



# 了解使用 QEMU 和 Libvirt 實現 KVM 虛擬化

## NetApp virtualization solutions

NetApp  
November 11, 2025

# 目錄

了解使用 QEMU 和 Libvirt 實現 KVM 虛擬化	1
組件概述	1
叢集管理	2
運算	2
儲存	3
網路	4
監控	5
資料保護	6

# 了解使用 QEMU 和 Libvirt 實現 KVM 虛擬化

了解 KVM 虛擬化以及它如何與 QEMU 和 Libvirt 協同工作以創建全面的 Linux 虛擬化平臺。了解這些元件如何支援接近本機效能的虛擬機，同時為企業環境中的運算、儲存和網路資源提供靈活的管理功能。

## 組件概述

### 1. KVM（基於核心的虛擬機器）：

- 作用：KVM 是一個核心模組，透過利用 CPU 中的硬體輔助虛擬化擴充（例如 Intel VT-x 或 AMD-V）來提供核心虛擬化功能。
- 功能：KVM 允許 Linux 核心充當 1 型虛擬機器管理程序，使其能夠建立和管理具有接近本機 CPU 和記憶體操作效能的虛擬機器。
- 最低層：KVM 是最低層級的元件，直接與硬體交互，為完全虛擬化提供必要的基礎架構。

### 2. QEMU（快速模擬器）：

- 作用：QEMU 是一個機器（硬體）模擬器，為客戶系統提供其他虛擬化硬體元件，例如網路介面、磁碟控制器和顯示卡。
- 功能：當 KVM 不可用時，QEMU 可以作為 2 型虛擬機器管理程式運行，但由於它必須在軟體中模擬客戶 CPU，因此速度會慢得多。QEMU 與 KVM 結合使用時，使用 KVM 加速 CPU 和記憶體操作，而 QEMU 處理週邊設備和其他硬體設備的模擬。
- 與 KVM 的交互：QEMU 透過裝置檔案（例如 /dev/kvm）使用 ioctl() 系統呼叫與 KVM 交互，以管理虛擬機器進程並與 KVM 通訊。

### 3. "Libvirt"：

- 作用：Libvirt 是一個虛擬化函式庫和 API，為各種虛擬化平台提供更高層級的管理接口，包括 KVM/QEMU、Xen、VMware ESXi 等。
- 功能：Libvirt 透過提供統一的介面和工具集簡化了虛擬機器的管理。它充當抽象層，允許使用者和應用程式管理虛擬機，而無需直接與底層虛擬機管理程式的特定命令或 API 互動。
- 主要特點：
  - VM 生命週期管理：啟動、停止、暫停、儲存、復原和遷移 VM。
  - 遠端管理：透過 SSH 或其他協定控制遠端主機上的虛擬機器。
  - 儲存管理：為虛擬機器建立和管理儲存池和磁碟區。
  - 虛擬網路：配置 NAT、橋接等模式的虛擬網路。
  - 安全性：與 SELinux 和 AppArmor 集成，以實現虛擬機器的安全限制。
  - 热插拔：在虛擬機器運行時新增或刪除磁碟和網路介面等設備。
  - 工具：Libvirt 包含用於管理虛擬機器的命令列工具（如 virsh）和圖形工具（如 virt-manager）。
- 它們如何協同工作：
  - KVM：提供核心級虛擬化基礎架構。
  - QEMU：提供模擬硬體並管理 VM 進程。

- Libvirt：充當管理階層，提供 API 和工具來控制 KVM/QEMU 和其他虛擬機器管理程式。
- 本質上：KVM 為虛擬化提供硬體加速，QEMU 提供模擬硬體並運行 VM，Libvirt 提供用戶友好的管理介面和 API 來控制整個設定。

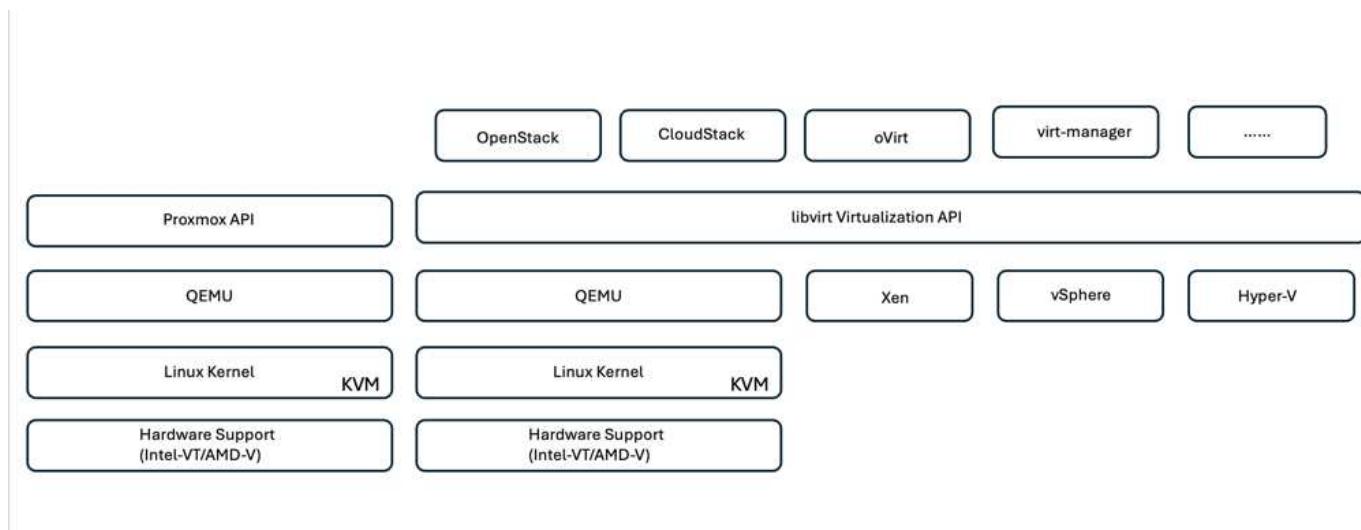
Libvirt 用戶端工具可用於透過駕駛艙機器從 CLI、GUI 或基於 Web 管理虛擬機器或操作。若要查看使用 libvirt 的應用程式列表，請查看 "[這裡](#)"。

當應用程式進入 Kubernetes 環境時，請查看 Kubevirt 以在這些環境中將虛擬機器作為 pod 運行。

["Ansible 模組可用於 libvirt"](#)用於自動化目的。

## 叢集管理

通常，虛擬化管理器或 virsh cli 工具一次管理單一主機。為了管理叢集中的多個主機，通常使用更高層級的應用程序，如 oVirt、CloudStack 或 OpenStack。這些工具將協助放置虛擬機器並分配負載。如果在小型叢集環境中尋找某些虛擬機器的高可用性，則可以使用 Pacemaker 和 Corosync 或檢查您的管理堆疊選項。



## 運算

Libvirt 提供了一個用於管理虛擬機器資源和功能的綜合框架。這包括與以下相關的任務：

### 1. 虛擬機器（域）管理：

- 生命週期操作：Libvirt 提供了一整套用於管理虛擬機器狀態的操作（在 libvirt 術語中稱為「域」）。這包括啟動、停止、暫停、復原、儲存、還原和遷移虛擬機器。
- XML 配置：虛擬機器配置使用 XML 檔案定義。您可以使用 virsh 或 virt-manager 等工具來建立、修改和刪除這些 XML 配置。
- 遠端管理：您可以使用 libvirt 的遠端協定管理遠端主機上的虛擬機，該協定支援 SSH 等各種網路傳輸。

### 2. 資源分配與管理：

- CPU 管理：Libvirt 可讓您設定客戶端 CPU，包括指定虛擬 CPU 的數量、控制 CPU 固定（將 vCPU 與主機上的特定實體 CPU 關聯）以及管理 CPU 模式（如主機直通以向客戶端公開主機的 CPU 功能）。
- 記憶體管理：您可以為虛擬機器分配記憶體並配置記憶體過量使用（允許分配給虛擬機器的記憶體總和超過主機上可用的實體記憶體）。

- 儲存管理：Libvirt 可以管理虛擬機器的各種類型的存儲，包括磁碟映像（格式包括 qcow2、vmdk 和 raw）、NFS 共用、LVM 磁碟區、iSCSI 共用和原始磁碟裝置。
- 主機設備管理：您可以管理實體和虛擬主機設備，如 USB、PCI、SCSI 和網路設備，包括 SR-IOV 和 NPIV 等虛擬化功能。

### 3. 虛擬網路：

- 虛擬網路交換器：Libvirt 建立虛擬網路交換器（網橋）以將虛擬機器相互連接並連接到主機網路。
- 網路模式：它支援各種網路模式，例如 NAT、橋接、隔離和路由，以配置虛擬機器與網路的交互方式。
- 防火牆規則：Libvirt 自動管理防火牆規則（使用 iptables）來控制虛擬網路的網路流量。

### 4. 效能優化：

- CPU 固定：將 vCPU 固定到特定的實體 CPU 可以提高快取效率和效能，尤其是在 NUMA 環境中。
- NUMA 調整：您可以透過將客戶機大小限制為單一 NUMA 節點上的資源量並將 vCPU 和記憶體固定到連接到 I/O 適配器的相同實體插槽來優化 NUMA 系統的效能。
- 大頁面：使用大頁面可以減少與管理小型記憶體頁面相關的開銷，從而提高效能。

### 5. 與其他工具整合：

- virsh：與 libvirt 互動的命令列介面。
- virt-manager：用於管理虛擬機器和 libvirt 資源的圖形工具。
- OpenStack：Libvirt 是 OpenStack 常用的虛擬化驅動程式。
- 第三方工具：許多其他工具和應用程式利用 libvirt 的 API 來管理虛擬機，包括雲端管理平台和備份解決方案。

KVM 虛擬機器管理程式允許過度使用 CPU 和內存，因為通常 VM 用戶端的使用率較低。但需要進行監控和平衡以獲得更好的效能。

VM 元資料以 XML 形式儲存在 /etc/libvirt/qemu 中。可以使用 virt-install 或 virsh cli 建立 VM。如果優先使用 UI 或使用上層管理堆疊，則可以使用 Virt-Manager。

總而言之，libvirt 為虛擬化的運算方面提供了一個全面的管理層，讓您可以控制虛擬機器生命週期、分配資源、配置網路、最佳化效能以及與其他工具和平台整合。

## 儲存

VM 磁碟可以在儲存池上動態配置，也可以由儲存管理員為 VM 預先配置。libvirt 支援多種池類型。以下是適用的池類型以及支援的儲存協定的清單。常用的選擇是 dir。然後是 netfs 和 logical。iscsi 和 iscsi-direct 使用單一目標，不提供容錯功能。mpath 提供多路徑，但不支援動態分配。它的使用方式更像是 vSphere 中的原始設備映射。對於文件協定（NFS/SMB/CIFS），可以在 "[自動安裝程式](#)" 或使用 fstab 和目錄池類型。對於區塊協定（iSCSI、FC、NVMe-oF），使用 ocfs2 或 gfs2 等共用檔案系統。

儲存協定	目錄	檔案系統	淨流表	邏輯	磁碟	網路連線	iscsi直接
mpath	中小企業/CIFS	是的	不	是的	不	不	不
不	不	NFS	是的	不	是的	不	不
不	不	不	iSCSI	是的	是的	不	是的

儲存協定	目錄	檔案系統	淨流表	邏輯	磁碟	網路連線	<b>iscsi</b> 直接
是的	是的	是的	是的	FC	是的	是的	不
是的	是的	不	不	是的	NVMe-oF	是的	是的

注意： 1 - 可能需要額外的配置。

根據所使用的儲存協議，主機上需要提供額外的包。這是範例列表。

儲存協定	Fedora	Debian	吃豆人
中小企業/CIFS	samba 客戶端/cifs-utils	smbclient/cifs 實用程式	smbclient/cifs 實用程式
NFS	nfs 實用程式	nfs-通用	nfs 實用程式
iSCSI	iscsi 啟動器 實用程式、裝置映射器 多路徑、ocfs2 工具/gfs2 實用程式	open-iscsi、多路徑工具、ocfs2 工具/gfs2 實用程式	open-iscsi、多路徑工具、ocfs2 工具/gfs2 實用程式
FC	sysfsutils、裝置映射器 多路徑、ocfs2 工具/gfs2 實用程式	sysfsutils、多路徑工具、ocfs2 工具/gfs2 實用程式	sysfsutils、多路徑工具、ocfs2 工具/gfs2 實用程式
NVMe-oF	nvme-cli、ocfs2-工具/gfs2-utils	nvme-cli、ocfs2-工具/gfs2-utils	nvme-cli、ocfs2-工具/gfs2-utils

儲存池詳細資訊儲存在 /etc/libvirt/storage 的 XML 檔案中。

若要從 vSphere 環境匯入 VM 數據，請查看["Shift 工具包"](#)。

## 網路

Libvirt 為管理虛擬機器和容器提供了強大的虛擬網路功能。它透過虛擬網路交換器或網橋的概念來實現這一點。

核心概念：  
 \* 虛擬網路交換器（橋接器）：這就像主機伺服器上基於軟體的網路交換器。虛擬機連接到此交換機，並且流量通過它流動。  
 \* TAP 設備：這些是特殊的網路設備，可作為連接虛擬機器網路介面和 libvirt 橋的「虛擬電纜」。

- 網路模式：Libvirt 支援多種網路配置以滿足不同的需求：
  - NAT（網路位址轉換）：這是預設模式。連接到NAT網路的虛擬機器可以透過主機的IP位址存取外部網絡，但外部主機無法直接向虛擬機器發起連線。
  - Bridged：此模式下虛擬網路直接與主機連接在同一個網段。這使得虛擬機器看起來就像直接連接到實體網路一樣。
  - 隔離：隔離網路上的虛擬機器可以相互通信並與主機通信，但無法存取主機外部的任何內容。這對於測試或安全環境很有用。
  - 路由：來自虛擬網路的流量無需 NAT 即可路由到實體網路。這需要在主機網路上進行正確的路由配置。
  - 開放：類似於路由模式，但沒有 libvirt 自動套用任何防火牆規則。這假設網路流量將由其他系統管理。
- DHCP 和 DNS：Libvirt 可以使用 dnsmasq 管理其虛擬網路的 DHCP 服務，從而允許它為虛擬機器分配 IP

位址並處理虛擬網路內的 DNS 解析。

- 防火牆規則：Libvirt 自動設定 iptables 規則來控制虛擬網路的流量，尤其是在 NAT 模式下。

管理 Libvirt 網路：

- virsh：virsh 命令列工具提供了一套管理虛擬網路的全面命令，包括列出、啟動、停止、定義和取消定義網路。
- 虛擬機器管理器（virt-manager）：此圖形工具透過直覺的使用者介面簡化了虛擬網路的建立和管理。
- XML 配置：Libvirt 使用 XML 檔案來定義虛擬網路的配置。您可以直接編輯這些 XML 檔案或使用 virsh net-edit 等工具來修改網路配置。

常見用例：

- NAT：為具有單一網路介面的主機上的虛擬機器提供簡單的基本連接。
- 橋接：將虛擬機器無縫整合到現有網路中。
- 隔離：建立安全或測試環境，限制虛擬機器的外部存取。
- 路由：需要特定路由的更進階場景。
- Open vSwitch (OVS)：適用於需要進階網路管理和自動化的複雜、大規模部署。

透過利用這些功能，libvirt 提供了一個靈活且強大的框架來管理 Linux 環境中的虛擬機器網路。

## 監控

NetApp Data Infrastructure Insights（以前稱為Cloud Insights）是一個基於雲端的基礎架構監控和分析平台，可全面了解您的 IT 基礎架構（包括虛擬機器）。

雖然Data Infrastructure Insights以高度關注監控NetApp儲存和 VMware 環境而聞名，但它也具有監控其他類型的基礎架構和工作負載的能力。

您可以使用NetApp Data Infrastructure Insights監控基於 Libvirt 的虛擬機器：

### 1. 數據收集器：

- Data Infrastructure Insights透過採集單元軟體運行，該軟體使用各種數據收集器從您的基礎設施收集數據。
- Data Infrastructure Insights具有異質基礎設施和工作負載的收集器，包括 Kubernetes。還有一個開放的 Telegraf 收集器和開放的 API，可輕鬆與其他系統整合。

### 2. 與 Libvirt 的潛在整合：

- 自訂資料收集：您可以使用開放的 Telegraf 收集器或Data Infrastructure InsightsAPI 從基於 Libvirt 的系統收集資料。您需要編寫或設定收集器以使用其 API 從 Libvirt 收集指標（例如，透過 virsh 命令或存取 Libvirt 的內部指標）。

### 3. 使用Data Infrastructure Insights監控 Libvirt 的好處：

- 統一視覺性：取得虛擬化環境的單一視圖，包括NetApp儲存和基於 Libvirt 的虛擬機器。
- 效能監控：識別效能瓶頸和資源限制，無論它們是虛擬機器內部的還是與支援它們的底層基礎架構相關的。

- 資源最佳化：分析工作負載概況以調整虛擬機器大小、回收未使用的資源並最佳化整個環境中的資源使用率。
- 故障排除：透過將虛擬機器效能指標與後端儲存指標關聯起來，實現端對端視覺性，快速識別並解決問題。
- 預測分析：使用機器學習獲得智慧洞察，並在潛在問題影響效能之前主動識別它們。

總而言之，雖然Data Infrastructure Insights對 VMware 有強大的支持，但可以透過使用自訂資料收集器或利用其開放 API 將其與基於 Libvirt 的虛擬化整合。這將為Data Infrastructure Insights平台內的 Libvirt 環境提供統一的可見性、增強的效能監控和資源最佳化功能。

## 資料保護

可以透過多種方法使用NetApp ONTAP保護基於 Libvirt 的虛擬機器的數據，通常利用 ONTAP 的內建資料保護功能。以下是常見策略的細分：

### 1. 使用 ONTAP 的原生資料保護功能：

- 快照：ONTAP 的核心資料保護技術是快照。這些是資料磁碟區的快速、時間點副本，所需的磁碟空間最少，且效能開銷可以忽略不計。您可以使用快照來建立 Libvirt VM 磁碟的頻繁備份（假設它們儲存在ONTAP磁碟區上）。
- SnapMirror：SnapMirror用於將 Snapshot 副本從一個ONTAP儲存系統非同步複製到另一個 ONTAP 儲存系統。這可讓您在遠端站點或雲端中建立 Libvirt VM 的災難復原 (DR) 副本。
- SnapVault：SnapVault用於將資料從多個儲存系統備份到中央ONTAP系統。這是將來自不同主機的許多 Libvirt VM 的備份整合到中央備份儲存庫的一個不錯的選擇。
- SnapRestore：SnapRestore可讓您從 Snapshot 副本快速復原資料。這對於在資料遺失或損壞時復原 Libvirt VM 至關重要。
- FlexClone：FlexClone根據 Snapshot 副本建立磁碟區的可寫入副本。這對於根據生產虛擬機器資料快速建立測試/開發環境很有用。
- MetroCluster/ SnapMirror主動同步：為了實現自動零 RPO（恢復點目標）和站點到站點可用性，您可以使用ONTAP MetroCluster或 SMas，這使得能夠在站點之間建立延伸叢集。

### 2. 與第三方備份解決方案整合：許多第三方備份解決方案與NetApp ONTAP整合並支援備份虛擬機器。您可以使用這些解決方案將 Libvirt VM 備份到ONTAP存儲，利用 ONTAP 的資料保護功能。例如，一些備份解決方案使用 ONTAP 的 Snapshot 技術實現快速、無代理備份。

### 3. 腳本與自動化：您可以建立腳本來自動化建立 Libvirt VM 磁碟區的ONTAP快照的流程。這些腳本可以利用 ONTAP 的命令列介面或 API 與儲存系統互動。

主要考慮因素：

- 儲存位置：您的 Libvirt VM 磁碟映像應儲存在ONTAP磁碟區上，以利用 ONTAP 的資料保護功能。
- 網路連線：確保 Libvirt 主機和ONTAP儲存系統之間的網路連線。
- HBA 管理：如果使用光纖通道 (FC) 進行儲存連接，請確保在 Libvirt 主機上安裝了必要的 HBA 管理套件。
- 監控和報告：監控您的資料保護操作並確保它們成功完成。透過將 Libvirt 的功能與 ONTAP 強大的資料保護功能結合，您可以為虛擬化環境實施全面的資料保護策略。

## 版權資訊

Copyright © 2026 NetApp, Inc. 版權所有。台灣印製。非經版權所有人事先書面同意，不得將本受版權保護文件的任何部分以任何形式或任何方法（圖形、電子或機械）重製，包括影印、錄影、錄音或儲存至電子檢索系統中。

由 NetApp 版權資料衍伸之軟體必須遵守下列授權和免責聲明：

此軟體以 NETAPP 「原樣」提供，不含任何明示或暗示的擔保，包括但不限於有關適售性或特定目的適用性之擔保，特此聲明。於任何情況下，就任何已造成或基於任何理論上責任之直接性、間接性、附隨性、特殊性、懲罰性或衍生性損害（包括但不限於替代商品或服務之採購；使用、資料或利潤上的損失；或企業營運中斷），無論是在使用此軟體時以任何方式所產生的契約、嚴格責任或侵權行為（包括疏忽或其他）等方面，NetApp 概不負責，即使已被告知有前述損害存在之可能性亦然。

NetApp 保留隨時變更本文所述之任何產品的權利，恕不另行通知。NetApp 不承擔因使用本文所述之產品而產生的責任或義務，除非明確經過 NetApp 書面同意。使用或購買此產品並不會在依據任何專利權、商標權或任何其他 NetApp 智慧財產權的情況下轉讓授權。

本手冊所述之產品受到一項（含）以上的美國專利、國外專利或申請中專利所保障。

有限權利說明：政府機關的使用、複製或公開揭露須受 DFARS 252.227-7013（2014 年 2 月）和 FAR 52.227-19（2007 年 12 月）中的「技術資料權利 - 非商業項目」條款 (b)(3) 小段所述之限制。

此處所含屬於商業產品和 / 或商業服務（如 FAR 2.101 所定義）的資料均為 NetApp, Inc. 所有。根據本協議提供的所有 NetApp 技術資料和電腦軟體皆屬於商業性質，並且完全由私人出資開發。美國政府對於該資料具有非專屬、非轉讓、非轉授權、全球性、有限且不可撤銷的使用權限，僅限於美國政府為傳輸此資料所訂合約所允許之範圍，並基於履行該合約之目的方可使用。除非本文另有規定，否則未經 NetApp Inc. 事前書面許可，不得逕行使用、揭露、重製、修改、履行或展示該資料。美國政府授予國防部之許可權利，僅適用於 DFARS 條款 252.227-7015(b)（2014 年 2 月）所述權利。

## 商標資訊

NETAPP、NETAPP 標誌及 <http://www.netapp.com/TM> 所列之標章均為 NetApp, Inc. 的商標。文中所涉及的所有其他公司或產品名稱，均為其各自所有者的商標，不得侵犯。