc.tcp_max_slot_table_entries = 128
```



可以使用适用于 SAP 操作系统的 SLES 版本中的 Saptune 设置这些值。有关详细信息，请参见 ["SAP 注释 3024346"](#)（需要 SAP 登录）。

适用于 Red Hat Enterprise Linux 7.2 或更高版本的配置参数

您必须在每个 SAP HANA 主机上为 SAP HANA 生成的工作负载调整其他内核和配置参数。

从 Red Hat Enterprise Linux 7.2 开始，您必须在 `/etc/sysctl.d` 目录的配置文件中设置内核参数。例如，您必须创建一个名为 91-netapp-hana 的配置文件。

```
net.core.rmem_max = 16777216
net.core.wmem_max = 16777216
net.ipv4.tcp_rmem = 4096 131072 16777216
net.ipv4.tcp_wmem = 4096 16384 16777216
net.core.netdev_max_backlog = 300000
net.ipv4.tcp_slow_start_after_idle = 0
net.ipv4.tcp_no_metrics_save = 1
net.ipv4.tcp_moderate_rcvbuf = 1
net.ipv4.tcp_window_scaling = 1
net.ipv4.tcp_timestamps = 1
net.ipv4.tcp_sack = 1
sunrpc.tcp_max_slot_table_entries = 128
```



自RedHat Enterprise Linux 8.6版起、还可以使用适用于SAP的RHEL系统角色(Ansible)应用这些设置。请参见 "[SAP 注释 3024346](#)" (需要 SAP 登录)。

在 **/has/** 共享卷中创建子目录



以下示例显示了 SID=NF2 的 SAP HANA 数据库。

要创建所需的子目录，请执行以下操作之一：

- 对于单主机系统，请挂载 `/ha/shared`` 卷并创建 `shared` 和 `usr-sp` 子目录。

```
sapcc-hana-tst-06:/mnt # mount <storage-hostname>:/NF2_shared /mnt/tmp
sapcc-hana-tst-06:/mnt # cd /mnt/tmp
sapcc-hana-tst-06:/mnt/tmp # mkdir shared
sapcc-hana-tst-06:/mnt/tmp # mkdir usr-sap
sapcc-hana-tst-06:/mnt/tmp # cd ..
sapcc-hana-tst-06:/mnt # umount /mnt/tmp
```

- 对于多主机系统，请挂载 `/ha/shared`` 卷，然后为每个主机创建 `shared` 和 `usr-sap` 子目录。

示例命令显示 2+1 多主机 HANA 系统。

```

sapcc-hana-tst-06:/mnt # mount <storage-hostname>:/NF2_shared /mnt/tmp
sapcc-hana-tst-06:/mnt # cd /mnt/tmp
sapcc-hana-tst-06:/mnt/tmp # mkdir shared
sapcc-hana-tst-06:/mnt/tmp # mkdir usr-sap-host1
sapcc-hana-tst-06:/mnt/tmp # mkdir usr-sap-host2
sapcc-hana-tst-06:/mnt/tmp # mkdir usr-sap-host3
sapcc-hana-tst-06:/mnt/tmp # cd ..
sapcc-hana-tst-06:/mnt # umount /mnt/tmp

```

创建挂载点



以下示例显示了 SID=NF2 的 SAP HANA 数据库。

要创建所需的挂载点目录，请执行以下操作之一：

- 对于单主机系统，创建挂载点并在数据库主机上设置权限。

```

sapcc-hana-tst-06:/ # mkdir -p /hana/data/NF2/mnt00001
sapcc-hana-tst-06:/ # mkdir -p /hana/log/NF2/mnt00001
sapcc-hana-tst-06:/ # mkdir -p /hana/shared
sapcc-hana-tst-06:/ # mkdir -p /usr/sap/NF2

sapcc-hana-tst-06:/ # chmod -R 777 /hana/log/NF2
sapcc-hana-tst-06:/ # chmod -R 777 /hana/data/NF2
sapcc-hana-tst-06:/ # chmod -R 777 /hana/shared
sapcc-hana-tst-06:/ # chmod -R 777 /usr/sap/NF2

```

- 对于多主机系统，创建挂载点并在所有工作主机和备用主机上设置权限。以下示例命令适用于 2+1 多主机 HANA 系统。

- 第一员工主机：

```

sapcc-hana-tst-06:~ # mkdir -p /hana/data/NF2/mnt00001
sapcc-hana-tst-06:~ # mkdir -p /hana/data/NF2/mnt00002
sapcc-hana-tst-06:~ # mkdir -p /hana/log/NF2/mnt00001
sapcc-hana-tst-06:~ # mkdir -p /hana/log/NF2/mnt00002
sapcc-hana-tst-06:~ # mkdir -p /hana/shared
sapcc-hana-tst-06:~ # mkdir -p /usr/sap/NF2

sapcc-hana-tst-06:~ # chmod -R 777 /hana/log/NF2
sapcc-hana-tst-06:~ # chmod -R 777 /hana/data/NF2
sapcc-hana-tst-06:~ # chmod -R 777 /hana/shared
sapcc-hana-tst-06:~ # chmod -R 777 /usr/sap/NF2

```

• 第二工作主机:

```
sapcc-hana-tst-07:~ # mkdir -p /hana/data/NF2/mnt00001
sapcc-hana-tst-07:~ # mkdir -p /hana/data/NF2/mnt00002
sapcc-hana-tst-07:~ # mkdir -p /hana/log/NF2/mnt00001
sapcc-hana-tst-07:~ # mkdir -p /hana/log/NF2/mnt00002
sapcc-hana-tst-07:~ # mkdir -p /hana/shared
sapcc-hana-tst-07:~ # mkdir -p /usr/sap/NF2

sapcc-hana-tst-07:~ # chmod -R 777 /hana/log/NF2
sapcc-hana-tst-07:~ # chmod -R 777 /hana/data/NF2
sapcc-hana-tst-07:~ # chmod -R 777 /hana/shared
sapcc-hana-tst-07:~ # chmod -R 777 /usr/sap/NF2
```

• 备用主机:

```
sapcc-hana-tst-08:~ # mkdir -p /hana/data/NF2/mnt00001
sapcc-hana-tst-08:~ # mkdir -p /hana/data/NF2/mnt00002
sapcc-hana-tst-08:~ # mkdir -p /hana/log/NF2/mnt00001
sapcc-hana-tst-08:~ # mkdir -p /hana/log/NF2/mnt00002
sapcc-hana-tst-08:~ # mkdir -p /hana/shared
sapcc-hana-tst-08:~ # mkdir -p /usr/sap/NF2

sapcc-hana-tst-08:~ # chmod -R 777 /hana/log/NF2
sapcc-hana-tst-08:~ # chmod -R 777 /hana/data/NF2
sapcc-hana-tst-08:~ # chmod -R 777 /hana/shared
sapcc-hana-tst-08:~ # chmod -R 777 /usr/sap/NF2
```

挂载文件系统

根据 NFS 版本和 ONTAP 版本, 必须使用不同的挂载选项。必须将以下文件系统挂载到主机:

- `/ha/data/SID/mnt0000*`
- `/ha/log/SID/mnt0000*`
- `/hana / 共享`
- `/usr/sap/SID`

下表显示了单主机和多主机 SAP HANA 数据库的不同文件系统必须使用的 NFS 版本。

文件系统	SAP HANA 单台主机	SAP HANA 多台主机
/ha/data/sid/mnt0000*	NFSv3 或 NFSv4	NFSv4
/ha/log/sid/mnt0000*	NFSv3 或 NFSv4	NFSv4
/has/ 共享	NFSv3 或 NFSv4	NFSv3 或 NFSv4

文件系统	SAP HANA 单台主机	SAP HANA 多台主机
/usr/sap/SID	NFSv3 或 NFSv4	NFSv3 或 NFSv4

下表显示了各种 NFS 版本和 ONTAP 版本的挂载选项。通用参数与 NFS 和 ONTAP 版本无关。



SAP Lama 要求 /usr/sap/SID 目录为本地目录。因此，如果使用的是 SAP Lama，请勿挂载 /usr/sap/SID 的 NFS 卷。

对于 NFSv3，您必须关闭 NFS 锁定，以避免在软件或服务器出现故障时执行 NFS 锁定清理操作。

使用 ONTAP 9，NFS 传输大小最多可配置为 1 MB。具体而言，如果与存储系统建立 40GbE 或更快的连接，则必须将传输大小设置为 1 MB，才能达到预期吞吐量值。

通用参数	NFSv3	NFSv4	ONTAP 9 中的 NFS 传输大小	使用 ONTAP 8 时的 NFS 传输大小
rw, bg, hard, timeo=600, noatime	nfsvers=3、无锁定	nfsvers=4.1、锁定	rsize=1048576, wsize=262144	rsize=65536, wsize=65536



要提高 NFSv3 的读取性能，NetApp 建议您使用 `nconnect=n` mount 选项，该选项可在 SUSE Linux Enterprise Server 12 SP4 或更高版本以及 RedHat Enterprise Linux (RHEL) 8.3 或更高版本中使用。



性能测试表明了这一点 `nconnect=4` 为数据卷提供良好的读取结果。日志写入可能会因会话数较少而受益、例如 `nconnect=2`。使用 "nconnect" 选项也可能有利于共享卷。请注意，从 NFS 服务器进行的首次挂载 (IP 地址) 会定义所使用的会话量。即使 `nconnect` 使用不同的值、进一步挂载到同一 IP 地址也不会更改此设置。



从 ONTAP 9.8 和 SUSE SLES15SP2 或 RedHat RHEL 8.4 或更高版本开始，NetApp 也支持 NFSv4.1 的 `nconnect` 选项。对于追加信息，请查看 Linux 供应商文档。



如果将 `nconnect` 与 NFSv4.x 结合使用，则应根据以下规则调整 NFSv4.x 会话插槽的数量：会话插槽的数量等于 `<nconnect value> x 64`。在主机上，此操作将经过重新启动后进行处理 `echo options nfs max_session_slots=<calculated value> > /etc/modprobe.d/nfsclient.conf`。此外，还必须调整服务器端值，并按照中所述设置会话插槽的数量"[NFSv4 的 NFS 配置](#)。"

以下示例显示了一个主机 SAP HANA 数据库，其中 SID=NF2 使用 NFSv3，NFS 传输大小为 1 MB 用于读取，256 k 用于写入。要在系统启动期间使用 `/etc/fstab` 配置文件挂载文件系统，请完成以下步骤：

1. 将所需的文件系统添加到 `/etc/fstab` 配置文件中。

2. 运行 `mount -a` 在所有主机上挂载文件系统。

NFSv4 的 SAP HANA 安装准备

NFS 版本 4 及更高版本需要用户身份验证。可以使用轻型目录访问协议（Lightweight Directory Access Protocol，LDAP）服务器等中央用户管理工具或使用本地用户帐户来完成此身份验证。以下各节介绍如何配置本地用户帐户。

管理用户 `<sid>adm`、`<sid>crypt` 开始安装 SAP HANA 软件之前，必须在 SAP HANA 主机和存储控制器上手动创建和 `sapsys` 组。

SAP HANA 主机

如果不存在，则必须在 SAP HANA 主机上创建 `sapsys` 组。必须选择一个不与存储控制器上的现有组 ID 冲突的唯一组 ID。

用户 `<sid>adm` 和 `<sid>crypt` 将在 SAP HANA 主机上创建。必须选择不与存储控制器上的现有用户 ID 冲突的唯一 ID。

对于多主机 SAP HANA 系统，所有 SAP HANA 主机上的用户 ID 和组 ID 必须相同。组和用户是通过将源系统中的受影响行复制到其他所有 SAP HANA 主机以及 `/etc/passwd` 从源系统复制到其他所有 SAP HANA 主机来在其他 SAP HANA 主机上创建 `/etc/group` 的。

对于多主机 SAP HANA 系统，所有 SAP HANA 主机上的用户和组 ID 必须相同。通过将 `/etc/group` 和 `/etc/passwd` 中的受影响行从源系统复制到所有其他 SAP HANA 主机，可以在其他 SAP HANA 主机上创建组和用户。



所有 Linux 服务器和 SVM 上的 NFSv4 域必须设置为相同的值。在文件 `/etc/idmapd.conf` 中为 Linux 主机设置域参数 `Domain = <domain_name>`。

启用并启动 NFS idmapd 服务：

```
systemctl enable nfs-idmapd.service
systemctl start nfs-idmapd.service
```



最新的 Linux 内核不需要执行此步骤。您可以安全地忽略警告消息。

存储控制器

SAP HANA 主机和存储控制器上的用户 ID 和组 ID 必须相同。可通过在存储集群上输入以下命令来创建组和用户：

```
vserver services unix-group create -vserver <vserver> -name <group name>
-id <group id>
vserver services unix-user create -vserver <vserver> -user <user name> -id
<user-id> -primary-gid <group id>
```

此外，将 SVM 的 UNIX 用户 root 的组 ID 设置为 0。

```
vserver services unix-user modify -vserver <vserver> -user root -primary  
-gid 0
```

SAP HANA 的 I/O 堆栈配置

从 SAP HANA 1.0 SPS10 开始，SAP 引入了一些参数来调整 I/O 行为并针对所使用的文件和存储系统优化数据库。

NetApp 进行了性能测试以定义理想值。下表列出了从性能测试中推断的最佳值。

参数	价值
max_parallel_io_requests.	128.
异步读取提交	开启
异步写入提交活动	开启
异步写入提交块	全部

对于 SPS12 之前的 SAP HANA 1.0 版本，可以在安装 SAP HANA 数据库期间设置这些参数，如 SAP 注释所述 ["2267798：使用 hdbparam 在安装期间配置 SAP HANA 数据库"](#)。

或者，也可以在安装 SAP HANA 数据库后使用 hdbparam framework 设置这些参数。

```
nf2adm@sapcc-hana-tst-06:/usr/sap/NF2/HDB00> hdbparam --paramset  
fileio.max_parallel_io_requests=128  
nf2adm@sapcc-hana-tst-06:/usr/sap/NF2/HDB00> hdbparam --paramset  
fileio.async_write_submit_active=on  
nf2adm@sapcc-hana-tst-06:/usr/sap/NF2/HDB00> hdbparam --paramset  
fileio.async_read_submit=on  
nf2adm@sapcc-hana-tst-06:/usr/sap/NF2/HDB00> hdbparam --paramset  
fileio.async_write_submit_blocks=all
```

从 SAP HANA 2.0 开始，hdbparam 已弃用，并且参数已移至 global.ini。可以使用 SQL 命令或 SAP HANA Studio 设置这些参数。有关详细信息，请参见 SAP 注释 ["2399079：在 HANA 2 中消除了 hdbparam"](#)。这些参数也可以在 global.ini 中进行设置，如下所示：

```
nf2adm@stlrx300s8-6: /usr/sap/NF2/SYS/global/hdb/custom/config> cat
global.ini
...
[fileio]
async_read_submit = on
async_write_submit_active = on
max_parallel_io_requests = 128
async_write_submit_blocks = all
...
```

从 SAP HANA 2.0 SPS5 开始，您可以使用 `setParameter.py` 脚本设置正确的参数：

```
nf2adm@sapcc-hana-tst-03:/usr/sap/NF2/HDB00/exe/python_support>
python setParameter.py
-set=SYSTEM/global.ini/fileio/max_parallel_io_requests=128
python setParameter.py -set=SYSTEM/global.ini/fileio/async_read_submit=on
python setParameter.py
-set=SYSTEM/global.ini/fileio/async_write_submit_active=on
python setParameter.py
-set=SYSTEM/global.ini/fileio/async_write_submit_blocks=all
```

SAP HANA 数据卷大小

默认情况下，SAP HANA 在每个 SAP HANA 服务中仅使用一个数据卷。由于文件系统的最大文件大小限制，NetApp 建议限制最大数据卷大小。

要自动执行此操作，请在 `global.ini` 中的 `[持久性]` 部分设置以下参数：

```
datavolume_stripping = true
datavolume_stripping_size_gb = 8000
```

这将在达到 8,000 GB 限制后创建一个新的数据卷。["SAP 注释 240005 问题 15"](#) 提供了更多信息。

SAP HANA 软件安装

本节介绍如何配置系统，以便在单主机和多主机系统上安装 SAP HANA 软件。

在单主机系统上安装

SAP HANA 软件安装不需要为单主机系统做任何其他准备。

在多主机系统上安装

要在多主机系统上安装 SAP HANA，请完成以下步骤：

1. 使用SAP hdbclm`安装工具、通过在一个工作主机上运行以下命令来启动安装。使用 `addhosts`选项添加第二个工作(`sapcc-hana-tst-03`台())和备用主机(`sapcc-hana-tst-04`)。

```
apcc-hana-tst-02:/mnt/sapcc-share/software/SAP/HANA2SPS7-
73/DATA_UNITS/HDB_LCM_LINUX_X86_64 #
./hdbclm --action=install --addhosts=sapcc-hana-tst-03:role=worker,sapcc-
-hana-tst-04:role=standby

SAP HANA Lifecycle Management - SAP HANA Database 2.00.073.00.1695288802
*****

Scanning software locations...
Detected components:
    SAP HANA AFL (incl.PAL,BFL,OFL) (2.00.073.0000.1695321500) in
/mnt/sapcc-share/software/SAP/HANA2SPS7-
73/DATA_UNITS/HDB_AFL_LINUX_X86_64/packages
    SAP HANA Database (2.00.073.00.1695288802) in /mnt/sapcc-
share/software/SAP/HANA2SPS7-
73/DATA_UNITS/HDB_SERVER_LINUX_X86_64/server
    SAP HANA Database Client (2.18.24.1695756995) in /mnt/sapcc-
share/software/SAP/HANA2SPS7-
73/DATA_UNITS/HDB_CLIENT_LINUX_X86_64/SAP_HANA_CLIENT/client
    SAP HANA Studio (2.3.75.000000) in /mnt/sapcc-
share/software/SAP/HANA2SPS7-
73/DATA_UNITS/HDB_STUDIO_LINUX_X86_64/studio
    SAP HANA Local Secure Store (2.11.0) in /mnt/sapcc-
share/software/SAP/HANA2SPS7-
73/DATA_UNITS/HANA_LSS_24_LINUX_X86_64/packages
    SAP HANA XS Advanced Runtime (1.1.3.230717145654) in /mnt/sapcc-
share/software/SAP/HANA2SPS7-
73/DATA_UNITS/XSA_RT_10_LINUX_X86_64/packages
    SAP HANA EML AFL (2.00.073.0000.1695321500) in /mnt/sapcc-
share/software/SAP/HANA2SPS7-
73/DATA_UNITS/HDB_EML_AFL_10_LINUX_X86_64/packages
    SAP HANA EPM-MDS (2.00.073.0000.1695321500) in /mnt/sapcc-
share/software/SAP/HANA2SPS7-73/DATA_UNITS/SAP_HANA_EPM-MDS_10/packages
    Automated Predictive Library (4.203.2321.0.0) in /mnt/sapcc-
share/software/SAP/HANA2SPS7-73/DATA_UNITS/PAAPL4_H20_LINUX_X86_64/apl-
4.203.2321.0-hana2sp03-linux_x64/installer/packages
    GUI for HALM for XSA (including product installer) Version 1
(1.015.0) in /mnt/sapcc-share/software/SAP/HANA2SPS7-
73/DATA_UNITS/XSA_CONTENT_10/XSACALMPIUI15_0.zip
```

```

XSAC FILEPROCESSOR 1.0 (1.000.102) in /mnt/sapcc-
share/software/SAP/HANA2SPS7-
73/DATA_UNITS/XSA_CONTENT_10/XSACFILEPROC00_102.zip
    SAP HANA tools for accessing catalog content, data preview, SQL
console, etc. (2.015.230503) in /mnt/sapcc-share/software/SAP/HANA2SPS7-
73/DATA_UNITS/XSAC_HRTT_20/XSACHRTT15_230503.zip
    Develop and run portal services for customer applications on XSA
(2.007.0) in /mnt/sapcc-share/software/SAP/HANA2SPS7-
73/DATA_UNITS/XSA_CONTENT_10/XSACPORTALSERV07_0.zip
    The SAP Web IDE for HANA 2.0 (4.007.0) in /mnt/sapcc-
share/software/SAP/HANA2SPS7-
73/DATA_UNITS/XSAC_SAP_WEB_IDE_20/XSACSAPWEBIDE07_0.zip
    XS JOB SCHEDULER 1.0 (1.007.22) in /mnt/sapcc-
share/software/SAP/HANA2SPS7-
73/DATA_UNITS/XSA_CONTENT_10/XSACSERVICES07_22.zip
    SAPUI5 FESV6 XSA 1 - SAPUI5 1.71 (1.071.52) in /mnt/sapcc-
share/software/SAP/HANA2SPS7-
73/DATA_UNITS/XSA_CONTENT_10/XSACUI5FESV671_52.zip
    SAPUI5 FESV9 XSA 1 - SAPUI5 1.108 (1.108.5) in /mnt/sapcc-
share/software/SAP/HANA2SPS7-
73/DATA_UNITS/XSA_CONTENT_10/XSACUI5FESV9108_5.zip
    SAPUI5 SERVICE BROKER XSA 1 - SAPUI5 Service Broker 1.0 (1.000.4) in
/mnt/sapcc-share/software/SAP/HANA2SPS7-
73/DATA_UNITS/XSA_CONTENT_10/XSACUI5SB00_4.zip
    XSA Cockpit 1 (1.001.37) in /mnt/sapcc-share/software/SAP/HANA2SPS7-
73/DATA_UNITS/XSA_CONTENT_10/XSACXSACOCKPIT01_37.zip

```

SAP HANA Database version '2.00.073.00.1695288802' will be installed.

Select additional components for installation:

Index	Components	Description
1	all	All components
2	server	No additional components
3	client	Install SAP HANA Database Client version 2.18.24.1695756995
4	lss	Install SAP HANA Local Secure Store version 2.11.0
5	studio	Install SAP HANA Studio version 2.3.75.000000
6	xs	Install SAP HANA XS Advanced Runtime version 1.1.3.230717145654

```

7      | afl      | Install SAP HANA AFL (incl.PAL,BFL,OFL)
version 2.00.073.0000.1695321500
8      | eml      | Install SAP HANA EML AFL version
2.00.073.0000.1695321500
9      | epmmds   | Install SAP HANA EPM-MDS version
2.00.073.0000.1695321500
10     | sap_afl_sdk_apl | Install Automated Predictive Library version
4.203.2321.0.0

Enter comma-separated list of the selected indices [3,4]: 2,3

```

2. 验证安装工具是否已在所有工作主机和备用主机上安装所有选定组件。

添加其他数据卷分区

从 SAP HANA 2.0 SPS4 开始，可以配置其他数据卷分区。这样，您就可以为 SAP HANA 租户数据库的数据卷配置两个或更多卷，并可扩展到超出单个卷的大小和性能限制。



对于 SAP HANA 单主机和 SAP HANA 多主机系统，可以为数据卷使用两个或更多个单独的卷。您可以随时添加其他数据卷分区。

启用其他数据卷分区

要启用其他数据卷分区，请使用 SYSTEMDB 配置中的 SAP HANA Studio 或 Cockpit 在 `global.ini` 中添加以下条目。

```
[customizable_functionalities]
persistence_datavolume_partition_multipath = true
```



手动将参数添加到 `global.ini` 文件需要重新启动数据库。

单主机 SAP HANA 系统的卷配置

具有多个分区的单主机 SAP HANA 系统的卷布局与具有一个数据卷分区，但另有一个数据卷存储在与日志卷和另一个数据卷不同的聚合上的系统的布局类似。下表显示了具有两个数据卷分区的 SAP HANA 单主机系统的示例配置。

控制器 A 上的聚合 1	控制器 A 上的聚合 2	控制器 B 上的聚合 1	控制器 b 上的聚合 2
数据卷： sid_data_mnt00001	共享卷： sid_shared	数据卷： sid_data2_mnt00001	日志卷： sid_log_mnt00001

下表显示了具有两个数据卷分区的单主机系统的挂载点配置示例。

Junction path	目录	HANA 主机上的挂载点
sid_data_mnt00001	–	/ha/data/sid/mnt00001
sid_data2_mnt00001	–	/ha/data2/sid/mnt00001
sid_log_mnt00001	–	/ha/log/sid/mnt00001
sid_shared	use-sap 共享	/usr/sap/SID /has/shared

您可以使用 NetApp ONTAP 系统管理器或 ONTAP 命令行界面创建新数据卷并将其挂载到命名空间。

多主机 SAP HANA 系统的卷配置

卷的布局类似于多主机 SAP HANA 系统的布局，该系统具有一个数据卷分区，但另一个数据卷作为日志卷存储在另一个聚合上，而另一个数据卷则存储在另一个聚合上。下表显示了具有两个数据卷分区的 SAP HANA 多主机系统的示例配置。

目的	控制器 A 上的聚合 1	控制器 A 上的聚合 2	控制器 B 上的聚合 1	控制器 B 上的聚合 2
节点 1 的数据卷和日志卷	数据卷： sid_data_mnt00001	–	日志卷： sid_log_mnt00001	Data2 卷： sid_data2_mnt00001
节点 2 的数据卷和日志卷	日志卷： sid_log_mnt00002	Data2 卷： sid_data2_mnt00002	数据卷： sid_data_mnt00002	–
节点 3 的数据卷和日志卷	–	数据卷： sid_data_mnt00003	Data2 卷： sid_data2_mnt00003	日志卷： sid_log_mnt00003
节点 4 的数据卷和日志卷	Data2 卷： sid_data2_mnt00004	日志卷： sid_log_mnt00004	–	数据卷： sid_data_mnt00004
所有主机的共享卷	共享卷： sid_shared	–	–	–

下表显示了具有两个数据卷分区的单主机系统的挂载点配置示例。

Junction path	目录	SAP HANA 主机上的挂载点	注意
sid_data_mnt00001	–	/ha/data/sid/mnt00001	已挂载到所有主机上
sid_data2_mnt00001	–	/ha/data2/sid/mnt00001	已挂载到所有主机上
sid_log_mnt00001	–	/ha/log/sid/mnt00001	已挂载到所有主机上
sid_data_mnt00002	–	/ha/data/sid/mnt00002	已挂载到所有主机上
sid_data2_mnt00002	–	/ha/data2/sid/mnt00002	已挂载到所有主机上
sid_log_mnt00002	–	/ha/log/sid/mnt00002	已挂载到所有主机上
sid_data_mnt00003	–	/ha/data/sid/mnt00003	已挂载到所有主机上
sid_data2_mnt00003		/ha/data2/sid/mnt00003	已挂载到所有主机上
sid_log_mnt00003		/ha/log/sid/mnt00003	已挂载到所有主机上
sid_data_mnt00004		/ha/data/sid/mnt00004	已挂载到所有主机上
sid_data2_mnt00004	–	/ha/data2/sid/mnt00004	已挂载到所有主机上

Junction path	目录	SAP HANA 主机上的挂载点	注意
sid_log_mnt00004	-	/ha/log/sid/mnt00004	已挂载到所有主机上
sid_shared	共享	/ha/shared/SID	已挂载到所有主机上
sid_shared	usr-sap-host1	/usr/sap/SID	挂载在主机 1 上
sid_shared	usr-sap-host2.	/usr/sap/SID	挂载在主机 2 上
sid_shared	usr-sap-host3.	/usr/sap/SID	挂载在主机 3 上
sid_shared	usr-sap-host4.	/usr/sap/SID	挂载在主机 4 上
sid_shared	usr-sap-host5	/usr/sap/SID	挂载在主机 5 上

您可以使用 ONTAP 系统管理器或 ONTAP 命令行界面创建新数据卷并将其挂载到命名空间。

主机配置

除了一节中所述的任务"主机设置,"之外,还必须为新的附加数据卷创建其他挂载点和 `fstab` 条目、并且必须挂载新卷。

1. 创建其他挂载点。

- 对于单主机系统, 创建挂载点并在数据库主机上设置权限:

```
sapcc-hana-tst-06:/ # mkdir -p /hana/data2/SID/mnt00001
sapcc-hana-tst-06:/ # chmod -R 777 /hana/data2/SID
```

- 对于多主机系统, 创建挂载点并在所有工作主机和备用主机上设置权限。

以下示例命令适用于 2 加 1 多主机 HANA 系统。

- 第一员工主机:

```
sapcc-hana-tst-06:~ # mkdir -p /hana/data2/SID/mnt00001
sapcc-hana-tst-06:~ # mkdir -p /hana/data2/SID/mnt00002
sapcc-hana-tst-06:~ # chmod -R 777 /hana/data2/SID
```

- 第二工作主机:

```
sapcc-hana-tst-07:~ # mkdir -p /hana/data2/SID/mnt00001
sapcc-hana-tst-07:~ # mkdir -p /hana/data2/SID/mnt00002
sapcc-hana-tst-07:~ # chmod -R 777 /hana/data2/SID
```

- 备用主机:

```
sapcc-hana-tst-07:~ # mkdir -p /hana/data2/SID/mnt00001
sapcc-hana-tst-07:~ # mkdir -p /hana/data2/SID/mnt00002
sapcc-hana-tst-07:~ # chmod -R 777 /hana/data2/SID
```

2. 将其他文件系统添加到所有主机上的 `/etc/fstab` 配置文件中。

对于使用 NFSv4.1 的单主机系统，请参见以下示例：

```
<storage-vif-data02>:/SID_data2_mnt00001 /hana/data2/SID/mnt00001 nfs
rw, vers=4
minorversion=1,hard,timeo=600,rsz=1048576,wsz=262144,bg,noatime,lock
0 0
```



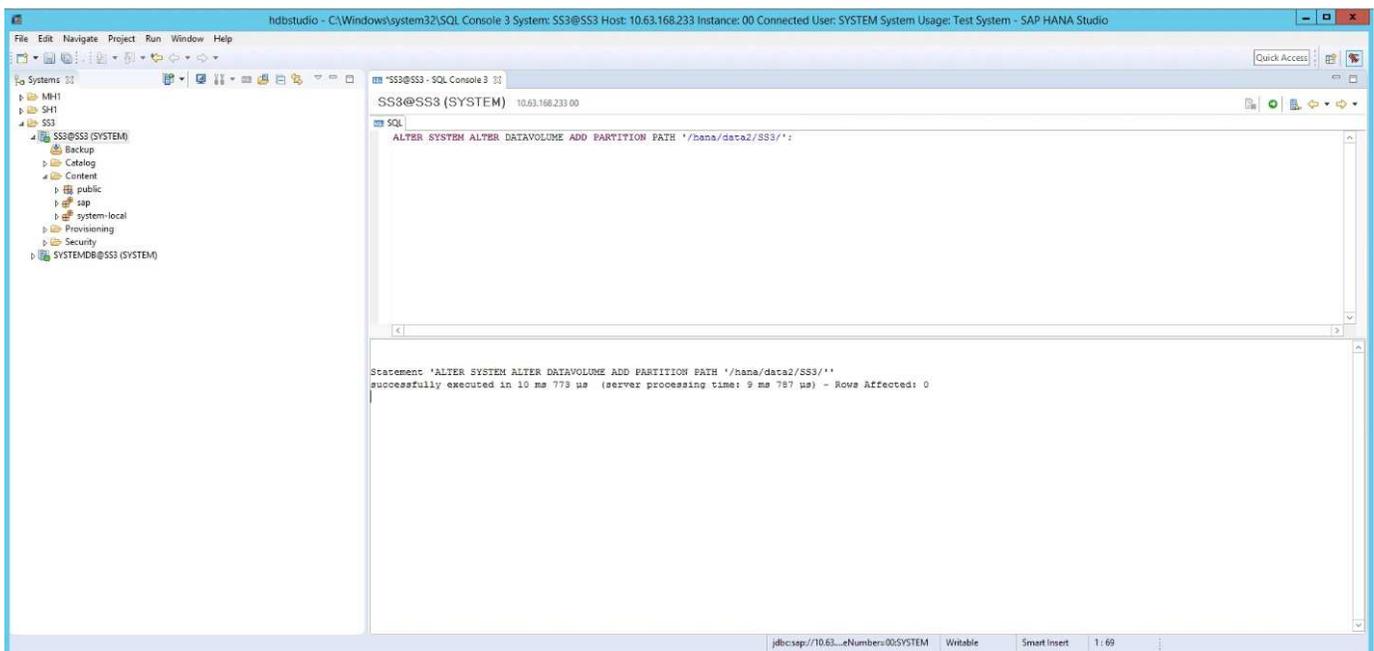
使用不同的存储虚拟接口连接每个数据卷，以确保每个卷使用不同的 TCP 会话，或者使用 nconnect 挂载选项（如果适用于您的操作系统）。

3. 运行 `mount -a` 命令挂载文件系统。

添加其他数据卷分区

对租户数据库执行以下 SQL 语句，以便向租户数据库添加额外的数据卷分区。使用指向其他卷的路径：

```
ALTER SYSTEM ALTER DATAVOLUME ADD PARTITION PATH '/hana/data2/SID/';
```



从何处查找追加信息

要了解有关本文档中所述信息的更多信息，请参见以下文档和 / 或网站：

- "SAP HANA 软件解决方案"
- "使用存储复制实现 SAP HANA 灾难恢复"
- "使用 SnapCenter 实现 SAP HANA 备份和恢复"
- "使用SnapCenter SAP HANA 插件自动复制 SAP 系统"
- NetApp 文档中心

["https://www.netapp.com/support-and-training/documentation/"](https://www.netapp.com/support-and-training/documentation/)

- 适用于 SAP HANA 的 SAP 认证企业存储硬件

["https://www.sap.com/dmc/exp/2014-09-02-hana-hardware/enEN/"](https://www.sap.com/dmc/exp/2014-09-02-hana-hardware/enEN/)

- SAP HANA 存储要求

["https://www.sap.com/documents/2024/03/146274d3-ae7e-0010-bca6-c68f7e60039b.html"](https://www.sap.com/documents/2024/03/146274d3-ae7e-0010-bca6-c68f7e60039b.html)

- SAP HANA 定制数据中心集成常见问题解答

["https://www.sap.com/documents/2016/05/e8705aae-717c-0010-82c7-eda71af511fa.html"](https://www.sap.com/documents/2016/05/e8705aae-717c-0010-82c7-eda71af511fa.html)

- 基于VMware vSphere的SAP HANA维基

["https://help.sap.com/docs/SUPPORT_CONTENT/virtualization/3362185751.html"](https://help.sap.com/docs/SUPPORT_CONTENT/virtualization/3362185751.html)

- 《基于VMware vSphere的SAP HANA最佳实践指南》

["https://www.vmware.com/docs/sap_hana_on_vmware_vsphere_best_practices_guide-white-paper"](https://www.vmware.com/docs/sap_hana_on_vmware_vsphere_best_practices_guide-white-paper)

更新历史记录

自此解决方案最初发布以来，已对其进行了以下技术更改。

Date	更新摘要
2015年10月	初始版本
2016年3月	更新了容量规模估算更新了 `/ha/shared` 更新了 sysctl 参数的挂载选项
2017年2月	新的 NetApp 存储系统和磁盘架 ONTAP 9 的新增功能支持 40GbE 新操作系统版本（ SUSE Linux Enterprise Server 12 SP1 和 Red Hat Enterprise Linux 7.2 ）新的 SAP HANA 版本
2017年7月	少量更新
September 2018	新 NetApp 存储系统支持 100GbE 新操作系统版本（ SUSE Linux Enterprise Server 12 SP3 和 Red Hat Enterprise Linux 7.4 ） SAP HANA 2.0 SPS3 的其他小更改

Date	更新摘要
2019年10月	新的 NetApp 存储系统和 NVMe 磁盘架新的操作系统版本（ SUSE Linux Enterprise Server 12 SP4 ， SUSE Linux Enterprise Server 15 和 Red Hat Enterprise Linux 7.6 ） MAX Data 卷大小略有更改
2019年12月	新的 NetApp 存储系统新的操作系统版本 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP1
2020年3月	支持 NFSv3 新操作系统版本 Red Hat Enterprise Linux 8 的 nconnect
2020 年 5 月	支持 SAP HANA 2.0 SPS4 提供多个数据卷分区
2020 年 6 月	有关可选功能的追加信息次要更新
2020年12月	从 ONTAP 9.8 新操作系统版本新 SAP HANA 版本开始，支持 NFSv4.1 的 nconnect 功能
2021年2月	新的 NetApp 存储系统会更改主机网络设置
2021年4月	添加了 VMware vSphere 专用信息
2022年9月	新的操作系统版本
2023年8月	新存储系统(AFF C系列)
2023年12月	更新主机设置修订了nconnect设置、增加了有关NFSv4.1会话的信息
2024年5月	新存储系统(AFF A系列)
2024年9月	次要更新
2024年11月	新存储系统
2025年7月	少量更新

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。