



RHEL 8

SAN hosts and cloud clients

NetApp
March 29, 2024

目录

- RHEL 8 1
 - 适用于采用ONTAP的RHEL 8.9的NVMe-oF主机配置 1
 - 适用于采用ONTAP的RHEL 8.8的NVMe-oF主机配置 12
 - 适用于采用ONTAP的RHEL 8.7的NVMe-oF主机配置 24
 - 适用于采用ONTAP的RHEL 8.6的NVMe-oF主机配置 35
 - 适用于采用ONTAP的RHEL 8.5的NVMe-oF主机配置 45
 - 适用于采用 ONTAP 的 RHEL 8.4 的 NVMe-oF 主机配置 53
 - 适用于采用ONTAP的RHEL 8.3的NVMe/FC主机配置 64
 - 适用于采用ONTAP的RHEL 8.2的NVMe/FC主机配置 73
 - 适用于采用ONTAP的RHEL 8.1的NVMe/FC主机配置 81

RHEL 8

适用于采用ONTAP的RHEL 8.9的NVMe-oF主机配置

采用非对称命名空间访问(AANA)的Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.9支持基于网络结构的NVMe (NVMe-oF)、包括基于光纤通道的NVMe (NVMe/FC)和其他传输。在NVMe-oF环境中、ANA相当于iSCSI和FC环境中的ALUA多路径功能、并可通过内核NVMe多路径实施。

对于采用ONTAP的RHEL 8.9、NVMe-oF主机配置支持以下功能：

- 除了NVMe/FC之外、还支持基于TCP的NVMe (NVMe/TCP)。本机NVMe-CLI软件包中的NetApp插件可显示NVMe/FC和NVMe/TCP命名库的ONTAP详细信息。

有关支持的配置的其他详细信息、请参见 ["NetApp 互操作性表工具"](#)。

已知限制

- 默认情况下、对于RHEL 8.9 NVMe-oF主机、内核NVMe多路径处于禁用状态。因此，您需要手动启用它。
- 在RHEL 8.9主机上、由于存在未决问题、NVMe/TCP是一项技术预览功能。
- 目前不支持使用NVMe-oF协议启动SAN。

启用内核多路径

您可以使用以下操作步骤启用内核多路径。

步骤

1. 在主机服务器上安装RHEL 8.9。
2. 安装完成后、验证是否正在运行指定的RHEL 8.9内核：

```
# uname -r
```

示例输出

```
4.18.0-513.5.1.el8_9.x86_64
```

3. 安装NVMe-CLI软件包：

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

示例输出

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

4. 在内核NVMe多路径中启用：

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-4.18.0-513.5.1.el8_9.x86_64
```

5. 在主机上、检查中的主机NQN字符串 /etc/nvme/hostnqn：

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

示例输出

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0032-3410-8035-b8c04f4c5132
```

6. 验证是否已 hostnqn 字符串与匹配 hostnqn ONTAP 阵列上对应子系统的字符串：

```
::> vservers nvme subsystem host show -vservers vs_fc_nvme_141
```

示例输出

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_nvme101	rhel_101_QLe2772	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0032-3410-8035-b8c04f4c5132



如果主机NQN字符串不匹配、则可以使用 `vservers modify` 命令以更新相应ONTAP NVMe 子系统上的主机NQN字符串、使其与主机NQN字符串匹配 `/etc/nvme/hostnqn` 在主机上。

7. 重新启动主机。

如果要在同一主机上同时运行NVMe和SCSI流量、NetApp建议分别对ONTAP命名空间使用内核NVMe多路径、并对ONTAP LUN使用dm-Multipath。这应从dm-Multipath中排除ONTAP命名空间、并防止dm-Multipath声明这些命名空间设备。您可以通过添加来执行此操作
enable_foreign 设置为 /etc/multipath.conf 文件：



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

配置 NVMe/FC

您可以为Broadcom/Emulex或Marvell/Qlogic适配器配置NVMe/FC。

Broadcom/Emulex

步骤

1. 验证您使用的适配器型号是否受支持：

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

示例输出：

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

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

示例输出：

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

2. 确认您使用的是建议的Broadcom lpfc 固件和内置驱动程序：

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
14.2.539.16, sli-4:2:c  
14.2.539.16, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.0.0.21
```

有关支持的适配器驱动程序和固件版本的最新列表、请参见 ["NetApp 互操作性表工具"](#)。

3. 请验证 lpfc_enable_fc4_type 设置为 3：

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. 验证启动程序端口是否已启动且正在运行、以及您是否可以看到目标生命周期：

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x10000090fae0ec88
0x10000090fae0ec89
```

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

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec88 WWNN x20000090fae0ec88 DID
x0a1300 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2049d039ea36a105 WWNN x2048d039ea36a105 DID
x0a0c0a TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000024 Cmpl 0000000024 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000000001aa Issue 00000000000001ab OutIO
0000000000000001
          abort 00000002 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000002 Err 00000003
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x10000090fae0ec89 WWNN x20000090fae0ec89 DID
x0a1200 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x204ad039ea36a105 WWNN x2048d039ea36a105 DID
x0a080a TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000024 Cmpl 0000000024 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000000001ac Issue 00000000000001ad OutIO
0000000000000001
          abort 00000002 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000002 Err 00000003
```

适用于NVMe/FC的Marvell/QLogic FC适配器

步骤

1. RHEL 8.9 GA内核中包含的本机内置qla2xxx驱动程序包含对ONTAP支持至关重要的最新上游修复程序。验证您是否正在运行受支持的适配器驱动程序和固件版本：

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

示例输出

```
QLE2742 FW: v9.10.11 DVR: v10.02.08.200-k  
QLE2742 FW: v9.10.11 DVR: v10.02.08.200-k
```

2. 请验证 `ql2xnvmeenable` 已设置。这样、Marvell适配器便可用作NVMe/FC启动程序：

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable  
1
```

启用1 MB I/O (可选)

ONTAP会在"识别控制器"数据中报告MDTS (MAX Data传输大小)为8、这意味着最大I/O请求大小最多可以为1 MB。但是、要使Broadcom NVMe/FC主机的问题描述I/O请求大小为1 MB、必须增加 `lpfc` 的值 `lpfc_sg_seg_cnt` 参数从默认值64更改为256。

步骤

1. 将 `lpfc_sg_seg_cnt` 参数设置为 256 。

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf  
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 运行 `dracut -f` 命令，然后重新启动主机。
3. 验证 `lpfc_sg_seg_cnt` 是否为 256 。

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt  
256
```



这不适用于逻辑NVMe/FC主机。

配置 NVMe/TCP

NVMe/TCP没有自动连接功能。因此、如果某个路径发生故障、并且未在默认超时时间10分钟内恢复、则NVMe/TCP无法自动重新连接。为了防止超时、您应将故障转移事件的重试期限至少设置为30分钟。

步骤

1. 验证启动程序端口是否可以通过受支持的NVMe/TCP LIF提取发现日志页面数据：


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

示例输出:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.14 -l 1800

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 18
====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified.
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:
discovery
traddr: 192.168.211.15
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.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:
discovery
traddr: 192.168.111.15
sectype: none .....
```

2. 验证其他NVMe/TCP启动程序-目标LIF组合是否可以成功提取发现日志页面数据:

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

示例输出:

```
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.14
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.15
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.14
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.15
```

3. 运行 nvme connect-all 命令、并将控制器丢失超时期限至少设置为30分钟或1800秒:

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

示例输出：

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.14 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.14 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.15 -l 1800
```

验证 NVMe-oF

您可以使用以下操作步骤验证NVMe-oF。

步骤

1. 验证是否已启用内核NVMe多路径：

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

2. 验证是否使用了适当的NVMe-oF设置(例如、model 设置为 NetApp ONTAP Controller 和负载均衡 iopolicy 设置为 round-robin)的相应ONTAP名称区正确反映在主机上：

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. 验证是否已在主机上创建并正确发现命名空间：

```
# nvme list
```

示例输出：

Node	SN	Model	

/dev/nvme0n1	81Gx7NSiKSQqAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller	
Namespace Usage	Format	FW	Rev

1	21.47 GB / 21.47 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. 验证每个路径的控制器状态是否为活动状态且是否具有正确的ANA状态：

NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme3n1
```

示例输出:

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.8e501f8ebaf11ec9b99d039ea359e4b:subsystem.rhel_163_Qle2742
+- nvme0 fc traddr=nn-0x204dd039ea36a105:pn-0x2050d039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000024ff7f4994:pn-0x21000024ff7f4994 live non-optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x204dd039ea36a105:pn-0x2050d039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000024ff7f4994:pn-0x21000024ff7f4994 live non-optimized
+- nvme2 fc traddr=nn-0x204dd039ea36a105:pn-0x204fd039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000024ff7f4995:pn-0x21000024ff7f4995 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x204dd039ea36a105:pn-0x204ed039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000024ff7f4994:pn-0x21000024ff7f4994 live optimized
```

NVMe/TCP

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

示例输出:

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165\
+- nvme0 tcp traddr=192.168.111.15 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.111.79 live non-optimized
+- nvme1 tcp traddr=192.168.111.14 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.111.79 live optimized
+- nvme2 tcp traddr=192.168.211.15 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.211.79 live non-optimized
+- nvme3 tcp traddr=192.168.211.14 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.211.79 live optimized
```

5. 验证NetApp插件是否为每个ONTAP 命名空间设备显示正确的值:

列

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

示例输出:

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme0n1	vs_tcp79	/vol/vol1/ns

NSID	UUID	Size
1	aa197984-3f62-4a80-97de-e89436360cec	21.47GB

JSON

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

示例输出

```
{
  "ONTAPdevices": [
    {
      "Device": "/dev/nvme0n1",
      "Vserver": "vs_tcp79",
      "Namespace Path": "/vol/vol1/ns",
      "NSID": 1,
      "UUID": "aa197984-3f62-4a80-97de-e89436360cec",
      "Size": "21.47GB",
      "LBA_Data_Size": 4096,
      "Namespace Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

已知问题

适用于采用ONTAP版本的RHEL 8.9的NVMe-oF主机配置具有以下已知问题描述:

NetApp 错误 ID	标题	Description	Bugzilla ID
"1479047"	RHEL 8.9 NVMe-oF主机会创建重复的永久性发现控制器	在基于网络结构的NVMe (NVMe-oF)主机上、您可以使用"nvme discover -p"命令创建永久性发现控制器(POC)。使用此命令时、每个启动程序-目标组合只应创建一个PDC。但是、如果在NVMe-oF主机上运行Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.9、则每次执行"NVMe discover -p"时都会创建一个重复的PDC。这会导致不必要地使用主机和目标上的资源。	2087000

适用于采用ONTAP的RHEL 8.8的NVMe-oF主机配置

采用非对称命名空间访问(AANA)的Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.8支持基于网络结构的NVMe (NVMe-oF)、包括基于光纤通道的NVMe (NVMe/FC)和其他传输。在NVMe-oF环境中、ANA相当于iSCSI和FC环境中的ALUA多路径功能、并可通过内核NVMe多路径实施。

对于采用ONTAP的RHEL 8.8、NVMe-oF主机配置支持以下功能：

- 除了NVMe/FC之外、还支持基于TCP的NVMe (NVMe/TCP)。本机NVMe-CLI软件包中的NetApp插件可显示NVMe/FC和NVMe/TCP命名库的ONTAP详细信息。

有关支持的配置的其他详细信息、请参见 ["NetApp 互操作性表工具"](#)。

已知限制

- 默认情况下、对于RHEL 8.8 NVMe-oF主机、内核NVMe多路径处于禁用状态。因此，您需要手动启用它。
- 在RHEL 8.8主机上、由于存在未决问题、NVMe/TCP是一项技术预览功能。
- 目前不支持使用NVMe-oF协议启动SAN。

启用内核多路径

您可以使用以下操作步骤启用内核多路径。

步骤

1. 在主机服务器上安装RHEL 8.8。
2. 安装完成后、验证是否正在运行指定的RHEL 8.8内核。

```
# uname -r
```

示例输出

```
4.18.0-477.10.1.el8_8.x86_64
```

3. 安装NVMe-CLI软件包:

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

示例输出

```
nvme-cli-1.16-7.el8.x86_64
```

4. 在内核NVMe多路径中启用:

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-4.18.0-477.10.1.el8_8.x86_64
```

5. 在主机上、检查中的主机NQN字符串 /etc/nvme/hostnqn:

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

示例输出

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:f6517cae-3133-11e8-bbff-7ed30aef123f
```

6. 验证是否已 hostnqn 字符串与匹配 hostnqn ONTAP 阵列上对应子系统的字符串:

```
::> vservers nvme subsystem host show -vservers vs_fc_nvme_141
```

示例输出

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_nvme161	rhel_161_LPe32002	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:f6517cae-3133-11e8-bbff-7ed30aef123f



如果主机NQN字符串不匹配、则可以使用 `vservers modify` 命令以更新相应ONTAP NVMe 子系统上的主机NQN字符串、使其与主机NQN字符串匹配 `/etc/nvme/hostnqn` 在主机上。

7. 重新启动主机。

如果要在同一主机上同时运行NVMe和SCSI流量、NetApp建议分别对ONTAP命名空间使用内核NVMe多路径、并对ONTAP LUN使用dm-Multipath。这意味着，ONTAP 命名空间应从 dm-multipath 中排除，以防止 dm-multipath 声明这些命名空间设备。可以通过添加来完成此操作 enable_foreign 设置为 /etc/multipath.conf 文件：



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

配置 NVMe/FC

您可以为Broadcom/Emulex或Marvell/Qlogic适配器配置NVMe/FC。

Broadcom/Emulex

步骤

1. 验证您使用的适配器型号是否受支持：

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

示例输出：

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

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

示例输出：

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

2. 确认您使用的是建议的Broadcom lpfc 固件和内置驱动程序：

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
14.0.639.18, sli-4:2:c  
14.0.639.18, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.0.0.18
```

有关支持的适配器驱动程序和固件版本的最新列表、请参见 ["NetApp 互操作性表工具"](#)。

3. 请验证 lpfc_enable_fc4_type 设置为 3：

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. 验证启动程序端口是否已启动且正在运行、以及您是否可以看到目标生命周期：

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
```

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

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec88 WWNN x20000090fae0ec88 DID
x0a1300 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2049d039ea36a105 WWNN x2048d039ea36a105 DID
x0a0c0a TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x204bd039ea36a105 WWNN x2048d039ea36a105 DID
x0a100a TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000134 Cmpl 0000000134 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  Cmpl: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000825e567 Issue 000000000825d7ed OutIO
ffffffffffffffff286
abort 0000027c noxri 00000000 nondlp 00000a02 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP Cmpl: xb 00000782 Err 000130fa

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x10000090fae0ec89 WWNN x20000090fae0ec89 DID
x0a1200 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x204ad039ea36a105 WWNN x2048d039ea36a105 DID
x0a080a TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x204cd039ea36a105 WWNN x2048d039ea36a105 DID
x0a090a TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000134 Cmpl 0000000134 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  Cmpl: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000826ced5 Issue 000000000826c226 OutIO
ffffffffffffffff351
          abort 0000029d noxri 00000000 nondlp 000008df qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP Cmpl: xb 00000821 Err 00012fcd
```

适用于NVMe/FC的Marvell/QLogic FC适配器

步骤

1. RHEL 8.8 GA内核中包含的本机内置qla2xxx驱动程序包含对ONTAP支持至关重要的最新上游修复程序。验证您是否正在运行受支持的适配器驱动程序和固件版本：

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

示例输出

```
QLE2772 FW:v9.10.11 DVR:v10.02.07.900-k-debug
QLE2772 FW:v9.10.11 DVR:v10.02.07.900-k-debug
```

2. 请验证 ql2xnvmeenable 已设置。这样、Marvell适配器便可用作NVMe/FC启动程序：

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

启用1 MB I/O (可选)

ONTAP会在"识别控制器"数据中报告MDTS (MAX Data传输大小)为8、这意味着最大I/O请求大小最多可以为1 MB。但是、要使Broadcom NVMe/FC主机的问题描述I/O请求大小为1 MB、必须增加 lpfc 的值 lpfc_sg_seg_cnt 参数从默认值64更改为256。

步骤

1. 将 lpfc_sg_seg_cnt 参数设置为 256 。

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 运行 dracut -f 命令，然后重新启动主机。
3. 验证 lpfc_sg_seg_cnt 是否为 256 。

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



这不适用于逻辑NVMe/FC主机。

配置 NVMe/TCP

NVMe/TCP没有自动连接功能。因此、如果某个路径发生故障、并且未在默认超时时间10分钟内恢复、则NVMe/TCP无法自动重新连接。为了防止超时、您应将故障转移事件的重试期限至少设置为30分钟。

步骤

1. 验证启动程序端口是否可以通过受支持的NVMe/TCP LIF提取发现日志页面数据：

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

示例输出：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.14

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 10
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr: 192.168.211.15
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.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr: 192.168.111.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr: 192.168.211.14
sectype: none
.....
```

2. 验证其他NVMe/TCP启动程序-目标LIF组合是否可以成功提取发现日志页面数据:

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

示例输出:

```
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.14
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.15
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.14
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.15
```

3. 运行 `nvme connect-all` 命令、并将控制器丢失超时期限至少设置为30分钟或1800秒：

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

示例输出：

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.14 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.14 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.15 -l 1800
```

验证 NVMe-oF

您可以使用以下操作步骤验证NVMe-oF。

步骤

1. 验证是否已启用内核NVMe多路径：

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

2. 验证是否使用了适当的NVMe-oF设置(例如、`model` 设置为 `NetApp ONTAP Controller` 和负载平衡 `iopolicy` 设置为 `round-robin`)的相应ONTAP名称区正确反映在主机上：

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. 验证是否已在主机上创建并正确发现命名空间：

```
# nvme list
```

示例输出：

Node	SN	Model	

/dev/nvme3n1	81Gx7NSiKSQeAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller	
Namespace Usage	Format	FW	Rev

1	21.47 GB / 21.47 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. 验证每个路径的控制器状态是否为活动状态且是否具有正确的ANA状态：

NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme3n1
```

示例输出:

```
nvme-subsys3 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.ab4fa6a5ba8b11ecbe3dd039ea359e4b:subsystem.rhel_161_Lpe32002
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x2048d039ea36a105:pn-0x204cd039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec89:pn-0x10000090fae0ec89 live non-
optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x2048d039ea36a105:pn-0x204ad039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec89:pn-0x10000090fae0ec89 live
optimized
+- nvme2 fc traddr=nn-0x2048d039ea36a105:pn-0x204bd039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec88:pn-0x10000090fae0ec88 live non-
optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x2048d039ea36a105:pn-0x2049d039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec88:pn-0x10000090fae0ec88 live
optimized
```

NVMe/TCP

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

示例输出:

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165
\
+- nvme0 tcp traddr=192.168.111.15 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.111.79 live non-optimized
+- nvme1 tcp traddr=192.168.111.14 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.111.79 live optimized
+- nvme2 tcp traddr=192.168.211.15 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.211.79 live non-optimized
```

5. 验证NetApp插件是否为每个ONTAP 命名空间设备显示正确的值:

列

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

示例输出:

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme0n1	vs_tcp	/vol/vol1/ns1

NSID	UUID	Size
1	338d73ce-b5a8-4847-9cc9-b127c75d8855	21.47GB

JSON

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

示例输出

```
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp79",
      "Namespace_Path" : "/vol/vol1/ns1",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "338d73ce-b5a8-4847-9cc9-b127c75d8855",
      "Size" : "21.47GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

已知问题

使用ONTAP版本的RHEL 8.8的NVMe-oF主机配置存在以下已知问题:

NetApp 错误 ID	标题	Description	Bugzilla ID
"1479047"	RHEL 8.8 NVMe-oF主机会创建重复的永久性发现控制器	在基于网络结构的NVMe (NVMe-oF)主机上、您可以使用"nvme discover -p"命令创建永久性发现控制器(POC)。使用此命令时、每个启动程序-目标组合只应创建一个PDC。但是、如果在NVMe-oF主机上运行Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.8、则每次执行"NVMe discover -p"时都会创建一个重复的PDC。这会导致不必要地使用主机和目标上的资源。	2087000

适用于采用ONTAP的RHEL 8.7的NVMe-oF主机配置

采用ANA (非对称命名空间访问)的Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.7支持基于网络结构的NVMe或NVMe-oF (包括NVMe/FC和其他传输)。ANA是NVMe-oF环境中的非对称逻辑单元访问(Asymmetric Logical Unit Access、ALUA)等效项、目前已通过内核NVMe多路径实施。在此操作步骤期间、您可以使用RHEL 8.7上的ANA和ONTAP作为目标、使用内核NVMe多路径启用NVMe-oF。

请参见 ["NetApp 互操作性表工具"](#) 有关支持的配置的准确详细信息。

功能

除了NVMe/FC之外、RHEL 8.7还支持NVMe/TCP (作为技术预览功能)。原生 NVMe-CLI软件包中的NetApp插件能够显示NVMe/FC和NVMe/TCP命名空间的ONTAP 详细信息。

已知限制

- 对于RHEL 8.7、默认情况下、内核NVMe多路径保持禁用状态。因此，您需要手动启用它。
- 由于出现未解决的问题、RHEL 8.7上的NVMe/TCP仍是一项技术预览功能。请参见 ["RHEL 8.7发行说明"](#) 了解详细信息。
- 目前不支持使用NVMe-oF协议启动SAN。

启用内核 NVMe 多路径

您可以使用以下操作步骤启用内核NVMe多路径。

步骤

1. 在服务器上安装RHEL 8.7。
2. 安装完成后、验证您是否正在运行指定的RHEL 8.7内核。请参见 ["NetApp 互操作性表"](#) 有关最新的受支持版本列表。

示例

```
# uname -r
4.18.0-425.3.1.el8.x86_64
```

3. 安装 NVMe-CLI 软件包：

示例

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.16-5.el8.x86_64
```

4. 启用内核 NVMe 多路径。

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-
4.18.0-425.3.1.el8.x86_64
```

5. 在主机上，检查 `/etc/nve/hostnqn` 处的主机 NQN 字符串，并验证它是否与 ONTAP 阵列上相应子系统的主机 NQN 字符串匹配。示例

```
# cat /etc/nvme/hostnqn

nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:a7f7a1d4-311a-11e8-b634-
7ed30aef10b7

::> vservers nvme subsystem host show -vservers vs_nvme167
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_nvme167   rhel_167_LPe35002  nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid: a7f7a1d4-
311a-11e8-b634-7ed30aef10b7
```



如果主机 NQN 字符串不匹配，则应使用 `vservers modify` 命令更新相应 ONTAP NVMe 子系统上的主机 NQN 字符串，以匹配主机上的主机 NQN 字符串 `/etc/nve/hostnqn`。

6. 重新启动主机。

如果要在同一主机上同时运行NVMe和SCSI流量、NetApp建议分别对ONTAP命名空间使用内核NVMe多路径、并对ONTAP LUN使用dm-Multipath。这意味着，ONTAP 命名空间应从dm-multipath 中排除，以防止 dm-multipath 声明这些命名空间设备。为此、您可以将enable 外部设置添加到中 /etc/multipath.conf 文件：



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

运行 `systemctl restart multipathd` 命令以使新设置生效，从而重新启动 multipathd 守护进程。

配置 NVMe/FC

您可以为Broadcom/Emulex或Marvell/Qlogic适配器配置NVMe/FC。

Broadcom/Emulex

步骤

1. 验证您使用的是受支持的适配器。请参见 ["NetApp 互操作性表"](#) 有关支持的适配器的最新列表。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe35002-M2
LPe35002-M2
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe35002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe35002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 验证您是否正在使用建议的 Broadcom lpfc 固件和收件箱驱动程序。请参见 ["NetApp 互操作性表"](#) 有关支持的适配器驱动程序和固件版本的最新列表。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
14.0.505.12, sli-4:6:d
14.0.505.12, sli-4:6:d
# cat /sys/module/lpfc/version
0:14.0.0.15
```

3. 验证`lpfc_enable_FC4_type`是否设置为3

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. 确认启动程序端口已启动且正在运行、并且您可以看到目标LIF。

```

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b95467c
0x100000109b95467b
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b95467c WWNN x200000109b95467c DID
x0a1500 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2071d039ea36a105 WWNN x206ed039ea36a105 DID
x0a0907 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2072d039ea36a105 WWNN x206ed039ea36a105 DID
x0a0805 TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 00000001c7 Cmpl 00000001c7 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000004909837 Issue 0000000004908cfc OutIO
ffffffffffff4c5
abort 0000004a noxri 00000000 nondlp 00000458 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000061 Err 00017f43

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b95467b WWNN x200000109b95467b DID
x0a1100 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2070d039ea36a105 WWNN x206ed039ea36a105 DID
x0a1007 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x206fd039ea36a105 WWNN x206ed039ea36a105 DID
x0a0c05 TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 00000001c7 Cmpl 00000001c7 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000004909464 Issue 0000000004908531 OutIO
ffffffffffff0cd
abort 0000004f noxri 00000000 nondlp 00000361 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000006b Err 00017f99

```

适用于NVMe/FC的Marvell/QLogic FC适配器

本机收件箱 qla2xxx RHEL 8.7内核中包含的驱动程序包含最新的修复程序、这些修复程序对于ONTAP支持至关重要。

步骤

1. 使用以下命令验证您是否正在运行受支持的适配器驱动程序和固件版本：

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2772 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.07.400-k-debug
QLE2772 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.07.400-k-debug
```

2. 验证 ql2xnvmeenable 已设置、这将使Marvell适配器能够使用以下命令作为NVMe/FC启动程序运行：

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

启用1 MB I/O (可选)

ONTAP会在"识别控制器"数据中报告MDTS (MAX Data传输大小)为8、这意味着最大I/O请求大小最多可以为1 MB。但是、要使Broadcom NVMe/FC主机的问题描述I/O请求大小为1 MB、必须增加 lpfc 的值 lpfc_sg_seg_cnt 参数从默认值64更改为256。

步骤

1. 将 lpfc_sg_seg_cnt 参数设置为 256 。

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 运行 dracut -f 命令，然后重新启动主机。
3. 验证 lpfc_sg_seg_cnt 是否为 256 。

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



这不适用于逻辑NVMe/FC主机。

配置 NVMe/TCP

NVMe/TCP没有自动连接功能。因此、如果某个路径发生故障、并且未在默认超时时间10分钟内恢复、则NVMe/TCP无法自动重新连接。为了防止超时、您应将故障转移事件的重试期限至少设置为30分钟。

步骤

1. 验证启动程序端口是否可以通过受支持的 NVMe/TCP LIF 提取发现日志页面数据:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.211.5 -a 192.168.211.14

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 10

=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn:
nqn.199208.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr: 192.168.211.15
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.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr: 192.168.111.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr: 192.168.211.14
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 3
```



```
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr: 192.168.111.14
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165
traddr: 192.168.211.15
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.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165
traddr: 192.168.111.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6=====

trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165
traddr: 192.168.211.14
sectype: none

=====Discovery Log Entry 7=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
```

```
portid: 3

trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165
traddr: 192.168.111.14
sectype: none
[root@R650-13-79 ~]#
```

2. 验证其他NVMe/TCP启动程序-目标LIF组合是否可以成功提取发现日志页面数据。例如：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.211.5 -a 192.168.211.14
# nvme discover -t tcp -w 192.168.211.5 -a 192.168.211.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.111.5 -a 192.168.111.14
# nvme discover -t tcp -w 192.168.111.5 -a 192.168.111.15
```

3. 运行 `nvme connect-all` 命令。确保设置较长的 `ctrl_loss_tmo` 计时器重试期限(例如、30分钟、可设置为到 `-l 1800`)、以便在发生路径丢失时重试较长时间。例如：

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.5 -a 192.168.211.14 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.5 -a 192.168.211.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.5 -a 192.168.111.14 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.5 -a 192.168.111.15 -l 1800
```

验证 NVMe-oF

您可以使用以下操作步骤验证NVMe-oF。

步骤

1. 通过检查以下各项验证是否确实已启用内核 NVMe 多路径：

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

2. 验证相应ONTAP 命名空间的适当NVMe-oF设置(例如、`model set to NetApp ONTAP Controller and load balancing OPolicy set to round-robin`)是否正确反映在主机上：

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller

# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. 验证 ONTAP 命名空间是否正确反映在主机上。例如：

```
# nvme list
Node                      SN                      Model                      Namespace
-----
/dev/nvme0n1             81Gx7NSiKSRNAAAAAAB   NetApp ONTAP Controller   1

Usage                      Format                      FW Rev
-----
21.47 GB / 21.47 GB 4 KiB + 0 B      FFFFFFFF
```

4. 验证每个路径的控制器状态是否为活动状态且是否具有正确的 ANA 状态。例如：

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

nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165
\

+- nvme0 tcp traddr=192.168.211.15 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.211.5 live non-optimized

+- nvme1 tcp traddr=192.168.211.14 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.211.5 live optimized

+- nvme2 tcp traddr=192.168.111.15 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.111.5 live non-optimized

+- nvme3 tcp traddr=192.168.111.14 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.111.5 live optimized
```

5. 验证 NetApp 插件是否为每个 ONTAP 命名空间设备显示了正确的值。例如：

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1 vs_tcp79      /vol/vol1/ns1

NSID  UUID                                          Size
----  -
1      79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84  21.47GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp79",
      "Namespace_Path" : "/vol/vol1/ns1",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84",
      "Size" : "21.47GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

已知问题

使用ONTAP的RHEL 8.7的NVMe-oF主机配置存在以下已知问题:

NetApp 错误 ID	标题	Description	Bugzilla ID
"1479047"	RHEL 8.7 NVMe-oF主机会创建重复的永久性发现控制器	在基于网络结构的NVMe (NVMe-oF)主机上、您可以使用"nvme discover -p"命令创建永久性发现控制器(POC)。使用此命令时、每个启动程序-目标组合只应创建一个PDC。但是、如果您在NVMe-oF主机上运行ONTAP 9.10.1和Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.7、则每次执行"nvme discover -p"时都会创建一个重复的PDC。这会导致不必要地使用主机和目标上的资源。	2087000

适用于采用ONTAP的RHEL 8.6的NVMe-oF主机配置

采用ANA (非对称命名空间访问)的Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.6支持基于网络结构的NVMe或NVMe-oF (包括NVMe/FC和其他传输)。ANA是NVMe-oF环境中的非对称逻辑单元访问(Asymmetric Logical Unit Access、ALUA)等效项、目前已通过内核NVMe多路径实施。在此操作步骤期间、您可以使用RHEL 8.6和ONTAP上的ANA作为目标、使用内核NVMe多路径启用NVMe-oF

请参见 ["NetApp 互操作性表工具"](#) 有关支持的配置的准确详细信息。

功能

- 除了NVMe/FC之外、RHEL 8.6还支持NVMe/TCP (作为技术预览功能)。原生 NVMe-CLI软件包中的NetApp 插件能够显示NVMe/FC和NVMe/TCP命名空间的ONTAP 详细信息。

已知限制

- 对于RHEL 8.6、默认情况下、内核NVMe多路径保持禁用状态。因此，您需要手动启用它。
- 由于出现未解决的问题、RHEL 8.6上的NVMe/TCP仍是一项技术预览功能。请参见 ["RHEL 8.6发行说明"](#) 了解详细信息。
- 目前不支持使用NVMe-oF协议启动SAN。

启用内核 NVMe 多路径

您可以使用以下操作步骤启用内核NVMe多路径。

步骤

1. 在服务器上安装RHEL 8.6。安装完成后、验证您是否正在运行指定的RHEL 8.6内核。请参见 ["NetApp 互操作性表"](#) 有关最新的受支持版本列表。
2. 安装完成后、验证您是否正在运行指定的RHEL 8.6内核。请参见 ["NetApp 互操作性表"](#) 有关最新的受支持版本列表。

示例

```
# uname -r
4.18.0-372.9.1.el8.x86_64
```

3. 安装 NVMe-CLI 软件包：

示例

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.16-3.el8.x86_64
```

4. 启用内核 NVMe 多路径。

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-
4.18.0-372.9.1.el8.x86_64
```

5. 在主机上，检查 `/etc/nve/hostnqn` 处的主机 NQN 字符串，并验证它是否与 ONTAP 阵列上相应子系统的主机 NQN 字符串匹配。示例

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
:~> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_fc_nvme_14 nvme_141_1      nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-
b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```



如果主机 NQN 字符串不匹配，则应使用 `vserver modify` 命令更新相应 ONTAP NVMe 子系统上的主机 NQN 字符串，以匹配主机上的主机 NQN 字符串 `/etc/nve/hostnqn`。

6. 重新启动主机。

如果要在同一主机上同时运行NVMe和SCSI流量、NetApp建议分别对ONTAP命名空间使用内核NVMe多路径、并对ONTAP LUN使用dm-Multipath。这意味着，ONTAP 命名空间应从dm-multipath 中排除，以防止 dm-multipath 声明这些命名空间设备。可以通过向添加enable_foreign.设置来实现此目的 /etc/multipath.conf 文件：



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

运行 `systemctl restart multipathd` 命令以使新设置生效，从而重新启动 multipathd 守护进程。

配置 NVMe/FC

您可以为Broadcom/Emulex或Marvell/Qlogic适配器配置NVMe/FC。

Broadcom/Emulex

步骤

1. 验证您使用的是受支持的适配器。请参见 ["NetApp 互操作性表"](#) 有关支持的适配器的最新列表。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 验证您是否正在使用建议的 Broadcom lpfc 固件和收件箱驱动程序。请参见 ["NetApp 互操作性表"](#) 有关支持的适配器驱动程序和固件版本的最新列表。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.8.351.47, sli-4:2:c
12.8.351.47, sli-4:2:c
# cat /sys/module/lpfc/version
0:14.0.0.4
```

3. 验证`lpfc_enable_FC4_type`是否设置为3

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. 确认启动程序端口已启动且正在运行、并且您可以看到目标LIF。


```

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8

```

RHEL 8.6内核中包含的原生 收件箱`qla2xxx`驱动程序具有最新的上游修复程序、这些修复程序对于ONTAP 支持至关重要。

步骤

1. 验证您是否正在运行受支持的适配器驱动程序和固件版本：

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.200-k
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.200-k
```

2. 验证是否已设置 `ql2xnvmeenable`，以使 Marvell 适配器能够使用以下命令作为 NVMe/FC 启动程序运行：

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

启用1 MB I/O (可选)

ONTAP会在"识别控制器"数据中报告MDTS (MAX Data传输大小)为8、这意味着最大I/O请求大小最多可以为1 MB。但是、要使Broadcom NVMe/FC主机的问题描述I/O请求大小为1 MB、必须增加 `lpfc` 的值 `lpfc_sg_seg_cnt` 参数从默认值64更改为256。

步骤

1. 将 `lpfc_sg_seg_cnt` 参数设置为 256。

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 运行 `dracut -f` 命令，然后重新启动主机。
3. 验证 `lpfc_sg_seg_cnt` 是否为 256。

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



这不适用于逻辑NVMe/FC主机。

配置 NVMe/TCP

NVMe/TCP没有自动连接功能。因此、如果某个路径发生故障、并且未在默认超时时间10分钟内恢复、则NVMe/TCP无法自动重新连接。为了防止超时、您应将故障转移事件的重试期限至少设置为30分钟。

步骤

1. 验证启动程序端口是否可以通过受支持的 NVMe/TCP LIF 提取发现日志页面数据:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
```

2. 验证其他NVMe/TCP启动程序-目标LIF组合是否可以成功提取发现日志页面数据。例如:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

3. 运行 `nvme connect-all` 命令。确保设置较长的 `ctrl_loss_tmo` 计时器重试期限(例如、30分钟、可设置为到 -l 1800)、以便在发生路径丢失时重试较长时间。例如：

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

验证 NVMe-oF

您可以使用以下操作步骤验证NVMe-oF。

步骤

1. 验证是否已启用内核 NVMe 多路径：

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

2. 验证相应ONTAP 命名空间的适当NVMe-oF设置(例如、`model set to NetApp ONTAP Controller and load balancing OPolicy set to round-robin`)是否正确反映在主机上：

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller

# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. 验证 ONTAP 命名空间是否正确反映在主机上。例如：

```
# nvme list
```

Node	SN	Model	Namespace
/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller	1

Usage	Format	FW Rev
85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. 验证每个路径的控制器状态是否为活动状态且是否具有正确的 ANA 状态。例如：

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
nvme-subsys1 - nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_141_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

5. 验证 NetApp 插件是否为每个 ONTAP 命名空间设备显示了正确的值。例如：

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1 vs_fcnvme_141 /vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns

NSID  UUID                                          Size
----  -----
1      72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2  85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_fcnvme_141",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

已知问题

使用ONTAP的RHEL 8.6的NVMe-oF主机配置存在以下已知问题：

NetApp 错误 ID	标题	Description	Bugzilla ID
"1479047"	RHEL 8.6 NVMe-oF主机会创建重复的永久性发现控制器	在基于网络结构的NVMe (NVMe-oF)主机上、您可以使用"nvme discover -p"命令创建永久性发现控制器(POC)。使用此命令时、每个启动程序-目标组合只应创建一个PDC。但是、如果您在NVMe-oF主机上运行ONTAP 9.10.1和Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.6、则每次执行"nvme discover -p"时都会创建一个重复的PDC。这会导致不必要地使用主机和目标上的资源。	2087000

适用于采用ONTAP的RHEL 8.5的NVMe-oF主机配置

采用ANA (非对称命名空间访问)的Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.5支持基于网络结构的NVMe或NVMe-oF (包括NVMe/FC和其他传输)。ANA是NVMe-oF环境中的非对称逻辑单元访问(Asymmetric Logical Unit Access、ALUA)等效项、目前已通过内核NVMe多路径实施。在此操作步骤期间、您可以使用RHEL 8.5上的ANA和ONTAP作为目标、使用内核NVMe多路径启用NVMe-oF。

请参见 "[NetApp 互操作性表工具](#)" 有关支持的配置的准确详细信息。

功能

除了NVMe/FC之外、RHEL 8.5还支持NVMe/TCP (作为技术预览功能)。原生 NVMe-CLI软件包中的NetApp插件可以显示NVMe/FC和NVMe/TCP命名空间的ONTAP 详细信息。

已知限制

- 对于RHEL 8.5、默认情况下、内核NVMe多路径保持禁用状态。因此，您需要手动启用它。
- 由于出现未解决的问题、RHEL 8.5上的NVMe/TCP仍是一项技术预览功能。请参见 "[RHEL 8.5发行说明](#)" 了解详细信息。
- 目前不支持使用NVMe-oF协议启动SAN。

启用内核 NVMe 多路径

您可以使用以下操作步骤启用内核NVMe多路径。

步骤

1. 在服务器上安装RHEL 8.5 GA。安装完成后、验证您是否正在运行指定的RHEL 8.5 GA内核。请参见 "[NetApp 互操作性表](#)" 有关最新的受支持版本列表。

示例

```
# uname -r
4.18.0-348.el8.x86_64
```

2. 安装 NVMe-CLI 软件包：

示例

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
nvme-cli-1.14-3.el8.x86_64
```

3. 启用内核 NVMe 多路径。

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-4.18.0-348.el8.x86_64
```

4. 在主机上，检查 `/etc/nve/hostnqn` 处的主机 NQN 字符串，并验证它是否与 ONTAP 阵列上相应子系统的主机 NQN 字符串匹配。示例

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_fc_nvme_14 nvme_141_1      nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```



如果主机 NQN 字符串不匹配，则应使用 `vserver modify` 命令更新相应 ONTAP NVMe 子系统上的主机 NQN 字符串，以匹配主机上的主机 NQN 字符串 `/etc/nve/hostnqn`。

5. 重新启动主机。

如果要在同一主机上同时运行 NVMe 和 SCSI 流量，NetApp 建议分别对 ONTAP 命名空间使用内核 NVMe 多路径、并对 ONTAP LUN 使用 dm-Multipath。这意味着，ONTAP 命名空间应从 dm-multipath 中排除，以防止 dm-multipath 声明这些命名空间设备。为此，您可以将 `enable` 外部设置添加到中 `/etc/multipath.conf` 文件：



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

运行 `systemctl restart multipathd` 命令以使新设置生效，从而重新启动 multipathd 守护进程。

配置 NVMe/FC

您可以为 Broadcom/Emulex 或 Marvell/Qlogic 适配器配置 NVMe/FC。

Broadcom/Emulex

步骤

1. 验证您使用的是受支持的适配器。请参见 ["NetApp 互操作性表"](#) 有关支持的适配器的最新列表。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 验证您是否正在使用建议的 Broadcom lpfc 固件和收件箱驱动程序。请参见 ["NetApp 互操作性表"](#) 有关支持的适配器驱动程序和固件版本的最新列表。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.8.351.47, sli-4:2:c
12.8.351.47, sli-4:2:c
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.10
```

3. 验证`lpfc_enable_FC4_type`是否设置为3

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. 确认启动程序端口已启动且正在运行、并且您可以看到目标LIF。

```

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online

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

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8

```

Marvell/QLogic

本机收件箱 qla2xxx RHEL 8.5 GA内核中包含的驱动程序包含最新的修复程序、这些修复程序对于ONTAP支持至关重要。

步骤

1. 验证您是否正在运行受支持的适配器驱动程序和固件版本：

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.106-k
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.106-k
```

2. 验证是否已设置 ql2xnvmeenable，以使 Marvell 适配器能够用作 NVMe/FC 启动程序：

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

启用1 MB I/O (可选)

ONTAP会在"识别控制器"数据中报告MDTS (MAX Data传输大小)为8、这意味着最大I/O请求大小最多可以为1 MB。但是、要使Broadcom NVMe/FC主机的问题描述I/O请求大小为1 MB、必须增加 lpfc 的值 lpfc_sg_seg_cnt 参数从默认值64更改为256。

步骤

1. 将 lpfc_sg_seg_cnt 参数设置为 256。

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 运行 dracut -f 命令，然后重新启动主机。

3. 验证 lpfc_sg_seg_cnt 是否为 256。

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



这不适用于逻辑NVMe/FC主机。

配置 NVMe/TCP

NVMe/TCP没有自动连接功能。因此、如果某个路径发生故障、并且未在默认超时时间10分钟内恢复、则NVMe/TCP无法自动重新连接。为了防止超时、您应将故障转移事件的重试期限至少设置为30分钟。

步骤

1. 验证启动程序端口是否可以通过受支持的 NVMe/TCP LIF 提取发现日志页面数据：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
```

2. 验证其他NVMe/TCP启动程序-目标LIF组合是否可以成功提取发现日志页面数据。例如：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

3. 运行 `nvme connect-all` 命令。确保设置较长的 `ctrl_loss_tmo` 计时器重试期限(例如、30分钟、可设置为到 -l 1800)、以便在发生路径丢失时重试较长时间。例如：

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

验证 NVMe-oF

您可以使用以下操作步骤验证NVMe-oF。

步骤

1. 验证是否已启用内核 NVMe 多路径：

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

2. 验证相应 ONTAP 命名空间的适当 NVMe-oF 设置（例如，`model set to NetApp ONTAP Controller` and `load balancing OPolicy set to round-robin`）是否正确反映在主机上：

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller

# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. 验证 ONTAP 命名空间是否正确反映在主机上。例如：

```
# nvme list
```

Node	SN	Model	Namespace
/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller	1

Usage	Format	FW Rev
85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. 验证每个路径的控制器状态是否为活动状态且是否具有正确的 ANA 状态。例如：

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_141_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

5. 验证 NetApp 插件是否为每个 ONTAP 命名空间设备显示了正确的值。例如：

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1 vs_fcnvme_141 vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns

NSID  UUID                                          Size
-----
1      72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2  85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_fcnvme_141",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

已知问题

没有已知问题。

适用于采用 **ONTAP** 的 **RHEL 8.4** 的 **NVMe-oF** 主机配置

采用ANA (非对称命名空间访问)的Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.4支持基于网络结构的NVMe或NVMe-oF (包括NVMe/FC和其他传输)。ANA是NVMe-oF环境中的非对称逻辑单元访问(Asymmetric Logical Unit Access、ALUA)等效项、目前已通过内核NVMe多路径实施。您可以使用RHEL 8.4上的ANA和ONTAP作为目标、通过内核NVMe多路径启用NVMe-oF。

功能

此版本没有新功能。

已知限制

- 对于RHEL 8.4、默认情况下会禁用内核NVMe多路径。因此，您需要手动启用它。
- 由于出现未解决的问题，RHEL 8.4 上的 NVMe/TCP 仍是一项技术预览功能。请参见 ["RHEL 8.4 发行说明"](#) 了解详细信息。
- 目前不支持使用NVMe-oF协议启动SAN。

启用内核NVMe多路径

您可以使用以下操作步骤启用内核NVMe多路径。

步骤

1. 在服务器上安装 RHEL 8.4 GA。
2. 安装完成后，验证您是否正在运行指定的 RHEL 8.4 内核。请参见 ["NetApp 互操作性表"](#) 有关最新的受支持版本列表。

示例

```
# uname -r
4.18.0-305.el8.x86_64
```

3. 安装 NVMe-CLI 软件包：

示例

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.12-3.el8.x86_64
```

4. 启用内核 NVMe 多路径。

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-
4.18.0-305.el8.x86_64
```

5. 在主机上，检查 `/etc/nve/hostnqn` 处的主机 NQN 字符串，并验证它是否与 ONTAP 阵列上相应子系统的主机 NQN 字符串匹配。示例


```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_fc_nvme_14 nvme_141_1      nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-
b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```



如果主机 NQN 字符串不匹配，则应使用 `vserver modify` 命令更新相应 ONTAP NVMe 子系统上的主机 NQN 字符串，以匹配主机上的主机 NQN 字符串 `/etc/nve/hostnqn`。

6. 重新启动主机。

如果要在同一主机上同时运行 NVMe 和 SCSI 共存的流量，建议分别对 ONTAP 命名空间使用内核 NVMe 多路径，而对 ONTAP LUN 使用 `dm-multipath`。这意味着，ONTAP 命名空间应从 `dm-multipath` 中排除，以防止 `dm-multipath` 声明这些命名空间设备。为此，可以将 `enable_Foreign` 设置添加到 `/etc/multipath.conf` 文件中：



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

运行 `systemctl restart multipathd` 命令以使新设置生效，从而重新启动 `multipathd` 守护进程。

配置 NVMe/FC

您可以为Broadcom/Emulex或Marvell/Qlogic适配器配置NVMe/FC。

Broadcom/Emulex

步骤

1. 验证您使用的是受支持的适配器。请参见 ["NetApp 互操作性表工具"](#) 有关支持的适配器的最新列表。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 验证您是否正在使用建议的 Broadcom lpfc 固件和收件箱驱动程序。请参见 ["NetApp 互操作性表工具"](#) 有关支持的适配器驱动程序和固件版本的最新列表。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.8.340.8, sli-4:2:c
12.8.340.8, sli-4:2:c
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.5
```

3. 请验证 lpfc_enable_fc4_type 设置为3。

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. 确认启动程序端口已启动且正在运行，并且您能够看到目标 LIF 。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

适用于NVMe/FC的Marvell/QLogic FC适配器

本机收件箱 qla2xxx RHEL 8.4 GA内核中包含的驱动程序包含最新的修复程序、这些修复程序对于ONTAP支持至关重要。

步骤

1. 使用以下命令验证您是否正在运行受支持的适配器驱动程序和固件版本：

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.104-k
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.104-k
```

2. 验证是否已设置 `ql2xnvmeenable`，以使 Marvell 适配器能够使用以下命令作为 NVMe/FC 启动程序运行：

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

启用1 MB I/O (可选)

ONTAP会在"识别控制器"数据中报告MDTS (MAX Data传输大小)为8、这意味着最大I/O请求大小最多可以为1 MB。但是、要使Broadcom NVMe/FC主机的问题描述I/O请求大小为1 MB、必须增加 `lpfc` 的值 `lpfc_sg_seg_cnt` 参数从默认值64更改为256。

步骤

1. 将 `lpfc_sg_seg_cnt` 参数设置为 256。

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 运行 `dracut -f` 命令，然后重新启动主机。
3. 验证 `lpfc_sg_seg_cnt` 是否为 256。

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



这不适用于逻辑NVMe/FC主机。

配置 NVMe/TCP

NVMe/TCP没有自动连接功能。因此、如果某个路径发生故障、并且未在默认超时时间10分钟内恢复、则NVMe/TCP无法自动重新连接。为了防止超时、您应将故障转移事件的重试期限至少设置为30分钟。

步骤

1. 验证启动程序端口是否可以通过受支持的 NVMe/TCP LIF 提取发现日志页面数据：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
```

2. 验证其他 NVMe/TCP 启动程序 - 目标 LIF 组合是否能够成功提取发现日志页面数据。例如：

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

3. 运行 `nvme connect-all` 命令。确保设置较长的 `ctrl_loss_tmo` 计时器重试期限(例如、30分钟、可设置为到 -l 1800)、以便在发生路径丢失时重试较长时间。例如：

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

验证 NVMe-oF

您可以使用以下操作步骤验证NVMe-oF。

步骤

1. 验证是否已启用内核 NVMe 多路径：

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

2. 验证相应ONTAP 命名空间的适当NVMe-oF设置(例如、`model set to NetApp ONTAP Controller and load balancing OPolicy set to round-robin`)是否正确反映在主机上：

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller

# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. 验证 ONTAP 命名空间是否正确反映在主机上。例如：

示例(A)：

```
# nvme list
Node              SN                      Model                      Namespace
-----
/dev/nvme0n1      81CZ5BQuUNfGAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller    1

Usage              Format              FW Rev
-----
85.90 GB / 85.90 GB  4 KiB + 0 B        FFFFFFFF
```

示例(b):

```
# nvme list
Node              SN                      Model                      Namespace
-----
/dev/nvme0n1      81CYrBQuTHQFAAAAAAAC  NetApp ONTAP Controller    1

Usage              Format              FW Rev
-----
85.90 GB / 85.90 GB  4 KiB + 0 B        FFFFFFFF
```

4. 验证每个路径的控制器状态是否为活动状态且是否具有正确的 ANA 状态。例如:

示例(A):

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.04ba0732530911ea8e8300a098dfdd91:subsystem.nvme_145_1
\
+- nvme2 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208200a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-0x100000109b579d5f live non-
optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-0x100000109b579d5e live non-
optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208400a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-0x100000109b579d5e live optimized
+- nvme6 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208300a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-0x100000109b579d5f live optimized
```

示例(b):

```
#nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.37ba7d9cbfba11eba35dd039ea165514:subsystem.nvme_114_tcp
_1
\
+- nvme0 tcp traddr=192.168.2.36 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live optimized
+- nvme1 tcp traddr=192.168.1.31 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live optimized
+- nvme10 tcp traddr=192.168.2.37 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live non-optimized
+- nvme11 tcp traddr=192.168.1.32 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live non-optimized
+- nvme20 tcp traddr=192.168.2.36 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live optimized
+- nvme21 tcp traddr=192.168.1.31 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live optimized
+- nvme30 tcp traddr=192.168.2.37 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live non-optimized
+- nvme31 tcp traddr=192.168.1.32 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live non-optimized
```

5. 验证 NetApp 插件是否为每个 ONTAP 命名空间设备显示了正确的值。例如：

示例(A)：


```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme1n1 vserver_fcnvme_145 /vol/fcnvme_145_vol_1_0_0/fcnvme_145_ns

NSID  UUID                                          Size
-----
1      23766b68-e261-444e-b378-2e84dbe0e5e1  85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme1n1",
      "Vserver" : "vserver_fcnvme_145",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_145_vol_1_0_0/fcnvme_145_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "23766b68-e261-444e-b378-2e84dbe0e5e1",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

示例(b):

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1 vs_tcp_114          /vol/tcpcnvme_114_1_0_1/tcpcnvme_114_ns

NSID  UUID                                          Size
-----
1      a6aee036-e12f-4b07-8e79-4d38a9165686  85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp_114",
      "Namespace_Path" : "/vol/tcpcnvme_114_1_0_1/tcpcnvme_114_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "a6aee036-e12f-4b07-8e79-4d38a9165686",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

已知问题

没有已知问题。

适用于采用ONTAP的RHEL 8.3的NVMe/FC主机配置

对于Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.3、ONTAP 9.6或更高版本支持NVMe/FC。RHEL 8.3主机通过相同的FC启动程序适配器端口同时运行NVMe和SCSI流量。请参见["Hardware Universe"](#) 有关支持的 FC 适配器和控制器的列表。

请参见 ["NetApp 互操作性表工具"](#) 了解最新的受支持配置列表。

功能

此版本没有新功能。

已知限制

- 对于RHEL 8.3、默认情况下会禁用内核NVMe多路径。您可以手动启用它。
- 目前不支持使用NVMe-oF协议启动SAN。

在 RHEL 8.3 上启用 NVMe/FC

您可以使用以下操作步骤启用NVMe/FC。

步骤

1. 在服务器上安装 Red Hat Enterprise Linux 8.3 GA。
2. 如果要使用从RHEL 8.2升级到RHEL 8.3 `yum update/upgrade` 命令、您的 `/etc/nvme/host*` 文件可能会丢失。要避免文件丢失、请使用以下操作步骤：

步骤

- a. 备份 `/etc/nvme/host*` 文件。
- b. 如果您已手动编辑 `udev` 规则，请将其删除：

```
/lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules
```

- c. 执行升级。
- d. 升级完成后，运行以下命令：

```
yum remove nvme-cli
```

- e. 在 `/etc/nvme/` 中还原主机文件。

```
yum install nvmecli
```

- f. 将原始的 `/etc/nve/host*` 内容从备份复制到 `/etc/nvme/` 的实际主机文件。

3. 安装完成后、验证是否正在运行指定的RHEL内核：

```
# uname -r
4.18.0-240.el8.x86_64
```

请参见 ["NetApp 互操作性表工具"](#) 有关最新的受支持版本列表。

4. 安装NVMe-CLI软件包：

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.12-2.el8.x86_64
```

5. 启用内核 NVMe 多路径。

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-
4.18.0-240.el8.x86_64
```

6. 在RHEL 8.3主机上、检查中的主机NQN字符串 /etc/nvme/hostnqn 验证它是否与ONTAP阵列上对应子系统的主机NQN字符串匹配：

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

示例输出：

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```

7. 验证是否已 hostnqn string与ONTAP阵列上对应子系统的主机nqn字符串匹配：

```
vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
```

示例输出

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
Vserver          Subsystem        Host              NQN
-----
vs_fc_nvme_141   nvme_141_1       nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```



如果主机NQN字符串不匹配、请使用 `vserver modify` 用于更新相应ONTAP阵列子系统上的主机NQN字符串以与中的主机NQN字符串匹配的命令 `/etc/nvme/hostnqn` 在主机上。

8. 重新启动主机。

9. (可选)更新 `enable_foreign` 设置。

如果您要在同时存在的同一个RHEL 8.3主机上同时运行NVMe和SCSI流量、NetApp建议您分别对ONTAP命名空间使用内核NVMe多路径、并对ONTAP LUN使用dm-Multipath。您还应将dm-multipath 中的 ONTAP 命名空间列入黑名单，以防止 dm-multipath 声明这些命名空间设备。您可以通过添加来执行此操作 enable_foreign 将设置为/etc/Multipath.conf、如下所示：



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

运行 `systemctl restart multipathd` 以重新启动 multipathd 守护进程。

验证 NVMe/FC

您可以使用以下操作步骤 来验证NVMe/FC。

步骤

1. 验证以下NVMe/FC设置：

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

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. 验证是否已在主机上创建并正确发现命名空间。

```
/dev/nvme0n1      814vWBNRwf9HAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller
1                 85.90 GB / 85.90 GB    4 KiB + 0 B  FFFFFFFF
/dev/nvme0n2      814vWBNRwf9HAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller
2                 85.90 GB / 85.90 GB    4 KiB + 0 B  FFFFFFFF
/dev/nvme0n3      814vWBNRwf9HAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller
3                 85.90 GB / 85.90 GB    4 KiB + 0 B  FFFFFFFF
```

3. 验证 ANA 路径的状态。

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_141_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

4. 验证适用于ONTAP设备的NetApp插件:

列

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

示例输出

Device NSID	Vserver UUID	Namespace	Path Size

/dev/nvme0n1	vs_fcnvme_141		
/vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns		1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2 85.90GB
/dev/nvme0n2	vs_fcnvme_141		
/vol/fcnvme_141_vol_1_0_0/fcnvme_141_ns		2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08 85.90GB
/dev/nvme0n3	vs_fcnvme_141		
/vol/fcnvme_141_vol_1_1_1/fcnvme_141_ns		3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4 85.90GB

JSON

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

示例输出

```
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_fcnvme_141",
      "Namespace_Path" :
"/vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_fcnvme_141",
      "Namespace_Path" :
"/vol/fcnvme_141_vol_1_0_0/fcnvme_141_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_fcnvme_141",
      "Namespace_Path" :
"/vol/fcnvme_141_vol_1_1_1/fcnvme_141_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
  ],
}
```

为 NVMe/FC 配置 Broadcom FC 适配器

您可以使用以下操作步骤配置Broadcom FC适配器。

有关支持的适配器的最新列表，请参见 ["NetApp 互操作性表工具"](#)。

步骤

1. 验证您使用的是受支持的适配器。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname  
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 验证 `lpfc_enable_FC4_type` 是否设置为 `"* 3*"`。

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

3. 确认启动程序端口已启动且正在运行，并且可以查看目标 LIF。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name  
0x100000109b1c1204  
0x100000109b1c1205
```

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

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

4. 启用 1 MB I/O 大小_（可选）_。

对于大小高达 1 MB 的 lpfc 驱动程序问题描述 I/O 请求，需要将 lpfc_sg_seg_cnt 参数设置为 256。

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

5. 运行 dracut -f 命令，然后重新启动主机。

6. 主机启动后，验证 lpfc_sg_seg_cnt 是否设置为 256。

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```

7. 验证是否正在使用建议的Broadcom lpfc固件以及内置驱动程序：

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.8.340.8, sli-4:2:c
12.8.340.8, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.1
```

适用于采用ONTAP的RHEL 8.2的NVMe/FC主机配置

对于Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.2、ONTAP 9.6或更高版本支持NVMe/FC。RHEL 8.2 主机通过相同的光纤通道（FC）启动程序适配器端口运行 NVMe 和 SCSI 流量。请参见 "[Hardware Universe](#)" 有关支持的 FC 适配器和控制器的列表。

请参见 "[NetApp 互操作性表工具](#)" 了解最新的受支持配置列表。

功能

- 从RHEL 8.2开始、nvme-fc auto-connect 本机中包含脚本 nvme-cli 软件包。您可以使用这些原生自动连接脚本，而不必安装外部供应商提供的出箱自动连接脚本。
- 从RHEL 8.2开始、是一种本机 udev 规则已作为的一部分提供 nvme-cli 此软件包可为NVMe多路径启用轮循负载平衡。您无需再手动创建此规则（如 RHEL 8.1 中所做的那样）。
- 从RHEL 8.2开始、NVMe和SCSI流量均可在同一主机上运行。实际上、这是预期部署的主机配置。因此、对于SCSI、您可以进行配置 dm-multipath 与往常一样、SCSI LUN会导致 mpath 设备、而NVMe多路径可用于在主机上配置NVMe-oF多路径设备。
- 从RHEL 8.2开始、是本机中的NetApp插件 nvme-cli 软件包能够显示ONTAP名称库的ONTAP详细信息。

已知限制

- 对于RHEL 8.2、默认情况下会禁用内核NVMe多路径。因此，您需要手动启用它。
- 目前不支持使用NVMe-oF协议启动SAN。

启用 NVMe/FC

您可以使用以下操作步骤启用NVMe/FC。

步骤

1. 在服务器上安装 Red Hat Enterprise Linux 8.2 GA。
2. 如果要使用从RHEL 8.1升级到RHEL 8.2 yum update/upgrade, 您的 /etc/nvme/host* 文件可能会丢失。要避免文件丢失、请执行以下操作:
 - a. 备份 `/etc/nvme/host*` 文件。
 - b. 如果您已手动编辑 udev 规则, 请将其删除:

```
/lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules
```

- c. 执行升级。
- d. 升级完成后, 运行以下命令:

```
yum remove nvme-cli
```

- e. 在 `/etc/nvme/` 中还原主机文件。

```
yum install nvmecli
```

- f. 将原始的 `/etc/nve/host*` 内容从备份复制到 `/etc/nvme/` 的实际主机文件。

3. 安装完成后, 验证您是否正在运行指定的 Red Hat Enterprise Linux 内核。

```
# uname -r
4.18.0-193.el8.x86_64
```

请参见 ["NetApp 互操作性表工具"](#) 有关最新的受支持版本列表。

4. 安装 NVMe-CLI 软件包。

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.9.5.el8.x86_64
```

5. 启用内核 NVMe 多路径。

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-
4.18.0-193.el8.x86_64
```

6. 在RHEL 8.2主机上、检查中的主机NQN字符串 /etc/nvme/hostnqn 并验证它是否与ONTAP阵列上对应子系统的主机NQN字符串匹配。

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1

::> vservers nvme subsystem host show -vservers vs_fc_nvme_141
Vserver          Subsystem          Host          NQN
-----
vs_fc_nvme_141
  nvme_141_1
    nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```

如果主机NQN字符串不匹配、请使用 `vservers modify` 用于更新相应ONTAP阵列子系统上的主机NQN字符串以与中的主机NQN字符串匹配的命令 `/etc/nvme/hostnqn` 在主机上。

7. 重新启动主机。
8. 更新 `enable_Foreign Setting _ (optional) _`。

如果要在同一个同时存在的RHEL 8.2主机上同时运行NVMe和SCSI流量、NetApp建议分别对ONTAP命名空间使用内核NVMe多路径、并对ONTAP LUN使用dm-Multipath。您还应将 `dm-multipath` 中的 ONTAP 命名空间列入黑名单，以防止 `dm-multipath` 声明这些命名空间设备。您可以通过添加来执行此操作 `enable_foreign` 设置为 `/etc/multipath.conf`，如下所示。

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

9. 运行 `systemctl restart multipathd` 以重新启动 `multipathd` 守护进程。

为 NVMe/FC 配置 Broadcom FC 适配器

您可以使用以下操作步骤配置Broadcom FC适配器。

有关支持的适配器的最新列表，请参见 ["NetApp 互操作性表工具"](#)。

步骤

1. 验证您使用的是受支持的适配器。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 验证 `lpfc_enable_FC4_type` 是否设置为 `"* 3*"`。

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

3. 确认启动程序端口已启动且正在运行，并且可以查看目标 LIF。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
```

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

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

4. 启用 1 MB I/O 大小_（可选）_。

对于大小高达 1 MB 的 lpfc 驱动程序问题描述 I/O 请求，需要将 lpfc_sg_seg_cnt 参数设置为 256。

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

5. 运行 dracut -f 命令，然后重新启动主机。

6. 主机启动后，验证 lpfc_sg_seg_cnt 是否设置为 256。

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```

7. 验证您是否正在使用建议的 Broadcom lpfc 固件以及收件箱驱动程序。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.6.182.8, sli-4:2:c
12.6.182.8, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.6.0.2
```

8. 验证 lpfc_enable_FC4_type 是否设置为 "3"。

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

9. 确认启动程序端口已启动且正在运行，并且可以查看目标 LIF。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
```

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



```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

10. 启用 1 MB I/O 大小_（可选）_。

对于大小高达 1 MB 的 lpfc 驱动程序问题描述 I/O 请求，需要将 lpfc_sg_seg_cnt 参数设置为 256。

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

11. 运行 dracut -f 命令，然后重新启动主机。

12. 主机启动后，验证 lpfc_sg_seg_cnt 是否设置为 256。

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```

验证 NVMe/FC

您可以使用以下操作步骤 来验证NVMe/FC。

步骤

1. 验证以下 NVMe/FC 设置。

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

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. 验证是否已创建命名空间。

```
# nvme list
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
```

3. 验证 ANA 路径的状态。

```
# nvme list-subsys/dev/nvme0n1
Nvme-subsysf0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.341541339b9511e8a9b500a098c80f09:subsystem.rhel_141_nvme_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
```

4. 验证适用于 ONTAP 设备的 NetApp 插件。

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device      Vserver  Namespace Path                               NSID   UUID          Size
-----
/dev/nvme0n1  vs_nvme_10      /vol/rhel_141_vol_10_0/rhel_141_ns_10_0
1           55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad    53.69GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_nvme_10",
      "Namespace_Path" : "/vol/rhel_141_vol_10_0/rhel_141_ns_10_0",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size" : "53.69GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 13107200
    }
  ]
}
```

适用于采用ONTAP的RHEL 8.1的NVMe/FC主机配置

对于Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.1、ONTAP 9.6或更高版本支持NVMe/FC。RHEL 8.1主机可以通过相同的FC启动程序适配器端口同时运行NVMe和SCSI流量。请参见["Hardware Universe"](#) 有关支持的 FC 适配器和控制器的列表。

请参见 ["NetApp 互操作性表工具"](#) 了解最新的受支持配置列表。

已知限制

- 中不提供本机NVMe/FC自动连接脚本 `nvme-cli` 软件包。您可以使用主机总线适配器(HBA)供应商提供的外部自动连接脚本。
- 默认情况下、NVMe多路径处于禁用状态。因此，您需要手动启用它。
- 默认情况下，不会启用轮循负载平衡。您可以通过写入来启用此功能 `udev` 规则。
- 目前不支持使用NVMe-oF协议启动SAN。

启用 NVMe/FC

您可以使用以下操作步骤启用NVMe/FC。

步骤

1. 在服务器上安装 Red Hat Enterprise Linux 8.1 。
2. 安装完成后、验证是否正在运行指定的RHEL内核：

```
# uname -r
4.18.0-147.el8.x86_64
```

请参见 ["NetApp 互操作性表工具"](#) 有关最新的受支持版本列表。

3. 安装 `nvme-cli-1.8.1-3.el8` 软件包：

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
nvme-cli-1.8.1-3.el8.x86_64
```

4. 启用内核 NVMe 多路径。

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-
4.18.0-147.el8.x86_64
```

5. 将以下字符串作为单独的UDEv规则添加到 `/lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules`。这样可以为NVMe多路径启用循环负载平衡：

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

6. 在RHEL 8.1主机上、检查中的主机NQN字符串 `/etc/nvme/hostnqn` 并验证它是否与ONTAP阵列上对应子系统的主机NQN字符串匹配：

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```

```
*> vsserver nvme subsystem host show -vsserver vs_nvme_10
Vserver Subsystem Host NQN
-----
rhel_141_nvme_ss_10_0
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```



如果主机NQN字符串不匹配、请使用 `vsserver modify` 命令更新相应ONTAP阵列子系统上的主机NQN字符串、以便与中的主机NQN字符串匹配 `/etc/nvme/hostnqn` 在主机上。

7. 重新启动主机。

为 NVMe/FC 配置 Broadcom FC 适配器

您可以使用以下操作步骤配置Broadcom FC适配器。

步骤

1. 验证您使用的是受支持的适配器。请参见 "[NetApp 互操作性表工具](#)" 有关支持的适配器的最新列表。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 复制并安装Broadcom lpfc发件箱驱动程序和自动连接脚本：

```
# tar -xvzf elx-lpfc-dd-rhel8-12.4.243.20-ds-1.tar.gz
# cd elx-lpfc-dd-rhel8-12.4.2453.20-ds-1
# ./elx_lpfc_install-sh -i -n
```



与操作系统捆绑的本机驱动程序称为内置驱动程序。如果下载发件箱驱动程序(操作系统版本未附带的驱动程序)、则下载中会包含一个自动连接脚本、该脚本应在驱动程序安装过程中安装。

3. 重新启动主机。

4. 验证是否正在使用建议的Broadcom lpfc固件、发件驱动程序和自动连接软件包版本：

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.4.243.20, sil-4.2.c
12.4.243.20, sil-4.2.c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.4.243.20
```

```
# rpm -qa | grep nvmeofc
nvmeofc-connect-12.6.61.0-1.noarch
```

5. 请验证 lpfc_enable_fc4_type 设置为3：

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

6. 验证启动程序端口是否已启动且正在运行。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x10000090fae0ec61
0x10000090fae0ec62
```

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

7. 验证NVMe/FC启动程序端口是否已启用且正在运行、并且您可以看到目标生命周期：

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 NVME 2947 SCSI 2977 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
NVME Statistics
...
```

为 Broadcom NVMe/FC 启用 1 MB I/O 大小

ONTAP会在"识别控制器"数据中报告MDTS (MAX Data传输大小)为8、这意味着最大I/O请求大小最多可以为1 MB。但是、要使Broadcom NVMe/FC主机的问题描述I/O请求大小为1 MB、必须增加 lpfc 的值 lpfc_sg_seg_cnt 参数从默认值64更改为256。

步骤

1. 将 lpfc_sg_seg_cnt 参数设置为 256。

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. 运行 dracut -f 命令，然后重新启动主机。
3. 验证 lpfc_sg_seg_cnt 是否为 256。

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



这不适用于逻辑NVMe/FC主机。

验证 NVMe/FC

您可以使用以下操作步骤 来验证NVMe/FC。

步骤

1. 验证以下 NVMe/FC 设置。

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

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. 验证是否已创建命名空间。

```
# nvme list
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
```

3. 验证 ANA 路径的状态。

```
# nvme list-subsys/dev/nvme0n1
Nvme-subsysf0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.341541339b9511e8a9b500a098c80f09:subsystem.rhel_141_nvme_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
```

4. 验证适用于 ONTAP 设备的 NetApp 插件。


```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device    Vserver  Namespace Path                      NSID    UUID          Size
-----
/dev/nvme0n1  vs_nvme_10      /vol/rhel_141_vol_10_0/rhel_141_ns_10_0
1          55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad  53.69GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_nvme_10",
      "Namespace_Path" : "/vol/rhel_141_vol_10_0/rhel_141_ns_10_0",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size" : "53.69GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 13107200
    }
  ]
}
```

版权信息

版权所有 © 2024 NetApp, Inc.。保留所有权利。中国印刷。未经版权所有者事先书面许可，本文档中受版权保护的任何部分不得以任何形式或通过任何手段（图片、电子或机械方式，包括影印、录音、录像或存储在电子检索系统中）进行复制。

从受版权保护的 NetApp 资料派生的软件受以下许可和免责声明的约束：

本软件由 NetApp 按“原样”提供，不含任何明示或暗示担保，包括但不限于适销性以及针对特定用途的适用性的隐含担保，特此声明不承担任何责任。在任何情况下，对于因使用本软件而以任何方式造成的任何直接性、间接性、偶然性、特殊性、惩罚性或后果性损失（包括但不限于购买替代商品或服务；使用、数据或利润方面的损失；或者业务中断），无论原因如何以及基于何种责任理论，无论出于合同、严格责任或侵权行为（包括疏忽或其他行为），NetApp 均不承担责任，即使已被告知存在上述损失的可能性。

NetApp 保留在不另行通知的情况下随时对本文档所述的任何产品进行更改的权利。除非 NetApp 以书面形式明确同意，否则 NetApp 不承担因使用本文档所述产品而产生的任何责任或义务。使用或购买本产品不表示获得 NetApp 的任何专利权、商标权或任何其他知识产权许可。

本手册中描述的产品可能受一项或多项美国专利、外国专利或正在申请的专利的保护。

有限权利说明：政府使用、复制或公开本文档受 DFARS 252.227-7013（2014 年 2 月）和 FAR 52.227-19（2007 年 12 月）中“技术数据权利 — 非商用”条款第 (b)(3) 条规定的限制条件的约束。

本文档中所含数据与商业产品和/或商业服务（定义见 FAR 2.101）相关，属于 NetApp, Inc. 的专有信息。根据本协议提供的所有 NetApp 技术数据和计算机软件具有商业性质，并完全由私人出资开发。美国政府对这些数据的使用权具有非排他性、全球性、受限且不可撤销的许可，该许可既不可转让，也不可再许可，但仅限在与交付数据所依据的美国政府合同有关且受合同支持的情况下使用。除本文档规定的情形外，未经 NetApp, Inc. 事先书面批准，不得使用、披露、复制、修改、操作或显示这些数据。美国政府对国防部的授权仅限于 DFARS 的第 252.227-7015(b)（2014 年 2 月）条款中明确的权利。

商标信息

NetApp、NetApp 标识和 <http://www.netapp.com/TM> 上所列的商标是 NetApp, Inc. 的商标。其他公司和产品名称可能是其各自所有者的商标。