



Oracle Linux

ONTAP SAN Host Utilities

NetApp
January 26, 2026

This PDF was generated from <https://docs.netapp.com/zh-tw/ontap-sanhost/nvme-ol-supported-features.html> on January 26, 2026. Always check docs.netapp.com for the latest.

目錄

Oracle Linux	1
了解ONTAP對 Oracle Linux 主機的支援和功能。	1
下一步	1
配置 Oracle Linux 9.x 和 NVMe-oF 以用於ONTAP存儲	2
步驟 1：選擇性啟用 SAN 開機	2
步驟 2：安裝 Oracle Linux 和 NVMe 軟體並驗證配置	2
步驟 3：設定 NVMe/FC 和 NVMe/TCP	4
步驟 4：（可選）修改 udev 規則中的 iopolicy	12
步驟 5：可選，啟用 NVMe/FC 的 1MB I/O。	13
步驟 6：驗證 NVMe 啟動服務	13
步驟 7：驗證多路徑配置	15
步驟 8：設定安全帶內身份驗證	20
步驟 9：檢閱已知問題	25
配置 Oracle Linux 8.x 和 NVMe-oF 以用於ONTAP存儲	25
步驟 1：安裝 Oracle Linux 和 NVMe 軟體並驗證您的配置	25
步驟 2：設定 NVMe/FC 和 NVMe/TCP	27
步驟 3：可選，啟用 NVMe/FC 的 1MB I/O。	34
步驟 4：驗證多路徑配置	35
步驟 5：可選，啟用 1MB I/O 大小	39
步驟 6：檢閱已知問題	40
配置 Oracle Linux 7.x 和 NVMe-oF 以用於ONTAP存儲	40
步驟 1：安裝 Oracle Linux 和 NVMe 軟體並驗證您的配置	41
步驟 2：設定 NVMe/FC	42
步驟 3：可選，啟用 NVMe/FC 的 1MB I/O。	44
步驟 4：驗證多路徑配置	45
步驟 5：查看已知問題	47

Oracle Linux

了解ONTAP對 Oracle Linux 主機的支援和功能。

使用 NVMe over Fabrics (NVMe-oF) 進行主機配置所支援的功能因ONTAP和 Oracle Linux 的版本而異。

特徵	Oracle Linux 主機版本	ONTAP 版本
Oracle Linux 主機和ONTAP控制器之間透過 NVMe/TCP 支援安全的帶內身份驗證。	9.4 或更高版本	9.12.1 或更高版本
NVMe/TCP 是一項完全支援的企業級功能	9.0 或更高版本	9.10.1 或更高版本
NVMe/TCP 使用原生命命名空間提供命名空間 `nvme-cli` 包裹	8.2 或更高版本	9.10.1 或更高版本
在同一主機上支援 NVMe 和 SCSI 流量，NVMe-oF 命名空間使用 NVMe 多路徑，SCSI LUN 使用 dm 多路徑。	7.7 或更高版本	9.4 或更高版本



NetApp sanlun NVMe-oF 不支援主機實用程式。您可以使用本機 `nvme-cli` 適用於所有 NVMe-oF 傳輸。

無論系統設定中執行的ONTAP版本為何，ONTAP支援以下 SAN 主機功能。

特徵	Oracle Linux 主機版本
<code>nvme-cli</code> 軟體套件中的原生 udev 規則為 NVMe 多路徑提供佇列深度負載平衡	9.6 或更高版本
SAN 啟動已透過 NVMe/FC 協定啟用	9.5 或更高版本
核心中 NVMe 多路徑功能預設對 NVMe 命名空間啟用。	8.3 或更高版本
這 `nvme-cli` 軟體包包含自動連接腳本，無需第三方腳本。	8.3 或更高版本
<code>nvme-cli</code> 軟體套件中的原生 udev 規則為 NVMe 多路徑提供輪詢負載平衡	8.3 或更高版本



有關受支援配置的詳細信息，請參閱["互通性對照表工具"](#)。

下一步

如果您的 Oracle Linux 版本是...	了解...
9系列	"為 Oracle Linux 9.x 配置 NVMe"
8系列	"為 Oracle Linux 8.x 配置 NVMe"

如果您的 Oracle Linux 版本是...	了解...
7系列	"為 Oracle Linux 7.x 配置 NVMe"

相關資訊

["了解如何管理 NVMe 協議"](#)

配置 Oracle Linux 9.x 和 NVMe-oF 以用於ONTAP存儲

Oracle Linux 主機支援基於光纖通道的 NVMe (NVMe/FC) 和基於 TCP 的 NVMe (NVMe/TCP) 協議，並支援非對稱命名空間存取 (ANA)。ANA 提供與 iSCSI 和 FCP 環境中的非對稱邏輯單元存取 (ALUA) 等效的多路徑功能。

了解如何為 Oracle Linux 9.x 配置 NVMe over Fabrics (NVMe-oF) 主機。如需更多支援和功能信息，請參閱 ["Oracle Linux ONTAP支援與功能"](#)。

NVMe-oF 與 Oracle Linux 9.x 有以下已知限制：

- 這 `nvme disconnect-all` 此命令會斷開根檔案系統和資料檔案系統，可能會導致系統不穩定。請勿在透過 NVMe-TCP 或 NVMe-FC 命名空間從 SAN 啟動的系統上執行此操作。

步驟 1：選擇性啟用 SAN 開機

您可以設定主機以使用 SAN 啟動來簡化部署並提高可擴充性。使用["互通性對照表工具"](#)驗證您的 Linux 作業系統、主機匯流排適配器 (HBA)、HBA 韌體、HBA 啟動 BIOS 和ONTAP版本是否支援 SAN 啟動。

步驟

1. ["建立 NVMe 命名空間並將其對應到主機"](#)。
2. 在伺服器 BIOS 中為 SAN 啟動命名空間對應到的連接埠啟用 SAN 啟動。

如需如何啟用HBA BIOS的相關資訊、請參閱廠商專屬的文件。

3. 重新啟動主機並驗證作業系統是否已啟動並正在運行。

步驟 2：安裝 Oracle Linux 和 NVMe 軟體並驗證配置

使用以下步驟驗證支援的最低 Oracle Linux 9.x 軟體版本。

步驟

1. 在伺服器上安裝Oracle Linux 9.x。安裝完成後，請確認您執行的是指定的 Oracle Linux 9.x 核心。

```
uname -r
```

Oracle Linux 核心版本範例：

```
6.12.0-1.23.3.2.el9uek.x86_64
```

2. 安裝「NVMe-CLI (NVMe - CLI) 套件：

```
rpm -qa|grep nvme-cli
```

下面的例子展示了 `nvme-cli` 軟體包版本：

```
nvme-cli-2.11-5.el9.x86_64
```

3. 安裝 libnvme 套件：

```
rpm -qa|grep libnvme
```

下面的例子展示了 `libnvme` 軟體包版本：

```
libnvme-1.11.1-1.el9.x86_64
```

4. 在 Oracle Linux 9.x 主機上，檢查 hostnqn 字串 `/etc/nvme/hostnqn`：

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

下面的例子展示了 `hostnqn` 版本：

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:b1d95cd0-1f7c-11ec-b8d1-3a68dd61a1cb
```

5. 在 ONTAP 系統中，驗證以下資訊：`hostnqn` 字串匹配 `hostnqn` ONTAP 儲存系統中對應子系統的字串：

```
vserver nvme subsystem host show -vserver vs_203
```

```

Vserver Subsystem Priority Host NQN
-----
-----
vs_203   Nvme1       regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:b1d95cd0-1f7c-11ec-b8d1-3a68dd61a1cb
        Nvme10       regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:b1d95cd0-1f7c-11ec-b8d1-3a68dd61a1cb
        Nvme11       regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:b1d95cd0-1f7c-11ec-b8d1-3a68dd61a1cb
        Nvme12       regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:b1d95cd0-1f7c-11ec-b8d1-3a68dd61a1cb
        Nvme13       regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:b1d95cd0-1f7c-11ec-b8d1-3a68dd61a1cb
        Nvme14       regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:b1d95cd0-1f7c-11ec-b8d1-3a68dd61a1cb

```



如果 `hostnqn` 字串不相符，您可以使用 `\vserver modify` 命令來更新 `\hostnqn` 對應 ONTAP 陣列子系統上的字串，使其與主機上的字串 `\etc/nvme/hostnqn` 相符。

步驟 3：設定 NVMe/FC 和 NVMe/TCP

使用 Broadcom/Emulex 或 Marvell/QLogic 適配器配置 NVMe/FC，或使用手動發現和連接操作來設定 NVMe/TCP。

NVMe/FC - 博通/Emulex

為 Broadcom / Emulex 介面卡設定 NVMe / FC。

步驟

1. 確認您使用的是支援的介面卡機型：

a. 顯示模型名稱：

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

您應該會看到下列輸出：

```
LPe36002-M64-D  
LPe36002-M64-D
```

b. 顯示模型描述：

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

您應該會看到類似以下範例的輸出：

```
Emulex LPe36002-M64-D 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LPe36002-M64-D 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 驗證您使用的是建議的Broadcom lpfc 韌體與收件匣驅動程式：

a. 顯示韌體版本：

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
```

以下範例顯示韌體版本：

```
14.4.576.17, sli-4:6:d  
14.4.576.17, sli-4:6:d
```

b. 顯示收件匣驅動程式版本：

```
cat /sys/module/lpfc/version
```

以下範例顯示了驅動程式版本：

```
0:14.4.0.8
```

+

如需支援的介面卡驅動程式和韌體版本的最新清單，請參閱["互通性對照表工具"](#)。

3. 請確認 `lpfc_enable_fc4_type` 設為 3：

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
```

4. 確認您可以檢視啟動器連接埠：

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

以下範例顯示連接埠標識：

```
0x2100f4c7aa9d7c5c  
0x2100f4c7aa9d7c5d
```

5. 驗證啟動器連接埠是否在線上：

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

您應該會看到下列輸出：

```
Online  
Online
```

6. 確認已啟用 NVMe / FC 啟動器連接埠、且目標連接埠可見：

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

顯示範例

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000620b3c0869 WWNN x200000620b3c0869
DID x080e00 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2001d039eabac36f WWNN x2000d039eabac36f
DID x021401 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x20e2d039eabac36f WWNN x20e1d039eabac36f
DID x02141f TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2011d039eabac36f WWNN x2010d039eabac36f
DID x021429 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2002d039eabac36f WWNN x2000d039eabac36f
DID x021003 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x20e4d039eabac36f WWNN x20e1d039eabac36f
DID x02100f TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2012d039eabac36f WWNN x2010d039eabac36f
DID x021015 TARGET DISCSRVC ONLINE
```

```
NVME Statistics
LS: Xmt 0000027ccf Cmpl 0000027cca Abort 00000014
LS XMIT: Err 00000005 CMPL: xb 00000014 Err 00000014
Total FCP Cmpl 000000000000613ff Issue 000000000000613fc OutIO
fffffffffffffffffd
          abort 00000007 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000000a Err 0000000d
```

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000620b3c086a WWNN x200000620b3c086a
DID x080000 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2004d039eabac36f WWNN x2000d039eabac36f
DID x021501 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x20e3d039eabac36f WWNN x20e1d039eabac36f
DID x02150f TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2014d039eabac36f WWNN x2010d039eabac36f
DID x021515 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2003d039eabac36f WWNN x2000d039eabac36f
DID x02110b TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x20e5d039eabac36f WWNN x20e1d039eabac36f
DID x02111f TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2013d039eabac36f WWNN x2010d039eabac36f
DID x021129 TARGET DISCSRVC ONLINE
```

```
NVME Statistics
```

```
LS: Xmt 0000027ca3 Cmpl 0000027ca2 Abort 00000017
LS XMIT: Err 00000001 Cmpl: xb 00000017 Err 00000017
Total FCP Cmpl 000000000006369d Issue 000000000006369a OutIO
fffffffffffffffffd
        abort 00000007 noxri 00000000 nondlp 00000011 qdepth
0000000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP Cmpl: xb 00000008 Err 0000000c
```

NVMe/FC - Marvell/QLogic

為 Marvell/QLogic 介面卡設定 NVMe / FC 。

步驟

1. 確認您執行的是支援的介面卡驅動程式和韌體版本：

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

以下範例顯示了驅動程式和韌體版本：

```
QLE2872 FW:v9.15.03 DVR:v10.02.09.300-k
```

2. 請確認 `ql2xnvmeenable` 已設定。這可讓 Marvell 介面卡作為 NVMe / FC 啟動器運作：

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
```

預期輸出為 1 。

NVMe / TCP

NVMe/TCP 協定不支援自動連線操作。相反，您可以透過執行 NVMe/TCP 來發現 NVMe/TCP 子系統和命名空間 `connect` 或者 `connect-all` 手動操作。

步驟

1. 確認啟動器連接埠可在支援的 NVMe/TCP LIF 中擷取探索記錄頁面資料：

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

顯示範例

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.30.10 -a 192.168.30.58
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 8
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.064a9b19b3ee11f09dcad039eabac370:discovery
traddr: 192.168.31.99
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 6
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.064a9b19b3ee11f09dcad039eabac370:discovery
traddr: 192.168.30.99
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 7
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.064a9b19b3ee11f09dcad039eabac370:discovery
traddr: 192.168.31.98
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
```

```

subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  5
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.064a9b19b3ee11f09dcad039eabac370:discovery
traddr:  192.168.30.98
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  8
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.064a9b19b3ee11f09dcad039eabac370:subsystem.subs
ys_kvm
traddr:  192.168.31.99
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  6
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.064a9b19b3ee11f09dcad039eabac370:subsystem.subs
ys_kvm
traddr:  192.168.30.99
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  7
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.064a9b19b3ee11f09dcad039eabac370:subsystem.subs
ys_kvm

```

```

traddr: 192.168.31.98
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 5
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.064a9b19b3ee11f09dcad039eabac370:subsystem.subs
ys_kvm
traddr: 192.168.30.98
eflags: none
sectype: none

```

2. 確認其他的 NVMe / TCP 啟動器目標 LIF 組合可以成功擷取探索記錄頁面資料：

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

顯示範例

```

nvme discover -t tcp -w 192.168.30.10 -a 192.168.30.58
nvme discover -t tcp -w 192.168.30.10 -a 192.168.30.59
nvme discover -t tcp -w 192.168.31.10 -a 192.168.31.58
nvme discover -t tcp -w 192.168.31.10 -a 192.168.31.59

```

3. 執行 `nvme connect-all` 跨所有節點支援的 NVMe / TCP 啟動器目標生命體執行命令：

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

顯示範例

```

nvme connect-all -t tcp -w 192.168.30.10 -a 192.168.30.58
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.30.10 -a 192.168.30.59
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.31.10 -a 192.168.31.58
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.31.10 -a 192.168.31.59

```

從 Oracle Linux 9.4 開始，NVMe/TCP 的設置 `ctrl\_loss\_tmo timeout` 自動設定為“關閉”。因此：

- 重試次數沒有限制（無限重試）。
- 您不需要手動配置特定的 `ctrl\_loss\_tmo timeout` 使用時長 `nvme connect` 或者 `nvme connect-all` 命令（選項 -l）。
- 如果發生路徑故障，NVMe/TCP 控制器不會逾時，並且會無限期地保持連線。

步驟 4：（可選）修改 udev 規則中的 iopolicy

主機上的 Oracle Linux 9.x 將 NVMe-oF 的預設 iopolicy 設定為 round-robin。從 Oracle Linux 9.6 開始，您可以將 iopolicy 變更為 queue-depth 透過修改 udev 規則檔。

步驟

1. 使用 root 權限在文字編輯器中開啟 udev 規則檔：

```
/usr/lib/udev/rules.d/71-nvmf-netapp.rules
```

您應該會看到下列輸出：

```
vi /usr/lib/udev/rules.d/71-nvmf-netapp.rules
```

2. 找到設定 NetApp ONTAP 控制器 iopolicy 的那行程式碼。

以下範例展示了一條範例規則：

```
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{subsysstype}=="nvm",  
ATTR{model}=="NetApp ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
```

3. 修改規則，以便 round-robin 變成 queue-depth：

```
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{subsysstype}=="nvm",  
ATTR{model}=="NetApp ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="queue-depth"
```

4. 重新載入 udev 規則並套用變更：

```
udevadm control --reload  
udevadm trigger --subsystem-match=nvme-subsystem
```

5. 請檢查子系統的目前 I/O 策略。例如，替換 <子系統> nvme-subsys0。

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<subsystem>/iopolicy
```

您應該會看到下列輸出：

```
queue-depth.
```



新的 iopolicy 會自動套用於相符的 NetApp ONTAP 控制器設備。無需設定。

步驟 5：可選，啟用 NVMe/FC 的 1MB I/O。

ONTAP 在識別控制器資料中報告最大資料傳輸大小 (MDTS) 為 8。這意味著最大 I/O 請求大小可達 1MB。若要向 Broadcom NVMe/FC 主機發出 1MB 大小的 I/O 要求，您應該會增加 `lpfc` 的價值 `lpfc\_sg\_seg\_cnt` 參數從預設值 64 更改為 256。



這些步驟不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

步驟

1. 將 `lpfc\_sg\_seg\_cnt` 參數設定為 256：

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

您應該會看到類似以下範例的輸出：

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 執行 `dracut -f` 命令，然後重新啟動主機。
3. 確認的值 `lpfc\_sg\_seg\_cnt` 為 256：

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

步驟 6：驗證 NVMe 啟動服務

從 Oracle Linux 9.5 開始，`nvme-fc-boot-connections.service` 和 `nvme-fc-autoconnect.service` NVMe/FC 中包含的啟動服務 `nvme-cli` 系統啟動時會自動啟用軟體包。

啟動完成後，驗證 `nvme-fc-boot-connections.service` 和 `nvme-fc-autoconnect.service` 啟動服務已啟用。

步驟

1. 確認 `nvme-fc-autoconnect.service` 已啟用：

```
systemctl status nvme-autoconnect.service
```

顯示範例輸出

```
nvme-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvme-
autoconnect.service; enabled; preset: disabled)
   Active: inactive (dead) since Tue 2025-10-07 09:48:11 EDT; 1
week 0 days ago
     Main PID: 2620 (code=exited, status=0/SUCCESS)
        CPU: 19ms

Oct 07 09:48:11 R650xs-13-211 systemd[1]: Starting Connect NVMe-oF
subsystems automatically during boot...
Oct 07 09:48:11 R650xs-13-211 systemd[1]: nvme-autoconnect.service:
Deactivated successfully.
Oct 07 09:48:11 R650xs-13-211 systemd[1]: Finished Connect NVMe-oF
subsystems automatically during boot.
```

2. 確認 `nvme-fc-boot-connections.service` 已啟用：

```
systemctl status nvme-fc-boot-connections.service
```

顯示範例輸出

```
nvmeofc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-
NVME devices found during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmeofc-boot-
connections.service; enabled; preset: enabled)
   Active: inactive (dead) since Tue 2025-10-07 09:47:07 EDT; 1
week 0 days ago
     Main PID: 1651 (code=exited, status=0/SUCCESS)
        CPU: 14ms

Oct 07 09:47:07 R650xs-13-211 systemd[1]: Starting Auto-connect to
subsystems on FC-NVME devices found during boot...
Oct 07 09:47:07 R650xs-13-211 systemd[1]: nvmeofc-boot-
connections.service: Deactivated successfully.
Oct 07 09:47:07 R650xs-13-211 systemd[1]: Finished Auto-connect to
subsystems on FC-NVME devices found during boot.
```

步驟 7：驗證多路徑配置

驗證核心內建 NVMe 多重路徑狀態，ANA 狀態和 ONTAP 命名空間是否適用於 NVMe 組態。

步驟

1. 確認已啟用核心內建 NVMe 多重路徑：

```
cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
```

您應該會看到下列輸出：

```
Y
```

2. 驗證個別 ONTAP 命名空間的適當 NVMe 設定（例如、模型設定為 NetApp ONTAP 控制器、負載平衡 iopolicing 設定為循環）是否正確反映在主機上：

- a. 顯示子系統：

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
```

您應該會看到下列輸出：

```
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

b. 顯示策略：

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
```

您應該可以看到 iopolicy 的值設置，例如：

```
queue-depth
queue-depth
```

3. 確認已在主機上建立並正確探索命名空間：

```
nvme list
```

顯示範例

Node	Generic	SN	Model
Namespace	Usage	Format	FW Rev

/dev/nvme102n1	/dev/ng102n1	81LLqNYTindCAAAAAAAk	NetApp ONTAP
Controller	0x1	2.25 GB / 5.37 GB	4 KiB + 0 B
9.17.1			
/dev/nvme102n2	/dev/ng102n2	81LLqNYTindCAAAAAAAk	NetApp ONTAP
Controller	0x2	2.25 GB / 5.37 GB	4 KiB + 0 B
9.17.1			
/dev/nvme106n1	/dev/ng106n1	81LLqNYTindCAAAAAAAs	NetApp ONTAP
Controller	0x1	2.25 GB / 5.37 GB	4 KiB + 0 B
9.17.1			
/dev/nvme106n2	/dev/ng106n2	81LLqNYTindCAAAAAAAs	NetApp ONTAP
Controller	0x2	2.25 GB / 5.37 GB	4 KiB + 0 B
9.17.1			

4. 確認每個路徑的控制器狀態均為有效、且具有正確的ANA狀態：

NVMe / FC

```
nvme list-subsys /dev/nvme4n5
```

顯示範例

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.f9c6d0cb4fef11f08579d039eaa8138c:discovery
hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:b1d95cd0-1f7c-11ec-b8d1-3a68dd61a1cb \
+- nvme2 fc traddr=nn-0x201ad039eabac36f:pn-0x201bd039eabac36f,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa9d7c5c:pn-0x2100f4c7aa9d7c5c live optimized
+- nvme8 fc traddr=nn-0x201ad039eabac36f:pn-0x201dd039eabac36f,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa9d7c5d:pn-0x2100f4c7aa9d7c5d live non-optimized
+- nvme2 fc traddr=nn-0x201ad039eabac36f:pn-0x201bd039eabac36f,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa9d7c5c:pn-0x2100f4c7aa9d7c5c live non-optimized
+- nvme8 fc traddr=nn-0x201ad039eabac36f:pn-0x201dd039eabac36f,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa9d7c5d:pn-0x2100f4c7aa9d7c5d live optimized
```

NVMe / TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme1n1
```

顯示範例

```
nvme-subsys98 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.f9c6d0cb4fef11f08579d039eaa8138c:subsystem.Nvme  
9  
                hostnqn=nqn.2014-  
08.org.nvmexpress:uuid:b1d95cd0-1f7c-11ec-b8d1-3a68dd61a1cb  
\  
  +- nvme100 fc traddr=nn-0x201ad039eabac36f:pn-  
0x201dd039eabac36f,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa9d7c5d:pn-  
0x2100f4c7aa9d7c5d live non-optimized  
  +- nvme101 fc traddr=nn-0x201ad039eabac36f:pn-  
0x201cd039eabac36f,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa9d7c5c:pn-  
0x2100f4c7aa9d7c5c live non-optimized  
  +- nvme98  fc traddr=nn-0x201ad039eabac36f:pn-  
0x201bd039eabac36f,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa9d7c5c:pn-  
0x2100f4c7aa9d7c5c live optimized  
  +- nvme99  fc traddr=nn-0x201ad039eabac36f:pn-  
0x201ed039eabac36f,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa9d7c5d:pn-  
0x2100f4c7aa9d7c5d live optimized  
[root@SR630-13-203 ~]#
```

5. 驗證NetApp外掛程式是否顯示每ONTAP 個版本名稱空間裝置的正確值：

欄位

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

顯示範例

Device Size	Vserver	Namespace Path	NSID	UUID

/dev/nvme102n1 00e760c9-e4ca-4d9f-b1d4-e9a930bf53c0 5.37GB	vs_203	/vol/Nvmevol135/ns35	1	
/dev/nvme102n2 1fa97524-7dc2-4dbc-b4cf-5dda9e7095c0 5.37GB	vs_203	/vol/Nvmevol183/ns83	2	

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

顯示範例

```
{
  "ONTAPdevices":[
    {
      "Device":"/dev/nvme11n1",
      "Vserver":"vs_203",
      "Namespace_Path":"/vol/Nvmevol116/ns16",
      "NSID":1,
      "UUID":"18a88771-8b5b-4eb7-bff0-2ae261f488e4",
      "LBA_Size":4096,
      "Namespace_Size":5368709120,
      "UsedBytes":2262282240,
      "Version":"9.17.1"
    }
  ]
}
```

步驟 8：設定安全帶內身份驗證

Oracle Linux 9.x 主機和ONTAP控制器之間透過 NVMe/TCP 支援安全帶內身份驗證。

每個主機或控制器都必須與一個 DH-HMAC-CHAP 金鑰關聯，才能建立安全性驗證。DH-HMAC-CHAP 金鑰是 NVMe 主機或控制器的 NQN 與管理員設定的驗證金鑰的組合。為了驗證對等方的身份，NVMe 主機或控制器必須識別與對等方關聯的金鑰。

步驟

使用 CLI 或設定 JSON 檔案設定安全帶內身份驗證。如果需要為不同的子系統指定不同的 dhchap 金鑰，請使用 config JSON 檔案。

CLI

使用 CLI 設定安全的頻內驗證。

1. 取得主機 NQN：

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

2. 為 Linux 主機產生 dhchap 金鑰。

下列輸出說明 `gen-dhchap-key` 命令參數：

```
nvme gen-dhchap-key -s optional_secret -l key_length {32|48|64} -m
HMAC_function {0|1|2|3} -n host_nqn
```

- -s secret key in hexadecimal characters to be used to initialize the host key
- -l length of the resulting key in bytes
- -m HMAC function to use for key transformation

0 = none, 1= SHA-256, 2 = SHA-384, 3=SHA-512

- -n host NQN to use for key transformation

在下列範例中、會產生一個隨機的 dhchap 金鑰、其中 HMAC 設為 3（SHA-512）。

```
# nvme gen-dhchap-key -m 3 -n nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-c4c04f425633
DHHC-
1:03:xhAfbAD5IVLZDxiVbmFEOA5JZ3F/ERqTXhHzZQJKgkYkTbPI9dhRyVtr4dBD+SG
iAJ03by4FbnVtov1Lmk+86+nNc6k=:
```

3. 在 ONTAP 控制器上、新增主機並指定兩個 dhchap 金鑰：

```
vserver nvme subsystem host add -vserver <svm_name> -subsystem
<subsystem> -host-nqn <host_nqn> -dhchap-host-secret
<authentication_host_secret> -dhchap-controller-secret
<authentication_controller_secret> -dhchap-hash-function {sha-
256|sha-512} -dhchap-group {none|2048-bit|3072-bit|4096-bit|6144-
bit|8192-bit}
```

4. 主機支援兩種驗證方法：單向和雙向。在主機上、連線至 ONTAP 控制器、並根據所選的驗證方法指定 dhchap 金鑰：

```
nvme connect -t tcp -w <host-traddr> -a <tr-addr> -n <host_nqn> -S  
<authentication_host_secret> -C <authentication_controller_secret>
```

5. 驗證 nvme connect authentication 命令驗證主機和控制器 dhchap 金鑰：

a. 驗證主機 dhchap 金鑰：

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-subsysX>/nvme*/dhchap_secret
```

顯示單向組態的輸出範例

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys1/nvme*/dhchap_secret  
DHHC-  
1:03:Y5VkkESgmtTGNDX842qemNpFK6BXYVwwnqErgt3IQKP5Fbjje\JSBOjG  
5Ea3NBLRfuiAuUSDUto6eY\GwKoRp6AwGkw=:  
DHHC-  
1:03:Y5VkkESgmtTGNDX842qemNpFK6BXYVwwnqErgt3IQKP5Fbjje\JSBOjG  
5Ea3NBLRfuiAuUSDUto6eY\GwKoRp6AwGkw=:  
DHHC-  
1:03:Y5VkkESgmtTGNDX842qemNpFK6BXYVwwnqErgt3IQKP5Fbjje\JSBOjG  
5Ea3NBLRfuiAuUSDUto6eY\GwKoRp6AwGkw=:  
DHHC-  
1:03:Y5VkkESgmtTGNDX842qemNpFK6BXYVwwnqErgt3IQKP5Fbjje\JSBOjG  
5Ea3NBLRfuiAuUSDUto6eY\GwKoRp6AwGkw=:
```

b. 驗證控制器 dhchap 按鍵：

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-  
subsysX>/nvme*/dhchap_ctrl_secret
```

顯示雙向組態的輸出範例

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-  
subsys6/nvme*/dhchap_ctrl_secret  
DHHC-  
1:03:frpLlTrnOYtcWDxPzq4ccxU1UrH2FjV7hYw5s2XEDB+lo+TjMsOwHR\N  
FtM0nBBidx+gdoyUcC5s6h00tTLDGcz0Kbs=:  
DHHC-  
1:03:frpLlTrnOYtcWDxPzq4ccxU1UrH2FjV7hYw5s2XEDB+lo+TjMsOwHR\N  
FtM0nBBidx+gdoyUcC5s6h00tTLDGcz0Kbs=:  
DHHC-  
1:03:frpLlTrnOYtcWDxPzq4ccxU1UrH2FjV7hYw5s2XEDB+lo+TjMsOwHR\N  
FtM0nBBidx+gdoyUcC5s6h00tTLDGcz0Kbs=:  
DHHC-  
1:03:frpLlTrnOYtcWDxPzq4ccxU1UrH2FjV7hYw5s2XEDB+lo+TjMsOwHR\N  
FtM0nBBidx+gdoyUcC5s6h00tTLDGcz0Kbs=:
```

JSON

當 ONTAP 控制器組態上有多個 NVMe 子系統可供使用時、您可以搭配命令使用該
/etc/nvme/config.json`檔案`nvme connect-all。

使用`-o`選項來產生 JSON 檔案。如需更多語法選項，請參閱 NVMe Connect All 手冊頁。

1. 設定Json檔案：

顯示範例

```
[
  {
    "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-c4c04f425633",
    "hostid": "4c4c4544-0056-5410-8048-c4c04f425633",
    "dhchap_key": "DHHC-1:01:nFg06gV0FNpXqoiLOF0L+swULQpZU/PjU9v/McDeJHjTZFlF:",
    "subsystems": [
      {
        "nqn": "nqn.1992-08.com.netapp:sn.09035a8d8c8011f0ac0fd039eabac370:subsystem.subsys",
        "ports": [
          {
            "transport": "tcp",
            "traddr": "192.168.30.69",
            "host_traddr": "192.168.30.10",
            "trsvcid": "4420",
            "dhchap_ctrl_key": "DHHC-1:03:n3F8d+bvxKW/s+lEhqXaOohI2sxrQ9iLutzduuFq49JgdjjaFtTpDSO9kQ1/bvZj+Bo3rdHh3xPXeP6a4xyhcRyqdds="
          }
        ]
      }
    ]
  }
]
```



在上述範例中，`dhchap_key` 對應於 `dhchap_secret`，並 `dhchap_ctrl_key` 對應至 `dhchap_ctrl_secret`。

2. 使用組態 JSON 檔案連線至 ONTAP 控制器：

```
nvme connect-all -J /etc/nvme/config.json
```

3. 確認已為每個子系統的個別控制器啟用 dhchap 機密：

a. 驗證主機 dhchap 金鑰：

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys0/nvme0/dhchap_secret
```

以下範例顯示了 dhchap 金鑰：

```
DHHC-1:01:nFg06gV0FNpXqoiLOF0L+swULQpZU/PjU9v/McDeJHjTZFlF:
```

b. 驗證控制器 dhchap 按鍵：

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-  
subsys0/nvme0/dhchap_ctrl_secret
```

您應該會看到類似以下範例的輸出：

```
DHHC-  
1:03:n3F8d+bvxKW/s+lEhqXaOohI2sxrQ9iLutzduuFq49JgdjjaFtTpDSO9kQl/bvZ  
j+Bo3rdHh3xPXeP6a4xyhcRyqdds=:
```

步驟 9：檢閱已知問題

沒有已知問題。

配置 Oracle Linux 8.x 和 NVMe-oF 以用於ONTAP存儲

Oracle Linux 主機支援基於光纖通道的 NVMe (NVMe/FC) 和基於 TCP 的 NVMe (NVMe/TCP) 協議，並支援非對稱命名空間存取 (ANA)。ANA 提供與 iSCSI 和 FCP 環境中的非對稱邏輯單元存取 (ALUA) 等效的多路徑功能。

了解如何為 Oracle Linux 8.x 配置 NVMe over Fabrics (NVMe-oF) 主機。如需更多支援和功能信息，請參閱 ["Oracle Linux ONTAP支援與功能"](#)。

NVMe-oF 與 Oracle Linux 8.x 有以下已知限制：

- 不支援使用 NVMe-oF 協定進行 SAN 啟動。
- NetApp sanlun 主機公用程式不支援 Oracle Linux 8.x 主機上的 NVMe-oF。相反，您可以依賴本機中包含的NetApp插件 `nvme-cli` 適用於所有 NVMe-oF 傳輸的套件。
- 對於 Oracle Linux 8.2 及更早版本，nvme-cli 軟體套件中不提供原生 NVMe/FC 自動連線腳本。使用 HBA 供應商提供的外部自動連線腳本。
- 對於 Oracle Linux 8.2 及更早版本，預設不會為 NVMe 多路徑啟用輪詢負載平衡。若要啟用此功能，請前往下列步驟。[編寫 udev 規則](#)。

步驟 1：安裝 Oracle Linux 和 NVMe 軟體並驗證您的配置

使用以下步驟驗證支援的最低 Oracle Linux 8.x 軟體版本。

步驟

1. 在伺服器上安裝 Oracle Linux 8.x。安裝完成後，請確認您執行的是指定的 Oracle Linux 8.x 核心。

```
uname -r
```

Oracle Linux 核心版本範例：

```
5.15.0-206.153.7.1.el8uek.x86_64
```

2. 安裝「NVMe-CLI (NVMe - CLI) 套件：

```
rpm -qa|grep nvme-cli
```

下面的例子展示了 `nvme-cli` 軟體包版本：

```
nvme-cli-1.16-9.el8.x86_64
```

3. 對於 Oracle Linux 8.2 及更早版本，請新增下列字串作為單獨的 udev 規則。
`/lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules`。這樣就實現了 NVMe 多路徑的輪詢負載平衡。

```
cat /lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules
Enable round-robin for NetApp ONTAP
ACTION=="add", SUBSYSTEMS=="nvme-subsystem", ATTRS{model}=="NetApp ONTAP
Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
```

4. 在 Oracle Linux 8.x 主機上，檢查 `hostnqn` 字串 ` /etc/nvme/hostnqn`：

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

下面的例子展示了 `hostnqn` 版本：

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:edd38060-00f7-47aa-a9dc-4d8ae0cd969a
```

5. 在 ONTAP 系統中，驗證以下資訊：`hostnqn` 字串匹配 `hostnqn` ONTAP 儲存系統中對應子系統的字串：

```
vserver nvme subsystem host show -vserver vs_coexistence_LPE36002
```

```

Vserver Subsystem Priority Host NQN
-----
vs_coexistence_LPE36002
    nvme
        regular nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:edd38060-00f7-47aa-a9dc-4d8ae0cd969a
    nvme1
        regular nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:edd38060-00f7-47aa-a9dc-4d8ae0cd969a
    nvme2
        regular nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:edd38060-00f7-47aa-a9dc-4d8ae0cd969a
    nvme3
        regular nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:edd38060-00f7-47aa-a9dc-4d8ae0cd969a
4 entries were displayed.

```



如果 `hostnqn` 字串不相符，請使用 `\vserver modify` 命令更新 `\hostnqn` 對應 ONTAP 陣列子系統上的字串，以符合主機上的字串 `\etc/nvme/hostnqn`。

6. 此外，為了在同一台主機上同時執行 NVMe 和 SCSI 流量，NetApp 建議對 ONTAP 命名空間使用核心 NVMe 多路徑。`\dm-multipath` 分別對應 ONTAP LUN。這樣應該可以將 ONTAP 命名空間排除在外。`\dm-multipath` 並阻止 `\dm-multipath` 拒絕聲明 ONTAP 命名空間設備。
 - a. 添加 `\enable_foreign` 設定 `\etc/multipath.conf` 文件。

```

cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign      NONE
}

```

- b. 重新啟動 `\multipathd` 守護程式應用新設定。

```
systemctl restart multipathd
```

步驟 2：設定 NVMe/FC 和 NVMe/TCP

使用 Broadcom/Emulex 或 Marvell/QLogic 適配器配置 NVMe/FC，或使用手動發現和連接操作來設定 NVMe/TCP。

FC——Broadcom/Emulex

為 Broadcom / Emulex 介面卡設定 NVMe / FC 。

步驟

1. 確認您使用的是支援的介面卡機型：

a. 顯示模型名稱：

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

您應該會看到下列輸出：

```
LPe36002-M64  
LPe36002-M64
```

b. 顯示模型描述：

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

您應該會看到類似以下範例的輸出：

```
Emulex LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 驗證您使用的是建議的Broadcom lpfc 韌體與收件匣驅動程式：

a. 顯示韌體版本：

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
```

以下範例顯示韌體版本：

```
14.4.317.10, sli-4:6:d  
14.4.317.10, sli-4:6:d
```

b. 顯示收件匣驅動程式版本：

```
cat /sys/module/lpfc/version
```

以下範例顯示了驅動程式版本：

```
0:14.2.0.13
```

+

如需支援的介面卡驅動程式和韌體版本的最新清單，請參閱["互通性對照表工具"](#)。

3. 確認已 `lpfc\_enable\_fc4\_type` 設定為「3」：

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
```

4. 確認您可以檢視啟動器連接埠：

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

以下範例顯示連接埠標識：

```
0x100000109bf0449c  
0x100000109bf0449d
```

5. 驗證啟動器連接埠是否在線上：

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

您應該會看到下列輸出：

```
Online  
Online
```

6. 確認已啟用 NVMe / FC 啟動器連接埠、且目標連接埠可見：

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

顯示範例

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109bf0449c WWNN x200000109bf0449c
DID x061500 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x200bd039eab31e9c WWNN x2005d039eab31e9c
DID x020e06 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2006d039eab31e9c WWNN x2005d039eab31e9c
DID x020a0a TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 000000002c Cmpl 000000002c Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000008ffe8 Issue 000000000008ffb9 OutIO
fffffffffffffffffd1
          abort 0000000c noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000000c Err 0000000c
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109bf0449d WWNN x200000109bf0449d
DID x062d00 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x201fd039eab31e9c WWNN x2005d039eab31e9c
DID x02090a TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x200cd039eab31e9c WWNN x2005d039eab31e9c
DID x020d06 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000041 Cmpl 0000000041 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000000936bf Issue 000000000009369a OutIO
fffffffffffffffffdb
          abort 00000016 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000016 Err 00000016
```

FC——Marvell/QLogic

為 Marvell/QLogic 介面卡設定 NVMe / FC 。

步驟

1. 確認您執行的是支援的介面卡驅動程式和韌體版本：

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

以下範例顯示了驅動程式和韌體版本：

```
QLE2772 FW:v9.15.00 DVR:v10.02.09.100-k  
QLE2772 FW:v9.15.00 DVR:v10.02.09.100-k
```

2. 請確認 `ql2xnvmeenable` 已設定。這可讓 Marvell 介面卡作為 NVMe / FC 啟動器運作：

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
```

預期輸出為 1。

TCP

NVMe/TCP 協定不支援自動連線操作。相反，您可以透過執行 NVMe/TCP 來發現 NVMe/TCP 子系統和命名空間 `connect` 或者 `connect-all` 手動操作。

1. 確認啟動器連接埠可在支援的 NVMe/TCP LIF 中擷取探索記錄頁面資料：

```
nvme discover -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

顯示範例

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.6.1 -a 192.168.6.24 Discovery
Log Number of Records 20, Generation counter 45
====Discovery Log Entry 0=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: unrecognized
treq:    not specified
portid:  6
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.e6c438e66ac211ef9ab8d039eab31e9d:discovery
traddr:  192.168.6.25
sectype: none
====Discovery Log Entry 1=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: unrecognized
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.e6c438e66ac211ef9ab8d039eab31e9d:discovery
traddr:  192.168.5.24
sectype: none
====Discovery Log Entry 2=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: unrecognized
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.e6c438e66ac211ef9ab8d039eab31e9d:discovery
traddr:  192.168.6.24
sectype: none
====Discovery Log Entry 3=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: unrecognized
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
```

```

08.com.netapp:sn.e6c438e66ac211ef9ab8d039eab31e9d:discovery
traddr: 192.168.5.25
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 6
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.e6c438e66ac211ef9ab8d039eab31e9d:subsystem.nvme
_tcp_4
traddr: 192.168.6.25
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.e6c438e66ac211ef9ab8d039eab31e9d:subsystem.nvme
_tcp_4
.....

```

2. 確認所有其他的 NVMe / TCP 啟動器目標 LIF 組合都能成功擷取探索記錄頁面資料：

```
nvme discover -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

顯示範例

```

nvme discover -t tcp -w 192.168.6.1 -a 192.168.6.24
nvme discover -t tcp -w 192.168.6.1 -a 192.168.6.25
nvme discover -t tcp -w 192.168.5.1 -a 192.168.5.24
nvme discover -t tcp -w 192.168.5.1 -a 192.168.5.25

```

3. 執行 `nvme connect-all` 跨所有節點支援的 NVMe / TCP 啟動器目標生命體執行命令：

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l  
<ctrl_loss_timeout_in_seconds>
```

顯示範例

```
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.1 -a 192.168.5.24  
-l -l  
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.1 -a 192.168.5.25  
-l -l  
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.1 -a 192.168.6.24  
-l -l  
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.1 -a 192.168.6.25  
-l -l
```

NetApp建議設定 `ctrl-loss-tmo option` 到 `-1` 這樣，當路徑遺失時，NVMe/TCP 發起程序會無限期地嘗試重新連線。

步驟 3：可選，啟用 NVMe/FC 的 1MB I/O。

ONTAP在識別控制器資料中報告最大資料傳輸大小 (MDTS) 為 8。這意味著最大 I/O 請求大小可達 1MB。若要向 Broadcom NVMe/FC 主機發出 1MB 大小的 I/O 要求，您應該會增加 `lpfc` 的價值 `lpfc\_sg\_seg\_cnt` 參數從預設值 64 更改為 256。



這些步驟不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

步驟

1. 將 `lpfc\_sg\_seg\_cnt` 參數設定為 256：

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

您應該會看到類似以下範例的輸出：

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 執行 `dracut -f` 命令，然後重新啟動主機。
3. 確認的值 `lpfc\_sg\_seg\_cnt` 為 256：

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

步驟 4：驗證多路徑配置

驗證核心內建 NVMe 多重路徑狀態，ANA 狀態和 ONTAP 命名空間是否適用於 NVMe 組態。

步驟

1. 確認已啟用核心內建 NVMe 多重路徑：

```
cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
```

您應該會看到下列輸出：

```
Y
```

2. 驗證個別 ONTAP 命名空間的適當 NVMe 設定（例如、模型設定為 NetApp ONTAP 控制器、負載平衡 iopolicing 設定為循環）是否正確反映在主機上：

- a. 顯示子系統：

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
```

您應該會看到下列輸出：

```
NetApp ONTAP Controller  
NetApp ONTAP Controller
```

- b. 顯示策略：

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
```

您應該會看到下列輸出：

```
round-robin  
round-robin
```

3. 確認已在主機上建立並正確探索命名空間：

```
nvme list
```

顯示範例

```
Node          SN          Model
-----
/dev/nvme0n1  814vWBNRwf9HAAAAAAB NetApp  ONTAP  Controller
/dev/nvme0n2  814vWBNRwf9HAAAAAAB NetApp  ONTAP  Controller
/dev/nvme0n3  814vWBNRwf9HAAAAAAB NetApp  ONTAP  Controller

Namespace Usage    Format                      FW          Rev
-----
1                85.90 GB / 85.90 GB  4 KiB + 0 B  FFFFFFFF
2                85.90 GB / 85.90 GB  24 KiB + 0 B FFFFFFFF
3                85.90 GB / 85.90 GB  4 KiB + 0 B  FFFFFFFF
```

4. 確認每個路徑的控制器狀態均為有效、且具有正確的ANA狀態：

```
nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

展示 NVMe/FC 範例

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992- 08.com.netapp:
4b4d82566aab11ef9ab8d039eab31e9d:subsystem.nvme\
+- nvme1 fc traddr=nn-0x2038d039eab31e9c:pn-0x203ad039eab31e9c
host_traddr=nn-0x200034800d756a89:pn-0x210034800d756a89 live
optimized
+- nvme2 fc traddr=nn-0x2038d039eab31e9c:pn-0x203cd039eab31e9c
host_traddr=nn-0x200034800d756a88:pn-0x210034800d756a88 live
optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x2038d039eab31e9c:pn-0x203ed039eab31e9c
host_traddr=nn-0x200034800d756a89:pn-0x210034800d756a89 live non-
optimized
+- nvme7 fc traddr=nn-0x2038d039eab31e9c:pn-0x2039d039eab31e9c
host_traddr=nn-0x200034800d756a88:pn-0x210034800d756a88 live non-
optimized
```

展示 NVMe/TCP 範例

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992- 08.com.netapp:
sn.e6c438e66ac211ef9ab8d039eab31e9d:subsystem.nvme_tcp_4
\
+- nvme1 tcp traddr=192.168.5.25 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.5.1 src_addr=192.168.5.1 live optimized
+- nvme10 tcp traddr=192.168.6.24 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.6.1 src_addr=192.168.6.1 live optimized
+- nvme2 tcp traddr=192.168.5.24 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.5.1 src_addr=192.168.5.1 live non-optimized
+- nvme9 tcp traddr=192.168.6.25 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.6.1 src_addr=192.168.6.1 live non-optimized
```

5. 驗證NetApp外掛程式是否顯示每ONTAP 個版本名稱空間裝置的正確值：

欄位

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

顯示範例

Device NSID	UUID	Vserver	Namespace	Path	Size

/dev/nvme0n1		vs_coexistence_QLE2772			
/vol/fcnvme_1_1_0/fcnvme_ns	1	159f9f88-be00-4828-aef6-197d289d4bd9	10.74GB		
/dev/nvme0n2		vs_coexistence_QLE2772			
/vol/fcnvme_1_1_1/fcnvme_ns	2	2c1ef769-10c0-497d-86d7-e84811ed2df6	10.74GB		
/dev/nvme0n3		vs_coexistence_QLE2772			
/vol/fcnvme_1_1_2/fcnvme_ns	3	9b49bf1a-8a08-4fa8-baf0-6ec6332ad5a4	10.74GB		

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

顯示範例

```
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_coexistence_QLE2772",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_1_1_0/fcnvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "159f9f88-be00-4828-aef6-197d289d4bd9",
      "Size" : "10.74GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 2621440
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_coexistence_QLE2772",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_1_1_1/fcnvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "2c1ef769-10c0-497d-86d7-e84811ed2df6",
      "Size" : "10.74GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 2621440
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n4",
      "Vserver" : "vs_coexistence_QLE2772",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_1_1_3/fcnvme_ns",
      "NSID" : 4,
      "UUID" : "f3572189-2968-41bc-972a-9ee442dfaed7",
      "Size" : "10.74GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 2621440
    }
  ],
}
```

步驟 5：可選，啟用 1MB I/O 大小

ONTAP在識別控制器資料中報告最大資料傳輸大小 (MDTS) 為 8。這意味著最大 I/O 請求大小可達 1MB。若要向 Broadcom NVMe/FC 主機發出 1MB 大小的 I/O 要求，您應該會增加 `lpfc` 的價值 `lpfc\_sg\_seg\_cnt` 參數從預設值 64 更改為 256。



這些步驟不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

步驟

1. 將 `lpfc\_sg\_seg\_cnt` 參數設定為 256：

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

您應該會看到類似以下範例的輸出：

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 執行 `dracut -f` 命令，然後重新啟動主機。
3. 確認的值 `lpfc\_sg\_seg\_cnt` 為 256：

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

步驟 6：檢閱已知問題

這些是已知問題：

NetApp錯誤ID	標題	說明
"1479047"	Oracle Linux 8.x NVMe-oF 主機建立重複的持久發現控制器 (PDC)	在 NVMe-oF 主機上，您可以使用 <code>nvme discover -p</code> 指令來建立 PDC。使用此指令時，每個發起方-目標組合只能建立一個 PDC。但是，如果您在搭載 NVMe-oF 主機的 Oracle Linux 8.x 上執行，則每次執行 <code>nvme discover -p</code> 時都會建立重複的 PDC。這會導致主機和目標裝置上的資源被不必要地消耗掉。

配置 Oracle Linux 7.x 和 NVMe-oF 以用於ONTAP存儲

Oracle Linux 主機支援基於光纖通道的 NVMe (NVMe/FC) 和基於 TCP 的 NVMe (NVMe/TCP) 協議，並支援非對稱命名空間存取 (ANA)。ANA 提供與 iSCSI 和 FCP 環境中的非對稱邏輯單元存取 (ALUA) 等效的多路徑功能。

了解如何為 Oracle Linux 7.x 配置 NVMe over Fabrics (NVMe-oF) 主機。如需更多支援和功能信息，請參閱 ["Oracle Linux ONTAP支援與功能"](#)。

NVMe-oF 與 Oracle Linux 7.x 有以下已知限制：

- 不支援使用 NVMe-oF 協定進行 SAN 啟動。
- NetApp sanlun 主機公用程式不支援 Oracle Linux 7.x 主機上的 NVMe-oF。相反，您可以依賴本機中包含的 NetApp 插件 `nvme-cli` 適用於所有 NVMe-oF 傳輸的套件。
- NVMe - CLI 套件中不提供原生 NVMe / FC 自動連線指令碼。使用 HBA 廠商提供的外部自動連線指令碼。

- NVMe 多路徑預設未啟用輪詢負載平衡。若要啟用此功能，請編寫 udev 規則。

步驟 1：安裝 Oracle Linux 和 NVMe 軟體並驗證您的配置

使用以下步驟驗證支援的最低 Oracle Linux 7.x 軟體版本。

步驟

1. 在伺服器上安裝 Oracle Linux 7.x。安裝完成後，請確認您執行的是指定的 Oracle Linux 7.x 核心。

```
uname -r
```

Oracle Linux 核心版本範例：

```
5.4.17-2011.6.2.el7uek.x86_64
```

2. 安裝「NVMe-CLI (NVMe - CLI) 套件：

```
rpm -qa | grep nvme-cli
```

下面的例子展示了 `nvme-cli` 軟體包版本：

```
nvme-cli-1.8.1-3.el7.x86_64
```

3. 將以下字串新增為單獨的 udev 規則 `/lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules`。這樣就實現了 NVMe 多路徑的輪詢負載平衡。

```
cat /lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules
Enable round-robin for NetApp ONTAP
ACTION=="add", SUBSYSTEMS=="nvme-subsystem", ATTRS{model}=="NetApp ONTAP
Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
```

4. 在 Oracle Linux 7.x 主機上，檢查 `hostnqn` 字串 `/etc/nvme/hostnqn`：

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

下面的例子展示了 `hostnqn` 版本：

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:497ad959-e6d0-4987-8dc2-a89267400874
```

5. 在ONTAP系統中，驗證以下資訊：`hostnqn`字串匹配`hostnqn`ONTAP儲存系統中對應子系統的字串：

```
*> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme_10
```

顯示範例

```
Vserver Subsystem Host NQN
-----
ol_157_nvme_ss_10_0
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:497ad959-e6d0-4987-8dc2-a89267400874
```



如果`hostnqn`字串不相符，請使用`vserver modify`命令更新`hostnqn`對應ONTAP陣列子系統上的字串，以符合主機上的字串`/etc/nvme/hostnqn`。

6. 重新啟動主機。

步驟 2：設定 NVMe/FC

為 Broadcom / Emulex 介面卡設定 NVMe / FC。

1. 確認您使用的是支援的介面卡機型：

- a. 顯示模型名稱：

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

您應該會看到下列輸出：

```
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

- b. 顯示模型描述：

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

您應該會看到類似以下範例的輸出：

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 確認已 `lpfc\_enable\_fc4\_type` 設定為「3」：

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
```

3. 安裝推薦的 lpfc 自動連線腳本：

```
rpm -ivh nvmeofc-connect-12.8.264.0-1.noarch.rpm
```

4. 確認自動連線腳本已安裝：

```
rpm -qa | grep nvmeofc
```

您應該會看到下列輸出：

```
nvmeofc-connect-12.8.264.0-1.noarch
```

5. 驗證啟動器連接埠是否在線上：

- a. 顯示連接埠名稱：

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

您應該會看到下列輸出：

```
0x10000090fae0ec61
0x10000090fae0ec62
```

- b. 顯示連接埠名稱：

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

您應該會看到下列輸出：

```
Online
Online
```

6. 確認已啟用 NVMe / FC 啟動器連接埠、且目標連接埠可見：

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

顯示範例

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 NVME 2947 SCSI 2947 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec61 WWNN x20000090fae0ec61 DID
x012000 ONLINE
NVME RPORT WWPN x202d00a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010201
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203100a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010601
TARGET DISCSRV ONLINE
```

步驟 3：可選，啟用 NVMe/FC 的 1MB I/O。

ONTAP在識別控制器資料中報告最大資料傳輸大小 (MDTS) 為 8。這意味著最大 I/O 請求大小可達 1MB。若要向 Broadcom NVMe/FC 主機發出 1MB 大小的 I/O 要求，您應該會增加 `lpfc` 的價值 `lpfc\_sg\_seg\_cnt` 參數從預設值 64 更改為 256。



這些步驟不適用於 Qlogic NVMe / FC 主機。

步驟

1. 將 `lpfc\_sg\_seg\_cnt` 參數設定為 256：

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

您應該會看到類似以下範例的輸出：

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 執行 `dracut -f` 命令，然後重新啟動主機。
3. 確認的值 `lpfc\_sg\_seg\_cnt` 為 256：

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

步驟 4：驗證多路徑配置

驗證核心內建 NVMe 多重路徑狀態，ANA 狀態和 ONTAP 命名空間是否適用於 NVMe 組態。

步驟

1. 確認已啟用核心內建 NVMe 多重路徑：

```
cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
```

您應該會看到下列輸出：

```
Y
```

2. 驗證個別 ONTAP 命名空間的適當 NVMe 設定（例如、模型設定為 NetApp ONTAP 控制器、負載平衡 iopolicing 設定為循環）是否正確反映在主機上：

- a. 顯示子系統：

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
```

您應該會看到下列輸出：

```
NetApp ONTAP Controller  
NetApp ONTAP Controller
```

- b. 顯示策略：

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
```

您應該會看到下列輸出：

```
round-robin  
round-robin
```

3. 確認已在主機上建立並正確探索命名空間：

```
nvme list
```

顯示範例

```
Node SN Model Namespace Usage Format FW Rev
-----
/dev/nvme0n1 80BADBKnB/JvAAAAAAC NetApp ONTAP Controller 1 53.69 GB
/ 53.69 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

4. 確認每個路徑的控制器狀態均為有效、且具有正確的ANA狀態：

```
nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

顯示範例

```
Nvme-subsysf0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.341541339b9511e8a9b500a098c80f09:subsystem.ol_157_n
vme_ss_10_0
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x202c00a098c80f09:pn-0x202d00a098c80f09
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec61:pn-0x10000090fae0ec61 live
optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207600a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live
optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207700a098dfdd91 host
traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live inaccessible
```

5. 驗證NetApp外掛程式是否顯示每ONTAP 個版本名稱空間裝置的正確值：

欄位

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

顯示範例

Device	Vserver	Namespace	Path	NSID	UUID	Size
/dev/nvme0n1	vs_nvme_10					
/vol/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0				1	55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad	53.69GB

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

顯示範例

```
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_nvme_10",
      "Namespace_Path" :
"/vol/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size" : "53.69GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 13107200
    }
  ]
}
```

步驟 5：查看已知問題

沒有已知問題。

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。