



实际使用评测 报告

Dell Compellent

高性能、低TCO的网络存储

作者：周家术：中桥调研咨询分析师
彭雅芳：中桥调研咨询助理分析师

2012年2月



目录

简介	3
背景	3
Dell Compellent 产品介绍	4
中国铁建股份有限公司（CRCC）	6
环境与形式	6
使用结果	7
高性能.....	7
虚拟化.....	9
低 TCO	10
清华大学	12
环境与形式	12
使用结果	12
高性能以及分层存储.....	13
易管理.....	14
低 TCO	17
中桥实验室验证	18
结论	20

简介

在迅速发展的中国市场，客户的满意度与企业业务的持续快速增长紧密相关。IT 管理人员如何用有限的预算，保证业务的快速发展、实现业务对市场的快速响应并确保业务的连续性是首要考虑的问题。Dell Compellent 作为一个高度虚拟化的存储产品，不仅能够提供高性能、灵活的、弹性的网络存储来满足关键业务的存储需求，并且通过分层存储、自动精简配置降低了存储 TCO。为了验证 Dell Compellent 是否能够在实际情况下满足用户的需求，中桥访问了中国铁建和清华大学两家客户，记录了 Dell Compellent 在实际环境中的高性能、虚拟化支撑、易管理性和低 TCO 等特性。

背景

ESG 针对“未来 12 到 18 个月对贵企业 IT 支出影响最大的因素”这一主题，于 2009 年、2010 年和 2011 年分别进行了调研，参与调研的企业数量分别为 492、515 和 611。调研结果显示，3 年来企业的首要关注点均为“成本节省”，分别占到 54%、45% 和 42%。虽然随着经济形势的好转，企业紧张的预算有所缓解，但仍有近半的企业将降低 TCO 作为 IT 最重要的战略考虑因素。除此之外，改进业务进程以提高运营效率也是企业关注的焦点（连续 3 年的调研结果分别是 31%、34% 和 33%）。从上述调研结果可以看出，无论经济形势的好坏、预算的增长还是减少，业务运营效率一直是企业非常关注的一个方面。

上述分析显示，企业需要高性能、低 TCO 存储来满足业务需求。然而传统上，性能与成本是一对不可调和的矛盾体，这一直以来都是让 IT 管理员倍感头疼的问题。为了解决这一问题，IT 管理者试图通过存储资源优化技术，如自动精简配置和分层存储，来提高资源利用率并满足业务对存储性能不断增长的需求。

分层存储结合 SSD 技术既可以显著提高存储效率又能提升应用性能。常见的分层策略如：

- 依据应用性能、数据生命周期价值，或数据对业务的价值进行分层
- 根据不同的客户、应用或业务部门对服务等级要求进行分层
- 根据资源可用性、数据可用性以及存储成本进行分层

分层的过程可以是静态或动态，人工或者自动进行。数据可以被迁移或者简单地拷贝，以达到预期效果。这些提供、协调和实施分层存储的工具可以是基于软件或者基于硬件、异构的或同构的（可以在某个存储系统的系列产品中工作，也能跨不同产品工作）、基于块的或基于文件、以性能为中心或者以容量为中心的。分层可以在一个设备内，也可以在不同的设备之间进行。这些设备可以是集中在本地也可以是远程分散的。

分层存储的经济效益

不同存储介质之间的成本差异很大。随着数据量的快速增加，如何有效利用各种存储介质，来降低数据管理成本和提高数据管理效率，是 IT 管理者一直追求的。有效的存储分层架构能将合适的数据存储到合适的存储层或存储介质上。事实上，在过去数十年中，相对 CPU 和网络性能的快速提升，磁盘性能的滞后进一步放大。传统的方式，即通过增加高性能磁盘来提高对应用的响应，建筑在高成本“地基”之上，但收效却甚微。

分层存储结合多种磁盘技术和智能分级软件功能，可以根据应用性能和数据活跃程度，优化存储资源利用率，达到“经济有效地提高应用性能”的目的。例如，可以将固态硬盘设定为一级存储，SAS 盘设定为二级存储，其它低成本盘或存储技术（如磁带）为三级存储。

分层存储最主要的业务价值是可以实现以下效益：

- 在无需追加成本的前提下，根据业务运营需求，动态提高应用性能
- 节省资金（为每个数据和应用使用更适合且具有更高利用率的介质）
- 管理简便（自动分层可以减少人工计算和运行操作）
- 按需实时优化资源配置

纵观中国各行业，包括制造、教育和电信等，数据中心在支撑核心业务运转的同时，复杂多样的应用系统以及服务器虚拟化的普及使得企业对存储容量和性能的需求处于不断变化的状态。分层存储可以很好地解决这种动态需求带来的难题。例如针对核心业务或者高峰期的业务，数据可以放在高端存储上以满足业务访问的需求；而针对非活跃的数据或者非核心的应用系统，可以将数据自动迁移到低端的存储设备上，从而实现低TCO。因此，如何有效地满足业务需求、提高业务管理效率、快速敏捷地进行业务整合并减少TCO，是保证企业可持续发展的决定性因素。

针对这些问题，Dell Compellent提供了高性能、自动分层和自动精简的网络存储解决方案。该方案可以在满足核心业务性能的基础上，将不活跃的数据自动迁移到低端的存储上，更有效利用存储配置空间，实现提高资源利用率、降低管理成本、节能等目的，从而降低整体的TCO。

Dell Compellent产品介绍

Dell Compellent作为高度虚拟化存储平台，可以把物理磁盘整合为逻辑虚拟卷，消除了物理磁盘的限制，为用户提供动态存储资源池，并支持各虚拟机共享；读写请求可以分布在所有的磁盘上，保证了多个工作负载的并行处理能力，以提高系统性能。同时，Dell Compellent在一个系统内，用户可以同时选择SSD盘、FC磁盘和SAS磁盘，并结合自动分层技术，来提高应用性能和资源使用率比。此外，自动精简、精简复制、活动卷、自动分级、连续快照等技术的采用，有助于进一步提高虚拟存储利用率和虚拟化环境灾备效率。

图1.Dell Compellent 主要功能



Data Progression（自动分层存储）—让用户能根据应用的实际需求，将不同的数据在不同的时间迁移到合适的存储介质上，以最低的投入成本实现最高的资源利用率。而针对应用或业务高峰时段配置高性能存储的传统方式，不仅投入成本高，技术使用效率也十分低下，用户常常需要在应用性能和投资能力之间折衷。而Dell Compellent自动分层技术，让用户能够根据数据性能需求，动态配载资源以满足性能需求，从而大大提高投资回报率。并且DellCompellent在Sub-LUN还能够通过细粒度分层进一步提高资源利用率和存储自动化的管理能力。DellCompellent让用户能根据数据属性、价值和生命周期来设定分层策略。例如，用户可以将业务关键性应用数据存放在SSD盘上作为一级存储；将非业务关键性数据放到FC盘上作为二级存储；将归档或备份数据存放在SAS盘上作为三级存储，从而优化整体系统的资源利用率并满足不同应用对性能的要求。

Dynamic Capacity（精简配置）—只有写入数据才会消耗实际的物理存储空间，让用户大幅度降低闲置的已配置存储容量，以提高存储资源利用率。

智能存储自动化—Dell Compellent可根据实际使用情况和SLA需求，动态地将企业数据从一层移动到另一层。访问频率高的数据块位于高性能的SSD、FC或SAS磁盘上，而不常访问的数据块则移动到更便宜、容量更大的SATA磁盘上，实现智能的存储自动化，以降低企业存储的成本和提高存储资源利用率。

存储虚拟化—将传统存储用于虚拟化环境，当业务需求发生变化时，需要对磁盘类型或RAID级别进行调整，这往往会影响到业务的正常运营。而DellCompellent作为高度虚拟化存储，为虚拟服务器环境提供适合的存储池，并根据业务需求，灵活动态地调整资源，实现简单快速的配置或恢复，以适应各种业务的变化需求。

连续回放—DellCompellent的连续回放使企业能够建立数千个连续快照，以加速恢复到任何时间点。

精简复制—通过光纤通道或IP连接，经济实惠地进行同步或异步数据复制。在初始站点同步之后，只需复制后续的变更数据，降低了复制网络的资源消耗。

Live Volume（活动卷）—DellCompellent的Live Volume（活动卷）作为存储的管理程序，可以把一个卷映射到两个DellCompellent阵列上。所以，有了活动卷功能，卷可以在阵列之间自动移动，保证了数据的高可用性和数据的连续性访问。

中桥对采用Dell Compellent的两个客户进行了访谈，两个客户使用Dell Compellent产品的实际情况、所解决的问题以及对该产品的评价如下：

中国铁建股份有限公司（CRCC）

中桥采访的第一家Dell客户是中国铁建股份有限公司（中文简称中国铁建，英文简称CRCC）。中国铁建是中国乃至全球最具实力、最具规模的特大型综合建设集团之一，公司经营范围遍及除台湾以外的全国33个省（市）、自治区、香港、澳门特别行政区以及世界40多个国家。中国铁建IT负责人在与中桥分析师交谈的过程中谈到：

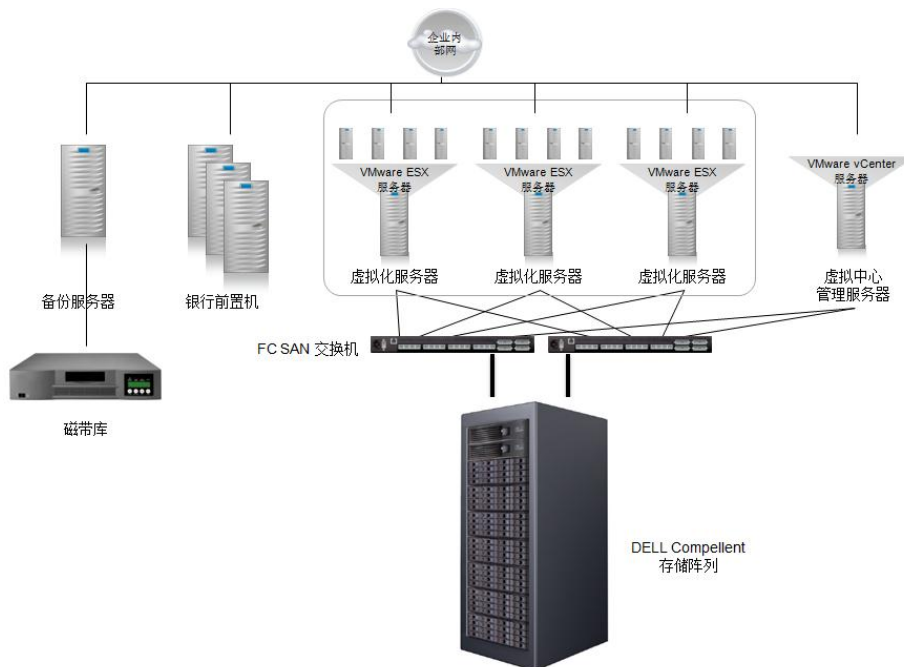
环境与形式

在部署Dell Compellent产品之前，我们没有使用服务器虚拟化平台，所有应用都运行在物理机上，这给我们带来两大问题：第一，能耗限制了新应用部署。由于机房的电力有限，我们不能再部署更多的硬件设备，这导致许多应用系统不能及时上线。第二，业务连续性无法得到保证。由于没有实现虚拟化，如何保证业务的可持续性是我们头疼的问题。而Dell的专业服务团队针对我们的现状，提供了服务器虚拟化和Dell Compellent解决方案。

图2是我们Dell Compellent应用部署的拓扑图。从图中可以看出：整个IT架构配置包括三台Dell R910服务器、一台Dell R710服务器、多台银行前置机、一台备份服务器。其中在三台Dell R910服务器上运行了VMware虚拟化平台，一台Dell R710服务器安装了VMware vCenter作为虚拟中心管理服务器，备份服务器后端连接到磁带库。而所有的Dell R910服务器和Dell R710服务器通过两台光纤交换机与Dell Compellent相连接。Dell Compellent不仅为虚拟机提供存储，同时为虚拟机上的核心应用提供集中存储功能。

当前，我们的数据类型以文件为主，并且其中一些数据需要支持全国1万多个单位的使用。我们原来的数据虽然增长量不大，但是数据变化快，因此需要具备良好的性能的存储设备来支撑业务的可持续性。同时，由于硬件方面的限制，我们数据量不敢盲目增长，因此增长速率不快。如果这次解决了存储问题，我们明年会部署其他应用，例如商业智能（BI），而BI对存储的要求就比较高。

图2. 中国铁建虚拟化项目IT架构



我们的虚拟化平台上已经运行了很多业务关键型应用。目前，所有应用的数据都存放在Dell Compellent里。例如，图3、图4、图5分别是资金管理系统、中国铁建报表大厅和企业网上银行，这些核心应用对性能、业务连续性、数据安全性要求都很高。同时，还需要较高的扩展能力和负载均衡能力来满足不同业务流对存储的需求。Dell Compellent的成功部署和使用证明了我们搭建的虚拟化架构的切实有效性，让我们更有信心在虚拟化平台上部署更多的应用。

图3. 中国铁建资金管理系统



图4. 中国铁建报表大厅



图5. 中国铁建企业网上银行



使用结果

下面通过一系列的陈述和截屏来展示我们的使用情况:

高性能

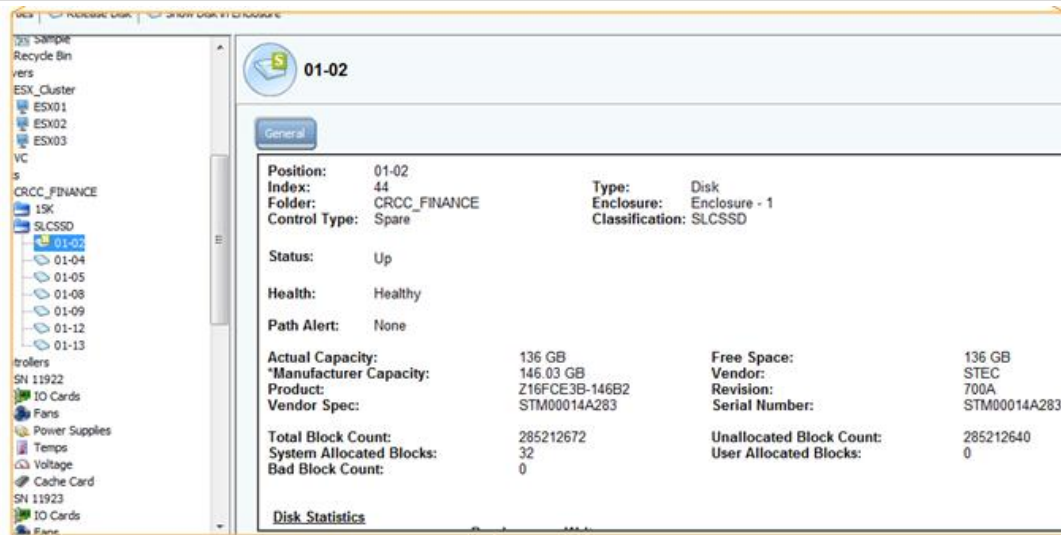
我们的部分应用需要支持全国1万多家单位的使用，不仅要满足各种应用并发处理对性能的要求，更要考虑多种应用同时出现业务高峰期的可能性。为此我们不但采购了48块15,000转速的高端SAS硬盘，还采购了7块SSD盘。通过使用Dell Compellent的自动分层功能，我们可将“热数据”存放在SSD盘上，将“冷数据”从高性能存储介质迁移至相对“低性能”的SAS盘中，从而动态保证了核心应用的高IO性能。实践证明，这的确缩短了我们的业务响应时间。我们配备的SSD磁盘列表见图6。从图中可以看到，在该存储阵列中，我们使用了7块SSD盘，每块SSD盘的状态信息也得以清楚显示。位于01-02槽位上的SSD盘作为热备盘，其余6块SSD盘上都存放了活跃数据（每块SSD总容量为136GB，目前剩余71.99GB），且运行正常。

图6. Dell Compellent SSD 盘使用情况列表

Position	Capacity	Free Space	Classification	Enclosure	Status	Health	Control Type	Vendor	Product	Revision	Serial Number	Vendor Spec	Path ...
01-02	136 GB	136 GB	SLC SSD	Enclosure - 1	Up	Healthy	Spare	STEC	Z16FCE38-146B2	700A	STM00014A283	STM00014A...	None
01-04	136 GB	71.99 GB	SLC SSD	Enclosure - 1	Up	Healthy	Managed	STEC	Z16FCE38-146B2	700A	STM00014A265	STM00014A...	None
01-05	136 GB	71.99 GB	SLC SSD	Enclosure - 1	Up	Healthy	Managed	STEC	Z16FCE38-146B2	700A	STM00014A284	STM00014A...	None
01-08	136 GB	71.99 GB	SLC SSD	Enclosure - 1	Up	Healthy	Managed	STEC	Z16FCE38-146B2	700A	STM00014A26F	STM00014A...	None
01-09	136 GB	71.99 GB	SLC SSD	Enclosure - 1	Up	Healthy	Managed	STEC	Z16FCE38-146B2	700A	STM00014A267	STM00014A...	None
01-12	136 GB	71.99 GB	SLC SSD	Enclosure - 1	Up	Healthy	Managed	STEC	Z16FCE38-146B2	700A	STM00014A25C	STM00014A...	None
01-13	136 GB	71.99 GB	SLC SSD	Enclosure - 1	Up	Healthy	Managed	STEC	Z16FCE38-146B2	700A	STM00014A260	STM00014A...	None

Dell Compellent易于管理。从管理界面上，我们可以查看每一块磁盘的详细信息。图7展示的是单块SSD，选定（01-02）槽位的SSD盘的信息，例如：控制类型为Spare（热备盘），隶属Enclosure-1，实际容量为136GB。该盘现在的状态为“UP”，运行状态为“Healthy”。

图7. SSD盘信息概况



除了SSD盘之外，我们还配备了15,000转的高速SAS盘。SAS盘也可提供高速的数据传输速度，从而保证我们所有业务系统的基本性能，在我们的系统中，SAS盘被作为三级存储介质，通过策略设定，将那些非活跃的数据移到SAS盘，充分降低了我们的TCO。图8展示的是我们的SAS磁盘列表，从中可以清楚了解每个磁盘的容量、空闲容量、转速、隶属的Enclosure、状态、健康状况、控制类型、厂商、产品等信息。以01-01槽位的SAS盘为例，其容量（Capacity）为558.91GB、空闲容量503.39GB而且运行状态正常。

图8. SAS高速磁盘列表

Position	Capacity	Free Space	Classification	Enclosure	Status	Health	Control Type	Vendor	Product	Revision	Serial Number	Vendor Spec	Path
01-01	558.91 GB	503.39 GB	15K	Enclosure - 1	Up	Healthy	Managed	SEAGATE	ST3600057FC	XRE1	6SL11F1J0000B1...	6SL11F1J	None
01-16	558.91 GB	503.58 GB	15K	Enclosure - 1	Up	Healthy	Managed	SEAGATE	ST3600057FC	XRE1	6SL0VGZ2000B1...	6SL0VGZZ	None
02-01	558.91 GB	558.91 GB	15K	Enclosure - 2	Up	Healthy	Spare	SEAGATE	ST3600057SS	XREC	6SL1KAN00000N1...	6SL1KAN0	None
02-02	558.91 GB	503.39 GB	15K	Enclosure - 2	Up	Healthy	Managed	SEAGATE	ST3600057SS	XREC	6SL1H0RK0000N1...	6SL1H0RK	None
02-03	558.91 GB	503.58 GB	15K	Enclosure - 2	Up	Healthy	Managed	SEAGATE	ST3600057SS	XREC	6SL0V7Z3000N1...	6SL0V7Z3	None
02-04	558.91 GB	503.58 GB	15K	Enclosure - 2	Up	Healthy	Managed	SEAGATE	ST3600057SS	XREC	6SL0V7RW5000N1...	6SL0V7RW5	None
02-05	558.91 GB	503.58 GB	15K	Enclosure - 2	Up	Healthy	Managed	SEAGATE	ST3600057SS	XREC	6SL1IETGB0000N1...	6SL1IETGB	None
02-06	558.91 GB	503.58 GB	15K	Enclosure - 2	Up	Healthy	Managed	SEAGATE	ST3600057SS	XREC	6SL1KAPL0000N1...	6SL1KAPL	None
02-07	558.91 GB	503.58 GB	15K	Enclosure - 2	Up	Healthy	Managed	SEAGATE	ST3600057SS	XREC	6SL18QB30000N1...	6SL18QB3	None
02-08	558.91 GB	503.58 GB	15K	Enclosure - 2	Up	Healthy	Managed	SEAGATE	ST3600057SS	XREC	6SL19WTF0000N1...	6SL19WTF	None
02-09	558.91 GB	503.58 GB	15K	Enclosure - 2	Up	Healthy	Managed	SEAGATE	ST3600057SS	XREC	6SL1JFAH0000N1...	6SL1JFAH	None
02-10	558.91 GB	503.58 GB	15K	Enclosure - 2	Up	Healthy	Managed	SEAGATE	ST3600057SS	XREC	6SL1KAT90000N1...	6SL1KAT9	None
02-11	558.91 GB	503.58 GB	15K	Enclosure - 2	Up	Healthy	Managed	SEAGATE	ST3600057SS	XREC	6SL1H4LC0000N1...	6SL1H4LC	None
02-12	558.91 GB	503.58 GB	15K	Enclosure - 2	Up	Healthy	Managed	SEAGATE	ST3600057SS	XREC	6SL17Q9F0000N1...	6SL17Q9F	None
03-01	558.91 GB	558.91 GB	15K	Enclosure - 3	Up	Healthy	Spare	SEAGATE	ST3600057SS	XREC	6SL1CCH30000N1...	6SL1CCH3	None
03-02	558.91 GB	503.39 GB	15K	Enclosure - 3	Up	Healthy	Managed	SEAGATE	ST3600057SS	XREC	6SL1F12W0000N1...	6SL1F12W	None
03-03	558.91 GB	503.58 GB	15K	Enclosure - 3	Up	Healthy	Managed	SEAGATE	ST3600057SS	XREC	6SL17RHQ0000N1...	6SL17RHQ	None
03-04	558.91 GB	503.58 GB	15K	Enclosure - 3	Up	Healthy	Managed	SEAGATE	ST3600057SS	XREC	6SL1B72Q0000N1...	6SL1B72Q	None
03-05	558.91 GB	503.58 GB	15K	Enclosure - 3	Up	Healthy	Managed	SEAGATE	ST3600057SS	XREC	6SL1KCB30000N1...	6SL1KCB3	None
03-06	558.91 GB	503.58 GB	15K	Enclosure - 3	Up	Healthy	Managed	SEAGATE	ST3600057SS	XREC	6SL1GVD70000N1...	6SL1GVD7	None

我们把最关键的应用数据存放在作为一级存储的SSD盘上。将来会部署光纤盘作为二级存储，用于非业务关键型数据；归档和备份数据会存放在作为三级存储的SAS盘上。依照设定好的分层存储策略，存储系统运行一段时间之后，其结果如图9和图10所示。图9是一部分数据存在SSD盘组成的一级存储上，另外一部分数据存放在SAS盘组成的三级存储上（二级尚未投入使用）。通过自动分层，既保证了“热数据”和业务关键型数据的高读取速度要求，又降低了TCO。

从图9可以看到，编号为02的卷我们主要用来存放VMFS的应用数据。其中一级存储使用的卷空间为4.23GB，而三级使用的卷空间为135.42GB。

图9.分层存储

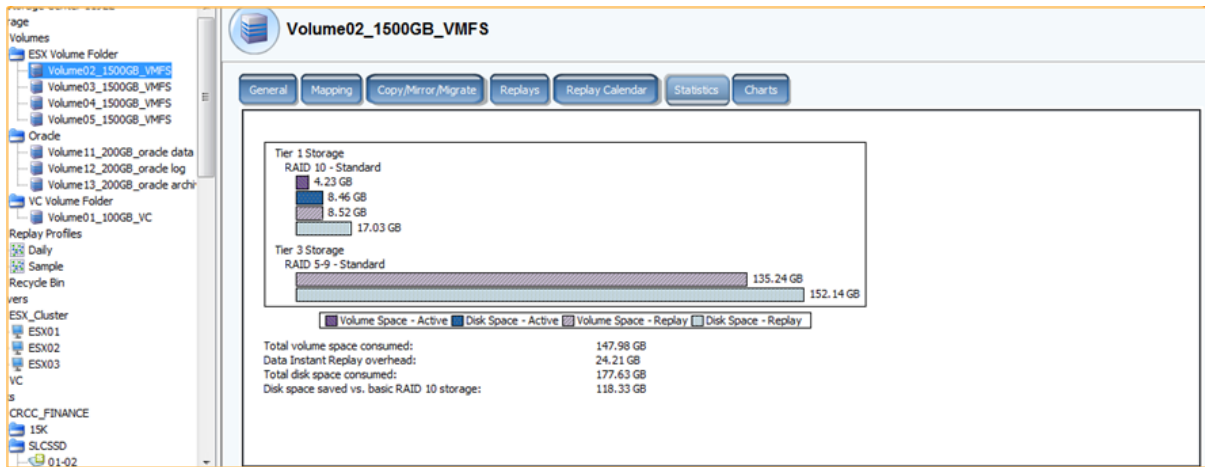
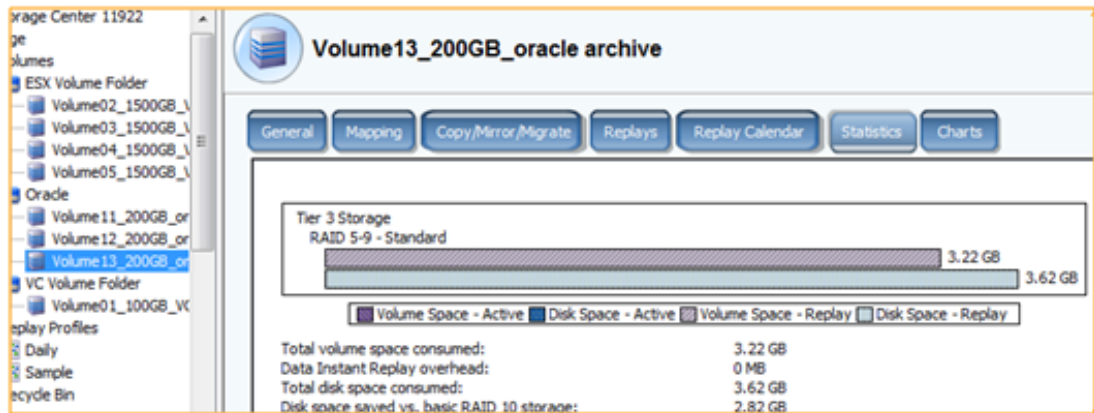


图10展示的卷空间用来存放我们的“归档”数据。一般来说归档数据都是非活跃的数据，从图中可以看出，归档数据全部自动地存放在三级存储上。

图10.分层存储（无热点数据）



虚拟化

前面提到由于电力等因素的限制，我们需要借助虚拟化来降低数据中心耗能、改善数据中心资源利用率、降低TCO并提高业务连续性。我们选择了VMware vSphere 5.0作为服务器虚拟化平台。Dell Compellent提供良好的VMware支持，可以通过VMware管理界面实现统一的管理，帮助我们安全快速地实施虚拟化并简化虚拟化管理。

图11显示了服务器虚拟化平台的详细信息。从图中可以看出，当前的服务器虚拟化平台包含三台物理服务器（名字分别为ESX01、ESX02和ESX03）和18个虚拟机。点击ESX02物理服务器后，其详细信息便呈现在右边的面板中，包括常规信息（制造商、型号、CPU内核、处理器类型等）、资源使用状况（CPU、内存）、存储器状态和驱动器类型信息以及网络信息等。

图11. 虚拟化管理界面

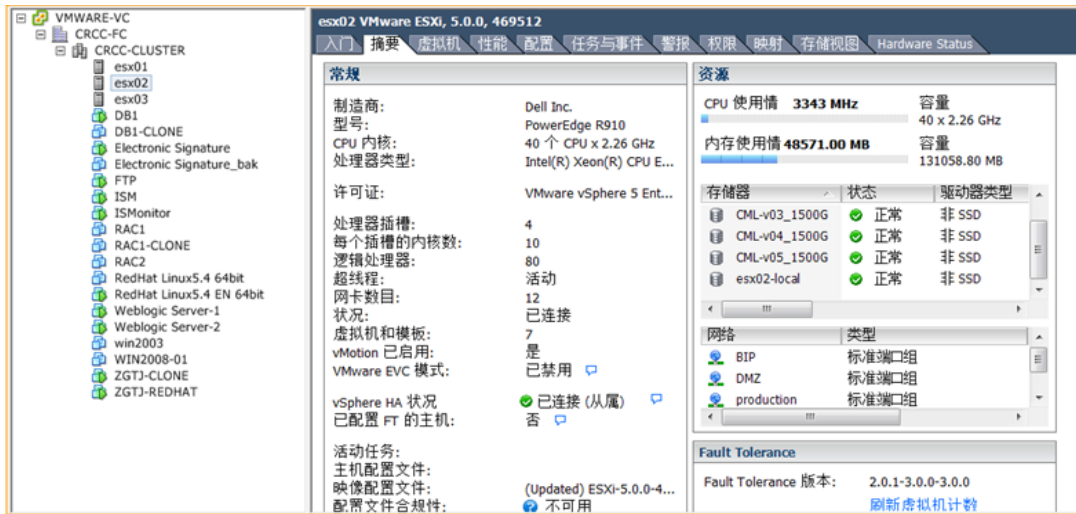
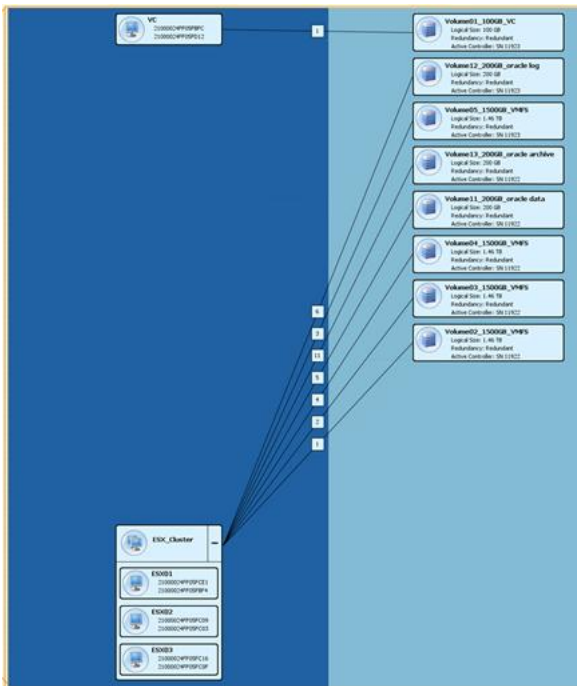


图12展示的是虚拟机与存储之间的映射关系图，可以查看到 ESX02 这台服务器上运行了7台虚拟机，例如，RAC2、DB1、Weblogic Server-1等。

图12. 虚拟映射关系图



图13. 存储逻辑配置图



除了能在 vCenter 上看到逻辑配置图之外，DellCompellent 也提供了一种可查看整个系统主机—存储逻辑配置图的方法。如图 13 所示：ESX-cluster 中定义了三台物理服务器（ESX01、ESX02 和 ESX03）。这种直观的显示便于管理员从整体上把握逻辑配置关系，简化了虚拟环境下的存储资源管理。

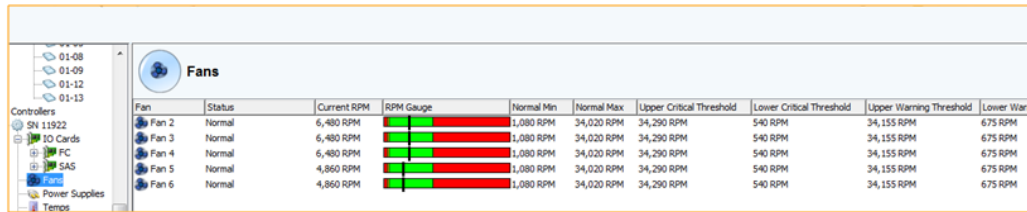
低TCO

如何在提高IT对业务支撑能力的同时降低TCO是我们关注的核心问题。在对机房进行检测时发现，我们机房的耗电量很大，这不仅导致运营成本快速攀升，同时限制了新物理设备的部署。Dell Compellent的虚拟化和自动分层，让我们通过下述手段降低了解决方案的整体TCO：

1. 服务器虚拟化。从虚拟化的描述中可以看到，我们当前已经在三台物理服务器上安装了18个虚拟机，后续我们还会添加更多的虚拟机。服务器虚拟化大大降低了新增服务器的采购成本，也降低了服务器相关的耗能和运营成本，同时让我们能部署更多的应用。
2. Dell Compellent的分层存储技术。通过分层存储，我们可以更有效地利用高性能存储资源，更经济有效地满足不同应用对性能的需求。结合SSD和Dell Compellent分层技术，我们不但获得了高性能，同时将不常用的数据自动迁移到三级存储上，在大幅降低管理资源的同时，进一步降低TCO。
3. Dell Compellent的自动精简配置技术。自动精简配置功能大大降低了过量配置资源的浪费，提高了磁盘存储空间的利用率、延缓了新增磁盘扩容的时间，从而降低了总体TCO。
4. Dell Compellent产品本身具有很好的节能措施和良好的监控功能，进一步降低了数据中心的运营成本。

Dell Compellent可以对阵列中的风扇运行状态提供良好的监控。图14呈现了存储阵列中每个风扇的状态、当前RPM值、风扇正常运作的范围区间以及报警阈值。从图中可以看出，标号为Fan2的风扇目前运作正常，当前的RPM是6,480，这个值属于正常运作范围。

图14. 风扇状态监控信息



中桥观点

虚拟化给用户带来的价值已被广泛接受。很多中国用户因为电力等原因，已经走上了服务器虚拟化的道路。但是在服务器虚拟化的过程中，存储、网络层之间需要具有很好的配合能力。在服务器虚拟化过程中，用户担心的因素包括（1）应用性能；（2）管理复杂性；（3）资源利用率；（4）整体系统部署。

中国铁建采用了Dell虚拟化端对端整体解决方案。Dell提供从产品（服务器、网络、存储）到服务（咨询、安装、调试、专业服务）的全方位支持，缩短了虚拟化的部署周期。此外，Dell Compellent自动分层存储，让中国铁建能有效满足不同应用对性能的要求，以及未来提高虚拟化水平对存储的需求。同时，让中国铁建能利用已有资源部署更多应用和提供更多服务。Dell Compellent能够与VMware的管理功能整合，以提高虚拟化部署和管理效率。中国铁建不仅通过服务器虚拟化缩减了数据中心运营开支，还通过Dell Compellent的Data Progression以及自动精简配置提高了存储优化率，实现了绿色节能，降低了TCO。

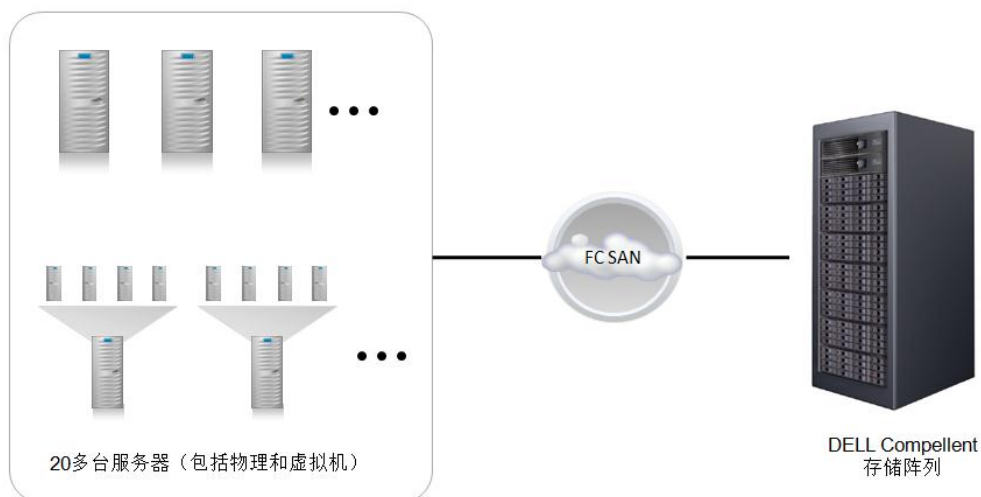
清华大学

中桥采访的第二个Dell客户是清华大学。清华大学数据中心提供的IT业务不仅需要满足全校师生从教学到科研、管理的需求，同时，有些应用如门户网站等还面向校外人员开放。由于清华大学的特殊地位，其数据中心的建设对整个教育行业的数据中心建设有一定的指导意义。在与中桥分析师交谈的过程中，数据中心的老师介绍道：

环境与形式

我们的数据中心既有物理服务器又有虚拟化平台。物理服务器运行的操作系统包括Linux、Solaris等，并且还运行了多套Oracle RAC。服务器虚拟化平台包括VMware等。所拥有的物理机数量超过20台。这些服务器通过光纤交换机连接到一台Dell Compellent存储阵列上。大部分的核心数据，例如：门户、教学、教务、科研、人事和设备管理等应用数据都集中存储在这台存储设备上。目前，我们的存储总容量约为17.4TB。利用Dell Compellent的分层存储功能，我们采购了15,000转的高速SAS作为一级存储，7,200转的低速SAS作为三级存储（尚未部署二级存储）。IT架构如图15所示。

图15.清华数据中心IT架构图



我们已经把很多业务应用数据放在了Dell Compellent存储上，例如常用到的门户网站（图16）和网络学堂（图17）。这些系统需要支持校内外大量的访问需求，因此这些应用的存储性能非常关键。

图16.清华大学门户网站



图17.清华大学网络学堂



使用结果

在部署Dell Compellent之前，我们使用的是另外一家厂商的统一存储设备。我们遇到的最大难题是，当大文件系统占用存储IO资源时，数据库应用性能无法得到保证，关键型业务的性能波动给业务稳定运行带来很大问题。使用Dell Compellent，我们首先是要解决数据库的IO性能问题。其次，我们的IT管理资源非常有限，简化的管理也是我们

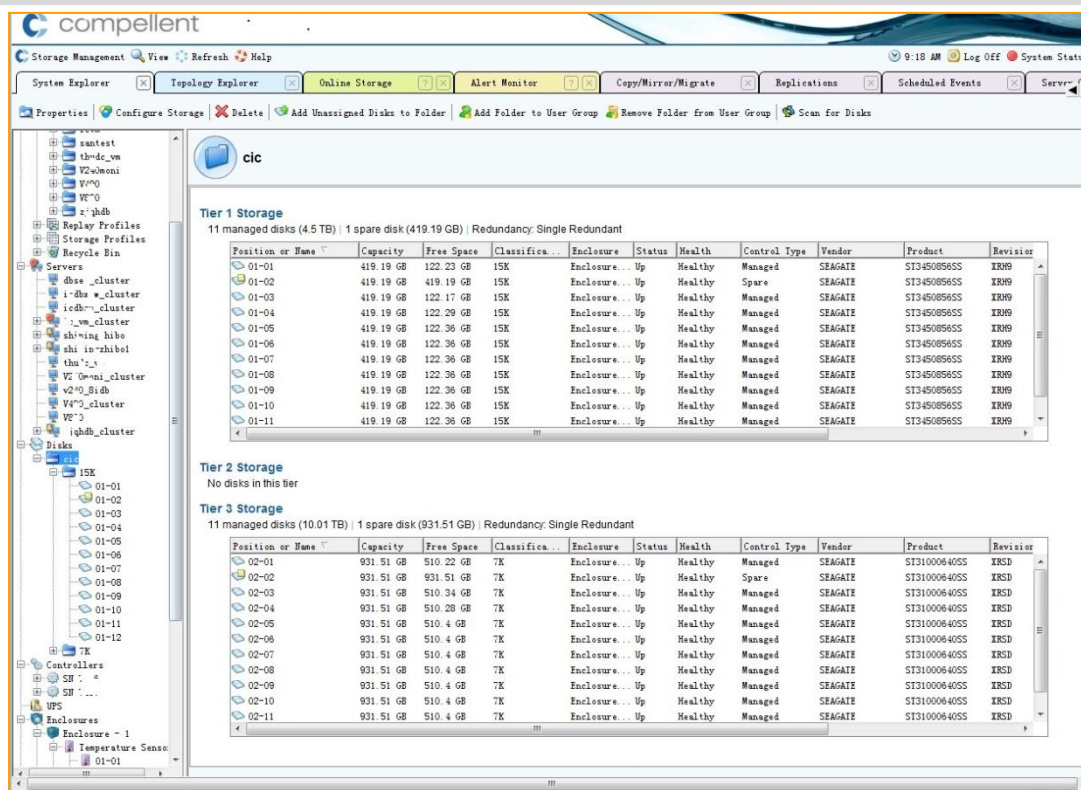
选择设备的重要考量因素之一。此外，低TCO也是重要的产品选择因素。在部署以及运行了一段时间之后，我们对Dell Compellent在下述三方面的表现很满意。

高性能以及分层存储

在选择Dell Compellent之前，我们使用一款其它厂商的高端存储产品。由于我们的操作环境常常有大量的混合工作负载，我们面对的最大挑战就是，大IO文件占用带宽时会导致数据库性能的大幅度下降。因此，我们考虑采取的首要举措就是选择一款针对Oracle并具有良好性能的网络设备。通过测试和比较，我们选用了Dell Compellent方案。事实证明，Dell Compellent在保证我们对IO低延迟和高可用方面的需求是没有问题的。为了在获得针对数据库IO高性能的同时尽量降低整体TCO，我们使用了Dell Compellent提供的（Data Progression）分层功能，将不常用的数据自动转移到低端存储设备上，不但降低了采购成本还降低了电力等运营成本。下面我们看一下磁盘的配置状态。

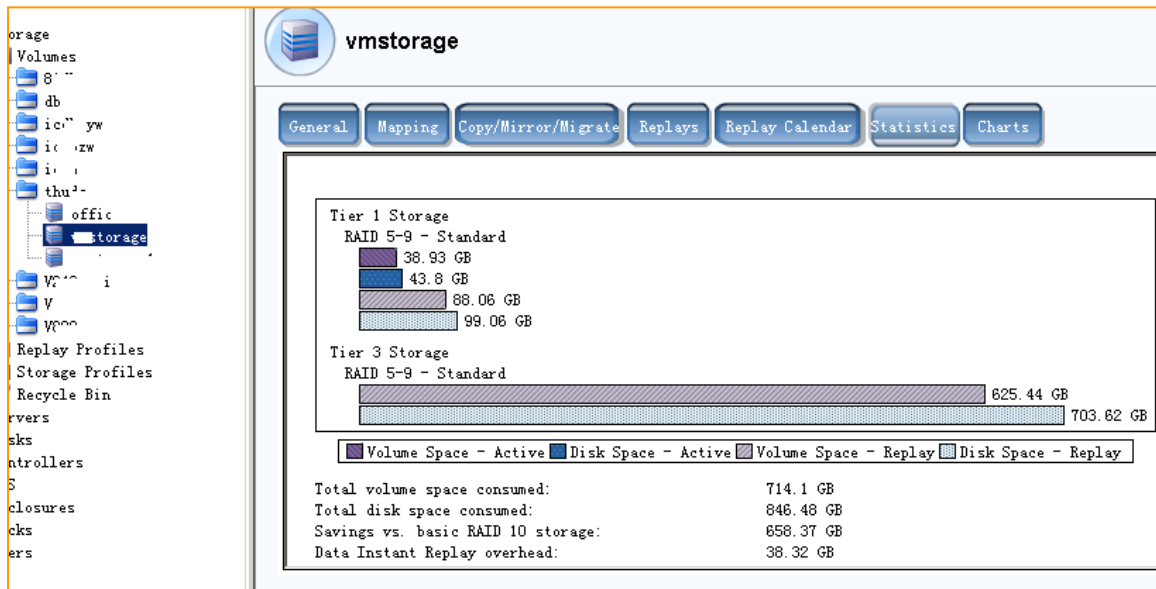
图18是登录到管理界面磁盘配置情况的截屏显示。从图中可以看出，我们将15,000转的高速SAS盘（总共12块磁盘，包括一个热备盘，每个盘容量为419.19GB）作为一级存储，而将7,200转的低速SAS盘（总共12块磁盘，包括一个热备盘，每个盘的容量为931.51GB）作为三级存储（二级尚未部署）。这样不但可以获得好的性能，同时降低了整体的TCO。

图18.Dell Compellent 磁盘配置（分层存储）



实践证明，自动分层的存储策略是有效的。图19所示的是一段时间后的运行状态。以其中一个应用为例，第一层上的活跃卷空间为38.93GB，而第三层上的卷空间容量为625.44GB，数据被有效地“区别”放置。

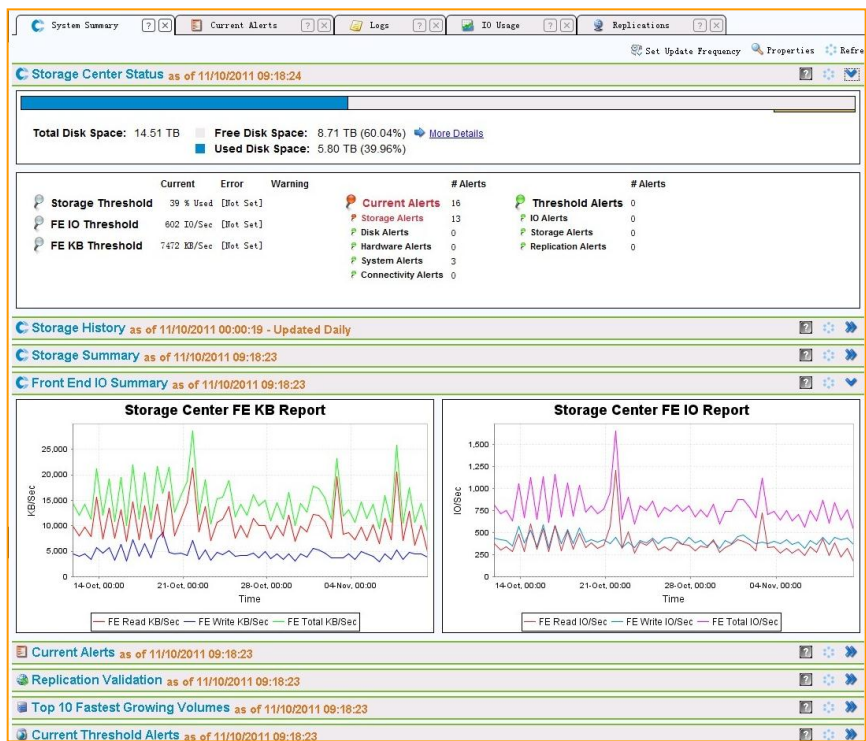
图19. 分层存储配置示例



易管理

除了可以通过控制台直接对存储的性能、数据监控与管理进行配置以外，DellCompellent提供的Storage Center管理软件也是一个非常有效的工具。后者可以提供有关存储系统的详细信息以及各种报告。这正是我们日常监控、统计以及报表所需要的。图20是Storage Center总览界面。从图中可以看出，该系统提供了系统概况（System Summary）、当前报警信息（Current Alerts）、日志（Logs）、IO使用率（IO Usage）和复制信息（Replications）等大量的监控与报告信息。以“System Summary”为例，其下可提供8种信息：存储中心状态（Storage Center Status）、存储历史信息（Storage History）、存储概要信息（Storage Summary）、前端IO概要信息（Front End IO Summary）、当前报警信息（Current Alerts）、复制验证信息（Replication Validation）、10个增长最快的卷列表（Top 10 Fastest Growing Volumes）和当前阈值报警信息（Current Threshold Alerts）。

图20. Dell Compellent Storage Center 总览

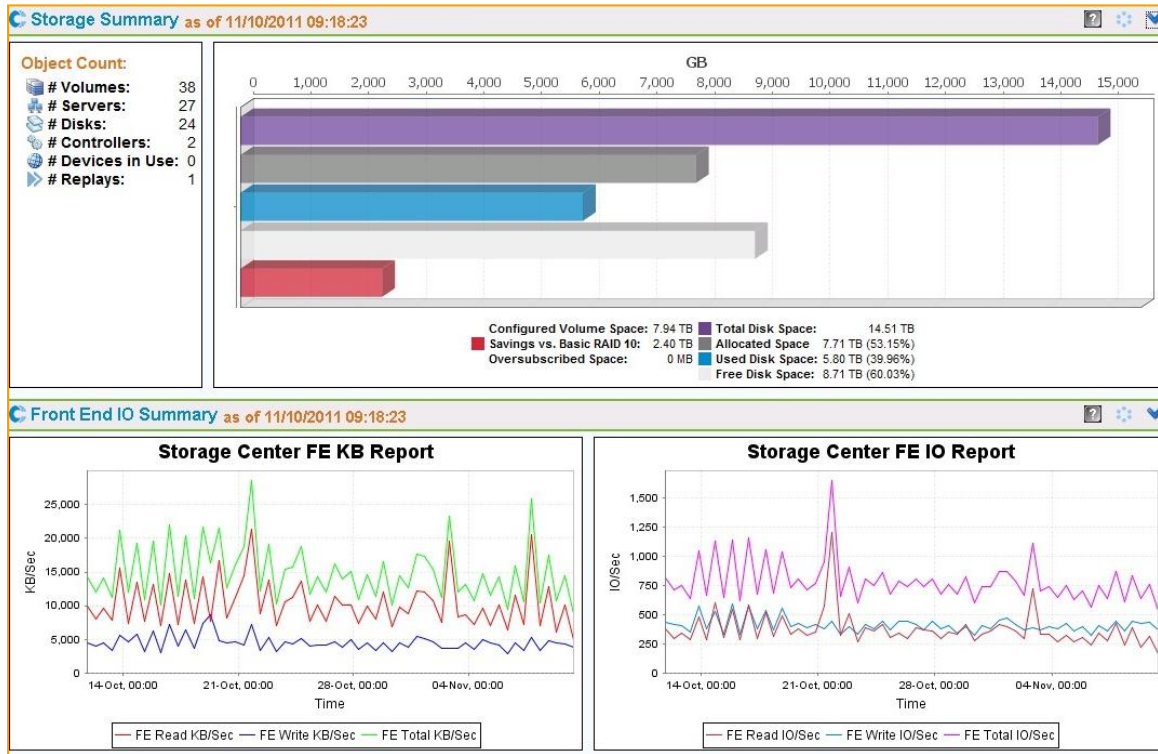


这些对于性能、容量和报警的统计信息，只需要通过点击相应的报告名即可查看，为我们的设备管理带来了便利。

我们再来了解一下系统现在的运行状态。点开存储状态与IO的监控报告（见图21）。图中显示了存储空间使用量，包括总磁盘量（14.51TB）、分配空间（7.71TB）、使用的磁盘空间（5.80TB）、空闲磁盘空间（8.71TB）和配置的

卷空间 (7.94TB) 等信息。其下的图表则记录了系统在运行期间性能波动情况。在业务繁忙阶段, 存储系统处理能力超过25,000KB/Sec的峰值。这些都有助于我们掌握系统的整体性能状况。

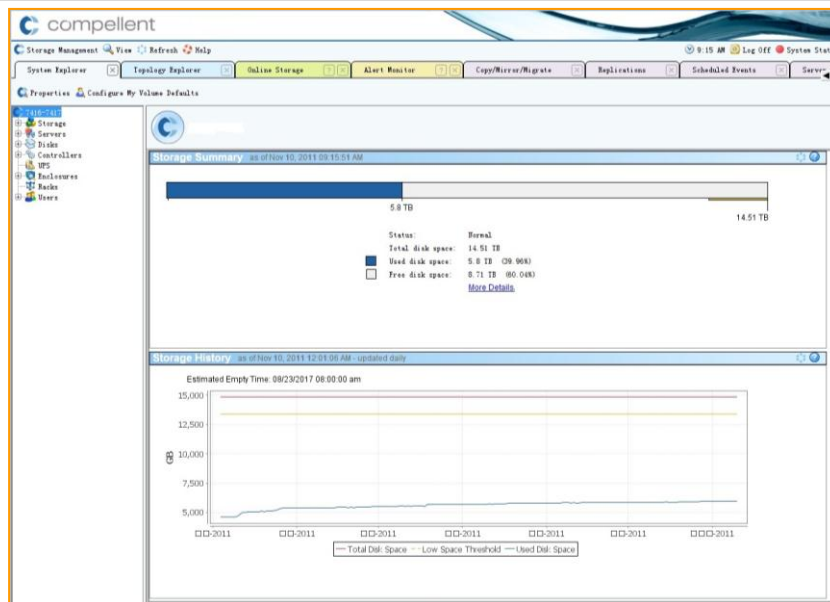
图21.Storage Center 存储与IO 监控



值得一提的是, Dell Compellent管理的简便性彻底改变了我们之前的管理习惯。现在使用Dell Compellent, 我们通过Web界面来管理系统, 而不再使用命令行这种繁琐的操作方式。

登录Dell Compellent, 如图22所示, 首先看到的的就是Dell Compellent的总体概况, 主要分为两大部分: 存储摘要信息和存储历史信息。从图中可以看出, 系统存储总容量为14.51TB、使用量为5.8TB、剩余容量为8.71TB等。这种既有数字描述又有图表统计的多种呈现形式为我们掌控系统容量的动态变化提供了便利。

图22.概况信息



存储配置的操作也很简便。图23展示的是Dell Compellent安装配置操作相关的截屏。从图中可以看出，提供的操作包括创建、查看属性、删除、创建卷、管理服务器、管理磁盘、创建用户等。通过点击“查看属性”项，可以查看系统、控制器、卷、服务器、磁盘、远程卷、远程系统、QoS定义、用户和文件夹在内的信息。

图23. 安装配置

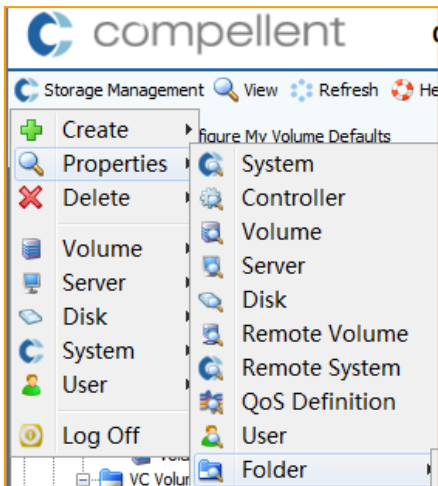
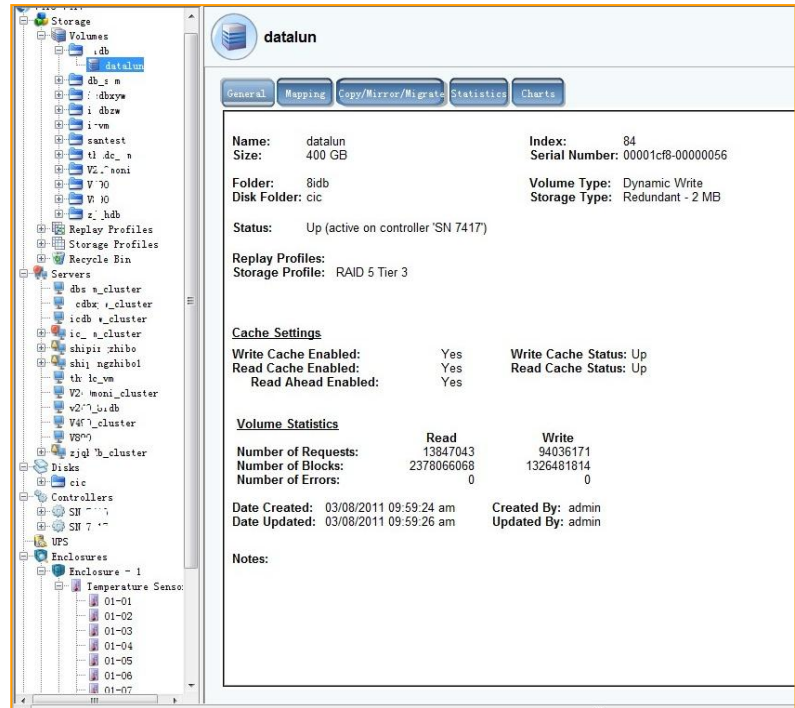


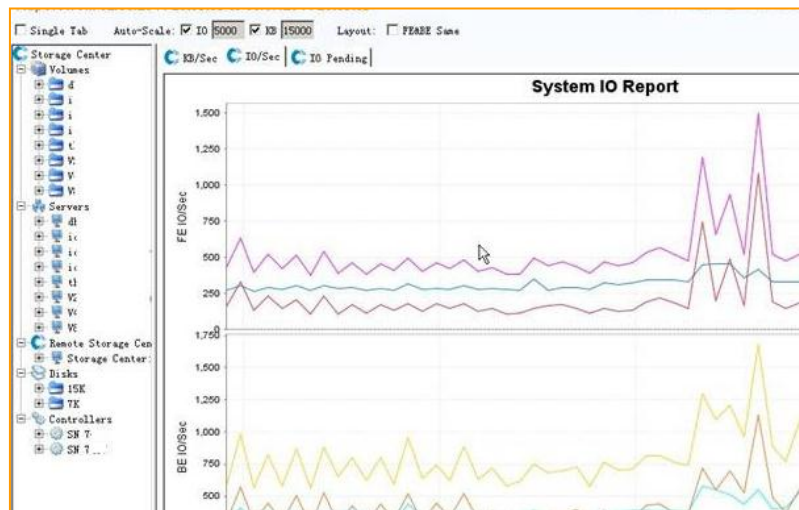
图24.LUN 信息概况



创建成功之后，系统配置的卷、LUN、主机等各种详细的信息都可以直观地查看到。图24是我们现在配置方案中一个LUN的详细信息。从图中可以了解到LUN名、索引号、容量、状态、所属磁盘、卷类型、存储类型和缓存设置等信息。例如我们一个名为“datalun”的LUN，其容量为400GB。

Dell Compellent控制台除了可以查看各种配置，也提供了存储系统的性能统计信息。图25是IO的统计报告截屏。从这个报告中我们可以对一段时间内前端IO和后端IO进行分析。

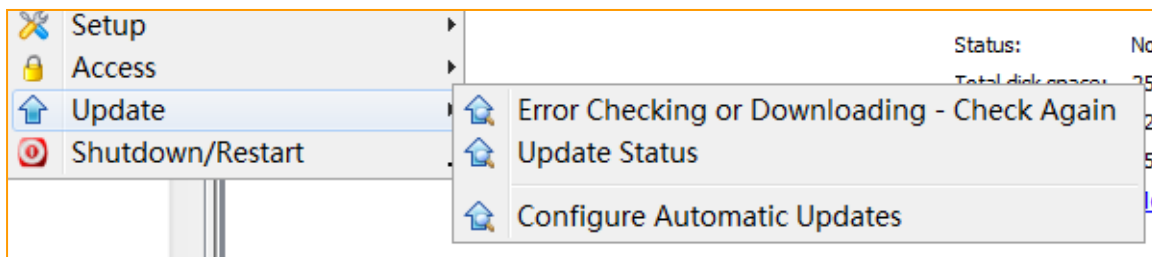
图25.IO 应用报告



我们对Dell Compellent比较关注的另一个方面是它的在线升级功能。传统的硬件升级可能会导致我们业务的中断，或者通过人工和命令行的方式进行升级会带来很大的风险，这些都是我们想避免的。而Dell Compellent的在线升级

功能，只需如图26所示，通过菜单点击“Update”项，即可进行升级、自动升级配置等操作，而无需不用中断应用，既保证了业务的高效性也避免了人工升级带来的风险。

图26. 在线升级管理



低TCO

在满足高性能的基础上，我们希望尽量降低TCO。如果把数据全部存放在高速SAS盘上，这样就会带来高昂的成本负担。如何能有效地控制成本是我们进行存储采购时考量的标准之一。Dell Compellent的自动分层和自动精简配置技术帮助我们很大程度上降低了TCO。下面展示了系统应用自动精简配置（Dynamic Capacity）后的结果。从图27可以看到，这个统计表格列出了前10个增长最快的数据卷信息。图中列出了增长最快的数据卷各自的配置容量、实际使用量、增长率以及该卷容量耗尽的预计时间等信息。例如标号为“vmstorage”的卷，其配置容量为1.00TB，实际的使用量为781.07GB（占总容量的76%）。这有效地提高了我们的空间使用率，推迟了容量采购时间，从而节省了成本。

图27. 最快增长卷的监控

Name	Configured	Size	Growth Rate	% Full	Estimated Full Time	Size	Growth Rate	Size	Growth Rate	Last Updated
vmstorage	1.00 TB	781.07 GB	744.92 MB/Day	76%	10/08/2012 22:43:46	39.87 GB	437.84 MB/Day	820.94 GB	1.16 GB/Day	11/10/2011 00:00:24
vmstorage1	1.00 TB	874.17 GB	689.69 MB/Day	87%	06/19/2012 11:01:41	0 MB	0.00 MB/Day	874.17 GB	689.69 MB/Day	11/10/2011 00:00:24
data01	100.00 GB	95.59 GB	346.15 MB/Day	95%	11/23/2011 01:15:20	0 MB	0.00 MB/Day	95.59 GB	346.15 MB/Day	11/10/2011 00:00:24
data	100.00 GB	95.58 GB	346.00 MB/Day	95%	11/23/2011 01:40:20	0 MB	0.00 MB/Day	95.58 GB	346.00 MB/Day	11/10/2011 00:00:24
officevm	1.50 TB	776.63 GB	79.69 MB/Day	52%	07/28/2038 12:07:21	0 MB	0.00 MB/Day	776.63 GB	79.69 MB/Day	11/10/2011 00:00:24
icmstorage	1.00 TB	394.08 GB	16.77 MB/Day	39%		0 MB	0.00 MB/Day	394.08 GB	16.77 MB/Day	11/10/2011 00:00:24
archive_db1	100.00 GB	94.54 GB	0.92 MB/Day	94%	06/04/2028 12:23:41	0 MB	0.00 MB/Day	94.54 GB	0.92 MB/Day	11/10/2011 00:00:24
8i_backup	100.00 GB	57.30 GB	0.00 MB/Day	57%		0 MB	0.00 MB/Day	57.30 GB	0.00 MB/Day	11/10/2011 00:00:24
archive_db2	200.00 GB	125.56 GB	0.00 MB/Day	63%		0 MB	0.00 MB/Day	125.56 GB	0.00 MB/Day	11/10/2011 00:00:24
archive_db3	150.00 GB	58.36 GB	0.00 MB/Day	39%		0 MB	0.00 MB/Day	58.36 GB	0.00 MB/Day	11/10/2011 00:00:24

中桥观点

应用性能、管理效率以及新应用的部署效率，是评估IT支撑能力和IT性价比的关键。核心业务系统的运行对存储性能提出了高要求的同时也希望尽量降低整体的TCO。此外，随着数据量和应用的不断增加，用户不断寻求革新架构，希望通过资源优化，提高应用在物理环境和虚拟环境下的性能。

Dell Compellent网络存储能够通过自动分层技术，根据数据活跃程度或规则设定，将数据迁移到最适合的存储介质。清华大学通过Dell Compellent的自动分层存储等功能，不但解决了传统方式遗留下的Oracle应用性能低下的问题，还满足了虚拟化等应用对数据分级存储的需求。同时，提高了清华数据中心的管理效率、降低了采购成本和能耗，为建设可持续发展的绿色数据中心奠定了数据基础。

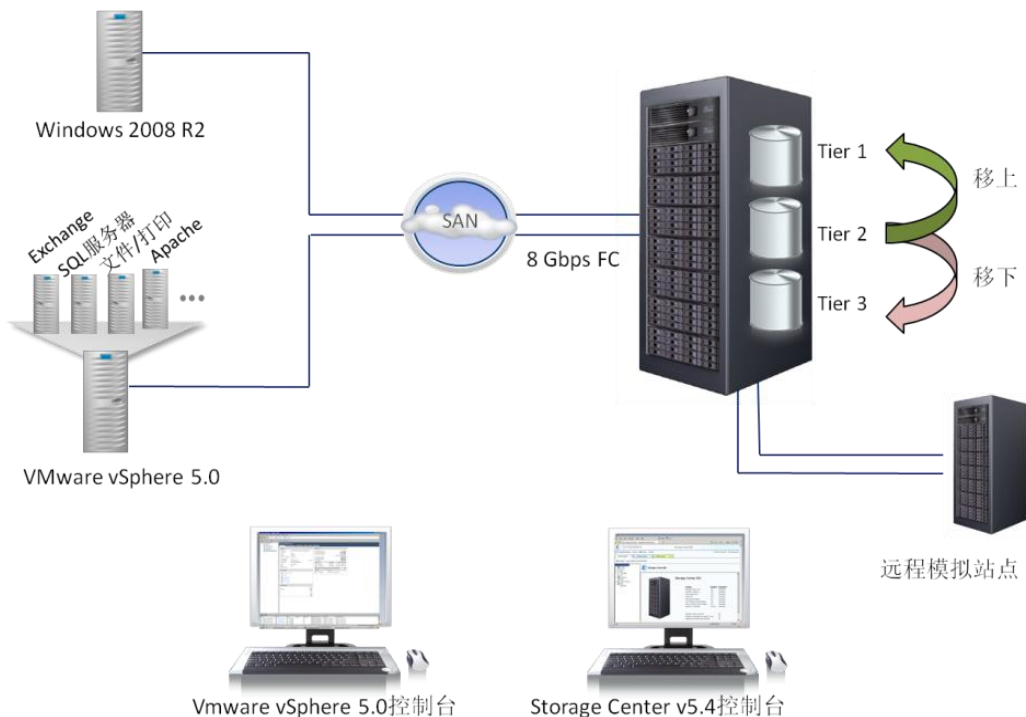
中桥调查曾显示，企业65%的IT开支主要用于IT运营，35%用于硬件和软件的采购。如何简化管理、降低运维资源消耗，对IT运营成本起着决定性影响。同时，存储管理效率直接关系到业务的连续性。Dell Compellent简单、易管理的特性和直观的管理平台提高了管理效率并降低了运营成本。

中桥实验室验证

除了跟DellCompellent的客户进行交流，观测他们实际环境中的运行状况之外，中桥实验室也对DellCompellent做了大量的评测。下面是针对DataProgression（自动分层）以及DynamicCapacity（自动精简配置）的部分评测结果：

图28是中桥实验室验证的测试平台：一个运行Windows 2008的物理服务器和一个运行VMware vSphere虚拟化平台的物理服务器通过8Gb光纤连接到Dell Compellent中。DellCompellent内混插了SSD、FC和SAS磁盘。

图28. 测试平台



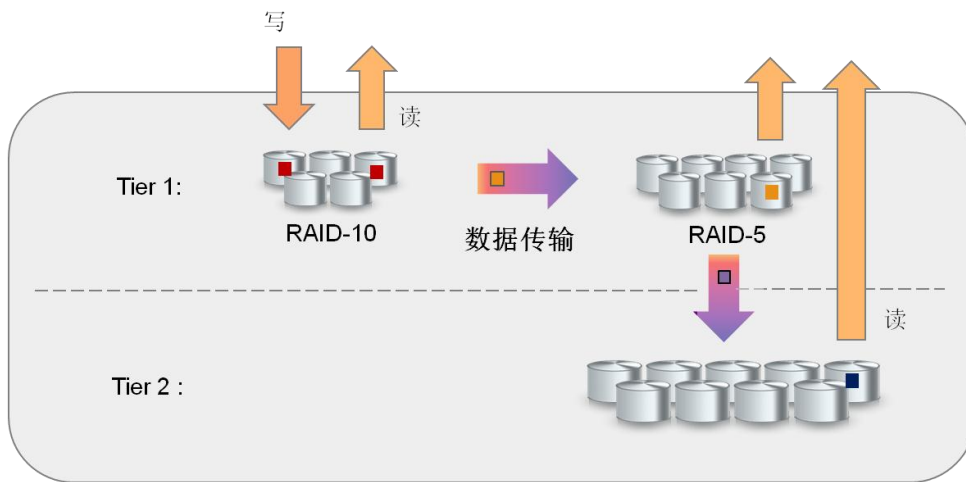
自动分层（DataProgression）

自动分层依靠动态块架构（Dynamic Block Architecture），按照预定义或自定义策略，将数据块移动到不同的存储层。Data Progression是在页级别层面进行管理，每个页都是由一个或多个数据块（默认的页面大小是2MB）组成。这些页根据性能或其他目的，可以智能地将其放置于最合适的存储介质（例如，SSD、SAS、SATA）或RAID级别（例如，RAID 10、RAID 5）上。

Dell Compellent动态块架构存储首先将写入的数据存储在位于存储性能最高层的块池中。如图29所示，写入的数据存储在以高性能RAID10算法保护的存储池中。直到自动分层算法开始工作，对同组驱动器上的数据读取操作才开始执行。

自动分层按照管理员制定的策略，将访问较少的数据块放到更经济的存储层。在这个例子中，自动分层首先将常用数据迁移至RAID-5存储（一级存储池中）（请注意，这种新方法提供了一个符合成本效益的方式，以避免RAID 5写入上的性能损失）。随后，自动分层算法自动地将不常访问的数据迁移至成本更低的二级存储。当数据再次变“热”时，自动分层可逆转这个过程，再将“热”数据迁移到性能更高的存储层上。

图29. 自动分层

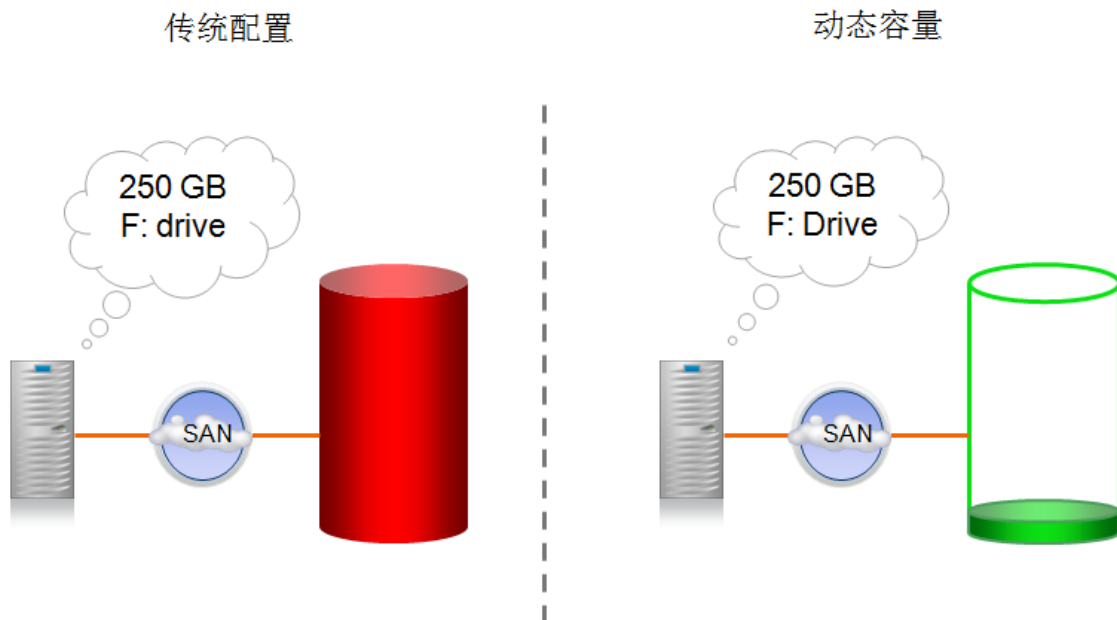


自动精简配置 (Dynamic Capacity)

自动精简配置在DellCompellent中又称为Dynamic Capacity，自动精简配置可以快速有效地按需分配容量。与将传统系统升级到能够支持精简配置的方式不同，自动精简配置可以说是构建在Dell Compellent架构中的，并且在默认状态下即可进行存储配置。自动精简配置可以将存储分配和利用完全分开，使用户能够在前期分配任意大小的卷，但仅在写入时占用物理容量，提升存储利用率。

图30展示了Dell Compellent的自动精简配置和传统配置之间的差异。在这个例子中，一个新的250 GB的卷已创建并提交给服务器。在这两种情况下，服务器看到250 GB的可用容量。如果是传统配置，无论服务器何时或实际消耗多少，这个容量都是这个服务器专用的，不可再用于其它目的。在右侧，Dynamic Capacity使用相同容量的服务器，但仅在应用将数据写入时才消耗容量。在这个例子中，一个250 GB的可用容量的一小部分已被使用。中桥的研究和与早期就采用精简配置的人员交流表明，相比传统的配置方法，客户减少了50%以上的存储容量成本。

图30. 自动精简配置和传统配置之间的差异



结论

如何用有限的预算满足业务对性能的需求，一直是IT管理者面临的最大挑战。中桥曾就“企业支撑应用存储所面临的难题”进行了调研，结果显示，31%的受访者声称“运营成本”是首要难题，对存储容量增加的需求紧随其后，占到20%的比例。而面对“性能和容量需求”的快速增长，自动分层存储和自动精简配置能够让用户以更少的开支，获得更好的应用性能、更高的资源使用效率和更简单的管理。

传统存储容量配置会导致大量已配置的存储容量处于闲置状态，随之带来的结果就是存储利用率低下。同时，未使用的配置存储还要占用数据中心空间、耗能，以及增加数据中心冷却设备的负载，带来资本和运维资源的大量浪费。而自动分层存储不仅提高IT效率，也降低TCO。针对任何给定的业务中的关键应用，分层存储不仅可以为各种应用和工作负载实现资源动态优化配置，提高应用性能，还实现了系统整体性能的提升，同时降低存储持有成本、存储管理成本和总体TCO。

Dell Compellent结合自动分层和精简配置提升了资源利用率并提高业务性能。此外，Dell Compellent采用统一、简便的界面操作，可缩短管理时间并且无需专业的存储管理资源，进一步减少了培训所耗的时间成本。

中桥对两家客户的实际使用评测结果显示，Dell Compellent作为虚拟网络存储系统，具有高性能、高利用率、高自动化、使用管理简单、低TCO的特性，为用户提供可以策略驱动的数据流体平台。同时这两家客户也对Dell Compellent和Dell提供的服务给予了肯定的评价。Dell Compellent很适合于一级存储对性能的要求。中桥相信，客户可以凭借Dell Compellent来解决性能和成本难题，同时提高管理效率并降低数据中心TCO。

