

你儂我儂～儲存空間的整合與分配(上)

高雄區農業改良場 鄭文吉

※本文已於2013年4月發表於農業世界雜誌356期70-77頁※

前言

在連載第3期介紹「雲端計算」時曾經提過，我們利用電腦所進行的動作，不論是進行數據資料分析，或者只是打字、聽音樂、看電影、上網路…等等看來似乎跟計算無關的事情，對電腦來說，其實都是在進行不斷的「計算」。因此電腦的計算速度越快，也就代表它的效能越好，可以更快速的處理我們交付的任務。

電腦進行計算時，除了藉由中央處理器(CPU)本身的高速運作來進行數據運算外，還需要記憶體來作為資料暫時儲放的「計算紙」，這樣才能完成整個計算動作。然而，因為記憶體儲存量畢竟有限，不可能無限制存放資料；加上記憶體裡的資料必須靠電力維持，一旦關機後就會消失不見，沒法保存，因此就需要外在的儲存設備來作為資料長期儲存之用，以補充不足之處。因此，中央處理器、記憶體和外部儲存設備就成為電腦運算處理時最需要的三大要素。

把場景從個人電腦轉移到雲端電腦，應該就會比較容易了解。要把很多台電腦集合起來變成雲端電腦，其實最主要的整合對象，就是它們的中央處理器、記憶體和外部儲存設備。前兩項已經在前兩期的內容分別介紹過，本期就繼續來介紹外部儲存設備的整合，希望能讓大家對雲端主機的運作原理能有進一步的了解。

外部儲存設備的演進

前面提到，由於記憶體裡的資料必須靠電力維持，一旦關機後就會消失不見，沒法保存。因此在電腦關機前，不管是寫到一半的文章、輸入到一半的數據資料、畫到一半的圖畫、做到一半的簡報…都需要先儲存起來，不然等你重新開機後，電腦裡面什麼都沒有，不就得重新再做一次？

既然外部儲存設備是為了在電腦關機時把資料儲存起來，以便下次開機可以繼續使用，因此它必須在斷電時仍能繼續保存資料，至於要用什麼東西來儲存資料都可以，反正只要能把資料儲存進去，然後可以再被讀取出來就行了。這些用來儲存資料的東西，一般稱為儲存媒體(Storage Media)。例如過去大型電腦會用磁帶捲成的大磁盤來儲存資料，因此我們若看早期的電影，演到大型電腦中心時，往往會有一堆磁盤在旋轉的畫面出現(如圖1)。至於更早期機械時

代的電腦，則是使用打孔卡片來輸入資料(如圖 2)，這是從卡片上的特定位置是否有打孔，當做二進位的形式來輸入資料，然後再由電腦轉為對應的資料型態。



圖 1. 早期大型電腦中心使用磁盤儲存資料，圖中研究人員正在安裝磁盤

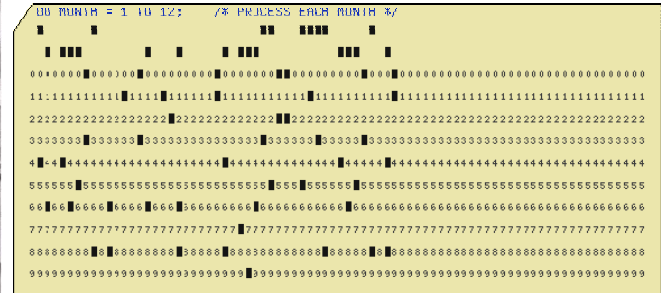


圖 2. 早期電腦使用打孔卡片輸入資料，這張卡片儲存一行程式，上面印有與孔洞對應的文字，以便校對資料是否有打錯。

其實磁帶和打孔卡片並不是早期的大型電腦中心才會出現的古董，一般人可能也都用過。例如小弟所用的第一台電腦~APPLE II，就是用錄音帶來儲存資料；而在近幾年大容量硬碟儲存櫃出現前，磁帶仍是一般電腦機房普遍用來進行伺服器資料備份的媒體。至於打孔卡片，大家在參加聯考(現在叫學測、基測、統測)時應該也都用過，只是我們考試時不需要拿刀子在卡片上挖洞，只要用 2B 鉛筆把卡片上的答案畫黑就行了，原理其實都是一樣的。因此考試前老師都會再三交代學生，一定要用 2B 鉛筆才夠黑，而且一定要把格子塗滿，以免機器誤判以為那裏沒有洞，結果就變成其他答案了。

隨著時代進步，各種資料儲存媒體不斷出現(如圖 3)，從軟碟、硬碟、光碟演進到記憶卡、隨身碟，不但資料儲存的材質不同(磁帶、磁片、金屬片、塑膠片、IC 晶片)，儲存原理也完全不一樣(磁性、光學、電子)；而即使是同樣的儲存媒體，容量也隨著時代進步而越來越大、傳輸速度也越來越快。例如現在一個指尖大小的 TF 記憶卡，容量可能就有 32GB 以上，如果用打孔卡片來儲存，以一張打滿 80 個字計算，就得用上 4 億張卡片才能裝完。



圖 3. 各式各樣的電腦儲存媒體，你用過幾種？

上排：磁帶、3.5 吋磁片、CD 光碟片、DVD 光碟片

下排：3.5 吋硬碟、2.5 吋硬碟、隨身碟、SD 記憶卡、TF 記憶卡

雖然現在有各式各樣的儲存媒體可以使用，但使用者操作時並沒有什麼差異。例如圖 4 是我的電腦檔案總管所列出的儲存媒體列表，可以看到一大串磁碟機，包括硬碟(C、D、F)、光碟(E)、虛擬磁碟(G)、隨身碟(H)、記憶卡(I、J)、網路磁碟(L~Z)和雲端磁碟(Dropbox、SkyDrive、Google 雲端硬碟)等。雖然我同時使用這麼多種不同的媒體，但在檔案總管上面看到的只是不同的磁碟代號而已，每台磁碟機上面同樣都能看到容量和可用空間，不管是讀取、存入、複製、刪除，都可以直接在檔案總管上面操作；如果是要讓程式讀寫檔案，只要指定磁碟代號、資料夾和檔名就行了。至於不同材質和運作原理的儲存媒體實際的存取動作該怎麼進行，這些就由電腦自己搞定，使用者根本不需要去管。這樣的特性，是不是跟前面所介紹的「雲端」很像？

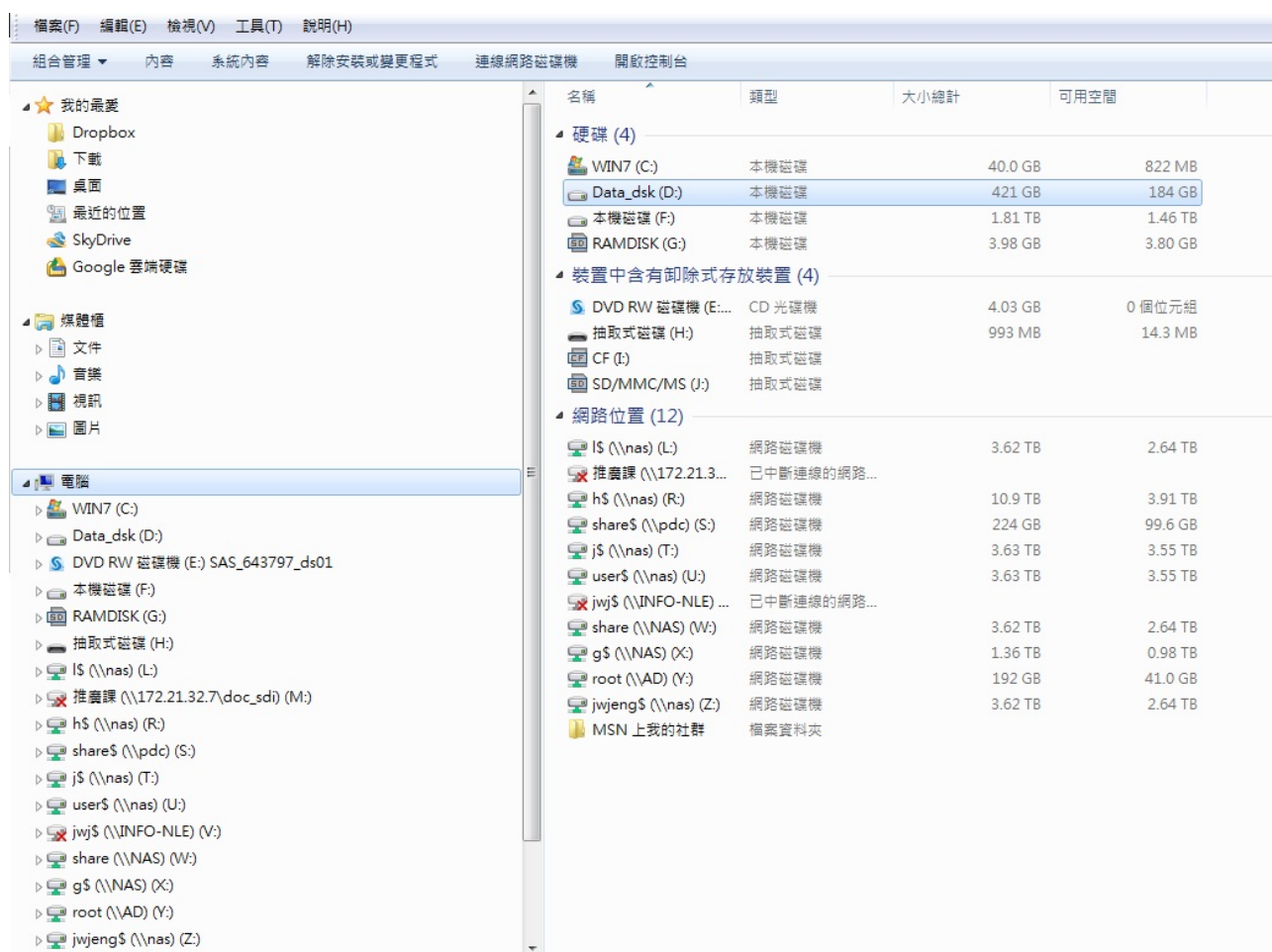


圖 4. 不管哪種儲存媒體，從檔案總管看起來都只是不同的磁碟代號而已，操作也都一樣

由於各種儲存媒體都有其特性，有些適合攜帶，例如隨身碟與記憶卡，但相對成本較高；有些成本便宜，例如光碟片，但缺點是只能儲存一次；有些容量大，例如硬碟，但攜帶不便。整體來說，若同時考慮容量、成本和存取速度，則以硬碟最理想，因為現在的單一硬碟容量已可達 TB 等級(1TB=1024GB)，是單一媒體容量最大的，而且存取速度也不差(只輸給記憶卡隨身碟)，價錢也不貴(以同樣容量來計算)。更重要的是，硬碟還可以加以分割或整合，把一顆硬碟當很多顆用，或者把很多顆硬碟整合成一顆大容量的硬碟。正因為硬碟有這麼多

優點，就成了儲存媒體整合時的最佳選擇。因此，後面的內容就只針對硬碟來做討論。

硬碟的分割

雖然隨著科技進步，各種儲存媒體的容量不斷提高，但相對來說，硬碟仍是各種儲存媒體中單一元件儲存容量最高的。因此在硬碟普遍化不久，便開始提供分割的功能。也就是把一顆實體硬碟機裡的磁區加以分配，劃分成很多台「邏輯磁碟機」(如圖 5)，每個邏輯磁碟機都有不同的磁碟代號，這樣在檔案總管裡看起來，就好像裝了很多顆硬碟，使用前也需要分別進行格式化(Format)的動作，操作方式也跟有好幾台硬碟一樣。甚至很多人還以為他的電腦買來就有兩顆硬碟，其實是電腦公司事先就做好分割動作了，而不是廠商多送你一顆硬碟。

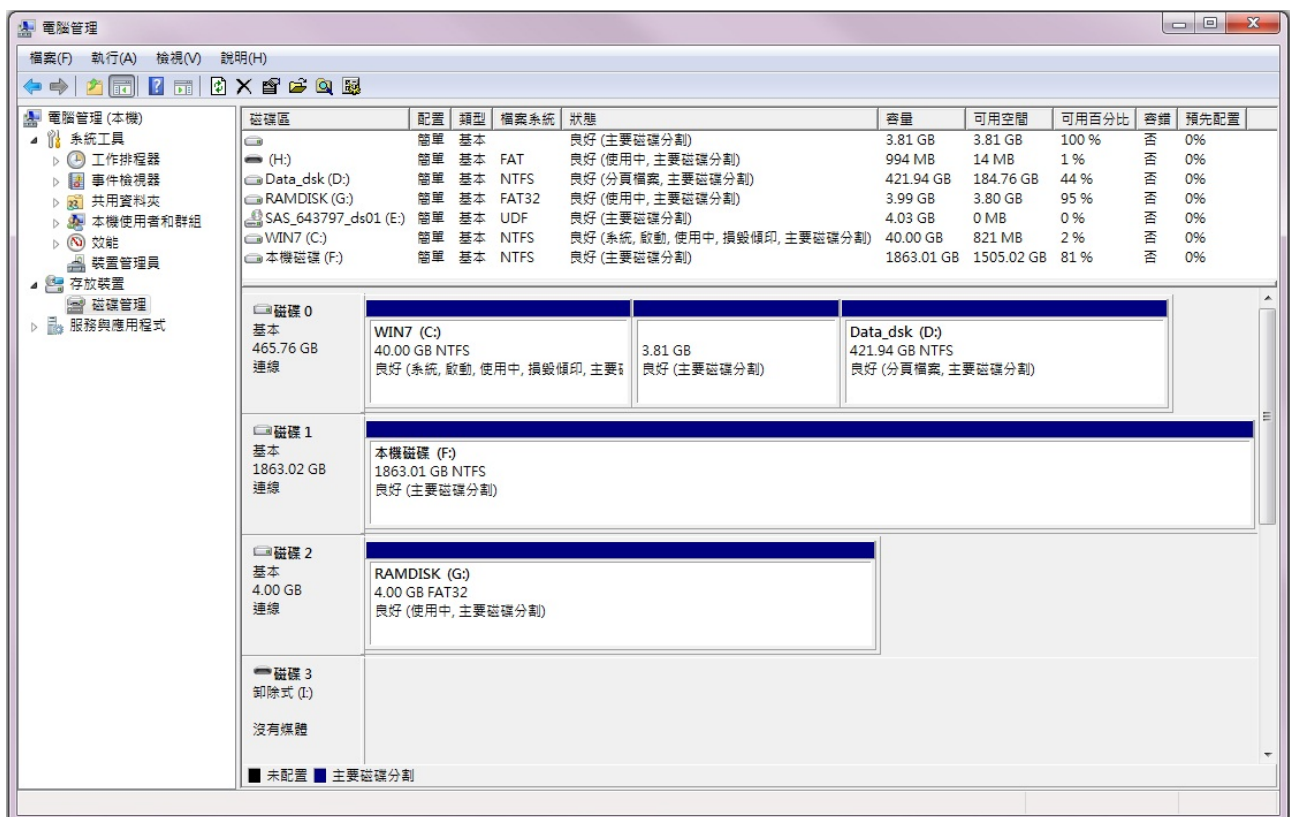


圖 5. 我的電腦的「磁碟管理」畫面，從清單裡面可以看到，我的 C 磁碟和 D 磁碟其實是從同一顆硬碟分割出來的，F 磁碟則是完整未經分割。

將硬碟進行分割的好處是方便管理，例如我們可以把硬碟分割成系統磁碟(C 磁碟)和資料磁碟(D 磁碟)，然後把 Windows 作業系統和各種程式軟體安裝在 C 磁碟，而把各種資料、文件等檔案放在 D 磁碟。這樣萬一電腦出問題(例如中毒了)而必須重灌作業系統時，就只要把 C 磁碟格式化重新安裝作業系統和軟體就行了，因為資料檔案都放在 D 磁碟，所以不會受影響，也不需要先花很多時間把資料檔案備份出來，以免重新安裝時全部消失不見。

由於系統磁碟只是作為作業系統和程式安裝之用，所以容量不需要太大，以 500GB 硬碟來說，大概切 100GB 當做系統磁碟就很夠用了(由圖 5 可看出，

我只留 40GB 當作系統磁碟而已)，其他的就通通留給資料磁碟使用，而這也是一般最常見的作法。當然，如果你高興，也可以把硬碟分割成非常多的小硬碟來用，例如把 500GB 硬碟分割成 10 顆 50GB 的邏輯磁碟，這樣就可以看到 C、D、E...K、L 一整排 10 顆硬碟～只是這樣除了看起來比較炫一點之外，其實並沒有太大意義，反而造成檔案管理上的困擾。

雖然將硬碟進行分割可以當成好幾顆硬碟來用，但因為實際上這些邏輯磁碟機還是放在同一顆實體硬碟裡面，萬一硬碟本身故障壞掉了，所有分割出來的邏輯磁碟就會通通消失不見。因此，如果要做檔案備份，必須注意不要放在同一顆實體硬碟所分割的另一個邏輯磁碟。例如把上面所說的 C 磁碟裡的資料複製到 D 磁碟當作備份，這樣頂多只能讓你在不小心刪錯檔案時，可以從 D 磁碟的備份找回來；如果硬碟本身故障，兩邊的資料還是會通通消失，無法達到備份的效果。同樣的，如果要更換硬碟，就要把所有邏輯磁碟裡的資料通通複製到新硬碟，才能把舊硬碟拆掉。如果只複製 C 磁碟裡的資料，當你把舊硬碟拆下扔掉後，才發現 D 磁碟裡的資料怎麼不見了，那就欲哭無淚了。

硬碟的整合～磁碟陣列

由於資料檔案越來越多，每個人都希望硬碟空間越大越好，尤其是公司企業伺服器，更需要超大容量的硬碟來存放資料。然而單一硬碟容量畢竟有限，就算買很多顆硬碟來裝，但資料分散到不同硬碟存放，不但不好管理，找資料時也很不方便～到底放在哪顆硬碟啊？為解決這樣的需求，就產生所謂的磁碟陣列(RAID, Redundant Array of Inexpensive Disks)技術。

磁碟陣列技術的原理跟磁碟分割正好相反，是把很多顆硬碟的儲存空間加以整合，變成一顆容量超大的邏輯磁碟。由於整合的原理和應用目的不同，又分為以下幾種：

● RAID 0(延展)

這是最單純的磁碟陣列，是將很多顆硬碟的儲存空間結合起來成為一個大磁碟，容量就是所有硬碟的總和，而資料則分散在所有硬碟裡面(如圖 6)。使用時可以同時從所有硬碟一起讀取資料，因此可以提昇讀取速度。不過缺點是，由於 RAID 0 並沒有容錯功能，因此只要其中一個硬碟故障損壞，整個大磁碟所有的資料都會遺失。

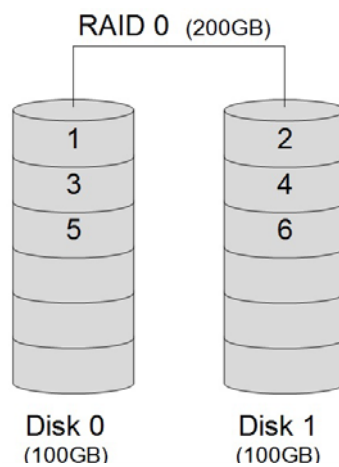


圖 6. RAID 0：容量為所有硬碟總和，任一硬碟故障即全毀

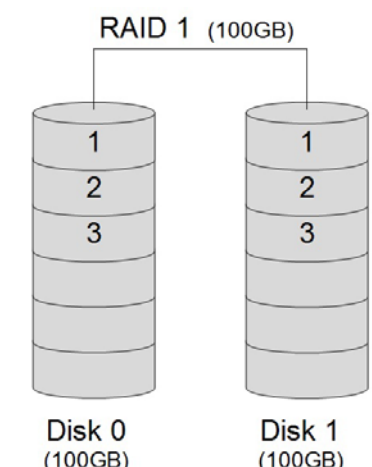


圖 7. RAID 1：容量為所有硬碟一半，任一硬碟故障仍可維持運作

● RAID 1(鏡像)

這是將資料同時存放在兩個硬碟對應的磁區，因此兩邊會存有同樣的資料，這樣不但讀取速度可以加快，如果其中一個硬碟故障損壞，也可以從另一顆硬碟取回資料，對資料的保存更有保障(如圖 7)。不過缺點是，整合後的容量只有原來硬碟總容量的一半，而且如果兩顆硬碟容量大小不同，整合後的容量是以較小的那一顆為準，因為多出來的部分就沒法進行鏡像複製了。

● RAID 1+0(鏡像+延展)

這是結合 RAID 0 和 RAID 1 的特性，作法是將硬碟分為兩組，先分別以 RAID 1 兩兩進行鏡像，然後再進行 RAID 0 組合成延伸磁碟(如圖 8)。這樣雖然總容量只剩下原來的一半，但硬碟之間具有相互備援的效果，如果有硬碟發生故障，也不會影響其他硬碟的運作，除非發生鏡像的兩顆硬碟同時故障的狀況，才會造成整個陣列無法使用。

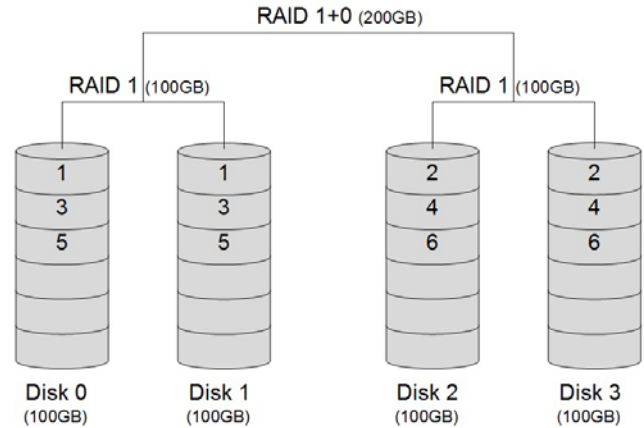


圖 8. RAID 1+0：先建立鏡像磁碟再加以延伸，容量為所有硬碟一半，任一硬碟故障仍可維持運作

● RAID 5 (容錯)

這是利用犧牲一顆硬碟空間來換取容錯安全的技術，以達到同時擴大磁碟空間又能兼具安全性的效果。作法是利用一顆硬碟來儲存容錯資料，資料則分散放在剩餘的磁碟中，而所謂容錯資料則是將這些分散在不同硬碟的資料經過運算而得到的。這樣一來，假設全部有 n 顆硬碟，整合後的磁碟空間就有 $n-1$ 顆硬碟的容量，比 RAID 1 或 RAID 1+0 只能剩下一半容量高出不少(如圖 9)。當然，如果你用的硬碟容量大小不一樣，則陣列磁碟的總容量是以容量最小的那顆硬碟為準來乘以 $n-1$ 顆硬碟做計算，這個狀況跟 RAID 1 是一樣的。

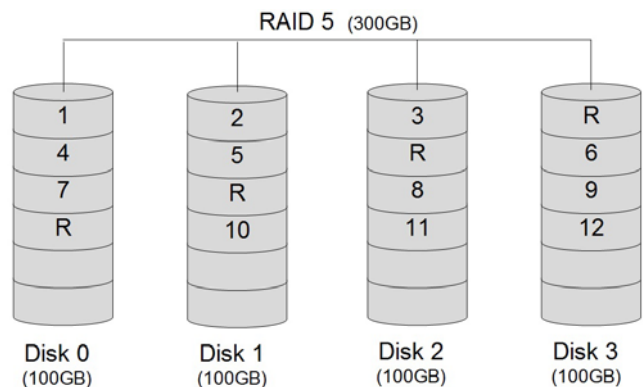


圖 9. RAID 5：將容錯資料 R 分散在所有硬碟中，容量為所有硬碟減一顆，任一硬碟故障仍可維持運作

設置容錯資料的目的是，當硬碟發生故障時，所缺少的部份就可以從剩下的硬碟和容錯磁碟裡的資料進行運算後得到，因此對資料存取不會有影響(速度可能會稍微慢一點)，不管故障的是哪一顆硬碟都沒關係。等新的硬碟買來裝上去後，就可以進行硬碟重建(Rebuild)，把所缺少的資料重新計算後儲存回去，一切就恢復原狀。

不過，由於購買新硬碟回來更換需要時間，萬一這時又有別的硬碟故障，那就真的沒救了。因此，一般磁碟陣列都會另外準備一顆硬碟備用，稱為熱備

援(Hot Spare)。一旦陣列系統發現有硬碟故障，就會立刻把它設定為離線，同時自動把熱備援硬碟切換上線並進行硬碟重建，以免在故障硬碟更換前又有另一顆硬碟故障。這樣一來，管理人員就不用在三更半夜急著要馬上購買硬碟更換，等新硬碟買來後，再把故障的硬碟換掉，而新硬碟則當做熱備援硬碟放著備用就行了。

對大型企業或政府機關來說，由於需要更大的磁碟空間來儲存資料，因此他們的磁碟陣列系統往往包含非常多的實體硬碟，這時發生兩顆硬碟同時故障的機率就會提高，因此採用 RAID 5 加上熱備援硬碟可能還不足以應付需要。因此又將 RAID 5 改良成為 RAID 6，即使在兩顆硬碟同時故障的狀況下而仍能繼續運作，以提高資料安全性。由於 RAID 6 必須利用兩顆硬碟的空間來存放容錯資料，因此成本也相對提高。當然對大企業來說，跟資料損毀的損失相比，這點投資是絕對值得的。

雖然還有其他不同的磁碟陣列技術，但目前最常見的仍以 RAID 0、1、1+0 和 5 為主，所以剩下的就不介紹了。不過不管哪一種 RAID 技術，由於整合後的硬碟空間變得相當複雜，必須正確管理哪個資料放在哪顆硬碟的哪個磁區，因此通常不會像磁碟分割那樣交由作業系統本身處理，以免拖慢處理速度，而是另外使用內接式磁碟陣列卡來加以控管，或者使用更高階的磁碟陣列櫃，以達到更好的效能。

舉例來說，小弟在民國 92 年時就曾利用磁碟陣列卡和外接硬碟盒，組成一個陽春型的磁碟陣列系統，以作為重要主機及使用者資料備份之用。這個陣列由裝在兩個硬碟盒裡面的 8 顆 160GB 硬碟組成，其中保留一顆硬碟當做熱備援之用，剩下 7 顆硬碟採用 RAID 5 技術整合，因此總容量為 $160 \times 6 = 960\text{GB}$ 。另外，還設置一個電源供應器專供這 8 顆硬碟使用，以避免主機電力不足(如圖 10)。



圖 10. 高雄場第一個磁碟陣列系統，由 8 顆 160GB IDE 硬碟組成，採用 RAID 5 技術，總容量 960GB

現在如果想要建立磁碟陣列系統，已經不用像我當年那麼麻煩，只要直接購買現成的硬碟櫃來用就行了。這些硬碟櫃本身就有自己的電源和作業系統，因此不用連接電腦就可以獨立運作，並且提供網路或 SCSI 排線等方式和其他電腦連線，這樣使用者就可以透過網路芳鄰或 FTP 等方式存取硬碟上的資料。由於現在的硬碟容量大幅提昇，只要配置四顆 1TB 的硬碟，然後設成 RAID 5，就

可以產生一個容量達 3TB 的超大磁碟空間。上面還可以設置許多資料夾和帳號，讓很多人可以把重要資料檔案放在上面當做備份，以免自己的電腦硬碟故障導致重要資料遺失；加上硬碟櫃本身具有網路傳輸功能，即使在下班後也可以隨時上去取得檔案，不致因為臨時忘記將檔案存到隨身碟而無法作事。對一般農會、農民團體或一般上班族來說，這是十分值得投資的東西。

結語

由於版面限制，本期先介紹實體硬碟整合的原理，說明如何透過磁碟陣列技術，把許多硬碟的儲存空間整合在一起，然後再依需要加以分割，變成不同大小的邏輯磁碟。這個過程，就像國語老歌「你儂我儂」的歌詞所描述的那樣，先把所有硬碟的容量「一起打破」，然後將所有儲存空間「加以調和」，最後「再捨一個你，再塑一個我」，這樣重新產生的邏輯磁碟裡面的儲存空間可能來自不同的實體硬碟，因此就是「我泥中有你，你泥中有我」。

由於整合後的陣列磁碟不但容量大增，又能兼具安全性，即使硬碟故障，裡面的資料也不會損毀遺失。如果再配合網路傳輸功能，就能將這些儲存空間分享給更多人使用，達到雲端化的效果。因此，下期將繼續介紹網路磁碟分享的原理，並進一步介紹雲端主機上的磁碟整合方式，敬請期待。