



# **SLES**

## **SAN Host**

NetApp  
May 13, 2022

# 目录

SLES .....	1
适用于采用 ONTAP 的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP3 的 NVMe-oF 主机配置 .....	1
适用于采用 ONTAP 的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP2 的 NVMe/FC 主机配置 .....	15
适用于采用 ONTAP 的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP1 的 NVMe/FC 主机配置 .....	21

# SLES

## 适用于采用 ONTAP 的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP3 的 NVMe-oF 主机配置

### 可支持性

采用 ANA（非对称命名空间访问）的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP3（SLES15 SP3）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 ALUA 等效产品，目前已通过内核 NVMe 多路径实施。此处详细介绍了如何在 SLES15 SP3 和 ONTAP 上使用 ANA 作为目标来启用采用内核 NVMe 多路径的 NVMe-oF。

### 功能

- SLES15 SP3 支持 NVMe/FC 和其他传输。
- NVMe-oF 不支持 sanlun。因此，在 SLES15 SP3 上，不存在对 NVMe-oF 的 Lu 支持。您可以改用原生 NVMe-CLI 中包含的 NetApp 插件。此操作应适用于所有 NVMe-oF 传输。
- NVMe 和 SCSI 流量均可在同一主机上运行。实际上，这应该是客户通常部署的主机配置。因此，对于 SCSI，您可以像往常一样为 SCSI LUN 配置 `dm-multipath`，从而生成 `mpath` 设备，而 NVMe 多路径则可用于在主机上配置 NVMe-of 多路径设备。

### 已知限制

没有已知限制。

### 配置要求

请参见 "[NetApp 互操作性表](#)" 有关支持的配置的确切详细信息。

### 启用内核 NVMe 多路径

默认情况下，SLES15 SP3 等 SLES 主机上已启用内核 NVMe 多路径。因此，此处不需要其他设置。请参见 "[NetApp 互操作性表](#)" 有关支持的配置的确切详细信息。

### NVMe-oF 启动程序包

请参见 "[NetApp 互操作性表](#)" 有关支持的配置的确切详细信息。

1. 验证 SLES15 SP3 MU 主机上是否已安装所需的内核和 NVMe-CLI MU 软件包。

示例

```
# uname -r
5.3.18-59.5-default

# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.13-3.3.1.x86_64
```

上述 NVMe-CLI MU 软件包现在包括以下内容：

- \* NVMe/FC 自动连接脚本 \* —在还原命名空间的底层路径以及主机重新启动期间， NVMe/FC 自动（重新）连接所需的脚本：

```
# rpm -ql nvme-cli-1.13-3.3.1.x86_64
/etc/nvme
/etc/nvme/hostid
/etc/nvme/hostnqn
/usr/lib/systemd/system/nvmefc-boot-connections.service
/usr/lib/systemd/system/nvmefc-connect.target
/usr/lib/systemd/system/nvmefc-connect@.service
...
```

- \* NVMe udev rule\* - 用于确保适用场景多路径循环负载平衡器默认 ONTAP 所有 ONTAP 命名空间的新 udev 规则：

```
# rpm -ql nvme-cli-1.13-3.3.1.x86_64
/etc/nvme
/etc/nvme/hostid
/etc/nvme/hostnqn
/usr/lib/systemd/system/nvmefc-boot-connections.service
/usr/lib/systemd/system/nvmf-autoconnect.service
/usr/lib/systemd/system/nvmf-connect.target
/usr/lib/systemd/system/nvmf-connect@.service
/usr/lib/udev/rules.d/70-nvmf-autoconnect.rules
/usr/lib/udev/rules.d/71-nvmf-iopolicy-netapp.rules
...
# cat /usr/lib/udev/rules.d/71-nvmf-iopolicy-netapp.rules
# Enable round-robin for NetApp ONTAP and NetApp E-Series
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{model}=="NetApp
ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{model}=="NetApp E-
Series", ATTR{iopolicy}="round-robin"
```

- \* 适用于 ONTAP 设备的 NetApp 插件 \* —现有的 NetApp 插件现已进行修改，以处理 ONTAP 命名空间。

2. 检查主机上 `/etc/nvme/hostnqn` 处的 hostnqn 字符串，并确保其与 ONTAP 阵列上相应子系统的 hostnqn 字符串正确匹配。例如：

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:3ca559e1-5588-4fc4-b7d6-5ccfb0b9f054
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fcnvme_145
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----      -
vs_nvme_145  nvme_145_1    nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
              nvme_145_2    nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
              nvme_145_3    nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
              nvme_145_4    nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
              nvme_145_5    nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
5 entries were displayed.
```

根据主机上使用的 FC 适配器，继续执行以下步骤。

## 配置 NVMe/FC

### Broadcom/Emulex

1. 验证您是否具有建议的适配器和固件版本。例如：

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

- 较新的 lpfc 驱动程序（收件箱和发件箱）已将 lpfc\_enable\_FC4\_type 默认设置为 3，因此，您不再需要在 `/etc/modprobe.d/lpfc.conf` 中明确设置此设置，然后重新创建 initrd。默认情况下，已启用 lpfc NVMe 支持：

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

- 现有的原生收件箱 lpfc 驱动程序已经是最新版本，并且与 NVMe/FC 兼容。因此，您无需安装 lpfc OOB 驱动程序。

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.10
```

2. 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
0x100000109b579d5e
0x100000109b579d5f
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

3. 确认 NVMe/FC 启动程序端口已启用，并且您能够看到目标端口，并且所有端口均已启动且正在运行。在此示例中，仅启用了 1 个启动程序端口，并与两个目标 LIF 进行连接，如输出所示：

```

# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b579d5e WWNN x200000109b579d5e DID x011c00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208400a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x011503 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x208500a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010003 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e49 Cmpl 0000000e49 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003ceb594f Issue 000000003ce65dbe OutIO
ffffffffffffb046f
abort 00000bd2 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000014f4 Err 00012abd
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b579d5f WWNN x200000109b579d5f DID x011b00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208300a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010c03 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x208200a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x012a03 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e50 Cmpl 0000000e50 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003c9859ca Issue 000000003c93515e OutIO
ffffffffffffaf794
abort 00000b73 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000159d Err 000135c3

```

#### 4. 重新启动主机。

启用 1 MB I/O 大小 (可选)

ONTAP 在 "Identify Controller" (识别控制器) 数据中报告 MTS (MAX Data 传输大小) 为 8, 这意味着最大 I/O 请求大小应最多为 1 MB。但是, 对于 Broadcom NVMe/FC 主机 1 MB 大小的问题描述 I/O 请求, lpfc 参数 lpfc\_sg\_seg\_cnt 也应从默认值 64 增加到 256。请按照以下说明执行此操作:

1. 在相应的 modprobe lpfc.conf 文件中附加值 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. 重新启动后，通过检查相应的 `sysfs` 值来验证是否已应用上述设置：

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

现在，Broadcom NVMe/FC 主机应该能够在 ONTAP 命名空间设备上最多发送 1 MB 的 I/O 请求。

## Marvell/QLogic

较新的 SLES15 SP3 MU 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。

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，例如：

```
# 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`
```

## 配置 NVMe/TCP

与 NVMe/FC 不同，NVMe/TCP 没有自动连接功能。这表明 Linux NVMe/TCP 主机存在两个主要限制：

- \* 恢复路径后不会自动重新连接 \* NVMe/TCP 无法自动重新连接到在路径关闭后 10 分钟内恢复的路径，此路径超出了默认值 `Ctrl-los-tm timer`。
- \* 主机启动期间无自动连接 \* NVMe/TCP 也无法在主机启动期间自动连接。

要轻松地承受 ONTAP 故障转移事件（例如 SFO），建议通过调整 `Ctrl_los_tm timer` 来设置较长的重试时间，例如 30 分钟。详细信息如下：

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. 对节点上所有受支持的 NVMe/TCP 启动程序 -target LIF 运行 `nvme connect-all` 命令。请确保在连接期间使用较长的 `Ctrl_loss_TMO` 时间段（例如 30 分钟，可通过 `-l 1800` 进行设置），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

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     81CZ5BQuUNfGAAAAAAB   NetApp ONTAP Controller   1

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

另一个示例:

```
# 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:

```
# 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
```

另一个示例:

```
#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：

```

# 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
    }
  ]
}

```

另一个示例:

```

# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
-----
/dev/nvme0n1 vs_tcp_114          /vol/tcpnvme_114_1_0_1/tcpnvme_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/tcpnvme_114_1_0_1/tcpnvme_114_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "a6aee036-e12f-4b07-8e79-4d38a9165686",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}

```

## 故障排除

### lpfc 详细日志记录

1. 您可以将 `lpfc_log_verbose` 驱动程序设置为以下任意值以记录 NVMe/FC 事件。

```

#define LOG_NVME 0x00100000 /* NVME general events. */
#define LOG_NVME_DISC 0x00200000 /* NVME Discovery/Connect events. */
#define LOG_NVME_ABTS 0x00400000 /* NVME ABTS events. */
#define LOG_NVME_IOERR 0x00800000 /* NVME IO Error events. */

```

2. 设置上述任一值后，运行 `dracut-f` 并重新启动主机。
3. 重新启动后，验证设置。

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_log_verbose=0xf00083

# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_log_verbose
15728771
```

## qla2xxx 详细日志记录

NVMe/FC 没有与 lpfc 驱动程序类似的特定 qla2xxx 日志记录。因此，您可以使用以下步骤设置常规 qla2xxx 日志记录级别：

1. 将 ql2xextended\_error\_logging=0x1e400000 值附加到相应的 modprobe qla2xxx conf 文件中。
2. 运行 dracut -f 命令重新创建 initramfs，然后重新启动主机。
3. 重新启动后，验证是否已按如下所示应用详细日志记录：

```
# cat /etc/modprobe.d/qla2xxx.conf
options qla2xxx ql2xnvmeenable=1 ql2xextended_error_logging=0x1e400000
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xextended_error_logging
507510784
```

## 常见 NVMe-CLI 错误和解决方法

下表显示了在 NVMe 发现，NVMe 连接或 NVMe 连接所有操作期间 NVMe-CLI 显示的错误以及解决方法：

NVMe-CLI 显示的错误	可能的发生原因	临时解决策
无法写入 /dev/nve-Fabric：参数无效	语法不正确	确保 NVMe 命令使用的语法正确。

NVMe-CLI 显示的错误	可能的发生原因	临时解决策
<p>无法写入 <code>/dev/nve-Fabric</code> : 没有此类文件或目录</p>	<p>多个问题可能会触发此问题。将错误的参数传递给 NVMe 命令是常见原因之一。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 确保已将正确的参数（例如正确的 WWNN 字符串，WWPN 字符串等）传递给命令。</li> <li>• 如果参数正确，但您仍看到此错误，请检查 <code>/sys/class/scsi_host/host*/nve_info`</code> 输出是否正确，NVMe 启动程序是否显示为 <code>Enabled</code>，NVMe/FC 目标 LIF 是否正确显示在此处的远程端口部分下。示例</li> </ul> <pre data-bbox="792 422 1490 1688"> # cat /sys/class/scsi_host/host*/nve_info NVME Initiator Enabled NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec9d WWNN x20000090fae0ec9d DID x012000 ONLINE NVME RPORT WWPN x200b00a098c80f09 WWNN x200a00a098c80f09 DID x010601 TARGET DISCSRVC ONLINE NVME Statistics LS: Xmt 0000000000000006 Cmpl 0000000000000006 FCP: Rd 0000000000000071 Wr 0000000000000005 IO 0000000000000031 Cmpl 00000000000000a6 Outstanding 0000000000000001 NVME Initiator Enabled NVME LPORT lpfc1 WWPN x10000090fae0ec9e WWNN x20000090fae0ec9e DID x012400 ONLINE NVME RPORT WWPN x200900a098c80f09 WWNN x200800a098c80f09 DID x010301 TARGET DISCSRVC ONLINE NVME Statistics LS: Xmt 0000000000000006 Cmpl 0000000000000006 FCP: Rd 0000000000000073 Wr 0000000000000005 IO 0000000000000031 Cmpl 00000000000000a8 Outstanding 0000000000000001` </pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 如果目标 LIF 未在 <code>nve_info</code> 输出中显示为上述内容，请检查 <code>/var/log/messages`</code> 和 <code>dmesg</code> 输出中是否存在任何可疑的 NVMe/FC 故障，并相应地进行报告或修复。</li> </ul>



NVMe-CLI 显示的错误	可能的发生原因	临时解决策
没有要提取的发现日志条目	通常，如果未将 `/etc/nve/hostnqn` 字符串添加到 NetApp 阵列上的相应子系统，或者在相应子系统中添加了不正确的 hostnqn 字符串，则会出现此情况。	确保已将确切的 `/etc/nve/hostnqn` 字符串添加到 NetApp 阵列上的相应子系统中（通过 <code>vserver nvme subsystem host show</code> 命令进行验证）。
无法写入 <code>/dev/nve-Fabric</code> ：操作已在进行中	查看控制器关联或指定操作是否已创建或正在创建。在上述自动连接脚本中可能会发生这种情况。	无对于 NVMe 发现，请尝试在一段时间后运行此命令。对于 NVMe connect and connect-all，请运行 <code>nvme list</code> 命令以验证是否已在主机上创建并显示命名空间设备。

### 何时联系技术支持

如果您仍面临问题，请收集以下文件和命令输出，并联系技术支持以进行进一步的分类：

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
/var/log/messages
dmesg
nvme discover output as in:
nvme discover --transport=fc --traddr=nn-0x200a00a098c80f09:pn
-0x200b00a098c80f09 --host-traddr=nn-0x20000090fae0ec9d:pn
-0x10000090fae0ec9d
nvme list
nvme list-subsys /dev/nvmeXnY
```

## 适用于采用 ONTAP 的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP2 的 NVMe/FC 主机配置

### 可支持性

在 ONTAP 9.6 及更高版本上，SLES15 SP2 支持 NVMe/FC。SLES15 SP2 主机可以通过相同的光纤通道启动程序适配器端口同时运行 NVMe/FC 和 FCP 流量。请参见 "[Hardware Universe](#)" 有关支持的 FC 适配器和控制器的列表。

有关支持的最新配置和版本列表，请参见 "[NetApp 互操作性表](#)"。

### 已知限制

无

### 在 SLES15 SP2 上启用 NVMe/FC

1. 升级到建议的 SLES15 SP2 MU 内核版本。

## 2. 升级原生 NVMe-CLI 软件包。

此原生 NVMe-CLI 软件包包含 NVMe/FC 自动连接脚本，用于为 NVMe 多路径启用轮循负载平衡的 ONTAP udev 规则以及用于 ONTAP 命名空间的 NetApp 插件。

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.10-2.38.x86_64
```

## 3. 在 SLES15 SP2 主机上，检查位于 `/etc/nve/hostnqn` 的主机 NQN 字符串，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。例如：

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:3ca559e1-5588-4fc4-b7d6-5ccfb0b9f054
```

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_145
Vserver Subsystem Host NQN
-----
-----
vs_fc_nvme_145
nvme_145_1
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
nvme_145_2
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
nvme_145_3
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
nvme_145_4
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
nvme_145_5
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
5 entries were displayed.
```

## 4. 重新启动主机。

## 为 NVMe/FC 配置 Broadcom FC 适配器

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

```
# 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. 验证您使用的是建议的 Broadcom lpfc 固件和原生收件箱驱动程序版本。

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

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.2
```

3. 验证 lpfc\_enable\_FC4\_type 是否设置为 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。

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b579d5e
0x100000109b579d5f
```

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

5. 验证 NVMe/FC 启动程序端口是否已启用，正在运行且能够查看目标 LIF。

```

# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b579d5e WWNN x200000109b579d5e DID
x011c00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208400a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x011503
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x208500a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010003
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e49 Cmpl 0000000e49 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003ceb594f Issue 000000003ce65dbe OutIO
ffffffffffffb046f
abort 00000bd2 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000014f4 Err 00012abd
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b579d5f WWNN x200000109b579d5f DID
x011b00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208300a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010c03
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x208200a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x012a03
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e50 Cmpl 0000000e50 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003c9859ca Issue 000000003c93515e OutIO
ffffffffffffaf794
abort 00000b73 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000159d Err 000135c3

```

## 验证 NVMe/FC

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
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
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/nvme1n1 814vWBNRwfbGAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 1 85.90 GB /
85.90 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

## 3. 验证 ANA 路径的状态。

```
# 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
inaccessible
+- nvme3 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-0x100000109b579d5e live
inaccessible
+- 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
```

## 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/nvme1n1 vserver_fcnvme_145 /vol/fcnvme_145_vol_1_0_0/fcnvme_145_ns
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
    },
  ]
}

```

## 为 Broadcom NVMe/FC 启用 1 MB I/O 大小

必须将 `lpfc_sg_seg_cnt` 参数设置为 256，主机才能使用问题描述 1 MB 大小的 I/O

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

```

## lpfc 详细日志记录

1. 您可以将 `lpfc_log_verbose` 驱动程序设置为以下任意值以记录 NVMe/FC 事件。

```
#define LOG_NVME 0x00100000 /* NVME general events. */
#define LOG_NVME_DISC 0x00200000 /* NVME Discovery/Connect events. */
#define LOG_NVME_ABTS 0x00400000 /* NVME ABTS events. */
#define LOG_NVME_IOERR 0x00800000 /* NVME IO Error events. */
```

2. 设置上述任一值后，运行 `dracut-f` 并重新启动主机。
3. 重新启动后，验证设置。

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_log_verbose=0xf00083

# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_log_verbose
15728771
```

## 适用于采用 ONTAP 的 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP1 的 NVMe/FC 主机配置

### 可支持性

以下版本的 ONTAP 9.6 或更高版本支持 NVMe/FC：

- SLES15 SP1

SLES15 SP1 主机可以通过相同的光纤通道启动程序适配器端口同时运行 NVMe/FC 和 FCP 流量。请参见 ["Hardware Universe"](#) 有关支持的 FC 适配器和控制器的列表。

有关支持的最新配置和版本列表，请参见 ["NetApp 互操作性表"](#)。

### 已知限制

无 NVMe-CLI 软件包中包含原生 NVMe/FC 自动连接脚本。您可以在 SLES15 SP1 上使用原生收件箱 lpfc 驱动程序。

### 在 SLES15 SP1 上启用 NVMe/FC

1. 升级到建议的 SLES15 SP2 MU 内核
2. 升级到建议的 NVMe-CLI MU 版本。

此 NVMe-CLI 软件包包含原生 NVMe/FC 自动连接脚本，因此您无需在 SLES15 SP1 主机上安装 Broadcom 提供的外部 NVMe/FC 自动连接脚本。此软件包还包括用于为 NVMe 多路径启用轮循负载平衡的 ONTAP

udev 规则以及用于 ONTAP 设备的 NetApp 插件。

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
nvme-cli-1.8.1-6.9.1.x86_64
```

3. 在 SLES15 SP1 主机上，检查位于 `/etc/nvme/hostnqn` 的主机 NQN 字符串，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。例如：

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

```
> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme_10
Vserver Subsystem Host NQN
-----
sles_117_nvme_ss_10_0
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```

4. 重新启动主机。

## 为 NVMe/FC 配置 Broadcom FC 适配器

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

```
# 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. 验证您使用的是建议的 Broadcom lpfc 固件和原生收件箱驱动程序版本。

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

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.6.0.0
```



3. 验证 lpfc\_enable\_FC4\_type 是否设置为 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。

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

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

5. 验证 NVMe/FC 启动程序端口是否已启用，正在运行且能够查看目标 LIF。

```
# 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 DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x203100a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010601
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME Statistics
...
```

## 验证 NVMe/FC

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.sles_117_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/sles_117_vol_10_0/sles_117_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/sles_117_vol_10_0/sles_117_ns_10_0",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size" : "53.69GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 13107200
    }
  ]
}

```

## 为 Broadcom NVMe/FC 启用 1 MB I/O 大小

必须将 `lpfc_sg_seg_cnt` 参数设置为 256，主机才能使用问题描述 1 MB 大小的 I/O

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

```

## lpfc 详细日志记录

1. 您可以将 `lpfc_log_verbose` 驱动程序设置为以下任意值以记录 NVMe/FC 事件。

```
#define LOG_NVME 0x00100000 /* NVME general events. */
#define LOG_NVME_DISC 0x00200000 /* NVME Discovery/Connect events. */
#define LOG_NVME_ABTS 0x00400000 /* NVME ABTS events. */
#define LOG_NVME_IOERR 0x00800000 /* NVME IO Error events. */
```

2. 设置上述任一值后，运行 `dracut-f` 并重新启动主机。
3. 重新启动后，验证设置。

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_log_verbose=0xf00083

# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_log_verbose
15728771
```

## Copyright Information

Copyright © 2022 NetApp, Inc. All rights reserved. Printed in the U.S. No part of this document covered by copyright may be reproduced in any form or by any means-graphic, electronic, or mechanical, including photocopying, recording, taping, or storage in an electronic retrieval system-without prior written permission of the copyright owner.

Software derived from copyrighted NetApp material is subject to the following license and disclaimer:

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY NETAPP "AS IS" AND WITHOUT ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, WHICH ARE HEREBY DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL NETAPP BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

NetApp reserves the right to change any products described herein at any time, and without notice. NetApp assumes no responsibility or liability arising from the use of products described herein, except as expressly agreed to in writing by NetApp. The use or purchase of this product does not convey a license under any patent rights, trademark rights, or any other intellectual property rights of NetApp.

The product described in this manual may be protected by one or more U.S. patents, foreign patents, or pending applications.

RESTRICTED RIGHTS LEGEND: Use, duplication, or disclosure by the government is subject to restrictions as set forth in subparagraph (c)(1)(ii) of the Rights in Technical Data and Computer Software clause at DFARS 252.277-7103 (October 1988) and FAR 52-227-19 (June 1987).

## Trademark Information

NETAPP, the NETAPP logo, and the marks listed at <http://www.netapp.com/TM> are trademarks of NetApp, Inc. Other company and product names may be trademarks of their respective owners.