

第一章 緒論

第一節 研究動機

行政院主計總處（以下稱本總處）為提升新版政府歲計會計資訊管理系統(GBA 2.0)、營業基金歲計會計資訊管理系統(PBA)、非營業特種基金歲計會計資訊管理系統(NBA)、政事型特種基金會計事務系統(NBA-A)及縣市與直轄市版預算會計系統（以下統稱歲計會計資訊系統）之系統資源綜效，已逐步推動集中化維運及服務；然系統集中化面臨較高服務容量需求，系統效能將對歲計會計業務造成廣泛影響。

目前試辦機關逐步增加，試辦範圍亦逐步擴增，系統負荷及服務容量隨之上升，為確保歲計會計資訊系統運作效能及服務品質，本總處需致力提升集中維運平台之高可用性及效能延展性，提供使用者即時而不中斷的服務。

另，鑑於上述歲計會計資訊系統集中於本總處廣博機房，所需伺服器及儲存設備等基礎設施不斷增加，無形中管理成本也不斷上升，導致維運人力需求提升。因之，本總處需導入伺服器及儲存設備等之整合方案，以彈性分配相關運算及儲存資源，並有效縮減管理成本，提供歲計會計資訊系統整合營運環境。

且集中維運後，使用者需求自機關內網、防火牆等網路設備、政府網際服務網(GSN)、本總處防火牆等網路設備、集中維運應用伺服器及資料庫伺服器後，始獲得服務。其間架構複雜，且各機關網路頻寬、架構不一，而應用伺服器、資料庫伺服器等節點亦可能為效能瓶頸，致維運人員不易釐清效能瓶頸，影響使用者滿意度，因此本總處需導入相關措施，提升效能問題排除效率，以保障使用者滿意度。

由於集中維運平台肩負全國中央及地方政府各機關主計歲計會計資料之保存，因之規模龐大，備份責任深具挑戰性。依目前備份架構及儲存空間時有備份時間過長或備份失敗問題，導致時需於白天重新備份，而影響歲計會計資訊系

統維運平台服務水準，因此亟需提升備份系統效能及穩定性，以保障歲計會計資訊系統營運持續性。

且集中維運平台硬體設備穩定性實與機房整體環境運作密不可分，其中空調設備之效率及穩定性，更攸關整間機房散熱情況及能源消耗，進而影響維運平台穩定性及電費支出。

第二節 研究目的

本研究採用本總處歲計會計資訊系統維運平台相關改善作業過程進行實證研究，冀以印證下列目標：

1. 提升可用性與效能延展性，以保障歲計會計資訊系統服務水準。
2. 整合伺服器及儲存架構，節省管理成本，並發揮資源集中整合及彈性分配等效益。
3. 提升效能問題排除效率，以快速恢復歲計會計資訊系統服務水準。
4. 提升備份系統效能及穩定性，以保障歲計會計資訊系統營運持續性。
5. 改善機房空調效能以維護平台穩定性，並提升用電效率，節省電費支出。

第三節 研究範圍

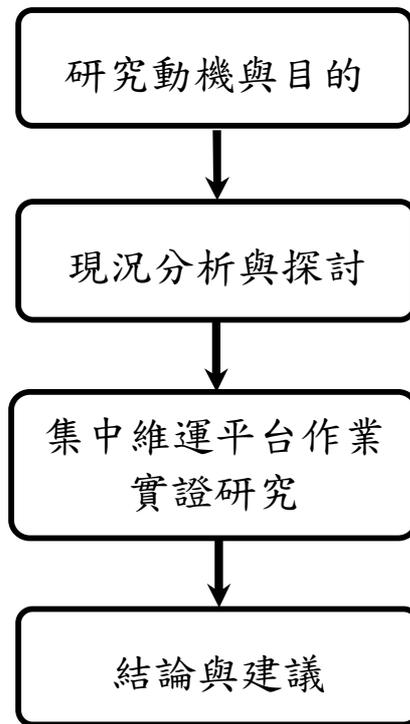
本總處歲計會計資訊系統包括政府歲計會計資訊管理系統（GBA）、營業基金歲計會計資訊管理系統（PBA）、非營業特種基金歲計會計資訊管理系統（NBA）、政事型特種基金會計事務系統（NBA-A）及縣市及直轄市版預算會計系統（以下統稱歲計會計資訊系統）。為保障歲計會計資訊系統之服務品質，故本研究以上述系統之集中維運平台需求及挑戰進行實證研究，包括平台可用性、效能延展性、伺服器架構、儲存架構、效能問題排除、備份架構及機房用電等面向，探討集中維運平台相關改善作業之成果與效益。

第四節 研究流程

在研究流程方面，本研究先確認研究目標與範圍，接著搜集相關資料，經歸納整理後建構出本研究之研究架構。然後針對本研究之範圍進行需求分析與實證研究，最後做出結論與建議。詳細研究流程如圖 1-1 所示。

1. 確立研究動機與目的
由主計總處歲計會計資訊系統之概述、架構、維運需求及挑戰確立本研究動機、目的及研究範圍。
2. 現況分析與探討
針對歲計會計資訊系統維運需求進行分析，據以釐清系統平台改為集中維運後所遇之需求與挑戰。
3. 集中維運平台作業實證研究
以現況分析與探討之結果搭配主計總處集中維運平台相關改善作業進行實證研究，以增進維運服務品質，並整合節電政策需求。
4. 結論與建議
依據本研究實證過程之發現與分析，提出結論與相關建議。

圖 1-1 研究流程圖



第二章 歲計會計資訊系統維運環境概況

第一節 歲計會計資訊系統概述

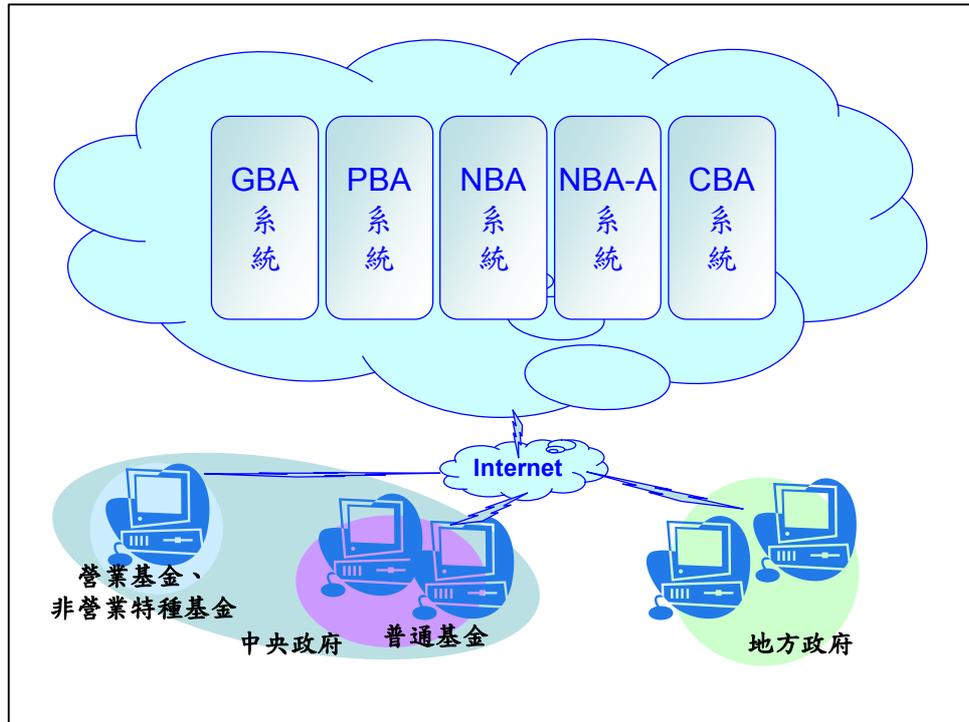
本總處為強化政府歲計會計資訊管理，依據歲計會計相關法規，陸續開發共通性資訊系統供各機關（構）使用，包括：政府歲計會計資訊管理系統(GBA 2.0)、營業基金歲計會計資訊管理系統(PBA)、非營業特種基金歲計會計資訊管理系統(NBA)、政事型特種基金會計事務系統(NBA-A)、直轄市及縣市公務預算會計暨財政資訊系統(CBA 2.0)，實施範圍包括中央政府 629 個公務機關、29 個營業基金、205 個非營業特種基金、49 個政事型特種基金及 22 個地方政府。

第二節 歲計會計資訊系統架構

過去各系統分別建置於各機關內，所需軟硬體設備由各機關依系統需求分別安裝使用。主計同仁除需準備設備空間、採購相關軟硬體，尚需連繫各機關資訊單位協助安裝及更新系統。各系統諮詢管道亦個別獨立，同仁需分別通報獲取諮詢。

為提升歲計會計資訊系統整體效能，本處參據資通訊科技發展趨勢，進行整體策略規劃，將各系統設備集中於本處，建置整體運作環境，強化資訊安全，以期各機關透過網際網路(Internet)連線，即可取得歲計會計資訊系統服務（如圖 2-1），並將各系統諮詢管道集中於單一服務窗口，建置整體維運服務機制，提供制度化、高品質之資訊服務。

圖 2-1 歲計會計資訊系統整體運作環境



第三節 歲計會計資訊系統維運現況分析

1. 機房用電分析

現有機房是利用高架地板出風方式冷卻所有設備，而機櫃區採取兩排並列擺設。如圖 2-2 中紫色區塊為 4 台空調機、藍色區塊為機櫃區。

圖 2-2 現有電腦機房空調位置圖

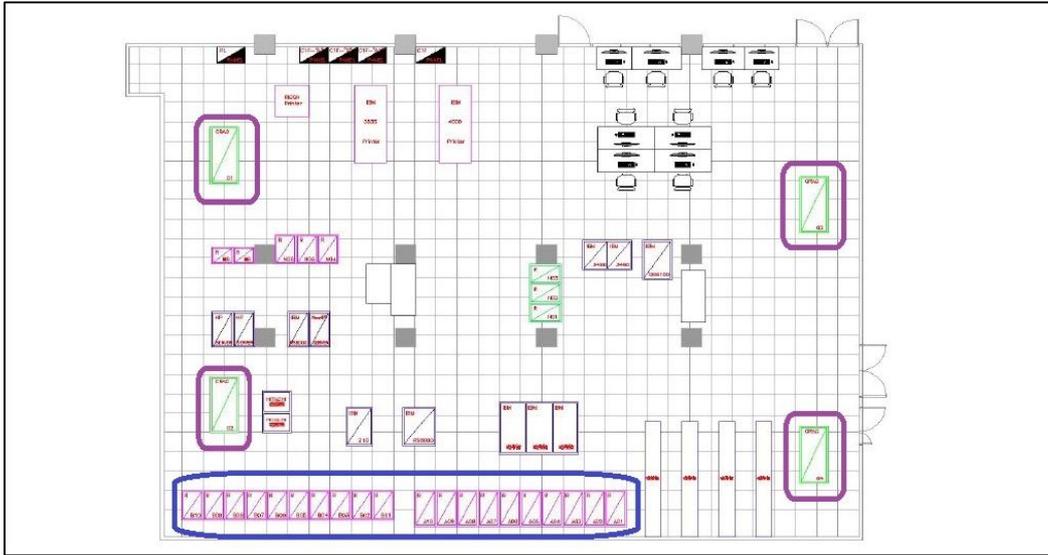
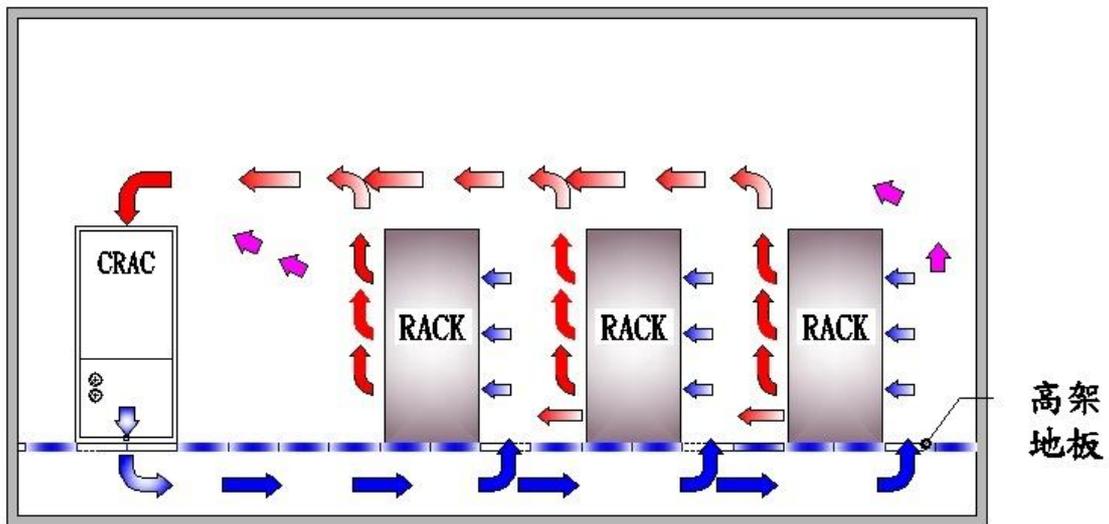


圖 2-3 空調機高架地板下出風示意圖



雖然機房內溫濕度都尚符合設定之標準值範圍內，但經每個月的機房用電分析，發現機房用電不但未減少，而且還有增加的趨勢，因此必須採取機房節能計畫，來改善機房的用電量。

從相關資料得知，良好氣流管理乃是機房節能的基本，因此朝此方向去分析目前機房現況，發現現有高架地板出風方式，冷氣流無法有效率地冷卻設備，導致需開 2 台空調機長時間運轉來冷卻機櫃，探究其原因在於高架地板下出風通道受到大樓樑柱阻檔，造成機房冷卻效果不佳。而機櫃區無冷熱通道之設計，造成電腦機房及機櫃本身會有較多莫名熱點產生，導致有嚴重冷熱氣流混風的現象，造成機房溫度場混亂，引發空調箱控制失序，頻繁切換，而導致空調系統耗能嚴重，造成空調機之冷卻效果不佳。因此針對上述問題做改善，方可減少機房的用電量。

2. 伺服器架構分析

傳統實體伺服器配備有一顆或多顆實體的處理器 (Physical CPU)，卻只裝載單一作業系統，然而作業系統並非時常需要 CPU 的運算能力，在不需要的情況下，往往造成 CPU 處於閒置狀態，處理器的使用效率低落，大多數的伺服器都只使用到部分效能。參採本機關系統伺服器虛擬化前的效能量測資料最大值平均數 (如表 2-1 所示)，CPU 及 Memory 效能使用率普遍不高。

表 2-1 虛擬化前處理器及記憶體使用率

使用資源 Server	CPU(%)	Memory (% Committed Bytes In Use)
Server A	16.83	15.55
Server B	45.52	24.61
Server C	38.16	11.04
Server D	30.25	44.18

綜觀實體機面臨的問題，彙總如表 2-2。

表 2-2 實體機限制

實體機限制	說明
管理不易	實體機常見規格不一、佔用空間及線路紊亂等問題，零散的設備採分散式管理維護，且缺乏整體效能監控，在人力成本上無不是沉重的負擔。
資源配置僵化	實體設備資源配置固定，無法分享及彈性調整使用，當單機資源不足時擴充不易，又無法直接挪用他台設備閒餘資源支應，造成資源使用上的浪費。
系統可用性低落	當實體機發生故障或系統毀損時，若無妥當的備援機制因應，單憑備份還原機制，往往造成服務中斷時間過長而衝擊系統營運可用性。

3. 儲存架構分析

傳統儲存空間為分散單機配置，從最早單顆硬碟演進為多顆硬碟組合為磁碟陣列 (RAID) 模式，最簡單的 RAID 0 組態能增進寫入與讀取速度，RAID 1 組態則使用 Mirror 鏡射去強化容錯能力，延續到 RAID 5 組態已經同時具備了讀取效能及容錯能力。

雖然實體機儲存設備在效能及容錯能力上均有所提升，但仍受限於單機存取，儲存資源無法共享互用，缺乏靈活彈性的配置機制，且每輒考量日後所需而預估配置了很大的空間，使用率卻普遍偏低，造成無形浪費，並於日後空間不足時又有擴充不易之問題。參採本機關系統伺服器虛擬化前的效能量測資料最大值平均數 (如表 2-3 所示)，Logical Disk 使用率不均情形。

表 2-3 虛擬化前磁碟使用率

使用資源 Server	Logical Disk (% Free Space)
Server A	30.56
Server B	48.05
Server C	21.30
Server D	24.49

綜整分散式單機儲存空間所面臨問題，歸納如下：

表 2-4 分散式單機儲存空間限制

分散式單機儲存空間限制	說明
儲存資源分散且架構僵化	儲存資源調度困難，隨資料量與日俱增，空間調整或擴充作業須在停機狀態下進行，對系統有效性及使用率均有不佳。
缺乏便捷的持續營運機制	實體伺服器在系統發生故障時，既往的備份還原技術費時，系統備援因架構分散不易整合佈署，導致作業繁複而耗費人力成本。

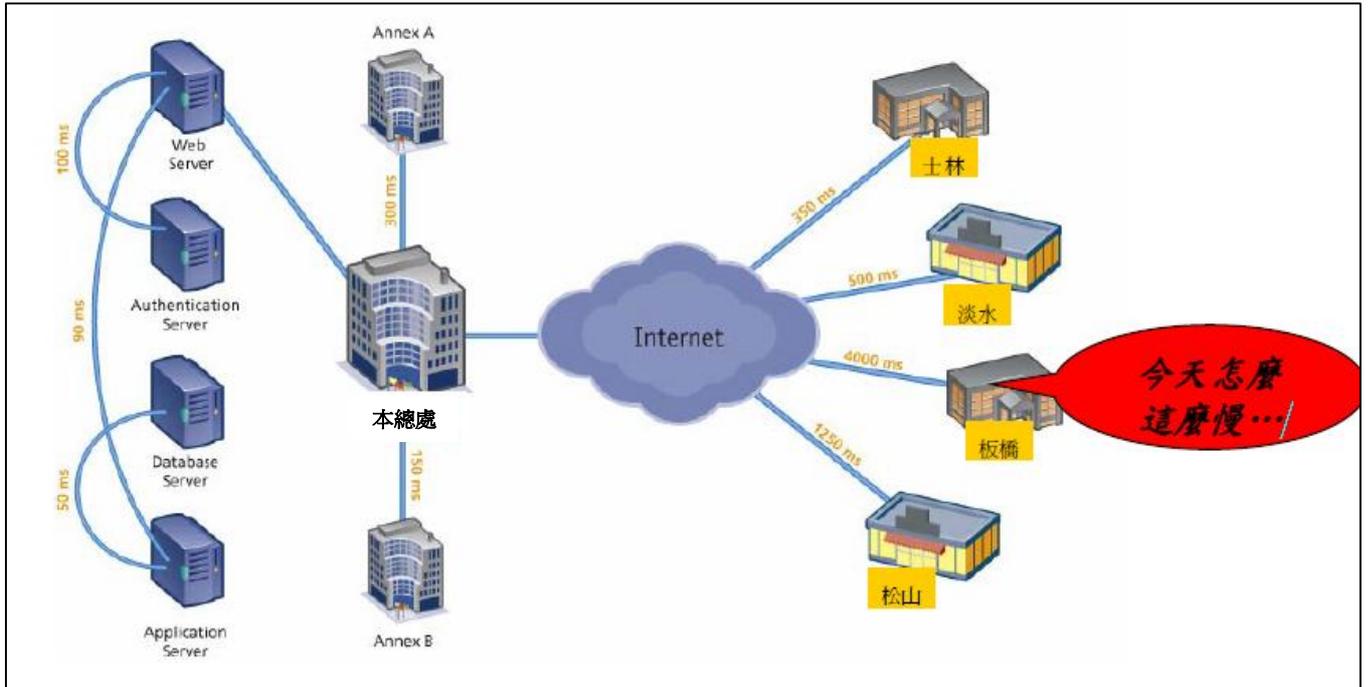
4.效能問題分析

歲計會計資訊系統集中維運後，由於服務全國公務機關的使用者，使用者自機關內部網路，穿過各機關防火牆、入侵偵測系統等網路設備，經政府網際服務網（GSN），再經過本總處入侵偵測系統、防火牆等網路設備後，始到達集中維運伺服器，提供相關服務。其間網路架構複雜，且各機關網路頻寬、網路架構不一，導致效能問題異常複雜，不易釐清。

加之歲計會計系統多採用三層式架構，後端尚包含應用伺服器、資料庫伺服器，甚至包括報表伺服器等節點，各節點皆可能為效能瓶頸，以致於當使用者反應系統回應時間過長時，維運人員不易釐清效能瓶頸，以快速恢復系統服務水準。

如圖 2-4 所示，各地機關頻寬不一，若板橋因該機關網路品質不佳導致系統反應時間過慢，則不易判斷是否因本總處網路設備、應用伺服器或資料庫伺服器過於忙碌所導致。而效能問題排除所需時間，嚴重影響系統服務品質，因之，亟需更具效率之效能問題快速排除機制，以維持集中維運平台服務水準。

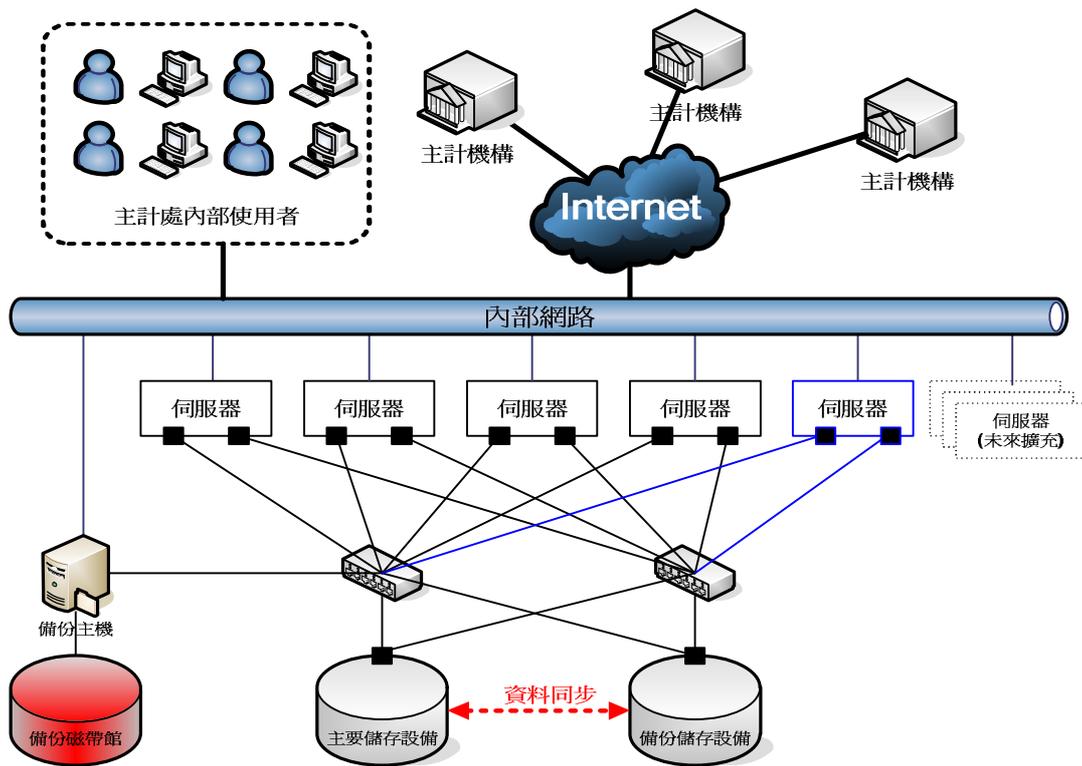
圖 2-4 效能問題不易排除



5. 備份架構分析

現有備份架構是由備份主機排定備份工作，將各虛擬機器之 VMDK 備份至儲存設備，如圖 2-5。原備份策略是每單數週做完整備份(full)到磁帶館，每日增量備份(Incremental)到備份儲存 SAN Storage；每雙數週做異地備份(copy)到磁帶館。

圖 2-5 備份架構圖



但按照備份策略排定的備份工作常有備份時間過長或是備份失敗問題，所以又須將備份失敗的工作重新執行一次，這樣導致在白天上班時間，歲計會計資訊系統維運平台在運作而同時也要做一些備份工作，造成系統忙碌且 SAN 有大量資料在傳輸，因此讓使用者認為系統服務品質不佳。

針對上述問題，探究其原因，主要為備份媒體空間不足導致備份失敗，因增量備份所存放的 SAN Storage 主要功能是跟主要儲存設備做資料同步來達成本地端備援功能，所以無法分配較多空間給予備份專用。

而備份資料與資料同步作業都利用同一顆 SAN Storage，導致此 SAN Storage 通道有有大量資料傳輸，造成備份時間過長。

為改善上述問題，需將備份架構獨立出來，讓它不會跟現有維運平台作業爭環境資源，讓備份使用自己備份架構的資源，這樣既可改善備份問題，也不會影響現有系統作業品質。

6. 可用性 (Availability) 分析

因應歲計會計資訊系統集中維運之規劃，原本分散於各中央機關、直轄市及縣市政府之歲計會計資訊系統，未來將集中於本總處廣博機房維運。而原本因基礎設施問題而引發的障礙，其影響幅度，便由單一機關、直轄市或縣市政府，擴張到全國範圍。若以往單一機關發生網路設備障礙，則僅影響該機關作業，然若本總處廣博機房發生網路設備障礙，便導致所有進駐之系統服務中斷，影響所有進駐之直轄市、縣市政府及中央機關。因之，對於服務可用度的要求勢必更高，以減少整體衝擊。

依據本總處集中維運之服務等級規劃，系統服務時間為 7×24 小時／週，設備中斷次數為 ≤ 3 次／年。亦即，規劃為全年無休的服務，且依本總處 ISMS 資訊安全管理制度可用性目標水準 99.7% 之規劃，每年中斷時間合計應不大於 26.28 小時。

其中可用性定義為：

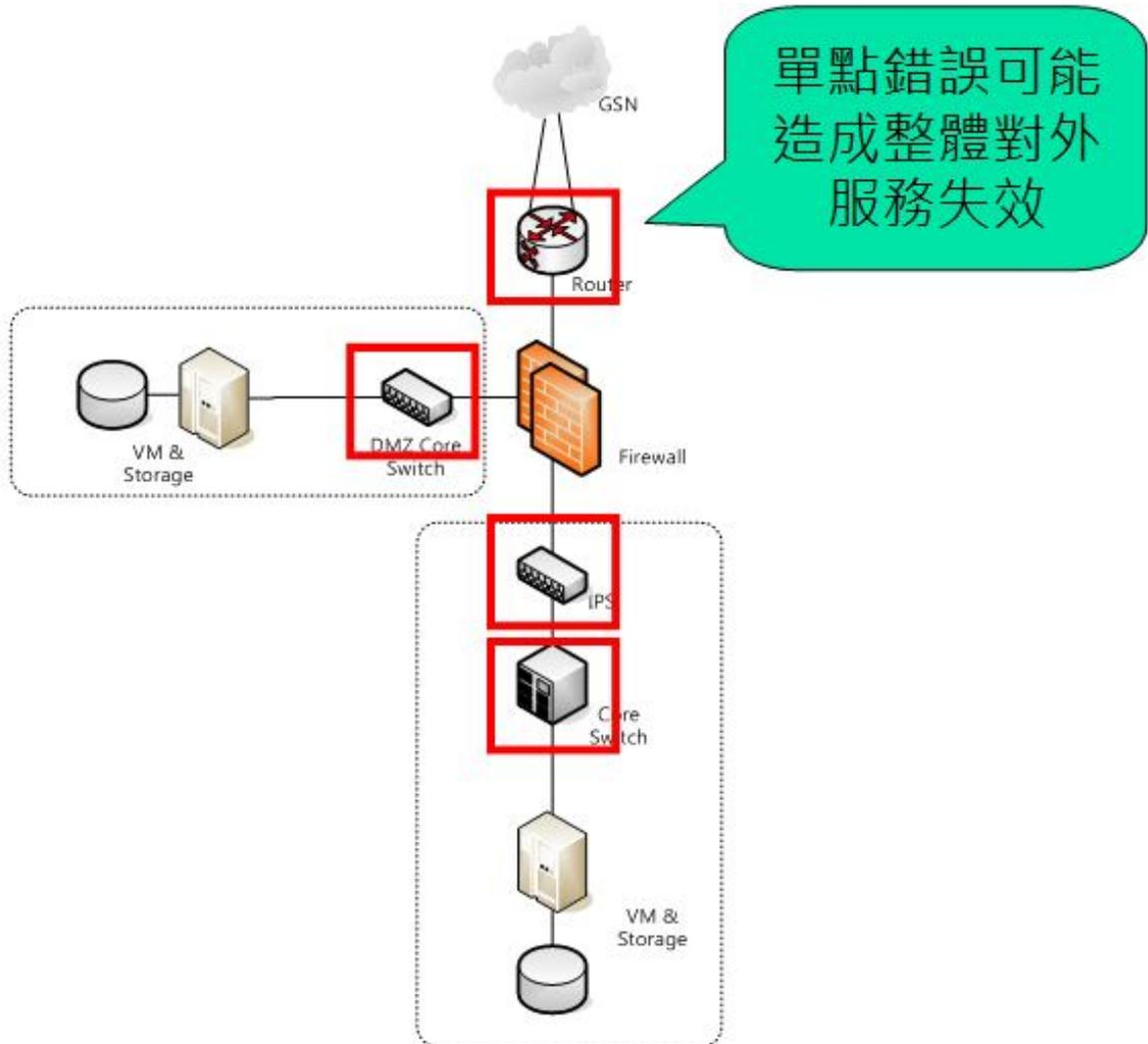
$$\frac{(\text{總服務時間} - \text{計畫性系統維護時間} - \text{總服務中斷時間})}{(\text{總服務時間} - \text{計畫性系統維護時間})} \times 100\%$$

表 2-5 可用性組成元素時間定義

計畫性系統維護時間	依服務統計期間，採事先公告各機關進行例行性維護時間總和。
總服務時間	依服務統計期間，該服務提供之時間總和。
總服務中斷時間	依服務統計期間，該服務本身發生中斷之時間總和(不考量服務之間的相依性)。

目前本總處網路架構如圖 2-6，其中可能發生單點錯誤者包括路由器 (Router) 及連網對外伺服器群組 (Server Farms) 之相關網路交換器 (Switch)，若前揭設備故障，便將導致本總處對外網路中斷。因之，在提升本總處歲計會計資訊系統集中維運服務可用性的目標下，必須因應前揭設備障礙之可能性，以降低服務中斷時間。

圖 2-6 本總處網路架構示意圖



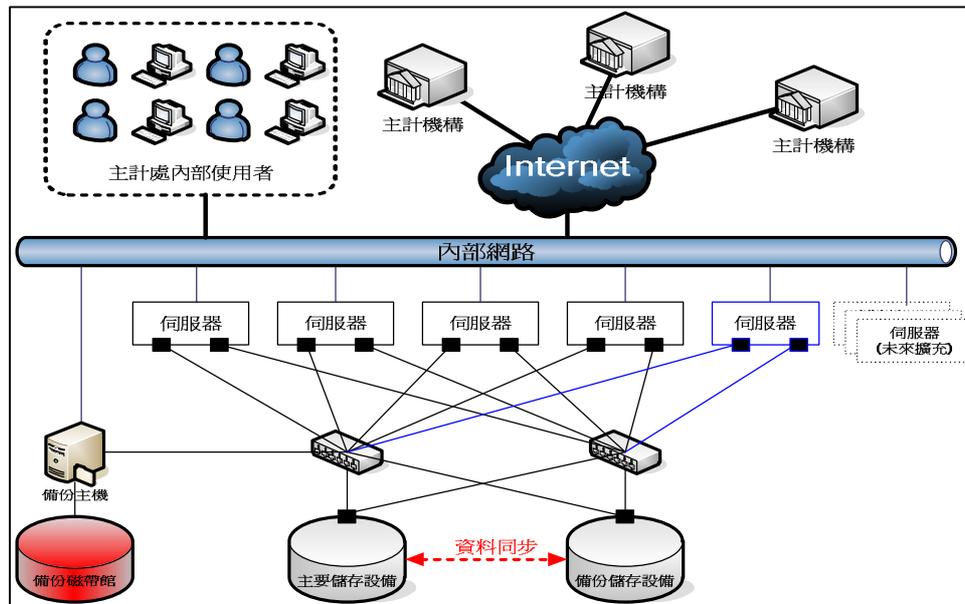
另，本總處現有歲計會計資訊系統在集中維運前，皆僅以 1 部實體機服務，若該實體機軟硬體（如：應用伺服器、網路卡、主機板等）發生錯誤，服務便完全中斷，須更換備品或由廠商進行緊急處理，至修復前服務處於中斷狀態。

另若遇程式緊急更版需求，亦須中斷服務始能進行，此皆對本總處集中維運服務可用性造成巨大衝擊，嚴重降低歲計會計資訊系統服務品質。

且本總處現有歲計會計資訊系統維運平台並無異地備援中心機制，只有備援設備機制。例如為預防當主要儲存設備發生問題無法正常運作時，要有備援儲存設備及時接手主

要儲存設備的工作，因此運用備援儲存設備與主要儲存設備進行資料同步，讓備援設備擁有一份與主要設備相同的資料，才能正常地接替主要設備的服務，如圖 2-7。

圖 2-7 現有歲計會計資訊系統維運平台架構



可是當本地機房發生台電電力供應中斷，如中斷時間超出機房 UPS 所能負荷的備援電力，那所有設備都必須在備援電力用罄之前，執行正常關機程序，這也導致所有的系統維運平台都停止服務；或是當維運平台系統發生所有虛擬機器都無法正常啟動，需花較長時間去解決此問題，這也造成在短時間內無法正常提供服務。上述兩個狀況本地端備援設備機制並無法發揮其功效，因所有設備都已無法正常運作，所以必須將本地端機房維運平台服務導引至遠端可正常運作機房。

基於改善上述問題並保持整合各機關歲計會計資訊系統之資源服務品質，需建置一個異地備援中心，此中心軟硬體環境須能執行與本地端一樣的服務，還得讓異地備援中心擁有一份與本地端相同的資料，這樣才能在本本地端系統維運平台無法即時提供正常服務時，由異地備援中心接手本地端所提供的服務，並可提供各機關高服務品質。

歲計會計資訊系統集中維運後，原本分散於各中央機關

之歲計會計資訊系統，未來將集中於本總處廣博機房維運。以 GBA 為例，原 GBA 1.6 之後端伺服器由各機關自行架設及維護，亦僅服務該機關會計人員，惟集中維運後，全國 800 餘家中央機關將逐步進駐於本總處廣博機房，此時 GBA 2.0 應用伺服器及資料庫伺服器便必須服務全國中央機關會計人員，僅由 1 部伺服器服務，顯然不足。因之，後端伺服器數量亦須隨導入之中央機關數量逐步增加，以將 GBA 2.0 系統反應時間維持於可接受的範圍。

第三章 研究過程及成果

第一節 機房用電

為減少機房用電，經用電分析，發現主因在於空調用電過高，因此目標必需將此用電降低。而要降低空調用電必須減少空調系統運轉時間，才可提升空調使用效率，達成空調節能減碳最佳化效果。為達成此效果重新規劃調整冷氣空調位置，充分利用空調機組風量，提高空調製冷效果；且建立機櫃區冷熱氣流徹底分離的空調設計，提高熱交換效率，有效改善冷氣對流能力。

因原先採用高架地板下方出風，但出風通道受到大樓樑柱阻擋，導致機房冷卻效果不佳，因此調整下吹型空調機組空調箱基礎座提昇，加大冷通道出風量，使電腦機房冷房效率提升，並將 2 號空調機組移位，改善空調機組冷氣對流能力，如圖 3-1。

圖 3-1 調整下吹型空調機組空調箱基礎座



現有機房是利用高架地板出風方式冷卻所有設備，而機櫃區採取兩排並列擺設。如圖 3-2 紫色區塊為 4 台空調機、

藍色區塊為機櫃區。

圖 3-2 現有電腦機房空調位置圖

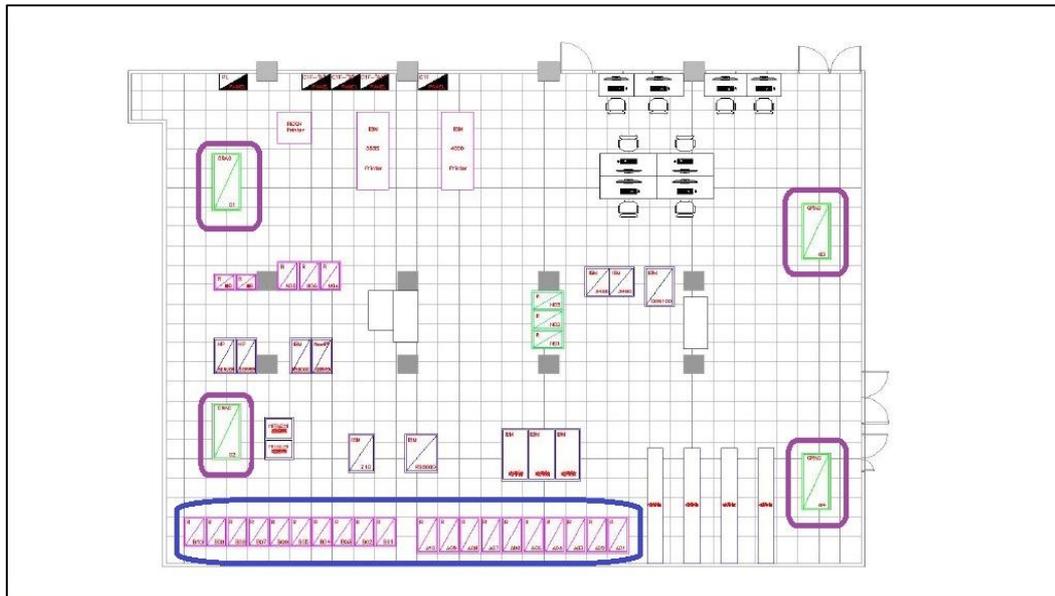


圖 3-3 空調機高架地板下出風示意圖

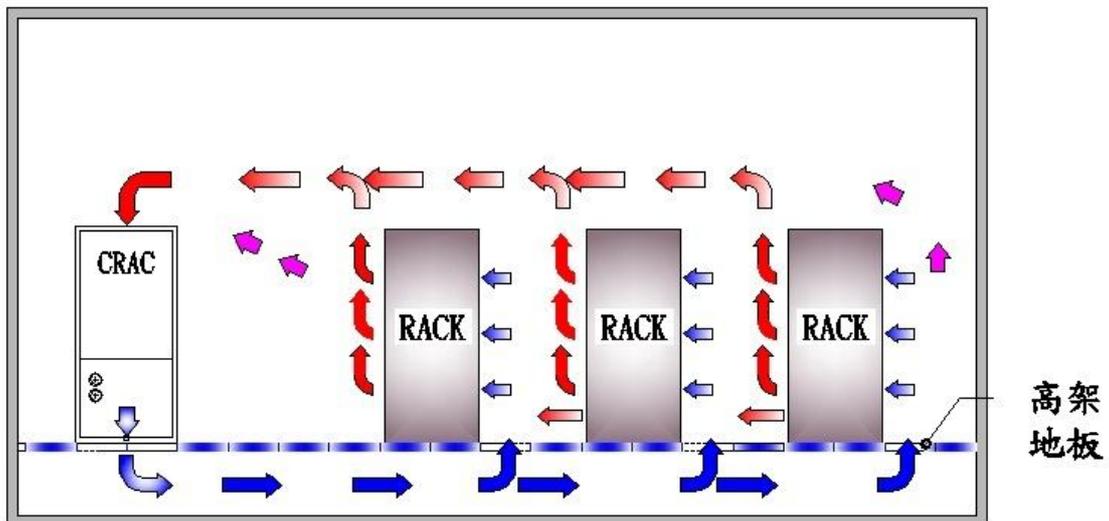


圖 3-4 空調機改善前示意圖

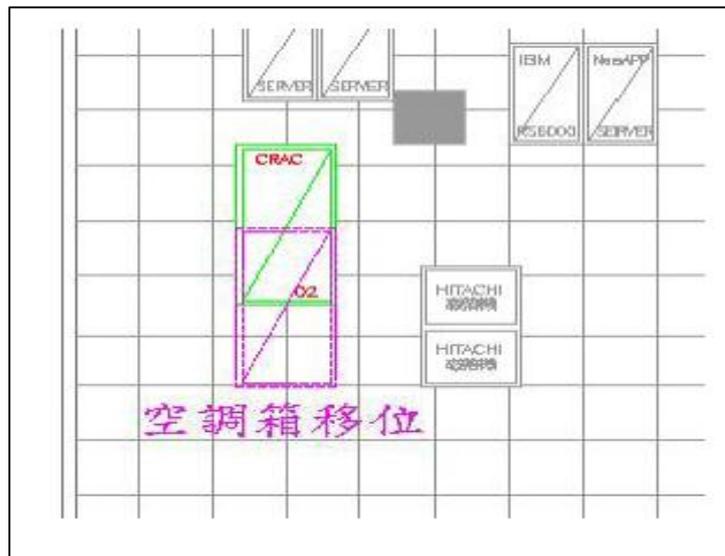


雖然機房內溫濕度都尚符合設定之標準值範圍內，但經每個月的機房用電分析，發現機房用電不但未減少，而且還有增加的趨勢，因此必須採取機房節能計畫，來改善機房的用電量。

從相關資料得知，良好氣流管理乃是機房節能的基本，因此朝此方向去分析目前機房現況，發現現有高架地板出風方式，冷氣流無法有效率地冷卻設備，導致需開 2 台空調機長時間運轉來冷卻機櫃，探究其原因在於高架地板下出風通道受到大樓樑柱阻擋，造成機房冷卻效果不佳。而機櫃區無冷熱通道之設計，造成電腦機房及機櫃本身會有較多莫名熱點產生，導致有嚴重冷熱氣流混風的現象，造成機房溫度場混亂，引發空調箱控制失序，頻繁切換，而導致空調系統耗能嚴重，造成空調機之冷卻效果不佳。因此針對上述問題做

改善，方可減少機房的用電量。

圖 3-5 2 號空調機組移位示意圖



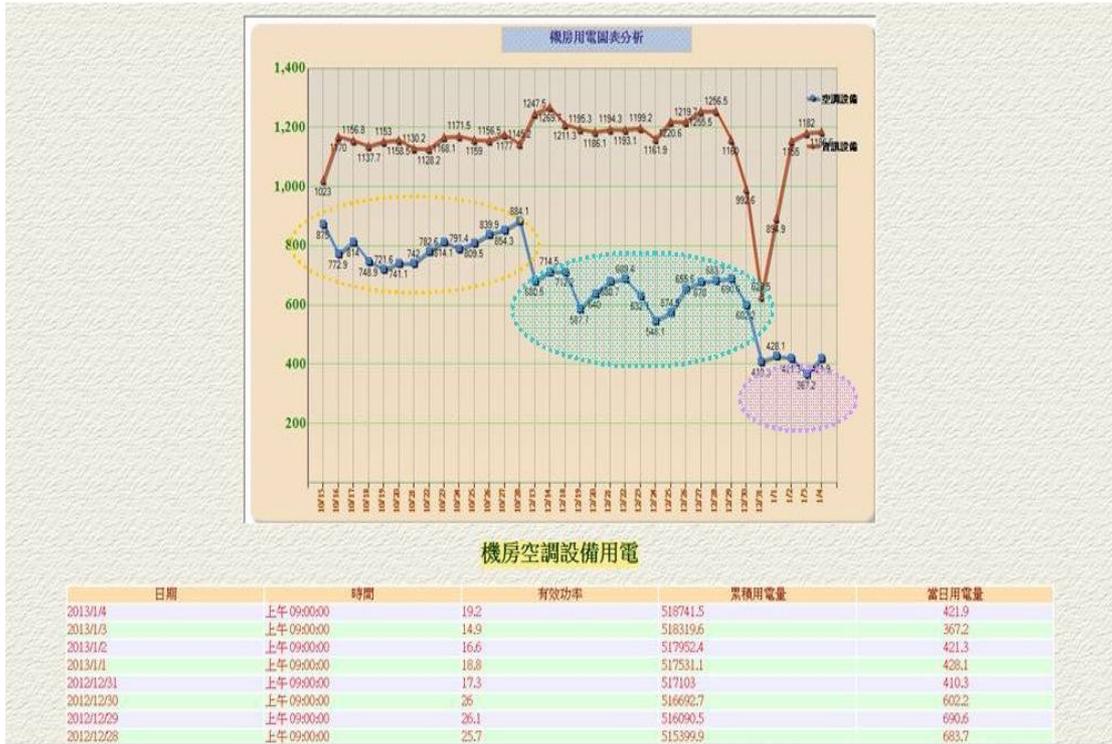
之前機櫃區並無冷熱通道之設計及短循環之回風，造成機房溫度場混亂，以致於造成空調機之冷卻效果不佳，空調箱控制失序，頻繁切換，並導致空調系統不穩定運轉及容易故障之風險。因此於機櫃區熱通道二側入口處加裝阻隔裝置（滑軌式活動門），並於機櫃前端裝設盲蓋擋板避免機櫃內部冷熱空氣短循環，熱廢氣則排放於熱通道中，利用自然對流回風送回箱型冷氣機內冷卻後再循環；此冷卻型態可將設備產生之熱廢氣限制於熱通道內，可避免冷通道氣流與熱通道氣流之混合，從而提高冷卻效率。如圖 3-6。

圖 3-6 冷熱通道設計



從機房架構改善 3 階段用電數據分析，在圖 3-7 中藍色曲線黃色區塊為施工尚未進行時、藍色區塊為空調設備提高階段及紫色區塊為完成伺服器(網路)機櫃遷移及建立冷熱通道分離。可看出從施工前每天約 7 百多度，到改善工程完成約 4 百多度，數據證明導入節電計畫後大幅減少了機房用電。

圖 3-7 用電數據分析



機房空調設備用電

日期	時間	有效功率	累積用電量	當日用電量
2013/1/4	上午 09:00:00	19.2	518741.5	421.9
2013/1/3	上午 09:00:00	14.9	518319.6	367.2
2013/1/2	上午 09:00:00	16.6	517952.4	421.3
2013/1/1	上午 09:00:00	18.8	517531.1	428.1
2012/12/31	上午 09:00:00	17.3	517103	410.3
2012/12/30	上午 09:00:00	26	516692.7	602.2
2012/12/29	上午 09:00:00	26.1	516090.5	690.6
2012/12/28	上午 09:00:00	25.7	515399.9	683.7

第二節 伺服器架構

傳統實體伺服器配備有一顆或多顆實體的處理器 (Physical CPU)，卻只裝載單一作業系統，然而作業系統並非時常需要 CPU 的運算能力，在不需要的狀況下，往往造成 CPU 處於閒置狀態，處理器的使用效率低落，大多數的伺服器都只使用到部分效能。透過虛擬化將數個獨立的伺服器整合成為一台伺服器，零散的資源透過有效整合，使伺服器資源能充分利用，運算效能達到使用最大化。

本機關虛擬主機於 100 年 12 月完成伺服器整合，採行 VMware Solution，目前共計有 8 台 VM host (如圖 3-8)，共計 126 台虛擬主機，伺服器在導入虛擬化前，伺服器最多只能達到 50% 的運作效能，但虛擬化後，運算效能提高至 80%，並同時達成效益如表 3-1。

圖 3-8 伺服器架構圖

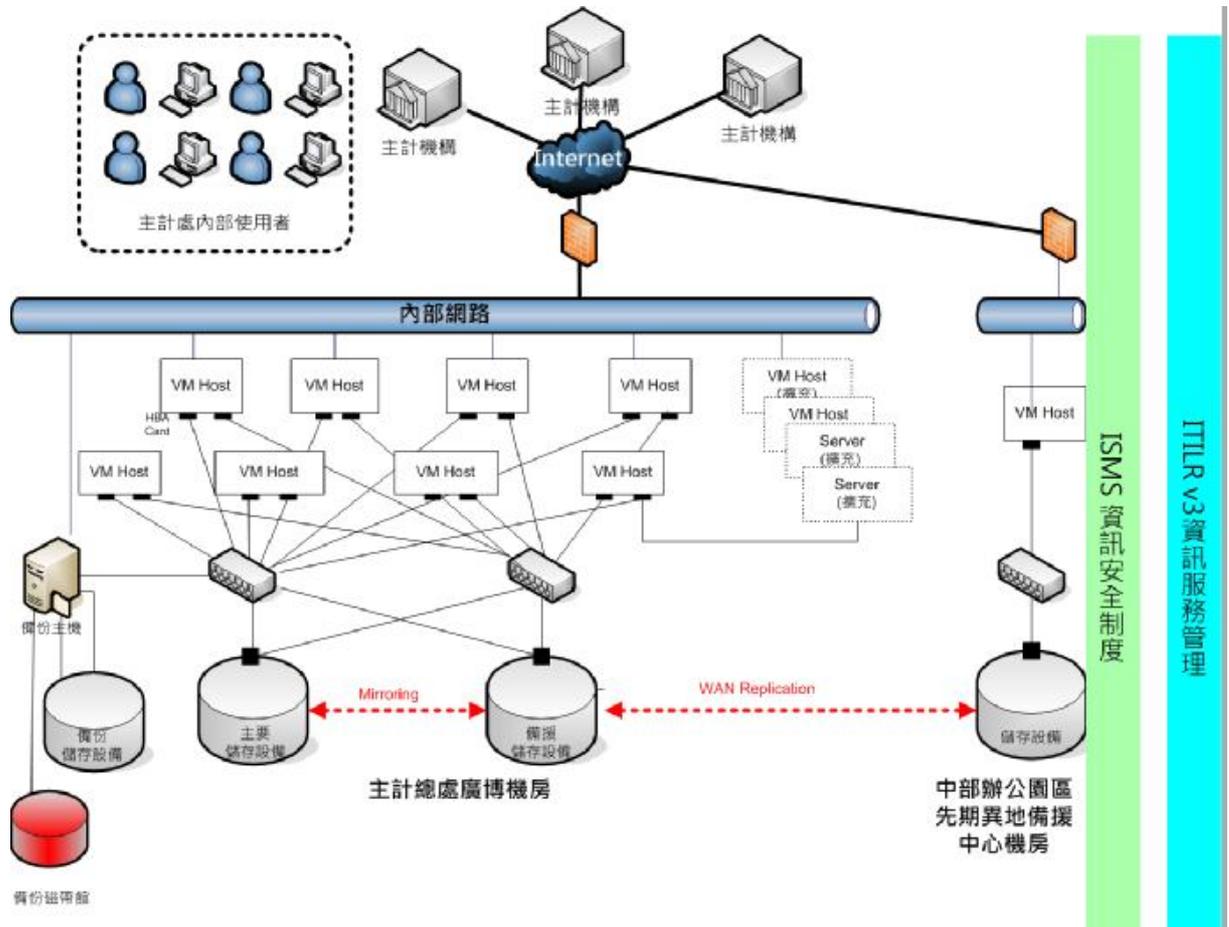


表 3-1 主機虛擬化效益

效益	說明
集中化管控	透過虛擬架構的管理軟件 VirtualCenter，提供單一介面佈署、管理及監控虛擬平台。
快速彈性且靈活配置虛擬機	以 VMotion 將正在執行的虛擬機磁碟檔案在不同的儲存位置之間即時移轉，而不需要停機。
最佳化效能	以 Distributed Resource Scheduler(DRS) 為虛擬機提供動態平衡和資源分配。
高可靠性	當其一台 Host 發生不可預期錯誤而導致停機時，可透過 High Availability(HA)機制，將原本運作其上的虛擬主機 (VM) 自動移轉至他台正常 Host 上掛載持續運行。
支援複合式 (跨平台) 設備	透過整合性的硬體設備與相同的管理介面同時提供 FC、iSCSI 及 NAS 等傳輸通訊協定之應用，並同時支援 FC 及 SATA 硬碟儲存設備。複合式儲存設備可讓新購置的儲存設備配合既有的儲存存取架構(FC、iSCSI 或 NAS)，整合成最適合的運作架構而不被存取架構所限制。

第三節 儲存架構

為完整發揮主機虛擬化之效益，儲存平台配合前端虛擬平台，使用虛擬化磁碟技術(Disk virtualization)，將實體硬碟統整為 10 個獨立儲存空間，其中有 4 個 FC Lun(Logical unit number)及 6 個 SATA Lun，由 8 個虛擬主機 (VM host) 共用，其空間使用率均衡介於 65%至 85%之間，詳如圖 3-9。

圖 3-9 儲存設備容量

LUN Management		Initiator Groups					
Name	Container Path	Thin Provisioned	Available Size	Total Size	% Used	Type	Status
priA_FC_1	/vol/priA_FC	No	597.92 GB	2 TB	70.8%	VMware	Online
priA_FC_2	/vol/priA_FC	No	586.47 GB	2 TB	71.36%	VMware	Online
priA_SANBOOT	/vol/priA_SATA	No	8.38 GB	10 GB	16.2%	VMware	Online
priA_SATA_1	/vol/priA_SATA	No	346.59 GB	2 TB	83.08%	VMware	Online
priA_SATA_2	/vol/priA_SATA	No	417.44 GB	2 TB	79.62%	VMware	Online
priA_SATA_3	/vol/priA_SATA	No	336.65 GB	1 TB	67.12%	VMware	Online

LUN Management		Initiator Groups					
Name	Container Path	Thin Provisioned	Available Size	Total Size	% Used	Type	Status
priB_FC_1	/vol/priB_FC	No	591.58 GB	2 TB	71.11%	VMware	Online
priB_FC_2	/vol/priB_FC	No	659.12 GB	2 TB	67.82%	VMware	Online
priB_SATA_1	/vol/priB_SATA	No	406.39 GB	2 TB	80.16%	VMware	Online
priB_SATA_2	/vol/priB_SATA	No	604.36 GB	2 TB	70.49%	VMware	Online
priB_SATA_3	/vol/priB_SATA	No	329.22 GB	1 TB	67.85%	VMware	Online

儲存虛擬化(Storage Virtualization)使系統管理員將不同的儲存設備整合成單一儲存資源，跨越單一廠牌儲存設備的限制，將所有儲存資源的配置及管理的工作，透過更有效、更彈性的調配與應用，提高資料中心的儲存利用率，進而降低儲存設備投資的費用。

本機關是採行 FC SAN (Fiber Channel Storage Area Network) 儲存網路技術，透過 SAN 架構，將各個單一的儲存設備連結起來，提供整合性的管理與應用，藉以實現伺服

器與儲存設備間多對多的高速連接，達成儲存資源妥善管理及容錯與災難備援能力，FC SAN 是以光纖通道(Fiber Channel) ，結合交換器、光纖卡及光纖線路等連接設備，具備以下特性：

1. 儲存設備的資源分享以達到最佳配置。
2. 降低調整儲存設備所需的停機時間。
3. 容錯機制提高設備的可用性。

相對於 SAN 架構，NAS (Network Attached Storage) 組成結構較單純，僅有儲存裝置與一個檔案伺服器，此伺服器是專用於進行資料存取動作，是一種較為簡單的網路存儲架構，具有以下優勢：

1. 易於實施、操作和管理，成本較低。
2. 重復資料(De-Dup)刪除、ILM 和 QoS 等高級功能可對儲存類型和 VMDK 佔用空間產生巨大的正面影響，適合存放不需要運算的資料。
3. 不間斷把應用文件移動到不同的服務等級和儲存層，有效使用低成本的存儲和歸檔設備。

綜整儲存區域網路 (SAN) 及網路附接儲存 (NAS) 的優缺點表列如下 (表 3-2) ， SAN 架構適用於要求存取效能的應用系統，NAS 架構則適用於檔案伺服器。

表 3-2 SAN/NAS 比較

	儲存區域網路 (SAN)	網路附接儲存 (NAS)
優點	<ol style="list-style-type: none"> 1. SAN 架構上的 Server 均可直接存取 Storage。 2. 使用區塊存取 (Block-Level) 方式，透過分配區塊給 Server，使 Server 能視 Storage 為本機的硬碟。適合當資料庫、Mail 的直接儲存空間。 3. 擴充性強。 4. 以光纖存取效能高。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 價格便宜。 2. 架構簡單，Server 或 PC 皆可直接存取該儲存裝置。
缺點	<ol style="list-style-type: none"> 1. 價格高昂。 2. 架構複雜。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 使用檔案存取方式。 2. 因 I/O 效能有限，多人存取時，速度會變慢。

藉由儲存虛擬化軟、硬體設備整併所有的儲存資源，組成虛擬儲存池來簡化作業，並且集中管理所有的儲存設備，以便隨時掌握儲存架構規劃及儲存資源調配的彈性。主要功能可具體詳列如下：

1. 儲存資源集中化：
 - 使用單一的介面來簡化作業、降低管理複雜度，不必受限儲存設備硬體廠牌限制。
2. 提升現有儲存設備的可用度與使用率：
 - 節省儲存資源支出及保障既有投資的資料可在不同的儲存階層之間遷移，並確保在不停機的狀態下進行容量及效能擴充。

資料管理透過如表 3-3 之機制可更有彈性及有效率的應用：

表 3-3 資料管理機制

瞬間複製技術 (FlexClone)	在不影響線上系統運作下完成 OS 複製，再視狀況決定是否進行實體分割。
提升現有儲存設備的可用度與使用率	即儲存資源隨需分配 (Thin Provisioning) 技術，關鍵在於能讓前端的伺服器以為儲存設備安裝了比實際還多的儲存容量，提高儲存系統的效能。
儲存快照技術 (Snapshot)	為運作中的 VM 虛擬主機進行線上備份作業。
儲存映射技術 (Snapmirror)	是一套長距離災難復原儲存解決方案，利用手動、同步或排程方式，將資料傳送至異地端的儲存設備。當正式營運端 (Production Site) 遭受災難導致線上服務停擺，此時即可由管理者手動將主控權切換至備援端 (DR Site)，讓備原端的儲存設備接手繼續提供服務。當正式營運端的環境及設備修復後，僅需將備援端在災難發生後所異動的資料同步回正式營運端，再把服務切換到正式營運端，即恢復至災難發生前的運作模式，在此過程中，不中斷線上服務，使相關服務不受到災難影響而停擺。

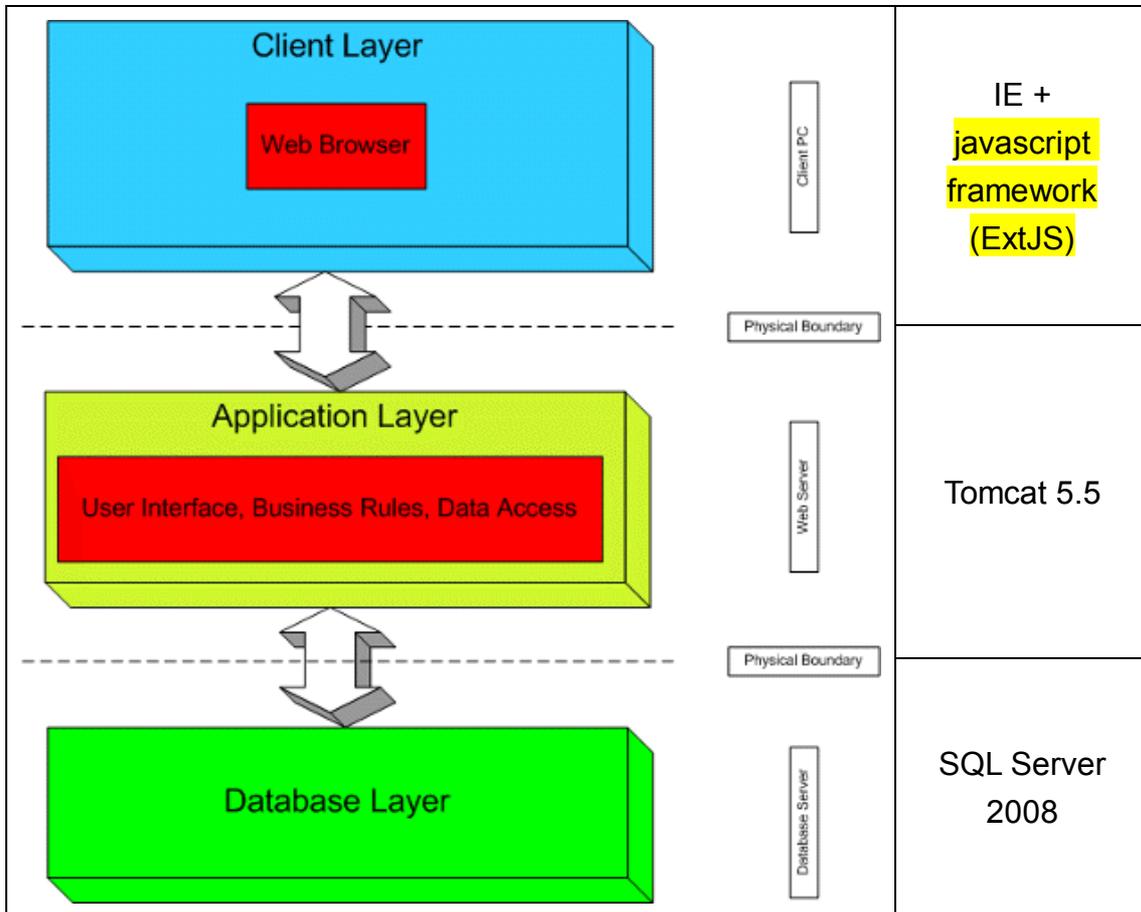
第四節 效能問題排除

歲計會計資訊系統集中維運，使用者需求自機關內部網路、各機關防火牆等網路設備、政府網際服務網 (GSN)、本總處防火牆等網路設備後、集中維運應用伺服器及資料庫伺服器，始獲得服務。其間架構複雜，且各機關網路頻寬、架構不一，而應用伺服器、資料庫伺服器等節點亦可能為效能瓶頸，以至於維運人員不易釐清效能瓶頸，嚴重影響使用者滿意度。

惟欲釐清效能瓶頸，須針對系統整體架構進行分析，始能針對各段處理時間分別偵測，並釐清解決方案。以 GBA 2.0 為例，採三層式架構設計開發，為增進前端瀏覽器操作介面之美觀度，操作介面不純粹使用 HTML，而大量使用

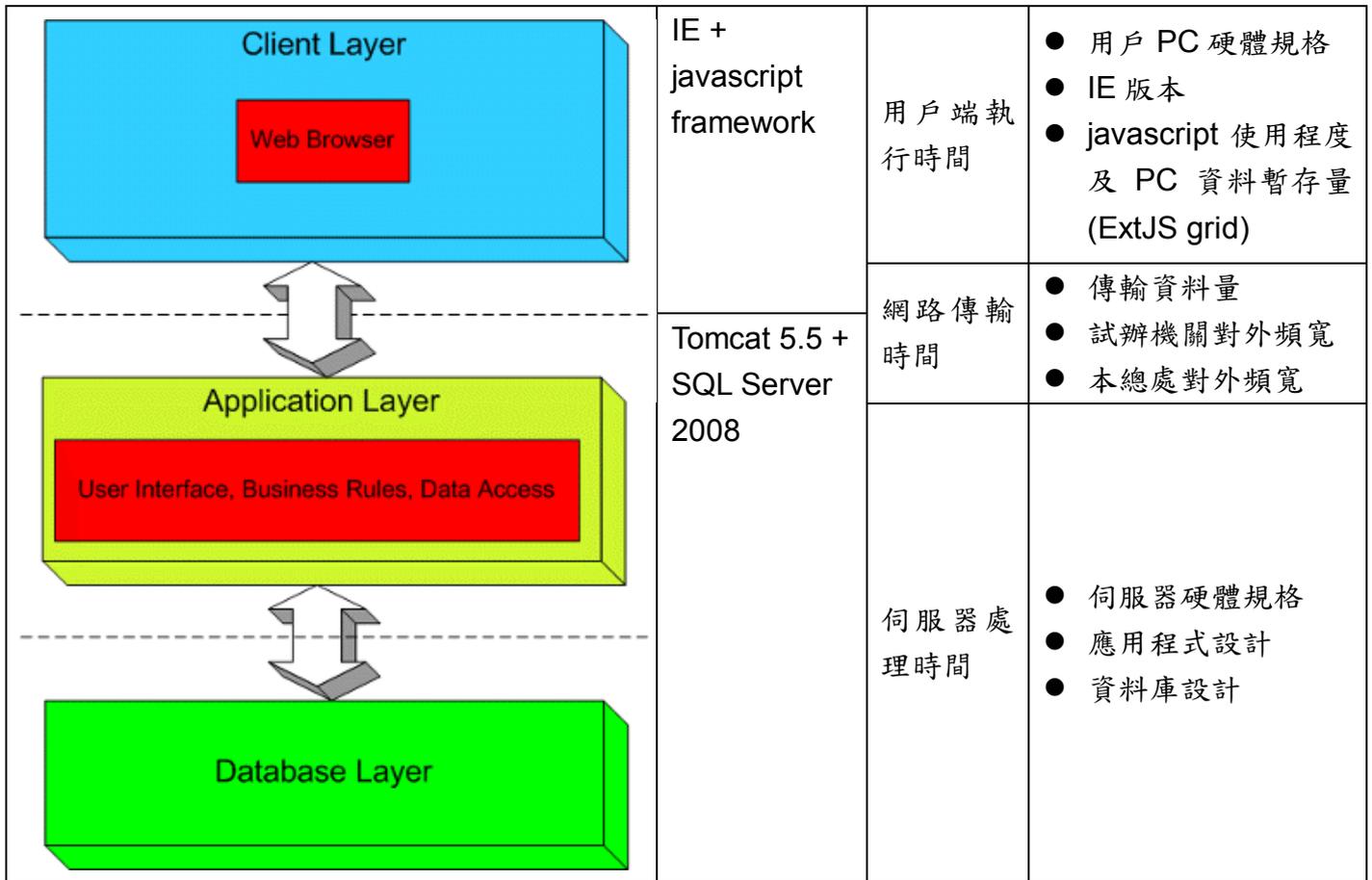
javascript framework (ExtJS) 進行設計；整體架構如圖 3-10。

圖 3-10 GBA 2.0 架構



而三層式架構用戶感受之系統反應時間由用戶端執行時間（用戶端 javascript 執行時間）、網路傳輸時間及伺服器處理時間組成，相關影響因素如圖 3-11：

圖 3-11 三層式架構用戶效能影響因素



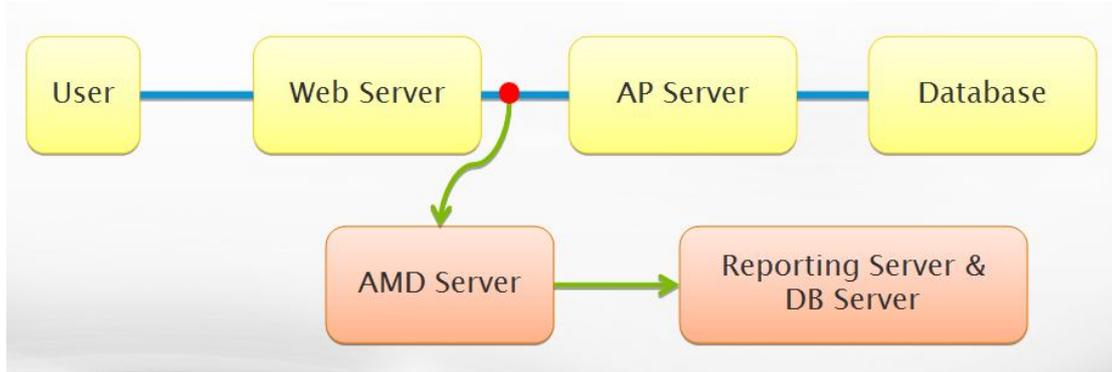
以中部辦公室使用「自行輸入傳票」功能為例，測試結果如表 3-4，可見控制各影響因素後，各組成要素之執行時間所佔比率。

表 3-4 GBA 2.0 「自行輸入傳票」功能效能分析案例

反應時間組成要素	影響因素		測試結果 (共 7.54 秒)	所佔比率
瀏覽器 Javascript 執行時間	用戶 PC 硬體規格	CPU : Intel Core2 2.66GHz RAM : 2GB	3.33 秒	44%
	IE 版本	IE 8		
	javascript 使用程度及 PC 資料暫存量 (ExtJS grid)	「自行輸入傳票」功能		
網路傳輸時間	傳輸資料量	131 KB	0.67 秒	9%
	本總處對外頻寬	4M bps		
	試辦機關對外頻寬	1.5 M bps		
伺服器處理時間	<ul style="list-style-type: none"> ● 伺服器硬體規格 ● 資料庫設計 ● 應用程式設計 ● 系統流量 	CPU : Intel Xeon 2.13GHz (4 顆) RAM : 8GB	3.54 秒	47%

惟實務上，除可建議用戶 PC 規格外，因使用機關眾多，其網路架構紛雜、頻寬不一，且不可能逐一於各機關用戶端安裝效能軟體以偵測反應時間。因之，本總處導入集中式效能監控機制（如圖 3-12），可解析網路封包，區分網路傳送所需時間及伺服器執行時間，以利快速釐清系統效能瓶頸，減少問題排除所需人力及溝通成本，有效縮短時間。

圖 3-12 集中式效能監控機制



實證範例一：

如圖 3-13 所示，可快速查詢整體作業時間超出可忍受範圍之頁面有哪些，並由圖中可快速釐清效能瓶頸在於網路傳輸或伺服器處理時間，以紅線所框服務來說，很明顯為伺服器忙碌，伺服器處理時間占整體作業時間的大部分，網路傳輸時間則只佔小部分。

圖 3-13 快速釐清功能瓶頸點

頁面: 1 2 3 4 >> (列數: 85)

2012/5/27 00:00:00 - 2012/5/27 11:35:00

頁面 URL	作業	作業時間	網路時間	伺服器時間	位元組總計
http://wgba.dgbas.gov.tw/ag/ce/agce0020/agce0020_index.jsp	1	8.51 s	8.09 s	418 毫秒	227 KB
http://wgba.dgbas.gov.tw/gba/dologin	2	8.4 s	7.84 s	5.8 毫秒	1.84 MB
http://163.29.131.130/tavf/generalbudget/exe/sn/exesn009p.jsp	13	6.65 s	184 毫秒	6.46 s	588 KB
http://wgba.dgbas.gov.tw/dologin	1	4.47 s	3.86 s	5.8 毫秒	102 KB
http://wgba.dgbas.gov.tw/gba/ag/ce/agce1010/agce1010_index.jsp	1	4.28 s	4.23 s	55.8 毫秒	82.8 KB
http://wgba.dgbas.gov.tw/mc/cw/mccw0070/mccw0070_index.jsp	8	3.84 s	3.46 s	382 毫秒	921 KB
http://wgba.dgbas.gov.tw/gba/welcome.jsp	2	2.74 s	2.62 s	2.6 毫秒	215 KB
http://wgba.dgbas.gov.tw/	1	2.22 s	2.2 s	17.3 毫秒	3.3 KB
http://163.29.131.141/tavf/generalbudget/home/dtreemenu.jsp	3	1.97 s	1.91 s	60.7 毫秒	199 KB
http://163.29.131.130/tavf/generalbudget/exe/sn/exesn001f.jsp	12	1.87 s	573 毫秒	1.3 s	1.71 MB
http://wgba.dgbas.gov.tw/welcome.jsp	1	1.85 s	1.81 s	4.8 毫秒	119 KB
http://163.29.131.130/tavf/generalbudget/home/dtreemenu.jsp	9	1.74 s	1.7 s	43.5 毫秒	545 KB
http://163.29.131.130/tavf/accounting/voucher/expense/accvre002f.jsp	1	1.73 s	1.65 s	83.7 毫秒	27.7 KB
http://163.29.131.130/tavf/generalbudget/exe/sn/exesn004fform.jsp	1	1.72 s	409 毫秒	1.32 s	28.7 KB
http://163.29.131.134/tavf/generalbudget/index.jsp	1	1.54 s	486 毫秒	1.05 s	15.2 KB
http://163.29.131.130/tavf	11	1.48 s	1.37 s	61 毫秒	2.31 MB
http://163.29.131.134/tavf/generalbudget/exe/sn/exesn001f.jsp	2	1.46 s	413 毫秒	1.05 s	10.2 KB
http://163.29.131.134/tavf/generalbudget/js/function.js	1	1.45 s	407 毫秒	1.04 s	5.06 KB
http://163.29.131.134/tavf/generalbudget/home/dtreemenu.jsp	1	1.44 s	412 毫秒	1.03 s	5.08 KB
http://163.29.131.134/tavf/generalbudget/home/body.jsp	1	1.44 s	409 毫秒	1.03 s	5.07 KB
http://163.29.131.134/tavf/generalbudget/home/frame.jsp	1	1.44 s	409 毫秒	1.03 s	5.06 KB

實證範例二：

另，如圖 3-14 所示，可查詢特定功能不同機關之整體作業時間，並由圖中數據快速釐清效能瓶頸其實在於機關頻寬。以圖 3-14 為例，不同機關執行某相同功能時，整體作業時間由 457 微秒至 1.13 秒不等，惟伺服器處理時間差異不大，主要的差異在於網路傳輸時間，由此可建議機關若遇縮減系統反應時間，則須提升頻寬。

圖 3-14 快速釐清是否為機關頻寬問題

篩選器: 用戶端站台 = 交通部 | 司法部 | 國稅局 | 智慧財產局 | 經濟部標準檢驗局 X
軟體服務 = WGBA X

報告類型: 資料表 圖表

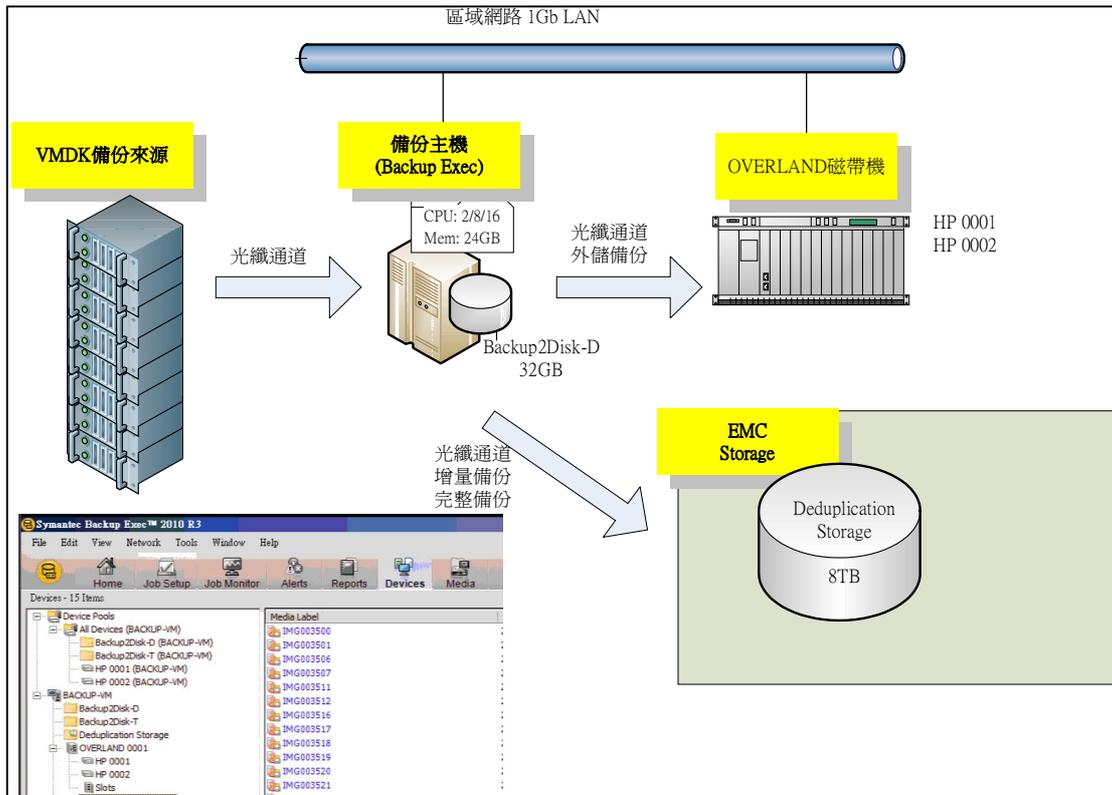
用戶端站台	作業	位元組總計	作業時間	網路時間	伺服器時間	用戶端遺失率	伺服器遺失率	零視窗大小事件
國稅局	29.3 k	374 MB	457 毫秒	149 毫秒	301 毫秒	6.5 %	0.2 %	0
交通部	10.4 k	70.8 MB	431 毫秒	259 毫秒	165 毫秒	5.3 %	0.5 %	0
司法部	8.25 k	72 MB	921 毫秒	677 毫秒	238 毫秒	2.1 %	3.5 %	9
智慧財產局	6.86 k	129 MB	1.14 s	630 毫秒	497 毫秒	0.5 %	0.5 %	40
經濟部標準檢驗局	4.99 k	46.6 MB	1.13 s	828 毫秒	291 毫秒	0.7 %	1.4 %	9

第五節 備份架構

針對以前備份執行效能不彰問題，主因為 Storage 及磁帶容量不足問題，導致排定的備份工作無法按時正常完成。為改善此問題，引入備份專用 NAS 架構，藉以節省備份資料儲存容量以提升備份執行效能。

以前備份架構主要是利用 SAN 上的備援儲存設備，但此設備主要功能是跟主要儲存設備做資料快速複製來達成本地端備援功能，所以無法分配較多空間給予備份專用。目前改善後之備份架構，導入備份專用 NAS 儲存設備，將原先利用在 SAN 上備份儲存空間獨立出來，採用一般的 CIFS/NFS 檔案傳輸協定，形成一個備份的區域網路，並運用 De-duplication(重複性資料刪除技術)功能，在資料寫入備份儲存設備時能即時(Inline)進行重複性資料刪除的工作。這樣以重覆刪除後的資料傳遞，節省大量儲存媒體需求，只需小量網路頻寬資源即可更快完成備份作業，且不會影響到 SAN 架構儲存設備資料傳輸作業，完全改善備份儲存容量不足問題並增進備份效能。改善後備份架構如圖 3-15。

圖 3-15 備份主機資源配置表



從改善前完整備份加增量備份的容量約 20TB (圖 3-16)，而改善後容量約為 2TB (圖 3-17)，節省了 10 倍空間。數據證明導入備份專用 NAS 架構改善了儲存媒體容量不足問題。

圖 3-16 媒體使用率 (改善前)

磁帶 slot	媒體名稱	used TB	data TB	磁帶 slot	媒體名稱	used TB	data TB
1	2T-2Weeks-Full	1.5	2.6	16	2T-2Weeks-Full	1.4	2.4
2	2T-2Weeks-Full	1.4	2.9	17	scratch media		
3	2T-2Weeks-Full	0.5	1	18	2T-2Weeks-Full	0.4	0.7
4	CT-2Weeks-Full-OUT	0.6	1.6	19	2T-2Weeks-Full	1.5	3.5
5	CT-2Weeks-Full-OUT	1	1.6	20	catalog-2weeks	0.1	0.4
6	scratch media			21	cleaning		
7	scratch media			22	cleaning		
8	CT-2Weeks-Full-OUT	1	2.1	23	empty		
9	CT-2Weeks-Full-OUT	0.7	1.7	24	empty		
10	CT-2Weeks-Full-OUT	0.8	1.4	25	empty		
11	CT-2Weeks-Full-OUT	1.3	2	26	empty		
12	scratch media			27	empty		
13	CT-2Weeks-Full-OUT	1.2	2	28	empty		
14	scratch media			29	empty		
15	scratch media						

	使用容量 TB	DATA 容量TB	壓縮率	free %	總容量TB
2T-2Weeks-Full (完整備份)	6.7	13.1	1.96	25.6%	9
CT-2Weeks-Full-OUT (異地備份)	6.6	12.4	1.88	37.1%	10.5
catalog-2weeks(磁帶目錄備份)	0.1	0.4	4.00	98.9%	1.5
Daily-Incr (增量備份)	6.05	6.05	1	20.4%	7.6

scratch media 空白磁帶 1.5TB
 cleaning 清潔帶
 empty 無磁帶

圖 3-17 媒體使用率 (改善後)

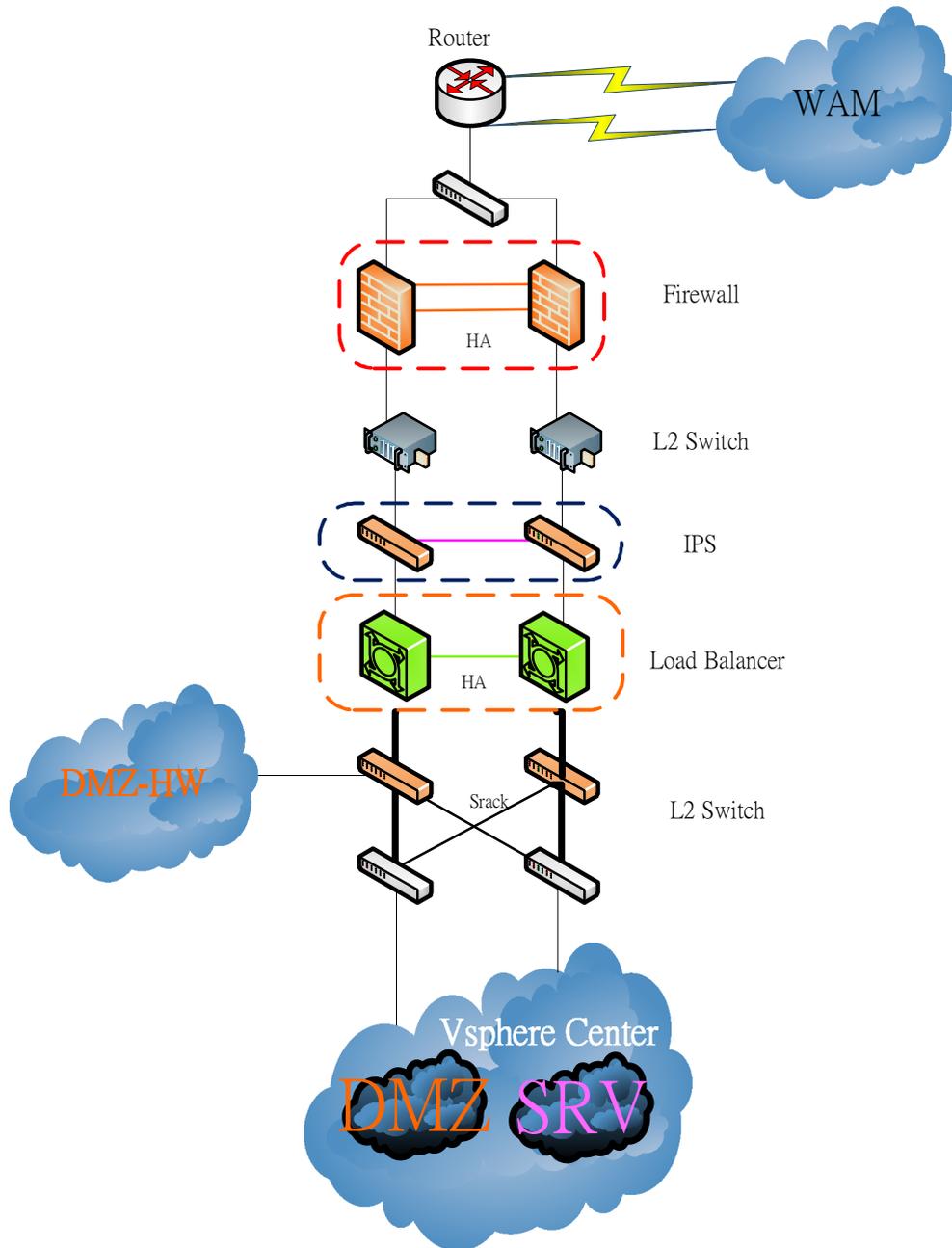
	CIFS1	CIFS2	CIFS3	總計	單位
FullToDataDomain(完整備份)	8.2	8.3	7.9	24.4	(TB)
IncrToDataDomain(增量備份)	2.9	2.5	2.3	7.7	(TB)
備份容量(壓縮前)(長條圖藍色)	11.1	10.8	10.2	32.1	(TB)
Deduplication(壓縮後)(長條圖紅色)	X	X	X	2.0	(TB)
				壓縮率 95.8%	
				壓縮比 1:16	



第六節 可用性 (Availability)

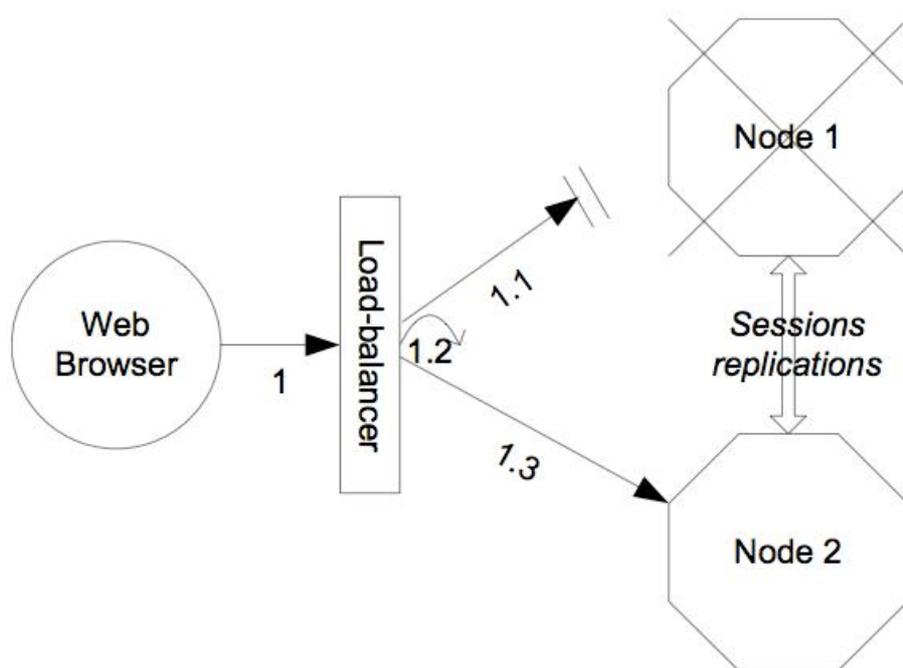
為提升本總處網路可用性，故針對本總處網路架構中可能發生單點錯誤之路由器 (Router)，增購備品，於設備故障時緊急更換，以降低網路服務中斷時間。另對外網路網路架構中之防火牆、入侵偵測、負載平衡設備及交換器皆為兩兩備援，以防單點錯誤，提高網路可用性，如圖 3-18。

圖 3-18 改善後網路拓模圖



另為預防伺服器故障，於可用性需求較高之系統前端建置負載平衡設備(Load Balancer)，將流量分別導至兩台伺服器，如圖 3-19 所示，若其中 1 部伺服器發生軟硬體錯誤，則負載平衡設備會將所有流量導至第 2 部伺服器，使用者完全不會感受到服務中斷。

圖 3-19 提升伺服器可用性

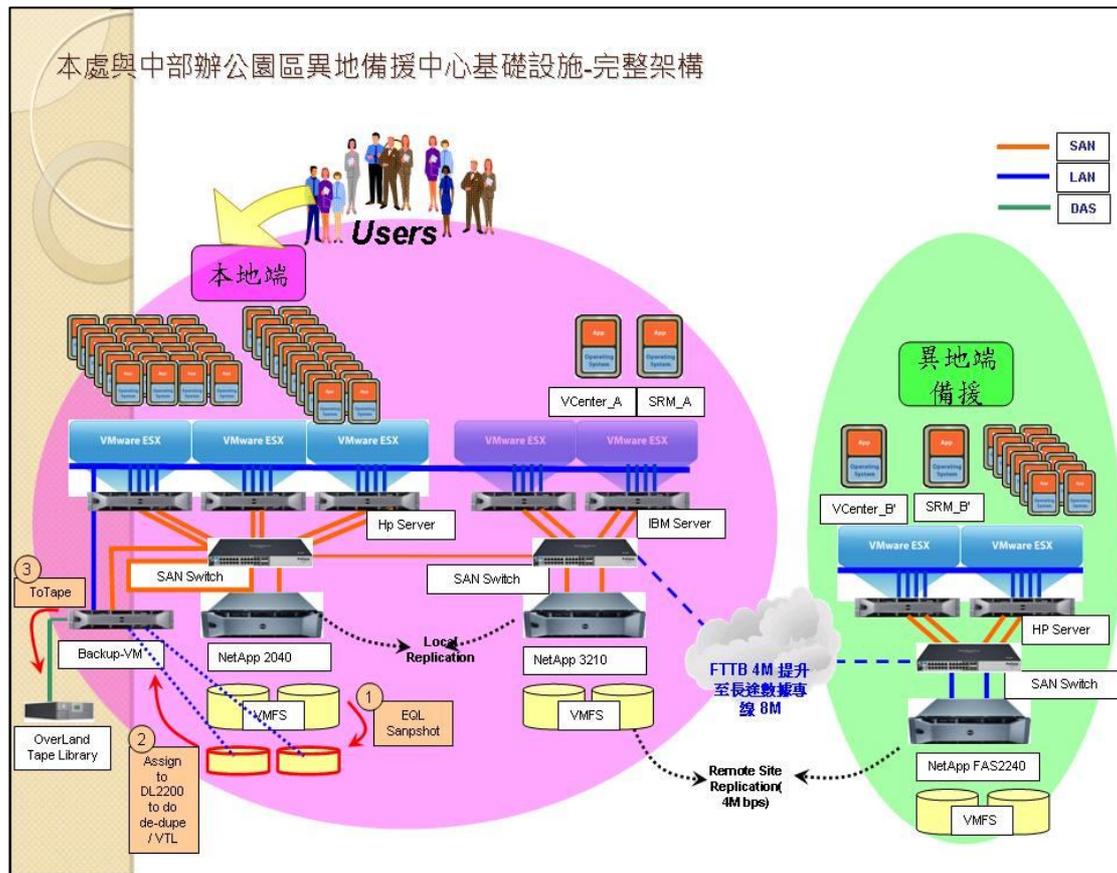


另，雖然本地端機房歲計會計資訊系統維運平台設備有備援設備機制，如主要儲存設備會與備援儲存設備進行資料同步，當主要儲存設備發生問題，備援儲存設備就可接替主要儲存設備作業。但本地端機房因台電停電或連主、備援設備都發生運轉問題時，此時就會造成本地端運作完全停擺。為改善此問題，需引入異地備援中心能即時接手取代運轉，確保本機關資料安全和營運服務及時復原，降低設備及機房運作完全停擺時對資訊作業之衝擊。

目前改善後運用雙機房服務架構，平時兩機房維運平台設備進行重要即時系統資料同步。在異地端中部辦公園區機房建置 4 台虛擬化主機(VM Host)及 1 台 SAN Storage，而每日每隔 15 分鐘本地端機房主要儲存設備 NetApp 3210 做資料同步複製到備援儲存設備 NetApp 2040，每隔 20 分鐘複製重要的 lun 至遠端中辦 NetApp FAS2240。為讓兩端維運平台設備透過網路資料同步且不會影響現有本地端與中辦網路傳輸作業效能，而將現有 FTTB 4M 長途數據專線提升至 8M。因此當本地端機房發生停電或設備運轉問題造成運作完全停擺時，即可將重要即時系統連線導引至遠端中部辦公園區機房，由中部辦公園區機房接管後續維運平台服

務。異地備援中心架構如圖 3-20。

圖 3-20 異地備援中心架構示意圖



第四章 結論與建議

第一節 結論

1. 系統整體運作後因資訊設備增加，為有效控制機房用電，可從降低機房空調設備用電著手。實證結果每天空調用電節省約 350 度（約 40%），每年節省電費約 30 萬：

本研究除儘量選用節能設備外，機房空調設備採取以下兩項節能措施：

- (1) 提高空調設備位置，避開地面樑柱，提升製冷效果。
 - (2) 建立伺服器專屬散熱通道，避免熱氣與機房冷氣混合，提升製冷效果。
2. 系統整體運作後，為使伺服器及儲存設備建置更經濟實惠，採虛擬化伺服器技術、高效能儲存設備措施。實證結果虛擬化之軟硬體購置成本約 760 萬，較實體式(1,540 萬)節省約 780 萬：

本研究於建置伺服器及儲存設備時，採取以下兩項措施：

- (1) 設置多部高階伺服器，採用虛擬化技術設計，使每部實體機器上可執行多部虛擬機器，彈性而動態地進行資源配置，統一安裝並更新各系統，降低伺服器資本支出、發揮伺服器運用效能、方便管理且達備援效果。
 - (2) 連接高效能之儲存設備，以整合管理及配置方式，因應各系統存取資料所需。
3. 系統整體運作後，因網路架構更複雜，為快速排除系統問題，導入應用程式效能監控機制。實證結果成功釐清屏東縣、司法院所屬機關系統效能使用問題。

本研究於系統整體運作環境導入應用程式效能監

控機制，分析使用者端執行時間、網路傳輸時間、伺服器處理時間。實證結果成功釐清屏東縣縣市系統效能問題係需增加本總處伺服器資源、司法院 GBA 系統效能問題係需提升該機關頻寬。

4. 系統整體運作後，為降低故障風險，採檔案備份、同地及異地備援、負載平衡等措施，以達可用性水準至 99.7%，未來將以營運持續演練計畫實證其結果。

本研究於整體運作環境採取以下 5 項措施，以降低故障風險、提升可用性：

- (1) 落實備份機制，確保系統有效復原；建置高壓縮比備份設備，節省備份空間。
- (2) 建立儲存設備同步機制，於主要儲存設備故障時立即接手維運。
- (3) 購置伺服器負載平衡器，除可分散流量外，伺服器故障時可將流量自動導引至其他伺服器。
- (4) 建立網路設備備援機制，避免設備故障中斷網路。
- (5) 建立異地備援中心，於電力長時間中斷或電腦機房毀損時，重要系統可持續運作。

第二節 建議

1. 資訊服務應儘量集中維運以減少重複投資、加強管理及維護資訊安全

寬頻網路連結普及帶動網際網路資訊服務應用的蓬勃發展，緊密拉近了全國主計各級機關的資訊服務；面對當前 e 化數位資訊爆炸性的成長，為避免 IT 的重複投資浪費與簡化分散管理的複雜度，資訊系統集中維運與管理的概念益形受到重視，又在政府電子公務須與國際接軌的營運趨勢需求下，為確保全年無休資訊營運服務不中斷，內外部資訊可靠存取及防駭防毒資訊安全控管等工作益形重要。因此，建議各機關將現有共通性系統如會計等資訊服務集中共構建置，不但達到資訊作業的集中共享 (Shared Services)，並藉此統一開發維護；另外更能進一步將資訊安全保護措施納入集中維運管理架構，集中強化了資訊系統的安全。

2. 伺服器實體虛擬化應先做效益評估以利系統完善運作

伺服器虛擬化架構的基石在於現有硬體設備的虛擬化，隨著老舊伺服器的虛擬化移轉完成，虛擬機器數量持續增加，逐漸地彰顯虛擬化架構的成本優勢與效益。虛擬化的長期經營重點在後續的營運管理，如系統資源的有效管理、虛擬化防毒、備份等例行作業與原有實體環境的作業整併簡化。另外，評估新建系統所需的系統資源、評量後續虛擬平台資源需求、預算編列及上線後若出現不適合虛擬化的處理方案，是不斷地需要調整磨合，方可使虛擬化運作更臻順利完善。

3. 儲存設備集中架構應建置自動化分級儲存功能

面對當前維運平台資料的快速成長，儲存容量的技術進展永遠趕不上資料成長速度，面對儲存容量有限但資料成長卻無限情況下，以資訊生命週期管理概念，輔以資訊服務的價值分類、建置集中化的分級儲存系統、根據資訊價值的自動化搬移。亦即是將最有價值暨最重要的資訊存放在高階的儲存系統上，較低價值暨較不重要的

資訊存放在較低階的儲存系統上，並隨著生命週期的演進資訊價值變低時根據資訊生命週期管理的軟體自動將資訊由高階儲存系統搬移到較低階的儲存系統上。

4. 持續完善節電計劃以進一步改善機房用電

機房用電量的分布，耗電量居首的就是伺服器，用電量其次就是冷卻空調。為持續提升機房用電效率、減少耗電，動態測量 PUE(Power Usage Effectiveness)值將是完善節電計劃之首要工作，藉由長期監控計算 PUE 平均值(例如將冬天和夏天時的機房 PUE 平均值)，可兼顧整間機房不同散熱情況和能源的消耗，以進一步建立機房氣流管理政策。其次，更細緻的節電計劃還包括調高冷通道溫度、使用變頻空調系統、避免空調超量設計和伺服器主機臺數上限規畫、機櫃未使用的空間使用盲蓋板密封以減少氣流短循環、持續進行伺服器虛擬化集中整併等節電作法。另建議規劃機房未來採用平吹式空調系統，以機櫃式空調機安裝於每排機櫃之間，將熱通道的熱氣吸進空調機中，接著經過冰水冷卻後，再將冷空氣由前方水平地吹出，因而相鄰機櫃的伺服器就能再吸入冷空氣，以冷熱空氣進行熱交換、循環達到散熱效果。綜合來說，由於空調機與伺服器間的距離相近，因此能夠更有效地調節溫度。此外，機櫃式空調機具有自動調節功能，可預設要調降的溫度，每當伺服器的溫度過熱時，便會加大風扇轉速，以加速散熱循環。

參考文獻

本處 (2012)，「歲計會計資訊系統維運規劃」，主計月刊，No. 675，頁 59~83