Oracle® ZFS Storage Appliance 分析指南，发行版 OS8.8.x

文件号码 **F39458-01**
2020 年 8 月

文件号码 F39458-01

文档可访问性

有关 Oracle 对可访问性的承诺，请访问 Oracle Accessibility Program 网站 http://www.oracle.com/pls/topic/lookup?ctx=acc&id=docacc。

获得 Oracle 支持

购买了支持服务的 Oracle 客户可通过 My Oracle Support 获得电子支持。有关信息，请访问 http://www.oracle.com/pls/topic/lookup?ctx=acc&id=info；如果您听力受损，请访问 http://www.oracle.com/pls/topic/lookup?ctx=acc&id=trs。

目录

使用 Analytics（分析）

Oracle ZFS Storage Appliance 配备有供服务器分析之用的基于 DTrace 的高级工具，因此您可检查存储堆栈不同层的具体情况。Analytics（分析）提供了各种统计信息的实时图表，您可以保存这些图表供以后查看。Analytics（分析）既可用于长期监视，也可用于短期分析。

要管理和监视分析，请使用以下任务：

- 设置保留策略－BUI、CLI
- 设置主机名查找策略－BUI、CLI
- 创建工作表－BUI、CLI
- 关闭工作表－BUI
- 保存工作表－BUI
- 重命名工作表－CLI
- 销毁工作表－BUI、CLI
- 克隆工作表－BUI
- 从工作表中删除数据集－BUI、CLI
- 查看工作表的上次修改时间－CLI
- 显示图形分层结构－BUI
- 查看可用数据集－BUI、CLI
- 读取数据集－CLI
- 暂停和恢复一个数据集－BUI、CLI
- 暂停和恢复所有数据集 - CLI
- 放弃数据集中的数据－BUI、CLI
- 确定 CPU 性能问题－BUI、CLI
- 确定网络性能问题－BUI、CLI
- 确定内存性能问题－BUI、CLI
- 何时添加第一个读高速缓存设备－BUI、CLI
- 何时添加多个读高速缓存设备－BUI、CLI
- 何时添加第一个写日志设备－BUI、CLI
- 何时添加多个写日志设备－BUI、CLI
- 何时添加多个磁盘－BUI、CLI
- 配置阈值警报－BUI、CLI

- 导出工作表－BUI、CLI
- 将数据集下载到 CSV 文件中－BUI
- 以 CSV 格式查看数据集－CLI

有关 Analytics（分析）工作表、数据集和统计信息的信息，请参见以下主题：

- Analytics（分析）数据保留策略 [51]
- 了解 Analytics（分析）工作表 [55]
- 关于 Analytics（分析）数据集 [61]
- 了解 Analytics（分析）统计信息 [63]
- 使用高级分析统计信息 [127]

▼ 设置保留策略 (BUI)

可使用以下任务设置保留策略，用于限制在保留期内收集的数据量。强烈建议设置可满足最低业务要求的保留策略，以便保留磁盘空间。最长保留期为 2 年。

1. **转至 "Analytics"（分析）> "Settings"（设置）。**
2. **在文本框中键入整数值。**
3. **从下拉菜单中，选择以下保留期之一："hours"（小时）、"days"（天）、"weeks"（周）或 "months"（月）。**
4. **单击 "APPLY"（应用）保存保留设置。**

▼ 设置保留策略 (CLI)

可使用以下任务设置保留策略，用于限制在保留期内收集的数据量。强烈建议设置可满足最低业务要求的数据保留策略，以便保留磁盘空间。最长保留期为 2 年或 17520 个小时。

1. **转至 `analytics settings`。**

```
hostname:> analytics settings
```

2. **输入 `show` 查看数据保留属性列表。**

```
hostname:analytics settings> show
Properties:
            retain_second_data = all
            retain_minute_data = all
              retain_hour_data = all
               hostname_lookup = true
```

3. **设置数据保留间隔并定义一个保留策略。**

   保留策略以小时为计量单位。如果要将策略设置为一定的天数、周数或月数，那么必须首先计算该期间内的小时数。在以下示例中，`set retain_second_data=72` 保留了以每秒为时间间隔记录的 72 小时（3 天）的数据。

```
hostname:analytics settings> set retain_second_data=72
         retain_second_data = 3 days (uncommitted)
```

4. **输入 `commit`。**

```
hostname:analytics settings> commit
```

▼ 设置主机名查找策略 (BUI)

使用以下任务为按客户机或主机名细分的统计信息启用或禁用主机名查找策略。启用主机名查找会为细分中的每个 IP 地址执行主机名解析，然后按主机名存储和显示数据。这是默认设置。

禁用主机名查找会按细分的 IP 地址保存所有客户机细分，这样可以减少开销并提高性能。

更改主机名查找策略会导致细分包含主机名和 IP 地址。例如，如果禁用主机名查找，然后启用该查找，则旧的细分显示为 IP 地址，新的细分显示为主机名。

1. **转至 "Analytics"（分析）> "Settings"（设置）。**
2. **执行以下操作之一：**
   - **要按主机名保存客户机细分：选择 "Enable Hostname Lookup"（启用主机名查找）。**
   - **要按 IP 地址保存客户机细分：取消选择 "Enable Hostname Lookup"（启用主机名查找）。**
3. **单击 "APPLY"（应用）。**

▼ 设置主机名查找策略 (CLI)

使用以下任务为按客户机或主机名细分的统计信息启用或禁用主机名查找策略。启用主机名查找会为细分中的每个 IP 地址执行主机名解析，然后按主机名存储和显示数据。这是默认设置。

禁用主机名查找会按细分的 IP 地址保存所有客户机细分，这样可以减少开销并提高性能。

更改主机名查找策略会导致细分包含主机名和 IP 地址。例如，如果禁用主机名查找，然后启用该查找，则旧的细分显示为 IP 地址，新的细分显示为主机名。

1. **转至 `analytics settings`。**

```
hostname:> analytics settings
```

2. **输入 `show`。**

```
hostname:analytics settings> show
Properties:
           retain_second_data = 1 weeks
           retain_minute_data = 2 weeks
             retain_hour_data = 730 days
              hostname_lookup = true
```

3. **执行以下操作之一：**

   - **要按主机名保存客户机细分：确保策略设置为 `true`。如果不是，则输入 `set hostname_lookup=true`，然后输入 `commit`。**

```
hostname:analytics settings> set hostname_lookup=true
                hostname_lookup = true (uncommitted)
hostname:analytics settings> commit
```

   - **要按 IP 地址保存客户机细分：确保策略设置为 `false`。如果不是，则输入 `set hostname_lookup=false`，然后输入 `commit`。**

```
hostname:analytics settings> set hostname_lookup=false
                hostname_lookup = false (uncommitted)
hostname:analytics settings> commit
```

管理工作表

工作表是 Analytics（分析）的主界面。要使用工作表，请使用以下任务：

- 创建工作表－BUI、CLI
- 关闭工作表－BUI
- 保存工作表－BUI
- 重命名工作表－CLI
- 销毁工作表－BUI、CLI
- 克隆工作表－BUI
- 从工作表中删除数据集－BUI、CLI
- 查看工作表的上次修改时间－CLI
- 显示图形分层结构－BUI
- 查看可用数据集－BUI、CLI

- 读取数据集－CLI
- 暂停和恢复所有数据集－BUI、CLI
- 放弃数据集中的数据－BUI、CLI

▼ 创建工作表 (BUI)

使用 BUI 通过以下过程创建工作表。要在创建工作表后对其进行保存，请参见保存工作表 (BUI) [16]。

1. **转至 "Analytics"（分析）> "Open Worksheets"（打开的工作表）> "New"（新建）。**
2. **单击 "Untitled worksheet"（未命名的工作表），然后在该字段中进行单击并键入该工作表的名称。**
3. **单击添加图标 ⊕，然后选择要添加到工作表的统计信息。**

▼ 创建工作表 (CLI)

使用 CLI 通过以下过程创建工作表。要在创建工作表后向其添加统计信息，请执行使用 Analytics（分析） [11]中的任务。工作表在创建后会自动保存。

1. **转至 `analytics worksheets`。**

```
hostname:> analytics worksheets
```

2. **输入 `create` 并键入工作表的新名称。**

```
hostname:analytics worksheets> create example_1
```

3. **输入 `show` 查看打开的工作表列表，其中包括您创建的工作表。**

```
hostname:analytics worksheets> show
Worksheets:

WORKSHEET        OWNER   NAME
worksheet-000    root    example_1
```

▼ 关闭工作表 (BUI)

可使用以下过程关闭打开的工作表，该工作表中的所有统计信息将因此而被放弃。

在 CLI 中，仅能查看保存的工作表；因此，没有 CLI 等效过程来关闭打开的工作表。

1. **转至 "Analytics"（分析）> "Open Worksheets"（打开的工作表）。**
2. **单击 "Worksheets"（工作表）查看打开的工作表列表。**
3. **选择要关闭的工作表。**
4. **单击 "Close"（关闭）。**

▼ 保存工作表 (BUI)

可以保存工作表，以供日后查看。所有可见的统计信息都会因此而进行归档，这意味着在关闭已保存的工作表后，统计信息还将继续保存新数据。

在 CLI 中，工作表会在创建后自动保存。

1. **转至 "Analytics"（分析）> "Open Worksheets"（打开的工作表）。**
2. **单击 "Worksheets"（工作表）查看打开的工作表列表。**
3. **选择要保存的工作表。**
4. **单击 "Save"（保存）。**

注 - 在单机或群集系统上创建工作表时，工作表统计信息不会永久保存在控制器中，直到您单击 "Save"（保存）。

▼ 重命名工作表 (CLI)

使用以下过程重命名保存的工作表。

1. **转至 `analytics worksheets`。**

```
hostname:> analytics worksheets
```

2. **输入 `show` 查看保存的工作表列表。**

```
hostname:analytics worksheets> show
Worksheets:
```

```
WORKSHEET       OWNER   NAME
worksheet-000   root    worksheet
...
```

3. **选择要重命名的工作表，然后列出其属性。**

```
analytics worksheets> select worksheet-000
analytics worksheet-000> ls
Properties:
                          uuid = a442e761-4048-4738-b95f-be0824d7ed09
                          name = worksheet
                         owner = root
                         ctime = 2019-12-14 03:58:28
                         mtime = 2019-12-14 03:58:28
```

4. **输入 `set name=` 和工作表的新名称。**

```
analytics worksheet-000> set name=test
                          name = test (uncommitted)hostname:
```

5. **提交更改并列出属性来确认新工作表名称。**

```
analytics worksheet-000> commit
analytics worksheet-000> ls
Properties:
                          uuid = a442e761-4048-4738-b95f-be0824d7ed09
                          name = test
                         owner = root
                         ctime = 2019-12-14 03:58:28
                         mtime = 2019-12-14 03:58:28
```

▼ 销毁工作表 (BUI)

使用以下过程销毁保存的工作表。

已保存的工作表中的数据集是经过归档的。因此，销毁工作表时不会放弃数据。要放弃数据集中的数据，请参见放弃数据集中的数据 (BUI) [26]。

1. **转至 "Analytics"（分析） > "Saved Worksheets"（保存的工作表）。**
2. **将光标悬停在工作表上，然后单击放弃图标 🗑。**
3. **单击 "OK"（确定），确认您的操作。**

▼ 销毁工作表 (CLI)

使用以下过程销毁保存的工作表。

已保存的工作表中的数据集是经过归档的。因此，销毁工作表时不会放弃数据。要放弃数据集中的数据，请参见放弃数据集中的数据 (CLI) [27]。

1. **转至 `analytics worksheets`。**

```
hostname:> analytics worksheets
```

2. **输入 `show` 查看保存的工作表列表。**

```
hostname:analytics worksheets> show
Worksheets:

WORKSHEET       OWNER   NAME
worksheet-000   root    example_1
```

3. **输入 `destroy` 和要销毁的工作表。**

```
hostname:analytics worksheets> destroy worksheet-000
```

4. **输入 `Y` 确认操作。**

```
This will destroy "worksheet-000". Are you sure? (Y/N) Y
hostname:analytics worksheets>
```

▼ 克隆工作表 (BUI)

可使用以下过程克隆工作表或创建工作表的副本。要在创建工作表后对其进行克隆，请参见保存工作表 (BUI) [16]。

无法在 CLI 中执行此过程。

1. **转至 "Analytics"（分析）> "Open Worksheets"（打开的工作表）。**
2. **单击 "Worksheets"（工作表）查看打开的工作表列表。**
3. **选择要克隆的工作表。**
4. **单击 "Clone"（克隆）。**
5. **要命名克隆的工作表，请单击工作表名称，然后键入该工作表的新名称。**

相关主题

- 关闭工作表 (BUI) [15]
- 从工作表中删除数据集 (BUI) [19]

▼ 从工作表中删除数据集 (BUI)

已保存的工作表中的数据集是经过归档的。因此，从工作表删除数据集时不会放弃数据。要放弃数据集中的数据，请参见放弃数据集中的数据 (BUI) [26]。

1. **转至 "Analytics"（分析） > "Saved Worksheets"（保存的工作表）。**
2. **单击要从中删除数据集的工作表。**
3. **单击统计信息右上角的退出图标 ，将数据集从工作表中删除。**

▼ 从工作表中删除数据集 (CLI)

已保存的工作表中的数据集是经过归档的。因此，从工作表删除数据集时不会放弃数据。要放弃数据集中的数据，请参见放弃数据集中的数据 (CLI) [27]。

1. **转至 `analytics worksheets`。**

```
hostname:> analytics worksheets
```

2. **输入 `show` 查看打开的工作表列表。**

```
hostname:analytics worksheets> show
Worksheets:

WORKSHEET        OWNER   NAME
worksheet-000    root    example_1
worksheet-001    root    example_2
```

3. **输入 `select` 和要从中删除数据集的工作表。**

```
hostname:analytics worksheets> select worksheet-000
```

4. **输入 `show` 查看工作表中的数据集列表。**

```
hostname:analytics worksheet-000> show
Properties:
                          uuid = e268333b-c1f0-401b-97e9-ff7f8ee8dc9b
                          name = 830 MB/s NFSv3 disk
                         owner = root
                         ctime = 2019-9-4 20:04:28
                         mtime = 2019-9-4 20:07:24
Datasets:

DATASET       DATE       SECONDS  NAME
dataset-000   2019-9-4        60  nic.kilobytes[device]
dataset-001   2019-9-4        60  io.bytes[op]
```

5. **输入 `remove` 和要删除的数据集。**

```
hostname:analytics worksheet-000> remove dataset-000
```

```
This will remove "dataset-000". Are you sure? (Y/N)
```

6. **输入 `Y` 确认操作。**
   修改后的工作表将自动保存。

▼ 查看工作表的上次修改时间 (CLI)

可使用本过程查看保存的工作表的上次修改时间。此时间在审计中非常有用并可用于确定工作表中数据集的修改时间。例如，在对问题进行故障排除时，它可帮助确定数据集添加到工作表的时间。工作表的上次修改时间还可用于与数据集暂停之类的事件进行比较。BUI 中不支持此过程。

1. **转至 `analytics worksheets`。**

   ```
   hostname:> analytics worksheets
   ```

2. **输入 `select` 和所保存工作表的名称。**

   ```
   hostname:analytics worksheets> select worksheet-001
   ```

3. **输入 `get mtime`。**

   ```
   hostname:analytics worksheet-001> get mtime
                            mtime = 2019-6-1 13:09:01
   ```

▼ 显示图形分层结构

按文件名细分的图形具有一种特殊功能，借助此功能，可以查看所跟踪的文件名的分层细分。与图形一样，左侧面板将基于统计信息细分显示组件。如果文件名由于过长而无法在左侧面板中完全显示，您可以通过单击并拖放面板与图形之间的分隔条将该面板展开。

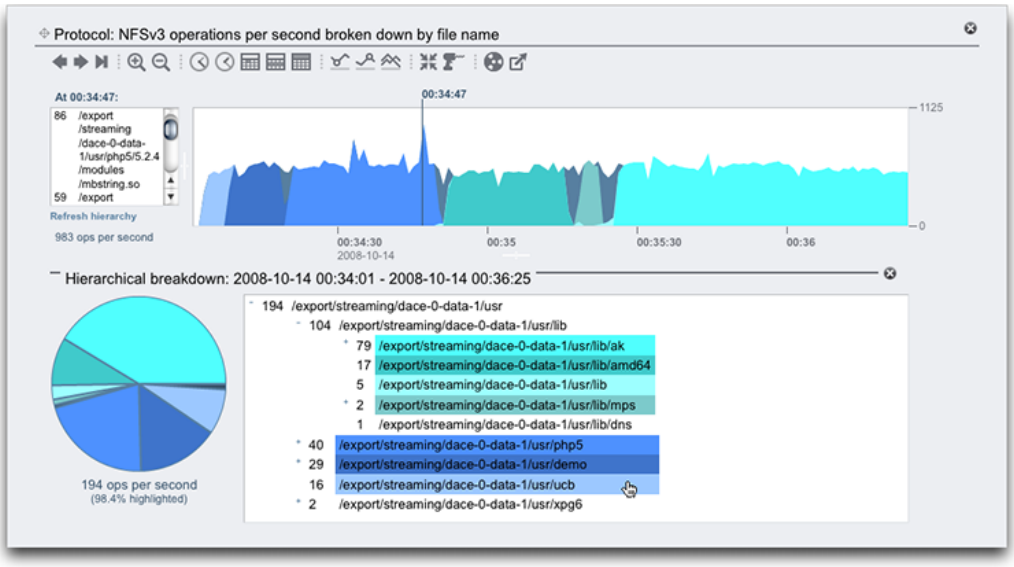
1. **按创建工作表 (BUI) [15]中所述创建工作表。**

2. **单击添加图标 ⊕，然后选择按文件名细分的统计信息。**
   并非所有统计信息都可以按文件名进行细分。以下统计信息可以按文件名进行细分：

   - CACHE（高速缓存）> ARC accesses（ARC 访问次数）
   - CACHE（高速缓存）> L2ARC accesses（L2ARC 访问次数）
   - DATA MOVEMENT（数据移动）> Shadow migration bytes（影子迁移字节数）
   - DATA MOVEMENT（数据移动）> Shadow migration ops（影子迁移操作数）
   - DATA MOVEMENT（数据移动）> Shadow migration requests（影子迁移请求数）

- PROTOCOL（协议）> FTP bytes（FTP 字节数）
- PROTOCOL（协议）> HTTP/WebDAV requests（HTTP/WebDAV 请求数）
- PROTOCOL（协议）> NDMP bytes（NDMP 字节数）
- PROTOCOL（协议）> NDMP operations（NDMP 操作数）
- PROTOCOL（协议）> NFSv2 bytes（NFSv2 字节数）
- PROTOCOL（协议）> NFSv2 operations（NFSv2 操作数）
- PROTOCOL（协议）> NFSv3 bytes（NFSv3 字节数）
- PROTOCOL（协议）> NFSv3 operations（NFSv3 操作数）
- PROTOCOL（协议）> NFSv4 bytes（NFSv4 字节数）
- PROTOCOL（协议）> NFSv4 operations（NFSv4 操作数）
- PROTOCOL（协议）> NFSv4.1 bytes（NFSv4.1 字节数）
- PROTOCOL（协议）> NFSv4.1 operations（NFSv4.1 操作数）
- PROTOCOL（协议）> SFTP bytes（SFTP 字节数）
- PROTOCOL（协议）> SMB operations（SMB 操作数）
- PROTOCOL（协议）> SMB2 operations（SMB2 操作数）

3. **在统计信息的左侧，单击 "Show hierarchy"（显示分层结构）。**
4. **单击 "Refresh hierarchy"（刷新分层结构）更新饼图和树视图。**
5. **单击右上角的退出图标 关闭分层结构细分。**



相关主题

- “调整曲线图” [56]
- “调整量化图” [57]
- “背景图案” [58]
- “工具栏参考” [58]

▼ 查看可用的数据集 (BUI)

可在打开的工作表中查看的统计信息均为临时数据集，工作表关闭后，这些数据集都会消失。您可以在一个页面上以列表的形式查看这些临时数据集以及归档到磁盘的统计信息。

在 BUI 上，还可以查看何时开始创建的分析数据集以及上次访问数据的时间。在 BUI 中创建、读取、保存、恢复数据集或者使用数据集绘图时，会更新分析数据集的上次访问时间。

- **转至 "Analytics"（分析） > "Datasets"（数据集）。**

▼ 查看可用的数据集 (CLI)

使用 CLI 通过以下过程查看可用数据集。

1. **转至 `analytics datasets`。**
2. **输入 `show` 查看活动和暂停的数据集列表。**
   在下面的示例中，`dataset-007` 是临时统计信息，因为 `ONDISK` 大小为零。其他所有统计信息均已归档。

注 - 统计信息的名称是 BUI 中所看到的内容的缩写版本。例如，`dnlc.accesses` 是 "Cache: DNLC accesses per second"（高速缓存：每秒 DNLC 访问次数）的缩写。

```
hostname:analytics datasets> show
Datasets:

DATASET     STATE   INCORE ONDISK NAME
dataset-000 active    674K  35.7K arc.accesses[hit/miss]
dataset-001 active    227K  31.1K arc.l2_accesses[hit/miss]
dataset-002 active    227K  31.1K arc.l2_size
dataset-003 active    227K  31.1K arc.size
dataset-004 active    806K  35.7K arc.size[component]
dataset-005 active    227K  31.1K cpu.utilization
dataset-006 active    451K  35.6K cpu.utilization[mode]
```

```
dataset-007 active   57.7K      0 dnlc.accesses
dataset-008 active    490K  35.6K dnlc.accesses[hit/miss]
dataset-009 active    227K  31.1K http.reqs
dataset-010 active    227K  31.1K io.bytes
dataset-011 active    268K  31.1K io.bytes[op]
dataset-012 active    227K  31.1K io.ops
...
```

3. **要查看特定数据集属性，请输入 `select` 和数据集的名称。**

```
hostname:analytics datasets> select dataset-007
```

4. **输入 `show` 列出所选数据集的属性。属性包括创建数据集以及上次访问数据集的时间。创建、读取、保存或者恢复数据集时将更新上次访问日期和时间。**

```
hostname:analytics dataset-007> show
Properties:
name = dnlc.accesses
grouping = Cache
explanation = DNLC accesses per second
incore = 65.5K
size = 0
suspended = false
since =m 2019-1-2 08:30:11
last_access = 2019-10-3 01:35:47
```

▼ 读取数据集 (CLI)

使用以下过程读取数据集。

在 BUI 中，在一个图中显示相同信息。有关更多信息，请参见“工作表曲线图和量化图” [55]。

1. **转至 `analytics datasets`。**
2. **输入 `show` 查看可用数据集的列表。**
3. **输入 `select` 和要读取的数据集的名称。**

```
hostname:analytics datasets> select dataset-007
```

4. **输入 `read` 和显示之前的秒数。**

```
hostname:analytics dataset-007> read 10
DATE/TIME                  /SEC       /SEC BREAKDOWN
2019-10-14 21:25:19         137          - -
2019-10-14 21:25:20         215          - -
2019-10-14 21:25:21         156          - -
2019-10-14 21:25:22         171          - -
2019-10-14 21:25:23        2722          - -
2019-10-14 21:25:24         190          - -
2019-10-14 21:25:25         156          - -
```

```
2019-10-14 21:25:26         166          - -
2019-10-14 21:25:27         118          - -
2019-10-14 21:25:28        1354          - -
```

同时也会列出细分（如果有）。以下示例显示了按 CPU 模式（用户/内核）细分的 CPU 利用率，该数据对应于 `dataset-006`。

在本示例中，行 21:30:10 显示了 14% 的内核时间和 1% 的用户时间，这两项加起来就是 15% 的总利用率。

```
hostname:analytics datasets> select dataset-006
hostname:analytics dataset-006> read 5
DATE/TIME                %UTIL      %UTIL BREAKDOWN
2019-10-14 21:30:07          7          6 kernel
0 user
2019-10-14 21:30:08          7          7 kernel
0 user
2019-10-14 21:30:09          0          - -
2019-10-14 21:30:10         15         14 kernel
1 user
2019-10-14 21:30:11         25         24 kernel
1 user
```

5. **要对数秒内的数据输出逗号分隔值 (comma separated value, CSV) 文件，请输入 `csv` 和秒数。**

```
hostname:analytics datasets> select dataset-022
hostname:analytics dataset-022> csv 10
Time (UTC),Operations per second
2019-03-21 18:30:02,0
2019-03-21 18:30:03,0
2019-03-21 18:30:04,0
2019-03-21 18:30:05,0
2019-03-21 18:30:06,0
2019-03-21 18:30:07,0
2019-03-21 18:30:08,0
2019-03-21 18:30:09,0
2019-03-21 18:30:10,0
2019-03-21 18:30:11,0
```

▼ 暂停和恢复一个数据集 (BUI)

可使用以下过程暂停和恢复单个数据集。使用 BUI 无法通过一项操作暂停或恢复所有数据集，您必须使用 CLI。要一次性暂停或恢复所有数据集，请参见暂停和恢复所有数据集 (CLI) [25]。

1. **转至 "Analytics"（分析） > "Datasets"（数据集）。**

2. **将光标悬停在数据集上，然后单击 "Suspend/Resume"（暂停/恢复）图标 ⏻ 将其暂停。**

   指示数据集正在积极收集数据的绿色图标会变为灰色。

3. **将光标悬停在暂停的数据集上，然后单击 "Suspend/Resume"（暂停/恢复）图标 将其恢复。**
   指示数据集暂停的灰色图标会变为绿色。

▼ 暂停和恢复一个数据集 (CLI)

CLI 能够暂停和恢复单个数据集或所有数据集。可使用以下过程暂停或恢复单个数据集。要一次性暂停或恢复所有数据集，请参见暂停和恢复所有数据集 (CLI) [25]。

1. **转至 `analytics datasets`。**
2. **输入 `select` 和要暂停的数据集的名称。**

```
hostname:analytics datasets> select dataset-043
```

3. **输入 `set suspended=true`。**

```
hostname:analytics dataset-043> set suspended=true
                    suspended = true (uncommitted)
```

4. **输入 `commit`。**

```
hostname:analytics dataset-043> commit
```

5. **要恢复数据集，请输入 `set suspended=false`。**

```
hostname:analytics dataset-043> set suspended=false
                    suspended = false (uncommitted)
```

6. **输入 `commit`。**

```
hostname:analytics dataset-043> commit
```

▼ 暂停和恢复所有数据集 (CLI)

可使用以下过程一次性暂停或恢复所有数据集。要暂停或恢复单个数据集，请参见暂停和恢复一个数据集 (CLI) [25]。

在 BUI 中，无法同时暂停或恢复所有数据集。必须单独暂停或恢复数据集。

1. **转至 `analytics datasets`。**
2. **输入 `suspend` 暂停所有数据集。**

```
hostname:analytics datasets> suspend
This will suspend all datasets. Are you sure? (Y/N)y
```

3. **输入 y 确认要暂停所有数据集。**

4. **输入 show 查看暂停的数据集列表。**

```
hostname:analytics datasets> show
Datasets:

DATASET     STATE   INCORE ONDISK NAME
dataset-000 suspend   638K   584K arc.accesses[hit/miss]
dataset-001 suspend   211K   172K arc.l2_accesses[hit/miss]
dataset-002 suspend   211K   133K arc.l2_size
dataset-003 suspend   211K   133K arc.size
...
```

5. **输入 resume 恢复所有数据集。**

```
hostname:analytics datasets> resume
```

6. **输入 show 查看活动的数据集列表。**

```
hostname:analytics datasets> show
Datasets:

DATASET     STATE   INCORE ONDISK NAME
dataset-000 active    642K   588K arc.accesses[hit/miss]
dataset-001 active    215K   174K arc.l2_accesses[hit/miss]
dataset-002 active    215K   134K arc.l2_size
dataset-003 active    215K   134K arc.size
...
```

▼ 放弃数据集中的数据 (BUI)

可使用以下过程放弃整个归档数据集，也可以放弃归档数据集中的部分数据。系统根据现有保留策略自动删改数据集，但是也可以手动对其进行删改。完成此过程可能需要几分钟的时间，具体取决于数据集的大小以及所需的删改量。如果放弃整个数据集，请将 "ON DISK"（在磁盘上）大小设置为零。如果只放弃数据集的部分数据，请降低 "ON DISK"（在磁盘上）大小。请注意，仅当数据集处于活动状态时，才能对其进行删改。

1. **转至 "Analytics"（分析） > "Dataset"（数据集）。**

2. **将光标悬停在数据集上，然后单击放弃图标 。**

3. **选择以下选项之一：**

   a. **要放弃整个数据集，请选择 "Entire dataset"（整个数据集），然后跳至第 5 步。**

   b. **要只放弃数据集的部分数据，请取消选中 "Entire dataset"（整个数据集），然后选择一个数据粒度（秒、分钟或小时），并继续执行第 4 步。**

4. **选择以下选项之一：**

a. **要放弃所选粒度中的所有数据，请选择 "All"（全部）。**

b. **要放弃某个时段之后的数据，请选择 "Older than"（早于），然后在文本框中键入一个整数值，再从下列时间段中选择一个值："hours"（小时）、"days"（天）、"weeks"（周）或 "months"（月）。**

5. **单击 "OK"（确定）。**

▼ 放弃数据集中的数据 (CLI)

可使用以下过程放弃整个归档数据集，也可以放弃归档数据集中的部分数据。系统根据现有保留策略自动删改数据集，但是也可以手动对其进行删改。完成此过程可能需要几分钟的时间，具体取决于数据集的大小以及所需的删改量。请注意，仅当数据集处于活动状态时，才能对其进行删改。

1. **转至 `analytics datasets`。**

2. **输入 `show` 查看活动的数据集列表。**

```
hostname:analytics datasets> show
Datasets:

DATASET     STATE    INCORE  ONDISK  NAME
dataset-000 active    1.27M   15.5M  arc.accesses[hit/miss]
dataset-001 active     517K   9.21M  arc.accesses[hit/miss=metadata hits][L2ARC
 eligibility]
...
dataset-005 active     290K   7.80M  cpu.utilization
```

3. **选择以下选项之一：**

a. **要放弃整个归档数据集，请输入 `destroy` 和该数据集。然后输入 `Y` 确认您的操作。**

```
hostname:analytics datasets> destroy dataset-005
This will destroy "dataset-005". Are you sure? (Y/N) Y
```

b. **要只放弃归档数据集的部分数据，请输入 `select` 和要删改的归档数据集的名称。然后输入 `prune` 以及以下任何选项：日期、时间和粒度。**

date（日期）	删除在此之前的所有数据的日期。如果未指定日期，则默认值为当前的日期和时间。使用“年-月-日”格式输入日期。
time（时间）	删除在此之前的所有数据的时间。如果未指定时间，则默认值为 24 小时制的中午 12:00 或 00:00。使用“时:分:秒”格式输入 24 小时制的时间。

granularity（粒度）	所删除数据的级别。粒度可以显示为以下几项之一：second、minute 或 hour。 如果指定的是 minute 或 hour，则也会删除更低级别的数据粒度。例如，使用 prune hour 命令时也会删除秒级别和分钟级别的数据。

可以在多个级别删改详细数据集以减少保存的数据量，这样使您可以仅归档数据集的部分数据。例如，使用一系列 prune 命令保留一天的秒级别数据、几周的分钟级别数据以及六个月的小时级别数据。请参见示例 4。

例 1 按粒度删改

在以下示例中，仅指定了粒度。此示例将放弃在 2012 年 4 月 2 日下午 4:56 之前收集的所有秒级别和分钟级别数据。

```
hostname:analytics datasets> select dataset-001
hostname:analytics dataset-001> prune minute
This will remove per-second and minute data collected prior to 2012-4-02
16:56:52.

Are you sure? (Y/N) Y
```

例 2 按日期删改

在以下示例中，仅指定了日期。此示例将放弃在 2015 年 12 月 1 日午夜之前收集的所有秒级别数据。

```
hostname:analytics dataset-001> prune 2015-12-01 second
This will remove per-second data collected prior to 2015-12-1 00:00.


Are you sure? (Y/N) Y
```

例 3 按日期和时间删改

在以下示例中，同时指定了日期和时间。此示例将放弃在 2015 年 6 月 3 日午夜 12:00 及之前收集的秒级别数据。

```
hostname:analytics dataset-001> prune 2015-06-03 12:00:01 second
This will remove per-second data collected prior to 2015-6-3 12:00:01.

Are you sure? (Y/N) Y
```

例 4 删改详细数据集

以下 prune 命令将保留早于 2015 年 12 月 15 日的一天的秒级别数据、几周的分钟级别数据以及六个月的小时级别数据。

```
hostname:analytics dataset-001> prune 2015-12-14 second
```

```
hostname:analytics dataset-001> prune 2015-12-01 minute
hostname:analytics dataset-001> prune 2015-6-01 hour
```

▼ 确定 CPU 性能问题 (BUI)

可使用以下过程确定和补救设备上的 CPU 硬件瓶颈。根据两个分析数据集的结果，提供了建议的纠正措施来提高数据吞吐量。

1. 按创建工作表 (BUI) [15]中所述创建工作表。
2. **单击 "Add statistic"（添加统计信息）旁边的添加图标 ⊕。**
3. **转至 "CPU" > "Percent utilization"（利用率百分比）> "As a raw statistic"（以原始统计信息形式）。**
4. **再次单击添加图标 ⊕。**
5. **转至 "CPU" > "Percent utilization"（利用率百分比）> "Broken down by CPU identifier"（按 CPU 标识符细分）。**
6. **等待至少 15 分钟。**

注 - 15 分钟为一般基准值。如果您拥有的是频繁运行的 CPU 密集型短期工作负荷，则可以调整此时间量。

---

7. **检查按利用率百分比细分的 CPU 图。**
   如果设备 CPU 持续 15 分钟以上达到 100% 的利用率，您应该考虑添加更多的 CPU 或升级到更快的 CPU。
8. **检查按 CPU 标识符细分的 CPU 利用率百分比图。**
   当一个 CPU 核心以 100% 的利用率运行而其他 CPU 核心相对空闲时，这说明工作负荷可能为单线程和/或单客户机工作负荷。为了更好地利用其他控制器模块提供的多个 CPU 内核，请考虑将您的工作负荷划分到多个客户机，或分析客户机应用程序的多线程实施情况。

▼ 确定 CPU 性能问题 (CLI)

可使用以下过程确定和补救设备上的 CPU 硬件瓶颈。根据两个分析数据集的结果，提供了建议的纠正措施来提高数据吞吐量。

1. 按创建工作表 (CLI) [15]中所述创建一个工作表，选择该工作表，然后输入 `dataset`。

```
hostname:analytics worksheets> select worksheet-000
hostname:analytics worksheet-000> dataset
```

2. **输入 `set name=cpu.utilization`，然后输入 `commit` 将 CPU 利用率百分比作为原始统计信息添加到工作表中。**

```
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> set name=cpu.utilization
                          name = cpu.utilization
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> commit
```

3. **输入 `dataset`。**

```
hostname:analytics worksheet-000> dataset
```

4. **输入 `set name=cpu.utilization[cpu]`，然后输入 `commit` 将按 CPU 标识符细分的 CPU 利用率百分比添加到工作表中。**

```
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> set name=cpu.utilization[cpu]
                          name = cpu.utilization[cpu]
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> commit
```

5. **输入 `done`，然后再次输入 `done` 退出上下文。**

```
hostname:analytics worksheet-000> done
hostname:analytics worksheets> done
```

6. **等待至少 15 分钟，然后转至 `analytics datasets`。**

注 - 15 分钟为一般基准值。如果您拥有的是频繁运行的 CPU 密集型短期工作负荷，则可以调整此时间量。

```
hostname:> analytics datasets
```

7. **输入 `show` 查看可用数据集的列表。**

```
hostname:analytics datasets> show
Datasets:

DATASET     STATE    INCORE  ONDISK  NAME
dataset-000 active    1.27M   15.5M  arc.accesses[hit/miss]
dataset-001 active     517K   9.21M  arc.accesses[hit/miss=metadata hits][L2ARC
 eligibility]
...
dataset-005 active     290K   7.80M  cpu.utilization
hostname:analytics datasets>
```

8. **输入 `select` 和名为 `cpu.utilization` 的数据集。**

   在此示例中，数据集名称 `cpu.utilization` 对应于 `dataset-005`。

```
hostname:analytics datasets> select dataset-005
```

9. **输入 `read 900` 读取数据集的最后 900 秒或 15 分钟。完成数据的检查时，输入 `done`。**

如果设备 CPU 持续 15 分钟以上达到 100% 的利用率，您应该考虑添加更多的 CPU 或升级到更快的 CPU。

```
hostname:analytics dataset-005> read 900
...
hostname:analytics dataset-005> done
```

10. **输入 `show` 查看可用数据集的列表。**

```
hostname:analytics datasets> show
Datasets:

DATASET     STATE    INCORE  ONDISK  NAME
dataset-000 active    1.27M   15.5M  arc.accesses[hit/miss]
dataset-001 active     517K   9.21M  arc.accesses[hit/miss=metadata hits][L2ARC
 eligibility]
...
dataset-006 active     290K   7.80M  cpu.utilization[cpu]
hostname:analytics datasets>
```

11. **输入 `select` 和名为 `cpu.utilization[cpu]` 的数据集。**

在此示例中，数据集名称 `cpu.utilization[cpu]` 对应于 `dataset-006`。

```
hostname:analytics datasets> select dataset-006
```

12. **输入 `read 900` 读取数据集的最后 900 秒或 15 分钟。完成数据的检查时，输入 `done`。**

```
hostname:analytics dataset-006> read 900
...
hostname:analytics dataset-006> done
```

当一个 CPU 核心以 100% 的利用率运行而其他 CPU 核心相对空闲时，这说明工作负荷可能为单线程和/或单客户机工作负荷。为了更好地利用其他控制器模块提供的多个 CPU 内核，请考虑将您的工作负荷划分到多个客户机，或分析客户机应用程序的多线程实施情况。

▼ 确定网络性能问题 (BUI)

可使用以下过程确定和补救设备上的网络硬件瓶颈。根据分析数据集的结果，提供了建议的纠正措施来提高网络吞吐量。

1. **按创建工作表 (BUI) [15]中所述创建工作表。**
2. **单击 "Add statistic"（添加统计信息）旁边的添加图标 ⊕。**
3. **转至 "NETWORK"（网络）> "Device bytes"（设备字节数）> "Broken down by device"（按设备细分）。**
4. **等待至少 10 分钟。**

注 - 10 分钟为一般基准值。如果您拥有的是期间较短的工作负荷（需要最大可用网络带宽），则可以调整此时间量。

5. 检查图形。

   如果任意网络设备持续 10 分钟以上达到其最大输出值的 95%，您可能需要安装附加网络设备。

▼ 确定网络性能问题 (CLI)

可使用以下过程确定和补救设备上的网络硬件瓶颈。根据分析数据集的结果，提供了建议的纠正措施来提高网络吞吐量。

1. 按创建工作表 (CLI) [15]中所述创建一个工作表，选择该工作表，然后输入 **dataset**。

```
hostname:analytics worksheets> select worksheet-000
hostname:analytics worksheet-000> dataset
```

2. 输入 **set name=nic.kilobytes[device]**，然后输入 **commit** 将按设备细分的网络设备字节数添加到工作表中。

```
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> set name=nic.kilobytes[device]
                        name = nic.kilobytes[device]
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> commit
```

3. 输入 **done**，然后再次输入 **done** 退出上下文。

```
hostname:analytics worksheet-000> done
hostname:analytics worksheets> done
```

4. 等待至少 **10** 分钟，然后转至 **analytics datasets**。

注 - 10 分钟为一般基准值。如果您拥有的是期间较短的工作负荷（需要最大可用网络带宽），则可以调整此时间量。

```
hostname:> analytics datasets
```

5. 输入 **show** 查看可用数据集的列表。

```
hostname:analytics datasets> show
Datasets:

DATASET     STATE    INCORE  ONDISK  NAME
dataset-000 active    1.27M   15.5M  arc.accesses[hit/miss]
dataset-001 active     517K   9.21M  arc.accesses[hit/miss=metadata hits][L2ARC
 eligibility]
...
```

```
dataset-032 active     290K   7.80M  nic.kilobytes[device]
hostname:analytics datasets>
```

6. **输入 `select` 和名为 `nic.kilobytes[device]` 的数据集。**

   在此示例中，数据集名称 `nic.kilobytes[device]` 对应于 `dataset-032`。

   ```
   hostname:analytics datasets> select dataset-032
   ```

7. **输入 `read 600` 读取数据集的最后 600 秒或 10 分钟。完成数据的检查时，输入 done。**

   ```
   hostname:analytics dataset-032> read 600
   ...
   hostname:analytics dataset-032> done
   ```

   如果任意网络设备持续 10 分钟以上达到其最大输出值的 95%，您可能需要安装附加网络设备。

▼ 确定内存性能问题 (BUI)

可使用以下过程确定和补救设备上的内存硬件瓶颈。根据分析数据集的结果，提供了建议的纠正措施，通过安装更多 DRAM 来提高内存性能。

1. **按创建工作表 (BUI) [15]中所述创建工作表。**

2. **单击 "Add statistic"（添加统计信息）旁边的添加图标 ⊕。**

3. **转至 "CACHE"（高速缓存）> "ARC accesses"（ARC 访问次数）> "Broken down by hit/miss"（按命中/未命中细分）。**

4. **等待至少 10 分钟。**

注 - 10 分钟为一般基准值。如果您拥有的是期间较短的内存密集型工作负荷，则可以调整此时间量。

---

5. **检查图形。**

   当出现下表中的所有情况时，您可能需要安装更多 DRAM。

情况	说明
与未命中率相比较而言，对数据或元数据的 ARC 访问次数命中率至少为 75-97%	ARC 的一个好处就是存储应用程序所需的数据或元数据。
数据或元数据的 ARC 访问命中次数明显高于预取命中次数	大部分的 ARC 访问是对实际应用程序的访问，而不仅仅是预取机制。
对 ARC 的访问每秒至少达 10,000 次	设备命中的是 DRAM，它不是空闲系统的典型利用率。

情况	说明
几乎所有内存均被 ARC 占用，只剩下很少的内存未使用	设备正在利用 ARC 的所有可能 DRAM，而不是仅提供已存在的一小部分 DRAM 之外的热工作负荷。

▼ 确定内存性能问题 (CLI)

可使用以下过程确定和补救设备上的内存硬件瓶颈。根据分析数据集的结果，提供了建议的纠正措施，通过安装更多 DRAM 来提高内存性能。

1. **按创建工作表 (CLI) [15]中所述创建一个工作表，选择该工作表，然后输入 `dataset`。**

```
hostname:analytics worksheets> select worksheet-000
hostname:analytics worksheet-000> dataset
```

2. **输入 `set name=arc.accesses[hit/miss]`，然后输入 `commit` 将按命中/未命中细分的高速缓存 ARC 访问次数添加到工作表中。**

```
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> set name=arc.accesses[hit/
miss]
                          name = arc.accesses[hit/miss]
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> commit
```

3. **输入 `done`，然后再次输入 `done` 退出上下文。**

```
hostname:analytics worksheet-000> done
hostname:analytics worksheets> done
```

4. **等待至少 10 分钟，然后转至 `analytics datasets`。**

注 - 10 分钟为一般基准值。如果您拥有的是期间较短的内存密集型工作负荷，则可以调整此时间量。

```
hostname:> analytics datasets
```

5. **输入 `show` 查看可用数据集的列表。**

```
hostname:analytics datasets> show
Datasets:

DATASET     STATE    INCORE  ONDISK  NAME
dataset-000 active    1.27M   15.5M  arc.accesses[hit/miss]
dataset-001 active     517K   9.21M  arc.accesses[hit/miss=metadata hits][L2ARC
 eligibility]
...
hostname:analytics datasets>
```

6. **输入 `select` 和名为 `arc.accesses[hit/miss]` 的数据集。**

   在此示例中，数据集名称 `arc.accesses[hit/miss]` 对应于 `dataset-000`。

```
hostname:analytics datasets> select dataset-000
```

7. **输入 `read 600` 读取数据集的最后 600 秒或 10 分钟。**

```
hostname:analytics dataset-000> read 600
```

8. **检查数据。**

   当出现下表中的所有情况时，您可能需要安装更多 DRAM。

情况	说明
与未命中率相比较而言，对数据或元数据的 ARC 访问次数命中率至少为 75-97%	ARC 的一个好处就是存储应用程序所需的数据或元数据。
数据或元数据的 ARC 访问命中次数明显高于预取命中次数	大部分的 ARC 访问是对实际应用程序的访问，而不仅仅是预取机制。
对 ARC 的访问每秒至少达 10,000 次	设备命中的是 DRAM，它不是空闲系统的典型利用率。
几乎所有内存均被 ARC 占用，只剩下很少的内存未使用	设备正在利用 ARC 的所有可能 DRAM，而不是仅提供已存在的一小部分 DRAM 之外的热工作负荷。

▼ 何时添加第一个读高速缓存设备 (BUI)

可使用以下过程确定是否需要为设备添加第一个读高速缓存设备。要确定是否需要多个设备，请参见何时添加多个读高速缓存设备 (BUI) [38]。

1. **按创建工作表 (BUI) [15]中所述创建工作表。**
2. **单击 "Add statistic"（添加统计信息）旁边的添加图标 ⊕。**
3. **转至 "CACHE"（高速缓存）> "ARC accesses"（ARC 访问次数）> "Broken down by hit/miss"（按命中/未命中细分）。**
4. **单击 "Range average"（平均范围）列下方的 "metadata hits"（元数据命中）显示按命中/未命中细分的每秒 ARC 访问次数图。**
5. **单击深入分析图标，然后选择 "By L2ARC eligibility"（按 L2ARC 适用性）。**
6. **单击 "data hits"（数据命中）显示按命中/未命中细分的每秒 ARC 访问次数图。**
7. **单击深入分析图标，然后选择 "By L2ARC eligibility"（按 L2ARC 适用性）。**
8. **等待几分钟。**

注 - 可以调整此等待时间，以更好地确定高峰 I/O。如果获取正常业务运营期间内 24 小时的分析，或许可以对 IO 模式有最好的了解。

9. 检查图形。

   当出现以下所有情况时，请考虑添加第一个读高速缓存设备：

   - 每秒对数据和/或元数据的适用于 L2ARC 的 ARC 访问至少有 1500 次未命中
   - 设备中存在 ZFS 记录大小为 32k 或更小的活动文件系统或 LUN

▼ 何时添加第一个读高速缓存设备 (CLI)

可使用以下过程确定是否需要为设备添加第一个读高速缓存设备。要确定是否需要多个设备，请参见何时添加多个读高速缓存设备 (CLI) [39]。

1. **按创建工作表 (CLI) [15]中所述创建一个工作表，选择该工作表，然后输入 `dataset`。**

```
hostname:analytics worksheets> select worksheet-000
hostname:analytics worksheet-000> dataset
```

2. **输入 `set name=arc.accesses[hit/miss]`，然后输入 `commit` 将按命中/未命中细分的高速缓存 ARC 访问次数添加到工作表中。**

```
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> set name=arc.accesses[hit/
miss]
                          name = arc.accesses[hit/miss]
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> commit
```

3. **输入 `dataset`。**

```
hostname:analytics worksheet-000> dataset
```

4. **重复步骤 2 和 3 添加以下数据集：**

   - 按元数据命中和未命中细分的高速缓存 ARC 访问次数 (`"arc.accesses[hit/miss=metadata hits][L2ARC eligibility]"`)
   - 按数据命中和未命中细分的高速缓存 ARC 访问次数 (`"arc.accesses[hit/miss=data hits][L2ARC eligibility]"`)

```
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> set name="arc.accesses[hit/
miss=metadata hits][L2ARC eligibility]"
                          name = arc.accesses[hit/miss=metadata hits][L2ARC eligibility]
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> commit
hostname:analytics worksheet-000> dataset
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> set name="arc.accesses[hit/
miss=data hits][L2ARC eligibility]"
                          name = arc.accesses[hit/miss=data hits][L2ARC eligibility]
```

```
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> commit
```

5. **输入 done，然后再次输入 done 退出上下文。**

```
hostname:analytics worksheet-000> done
hostname:analytics worksheets> done
```

6. **等待几分钟，然后转至 analytics datasets。**

注 - 可以调整此等待时间，以更好地确定高峰 I/O。如果获取正常业务运营期间内 24 小时的分析，或许可以对 IO 模式有最好的了解。

```
hostname:> analytics datasets
```

7. **输入 show 查看可用数据集的列表。**

```
hostname:analytics datasets> show
Datasets:

DATASET     STATE    INCORE  ONDISK  NAME
dataset-000 active    1.27M   15.5M  arc.accesses[hit/miss]
dataset-001 active     517K   9.21M  arc.accesses[hit/miss=metadata hits][L2ARC
 eligibility]
...
hostname:analytics datasets>
```

8. **输入 select 和名为 arc.accesses[hit/miss=metadata hits][L2ARC eligibility] 的数据集。**

在此示例中，数据集名称 arc.accesses[hit/miss=metadata hits][L2ARC eligibility] 对应于 dataset-001。

```
hostname:analytics datasets> select dataset-001
```

9. **输入 read 86400 读取数据集的最后 86,400 秒或 24 小时。完成数据的检查时，输入 done。**

```
hostname:analytics dataset-001> read 86400
...
hostname:analytics dataset-001> done
```

当出现以下所有情况时，请考虑添加第一个读高速缓存设备：

- 每秒对元数据的适用于 L2ARC 的 ARC 访问至少有 1500 次未命中
- 设备中存在 ZFS 记录大小为 32k 或更小的活动文件系统或 LUN

10. **输入 show 查看可用数据集的列表。**

```
hostname:analytics datasets> show
Datasets:

DATASET     STATE    INCORE  ONDISK  NAME
dataset-000 active    1.27M   15.5M  arc.accesses[hit/miss]
dataset-001 active     517K   9.21M  arc.accesses[hit/miss=metadata hits][L2ARC
 eligibility]
```

```
dataset-002 active     780K   9.20M  arc.accesses[hit/miss=data hits][L2ARC eligibility]
...
hostname:analytics datasets>
```

11. **输入 `select` 和名为 `arc.accesses[hit/miss=data hits][L2ARC eligibility]` 的数据集。**
    在此示例中，数据集名称 `arc.accesses[hit/miss=data hits][L2ARC eligibility]` 对应于 `dataset-002`。

    ```
    hostname:analytics datasets> select dataset-002
    ```

12. **输入 `read 86400` 读取数据集的最后 86,400 秒或 24 小时。完成数据的检查时，输入 `done`。**

    ```
    hostname:analytics dataset-002> read 86400
    ...
    hostname:analytics dataset-002> done
    ```

    当出现以下所有情况时，请考虑添加第一个读高速缓存设备：

    - 每秒对数据的适用于 L2ARC 的 ARC 访问至少有 1500 次未命中
    - 设备中存在 ZFS 记录大小为 32k 或更小的活动文件系统或 LUN

▼ 何时添加多个读高速缓存设备 (BUI)

可使用以下过程确定是否需要为设备添加多个读高速缓存设备。

开始之前 转至 "Maintenance"（维护）> "Hardware"（硬件）确定哪些机箱和插槽包含读高速缓存设备。

1. **按创建工作表 (BUI) [15]中所述创建工作表。**
2. **单击 "Add statistic"（添加统计信息）旁边的添加图标 ⊕。**
3. **转至 "DISK"（磁盘）> "I/O operations"（I/O 操作数）> "Broken down by disk"（按磁盘细分）。**
4. **选择一个读高速缓存设备。**
5. **单击深入分析图标，然后选择 "Percent utilization"（利用率百分比）。**
6. **对于所有现有读高速缓存设备，重复步骤 4 和 5。**
7. **等待至少 10 分钟。**
8. **检查图形。**
   当现有设备的利用率达到 90% 时，您可能需要添加多个读高速缓存设备。

▼ 何时添加多个读高速缓存设备 (CLI)

可使用以下过程确定是否需要为设备添加多个读高速缓存设备。

开始之前 转至 `maintenance hardware show` 确定哪些机箱和插槽包含读高速缓存设备。

1. 按创建工作表 (CLI) [15]中所述创建一个工作表，选择该工作表，然后输入 **dataset**。

```
hostname:analytics worksheets> select worksheet-000
hostname:analytics worksheet-000> dataset
```

2. 将一个读高速缓存设备添加到工作表中（按利用率百分比细分），然后输入 **commit**。对设备使用的每个读高速缓存设备重复此操作。

```
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> set name="io.utilization
[disk=hostname/HDD 13]"
                        name = io.utilization[disk=hostname/HDD 13]
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> commit
```

3. 输入 **done**，然后再次输入 **done** 退出上下文。

```
hostname:analytics worksheet-000> done
hostname:analytics worksheets> done
```

4. 等待至少 **10** 分钟，然后转至 **analytics datasets**。

```
hostname:> analytics datasets
```

5. 输入 **show** 查看可用数据集的列表。

```
hostname:analytics datasets> show
Datasets:

DATASET     STATE    INCORE  ONDISK  NAME
dataset-000 active    1.27M   15.5M  arc.accesses[hit/miss]
dataset-001 active     517K   9.21M  arc.accesses[hit/miss=metadata hits][L2ARC
 eligibility]
...
dataset-021 active     290K   7.80M  io.utilization[disk=hostname/HDD 13]
hostname:analytics datasets>
```

6. 输入 **select** 和您添加的第一个数据集。

在此示例中，数据集名称 `io.utilization[disk=hostname/HDD 13]` 对应于 `dataset-021`。

```
hostname:analytics datasets> select dataset-021
```

7. 输入 **read 600** 读取数据集的最后 **600** 秒或 **10** 分钟。

```
hostname:analytics dataset-021> read 600
```

8. 对于您添加到工作表中的每个数据集，重复步骤 **6** 和 **7**。

9. **检查数据。**
   当现有设备的利用率达到 90% 时，您可能需要添加多个读高速缓存设备。

▼ 何时添加第一个写日志设备 (BUI)

可使用此过程确定是否需要为设备添加第一个写日志设备。当写高速缓存处于启用状态时，光纤通道和 iSCSI 写操作将同步进行并受益于日志设备。继续操作之前，务必完全阅读并了解有关在 LUN 上启用写高速缓存的影响说明。有关更多信息，请参见“Space Management for Shares” in 《Oracle ZFS Storage Appliance Administration Guide, Release OS8.8.x》。

要确定是否需要添加多个写日志设备，请参见何时添加多个写日志设备 (BUI) [43]。

1. **按创建工作表 (BUI) [15]中所述创建工作表。**
2. **单击 "Add statistic"（添加统计信息）旁边的添加图标 。**
3. **转至 "PROTOCOL"（协议）> "NFSv2 operations"（NFSv2 操作数）> "Broken down by type of operation"（按操作类型进行细分）。**
4. **对于为设备配置的每个协议，重复步骤 2 和 3。**
5. **等待至少 15 分钟。**

   注 - 15 分钟为一般基准值。如果您拥有的是性能敏感型短期同步写入工作负荷，则可以调整此时间量。

6. **检查图形。**
   当出现以下一种或全部情况时，请考虑添加一个写日志设备：

   - iSCSI 写操作、光纤通道写操作和 NFS/SMB 同步操作之和至少为每秒 1000 次
   - NFS 的提交次数每秒至少 100 次

▼ 何时添加第一个写日志设备 (CLI)

可使用此过程确定是否需要为设备添加第一个写日志设备。当写高速缓存处于启用状态时，光纤通道和 iSCSI 写操作将同步进行并受益于日志设备。继续操作之前，务必完全阅读并了解有关在 LUN 上启用写高速缓存的影响说明。有关更多信息，请参见“Space Management for Shares” in 《Oracle ZFS Storage Appliance Administration Guide, Release OS8.8.x》。

要确定是否需要添加多个写日志设备，请参见何时添加多个写日志设备 (CLI) [44]。

1. **按创建工作表 (CLI) [15]中所述创建一个工作表，选择该工作表，然后输入 `dataset`。**

```
hostname:analytics worksheets> select worksheet-000
hostname:analytics worksheet-000> dataset
```

2. **输入 `set name=nfs2.ops[op]`，然后输入 `commit` 将按操作类型细分的每秒 NFSv2 操作数添加到工作表中。**

```
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> set name=nfs2.ops[op]
                          name = nfs2.ops[op]
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> commit
```

3. **输入 `dataset`。**

4. **重复步骤 2 和 3 添加以下数据集：**

   - 按操作类型细分的每秒 NFSv3 操作数 (`nfs3.ops[op]`)
   - 按操作类型细分的每秒 NFSv4 操作数 (`nfs4.ops[op]`)
   - 按操作类型细分的每秒 NFSv4.1 操作数 (`nfs4-1.ops[op]`)
   - 按操作类型细分的每秒 iSCSI 操作数 (`iscsi.ops[op]`)
   - 按操作类型细分的每秒光纤通道操作数 (`fc.ops[op]`)
   - 按操作类型细分的每秒 SMB 操作数 (`smb.ops[op]`)

```
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> set name=nfs3.ops[op]
                          name = nfs3.ops[op]
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> commit
hostname:analytics worksheet-000> dataset
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> set name=nfs4.ops[op]
                          name = nfs4.ops[op]
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> commit
hostname:analytics worksheet-000> dataset
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> set name=nfs4-1.ops[op]
                          name = nfs4-1.ops[op]
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> commit
hostname:analytics worksheet-000> dataset
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> set name=iscsi.ops[op]
                          name = iscsi.ops[op]
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> commit
hostname:analytics worksheet-000> dataset
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> set name=fc.ops[op]
                          name = fc.ops[op]
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> commit
hostname:analytics worksheet-000> dataset
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> set name=smb.ops[op]
                          name = smb.ops[op]
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> commit
```

5. **输入 `done`，然后再次输入 `done` 退出上下文。**

```
hostname:analytics worksheet-000> done
hostname:analytics worksheets> done
```

6. **等待至少 15 分钟，然后转至 `analytics datasets`。**

注 - 15 分钟为一般基准值。如果您拥有的是性能敏感型短期同步写入工作负荷，则可以调整此时间量。

```
hostname:> analytics datasets
```

7. **输入 `show` 查看可用数据集的列表。**

```
hostname:analytics datasets> show
Datasets:

DATASET     STATE    INCORE  ONDISK  NAME
dataset-000 active    1.27M   15.5M  arc.accesses[hit/miss]
dataset-001 active     517K   9.21M  arc.accesses[hit/miss=metadata hits][L2ARC
 eligibility]
...
dataset-030 active     290K   7.80M  nfs2.ops[op]
hostname:analytics datasets>
```

8. **输入 `select` 和名为 `nfs2.ops[op]` 的数据集。**

   在此示例中，数据集名称 `nfs2.ops[op]` 对应于 `dataset-030`。

```
hostname:analytics datasets> select dataset-030
```

9. **输入 `read 900` 读取数据集的最后 900 秒或 15 分钟，然后将数据复制并保存到您的环境中以备将来参考。**

```
hostname:analytics dataset-030> read 900
```

10. **输入 `done`。**

```
hostname:analytics dataset-030> done
```

11. **对于以下数据集，重复步骤 7 到 10：**

    - 按操作类型细分的每秒 NFSv3 操作数 (`nfs3.ops[op]`)
    - 按操作类型细分的每秒 NFSv4 操作数 (`nfs4.ops[op]`)
    - 按操作类型细分的每秒 NFSv4.1 操作数 (`nfs4-1.ops[op]`)
    - 按操作类型细分的每秒 iSCSI 操作数 (`iscsi.ops[op]`)
    - 按操作类型细分的每秒光纤通道操作数 (`fc.ops[op]`)
    - 按操作类型细分的每秒 SMB 操作数 (`smb.ops[op]`)

注 - 请记得将每个数据集的数据复制并保存到您的环境中以备将来参考。

```
hostname:analytics datasets> show
```

```
...
hostname:analytics datasets> select dataset-032
hostname:analytics dataset-032> read 900
...
hostname:analytics dataset-032> done
hostname:analytics datasets> show
...
hostname:analytics datasets> select dataset-034
...
hostname:analytics datasets> select dataset-27
...
hostname:analytics datasets> select dataset-13
...
hostname:analytics datasets> select dataset-07
...
hostname:analytics datasets> select dataset-40
```

12. **检查数据。**

    当出现以下一种或全部情况时，您可能需要添加第一个写日志设备：

    - iSCSI 写操作、光纤通道写操作和 NFS/SMB 同步操作之和至少为每秒 1000 次
    - NFS 的提交次数每秒至少 100 次

▼ 何时添加多个写日志设备 (BUI)

可使用以下过程确定是否需要为设备添加多个写日志设备。

开始之前 转至 "Maintenance"（维护）> "Hardware"（硬件）确定哪些机箱和插槽包含写高速缓存设备。

1. **按创建工作表 (BUI) [15]中所述创建工作表。**
2. **单击 "Add statistic"（添加统计信息）旁边的添加图标 。**
3. **转至 "DISK"（磁盘）> "Disks"（磁盘）> "Broken down by percent utilization"（按利用率百分比细分）。**
4. **选择一个写日志设备。**
5. **单击深入分析图标 ，然后选择 "As a raw statistic"（以原始统计信息形式）。**
6. **对于所有现有写日志设备，重复步骤 4 和 5。**
7. **等待至少 10 分钟。**

注 - 10 分钟为一般基准值。如果您拥有的是性能敏感型短期同步写入工作负荷，则可以调整此时间量。

---

8. **检查图形。**
   当现有设备的利用率达到 90% 时，您可能需要添加多个写日志设备。

▼ 何时添加多个写日志设备 (CLI)

可使用以下过程确定是否需要为设备添加多个写日志设备。

1. **按创建工作表 (CLI) [15]中所述创建一个工作表，选择该工作表，然后输入 `dataset`。**

```
hostname:analytics worksheets> select worksheet-000
hostname:analytics worksheet-000> dataset
```

2. **输入 `set name="io.disks[utilization=90]"`，然后输入 `commit` 将利用率至少为 90% 的磁盘添加到工作表中。**

```
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> set name="io.disks
[utilization=90]"
                          name = io.disks[utilization=90]
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> commit
```

3. **输入 `done`，然后再次输入 `done` 退出上下文。**

```
hostname:analytics worksheet-000> done
hostname:analytics worksheets> done
```

4. **等待至少 10 分钟，然后转至 `analytics datasets`。**

注 - 10 分钟为一般基准值。如果您拥有的是性能敏感型短期同步写入工作负荷，则可以调整此时间量。

```
hostname:> analytics datasets
```

5. **输入 `show` 查看可用数据集的列表。**

```
hostname:analytics datasets> show
Datasets:

DATASET     STATE    INCORE  ONDISK  NAME
dataset-000 active    1.27M   15.5M  arc.accesses[hit/miss]
dataset-001 active     517K   9.21M  arc.accesses[hit/miss=metadata hits][L2ARC
 eligibility]
...
dataset-019 active     290K   7.80M  io.disks[utilization=90]
hostname:analytics datasets>
```

6. **输入 `select` 和名为 `io.disks[utilization=90]` 的数据集。**
   在此示例中，数据集名称 `io.disks[utilization=90]` 对应于 `dataset-019`。

```
hostname:analytics datasets> select dataset-019
```

7. **输入 `read 600` 读取数据集的最后 600 秒或 10 分钟。**

```
hostname:analytics dataset-019> read 600
```

8. **检查数据。**

   当现有设备的利用率达到 90% 时，您可能需要添加多个写日志设备。

▼ 何时添加多个磁盘 (BUI)

可使用此过程确定您是否需要添加多个磁盘。请注意，如果可供选择的 RAID 配置文件和/或 ZFS 记录大小不多，说明磁盘可能已过度使用。在这种情况下，可能需要通过从 RAIDZ 移至镜像的配置文件和/或将 ZFS 记录大小与客户机 I/O 大小相匹配来降低现有磁盘利用率。

此外，如果系统配置有未优化读取/写入的闪存驱动器，则磁盘将提供的所有 I/O 操作数应超过 DRAM。为实现更高的性能，请考虑对所有工作负荷（包括随机读取或同步写入）使用闪存。

1. **按创建工作表 (BUI) [15]中所述创建工作表。**

2. **单击 "Add statistic"（添加统计信息）旁边的添加图标 ⊕。**

3. **转至 "DISK"（磁盘）> "Disks"（磁盘）> "Broken down by percent utilization"（按利用率百分比细分）。**

4. **右键单击 70% 的平均范围，然后单击 "By disk"（按磁盘）。**

5. **等待至少 30 分钟。**

   注 - 30 分钟为一般基准值。如果您的短期工作负荷在磁盘利用率方面存在瓶颈，您可能需要至少等待 30 分钟才能考虑选择其他磁盘。

6. **检查图形。**

   当至少 50% 的现有磁盘的利用率至少达到 70% 时，您可能要使用更多的磁盘。

▼ 何时添加多个磁盘 (CLI)

可使用此过程确定您是否需要添加多个磁盘。请注意，如果可供选择的 RAID 配置文件和/或 ZFS 记录大小不多，说明磁盘可能已过度使用。在这种情况下，可能需要通过从 RAIDZ 移至镜像的配置文件和/或将 ZFS 记录大小与客户机 I/O 大小相匹配来降低现有磁盘利用率。

此外，如果系统配置有未优化读取/写入的闪存驱动器，则磁盘将提供的所有 I/O 操作数应超过 DRAM。为实现更高的性能，请考虑对所有工作负荷（包括随机读取或同步写入）使用闪存。

1. **按创建工作表 (CLI) [15]中所述创建一个工作表，选择该工作表，然后输入 `dataset`。**

```
hostname:analytics worksheets> select worksheet-000
hostname:analytics worksheet-000> dataset
```

2. **输入 `set name="io.disks[utilization=70]"`，然后输入 `commit` 将利用率至少为 70% 的磁盘添加到工作表中。**

```
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> set name="io.disks
[utilization=70]"
                          name = io.disks[utilization=70]
hostname:analytics worksheet-000 dataset (uncommitted)> commit
```

3. **输入 `done`，然后再次输入 `done` 退出上下文。**

```
hostname:analytics worksheet-000> done
hostname:analytics worksheets> done
```

4. **等待至少 30 分钟，然后转至 `analytics datasets`。**

注 - 30 分钟为一般基准值。如果您的短期工作负荷在磁盘利用率方面存在瓶颈，您可能需要至少等待 30 分钟才能考虑选择其他磁盘。

```
hostname:> analytics datasets
```

5. **输入 `show` 查看可用数据集的列表。**

```
hostname:analytics datasets> show
Datasets:

DATASET     STATE    INCORE  ONDISK  NAME
dataset-000 active    1.27M   15.5M  arc.accesses[hit/miss]
dataset-001 active     517K   9.21M  arc.accesses[hit/miss=metadata hits][L2ARC
 eligibility]
...
dataset-025 active     290K   7.80M  io.disks[utilization=70]
hostname:analytics datasets>
```

6. **输入 `select` 和名为 `io.disks[utilization=70]` 的数据集。**

   在此示例中，数据集名称 `io.disks[utilization=70]` 对应于 `dataset-025`。

```
hostname:analytics datasets> select dataset-025
```

7. **输入 `read 1800` 读取数据集的最后 1800 秒或 30 分钟。**

```
hostname:analytics dataset-025> read 1800
```

8. **检查数据。**

   当至少 50% 的现有磁盘的利用率至少达到 70% 时，您可能要使用更多的磁盘。

▼ 配置阈值警报 (BUI)

可使用此过程在特定数据集超过或低于设定的阈值级别时自动收到通知。

如果启用自动暂停策略，则超过您为阈值设置的最大空闲时间时将自动暂停数据集以及相应统计信息。要提高系统性能，可以启用此策略并为可配置阈值设置更短的时间段。请注意，自动暂停策略不适用于显示板数据集以及用于收集可呈现趋势的统计信息的数据集。

1. **转到 "Configuration"（配置）> "Alerts"（警报）。**
2. **单击 "Threshold alerts"（阈值警报），然后单击其添加图标 。**
3. **对于 "Threshold"（阈值），选择应该生成警报时的数据集，然后键入百分比值。**
4. **对于 "Timing"（计时），键入一个值，然后选择一个时间间隔。**
5. **如果您希望只收到有关特定时间段或只是特定日期的事件的通知，请选中相应的复选框并选择相应的值。**
6. **如果您希望条件存在时持续收到同一事件的通知，请选中相应的重新发布复选框，输入值，然后选择时间间隔。**
7. **对于 "Alert actions"（警报操作），选择一项操作，然后填写所有附带的字段。**
8. **（可选） 单击 "TEST"（测试）测试警报操作。**
9. **单击 "APPLY"（应用）。**

另请参见 有关设置阈值警报的更多信息，请参见“Adding Threshold Alerts” in 《Oracle ZFS Storage Appliance Administration Guide, Release OS8.8.x》。

▼ 配置阈值警报 (CLI)

1. **转至 `configuration alerts thresholds`。**
2. **输入 `create`。**

```
hostname:configuration alerts thresholds> create
```

3. **输入 `show` 查看阈值警报属性列表。**

4. **设置属性。**

   本示例为系统池设置了一个容量阈值警报，当它在一周的任何一天中至少有 1 小时超过 80%，系统就会发出警报。当这种条件持续存在时，每天都会发送警报，当该条件清除至少一天时，也会发送一个警报。

```
hostname:configuration alerts threshold (uncommitted)> set statname=syscap.percentused
                                  statname = syscap.percentused (uncommitted)
hostname:configuration alerts threshold (uncommitted)> set limit=80
                                  limit = 80 (uncommitted)
hostname:configuration alerts threshold (uncommitted)> set minpost=3600
                                  minpost = 1 hours (uncommitted)
hostname:configuration alerts threshold (uncommitted)> set days=all
                                  days=all (uncommitted)
hostname:configuration alerts threshold (uncommitted)> set frequency=86400
                                  frequency = 1 days (uncommitted)
hostname:configuration alerts threshold (uncommitted)> set minclear=86400
                                  minclear = 1 days (uncommitted)
```

5. **输入 `commit` 以完成此任务。**

```
hostname:configuration alerts threshold (uncommitted)> commit
```

另请参见 有关设置阈值警报的更多信息，请参见“Adding Threshold Alerts” in 《Oracle ZFS Storage Appliance Administration Guide, Release OS8.8.x》。

▼ 导出工作表 (BUI)

1. **按创建工作表 (BUI) [15]中所述创建包含所需数据集的工作表。**

2. **使用此工作表收集某个时间段中用于进一步分析的数据。**

3. **单击 "Synchronize"（同步）图标 同步数据集。**

4. **单击 "Pause"（暂停）图标 。**

5. **单击 "Zoom in"（放大） 和 "Zoom out"（缩小） 图标查看所需的期间。**

   注 - 只有视图中的数据才可以包含在 Analytics（分析）支持包中。

6. **单击 "Save"（保存）。**

7. **转至 "Analytics"（分析） > "Saved Worksheets"（保存的工作表）。**

8. **将光标悬停在要导出的工作表上，然后单击导出图标 。**

注 - 在尝试上载之前，必须先为回拨服务注册设备。有关更多信息，请参见“Phone Home Configuration” in 《Oracle ZFS Storage Appliance Administration Guide, Release OS8.8.x》。

9. **输入请求工作表时 Oracle 支持人员提供的服务请求号。**
10. **单击 "APPLY"（应用）。**
11. **记录支持包的文件名并将其提供给 Oracle 支持人员以便进行检索。**

▼ 导出工作表 (CLI)

1. **转至 `analytics worksheets`。**
2. **输入 `show` 查看可用工作表列表。**

```
hostname:analytics worksheets> show
Worksheets:

WORKSHEET        OWNER    NAME
worksheet-000    root     example_1
worksheet-001    root     example_2
```

3. **输入 `select` 和要导出的工作表。**

```
hostname:analytics worksheets> select worksheet-000
```

4. **输入 `bundle` 和服务请求号。**

```
hostname:analytics worksheet-000> bundle 3-7596250401
A support bundle is being created and sent to Oracle. You will receive an alert
when the bundle has finished uploading. Please save the following filename, as
Oracle support personnel will need it in order to access the bundle:
/upload/issue/3-7596250401/3-7596250401_ak.9a4c3d7b-50c5-6eb9-c2a6-ec9808ae1cd8.tar.gz
```

▼ 将数据集下载到 CSV 文件中 (BUI)

使用以下信息将数据集下载到 CSV 文件。虽然无法在 CLI 中下载数据集，但是能够以 CSV 格式查看数据。请参见以 CSV 格式查看数据集 (CLI) [50]。

1. **导航到含有要下载的数据集的已打开或保存的工作表。**
2. **单击 "Export data"（导出数据）图标 ，该图标位于要下载的数据集上方。**
3. **在本地保存文件。**

▼ 以 CSV 格式查看数据集 (CLI)

使用以下信息以 CSV 格式查看数据集中的数据。要将数据集下载到 CSV 文件中，请参见将数据集下载到 CSV 文件中 (BUI) [49]。

1. **转至 `analytics worksheets`。**

```
hostname:> analytics worksheets
```

2. **输入 `show` 查看保存的工作表列表。**

```
hostname:analytics worksheets> show
Worksheets:

WORKSHEET       OWNER   NAME
worksheet-000   root    example_1
worksheet-001   root    example_2
```

3. **输入 `select` 和包含您要查看数据的数据集的工作表。**

```
hostname:analytics worksheets> select worksheet-000
```

4. **输入 `show` 查看工作表中的数据集列表。**

```
hostname:analytics worksheet-000> show
Properties:
                          uuid = 66d05260-8d26-4b69-aae5-f98391048af0
                          name = example_1
                         owner = root
                         ctime = 2019-12-8 23:55:58
                         mtime = 2019-12-8 23:56:09

Datasets:

DATASET      DATE        SECONDS NAME
dataset-000  -                60 arc.accesses[L2ARC eligibility]
dataset-001  -                60 cap.bytesused[pool]
```

5. **输入 `select` 和您要查看数据的数据集。**

```
hostname:analytics worksheet-000> select dataset-000
```

6. **输入 `csv`。**

```
hostname:analytics worksheet-000 dataset-000> csv
Time (UTC),Value per second
2019-12-09 00:02:31,40599
2019-12-09 00:02:32,20134
2019-12-09 00:02:33,22425
2019-12-09 00:02:34,3954
2019-12-09 00:02:35,2185
```

Analytics（分析）数据保留策略

默认保留策略

默认情况下，设备会将秒级别的数据保留 7 天，将分钟级别的数据保留 14 天，将小时级别的数据保留 90 天。但是，我们强烈建议您指定一个符合您的业务需求的数据保留策略。如果计划长时间保留大量历史数据，则保留策略尤为重要。最长保留期为 2 年。OS8.6.0 或更高版本的软件更新会将以前的所有保留策略设置限定为最多 2 年。对保留策略的修改都记录在审计日志中。此默认保留策略对 OS8.6.0 及更高的软件版本有效。

启用保留策略

保留策略限制了在一段时间或保留期限内按每秒、每分钟或每小时的粒度收集的最小数据量。每个粒度可设置一个保留策略。例如，您可以定义一个保留策略以每秒为间隔来保存一天的最少数据量，第二个策略以每分钟为间隔来保存一周的最少数据量，第三个策略以每小时为间隔来保存一月的最少数据量。建议您根据自身的业务要求（包括符合性需求）仅保留最少的数据量。

由于秒级别数据属于最高粒度，因此与分钟或小时级别的数据相比，秒级别数据需要的内存和磁盘空间更多。同样，设置一个较长的保留期限对应于存储更多的数据。在 BUI 中监视数据集大小的方法是导航到 "Analytics"（分析）> "Dataset"（数据集），在 CLI 中监视数据集大小的方法是使用 `analytics datasets` 上下文。根据要求调整保留策略以满足业务要求，同时占据最少量的空间。保留策略适用于所有活动数据集：被暂停的数据集不受影响。

注意：保留时间必须随粒度的增高而增加。例如，为秒级别数据定义以周为单位的保留期后，无法为分钟级别数据定义以天为单位的保留期。

启用数据保留策略时，应假定系统会立即删除旧数据。例如，如果将秒级别策略设置为至少三小时，则应假定会删除三小时之前的所有数据。实际上，设备会定期删除旧数据，且可能会延期删除旧数据以免影响性能。通过设置定期放弃最高数据粒度的保留策略，您可以大大减少 Analytics（分析）使用的空间。

要启用保留策略，必须拥有超级用户特权，或者在数据集范围内拥有配置的授权。

查看保留的数据

工作表图形以可用于设备的最高数据粒度显示。例如，如果保留策略不收集秒级别数据，但是收集分钟级别数据，则图形使用分钟级别数据显示。

另请参见

- 有关为用户定义授权范围的更多信息，请参见“Configuring Users” in 《Oracle ZFS Storage Appliance Administration Guide, Release OS8.8.x》。
- 要了解有关分析策略属性的更多信息，请参见“数据保留属性” [53]。

Analytics（分析）数据保留策略

默认保留策略－默认情况下，设备会将秒级别数据保留 7 天，将分钟级别的数据保留 14 天，将小时级别的数据保留 90 天。但是，我们强烈建议您指定一个符合您的业务需求的数据保留策略。如果计划长时间保留大量历史数据，则保留策略尤为重要。最长保留期为 2 年。OS8.6.0 或更高版本的软件更新会将以前的所有保留策略设置限定为最多 2 年。对保留策略的修改都记录在审计日志中。此默认保留策略对 OS8.6.0 及更高的软件版本有效。

启用保留策略－保留策略限定了在一段时间内或保留期内按每秒、每分钟或每小时的粒度收集的最小数据量。每个粒度可设置一个保留策略。例如，您可以定义一个保留策略以每秒为间隔来保存一天的最少数据量，第二个策略以每分钟为间隔来保存一周的最少数据量，第三个策略以每小时为间隔来保存一月的最少数据量。建议您根据自身的业务要求（包括符合性需求）仅保留最少的数据量。

由于秒级别数据属于最高粒度，因此与分钟或小时级别的数据相比，秒级别数据需要的内存和磁盘空间更多。同样，设置一个较长的保留期限对应于存储更多的数据。在 BUI 中监视数据集大小的方法是导航到 "Analytics"（分析）> "Dataset"（数据集），在 CLI 中监视数据集大小的方法是使用 `analytics datasets` 上下文。根据要求调整保留策略以满足业务要求，同时占据最少量的空间。保留策略适用于所有活动数据集：被暂停的数据集不受影响。

注意：保留时间必须随粒度的增高而增加。例如，为秒级别数据定义以周为单位的保留期后，无法为分钟级别数据定义以天为单位的保留期。

启用数据保留策略时，应假定系统会立即删除旧数据。例如，如果将秒级别策略设置为至少三小时，则应假定会删除三小时之前的所有数据。实际上，设备会定期删除旧数据，且可能会延期删除旧数据以免影响性能。通过设置定期放弃最高数据粒度的保留策略，您可以大大减少 Analytics（分析）使用的空间。

要启用保留策略，必须拥有超级用户特权，或者在数据集范围内拥有配置的授权。

查看保留的数据－工作表图形按设备可用的最高数据粒度显示。例如，如果保留策略不收集秒级别数据，但是收集分钟级别数据，则图形使用分钟级别数据显示。

另请参见

- 有关为用户定义授权范围的更多信息，请参见“Configuring Users” in 《Oracle ZFS Storage Appliance Administration Guide, Release OS8.8.x》。

- 要了解有关分析策略属性的更多信息，请参见“数据保留属性” [53]。

数据保留属性

对于以下各个属性，您可以选择 "All"（全部）或 "At least"（至少）。如果选择了 "All"（全部），则不为数据保留间隔定义保留策略，且设备不会限制活动数据集。如果选择了 "At least"（至少），请在文本框中输入一个整数值。然后选择保留策略的期间：小时、天、周或月。这些设置适用于所有活动数据集，并且应该根据业务要求（包括符合性需求）进行设置。

表 1 设置属性

属性	说明
Per-second data（每秒数据）	使用此设置定义活动数据集中每秒记录一次的数据的保留时间
Per-minute data（每分钟数据）	使用此设置定义活动数据集中每分钟记录一次的数据的保留时间
Per-hour data（每小时数据）	使用此设置定义活动数据集中每小时记录一次的数据的保留时间

了解 Analytics（分析）工作表

工作表是为统计信息绘制图形的 BUI 屏幕。可以同时绘制多项统计信息，并可以为工作表指定一个标题并保存该工作表供以后查看。保存工作表这一操作将自动对所有打开的统计信息执行归档操作，这意味着将继续读取并永久归档任何打开的统计信息。

有关如何使用工作表的信息，请参见“管理工作表” [14]。

有关工作表的更多信息，请参见以下主题：

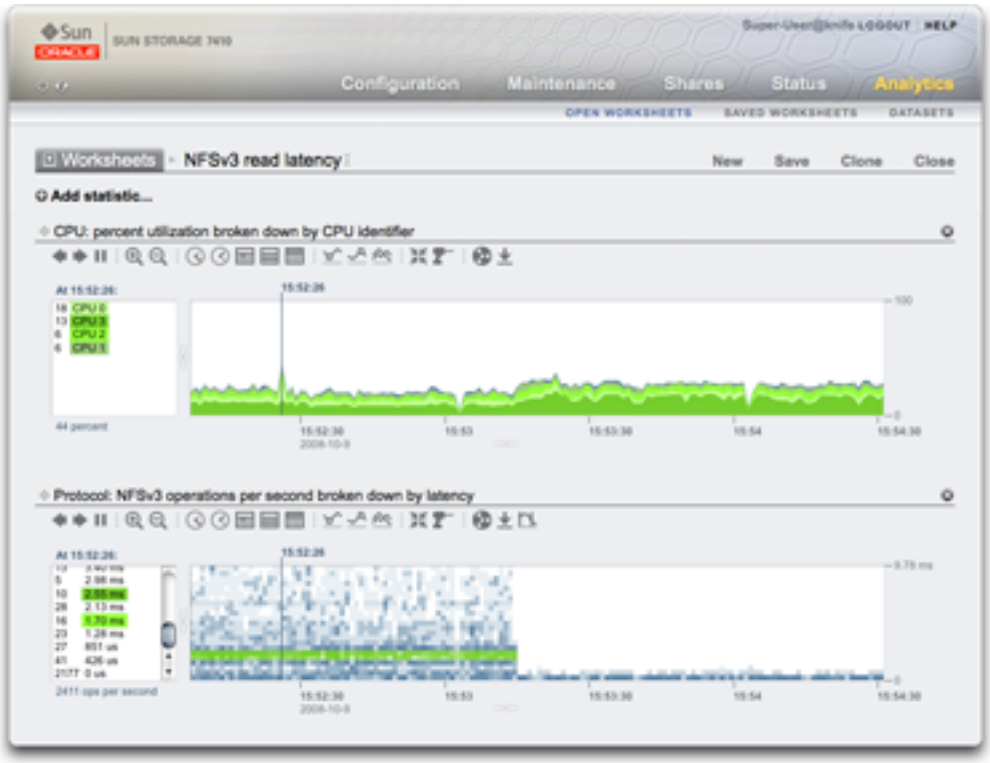
工作表曲线图和量化图

工作表是 Analytics（分析）的主界面。在工作表视图中，可以用图形表示多种统计信息。下面的屏幕截图显示了两种统计信息：

- CPU: percent utilization broken down by CPU identifier（CPU：按 CPU 标识符细分的利用率百分比）－以曲线图的形式显示
- Protocol: NFSv3 operations per second broken down by latency（协议：按延迟细分的每秒 NFSv3 操作数）－以量化图的形式显示

单击该屏幕抓图可查看放大的图。以下各节基于该屏幕抓图介绍 Analytics（分析）的各项功能。

图 1 图中按延迟显示了 NFSv3



调整曲线图

曲线图提供以下功能：

- 左侧面板列出曲线图的组成元素（如果有）。由于此曲线图是 "...broken down by CPU identifier"（按 CPU 标识符细分），因此左侧面板会列出 CPU 标识符。左侧面板仅列出在可见时段（即选定时间）内具有活动的组件。
- 单击左侧面板中的组件可以在主绘图窗口中突出显示其数据。
- 按住 Shift 键并单击左侧面板中的组件可以一次突出显示多个组件（例如，本例中突出显示了所有四个 CPU 标识符）。
- 右键单击左侧面板中的组件可以显示提供的详细信息。

- 左侧面板中只显示十个组件，之前和之后的均显示为 "..."。您可以单击 "..." 以显示更多组件。继续单击可完全展开该列表。
- 单击右侧的曲线图窗口可以突出显示某个时间点。在此示例屏幕抓图中，已选择 15:52:26。单击暂停按钮，然后单击缩放图标可放大选定的时间。单击时间文本可删除垂直时间线。
- 如果突出显示了某个时间点，则左侧的组件面板将仅列出该时间点的详细信息。请注意，左侧框上面的文本为 "At 15:52:26:"，指明组件详细信息所属的时间点。如果未选择时间，则该文本将为 "Range average:"。
- Y 轴将自动缩放以便最高点可以显示在曲线图中（但利用率统计信息除外，其最高点固定为 100%）。
- 通过折线图按钮 可将该曲线图更改为仅绘制线条，而没有水迹填充。出于某些原因，此更改可能非常有用：线性图中某些有用的详细信息可能会在水迹填充中丢失，因此选择折线图可以提高分辨率。还可以使用此功能在垂直方向放大组件曲线图：首先，从左侧选择一个或多个组件，然后切换至折线图。
- 要放大时间范围，请单击所需的范围开始位置，然后按住 shift 键并单击范围结束位置，再单击放大图标

以下功能是曲线图和量化图共有的：

- 可以扩展高度。在曲线图中部寻找下面的白色线条，单击并向下拖动。
- 宽度将扩展至与浏览器大小一致。
- 单击并拖动移动图标 可切换统计信息的垂直位置。

调整量化图

该屏幕抓图中的 NFS 延迟统计信息以量化图的形式显示。“量化图”这个名称表示了它收集和显示数据的方式。每次更新统计信息时，数据都将量化到存储桶（在图上被绘制为块）中。某个时间存储桶中的事件越多，块的颜色就绘制得越深。

示例屏幕抓图中显示，NFSv3 操作延迟达到 9 毫秒甚至更长时间（y 轴表示延迟），直至某事件中途退出，然后延迟下降至不到 1 毫秒。可以绘制其他统计信息以解释延迟缩短（文件系统高速缓存命中率显示稳定的未命中数此时降至 0－之前一直是从磁盘随机读取工作负荷（0 至 9+ 毫秒的延迟），现已切换为读取缓存在 DRAM 中的文件）。

量化图用于显示 I/O 延迟、I/O 偏移和 I/O 大小，可提供以下功能：

- 详细了解数据概况（不仅仅是平均值、最大值或最小值），从而可直观了解所有事件并提升模式识别。
- 消除垂直异常值。如果没有此功能，会一直压缩 y 轴以包括最高的事件。单击剔除异常值图标 可在不同的异常值消除比例之间进行切换。将光标悬停在此图标上方可查看当前值。

- 垂直缩放：在左侧框中单击列表中的某个较低点，然后按住 Shift 键并单击较高点。现在，单击剔除异常值图标可缩放至此范围。
- 可以扩展高度。在量化图中部寻找下面的白色线条，单击并向下拖动。
- 宽度将扩展至与浏览器大小一致。
- 单击并拖动移动图标 可切换统计信息的垂直位置。

背景图案

通常，曲线图会在白色背景上以各种颜色显示。如果由于某种原因没有数据，则曲线图的填充图案会指示没有数据的具体原因：

- 灰色图案表示在指示的时间段内未记录给定的统计信息。这可能是因为用户尚未指定该统计信息，也可能是因为显式暂停了数据收集。
- 红色图案表示在该时间段内未收集数据。出现这种图案最常见的原因是，在指示的时间段内关闭了系统。
- 橙色图案表示在收集给定的统计信息时出现意外故障。这可能由一些异常状况引起。如果持续出现此图案或者在紧急情况下出现此图案，请联系您的授权支持资源和/或提交支持包。有关如何提交支持包的更多信息，请参见《Oracle ZFS Storage Appliance 客户服务手册》中的“使用支持包”。

工具栏参考

包含按钮的工具栏显示在以曲线图形式显示的统计信息的上方。以下是其功能参考：

表 2 工具栏参考

图标	单击	按住 Shift 键并单击
	在时间轴上向后移动（向左移动）	在时间轴上向后移动（向左移动）
	在时间轴上向前移动（向右移动）	在时间轴上向前移动（向右移动）
	前进到现在	前进到现在
	暂停	暂停
	缩小	缩小
	放大	放大
	显示一分钟	显示两分钟、三分钟、四分钟...
	显示一小时	显示两小时、三小时、四小时...

图标	单击	按住 Shift 键并单击
	显示一天	显示两天、三天、四天...
	显示一周	显示两周、三周、四周...
	显示一个月	显示两个月、三个月、四个月...
	显示最小值	显示下一个最小值，下下个最小值...
	显示最大值	显示下一个最大值，下下个最大值...
	显示折线图	显示折线图
	显示山形图	显示山形图
	剔除异常值	剔除异常值
	将工作表同步到此统计信息	将工作表同步到此统计信息
	不同步工作表统计信息	不同步工作表统计信息
	深入分析	以彩虹状突出显示
	保存统计数据	保存统计数据
	导出统计数据	导出统计数据

将光标悬停在各按钮的上方可查看描述其单击行为的工具提示。

工作表提示

- 如果要保存显示需关注事件的工作表，请确保先暂停统计（同步所有统计信息，然后单击 "Pause"（暂停））。否则，曲线图将继续滚动，当您稍后打开工作表时，该事件可能不再显示在屏幕上。
- 如果是在事件发生后分析问题，仅限于使用已归档的数据集。同步时间轴之后，可以在各数据集之间建立视觉关联。如果不同的统计信息呈现出相同的模式，则很有可能是相关的活动。
- 缩小到月份视图及更长周期的视图时，请耐心等待。在管理长周期数据方面 Analytics（分析）很强大，但是缩小为长周期时仍可能会产生延迟。
- 在群集系统中的一个节点上保存工作表时，具有相同标题的工作表副本将传播到对等节点。要在对等节点上永久保存工作表统计信息，请单击 "Save"（保存）。

保存的工作表属性

对于保存的工作表，将存储以下属性：

表 3 "Saved Worksheets"（保存的工作表）属性

字段	说明
Name（名称）	所保存工作表的可配置名称。将显示在 "Open Worksheets"（打开的工作表）视图的顶部。
Comment（注释）	可选的注释（仅在 BUI 中可见）
Owner（所有者）	拥有该工作表的用户
Created（创建时间）	工作表的创建时间
Modified（修改时间）	上次修改工作表的时间（仅在 CLI 中可见）

BUI 图标参考

将光标悬停在已保存的工作表条目上可显示以下控件：

表 4 BUI 图标

图标	说明
	将此工作表包上载到 Oracle 支持以供分析。尝试上载之前，必须先为回拨服务注册设备（请参见“Phone Home Configuration” in 《Oracle ZFS Storage Appliance Administration Guide, Release OS8.8.x》）。系统会提示您输入服务请求 (Service Request, SR) 编号，该编号是在请求工作表时由 Oracle 支持人员提供的。
	将保存在此工作表中的数据集附加到 "Open Worksheets"（打开的工作表）中的当前工作表中
	编辑工作表以更改名称和注释
	销毁此工作表

关于 Analytics（分析）数据集

术语数据集是指针对某统计信息在内存中缓存的数据以及在磁盘上保存的数据，在 Analytics（分析）中这些数据显示为带有管理控件的实体。只要在 "Open Worksheets"（打开的工作表）中查看统计信息，系统就会自动创建数据集。数据集不会保存到磁盘以供将来查看，除非您对其进行归档。请参见“统计信息操作” [69]。

BUI 中的 "Analytics"（分析）> "Datasets"（数据集）屏幕列出所有数据集。包括正在工作表中查看的打开的统计信息（这种属于临时数据集，关闭工作表时会消失）以及要归档到磁盘的统计信息。

在 "Dataset"（数据集）视图中，所有数据集都包含以下字段：

表 5 数据集的字段说明

字段	说明
Status icon（状态图标）	请参见表 6 “BUI 图标”。
Overhead（开销）	数据集的低、中或高性能影响；请参见下表。另请参见“存储性能影响” [64]和“执行性能影响” [67]。
Name（名称）	统计信息/数据集的名称
Since（计时开始时间）	数据集中的第一个时间戳。对于打开的统计信息，此时间为打开统计信息的时间，可能是几分钟之前。对于归档的统计信息，此时间为归档数据集中的第一个时间，指明此数据集可以回溯至过去多长时间，可能是几天、几周或几个月。对此列进行排序可显示可用的最早数据集。
On Disk（在磁盘上）	此数据集所占用的磁盘空间
In Core（在内核中）	此数据集所占用的主内存空间

在 BUI 视图中会显示以下图标，其中某些图标仅在将光标悬停在数据集条目上方时才会显示：

表 6 BUI 图标

图标	说明
	数据集正在积极收集数据
	数据集当前已暂停收集数据

图标	说明
	数据集的开销低
	数据集的开销占中等
	数据集的开销高
	暂停/恢复归档的数据集
	支持将此数据集归档到磁盘
	放弃此数据集中的所有或部分数据

有关这些数据集操作的说明，请参见“统计信息操作” [69]。

了解 Analytics（分析）统计信息

Analytics（分析）统计信息提供了非常出色的设备可监测性，可以展示设备的运行情况以及网络上的客户机使用设备的情况。尽管 Analytics（分析）提供的统计信息可能看起来直观明了，但在解释其意义时可能要注意其他详细信息。对于性能分析目的尤其如此，在该分析中对统计信息的精确理解往往是必要的。

为了最大限度缩短群集系统中的维修停机时间，统计信息和数据集在故障恢复和接管操作期间不可用。在故障恢复和接管操作完成之前，不收集任何数据，任何对暂停或恢复统计信息的尝试都将延迟，这些操作完成后，数据收集会自动恢复。

有关性能影响、操作和默认统计信息的信息，请参见以下主题：

- “存储性能影响” [64]
- “执行性能影响” [67]
- “统计信息操作” [69]
- “默认统计信息” [70]

有关可供监视的 Analytics（分析）统计信息的信息，请参见以下主题：

- “Active Directory: Operations（Active Directory：操作）” [71]
- “Active Directory: MSRPC Bindings（Active Directory: MSRPC 绑定）” [73]
- “Active Directory: Average Latency（Active Directory：平均延迟）” [74]
- “CPU: Percent Utilization（CPU：利用率百分比）” [78]
- “Cache: ARC Accesses（高速缓存：ARC 访问次数）” [80]
- “Cache: L2ARC I/O Bytes（高速缓存：L2ARC I/O 字节数）” [82]
- “Cache: L2ARC Accesses（高速缓存：L2ARC 访问次数）” [82]
- Capacity: Capacity Bytes Used（容量：已用容量字节数）—BUI、CLI
- Capacity: Capacity Percent Used（容量：已用容量百分比）—BUI、CLI
- “Capacity: Meta Device Capacity Bytes Used（容量：已用元设备容量字节数）(BUI)” [90]
- “Capacity: Meta Device Capacity Percent Used（容量：已用元设备容量百分比）(BUI)” [90]
- “Capacity: System Pool Bytes Used（容量：已用系统池字节数）” [91]
- “Capacity: System Pool Percent Used（容量：已用系统池百分比）” [92]
- “Data Movement: Cloud Bytes（数据移动：云字节数）” [93]

存储性能影响

Analytics（分析）统计信息收集会对整体性能产生一定影响。如果了解会有什么开销以及如何最大限度地减少或避免开销，则这种影响不会带来问题。

可以将 Analytics（分析）统计信息归档，这意味着这些信息是一个不断读取并保存到系统磁盘的数据集（每秒汇总一次）。这允许按月、日直到秒查看统计信息。系统不会放弃数据。如果设备持续运行了两年，您可以查看过去两年中任何时间的归档数据集视图，而且可以深入到秒级别。根据统计信息的类型，这可能会造成系统磁盘使用方面的问题。

您可以监视不断增长的数据集大小，并销毁增长得过大的数据集。由于系统磁盘启用了压缩，因此数据集视图中所显示的大小比压缩后所占用的磁盘空间要大。有关系统磁盘使用情况和可用空间，请参见《Oracle ZFS Storage Appliance 客户服务手册》中的“查看系统磁盘状态”。

以下示例大小提取自持续运行了 4 个多月的设备：

表 7 提取自运行了 4 个多月的设备的大小

类别	统计信息	时间跨度	数据集大小*	占用的磁盘空间*
CPU	Percent utilization（利用率百分比）	130 天	127 MB	36 MB
Protocol（协议）	NFSv3 operations per second（每秒 NFSv3 操作数）	130 天	127 MB	36 MB
Protocol（协议）	NFSv3 operations per second broken down by type of operation（按操作类型细分的每秒 NFSv3 操作数）	130 天	209 MB	63 MB
CPU	Percent utilization broken down by CPU mode（按 CPU 模式细分的利用率百分比）	130 天	431 MB	91 MB
Network（网络）	Device bytes per second broken down by device（按设备细分的每秒设备字节数）	130 天	402 MB	119 MB
Disk（磁盘）	I/O bytes per second broken down by disk（按磁盘细分的每秒 I/O 字节数）	130 天	2.18 GB	833 MB
Disk（磁盘）	I/O operations per second broken down by latency（按延迟细分的每秒 I/O 操作数）	31 天	1.46 GB	515 MB

* 这些大小将因您的工作负荷而异；因此只作为大致参考提供。

值得注意的是，该设备设计为使用 500 GB 的镜像系统磁盘，其中大部分磁盘可用于存储数据集。

影响所占用的磁盘空间的因素包括：

- 统计信息的类型：原始还是细分
- 对于细分：细分的数量以及细分名称的长度
- 活动发生率

留意 "Dataset"（数据集）中的大小。如果某个数据集增长得过大，您希望停止增长，但想要保留历史数据，请使用暂停操作。

原始统计信息

由于下列原因，单值的统计信息（有时写为 as a raw statistic（以原始统计信息形式））将不会占用太多的磁盘空间：

- 整数值占用的磁盘空间是固定的，而且此空间量很小。
- 保存时会压缩归档－这将显著减小统计信息的大小，使其几近于零。

示例：

- CPU: percent utilization（CPU：利用率百分比）
- Protocol: NFSv3 operations per second（协议：每秒 NFSv3 操作数）

细分

具有细分的统计信息会使用更多的数据（如前面的表所示），这是因为：

- 每个细分每秒保存一次。对于按文件和主机名细分的细分，每秒的细分数量可能会多达数百个（试想一下：在一秒的汇总期间内发生活动的文件或主机有多少个！）－所有这些细分都必须保存到磁盘中。
- 细分使用动态名称，这些名称本身可能就很长。在按文件细分的细分统计信息中可能只有十个活动文件，但每个文件的路径名可能会长达数十个字符。这听起来好像不多，但是，当每隔一秒保存此数据时，该数据集的大小将逐步增大。

示例：

- CPU: percent utilization broken down by CPU mode（CPU：按 CPU 模式细分的利用率百分比）
- Protocol: NFSv3 operations per second broken down by type of operation（协议：按操作类型细分的每秒 NFSv3 操作数）
- Disk: I/O bytes per second broken down by disk（磁盘：按磁盘细分的每秒 I/O 字节数）
- Disk: I/O bytes per second broken down by latency（磁盘：按延迟细分的每秒 I/O 字节数）

导出统计信息

有时您可能需要将统计信息归档到其他服务器，以便释放设备的磁盘空间或实现其他目的。有关以 CSV 格式导出统计信息或下载统计信息数据的更多信息，请参见使用 Analytics（分析） [11]。

执行性能影响

启用统计会产生一定的 CPU 开销（用于数据收集和聚合）。在许多情况下，这种开销不会对系统性能造成显著影响。但是对于在极高负荷（包括基准负荷）下运行的系统，用于统计信息收集的少量开销会开始变得显著。

以下是处理执行开销的一些技巧：

- 对于动态统计信息，只对有必要全天候记录的那些统计信息进行归档。
- 可以暂停统计，从而避免数据收集和收集开销。如果只需收集较短时间内的统计信息即可满足需要（例如，排除性能问题时），此操作可能非常有用。启用统计，等待几分钟，然后单击 "Datasets"（数据集）视图中的电源图标以暂停统计。被暂停的数据集将保留其数据，以供日后查看。
- 在启用和禁用动态统计时，请通过静态统计信息密切关注整体性能。
- 请注意，深入分析会导致所有事件都产生开销。例如，您跟踪 "NFSv3 operations per second for client deimos"（客户机 deimos 的每秒 NFSv3 操作数），而当前没有来自 deimos 的 NFSv3 活动。这并不表示此统计信息不存在执行开销。设备仍必须跟踪每个 NFSv3 事件，然后将主机与 "deimos" 比较，确定是否应在此数据集中记录数据－此时大部分执行开销已经产生。

静态统计信息

某些统计信息源于操作系统计数器并始终维护，称为静态统计信息。这些统计信息的收集对系统性能的影响可以忽略，因为系统在一定程度上已经维护了这些统计信息（通常通过称为 `kstat` 的操作系统功能进行收集）。这类统计信息的示例包括：

表 8 静态统计信息

类别	统计信息
CPU	percent utilization（利用率百分比）
CPU	percent utilization broken down by CPU mode（按 CPU 模式细分的利用率百分比）
Cache（高速缓存）	ARC accesses per second broken down by hit/miss（按命中/未命中细分的每秒 ARC 访问次数）
Cache（高速缓存）	ARC size（ARC 大小）
Disk（磁盘）	I/O bytes per second（每秒 I/O 字节数）
Disk（磁盘）	I/O bytes per second broken down by type of operation（按操作类型细分的每秒 I/O 字节数）
Disk（磁盘）	I/O operations per second（每秒 I/O 操作数）
Disk（磁盘）	I/O operations per second broken down by disk（按磁盘细分的每秒 I/O 操作数）
Disk（磁盘）	I/O operations per second broken down by type of operation（按操作类型细分的每秒 I/O 操作数）

类别	统计信息
Network（网络）	device bytes per second（每秒设备字节数）
Network（网络）	device bytes per second broken down by device（按设备细分的每秒设备字节数）
Network（网络）	device bytes per second broken down by direction（按方向细分的每秒设备字节数）
Protocol（协议）	NFSv3/NFSv4/NFSv4.1 operations per second（每秒 NFSv3/NFSv4/NFSv4.1 操作数）
Protocol（协议）	NFSv3/NFSv4/NFSv4.1 operations per second broken down by type of operation（按操作类型细分的每秒 NFSv3/NFSv4/NFSv4.1 操作数）

在 BUI 中进行查看时，上面列表中不包含 "broken down by"（细分方式）文本内容的统计信息可能会包含 "as a raw statistic"（以原始统计信息形式）文本内容。

由于这些统计信息的执行开销可以忽略不计，并且它们提供了系统行为的概览，默认情况下，将对其中很多统计信息进行归档。请参见“默认统计信息” [70]。

动态统计信息

这些统计信息是动态创建的，并且通常不由系统进行维护（它们通常通过称为 *DTrace* 的操作系统功能进行收集）。每个事件都将被跟踪，并且每隔一秒将此跟踪数据聚合到统计信息中。因此，这类统计信息的开销与事件数量成正比。

当活动为 1000 操作/秒时，跟踪磁盘详细信息可能不会对性能产生显著的影响，但是当传输速率为 100,000 数据包/秒时，测量网络详细信息可能会有负面影响。所收集信息的类型也是一个影响因素：对文件名和客户机名称的跟踪将增加对性能的影响。

动态统计信息的示例包括：

表 9 动态统计信息

类别	统计信息
Protocol（协议）	SMB operations per second（每秒 SMB 操作数）
Protocol（协议）	SMB operations per second broken down by type of operation（按操作类型细分的每秒 SMB 操作数）
Protocol（协议）	HTTP/WebDAV requests per second（每秒 HTTP/WebDAV 请求数）
Protocol（协议）	...operations per second broken down by client（按客户机细分的每秒操作数）
Protocol（协议）	...operations per second broken down by file name（按文件名细分的每秒操作数）
Protocol（协议）	...operations per second broken down by share（按共享资源细分的每秒操作数）
Protocol（协议）	...operations per second broken down by project（按项目细分的每秒操作数）

类别	统计信息
Protocol（协议）	...operations per second broken down by latency（按延迟细分的每秒操作数）
Protocol（协议）	...operations per second broken down by size（按大小细分的每秒操作数）
Protocol（协议）	...operations per second broken down by offset（按偏移细分的每秒操作数）

"..." 表示任一协议。

要想确定这些统计的影响，最好的方式是在系统运行稳定负荷的情况下启用和禁用这些统计。可以使用基准测试软件来应用这种稳定负荷。有关以此方式计算性能影响的步骤，请参见使用 Analytics（分析） [11]。

统计信息操作

可以对统计信息/数据集执行以下操作：

表 10 对统计信息/数据集执行的操作

操作	说明
打开	开始从统计信息进行读取（每秒），并将值作为数据集缓存在内存中。在 "Open Worksheets（打开的工作表）"中，统计信息在添加到视图时打开，从而可以为其实时绘制图形。查看统计信息时，数据将保留在内存中。
关闭	关闭统计信息视图，放弃内存中缓存的数据集。
归档	将统计信息设置为永久打开并归档到磁盘。如果统计信息已打开，则内存中缓存的所有数据也将归档到磁盘。对统计信息进行归档将创建永久的数据集，显示在 "Datasets"（数据集）视图中（具有非零 "on disk"（在磁盘上）值的数据集）。这就是全天候记录统计信息的方法，因此可以在事后查看过去的某月某周某日的活动。
放弃数据	管理为特定统计信息存储的数据量。可以选择放弃整个数据集或选择以下列粒度之一为单位删除已归档数据：秒、分钟或小时。请注意，如果您要删除较高级别的粒度，还必须删除所有低于该级别的粒度。例如，要删除分钟粒度，还必须删除秒粒度。如果选择不放弃整个数据集，则可以放弃较早的数据，仅保留较新的数据。您可以在 "Older than"（早于）文本框中输入一个整数值，然后选择时间单位："hours"（小时）、"days"（天）、"weeks"（周）或 "months"（月）。例如，如果要为选定的统计信息只保留三周的存储数据，则在 "Older than"（早于）文本框中输入 "3"，然后从下拉菜单中选择 "weeks"（周）。
暂停	暂停已归档的统计信息。将不会读取新数据，但是现有磁盘归档将保持不变。
恢复	恢复先前暂停的统计信息，使其继续读取数据并将数据写入到归档中。

默认统计信息

以下统计信息在出厂安装的设备中默认启用并归档。这是初次配置并登录到该设备时，在 "Datasets"（数据集）视图中会看到的统计信息。

有关协议的平均延迟统计信息的信息，请参见“Protocols: Average Latency Statistics（协议：平均延迟统计信息）” [150]。

表 11 默认统计信息

类别	统计信息
Active Directory	操作
Active Directory	MSRPC 绑定
Active Directory	平均延迟
CPU	Percent utilization（利用率百分比）
CPU	Percent utilization broken down by CPU mode（按 CPU 模式细分的利用率百分比）
Cache（高速缓存）	ARC accesses per second broken down by hit/miss（按命中/未命中细分的每秒 ARC 访问次数）
Cache（高速缓存）	ARC size（ARC 大小）
Cache（高速缓存）	ARC size broken down by component（按组件细分的 ARC 大小）
Cache（高速缓存）	DNLC accesses per second broken down by hit/miss（按命中/未命中细分的每秒 DNLC 访问次数）
Cache（高速缓存）	L2ARC accesses per second broken down by hit/miss（按命中/未命中细分的每秒 L2ARC 访问次数）
Cache（高速缓存）	L2ARC size（L2ARC 大小）
Data Movement（数据移动）	NDMP bytes transferred to/from disk per second（每秒传输至磁盘/从磁盘传输的 NDMP 字节数）
Disk（磁盘）	Disks with utilization of at least 95 percent broken down by disk（按磁盘细分的利用率至少为 95% 的磁盘）
Disk（磁盘）	I/O bytes per second（每秒 I/O 字节数）
Disk（磁盘）	I/O bytes per second broken down by type of operation（按操作类型细分的每秒 I/O 字节数）
Disk（磁盘）	I/O operations per second（每秒 I/O 操作数）
Disk（磁盘）	I/O operations per second broken down by disk（按磁盘细分的每秒 I/O 操作数）
Disk（磁盘）	I/O operations per second broken down by type of operation（按操作类型细分的每秒 I/O 操作数）
Network（网络）	Device bytes per second（每秒设备字节数）
Network（网络）	Device bytes per second broken down by device（按设备细分的每秒设备字节数）
Network（网络）	Device bytes per second broken down by direction（按方向细分的每秒设备字节数）

类别	统计信息
Protocol（协议）	SMB operations per second（每秒 SMB 操作数）
Protocol（协议）	SMB operations per second broken down by type of operation（按操作类型细分的每秒 SMB 操作数）
Protocol（协议）	SMB2 operations per second（每秒 SMB2 操作数）
Protocol（协议）	SMB2 operations per second broken down by type of operation（按操作类型细分的每秒 SMB2 操作数）
Protocol（协议）	FTP bytes per second（每秒 FTP 字节数）
Protocol（协议）	Fibre Channel bytes per second（每秒光纤通道字节数）
Protocol（协议）	Fibre Channel operations per second（每秒光纤通道操作数）
Protocol（协议）	HTTP/WebDAV requests per second（每秒 HTTP/WebDAV 请求数）
Protocol（协议）	NFSv2 operations per second（每秒 NFSv2 操作数）
Protocol（协议）	NFSv2 operations per second broken down by type of operation（按操作类型细分的每秒 NFSv2 操作数）
Protocol（协议）	NFSv3 operations per second（每秒 NFSv3 操作数）
Protocol（协议）	NFSv3 operations per second broken down by type of operation（按操作类型细分的每秒 NFSv3 操作数）
Protocol（协议）	NFSv4 operations per second（每秒 NFSv4 操作数）
Protocol（协议）	NFSv4 operations per second broken down by type of operation（按操作类型细分的每秒 NFSv4 操作数）
Protocol（协议）	SFTP bytes per second（每秒 SFTP 字节数）
Protocol（协议）	iSCSI operations per second（每秒 iSCSI 操作数）
Protocol（协议）	iSCSI bytes per second（每秒 iSCSI 字节数）

这些默认统计信息能够以最小的统计信息收集开销提供跨协议的广泛可监测性，即使在确定基准时通常也会启用这些统计信息。有关统计开销的更多讨论，请参见“存储性能影响” [64]和“执行性能影响” [67]。

Active Directory: Operations（Active Directory：操作）

此统计信息显示某个时间点 Active Directory (AD) 操作的总数，并测量一段时间内的每秒操作数。此统计信息还显示这些操作的结果。

AD 操作统计信息只应当用于诊断可能与 `smbd` 相关的问题。AD 分析不应连续运行，因为它们会不必要地占用系统资源。如果平均延迟在一段时间内大幅增加，则可以生成警报，警报将出现在显示板上。要设置阈值警报，请参见“配置阈值警报”（BUI、CLI）。

何时检查 Active Directory 操作

此统计信息提供类似如下的信息：

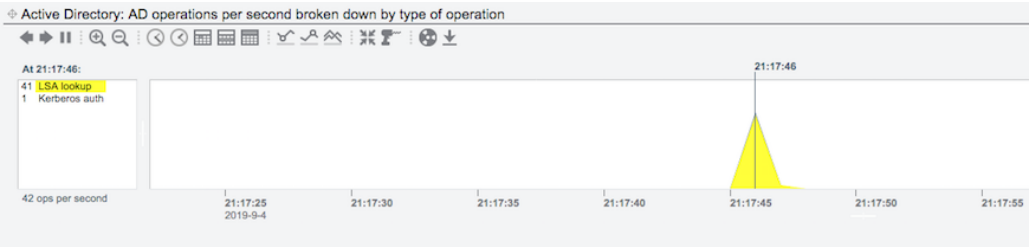
- 用户登录率
- 所使用的用户验证机制（NTLM 与 Kerberos）
- LSA 查找率

此统计信息可以帮助确定类似如下的问题：

- AD 服务器连接问题。
- 用户验证失败。
- 因 DNS 域名配置错误问题导致加入 AD 域失败。例如，此类配置错误的症状可能为对 AD 中重复的计算机信任账户发出误报。

AD 操作统计信息可以帮助识别某个用户账户是否为大量 AD 组的成员。通常，单个用户域验证与一个或多个 LSA 查找交换相关联。如果某个用户是大量 AD 组的成员，则会对该用户执行一个验证操作（Kerberos 或 NTLM 验证），然后执行许多 LSA 查找操作。一个 LSA 查找操作最多可以将 25 个组 SID 解析为 AD 组名。在下图中，正在验证的用户最多属于 1025 (41 * 25) 个 AD 组。

图 2 属于大量 AD 组的用户成员



此统计信息还提供与 AD 操作相关联的错误代码，如下所示：

- NT_STATUS_PIPE_NOT_AVAILABLE 错误可能表明域控制器 (domain controller, DC) 的命名管道资源有限。
- Microsoft RPC (MSRPC) 服务提供商拒绝错误可能表明 DC 正在使用 Windows 更新进行打补丁，而 Windows 更新可能已限制了正在运行的 MSRPC 服务。

Active Directory 操作细分

此统计信息可以按操作和结果进行细分。

表 12 Active Directory 操作细分

细分	说明
type of operation（操作类型）	所执行的操作。示例：

细分	说明
	■ LSA 查找 ■ 查找信任账户 ■ NTLM 验证 ■ Kerberos 验证 ■ DC 故障转移 ■ DC 监视 ■ DC 搜索 ■ 加入域 ■ 协商验证机制
result（结果）	操作的结果。示例： ■ SUCCESS、UNSUCCESSFUL ■ DOMAIN_CONTROLLER_NOT_FOUND ■ NONE_MAPPED ■ 未找到密钥表项 ■ 票证尚无效 ■ 工作站信任账户更新失败：此名称正在使用中 ■ NO_SUCH_USER ■ NT 状态 ■ 系统错误

进一步分析

- 有关每秒平均延迟，请参见“Active Directory: Average Latency（Active Directory：平均延迟）” [74]
- “Active Directory: MSRPC Bindings（Active Directory: MSRPC 绑定）” [73]

Active Directory: MSRPC Bindings（Active Directory: MSRPC 绑定）

除 Kerberos 验证以外，所有 AD 操作都涉及与远程 AD 服务器的一个或多个 MSRPC 绑定。设备必须成功绑定到 AD 服务器上运行的远程 MSRPC 服务，才能发出 MSRPC 请求。通常，在 MSRPC 绑定交换期间，涉及 AD 服务器的所有连接问题都被视为故障。

此统计信息显示某个时间点成功或失败的 MSRPC 绑定交换的总数，并测量一段时间内操作的每秒 MSRPC 绑定率。

AD MSRPC 绑定统计信息只应当用于诊断可能与 `smbd` 相关的问题。AD 分析不应连续运行，因为它们会不必要地占用系统资源。如果平均延迟在一段时间内大幅增加，则可以生成警报，警报将出现在显示板上。要设置阈值警报，请参见“配置阈值警报”（BUI、CLI）。

何时检查 Active Directory MSRPC 绑定

MSRPC 绑定主机名细分可用于识别：

- 速度慢或行为不正常的 AD 服务器
- DC 故障转移事件发生前后使用的故障和备用 AD 服务器

MSRPC 绑定结果细分可用于确定：

- 由于在加入 AD 域期间指定了错误的用户密码而导致的 SMB 客户机验证问题
- 连接超时

Active Directory MSRPC 绑定细分

此统计信息可以按主机名和结果进行细分。

表 13 MSRPC 绑定交换细分

细分	说明
hostname（主机名）	AD 服务器的主机名。
result（结果）	MSRPC 绑定的结果。示例： ■ SUCCESS、UNSUCCESSFUL ■ SMB/客户机验证失败 ■ 连接超时 ■ NT 状态 ■ 查找信任账户

进一步分析

- 有关每秒平均延迟，请参见“Active Directory: Average Latency（Active Directory：平均延迟）” [74]
- “Active Directory: Operations（Active Directory：操作）” [71]

Active Directory: Average Latency（Active Directory：平均延迟）

此统计信息显示 MSRPC 绑定操作和以下 AD 操作的每秒平均延迟：

- LSA 查找

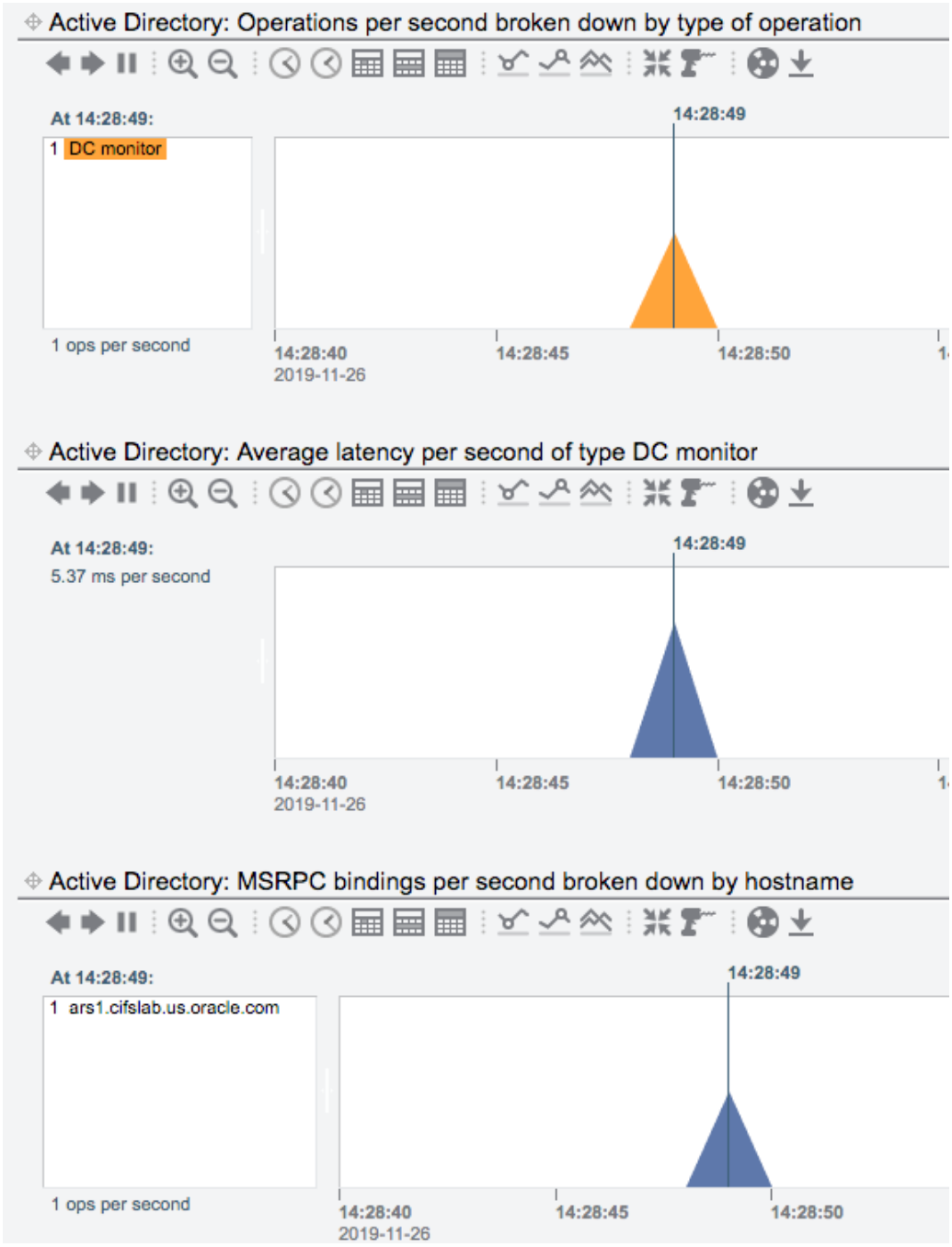
- NTLM 验证
- Kerberos 验证
- DC 故障转移
- DC 监视
- DC 搜索
- 加入域
- 协商验证机制
- 查找系统的 AD 计算机账户

AD 平均延迟统计信息只应当用于诊断可能与 `smbd` 相关的问题，以及帮助分析 AD 性能问题和 AD 服务器延迟。AD 分析不应连续运行，因为它们会不必要地占用系统资源。如果平均延迟在一段时间内大幅增加，则可以生成警报，警报将出现在显示板上。要设置阈值警报，请参见“配置阈值警报”（BUI、CLI）。

何时检查 Active Directory 平均延迟

AD 平均延迟统计信息可帮助分析 AD 性能问题。此统计信息还可帮助测量域中各种 AD 服务器的延迟。例如，在包含多个 DC 的域环境中，可以使用 DC 监视操作延迟来确定哪个 AD 服务器的响应速度快。然后可以将低延迟 DC 设置为首选 DC。下图显示特定主机的 DC 监视操作的每秒平均延迟为 5.37 毫秒。

图 3 AD 服务器的延迟


Active Directory: Operations per second broken down by type of operation
At 14:28:49:
1 DC monitor
14:28:49
1 ops per second
14:28:40
2019-11-26
14:28:45
14:28:50
Active Directory: Average latency per second of type DC monitor
At 14:28:49:
5.37 ms per second
14:28:49
14:28:40
2019-11-26
14:28:45
14:28:50
Active Directory: MSRPC bindings per second broken down by hostname
At 14:28:49:
1 ars1.cifslab.us.oracle.com
14:28:49
1 ops per second
14:28:40
2019-11-26
14:28:45
14:28:50

Active Directory 平均延迟细分

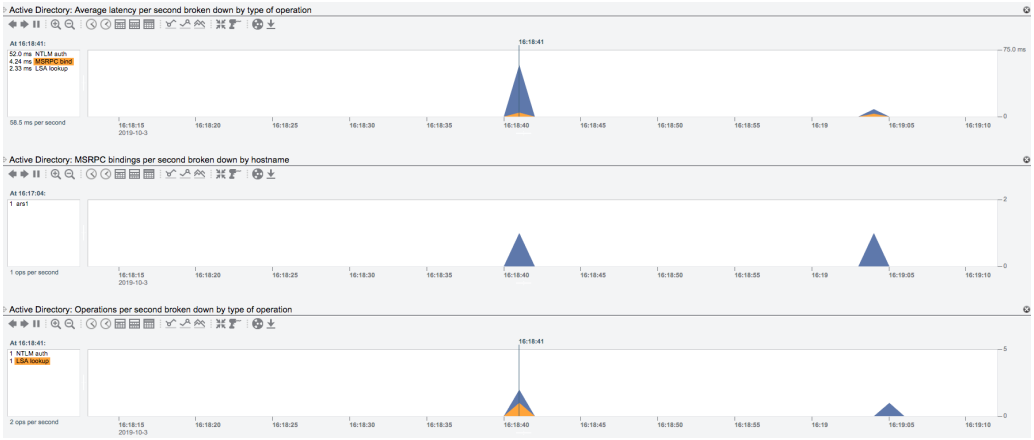
此统计信息可以按操作和结果进行细分。

表 14 Active Directory 平均延迟细分

细分	说明
operation（操作）	请参见此节开头的列表。
result（结果）	操作的结果。示例： ■ NT 状态 ■ 系统错误

下图显示 AD 统计信息的所有三个变体。

图 4 AD 平均延迟统计信息、MSRPC 绑定统计信息和操作统计信息



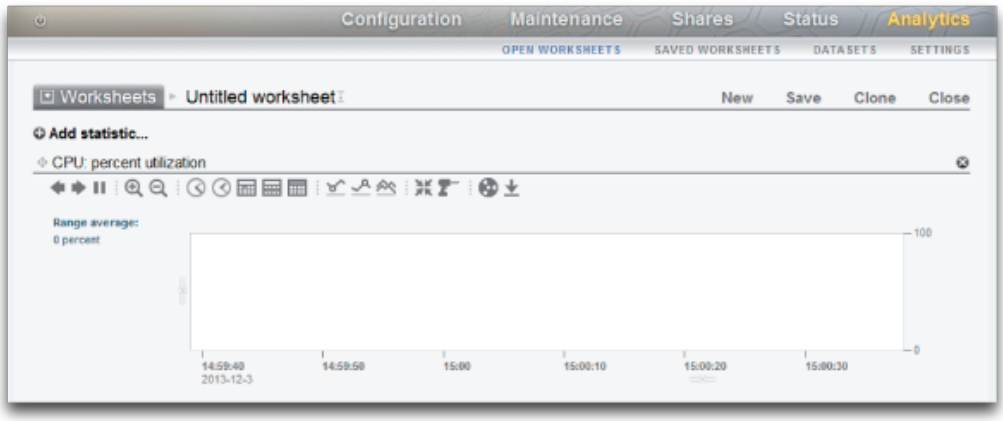
进一步分析

- “Active Directory: MSRPC Bindings（Active Directory: MSRPC 绑定）” [73]
- “Active Directory: Operations（Active Directory：操作）” [71]

CPU: Percent Utilization（CPU：利用率百分比）

此统计信息显示设备 CPU 的平均利用率。CPU 可能是插槽中的核心也可能是硬件线程；可以在 "Analytics"（分析）界面下查看其数量和类型。例如，一个系统上可能有四个四核 CPU 插槽，这意味着该设备有 16 个 CPU 可用。此统计信息显示的利用率是所有 CPU 的平均利用率。

图 5 CPU Percent Utilization（CPU 利用率百分比）



设备 CPU 可以达到 100% 的利用率，这可能是一个问题，也可能不是。对于某些性能测试，会有意将设备驱动到 100% 的 CPU 利用率，以便在峰值性能时进行测量。

示例

图 3 显示了当设备通过 NFSv3 以超过 2 GB/秒的速度提供缓存的数据时的按 CPU 模式细分的 CPU 利用率百分比。

平均 82% 的利用率表明还有可用空间，并且该设备能够以超过 2 GB/秒的速度提供服务（它可以）。（各个细分加起来只有 81%；额外的 1% 是由于四舍五入而得到的。）

CPU 利用率高确实意味着 NFS 操作的整体延迟将会增加（可以通过 "Protocol NFS operations broken down by latency"（协议：按延迟细分的 NFS 操作数）来测量），因为操作可能经常需要等待 CPU 资源。

何时检查 CPU 利用率百分比

您可以在分析系统瓶颈时检查 CPU 利用率百分比。还可以在启用了消耗 CPU 的功能（例如压缩）时检查此统计信息，以便测量该功能的 CPU 消耗。

CPU: Percent Utilization Breakdowns（CPU：利用率百分比）细分

可用的 CPU 利用率百分比细分包括：

表 15 利用率百分比细分

细分	说明
CPU mode（CPU 模式）	用户或内核。请参见下面的 CPU 模式表。
CPU identifier（CPU 标识符）	CPU 的数字操作系统标识符。
application name（应用程序名称）	使用 CPU 的应用程序的名称。
process identifier（进程标识符）	操作系统进程 ID (process ID, PID)。
user name（用户名）	使用 CPU 的进程或线程的所有者的用户名。

CPU 模式包括：

表 16 CPU 模式

CPU mode（CPU 模式）	说明
user（用户）	这是用户级进程。使用 CPU 的最常见用户级进程是 akd（appliance kit daemon，设备套件守护进程），该进程提供对设备的管理控制。
kernel（内核）	这是基于内核的使用 CPU 的线程。许多设备服务都是基于内核的，例如 NFS 和 SMB。

进一步分析

此 CPU 利用率平均值的一个问题是，可能会隐藏单个 CPU 利用率为 100%（当单个软件线程的工作饱和时可能会出现这种情况）的问题。使用 "Advanced Analytics"（高级分析）中按利用率百分比细分的 CPU（将利用率呈现为 CPU 的热图），可以轻松识别利用率为 100% 的单个 CPU。

详细信息

CPU 利用率表示在用户和内核代码中用于处理 CPU 指令而不属于空闲线程的时间。指令时间包括存储器总线上的停顿周期，因此，导致利用率高的原因可能是数据的 I/O 移动。

Cache: ARC Accesses（高速缓存：ARC 访问次数）

ARC 是自适应替换高速缓存，并且是用于文件系统和卷数据的 DRAM 内高速缓存。此统计信息显示了对 ARC 的访问次数，并允许监测其使用情况和性能。

何时检查 ARC 访问次数

您可以在分析性能问题时检查 ARC 访问次数，以便了解在 ARC 中缓存当前工作负荷的情况。

ARC 访问次数细分

可用的高速缓存 ARC 访问次数细分包括：

表 17 ARC 访问次数细分

细分	说明
hit/miss（命中/未命中）	ARC 查找的结果。命中/未命中状态如下表所述。
filename（文件名）	从 ARC 请求的文件名。使用此细分可以使用分层结构模式，以便导航到各文件系统目录。
L2ARC eligibility（L2ARC 适用性）	这是在访问 ARC 时所测量的 L2ARC 高速缓存的适用性。大量未命中 ARC 但符合 L2ARC 的访问表明工作负荷可能会受益于 2 级高速缓存设备。
project（项目）	显示了正在访问 ARC 的项目。
share（共享资源）	显示了正在访问 ARC 的共享资源。
LUN	显示了正在访问 ARC 的 LUN。

如“执行性能影响” [67]中所述，将细分（例如按文件名）保持为启用状态可能是开销最高的。

命中/未命中状态包括：

表 18 命中/未命中细分

命中/未命中细分	说明
data hits（数据命中）	数据块位于 ARC DRAM 高速缓存中且返回了该数据块。
data misses（数据未命中）	数据块不在 ARC DRAM 高速缓存中。将从 L2ARC 高速缓存设备（如果存在该设备且数据缓存在其上）或池磁盘中读取该数据。
metadata hits（元数据命中）	元数据块位于 ARC DRAM 高速缓存中且返回了该元数据块。元数据包括引用数据块的盘上文件系统框架。下面列出了其他示例。
metadata misses（元数据未命中）	元数据块不在 ARC DRAM 高速缓存中。将从 L2ARC 高速缓存设备（如果存在该设备且数据缓存在其上）或池磁盘中读取该数据。

命中/未命中细分	说明
prefetched data/metadata hits/misses（预取的数据/元数据命中/未命中）	通过预取机制而不是直接从应用程序请求触发的 ARC 访问。下文中提供了有关预取的更多详细信息。

元数据

元数据示例：

- 文件系统块指针
- 目录信息
- 重复数据删除表
- ZFS uberblock

预取

预取是用于提高流读取工作负荷的性能的一种机制。它将分析 I/O 活动以识别顺序读取，并可以提前发出额外的读取，以使得在应用程序请求数据前，该数据已在高速缓存中。预取在 *ARC* 之前发生（通过访问 ARC 实现），当尝试了解 ARC 活动时，请牢记这一点。例如，如果看到：

表 19 预取类型

类型	说明
prefetched data misses（预取的数据未命中）	预取识别了一个顺序工作负荷，并通过为该数据执行 ARC 访问来请求提前将数据缓存到 ARC 中。该数据尚未在高速缓存中，因此这是 "miss"（未命中），将从磁盘中读取数据。这是正常情况，是预取从磁盘填充 ARC 的方式。
prefetched data hits（预取的数据命中）	预取识别了一个顺序工作负荷，并通过为该数据执行 ARC 访问来请求提前将数据缓存到 ARC 中。事实上，该数据已经在 ARC 中，因此这些访问将以 "hits"（命中）状态返回（因此实际上无需预取 ARC 访问）。如果以顺序方式重复读取缓存的数据，将会发生此情况。

数据被预取后，应用程序可以通过其自己的 ARC 访问来请求该数据。请注意，大小可能不同：执行预取时 I/O 大小可能为 128 KB，而应用程序读取时 I/O 大小可能为 8 KB。例如，以下信息看起来好像没有直接关系：

- Data hits: 368（数据命中：368）
- Prefetch data misses: 23（预取数据未命中：23）

但实际情况可能是：如果预取使用 128 KB 大小的 I/O 进行请求，则 23 x128 = 2944 KB。如果应用程序使用 8 KB 大小的 I/O 进行请求，则 368 x 8 = 2944 KB。

进一步分析

要分析 ARC 未命中情况，请使用 "Cache ARC size"（高速缓存－ARC 大小）检查 ARC 是否已经扩大到使用可用的 DRAM。

Cache: L2ARC I/O Bytes（高速缓存：L2ARC I/O 字节数）

L2ARC 是第 2 级自适应替换高速缓存，是在从较慢的池磁盘中读取前所访问的基于 SSD 的高速缓存。L2ARC 目前设计用于随机读取工作负荷。此统计信息显示了当高速缓存设备存在时，针对 L2ARC 高速缓存设备的读取和写入字节速率。

何时检查 L2ARC I/O 字节数

在预热期间检查 "Cache: L2ARC I/O Bytes"（高速缓存：L2ARC I/O 字节数）统计信息将非常有用。写入字节数将显示 L2ARC 预热时的速率。

L2ARC I/O 字节数细分

表 20 L2ARC I/O 字节数细分

细分	说明
type of operation（操作类型）	读取或写入。读取字节数是在高速缓存设备中命中的数据量。写入字节数显示使用数据填充高速缓存设备的情况。

进一步分析

另请参见“Cache: L2ARC Accesses（高速缓存：L2ARC 访问次数）” [82]。

Cache: L2ARC Accesses（高速缓存：L2ARC 访问次数）

L2ARC 是第 2 级自适应替换高速缓存，是在从较慢的池磁盘中读取前所访问的基于 SSD 的高速缓存。L2ARC 目前设计用于随机读取工作负荷。此统计信息显示了当 L2ARC 高速缓存设备存在时对 L2ARC 的访问次数， 并允许查看其使用情况和性能。

何时检查 L2ARC 访问次数

分析性能问题时，需要检查在 L2ARC 中缓存当前工作负荷的情况。

L2ARC 访问次数细分

表 21 L2ARC 访问次数细分

细分	说明
hit/miss（命中/未命中）	L2ARC 查找的结果。命中/未命中状态如下表所述。
filename（文件名）	从 L2ARC 请求的文件名。使用此细分可以使用分层结构模式，以便导航到各文件系统目录。
L2ARC eligibility（L2ARC 适用性）	这是在访问 L2ARC 时所测量的 L2ARC 高速缓存的适用性。
project（项目）	这显示了正在访问 L2ARC 的项目。
share（共享资源）	这显示了正在访问 L2ARC 的共享资源。
LUN	这显示了正在访问 L2ARC 的 LUN。

如“执行性能影响” [67]中所述，将细分（例如按文件名）保持为启用状态可能是开销最高的。

进一步分析

要分析 L2ARC 未命中情况，请使用 "Advanced Analytics"（高级分析）中的 "Cache L2ARC size"（高速缓存－L2ARC 大小）检查 L2ARC 是否已经扩展到足够大小。通过小的随机读取提供时，L2ARC 预热数百 GB 通常需要很长时间，即使用不了几天，也需要数小时。也可以通过检查来自 "Cache L2ARC I/O bytes"（高速缓存－L2ARC I/O 字节数）的写入操作来检查该速率。同时请检查 "Advanced Analytics"（高级分析）中的 "Cache L2ARC errors"（高速缓存－L2ARC 错误）以查看是否有任何阻止 L2ARC 预热的错误。

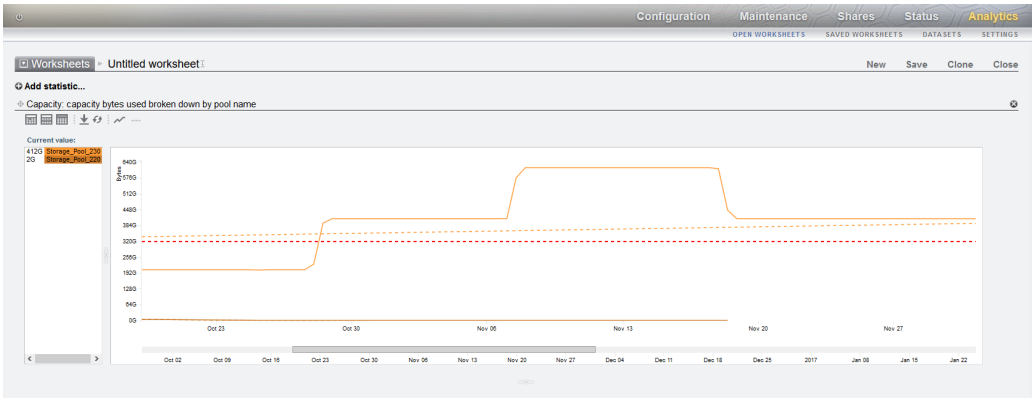
还可以检查按 L2ARC 适用性细分的 "Cache ARC accesses"（高速缓存－ARC 访问次数），首先检查数据是否适用 L2ARC 高速缓存。由于 L2ARC 设计用于随机读取工作负荷，所以 它将忽略顺序读取工作负荷或流读取工作负荷，而允许它们从池磁盘中返回。

Capacity: Capacity bytes used（容量：已用容量字节数）(BUI)

这是“可呈现趋势的”统计信息，其以图形方式呈现数据集，并显示工作表中数据集整个时间跨度内的趋势。这些趋势图可以查看和进行处理。此特定统计信息显示存储容量使用情况（以千兆字节为单位）的趋势并按存储池进行细分。要按字节数为容量使用情况设置阈值警报，请参见 “Capacity: Capacity bytes used（容量：已用容量字节数）(CLI)” [85]。

下图显示了数据集在整个时间跨度内按存储池细分的已用字节数容量趋势。

图 6 容量：按池名称细分的已用容量字节数



红色虚线是参考线，其他虚线显示各个趋势。实线反映实际容量使用情况。虚线（红色虚参考线除外）与实线一起进行颜色编码以匹配与存储池关联的颜色，如Current value（当前值）窗格中所示。将鼠标悬停在 Current value（当前值）窗格中的某个池上时，将会出现一个框，显示池名称、目标（或参考）字节数和拦截日期。拦截日期是池达到目标（或参考）字节大小的时间。将鼠标悬停在图中的某个池上时，将显示该时间点的容量。

可以控制显示哪些存储池、时间跨度、参考线的值、是否显示趋势线以及何时重新装入数据，如下表中所述。在为参考线设置值后才显示参考线。

表 22 修改已用容量字节数图

图形图标	元素	说明
	存储池	选择 Current value（当前值）窗格中的池以突出显示该池并在图中显示该池。选择已经突出显示的池以将其隐藏。
	参考线	选择参考线图标来为参考线设置值。要隐藏参考线，请再次选择该图标。要设置新的参考线值，请选择以再次显示该图标。值度量为： * G = 千兆字节 * T = 兆兆字节
	趋势线	要显示趋势线，请单击趋势线图标。要隐藏趋势线，请再次选择该图标。
	重新装入数据	要从后端重新装入数据并重新显示可用数据所在的整个间隔内的数据，请单击重新装入数据图标。参考线和趋势线都将删除。

图形图标	元素	说明
	时间跨度	通过在日期之间的条上拖动鼠标来选择时间跨度。选择时间跨度后，可以将突出显示的整个跨度拖到新设置，您也可以选择时间跨度的一端并将其拖到新设置。

何时检查已用容量字节数

此统计信息可用于查看设置时间段内的容量使用情况趋势。该信息可用于根据存储池进行存储容量规划。要根据字节数为容量使用情况设置阈值警报，请参见“Capacity: Capacity bytes used（容量：已用容量字节数）(CLI)” [85]。

已用容量字节数细分

池－为其显示容量趋势的池的名称。

Capacity: Capacity bytes used（容量：已用容量字节数）(CLI)

该统计信息显示存储容量的已用字节数（以千兆字节为单位），包括数据、元数据和快照，预留除外。它用作阈值警报，无法在图中显示。与其他统计信息不同，它每五分钟而不是每秒更新一次。提供各种细分，可分别显示已用的池、项目和共享资源容量。

要在 CLI 中为数据集创建该容量警报，请导航到 `analytics datasets` 上下文。然后，使用 `create` 命令设置警报。

```
hostname:> analytics datasets
hostname:analytics datasets> create cap.bytesused[name]
```

如果使用工作表，请导航到 `analytics worksheets` 上下文，选择所需工作表，然后导航到 `dataset` 上下文。然后，使用 `set name` 命令设置警报。最后，提交更改。在以下示例中，"\" 字符表示换行符。

```
hostname:> analytics worksheets
hostname:analytics worksheets> select worksheet-000
hostname:analytics worksheets worksheet-000> dataset
hostname:analytics worksheets worksheet-000 dataset \
(uncommitted)> set name="cap.bytesused[name]"
hostname:analytics worksheets worksheet-000 dataset \
(uncommitted)> commit
```

对于 `cap.bytesused`，根据下表为 `[name]` 替换适当的参数。

表 23 已用容量字节数警报的参数

参数	说明
`[pool]`	选择所有池

参数	说明
[pool=*poolname*]	选择名为 *poolname* 的池
[project]	选择所有项目
[project=*projectname*]	选择名为 *projectname* 的项目
[pool=*poolname*][project]	选择 *poolname* 中的所有项目
[pool=*poolname*][project=*projectname*]	选择 *poolname* 中名为 *projectname* 的项目
[share]	选择所有共享资源
[share=*sharename*]	选择名为 *sharename* 的共享资源
[pool=*poolname*][share]	选择 *poolname* 中的所有共享资源
[pool=*poolname*][share=*sharename*]	选择 *poolname* 中名为 *sharename* 的共享资源
[project=*projectname*][share]	选择 *projectname* 中的所有共享资源
[project=*projectname*][share=*sharename*]	选择 *projectname* 中名为 *sharename* 的共享资源
[pool=*poolname*][project=*projectname*][share]	选择 *poolname* 中 *projectname* 中的所有共享资源
[pool=*poolname*][project=*projectname*] [share=*sharename*]	选择 *poolname* 中 *projectname* 中的名为 *sharename* 的共享资源

何时检查已用容量字节数

该统计信息可以用作已用存储容量字节数的阈值警报。如果超过了阈值且触发了警报，您可以在存储变得太满而性能受到影响之前缓解这种情况。

已用容量字节数细分

- Pool（池）－要对其设置警报的池的名称。
- Project（项目）－要对其设置警报的项目的名称。
- Share（共享资源）－要对其设置警报的共享资源的名称。

进一步分析

有关已用存储容量百分比的阈值警报，请参见“Capacity: Capacity percent used（容量：已用容量百分比）(CLI)” [88]。

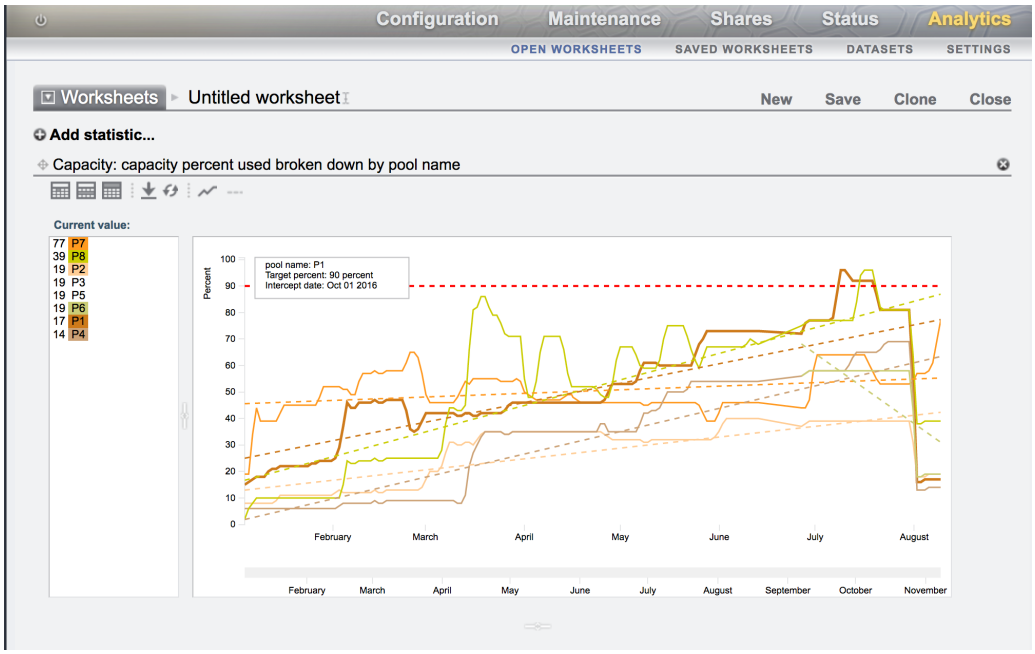
Capacity: Capacity percent used（容量：已用容量百分比）(BUI)

这是“可呈现趋势的”统计信息，其以图形方式呈现数据集，并显示工作表中数据集整个时间跨度内的趋势。这些趋势图可以查看和进行处理。此特定统计信息显示存储容量使

用情况（以百分比表示）的趋势并按存储池进行细分。要按百分比设置容量使用阈值警报，请参见“Capacity: Capacity percent used（容量：已用容量百分比）(CLI)” [88]。

下图显示了数据集在整个时间跨度内按存储池细分的已用容量百分比趋势。

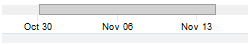
图 7 容量：按池名称细分的已用容量百分比



红色虚线是参考线，其他虚线显示各个趋势。实线反映实际容量使用情况。虚线（红色虚参考线除外）与实线一起进行颜色编码以匹配与存储池关联的颜色，如Current value（当前值）窗格中所示。将鼠标悬停在 Current value（当前值）窗格中的某个池上时，将会出现一个框，显示池名称、目标（或参考）百分比和拦截日期。拦截日期是池达到目标（或参考）百分比的时间。将鼠标悬停在图中的某个池上时，将显示该时间点的容量。

可以控制显示哪些存储池、时间跨度、参考线的值、是否显示趋势线以及何时重新装入数据，如下表中所述。在为参考线设置值后才显示参考线。

表 24 修改已用容量百分比图

图形图标	元素	说明
	存储池	选择 Current value（当前值）窗格中的池以突出显示该池并在图中显示该池。选择已经突出显示的池以将其隐藏。
	参考线	选择参考线图标来为参考线设置值。要隐藏参考线，请再次选择该图标。要设置新的参考线值，请选择以再次显示该图标。
	趋势线	要显示趋势线，请单击趋势线图标。要隐藏趋势线，请再次选择该图标。
	重新装入数据	要从后端重新装入数据并重新显示可用数据所在的整个间隔内的数据，请单击重新装入数据图标。参考线和趋势线都将删除。
	时间跨度	通过在日期之间的条上拖动鼠标来选择时间跨度。选择时间跨度后，可以将突出显示的整个跨度拖到新设置，您也可以选择时间跨度的一端并将其拖到新设置。

何时检查已用容量百分比

此统计信息可用于查看设置时间段内的容量使用情况趋势。该信息可用于根据存储池进行存储容量规划。要按百分比设置容量使用阈值警报，请参见“Capacity: Capacity percent used（容量：已用容量百分比）(CLI)” [88]。

已用容量百分比细分

池－为其显示容量趋势的池的名称。

Capacity: Capacity percent used（容量：已用容量百分比）(CLI)

该统计信息显示存储容量的已用百分比，包括数据、元数据和快照，预留除外。它用作阈值警报，无法在图中显示。与其他统计信息不同，它每五分钟而不是每秒更新一次。提供各种细分，可分别显示已用的池、项目和共享资源容量。

对于共享资源，存储容量是配额（如果存在）或者动态 LUN 的最大大小。如果两者都不存在，则容量是父项目的容量。对于项目，容量是配额（如果存在）或者父池的原始大小。对于数据池，容量是原始池大小。

要在 CLI 中为数据集创建容量警报，请导航到 `analytics datasets` 上下文。然后，使用 `create` 命令设置警报。

```
hostname:> analytics datasets
hostname:analytics datasets> create cap.percentused[name]
```

如果使用工作表，请导航到 `analytics worksheets` 上下文，选择所需工作表，然后导航到 `dataset` 上下文。然后，使用 `set name` 命令设置警报。最后，提交更改。在以下示例中，"\" 字符表示换行符。

```
hostname:> analytics worksheets
hostname:analytics worksheets> select worksheet-000
hostname:analytics worksheets worksheet-000> dataset
hostname:analytics worksheets worksheet-000 dataset \
(uncommitted)> set name="cap.percentused[name]"
hostname:analytics worksheets worksheet-000 dataset \
(uncommitted)> commit
```

对于 `cap.percentused`，根据下表为 `[name]` 替换适当的参数。

表 25 已用容量百分比警报的参数

参数	说明
`[pool]`	选择所有池
`[pool=`*poolname*`]`	选择名为 *poolname* 的池
`[project]`	选择所有项目
`[project=`*projectname*`]`	选择名为 *projectname* 的项目
`[pool=`*poolname*`][project]`	选择 *poolname* 中的所有项目
`[pool=`*poolname*`][project=`*projectname*`]`	选择 *poolname* 中名为 *projectname* 的项目
`[share]`	选择所有共享资源
`[share=`*sharename*`]`	选择名为 *sharename* 的共享资源
`[pool=`*poolname*`][share]`	选择 *poolname* 中的所有共享资源
`[pool=`*poolname*`][share=`*sharename*`]`	选择 *poolname* 中名为 *sharename* 的共享资源
`[project=`*projectname*`][share]`	选择 *projectname* 中的所有共享资源
`[project=`*projectname*`][share=`*sharename*`]`	选择 *projectname* 中名为 *sharename* 的共享资源
`[pool=`*poolname*`][project=`*projectname*`][share]`	选择 *poolname* 中 *projectname* 中的所有共享资源
`[pool=`*poolname*`][project=`*projectname*`]` `[share=`*sharename*`]`	选择 *poolname* 中 *projectname* 中的名为 *sharename* 的共享资源

何时检查已用容量百分比

该统计信息可以用作已用存储容量百分比的阈值警报。如果超过了阈值且触发了警报，您可以在存储变得太满而性能受到影响之前缓解这种情况。

已用容量百分比细分

- Pool（池）－要对其设置警报的池的名称。
- Project（项目）－要对其设置警报的项目的名称。
- Share（共享资源）－要对其设置警报的共享资源的名称。

进一步分析

有关已用存储容量字节数的阈值警报，请参见“Capacity: Capacity bytes used（容量：已用容量字节数）(CLI)” [85]。

Capacity: Meta Device Capacity Bytes Used（容量：已用元设备容量字节数）(BUI)

此统计信息显示元设备上的已用字节数，按池名称进行细分。此统计信息提供趋势数据，与统计信息“Capacity: Capacity bytes used（容量：已用容量字节数）(BUI)” [83]类似。

使用此统计信息监视以字节数表示的已用元设备存储、检查元设备使用情况的趋势以及在容量达到特定阈值时发出警报。

仅当针对重复数据删除配置了元设备时此统计信息才有用。

何时检查已用容量字节数

该统计信息可以用作已用元设备容量字节数的阈值警报。已用容量字节数高指示需要向配置中添加更多元设备。如果超过了阈值且触发了警报，您可以在元设备变得太满而性能受到影响之前缓解这种情况。

已用容量字节数细分

池－为其显示容量趋势的池的名称。

Capacity: Meta Device Capacity Percent Used（容量：已用元设备容量百分比）(BUI)

此统计信息显示元设备上的已用空间百分比，按池名称进行细分。此统计信息提供趋势数据，与统计信息“Capacity: Capacity percent used（容量：已用容量百分比）(BUI)” [86]类似。

使用此统计信息监视以百分比表示的元设备存储使用情况、检查元设备使用情况的趋势以及在容量达到特定阈值时发出警报。

仅当针对重复数据删除配置了元设备时此统计信息才有用。

何时检查已用容量百分比

该统计信息可以用作已用元设备容量百分比的阈值警报。高百分比使用值指示需要向配置中添加更多元设备。任何池中使用的元设备达到 85% 阈值时，设备会生成警报。如果超过了阈值且触发了警报，您可以在元设备变得太满而性能受到影响之前缓解这种情况。

已用容量百分比细分

池－为其显示容量趋势的池的名称。

Capacity: System Pool Bytes Used（容量：已用系统池字节数）

该统计信息显示系统池容量的已用字节数（以千兆字节为单位），包括数据、元数据和快照，预留除外。它用作阈值警报，无法在图中显示。与其他统计信息不同，它每五分钟而不是每秒更新一次。

使用以下方法之一在 CLI 中创建此容量警报。

如果未在使用工作表，请导航到分析和数据集上下文，并使用 `create` 命令。

```
hostname:> analytics
hostname:analytics> datasets
hostname:analytics datasets> create syscap.bytesused
```

如果正在使用工作表，请导航到分析和工作表上下文、所需的工作表以及数据集上下文，并使用 `set name` 命令。下面的 \ 字符表示换行符。

```
hostname:> analytics
hostname:analytics> worksheets
hostname:analytics worksheets> select worksheet-000
hostname:analytics worksheets worksheet-000> dataset
hostname:analytics worksheets worksheet-000 dataset \
(uncommitted)> set name="syscap.bytesused"
hostname:analytics worksheets worksheet-000 dataset \
(uncommitted)> commit
```

何时检查已用系统池字节数

该统计信息可以用作已用系统池容量字节数的阈值警报。如果超过了阈值且触发了警报，您可以在系统池变得太满而性能受到影响之前缓解这种情况。

已用系统池字节数细分

无。

进一步分析

有关已用系统池容量百分比的阈值警报，请参见“Capacity: System Pool Percent Used（容量：已用系统池百分比）” [92]。

Capacity: System Pool Percent Used（容量：已用系统池百分比）

该统计信息根据原始池大小显示系统池容量的已用百分比。它用作阈值警报，无法在图中显示。与其他统计信息不同，它每五分钟而不是每秒更新一次。

使用以下方法之一在 CLI 中创建此容量警报。

如果未在使用工作表，请导航到分析和数据集上下文，并使用 `create` 命令。

```
hostname:> analytics datasets
hostname:analytics datasets> create syscap.percentused
```

如果正在使用工作表，请导航到分析和工作表上下文、所需的工作表以及数据集上下文，并使用 `set name` 命令。下面的 \ 字符表示换行符。

```
hostname:> analytics
hostname:analytics> worksheets
hostname:analytics worksheets> select worksheet-000
hostname:analytics worksheets worksheet-000> dataset
hostname:analytics worksheets worksheet-000 dataset \
(uncommitted)> set name="syscap.percentused"
hostname:analytics worksheets worksheet-000 dataset \
(uncommitted)> commit
```

何时检查已用系统池百分比

该统计信息可以用作已用系统池容量百分比的阈值警报。如果超过了阈值且触发了警报，您可以在系统池变得太满而性能受到影响之前缓解这种情况。建议将阈值警报设

置为 80%。有关设置阈值警报的信息，请参见配置阈值警报 (BUI) [47]或配置阈值警报 (CLI) [47]。

已用系统池百分比细分

无。

进一步分析

有关已用系统池容量字节数的阈值警报，请参见“Capacity: System Pool Bytes Used（容量：已用系统池字节数）” [91]。

Data Movement: Cloud Bytes（数据移动：云字节数）

此统计信息跟踪由于云快照操作而传入和传出 Oracle Cloud Infrastructure 对象存储的总字节数。该总计不适用于所传输的元数据；仅适用于所备份或还原的快照内容。您可以在网络分析中查看包含元数据的确切度量。

何时检查云字节数

在调查云快照活动以确定传入/传出 Oracle Cloud Infrastructure 对象存储的传输率时，使用此统计信息。

云字节数细分

表 26 云字节数细分

细分	说明
type of operation（操作类型）	每种操作类型（读取或写入）的总字节数。
cloud target（云目标）	按服务中配置的云目标细分的总字节数。
raw (no breakdown)（原始（无细分））	传入所有目标和所有操作类型的总字节数。

进一步分析

要检查云备份请求数而不是传输的字节数，请参见“Data Movement: Cloud Requests（数据移动：云请求数）” [94]。

Data Movement: Cloud Requests（数据移动：云请求数）

此统计信息跟踪由于云快照操作而针对 Oracle Cloud Infrastructure 对象存储发出的云请求总数。一个请求通常包含许多字节，而在某些情况下，请求可能不传输任何数据。一个请求等同于一个粗粒度的 HTTP 请求。例如，删除云备份将导致多个云请求，但不传输任何字节。相比之下，备份将导致许多 `nwrite` 请求，每个请求都会导致传输成千上万字节。

何时检查云字节数

在调查云快照活动以确定请求是否成功以及正在处理多少个请求时，使用此统计信息。结合云字节数，观察者可以了解快照的进展（还原或备份）速率，并确定正在以多快的速度成功处理请求。

云请求数细分

表 27 云请求数细分

细分	说明
type of operation（操作类型）	以下每种操作类型的请求总数：`nread`（读取）、`nwrite`（写入）、`ntrim`（删除）和 `nerror`（错误）。
cloud target（云目标）	按服务中配置的云目标细分的请求总数。
raw (no breakdown)（原始（无细分））	对所有目标和所有操作类型发出的请求总数。

进一步分析

要检查所传输的云备份字节数而不是请求数，请参见“Data Movement: Cloud Bytes（数据移动：云字节数）” [93]。

Data Movement: Shadow Migration Bytes（数据移动：影子迁移字节数）

此统计信息跟踪在迁移文件或目录内容期间每秒传输的影子迁移字节总数。此统计信息不适用于元数据（扩展属性、ACL 等等）。此统计信息给出了所传送的数据的粗略近似值，但包含大量元数据的源数据集将显示不成比例的小带宽。可以通过查看网络分析信息来监测整个带宽。

何时检查影子迁移字节数

分析影子迁移活动时。

影子迁移字节数细分

表 28 影子迁移字节数细分

细分	说明
filename（文件名）	迁移的文件名。使用此细分可以使用分层结构模式，以便导航到各文件系统目录。
project（项目）	这将显示包含影子迁移的项目。
share（共享资源）	这将显示正在迁移的共享资源。

进一步分析

另请参见“Data Movement: Shadow Migration Ops（数据移动：影子迁移操作数）” [95]和“Data Movement: Shadow Migration Requests（数据移动：影子迁移请求数）” [96]。

Data Movement: Shadow Migration Ops（数据移动：影子迁移操作数）

此统计信息跟踪需要转至源文件系统的影子迁移操作数。

何时检查影子迁移操作数

分析影子迁移活动时。

影子迁移操作数细分

表 29 影子迁移操作数细分

细分	说明
filename（文件名）	迁移的文件名。使用此细分可以使用分层结构模式，以便导航到各文件系统目录。
project（项目）	这将显示包含影子迁移的项目。
share（共享资源）	这将显示正在迁移的共享资源。

细分	说明
latency（延迟）	测量来自影子迁移源的请求的延迟。

进一步分析

另请参见“Data Movement: Shadow Migration Bytes（数据移动：影子迁移字节数）” [94]和“Data Movement: Shadow Migration Requests（数据移动：影子迁移请求数）” [96]。

Data Movement: Shadow Migration Requests（数据移动：影子迁移请求数）

此统计信息跟踪针对未缓存且已知在文件系统本地的文件或目录的影子迁移请求数。此统计信息同时考虑了已迁移的和未迁移的文件和目录，且可用于跟踪在影子迁移过程中发生的延迟，以及跟踪后台迁移的进度。由于它当前同时包含同步和异步（后台）迁移，因此无法仅查看对客户机可见的延迟。

何时检查影子迁移请求数

分析影子迁移活动时。

影子迁移请求数细分

表 30 影子迁移请求数细分

细分	说明
filename（文件名）	迁移的文件名。使用此细分可以使用分层结构模式，以便导航到各文件系统目录。
project（项目）	这将显示包含影子迁移的项目。
share（共享资源）	这将显示正在迁移的共享资源。
latency（延迟）	测量在影子迁移期间发生的延迟。

进一步分析

另请参见“Data Movement: Shadow Migration Ops（数据移动：影子迁移操作数）” [95]和“Data Movement: Shadow Migration Bytes（数据移动：影子迁移字节数）” [94]。

Data Movement: NDMP Bytes Statistics（数据移动：NDMP 字节数统计）

该统计信息显示备份或恢复操作期间 NDMP 总字节数。它表示为了进行 NDMP 备份或恢复而读取或写入了多少数据。除非配置了 NDMP 且其处于活动状态，否则此统计信息将为零。

何时检查 NDMP 字节数统计信息

调查 NDMP 备份和恢复性能时。

NDMP 字节数统计信息细分

表 31 NDMP 字节数细分

细分	说明
type of operation（操作类型）	读取或写入
client（客户机）	NDMP 客户机的远程主机名或 IP 地址
session（会话）	由 NDMP 管理的数据流集
type of I/O（I/O 类型）	网络、磁盘、磁带等
file（文件）	与 `tar` 和 `dump` 一起使用

进一步分析

另请参见“Data Movement: NDMP operations statistics（数据移动：NDMP 操作数统计）” [97]。

Data Movement: NDMP operations statistics（数据移动：NDMP 操作数统计）

该统计信息显示每秒执行的 NDMP 备份或恢复操作总数。除非配置了 NDMP 且其处于活动状态，否则此统计信息 将为零。

何时检查 NDMP 操作数统计

调查 NDMP 备份和恢复性能时。

NDMP 操作数统计细分

表 32 NDMP 操作数细分

细分	说明
type of operation（操作类型）	读取或写入
client（客户机）	NDMP 客户机的远程主机名或 IP 地址
session（会话）	由 NDMP 管理的数据流集
type of I/O（I/O 类型）	网络、磁盘、磁带等
latency（延迟）	两次操作之间经过的时间
size（大小）	每次操作读取/写入的字节数
offset（偏移）	在备份流、缓冲区、文件等中的位置

进一步分析

另请参见“Data Movement: NDMP Bytes Statistics（数据移动：NDMP 字节数统计）” [97]。

Data Movement: Replication Bytes（数据移动：复制字节数）

该统计信息跟踪项目/共享资源复制期间的网络数据吞吐量，以每秒字节数表示。

何时检查复制字节数

当调查复制活动和复制网络使用情况时。

复制字节数细分

表 33 复制字节数细分

细分	说明
direction（方向）	显示的字节数按方向进行细分，即传输到设备或从设备传输。
type of operation（操作类型）	显示的字节数按远程设备的操作类型进行细分，即读取或写入。
peer（对等设备）	显示的字节数按远程设备的名称进行细分。
pool name（池名称）	显示的字节数按池的名称进行细分。
project（项目）	显示的字节数按项目的名称进行细分。
dataset（数据集）	显示的字节数按共享资源的名称进行细分。
as a raw statistic（以原始统计信息形式）	以原始统计信息形式显示字节数。

进一步分析

另请参见“Data Movement: Replication Operations（数据移动：复制操作数）” [99]。

Data Movement: Replication Operations（数据移动：复制操作数）

该统计信息跟踪复制服务执行的复制读取和写入操作数。

何时检查复制操作数

当调查复制活动时。

复制操作数细分

表 34 复制操作数细分

细分	说明
direction（方向）	显示的 IO 操作数按方向进行细分，即传输到设备或从设备传输。
type of operation（操作类型）	显示的 IO 操作数按远程设备的操作类型进行细分，即读取或写入。
peer（对等设备）	显示的 IO 操作数按远程设备的名称进行细分。
pool name（池名称）	显示的 IO 操作数按池的名称进行细分。
project（项目）	显示的 IO 操作数按项目的名称进行细分。
dataset（数据集）	显示的 IO 操作数按共享资源的名称进行细分。
latency（延迟）	测量当前复制数据传输期间发生的网络延迟。
offset（偏移）	测量所有复制传输相对于每次复制更新开始时的偏移量。
size（大小）	测量复制服务执行的读取/写入操作大小。
as a raw statistic（以原始统计信息形式）	以原始统计信息形式显示 IO 操作数。

进一步分析

另请参见“Data Movement: Replication Bytes（数据移动：复制字节数）” [98]。

要检查项目/共享资源复制期间在 ZFS 发送/接收内部接口上的数据吞吐量，请参见“Data Movement: Replication Send/Receive Bytes（数据移动：复制发送/接收字节数）” [138]。

Disk: Disks（磁盘：磁盘）

"Disks"（磁盘）统计信息用于显示按利用率百分比细分的磁盘的热图。这是确定池磁盘是否负荷过重的最佳方式。它还可以在磁盘的行为引发故障并自动从池中将其删除前识别性能已经开始变差的问题磁盘。

何时检查磁盘

进行任何磁盘性能分析时。

磁盘细分

表 35 磁盘细分

细分	说明
percent utilization（利用率百分比）	一个热图，其中 Y 轴表示利用率，Y 轴上的每个级别根据处于该利用率的磁盘数量进行着色：由浅（无）到深（多）。

解释

相对于 IOPS 或吞吐量，利用率是一种更好的测量磁盘负荷的方式。利用率是按照磁盘忙于执行请求的时间进行测量的（请参见下文的“详细信息”）。利用率为 100% 时，磁盘可能无法接受更多的请求，其他 I/O 可能需要排队等待。此 I/O 等待时间将导致延迟增加且整体性能降低。

在实践中，利用率始终为 75% 或更高的磁盘是磁盘负荷过重的一个迹象。

通过热图可以很容易地识别一个特定症状：单个磁盘运行不正常且达到了 100% 的利用率（坏磁盘）。磁盘在出现故障前会呈现出此症状。一旦磁盘出现故障，系统会自动将其从池中删除并发出相应的警报。此特定问题在磁盘出现故障之前、其 I/O 延迟增长且设备整体性能下降时发生，但磁盘的健康状况被认为是正常的，磁盘还没有标识任何错误状态。此情况将呈现为热图顶部的一条浅格子线，表示单个磁盘已经保持 100% 的利用率一段时间了。

建议的解释汇总：

表 36 解释汇总

监测到的现象	建议的解释
大多数磁盘利用率一直在 75% 以上	可用磁盘资源即将用完。
单个磁盘有几秒钟的时间利用率保持在 100%	这可能表示一个即将出现故障的坏磁盘。

进一步分析

要了解 I/O 的特性，例如 IOPS、吞吐量、I/O 大小和偏移，请参见“Disk: I/O Operations（磁盘：I/O 操作数）” [102]和“Disk: I/O Bytes（磁盘：I/O 字节数）” [101]。

详细信息

此统计信息实际是对忙碌百分比的测量，由于设备直接管理磁盘，因此忙碌百分比被用作利用率百分比的一个合理近似值。从技术上讲，这不是对磁盘利用率的直接测量：在磁盘处于 100% 忙碌时，磁盘仍可接受其他请求，磁盘可通过将请求插入其命令队列并对队列重新排序来同时为这些请求提供服务，或者通过其盘上高速缓存为这些请求提供服务。

Disk: I/O Bytes（磁盘：I/O 字节数）

该设备基于共享资源设置和软件 RAID 设置将逻辑 I/O 处理为物理 I/O 后，此统计信息显示到磁盘的后端吞吐量，以每秒 I/O 字节数表示。要配置 RAID 设置，请参见“Configuring Storage” in 《Oracle ZFS Storage Appliance Administration Guide, Release OS8.8.x》。

例如，8 KB 的 NFSv3 写入在应用了共享设置中的记录大小后可能会变为 128 KB 的写入，然后在应用了镜像后可能会变为向磁盘进行 256 KB 的写入（加上用于文件系统元数据的附加字节数）。在相同的镜像环境中，8 KB 的 NFSv3 读取在应用了记录大小后可能会变为 128 KB 的磁盘读取；但这不会因镜像而翻倍（数据只需从镜像环境的一半中读取）。它有助于同时监视所有各层的吞吐量以检查该行为，例如通过查看以下信息：

- “Network: Device Bytes（网络：设备字节数）” [105]－网络上的数据速率（逻辑）
- “Disk: ZFS Logical I/O Bytes（磁盘：ZFS 逻辑 I/O 字节数）” [141] －共享资源的数据速率（逻辑）
- Disk: I/O Bytes（磁盘：I/O 字节数） －磁盘的数据速率（物理）

查看按操作类型细分的每秒 I/O 字节数时，操作窗格显示读取和写入统计信息。选择窗格中的操作将其突出显示，会在图形中用颜色单独显示该操作。选择已经突出显示的操作，就不会在图形中单独显示该操作。

查看按磁盘细分的每秒 I/O 字节数时，磁盘细分窗格按存储池磁盘或系统磁盘的名称显示统计信息。选择磁盘细分窗格中的磁盘将其突出显示，会在图形中用颜色单独显示该磁盘。选择已经突出显示的磁盘，就不会在图形中单独显示该磁盘。将鼠标悬停在该窗格中的某个磁盘上时，将出现一个显示以下信息的框：

- 磁盘名称－控制器或磁盘机框名称/标签：每秒 I/O 字节数

- Disk Type（磁盘类型）：通常为 HDD 或 SSD
- Type（类型）：通常为 System（系统）、Data（数据）、Cache（高速缓存）或 Log（日志）
- Size（大小）
- RPM（对于 SSD 不显示）

要显示所有磁盘的分层结构视图，请单击磁盘细分窗格下的 View Hierarchy（查看分层结构）。会为控制器和每个磁盘机框显示每秒 I/O 字节数。单击 Refresh hierarchy（刷新分层结构）来刷新图中显示的分层细分。要关闭此视图，请单击关闭图标  。

何时检查 I/O 字节数

在基于磁盘利用率或延迟发现问题后，使用此统计信息了解后端磁盘 I/O 的性质（基于字节数）。因为很难单从磁盘 I/O 吞吐量确定问题：单个磁盘可能在速率为 50 兆字节/秒时运行良好（顺序 I/O），但在速率为 5 兆字节/秒时运行较差（随机 I/O）。

使用磁盘细分窗格和分层结构视图确定磁盘机框对于磁盘 I/O 吞吐量是否平衡。检查磁盘吞吐量时，高速缓存和日志设备通常比其他存储池磁盘的吞吐量高。

I/O 字节数细分

表 37 I/O 字节数细分

细分	说明
type of operation（操作类型）	读取或写入。
disk（磁盘）	存储池磁盘或系统磁盘。此细分可以将系统磁盘 I/O 与池磁盘 I/O 以及到高速缓存和日志设备的 I/O 区分开来。

进一步分析

有关磁盘利用率的最佳测量，请参见“Disk: Disks（磁盘：磁盘）” [100]。要检查操作数/秒而不是字节数/秒，请参见“Disk: I/O Operations（磁盘：I/O 操作数）” [102]。

Disk: I/O Operations（磁盘：I/O 操作数）

该设备基于共享资源设置和软件 RAID 设置将逻辑 I/O 处理为物理 I/O 后，此统计信息显示到磁盘的后端每秒 I/O 操作数（磁盘 IOPS）。要配置 RAID 设置，请参见“Configuring Storage” in 《Oracle ZFS Storage Appliance Administration Guide, Release OS8.8.x》。

例如，在数据已缓冲到 ARC DRAM 高速缓存中一段时间后，16 个 8 KB 的 NFSv3 顺序写入将变为单个的 128 KB 写入，然后该写入可能会由于 RAID 而变为多个磁盘写入（例如对镜像中每一半的两个写入）。它有助于同时监视所有各层的 I/O 以检查该行为，例如通过查看以下信息：

- “Protocol: NFSv[2-4] Operations（协议：NFSv[2-4] 操作数）” [116]－NFS 写入（逻辑）
- “Disk: ZFS Logical I/O Operations（磁盘：ZFS 逻辑 I/O 操作数）” [141]－共享 I/O（逻辑）
- Disk: I/O Operations（磁盘：I/O 操作数）－磁盘 I/O 次数（物理）

此统计信息包括磁盘 I/O 延迟细分，该细分是对同步 I/O 性能的直接测量，还可有效地作为后端磁盘负载程度的测量。很难在不考虑延迟的情况下单从磁盘 IOPS 确定问题：单个磁盘可能在 IOPS 为 400 时运行良好（顺序和小规模 I/O 命中的数据大多数来自磁盘上的板载 DRAM 高速缓存），但在 IOPS 为 110 时运行较差（随机 I/O 导致磁头搜寻并需要等待磁盘旋转）。

延迟细分表示为热图，显示 I/O 延迟的模式以及异常值。将鼠标悬停在异常值图标 上可查看当前值，单击该图标可在不同的百分比之间进行切换以消除异常值。磁盘 I/O 延迟通常与所提供的逻辑 I/O 的性能相关，例如，使用同步读取（非预取）和同步写入时。有时延迟与逻辑 I/O 性能没有直接关系，例如，稍后被刷新到磁盘的异步写入以及预取读取。

因为难以确定每磁盘 IOPS 限制，所以还应按偏移检查磁盘 IOPS，这有助于确定 IOPS 类型（随机或顺序）和 I/O 大小。使用以下细分监测这些属性：

- Disk: I/O Operations - broken down by offset（磁盘：按偏移细分的 I/O 操作数）
- Disk: I/O Operations - broken down by size（磁盘：按大小细分的 I/O 操作数）

查看细分时，选择窗格中的单个结果将其突出显示，会在图形中用颜色单独显示该结果。选择已经突出显示的结果，就不会在图形中单独显示该结果。

按磁盘细分查看磁盘 IOPS 时，将鼠标悬停在磁盘细分中的某个磁盘时，会显示包含以下信息的框：

- 磁盘名称－控制器或磁盘机框名称/标签：每秒 I/O 操作数
- Disk Type（磁盘类型）：通常为 HDD 或 SSD
- Type（类型）：通常为 System（系统）、Data（数据）、Cache（高速缓存）或 Log（日志）
- Size（大小）
- RPM（对于 SSD 不显示）

要显示所有磁盘的分层结构视图，请单击磁盘细分窗格下的 View Hierarchy（查看分层结构）。会为控制器和每个磁盘机框显示每秒 I/O 操作数。单击 Refresh hierarchy（刷新分层结构）来刷新图中显示的分层细分。要关闭此视图，请单击关闭图标 。

何时检查 I/O 操作数

在基于磁盘利用率或延迟发现问题后，使用此统计信息了解后端磁盘 I/O 的性质（基于磁盘每秒 I/O 操作数 (I/O operations per second, IOPS)）。

使用磁盘细分窗格和分层结构视图确定磁盘机框对于磁盘 IOPS 是否平衡。检查磁盘 IOPS 时，高速缓存和日志设备通常比其他存储池磁盘的吞吐量高。

I/O 操作数细分

表 38 I/O 操作数细分

细分	说明
type of operation（操作类型）	读取或写入。
disk（磁盘）	存储池磁盘或系统磁盘。此细分可以将系统磁盘 I/O 与池磁盘 I/O 以及到高速缓存和日志设备的 I/O 区分开来。
size（大小）	显示 I/O 大小分布的热图。
latency（延迟）	显示磁盘 I/O 延迟的热图，延迟指的是从 I/O 请求发送到磁盘到磁盘返回完成结果之间的时间。
offset（偏移）	显示磁盘 I/O 的磁盘位置偏移的热图。可用于识别随机或顺序磁盘 IOPS。要更好地查看详细信息，请使用放大图标 。

进一步分析

有关磁盘利用率的最佳测量，请参见“Disk: Disks（磁盘：磁盘）” [100]。要检查字节数/秒而不是操作数/秒，请参见“Disk: I/O Bytes（磁盘：I/O 字节数）” [101]。

Name Service: Lookups（名称服务：查找）

此统计信息显示名称服务向后端源（如 LDAP、DNS 和 NIS）发出的请求。

理解操作系统的内部机制有助于解释此统计信息。

何时检查名称服务查找

如果设备上出现较长的延迟（尤其是在管理登录期间），请检查延迟细分。数据库名称细分显示哪个资源发生延迟，来源细分显示延迟由哪个远程服务器导致。有关平均延迟，请参见“Name Service: Lookups Average Latency（名称服务：查找平均延迟）” [144]。

在调查过程中，名称服务分析应主要用于分析性能和诊断名称服务问题。名称服务分析不应连续运行，因为它们会不必要地占用系统资源。如果平均延迟在一段时间内大幅增加，则可以生成警报，警报将出现在显示板上。要设置阈值警报，请参见“配置阈值警报”（BUI、CLI）。

名称服务查找细分

表 39 名称服务查找细分

细分	说明
database name（数据库名）	名称服务数据库，如 LDAP、DNS 或 NIS
type of operation（操作类型）	请求类型
latency（延迟）	完成此请求所需的时间
result（结果）	成功或失败
source（来源）	发出此请求的主机名或 IP 地址

进一步分析

有关平均延迟，请参见“Name Service: Lookups Average Latency（名称服务：查找平均延迟）” [144]。要检查操作而不是查找，请参见“Name Service: Operations（名称服务：操作）” [145]。

Network: Device Bytes（网络：设备字节数）

此统计信息以字节/秒为单位来测量网络设备活动。网络设备是物理网络端口（请参见“Network Configuration” in 《Oracle ZFS Storage Appliance Administration Guide, Release OS8.8.x》）。此统计信息测量的字节数包括所有网络有效载荷标头（以太网、IP、TCP、NFS、SMB 等）。

何时检查设备字节数

网络字节数可作为设备负荷的粗略测量。每次分析性能问题时也应对其进行检查（尤其是针对 1 千兆位/秒的接口），以防网络设备成为瓶颈。网络设备在各个方向（传入或传出）的最大实际吞吐量（基于速度）：

- 1 千兆位/秒以太网：约 120 兆字节/秒的设备字节数
- 10 千兆位/秒以太网：约 1.16 千兆字节/秒的设备字节数

如果网络设备显示的速率高于以上速率，请使用方向细分来分别查看传入和传出部分。

设备字节数细分

表 40 设备字节数细分

细分	说明
direction（方向）	in（传入）或 out（传出），相对于设备。例如，NFS 对设备的读取将显示为 out（传出）网络字节数。
device（设备）	网络设备（请参见 "Network"（网络）中的 "Devices"（设备））。

进一步分析

有关接口级别（而不是设备级别）的网络吞吐量，另请参见“Network: Interface Bytes（网络：接口字节数）” [107]。

Network: Device Errors（网络：设备错误数）

此统计信息跟踪和显示每秒的 NIC 设备错误数。这些错误由丢弃的入站包或出站包创建。每个 NIC 驱动程序会包含不同的错误消息，因此并非所有驱动程序都生成相同的错误。

在 BUI 中，此报告位于网络组下面，其名称为 `Device errors`。在 CLI 中，此统计信息将显示为 `nic.errors`。

何时检查设备错误

您应定期检查设备错误分析，以查看是否存在任何问题。

设备错误细分

表 41 设备错误细分

细分	说明
direction（方向）	in（传入）或 out（传出），相对于设备。例如，NFS 对设备的读取将显示为 out（传出）网络字节数。在 CLI 中，此细分标识为 `nic.errors[direction]`。
device（设备）	网络设备（请参见 "Network"（网络）中的 "Devices"（设备））。在 CLI 中，此细分标识为 `nic.errors[device]`。

Network: Interface Bytes（网络：接口字节数）

此统计信息以字节/秒为单位测量网络接口活动。网络接口是逻辑网络接口（请参见“Network Configuration” in 《Oracle ZFS Storage Appliance Administration Guide, Release OS8.8.x》）。此统计信息测量的字节数包括所有网络有效载荷标头（以太网、IP、TCP、NFS、SMB 等）。

示例

有关具有类似细分的类似统计信息的示例，请参见“Network: Device Bytes（网络：设备字节数）” [105]。

何时检查接口字节数

网络字节数可作为设备负荷的粗略测量。此统计信息可用于查看通过不同接口的速率（网络字节数）。要检查构成接口的网络设备，尤其是要确定 LACP 聚合是否存在平衡问题，请使用 "Network: Device bytes"（网络：设备字节数）统计信息。

接口字节数细分

表 42 接口字节数细分

细分	说明
direction（方向）	in（传入）或 out（传出），相对于设备。例如，NFS 对设备的读取将显示为 out（传出）网络字节数。
interface（接口）	网络接口（请参见 "Network"（网络）中的 "Interfaces"（接口））。

进一步分析

有关设备级别（而不是接口级别）的网络吞吐量，另请参见“Network: Device Bytes（网络：设备字节数）” [105]。

Protocol: Fibre Channel Bytes（协议：光纤通道字节数）

此统计信息显示启动器对设备所请求的光纤通道字节数/秒。

示例

有关具有类似细分的类似统计信息的示例，请参见“Protocol: iSCSI Bytes（协议：iSCSI 字节数）” [112]。

何时检查光纤通道字节数

就吞吐量而言，光纤通道字节数/秒可作为 FC 负荷的指标。有关 FC 活动的更深入分析，请参见“Protocol: Fibre Channel Operations（协议：光纤通道操作数）” [108]。

光纤通道字节数细分

表 43 光纤通道字节数细分

细分	说明
initiator（启动器）	光纤通道客户机启动器
target（目标）	本地 SCSI 目标
project（项目）	此 FC 请求的项目。
lun	此 FC 请求的 LUN。

有关术语定义，请参见“Configuring Storage Area Network (SAN)” in 《Oracle ZFS Storage Appliance Administration Guide, Release OS8.8.x》。

进一步分析

- 有关 FC 操作的许多其他细分，请参见“Protocol: Fibre Channel Operations（协议：光纤通道操作数）” [108]
- 有关每秒平均延迟，请参见“Protocol: Fibre Channel Average Latency（协议：光纤通道平均延迟）” [151]
- 要了解从高速缓存返回 FC 读取工作负荷的情况，请参见“Cache: ARC Accesses（高速缓存：ARC 访问次数）” [80]
- 有关所产生的后端磁盘 I/O，请参见“Disk: I/O Operations（磁盘：I/O 操作数）” [102]

Protocol: Fibre Channel Operations（协议：光纤通道操作数）

此统计信息显示启动器对设备所请求的光纤通道操作数/秒 (FC IOPS)。提供各种有用的细分，可分别显示 FC I/O 的启动器、目标、类型和延迟。

示例

有关具有类似细分的类似统计信息的示例，请参见“Protocol: iSCSI Operations（协议：iSCSI 操作数）” [113]。

何时检查光纤通道操作数

光纤通道操作数/秒可作为 FC 负荷的指标，并且还可以在显示板中查看。

在分析 FC 性能问题（尤其是量化问题的严重程度）时，请使用延迟细分。此细分测量由设备所造成的那部分 I/O 延迟并将其显示为热图，以便查看整体延迟模式以及异常值。如果 FC 延迟很高，请进一步细分延迟以识别高延迟的客户机启动器、操作类型以及 LUN，同时检查 CPU 和磁盘负荷的其他统计信息以分析设备响应缓慢的原因；如果延迟很低，则设备执行速度会很快，而客户机启动器所遇到的任何性能问题更有可能是环境中的其他因素所导致：如网络基础结构和客户机自身的 CPU 负荷。

提高性能的最佳方法是消除不必要的操作，这些操作可以通过客户机启动器、LUN 和命令细分来确定。

光纤通道操作数细分

表 44 光纤通道操作数细分

细分	说明
initiator（启动器）	光纤通道客户机启动器
target（目标）	本地 SCSI 目标
project（项目）	此 FC 请求的项目。
lun	此 FC 请求的 LUN。
type of operation（操作类型）	FC 操作类型。此细分显示了通过 FC 协议传输 SCSI 命令的方式，从而可以了解 I/O 的性质。
command（命令）	通过 FC 协议发送的 SCSI 命令。此命令可以显示所请求的 I/O 的真正性质 (read/write/sync-cache/...)。
latency（延迟）	这是显示 FC I/O 延迟的热图，该延迟测量的是 FC 请求通过网络到达设备至发送响应之间的时间，其中包括处理 FC 请求的时间以及执行任何磁盘 I/O 的时间。
offset（偏移）	这是显示 FC I/O 的文件偏移的热图。可用于识别随机或顺序 FC IOPS。使用磁盘 I/O 操作数统计信息可以检查在应用 LUN 和 RAID 配置后，随机 FC IOPS 是否与随机磁盘 IOPS 相对应。
size（大小）	这是显示 FC I/O 大小分布情况的热图。

以上这些细分可以组合构成强大的统计信息。例如，使用 "Protocol: Fibre Channel operations per second of command read broken down by latency"（协议：按延迟细分的读取命令的每秒光纤通道操作数）仅检查 SCSI 读取的延迟。

进一步分析

- 有关 FC 字节数/秒，请参见“Protocol: Fibre Channel Bytes（协议：光纤通道字节数）” [107]
- 有关每秒平均延迟，请参见“Protocol: Fibre Channel Average Latency（协议：光纤通道平均延迟）” [151]
- 要了解从高速缓存返回 FC 读取工作负荷的情况，请参见“Cache: ARC Accesses（高速缓存：ARC 访问次数）” [80]
- 有关所产生的后端磁盘 I/O，请参见“Disk: I/O Operations（磁盘：I/O 操作数）” [102]

Protocol: FTP bytes（协议：FTP 字节数）

此统计信息显示了客户机对设备所请求的 FTP 字节数/秒。提供各种有用的细分，可分别显示 FTP 请求的客户机、用户和文件名。

示例

FTP

何时检查 FTP 字节数

FTP 字节数/秒可作为 FTP 负荷的指标，并可以在显示板中查看。

提高性能的最佳方法是消除不必要的操作，这些操作可通过客户机、用户和文件名细分以及文件名分层结构视图来确定。最好仅在短期内启用这些细分：文件名细分的存储和执行开销可能是最高的，因此不适合在 FTP 活动频率较高的设备上永久启用。

FTP 字节数细分

表 45 FTP 字节数细分

细分	说明
type of operation（操作类型）	FTP 操作类型 (get/put/...)
user（用户）	客户机的用户名
filename（文件名）	FTP 操作的文件名（如果为设备所知并进行了缓存）。如果文件名未知，则将其报告为 "<unknown>"。
share（共享资源）	此 FTP 请求的共享资源。
project（项目）	此 FTP 请求的项目。
client（客户机）	FTP 客户机的远程主机名或 IP 地址。

以上这些细分可以组合构成强大的统计信息。例如，使用 "Protocol: FTP bytes per second for client `hostname.example.com` broken down by filename"（协议：按文件名细分的客户机 hostname.example.com 的每秒 FTP 字节数）查看特定客户机所访问的文件。

进一步分析

请参见“Cache: ARC Accesses（高速缓存：ARC 访问次数）” [80]，了解从高速缓存返回 FTP 读取工作负荷的情况；参见“Disk: I/O Operations（磁盘：I/O 操作数）” [102]，了解所产生的后端磁盘 I/O。

Protocol: HTTP/WebDAV Requests（协议：HTTP/WebDAV 请求数）

此统计信息显示 HTTP 客户机所请求的 HTTP/WebDAV 请求数/秒。提供各种有用的细分，可分别显示 HTTP 请求的客户机、文件名和延迟。

何时检查 HTTP/WebDAV 请求数

每秒 HTTP/WebDAV 请求数可用作 HTTP 负荷的指标，并且还可以在显示板上查看。

在分析 HTTP 性能问题（尤其是量化问题的严重程度）时，请使用延迟细分。此细分可测量由设备所造成的那部分延迟，并将其显示为热图，从而允许用户查看整体延迟模式以及异常值。如果 HTTP 延迟很高，请进一步细分延迟以识别高延迟的 HTTP 请求的文件、大小和响应代码，同时检查 CPU 和磁盘负荷的其他统计信息以分析设备响应缓慢的原因；如果延迟很低，则设备执行速度会很快，而客户机启动器所遇到的任何性能问题就更有可能是环境中的其他因素所导致：如网络基础结构和客户机自身的 CPU 负荷。

提高性能的最佳方法是消除不必要的操作，这些操作可以通过客户机、响应代码和请求的文件名细分来确定。

HTTP/WebDAV 请求数细分

表 46 HTTP/WebDAV 请求数细分

细分	说明
type of operation（操作类型）	HTTP 请求类型 (get/post)
response code（响应代码）	HTTP 响应 (200/404/...)
client（客户机）	客户机主机名或 IP 地址
filename（文件名）	HTTP 所请求的文件名

细分	说明
latency（延迟）	这是显示 HTTP 请求的延迟的热图，该延迟测量的是 HTTP 请求通过网络到达设备至发送响应之间的时间，其中包括处理 HTTP 请求的时间以及执行任何磁盘 I/O 的时间。
size（大小）	这是显示 HTTP 请求大小分布情况的热图。

以上这些细分可以组合构成强大的统计信息。例如：

- "Protocol: HTTP/WebDAV operations per second of type get broken down by latency"（协议：按延迟细分的 get 类型的每秒 HTTP/WebDAV 操作数）（仅检查 HTTP GET 操作的延迟）
- "Protocol: HTTP/WebDAV requests per second for response code '404' broken down by filename"（按文件名细分的响应代码 "404" 的每秒 HTTP/WebDAV 请求数）（检查请求了哪些不存在的文件）
- "Protocol: HTTP/WebDAV requests per second for client 'deimos.sf.fishpong.com' broken down by filename"（协议：按文件名细分的客户机 "deimos.sf.fishpong.com" 的每秒 HTTP/WebDAV 请求数）（检查特定的客户机所请求的文件）

进一步分析

请参见“Network: Device Bytes（网络：设备字节数）” [105]，了解由 HTTP 活动产生的网络吞吐量的测量；参见“Cache: ARC Accesses（高速缓存：ARC 访问次数）” [80]，了解从高速缓存返回 HTTP 读取工作负荷的情况；参见“Disk: I/O Operations（磁盘：I/O 操作数）” [102]，了解所产生的后端磁盘 I/O。

Protocol: iSCSI Bytes（协议：iSCSI 字节数）

此统计信息显示启动器对设备所请求的 iSCSI 字节数/秒。

何时检查 iSCSI 字节数

就吞吐量而言，iSCSI 字节数/秒可作为 iSCSI 负荷的指标。有关 iSCSI 活动的更深入分析，请参见“Protocol: iSCSI Operations（协议：iSCSI 操作数）” [113]。

iSCSI 字节数细分

表 47 iSCSI 字节数细分

细分	说明
initiator（启动器）	iSCSI 客户机启动器

细分	说明
target（目标）	本地 SCSI 目标
project（项目）	此 iSCSI 请求的项目。
lun	此 iSCSI 请求的 LUN。
client（客户机）	远程 iSCSI 客户机的主机名或 IP 地址

有关术语定义，请参见“Configuring Storage Area Network (SAN)” in 《Oracle ZFS Storage Appliance Administration Guide, Release OS8.8.x》。

进一步分析

- 有关 iSCSI 操作的许多其他细分，请参见“Protocol: iSCSI Operations（协议：iSCSI 操作数）” [113]
- 有关每秒平均延迟，请参见“Protocol: iSCSI Average Latency（协议：iSCSI 平均延迟）” [151]
- 要了解从高速缓存返回 iSCSI 读取工作负荷的情况，请参见“Cache: ARC Accesses（高速缓存：ARC 访问次数）” [80]
- 有关所产生的后端磁盘 I/O，请参见“Disk: I/O Operations（磁盘：I/O 操作数）” [102]

Protocol: iSCSI Operations（协议：iSCSI 操作数）

此统计信息显示启动器对设备所请求的 iSCSI 操作数/秒 (iSCSI IOPS)。提供各种有用的细分，可分别显示 iSCSI I/O 的启动器、目标、类型和延迟。

何时检查 iSCSI 操作数

iSCSI 操作数/秒可作为 iSCSI 负荷的指标，并且还可以在显示板中查看。

在分析 iSCSI 性能问题（尤其是量化问题的严重程度）时，请使用延迟细分。此细分测量由设备所造成的那部分 I/O 延迟并将其显示为热图，以便查看整体延迟模式以及异常值。如果 iSCSI 延迟很高，请进一步细分延迟以识别高延迟的客户机启动器、操作类型和 LUN，同时检查 CPU 和磁盘负荷的其他统计信息以分析设备响应缓慢的原因；如果延迟很低，则设备执行速度会很快，而客户机启动器所遇到的任何性能问题更有可能是环境中的其他因素所导致：如网络基础结构和客户机自身的 CPU 负荷。

提高性能的最佳方法是消除不必要的操作，这些操作可以通过客户机启动器、LUN 和命令细分来确定。

iSCSI 操作数细分

表 48 iSCSI 操作数细分

细分	说明
initiator（启动器）	iSCSI 客户机启动器
target（目标）	本地 SCSI 目标
project（项目）	此 iSCSI 请求的项目。
lun	此 iSCSI 请求的 LUN。
type of operation（操作类型）	iSCSI 操作类型。此细分显示了通过 iSCSI 协议传输 SCSI 命令的方式，从而可以了解 I/O 的性质。
command（命令）	通过 iSCSI 协议发送的 SCSI 命令。此命令可以显示所请求的 I/O 的真正性质 (read/write/sync-cache/...)。
latency（延迟）	这是显示 iSCSI I/O 延迟的热图，该延迟测量的是 iSCSI 请求通过网络到达设备至发送响应之间的时间，其中包括处理 iSCSI 请求的时间以及执行任何磁盘 I/O 的时间。
offset（偏移）	这是显示 iSCSI I/O 的文件偏移的热图。可用于识别随机或顺序 iSCSI IOPS。使用磁盘 I/O 操作数统计信息可以检查在应用 LUN 和 RAID 配置之后，随机 iSCSI IOPS 是否与随机磁盘 IOPS 相对应。
size（大小）	这是显示 iSCSI I/O 大小分布情况的热图。

以上这些细分可以组合构成强大的统计信息。例如：

- "Protocol: iSCSI operations per second of command read broken down by latency"（协议：按延迟细分的读取命令的每秒 iSCSI 操作数）（仅检查 SCSI 读取的延迟）

进一步分析

- 有关 iSCSI 字节数/秒，请参见“Protocol: iSCSI Bytes（协议：iSCSI 字节数）” [112]
- 有关每秒平均延迟，请参见“Protocol: iSCSI Average Latency（协议：iSCSI 平均延迟）” [151]
- 要了解从高速缓存返回 iSCSI 读取工作负荷的情况，请参见“Cache: ARC Accesses（高速缓存：ARC 访问次数）” [80]
- 有关所产生的后端磁盘 I/O，请参见“Disk: I/O Operations（磁盘：I/O 操作数）” [102]

Protocol: NFSv[2-4] Bytes（协议：NFSv[2-4] 字节数）

该统计信息显示在 NFS 客户机与设备之间每秒传输的 NFSv[2-4] 字节数。支持的 NFS 版本包括：NFSv2、NFSv3、NFSv4.0 和 NFSv4.1。字节数统计信息可以按操作、客户机、文件名、共享资源和项目进行细分。

何时检查 NFSv[2-4] 字节数

每秒的 NFSv[2-4] 字节数可以用作 NFS 负荷的指标。提高性能的最佳方法是消除不必要的操作，这些操作可通过客户机和文件名细分以及文件名分层结构视图来确定。在存储和执行开销方面，客户机细分开销都非常高，尤其是文件名细分。因此，不建议在忙于生产的设备上永久启用这些细分。

NFSv[2-4] 字节数细分

表 49 NFS 字节数细分

细分	说明
type of operation（操作类型）	NFS 操作类型 (read/write/getattr/setattr/lookup/...)
client（客户机）	NFS 客户机的远程主机名或 IP 地址
filename（文件名）	NFS I/O 的文件名（如果为设备所知并进行了缓存）。在某些情况下（例如在群集进行故障转移后，以及客户机在没有发出打开命令以标识文件名的情况下继续在 NFS 文件句柄上进行操作时），文件名为未知；在这些情况下，报告的文件名为 "<unknown>"。
Application ID（应用程序 ID）	发出 I/O 的客户机应用程序的标识。此细分仅可用于启用了 OISP 的 NFSv4.0 和 NFSv4.1 客户机。
share（共享资源）	此 NFS I/O 的共享资源
project（项目）	此 NFS I/O 的项目

以上这些细分可以组合构成强大的统计信息。例如，使用 "Protocol: NFSv3 bytes per second for client `hostname.example.com` broken down by filename"（协议：按文件名细分的客户机 hostname.example.com 的每秒 NFSv3 字节数）查看特定客户机所访问的文件。

进一步分析

- 有关 NFS 操作的许多其他细分，请参见“Protocol: NFSv[2-4] Operations（协议：NFSv[2-4] 操作数）” [116]
- 有关每秒平均延迟，请参见“Protocol: NFSv[2-4] Average Latency（协议：NFSv[2-4] 平均延迟）” [152]
- 要测量由 NFS 活动导致的网络吞吐量，请参见“Network: Device Bytes（网络：设备字节数）” [105]
- 要了解从高速缓存返回 NFS 读取工作负荷的情况，请参见“Cache: ARC Accesses（高速缓存：ARC 访问次数）” [80]
- 有关所产生的后端磁盘 I/O，请参见“Disk: I/O Operations（磁盘：I/O 操作数）” [102]

Protocol: NFSv[2-4] Operations（协议：NFSv[2-4] 操作数）

此统计信息显示客户机每秒向设备请求的 NFSv[2-4] 操作数 (NFS IOPS)。支持的 NFS 版本包括：NFSv2、NFSv3、NFSv4.0 和 NFSv4.1。提供各种细分，可分别显示 NFS I/O 的客户机、文件名和延迟。

何时检查 NFSv[2-4] 操作数

每秒的 NFSv[2-4] 操作数可以用作 NFS 负荷的指标，并可在显示板上查看。

在分析 NFS 性能问题（尤其是在量化问题的程度）时，请使用延迟细分。此细分测量由设备所造成的那部分 I/O 延迟并将其显示为热图，以便查看整体延迟模式以及异常值。如果 NFS 延迟较高，请进一步深入分析延迟，确定高延迟的操作类型和文件名，然后检查有关 CPU 和磁盘负载的其他统计信息以分析设备响应缓慢的原因；如果延迟较低，则设备执行较快，在客户机上出现的所有性能问题更有可能是由环境中的其他因素引起的，例如网络基础结构和客户机本身的 CPU 负载。

提高性能的最佳方法是消除不必要的操作，这些操作可通过客户机和文件名细分以及文件名分层结构视图来确定。在存储和执行开销方面，客户机细分开销都非常高，尤其是文件名细分。因此，不建议在忙于生产的设备上永久启用这些细分。

NFSv[2-4] 操作数细分

表 50 NFS 操作数细分

细分	说明
type of operation（操作类型）	NFS 操作类型 (read/write/getattr/setattr/lookup/...)
client（客户机）	NFS 客户机的远程主机名或 IP 地址。
filename（文件名）	NFS I/O 的文件名（如果为设备所知并进行了缓存）。在某些情况下，文件名为未知，例如在群集进行故障转移后，以及客户机在没有发出打开请求以标识文件名的情况下继续在 NFS 文件句柄上进行操作时；在这些情况下，报告的文件名为 "<unknown>"。
Application ID（应用程序 ID）	发出 I/O 的客户机应用程序的标识。此细分仅可用于启用了 OISP 的 NFSv4.0 和 NFSv4.1 客户机。
share（共享资源）	此 NFS I/O 的共享资源。
project（项目）	此 NFS I/O 的项目。
latency（延迟）	这是显示 NFS I/O 延迟的热图，该延迟测量的是 NFS 请求通过网络到达设备至发送响应之间的时间，其中包括处理 NFS 请求的时间以及执行任何磁盘 I/O 的时间。
size（大小）	这是显示 NFS I/O 大小分布情况的热图。
offset（偏移）	这是显示 NFS I/O 的文件偏移的热图。可用于识别随机或顺序 NFS IOPS。使用磁盘 I/O 操作数统计信息可以检查在应用文件系统和 RAID 配置之后，随机 NFS IOPS 是否与随机磁盘 IOPS 相对应。

以上这些细分可以组合构成强大的统计信息。例如：

- "Protocol: NFSv3 operations per second of type read broken down by latency"（协议：按延迟细分的读取类型每秒 NFSv3 操作数）（仅检查读取的延迟）
- Protocol: NFSv3 operations per second for file '/export/fs4/10ga' broken down by offset（协议：按偏移细分的文件 "/export/fs4/10ga" 的每秒 NFSv3 操作数）（仅检查特定文件的文件访问模式）
- "Protocol: NFSv3 operations per second for client `hostname.example.com` broken down by filename"（协议：按文件名细分的客户机 hostname.example.com 的每秒 NFSv3 操作数）（查看特定客户机所访问的文件）

进一步分析

- 有关 NFSv[2-4] 字节数/秒，请参见“Protocol: NFSv[2-4] Bytes（协议：NFSv[2-4] 字节数）” [114]
- 有关每秒平均延迟，请参见“Protocol: NFSv[2-4] Average Latency（协议：NFSv[2-4] 平均延迟）” [152]
- 要测量由 NFS 活动导致的网络吞吐量，请参见“Network: Device Bytes（网络：设备字节数）” [105]
- 要了解从高速缓存返回 NFS 读取工作负荷的情况，请参见“Cache: ARC Accesses（高速缓存：ARC 访问次数）” [80]
- 有关所产生的后端磁盘 I/O，请参见“Disk: I/O Operations（磁盘：I/O 操作数）” [102]

Protocol: OISP Bytes（协议：OISP 字节数）

该统计信息显示在 OISP 客户机与设备之间每秒传输的 OISP 字节数。字节数统计信息可以按客户机、文件名、数据库名称、数据库文件类型、数据库函数、共享资源和项目进行细分。

何时检查 OISP 字节数

OISP 字节数/秒可作为 OISP 负荷的指标，并可以在显示板中查看。

通过按数据库文件类型和函数的细分，数据库和存储管理员可以将数据库统计信息与存储统计信息关联。这样可以提供好得多的可诊断性，从而不仅将突然升高原因范围缩小到特定数据库，而且缩小到导致增加的数据库函数以及与其关联的文件类型。

提高性能的最佳方法是消除不必要的操作，这些操作可通过客户机和文件名细分以及文件名分层结构视图来确定。在存储和执行开销方面，客户机细分开销都非常高，尤其是文件名细分。因此，不建议在忙于生产的设备上永久启用这些细分。

OISP 字节数细分

表 51 OISP 字节数细分

细分	说明
client（客户机）	OISP 客户机的远程主机名或 IP 地址。
filename（文件名）	OISP I/O 的文件名（如果为设备所知并进行了缓存）。
database name（数据库名）	发出 I/O 的数据库的名称。
database filetype（数据库文件类型）	将数据库写入的文件类型。
database function（数据库函数）	数据库 I/O 的原因。此细分中使用的首字母缩写包括 RMAN (Oracle Recovery Manager)、DBWR (Database Writer for Oracle Database)、ARCH (Archiver for Oracle Database) 和 LGWR (Log Writer for Oracle Database)。
share（共享资源）	此 OISP I/O 的共享资源。
project（项目）	此 OISP I/O 的项目。

以上这些细分可以组合构成强大的统计信息。例如，使用 "Protocol: OISP bytes per second for client `hostname.example.com` broken down by filename"（协议：按文件名细分的客户机 hostname.example.com 的每秒 OISP 字节数）查看特定客户机所访问的文件。

进一步分析

另请参见：“Protocol: OISP Operations（协议：OISP 操作数）” [118]。

Protocol: OISP Operations（协议：OISP 操作数）

此统计信息显示客户机每秒向设备请求的 OISP 操作数。操作数统计信息可以按客户机、文件名、数据库名称、数据库文件类型、数据库函数、共享资源、项目、延迟、大小和偏移进行细分。

何时检查 OISP 操作数

OISP 操作数/秒可作为 OISP 负荷的指标，并可以在显示板中查看。

通过按数据库文件类型和函数的细分，数据库和存储管理员可以将数据库统计信息与存储统计信息关联。这样可以提供好得多的可诊断性，从而不仅将突然升高原因范围缩小到特定数据库，而且缩小到导致增加的数据库函数以及与其关联的文件类型。

在分析 OISP 性能问题（尤其是量化问题的严重程度）时，请使用延迟细分。此细分测量由设备所造成的那部分 I/O 延迟并将其显示为热图，以便查看整体延迟模式以及异常

值。如果 OISP 延迟较高，对延迟进一步向下钻取以确定高延迟的操作类型和文件名，并查看 CPU 和磁盘负荷的其他统计信息以调查设备响应慢的原因。如果延迟较低，则设备正在快速执行，客户机上遇到的任何性能问题都更可能是由环境中的其他因素导致的，例如网络基础结构以及客户机自身的 CPU 负荷。

提高性能的最佳方法是消除不必要的操作，这些操作可通过客户机和文件名细分以及文件名分层结构视图来确定。在存储和执行开销方面，客户机细分开销都非常高，尤其是文件名细分。因此，不建议在忙于生产的设备上永久启用这些细分。

OISP 操作数细分

表 52 OISP 操作数细分

细分	说明
client（客户机）	OISP 客户机的远程主机名或 IP 地址。
filename（文件名）	OISP I/O 的文件名（如果为设备所知并进行了缓存）。
database name（数据库名）	发出 I/O 的数据库的名称。
database filetype（数据库文件类型）	将数据库写入的文件类型。
database function（数据库函数）	数据库 I/O 的原因。此细分中使用的首字母缩写包括 RMAN (Oracle Recovery Manager)、DBWR (Database Writer for Oracle Database)、ARCH (Archiver for Oracle Database) 和 LGWR (Log Writer for Oracle Database)。
share（共享资源）	此 OISP I/O 的共享资源。
project（项目）	此 OISP I/O 的项目。
latency（延迟）	这是显示 OISP I/O 延迟的热图，该延迟测量的是 OISP 请求通过网络到达设备至发送响应之间的时间。延迟包括处理 OISP 请求的时间和执行任何磁盘 I/O 的时间。
size（大小）	这是显示 OISP I/O 大小分布的热图。
offset（偏移）	这是显示 OISP I/O 的文件偏移的热图。此细分可用于识别随机或顺序 OISP。

以上这些细分可以组合构成强大的统计信息。例如：

- 要检查特定文件的文件访问模式，请使用该文件的每秒 OISP 操作数（按偏移细分）。
- 要查看特定客户机正在访问哪些文件，请使用该客户机的每秒 OISP 操作数（按文件名细分）。

进一步分析

另请参见协议：“Protocol: OISP Bytes（协议：OISP 字节数）” [117]。

Protocol: SFTP Bytes（协议：SFTP 字节数）

此统计信息显示了客户机对设备所请求的 SFTP 字节数/秒。提供各种有用的细分，可分别显示 SFTP 请求的客户机、用户和文件名。

示例

有关具有类似细分的类似统计信息的示例，请参见“Protocol: FTP bytes（协议：FTP 字节数）” [110]。

何时检查 SFTP 字节数

SFTP 字节数/秒可作为 SFTP 负荷的指标，并可以在显示板中查看。

提高性能的最佳方法是消除不必要的操作，这些操作可通过客户机、用户和文件名细分以及文件名分层结构视图来确定。最好仅在短期内启用这些细分：文件名细分的存储和执行开销可能是最高的，因此不适合在 SFTP 活动非常频繁的设备上永久启用。

SFTP 字节数细分

表 53 SFTP 字节数细分

细分	说明
type of operation（操作类型）	SFTP 操作类型 (get/put/...)
user（用户）	客户机的用户名
filename（文件名）	SFTP 操作的文件名（如果为设备所知并进行了缓存）。如果文件名未知，则将其报告为 "<unknown>"。
share（共享资源）	此 SFTP 请求的共享资源。
project（项目）	此 SFTP 请求的项目。
client（客户机）	SFTP 客户机的远程主机名或 IP 地址。

以上这些细分可以组合构成强大的统计信息。例如，使用 "Protocol: SFTP bytes per second for client `hostname.example.com` broken down by filename"（协议：按文件名细分的客户机 hostname.example.com 的每秒 SFTP 字节数）查看特定客户机所访问的文件。

进一步分析

请参见“Cache: ARC Accesses（高速缓存：ARC 访问次数）” [80]，了解从高速缓存返回 SFTP 读取工作负荷的效果；参见“Disk: I/O Operations（磁盘：I/O 操作数）” [102]，了解所产生的后端磁盘 I/O。

由于 SFTP 使用 SSH 加密 FTP，因此该协议将产生其他的 CPU 开销。要查看设备的整体 CPU 利用率，请参见“CPU: Percent Utilization（CPU：利用率百分比）” [78]。

Protocol: SMB Operations（协议：SMB 操作数）

此统计信息显示了客户机对设备所请求的 SMB 操作数/秒 (SMB IOPS)。提供各种有用的细分，可分别显示 SMB I/O 的客户机、文件名和延迟。

示例

有关具有类似细分的类似统计信息的示例，请参见“Protocol: NFSv[2-4] Operations（协议：NFSv[2-4] 操作数）” [116]。

何时检查 SMB 操作数

SMB 操作数/秒可作为 SMB 负荷的指标，并可以在dashboard中查看。

在分析 SMB 性能问题（尤其是量化问题的严重程度）时，请使用延迟细分。此细分测量由设备所造成的那部分 I/O 延迟并将其显示为热图，以便查看整体延迟模式以及异常值。如果 SMB 延迟很高，请进一步细分延迟以识别高延迟的操作类型和文件名，同时检查 CPU 和磁盘负荷的其他统计信息以分析设备响应缓慢的原因；如果延迟很低，则设备执行速度会很快，而客户机所遇到的任何性能问题就更有可能是环境中的其他因素所导致：如网络基础结构和客户机自身的 CPU 负荷。

提高性能的最佳方法是消除不必要的操作，这些操作可通过客户机和文件名细分以及文件名分层结构视图来确定。在存储和执行开销方面，客户机细分开销都非常高，尤其是文件名细分。因此，不建议在忙于生产的设备上永久启用这些细分。

SMB 操作数细分

表 54 SMB 操作数细分

细分	说明
type of operation（操作类型）	SMB 操作类型（读取/写入/readX/writeX/...）
client（客户机）	SMB 客户机的远程主机名或 IP 地址。
filename（文件名）	SMB I/O 的文件名（如果为设备所知并进行了缓存）。如果文件名未知，则将其报告为 "<unknown>"。
share（共享资源）	此 SMB I/O 的共享资源。
project（项目）	此 SMB I/O 的项目。

细分	说明
latency（延迟）	这是显示 SMB I/O 延迟的热图，该延迟测量的是 SMB 请求通过网络到达设备至发送响应之间的时间，其中包括处理 SMB 请求的时间以及执行任何磁盘 I/O 的时间。
size（大小）	这是显示 SMB I/O 大小分布情况的热图。
offset（偏移）	这是显示 SMB I/O 的文件偏移的热图。此细分可用于识别随机或顺序 SMB IOPS。使用磁盘 I/O 操作数统计信息可以检查在应用文件系统和 RAID 配置之后，随机 SMB IOPS 是否与随机磁盘 IOPS 相对应。

以上这些细分可以组合构成强大的统计信息。例如：

- "Protocol: SMB operations per second of type read broken down by latency"（协议：按延迟细分的读取类型的每秒 SMB 操作数）（仅检查读取的延迟）
- "Protocol: SMB operations per second for file '/export/fs4/10ga' broken down by offset"（协议：按偏移细分的文件 "/export/fs4/10ga" 的每秒 SMB 操作数）（检查特定文件的文件访问模式）
- "Protocol: SMB operations per second for client 'phobos.sf.fishpong.com' broken down by file name"（协议：按文件名细分的客户机 "phobos.sf.fishpong.com" 的每秒 SMB 操作数）（查看特定客户机所访问的文件）

进一步分析

- 有关 SMB 字节数/秒，请参见“Protocol: SMBv[1-2] Bytes（协议：SMBv[1-2] 字节数）” [122]
- 有关每秒平均延迟，请参见“Protocol: SMBv[1-3] Average Latency（协议：SMBv[1-3] 平均延迟）” [152]
- 要了解从高速缓存返回 SMB 读取工作负荷的情况，请参见“Cache: ARC Accesses（高速缓存：ARC 访问次数）” [80]
- 有关所产生的后端磁盘 I/O，请参见“Disk: I/O Operations（磁盘：I/O 操作数）” [102]

Protocol: SMBv[1-2] Bytes（协议：SMBv[1-2] 字节数）

这些统计信息显示在 SMB 客户机与设备之间每秒传输的 SMB 字节数。支持的 SMB 版本为 SMB 和 SMB2。字节数统计信息可以按操作、客户机、文件名、共享资源和项目进行细分。

何时检查 SMB/SMB2 字节数

每秒的 SMB 字节数可以用作 SMB 负荷的指标。提高性能的最佳方法是消除不必要的操作，这些操作可通过客户机和文件名细分以及文件名分层结构视图来确定。在存储和执

行开销方面，客户机细分开销都非常高，尤其是文件名细分。因此，不建议在忙于生产的设备上永久启用这些细分。

SMB/SMB2 字节数细分

表 55 SMB 字节数细分

细分	说明
type of operation（操作类型）	SMB/SMB2 操作类型 (read/write/getattr/setattr/lookup/...)
client（客户机）	SMB 客户机的远程主机名或 IP 地址
filename（文件名）	SMB I/O 的文件名（如果为设备所知并进行了缓存）。在某些情况下（例如在群集进行故障转移后，以及客户机在没有发出打开命令以标识文件名的情况下继续在 SMB 文件句柄上进行操作时），文件名为未知；在这些情况下，报告的文件名为 "<unknown>"。
share（共享资源）	此 SMB I/O 的共享资源
project（项目）	此 SMB I/O 的项目

以上这些细分可以组合构成强大的统计信息。例如，使用 "Protocol: SMB2 bytes per second for client `hostname.example.com` broken down by filename"（协议：按文件名细分的客户机 hostname.example.com 的每秒 SMB2 字节数）查看特定客户机所访问的文件。

进一步分析

- 有关 SMB 操作的许多其他细分，请参见“Protocol: SMB Operations（协议：SMB 操作数）” [121]
- 有关每秒平均延迟，请参见“Protocol: SMBv[1-3] Average Latency（协议：SMBv[1-3] 平均延迟）” [152]
- 要了解从高速缓存返回 SMB 读取工作负荷的情况，请参见“Cache: ARC Accesses（高速缓存：ARC 访问次数）” [80]
- 有关所产生的后端磁盘 I/O，请参见“Disk: I/O Operations（磁盘：I/O 操作数）” [102]

Protocol: SRP Bytes（协议：SRP 字节数）

此统计信息显示启动器对设备所请求的 SRP 字节数/秒。

示例

有关具有类似细分的类似统计信息的示例，请参见“Protocol: iSCSI Bytes（协议：iSCSI 字节数）” [112]。

何时检查 SRP 字节数

就吞吐量而言，SRP 字节数/秒可作为 SRP 负荷的指标。有关 SRP 活动的更深入分析，请参见“Protocol: SRP Operations（协议：SRP 操作）” [124]。

SRP 字节数细分

表 56 SRP 字节数细分

细分	说明
initiator（启动器）	SRP 客户机启动器
target（目标）	本地 SCSI 目标
project（项目）	此 SRP 请求的项目。
lun	此 SRP 请求的 LUN。

有关术语定义，请参见“Configuring Storage Area Network (SAN)” in 《Oracle ZFS Storage Appliance Administration Guide, Release OS8.8.x》。

进一步分析

- 有关 SRP 操作的许多其他细分，请参见“Protocol: SRP Operations（协议：SRP 操作）” [124]
- 有关每秒平均延迟，请参见“Protocol: SRP Average Latency（协议：SRP 平均延迟）” [153]
- 要了解从高速缓存返回 SRP 读取工作负荷的情况，请参见“Cache: ARC Accesses（高速缓存：ARC 访问次数）” [80]
- 有关所产生的后端磁盘 I/O，请参见“Disk: I/O Operations（磁盘：I/O 操作数）” [102]

Protocol: SRP Operations（协议：SRP 操作）

此统计信息显示启动器对设备所请求的 SRP 操作数/秒 (iSCSI IOPS)。提供各种有用的细分，可分别显示 SRP I/O 的启动器、目标、类型和延迟。

示例

有关具有类似细分的类似统计信息的示例，请参见“Protocol: iSCSI Bytes（协议：iSCSI 字节数）” [112]。

何时检查 SRP 操作数

SRP 操作数/秒可作为 SRP 负荷的指标。

在分析 SRP 性能问题（尤其是量化问题的严重程度）时，请使用延迟细分。此细分测量由设备所造成的那部分 I/O 延迟并将其显示为热图，以便查看整体延迟模式以及异常值。如果 SRP 延迟很高，请进一步细分延迟以识别高延迟的客户机启动器、操作类型以及 LUN，同时检查 CPU 和磁盘负荷的其他统计信息以分析设备响应缓慢的原因；如果延迟很低，则设备执行速度会很快，而客户机启动器所遇到的任何性能问题更有可能是环境中的其他因素所导致：如网络基础结构和客户机自身的 CPU 负荷。

提高性能的最佳方法是消除不必要的操作，这些操作可以通过客户机启动器、LUN 和命令细分来确定。

SRP 操作数细分

表 57 SRP 操作数细分

细分	说明
initiator（启动器）	SRP 客户机启动器
target（目标）	本地 SCSI 目标
project（项目）	此 SRP 请求的项目。
lun	此 SRP 请求的 LUN。
type of operation（操作类型）	SRP 操作类型。此细分显示了通过 SRP 协议传输 SCSI 命令的方式，从而可以了解 I/O 的性质。
command（命令）	通过 SRP 协议发送的 SCSI 命令。此命令可以显示所请求的 I/O 的真正性质 (read/write/sync-cache/...)。
latency（延迟）	这是显示 SRP I/O 延迟的热图，该延迟测量的是 SRP 请求通过网络到达设备至发送响应之间的时间，其中包括处理 SRP 请求的时间以及执行任何磁盘 I/O 的时间。
offset（偏移）	这是显示 SRP I/O 的文件偏移的热图。可用于识别随机或顺序 SRP IOPS。使用磁盘 I/O 操作数统计信息可以检查在应用 LUN 和 RAID 配置后，随机 SRP IOPS 是否与随机磁盘 IOPS 相对应。
size（大小）	这是显示 SRP I/O 大小分布情况的热图。

以上这些细分可以组合构成强大的统计信息。例如：

- Protocol: SRP operations per second of command read broken down by latency（协议：按延迟细分的读取命令的每秒 SRP 操作数）（仅检查 SCSI 读取的延迟）

进一步分析

- 有关 SRP 字节数/秒，请参见“Protocol: SRP Bytes（协议：SRP 字节数）” [123]
- 有关每秒平均延迟，请参见“Protocol: SRP Average Latency（协议：SRP 平均延迟）” [153]
- 要了解从高速缓存返回 SRP 读取工作负荷的情况，请参见“Cache: ARC Accesses（高速缓存：ARC 访问次数）” [80]
- 有关所产生的后端磁盘 I/O，请参见“Disk: I/O Operations（磁盘：I/O 操作数）” [102]

使用高级分析统计信息

仅当在 "Preferences"（首选项）中启用了 "Advanced Analytics"（高级分析）时，这些统计信息才可见（请参见“Setting Appliance Preferences” in 《Oracle ZFS Storage Appliance Administration Guide, Release OS8.8.x》）。这些是系统可监测性通常不需要且不太关注的统计信息。这些数据往往是动态的，可能会产生较高的开销，它们展示了系统中更为复杂的区域，通常需要有更多的专业知识才能正确理解。

要了解有关高级分析统计信息的更多信息，请使用以下任务：

CPU: CPUs（CPU：CPU）

此 CPU 统计信息用于显示按利用率百分比细分的 CPU 的热图。这是检查 CPU 利用情况的最准确方法。

何时检查 CPU

分析 CPU 负荷时，在通过 CPU 利用率百分比检查平均利用率之后。

此统计信息对于确定单个 CPU 是否已被全部占用（单个线程的负荷饱和时会发生这种情况）非常有用。如果无法将此线程所执行的工作负荷转移给其他线程，以便在多个 CPU 上同时运行，则该单个 CPU 就会成为瓶颈。这种情况表现为单个 CPU 在几秒钟甚至更长时间内一直处于 100% 利用状态，而其他 CPU 则处于空闲状态。

CPU 细分

表 58 CPU 细分

细分	说明
percent utilization（利用率百分比）	这是在 Y 轴上显示利用率的热图，其中针对 Y 轴上的各个利用率级别根据处于该级别的 CPU 数目进行着色：从浅（无）至深（多个）。

详细信息

CPU 利用情况包括用于处理指令（而不属于空闲线程）的时间，其中包括存储器延迟周期数。使用 CPU 的原因可能是：

- 执行代码（包括自旋锁）
- 内存负荷

由于设备主要用于移动数据，内存负荷通常占主要部分。因此 CPU 利用率高的系统实际上可能是由于移动数据而使利用率过高。

CPU: Kernel Spins（CPU：内核自旋数）

此统计信息统计了用在内核锁（占用 CPU）上的自旋周期数。

要正确解释此统计信息，需要理解操作系统的内部机制。

何时检查内核自旋数

分析 CPU 负荷时，在检查 CPU 利用率百分比和按利用率百分比细分的 CPU 之后。

由于多线程编程的性质，在处理任何工作负荷时，一定程度的内核自旋是正常情况。比较内核自旋数随时间变化的情况，以及针对不同工作负荷的情况，可以确定正常状态的内核自旋期望值。

内核自旋数细分

表 59 CPU 内核自旋细分

细分	说明
type of synchronization primitive（同步原语的类型）	锁的类型 (mutex/...)
CPU identifier（CPU 标识符）	CPU 标识符编号 (0/1/2/3/...)

Cache: ARC Adaptive Parameter（高速缓存：ARC 自适应参数）

此统计信息来自 ZFS ARC 的 `arc_p`。此统计信息显示 ARC 如何根据工作负荷来调整其 MRU 和 MFU 列表大小。

要正确解释此统计信息，可能需要理解 ZFS ARC 内部机制。

何时检查 ARC 自适应参数

在少数情况下，此统计信息可能对识别 ARC 的内部行为很有用，但是，在检查此统计信息之前还需要检查其他统计信息。

如果设备中存在高速缓存问题，请先查看 "Cache ARC accesses"（高速缓存－ARC 访问次数）统计信息，了解 ARC 执行情况，然后查看协议统计信息以了解所请求的工作负荷。然后，检查 "Advanced Analytics"（高级分析）中的 "Cache ARC size"（高速缓存－ARC 大小），了解有关 ARC 行为的进一步详细信息。

ARC 自适应参数细分

无。

Cache: ARC Evicted Bytes（高速缓存：ARC 逐出的字节数）

此统计信息显示在常规内务处理过程中从 ZFS ARC 逐出的字节数。通过此细分，可以检查 L2ARC 适用性。

要正确解释此统计信息，可能需要理解 ZFS ARC 内部机制。

何时检查 ARC 逐出的字节数

由于此统计信息可按 L2ARC 状态细分，因此如果考虑安装高速缓存设备 (L2ARC)，则可能需要检查此统计信息。如果频繁地从 ARC 中逐出适用 L2ARC 的数据，则高速缓存设备的存在可以提高性能。

此统计信息还可用于检查高速缓存设备预热是否存在问题。其原因可能是工作负荷不适用 L2ARC。

如果设备中存在高速缓存问题，请先查看 "Cache ARC accesses"（高速缓存－ARC 访问次数）统计信息，了解 ARC 执行情况，然后查看协议统计信息以了解所请求的工作负荷。然后，检查 "Advanced Analytics"（高级分析）中的 "Cache ARC size"（高速缓存－ARC 大小），了解有关 ARC 行为的进一步详细信息。

ARC 逐出的字节数细分

表 60 ARC 逐出的字节数细分

细分	说明
L2ARC state（L2ARC 状态）	显示是否已缓存 L2ARC，以及是否适用 L2ARC。

Cache: ARC Size（高速缓存：ARC 大小）

此统计信息显示主文件系统高速缓存（基于 ZFS ARC 的 DRAM）的大小。

要正确解释此统计信息，可能需要理解 ZFS ARC 内部机制。

何时检查 ARC 大小

在检查 ARC 对当前工作负荷的有效性时。ARC 应自动增加大小以填充大多数可用 DRAM，从而在高速缓存中放置供当前工作负荷访问的足够数据。此细分允许按类型识别 ARC 的内容。

在 DRAM 数量有限的系统中使用高速缓存设备 (L2ARC) 时，也应检查此细分，因为 ARC 可能被 L2ARC 标头占用。

如果设备中存在 ARC 高速缓存问题，请先查看 "Cache ARC accesses"（高速缓存－ARC 访问次数）统计信息，了解 ARC 执行情况，再查看协议统计信息以了解所请求的工作负荷。

ARC 大小细分

提供以下细分：

表 61 ARC 大小细分

细分	说明
component（组件）	ARC 中数据的类型。请参见下表。

ARC 组件类型：

表 62 ARC 组件类型

组件	说明
ARC data（ARC 数据）	缓存的内容，其中包括文件系统数据和文件系统元数据。
ARC headers（ARC 标头）	ARC 自身的元数据所占用的空间。数据包头与数据的比率与所使用的 ZFS 记录大小有关，较小的记录大小可能意味着更多的 ARC 标头引用同一个卷。
ARC other（ARC 其他）	ARC 的其他内核使用者
L2ARC headers（L2ARC 标头）	存储在 L2ARC 设备上的跟踪缓冲区所占用的空间。如果缓冲区位于 L2ARC 上但仍处于 ARC DRAM 中，则将其视为 "ARC headers"（ARC 标头）。

Cache: ARC Target Size（高速缓存：ARC 目标大小）

此统计信息来自 ZFS ARC 的 `arc_c`。此统计信息显示了 ARC 尝试维护的目标大小。有关实际大小，请参见 "Advanced Analytics"（高级分析）中的“Cache: ARC Size（高速缓存：ARC 大小）” [131]。

要正确解释此统计信息，可能需要理解 ZFS ARC 内部机制。

何时检查 ARC 目标大小

在少数情况下，此统计信息可能对识别 ARC 的内部行为很有用，但是，在检查此统计信息之前还需要检查其他统计信息。

如果设备中存在高速缓存问题，请先查看 "Cache ARC accesses"（高速缓存－ARC 访问次数）统计信息，了解 ARC 执行情况，然后查看协议统计信息以了解所请求的工作负荷。然后，检查 "Advanced Analytics"（高级分析）中的 "Cache ARC size"（高速缓存－ARC 大小），了解有关 ARC 行为的进一步详细信息。

ARC 目标大小细分

无。

Cache: DNLC Accesses（高速缓存：DNLC 访问次数）

此统计信息显示对 DNLC（Directory Name Lookup Cache，目录名称查找高速缓存）的访问次数。DNLC 将路径名缓存到 inode 查找高速缓存中。

要正确解释此统计信息，可能需要理解操作系统的内部机制。

何时检查 DNLC 访问次数

如果工作负荷访问了数百万个小文件，则检查此统计信息可能会非常有用（对于这种情况，DNLC 可以提供帮助）。

如果设备中存在常规高速缓存问题，请首先查看 "Cache ARC accesses"（高速缓存－ARC 访问次数）统计信息，了解 ARC 执行情况，再查看协议统计信息以了解所请求的工作负荷。然后，检查 "Advanced Analytics"（高级分析）中的 "Cache ARC size"（高速缓存－ARC 大小），了解 ARC 的大小。

DNLC 访问次数细分

表 63 DNLC 访问次数细分

细分	说明
hit/miss（命中/未命中）	显示命中/未命中的计数，允许检查 DNLC 的有效性。

Cache: DNLC Entries（高速缓存：DNLC 条目数）

此统计信息显示 DNLC（Directory Name Lookup Cache，目录名称查找高速缓存）中的条目数。DNLC 将路径名缓存到 inode 查找高速缓存中。

要正确解释此统计信息，可能需要理解操作系统的内部机制。

何时检查 DNLC 条目数

如果工作负荷访问了数百万个小文件，则检查此统计信息可能会非常有用（对于这种情况，DNLC 可以提供帮助）。

如果设备中存在常规高速缓存问题，请首先查看 "Cache ARC accesses"（高速缓存－ARC 访问次数）统计信息，了解 ARC 执行情况，再查看协议统计信息以了解所请求的工作负荷。然后，检查 "Advanced Analytics"（高级分析）中的 "Cache ARC size"（高速缓存－ARC 大小），了解 ARC 的大小。

DNLC 条目数细分

无。

Cache: L2ARC Errors（高速缓存：L2ARC 错误）

此统计信息显示 L2ARC 错误统计信息。

何时检查 L2ARC 错误

在使用高速缓存设备时启用此统计信息可能很有用，可用于对标准统计信息范围之外的 L2ARC 问题进行故障排除。

L2ARC 错误细分

提供以下细分：

表 64 L2ARC 错误细分

细分	说明
error（错误）	L2ARC 错误类型。请参见下表。

L2ARC 错误类型：

表 65 L2ARC 错误类型

错误	说明
memory abort（内存中止）	由于用来保存 L2ARC 元数据的系统内存 (DRAM) 不足，因此 L2ARC 选择在长达一秒钟的间隔时间内不填充内存。持续的内存中止将使 L2ARC 无法预热。
bad checksum（校验和错误）	从高速缓存设备读取时 ZFS ARC 校验和出错。这可能是高速缓存设备开始出现故障的征兆。
io error（io 错误）	高速缓存设备返回一个错误。这可能是高速缓存设备开始出现故障的征兆。

Cache: L2ARC Size（高速缓存：L2ARC 大小）

此统计信息显示存储在 L2ARC 高速缓存设备上的数据的大小。此大小应该会在数小时或数天内不断增大，直至已缓存了固定数量的适用 L2ARC 的数据或高速缓存设备已充分利用为止。

何时检查 L2ARC 大小

对 L2ARC 预热进行故障排除时。如果该大小很小，请使用按 L2ARC 状态细分的 "Cache ARC evicted bytes"（高速缓存－ARC 逐出的字节数）统计信息确认所应用的工作负荷应该填充 L2ARC，并使用协议细分（例如，按大小或按偏移量）确认该工作负荷为随机 I/O 的工作负荷。顺序 I/O 不会填充 L2ARC。要检查的另一个统计信息是 "Cache L2ARC errors"（高速缓存－L2ARC 错误）。

如果从文件系统中删除了已缓存的数据，L2ARC 大小确实会缩减。

L2ARC 大小细分

无。

Data Movement: NDMP Bytes Transferred to/from Disk（数据移动：传输至磁盘/从磁盘传输的 NDMP 字节数）

该统计信息表示 NDMP 备份或恢复操作期间的磁盘吞吐量。除非配置了 NDMP 且其处于活动状态，否则此统计信息 将为零。

何时检查传输至磁盘/从磁盘传输的 NDMP 字节数

调查 NDMP 备份和恢复性能时。尝试识别未知的磁盘负荷时也可以检查此项，某些未知的磁盘负荷可能是由 NDMP 导致的。

传输至磁盘/从磁盘传输的 NDMP 字节数细分

表 66 传输至磁盘/从磁盘传输的 NDMP 字节数细分

细分	说明
type of operation（操作类型）	读取或写入
raw statistic（原始统计信息）	原始统计信息

进一步分析

另请参见“Data Movement: NDMP Bytes Transferred to/from Tape（数据移动：传输至磁带/从磁带传输的 NDMP 字节数）” [135]。

Data Movement: NDMP Bytes Transferred to/from Tape（数据移动：传输至磁带/从磁带传输的 NDMP 字节数）

该统计信息表示 NDMP 备份或恢复操作期间的磁带吞吐量。除非配置了 NDMP 且其处于活动状态，否则此统计信息 将为零。

何时检查传输至磁带/从磁带传输的 NDMP 字节数

调查 NDMP 备份和恢复性能时。

传输至磁带/从磁带传输的 NDMP 字节数细分

表 67 传输至磁带/从磁带传输的 NDMP 字节数细分

细分	说明
type of operation（操作类型）	读取或写入
raw statistic（原始统计信息）	原始统计信息

进一步分析

另请参见“Data Movement: NDMP Bytes Transferred to/from Disk（数据移动：传输至磁盘/从磁盘传输的 NDMP 字节数）” [135]。

Data Movement: NDMP File System Operations（数据移动：NDMP 文件系统操作数）

该统计信息显示 NDMP 备份或恢复期间每秒对文件系统的访问。该统计信息只对基于 tar 的备份有意义，因为它们在文件级而不是块级发生。

何时检查 NDMP 文件系统操作数

在分析 ZFS 负荷的来源时，检查此统计信息将很有帮助。首先，通过协议统计信息检查文件系统活动的其他所有来源。另请参见高级 Analytics（分析）统计信息“Data Movement: NDMP Bytes Transferred to/from Disk（数据移动：传输至磁盘/从磁盘传输的 NDMP 字节数）” [135]和“Data Movement: NDMP Bytes Transferred to/from Tape（数据移动：传输至磁带/从磁带传输的 NDMP 字节数）” [135]。

NDMP 文件系统操作数细分

表 68 NDMP 文件系统操作数细分

细分	说明
type of operation（操作类型）	读取或写入
raw statistic（原始统计信息）	原始统计信息

Data Movement: NDMP Jobs（数据移动：NDMP 作业数）

此统计信息显示活动的 NDMP 作业计数。

何时检查 NDMP 作业数

当监视 NDMP 进度并对 NDMP 进行故障排除时。另请参见标准 Analytics（分析）统计信息“Data Movement: NDMP Bytes Transferred to/from Disk（数据移动：传输至磁盘/从磁盘传输的 NDMP 字节数）” [135]和“Data Movement: NDMP Bytes Transferred to/from Tape（数据移动：传输至磁带/从磁带传输的 NDMP 字节数）” [135]。

NDMP 作业数细分

表 69 NDMP 作业数细分

细分	说明
type of operation（操作类型）	作业的类型：backup/restore（备份/恢复）。

Data Movement: Replication Latencies（数据移动：复制延迟）

该统计信息显示每秒平均延迟，每个时间单位显示一个值，而不是每个时间单位显示多个值的热图。在许多情况下，不必查看热图，该统计信息便可提供足够的详细信息。通常，基于热图的统计信息成本较高。

何时检查复制延迟

当监视复制进度并对复制进行故障排除时。另请参见标准 Analytics（分析）统计信息“Data Movement: Replication Bytes（数据移动：复制字节数）” [98]和“Data Movement: Replication Operations（数据移动：复制操作数）” [99]。

复制延迟细分

表 70 复制延迟细分

细分	说明
direction（方向）	显示的延迟按方向进行细分，即传输到设备或从设备传输。
type of operation（操作类型）	显示的延迟按远程设备的操作类型进行细分，即读取或写入。
peer（对等设备）	显示的延迟按远程设备的名称进行细分。
pool name（池名称）	显示的延迟按池的名称进行细分。
project（项目）	显示的延迟按项目的名称进行细分。
dataset（数据集）	显示的延迟按共享资源的名称进行细分。
as a raw statistic（以原始统计信息形式）	以原始统计信息形式显示延迟。

Data Movement: Replication Send/Receive Bytes（数据移动：复制发送/接收字节数）

该统计信息跟踪项目/共享资源复制期间在 ZFS 发送/接收内部接口上的数据吞吐量，以每秒字节数表示。该统计信息省略了复制数据渠道中压缩/解压缩阶段的影响。

何时检查复制发送/接收字节数

当调查复制活动或评估为复制操作启用压缩的好处时。

复制发送/接收字节数细分

表 71 复制发送/接收字节数细分

细分	说明
direction（方向）	显示的发送/接收字节数按方向进行细分，即传输到设备或从设备传输。
type of operation（操作类型）	显示的发送/接收字节数按远程设备的操作类型进行细分，即读取或写入。
peer（对等设备）	显示的发送/接收字节数按远程设备的名称进行细分。
pool name（池名称）	显示的发送/接收字节数按池的名称进行细分。
project（项目）	显示的发送/接收字节数按项目的名称进行细分。
dataset（数据集）	显示的发送/接收字节数按共享资源的名称进行细分。
as a raw statistic（以原始统计信息形式）	以原始统计信息形式显示发送/接收字节数。

进一步分析

有关复制数据渠道中任何压缩后的复制数据吞吐量，另请参见“Data Movement: Replication Bytes（数据移动：复制字节数）” [98]。

Disk: Average Number of I/O Operations（磁盘：平均 I/O 操作数）

此统计信息显示每秒平均磁盘 I/O 操作数。

何时检查平均 I/O 操作数

此统计信息显示 I/O 子系统在设备上的忙碌程度。高等待时间可能指示您需要更多磁盘或不同的 RAID 配置文件。

平均 I/O 操作数细分

表 72 平均磁盘操作数细分

细分	说明
state of operation（操作状态）	活动和等待磁盘的平均 I/O 操作数。在选定状态向下钻取以进一步检查。
by disk（按磁盘）	系统和数据磁盘的平均 I/O 操作数。在选定磁盘向下钻取以进一步检查。
as a raw statistic（以原始统计信息形式）	以原始统计信息形式表示的平均 I/O 操作数。

Disk: Percent Utilization（磁盘：利用率百分比）

此统计信息显示所有磁盘的平均利用率。按磁盘的细分显示每个磁盘占总平均利用率的比例，而不是每个磁盘的利用率。

何时检查利用率百分比

此统计信息可能对根据所有磁盘的平均利用率触发警报很有用。

通常，分析磁盘利用率会更为有效，方法是使用按利用率百分比细分的标准 Analytics（分析）统计信息“Disk: Disks（磁盘：磁盘）” [100]（而不是计算利用率平均值），将其显示为热图。这样便可以查看单个磁盘的利用率。

利用率百分比细分

表 73 利用率百分比细分

细分	说明
disk（磁盘）	磁盘，包括系统磁盘和池磁盘

磁盘细分显示每个磁盘占平均利用率百分比的比例。

注意

具有 100 个磁盘的系统不会对任何磁盘显示多于 1 项的细分，除非选中该磁盘并以原始统计信息形式单独显示。根据舍入规则，对于利用率低于 50% 的磁盘，这类系统将显示利用率百分比为 0。由于这可能导致混淆，而且还有一种适用于大多数情况的更好的统计信息（"Disk: Disks"（磁盘：磁盘）），因此将该统计信息置于 "Advanced"（高级）类别中。

请参见“Disk: Disks（磁盘：磁盘）” [100]，了解显示此数据的通常更有效的其他方法。

Disk: ZFS DMU Operations（磁盘：ZFS DMU 操作数）

此统计信息显示每秒的 ZFS DMU（Data Management Unit，数据管理单元）操作数。

要正确解释此统计信息，需要理解 ZFS 内部机制。

何时检查 ZFS DMU 操作数

对性能问题进行故障排除时（在查看完所有相关的 Analytics（分析）标准统计信息之后）。

通过 DMU 对象类型细分，可以确定是否存在过多的 DDT（Data Deduplication Table，重复数据删除表）活动。有关重复数据删除的更多信息，请参见“About Oracle ZFS Storage Appliance” in 《Oracle ZFS Storage Appliance Administration Guide, Release OS8.8.x》。

ZFS DMU 操作数细分

表 74 ZFS DMU 操作数细分

细分	说明
type of operation（操作类型）	读取/写入...
DMU object level（DMU 对象级别）	整数
DMU object type（DMU 对象类型）	ZFS 纯文本文件/ZFS 目录/DMU dnode/SPA 空间映射/...

Disk: ZFS Logical I/O Bytes（磁盘：ZFS 逻辑 I/O 字节数）

此统计信息显示对 ZFS 文件系统的逻辑访问（以字节/秒为单位）。逻辑 I/O 指的是向文件系统（如 NFS）发出请求的操作类型，与文件系统向后端池磁盘发出请求的物理 I/O 相对应。

何时检查 ZFS 逻辑 I/O 字节数

此统计信息在分析协议层和池磁盘之间的 I/O 处理方式时会很有用。

ZFS 逻辑 I/O 字节数细分

表 75 ZFS 逻辑 I/O 字节数细分

细分	说明
type of operation（操作类型）	读取/写入...
pool name（池名称）	磁盘池的名称

Disk: ZFS Logical I/O Operations（磁盘：ZFS 逻辑 I/O 操作数）

此统计信息显示对 ZFS 文件系统的逻辑访问（以操作/秒为单位）。逻辑 I/O 指的是向文件系统（如 NFS）发出请求的操作类型，与文件系统向后端池磁盘发出请求的物理 I/O 相对应。

何时检查 ZFS 逻辑 I/O 操作数

此统计信息在分析协议层和池磁盘之间的 I/O 处理方式时会很有用。

ZFS 逻辑 I/O 操作数细分

表 76 ZFS 逻辑 I/O 操作数细分

细分	说明
type of operation（操作类型）	读取/写入...
pool name（池名称）	磁盘池的名称

Memory: Dynamic Memory Usage（内存：动态内存使用情况）

此统计信息显示内存 (DRAM) 使用者的高级视图，每秒更新一次。

何时检查动态内存使用情况

此信息可用于检查文件系统高速缓存是否已开始使用可用内存。

动态内存使用情况细分

提供以下细分：

表 77 动态内存使用情况细分

细分	说明
application name（应用程序名称）	请参见下表。

应用程序名称：

表 78 应用程序名称

应用程序名称	说明
cache（高速缓存）	ZFS 文件系统高速缓存 (ARC)。因为它缓存了频繁访问的数据，它将逐渐使用尽可能多的可用内存。
kernel（内核）	操作系统内核。
mgmt（管理）	设备管理软件。
unused（未使用）	未使用的空间。

Memory: Kernel Memory（内存：内核内存）

此统计信息显示已分配的内核内存，可以按内核高速缓存（kmem 高速缓存）进行细分。

要理解此统计信息，需要理解操作系统的内部机制。

何时检查内核内存

极少。如果显示板显示内核内存使用了大量的可用 DRAM（在 "Usage: Memory"（使用情况：内存）部分中），则可能会使用此统计信息诊断根源。另请参见“Memory:

Kernel Memory in Use（内存：使用中的内核内存）” [143]和“Memory: Kernel Memory Allocated, But Not in Use（内存：已分配但未使用的内核内存）” [143]。

内核内存细分

表 79 内核内存细分

细分	说明
kmem cache（kmem 高速缓存）	内核内存高速缓存名称。

Memory: Kernel Memory in Use（内存：使用中的内核内存）

此统计信息显示已使用（填充）的内核内存，可以按内核高速缓存（kmem 高速缓存）进行细分。

要理解此统计信息，需要理解操作系统的内部机制。

何时检查使用中的内核内存

极少。如果显示板显示内核内存使用了大量的可用 DRAM（在 "Usage: Memory"（使用情况：内存）部分中），则可能会使用此统计信息诊断根源。另请参见“Memory: Kernel Memory Allocated, But Not in Use（内存：已分配但未使用的内核内存）” [143]。

使用中的内核内存细分

表 80 使用中的内核内存细分

细分	说明
kmem cache（kmem 高速缓存）	内核内存高速缓存名称。

Memory: Kernel Memory Allocated, But Not in Use（内存：已分配但未使用的内核内存）

此统计信息显示已分配但未使用的内核内存，可以按内核高速缓存（kmem 高速缓存）进行细分。当内存已释放（例如，删除缓存的文件系统数据时）但内核尚未恢复内存缓冲区时，会发生这种情况。

要理解此统计信息，需要理解操作系统的内部机制。

何时检查已分配但未使用的内核内存

极少。如果显示板显示内核内存使用了大量的可用 DRAM（在 "Usage: Memory"（使用情况：内存）部分中），则可能会使用此统计信息诊断根源。另请参见“Memory: Kernel Memory in Use（内存：使用中的内核内存）” [143]。

已分配但未使用的内核内存细分

表 81 已分配但未使用的内核内存细分

细分	说明
kmem cache（kmem 高速缓存）	内核内存高速缓存名称。

Name Service: Lookups Average Latency（名称服务：查找平均延迟）

此统计信息显示名称服务查找操作的每秒平均延迟。

何时检查名称服务查找平均延迟

当 SMB 遇到性能问题时，对名称服务查找平均延迟进行监视，以确定该性能问题的根本原因是否实际上为名称服务查找延迟。

在调查过程中，名称服务分析应主要用于分析性能和诊断名称服务问题。名称服务分析不应连续运行，因为它们会不必要地占用系统资源。如果平均延迟在一段时间内大幅增加，则可以生成警报，警报将出现在显示板上。要设置阈值警报，请参见“配置阈值警报”（BUI、CLI）。

名称服务查找平均延迟细分

表 82 名称服务查找平均延迟细分

细分	说明
database name（数据库名）	名称服务数据库，如 LDAP、DNS 或 NIS
type of operation（操作类型）	请求类型
result（结果）	成功或失败

细分	说明
source（来源）	发出此请求的主机名或 IP 地址

进一步分析

另请参见“Name Service: Lookups（名称服务：查找）” [104]。

Name Service: Operations（名称服务：操作）

此统计信息显示对名称服务发出的请求。

理解操作系统的内部机制有助于解释此统计信息。

何时检查名称服务操作

使用命中/未命中细分检查 NSCD 高速缓存的有效性。未命中将导致对远程源的后端请求，这些请求可以使用名称服务查找统计信息的操作类型细分来检查。请参见“Name Service: Lookups（名称服务：查找）” [104]。

在调查过程中，名称服务分析应主要用于分析性能和诊断名称服务问题。名称服务分析不应连续运行，因为它们会不必要地占用系统资源。如果平均延迟在一段时间内大幅增加，则可以生成警报，警报将出现在显示板上。要设置阈值警报，请参见“配置阈值警报”（BUI、CLI）。

名称服务操作细分

表 83 NSCD 操作数细分

细分	说明
type of operation（操作类型）	请求类型
result（结果）	成功或失败
database name（数据库名）	名称服务数据库，如 LDAP、DNS 或 NIS
latency（延迟）	完成此请求所需的时间
hit/miss（命中/未命中）	高速缓存查找结果

进一步分析

有关平均延迟，请参见“Name Service: Operations Average Latency（名称服务：操作平均延迟）” [146]。要检查查找而不是操作，请参见“Name Service: Lookups（名称服务：查找）” [104]。

Name Service: Operations Average Latency（名称服务：操作平均延迟）

此统计信息显示名称服务操作的每秒平均延迟。

何时检查名称服务操作平均延迟

当 SMB 遇到性能问题时，对名称服务操作平均延迟进行监视，以确定该性能问题的根本原因是否实际上为名称服务查找延迟。

在调查过程中，名称服务分析应主要用于分析性能和诊断名称服务问题。名称服务分析不应连续运行，因为它们会不必要地占用系统资源。如果平均延迟在一段时间内大幅增加，则可以生成警报，警报将出现在显示板上。要设置阈值警报，请参见“配置阈值警报”（BUI、CLI）。

名称服务操作平均延迟细分

表 84 名称服务操作平均延迟细分

细分	说明
raw statistic（原始统计信息）	以原始统计信息形式表示的延迟
database name（数据库名）	名称服务数据库，如 LDAP、DNS 或 NIS
type of operation（操作类型）	请求类型
hit/miss（命中/未命中）	高速缓存查找结果
result（结果）	成功或失败

进一步分析

另请参见“Name Service: Operations（名称服务：操作）” [145]。

Network: Datalink Bytes（网络：数据链路字节数）

此统计信息可以测量网络数据链路活动（以字节/秒为单位）。网络数据链路是从网络设备构建的逻辑实体（请参见“Network Configuration” in 《Oracle ZFS Storage Appliance Administration Guide, Release OS8.8.x》）。此统计信息测量的字节数包括所有网络有效载荷标头（以太网、IP、TCP、NFS、SMB 等）。

示例

有关具有类似细分的类似统计信息的示例，请参见“Network: Device Bytes（网络：设备字节数）” [105]。

何时检查数据链路字节数

网络字节数可作为设备负荷的粗略测量。此统计信息可用于查看通过不同数据链路的网络字节数速率。

数据链路字节数细分

表 85 数据链路字节数细分

细分	说明
direction（方向）	in（传入）或 out（传出），相对于设备。例如，NFS 对设备的读取将显示为 out（传出）网络字节数。
datalink（数据链路）	网络数据链路（请参见 "Network"（网络）中的 "Datalink"（数据链路））。

进一步分析

有关设备级别和接口级别的网络吞吐量，另请分别参见“Network: Device Bytes（网络：设备字节数）” [105]和“Network: Interface Bytes（网络：接口字节数）” [107]。

Network: IP Bytes（网络：IP 字节数）

此统计信息显示每秒的 IP 有效载荷字节数，不包括以太网/IB 和 IP 数据包头。

何时检查 IP 字节数

极少。使用标准 Analytics（分析）统计信息 "Network: Device bytes"（网络：设备字节数）（默认启用并归档），可以监视网络吞吐量。查看按客户机细分的吞吐量通常可通过协议统计信息（例如，"Protocol: iSCSI bytes"（协议：iSCSI 字节数），此统计信息允许按协议进行其他有用的细分）实现。如果前两种统计信息因故不适用，则此统计信息会非常有用。

IP 字节数细分

表 86 IP 字节数细分

细分	说明
hostname（主机名）	远程客户机，可以是主机名或 IP 地址
protocol（协议）	IP 协议：tcp/udp
direction（方向）	相对于设备。in/out（传入/传出）

Network: IP Packets（网络：IP 数据包数）

此统计信息显示每秒的 IP 数据包数。

何时检查 IP 数据包数

极少。由于数据包通常映射到协议操作，因此使用协议统计信息（例如 "Protocol: iSCSI operations"（协议：iSCSI 操作数），此统计信息允许按协议进行其他有用的细分）查看这些操作会更有用。

IP 数据包细分

表 87 IP 数据包数细分

细分	说明
hostname（主机名）	远程客户机，可以是主机名或 IP 地址
protocol（协议）	IP 协议：tcp/udp
direction（方向）	相对于设备。in/out（传入/传出）

Network: TCP Bytes（网络：TCP 字节数）

此统计信息显示每秒的 TCP 有效载荷字节数，不包括以太网/IB、IP 和 TCP 数据包头。

何时检查 TCP 字节数

极少。使用标准 Analytics（分析）统计信息 "Network: Device bytes"（网络：设备字节数）（默认启用并归档），可以监视网络吞吐量。查看按客户机细分的吞吐量通常可通过协议统计信息（例如，"Protocol: iSCSI bytes"（协议：iSCSI 字节数），此统计信息允

许按协议进行其他有用的细分）实现。如果前两种统计信息因故不适用，则此统计信息会非常有用。

TCP 字节数细分

表 88 TCP 字节数细分

细分	说明
client（客户机）	远程客户机，可以是主机名或 IP 地址
local service（本地服务）	TCP 端口：http/ssh/215（管理）/...
direction（方向）	相对于设备，in/out（传入/传出）
local IP address（本地 IP 地址）	发送或接收数据包的设备的 IP 地址

Network: TCP Packets（网络：TCP 数据包数）

此统计信息显示每秒的 TCP 数据包数。

何时检查 TCP 数据包数

极少。由于数据包通常映射到协议操作，因此使用协议统计信息（例如 "Protocol: iSCSI operations"（协议：iSCSI 操作数），此统计信息允许按协议进行其他有用的细分）查看这些操作会更有用。

TCP 数据包数细分

表 89 TCP 数据包数细分

细分	说明
client（客户机）	远程客户机，可以是主机名或 IP 地址
local service（本地服务）	TCP 端口：http/ssh/215（管理）/...
direction（方向）	相对于设备，in/out（传入/传出）
local IP address（本地 IP 地址）	发送或接收数据包的设备的 IP 地址
packet size（数据包大小）	传输的数据包的大小
latency（延迟）	发送和接收数据包的时间跨度

Network: TCP Retransmissions（网络：TCP 重新传输数）

此统计信息显示 TCP 重新传输数。

何时检查 TCP 重新传输数

极少。由于数据包通常映射到协议操作，因此使用协议统计信息查看这些操作会更有用。但是，某些网络类型以及客户机接收缓冲区大小，并且更倾向于使用 TCP 重新传输，这可能表现为高延迟。

TCP 重新传输数细分

表 90 TCP 重新传输数细分

细分	说明
client（客户机）	远程客户机，可以是主机名或 IP 地址
local service（本地服务）	TCP 端口：http/ssh/215（管理）/...
local IP address（本地 IP 地址）	发送或接收数据包的设备的 IP 地址
packet size（数据包大小）	传输的数据包的大小

Protocols: Average Latency Statistics（协议：平均延迟统计信息）

为光纤通道、iSCSI、NFS、SMB 和 SRP 协议提供平均延迟统计信息：

- “Protocol: Fibre Channel Average Latency（协议：光纤通道平均延迟）” [151]
- “Protocol: iSCSI Average Latency（协议：iSCSI 平均延迟）” [151]
- “Protocol: NFSv[2-4] Average Latency（协议：NFSv[2-4] 平均延迟）” [152]
- “Protocol: SMBv[1-3] Average Latency（协议：SMBv[1-3] 平均延迟）” [152]
- “Protocol: SRP Average Latency（协议：SRP 平均延迟）” [153]

平均延迟统计信息提供每秒平均延迟。使用一对时间戳值确定操作时间，然后将经过的时间与平均聚合值相加。使用这些统计信息可确定与这些协议关联的性能问题的特征。平均延迟可以按操作类型和池类型进行细分。

何时检查平均延迟

如果怀疑有性能问题，可以监视平均延迟。例如，如果平均延迟在一段时间内大幅增加，您可能希望生成警报。平均延迟可以在显示板上查看。

进一步分析

另请参见“默认统计信息” [70]中的“协议”。

Protocol: Fibre Channel Average Latency（协议：光纤通道平均延迟）

表 91 光纤通道平均延迟细分

细分	说明
type of operation（操作类型）	所执行的光纤通道操作，如读取或写入

进一步分析

- 有关 FC 字节数/秒，请参见“Protocol: Fibre Channel Bytes（协议：光纤通道字节数）” [107]
- 有关 FC 操作的许多其他细分，请参见“Protocol: Fibre Channel Operations（协议：光纤通道操作数）” [108]
- 要了解从高速缓存返回 FC 读取工作负荷的情况，请参见“Cache: ARC Accesses（高速缓存：ARC 访问次数）” [80]
- 有关所产生的后端磁盘 I/O，请参见“Disk: I/O Operations（磁盘：I/O 操作数）” [102]

Protocol: iSCSI Average Latency（协议：iSCSI 平均延迟）

表 92 iSCSI 平均延迟细分

细分	说明
type of operation（操作类型）	所执行的 iSCSI 操作，如读取或写入
pool（池）	针对其执行操作的存储池

进一步分析

- 有关 iSCSI 字节数/秒，请参见“Protocol: iSCSI Bytes（协议：iSCSI 字节数）” [112]
- 有关 iSCSI 操作的许多其他细分，请参见“Protocol: iSCSI Operations（协议：iSCSI 操作数）” [113]
- 要了解从高速缓存返回 iSCSI 读取工作负荷的情况，请参见“Cache: ARC Accesses（高速缓存：ARC 访问次数）” [80]
- 有关所产生的后端磁盘 I/O，请参见“Disk: I/O Operations（磁盘：I/O 操作数）” [102]

Protocol: NFSv[2-4] Average Latency（协议：NFSv[2-4] 平均延迟）

支持的 NFS 版本包括：NFSv2、NFSv3、NFSv4.0 和 NFSv4.1。

表 93 NFS 平均延迟细分

细分	说明
type of operation（操作类型）	所执行的 NFS 操作，如读取或写入
pool（池）	针对其执行 NFS 操作的存储池

进一步分析

- 有关 NFSv[2-4] 字节数/秒，请参见“Protocol: NFSv[2-4] Bytes（协议：NFSv[2-4] 字节数）” [114]
- 有关 NFS 操作的许多其他细分，请参见“Protocol: NFSv[2-4] Operations（协议：NFSv[2-4] 操作数）” [116]
- 要测量由 NFS 活动导致的网络吞吐量，请参见“Network: Device Bytes（网络：设备字节数）” [105]
- 要了解从高速缓存返回 NFS 读取工作负荷的情况，请参见“Cache: ARC Accesses（高速缓存：ARC 访问次数）” [80]
- 有关所产生的后端磁盘 I/O，请参见“Disk: I/O Operations（磁盘：I/O 操作数）” [102]

Protocol: SMBv[1-3] Average Latency（协议：SMBv[1-3] 平均延迟）

支持的 SMB 版本包括 SMB、SMB2 和 SMB3。

表 94 SMB 平均延迟细分

细分	说明
type of operation（操作类型）	所执行的 SMB 操作，如读取或写入
pool（池）	针对其执行 SMB 操作的存储池

进一步分析

- 有关 SMB 字节数/秒，请参见“Protocol: SMBv[1-2] Bytes（协议：SMBv[1-2] 字节数）” [122]

- 有关 SMB 操作的许多其他细分，请参见“Protocol: SMB Operations（协议：SMB 操作数）” [121]
- 要了解从高速缓存返回 SMB 读取工作负荷的情况，请参见“Cache: ARC Accesses（高速缓存：ARC 访问次数）” [80]
- 有关所产生的后端磁盘 I/O，请参见“Disk: I/O Operations（磁盘：I/O 操作数）” [102]

Protocol: SRP Average Latency（协议：SRP 平均延迟）

表 95 SRP 延迟细分

细分	说明
type of operation（操作类型）	所执行的 SRP 操作，如读取或写入

进一步分析

- 有关 SRP 字节数/秒，请参见“Protocol: SRP Bytes（协议：SRP 字节数）” [123]
- 有关 SRP 操作的许多其他细分，请参见“Protocol: SRP Operations（协议：SRP 操作）” [124]
- 要了解从高速缓存返回 SRP 读取工作负荷的情况，请参见“Cache: ARC Accesses（高速缓存：ARC 访问次数）” [80]
- 有关所产生的后端磁盘 I/O，请参见“Disk: I/O Operations（磁盘：I/O 操作数）” [102]