



臺中市政府  
TAICHUNG CITY GOVERNMENT

# 臺中市政府 98 年度 自行研究發展報告

( 電腦機房管理應用再提昇打造高服  
務效率的用電環境於大臺中市電子化  
服務 )



- 
- 研究單位：臺中市中興地政事務所
  - 研究人員：資訊課技士 吳慶熙
  - 研究日期：98 年 4 月 1 日至 98 年 8 月 31 日

## 目錄

一、內容摘要.....	3
二、研究緣起與目的.....	5
三、本所現有機房設施應用概況與用電情況解析.....	6
四、機房節能方法彙總.....	12
五、以本所機房節能可行性分析.....	21
六、節能方向及結論建議 .....	26
七、參考文獻及資料.....	28

## 一、內容摘要

### (一) 研究緣起與目的：

#### 1. 研究緣起：

中央政府宣示政策：臺中市與臺中縣將自 99 年底起合併昇格為直轄市，以地政業務來說共有 2 處及 10 地所的業務將進行整合，臺中市部份將率先於 99 年推動內政部地政應用系統 web 版，屆時臺中市 1 處及 3 地所將因作業架構的變革將引進大量伺服器與相關服務設備以配合提供便捷服務，以擬部署的主力機架應用伺服器參考設 IBM X3650 伺服器而言電源供應器的消耗的功率為 835W，以電腦機房全年度不停機服務下，並以每度電費 3 元計算，每年每台伺服器將消耗高達約 22,000 元的電費，光以伺服器約 15 台初估每年將花費高達 33 萬元電費，這還不包括為提供增加設備後維持機房冷卻需要增加的冷氣電費及其他相關週邊暨網路設備等的用電費用，電腦機房整體用電費用每年將可高達一百多萬以上，以現今臺中市、縣機關預算普遍不充裕的情況下將立刻衝擊到昇格後直轄市機關經費的分配運用，已預見未來電腦機房電費用將跳升的問題，必需立即進行研究機房的節能省電以提供安全有效能的直轄市地政 E 化服務。

#### 2. 研究目的：

本研究針對目前本所現有機房環境就冷氣及各用電電腦設備進行用電調查與分析針對各種可能節能省電或提升用電效率方法，且不影響作業效能與造成服務中斷前提下，提出各種效益分析。從機房規劃、空調的改善、設備採購選定、設備非作業時間的關機、引進虛擬化系統以簡併設備或提升設備使用率等相關議題進行評估，除供地政單位參考並可以作為臺中市各機關有建置電腦機房單位未來節能省電之參考。

### (二) 研究方法與過程：

透過各項節能參考資訊、相關報告，從機房環境及冷氣系統規劃求節能，以節能電表分析本所電腦機房內各設備之耗電資訊，並檢討各項設備

之運作需求，分析各項節能方法的省電之效益，檢討可行性方法及施行後的影響進行整體評估及試作，以打造高效率的電腦機房用電環境。

(三) 研究發現與建議：


因地政資訊系統架構的演進是為提供更便捷及更安全的服務，設備的增加為不能避免的趨勢，希從研究中發掘電腦機房節能省電最經濟且有效的方針，並維持各項資訊作業的各時間內運作需要以支援 E 化資訊作業，在預期縣市合併後政府財政仍繼續不佳的困境下，提供便捷與效能且節省政府經費支出，以開創新的市政建設之發展。

## 二、研究緣起與目的：

行政院院會於 98 年 7 月 2 日核定通過『臺中縣市合併改制直轄市政制計畫』，以地政業務來說共有 2 處及 10 地所的業務將進行整合提供全新的直轄市地政服務，而臺中市地政資訊部份將率先於 99 年度配合推動辦理內政部地政司所開發完成之「土地登記複丈地價地用電腦作業系統 WEB 版」(以下簡稱地政系統 WEB 版)上線作業，屆時臺中市 1 處及 3 地所，由自民國 88 年起使用迄今之「土地登記複丈地價地用電腦作業系統 NT 版」(以下簡稱 NT 版)之「三層式大型主從架構」(Three-Tier Larger Client/Server)變更為 web 版多層式架構，將因作業架構的變革將引進大量服務伺服器與相關服務設備諸如資訊安全、監控、網路設備等等以配合提供便捷安全的資訊服務，以參考 IBM X3650 伺服器而言電源供應器的消耗的功率為 835W，以電腦機房全年度不停機服務下，並以每度電費 3 元計算，每年每台伺服器將消耗高達約 22,000 元的電費，光以伺服器約 15 台不停機二十四小時運轉下，概估每年將花費高達 33 萬元電費，這還不包括為提供增加設備後維持機房冷卻需要增加的冷氣電費及其他相關支持週邊暨網路設備等的用電費用，電腦機房整體用電費用每年將可高達一百多萬以上，以現今臺中市、縣機關預算普遍不充裕的情況下將立刻衝擊到昇格後直轄市機關經費的分配運用，已預見未來電腦機房電費用將跳升的問題，必需立即進行研究機房的節能省電以提供安全有效能的直轄市地政 E 化服務。

### 三、本所現有機房設施應用概況與用電情況解析：

以本所電腦機房所在位置6樓設有專用之電表於98年6月電費單(計費期間98.4.7至98.6.5)用電全層總計用電31,385度,電費121,797元,每度電費約3.88元,98年8月(計費期間98.6.5至98.8.7)用電全層總計用電39,650度,電費194,045元,每度電費約4.89元,詳如下表,

 **台灣電力公司** 98年(Year)06月(Month)電費通知及收據  
www.taipower.com.tw

403  
台中市東興路3段246號6樓  
台中市政府(地政大樓)

G10807757907FB2A 先生/女士/寶號

政府發放之消費券  
不適用於繳付電費

費用戶本期用電排碳CO<sub>2</sub>約 19952 公斤  
敬請節約用電,以減少CO<sub>2</sub>排碳,降低地球暖化衝擊

電 號 (Customer Number)	繳費期限 (Due Date)	應繳總金額 (Total Amount)
07-26-9602-60-7	98/06/22	**121797元

◆ 逾上列繳費期限2天(遇假日順延至下一上班日)後繳費者,不論向本公司或代收單位繳費,依規定均須加計遲付費用,併下次電費收取(詳見背面說明)。  
◎ 於98/08/07前得向代收單位(詳背面)繳費,如欲採金融機構電話語音、網際網路、自動櫃員機繳費(辦理之金融機構可參考本公司網站或向服務單位洽詢),依下列標示項目操作。逾此截止日(假日不順延)請駕臨本公司各區營業處服務中心(所)繳費。

代收截止日	電 號	票號碼	應繳總金額
980807	07-26-9602-60-7	759	121,797

◆ 用電計費期間98年04月07日至98年06月05日


計費內容:	120	流動電費	121797.4元
總度	100		
功率因數(%)	100		
經常用電度數	*31385	應繳總金額	121,797元
本期用電日數	59		
去年同期用電度	27058		
較去年同期(度)	+4327		

本公司營利事業統一編號 51868406  
本次收費日 98年06月09日  
下次繳費起始日 98年08月12日  
下次抄表日 98年08月07日

抄表指數:

表別	上 月	上 期	增 減
01	26215	94830	
04	02507	02505	

電表位號 001  
表別說明見背面

 **台灣電力公司** 98年(Year)08月(Month)電費通知及收據  
www.taipower.com.tw

403  
台中市東興路3段246號6樓  
台中市政府(地政大樓)

G1080772907FB2A 先生/女士/寶號

政府發放之消費券  
不適用於繳付電費

費用戶本期用電排碳CO<sub>2</sub>約 25217 公斤  
敬請節約用電,以減少CO<sub>2</sub>排碳,降低地球暖化衝擊

電 號 (Customer Number)	繳費期限 (Due Date)	應繳總金額 (Total Amount)
07-26-9602-60-7	98/08/25	**194045元

◆ 逾上列繳費期限2天(遇假日順延至下一上班日)後繳費者,不論向本公司或代收單位繳費,依規定均須加計遲付費用,併下次電費收取(詳見背面說明)。  
◎ 於98/10/07前得向代收單位(詳背面)繳費,如欲採金融機構電話語音、網際網路、自動櫃員機繳費(辦理之金融機構可參考本公司網站或向服務單位洽詢),依下列標示項目操作。逾此截止日(假日不順延)請駕臨本公司各區營業處服務中心(所)繳費。

代收截止日	電 號	票號碼	應繳總金額
981007	07-26-9602-60-7	856	194,045

◆ 用電計費期間98年06月05日至98年08月07日

計費內容:	120	流動電費	194045.4元
總度	100		
功率因數(%)	100		
經常用電度數	39650	應繳總金額	194,045元
本期用電日數	63		
去年同期用電度	33711		
較去年同期(度)	+5939		

本公司營利事業統一編號 51868406  
本次收費日 98年08月12日  
下次繳費起始日 98年10月12日  
下次抄表日 98年10月07日

抄表指數:

表別	上 月	上 期	增 減
01	65865	26215	
04	02513	02507	

電表位號 001  
表別說明見背面

差異之用

電約8265度為進入夏季冷氣相關用電增加所致,與其中以電腦機房部

份的設備主要有，HA 架構資料庫主機 1 套，各式的 X86 級伺服器(或個人電腦)及各式自動化應用系統電腦 29 臺，網路交換器 15 臺，各式資安設備 5 臺，螢幕 8 臺，5 噸水冷式冷氣系統 2 套，5 噸氣冷式 1 套，除濕機 4 台，30KVA 不斷電系統 2 套，20KVA 不斷電系統 1 套，工業用 16 吋風扇 2 台，磁性媒體及恆溫儲藏櫃等。但還不包括第 6 樓層辦公室區約 36 台個人電腦，7 台各式印表機、影印機 2 台及 16 台各式電扇及其他辦公用電設備及 6 樓之中央空調、全樓層之照明燈具約 148 盞 38w\*2 日光燈具等。

據估算在機房中最耗電的設備當屬負責冷卻任務的機房的冷氣、其次為 HA 架構的資料庫伺服器與數量眾多的 X86 級伺服器、其他依序為自動化應用系統電腦及網路監視記錄設備、各式資安設備、網路交換器等。其耗電情形估算如下表一

分類	名稱	型式	數量	耗電標示	說明
冷氣	水冷式冷氣	5 噸	2	7.5Kw	
冷氣	水冷式冷氣送水馬達	3hp	2	2.2Kw	
冷氣	水冷式冷氣冷卻馬達	3/4 HP	2	560w	
冷氣	氣冷式冷氣	5 噸	1	4.93Kw	
伺服器	HA(叢集架構)資料庫主機	IBM Pserver P550&P520	1	2510w(1100w+750w+60w+600W)	
伺服器	X86 伺服器	IBM X346	6	625w	
伺服器	X86 伺服器	IBM X306m	2	350w	
伺服器	X86 伺服器	IBM X3650	3	835w	
伺服器	X86 伺服器	IBM X3550	1	670w	
伺服器	X86 伺服器	DELL optiplex 755	1	305w	
伺服器	X86 伺服器	IBM x206m	1	400w	
伺服器	X86 伺服器及自動化服務	pc	14	250W~300w	
網路設備	交換器		14	50w	
網路設備	核心交換器		1	820w	
網路設備	資安等設備		5	65W~250W	
網路設備	ROUTER 數據機等		9	17w~120W	
伺服器	Xml-box		1	200w	

顯示器	15~17 吋		8	58w	
除濕機	東元、東芝		4	210w~240w	
工業風扇	18 吋		2	80w~180w	
不斷電系統	30KVA		2		
不斷電系統	20KVA		1		

表一

依據根據一般機房用電研究:冷卻系統的用電量占整間機房用電量達 50%以上，伺服器與網路等電腦設備約 35%以上，照明與其他設備約為 10%左右。因此就機房省電的重點依序就是冷氣系統、伺服器與網路等電腦設備、而後就是照明與其他設備。

依據本所水冷式冷氣機銘板上的耗能有關標示資料如下：

冷氣能力	15120kcal /H
消耗電功率	7.5kw
能源效率比值	2.33 kcal/H w

搭配冷卻供水馬達 3hp (2.2KW)，冷卻水塔馬達 3/4 hp(560W)，於上班日早上 8:45 啟動至下午 16:45 停止運轉，耗電預估算如下：

$$7.5 \text{ kw} * 8 \text{ hr} = 60 \text{ kwh (用電 60 度)}$$

冷卻水馬達部分耗電預估算：

$$(2.2\text{KW}+560\text{W}) * 8 \text{ hr} = 22.8 \text{ Kwh(用電 22.8 度)}$$

以該時段開水冷式冷氣耗電概估用電為 82.8 度(60+22.8)。

氣冷式冷氣機耗能有關標示資料如下：

額定總冷氣能力	14kw(12500kcal /hr)
額定總消耗電功率	4.93kw
能源效率比值	2.84

於上班日下午 16:45 啟動至隔日上午 8:45 停止運轉及週休二日全日運轉，耗電預估算如下：

$$\text{上班日為 } 4.93 \text{ kw} * 16 \text{ hr} = 78.88 \text{ kwh(相當於用電 78.88 度)},$$

$$\text{休假日為 } 4.93 \text{ kw} * 24 \text{ hr} = 118.32 \text{ kwh(相當於用電 118.32 度)},$$

為補強冷氣回風效果增加 2 臺 18 吋工業用扇以定時方式運轉 20 小



時，耗電預估如下：

立扇 146W (124W, 146W, 171W) \* 20 hr = 2.92kwh(用電 2.92 度)

桌扇 60W (52W, 60W, 65W) \* 20hr = 1.2kwh(用電 1.2 度)

全日估計 2.92 + 1.2 = 4.12 (度)

以有台電電表計費期間 98.6.5 至 98.8.7 計 63 天，共計有上班日 45 天，非上班日 18 天再加上工業用扇耗電資料總計機房耗電估計總度數為 9664.92 度 [ (82.8+78.88)\*45+118.32\*18+4.12\*63 ]

期間大樓中央空調概估於每個上班日自早上 10 點起用至下午 5 點停止使用，耗電預估如下：

15KW \* 2 \* 7 hr = 210 kwh(用電 210 度)

冰水馬達 3hp (2.2KW) ，耗電預估如下：

2.2KW \* 7hr = 15.4 kwh(用電 15.4 度)

冰水送風機全樓層以 17 臺計算每台以 100w 計算，耗電預估如下：

100w \* 7hr \* 7 = 11.9 kwh(用電 11.9 度)

有關大樓冷氣用電部分估算如下：

(210+15.4+11.9)\*45 = 10678.5(度)

以全樓層 16 臺辦公區電扇均以 60w 估算開啟平均時間 7 小計

60w \* 16 \* 7 hr \* 45 = 302.4(度)

就全樓層用有關冷卻有關用電據估算總用電數為：

9664.92+10678.5+302.4 = 20645.82 (度)

概估佔該時期全部用電 39,650 的 52%

照明燈具以每盞耗電 100W( 38w\*2+24w )計，以長期照明區域 70% 估計，於上班日使用照明 8 小時估算

100w \* 148 \* 8hr \* 45 \* 0.7 = 3729.6Kwh(度)

佔該時期全部用電 39,650 的 9.4%。

再概估其他事務設備諸如影印機、飲水機、傳真機、除濕機等雜項用電約 1%(400 度)，由此概算 UPS 不斷電系統使用之電腦設備(含電腦機房與 5、6 辦公區)用電估約為 36%，約為 14500 度，與一般機房用電研究：冷卻系統的用電量占整間機房用電量達 50%以上，伺服器與網路等電腦設備約 35%以上，照明與其他設備約為 10%左右之研究結論進似雷同。

然而為瞭解機房主要各項設備之實際用電情況以松大電子的電力省電監測器 (POWER MONITOR) SPG-26MS 實測部份設備用電況得到下列設備實際用電資料(表二)：

設備名稱	用電 度數	用電 時間	平均實 測瓦數	穩定瞬 時瓦數	備註
交換器 1 DES-3226	0.64	24:00	26W	27W	
交換器 2 DFE-2616i	0.27	9:11	29W	29W	
交換器 3 DFE-2616ix	0.73	23:52	30W	30W	
伺服器 1 IBM X306m	2.00	18:27	108W	107W	
伺服器 2 IBM X306m	7.51	68:15	110W	117W	
伺服器 3 IBM X346	6.5	23:56	271W	306W	2G memory 6 HD
伺服器 4 IBM X346	2.55	9:51	258W	258W	2G memory 2 HD
伺服器 5 IBM X346	3.12	9:50	317W	317W	2G memory 2 HD，執行 1 個虛擬機器
伺服器 6 IBM X3650	0.94	3:13	292W	298W	4G memory 6 HD
伺服器 7 IBM X3650	4.87	24:00	202W	252W	4G memory 2 HD 新設備
伺服器 8 IBM X3650	3.35	12:00	279W	283W	16G memory 6 HD 新設備
應用程式 PC 1(P3 級)	0.36	5:46	63W	63W	
應用程式 PC 2(P3 級)	0.68	14:15	47W	58W	

表二

就以上的機房設備實際量測的結果得到部份用電資訊：

1. 穩定作業後電腦設備的實得的瞬間用電瓦特數(W)與長時間平均值近似可當作耗電代表值。

2. 同樣的設備如加裝更多附加設備耗電量會較高(伺服器 3 與伺服器 4，伺服器 7 與伺服器 8)。
3. 當提高伺服器之使用率，如執行虛擬機器後與原相同環境設備增加耗電(伺服器 4 與伺服器 5)，用耗電值會隨設備使用率的提升(如 CPU、記憶體、硬碟讀寫、網路傳輸等使用率)而增加，當伺服器執行更多工作時會比低使用率閒置狀況下使用更多電力。
4. 另發現伺服器即使是已經停止運作關機後，部份內部元件仍繼續耗用電力，以 IBM x306m 為 8~10(W)、IBM x346 為 26~28(W)、IBM x3650 為 36~39(W)，而其耗電值約與網路交換器設備相當。

#### 四、機房節能方法彙總：

根據分析電腦機房的用電情形，節能的方針不外乎提昇設備使用效率、不用時關閉等措施著手，整理研究分析如下：

##### (一) 冷氣部份：

##### 1. 減少冷氣所需的傳送路徑及損耗直接供應冷卻：

傳統的機房冷氣是採用下吹式冷氣的方式由高架地板下供應冷氣，再由冷氣機上方迴風吸入熱氣完成熱循環，利用冷空氣較重會堆積沉降的原理提供整間機房較低溫度，以使設備獲得冷卻效果，然而隨著設備，使用電腦設備的處理速度能力提升、高密度集中化的結果產熱能更高，傳統的冷卻方法已無法滿足需求，即便降低冷氣溫度亦無法將產生的熱能交換出去，造成設備過熱，設備無法正常持續運作甚至損壞，因此發展出直接冷卻的觀念作法例如冷氣直接供應至機櫃的冷排設計、水冷機櫃，以 APC 推出的平行式散熱架構為例，則是在數臺機櫃間裝置 1 臺 In-Row 冷卻機櫃，將冷氣非以傳統由高架地板來送出，而是透過冷卻機櫃平行送至電腦機櫃，由於冷空氣傳送路徑變小損耗少，提升空調效率進而降低費用支出。

##### 2. 檢討冷氣供應空間範圍：

機房的空間的大小也與空調冷卻量成正比例相關，一般而言面積的大小也影響空調能力需求，由其是機房是以全天候 24 小時不停頓作業，檢討機房縮減機房空間範圍可有效降低冷卻銷耗，如下表三為大同公司有關商用冷氣之選用表為例。



## 機房專用..... 全年使用型冷氣系列

**商.用.空.調**

- 全年使用型冷氣
- 隱蔽直立式冷氣
- 商用分離式冷氣
- 水冷式箱型冷氣
- 水冷式恆溫恆濕冷氣
- 下吹式冷氣
- 業務用除濕機
- 水冷式冰水機
- 氣冷式冰水機
- 滷水冷凍機
- 大同風管機
- 大同豪華型空調箱
- 大同冷卻塔
- 大同水泵
- 電熱器/加濕器

**大同全年使用型分離式冷氣--可連續使用於室外溫度10~43℃，室內溫度21~32℃之範圍**

- 特殊室外低溫系統設計，多重保護，機種最齊全
- 最適合通訊機基地台無人機房及特殊環境需全年使用之場所
- 微電腦或電子溫度自動溫度控制
- 可追加停電自動復電再啟動及機房特殊控制需求

**壁掛全年使用型系列>>>**

機 型	冷氣能力kw(kcal/hr)	電源(60HZ)	面積(坪)	說 明
FT-252DQC - R-202DE	2.4(2000)	單相220V	3~6坪	<a href="#">產品介紹</a> >>>
FT-252DQC - R-252DE	2.9(2500)	單相220V	4~7坪	<a href="#">產品介紹</a> >>>
FT-362DQC - R-362DE	4.1(3550)	單相220V	6~10坪	<a href="#">產品介紹</a> >>>
FT-452DMU - R-452DE	5.2(4500)	單相220V	8~12坪	<a href="#">產品介紹</a> >>>
FT-632DMU - R-632DE	7.3(6300)	單相220V	12~18坪	<a href="#">產品介紹</a> >>>
FT-712DMU - R-712DE	8.2(7100)	單相220V	14~21坪	<a href="#">產品介紹</a> >>>
FT-802DM - R-802DK	9.3(7500)	單相220V	16~24坪	<a href="#">產品介紹</a> >>>

**箱型全年使用型系列>>>**

機 型	冷氣能力kw(kcal/hr)	電源(60HZ)	面積(坪)	說 明
TFV-802DJ - R-802DK	9.0(8000)	單相220V	適用坪數	<a href="#">產品介紹</a> >>>
TFV-1252DJ - R-1252DC	14.0(12500)	單相220V	適用坪數	<a href="#">產品介紹</a> >>>
TFV-1252DJ - R-1253(4)DC	14.0(12500)	三相 220/380/440	適用坪數	<a href="#">產品介紹</a> >>>
TFP-5K - R-1253(4)DC	14.0(12500)	三相 220/380/440	適用坪數	<a href="#">產品介紹</a> >>>
TFP-8K - RP-8K	22.4(20000)	三相 220/380/440	適用坪數	<a href="#">產品介紹</a> >>>
TFP-10K - RP-10K	29.0(25000)	三相 220/380/440	適用坪數	<a href="#">產品介紹</a> >>>
TFP-15K - RP-8Kx2台	46.5(40000)	三相 220/380/440	適用坪數	<a href="#">產品介紹</a> >>>
TFP-20K - RP-10Kx2台	65.1(56000)	三相 220/380/440	適用坪數	<a href="#">產品介紹</a> >>>

表三

### 3. 冷氣設備的更新與選用：

當機房冷氣系統設置的時間已經過久，其設備設置當時的效能基準業已提昇，例如最新的無風管冷氣機節能標章能源效率基準與標示方法於98年8月10日公告修正實施(表一)，前次的舊基準為96年7月10日公告修訂96年8月1日起實施如下表四、表五：

機種		冷氣能力分類 (kW)	能源效率比 (W/W)
氣冷式	單體式	2.2 以下	3.30
		高於 2.2 , 4.0 以下	3.35
		高於 4.0 , 7.1 以下	3.10
		高於 7.1 , 10.0 以下	3.05
	分離式	4.0 以下	3.85
		高於 4.0 , 7.1 以下	3.55
		高於 7.1(冷氣能力 70 kW 以下機種)	3.40
		全機種(冷氣能力 70 kW 以下機種)	4.80
水冷式、蒸發式			

(表四)

機種		冷氣能力分類 (kW)	能源效率比 (w/w)
氣冷式	單體式	2.2 以下	3.15
		高於 2.2 , 4.0 以下	3.20
		高於 4.0 , 7.1 以下	3.00
		高於 7.1 , 10.0 以下	2.95
	分離式	4.0 以下	3.45
		高於 4.0 , 7.1 以下	3.20
		高於 7.1 (冷氣能力 70 kW 以下機種)	3.15
		全機種 (冷氣能力 70 kW 以下機種)	4.25
水冷式、蒸發式			

(表五)

，以水冷式項目比較由舊基準 4.25 提昇為 4.8，EER 值提昇了 0.55，以提供相同的冷氣能力時新基準冷氣空調在用電可以減少 11.4% (1-4.25/4.8)，因此選用 EER 高的設備可以減少用電，當電腦機房設置很久的冷氣系統其 EER 值與新冷氣系統有顯著差異時，為求節能省電汰換更新冷氣空調系統成為要務，選用

較高 EER 值的設備冷氣空調可以減少持續運轉的長期費用，如外導入變頻式空調系統也是電腦機房省電思考的選項，上班時間機房因電腦設備使用率高須供給較大的冷卻需求，到了下班或假日時間使用率降低冷卻需求減少，使用變頻式空調系統可以依使用情況改變增減冷氣供給，有效提升使用空調效能減少用電支出。

4. 提冷氣溫度可以降低用電消耗：

檢討溫度需求，適度提高冷氣溫度可以降低用電消耗：依據節能標章全球資訊網提供節能措施訊息，當冷氣溫度每調高 1°C，就能節省冷氣 6% 的耗電量，電腦機房的溫度應以環境監控系統作監視管理與控制，過低的空調溫度雖可提供很好的冷卻效果但也相對增加耗電支出不環保，應適度提升空調溫度並維持設備穩定冷卻需求才是符合節能驅勢，而本項做法就為臺大計算機中心的機房節能措施計畫所採用。

5. 重置機櫃位置，施實冷熱通道提昇空調效能：

由於一般電腦機房內的機櫃前方為進氣口，後方則為散熱口，當有兩排機櫃的正面都朝向同一面，前方機櫃的散熱量就會被後方機櫃吸入，造成後方機櫃溫度過高，也因此機櫃的擺放必須面對面、背對背，在面對面的機櫃間建立起冷通道，在背對背的機櫃間建立起熱通道，儘可能隔離冷熱通道間空氣的交流，避免冷空氣與熱空氣造成混風現象，並將熱通道熱量送至空調系統中循環，可以強化空調冷卻的效率達到節能目的。

6. 機房高架地板的治理：

傳統下吹式冷氣是將冷氣透過高架地板由下往上將冷空氣送入機櫃中，因此風巢板的位置除應越接近機櫃進氣口越好，如果高架地板的高度愈低，氣流的壓力就會越大而行成風壓，

當機房的風壓大會造成距離較遠的出風處風量大，反而近處的風量小，溫度不均容易造成過熱問題導致電力增加，地板下雜亂的線路會阻礙冷空氣的流動順暢，降低冷卻效能，應移除不用纜線以減少冷空氣傳送阻礙，並定期清潔高架地板底層，以減少塵灰，綿紙絮等由蜂巢板吹入電腦設備中，造成電腦設備內部及風扇積塵，影響散熱效果增加電費支出。

(二) 電腦設備部份：

1. 提昇伺服器的使用率以整合伺服器以減併實體伺服器的數量：

除冷氣系統外機房耗電的原兇首推耗電大且量多的主機與伺服器等，減少以上設備的數量的用電也同時減少空調冷卻的費用，機房內各伺服器的執行不同作業且使用率高低不同，功能強大的伺服器設備如使用率低不高是非常不經濟的，可以朝提升電腦設備的使用率並減少伺服器的數量來達成節能目的，可行的作法有：

(1). 讓同一臺伺服器同時跑多項任務工作以減併伺服器：

例如在同一臺伺服器同時執行 AD 網域主機、DNS 伺服器、檔案伺服器、印表伺服器、郵件伺服器等，以減併原為各專用獨立伺服器之作業設備，減少伺服器的用量。

(2) 以虛擬化整併伺服器來省電：

近年來伺服器級電腦多擁有單顆處理器四核心或更多核心的處理能力，以利同時處理大量資料，使伺服器虛擬化的推動更有效益，例如 IBM X3650 機架伺服器配備有二顆四核心處理器及最多達六顆硬碟空間所組成的高效能伺服器是執行虛擬伺服器很好的選擇，經由虛擬化系統軟體提供虛擬化機器環境以提升實體電腦使用率，讓同一臺實體電腦內同時容納執行多臺以上實體電腦系統轉置移入的虛擬機器，各須虛擬機器各自獨



立並維持原有作業型態不產生任何改變，如同有相當臺數實體電腦執行作業能力，以減併實體伺服器達節能效果，除常見伺服器可虛擬化，另儲存設備、資安設備及網路設備近年來也推出支援虛擬化系統亦可達到相當節能效果。

(3)使用虛擬伺服器的動態調配功能調配虛擬伺服器：

當伺服器虛擬化後，廠商可更提供進階功能，透過動態調配虛擬伺服器，來減少用電支出。例如在 3 臺執行 VMWARE 虛擬化軟體的實體伺服器上，可整合成為同 1 個資源池，透過 VMWARE 的線上移轉工具 VMotion，將 3 實體伺服器上的虛擬機器視使用率作動態移動，當虛擬化後的平均使用率低於設定條件如 50%以下時，透過系統偵測管理，重新分配並移置虛擬伺服器，以空出 1 臺實體伺服器，並關閉實體伺服器，反之亦可開啟停止的實體伺服器應付作業需求，以動態方式調整關閉實體伺服器以達節能效果。

2. 關閉不使用的設備：

由於很多設備是在上班時間才使用，下班後就停止使用，長時間處於待機閒置的狀況中，應配合實際情況在長時間期間假期且無需使用的情況下關閉，例如逢週休二日的周五下班後關機，待周一上班前再開機，即可節省用電支出與冷氣費用，也可透過定時器等將可直接關閉或送電之設備如網路交換器於晚間下班後斷電，直到上班前再送電啟動設備。

3. 設備採購規格的選用：

設備的選用會影響往後的用電支出，下列幾項參考選擇將可為設備減少長期的運作費用：

(1) 選用低壓處理器耗電省一半：

NEC 公司曾經測試 2 臺採用不同處理器的伺服器，以

低電壓的 Xeon L5420(時脈 2.5GHz)與採用 Xeon X5335(時脈 2.66GHz)相比較，在閒置狀態下，低電壓處理器省下 71%的電力，在高負載情況下，可省下 52%用電量，但低電壓處理器通常效能的表現不如一般處理器的疑慮。

(2) 新製程的處理器較舊的省電：

以 INTEL 新一代 45 奈米 Xeon 5400 系列處理器為例，比前一代 65 奈米 Xeon 5000 系列處理器除執行速度效能提升外，用電部分更節省 38%的用電。

(3) 選用高轉換率的電源供應器，最好有「80Plus」認證的：

電源轉換率愈高的電源供應器，可減少電源轉換的損耗，以 500 瓦的電源供應器，在轉換率各為 60%及 80%的情況下各需供電 833 瓦及 625 瓦，相較下 80%高轉換率的電源供應器可以省下 208 瓦的電力供應，達到省電效果。

(4) 硬碟選用固態硬碟 > 2.5 吋硬碟 > 3.5 吋硬碟：

由於固態硬碟(SSD)以快閃式記憶體作為除儲存材料少了傳統硬碟的碟片與馬達，耗電只需傳統硬碟的 10%，2.5 吋硬碟與 3.5 吋硬碟相較下，體積小、碟盤小、馬達轉速通常較低，3.5 吋硬碟用電約 18 瓦，2.5 吋硬碟用電約 9 瓦，設備選用 2.5 吋硬碟用電省了約一半。

(5) 選用有電源管理技術的處理器：

在 INTEL 新一代的處理器都含有電源管理技術，透過本項功能的開啟，當處理器於低負荷或待機情況下，會透過降低處理器的電壓來達到節能省電的效果，據 INTEL 表示，在待機情況下耗電可減少 50%。

(6) 選用高密度的刀鋒伺服器：

刀鋒伺服器透過共用電源供應器，網路設備與風扇

等，來提昇整體的電源使用效率，IBM 公司曾比較 36 臺 2 路刀鋒伺服器與同數量 2 路 1U 機架伺服器耗電量各為 8,872 瓦與 15,912 瓦的電力，選用刀鋒伺服器可省下 44% 的電力且佔用更小的機房空間與空調費用。

(7) 採用水冷式機櫃：

透過水冷技術，可有效帶走機櫃內約 60% 熱量，進而降低傳統空調的負荷以達省電。

(8) 採用廠商新型整合節能設備：

像 NEC 或 IBM 等系統廠商推出節能機櫃，透過整體架構的改善，整合軟硬體等措施，以相當設備最高可提供節省 55% 的耗電量。

(三) 其他部份：

1. 減少進出機房的機會與頻率：

電腦機房本身就如同電冰箱，進入次數越多，對於空調冷卻系統的負擔也就越大，因此儘量減少進出機房的機會與頻率亦可達到節能效果，搭配執行遠端遙控軟體或遠端 KVM 的方式控制伺服器設備以減少進入機房的頻率。

2. 實施用溫度監測與用電量監控：

確實測量機房內溫度的實際狀況包含冷、熱通道、上、中、下層等以避免過熱產生並有效掌握溫度控制狀況，除此之外用電的監測也是機房用電控制不可或缺的掌握項目，裝置數位電表可以了解機房的實際用電狀況，以針對用電量高的區塊，導入節能措施，以節省整體用電量。

3. 選用省照明電燈具：

機房日光燈具的選用上應以更換 T5 新式規格燈具為優，與

現有一般 T8 規格比較，T5 燈具採用電子式安定器會比傳統式 T8 燈具有少電力轉換損耗，傳統 T8 燈管用電約 38 W (瓦)而同長度 T5 燈管耗電約 28 W (瓦)省電約將近 3 成，且 T5 燈管較小發熱量小對於空調的負荷也可減輕，且照明亮度變高，壽命長，為節能考量應儘速更換。

#### 4. 更新老舊的電力系統：

臺灣大學計算中心就以更換使用超過 30 年的電力系統來達成節能，由於老舊的電力系統經年使後存在很多問題，如漏電材料老化、氧化、接觸不良等，所浪費的電力也相當驚人，藉由全新的供電系統，如整並線壓、更換高效率的電壓設備與匯流排主幹等設施，來改善整體供電環境與品質，提升使用功率，進而達到節能省電的目的。

## 五、以本所機房節能可行性分析

### 一、本所機房的節能研究歷程：

本所電腦機房因為推動土地登記電腦化作業於民國 83 年即建置啟用至今約 15 年以上，已歷經三代主要電腦設備的汰換更迭，建置啟用以來電腦設備的數量，隨作業全面電腦化及應用系統的發展不斷擴展而增加規模，用電量的問題也隨設備的增加不斷而浮現無法改善，而設置的 2 套 5 噸水冷式冷氣系統於 90 年起又因數次一連串缺水問題無法正常提供機房冷卻支援，才在民國 92 年爭取編列預算加裝 1 臺 5 噸氣冷式冷氣用來改善缺水備援的問題，同時利用氣冷式冷氣為上方直吹式供應冷氣，冷氣的供應範圍僅止於主機房的隔間內將機房的冷卻空間由原全部機房約 35 坪左右縮減約為 15 坪左右，希利用縮減機房冷氣供應面積的方式來達到節能省電，由 2 套水冷氣式冷氣自上班時間周一上班時間起至周五下班期間交替使用供應全部機房範圍的冷卻需求，周休二日期間則由氣冷式冷氣式冷氣供應較小的主機房冷卻需要，施行後的確有達成省電的效果。然而於 95 年底起機房設備配合市府地政 e 網通計畫案全面汰換設備，增加因實施實體隔離策略之伺服器、網路、資訊安全等相關設備，並加入原分散於本所地價、測量等課尚未整合進入電腦機房之各伺服器，致使主機房設備大增，從機房監控系統觀察到平時開啟水冷式冷氣系統期間機房內溫度較高冷卻不足的問題發生，且電費部份有逐漸增加之驅勢。

適逢臺中市部份將於 99 年推動內政部地政應用系統 web 版上線作業，依推動計畫內容推估及視業務規模情況，至少需配置使用 9 臺，最多配置 15 臺伺服器的全新作業模式提供整體服務更版後的機房作業環境，依現有環境推估將發生冷氣能力無法負荷冷卻需求且用電大幅增加問題，為解決機房未來冷卻能力不足之問題與推動節能省電作為，於 98 年度編列預算汰換機房冷氣系統與執行相關節能措施以提

升冷氣使用效率，改善機房環境支援及提供電腦機房設備增加的冷卻需求。

## 二、可行性評估後的執行方案：

參考前章節的各項節能措施提供本所地政電腦機房節能改善之可行性執行作為：

### 1. 本所水冷式冷氣效能不佳應予汰換：

依據前項分析研究電腦機房用電，冷氣系統用佔了過半，改善冷氣系統效率成為首項要務，本所原水冷式冷氣 83 年間設置其 EER 值僅 2.33，現今新冷氣規格值已提昇為 4.25 以上，以原有 5 噸冷氣系統的用電量可供相當於新系統約 9 噸

( $5 \times 4.25 / 2.33 = 9.12$ ) 多的冷氣系統用電量，即以相當的耗電情況下新冷氣系統的噸數可提升至 9 噸以供應增加的冷卻需求且不增加用電支出。現今的電腦機房用冷氣系統具有雙壓縮機設計，除提高機器可用率外，可視運轉情況以單 1 個或 2 個壓縮機全力運轉以收節能效果，經規劃的冷凍技師建議配合相關冷氣節能措施後，將冷氣的能力提升為 8 噸即可滿足需要，用電部份預估不會增加，設計上維持仍與現有水冷式冷氣系統 2 套以交互運作，1 套氣冷作為水冷式冷氣之備援使用。

### 2. 改善修改機房空間配置、環境、更新自動門等以提升冷卻效率：

本所電腦機房環境經檢討後有多項配合節能措施必需進行改善：

(1) 現有二排機櫃正面均朝同一方向設置，前排機櫃的排熱會被後排機櫃吸入產生過熱冷卻不足問題，需重新擺設建立冷熱通道，以提升冷氣效率。

(2) 現機房冷氣系統水冷式為下吹式系統供應冷氣範圍約為 35 坪，而放置設備的核心機房與 ups 房各為 14 坪與 9 坪，

以大範圍機房冷氣供應不符經濟原則，於是修改機房原隔間設計縮小冷氣系統的供應範圍，縮減幅度為 35%，集中供應核心機房與 ups 房冷卻需要以提升冷卻效率。

- (3) 更換玄關入口及機房門為自動門系統，冷氣房出入門改為自動門後，減少因人為原因疏忽未及時關閉門禁所產生冷氣外洩之機會，減少空調系統的負荷以節能。
- (4) 確實改善機房周緣不良的隔離，如縫隙、密封不良、陽光直射等問題，因電腦機房的冷氣系統為恆溫恆濕控制，與外界阻絕不完全時除冷氣外洩影響冷氣效率外，更無法精確控制濕度，造成夏天溼度高不易降低，冬天濕度易低需以電熱器蒸發補充水以加增加濕度，結果徒增空調系統的用電支出。
- (5) 尋求冷氣冷卻效率提升將冷氣直接供應至機櫃直接供應冷卻。本所更換冷氣系統時，因冷氣系統噸數提高，原機房高架地板之高度不足約二十公分，易產生風壓降低效率且高架地板下已有管線過多足影響冷空氣傳送，乃揚棄傳統下吹式冷器作法，改成風管直吹系統，經風箱及風柵門，控制冷空氣由機櫃前方導入冷氣進入機櫃以提高冷氣之冷卻效率。
- (6) 更換機房以及所在樓層之燈具為 T5 環保燈具，原大樓之照明燈具已使用 16 年以上，配合節能須要全部更換為 T5 日光燈規格燈具，以相當規格燈具相較省電約 4 成，不但照度提高且發熱量低，同時節省用電支出也減輕空調系統的負擔。
- (7) 機房環控系統的精進再改良，配合 UPS 端的數位電表增設，全面監控掌握電腦設備耗電情況以利相關節能措施成

效評估，擴增溫度監控點以有效掌握機房冷熱通道溫度，提供溫度監視資料以有效協助節能溫度之設定，同增加機房內重要伺服器及主機之保護措施，當冷氣系統失效溫度過高及市電、發電機停止供電超過定時等情況下立即關閉重要伺服器與主機，以保護重要資訊資產不致之損壞。

3. 然尚有部份可節能之措施，經實作或分析後可行高，的確可提升效能，然因預算經費問題、設備要求不足或考量效率問題，尚可引入施行，簡要如下：

- (1) 引進 KVM 系統，支援遠端機房及虛擬機器之操作減少進出機房提昇冷氣效能，且有廠商推出機櫃排插電源系統可經由 KVM 的支援提供各連接設備的用電資訊，電力供應的開與關控制，協助可相關直接關閉設備之用電之節能，尚可進一步減少如伺服器設備等於關機後的伺服器仍繼續使用電力的問題。
- (2) 伺服器擴大使用虛擬系統提升設備使用率。新近的伺服器設備處理核心已多達四核心，未來將會以 2 的倍數逐漸增加，且設備可配備的記憶體亦不斷向上提高，這樣的設備只跑 1 個作業系統或單一用途使用率低，當實體設備數量多時其耗電亦相對可觀。以本所執行三合一跨所騰本核發系統伺服器原共有 3 臺實體伺服器，於 98 年 6 月間因其中負責對外跨所設備故障，緊急啟用供測試更新程式用虛擬機器環境於其他跨所騰本核發系統伺服器實體機器上，順利的執行作業至今未發生問題，代價是提升了伺服器的使用率增加了部分耗電，但增加的用電遠比停用 1 臺實體伺服器來的少，可考慮擴大執行的範圍。但因引進虛擬作業系統除需很大的記憶體空間以



外，尚有很多的設備投資如、高速光纖網路卡、光纖交換器、高速光纖網路的區域儲存媒體(SAN STORAGE)、高價的完整解決方案軟體授權費、伺服器軟體授權費等才能構成一套完整的虛擬作業環境，雖部分廠商推出免費版軟體，但功能究竟無法滿足機房對執行效能、虛擬設備管理或安全的要求，綜合經費考量下尚未全面引入。

- (3) 引進採用節能功之設備，可以降低長期運作用電成本，譬如低耗電伺服器，但低耗電往往與低效能有關係，且低耗能設備通常價格較高，在以提供高效能資訊系統服務運作要求下很難去決擇採用。

## 六、節能方向及結論建議

以臺中市地政資訊服務而言，近年配合內政部及市府推動擴大電子化服務範疇，增加不少服務與相關設備，而機房的冷卻不足與電增加問題隨之發生，經研析節能措施認為下列措施的推行可有效提升效率以節能：

- (一)、汰換過老的冷卻系統，投資效用最明顯，以本所汰換使用超過 15 年的機房冷氣系統預估電費將不增或減，而系統總冷卻能力可提高 6 成以供更多冷卻需求。
- (二)、提升冷卻效率重新規劃機房及機櫃擺置建立冷熱通道提高冷氣效率，清理高架地板下阻礙空氣流通的管線。
- (三)、電腦機房冷卻的供應以直接供應冷卻效率最佳，本所考量現實環境因素選擇以直吹式冷氣及設置風管將冷氣送至機櫃前以求最佳冷卻效率。
- (四)、機房如有調整縮小空間應做縮減，如原以平面擺置設備規劃改用機櫃放置，以集中冷卻能力，降低冷卻需求。
- (五)、機房當配合環控系統管理，確實監控機房全面溫度，以維持設備冷卻需求下適當提高機房溫度以降低冷卻需求以節能。
- (六)、引進虛擬伺服器作業，以提升現有設備使用率漸進式方式調整增加虛擬機器以提供服務，如經費許可應引進整套含硬體設備與全功能的虛擬作業系統，依服務應用彈性調整設備需求以收效能、管理、安全之效。
- (七) 機房用之電設備應增加如數位電表之用電監測功能，用以掌握用電實際狀況也可提供各項節能成效評估之數據。
- (八) 根據現有機房相關空調有關問題進行改善以提升冷卻效率節能，例如、減少機房進出頻率、冷氣洩漏問題、減少陽光直射、增加迴風能力、改用 T5 低耗低熱能照明等進行檢討亦可提升冷

氣效率以節能。

- (九) 採用集中式架構的刀鋒伺服器，以共相關電源、網路及散熱系統的確省電效能突出，可用來取代大量伺服器，以達節能效果，但以效能、未來擴充性、設備整體安全等因素考量下，以地政資訊業務部份很有少數單位採用。

結論：

機房的節能必須由機房環境改造著手，汰換設備、調整環境與引進伺服器虛擬化為最有效，引進刀鋒伺服器設備亦是省電節能之方案，設備相關投資更新必然少不了，以本所用電情況推估電腦機房的用電每月電應不低於 1 萬度，因此本所已預定以有限經費著手改善冷氣系統，希提升冷氣系統效能、調整機房環境以應未來執行內政部地政應用系統 web 版時所增加伺服器及相關設備的冷卻需求，未來考慮儘可能引進完整虛擬化服務系統提升設備使用率以節能，確保地政系統服務之效率、管理、安全無虞，而不增加現有用電負荷，以建立高品質的電子化政府服務為目地，以應未來新直轄市地政 E 化服務。

## 七、參考文獻及資料

1. 松大電子電力省電監測器 SPG-26MS  
<http://www.sondar.com.tw/spg/spg26ms.htm>
2. 節能標章全球資訊網 <http://www.energylabel.org.tw>
3. iThome 電腦報第 339 期微軟 Hyper-V 低價搶進伺服器虛擬化三強鼎立，第 354 期臺大計資中心打造省電節能計畫，第 358 期伺服器省電大作戰，第 360 期 IT 省電 100 招，第 368 期 Google 機房得省電妙招，第 382 期伺服器虛擬化平臺採購大特輯。
4. 大同商用空調 <http://www.tatung.com.tw/air/prod/year-a.htm>