

# Dell PowerStore: Virtualization Integration

2022 年 10 月

H18152.9

## 白皮书

### 摘要

本文档介绍戴尔 PowerStore 平台与 VMware vSphere 之间的虚拟化功能和集成点。

Dell Technologies

## 版权

本出版物的内容按“原样”提供。Dell Inc. 对本出版物中的信息不作任何形式的陈述或担保，并明确拒绝对适销性或针对特定用途的适用性进行任何暗示担保。

需具备适用的软件许可证才能使用、复制和分发本出版物中说明的任何软件。

版权所有 © 2020-2022 Dell Inc. 或其子公司。保留所有权利。Dell Technologies、Dell、EMC、Dell EMC 和其他商标为 Dell Inc. 或其子公司的商标。Dell® / EMC® / Dell EMC® 等品牌商标将有可能同时出现在戴尔易安信相关企业级产品 (包括硬件和软件)，和/或产品资料、戴尔易安信的官方网站。如果您有关戴尔易安信产品相关的任何疑问，欢迎联系您的指定客户经理。Intel、Intel 徽标、Intel Inside 徽标和 Xeon 均为 Intel Corporation 在美国和/或其他国家/地区的商标或注册商标。其他商标可能是其各自所有者的商标。中国印刷 2022 年 10 月 H18152.9。

Dell Inc. 确认本文档在发布之日内容的准确性。该信息如有更改，恕不另行通知。

# 目录

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 执行摘要 .....                    | 4  |
| 简介 .....                      | 5  |
| vCenter 连接.....               | 7  |
| 内部和外部 ESXi 主机.....            | 10 |
| vSphere Virtual Volumes ..... | 11 |
| 虚拟机 .....                     | 17 |
| VMware 数据存储区.....             | 25 |
| PowerStore X 型号.....          | 26 |
| 迁移 .....                      | 36 |
| Metro 卷.....                  | 37 |
| vVol 复制 .....                 | 37 |
| VMware 插件 .....               | 37 |
| 总结 .....                      | 39 |
| 附录：技术支持和资源 .....              | 40 |

## 执行摘要

### 概览

虚拟化可在整合、性能、可用性、业务连续性、负载平衡和维护简便性等方面提供诸多好处。由于存在这些优势，当前企业正对许多应用程序进行虚拟化。数据中心组件不仅要提供支持，还要提供与虚拟机管理程序和虚拟化应用程序的集成，这一点非常重要。本文档详细介绍了戴尔 PowerStore 上可用的众多虚拟化功能和集成点。

### 目标受众

本文档面向 IT 管理员、存储架构师、合作伙伴和 Dell Technologies 员工。读者还包括可能使用 PowerStore 系统评估、购置、管理、运维或设计戴尔网络存储环境的任何人。

### 修订记录

| 日期          | 描述                         |
|-------------|----------------------------|
| 2020 年 4 月  | 初版：PowerStoreOS 1.0.0      |
| 2020 年 8 月  | 细微更新                       |
| 2020 年 9 月  | 细微更新                       |
| 2020 年 12 月 | PowerStoreOS 1.0.3 更新      |
| 2021 年 4 月  | PowerStoreOS 2.0.0 更新      |
| 2021 年 5 月  | 细微更新                       |
| 2022 年 1 月  | PowerStoreOS 2.1.0 更新；模板更新 |
| 2022 年 4 月  | PowerStoreOS 2.1.1 更新      |
| 2022 年 6 月  | PowerStoreOS 3.0.0 更新      |
| 2022 年 10 月 | PowerStoreOS 3.2.0 更新      |

### 我们非常重视您的反馈

Dell Technologies 和本文档的作者欢迎您对本文档提供反馈。通过[电子邮件](#)联系 Dell Technologies 团队。

**作者：** Wei Chen

**参与者：** Ethan Stokes、Stephen Granger

---

**提醒：** 有关此主题的其他文档的链接，请参阅 [PowerStore 信息中心](#)。

---

## 简介

### 概览

PowerStore 将操作简洁性和灵活性提高到全新水平。它使用基于容器的微服务体系结构、高级存储技术和集成式机器学习来充分发挥数据的强大作用。PowerStore 是一种多功能平台，其设计以性能为中心，可提供多维扩展、始终启用的数据缩减功能，并支持新一代介质。

PowerStore 为本地基础架构带来了公有云的简易性，可利用集成式机器学习引擎和无缝自动化简化运营。它还提供预测性分析，您可以轻松监控和分析环境并进行故障排除。PowerStore 是一个适应性很强的平台，能让您灵活地在一体机上直接托管专业工作负载，并在不中断的情况下实现基础架构现代化。它通过灵活的支付解决方案和就地升级保护投资。

### PowerStore 虚拟化集成

PowerStore 利用当今数据中心使用的 VMware vSphere 虚拟化技术提供多个集成点。其中许多强大的集成点都嵌入在系统中，并围绕最终用户体验设计。从基于 HTML5 的 PowerStore Manager 用户界面可以直接轻松地管理它们。除了系统中内置的集成点外，还提供阵列外软件和插件。这些插件使得 PowerStore 可与现有工具配合使用，并符合每个组织的特定要求。存储和虚拟化管理员可以使用这些功能来创建简单、现代、灵活且经济实惠的解决方案。

当前上市的 PowerStore 设备有 PowerStore T 型号和 PowerStore X 型号。这两种型号都旨在与 VMware vSphere 深度集成。这些集成包括 VAAI 和 VASA 支持、事件通知、快照管理、VMware vSphere Virtual Volumes (vVol) 存储容器以及 PowerStore Manager 中的虚拟机发现和监控。

PowerStore X 型号提供 AppsON 功能，灵活而敏捷。此功能使管理员能够直接在存储系统上运行应用程序。由于 PowerStore X 型号节点上嵌入了 VMware ESXi 虚拟机管理程序，所以此型号还提供其他虚拟化功能并自动执行配置过程。vSphere 虚拟机管理程序嵌入在每个 PowerStore X 型号节点上，使应用程序能够直接在 PowerStore 设备上运行。同时，它可用作标准的外部存储阵列，基于 Fibre Channel、iSCSI 或 NVMe-oF 提供对服务器的块级卷访问。

## 术语

下表提供了本文档中使用的一些术语的定义：

**表 1. 术语**

| 术语                                       | 定义   |
|--|--|
| AppsON                                   | PowerStore X 型号设备的一种功能，使应用程序能够作为虚拟机直接在 PowerStore 存储和计算上运行。这种集成使应用程序更接近存储。   |
| 控制器虚拟机                                   | 在 PowerStore X 型号设备上运行虚拟化版本 PowerStoreOS 的虚拟机。每个 PowerStore X 型号节点都有自己的控制器虚拟机。每个控制器虚拟机在设备上保留 50% 的可用 CPU 和内存，留下另外的 50% 给用户虚拟机。 |
| Distributed Resource Scheduler (DRS)     | 一种 VMware 功能，可监视资源利用率，并将虚拟机工作负载分散到群集内的各个 ESXi 主机上。   |
| Fibre Channel (FC) 协议                    | 用于通过 Fibre Channel 网络执行 Internet 协议 (IP) 和 SCSI 命令的协议。   |
| Internet SCSI (iSCSI)                    | 一种机制，通过网络连接提供对数据块级数据存储的访问。   |
| PowerStore Manager                       | 用于管理 PowerStore 系统的 HTML5 用户界面。  |
| 存储容器                                     | 一个 VMware 术语，指包含一个或多个功能配置文件及其存储限制的逻辑实体。此实体装载到 vSphere 中后，又叫做 VMware vSphere Virtual Volumes (vVol) 数据存储区。                      |
| 基于存储策略的管理 (SPBM)                         | 使用策略来控制虚拟机的存储相关功能，并确保在整个生命周期内合规。   |
| 用户虚拟机                                    | 由管理员部署的虚拟机。用户虚拟机可以将 PowerStore 存储与外部计算主机配合使用。通过使用 AppsON，还可以使用 PowerStore 存储和内部计算主机来部署用户虚拟机。                                   |
| 虚拟机 (VM)                                 | 在虚拟机管理程序上运行的操作系统，用于仿真物理硬件。   |
| vCenter                                  | VMware 服务器，提供一个管理 VMware vSphere 环境的中央平台。  |
| VMware vSphere 虚拟卷 (vVol)                | 能够使虚拟机数据存储在各个虚拟卷上的 VMware 存储框架。此功能支持以虚拟机粒度并根据 SPBM 应用数据服务。Virtual Volumes 还可以指用于启用此功能的各个存储对象。                                  |
| vSphere API for Array Integration (VAAI) | VMware API，通过将存储相关的任务分流到存储系统来提高 ESXi 主机利用率。  |

| 术语  | 定义   |
|---|--|
| vSphere APIs for Storage Awareness (VASA) | VMware 供应商中立 API，使 vSphere 能够确定存储系统的功能。此功能需要用存储系统上的 VASA 提供程序进行通信。 |
| vSphere 群集                                | 为实现高可用性、负载均衡和资源管理而分组的一组 ESXi 主机。                                   |
| vSphere 数据中心                              | 一个容器，其中包含运行虚拟机所需的主机、群集和其他对象。                                       |
| vSphere 远程办公室/分支机构 (ROBO)                 | VMware 许可证，限制为 25 台虚拟机。  |

## vCenter 连接

### 概览

要启用虚拟机 (VM) 发现、监视和快照管理，必须在 PowerStore Manager 中注册 vCenter 服务器。此步骤使 PowerStore 能够监测虚拟机的属性、容量、存储和计算性能以及虚拟卷。它还使 PowerStore 能够订阅事件通知，减少 PowerStore 持续轮询新信息的需求。

在 PowerStore X 型号设备上，初始配置过程中需要连接 vCenter 服务器。此连接可使 VASA 提供程序的注册和 vVol 数据存储区的创建自动完成。通过此功能，用户可在部署系统后无需任何其他设置，即可立即开始使用 vVol。PowerStore X 型号需要将 vCenter 托管在外部服务器上。

在 PowerStore T 型号上，vCenter 服务器连接是可选的。从 PowerStoreOS 2.0 开始，初始配置包括一个步骤，让您可以配置 vCenter Server 连接。PowerStore X 型号设备上需要此连接。

在 PowerStore T 型号设备上，也可以在初始配置之后连接 vCenter 服务器。要建立 vCenter 服务器连接，请打开 PowerStore Manager，并浏览“Compute” > “vCenter Server Connection”。您可以通过输入现有 vCenter 服务器的“vCenter Server IP Address”（或 FQDN）、“User Name”和“Password”连接 vCenter。

PowerStore T 型号可以连接到运行 vCenter Server 6.0 Update 2 或更高版本的任何 vCenter。有关 PowerStore X 型号所支持的 vCenter 版本，请参阅 [Dell.com/powerstoredocs](http://Dell.com/powerstoredocs) 上的《PowerStore: 简单支持矩阵》。

从 PowerStoreOS 2.0 开始，您可以从 PowerStore Manager 管理和监视 VASA 注册。使用此功能，无需登录 vSphere 即可查看或更新 VASA 注册。注册新 vCenter 时，有一个提供 PowerStore 凭据的选项。如果提供凭据，这些凭据将用于在 vSphere 中自动注册 VASA 提供程序。凭据必须适用于具有“虚拟机管理员”、“存储管理员”或“管理员”角色的帐户。

下图显示了 vCenter Server 注册页面：

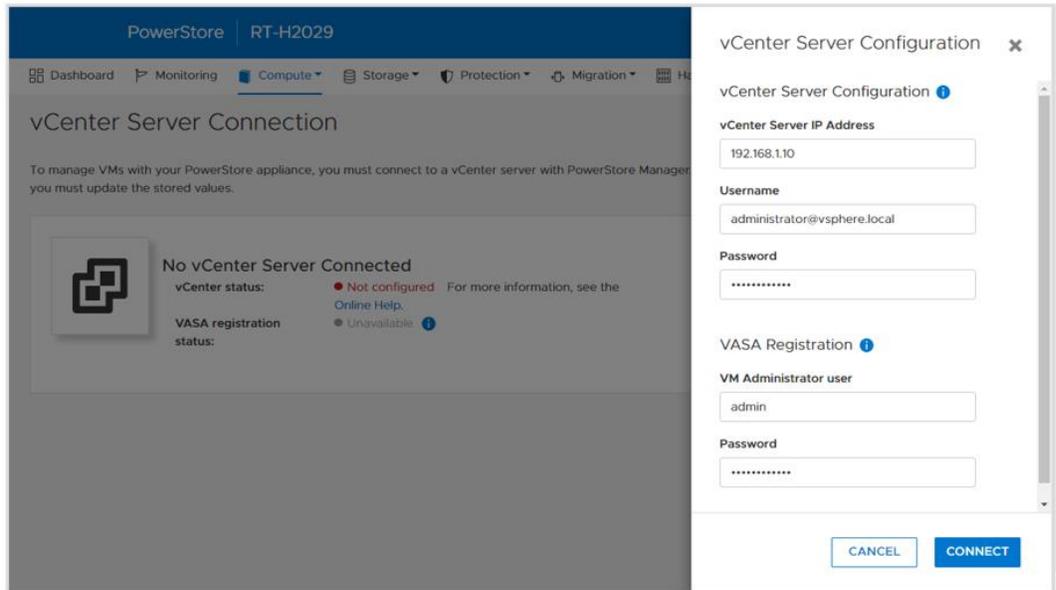


图 1. 注册 vCenter Server

成功建立 vCenter 服务器连接后，系统将显示已连接的 vCenter 的 IP 地址或主机名，并且状态将更改为 “Connected”。从 PowerStoreOS 2.0 开始，此页面上会显示 “VASA registration status”。如果 VASA 提供程序在 vCenter 注册期间未连接或断开连接，则在状态中会反映此状态。**Launch vSphere**、**Update Connection** 和 **Disconnect** 按钮（仅限 PowerStore T 型号）也将变为可用，如下图所示：

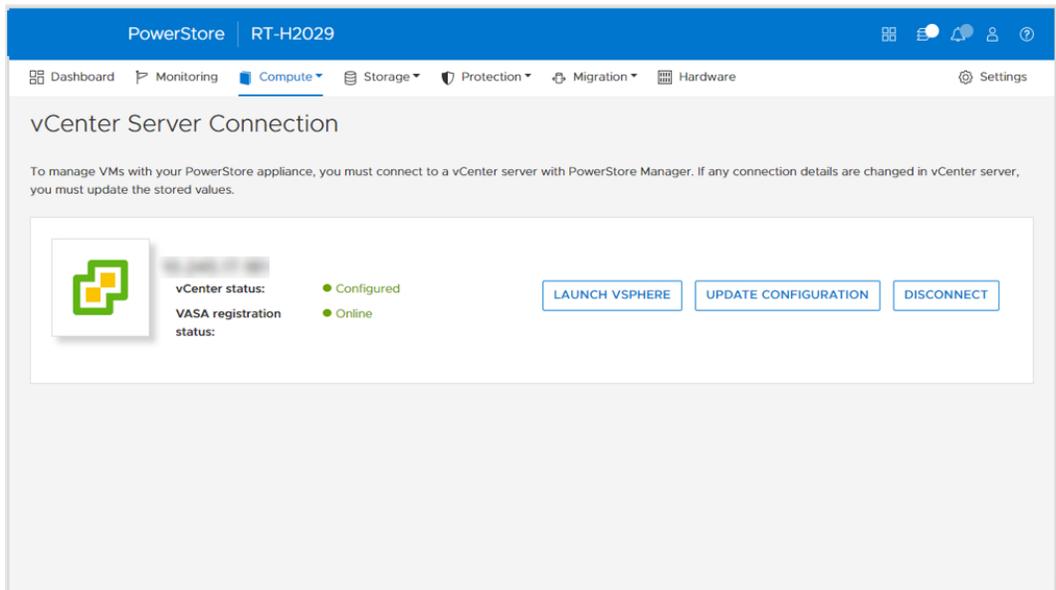


图 2. vCenter 已连接

单击 **Launch vSphere** 打开已连接 vCenter 的新选项卡。管理员可以使用此功能轻松浏览 vCenter。

在 vCenter IP 地址、主机名或凭据发生更改时，使用 **Update Connection** 按钮用新信息更新连接。每个 PowerStore 群集一次只能注册到一个 vCenter 实例。请勿使用更新按钮将 PowerStore 群集连接到单独的 vCenter 实例。在 PowerStore T 型号上，可以先断开 vCenter 连接，然后再连接到新 vCenter 实例。在 PowerStore X 型号上，您不能将 vCenter 连接更改为另一个 vCenter 实例。出现此限制是因为 vCenter 上存在数据中心、群集、PowerStore X 型号 ESXi 节点、虚拟分布式交换机和其他配置等 vSphere 对象。

从 PowerStoreOS 2.0 开始，您可以使用 **Update Configuration** 按钮管理 VASA 注册状态。例如，如果在 vSphere 中意外删除了 VASA 提供程序，则 VASA 注册状态将更改为“Not configured”。在这种情况下，您可以使用 **Update Configuration** 按钮直接从 PowerStore Manager 重新注册 VASA 提供程序。如果 VASA 注册状态为“Online”，则系统不会提示管理员提供 PowerStore 凭据。下图显示了用于更新 vCenter Server 配置的对话框：

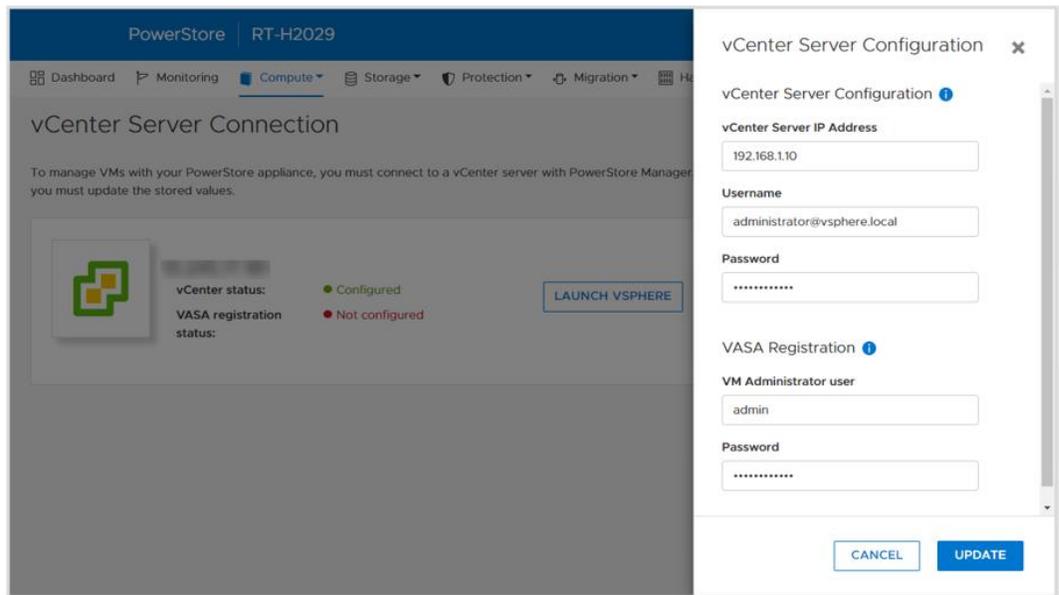


图 3. 更新配置

使用 **Disconnect** 按钮删除 vCenter 连接。此功能仅在 PowerStore T 型号上可用，因为在 PowerStore X 型号上 vCenter 连接是强制性的。从 PowerStoreOS 2.0 开始，管理员可以选择在断开 vCenter 服务器的连接时删除 VASA 提供程序注册。下图显示了断开 vCenter Server 连接时显示的确认对话框：

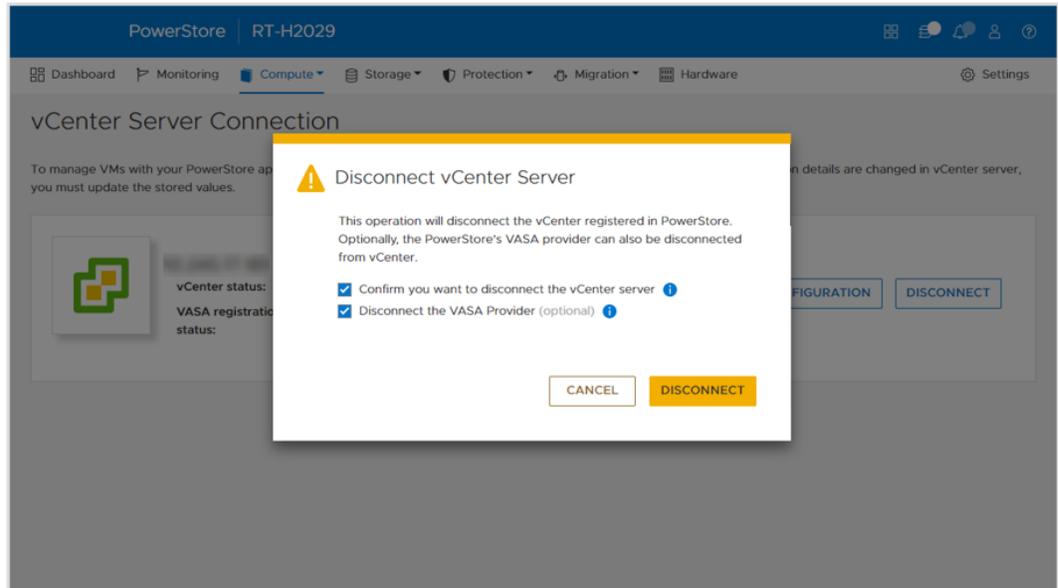


图 4. 断开 vCenter Server 连接确认对话框

## 内部和外部 ESXi 主机

### 概览

可在 PowerStore Manager 中注册外部主机，以启用对存储资源的访问。内部主机是 PowerStore X 型号 ESXi 节点。从 PowerStoreOS 2.0 开始，我们添加了增强功能，以显示更多详细信息并提高内部和外部 ESXi 主机的可见性。这些增强功能包括：

- PowerStore X 型号 ESXi 节点在 PowerStore Manager 中的可见性：
  - 内部 ESXi 节点与群集上注册的外部主机一起显示。
  - **Host Type** 列指示这是内部主机还是外部主机。
  - 这些内部 ESXi 节点在 **Hosts & Host Groups** 和 **Storage Containers > ESXi Hosts** 页面上可见。
- vSphere 主机名：
  - 对于内部和外部 ESXi 主机，vSphere **Host Name** 列会列出在 vSphere Web Client 中显示的主机名。
  - 管理员可以使用 **Host Name** 列轻松识别主机（即使是在 PowerStore Manager 和 vSphere 中使用不同的名称注册该主机）。
  - PowerStore Manager 内的多个页面（**Hosts & Host Groups**、**Virtual Machines**、**Virtual Volumes** 等）中提供此列。
- ESXi 版本：
  - 对于内部和外部 ESXi 主机，ESXi 版本也会显示在 PowerStore Manager 中。
  - PowerStore X 群集中的 PowerStore X 型号 ESXi 节点必须运行相同的 ESXi 版本。
  - **ESXi Version** 列位于 **Hosts & Host Groups** 页面上。

下图显示了增强的 **Hosts & Host Groups** 页面。

| Name                     | vSphere Host Name | Host/Host Group | Host Type | OS   | Initiator Type | Initiators | Volume Mappings | ESXi Version               |
|--------------------------|-------------------|-----------------|-----------|------|----------------|------------|-----------------|----------------------------|
| Appliance-WX-H6209-nod-- | 10.245            | Host            | Internal  | ESXi | iSCSI          | 1          | --              | VMware ESXi 6.7.0.17167... |
| Appliance-WX-H6209-nod-- | 10.245            | Host            | Internal  | ESXi | iSCSI          | 1          | --              | VMware ESXi 6.7.0.17167... |
| ESXi                     | 10.245            | Host            | External  | ESXi | iSCSI          | 1          | --              | VMware ESXi 6.7.0.14320... |

图 5. 内部 ESXi 主机可见性、vSphere 主机名和 ESXi 版本可见性

## vSphere Virtual Volumes

### 概览

PowerStore 通过 VASA 3.0 协议支持 VMware vSphere Virtual Volumes (vVols) 框架。此功能可实现虚拟机粒度的数据服务和基于存储策略的管理 (SPBM)。在传统存储环境中，卷或文件系统的格式设置为 VMFS 或虚拟机的 NFS 数据存储区。数据服务应用于卷或文件系统级别，这意味着驻留在该特定数据存储区的所有虚拟机也会受到影响。

在 vVols 框架中，虚拟机数据存储在做“存储容器”的专用存储对象上，它们就成为 vSphere 中的 vVol 数据存储区。虚拟机由多个 vVol 组成，具体取决于其配置和状态。PowerStore 与 vSphere 配合，跟踪哪些 vVol 属于哪个虚拟机。

对于数据服务（例如虚拟机快照和克隆），因为它们只能应用于相关的 vVol，所以您可以在虚拟机级别的粒度应用它们。这些数据服务将分载到 PowerStore，以充分提高效率。可以使用策略和配置文件确保为虚拟机调配所需的存储功能。

### VASA 提供程序

vSphere APIs for Storage Awareness (VASA) 是 VMware 定义的供应商中立 API，使 vSphere 能够确定存储系统的功能。该 API 向 PowerStore 请求基本存储信息，用于监视存储详细信息并报告给 vSphere 用户。

PowerStore 包括一个本机 VASA 3.0 提供程序，可启用 vVols 存储框架。必须在 vSphere 中注册 VASA 提供程序，才能使用 vVols。在 PowerStore X 型号上，存储提供程序将在初始配置过程中自动注册到 vSphere 中。

在 PowerStore T 型号上，从 PowerStoreOS 2.0 开始，可以选择在初始配置过程中注册存储提供程序。完成初始配置后，可以在 PowerStore Manager 中的 vCenter 服务器连接过程中完成此注册，也可以在 vSphere 中手动完成此注册。

- 要直接从 PowerStore Manager 注册 VASA 提供程序，请浏览至 “Compute” > “vCenter Server Connection”。

- 要在 vSphere 中注册 VASA 提供程序，请浏览至 “vCenter” > “Storage Providers” > “Configure”。单击 **Add** 并提供以下信息，如图 6 中所示：
  - Name: <名称>
  - URL: https://<群集\_IP>:8443/version.xml
  - Username: 拥有管理员或虚拟机管理员权限的用户
  - Password: <密码>

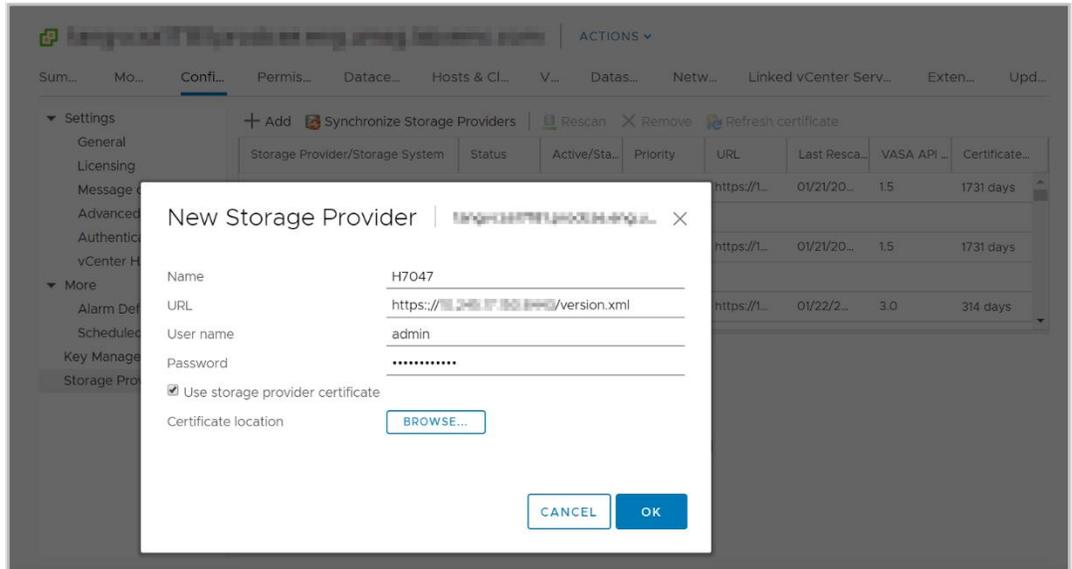


图 6. “New Storage Provider” 页面

成功注册存储提供程序后，系统将显示有关提供程序的其他详细信息，如下图中所示。

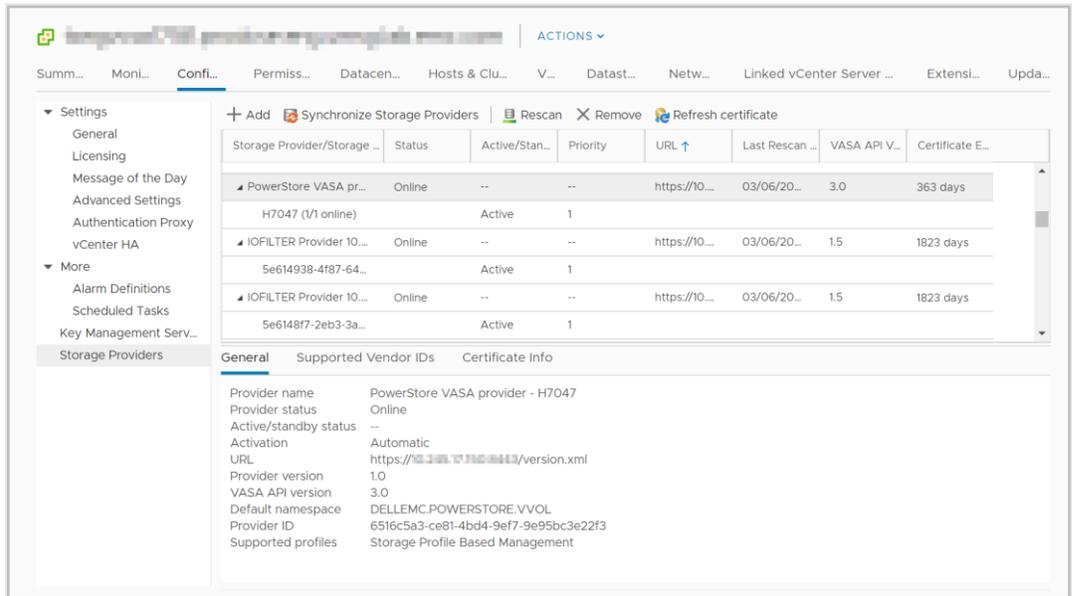


图 7. 注册的存储提供程序

## 存储容器

存储容器用于将 PowerStore 的 vVol 存储呈现给 vSphere。vSphere 将存储容器装载为 vVol 数据存储区，并使其可用于虚拟机存储。当使用 AppsON 时，**应仅在 vVol 数据存储区上调配用户虚拟机。切勿在 PowerStore X 型号私有数据存储区上调配用户虚拟机，因为这些数据存储区是为控制器虚拟机保留的。**PowerStore 包括一个名为 PowerStore <Cluster\_Name> 的默认存储容器，如下图中所示。

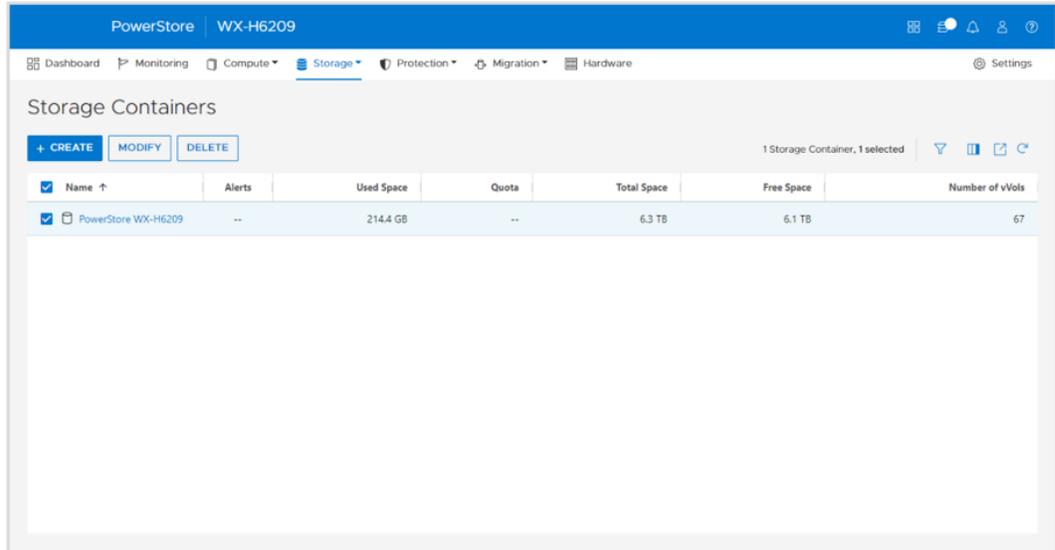


图 8. 默认存储容器

在 PowerStore X 型号上，默认存储容器将自动装载到内部 ESXi 节点上。PowerStore 也可以将其存储容器公开给外部 ESXi 主机，从而在使用 PowerStore vVol 存储的外部计算资源上配置虚拟机。可按如下方式启用此功能：

1. 注册 PowerStore VASA 提供程序（请参阅 [VASA 提供程序](#)）。
2. 在外部 ESXi 主机和 PowerStore 之间建立 iSCSI、Fibre Channel 或 NVMe/FC 连接。
3. 将主机注册为 ESXi 并在 PowerStore Manager 中选择其启动器。
4. 在 vSphere 中启动重新扫描。
5. 在 vSphere 中将存储容器添加为 vVol 数据存储区。

完成步骤 4 之后，系统将在 ESXi 主机上自动创建两个协议端点。这些协议端点在“Storage Devices”页面中使用 LUN ID 254 和 255 进行标识，如下图中所示。

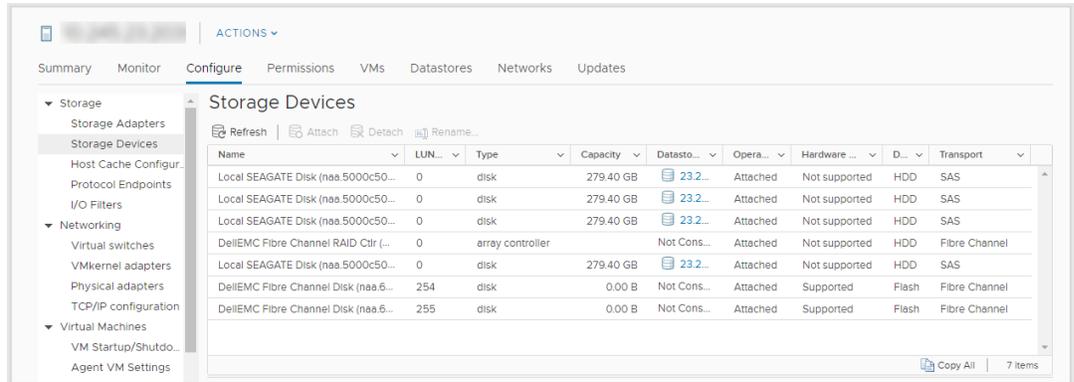


图 9. LUN ID 为 254 和 255 的协议端点

所有已注册的 ESXi 主机都会自动获得对 PowerStore 上所有存储容器的访问权限。建立主机连接并且不需要进一步映射之后，这些 ESXi 主机可以将数据存储区装载到 vSphere 中。下图显示了 vSphere 中装载的 vVol 数据存储区。

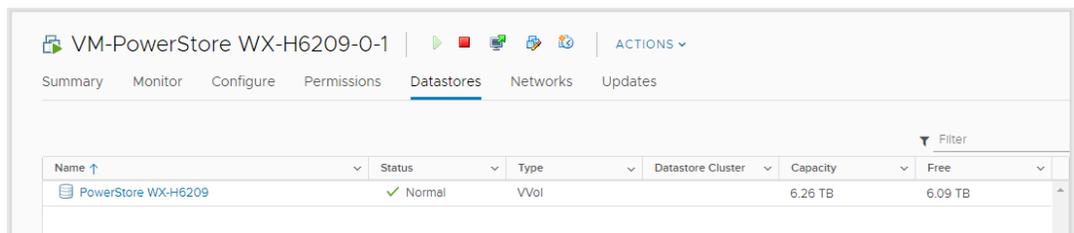


图 10. PowerStore vVol 数据存储区

除默认存储容器之外，还可以创建其他存储容器。在 PowerStore X 型号上，这些额外的存储容器会自动装载到内部 ESXi 节点。在 PowerStore T 型号上，这些额外的存储容器可作为 vVol 数据存储区装载到 vSphere 中。

默认情况下，存储容器会公开群集上可用的所有可用容量。存储容器可配置配额，将较少或较多的存储公开给 vSphere。在现有存储容器上配置配额时，还可以配置高水位线。当存储容器的利用率超过高水位线时，系统会生成一个通知。如果利用率低于高水位线，通知将自动清除。默认情况下，高水位线设置为 85%，用户可以配置此设置。下图显示配额为 5 TB 和高水位线为 85% 的设置。

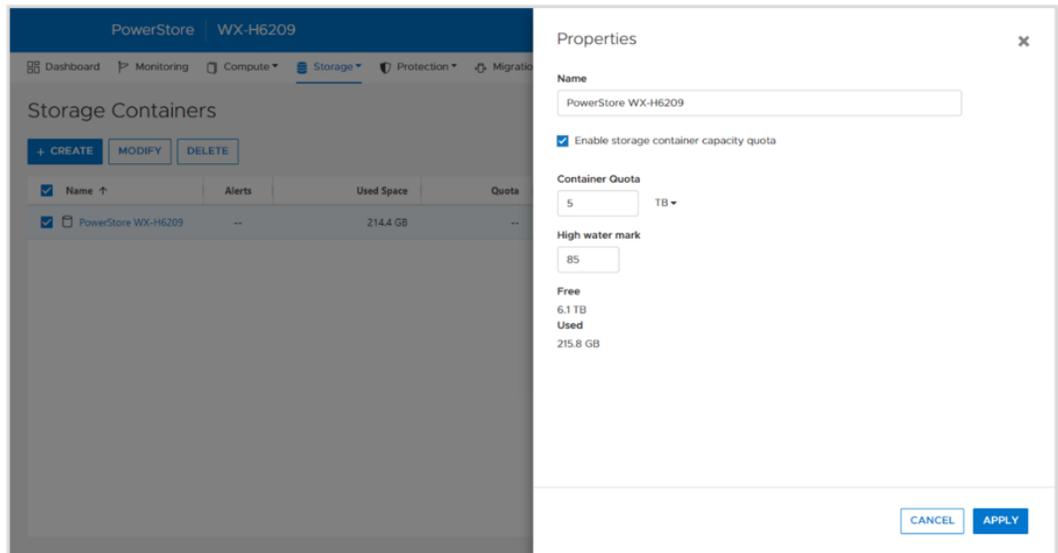


图 11. 存储容器配额设置

如果在现有存储容器上设置配额，则 vSphere 中不会立即更新大小。要强制刷新，请右键单击数据存储区，然后单击“Refresh Capacity Information”。此外，容量每 15 分钟自动刷新一次。下图显示应用配额后 vVol 数据存储区上更新后的容量：

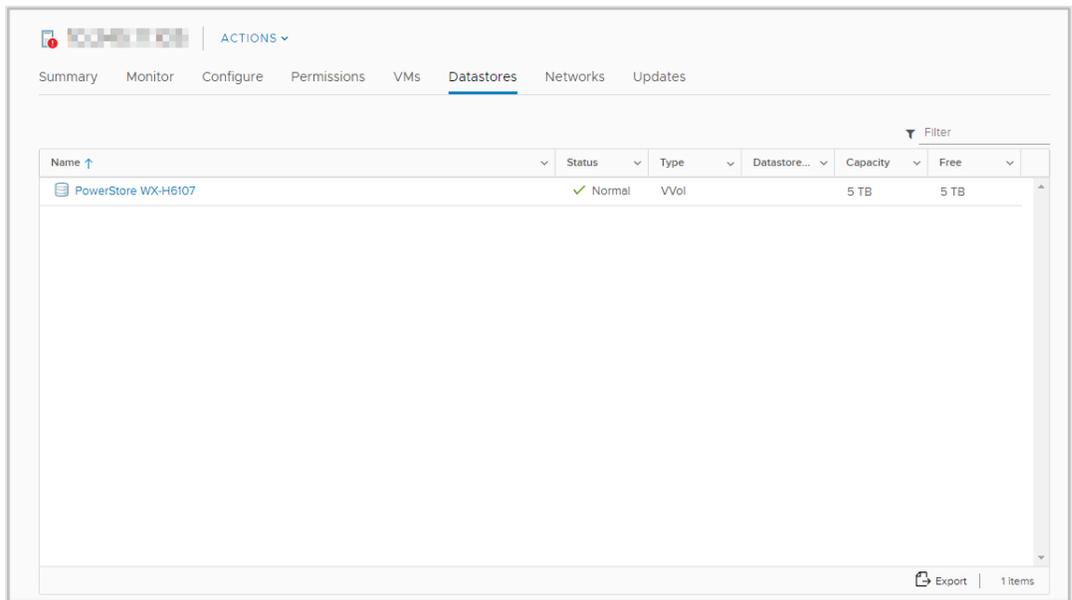


图 12. 有配额的 vVol 数据存储区容量

对于多设备群集，群集会创建单个存储容器，该容器公开群集内所有设备的所有存储。在存储容器上配置虚拟机时，由资源平衡器确定其 vVol 存储在群集中的哪个设备上。您可以通过查看虚拟机或存储容器属性页面中的 Virtual Volumes 卡来确定 vVol 驻留在哪个设备上。还可按需和设备之间迁移 vVol。

## 存储容器协议

随着 PowerStoreOS 3.0 的推出，PowerStore 支持创建 SCSI 或 NVMe 存储容器。在此版本发布之前，默认情况下，所有存储容器都是 SCSI。SCSI 存储容器支持通过 SCSI 协议（包括 iSCSI 或 Fibre Channel）访问主机。NVMe 存储容器支持通过 NVMe/FC 协议访问主机。

在运行 PowerStoreOS 3.0 或更高版本的系统上创建存储容器时，您可以选择 **SCSI (Supports iSCSI or FC transport layer)** 或 **NVMe (Supports NVMe FC transport layer)**。此选择指定该存储容器的协议类型，并且将存储容器装载为 vVol 数据存储区的任何主机都必须具有适当的连接和支持。

The screenshot shows a 'Create Storage Container' dialog box. At the top, there is a warning message: 'To access this storage container you must have VASA provider registered and then create vVol datastore on vCenter server.' Below the warning is a 'LAUNCH VCENTER' button. The 'Name' field contains 'NVMe-SC'. There is a checkbox for 'Enable storage container capacity quota' which is unchecked. Under 'Container Quota', the value is '31.5' and the unit is 'TB'. Under 'Select the storage protocol', the 'NVMe (Supports NVMe FC transport layer)' option is selected with a radio button.

图 13. 存储容器协议选择

在 PowerStore Manager 的 **Storage Containers** 页面上，默认情况下会显示 PowerStoreOS 3.0 中引入的新列 **Storage Protocol**。此列详细说明了给定存储容器支持的存储协议。存储容器可以通过 SCSI 或 NVMe 访问；在同一存储容器上不支持同时使用这两种协议。此新功能不会影响全部归类为 SCSI 的现有存储容器。

The screenshot shows the 'Storage Containers' page in PowerStore Manager. The page has a navigation bar with 'Dashboard', 'Monitoring', 'Compute', 'Storage', 'Protection', 'Migration', and 'Hardware'. Below the navigation bar, there are buttons for '+ CREATE', 'MODIFY', and 'DELETE'. The table below shows two storage containers:

| Name    | Storage Protocol | Used Space | Quota | Total Space | Free Space |
|---------|------------------|------------|-------|-------------|------------|
| NVMe-SC | NVMe             | 0 GB       | 0 GB  | 31.5 TB     | 31.5 TB    |
| SCSI-SC | SCSI             | 0 GB       | 0 GB  | 31.5 TB     | 31.5 TB    |

图 14. 存储容器 “storage protocol” 议列

存储容器可以在这两种存储协议类型之间转换，但此操作会造成中断。您必须删除或取消绑定存储容器上的所有 vVol。此过程需要停止关联 vVol 数据存储区上的所有虚拟机，或者使用 vSphere Storage vMotion 暂时将所有虚拟机和 vVol 移动到另一个存储资源。然后，在 PowerStore Manager 中的 **Storage Containers** 页面中，选择存储容器，然后单击 **MODIFY**。通过选择新协议并单击 **APPLY** 来完成此过程。目前，可以通过 vSphere Storage vMotion 重新启动虚拟机或将其移回 vVol 数据存储区。

## 基于存储策略的管理

vVol 利用基于存储策略的管理 (SPBM) 确保虚拟机在其整个生命周期内具有适当的存储功能。在注册存储提供程序后，可以选择创建虚拟机存储策略。这些策略用于在配置虚拟机时确定所需的存储功能。

要创建存储策略，请转至 vSphere 中的 “Policies and Profiles” > “VM Storage Polices” 页面。单击 **CREATE**，然后选择 **Enable rules for “Dell EMC PowerStore” storage**。

如果系统遇到资源争用，QoS 优先级规则将确定虚拟机的相对性能优先级。您可以选择 **HIGH**、**MEDIUM** 或 **LOW** 作为 QoS 优先级。

PowerStore 可以利用快照计划规则以给定频率创建虚拟机的快照。创建虚拟机存储策略时，快照计划规则会自动显示在 PowerStore 上创建的所有快照规则。如果要分配快照计划规则，则必须在 PowerStore 上创建快照规则，然后才能在 vSphere 中创建虚拟机存储策略。下图显示了创建存储策略时的可用 PowerStore 规则：

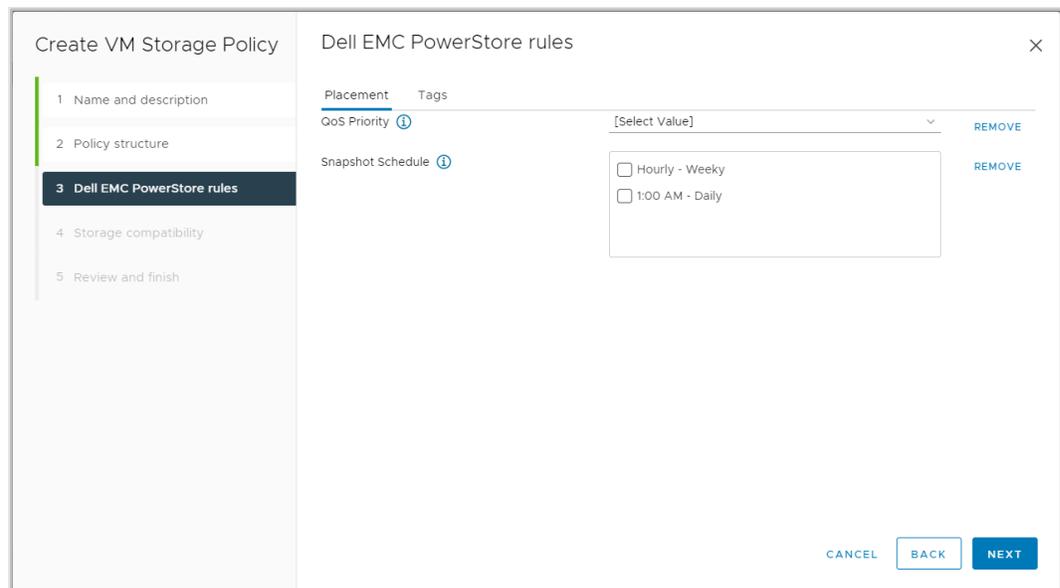


图 15. “Create VM Storage Policy” 页面

## 虚拟机

### 概览

PowerStore Manager 会自动发现和显示存储在 PowerStore vVol 数据存储区上的虚拟机。vVol 数据存储区上存储的所有虚拟机都会显示出来。此列表包括使用 PowerStore X 上的内部计算以及 ESXi 服务器上的外部计算的虚拟机。此页面显示虚拟机列表，包含名称、操作系统、CPU、内存等信息，如下图中所示：

| Name                          | Alerts | Node Name                 | Guest OS                 | Logical Used | Provisioned | Protection Policy |
|-------------------------------|--------|---------------------------|--------------------------|--------------|-------------|-------------------|
| vm VM-PowerStore WX-H6209-0-1 | --     | Appliance-WX-H6209-node-A | Other 3.x Linux (64-bit) | 44.7 GB      | 108.0 GB    | --                |
| vm VM-PowerStore WX-H6209-0-2 | --     | Appliance-WX-H6209-node-B | Other 3.x Linux (64-bit) | 43.5 GB      | 108.0 GB    | --                |
| vm VM-PowerStore WX-H6209-1-1 | --     | Appliance-WX-H6209-node-B | Other 3.x Linux (64-bit) | 43.5 GB      | 108.0 GB    | --                |
| vm VM-PowerStore WX-H6209-1-2 | --     | Appliance-WX-H6209-node-A | Other 3.x Linux (64-bit) | 44.6 GB      | 108.0 GB    | --                |
| vm Workload-VM                | --     | Appliance-WX-H6209-node-A | Other 3.x Linux (64-bit) | 3.7 GB       | 228.0 GB    | --                |

图 16. “Virtual Machines” 页面

单击每个虚拟机以查看更多详细信息，例如该虚拟机的容量、计算和存储性能、警报、保护和 Virtual Volumes。请参见下图：

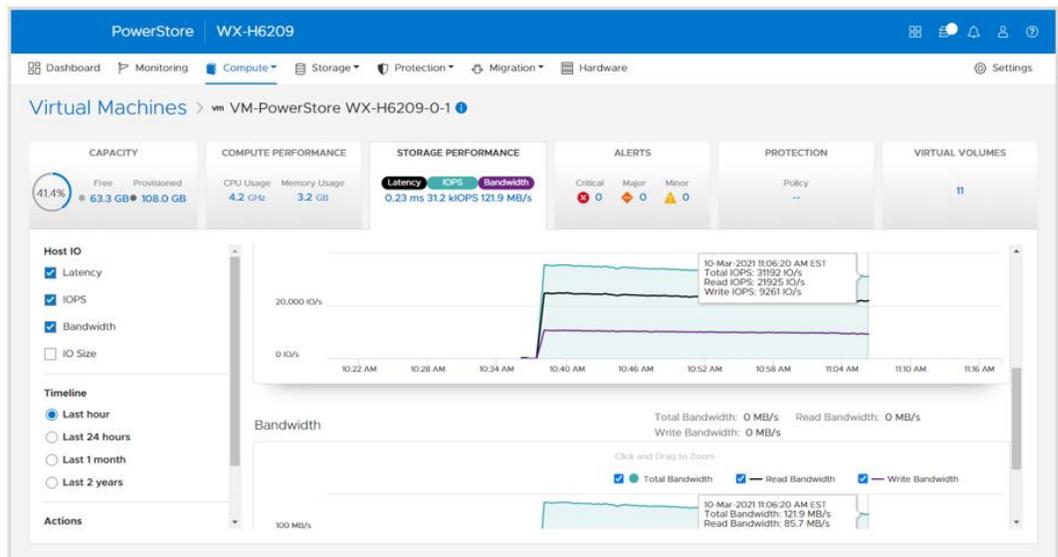


图 17. 虚拟机存储性能

从 PowerStoreOS 3.0 开始，您可以使用新的 **Datastore Type** 列来确定虚拟机的备用存储的类型（请参见下图）。此列显示虚拟机是否完全部署到 PowerStore 上托管的 NFS、VMFS 或 vVol 存储。如果虚拟机包含来自两种或更多存储类型的存储，则此列将显示 **mixed** 数据存储区类型。

| Name             | Alerts | Power State | Datastore Type | vSphere Host Name | Datastore                            | Guest OS                                      |
|------------------|--------|-------------|----------------|-------------------|--------------------------------------|---|
| vm windows-mixed | -      | Powered On  | Mixed          | 10.245.11.101     | psd-ds-nfs, psd-ds-vmfs, psd-ds-v... | Microsoft Windows Server 2016 or later (64... |
| vm windows-nfs   | -      | Powered On  | NFS            | 10.245.11.101     | psd-ds-nfs                           | Microsoft Windows Server 2016 or later (64... |
| vm windows-vmfs  | -      | Powered On  | VMFS           | 10.245.11.101     | psd-ds-vmfs                          | Microsoft Windows Server 2016 or later (64... |
| vm windows-vvol  | -      | Powered On  | vVol           | 10.245.11.101     | psd-ds-vvol                          | Microsoft Windows Server 2016 or later (64... |

图 18. 虚拟机数据存储区类型

在查看详细信息时，部署到归类为“混合”数据存储区类型的存储上的虚拟机将仅包含计算性能和虚拟卷选项卡。这些虚拟机不提供容量、存储性能、警报和保护选项卡。部署到归类为 NFS 或 VMFS 数据存储区类型的存储上的虚拟机将仅显示计算性能选项卡。

## Protection

通过“Protection”卡，管理员可以管理虚拟机快照并配置虚拟机保护策略。在此页面上，您可以手动创建快照，或修改和删除现有快照。在 PowerStoreOS 3.0 之前，保护策略也可应用于虚拟机以自动创建快照，例如卷和文件系统快照。随着 PowerStoreOS 3.0 的发布，快照计划仅使用虚拟机存储策略通过 vSphere 应用于虚拟机。有关虚拟机存储策略的更多详细信息，请参见基于存储策略的管理部分。

下图显示了虚拟机保护页面，您可在此页面配置快照和保护策略：

图 19. 虚拟机保护

虚拟机快照无论在哪里创建，都显示在 PowerStore Manager 和 vCenter 中。您可以在 vCenter 中的“Manage Snapshots”页面查看有关虚拟机快照的信息。您还可以从此处启动恢复操作，以便使用快照恢复虚拟机。您可以恢复到快照树中的任何快照。

从 PowerStore 拍摄的快照不包含客户虚拟机内存。此行为意味着不保留虚拟机内存内容和电源状态，但快照是崩溃一致的。快照恢复操作完成后，虚拟机将恢复到关闭状态，并且可以重新接通电源。下图显示了一个虚拟机，其中包含从 PowerStore 创建的手动快照和计划快照：

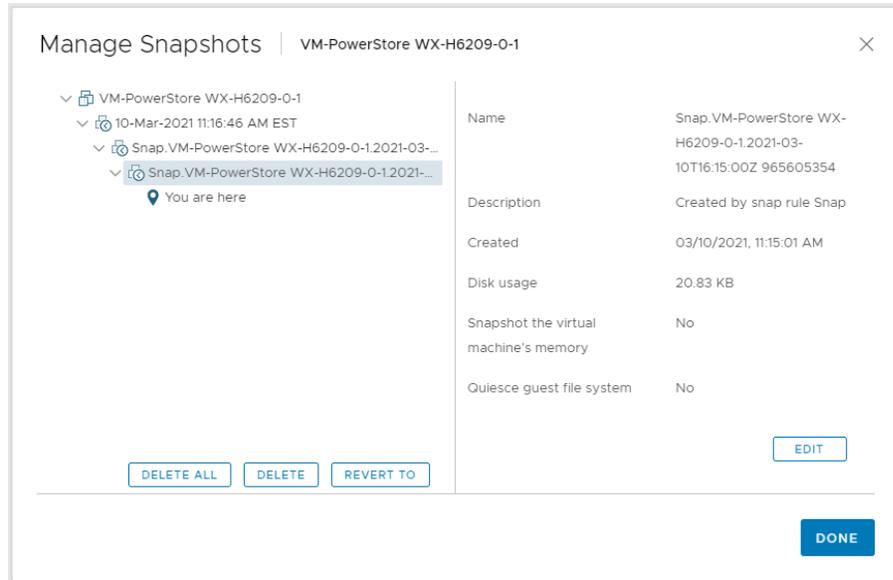


图 20. 虚拟机快照

vSphere 对每个虚拟机强制实施 31 个快照的限制。如果达到此上限，当策略创建下一个快照时，系统会按时间的先后顺序自动删除最老的快照。虽然手动创建的快照计入此限额，但因为它们没有过期日期，系统永远不会自动删除这些快照。

在大型环境中，一次可向 vCenter 发起许多快照请求。为了防止 vCenter 过载，PowerStore 最多将五个同时创建快照的操作发送至 vCenter。其余操作将排队并等到每个创建快照操作完成后启动。PowerStore 还最多将五个同时删除快照的操作发送到 vCenter。虽然创建快照操作是单独发送的，但删除快照操作可以批量发送，上限是五个。因为这两个限制不同，因此不同的虚拟机上可以同时有总共五个创建快照操作和五个删除快照操作。

有关快照和保护策略的详细信息，请参阅文档 [《PowerStore: 快照和精简克隆》](#)。

## 虚拟卷

调配的 vVol 类型取决于存储的数据类型：

- **Data:** 存储 VMDK、快照、完整克隆和快速克隆等数据。每个虚拟机至少需要一个 data vVol 来存储硬盘。
- **Config:** 存储标准虚拟机配置数据，如 .vmx 文件、日志和 NVRAM。每个虚拟机至少需要一个 config vVol 来存储 .vmx 配置文件。
- **Swap:** 虚拟机打开时存储虚拟机内存页拷贝。当虚拟机打开和关闭时，自动创建和删除 swap vVol。swap vVol 大小与虚拟机内存大小匹配。
- **Memory:** 挂起时在磁盘上存储虚拟机内存的完整拷贝，或为带内存的快照而存储拷贝。

每个启动的虚拟机至少需要三个 vVol：**data** 用来存储硬盘，**config** 用来存储配置，**swap** 用于存储内存页。

“Virtual Volumes” 卡提供有关虚拟机所用 vVol 的详细信息。PowerStore 使用 VASA 协议与 vSphere 通信，根据需要自动创建、绑定、取消绑定和删除 vVol。无需手动管理这些 vVol。此页面还提供了迁移 vVol、管理观察名单和收集支持材料的选项。

这里会显示 vVol 名称、类型、容量、存储容器、设备和 I/O 优先级等信息，如下图中所示：

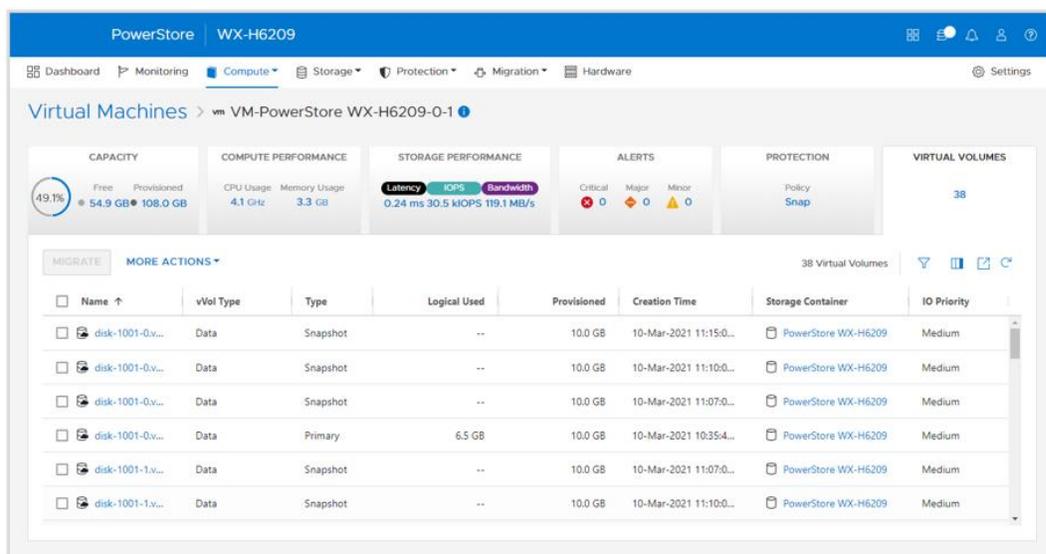


图 21. 虚拟卷

## 虚拟卷迁移

在 PowerStoreOS 1.0 中，可以在群集内的设备之间迁移 vVol。但这仅限于未使用的 vVol，因此在迁移任何 vVol 之前，必须先关闭虚拟机电源。从 PowerStoreOS 2.0 开始，支持在线 vVol 迁移。通过此功能，可以在群集内的设备之间迁移用于已通电虚拟机的 vVol。

为了支持在线 vVol 迁移，ESXi 主机必须运行 VMware ESXi 6.7 P02 或更高版本。以前版本的 VMware ESXi 不支持在线 vVol 迁移，因为此功能需要 ESXi 的 vVol 重新绑定编排。在这种情况下，必须通过关闭虚拟机电源来手动解除 vVol 的绑定，或者必须将 ESXi 主机升级到适当的版本。

在线迁移操作对虚拟机是透明的，无需重新扫描。与卷迁移类似，手动和辅助迁移均适用于 vVol。迁移流量流经使用群集内管理 (ICD) 和群集内数据 (ICD) IPv6 网络的四端口卡的前两个端口。

可以将单个虚拟机的多个 vVol 分散在多个设备上。最佳实践建议是让虚拟机的所有 vVol 都位于同一设备上。可使用在线 vVol 迁移作为无中断方法将虚拟机的 vVol 整合到单个设备上。

可从“VM Details” > “Virtual Volumes” 或 “Storage Container Details” > “Virtual Volumes” 页面启动 vVol 迁移。下图显示了迁移操作：

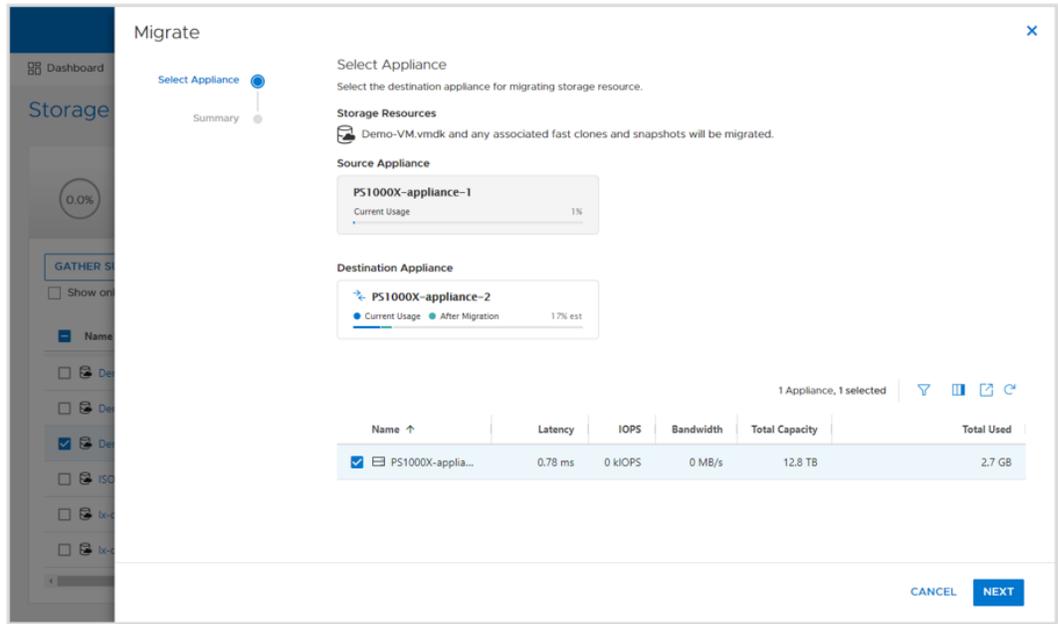


图 22. vVol 迁移

以下是在线 vVol 迁移的工作流：

1. 管理员创建迁移会话。系统在源设备和目标设备之间创建连接
2. 初始同步：源 vVol 的数据、快速克隆和快照迁移到目标。
3. 增量同步和无中断切换。
  - a. 完成最终增量拷贝。
  - b. PowerStore 和 ESXi 协调以执行重新绑定事件，从而实现新设备的自动化和无中断切换。

有关手动和辅助迁移的更多信息，请参阅文档 [《戴尔 PowerStore：群集和高可用性》](#)。

## vVol 存储和虚拟机计算

要实现出色的虚拟化性能，请务必考虑虚拟机的计算和存储放置。本节介绍将 PowerStore 存储与外部计算和内部计算 (AppsON) 结合使用时的建议。

### 具有外部计算的 vSphere Virtual Volumes 存储

为获得出色性能，请将虚拟机的所有 vVol 都放在单个设备上。当调配新的虚拟机时，PowerStore 会将其所有 vVol 都分组到同一设备上。在多设备群集中，系统将选择具有最高可用容量的设备。即使资源调配导致设备之间的容量不平衡，也会保持此选择。如果由于空间、系统限制或运行状况问题导致无法将虚拟机的所有 vVol 都安装在单个设备上，则将剩余 vVol 调配到具有次高可用容量的设备上。

当从模板调配虚拟机或克隆现有虚拟机时，PowerStore 会将新的 vVol 置于与源模板或虚拟机相同的设备上。此操作使新虚拟机可以充分利用数据缩减来提高存储效率。对于经常部署的虚拟机模板，建议为每个设备创建一个模板，并通过选择相应的模板在设备之间均匀分配虚拟机。

拍摄现有虚拟机的快照时，将创建新的 vVol 以存储快照数据。这些新的 vVol 存储在与源 vVol 相同的设备上。在源 vVol 分散于多个设备的情况下，由快照操作创建的 vVol 也会变得分散。可以使用 vVol 迁移将虚拟机的 vVol 整合到同一设备上。

在此配置中，PowerStore 提供存储，外部虚拟机管理程序提供计算。外部虚拟机管理程序通过 IP 或 FC 网络连接到存储系统。由于外部虚拟机管理程序始终通过 SAN 与存储系统通信，因此无需进一步考虑计算放置。

## 具有内部计算 (AppsON) 的 vVol 存储

在 PowerStore X 型号设备上，AppsON 使客户能够使用内部 ESXi 节点运行其应用程序。在使用 AppsON 时，将同一设备用于虚拟机的存储和计算可以尽可能地减少延迟和网络流量。在单个设备群集中，AppsON 虚拟机的计算和存储始终是并置的，无需进一步考虑计算放置。

从 PowerStoreOS 2.0 开始，可在 PowerStore 群集中配置 PowerStore X 型号设备。群集化通过提供单点管理来提高管理的便利性，并在群集内的设备之间轻松迁移卷和 vVol。自 PowerStoreOS 3.2 起，不再支持 PowerStore X 的多设备群集。

如果配置了多个 PowerStore X 群集，那么此操作也会在 vSphere 中创建一个具有所有 PowerStore X 型号 ESXi 节点的 ESXi 群集。从 vSphere 的角度来看，每个 PowerStore X 型号 ESXi 节点的权重均相等，因此可将虚拟机的存储和计算分离。此配置并不理想，因为它会增加延迟和网络流量。例如，如果虚拟机的计算在设备 1 的节点 A 上运行，但其存储位于设备 2 上。然后，I/O 必须穿过架顶式 (TOR) 交换机，以便让计算节点可以与存储设备通信。

为获得出色性能，建议将虚拟机的所有 vVol 都放在单个设备上。当调配新的虚拟机时，PowerStore 会将其所有 vVol 都分组到同一设备上。即使资源调配导致设备之间的容量不平衡，也会保持此分组。如果由于空间、系统限制或运行状况问题导致无法将虚拟机的所有 vVol 都安装在单个设备上，则将剩余 vVol 调配到具有次高可用容量的设备上。

调配新的 AppsON 虚拟机时，管理员可以控制 vVol 存储放置。将虚拟机部署到 vSphere 群集时，虚拟机的 vVol 将置于具有最高可用容量的设备上。将虚拟机部署到 vSphere 群集内的特定主机时，其 vVol 存储在节点所属的设备上。

当使用模板部署新的 AppsON 虚拟机或克隆现有虚拟机时，PowerStore 会将新的 vSphere Virtual Volumes 置于与源模板或虚拟机相同的设备上。此操作使新虚拟机可以充分利用数据缩减来提高存储效率。对于经常部署的虚拟机模板，建议为每个设备创建一个模板，并通过选择相应的模板在设备之间均匀分配虚拟机。

无论部署虚拟机的方式如何，当虚拟机最初通电时，计算节点始终由 VMware DRS 确定。如果 DRS 选择的计算节点不是 vVol 存储设备的本地节点，则不会并置计算和存储。DRS 也可以在以后移动虚拟机，以便稍后将其计算和存储分离。

拍摄现有 AppsON 虚拟机的快照时，将创建新的 vVol 以存储快照数据。这些新的 vVol 存储在与源 vVol 相同的设备上。在源 vVol 分散于多个设备的情况下，由快照操作创建的 vVol 也会变得分散。可以使用 vVol 迁移将虚拟机的 vVol 整合到同一设备上。

要确认 AppsON 虚拟机的计算和存储并置，请浏览至 “Compute” > “Virtual Machines” > “Virtual Machine details” > “Virtual Volumes”。 “vSphere Host Name” 列显示了该 vVol 的计算节点的 vSphere 名称。“Appliance” 列显示了存储 vVol 的存储设备的名称。下图显示了理想配置：

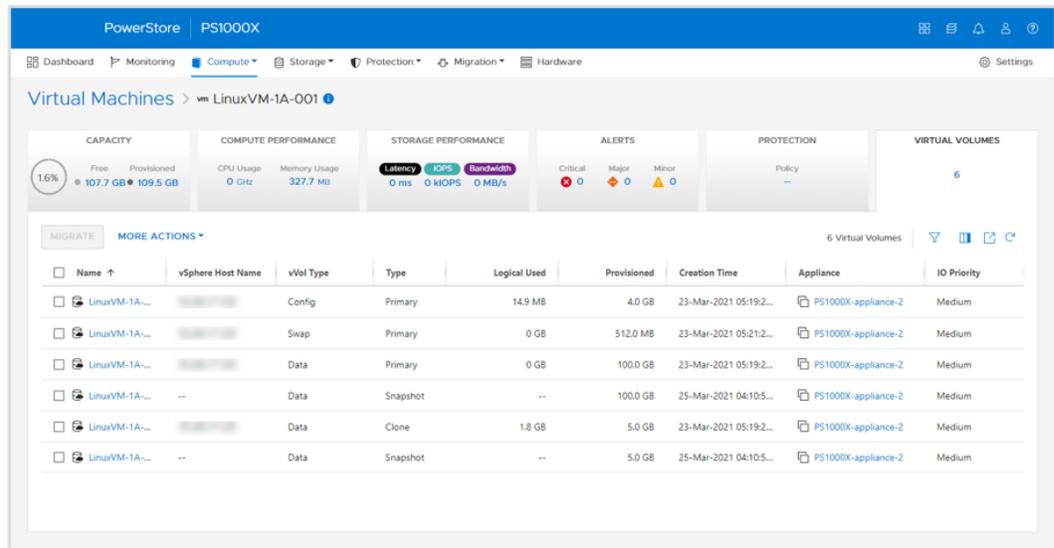


图 23. 虚拟机的“Virtual Volumes”页面

为获得妥善配置，将特定虚拟机的所有 vVol 都存储在单个设备上。此外，这些 vVol 的计算节点应为用于存储的设备的两个节点之一。如果存在任何差异，可以使用 vSphere vMotion 和 PowerStore vVol 迁移来移动计算或存储，以创建一致的配置。

从 PowerStoreOS 2.0 开始，PowerStore 会自动创建主机组、虚拟机组和虚拟机/主机关联规则，以便在 VMware vSphere 中将它们绑定在一起。主机组包含两个内部 ESXi 主机，且每个设备创建一个主机组。虚拟机组最初为空，且每个设备创建一个虚拟机组。

管理员应根据存储所在的位置手动将相关虚拟机添加到虚拟机组中。关联规则规定应在指定设备上运行组中的虚拟机。此规则可确保虚拟机在对其存储具有直接本地访问权限的计算节点上运行。在群集中添加和移除设备时，系统将自动添加和移除这些组和规则。

要管理关联规则，请浏览至 vSphere Web 客户端中的“Cluster” > “Configure” > “VM/Host Rules”。选择主机组后，该设备的两个内部 ESXi 节点会显示在下面的成员列表中。具有驻留在该设备上的存储的任何虚拟机均可添加到虚拟机组中，如下图中所示。如果将虚拟机存储迁移到群集内的另一设备，请更新这些规则，以反映新的配置。

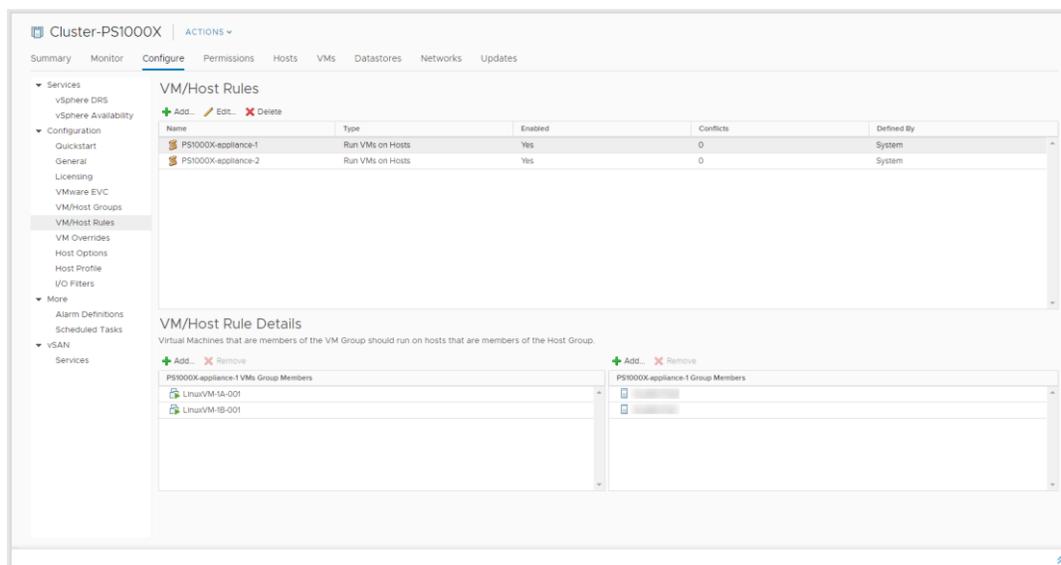


图 24. 主机/虚拟机规则

## VMware 数据存储区

### 概览

PowerStore 与 VMware 紧密集成，支持分别依靠存储容器、卷和文件系统的 vVol、VMFS 和 NFS 数据存储区。PowerStore 本机支持查看 vVol 数据存储区，将 PowerStore vVol 数据存储区托管的所有虚拟机提取到 PowerStore Manager 中进行直接监视。随着 PowerStoreOS 3.0 的推出，这种 VMware 可见性扩展为包括依靠 PowerStore 存储的 NFS 和 VMFS 数据存储区。

### vVol 数据存储区

PowerStore 完全支持 vVol 数据存储区，并依靠存储容器对象。有关 vVol 及其在 PowerStore 上的支持的详细说明，请参阅 [vSphere Virtual Volumes](#) 部分。

### NFS 数据存储区

NFS 数据存储区使用 PowerStore 文件系统，这是一种 64 位文件系统体系结构，它包括几项优势，最大大小为 256 TB。其他特性包括文件系统缩减、扩展、复制、快照等。有关 PowerStore 文件系统的更多信息，请参阅文档 [《戴尔 PowerStore: 文件功能》](#)。

在使用 NFS 数据存储区之前，请创建一个启用 NFS 的 NAS 服务器。您必须创建与此 NAS 服务器关联的文件系统和 NFS 导出。VMware ESXi 主机需要具备 NFS 导出的读/写访问权限和 root 访问权限。在 vSphere 中，管理员必须创建使用 PowerStore 文件系统的 NFS 数据存储区。

随着 PowerStoreOS 3.0 的推出，PowerStore 上支持新的 **VMware** 类型文件系统。此文件系统专为 VMware NFS 数据存储区应用场景而设计，包含多项针对 VMware 环境的增强功能。有关 PowerStore 上的 VMware 文件系统的更多信息，请参阅文档 [《戴尔 PowerStore: 文件功能》](#)。

**VMFS 数据存储区** 通过数据块协议访问 VMFS 数据存储区，并且需要 SCSI (Fibre Channel 或 iSCSI) 或 NVMe over Fabrics (NVMe/TCP 或 NVMe/FC) 连接。建立通信路径后，通过在 PowerStore 上创建主机对象，确保这些数据存储区的 VMware ESXi 主机已注册。然后，您可以创建数据块卷并将其映射到 VMware ESXi 主机。在 vSphere 中，管理员必须创建 VMFS 数据存储区，该存储区使用映射到 VMware ESXi 主机的 PowerStore 卷。

随着 PowerStoreOS 3.0 的推出，PowerStore Manager 现在可以查看 PowerStore 卷上创建的 VMFS 数据存储区。如果 vCenter 已向 PowerStore 注册，则可以使用 PowerStore Manager 查看数据存储区上的虚拟机及其计算和存储指标。**Volumes** 页面有一个新的 **Datastore** 列（默认情况下隐藏），其中显示从卷到 VMFS 数据存储区的映射。

## PowerStore X 型号

### 许可

每个 PowerStore X 型号节点上都安装了 VMware ESXi。每个节点都需要 VMware vSphere Enterprise Plus 许可证，后者可在设备安装后应用。您可以提供自己的许可证，或者随 PowerStore X 型号设备购买一个。

从 PowerStoreOS 1.0.3 开始，可以在 PowerStore X 型号节点上安装 vSphere Remote Office Branch Office (ROBO) 许可证。PowerStore X 型号同时支持 vSphere ROBO Advanced 和 ROBO Enterprise 许可证。ROBO 版本许可证限制为 25 个虚拟机，包括 PowerStore X 控制器虚拟机。在 PowerStore X 型号设备的初始配置过程中，设备会自动启用 Distributed Resource Scheduler (DRS) 的半自动模式。vSphere ROBO Advanced 许可证不支持 DRS，而 vSphere ROBO Enterprise 许可证仅支持 DRS 进入维护模式。在 PowerStore X 型号节点上安装 ROBO 许可证之前，必须在 ESXi 群集上禁用 DRS。使用 vSphere ROBO 许可证时，用户必须手动启动虚拟机负载均衡。

有关 ROBO 许可证支持的更多信息，请参阅 VMware 文档 [《VMware vSphere Compute Virtualization: Licensing, pricing and packaging》](#)。

从 PowerStoreOS 3.2.0 开始，PowerStore X 系统会发出有关内部 ESXi 许可到期的警报。系统提供警告级别警报，指出底层内部 ESXi 主机的许可证将在  $x$  天后过期。向内部 ESXi 主机应用永久许可证后，系统会自动清除警告警报，并且系统会发出信息警报：`ESXi internal host is permanently licensed`。警报显示在 PowerStore Manager 的 **Monitoring > Alerts** 下面，如图 25 中所示。

The screenshot shows the Dell EMC PowerStore monitoring dashboard for device WK-H2351. The 'Monitoring' section is active, displaying a list of alerts under the 'ALERTS' tab. Two alerts are visible, both with a yellow warning icon and a severity of 'Warning'. The alerts describe ESXi internal host license expiration in 40 days.

| Severity | Code       | Description   | Resource Type |
|----------|------------|---|---------------|
| Warning  | 0x02300501 | ESXi internal host license will expire in 40 days on 2022-10-12T13:47:25. | Host          |
| Warning  | 0x02300501 | ESXi internal host license will expire in 40 days on 2022-10-12T13:47:47. | Host          |

图 25. ESXi 许可警报

## 高性能最佳实践

在配置新的 PowerStore X 型号设备时，强烈建议应用这些最佳实践充分提高性能。应在设备上调配任何资源之前更改这些设置，以避免中断。

从 PowerStoreOS 1.0.3 开始，可在初始配置向导 (ICW) 中应用这些最佳实践。在 ICW 中，配置群集后，系统将显示一个可选的优化步骤。在此步骤中，管理员可以自定义 MTU 大小，并提供要用作 iSCSI 目标的其他 IP 地址。从 PowerStoreOS 2.0 开始，群集化在 PowerStore X 型号设备上受支持，并且系统请求的其他 IP 地址的数量取决于设备数量和型号。系统不会为群集中的任何 PowerStore 1000X 型号系统请求其他任何 IP，因为这些型号不需要其他 iSCSI 目标。然后，系统会使用本节所述的最佳实践自动配置群集，而无需进一步操作。下图显示了 PowerStore X 型号群集的 ICW 的 **Optimization** 页面：

The screenshot shows the 'Optimization' step in the Initial Configuration Wizard (ICW). The wizard is currently on the 'Optimization' page, which is highlighted in the progress bar on the left. The main content area displays the following information:

- Optimization:** The following settings are recommended to improve PowerStore performance.
- Storage MTU Size:** You can provide the MTU size from 1280 to 9000 bytes. The current value is 9000.
- IP Addresses (Optional):** For increased performance, provide 2 additional IP addresses used to configure a second iSCSI target. The current count is 0 of 2 IPs.

Buttons for 'SKIP' and 'OPTIMIZE' are visible at the bottom right of the wizard.

图 26. ICW 优化步骤

我们建议在将 PowerStore X 型号设备添加到现有群集之前完成最佳实践优化。从 PowerStoreOS 2.0 开始，添加设备向导将有一个 **Optimize Performance** 复选框。如果选中此复选框，则添加设备向导会要求提供新设备的其他 IP 地址。然后，系统会自动优化新添加的设备，使其与群集中的其他设备保持一致。如果群集未优化且没有更改此状态的计划，则可以添加新设备，而无需选择 **Optimize Performance**。不支持在群集中混合使用优化和非优化设备。

如果您计划将这些最佳实践应用到已配置的系统，建议先将系统升级到 PowerStoreOS 1.0.3 或更高版本。从 PowerStoreOS 1.0.3 开始，因为此过程中的某些步骤会自动执行，因此实现相同的设置和结果所需的手动步骤更少。

有关如何应用 PowerStore X 性能最佳实践调整的详细信息，请参考戴尔支持网站上的 HOW17288 文章。

实施本文档中的最佳实践时，我们还建议查看并应用 [Dell.com/powerstoredocs](http://Dell.com/powerstoredocs) 上的《PowerStore 主机配置指南》和 [PowerStore 信息中心](#) 上的《戴尔 PowerStore：最佳实践指南》中所述的 VMware vSphere 设置。也可以使用 Dell Technologies [Virtual Storage Integrator](#) 自动将这些最佳实践应用到主机。

## 初始配置

ICW 将提示输入有关 PowerStore X 型号设备的 vCenter Server 详细信息。您必须提供托管在外部服务器上的现有 vCenter Server 的详细信息。配置 PowerStore T 型号设备时，此页面不显示。

使用 vCenter 信息可在初始配置过程中实现自动化。这些步骤包括建立 vCenter 连接、创建 vSphere 群集、配置对象（例如虚拟分布式交换机）以及注册 VASA 存储提供程序。如果指定了现有的数据中心名称，则在该数据中心下创建群集。否则，自动为此群集创建具有指定名称的新数据中心。

在 PowerStore X 型号上，您不能将 vCenter 连接更改为另一个 vCenter 实例。此限制是因为存在数据中心、群集、PowerStore X 型号 ESXi 节点、虚拟分布式交换机和其他配置等对象。下图显示了 PowerStore X 型号 ICW **Hypervisor** 页面：

图 27. PowerStore X 型号的“Initial Configuration” > “Hypervisor” 页面

## AppsON

基于 PowerStore 容器的体系结构与板载 VMware ESXi 相结合，使得企业存储的整合达到全新水平。这种能力既能带来本地阵列应用程序环境的优势，又能实现与 vSphere 管理环境和服务器资源之间的出色集成。这种集成让用户可以直接在 PowerStore 上将应用程序作为虚拟机运行，使得应用程序更接近存储。

AppsON 功能的好处包括全新水平的应用程序部署灵活性。利用此功能实现在 PowerStore 设备和 VMware ESXi 服务器之间无缝移动。它还可通过消除服务器和网络占用空间来实现能够节省空间的边缘和远程部署，从而缩小堆栈。AppsON 非常适合需要低延迟或大量使用存储（与计算相比）的数据密集型应用程序。

## vCenter

由于 PowerStore X 型号设备上有嵌入式 VMware ESXi 虚拟机管理程序，所以这些节点可在 vCenter 中以及其他 ESXi 主机中管理和监视。对于 PowerStore X 型号，vCenter 必须托管在外部服务器上。标准 vSphere 概念（例如数据中心、群集、主机和虚拟分布式交换机）适用于 PowerStore X 型号对象。下图显示了这些对象以及 vSphere 中的控制器虚拟机：

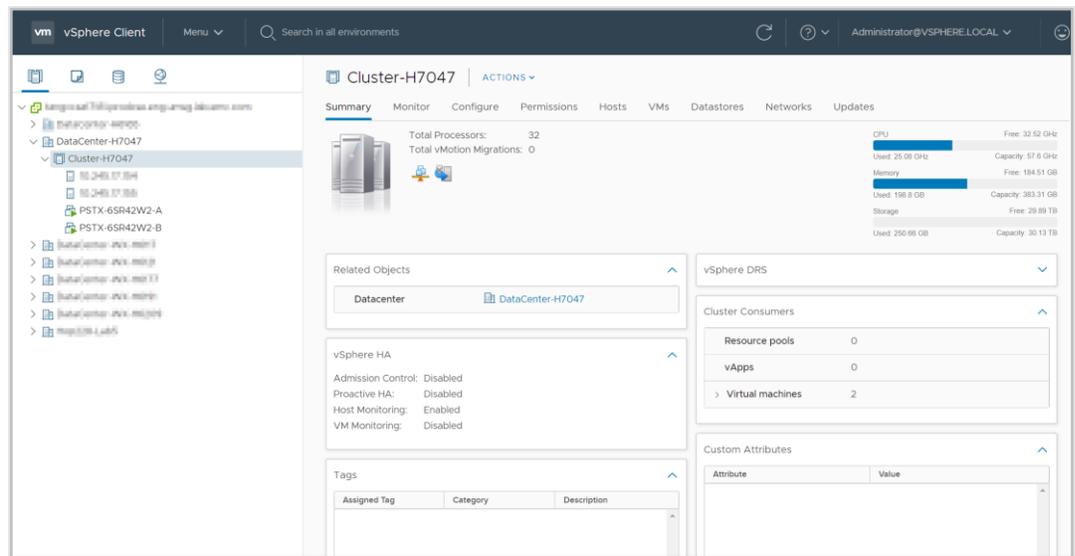


图 28. vSphere 中的 PowerStore X 型号对象

## ESXi 群集

在 PowerStore X 型号设备的初始化过程中，系统会创建一个 ESXi 群集，其中包含 PowerStore X 型号的 ESXi 节点。此 ESXi 群集创建于 vCenter 中新的或现有的数据中心之下。

### 将外部 ESXi 主机添加到 PowerStore X 型号 ESXi 群集

外部 ESXi 主机也可以通过批准的产品认证请求 (RPQ) 添加到 PowerStore X 型号 ESXi 群集。需要 RPQ 是出于 vSphere 增强型 vMotion 兼容性 (EVC) 方面的网络和 CPU 型号兼容性考虑。

通过将外部 ESXi 主机添加到群集中，便能够使用外部计算来实现虚拟机负载平衡和高可用性。不必将外部 ESXi 主机置于同一群集中，也能在 PowerStore X 型号的内部和外部 ESXi 主机之间实现 vMotion 和 Storage vMotion。

## 无中断升级 (NDU) 和外部 ESXi 主机

从以前版本的 PowerStore 升级到 PowerStoreOS 2.1.1 时，PowerStore X 内部 ESXi 群集的 vSphere Distributed Virtual Switch (DVS) 会自动升级到 DVS 7。如果 PowerStore X 内部 ESXi 群集中存在未运行 vSphere 7 或更高版本的外部 ESXi 主机，则此 DVS 升级将失败。

如果 DVS 升级失败，则会有一则警报，通知用户需要将外部 ESXi 主机升级到 vSphere 版本 7 或更高版本，并手动完成 DVS 升级。即使 DVS 升级失败，PowerStoreOS NDU 仍能成功完成，失败的 DVS 升级不会影响群集。有关无中断升级的更多信息，请参阅《戴尔 PowerStore 软件升级指南》。

## 控制器虚拟机

每个 PowerStore X 型号设备都包含两个控制器虚拟机，每个节点一个。这些虚拟机运行虚拟化版本的 PowerStore 操作系统。每个控制器虚拟机在设备上保留 50% 的可用 CPU 和内存，留下另外的 50% 给用户虚拟机。控制器虚拟机获得资源保证，因此用户虚拟机和控制器虚拟机之间不存在资源争用。由于要保证控制器虚拟机的资源供应，所以对于 vCenter 中的这些控制器虚拟机，生成高 CPU 和内存警报很常见。

每个控制器虚拟机都驻留在每个物理节点的内部 M.2 设备上配置的专用数据存储区上。这些专用数据存储区是为控制器虚拟机保留的，*绝不能*用于用户虚拟机。控制器虚拟机必须始终驻留在关联的节点上，并且*绝不能*进行迁移。由于这些虚拟机是完全专用的，对 PowerStore X 型号的存储操作至关重要，因此*千万不能*更改控制器虚拟机。*请勿*复制控制器虚拟机或为其拍摄快照。

控制器虚拟机命名为 **PSTX-*<DST>*-*<A/B>***，其中 **DST** 是设备的戴尔服务编号。它们存储在名为 **PRIVATE-*<DST>*-*<A/B>*.INTERNAL** 的专用本地 VMFS6 数据存储区中。这些专用数据存储区是仅为控制器虚拟机保留的，不能用于存储任何用户虚拟机。所有用户虚拟机均应存储在 vVol 数据存储区上。

## Networking

PowerStore X 型号设备具有一个 vSphere 分布式虚拟交换机 (DVS)、多个端口组以及在初始配置过程中自动配置的 NIC 分组。DVS 的命名约定为 **DVS-*<群集名称>***。然后，DVS 名称连同同一个连字符将附加到每个端口组名称的前面。

默认情况下，DVS 会创建以下端口组：

- PG\_MGMT: PowerStore 管理
- PG\_MGMT\_ESXi: ESXi 管理
- PG\_Storage\_INIT1 - 2: 提供从 ESXi 到控制器虚拟机的 iSCSI 连接的 VMkernel 适配器
- PG\_Storage\_TGT1 - 4: 控制器虚拟机上内部和外部连接的 iSCSI 目标
- PG\_vMotion1: 用于虚拟机移动的 vMotion 网络

vSphere DVS 将两个节点的物理适配器组合为上行链路。每个端口组上使用上行链路指示哪些端口处于活动、待机或未使用状态。下表显示 vSphere 上行链路、vSphere 物理适配器和 PowerStore Manager 端口名称之间的映射。

表 2. 上行链路到物理端口的映射

| vSphere 上行链路 | vSphere 物理适配器 | PowerStore Manager 端口 |
|--------------|---------------|-----------------------|
| 上行链路 1       | vmnic8        | 4PortCard-hFEPort1    |
| 上行链路 2       | vmnic9        | 4PortCard-hFEPort0    |
| 上行链路 3       | vmnic6        | 4PortCard-hFEPort3    |
| 上行链路 4       | vmnic7        | 4PortCard-hFEPort2    |

下表显示用于控制器虚拟机和 ESXi 管理的管理端口组。两个管理网络的上行链路 1 和上行链路 2 均配置为活动，以实现高可用性。上行链路 3 和上行链路 4 配置为备用，以防主上行链路不可用。

PowerStore X 型号 ESXi 节点管理接口是在名为 **vmk0** 的 VMkernel 适配器上配置的。因为 PowerStore 管理接口驻留在控制器虚拟机上，因此不需要 VMkernel 适配器。

表 3. 管理端口组上行链路

| vSphere VMkernel 适配器 | vSphere 端口组  | vSphere 活动上行链路   | vSphere 备用上行链路   |
|----------------------|--------------|------------------|------------------|
| 不适用                  | PG_MGMT      | 上行链路 2<br>上行链路 1 | 上行链路 3<br>上行链路 4 |
| vmk0                 | PG_MGMT_ESXi | 上行链路 2<br>上行链路 1 | 上行链路 3<br>上行链路 4 |

下表显示为存储连接创建的 VMkernel 适配器。PowerStore X 型号 ESXi 节点使用这些 VMkernel 适配器连接到控制器虚拟机上的 iSCSI 目标。出于多路径目的，每个节点上有两个 VMkernel 适配器。VMkernel 适配器在一个上行链路上处于活动状态，并且没有备用上行链路。

节点和控制器虚拟机之间的通信用于建立 iSCSI 会话，创建协议端点，并在 vVol 数据存储区上运行 I/O。因为控制器虚拟机在节点上运行，因此这些网络上的流量保留在节点本地。

表 4. VMkernel 适配器

| vSphere VMkernel 适配器 | vSphere 端口组      | vSphere 活动上行链路 |
|----------------------|------------------|----------------|
| vmk1                 | PG_Storage_INIT1 | 上行链路 1         |
| vmk2                 | PG_Storage_INIT2 | 上行链路 2         |

下表显示已创建的控制器虚拟机 iSCSI 目标。这些目标可使 PowerStore X 型号 ESXi 节点和外部主机建立 iSCSI 连接。每个节点至少需要一个目标，它会在初始配置过程中会自动配置。默认情况下，此目标在每个节点的上行链路 1 上处于活动状态。其余上行链路配置为备用模式。

表 5. 控制器虚拟机 iSCSI 目标

| vSphere 端口组     | vSphere 活动上行链路 | vSphere 备用上行链路             |
|-----------------|----------------|----------------------------|
| PG_Storage_TGT1 | 上行链路 1         | 上行链路 2<br>上行链路 3<br>上行链路 4 |
| PG_Storage_TGT2 | 上行链路 2         | 上行链路 1<br>上行链路 3<br>上行链路 4 |
| PG_Storage_TGT3 | 上行链路 3         | 上行链路 1<br>上行链路 2<br>上行链路 4 |
| PG_Storage_TGT4 | 上行链路 4         | 上行链路 1<br>上行链路 2<br>上行链路 3 |

存储网络可以横向扩展，以启用四端口卡上其余端口的连接。完成此操作后，附加上行链路将变为活动状态，如上表中所示。根据设备型号，此操作可能是实现出色性能的最佳实践。

下图显示有关设备上可用虚拟端口的信息。虚拟端口页面可用于为存储网络映射其他端口，或为复制网络标记其他端口。默认情况下，vFEPort1 标记用于存储和复制网络。

表 6. PowerStore 虚拟端口

| PowerStore Manager 虚拟端口 | vSphere 网络适配器 | vSphere 端口组     | 用途            |
|-------------------------|---------------|-----------------|---------------|
| vFEPort0                | 网络适配器 1       | PG_MGMT         | PowerStore 管理 |
| vFEPort1                | 网络适配器 2       | PG_Storage_TGT1 | 存储和复制网络       |
| vFEPort2                | 网络适配器 3       | PG_Storage_TGT2 | 存储和复制网络扩展     |
| vFEPort3                | 网络适配器 4       | PG_Storage_TGT3 | 存储和复制网络扩展     |
| vFEPort6                | 网络适配器 5       | PG_Storage_TGT4 | 存储和复制网络扩展     |
| vFEPort7                | 网络适配器 6       | PG_Internal     | 内部系统使用        |

下表显示为 vMotion 操作创建的 VMkernel 适配器。在两个 PowerStore X 型号 ESXi 节点之间和从外部主机移动虚拟机时，使用此网络。

表 7. vMotion 端口组上行链路

| vSphere VMkernel 适配器 | vSphere 端口组 | vSphere 活动上行链路 | vSphere 备用上行链路             |
|----------------------|-------------|----------------|----------------------------|
| vmk3                 | PG_vMotion1 | 上行链路 3         | 上行链路 1<br>上行链路 2<br>上行链路 4 |

下图显示 vCenter 中出现的这些网络：

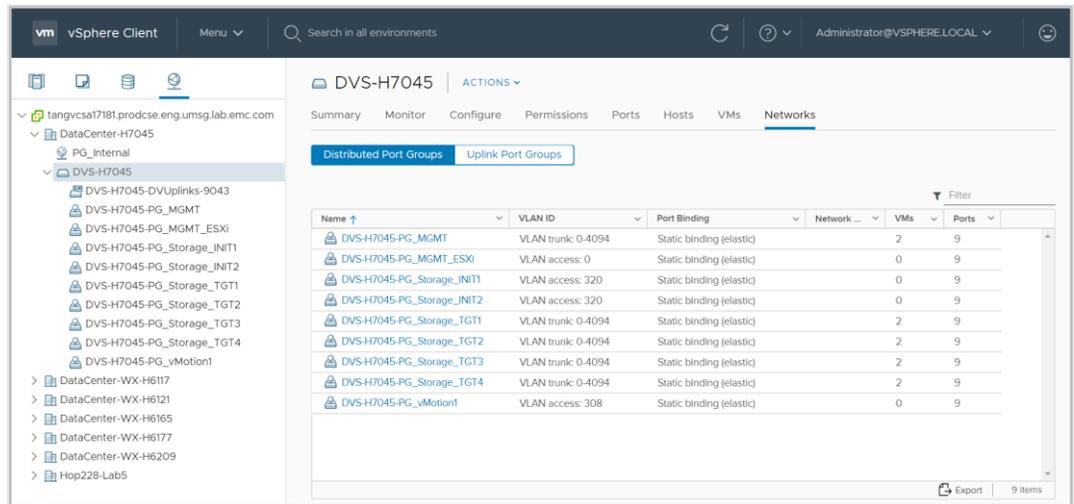


图 29. vSphere 网络

在内部 ESXi 节点上部署用户虚拟机之前，为外部网络创建新的端口组。通过右键单击“DVS” > “Distributed Port Group” > “New Distributed Port Group”，可完成此过程。提供新端口组的信息，并根据需要配置 VLAN。配置新的端口组后，可以部署用户虚拟机，然后可以使用此端口进行网络连接。

如果 PowerStore X 型号 ESXi 节点、iSCSI 或 vMotion 接口必须更改，则必须在 PowerStore Manager 中更新它们。此操作将更新配置，并自动将必要的更改传播到 vSphere。**不支持**直接在 vSphere 中更改这些接口。

## 卷

PowerStore X 型号设备可将卷和卷组调配给外部主机。例如，您可以为虚拟机文件系统 (VMFS) 数据存储区或原始磁盘映射 (RDM) 的外部 ESXi 节点调配卷。

默认情况下，AppsON 虚拟机使用 PowerStore 高效 vVol 实施，这是因为它简单、进行了设计优化并且在 PowerStore Manager 中集成。由于这些优点，建议对所有 AppsON 虚拟机都使用 vVol。从 PowerStoreOS 2.0 开始，PowerStore X 型号设备还支持 VMFS 数据存储区，用于 AppsON 内虚拟机的存储。通过使用 PowerStore REST API 或 CLI 或这两者将块级卷映射到 PowerStore 的内部 ESXi 主机来完成这个过程。有关在 PowerStore X 型号设备内部节点上配置 VMFS 的详细信息，请参考戴尔支持网站上的 KB182913 文章。

## Distributed Resource Scheduler 监视服务

PowerStore X 型号 ESXi 节点旨在与 VMware Distributed Resource Scheduler (DRS) 一起使用。在 PowerStore X 型号设备的初始配置过程中，设备会自动启用 DRS 的半自动模式。半自动模式会自动应用 DRS 进行初始虚拟机放置，并提出负载均衡建议，让管理员可根据建议启动负载均衡。

因为该设备适合这种配置而且已经优化，因此**不支持**更改 DRS 自动化级别。DRS 监视服务每 15 秒向 vSphere 轮询一次，确认 DRS 自动化级别已设置为部分自动化。如果检测到更改，则会通过将自动化级别恢复为部分自动化来自动修复。

从 PowerStoreOS 1.0.3 开始，vSphere ROBO 许可证可以安装在 PowerStore X 型号节点上。vSphere ROBO Advanced 许可证不支持 DRS，而 vSphere ROBO Enterprise 许可证仅支持 DRS 进入维护模式。在 PowerStore X 型号节点上安装 ROBO 许可证之前，必须在 ESXi 群集上禁用 DRS。使用 vSphere ROBO 许可证时，用户必须手动启动虚拟机负载均衡。

## 可维护性

在 PowerStore T 型号设备上，可以在 PowerStore Manager 中重新启动或关闭节点。在 PowerStore X 型号设备上，不能在 PowerStore Manager 中执行这些操作。相反，将 PowerStore X 型号置于维护模式后，开始重新启动或关闭系统。这有助于防止意外重新启动上面运行有虚拟机的 PowerStore X 型号 ESXi 节点。下图显示这些操作在 PowerStore X 型号设备上不可用：

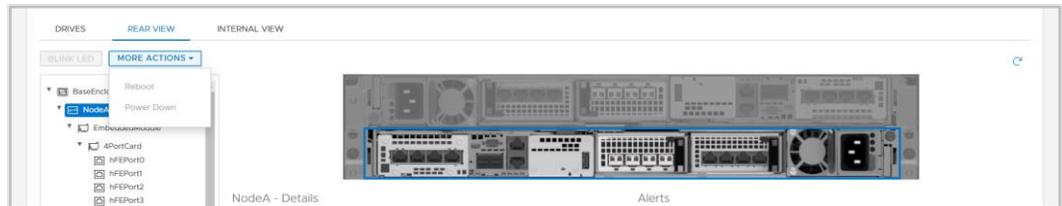


图 30. PowerStore X 型号操作

## 维护模式服务

因为 DRS 无法迁移控制器虚拟机，所以 PowerStore X 型号设备包括维护模式服务 (MMS)，可在维护模式操作期间管理控制器虚拟机。它不会迁移控制器虚拟机，而是圆满地关闭它。

在关闭或重新启动 PowerStore X 型号 ESXi 节点之前，请先将该节点置于维护模式。进入维护模式可确保此节点在关闭或重新启动之前上面没有运行虚拟机。进入维护模式后，DRS 会将所有正在运行的虚拟机迁移到 vSphere 群集中的对等节点。下图显示 vCenter 中可用的维护模式操作：

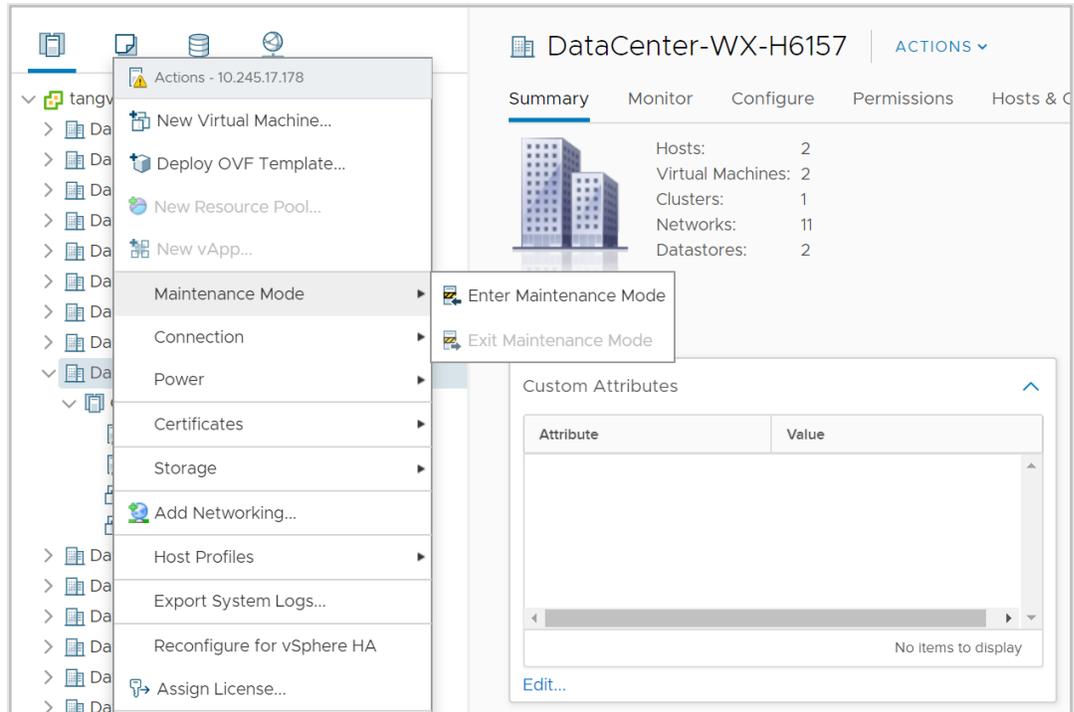


图 31. Maintenance Mode

如果在 PowerStore X 型号 ESXi 节点上启动维护模式，MMS 会自动关闭节点控制器虚拟机。控制器虚拟机会在所有用户虚拟机迁移完毕后开始关闭。控制器虚拟机成功关闭后，ESXi 节点进入维护模式。进入维护模式后，ESXi 节点可以不受影响地从 vCenter 重新启动或关闭。

当其中一个控制器虚拟机关闭或重新启动时，这些服务将故障切换到另一个控制器虚拟机。为避免中断，一次仅将设备的一个节点置于维护模式。要恢复高可用性，必须在节点上退出维护模式。当管理员启动退出维护模式操作时，MMS 会自动启动控制器虚拟机。在控制器虚拟机完全启动后，便会恢复控制器虚拟机冗余。

在 PowerStore X 型号 ESXi 节点上进入或退出维护模式后，请等待几分钟，然后再发起另一维护模式操作。这样，在开始下一步操作之前，控制器虚拟机便有足够的时间完全故障切换所有资源和服务。

## 升级

您可以使用 PowerStore X 型号升级映像将 PowerStore X 型号群集升级到最新软件版本。但是，PowerStore X 型号 ESXi 节点只能使用经 Dell Technologies 验证且 [戴尔支持网站](#) 上提供的 ESXi 版本。有关每个 PowerStore 版本支持的 ESXi 版本，请参阅 PowerStore 简单支持矩阵中的表 12。**请勿使用从 VMware 或任何其他来源获得的 ESXi 更新映像。**当有新版本可供更新时，戴尔将发布通知。有关详细信息，请参阅 [PowerStore 信息中心](#) 上的《[戴尔 PowerStore 虚拟化指南](#)》说明文件中的升级过程。

## VMware VAAI 概述

vSphere API for Array Integration (VAAI) 通过将存储相关的任务分载到 PowerStore 来改善 ESXi 主机利用率。由于阵列处理这些任务，因此 ESXi 主机 CPU、内存和网络利用率会降低。例如，从模板虚拟机中调配完整克隆等操作可以分载到 PowerStore。PowerStore 在内部处理这些请求，执行写入操作，并且在完成请求后将更新返回给 ESXi 主机。

PowerStore 支持以下基元：

- **Block:**
  - **原子测试和设置 (ATS):** 使阵列能够在卷的数据块级别（而不是整个卷）执行锁定，从而使多个 ESXi 主机能够同时访问卷。这也称为硬件辅助锁定。
  - **数据块归零:** 使阵列能够将许多数据块归零，从而通过加快磁盘归零操作来加快虚拟机资源调配。这也称为硬件辅助归零或 Write Same。
  - **完整复制:** 使阵列能够在阵列内完整复制数据，而无需 ESXi 主机读取和写入数据。这在克隆虚拟机时非常有用，也称为硬件辅助移动或 XCOPY。（XCOPY 在 NVMe 规格中未标准化，NVMe/TCP 和 NVMe/FC 不支持完整复制分流。）
  - **精简资源调配 — 取消映射:** 使阵列能够回收利用精简 LUN 上未使用的数据块。取消映射也称为无效区回收。
- **文件:** 这些原语在 PowerStoreOS 3.0 中引入，需要在 ESXi 主机上安装 VAAI 插件。
  - **快速文件克隆:** 支持将虚拟机快照的创建分流到阵列。
  - **完整文件克隆:** 支持将虚拟磁盘克隆分流到阵列。
  - **预留空间:** 支持通过 NFS 使用 Thick Lazy 和 Eager Zeroed 选项调配虚拟磁盘。
  - **扩展统计信息:** 支持查看 NAS 数据存储区上的空间使用情况，这对于精简资源调配的数据存储区尤其有用。

## 迁移

### 概览

PowerStore 旨在轻松无缝地集成到现有 VMware vSphere 环境中。本机 vSphere 功能和工具可在 PowerStore 与外部 ESXi 主机之间使用。

这种能力可通过运用 vMotion 和 Storage vMotion 等工具，执行快速简单的迁移。vMotion 可用于将虚拟机计算从当前 ESXi 主机移至 PowerStore X 型号节点。Storage vMotion 可用于将虚拟机存储移动到当前数据存储区和 PowerStore vVol 数据存储区。您还可以选择同时执行 vMotion 和 Storage vMotion，如下图中所示：

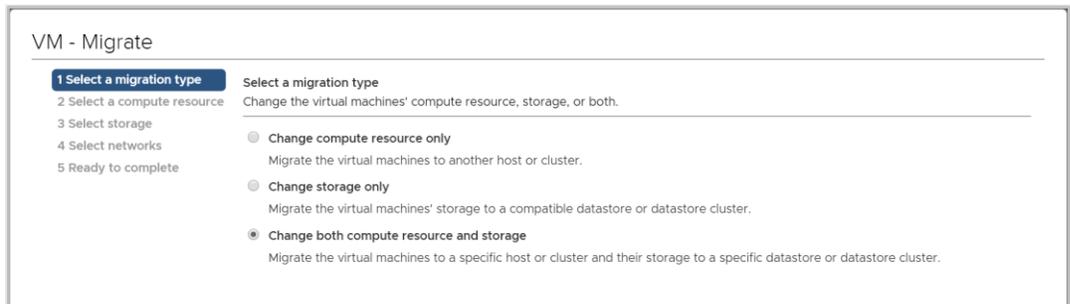


图 32. 计算和 Storage vMotion

## Metro 卷

### 概览

Metro 卷是 PowerStore 存储和 VMware vSphere 的高可用性和数据移动性功能。它为 PowerStore 群集之间的主动应用场景的 Metro 卷提供对称主动/主动数据访问。该体系结构还为 VMware vSphere Metro 存储群集设计奠定了基础。有关 Metro 卷的详细信息，请参阅文档 [《戴尔 PowerStore: Metro 卷》](#)。

## vVol 复制

### 概览

PowerStoreOS 版本 3.0 及更高版本支持基于 VASA 3.0 本机存储的异步复制，适用于基于 vVol 的虚拟机。此功能使用 VMware 存储策略，并且需要两个站点中的 VMware Site Recovery Manager 实例。对于受支持的 PowerStore 群集，免费包括基于 vVol 的虚拟机的异步复制。有关详细信息，请参阅文档 [《戴尔 PowerStore: VMware Site Recovery Manager 最佳实践》](#) 或 VMware Site Recovery Manager 产品文档。

## VMware 插件

### 简介

为进一步增强系统中内置的 VMware 集成，可以使用阵列外软件的插件。这些插件提供了灵活性，使用现有工具即可将 PowerStore 轻松集成到您的环境中。

### Virtual Storage Integrator

虚拟存储集成商 (VSI) 将存储资源调配、管理和监视功能引入标准的 VMware vSphere 客户端界面。可直接从 vSphere 查看和执行常见存储任务，而无需启动 PowerStore Manager。VSI 插件还提供存储系统可见性，使管理员可以查看运行虚拟机的底层存储。将外部 ESXi 主机连接到 PowerStore 时，请使用 VSI 扫描主机并采用有利于提高性能和可用性的最佳实践。下图显示了 VSI 中的数据存储服务创建向导：

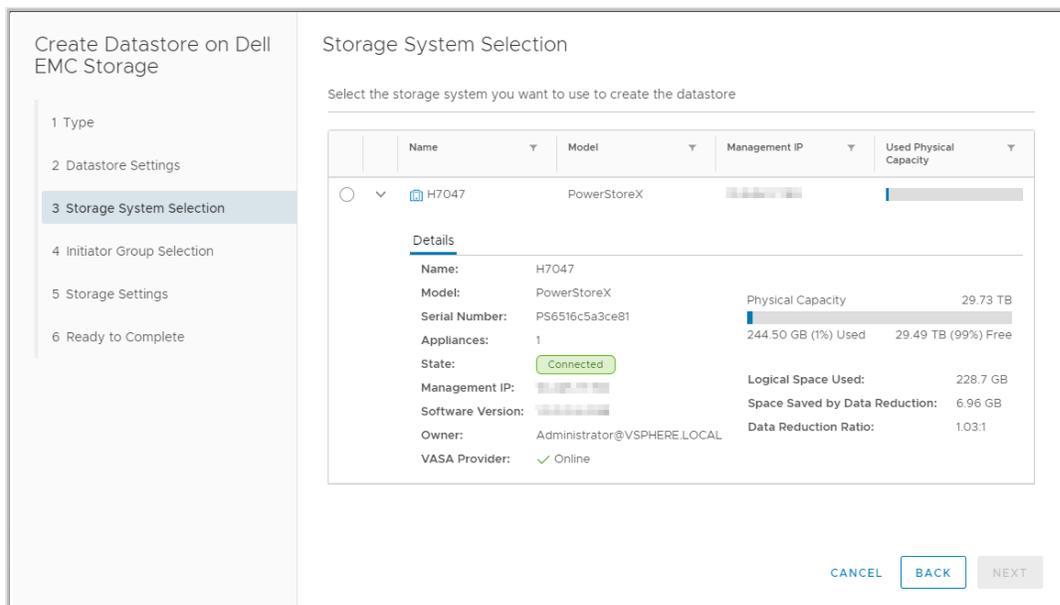


图 33. 使用 VSI 创建数据存储区

## vRealize Orchestrator

VMware vRealize Orchestrator (vRO) 支持创建自动化 workflow，以简化 VMware 和 PowerStore 任务。PowerStore 插件包括许多 workflow，如调配存储、管理主机、配置保护以及查看资源的详细信息。

vRO 框架允许整合单独的工作流，以构建自定义 workflow。例如，您可以创建自定义 vRO 工作流，将 ESXi 主机连接到 PowerStore 设备上的 iSCSI 目标，然后在该设备上注册该主机。vRO 工作流引擎可与 vRealize Automation 配合使用，以创建基于策略的自助服务环境。

下图显示了包含 PowerStore 插件的 vRO 中的一些可用 workflow：

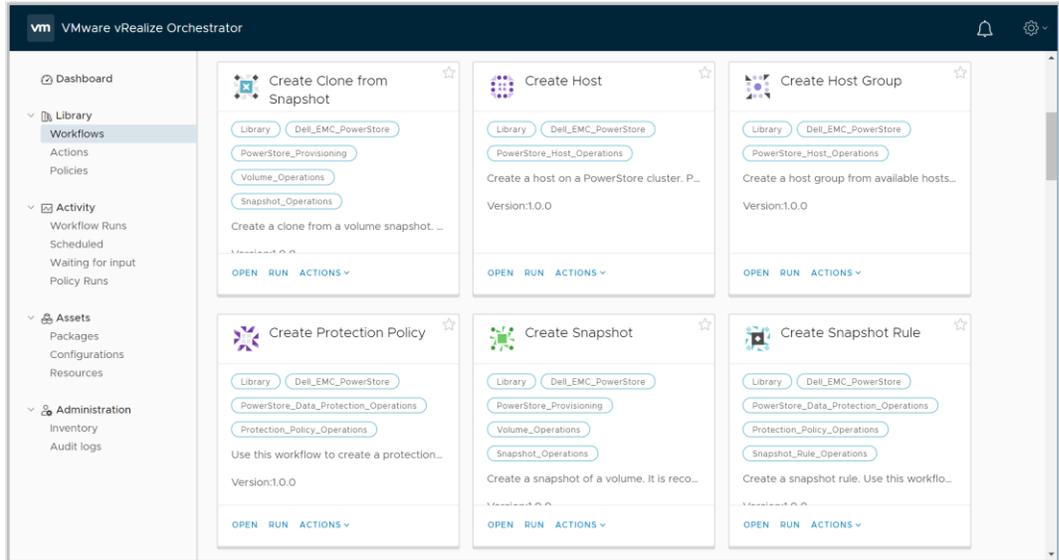


图 34. vRealize Orchestrator

## Storage Replication Adapter

PowerStore Storage Replication Adapter (SRA) 适用于使用基于阵列的复制和 VMware Site Recovery Manager (SRM) 进行灾难恢复的客户。要使 SRM 正确管理 PowerStore 复制，必须在恢复和受保护站点的 SRM 服务器主机上安装 SRA。下图显示了 SRM 中的 PowerStore SRA：

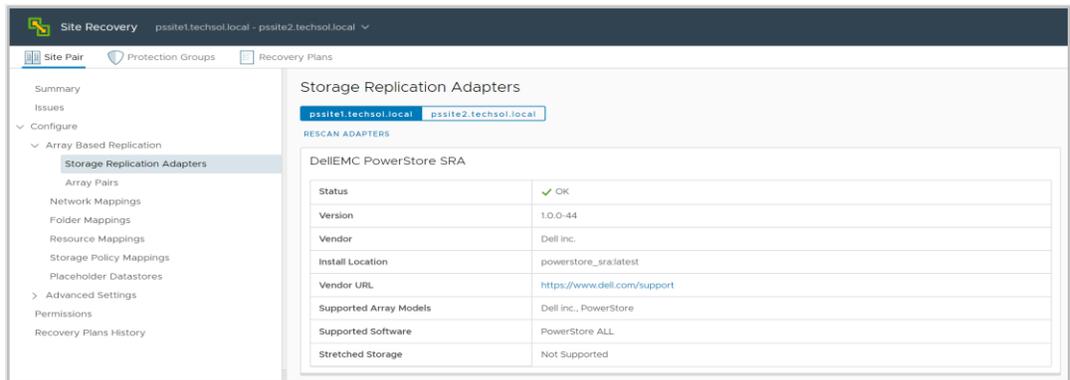


图 35. PowerStore SRA

## 最佳实践

Site Recovery Manager 附带的默认配置适合大多数环境。但是，每个环境都有独特的体系结构、基础架构、规模和恢复时间目标。较大、较复杂的 SRM 环境可能需要优化调整，才能让 SRM 正常工作。有关详细信息，请参阅文档 [《戴尔 PowerStore: Site Recovery Manager 最佳实践》](#)。

### RecoverPoint for Virtual Machines

PowerStore 还通过使用 RecoverPoint for Virtual Machines 来支持虚拟机粒度的复制服务。RecoverPoint for VMs 是一种纯软件复制解决方案，可在任何时间点提供基于每个虚拟机的异步和同步保护。它不限存储类型，在虚拟机管理程序层中可配合 VMware 支持的所有存储类型使用，包括 vVol。有关 RecoverPoint for VMs 的更多信息，请参阅[戴尔支持](#)上的 *《RecoverPoint for Virtual Machines 管理员指南》* 说明文件。

## 总结

### 概览

PowerStore 包括一组全面的 VMware 虚拟化技术集成点。因为系统中嵌入了许多强大的集成点，因此可以通过基于 HTML5 的 PowerStore Manager 和 vCenter 管理它们。PowerStore X 型号设备允许应用程序直接在设备上运行并无缝集成到虚拟化环境，从而实现更深层的集成。另有提供阵列外软件和插件，让 PowerStore 可与现有的工具配合使用。存储和虚拟化管理员都可以使用 PowerStore 创建符合要求且支持当今业务需求的解决方案，从而实现出色的基础架构灵活性。

## 附录：技术支持和资源

### 资源

[Dell Technologies 信息中心](#) > [存储](#) 站点提供有助于确保客户成功使用 Dell Technologies 存储平台的专业知识。

[Dell.com/powerstoredocs](https://www.dell.com/powerstoredocs) 提供有关如何安装、配置和管理 PowerStore 系统的详细文档。