

## 實驗報告

### QSAN XCubeNXT「XN5124D」 統合儲存設備與 Toshiba 22TB 近線 SAS 硬碟

作者：Rainer W. Kaese，業務開發資深經理，  
儲存裝置事業部，Toshiba Electronics Europe  
GmbH

針對虛擬化、容器化、監控、備份等工作任務，現代企業和公司比以往更需要大規模且多功能的儲存設備。在此，效能是關鍵所在，Toshiba 團隊在實驗室中展開一項新的測試，使用 Toshiba 新一代企業級容量型 MG 系列硬碟 (22TB SAS 12Gb/s 型號 MG10SFA22TE)，並安裝於 QSAN 旗艦產品 XN5124D 中 (圖 1)。這是一款 4U 機架式、可裝 24 顆硬碟的統合儲存設備，可作為提供共享資料夾/檔案系統的網路附加儲存設備 (NAS)，亦可作為專用儲存區域網路 (SAN) 的區塊

儲存 (如 iSCSI、光纖通道)，甚至兩者平行運作。QSAN 對這款設備的宣傳語為「最新一代 XCubeNXT，利用業界領先的多功能性來處理混合作業負載」。此外，高可用性且安全的多重通訊協定和跨 QSAN 平台支援，對於容量要求較高的應用來說，據稱能達到最佳總擁有成本 (TCO)。



圖 1：Toshiba 硬碟實驗室中的 QSAN XCubeNXT XN5124D

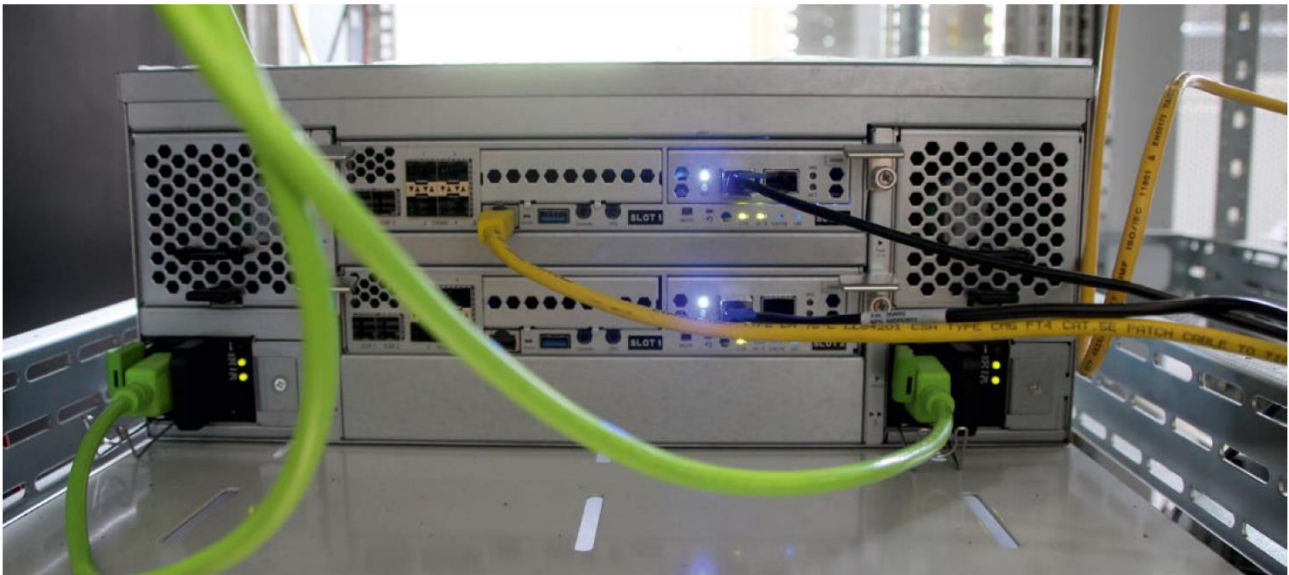


圖 2：XN5124D 網路連接

## 配置與效能比較 聚焦於最大效能

在先前的 24 槽儲存裝置 (如 QSAN XN8024D) 實驗室報告中，最大效能受限於網路介面 - 通常 10GbE 網路介面的最高傳輸速率為 1,200 MB/s。由於這項限制，我們目前無法評估該裝置的效能限制。實驗室中的 XN5124D 型號，是第一個配備 25GbE 介面的 24 槽儲存裝置，因此我們專注於評估不同硬碟配置的最大效能。

## 設定

XN5124D 採用雙主動控制器架構，因此最適合高容量 SAS 近線硬碟。機架式，提供從網路到硬碟存取的雙重路徑和雙重/備援電源，絕對適合企業用途。為實現超大規模企業所需要的儲存環境，我們安裝了目前 Toshiba 企業級容量型 MG 系列的頂級型號：22TB SAS 12Gb/s 型號 MG10SFA22TE。

預設情況下，每個控制器配備 4 個 10GbE SFP+ 通道、一個 1GbE RJ45 管理連接埠和兩個 SFF-8644 (mini-SAS-HD) 連接埠，可透過外部 JBOD 擴充容量。兩個

PCIe 擴充埠可透過不同連接技術來實現升級，例如光纖通道，或如我們的範例所示，具有兩個 SFP28 連接埠的 25GbE。我們透過 SFP28 直連銅纜，將每個控制器單元的一個連接埠連接到應用伺服器 (圖 2)。

參考：我們測試的型號版本是 XN5124D-044C20，控制器韌體為 4.0.2。

## 硬碟配置

為評估效能，我們在不同的 RAID 等級配置中 (表 1)，建立了一個包含 24 顆硬碟的儲存池。

**24 顆硬碟組成 RAID6 配置：**一組藉由儲存 2 份校正資料 (雙層同位元 Double Parity) 所組成的 RAID。這提供了 22 個硬碟的淨容量，並且由於雙同位元檢查而具有高度的資料保護等級。如果其中一個硬碟發生故障，資料仍受到同位元檢查的保護。儲存池效率為 92% (24 個硬碟中的 22 個硬碟可用來儲存使用者資料)，即安裝的 528TB 總儲存容量中，有 484TB 的可用空間。

RAID 等級/效能	RAID6	RAID60	RAID60	RAID60	RAID10
子陣列數量	1	2	4	6	12
儲存池效率 (%)	92	83	67	50	50
可用容量 (528TB 中)	484	440	352	264	264

表 1：RAID 設定和儲存效率

**24 顆硬碟組成 RAID60 配置 - 具有不同子陣列數量 (2/4/6):** RAID60 等於將 RAID6 群組條串在一起 - 可以更快速、更平行的進行硬碟存取。然而，由於每個子陣列皆需要兩個同位元檢查單元，因此會降低儲存池效率 (陣列越多，效率越低)。

**24 顆硬碟組成 RAID10 配置：**此配置由 12 個子陣列組成，並將資料鏡射在兩個磁碟上。這種組態無需計算同位元檢查資訊，只需要對資料進行鏡像處理，所以在寫入 (尤其是隨機寫入) 時具有相當高的效能。因此，效率下降至 50%，這是所有以鏡像為基礎配置的典型情況，與 RAID6x 類型的資料保護相比，RAID10 未受到嚴格的雙重保護。如果一個鏡像發生故障，則資料僅存在另一顆未受保護的鏡像磁碟上。

在具有上述 RAID 等級的儲存池上，我們安裝了一些儲存卷，其中一個 50TB 儲存卷始終作為 LUN 連接到 iSCSI 主機組 (圖 3)。此 iSCSI LUN 作為 Windows 實體硬碟連接到應用伺服器。我們測量了效能、硬碟溫度和功耗，同時使用「fio」基準評估此實體硬碟。

所有測量均在區塊儲存卷為線上狀態 = 完全初始化的情況下完成，對於 RAID6 和 RAID60 等同位元檢查 RAID 等級，10TB 的磁碟區容量大約需要兩個小時。

設定如下 (表 2)：

儲存池設定	Disk Write Cache	Enable
	Disk Read Ahead	Enable
	Disk CMD Queuing	Enable
	Disk Standby	Enable
儲存卷設定	Backgr. IO Priority	Low
	Cache Mode	Write Back
	Video Edit Mode	Disable
	Read Ahead	Enable

表 2：儲存池/儲存卷設定

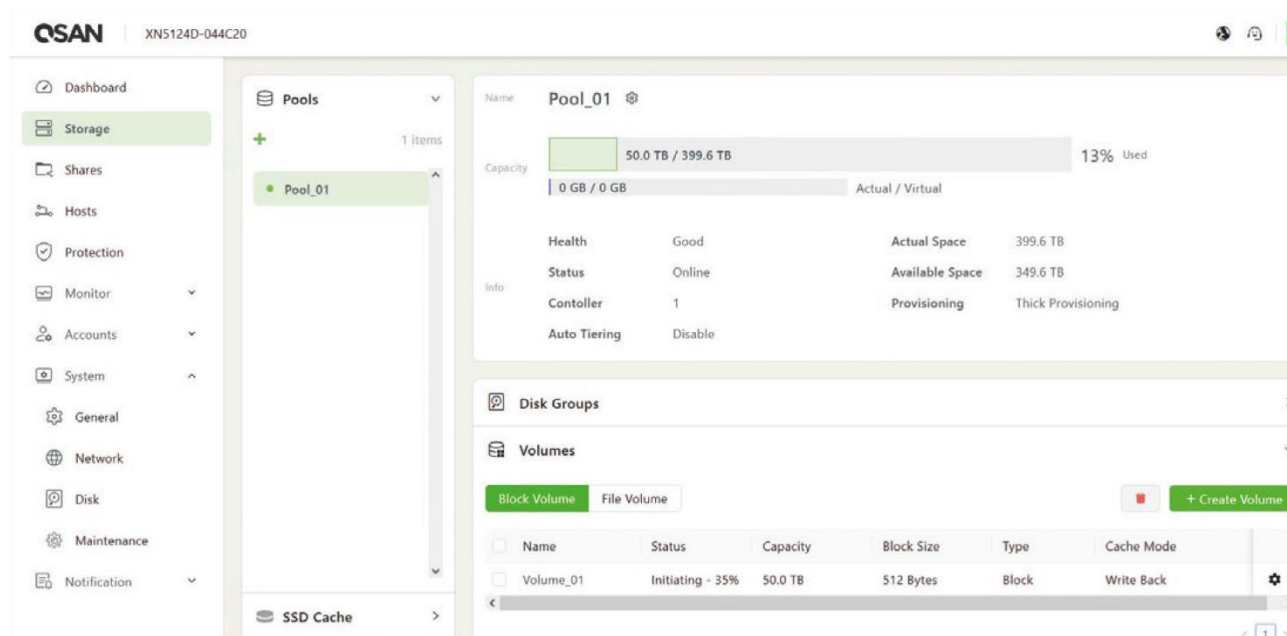


圖 3：QSAN 的 QSM GUI 中的儲存池/儲存卷配置

## 效能測量結果：

RAID 等級/效能	RAID6	RAID60	RAID60	RAID60	RAID10
Number of sub-arrays	1	2	4	6	12
Pool Efficiency (%)	92	83	67	50	50
Usable Capacity ( out of 528TB )	484	440	352	264	264
Sequential read 1MB (MB/s)	2600	2730	2590	2750	2770
Sequential write 1MB (MB/s)	1500	1470	1500	1460	1450
Random read 4kB (IOPS)	3720	3660	3510	3340	3340
Random write 4kB (IOPS)	1600	1600	1550	2700	8160
Mix r/w 4k/64k/256k/2M (IOPS)	770	790	790	820	920

表 3：效能測量結果

循序讀取效能約為 2,700 MB/s，與應用伺服器的 25GbE iSCSI 連線速度相符，因此速度由網路而非 RAID 等級決定。無論 RAID 等級為何，循序寫入速度皆約為 1,500 MB/s。這顯示 RAID6 等級具有高儲存效率，是循序存取 (歸檔、串流媒體、視訊) 為主的工作負載的最佳解決方案。任何更多的平行磁碟存取配置 (例如 RAID60 或 RAID10) 都不會帶來任何更高的效能，只會減少可用儲存容量。

即使對於隨機讀取 (對 AI/視訊分析類型的應用很重要)，RAID6 也顯示出最高的 IOPS 效能，因為在此配置中，資料分佈在最大數量的運作中磁碟上 (24 個中的 22 個)。

對於以隨機寫入為主的工作負載 (即活動目錄/資料庫和電子郵件服務/虛擬化)，具有更多子陣列的 RAID60 平行結構可提供更高的效能表現。對於 RAID10 也是如此，沒有同位元檢查操作，只有資料的鏡像處理，甚至高達 8kIOPS。因此，如果大容量硬碟儲存設備的寫入效能至關重要，RAID10 就是最佳配置。

雖然 RAID10 的儲存效率較低，但保護等級不如 RAID6 和 RAID60 來得高，因為一個鏡像內兩個錯誤的硬碟發生故障將導致資料遺失，而在 RAID6/60 中，即使任意兩顆硬碟發生故障，也不會遺失資料。

此外，對於上述隨機類型或工作負載，固態硬碟快取可以提供顯著的效能優勢。但由於提升程度很大程度取決於實際工作負載，因此這樣的選項不在本實驗室評估的範圍內。

## 功率和溫度測量

Maximum Power at Startup：	480 W
Power under full read/write workload：	480 W
Power when unit is idle (no read/write)：	330 W
Standby Power (unit off)：	10 W

RAID 等級/功耗	RAID6	RAID10
Sequential read 1 MB (W)	410	410
Sequential write 1 MB (W)	400	400
Random read 4 kB (W)	400	420
Random write 4 kB (W)	420	380
Mix r/w 4k/64k/256k/2M (W)	410	390

表 4：功耗測量

此型號配備 Toshiba MG10SFA22TE 等大容量硬碟，有助顯著降低 IT 和資料中心儲存設備的功耗，測得的最功耗仍低於 500W，高達半 PB 淨儲存的平均功耗為 400W。對於完整的操作來說，不到 1kW/PB 是非常優異的數值，包括高速網路介面。

實驗室環境溫度：	24°C
最低硬碟溫度 (SMART 值)：	36°C
最高硬碟溫度 (SMART 值)：	42°C (HDDs in full read/write activity)

Toshiba MG 系列硬碟的內部溫度最高可至 60°C，因此 42°C 離達到最高限制還綽綽有餘。但在超過 42°C 的平均或恆定溫度水準下，長期可靠性往往會降低。因此，為獲得盡可能高的長期可靠性，環境溫度應保持在 24°C，確保硬碟溫度不會長時間超過 42°C。

## 測量指令碼

使用 **fio** 進行測量。列出指令碼供參考：

```
fio --filename=\\.\Physicaldrive1 --direct=1 --rw=read --bs=1m --iodepth=128 --time_based
--runtime=300 --group_reporting --name=job1 --ioengine=windowsaio --thread --numjobs=4
--norandommap --randrepeat=0 --output=seqread.txt

fio --filename=\\.\Physicaldrive1 --direct=1 --rw=write --bs=1m --iodepth=128 --time_based
--runtime=300 --group_reporting --name=job1 --ioengine=windowsaio --thread --numjobs=4
--norandommap --randrepeat=0 --output=seqwrite.txt

fio --filename=\\.\Physicaldrive1 --direct=1 --rw=randread --bs=4k --iodepth=128 --time_based
--runtime=300 --group_reporting --name=job1 --ioengine=windowsaio --thread --numjobs=64
--norandommap --randrepeat=0 --output=randread.txt

fio --filename=\\.\Physicaldrive1 --direct=1 --rw=randwrite --bs=4k --iodepth=128 --time_based
--runtime=300 --group_reporting --name=job1 --ioengine=windowsaio --thread --numjobs=64
--norandommap --randrepeat=0 --output=randwrite.txt

fio --filename=\\.\Physicaldrive1 --direct=1 --rw=randrw --bssplit=4k/20:64k/50:256k/20:2M/10
--iodepth=128 --time_based --runtime=300 --group_reporting --name=job1 --ioengine=windowsaio
--thread --numjobs=64 --norandommap --randrepeat=0 --output=mixed.txt
```

## 結論

經過測試的 QSAN XN5124D 統合儲存設備系統提供大容量、高效能、高度可用和可靠性的企業級資料儲存，完全可以滿足本文開頭所述工作負載對容量和效能的嚴苛需求，例如虛擬化、容器化、監控和備份。

使用 24 個 Toshiba MG 22 TB 企業級 SAS 硬碟，原始容量為 528 TB，淨容量為 264 TB (RAID10) 或最高 484 TB (RAID6)，具體取決於配置。

即使沒有任何固態硬碟快取，接近 3 GB/s 的循序讀取和高達 1.5 GB/s 的循序寫入效能也是相當優異的數值，與 25GbE 網路連接的理論極限值相符。建議使用 RAID6 儲存卷配置，因為其結合了高循序效能和雙同位元檢查保護，並且儲存效率高達 92%。隨機讀取效能約 3000 IOPS，寫入效能峰值可達 8000 IOPS (在 RAID10 配置下)。

滿載下的最大功耗不超過 400W (每 TB 淨容量低於 1W，包括擴充器、控制器、25GbE SFP 和 RJ 網路介面，對於電源效率來說是相當優異的數值！)。

硬碟溫度相當低且溫差極小，要歸功於適當且高效的散熱。這有助維持旋轉磁碟的長久使用壽命和低故障率。這樣的結果是因為有高水準的資料保護和較低的擁有成本，對於公司/企業來說也是至關重要的論據。

## 感謝我們的合作夥伴

我們要感謝我們的合作夥伴 QSAN ([www.qsan.com](http://www.qsan.com)) 提供 XN5124D 測試樣本，同時也感謝他們在設定和效能測試方面的大力協助和合作。本次合作是價值鏈合作的絕佳範例，針對如何設計經實證的儲存解決方案，為 QSAN 和 Toshiba 客戶提供寶貴建議。

# TOSHIBA

---

**Toshiba Electronic Components Taiwan Corporation**

台灣東芝零組件股份有限公司

4F., No.168, Sec.3, Nan-jing E. Rd., Taipei, 104105 Taiwan

104105 台灣台北市中山區南京東路三段 168 號 4 樓

<https://toshiba.semicon-storage.com/tw/storage.html>

Copyright © 2024 Toshiba Electronics Europe GmbH.

All rights reserved. Product specifications, configurations, prices and component / options availability are all subject to change without notice. Product design, specifications and colours are subject to change without notice and may vary from those shown. Errors and omissions excepted.

發布於 2024 年 7 月