



概念 Element Software

NetApp
November 18, 2025

目录

概念	1
产品概述	1
SolidFire功能	1
SolidFire部署	1
查找更多信息	2
架构和组件	2
了解SolidFire架构	2
SolidFire软件接口	4
SolidFire Active IQ	6
Element软件的管理节点	6
SolidFire全闪存存储的管理服务	6
节点	7
管理节点	7
存储节点	7
光纤通道节点	7
节点运行状态	8
查找更多信息	8
集群	8
权威存储集群	9
三分法	9
搁浅产能	9
存储效率	9
存储集群仲裁	10
安全性	10
静态数据加密（硬件）	10
静态加密（软件）	10
外部密钥管理	10
多因素身份验证	11
FIPS 140-2 标准适用于 HTTPS 和静态数据加密	11
了解更多信息	11
帐户和权限	11
存储集群管理员帐户	12
用户帐户	12
权威集群用户帐户	12
批量账户	13
存储	13
卷	13
虚拟卷 (vVols)	13
卷访问组	14

启动程序	15
数据保护	15
远程复制类型	15
用于数据保护的卷快照	17
卷克隆	17
Element存储的备份和恢复流程概述	17
保护域	18
自定义保护域	18
双螺旋高可用性	19
服务性能和质量	19
服务质量参数	19
QoS 值限制	20
服务质量性能	20
QoS 策略	21
查找更多信息	21

概念

学习Element软件的基本概念。

- ["产品概述"](#)
- [SolidFire架构概述](#)
- [节点](#)
- [集群](#)
- ["安全性"](#)
- [帐户和权限](#)
- ["卷"](#)
- [数据保护](#)
- [服务性能和质量](#)

产品概述

SolidFire全闪存存储系统由独立的硬件组件（驱动器和节点）组成，这些组件组合成一个单一的存储资源池。该统一集群作为一个单一的存储系统供外部客户端使用，并由NetApp Element软件进行管理。

使用 Element 界面、API 或其他管理工具，您可以监控SolidFire集群存储容量和性能，并管理跨多租户基础架构的存储活动。

SolidFire功能

Solidfire系统具备以下特点：

- 为您的大规模私有云基础设施提供高性能存储
- 提供灵活的规模，可满足您不断变化的存储需求。
- 使用基于 API 的存储管理 Element 软件接口
- 通过服务质量政策保证绩效
- 包括跨集群所有节点的自动负载均衡。
- 当添加或删除节点时，自动重新平衡集群

SolidFire部署

使用NetApp提供的、与NetApp Element软件集成的存储节点。

["SolidFire全闪存存储架构概述"](#)

查找更多信息

- ["NetApp Element vCenter Server 插件"](#)

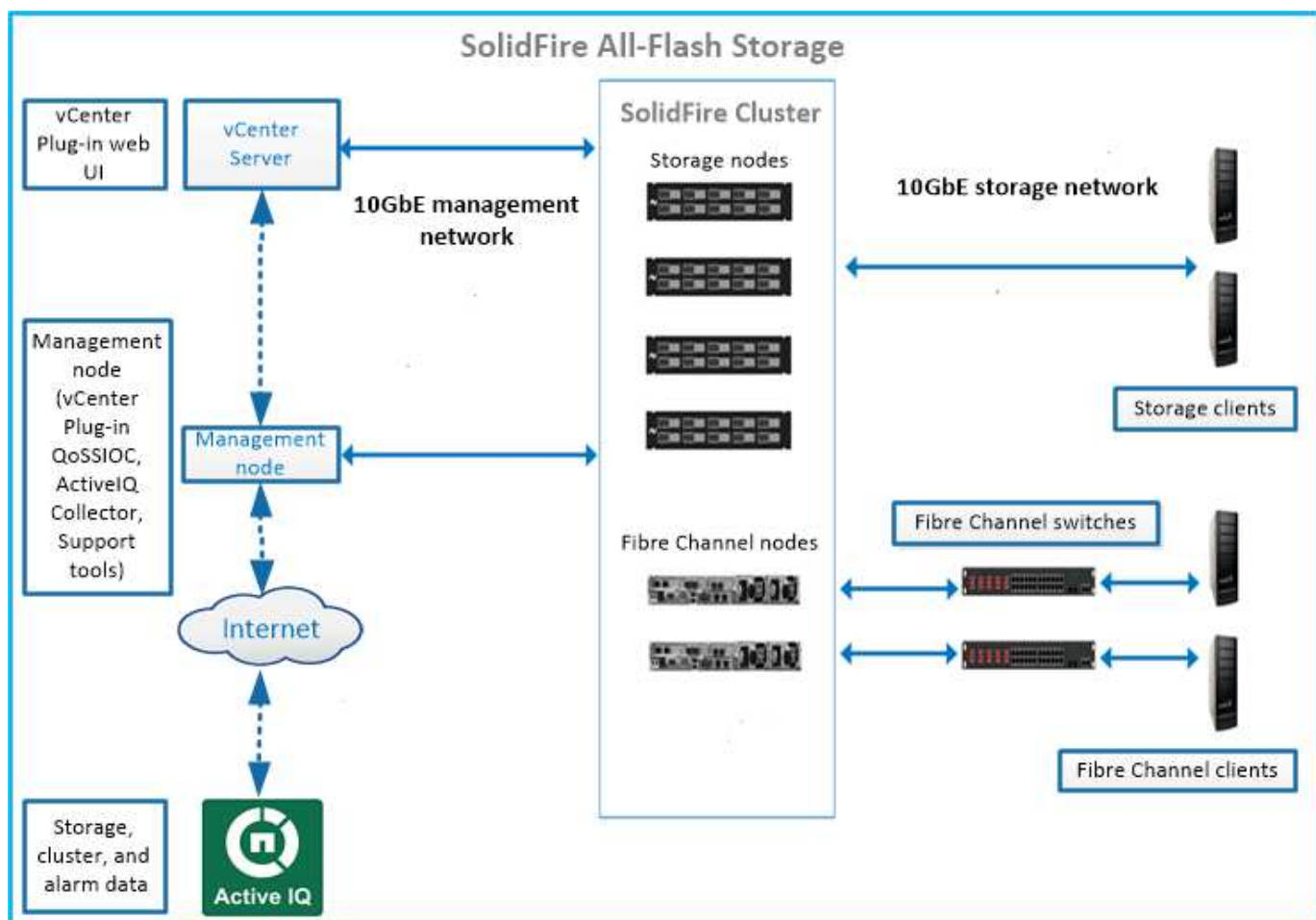
架构和组件

了解SolidFire架构

SolidFire全闪存存储系统由独立的硬件组件（驱动器和节点）组成，这些组件组合成一个存储资源池，NetApp Element软件在每个节点上独立运行。该单一存储系统通过 Element 软件 UI、API 和其他管理工具作为一个整体进行管理。

SolidFire存储系统包含以下硬件组件：

- 集群：SolidFire存储系统的中心，由多个节点组成。
- 节点：组成集群的硬件组件。节点分为两种类型：
 - 存储节点，即包含多个驱动器的服务器。
 - 光纤通道 (FC) 节点，用于连接到 FC 客户端
- 驱动器：用于存储节点，以存储集群的数据。存储节点包含两种类型的驱动器：
 - 卷元数据驱动存储信息，该信息定义集群中的卷和其他对象。
 - 块驱动器用于存储卷的数据块。



您可以使用 Element Web UI 和其他兼容工具来管理、监控和更新系统：

- "SolidFire软件接口"
- "SolidFire Active IQ"
- "Element软件的管理节点"
- "管理服务"

常用网址

以下是您在使用SolidFire全闪存存储系统时常用的 URL：

URL	描述
https://[storage cluster MVIP address]	访问NetApp Element软件用户界面。
https://activeiq.solidfire.com	监控数据并接收有关任何性能瓶颈或潜在系统问题的警报。
https://[management node IP address]	访问NetApp Hybrid Cloud Control 以升级您的存储安装和更新管理服务。
https://[IP address]:442	通过每个节点的用户界面，访问网络 and 集群设置，并使用系统测试和实用程序。 了解更多信息。

URL	描述
https://[management node IP address]/mnode	使用管理节点的管理服务 REST API 和其他功能。 "了解更多信息。"
https://[management node IP address]:9443	在 vSphere Web Client 中注册 vCenter 插件包。 "了解更多信息。"

查找更多信息

- ["SolidFire和 Element 软件文档"](#)
- ["NetApp Element vCenter Server 插件"](#)

SolidFire软件接口

您可以使用不同的NetApp Element软件接口和集成实用程序来管理SolidFire存储系统。

选项

- [NetApp Element软件用户界面](#)
- [NetApp Element软件 API](#)
- [NetApp Element vCenter Server 插件](#)
- [NetApp Hybrid Cloud Control](#)
- [\[管理节点用户界面\]](#)
- [\[其他集成实用程序和工具\]](#)

NetApp Element软件用户界面

使您能够设置 Element 存储、监控集群容量和性能，以及管理跨多租户基础架构的存储活动。Element 是SolidFire集群的核心存储操作系统。Element 软件在集群中的所有节点上独立运行，使集群中的节点能够将资源组合起来，以单一存储系统的形式呈现给外部客户端。Element 软件负责整个系统的集群协调、扩展和管理。该软件接口基于 Element API 构建。

["使用 Element 软件管理存储"](#)

NetApp Element软件 API

使您能够使用一组对象、方法和例程来管理 Element 存储。Element API 基于 HTTPS 上的 JSON-RPC 协议。您可以通过启用 API 日志在 Element UI 中监控 API 操作；这样您就可以看到向系统发出的方法。您可以同时启用请求和响应，以查看系统如何响应发出的方法。

["使用 Element API 管理存储"](#)

NetApp Element vCenter Server 插件

使您能够使用 VMware vSphere 中 Element UI 的替代界面来配置和管理运行 Element 软件的存储集群。

["NetApp Element vCenter Server 插件"](#)

NetApp Hybrid Cloud Control

使您能够升级 Element 存储和管理服务，并使用NetApp Hybrid Cloud Control 界面管理存储资产。

"使用NetApp Hybrid Cloud Control 管理和监控存储"

管理节点用户界面

管理节点包含两个用户界面：一个用于管理基于 REST 的服务的用户界面，以及一个用于管理网络和集群设置以及操作系统测试和实用程序的节点用户界面。通过 REST API UI，您可以访问与服务相关的 API 菜单，这些 API 可以从管理节点控制基于服务的系统功能。

其他集成实用程序和工具

虽然您通常使用NetApp Element、 NetApp Element API 和NetApp Element vCenter Server 插件来管理存储，但您也可以使用其他集成实用程序和工具来访问存储。

Element CLI

"Element CLI"使您能够使用命令行界面控制SolidFire存储系统，而无需使用 Element API。

Element PowerShell Tools

"Element PowerShell Tools"使您能够使用一系列使用 Element API 的 Microsoft Windows PowerShell 函数来管理SolidFire存储系统。

元素 SDK

"元素 SDK"您可以使用以下工具管理您的SolidFire集群：

- Element Java SDK：使程序员能够将 Element API 与 Java 编程语言集成。
- Element .NET SDK：使程序员能够将 Element API 与 .NET 编程平台集成。
- Element Python SDK：使程序员能够将 Element API 与 Python 编程语言集成。

SolidFire Postman API 测试套件

使程序员能够使用一系列"邮差"测试 Element API 调用的函数。

SolidFire存储复制适配器

"SolidFire存储复制适配器"与 VMware Site Recovery Manager (SRM) 集成，以实现与复制的SolidFire存储集群的通信并执行受支持的工作流程。

SolidFire vRO

"SolidFire vRO"提供了一种便捷的方式，可以使用 Element API 通过 VMware vRealize Orchestrator 管理SolidFire存储系统。

SolidFire VSS 提供程序

"SolidFire VSS 提供程序"将 VSS 卷影副本与 Element 快照和克隆集成在一起。

查找更多信息

- ["SolidFire和 Element 软件文档"](#)
- ["NetApp Element vCenter Server 插件"](#)

SolidFire Active IQ

"SolidFire Active IQ"是一个基于网络的工具，提供集群范围数据的持续更新历史视图。您可以针对特定事件、阈值或指标设置警报。SolidFire Active IQ使您能够监控系统性能和容量，并随时了解集群运行状况。

您可以在SolidFire Active IQ中找到有关您系统的以下信息：

- 节点数量及节点状态：正常、离线或故障
- CPU、内存使用情况和节点限速的图形化表示
- 节点详细信息，例如序列号、机箱插槽位置、型号以及存储节点上运行的NetApp Element软件版本。
- 虚拟机相关的 CPU 和存储信息

要了解有关SolidFire Active IQ 的信息，请参阅 ["SolidFire Active IQ文档"](#)。

了解更多信息

- ["SolidFire和 Element 软件文档"](#)
- ["NetApp Element vCenter Server 插件"](#)
- [NetApp支持网站](#) > [Active IQ工具](#)

Element软件的管理节点

这"管理节点 (mNode)"是一个虚拟机，它与一个或多个 Element 软件存储集群并行运行。它用于升级和提供系统服务，包括监控和遥测、管理集群资产和设置、运行系统测试和实用程序，以及启用NetApp支持访问以进行故障排除。

管理节点与存储集群交互以执行管理操作，但它不是存储集群的成员。管理节点定期通过 API 调用收集有关集群的信息，并将此信息报告给Active IQ以进行远程监控（如果已启用）。管理节点还负责协调集群节点的软件升级。

从 Element 11.3 版本开始，管理节点作为微服务主机运行，从而可以在主要版本之外更快地更新选定的软件服务。这些微服务或"管理服务"会作为服务包频繁更新。

SolidFire全闪存存储的管理服务

从 Element 11.3 版本开始，*管理服务*托管在"管理节点"这样，就可以在主要版本发布之外更快地更新特定软件服务。

管理服务为SolidFire全闪存存储提供集中式和扩展式管理功能。这些服务包括["NetApp Hybrid Cloud Control"](#)Active IQ系统遥测、日志记录和服务更新，以及 vCenter Element 插件的 QoSSIOC 服务。



详细了解["管理服务发布"](#)。

节点

节点是硬件或虚拟资源，它们被分组到一个集群中，以提供块存储和计算能力。

NetApp Element软件定义了集群中的各种节点角色。节点角色类型如下：

- [\[管理节点\]](#)
- [\[存储节点\]](#)
- [\[光纤通道节点\]](#)

[节点状态](#)因聚类关联而异。

管理节点

管理节点是一台虚拟机，用于升级和提供系统服务，包括监控和遥测、管理集群资产和设置、运行系统测试和实用程序，以及启用NetApp支持以进行故障排除。["了解更多"](#)

存储节点

SolidFire存储节点是一个服务器，其中包含一组驱动器，这些驱动器通过 Bond10G 网络接口相互通信。节点中的驱动器包含用于数据存储和数据管理的块空间和元数据空间。每个节点都包含NetApp Element软件的出厂镜像。

存储节点具有以下特点：

- 每个节点都有一个唯一的名称。如果管理员未指定节点名称，则默认为 SF-XXXX，其中 XXXX 是系统生成的四个随机字符。
- 每个节点都有自己的高性能非易失性随机存取存储器（NVRAM）写入缓存，以提高整体系统性能并降低写入延迟。
- 每个节点都连接到两个网络，存储网络和管理网络，每个网络都有两条独立的链路，以实现冗余和提高性能。每个节点在每个网络上都需要一个IP地址。
- 您可以创建一个包含新存储节点的集群，或者向现有集群添加存储节点，以提高存储容量和性能。
- 您可以随时向集群中添加或删除节点，而不会中断服务。

光纤通道节点

SolidFire光纤通道节点提供与光纤通道交换机的连接，您可以将光纤通道客户端连接到该交换机。光纤通道节点充当光纤通道和 iSCSI 协议之间的协议转换器；这使您可以将光纤通道连接添加到任何新的或现有的SolidFire集群。

光纤通道节点具有以下特点：

- 光纤通道交换机管理光纤网络状态，提供优化的互连。
- 两个端口之间的流量仅通过交换机传输；不会传输到任何其他端口。

- 单个端口故障是孤立的，不会影响其他端口的运行。
- 在一个网络结构中，多对端口可以同时进行通信。

节点运行状态

根据配置级别的不同，节点可以处于几种状态之一。

- 可用的

该节点没有关联的集群名称，也尚未成为集群的一部分。

- 待办的

节点已配置完毕，可以添加到指定的集群中。

访问该节点无需身份验证。

- 待激活

系统正在节点上安装兼容的 Element 软件。完成后，节点将变为活动状态。

- 积极的

该节点正在参与集群。

修改节点需要进行身份验证。

在这些状态下，有些字段是只读的。

查找更多信息

- ["SolidFire和 Element 软件文档"](#)
- ["NetApp Element vCenter Server 插件"](#)

集群

集群是SolidFire存储系统的核心，由多个节点组成。要实现SolidFire存储效率，集群中必须至少有四个节点。集群在网络上表现为一个单一的逻辑组，然后可以像块存储一样进行访问。

创建新集群会将一个节点初始化为集群的通信所有者，并为集群中的每个节点建立网络通信。此过程仅对每个新集群执行一次。您可以使用 Element UI 或 API 创建集群。

您可以通过添加额外的节点来扩展集群。添加新节点时，服务不会中断，集群会自动利用新节点的性能和容量。

管理员和主机可以使用虚拟 IP 地址访问集群。集群中的任何节点都可以托管虚拟 IP 地址。管理虚拟 IP (MVIP) 可通过 1GbE 连接实现集群管理，而存储虚拟 IP (SVIP) 可通过 10GbE 连接实现主机对存储的访问。这些虚拟 IP 地址能够确保连接稳定，无论SolidFire集群的大小或组成如何。如果承载虚拟 IP 地址的节点发生故障，集群中的另一个节点将开始承载该虚拟 IP 地址。



从 Element 版本 11.0 开始，节点可以配置 IPv4、IPv6 或两者的地址作为其管理网络。这适用于存储节点和管理节点，但管理节点 11.3 及更高版本除外，该版本不支持 IPv6。创建集群时，MVIP 只能使用单个 IPv4 或 IPv6 地址，并且必须在所有节点上配置相应的地址类型。

关于集群的更多信息

- [\[权威存储集群\]](#)
- [\[三分法\]](#)
- [\[搁浅产能\]](#)
- [\[存储效率\]](#)
- [\[存储集群仲裁\]](#)

权威存储集群

权威存储集群是 NetApp Hybrid Cloud Control 用于验证用户身份的存储集群。

如果您的管理节点只有一个存储集群，那么它就是权威集群。如果您的管理节点有两个或多个存储集群，则其中一个集群将被指定为权威集群，并且只有该集群中的用户才能登录到 NetApp Hybrid Cloud Control。要找出哪个集群是权威集群，可以使用以下方法：GET /mnode/about API。响应中包含 IP 地址 `token\_url` 该字段是权威存储集群的管理虚拟 IP 地址 (MVIP)。如果您尝试以不在权威集群上的用户身份登录 NetApp Hybrid Cloud Control，则登录尝试将失败。

NetApp Hybrid Cloud Control 的许多功能旨在与多个存储集群配合使用，但身份验证和授权存在局限性。身份验证和授权方面的限制是，即使用户不是其他存储集群上的用户，权威集群中的用户也可以对与 NetApp Hybrid Cloud Control 关联的其他集群执行操作。

在开始管理多个存储集群之前，您应该确保在权威集群上定义的用户在所有其他存储集群上都具有相同的权限。您可以从以下位置管理用户“[Element 软件用户界面](#)”。

看“[创建和管理存储集群资产](#)”有关使用管理节点存储集群资产的更多信息。

三分法

在 NetApp SolidFire 存储集群中混合使用存储节点类型时，任何单个存储节点的容量都不能超过整个存储集群容量的 33%。

搁浅产能

如果新添加的节点占集群总容量的 50% 以上，则该节点的部分容量将被禁用（“闲置”），以使其符合容量规则。在增加更多存储容量之前，这种情况将一直持续下去。如果添加一个非常大的节点，并且该节点也违反容量规则，则先前被困的节点将不再被困，而新添加的节点将变为被困。为避免这种情况发生，容量应该始终成对添加。当节点发生孤立状态时，会抛出相应的集群故障。

存储效率

Netapp SolidFire 存储集群利用重复数据删除、压缩和精简配置来减少存储卷所需的物理存储空间。

- 压缩

压缩通过将数据块组合成压缩组来减少卷所需的物理存储空间，每个压缩组都作为一个单独的块存储。

- 去重

数据去重通过丢弃重复的数据块来减少卷所需的物理存储空间。

- 精简配置

精简配置卷或 LUN 是指没有预先预留存储空间的卷或 LUN。相反，存储空间是动态分配的。当卷或 LUN 中的数据被删除时，可用空间将被释放回存储系统。

存储集群仲裁

Element 软件从选定的节点创建一个存储集群，该集群维护一个集群配置的复制数据库。为了维持集群的弹性，集群集成至少需要三个节点参与。

安全性

当您使用SolidFire全闪存存储系统时，您的数据将受到行业标准安全协议的保护。

静态数据加密（硬件）

存储节点中的所有驱动器都能够进行加密，在驱动器级别利用 AES 256 位加密。每个硬盘都有自己的加密密钥，该密钥在硬盘首次初始化时创建。启用加密功能后，将创建一个集群范围的密码，然后将密码分段分发到集群中的所有节点。没有哪个节点会存储完整的密码。然后使用该密码对驱动器的所有访问进行密码保护。密码用于解锁硬盘，解锁后除非断电或硬盘被锁定，否则不需要密码。

"启用静态数据硬件加密功能"不影响集群的性能或效率。如果使用 Element API 或 Element UI 从集群配置中删除启用加密的驱动器或节点，则驱动器上的静态加密将被禁用。取出硬盘后，可以使用以下方法对硬盘进行安全擦除：SecureEraseDrives API 方法。如果物理驱动器或节点被强制移除，数据仍受集群范围密码和驱动器的单独加密密钥保护。

静态加密（软件）

另一种静态数据加密方式是软件静态数据加密，它能够对写入存储集群中 SSD 的所有数据进行加密。**"启用"**它对所有写入的数据进行加密，并对所有读取的数据进行解密，所有操作均在软件中自动完成。软件静态加密与硬件中的自加密驱动器 (SED) 实现方式类似，可在没有 SED 的情况下提供数据安全。



对于SolidFire全闪存存储集群，必须在创建集群期间启用静态软件加密，并且集群创建后不能禁用。

软件加密和硬件加密都可以单独使用，也可以结合使用。

外部密钥管理

您可以配置 Element 软件，使其使用符合 KMIP 标准的第三方密钥管理服务 (KMS) 来管理存储集群加密密钥。启用此功能后，存储集群的集群范围驱动器访问密码加密密钥将由您指定的 KMS 进行管理。

Element 可以使用以下密钥管理服务：

- 金雅拓 SafeNet KeySecure
- SafeNet AT KeySecure
- HyTrust KeyControl
- Vormetric 数据安全管理器
- IBM 安全密钥生命周期管理器

有关配置外部密钥管理的更多信息，请参阅["开始使用外部密钥管理"](#)文档。

多因素身份验证

多因素身份验证 (MFA) 允许您要求用户在登录时提供多种类型的证据，以便通过 NetApp Element Web UI 或存储节点 UI 进行身份验证。您可以配置 Element，使其仅接受多因素身份验证登录，并与您现有的用户管理系统和身份提供商集成。您可以配置 Element 与现有的 SAML 2.0 身份提供程序集成，该提供程序可以强制执行多种身份验证方案，例如密码和短信、密码和电子邮件或其他方法。

您可以将多因素身份验证与常见的 SAML 2.0 兼容身份提供商 (IdP) 结合使用，例如 Microsoft Active Directory Federation Services (ADFS) 和 Shibboleth。

要配置 MFA，请参阅 ["启用多因素身份验证"](#) 文档。

FIPS 140-2 标准适用于 HTTPS 和静态数据加密

NetApp SolidFire 存储集群支持符合联邦信息处理标准 (FIPS) 140-2 对加密模块要求的加密功能。您可以为 SolidFire 集群启用 FIPS 140-2 合规性，以支持 HTTPS 通信和驱动器加密。

当您在集群上启用 FIPS 140-2 操作模式时，集群将激活 NetApp 加密安全模块 (NCSM)，并利用 FIPS 140-2 1 级认证加密，通过 HTTPS 与 NetApp Element UI 和 API 进行所有通信。您使用 `EnableFeature` 元素 API 与 `fips` 启用 FIPS 140-2 HTTPS 加密的参数。在具有 FIPS 兼容硬件的存储集群上，您还可以使用以下方法为静态数据启用 FIPS 驱动器加密：`EnableFeature` 元素 API 与 `FipsDrives` 范围。

有关为 FIPS 140-2 加密准备新存储集群的更多信息，请参阅["创建支持 FIPS 驱动器的集群"](#)。

有关在现有已准备的集群上启用 FIPS 140-2 的更多信息，请参阅["EnableFeature Element API"](#)。

了解更多信息

- ["SolidFire 和 Element 软件文档"](#)
- ["NetApp Element vCenter Server 插件"](#)

帐户和权限

要管理和提供对系统存储资源的访问权限，您需要为系统资源设置帐户。

使用 Element 存储，您可以创建和管理以下类型的帐户：

- [存储集群的管理员用户帐户](#)
- [用于访问存储卷的用户帐户](#)

- [NetApp Hybrid Cloud Control 的权威集群用户帐户](#)

存储集群管理员帐户

在运行NetApp Element软件的存储集群中，可以存在两种类型的管理员帐户：

- 主集群管理员帐户：此管理员帐户在创建集群时创建。该帐户是集群中具有最高访问权限的主要管理帐户。该帐户类似于 Linux 系统中的 root 用户。您可以更改此管理员帐户的密码。
- 集群管理员帐户：您可以授予集群管理员帐户有限的管理权限，使其能够在集群中执行特定任务。分配给每个集群管理员帐户的凭据用于验证存储系统中的 API 和 Element UI 请求。



要通过每个节点的 UI 访问集群中的活动节点，需要本地（非 LDAP）集群管理员帐户。访问尚未加入集群的节点不需要账户凭证。

您可以["管理集群管理员帐户"](#)通过创建、删除和编辑集群管理员帐户，更改集群管理员密码，以及配置 LDAP 设置来管理系统用户访问权限。

用户帐户

用户帐户用于控制对NetApp Element软件网络上存储资源的访问。创建卷之前至少需要一个用户帐户。

创建卷时，会将其分配给一个帐户。如果您创建了虚拟卷，则该帐户就是存储容器。

以下是一些其他需要考虑的因素：

- 该帐户包含访问分配给它的卷所需的 CHAP 身份验证。
- 一个账户最多可以分配 2000 个卷，但一个卷只能属于一个账户。
- 用户帐户可以通过NetApp Element Management 扩展点进行管理。

权威集群用户帐户

权威集群用户帐户可以对与NetApp Hybrid Cloud Control 实例的节点和集群关联的任何存储资产进行身份验证。通过此帐户，您可以管理所有集群中的卷、帐户、访问组等。

权威用户帐户可通过NetApp Hybrid Cloud Control 右上角菜单中的“用户管理”选项进行管理。

这["权威存储集群"](#)这是NetApp Hybrid Cloud Control 用于验证用户身份的存储集群。

在权威存储集群上创建的所有用户都可以登录到NetApp混合云控制。在其他存储集群上创建的用户_无法_登录混合云控制。

- 如果您的管理节点只有一个存储集群，那么它就是权威集群。
- 如果您的管理节点有两个或多个存储集群，则其中一个集群将被指定为权威集群，并且只有该集群中的用户才能登录到NetApp Hybrid Cloud Control。

虽然NetApp Hybrid Cloud Control 的许多功能可以与多个存储集群配合使用，但身份验证和授权存在必要的限制。身份验证和授权方面的限制是，即使用户不是其他存储集群上的用户，权威集群中的用户也可以对与NetApp Hybrid Cloud Control 关联的其他集群执行操作。在开始管理多个存储集群之前，您应该确保在权威集群上定义的用户在所有其他存储集群上都具有相同的权限。您可以通过NetApp Hybrid Cloud Control 管理用

户。

批量帐户

卷特定帐户仅适用于创建它们的存储集群。这些帐户允许您设置网络中特定卷的权限，但对这些卷之外的内容没有影响。

卷帐户在NetApp混合云控制卷表中进行管理。

存储

卷

NetApp Element存储系统使用卷来配置存储。卷是可通过网络由 iSCSI 或光纤通道客户端访问的块设备。

Element 存储允许您为用户帐户创建、查看、编辑、删除、克隆、备份或恢复卷。您还可以管理集群上的每个卷，并在卷访问组中添加或删除卷。

持续性卷

持久卷允许将管理节点配置数据存储指定的存储集群上，而不是存储在本地虚拟机上，以便在管理节点丢失或删除时可以保留数据。持久卷是管理节点上可选但推荐的配置。

安装和升级脚本中包含启用持久卷的选项。["部署新的管理节点"](#)。持久卷是 Element 软件存储集群上的卷，其中包含主机管理节点 VM 的管理节点配置信息，这些信息在 VM 生命周期结束后仍然存在。如果管理节点丢失，替代的管理节点虚拟机可以重新连接到丢失的虚拟机并恢复其配置数据。

如果在安装或升级过程中启用持久卷功能，则会自动创建多个卷。这些卷与任何基于 Element 软件的卷一样，可以使用 Element 软件 Web UI、NetApp Element vCenter Server 插件或 API 查看，具体取决于您的偏好和安装情况。持久卷必须通过 iSCSI 连接到管理节点并正常运行，才能维护可用于恢复的最新配置数据。



在安装或升级过程中，会创建与管理服务关联的持久卷并将其分配给新帐户。如果您使用的是持久卷，请勿修改或删除该卷或其关联的帐户。

虚拟卷 (vVols)

vSphere Virtual Volumes 是 VMware 的一种存储范式，它将 vSphere 的大部分存储管理从存储系统转移到 VMware vCenter。使用虚拟卷 (vVols)，您可以根据各个虚拟机的需求分配存储空间。

绑定

NetApp Element 集群选择最佳协议端点，创建将 ESXi 主机和虚拟卷与该协议端点关联的绑定，并将该绑定返回给 ESXi 主机。绑定完成后，ESXi 主机可以对绑定的虚拟卷执行 I/O 操作。

协议端点

VMware ESXi 主机使用称为协议端点的逻辑 I/O 代理与虚拟卷进行通信。ESXi 主机将虚拟卷绑定到协议端点

以执行 I/O 操作。当主机上的虚拟机执行 I/O 操作时，关联的协议端点会将 I/O 定向到与其配对的虚拟卷。

NetApp Element 集群中的协议端点作为 SCSI 管理逻辑单元运行。每个协议端点均由集群自动创建。集群中的每个节点都会创建一个相应的协议端点。例如，一个四节点集群将有四个协议端点。

iSCSI 是 NetApp Element 软件唯一支持的协议。不支持光纤通道协议。协议端点不能由用户删除或修改，不与帐户关联，也不能添加到卷访问组。

存储容器

存储容器是映射到 NetApp Element 帐户的逻辑结构，用于报告和资源分配。它们汇集了存储系统能够提供给虚拟卷的原始存储容量或聚合存储能力。在 vSphere 中创建的 VVol 数据存储会映射到单个存储容器。默认情况下，单个存储容器拥有来自 NetApp Element 集群的所有可用资源。如果需要更精细的多租户管理，可以创建多个存储容器。

存储容器的功能与传统帐户类似，可以包含虚拟卷和传统卷。每个集群最多支持四个存储容器。要使用 VVols 功能，至少需要一个存储容器。在 vCenter 创建 VVols 期间，您可以发现存储容器。

VASA 提供商

要让 vSphere 识别 NetApp Element 集群上的 vVol 功能，vSphere 管理员必须向 vCenter 注册 NetApp Element VASA Provider。VASA 提供程序是 vSphere 和 Element 集群之间的带外控制路径。它负责代表 vSphere 在 Element 集群上执行请求，例如创建虚拟机、使虚拟机可供 vSphere 使用以及向 vSphere 通告存储功能。

VASA 提供程序作为 Element 软件中的集群主程序的一部分运行。集群主节点是一个高可用性服务，可以根据需要故障转移到集群中的任何节点。如果集群主节点发生故障转移，VASA 提供程序也会随之转移，从而确保 VASA 提供程序的高可用性。所有配置和存储管理任务都使用 VASA 提供程序，该提供程序处理 Element 集群上所需的任何更改。



对于 Element 12.5 及更早版本，请勿向单个 vCenter 实例注册多个 NetApp Element VASA 提供程序。如果添加了第二个 NetApp Element VASA 提供程序，则所有 VVOL 数据存储都将无法访问。



如果您已将 VASA 提供商注册到 vCenter，则可通过升级补丁获得最多 10 个 vCenter 的 VASA 支持。要进行安装，请按照 VASA39 清单中的说明进行操作，并从以下位置下载 .tar.gz 文件：["NetApp 软件下载"](#) 地点。NetApp Element VASA 提供程序使用 NetApp 证书。通过此补丁，vCenter 可以直接使用未经修改的证书，以支持多个 vCenter 用于 VASA 和 VVols。请勿修改证书。VASA 不支持自定义 SSL 证书。

查找更多信息

- ["SolidFire 和 Element 软件文档"](#)
- ["NetApp Element vCenter Server 插件"](#)

卷访问组

通过创建和使用卷访问组，您可以控制对一组卷的访问。当您将一组卷和一组启动器与卷访问组关联时，该访问组将授予这些启动器对该组卷的访问权限。

NetApp SolidFire 存储中的卷访问组允许 iSCSI 发起程序 IQN 或光纤通道 WWPN 访问一组卷。添加到访问组的每个 IQN 都可以在不使用 CHAP 身份验证的情况下访问组中的每个卷。将每个 WWPN 添加到访问组即可启用

对访问组中卷的光纤通道网络访问。

卷访问组具有以下限制：

- 每个卷访问组最多可有 128 个发起者。
- 每个卷最多可有 64 个访问组。
- 一个访问组最多可以包含 2000 卷。
- 一个 IQN 或 WWPN 只能属于一个卷访问组。
- 对于光纤通道集群，单个卷最多可以属于四个访问组。

启动程序

发起程序允许外部客户端访问集群中的卷，作为客户端与卷之间通信的入口点。您可以使用发起程序来实现基于 CHAP 而不是基于帐户的存储卷访问。将单个发起程序添加到卷访问组后，卷访问组成员无需身份验证即可访问添加到该组的所有存储卷。发起者只能属于一个访问组。

数据保护

数据保护功能包括远程复制、卷快照、卷克隆、保护域以及采用双螺旋技术的高可用性。

元素存储数据保护包括以下概念：

- [\[远程复制类型\]](#)
- [\[用于数据保护的卷快照\]](#)
- [\[卷克隆\]](#)
- [Element存储的备份和恢复流程概述](#)
- [\[保护域\]](#)
- [自定义保护域](#)
- [\[双螺旋高可用性\]](#)

远程复制类型

远程数据复制可以采取以下几种形式：

- [\[集群间的同步和异步复制\]](#)
- [\[仅快照复制\]](#)
- [使用SnapMirror在 Element 和ONTAP集群之间进行复制](#)

更多信息请参见 ["TR-4741： NetApp Element软件远程复制"](#)。

集群间的同步和异步复制

对于运行NetApp Element软件的集群，实时复制可以快速创建卷数据的远程副本。

您可以将一个存储集群与最多四个其他存储集群配对。对于故障转移和故障恢复场景，您可以从集群对中的任一集群同步或异步复制卷数据。

同步复制

同步复制会将数据从源集群持续复制到目标集群，但会受到延迟、丢包、抖动和带宽的影响。

同步复制适用于以下情况：

- 在短距离内复制多个系统
- 灾难恢复站点的地理位置应与源站点相近
- 时间敏感型应用和数据库保护
- 业务连续性应用程序要求在主站点宕机时，备用站点能够充当主站点。

异步复制

异步复制会持续地将数据从源集群复制到目标集群，而无需等待目标集群的确认。在异步复制过程中，写入操作在源集群上提交后，会向客户端（应用程序）发出确认通知。

异步复制适用于以下情况：

- 灾难恢复站点距离源头很远，而且应用程序无法容忍网络延迟。
- 连接源集群和目标集群的网络带宽有限。

仅快照复制

仅快照数据保护会在特定时间点将已更改的数据复制到远程集群。只有在源集群上创建的快照才会被复制。来自源卷的活动写入操作不会发生。

您可以设置快照复制的频率。

快照复制不会影响异步复制或同步复制。

使用SnapMirror在 Element 和ONTAP集群之间进行复制

借助NetApp SnapMirror技术，您可以将使用NetApp Element软件拍摄的快照复制到ONTAP，以用于灾难恢复。在SnapMirror关系中，Element 是一个端点，ONTAP是另一个端点。

SnapMirror是NetApp 的快照复制技术，可实现灾难恢复，专为从主存储故障转移到地理位置偏远的辅助存储而设计。SnapMirror技术会在辅助存储中创建工作数据的副本或镜像，以便在主站点发生故障时继续提供数据。数据在卷级别上进行镜像。

主存储器中的源卷与辅助存储器中的目标卷之间的关系称为数据保护关系。集群被称为卷所在的端点，包含复制数据的卷必须相互连接。对等关系使集群和卷能够安全地交换数据。

SnapMirror可在NetApp ONTAP控制器上原生运行，并集成到 Element 中，Element 可在NetApp HCI和SolidFire集群上运行。控制SnapMirror的逻辑位于ONTAP软件中；因此，所有SnapMirror关系都必须至少涉

及一个ONTAP系统来执行协调工作。用户主要通过 Element UI 管理 Element 和ONTAP集群之间的关系；但是，一些管理任务位于NetApp ONTAP系统管理器中。用户还可以通过 CLI 和 API 管理SnapMirror，这两种方式在ONTAP和 Element 中均可用。

看 ["TR-4651: NetApp SolidFire SnapMirror架构和配置"](#)（需要登录）

您必须使用 Element 软件在集群级别手动启用SnapMirror功能。SnapMirror功能默认处于禁用状态，并且在新安装或升级过程中不会自动启用。

启用SnapMirror后，您可以从 Element 软件中的“数据保护”选项卡创建SnapMirror关系。

NetApp Element软件 10.1 及更高版本支持SnapMirror功能，可复制和恢复ONTAP系统的快照。

运行 Element 10.1 及更高版本的系统包含可以直接与运行 9.3 或更高版本的ONTAP系统上的SnapMirror通信的代码。Element API 提供了在集群、卷和快照上启用SnapMirror功能的方法。此外，Element UI 还包含管理 Element 软件和ONTAP系统之间SnapMirror关系的功能。

从 Element 10.3 和ONTAP 9.4 系统开始，您可以在特定用例中将ONTAP源卷复制到 Element 卷，但功能有限。

有关详细信息，请参阅 ["NetApp Element软件与ONTAP \(ONTAP CLI\) 之间的复制"](#)。

用于数据保护的卷快照

卷快照是卷在特定时间点的副本，您可以稍后使用该副本将卷还原到该特定时间点。

虽然快照与卷克隆类似，但快照只是卷元数据的副本，因此您无法挂载或写入它们。创建卷快照也只需要少量系统资源和空间，因此快照创建速度比克隆更快。

您可以将快照复制到远程集群，并将其用作卷的备份副本。这样，您就可以使用复制快照将卷回滚到特定时间点；您还可以从复制快照创建卷的克隆。

您可以将 Element 集群中的快照备份到外部对象存储，或者备份到另一个 Element 集群。将快照备份到外部对象存储时，必须与该对象存储建立允许读/写操作的连接。

您可以对单个卷或多个卷进行快照以保护数据。

卷克隆

单个卷或多个卷的克隆是数据在特定时间点的副本。克隆卷时，系统会创建卷的快照，然后创建快照引用的数据的副本。

这是一个异步过程，该过程所需的时间取决于您要克隆的卷的大小和当前的集群负载。

集群一次最多支持每个卷运行两个克隆请求，一次最多支持八个活动卷克隆操作。超出这些限制的请求将被排队，稍后处理。

Element存储的备份和恢复流程概述

您可以将卷备份和恢复到其他SolidFire存储，以及与 Amazon S3 或 OpenStack Swift 兼容的辅助对象存储。

您可以将卷备份到以下位置：

- SolidFire 存储集群
- 亚马逊 S3 对象存储
- OpenStack Swift 对象存储

从 OpenStack Swift 或 Amazon S3 恢复卷时，需要原始备份过程中的清单信息。如果您要恢复备份在 SolidFire 存储系统上的卷，则不需要清单信息。

保护域

保护域是指将一个或多个节点组合在一起，使得其中任何部分甚至全部发生故障，都能保持数据可用性。保护域使存储集群能够从机箱（机箱亲和性）或整个域（机箱组）的丢失中自动恢复。

您可以使用 NetApp Element Plugin for vCenter Server 中的 NetApp Element 配置扩展点手动启用保护域监控。您可以根据节点域或机箱域选择保护域阈值。您还可以使用 Element API 或 Web UI 启用保护域监控。

保护域布局将每个节点分配到一个特定的保护域。

支持两种不同的保护域布局，称为保护域级别。

- 在节点级别，每个节点都有自己的保护域。
- 在机箱级别，只有共享同一机箱的节点才处于同一保护域中。
 - 当节点添加到集群时，机箱级布局会根据硬件自动确定。
 - 在每个节点都位于独立机箱中的集群中，这两个级别的功能是相同的。

创建新集群时，如果您使用的是位于共享机箱中的存储节点，则可能需要考虑使用保护域功能来设计机箱级故障保护。

自定义保护域

您可以定义一个自定义保护域布局，使其与您的特定机箱和节点布局相匹配，其中每个节点都与一个且仅一个自定义保护域相关联。默认情况下，每个节点都分配到同一个默认自定义保护域。

如果未分配任何自定义保护域：

- 集群运行不受影响。
- 自定义级别既不宽容也不灵活。

为集群配置自定义保护域时，有三个可能的保护级别，您可以在 Element Web UI 仪表板中查看这些级别：

- 未受保护：存储集群未受到保护，无法抵御其某个自定义保护域的故障。要解决此问题，请向集群添加额外的存储容量，或重新配置集群的自定义保护域，以保护集群免受可能的数据丢失。
- 容错性：存储集群具有足够的可用容量，以防止其某个自定义保护域发生故障后数据丢失。
- 容错能力强：存储集群具有足够的可用容量，可以在其某个自定义保护域发生故障后进行自我修复。修复过程完成后，即使其他域发生故障，集群也能免受数据丢失的影响。

如果分配了多个自定义保护域，则每个子系统会将重复项分配给不同的自定义保护域。如果无法做到这一点，则退而求其次，将重复项分配到不同的节点。每个子系统（例如，箱子、切片、协议端点提供程序和集合）独立地执行此操作。

您可以使用 Element UI 来["配置自定义保护域"](#)或者，您可以使用以下 API 方法：

- ["获取保护域布局"](#) - 显示每个节点所在的机箱和自定义保护域。
- ["设置保护域布局"](#) - 允许为每个节点分配自定义保护域。

双螺旋高可用性

双螺旋数据保护是一种复制方法，它将至少两个冗余数据副本分布在系统内的所有驱动器上。“无 RAID”方法使系统能够承受存储系统所有层级上的多个并发故障，并快速修复。

服务性能和质量

SolidFire 存储集群能够按卷提供服务质量 (QoS) 参数。您可以使用定义 QoS 的三个可配置参数来保证以每秒输入和输出 (IOPS) 衡量的集群性能：最小 IOPS、最大 IOPS 和突发 IOPS。



SolidFire Active IQ 有一个 QoS 建议页面，提供有关 QoS 设置的最佳配置和设置的建议。

服务质量参数

IOPS 参数定义方式如下：

- **最小 IOPS** - 存储集群每秒向卷提供的最小持续输入和输出次数 (IOPS)。为卷配置的最小 IOPS 是该卷的保证性能水平。性能不会低于这个水平。
- **最大 IOPS** - 存储集群向卷提供的最大持续 IOPS 数。当集群 IOPS 水平达到极高水平时，不会超过此 IOPS 性能水平。
- **突发 IOPS** - 在短时间内允许的最大突发 IOPS 数。如果卷的运行速度低于最大 IOPS，则会累积突发积分。当性能水平非常高并达到最大值时，允许卷上出现短时间的 IOPS 突发。

Element 软件在集群 IOPS 利用率较低时使用突发 IOPS。

单个卷可以累积突发 IOPS，并使用这些积分在设定的“突发周期”内将其 IOPS 提升至超过其最大 IOPS 水平，直至达到其突发 IOPS 水平。如果集群有容量容纳突发流量，则卷可以突发流量长达 60 秒。如果卷的运行速度低于其最大 IOPS 限制，则该卷每运行一秒，即可获得一秒的突发信用额度（最多 60 秒）。

突发 IOPS 受限于以下两个方面：

- 卷的突发性能可以超过其最大 IOPS，持续时间等于该卷已累积的突发信用数。
- 当某个音量达到其最大 IOPS 设置值以上时，它会受到其突发 IOPS 设置值的限制。因此，突发 IOPS 永远不会超过卷的突发 IOPS 设置值。
- **有效最大带宽** - 最大带宽是通过将 IOPS 数（基于 QoS 曲线）乘以 IO 大小来计算的。

例如：QoS 参数设置为 100 最小 IOPS、1000 最大 IOPS 和 1500 突发 IOPS，对性能质量有以下影响：

- 工作负载能够达到并维持最大 1000 IOPS，直到集群上出现工作负载争用 IOPS 的情况。然后逐步降低 IOPS，直到所有卷上的 IOPS 都达到指定的 QoS 范围，从而缓解性能争用。
- 所有卷的性能都力求达到最低 IOPS 100。当工作负载争用得到缓解时，IOPS 水平不会低于最小 IOPS

设置，但可能会高于 100 IOPS。

- 性能不会超过 1000 IOPS，也不会在这段时间内低于 100 IOPS。允许达到 1500 IOPS（突发 IOPS）的性能，但仅限于那些通过在低于最大 IOPS 的运行下积累突发积分的卷，并且只允许在短时间内使用。爆发强度永远不会持续。

QoS 值限制

以下是 QoS 的可能最小值和最大值。

参数	最小值	默认	4.4KB	5.8KB	6 16KB	262 KB
最小 IOPS	50	50	15,000	9,375*	5556*	385*
最大 IOPS	100	15,000	200,000**	125,000	74,074	5128
突发 IOPS	100	15,000	200,000**	125,000	74.074	5128

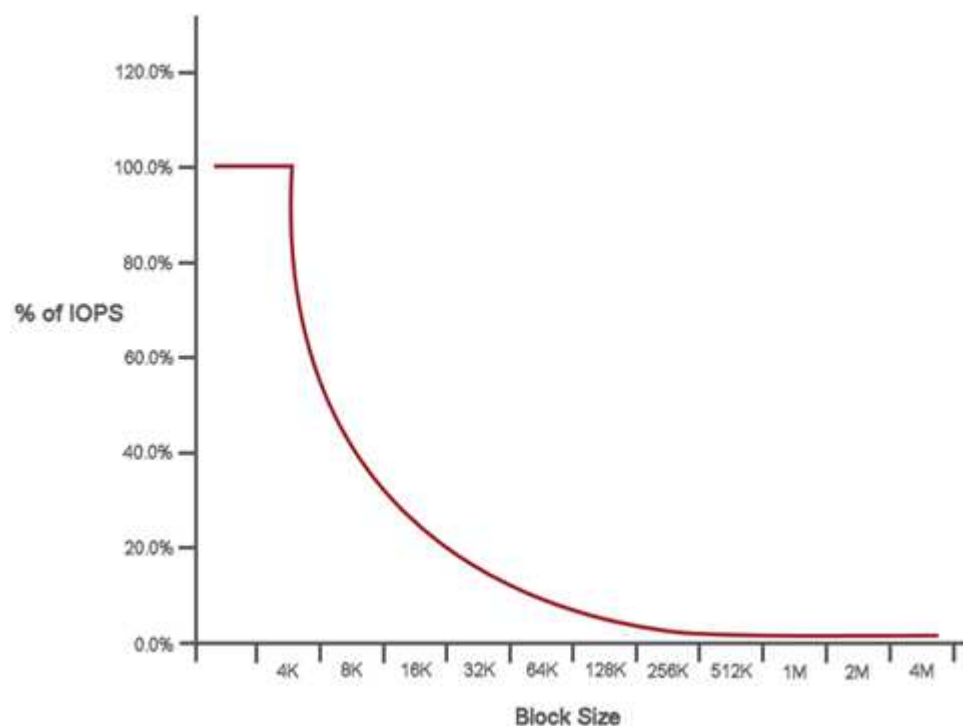
*这些估算值均为近似值。 **最大 IOPS 和突发 IOPS 可以设置为高达 200,000；但是，此设置仅允许有效地解除卷的性能限制。卷的实际最大性能受集群使用情况和单个节点性能的限制。

服务质量性能

QoS 性能曲线显示了块大小与 IOPS 百分比之间的关系。

数据块大小和带宽直接影响应用程序可获得的 IOPS 数量。Element 软件会考虑接收到的块大小，并将块大小标准化为 4k。根据工作负载情况，系统可能会增加数据块大小。随着数据块大小的增加，系统会将带宽增加到足以处理更大数据块大小的水平。随着带宽的增加，系统能够达到的 IOPS 数量会减少。

QoS性能曲线显示了块大小增加与IOPS百分比下降之间的关系：



例如，如果块大小为 4k，带宽为 4000 KBps，则 IOPS 为 1000。如果块大小增加到 8k，带宽增加到 5000

KBps, IOPS 减少到 625。通过考虑数据块大小, 该系统确保使用较大数据块大小的低优先级工作负载 (例如备份和虚拟机管理程序活动) 不会占用使用较小数据块大小的高优先级流量所需的过多性能。

QoS 策略

QoS 策略允许您创建和保存可应用于多个卷的标准化服务质量设置。

QoS 策略最适合服务环境, 例如数据库、应用程序或基础架构服务器, 这些服务器很少重启, 并且需要持续平等地访问存储。单个卷 QoS 最适合轻度使用的虚拟机, 例如虚拟桌面或专用信息亭型虚拟机, 这些虚拟机可能每天或一天多次重启、开机或关机。

QoS 和 QoS 策略不应该同时使用。如果您正在使用 QoS 策略, 请不要在卷上使用自定义 QoS。自定义 QoS 将覆盖和调整卷 QoS 设置的 QoS 策略值。



要使用 QoS 策略, 所选集群必须是 Element 10.0 或更高版本; 否则, QoS 策略功能将不可用。

查找更多信息

- ["SolidFire和 Element 软件文档"](#)

版权信息

版权所有 © 2025 NetApp, Inc.。保留所有权利。中国印刷。未经版权所有者事先书面许可，本文档中受版权保护的任何部分不得以任何形式或通过任何手段（图片、电子或机械方式，包括影印、录音、录像或存储在电子检索系统中）进行复制。

从受版权保护的 NetApp 资料派生的软件受以下许可和免责声明的约束：

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

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

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

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

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

商标信息

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