

Dell EMC VMAX 全闪存产品指南

VMAX 250F、450F、850F、950F，配备
HYPERMAX OS

Revision 12

September 2019

版权所有 © 2016-2019 Dell Inc. or its subsidiaries. 保留所有权利。

戴尔确信本出版物在发布之日内容准确无误。本出版物中的信息可随时更改而不另行通知。

本出版物的内容按“原样”提供。戴尔对本出版物的内容不提供任何形式的陈述或担保，明确拒绝对有特定目的的适销性或适用性进行默示担保。使用、复制或分发本出版物所描述的任何戴尔软件都要有相应的软件许可证。

Dell Technologies、Dell、EMC、Dell EMC 和其他商标为 Dell Inc. 或其子公司的商标。其他商标可能是其各自所有者的资产。中国印刷。

Dell EMC

北京市朝阳区朝阳门外大街 18 号 丰联广场大厦 5 层 511 单元 邮编：100020
电话：(8610) 8438 6000 传真：(8610) 8453 8174 售前服务热线：400 650 6006
www.DellEMC.com/zh-cn/index.htm

目录

图		7
表		9
	前言	11
	修订历史记录.....	17
第 1 章	配备 HYPERMAX OS 的 VMAX 全闪存	19
	配备 HYPERMAX 操作系统的 VMAX 全闪存简介.....	20
	VMAX 全闪存硬件规格.....	22
	软件包.....	23
	HYPERMAX OS.....	25
	HYPERMAX OS 5977.1125.1125 新增功能.....	25
	HYPERMAX OS 仿真.....	26
	容器应用程序.....	27
	数据保护和完整性.....	30
	线内压缩.....	36
第 2 章	管理接口	39
	管理界面版本.....	40
	Unisphere for VMAX.....	40
	Workload Planner.....	40
	FAST Array Advisor.....	41
	Unisphere 360.....	41
	Solutions Enabler.....	41
	Mainframe Enablers.....	41
	地理位置分散的灾难重启 (GDDR).....	42
	SMI-S Provider.....	42
	VASA Provider.....	43
	eNAS 管理界面.....	43
	存储资源管理 (SRM).....	43
	vStorage APIs for Array Integration.....	43
	SRDF Adapter for VMware vCenter Site Recovery Manager.....	44
	SRDF/Cluster Enabler.....	44
	Product Suite for z/TPF.....	44
	SRDF/TimeFinder Manager for IBM i.....	45
	AppSync.....	45
第 3 章	开放式系统功能	47
	面向开放式系统的 HYPERMAX OS 支持.....	48
	使用 ProtectPoint 和 Data Domain 进行备份和恢复.....	48
	备份.....	48
	恢复.....	49
	ProtectPoint 代理.....	49
	用于 ProtectPoint 备份和恢复的功能.....	50
	ProtectPoint 和传统备份.....	50

	更多信息.....	50
	VMware 虚拟卷.....	50
	vVol 组件.....	50
	vVol 可扩展性.....	51
	vVol workflow.....	52
第 4 章	大型机功能	53
	HYPERMAX 操作系统支持大型机.....	54
	IBM z Systems 功能支持.....	54
	IBM 2107 支持.....	55
	逻辑控制单元功能.....	55
	磁盘驱动器仿真.....	56
	级联配置.....	56
第 5 章	资源调配	57
	精简资源调配.....	58
	精简资源调配的预配置.....	58
	精简设备 (TDEV).....	59
	精简设备超额订阅.....	59
	打开特定于系统的资源调配.....	59
	CloudArray 作为外部层.....	61
第 6 章	使用 TimeFinder 进行本机本地复制	63
	关于 TimeFinder.....	64
	与传统 TimeFinder 产品的互操作性.....	65
	无目标快照.....	65
	安全快照.....	65
	从链接目标调配多个环境.....	66
	级联快照.....	66
	访问时间点拷贝.....	67
	大型机 SnapVX 和 zDP.....	67
第 7 章	远程复制	69
	通过 SRDF 执行本机远程复制.....	70
	SRDF 2 站点解决方案.....	71
	SRDF 多站点解决方案.....	73
	系列间兼容性.....	74
	SRDF 设备对.....	74
	动态设备属性.....	78
	SRDF 操作模式.....	79
	SRDF 组.....	80
	控制器板、链路和端口.....	81
	SRDF 一致性.....	81
	数据迁移.....	81
	更多信息.....	82
	SRDF/Metro.....	84
	部署选项.....	84
	SRDF/Metro 弹性.....	84
	灾难恢复工具.....	86
	更多信息.....	87
	RecoverPoint.....	87
	使用 eNAS 进行远程复制.....	87

第 8 章	混合本地和远程复制	89
	SRDF 和 TimeFinder 的集成.....	90
	TimeFinder 操作中的 R1 和 R2 设备.....	90
	SRDF/AR.....	90
	SRDF/AR 2 站点配置.....	91
	SRDF/AR 3 站点配置.....	92
	TimeFinder 和 SRDF/A.....	92
	TimeFinder 和 SRDF/S.....	93
第 9 章	数据迁移	95
	概述.....	96
	开放式系统的数据迁移.....	97
	无中断迁移概述.....	97
	Open Replicator.....	101
	PowerPath Migration Enabler.....	102
	使用 SRDF/Data Mobility 进行数据迁移.....	102
	空间回收和零空间回收.....	103
	针对大型机的数据迁移.....	103
	使用 z/OS Migrator 进行卷迁移.....	104
	使用 z/OS Migrator 进行数据集迁移.....	104
第 10 章	CloudArray for VMAX 全闪存	107
	关于 CloudArray.....	108
	CloudArray 物理应用装置.....	108
	云提供商连接.....	109
	动态缓存.....	109
	安全性和数据完整性.....	109
	管理.....	109
附录 A	大型机错误报告	111
	大型机主机的错误报告.....	112
	SIM 严重性报告.....	112
	环境错误.....	113
	操作员消息.....	115
附录 B	许可	117
	电子许可.....	118
	容量测量.....	118
	开放式系统许可证.....	120
	许可证套件.....	120
	单个许可证.....	123
	生态系统许可证.....	123



1	VMAX 全闪存纵向扩展和和横向扩展.....	21
2	D@RE 体系结构, 嵌入式.....	31
3	D@RE 体系结构, 外部.....	32
4	线内压缩和过量订阅.....	36
5	备份到 Data Domain 的操作期间的数据流.....	49
6	自动资源调配组.....	60
7	SnapVX 无目标快照.....	66
8	SnapVX 级联快照.....	66
9	zDP 操作.....	67
10	R1 和 R2 设备.....	75
11	并发 SRDF 中的 R11 设备.....	76
12	级联 SRDF 中的 R21 设备.....	77
13	级联和并发 SRDF/Star 中的 R22 设备.....	78
14	迁移数据和删除辅助 (R2) 阵列.....	82
15	SRDF/Metro.....	84
16	SRDF/Metro 的灾难恢复.....	86
17	SRDF/AR 2 站点解决方案.....	91
18	SRDF/AR 3 站点解决方案.....	92
19	无中断迁移分区.....	97
20	Open Replicator 热 (或实时) 拉入.....	102
21	Open Replicator 冷 (或时间点) 拉入.....	102
22	z/OS 卷迁移.....	104
23	z/OS Migrator 数据集迁移.....	104
24	CloudArray for VMAX 全闪存 部署.....	108
25	z/OS IEA480E 严重警报错误消息格式 (Call Home 故障)	115
26	z/OS IEA480E 服务警报错误消息格式 (磁盘适配器故障)	115
27	z/OS IEA480E 服务警报错误消息格式 (SRDF 组丢失/SIM 针对不相关资源呈现)	116
28	z/OS IEA480E 服务警报错误消息格式 (mirror-2 重新同步)	116
29	z/OS IEA480E 服务警报错误消息格式 (mirror-1 重新同步)	116
30	电子许可过程.....	118

表

1	内容中使用的印刷约定.....	15
2	修订历史记录.....	17
3	VMAX 全闪存软件功能/软件包的符号图例.....	23
4	每个型号的 VMAX 全闪存软件功能.....	23
5	HYPERMAX OS 仿真.....	26
6	eManagement 资源要求.....	27
7	eNAS 配置 (按阵列).....	29
8	Unisphere 任务.....	40
9	vVol 体系结构组件管理功能.....	51
10	特定于 vVol 的可扩展性.....	51
11	逻辑控制单元最大值.....	55
12	每个端口的最大 LPAR 数.....	55
13	RAID 选项.....	58
14	SRDF 2 站点解决方案.....	71
15	SRDF 多站点解决方案.....	73
16	SIM 严重性警报.....	112
17	报告为 SIM 消息的环境错误.....	113
18	VMAX 全闪存产品标题容量类型.....	119
19	VMAX 全闪存许可证套件.....	120
20	针对开放式系统环境的单个许可证.....	123
21	针对开放式系统环境的单个许可证.....	123

表

前言

作为改进其产品线的一项措施，Dell EMC 会定期发布其软件和硬件产品的修订版。因此，本文档中介绍的一些功能可能不被当前使用的软件或硬件的所有版本支持。产品发行说明提供了有关产品功能的最新信息。

如果某产品不能正常运作或其功能与本文档的描述不符，请与您的 Dell EMC 代表联系。

注意： 本文档在发布时准确。本文档的新版本可能会在 Dell EMC 在线支持网站 (<https://www.dell.com/support/home>) 上发布。请访问该网站以确认您使用的是本文档的最新版本。

用途

本文档介绍运行 HYPERMAX OS 5977 的 VMAX 全闪存 250F、450F、850F、950F 阵列的功能。

受众

本文档供客户和 Dell EMC 代表使用。

相关文档

以下文档组合包含与硬件平台相关的文档和管理软件与存储系统配置所需的手册。此外还列出了与 PowerMax VMAX 全闪存阵列交互的外部组件的文档。

硬件平台文档：

《配备 HYPERMAX OS 的 250F、450F、850F、950F 的 Dell EMC VMAX 全闪存现场规划指南》

提供有关配备 HYPERMAX 操作系统的 VMAX 250F、450F、850F、950F 购买和安装的规划信息。

《Dell EMC VMAX 交流电源连接最佳做法指南》

介绍确保给 VMAX3 系列阵列或 VMAX 全闪存阵列进行容错供电的最佳做法。

《Dell EMC VMAX 关闭/打开电源程序》

介绍如何关闭和打开 VMAX 系列阵列或 VMAX 全闪存阵列电源。

《Dell EMC VMAX 安全套件安装指南》

介绍如何在 VMAX3 系列阵列或 VMAX 全闪存阵列上安装安全套件。

《E-Lab™ Interoperability Navigator (ELN)》

提供基于 Web 的互操作性和解决方案搜索门户。您可以在 <https://elabnavigator.EMC.com> 上找到 ELN。

Unisphere 文档：

《《EMC Unisphere for VMAX Release Notes》(EMC Unisphere for VMAX 发行说明)》

介绍 Unisphere for VMAX 的新功能和任何已知限制。

《EMC Unisphere for VMAX 安装指南》

提供 Unisphere for VMAX 的安装说明。

《EMC Unisphere for VMAX 联机帮助》

介绍 Unisphere for VMAX 的概念和功能。

《EMC Unisphere for VMAX Performance Viewer 安装指南》

提供 Unisphere for VMAX Performance Viewer 的安装说明。

《EMC Unisphere for VMAX Database Storage Analyzer 联机帮助》

介绍 Unisphere for VMAX Database Storage Analyzer 的概念和功能。

《EMC Unisphere 360 for VMAX 发行说明》

介绍 Unisphere 360 for VMAX 的新功能和任何已知限制。

《EMC Unisphere 360 for VMAX 安装指南》

提供 Unisphere 360 for VMAX 的安装说明。

《EMC Unisphere 360 for VMAX 联机帮助》

介绍 Unisphere 360 for VMAX 的概念和功能。

Solutions Enabler 文档：

《Dell EMC Solutions Enabler、VSS Provider 和 SMI-S Provider 发行说明》

介绍新功能和任何已知限制。

《Dell EMC Solutions Enabler 安装和配置指南》

提供特定于主机的安装说明。

《Dell EMC Solutions Enabler CLI 参考指南》

记录随 Solutions Enabler 手册页提供的 SYMCLI 命令、守护程序、错误代码和选项文件参数。

《Dell EMC Solutions Enabler 阵列控制和管理 CLI 用户指南》

介绍如何为运行 HYPERMAX OS 和 PowerMaxOS 的阵列使用 SYMCLI 命令配置阵列控制、管理和迁移操作。

《Dell EMC Solutions Enabler 阵列控制和管理 CLI 用户指南》

介绍如何为运行 Enginuity 的阵列使用 SYMCLI 命令配置阵列控制、管理和迁移操作。

《Dell EMC Solutions Enabler SRDF 系列 CLI 用户指南》

介绍如何使用 SYMCLI 命令配置和管理 SRDF 环境。

《SRDF 系列间连接性信息》

定义可构成有效 SRDF 复制和 SRDF/Metro 配置，并且可参与无中断迁移 (NDM) 的 PowerMaxOS、HYPERMAX OS 和 Enginuity 版本。

《Dell EMC Solutions Enabler TimeFinder SnapVX CLI 用户指南》

介绍如何使用 SYMCLI 命令配置和管理 TimeFinder SnapVX 环境。

《Dell EMC Solutions Enabler SRM CLI 用户指南》

提供与各种数据对象和数据处理工具相关的存储资源管理 (SRM) 信息。

《Dell EMC SRDF/Metro vWitness 配置指南》

介绍如何使用 vWitness 安装、配置和管理 SRDF/Metro。

《Dell EMC Events and Alerts for PowerMax and VMAX 用户指南》

记录 SYMAPI 守护程序消息、异步错误和消息事件、SYMCLI 返回代码以及如何配置事件日志记录。

嵌入式 NAS (eNAS) 文档：

《EMC VMAX 嵌入式 NAS 发行说明》

介绍新功能，并标明当前版本中可能存在的任何已知功能限制和性能问题。

《《EMC VMAX Embedded NAS Quick Start Guide》(EMC VMAX 嵌入式 NAS 快速入门指南)》

介绍如何在 VMAX3 或 VMAX 全闪存存储系统上配置 eNAS。

《EMC VMAX 嵌入式 NAS 文件自动恢复 (带有 SRDF/S)》

介绍如何安装和使用 EMC File Auto Recovery with SRDF/S。

《Dell EMC PowerMax eNAS CLI 参考指南》

介绍所有 eNAS 命令的语法、错误代码和参数，为命令行用户和脚本编程人员提供参考。

ProtectPoint 文档：

《Dell EMC ProtectPoint 解决方案指南》

提供与各种数据对象和数据处理工具相关的 ProtectPoint 信息。

《Dell EMC 文件系统代理安装和管理指南》

显示了如何安装、配置和管理 ProtectPoint 文件系统代理。

《Dell EMC 数据库应用程序代理安装和管理指南》

显示如何安装、配置和管理 ProtectPoint 数据库应用程序代理。

《Dell EMC Microsoft 应用程序代理安装和管理指南》

说明了如何安装、配置和管理 ProtectPoint Microsoft 应用程序代理。

注意： ProtectPoint 已重命名为 Storage Direct，并且包含在 PowerProtect、Data Protection Suite for Apps 或 Data Protection Suite Enterprise Software Edition 中。

Mainframe Enablers 文档：

《Dell EMC Mainframe Enablers 安装和自定义指南》

介绍如何安装和配置 Mainframe Enablers 软件。

《Dell EMC Mainframe Enablers 发行说明》

介绍新功能和任何已知限制。

《Dell EMC Mainframe Enablers 消息指南》

介绍 Mainframe Enablers 软件生成的状态、警告和错误消息。

《Dell EMC Mainframe Enablers ResourcePak Base for z/OS 产品指南》

介绍如何使用 EMC Symmetrix Control Facility (EMCSCF) 配置 VMAX 系统控制和管理。

《Dell EMC Mainframe Enablers AutoSwap for z/OS 产品指南》

介绍在软件检测到计划内或计划外宕机时，如何使用 AutoSwap 执行 VMAX 系统之间的自动工作负载交换。

《Dell EMC Mainframe Enablers Consistency Groups for z/OS 产品指南》

介绍如何在发生雪崩式灾难时使用 Consistency Groups for z/OS (ConGroup) 确保 SRDF 远程拷贝的数据的一致性。

《Dell EMC Mainframe Enablers SRDF Host Component for z/OS 产品指南》

介绍如何使用 SRDF Host Component 控制和监视远程数据复制进程。

《Dell EMC Mainframe Enablers TimeFinder SnapVX 和 zDP 产品指南》

介绍如何使用 TimeFinder SnapVX 和 zDP 创建和管理空间高效的无目标快照。

《Dell EMC Mainframe Enablers TimeFinder/Clone Mainframe Snap Facility 产品指南》

介绍如何使用 TimeFinder/Clone、TimeFinder/Snap 和 TimeFinder/CG 控制和监视本地数据复制进程。

《Dell EMC Mainframe Enablers TimeFinder/Mirror for z/OS 产品指南》

介绍如何使用 TimeFinder/Mirror 创建业务连续卷 (BCV)，随后可以建立、拆分、重新建立和源逻辑卷恢复，以用于备份、恢复、决策支持或应用程序测试。

《Dell EMC Mainframe Enablers TimeFinder Utility for z/OS 产品指南》

介绍如何使用 TimeFinder Utility 适应卷和设备。

地理位置分散的灾难恢复 (GDDR) 文档：

《Dell EMC GDDR for SRDF/S with ConGroup 产品指南》

介绍如何使用地理位置分散的灾难重启 (GDDR) 来在计划内宕机后和灾难情况下实现业务恢复自动化。

《Dell EMC GDDR for SRDF/S with AutoSwap 产品指南》

介绍如何使用地理位置分散的灾难重启 (GDDR) 来在计划内宕机后和灾难情况下实现业务恢复自动化。

《Dell EMC GDDR for SRDF/Star 产品指南》

介绍如何使用地理位置分散的灾难重启 (GDDR) 来在计划内宕机后和灾难情况下实现业务恢复自动化。

《Dell EMC GDDR for SRDF/Star with AutoSwap 产品指南》

介绍如何使用地理位置分散的灾难重启 (GDDR) 来在计划内宕机后和灾难情况下实现业务恢复自动化。

《Dell EMC GDDR for SRDF/SQAR with AutoSwap 产品指南》

介绍如何使用地理位置分散的灾难重启 (GDDR) 来在计划内宕机后和灾难情况下实现业务恢复自动化。

《Dell EMC GDDR for SRDF/A 产品指南》

介绍如何使用地理位置分散的灾难重启 (GDDR) 来在计划内宕机后和灾难情况下实现业务恢复自动化。

《Dell EMC GDDR 消息指南》

介绍 GDDR 生成的状态、警告和错误消息。

《Dell EMC GDDR 发行说明》

介绍新功能和任何已知限制。

z/OS Migrator 文档：

《Dell EMC z/OS Migrator 产品指南》

介绍如何使用 z/OS Migrator 执行卷镜像和迁移器功能，以及逻辑迁移功能。

《Dell EMC z/OS Migrator 消息指南》

介绍 z/OS Migrator 生成的状态、警告和错误消息。

《Dell EMC z/OS Migrator 发行说明》

介绍新功能和任何已知限制。

z/TPF 文档：

《Dell EMC ResourcePak for z/TPF 产品指南》

介绍如何在 z/TPF 操作环境中配置 VMAX 系统控制和管理。

《Dell EMC SRDF Controls for z/TPF 产品指南》

介绍如何在 z/TPF 操作环境中执行远程复制操作。

《Dell EMC TimeFinder Controls for z/TPF 产品指南》

介绍如何在 z/TPF 操作环境中执行本地复制操作。

《Dell EMC z/TPF Suite 发行说明》

介绍新功能和任何已知限制。

印刷约定

Dell EMC 在本文档中使用以下字体样式约定：

表 1 内容中使用的印刷约定

“粗体”	用于界面元素的名称，如窗口名称、对话框名称、按钮名称、字段名称、选项卡名称、键名称和菜单路径（用户具体选择或单击的项）
《斜体》	用于文中引用的出版物的完整标题
Monospace	用于： <ul style="list-style-type: none"> • 系统代码 • 系统输出，例如错误消息或脚本 • 路径名、文件名、提示和语法 • 命令和选项
等宽斜体	用于变量
等宽黑体	用于用户输入
[]	方括号内是可选值
	竖线表示备用选项，即竖线表示“或”
{ }	大括号括起用户必须指定的内容，如 x 或 y 或 z
...	省略号表示示例中省略的不重要的信息

从何处获得帮助

可以按如下方式获取 Dell EMC 支持、产品和许可信息：

产品信息

有关 Dell EMC 产品的 Dell EMC 技术支持、文档、发行说明、软件更新或信息，请访问 <https://www.dell.com/support/home>（需要注册）或 <https://www.dell.com/en-us/documentation/vmax-all-flash-family.htm>。

技术支持

要通过 Dell EMC 在线支持 (<https://www.dell.com/support/home>) 站点创建服务请求，您必须具有有效的支持协议。请联系 Dell EMC 销售代表，以了解有关获取有效的支持协议的详细信息，或者获得有关您帐户的任何问题的回答。

附加支持选项

- 按产品分类的支持 — Dell EMC 在 Web 上提供了特定于产品的整合信息，网址为：
<https://support.EMC.com/products>
“支持(按产品)”网页提供“文档”、“白皮书”、“公告”（例如常用的知识库文章）和“下载”的快速链接，以及更多动态内容，例如演示文稿、讨论、相关客户支持论坛条目和 Dell EMC 实时聊天链接。
- Dell EMC 实时聊天 — 打开与 Dell EMC 支持工程师的聊天或即时消息会话。

电子许可证支持

要激活您的授权并获得您的 VMAX 许可证文件，请按照收到的“许可证授权代码 (LAC)”信函中的说明，访问 Dell EMC 在线支持网站 (<https://www.dell.com/support/home>) 上的“服务中心”。

- 如果激活后授权丢失或不正确（即预期功能因未获得许可而仍旧不可用），请联系您的 Dell EMC 帐户代表或授权经销商获取帮助。
- 如果通过 Solutions Enabler 应用许可证文件时出错，请联系 Dell EMC 客户支持中心获取帮助。
- 如果您丢失了 LAC 信函，或者需要关于通过在线支持网站激活许可证的进一步说明，请发送电子邮件至 licensing@emc.com 联系 Dell EMC 全球许可团队，或致电：
 - 北美、拉丁美洲、APJK、澳大利亚、新西兰：SVC4EMC (800-782-4362)，并按照语音提示进行操作。
 - EMEA 地区：+353 (0) 21 4879862，并按语音提示操作。

客户意见和建议

您的建议有助于我们提高文档的准确性、组织结构和整体质量。请将您的建议和反馈发送至：VMAXContentFeedback@emc.com

修订历史记录

下表列出了本文档的修订历史记录。

表 2 修订历史记录

修订版	说明和/或更改	操作系统
12	更新了与最新版本 PowerMax OS 相关的新功能和更改功能	PowerMax OS 5978.444.444
11	修订的内容： <ul style="list-style-type: none"> 阐明了使用 SRDF/S 的阵列之间的建议最大距离 	HYPERMAX OS 5977.1125.1125
10	修订的内容： <ul style="list-style-type: none"> 更新系统容量 	HYPERMAX OS 5977.1125.1125
09	修订的内容： <ul style="list-style-type: none"> 更新有关使用 ProtectPoint 进行备份和恢复操作的部分 将硬件压缩添加到 SRDF 功能表中 	HYPERMAX OS 5977.1125.1125
08	修订的内容： <ul style="list-style-type: none"> 更新全闪存阵列的描述 将 PowerMax 和 PowerMaxOS 添加到 SRDF 章节 	HYPERMAX OS 5977.1125.1125
07	新内容： <ul style="list-style-type: none"> RecoverPoint VMAX 950F 支持 安全快照 静态数据加密 	HYPERMAX OS 5977.1125.1125
06	修订的内容： <ul style="list-style-type: none"> VMAX 250F 的功耗和散热量数据 SRDF/Metro 阵列见证概述 	HYPERMAX OS 5997.952.892
05	新内容： <ul style="list-style-type: none"> VMAX 250F 支持 线内压缩 大型机支持 无中断迁移 虚拟见证 (vWitness) 	HYPERMAX OS 5997.952.892
04	从第三方架装中删除“RPQ”要求。	HYPERMAX 5977.810.784
03	已更新许可附录。	HYPERMAX 5977.810.784
02	更新功耗和散热量规格表中的值。	HYPERMAX OS 5977.691.684 +

表 2 修订历史记录 (续)

修订版	说明和/或更改	操作系统
		Q1 2016 Service Pack
01	首次发布 VMAX 450F、450FX、850F 和 850FX 配备 EMC HYPERMAX OS 5977 的 VMAX 全闪存。	HYPERMAX OS 5977.691.684 + Q1 2016 Service Pack

第 1 章

配备 HYPERMAX OS 的 VMAX 全闪存

本章介绍 VMAX 全闪存系统和 HYPERMAX OS 操作环境。

- [配备 HYPERMAX 操作系统的 VMAX 全闪存简介](#)..... 20
- [软件包](#)..... 23
- [HYPERMAX OS](#)..... 25

配备 HYPERMAX 操作系统的 VMAX 全闪存简介

VMAX 全闪存是一系列仅使用高密度闪存驱动器的存储阵列。该系列包含四个型号，结合了大规模、低延迟和丰富的数据服务：

- VMAX 250F，最大容量为 1.16 PBe（有效 PB）
- VMAX 450F，最大容量为 2.3 PBe
- VMAX 850F，最大容量为 4.4 PBe
- VMAX 950F，最大容量为 4.42 PBe

每个 VMAX 全闪存阵列都由一个或多个构造块组成，其称为 V-Brick（在开放式系统阵列中）或 zBrick（在大型机阵列中）。V-Brick 或 zBrick 包括：

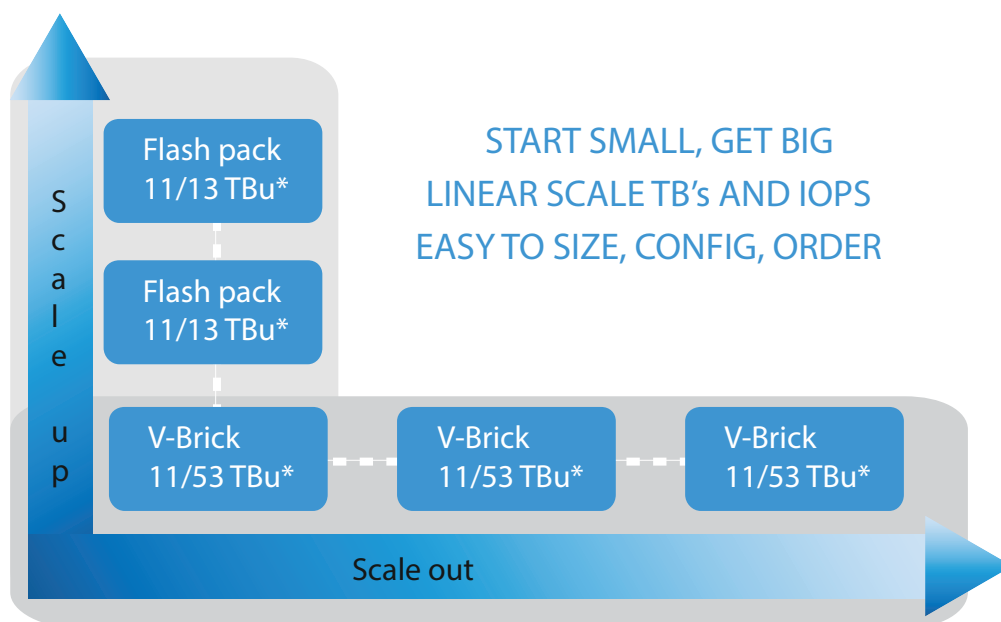
- 一个带有两个控制器的引擎（冗余数据存储处理单元）
- 磁盘阵列存储模块 (DAE) 中的闪存容量：
 - VMAX 250F：2 个 25 插槽 DAE，最小基础容量为 13TBu
 - VMAX 450F、VMAX 850F：2 个 120 插槽 DAE，最小基础容量为 53TBu
 - VMAX 950F（开放或混合系统）：2 个 120 插槽 DAE，最小基础容量为 53TBu
 - VMAX 950F（大型机系统）：2 个 120 插槽 DAE，最小基础容量为 13TBu
- 多个软件包可供使用：用于开放系统阵列的 F 和 FX 产品包，以及用于大型机阵列的 zF 和 zFX 产品包。

客户可以增加初始配置，方法是添加捆绑所有必需闪存容量和软件的 11 TBu (250F) 或 13 TBu (450F、850F、950F) 容量包。在开放系统阵列中，容量包被称为闪存容量包。在大型机阵列中，它们被称为 zCapacity 包。此外，客户还可以横向扩展初始配置，方法是添加额外的 V-Brick 或 zBrick 以提高性能、连接性和吞吐量。

- VMAX 250F 全闪存阵列可从一个扩展到两个 V-Brick
- VMAX 450F 全闪存阵列可从一个扩展到四个 V-Brick/zBrick
- VMAX 850F/950F 全闪存阵列可从一个扩展到八个 V-Brick/zBrick

容量和性能的独立和线性扩展让 VMAX 全闪存存在应对不同工作负载方面极其灵活。以下内容对 VMAX 全闪存开放式系统阵列的扩展机会进行了说明。

图 1 VMAX 全闪存纵向扩展和和横向扩展



* Depending on the VMAX model

全闪存阵列：

- 利用功能强大的动态虚拟矩阵体系结构。
- 提供高级别性能和扩展。例如，VMAX 950F 阵列在 150 GB/s 的带宽下提供 6.74M IOPS (RRH) 和不到 0.5 毫秒的延迟。VMAX 250F、450F、850F 和 950F 阵列可提供一致的低响应时间（低于 0.5 毫秒）。
- 提供大型机（VMAX 450F、850F、950F）和开放式系统（包括 IBM i）主机连接以满足任务关键型存储需求
- 使用 HYPERMAX OS 虚拟机管理程序来提供文件系统存储以及 eNAS 和 Unisphere 嵌入式管理服务。[嵌入式网络连接存储 \(eNAS\)](#)（第 28 页）和 [嵌入式管理](#)（第 27 页）包含有关这些功能的更多信息。
- 提供数据服务，例如：
 - 具有最新的 SRDF/Metro 功能的 SRDF 远程复制技术
 - 基于 SnapVX 基础架构的 SnapVX 本地复制服务
 - 数据保护与加密
 - 混合云访问
- [关于 TimeFinder](#)（第 64 页）、[关于 CloudArray](#)（第 108 页）包含有关这些功能的更多信息。
- 使用 V-Brick/zBrick 和容量包中的最新闪存驱动器技术，交付顶级钻石级服务级别。

VMAX 全闪存硬件规格

有关 VMAX 全闪存硬件的详细规格（包括容量、缓存内存、I/O 协议和 I/O 连接），请访问：

- VMAX 250F 和 950F : <https://www.emc.com/collateral/specification-sheet/h16051-vmax-all-flash-250f-950f-ss.pdf>
- VMAX 450F 和 850F : <https://www.emc.com/collateral/specification-sheet/h16052-vmax-all-flash-450f-850f-ss.pdf>

软件包

VMAX 全闪存阵列均提供包含标准与可选功能的多个软件包 (F/FX 适用于开放式系统阵列 , zF/zFX 适用于大型机阵列) 。

表 3 VMAX 全闪存软件功能/软件包的符号图例

✓	使用该型号/软件包的标准功能。	✓+	使用该型号/软件包的可选功能。
---	-----------------	----	-----------------

表 4 每个型号的 VMAX 全闪存软件功能

软件/功能	VMAX 型号和软件包										请参见：	
	250F		450F				850F、950F					
	F	FX	F	FX	zF	zFX	F	FX	zF	zFX		
HYPERMAX OS	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	HYPERMAX OS (第 25 页)
嵌入式管理 ^a	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	管理接口 (第 39 页)
Mainframe Essentials Plus					✓	✓			✓	✓		大型机功能 (第 53 页)
SnapVX	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	关于 TimeFinder (第 64 页)
AppSync Starter Pack	✓	✓	✓	✓			✓	✓				AppSync (第 45 页)
压缩	✓	✓	✓	✓			✓	✓				线内压缩 (第 36 页)
无中断迁移	✓	✓	✓	✓			✓	✓				无中断迁移概述 (第 97 页)
SRDF	✓+	✓	✓+	✓	✓+	✓	✓+	✓	✓+	✓	✓	远程复制 (第 69 页)
SRDF/Metro	✓+	✓	✓+	✓			✓+	✓				SRDF/Metro (第 84 页)
嵌入式网络连接存储 (eNAS)	✓+	✓	✓+	✓			✓+	✓				嵌入式网络连接存储 (eNAS) (第 28 页)
Unisphere 360	✓+	✓	✓+	✓	✓+	✓	✓+	✓	✓+	✓	✓	Unisphere 360 (第 41 页)
SRM	✓+	✓	✓+	✓			✓+	✓				存储资源管理 (SRM) (第 43 页)
静态数据加密 (D@RE)	✓+	✓	✓+	✓	✓+	✓	✓+	✓	✓+	✓	✓	静态数据加密 (第 30 页)
CloudArray Enabler	✓+	✓	✓+	✓			✓+	✓				CloudArray for VMAX 全闪存 (第 107 页)
PowerPath [®]	✓+	✓ ^b	✓+	✓ ^b			✓+	✓ ^b				PowerPath Migration Enabler (第 102 页)

表 4 每个型号的 VMAX 全闪存软件功能 (续)

软件/功能	VMAX 型号和软件包										请参见：
	250F		450F				850F、950F				
	F	FX	F	FX	zF	zF X	F	FX	zF	zF X	
AppSync Full Suite	✓+	✓+	✓+	✓+			✓+	✓+			AppSync (第 45 页)
ProtectPoint	✓+	✓+	✓+	✓+			✓+	✓+			ProtectPoint 代理 (第 49 页)
AutoSwap 和 zDP					✓+	✓			✓+	✓	大型机 SnapVX 和 zDP (第 67 页)
GDDR					✓+	✓+			✓+	✓+	地理位置分散的灾难重启 (GDDR) (第 42 页)

- a. eManagement 包括：嵌入式 Unisphere、Solutions Enabler 和 SMI-S。
- b. FX 软件包包括 75 个 PowerPath 许可证...可以单独获得额外的许可证...

HYPERMAX OS

本部分重点介绍 HYPERMAX 操作系统的功能。

HYPERMAX OS 5977.1125.1125 新增功能

本部分介绍 HYPERMAX OS 5977.1125.1125 为 VMAX 全闪存阵列提供的新功能和特性。

RecoverPoint

HYPERMAX OS 5977.1125.1125 引入了 VMAX 存储阵列上的 RecoverPoint 支持。RecoverPoint 是一个全面的数据保护解决方案，设计用于在本地和远程站点提供生产数据完整性。RecoverPoint 还能够使用日志记录技术，从任意时间点恢复数据。

[RecoverPoint](#) (第 87 页) 提供了详细信息。

安全快照

安全快照是当前快照技术的增强。安全快照可防止管理员或其他高级用户有意或无意删除快照数据。此外，安全快照也对因阵列上的存储资源池 (SRP) 或复制数据指针 (RDP) 空间不足而造成的自动故障免疫。

[安全快照](#) (第 65 页) 提供了详细信息。

支持 VMAX 950F

VMAX 950F 全闪存阵列旨在满足高端企业领域的需求。VMAX 950F 的 V-Brick/zBrick 从一个扩展为八个，最大可提供 4PB 的有效容量。

[配备 HYPERMAX 操作系统的 VMAX 全闪存简介](#) (第 20 页) 提供了详细信息。

静态数据加密

静态数据加密 (D@RE) 现在支持 OASIS 密钥管理互操作性协议 (KMIP)，并可与同样支持此协议的外部服务器集成。此版本已经过验证，可与以下基于 KMIP 的密钥管理器互操作：

- Gemalto SafeNet KeySecure
- IBM 安全密钥生命周期管理器

[静态数据加密](#) (第 30 页) 提供了详细信息。

对于 VMAX 950F 阵列的混合 FBA/CKD 驱动器支持

HYPERMAX OS 5977.1125.1125 引入了对于 FBA 和 CKD 混合驱动器配置的支持。

HYPERMAX OS 仿真

HYPERMAX 操作系统提供在 HYPERMAX 环境中执行特定数据服务和控制功能的仿真（可执行文件）。下表列出了可用仿真。

表 5 HYPERMAX OS 仿真

区域	模拟	描述	协议速度 ^a
后端	DS	DS 是阵列中与驱动器通信的后端连接，也称为内部驱动器控制器。	SAS 12 Gb/s (VMAX 250F) SAS 6 Gb/s (VMAX 450F、850F 和 950F)
	DX	不用于连接到主机的后端连接。由 ProtectPoint 和 Cloud Array 使用。 ProtectPoint 将 Data Domain 链接到阵列。DX 端口必须针对 FC 协议进行配置。	FC 16 或 8 Gb/s
管理	IM	分离基础架构任务和仿真。通过分离这些任务，仿真可以仅专注于特定于 I/O 的工作，而 IM 负责管理和执行常见的基础架构任务，例如环境监视、现场可换部件 (FRU) 监视和存储。	N/A
	ED	用于分离前端和后端 I/O 处理的中间层。它用作前端和后端之间的转义层，其中前端是主机所知道的，而后端是读取、写入以及与阵列中物理存储通信的层。	N/A
主机连接性	FA — 光纤通道 SE — iSCSI EF - FICON ^b	前端仿真： <ul style="list-style-type: none"> 从主机（网络）接收数据并将其移交给阵列 将数据从阵列发送到主机/网络 	FC — 16 或 8 Gb/s SE — 10 Gb/s EF — 16 Gb/s
远程复制	RF — 光纤通道 RE — GbE	SRDF 的互连阵列。	RF — 8 Gb/s SRDF RE — 1 GbE SRDF RE — 10 GbE SRDF

a. 使用 SFP 和 OM2/OM3/OM4 光纤时，8 Gb/s 模块自动协商至 2/4/8 Gb/s，16 Gb/s 模块自动协商至 16/8/4 Gb/s。

b. 仅对 VMAX 450F、850F 和 950F 阵列可用。

容器应用程序

HYPERMAX 操作系统 为运行数据服务提供了一个开放式的应用程序平台。它包括一个轻型的虚拟机管理程序，它支持多个操作环境在存储阵列上作为虚拟机运行。

应用程序容器是存储阵列上提供嵌入式应用程序的虚拟机。每个容器都可虚拟化嵌入式应用程序所需的硬件资源，包括：

- 运行软件和嵌入式应用程序所需的硬件（处理器、内存、PCI 设备、电源管理）
- 将向其调配 LUN 的虚拟机端口
- 对必要的驱动器（引导、根、交换、持久、共享）的访问权限

嵌入式管理

eManagement 容器应用程序将在存储阵列上嵌入管理软件（Solutions Enabler、SMI-S、Unisphere for VMAX），从而让您可管理阵列，并且无需专用管理主机。

借助 eManagement，您可以管理一个存储阵列和任何 SRDF 连接的阵列。要使用单个控制窗格管理多个存储阵列，请使用基于主机的传统管理界面，即 Unisphere 和 Solutions Enabler。为此，eManagement 让您可链接并启动 Unisphere 基于主机的实例。

eManagement 通常在出厂时已经预先配置和启用。但，从 HYPERMAX OS 5977.945.890 起，eManagement 可以现场添加到阵列中。有关详细信息，请与您的支持代表联系。

嵌入式应用程序需要系统内存。下表列出不可用于其他数据服务的内存量。

表 6 eManagement 资源要求

VMAX 全闪存 型号	CPU	内存	支持的设备
VMAX 250F	4	16 GB	200K
VMAX 450F	4	16 GB	200K
VMAX 850F、950F	4	20 GB	400K

虚拟机端口

虚拟机 (VM) 端口与虚拟机关联，以避免与物理连接争用。虚拟机端口在每个控制器 FA 仿真上编址为端口 32 至 63。

LUN 使用与调配物理端口相同的方法在 VM 端口上调配。

一个虚拟机端口只能映射到一个虚拟机。但是，一个虚拟机可以映射到多个端口。

嵌入式网络连接存储 (eNAS)

eNAS 完全集成到 VMAX 全闪存 阵列中。eNAS 提供灵活、安全的多协议文件共享 (NFS 2.0、3.0、4.0/4.1 和 CIFS/SMB 3.0) 和多文件服务器标识 (CIFS 和 NFS 服务器)。eNAS 支持：

- 文件服务器整合/多租户
- 内置异步文件级远程复制 (File Replicator)
- 内置网络数据管理协议 (NDMP)
- 使用 SRDF/S 和可选的自动故障切换管理器文件自动恢复 (FAR) 进行 VDM 同步复制
- 病毒防护

eNAS 提供文件数据服务用于：

- 将数据块和文件存储整合到一个基础架构中
- 无需使用网关硬件，从而降低了复杂性和成本
- 简化管理

整合后的数据块和文件存储降低了成本和复杂性，同时提高了业务敏捷性。客户可以跨数据块和文件存储利用数据服务，包括 存储资源调配、动态主机 I/O 限制和静态数据加密。

eNAS 解决方案和实施

eNAS 在标准的阵列硬件上运行，并且通常出厂时已经预先配置。作为出厂预配置的一部分，我们提供控制台和 Data Mover、容器、控制设备和所需掩蔽视图的一次性设置。实施 eNAS 还需要额外的前端 I/O 模块。但是，自 HYPERMAX OS 5977.945.890 起，eNAS 可以现场添加到阵列中。有关详细信息，请与您的支持代表联系。

eNAS 使用 HYPERMAX OS 虚拟机管理程序在 VMAX 全闪存 控制器上创建 NAS Data Mover 和控制台的虚拟实例。控制台和 Data Mover 在 VMAX 全闪存 阵列内根据引擎及其关联镜像对的数量进行分发。

默认情况下，VMAX 全闪存 阵列有：

- 2 个控制台虚拟机
- 两个或更多 Data Mover 虚拟机。Data Mover 的数量因阵列的每个型号而异。所有配置均包括一个备用 Data Mover。

eNAS 配置

支持 eNAS 的阵列所需的存储容量至少为 680 GB。下表列出了 eNAS 配置和前端 I/O 模块。

表 7 eNAS 配置 (按阵列)

组件	描述	VMAX 250F	VMAX 450F	VMAX 850F、950F
Data Mover ^a 虚拟机	最大数量	4	4	8 ^b
	最大容量/DM	512 TB	512 TB	512 TB
	逻辑核心数 ^c	12/24	12/24	16/32/48/64 ^b
	内存 (GB) ^c	48/96	48/96	48/96/144/192 ^b
	I/O 模块 (最大) ^c	12	12 ^d	2 至 4 个 ^d
控制台虚拟机 (2)	逻辑核心数	2	2	2
	内存 (GB)	8	8	8
NAS 容量/阵列	最大	1.15 PB	1.5 PB	3.5 PB

- Data Mover 成对添加并必须具有相同的配置。
- 可以通过最多包含四个 Data Mover 的 Sizer 配置 850F 和 950F。但是，可通过 RPQ 订购六个和八个 Data Mover。随着 Data Mover 数量的增加，I/O 卡、逻辑核心、内存的最大数量和最大容量也会增加。
- 分别适用于 2 个、4 个、6 个和 8 个 Data Mover。
- 每个 Data Mover 需要一个双端口 10 GbE 光纤 I/O 模块，以进行初始全闪存配置。但是，可以使用任何 eNAS Data Mover I/O 模块所具备的正常更换功能，将 I/O 模块更换为其他 I/O 模块（例如，4 端口 1GbE 或双端口 10GbE 铜质模块）。此外，还可以通过 I/O 模块升级/添加来配置额外的 I/O 模块，只要遵循标准规则即可（每个 Data Mover 不超过 3 个 I/O 模块，所有 I/O 模块都必须占用 Data Mover 所驻留的各控制器上的相同插槽）。

使用 eNAS 复制

以下复制方法可用于 eNAS 文件系统：

- 使用 VNX Replicator for File 的异步文件系统级别复制。
- 利用使用可选的 File Auto Recover Manager (FARM) 的 File Auto Recovery (FAR) 和 SRDF/S 进行同步复制。
- 使用 VNX SnapSure 的检查点（生产文件系统的时间点逻辑映像）创建和管理。

注意： SRDF/A、SRDF/Metro 和 TimeFinder 不支持 eNAS。

数据保护和完整性

HYPERMAX OS 提供了工具可确保数据完整性并在发生系统故障或断电时保护数据：

- RAID 级别
- 静态数据加密
- 数据擦除
- 数据块 CRC 错误检查
- 数据完整性检查
- 驱动器监视和纠正
- 物理内存的错误纠正和错误验证
- 驱动器备用和直接成员备用
- 存储区到闪存

RAID 级别

VMAX 全闪存阵列提供以下 RAID 级别：

- VMAX 250F：RAID5 (7+1) (默认)、RAID5 (3+1) 和 RAID6 (6+2)
- VMAX 450F、850F、950F：RAID5 (7+1) 和 RAID6 (14+2)

静态数据加密

保护敏感数据是一个重要的 IT 问题，而且会带来法规和法律影响。多个最重要的数据安全威胁均与存储环境的保护相关。驱动器丢失或被盗是主要的风险因素。静态数据加密 (D@RE) 通过向整个阵列添加后端加密来保护数据。

D@RE 使用整合了 AES-XTS 内联数据加密的 I/O 模块，为 VMAX 全闪存阵列提供基于硬件的加密。从驱动器读取数据或向驱动器写入数据时，这些模块会执行加密和解密操作。这样做，即使驱动器从阵列中移除，也可以保护您的信息免遭未经授权的访问。

D@RE 可以使用内部嵌入式密钥管理器，也可以使用这些外部企业级密钥管理器之一：

- Gemalto SafeNet KeySecure
- IBM 安全密钥生命周期管理器

D@RE 使用密钥管理互操作性协议 (KMIP) 访问外部密钥管理器。EMC E-Lab 互操作性列表 (<https://www.emc.com/products/interoperability/elab.htm>) 列出了 HYPERMAX OS 每个版本的外部密钥管理器。

D@RE 处于活动状态后，所有配置的驱动器都将进行加密，包括数据驱动器、备盘和不含已调配卷的驱动器。存储区数据在闪存 I/O 模块上加密。

D@RE 提供：

- 安全替换无法擦除的故障驱动器。
对于某些类型的驱动器故障，无法进行数据擦除。如果没有 D@RE，那么在故障驱动器被修复后，其上面的数据可能会面临危险。使用 D@RE，您只要删除相应的密钥，故障驱动器上的数据就不能再读取了。
- 为被盗的驱动器提供保护。
从阵列上卸下驱动器后，密钥仍留在后面，这样驱动器上的数据就会无法读取。
- 驱动器备份速度更快。
驱动器更换脚本销毁与已拆除驱动器关联的密钥，从而快速使该驱动器上的所有数据均无法读取。
- 安全弃用阵列。
只要删除阵列上的全部密钥拷贝，那么所有剩余数据都将无法读取。

此外，D@RE：

- 与所有阵列功能以及所有支持的驱动器类型或卷仿真兼容
- 在实现加密的同时，不会损害性能或中断现有的应用程序和基础架构

启用 D@RE

D@RE 是经过许可的功能，出厂时已经安装并配置。升级现有阵列以使用 D@RE 是可能的，但具有破坏性。它要求重新安装阵列，同时还可能涉及完整的数据备份和恢复。升级之前，请规划如何管理已经存在于阵列上的任何数据。Dell EMC 专业服务提供相应服务，可以帮助您实施 D@RE。

D@RE 组件

嵌入式 D@RE (图 2 (第 31 页)) 使用以下组件，所有这些组件都驻留在主管理模块控制台 (MMCS) 中：

- RSA Embedded Data Protection Manager (eDPM) — 嵌入式密钥管理平台，提供了板载加密密钥管理功能，例如安全密钥生成、存储、分发和审核。
- RSA BSAFE® 加密库 — 为 RSA eDPM Server (嵌入式密钥管理) 和 EMC KTP 客户端 (外部密钥管理) 提供安全功能。
- Common Security Toolkit (CST) 密码箱 — 特定于硬件和软件的加密存储库，该存储库安全存放密码以及其他敏感的密钥管理器配置信息。密码箱与特定的 MMCS 绑定。

外部 D@RE (图 3 (第 32 页)) 以嵌入 D@RE 形式使用相同组件，并添加了以下组件：

- EMC 关键信任平台 (KTP) — 也称为 KMIP 客户端，此组件驻留在 MMCS 上，并通过 OASIS 密钥管理互操作性协议 (KMIP) 与外部密钥管理器通信，从而管理加密密钥。
- 外部密钥管理器 — 提供集中式加密密钥管理功能，例如安全密钥生成、存储、分发、审核，并通过 High Security Module (HSM) 启用联邦信息处理标准 (FIPS) 140-2 第 3 级验证。
- 群集/复制组 — 多个外部密钥管理器共享配置设置和加密密钥。针对一个节点上所做的配置和密钥生命周期更改将复制到同一个群集或复制组中的所有成员。

图 2 D@RE 体系结构，嵌入式

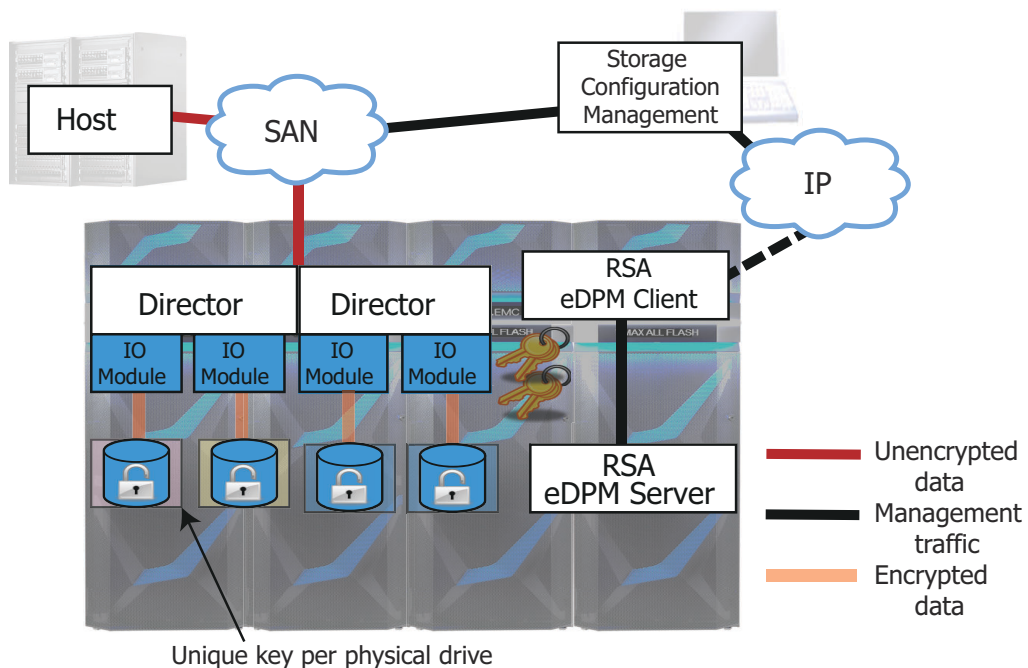
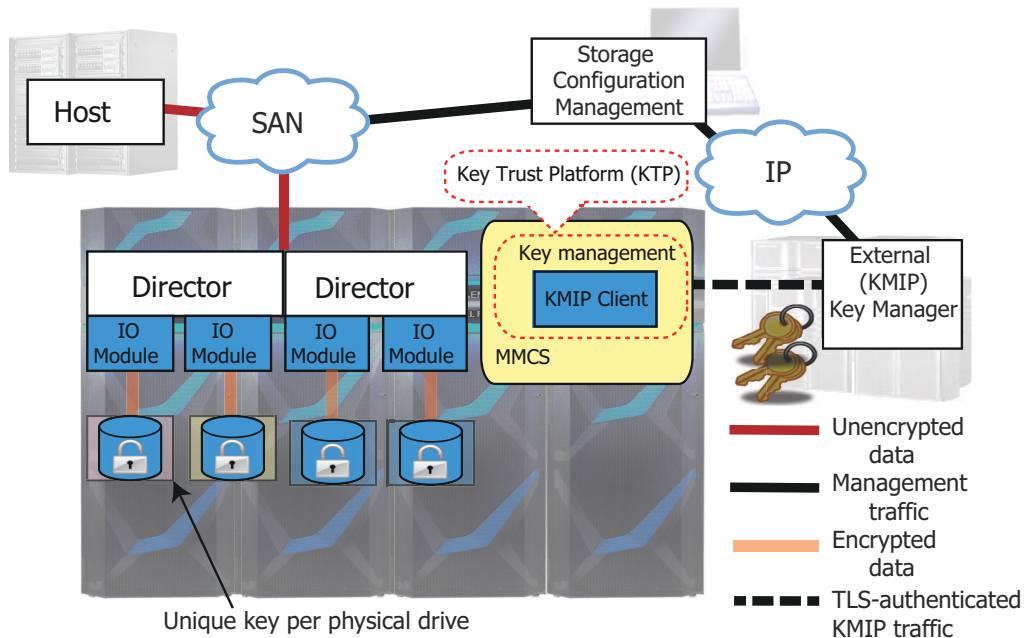


图 3 D@RE 体系结构，外部



外部密钥管理器

Gemalto SafeNet KeySecure 和 IBM 安全密钥生命周期管理器提供 D@RE 的外部密钥管理。密钥使用行业标准 (NIST 800-57 和 ISO 11770) 生成和分发。有了 D@RE，无需再跨卷快照或远程站点复制密钥。D@RE 外部密钥管理器可以与以下项搭配使用：

- FIPS 140-2 级别 3 验证的 HSM (采用 Gemalto SafeNet KeySecure 时)
- FIPS 140-2 级别 1 验证的软件 (采用 IBM 安全密钥生命周期管理器时)

加密密钥在需要时必须具有高可用性，同时又必须确保高度安全。密钥和使用密钥 (加密期间) 所需的信息在数据的生命周期内必须予以保留。对于要保存多年的加密数据来说，这至关重要。

在高可用性环境中，密钥可访问性非常重要。D@RE 在本地缓存密钥。因此，只有在执行像阵列初始安装、更换驱动器或驱动器升级这样的操作时，才需要连接密钥管理器。

涉及密钥的生命周期事件 (生成和销毁) 会记录在阵列的审核日志中。

密钥保护

本地密钥库文件使用派生自随机生成的密码文件的 256 位 AES 密钥进行加密。该密码文件通过采用 RSA BSAFE 技术的 Common Security Toolkit (CST) 密码箱进行保护。密码箱由主 MMCS 特定于 MMCS 的稳定系统值 (SSV) 保护。这些都是保护安全服务凭据 (SSC) 的相同 SSV。

入侵 MMCS 的驱动器或将密码箱/密钥库文件拷贝到阵列以外会导致 SSV 测试失败。如果攻击者入侵整个 MMCS，那么只有在同时成功入侵了 SSC 的情况下，才能获得访问权限。

没有任何可以避开 D@RE 安全性机制的后门密钥或密码。

密钥操作

D@RE 为阵列中的各个物理驱动器 (包括备盘驱动器) 都提供了单独、唯一的数据加密密钥 (DEK)。为了确保 D@RE 为指定驱动器使用正确的密钥：

- 存储在阵列中的 DEK 在封装 (加密) 以供阵列使用时，包括唯一密钥标签和密钥元数据。当封装 (加密) DEK 以便在阵列中使用时，此信息包括在密钥材料中。
- 在加密 I/O 期间，与驱动器关联的目标密钥标签单独从封装的密钥提供。
- 在密钥解封期间，加密硬件检查确保密钥正确解封，并且密钥与提供的密钥标签匹配。
- 保留系统 LBA (物理信息块，或 PHIB) 中的信息验证用于加密驱动器的密钥，并确保驱动器在正确位置。

- 在初始化期间，硬件执行自检，以确保加密/解密逻辑完好无损。自检可防止因加密硬件故障出现静默数据损坏。

审核日志

审核日志记录阵列上的主要活动，包括：

- 主机发起的操作
- 物理组件更改
- MMCS 上的操作
- D@RE 密钥管理事件
- 安全控件（访问控制）阻止的尝试

审核日志安全且防篡改，因此事件内容无法更改。具有审核员访问权限的用户可以查看，但不能修改日志。

数据擦除

Dell EMC 数据擦除使用专业软件擦除阵列上的信息。它可降低信息传播风险，并帮助在信息生命周期结束时确保信息安全。数据擦除可以：

- 防止未经授权的数据访问
- 通过使源阵列上的数据无法读取确保安全的数据迁移
- 支持与内部策略和法规要求的法规遵从性

数据擦除将覆写驱动器上应用程序可寻址的最底层上的数据。覆写次数可以配置，范围从 3 次（默认）到 7 次，并且可以对选定阵列采用随机模式组合。

可选的认证服务可以提供擦除证书。擦除失败的驱动器将交由客户进行最终处置。

对于单个闪存驱动器，安全擦除操作将擦除可能包含用户数据的驱动器上的所有物理闪存领域。

可用的数据擦除服务包括：

- Dell EMC 完整阵列数据擦除 — 在更换、弃用阵列或重新调整阵列用途时覆写系统中所有驱动器上的数据。
- Dell EMC 单驱动器数据擦除 — 覆写单个驱动器上的数据。
- Dell EMC 磁盘保留 — 允许必须保留所有介质的组织保留出现故障的驱动器。
- Dell EMC 存储安全评估服务 — 评估您的信息保护策略并推荐综合安全战略。

所有擦除服务都在客户数据中心的安全范围内现场执行，其中包括数据擦除证书和擦除结果报告。

数据块 CRC 错误检查

HYPERMAX OS 提供以下内容：

- 磁道格式的行业标准 T10 数据完整性字段 (DIF) 数据块循环冗余检查 (CRC)。对于开放式系统，这使主机生成的 DIF CRC 可以随用户数据一起存储在阵列中，用于执行端到端数据完整性验证。
- 针对地址/控制故障模式的额外保护，从而实现更高水平的故障保护。这些保护均在 T10 标准支持的用户可定义数据块中进行定义。
- 地址和写入状态信息，以额外字节在数据块 CRC 的应用程序标记和参考标记部分中提供。

数据完整性检查

HYPERMAX OS 将验证在数据生命周期内每个可能的时间点数据的完整性。自数据进入阵列开始，它便持续受错误检测元数据保护。每当在阵列内移动数据时，硬件和软件机制都会检查此元数据。这使得阵列能够提供真正的端到端完整性检查并防止出现硬件或软件错误。

保护元数据将附加到数据流中，并且包含有关描述预期数据位置的信息，以及表示实际数据内容的 CRC。将在保护元数据中找到的预期值将永久存储在独立于数据流的区域。当协议芯片、内部缓冲

区、内部数据连接结构端点、系统缓存和系统驱动器之间发生数据传输时，保护元数据将随时用于验证阵列内正在移动的数据的逻辑正确性。

驱动器监视和纠正

HYPERMAX OS 通过检查每个磁盘的数据传输结果和在空闲时段主动扫描整个磁盘来监视介质缺陷。如果确定磁盘上的数据块将损坏，控制器：

1. 如有必要，重建物理存储中的数据。
2. 如有必要，重写物理存储中的数据。

控制器会跟踪驱动器上检测到的每个损坏数据块。如果损坏数据块的数量超过了预定义的阈值，阵列会主动调用备用操作以替换缺陷驱动器，然后向客户支持发送警报以安排纠正措施（如有必要）。借助延迟服务模型，并非任何时候都需要立即采取措施。

物理内存的错误纠正和错误验证

一旦单比特错误达到了预定义阈值，HYPERMAX OS 将更正单比特错误并报告错误代码。万一真的需要更换物理内存（可能性很小），阵列会通知客户支持，并订购替换件。

驱动器备用和直接成员备用

当 HYPERMAX OS 5977 检测到驱动器即将发生故障或已发生故障时，会启动直接成员备用 (DMS) 进程。直接成员备用功能会在同一引擎内查找具有相同数据块大小、容量和速度的可用备盘，并始终使用最佳可用备盘。

借助直接成员备用，可将调用的备盘作为 RAID 组的另一成员添加。重建驱动器时，支持从故障驱动器向调用的备用驱动器直接拷贝数据。仅当完成拷贝过程时，才会删除故障驱动器。在检测到驱动器错误条件时，会自动启动直接成员备用。

直接成员备用具有以下好处：

- 阵列可从故障 RAID 成员拷贝数据（如果有），而无需从所有成员读取数据并执行重建。拷贝到新 RAID 成员会耗费更少的 CPU 资源。
- 如果另一个成员发生故障，阵列仍可自动从故障成员（如有）恢复数据。
- 同时支持 RAID 组的多个备盘。

存储区到闪存

当系统断电或进入离线状态，或者出现因发生空调故障而造成数据中心失去连接等环境状况时，VMAX 全闪存阵列会启动存储区操作。

每个阵列均附带备用电源 (SPS) 模块。发生断电时，阵列会使用 SPS 电源将系统镜像缓存写入闪存存储。存储的映像完全冗余；系统镜像缓存的内容将保存到独立闪存存储两次。

存储区操作

当存储区操作开始时：

- 在存储区操作的保存阶段，VMAX 全闪存阵列将停止所有 I/O。当系统镜像缓存达到一致状态时，控制器将内容写入存储区设备，从而保存数据的两份拷贝。然后，阵列将完成断电过程，或保持离线状态（如果无需断电）。
- 在操作的恢复阶段，阵列启动程序初始化硬件和环境系统，并从保存的数据中恢复系统镜像缓存内容（同时检查数据完整性）。

如果需要，当 SPS 模块有足够的电量来完成另一个存储区操作时，系统将恢复正常运行。如果存在任何不安全的状况，系统将不会恢复运行，而是通知客户支持进行诊断和修复。这使客户支持能够与阵列通信，并恢复正常的系统操作。

存储区配置的注意事项

- 若要存储区到闪存，VMAX 全闪存 阵列需要具有以下数量的闪存 I/O 模块：
 - VMAX 250F 每个引擎/V-Brick 2 到 6 个
 - VMAX 450F 每个引擎/V-Brick/zBrick 4 到 8 个
 - VMAX 850F、950F 每个引擎/V-Brick/zBrick 4 到 8 个
- 闪存模块的大小由配置所需的系统缓存和元数据数量确定。
- 系统处于在线状态时，存储区空间仅供内部使用，而无法用于任何其他目的。
- 所有存储区闪存分区的总容量应足以保存系统镜像缓存永久部分的两个逻辑拷贝。

线内压缩

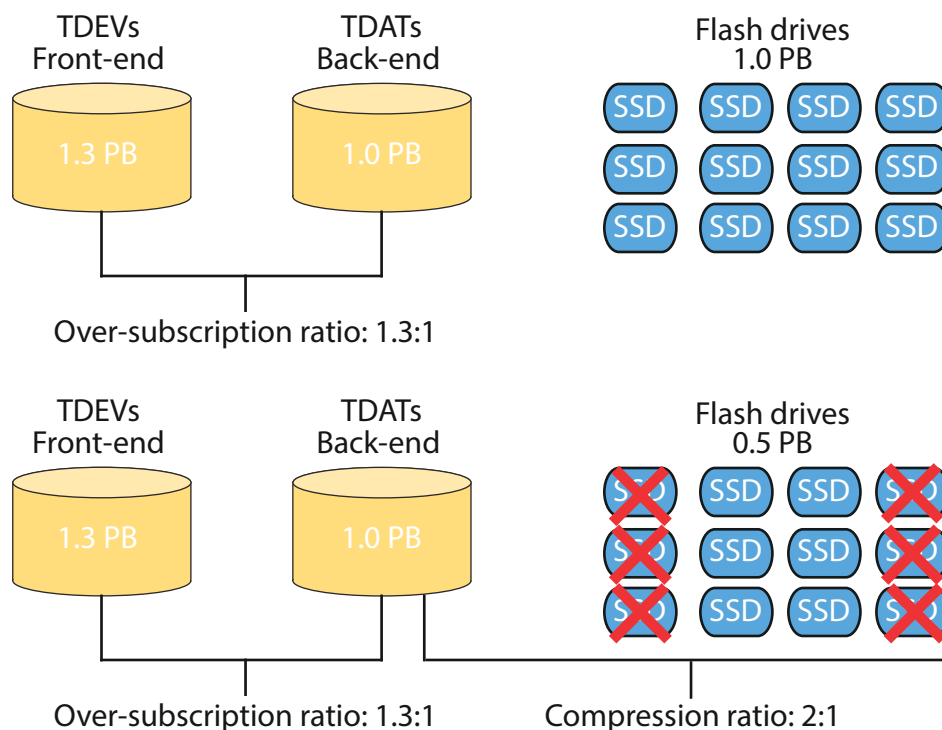
HYPERMAX OS 5977.945.890 引入了对 VMAX 全闪存阵列的线内压缩的支持。线内压缩将数据按其写入闪存驱动器的方式进行压缩。

线内压缩是存储组的一项功能。启用时（这是默认设置），写入磁盘时存储组上的新 I/O 将被压缩，而存储组上的现有数据开始在后台压缩。禁用压缩后，不会再压缩新 I/O，而现有数据将被继续压缩直至其被再次写入，而在这段时间内，现有数据会被解压缩。

线内压缩、重复数据消除和过量订阅互为补充。过量订阅允许向主机提供超过所需存储空间和设备，而无需拥有足够的物理驱动器来完全分配精简设备代表的空间（[精简设备超额订阅](#)（第 59 页）包含有关过量订阅的更多信息）。线内压缩通过提高阵列的有效容量进一步减少数据占用空间。

图 4（第 36 页）中的示例对此进行了说明。其中 1.3 PB 的主机连接设备 (TDEV) 被过度调配至驻留在 1.0 PB 闪存驱动器上的 1.0 PB 后端 (TDAT)。数据压缩结束后，系统还会对数据块进行压缩（压缩率为 2:1），这使得闪存驱动器的数量减少一半。从根本上说，启用压缩后，阵列需要一半数量的驱动器来支持给定前端容量。

图 4 线内压缩和过量订阅



压缩是出厂时在新的 VMAX 全闪存阵列上预先配置的。现场的现有 VMAX 全闪存阵列可以添加压缩。有关详细信息，请与您的支持代表联系。

压缩的其他特征包括：

- 所有受支持的数据服务（如 SnapVX、SRDF 和加密）均支持压缩。
- 压缩仅适用于开放式系统 (FBA)（包括 eNAS）。它不适用于 CKD 阵列，包括混合使用 FBA 和 CKD 设备的阵列。任何启用了压缩的开放式系统阵列均不得将 CKD 设备添加到其中。
- Data Domain 阵列仍然支持 ProtectPoint 操作，并且 CloudArray 可以在启用了压缩的阵列上运行（只要它位于单独的 SRP 中）。
- 压缩通过 Solutions Enabler 和 Unisphere 打开和关闭。

- 可对 SRP、存储组和卷的压缩效率进行监视。
- 基于活动的压缩：最活跃的磁道被保留在缓存内，直至其从缓存移至磁盘后才会被压缩。此功能有助于提高阵列的整体性能，同时减少对闪存驱动器的磨损。

第 2 章

管理接口

本章介绍用于管理阵列的工具。

• 管理界面版本.....	40
• Unisphere for VMAX.....	40
• Unisphere 360.....	41
• Solutions Enabler.....	41
• Mainframe Enablers.....	41
• 地理位置分散的灾难重启 (GDDR).....	42
• SMI-S Provider.....	42
• VASA Provider.....	43
• eNAS 管理界面.....	43
• 存储资源管理 (SRM).....	43
• vStorage APIs for Array Integration.....	43
• SRDF Adapter for VMware vCenter Site Recovery Manager.....	44
• SRDF/Cluster Enabler.....	44
• Product Suite for z/TPF.....	44
• SRDF/TimeFinder Manager for IBM i.....	45
• AppSync.....	45

管理界面版本

以下组件为 HYPERMAX OS 5977.1125.1125 提供了管理功能：

- Unisphere for VMAX V8.4
- Solutions Enabler V8.4
- Mainframe Enablers V8.2
- GDDR V5.0
- SMI-S V8.4
- SRDF/CE V4.2.1
- SRA V6.3
- VASA 提供程序 V8.4

Unisphere for VMAX

Unisphere for VMAX 是一种基于 Web 的应用程序，可提供对阵列的配置、管理和监视。

使用 Unisphere，您可以执行下列任务：

表 8 Unisphere 任务

部分	让您可以：
Home	执行查看和管理功能，如阵列使用情况、警报设置、身份验证选项、系统首选项、用户授权，以及链接和启动客户端注册。
Storage	查看和管理存储组及存储层。
Hosts	查看和管理启动器、掩蔽视图、启动器组、阵列主机别名和端口组。
Data Protection	查看和管理本地复制、监视和管理复制池、创建和查看设备组，以及监视和管理迁移会话。
Performance	监视和管理阵列控制面板、执行用于未来容量规划的趋势分析，以及分析数据。
Databases	对数据库和存储问题进行故障排除，以及启动数据库存储分析器。
System	查看和显示控制面板、活动作业、警报、阵列属性和许可证。
Support	查看 Unisphere 任务的在线帮助。

Unisphere 也具有表征状态传输 (REST) API。使用此 API 可访问性能和配置信息，以及调配存储阵列。您可以在任何支持标准 REST 客户端的编程环境中使用此 API，比如可以发出 HTTP 请求的 Web 浏览器和编程平台。

Workload Planner

Workload Planner 显示应用程序的性能指标。使用 Workload Planner：

- 针对将工作负载从一个存储系统迁移到另一个存储系统的影响进行建模。
- 为建议的新工作负载建模。
- 评估将一个或多个工作负载移出运行 HYPERMAX OS 的给定阵列造成的影响。

- 确定需要采取行动以便维持请求的工作负载所面临的当前和未来资源短缺。

FAST Array Advisor

FAST Array Advisor 向导指导您完成相应步骤，以确定将工作负载从一个阵列迁移到另一个阵列的性能影响。

如果向导确定目标阵列能够吸纳增加的工作负载，它会自动创建所有需要的自动调配组，以便在目标阵列上复制源工作负载。

Unisphere 360

Unisphere 360 是一种本地管理解决方案，可在单个站点跨运行 HYPERMAX OS 的阵列提供单个窗口。使用 Unisphere 360 执行以下操作：

- 将 Unisphere 服务器添加到 Unisphere 360 以允许 Unisphere 管理存储系统数据的数据收集和报告。
- 查看您数据中心的系统运行状况、容量、警报和容量趋势。
- 在一个位置查看所有已注册 Unisphere 实例中的所有存储系统。
- 查看有关性能和容量的详细信息。
- 链接和启动到运行 V8.2 或更高版本的 Unisphere 实例。
- 管理 Unisphere 360 用户并配置身份认证和授权规则。
- 查看可见存储阵列的详细信息，包括当前和目标存储

Solutions Enabler

Solutions Enabler 提供了一个综合的命令行界面 (SYMCLI)，用于管理您的存储环境。

SYMCLI 命令可以交互的方式在命令行上从管理主机调用，或者是使用脚本从管理主机调用。

SYMCLI 建立在特定的函数基础之上，这些函数使用系统调用生成低级别 I/O SCSI 命令。配置和状态信息在主机数据库文件中维持，从而减少了从主机到阵列的查询数量。

使用 SYMCLI 执行以下操作：

- 配置阵列软件（例如 TimeFinder、SRDF、Open Replicator）
- 监视设备配置和状态
- 针对设备和数据对象执行控制操作

Solutions Enabler 也具有表征状态传输 (REST) API。使用此 API 可访问性能和配置信息，以及调配存储阵列。可以在任何支持标准 REST 客户端的编程环境中使用此 API，比如可以发出 HTTP 请求的 Web 浏览器和编程平台。

Mainframe Enablers

Dell EMC Mainframe Enablers 是一个软件组件，让您可以监视和管理大型机环境中运行 HYPERMAX OS 的阵列：

- ResourcePak Base for z/OS
支持基于大型机的应用程序（由 Dell EMC 或独立软件供应商提供）和 PowerMax/VMAX 阵列之间的通信。
- SRDF Host Component for z/OS

通过从主机执行的命令监视和控制 SRDF 进程。SRDF 可在位于物理上独立的站点中的多个阵列中，在逻辑卷级别维护数据的实时拷贝。

- **Dell EMC Consistency Groups for z/OS**
确保 SRDF 功能在发生雪崩式灾难时远程拷贝的数据的一致性。
- **AutoSwap for z/OS**
在检测到计划外宕机或问题时处理阵列之间的自动工作负载交换。
- **TimeFinder SnapVX**
借助 Mainframe Enablers V8.0 及更高版本，SnapVX 可直接在源设备的存储资源池 (SRP) 中创建时间点拷贝，从而消除目标设备和源/目标配对的概念。SnapVX 时间点拷贝可供主机通过一种在其他设备上呈现拷贝的链路机制访问。TimeFinder SnapVX 和 HYPERMAX OS 支持针对传统 TimeFinder 产品的向后兼容性，这些产品包括 TimeFinder/Clone、TimeFinder VP Snap 和 TimeFinder/Mirror。
- **Data Protector for z Systems (zDP™)**
对于 Mainframe Enablers V8.0 和更高版本，zDP 部署在 SnapVX 之上。zDP 支持对发生了意外更改的数据进行细粒度级别的应用程序恢复。zDP 通过以下方式来实现：它提供自动化的、一致的时间点数据拷贝，利用这些数据拷贝可执行应用程序级恢复。
- **TimeFinder/Clone Mainframe Snap Facility**
生成完整卷或单个数据集的时间点拷贝。TimeFinder/Clone 操作涉及源的数据量与目标的数据量相同的完整卷或数据集。TimeFinder VP Snap 利用克隆技术为精简设备创建具有空间效率的快照。
- **TimeFinder/Mirror for z/OS**
允许创建业务连续卷 (BCV)，并提供从源逻辑卷建立、拆分、重新建立和恢复的能力。
- **TimeFinder Utility**
通过重新标记卷以及（可选）重命名和重新编录数据集来确定 SPLIT BCV 条件。这允许装载和使用 BCV。

地理位置分散的灾难重启 (GDDR)

GDDR 可在计划内宕机和灾难情况后自动执行业务恢复，包括数据中心的完全中断。使用 VMAX 全闪存体系结构和 SRDF 和 TimeFinder 复制系列的基础，GDDR 可消除大型机环境中灾难重启计划的任何单点故障。GDDR 智能会根据触发的事件自动调整灾难重启计划。

GDDR 本身不提供复制和恢复服务。不过 GDDR 会监视并自动执行其他 Dell EMC 产品和第三方产品所提供的、对于连续操作或业务重启而言所需的服务。GDDR 通过生成可按需运行的脚本来促进业务连续性。例如，发生重大数据中心事件之后，可通过脚本重新启动业务应用程序，或者在计划外链路宕机后恢复复制。

由根据 GDDR 正在管理的配置和事件定制步骤的专家系统调用时，自定义脚本。通过自动事件检测和托管技术的端到端自动化，GDDR 从恢复过程中删除人为错误，并且允许其在尽可能短的时间内完成。

系统还会调用 GDDR 专家系统来自动生成计划内过程，如将计算操作从一个数据中心移到另一个数据中心。这是针对高可用性计算操作的黄金标准，以便能够从计划的 DR 测试周末活动移到计划的数据中心交换，而不会中断应用程序工作负载。

SMI-S Provider

Dell EMC SMI-S Provider 支持 SNIA 存储管理计划 (SMI)，这是一种 ANSI 存储管理标准。此计划开发了一个标准管理界面，最终形成了一套全面的规格要求（即 SMI 规格或 SMI-S）。

SMI-S 定义了开放式存储管理界面，使来自多个供应商的存储管理技术可以进行互操作。这些技术用于监视和控制多供应商或 SAN 拓扑中的存储资源。

SMI-S Provider 安装中会包括 SMI-S Provider 操作所需的 Solutions Enabler 组件。

VASA Provider

VASA Provider 使用 VMAX 全闪存管理软件能够向 vCenter 告知 VMFS 存储（包括 VVol）是如何进行配置和受保护的。这些功能由 Dell EMC 定义，并且包含诸如磁盘类型、资源调配类型、存储分层和远程复制状态等特性。这允许 vSphere 管理员对虚拟机放置做出快速且明智的决策。VASA 使 vSphere 管理员能够补充其针对插件及其他工具的使用，以跟踪系统是如何配置承载 VMFS 卷的设备以满足性能和可用性需求的。

eNAS 管理界面

您可以使用 Unisphere File Dashboard 管理 eNAS 数据块和文件存储。链接和启动功能使您能够在同一会话内运行数据块和文件管理 GUI。

配置向导让您能够轻松、快速地创建存储组（自动调配至 Data Mover）。在创建存储组的同时，将在 Unisphere 内创建一个存储池，该存储池可用于文件级资源调配任务。

存储资源管理 (SRM)

SRM 为异构数据块、文件和虚拟化存储环境提供全面的监视、报告和分析。

使用 SRM 可以：

- 直观显示应用程序对存储的依赖关系
- 监视和分析配置及容量增长
- 优化环境以提高投资回报

虚拟化可以帮助企业简化管理，控制成本并保证正常运行。但是，虚拟化的环境同时也增加了 IT 基础架构的复杂性，这会降低可见性，使存储资源管理复杂化。SRM 可让企业洞察物理和虚拟关系以确保一致的服务级别，因此能够解决上述问题。

随着您构建云基础架构，SRM 可以帮助您在优化 IT 资源的同时确存储服务级别，而它们正是成功进行云部署的两大关键要素。

SRM 设计用于包含多供应商网络、主机和存储设备的异构环境。它收集的信息及管理的功能可以驻留在位于不同地理位置且采用不同技术的设备上。SRM 在存储管理之上更进一步，它提供一个平台用于跨域关联设备信息和资源拓扑，并为您提供关于存储环境和企业数据中心的更广泛视图。

SRM 通过 Watch4net 提供企业级存储容量的控制面板视图。Watch4net 控制面板视图显示的信息可以支持与存储容量有关的决策。

Watch4net 控制面板整合了跨多个位置分布的多个 ProSphere 实例的数据。该控制面板提供环境中总体存储状态的快速概览，例如原始容量使用情况、可用容量、按用途区分的已用容量、按池区分的可用容量以及服务级别。

vStorage APIs for Array Integration

VMware vStorage API for Array Integration (VAAI) 可将虚拟机操作分流到运行 HYPERMAX OS 的阵列，从而优化服务器性能。

存储阵列执行选择存储任务，从而释放主机资源以用于应用程序处理和其他任务。

在 VMware 环境中，存储阵列支持以下 VAAI 组件：

- 完整拷贝 —（硬件加速拷贝）通过将复制分流到存储阵列，更快地实现虚拟机部署、克隆、快照和 VMware Storage vMotion® 操作。
- 数据块清零 —（硬件加速拷贝）更快地初始化文件系统块和虚拟驱动器空间。

- 硬件辅助锁定 — (原子测试和设置) 支持更高效的元数据更新, 并帮助部署虚拟桌面。
- UNMAP — 通过回收数据存储区中未使用的空间并将其返回到最初提取它的精简资源调配池中, 可以为虚拟机实现更高效的空間利用率。
- VMware vSphere Storage API for Storage Awareness (VASA)。

VAAI 在 HYPERMAX OS 中属于本机性质, 不需要其他软件, 除非还实施了 eNAS。如果阵列上实施了 eNAS, VAAI 支持需要面向 NAS 的 VAAI 插件。可从 Dell EMC 支持网站上获得插件。

SRDF Adapter for VMware vCenter Site Recovery Manager

Dell EMC SRDF Adapter 是一款存储复制适配器 (SRA), 它将 VMware vCenter Site Recovery Manager 5.x 的灾难重启管理功能扩展至运行 HYPERMAX OS 的阵列。

通过 SRA, Site Recovery Manager 可以在采用 SRDF 配置的存储阵列上自动执行基于存储的灾难重启操作。

SRDF/Cluster Enabler

Cluster Enabler (CE) for Microsoft Failover Clusters 是故障切换群集功能的一个软件扩展。Cluster Enabler 允许运行 Microsoft Failover Clusters 的 Windows Server 2012 (包括 R2) 标准版和数据中心版跨越位于地理位置分散的群集中的多个连接的存储阵列操作。

SRDF/Cluster Enabler (SRDF/CE) 是 Dell EMC Cluster Enabler for Microsoft Failover Clusters 软件的一个软件插件模块。Cluster Enabler 插件体系结构由 CE 基本模块组件和单独可用的插件模块组成, 这些插件模块将提供您选定的存储复制技术。

SRDF/CE 支持:

- 同步和异步模式 ([SRDF 操作模式](#) (第 79 页) 汇总了这些模式)
- 并发和级联 SRDF 配置 ([SRDF 多站点解决方案](#) (第 73 页) 汇总了这些配置)

Product Suite for z/TPF

Dell EMC Product Suite for z/TPF 是一个组件套件, 可从 z/TPF 主机中监控和管理运行 HYPERMAX OS 的阵列。z/TPF 是 IBM 大型机操作系统, 具有大量事务处理速率以及重要通信内容的特点。以下软件组件单独分发, 并且可以单独或按任意组合安装:

- SRDF Controls for z/TPF
使用在 z/TPF Prime CRAS (机房代理集) 输入的功能条目监视和控制 SRDF 进程。
- TimeFinder Controls for z/TPF
提供业务连续性解决方案, 包括 TimeFinder SnapVX、TimeFinder/Clone 和 TimeFinder/Mirror。
- ResourcePak for z/TPF
向 SRDF Controls for z/TPF 和 TimeFinder Controls for z/TPF 提供 PowerMax 和 MAX 配置及统计报告和扩展功能。

SRDF/TimeFinder Manager for IBM i

Dell EMC SRDF/TimeFinder Manager for IBM i 是一套基于主机的应用工具，它为 SRDF 和 TimeFinder 提供了一个 IBM i 界面。

此功能让您可在连接到 IBM i 主机的阵列上配置和控制 SRDF 或 TimeFinder 操作我的主机，包括：

- SRDF：配置、建立和拆分 SRDF 设备，包括：
 - SRDF/A
 - SRDF/S
 - 并发 SRDF/A
 - 并发 SRDF/S
- TimeFinder：
 - 创建完整卷或单个数据集的时间点拷贝。
 - 创建映像的时间点快照。

扩展功能

SRDF/TimeFinder Manager for IBM i 扩展功能提供对 IBM 独立 ASP (IASP) 功能的支持。

IASP 是 IBM i 主机上的一组可切换或专用的辅助磁盘池（最多 223 个），这些磁盘池可以自由切换在线/离线状态，而不会影响系统其余部分的性能。

在与 SRDF/TimeFinder Manager for IBM i 配合使用后，IASP 使您能够配置和控制 IBM i 主机上所连阵列中的 SRDF 或 TimeFinder 操作。

- 显示和分配 TimeFinder SnapVX 设备。
- 执行 SRDF 或 TimeFinder 命令以建立和拆分 SRDF 或 TimeFinder 设备。
- 将一个或多个包含 IASP 映像的目标设备提供给其他主机，以便进行业务持续 (BC) 处理。

扩展功能控制操作的访问方式包括：

- 从 SRDF/TimeFinder Manager 菜单驱动界面执行。
- 从命令行使用 SRDF/TimeFinder Manager 命令和关联 IBM i 命令执行。

AppSync

Dell EMC AppSync 提供一种由 SLA 驱动的简单自助服务方式来保护、恢复和克隆关键的 Microsoft 与 Oracle 应用程序以及 VMware 环境。定义服务计划之后，应用程序所有者即可使用底层 Dell EMC 复制技术，采用项目级粒度对生产数据进行快速保护、恢复和克隆。AppSync 还提供应用程序保护监视服务，可在不能满足 SLA 时生成警报。

AppSync 支持以下应用程序和存储阵列：

- 应用程序 — Oracle、Microsoft SQL Server、Microsoft Exchange、VMware VMFS 和 NFS 数据存储区及文件系统。
- 复制技术 — SRDF、SnapVX、RecoverPoint、XtremIO 快照、VNX 高级快照、VNXe Unified 快照和 ViPR 快照。

注意：对于 VMAX 全闪存阵列，AppSync 在入门级捆绑包中提供。AppSync 入门级捆绑包提供 AppSync 规模有限、尚未完全正常运行的版本的许可证。有关详细信息，请参阅 Dell EMC 在线支持网站上提供的《含 VMAX 全闪存的 AppSync 入门级捆绑包产品简述》。

第 3 章

开放式系统功能

本章介绍 VMAX 全闪存 阵列的开放式系统功能。

- [面向开放式系统的 HYPERMAX OS 支持](#)..... 48
- [使用 ProtectPoint 和 Data Domain 进行备份和恢复](#)..... 48
- [VMware 虚拟卷](#)..... 50

面向开放式系统的 HYPERMAX OS 支持

HYPERMAX OS 提供开放式系统和 D910 for IBM i 的 FBA 设备仿真。

主机上安装的任何逻辑设备管理器软件都可用于存储设备。

与前几代的阵列相比，HYPERMAX OS 提高了可扩展性限制，包括：

- 最大设备大小是 64TB
- 每个阵列的最大主机可寻址设备数为 64,000
- 每个阵列的最大存储组、端口组和掩蔽视图数为 64,000
- 可通过各个端口进行寻址的最大设备数是 4,000
HYPERMAX 操作系统不支持元设备，因此很难达到这一限制。

[打开特定于系统的资源调配](#)（第 59 页）包含有关在开放式系统环境中调配存储的详细信息。

E-Lab Interoperability Navigator (<http://elabnavigator.emc.com>) 上的 Dell EMC 支持列表包含有关 HYPERMAX 开放式系统的最新信息。

使用 ProtectPoint 和 Data Domain 进行备份和恢复

Dell EMC ProtectPoint 为 VMAX 全闪存阵列提供数据备份和恢复工具。远程 Data Domain 阵列存储数据的备份拷贝。

ProtectPoint 使用 VMAX 全闪存和 Data Domain 阵列的现有功能来创建备份拷贝，并在必要时恢复备份的数据。无需任何其他或专用的硬件和软件。

本部分概述了 ProtectPoint 的备份和恢复工具。它还显示了在何处可以获取有关产品的详细信息，其中包括有关如何配置和管理它的说明。

ProtectPoint 已重命名为 Storage Direct，并且包含在 PowerProtect、Data Protection Suite for Apps 或 Data Protection Suite Enterprise Software Edition 中。

备份

LUN 是 ProtectPoint 中的基本备份单元。对于每个 LUN，ProtectPoint 将在 Data Domain 阵列上创建一个“备份映像”。您可以对备份映像进行分组，以创建“备份集”。备份集的一个用途是将应用程序的所有数据捕获为时间点映像。

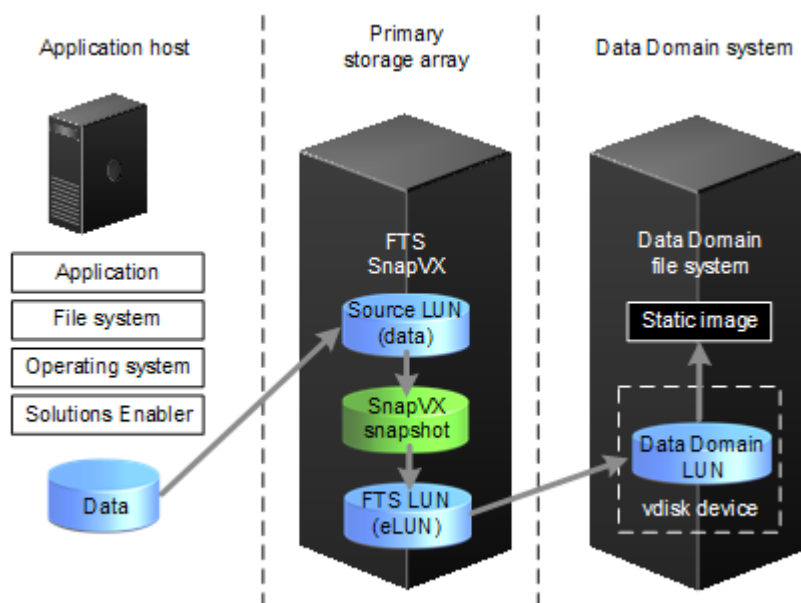
备份过程

为创建 LUN 的备份，ProtectPoint 将：

1. 使用 SnapVX 在 VMAX 全闪存阵列（主存储阵列）上创建 LUN 的本地快照。
创建此快照后，ProtectPoint 和应用程序可以相互独立地继续进行，备份过程不会对应用程序造成进一步的影响。
2. 将快照拷贝到 Data Domain 阵列上的 vdisk，并对其进行重复数据消除和编录。
在主存储阵列上，vdisk 显示为 FAST.X 封装 LUN。Vdisk 的快照拷贝使用现有的 SnapVX 链路拷贝和 VMAX 全闪存转储技术。

一旦 vdisk 包含 LUN 的所有数据，Data Domain 就会将数据转换为“静态映像”。然后，此映像会向其添加元数据，而 Data Domain 会对生成的备份映像编制目录。

图 5 备份到 Data Domain 的操作期间的数据流



增量数据拷贝

ProtectPoint 首次备份 LUN 时，它将使用 SnapVX 快照来获取其内容的完整拷贝。获取此快照时，分配给该 LUN 的应用程序将在短时间内暂停。这可确保 ProtectPoint 获得与应用程序一致的 LUN 拷贝。要创建 LUN 的第一个备份映像，ProtectPoint 会将整个快照拷贝到 Data Domain 阵列。

对于 LUN 的每个后续备份，ProtectPoint 仅拷贝 LUN 中已更改的部分。这可以充分利用通信链路，最大限度缩短创建备份所需的时间。

恢复

ProtectPoint 提供两种形式的数据恢复：

- 从选定的备份映像进行对象级恢复
- 完整应用程序回滚恢复

对象级恢复

对于对象级恢复，Data Domain 会将所选备份映像中的静态映像置于 vdisk 上。与备份过程一样，Data Domain 阵列上的此 vdisk 显示为 VMAX 全闪存阵列上的 FAST.X 封装 LUN。管理员现在可以装载封装 LUN 的文件系统，并将一个或多个对象恢复到最终目标。

完整应用程序回滚恢复

在完整应用程序回滚恢复中，选定备份集中的所有静态映像都将作为 Data Domain 阵列上的 vdisk 提供，并作为 VMAX 全闪存阵列上的 FAST.X 封装 LUN 提供。从这里，管理员可将数据从封装 LUN 恢复到它们的原始设备。

ProtectPoint 代理

ProtectPoint 拥有三个代理，分别负责备份和恢复特定类型的数据：

File system agent

提供备份、管理和恢复应用程序 LUN 的工具。

Database application agent

提供使用 Oracle 数据库数据备份、管理和恢复 DB2 数据库、Oracle 数据库或 SAP 的工具。

Microsoft application agent

提供备份、管理和恢复 Microsoft Exchange 和 Microsoft SQL 数据库的工具。

用于 ProtectPoint 备份和恢复的功能

ProtectPoint 使用 HYPERMAX OS 和 Data Domain 的现有功能来提供备份和恢复服务：

- HYPERMAX OS:
 - SnapVX
 - FAST.X 封装设备
- Data Domain :
 - Block services for ProtectPoint
 - vdisk services
 - FastCopy

ProtectPoint 和传统备份

当较为传统的方法无法成功满足业务需求时，ProtectPoint 工作流可以提供数据保护。这通常是由于备份窗口较小或不存在、恢复时间目标 (RTO) 或恢复点目标 (RPO) 要求苛刻，或者以上两者。

与传统的备份与恢复不同，ProtectPoint 并不依赖于单独的过程来发现需要备份的数据，也不依赖于额外操作来将数据移到备份存储。ProtectPoint 并不使用专用的硬件、主机和网络资源，而是使用现有的应用程序和存储能力来创建大数据集的时间点拷贝。拷贝会跨存储区域网络 (SAN) 传输到 Data Domain 系统，以便保护拷贝并提供重复数据消除，从而最大程度地提高存储效率。

ProtectPoint 可以最大程度地缩短保护大型数据集所需的时间，并且能够在最小的备份窗口内完整备份，从而满足苛刻的 RTO 或 RPO 要求。

更多信息

以下指南中提供了有关 ProtectPoint、其组件、如何配置它们以及如何使用它们的详细信息：

- 《ProtectPoint 解决方案指南》
- 《文件系统代理安装和管理指南》
- 《数据库应用程序代理安装和管理指南》
- 《Microsoft 应用程序代理安装和管理指南》

VMware 虚拟卷

VMware 虚拟卷 (vVol) 是由 VMware 开发的存储对象，可简化虚拟化环境中的管理和资源调配。利用 vVol，管理进程将从 LUN (数据存储区) 移到虚拟机 (VM)。此粒度级别让 VMware 和云管理人员能够根据自身的性能和存储要求，将特定存储属性分配给每个虚拟机。运行 HYPERMAX OS 的存储阵列实施 vVol。

vVol 组件

为了支持 vVol 的管理功能，存储/vCenter 环境的要求如下：

- EMC VMAX VASA Provider — VASA Provider (VP) 是使用一组带外管理 API (VASA 版本 2.0) 的软件插件。VASA Provider 会导出存储阵列功能，并通过 VASA API 将其呈现给

vSphere。vVol 通过 vSphere 和 VASA Provider API (创建/删除) 管理，而非使用 Unisphere for VMAX 用户界面或 Solutions Enabler CLI 管理。在阵列上设置 vVol 后，Unisphere 和 Solutions Enabler 仅支持 vVol 监视和报告。

- 存储容器 (SC) — 存储容器是用于以逻辑方式对 vVol 分组的物理存储区块。SC 基于将虚拟机磁盘 (VMDK) 分组为特定服务级别。SC 容量仅受硬件容量限制。每个存储系统都至少需要一个 SC，但允许每个阵列具有多个 SC。SC 由存储管理员在阵列上创建和管理。Unisphere 和 Solutions Enabler CLI 支持 SC 的管理。
- 协议端点 (PE) — 协议端点是存储管理员从主机到阵列的访问点。PE 符合 FC 且取代使用 LUN 和装载点。vVol 将“绑定”到 PE，绑定和取消绑定操作通过 VP API (而不是使用 Solutions Enabler CLI) 进行管理。现有多路径策略和 NFS 拓扑要求可应用于 PE。PE 由存储管理员在阵列上创建和管理。Unisphere 和 Solutions Enabler CLI 支持 PE 的管理。

表 9 vVol 体系结构组件管理功能

功能	组件
vVol device management (create, delete)	VASA Provider API/Solutions Enabler API
vVol bind management (bind, unbind)	
Protocol Endpoint device management (create, delete)	Unisphere/Solutions Enabler CLI
Protocol Endpoint-vVol reporting (list, show)	
Storage Container management (create, delete, modify)	
Storage container reporting (list, show)	

vVol 可扩展性

vVol 可扩展性限制包括：

表 10 特定于 vVol 的可扩展性

要求	值
Number of vVols/Array	64,000
Number of Snapshots/Virtual Machine ^a	12
Number of Storage Containers/Array	16
Number of Protocol Endpoints/Array	1/ESXi 主机
Maximum number of Protocol Endpoints/Array	1,024
Number of arrays supported /VP	1
Number of vCenters/VP	2
Maximum device size	16 TB

a. vVol 快照仅通过 vSphere 进行管理。不能使用 Unisphere 或 Solutions Enabler 创建它们。

vVol workflow

要求

安装和配置这些应用程序：

- Unisphere for VMAX V8.2 或更高版本
- Solutions Enabler CLI V8.2 或更高版本
- VASA Provider V8.2 或更高版本

有关安装 Unisphere 和 Solutions Enabler 的说明，请参阅其相应的安装指南。有关安装 VASA Provider 的说明，请参阅《Dell EMC PowerMax VASA Provider 发行说明》。

过程

创建基于 vVol 虚拟机涉及存储管理员和 VMware 管理员：

存储管理员

存储管理员使用 Unisphere 或 Solutions Enabler 来创建存储并将其呈现给 VMware 环境：

1. 在存储阵列上创建一个或多个存储容器。
此步骤定义存储量和 VMware 用户可从中调配的访问级别。
2. 创建协议端点并将它们调配给 ESXi 主机。

VMware 管理员

VMAX 存储管理员使用 vSphere Web Client 在存储阵列上部署虚拟机：

1. 将 VASA Provider 添加到 vCenter。
这使得 vCenter 可与存储阵列进行通信，
2. 从存储容器中创建 vVol 数据存储区。
3. 创建虚拟机存储策略。
4. 在 vVol 数据存储区中创建虚拟机，从而选择其中一个虚拟机存储策略。

第 4 章

大型机功能

本章介绍 VMAX 全闪存阵列的特定于大型机的功能。

- [HYPERMAX 操作系统支持大型机](#)..... 54
- [IBM z Systems 功能支持](#)..... 54
- [IBM 2107 支持](#)..... 55
- [逻辑控制单元功能](#)..... 55
- [磁盘驱动器仿真](#)..... 56
- [级联配置](#)..... 56

HYPERMAX 操作系统支持大型机

VMAX 450F、850F 和 950F 阵列可随 zF 和 zFX 软件包一同订购以支持大型机。

VMAX 全闪存阵列可提供下面的大型机功能：

- 混合 FBA 和 CKD 驱动器配置。
- 相应支持 64、128、256 个 FICON 单模式和多模式端口。
- 支持 CKD 3380/3390 和 FBA 设备。
- 大型机 (FICON) 和 OS FC/iSCSI 连接。
- 大容量闪存驱动器。
- 高达 16 Gb/s 的 FICON 主机连接。
- 支持前向纠错、查询主机访问和 FICON 动态路由。
- 适用于 CKD 数据以及数据路径 (缓存和磁盘中) 的 T10 DIF 保护, 以便提升多记录操作的性能。
- D@RE 外部密钥管理器。 [静态数据加密](#) (第 30 页) 提供了有关 D@RE 以及外部密钥管理器的详细信息。

IBM z Systems 功能支持

VMAX 全闪存阵列支持最新的 IBM z Systems 增强功能, 从而确保阵列可处理要求最严苛的大型机环境：

- zHPF, 包括支持单磁道、多跟踪、列表预取、双向传输、QSAM/BSAM 访问以及格式写入
- zHyperWrite
- 非中断状态保存 (NDSS)
- 兼容本机闪存 (闪存拷贝)
- 并发拷贝
- 多子系统映像
- 并行访问卷 (PAV)
- 动态通道管理 (DCM)
- 动态并行访问卷/多应用 (PAV/MA)
- 端到端远程拷贝 (PPRC) SoftFence
- 扩展地址卷 (EAV)
- 持久 IU 操作调整 (远距离 FICON)
- HyperPAV
- PDS 搜索帮助
- 已修改间接数据地址字词 (MIDAW)
- 多应用 (MA)
- 顺序数据条带化
- Multi-Path Lock Facility
- Product Suite for z/TPF
- HyperSwap

注意： VMAX 全闪存阵列仅可作为辅助阵列参与 z/OS 全局镜像 (XRC) 配置。

IBM 2107 支持

VMAX 全闪存阵列仿真 IBM 2107 时，它们在外部分将阵列序列号表示为字母数字，以便与 IBM 命令输出兼容。在内部，阵列保留用于 IBM 2107 仿真的数字序列号。HYPERMAX OS 处理字母数字序列号和数字序列号之间的关联。

逻辑控制单元功能

下表列出了逻辑控制单元 (LCU) 最大值：

表 11 逻辑控制单元最大值

功能	最大值
每个控制器存储片 (或端口) 的 LCU 数量	255 (在 00 到 FE 的范围内)
每个拆分的 LCU 数量 ^a	255
每个阵列的拆分数	16 (0 到 15)
每个拆分的设备数	65,280
每个阵列的 LCU	512
每个 LCU 的设备数	256
每个端口的逻辑路径数	2,048
每个端口每个 LCU 的逻辑路径数 (请参见表 12 (第 55 页))	128
每个阵列的阵列系统主机地址数 (基本和别名)	64K
每个阵列引擎的 I/O 主机连接数	32

a. 拆分是通过唯一设备、SSID 以及主机序列号标识的存储阵列的逻辑分区。每个阵列的最大存储阵列主机地址数都包括所有拆分。

下表根据含活动路径的 LCU 数列出每个端口的最大 LPAR 数：

表 12 每个端口的最大 LPAR 数

每个端口含活动路径的 LCU 数	每个端口支持的最大卷数	每个端口的阵列最大 LPAR 数
16	4K	128
32	8K	64
64	16K	32
128	32K	16
255	64K	8

磁盘驱动器仿真

将 VMAX 全闪存阵列配置到大型机主机时，数据记录格式为扩展 CKD (ECKD)。支持的 CKD 仿真包括 3380 和 3390。

级联配置

通过使用 CPU 到 FICON 网络的交换机到交换机扩展，级联配置可大幅增强本地和远程站点之间的 FICON 连接。这些级联交换机使用少量高速线路（称为交换机间链路 (ISL)）进行远距离通信。最多两台交换机可在 CPU 和存储阵列之间的一条路径内连接在一起。

使用相同的交换机供应商是级联配置所需。为了支持级联，每个交换机供应商都需要具体型号、硬件功能、软件功能、配置设置和限制。还需要具体 IBM CPU 型号、操作系统版本级别、主机硬件和 HYPERMAX 级别。

通过 E-Lab™ Interoperability Navigator (ELN) (<http://elabnavigator.emc.com>) 提供的 Dell EMC 支持列表包含有关交换机支持的最新信息。

第 5 章

资源调配

本章介绍存储资源调配。

- [精简资源调配](#)..... 58
- [CloudArray 作为外部层](#)..... 61

精简资源调配

VMAX 全闪存阵列出厂时进行了配置，其精简资源调配池可直接使用。精简资源调配能够提高容量利用率并简化存储管理。它还使用户能够根据需要，从服务于一个或多个应用程序的存储池分配并访问存储。当向数据池添加空间时，LUN 可随着时间推移“增长”，而不会影响主机或应用程序。跨物理存储（驱动器）广泛条带化数据，以交付比标准资源调配高的性能。

注意：数据设备 (TDAT) 已调配/预配置/创建，而主机可寻址存储设备 TDEV 由客户或客户支持创建，具体取决于环境。

精简资源调配可提高容量利用率并简化存储管理，具体如下：

- 支持向主机提供比物理消耗量更多的存储
- 只在需要时从共享精简资源调配池分配存储
- 通过自动宽分条简化数据布局
- 减少满足增长所需的步骤

借助精简资源调配，您可以：

- 使用 Unisphere 或 Solutions Enabler 创建主机可寻址精简设备 (TDEV)
- 向存储组中添加 TDEV
- 在存储组上运行应用程序工作负载

主机写入 TDEV 时，会自动从默认的存储资源池中分配物理存储。

精简资源调配的预配置

VMAX 全闪存阵列经过定制和预配置，具有基于阵列的软件应用程序，其中包括精简资源调配出厂预配置，该预配置包含以下内容：

- “Data devices (TDAT)” — 一种提供精简设备所用物理存储的内部设备。
- “Virtual provisioning pool” — 一组具有相同仿真和保护类型的数据设备，所有这些设备均驻留在具有相同技术类型和速度的驱动器上。一个数据池中的驱动器均来自同一磁盘组。
- “Disk group” — 阵列内共享相同驱动器技术和容量的物理驱动器集合。RAID 保护选项在磁盘组级别进行配置。Dell EMC 强烈建议您对所有数据设备使用一个或多个 RAID 数据保护方案。

表 13 RAID 选项

RAID	提供了以下信息	配置注意事项
RAID 5	跨 RAID 组中所有驱动器的分布式奇偶校验和条带化数据。 选项包括： <ul style="list-style-type: none"> • RAID 5 (3+1) — 包括 4 个驱动器，奇偶校验和数据跨每个设备分条存储。 • RAID-5 (7+1) — 包括 8 个驱动器，奇偶校验和数据跨每个设备分条存储。 	<ul style="list-style-type: none"> • RAID-5 (3+1) 提供 75% 的数据存储容量。仅适用于 VMAX 250F 阵列。 • RAID-5 (7+1) 提供 87.5% 的数据存储容量。 • 可承受 RAID-5 组中的一个驱动器出现故障。
RAID 6	带双重分布式奇偶校验（水平和对角线）的条带化驱动器。 最高级别的可用性选项包括：	<ul style="list-style-type: none"> • RAID-6 (6+2) 提供 75% 的数据存储容量。仅适用于 VMAX 250F 阵列。

表 13 RAID 选项（续）

RAID	提供了以下信息	配置注意事项
	<ul style="list-style-type: none"> RAID-6 (6+2) — 包括 8 个驱动器，双奇偶校验和数据跨每个设备分条存储。 RAID-6 (14+2) — 包括 16 个驱动器，双奇偶校验和数据跨每个设备分条存储。 	<ul style="list-style-type: none"> RAID-6 (14+2) 提供 87.5% 的数据存储容量。 可承受 RAID-6 组中的两个驱动器出现故障。

- “存储资源池” — 阵列中预配置了一个（默认）存储资源池。此过程会自动进行，无需进行设置。您不能修改存储资源池，但您可以列出并显示它们的配置。您可还以生成报告，列出针对存储资源池的请求存储组。

精简设备 (TDEV)

注意：在 VMAX 全闪存阵列上，精简设备是前端设备的唯一设备类型。

在向设备发出第一个写入命令之前，不会分配任何存储给精简设备 (TDEV)。相反，阵列会从池中分配最小份额的物理存储并将该存储映射到该精简设备的某个区域，其中包括写入操作的目标区域。

这些初始的最低分配操作在称为精简设备扩展区的单元中执行。精简设备的每个扩展区的大小为 1 个磁道 (128 KB)。

在设备上执行读取时，将从精简设备扩展区所分配至的相应数据设备检索要读取的数据。读取尚未映射的精简设备的某个区域时不会触发分配操作。读取尚未映射的数据块时将返回每个字节都等于零的数据块。

如果需要更多存储来服务现有或将来的精简设备，则可将数据设备添加到现有精简存储组中。

精简设备超额订阅

在映射精简设备的所有报告容量之前，可将该设备提供给主机使用。

使用指定池的精简设备的报告容量总和可超过该池的可用存储容量。精简设备的容量如果超过了其关联池的容量则称为“过量订阅”。

精简池过量订阅使得能够向主机和应用程序提供超过所需存储空间的设备，而无需拥有足够的物理驱动器来完全分配精简设备代表的所有空间。

打开特定于系统的资源调配

开放式系统的 HYPERMAX 主机 I/O 限制

在开放式系统中，您可以定义主机 I/O 限制并将限制与存储组关联。I/O 限制定义包括每秒输入/输出的操作参数和/或带宽限制。

当 I/O 限制与存储组关联时，该限制将在与存储组关联的掩蔽视图内的所有控制器之间平均分配。该存储组内的所有设备共享该限制。

配置应用程序时，您可以将限制与包含一系列设备的存储组关联起来。单个存储组仅可与一个限制相关联，而一个设备仅可属于一个关联了限制的存储组。

最多可有 4096 个主机 I/O 限制。

使用主机 I/O 限制时考虑以下事项：

- 级联主机 I/O 限制，其控制级联存储组配置中父存储组和子存储组的限制。
- 离线和故障控制器的配额重新分发，其支持所有可用的配额，而非离线和故障控制器缺失配额分配。
- 动态主机 I/O 限制支持动态重新分发未用的稳态控制器配额。

开放式系统上的自动资源调配组

您可以自动调配开放式系统上的组，以便降低复杂性、执行时间、劳动力成本和出错风险。

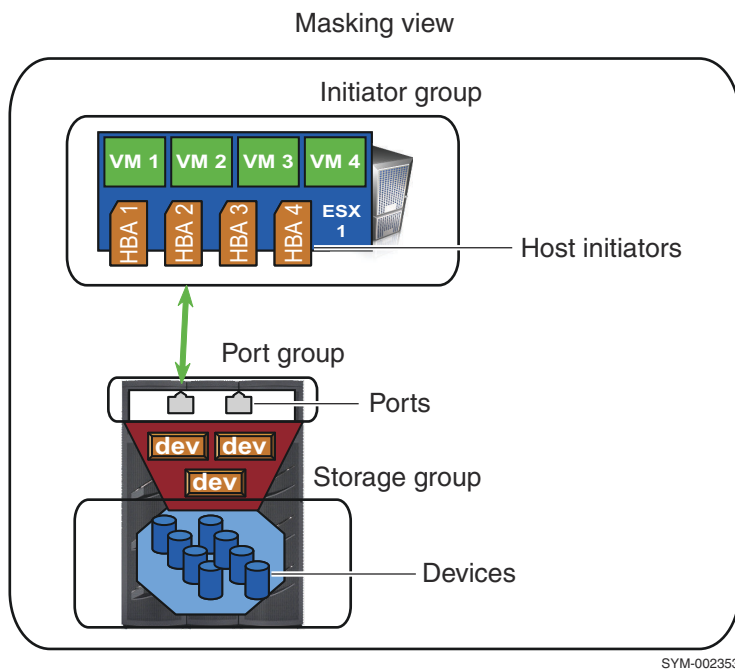
自动资源调配组允许用户将启动器、前端端口和设备集合到一起，并构建将设备与端口和启动器相关联的掩蔽视图。

创建掩蔽视图时，将自动执行必要的映射和掩蔽操作来调配存储。

存在掩蔽视图后，对其启动器、端口或存储设备分组所做的任何更改都将自动在整个视图内传播，从而根据需要自动更新映射和掩蔽。

自动资源调配组的组件

图 6 自动资源调配组



启动器组

光纤通道启动器的逻辑分组。启动器组可以是父组 - 可以包含其他组，或者是子组 - 包含一个启动器角色。不支持在一个组内混合使用启动器和子组名称。

端口组

光纤通道前端控制器端口的逻辑分组。端口组最多可包含 32 个端口。

存储组

精简设备的逻辑分组。创建视图时，无论存储组是级联组还是单独组，都将给该组内的设备分配 LUN 地址。通常存储组与主机应用程序之间存在关联。可以将一个或多个存储组分配给应用程序，以简化系统管理。此外，可以在应用程序之间共享存储组。

级联存储组

由多个存储组（父存储组成员）组成的父存储组，并且这些存储组又包含由设备组成的子存储组。通过将子存储组分配给父存储组成员并向父存储组应用掩蔽视图，掩蔽视图会继承相应子存储组中的所有设备。

掩蔽视图

一个启动器组、一个端口组与一个存储组之间的关联。创建掩蔽视图时，视图内的组为父组，并且使用子组的内容。例如，来自子启动器组的启动器和来自子存储组的设备。视服务器和应用程序要求而定，每个服务器或服务器组可能具有一个或多个掩蔽视图，这些视图将一组精简设备与一个应用程序、服务器或服务器群集相关联。

CloudArray 作为外部层

VMAX 全闪存可以出于迁移目的与 CloudArray 存储产品集成。通过启用这项技术，客户可以将较旧的应用程序工作负载无缝归档到云中，从而释放宝贵的容量用于新工作负载。较旧的应用程序归档后，它们将直接随时可用于检索。

使用 CloudArray 管理控制台（设置、缓存加密、监视）和传统的管理界面（Unisphere、Solutions Enabler、API）管理 CloudArray 配置。

第 6 章

使用 TimeFinder 进行本机本地复制

本章介绍本地复制功能。

- [关于 TimeFinder](#) 64
- [大型机 SnapVX 和 zDP](#) 67

关于 TimeFinder

Dell EMC TimeFinder 提供卷的时间点拷贝，这些拷贝可用于备份、决策支持、数据仓库刷新或任何其他需要并行访问生产数据的流程。

之前的 VMAX 系列提供了多种 TimeFinder 产品，它们有着各自的特点和使用情形。这些传统产品需要一个目标卷来保留快照或克隆数据。

HYPERMAX OS 引入了 TimeFinder SnapVX，它不仅提供传统 TimeFinder 产品的种种优势，同时还提高了可扩展性和易用性。

TimeFinder SnapVX 模拟以下传统复制产品：

- FBA 设备：
 - TimeFinder/Clone
 - TimeFinder/Mirror
 - TimeFinder VP Snap
- 大型机 (CKD) 设备：
 - TimeFinder/Clone
 - TimeFinder/Mirror
 - TimeFinder/Snap
 - Dell EMC Dataset Snap
 - IBM FlashCopy (完整卷和扩展级别)

TimeFinder SnapVX 大幅降低快照和克隆的影响：

- 对于快照，这通过使用写入时重定向技术 (ROW) 完成。
- 对于克隆，这通过将已更改磁道（增量）直接存储到源设备的存储资源池来完成 — 在快照版本之间共享磁道，在可能的情况下还与源设备共享磁道。

用户无需指定目标设备和源/目标对。SnapVX 每个卷支持多达 256 个快照。每个快照都可以有名称和自动到期日期。

快照访问

利用 SnapVX，通过将快照与主机可访问的卷（称为目标卷）进行“链接”后即可访问该快照。目标卷为标准 VMAX 全闪存 TDEV。源卷的快照可以链接多达 1024 个目标卷。这 1024 个链接可以是全部指向源卷的同一快照，也可以是链接到同一源卷的多个快照的多个目标卷。但是，一个目标卷一次只能链接至一个快照。

链接目标可以进行快照级联，链接目标的快照也可以再链接到其他目标。级联的层数没有限制，并且级联也可以是断续的。

SnapVX 采用以下模式链接到目标：

- NoCopy 模式（默认值）：SnapVX 不将数据拷贝至链接目标卷，但仍然可以通过指针访问快照的时间点映像。目标设备可修改，并以节省空间的方式保留完整映像（即使在从时间点取消链接后也是如此）。
- 拷贝模式：SnapVX 将所有相关磁道从快照的时间点映像拷贝至链接的目标卷中。这样做可创建时间点映像的完整拷贝，即使在目标取消链接后也仍然可用。

如果应用程序需要在大量快照中找到特定的时间点拷贝，SnapVX 让您能够链接和再链接，直至找到正确的快照。

与传统 TimeFinder 产品的互操作性

TimeFinder SnapVX 和 HYPERMAX OS 通过模拟传统 TimeFinder 和 IBM FlashCopy 复制产品来提供向后兼容性。您可以在运行 TimeFinder SnapVX 和 HYPERMAX OS 的 VMAX 全闪存阵列上运行传统复制脚本和作业，而无需加以修改。

运行 PowerMaxOS 5978.444.444 和更高版本的阵列支持与 SnapVX 与传统 TimeFinder 产品的共存和互操作性。在此阵列上，一个设备可以同时成为 SnapVX 操作的源和以下传统 TimeFinder 产品之一的源：

- TimeFinder/Clone
- TimeFinder/Mirror
- TimeFinder VP Snap

传统 TimeFinder 产品的目标设备不能作为 SnapVX 的源设备。同样，SnapVX 的目标设备不能作为传统 TimeFinder 产品的源设备。

Snap VX 与传统 TimeFinder 产品的共存性的用途包括：

- 一个站点在尝试 SnapVX 时，想要保留其当前的传统配置。
- 移至 SnapVX 可能需要删除现有的传统会话，这会违反本地业务策略。

注意：当 SnapVX 会话的源正在进行恢复操作时，SnapVX 与传统 TimeFinder 产品不能共存。

无目标快照

使用 TimeFinder SnapVX 管理界面，您可以只用一个命令就可以对整个 VMAX 全闪存存储组进行快照。考虑到这一点，VMAX 全闪存支持多达 64K 个存储组。即使在最苛刻的环境中为每个应用程序提供一个组，组的数量也足够。存储组构造在大多数情况下已存在，因为它们是为掩蔽视图而创建。Timefinder SnapVX 使用此现有结构，因此可减少维护应用程序及其复制环境所需的管理。

创建 SnapVX 快照不会要求您预配置任何其他卷。这进而会减少 SnapVX 快照所使用的高速缓存量，并简化了实施。您可以轻松编写快照的创建和自动终止脚本。

以下 Solutions Enabler 示例创建了一个保留期为 2 天的快照。可将命令计划为作为脚本的一部分运行，以创建快照的多个版本。每个快照共享可跟踪其他快照和源设备的可能位置。使用 cron 作业或调度程序按计划运行快照脚本，以创建多达 256 个源卷快照，这足以实现在 2 天的保留期内每隔 15 分钟进行一次快照：

```
symsnapvx -sid 001 -sg StorageGroup1 -name sgl_snap establish -ttl -delta 2
```

如果需要恢复操作，可以指定此示例创建的任何快照。

当存储组进入还原状态时，可以终止还原会话。快照数据在还原过程期间予以保留，并且如果未来的还原操作还需要快照数据，快照数据还可以再次使用。

安全快照

安全快照可防止管理员或其他高级用户有意或无意删除快照数据。此外，安全快照也对因阵列上的存储资源池 (SRP) 或复制数据指针 (RDP) 空间不足而造成的自动故障免疫。

当管理员创建安全快照时，他们会为其指定到期日期和时间。管理员可将到期时间表示为当前日期加上一个增量或表示为绝对日期。一旦超过到期日期，并且快照没有任何链接，HYPERMAX 操作系统将自动删除快照。在到期之前，管理员只能延长到期日期，不能缩短日期或删除快照。如果安全快照到期，并且具有与之链接的卷，或者有处于活动状态的恢复会话，则不会删除该快照。但是，它不再被认为是安全的。

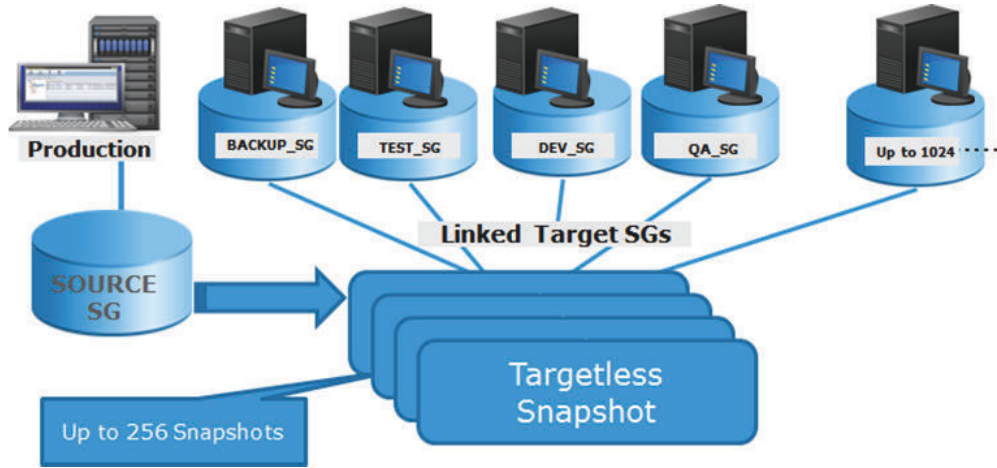
注意：只有在安全快照到期后终止安全快照或通过客户授权 Dell EMC 支持人员来终止。有关详细信息，请参阅知识库文章 498316。

从链接目标调配多个环境

借助 SnapVX，您可以使用链接快照创建多个测试和开发环境。要访问时间戳拷贝，您可以创建从快照数据到主机映射的目标设备的链接。

各个链接的存储组可以访问同一快照，或者也可以以“无拷贝”或“拷贝”模式访问不同的快照版本。对链接卷的更改不影响快照数据。要将测试或开发环境回滚至原始快照映像，可执行重新链接操作。

图 7 SnapVX 无目标快照



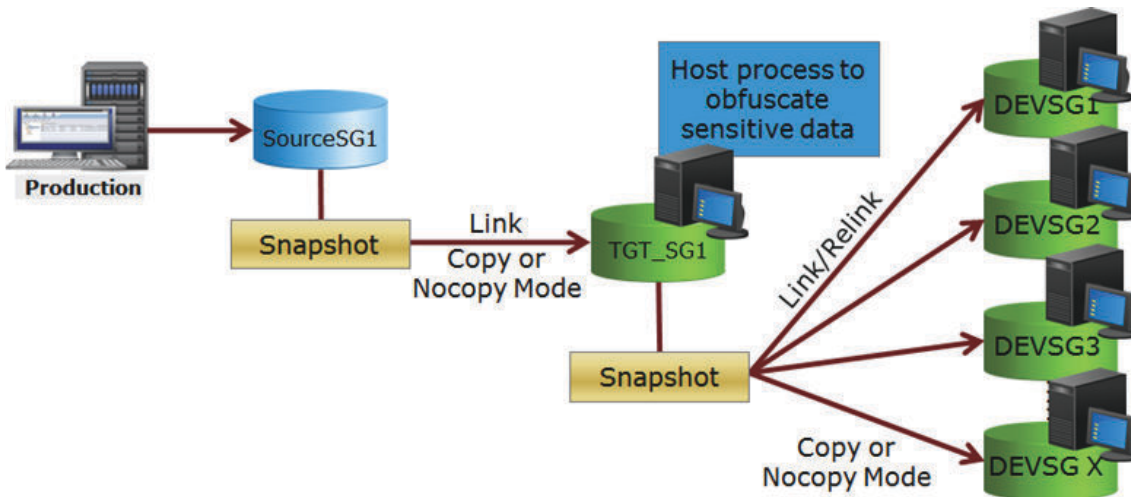
注意：在发出重新链接命令之前请先卸载目标卷，以确保主机操作系统不缓存任何文件系统数据。如果通过 VPLEX 访问，请确保您遵循以下技术说明中概述的过程：《VPLEX：利用基于阵列和本机拷贝技术》（在 Dell EMC 支持网站上提供）。一旦重新链接完成后，就可以重新装载卷。

快照数据不受链接目标的影响，因此快照还可用于还原生产数据。

级联快照

向开发或测试环境提供敏感数据时，通常需要事先对数据源进行伪装。级联快照提供了此分离和伪装，如下图所示。

图 8 SnapVX 级联快照



如果在提交给测试或开发环境之前无需对数据进行更改，那么就不需要创建级联关系。

访问时间戳拷贝

要访问时间戳拷贝，您可以创建从快照数据到主机映射的目标设备的链接。链接可以在拷贝模式下在目标设备上创建永久拷贝，也可以在 NoCopy 模式下创建以供临时使用。在拷贝模式下创建链接时，会将数据拷贝到目标设备的存储资源池，从而创建数据的完整卷、完整拷贝克隆。在 NoCopy 模式下创建链接时，则创建节省空间的快照，只占用更改数据存储于源设备的存储资源池中所需的空

对于每个源设备，HYPERMAX OS 最多支持 1,024 个链接目标。

注意：目标在首次链接时，所有磁道都是未定义的。这意味着，目标并不知道磁道在存储资源池中的位置，对目标的主机访问必须源自 SnapVX 元数据。最终，由一个后台进程定义磁道并更新精简设备，以直接指向源设备上存储资源池中的磁道位置。

大型机 SnapVX 和 zDP

Data Protector for z Systems (zDP) 是一种大型机软件解决方案，以 VMAX 全闪存阵列上的 SnapVX 为依托。使用 zDP，您可以从逻辑数据损坏中恢复，并最大限度减少数据丢失。zDP 通过自动为数据提供多个频繁且一致的时间点拷贝，来实现这一点。然后，您可以使用这些拷贝将应用程序或环境恢复到逻辑损坏之前的某个时间点。

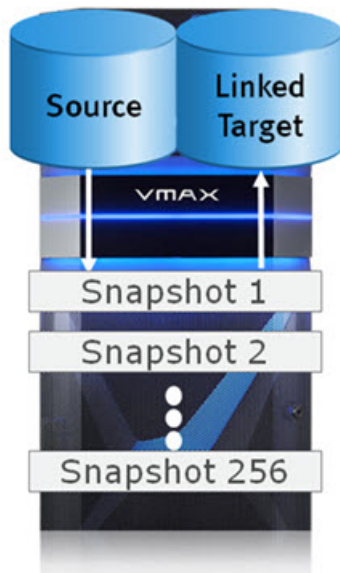
通过提供对多个不同时间点数据拷贝（分钟粒度级别）的便捷访问，可采用基于应用程序的恢复程序，对逻辑数据损坏进行精准恢复。与从每日或每周备份中恢复数据相比，zDP 导致的数据丢失最少。

如图 9（第 67 页）中所示，您可以使用 zDP 创建和管理卷的多个时间点快照。每个快照是基于指针的单个卷的时间点映像。这些映像是使用 HYPERMAX 操作系统的 SnapVX 功能创建的。SnapVX 是一种对精简设备进行快照且仅在更改源卷时才会消耗额外存储容量的空间利用率较高的方法。

其中无需将每个快照都拷贝到目标卷，因为 SnapVX 将捕获时间点拷贝与其使用分开。捕获时间点拷贝不需要目标卷。使用主机中的时间点拷贝需要将快照链接到目标卷。

每个源卷最多可有 256 个快照。

图 9 zDP 操作



这些快照尽可能向同一磁道映像共享分配，同时确保每个快照继续代表源卷的唯一时间点映像。尽管通过向未更改的数据共享分配实现了空间效率，但仍需要额外容量来保存每个时间点快照所捕获的已更改磁道的更新前映像。

实施 zDP 的过程分为两个阶段 — 规划阶段和实施阶段。

- 如果您当前是 VMAX 全闪存用户，规划阶段需要配合您的 EMC 代表来完成，因为他们有权访问可帮助调整 zDP 所需容量的工具。
- 实施阶段使用 z/OS 的以下方法：
 - 一个批处理界面，让您能够提交作业来定义和管理 zDP。
 - 一个 zDP 运行时环境，可在 SCF 下执行来创建快照。

有关 zDP 用法的详细信息，请参阅《TimeFinder SnapVX 和 zDP 产品指南》。有关 z/TPF 中 zDP 用法的详细信息，请参阅《TimeFinder Controls for z/TPF 产品指南》。

第 7 章

远程复制

本章介绍远程复制工具。

- [通过 SRDF 执行本机远程复制](#)..... 70
- [SRDF/Metro](#)..... 84
- [RecoverPoint](#)..... 87
- [使用 eNAS 进行远程复制](#)..... 87

通过 SRDF 执行本机远程复制

Dell EMC Symmetrix Remote Data Facility (SRDF) 系列产品为 Dell EMC 存储系统提供一系列基于阵列的灾难恢复、并行处理和数据迁移解决方案，这些系统包括：

- 运行 PowerMaxOS for PowerMax 的 2000 和 8000 阵列以及 VMAX 全闪存 450F 和 950F 阵列
- 用于 VMAX 全闪存 250F、450F、850F 和 950F 阵列的 HYPERMAX 操作系统
- 配备 HYPERMAX 操作系统的 EMC VMAX 100K、200K 和 400K 阵列
- 配备 Enginuity 的 VMAX 10K、20K 和 40K 阵列

SRDF 灾难恢复解决方案采用“活动的远程”镜像和相关写入逻辑来创建数据的一致性拷贝。相关写入一致性可在远程位置重启应用程序时确保事务一致性。您可以量身定制自己的 SRDF 解决方案，以便满足各种不同的恢复点目标和恢复时间目标。

使用 SRDF，就可以创建完整的解决方案来实现以下目的：

- 在 1、2 或 3 个远程阵列上创建实时或相关写入一致性拷贝。
- 跨远距离快速移动数据。
- 提供 3 站点灾难恢复，以及零数据丢失恢复、业务连续性保护和灾难重启。

您可以将 SRDF 与其他 Dell EMC 产品集成来创建完整的解决方案，从而：

- 在灾难之后重启操作并提供零数据丢失和业务连续性保护。
- 在群集环境中重启操作。例如，带有 Microsoft 故障切换群集的 Microsoft 群集服务器。
- 在备用的本地或远程服务器上监视和自动执行重启操作。
- 自动执行 VMware 环境中的重启操作。

SRDF 2 站点解决方案

下表描述了 SRDF 2 站点解决方案。

表 14 SRDF 2 站点解决方案

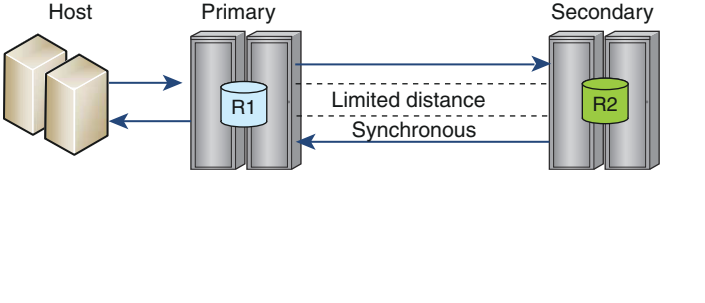
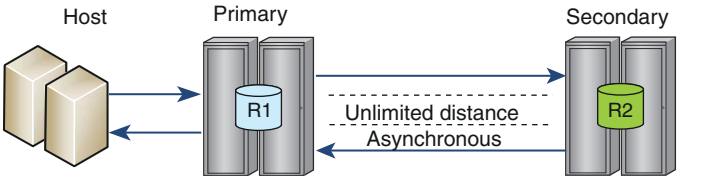
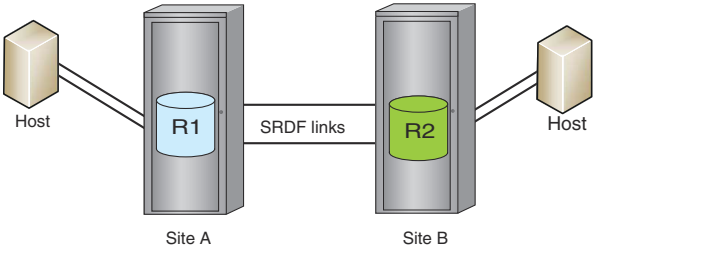
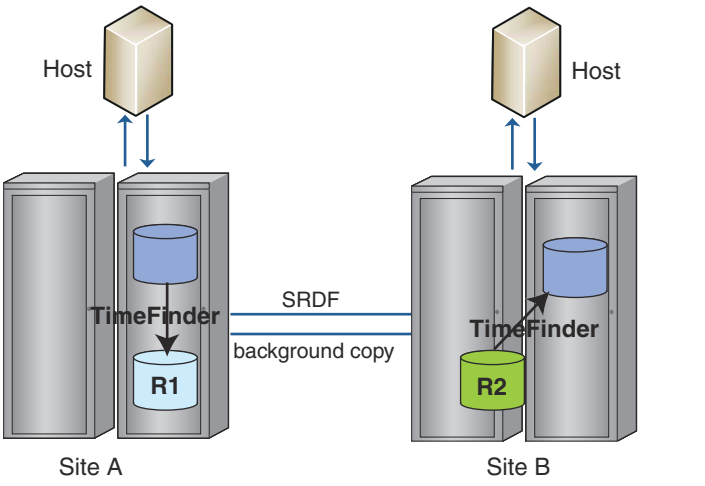
解决方案亮点	站点拓扑
<p>“SRDF/Synchronous (SRDF/S)” 在物理上分离的阵列上维护生产数据的实时拷贝。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 无数据泄露。 • 通过 SRDF/一致性组确保一致性保护。 • 建议阵列之间的最大距离为 200 公里（125 英里），因为在距离更长时，应用程序延迟可能上升到无法接受的水平。^a 	
<p>“SRDF/Asynchronous (SRDF/A)” 在远程辅助站点维护数据的相关写入一致性拷贝。站点可以相隔无限的距离。辅助站点的数据拷贝只比主站点上的拷贝稍晚几秒。</p>	
<p>“SRDF/Data Mobility (SRDF/DM)” 它支持从设备 R1 到 R2 的远距离快速数据传输。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 使用自适应拷贝模式传输数据。 • 专为迁移或数据复制用途而设计，不适用于灾难重启解决方案。 	
<p>“SRDF/自动复制 (SRDF/AR)”</p> <ul style="list-style-type: none"> • 将 SRDF 与 TimeFinder 相结合，优化了带宽要求并提供了一种远距离灾难重启解决方案。 • 用在将 SRDF/DM 与 TimeFinder 相结合的 2 站点解决方案中。 	

表 14 SRDF 2 站点解决方案 (续)

解决方案亮点	站点拓扑
<p>“SRDF/Cluster Enabler (CE)”</p> <ul style="list-style-type: none"> 将 SRDF/S 或 SRDF/A 与 Microsoft 故障切换群集 (MSCS) 集成, 使站点故障切换实现自动化或半自动化。 用于在群集环境中重启操作的完整解决方案 (带有 Microsoft 故障切换群集的 MSCS) 扩展了群集存储范围和管理功能, 同时确保为 SRDF 远程复制提供全面保护。 	<p>The diagram illustrates a two-site SRDF/Cluster Enabler (CE) topology. Site A and Site B each contain two clusters: Cluster 1 Host 1 and Cluster 2 Host 1. These hosts are connected to Fibre Channel hub/switches, which are in turn connected to VLAN switches. The VLAN switches are connected to an Extended IP subnet. SRDF/S or SRDF/A links connect the storage arrays at Site A and Site B.</p>
<p>“SRDF 和 VMware Site Recovery Manager”</p> <p>在 SRDF 拓扑中使 VMware 环境基于存储的灾难重启完全实现自动化。</p> <ul style="list-style-type: none"> 借助 Dell EMC SRDF Adapter, VMware Site Recovery Manager 能使 SRDF 解决方案中基于存储的灾难重启操作实现自动化。 可以处理数据分散于多个存储阵列或 SRDF 组的配置。 每个阵列都必须安装适配器, 以简化阵列发现以及启动故障切换操作。 实施方式: <ul style="list-style-type: none"> SRDF/S SRDF/A SRDF/Star TimeFinder 	<p>The diagram illustrates a two-site SRDF and VMware Site Recovery Manager topology. The Protection side (Site A, primary) and Recovery side (Site B, secondary) both have vCenter and SRM Servers, and Solutions Enabler software. ESX Servers are connected to IP Networks and SAN Fabrics. SRDF mirroring connects the storage arrays at Site A (primary) and Site B (secondary). Solutions Enabler software is configured as a SYMAPI server.</p>

a. 在某些情况下, 超过 200 公里的距离使用 SRDF/S 可能是可行的。有关详细信息, 请与 Dell EMC 代表联系。

SRDF 多站点解决方案

下表描述了 SRDF 多站点解决方案。

表 15 SRDF 多站点解决方案

解决方案亮点	站点拓扑
<p>“SRDF/自动复制 (SRDF/AR)”</p> <ul style="list-style-type: none"> 将 SRDF 与 TimeFinder 相结合，优化了带宽要求并提供了一种远距离灾难重启解决方案。 用在将 SRDF/S、SRDF/DM 和 TimeFinder 结合使用的 3 站点环境中。 	<p>The diagram shows three sites: Site A, Site B, and Site C. Site A has a Host and a storage unit R1. Site B has a Host, storage unit R2, and a TimeFinder component. Site C has a Host and storage unit R2. SRDF/S connections link Site A to Site B, and Site B to Site C. TimeFinder connections are shown between Site B and Site C.</p>
<p>“并发 SRDF”</p> <p>3 站点灾难恢复和高级多站点业务连续性保护。</p> <ul style="list-style-type: none"> 主站点上的数据会同时复制到 2 个辅助站点。 到远程站点的复制可以使用 SRDF/S、SRDF/A 或自适应拷贝。 	<p>The diagram shows Site A with storage R11 and Site C with storage R2. Site B is labeled 'Site B adaptive copy' and contains storage R2. Arrows indicate SRDF/S connections from Site A to Site B and Site C, and an adaptive copy connection from Site B to Site C.</p>
<p>“级联 SRDF”</p> <p>3 站点灾难恢复和高级多站点业务连续性保护。</p> <p>主站点（站点 A）上的数据同步镜像到辅助站点（站点 B），然后从辅助站点异步镜像到第三站点（站点 C）。</p>	<p>The diagram shows Site A (R1), Site B (R21), and Site C (R2). SRDF/S connections link Site A to Site B, and Site B to Site C. SRDF/A connections link Site A to Site C.</p>
<p>“SRDF/Star”</p> <p>3 站点数据保护和灾难恢复配置，以及零数据丢失恢复、业务连续性保护和灾难重启。</p> <ul style="list-style-type: none"> 共有 2 种配置： <ul style="list-style-type: none"> 级联 SRDF/Star 并发 SRDF/Star 在多站点灾难恢复实施中，差异同步可以在幸存的站点中快速重新建立镜像。 	<p>The diagram illustrates two SRDF/Star configurations. The top part, 'Cascaded SRDF/Star', shows Site A (R11) connected to Site B (R21) via SRDF/S, and Site B connected to Site C (R2/R22) via SRDF/A. A dashed arrow labeled 'SRDF/A (recovery)' points from Site B to Site C. The bottom part, 'Concurrent SRDF/Star', shows Site A (R11) connected to Site B (R21) via SRDF/S, and Site A connected to Site C (R2/R22) via SRDF/A. A dashed arrow labeled 'SRDF/A (recovery)' points from Site B to Site C.</p>

表 15 SRDF 多站点解决方案（续）

解决方案亮点	站点拓扑
<ul style="list-style-type: none"> 使用带有 SRDF/S 和 SRDF/A 的 SRDF 一致性组 (CG) 实施。 	

系列间兼容性

SRDF 支持不同操作环境和阵列之间进行连接。运行 HYPERMAX OS 的阵列可以连接到运行较旧操作环境的旧阵列。在阵列运行不同版本的混合配置中，将支持最低版本的 SRDF 功能。

VMAX 全闪存阵列可以连接到：

- 运行 PowerMaxOS 的 PowerMax 阵列
- 运行 HYPERMAX 操作系统的 VMAX 250F、450F、850F 和 950F 阵列
- 运行 HYPERMAX 操作系统的 VMAX 100K、200K 和 400K 阵列
- 运行 Enginuity 5876 和 Enginuity ePack 的 VMAX 10K、20K 和 40K 阵列

注意：在运行不同操作环境的阵列之间进行连接时，可能会存在一定限制。《SRDF 系列间连接性信息》中提供了有关所支持的 SRDF 功能以及 2 站点和 3 站点解决方案适用限制的信息。

这种系列间连接性让您可以向现有 SRDF 解决方案中添加最新的硬件平台/操作环境，从而实现技术翻新。

SRDF 设备对

SRDF 设备是一种与驻留在另一阵列中的其他逻辑设备配对的逻辑设备。阵列之间通过 SRDF 链路连接。

用于 ProtectPoint 的封装 Data Domain 设备不能是 SRDF 设备对的一部分。

注意：ProtectPoint 已重命名为 Storage Direct，并且包含在 PowerProtect、Data Protection Suite for Apps 或 Data Protection Suite Enterprise Edition 软件中。

R1 和 R2 设备

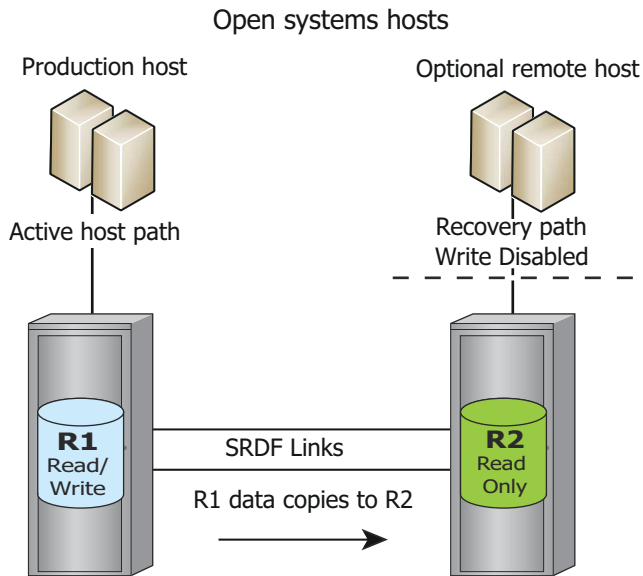
R1 设备是设备对在源（生产）站点一方的成员。R1 设备通常可供应用程序主机进行读/写访问。

R2 设备是设备对在目标（远程）站点一方的成员。正常操作期间，对 R1 设备的主机 I/O 写入会通过 SRDF 链路镜像到 R2 设备。一般而言，在 SRDF 关系处于活动状态时，应用程序主机无法访问 R2 设备上的数据。在 SRDF 同步模式中，R2 设备可以进入只读模式，允许主机从 R2 读取数据。

在典型环境中：

- 应用程序生产主机具有 R1 设备的读/写访问权限。
- 连接到 R2 设备的应用程序主机具有 R2 设备的只读（写入禁用）访问权限。

图 10 R1 和 R2 设备

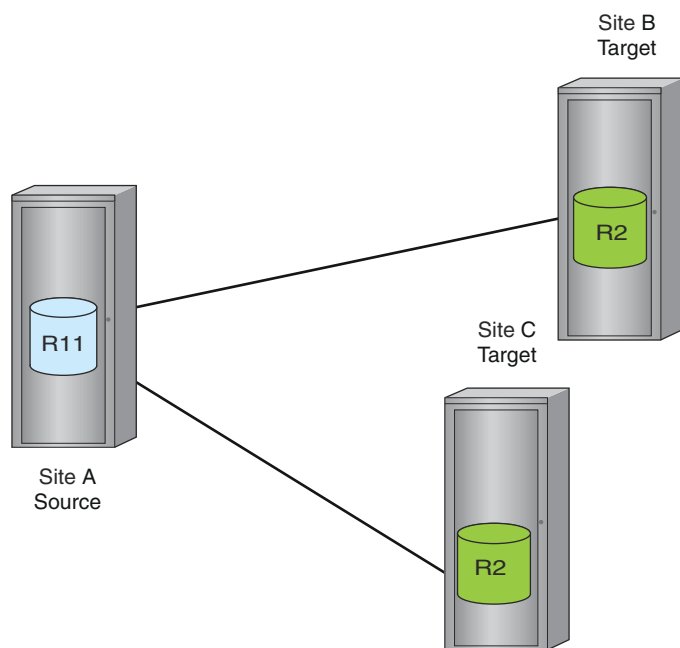


R11 设备

R11 设备用作两个 R2 设备的 R1 设备。与两个 R2 设备的链路均处于活动状态。

R11 设备通常在 3 站点并发配置中使用，其中 R11 站点上的数据镜像到两个辅助 (R2) 阵列。

图 11 并发 SRDF 中的 R11 设备

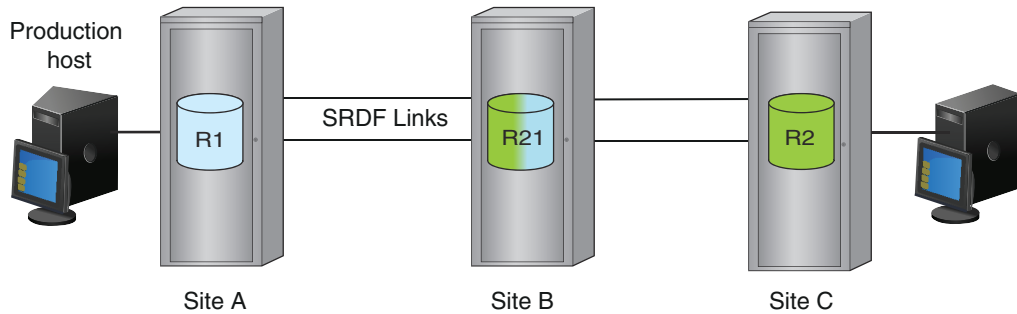


R21 设备

R21 设备具有双角色，并在级联 3 站点配置中使用，其中：

- R1 站点上的数据同步镜像到辅助 (R21) 站点，然后再
- 从辅助 (R21) 站点异步镜像到第三 (R2) 站点：

图 12 级联 SRDF 中的 R21 设备



R21 设备用作从 R1 设备接收更新的 R2 设备，以及将更新发送到 R2 设备的 R1 设备。

建立了 R1->R21->R2 SRDF 关系后，任何主机都没有 R21 设备的写入访问权限。

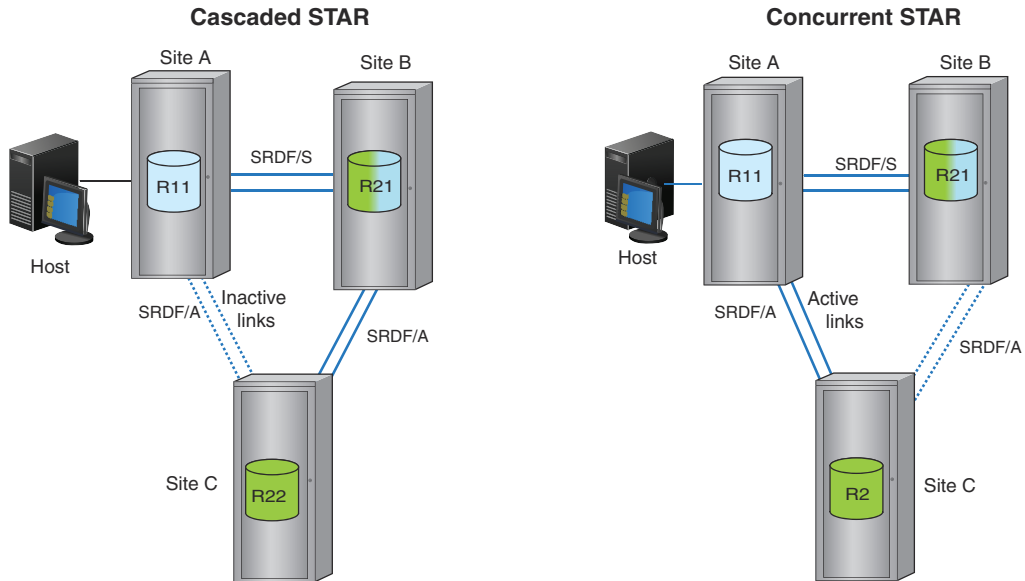
在运行 Enginuity 的阵列中，R21 设备可以无磁盘。也就是说，它仅包含缓存内存，并且没有任何关联的存储设备。它只是将 R1 设备中的更改中继到 R2 设备。此功能需要使用密集设备。运行 PowerMaxOS 或 HYPERMAX OS 的系统仅包含精简设备，因此在运行这些环境的阵列上无法设置无盘 R21 设备。

R22 设备

R22 设备:

- 有两个 R1 设备，但一次只能有一个 R1 设备处于活动状态。
- 通常用于级联 SRDF/Star 和并发 SRDF/Star 解决方案，旨在降低完成故障切换和回切操作的复杂性并减少所需的时间。
- 让您无需删除旧的 SRDF 对和创建新的 SRDF 对即可恢复。

图 13 级联和并发 SRDF/Star 中的 R22 设备



动态设备属性

SRDF 设备可以在 R1 和 R2 之间动态交换“属性”。交换属性之后：

- 设备对中的 R1 成为 R2 设备，而
- R2 成为 R1 设备。

通过交换 R1/R2 属性，如果生产站点中的应用程序发生故障，便可以在远程站点重启应用程序，而不会中断复制。交换后，R2 端（现在为 R1）可以在主（现在为 R2）站点远程镜像时控制操作。

以下情况下，不支持进行 R1/R2 属性交换：

- R2 设备大于 R1 设备。
- 要交换的设备正在参与活动的 SRDF/A 会话。
- 在 SRDF/EDP 拓扑中，无磁盘 R11 或 R22 设备不是有效的最终状态。
- 要交换的设备是任何 TimeFinder 或 EMC 兼容闪存操作的目标设备。

SRDF 操作模式

SRDF 操作模式确定：

- R1 设备如何跨 SRDF 链路远程镜像到 R2 设备
- 如何处理 I/O 操作
- 将确认返回给发出 I/O 写入命令的应用程序主机时

在 SRDF 有三种主体模式：

- 同步
- 异步
- 自适应拷贝

同步模式

同步模式可在相距不超过 200 公里（125 英里）的 R1 和 R2 设备之间维护数据的实时镜像映像。主机数据将实时写入到两个阵列。在数据存储到两个阵列的高速缓存中之前，应用程序主机不会收到确认。

异步模式

异步模式在距离无限制的 R1 和 R2 设备之间维护相关写入一致性拷贝。从应用程序主机收到数据时，该链路 R1 端的 SRDF 会将该数据写入其高速缓存。此外，它还会将收到的数据批处理到“增量集”中。增量集会在指定时间周期内转移到 R2 设备中。将数据成功写入 R1 端上的高速缓存后，应用程序主机会收到确认。

自适应拷贝模式

自适应拷贝模式：

- 传送大量数据时对应用程序主机有影响。
- 将指定发往 R2 设备的写入请求累积在 R1 端而不是高速缓存中。
- 后台复制进程会将未完成的写入请求发送到 R2 设备。
- 允许 R1 和 R2 设备彼此不同步，直到达到用户定义的“最大偏移”值。超过偏移值后，SRDF 会将批处理数据传输到 R2 设备。
- 在 R1 端将数据成功写入高速缓存后，将向应用程序主机发送确认。

与异步模式不同，自适应拷贝模式不会保证设备 R2 上的相关写入数据拷贝。

SRDF 组

SRDF 组定义 SRDF 链路两端 SRDF 设备和控制器之间的逻辑关系。

组属性

SRDF 组的属性包括：

- 标签（名称）
- 本地阵列上用于通过 SRDF 链路进行通信的端口集
- 远程阵列上用于通过 SRDF 链路进行通信的端口集
- 本地组编号
- 远程组编号
- 一个或多个设备对

组中的设备共享端口以及端口控制器的关联 CPU 资源。

组类型

SRDF 组有两种类型：

- 静态：在本地阵列的配置文件中定义。
- 动态：使用 SRDF 管理工具及其存储在阵列的高速缓存内存中的属性进行定义。

在运行 PowerMaxOS 或 HYPERMAX OS 的阵列上，所有 SRDF 组都是动态的。

控制器板、链路和端口

SRDF 链路是 SRDF 组与其端口之间的逻辑连接。端口通过缆线、路由器、扩展器、交换机及其他网络设备进行物理连接。

注意：每个 SRDF 组需要两个或以上的 SRDF 链路，以提供冗余和容错能力。

控制器上资源（CPU 内核和端口）之间的关系因操作环境而异。

HYPERMAX OS

在运行 HYPERMAX OS 的阵列上：

- SRDF 仿真与控制器上资源之间的关系是可进行配置的：
 - 一个控制器/多个 CPU 内核/多个端口
 - 连接（SRDF 组中的端口）与计算能力（CPU 内核数量）无关。您可以更改连接数量，而不改变计算能力。
- 每个控制器最多有 16 个前端端口，SRDF 可以使用其中任何或全部端口。SRDF 千兆以太网和 SRDF 光纤通道仿真都可使用任意端口。
- SRDF 组中设备的数据路径并未固定到单个端口。相反，数据路径是在组内的所有端口之间共享的。

混合配置：HYPERMAX OS 和 Enginuity 5876

对于一个阵列运行 Enginuity 5876 而另一个阵列运行 HYPERMAX OS 的配置，将适用以下规则：

- 在 5876 端上，一个 SRDF 组可以具有一整套控制器，但在 HYPERMAX OS 端上不得超过 16 个端口。
- 您可以连接到 16 控制器且每个控制器使用一个端口，也可以连接到 2 个控制器且每个控制器使用 8 个端口，或者使用每个 SRDF 组不超过 16 个端口的任何其他组合。

SRDF 一致性

许多应用程序（尤其是数据库系统）使用相关写入逻辑来确保数据完整性。即，每个写入操作必须成功完成，然后才能开始下一个。如果没有写入相关性，写入操作可能变得无序，从而导致数据丢失无法恢复。

SRDF 使用“一致性组”（也称为 SRDF/CG）实施写入相关性。一致性组包含一组使用写入相关性的 SRDF 设备。对于组中的每个设备，SRDF 确保写入操作以正确的顺序传递到相应的 R2 设备。

但是，如果对组中任何 R2 设备的任何写入操作的传递无法完成，SRDF 会暂挂到所有组的 R2 设备的传递。此暂挂将保持 R2 设备上的数据完整性。在 R2 设备不可用的情况下，SRDF 将继续在 R1 设备上存储写入操作。它还会按其时间顺序维护这些写入操作的列表。当组中的所有 R2 设备均变为可用时，SRDF 会以正确的顺序为该组中的每个设备传递未完成的写入操作。

SRDF/CG 适用于 SRDF/S 和 SRDF/A。

数据迁移

数据迁移是数据从一个阵列到另一个阵列的一次性移动。移动完成后，可从辅助阵列访问数据。迁移的常见用途是用新阵列来替换旧阵列。

Dell EMC 支持人员可以帮助您计划和实施迁移项目。

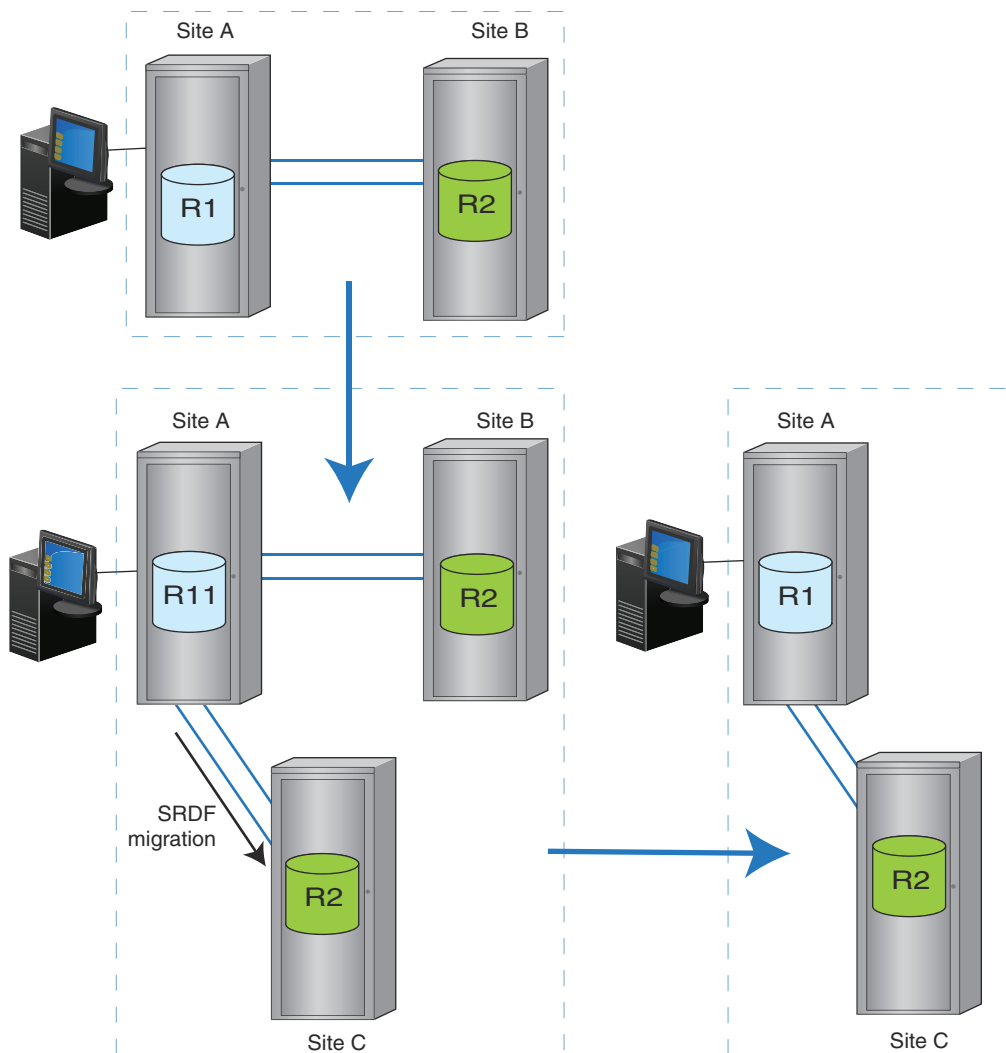
SRDF 多站点配置使迁移可以通过以下任何方式进行：

- 更换 R2 设备。

- 更换 R1 设备。
- 同时更换 R1 和 R2 设备。

例如，此图显示了如何使用并发 SRDF 来替换 2 站点配置中的辅助 (R2) 阵列：

图 14 迁移数据和删除辅助 (R2) 阵列



此处：

- 该图表上部显示了原始的 2 站点配置。
- 图表左下部显示了中间 3 站点配置，其中的数据被复制到两个辅助阵列。
- 图表右下部显示了最终的 2 站点配置，其中新的辅助阵列已替换了原始阵列。

《Dell EMC SRDF 简介》包含有关使用 SRDF 迁移数据的详细信息。

更多信息

下面是其他一些 Dell EMC 文档，其中包含有关在复制和迁移中使用 SRDF 的详细信息：

《SRDF 简介》

《SRDF 和 NDM 系列间连接信息》

《SRDF/Cluster Enabler Plug-in 产品指南》

《使用 EMC SRDF Adapter for VMware Site Recovery Manager 技术手册》

《Dell EMC SRDF Adapter for VMware Site Recovery Manager 发行说明》

SRDF/Metro

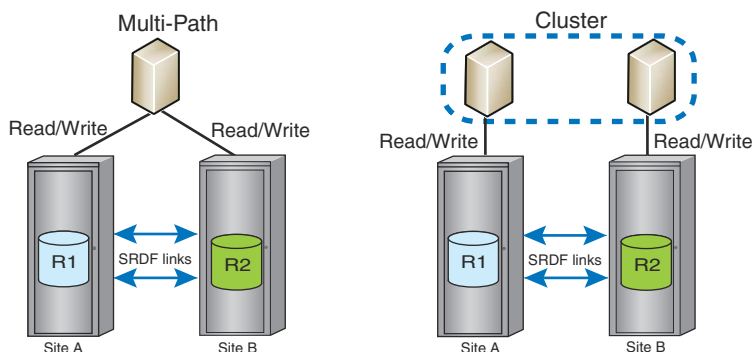
在传统 SRDF 配置中，应用程序主机只能对 R1 设备进行读/写访问。R2 设备为只读，禁止写入。但是，在 SRDF/Metro 配置中：

- 应用程序主机对 R1 和 R2 设备均可进行读/写访问。
- 应用程序主机可以同时写入到设备对的 R1 和 R2 端。
- R2 设备使用与 R1 设备相同的外部设备标识。标识包括设备几何结构和设备 WWN。这一共享标识意味着 R1 和 R2 设备跨越两个阵列对应用程序主机显示为一个虚拟设备。

部署选项

SRDF/Metro 可以部署在单个多路径主机环境中，也可以部署在群集式主机环境中。

图 15 SRDF/Metro



主机可以针对 R1 和 R2 设备执行读/写操作。

- 在单主机配置中，单个主机发出 I/O 操作。多路径软件指引针对各个阵列的并行读/写。
- 在群集主机配置中，多个主机发出 I/O 操作。这些主机能访问 SRDF 设备对的两端。每个群集节点都有专用途径来访问单独的存储阵列。
- 在这两种配置中，对 R1 和 R2 设备的写入都将同步拷贝到另一个阵列中的配对设备。SRDF/Metro 软件可解决任何写入冲突，以在 SRDF 设备对上保持一致的映像。

SRDF/Metro 弹性

如果 SRDF/Metro 配置中的任何一个设备未就绪，或者设备之间的连接中断，SRDF/Metro 必须确定哪一端保持为可供应用程序主机使用状态。SRDF/Metro 可以使用两种机制：设备偏好和见证。

设备偏好

SRDF/Metro 的设备对使用“偏向”属性进行创建。默认情况下，创建对操作将偏向设置为对的 R1 端。也就是说，如果设备对在 SRDF 链路上变为“未就绪” (NR)，那么 R1 (偏好端) 仍可供主机访问，而 R2 (非偏好端) 则无法供主机访问。但是，如果 R1 端发生故障，主机将失去与设备对的所有连接。设备偏好方法无法使 R2 设备可供主机使用。

见证

见证是在 SRDF/Metro 对的两端之间进行调停的第三方，可帮助：

- 确定哪一端保持为可供主机使用状态
- 避免在发生故障的情况下两端都尝试保持可供主机访问时发生“裂脑”情形

见证方法允许智能选择用于继续操作的一端，而仅限偏好的方法可能无法针对幸存的非偏好阵列继续提供主机可用性。

见证机制有两种形式：

- “**Array Witness**：” 第三个阵列的操作环境是调停者。
- “**Virtual Witness (vWitness)**：” 在单独的虚拟机上运行的守护程序是调停者。

当两端运行 PowerMaxOS 5978 时，SRDF/Metro 在选择保持可供主机使用的一端时，需要考虑以下条件（按优先级顺序）：

1. 与应用程序主机连接的一端（需要 PowerMaxOS 5978.444.444）
2. 具有 SRDF/A DR 分支的一端
3. SRDF/A DR 分支是否已同步
4. 可用的 RA 或 FA 控制器超过 50% 的一端
5. 当前为偏好端的一端

只有一个阵列具有上述条件的第一个，而另一个不具备，则停止选择过程。具有匹配条件的一端是首选入选方。

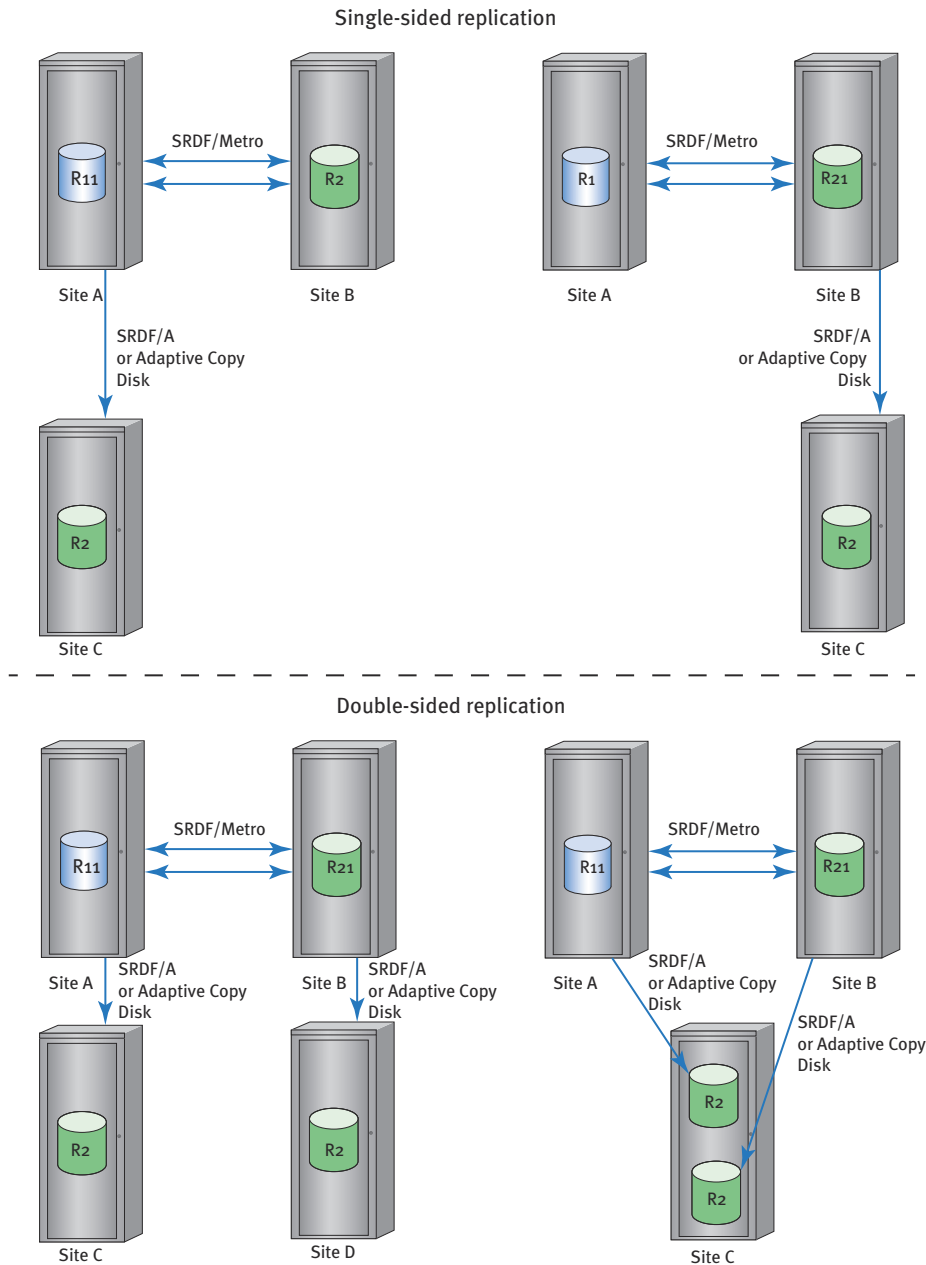
灾难恢复工具

SRDF/Metro 组中的设备可以同时成为将数据复制到第三个灾难恢复站点的设备组的一部分。

Metro 地区的任一端或两端都可以复制。您可以选择适合您的业务需求的任何配置。下图显示了可能的配置：

注意：当 SRDF/Metro 会话使用见证时，Metro 对的 R1 端可根据首选端的见证确定进行更改。

图 16 SRDF/Metro 的灾难恢复



请注意，设备名称与标准 SRDF/Metro 配置不同。这反映了在灾难恢复设施部署到位时设备功能的变化。例如，当 R2 端复制到灾难恢复站点时，其名称会更改为 R21，因为它们都是：

- SRDF/Metro 配置中的 R2 设备

- 灾难恢复配置中的 R1 设备

更多信息

以下是其他一些 Dell EMC 文档，其中包含有关 SRDF/Metro 的详细信息：

- 《SRDF 简介》
- 《SRDF/Metro vWitness 配置指南》
- 《SRDF 系列间连接性信息》

RecoverPoint

HYPERMAX OS 5977.1125.1125 在 VMAX 存储阵列上引入了 RecoverPoint 支持。RecoverPoint 是一个全面的数据保护解决方案，设计用于在本地和远程站点提供生产数据完整性。RecoverPoint 还能够使用日志记录技术，从一个时间点恢复数据。

使用 RecoverPoint 的主要原因是：

- 远程复制到异构阵列
- 本地和远程数据损坏保护
- 灾难恢复
- 辅助设备重新调整用途
- 数据迁移

RecoverPoint 系统支持数据的本地和远程复制，即应用程序写入到与 SAN 连接的存储。系统使用现有光纤通道的基础架构与现有主机的应用程序和数据存储子系统无缝集成。对于远程复制，系统使用现有光纤通道连接通过 WAN 发送复制的数据，或使用光纤通道的基础架构异步复制数据。如果主站点发生灾难，系统可提供到辅助站点的故障切换操作。

过去的 RecoverPoint 实施依赖于拆分离器来跟踪对受保护的卷所做的更改。当前实施依赖于 RecoverPoint 节点群集，使用一个或多个 RecoverPoint 存储组、利用 SnapVX 技术在存储阵列上进行调配。RecoverPoint 存储组中的卷对群集中的所有节点可见，并且可用于复制到其他存储阵列。

Recoverpoint 允许为每个 RecoverPoint 群集的多达 8,000 个 LUN 进行数据复制，并支持最多将 8 个不同的 RecoverPoint 群集连接到一个阵列。支持的阵列类型包括 PowerMax、VMAX 全闪存、VMAX3、VMAX、VNX、VPLEX 和 XtremIO。

RecoverPoint 单独授予许可和销售。有关 RecoverPoint 和其功能的详细信息，请参见《Dell EMC RecoverPoint 产品指南》。

使用 eNAS 进行远程复制

文件自动恢复 (FAR) 让您可手动对虚拟 Data Mover (VDM) 进行故障切换或是从一个源 eNAS 系统移到目标 eNAS 系统。故障切换或移动利用数据块级 SRDF 同步复制，因此在发生计划外操作时不会引起数据丢失。此功能将 VDM、文件系统、文件系统检查点计划、CIFS 服务器、网络 and VDM 配置整合到自己的单独池中。在源不可用的情况下，此功能可以实现恢复。对于计划外故障切换情况下的恢复支持，有一个选项可用于恢复和清理源系统，以及准备好将其作为未来的目标使用。

手动启动的故障切换和颠倒操作可以使用 EMC 文件自动恢复管理器 (FARM) 来执行。FARM 可以将源 eNAS 系统上的选定同步复制 VDM 自动故障切换到目标 eNAS 系统。FARM 还可以监视同步复制 VDM，以及在 Data Mover、文件系统、控制台或 IP 网络不可用而导致 NAS 客户端丢失数据访问时触发自动故障切换。

第 8 章

混合本地和远程复制

本章介绍 TimeFinder 与 SRDF 的集成。

- [SRDF 和 TimeFinder 的集成](#)..... 90
- [TimeFinder 操作中的 R1 和 R2 设备](#)..... 90
- [SRDF/AR](#)..... 90
- [TimeFinder 和 SRDF/A](#)..... 92
- [TimeFinder 和 SRDF/S](#)..... 93

SRDF 和 TimeFinder 的集成

您可以结合使用 TimeFinder 和 SRDF 产品，让这二者在同时需要本地复制和远程复制的环境中互补。例如，您可以使用 TimeFinder 来创建 SRDF 设备的本地黄金拷贝，以用于恢复操作和测试灾难恢复解决方案。

TimeFinder 与 SRDF 集成的主要好处包括：

- 远程控制简化了自动化 — 可使用 Dell EMC 基于主机的控制软件跨 SRDF 链路传输命令。从主机到主阵列的单个命令可同时在主阵列和辅助阵列上启动 TimeFinder 操作。
- 跨多个设备和阵列的一致数据映像 - SRDF/CG 可确保跨 SRDF 链路复制 R1 设备上的生产数据的相关写入一致性映像。

您可以在 SRDF 配置中使用 TimeFinder/CG，跨多个设备和阵列创建生产数据的相关写入一致本地和远程映像。

注意： 使用 SRDF/A 单会话保证跨 SRDF 链路的相关写入一致性，并且不需要 SRDF/CG。SRDF/A MSC 模式要求使用主机软件来管理多个会话之间的一致性。

注意： 在 SRDF 保护的设备上不支持某些 TimeFinder 操作。有关详细信息，请参阅《Dell EMC Solutions Enabler TimeFinder SnapVX CLI 用户指南》。

本章的其余部分总结了集成 SRDF 和 TimeFinder 的方式。

TimeFinder 操作中的 R1 和 R2 设备

您可以使用 TimeFinder 来创建 R1 和 R2 设备的本地复制。以下规则适用：

- 您可以将 R1 和 R2 设备用作 TimeFinder 源设备。
- 只要操作期间没有主机访问 R1 设备，R1 设备便可以作为 TimeFinder 操作的目标。
- 如果 SRDF 复制不处于活动状态（写入到 R2 设备），R2 设备可用作 TimeFinder 目标设备。要使用 R2 设备作为 TimeFinder 目标设备，请先暂停 SRDF 复制会话。

SRDF/AR

SRDF/AR 结合使用 SRDF 和 TimeFinder，以提供远距离灾难重启解决方案。SRDF/AR 可以部署到 2 或 3 个站点：

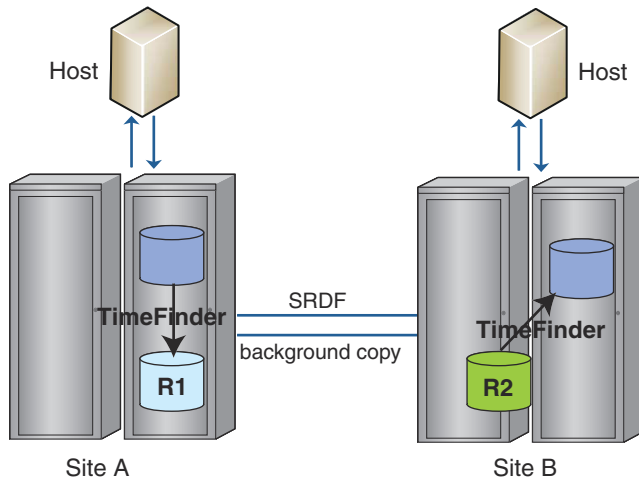
- 在 2 站点配置中，SRDF/DM 会使用 TimeFinder 来部署。
- 在 3 站点配置中，SRDF/DM 会使用 SRDF/S 和 TimeFinder 来部署。

创建新复制一致映像所需的时间取决于复制增量所需的时间。

SRDF/AR 2 站点配置

下图显示了一种 2 站点配置，其中主阵列（站点 A）上的生产设备 (R1) 也是 TimeFinder 目标设备：

图 17 SRDF/AR 2 站点解决方案



在此配置中，SRDF R1/TimeFinder 目标设备上的数据会跨 SRDF 链路复制到 SRDF R2 设备。

SRDF R2 设备也是 TimeFinder 源设备。TimeFinder 将此设备复制到 TimeFinder 目标设备。您可以将 TimeFinder 目标设备映射到站点 B 处辅助阵列所连的主机中。

在 2 站点配置中，SRDF 操作独立于主阵列和辅助阵列上的生产处理之外。您可以利用辅助站点的资源，而不会影响 SRDF 操作。

使用 SRDF/AR 2 站点配置可：

- 减少在 SRDF 目标站点之间进行增量重新同步所需的网络带宽。
- 减少网络成本并改进远距离 SRDF 实施的重新同步速度。

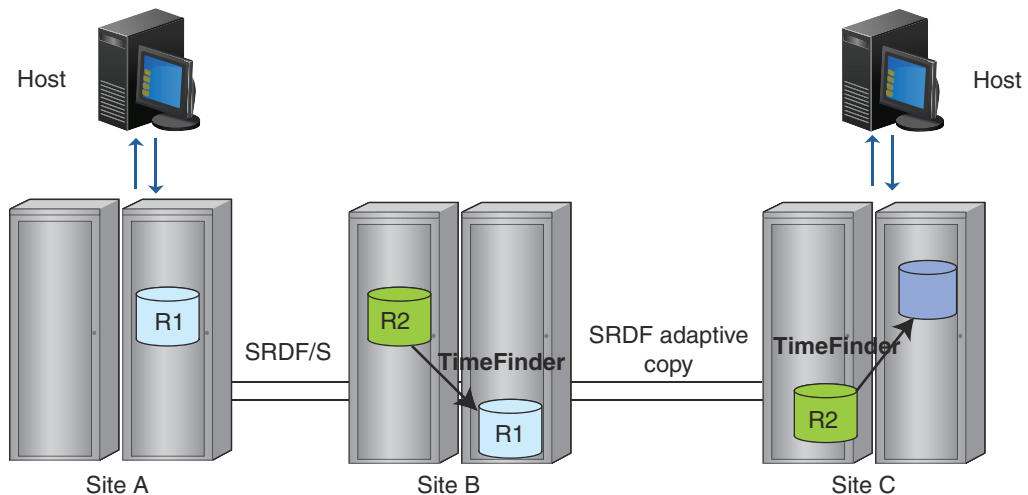
SRDF/AR 3 站点配置

SRDF/AR 3 站点配置针对主站点中断连接的情况提供了一种远距离零数据丢失解决方案。

下图显示了一个 3 站点配置，其中：

- 站点 A 和站点 B 使用处于同步模式的 SRDF 进行连接。
- 站点 B 和站点 C 使用处于自适应拷贝模式的 SRDF 进行连接。

图 18 SRDF/AR 3 站点解决方案



如果站点 A（主站点）发生故障，站点 B 的 R2 设备会提供存在零数据丢失的可重启拷贝。站点 C 会提供一个异步可重启拷贝。

如果站点 A 和站点 B 都发生故障，站点 C 的设备会提供存在受控数据丢失的可重启拷贝。数据丢失量与站点 B 和站点 C 之间的复制周期时间有关。

可从站点 A 向所有站点的 R1 和 R2 设备发出 SRDF 和 TimeFinder 控制命令。站点 B 不需要控制主机。

使用 SRDF/AR 3 站点配置可：

- 减少在辅助 SRDF 目标站点和第三个 SRDF 目标站点之间进行增量重新同步所需的网络带宽。
- 减少网络成本并改进远距离 SRDF 实施的重新同步速度。
- 提供灾难恢复测试、时间点备份、决策支持操作、第三方软件测试以及应用程序升级测试或新应用程序测试。

要求/限制

在 3 站点 SRDF/AR 多级跳配置中，站点 A 的 SRDF/S 主机 I/O 一直不会被确认，直到站点 B 进行确认。这可导致主机响应时间出现延迟。

TimeFinder 和 SRDF/A

在 SRDF/A 解决方案中，设备调整可以：

- 在 SRDF/A R2 设备也是 TimeFinder 源设备时防止出现缓存利用率瓶颈。
- 允许将中间跳上的 R2 或 R22 设备用作 TimeFinder 源设备。

注意： 在包括 HYPERMAX OS 和 Enginuity 5876 的配置中，不需要进行设备写操作调整。

TimeFinder 和 SRDF/S

SRDF/S 解决方案只要满足 [TimeFinder 操作中的 R1 和 R2 设备](#) (第 90 页) 中描述的条件就能支持在 R1 和 R2 设备上运行任何类型的 TimeFinder 拷贝会话。

第 9 章

数据迁移

本章介绍数据迁移解决方案。

- [概述](#).....96
- [开放式系统的数据迁移](#)..... 97
- [针对大型机的数据迁移](#).....103

概述

数据迁移是数据从一个阵列（源）到另一个阵列（目标）的一次性移动。典型示例包括数据中心刷新，刷新时数据搬离旧阵列，并且之后旧阵列将停用或重新调整用途。数据迁移“不是”复制引起的数据移动（目标创建完毕之后源数据仍可访问），也不是数据移动性引起的数据移动（对目标进行持续更新）。

在数据迁移操作之后，访问数据的应用程序必须引用新位置的数据。

规划数据迁移时，应考虑对业务的潜在影响，包括：

- 要迁移的数据的类型
- 站点位置
- 系统和应用程序的数量
- 要移动的数据量
- 业务需求和计划

PowerMaxOS 提供以下各项的迁移工具：

- Open systems
- IBM System i
- Mainframe

开放式系统的数据迁移

可用于开放式系统环境的数据迁移功能包括：

- Non-disruptive migration
- Open Replicator
- PowerPath Migration Enabler
- Data migration using SRDF/Data Mobility
- Space and zero-space reclamation

无中断迁移概述

无中断迁移 (NDM) 提供了跨远距离（通常在数据中心内）将数据从源阵列迁移到目标阵列且不会出现应用程序主机宕机的方法。有关 NDM 阵列操作系统版本支持，请参阅 [NDM 支持列表](#) 或《SRDF 系列间连接指南》。

如果 DR（灾难恢复）的法规或业务要求规定，在迁移过程中使用 SRDF/S，请联系 Dell EMC，了解 SRDF/S 配置所需的 ePack。

典型迁移中涉及的 NDM 操作包括：

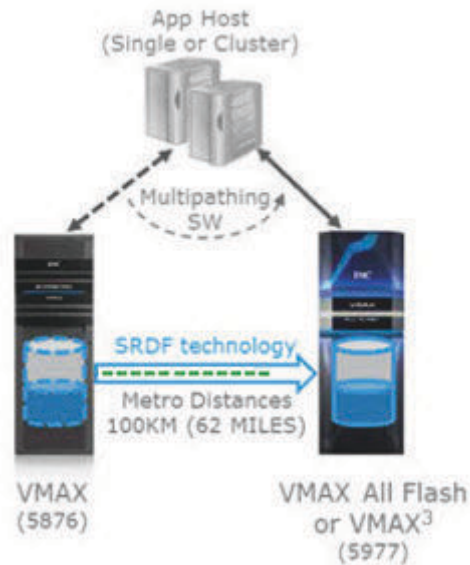
- Environment setup — 配置迁移过程的源阵列和目标阵列基础架构。
- Create — 将应用程序存储环境从源阵列复制到目标阵列。
- Cutover — 将应用程序数据访问从源阵列切换到目标阵列，并将应用程序存储环境从源阵列复制到目标阵列。
- Commit — 从源阵列删除应用程序资源并释放用于迁移的资源。在目标阵列上永久运行的应用程序。
- Enviroment remove — 删除环境设置创建的迁移基础架构。

NDM 的关键功能包括：

- 简单的迁移过程：
 1. 选择要迁移的存储组。
 2. 创建迁移会话。
 3. 发现主机的路径。
 4. 将存储组切换或 readytgt 为 VMAX3 或 VMAX 全闪存阵列。
 5. 监视同步的完成。
 6. 提交迁移。
- 允许在迁移期间对 VMAX 全闪存阵列上的数据进行内联压缩。
- 维护在源阵列上但未迁移的快照和灾难恢复关系。
- 允许无中断恢复至源阵列。
- 允许最多 50 个并发迁移会话。
- 不需要许可证，因为它是 HYPERMAX 操作系统的一部分。
- 不需要在数据路径内部署其他硬件。

下图显示了主机（单个或群集）以及源阵列和目标阵列之间所需的连接，以及两个阵列之间的 SRDF 连接。

图 19 无中断迁移分区



连接到两个阵列的应用程序主机使用 FC，而阵列之间的 SRDF 连接使用 FC 或 GigE。

迁移控制应从控制主机运行，而不是从应用程序主机运行。控制主机应既可以查看源阵列，也可以查看目标阵列。

以下设备和组件不支持 NDM：

- CKD 设备
- eNAS 数据
- ProtectPoint、FAST.X 关系及相关联的数据

无中断迁移的环境要求

为成功进行数据迁移，需要进行以下配置：

阵列配置

- 目标阵列必须运行 HYPERMAX OS 5977.811.784 或更高版本。这包括 VMAX3 系列阵列和 VMAX 全闪存阵列。
- 源阵列必须是运行包含所需 ePack (联系 Dell EMC 了解所需 ePack) 的 Enginuity 5876 的 VMAX 阵列。
- SRDF 用于数据迁移，因此需要对源阵列和目标阵列之间的 SRDF 端口进行分区。请注意，不需要 SRDF 许可证，因为 NDM 不收费。
- NDM RDF 组至少在不同控制器上配置两条路径，以实现冗余和容错能力。如果找到多条路径，最多可配置八条路径。
- 如果迁移环境中未使用 SRDF，则可能需要在源阵列和目标阵列上安装并配置 RDF 控制器和端口，并以物理方式配置 SAN 连接。

主机配置

- 迁移控制应从控制主机运行，而不是从应用程序主机运行。
- 源阵列和目标阵列应对运行迁移命令的控制主机可见。

NDM 的迁移前规则和限制

除了对迁移环境的一般配置要求之外，在开始迁移前还适用以下规则和限制。

- 存储组是已迁移的数据容器，适用于该组及其设备的要求如下：

- 存储组必须具有掩蔽视图。源阵列上的存储组内的所有设备必须仅通过掩蔽视图显示。每全设备必须映射至是掩蔽视图一部分的端口。
- 使用相同启动器组的存储组上的多个掩蔽视图仅在以下情况下才有效：
 - 目标阵列上存在每个掩蔽视图的端口组，并且
 - 已选择端口组中的端口
- 存储组必须是父级或独立组。不支持子存储组上带掩蔽视图的子存储组。
- 如果所选存储组是父级，则其子组也会迁移。
- 存储组及其子项（如果有）的名称不得存在于目标阵列上。
- 存储组中的网关守护设备不会迁移。
- 设备不能：
 - 具有移动性 ID
 - 具有非出生身份（当源阵列运行 Enginuity 5876 时）
 - 具有 BCV 属性
 - 进行封装
 - 为 RP 设备
 - 是 Data Domain 设备
 - 是 vVOL 设备
 - 是 R2 或并发 SRDF 设备
 - 被掩蔽到 FCoE（对于源阵列）、iSCSI、非 ACLX 或 NVMe over FC 端口
 - 是另一数据迁移操作的一部分
 - 是 ORS 关系的一部分
 - 在其他被掩蔽的存储组中
 - 具有“尚未就绪”设备状态
- 设备可以是 TimeFinder 会话的一部分。
- 设备可以充当 R1 设备，但不能是 SRDF/Star 或 SRDF/SQAR 配置的一部分。
- 要迁移的掩蔽组的名称不得存在于目标阵列上。
- 要迁移的启动器组的名称可以存在于目标阵列上。但是，掩蔽组使用的启动器组中的主机启动器聚合必须相同。此外，主机启动器上的有效端口标记在两个阵列上必须使用相同的设置。
- 只要目标阵列上的组出现在至少一个端口的日志历史记录表中，要迁移的端口组的名称就可以存在于目标阵列上。
- 目标阵列的状态必须如下所示：
 - 如果为目标阵列上必须存在 SRP 的迁移指定目标端存储资源池 (SRP)。
 - 要用于目标端存储的 SRP 必须具有足够的可用容量以支持迁移。
 - 目标端必须能够支持接收源端数据所需的其他设备。
 - 调配到源阵列上的应用程序的所有启动器还必须登录到目标阵列上的端口。

迁移基础架构 — RDF 设备配对

RDF 设备配对是在创建操作期间完成的，此时设备对正在进行以下操作。

- NDM 在 DM RDF 组内在源阵列上的设备和目标阵列上的设备之间创建 RDF 设备对。
- 设备配对完成后，NDM 将控制迁移过程两端之间的数据流。

- 迁移完成后，提交迁移时将删除 RDF 对。
- 如果另一迁移仍在进行中，则 DM RDF 组中可能存在其他 RDF 对。

由于源阵列和目标阵列之间的设备属性存在差异，则在迁移过程中适用以下规则：

- 任何具有奇数个柱面的源阵列设备都将迁移到具有几何兼容模式 (GCM) 的目标阵列上的设备。
- 任何源阵列元设备都将迁移到目标阵列上的非元设备。

在开始将数据复制到目标阵列后，目标设备可以将 SRDF 镜像 (R2 设备) 添加到其中以进行远程复制。但是，镜像设备不能：

- 启用 MSC 或同步 SRDF 一致性
- 作为 SRDF/Star、SRDF/SQAR 或 SRDF/Metro 配置的一部分

Open Replicator

Open Replicator 支持在存储区域网络 (SAN) 基础架构内符合要求的阵列和运行 HYPERMAX OS 的阵列之间来回拷贝数据（完整或增量拷贝）。Open Replicator 使用 Solutions Enabler SYMCLI `symrcopy` 命令。

使用 Open Replicator 在运行 HYPERMAX OS 的阵列之间迁移和备份/归档现有数据。Open Replicator 在 SAN 基础架构内使用 Solutions Enabler SYMCLISYMCLI `symrcopy` 和第三方存储阵列，而不会干扰主机应用程序和持续业务运营。

使用 Open Replicator 可以：

- 从经认可的远程阵列上的源卷拉入运行 HYPERMAX OS 的阵列上的卷。Open Replicator 使用 Solutions Enabler SYMCLI `symrcopy`。
- 执行从符合要求的存储到运行 HYPERMAX OS 的阵列的在线数据迁移。Open Replicator 使用 Solutions Enabler SYMCLI `symrcopy`，几乎不会中断主机应用程序。

注意 Open Replicator 无法拷贝 TimeFinder 正在使用的卷。

Open Replicator 操作

Open Replicator 使用以下术语：

控制

接收阵列及其设备称为拷贝操作的控制端。

远程

SAN 上的 Dell EMC 发送阵列或第三方阵列称为远程阵列/设备。

热

控制设备在拷贝操作过程中对主机处于在线读/写状态。

注意：运行 HYPERMAX OS 的阵列上不支持热推送操作。Open Replicator 使用 Solutions Enabler SYMCLI `symrcopy`。

冷

控制设备在拷贝操作过程中对主机处于“未就绪”（离线）状态。

拉入

拉入操作将数据从远程设备拷贝到控制设备。

推送

推送操作将数据从控制设备拷贝到远程设备。

拉入操作

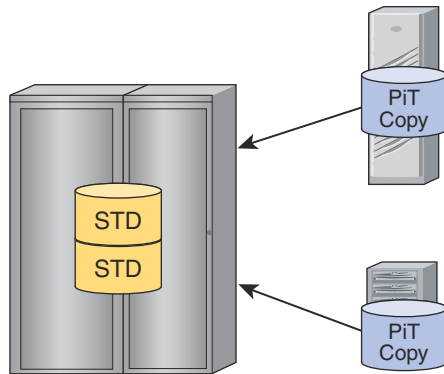
在运行 HYPERMAX OS 的阵列上，Open Replicator 使用 Solutions Enabler SYMCLI `symrcopy` 最多支持 512 个拉入会话。

对于拉入操作，卷在拷贝过程中可以处于实时状态。一旦会话开始，本地主机和应用程序就可以开始访问数据，甚至在数据拷贝过程完成之前即可访问。

这些功能可以帮助快速、有效地还原远程存储的卷和从其他存储平台迁移。

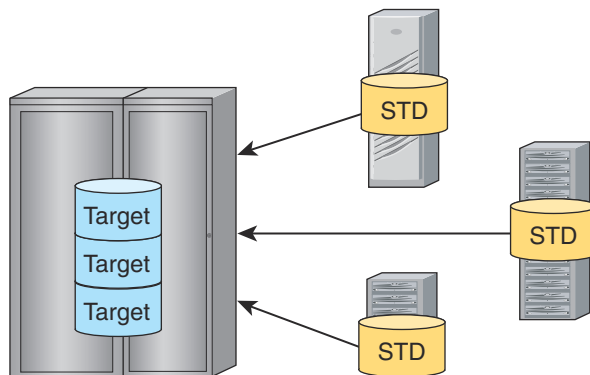
“第一次访问时拷贝”可以确保在需要时将恰当的数据提供给主机操作。下图显示了一次 Open Replicator 热拉入。

图 20 Open Replicator 热 (或实时) 拉入



也可在冷模式中对静态卷执行拉入操作。下图显示了一次 Open Replicator 冷拉入。

图 21 Open Replicator 冷 (或时间点) 拉入



PowerPath Migration Enabler

Dell EMC PowerPath 是基于主机的软件，为部署在物理环境和虚拟环境中的异构服务器、网络 and 存储提供自动数据路径管理和负载平衡功能。PowerPath 包括名为 PowerPath Migration Enabler (PPME) 的迁移工具。PPME 支持在存储系统之间或在一个存储系统内进行无中断或最少中断的数据迁移。

PPME 允许应用程序在整个迁移过程期间持续访问数据。PPME 集成了其他技术，以便最大限度地减少或者是消除数据迁移期间的应用程序宕机。

PPME 与 Open Replicator、SnapVX 和 Host Copy 等底层技术配合工作。

注意： 必须在主机上安装 PowerPath Multipathing。

以下文档提供了更多信息：

- 《Dell EMC 支持矩阵 PowerPath 系列协议支持》
- 《Dell EMC PowerPath Migration Enabler 用户指南》

使用 SRDF/Data Mobility 进行数据迁移

SRDF/Data Mobility (DM) 使用 SRDF 的自适应拷贝模式传输大量数据，而不会影响主机。

SRDF/DM 支持在两个或多个运行 HYPERMAX OS 的阵列间复制或迁移数据。自适应拷贝模式让使用主卷的应用程序能够在数据传输到远程站点时避免发生传播延迟。SRDF/DM 可用于本地或远程传输。

[数据迁移](#) (第 81 页) 包含有关使用 SRDF 迁移数据的更详细信息。

空间回收和零空间回收

在从常规设备到精简设备的复制或迁移活动完成之后，空间回收程序会回收未使用的空间，在此期间，Open Replicator 和 Open Migrator 等软件工具将未使用的全零空间拷贝到目标精简卷。

空间回收程序释放包含全零的数据区块。在从已充分调配的标准设备迁移到精简设备时，空间回收程序最有效。空间回收程序不会造成任何中断，并且在执行期间，对于操作系统和应用程序而言，目标精简设备完全可用。

通过回收包括主机未写盘区（或数据区块）以及因文件系统或数据库格式化而包含全零的数据区块在内的全零空间，零空间回收程序能够在 Open Replicator 和 SRDF 迁移操作期间提供即时零空间检测。

Solutions Enabler 和 Unisphere 可用于启动和监视空间回收进程。

针对大型机的数据迁移

对于大型机环境，z/OS Migrator 提供从任何供应商存储到 VMAX 全闪存或 VMAX 阵列的无中断迁移。z/OS Migrator 还可将数据从一个 VMAX 或 VMAX 全闪存阵列迁移到另一个 VMAX 或 VMAX 全闪存阵列。借助 z/OS Migrator，您可以：

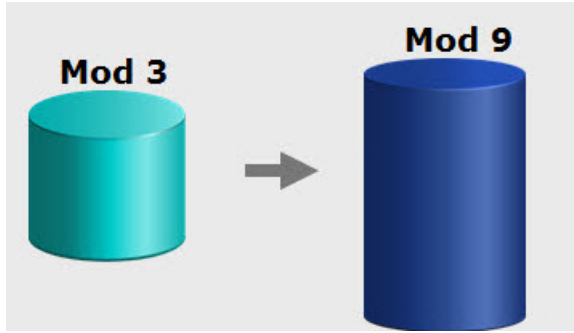
- 引入服务中断降至最低的新存储子系统技术。
- 通过简化将数据集迁移到更大的卷（合并卷）的过程，回收 z/OS UCB。
- 方便数据迁移，同时应用程序继续运行并可完全访问要迁移的数据，从而消除迁移数据时通常需要的应用程序宕机。
- 无需跨整个企业协调应用程序宕机并消除此类宕机对业务的成本高昂的影响。
- 通过简化将性能较差的数据集重新定位到较少使用的卷/存储阵列的过程，提升应用程序性能。
- 确保所有元数据始终准确反映要迁移的数据集的位置和状态。

有关详细产品信息，请参阅《Dell EMC z/OS Migrator 产品指南》。

使用 z/OS Migrator 进行卷迁移

EMC z/OS Migrator 是基于主机的数据迁移工具，可用于执行传统卷迁移以及基于主机的卷镜像。这些功能统称为 z/OS Migrator 的卷镜像和迁移器功能。

图 22 z/OS 卷迁移



卷级别数据迁移工具将逻辑卷整体移动。z/OS Migrator 卷迁移在磁道上根据磁道执行，而无需考虑相关卷的逻辑内容。卷迁移以卷交换结束，这对于使用卷上数据的应用程序而言都完全非中断。

卷迁移器

卷迁移在大型机系统上在卷级别提供数据迁移的基于主机的服务。它提供了从第三方设备到 Dell EMC 阵列上的设备的迁移以及 Dell EMC 阵列上的设备之间的迁移。

卷镜像

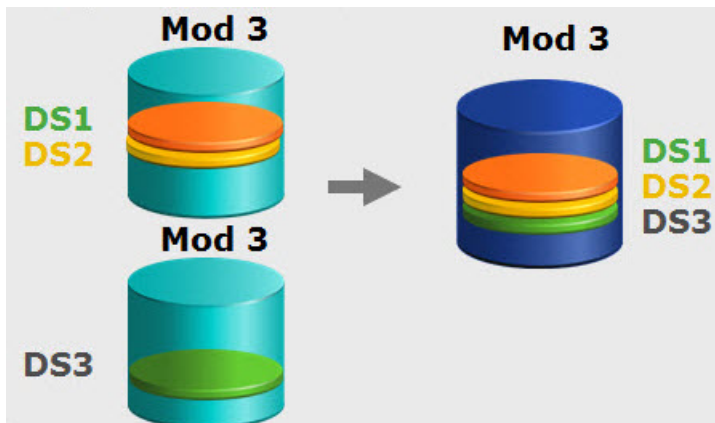
卷镜像向大型机安装提供从一个 EMC 阵列上的一个设备到另一个设备的卷级别镜像。它使用主机资源（UCB、CPU 和通道）来监视计划为写入指定主卷的通道程序，并克隆它们以便还写入指定目标卷（称为镜像卷）。

在主卷和镜像卷之间实现同步状态后，卷镜像会无限期将卷维护为完全同步状态，除非操作员命令或卷镜像设备 I/O 故障中断。镜像按卷组进行控制。镜像可针对组中的所有卷一致暂停。

使用 z/OS Migrator 进行数据集迁移

除了卷迁移，z/OS Migrator 还可提供逻辑迁移，即单个数据集的迁移。相比卷迁移功能，z/OS Migrator 执行数据集迁移时会完全感知卷的内容，以及 z/OS 系统中描述逻辑卷上的数据集的元数据。

图 23 z/OS Migrator 数据集迁移



数千个数据集可以单独选择，也可以使用通配符选择。z/OS Migrator 会在迁移过程中自动管理所有元数据，同时应用程序继续运行。

第 10 章

CloudArray for VMAX 全闪存

本章介绍 CloudArray for VMAX 全闪存。

- [关于 CloudArray](#) 108
- [CloudArray 物理应用装置](#) 108
- [云提供商连接](#) 109
- [动态缓存](#) 109
- [安全性和数据完整性](#) 109
- [管理](#) 109

关于 CloudArray

Dell EMC CloudArray 是一种存储软件技术，可将基于云的存储集成到传统企业 IT 环境中。通常随着数据卷的增加，组织必须选择是增长存储环境，以某种辅助存储形式进行补充，还是只是删除冷数据。

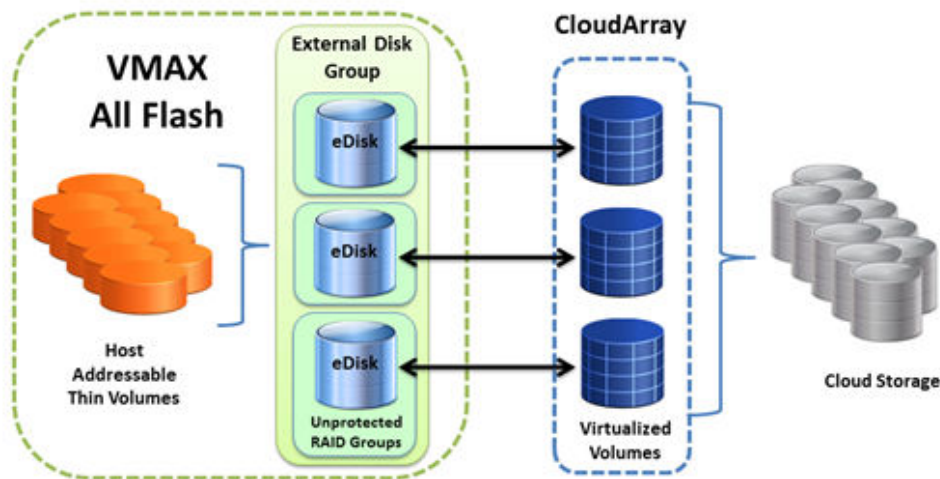
CloudArray 将云的资源效率与现场存储相结合，从而让组织能够扩展其基础架构和规划未来的数据增长。CloudArray 使云对象存储在外观、行为和感官上类似本地存储。因此可与现有应用程序无缝集成，从而在一个轻松的产品包中提供一个几乎无限的存储层。通过将存储系统连接到高容量的云存储，CloudArray 支持更高效地利用高性能的主阵列，同时充分发挥云存储的成本效率。

CloudArray 提供一套丰富的功能，支持云集成及保护 VMAX 全闪存 数据：

- CloudArray 的本地驱动器缓存可确保最近访问的数据可用且能够以本地速度访问，并且避免了与云存储中关联的典型延迟问题。
- CloudArray 支持超过 20 多家公共云和私有云提供商，其中包括亚马逊、EMC ECS、Google Cloud 以及 Microsoft Azure。
- 256 位 AES 加密可提供 CloudArray 所有运行和静止数据在云端的安全性。
- CloudArray 可借助文件和数据块支持，将云集成到存储环境，而不考虑数据存储级别。
- 数据压缩和带宽调度功能可降低对云容量的需求，并限制网络影响。

下图说明了典型的 CloudArray for VMAX 全闪存 部署。

图 24 CloudArray for VMAX 全闪存 部署



CloudArray 物理应用装置

物理应用装置使用光纤通道控制器卡提供从 VMAX 全闪存 到云存储的物理连接功能。FAST.X 将物理应用装置呈现为外部设备。

CloudArray 物理应用装置是 2U 服务器，其中包含：

- 最多 40 TB 可用本地缓存（采用 RAID-6 配置的 12x4TB 驱动器）
- 192GB RAM

- 物理应用装置的附加模块插槽中配置的 2x2 端口 8Gb 光纤通道卡

云提供商连接

CloudArray 直接与 20 多个公共云和私有云存储提供商连接。CloudArray 将云基于对象的存储转换为一个或多个本地卷。

动态缓存

CloudArray 旨在通过利用本地、缓存存储，解决通常与云存储关联的带宽和延迟问题。基于磁盘的缓存向活跃数据提供本地性能，并且充当读写操作的缓冲区。每个卷都可与其自己专用缓存相关联，也可以利用公用池。分配给每个卷的缓存量可以单独进行配置。卷的性能取决于本地保存在缓存的数据量和用于缓存的磁盘的类型。

有关 CloudArray 缓存和配置指导准则的详细信息，请参阅 china.emc.com 上的《CloudArray 最佳做法》白皮书。

安全性和数据完整性

CloudArray 同时部署动态加密和静态加密，以确保数据安全性。在复制到云之前，可使用 256 位 AES 加密来加密每个卷。CloudArray 还分开加密数据和元数据，从而本地存储不同的加密密钥，以防止任何未经授权的访问。

CloudArray 加密是确保数据完整性的关键组件。CloudArray 将其缓存分段到缓存页中，并作为加密过程的一部分，生成唯一哈希并将其分配给每个缓存页。哈希将保持在缓存页，直到请求启动器因访问而检索该页面。将页面解密时，该哈希必须与解密算法生成的值匹配。如果哈希不匹配，则系统会将页面声明为已损坏。此流程可帮助防止将任何数据损坏传播给终端用户。

管理

CloudArray 使用基于浏览器的图形用户界面进行配置。通过此界面，管理员可以：

- 创建、修改或扩展卷、文件共享和缓存
- 监控和显示 CloudArray 运行状况、性能和缓存状态
- 应用软件更新
- 计划并配置快照和带宽限制

CloudArray 还利用在线门户，让用户可用：

- 下载 CloudArray 许可证和软件更新
- 配置警报和访问 CloudArray 产品文档
- 存储 CloudArray 配置文件的拷贝，以便进行灾难恢复检索

附录 A

大型机错误报告

本附录列出了大型机环境错误。

- [大型主机错误报告](#) 112
- [SIM 严重性报告](#) 112

大型机主机的错误报告

HYPERMAX OS 可在存储系统中检测到并报告大型机主机的以下错误类型：

- 数据检查 — HYPERMAX OS 在从磁盘中读取的位模式中检测到错误。数据检查是因为写入或读取数据时的硬件问题、介质缺陷或随机事件。
- 系统或程序检查 — HYPERMAX OS 拒绝了该命令。这种类型的错误将向处理器指明，并且始终返回给发出程序。
- 超限 — HYPERMAX OS 无法以主机的传输速率接收数据。此错误表明计时问题。重新提交 I/O 操作通常将更正此错误。
- 设备检查 — HYPERMAX OS 在硬件操作中检测到错误。
- 环境 — HYPERMAX OS 内部测试检测到环境错误。内部环境测试将监视、检查和报告关键硬件组件的故障。它们将在初始系统通电时运行，在发生每个软件重置事件时运行，以及常规操作期间每隔 24 小时至少运行一次。

如果环境测试检测到错误情况，它会设置一个标记来指明待处理错误并在下一个 I/O 操作中向主机呈现单元检查状态。随后，检测到错误情况的测试将计划为更频繁地运行。如果检测到设备级别问题，它将跨所有逻辑路径向遇到错误的设备报告。修复故障之前，不会报告该设备的后续故障。

如果检测到设备的第二个故障，而实际上为待处理的错误报告情况，HYPERMAX OS 会在下一个 I/O 中报告待处理错误，然后报告第二个错误。

HYPERMAX OS 将错误情况报告给主机和 Dell EMC 客户支持中心。报告给主机时，只要检测到错误情况，如数据检查、命令拒绝、超限、设备检查或环境错误，HYPERMAX OS 就会将状态字节中的单元检查状态呈现给通道。

如果呈现有单元检查状态，主机将从存储阵列检索检测数据。并且，如果已请求日志记录操作，则将其放在错误记录数据集 (ERDS) 中。EREP (环境记录、编辑和打印) 程序会打印错误信息。检测数据标识导致中断的情况并指明错误的类型及其根源。检测数据格式取决于大型机操作系统。对于 2105、2107 或 3990 控制器仿真，以 SIM 格式返回检测数据。

SIM 严重性报告

HYPERMAX OS 支持 SIM 严重性报告，从而支持筛选报告给多个虚拟存储 (MVS) 控制台的 SIM 严重性警报。

- 默认情况下，所有 SIM 严重性警报都将报告给 EREP (环境记录编辑和打印程序)。
- 默认情况下，ACUTE、SERIOUS 和 MODERATE 警报报告给 MVS 控制台。

下表列出了 SIM 严重性报告的默认设置。

表 16 SIM 严重性警报

严重性	描述
SERVICE	预计不会出现任何系统或应用程序性能下降。未发生任何系统或应用程序宕机。
MODERATE	在负载较重的环境中可能会发生性能下降。未发生任何系统或应用程序宕机。
SERIOUS	主 I/O 子系统资源处于禁用状态。可能会出现显著的性能下降。可能已发生系统或应用程序宕机。
ACUTE	主要 I/O 子系统资源处于禁用状态，或产品可能破坏。性能可能会严重下降。可能已发生系统或应用程序宕机。

表 16 SIM 严重性警报 (续)

严重性	描述
REMOTE SERVICE	EMC 客户支持中心正在系统上执行维修/维护操作。
REMOTE FAILED	服务处理器无法与 EMC 客户支持中心进行通信。

环境错误

下表采用 SIM 格式列出了 HYPERMAX OS 5977 或更高版本的环境错误。

表 17 报告为 SIM 消息的环境错误

十六进制代码	严重级别	描述	SIM 参考代码
04DD	MODERATE	MMCS 运行状况检查错误	24DD
043E	MODERATE	SRDF 一致性组已暂停。	E43E
044D	MODERATE	SRDF 路径已中断。	E44D
044E	SERVICE	在以前发生故障后 SRDF 路径处于正常运行状态。	E44E
0461	NONE	M2 与 M1 设备重新同步。M2 设备恢复都准备就绪状态后，会发生此事件。 ^a	E461
0462	NONE	M1 与 M2 设备重新同步。M1 设备恢复到准备就绪状态后，会发生此事件。 ^a	E462
0463	SERIOUS	其中一个后端控制器失败进入 IMPL 监视状态。	2463
0465	NONE	已启动设备重新同步进程。 ^a	E465
0467	MODERATE	远程存储系统报告跨 SRDF 链路的 SRDF 错误。	E467
046D	MODERATE	一个 SRDF 组丢失。例如，当所有 SRDF 链路都出现故障时，将发生此事件。	E46D
046E	SERVICE	一个 SRDF 组启动且正常运行。	E46E
0470	ACUTE	基于内存模块温度的超温情况。	2470
0471	ACUTE	存储资源池已超出其上限值。	2471
0473	SERIOUS	定期环境测试 (env_test9) 检测到处于未就绪状态的镜像设备。	E473

表 17 报告为 SIM 消息的环境错误 (续)

十六进制代码	严重级别	描述	SIM 参考代码
0474	SERIOUS	定期环境测试 (env_test9) 检测到处于写入禁用 (WD) 状态的镜像设备。	E474
0475	SERIOUS	SRDF R1 远程镜像处于未就绪状态。	E475
0476	SERVICE	已重置服务处理器。	2476
0477	REMOTE FAILED	服务器处理器因通信问题而无法呼叫 EMC 客户支持中心 (Call Home 失败)。	1477
047A	MODERATE	电源分区 A 或 B 的交流电源中断。	247A
047B	MODERATE	RDF 适配器被丢弃后丢弃设备。	E47B
01BA 02BA 03BA 04BA	ACUTE	电源或存储模块 SPS 问题。	24BA
047C	ACUTE	存储资源池具有未就绪或非活动 TDAT。	247C
047D	MODERATE	SRDF 组中断 SRDF 链路或 SRDF 组本地断开。	E47D
047E	SERVICE	SRDF 链路从故障中恢复。SRDF 链路处于正常运行状态。	E47E
047F	REMOTE SERVICE	服务处理器成功呼叫 EMC 客户支持中心 (Call Home) 来报告错误。	147F
0488	SERIOUS	复制数据指针元数据使用率达到 90-99%。	E488
0489	ACUTE	复制数据指针元数据使用率达到 100%。	E489
0492	MODERATE	闪存监视器或 MMCS 驱动器错误。	2492
04BE	MODERATE	元数据分页文件系统镜像未就绪。	24BE
04CA	MODERATE	SRDF/A 会话因非用户请求而被丢弃。可能的原因包括致命错误、SRDF 链路断开或达到最大 SRDF/A 主机响应延迟时间。	E4CA

表 17 报告为 SIM 消息的环境错误 (续)

十六进制代码	严重级别	描述	SIM 参考代码
04D1	REMOTE SERVICE	远程连接已建立。远程控制已连接。	14D1
04D2	REMOTE SERVICE	远程连接已关闭。远程控制被拒绝。	14D2
04D3	MODERATE	Flex 筛选器问题。	24D3
04D4	REMOTE SERVICE	远程连接已关闭。远程控制已断开连接。	14D4
04DA	MODERATE	任务/线程的问题。	24DA
04DB	SERIOUS	SYMPL 脚本生成错误。	24DB
04DC	MODERATE	PC 相关问题。	24DC
04E0	REMOTE FAILED	通信问题。	14E0
04E1	SERIOUS	错误轮询出现问题。	24E1
052F	无	发生同步 SRDF 写入失败。	E42F
3D10	SERIOUS	SnapVX 快照失败。	E410

a. Dell EMC 建议 : NONE。

操作员消息

错误消息

在 z/OS 上, SIM 消息显示为 IEA480E 服务警报错误消息。它们按下面显示的方式格式化:

图 25 z/OS IEA480E 严重警报错误消息格式 (Call Home 故障)

```
*IEA480E 1900,SCU,ACUTE ALERT,MT=2107,SER=0509-ANTPC, 266
REFCODE=1477-0000-0000,SENSE=00101000 003C8F00 40C00000 00000014
```

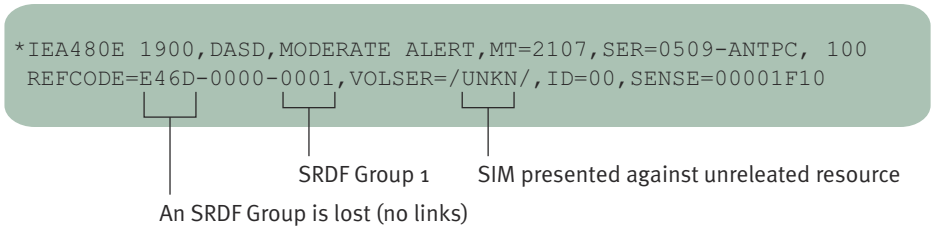
PC failed to call home due to communication problems.

图 26 z/OS IEA480E 服务警报错误消息格式 (磁盘适配器故障)

```
*IEA480E 1900,SCU,SERIOUS ALERT,MT=2107,SER=0509-ANTPC, 531
REFCODE=2463-0000-0021,SENSE=00101000 003C8F00 11800000
```

Disk Adapter = Director 21 = 0x2C
One of the Disk Adapters failed into IMPL Monitor state.

图 27 z/OS IEA480E 服务警报错误消息格式 (SRDF 组丢失/SIM 针对不相关资源呈现)



事件消息

存储阵列还会将事件报告给主机和服务处理器。这些事件包括：

- mirror-2 卷与源卷同步。
- mirror-1 卷与目标卷同步。
- 设备重新同步进程已开始。

在 z/OS 上，这些事件显示为 IEA480E 服务警报错误消息。它们按下面显示的方式格式化：

图 28 z/OS IEA480E 服务警报错误消息格式 (mirror-2 重新同步)

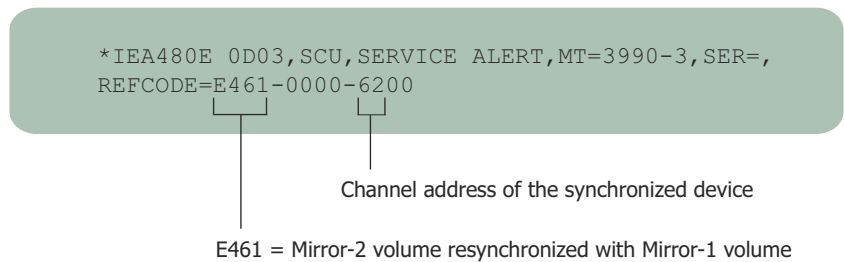
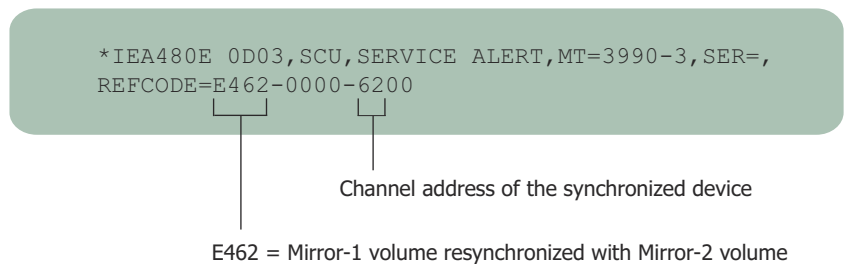


图 29 z/OS IEA480E 服务警报错误消息格式 (mirror-1 重新同步)



附录 B

许可

本附录概要介绍运行 HYPERMAX OS 的阵列上的许可。

- [电子许可](#) 118
- [开放式系统许可证](#) 120

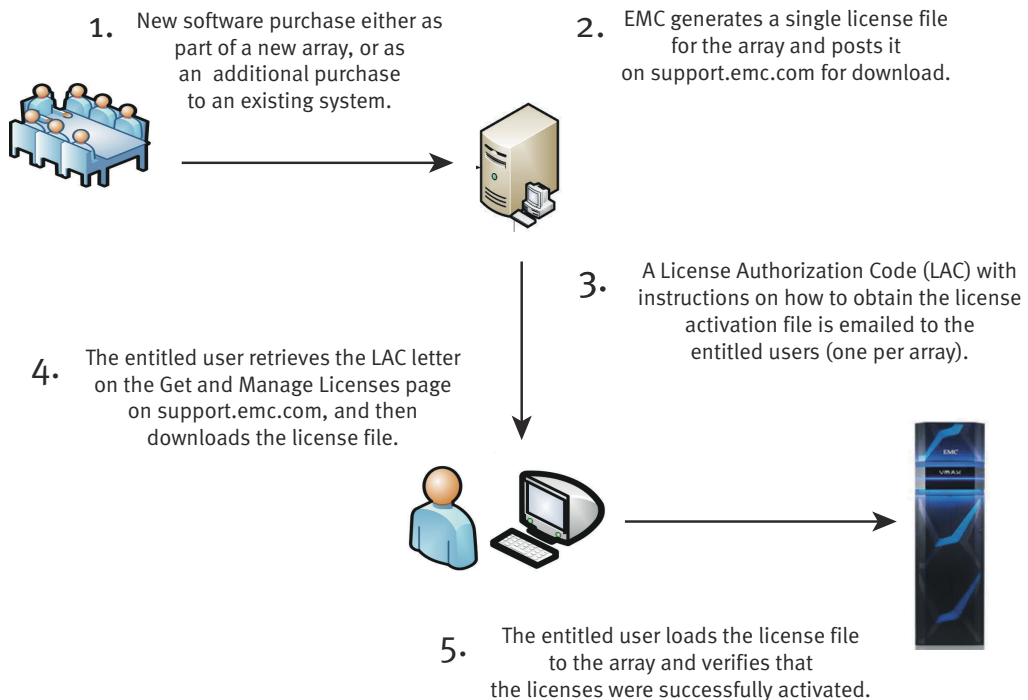
电子许可

运行 HYPERMAX OS 的阵列使用《电子许可证》(eLicenses)。

注意：有关电子许可的详细信息，请参阅 Dell EMC 在线支持网站上的 Dell EMC 知识库文章 335235。

您可从 Dell EMC 在线支持获取许可证文件，将其拷贝到 Solutions Enabler 或 Unisphere 主机，然后推送到阵列。下图说明请求并获取电子许可证的过程。

图 30 电子许可过程



注意：要安装阵列许可证，请遵循《Solutions Enabler 安装指南》和《Unisphere 联机帮助》中介绍的过程。

每个许可证文件都完整定义了对特定系统的所有授权，包括许可证类型和许可容量。要添加一项功能或增加许可容量，请获取并安装新许可证文件。

大多数阵列许可证基于阵列，这意味着它们存储在阵列上的系统功能注册数据库内部。但是，有许多许可证基于主机。

基于阵列的电子许可证采用以下形式提供：

- 一个《单独许可证》启用单个功能。
- 《许可证套件》是一个支持多个功能的许可证。仅当启用所有功能时，许可证套件才可用。
- 《许可证包》是可满足特定目的的许可证套件集合。

要查看有效许可证和详细使用报告，请使用 Solutions Enabler、Unisphere、Mainframe Enablers、Transaction Processing Facility (TPF) 或 IBM i 平台控制台。

容量测量

基于阵列的许可证包含定义许可证范围的 *许可容量* 值。用于衡量此值的方法取决于许可证的 *容量类型* (可用或已注册)。

并非所有产品标题均适用于所有容量类型，如下所示。

表 18 VMAX 全闪存产品标题容量类型

可用	已注册	其他
所有 F 软件包标题	ProtectPoint	PowerPath (如果单独购买)
所有 FX 软件包标题		Events and Retention Suite
所有 zF 软件包标题		
所有 zFX 软件包标题		
RecoverPoint		

可用容量

可用容量的定义为阵列上可供使用的存储量。可用容量的计算方式为所有可用的存储资源池 (SRP) 容量之和。该容量不包括任何外部存储容量。

注册的容量

注册的容量是指将由各个特定产品标题托管或保护的用户数据量。它独立于阵列中的磁盘的大小或类型。

用来衡量已注册容量的方法取决于许可证是捆绑包的一部分还是单独的许可证。

已注册的容量许可证

已注册的容量是根据以下内容衡量的：

- **ProtectPoint**
 - 本许可证的已注册容量是所有具有链接目标的 DataDomain 封装设备之和。当阵列上存在的 TimeFinder 会话仅有 ProtectPoint 许可证而没有 TimeFinder 许可证时，容量的计算方式为：所有具有链接目标的 DataDomain 封装设备之和，以及所有 TimeFinder 已分配源设备和增量 RDP 之和。

开放式系统许可证

本部分详述在开放式系统环境中可用的许可证。

许可证套件

下表列出了在开放式系统环境中可用的许可证套件。

表 19 VMAX 全闪存许可证套件

许可证套件	包括	让您可以	使用命令
全闪存 F	<ul style="list-style-type: none"> • HYPERMAX OS • Priority Controls • OR-DM • Unisphere for VMAX • FAST • SL Provisioning • Workload Planner • Database Storage Analyzer • Unisphere for File 	创建时间窗口	symoptmz symtw
		<ul style="list-style-type: none"> • 将磁盘组层添加到 FAST 策略 • 启用 FAST • 设置以下 FAST 参数： <ul style="list-style-type: none"> ▪ Swap Non-Visible Devices ▪ Allow Only Swap ▪ User Approval Mode ▪ Maximum Devices to Move ▪ Maximum Simultaneous Devices ▪ Workload Period ▪ Minimum Performance Period • 将虚拟池 (VP) 层添加到 FAST 策略 • 设置以下特定于 FAST VP 的参数： <ul style="list-style-type: none"> ▪ 精简 Data Move 模式 ▪ 精简重新定位率 ▪ 池保留容量 • 设置以下 FAST 参数： <ul style="list-style-type: none"> ▪ 工作负载期间 ▪ 最小性能期间 	symfast

表 19 VMAX 全闪存许可证套件（续）

许可证套件	包括	让您可以	使用命令
		执行基于 SL 的资源调配	symconfigure symmsg symcfg
	AppSync	管理 Microsoft、Oracle 和 VMware 环境的关键应用程序和数据库的保护和复制。	
	<ul style="list-style-type: none"> • TimeFinder/Snap • TimeFinder/SnapVX • SnapSure 	创建新本机克隆会话	symclone
		创建新 TimeFinder/Clone 仿真	symmir
		<ul style="list-style-type: none"> • 创建新会话 • 复制现有会话 	symsnap
		<ul style="list-style-type: none"> • 创建快照池 • 创建 SAVE 设备 	symconfigure
		<ul style="list-style-type: none"> • 执行 SnapVX 建立操作 • 执行 SnapVX 快照链接操作 	symsnapvx
全闪存 FX	全闪存 F 套件	执行全闪存 F 套件中可用的任务。	
	<ul style="list-style-type: none"> • SRDF • SRDF/Asynchronous • SRDF/Synchronous • SRDF/STAR • 文件的复制 	<ul style="list-style-type: none"> • 创建新 SRDF 组 • 在自适应拷贝模式下创建动态 SRDF 对 	symrdf
		<ul style="list-style-type: none"> • 创建 SRDF 设备 • 将非 SRDF 设备转换为 SRDF • 在自适应拷贝模式下将 SRDF 镜像添加到设备 • 在设备上设置动态 SRDF 支持属性 • 创建 SAVE 设备 	symconfigure
		<ul style="list-style-type: none"> • 在异步模式下创建动态 SRDF 对 • 将 SRDF 对设置为异步模式 	symrdf

表 19 VMAX 全闪存许可证套件（续）

许可证套件	包括	让您可以	使用命令
		<ul style="list-style-type: none"> • 在异步模式下将 SRDF 镜像添加到设备 创建 RDFA_DSE 池 在 SRDF 组上设置任何以下 SRDF/A 属性： ▪ Minimum Cycle Time ▪ Transmit Idle ▪ DSE 属性，包括： <ul style="list-style-type: none"> – Associating an RDFA-DSE pool with an SRDF group DSE Threshold DSE Autostart ▪ 写操作调整属性，包括： <ul style="list-style-type: none"> – Write Pacing Threshold – Write Pacing Autostart – Device Write Pacing exemption – TimeFinder Write Pacing Autostart 	symconfigure
		<ul style="list-style-type: none"> • 在同步模式下创建动态 SRDF 对 • 将 SRDF 对设置为同步模式 	symrdf
		在同步模式下将 SRDF 镜像添加到设备	symconfigure
	D@RE	对数据进行加密，并且防止未经授权的访问，除非提供有效的密钥。这可防	

表 19 VMAX 全闪存许可证套件（续）

许可证套件	包括	让您可以	使用命令
		止数据被访问，并且提供快速执行数据粉碎的机制。	
	SRDF/Metro	<ul style="list-style-type: none"> 将新 SRDF 设备对置于 SRDF/Metro 配置。 同步设备对。 	
	VIPR 套件（控制器和 SRM）	自动执行存储资源调配和回收任务，以提高操作效率。	

单个许可证

这些项目适用于运行 HYPERMAX 操作系统的阵列，未包含在任何许可证套件中：

表 20 针对开放式系统环境的单个许可证

许可证	让您可以	使用命令
ProtectPoint	在包含运行 HYPERMAX OS 的阵列和 Data Domain 阵列的集成环境内存储和检索备份数据。	
RecoverPoint	保护本地和远程站点的数据完整性，并使用日志记录技术从一个时间点恢复数据。	

生态系统许可证

这些许可证不适用于阵列：

表 21 针对开放式系统环境的单个许可证

许可证	让您可以
PowerPath	自动执行数据路径故障切换和恢复，以确保应用程序始终可用且保持运行。
Events and Retention Suite	<ul style="list-style-type: none"> 保护数据免受意外更改、删除和恶意活动的影响。 在数据的创建位置对其加密，从而在服务器之外的任何位置均可提供保护。 维护选定静态数据的机密性，并强制进行文件级保留以满足法规遵从性要求。 与第三方防病毒检查、配额管理和审核应用程序集成。

许可