

捷運車站水電、空調及電(扶)梯之節能減碳設計

薛昭欽¹ 彭家富² 王中興³ 李建和⁴ 陳正忠⁵

摘要

過去數十年來，世界各國由於快速工業化，致使大氣中溫室氣體排放量大幅攀升，最終導致目前世界性之“全球暖化”。依據一項針對北極暖化的研究指出；過去20年間，北極地區冰層融化已使全球海平面提高約7.6cm。長此以往，未來50年將使海平面上昇約1公尺左右，將會極大地危害沿海地區人類生存空間，因此如何降低溫室氣體排放量及如何節能減碳，變成人類最需要解決的問題之一。

捷運系統是目前世界各大都市最先進且節能的公共交通運輸工具。筆者曾長期從事捷運工程設計，深知任何工程於設計階段，若能周密思考並預先解決可能遭遇的問題，完工後才會收事半功倍之效。唯有設計者在捷運車站設計之初，即考慮到「節能減碳」問題，才能最終達成捷運車站在「節能減碳」方面之成效。

本文主要就捷運車站水電、空調及電(扶)梯之節能減碳設計部分，分別就設備型式、系統型式及維修保養等各方面作探討，並各自提出節能減碳之設計對策，以供實務界未來進行規劃捷運車站水電、空調設計之參考。

Energy Efficient Design at MRT Stations

Hsueh Chao-Chin¹ Peng Chia-Fu² Wang Chung-Hsing³
Lee Chien-Her⁴ Chen Cheng-Chung⁵

Abstract

Over the past few decades, due to the rapid growth of worldwide industrialization a great increase of greenhouse gases has caused global warming effects. According to the research on global warming in the Arctic, in the past two decades, due to ice melting in the Arctic region, the earth's sea level has risen by around 7.6 cm. As time continues to pass by, it seems certain that sea levels could rise by another 100 cm in the next 50 years, endangering the living space of people living along coastal areas. Thus the reduction of greenhouse gas emissions and energy consumption has become a critical issue to be settled.

The MRT system is one of the most advanced and energy efficient transportation modes in big cities around the world. The authors have been involved in the design of Taipei MRT for quite a long time and realized that taking all the details into consideration early enough at the design stage is necessary to ensure successful construction. Only if the idea of “energy efficiency” is incorporated into the design of the Taipei MRT system, will it be able to achieve the goal of fighting against global warming.

The main focus of this article is to discuss work on plumbing, electric power & lighting, air conditioning, elevators and escalators at the MRT stations from the point of view of energy efficiency concepts. It includes discussions of equipment and facility types, system types, and maintenance, with the hope of offering related measures for reference in future planning and design.

¹ 中鼎工程公司專案經理 cchsueh@ctci.com.tw
² 中鼎工程公司組長 plumb@ctci.com.tw
³ 中鼎工程公司資深工程師 wch@ctci.com.tw
⁴ 中鼎工程公司資深工程師 chienher@ctci.com.tw
⁵ 中鼎工程公司資深工程師 ywcamuin@ctci.com.tw

一、前言

「氣候變遷」是21世紀人類社會面臨的最嚴峻挑戰之一，事關人類生存和發展，世界各國之溫室氣體排放則是攸關氣候變遷的重要因素，因此「節能減碳」成為全球性的重要課題，目前世界各國正針對全球性「節能減碳」努力不懈。自1997年“京都議定書”簽約開始，經2009年“哥本哈根會議”及至2011年召開之“德班氣候大會”止，歐美各主要工業國家與各新興經濟體大都提出溫室氣體減量之承諾及目標。台灣作為地球村的一員，也須善盡本身的減碳責任，馬英九總統已於2008年不止一次公開承諾我國溫室氣體的減量目標，將於“2016年至2020年間回到2008年排放標準，2025年時要回到2000年排放量五成”，目前上述減量目標已成為國內各產業界的標竿，各產業界皆以達成上述標竿而努力，大都規劃朝向設備汰舊換新或產業轉型的方向進行。中鼎工程公司長期參與交通工程建設，尤其是捷運工程部份，多年來執行捷運機電系統設計及施工累積深厚經驗，為了配合產業界節能減碳政策，中鼎公司就捷運車站水電、空調及電(扶)梯設計分(1)給、排水(2)電氣及照明(3)空調(4)電(扶)梯等四章節，提出針對捷運車站節能減碳之設計對策。

二、捷運車站給、排水之節能減碳設計

本章就捷運車站給、排水系統方面，討論節能減碳之設計對策。在給、排水系統設計方面，主要由衛生器具型式、設置雨水回收再利用系統及採用直接給水方式等三方式，達成節能減碳之效果。

(一) 衛生器具型式

採用省水標章衛生器具(如圖1)：使用具省水標章之衛生器具(如馬桶、小便斗、水龍頭等)是政府近年來大力推行之政策之一，也是目前捷運車站所必須採用之省水器材；若用省水標章馬桶比一般馬桶之一次用水量，可由13公升降低至9公升，其省水效果即達30%之效益。



圖1 省水標章衛生器具

(二) 雨水回收再利用

捷運車站之雨水回收考量其設備成本及車站空間配置，以設置儲水罐(water can)之概念來蓄積雨水。捷運地下車站可收集較乾淨之屋頂雨水經沈澱、過濾後儲存於地面層之儲水箱，再利用沈水式泵浦加壓供給地面層，作為植栽草皮噴灌之用，若遇缺雨季節則以自來水補充之，以達節約用水之功效。

茲以本公司設計之捷運內湖機廠雨水回收再利用設置案例（如圖2，圖3）說明如下：

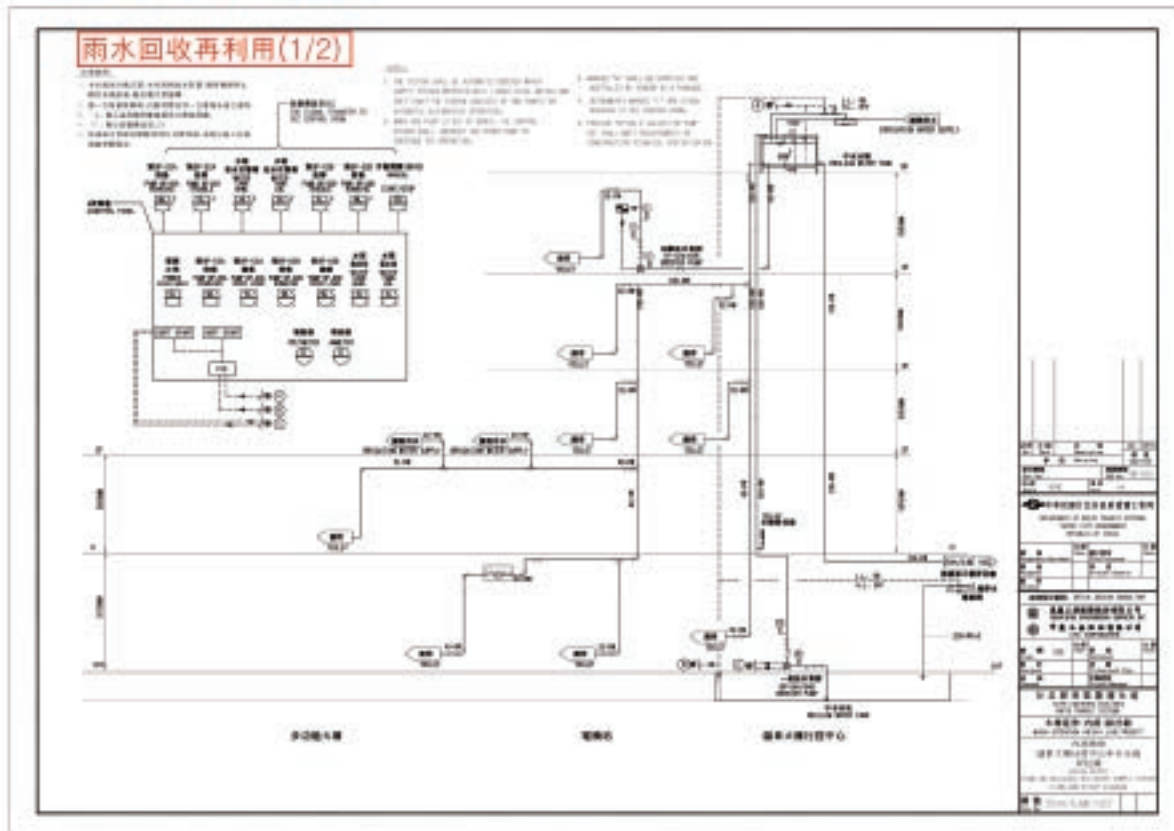


圖2 雨水回收再利用

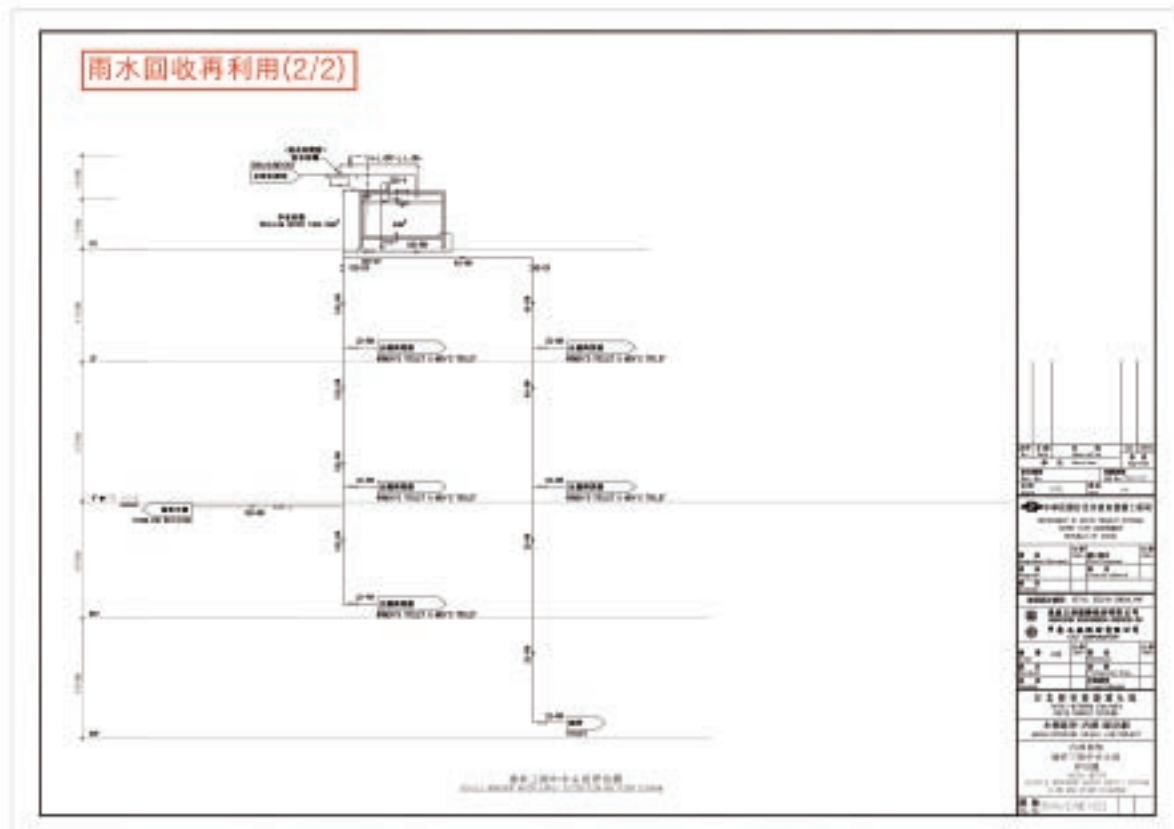


圖3 雨水回收再利用

1. 設置地下雨水儲槽

內湖機廠於儲車大樓地下層設置雨水儲槽，有效容量約為5,200m³，用以收集儲車大樓（二層屋頂停車場除外）及維修工廠等屋頂層之雨水。雨水儲槽區分為七個分區，以作為分區隔離清理沉澱物。

2. 設置沉澱池

於維修工廠東北角設置地面沉澱池一處，另儲車大樓南側及北側地下層筏基各設置一個沉澱池（共計3座）。沉澱池內設置隔版以增加雨水停留時間並增強沉澱功能。雨排水經沉澱池後儲存於雨水儲槽。

3. 安裝雨水給水系統

以揚水幫浦將儲槽之雨水泵送至設於儲車大樓屋頂之雨水水箱，利用高程差以重力流方式，提供儲車大樓及維修工廠之廁所馬桶、小便斗沖洗用途及廠區植栽灌溉用水。若雨水儲槽之水量用完或雨水供給系統故障時，其對策如下：

- (1) 設於儲車大樓之自來水箱及揚水幫浦能自動切換，提供雨水水箱因缺雨時期所需用水。
- (2) 於維修工廠屋頂層另設一座雨水水箱以儲存雨水，並由自來水箱以揚水幫浦自動補充水之方式，以因應儲車大樓至維修工廠間雨水供水，主管損壞時於維修期間仍能維持正常供水功能。

4. 安裝雨水用水錶

於雨水回收系統幫浦出水端設置水錶，以作為日後評估效益之依據。

5. 設置雨水蓄水池清潔口

為便於維護管理，於雨水儲槽樓版廣設人孔以為清洗用途。人孔以設置於停車位區為原則，車道區則以少量人孔搭配之。於筏基內之附梁採開孔設計，使相鄰筏基槽可互相連通用水為配合。

6. 設置雨水回收再利用系統水位控制及OCC監測

以水位控制裝置（三極棒）：自動控制雨水導入儲槽；雨水揚水幫浦運轉；自來水自動補充等，並將雨水儲槽高水位警報幫浦運轉情況傳送至OCC行控中心監控。

(三) 直接給水方式

目前捷運地下車站均已採用直接給水方式（如圖4），由自來水管直接供水；即利用原自來水管具有之水壓提供捷運車站地面層植栽噴灌用水、站內衛生器具用水及清潔用水等，若停水時則由車站內設置之備用水箱及加壓泵浦加壓供水，並特別考量給水配管方式，藉以避免管內水流產生死水，確保用水之安全。相較於早期捷運車站先將自來水注入儲水箱後，再以加壓泵浦供水之方式，節省了加壓泵浦所耗電力，間接也獲得節能減碳之效果。

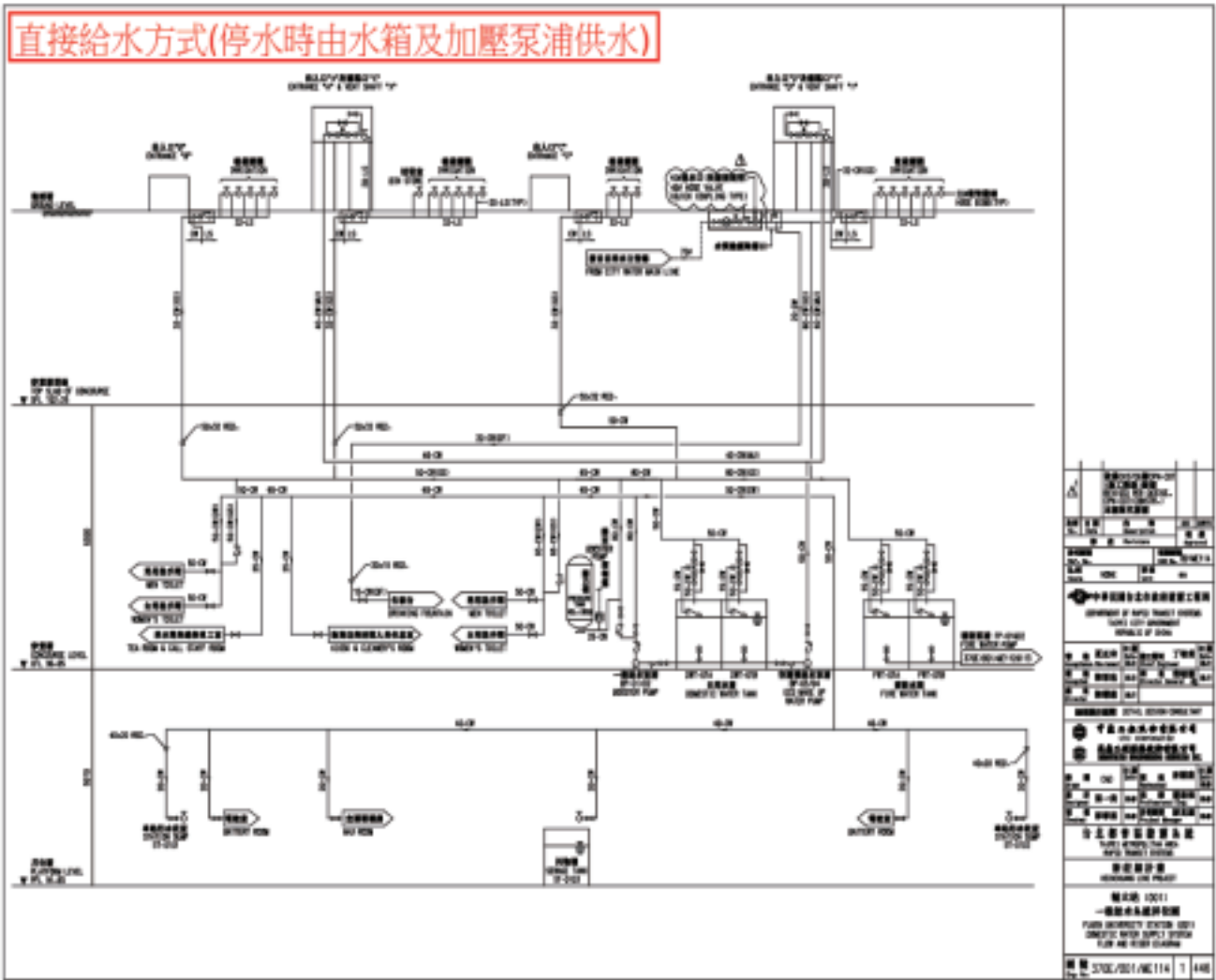


圖4 直接給水方式

三、捷運車站電氣及照明燈具之節能減碳設計

本章先由捷運車站之電力系統負載種類及用電量之分析開始，進而討論車站電力系統之節能設計，最後再針對車站照明系統之節能設計作討論。全面就捷運車站電氣及照明燈具之節能減碳設計作一闡述。

(一) 捷運車站電力系統之負載種類及用電量

依據捷運車站電氣系統標準設計圖“主低壓單線圖及控制功能需求”內容說明；“車站水電標與機電系統供電標責任分界點在22KV-380/220V變壓器二次側，而二次側後皆為捷運車站水電標供電範圍”。

1. 捷運車站之負載種類

車站負載種類主要可分為維生匯流排、必要匯流排、非必要匯流排等三類。這三類負載分別由三組ACB (AIR CIRCUIT BREAKER低壓空氣斷路器) 供電及控制。

- (1) 維生匯流排：主要供應之負載為緊急照明用電、消防系統、緊急空調（含排煙系統）、電梯等。此類負載主要目的在出現緊急狀況時，仍能持續供電協助人員疏散及相關應變。

- (2) 非必要匯流排：主要供應之負載為照明、空調、電扶梯、插座等。此類負載為維持建築物之運作功能。
- (3) 必要匯流排：主要供應之負載為機電系統標用電。機電系統標一般可分為自動收費標 (AFC)、號誌標 (SIG & PSD)、供電標 (POS)、通訊標 (COM) 等。此類負載多為供應營運時所需之核心機電系統有關。

2. 捷運車站之用電量

捷運車站用電量分為一般用電、機電系統標用電、照明用電及環控用電等四類。請參考圖5。

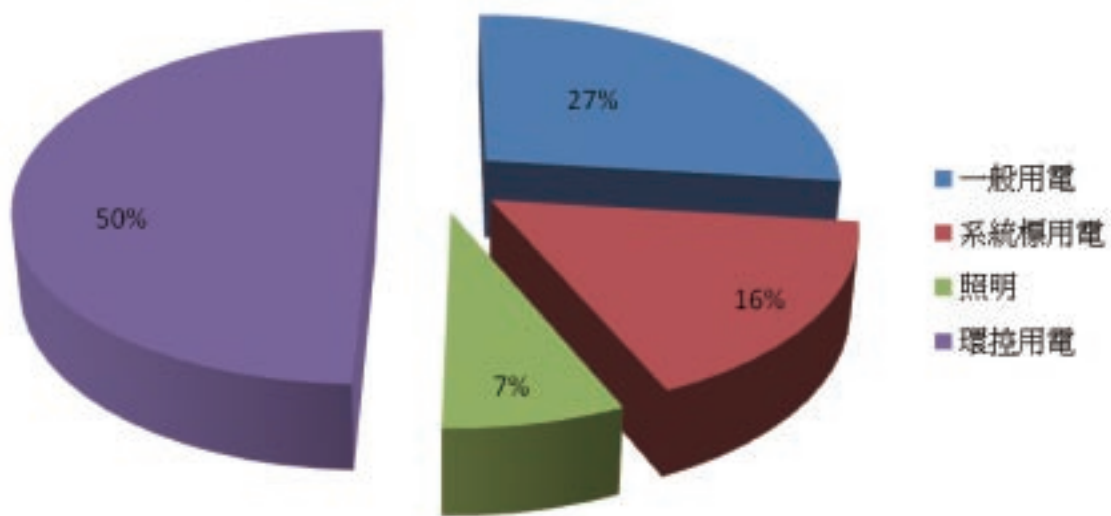


圖5 輔大站用電量分析圖

- (1) 一般用電：約佔捷運車站用電約27%，可分為以下項目：
 - a. 插座：插座一般而言之需量因素為0.5，對整體用量而言負載影響不大。
 - b. 廠務系統：如排水幫浦，給水幫浦，電扶梯等。
- (2) 機電系統標用電：約佔捷運車站用電約16%，如前述，該機電系統標可分為自動收費標 (AFC)、號誌標 (SIG & PSD)、供電標 (POS)、通訊標 (COM) 等，對捷運車站電氣系統設計而言，此類負載均為套裝型設備，此處將不討論其節能減碳設計。
- (3) 照明用電：約佔捷運車站用電約7%，照明一般而言之需量因素為0.9，照明與其他系統不同，其他系統不是長時間的用電，因此需量低，如插座，捷運車站內雖設有許多插座，但絕不會在同一時間內全部同時用電。而照明系統則除地面景觀燈外，其餘車站內照明是自營運一開始就一直點燈直到收班，照明的7%對於捷運車站整體而言，為實實在在的7%用電量。
- (4) 環控用電：約佔捷運車站用電約50%，將由下一章節說明捷運車站之空調節能減碳設計。

由以上分析可瞭解，討論捷運車站內的節能減碳，最有效率的方式就是由空調及照明二方面入手。

(二) 捷運車站之電力系統節能設計

控制壓降及減少電纜線徑：依據台電公司屋內線路裝置規則第四節電壓降第九條規定

“供應電燈、電力、電熱或該等混合負載之低壓幹線及其分路，其電壓降均不得超過標稱電壓之百分之三，兩者合計不得超過百分之五”。可做以下解讀（如圖6）：

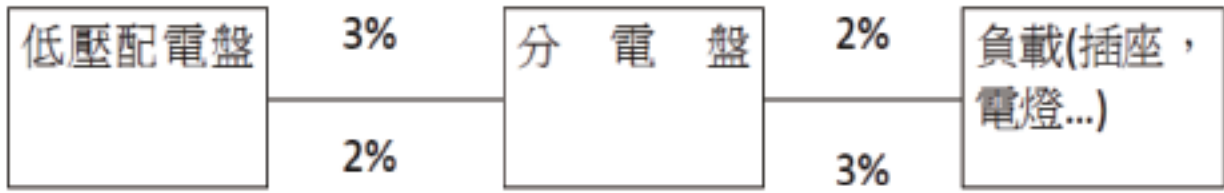


圖6 線路壓降說明圖

依據壓降公式 $V\% = \sqrt{3}IL(R\cos\theta + X\sin\theta)$ ， $I \Rightarrow$ 電流； $L \Rightarrow$ 長度； $R \Rightarrow$ 電纜電阻； $X \Rightarrow$ 電纜電抗； $\cos\theta \Rightarrow$ 負載功率因數。對於壓降而言， I 、 L 、 $\cos\theta$ 皆為常數，若要降低壓降必須考慮 $R \Rightarrow$ 電纜電阻、 $X \Rightarrow$ 電纜電抗的搭配因素。

由表1可知，當 $R\cos\theta + X\sin\theta$ 越小（壓降與 $R\cos\theta + X\sin\theta$ 成正比），則代表電纜線徑越大。故當車站規模較大時，可透過放大壓降（放大低壓配電盤至分電盤之壓降至3%），以減少所用電纜線徑，達到節能的目的是。

表1 電纜線徑與壓降對照表

SQ.MM	R	X	功率因數為0.9時 代入 $R\cos\theta + X\sin\theta$
3.5	5.6087	0.1265	9.03
5.5	3.5917	0.1182	3.28
200	0.1026	0.0965	0.13
325	0.0609	0.0933	0.09

以捷運車站設計而言，低壓配電盤至分電盤距離不遠，但分電盤至負載（如燈具）則經常會超過100公尺，故選擇3%、2%的壓降組合為最經濟之設計。

(三) 捷運車站照明系統節能設計

1. 車站公共區採用二線式照明配線

完全二線式控制配線

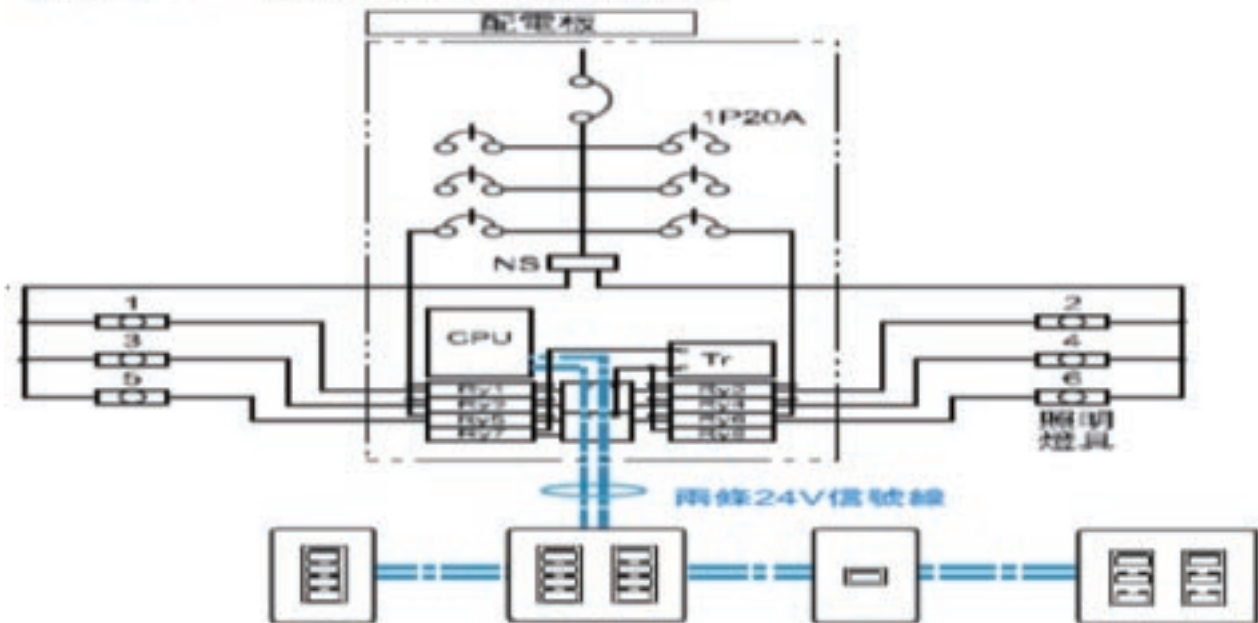


圖7 二線式照明配線圖

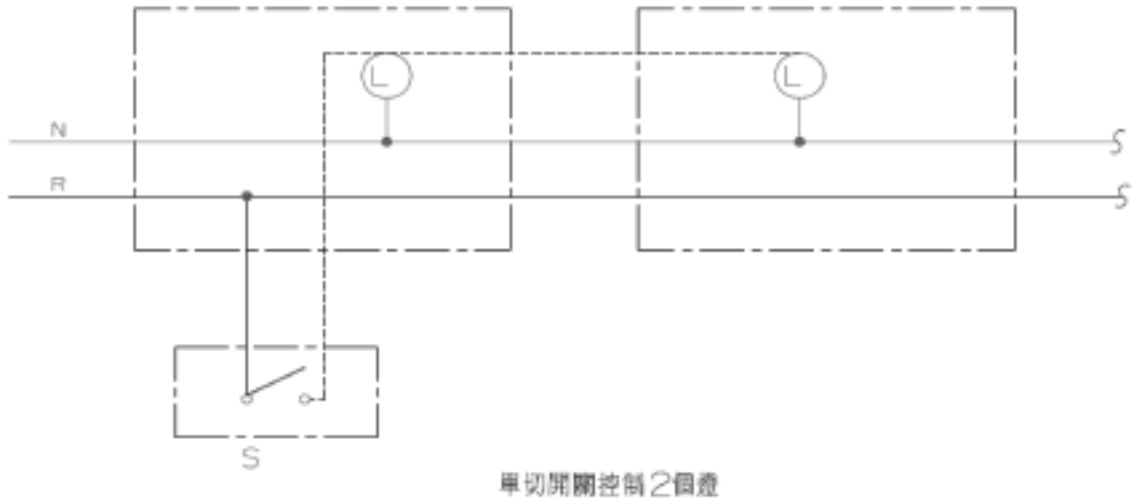


圖8 傳統照明配線圖A

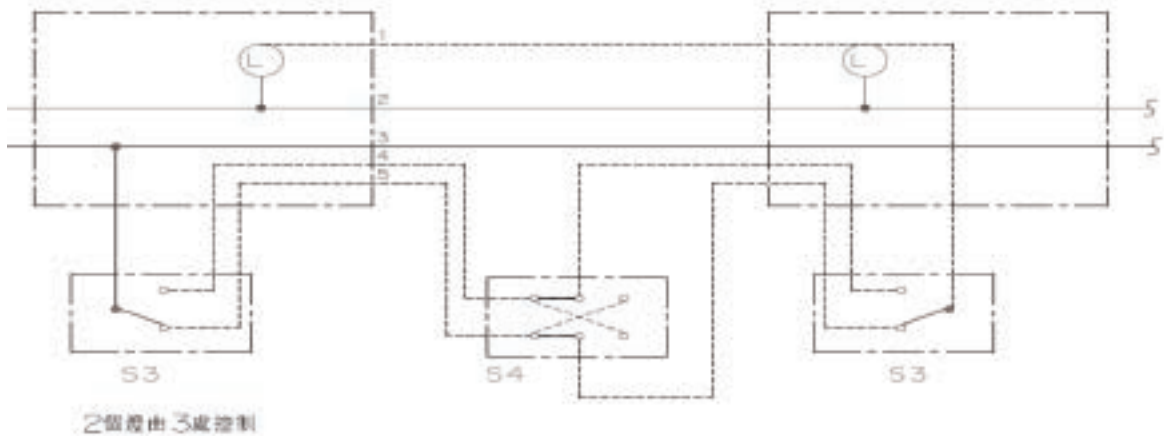


圖9 傳統照明配線圖B

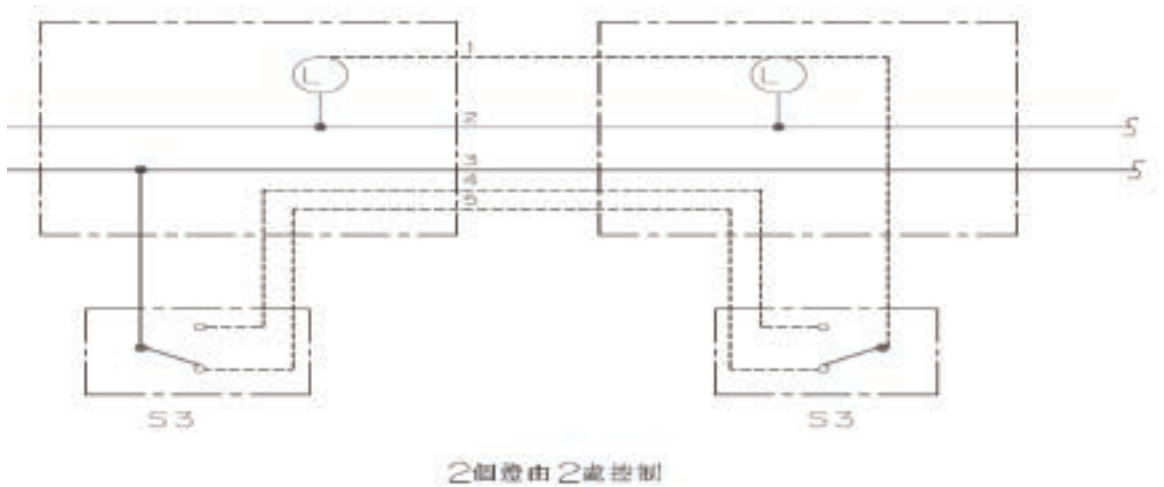


圖10 傳統照明配線圖C

由以上四張照明配線圖（如圖7，圖8，圖9，圖10）可知，二線式照明之配線較為簡單，而傳統之照明配線較為複雜（會多用管線）。二線式照明亦可於relay中設定開/關時間，以避免不必要之電源浪費。

2. 車站全面改為T5節能燈具

以本公司設計之捷運輔大站為例，各類日光燈總和約為1500組。若改為T5燈具，則耗電量可為原先T8/T9燈具之70%左右（如表2），故未來的捷運車站設計時，應以設計當時最節能之燈具為優先選擇，以達到節能減碳之目的。

表2 T8/T9及T5燈具規格對照表

T8/T9	T5
日光燈規格40W	日光燈規格28W
日光燈規格20W	日光燈規格14W

四、捷運車站空調之節能減碳設計

捷運車站如何降低空調負荷及設備之耗電量為二項主要節能方法。本章先由各項熱源查勘開始，精確估算出空調確實負荷量，再於空調設備上精選高能源效率比（高EER）之冰水主機，及較省能的送風及水泵系統，最後在考量系統功能測試時如何調整水量及風量之平衡分佈，及空調設備運作後如何適當的維護與保養，以達捷運車站節能之目的，是本章節之重點所在。

（一）精確估算捷運車站之空調負荷，以避免超量設計

降低空調負荷為捷運車站最根本之節能方法，可使設備與系統之規模縮小，直接減少空調設備之初設費用及運轉費用，且為最直接有效之節能方法。

捷運車站多為深層地下車站，空調負荷並不會受到建築物外殼材質、方位等影響。影響空調負荷的因素為車站內各項熱源與引入外氣量之大小。

1. 精確查勘各項熱量來源

- (1) 人員數量—人的身體不斷的釋放顯熱及濕氣，這些熱量決定於身體的運動程度：如站著、坐著及慢走等，故在設計之初必須要與業主討論以取得合理使用人數之預估值。
- (2) 燈具發熱量—須由燈具廠商設計單位提供各房間之燈具發熱量（w/m²）。
- (3) 設備發熱量—須向捷運各界面標取得各設備房的設備發熱量，如控制及電驛室、22KV 開關盤室、環控系統控制室、電信室、電池室、整流變壓器及直流開關盤室、電梯機房、通信及號誌設備室、不斷電系統室、變電站及低壓配電室等。

2. 引入外氣量最小化

捷運車站在不違背標準室內空氣品質 ASHRAE Standard 62.1 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality要求的情況下，將引入新鮮空氣量予以減少，以降低空調設備為處理較大量外氣之負荷。

（二）捷運車站採用高效率之冰水主機

冰水主機為空調系統中耗能很大的設備，約佔捷運車站空調耗電量的四成，冰水主機的效率高低關係到整體空調耗電量。針對冰水主機的壽命成本分析，在20年壽命間，最大的成本應來自運轉電費，因此選購高效率冰水主機是非常重要的的一件事。

為了讓節能之成效更能擴大，我國已針對中央空調冰水機組，研訂相關之效率規範，讓空調之節能效益形成一個更完整的架構，相信對於紓解國內空調電力之需求必有裨益。下表為我國冰水機能源效率管制標準：

我國冰水機能源效率管制標準情形

九十年九月十二日公告「空調系統冰水主機能源效率標準」

施行日期		2003年1月		2005年1月		
型式	冷卻能力等級	能源效率比值 (EER)kCal/h/W	性能係數 (COP)	能源效率比值 (EER)kCal/h/W	性能係數 (COP)	
水冷式	容積式壓縮機	< 150RT	3.50	4.07	3.83	4.45
		≥ 150RT < 500RT	3.60	4.19	4.21	4.90
	離心式壓縮機	≥ 500RT	4.00	4.65	4.73	5.50
		< 150RT	4.30	5.00	4.30	5.00
		≥ 150RT < 300RT	4.77	5.55	4.77	5.55
		≥ 300RT	4.77	5.55	5.25	6.10
氣冷式	全機種	2.40	2.79	2.40	2.79	

能源效率比 E.E.R. (Energy Efficiency Ratio) 值的定義

能源效率比 E.E.R. = 冷房能力 / 消耗電力

冷房能力：冷氣機運轉一小時，可從室內所能移走的最大熱量，單位為kcal/hr。

消耗電力：冷氣機額定運轉時所需的電力，單位為W。

EER 值愈高表示愈省電。

(三) 捷運車站採用省能之送風機

捷運車站送風系統由風機、馬達、驅動系統、風管、流量控制設備和空調設備（過濾器、冷卻盤管等）所組成。與送風系統有關之用電設備包含通風機、空調箱及小型冷風機等。常態運轉之送風機（不含TVF及備用風機等）的耗電量亦很大。請參考圖11所示。

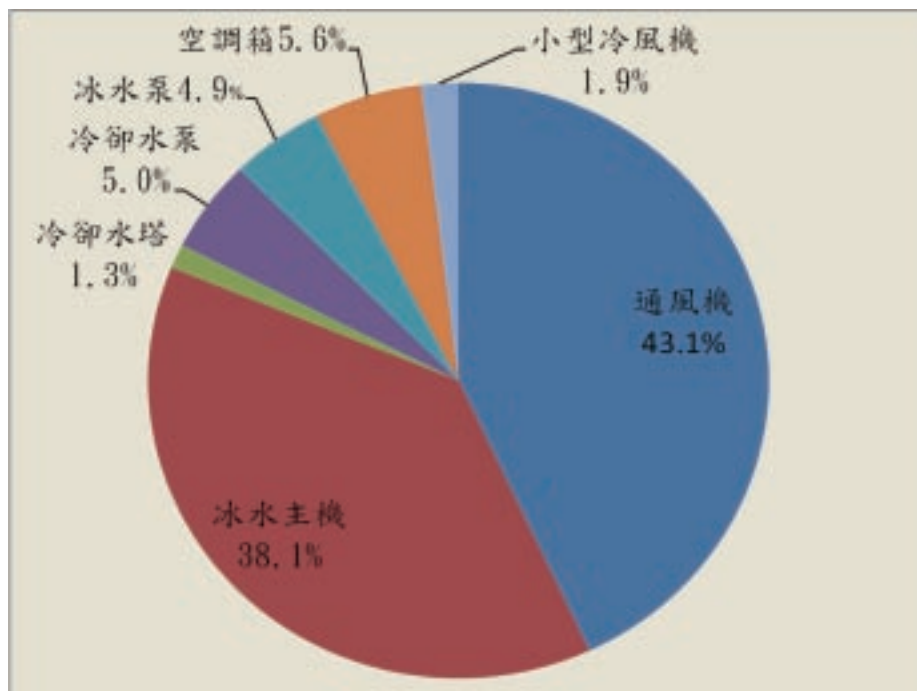
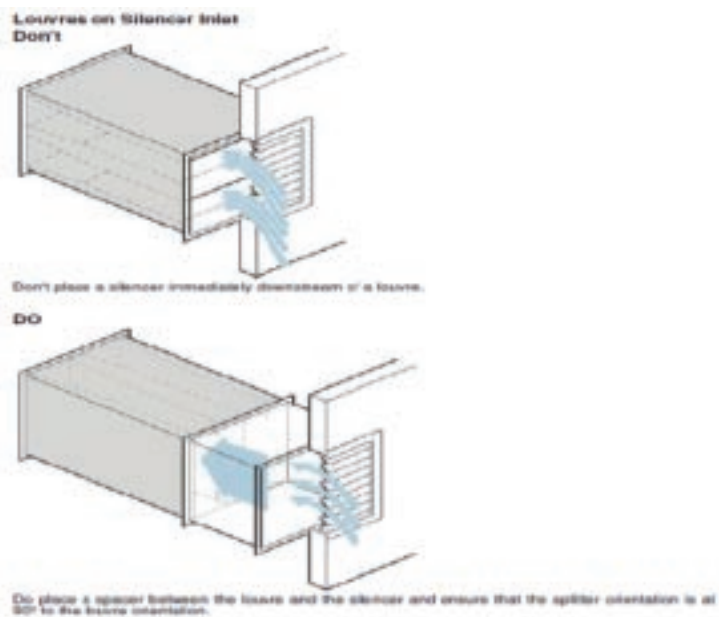
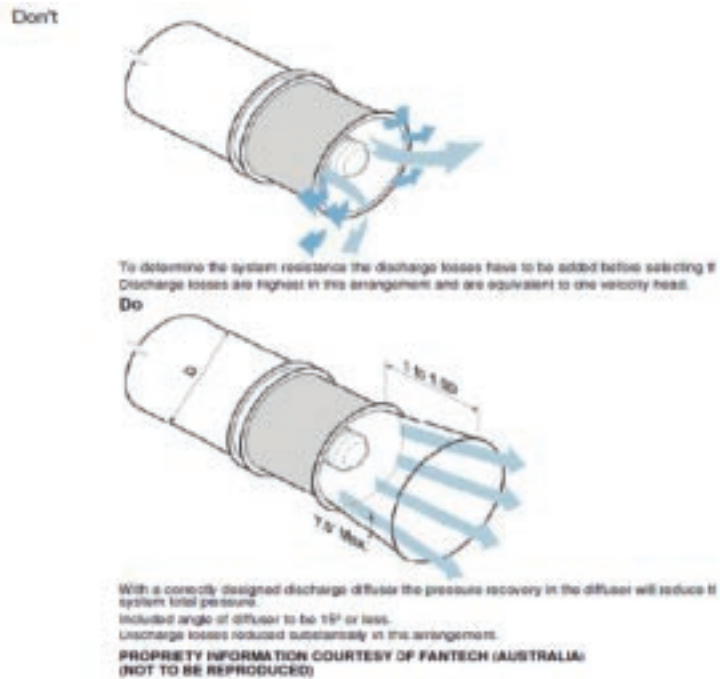


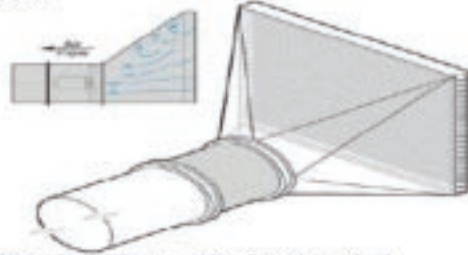
圖11 台北捷運新莊線輔大站之各種空調設備之用電比例圖

捷運車站送風機之設計者須先準確的計算系統所需風量及風管壓降，再依此數據選取風機以滿足系統需求。如此才不會選用過大的風機及馬達造成能源之浪費，過大的風機及馬達會產生不同的操作問題，如風機效率不佳、過大風量及噪音、風管震動等。

風機及風管配置須注意（如下列圖形所示）勿使壓降增加。

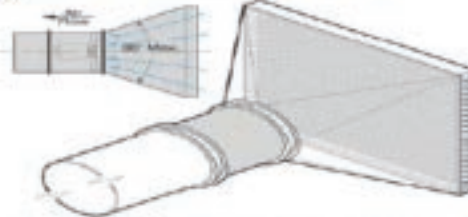


Transitions
Ensure symmetrical transitions from duct equipment to fan inlet.
Don't



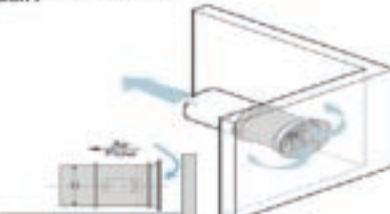
Poor airflow - little or no airflow through top of coil.

Do



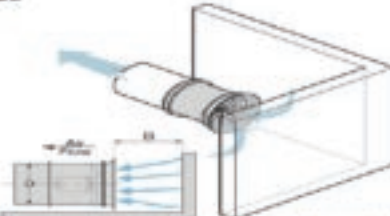
Centralise the fan to ensure uniform airflow through the coil.

Obstructions at fan inlets
Don't obstruct fan inlets.
Don't



The impeller can be starved of air when the inlet to the fan is obstructed. This effectively increases the system resistance thereby reducing the air flow being handled by the fan. This applies to all fan types.

Do



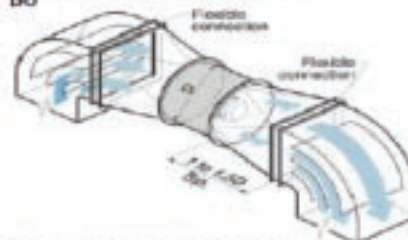
Allow a gap of least equal to one fan diameter between the fan inlet and nearby obstructions, even from fan performance (air flow) than rated. Always fit an inlet cone on open axial fan inlets.

Turning vanes at sharp bends
Fit turning vanes in elbows adjacent to axial fans
Don't



Evenly flow conditions of both inlet and outlet will result in part of the impeller being starved of air and the fan not operating satisfactorily.

Do



Square-to-round transitions and turning vanes in elbows assist uniform airflow; this is a compressed only and by its nature ideal.

此外，亦可考量風機搭配變頻器調整轉速來節能，例如大容量之隧道排氣風機，只要維持隧道內溫度在可以接受的程度，以溫度信號控制風機轉速，來達到節能目的。還有冷卻水塔之排氣風機也可以考量設置變頻器調整風機轉速，尤其是夜間時段之空調負荷較低，冷卻水塔之散熱需求也跟著變小，可以配合降低風機轉速來節能，同時風機噪音也會變小，進而減少噪音對周圍環境之干擾。

(四) 捷運車站採用節能之水泵系統

水泵系統節能要點如下：

1. 選用高效率的水泵及傳動馬達
2. 減少管路壓降損失

管徑的大小會影響到泵浦設計揚程的大小，在設計管徑時，須考慮到

- (1) 管內流速
- (2) 管內壁粗糙度
- (3) 配管長度

上述因素均會造成摩擦損失，若管徑大則初設費用高，但管壁摩擦損失小，泵浦揚程較小，耗電量亦較低。若管徑小則初設費用低，但管壁摩擦損失較大，泵浦揚程較大，且耗電量較高。

3. 保持管路暢通定期清理過濾器 (Strainer)

4. 空調冰水系統可以考量採用變流量系統，利用冰水泵搭配變頻器調整轉速來改變冰水流量，依據空調負載大小來控制調節冰水泵水流量之高低，來達到節能目的。

(五) 捷運車站之測試調整平衡

TAB (Testing, Adjusting and Balancing) 是指空調系統在工程完工後，對系統各項功能進行性能測試，經過調整平衡後，以達到設計目標。

TAB 是空調系統整體性能確認之要項，在過程中除測試空調系統中各項設備及各動力元件之性能外，調整平衡水量與風量之分佈，以及新鮮外氣之供給，皆是使空調達到舒適健康及同時達到節能的目標。

(六) 捷運車站之維護與保養

捷運車站運轉效率之維持，有賴適當的保養。無論任何設備、系統為維持良好的運轉狀況及壽命皆需定期的維護與保養，各設備的維護與保養分述如下：

1. 小型送風機及空調箱定期保養

冰水盤管是用來做為空氣及水的熱交換器，因此冰水盤管上若積有污垢，則其熱傳導效率降低，影響空調箱能力之發揮。同時若積污垢嚴重，則將使風扇的運轉靜壓升高，減低系統的風量，影響冷氣的提供量，因此應予保持乾淨，以維持設備的高運轉效率。

- (1) 定期清洗可清洗式濾網，必要時視空氣清潔度縮短清洗週期。
- (2) 排水盤每二個月清潔一次，避免積垢影響排水。
- (3) 冰水盤管每年清潔一次，避免積垢影響性能。

2. 冷卻水塔定期清洗保養

維護人員應注意冷卻水塔污染狀況並定期清洗，最好每個月清洗乙次。

3. 水質管理

作好水質管理，可阻止水中沉積物附著於熱交換器表面，亦即降低或阻止結垢之

隨著科技之進步，在電梯捲揚機組設計上獲得重大突破，採用薄型永久磁石馬達驅動無齒輪捲揚機來升降車廂，由於馬達及捲揚機之體積大幅減少，可安裝於升降路內，不必設置電梯機房（即為無機房電梯），再加上此種捲揚機組開始廣泛使用於公共工程及各種建築物中，且性能穩定、可靠，因此捷運系統後期網路（包括信義、松山、機場及環狀等線），已正式將其引進捷運車站內使用。油壓式電梯所需驅動馬力較大，且夏天油壓缸內油氣揮發，升降路內之車廂因揮發油之氣味而造成乘客不舒服。無機房電梯則無液壓油揮發造成乘客不舒服之問題，且所需驅動馬力較小，可達成節能減碳之效果。無機房電梯在升降路之示意圖，如圖13所示。

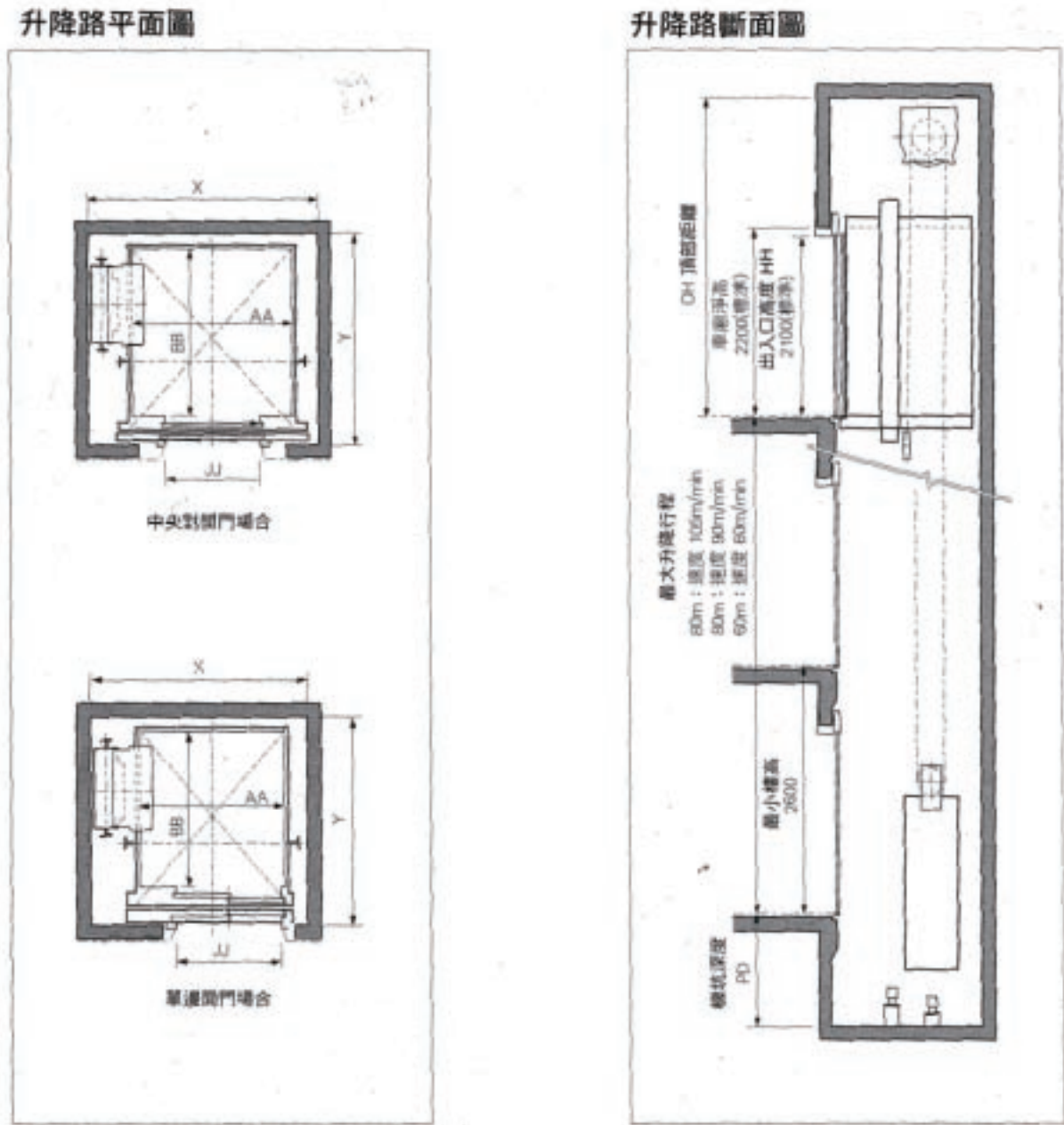


圖13 無機房電梯在升降路示意圖

以本公司設計之輔大站為例，A出口油壓電梯載重量1,000 kg（15人份）、速度45 m/min、行程11.65 m（一號出入口），其馬達功率為29 kW，行程5.02 m（穿堂層至月台層），其馬

達功率為24 kW。但若改用無機房電梯，除其速度為60 m/min不同外，其餘規格相同，但馬達功率卻只有6.2 kW，由上述馬達用電量可知，無機房電梯之用電量比油壓電梯用電量省很多，明顯達成節能減碳之效果。

(二) 電扶梯節能設計

台北捷運系統早期路網之電扶梯就已規定，每台電扶梯必須裝設能源節約裝置，該裝置包括動力監視／負荷感應裝置，以反應實際交通情況，並調節驅動馬達之動力輸出，以回應實際負荷。為了進一步節約能源，後期路網皆規定電扶梯必須有調整營運速度、無人搭乘怠速運轉及雙啟動模式等功能，這些功能說明如下：

1. 調整營運速度

每部電扶梯均可藉由切換開關供營運單位視情況及需要選用以39 m/min之額定速度或以30 m/min之速度運轉。

2. 無人搭乘怠速運轉模式

- (1) 每部電扶梯除了能以定速模式運轉外，營運單位亦可依情況及需要，選用無人搭乘怠速運轉模式。
- (2) 無人搭乘怠速運轉模式應能自動感應在無人搭乘之狀態下，自動以怠速12 m/min運轉；如有乘客進入欲搭乘，亦能自動感應加速至營運速度。

由上述可知電扶梯新功能皆能依實際營運狀況，調整電扶梯速度，減少用電量，達成節能減碳效果。

六、結語

「節能減碳」是目前台灣面臨最緊迫問題之一。依據統計,過去十餘年來台灣的溫室氣體排放量，其成長率幾為世界之冠；2006年的溫室氣體排放量係1990年時之2.4倍。除了引發颱風，豪雨、乾旱及地表高溫效應等大地反撲外，以產業外銷為主的台灣，將因環境議題而面臨國際社會莫大壓力，並有可能在全球產業經濟活動中遭到限縮。因此全體國人（含：產業界、工程界等）均應重視「節能減碳」之重要性。中鼎工程公司提出「捷運車站水電、空調及電(扶)梯之節能減碳設計」之淺見，希冀藉此文章對捷運工程設計能具拋磚引玉的作用，期盼捷運工程界廣泛思考並提供卓見，就目前捷運設計及施工各方面，全面提出有效及可行之節能減碳對策，才是作者撰寫本篇文章之主要目的。

參考文獻

1. 臺北市政府捷運工程局(民93)，「臺北都會區大眾運輸系統規劃手冊」，第二冊，頁52。