

新基建时代

快速获取数据价值

——联想凌拓DM7100全闪存存储系统测试报告

概述

伴随着5G、人工智能的加速推进，数据正成为新基建时代推动经济高质量发展的新动能。

数据的产生、存储与处理正成为这一时代的“主旋律”。现代城市中的各个角落遍布了各种传感器，用以收集数据，改善城市治理，典型如智能水表、智能电表、监控探头以及气象水文监测等等传感器。5G所带来的高带宽、低延迟与多连接等特性，能够容纳更广泛的传感器，提供更高质量的传输，催生前所未有的行业应用，例如如无人驾驶、智能园区以及AR/VR游戏等等。

无所不在的传感器不断地产生数据，通过对这些数据进行处理分析，正催生越来越多的创新应用，一个映射现实世界的虚拟世界正在建立并不断完善，“数字孪生”的孕育得益于半导体技术的飞速发展和AI算法的突破创新。在半导体方面，诸如CPU、GPU、FPGA乃至专门的AI芯片不断释放出强大的计算能力；机器学习、深度学习方面的算法突破，让数据分析得出更精准的结果，为AI的深入应用提供基础。

无论是实时产生的海量数据，还是对这些数据进行处理、分析，都离不开存储环节，相对于“无状态”的数据产生和处理环节，数据存储不仅涉及过去及未来的数据保存，还需将数据存放在恰当的位置，便于高效处理分析，并妥善保管，以备随时利用，这意味着管理与保护。管理，让数据处理更加高效，保护则让处理结果更加准确，这是现代存储系统最重要的设计原则之一。

随着5G时代的来临，边缘计算兴起，有计算的地方就有数据，要更有效地利用这些数据，就必须让这些数据被更智能地管理，这不仅意味着巨大的技术挑战，同时也意味着巨大的成本压力。与按需付费的公有云相结合是一种较好的手段，混合云也已成为企业数据中心日趋主流的架构。但边缘数据中心、主数据中心与公有云如何对接，让数据拥有自由流动的能力，这是构建智能数据管理系统的核心，也是对数据进行更高效处理的关键。

作为专业的智能数据管理解决方案供应商，联想凌拓一直致力于为用户提供更加高

效、便捷的数据管理服务。在联想凌拓最新推出的DM7100全闪存存储系统中，其不仅传承母公司NetApp和联想过去数十年的智能化数据管理经验，内嵌了丰富的数据管理与保护功能，还进一步将业内先进的技术相融合，如与防勒索病毒软件CryptoSpike，能够更好支持云原生应用的功能插件（如Trident），以及AWS、Azure等公有云进行整合，可帮助企业数据在边缘、主数据中心以及云端进行管理，按需自由流动，并形成更有效的保护。

为此，E企研究院基于联想凌拓DM7100全闪存存储系统（以下简称DM7100）的混合云架构进行测试，我们发现：

1.利用联想凌拓DM7100构建的混合云解决方案，数据可以在云端、主数据中心以及边缘端自由流动；

2.在以Oracle数据库为代表的键应用测试中，DM7100能够有效地保护数据库数据，并在秒级时间内对数据进行恢复；

3.DM7100能够为海量小文件类应用提供支撑能力，对亿级海量小文件进行管理，并提供满足其所需的性能；

4.利用ONTAP与软件定义存储OTS（ONTAP Select）构建的主站点与边缘站点解决方案中，能够实现主站点与边缘站点的数据同步，并拥有灵活的数据保护能力；

5.DM7100与第三方防勒索病毒软件CryptoSpike软件结合，可快速恢复受病毒感染的文件，并对文件访问进行跟踪与监控，防止不合法操作；

6.DM7100能够对云原生应用提供较好的支撑，比如容器应用，利用Trident插件，可在DM7100上为容器应用快速创建或释放存储；

7.并且，在测试过程中，DM7100的管理功能可全部通过图形化界面进行操作，鼠标点击即可完成，能够大幅简化存储的使用和管理，有效降低企业使用门槛。

E企研究院评测报告的目的是为了让IT专家、行业用户更加了解计算、存储、网络、数据管理等数据中心领域内的新兴技术和产品。E企研究院评测报告不是替代做出购买决策前进行的评估过程，而是为了让用户了解这些新兴技术，为厂商顾问，为用户咨询，对新技术进行研究，对新产品进行测试，帮助用户接受和引入适合自身需求的新产品、新技术，并介绍更有价值的产品特性及功能，展示如何使用以解决客户的实际问题。

E企研究院专家第三方观点是基于E企研究院亲自测试、以及与生产环境中使用这些产品的客户进行交流得出。所有商标名称都是各自公司的财产。本出版物所包含信息是从E企研究院认为可靠的来源获得，但E企研究院不提供担保。本出版物可能包含E企研究院的观点，这些观点可能随着时间变化。本出版物版权归E企研究院所有。如有问题，请与E企研究院联系。

E企研究院基于联想凌拓最新推出的DM7100全闪存存储系统(以下简称DM7100), 结合企业当前主流的如数据库、文件共享、海量小文件等场景, 并结合容器应用、云边协同等新兴应用场景, 与AWS公有云相结合, 构建一套混合云解决方案, 用以评估DM7100在混合云场景下的支撑能力。

一、让数据在不同载体中流动

在这一测试环节, E企研究院通过利用联想凌拓DM7100与AWS相结合, 构建一套混合云测试环节, 用以评估数据在DM7100与公有云间的流通能力。

DM7100存储系统中有一个非常重要的软件平台, 即ONTAP软件平台, 这是联想凌拓母公司NetApp历经数十年打造的一功能强大的企业数据管理平台, 其完备的企业级存储功能为用户带来极强的灵活性与极高的数据管理效率。并且, 随着云计算与软件定义存储(SDS)时代的来临, ONTAP也逐渐不再依托单一的硬件平台, 开始与云和SDS结合, 发展出不同的分支解决方案。

为了与公有云相结合构建混合云架构, ONTAP新增了与公有云相关的功能, 并形成现今的Cloud Volumes ONTAP (简称CVO) 软件平台, 这是一个纯软件方案, 可以云主机的方式部署在公有云上, 比如AWS、Azure等。同时, 另一方面, ONTAP也顺应SDS的发展趋势, 逐渐脱离特定的专用硬件, 形成了现今可部署在任意x86商用服务器上的ONTAP Select (简称OTS) 解决方案。CVO、OTS与DM7100中的ONTAP可谓“同宗同源”, 三者共同构成覆盖边缘数据中心、主数据中心与公有云的全方位解决方案, 数据可无缝按需流动, 为企业构建新一代数据中心提供了强大的助力。

在这一测试环节, E企研究院在AWS上创建一个EC2实例, 并安装Cloud Volumes ONTAP软件平台, 利用EBS作为存储资源, 构建一个在AWS云上的存储资源池。在本地使用DM7100作为主数据中心存储系统, 通过VPN方案让数据在DM7100与AWS上的CVO

之间自由流动，实现混合云方案。

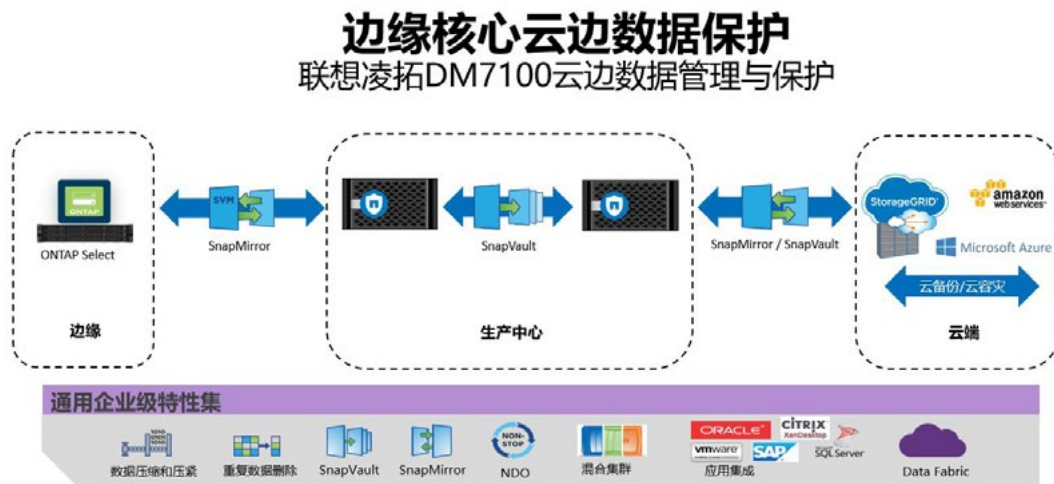
DM7100与CVO可构建Peer对等关系，利用ONTAP平台中的SnapMirror功能，CVO中存储的数据可按策略以同步或异步的方式传输到DM7100中，反之亦然。

通过E企研究院的测试证明，利用DM7100中的ONTAP软件平台，以及CVO与OTS，可帮助用户实现基于混合云架构的新一代数据中心架构，这一方案不仅具备企业所需的高级数据管理功能，也糅合了公有云按需扩展的灵活性，融入边缘数据中心的数据管理，同时将强大的企业级存储管理功能扩展到公有云与边缘数据中心，真正实现云主边三位一体，数据自由流动。

二、一站搞定云、主、边数据保护

联想凌拓DM7100除了能够实现混合云架构之外，在有边缘计算需求时，DM7100也能实现主数据中心与边缘数据中心的数据同步。这可利用联想凌拓提供的另一款产品——NetApp ONTAP Select（以下简称OTS），这是一个适用于混合云或远程数据中心的软件定义的数据存储服务，其基于行业领先的数据管理平台ONTAP构建的软件定义的存储。

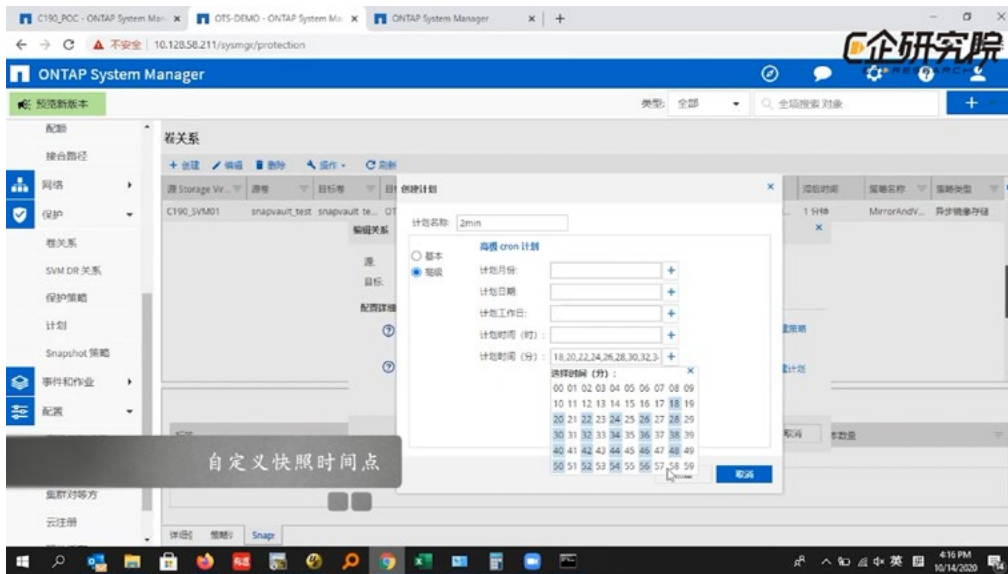
由于OTS的核心是软件，所以其部署非常灵活，既可以安装在单独的一台物理服务器上，也可以部署在虚拟机上，只需连通网络，经过设置，即可实现主站与公有云及边缘站点的数据同步。并且，经过设置，OTS与ONTAP的数据传输可实现双向流通，这为实现边缘、主站以及云端的数据同步提供了基础。



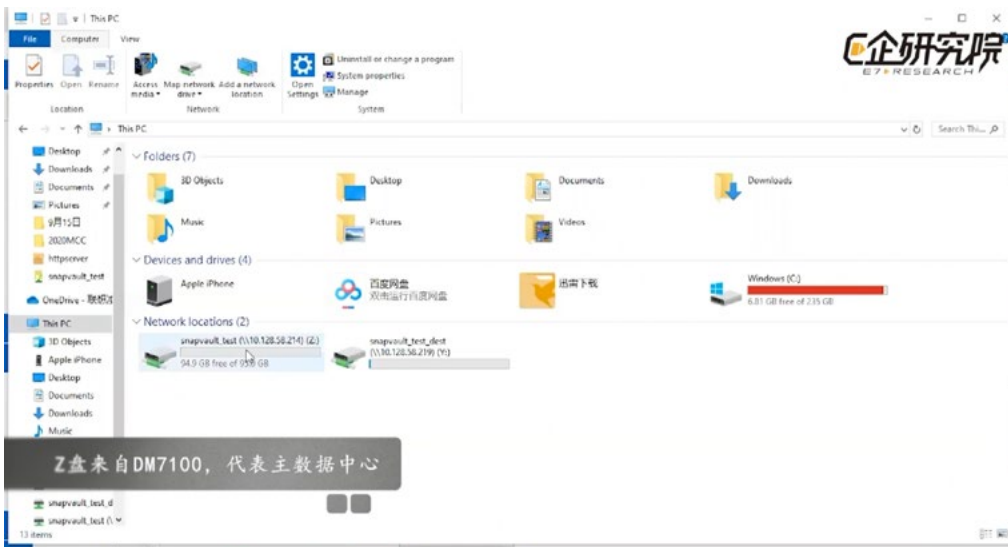
图注：联想凌拓覆盖公有云、主数据中心与边缘数据中心的混合云架构示意图。通过云上的CVO、边缘侧的OTS与主数据中心内的ONTAP实现数据流动，无需依赖其他特殊解决方案

在本次测试中，E企研究院使用DM7100作为主数据中心，使用OTS作为备用数据中心。主数据中心产生数据，通过DM7100中的SnapVault功能，每2分钟将数据同步到备用数据中心，以评估DM7100的数据同步功能。同时，在产生较多文件之后，模拟人为误操作，删除主数据中心数据，以评估从备用数据中心进行数据恢复的能力。

为了更直观地展示测试过程，我们将DM7100和OTS上的数据卷通过NFS的方式挂载到一台客户端上进行操作，如下图所示：



图注：SnapVault功能也可按需灵活定制数据同步策略，最高可每分钟同步一次。在本次测试中，E企研究院自定义了一个名为“2min”的数据同步计划，即每两分钟同步一次数据，并保留最近10个版本的数据



图注：名为“snapvault_test”的卷来自DM7100，代表主数据中心的数据存储，挂载到客户端后盘符为“Z”。类似，名为“snapvault_test_dest”的卷来自OTS，实际是“snapvault_test”的同步备份卷，盘符为“Y”

以每两分钟的时间间隔在“Z”盘中创建一个新的文件，模拟主数据中心正不断产生数据。每当创建一个新的文件后，“Y”盘会自动同步“Z”盘的数据。并自动保留10个最近的版本。10分钟后，“Z”盘将有5个创建好的文件，12分钟后，“Y”盘也将会有5个文件。

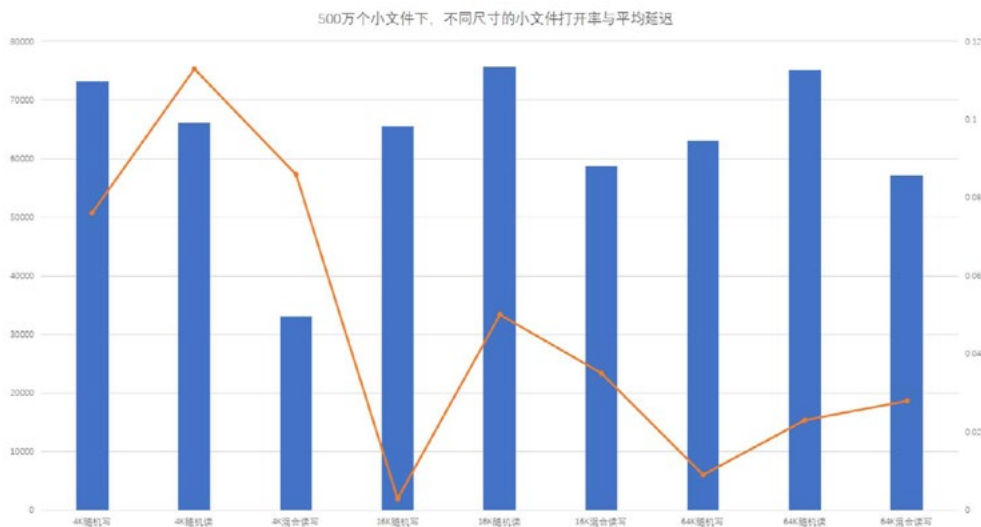
等待“Y”盘同步所有“Z”盘数据之后，删除“Z”盘中的所有文件，并等待“Y”盘

三、支撑海量小文件应用 满足所需性能

除了文件共享应用之外，海量小文件也是当前企业所面临的一大挑战。海量小文件存储的特点是或许不需要太大的存储空间（即存储容量需求并不大），但却对性能有着较高的要求。

针对这一应用场景，E企研究院也进行了相关的测试，在测试中，通过Vdbench软件对NFS共享文件夹构建深度为3、宽度为10的目录结构，即这个共享文件夹内有10个文件夹，每个文件夹深度为3层，每层均有10个文件夹，最底层的每个文件夹有5000个测试用的128k小文件。总计约11110个文件夹，共500万个小文件，所占存储空间约为610GB。

在此次测试中，E企研究院只使用了一台服务器作为文件共享访问客户端，性能相对有限，同时，DM7100只使用了最小的双控配置，每控制器只使用了一条10GBE链路连接到文件共享客户端。即使在这一简配情况下，DM7100亦表现出了极佳的性能水平，如下图所示：



在500万个小文件下不同尺寸的小文件打开率与平均延迟。从测试结果来看，即使只有10GbE网络条件下，DM7100依然保持了约6万左右的文件打开率，远远没有达到DM7100的瓶颈，如果能够增加更多数量的客户端与带宽，DM7100的性能水平将进一步凸显。

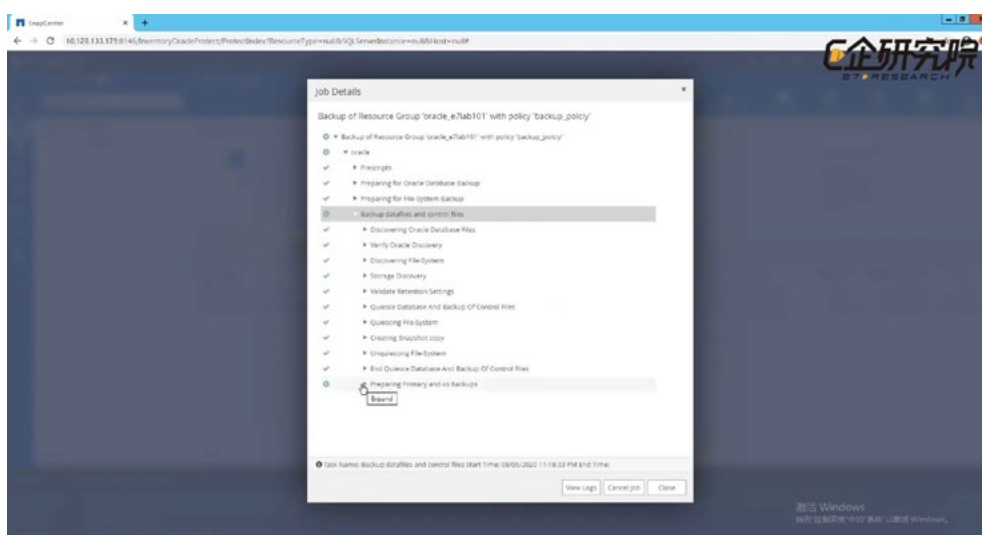
上述测试结果只作为参考，受限于测试条件，其并不能反映出DM7100的真实性能水平，但在文件数据访问这一领域，联想凌拓继承了NetApp的数十年的技术与经验积累。NetApp在全球为各行各业的企业用户提供了完善的数据管理解决方案，可以说是全球经验积累十分深厚的解决方案供应商，拥有全球领先的技术成果。

四、保护企业核心应用数据

存储系统自诞生以来，其最核心的是使命之一就是管理并保护数据。企业数据中心内，最核心的数据莫过于数据库数据，由于人为误操作、硬件故障以及其他因素导致的数据库数据丢失，通常都会给企业带来巨大的损失。

在这一环节的测试中，E企研究院主要评估DM7100中的SnapCenter软件功能，NetApp SnapCenter软件是一个可扩展的统一平台，可以提供应用程序一致的数据保护和克隆管理。SnapCenter通过应用程序集成的工作流简化备份、恢复和克隆生命周期管理。SnapCenter利用基于存储的数据管理功能，不仅提高了性能和可用性，还缩短了测试和开发用时。

E企研究院通过构建一个单实例的Oracle数据库，DM7100通过NFS方式为Oracle数据库提供存储服务，使用Swingbench模拟负载，在Oracle数据库正常运行过程中，利用SnapCenter对数据库存储进行快照。

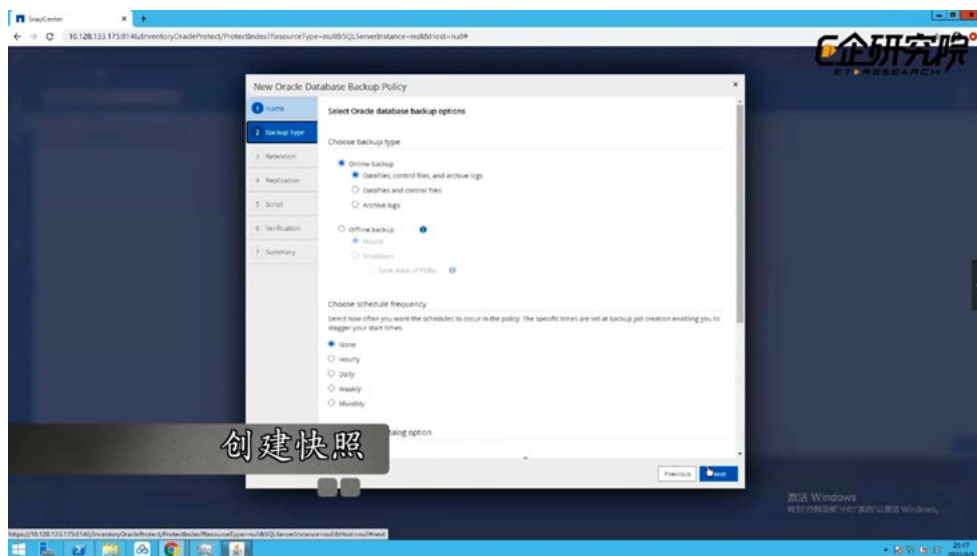


图注：测试环节中，DM7100中集成的SnapCenter软件平台正在对Oracle数据库存储进行快照，并清晰地显示了快照的各个步骤，尽管步骤较多，但快照仍只在数秒内完成

以块存储或文件存储（比如NFS）为Oracle数据库应用提供F存储服务是两种主流方式，DM7100是典型的统一存储（同时提供块或文件数据访问）。在测试中，E企研究院使用了

ONTAP系统中更具优势的NFS方式为Oracle数据库提供存储。

使用NFS不仅配置更加便捷，同时数据保护也更加简单、灵活。比如在测试中，E企研究院根据Oracle数据库应用的特点，新建一个名为“backup_policy”的快照策略，由于NFS提供存储，所以在快照策略里可选择具体到文件的策略，比如可选针对数据库文件、控制文件乃至日志文件进行快照；并可选择快照频率（如最高频率可达每分钟一次）与快照保留时间（最高可无限制）。灵活的快照策略测试可让企业兼顾数据保护级别与性能的平衡。



图注：在快照过程中，利用NFS供给应用存储，可选择具体到文件的快照策略，测试中选择包括数据库文件、控制文件以及归档日志文件所有数据库类型的文件进行快照，更完善的保护意味着更便捷的恢复

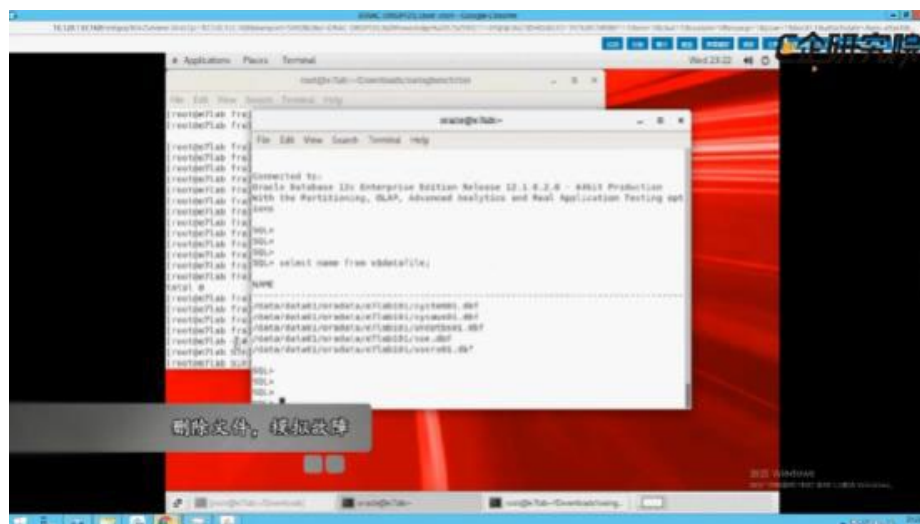
在正常运行过程中，E企研究院通过人为误操作来模拟故障，以验证DM7100的数据恢复能力。人为误操作是导致系统故障或应用停顿的最主要原因之一，在诸多新闻报道中都出现过这样一种故障类型：即技术人员在进行数据库操作时，错误使用了“rm -rf”这一Linux平台中的删除命令，导致数据库正常运行所必须的文件被删除导致数据库故障。在本次测试中，E企研究院即使用这一方式来实现数据库故障。

具体来说，利用Swingbench软件来产生数据库负载，其会创建一个名为SOE的表空间，对应到Oracle数据库即soe.dbf数据库文件，相当于企业生产数据。我们使用“rm -rf”删

除这一文件，就会导致Oracle数据库故障，无法正常运行。



图注：通过Swingbench监控画面可以看到，在快照执行过程中，尽管Oracle数据库在响应时间方面有一个“突刺”，但时间极短，且这个“突刺”的响应时间也没有超过10ms，可以说对Oracle数据库的正常运行并没有造成影响

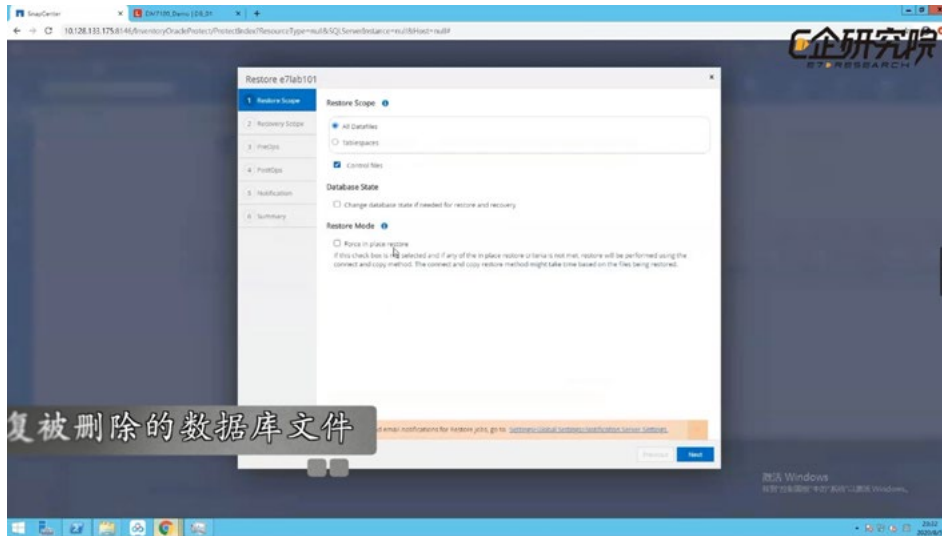


图注：在删除soe.dbf文件之后，Oracle出现故障，在对数据库进行关机时报错，提示无法找到soe.dbf文件

Oracle数据库快照之后，通过ONTAP系统中的SnapCenter平台可对Oracle数据库存储快照进行恢复，并在恢复过程中选择具体到某个文件恢复，在测试中，E企研究院选择恢复全部文件。

在恢复过程中，可选择指定文件进行恢复。在本次测试，我们选择恢复包括控制文件

(Control files) 在内的所有数据库文件进行恢复。



恢复过程大约用时一分钟，在文件恢复之后，由于快照时间与Oracle数据库实际故障时间有时间差，还需要Oracle数据库利用日志文件进行恢复，只需一段命令，即可完成恢复，重新启动数据库成功。

通过此环节测试，E企研究院认为，利用DM7100的NFS文件访问功能为数据库类应用提供存储服务，是一种更加便捷和简单的方式，这不仅体现在配置方面，同时在数据库发生故障，需要数据恢复时，其文件恢复的颗粒度更细，恢复时间更短，且无需数据库服务器停机即可实现数据恢复。

同时，DM7100中的SnapCenter软件也支持将快照恢复到另外一台数据库服务器，这在当前服务器故障，无法修复或需要较长时间修复的情况下，将数据恢复到另外一台服务器，防止业务长时间停顿，具有较强的实用性，这也体现了联想凌拓DM7100在功能设计上的完备性。

五、为云原生应用提供更便捷的存储服务

后疫情时代，云计算将进入大规模生产环境，最明显的标志是基于云环境而诞生发展的原生应用越来越多，其中最典型的代表就是容器应用。容器技术具有的轻量、快速部署与释放等特点，让越来越多的企业开始在数据中心内探索其对业务的帮助。但容器的持久化存储通常是面临的第一道难题。联想凌拓通过对容器在企业数据中心内的使用情况，针对性地发布了一款Kubernetes插件——Trident，可以自动化完成容器环境持久存储的部署及回收。

Trident是一个轻量级的K8S插件，其通过同构的以太网与ONTAP存储管理系统通信，以获取存储创建或删除权限。Trident内有两种固定格式的控制文件：存储控制文件，用以配置为容器应用所创建的持久化存储信息，如存储类型、容量大小以及卷名称等等；PVC文件则实现存储的创建与释放，并对接容器应用。

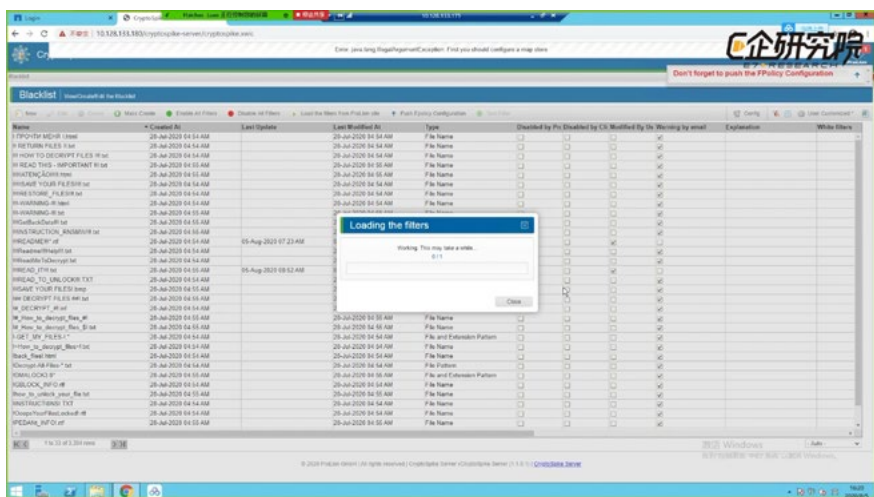
通过E企研究院的体验测试，通过使用Trident插件，可在数秒内完成容器应用所需存储的创建与释放。同时，在ONTAP管理后台也可针对这些卷实现企业级存储功能，如快照、同步等。

六、防勒索，为数据保护增添新屏障

过去几年中，勒索病毒一直是各大企业比较头疼的问题，据相关统计结果表明，大多数勒索软件的攻击都是在文件遭到入侵破坏时发生的，因为文件共享应用是企业最易遭受攻击的部分。文件共享是最终用户与数据中心进行直接接触的地方，大多数勒索软件都是利用与最终用户的交互来实现攻击的。

联想凌拓最新推出的DM7100，可与第三方CryptoSpike软件结合，对ONTAP文件系统提供保护，有效防止勒索病毒。CryptoSpike为NetApp文件环境提供勒索软件检测和预防。保护文件共享不受感染，并允许IT人员使用NetApp快照功能迅速地恢复受感染的文件。同时，其还具有文件访问进行跟踪、文件目录的搜索和还原，以及配有索引的NetApp快照与复制管理等功能。

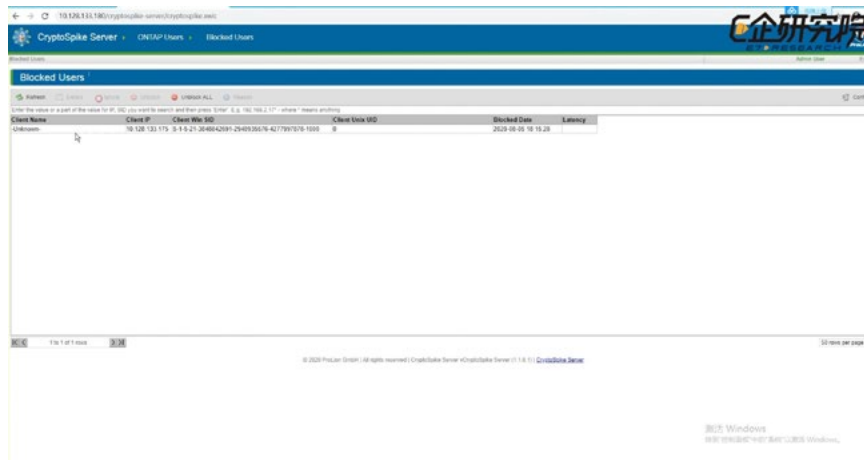
CryptoSpike可以虚拟机的形式存在于企业数据中心，通常部署一台CryptoSpike管理机与两台FPolicy服务器，并通过浏览器使用图形化界面进行策略配置与管理。对于企业用户而言，CryptoSpike中最常用的就是黑名单功能，其内包含了3000多条已知的勒索软件文件尾或名称，黑名单每天进行更新，其会通过网络自动下载到CryptoSpike服务器上。



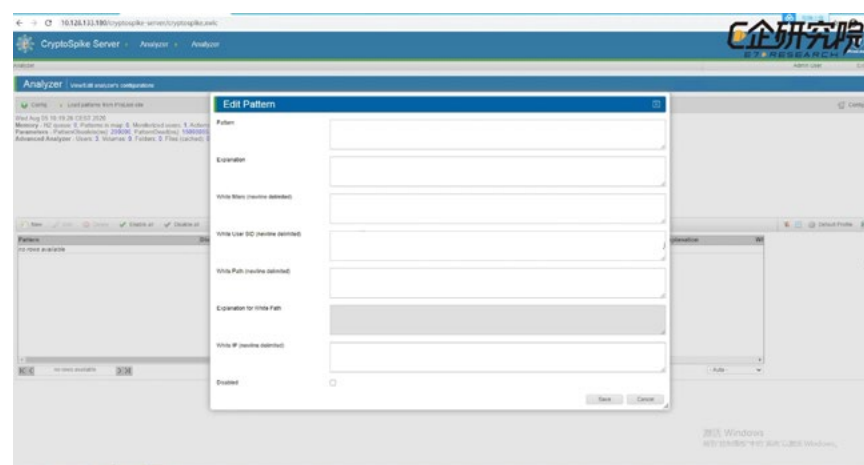
图注：CryptoSpike中的黑名单，已经有3000多条，其可通过自动更新获得的黑名单规则，也可通过导入的方式更新黑名单，用户也可根据自身经验创建黑名单

CryptoSpike中还集成了智能学习模块，其能够跟踪用户行为并确定运行的文件处理行为（如读、写、打开等）。如果检测到任何异常行为，则会阻止用户操作。例如，如果某用户在几秒钟内突然写入数十个文件，则该行为会被判断为非正常，此用户的写权限将被禁

止。而如果是员工误触，或者偶然行为，管理员则可将此员工从禁止名单中移除即可恢复正常使用。



因为误触规则而被CryptoSpike锁定的用户，其将仅有只读权限，而没有其它权限。如果是员工误触，管理员只需将其移除（Unlock）名单即可。



管理员也可以根据自身经验或实践，针对非法访问行为进行描述，并监控访问中的操作是否触发警报，一旦有近似的操作，其访问权限就会被锁定。

通过E企研究院的测试表明，通过集成的第三方CryptoSpike软件功能，能够监控文件共享应用中的访问行为，并根据既定规则对非法操作用户进行权限限制并告警。通常情况下，数据保护意味着防丢失和防入侵两种含义，存储系统通常只满足防数据丢失需求，而防入侵需求通常由网络安全产品来满足。

一般而言，通过突破了企业内部防火墙，黑客入侵就如无人之境。而联想凌拓DM7100的CryptoSpike防勒索功能就如同在企业防火墙之后再增添了一道屏障。

E企研究院结论

通过上述多个测试，E企研究院认为，联想凌拓最新的DM7100全闪存存储系统，不仅集成了NetApp公司过去数十年中不断完善的领先存储功能，还根据当前行业发展趋势，以及企业用户的实际需求，增添了诸多新的功能，譬如可灵活部署在边缘或云端的OTS（NetApp ONTAP Select）软件，可预防勒索病毒的CryptoSpike软件，以及能够更好支持云原生应用的功能插件（如Trident），这都意味着DM7100不仅是对过去技术与经验的积累，同时还是一套与时俱进的解决方案。

基于上述E企研究院的应用测试场景设计，也表明了联想凌拓DM7100全闪存存储系统不仅能够支撑企业传统中的较为核心的如Oracle数据库以及文件共享等应用场景，同时也能够支撑业内较为新兴的云原生应用（如容器），为企业数据中心更新升级提供可操作空间。

当数据成为中国未来的财富，围绕数据的核心技术和产品方案，都会成为重中之重，联想凌拓DM7100全闪存存储系统的数据存储和数据管理，可以助力客户缩短数据和决策之间的距离，快速获取数据价值。



E企研究院

北京市海淀区马甸东路19号金澳国际B座2802

电话：18610812765

邮箱：wang.haifeng@e7acad.com

网站：www.e7research.com