

为什么 NVMe/TCP 是数据中心的更优选择

自从 NVMe 作为高性能固态硬盘 (SSD) 的最新协议出现以来, 已经改变了存储行业。

NVMe 最初是为高性能直连式 PCIe SSD 设计的, 后来以 NVMe over Fabrics (NVMe-oF) 的形式进行了扩展, 以支持机架级 (rack-scale) 的远程 SSD 池。

业界普遍认为, 这种新的 NVMe-oF 模式将取代 iSCSI 协议, 作为计算服务器和存储服务器之间的通信标准, 并成为解耦合存储 (disaggregated storage) 方案的默认协议。

然而, NVMe-oF 最初的部署选项仅限于光纤通道 (Fibre Channel) 和远程直接内存访问 (Remote Direct Memory Access, RDMA) 结构。

如果我们能够提供一种新的、更强大的技术, 既能提供 NVMe 的速度和性能, 又不需要高昂的部署成本和复杂性, 将会如何?

NVMe over TCP (NVMe/TCP) 就可以使用简单高效的 TCP/IP 结构将 NVMe 扩展到整个数据中心。

本文将描述 NVMe/TCP 如何成为面向现有数据中心的一种更优技术及其可提供的优势。这些优势包括:

- 支持跨数据中心可用区域的解耦合
- 利用无处不在的 TCP 传输和低延迟、高并行的 NVMe 协议栈
- 无需在应用服务器端进行更改
- 可提供类似直连式 SSD (DAS) 性能和延迟的高性能 NVMe-oF 解决方案

Deleted: 好

Deleted: 非易失性内存表示 (NVMe)

Deleted: 驱动器

Deleted: 的

Deleted: 接附加

Deleted: NVMe 与

Deleted: O

Deleted:

Deleted: 远程

Deleted: 互联网小型计算机系统接口 (iSCSI)

Deleted: 分离

Deleted: 的初始

Deleted: 网状

Deleted: ,

Deleted: 来

Deleted: 而

Deleted: 的方案

Deleted: 怎么样呢

Deleted: 有

Deleted: 了

Deleted: 好的

Deleted: 带来的好处

Deleted: 的

Deleted: 性

Deleted: 和区域进行分解

Deleted: 所

Deleted: , 具有

Deleted: 度

Deleted: E 堆

Deleted: (高性能 NVMe-oF 解决方案) 上

Deleted: 该解决方案

Deleted: SSD 的

Deleted: 来

- 针对 NVMe 优化的高效、精简的块存储网络软件栈

Deleted: 一种为...对 NVMe 优化的高效、流线性 ... [3]

- 可并行访问针对当今多核应用/客户端服务器优化的存储

Deleted: 为...今的...核应用程序...客户端...务器优化的操作提供了对...储的并行访问... [2]

- 标准的 NVMe-oF 控制路径操作

Deleted: 标准的

1. NVMe/TCP 概述

NVMe 规范已经成为高性能 SSD 的最新协议。

与 SCSI、iSCSI、SAS 或 SATA 接口不同，NVMe 实现了针对多核服务器 CPU 优化的简化命令模式和多队列体系结构。NVMe-oF 规范扩展了 NVMe，实现了通过网络共享 PCIe SSD，其最初是使用 RDMA 结构来实现的。如今，Lightbits Labs 与 Facebook、英特尔和其他行业领先企业合作来扩展 NVMe-oF 标准，以支持与 RDMA 结构互补的 TCP/IP 传输。

Deleted: 为...对多核服务器 CPU 优化的简化命令模式...多队列体系结构。规范的...VMe-oF 规范扩展了 NVMe，实现了通过在...络上...享 PCIe SSD，初始实现...最初是使用 RDMA 结构来实现的。如今... Lightbits Labs 实验室正在 ... [4]

Deleted: 正在

Deleted: 领袖...作，...扩展 NVMe-oF 标准，以支持与 RDMA 结构互补... [4]

基于 NVMe/TCP 的解耦合存储方案具有简单、高效等明显优势。TCP 具有普及性、可扩展性和可靠性，对于短暂连接和基于容器的应用而言是一种理想的选择。

Deleted: E... TCP 的解耦合存储方案分离集群...有简单、高效等的...显著...势点...TCP 具有普及性、可扩展性、...可靠性，对于短暂在线... [5]

此外，通过 NVMe/TCP 迁移到共享闪存 (Flash) 也不需要更改数据中心的网络基础设施。无需更改基础设施意味着可以轻松地跨数据中心进行部署，因为几乎所有数据中心网络都被设计为可支持 TCP/IP。

Deleted: 迁移到与...过 NVMe/TCP 迁移到共享的...存 (Flash) 也不需要更改数据中心的网络基础设施。无需更改没有...基础设施的改变...味着可以轻松地跨在...据中心之间的...行部署很容易...因为几乎所有的...据中心网络都被设计是...了携带...支持 TCP/IP 而设计的 ... [6]

基于 NVMe/TCP 协议的广泛行业合作意味着该协议从设计之初就具有广阔的生态系统，并且支持任何操作系统和网络接口卡 (NIC)。NVMe/TCP Linux 驱动程序原生匹配 Linux 内核，可以使用标准的 Linux 网络协议栈和 NIC，无需任何修改。

Deleted: 在...于 NVMe/TCP 协议上...广泛行业协...作意味着该协议是...基础上...计的，...初就具有广泛...生态系统，并且支持对...何操作系统和网络接口卡 (NIC) 都支持...NVMeE...TCP Linux 驱动程序已成为...生匹配 Linux 内核的标准匹配...可以使用标准的 Linux 网络堆... [7]

这种很有前景的新协议为超大规模数据中心量身定制，可以在不改变底层网络基础设施的情况下轻松实现部署。

Deleted: 途...新协议为超大规模数据中心量身定制...可以在不改变底层网络基础设施的情况下很容易 ... [8]

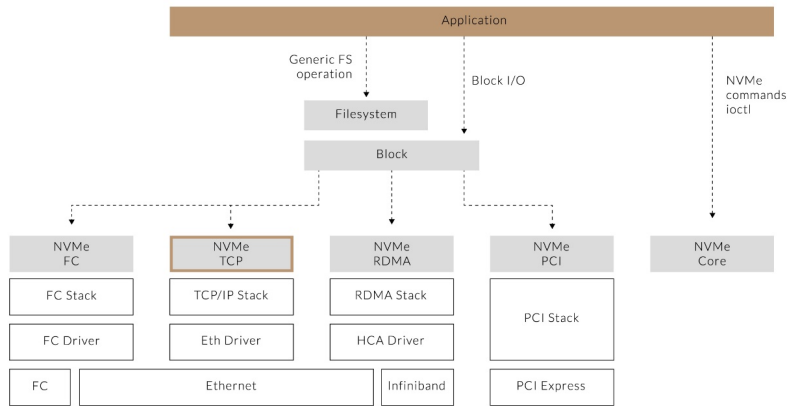


图 1. NVMe/TCP 可与 Linux 内核中的现有 NVMe 协议无缝集成

2. 现在的数据中心如何处理存储

2.1 直连式存储架构与 NVMe

NVMe 存储协议旨在从固态驱动器（SSD）中提取全部性能。

NVMe 协议中所设计的并行能力有助于实现这种性能。NVMe 并未使用单一队列的 iSCSI 模式。取而代之的是，NVMe 在 CPU 子系统和存储之间可支持多达 64000 个队列。

SSD 是使用多个并行通信信道与多个 SSD 存储位置相连接的并行设备，这意味着 SSD 可以在大规模的并行流中高效地接收数据。在 NVMe/TCP 协议出现之前，利用这种并行模式的最简单方法就是将 NVMe SSD 直接安装到应用服务器上。换句话说，你必须使用 DAS 模式来构建自己的存储基础设施。

使用 DAS 方法，应用可以受益于以下方面：

- 多个 CPU

Deleted: :

Deleted: 今天

Deleted: 是

Deleted: 的

Deleted: .

Deleted: 接

Deleted: 接

Deleted: 结

Deleted: 性

Deleted: 一

Deleted: 消除了

Deleted: 型

Deleted: 相反

Deleted:

Deleted: ,

Deleted: 型

Deleted: 有

Deleted: 存在

Deleted: 性

Deleted: 您

Deleted: 型

Deleted: 结构

Deleted: 程序

- 多个 NVMe I/O 队列

- 并行 SSD 架构

对业界而言，挑战在于将 SSD 从可能具有多余容量的独立服务器转移到具有更高基础设施利用率且不会损失 DAS 性能收益的共享存储解决方案。因此，所有 NVMe 解耦合技术的目标都是在共享 NVMe 解决方案中实现 DAS 性能。

Deleted: 体系结

Deleted: 面临的…战在于是…SSD 从单个…能具有多余容量的独立服务器转移到共享存储解决方案，同时提具有更高基础设施的…用率而…不会损失 DAS 的…能增…益的共享存储解决方案。因此，所有 NVMe 分… [9]

2.2 前一代基于 IP 的存储架构

Deleted: …前一代基于 IP 的存储体系结

[10]

以前，iSCSI 标准是通过 TCP/IP 网络连接至块存储的唯一选择。它是在世纪之交开发的，当时大多数处理器都是单核器件。

Deleted: 到…块存储的唯一选择项…它是在世纪之交开发的，当时大多数处理器都是单核器件设备

[11]

在 SCSI 中，应用 (Initiator) 和存储 (Target) 之间只有一个连接。对于 iSCSI，也是只有一个 TCP 套接字 (socket) 将客户端连接至块存储服务器。

Deleted:

Deleted: 启动器 initiator 发起…initiator 方…和存储 (目标方…

[12]

现在，数据中心的处理器都是大规模并行多线程器件。当今处理器的这种复杂性要求对可用的存储协议进行彻底改革。其结果就是 NVMe 作为 SATA 和 SAS (串行连接 SCSI) 的替代者出现了。

Deleted: target…之间只有一个连接，…对于 iSCSI，也是只有一个通过单一的…CP 套接字 (socket) 将客户端连接到…

[13]

所有那些早期协议的开发都是基于一个串行的旋转型磁盘驱动器。

Deleted: 今天…在，数据中心的处理器都是大规模并行多线程器件设备…当今处理器的这种复杂性要求对可用的存储协议进行彻底改革。其结果就是 NVMe 作为 SATA 和 SAS (串行连接附加…SCSI) 的替代者…

[14]

非易失性存储器 (NVM) 是一种并行存储技术，它不需要一个或多个盘片在一个或一组磁头下面旋转。使用 NVM 存储设备，可以并行访问许多存储单元，且具有较低的延迟。

Deleted: 在…有这…些早期协议中，它们…开发都是基于一个序列化…行的、…转型的…

[15]

Deleted: 盘片…个或多个盘片在一个磁头…一组磁头下面旋转。使用 NVM 存储设备，可以并行访问许多存储单元内存位置可以并行访问和…且具有较低的延迟较低的位置…

[16]

毫无疑问，iSCSI 仍然适用于具有低到中等存储性能要求的应用场景。然而，iSCSI 却不能满足 I/O 密集型应用的要求，这类应用需要在大规模下实现低延迟。

Deleted: 需…求的应用场景例…然而，iSCSI 却不能满足大规模低延迟的…/O 密集型应用的需…

[17]

2.3 其他替代方案和 NVMe/TCP 解耦合方案

Deleted: …其他替代方案和 NVMe/TCP 分离…耦合方案替代办法…

[18]

RDMA 基于聚合以太网的 RDMA (RoCE)，以及基于光纤信道的 NVMe (NVMe over FC)，也是试图解决解耦合问题的其他网络存储协议。然而，这些替代方案

Deleted: 和…基…汇…合… (RoCE) …远程直接内存访问…DMA (RoO…E)，以…于光…上…NVMe (NVMe O…ver FC)，也是其他…图解决分…

[19]

要求在两端(应用服务器和存储服务器)都安装昂贵的特殊硬件,例如具备 RDMA 功能的 NIC。此外,安装了 RDMA 硬件之后,在你具备 RDMA 功能的交换结构中配置和管理流控制也是很复杂的。

Deleted: 选择...求在两端 (应用服务器和存储服务器) 都安装昂贵的特殊硬件,例如 ...备 RDMA ...能 的 ...IC。此外,在...装了 RDMA 硬件之后,在可 ...具 备 RDMA 功能的 ...换结构中配置和管理流控制也是非 常... [20]

RDMA 确实提供了适用于某些高性能计算环境的性能,但它要求更高的成本,并且需要进行非常复杂的部署。

Deleted: 需...求更高的增加 [21]

TCP/IP 已被证明可以在超大规模环境中可靠、高效地工作。NVMe/TCP 继承了这种可靠性和效率,它可以作为 RDMA 的互补解决方案与之共存,也可以完全取代 RDMA。

Deleted: 有...效地工作。NVMe/TCP 继承了这种可靠性和效率,它可以作为与...DMA 作为...互补解决方案与之 共存,也可以完全取代 ... [22]

3. 数据中心中的闪存解耦合和 NVMe/TCP 解决方案

Deleted: 分离

在 DAS 环境中,驱动器是在部署到服务器之前购买的或与服务器一起购买的,随着时间的推移,它们的容量利用率增长得很缓慢。另外,为了避免存储用尽这种尴尬的局面出现,DAS 常常会有意将容量配置为过剩的状态。

Deleted: 部署之前...买的,随着时间的推移,并且...们 的容量利用率随着时间的推移...长得很缓慢增长...另 外,为了避免存储用耗...这种尴尬的局面出现存储所带 来的后勤问题...DAS 配置...常被故...有意过度 [23]

相比之下,将存储从计算服务器中分离出来的数据中心会更加高效。这样,存储容量就可以独立地进行扩展,并且可以根据需要分配给计算服务器。

Deleted: 反...将存储从计算服务器中分离出来的数据中 心会更加高有...。这样,存储容量就可以独立地进行扩 展缩放... [24]

随着每 GB 闪存成本的降低,解耦合存储方法更加经济高效,而且数据中心部署的前期成本也要低得多。通过动态分配存储资源,可以避免过度配置 (over-provisioning) 开销,从而大大降低总体成本。

Deleted: 分类...耦合存储方法更加经济高效,而且数据 中心部署的前期成本也要低得多。通过动态分配存储资 源,可以避免了超配...度配置 (over-provisioning) 开 销,从而大大降低了... [25]

NVMe/TCP 解决方案释放了基于解耦合高性能固态硬盘 (SSD) 的云基础设施的潜力。它使数据中心能够从低效的直连式 SSD 模式转为一种共享模式,在该模式中,计算和存储可以独立扩展,以最大限度地提高资源利用率和运行灵活性。

Deleted: 开启...放了基于解耦合高性能固态硬盘驱动 器...SSD) 的云基础设施的潜力。它使数据中心能够从 低效的直连式接附加的...SD 模式型...为移到...种个... 享模式型...在该模式型..., 计算和存储是...以独立扩展 的...以最大限度地提高资源利用率和操作 [26]

这种新的共享模式采用了创新的 NVMe/TCP 标准。Lightbits Labs 发明了这一概念,并且正在引领这一新标准的发展。

Commented [CA1]: 与后面有一段几乎完全一致

NVMe/TCP 不会影响应用的性能。实际上,它通常会改善应用的尾部延迟,从而

Deleted: 经

提升用户体验，并使云服务提供商能够在相同的基础设施上支持更多用户。它也不需要数据中心网络基础设施或应用软件进行任何更改。它还可以降低数据中心的总体拥有成本（TCO），并使维护和扩展超大规模数据中心变得更容易。Lightbits Labs 正与其他市场领导者合作，以实现该标准在行业中的广泛采用。

NVMe/TCP 利用标准的以太网网络拓扑，独立地扩展计算和存储，以实现最高的资源利用率，并降低 TCO。

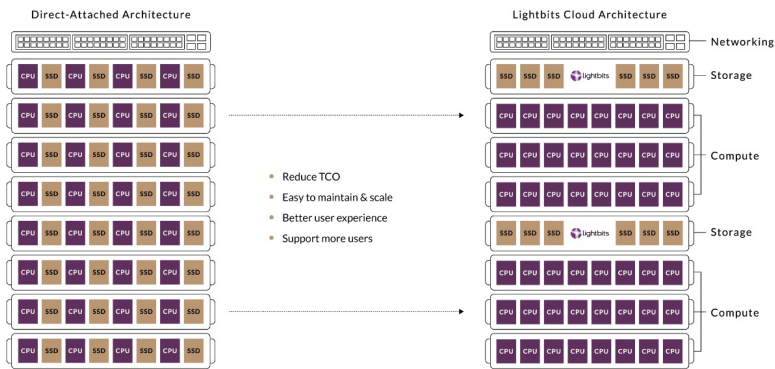


图 2_从直连式存储（DAS）转为解耦合存储和计算

4. Lightbits Labs: 在数据中心部署 NVMe/TCP

Lightbits Labs 的解决方案提供了如下性能优势：

- 与直连式存储（DAS）相比，尾部延迟减少多达 50%
- SSD 容量利用率翻倍
- 数据服务的性能提升 2-4 倍
- 可扩展至数万个节点

Deleted: 改善

Deleted: 了

Deleted: 缩放

Deleted: 型

Deleted: 实验室

Deleted: 先

Deleted: 争取在业界

Deleted: 这一标准

Deleted: 结构

Deleted: 进行

Deleted: 达到

Deleted: 大

Deleted: :

Deleted: 接附加

Deleted: 向分离

Deleted: 评估了节省和

Deleted: 接

Deleted: 接

Deleted: 了

Deleted: 了一

Deleted: 高了

Deleted: 到

- 可支持实现数百万 IOPS 的性能，平均延迟低于 200 μs

Deleted: 个

Deleted: 小

Lightbits 解决方案在不影响系统稳定性或安全性的情况下可实现如下改进:

Deleted: 了这些

- 应用服务器及其存储的物理分离

- 支持独立部署、扩展和升级

Deleted: 允许

- 支持存储基础设施比计算基础设施更快地扩展

Deleted: 可伸缩性

- 提高应用服务器和存储的效率

Deleted: 使

Deleted: 的

Deleted: 速度更快

- 通过对应用服务器和存储硬件进行独立的生命周期管理，可简化管理并降低 TCO

Deleted: 的

- 提供与内部 NVMe SSD 相当的高性能和低延迟

Deleted: 可

- 可利用现有的网络基础设施，无需进行更改

Deleted: 相媲美

- 可在多跳 (multi-hop) 数据中心网络架构中实现解耦合

Deleted: 支持

Deleted: 点

Deleted: 体系结构

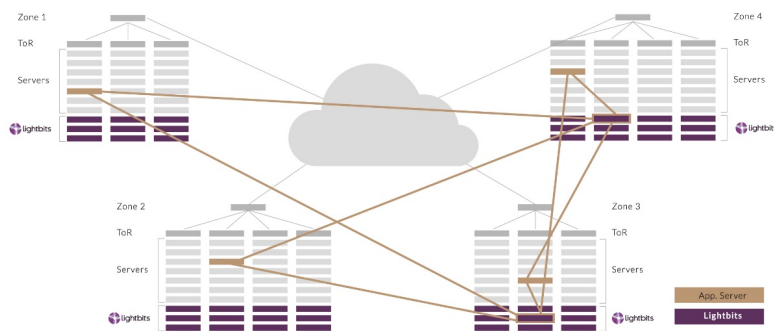


图 3 NVMe/TCP 可以跨数据中心将存储节点连接至应用服务器

Deleted: :

Deleted: 到

5. Lightbits 存储解决方案的工作原理

Lightbits Labs 为云和数据中心基础设施提供了解耦合闪存平台。

Deleted: 一个分离的...耦合闪存存储 ... [27]

当数万或数十万计算节点将直连式存储的多个孤岛锁定在每个物理节点中时,云级网络就会暴露出其所在的极端复杂性。

Deleted: 云规模的网络暴露了...数以...或数十万计的...计算节点将直接...式接的... ... [28]

Lightbits 的解决方案释放了解耦合高性能 SSD 解决方案的潜力。它使数据中心能够从低效的直连式 SSD 模式转为一种共享模式,在该模式中,计算和存储可以独立扩展,以最大限度地提高资源利用率和灵活性。

Deleted: 展现...放了一个分离的...耦合高性能 SSD 解决方案的潜力。它使数据中心能够从低效的直连式接附加的...SD 模式型...为移到...种个...享模式型...在该模式型... , 计算和存储是...以独立扩展的 ... [29]

在 Lightbits Labs 发明 NVMe/TCP 时,我们继续使用 DAS 设备所用的 NVMe 模式,然后将其映射到行业标准的 TCP/IP 协议组中。NVMe/TCP 是将多个并行的 NVMe I/O 队列映射到多个并行的 TCP/IP 连接上。这种 NVMe 和 TCP 之间的配对可以实现一种简单的、基于标准的、端到端的并行架构。

Commented [CA2]: 这段和前面一段内容几乎一致,请确定是否删去或者修改,抑或保留现状?

Deleted: 用于 ...AS 设备所用的 NVMe 模式型...然后将其映射到行业标准的 TCP/IP 协议组中套件... NVMe/TCP 是将多个并行的 NVMe I/O 队列映射到多个并行 ...TCP/IP 连接上。这种 NVMeE...TCP 之间的配对可以实现产生了...种个...单的、基于标准的、从...到端的并行架构体系结构... ... [30]

Lightbits Labs NVMe/TCP Utilizing The Parallelism of Modern Cloud Architecture

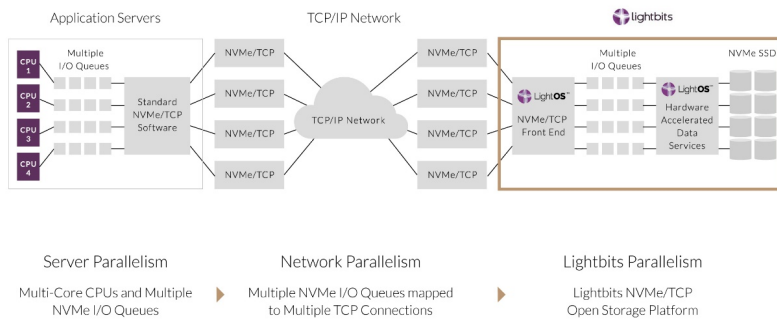


图 4. 针对并行云架构打造的 NVMe/TCP

Deleted: : ...为...对并行云架构构建...造的 NVMeE ... [31]

这种新的共享模式使用了创新的 NVMe/TCP 标准,该标准不会影响延迟,也不需要更改网络基础设施或应用服务器软件。Lightbits Labs 正在与其他市场领导者合作,以推动这一新的 NVMe/TCP 标准的采用。

Deleted: 型...用了创新的 NVMe/TCP 标准,它...标准不会因...响延迟而做折中...也不需要更改网络基础设施或应用服务器软件。Lightbits Labs 正在与其他市场领导者厂商...作,以采用... ... [32]

利用 Lightbits Labs 的解耦合存储解决方案，存储可以精简的方式配置给应用服务器。精简配置意味着管理员可以将任意大小的卷分配给客户端。而且，只有当应用服务器写数据时，才会消耗底层存储容量。因此，存储在最后一刻（即需要它的时候）才会被使用。这将延迟对更多存储资源的购买，从而进一步降低成本。

Lightbits 还为以线速运行的数据服务提供了一种硬件加速解决方案。

因此，当使用 Lightbits 精简配置技术和面向数据服务的硬件加速方案时，存储成本可以降低到只有性能相当的 DAS 解决方案成本的一小部分。

5.1 适合闪存的写算法

对于读和写操作而言，闪存介质的延迟都很低。但是，SSD 上的闪存控制器必须持续执行“垃圾收集”操作，以便为即将到来的写操作提供可用空间。与硬盘驱动器的写操作可以覆盖现有数据不同，闪存驱动器只允许将数据写入以前未写入或已擦除的闪存块中。

垃圾收集操作会导致“写入放大”。顾名思义，SSD 控制器执行垃圾收集时，应用服务器发出的单个写操作会被进行垃圾收集的 SSD 控制器在实际的闪存介质上放大为更多的写操作。写入放大增加了闪存驱动器的耗损，这将影响它的长期使用。

此外，后台的垃圾收集会导致即将到来的 I/O 的延迟增加，并且随着更多随机写操作被写入闪存驱动器，垃圾收集会显著增加。不幸的是，很大比例的 I/O 都是随机的。总的来说，这意味着用户无法获得最好的性能或闪存耐久性。

Lightbits Labs 的解决方案通过一个智能的管理层来解决这一问题，该层以不同的服务质量 (QoS) 等级来管理 SSD 池。这种解决方案减少了 SSD 后台操作，并使 I/O 更快速、更高效。

LightOS 架构将多种算法紧密结合在一起，以便优化性能和闪存利用率。这包括将数据保护算法与用于数据服务的硬件加速解决方案以及我们的高性能读写算法紧密结合在一起。最终，跨 SSD 池管理和平衡所有 I/O，从而极大地提高闪存

Deleted: 使...用 Lightbits Labs 的解耦合分离...储解决方案，存储可以精简的方式通过瘦...置提供...应用服务器。瘦...简配置意味着管理员可以将任意大小的卷分配给客户端。并...且，只有当应用服务器写入...据时，才会消耗底层存储容量。因此，存储在最后可能的时...刻（即需要它的时候）才会被使用，即当它被需要的时候...这将延迟对更多存储资源的购买，从而进一步降低了...本，推迟了存储资源的购买...Lightbits 还为以线速运行度... [33]

Deleted: 薄...简配置技术和面向硬件加速...据服务的硬件加速方案时，存储成本可以降低到只有相当于... [34]

Deleted:适合闪存友好...写入 [35]

Deleted: Flash...存介质媒体...读写...迟都很低。但是，SSD 上的闪存控制器必须持续执行“垃圾收集”操作，以便为传入...将到来的写操作入...供空闲...用空间。与硬盘驱动器的写操作入...以覆盖现有数据的硬盘驱动器...同，闪存驱动器只允许将数据写入以前未写入或删除... [36]

Deleted: 可以...大为更多的写操作入到实际的闪存媒体上...写入放大会增加了在...存驱动器上...磨...损，这将影响减少了... [37]

Deleted: 背景...台的垃圾收集会导致即将到来的增加传入...I/O 的延迟增加，并且随着更多随机写操作被写入到...存驱动器，垃圾收集会显著急剧...加。不幸的是，很高...比例的 I/O...是随机的。总的来说，这意味着用户没有... [38]

Deleted: 实验室...解决方案通过一个智能的管理层来解决这一个...题，该层管理...不同的服务质量 (QoS) 等级别的...管理 SSD 池。该...种解决方案减少了 SSD 后台操作，并使 I/O... [39]

Deleted: 该...ightOS 架构...将多种算法紧密结合在一起，以便达到...化性能和 FLASH ...存利用率的目的...这包括将数据保护算法与用于数据服务的硬件加速解决方案紧密结合，...及我们的高性能读写算法紧密结合在一起。最终后...所有 IO 都在...SSD 池之间进行...理和平衡所有 I/O，从而极大地提高了... [40]

利用率。

这种设计提高了总体性能，减少了尾部延迟、写入放大和 SSD 上的耗损。这意味着 LightOS 可以为你的闪存存储提供最高的投资回报率 (ROI)。

Deleted: 该...种设计提高了总体性能，减少了尾部延迟，...减少了 SSD 上的...入放大和 SSD 上的磨...损。这意味着 LightOS 可以为您...的闪存存储提供了... [41]

5.2 高性能数据保护方案

Deleted: .

要想实现存储与应用服务器的分离，还需要智能、高效且不影响性能的数据保护功能。

Deleted: 将...想实现存储与从...用服务器的中...离出来...还需要智能和...高效且不影响性能的数据保护功能，不影响性能... [42]

Lightbits 结合了高性能数据保护方案，其可与用于数据服务的硬件加速解决方案和读写算法一起工作。

Deleted: 的...据保护方案，其可与用于数据服务的硬件加速解决方案和读写算法的硬件加速解决方案 [43]

就如何将数据写入 SSD 池而言，相比传统的 RAID 算法，Lightbits 的数据保护方法可以防止过多的写入，以避免 SSD 遭受更多耗损。

Deleted: 对于...如何将数据写入 SSD 池而言方面...与...比传统的 RAID 算法相比...Lightbits 的数据保护方法可以防止过多的写入，了使...避免 SSD 遭受更多大磨...损的过多写入... [44]

6. 总结

Lightbits Labs 实现了高效的闪存解耦合方案，在实施和运行方面具有以下优点：

Deleted: 分解...在实施...操作 [45]

- 不需要任何昂贵的专用网络硬件，Lightbits 解决方案运行在标准的 TCP/IP 网络上。

Deleted: 轻量级的

- 使用 TCP/IP 以机架规模在一个或多个局域网上运行，没有协议方面的限制。

Deleted: 局域网上...多个局域网上运行，不受 [46]

- 提供与 DAS 相当的性能和延迟，包括尾部延迟比 DAS 尾部延迟低 50%。

Deleted: 类似...性能和延迟，包括尾部延迟比 DAS 尾部延迟更高...50%的尾延迟... [47]

- 将高性能数据保护方案与其用于数据服务的硬件加速解决方案，以及可确保性能不受影响的读写算法结合在一起。

Deleted: 的数据服务...决方案结合起来...以及可确保性能不受影响损害... [48]

- 通过用于数据服务的硬件加速解决方案最大限度地提高闪存效率，该解决方案以全线速运行，且不影响性能。

Deleted: 利用...过用于数据服务的硬件加速的...决方案，...大限度地提高闪存效率，使数据服务...决方案以全线速度... [49]

- 实现了精简配置的存储卷，支持“按需付费”的消费模式。

Deleted: 供应不足的...储卷量...从而实现...持“随增长... [50]

Lightbits 是 NVMe/TCP 的发明者，也是其广泛采用的推动者。

Deleted: 它

作为一种新理念的应用，Lightbits 的 NVMe/TCP 解决方案可以实现高效的闪存解耦合，从而获得与 DAS 相当甚至更好的性能。Lightbits 创造了一种现代的 IP 存储架构实现方式，可以最大限度地发挥应用服务器、NVMe、TCP 和 SSD 并行架构的潜力。

Deleted: 概

Deleted: 有

Deleted: 分解

Deleted: 同样的或比 DAS

Deleted: 已经

Deleted: 建

Deleted: 个

Deleted: 体系结构

Deleted: 它

Deleted: 利用了

Deleted: 使得

Deleted: 属性

Deleted: 规模的

Deleted: 减少了

Deleted: 的

通过 Lightbits Labs 的解决方案，云原生应用可以实现云级性能，云数据中心可以降低其云级 TCO。

Page 2: [1] Deleted Chen Alex 3/29/21 3:51:00 PM



Page 2: [1] Deleted Chen Alex 3/29/21 3:51:00 PM



Page 2: [2] Deleted Chen Alex 3/29/21 3:54:00 PM



Page 2: [2] Deleted Chen Alex 3/29/21 3:54:00 PM



Page 2: [2] Deleted Chen Alex 3/29/21 3:54:00 PM



Page 2: [2] Deleted Chen Alex 3/29/21 3:54:00 PM



Page 2: [2] Deleted Chen Alex 3/29/21 3:54:00 PM



Page 2: [2] Deleted Chen Alex 3/29/21 3:54:00 PM



Page 2: [3] Deleted Chen Alex 6/28/21 10:47:00 AM



Page 2: [3] Deleted Chen Alex 6/28/21 10:47:00 AM



Page 2: [3] Deleted Chen Alex 6/28/21 10:47:00 AM



Page 2: [3] Deleted Chen Alex 6/28/21 10:47:00 AM



Page 2: [3] Deleted Chen Alex 6/28/21 10:47:00 AM



Page 2: [3] Deleted Chen Alex 6/28/21 10:47:00 AM



Page 2: [3] Deleted Chen Alex 6/28/21 10:47:00 AM



Page 2: [3] Deleted Chen Alex 6/28/21 10:47:00 AM



Page 2: [4] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:00:00 AM

▼
▲
Page 2: [4] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:00:00 AM

▼
▲
Page 2: [4] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:00:00 AM

▼
▲
Page 2: [5] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:03:00 AM

▼
▲
Page 2: [5] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:03:00 AM

▼
▲
Page 2: [5] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:03:00 AM

▼
▲
Page 2: [5] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:03:00 AM

▼
▲
Page 2: [5] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:03:00 AM

▼
▲
Page 2: [5] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:03:00 AM

▲
Page 2: [5] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:03:00 AM
▼

▲
Page 2: [6] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:20:00 AM
▼

▲
Page 2: [6] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:20:00 AM
▼

▲
Page 2: [6] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:20:00 AM
▼

▲
Page 2: [6] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:20:00 AM
▼

▲
Page 2: [6] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:20:00 AM
▼

▲
Page 2: [6] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:20:00 AM
▼

▲
Page 2: [6] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:20:00 AM
▼

Page 2: [6] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:20:00 AM

Page 2: [6] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:20:00 AM

Page 2: [6] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:20:00 AM

Page 2: [6] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:20:00 AM

Page 2: [7] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:32:00 AM

Page 2: [7] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:32:00 AM

Page 2: [7] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:32:00 AM

Page 2: [7] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:32:00 AM

Page 2: [7] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:32:00 AM

▼
▲
Page 2: [7] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:32:00 AM

▼
▲
Page 2: [7] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:32:00 AM

▼
▲
Page 2: [7] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:32:00 AM

▼
▲
Page 2: [7] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:32:00 AM

▼
▲
Page 2: [7] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:32:00 AM

▼
▲
Page 2: [7] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:32:00 AM

▼
▲
Page 2: [7] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:32:00 AM

▼
▲
Page 2: [7] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:32:00 AM

▲
Page 2: [8] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:40:00 AM
▼

▲
Page 2: [8] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:40:00 AM
▼

▲
Page 2: [8] Deleted Chen Alex 6/28/21 11:40:00 AM
▼

▲
Page 4: [9] Deleted Chen Alex 6/28/21 1:25:00 PM
▼

▲
Page 4: [9] Deleted Chen Alex 6/28/21 1:25:00 PM
▼

▲
Page 4: [9] Deleted Chen Alex 6/28/21 1:25:00 PM
▼

▲
Page 4: [9] Deleted Chen Alex 6/28/21 1:25:00 PM
▼

▲
Page 4: [9] Deleted Chen Alex 6/28/21 1:25:00 PM
▼

Page 4: [9] Deleted Chen Alex 6/28/21 1:25:00 PM

Page 4: [9] Deleted Chen Alex 6/28/21 1:25:00 PM

Page 4: [9] Deleted Chen Alex 6/28/21 1:25:00 PM

Page 4: [9] Deleted Chen Alex 6/28/21 1:25:00 PM

Page 4: [10] Deleted Chen Alex 6/28/21 1:33:00 PM

Page 4: [10] Deleted Chen Alex 6/28/21 1:33:00 PM

Page 4: [11] Deleted Chen Alex 6/28/21 1:36:00 PM

Page 4: [11] Deleted Chen Alex 6/28/21 1:36:00 PM

Page 4: [11] Deleted Chen Alex 6/28/21 1:36:00 PM

▼
▲
Page 4: [12] Deleted Chen Dingbao 7/4/21 10:27:00 AM

▼
▲
Page 4: [12] Deleted Chen Dingbao 7/4/21 10:27:00 AM

▼
▲
Page 4: [12] Deleted Chen Dingbao 7/4/21 10:27:00 AM

▼
▲
Page 4: [13] Deleted Chen Alex 6/28/21 1:40:00 PM

▼
▲
Page 4: [13] Deleted Chen Alex 6/28/21 1:40:00 PM

▼
▲
Page 4: [13] Deleted Chen Alex 6/28/21 1:40:00 PM

▼
▲
Page 4: [13] Deleted Chen Alex 6/28/21 1:40:00 PM

▼
▲
Page 4: [14] Deleted Chen Alex 6/28/21 1:44:00 PM

▼

▲
Page 4: [14] Deleted Chen Alex 6/28/21 1:44:00 PM

▼
▲
Page 4: [14] Deleted Chen Alex 6/28/21 1:44:00 PM

▼
▲
Page 4: [14] Deleted Chen Alex 6/28/21 1:44:00 PM

▼
▲
Page 4: [15] Deleted Chen Alex 6/30/21 1:47:00 PM

▼
▲
Page 4: [15] Deleted Chen Alex 6/30/21 1:47:00 PM

▼
▲
Page 4: [15] Deleted Chen Alex 6/30/21 1:47:00 PM

▼
▲
Page 4: [15] Deleted Chen Alex 6/30/21 1:47:00 PM

▼
▲
Page 4: [15] Deleted Chen Alex 6/30/21 1:47:00 PM

Page 4: [15] Deleted Chen Alex 6/30/21 1:47:00 PM

Page 4: [16] Deleted Chen Alex 6/30/21 1:53:00 PM

Page 4: [16] Deleted Chen Alex 6/30/21 1:53:00 PM

Page 4: [16] Deleted Chen Alex 6/30/21 1:53:00 PM

Page 4: [16] Deleted Chen Alex 6/30/21 1:53:00 PM

Page 4: [17] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:03:00 PM

Page 4: [17] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:03:00 PM

Page 4: [17] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:03:00 PM

Page 4: [17] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:03:00 PM

▼
▲
Page 4: [18] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:18:00 PM

▼
▲
Page 4: [18] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:18:00 PM

▼
▲
Page 4: [18] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:18:00 PM

▼
▲
Page 4: [19] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:30:00 PM

▼
▲
Page 4: [19] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:30:00 PM

▼
▲
Page 4: [19] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:30:00 PM

▼
▲
Page 4: [19] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:30:00 PM

▼
▲
Page 4: [19] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:30:00 PM

▲
Page 4: [19] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:30:00 PM

▼
▲
Page 4: [19] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:30:00 PM

▼
▲
Page 4: [19] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:30:00 PM

▼
▲
Page 4: [19] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:30:00 PM

▼
▲
Page 4: [19] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:30:00 PM

▼
▲
Page 4: [19] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:30:00 PM

▼
▲
Page 4: [19] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:30:00 PM

▼
▲
Page 4: [19] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:30:00 PM

Page 4: [19] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:30:00 PM

Page 4: [19] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:30:00 PM

Page 4: [19] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:30:00 PM

Page 4: [19] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:30:00 PM

Page 4: [19] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:30:00 PM

Page 5: [20] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:33:00 PM

Page 5: [20] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:33:00 PM

Page 5: [20] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:33:00 PM

Page 5: [20] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:33:00 PM

▼
▲
Page 5: [20] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:33:00 PM

▼
▲
Page 5: [20] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:33:00 PM

▼
▲
Page 5: [20] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:33:00 PM

▼
▲
Page 5: [20] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:33:00 PM

▼
▲
Page 5: [21] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:42:00 PM

▼
▲
Page 5: [21] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:42:00 PM

▼
▲
Page 5: [22] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:45:00 PM

▼
▲
Page 5: [22] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:45:00 PM

▲
Page 5: [22] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:45:00 PM
▼

▲
Page 5: [22] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:45:00 PM
▼

▲
Page 5: [23] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:51:00 PM
▼

▲
Page 5: [23] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:51:00 PM
▼

▲
Page 5: [23] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:51:00 PM
▼

▲
Page 5: [23] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:51:00 PM
▼

▲
Page 5: [23] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:51:00 PM
▼

▲
Page 5: [23] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:51:00 PM
▼
▲

Page 5: [23] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:51:00 PM

Page 5: [23] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:51:00 PM

Page 5: [23] Deleted Chen Alex 6/30/21 2:51:00 PM

Page 5: [24] Deleted Chen Alex 6/30/21 3:08:00 PM

Page 5: [24] Deleted Chen Alex 6/30/21 3:08:00 PM

Page 5: [24] Deleted Chen Alex 6/30/21 3:08:00 PM

Page 5: [25] Deleted Chen Alex 6/30/21 5:21:00 PM

Page 5: [25] Deleted Chen Alex 6/30/21 5:21:00 PM

Page 5: [25] Deleted Chen Alex 6/30/21 5:21:00 PM

▼
▲
Page 5: [26] Deleted Chen Alex 6/30/21 5:29:00 PM

▼
▲
Page 5: [26] Deleted Chen Alex 6/30/21 5:29:00 PM

▼
▲
Page 5: [26] Deleted Chen Alex 6/30/21 5:29:00 PM

▼
▲
Page 5: [26] Deleted Chen Alex 6/30/21 5:29:00 PM

▼
▲
Page 5: [26] Deleted Chen Alex 6/30/21 5:29:00 PM

▼
▲
Page 5: [26] Deleted Chen Alex 6/30/21 5:29:00 PM

▼
▲
Page 5: [26] Deleted Chen Alex 6/30/21 5:29:00 PM

▼
▲
Page 5: [26] Deleted Chen Alex 6/30/21 5:29:00 PM

▲
Page 5: [26] Deleted Chen Alex 6/30/21 5:29:00 PM

▼
▲
Page 5: [26] Deleted Chen Alex 6/30/21 5:29:00 PM

▼
▲
Page 5: [26] Deleted Chen Alex 6/30/21 5:29:00 PM

▼
▲
Page 8: [27] Deleted Chen Alex 7/2/21 10:26:00 AM

▼
▲
Page 8: [27] Deleted Chen Alex 7/2/21 10:26:00 AM

▼
▲
Page 8: [28] Deleted Chen Alex 7/2/21 10:42:00 AM

▼
▲
Page 8: [28] Deleted Chen Alex 7/2/21 10:42:00 AM

▼
▲
Page 8: [28] Deleted Chen Alex 7/2/21 10:42:00 AM

Page 8: [28] Deleted Chen Alex 7/2/21 10:42:00 AM

Page 8: [28] Deleted Chen Alex 7/2/21 10:42:00 AM

Page 8: [29] Deleted Chen Alex 7/2/21 10:50:00 AM

Page 8: [29] Deleted Chen Alex 7/2/21 10:50:00 AM

Page 8: [29] Deleted Chen Alex 7/2/21 10:50:00 AM

Page 8: [29] Deleted Chen Alex 7/2/21 10:50:00 AM

Page 8: [29] Deleted Chen Alex 7/2/21 10:50:00 AM

Page 8: [29] Deleted Chen Alex 7/2/21 10:50:00 AM

Page 8: [29] Deleted Chen Alex 7/2/21 10:50:00 AM

▼
▲
Page 8: [29] Deleted Chen Alex 7/2/21 10:50:00 AM

▼
▲
Page 8: [29] Deleted Chen Alex 7/2/21 10:50:00 AM

▼
▲
Page 8: [29] Deleted Chen Alex 7/2/21 10:50:00 AM

▼
▲
Page 8: [30] Deleted Chen Alex 7/2/21 10:58:00 AM

▼
▲
Page 8: [30] Deleted Chen Alex 7/2/21 10:58:00 AM

▼
▲
Page 8: [30] Deleted Chen Alex 7/2/21 10:58:00 AM

▼
▲
Page 8: [30] Deleted Chen Alex 7/2/21 10:58:00 AM

▼
▲
Page 8: [30] Deleted Chen Alex 7/2/21 10:58:00 AM

▲.....
Page 8: [30] Deleted Chen Alex 7/2/21 10:58:00 AM

▼.....
▲.....
Page 8: [30] Deleted Chen Alex 7/2/21 10:58:00 AM

▼.....
▲.....
Page 8: [30] Deleted Chen Alex 7/2/21 10:58:00 AM

▼.....
▲.....
Page 8: [30] Deleted Chen Alex 7/2/21 10:58:00 AM

▼.....
▲.....
Page 8: [31] Deleted Chen Alex 7/2/21 11:04:00 AM

▼.....
▲.....
Page 8: [31] Deleted Chen Alex 7/2/21 11:04:00 AM

▼.....
▲.....
Page 8: [31] Deleted Chen Alex 7/2/21 11:04:00 AM

▼.....
▲.....
Page 8: [31] Deleted Chen Alex 7/2/21 11:04:00 AM

Page 8: [32] Deleted Chen Alex 7/2/21 11:19:00 AM

Page 8: [32] Deleted Chen Alex 7/2/21 11:19:00 AM

Page 8: [32] Deleted Chen Alex 7/2/21 11:19:00 AM

Page 8: [32] Deleted Chen Alex 7/2/21 11:19:00 AM

Page 8: [32] Deleted Chen Alex 7/2/21 11:19:00 AM

Page 8: [32] Deleted Chen Alex 7/2/21 11:19:00 AM

Page 9: [33] Deleted Chen Alex 7/2/21 11:32:00 AM

Page 9: [33] Deleted Chen Alex 7/2/21 11:32:00 AM

Page 9: [33] Deleted Chen Alex 7/2/21 11:32:00 AM

▼
▲
Page 9: [33] Deleted Chen Alex 7/2/21 11:32:00 AM

▼
▲
Page 9: [33] Deleted Chen Alex 7/2/21 11:32:00 AM

▼
▲
Page 9: [33] Deleted Chen Alex 7/2/21 11:32:00 AM

▼
▲
Page 9: [33] Deleted Chen Alex 7/2/21 11:32:00 AM

▼
▲
Page 9: [33] Deleted Chen Alex 7/2/21 11:32:00 AM

▼
▲
Page 9: [33] Deleted Chen Alex 7/2/21 11:32:00 AM

▼
▲
Page 9: [33] Deleted Chen Alex 7/2/21 11:32:00 AM

▼
▲
Page 9: [33] Deleted Chen Alex 7/2/21 11:32:00 AM

▲
Page 9: [33] Deleted Chen Alex 7/2/21 11:32:00 AM

▼
▲
Page 9: [34] Deleted Chen Alex 7/2/21 12:05:00 PM

▼
▲
Page 9: [34] Deleted Chen Alex 7/2/21 12:05:00 PM

▼
▲
Page 9: [34] Deleted Chen Alex 7/2/21 12:05:00 PM

▼
▲
Page 9: [35] Deleted Chen Alex 7/2/21 3:56:00 PM

▼
▲
Page 9: [35] Deleted Chen Alex 7/2/21 3:56:00 PM

▼
▲
Page 9: [35] Deleted Chen Alex 7/2/21 3:56:00 PM

▼
▲
Page 9: [36] Deleted Chen Alex 7/2/21 4:47:00 PM

Page 9: [36] Deleted Chen Alex 7/2/21 4:47:00 PM



Page 9: [36] Deleted Chen Alex 7/2/21 4:47:00 PM



Page 9: [36] Deleted Chen Alex 7/2/21 4:47:00 PM



Page 9: [36] Deleted Chen Alex 7/2/21 4:47:00 PM



Page 9: [36] Deleted Chen Alex 7/2/21 4:47:00 PM



Page 9: [36] Deleted Chen Alex 7/2/21 4:47:00 PM



Page 9: [36] Deleted Chen Alex 7/2/21 4:47:00 PM



Page 9: [36] Deleted Chen Alex 7/2/21 4:47:00 PM



Page 9: [37] Deleted Chen Alex 7/2/21 4:47:00 PM

▼
▲
Page 9: [37] Deleted Chen Alex 7/2/21 4:47:00 PM

▼
▲
Page 9: [37] Deleted Chen Alex 7/2/21 4:47:00 PM

▼
▲
Page 9: [37] Deleted Chen Alex 7/2/21 4:47:00 PM

▼
▲
Page 9: [37] Deleted Chen Alex 7/2/21 4:47:00 PM

▼
▲
Page 9: [37] Deleted Chen Alex 7/2/21 4:47:00 PM

▼
▲
Page 9: [38] Deleted Chen Alex 7/2/21 4:57:00 PM

▼
▲
Page 9: [38] Deleted Chen Alex 7/2/21 4:57:00 PM

▼
▲
Page 9: [38] Deleted Chen Alex 7/2/21 4:57:00 PM

▲
Page 9: [38] Deleted Chen Alex 7/2/21 4:57:00 PM

▼
▲
Page 9: [38] Deleted Chen Alex 7/2/21 4:57:00 PM

▼
▲
Page 9: [38] Deleted Chen Alex 7/2/21 4:57:00 PM

▼
▲
Page 9: [38] Deleted Chen Alex 7/2/21 4:57:00 PM

▼
▲
Page 9: [39] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:02:00 PM

▼
▲
Page 9: [39] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:02:00 PM

▼
▲
Page 9: [39] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:02:00 PM

▼
▲
Page 9: [39] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:02:00 PM

Page 9: [39] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:02:00 PM

Page 9: [39] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:02:00 PM

Page 9: [40] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:10:00 PM

Page 9: [40] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:10:00 PM

Page 9: [40] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:10:00 PM

Page 9: [40] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:10:00 PM

Page 9: [40] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:10:00 PM

Page 9: [40] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:10:00 PM

Page 9: [40] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:10:00 PM

▼
▲
Page 9: [40] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:10:00 PM

▼
▲
Page 9: [40] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:10:00 PM

▼
▲
Page 9: [40] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:10:00 PM

▼
▲
Page 10: [41] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:21:00 PM

▼
▲
Page 10: [41] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:21:00 PM

▼
▲
Page 10: [41] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:21:00 PM

▼
▲
Page 10: [41] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:21:00 PM

▼
▲
Page 10: [41] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:21:00 PM

▲
Page 10: [41] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:21:00 PM

▼
▲
Page 10: [41] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:21:00 PM

▼
▲
Page 10: [42] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:27:00 PM

▼
▲
Page 10: [42] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:27:00 PM

▼
▲
Page 10: [42] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:27:00 PM

▼
▲
Page 10: [42] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:27:00 PM

▼
▲
Page 10: [42] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:27:00 PM

▼
▲
Page 10: [42] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:27:00 PM

Page 10: [43] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:29:00 PM

Page 10: [43] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:29:00 PM

Page 10: [44] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:32:00 PM

Page 10: [44] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:32:00 PM

Page 10: [44] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:32:00 PM

Page 10: [44] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:32:00 PM

Page 10: [44] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:32:00 PM

Page 10: [44] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:32:00 PM

Page 10: [44] Deleted Chen Alex 7/2/21 5:32:00 PM

▼
▲
Page 10: [45] Deleted Chen Alex 7/3/21 10:20:00 AM

▼
▲
Page 10: [45] Deleted Chen Alex 7/3/21 10:20:00 AM

▼
▲
Page 10: [45] Deleted Chen Alex 7/3/21 10:20:00 AM

▼
▲
Page 10: [46] Deleted Chen Alex 7/3/21 10:23:00 AM

▼
● ▲
Page 10: [46] Deleted Chen Alex 7/3/21 10:23:00 AM

▼
● ▲
Page 10: [47] Deleted Chen Alex 7/3/21 10:26:00 AM

▼
● ▲
Page 10: [47] Deleted Chen Alex 7/3/21 10:26:00 AM

▼
● ▲
Page 10: [47] Deleted Chen Alex 7/3/21 10:26:00 AM

▼ ←

● ▲ ←

Page 10: [48] Deleted Chen Alex 7/3/21 10:34:00 AM

▼ ←

● ▲ ←

Page 10: [48] Deleted Chen Alex 7/3/21 10:34:00 AM

▼ ←

● ▲ ←

Page 10: [48] Deleted Chen Alex 7/3/21 10:34:00 AM

▼ ←

● ▲ ←

Page 10: [49] Deleted Chen Alex 7/3/21 10:37:00 AM

▼ ←

● ▲ ←

Page 10: [49] Deleted Chen Alex 7/3/21 10:37:00 AM

▼ ←

● ▲ ←

Page 10: [49] Deleted Chen Alex 7/3/21 10:37:00 AM

▼ ←

● ▲ ←

Page 10: [49] Deleted Chen Alex 7/3/21 10:37:00 AM

▼ ←

● ▲ ←

Page 10: [49] Deleted Chen Alex 7/3/21 10:37:00 AM

▼ ←

● ▲ ←

Page 10: [50] Deleted Chen Alex 7/3/21 10:38:00 AM

▼ ←

● ▲ ←

Page 10: [50] Deleted Chen Alex 7/3/21 10:38:00 AM

▼ ←

● ▲ ←

Page 10: [50] Deleted Chen Alex 7/3/21 10:38:00 AM

▼ ←

● ▲ ←

Page 10: [50] Deleted Chen Alex 7/3/21 10:38:00 AM

▼ ←

● ▲ ←