

實驗室報告

Dell Compellent

運用快閃最佳化 SSD 分層技術，實現突破性的節約成效

撰稿：Brian Garrett，ESG 實驗室副總裁

2013 年 10 月

目錄

快閃記憶體的趨勢與挑戰	3
流動快閃(Fluid Flash)最佳化的儲存	4
ESG 實驗室測試	5
On Demand Data Progression	6
成效	7
以磁碟價格提供流動快閃(Fluid Flash)	7
兩到五倍的成本效益	8
鐵的事實	9

ESG 實驗室報告

ESG 實驗室報告的目的是要教育 IT 專家們，關於適用於各種類型與規模的企業的資料中心技術產品。ESG 實驗室報告並非意圖取代制訂購買決策前應執行的評估流程，而是要提供對這些新興技術的更深入透視。我們的目標是要檢討這些產品的某些寶貴特點/功能，瞭解如何用來解決實際的客戶問題，並找出需要改善的部分。ESG 實驗室的專業超然立場乃植基於我們的親自測試，以及與在量產環境中使用這些產品的客戶訪談。這份 ESG 實驗室報告由 Dell 贊助。

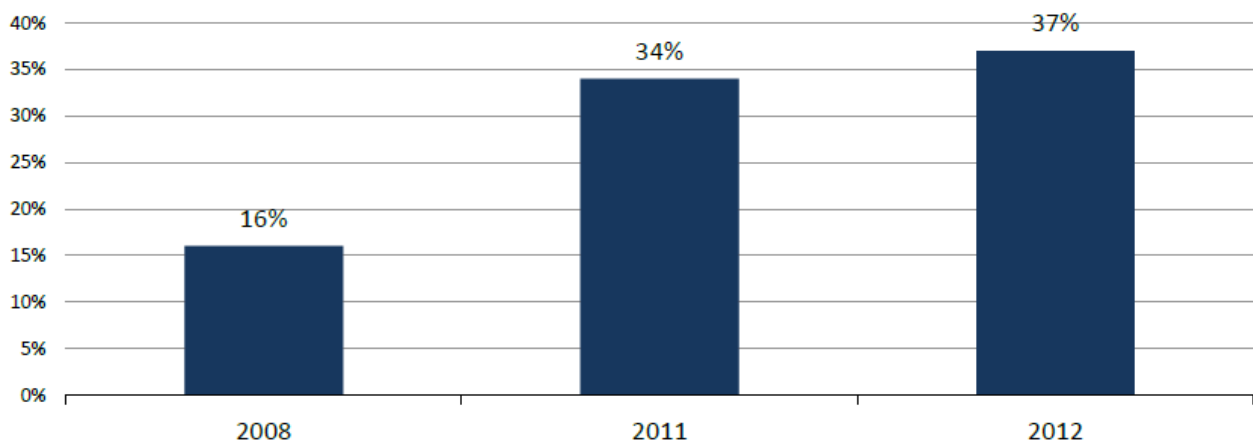
所有商標名稱皆為各該所有公司之資產。本出版品所載資訊皆由來源 The Enterprise Strategy Group (ESG)取得，雖然 ESG 並不給予保證，但可認為是可靠的。本出版品內含 ESG 的意見，隨時可能未經預告即予變更。本出版品版權為 The Enterprise Strategy Group, Inc.所有。未經 The Enterprise Strategy Group, Inc.書面許可，無論書面、電子或其他方式，擅自複製本出版品的全部或部分或重新配發給任何未經授權的人士，乃違犯美國著作權法的行為，可能被提起民事損害與刑事訴訟。若您有任何疑問，請洽詢 ESG Client Relations，電話：508.482.0188。

快閃記憶體的趨勢與挑戰

越來越多企業部署固態儲存解決方案，因為能夠更快速存取資料，同時佔用更少空間與電源，遠勝過以磁碟為基礎的傳統儲存解決方案。事實上，ESG 研究發現，從 2008 年到 2012 年，自稱能夠駕馭固態儲存技術的受訪企業比率已經增加一倍以上。三分之一的企業以某種形式利用這項技術，54%正在可能採用的各種階段：17% 計畫在 1 年內部署這項技術、19% 正在評估這項技術，還有 18% 熟知並且對這項技術甚感興趣。¹

圖 1. 固態儲存技術的利用率與日俱增

各企業的固態儲存技術利用率，2008 與 2011 與 2012。(受訪者百分比)



資料來源：Enterprise Strategy Group, 2013.

儘管固態儲存的優點非常引人注目，與磁碟相比，快閃記憶體的價格很高，對於努力維持成本還要跟上成長腳步的 IT 部門而言還是一大挑戰。事實上，65%的 ESG 研究受訪者表示，選擇儲存供應商或解決方案時，成本仍是最重要的基準之一，而且是最常見的答案。² 抑制成本的目標讓各企業難以釋懷，因為在同樣容量時，單層式 (single-level cell, SLC) 快閃成本高達傳統磁碟機的 10 倍以上。雖然最近幾年以模組和企業及儲存解決方案取得 SLC 容量的成本大幅下降了，磁碟容量的價格也以同樣速度下降中。

多層式 (Multi-level cell, MLC) 快閃記憶體每 gigabyte 的成本比 SLC 低，有助於縮減快閃記憶體與磁碟之間的價差，但是 MLC 的寫入效能與耐久性 (durability) 比 SLC 差。有些儲存供應商運用企業級 MLC 來克服上述效能與耐久性 (durability) 問題。Dell 採用所謂快閃最佳化 (Flash Optimized) 架構的不同作法，巧妙地發揮消費性層級 MLC 的更低成本 (約低 4 倍) 與更高容量 (約高 4 倍) 的特性，兼享 SLC 企業級堅固耐用的優點。

¹ 資料來源：ESG Research Report, 2012 Storage Market Survey, November 2012.

² Ibid.

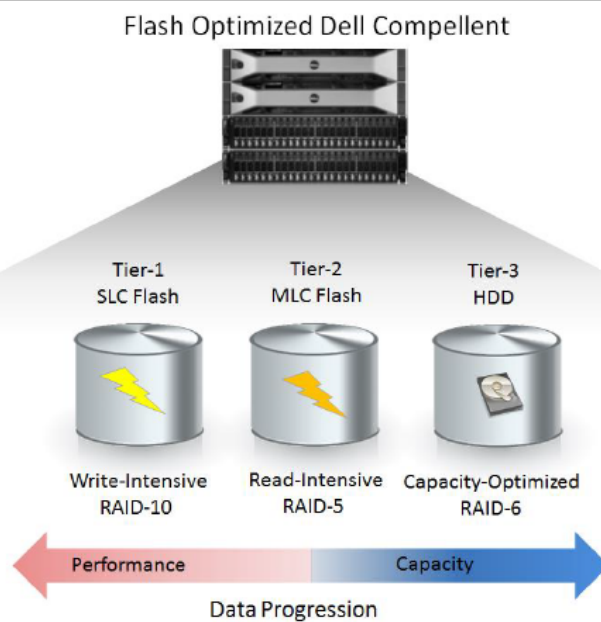
流動快閃最佳化儲存

Dell Compellent 是依循流動架構打從根本而精心設計的，運用將資料分散在不同層級的儲存媒介，以區塊層級自動化地將資料移動並保護。Dell 將這種功能稱為 Data Progression，最適合於讓儲存媒體技術中的最新創新發揮到極致。

Data Progression 讓 Dell 客戶以絕佳價格，更方便且高成本效益地駕馭新媒體類型。例如，幾年前，15K RPM 磁碟機首度面市時，Data Progression 就讓 Dell 客戶享受大幅躍升的效能，實現高成本效益。更近些時間，Data Progression 被用來讓高速 SLC 快閃 SSD 發揮最高效能。最近新增的 MLC 支援與嶄新快閃最佳化(Flash Optimized)架構，又再度證明 Data Progression 架構具備永不落伍的未來優勢。

快閃最佳化(Flash Optimized)的 Dell Compellent 架構巧妙地運用高效能 SLC，為寫入和頻繁存取的資料實現企業級耐用性(endurance)與可靠性。2013 年推出的高密度 MLC，以更低的每 gigabyte 成本實現快閃記憶體的讀取效能優勢；傳統硬碟機則提供長期儲存的絕佳優勢。換句話說，第 1 層 SLC 快閃是寫入密集的、第 2 層 MLC 快閃則是讀取密集的，而第 3 層硬碟機(HDD)則是容量最佳化的，如圖 2 所示。

圖 2. 流動快閃最佳化儲存



目前支援的快閃 SSD 功能比較表說明了為何 Dell 使用 SLC 於寫入密集層，而 MLC 於讀取密集層。請注意，1.6TB MLC SSD 雖具備絕佳讀取效能，成本只有 SLC 的四分之一，但卻不比 SLC 更適用於寫入。

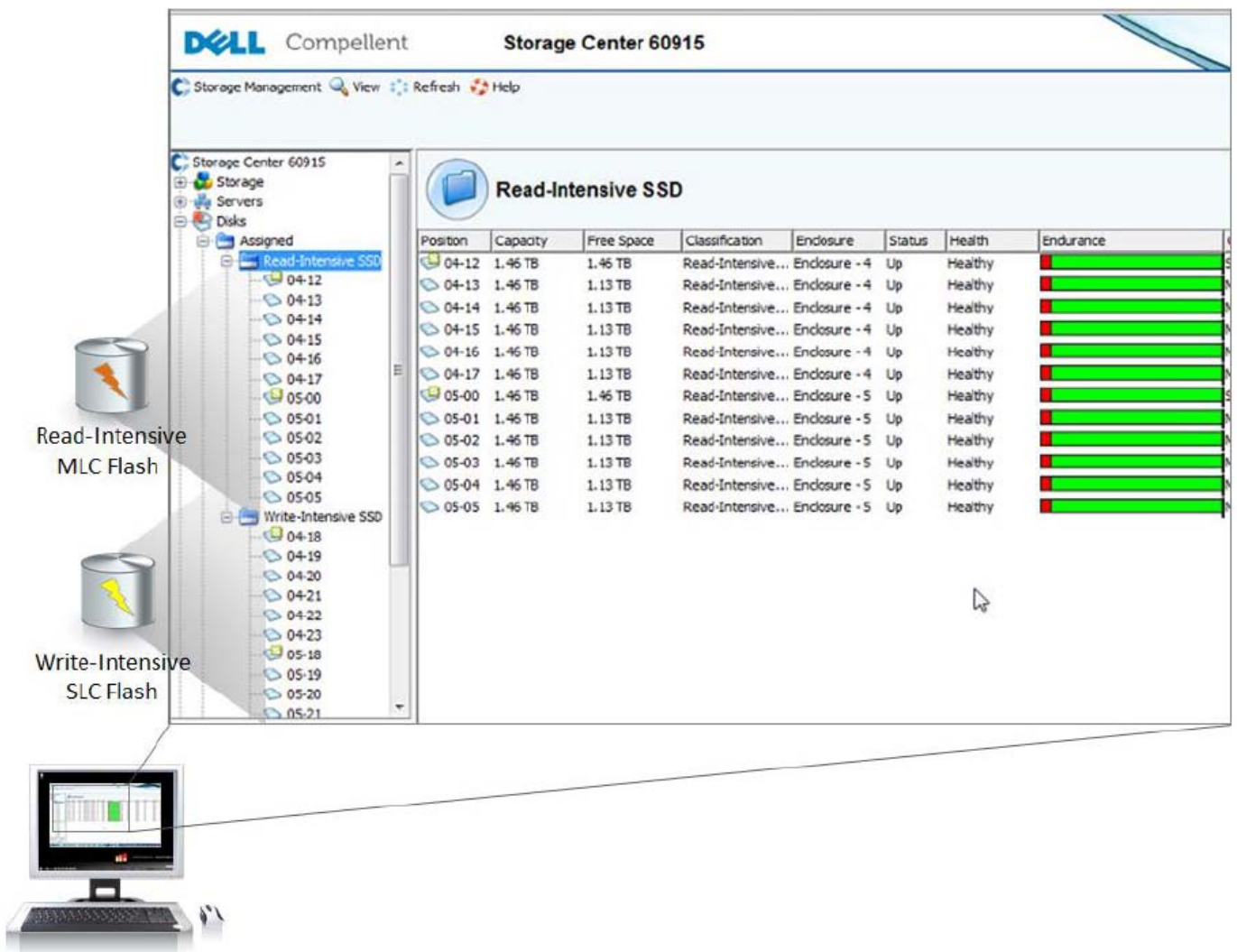
表 1. SSD 快閃技術比較

	寫入密集 SLC	讀取密集 MLC
成本	高 (4x)	低
容量	低	高 (4x)
寫入耐用性(endurance) (寫入 Petabytes)	高 (10x)	低
讀取效能	佳	佳
寫入效能	好	中等/不良

ESG 實驗室測試

ESG 實驗室在位於明尼蘇達州 Eden Prairie 的 Dell 設施中，執行了快閃最佳化 SC8000 (Flash Optimized SC8000) 的一系列測試。使用圖 3 所示的 Dell Compellent Storage Center 管理中控台，檢驗配有 12 顆 1.6TB 讀取密集的 MLC SSD 與 12 顆 400GB 寫入密集的 SLC SSD 之 SC8000 其組態與健康。

圖 3. 快閃最佳化 SC8000 ESG 實驗室測試基礎



請注意 1.6TB MLC SSD 裝置可用容量高達 1.46TB，而 Dell 已經於 2013 開始交貨。1.6TB 是 Dell 與主要供應商等在企業級模組化儲存系統中使用的 SLC SSD 容量的 4 倍以上。1.6TB 不僅具備比典型 SLC SSD 更高的容量，也比企業級 10K 與 15K RPM 磁碟機的容量更大，這些磁碟機傳統上用來舒緩 I/O 密集應用工作負荷效能的瓶頸。

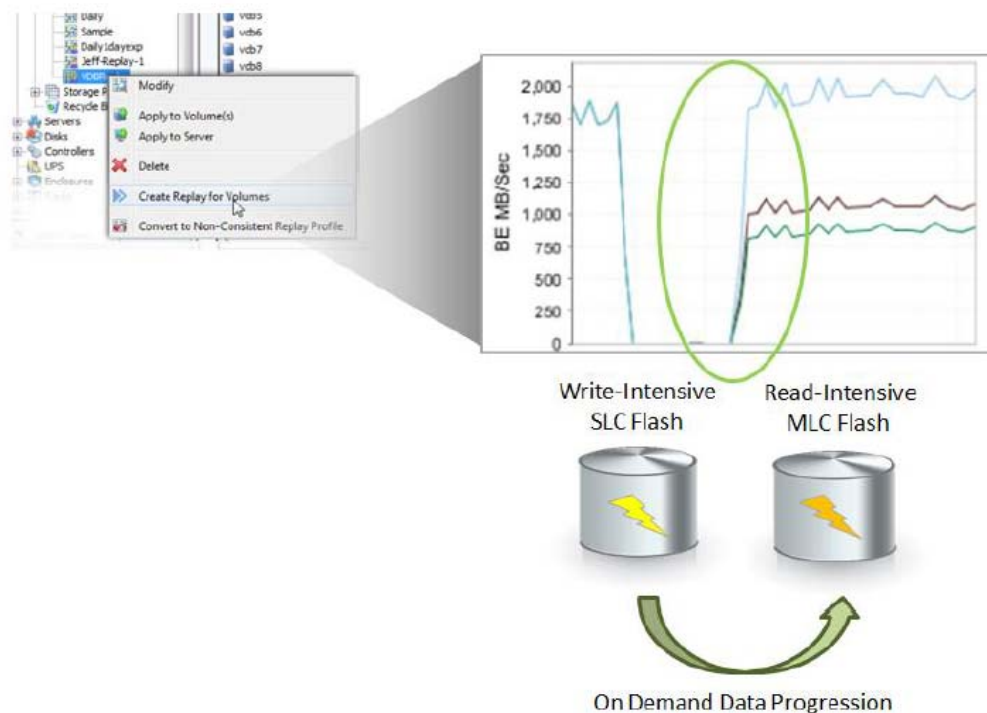
ESG 實驗室對於圖 3 右邊所示描繪 MLC SSD 寫入耐用性(Write endurance)的直覺式作法留下深刻印象。寫入耐用性是快閃裝置能夠持續處理寫入的時間長度的指標。這是監控所需的重要數據，因為快閃記憶體覆蓋寫入次數有其限制，然後就必須重新分配或者汰換。在這個例子中，綠條顯示在 Dell 實驗室中重度使用已經好幾個月的某 MLC SSD 仍可寫入非常多次。

On Demand Data Progression

Dell 的快閃最佳化(Flash Optimized)架構確保資料寫入至最高效能的 SLC 層。然後由 On Demand Data Progression 接手，在執行 Data Instant Replay (也就是快照)時，從寫入密集 SLC 將資料轉移到讀取密集 MLC。這樣可以釋放資源，以確保最新的 I/O 需求能夠得到寫入最佳化 SLC 層的寫入效能以及讀寫次數(endurance)的優勢；也確保能夠以 MLC 的更低成本，讓最新寫入的資料享受快閃的絕佳讀取效能。

ESG 實驗室在快閃最佳化(Flash Optimized) SC8000 組態上的 On Demand Data Progression 測試如圖 4 所示。SC8000 執行隨機混合的工作負荷，以業界標準的 IOmeter 公用程式，模擬典型 OLTP 資料庫應用的活動。由 Dell Enterprise Manager 公用程式監控效能，以確認由寫入密集的 SLC 快閃層處理 I/O 要求。如圖 4 所示，由 Storage Center 中控台設定重播(replay)，而且 Enterprise Manager Utility 確認最新寫入資料已經從寫入最佳化 SLC 轉移到讀取最佳化 MLC 快閃後，On Demand Data Progression 就會啟動。

圖 4. On Demand Data Progression 運作中



為何事關重要

緩慢的應用軟體反應時間會導致銷售損失、客戶商譽損失、生產力損失，且增加成本。運用快閃記憶體來取代傳統磁碟機可以提高 I/O 密集應用軟體的效能，但是 SLC 快閃的每 gigabyte 成本卻比磁碟增加了許多成本。消費級的大容量 MLC 快閃 SSD 大幅縮減成本差異，但不適用於寫入流量繁重的企業級應用工作負荷。

ESG 實驗室已確認，快閃最佳化 Dell Compellent 架構搭配 On Demand Data Progression，透過巧妙地運用 SLC 於寫入、MLC 於讀取的創新作法，以大幅降低的成本享受快閃記憶體的效能優勢。

成效

ESG 實驗室檢驗了 Dell 主張全快閃 Compellent SC8000 比 15K RPM 全磁碟組態的價格更便宜的說法。我們也比較了 MLC 與 SLC 的快閃最佳化(Flash Optimized)組合，與各大儲存和系統供應商全快閃模組磁碟陣列的成本。有許多因素成就了 Dell 的全快閃價格優勢，包括：

- Dell 的採購實力與供應鏈管理，降低了儲存陣列、伺服器、筆記型電腦和消費性裝置中的快閃記憶體成本。
- 最近推出的 MLC SSD，在 2.5"機體中具備高達 1.6TB 的容量。
- 透過 On Demand Data Progression 實現了快閃最佳化，降低了 SLC 與 MLC 快閃組合的成本。
- 流動架構，透過以政策為基礎(Policy-based)的資料配置和分層技術，降低了成本並實現最佳化效能。

以磁碟價格提供流動快閃

Dell 最近開始交貨的大容量消費級 MLC 的每 gigabyte 成本，約略與經常用來解決 I/O 效能問題的低容量 15K RPM 硬碟機的每 GB 成本相等。這是非常令人驚訝而且饒富意義的事實，對截至目前為止大多數磁碟陣列解決方案中部署的企業級 SLC 與 MLC 而言，快閃與磁碟之間價格差異仍然非常之大。圖 5 與表 2 彙總了全磁碟與全快閃 Dell Compellent SC8000 系統於 2013 年 6 月當下的市售價格與效能。

圖 5. 以磁碟價格提供流動快閃

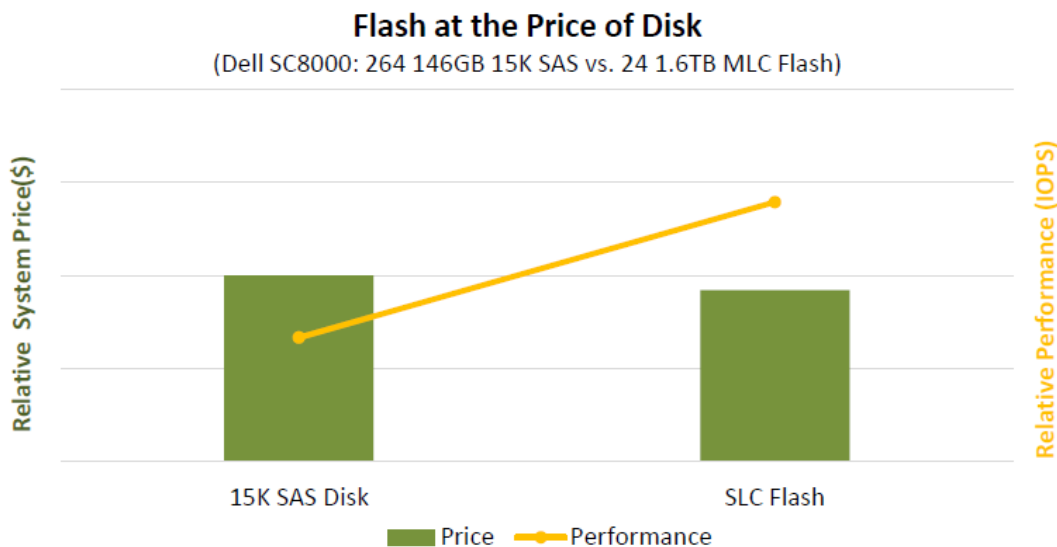


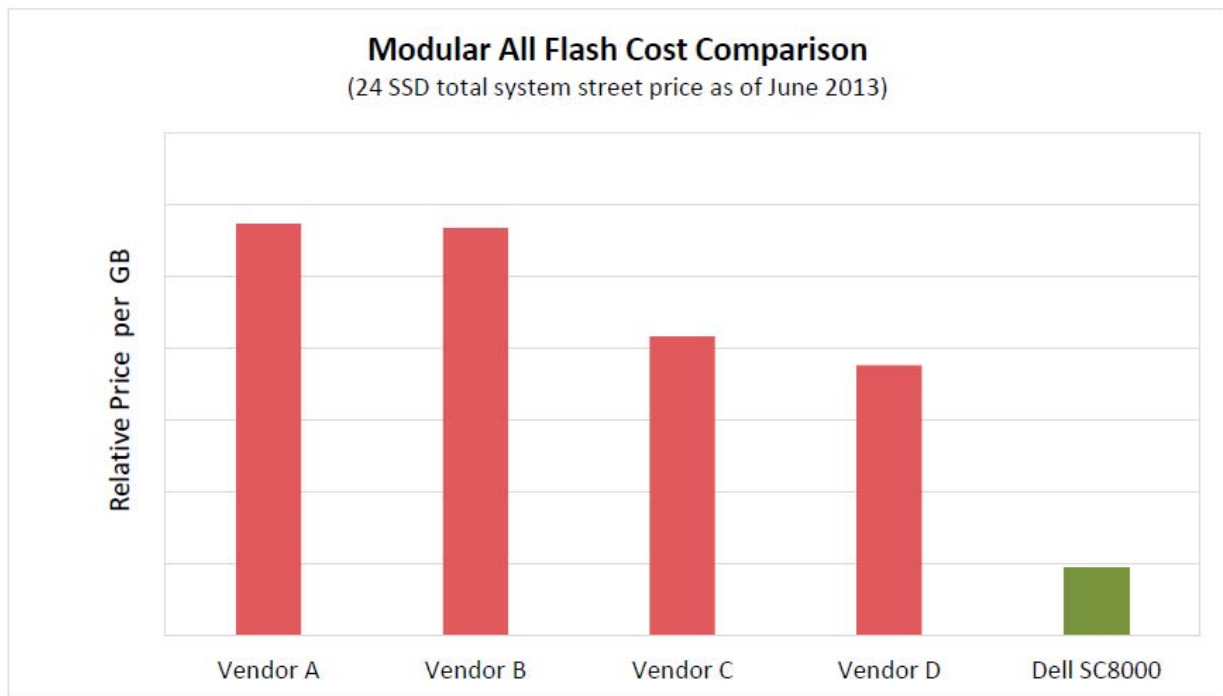
表 2. Dell Compellent SSD 與 15K SAS HDD

	SC8000 HDD	SC8000 SSD	SSD 與 HDD
系統容量 (TB)	38.5	43.2	原始容量稍多
相對系統價格	100%	92%	成本稍低
機架單位	26	6	機架空間少 77%
相對效能 (延遲)	100%	14%	反應時間快 86%
相對效能 (IOPS)	100%	209%	每秒 I/O 快兩倍

兩到五倍的成本效益

ESG 實驗室比較了配備 24 顆 SSD 的全快閃 Dell Compellent SC8000 的成本，與 2013 年 6 月當下各大儲存與系統供應商配備 24 顆最高容量 SSD 的全快閃模組儲存解決方案的成本。如圖 6 所示，Dell SC8000 搭配快速 SLC 與低速但較便宜的 1.6TB MLC SSD 的市售價格，比各大供應商的全快閃解決方案更低 4 到 6 倍。快閃最佳化(Flash Optimized) SC8000 不僅降低了全快閃儲存解決方案的成本，也提供了 3.5 到 8.75 倍的更多容量。

圖 6. 模組全快閃成本比較



爲何事關重要

各企業不斷地面臨挑戰，必須以高成本效益的方式滿足業務關鍵應用的服務水準的需求 — 尤其是有嚴苛效能要求的 I/O 密集應用。倘若無法滿足效能要求，就可能導致生產力損失和代價高昂的服務損失。超額供應以避免效能問題只會浪費金錢。

透過 On Demand Data Progression 巧妙地利用商用 MLC 快閃技術的合理價格和睿智的快閃最佳化(Flash Optimized)架構，Dell SC8000 可以建構高成本效益的全快閃儲存解決方案。ESG 實驗室確認了全快閃 SC8000 每 gigabyte 成本約略與配備 15K RPM 磁碟機的全磁碟 SC8000 相等，而且比各大儲存與系統供應商的全快閃模組解決方案更低 4 到 6 倍。

鐵的事實

Storage Center 是以不同類型儲存媒體之間分層技術的效率與節約為概念，打從根本開始建構的。遠在 Dell 併購 Compellent 之前，Storage Center 就已經以內建次 LUN 分層技術(也就是 Data Progression)成為市場領導產品之一。

2008 年 ESG 實驗室第一次測試 Compellent 解決方案時，我們就對流動架構的高成本效益彈性留下深刻印象，能夠在一段時間之後將不常用的資料轉移到更高成本效益的儲存設備層級，自動將最高效能層級的儲存設備以供寫入，最近這種效能更擴及於讀取。回顧當時，流動架構不僅以不同的轉速和 RAID 水準將磁碟機加以分層，更提供了將更快速的主幹磁碟機外部區域設定為最高效能層的獨家能力。然後，Dell 併購 Compellent，流動架構為嶄新的快閃最佳化(Flash Optimized)儲存解決方案提供了絕佳的基礎，充分發揚最新 SLC 與 MLC 快閃技術的特色。

SC8000 的快閃最佳化(Flash Optimized)架構搭配 On Demand Data Progression，提供足以媲美全快閃作法的絕佳替代方案。與其使用企業級 MLC 來提高寫入耐用性與效能，Dell 運用 SLC 作為寫入最佳化的第一層，而大容量 MLC 作為高成本效益讀取最佳化的第二層。Dell 不使用會增加費用而且可能影響效能的資料複製作法，以降低成本為目標，巧妙地利用最新大容量消費級 MLC 的極低成本，降低快閃容量的成本。Dell 不將資料寫入至磁碟然後運用分層技術和快取技術來大幅提高快閃效能，Dell 的流動架構總是將寫入工作放在最高效能層級的儲存設備。

ESG 實驗室已經確認，快閃最佳化(Flash Optimized) SC8000 搭配 SLC 與大容量消費級 MLC 的混合式作法，創建了全快取儲存解決方案，成本效益比各大儲存與系統供應商的全快取模組陣列更高 4 到 6 倍。

雖然 ESG 實驗室窮盡 2013 年 6 月當下的知識所及，在這份報告中呈現最精準的市售價格，仍然鼓勵您執行自己的價格分析，考量 貴公司的獨家容量與效能需求、快閃記憶體不斷下滑的價格以及至少一家主要供應商已經發表等眾多因素，還有這份報告準備出版時尚未公開的價格、MLC 快閃支援等因素。這就表示，ESG 實驗室深具信心，認為 SC8000 將一直都是價值領導者，因為 Dell 具備全球聲譽卓越的供應鏈效率與快閃最佳化(Flash Optimized)架構，藉由高效能 SLC 與大容量 MLC 的絕佳組合降低了固態儲存的成本。

所以，如果您是希望讓既有投資發揮更高效益的 Dell Compellent 客戶，零成本線上 Storage Center 升級以及著手使用 SLC 搭配 MLC，絕對是最輕鬆愜意的方案。如果您想要購買新的全快閃陣列以提高業務關鍵應用軟體的效能，您現在就應該慎重考慮快閃最佳化(Flash Optimized) SC8000 令人矚目的經濟優勢。



Enterprise Strategy Group | **Getting to the bigger truth.**

20 Asylum Street | Milford, MA 01757 | 電話 : 508.482.0188 傳真 : 508.482.0218 | www.esg-global.com