

CHANGHONG VSP E 系列
新一代存储系列产品说明

目录

1	概述	1
1.1	VSP E 系列概述	1
1.1.1	VSP E 系列产品亮点	1
1.1.2	VSP E590/790 架构	3
1.1.3	VSP E1090 架构	3
2	新一代 VSP E 系列存储系统技术优势	5
2.1	动态数据缩减 (ADR)	5
2.2	高性能创新 (DCT)	6
2.3	自动化智能分层 (HDT)	6
2.4	数据无损升级 (DIP)	7
2.5	RAID 保护	7
2.6	数据加密	7
2.7	安全合规性	7
2.8	容器环境支持	8
2.9	企业级的性能扩展及可靠性	9
2.10	统一存储	9
2.11	无中断数据迁移	10
2.12	无中断微码升级	12
2.13	双活数据中心方案	13
2.13.1	GAD 双活实现原理	14
3	新一代 VSP 系列存储系统软件配置	15
3.1	Foundation package (基础软件功能包)	15
3.1.1	SVOS 基础操作系统	15
3.1.2	DATA MOBILITY (数据移动和灵活性)	17
3.1.3	QOS (服务质量)	19

3.1.4 Local Replication（本地数据保护）	19
3.2 Advanced Package（高级软件功能包）	21
3.2.1 Remote Replication（远程数据复制）	21
3.2.2 Global Active Device（双活存储集群软件包）	24
3.2.3 容灾扩展：两地三中心	25
3.3 Ops Center 设备管理套件	26
3.3.1 Ops Center Administrator	27
3.3.2 Ops Center Analyzer	27
3.3.3 Ops Center Automator	28
3.3.4 Ops Center Protector	28
4 VSP E 系列产品技术指标	30
4.1 技术参数	30
4.2 可用性	32
4.3 能耗、散热、通风	33

1 概述

1.1 VSP E 系列概述

数十年来专注开发存储系统。这意味着有大量的研究，开发和专利。重点放在三个方面：

- 性能（可持续 IOPS 和延迟）
- 质量（可靠性、可用性、可维修性）
- 环境兼容性（供应链、生产、能耗、回收等）

全新推出了 VSP E 系列（590、790 和 1090），其响应时间比仅 SAS 协议快 10 倍。VSP E 系列是世界上速度最快的 NVMe 闪存阵列，它支持 NVMe 闪存，从而代表了利用 NVMe 当今速度和可访问性优势的最时、最具成本效益的方式。VSP E 系列存储设备是您数据中心现代化转型的理想支撑。

作为闪存介质的逻辑接口，NVMe 利用了固态硬盘（SSD）的关键性能特性，包括其高带宽、低延迟和内部并行性。VSP E 系列不仅提供了更高水平的速度和响应能力，而且提供了无与伦比的数据安全性、任务自动化和可扩展性。该平台由 100% 的数据可用性保证支持。

1.1.1 VSP E 系列产品亮点

内部架构 & SVOS 增强

VSP E 系列存储系统是一个多功能模块化、机架式阵列存储系统，配备 SSD NVMe 驱动器，可扩展为各种存储容量配置。

存储系统使用带高速处理器的控制器、高速缓存内存模块（DIMM）、缓存闪存（CFM）、电池、风扇和端口来连接以太网和光纤通道 I/O 模块，通过 IP（iSCSI）、FC，FC（NVMeoF）协议命令传输 SCSI。每个控制器都有一个以太网连接，用于带外管理。如果通过一个控制器的数据路径发生故障，则所有数据驱动器仍可供主机使用冗余数据路径通过另一个控制器。

为了可靠性，基本硬件组件使用冗余配置实现，以便存储系统在组件发生故障时可以保持运行状态。在存储系统处于活动状态且不会中断主机的数据可用性时，可以在线执行添加和替换组件以及固件升级。热备盘驱动器可配置为自动替换发生故障的数据驱动器，从而保护逻辑驱动器的容错完整性。基于硬件的自包含的 RAID 逻辑驱动器在紧凑型外部机柜中提供最佳性能。

VSP E 系列支持虚拟存储横向扩展，支持多达 65 台设备，即 130 个控制器的设备集群，在 Ops Center 的支持下，VSP E 系列解决方案可作为单一虚拟系统来托管数据，提供跨集群的联合管理、数据保护和自动化，以简化您的基础架构。

I/O 模块

所有 VSP E 系列系统都高度可靠、多功能，并且能够通过添加更多驱动器机箱或/和数据驱动器来扩展其性能。

前端设计：

VSP E1090 具有多达 12 个接口卡（CHB - 32/16G FC 或 10/25G iSCSI），支持 48 FC 或 24 个 iSCSI 端口，用于服务器访问、远程连接和虚拟化。客户可以在无磁盘模式下增加多达 64 FC 或 32 个 iSCSI 端口。添加 PCIe 通道扩展柜后，可以到达多达 80 个 FC 或 40 个 iSCSI 端口。

VSP E590 和 E790 具有多达 6 个接口卡（CHB - 32/16G FC 或 10G iSCSI），支持 24 FC 或 12 个 iSCSI 端口。

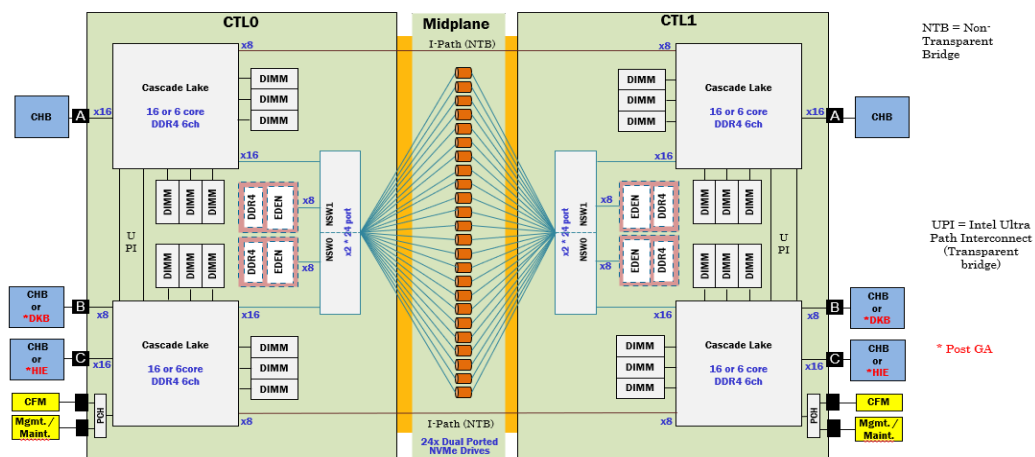
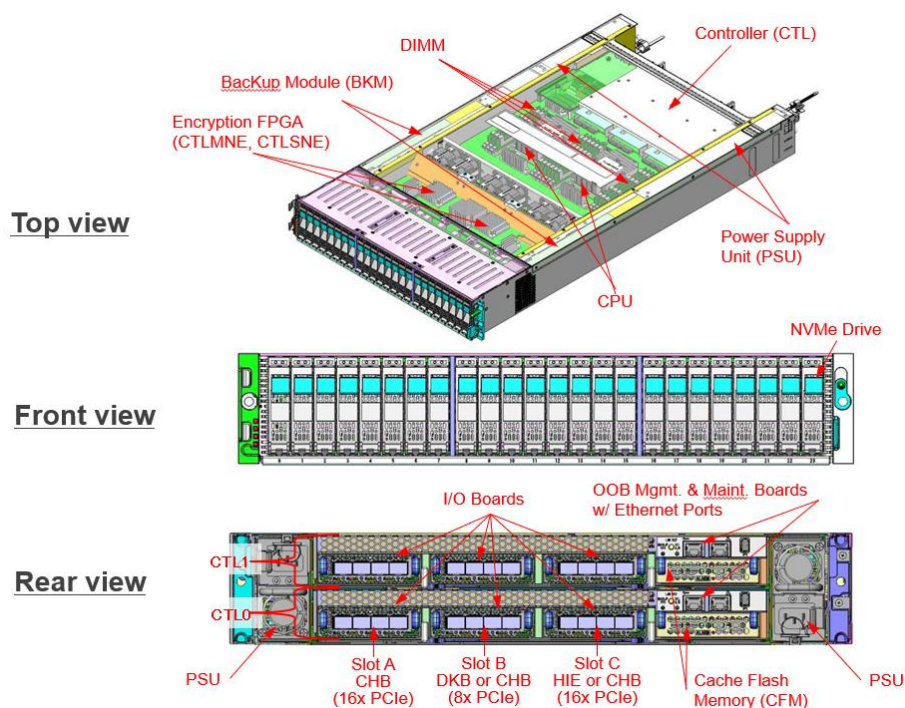
后端设计：

VSP E1090 具有 8 张后端卡（DKB - 8 Gb/s PCIe Gen3 x 4 通道 x 2 个端口），用于访问磁盘柜中的驱动器。

VSP E590 和 E790 提供内置 PCI-E 交换架构访问控制器机箱内置的 24×NVMe SSD，系统提供后端 SAS 磁盘扩展能力，可支持多达 528 个 SAS 磁盘扩展，扩展容量达到 8.9PB。

1.1.2 VSP E590/790 架构

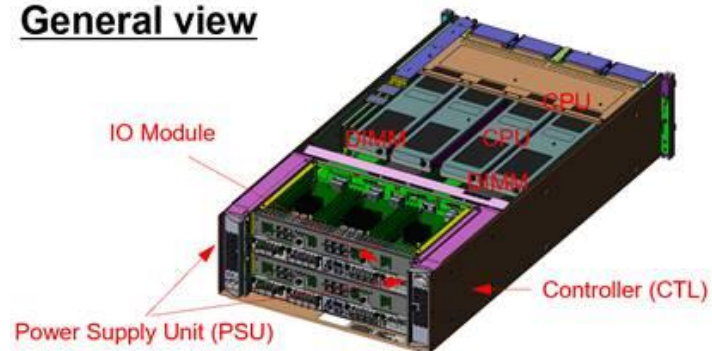
控制器规格：2U



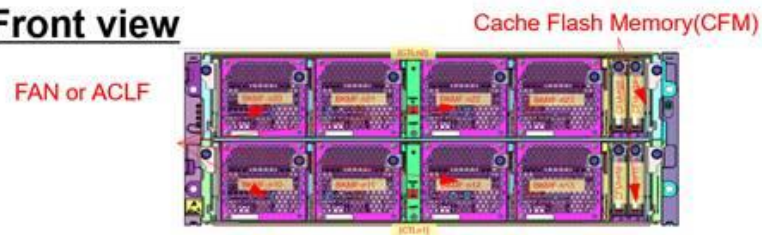
1.1.3 VSP E1090 架构

控制器规格：4U

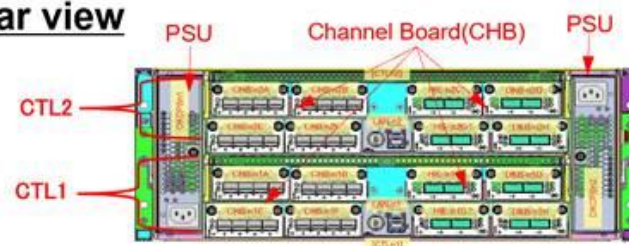
General view



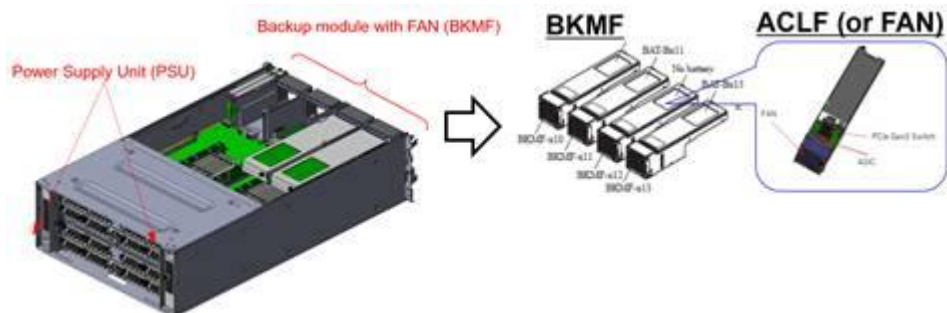
Front view

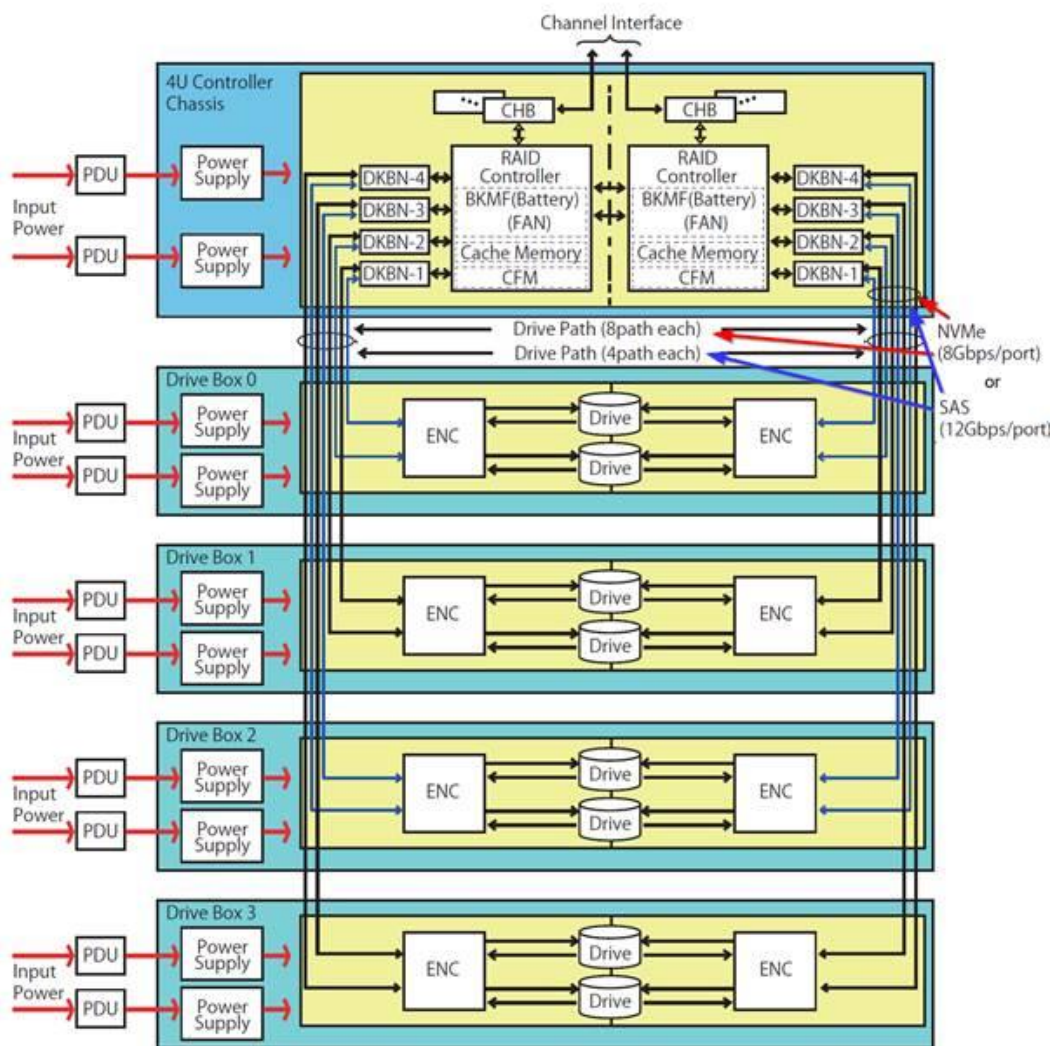


Rear view



ACLF 位置 (*ACLF: 硬件辅助压缩加速模块)



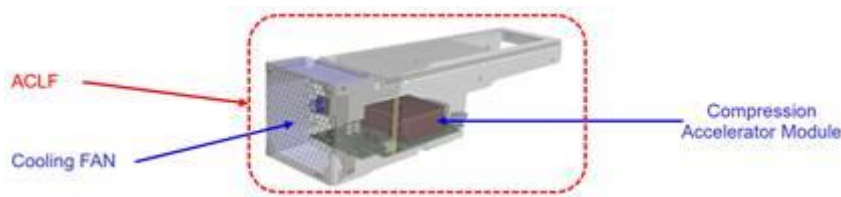


2 新一代 VSP E 系列存储系统技术优势

2.1 动态数据缩减 (ADR)

SVOS RF 自适应数据缩减 (压缩和重复数据消除) 使组织能够提高存储利用率、减少存储占用空间和控制成本。ADR 在阵列微码中实现，在阵列控制器上运行，在存储池级别发生。可选择压缩和重复数据消除 (可以在卷级别打开或关闭) 使系统可灵活的适应不同的服务级别协议和容量需求。ADR 在后处理和在线处理之间自适应，基于重复数据消除的工作负载配置文件，默认情况下始终内联用于压缩。它提供平均数据缩减率 4: 1，节省容量购买以及空间消耗、水电费和支持成本。

VSP E1090 系统配有压缩加速器模块。



压缩加速器模块是帮助微码执行 ADR 的 ASIC 模块，以减少 MP 工作负载并提高性能。

ADR 的“压缩”和“解压缩”过程被卸载到 ACLF 模块中的“压缩加速器模块”。

压缩加速器模块概述：

- 基于硬件的分布式压缩，每个控制器 2 个加速器
- 提供更高的容量效率，同时从控制器中卸载压缩
- 通过释放 CPU 周期来提高性能

2.2 高性能创新（DCT）

另一个高性能创新是通过重新设计主机 I/O 管理以及“前端”和“前端”之间的任务而实现的，将操作进行重新设计，从而通过 DCT（直接命令传输逻辑）大幅降低主机 I/O 事务的开销。对优化 ASIC 仿真器进行了改进，并重构仿真逻辑，以减少主机 I/O 事务的微码开销，并增强前端 I/O 任务直接访问后端的能力。

2.3 自动化智能分层（HDT）

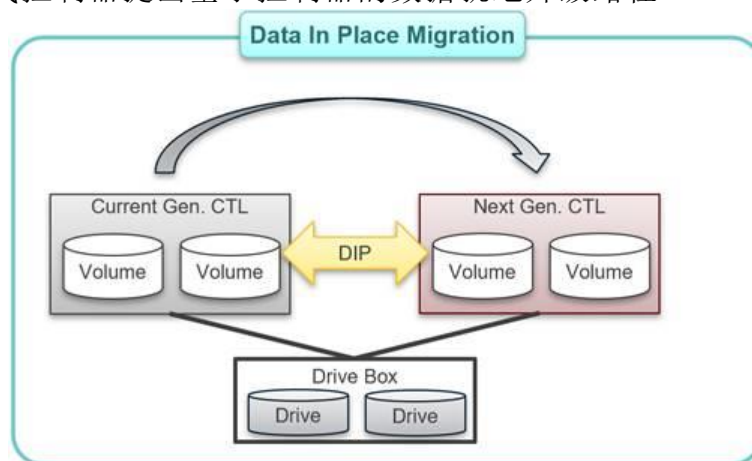
此外，可通过 Dynamic Tiering (HDT) 软件，进行自动化的数据和文件分层，可以管理内部和外部数据，包括多供应商和大型机数据。HDT 的资源池可以在正确的时间将正确的数据放置在正确的位置，并且可以高效利用高性能闪存存储。Tiered Storage Manager 利用标准和定制的策略和配置文件来控制 HDT 的自动化行为。智能文件分层和自动化迁移功能可以实现动态的、基于策略的分级存储管理。软件可以自动进行数据放置，从而提高性能并降低成本。它还可以简化运行，降低

成本并高效利用闪存，即使在采用较大的磁盘时也可获得较出色的性能。

2.4 数据无损升级（DIP）

VSP E1090 系列支持无中断升级过程，对整体系统性能和冗余的影响最小。

将向下一代控制器提出基于控制器的数据就地升级路径。



DIP 将允许：

- 升级到下一代控制器，无需数据迁移
- 使用当前一代控制器的驱动器

2.5 RAID 保护

还有一个 SVOS 优化涉及重建时间。

对于 VSP E 系列，与前几代相比，我们大幅减少了重建时间。SVOS 自动调整重建过程以避免对主机 IO 的影响，并改进重建过程以利用更好的闪存驱动器性能。

2.6 数据加密

静态数据加密功能由 ASIC 在特定的后端控制器选项中提供。这可确保主机性能和整体系统性能不受影响。

2.7 安全合规性

VSP E 系列包含不同级别的安全合规性；它通过国际标准 FIPS 140-2（证书 + 2727）认证，擦除服务与 NIST SP 800-88r2 和 ISO/IEC 27040: 2014 保持一致。

2.8 容器环境支持

适配基于容器存储接口（CSI），该接口允许您使用红帽 OpenShift 解决方案为 Kubernetes 设备提供存储空间，用于操作整个多云和混合云部署管理堆栈。

以下为块、对象和文件解决方案对应的不同类型的协议的比较。







Functionality	Block	Object	File
Performance	High	Low	medium
Operations	Byte-range r/w	object r/w	Byte-range r/w
CSI driver availability	Yes, HSPC	generic	Yes, HNAS CSI
CSI Access Modes	RWO & ROX	RWX, RWO & ROX	RWX, RWO & ROX
Protocols	iSCSI & FC	S3 (no CSI) or S3 FS driver	NFS

Access Modes:

- RWO = ReadWriteOnce

RWX = ReadWriteMany

ROX = ReadOnlyMany
- RW volumes only accessible my one container (e.g. Databases)

→ RW volumes accesible by multiple containers (e.g. scale-out)

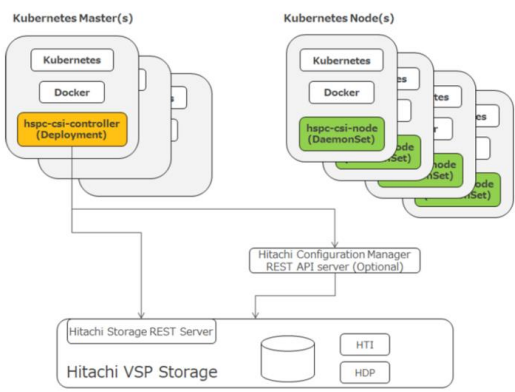
→ RO volumes accessible my multiple containers (e.g. config data)

容器存储插件使用内置的高可用性，并允许主 Kubernetes/OpenShift 节点在群集中的主机之间协调存储任务。

但是，此插件也可以在非分组环境中使用。下面是使用 Kubernetes/OpenShift 容器存储接口的群集实现容器化环境的示例。在此示例中，配置管理器 REST API 服务器是可选的。

对容器存储接口 3.1 版本的支持如下：

- Red Hat Enterprise Linux version
 - Version 7.0 to 7.8
- OpenShift version:
 - Version 4.3 and 4.4



2.9 企业级的性能扩展及可靠性

新一代 VSP E 系列中采用 SVOS RF 核心操作系统，针对现代海量 I/O 的更短延时的要求，进一步优化控制指令、缓存及处理器资源，从而在更小的空间中提供业界最高的处理能力，E1090 最高 840 万的随机 I/O 处理能力，延迟低至 41μs。

另外，对于新一代 VSP 系列所有产品均提供 100%可用性承诺。从入门级的 350 系列到 NVMe E 系列及高端 5000 系列，采用相同的操作系统、相同严苛的产品设计和品质，为您提供无忧的存储服务品质。

另外，对于新一代 VSP 系列所有产品均提供 100%可用性承诺。从入门级的 350 系列到 NVMe E 系列及高端 5000 系列，采用相同的操作系统、相同严苛的产品设计和品质，为您提供无忧的存储服务品质。

2.10 统一存储

PB 级规模的文件共享挑战

企业都在寻找更好的方式，处理不断增长的海量文件数据和应用程序，无论它们是人为生成还是机器生成。不断上升的成本、实施数据保护的复杂性以及满足服务水平协议要求面临的困难，都是企业通向成功的障碍。尽管数据容量、应用多样性和虚拟服务器环境都在迅猛增长，但预算却维持不变。数据中心必须具有更高的效率、成本收益和可靠性，才能成功应对这些挑战。在如今的环境下，企业需要高效、高度可扩展和高性能的存储系统，同时降低总体拥有成本。

根据 IDC 的统计数据，非结构化数据将是未来几年最主要的数据增长来源，年均增长量从 2010 年的 16.4EB 到 2015 年的 79.8EB（1EB=1000PB）。届时非结构化数据在数据总量中占比 77%。相对而言，结构化数据的增长速度仅为非结构化数据的 50%，所以非结构化数据将成为数据调整增长的发动机。数据中心转向通用的统一存储平台来寻求解决方案成为最佳选择。

业务优势

统一存储系统可以提供高性能，高空间利用率和优异的经济性。当您的文件共享需

求增长时，统一存储系列产品将会根据您的业务和技术需求进行扩展，从而提高生产力，推动收入增长，改善质量，并且加快投产时间。

统一存储采用硬件加速的混合内核架构，能够高效整合多种应用，满足企业级存储需求，简化企业存储管理工作，同时不会降低性能和可扩展能力。

与此同时，多级别的虚拟化克服了大规模文件系统管理的复杂性，并且可以支持常用的商业应用程序，尤其是在 VMware 和 Citrix 环境之中。

特点

VSP E 系列支持 VSP ONE FILE 系列网关集成，为统一存储树立了新标杆。使用了兼容各项标准的对象文件系统，具有丰富的特性、可靠性和极大的灵活性。主要特点包括：

- 系统管理框架：利用各种 GUI 界面进行全面集中管理
- 分层存储：基于策略的分层存储管理功能
- 虚拟服务：虚拟卷、虚拟服务器和集群命名空间
- 数据管理服务：集中式 GUI 管理、快照与快速文件恢复、加速数据复制、硬限额和软限额、NAS 数据迁移功能、可扩展文件系统、存储池、基于策略的管理、透明数据迁移和重定位
- 硬件加速协议：NFS、CIFS、ISCSI、NDMP、TCP/IP 和 UDP
- 数据保护服务：双主动集群，最多配置 40/80 个节点，提供集群读取高速缓存功能，支持可扩展的读取密集型 NFS 工作负载，支持文件系统级别的快照和文件级别的快照克隆，支持增量的文件和数据块复制支持基于对象复制，同时还支持在存储底层的 TrueCopy 同步复制，ShadowImage 系统 Content Platform 支持在线归档、重复数据删除和内容感知的压缩，它是我们云基础架构服务的基础。

2.11 无中断数据迁移

根据 Gartner 的统计信息，平均三分之二的企业 IT 预算用于维持现有的 IT 基础架构的运行，所以加速创新来减少运维成本对保持企业竞争力具有重要作用，CIO 们为此面临着巨大压力。

由于数据持续的增长，IT 部门不断地在处理与变更相关的需求，包括存储扩容，存

储集中，存储整合，设备更新换代，满足互操作性要求等等。在 IT 设备平均四到五年的生命周期中，数据迁移将会多次发生。

数据迁移带来的挑战

- 迁移项目开销通常是企业设备采购成本的两倍，以平均四年的设备使用寿命计算，每年的迁移项目开销为设备采购成本的 50%左右
- 数据迁移过程平均每台服务器需要四到六小时，其中 70%的时间用于规划，30%用于执行
- 迁移过程通常需要停机窗口，还包括存储网络重新配置以及服务器重新启动等
- 企业在数据迁移期间最担心的两个问题是迁移过程超时影响业务，以及相关的费用超过了预算，而导致超时及超预算的主要原因是人员经验不足

解决之道

借助提供的无中断数据迁移方案（NDM），用户将告别停机窗口。无中断数据迁移的技术核心是在高端存储系统 VSP 中引入了虚拟存储的概念（vDKC）。虚拟存储实际上是物理存储中的一组逻辑资源，虚拟存储的信息包括了虚拟的设备序列号、WWN、SSID，以及数据卷 LDEV 地址信息，由于源存储及目标存储中的虚拟存储使用了完全相同的信息，因此，服务器不会察觉到所使用的资源实际上是分布在不同的存储设备中。

借助虚拟存储的概念，数据源存储设备的 ID 被完整地复制到数据目标存储设备上，而服务器无法察觉存储设备物理身份的变化，这一过程对任何操作系统、虚拟机监控程序，服务器、服务器的路径管理软件，服务器集群软件以及存储网络连接等都是透明的。

不仅如此，NDM 相比同类产品对源数据卷的不同类别支持具有局限性问题，比如：数据迁移不支持数据克隆卷、数据快照卷、远程复制卷等等，NDM 可以支持将具有复制关系的数据卷进行完整迁移，迁移后复制关系得到保留，用户无须因为数据迁移而不得不重新建立数据复制关系，而且重新完成数据的初始复制，从而能够满足多样的存储环境，大幅压缩迁移所消耗的时间。

在大型企业中，一台服务器通常连接多台存储设备，NDM 帮助客户实现了迁移过程的无中断和简化，相对业内用于数据迁移的平均人力开销和费用，可大幅节省 90%甚至更多。

比较优势

	NDM	存储虚拟化	复制技术	基于服务器方式
停机窗口	无	<30 分钟	2 到 3 小时	2 小时(2 次中断)
停机次数	无	1	2	2
服务器性能影响	无	无	无	高
服务器集群支持	是	否	是	是
技术投入	中	高	高	低

结论

除此之外，VSP 系列还提供了丰富的数据迁移解决方案，包括

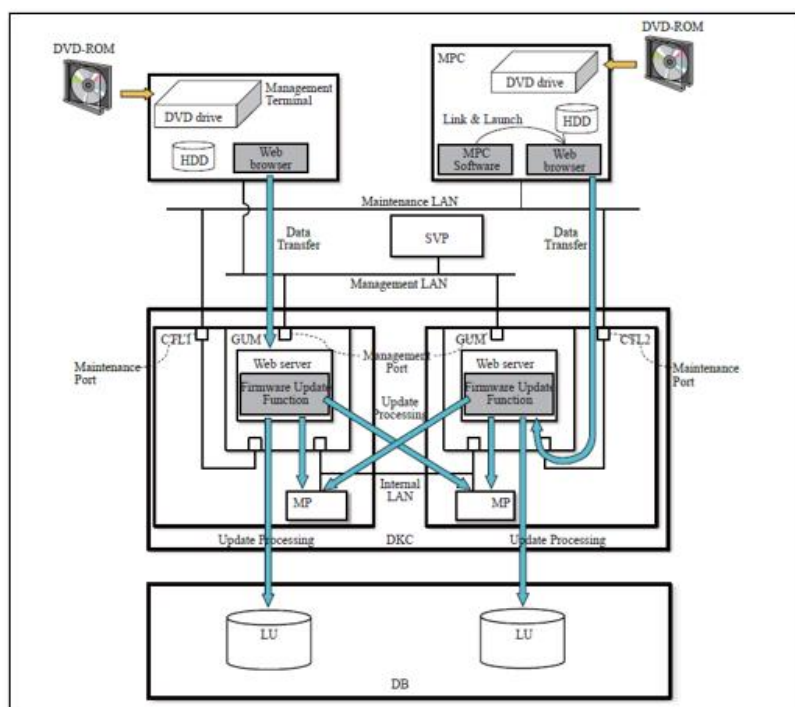
- 采用 GAD 进行与上一代 VSP 系列进行在线数据迁移
- 采用 UVM 对异构设备进行先虚拟化、后迁移的最短停机迁移方案；
- 采用 HUR 进行远距离数据迁移的方案等。

2.12 无中断微码升级

VSP E 系列支持不停机, 无中断, 控制器不重启的微码更新.

可以选择存储系统 1/2, 1/4, 1/8 核心进行升级.

微码更新流程和原理:



2.13 双活数据中心方案

通过虚拟存储的概念引入存储，在一台物理存储内允许用户按照业务和应用的要求定义多个 Virtual Storage Machine (VSM)，VSM 与一台存储类似，具备自己的存储 ID，设备序列号和端口 WWN，通过 VSM 的定义，能够有效提高存储资源利用率，并实现最大的架构、业务的灵活性。

VSP 通过 VSM 实现了 GAD 功能，GAD (Global-Active Device) 是利用 VSP 的虚拟控制器功能来实现水平扩展和设备双活（业务全部在线）。

主机识别 LUN 是通过控制器 ID 来识别，VDKC 是 VSP 上虚拟出来的一个虚拟控制器，它可以将多台存储底层的物理控制器虚拟成一个控制器，这样主机通过虚拟控制器访问后端磁盘资源时始终和一个控制器 ID 交互，无论后台存储如何变化，主机都不会有感知，从而实现了业务永远在线，双活等特性。

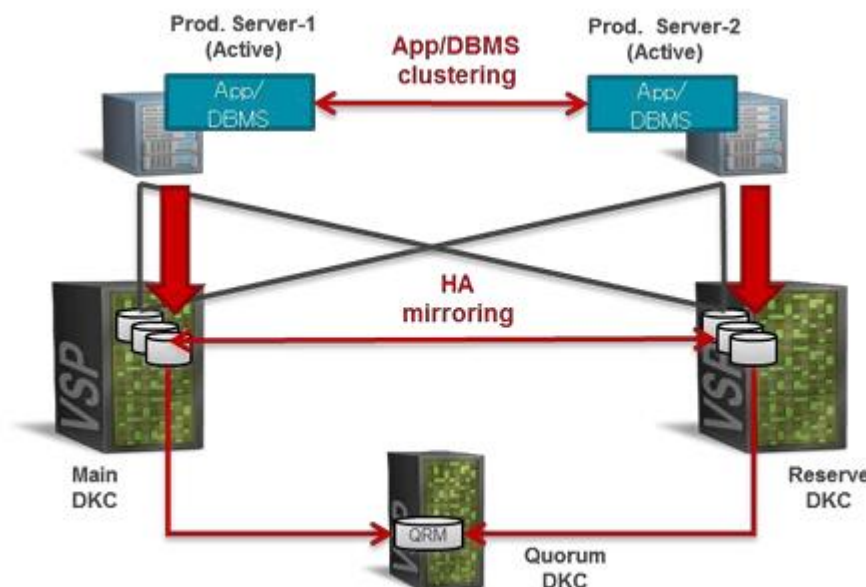
GAD 能实现双活数据中心，应用数据在两端同时写入 2 台存储，另外还需要一个 quorum 设备做仲裁判断，部署后应用层面有 cluster 进行高可靠连续性保护，数据层面有 GAD 进行高可靠连续性保护。

双活数据中心在数据读取时可以分开读取，即本地主机读取本地存储数据，降低延时，提升应用响应速度。

除上述功能实现之外，新一代 SVOS 中的 GAD 功能进行进一步扩展，包括：

- 最大支持距离达到 500KM；
- 全面支持各种数据链路技术的混合使用，提供业界最高的灵活性；
- 支持存储仲裁和虚拟机仲裁两种方式；

2.13.1 GAD 双活实现原理



GAD 双活的基本原理是通过两台 VSP 系列存储的物理 LUN（不同的 LUN ID）虚拟出同一个 LUN ID 的虚拟卷，把虚拟卷映射给同一个主机或同一组服务器集群。对于主机来讲，只是增加了一条 Path。利用多路径软件达到负载均衡的目的，自动实现到两个物理 LUN 的双写。主机可以对 Active-Active 架构双活存储平台的同一对镜像卷的同时读写访问

两个物理 LUN 的差异会通过两台 VSP 系列存储之间的协同机制保证数据的一致性。

GAD 基于微码实现双活，主机、交换机、存储整个 I/O 路径不需新增任何设备。GAD 技术在主机写 I/O 过程中不会增加任何的多余步骤，以轮询方式分别写 I/O 完成后才返回给主机，全程确保数据完整性，两台主机同时写同一个存储块时，会对写存储块加锁，保证数据的一致性。

主机写 I/O（GAD 状态为: Mirrored）: 当 GAD 卷的状态为已镜像时，PVOL 卷和 SVOL 卷的 I/O 模式为镜像。主端和从端都可以进行写操作，正常情况下，任意端存储接收到写 I/O 请求后，都执行双写，待两端存储全部写入成功后，再回复主机写成功，完成写 I/O 周期。

1. 主机可通过 HDLM 多路径软件来配置优选路径为本地的存储卷，首先发起写 I/O 请求，对 GAD 卷的写数据将写入本地存储卷；

-
2. 本地存储卷将接收到的写 I/O 同步镜像至远端存储卷；
 3. 远端存储卷收到写 I/O 后，完成写 I/O，并反馈结果至本地存储卷；
 4. 两端存储卷全部双写完成后，由本地存储卷反馈主机写完成。

通过双活镜像功能，在存储系统数据底层实现 RT0=0 且 RP0=0 级别的业务连续性保障。

3 新一代 VSP 系列存储系统软件配置

3.1 Foundation package（基础软件功能包）

作为基本软件包，其中包含了基本操作系统 SVOS, 本地复制（包含快照和克隆）、数据移动性（包含动态分层 HDT 和在线迁移 NDM），性能监控和分析包（HIAA）等。其中涵盖 Device Manager（设备管理），Dynamic Provisioning（精简供应），Dynamic Link Manager Advanced（多路径管理，无限并且包含 VMware），Storage Navigator（web GUI 管理），Virtual partition manager(虚拟分区管理)，Virtual Storage Machine enabled Resource Partition Manager（资源分区管理），Universal Volume Manager（存储虚拟化）以及数据压缩服务。下面对几大软件模块分别介绍：

3.1.1 SVOS 基础操作系统

Storage Virtualization Operating System 软件可统一并简化存储任务，从而优化运行效率和存储资源利用率。

Storage Virtualization Operating System 是一套适用于所有存储系统的通用管理工具，可提供以前软件提供的各种特性：Device Manager、Dynamic Link Manager Advanced、Storage Navigator 和 Resource Manager 实用程序包。它包括 Dynamic Provisioning 软件，以增加对自动精简预配置的支持，从而提高管理能力、性能和容量利用率。

Storage Virtualization Operating System 的主界面是 Device Manager 软件，它提供了直观易用的图形用户界面，可以集中管理 VSP E 系统和其他企业级存储系统。

这款软件还包含完整的命令行界面（CLI），利用 Device Manager 软件，Storage Virtualization Operating System 可提供用户视图、逻辑视图、物理视

图和主机管理视图，以便对主存储和二级存储进行预配置并实现存储池统一管理。它还可以对磁盘、端口和管理员进行多级安全管理，其报告功能可根据服务器或应用或实际存储类别利用率进行容量分析。

- Device Manager 为所有物理和虚拟存储系统提供了单一管理点，可作为集成其他系统的接口。
- Dynamic Provisioning 提供自动精简预配置，以便简化预配置操作、自动优化性能并节省存储空间。
- Dynamic Link Manager Advanced 通过集中管理提供先进的 SAN 多径配置。
- Storage Navigator 支持存储系统维护功能。
- Performance Monitor 提供直观图形界面，帮助规划性能配置、平衡工作负载、分析和优化存储系统性能。
- Resource Partitioning 支持 Virtual Storage Machine 管理。
- 基于存储系统的实用程序包括：LUN Manager/LUN Expansion, Virtual LVI/LUN Manager (Customized Volume Size), Volume Port Security and Volume Security Port Options, Audit Log, Command Control Interface (CCI), Volume Shadow Copy Service (VSS) support, Volume Shredder and Database Validator。

VSP E 系列外部连接的存储系统进行虚拟化的独特功能，可为异构存储创建单一的异构存储池。这可以简化存储管理、提高利用率和效率，改善服务水平、简化数据迁移，并可帮助企业满足监管达标要求。

VSP E 系列通过异构存储虚拟化的技术，可以使用统一的管理平台实现对 VSP E 系列内部和外部存储资源的统一管理，统一分配，可以按照应用系统的性能要求分配相应的存储资源。从主机的角度看，VSP E 系列内部存储资源和外部存储资源功能完全相同，而内部和外部存储资源之间的数据交换可以通过存储系统 VSP 本身的数据复制和数据迁移软件来完成。

通过存储分区技术可以对 VSP E 系列进行逻辑划分，可以多个逻辑虚拟存储系统（VSM）。每个虚拟存储系统都拥有独立的主机通道端口、CACHE、磁盘等资源。在 VSP E 系列和与之相连的外部存储设备中，通过逻辑分区功能可以使得应用系统的需求和分配给该应用的资源得到合理的调度和匹配，从而保证应用服务质量。

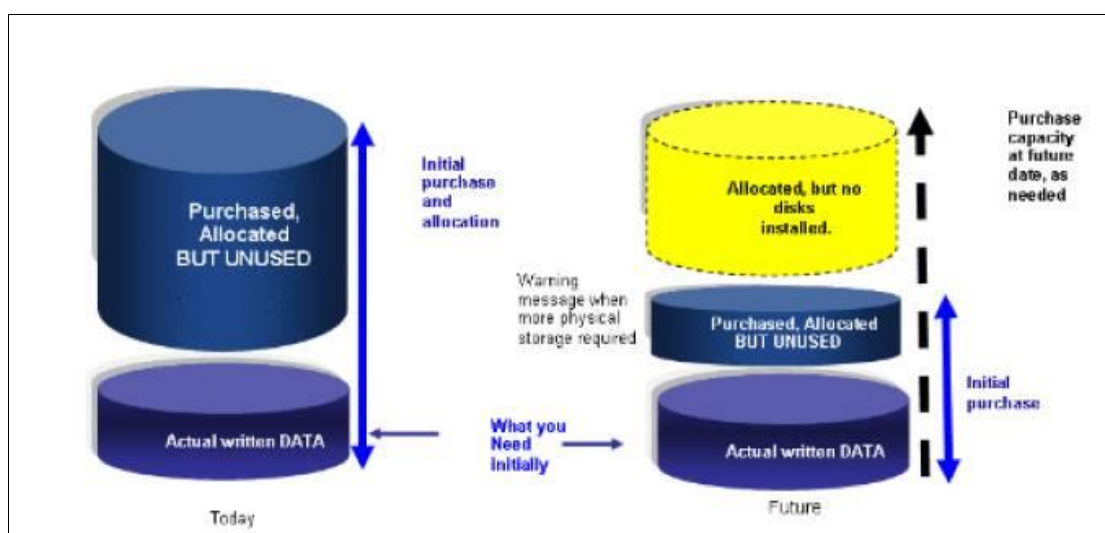
HDP (Dynamic Provisioning) 是一个新的高级精简动态供给软件产品，它可以是用户节省存储的采购成本，减少存储管理费用。

动态供给的特点：

动态供给使得用户可以将存储空间分配给应用系统，而这些存储空间在被使用前是没有真正的物理映射的。这种“按需”分配的方法意味着可分配的存储的空间可以超过实际的存储物理空间。当用户增加物理存储容量时，也不会打断应用系统的正常运行。动态供给具有了以下优点：

- 减少了初始安装成本，因为用户开始只需要购买必要的物理磁盘容量；
- 减少了因为改变存储系统和主机系统配置的管理费用和时间。

下图显示了购买和未购买 HDP 的差异：



购买与未购买 HDP 的采购成本对比示意图

左图显示了在安装 HDP 软件之前的采购成本更高。因为用户需要购买需要的物理磁盘容量来满足主机卷容量。这意味着大量存储在建设初期是闲置的，而且一年之后，用户必须重新配置存储，因为卷容量超过了 80%。

图中显示安装了 HDP 软件之后，开始的采购成本更低。这是因为其它物理磁盘可以在系统报警时再采购安装，这使得卷可以更有效的被使用。重新配置系统也不会影响应用系统的正常运行。

3.1.2 DATA MOBILITY（数据移动和灵活性）

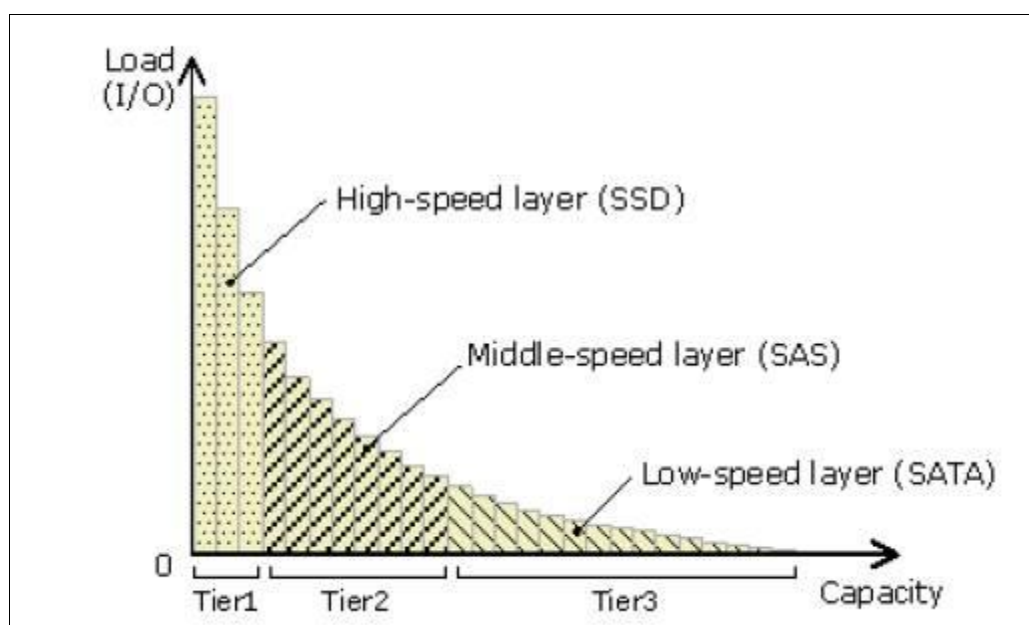
该软件包提供了系统内的数据移动性，提高数据的灵活性，按照移动的颗粒度和迁移策略分为两个产品： Dynamic Tiering（动态数据分层）， Tiered Storage Manager

(动态卷数据迁移)

动态分层技术 HDT (Dynamic Tiering), 允许客户在一个企业级存储里面, 同时选购多种类型的磁盘, 包括 SSD 盘、SAS 盘、SATA 盘以及外部卷, 这有助于提高存储设备的性价比。

动态分层的概念

动态分层, 可以使得主机卷的数据存储在一个存储池 (POOL) 里面的多层存储上。一个 POOL 里面可以有三个分层。HDT 根据数据访问频率来决定分层。访问频率高的页将被分配到高速分层, 访问频率低的页将被分配到低速分层。



HDT 动态分层架构示意图

HDT 的特点:

- 通过在同一台存储里面配置多种类型的磁盘以降低采购成本;
- 根据数据访问频率, 自动化的迁移数据到最适合的磁盘类型; 动态分层技术, 会将最经常访问到的数据, 迁移到更高速度的磁盘, 比如 SSD 盘, 也会自动的将很少访问的数据迁移到低速的磁盘如 SATA 盘上, 这样可以提升存储的整体效率。

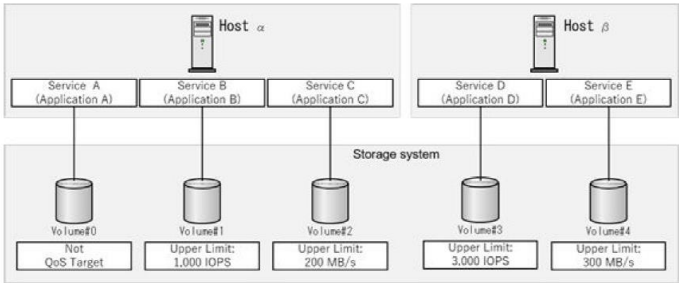
Tiered Storage Manager 软件采用互动方式让应用程序驱动的价格、性能和可用性要求与存储系统特性相匹配。Tiered Storage Manager 与 UVM 一起使用, 提供易于使用的界面在异构存储系统之间进行透明的不中断数据卷移动。Tiered

Storage Manager 软件使管理员能迅速预配置存储容量满足应用程序部署要求，然后利用多维存储层微调预配置。

- 支持在与 VSP E 相连的任何存储系统之间无缝透明移动数据卷
- 掩盖分层存储数据迁移的底层复杂性，不要求管理员掌握复杂的存储分析是如何操作的
- 根据一组强大的属性管理数据移动并使其自动化，包括成本、性能和
- 数据保护
- 简化存储基础架构优化任务，从而满足应用程序存储需求
- 便于在不中断应用程序的情况下微调存储预配置并排除故障

3.1.3 QoS（服务质量）

QoS 提供上限控制。当设置了上限值的卷发出 I/O 请求时，存储系统会检查该卷最近 1 秒的平均吞吐量。如果吞吐量达到（或超过）上限值，存储系统将停止卷的 I/O 处理，当吞吐量低于上限值时，存储系统将恢复卷的 I/O 处理。

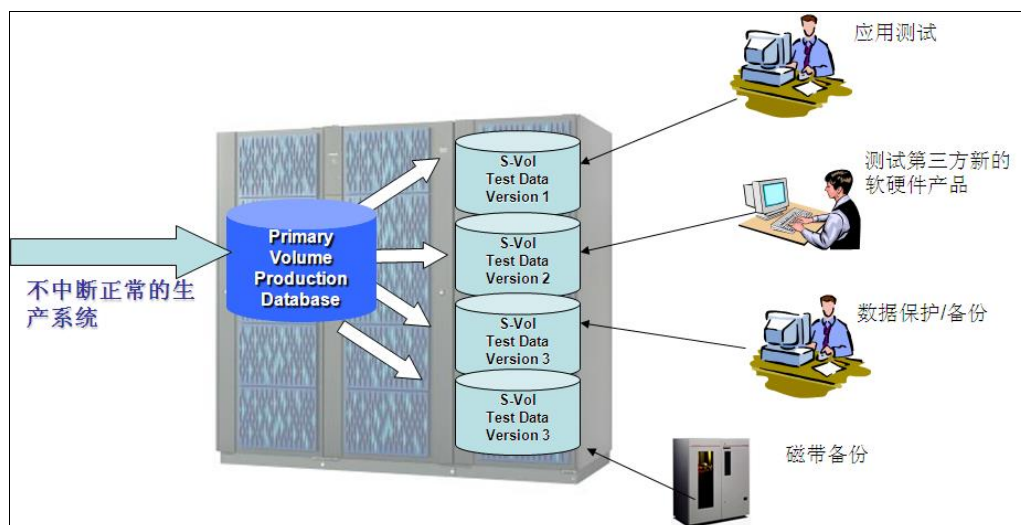


3.1.4 Local Replication（本地数据保护）

本软件包中包括： ShadowImage® Heterogeneous Replication， Replication Manager， Thin Image ；

ShadowImage 是公司基于存储系统内部运行的数据复制技术，无需主机资源参与，最大程度的发挥了软件的可用性；瞬间分离得到的多个数据备份拷贝，提供了用户并行处理联机业务、批量作业、应用开发、测试、数据分析和数据挖掘、快速恢复的解决方案，节约了生产主机宝贵的资源而处理其他重要的业务，革新了批量作业、磁带备份的新策略，给客户提供了最佳投资选择—最小的总拥有价值（TOC）

和最大化的投资回报。配合公司的 TrueCopy 和 Freedom 智能存储系统，为客户提供高度安全的、高度灵活的、高度统一的数据保护、容灾、数据备份的解决方案。



ShadowImage 内部镜像示意图

本地磁盘镜像功能与快速数据恢复：

- ShadowImage 是存储系统内部的数据复制技术，磁盘的镜像功能对于主机系统是不知情的处理，异步方式数据复制技术在不增加主机 I/O 响应时间的前提下，提供了逻辑卷的实时（异步方式）数据保护功能，提高了系统的可靠性
- 通过 ShadowImage，可以定义生产数据逻辑盘与备份逻辑盘的镜像复制关系，实时的（异步方式）保持 2 个逻辑磁盘的数据同步。可产生一个或多个与生产主机数据库所在的盘卷 (P-Vol) 完全相同的一个备份镜像卷 (S-Vol)，备份镜像卷中的数据和生产数据库中的数据完全相同。
- ShadowImage 是实时镜像写与盘组 RAID 保护，因此在同一存储系统内可得到 2 份或多份数据拷贝，并当存放生产数据盘组发生故障不能恢复运行时可通过备份卷的数据 (两边是实时一致的) 与切换地址定义恢复应用，相比磁带恢复方法，SI 有无可伦比的快速性、简便性、可靠性

PIT(Point in Time)拷贝的并行应用：

- ShadowImage PIT 解决方案为用户提供了业务并行处理的新思路和实际可行的操作流程，不但可以继续生产系统的运行，还可以同时处理以前无法并行处理的业务，极大的提高了生产效率和生产力
- 缩短了应用测试过程中环境准备、测试失败后的数据恢复的时间和周期，

通过 SI 的瞬间分离技术、本地镜像、多个 PIT 拷贝等功能，上述复杂、麻烦、危险性极高的操作可以快速、安全的实施

- SI 的 PIT 拷贝解决方案可以帮助缩短应用开发周期，应用环境的准备瞬间可以获得，提高应用测试、开发的效率，加快产品创新周期，保持市场的竞争力，是系统程序员、数据库管理员的福音
- 解决了长期困扰用户的大量数据传输的问题。用户的数据分析和数据挖掘业务将无需耗费大量的时间进行生产数据、历史数据的传输与迁移，PIT 拷贝的使用可以保障客户快速、实时的分析营业数据，极大的提升了商业价值，是用户最好的投资回报

ShadowImage 是提供的独特系统件，既可以在主机上通过 CCI (Command Control Interface) 控制操作，也可以在存储系统本地的服务控制台 (SVP) 操作。它使主机系统和设备管理者能够在后台状态下，为主机处理的数据在存储系统内部实时创建可独立寻址的多 copy 卷。这些 copy 卷是应用数据存放的现用生产卷的镜像，可同时并行运行任务。一旦生产数据的 copy 卷建立后，通过命令可以与其生产卷分割开，应用系统数据库可通过生产卷继续做联机应用，与此同时，备份系统可利用 copy 卷进行备份、报表生成和应用开发测试等工作。

3.2 Advanced Package（高级软件功能包）

除 Foundation 之外，客户可以根据自己需要选择高级软件功能包或其中的一个或几个软件组合，构建远程容灾、双活、两地三中心等高级解决方案。以下对每个软件功能进行阐述。

3.2.1 Remote Replication（远程数据复制）

本软件包中包括了：TrueCopy®（远程同步数据复制），Universal Replicator（远程异步数据复制）。

TrueCopy 同步数据远程容灾解决方案是公司在全面分析各种操作系统、各种容灾技术、仔细研究客户对容灾的需求和理念之后，结合智能存储系统的特点推出的数据远程容灾解决方案；彻底解决长期困扰用户的、难于进行容灾方案的真实演练、真实数据测试的问题，最大限度的减少数据丢失问题；TrueCopy 是基于磁盘存储系统运行的软件包，不依赖任何的主机操作系统和其他第三方厂商软件，为用户

提供了最安全、最开放、最经济、最实用的远程容灾解决方案。

- TrueCopy Sync 同步数据拷贝软件，为用户的任何数据提供了实时的、同步的远程“镜像”保护功能
- TrueCopy Sync 软件支持开放系统和 OS390 系统环境

TrueCopy Synchronous 远程容灾同步方式数据备份软件的 IO 同步过程示意图如下：

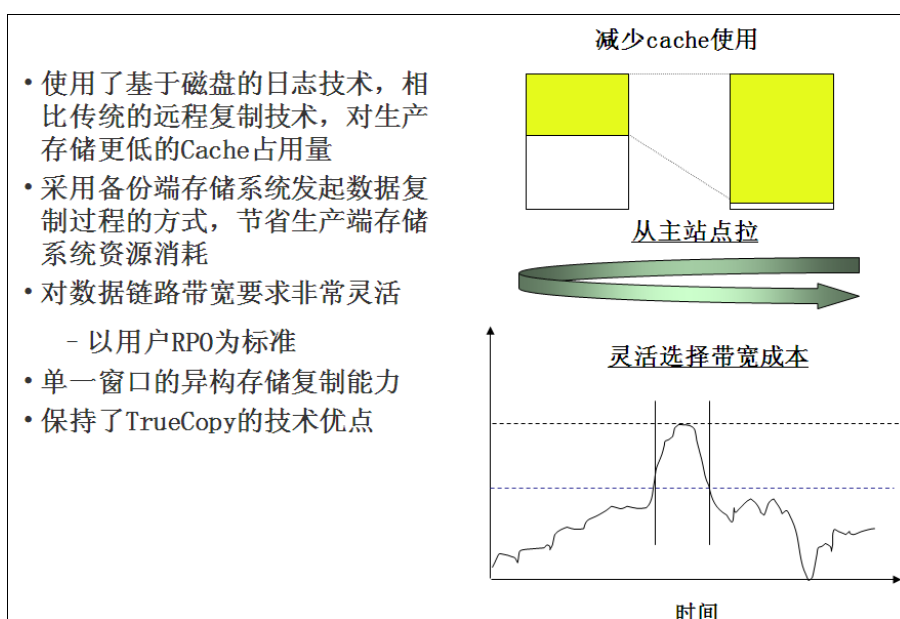


Truecopy 实时同步示意图

- 远端的数据拷贝与本地的数据拷贝或生产数据永远保持一致，远端拷贝永远是本地数据盘的“镜像”
- 备份存储系统总是与生产存储系统数据同步，本地存储系统与备份端存储系统同步进行相同的 I/O 更新，备份端存储系统在更新时总是与生产端存储系统保持完全一致的顺序，以保证数据的一致性和完整性。当生产中心发生灾难时，不会出现数据丢失。
- 不依赖于主机系统、文件系统、数据库系统，基于存储系统的工作机制，利用存储系统控制器的控制台来启动、监控、控制远程数据备份的操作。节省主机系统的 CPU 资源，提供用户开放的高可用性
- 任何厂商的同步处理方式对应用系统的响应时间都会有冲击。在进行远程数据备份时，生产主机的应用程序系统发出写 I/O 指令，生产中心的存储系统同时向本地磁盘和备份端的存储系统发出写操作的指令，必须等候备份端存储系统回复写操作完成以后，生产中心的存储系统才向主机应用程序回复 I/O 完成，因此主机应用程序每次 I/O 将承受备份端存储系统 I/O 确认的延迟，以及由此带来的主机系统处理能力降低和资源消耗的冲击。
- 受应用系统 I/O 读写的活动频率、网络带宽、可以容忍的交易响应时间和其他因素的影响，远程同步工作方式有距离的限制，一般小于 25 公里

通用复制软件 Universal Replicator，是基于最新一代的通用存储平台实现的异步远程数据复制软件。通过通用存储平台的虚拟化功能，通用复制软件可以实现同构或异构存储系统之间的远程数据复制功能。

目前，的 UR 软件其独有的时间戳(Timestamp)和一致性组(Consistency Group)技术，是目前存储业界唯一可行且安全的存储系统之间的异步数据备份方案，保证异步处理方式下的数据一致性和完整性，最大程度的减少数据的丢失，并被广大用户采用。它可以在重复发生的灾难中保护数据，在任何远的距离保持数据库记录被修改顺序的完整性。



HUR 异步复制技术优势

同时，通用复制软件采用基于磁盘日志文件的技术，可以保证远程数据的一致性和完整性，同时，极大的降低了存储系统 CACHE 和通信链路带宽的需求。它是对原有的异步远程复制软件的补充。

当服务器端发出一个写操作时，写 I/O 按照写发生的顺序保存在主存储系统的日志卷(JNL)中，远端的存储系统通过发出读日志命令从主存储系统的日志卷(JNL)中读取记录并将其写到本地的日志卷(JNL)中，然后将该记录更新到本地的数据卷中。

在异步远程数据复制时，如何保证远端存储系统的数据一致性是一个非常重要的课题。通用复制软件通过时间戳和顺序号技术，保证了在远端的存储系统中接收到的记录能够按照其写操作的发生顺序更新到远端的存储系统数据卷中。而这种技术已经在原有的远程数据复制软件中使用，并已经经过实践证明。同时，通用复制

软件还支持数据一致性组技术，可以保证跨多数据卷的数据的完整性和一致性。

通用复制软件引入了 pull（拉）机制实现数据的复制，使用这种技术，主存储系统不需要特定的资源将数据推（Push）到远程存储系统中，而是远程存储系统到本地存储系统来读日志卷。这样就解除了主存储系统用于数据远程复制的资源消耗，使得主存储系统的资源 100%的服务于生产系统，从而提高了存储系统的性能。

通用复制软件也节省了通信链路的带宽需求，在传统的数据远程复制环境下，通信链路的带宽需求不够，则数据会累积在存储系统的 CACHE 中，当 CACHE 资源不够时，远程数据复制过程中断。采用基于磁盘日志方式的通用复制软件，可以利用磁盘日志文件缓冲对带宽的瞬时高需求，从而可以避免由于瞬间的高带宽需求造成的远程数据复制的挂起。

通用复制软件也有效的解决了在数据复制过程中的重新同步过程中的数据不一致性问题。在传统的复制方式下，当数据链路的原因造成数据不能够复制，数据远程复制自动挂起，同时对生产端存储系统的数据更新保存在存储系统的 Bitmap 表中，当链路恢复后，存储系统根据 Bitmap 表中的记录信息将更新过的磁道复制到备份端的存储系统，而在这个过程中备份端的存储系统的数据一致性是不能保证的，这就是数据复制的重新同步问题。由于通用数据复制软件采用基于磁盘日志的工作方式，当数据链路断开后，对数据的更新仍然按顺序保存在磁盘日志中，这样，当链路恢复后，的通用复制软件仍然到生产端存储系统的日志文件中读取数据更新记录，这样就解决了数据的重新同步问题。

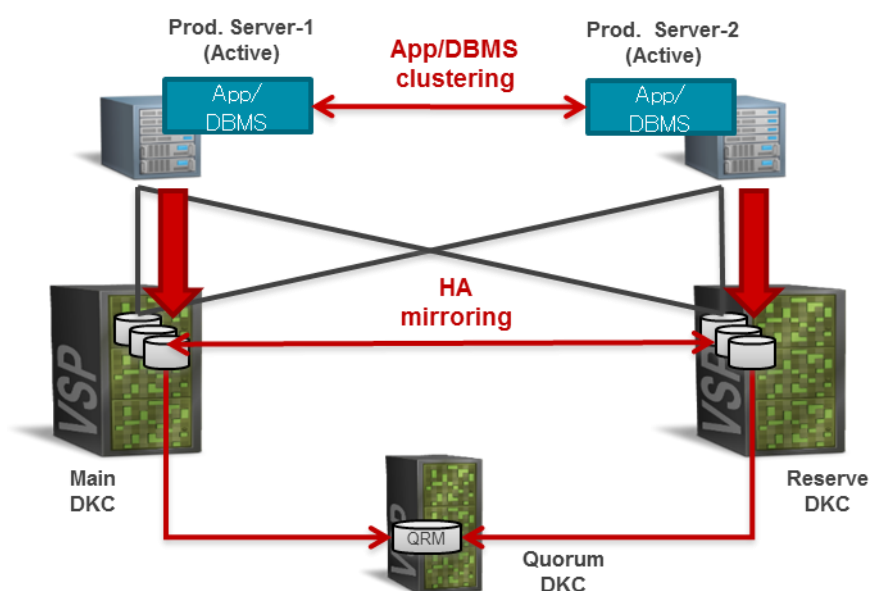
由于通用复制软件是基于通用存储平台实现的数据远程异步复制功能，由于通用存储平台可以支持异构的存储系统连接和虚拟化，所以通用复制软件可以实现异构的存储系统之间的数据远程异步复制功能。

3.2.2 Global Active Device（双活存储集群软件包）

本软件包中包括： Global Active Device（全局活跃设备软件）， Replication Manager（复制管理）；

通过 VSM（存储虚拟机）实现 GAD（Global-Active Device）设备双活功能（业务全部在线）。

主机识别 LUN 是通过控制器 ID 来识别，VDKC 是 VSP E 系列上虚拟出来的一个虚拟控制器，它可以将多台存储底层的物理控制器虚拟成一个控制器，这样主机通过虚拟控制器访问后端磁盘资源时始终和一个控制器 ID 交互，无论后台存储如何变化，主机都不会有感知，从而实现了业务永远在线，双活等特性。

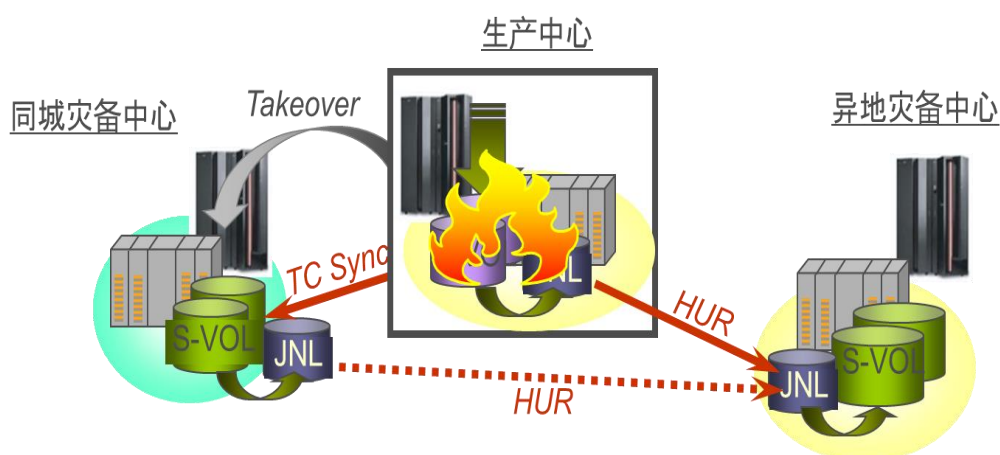


如上图所示，GAD 能实现双活数据中心，应用数据在两端同时写入 2 台存储，另外还需要一个 quorum 设备做仲裁判断。按照上述部署之后，能够实现业务永远在线，其中应用层面有 cluster 软件进行高可靠连续性保护，数据层面有 GAD 进行高可靠连续性保护。

双活数据中心在数据读取时可以分开读取，即本地主机读取本地存储数据，降低延时，提升应用响应速度。

3.2.3 容灾扩展：两地三中心

除标准两点的同步、异步复制之外，支持最高业务连续性方案闭环两地三中心方案。在此方案中，任何一个点的故障不仅不会引起数据服务停止，而且仍然具备两点的保护机制，该方案是国内各大金融机构、大型企业和政府部门对关键业务首选方案。



3.3 Ops Center 设备管理套件

提供了随业务增长而扩展的灵活的基于的设备管理解决方案：Ops Center 设备管理套件。无论是单个阵列还是更大的环境，Ops Center 通过完整的编排和优化工具都能满足客户的独特需求并不断演进以适应未来的发展。通常，VSP 系列存储系统基于 SVOS 基础操作系统的嵌入式管理能力非常适合单系统环境，同时客户也可以选择 VSP 系列存储系统缺省配置的 Ops Center 同时对 VSP E 系列，VSP G/F 系列存储系统以及其它主流存储设备提供全面的管理、分析、自动化和数据保护。

SVOS 基础操作系统的嵌入式管理为 VSP 系列存储系统提供了简化、快速系统配置和设置能力，能够在数分钟内完成存储配置，并提供基于阵列的监控，用于进行基础的故障排除。而 Ops Center 是一个集成的存储管理平台，其中包括配置、分析、自动化和数据保护，旨在提供更简化的存储管理方法。Ops Center 设备管理功能套件由 Administrator/Analysor/ Automator/ Protector 四个独立的功能软件组成。

Ops Center Automator 可协调 VSP 系列存储资源的敏捷交付，从而实现类似云的 IT 资源交付模式。这种方法可根据最佳实践快速部署新的基础架构资源，并确保一致的数据弹性策略。Ops Center 整合了所需的管理工具，可自动交付资源，降低运营支出 (opex)，并提高 VSP E 系列存储环境的 IT 运营效率。

Ops Center 设备管理功能套件由 Administrator/Analysor/ Automator/ Protector 四个独立的功能软件组成。

3.3.1 Ops Center Administrator

Ops Administrator 极大简化了针对多台 VSP 系列存储系统或其它主流品牌存储设备的日常运行、优化和管理工作，客户可以集中精力开展创新和具有战略意义的业务。

最小化横向扩展复杂性

- 所有节点都是相等的选项卡，从而简化管理并节省时间 75%

快速故障解决

- 中央仪表板为所有节点提供警报，以加快问题识别速度

自动化 IT 管理

- 允许其它自动化工具通过 API 接口直接管理和配置存储

导航式部署

- 客户可通过统一的引导界面快速部署存储系统, SAN 交换机和服务器资源

3.3.2 Ops Center Analyzer

要从大型应用环境中找出“问题设备”，用户必须跟踪环境中普遍存在的资源的相关性。

分析共享资源显示瓶颈资源和用户资源相对于瓶颈资源的性能图表。用户可以在一个屏幕中比较这两个图表，并查看其他用户资源是否导致瓶颈成为“问题设备”。

Ops Center Analyzer 具备机器学习能力，可连续检测从虚拟机（VM）到存储的整个数据路径性能监控分析功能，实现存储和其连接的 SAN 交换机、X86 服务器/VMware 虚拟机的性能监控分析。可提供 X86 服务器/VMware 虚拟机-SAN 交换机-存储设备的故障相关性分析视图，能以全路径方式显示与故障告警相关的虚拟机、SAN 交换机端口、存储设备（含处理器、缓存、磁盘组状态）的连接拓扑和全路径上所有虚拟机及设备相关告警，显示历史配置变更，设备历史性能等信息，以确保资源满足关键任务型应用所需的服务等级协议（SLA）。

如果数据路径中某个设备出现了性能瓶颈问题，Ops Center Analyzer 可以识别、诊断并指定建议的更改措施以快速解决问题。该软件还提供了预测分析能力，以简化复杂的决策过程，从而更好地规划未来的存储需求或者优化服务质量

(QoS)。

3.3.3 Ops Center Automator

Ops Center Automator 通过集中管理和自动部署虚拟机、网络、存储和数据安全，将数据中心运营速度提高 70%。此外，自动化可以消除防止数据保护等错误。

The Automator 具有 API 集成，可与现有业务流程和票证工具（如 Ansible、Terraform、...）

3.3.4 Ops Center Protector

Ops Center Protector 旨在自动化并保护数据的所有副本，提供一种集成的方式来解决业务副本数据管理挑战的所有方面。

管理复制数据不是数据中心的独立任务。运营中心保护器是与存储网络和内容产品组合密切合作的编排层。

Ops Center Protector 不仅仅是一个恢复解决方案，它可以根据存储系统的数据复制技术（包括快照、克隆和复制）自动和编排数据副本。它是一种复制数据管理（CDM）解决方案，基于 VSP 系列存储系统的数据复制机制并提供现代化的统一数据保护、恢复和保留方法。

通过 Ops Center Protecto 集成的内部调度系统，客户可临时或定期地规划某些操作（快照操作等）的自动执行，也可以通过 REST API 命令使用第三方调度程序执行这些操作。

Ops Center Protector 提供三种不同类型的数据复制流程化管理功能：

- 基于主机：连续数据保护（CDP）、批处理备份、存档、软件快照、存储库复制、重复数据消除、BMR 等。
- 基于存储（块）：控制和部署精简映像快照、ShadowImage 克隆、TrueCopy 同步复制、HUR 异步复制和 GAD 全局活动设备配置。
- 基于存储（文件）：目录克隆和文件复制

Ops Center Protector 为存储解决方案的使用用户提供易于使用的关键特性，其基于工作流的用户界面允许 IT 人员识别数据在其生命周期中实际如何移动，并在软件应用程序中以图形方式表示数据。这使得用户能够轻松了解其当前的数据保护系统，并便于在需要时进行必要的调整。 workflow 强调向存储管理员和应用程序

所有者提供的帮助，作为理解其数据如何受到保护的逻辑和图形方式。

一旦数据复制成功，客户可以通过图形界面来监督和控制这些复制（快照、克隆、同步复制、异步复制、群集活动/活动配置）。

4 VSP E 系列产品技术指标

4.1 技术参数

型号		VSP E590 (2U Controller)	VSP E790 (2U Controller)	VSP E1090 (4U Controller)
性能	IOPS	400 万	680 万	840 万
最大磁盘扩展	Internal drive	24×NVMe+528×SAS SSD/HDD		96 (NVMe drive box) 864 (SAS drive box) 960 (LFF drive box)
磁盘容量	NVMe drive	1.9 TB/3.8 TB/7.6 TB/15 TB/30TB (TLC)		
	SAS Drive	SAS SSD: 1.9 TB/3.8 TB/7.6 TB/15 TB/30TB		
	SAS Drive	SAS HDD: 2.4TB/6 TB/10 TB/14 TB/18 TB		SAS HDD: 2.4TB/6 TB/14 TB/18 TB
最大容量	Internal storage of disk array system (Physical)	7.94 PB/10.62 PB	7.94 PB/10.62 PB	26 PB
	External storage of disk array system (Logical)	144PB	216PB	287 PB

缓存容量		384 or 768GiB	768GiB	1024 GiB
主机通道	最大 端口数量	24 x FC 12 x iSCSI		80 x FC-NVMe 80 x FC 40 x iSCSI
	端口类型	FC: 32Gb/s FC: 16Gb/s iSCSI: 10Gb/s iSCSI: 25Gb/s		FC-NVMe: 32Gb/s FC: 32Gb/s FC: 16Gb/s iSCSI: 10Gb/s iSCSI: 25Gb/s
控制器规格	尺寸	高度 2U, 3.5" (87 mm) 宽度 19.0" (482 mm) 深度 33.6" (852mm)		高度 4U, 6.9" (175 mm) 宽度 19.0" (483 mm) 深度 31.8" (809 mm)
	控制器 最大重量	48 kg		75 kg
RAID 保护		RAID6 (6D+2P, 12D+2P, 14D+2P) RAID5 (3D+1P, 4D+1P, 6D+1P, 7D+1P) RAID1 (2D+2D, 4D+4D)		
每个集群的最大控制器节点数		65 节点./130 控制器		
最大卷容量		256TB		
最大卷数量		32,768	49,152	65,280
快照数量		1024 per LUN; (1,048,575 per system)		
Control PCB 在线更换		Supported		
Cache Memory 在线更换		Supported		
Cache Flash Memory 在线更换		Supported		
Power Supply, Fan 在线更换		Supported		

Microcode 在线更换	Supported
----------------	-----------

4.2 可用性

项目	说明
100%可用性保障	全系列，包括 E 系列所有型号
不停机的组件替换	主要现场可更换单元
不停机的热插拔磁盘	是
不停机的微码更新	是
不停机的数据迁移	是
主机透明数据迁移	是
业务无感知的存储设备切换	是，可以在存储系统（包括第三方存储系统）之间移动、复制和迁移数据，同时不会中断应用访问以及本地和远程复制关系
保证 100% 数据可用性	是
持续磁盘后台检查	是
主机故障切换	Dynamic Link Manager 软件或第三方多路径软件
将高速缓存备份到 SSD	是
热备磁盘数量（最小/最大）	1-64
远程维护	Hi-Track® “call-home” 服务

4.3 能耗、散热、通风

下表提供了 VSP E 系列 存储系统的电气规格、供电要求。

E590/790

input power specifications		
Item	Component	Specification
Rated power	Controller	1,1960 V
Input power ¹	Controller	Single-phase AC 50 Hz/60 Hz 200 V to 240 V
Input current ^{1,2}	Controller	9.8 A
Steady current ³	Controller	4.9 A
Leakage current	Controller	1.75 mA
Inrush current	Controller	1st (0-p): 30 A 2nd (0-p): 20 A 1st (0-p) time: 25 ms
Power cord plug type	Controller	IEC60320 C14 
Notes: 1. When planning the air-conditioning equipment and power-supply system, use the multiplied value of [Input Power] × [Input Current]. 2. The maximum current of AC input is not a redundant configuration. 3. The maximum current of AC input is a redundant configuration.		

Input voltage and input frequency requirements

Frequency	Input Voltage (AC)	Conditions	Tolerance (%)
60 Hz $\pm$ 2 Hz	200 V to 240 V	1 phase 2 wire + ground	+10% or -11%
50 Hz $\pm$ 3 Hz	200 V to 240 V	1 phase 2 wire + ground	+10% or -11%
60 Hz $\pm$ 2 Hz	100 V to 120 V	1 phase 2 wire + ground	+10% or -11%
50 Hz $\pm$ 3 Hz	100 V to 120 V	1 phase 2 wire + ground	+10% or -11%

Input power specifications

Input power specifications

Item	Component	Specification
Rated power	Controller	1,600 VA
	Drive tray	800 VA
Input power ¹	Controller	Single-phase AC 50 Hz/60 Hz
	Drive tray	200 V to 240 V
Input current ^{1,2}	Controller	8.0 A
	Drive tray	4.0 A
Steady current ³	Controller	4.0 A
	Drive tray	2.0 A
Leakage current	Controller	1.75 mA
	Drive tray	
Inrush current	Controller	1st (0-p): 30 A 2nd (0-p): 20 A 1st (0-p) time: 25 ms
	Drive tray	1st (0-p): 30 A 2nd (0-p): 25 A 1st (0-p) time: 25 ms
Power cord plug type	Controller	IEC60320 C14 
	Drive tray	

Notes:

1. When planning the air-conditioning equipment and power-supply system, use the multiplied value of [Input Power] × [Input Current].

2. The maximum current of AC input is not a redundant configuration.

3. The maximum current of AC input is a redundant configuration.

散热、通风示意图：

