



XCubeSAN 系列技術白皮書

RAID EE 技術



QSAN 廣盛科技
www.QSAN.com



版權

©版權所有 2019 QSAN 廣盛科技保留所有權利。未經 QSAN 廣盛科技書面許可，不得複製或傳播本文的任何部分。

2019 年 9 月

此版本適用於 QSAN XCubeSAN 系列。QSAN 認為本出版物在發布之日內容準確無誤。資訊如有更改，恕不另行通知。

商標

QSAN、QSAN 標誌、XCubeSAN 和 QSAN.com 是 QSAN 廣盛科技的商標或註冊商標。

Microsoft、Windows、Windows Server 和 Hyper-V 是 Microsoft Corporation 在美國和/或其他國家/地區的商標或註冊商標。

Linux 是 Linus Torvalds 在美國和/或其他國家/地區的商標。

UNIX 是 The Open Group 在美國和其他國家/地區的註冊商標。

Mac 和 OS X 是 Apple Inc. 在美國和其他國家/地區的註冊商標。

Java 和所有基於 Java 的商標和標誌是 Oracle 和/或其附屬公司的商標或註冊商標。

VMware、ESXi 和 vSphere 是 VMware, Inc. 在美國和/或其他國家/地區的註冊商標或商標。

Citrix 和 Xen 是 Citrix Systems, Inc. 在美國和/或其他國家/地區的註冊商標或商標。

本文件中用於宣稱擁有商標和名稱的實體或其產品的其他商標和商品名稱均為其各自所有者的財產。

注意

此 XCubeSAN 系列技術白皮書適用於以下 XCubeSAN 型號：

XCubeSAN 儲存系統 4U 19" 機架式機箱型號

型號名稱	控制器類型	外形、槽位計數和機架單元
XS5224D	雙控制器	LFF 24 磁碟 4U 機箱
XS3224D	雙控制器	LFF 24 磁碟 4U 機箱
XS3224S	單控制器	LFF 24 磁碟 4U 機箱
XS1224D	雙控制器	LFF 24 磁碟 4U 機箱
XS1224S	單控制器	LFF 24 磁碟 4U 機箱

XCubeSAN 儲存系統 3U 19" 機架式機箱型號

型號名稱	控制器類型	外形、槽位計數和機架單元
XS5216D	雙控制器	LFF 16 磁碟 3U 機箱
XS3216D	雙控制器	LFF 16 磁碟 3U 機箱
XS3216S	單控制器	LFF 16 磁碟 3U 機箱
XS1216D	雙控制器	LFF 16 磁碟 3U 機箱
XS1216S	單控制器	LFF 16 磁碟 3U 機箱

XCubeSAN 儲存系統 2U 19" 機架式機箱型號

型號名稱	控制器類型	外形、槽位計數和機架單元
XS5212D	雙控制器	LFF 12 磁碟 2U 機箱
XS5212S	單控制器	LFF 12 磁碟 2U 機箱
XS3212D	雙控制器	LFF 12 磁碟 2U 機箱

XS3212S	單控制器	LFF 12 磁碟 2U 機箱
XS1212D	雙控制器	LFF 12 磁碟 2U 機箱
XS1212S	單控制器	LFF 12 磁碟 2U 機箱
XS5226D	雙控制器	SFF 26 磁碟 2U 機箱
XS5226S	單控制器	SFF 26 磁碟 2U 機箱
XS3226D	雙控制器	SFF 26 磁碟 2U 機箱
XS3226S	單控制器	SFF 26 磁碟 2U 機箱
XS1226D	雙控制器	SFF 26 磁碟 2U 機箱
XS1226S	單控制器	SFF 26 磁碟 2U 機箱

文件中所包含資訊的準確性已被審查。但它可能包括印刷錯誤或技術不準確，這將定期對文件進行更改，而這些更改將納入該出版物的新版本。QSAN 可能會對產品進行改進或更改，所有功能和產品規格如有更改，恕不另行通知或承擔義務。本文件中的所有陳述、資訊和建議均不構成任何明示或暗示的擔保。

此處包含的任何效能資料都是在受控環境中確定的。因此，在其他作業環境中獲得的結果可能會有很大差異。在開發級系統上進行的一些測試，並無法保證這些測試在一般的系統上是相同的。此外，可以通過外推估計一些測量值，實際結果可能有所不同，本文件的使用者應驗證其特定環境的適用資料。

此資訊包含日常商業作業中使用的資料和報告的範例。為了盡可能完整地說明它們，這些例子包括個人、公司、品牌和產品的名稱。所有這些名稱都是虛構的，與實際商業企業使用的名稱和地址如有任何相似之處完全是巧合。

目錄

注意	i
RAID EE 技術.....	1
執行摘要.....	1
讀者	1
概觀	1
運作原理.....	3
配置 RAID EE 儲存池	8
建立 RAID EE 儲存池.....	8
列出 RAID EE 儲存池.....	14
RAID EE 儲存池上的操作	17
測試結果.....	20
測試案例 1：RAID 5 與 RAID 5EE	20
測試案例 2：RAID 60 與 RAID 60EE	23
結論	26
適用於	26
參考	26
附錄	28
相關文件.....	28
技術支援.....	28

RAID EE 技術

執行摘要

已經存在超過 30 年的 RAID 架構正在經歷一波轉型。對於 TB 級大容量硬碟，原始 RAID 技術無法解決重建時間過長的問題。基於傳統區塊技術的新一代 RAID 技術，我們稱之為 RAID EE，這是被視為解決傳統 RAID 缺陷的途徑。



資訊：

RAID EE 技術在 SANOS 韌體版本 1.3.0 中可用，並且在 SANOS 韌體版本 1.4.1 中效能有大幅度的提升。

讀者

本文件適用於有興趣了解 RAID EE 以解決重建時間過長問題的 QSAN 客戶和合作夥伴。我們假定讀者熟悉 QSAN 產品並具有一般 IT 經驗，包括作為系統或網路管理員的知識。如有任何疑問，請參閱產品的使用手冊，或聯絡 QSAN 技術支援以獲得進一步的幫助。

概觀

RAID（獨立磁碟冗餘陣列）將基於特定演算法組合多個獨立的物理磁碟，以形成虛擬邏輯磁碟，從而提供更大容量、更高效能或更好的資料容錯能力。RAID 作為一種成熟可靠的資料保護標準，已成為儲存系統的基礎技術。然而，隨著近年來磁碟對資料儲存的需求快速增長以及高效能應用的出現，傳統 RAID 逐漸暴露出其缺陷。

隨著硬碟容量的增加，重建 RAID 資料所需的時間也大大增加。這是當今企業儲存管理中最麻煩的問題之一。在過去幾天硬碟容量只有 10GB 到 100GB 的情況下，RAID 重建的工作可以在 10 分鐘甚至 10 分鐘以上完成，這在沒有特別關注的情況下還不是問題。但是，隨著磁碟容量增長到數百 GB 甚至 TB，RAID 重建時間增加到數小時甚至數天，這成為儲存管理中的主要問題。

例如，一個傳統 RAID 5 內含有 8 加 1 顆同位檢查的 6TB NL-SAS 磁碟上需要 2.5 天才能重建資料。重建過程會消耗系統資源，從而降低應用程式系統的整體效能。如果使用者限制重建優先權，則重建時間將更長。重要的是，在耗時的重建過程中，大量的存取操作可能導致儲存池中其他磁碟的故障，從而大大增加了磁碟故障的可能性和資料丟失的風險。

傳統 RAID 架構的局限性

傳統的 RAID 架構由一定數量的磁碟組成磁碟組 (也稱為 RAID 組)。您還可以將某些磁碟指定為空間的熱備援磁碟。儲存池被分組以提供儲存卷的容量，然後最終將 LUN 映射到主機以成為主機上的儲存空間。

這種 RAID 架構有幾個局限性：

- 首先，當磁碟組的磁碟損壞並且需要重建時，只有磁碟組的成員磁碟參與重建作業，此時加載的資料集中在備援磁碟上形成瓶頸。
- 其次，儲存卷資料存取僅限於屬於磁碟組的成員磁碟；這限制了主機的效能，因為儲存裝置正在執行存取和重建 I/O。

為什麼 RAID 重建耗費時間

隨著磁碟容量的增長，RAID 重建時間呈線性增長，當使用具有 4TB 以上硬碟容量的 RAID 磁碟時，將傳統 RAID 架構所需的重建時間提高到數十小時。

有幾個因素會影響 RAID 重建時間：

- **硬碟容量：**硬碟容量構成磁碟組，硬碟容量越大，重建時間越長。
- **磁碟數量：**磁碟組中包含的磁碟數量會影響系統從其餘健康磁碟讀取資料並將其寫入熱備援磁碟所需的時間。磁碟越多，重建時間越長。
- **重建作業優先權：**在 RAID 重建期間，系統仍需要假設對前端主機的 I/O 存取。分配給 RAID 重建作業的優先權越高，重建速度越快，但前端主機獲得 I/O 效能的能力越低。
- **快速重建：**啟用快速重建功能只需要重建儲存卷的實際容量，未使用的磁碟組空間不用重建。如果儲存卷僅使用磁碟組中的部分空間，則將縮短重建時間。
- **RAID 等級：**具有直接區塊到區塊複製的 RAID 1 和 RAID 10 將比具有同位檢查計算的 RAID 5 和 RAID 6 重建地更快。

鑑於每個磁碟可能出現故障，磁碟組中包含的磁碟越多，累積故障的可能性就越大，因此磁碟組中的磁碟數量有上限的限制。與以前的因素相比，磁碟容量對重建速度的影響越來越大，這已成為主要因素。如此長的重建時間顯然是任何使用者都不能接受的。為了解決傳統 RAID 的問題，我們實現了 RAID EE 技術。

運作原理

RAID EE 在磁碟組中新增更多備援磁碟，我們將其稱為 **RAID EE 備援磁碟**，以分離原始的全域、本地和專用備援磁碟。備援區域保留在磁碟組的每個條帶中，並透過磁碟旋轉分佈在磁碟組中。磁碟組中的磁碟發生故障時，缺少的資料將重建到保留的備援區中。由於集中的所有磁碟都是重建資料的目標，因此傳統 RAID 重建的瓶頸消失了，重建效能得到了顯著提升。如果新增了新磁碟，則備援區中的資料將複製回新加入的磁碟。

為 RAID EE 提供了四個新的 RAID 等級，有：

- **RAID 5EE** (E 代表增強型)，至少需要 4 顆磁碟和一顆 RAID EE 備援磁碟，可以容忍 2 顆磁碟故障。新增更多 RAID EE 備援磁碟將容忍更多磁碟故障。
- **RAID 6EE** 至少需要 5 顆磁碟。
- **RAID 50EE** 至少需要 7 顆磁碟。
- **RAID 60EE** 至少需要 9 顆磁碟。



資訊：

磁碟組中的 RAID EE 備援磁碟數量為 1 到 8 顆磁碟。

帶有 1 顆 RAID EE 備援磁碟的 RAID 5EE 範例

舉一個例子來描述它是如何工作的。以下範例是具有 5 顆磁碟的 RAID 5EE，4 顆磁碟用於 RAID 磁碟，另外一顆磁碟用於 RAID EE 備援磁碟。初始化後，資料區塊分配如下。P 代表同位檢查，S 代表 RAID EE 備援磁碟，現在它的內容是空的。

D1	D2	D3	D4	D5
1	2	3	P	S
S	4	5	6	P
P	S	7	8	9
10	P	S	11	12
13	14	P	S	15

圖表 1 RAID 5EE 的資料區塊分佈

假設磁碟 2 發生故障。RAID 5EE 處於降級模式。

D1	D2	D3	D4	D5
1	2	3	P	S
S	4	5	6	P
P	S	7	8	9
10	P	S	11	12
13	14	P	S	15

圖表 2 磁碟 2 已故障

故障磁碟中的資料將被重建回備援區域。此操作稱為 **EE 重建**。重建後，分佈的資料就像 RAID 5，它可以容忍另一個故障的磁碟。我們可以想像，RAID EE 備援磁碟越多，重建速度就越快。

D1		D3	D4	D5
1		3	P	2
4		5	6	P
P		7	8	9
10		P	11	12
13		P	14	15

圖表 3 故障磁碟中的資料重建回空的區塊

當新磁碟加入 RAID EE 磁碟組時，備援區中重建的資料將被複製回新的磁碟。此操作稱為回拷。

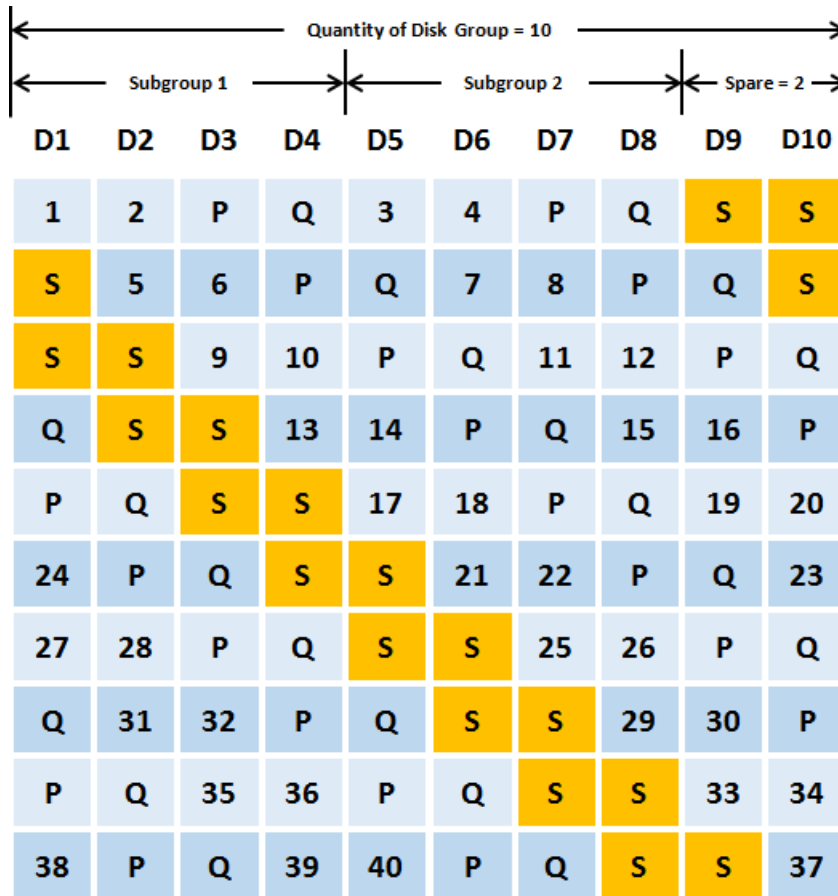
D1	D2	D3	D4	D5
1	2	3	P	S
S	4	5	6	P
P	S	7	8	9
10	P	S	11	12
13	14	P	S	15

圖表 4 資料被回拷

回拷後，它回到 RAID 5EE 的正常狀態。

帶有 2 顆 RAID EE 備援磁碟的 RAID 60EE 範例

再舉一個帶有 10 顆磁碟的 RAID 60EE 範例。8 顆磁碟用於 RAID 磁碟，2 顆磁碟用於 RAID EE 備援磁碟。初始化後，資料區塊分配如下。



圖表 5 RAID 60EE 的資料區塊分佈

RAID 60EE 的重建和回拷與上述類似；這裡不再重複。

RAID EE 等級摘要

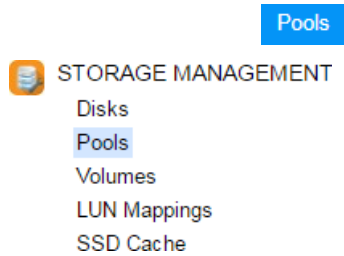
以下是 RAID EE 等級摘要。

表格 1 RAID EE 等級摘要

	RAID 5EE	RAID 6EE	RAID 50EE	RAID 60EE
最少磁碟數量	4	5	7	9
容錯 (G = 子組, S = RAID EE 備援磁碟 = 1 ~ 8)	2 ~ 9 顆磁碟故障 (例如, 1 (RAID 5) + S 顆備援磁碟)	3 ~ 10 顆磁碟故障 (例如, 2 (RAID 6) + S 顆備援磁碟)	G+1 ~ G+8 顆 磁碟故障 (例如, 2 個子組 (RAID 50) + S 顆備 援磁碟)	2xG+1 ~ 2xG+8 顆磁碟 故障 (例如, 2x2 個子 組 (RAID 60) + S 顆備援磁碟)
讀取效能	非常好	非常好	非常好	非常好
寫入效能	好	持平到好	好	持平到好
容量 (N = 磁碟數量, M = 磁碟容量, G = 子組, S = RAID EE 顆備援磁 碟)	$(N-1-S) \times M$ (例如, (10 顆磁 碟 - 1 - 2 顆備援 磁碟) x 1TB = 7TB)	$(N-2-S) \times M$ (例如, (10 顆磁碟 - 2 - 2 顆備援磁碟) x 1TB = 6TB)	$(N-G-S) \times M$ (例如, (10 顆磁 碟 - 2 個子組 - 2 顆備援磁碟) x 1TB = 6TB)	$(N-2 \times G-S) \times M$ (例如, (10 顆磁碟 - 2x2 個子組 - 2 顆 備援磁碟) x 1TB = 4TB)
容量利用率 (最少 ~ 26 顆磁碟)	18% ~ 92% (例如, 7/10 = 70%)	17% ~ 88% (例如, 6/10 = 60%)	29% ~ 88% (例如, 6/10 = 60%)	25% ~ 80% (例如, 4/10 = 40%)
典型應用	資料倉儲、網 站服務、存檔	資料存檔、高 可用性解決方 案、具有大容 量要求的伺服 器	大型資料庫、 檔案伺服器、 應用伺服器	資料存檔、高 可用性解決方 案、具有大容 量要求的伺服 器

配置 RAID EE 儲存池

本節將介紹配置 RAID EE 儲存池的操作。



圖表 6 儲存池功能子菜單

建立 RAID EE 儲存池

以下是建立配置 4 顆磁碟的 RAID 5EE 儲存池範例。在首次建立儲存池時，包含一個磁碟組，且磁碟組中的最大磁碟數為 64。

1. 選擇儲存池功能子菜單，點擊建立儲存池按鈕。首先掃描可用磁碟。



提示：

如果您的系統有超過 200 顆磁碟，掃描磁碟可能需要 20 ~ 30 秒。請耐心等待。

Create Pool

General

Disk Selection

RAID Configuration

Disk Properties

Summary

Pool Type

Please select a pool type.

☒ Thick Provisioning

☐ Thin Provisioning

☐ Auto Tiering (Thin Provisioning Enabled)

Pool Properties

Please enter a pool name and select preferred controller setting.

Pool Name : ⓘ

Preferred Controller : ▼

The I/O resources will be managed by the preferred controller which you specified.

SED Pool

☐ Enable SED Pool

Enabling SED pool will use the secure SEDs to create a pool. Intermixing SEDs and non-SEDs are not supported in a pool.

Next Cancel

圖表 7 建立 RAID EE 儲存池步驟 1

2. 選擇儲存池類型。
3. 輸入儲存池名稱，儲存池名稱的最大長度為 15 個字元，有效字元為 [A~Z | a~z | 0~9 | - _ <>]。
4. 從下拉列表中選擇首選控制器，此儲存池中的後端 I/O 資源將由您指定的首選控制器處理，此選項在安裝雙控制器時可以使用。
5. 點選**啟用 SED 儲存池**複選框，啟用 SED 儲存池將使用安全的 SED 建立儲存池，不支援混合 SED 和非 SED 磁碟在同一個儲存池中。
6. 點擊下一步按鈕繼續。

Create Pool

General

Disk Selection

RAID Configuration

Disk Properties

Summary

Select Disks

Please select disks to add a disk group in a thick provisioning pool. The maximum quantity of disk in a disk group is 64.

Enclosure ID: 0 (Head Unit: XS5216)

	Enclosure ID	Slot	Health	Capacity	Disk Type	Manufacturer	Model
☐	0	1	Good	372.36 GB	SAS SSD 12.0Gb/s	SEAGATE	ST400FM0053
☐	0	2	Good	372.36 GB	SAS SSD 12.0Gb/s	SEAGATE	ST400FM0053
☐	0	3	Good	372.36 GB	SAS SSD 12.0Gb/s	SEAGATE	ST400FM0053
☐	0	4	Good	372.36 GB	SAS SSD 12.0Gb/s	SEAGATE	ST400FM0053
☐	0	5	Good	744.96 GB	SAS SSD 12.0Gb/s	MICRON	S630DC-800
☐	0	6	Good	744.96 GB	SAS SSD 12.0Gb/s	MICRON	S630DC-800
☐	0	7	Good	744.96 GB	SAS SSD 12.0Gb/s	MICRON	S630DC-800
☐	0	8	Good	744.96 GB	SAS SSD 12.0Gb/s	MICRON	S630DC-800
☒	0	9	Good	1.09 TB	SAS HDD 12.0Gb/s	SEAGATE	ST1200MM0088
☒	0	10	Good	1.09 TB	SAS HDD 12.0Gb/s	SEAGATE	ST1200MM0088
☒	0	11	Good	1.09 TB	SAS HDD 12.0Gb/s	SEAGATE	ST1200MM0088
☒	0	12	Good	1.09 TB	SAS HDD 12.0Gb/s	SEAGATE	ST1200MM0088
☐	0	13	Good	5.46 TB	NL-SAS HDD 12.0Gb/s	SEAGATE	ST6000NM0014
☐	0	14	Good	5.46 TB	NL-SAS HDD 12.0Gb/s	SEAGATE	ST6000NM0014
☐	0	15	Good	5.46 TB	NL-SAS HDD 12.0Gb/s	SEAGATE	ST6000NM0014

Back

Next

Cancel

圖表 8 建立 RAID EE 儲存池步驟 2

- 請為儲存池選擇磁碟。磁碟組中的最大磁碟數為 64，從下拉列表中選擇機箱 ID 以從擴充機櫃中選擇磁碟。
- 點擊下一步按鈕繼續。

Create Pool

General
Disk Selection
RAID Configuration
Disk Properties
Summary

RAID Configuration

Please select a RAID level.

RAID Level : RAID 5EE ▼

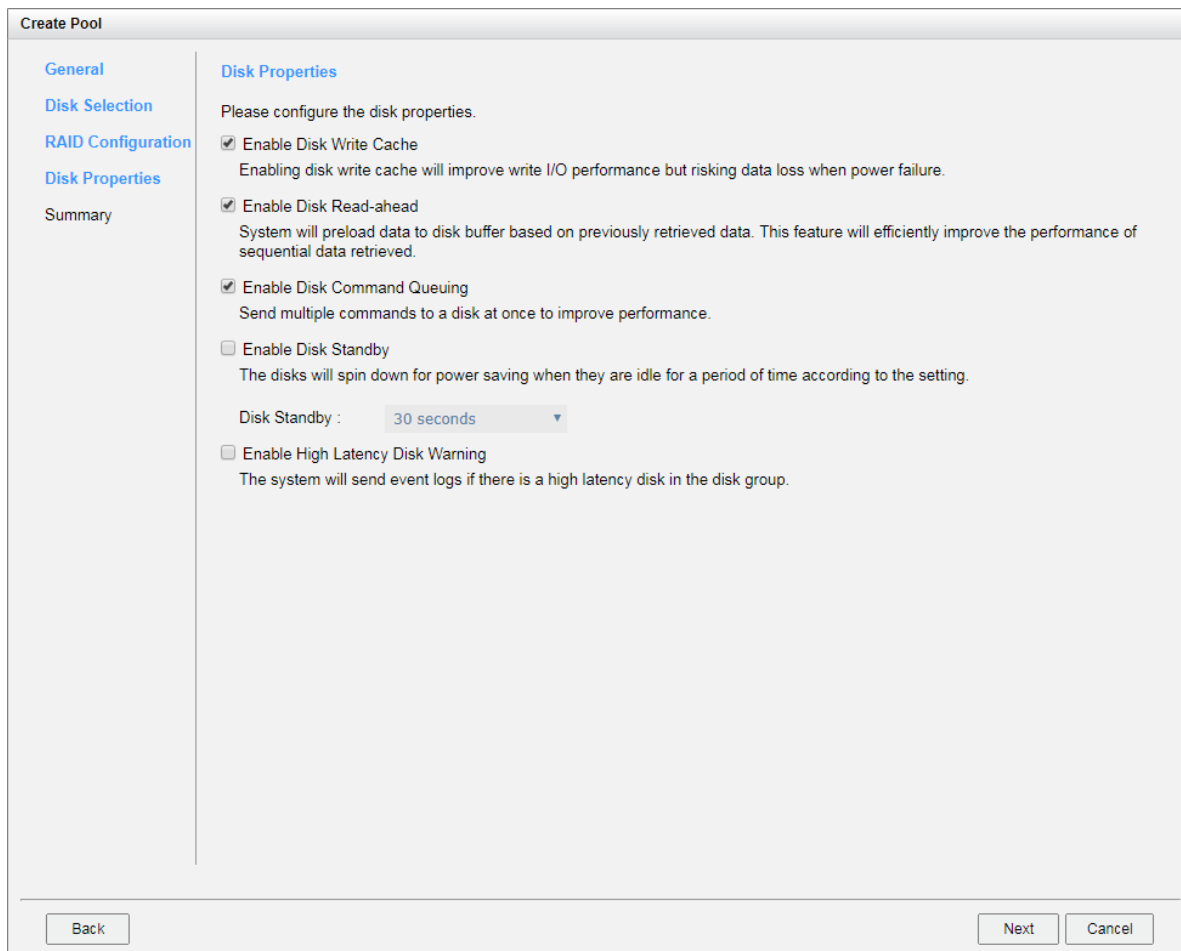
- RAID 0
- RAID 1
- RAID 3
- RAID 5
- RAID 5EE**
- RAID 6
- RAID 0+1
- RAID 10

Quantity of RAID 2.0 Spares :
Quantity of SAS Disks :

Back Next Cancel

圖表 9 建立 RAID EE 儲存池步驟 3

9. 從下拉列表中選擇 **RAID** 等級，該列表僅根據選擇的磁碟列出可用的 RAID 等級。如果選擇了 RAID EE 等級，則需選擇 **RAID EE 備援磁碟數量**。如果選擇了組合 RAID 等級，還可以選擇子組數量。
10. 點擊下一步按鈕繼續。



圖表 10 建立 RAID EE 儲存池步驟 4

11. 磁碟屬性也可以在此步驟中選擇配置：

- **啟用磁碟寫入快取：**點選以啟用磁碟的寫快取選項。啟用磁碟寫入快取可提高寫入 I/O 效能，但在斷電時可能會丟失資料。
- **啟用磁碟預讀：**點選以啟用磁碟的預讀功能。系統將根據先前檢索的資料預先加載下一筆資料到磁碟緩衝區，此功能將有效地提高被檢索的循序資料效能。
- **啟用磁碟指令佇列：**點選以啟用磁碟的指令佇列功能。一次將多個指令發送到磁碟以提高效能。
- **啟用磁碟待機：**點選以啟用磁碟自動節能功能。當磁碟空閒一段時間後，磁碟將自動關閉以節省電量。
- **啟用高延遲磁碟警告：**點選以在磁碟組中啟用高延遲磁碟警告功能。當磁碟出現異常且延遲較高時，系統將發送事件日誌以提前通知 IT 管理員，以避免影響整體效能。

12. 點擊下一步按鈕繼續。

Create Pool

General

Pool Properties

Pool Type : Thick Provisioning

Pool Name : Pool-5

Preferred Controller : Controller 1

RAID Configuration

RAID Level : RAID 5EE

Quantity of RAID EE Spares : 1

Quantity of SAS Disks : 4

Disk Properties

Disk Write Cache : Enabled

Disk Read-ahead : Enabled

Disk Command Queuing : Enabled

Disk Standby : Disabled

Back Finish Cancel

圖表 11 建立 RAID EE 儲存池步驟 5

13. 在摘要頁面確認後，點擊完成按鈕以建立儲存池。

	Pool Name	Status	Health	Total	Free	Available	Thin Provisioning	Auto Tiering	Encryption	Volumes	Current Controller
▼	Pool-5	Online	Good	2.18 TB	2.18 TB	2.18 TB	Disabled	Disabled	Disabled	0	Controller 1

Create Pool

圖表 12 已建立一個 RAID EE 儲存池

14. 已建立儲存池。如有必要，再次點擊建立儲存池按鈕以建立其他儲存池。

列出 RAID EE 儲存池

點擊一個儲存池；它將顯示相關的磁碟組。同樣，點擊一個磁碟組；它將顯示相關的磁碟。儲存池屬性可以透過點擊儲存池左側的功能按鈕 ▼ 來配置。

	Pool Name	Status	Health	Total	Free	Available	Thin Provisioning	Auto Tiering	Encryption	Volumes	Current Controller
▼	Pool-5	Online	Good	2.18 TB	2.18 TB	2.18 TB	Disabled	Disabled	Disabled	0	Controller 1

Disk Groups

	No.	Status	Health	Total	Free	RAID	Disks Used	RAID EE Spares
▼	1	Online	Good	2.18 TB	2.18 TB	RAID 5EE	4	1

Disks

Enclosure ID	Slot	Status	Health	Capacity	Disk Type	Manufacturer	Model
0	9	Online	Good	1.09 TB	SAS HDD 12.0Gb/s	SEAGATE	ST1200MM0088
0	10	Online	Good	1.09 TB	SAS HDD 12.0Gb/s	SEAGATE	ST1200MM0088
0	11	Online	Good	1.09 TB	SAS HDD 12.0Gb/s	SEAGATE	ST1200MM0088
0	12	Online	Good	1.09 TB	SAS HDD 12.0Gb/s	SEAGATE	ST1200MM0088

Create Pool

圖表 13 列出 RAID EE 儲存池

此表顯示列欄位說明。

表格 2 儲存池列欄位說明

列欄位名稱	說明
儲存池名稱	儲存池名稱。
狀態	儲存池的狀態： - 線上：儲存池在線。 - 離線：儲存池離線。 - 正在重建中：正在重建儲存池。 - 正在遷移中：正在遷移儲存池。 - 正在搬遷中：正在搬遷儲存池。 - 正在 EE 重建中：正在重建 RAID EE 儲存池。
健康狀況	儲存池的健康狀況：

	- 良好：儲存池良好。 - 失效：儲存池失效。 - 降級：儲存池不健康且不完整，原因可能是磁碟丟失或失效。
總容量	儲存池的總容量。
剩餘容量	儲存池的剩餘容量。
可用	儲存池的可用容量。
儲存資源隨需配置	儲存資源隨需配置的狀態： - 停用：儲存池為儲存資源預先配置。 - 啟用：儲存池為儲存資源隨需配置。
自動分層儲存	自動分層的狀態： - 停用：儲存池已禁用自動分層。 - 啟用：儲存池已啟用自動分層。 - 不支援：儲存池含有混合磁碟類型的磁碟組。
磁碟加密	資料安全模式： - 停用：儲存池未加密。 - 啟用：儲存池已加密。
儲存卷	儲存池中的儲存卷數量。
當前控制器 (此選項僅在安裝 雙控制器時可 見。)	儲存池的當前運行控制器。

表格 3 磁碟組列欄位說明

列欄位名稱	說明
序號	磁碟組的編號。

狀態	磁碟組的狀態： - 線上：磁碟組在線。 - 離線：磁碟組離線。 - 正在重建中：正在重建磁碟組。 - 正在遷移中：正在遷移磁碟組。 - 正在搬遷中：正在搬遷磁碟組。 - 正在 EE 重建中：正在重建 RAID EE 磁碟組。
健康狀況	磁碟組的健康狀況： - 良好：磁碟組良好。 - 失效：磁碟組失效。 - 降級：磁碟組不健康且不完整，原因可能是磁碟丟失或失效。
總容量	磁碟組的總容量。
剩餘容量	磁碟組的剩餘容量。
RAID	磁碟組的 RAID 等級。
磁碟使用數量	磁碟組中的磁碟數量。
RAID EE 備援磁碟	磁碟組中 RAID EE 備援磁碟的數量，傳統 RAID 等級顯示為不適用。

表格 4 磁碟列欄位說明

列欄位名稱	說明
機箱 ID	機箱 ID。
插槽	磁碟的位置。
狀態	磁碟的狀態： - 線上：磁碟在線。 - 丟失：儲存池中缺少磁碟。

	• 正在重建中：正在重建磁碟。 • 正在轉換中：當發生重建時，磁碟正在遷移或正在被另一個磁碟替換。 • 正在擦除中：正在擦除磁碟。 • 檢查完成：已檢查磁碟健康狀況。 • 正在回拷中：正在回拷磁碟。
健康狀況	磁碟的運行狀況： • 良好：磁碟良好。 • 失效：磁碟發生故障。 • 錯誤提示：S.M.A.R.T.錯誤提醒。 • 讀取錯誤：磁碟具有不可恢復的讀取錯誤。
容量	磁碟的容量。
磁碟類型	磁碟的類型： • [SAS 硬碟 NL-SAS 硬碟 SAS 固態硬碟 SATA 固態硬碟] • [12.0Gb/s 6.0Gb/s 3.0Gb/s 1.5Gb/s]
製造商	磁碟的製造商。
型號	磁碟的型號名稱。

RAID EE 儲存池上的操作

[XCubeSAN SANOS 4.0 軟體手冊](#)中的“配置儲存池”章節介紹了大多數操作。以下我們描述有關 RAID EE 儲存池的限制。

儲存池驗證同位檢查

點擊任一個儲存池中的 ▼ -> **驗證同位檢查**以重新生成儲存池的同位檢查。支援 RAID 等級 3、5、6、30、50、60 和 RAID EE 等級 5EE、6EE、50EE、60EE。

新增磁碟組到儲存池中

點擊任一個儲存池中的 ▼ -> 新增磁碟組將另一個磁碟組新增到儲存池中。新增加的磁碟組可以是 RAID EE 等級或傳統 RAID 等級。有關詳細訊息，請參閱 [XCubeSAN SANOS 4.0 軟體手冊](#) 中的第 8.4.5 節 “在儲存資源預先配置儲存池中新增磁碟組” 一節。

Add Disk Group

Pool Type

Thin Provisioning : Disabled

Auto Tiering : Disabled

RAID Level

Please select a RAID level.

RAID Level :

Select Disks

Please select disks to add a disk group.

Enclosure ID :

RAID 0

RAID 0

RAID 1

RAID 3

RAID 5

RAID 5EE

RAID 6

RAID 6EE

RAID 0+1

RAID 10

RAID 30

RAID 50

RAID 50EE

RAID 60

RAID 60EE

disk in a disk group is 64.

	Enclosure ID	Slot	Health	Capacity	Type	Manufacturer	Model
☐	0	1	Good	744.96 GB	SAS SSD 12.0Gb/s	MICRON	S630DC-800
☐	0	2	Good	744.96 GB	SAS SSD 12.0Gb/s	MICRON	S630DC-800
☐	0	3	Good	744.96 GB	SAS SSD 12.0Gb/s	MICRON	S630DC-800
☐	0	4	Good	744.96 GB	SAS SSD 12.0Gb/s	MICRON	S630DC-800
☐	0	5	Good	744.96 GB	SAS SSD 12.0Gb/s	MICRON	S630DC-800
☐	0	6	Good	744.96 GB	SAS SSD 12.0Gb/s	MICRON	S630DC-800
☐	0	7	Good	744.96 GB	SAS SSD 12.0Gb/s	MICRON	S630DC-800
☐	0	8	Good	744.96 GB	SAS SSD 12.0Gb/s	MICRON	S630DC-800
☐	0	13	Good	5.46 TB	NL-SAS HDD 12.0Gb/s	SEAGATE	ST6000NM0014
☐	0	14	Good	5.46 TB	NL-SAS HDD 12.0Gb/s	SEAGATE	ST6000NM0014
☐	0	15	Good	5.46 TB	NL-SAS HDD 12.0Gb/s	SEAGATE	ST6000NM0034

OK

Cancel

圖表 14 將磁碟組新增到儲存池中

遷移 RAID EE 儲存池中的磁碟組

遷移磁碟組功能將磁碟組更改為其他 RAID 等級，或新增磁碟組的成員磁碟以增加容量。傳統的 RAID 等級可以遷移到 RAID EE 等級，但 RAID EE 等級只能遷移到 RAID EE 等級。

RAID Level

Please select a RAID level.

RAID Level :

Quantity of RAID 2.0 Spares :

Select Disks

RAID 5EE

RAID 5EE

RAID 6EE

RAID 50EE

RAID 60EE

Please select disks to migrate the disk group. The maximum quantity of disk in a disk group is 64.

Enclosure ID :

0 (Head Unit: XS5216)

☐	Enclosure ID	Slot	Health	Capacity	Disk Type	Manufacturer	Model
☐	0	5	Good	744.96 GB	SAS SSD 12.0Gb/s	MICRON	S630DC-800
☐	0	6	Good	744.96 GB	SAS SSD 12.0Gb/s	MICRON	S630DC-800
☐	0	7	Good	744.96 GB	SAS SSD 12.0Gb/s	MICRON	S630DC-800
☐	0	8	Good	744.96 GB	SAS SSD 12.0Gb/s	MICRON	S630DC-800
☒	0	9	Good	1.09 TB	SAS HDD 12.0Gb/s	SEAGATE	ST1200MM0088
☒	0	10	Good	1.09 TB	SAS HDD 12.0Gb/s	SEAGATE	ST1200MM0088
☒	0	11	Good	1.09 TB	SAS HDD 12.0Gb/s	SEAGATE	ST1200MM0088
☒	0	12	Good	1.09 TB	SAS HDD 12.0Gb/s	SEAGATE	ST1200MM0088
☐	0	13	Good	5.46 TB	NL-SAS HDD 12.0Gb/s	SEAGATE	ST6000NM0014
☐	0	14	Good	5.46 TB	NL-SAS HDD 12.0Gb/s	SEAGATE	ST6000NM0014
☐	0	15	Good	5.46 TB	NL-SAS HDD 12.0Gb/s	SEAGATE	ST6000NM0034

OK

Cancel

圖表 15 遷移儲存資源預先配置儲存池中的 RAID EE 磁碟組



提示：

傳統的 RAID 等級可以遷移到 RAID EE 等級，但 RAID EE 等級只能遷移到 RAID EE 等級。

測試結果

測試案例 1：RAID 5 與 RAID 5EE

此測試提供 RAID 5 和 RAID 5EE 之間重建時間和回拷時間的比較。我們假設 RAID EE 備援磁碟越多，重建時間就越短。

測試設備和配置

- 伺服器
 - 型號：華碩 RS700 X7/PS4 (中央處理器：Intel Xeon E5-2600 v2 / 記憶體：8GB)
 - iSCSI 主機匯流排介面卡：Intel 82574L Gigabit 網路連接
 - 作業系統：Windows Server 2012 R2
- 儲存設備
 - 型號：XCubeSAN XS5224D
 - 記憶體：16GB (2 x 8GB 在插槽 1 和 3) 每個控制器
 - 韌體版本：1.4.1
 - 磁碟：24 x Seagate Constellation ES, ST500NM0001, 500GB, SAS 6Gb/s
 - 硬碟儲存池：
 - RAID 5** 儲存池，控制器 1 中具有 16 x NL-SAS 硬碟
 - RAID 5EE** 儲存池，控制器 1 中具有 17 (16+1 x RAID EE 備援磁碟) x NL-SAS 硬碟
 - RAID 5EE** 儲存池，控制器 1 中具有 18 (16+2 x RAID EE 備援磁碟) x NL-SAS 硬碟
 - RAID 5EE** 儲存池，控制器 1 中具有 20 (16+4 x RAID EE 備援磁碟) x NL-SAS 硬碟
 - RAID 5EE** 儲存池，控制器 1 中具有 24 (16+8 x RAID EE 備援磁碟) x NL-SAS 硬碟
 - 硬碟儲存卷：1TB 在儲存池中
- I/O 模式
 - 工具：IOmeter V1.1.0
 - 工作：1
 - 突出 (列隊深度)：128
 - 存取規則：
 - 備份模式** (循序讀取 / 寫入，256KB (MB/s))
 - 資料庫存取模式** (由 Intel/StorageReview.com 定義，8KB，67% 讀取，100% 隨機)
 - 檔案伺服器存取模式** (由 Intel 定義，參見圖表 16，
http://www.storagereview.com/articles/200003/20000313OSandBM_5.html)

閒置

Access Patterns			
% of Access Specification	Transfer Size Request	% Reads	% Random
File Server Access Pattern (as defined by Intel)			
10%	0.5 KB	80%	100%
5%	1 KB	80%	100%
5%	2 KB	80%	100%
60%	4 KB	80%	100%
2%	8 KB	80%	100%
4%	16 KB	80%	100%
4%	32 KB	80%	100%
10%	64 KB	80%	100%
Workstation Access Pattern (as defined by StorageReview.com)			
100%	8 KB	80%	80%
Database Access Pattern (as defined by Intel/StorageReview.com)			
100%	8 KB	67%	100%

圖表 16 由 StorageReview.com 提供的存取模式

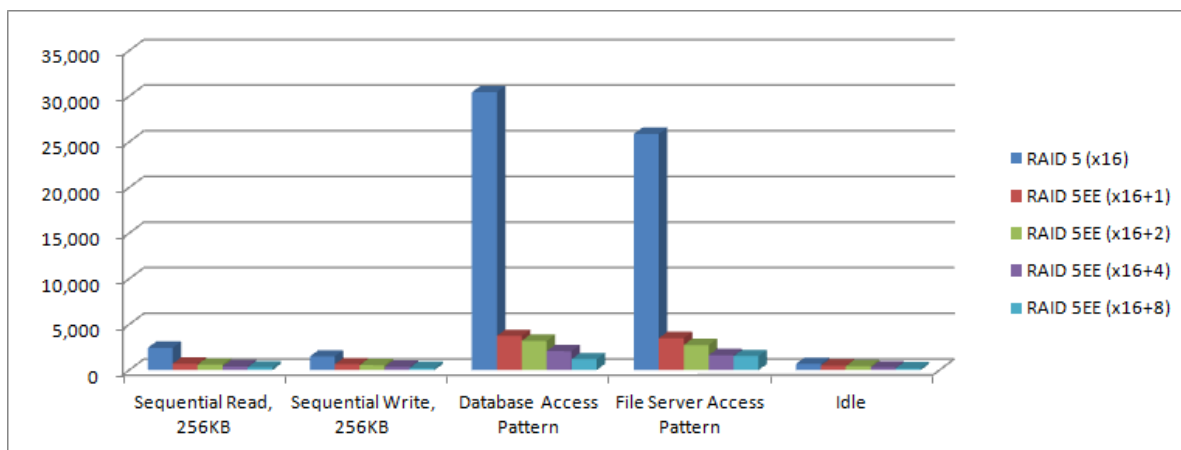
- 測試場景
 - 首先我們建立一個 RAID 5 儲存池。初始化後，拔出然後插入一顆磁碟。使用不同的 I/O 存取模式計算重建時間。
 - 接下來按順序建立帶有 1/2/4/8 x RAID EE 備援磁碟的 RAID 5EE。初始化後，拔出一顆磁碟，RAID EE 開始重建。使用不同的 I/O 存取模式計算重建時間。然後插入一顆磁碟並將其設定為專用備援磁碟，它開始回拷。最後，計算回拷時間。

測試結果

表格 5 RAID 5 和 RAID 5EE 的測試結果

	RAID 5 (x16)	RAID 5EE (x16+1)	RAID 5EE (x16+2)	RAID 5EE (x16+4)	RAID 5EE (x16+8)
循序讀取， 256KB	40'43"	11'39"	10'09"	6'46"	4'58"
改善百分比		71%	75%	83%	88%
回拷時間		34'08"	30'57"	28'30"	30'56"
循序寫入， 256KB	24'54"	10'37"	9'08"	6'12"	4'02"
改善百分比		57%	63%	75%	84%
回拷時間		22'29"	30'23"	28'50"	31'54"
資料庫存取模式	507'33"	62'23"	53'25"	34'37"	19'50"
改善百分比		88%	89%	93%	96%
回拷時間		1320'37"	1082'21"	829'00"	754'35"
檔案伺服器存取 模式	431'18"	58'24"	45'54"	27'19"	25'42"
改善百分比		86%	89%	94%	94%
回拷時間		1363'17"	1093'20"	736'87"	705'50"
閒置	11'20"	8'24"	7'20"	5'02"	3'22"
改善百分比		26%	35%	56%	70%
回拷時間		21'36"	22'26"	24'31"	26'05"

舉個例子，用 256KB 循序讀取 RAID 5 的重建時間為 40 分 43 秒。與具有 1 顆 RAID EE 備援磁碟的 RAID 5EE 相比，重建時間為 11 分 39 秒。它改善 $((40 \times 60 + 43) - (11 \times 60 + 39)) / (40 \times 60 + 43) = (2443 - 699) / 2443 = 0.7138 == 71\%$ 。



圖表 17 RAID 5 和 RAID 5EE 的圖表

摘要

- RAID EE 可將重建時間提高多達 96%。
- 使用 RAID EE 的備援磁碟越多，重建時間就越少。
- 當存取為讀取時，重建時間更有效。
- 如果存取模式是隨機的，則回拷時間較長。
- 當資料進行回拷時，系統資源將優先保留給前端 I/O。

測試案例 2：RAID 60 與 RAID 60EE

此測試提供 RAID 60 和 RAID 60EE 之間重建時間和回拷時間的比較。同樣，我們假設 RAID EE 備援磁碟越多，重建時間越短，RAID 60EE 的效率也越高。

測試設備和配置

- 伺服器
 - 型號：華碩 RS700 X7/PS4 (中央處理器：Intel Xeon E5-2600 v2 / 記憶體：8GB)
 - iSCSI 主機匯流排介面卡：Intel 82574L Gigabit 網路連接
 - 作業系統：Windows Server 2012 R2
- 儲存設備
 - 型號：XCubeSAN XS5224D
 - 記憶體：16GB (2 x 8GB 在插槽 1 和 3) 每個控制器
 - 韌體版本：1.4.1
 - 磁碟：24 x Seagate Constellation ES, ST500NM0001, 500GB, SAS 6Gb/s

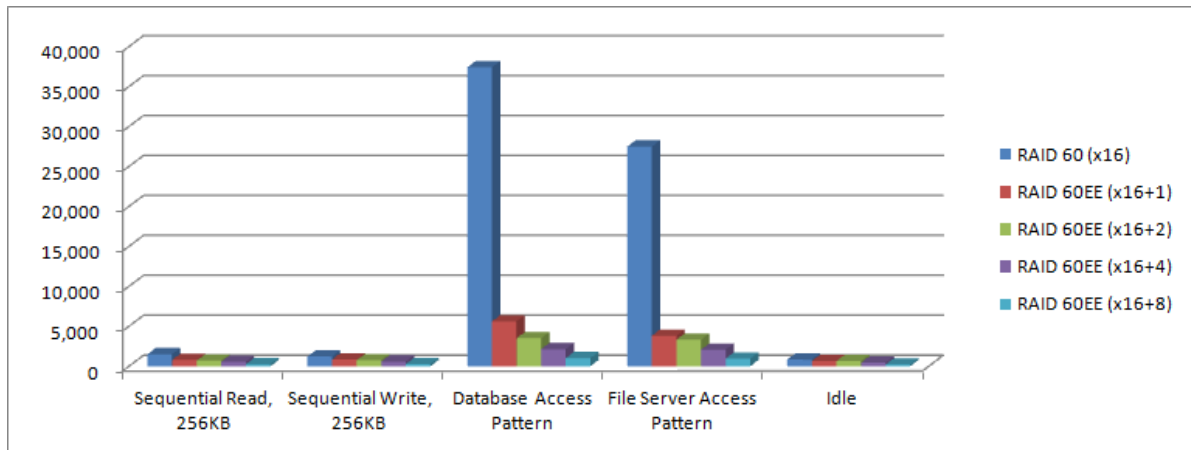
- 硬碟儲存池：
 - RAID 60** 儲存池，控制器 1 中具有 16 x NL-SAS 硬碟
 - RAID 60EE** 儲存池，控制器 1 中具有 17 (16+1 x RAID EE 備援磁碟) x NL-SAS 硬碟
 - RAID 60EE** 儲存池，控制器 1 中具有 18 (16+2 x RAID EE 備援磁碟) x NL-SAS 硬碟
 - RAID 60EE** 儲存池，控制器 1 中具有 20 (16+4 x RAID EE 備援磁碟) x NL-SAS 硬碟
 - RAID 60EE** 儲存池，控制器 1 中具有 24 (16+8 x RAID EE 備援磁碟) x NL-SAS 硬碟
- 硬碟儲存卷：1TB 在儲存池中
- I/O 模式
 - 工具：IOmeter V1.1.0
 - 工作：1
 - 突出 (列隊深度)：128
 - 存取規則：
 - 備份模式 (循序讀取 / 寫入，256KB (MB/s))
 - 資料庫存取模式 (由 Intel/StorageReview.com 定義，8KB，67% 讀取，100% 隨機)
 - 檔案伺服器存取模式 (由 Intel 定義，參見圖表 16，
http://www.storagereview.com/articles/200003/20000313OSandBM_5.html)
 - 閒置
- 測試場景
 - 首先我們建立一個 RAID 60 儲存池。初始化後，拔出然後插入一顆磁碟。使用不同的 I/O 存取模式計算重建時間。
 - 接下來按順序建立帶有 1/2/4/8 x RAID EE 備援磁碟的 RAID 60EE。初始化後，拔出一顆磁碟，RAID EE 開始重建。使用不同的 I/O 存取模式計算重建時間。然後插入一顆磁碟並將其設定為專用備援磁碟，它開始回拷。最後，計算回拷時間。

測試結果

表格 6 RAID 60 和 RAID 60EE 的測試結果

	RAID 60 (x16)	RAID 60EE (x16+1)	RAID 60EE (x16+2)	RAID 60EE (x16+4)	RAID 60EE (x16+8)
循序讀取， 256KB	24'58"	13'04"	11'37"	9'23"	4'02"
改善百分比		48%	53%	62%	84%
回拷時間		46'41"	41'38"	34'01"	35'43"
循序寫入， 256KB	20'16"	13'59"	12'28"	9'40"	4'26"
改善百分比		31%	38%	52%	78%
回拷時間		33'32"	44'33"	31'54"	35'04"
資料庫存取模式	623'22"	93'24"	58'17"	35'34"	16'52"
改善百分比		85%	91%	94%	97%
回拷時間		843'11"	876'59"	492'25"	383'16"
檔案伺服器存取 模式	458'03"	63'36"	55'23"	34'24"	15'51"
改善百分比		86%	88%	92%	97%
回拷時間		1215'34"	1087'47"	673'21"	478'57"
閒置	13'47"	10'49"	10'50"	7'24"	3'30"
改善百分比		22%	21%	46%	75%
回拷時間		26'46"	27'32"	29'30"	33'22"

舉個例子，用 256KB 循序讀取 RAID 60 的重建時間為 24 分 58 秒。與具有 1 顆 RAID EE 備援磁碟的 RAID 60EE 相比，重建時間為 13 分 4 秒。它改善 $((24 \times 60 + 58) - (13 \times 60 + 4)) / (24 \times 60 + 58) = (1498 - 784) / 1498 = 0.4766 == 48\%$ 。



圖表 18 The Chart of RAID 60 and RAID 60EE

摘要

- RAID EE 可將重建時間提高多達 97%。
- 使用 RAID EE 的備援磁碟越多，重建時間就越少。
- 當存取為讀取時，重建時間更有效。
- 如果存取模式是隨機的，則回拷時間較長。
- 當資料進行回拷時，系統資源將優先保留給前端 I/O。

結論

隨著磁碟容量的增長，RAID 重建時間呈線性增長。磁碟組中包含的磁碟越多，累積故障增加的可能性就越大，磁碟容量對重建速度的影響也越大。使用 RAID EE 技術將大大降低這些風險。

適用於

- XCubeSAN XS5200 / XS3200 / XS1200 韌體版本 1.4.1 及更高版本

參考

XCubeSAN SANOS 4.0 軟體手冊

- [XCubeSAN SANOS 4.0 軟體手冊](#)

附錄

相關文件

有相關文件可以從網站上下載。

- [所有 XCubeSAN 文件](#)
- [XCubeSAN QIG \(快速安裝指南\)](#)
- [XCubeSAN 硬體手冊](#)
- [XCubeSAN 配置工作表](#)
- [XCubeSAN SANOS 4.0 軟體手冊](#)
- [相容性列表](#)
- [技術白皮書](#)
- [應用說明](#)

技術支援

您是否有任何問題或需要幫助解決問題？請聯絡 QSAN 技術支援團隊，我們會盡快回覆給您。

- 透過網站：https://www.qsan.com/technical_support
- 透過電話：+886-2-77206355
(服務時間：09:30 - 18:00，週一至週五，UTC+8)
- 透過 Skype 通話，Skype ID：qsan.support
(服務時間：09:30 - 02:00，週一至週五，UTC+8，夏令時間：09:30 - 01:00)
- 透過電子郵件：support@qsan.com